

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**Σχεδιασμός και ανάπτυξη συστήματος υπηρεσιών θέσης  
για τη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές  
καλλιέργειες και αστικό πράσινο**

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Μ. ΠΟΝΤΙΚΑΚΟΣ**  
**Γεωπόνος**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Τσιλιγκιρίδης Θεόδωρος**

**ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2017**



## **ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

# **Σχεδιασμός και ανάπτυξη συστήματος υπηρεσιών θέσης για τη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και αστικό πράσινο**

### **ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

Τσιλιγκιρίδης Θεόδωρος, Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

### **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

Τσιλιγκιρίδης Θεόδωρος, Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Σιδερίδης Αλέξανδρος, Ομότιμος Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Τσακαλίδης Αθανάσιος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

### **ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

Τσιλιγκιρίδης Θεόδωρος, Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Τσακαλίδης Αθανάσιος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

Σιδερίδης Αλέξανδρος, Ομότιμος Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Εμμανουήλ Νικόλαος, Ομότιμος Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Δουληγέρης Χρήστος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς

Παπαδόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Κοντοδήμας Δημήτριος, Αν. Ερευνητής Β', Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου



**Τη διατριβή αυτή την αφιερώνω στην Οικογένεια μου.**

*Η στερνή, η πιο ιερή μορφή της θεωρίας είναι η πράξη.*

Νίκος Καζαντζάκης, Ασκητική

*Τα πράγματα που πρέπει να κάνεις, τα μαθαίνεις κάνοντάς τα.*

Αριστοτέλης



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας, τομείς της γεωργίας και του αστικού πρασίνου αντιμετωπίζουν την αντικρουόμενη πρόκληση της αύξησης της παραγωγής των τροφίμων υψηλής ποιότητας και της συντήρησης του πρασίνου, σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη μείωση του αγροπεριβαλλοντικού αποτυπώματος. Μια από τις μεγαλύτερες δυσκολίες στην αντιμετώπιση της πρόκλησης αυτής, είναι οι εντομολογικοί κίνδυνοι με έντονα χωροχρονικά χαρακτηριστικά των οποίων η διαχείριση και αντιμετώπιση σχετίζονται με τη δημόσια υγεία, την ασφάλεια τροφίμων, καθώς και την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων αντιμετώπισης, δεδομένου ότι αυτή εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες και τη συνεργασία των συμμετεχόντων. Στις περιπτώσεις αυτές η ενημερότητα σχετικά με τη θέση αποτελεί το κλειδί στην επιτυχία της διαχείρισης και αντιμετώπισης του εντομολογικού κινδύνου, στο πλαίσιο της Γεωργίας Ακριβείας (ΓΑ) και της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Επιβλαβών Οργανισμών (ΟΔΕΟ). Για την ενημερότητα της θέσης ενός κινητού στόχου χρησιμοποιούνται οι Υπηρεσίες Θέσης (ΥΘ), οι οποίες τα τελευταία χρόνια έχουν ραγδαία ανάπτυξη και χρήση, τόσο σε εμπορικές εφαρμογές, όσο και σε εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης. Οι ΥΘ σε συνεργασία με άλλες Τεχνολογίες Επικοινωνιών και Πληροφορικής (ΤΠΕ), διαμορφώνουν Συστήματα Υπηρεσιών Θέσης (ΣΥΘ), τα οποία μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στη διαχείριση και την αντιμετώπιση εντομολογικών κινδύνων.

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζεται η σχεδίαση, η ανάπτυξη, η υλοποίηση και η αξιολόγηση ενός αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ για τη διαχείριση και αντιμετώπιση στη γεωργία και στο αστικό πράσινο, εντομολογικών κινδύνων με έντονα χωροχρονικά χαρακτηριστικά. Στόχοι του προτεινόμενου ΣΥΘ είναι η απλοποίηση των διαδικασιών, η μείωση του κόστους και η αύξηση της αποτελεσματικότητας κατά τη διαχείριση των εντομολογικών προβλημάτων, καθώς και η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, της δημόσιας υγείας, των κατοικημένων και των προστατευμένων περιοχών κατά την εφαρμογή των επεμβάσεων αντιμετώπισης. Για την επίτευξη των στόχων, το ΣΥΘ χρησιμοποιεί κατάλληλες ΥΘ που ενσωματώνουν ΤΠΕ, όπως είναι οι τεχνολογίες εντοπισμού θέσης, οι κινητές συσκευές, τα Γεωγραφικά Πληροφορικά Συστήματα (ΓΠΣ), τα Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ), τα Συστήματα Λήψης Αποφάσεων (ΣΛΑ), τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (ΑΔΑ), το Διαδίκτυο, οι ασύρματες επικοινωνίες και τα πολυμέσα, οι οποίες είναι προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις της ΓΑ και υιοθετούν τις βασικές αρχές της ΟΔΕΟ. Κατά τη φάση του σχεδιασμού του ΣΥΘ, βελτιώθηκε και προσαρμόστηκε η υπάρχουσα κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους, εισάγοντας νέες κατηγορίες και επεκτείνοντας τα επίπεδα των υπάρχοντων κατηγοριών. Για την εύκολη ανάπτυξη και χρήση των ΥΘ το ΣΥΘ ακολουθεί την αρχιτεκτονική του ενδιάμεσου λογισμικού, ενώ όσον αφορά στον εντοπισμό της θέσης των κινητών στόχων, υιοθετεί τη δικτυο-κεντρική και συσκευο-κεντρική προσέγγιση. Η

υλοποίηση του ΣΥΘ περιλαμβάνει συστήματα τα οποία λειτουργούν στον εξυπηρέτη ή στην κινητή συσκευή ή στο νέφος και επικοινωνούν με τη βοήθεια υπηρεσιών Ιστού.

Το υλοποιημένο ΣΥΘ δοκιμάστηκε πειραματικά, στη διαχείριση και την αντιμετώπιση δύο σημαντικών εντομολογικών προβλημάτων, εκ των οποίων το ένα αφορά στη γεωργία και είναι ο δάκος (*Bactrocera oleae*) της καλλιεργούμενης ελιάς (*Olea europaea*), και το άλλο αφορά στο αστικό πράσινο και είναι το κόκκινο σκαθάρι των φοινικοειδών (*Rhynchophorus ferrugineus*, ΚΣΦ). Στην περίπτωση του δάκου η αντιμετώπιση πραγματοποιήθηκε με δολωματικούς ψεκασμούς από το έδαφος, λαμβάνοντας υπόψη την επικινδυνότητα προσβολής σύμφωνα με τη χωρική κατανομή του πληθυσμού των εντόμων. Στην περίπτωση του ΚΣΦ, η εύρεση της επικινδυνότητας προσβολής βασίστηκε κυρίως στα μακροσκοπικά συμπτώματα των προσβεβλημένων φοινίκων. Για την αξιολόγηση του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ, σε καθένα από τα δύο αυτά εντομολογικά προβλήματα, σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν κατάλληλα πειράματα, με σκοπό να αναδειχθούν οι δυνατότητές του σε σχέση με τις συμβατικές προσεγγίσεις.

Τα πειραματικά αποτελέσματα όσον αφορά στο δάκο της ελιάς, έδειξαν ότι με τη χρήση του ΣΥΘ κατά τους δολωματικούς ψεκασμούς από το έδαφος, μειώθηκε το χρησιμοποιούμενο ψεκαστικό διάλυμα κατά μέσο όρο 4,85% και η διάρκεια των ψεκασμών κατά 17,34% και υπήρξε αύξηση της αποτελεσματικότητας των ψεκασμών κατά 5,73%, σε σχέση με τη συμβατική προσέγγιση. Το ΣΥΘ σε σχέση με τον συμβατικό τρόπο διαχείρισης είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή ψεκασμών εκτός στόχου και ψεκασμών στην ίδια περιοχή πάνω από μία φορά, στοιχεία που είναι σημαντικά τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας, όσο και της μείωσης του κόστους των επεμβάσεων.

Τα πειραματικά αποτελέσματα όσον αφορά στο ΚΣΦ, έδειξαν ότι το ΣΥΘ είναι πιο αξιόπιστο και πιο αποτελεσματικό ως προς την εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής κατά 7%, μειώθηκε ο αριθμός των φοινίκων που απαιτείται να επισκοπηθούν κατά 33,1% και μειώθηκε η διάρκεια των επισκοπήσεων κατά 18,9% σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο. Η μείωση του αριθμού των φοινίκων που επισκοπούνται και της διάρκειας των επισκοπήσεων έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους των επισκοπήσεων. Από τις απαντήσεις ερωτηματολογίου σχετικά με την επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ φαίνεται ότι το ΣΥΘ καλύπτει καλύτερα το φάσμα των συμπτωμάτων, δίνοντας ποσοτικά χαρακτηριστικά και ανταποκρίνεται καλύτερα στην ακριβή εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής. Η διαχείριση του ΚΣΦ με τη χρήση του ΣΥΘ είχε ως αποτέλεσμα να αποτραπούν οι προσβολές και να μειωθούν οι απώλειες φοινίκων λόγω του ΚΣΦ κατά 73,7% και 72,3% αντίστοιχα.

Γενικότερα, με τη χρήση του προτεινόμενου ΣΥΘ επιτεύχθηκαν οι στόχοι που τέθηκαν και επομένως, αυτό μπορεί να προσφέρει ένα ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό περιβάλλον διαχείρισης και φυτοπροστασίας.



**ABSTRACT**

Nowadays, various sectors of agriculture and urban landscaping face the conflicting challenge of increasing the production of high-quality food and maintenance of green space respectively, combined with the simultaneous reduction of the agri-environmental footprint. One of the greatest obstacles to overcoming this challenge is the entomological risks with strong spatiotemporal characteristics. Their management and treatment are related to public health and food safety and the effectiveness of the treatments depends on local climatic conditions and the collaboration of remote participants. In such cases, and under Precision Agriculture (PA) and Integrated Pest Management (IPM), the location awareness is the key to the success of the management and treatment of the entomological risk. In order to achieve location awareness of a mobile user, Location Based Services (LBS) are utilized; nowadays, these services have been rapidly and widely developed and used in commercial and social networking applications. LBS in collaboration with other Information and Communication Technologies (ICT) constitute Location Aware Systems (LAS), which can play a decisive role in managing and treating entomological risks.

In this thesis, the design, development, implementation and evaluation of an agri-environmental LAS for managing and treating agricultural and urban landscaping entomological risks with strong spatiotemporal characteristics is presented. The objectives of the proposed LAS is to simplify procedures, reduce costs and increase efficacy during the management of entomological problems, the protection of the natural environment, the public health, inhabited and protected areas during the treatments. To achieve these objectives, the LAS uses appropriate LBS that integrate ICT, such as positioning, mobile devices, Geographic Information Systems (GIS), Expert Systems (ES), Decision Support Systems (DSS), Wireless Sensor Networks (WSN), the Internet, wireless communications and multimedia. These technologies are adapted to the requirements of PA and adopt the basic principles of IPM. During the design phase of the LAS, the existing classification of the LBS was improved and adapted regarding to their functionality, introducing new categories and expanding the layers of the already existing categories. For the easy development and use of the LBS, the LAS follows the architecture of the middleware software, whereas for the tracking of mobile targets adopts the network-centric and device-centric approaches. The implementation of the LAS, incorporate systems that operate on server or in mobile device or in the cloud, and communicate using Web services.

The implemented LAS was tested experimentally in the management and treatment of two major entomological problems; one of the problems addressed concerns the agriculture area and it is the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) of the cultivated olive species (*Olea europea*), and the other concerns the urban green and it is the red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*, RPW). In the case of the olive fruit fly, for the control of the

## ABSTRACT

---

insect, bait sprays from the ground where applied, considering the infestation risk in accordance to the spatial distribution of the insects' population. In the case of the red palm weevil, the infestation risk assessment was based mainly on the macroscopic symptoms of the infested palms. To evaluate the agri-environmental LAS in each of these two entomological problems, suitable experiments were designed in order to show its potential compared to conventional approaches.

The experimental results in the case of the olive fruit fly, showed that using the LAS during bait sprays from the ground an average of 4.85% decrease of the spraying solution was accomplished, the duration of the spraying process was decreased by 17.34%, resulting to an increase of the efficacy of the sprayings by 5.73% compared to the conventional approach. The LAS compared to the conventional management resulted to the avoidance of off-target spraying and spraying in the same area more than once. These elements are important both to the protection of the environment and the public health, thus reducing the cost of treatments.

The experimental results corresponding the RPW, showed that the LAS is more reliable and more effective in estimating the RPW infestation risk by 7%, that it decreased the number of palm trees required to be inspected by 33.1% and reduced the inspections duration by 18.9%, compared to the conventional method. Reducing the inspected number of palm trees and the inspections duration resulted to the reduction of the inspections costs. From the questionnaire answers on the RPW infestation risk, it seems that the LAS covered better the range of symptoms, gave quantitative characteristics of the symptoms and performed better to accurately assess the risk of the infestation. The management of the RPW utilizing the LAS, prevented infestations and reduced the losses of palm trees due to the RPW by 73.7% and 72.3% respectively.

Generally, by using the proposed LAS, the objectives set were achieved and therefore it can provide an integrated and effective management and plant protection environment.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την περάτωση της διδακτορικής μου διατριβής, το παιδικό μου όνειρο, να συνδυάσω τη γεωπονία με την πληροφορική, με σκοπό την απλοποίηση δύσκολων προβλημάτων του αγροτικού τομέα προς όφελος του αγρότη, του πολίτη και του περιβάλλοντος, ολοκληρώνεται με τον πιο επίσημο τρόπο, δίνοντας μου ιδιαίτερη χαρά. Η περάτωση της διατριβής μου αποτελεί μόνο το τέρμα ενός ταξιδιού στον χώρο και στον χρόνο, αλλά κυρίως στους δρόμους της γνώσης και της εμπειρίας. Η ολοκλήρωση αυτού του ταξιδιού και η περάτωση της διατριβής μου οφείλεται σε πολλούς ανθρώπους, τους οποίους θεωρώ χρέος μου να ευχαριστήσω. Ευχαριστίες οφείλονται:

- Στον επιβλέποντα Καθηγητή κύριο Θεόδωρο Τσιλιγκιρίδη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την αμέριστη επιστημονική του καθοδήγηση και τη διδασκαλία του σε θέματα πληροφορικής, την ηθική του συμπαράσταση και την αγαστή συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια υλοποίησης της διατριβής.
- Στα μέλη της επταμελούς επιτροπής μου οι οποίοι ανέλαβαν να εξετάσουν, να διορθώσουν και να βαθμολογήσουν τη διδακτορική μου διατριβή και να την κατακυρώσουν με το υψηλό επιστημονικό τους κύρος.
- Στους κυρίους Κωνσταντίνο Γιαλούρη Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και Δημήτριο Κοντοδήμα, Αν. Ερευνητή Β' του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου για την επιστημονική τους προσφορά, την άρτια συνεργασία και τον ενθουσιασμό που μου ενέπνευσαν στο ερευνητικό μέρος της διατριβής.
- Στον κύριο Διονύσιο Περδίκη, Επίκουρο Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για τη συμβολή του στη διόρθωση της διατριβής, τις εύστοχες παρατηρήσεις και επισημάνσεις του καθώς και για την άριστη συνεργασία.
- Στον κύριο Δουληγέρη Χρήστο, Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πειραιώς, για τη σημαντική συμβολή του στις τελικές διορθώσεις της διατριβής, τις λεπτομερείς επισημάνσεις και υποδείξεις του.
- Στον κύριο Αλέξανδρο Σιδερίδη, Ομότιμο Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για τη διδασκαλία, τις επισημάνσεις και παρατηρήσεις του.
- Στον κύριο Γεώργιο Παπαδόπουλο, Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για τις επισημάνσεις του στη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της διατριβής.
- Στους συναδέλφους και στους εργαζόμενους με τους οποίους συνεργάστηκα στο πλαίσιο του προγράμματος δακοκτονίας του Νομού Λακωνίας και οι οποίοι συνέβαλλαν στην πραγματοποίηση των πειραματικών ψεκασμών για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς.
- Στην κυρία Φιλίτσα Καραμαούνα Ερευνήτρια Β' και τους ερευνητές του Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου που συμμετείχαν στο ερευνητικό πρόγραμμα "Palm Protect", για τη σημαντικότερη προσφορά τους στη διατριβή μου.

- Στην κυρία Φρόσα Σαμίου, Τεχνολόγο Γεωπονίας, υπάλληλο της Διεύθυνσης Πάρκων και Αλσών της Περιφέρειας Αττικής, για την πολύτιμη προσφορά της στη διαδικασία των επισκοπήσεων για το κόκκινο σκαθάρι των φοινικοειδών.
- Στην Περιφερειακή Ενότητα Λακωνίας (Νομαρχία Λακωνίας) για την υποστήριξη στο πλαίσιο του προγράμματος δακοκτονίας.
- Στην Περιφέρεια Αττικής για την υποστήριξη του προγράμματος αντιμετώπισης του κόκκινου σκαθαριού των φοινικοειδών στο Πεδίον του Άρεως.
- Σε όλους όσους συνέβαλλαν άμεσα ή έμμεσα στην πραγματοποίηση της διατριβής μου, συμπεριλαμβανομένου του προσωπικού του εργαστηρίου πληροφορικής, των συναδέλφων και φίλων.

Ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη οφείλω στους γονείς μου Ευαγγελία Ποντικάκου και Μιχάλη Ποντικάκο, για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Χωρίς τη δική τους στήριξη και υπομονή δεν θα ήταν δυνατό να ξεκινήσει η διατριβή μου. Η ολοκλήρωση της διατριβής μου αποτελεί ηθική ανταμοιβή για τους κόπους τους και τις θυσίες που έκαναν για μένα.

Τέλος, ξεχωριστά θα ήθελα να ευχαριστήσω τη σύζυγό μου Στέλλα και τα παιδιά μου Ιωάννα και Μιχάλη, γιατί η παρουσία τους και η αγάπη τους, μου έδωσαν τη δύναμη να συνεχίσω και να ολοκληρώσω τη διατριβή μου. Για το λόγο αυτό η παρούσα διατριβή είναι αφιερωμένη σε αυτούς.

Αυτή η έρευνα έχει χρηματοδοτηθεί εν μέρει από τα ερευνητικά προγράμματα:

α) Αντιμετώπιση του *Rhynchophorus ferrugineus* στους φοίνικες του Πεδίον του Άρεως με έμφαση σε βιολογικές μεθόδους φυτοπροστασίας, Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο – Υπερνομαρχία Αθηνών. (2010-6μήνες).

β) Palm Protect EU Program: "THEME KBBE.2011.1.2-12: Eradication and containment strategies and tools for the implementation of EU legislation against the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier and *Paysandisia archon* Burmeister". (2011-2013).

γ) Αντιμετώπιση του *Rhynchophorus ferrugineus* στους φοίνικες του Πεδίον του Άρεως με έμφαση σε βιολογικές μεθόδους φυτοπροστασίας, Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο – Περιφέρεια Αττικής (2012).

δ) FruitFlyNet. «A Location-aware System for Fruit Fly Monitoring and Pest Management Control». ENPI CBC Mediterranean Sea Basin Programme. (2014-2015).

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

|  |    |
|--|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....  | 7  |
| ABSTRACT.....  | 9  |
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....   | 11 |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....   | 13 |
| ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ .....  | 17 |
| ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....   | 19 |
| ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....  | 25 |
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....   | 27 |
| 1.1 Εντοπισμός προβλήματος.....  | 27 |
| 1.2 Σκοπός και συνεισφορά της διατριβής .....  | 28 |
| 1.3 Διάρθρωση της διατριβής.....   | 31 |
| 1.4 Δημοσιεύσεις .....   | 33 |
| 1.4.1 Δημοσιεύσεις διατριβής σε επιστημονικά περιοδικά.....  | 33 |
| 1.4.2 Δημοσιεύσεις διατριβής σε βιβλία και τεχνικά περιοδικά.....  | 33 |
| 1.4.3 Δημοσιεύσεις διατριβής σε πρακτικά συνεδρίων .....   | 34 |
| 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ .....   | 37 |
| 2.1 Περιγραφή του προβλήματος για τη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο..... | 37 |
| 2.2 Περιγραφή του προβλήματος για το δάκο της ελιάς .....  | 38 |
| 2.2.1 Επιπτώσεις στην ελαιοκαλλιέργεια.....  | 38 |
| 2.2.2 Δολωματικοί ψεκασμοί για την αντιμετώπιση του δάκου .....  | 40 |
| 2.3 Περιγραφή του προβλήματος για το ΚΣΦ.....  | 42 |
| 2.3.1 Επιπτώσεις στα φοινικοειδή.....  | 42 |
| 2.3.2 Τρόποι διαχείρισης του ΚΣΦ.....  | 46 |
| 3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....   | 51 |
| 3.1 Διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο .....                                 | 51 |
| 3.1.1 Ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών οργανισμών .....   | 51 |
| 3.1.2 Γεωργία Ακριβείας .....  | 55 |
| 3.1.3 Χωρική παραλλακτικότητα της διασποράς των επιβλαβών εντόμων.....   | 55 |
| 3.1.4 Παρακολούθηση των πληθυσμών των επιβλαβών εντόμων .....  | 57 |
| 3.1.5 Προβλήματα διαχείρισης εντομολογικών κινδύνων .....  | 60 |
| 3.2 Υπηρεσίες Θέσης (ΥΘ) .....   | 61 |
| 3.2.1 Προσεγγίσεις υπηρεσιών θέσης.....  | 61 |
| 3.2.2 Δομικά στοιχεία υπηρεσιών θέσης .....  | 63 |
| 3.2.3 Κατηγοριοποίηση υπηρεσιών θέσης .....  | 66 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 3.2.4     | Μέθοδοι και τεχνολογίες εντοπισμού θέσης .....  | 70  |
| 3.2.5     | Τεχνολογίες υλοποίησης ΥΘ.....  | 73  |
| 3.2.5.1   | Το Διαδίκτυο και ο Παγκόσμιος Ιστός.....  | 74  |
| 3.2.5.2   | Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας (ΤΠΕ).....  | 75  |
| 3.2.5.3   | Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΠΣ) .....   | 76  |
| 3.2.5.3.1 | Χωρική παρεμβολή.....   | 79  |
| 3.2.5.4   | Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων στη γεωργία.....   | 81  |
| 3.2.5.5   | Έμπειρα Συστήματα και Συστήματα Λήψης Αποφάσεων .....   | 87  |
| 3.2.6     | Πεδία εφαρμογής των ΥΘ .....  | 90  |
| 3.3       | Αρχιτεκτονική ΥΘ.....   | 91  |
| 3.3.1     | Το πρότυπο επικοινωνίας των ΥΘ .....  | 91  |
| 3.3.2     | Σύνδεση μεταξύ των φορέων ΥΘ και διαχείριση θέσης .....   | 92  |
| 3.3.3     | Ενδιάμεσο λογισμικό.....  | 96  |
| 4.        | ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....  | 101 |
| 4.1       | Περιγραφή Συστήματος Υπηρεσιών Θέσης για γεωργικές εφαρμογές και εφαρμογές αστικού πρασίνου ..... | 101 |
| 4.1.1     | Κατηγοριοποίηση ΥΘ του προτεινόμενου ΣΥΘ .....  | 101 |
| 4.1.2     | Τεχνολογίες που ενσωματώνει το ΣΥΘ.....   | 110 |
| 4.1.3     | Γενική αρχιτεκτονική ΥΘ προτεινόμενου ΣΥΘ .....   | 112 |
| 4.1.4     | Ενδιάμεσο τμήμα ΥΘ .....  | 116 |
| 4.1.4.1   | Επίπεδο Εντοπισμού Θέσης.....   | 117 |
| 4.1.4.2   | Επίπεδο Διαχείρισης Θέσης.....  | 119 |
| 4.1.4.3   | Επίπεδο ΥΘ.....   | 119 |
| 4.1.4.3.1 | Τμήμα Επικοινωνίας .....  | 120 |
| 4.1.4.3.2 | Τμήμα ΓΠΣ .....   | 121 |
| 4.1.4.3.3 | Τμήμα ΕΣ και ΣΛΑ.....   | 124 |
| 4.1.4.3.4 | Πηγές δεδομένων .....   | 125 |
| 4.1.4.4   | Επίπεδο Εφαρμογής.....  | 125 |
| 4.2       | ΣΥΘ για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς με από εδάφους δολωματικούς ψεκασμούς.....           | 131 |
| 4.2.1     | Περιγραφή λειτουργίας και υποδομών .....  | 131 |
| 4.2.2     | Βάση δεδομένων .....  | 132 |
| 4.2.3     | Παρακολούθηση του δακοπληθυσμού .....   | 138 |
| 4.2.4     | Προτυποποίηση της επικινδυνότητας προσβολής.....  | 138 |
| 4.2.5     | Διαδικασία λήψης απόφασης κατά τη διάρκεια του ψεκασμού .....                                     | 139 |
| 4.2.6     | Υλοποίηση λογισμικού ΣΥΘ.....   | 145 |
| 4.2.7     | Πειραματικές περιοχές .....   | 146 |

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.2.8  | Σχεδιασμός πειράματος .....   | 148 |
| 4.2.9  | Στατιστική ανάλυση.....   | 151 |
| 4.3    | ΣΥΘ για τη διαχείριση του ΚΣΦ.....                                    | 153 |
| 4.3.1  | Περιγραφή λειτουργίας και υποδομών .....                              | 153 |
| 4.3.2  | Βάση δεδομένων .....  | 156 |
| 4.3.3  | Συλλογή δεδομένων πεδίου .....  | 157 |
| 4.3.4  | Κατηγοριοποίηση και εκτίμηση επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ ... | 159 |
| 4.3.5  | Ανάλυση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ .....                | 164 |
| 4.3.6  | Υλοποίηση λογισμικού ΣΥΘ.....   | 165 |
| 4.3.7  | Πειραματική περιοχή.....  | 165 |
| 4.3.8  | Μεθοδολογία αποτίμησης του Κ-ΓΠΣ.....                                 | 166 |
| 4.3.9  | Μεθοδολογία αποτίμησης του ιστότοπου και του Δ-ΓΠΣ .....              | 167 |
| 4.3.10 | Στατιστική ανάλυση.....   | 168 |
| 5.     | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....   | 169 |
| 5.1    | Περίπτωση του δάκου της ελιάς.....                                    | 169 |
| 5.1.1  | Δημιουργία χρήσεων γης των πειραματικών περιοχών .....                | 169 |
| 5.1.2  | Καταγραφή δικτύου εντομοπαγίδων και πληθυσμού εντόμου .....           | 170 |
| 5.1.3  | Εφαρμογές δολωματικών ψεκασμών από εδάφους .....                      | 172 |
| 5.1.4  | Επικινδυνότητα προσβολής για το δάκο .....                            | 174 |
| 5.1.5  | Διεπαφή χρήστη ΕΣ του Κ-ΓΠΣ.....                                      | 174 |
| 5.1.6  | Μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των πειράματων .....         | 177 |
| 5.1.7  | Μετεωρολογικές συνθήκες και διάρκεια ψεκασμών .....                   | 178 |
| 5.1.8  | Ιχνηλασιμότητα δολωματικών ψεκασμών.....                              | 181 |
| 5.1.9  | Επίδραση του ΣΥΘ στην ποσότητα ψεκαστικού υγρού που εφαρμόστηκε ...   | 187 |
| 5.1.10 | Επίδραση του τύπου της επέμβασης στο δακοπληθυσμό.....                | 188 |
| 5.1.11 | Πειραματικά ευρήματα σε σχέση με τους ψεκασμούς.....                  | 188 |
| 5.2    | Περίπτωση του ΚΣΦ .....   | 191 |
| 5.2.1  | Κ-ΓΠΣ .....   | 191 |
| 5.2.2  | ΣΛΑ επικινδυνότητας προσβολής .....                                   | 198 |
| 5.2.3  | Ε-ΓΠΣ .....   | 201 |
| 5.2.4  | Δ-ΓΠΣ και διαδικτυακός ιστότοπος.....                                 | 203 |
| 5.2.5  | Επικινδυνότητα προσβολής για το ΚΣΦ.....                              | 205 |
| 5.2.6  | Καταγραφή ιστορικού επεμβάσεων και ευρημάτων .....                    | 211 |
| 5.2.7  | Αποτίμηση της αποτελεσματικότητας του ΣΛΑ.....                        | 212 |
| 5.2.8  | Αποτίμηση της λειτουργικότητας του Κ-ΓΠΣ.....                         | 219 |
| 5.2.9  | Αποτίμηση ιστότοπου και Δ-ΓΠΣ.....                                    | 224 |
| 5.2.10 | Αποτίμηση της διάρκειας απόκρισης των υπηρεσιών Ιστού του ΣΥΘ.....    | 226 |

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 6.   | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ .....   | 227 |
| 6.1  | Συμπεράσματα .....   | 227 |
| 6.2  | Μελλοντική έρευνα.....   | 231 |
| 7.   | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....   | 233 |
| 8.   | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....  | 247 |
| 8.1  | Παράρτημα I. Πεδία εφαρμογής ΥΘ .....  | 247 |
| 8.2  | Παράρτημα II. Δυνατότητες Κ-ΓΠΣ.....   | 249 |
| 8.3  | Παράρτημα III. ΥΘ του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ .....  | 250 |
| 8.4  | Παράρτημα IV. Βάση δεδομένων για το δάκο.....  | 262 |
| 8.5  | Παράρτημα V. Βάση δεδομένων για το ΚΣΦ .....   | 266 |
| 8.6  | Παράρτημα VI. ΣΛΑ εκτίμησης επικινδυνότητας προσβολής του ΚΣΦ στην αγγλική γλώσσα.....                                     | 273 |
| 8.7  | Παράρτημα VII. Ερωτηματολόγια αποτίμησης της προτεινόμενης κατηγοριοποίησης της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ ..... | 275 |
| 8.8  | Παράρτημα VIII. Διαδικτυακό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης Δ-ΓΠΣ .....   | 282 |
| 8.9  | Παράρτημα IX. Μετεωρολογικές συνθήκες και διάρκεια ψεκασμών για τις εφαρμογές Β και C. ....                                | 284 |
| 8.10 | Παράρτημα X. Διεπαφή εκτίμησης της επικινδυνότητας προσβολής για το ΚΣΦ στην αγγλική γλώσσα.....                           | 286 |
| 8.11 | Παράρτημα XI. Διαδικτυακός ιστότοπος για τη διαχείριση του ΚΣΦ .....   | 287 |
| 8.12 | Παράρτημα XII. Χάρτες επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ σε διαφορετικές χρονικές στιγμές .....                          | 290 |
| 8.13 | Παράρτημα XIII. Εικόνες επεμβάσεων.....  | 292 |



**ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ**

|   |     |
|---|-----|
| Πίνακας 3.1 Κατηγορίες ασύρματων τεχνολογιών .....  | 65  |
| Πίνακας 3.2. Κατηγοριοποίηση Υπηρεσιών θέσης .....  | 67  |
| Πίνακας 3.3. Μέθοδοι εντοπισμού θέσης που χρησιμοποιούνται στις ΥΘ .....  | 72  |
| Πίνακας 4.1 Εργασιακό περιβάλλον τελικών χρηστών του ΣΥΘ.....   | 106 |
| Πίνακας 4.2 Φορείς εμπλεκόμενοι σε ΥΘ αντιμετώπισης εντομολογικών κινδύνων.....   | 106 |
| Πίνακας 4.3 Παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους ψεκασμούς .....  | 133 |
| Πίνακας 4.4. Αποφάσεις και επεξηγήσεις του ΕΣ ανά κατηγορία δεδομένων .....   | 144 |
| Πίνακας 4.5. Εδαφολογική σύσταση κάθε πειραματικής περιοχής .....   | 148 |
| Πίνακας 4.6. Προτάσεις ενεργειών του ΣΛΑ .....  | 162 |
| Πίνακας 5.1. Οι εφαρμογές ψεκασμών του πειράματος.....  | 173 |
| Πίνακας 5.2. Μέσος πληθυσμός του δάκου % (μέσος $\pm$ τυπικό σφάλμα)(%) και μέση διορθωμένη αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων ..... | 188 |
| Πίνακας 5.3. Πειραματικά ευρήματα ως αποτέλεσμα των ψεκασμών .....  | 190 |
| Πίνακας 8.1 Κατηγοριοποίηση των ΥΘ σύμφωνα με το πεδίο εφαρμογής.....   | 247 |
| Πίνακας 8.2. Δυνατότητες Κ-ΓΠΣ .....  | 249 |
| Πίνακας 8.3 Κατηγοριοποίηση ΥΘ του ΣΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους .....  | 250 |
| Πίνακας 8.4. Πίνακας ΒΔ ηχητικών μηνυμάτων.....   | 262 |
| Πίνακας 8.5. Πίνακας της ΒΔ με τα μετεωρολογικά στοιχεία.....   | 263 |
| Πίνακας 8.6. Πίνακας ΒΔ περιοχών (πολύγωνα).....  | 263 |
| Πίνακας 8.7. Πίνακας ΒΔ περιοχών (χαρακτηριστικά) .....   | 263 |
| Πίνακας 8.8. Πίνακας ΒΔ των σημείων καταγραφής της διαδρομής .....  | 264 |
| Πίνακας 8.9. Πίνακας ΒΔ των σημείων του οδικού δικτύου .....  | 264 |
| Πίνακας 8.10. Πίνακας ΒΔ του οδικού δικτύου .....   | 264 |
| Πίνακας 8.11. Πίνακας ΒΔ των φυτικών ειδών .....  | 264 |
| Πίνακας 8.12. Πίνακας ΒΔ των παγίδων .....  | 265 |
| Πίνακας 8.13. Πίνακας ΒΔ των δέντρων.....   | 265 |
| Πίνακας 8.14. Πίνακας ΒΔ-Χρήστες .....  | 265 |
| Πίνακας 8.15. Πίνακας ΒΔ χαρακτηριστικών φοινικά .....  | 267 |
| Πίνακας 8.16. Πίνακας ΒΔ ενεργειών .....  | 268 |
| Πίνακας 8.17. Πίνακας ΒΔ παρατηρήσεων.....  | 268 |
| Πίνακας 8.18. Πίνακας ΒΔ φωτογραφιών .....  | 269 |
| Πίνακας 8.19. Πίνακας ΒΔ επεμβάσεων.....  | 269 |
| Πίνακας 8.20. Πίνακας ΒΔ σκευασμάτων των επεμβάσεων .....   | 270 |
| Πίνακας 8.21. Πίνακας ΒΔ ευρημάτων .....  | 270 |
| Πίνακας 8.22. Πίνακας ΒΔ ειδών φοινίκων .....   | 271 |
| Πίνακας 8.23. Πίνακας ΒΔ της επικινδυνότητας προσβολής.....   | 271 |

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

---

|   |     |
|---|-----|
| Πίνακας 8.24. Πίνακας ΒΔ παγίδων .....                                      | 271 |
| Πίνακας 8.25. Πίνακας ΒΔ συλλήψεων των παγίδων .....                        | 272 |
| Πίνακας 8.26. Πίνακας ΒΔ περιοχών επισκοπήσεων .....                        | 272 |
| Πίνακας 8.27. Πίνακας ΒΔ σημείων περιοχής επισκοπήσεων .....                | 272 |
| Πίνακας 8.28. Πίνακας ΒΔ χαρακτηριστικών του χρήστη.....                    | 272 |
| Πίνακας 8.29. Προτάσεις ενεργειών του ΣΛΑ (αγγλικό κείμενο).....            | 273 |
| Πίνακας 8.30 Τα ερωτήματα του διαδικτυακού ερωτηματολογίου .....            | 282 |
| Πίνακας 8.31 Αναβλαστήσεις φοινίκων ύστερα από την εφαρμογή θεραπείας ..... | 292 |

**ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ**

|   |     |
|---|-----|
| Εικόνα 1.1. Στόχοι, τεχνολογία, κανονισμοί και συμμετέχοντες φορείς του ΣΥΘ.....  | 30  |
| Εικόνα 2.1. Βιολογικά στάδια του δάκου της ελιάς.....   | 39  |
| Εικόνα 2.2. Προσβολές του δάκου σε καρπούς ελιάς.....   | 39  |
| Εικόνα 2.3. Βιολογικά στάδια του ΚΣΦ.....   | 43  |
| Εικόνα 2.4. Εξάπλωση του ΚΣΦ.....   | 45  |
| Εικόνα 2.5. Έτος εντοπισμού του ΚΣΦ σε διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες.....   | 45  |
| Εικόνα 2.6. Οριοθέτηση προσβεβλημένης περιοχής και ζώνης απομόνωσης για το ΚΣΦ...                                       | 48  |
| Εικόνα 3.1. Αρχές Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Επιβλαβών Οργανισμών (ΟΔΕΟ) .....   | 51  |
| Εικόνα 3.2. Παρακολούθηση επιβλαβών οργανισμών.....   | 53  |
| Εικόνα 3.3. Τα δομικά στοιχεία των ΥΘ.....  | 63  |
| Εικόνα 3.4. Κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους.....   | 68  |
| Εικόνα 3.5. Τεχνολογίες υλοποίησης των ΥΘ.....  | 74  |
| Εικόνα 3.6. Τυπικό Ε-ΑΔΑ για γεωργικές εφαρμογές .....  | 82  |
| Εικόνα 3.7. Τυπικό Υ-ΑΔΑ για γεωργικές εφαρμογές .....  | 83  |
| Εικόνα 3.8. Κατηγοριοποίηση των ΑΔΑ σε σχέση με διάφορες παραμέτρους .....  | 84  |
| Εικόνα 3.9. Ενός επιπέδου αρχιτεκτονική Π-ΑΔΑ.....  | 86  |
| Εικόνα 3.10. Πολλαπλών επιπέδων αρχιτεκτονική Π-ΑΔΑ .....   | 87  |
| Εικόνα 3.11. Διαδικασία λήψης απόφασης φυτοπροστασίας.....  | 89  |
| Εικόνα 3.12. Το πρότυπο επικοινωνίας των ΥΘ.....  | 92  |
| Εικόνα 3.13. Τμήματα ενός ΣΥΘ .....   | 92  |
| Εικόνα 3.14. Αλυσίδες εφοδιασμού ΥΘ: α) δικτυο-κεντρικές, β) άμεσα συσκευο-κεντρικές, γ) έμμεσα συσκευο-κεντρικές ..... | 94  |
| Εικόνα 3.15. Αρχιτεκτονική ενδιάμεσου λογισμικού ΥΘ .....   | 99  |
| Εικόνα 4.1. Προτεινόμενη κατηγοριοποίηση ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους.....                                    | 103 |
| Εικόνα 4.2. Τεχνολογίες για την υλοποίηση και λειτουργία ενός ΣΥΘ.....  | 112 |
| Εικόνα 4.3. Επίπεδα επικοινωνίας της γενικής αρχιτεκτονικής του ΣΥΘ.....  | 113 |
| Εικόνα 4.4. Η αλυσίδα εφοδιασμού των ΥΘ στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική.....  | 114 |
| Εικόνα 4.5. Αρχιτεκτονική ενδιάμεσου επιπέδου του ΣΥΘ.....  | 117 |
| Εικόνα 4.6. Επίπεδο εντοπισμού θέσης .....  | 117 |
| Εικόνα 4.7 Τμήμα ΓΠΣ .....  | 122 |
| Εικόνα 4.8 Διαχείριση δεδομένων στο Κ-ΓΠΣ.....  | 123 |
| Εικόνα 4.9. Πεδία εφαρμογής ΥΘ του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ .....  | 126 |
| Εικόνα 4.10. Αρχιτεκτονική του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς.....                    | 131 |
| Εικόνα 4.11. Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας ψεκασμού.....   | 141 |
| Εικόνα 4.12. Το κύκλωμα για τον καθορισμό των συμβάντων ψεκασμού.....   | 142 |

|  |     |
|--|-----|
| Εικόνα 4.13. Πειραματικές περιοχές και μετεωρολογικός σταθμός .....  | 146 |
| Εικόνα 4.14. Υψομετρικό υπόβαθρο των πειραματικών περιοχών .....   | 147 |
| Εικόνα 4.15. Υπό-περιοχές και τομείς των ψεκασμών κάθε επέμβασης .....   | 150 |
| Εικόνα 4.16. Πειραματικό σχέδιο εφαρμογής ψεκασμών .....   | 151 |
| Εικόνα 4.17. Βασικοί στόχοι του προτεινόμενου ΣΥΘ και απαιτούμενες εργασίες για τη διαχείριση του ΚΣΦ .....          | 153 |
| Εικόνα 4.18. Η αρχιτεκτονική του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ για τη διαχείριση του ΚΣΦ ..                                | 154 |
| Εικόνα 4.19. Κατηγορίες δεδομένων της ΒΔ .....   | 156 |
| Εικόνα 4.20. ΣΛΑ εκτίμησης της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ.....   | 161 |
| Εικόνα 4.21 Κατηγορίες επικινδυνότητας και διαχείρισης της προσβολής από το ΚΣΦ .....                                | 162 |
| Εικόνα 4.22. Παράδειγμα αυτόματης διαδικασίας επισκόπησης .....  | 163 |
| Εικόνα 4.23. Το Πεδίο του Άρεως, Περιφέρειας Αττικής.....  | 166 |
| Εικόνα 4.24. Τροποποιημένη διεπαφή χρήστη του Κ-ΓΠΣ .....  | 168 |
| Εικόνα 5.1. Οι χρήσεις γης των πειραματικών περιοχών.....  | 169 |
| Εικόνα 5.2. Οι χρήσεις γης σε τμήμα της πειραματικής Περιοχής Α.....   | 170 |
| Εικόνα 5.3. Το γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας των ελαιόδεντρων .....   | 171 |
| Εικόνα 5.4. Το δίκτυο παγίδων McPhail για την παρακολούθηση του δακοπληθυσμού ....                                   | 171 |
| Εικόνα 5.5. Γυάλινες McPhail παγίδες παρακολούθησης του δακοπληθυσμού και το Κ-ΓΠΣ καταγραφής των δακοσυλλήψεων..... | 172 |
| Εικόνα 5.6. Οι εφαρμογές ψεκασμού για κάθε πειραματική περιοχή .....   | 173 |
| Εικόνα 5.7. Επικινδυνότητα προσβολής από το δάκο .....   | 174 |
| Εικόνα 5.8.Γραφική διεπαφή Κ-ΓΠΣ, δορυφορική εικόνα και ελαιώνας περιοχής .....                                      | 175 |
| Εικόνα 5.9. Γεωγραφικά επίπεδα πληροφοριών του Κ-ΓΠΣ .....   | 175 |
| Εικόνα 5.10. Η γραφική διεπαφή του ΕΣ του Κ-ΓΠΣ.....   | 176 |
| Εικόνα 5.11. Η διαδικασία ψεκασμού .....   | 176 |
| Εικόνα 5.12. Μέση θερμοκρασία και μέση σχετική υγρασία του αέρα (1/6-29/10/2008).....                                | 177 |
| Εικόνα 5.13. Μέγιστη, μέση και ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία αέρα (1/6-29/10/2008) ..                                | 177 |
| Εικόνα 5.14. Σχετική υγρασία αέρα κατά τη διάρκεια του κάθε ψεκασμού .....   | 178 |
| Εικόνα 5.15. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (Α0).....                                       | 179 |
| Εικόνα 5.16. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (Α1).....                                       | 179 |
| Εικόνα 5.17. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (Α2).....                                       | 179 |
| Εικόνα 5.18. Διάρκεια των ψεκασμών του πειράματος (μέσος, τυπικό σφάλμα).....  | 180 |
| Εικόνα 5.19. Γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας ιχνηλασιμότητας ψεκασμού περιοχής Α                                      | 182 |
| Εικόνα 5.20. Γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας ιχνηλασιμότητας ψεκασμού περιοχής Β                                      | 183 |
| Εικόνα 5.21. Γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας ιχνηλασιμότητας ψεκασμού περιοχής C                                      | 184 |
| Εικόνα 5.22. Διπλο-ψεκασμός με καταγραφή διαδρομής (Τ2) .....  | 185 |
| Εικόνα 5.23. Ορθή εφαρμογή ψεκασμού με χρήση του ΣΥΘ (Τ3) .....  | 185 |

|  |     |
|--|-----|
| Εικόνα 5.24. Σημεία ψεκασμού σε συγκεκριμένη περιοχή .....   | 186 |
| Εικόνα 5.25. Η ποσότητα ψεκαστικού διαλύματος (μέσος, τυπικό σφάλμα) που εφαρμόστηκε στους ψεκασμούς της κάθε περιοχής. ....                         | 187 |
| Εικόνα 5.26. Κ-ΓΠΣ για τη διαχείριση του ΚΣΦ .....   | 192 |
| Εικόνα 5.27. Εργαλεία και γραφική διεπαφή ΥΘ για τη διαχείριση του ΚΣΦ .....   | 193 |
| Εικόνα 5.28. Πολυμεσικές δυνατότητες Κ-ΓΠΣ για τη διαχείριση του ΚΣΦ .....   | 195 |
| Εικόνα 5.29. Το γεωγραφικό επίπεδο των φωτογραφιών (πιο πρόσφατη φωτογραφία) στο Πεδίο του Άρεως .....   | 196 |
| Εικόνα 5.30. Οι θέσεις λήψης φωτογραφιών φοινίκων στο Πεδίο του Άρεως.....   | 196 |
| Εικόνα 5.31. Κατηγοριοποίηση των φοινίκων του Πεδίου του Άρεως ανά κατηγορία ύψους και διαμέτρου κορμού.....   | 197 |
| Εικόνα 5.32. Καταγραφές με χρήση του Κ-ΓΠΣ ανά τύπο δεδομένων και έτος.....  | 197 |
| Εικόνα 5.33. Διεπαφή εκτίμησης της επικινδυνότητας προσβολής για το ΚΣΦ .....  | 199 |
| Εικόνα 5.34. Καταγραφή επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ με χρήση του Κ-ΓΠΣ   | 200 |
| Εικόνα 5.35. Γραφική διεπαφή χρήστη Ε-ΓΠΣ για τη διαχείριση του ΚΣΦ .....  | 202 |
| Εικόνα 5.36. Πολυμεσικές δυνατότητες Ε-ΓΠΣ .....   | 202 |
| Εικόνα 5.37. Στατιστικές δυνατότητες Ε-ΓΠΣ.....  | 203 |
| Εικόνα 5.38. Αποτελέσματα ερωτημάτων του Ε-ΓΠΣ .....   | 203 |
| Εικόνα 5.39. Δ-ΓΠΣ για τη διαχείριση του ΚΣΦ .....   | 204 |
| Εικόνα 5.40. Επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ ή κατηγορία διαχείρισης φοινίκων Πεδίου του Άρεως (Δεκέμβριος 2013) .....                           | 205 |
| Εικόνα 5.41. Τμήμα του Πεδίου του Άρεως με πολυμεσική απεικόνιση της επικινδυνότητας προσβολής .....   | 206 |
| Εικόνα 5.42. Χάρτες επικινδυνότητας προσβολής με χρήση IDW στο τέλος των ετών 2011, 2012 και 2013 .....  | 207 |
| Εικόνα 5.43. Ο αριθμός των προσβεβλημένων φοινίκων ανά μήνα και ανά κατηγορία επικινδυνότητας προσβολής ή διαχείρισης για τα έτη 2010 έως 2013 ..... | 208 |
| Εικόνα 5.44. Μέσος αριθμός φοινίκων ανά μήνα που προσβλήθηκαν από το ΚΣΦ για πρώτη φορά σε κάθε επέμβαση .....                                       | 209 |
| Εικόνα 5.45. Θηκόγραμμα του αριθμού των φοινίκων ανά μήνα που προσβλήθηκαν από το ΚΣΦ για πρώτη φορά σε κάθε επέμβαση.....                           | 209 |
| Εικόνα 5.46. Μέσος αριθμός ανά μήνα των φοινίκων που χάθηκαν λόγω του ΚΣΦ σε κάθε επέμβαση.....  | 210 |
| Εικόνα 5.47. Θηκόγραμμα του αριθμού ανά μήνα των φοινίκων που χάθηκαν λόγω του ΚΣΦ σε κάθε επέμβαση.....   | 210 |
| Εικόνα 5.48. Χάρτης επεμβάσεων σε φοίνικες για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.....  | 211 |
| Εικόνα 5.49. Αναβλάστηση φοίνικα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.....   | 211 |

|   |     |
|---|-----|
| Εικόνα 5.50. Μέση εκτιμώμενη επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ των εκπαιδευμένων και ανεκπαίδευτων χρηστών του ΣΥΘ.....   | 212 |
| Εικόνα 5.51. Θηκογράμματα των διαφορών της πραγματικής με την εκτιμώμενη επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ.....   | 213 |
| Εικόνα 5.52. Μέση διάρκεια επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ εκπαιδευμένων και ανεκπαίδευτων χρηστών του ΣΥΘ.....   | 215 |
| Εικόνα 5.53. Θηκόγραμμα της διάρκειας επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ εκπαιδευμένων και ανεκπαίδευτων χρηστών του ΣΥΘ.....                              | 215 |
| Εικόνα 5.54. Μέση διάρκεια επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ εκπαιδευμένων και ανεκπαίδευτων χρηστών της συμβατικής μεθόδου.....                          | 216 |
| Εικόνα 5.55. Θηκόγραμμα της διάρκειας επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ εκπαιδευμένων και ανεκπαίδευτων χρηστών της συμβατικής μεθόδου.....               | 216 |
| Εικόνα 5.56. Μέσο εκατοστιαίο ποσοστό των φοινίκων που επισκοπήθηκαν σε μια πλήρη επισκόπηση.....   | 217 |
| Εικόνα 5.57. Θηκόγραμμα % των φοινίκων που επισκοπήθηκαν σε μια πλήρη επισκόπηση.....   | 217 |
| Εικόνα 5.58. Μέση διάρκεια επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ των χρηστών του ΣΥΘ και της συμβατικής μεθόδου.....  | 218 |
| Εικόνα 5.59. Θηκόγραμμα διάρκειας επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ των χρηστών του ΣΥΘ και της συμβατικής μεθόδου.....                                   | 218 |
| Εικόνα 5.60. Ποσοστά απαντήσεων ερωτηματολογίου σχετικά με την επάρκεια της εκπαίδευσης.....  | 219 |
| Εικόνα 5.61. Ποσοστά απαντήσεων ερωτηματολογίου σχετικά με το γραφικό περιβάλλον του λογισμικού.....  | 220 |
| Εικόνα 5.62. Ποσοστά απαντήσεων ερωτηματολογίου σχετικά με την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής.....   | 221 |
| Εικόνα 5.63. Μωσαϊκά μεταξύ ερωτημάτων και απαντήσεων ετικά με την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ.....                                    | 222 |
| Εικόνα 5.64. Ποσοστά απαντήσεων ερωτηματολογίου σχετικά με τη σύγκριση του λογισμικού με τη συμβατική μέθοδο.....   | 224 |
| Εικόνα 5.65 Απαντήσεις στο Διαδικτυακό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ιστότοπου του ΣΥΘ σχετικά με τη βαθμολόγηση από τον χρήστη χαρακτηριστικών του ιστότοπου..... | 225 |
| Εικόνα 5.66 Απαντήσεις στο Διαδικτυακό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ιστότοπου του ΣΥΘ σχετικά με πληροφορία που διατίθεται από τον ιστότοπο.....                  | 226 |
| Εικόνα 5.67 Διάρκεια απόκρισης των υπηρεσιών Ιστού του Διαδικτυακού χάρτη του ΣΥΘ   | 226 |
| Εικόνα 8.1 ΥΘ, καταγραφή των εντόμων δάκου των παγίδων.....   | 251 |
| Εικόνα 8.2 ΥΘ, Αυτόματη καταγραφή φυτικού υλικού (δέντρων).....   | 252 |

|   |     |
|---|-----|
| Εικόνα 8.3 ΥΘ, Εύρεση σημείων ή περιοχών ενδιαφέροντος .....  | 253 |
| Εικόνα 8.4 ΥΘ, Δρομολόγηση στις παγίδες.....  | 254 |
| Εικόνα 8.5 ΥΘ, Εκτίμηση επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ .....  | 255 |
| Εικόνα 8.6 ΥΘ, Εύρεση επικινδυνότητας προσβολής σε συγκεκριμένο σημείο.....   | 256 |
| Εικόνα 8.7 ΥΘ, Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων .....   | 257 |
| Εικόνα 8.8. ΥΘ, Καθοδήγηση ψεκαστή γεωργικού ελκυστήρα για λήψη αποφάσεων κατά τη διάρκεια δολωματικού ψεκασμού του δάκου ..... | 258 |
| Εικόνα 8.9 ΥΘ, Ηχητική ενημέρωση.....   | 259 |
| Εικόνα 8.10 ΥΘ, Επαυξημένη πραγματικότητα στην πληροφόρηση στον αγρό.....   | 260 |
| Εικόνα 8.11 ΥΘ, Εκτίμηση περιβαλλοντικών παραμέτρων .....   | 261 |
| Εικόνα 8.12. Αρχιτεκτονική βάσης δεδομένων για τη διαχείριση του δάκου.....   | 262 |
| Εικόνα 8.13. Αρχιτεκτονική βάσης δεδομένων για τη διαχείριση του ΚΣΦ .....  | 266 |
| Εικόνα 8.14. ΣΛΑ εκτίμησης επικινδυνότητας προσβολής από ΚΣΦ (αγγλικό κείμενο) .....  | 274 |
| Εικόνα 8.15 Φόρμα απαντήσεων του διαδικτυακού ερωτηματολογίου αξιολόγησης του Δ-ΓΠΣ.....  | 283 |
| Εικόνα 8.16. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (B0).....  | 284 |
| Εικόνα 8.17. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (B1).....  | 284 |
| Εικόνα 8.18. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (C0).....  | 285 |
| Εικόνα 8.19. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (C1).....  | 285 |
| Εικόνα 8.20. Διεπαφή εκτίμησης επικινδυνότητας προσβολής ΚΣΦ (αγγλικό κείμενο) .....  | 286 |
| Εικόνα 8.21. Η δομή του ιστότοπου (site map).....   | 287 |
| Εικόνα 8.22. Κεντρική ιστοσελίδα του ιστότοπου.....   | 287 |
| Εικόνα 8.23. Αναφορές του ιστότοπου .....   | 288 |
| Εικόνα 8.24. Τρισδιάστατοι διαδικτυακοί χάρτες επικινδυνότητας προσβολής.....   | 289 |
| Εικόνα 8.25. Ιστοσελίδα με την πλήρη αναφορά για την κατάσταση των φοινίκων .....   | 289 |
| Εικόνα 8.26. Χάρτες επικινδυνότητας προσβολής (IDW) σε διαφορετικές χρονικές στιγμές .....                                      | 290 |
| Εικόνα 8.27. Χάρτες επικινδυνότητας προσβολής (3D IDW) σε διαφορετικές χρονικές στιγμές .....                                   | 291 |
| Εικόνα 8.28. Προσβολές και επεμβάσεις σε φοίνικες.....  | 293 |
| Εικόνα 8.29. Λήψη εικόνων ευρημάτων σε φοίνικες με χρήση του Κ-ΓΠΣ .....  | 294 |





**ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ**

ΑΔΑ: Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων  
ΒΔ: Βάση Δεδομένων  
ΓΠΣ: Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα  
Δ-ΓΠΣ: Διαδικτυακό Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα  
Ε-ΑΔΑ: Επίγεια Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων  
Ε-ΓΠΣ: Επιτραπέζιο Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα  
ΕΣ: Έμπειρο Σύστημα  
Κ-ΓΠΣ: Κινητό Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα  
ΚΣΦ: Κόκκινο σκαθάρι φοινικοειδών  
ΟΔΕΟ: Ολοκληρωμένη Διαχείριση Επιβλαβών Οργανισμών  
Π-ΑΔΑ : Πολυμεσικά Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων  
ΣΛΑ: Σύστημα Λήψης Αποφάσεων  
ΣΥΘ: Σύστημα Υπηρεσιών Θέσης  
ΤΠΕ: Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών  
Υ-ΑΔΑ: Υπόγεια Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων  
ΥΘ: Υπηρεσίες Θέσης

**ΑΓΓΛΙΚΕΣ**

2G: 2nd Generation  
2.5G: 2.5 Generation  
3G: 3rd Generation  
4G: 4<sup>th</sup> Generation  
A-GPS: Assisted-Global Positioning System  
Cell-ID: Cell Identifier  
D-GPS: Differential GPS  
E-OTD: Enhanced-Observed Time Difference  
GIS: Geographical Information System  
GMLC: Gateway Mobile Location Center  
GPS: Global Positioning System  
GPRS: General Packet Radio System  
GSM: Global System for Mobile communications  
LAS: Location Aware Services  
LBS: Location Based Services  
OTDoA: Observed Time Difference Of Arrival  
PDA: Personal Digital Assistant  
RFID: Radio Frequency Identification

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

---

SMS: Short Messaging Services

TWSN: Terrestrial Wireless Sensor Networks

Wi-Fi: Wireless Fidelity

WLAN: Wireless Local Area Network

WUSN: Wireless Underground Sensor Networks

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Εντοπισμός προβλήματος

Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Διαδικτύου έχουν αναπτυχθεί σημαντικότερα τα τελευταία χρόνια προσφέροντας σημαντικά εργαλεία για τη διευκόλυνση εργασιών σε όλους τους τομείς δραστηριοποίησης του ανθρώπου. Από τις τεχνολογίες πληροφορικής οι Υπηρεσίες Θέσης (ΥΘ) έχουν ραγδαία ανάπτυξη και η χρήση τους έχει ολοένα και αυξανόμενη τάση τόσο σε εμπορικές όσο και σε εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης.

Οι ΥΘ μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στη λύση προβλημάτων και στη βελτιστοποίηση διαδικασιών σε εμπορικές παραγωγικές διεργασίες που χαρακτηρίζονται από έντονα χωροχρονικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο. Στους τομείς αυτούς, η διαχείριση εντομολογικών προβλημάτων αποτελεί σημαντική διαδικασία με πολλές χωροχρονικές προκλήσεις, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Οι ΥΘ σε συνεργασία με άλλες τεχνολογίες υπολογιστών και πληροφορικής, μπορούν να αποτελέσουν Συστήματα Υπηρεσιών θέσης (ΣΥΘ), τα οποία μπορούν να κάνουν πιο αποτελεσματικούς τους παραδοσιακούς τρόπους διαχείρισης των εντομολογικών προβλημάτων και να δώσουν νέες δυνατότητες αντιμετώπισης τους. Στο πλαίσιο αυτό η παρούσα διατριβή θέτει τα εξής σημεία προς διερεύνηση και επίλυση:

1. Είναι δυνατό τα ΣΥΘ να αποτελέσουν εναλλακτική λύση σε σχέση με τις υπάρχουσες θεωρητικές και πρακτικές διαδικασίες διαχείρισης εντομολογικών προσβολών στον γεωργικό τομέα και στο αστικό πράσινο, προσφέροντας ένα ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό περιβάλλον διαχείρισης των εντομολογικών προβλημάτων στους προαναφερθέντες τομείς;
2. Είναι εφικτό λαμβάνοντας τις διαφορές στον γεωργικό τομέα και στο αστικό πράσινο, να δημιουργηθεί ένα κοινό πλαίσιο (ενδιάμεσο τμήμα ή πλατφόρμα) ΥΘ το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιείται για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εντομολογικών προβλημάτων στους προαναφερθέντες τομείς;
3. Μπορούν να δημιουργηθούν ΣΥΘ τα οποία θα λαμβάνουν υπόψη τους τον βιολογικό κύκλο του εντόμου, τα φαινολογικά χαρακτηριστικά του φυτού-ξενιστή, τα μετεωρολογικά δεδομένα, τα γεωγραφικά δεδομένα της καλλιέργειας ή των χώρων πρασίνου, και να παρέχουν αξιόπιστες υπηρεσίες λήψης αποφάσεων, καθώς και αποτελεσματικής, οικονομικής και ασφαλούς για τον άνθρωπο και το περιβάλλον αντιμετώπισης εντομολογικών προβλημάτων στον γεωργικό τομέα και στο αστικό πράσινο;

### 1.2 Σκοπός και συνεισφορά της διατριβής

Σκοπός της έρευνας της παρούσας διατριβής είναι ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η εφαρμογή ενός αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ για τη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο, που έχουν έντονα χωροχρονικά χαρακτηριστικά. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού πραγματοποιήθηκε εκτενής επισκόπηση της βιβλιογραφίας όσον αφορά τις ΥΘ, τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΠΣ), τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (ΑΔΑ), τα Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ) και τα Συστήματα Λήψης Αποφάσεων (ΣΛΑ), τη Γεωργία Ακριβείας (ΓΑ) και την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Επιβλαβών Οργανισμών (ΟΔΕΟ) που σχετίζονται με τη γεωργία και το αστικό πράσινο. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση των στοιχείων που αφορούν τη διαχείριση των εντομολογικών κινδύνων, ο σχεδιασμός της αρχιτεκτονικής και η υλοποίηση του λογισμικού του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ. Τελικά, το αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ που αναπτύχθηκε εφαρμόστηκε σε πραγματικές συνθήκες σε δύο εφαρμογές. Η πρώτη εφαρμογή προέρχεται από τον γεωργικό τομέα και είναι ο από εδάφους δολωματικός ψεκασμός του δάκου (*Bactrocera oleae* ή *Dacus oleae* (Gmelin), Diptera: Tephritidae) της καλλιεργούμενης ελιάς (*Olea europaea* L.). Η δεύτερη εφαρμογή προέρχεται από το αστικό πράσινο και αφορά την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του κόκκινου ρυγχωτού κάρθου των φοινικοειδών (ή κόκκινου σκαθαριού των φοινικοειδών-ΚΣΦ) (*Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), Coleoptera: Curculionidae) σε φοινικοειδή που βρίσκονται σε αστικό πράσινο.

Οι στόχοι του προτεινόμενου αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ είναι οι ακόλουθοι:

- *Μείωση των επεμβάσεων και του κόστους των επεμβάσεων, αύξηση της αποτελεσματικότητας κατά τη διαχείριση εντομολογικών προσβολών*

Η αύξηση της αποτελεσματικότητας και η μείωση του κόστους των επεμβάσεων μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση των ΥΘ που παρέχει το αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ και αφορούν την παρακολούθηση και καταγραφή του προβλήματος, τόσο χωρικά όσο και χρονικά. Με τον τρόπο αυτό ο αριθμός των επεμβάσεων μπορεί να μειωθεί στις πραγματικά απαραίτητες, αποφεύγοντας τις σπατάλες σε ψεκαστικό υγρό, καύσιμα και εργατικά. Επιπλέον, οι επεμβάσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν στον κατάλληλο χρόνο, να εφαρμοστούν με μεγαλύτερη ένταση στις περιοχές που είναι πιο έντονο το πρόβλημα και με μικρότερη ένταση στις περιοχές με μικρότερο πρόβλημα. Η έκταση του εντομολογικού προβλήματος μπορεί να προσδιοριστεί με την παρακολούθηση, καταγραφή και ανάλυση των παραμέτρων που το αφορούν. Έτσι, με την περιοδική παρακολούθηση του δακοπληθυσμού και των μετεωρολογικών συνθηκών σε μια περιοχή καλλιέργειας ελιάς είναι δυνατό να προσδιοριστεί η επικινδυνότητα προσβολής από το δάκο στην περιοχή αυτή. Με παρόμοιο τρόπο, μπορεί να προσδιοριστεί και η επικινδυνότητα από το ΚΣΦ των φοινικοειδών που είναι εγκατεστημένα σε μια αστική περιοχή. Εφαρμόζοντας λοιπόν, τους ψεκασμούς ανάλογα με τον βαθμό επικινδυνότητας εξασφαλίζεται μείωση του αριθμού των

εντόμων, ενώ παράλληλα αυξάνεται και το αποτέλεσμα των ψεκασμών και των επεμβάσεων.

- *Προστασία του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια των ψεκασμών*

Η μείωση των ψεκασμών, ιδιαίτερα αν χρησιμοποιούνται χημικά σκευάσματα, οδηγεί σε λιγότερα υπολείμματα χημικών ουσιών στο περιβάλλον. Ωστόσο, από μόνη της δεν είναι δυνατό να προστατέψει το περιβάλλον και ειδικότερα τις περιοχές που θεωρούνται περιβαλλοντικά ευαίσθητες, όπως είναι ποτάμια, λίμνες, ευαίσθητες καλλιέργειες και δρυμοί. Στις περιπτώσεις των ευαίσθητων περιβαλλοντικά περιοχών θα πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι κανόνες ασφαλείας και να διατηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις ασφαλείας, οι οποίες μπορεί να επηρεάζονται και από πρόσκαιρους παράγοντες, όπως είναι οι μετεωρολογικές συνθήκες. Στις περιπτώσεις αυτές το αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ παρέχει υπηρεσίες με τις οποίες ο ψεκαστής μπορεί να είναι ενήμερος τόσο για την απόσταση από την ευαίσθητη περιβαλλοντικά περιοχή και τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες, όσο και για τις αποφάσεις που θα πρέπει να πάρει σχετικά με τη συνέχεια του ψεκασμού. Για να επιτευχθούν αυτά στο ΣΥΘ ενσωματώνονται κατάλληλα ΕΣ και ΣΛΑ τα οποία είναι ενήμερα ως προς τις μετεωρολογικές συνθήκες της θέσης του ψεκασμού.

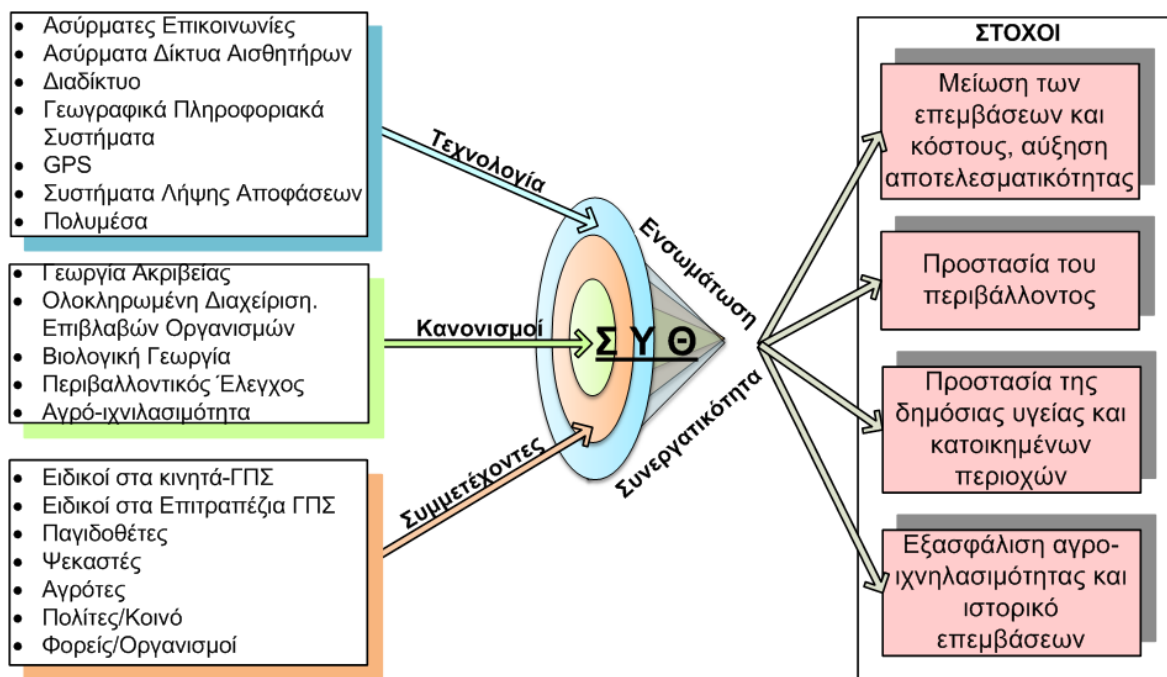
- *Προστασία της δημόσιας υγείας και των κατοικημένων περιοχών από τις επεμβάσεις*

Παρόμοια μέτρα ασφαλείας με αυτά των ευαίσθητων περιβαλλοντικά περιοχών πρέπει να εφαρμόζονται και στην περίπτωση των κατοικημένων περιοχών, ώστε να διασφαλίζεται η δημόσια υγεία στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στις ψεκαζόμενες περιοχές. Και στις περιπτώσεις αυτές τα ΕΣ και τα ΣΛΑ που ενσωματώνονται στο ΣΥΘ δίνουν τη δυνατότητα να εντοπίζονται οι περιοχές που βρίσκονται κοντά στο σημείο ψεκασμού, μειώνοντας έτσι, τον κίνδυνο ψεκασμού τους.

- *Εξασφάλιση αγρο-ιχνηλασιμότητας και καταγραφή ιστορικού επεμβάσεων*

Το αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ μπορεί να δίνει στους χειριστές του, τη δυνατότητα να καταγράφουν τις επεμβάσεις που πραγματοποιούν τόσο χρονικά όσο και χωρικά. Τα δεδομένα των καταγραφών αυτών μπορούν να αποτελούν σημαντικό τμήμα ενός συστήματος αγρο-ιχνηλασιμότητας, με το οποίο το παραγόμενο προϊόν ή η παρεχόμενη υπηρεσία να αποκτά πρόσθετη αξία. Το αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ μπορεί να ενσωματώνει οδηγίες και κανόνες που αφορούν τη γεωργική πρακτική ή τη διαχείριση του αστικού πρασίνου, βασίζεται στις νέες τεχνολογίες και παρέχει εργαλεία και υπηρεσίες που αναβαθμίζουν την αποτελεσματικότητα και τη συνεργασία όσων συμμετέχουν στην αντιμετώπιση του εντομολογικού προβλήματος. Η Εικόνα 1.1 δείχνει τη συνεισφορά της τεχνολογίας, των κανονισμών που σχετίζονται με το εντομολογικό πρόβλημα και των

συμμετεχόντων στη διαχείριση του εντομολογικού προβλήματος μέσω του προτεινόμενου ΣΥΘ.



Εικόνα 1.1. Στόχοι, τεχνολογία, κανονισμοί και συμμετέχοντες φορείς του ΣΥΘ

Η πρωτοτυπία της έρευνας της παρούσας διατριβής έγκειται στην ανάπτυξη και υλοποίηση ενός αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ το οποίο:

- Διαθέτει αρχιτεκτονική ενδιάμεσου τμήματος (middleware), με την οποία ενσωματώνονται οι κοινές υπηρεσίες και τα κοινά εργαλεία που απαιτούνται για την αντιμετώπιση εντομολογικών προβλημάτων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο, δίνοντας παράλληλα τη δυνατότητα επεκτάσεων και προσθηκών, ώστε να καλύπτονται οι ιδιαιτερότητες που μπορεί να υπάρχουν στις διαφορετικές περιπτώσεις καλλιεργειών και εντομολογικών προβλημάτων.
- Καταγράφει και διαχειρίζεται τη χωροχρονική παραλλακτικότητα που υπάρχει στα εντομολογικά προβλήματα σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο και υποδεικνύει τρόπους αντιμετώπισης και διαχείρισης ανάλογα με το βαθμό επικινδυνότητας της εντομολογικής προσβολής και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή που είναι εντοπισμένο το εντομολογικό πρόβλημα.
- Ενσωματώνει τεχνολογίες ΓΠΣ, ΕΣ, ΣΛΑ και ΑΔΑ με σκοπό τη βελτιστοποίηση του τρόπου επεμβάσεων και διαχείρισης των εντομολογικών προβλημάτων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο, ελαχιστοποιώντας τις συνέπειες των επεμβάσεων αυτών, σε προστατευμένες περιοχές και στο φυσικό περιβάλλον γενικότερα.

Το υλοποιημένο ΣΥΘ επικαιροποιήθηκε μέσω δύο πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν σε πραγματικές συνθήκες. Το πρώτο αφορά τη διαχείριση εντομολογικού προβλήματος σε γεωργικές καλλιέργειες, το οποίο είναι ο δολωματικός ψεκασμός από εδάφους του δάκου της ελιάς και πραγματοποιήθηκε σε τρεις περιοχές με ελαιοκαλλιέργειες στο Νομό Λακωνίας. Το δεύτερο αφορά την αντιμετώπιση εντομολογικού προβλήματος καραντίνας του αστικού πρασίνου, το οποίο είναι το ΚΣΦ και πραγματοποιήθηκε στο πάρκο Πεδίο του Άρεως που βρίσκεται στο κέντρο της Αθήνας, του Νομού Αττικής.

### 1.3 Διάρθρωση της διατριβής

Τα κεφάλαια από τα οποία δομείται η διατριβή καθώς και σύντομη περιγραφή του περιεχομένου τους είναι τα εξής:

- Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του προβλήματος

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται αναλυτικά το φυσικό πρόβλημα και οι τρόποι διαχείρισης του δάκου της ελιάς και του ΚΣΦ. Τονίζεται η σοβαρότητα των δύο εντομολογικών προβλημάτων και επισημαίνονται τα στοιχεία που δείχνουν τον χωροχρονικό τους χαρακτήρα αλλά και τα στοιχεία εκείνα που καθιστούν δύσκολη και μερικές φορές αδύνατη την εφαρμογή των υπάρχόντων τρόπων αντιμετώπισης. Τέλος, αναφέρονται τα ΣΥΘ ως εργαλεία που θα μπορούσαν να καταστήσουν δυνατή την εφαρμογή τους σε συνδυασμό με τους συνήθεις τρόπους αντιμετώπισης.

- Κεφάλαιο 3. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Στο κεφάλαιο αυτό επισημαίνονται τα βασικά ερευνητικά πεδία στα οποία βασίζεται η έρευνα της παρούσας διατριβής και είναι σημαντικά για την κατανόηση της συμβολής της στην επιστημονική έρευνα. Γίνεται αναφορά στις προσεγγίσεις των ΥΘ και στη σύγκλιση τεχνολογιών που τις συνθέτουν, καθώς και περιγραφή των μεθόδων και τεχνολογιών εντοπισμού θέσης. Επίσης, γίνεται αναφορά στην κατηγοριοποίηση των ΣΥΘ, στις τεχνολογίες υλοποίησής τους και στις βασικές κατηγορίες εφαρμογών τους. Τέλος, παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική των ΥΘ.

- Κεφάλαιο 4. Υλικά και μέθοδοι

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του ΣΥΘ που αφορά στη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο. Περιγράφεται η γενική αρχιτεκτονική του προτεινόμενου ΣΥΘ, η οποία είναι κοινή σε κάθε περίπτωση, αλλά ταυτόχρονα διαθέτει και εργαλεία διαφοροποίησης στα διαφορετικά εντομολογικά προβλήματα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι εξειδικευμένες διαφοροποιήσεις της αρχιτεκτονικής αυτής για την περίπτωση του δάκου της ελιάς και του ΚΣΦ, δύο περιπτώσεις οι οποίες θεωρούμε ότι μπορούν να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα εντομολογικών προβλημάτων στον ευρύτερο γεωργικό τομέα και στο αστικό πράσινο, τόσο λόγω της σοβαρότητας της προσβολής, όσο και της πολυπλοκότητας της παρακολούθησης και

αντιμετώπισης του εντομολογικού πληθυσμού. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται για καθένα από τα δύο προς διερεύνηση εντομολογικά προβλήματα, οι βασικές μέθοδοι και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, οι πειραματικές περιοχές, το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε καθώς και λεπτομέρειες για τη συλλογή δεδομένων, την παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου και των τρόπων αντιμετώπισης.

- Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα και συζήτηση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και συζητούνται τα αποτελέσματα της έρευνας της διατριβής που προέκυψαν από την εφαρμογή της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής ΣΥΘ για καθένα από τα δύο προς διερεύνηση εντομολογικά προβλήματα, του δάκου της ελιάς και του ΚΣΦ.

- Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και μελλοντική έρευνα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συμπεράσματα σε σχέση με τη συμβολή και τους περιορισμούς της έρευνας της παρούσης διατριβής, καθώς και τα πεδία μελλοντικής έρευνας.

- Κεφάλαιο 7. Βιβλιογραφία

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται οι βιβλιογραφίες που έχουν χρησιμοποιηθεί στη διατριβή.

- Κεφάλαιο 8. Παραρτήματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα παραρτήματα που αναφέρονται στο κυρίως κείμενο της διατριβής και σκοπό έχουν τη διευκόλυνση ανάγνωσης της διατριβής.



## 1.4 Δημοσιεύσεις

### 1.4.1 Δημοσιεύσεις διατριβής σε επιστημονικά περιοδικά

1. **Pontikakos C.M.**, Kontodimas D.C., Tsiligiridis T.A., (2015). A location aware system for integrated management of *Rhynchophorus ferrugineus* in urban systems, Computers, Environment and Urban Systems, 50, 74-88.
2. Tsiligiridis T., **Pontikakos C.**, Perdikis D., (2014). Architectural Issues of a Location-Aware System Applied in Fruit Fly E-Monitoring and Spraying Control, AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics (AGRIS), VI(4), 195-207.
3. **Pontikakos C.M.**, Tsiligiridis T.A., Yialouris C.P., Kontodimas D.C., (2012). Pest management control of olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) based on a location-aware agro-environmental system, Computers and Electronics in Agriculture, 87, 39-50.
4. **Pontikakos C.M.**, Tsiligiridis T.A., Drougka M.E., (2010). Location-aware system for olive fruit fly spray control. Computers and Electronics in Agriculture, 70(2), 355-368.
5. **Pontikakos C.**, Sambrakos M., Glezakos T., Tsiligiridis T., (2006). Location-based Services: A Framework for an Architecture Design. International Journal of Neural, Parallel and Scientific Computations (NPSC), 2-3 (14), 273-290.
6. **Pontikakos C.**, Zakyntinos G., and Tsiligiridis T., (2005). Designing a CSCW system for integrated, web-based, cotton cultivation services. Operational Research Journal (HELORS Journal), 5(1), 177-191.

### 1.4.2 Δημοσιεύσεις διατριβής σε βιβλία και τεχνικά περιοδικά

1. **Pontikakos C.**, Karamaouna F., Hetzroni A., Kontodimas D., Soroker V., Samiou F., Cohen Y., Giorgoudelli S., Melita O., Papageorgiou S., Benjamin P., Goldshtein E., (2017). Information system CPLAS as a monitoring tool for integrated management of palm pests. In Handbook of Major Palm Pests: biology and management (Soroker V. and Colazza S., Eds.). Wiley, ISBN: 978-1-119-05745-1.
2. Kontodimas D., Soroker V., **Pontikakos C.**, Suma P., Beaudoin-Ollivier L., Karamaouna F., (2017). Identification and characterization of the insect pest and infected palms. In Handbook of Major Palm Pests: biology and management (Soroker V. and Colazza S., Eds.). Wiley, ISBN: 978-1-119-05745-1.
3. **Ποντικάκος Κ.**, Γιωργουδέλλης Ξ., Περδίκης Δ., Τσιλιγκιρίδης Θ., (2016). Σύστημα επίγνωσης θέσης για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς στην Ελλάδα: Λιγότεροι και αποτελεσματικότεροι ψεκασμοί. Γεωργία-κτηνοτροφία, Τεύχος 3/2016.

4. **Pontikakos C.**, and Tsiligiridis T., (2007). A Middleware for Managing Sensory Information in Pervasive Environments. Editors Labiod H., and Badra M.. In *New Technologies, Mobility and Security* (Labiod H., Badra M., Eds), Pages 583-595, Springer Netherlands, Print ISBN 978-1-4020-6269-8, doi: 10.1007/978-1-4020-6270-4\_48.

#### 1.4.3 Δημοσιεύσεις διατριβής σε πρακτικά συνεδρίων

1. **Ποντικάκος Κ.**, Περδίκης Δ., Τσιλιγκιρίδης Θ., (2015). Γραφική διεπαφή χρήστη ενός ολοκληρωμένου συστήματος υπηρεσιών θέσης για την παρακολούθηση και την αντιμετώπιση επιβλαβών δίπτερων εντόμων σε δεντρώδεις καρποφόρες καλλιέργειες. 1ο συνέδριο γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων και χωρικής ανάλυσης στη γεωργία και στο περιβάλλον, 28 – 29 Μαΐου 2015, Συνεδριακό αμφιθέατρο Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.
2. **Pontikakos C.M.**, Perdikis D., Tsiligiridis T., (2015). Development of an innovate spatial decision support system for olive fruit fly monitoring and control. 7th meeting of the IOBC/WPRS. Working group "Integrated protection of olive crops", 11-14 May, Kalamata, Greece.
3. Soroker V., Hetzroni A., Suma P., La Pergola A., Cohen Y., Alchanatis V., Golomb O., Goldshtein E., Galazan L., Cohen Y., Livne Y., Nakache Y., Kontodimas D., **Pontikakos C.**, Milonas P., Navarro Lopez V., A El Moneam El Banna, (2014). Advances in detection and monitoring of red palm weevil infestation. Xth European Congress of Entomology, 3<sup>rd</sup>-8<sup>th</sup> August 2014, York, UK.
4. **Pontikakos C.M.**, Kontodimas D.C., Michaelakis A.N. and Samiou F.G., (2013). Development of an expert geographic system for monitoring of infestation and of control interventions against pests. Application to the management of RPW. AFPP (Association Francaise de Protection des Plantes)–Palm Pest Mediterranean conference. Nice, France, 16-18 January 2013.
5. Soroker V., Suma P., Pergola A. Ia, Cohen Y., Cohen Y., Alchanatis V., Golomb O., Goldshtein E., Hetzroni A., Galazan L., Kontodimas D., **Pontikakos C.**, Zorovic M., Brandstetter M., (2013). Early detection and monitoring of red palm weevil: approaches and challenges. AFPP (Association Francaise de Protection des Plantes)–Palm Pest Mediterranean conference. Nice, France, 16-18 January 2013.
6. **Pontikakos C.** and Kontodimas D., (2012). A location aware system for integrated management of red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*). Virtual Poster, Plant-Insect Ecosystems, Entomological Society of America (ESA) Annual Meeting, November 11-14, 2012.

7. **Ποντικάκος Κ.Μ.**, Κοντοδήμας Δ.Χ., και Τσιλιγκιρίδης Θ.Α., (2011). Σύστημα Υπηρεσιών Θέσης για ολοκληρωμένη διαχείριση του προβλήματος της προσβολής των φοινικοειδών από το κόκκινο σκαθάρι *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae). 14ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, 11 – 14 Οκτωβρίου 2011, Ναύπλιο.
8. **Pontikakos C.M.**, Tsiligiridis T.A., (2010). Location aware system for olive fruit fly spray. In 24th International Conference on Informatics for Environmental Protection in Cooperation with InterGeo2010 Cologne/Bonn, 2010.
9. **Pontikakos C.M.**, Tsiligiridis T.A., Maliappis M. and Drougka M.E., (2008). Location-aware expert system for olive fruit fly spray control, 4th International Conference on ICT in Bio & Earth Sciences (HAICTA 2008), Session S2A: Monitoring and Control, pp.10-16, September 2008, Athens, Greece, EU.
10. **Pontikakos C.** and Tsiligiridis T., (2008). Dacus-Oleae: multi-agent middleware for building location aware services. In Proceedings of the 4th International Conference on Agricultural Policy Implementation and Geo-Information (CAPIGI 2008), Invited Talk, April 2008, Dublin, Ireland, EU.
11. Drougka M.E., **Pontikakos C.M.**, and Tsiligiridis Th.A., (2008). Bluetooth design configurations to support agricultural applications. In Proceedings of the 4th International Conference on ICT in Bio & Earth Sciences (HAICTA 2008), Session S7A: Information Systems and Services, September 2008, Athens, Greece, EU.
12. **Pontikakos C.** and Tsiligiridis T., (2007). A Middleware for Managing Sensory Information in Pervasive Environments. In proceedings of the 2007 International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS'2007), Springer Verlag, May 2-4, 2007, Telecom Paris, France, EU.
13. **Pontikakos C.**, Ferentinos K.P., Tsiligiridis T.A., Sideridis A.B., (2006). Natural ventilation efficiency in a twin-span greenhouse using 3D computational fluid dynamics. In Proceedings of the 3rd International Conference on Information Systems in Sustainable Agriculture, Agro-environment and Food Technology, (HAICTA 2006), Sept. 2006, Volos, Greece, EU.
14. **Pontikakos C.**, Glezakos T., Tsiligiridis T., (2005). Location-based services: architecture overview, In proceedings of the International Congress on Information Technology in Agriculture, Food and Environment (ITAFE'05), October 12-14, 2005, Adana, Turkey.
15. **Pontikakos C.**, Ferentinos K., Tsiligiridis T., (2005). Web-based estimation model of natural ventilation efficiency in greenhouses using 3D computational fluid dynamics. In Proceedings of the International Congress on Information

Technology in Agriculture, Food and Environment (ITAFE'05), October 12-14, 2005, Adana, Turkey.

16. **Pontikakos C.**, Zakynthinos G., and Tsiligiridis T., (2004). Designing a CSCW system for integrated, web-based, cotton cultivation services. In Proceedings of the International Conference on Information Systems & Innovative Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA 2004), Session 4D, pp:143-151, March 18-24 2004, Thessaloniki, Hellenic Republic, EU.

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

### 2.1 Περιγραφή του προβλήματος για τη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο

Η κλιματική αλλαγή, ο αυξανόμενος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού της γης και οι επιβλαβείς οργανισμοί στη γεωργία και στο αστικό πράσινο έχουν ως αποτέλεσμα τη δυσκολία κάλυψης των τροφικών αναγκών του πληθυσμού της γης από τη μία και της αντιμετώπισης των φαινομένων περιορισμού του αστικού πρασίνου από την άλλη. Μία από τις σημαντικότερες κατηγορίες επιβλαβών οργανισμών που έχουν επιπτώσεις στη γεωργία και στο αστικό πράσινο είναι τα επιβλαβή έντομα.

Η διαχείριση των εντόμων που προσβάλλουν μια καλλιέργεια ή το αστικό πράσινο, αποτελεί σε πολλές περιπτώσεις καθοριστικό παράγοντα για εξασφάλιση υψηλών αποδόσεων στις γεωργικές καλλιέργειες ή στην προστασία του αστικού πρασίνου, αντίστοιχα. Τα γεωργικά συστήματα και τα συστήματα αστικού πρασίνου παρουσιάζουν συχνά, έντονη χωροχρονική παραλλακτικότητα σε ότι αφορά πολλές από τις παραμέτρους οι οποίες τα χαρακτηρίζουν. Για παράδειγμα, μπορεί να υπάρχει παραλλακτικότητα στην κλίση ή/και στη σύσταση του εδάφους, στη βιοποικιλότητα, στις μικροκλιματικές συνθήκες καθώς και σε άλλες παραμέτρους. Η παραλλακτικότητα αυτή δεν μπορεί να αξιοποιηθεί και να αναλυθεί αν δεν χρησιμοποιηθούν κατάλληλα τεχνολογικά εργαλεία, τα οποία θα προσφέρουν γρήγορη και αξιόπιστη καταγραφή και ανάλυση. Από την άλλη πλευρά, η πληροφορία σχετικά με την εξάπλωση ενός εντομολογικού προβλήματος σε μια περιοχή δεν μπορεί να προσδιοριστεί και να χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα διαχείρισης του εντόμου, εάν δεν υπάρχουν τα κατάλληλα εργαλεία παρακολούθησης του πληθυσμού του εντόμου, προσδιορισμού της επικινδυνότητας προσβολής και λήψης απόφασης για επέμβαση.

Η σύγχρονη διαχείριση των επιβλαβών οργανισμών βασίζεται στις αρχές της ΟΔΕΟ. Η τήρηση των αρχών αυτών αποσκοπεί στην αντιμετώπιση του εντομολογικού προβλήματος με βιώσιμο και αποτελεσματικό τρόπο, προκαλώντας παράλληλα τις ελάχιστες επιπτώσεις για την υγεία των ανθρώπων και το περιβάλλον. Ωστόσο, λόγω της πολυπλοκότητας και της χωροχρονικής παραλλακτικότητας που παρουσιάζουν τα γεωργικά συστήματα και τα συστήματα αστικού πρασίνου, η εφαρμογή των αρχών της ΟΔΕΟ δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί χωρίς τη χρήση σύγχρονων τεχνολογικών εργαλείων, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν έγκυρη και έγκαιρη επίγνωση της παραλλακτικότητας και πολύ καλή γνώση του εντομολογικού προβλήματος και της διαχείρισής του.

Στο πλαίσιο της Γεωργίας Ακριβείας (ΓΑ) έχουν αναπτυχθεί πολλά εργαλεία αντιμετώπισης εντομολογικών προβλημάτων, χωρίς όμως να καλύπτουν πλήρως την ανάγκη για έγκυρη και έγκαιρη επίγνωση των πληροφοριών που αφορούν τη θέση σε προγράμματα εφαρμογής της ΟΔΕΟ. Αποτελεσματική λύση στα παραπάνω προβλήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής ΟΔΕΟ μπορούν να προσφέρουν τα ΣΥΘ, τα οποία

χρησιμοποιούν ΥΘ και ενσωματώνουν και συνδυάζουν και άλλες τεχνολογίες, με σκοπό να προσφέρουν στον χρήστη την κατάλληλη χρονική στιγμή, την κατάλληλη πληροφορία που αφορά τη θέση. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η έγκυρη και έγκαιρη καταγραφή και ανάλυση της χωρικής παραλλακτικότητας αλλά και η αμεσότερη και πιο εστιασμένη πληροφόρηση σχετικά με το εντομολογικό πρόβλημα και την αντιμετώπισή του.

Με σκοπό να αξιολογηθεί η δυνατότητα χρήσης των ΣΥΘ στην αντιμετώπιση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε κατάλληλο αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ, το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε πραγματικές συνθήκες σε δύο σημαντικά εντομολογικά προβλήματα, εκ των οποίων το πρώτο αφορά το δάκο της ελιάς (*Bactrocera oleae*) και το δεύτερο το κόκκινο σκαθάρι των φοινικοειδών (*Rhynchophorus ferrugineus*). Με τον τρόπο αυτό, γίνεται η προσπάθεια να καλυφθούν δύο βασικοί τομείς στους οποίους τα ΣΥΘ μπορούν να συμβάλλουν στη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων, εκ των οποίων ο πρώτος τομέας αφορά τις γεωργικές καλλιέργειες και ο δεύτερος το αστικό πράσινο. Η επιλογή των δύο αυτών εντομολογικών προβλημάτων έγινε λαμβάνοντας τη χωροχρονική παραλλακτικότητα των εντομολογικών προβλημάτων και την πολυπλοκότητα διαχείρισής τους. Για την πληρέστερη κατανόηση και περιγραφή του προβλήματος θα αναπτυχθούν στη συνέχεια το καθένα από τα ανωτέρω εντομολογικά προβλήματα.

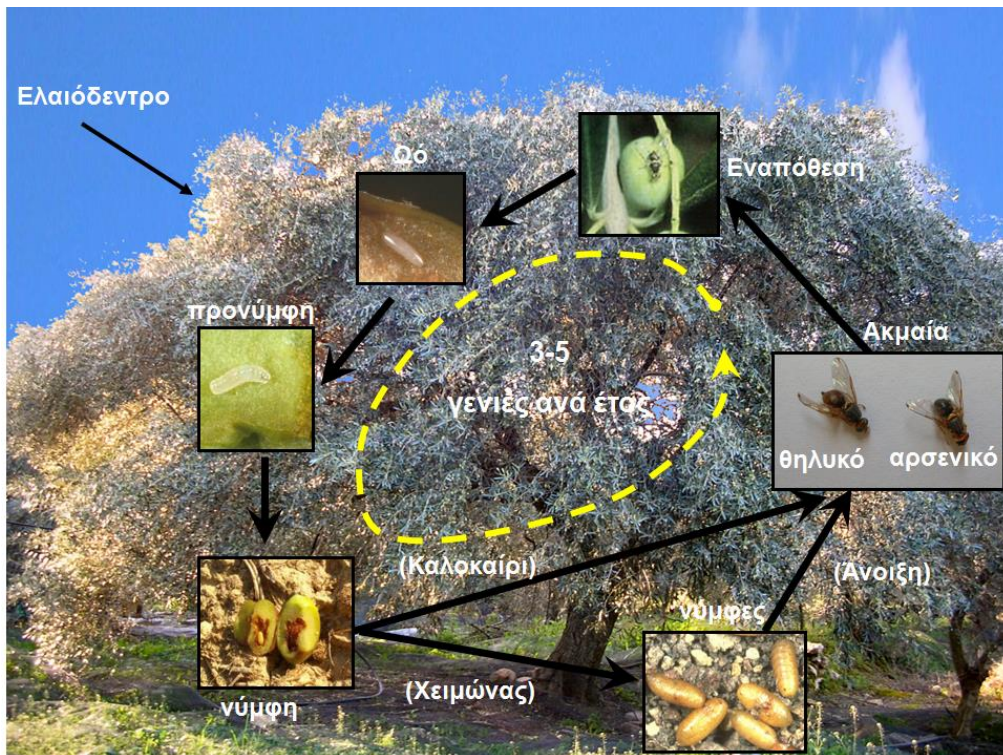
## 2.2 Περιγραφή του προβλήματος για το δάκο της ελιάς

### 2.2.1 Επιπτώσεις στην ελαιοκαλλιέργεια

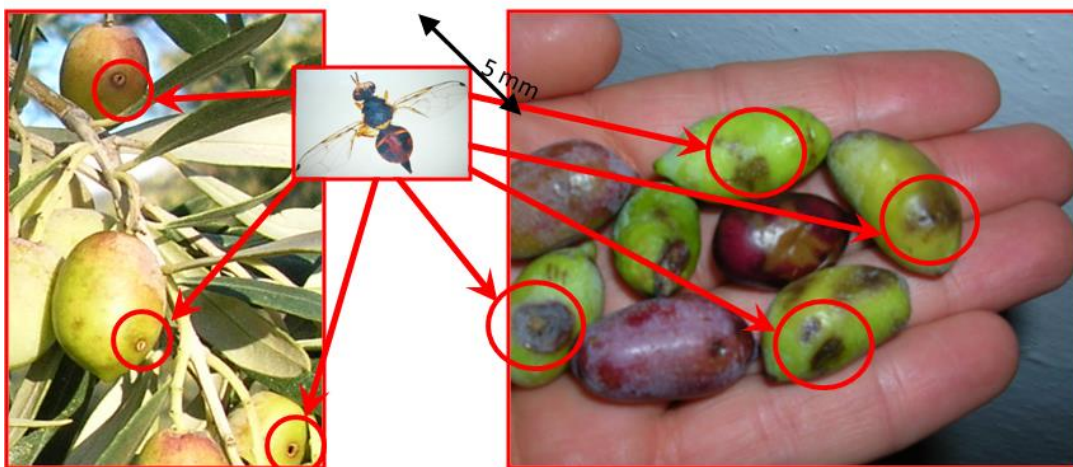
Ο δάκος της ελιάς αποτελεί το σπουδαιότερο εντομολογικό πρόβλημα της ελαιοκαλλιέργειας σε όλες τις περιοχές του κόσμου όπου καλλιεργείται η καλλιεργούμενη ελιά (*Olea europaea* L.) ([Katsoyannos, 1992](#)). Ο δάκος επηρεάζει την ελαιοκαλλιέργεια προκαλώντας ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση στο παραγόμενο προϊόν και οικονομικές επιπτώσεις για τους ελαιοκαλλιεργητές ([Neuenschwander and Michelakis, 1978](#); [Economopoulos et al., 1986](#)). Είναι μονοφάγο έντομο και συμπληρώνει τρεις έως πέντε γενιές ανά έτος, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. Τα ακμαία του δάκου έχουν τη δυνατότητα να αναζητούν τις δροσερότερες περιοχές των ελαιώνων. Η κινητικότητα του εντόμου και το γεγονός ότι οι γενιές μπορεί να επικαλύπτονται, καθιστούν δύσκολη την αντιμετώπιση του δάκου ([Manousis and Moore, 1987](#); [Mazomenos et al., 2002](#); [Montiel and Jones, 2002](#)). Ακόμη και με την εφαρμογή εντομοκτόνων που εφαρμόζονται κάθε χρόνο, η ζημιά που προκαλείται από το έντομο στον ελαιόκαρπο έχει ως συνέπεια την απώλεια 10-30% της παραγωγής ([Economopoulos et al., 1982](#); [Michelakis, 1990](#); [Economopoulos, 2002](#)). Χωρίς φυτοπροστατευτικά μέτρα και κάτω από ιδανικές κλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη του εντόμου, ο δάκος μπορεί να προσβάλλει το 100% του ελαιόκαρπου ([Athar, 2005](#)). Ο έλεγχος

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

του δάκου έγκειται στη θανάτωση των ωών και των προνυμφών εντός του ελαιοκάρπου ή στην παρεμπόδιση των θηλυκών ατόμων του εντόμου για σύζευξη ή εναπόθεση ωών. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί και με ψεκασμούς καλύψεως του φυλλώματος ή με τη χρήση δολωματικών ψεκασμών οι οποίοι συνδυάζουν χρήση ελκυστικών και εντομοκτόνων ή με την εξαπόλυση στειρωμένων αρσενικών ατόμων του εντόμου. Ωστόσο, σε πρακτικό επίπεδο, οι δολωματικοί ψεκασμοί από εδάφους θεωρούνται πιο αποτελεσματικοί για την αντιμετώπιση του δάκου ([Manousis and Moore, 1987](#)). Στην Εικόνα 2.1 φαίνονται τα βιολογικά στάδια του δάκου της ελιάς και στην Εικόνα 2.2 φαίνονται οι προσβολές του δάκου σε καρπούς ελιάς ποικιλίας "Μαστοειδής".



Εικόνα 2.1. Βιολογικά στάδια του δάκου της ελιάς



Εικόνα 2.2. Προσβολές του δάκου σε καρπούς ελιάς

## 2.2.2 Δολωματικοί ψεκασμοί για την αντιμετώπιση του δάκου

Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο τρόπος εφαρμογής των δολωματικών ψεκασμών από το έδαφος βασίζεται στην εμπειρία που έχουν οι ψεκαστές. Ως συνέπεια αυτού, η αποτελεσματικότητα των ψεκασμών είναι περιορισμένη, ενώ η προστασία του περιβάλλοντος δεν λαμβάνεται συστηματικά υπόψη. Το GPS έχει ήδη χρησιμοποιηθεί με σκοπό την παρακολούθηση των ψεκασμών με χρήση γεωργικών ελκυστήρων για την εύρεση παραλείψεων κατά τη διαδικασία των ψεκασμών. Οι περισσότερες μελέτες εστιάζουν στην παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου ([Liebhold et al., 1993](#); [Lyons et al., 2002](#); [Castrignano et al., 2012](#)) ή στη δημιουργία προτύπων των διακυμάνσεων του πληθυσμού του δάκου ([Kapatos and Fletcher, 1983](#); [Kounatidis et al., 2008](#)) και ρυθμίζουν τους ψεκασμούς ανάλογα με τα ευρήματα και τα χαρακτηριστικά του δακοπληθυσμού που αφορούν την περιοχή. Επισημαίνεται ότι μέχρι σήμερα, δεν έχει δοθεί η απαραίτητη προσοχή στη βελτιστοποίηση της διαδικασίας κατά τη διάρκεια του ψεκασμού. Σημειώνεται ότι η διαδικασία του ψεκασμού έχει χωρικά και χρονικά χαρακτηριστικά, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, ώστε να μπορεί να γίνει με κατάλληλο τρόπο η κατανομή του ψεκαστικού διαλύματος στους ελαιώνες. Για παράδειγμα οι ψεκαστές θα πρέπει να γνωρίζουν κατά τη διάρκεια των ψεκασμών τις επικρατούσες τοπικά συνθήκες, όπως είναι η θερμοκρασία, η ταχύτητα του ανέμου, τα χαρακτηριστικά του δακοπληθυσμού και η πυκνότητα φύτευσης των ελαιώνων, έτσι ώστε να εφαρμόσουν την κατάλληλη ποσότητα ψεκαστικού διαλύματος ανά μονάδα έκτασης. Η επιτυχία της διαδικασίας του ψεκασμού εξαρτάται από τα καλλιεργητικά χαρακτηριστικά, τη δυναμική του δακοπληθυσμού και τις μετεωρολογικές συνθήκες. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον, στην τροφική αλυσίδα και στους φυσικούς εχθρούς των επιβλαβών οργανισμών των φυτών θα μπορούσαν να μειωθούν, αν οι ψεκασμοί από εδάφους περιορίζονταν σε αυτούς που είναι απαραίτητοι και εφαρμόζονταν με κατάλληλο και συστηματικό τρόπο.

Η αντιμετώπιση του δάκου με δολωματικούς ψεκασμούς από το έδαφος αποτελείται από δύο φάσεις. Η πρώτη φάση είναι η παρακολούθηση του δακοπληθυσμού με σκοπό να ληφθεί απόφαση για το αν θα πραγματοποιηθεί ή όχι ψεκασμός. Ο αριθμός των ακμαίων ατόμων του δάκου που συλλαμβάνονται στις παγίδες (π.χ. παγίδες τύπου McPhail ([McPhail, 1937](#)) και οι παρατηρήσεις σχετικά με τα στάδια του εντόμου που υπάρχουν μέσα στον ελαιόκαρπο, συνδυάζονται με μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία, σχετική υγρασία κ.α.), ώστε να γίνουν προβλέψεις για το μέγεθος της προσβολής και να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Η δεύτερη φάση είναι η διαδικασία ψεκασμού, η οποία αποσκοπεί στη μείωση των ενήλικων ατόμων του δάκου, με τον ελάχιστο αντίκτυπο για το περιβάλλον και το μικρότερο οικονομικό κόστος. Για την επίτευξη των στόχων ενός προγράμματος δακοκτονίας πρέπει να επιλυθούν διάφορα προβλήματα κατά τη διάρκεια εφαρμογής των ψεκασμών, τα οποία σχετίζονται με χωρικά, μετεωρολογικά, βιολογικά και αγροπεριβαλλοντικά δεδομένα.



Η διαδικασία ψεκασμού λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της ημέρας χρησιμοποιώντας γεωργικούς ελκυστήρες. Κάθε γεωργικός ελκυστήρας καλύπτει ένα τμήμα του ψεκασμού περιοχής. Το διάλυμα που περιέχει εντομοκτόνο και ελκυστικό τροφής (δόλωμα) εφαρμόζεται με διαβροχή ενός μικρού τμήματος του δέντρου. Δεν υπάρχει καμία ανάγκη να καλυφθεί όλο το δέντρο, επειδή τα ενήλικα άτομα του δάκου έλκονται από το δόλωμα, τρέφονται από αυτό και πεθαίνουν. Κατά τη διάρκεια του ψεκασμού ενδέχεται να προκύψουν αρκετά προβλήματα, όπως είναι:

1. Κατά τη διάρκεια του ψεκασμού κάποιες τιμές μετεωρολογικών παραμέτρων δεν πρέπει να υπερβαίνουν συγκεκριμένα προκαθορισμένα όρια. Ας σημειωθεί ότι η θερμοκρασία του αέρα και η ταχύτητα του ανέμου είναι συνήθως άγνωστα στον ψεκαστή και ως εκ τούτου, ο ψεκασμός θα μπορούσε να συνεχιστεί, ακόμη και στις περιπτώσεις που οι μετεωρολογικές συνθήκες δεν είναι κατάλληλες.
2. Συνήθως, οι ψεκασμοί καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις. Έτσι, είναι δύσκολο για τους ψεκαστές και συγχρόνως οδηγούς των γεωργικών ελκυστήρων να απομνημονεύσουν περιοχές που τους έχουν ανατεθεί για να ψεκάσουν, με αποτέλεσμα, να μην είναι εύκολο να υπολογιστεί πώς θα γίνει η κατανομή του ψεκαστικού υγρού.
3. Ο όγκος του ψεκαστικού υγρού σε μια περιοχή εξαρτάται από την πυκνότητα και τον αριθμό των ελαιοδέντρων στην περιοχή αυτή. Παρόλα αυτά, ο ψεκαστής δεν μπορεί να προσδιορίσει εύκολα τον αριθμό των ελαιοδένδρων ανά μονάδα επιφάνειας στην περιοχή που ψεκάζει. Επιπλέον, ο ψεκαστής δεν μπορεί να γνωρίζει τον δακοπληθυσμό της ψεκαζόμενης περιοχής. Ως εκ τούτου, ο όγκος του ψεκαστικού υγρού ανά περιοχή δεν μπορεί εύκολα να προσδιοριστεί.
4. Ο ψεκαστής δεν γνωρίζει εντός της ζώνης ψεκασμού τις περιοχές οι οποίες δεν πρέπει να ψεκαστούν για κάποιο λόγο (δηλαδή κατοικημένες ή περιβαλλοντικά προστατευόμενες περιοχές, βιολογικές καλλιέργειες, κ.α.).
5. Η ακριβής θέση του ψεκαστή δεν είναι πάντοτε γνωστή στον επόπτη δακοκτονίας, ο οποίος επιβλέπει την εφαρμογή του ψεκασμού. Έτσι, τα αποτελέσματα του ψεκασμού δεν μπορούν εύκολα να αξιολογηθούν.
6. Το πρόβλημα κατανομής και διασποράς του δακοπληθυσμού είναι χωρικό. Τα έντομα είναι συνήθως διασκορπισμένα σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή και για το λόγο αυτό η πρόβλεψη του πληθυσμού του εντόμου, πρέπει να λαμβάνει υπόψη και τη χωρική διάσταση του προβλήματος.

Επιπλέον, για να αποφευχθούν αστοχίες στην αντιμετώπιση του εντόμου θα πρέπει να ληφθούν υπόψη μια σειρά παραγόντων, όπως είναι η περιοχή των ελαιοδένδρων, η οποία θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη, ο δακοπληθυσμός να είναι σε ανοδική πορεία, οι

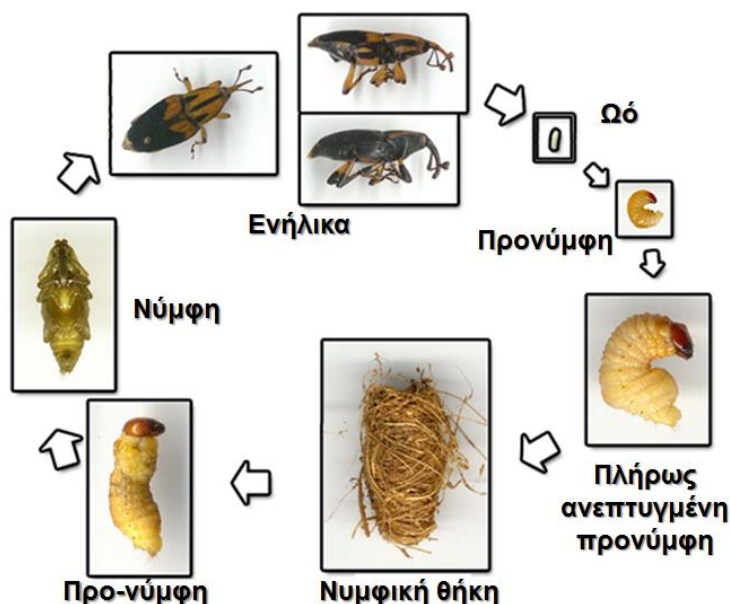
ελιές πρέπει να είναι σε προχωρημένο στάδιο και επιδεκτικές προσβολής, η αναλογία θηλυκών/αρσενικών ατόμων του δάκου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από ένα, τα θηλυκά ενήλικα έντομα πρέπει να είναι ώριμα, και τα επίπεδα θερμοκρασίας, ταχύτητας του ανέμου και υγρασίας δεν πρέπει να εκκείνονται πέρα των προκαθορισμένων ορίων. Τέλος, οι απαιτήσεις, από το την πλευρά αγροπεριβαλλοντικών θεμάτων, ενδέχεται να περιλαμβάνουν την αποτελεσματικότητα των ψεκασμών ως προς τη μείωση του δακοπληθυσμού, την προστασία του περιβάλλοντος, τη διασφάλιση της ποιότητας και τη μείωση του κόστους. Για την αποτελεσματικότητα του από εδάφους ψεκασμού θα πρέπει να μπορεί να γίνει συλλογή δεδομένων χωρίς σύνδεση και χρησιμοποίηση των δεδομένων αυτών για τη λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, σε πραγματικό χρόνο θα πρέπει να προσδιορίζονται οι τρέχουσες περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο προσδιορισμός του χρόνου εφαρμογής ενός ψεκασμού εξαρτάται από τις τοπικές μετεωρολογικές συνθήκες. Το ψεκαστικό νέφος επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από μετεωρολογικούς παράγοντες, καθώς και από τον τύπο και τη σύνθεση του σκευάσματος που εφαρμόζεται ([Miller et al., 2011](#)). Η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ταχύτητα ανέμου και η πιθανότητα πρόκλησης βροχής σε μια περιοχή, μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα του ψεκασμού και επομένως είναι δυνατό να ψεκαστούν περιοχές που δεν πρέπει. Υψηλότερες θερμοκρασίες και χαμηλότερα επίπεδα υγρασίας αυξάνουν την ταχύτητα εξάτμισης του ψεκαστικού υγρού, με αποτέλεσμα μικρότερα μεγέθη σταγονιδίων και αυξημένη πιθανότητα μετακίνησης του ψεκαστικού νέφους και εκτός στόχου ψεκασμοί.

### 2.3 Περιγραφή του προβλήματος για το ΚΣΦ

#### 2.3.1 Επιπτώσεις στα φοινικοειδή

Το ΚΣΦ αποτελεί το κυριότερο εντομολογικό πρόβλημα των φοινικοειδών στη λεκάνη της Μεσογείου ([Dembilio and Jacas, 2010](#)) και από το 2007 έχει χαρακτηριστεί για την Ευρώπη ως έντομο καραντίνας. Το ΚΣΦ έχει αναφερθεί ότι προσβάλλει παγκοσμίως περισσότερα από 40 διαφορετικά είδη φυτών τα οποία ανήκουν σε 23 διαφορετικά γένη ([EPPO, 2008](#); [Dembilio et al., 2009](#), [Dembilio and Jacas, 2010](#); [Giblin-Davis et al., 2013](#)). Στα είδη αυτά συμπεριλαμβάνονται ο φοίνικας ο Κανάριος (*Phoenix canariensis*), η χουρμαδιά (*Phoenix dactylifera*), οι κοκκοφοίνικες (*Cocos nucifera*) και ο Ευρωπαϊκός ενδημικός φοίνικας (*Chamaerops humilis*). Τα θηλυκά άτομα του εντόμου εναποθέτουν τα αυγά τους στη βάση των φύλλων του φοινικοειδούς και από την εκκόλαψη των αυγών οι προνύμφες που προκύπτουν προχωρούν και εισβάλουν στο κέντρο του φοινικοειδούς. Συνήθως, οι προνύμφες επιστρέφουν στη βάση των φύλλων για να νυμφωθούν. Τα περισσότερα από τα ενήλικα έντομα που θα προκύψουν παραμένουν εντός του ίδιου ξενιστή και αναπαράγονται, μέχρι που τελικά το φοινικοειδές πεθαίνει, ενώ λίγα από τα ενήλικα έντομα μετακινούνται σε άλλο ξενιστή ([Dembilio and Jacas, 2010](#)). Η κρυπτική συμπεριφορά που έχει το έντομο

δυσκολεύει τον έγκαιρο εντοπισμό του, με αποτέλεσμα όταν διαπιστωθεί η δράση του εντόμου σε ένα φοινικοειδές, να καθίσταται πλέον δύσκολη η διάσωση του (Gutiérrez et al., 2010). Γενικά, χωρίς επέμβαση το ΚΣΦ καταστρέφει πλήρως τα φοινικοειδή που προσβάλλει. Ωστόσο, είναι δυνατή η αναβλάστηση και η θεραπεία του φοινικοειδούς αν το σκαθάρι ανιχνευτεί σε πρώιμα στάδια προσβολής. Σε προχωρημένα στάδια προσβολής η διάσωση του προσβεβλημένου φοινικοειδούς επιτυγχάνεται πολύ δυσκολότερα, ενώ στην περίπτωση που πληγεί σε μεγάλο ποσοστό το ακραίο μερίστωμα (καρδιά ή μάτι) του φοίνικα, η αναβλάστηση και η διάσωση του φοίνικα είναι πρακτικά αδύνατη. Επιπλέον, η έγκαιρη και φυτοϋγειονομικώς ασφαλής αφαίρεση των προσβολών, θα εμποδίσει την εξάπλωση του εντόμου σε άλλους φοίνικες, καθώς δυνητικά από έναν μόνο προσβεβλημένο φοίνικα μπορεί να αναπτυχθούν εκατοντάδες προνύμφες. Στην Εικόνα 2.3 φαίνονται τα βιολογικά στάδια του ΚΣΦ.



Εικόνα 2.3. Βιολογικά στάδια του ΚΣΦ

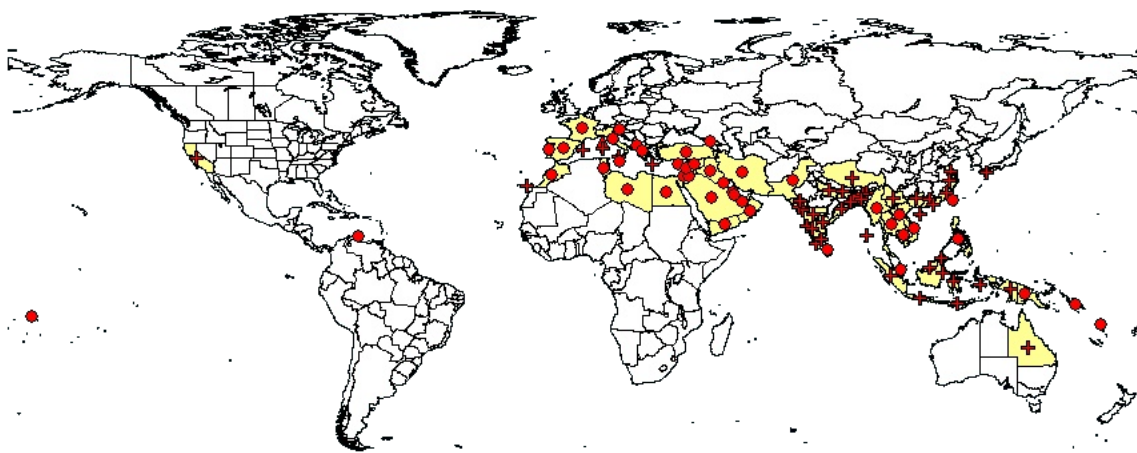
Ένας πλήρης βιολογικός κύκλος του ενήλικου ΚΣΦ στον κανάριο φοίνικα (*Phoenix canariensis*), απαιτεί 990 βαθμοημέρες, οι οποίες μπορεί να αποκτηθούν σε 3-10 συνεχόμενους μήνες (Dembilio and Jacas, 2010). Η ανάπτυξη του εντόμου σταματά σε θερμοκρασία μικρότερη των 15°C, αλλά η θερμοκρασία στο εσωτερικό του φοίνικα, εκεί που βρίσκεται η προσβολή, μπορεί να είναι υψηλότερη από αυτή του περιβάλλοντος, και επομένως, η ανάπτυξη του εντόμου μπορεί να συνεχίζεται και το χειμώνα (Abe et al., 2010). Τα ενήλικα του ΚΣΦ, ζουν μεγάλα χρονικά διαστήματα, 2-6 μήνες σε συνθήκες αιχμαλωσίας και πετούν όλο το χρόνο με θερμοκρασίες αέρα από 17°C και πάνω. Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες και τις συνθήκες που επικρατούν στα φυτά ξενιστές. Μερικά φοινικοειδή, και κυρίως οι αρσενικοί φοίνικες, αναφέρεται ότι είναι πιο

ευάλωτοι στο ΚΣΦ. Επίσης, έχει αναφερθεί ότι οι κανάριοι φοίνικες στην Ιταλία και στην Ισπανία μπορούν να καταστραφούν από το ΚΣΦ σε λιγότερο από δύο χρόνια ([Dembilio and Jacas, 2010](#); [Dembilio et al., 2012](#)). Οι κανάριοι φοίνικες είναι πιο ευαίσθητοι στο ΚΣΦ από τα είδη *Washingtonia filifera* και *Chamerops humilis* ([Dembilio et al., 2009](#)). Τα ενήλικα έντομα έχουν τη δυνατότητα να πετούν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Έχει αναφερθεί ότι το έντομο πετάει λιγότερο από 100 μέτρα όταν υπάρχουν κατάλληλοι φοίνικες για προσβολή μέσα στην ακτίνα αυτή ([Faleiro, 2006](#); [Oehlschlager, 2006](#); [Dembilio et al., 2012](#)). Ωστόσο, έχει επίσης αναφερθεί ότι μπορεί να πετάει ένα χιλιόμετρο μέσα σε 3-5 ημέρες ([Abbas et al., 2006](#)). Οι προνύμφες του εντόμου ζουν μέσα στους χυμώδεις ιστούς των φοινικοειδών, από τους οποίους και τρέφονται. Λόγω της δράσης του εντόμου η ζημιά που δημιουργείται στο φοινικοειδές είναι συχνά εμφανής πολύ αργότερα από τη χρονική στιγμή που έλαβε χώρα η προσβολή και η σοβαρότητα των συμπτωμάτων είναι τέτοια, ώστε τελικά το φοινικοειδές συνήθως καταστρέφεται ([Ferry and Gomez, 1998](#); [Faleiro, 2006](#); [EPPO, 2008](#)). Ο [Faleiro \(2006\)](#) κατηγοριοποιεί τα συμπτώματα που προκαλεί το ΚΣΦ στους φοίνικες, ανάλογα με το στάδιο της προσβολής:

- Ύπαρξη τρυπών (τούνελ) στο στέλεχος και στη βάση του στελέχους των φύλλων.
- Άκουσμα ήχων λόγω της δραστηριότητας του εντόμου στο εσωτερικό του κορμού.
- Έκκριση παχύρρευστου καφέ υγρού, που αποτελείται από διαφορετικές φυτικές ίνες και που λόγω της σήψης και των ζυμώσεων που πραγματοποιούνται, αναδύουν χαρακτηριστική οσμή.
- Ύπαρξη απομεινariών νυμφών και προνυμφών γύρω από το φοίνικα.
- Ο φοίνικας έχει καταστραφεί ή έχει σπάσει.

Ωστόσο, εκτός από το τελευταίο σύμπτωμα (κατεστραμμένος ή σπασμένος φοίνικας), τα πρώιμα στάδια προσβολής εξαρτώνται και από το είδος του φοίνικα. Στην περίπτωση της χουρμαδιάς η έκκριση του παχύρρευστου υγρού αναπτύσσεται στο κατώτερο σημείο του στελέχους αλλά πολύ συχνά η έκκριση αυτή κρύβεται από τους βλαστούς και έτσι δεν είναι εμφανής. Σε προσβολές της κόμης, όπως αυτές παρατηρούνται στην περίπτωση του κανάριου φοίνικα, δεν παρατηρούνται εκκρίσεις αλλά ασυμμετρίες στην ανάπτυξη της κόμης.

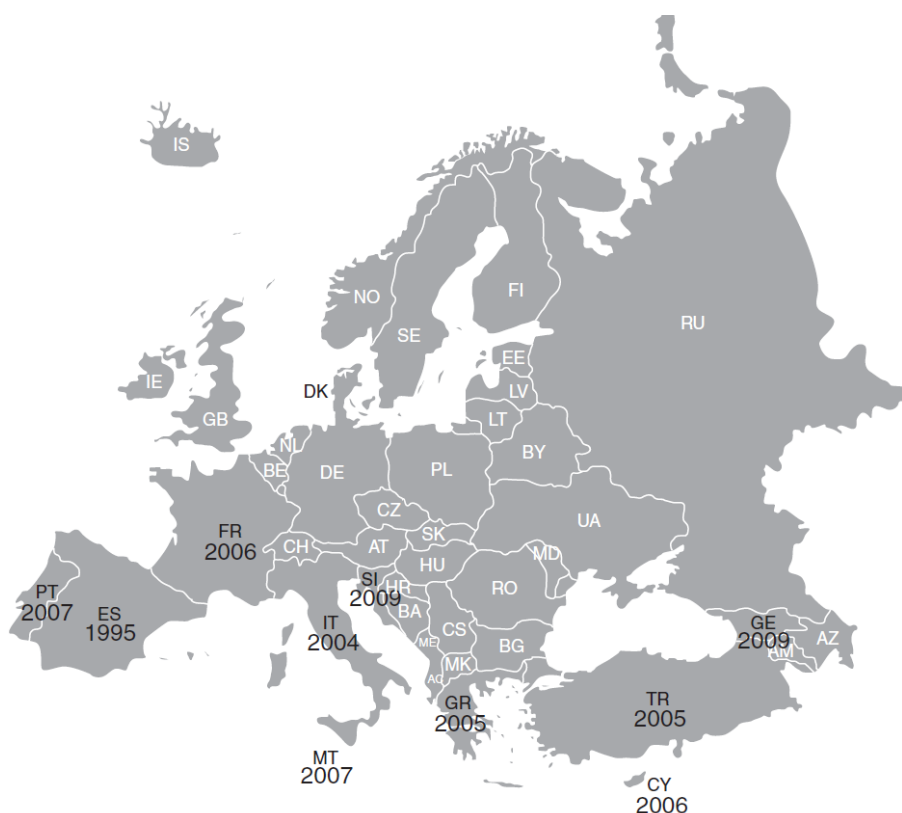
Το ΚΣΦ στην Ε.Ε., πρωτοεμφανίστηκε στην Ισπανία και σήμερα έχει εισβάλει σε όλα τα Κράτη Μέλη της Ε.Ε. τα οποία έχουν ευπαθή στο ΚΣΦ φοινικοειδή ([EPPO, 2008](#)). Το έντομο έχει επίσης επεκταθεί σε περιοχές της Μέσης Ανατολής ([Abraham et al., 1998](#)), της Ασίας, Ωκεανίας, Βορείου Αφρικής ([EPPO, 2008](#)) και στη Βόρειο Αμερική ([EPPO, 2015](#)). Στην Εικόνα 2.4 φαίνεται η εξάπλωση του ΚΣΦ ([EPPO, 2015](#)).



Εικόνα 2.4. Εξάπλωση του ΚΣΦ

- Παρόν (εθνική καταγραφή), + Παρόν (περιφερειακή καταγραφή), ▲ Παροδική εμφάνιση
- (Πηγή: [EPRO, 2015](#))

Το ΚΣΦ εισέβαλε τυχαία στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) από τρίτες χώρες στις οποίες υπήρχαν προσβολές φοινικοειδών από το έντομο, με αποτέλεσμα τα φοινικοειδή που βρίσκονται σε χώρες της Ε.Ε. να βρίσκονται υπό σοβαρή απειλή. Το έτος εντοπισμού του ΚΣΦ σε διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 2.5 ([Giblin-Davis et al, 2013](#)).



Εικόνα 2.5. Έτος εντοπισμού του ΚΣΦ σε διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες

([Giblin-Davis et al, 2013](#))

Υπάρχουν λίγα στοιχεία για τις κοινωνικό-οικονομικές επιπτώσεις του ΚΣΦ, ωστόσο, οι επιπτώσεις του εντόμου και τα απαιτούμενα για την εξάλειψή του μέτρα, έχουν καταστροφικές επιπτώσεις για τους πληθυσμούς των φοινικοειδών στη Νότια Ευρώπη και σε περιοχές της λεκάνης της Μεσογείου. Τα εξωτικά φοινικοειδή σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, αποτελούν βασικό χαρακτηριστικό του τοπίου. Τα φοινικοειδή αυτά φυτεύονται κυρίως για καλλωπιστικούς σκοπούς και σε μεγάλο αριθμό, δίπλα σε δρόμους, μέσα σε πάρκα, σε ξενοδοχειακούς χώρους, σε μουσεία και ιδιωτικούς κήπους. Υπάρχει όμως μεγάλη ανησυχία και για τους αυτόχθονες φοίνικες όπως είναι ο κανάριος φοίνικας, ενδημικό είδος των Κανάριων Νήσων, καθώς και του φοίνικα του Θεόφραστου (*Phoenix theophrasti*), ελληνικού ενδημικού είδους που φύεται στην Κρήτη, όπως επίσης και των φοινικοδασών όπως είναι αυτό στο Έλτσε στην Ισπανία που αποτελεί μνημείο παγκόσμιας κληρονομιάς της UNESCO. Η καταστροφή των εξωτικών και ενδημικών φοινικοειδών λόγω της προσβολής τους από το ΚΣΦ, προκαλεί αισθητική υποβάθμιση του τοπίου στο οποίο βρίσκονται και επομένως μπορεί να υπάρχουν οικονομικές επιπτώσεις λόγω της επίδρασης που μπορεί να έχει η υποβάθμιση του τοπίου στον τουρισμό. Παρόλα τα μέτρα που πάρθηκαν, δεν ήταν δυνατός ο περιορισμός της εξάπλωσης του ΚΣΦ και η συνεχής καταστροφή φοινικοειδών λόγω των προσβολών από το ΚΣΦ. Για παράδειγμα στη Ισπανία 49.800 φοίνικες (κυρίως κανάριοι) καταστράφηκαν από το ΚΣΦ κατά τα έτη από το 1996 μέχρι το 2009 ([Giblin-Davis et al, 2013](#)). Μόνο για την περιοχή της Βαλέντσιας στην Ισπανία το κόστος των μέτρων που πάρθηκαν έφτασε τα 11 εκατομμύρια ευρώ ([Dembilio and Jacas, 2011](#)). Στις Κανάριους Νήσους η εξάλειψη του εντόμου έχει στεφθεί με επιτυχία, αφού σε περιοχές που ήταν προσβεβλημένες, οι επισκοπήσεις που έγιναν έδειξαν ότι οι περιοχές αυτές είναι απαλλαγμένες του εντόμου για περισσότερο από τρία χρόνια.

Εκτός όμως, από καλλωπιστικούς σκοπούς υπάρχουν είδη όπως είναι η χουρμαδιά (*Phoenix dactylifera*) και ο κοκοφοίνικας (*Cocos nucifera*) τα οποία καλλιεργούνται για τους καρπούς τους, και τα οποία επίσης κινδυνεύουν από το ΚΣΦ. Το ΚΣΦ είναι γνωστό ότι προσβάλλει τη χουρμαδιά, εδώ και περισσότερο από έναν αιώνα προκαλώντας οικονομικές επιπτώσεις από τη μείωση της παραγωγής λόγω της προσβολής ([Faleiro, 2006](#)).

### 2.3.2 Τρόποι διαχείρισης του ΚΣΦ

Η αντιμετώπιση οποιουδήποτε εντόμου, απαιτεί την παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου, την πρόβλεψη της διασποράς της προσβολής και την αξιολόγηση των ενεργειών που εφαρμόζονται για τη θεραπεία και την εξάλειψη του εντόμου. Για το ΚΣΦ, του οποίου οι νύμφες και οι προνύμφες βρίσκονται στο εσωτερικό των φυτών και δεν είναι εύκολο να ανιχνευτούν, ιδιαίτερως σημαντική είναι η έγκαιρη διάγνωση της προσβολής. Για την αντιμετώπιση του ΚΣΦ έχουν παρθεί πολλά προληπτικά μέτρα και έχουν εφαρμοστεί πολλές θεραπευτικές διαδικασίες ([Faleiro, 2006](#)), ωστόσο τα αποτελέσματα ποικίλουν και

υπάρχουν πολλές περιβαλλοντικές ανησυχίες για τη χρήση τους. Η κρυπτική συμπεριφορά των προνυμφών, οι οποίες διαβιούν στο εσωτερικό του κορμού των φυτών και αποτελούν το καταστροφικό βιολογικό στάδιο του εντόμου, κάνει δυσκολότερη την αντιμετώπιση του εντόμου και εντατικότερη την ανάγκη για χρήση φυτοφαρμάκων. Η ταχεία εξάπλωση του εντόμου πιθανό να οφείλεται σε συνδυασμό παραγόντων, που έχουν όμως ως αποτέλεσμα την αδυναμία εξάλειψης του εντόμου. Από τους σημαντικότερους ίσως παράγοντες, αποτελεί η έλλειψη αποτελεσματικών μεθόδων έγκαιρης ανίχνευσης των προσβολών σε μια περιοχή.

Η Ε.Ε. υποχρεώνει τα Κράτη Μέλη της να λαμβάνουν προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή εισόδου και εξάπλωσης επιβλαβών οργανισμών ([EE, 2000](#)). Μετά την πρώτη εμφάνιση του ΚΣΦ στην Ανδαλουσία της Ισπανίας το έτος 1995, πάρθηκαν εθνικά μέτρα για τον περιορισμό του εντόμου, εστιάζοντας κυρίως στα φυτώρια παραγωγής φοινικοειδών και στις εισαγωγές φοινικοειδών. Επειδή η εξάπλωση του εντόμου δεν περιορίστηκε αλλά υπήρχαν και άλλες ευρωπαϊκές χώρες που προσβλήθηκαν από το ΚΣΦ και η κατάσταση μέχρι το 2007 ήταν εκτός ελέγχου, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έλαβε μέτρα εκδίδοντας την απόφαση 2007/365/ΕΚ ([EE, 2007](#)). Με την απόφαση αυτή δίνονται κατευθύνσεις για τον περιορισμό εισαγωγής στην Ε.Ε. ευπαθών φοινικοειδών και τη δημιουργία οριοθετημένων ζωνών. Επιπλέον, τα Κράτη Μέλη υποχρεώθηκαν να πραγματοποιούν επίσημα, ετήσιες επισκοπήσεις για την εξακρίβωση ή μη του εντόμου στη χώρα τους. Οι επισκοπήσεις των ετών 2007-2009 έδειξαν πως υπάρχει αύξηση του εντόμου στις προσβεβλημένες περιοχές, γεγονός που οδήγησε στη λήψη επιπρόσθετων μέτρων μέσω τροποποιητικών αποφάσεων της απόφασης 2007/365/ΕΚ ([EE, 2008](#); [EE, 2010](#)). Τα σημαντικότερα σημεία της απόφασης 2007/365/ΕΚ περιλαμβάνουν:

1. Ειδικές προϋποθέσεις για την εισαγωγή ευπαθών φοινικοειδών
2. Όρους στη διακίνηση των ευπαθών φοινικοειδών
3. Καθορισμός οριοθετημένων περιοχών
4. Μέτρα στις οριοθετημένες περιοχές

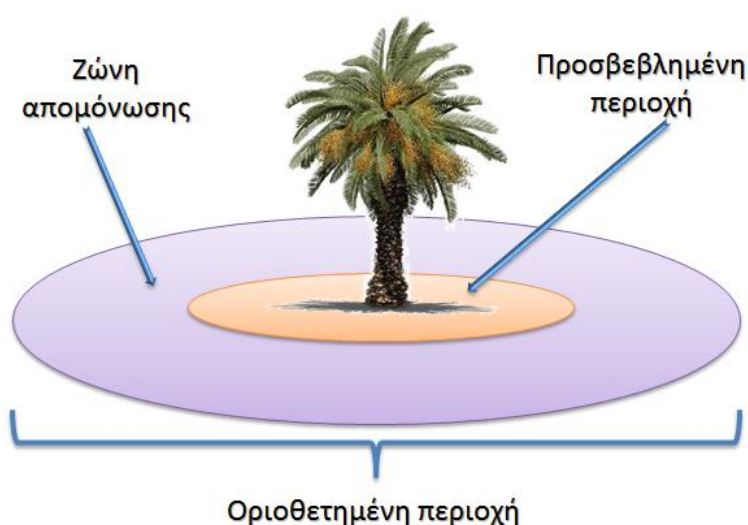
Από τις αποφάσεις της Κοινότητας γίνεται κατανοητό ότι θα πρέπει να λαμβάνονται αυστηρά μέτρα ελέγχου του εμπορίου φοινικοειδών και κυρίως από περιοχές που υπάρχει ήδη η προσβολή από το ΚΣΦ. Αν και η εξάλειψη του εντόμου πρέπει να αποτελεί μακροπρόθεσμο στόχο, σε ορισμένες περιοχές πιο εφικτός είναι ο στόχος αποφυγής εισόδου του εντόμου. Θα πρέπει να εκριζώνονται άμεσα τα πρώτα φοινικοειδή που προσβάλλονται σε μια περιοχή, ώστε να μην υπάρχει εξάπλωση της προσβολής. Σημαντική είναι επίσης, η ανάγκη για εξεύρεση νέων τρόπων για την έγκαιρη και αποτελεσματική ανίχνευση, έλεγχο και διαχείριση του προβλήματος από το ΚΣΦ.

Η ακριβής αξιολόγηση της ικανότητας διασποράς ενός εντόμου αποτελεί σημαντικό στοιχείο για τη χάραξη στρατηγικής για την αντιμετώπιση του εντόμου στα πλαίσια της ΟΔΕΟ. Σύμφωνα με τη γενική Διεύθυνση Υγείας και Καταναλωτών της Ευρωπαϊκής

Επιτροπής, όταν η παρουσία του ΚΣΦ επιβεβαιωθεί σε μια περιοχή, τα κράτη μέλη οριοθετούν την εν λόγω περιοχή και εφαρμόζουν σχέδιο δράσης σε αυτή. Τα κράτη μέλη που έχουν προσβληθεί κοινοποιούν τα σχέδια αυτά στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τα άλλα κράτη μέλη, μέσα σε ένα μήνα. Η κοινοποίηση περιλαμβάνει περιγραφή της οριοθετημένης περιοχής, χάρτη και σχέδιο δράσης. Οι οριοθετημένες περιοχές αποτελούνται από τα εξής:

- i) την προσβεβλημένη ζώνη στην οποία έχει επιβεβαιωθεί η παρουσία του εν λόγω οργανισμού και βρίσκονται όλα τα ευπαθή φυτά που παρουσιάζουν συμπτώματα.
- ii) τη ζώνη απομόνωσης σε απόσταση τουλάχιστον 10 km από την προσβεβλημένη ζώνη.

Στην Εικόνα 2.6 φαίνονται σχηματικά η οριοθέτηση της προσβεβλημένης περιοχής και της ζώνης απομόνωσης.



Εικόνα 2.6. Οριοθέτηση προσβεβλημένης περιοχής και ζώνης απομόνωσης για το ΚΣΦ

Η εξάλειψη και ο έλεγχος του ΚΣΦ, κυρίως σε μεγάλες περιοχές είναι δύσκολο να υλοποιηθούν λόγω του υψηλού κόστους, της αδυναμίας ελέγχου των ιδιωτικών φοινικοειδών, του αυξημένου χρόνου που χρειάζεται για να πραγματοποιηθούν οι επισκοπήσεις, ώστε να ληφθούν έγκαιρα και αποτελεσματικά μέτρα δράσης για την αντιμετώπιση του εντόμου. Το αποτέλεσμα είναι να επεκτείνεται η προσβολή και σε μη προσβεβλημένους φοίνικες, αλλά επίσης να παρατηρείται το φαινόμενο, σε φοίνικες που έχουν θεραπευτεί να επαναπροσβάλλονται.

Για τη σύλληψη των ενηλίκων ατόμων του εντόμου έχουν δημιουργηθεί φερομονικές παγίδες. Λόγω της ύπαρξης των φύλλων στην περίπτωση του κανάριου φοίνικα η μακροσκοπική επισκόπηση θεωρείται δύσκολη υπόθεση. Για να καμφθεί η δυσκολία αυτή, σε πρώιμα συμπτώματα, δημιουργείται στην κόμη "παράθυρο επισκόπησης", κόβοντας φύλλα από τη βάση 50 εκατοστών περίπου στο πλάτος της κόμης, ώστε να είναι δυνατή η επιθεώρηση του κέντρου της κόμης. Η ηχητική ανίχνευση των προνυμφών εντός του κορμού



χωρίς μηχανικά μέσα είναι συνήθως δύσκολο να επιτευχθεί. Για τους παραπάνω λόγους η ανίχνευση των προσβολών από το ΚΣΦ στα πρώιμα στάδια με τη συμβατική μέθοδο, παρατηρώντας δηλαδή μακροσκοπικά το φοίνικα για συμπτώματα είναι διαδικασία χρονοβόρα, εντατική, δαπανηρή και για τους λόγους αυτούς είναι και συχνά αναποτελεσματική. Για να αρθούν οι περιορισμοί της απευθείας οπτικής επισκόπησης, έχουν αναπτυχθεί αρκετές προσεγγίσεις όπως χημικές (οσμής), ακουστικές και τεχνικές θερμικής απεικόνισης. Ωστόσο, οι τεχνικές αυτές δεν έχουν καταφέρει να αντικαταστήσουν τον οπτικό-μακροσκοπικό έλεγχο και μόνο συμπληρωματικές του μπορεί να θεωρηθούν. Η χημική ανίχνευση της προσβολής έχει δοκιμαστεί με τη χρήση κατάλληλα εκπαιδευμένων σκυλιών ([Nakash et al., 2000](#)). Η χρήση σκυλιών για ανίχνευση της προσβολής δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μεγάλες περιοχές ή όταν ο φοίνικας έχει μεγάλο ύψος, ενώ παράλληλα και η εκπαίδευση του σκύλου δεν θεωρείται εύκολη υπόθεση. Η ακουστική ανίχνευση του ΚΣΦ είναι εφικτή λόγω των διακριτών ήχων που δημιουργούνται κατά τη διατροφή των προνυμφών στο εσωτερικό του κορμού. Η ακουστική μέθοδος ανίχνευσης έχει δοκιμαστεί για το ΚΣΦ ([Soroker et al., 2004](#); [Pinhas et al., 2008](#); [Potamitis et al., 2009](#); [Gutiérrez et al., 2010](#); [Mankin, 2011](#)), αλλά και με αυτή την τεχνική υπάρχουν προβλήματα, όπως είναι η αναγνώριση των συχνοτήτων που χαρακτηρίζουν τους ήχους που οφείλονται στο ΚΣΦ και οι διαφοροποίησή τους από άλλους εξωτερικούς ήχους. Όταν η προσβολή στο εσωτερικό του φοίνικα είναι μεγάλη, τότε οι ζυμώσεις που δημιουργούνται από τη δράση των προνυμφών, έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας τοπικά ([Abe et al., 2010](#)), η οποία είναι δυνατό να ανιχνευτεί με ευαίσθητες θερμικές κάμερες. Επίσης, η καταστροφή των αγγείων του φυτού, έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται συνθήκες παρόμοιες με αυτές από υδατική καταπόνηση. Η υδατική καταπόνηση αυτή μπορεί να ανιχνευτεί έμμεσα μετρώντας τη θερμοκρασία του φυτού ή με οπτική κάμερα την εικόνα του φυτού. Στις περιπτώσεις αυτές, όμως, η ανίχνευση του εντόμου επιτυγχάνεται όταν η προσβολή είναι σε προχωρημένο στάδιο και η θεραπεία είναι δύσκολη ή αδύνατη. Παρά τις παρατεταμένες προσπάθειες για την ανάπτυξη εργαλείων για την έγκαιρη ανίχνευση της προσβολής από το ΚΣΦ, οι επισκοπήσεις για τον προσδιορισμό της προσβολής εξακολουθούν να γίνονται κυρίως με οπτικό τρόπο.

Οι διαθέσιμοι τρόποι ελέγχου του προβλήματος του ΚΣΦ περιλαμβάνουν φυτοϋγειονομικά μέτρα, αγρονομικές πρακτικές, χημικές επεμβάσεις και βιολογικούς τρόπους αντιμετώπισης, καθώς και μεθόδους μαζικής παγίδευσης του εντόμου. Στο πλαίσιο της ΟΔΕΟ έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετές μέθοδοι ελέγχου του εντόμου, όπως φυτοϋγειονομικά μέτρα (καταστροφή των μολυσμένων φοινίκων, δεντρο-χειρουργεία ή θεραπείες με μικροκύματα), ακουστική ανίχνευση, χρήση εντομοπαθογόνων νηματωδών, εντομοκτόνα και χρήση φερομονικών παγίδων για την παρακολούθηση και μαζική

παγίδευση των ενηλίκων εντόμων ([Faleiro, 2006](#); [Dembilio et al., 2009](#); [Dembilio and Jacas, 2010](#); [Gutiérrez et al., 2010](#); [Giblin-Davis et al., 2013](#)).

Οι λόγοι που τα μέτρα εκρίζωσης του ΚΣΦ στην Ε.Ε. απέτυχαν, είναι σύμφωνα με τους ([Giblin-Davis et al., 2013](#)), οι παρακάτω:

1. Η δυσκολία της έγκαιρης ανίχνευσης των προσβεβλημένων φοινικοειδών
2. Η έλλειψη ισχυρών μέτρων καραντίνας εναντίων του ΚΣΦ
3. Η δυσκολία στη συμμετοχή ιδιοκτητών φοινικοειδών να συμμετάσχουν στη διαδικασία αντιμετώπισης του ΚΣΦ
4. Η έλλειψη ισχυρά αποτελεσματικών μέτρων θεραπείας των προσβολών, φιλικών προς το περιβάλλον και κατάλληλων για εφαρμογή σε δημόσιους χώρους όπως είναι τα πάρκα.
5. Η ελλιπής γνώση της βιολογίας του ΚΣΦ

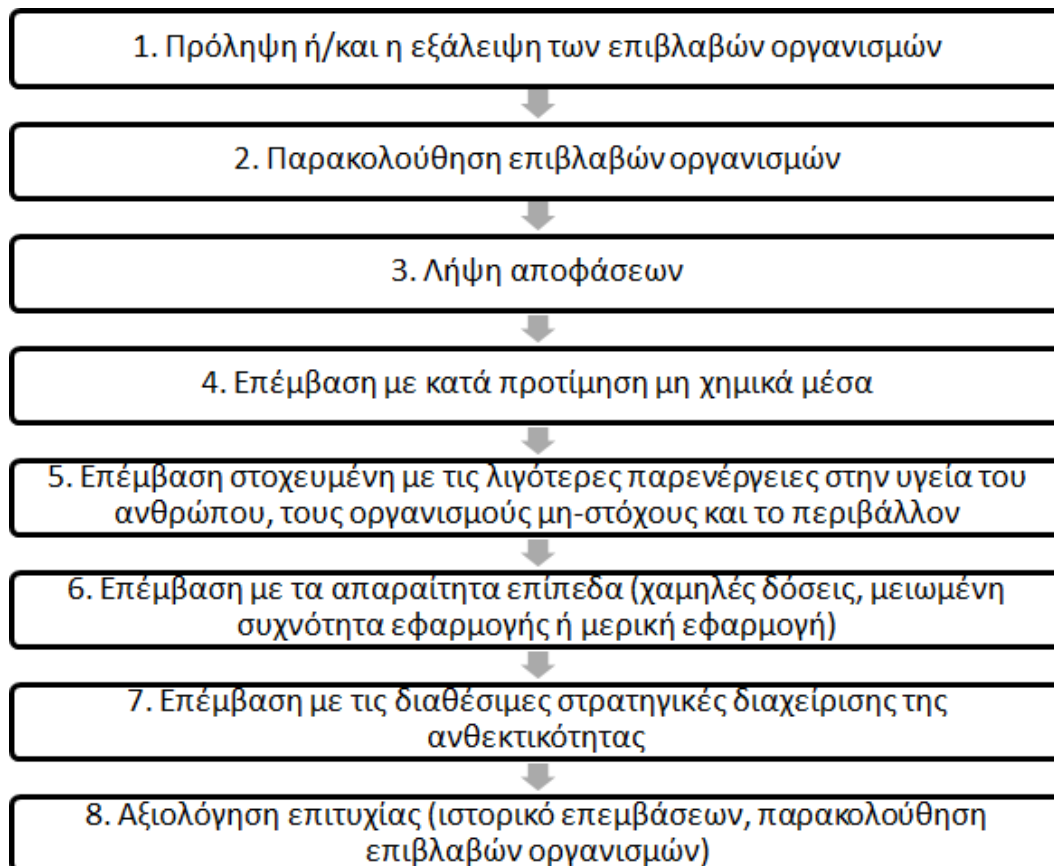
Στην περίπτωση που το ΚΣΦ έχει εισβάλει σε μια περιοχή, για να μπορεί να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα και να διασωθούν τα φοινικοειδή στην περιοχή αυτή, ο σημαντικότερος παράγοντας είναι η έγκαιρη ανίχνευση των προσβεβλημένων φοινικοειδών. Επομένως, για τον αποτελεσματικό φυτοϋγειονομικό έλεγχο του ΚΣΦ, είναι απαραίτητο να γίνει πλήρης καταγραφή των παραμέτρων των προσβολών, όπως είναι η γεωγραφική θέση κάθε φοινικοειδούς, τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού του ΚΣΦ, το είδος του κάθε φοινικοειδούς και η επικινδυνότητα της προσβολής. Επιπλέον, τα δεδομένα των καταγεγραμμένων φοινικοειδών πρέπει να αναφέρονται για μια ευρύτερη περιοχή και να είναι ενημερωμένα, έτσι ώστε να είναι δυνατό να εκτιμηθούν η επικινδυνότητα της προσβολής και τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν. Οι επισκοπήσεις φυτών για έντομα καραντίνας, όπως είναι το ΚΣΦ σε αστικές περιοχές, αποτελεί δύσκολη διαδικασία, με έντονα χωροχρονικά χαρακτηριστικά. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επιταχυνθεί και να διευκολυνθεί, αλλά και να έχει ακριβή και αξιόπιστα αποτελέσματα με τη χρήση ΣΥΘ.

### 3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

#### 3.1 Διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο

##### 3.1.1 Ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών οργανισμών

Η ΟΔΕΟ έχει ως στόχο την προσεκτική εξέταση όλων των διαθέσιμων μεθόδων φυτοπροστασίας που αποθαρρύνουν την ανάπτυξη επιβλαβών οργανισμών, διατηρούν τη χρήση φυτοπροστατευτικών επεμβάσεων σε δικαιολογημένα από οικονομικής και οικολογικής πλευράς επίπεδα και μειώνουν ή ελαχιστοποιούν τους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον ([EE, 2009](#)). Επίσης, η ΟΔΕΟ δίνει έμφαση στην ανάπτυξη υγιούς καλλιέργειας με την ελάχιστη δυνατή διαταραχή των αγροτικών οικοσυστημάτων και προάγει τους φυσικούς μηχανισμούς ελέγχου των επιβλαβών οργανισμών ([EE, 2009](#)). Η ΟΔΕΟ στηρίζεται σε οκτώ αρχές ([EE, 2009](#), [Barzman et al., 2015](#)), οι οποίες φαίνονται στην Εικόνα 3.1.



Εικόνα 3.1. Αρχές Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Επιβλαβών Οργανισμών (ΟΔΕΟ)

Η χρήση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων στη γεωργία έκανε εφικτή την αύξηση της παραγωγής. Ωστόσο, η υπερβολική εξάρτηση από τα χημικά σκευάσματα μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη αποτελεσματικότητα λόγω ανάπτυξης ανθεκτικότητας, κίνδυνο μόλυνσης οικοσυστημάτων και πιθανές ανεπιθύμητες επιπτώσεις στην υγεία. Οι [Barzman et](#)

[al \(2015\)](#), προτείνουν στο πλαίσιο της ΟΔΕΟ, μια δυναμική και ευέλικτη προσέγγιση η οποία λαμβάνει υπόψη την ποικιλομορφία της γεωργίας και την πολυπλοκότητα των αγροτικών οικοσυστημάτων και αποσκοπεί στη βελτίωση της προσαρμοστικότητας τους στις τοπικές συνθήκες. Οι αρχές τις οποίες υιοθετεί η ΟΔΕΟ περιγράφονται στη συνέχεια.

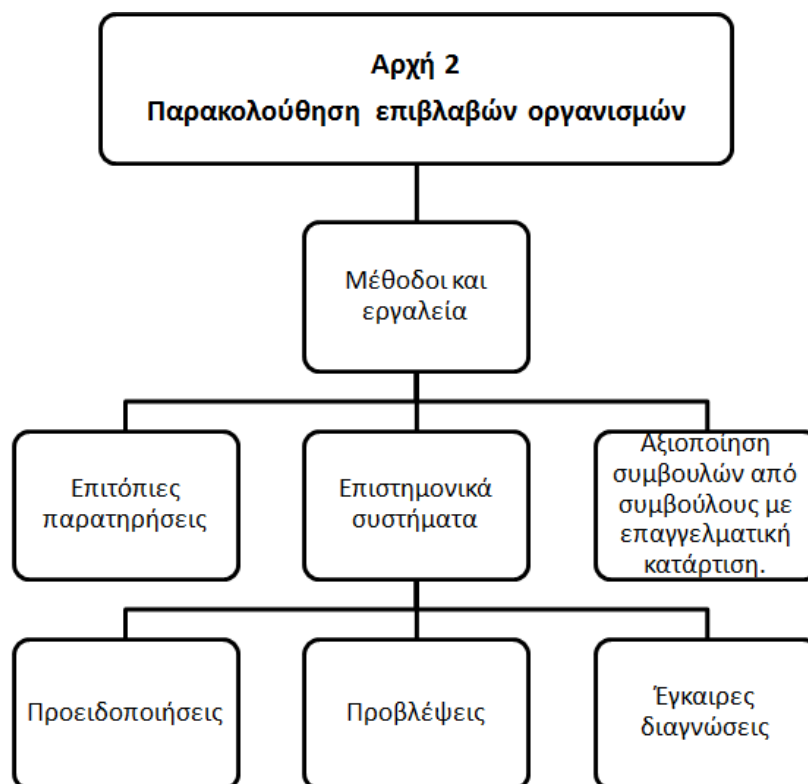
### **1<sup>η</sup>. Πρόληψη ή/και η εξάλειψη των επιβλαβών οργανισμών**

Η πρόληψη είναι σαφώς καλύτερη από τη θεραπεία. Η πρόληψη μπορεί να θεωρηθεί ως η δημιουργία συστημάτων που είναι λιγότερο πιθανό να εμφανίσουν σημαντικές οικονομικές απώλειες λόγω της παρουσίας των επιβλαβών οργανισμών. Η εξάλειψη είναι η μείωση της συχνότητας εμφάνισης των επιβλαβών οργανισμών ή της σοβαρότητας των επιπτώσεών τους και είναι συμπληρωματική της πρόληψης. Ο στόχος δεν είναι να εξαλειφθούν εντελώς οι επιβλαβείς οργανισμοί, καθώς αυτό θα προκαλούσε προβλήματα από τις αυξημένες επεμβάσεις που θα απαιτούνταν, αλλά να αποφευχθεί η ζημιά στην καλλιέργεια. Η πρόληψη ή/και η εξάλειψη των επιβλαβών οργανισμών πρέπει να επιτυγχάνεται ή να υποστηρίζεται, μεταξύ άλλων επιλογών, ιδίως με αμειψισπορά (για ετήσιες καλλιέργειες), χρήση κατάλληλων τεχνικών καλλιέργειας, ανθεκτικών ποικιλιών, τυποποιημένου και πιστοποιημένου υλικού σποράς και φύτευσης, χρήση ισορροπημένων πρακτικών λίπανσης και άρδευσης, παρεμπόδιση της διάδοσης επιβλαβών οργανισμών με τον καθαρισμό των μηχανημάτων και του εξοπλισμού και ενίσχυση επωφελών οργανισμών.

### **2<sup>η</sup>. Παρακολούθηση επιβλαβών οργανισμών**

Εκτός από την πρόληψη, η μείωση χρήσης φυτοφαρμάκων προϋποθέτει ότι οι πληθυσμοί των επιβλαβών οργανισμών θα πρέπει να παρακολουθούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η παρακολούθηση των επιβλαβών οργανισμών προσφέρει τα βασικά στοιχεία για τη λήψη απόφασης για εφαρμογή των επεμβάσεων. Ωστόσο, τα συστήματα προειδοποιήσεων και πρόβλεψης δεν είναι διαθέσιμα σε όλες τις χώρες για όλες τις καλλιέργειες.

Οι επιβλαβείς οργανισμοί πρέπει να παρακολουθούνται με κατάλληλες μεθόδους και εργαλεία, εφόσον υπάρχουν. Στα κατάλληλα αυτά εργαλεία πρέπει να περιλαμβάνονται επιτόπιες παρατηρήσεις (επισκοπήσεις) καθώς και συστήματα επιστημονικώς ορθής προειδοποίησης, πρόβλεψης και έγκαιρης διάγνωσης, εφόσον αυτό είναι εφικτό, καθώς και η αξιοποίηση συμβουλών από συμβούλους με επαγγελματική κατάρτιση. Σχηματικά η αρχή αυτή παριστάνεται στην Εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.2. Παρακολούθηση επιβλαβών οργανισμών

Συστήματα παρακολούθησης των επιβλαβών οργανισμών έχουν αναπτυχθεί σε πολλές χώρες. Η διαθεσιμότητα και ο τύπος των συστημάτων παρακολούθησης, προειδοποίησης και πρόβλεψης διαφέρουν ανάλογα με το είδος του επιβλαβούς οργανισμού και των διαθέσιμων τεχνικών μέσων. Οι ερευνητές, οι ειδικοί και οι αγρότες θα πρέπει να αντιμετωπίσουν την πρόκληση να αντιμετωπίζουν την ποικιλομορφία τέτοιων καταστάσεων.

### 3<sup>η</sup>. Λήψη αποφάσεων

Με βάση τα αποτελέσματα της παρακολούθησης, ο επαγγελματίας χρήστης πρέπει να αποφασίζει αν και πότε πρέπει να εφαρμόσει μέτρα φυτοπροστασίας. Άριες και επιστημονικά ορθές τιμές κατωτέρων ορίων είναι βασική προϋπόθεση για τη λήψη αποφάσεων για την περιοχή, τις συγκεκριμένες εκτάσεις, τις καλλιέργειες και τις ειδικές κλιματολογικές συνθήκες. Στην ΟΔΕΟ δεν είναι πάντα εφικτό να υπάρχουν τέτοια όρια ή να είναι επαρκή και αποτελεσματικά όπως στην περίπτωση των ζιζανίων και των παθογόνων. Ωστόσο, στη διαχείριση των εντόμων η χρήση ορίων (κατώτερων, ανώτερων) έχουν χρησιμοποιηθεί με πολύ καλά αποτελέσματα ([Barzman et al., 2015](#)). Για τη λήψη αποφάσεων σε προγράμματα ΟΔΕΟ έχουν χρησιμοποιηθεί ΣΛΑ και ΕΣ τα οποία ενσωματώνουν θεωρητικές, εμπειρικές και πειραματικές παραμέτρους. Ωστόσο, σήμερα σε σχέση με τα συστήματα λήψης αποφάσεων των προηγούμενων ετών δίνεται η δυνατότητα λόγω των τεχνικών μέσων που υπάρχουν να δημιουργηθούν συστήματα με λειτουργία σε πραγματικό χρόνο.

#### **4<sup>η</sup>. Επέμβαση με κατά προτίμηση μη χημικά μέσα**

Οι μη χημικές μέθοδοι εφόσον παρέχουν ικανοποιητικό έλεγχο των επιβλαβών οργανισμών, θα πρέπει να προτιμούνται από τις μεθόδους που χρησιμοποιούν χημικά μέσα. Βεβαίως, η δυσκολία έγκειται στον τρόπο που ορίζεται ο όρος "ικανοποιητικός έλεγχος", ωστόσο τα υψηλά επίπεδα χρήσης χημικών μέσων για τον έλεγχο των επιβλαβών οργανισμών δεν αποτελούν βιώσιμη λύση και μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη άλλων επιβλαβών οργανισμών ([Barzman et al., 2015](#)). Το σημαντικότερο όμως είναι ότι μερικά από τα οφέλη των φυτοφαρμάκων αναιρούνται από τα προβλήματα που δημιουργούνται στη δημόσια υγεία και στο περιβάλλον από τη χρήση τους ([Pimentel, 2007](#)).

#### **5<sup>η</sup>. Επέμβαση στοχευμένη με τις λιγότερες παρενέργειες στην υγεία του ανθρώπου, τους οργανισμούς μη-στόχους και το περιβάλλον**

Τα φυτοφάρμακα που εφαρμόζονται πρέπει να είναι κατά το δυνατόν εκλεκτικά για τον συγκεκριμένο στόχο και να έχουν τις λιγότερες παρενέργειες για την υγεία του ανθρώπου, τους οργανισμούς μη-στόχους και το περιβάλλον.

#### **6<sup>η</sup>. Επέμβαση με τα απαραίτητα επίπεδα (συνιστώμενες δόσεις, μειωμένη συχνότητα εφαρμογής ή μερική/τοπική εφαρμογή)**

Η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων θα πρέπει να γίνεται στα απαραίτητα επίπεδα, π.χ. με συνιστώμενες δόσεις, μειωμένη συχνότητα εφαρμογής ή μερική εφαρμογή. Η μείωση των δόσεων και της συχνότητας των εφαρμογών, καθώς και η μερική (τοπικά) εφαρμογή των ψεκασμών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση ή την ελαχιστοποίηση των κινδύνων στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον ([Barzman et al., 2015](#)). Οι εκτιμήσεις που υπάρχουν, δείχνουν ότι θα μπορούσε να μειωθεί η χρήση φυτοφαρμάκων κατά 50% με 60% χωρίς μείωση στην παραγωγή ([Pimentel et al. 1993](#)).

#### **7<sup>η</sup>. Επέμβαση με τις διαθέσιμες στρατηγικές διαχείρισης της ανθεκτικότητας**

Εάν υπάρχει κίνδυνος να αναπτυχθεί ανθεκτικότητα πρέπει να εφαρμόζονται οι διαθέσιμες στρατηγικές διαχείρισης της ανθεκτικότητας προκειμένου να διατηρηθεί η αποτελεσματικότητα των προϊόντων. Σε αυτές μπορεί να περιλαμβάνεται η εναλλαγή των γεωργικών φαρμάκων με διάφορους τρόπους δράσης.

#### **8<sup>η</sup>. Αξιολόγηση επιτυχίας (ιστορικό επεμβάσεων, παρακολούθηση επιβλαβών οργανισμών)**

Με βάση το ιστορικό χρήσης των φυτοφαρμάκων και την παρακολούθηση των επιβλαβών οργανισμών, θα πρέπει να υπάρχει αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων μέτρων φυτοπροστασίας.

### 3.1.2 Γεωργία Ακριβείας

Στη Γεωργία Ακριβείας (ΓΑ) στόχος είναι η εφαρμογή κατάλληλων γεωργικών πρακτικών, στην κατάλληλη θέση, στον κατάλληλο χρόνο και με κατάλληλη ένταση. Αποτελεί ουσιαστικά μια τακτική διαχείρισης, η οποία χρησιμοποιεί τεχνολογίες, οι οποίες παρέχουν πληροφορία και συλλέγουν δεδομένα από πολλαπλές πηγές, ώστε να διαμορφωθούν αποφάσεις που σχετίζονται με τη φυτική παραγωγή ([Li and Chung, 2015](#)). Η ΓΑ απαιτεί τη συλλογή, αποθήκευση, κοινή χρήση και ανάλυση μεγάλων ποσοτήτων γεωαναφερμένων δεδομένων. Για να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα αυτά αποτελεσματικά, πρέπει να είναι εφικτή η χρήση τους από διαφορετικό υλικό και λογισμικό υπολογιστών, αλλά και από διαφορετικούς φορείς ([Nash et al., 2009](#)). Έτσι, μεταξύ των προτύπων, των τύπων των αρχείων, των διεπαφών και των συστημάτων αναφοράς ενός συστήματος ΓΑ, θα πρέπει να υπάρχει συμβατότητα. Η πολυπλοκότητα του λογισμικού, το υψηλό κόστος, αλλά και ο χρόνος που απαιτείται για τη διαχείριση των δεδομένων αυτών έχει διαπιστωθεί ότι είναι εμπόδια για την ευρύτερη υιοθέτηση της ΓΑ ([Fountas et al., 2005](#); [McBratney et al., 2005](#)). Ωστόσο, τα εμπόδια αυτά, με τις εξελίξεις στο λογισμικό και στο υλικό των υπολογιστών, τείνουν να εξαλειφθούν. Ένα επιπλέον εμπόδιο μπορεί να είναι οι περιορισμένες δεξιότητες ή το μειωμένο ενδιαφέρον που μπορεί να έχουν οι αγρότες στη χρήση τέτοιων συστημάτων ([Kitchen et al., 2005](#)). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη ΓΑ αποτελούν τα πρότυπα για τη μεταφορά των χωρικών δεδομένων με τη χρήση υπηρεσιών Ιστού, οι οποίες επιτρέπουν την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των απομακρυσμένων συστημάτων ([Li and Chung, 2015](#)). Η ΓΑ εστιάζεται σε πολλούς γεωργικούς τομείς, μεταξύ των οποίων είναι η λίπανση, η ζιζανιοκτονία, η άρδευση και η φυτοπροστασία. Για την εξυπηρέτηση των στόχων της ΓΑ χρησιμοποιούνται πολλές τεχνολογίες όπως είναι η τηλεπισκόπηση, τα ΓΠΣ, η ρομποτική και άλλα.

Με την προσέγγιση που ακολουθείται στην έρευνα της παρούσας διατριβή, γίνεται χρήση ΥΘ και ΣΥΘ, με τα οποία μπορούν να καμφθούν οι όποιες επιφυλάξεις για την υιοθέτηση της τεχνολογίας στη γεωργία, αλλά παράλληλα μπορεί να αυξηθεί και η αποτελεσματικότητα και ακρίβεια των εφαρμογών.

### 3.1.3 Χωρική παραλλακτικότητα της διασποράς των επιβλαβών εντόμων

Η χωρική ετερογένεια θεωρείται ως σημαντική πηγή παραλλακτικότητας στα γεωργικά συστήματα. Στην ΟΔΕΟ τα χωρικά σχέδια (spatial patterns) και οι διαδικασίες οι οποίες διαμορφώνουν τη χωροχρονική δυναμική των πληθυσμών των επιβλαβών εντόμων θεωρούνται ολοένα και πιο σημαντικά. Η γεωστατιστική αποτελεί ένα αξιόλογο εργαλείο για τη διερεύνηση των χωρικών μοτίβων των πληθυσμών των επιβλαβών εντόμων και για την υποστήριξη του τρόπου αντιμετώπισης τους ([Sciarretta and Trematerra, 2014](#)). Η χρήση γεωστατιστικών εργαλείων σχετίζεται με την εύρεση των χωρικών σχεδίων των επιβλαβών

εντόμων, τους τρόπους παρακολούθησης του πληθυσμού τους, την κλίμακα που χρησιμοποιείται, την εφαρμογή μεθόδων ΓΑ και τη δημιουργία χαρτών εκτίμησης της επικινδυνότητας της προσβολής. Κατά τη χρήση των γεωστατιστικών εργαλείων θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι τα γεωργικά συστήματα χαρακτηρίζονται από παραλλακτικότητα στο έδαφος, στο μικροκλίμα και στη βιοποικιλότητα. Η παραλλακτικότητα αυτή υπάρχει σε οποιοδήποτε τυπικό αγρό, ο οποίος δέχεται επιδράσεις τόσο από το εσωτερικό περιβάλλον του αγρού, όσο και από το περιβάλλον εκτός των ορίων του αγρού, μέσω αβιοτικών και βιοτικών παραγόντων, οι οποίοι συντελούν σε κλιμακωτή (βαθμιαία) παραλλακτικότητα ([van Helden, 2010](#)). Κατά τον ίδιο τρόπο, στην περίπτωση του πληθυσμού ενός είδους εντόμου που έχει προσβάλλει μια περιοχή, μπορεί να υπάρχει χωρική παραλλακτικότητα από την αλληλεπίδραση της δυναμικής του πληθυσμού του εντόμου και αβιοτικών ή βιοτικών παραγόντων. Στους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη χωρική ετερογένεια είναι η ανάπτυξη του πληθυσμού (αναπαραγωγή, θνησιμότητα) και η διασπορά (μετανάστευση, αποικισμός) του εντόμου. Ο κατακερματισμός των αγρών ασκεί καθοριστική επίδραση στη διαμόρφωση των χωρικών σχεδίων του πληθυσμού των εντόμων, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον των αγρών. Επίσης, η τοποθεσία των διαχειριζόμενων ατόμων του εντόμου καθορίζει και τη δυναμική και τα χαρακτηριστικά της προσβολής την επόμενη περίοδο ([Sciarretta and Trematerra, 2014](#)).

Στην κλασική μεθοδολογία σχεδιασμού πειραμάτων στον αγρό γίνεται εκτίμηση του στατιστικού μέσου με παράλληλη προσπάθεια μείωσης του πειραματικού σφάλματος, απομακρύνοντας ή απομονώνοντας τις πηγές χωρικής παραλλακτικότητας. Αντίθετα, στη χωρική ανάλυση με γεωστατιστικές μεθόδους, ο κύριος στόχος είναι η εύρεση και χαρτογράφηση της χωρικής παραλλακτικότητας και όχι η εκτίμηση του μέσου. Περιοχές οι οποίες θεωρούνται ως πηγή παραλλακτικότητας, όπως είναι για παράδειγμα τα περιθώρια των πειραματικών τεμαχίων, με τις κλασικές μεθόδους εξαιρούνται (δεν γίνεται δειγματοληψία σε αυτές), ενώ αντίθετα στη χωρική ανάλυση με γεωστατιστικές μεθόδους αποτελούν βασικές περιοχές προς διερεύνηση. Επιπλέον, περιοχές που με την περιγραφική στατιστική θα πρέπει να αποφεύγονται λόγω χαμηλού πληθυσμού εντόμων, στη γεωστατιστική θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται και μπορεί να θεωρούνται της ίδιας σημασίας όπως και οι περιοχές με υψηλά επίπεδα παρουσίας του εντόμου ([Brenner et al., 1998](#)). Η χωρική παραλλακτικότητα στους φυσικούς πληθυσμούς αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό, το οποίο θα πρέπει να μελετάται και να λαμβάνεται υπόψη. Στην ΟΔΕΟ και στη ΓΑ η ετερογένεια σε έναν συγκεκριμένο αγρό αναλύεται με σκοπό τη βελτιστοποίηση των χημικών επεμβάσεων ([Park et al., 2007](#)). Ωστόσο, η ενσωμάτωση της χωρικής παραμέτρου στην πράξη, εξακολουθεί να είναι ακόμα περιορισμένη ([Sciarretta and Trematerra, 2014](#)). Η χωρική ανάλυση και η γεωστατιστική μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο στη διερεύνηση της χωρικής παραλλακτικότητας των πληθυσμών των



επιβλαβών εντόμων αλλά και στη λήψη αποφάσεων για την εφαρμογή επεμβάσεων για τον έλεγχο τους.

Η ενσωμάτωση της χωρικής παραλλακτικότητας σε ένα σύστημα ΟΔΕΟ βασίζεται στη χρήση χαρτών, οι οποίοι εμφανίζουν τη διασπορά του πληθυσμού του εντόμου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ελαχιστοποίηση των επεμβάσεων ([Weisz et al., 1995](#); [Brenner et al., 1998](#)). Η προσέγγιση αυτή ακολουθεί τις αρχές της ΓΑ ([Oliver, 2010](#)), αλλά παρά την πρόοδο που έχει επέλθει τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη ΟΔΕΟ εξαρτώμενων από τη θέση παραμένει στην πράξη αρκετά περιορισμένη ακόμα και σήμερα ([Park et al., 2007](#); [Sciarretta et al., 2011](#); [Sciarretta and Trematerra, 2014](#)). Μεταξύ των δυσκολιών που υπάρχουν για την ενσωμάτωση της χωρικής παραλλακτικότητας σε ένα σύστημα ΟΔΕΟ είναι ο εντοπισμός της προσβολής εξωτερικά της περιοχής εφαρμογής και το υψηλό κόστος δειγματοληψίας των προσβολών και της παρακολούθησης του πληθυσμού του εντόμου.

Για την εκτίμηση της χωρικής παραλλακτικότητας του πληθυσμού ενός εντόμου που έχει προσβάλλει μια καλλιέργεια ή καλλωπιστικά φυτά του αστικού πρασίνου και για τη λήψη κατάλληλων αποφάσεων για την αντιμετώπιση του εντόμου, απαιτείται γρήγορη και ακριβής εκτίμηση του πληθυσμού ή της επικινδυνότητας της προσβολής στο χώρο. Η εκτίμηση αυτή είναι αποτέλεσμα δύο βασικών διαδικασιών:

- α) της παρακολούθησης του πληθυσμού του εντόμου και της καταγραφής της προσβολής στο χώρο για διαφορετικές χρονικές περιόδους
- β) της εκτίμησης της επικινδυνότητας προσβολής στο χώρο για τη λήψη κατάλληλων αποφάσεων αντιμετώπισης του εντόμου.

Στη συνέχεια στο πλαίσιο της ΟΔΕΟ και χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες ενός περιβάλλοντος ΓΑ είναι δυνατή η εφαρμογή των αποφάσεων αντιμετώπισης (π.χ ψεκασμοί, καλλιεργητικές επεμβάσεις) του εντόμου με ακρίβεια.

### **3.1.4 Παρακολούθηση των πληθυσμών των επιβλαβών εντόμων**

Η παρακολούθηση του πληθυσμού των επιβλαβών εντόμων είναι σημαντικό θέμα στην ΟΔΕΟ και παραμένει ένα από τα βασικότερα ζητήματα στην προστασία γεωργικών και δασικών εκτάσεων. Παραδοσιακά κατά τη συμβατική διαδικασία, σε επίπεδο αγροκτήματος, εργατικό προσωπικό πραγματοποιεί περιοδικές επισκοπήσεις των παγίδων που έχουν τοποθετηθεί μέσα στα αγροκτήματα, με σκοπό την εκτίμηση του πληθυσμού του επιβλαβούς εντόμου. Στην κάθε παγίδα μπορεί να έχουν τοποθετηθεί φερομόνες ή ελκυστικά τροφής, με σκοπό να προσελκύσουν και να εγκλωβίσουν τα έντομα. Οι παγίδες που χρησιμοποιούνται είναι συγκεκριμένου τύπου, όπως είναι για παράδειγμα οι παγίδες McPhail, Delta και Sticky, οι οποίες έχουν φτιαχτεί με τέτοιο τρόπο, ώστε τα έντομα να μην μπορούν να ξεφύγουν όταν αυτά εισέλθουν στο εσωτερικό τους ή ακουμπήσουν κάποια επιφάνεια τους. Το εργατικό προσωπικό πραγματοποιεί περιοδικά επισκοπήσεις των παγίδων, μετρώντας κάθε φορά τον αριθμό των εντόμων της κάθε παγίδας. Η διαδικασία αυτή δεν είναι μόνο χρονοβόρα και

υψηλού κόστους, αλλά σε πολλές περιπτώσεις δεν προσφέρει ακριβή αποτελέσματα, επειδή οι μετρήσεις μπορεί να επηρεάζονται από την ικανότητα του προσωπικού να αναγνωρίζει τα έντομα αλλά και των συνθηκών που επικρατούν κατά τη διάρκεια των επισκοπήσεων. Επιπλέον, τον πληθυσμό του εντόμου είναι δυνατό να τον επηρεάζουν σημαντικοί παράγοντες, όπως η θερμοκρασία του αέρα, η υγρασία του αέρα και η ταχύτητα του ανέμου. Σημειώνεται ότι κατά τη συμβατική προσέγγιση, οι μετρήσεις λαμβάνονται χειρωνακτικά, επομένως και στην περίπτωση αυτή η διαδικασία είναι χρονοβόρα και αναποτελεσματική.

Παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει με σκοπό την ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων παρακολούθησης και αντιμετώπισης των επιβλαβών εντόμων, η οικονομική ζημιά που προκαλούν συνεχίζει να είναι υψηλή. Αυτό οφείλεται κυρίως σε δύο σημαντικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία είναι η ικανότητα τους να μετακινούνται και να προσβάλλουν άμεσα τους καρπούς. Η αντιμετώπιση των εντόμων σε μεγάλες περιοχές έχει ήδη εφαρμοστεί σε αρκετές περιπτώσεις. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα των συστημάτων που έχουν χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τη γνώση των σχετικών χωροχρονικών δεδομένων και της ταχύτητας που λαμβάνονται τα δεδομένα αυτά. Στην πραγματικότητα, η εφαρμογή τέτοιων συστημάτων μειονεκτεί από την έλλειψη κατάλληλων χωροχρονικών δεδομένων. Για παράδειγμα, τέτοιες ελλείψεις μπορεί να είναι οι ακριβείς περιοχές που πρέπει να ψεκαστούν εντός μιας ευρύτερης περιοχής παρακολούθησης ενός επιβλαβούς εντόμου, τα χρονικά διαστήματα εντός των οποίων πραγματοποιούνται οι επισκοπήσεις και η παρακολούθηση του εντόμου, η ανεπαρκής ενσωμάτωση μετεωρολογικών δεδομένων, οι ακατάλληλοι ψεκασμοί, καθώς και η μη ύπαρξη μηχανισμών ιχνηλασιμότητας των επεμβάσεων. Για το λόγο αυτό, η δημιουργία αποτελεσματικών και αξιόπιστων συστημάτων αντιμετώπισης των επιβλαβών εντόμων πρέπει να περιλαμβάνει την παρακολούθηση τους σε μεγάλες περιοχές, καθώς και τη δυνατότητα άμεσης μεταφοράς δεδομένων και λήψης αποφάσεων.

Ένα ορθολογικό πρόγραμμα παρακολούθησης των επιβλαβών εντόμων συνήθως αποτελεί απαραίτητο εργαλείο για την εφαρμογή περιβαλλοντικά φιλικών μεθόδων αντιμετώπισης, με τις οποίες μπορεί να επιτευχθεί μείωση των χημικών επεμβάσεων, τόσο για τα ήδη εγκατεστημένα έντομα σε μια περιοχή, όσο και για χωροκατακτητικά έντομα τα οποία έχουν εισβάλλει σε μια περιοχή. Ο σκοπός της παρακολούθησης είναι να ανιχνευτεί η παρουσία ή η απουσία των επιβλαβών εντόμων και να εκτιμηθεί ο πληθυσμός τους στον χώρο και στον χρόνο. Παρακολουθώντας τη χωροχρονική κατανομή του πληθυσμού ενός επιβλαβούς εντόμου, μπορεί να ληφθεί απόφαση εάν, τότε, πού και πώς πρέπει να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες επεμβάσεις. Με τη χωρική ανάλυση και τη γεωστατιστική μπορούμε να αποκτούμε χρήσιμη πληροφορία για τη χωρική διασπορά και τη χωροχρονική δυναμική του εντόμου, καθώς και τις επιδράσεις του τοπίου. Όταν για τη χωρική παρακολούθηση του εντόμου χρησιμοποιούνται ελκυστικές συσκευές (π.χ. εντομοπαγίδες),

θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η έκταση που θα τοποθετηθούν, οι διαστάσεις της πειραματικής περιοχής, το εύρος επιρροής της συσκευής και η απόσταση μεταξύ των σημείων δειγματοληψίας ([Perry et al., 2002](#)). Με τις γεωστατιστικές μεθόδους είναι εφικτό να προσδιοριστεί η κατάλληλη απόσταση μεταξύ των ελκυστικών συσκευών, όπως έχει γίνει για παράδειγμα με τον υπονομευτή των φύλλων του καφέ, *Leucoptera coffeella* ([Bacca et al., 2006](#)) και για τη μύγα της Μεσογείου, *Ceratitis capitata* ([Epsky et al., 2010](#)). Όσον αφορά την επιλογή της κατάλληλης κλίμακας του πειραματικού τεμαχίου, αυτή εξαρτάται από τον επιδιωκόμενο σκοπό. Αν το προσδοκώμενο είναι η εύρεση της κανονής του πληθυσμού του εντόμου στο εσωτερικό του αγρού, με σκοπό τη βελτιστοποίηση των επεμβάσεων ή την παρακολούθηση του εντόμου, η δειγματοληψία μπορεί να είναι σε μορφή πλέγματος. Με τον τρόπο αυτό έχουμε πλήρη κάλυψη της περιοχής, συμπεριλαμβάνοντας τμήματα που μπορεί να επηρεάζουν την κατανομή, όπως για παράδειγμα τα περιθώρια του αγροτεμαχίου ([van Helden, 2010](#)). Τα στοιχεία ή χαρακτηριστικά του τοπίου, όπως είναι η ύπαρξη δεντροστοιχιών, καλλιεργούμενων εκτάσεων, ρεμάτων και άλλων, τα οποία μπορεί να δρουν ως εμπόδια ή ως οικολογικά στοιχεία, μπορεί να έχουν ισχυρή επίδραση στη διασπορά του πληθυσμού. Τα σημεία που τοποθετούνται οι παγίδες, απέχουν συχνά πολλά χιλιόμετρα μεταξύ τους, γεγονός που μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απόκρυψη της δυναμικής του εντομολογικού πληθυσμού σε μικρότερη κλίμακα. Σε πείραμα που πραγματοποίησαν οι [Sciarretta et al. \(2011\)](#), για την αντιμετώπιση της Ευδεμίδας (*Lobesia botrana*) σε αμπελώνες, συνέκριναν τη χρήση φερομονικών παγίδων εξωτερικά των αμπελώνων σε σχέση με την εφαρμογή τοπικών ψεκασμών, οι οποίοι ήταν εστιασμένοι στις περισσότερες προσβεβλημένες περιοχές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι με τους εστιασμένους ψεκασμούς χρησιμοποιήθηκε λιγότερο ψεκαστικό υγρό, ψεκάστηκαν λιγότερες εκτάσεις και δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων όσον αφορά τις προσβολές μετά τις επεμβάσεις. Συχνά, στην περίπτωση των εντόμων, δεν υπάρχει προηγούμενη πληροφορία σχετικά με την κατανομή του πληθυσμού του εντόμου και εκτός αυτού η εξέλιξη της μεταβολής του μεγέθους του πληθυσμού και της διασποράς του εντόμου δεν είναι εύκολο να προβλεφθεί. Δεδομένα από προηγούμενα πειράματα μπορεί να βοηθήσουν για την επιλογή του μεγέθους, του αριθμού και των θέσεων των παρατηρήσεων που απαιτούνται. Σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι δυνατό να κατανοηθούν οι κύριοι παράγοντες που προκαλούν το συγκεκριμένο χωρικό σχέδιο ή να μπορεί να προβλεφθεί εκ των προτέρων οποιαδήποτε κατανομή του πληθυσμού ενός εντόμου ([van Helden, 2010](#)). Κάθε αγρός είναι μοναδικός και η κατανομή του πληθυσμού του εντόμου μπορεί να μεταβληθεί από πολλούς παράγοντες, όπως είναι το στάδιο ανάπτυξης του εντόμου, το φαινολογικό στάδιο της καλλιέργειας και οι μετεωρολογικές ή μικροκλιματικές συνθήκες ([Sciarretta and Trematerra, 2014](#)).

Τα έντομα της οικογένειας Tephritidae αποτελούν από τα πιο σημαντικά από οικονομικής άποψης έντομα, αφού κάθε χρόνο ζημιώνουν με τις προσβολές τους την

παραγωγή πολλών οπωρώνων. Ένα βασικό ζήτημα που αφορά την παραγωγή σε ελαιώνες και οπωρώνες είναι η ακριβής και η έγκαιρη παρακολούθηση των πληθυσμών των επιβλαβών εντόμων. Στις μέρες μας το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την ανάπτυξη και την εφαρμογή περιβαλλοντικά αποτελεσματικών τρόπων ηλεκτρονικής παρακολούθησης (η-παρακολούθησης) και με εφαρμογή από εδάφους ψεκασμών, οι οποίοι βασίζονται σε πρότυπα, τεχνολογικές καινοτομίες και γνώση της βιολογίας των επιβλαβών εντόμων, με σκοπό την αύξηση της ποιότητας και της ποσότητας των παραγόμενων καρπών.

Στις περιπτώσεις των χωροκατακτητικών εντόμων, ο έγκαιρος εντοπισμός του εντόμου και τα χωροχρονικά δεδομένα αποτελούν τα πιο σημαντικά στοιχεία των προγραμμάτων που σχετίζονται με την αντιμετώπιση των εντόμων αυτών. Η παρακολούθηση για παράδειγμα της δραστηριότητας του ΚΣΦ είναι πολύ σημαντική για την εύρεση της εγκατάστασης και τη μετέπειτα πορεία του στην περιοχή αυτή. Μετά την αρχική προσβολή των φοινικοειδών μιας περιοχής από το ΚΣΦ, απαιτείται παρακολούθηση των ενήλικων ατόμων. Για το σκοπό αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς φερομονικές παγίδες έγκαιρης ανίχνευση του εντόμου. Ωστόσο, η χρήση παγίδων θα πρέπει να γίνεται με προσοχή, ώστε να μειώνεται ο κίνδυνος για την περαιτέρω διάδοση του εντόμου σε περιοχές που δεν έχουν προσβληθεί ([Rochat, 2006](#); [Faleiro, 2006](#)). Ο [Faleiro \(2006\)](#) προτείνει την εφαρμογή προγραμμάτων ΟΔΕΟ βασισμένα σε φερομονικές παγίδες, όταν η προσβολή σε κοκκοφοίνικες είναι μόλις 1%. Η εφαρμογή προγραμμάτων διαχείρισης του ΚΣΦ, τα οποία βασίζονται στη χρήση παγίδων μπορεί να είναι ανακριβή, καθώς μπορεί να υπερεκτιμούνται ή να υποτιμούνται η πυκνότητα του πληθυσμού του εντόμου στον αγρό ([Giblin-Davis et al, 2013](#)).

### 3.1.5 Προβλήματα διαχείρισης εντομολογικών κινδύνων

Τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά τη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε αγροπεριβαλλοντικές εφαρμογές γεωργικών καλλιεργειών και αστικού πρασίνου φαίνεται να οφείλεται στους παρακάτω λόγους:

- *Πολυπλοκότητα προβλήματος:* Η διαχείριση του προβλήματος έχει υψηλή πολυπλοκότητα λόγω των εξωτερικών συνθηκών που επικρατούν και λόγω της υψηλής πολυπλοκότητας των βιολογικών συστημάτων (φυτά, έντομα κ.α.).
- *Χρήση διαφορετικών τεχνολογιών:* Για τη διαχείριση του προβλήματος απαιτείται η συνεργασία πολλών διαφορετικών τεχνολογιών οι οποίες θα πρέπει να λύνουν τα επιμέρους θέματα του προβλήματος αλλά και να συνεργάζονται πολύ καλά μεταξύ τους.
- *Υπηρεσίες εύκολες στη χρήση:* Οι παρεχόμενες υπηρεσίες θα πρέπει να διευκολύνουν τους εμπλεκόμενους στη διαχείριση χρήστες ή φορείς, χωρίς να απαιτούν από αυτούς να διαθέτουν εξειδικευμένες γνώσεις υπολογιστών.

- *Διακοπή λήψης σήματος*: Οι αγροπεριβαλλοντικές εφαρμογές λαμβάνουν χώρα κατά κύριο λόγο σε εξωτερικούς χώρους και σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει διακοπή λήψης σήματος και πρόσβασης στις υπηρεσίες.

Στην έρευνα της παρούσας διατριβής, το ΣΥΘ που προτείνεται απλοποιεί με κατάλληλα εργαλεία και τεχνολογίες τη διαχείριση της πολυπλοκότητας που υπάρχει σε αγροπεριβαλλοντικές εφαρμογές, βελτιώνει τη συνεργατικότητα μεταξύ των συμμετεχόντων, αμβλύνει τα προβλήματα ετερογένειας και ασυμβατότητας μεταξύ των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών και προσφέρει δυνατότητες συνέχισης εξωτερικών εργασιών σε περιπτώσεις διακοπής λήψης σήματος. Για την επίτευξη των στόχων του ΣΥΘ, έχουν σχεδιαστεί, υλοποιηθεί και χρησιμοποιηθεί κατάλληλες ΥΘ, οι οποίες είναι προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις διαχείρισης και επίλυσης προβλημάτων εντομολογικών κινδύνων.

### 3.2 Υπηρεσίες Θέσης (ΥΘ)

#### 3.2.1 Προσεγγίσεις υπηρεσιών θέσης

Οι ΥΘ επιτρέπουν την απόκτηση πληροφοριών σχετικές με τη θέση μιας συσκευής ή ενός χρήστη, και συχνά παρέχονται ως υπηρεσίες μέσω διαφόρων τρόπων και μέσων. Για παράδειγμα, μεταξύ των χρηστών κινητής τηλεφωνίας, κυρίως κατά την αρχή της συνδιάλεξης αλλά πολλές φορές και κατά τη διάρκεια αυτής, ένα από τα συχνότερα ερωτήματα που πραγματοποιούνται είναι η φράση "Πού είσαι;". Αυτό δείχνει πως η θέση ενέχει ένα στοιχείο αβεβαιότητας στην επικοινωνία. Το γεγονός αυτό μαζί με τη δυνατότητα που έχουν οι πάροχοι κινητής τηλεφωνίας αλλά και οι κινητές συσκευές των χρηστών να προσδιορίζουν τη θέση του χρήστη, δίνει τη δυνατότητα για τη δημιουργία ΥΘ. Οι ΥΘ αντλούν αυτόματα τις γεωγραφικές συντεταγμένες ενός ή περισσότερων χρηστών με σκοπό να δημιουργηθούν, να συγκεντρωθούν, να επιλεγούν ή να φιλτραριστούν πληροφορίες και στη συνέχεια να διατεθούν οι πληροφορίες αυτές στους χρήστες. Τυπικές εφαρμογές ΥΘ είναι ο εντοπισμός της θέσης (π.χ. εστιατορίων, πρατηρίων βενζίνης, εμπορικών καταστημάτων, νοσοκομείων κλπ) και η πλοήγηση.

Αν και οι ΥΘ χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια, δεν υπάρχει ακόμα και σήμερα ένας κοινός ορισμός για το τι είναι ΥΘ, αλλά επίσης, δεν υπάρχει μία διεθνής ονοματολογία των υπηρεσιών αυτών. Οι διεθνείς όροι που συχνά χρησιμοποιούνται για τις ΥΘ είναι Location-based services (LBS), Location-aware services (LAS), Context Aware Location Services, Location-related services (LRS) και Location services (LS) οι οποίες δεν θεωρούνται ταυτόσημες. Στη βιβλιογραφία φαίνεται πως υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις όσον αφορά τις ΥΘ. Ο [Koeppel, \(2000\)](#) αναφέρει πως ΥΘ είναι κάθε υπηρεσία η οποία επεκτείνει (διευρύνει) τη διαδικασία χωρικής επεξεργασίας ή τις δυνατότητες ενός ΓΠΣ στους τελικούς χρήστες μέσω του Διαδικτύου και/ή κινητής τηλεφωνίας. Σύμφωνα με τους [Virrantaus et al., \(2001\)](#), ΥΘ είναι υπηρεσίες πληροφοριών οι οποίες είναι προσβάσιμες με

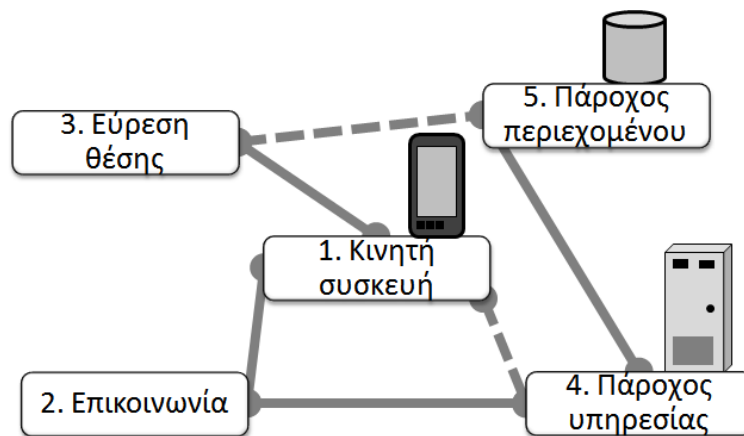
φορητές (κινητές) συσκευές μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας και οι οποίες αξιοποιούν τη δυνατότητα χρήσης της θέσης της κινητής συσκευής. Το [GSM Association \(2003\)](#) ορίζει τις ΥΘ, ως υπηρεσίες οι οποίες χρησιμοποιούν τη θέση ενός στόχου (target) με σκοπό να προσθέσουν αξία στην υπηρεσία. Με την έννοια του στόχου θεωρείται μια οντότητα της οποίας γνωρίζουμε τη θέση. Ωστόσο, η οντότητα αυτή δεν αποτελεί απαραίτητα τον χρήστη της υπηρεσίας. Παραδείγματα που δείχνουν την προστιθέμενη αξία μιας ΥΘ είναι η απεικόνιση της θέσης της οντότητας σε ένα χάρτη και η ενεργοποίηση της υπηρεσίας όταν η οντότητα εισέλθει ή εξέλθει από μια ορισμένη τοποθεσία. Οι [Schiller and Voisard, \(2004\)](#), αναφέρουν πως οι ΥΘ περιγράφουν υπηρεσίες οι οποίες ενοποιούν τη θέση μιας κινητής συσκευής με άλλη πληροφορία η οποία μπορεί να είναι χρήσιμη για το χρήστη. Οι [Küpper, \(2005\)](#) περιγράφουν τις ΥΘ ως υπηρεσίες που χρησιμοποιούν τη θέση ενός χρήστη για να δώσουν προστιθέμενη αξία σε αυτές. Σύμφωνα με το Open Geospatial Consortium ([OGC, 2008](#)), οι ΥΘ είναι ασύρματες-IP υπηρεσίες οι οποίες χρησιμοποιούν γεωγραφικές πληροφορίες για να εξυπηρετήσουν έναν κινητό χρήστη. Κατά τους [Brimicombe and Li, \(2009\)](#), οι ΥΘ είναι η παροχή υπηρεσιών δεδομένων και πληροφοριών, όπου το περιεχόμενο των υπηρεσιών αυτών είναι προσαρμοσμένο στην τρέχουσα ή σε μια προβλεπόμενη θέση και στο περιεχόμενο του κινητού χρήστη. Οι [Wang et al., \(2008\)](#) και [Quercia et al. \(2010\)](#) αναφέρουν, ότι ΥΘ είναι υπηρεσίες οι οποίες είναι προσβάσιμες με κινητές συσκευές μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και χρησιμοποιούν πληροφορίες γεωγραφικής θέσης που παρέχονται από τις κινητές συσκευές. Οι [Salem et al., \(2013\)](#) αναφέρουν πως οι ΥΘ είναι υπηρεσίες που χρησιμοποιούν τη γνώση της γεωγραφικής περιοχής μιας κινητής συσκευής ή περισσότερων κινητών συσκευών, η οποία ή οι οποίες είναι στην πραγματικότητα χρήστες οι οποίοι συνήθως αναφέρονται ως στόχοι, και οι οποίες υπηρεσίες χρησιμοποιούνται είτε για να εμπλουτίσουν υφιστάμενες εφαρμογές, όπως εφαρμογές επίγνωσης περιεχομένου (context-aware) όπου η θέση είναι σημαντικός παράγοντας, ή να παράσχουν νέες υπηρεσίες με βάση τις σχετιζόμενες με τη θέση πληροφορίες, όπως οι υπηρεσίες πλοήγησης και παρακολούθησης της θέσης.

Οι προσεγγίσεις των ΥΘ παρουσιάζουν ως κοινό χαρακτηριστικό, όπως είναι άλλωστε φυσικό, τον εντοπισμό της γεωγραφικής θέσης και της πληροφορίας που σχετίζεται με αυτή. Ωστόσο, οι διαφοροποιήσεις που υπάρχουν μεταξύ τους οφείλονται στη διαχρονική εξέλιξη της τεχνολογίας, στη δυνατότητα χρησιμοποίησης των ΥΘ σε νέες εφαρμογές και σε διαφορετικούς τομείς, καθώς και στο διαφορετικό επιστημονικό πεδίο από το οποίο αναπτύσσονται ή υλοποιούνται. Στην έρευνα της παρούσας διατριβής, εισάγουμε τις ΥΘ στον τομέα της διαχείρισης εντομολογικών κινδύνων και διευρύνουμε τις εφαρμογές τους με σκοπό την κάλυψη θεμάτων που ανακύπτουν στο πλαίσιο της ΟΔΕΟ και της ΓΑ. Διατηρούμε την γεωγραφική θέση, ωστόσο προτείνουμε τη χρήση διαφορετικών τρόπων αναπαράστασής της (γεωγραφικά, καρτεσιανά ή συμβολικά μοντέλα). Επίσης, βελτιώνουμε

τους τρόπους συλλογής του γεωγραφικού περιεχομένου και τη σύνδεσή του με τη γεωγραφική θέση αλλά και με τα χαρακτηριστικά του χρήστη. Επιπλέον, διακρίνουμε τις οντότητες των ΥΘ σε χρήστες, στόχους και χρήστες-στόχους, ανάλογα με το ποια οντότητα παρακολουθεί τις θέσεις, ποιων οντοτήτων παρακολουθείται η θέση και ποιες οντότητες έχουν και τους δύο ρόλους. Θεωρούμε ως οντότητες τόσο μεμονωμένα άτομα, όπως ισχύει στις περισσότερες ΥΘ κοινωνικής δικτύωσης ή εμπορικού περιεχομένου ΥΘ, αλλά επίσης φορείς και αυτόνομα ή τηλεχειριζόμενα αντικείμενα. Τέλος, όσον αφορά την αποθήκευση, ανάκτηση και διαμοιρασμό των δεδομένων, η σχεδίαση βασίζεται και στις αρχές του υπολογιστικού νέφους (Cloud Computing).

### 3.2.2 Δομικά στοιχεία υπηρεσιών θέσης

Για τη χρήση των ΥΘ απαιτούνται πέντε στοιχεία: κινητές συσκευές, δίκτυο επικοινωνίας (το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας που στέλνει τα δεδομένα του χρήστη και το αίτημα για την υπηρεσία από το κινητό τερματικό προς τον πάροχο των υπηρεσιών), το τμήμα εύρεσης της θέσης, τον πάροχο των υπηρεσιών, καθώς και τον πάροχο του περιεχομένου (ή δεδομένων). Η αλληλεπίδραση αυτών των πέντε βασικών στοιχείων των ΥΘ, επιτρέπουν σε ένα κινητό χρήστη να αναζητά την κοντινότερη επιχείρηση ή υπηρεσία σε σχέση με τη θέση του (για παράδειγμα το κοντινότερο βενζινάδικο ή το κοντινότερο εστιατόριο), να λαμβάνει έκτακτες ειδοποιήσεις (για παράδειγμα σχετικά με την κυκλοφοριακή συμφόρηση των δρόμων), να εντοπίζει ταξί και άλλα ([Rainer and Cegielski, 2012](#)). Τα δομικά στοιχεία από τα οποία αποτελούνται οι ΥΘ σύμφωνα με τον [Deblauwe \(2008\)](#) φαίνονται στην Εικόνα 3.3.



Εικόνα 3.3. Τα δομικά στοιχεία των ΥΘ  
(Προσαρμογή από [Deblauwe \(2008\)](#))

Τα δομικά στοιχεία των ΥΘ είναι τα εξής:

- α. Κινητές συσκευές

Ανάλογα με τον τύπο της εφαρμογής αλλά κυρίως με τις δεξιότητες των χρηστών για τους οποίους προορίζεται η εφαρμογή, υπάρχει μια πληθώρα από διαφορετικές κινητές συσκευές, οι οποίες μπορεί να κατηγοριοποιηθούν σε απλού σκοπού και πολλαπλού σκοπού. Οι απλού σκοπού κινητές συσκευές εξυπηρετούν μία μόνο εφαρμογή ΥΘ σε αντίθεση με τις πολλαπλού σκοπού κινητές συσκευές, οι οποίες μπορούν να εξυπηρετούν περισσότερες από μία εφαρμογές ΥΘ. Παράδειγμα απλού σκοπού κινητής συσκευής είναι η κινητή συσκευή για την πλοήγηση του αυτοκινήτου. Υπάρχουν πολλοί τύποι πολλαπλού σκοπού κινητές συσκευές όπως τα smartphones, Pocket PCs, Personal Digital Assistances (PDAs), laptops, tablets, κ.α. Οι μικρές πολλαπλού σκοπού συσκευές έχουν κάποιους περιορισμούς, οι οποίοι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία ανάπτυξης των ΥΘ. Οι συσκευές αυτές έχουν περιορισμένη υπολογιστική ισχύ και μνήμη, περιορισμένο αποθηκευτικό χώρο και σχετικά μικρή διάρκεια της μπαταρίας σε σχέση με τους υπολογιστές γραφείου. Επιπλέον, η διεπαφή του χρήστη είναι περιορισμένη λόγω της μικρής οθόνης. Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά τους, οι κινητές συσκευές αναπτύσσονται και βελτιώνονται τεχνολογικά συνεχώς, και οι περιορισμοί που υπάρχουν αμβλύνονται.

### *β. Το δίκτυο επικοινωνίας*

Ο κύριος σκοπός του δικτύου επικοινωνίας είναι η μεταφορά δεδομένων από και προς τον χρήστη. Καθώς ο χρήστης δεν μένει σταθερά σε ένα σημείο αλλά κινείται, η μόνη δυνατότητα για επικοινωνία είναι μέσω ασύρματων δικτύων. Το δίκτυο επικοινωνίας μεταφέρει δεδομένα θέσης και τα αιτήματα του χρήστη στον πάροχο της υπηρεσίας, καθώς και το περιεχόμενο που διατίθεται από τον πάροχο στην κινητή συσκευή. Ο Πίνακας 3.1 παρουσιάζει τρεις κατηγορίες ασύρματων τεχνολογιών.

Τα Ασύρματα Μητροπολιτικά Δίκτυα (Wireless Wide Area Networks, WWAN) εστιάζουν στο να προσφέρουν ευρεία συνδεσιμότητα ενώ τα Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (Wireless Local Area Networks, WLAN) και τα Ασύρματα Προσωπικά Δίκτυα (Wireless Personal Area Networks, WPAN) χρησιμοποιούνται περισσότερο για εσωτερικούς χώρους.

### *γ. Τεχνολογίες εντοπισμού θέσης*

Οι τεχνολογίες προσδιορισμού και εντοπισμού θέσης παρέχουν τη θέση της κινητής συσκευής και επιτρέπουν την ανάπτυξη ΥΘ.

### *δ. Πάροχοι εφαρμογής ή υπηρεσιών*

Καθώς οι ΥΘ μπορεί να εκτελούνται σε κινητές συσκευές με περιορισμένες υπολογιστικές δυνατότητες, οι πιο απαιτητικοί υπολογισμοί θα μπορούσε να



πραγματοποιηθούν σε έναν εξυπηρέτη και στη συνέχεια να γίνεται ενημέρωση της συσκευής με την απαραίτητη πληροφορία. Στην περίπτωση που η ΥΘ αφορά τις θέσεις δύο ή περισσότερων στόχων, τότε η χρήση εξυπηρέτη θεωρείται αναγκαία. Υπάρχουν δύο διαφορετικές εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιήσει ο εξυπηρέτης. Πρώτον, θα πρέπει να κάνει διαχείριση της θέσης και δεύτερον, θα πρέπει να συνδέεται με βάσεις δεδομένων με σκοπό την εξαγωγή πληροφορίας που αφορά το αίτημα του χρήστη για τη συγκεκριμένη θέση.

Πίνακας 3.1 Κατηγορίες ασύρματων τεχνολογιών

| Διαδικτυακή Τεχνολογία | Εύρος             | Ρυθμός μετάδοσης     | Συχνότητα       |                        |
|------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| WWAN                   | GSM (2G)          | Απόσταση σταθμού     | 9-14 Kbps       | 0,9, 1,8 & 2,4 GHz     |
|                        | EDGE (2.5G)       | Απόσταση σταθμού     | 160 Kbps        | 0,9, 1,8 & 2,4 GHz     |
|                        | UMTS(3G)          | 100m-35km            | 2 Mbps          | Αδειοδοτημένο φάσμα    |
|                        | WiMAX             | Περισσότερο από 50km | 2-12 Mbps       | Αδειοδοτημένο φάσμα    |
|                        | LTE Advanced (4G) |                      | 200mbps - 1Gbps | Αδειοδοτημένο φάσμα    |
| WLAN                   | UWB               | 10m                  | 100 Mbps        | 2,4 & 5 GHz            |
|                        | IEEE 802.11a      | 50m                  | 54 Mbps         | Μη αδειοδοτημένο φάσμα |
|                        | IEEE 802.11b      | 100m                 | 11 Mbps         | Μη αδειοδοτημένο φάσμα |
| WPAN                   | Bluetooth         | 10m                  | 1 Mbps          | Μη αδειοδοτημένο φάσμα |
|                        | irDA (infrared)   | 1-1,5m               | 1-16 Mbps       | Μη αδειοδοτημένο φάσμα |

*ε. Πάροχοι δεδομένων και περιεχομένου*

Τα δεδομένα μπορεί να κατηγοριοποιηθούν σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια:

- *Διάρκεια ισχύος*: Η διάρκεια που μπορεί να ισχύουν τα δεδομένα μπορεί να είναι από πολύ μικρή, μέχρι πολύ μεγάλη. Για πολύ δυναμικά δεδομένα (π.χ. θερμοκρασία του αέρα), η διάρκεια ισχύος μπορεί να είναι μερικά δευτερόλεπτα, ενώ για σχεδόν στατικά δεδομένα (π.χ. γεωλογικοί σχηματισμοί) δεν υπάρχει ουσιαστικά διάρκεια ισχύος.

- *Το μέγεθος των δεδομένων:* Τα δεδομένα μπορεί να καταλαμβάνουν πολύ μικρό όγκο (για παράδειγμα τα σημεία των στάσεων ενός λεωφορείου) μέχρι τεράστιο όγκο (για παράδειγμα τα δεδομένα ενός οδικού δικτύου).
- *Θέση δεδομένων:* Τα δεδομένα μπορεί να βρίσκονται τοπικά (για παράδειγμα σε μια τοπική κάρτα μνήμης) ή απομακρυσμένα σε κάποιον εξυπηρετή. Στη δεύτερη περίπτωση απαιτείται ασύρματη επικοινωνία για να υπάρχει πρόσβαση στα δεδομένα αυτά.

### 3.2.3 Κατηγοριοποίηση υπηρεσιών θέσης

Οι ΥΘ χρησιμοποιούνται σε πολλά πεδία και εφαρμογές και θα πρέπει να είναι ικανές να εντοπίζουν την πληροφορία που σχετίζεται με τη γεωγραφική θέση και τη γεωγραφική πληροφορία, τη δρομολόγηση, την αναζήτηση και τα πολυμέσα, με τα χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις του χρήστη.

Παραδοσιακά οι ΥΘ αντλούν τις τρέχουσες θέσεις ενός ή περισσότερων γνωστών στόχων και πραγματοποιούν τη χαρτογράφηση από το σύνολο των στόχων πάνω στο σύνολο των θέσεων. Ωστόσο, η χαρτογράφηση μπορεί να πραγματοποιηθεί και με την αντίθετη κατεύθυνση, δηλαδή από τις θέσεις στους στόχους. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να προσδιοριστεί ο αριθμός και ενδεχομένως η ταυτότητα των στόχων οι οποίοι παραμένουν σε μια συγκεκριμένη θέση. Στην περίπτωση των υπηρεσιών "θέση του στόχου", ο στόχος που πρόκειται να εντοπιστεί πρέπει να είναι γνωστός εκ των προτέρων, και στη συνέχεια ενεργοποιείται η διαδικασία προσδιορισμού θέσης, μέσω επικοινωνίας της εφαρμογής ή ενός εξυπηρετή θέσης και της κινητής συσκευής του στόχου. Από την άλλη μεριά στην περίπτωση των υπηρεσιών "επισκεπτών στις θέσεις", δεν υπάρχει εγκατεστημένο ή σπάνια έχει εγκατασταθεί κατάλληλο σύστημα προσδιορισμού θέσης. Εναλλακτικά οι στόχοι οι οποίοι βρίσκονται σε μια περιοχή, μπορεί να εντοπιστούν κάνοντας χωρικά ερωτήματα σε μια κεντρική βάση δεδομένων, στην οποία καταγράφονται διαρκώς όλοι οι στόχοι που ενδιαφέρουν. Τυπικά οι ΥΘ πρώτης γενιάς είναι ενεργητικές, αυτό-αναφερόμενες, απλού στόχου και αναφέρονται σε εφαρμογές εξωτερικών χώρων.

Οι [Schiller and Voisard \(2004\)](#) κατηγοριοποιούν τις ΥΘ σε έξι κατηγορίες:

- Υπηρεσίες ενημέρωσης και ψυχαγωγίας (Infotainment services),
- Υπηρεσίες εντοπισμού (Tracking services),
- Υπηρεσίες επιλεκτικής διάδοσης πληροφοριών (Selective information dissemination),
- Παιχνίδια βασισμένα στη θέση (Location-based games),
- Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης (Emergency support services), και
- Υπηρεσίες χωρο-χρέωσης (Location-sensitive billing)

Ο Πίνακας 3.2 συνοψίζει τις έξι κατηγορίες ΥΘ.

Πίνακας 3.2. Κατηγοριοποίηση Υπηρεσιών θέσης

| Κατηγορία ΥΘ                               | Παραδείγματα εφαρμογών   |
|--|--|
| Υπηρεσίες ενημέρωσης και ψυχαγωγίας        | Εφαρμογές εύρεσης (π.χ. δρόμων, θέσης, καταστημάτων, εστιατόρια, βενζινάδικα, χώρων στάθμευσης)<br>Παροχής πληροφοριών (π.χ. τουριστικοί και ταξιδιωτικοί οδηγοί)  |
| Υπηρεσίες εντοπισμού                       | Για εμπορεύματα και οχήματα<br>Για ανθρώπους (π.χ. φροντίδα παιδιών, ηλικιωμένων, ασθενών, και εντοπισμό παραβατών)<br>Για ασφάλεια των αντικειμένων (π.χ. αυτοκίνητα)<br>Για κατανομή εργατικού δυναμικού<br>Σε αλυσίδα εφοδιασμού και αποθεμάτων |
| Υπηρεσίες επιλεκτικής διάδοσης πληροφοριών | Στοχοθετημένη διάδοση περιεχομένου (π.χ. διαφημίσεις)  |
| Παιχνίδια βασισμένα στη θέση               | Κυνήγι θησαυρού  |
| Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης                 | Ασθενοφόρο, Πυροσβεστική, Αστυνομία, Οδική βοήθεια   |
| Υπηρεσίες χωρο- χρέωσης                    | Κλήση με χρέωση, Πληρωμή διοδίων, Αγορές αγαθών και υπηρεσιών  |

(Προσαρμογή από [Schiller & Voisard \(2004\)](#))

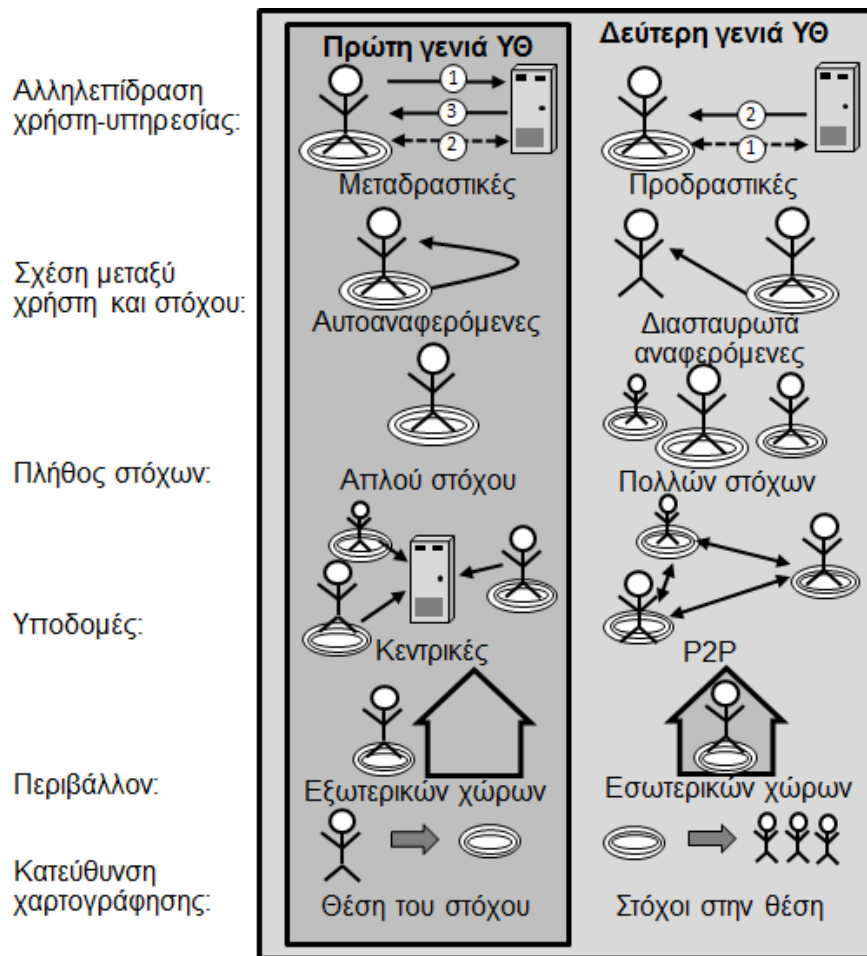
Η Εικόνα 3.4 δείχνει την κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους σύμφωνα με τους [Küpper et al. \(2006\)](#), [Deblauwe \(2008\)](#) και [Yang \(2010\)](#). Οι [Küpper et al. \(2006\)](#) διαχωρίζουν τις ΥΘ σε αυτές της πρώτης γενιάς (first generation) και τις ΥΘ της επόμενης γενιάς (next generation). Οι περισσότερες από τις υπηρεσίες της πρώτης γενιάς είναι υπηρεσίες εντοπισμού, οι οποίες δείχνουν στους χρήστες πληροφορίες κοντινών σημείων ενδιαφέροντος (π.χ. το κοντινότερο βενζινάδικο).

Οι κατηγορίες των ΥΘ σε σχέση με τις βασικές τους λειτουργίες είναι οι εξής:

α. *Αλληλεπίδραση χρήστη-υπηρεσίας*

Ανάλογα με την αλληλεπίδραση χρήστη-υπηρεσίας οι ΥΘ διακρίνονται σε μεταδραστικές (reactive ή active ή pull services) και προδραστικές (proactive ή push services). Οι ΥΘ λέγονται μεταδραστικές όταν οι υπηρεσίες αυτές είναι διαθέσιμες στον χρήστη ύστερα από σχετικό αίτημά του. Στην περίπτωση που οι ΥΘ διατίθενται στον χρήστη χωρίς να προηγηθεί αίτημά του, αλλά με αυτόματο τρόπο, συνήθως ενεργοποιώντας ένα προκαθορισμένο χωροχρονικό γεγονός, οι υπηρεσίες αυτές καλούνται προδραστικές. Στην πρώτη περίπτωση ο χρήστης στέλνει τις γεωγραφικές συντεταγμένες που δίνει η συσκευή του και αιτείται την ΥΘ. Στη δεύτερη περίπτωση (προδραστικές ΥΘ), ο χρήστης έχει συναινέσει στο να είναι η θέση του διαθέσιμη σε συγκεκριμένη ΥΘ, η οποία ενεργοποιείται όταν καλυφθούν ορισμένα χωροχρονικά κριτήρια, όπως για παράδειγμα η εύρεση του κοντινότερου εστιατορίου. Στην περίπτωση των προδραστικών ΥΘ, η θέση του χρήστη θα

πρέπει να παρακολουθείται και να συσχετίζεται με τη χωρική πληροφορία συνέχεια, ώστε να είναι δυνατή η συσχέτιση των γεγονότων.



Εικόνα 3.4. Κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους (Προσαρμογή από [Küpper et al. \(2006\)](#), [Deblauwe \(2008\)](#), [Yang \(2010\)](#))

**β. Σχέση μεταξύ χρήστη και στόχου**

Οι όροι χρήστη ΥΘ και στόχος ΥΘ διαφοροποιούνται σε ένα ΣΥΘ. Ο χρήστης είναι ένα άτομο το οποίο χρησιμοποιεί τις λειτουργίες των ΥΘ. Ο στόχος αναφέρεται στο άτομο ή το αντικείμενο το οποίο εντοπίζεται ή παρακολουθείται και από το οποίο προκύπτουν τα δεδομένα θέσης. Αυτό επιτρέπει τον διαχωρισμό των ΥΘ σε αυτο-αναφερόμενες (self-referencing) και διασταυρωτά αναφερόμενες (cross-referencing). Οι αυτο-αναφερόμενες ΥΘ είναι εκείνες κατά τις οποίες ο χρήστης και ο στόχος είναι το ίδιο άτομο, και επομένως ο χρήστης χρησιμοποιεί τη δική του θέση. Τυπικό παράδειγμα είναι η δρομολόγηση αυτοκινήτου, όπου η θέση του αυτοκινήτου είναι αυτή που έχει σημασία για την εφαρμογή, ώστε να δοθούν από την ΥΘ οι κατάλληλες οδηγίες στον οδηγό. Οι διασταυρωτά αναφερόμενες ΥΘ είναι οι υπηρεσίες εκείνες κατά τις οποίες ο στόχος δεν είναι το ίδιο άτομο ή αντικείμενο με το χρήστη της ΥΘ. Τυπικό παράδειγμα σε αυτή την περίπτωση είναι η

παρακολούθηση των δεμάτων αποστολής από μία εταιρεία ταχυμεταφοράς. Στο παράδειγμα αυτό, ο χρήστης είναι η εταιρεία ταχυμεταφοράς και οι στόχοι είναι τα δέματα αποστολής.

#### *γ. Πλήθος στόχων*

Ανάλογα με τον αριθμό των στόχων οι οποίοι συμμετέχουν σε μια εφαρμογή ΥΘ, είναι δυνατό να διακρίνουμε τις ΥΘ σε απλού στόχου και πολλών στόχων. Στην περίπτωση του απλού στόχου γίνεται παρακολούθηση της θέσης ενός μόνο στόχου. Συνήθως, οι απλού στόχου ΥΘ χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν κάποια συναφή με τη γεωγραφική θέση πληροφορία. Στις πολλών στόχων ΥΘ, οι στόχοι είναι περισσότεροι από έναν και οι θέσεις τους σχετίζονται μεταξύ τους. Παράδειγμα τέτοιων ΥΘ είναι η ανίχνευση αν δύο ή περισσότεροι στόχοι έρχονται σε εγγύτητα ή αποχωρίζονται. Οι πολλών στόχων ΥΘ εστιάζονται στο να λαμβάνουν την πληροφορία μεταξύ των χωρικών σχέσεων των στόχων.

#### *δ. Υποδομές*

Οι ΥΘ ανάλογα με τις υποδομές που τις υποστηρίζουν διακρίνονται σε κεντρικές (Centric) και ομότιμες μεταξύ των στόχων (peer to peer, P2P). Οι κεντρικές ΥΘ διαχειρίζονται από έναν κεντρικό εξυπηρετή θέσης ή από μια απομακρυσμένη κεντρική εφαρμογή. Αντίθετα, οι P2P ΥΘ είναι αυτοδιαχειριζόμενες, δηλαδή τα δεδομένα θέσης διατίθενται απευθείας μεταξύ των χρηστών χωρίς να απαιτούνται ενδιάμεσοι μηχανισμοί.

#### *ε. Περιβάλλον*

Ανάλογα με το περιβάλλον που χρησιμοποιούνται οι ΥΘ διακρίνονται σε εξωτερικών χώρων (outdoor) και εσωτερικών χώρων (indoor). Οι ΥΘ εξωτερικών χώρων είναι διαθέσιμες μέσα σε μια μεγάλη σχετικά γεωγραφική περιοχή, οι οποίες χρησιμοποιούν δορυφορικές ή δικτυακές τεχνολογίες προσδιορισμού θέσης. Για παράδειγμα χρησιμοποιούν GPS (δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης) ή Cell-ID (δικτυακό σύστημα προσδιορισμού θέσης). Στην περίπτωση των εξωτερικών ΥΘ, η θέση συνήθως αναπαριστάται υπό τη μορφή συντεταγμένων, ενώ αντίθετα στην περίπτωση των ΥΘ εσωτερικών χώρων η θέση αναπαριστάται με συμβολικές τοποθεσίες εντός του εσωτερικού χώρου, όπως για παράδειγμα είναι κάποιο κτήριο. Οι συμβολικές τοποθεσίες μπορεί να περιλαμβάνουν τους ορόφους του κτηρίου, τα γραφεία των ορόφων και τη θέση αντικειμένων εντός των γραφείων, όπως για παράδειγμα η θέση των εκτυπωτών.

#### *στ. Κατεύθυνση χαρτογράφησης*

Η διαφορά μεταξύ της θέσης του στόχου (location of target) και των επισκεπτών ή στόχων στη θέση (visitors at location) δημιουργείται κυρίως από τον τρόπο υλοποίησης της τεχνολογίας προσδιορισμού της θέσης. Όταν μια εφαρμογή ΥΘ κάνει χρήση της θέσης ενός ή περισσότερων στόχων, η εφαρμογή βρίσκεται σε λειτουργία "θέση του στόχου" (location of target mode). Η γεωγραφική θέση χρησιμοποιείται ως σημείο εκκίνησης από το οποίο μπορεί να εξαχθεί άλλη πληροφορία. Για παράδειγμα, τα συστήματα πλοήγησης

αυτοκινήτων βασίζουν την απόφασή τους αν το αυτοκίνητο πλησιάζει τον επιλεγμένο από τον χρήστη προορισμό, συγκρίνοντας τις γεωγραφικές συντεταγμένες του αυτοκινήτου με αυτές του προορισμού. Μια ΥΘ λέμε ότι βρίσκεται σε λειτουργία "επισκεπτών στη θέση" (visitors at location), όταν η εφαρμογή γνωρίζει μόνο τα τερματικά που βρίσκονται εντός μιας ορισμένης περιοχής (ζώνης), χωρίς ωστόσο να υπάρχει πληροφορία για την ακριβή θέση των τερματικών.

### 3.2.4 Μέθοδοι και τεχνολογίες εντοπισμού θέσης

Ένα από τα θεμελιώδη συστατικά των εφαρμογών ΥΘ είναι η εύρεση της θέσης ατόμων ή αντικειμένων. Ο σχεδιασμός των ΥΘ εστιάζεται στον βαθμό ακρίβειας με τον οποίο προσδιορίζεται η θέση του χρήστη. Για την προσέγγιση της θέσης ενός σημείου (ή κόμβου) απαιτείται να πραγματοποιηθούν μια σειρά από λειτουργίες με τις οποίες θα βρεθούν οι συντεταγμένες του σημείου σε δύο ή σε τρεις διαστάσεις και συγκεκριμένα το γεωγραφικό μήκος, το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρο του σημείου. Οι πληροφορίες αυτές που αφορούν τη θέση μπορεί να αναφέρονται σε εξωτερικούς χώρους (π.χ. ένα αγρόκτημα) ή σε εσωτερικούς χώρους (π.χ. το εσωτερικό ενός κτηρίου). Ωστόσο, για την εύρεση της θέσης απαιτούνται διαφορετικές μέθοδοι και μαθηματικές αρχές για κάθε τύπο χώρου (εσωτερικό, εξωτερικό).

Προκειμένου να μπορεί να χαρτογραφηθεί η θέση ενός κόμβου, οι ΥΘ απαιτούν τεχνικές εντοπισμού θέσης, οι οποίες βασίζονται σε δορυφορικές και ασύρματες τεχνολογίες καθώς και σε ΓΠΣ. Υπάρχουν τεχνολογίες εντοπισμού της θέσης οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό της θέσης ενός αντικειμένου ή ενός ατόμου με εξαιρετική ακρίβεια. Οι μαθηματικές αρχές και οι διάφορες μέθοδοι εντοπισμού θέσης οι οποίες χρησιμοποιούνται στον εντοπισμό της θέσης ενός κόμβου αναφέρονται παρακάτω ([Keikhosrokiani, 2013](#)).

#### *Γεωμετρικές αρχές:*

1. Τριγωνισμός (Triangulation)
2. Πολυπλευρισμός (Multilateration)
3. Χρήση γραμμών και γωνιών υπερβολικών καμπυλών (Hyperbolic used lines and angles)

#### *Τεχνικές εντοπισμού θέσης:*

1. Γωνία αφίξεως (Angle of Arrival, AoA)
2. Χρόνος αφίξεως (Time of Arrival, ToA)
3. Διαφορά χρόνου αφίξεως (Time Difference of Arrival, TDoA)
4. Ισχύς λαμβανόμενου σήματος (Received Signal Strength, RSS)

Υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι και τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της θέσης μιας συσκευής. Τα συστήματα εντοπισμού θέσης αποτελούνται από

το υλικό των υπολογιστών, τη μονάδα μετρήσεων και το σήμα μετάδοσης και διαφέρουν ως προς στα χαρακτηριστικά τους, όπως είναι η ακρίβεια, η αξιοπιστία και ταχύτητα απόκρισης. Τα ασύρματα συστήματα εντοπισμού θέσης μπορεί να κατηγοριοποιηθούν στις εξής κατηγορίες:

1. *Βασισμένα στη συσκευή (handset-based)*. Η συσκευή υπολογίζει τη θέση της.
2. *Βασισμένα στο δίκτυο (network-based)*. Η θέση της συσκευής υπολογίζεται από το δίκτυο,
3. *Υβριδικά*. Υπάρχει συνεργασία μεταξύ συσκευής και δικτύου προκειμένου να υπολογιστεί η θέση της συσκευής.

Το GPS αποτελεί ένα από τα συστήματα εντοπισμού θέσης που είναι βασισμένα στη συσκευή. Στην περίπτωση του GPS η εκτίμηση της θέσης της συσκευής πραγματοποιείται στη συσκευή μέσω των σημάτων που λαμβάνονται από τουλάχιστον τέσσερις δορυφόρους ([Rappaport et al., 1996](#)). Υπάρχουν επίσης συστήματα εντοπισμού θέσης που βασίζονται στο δίκτυο, όπως είναι το κυψελωτό δίκτυο ασύρματης επικοινωνίας, καθώς και υβριδικού συστήματος εντοπισμού θέσης όπως είναι το Υποβοηθούμενο-Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (Assisted-Global positioning System, A-GPS) ([Ficco and Russo, 2009](#)).

Τα συστήματα εντοπισμού θέσης μπορούν επίσης να κατηγοριοποιηθούν σε δορυφορικά, εσωτερικών χώρων και βασισμένα σε δίκτυα όπως φαίνεται παρακάτω:

1. *Δορυφορικά συστήματα ή συστήματα εντοπισμού σε εξωτερικούς χώρους*: Με τη χρήση δορυφόρων η θέση μπορεί να εντοπιστεί οπουδήποτε στην επιφάνεια της γης. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως ο καιρός, έχουν μικρή επίδραση στη διαδικασία εντοπισμού της θέσης και η ακρίβεια που παρέχουν είναι μεγάλη. Το σύστημα NAVSTAR GPS είναι από τα πιο δημοφιλή συστήματα εντοπισμού της θέσης. Επίσης, υπάρχει το σύστημα GLONASS και το σύστημα GALILEO. Το GPS λειτουργεί αποδοτικά κυρίως σε εξωτερικούς χώρους και όταν η ατμόσφαιρα είναι σχετικά καθαρή.
2. *Συστήματα εντοπισμού σε εσωτερικούς χώρους*: Τα συστήματα εντοπισμού θέσης εσωτερικών χώρων περιορίζονται σε κτήρια ή σε ορισμένα δωμάτια μέσα σε ένα κτήριο. Τα συστήματα αυτά διαφέρουν μεταξύ τους στους βασικούς μηχανισμούς, στην ακρίβεια και στο κόστος και βασίζονται σε υπέρυθρη ακτινοβολία, ραδιοκύματα, υπερήχους ή βίντεο.
3. *Συστήματα εντοπισμού βασισμένα σε δίκτυο*: Τα βασισμένα σε δίκτυο συστήματα εντοπισμού θέσης μπορούν να χωριστούν ανάλογα με την υποδομή που διαθέτουν σε τρεις υποκατηγορίες:

α) *Συστήματα βασισμένα σε κυψελωτά δίκτυα*: Το GSM είναι ένα δημοφιλές σε όλο τον κόσμο πρότυπο για υπηρεσίες σε δίκτυα κυψέλης. Χωρίς επιπλέον εγκαταστάσεις, είναι δυνατός ο προσδιορισμός της θέσης μέσα σε ένα δίκτυο GSM,

το οποίο γνωρίζει ακριβώς σε ποιο κελί, ποιο κινητό τηλέφωνο είναι καταχωρημένο. Πριν χρησιμοποιηθούν τα συστήματα αυτά χρειάζεται να εκπαιδευτούν.

β) Συστήματα βασισμένα σε ασύρματα τοπικά δίκτυα: Τα συστήματα αυτά είναι χρήσιμα σε εσωτερικούς χώρους αλλά μπορούν να λειτουργήσουν και σε εξωτερικούς χώρους. Πολλά συστήματα έχουν προταθεί, τα οποία χρησιμοποιούν διαφορετικούς αλγορίθμους, έχουν διαφορετική απόδοση και στοχεύουν σε διαφορετικά περιβάλλοντα.

γ) Συστήματα βασισμένα σε ειδικού σκοπού (*ad hoc*) δίκτυα αισθητήρων: Στην περίπτωση αυτή ο προσδιορισμός θέσης βασίζεται σε ένα δίκτυο αισθητήρων και στις ιδιότητες της διάδοσης σημάτων σε μικρές αποστάσεις. Παραδείγματα που ανήκουν σε αυτή την υποκατηγορία είναι τα Bluetooth, IrDA, Active Badge, Cricket, Dolphin, Active Bat, Cyberguide, RFID και άλλα ([Deak et al., 2012](#)).

Ο Πίνακας 3.3 παρουσιάζει τις τεχνολογίες εντοπισμού θέσης που χρησιμοποιούνται στις ΥΘ τόσο για εξωτερικούς όσο και για εσωτερικούς χώρους.

Πίνακας 3.3. Μέθοδοι εντοπισμού θέσης που χρησιμοποιούνται στις ΥΘ

| Τύπος                        | Μέθοδος υπολογισμού                         | Τεχνολογικές υποδομές       | Ακρίβεια  |
|------------------------------|---|-----------------------------|-----------|
| <b>Βασισμένα στη συσκευή</b> | Global Positioning System (GPS)             | Δορυφορικά                  | 50-100 m  |
|                              | Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)   | Κυψελωτά δίκτυα             | 60-200 m  |
|                              | Advanced Forward Link Trilateration (A-FLT) | Κυψελωτά δίκτυα             | 50-200 m  |
|                              | Enhanced Forward Link Trilateration (E-FLT) | Κυψελωτά δίκτυα             | 250-300 m |
| <b>Βασισμένα στο δίκτυο</b>  | Cell-ID, Cell of Origin (CoO)               | Κυψελωτά δίκτυα             | 10-35 km  |
|                              | Time of Arrival (ToA)                       | Κυψελωτά δίκτυα             | 100-400 m |
|                              | Uplink Time Difference of Arrival (U-TDoA)  | Κυψελωτά δίκτυα             | 50-150 m  |
|                              | Angle of Arrival (AoA)                      | Κυψελωτά δίκτυα, WLAN       |           |
|                              | Received Signal Strength (RSS)              | Κυψελωτά δίκτυα, WLAN       |           |
| (Multipath-) Fingerprint     | Κυψελωτά δίκτυα, WLAN                       |                             |           |
| <b>Υβριδικά</b>              | Timing Advance (TA)                         | GSM                         | 100-550 m |
|                              | Assisted Global Positioning System (A-GPS)  | Δορυφορικά, Κυψελωτά δίκτυα | 3-20 m    |

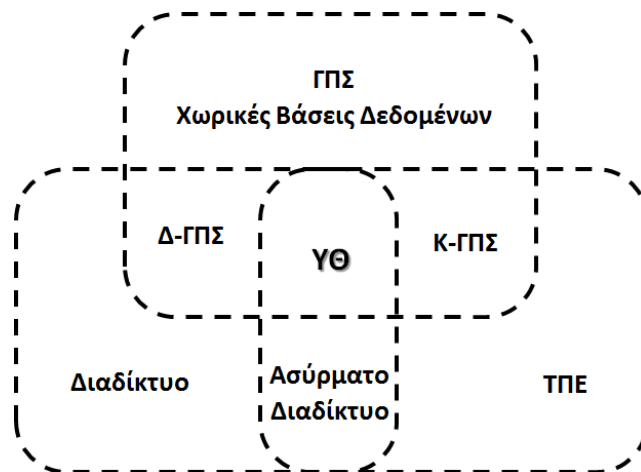
(Προσαρμογή από: [Virtantaus et al., 2001](#); [Schiller and Voisard, 2004](#); [Keikhosrokiani, 2013](#))



Κάθε μέθοδος εντοπισμού θέσης έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, και για το λόγο αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιείται στις κατάλληλες περιπτώσεις. Για παράδειγμα, το GPS είναι κατάλληλο για εξωτερικούς χώρους, αλλά δεν προσφέρεται ως λύση στην περίπτωση εσωτερικών χώρων ή απότομων χαράδρων, ενώ επιπλέον υπάρχει κάποια σχετική καθυστέρηση όσον αφορά τον υπολογισμό της θέσης. Από την άλλη μεριά όμως το GPS δεν απαιτεί επιπλέον δικτυακές εγκαταστάσεις και καλύπτει αρκετά καλά θέματα ιδιωτικότητας του χρήστη. Το E-OTD έχει επίσης καλή κάλυψη της ιδιωτικότητας του χρήστη, ωστόσο απαιτεί να πραγματοποιηθούν τροποποιήσεις στη συσκευή και στο δίκτυο. Η FLT όχι μόνο έχει μειωμένη πολυπλοκότητα, αλλά, επίσης, απαιτεί να πραγματοποιηθούν τροποποιήσεις στη συσκευή και στο δίκτυο. Η cell-ID δεν απαιτεί τροποποιήσεις στη συσκευή και το κόστος είναι χαμηλότερο σε σχέση με άλλες μεθόδους, ωστόσο έχει μικρότερη ακρίβεια στον εντοπισμό της θέσης σε σχέση με άλλες μεθόδους. Η ToA και η U-TDoA έχουν καλύτερη ακρίβεια σε σχέση με την cell-ID και μπορούν να υπολογίζουν εκτός από τη θέση, την ταχύτητα και την κατεύθυνση. Η ToA δεν απαιτεί καμιά τροποποίηση στη συσκευή ενώ η TDoA απαιτεί ορισμένες τροποποιήσεις στη συσκευή. Τόσο η ToA όσο και η TDoA απαιτούν τροποποιήσεις στους σταθμούς βάσης και δεν δίνουν μεγάλη βαρύτητα όσον αφορά θέματα ιδιωτικότητας. Η AoA απαιτεί ειδικό εξοπλισμό για το σταθμό βάσης, όπως είναι ειδικές κεραιές και ειδικούς δέκτες, ενώ επίσης δεν δίνει μεγάλη βαρύτητα σε θέματα ιδιωτικότητας. Η AoA δεν απαιτεί τροποποιήσεις στη συσκευή. Η RSS είναι απλούστερη και φθηνότερη μέθοδος σε σχέση με άλλες μεθόδους εντοπισμού θέσης και χρησιμοποιείται συνδυαστικά με άλλες μεθόδους, όπως για παράδειγμα με την AoA, στην περίπτωση που επιζητείται καλύτερη ακρίβεια. Η ακρίβεια που επιτυγχάνεται είναι καλύτερη σε σχέση με την ακρίβεια των μεθόδων που συνδυάζονται αν χρησιμοποιούνταν ξεχωριστά. Ωστόσο, ο συνδυασμός των μεθόδων αυξάνει το κόστος των εγκαταστάσεων που απαιτούνται στο δίκτυο. Η μέθοδος αποτύπωσης (fingerprint) δεν απαιτεί τροποποιήσεις στη συσκευή, αλλά μικρής κλίμακας τροποποιήσεις στον εξοπλισμό των σταθμών βάσης του δικτύου. Η μέθοδος αυτή δίνει μικρή βαρύτητα σε θέματα ιδιωτικότητας και απαιτεί τη δημιουργία βάσης δεδομένων για τη σύγκριση των αποτυπωμάτων. Στην περίπτωση του A-GPS επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση της ενέργειας της μπαταρίας της κινητής συσκευής, αλλά απαιτούνται τροποποιήσεις στην κινητή συσκευή.

### 3.2.5 Τεχνολογίες υλοποίησης ΥΘ

Οι τεχνολογίες που αλληλεπιδρούν και χρησιμοποιούνται στις ΥΘ είναι το Διαδίκτυο, ο Παγκόσμιος Ιστός, τα ΓΠΣ, οι χωρικές βάσεις δεδομένων, οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και οι κινητές συσκευές ([Brimicombe and Li, 2009](#)). Οι τεχνολογίες αυτές, οι οποίες μπορεί να αλληλεπιδρούν και κατά κύριο λόγο, είναι ετερογενείς, παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.5 και περιγράφονται στη συνέχεια.



Εικόνα 3.5. Τεχνολογίες υλοποίησης των ΥΘ  
(Προσαρμογή από [Brimicombe and Li \(2009\)](#))

### 3.2.5.1 Το Διαδίκτυο και ο Παγκόσμιος Ιστός

Το Διαδίκτυο από τεχνολογικής άποψης είναι ένα δίκτυο επικοινωνιών το οποίο αποτελείται από πολλά άλλα δίκτυα παγκοσμίως. Το Διαδίκτυο χρησιμοποιεί για την επίτευξη της επικοινωνίας μεταξύ των κόμβων του την τεχνολογία μεταγωγής πακέτου (packet switching), σύμφωνα με την οποία τα δεδομένα τεμαχίζονται σε πακέτα μικρού αριθμού bytes και το κάθε πακέτο αποστέλλεται ανεξάρτητα μέσω μιας σειράς κόμβων, οι οποίοι λέγονται κόμβοι μεταγωγής πακέτου (Packet Switching Node, PSN), από τον αποστολέα στον λήπτη. Κάθε πακέτο περιέχει τμήμα της συνολικής πληροφορίας που πρόκειται να αποσταλεί από τον αποστολέα στον λήπτη και επιπλέον πληροφορία της διεύθυνσης του λήπτη και τον αριθμητή των πακέτων, ο οποίος χρησιμοποιείται από τον κόμβο προορισμού των πακέτων, ώστε να επανασυσταθεί η πληροφορία που στάλθηκε από τον αποστολέα, όταν τα πακέτα θα έχουν φτάσει ασφαλώς στον προορισμό τους.

Στο Διαδίκτυο χρησιμοποιούνται τα πρωτόκολλα που σκοπό έχουν τη διαχείριση και μεταφορά των δεδομένων και κυρίως τον τεμαχισμό των δεδομένων σε πακέτα, τη μεταγωγή των πακέτων από έναν κόμβο σε άλλο και την επανασύσταση των πακέτων στον κόμβο προορισμού. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι το Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης/Πρωτόκολλο Διαδικτύου (Transmission Control Protocol/Internet Protocol-TCP/IP). Το TCP/IP στη ουσία είναι μια συλλογή πρωτοκόλλων επικοινωνίας τα οποία είναι οργανωμένα σε 4 στρώματα ή επίπεδα (layers). Το καθένα από τα επίπεδα αυτά διαχειρίζεται συγκεκριμένα θέματα μεταφοράς δεδομένων και παρέχει καθορισμένες υπηρεσίες στα υψηλότερα στρώματα. Τα ανώτερα επίπεδα είναι πιο κοντά στη λογική του χρήστη και εξετάζουν πιο αφηρημένα δεδομένα, στηριζόμενα σε πρωτόκολλα χαμηλότερων στρωμάτων για να μεταφράσουν δεδομένα σε μορφές που μπορεί να διαβιβαστούν με φυσικά μέσα. Τα πακέτα είναι δυνατόν να καταφτάσουν στον προορισμό τους σε διαφορετική σειρά από αυτή που είχαν στο αρχικό μήνυμα. Πολλά από τα πακέτα μπορεί να

αλλοιωθούν ή να μη φτάσουν καθόλου στον προορισμό τους. Το TCP/IP διαθέτει διαδικασίες με τις οποίες τα δεδομένα ανασυντάσσονται στην αρχική τους μορφή. Όταν μερικά πακέτα αλλοιωθούν ή δεν φτάσουν στον προορισμό τους υπάρχει διαδικασία αναμετάδοσης των πακέτων αυτών. Όταν κάποιος χρησιμοποιεί το Διαδίκτυο, συνδέεται με τοπικό δίκτυο (Local Area Network-LAN) το οποίο μέσω κόμβων οι οποίοι ονομάζονται δρομολογητές (routers) συνδέεται με ένα πάροχο (Internet Service Provider (ISP)). Το αίτημα του χρήστη φτάνει τελικά σε έναν εξυπηρέτη, ο οποίος διαχειρίζεται το αίτημα και στέλνει πίσω στον αποστολέα μέσω του Διαδικτύου σχετικές πληροφορίες.

Ο Παγκόσμιος Ιστός (Web) λειτουργεί με τη μορφή πελάτη-εξυπηρέτη και χρησιμοποιείται ευρέως για την πρόσβαση, την ανταλλαγή, την επεξεργασία και τη διάδοση των πληροφοριών και υπηρεσιών για το κοινό. Το λογισμικό του πελάτη, γνωστό ως πρόγραμμα περιήγησης, λειτουργεί τοπικά στον υπολογιστή του χρήστη και χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Το λογισμικό του εξυπηρέτη λειτουργεί σε έναν υπολογιστή που βρίσκεται απομακρυσμένα από τον υπολογιστή του πελάτη και επικοινωνεί μαζί του μέσω του Διαδικτύου.

### **3.2.5.2 Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας (ΤΠΕ)**

Οι ΤΠΕ περιλαμβάνουν τις τεχνολογίες που σχετίζονται με ασύρματα δίκτυα, με κινητές συσκευές και τεχνολογίες εντοπισμού θέσης. Η ασύρματη επικοινωνία χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για την αποστολή και λήψη δεδομένων και πληροφοριών μέσω κινητών τηλεφώνων, Προσωπικών Ψηφιακών Βοηθών (Personal Digital Assistants-PDAs) και άλλων συσκευών, από χώρους όπως είναι γραφεία, σπίτια και δημόσιοι χώροι. Για την κινητή τηλεφωνία και για την επικοινωνία δεδομένων έχουν αναπτυχθεί πρότυπα και συστήματα που υποστηρίζουν ασύρματες τηλεπικοινωνίες. Επιπλέον, τα ασύρματα δίκτυα αντικαθιστούν τα ενσύρματα δίκτυα σε εσωτερικούς χώρους με τη χρήση Ασύρματων Τοπικών Δικτύων (ΑΤΔ) (Wireless Local Area Networks - WLANs), ενώ, πρότυπα όπως το Bluetooth επιτρέπει την ασύρματη σύνδεση για την επικοινωνία μεταξύ συσκευών.

Η βασική δομή των ασύρματων επικοινωνιών είναι η ύπαρξη ενός δικτύου κυψελών ([Brimicombe and Li, 2009](#)). Μέσα σε κάθε κυψέλη υπάρχει ο Σταθμός Βάσης (Base Transceiver Station-BTS), ο οποίος περιέχει τον εξοπλισμό μετάδοσης και λήψης του ασύρματου σήματος και διασφαλίζει την επικοινωνία μεταξύ των κινητών που βρίσκονται στην κυψέλη. Ο εξοπλισμός του Σταθμού Βάσης αποτελείται από κεραίες μετάδοσης, ενισχυτή, δέκτη και πομπό, καθώς και το υλικό και το λογισμικό για την αποστολή και λήψη του σήματος. Η κάλυψη της κυψέλης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η ισχύς του σήματος τόσο του Σταθμού Βάσης όσο και της κινητής συσκευής, το ύψος των κεραίων και η τοπογραφία της περιοχής. Τα δίκτυα ασύρματων επικοινωνιών άρχισαν να αναπτύσσονται τη δεκαετία του 1970 και για τρεις δεκαετίες αναπτύσσονταν από τα πρώτης

γενιάς (1G) αναλογικά δίκτυα, στα δεύτερης γενιάς ψηφιακά δίκτυα, στα 2.5G, 3G και 4G. Η επικοινωνία μεταξύ των πελατών των ασύρματων δικτύων πραγματοποιείται με τη χρήση κινητών συσκευών που περιλαμβάνουν τα κινητά τηλέφωνα, τις έξυπνες συσκευές και τους Προσωπικούς Ψηφιακούς Βοηθούς (PDAs). Τα PDAs θεωρούνται γενικά ως φορητοί υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα που μπορεί να διαθέτει και εφαρμογές λογισμικού. Με τη χρήση των ασύρματων τεχνολογιών που έχουν ενσωματωθεί στις δυνατότητες των PDAs και των smartphones είναι δυνατή η επικοινωνία μέσω Διαδικτύου και η πρόσβαση σε Υπηρεσίες Ιστού. Στα PDAs και στα smartphones έχουν επιπλέον ενσωματωθεί και τεχνολογίες που επιτρέπουν τον εντοπισμό της θέσης της συσκευής, όπως είναι το GPS, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες και υπηρεσίες που σχετίζονται με την τοποθεσία και τη θέση της συσκευής. Τα PDAs και τα smartphones διαθέτουν λειτουργίες πολυμέσων, όπως τη δυνατότητα λήψης ψηφιακών φωτογραφιών, αναπαραγωγής μουσικής και εγγραφής φωνής. Τα κύρια συστατικά ενός PDA ή smartphone περιλαμβάνουν: λειτουργικό σύστημα, μνήμη, μπαταρία, έγχρωμη οθόνη και γραφικό πληκτρολόγιο οθόνης με γραφίδα για την εισαγωγή κειμένου. Επιπλέον, μπορούν να τρέξουν πολλές εφαρμογές λογισμικού, οι οποίες συνδυάζουν ασύρματες επικοινωνίες, GPS, γραφικό περιβάλλον, απομακρυσμένες και τοπικές βάσεις δεδομένων, καθώς και πολυμέσα.

### 3.2.5.3 Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΠΣ)

Τα ΓΠΣ μπορεί να θεωρηθούν ως χωροχρονικά πληροφοριακά συστήματα, καθώς ο κύριος ρόλος τους είναι ο υπολογισμός και η ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων ([Panigrahi, 2014](#)). Η δυνατότητα συνεχούς συλλογής χωρικών δεδομένων έδωσε τη δυνατότητα αποθήκευσης μεγάλου όγκου χωροχρονικών δεδομένων, γεγονός που οδήγησε στον σχεδιασμό, την ανάλυση, την ανάπτυξη και τη βελτιστοποίηση νέων αλγορίθμων σχετικά με την εξαγωγή χωροχρονικών συσχετίσεων από τα δεδομένα αυτά. Οι νέες τεχνικές που χρησιμοποιούνται από τους υπολογιστές για να αναλύσουν, να απεικονίσουν, να ποσοτικοποιήσουν και να μετρήσουν χωρικά αντικείμενα χρησιμοποιώντας μεγάλου όγκου δεδομένα έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη ισχυρών και βελτιστοποιημένων αλγορίθμων. Τα ΓΠΣ έχουν δανειστεί τεχνικές, επιστημονικές αρχές και αλγορίθμους από διάφορα πεδία της επιστήμης και της τεχνολογίας, όπως είναι η γεωδαισία, η γεωγραφία, η γεωπληροφορική, η χαρτογραφία και η επεξεργασία εικόνας. Κατά τον [Panigrahi \(2014\)](#), ένα ΓΠΣ είναι μια συνεργατική πλατφόρμα για την οπτικοποίηση και την ανάλυση των χωροχρονικών δεδομένων με τη χρήση μεθόδων υπολογιστικής γεωδαισίας, φωτογραμμετρίας, χαρτογραφίας, επιστήμης των υπολογιστών, υπολογιστικής γεωμετρίας, διαφορικής γεωμετρίας, συσχετισμένης γεωμετρίας, χωρικής στατιστικής, χωρικής παρεμβολής, τηλεπισκόπησης και ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας. Τα ΓΠΣ μπορούν να επεξεργάζονται

μη χωρικά, χωρικά και χωροχρονικά δεδομένα τα οποία αφορούν αντικείμενα στο τοπογραφικό ανάγλυφο, στον βυθό της θάλασσας, στον αέρα ή στον χώρο.

Κατά τον [Panigrahi \(2014\)](#), ένα ΓΠΣ μπορεί να περιγραφεί από τους εξής τομείς: Είσοδο, Λειτουργίες, Έξοδο, Αρχιτεκτονική και Συνεργατική πλατφόρμα συγχώνευσης δεδομένων πολλαπλών αισθητήρων. Οι τομείς αυτοί περιγράφονται στη συνέχεια:

### 1. Τομέας εισόδου

Ο τομέας εισόδου περιλαμβάνει το σύνολο των δεδομένων που μπορεί να επεξεργαστεί το ΓΠΣ προκειμένου να δώσει χρήσιμη πληροφορία. Τα δεδομένα εισόδου μπορεί να είναι μη χωρικά, χωρικά ή χωροχρονικά, να είναι εικόνες ή διανυσματικά δεδομένα και μπορεί να προέρχονται από διάφορες πηγές όπως από αισθητήρες, τηλεπισκόπηση (π.χ. δορυφορικές εικόνες), από συλλογή δεδομένων πεδίου, από μετατροπή από άλλες μορφές δεδομένων κ.α.

### 2. Τομέας λειτουργιών

Τα ΓΠΣ διαθέτουν λειτουργίες με τις οποίες από τα δεδομένα εισόδου και με τους κατάλληλους αλγόριθμους υπολογίζονται ή εξάγονται τα δεδομένα εξόδου. Για τη διευκόλυνση της διαδικασίας αυτής ο χρήστης αλληλεπιδρά με το ΓΠΣ μέσω μιάς κατάλληλης γραφικής διεπαφής χρήστη.

### 3. Τομέας εξόδου

Τα δεδομένα εξόδου που μπορεί να δώσει ένα ΓΠΣ μπορεί να κατηγοριοποιηθούν ως ακολούθως:

- Πρωτογενή δεδομένα εξόδου, τα οποία είναι η οπτικοποίηση ή οι μετρήσεις των χωροχρονικών δεδομένων
- Δευτερογενή δεδομένα εξόδου, τα οποία υπολογίζονται ή προκύπτουν από τα πρωτογενή δεδομένα εξόδου
- Οπτικά δεδομένα εξόδου, όπως χάρτες

### 4. Τομέας αρχιτεκτονικής

Για να κατανοήσουμε την αρχιτεκτονική ενός ΓΠΣ είναι σημαντικό να εξετάσουμε την αρχιτεκτονική της ροής της πληροφορίας μέσα στο ΓΠΣ. Στην περίπτωση ενός Επιτραπέζιου ΓΠΣ (E-ΓΠΣ, Desktop GIS) ή ΓΠΣ γραφείου, ο χρήστης χρησιμοποιεί τις πλήρεις δυνατότητες του υπολογιστή του, ώστε να αναλύσει και να οπτικοποιήσει τα αποθηκευμένα χωρικά δεδομένα. Με τις δυνατότητες που προσφέρει το Διαδίκτυο, η αρχιτεκτονική των ΓΠΣ ακολούθησε την αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετή, με την οποία ο χρήστης ζητά από τον εξυπηρετή μία υπηρεσία την οποία ο εξυπηρετής στη συνέχεια προσφέρει στον πελάτη, αφού προηγηθεί η επεξεργασία των απομακρυσμένων χωρικών δεδομένων από το ΓΠΣ του εξυπηρετή.

### 6. Τομέας συνεργατικής πλατφόρμας συγχώνευσης δεδομένων πολλών αισθητήρων

Τα ΣΥΘ είναι πληροφοριακά συστήματα που χρησιμοποιούν για τη λειτουργία τους γεωγραφικά δεδομένα. Τα ΓΠΣ αναλύουν δεδομένα από αισθητήρες όπως το GPS, το D-GPS (Differential GPS), το LiDAR (Light Detection and Ranging), RADAR (Radio Detection and Ranging), SONAR (Sound Detection and Ranging), ψηφιακές πυξίδες κ.α., τα οποία παράγουν δεδομένα σχετικά με την ταχύτητα, τη θέση, την κατεύθυνση, το φωτισμό, το υψόμετρο και κ.α. Αυτοί οι αισθητήρες πολύ συχνά είναι τοποθετημένοι σε δορυφόρους, σε μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα ή οχήματα εδάφους, πλοία κλπ. Έτσι, το ΓΠΣ μπορεί να αποτελεί μια πλατφόρμα, η οποία ενσωματώνει όλα αυτά τα δεδομένα κάτω από ένα πλαίσιο για την κατανόησή τους, την ανάλυσή τους και την οπτικοποίησή τους.

Στην προσπάθεια να εμπλουτισθεί ένα προηγμένο ΣΥΘ με χαρακτηριστικά των ΓΠΣ, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη και να αναλυθούν πολλές παράμετροι, όπως για παράδειγμα η συλλογή, η μετατροπή, η διαχείριση, η ανάλυση και η παρουσίαση γεωγραφικών δεδομένων. Η ισχύς των ΣΥΘ έγκειται στη χρησιμοποίηση της λειτουργικότητας των ΓΠΣ, καθώς επίσης και στη δυνατότητά τους για διάδοση γεωπληροφορίας μέσω δικτύων. Τα λογισμικά ΓΠΣ έχουν συνήθως μεγάλες απαιτήσεις σε υπολογιστική μνήμη και ισχύ. Για το λόγο αυτό δεν μπορούν να εγκατασταθούν ως έχουν σε κινητές συσκευές οι οποίες δεν διαθέτουν ισχυρή υπολογιστική ισχύ και εκτενή μνήμη σε σχέση με τους υπολογιστές γραφείου. Στις περιπτώσεις των κινητών συσκευών μπορεί να χρησιμοποιηθούν λογισμικά τα οποία αποκαλούνται Κινητά ΓΠΣ (Κ-ΓΠΣ, Mobile GIS και είναι προσαρμοσμένα στις ανάγκες του φυσικού προβλήματος και στις δυνατότητες της κινητής συσκευής.

Τα Κ-ΓΠΣ και τα ΣΥΘ παρουσιάζουν εξειδικευμένες ανάγκες όσον αφορά στην παρουσίαση των χαρτογραφικών δεδομένων, καθώς επίσης και στην αλληλεπίδραση με άλλα χωρικά αντικείμενα, κυρίως λόγω της θέσης που μπορεί να έχει ο χρήστης, άλλα και λόγω της ποικιλομορφίας των εφαρμογών που διατίθενται. Τα Κ-ΓΠΣ χαρακτηρίζονται από τη δυνατότητα μετακίνησης και από τη διασυνδεσιμότητά τους μέσω ασύρματων δικτύων ευρείας ζώνης (Wide Area Wireless Networks) με συγκεκριμένους εξυπηρέτες, οι οποίοι προσφέρουν τεχνολογίες και υπηρεσίες συλλογής, αποθήκευσης, ανάλυσης και ανάκτησης χωρικών δεδομένων και γι' αυτό ονομάζονται εξυπηρέτες χωρικών δεδομένων (Spatial Information Servers-SIS).

Στην περίπτωση του Διαδυσκτικού (Δ-ΓΠΣ, Web GIS) οι λειτουργίες του ΓΠΣ χρησιμοποιούνται από την απομακρυσμένη συσκευή μέσω Διαδικτύου. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι υλοποίησης ενός Δ-ΓΠΣ: η προσέγγιση από τη μεριά του εξυπηρέτη (server-side) και η προσέγγιση από τη μεριά του πελάτη (client-side). Στην πρώτη περίπτωση, το λογισμικό του ΓΠΣ βρίσκεται στον εξυπηρέτη και ο πελάτης χρησιμοποιεί τις λειτουργίες του μέσω φυλλομετρητή ή Υπηρεσιών Ιστού. Οι απαραίτητες διεργασίες και αναλύσεις πραγματοποιούνται στον εξυπηρέτη αφού πρώτα γίνει αίτηση από τον πελάτη. Τα

αποτελέσματα στη συνέχεια αποστέλλονται στον χρήστη από τη μεριά του πελάτη. Το σημαντικότερο όφελος της προσέγγισης από τη μεριά του εξυπηρέτη, είναι η ενιαία κεντρική διαχείριση υλικού, λογισμικού και δεδομένων, τα οποία μπορούν εύκολα να ενημερώνονται. Το μειονέκτημα είναι ο αργός χρόνος επεξεργασίας και απόκρισης του όλου συστήματος, όταν οι συνδεδεμένοι χρήστες είναι πολλοί. Στη δεύτερη περίπτωση, από τη μεριά του πελάτη, τα δεδομένα μπορεί να μεταφερθούν τοπικά στην κινητή συσκευή και στη συνέχεια να γίνει επίσης τοπικά η επεξεργασία και η ανάλυσή τους. Σε αυτή την προσέγγιση, θα μειώνεται η επεξεργασία στη μεριά του εξυπηρέτη και θα υπάρχει αποδέσμευση του πελάτη από τον εξυπηρέτη, κάτι που είναι χρήσιμο στην περίπτωση που δεν είναι εφικτή η σύνδεση. Ωστόσο, υπάρχει λιγότερη κεντρική διαχείριση του λογισμικού και των δεδομένων, και λιγότερο προηγμένες λειτουργίες στη διάθεση των χρηστών. Η προσέγγιση που ακολουθείται για την εφαρμογή ΓΠΣ εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων, όπως από τον τύπο των εφαρμογών, τις απαιτήσεις των χρηστών, τον αριθμό των χρηστών, την ταχύτητα του δικτύου και την ικανότητα του παρόχου. Τα Κ-ΓΠΣ, συνήθως διαθέτουν τεχνολογία GPS και θεωρούνται ως ένα ΓΠΣ πεδίου και χρησιμοποιούνται μέσω φορητών συσκευών, όπως PDAs για εργασίες στον αγρό ή στο ύπαιθρο. Κατά κύριο λόγο το Κ-ΓΠΣ χρησιμοποιείται για τη συλλογή χωρικών δεδομένων και διαθέτει συνήθως το μεγαλύτερο μέρος του λογισμικού ενός ΓΠΣ προκειμένου να λειτουργήσει ως ανεξάρτητο ΓΠΣ. Τα δεδομένα στην κινητή συσκευή πρέπει να συγχρονίζονται με την απομακρυσμένη βάση δεδομένων μέσω κάποιας σύνδεσης.

Σε αντίθεση με τις συμβατικές εφαρμογές ΓΠΣ οι οποίες επικεντρώνονται σε γεωγραφικά δεδομένα για τη διαχείριση και το σχεδιασμό χωρικών βάσεων, τα ΣΥΘ μπορούν να παρέχουν τόσο τη συνδεσιμότητα όσο και το περιεχόμενο, το οποίο απαιτείται ώστε να συνδεθεί δυναμικά η θέση ενός ατόμου με την πληροφορία που σχετίζεται με το συγκεκριμένο κάθε φορά περιβάλλον. Αυτό επιτρέπει την υιοθέτηση μιας ανθρωποκεντρικής προσέγγισης, ώστε να υπάρχει μεγαλύτερος βαθμός εξατομίκευσης, ο οποίος αυξάνει τη δυνατότητα του χρήστη να αποτελεί το κέντρο του περιβάλλοντος στο οποίο κινείται.

#### **3.2.5.3.1 Χωρική παρεμβολή**

Η χωρική παρεμβολή χρησιμοποιείται για την απεικόνιση σημειακών δεδομένων σε συνεχείς επιφάνειες, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εύρεση τιμών σε μη μετρημένα σημεία. Η χωρική παρεμβολή στηρίζεται στην άποψη ότι τα σημεία που βρίσκονται πιο κοντά έχουν μεγαλύτερη σχέση από αυτά που βρίσκονται πιο μακριά. Επιπλέον, υποθέτει ότι: α) η επιφάνεια της υπό εξέταση μεταβλητής είναι συνεχής και, επομένως, η τιμή σε κάθε θέση μπορεί να υπολογιστεί αν υπάρχουν ικανοποιητικά δεδομένα για την επιφάνεια αυτή και β) υπάρχει χωρική αυτοσυσχέτιση (spatial autocorrelation) μεταξύ των δεδομένων, δηλαδή χωρική εξάρτηση των τιμών της υπό εξέταση μεταβλητής. Οι μέθοδοι χωρικής παρεμβολής μπορεί να διαφοροποιηθούν σε δύο κατηγορίες: στις ντετερμινιστικές μεθόδους

(deterministic methods) και στις γεωστατιστικές μεθόδους (geostatistical methods). Οι ντετερμινιστικές μέθοδοι χρησιμοποιούν μαθηματικά μοντέλα για την απεικόνιση της χωρικής επιφάνειας, ενώ οι γεωστατιστικές μέθοδοι χρησιμοποιούν στατιστικά μοντέλα για την απεικόνιση της χωρικής επιφάνειας. Οι γεωστατιστικές μέθοδοι, σε αντίθεση με τις ντετερμινιστικές, είναι πολύπλοκες και απαιτείται η λήψη αρκετών αποφάσεων σχετικά με τις παραμέτρους του μοντέλου. Στις γεωστατιστικές μεθόδους η παραλλακτικότητα των δεδομένων αναλύεται σε διαφορετικές διευθύνσεις και περιγράφεται από ένα ανισότροπο ημιβαριόγραμμα ενώ στα ντετερμινιστικά η ανισοτροπία μπορεί να οριστεί από μετασχηματισμούς των συντεταγμένων ([Krivoruchko, 2011](#); [de Smith et al., 2013](#)).

Οι μέθοδοι παρεμβολής κατηγοριοποιούνται σε τοπικές (local estimation methods) και γενικές μέθοδοι εκτίμησης (global estimation methods) ανάλογα με τον αριθμό των γειτονικών γνωστών σημείων που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση ενός άγνωστου σημείου. Οι τοπικές μέθοδοι εξετάζουν τη χωρική παραλλακτικότητα κοντά στο εκτιμώμενο σημείο, ενώ οι γενικές συνολικά στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιώντας όλα τα σημεία των μετρήσεων. Ανάλογα με το αν η επιφάνεια παρεμβολής περνάει ή όχι από τα σημεία της δειγματοληψίας, οι μέθοδοι διακρίνονται σε ακριβείς (exact interpolator) και μη ακριβείς (inexact interpolator) αντίστοιχα. Οι μη ακριβείς παρεμβολές μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αποφυγή απότομων εξάρσεων ή βαθύνσεων στην παραγόμενη επιφάνεια, είναι δηλαδή προτιμότερες για ομαλώς μεταβαλλόμενα δεδομένα, όπως είναι η θερμοκρασία και το υψόμετρο ([Krivoruchko, 2011](#)).

Οι μέθοδοι παρεμβολής που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα της παρούσας διατριβής είναι η Στάθμιση της Αντίστροφης Απόστασης (Inverse Distance Weighting-IDW) ([Shepard, 1968](#)) και η μέθοδος Kriging ([de Smith et al., 2013](#)). Η IDW ανήκει στα ντετερμινιστικά μοντέλα, είναι τοπική μέθοδος εκτίμησης και η παραγόμενη επιφάνεια περνάει από τα σημεία δειγματοληψίας. Κατά τη διαδικασία παρεμβολής αποδίδονται βάρη στα γειτονικά γνωστά σημεία του κάθε εκτιμώμενου άγνωστου σημείου για την πρόβλεψη της τιμής της παραμέτρου σε αυτά. Τα γνωστά σημεία σταθμίζονται βάσει της αντίστροφης απόστασης από τα άγνωστα προς τα γνωστά σημεία. Λόγω της απλότητάς της η IDW χρησιμοποιείται ευρέως σε χωρικές εφαρμογές.

Οι γεωστατικές μέθοδοι όπως είναι το kriging μπορεί έχουν σε πολλές περιπτώσεις πιο ακριβή αποτελέσματα, ωστόσο απαιτούν εκτενή στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Η μέθοδος Kriging αποτελεί μία οικογένεια γενικευμένων αλγορίθμων ελαχίστων τετραγώνων ([de Smith et al., 2013](#)). Είναι μία μέθοδος εκτίμησης με απόδοση βαρών βάσει της απόστασης, η οποία εκμεταλλεύεται τα χωρικά χαρακτηριστικά της τοπικής δομής μέσω του βαριογράμματος. Η μέθοδος αντανακλά την πυκνότητα κατανομής των γνωστών σημείων, παρέχει μία εκτίμηση σφάλματος και ένα διάστημα εμπιστοσύνης για κάθε ένα από τα



άγνωστα σημεία καθώς και το βαθμό χωρικής αυτοσυσχέτισης (spatial autocorrelation). Το Kriging βασίζεται:

α) στην εκτίμηση του βαριογράμματος και των συναρτήσεων συµµεταβλητότητας των στατιστικά εξαρτώµενων τιµών (χωρική αυτοσυσχέτιση), και

β) στην πρόβλεψη των άγνωστων τιµών µε χρήση γενικευµένων γραµµικών τεχνικών παλινδρόµησης.

Το µαθηµατικό µοντέλο της µεθόδου kriging είναι παρόµοιο µε της µεθόδου IDW. Και οι δύο µέθοδοι αποδίδουν βάρη στις τιμές των γνωστών σημείων για την πρόβλεψη τιµών στα άγνωστα σημεία. Ο γενικός µαθηµατικός τύπος και για τις δύο µεθόδους είναι:

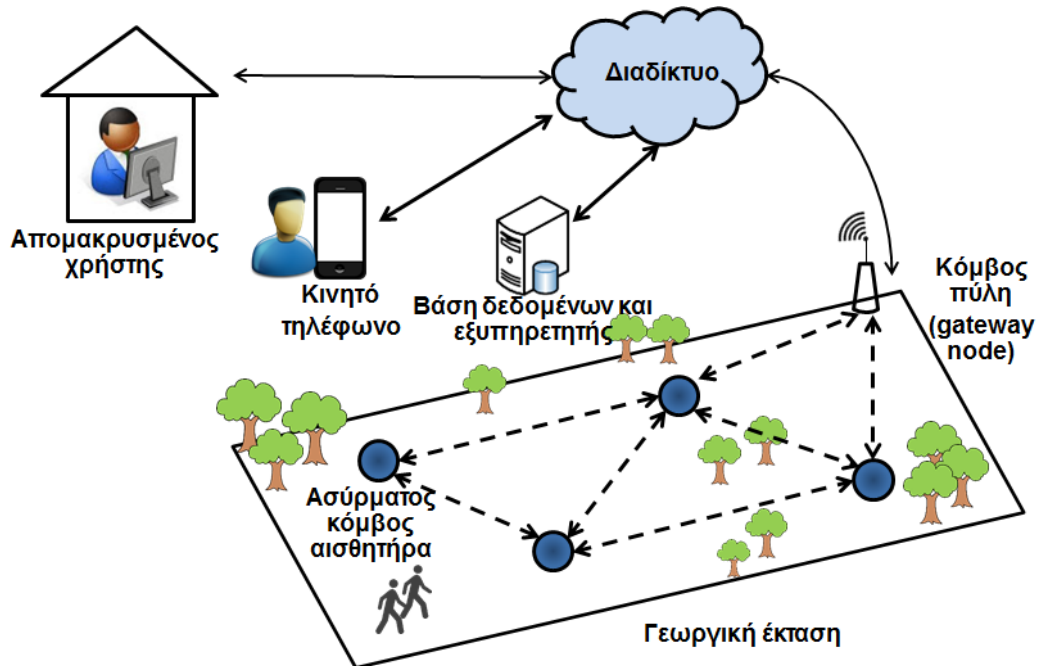
$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N w_i Z(s_i) \quad \text{Εξίσωση 3-1}$$

όπου  $s_0$  η εκτιµώµενη θέση,  $Z(s_i)$  η µετρούµενη τιμή στη θέση  $S_i$ ,  $w_i$  το άγνωστο βάρος για τη µετρούµενη τιμή στη θέση  $S_i$  και  $N$  ο αριθµός των θέσεων µέτρησης.

#### 3.2.5.4 Ασύρµατα Δίκτυα Αισθητήρων στη γεωργία

Τα Ασύρµατα Δίκτυα Αισθητήρων (ΑΔΑ) αποτελούν µια αναδυόµενη τεχνολογία, η οποία έχει κερδίσει σηµαντικότερη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Η βασική τους λειτουργία είναι η συλλογή και η µετάδοση δεδοµένων, τα οποία χαρακτηρίζουν φυσικά φαινόµενα γύρω από τα σηµεία στα οποία είναι τοποθετηµένοι οι αισθητήρες. Τα ΑΔΑ χρησιµοποιούνται σε πολλές εφαρµογές, πολλές εκ των οποίων αφορούν τον γεωργικό τοµέα. Σήµερα τα ΑΔΑ χρησιµοποιούνται σε µεγάλη κλίµακα µε σκοπό τη συλλογή πληροφορίας από το φυσικό περιβάλλον και την αποστολή της σε έναν αποµακρυσµένο εξυπηρέτη. Επισκόπηση των διαθέσιµων ΑΔΑ που ισχύουν στη Γεωργία και τη βιοµηχανία τροφίµων έχει δοθεί από τους [Wang et al. \(2006\)](#) και [Ojha et al. \(2015\)](#). Τα ΑΔΑ µεταφέρουν συνήθως τα δεδοµένα στον Παγκόσµιο Ιστό και επιτρέπουν την πρόσβαση στα δεδοµένα αυτά σε πραγµατικό χρόνο. Διαφορετικοί τύποι δεδοµένων συλλέγονται από τους αισθητήρες µε σκοπό να µετρηθούν ειδικές περιβαλλοντικές παράµετροι, καθώς και άλλα δεδοµένα, όπως δεδοµένα θέσης, θεµοκρασίας, σχετικής υγρασίας, ταχύτητας ανέµου και κατεύθυνσης του ανέµου, φωτός, κίνησης, κ.λπ. Ένα ΑΔΑ είναι ένα δίκτυο αισθητήρων οι οποίοι είναι διασυνδεµένοι µέσω ασύρµατης επικοινωνίας και χρησιµοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών συγκεκριµένης κάθε φορά εφαρµογής ([Akyildiz et al., 2002](#); [Akyildiz and Kasimglou, 2004](#)). Η σύγχρονη τεχνολογία έχει πετύχει να δηµιουργηθούν έξυπνοι, µικρού µεγέθους αλλά και χαµηλού κόστους αισθητήρες. Αυτοί οι αισθητήρες τοποθετούνται σε κόµβους και αποσκοπούν στο να καταγράψουν µε ακρίβεια περιβαλλοντικά δεδοµένα. Τα ΑΔΑ έχουν περιορισµούς ([Akyildiz et al., 2002](#); [Yick et al., 2008](#)), όπως η χαµηλή ισχύς της µπαταρίας, οι περιορισµένες υπολογιστικές δυνατότητες και η µικρή µνήµη των αισθητήρων. Στη γεωργία οι περισσότερες εφαρµογές ΑΔΑ είναι δυνατό να χρησιµοποιηθούν από

διαφορετικές γεωργικές εφαρμογές. Μια υφιστάμενη εφαρμογή ΑΔΑ μπορεί να βελτιωθεί προσθέτοντας κόμβους με αισθητήρες στην υπάρχουσα αρχιτεκτονική. Στη Γεωργία χρησιμοποιούνται ευρέως δύο παραλλαγές ΑΔΑ που είναι τα Επίγεια Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (E-ΑΔΑ) (Terrestrial Wireless Sensor Networks-TWSN) και τα Υπόγεια Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Υ-ΑΔΑ) (Wireless Underground Sensor Networks-WUSN). Στα E-ΑΔΑ οι κόμβοι των αισθητήρων βρίσκονται πάνω από το έδαφος, ενώ στην περίπτωση των Υ-ΑΔΑ οι κόμβοι των αισθητήρων βρίσκονται εντός του εδάφους. Η Εικόνα 3.6 δείχνει ένα τυπικό ΑΔΑ που χρησιμοποιείται σε γεωργικές εφαρμογές.

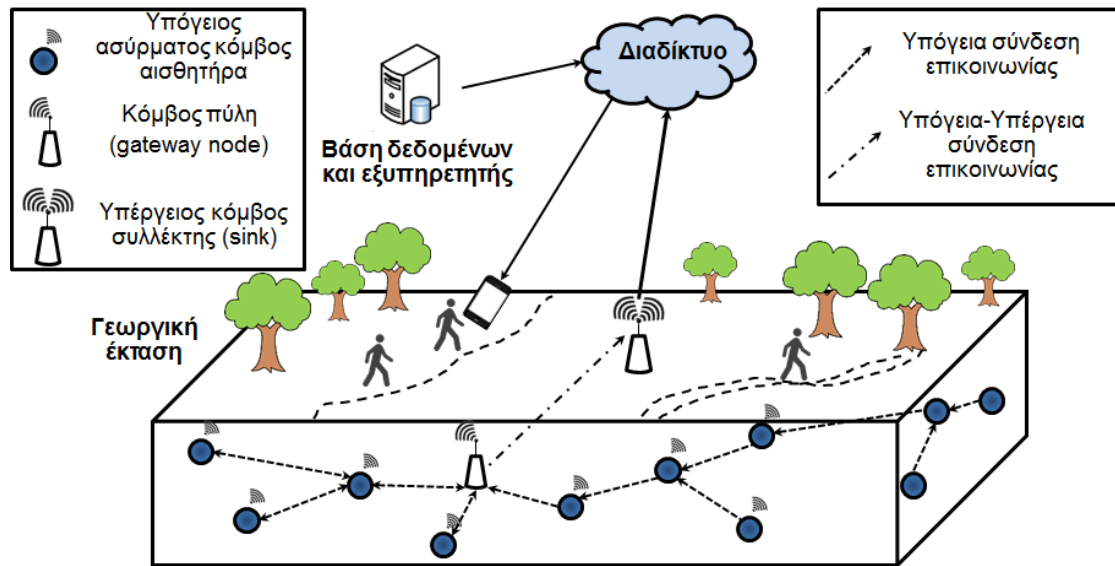


Εικόνα 3.6. Τυπικό E-ΑΔΑ για γεωργικές εφαρμογές

(Προσαρμογή από: [Ojha et al. \(2015\)](#))

Στον αγρό υπάρχουν κόμβοι στους οποίους έχουν εγκατασταθεί αισθητήρες για συγκεκριμένες εφαρμογές. Οι κόμβοι επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας συνδέσεις ραδιοσυχνότητας. Τυπικά, ένας κόμβος-πύλη (gateway) συνδέεται με τους κόμβους, από τους οποίους λαμβάνει τα δεδομένα, και με τον εξυπηρετή, στον οποίο στέλνει τα δεδομένα αυτά. Για το λόγο αυτό, η πύλη διαθέτει ραδιοσυχνότητες για τη σύνδεση με τους κόμβους και GSM (Global System for Mobile) ή GPRS (General Packet Radio System) για τη σύνδεση με τον εξυπηρετή. Ένας απομακρυσμένος χρήστης μπορεί να παρακολουθεί μέσω του Διαδικτύου την κατάσταση που επικρατεί στον αγρό. Ο χρήστης μπορεί ωστόσο όχι μόνο να παρακολουθεί αλλά και να ελέγχει τους αισθητήρες που βρίσκονται στον αγρό και μέσω κινητής συσκευής, η οποία διαθέτει σύνδεση GPRS ή 3G ή 4G ή δυνατότητα αποστολής/λήψης μηνυμάτων SMS (Short Message Service). Στην Εικόνα 3.7 παρουσιάζεται ένα τυπικό Υ-ΑΔΑ για γεωργικές εφαρμογές. Στην περίπτωση αυτή χρειάζονται περισσότεροι κόμβοι λόγω της δυσκολίας του σήματος να διαπεράσει το έδαφος

και, επομένως, οι κόμβοι θα πρέπει να βρίσκονται σε μικρότερες αποστάσεις ([Silva and Vuran, 2010](#); [Yu et al., 2013](#)). Στα Υ-ΑΔΑ χρησιμοποιούνται πύλες (gateways) για τη σύνδεση των υπόγειων κόμβων με τον υπέργειο κόμβο συλλέκτη (sink).



Εικόνα 3.7. Τυπικό Υ-ΑΔΑ για γεωργικές εφαρμογές  
(Προσαρμογή από: [Ojha et al. \(2015\)](#))

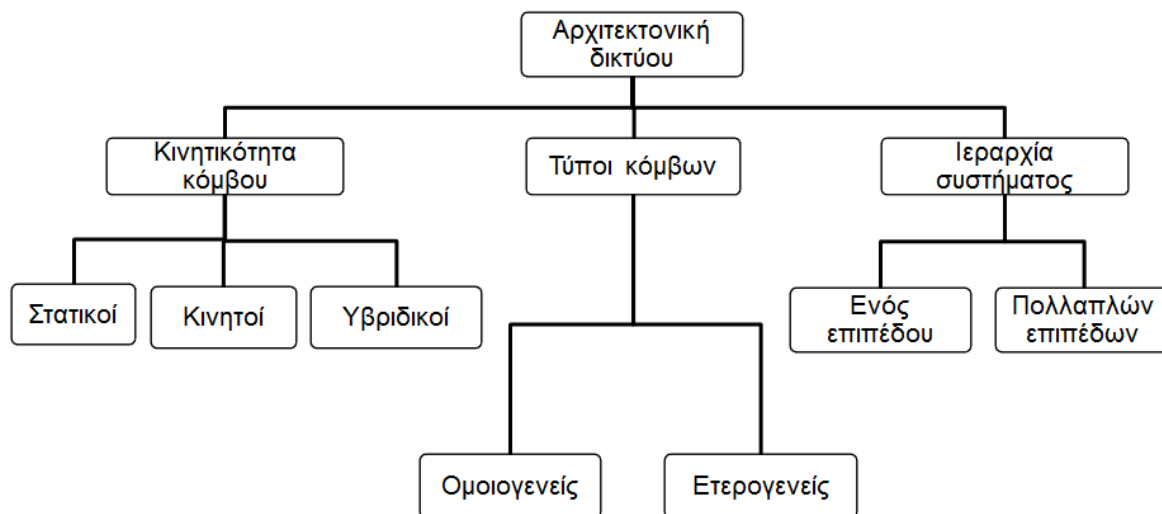
Ένας κόμβος αισθητήρων είναι γενικά ένα φθινό και μικρού μεγέθους υλικό το οποίο αποτελείται από:

- έναν οι περισσότερους αισθητήρες, οι οποίοι μπορούν να ανιχνεύσουν φυσικά φαινόμενα και να παρακολουθούν φυσικές παραμέτρους (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία κλπ).
- τη μονάδα επεξεργασίας δεδομένων, η οποία ελέγχει την ανίχνευση, τη λογική της εφαρμογής και τη μεταφορά των δεδομένων από το δίκτυο. Ειδικότερα, λαμβάνει δεδομένα από τους αισθητήρες και φιλτράρει, συμπιέζει και συσχετίζει δεδομένα από διάφορες σειρές μετρήσεων. Το δίκτυο, η διαδικασία επικοινωνίας και η διαχείριση της ενέργειας του κόμβου, επίσης, οργανώνονται από τη μονάδα επεξεργασίας δεδομένων.
- τη μονάδα μετάδοσης δεδομένων. Η επικοινωνία βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.15.4 ή στο ZigBee, λόγω της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και του χαμηλού κόστους πομποδεκτών που είναι διαθέσιμοι.
- τη μπαταρία, η οποία τροφοδοτεί τους κόμβους με την απαραίτητη ενέργεια.

Γενικά, οι κόμβοι αισθητήρων έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιούνται ευρέως, χωρίς να χρειάζονται κάποια αρχική ρύθμιση. Ο κόμβος συλλέκτης (sink) είναι ένας ενσωματωμένος υπολογιστής ή ένας προσωπικός υπολογιστής ο οποίος συλλέγει και αποθηκεύει δεδομένα και αντιδρά σύμφωνα με αυτά. Το δίκτυο μεταξύ του συλλέκτη και των κόμβων έχει δομηθεί δυναμικά και θεωρείται ότι έχει αυτο-οργάνωση. Οι κόμβοι των

αισθητήρων συλλέγουν πληροφορίες για το φυσικό περιβάλλον προσφέροντας πληροφορία η οποία είναι ενήμερη για την κατάσταση του σημείου που βρίσκεται ο αισθητήρας ([Vijay et al., 2011](#)).

Η αρχιτεκτονική των ΑΔΑ για γεωργικές εφαρμογές μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Στην Εικόνα 3.8 φαίνεται μια κατηγοριοποίηση των ΑΔΑ σε σχέση με διάφορες παραμέτρους, όπως είναι η δυνατότητα μετακίνησης και η ομοιογένεια των κόμβων, καθώς και τα επίπεδα ιεραρχίας που διαθέτει η αρχιτεκτονική.



Εικόνα 3.8. Κατηγοριοποίηση των ΑΔΑ σε σχέση με διάφορες παραμέτρους  
(Προσαρμογή από: [Ojha et al. \(2015\)](#))

Παρόλο που τα τελευταία χρόνια έχει επιτευχθεί τεράστια πρόοδος όσον αφορά την ανάπτυξη των ΑΔΑ, τα σύγχρονα ΑΔΑ δεν πληρούν όλες τις απαιτήσεις ενός έξυπνου πανταχού παρόντος υπολογιστικού περιβάλλοντος. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι επειδή τα αριθμητικά δεδομένα τα οποία συλλέγονται από τα ΑΔΑ, όπως είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, και η ταχύτητα του αέρα, δεν είναι δυνατό να ανιχνεύσουν και να καταγράψουν πολλά από τα περιβαλλοντικά γεγονότα, όπως είναι για παράδειγμα η ανίχνευση των επιβλαβών εντόμων.

Η χρήση φυτοπροστατευτικών γίνεται για την αντιμετώπιση ασθενειών και εντόμων στις καλλιέργειες και στα φυτά γενικότερα. Ωστόσο, για τον έλεγχο και τον περιορισμό χρήσης φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων απαιτείται η γνώση της επικινδυνότητας που υπάρχει για προσβολή των φυτών. Η επικινδυνότητα αυτή πολλές φορές επηρεάζεται και από το μικροκλίμα στο οποίο βρίσκονται οι καλλιέργειες ή τα φυτά ([Matese et al., 2009](#); [Bhave et al., 2014](#)), όπως είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, ο φωτισμός και η ταχύτητα του ανέμου. Ένα ΑΔΑ μπορεί με αυτόνομο τρόπο να παρακολουθήσει και να καταγράψει τις τιμές των παραμέτρων αυτών και να προβλέψει καταστάσεις σε έναν αγρό ([Bhargava et al., 2014](#)). Η παρακολούθηση των παγίδων αλλά και οι επεμβάσεις με ψεκασμούς καλύψεως έχουν μεγάλο κόστος. Για το λόγο αυτό θα ήταν καλό να μπορεί η

διαδικασία αυτή να αυτοματοποιηθεί, ώστε να μπορεί να γίνεται με ταχύτητα και να είναι ακριβής και αποτελεσματική. Μια επιλογή για την αντιμετώπιση των δυσκολιών είναι η χρήση αυτόματης καταμέτρησης των εντόμων που συλλαμβάνονται στις παγίδες. Προς αυτή την κατεύθυνση έχουν γίνει πολλές προσπάθειες ([Oberti et al., 2008](#); [Guarnieri et al., 2011](#); [Tirelli et al., 2011](#)). Μια περιγραφή τέτοιων μεθόδων αυτόματης ανίχνευσης επιβλαβών εντόμων γεωργικής σημασίας πραγματοποιείται από τους [Kandalkar et al., \(2013\)](#). Κάθε αυτόματη παγίδα πραγματοποιεί καταμέτρηση των εντόμων που έχουν συλληφθεί στην παγίδα και στέλνει τα δεδομένα στον εξυπηρέτη. Από την άποψη των δικτύων, αυτό που γίνεται είναι η εγκατάσταση ενός απομακρυσμένου συστήματος παρακολούθησης το οποίο αποτελείται από τους κόμβους (nodes), τον συντονιστή (coordinator) και τον εξυπηρέτη (server). Οι κόμβοι έχουν αισθητήρες οι οποίοι ασύρματα στέλνουν τα δεδομένα στον εξυπηρέτη, ο οποίος αποθηκεύει τα δεδομένα για περαιτέρω ανάλυση ή/και παρουσίαση.

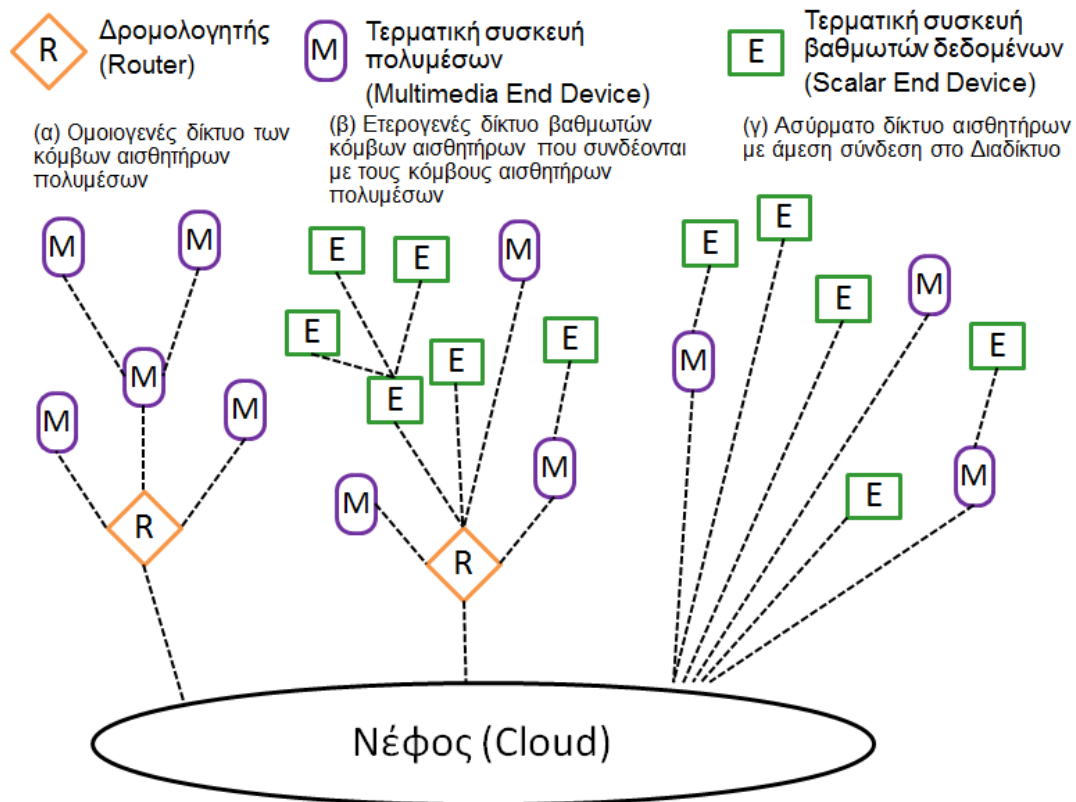
Στις μέρες μας υπάρχουν χαμηλού κόστους και υψηλής ανάλυσης αισθητήρες λήψης εικόνας, οι οποίοι μπορεί να χρησιμοποιηθούν από Πολυμεσικά Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Π-ΑΔΑ, Wireless Multimedia Sensor Network) για την παρακολούθηση επιβλαβών εντόμων στη γεωργία αλλά και στο αστικό πράσινο. Τα Π-ΑΔΑ είναι επέκταση των ΑΔΑ στα οποία έχουν προστεθεί εκτός από αισθητήρες για συλλογή αριθμητικών δεδομένων και πολυμεσικοί αισθητήρες, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να ανακτούν, να επεξεργάζονται, να στέλνουν και να λαμβάνουν ασύρματα πολυμεσικό περιεχόμενο, όπως είναι ήχος, βίντεο και εικόνες. Στα σχεδιαστικά θέματα που αφορούν τα Π-ΑΔΑ, η προσπάθεια επικεντρώνεται στην εισαγωγή σε αυτά δυνατοτήτων συλλογής και ενσωμάτωσης δεδομένων πεδίου. Επιπλέον, θα πρέπει να υιοθετηθεί μια αρχιτεκτονική η οποία να δίνει στα Π-ΑΔΑ δυνατότητες διαχείρισης πολυμεσικών δεδομένων μέσω υπηρεσιών Ιστού.

Η αρχιτεκτονική του δικτύου στα Π-ΑΔΑ, στις παρακάτω τρεις κατηγορίες, ανάλογα με τη φύση της εφαρμογής που τα Π-ΑΔΑ πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ([Akyildiz et al., 2008](#); [Zacharias and Neve, 2010](#)), μπορεί να κατηγοριοποιηθεί:

- Ενός επιπέδου με ομοιογενείς αισθητήρες (single-tier flat)
- Ενός επιπέδου με ετερογενείς αισθητήρες (single-tier clustered)
- Πολλαπλών επιπέδων (multi-tier).

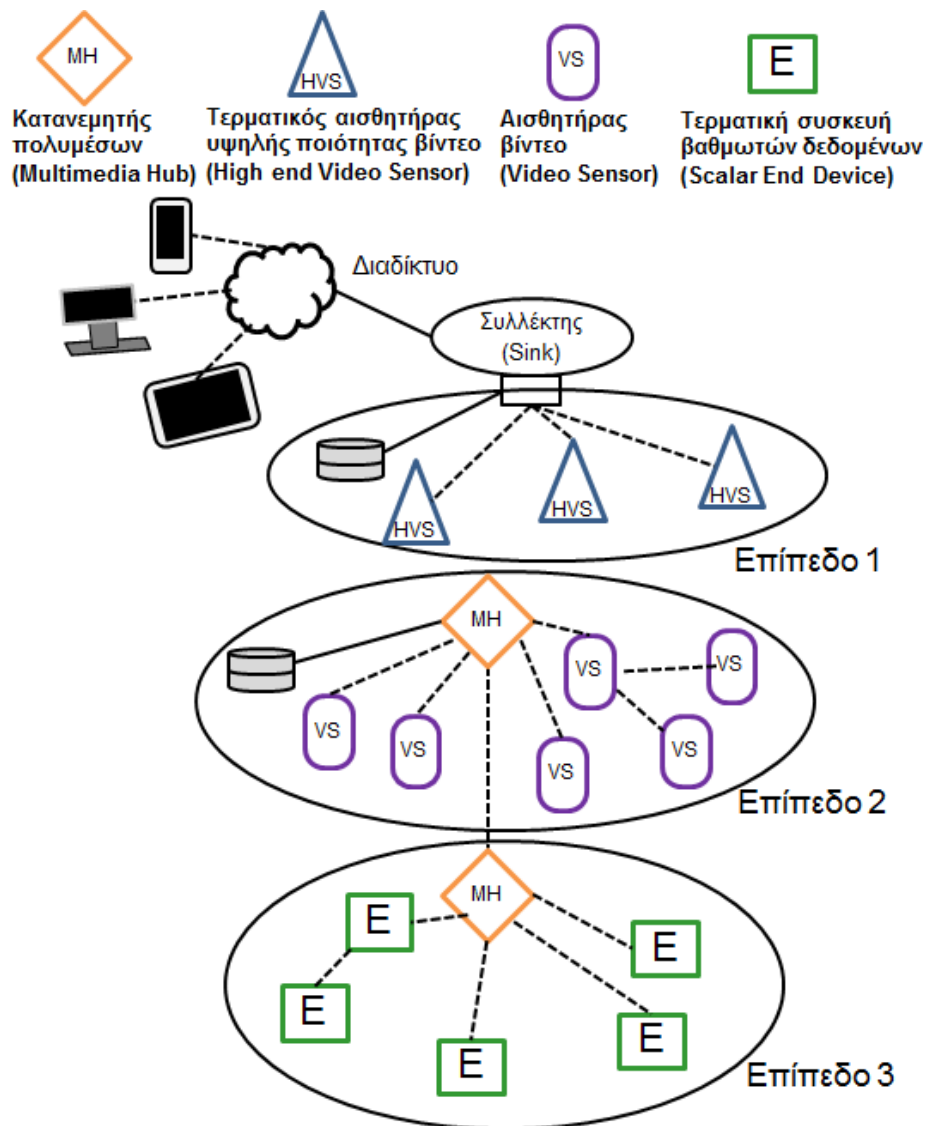
Όσον αφορά τον όρο ομοιογενείς αισθητήρες, εννοούνται οι αισθητήρες που έχουν την ίδια δυνατότητα ανίχνευσης, την ίδια υπολογιστική ισχύ, την ίδια επικοινωνία και τις ίδιες δυνατότητες του υλικού. Οι λειτουργίες του δικτύου εξυπηρετούν κυρίως τη συλλογή των δεδομένων ανίχνευσης σε ένα απομακρυσμένο κεντρικό σημείο. Η πολυμεσική πληροφορία μεταφέρεται ασύρματα στα από κόμβο σε κόμβο (hop-by-hop) δίκτυα από τους πηγαίους κόμβους στον κόμβο συλλέκτη (sink) και τέλος στη συσκευή αποθήκευσης μέσω της πύλης (gateway). Το πλεονέκτημα της αρχιτεκτονικής αυτής είναι ότι μπορεί να δώσει λύσεις σε

διάφορα σενάρια εφαρμογών, όπως σε επεξεργασία αριθμητικών και πολυμεσικών δεδομένων. Ένας συνηθισμένος σχεδιασμός αρχιτεκτονικής είναι συνδυασμός ενός ΑΔΑ με ένα δίκτυο υπολογιστών το οποίο καταγράφει την πολυμεσική πληροφορία. Η ενός επιπέδου αρχιτεκτονική παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.9.



Εικόνα 3.9. Ενός επιπέδου αρχιτεκτονική Π-ΑΔΑ

Η πολλαπλών επιπέδων αρχιτεκτονική αποτελείται από τρία επίπεδα και παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.10. Το πρώτο επίπεδο αποτελείται από κόμβους με αισθητήρες, οι οποίοι συλλέγουν αριθμητικά δεδομένα του χώρου στον οποίο βρίσκονται. Το μεσαίο επίπεδο αποτελείται από κόμβους με αισθητήρες λήψης βίντεο. Το τελευταίο επίπεδο αποτελείται από κόμβους με αισθητήρες για παρακολούθηση και αναγνώριση αντικειμένων ή χαρακτηριστικών αντικειμένων. Οι κόμβοι του υψηλότερου επιπέδου συλλέγουν πληροφορία από τους κόμβους του κατώτερου επιπέδου. Η αρχιτεκτονική αυτή έχει πλεονεκτήματα σε σχέση με αυτή του ενός επιπέδου ως προς τη λειτουργία, την αξιοπιστία, την επεκτασιμότητα και την κάλυψη. Ως ασύρματη επικοινωνία μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα πρωτόκολλα Wifi, Bluetooth, ZigBee, UWB (Ultra Wide Band) και άλλα.



Εικόνα 3.10. Πολλαπλών επιπέδων αρχιτεκτονική Π-ΑΔΑ

Στη στατική αρχιτεκτονική οι κόμβοι αναπτύσσονται σε σταθερές προκαθορισμένες θέσεις, σε αντίθεση με την κινητή αρχιτεκτονική όπου οι κόμβοι τοποθετούνται σε συσκευές, οι οποίες μπορούν να αλλάζουν τη θέση τους. Στην υβριδική αρχιτεκτονική συμπεριλαμβάνονται και στατικοί και κινητοί κόμβοι. Στην περίπτωση της ομοιογενούς αρχιτεκτονικής χρησιμοποιούνται του ίδιου τύπου κόμβοι, σε αντίθεση με την ετερογενή στην οποία οι κόμβοι μπορεί να είναι διαφορετικού τύπου. Στην ενός επιπέδου αρχιτεκτονική υπάρχει ένα επίπεδο επικοινωνίας, σε αντίθεση με την πολλαπλών επιπέδων η οποία έχει περισσότερα επίπεδα επικοινωνίας.

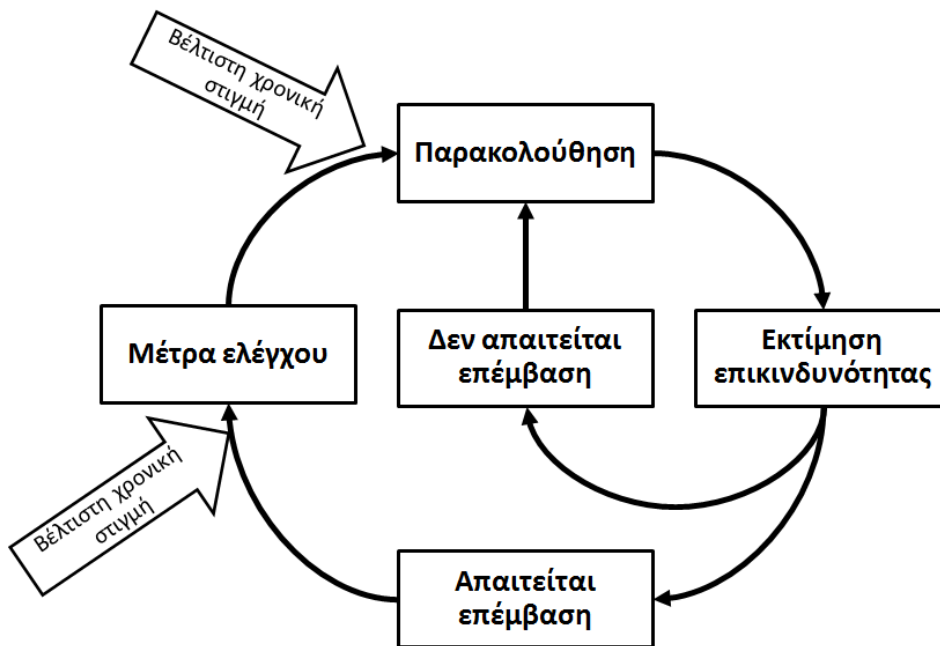
### 3.2.5.5 Έμπειρα Συστήματα και Συστήματα Λήψης Αποφάσεων

Για τη λήψη αποφάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα ΕΣ ([Siler and Buckley, 2005](#)) και τα ΣΛΑ. Τα ΕΣ συνδυάζουν την πειραματική με την εμπειρική γνώση των ειδικών και μπορούν να βοηθήσουν τους γεωργούς να λάβουν καλύτερες αποφάσεις για τις

καλλιέργειες τους. Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την ανάπτυξη ΣΛΑ και ΕΣ για τη βελτιστοποίηση των γεωργικών εργασιών. Η εσωτερική αναπαράσταση της βάσης γνώσης του ΕΣ περιέχει μια λίστα των πιθανών αποφάσεων, μια σειρά συνθηκών και έναν κατάλογο κανόνων. Η βάση γνώσης του ΕΣ αποτελείται από ένα σύνολο κανόνων κωδικοποίησης του ειδικού στον συγκεκριμένο τομέα. Κάθε κανόνας είναι μια έκφραση της μορφής: "ΕΑΝ οι συνθήκες *TOTE* ενέργειες", όπου αν οι συνθήκες ικανοποιούνται, τότε εκτελούνται οι ενέργειες. Οι ενέργειες θα μπορούσε να είναι ένα σύνολο εντολών ή αποφάσεων που στέλνουν ένα συμπέρασμα για τη λειτουργία της μνήμης εργασίας (για παράδειγμα, για τη μεταβλητή "*ψεκασμός*" η τιμή μπορεί να είναι "ματαίωση"), εμφανίζει στην οθόνη μια ειδοποίηση των χρηστών (για παράδειγμα, "Ματαίωση ψεκασμού") ή μια εικόνα, ή ένα πολυμεσικό μήνυμα. Για την εξαγωγή συμπερασμάτων τα ΕΣ χρησιμοποιούν επαγωγική μηχανή με την προς τα εμπρός ή την προς τα πίσω αλυσιδωτή προσέγγιση. Η προς τα εμπρός αλυσιδωτή προσέγγιση εξετάζει πρώτα τα γεγονότα και στη συνέχεια οδηγείται στα συμπεράσματα. Η προς τα πίσω αλυσιδωτή προσέγγιση ξεκινά από τα συμπεράσματα ή τους στόχους και στη συνέχεια εξετάζει αν τα γεγονότα επαληθεύουν τα συμπεράσματα. Τα ΣΛΑ μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις για προβλήματα τα οποία μεταβάλλονται γρήγορα και δεν μπορούν να περιγραφούν επακριβώς. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι πλήρως αυτοματοποιημένα ή να βασίζονται στην εισαγωγή δεδομένων από τους χρήστες.

Η φυτοπροστασία στη σύγχρονη διαχείριση των οπωρώνων βασίζεται στον ακριβή χρονικό προσδιορισμό της παρακολούθησης και του ελέγχου των πληθυσμών των επιβλαβών οργανισμών. Συγκεκριμένα στάδια στο πλαίσιο του κύκλου ζωής των εντόμων και των άλλων επιβλαβών οργανισμών πρέπει να ερευνώνται σε όλη την καλλιεργητική περίοδο με διαφορετικές διαδικασίες παρακολούθησης, προκειμένου να προσδιοριστούν τα επίπεδα της οικονομικής ζημίας και η ανάγκη εφαρμογής μέτρων ελέγχου ([Kogan, 1998](#)). Στο πλαίσιο της ΟΔΕΟ οι επιβλαβείς οργανισμοί πρέπει απαραίτητα να παρακολουθούνται προκειμένου να γίνει εκτίμηση της επικινδυνότητας και, κατά συνέπεια, να αποφασιστεί η εφαρμογή κάποιου μέτρου ελέγχου των επιβλαβών οργανισμών ([Pedigo and Rice, 2005](#)). Στην Εικόνα 3.11 φαίνεται σύμφωνα με τους [Samietz et al. \(2011\)](#) η σπουδαιότητα του ακριβούς χρονικού προσδιορισμού της παρακολούθησης και του ελέγχου των πληθυσμών των επιβλαβών οργανισμών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας λήψης απόφασης για επέμβαση. Τα συστήματα λήψης αποφάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθούν για λήψη αποφάσεων στη διαχείριση και επίλυση προβλημάτων φυτοπροστασίας





Εικόνα 3.11. Διαδικασία λήψης απόφασης φυτοπροστασίας  
(Προσαρμογή από [Samietz et al. \(2001\)](#))

Στη γεωργία έχουν αναπτυχθεί πολλά συστήματα λήψης αποφάσεων σε τομείς όπως είναι η αντιμετώπιση των ζιζανίων ([Macé et al., 2007](#)), η άρδευση ([Srinivasan et al., 1991](#); [Lilburne et al., 1998](#); [Bergez et al., 2004](#)), η λίπανση ([Bonfil et al., 2004](#)) και η διαχείριση επιβλαβών οργανισμών. Οι [Cohen et al. \(2008\)](#) έχουν αναπτύξει ένα χωρικό σύστημα λήψης αποφάσεων για την παρακολούθηση της Μύγας της Μεσογείου (*Ceratitis capitata* (Wied), Diptera: Tephritidae) στα εσπεριδοειδή. Το σύστημα αυτό παρέχει συστάσεις για να ληφθούν αποφάσεις από τους ειδικούς στο θέμα, προκειμένου να μειωθούν ο αριθμός των περιττών ενεργειών ψεκασμού και ο αριθμός των ψεκαζόμενων περιοχών. Παρά το γεγονός ότι το σύστημα αυτό είναι αρκετά ευέλικτο, δεν εστιάζεται στη διεργασία ψεκασμού της κάθε περιοχής. Οι [Tilva et al. \(2012\)](#) έχουν προτείνει ένα ΕΣ βασισμένο στις καιρικές συνθήκες, με σκοπό την πρόβλεψη ασθενειών σε καλλιέργεια καλαμποκιού. Για την ανάπτυξη της επαγωγικής μηχανής του ΕΣ έχουν χρησιμοποιήσει ασαφή λογική και κανόνες βασισμένους στη θερμοκρασία, στη σχετική υγρασία και στη διάρκεια διατήρησης της υγρασίας των φύλλων. Έχουν ορίσει πέντε κατηγορίες συναρτήσεων συμμετοχής (member functions), οι οποίες χαρακτηρίζονται ως very high, high, medium, low και very low. Οι [Mundankar et al. \(2007\)](#), έχουν αναπτύξει ένα ΕΣ για τη διαχείριση του μύδου στο αμπέλι. Εκτιμούν τον κίνδυνο εκδήλωσης της ασθένειας λαμβάνοντας υπ' όψιν το στάδιο ανάπτυξης των πρέμνων και τις καιρικές συνθήκες. Όλες οι λεπτομέρειες σχετικά με τις καιρικές συνθήκες και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού παρέχεται από τον τελικό χρήστη μέσω της διεπαφής του λογισμικού. Το ΕΣ παρέχει πληροφορίες σχετικά το μυκητοκτόνο που θα χρησιμοποιηθεί κατά την εφαρμογή των ψεκασμών και τη δόση για τα διάφορα χωράφια και τις εκάστοτε

καιρικές συνθήκες. Οι [Prasad et al. \(2016\)](#) προτείνουν ένα ΕΣ βασισμένο σε κανόνες για τη διάγνωση εντόμων, ασθενειών και τροφοπενιών στο ινδικό μάνγκο. Το ΕΣ βασίζεται στις απαντήσεις των γεωργών σε ερωτήσεις που του θέτει το ΕΣ σχετικά με τα συμπτώματα. Οι [Mansingh et al. \(2007\)](#) ανέπτυξαν σε wxCLIPS ένα ΕΣ βασισμένο σε κανόνες με το όνομα CPEST, για τη διαχείριση των επιβλαβών εντόμων και ασθενειών στον καφέ. Οι [Mahaman et al., 2002](#) ανέπτυξαν σε EXSYS για Microsoft windows, ένα ΕΣ βασισμένο σε κανόνες, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους μελισσοουργούς για τη διάγνωση των ασθενειών σε μέλισσες. Οι [Bange et al. \(2008\)](#), περιγράφουν ένα ΣΛΑ για τη διαχείριση των επιβλαβών οργανισμών στο βαμβάκι με τη χρήση κινητής συσκευής, η οποία χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων από διάφορες τοποθεσίες. Ο [Gonzalez-Andujar \(2009\)](#) περιγράφει ένα ΕΣ βασισμένο σε κανόνες "IF-THEN" για την αναγνώριση ζιζανίων, εντόμων και ασθενειών στην καλλιέργεια της ελιάς.

### 3.2.6 Πεδία εφαρμογής των ΥΘ

Η εξέλιξη των ΥΘ η οποία έχει συμβεί τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει στη δημιουργία καινοτόμων εφαρμογών σε πολλά πεδία. Για παράδειγμα, η εισαγωγή ΥΘ στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης έχει βοηθήσει τους ασθενείς στο να αναζητούν και να βρίσκουν γιατρούς και κέντρα υγείας ανάλογα με τις ανάγκες τους. Επίσης, είναι εφικτό οι γιατροί να εξετάζουν εξ αποστάσεως τους ασθενείς και, επιπλέον, η θέση των ασθενών να εντοπίζεται εύκολα στην περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Παραδείγματα ΥΘ έκτακτης ανάγκης ή υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να βρεθούν στους [Keikhosrokiani, \(2012\)](#), [Kizhakkepurayil et al., \(2010\)](#) και [Yuanyuan et al., \(2011\)](#). Όσον αφορά στον τουρισμό οι ΥΘ μπορούν να προσφέρουν ευρεία πληροφόρηση των σημείων τουριστικού ενδιαφέροντος, όπως είναι ξενοδοχεία, εστιατόρια, μουσεία κ.α ([Wan, 2009](#); [Ricci, 2010](#); [Husain et al., 2012](#)). Στους τομείς πλοήγησης, δρομολόγησης και παρακολούθησης οχημάτων ή ατόμων, οι ΥΘ μπορούν να προσφέρουν δυνατότητες εύρεσης της καλύτερης (ταχύτερης, συντομότερης, οικονομικότερης κλπ) διαδρομής ([Popa et al, 2010](#); [Redondi et al., 2010](#); [Cheng et al., 2012](#)).

Οι υπηρεσίες εγγύτητας (proximity services) αποτελούν μια επιπλέον κατηγορία ΥΘ. Οι υπηρεσίες εγγύτητας μπορούν να ειδοποιούν τους χρήστες όταν βρίσκονται εντός μιας απόστασης από άλλα άτομα, επιχειρήσεις ή κτήρια ή αν βρίσκονται κοντά ή εντός μιας περιοχής. Με τις ΥΘ ο χρήστης μπορεί να ενημερώνεται για τα γειτονικά σημεία ενδιαφέροντος, αλλά και οι κοντινές επιχειρήσεις μπορούν να ενημερώνονται για τις αναζητήσεις του χρήστη και να διαφημίζονται ή να παρουσιάζουν τις προσφορές τους. Το ηλεκτρονικό εμπόριο έχει αλλάξει τη συμβατική μορφή εμπορίου, αφού οι χρήστες μπορούν να πραγματοποιούν αγορές μέσω του κινητού τους, θέτοντας κριτήρια και επιλέγοντας επιχειρήσεις σύμφωνα με αυτά ([Mzila et al., 2007](#); [Yang et al., 2008](#)). Άλλη κατηγορία ΥΘ αφορά υπηρεσίες για την ενημέρωση της κίνησης των δρόμων, καθώς και της πρόβλεψης

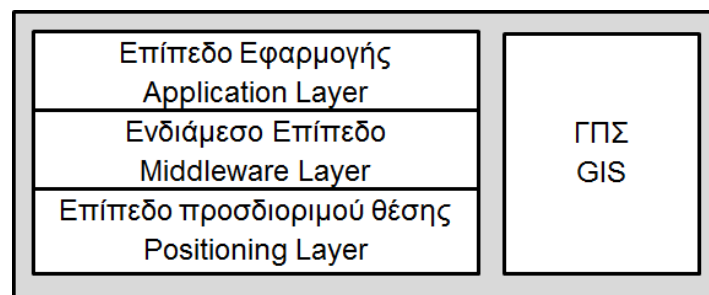
της θέσης των οχημάτων. Επιπλέον, οι ΥΘ χρησιμοποιούνται και στον τομέα της διασκέδασης ή σε εφαρμογές εκμάθησης γλώσσας. Τέλος, οι ΥΘ χρησιμοποιούνται από εταιρείες για διαφημιστικούς σκοπούς και προβολή προϊόντων. Στο Παράρτημα I παρουσιάζεται μία κατηγοριοποίηση των ΥΘ σύμφωνα με το πεδίο εφαρμογής τους.

Στη γεωργία, και συγκεκριμένα στην αντιμετώπιση επιβλαβών εντόμων ή ασθενειών των φυτών, οι ΥΘ δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό. Οι [Sciarretta and Trematerra \(2014\)](#), αναφέρουν πως το πρόβλημα του υψηλού κόστους της διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών σε ένα χωροταξικό πλαίσιο, ιδιαίτερα για τη δειγματοληψία είναι σήμερα το πιο σοβαρό εμπόδιο στη διάδοση γεωστατιστικών τεχνικών στην πράξη. Κάνοντας αναφορά στο ΣΥΘ που έχει αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια της έρευνας που πραγματοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της παρούσας διατριβής και δημοσιευτεί το έτος 2012, οι [Sciarretta and Trematerra \(2014\)](#), αναγνωρίζουν πως ο περιορισμός αυτός μπορεί εν μέρει να ξεπεραστεί εάν οι προσπάθειες κατευθύνονται προς την ανάπτυξη των ΣΥΘ, τα οποία επιτρέπουν την αυτοματοποίηση των συσκευών παγίδευσης και των επεμβάσεων. Οι [Chougule et al. \(2016\)](#) προτείνουν ένα βασισμένο στη θέση ΣΛΑ για τη διαχείριση των επιβλαβών οργανισμών, όπως είναι το வீδιο και η ανθράκωση στο αμπέλι. Το σύστημα αυτό λαμβάνει υπ' όψιν του τις μετεωρολογικές συνθήκες στον κτήμα του αγρότη. Μέσω μίας κινητής συσκευής και της κατάλληλης εφαρμογής, ο αγρότης μπορεί να ενημερώνεται για τα συμπτώματα και τις τεχνικές διαχείρισης των επιβλαβών οργανισμών.

### 3.3 Αρχιτεκτονική ΥΘ

#### 3.3.1 Το πρότυπο επικοινωνίας των ΥΘ

Το πρότυπο επικοινωνίας των ΥΘ αποτελείται από τρία επίπεδα: το επίπεδο προσδιορισμού της θέσης (positioning layer), το ενδιάμεσο επίπεδο (middleware layer) και το επίπεδο εφαρμογής (application layer) ([Schiller and Voisard, 2004](#)). Το επίπεδο προσδιορισμού της θέσης είναι υπεύθυνο για τον υπολογισμό της θέσης της κινητής συσκευής. Για σκοπό αυτό ο εξοπλισμός προσδιορισμού θέσης και τα χωρικά δεδομένα του ΓΠΣ. Η υπολογισμένη θέση στη συνέχεια περνά απευθείας στην εφαρμογή. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις έχει προταθεί και η ύπαρξη ενός ενδιάμεσου τμήματος μεταξύ του επιπέδου προσδιορισμού θέσης και του επιπέδου εφαρμογής, με σκοπό τη μείωση της πολυπλοκότητας της υπηρεσίας, του κόστους και του χρόνου που απαιτείται για την ολοκλήρωση της εφαρμογής από τρίτους. Το ενδιάμεσο τμήμα έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται την ετερογένεια που υπάρχει όσον αφορά τον εξοπλισμό και τα χωρικά δεδομένα. Στην Εικόνα 3.12 φαίνονται τα επίπεδα του προτύπου επικοινωνίας των ΥΘ.

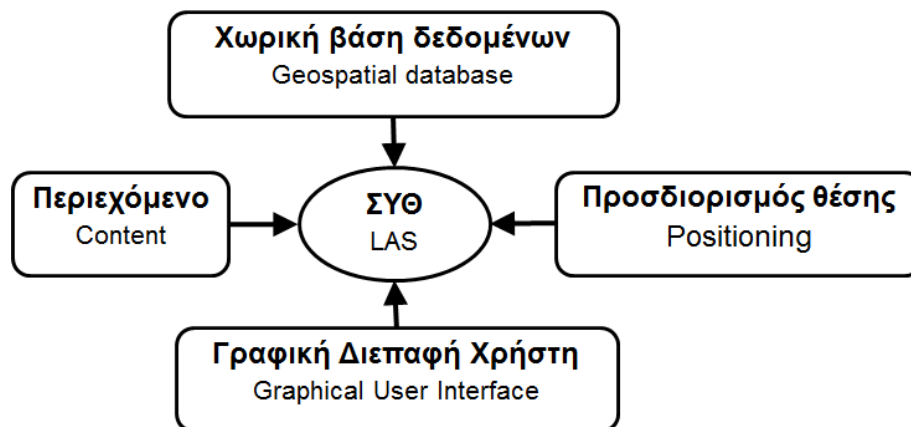


Εικόνα 3.12. Το πρότυπο επικοινωνίας των ΥΘ

Ένα τυπικό ΣΥΘ αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- Το σύστημα προσδιορισμού θέσης του κινητού (positioning)
- Το περιεχόμενο (content)
- Τη χωρική βάση δεδομένων (geospatial database)
- Τη γραφική διεπαφή του χρήστη (Graphical User Interface-GUI).

Τα τμήματα από τα οποία αποτελείται ένα ΣΥΘ παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.13.



Εικόνα 3.13. Τμήματα ενός ΣΥΘ

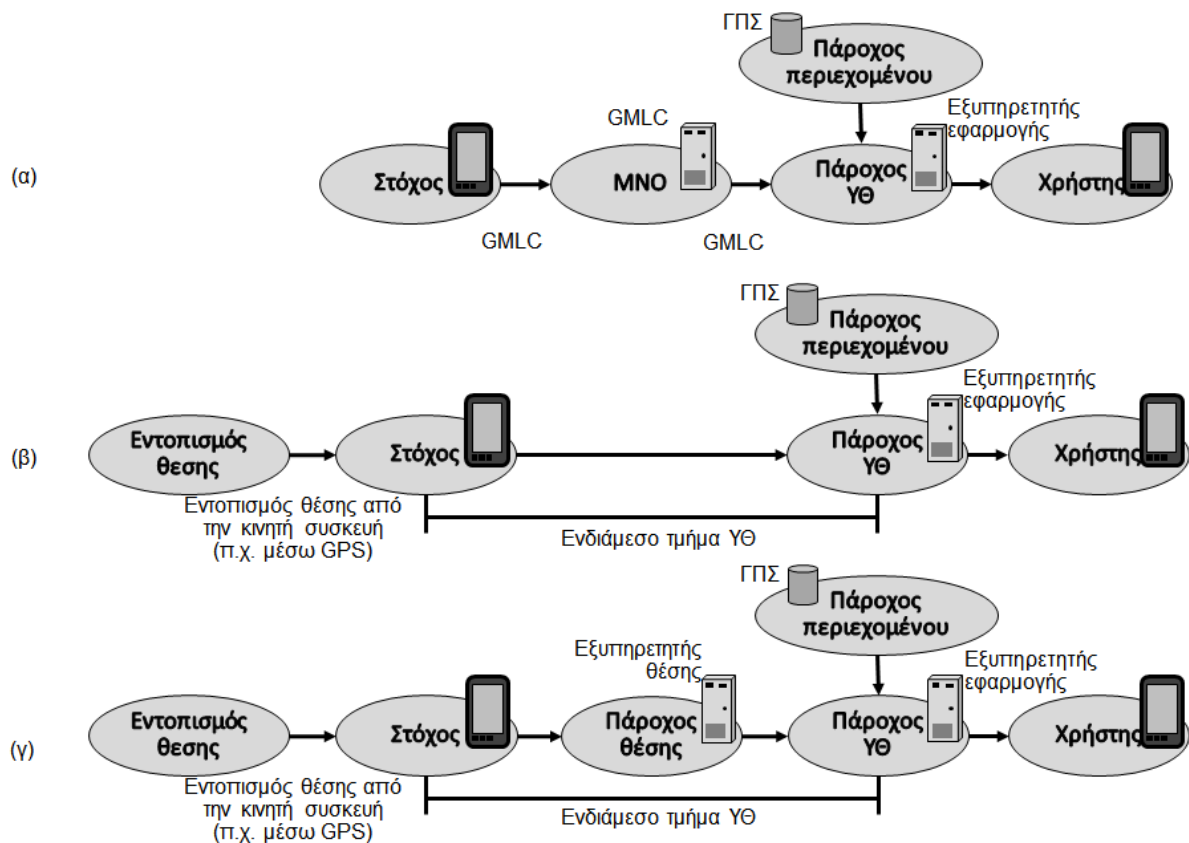
Οι περισσότερες εφαρμογές ΣΥΘ ακολουθούν την αρχιτεκτονική πελάτη/εξυπηρέτη και μπορεί να χωριστούν σε τρία βασικά μέρη: τον πελάτη, τον εξυπηρέτη και την ασύρματη επικοινωνία η οποία συνδέει τον πελάτη με τον εξυπηρέτη. Ο πελάτης είναι υπεύθυνος για την αποστολή της εντολής του χρήστη και τη γεωγραφική θέση της κινητής συσκευής. Οι πελάτες μπορεί να συμβάλλουν στην απόκτηση πληροφορίας με τη συλλογή δεδομένων στο ύπαιθρο. Οι εξυπηρέτες τοποθετούν την πληροφορία που συλλέγεται στο ύπαιθρο, σε βάσεις δεδομένων και στη συνέχεια παρέχουν υπηρεσίες στους πελάτες. Στην πραγματικότητα ο διαχωρισμός του ρόλου του εξυπηρέτη και του πελάτη γίνεται ολοένα και δυσκολότερος. Ο εξυπηρέτης μπορεί να αναλύσει την κρίσιμη πληροφορία και να την τοποθετήσει στη βάση δεδομένων για την παροχή κάποιας υπηρεσίας.

### 3.3.2 Σύνδεση μεταξύ των φορέων ΥΘ και διαχείριση θέσης

Υπάρχουν πολλοί φορείς οι οποίοι συμμετέχουν στη λειτουργία μιας ΥΘ ([Küpper et al., 2006](#)), και για το λόγο αυτό είναι χρήσιμο να γίνει αναφορά στις αλληλεπιδράσεις των

φορέων αυτών εντός της αλυσίδας εφοδιασμού (supply chain) των ΥΘ. Ένας φορέας μπορεί να είναι ένα άτομο, ένας οργανισμός ή μια επιχείρηση. Ο φορέας μπορεί να παρέχει υπηρεσίες σε άλλους φορείς ή να χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες άλλων φορέων ή και τα δύο. Οι φορείς μπορεί να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τους ρόλους που έχουν. Ο κάθε ρόλος αντιπροσωπεύει έναν συγκεκριμένο τομέα δραστηριότητας, ο οποίος σχετίζεται με ένα σύνολο λειτουργιών υλοποίησης και ελέγχου τμημάτων της υπηρεσίας, καθώς και με το να κάνει προσβάσιμη την υπηρεσία στον τελικό χρήστη. Η Εικόνα 3.14 παρουσιάζει ένα γενικό πρότυπο της αλυσίδας εφοδιασμού των ΥΘ, καθώς και των ρόλων και των σχέσεων των φορέων που συμμετέχουν. Οι ΥΘ μπορεί να είναι Δικτυο-κεντρικές, άμεσα συσκευο-κεντρικές ή έμμεσα συσκευο-κεντρικές. Η Πύλη Κέντρου Εντοπισμού Κινητών GMLC (Gateway Mobile Location Center), στην περίπτωση των Δικτυο-κεντρικών ΥΘ, στέλνει τα αιτήματα προσδιορισμού θέσης από τον πελάτη στον εξυπηρέτη που βρίσκεται στον Πάροχο Δικτύων Κινητών Επικοινωνιών MNO (Mobile Network Operator). Στην περίπτωση των άμεσων συσκευο-κεντρικών ΥΘ, η θέση αποστέλλεται απευθείας στον πάροχο ΥΘ. Στην περίπτωση των έμμεσων συσκευο-κεντρικών ΥΘ, η θέση αποστέλλεται στον πάροχο ΥΘ μέσω ενός παρόχου θέσης, ο οποίος και επεξεργάζεται τα δεδομένα θέσης πριν τα αποστείλει στον πάροχο ΥΘ. Η αλυσίδα εφοδιασμού των ΥΘ αποτελείται από τους παρακάτω ρόλους:

- *Στόχος (Target)*: είναι ένα μεμονωμένο άτομο το οποίο μετακινείται ή ένα κινούμενο αντικείμενο το οποίο πρόκειται να εντοπιστεί ή να παρακολουθείται η θέση του. Ο στόχος διαθέτει, μία κινητή συσκευή η οποία έχει δυνατότητες επικοινωνίας και εντοπισμού θέσης.
- *Υποδομές εντοπισμού θέσης (positioning enablers)*: έχουν ως λειτουργία τον έλεγχο και τον συντονισμό της διαδικασίας εντοπισμού θέσης. Για παράδειγμα στην περίπτωση που η εύρεση της θέσης γίνεται από τη συσκευή, οι υποδομές αυτές μπορεί να είναι το δίκτυο των δορυφόρων του GPS.
- *Πάροχος περιεχομένου (Content provider)*: προσφέρει γεωγραφικό και μη γεωγραφικό περιεχόμενο. Το γεωγραφικό περιεχόμενο μπορεί να είναι με τη μορφή χαρτών, δρομολογίων ή σημείων ενδιαφέροντος. Το μη γεωγραφικό περιεχόμενο μπορεί να είναι με τη μορφή κειμένου ή πολυμέσων (φωτογραφίες, βίντεο κλπ).
- *Πάροχος θέσης (Location Provider)*: είναι ένας πάροχος περιεχομένου, ο οποίος κάνει γνωστή τη θέση των στόχων στον χρήστη.
- *Πάροχος ΥΘ (Location service provider)*: προετοιμάζει την υπηρεσία ώστε αυτή να μπορεί να λειτουργήσει.
- *Τελικός χρήστης (End user)*: είναι αυτός που χρησιμοποιεί την υπηρεσία.



Εικόνα 3.14. Αλυσίδες εφοδιασμού ΥΘ: α) δικτυο-κεντρικές, β) άμεσα συσκευο-κεντρικές, γ) έμμεσα συσκευο-κεντρικές

(Προσαρμογή από [Küpper et al., \(2006\)](#))

Οι σχέσεις μεταξύ των παραπάνω ρόλων αναφέρονται ως σημεία αναφοράς (reference points) και μπορεί να είναι τεχνικής ή διαχειριστικής φύσης. Τα διαχειριστικής φύσης σημεία αναφοράς μπορεί να είναι συμφωνίες σε επίπεδο υπηρεσίας (service level agreement) μεταξύ των φορέων, ενώ οι τεχνικής φύσης σχέσεις μπορεί να αναφέρονται σε συνδέσεις μεταξύ διεπαφών και πρωτοκόλλων τα οποία σχετίζονται με τη λειτουργία της υπηρεσίας. Εκτός από αυτά τα σημεία αναφοράς, οι πάροχοι μπορεί να είναι συνδεδεμένοι και με άλλους παρόχους περιεχομένου και θέσης. Η αλυσίδα εφοδιασμού των ΥΘ μπορεί να διαμορφωθεί δυναμικά. Συγκεκριμένα, ένας φορέας μπορεί από τη μια μεριά να υιοθετήσει πολλούς ρόλους, ενώ από την άλλη μεριά μπορεί να παραλείψει άλλους. Η εφαρμογή μιας ΥΘ απαιτεί την αλληλεπίδραση πολλών φορέων, από τους οποίους ο καθένας υιοθετεί έναν ή περισσότερους ρόλους. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι σχέσεις των φορέων από τεχνική άποψη ([Küpper et al., 2006](#)):

- *Μεταξύ των υποδομών εντοπισμού θέσης και του στόχου:* Παρουσιάζει τη διαδικασία εντοπισμού θέσης και εξαρτάται από αυτό. Στην περίπτωση του GPS, η σχέση αυτή περιγράφει τα διάφορα σήματα που εκπέμπονται από το δίκτυο δορυφόρων του GPS

και τα οποία λαμβάνονται από τη συσκευή-στόχο ώστε να γίνουν οι υπολογισμοί για την εκτίμηση της θέσης.

- *Μεταξύ του στόχου και του παρόχου θέσης:* Τα δεδομένα θέσης μπορούν να ζητηθούν από τον πάροχο της θέσης ή ο στόχος μπορεί να παρακολουθείται συνεχώς, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένη τακτική ενημέρωσης θέσης.

- *Μεταξύ παρόχου ΥΘ και χρήστη:* Αφορά τη μεταφορά δεδομένων από τον πάροχο των ΥΘ προς τη συσκευή του χρήστη: Τα δεδομένα αυτά μπορεί στη συνέχεια να συσχετιστούν με περιεχόμενο από άλλες πηγές.

- *Μεταξύ παρόχου θέσης και χρήστη: ΥΘ που προσφέρονται από τον πάροχο της θέσης προς τον χρήστη:* Ο χρήστης ζητά τα δεδομένα θέσης ενός ή περισσότερων στόχων ή ζητά από τον πάροχο θέσης να παρακολουθήσει έναν στόχο για συγκεκριμένη διάρκεια.

- *Μεταξύ παρόχου περιεχομένου και χρήστη:* Αυτό το σημείο αναφοράς χρησιμοποιείται για να ληφθεί το περιεχόμενο εκτός από αυτό της θέσης.

Ένα από τα μειονεκτήματα του εντοπισμού θέσης μέσω κινητών συσκευών είναι το γεγονός ότι ενώ οι κινητές συσκευές γνωρίζουν τη θέση τους, ο εξυπηρέτης δεν τη γνωρίζει. Έτσι, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της διαχείρισης της θέσης είναι να διαθέτει λειτουργίες οι οποίες θα μπορούν να στέλνουν στον απομακρυσμένο εξυπηρέτη θέσης, τη θέση της κινητής συσκευής. Υπάρχουν δύο διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Η μία είναι η ανίχνευση αν η υπηρεσία είναι έτοιμη να δεχτεί δεδομένα θέσης και η άλλη είναι η ενημέρωση της θέσης στον εξυπηρέτη, ύστερα από την ενεργοποίηση κάποιου γεγονότος. Η ενημέρωση της θέσης μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

1. *Άμεση ενημέρωση:* Κάθε φορά που νέα δεδομένα θέσης αναπαράγονται από την κινητή συσκευή, αυτά στέλνονται στον εξυπηρέτη. Στην περίπτωση αυτή δεν απαιτείται κάποιο ιδιαίτερο γεγονός για την ενεργοποίηση της διαδικασίας ενημέρωσης της θέσης, αφού υπάρχει συνεχής μεταφορά δεδομένων της θέσης.
2. *Περιοδική ενημέρωση:* Η κινητή συσκευή στέλνει ένα μήνυμα για την ενημέρωση της θέσης όταν έχει παρέλθει ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα σε σχέση με την προηγούμενη ενημέρωση.
3. *Ενημέρωση με βάση την απόσταση:* Η κινητή συσκευή στέλνει την ενημέρωση της θέσης όταν έχει διανυθεί μια προκαθορισμένη απόσταση από το σημείο που έλαβε χώρα η προηγούμενη ενημέρωση.
4. *Ενημέρωση με βάση την περιοχή:* Η κινητή συσκευή στέλνει ενημέρωση της θέσης όταν ο στόχος εισέρχεται ή εξέρχεται από μια προκαθορισμένη γεωγραφική περιοχή. Η περιοχή αυτή μπορεί να καθοριστεί με ορισμένη ακτίνα κύκλου ή ως μια πολυγωνική περιοχή.

5. *Ενημέρωση με βάση το εκτιμώμενο στίγμα*: Η ενημέρωση της θέσης γίνεται με εκτίμηση της θέσης χρησιμοποιώντας την τελευταία θέση που στάλθηκε στον εξυπηρέτη καθώς και την κατεύθυνση και την ταχύτητα του στόχου.

Για την κατανόηση των αλυσίδων εφοδιασμού αναφέρουμε το παράδειγμα όπου ένα άτομο θέλει να βρει εστιατόρια συγκεκριμένου τύπου τα οποία βρίσκονται κοντά του. Αρχικά το άτομο αυτό κατεβάζει στην κινητή συσκευή που διαθέτει την υπηρεσία από έναν πάροχο ΥΘ. Στη συνέχεια, εντοπίζεται η θέση του ατόμου μέσω της κινητής συσκευής και το άτομο λαμβάνει στην κινητή συσκευή του μία λίστα με τα εστιατόρια που βρίσκονται γύρω του. Έπειτα, επιλέγει ένα από τα εστιατόρια αυτά λαμβάνοντας υπόψη του κάποια χαρακτηριστικά (π.χ. καλές κριτικές) και λαμβάνει από τον πάροχο περιεχομένου τις οδηγίες δρομολόγησης, ώστε με τη βοήθεια του GPS της κινητής συσκευής το άτομο να εντοπίσει το εστιατόριο. Ο χρήστης (το άτομο) και ο στόχος είναι το ίδιο, επομένως, η υπηρεσία αυτή είναι αυτοαναφερόμενη, απλού στόχου και μεταδραστική. Για το λόγο αυτό δεν είναι απαραίτητη η χρήση κάποιου παρόχου θέσης, ο οποίος να κάνει γνωστή τη θέση του στόχου, αφού ο στόχος και ο χρήστης είναι το ίδιο. Σε ένα διαφορετικό παράδειγμα, έχουμε την περίπτωση παρακολούθησης παιδιών από έναν πάροχο ΥΘ, ο οποίος δίνει τη δυνατότητα στους γονείς να παρακολουθούν σε χάρτη την τρέχουσα θέση των παιδιών τους. Επιπλέον, οι γονείς μπορεί να λαμβάνουν ένα μήνυμα SMS όταν τα παιδιά τους εισέρχονται ή εξέρχονται από έναν χώρο (π.χ. από το σχολείο) ή όταν απομακρύνονται κατά μία ορισμένη απόσταση από μια προηγούμενη θέση. Η υπηρεσία αυτή είναι διασταυρωτά αναφερόμενη, μεταδραστική αλλά και προδιαδραστική.

### 3.3.3 Ενδιάμεσο λογισμικό

Έχουν αναπτυχθεί πολλά ενδιάμεσα λογισμικά για τις περιπτώσεις κινητών υπολογιστών. Πολλά από αυτά είναι γενικού σκοπού, ενώ άλλα είναι εστιασμένα στις ΥΘ. Οι [Martin-Escalona and Barcelo-Arroyo \(2007\)](#), προτείνουν ένα ενδιάμεσο λογισμικό για τη μείωση της κατανάλωσης των πόρων του δικτύου και τη βελτιστοποίηση της παροχής της θέσης της οδικής κυκλοφορίας, το οποίο ονομάζουν MILCO (Middleware Location Cost Optimization). Οι [Roxin et al., \(2009\)](#), προτείνουν ένα ενδιάμεσο λογισμικό, το οποίο ονομάζουν TransportML και το οποίο έχει ως κύριο χαρακτηριστικό την επεκτασιμότητα ως προς τις χρησιμοποιούμενες ΥΘ. Οι [Galeana-Zapién et al., \(2014\)](#), ανέπτυξαν ένα ενδιάμεσο λογισμικό, με το οποίο πραγματοποιείται απευθείας επικοινωνία των Διασυνδέσεων Προγραμματισμού της Εφαρμογής (Application Programming Interfaces- APIs) και με τους ενσωματωμένους αισθητήρες της κινητής συσκευής (π.χ. με τον αισθητήρα GPS), με σκοπό τη διαχείριση της λειτουργίας των αισθητήρων σε σχέση με το περιεχόμενο της θέσης.



Από τα ενδιάμεσα λογισμικά ΥΘ που έχουν αναπτυχθεί, αυτό των [Küpper et al., \(2006\)](#) φαίνεται ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την ανάπτυξη του ενδιάμεσου λογισμικού των ΥΘ, για τη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων στη γεωργία και στο αστικό πράσινο. Συγκεκριμένα, οι [Küpper et al., 2006](#) πρότειναν ένα ενδιάμεσο λογισμικό για ΥΘ, με συσκευο-κεντρικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες επεκτασιμότητας των ΥΘ και της διαδικασίας εντοπισμού θέσης. Το ενδιάμεσο λογισμικό αυτό είναι εστιασμένο σε ΥΘ κοινωνικής δικτύωσης και μεμονωμένων χρηστών και αποτελείται από τα εξής επίπεδα: α) το επίπεδο εντοπισμού θέσης, β) το επίπεδο διαχείρισης θέσης, γ) το επίπεδο υπηρεσίας και δ) το επίπεδο εφαρμογής. Τα επίπεδα αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.15 και περιγράφονται στη συνέχεια:

### *α) Επίπεδο εντοπισμού θέσης*

Το επίπεδο εντοπισμού θέσης βρίσκεται αποκλειστικά στην κινητή συσκευή του στόχου και αποτελείται από μία ή περισσότερες τεχνολογίες εντοπισμού θέσης βασισμένες στη συσκευή. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν τον αυτόνομο εντοπισμό της θέσης, αφού η συσκευή παρακολουθεί τις μεταδόσεις σημάτων από τις περιβάλλουσες υποδομές (π.χ. από σημεία πρόσβασης, σταθμούς βάσης, ή δορυφόρους) και υπολογίζει τη θέση της χρησιμοποιώντας διάφορους μεθόδους όπως είναι οι Cell-Id, GPS, E-OTD και OTDoA. Επίσης, οι τεχνολογίες αυτές μπορεί να είναι εξωτερικών ή εσωτερικών χώρων, και να διαφέρουν σε μια σειρά από χαρακτηριστικά, όπως στη μέθοδο εντοπισμού θέσης που χρησιμοποιείται, στην περιοχή κάλυψης, στην ακρίβεια και στη μορφή των δεδομένων θέσης. Το επίπεδο εντοπισμού θέσης κρύβει την ετερογένεια των διάφορων τεχνολογιών εντοπισμού θέσης από τα ανώτερα επίπεδα, λαμβάνει αιτήματα για δεδομένα θέσης και ενεργοποιεί την τεχνολογία εντοπισμού θέσης που θα χρησιμοποιηθεί, καθορίζοντας την επιθυμητή ακρίβεια και τη μορφή των δεδομένων θέσης. Μετά την επεξεργασία της αίτησης, το επίπεδο εντοπισμού θέσης επιστρέφει μια ενιαία αναφορά (άμεση λειτουργία) ή συνεχείς αναφορές της θέσης (συνεχής λειτουργία). Μια αναφορά περιέχει την εντοπισμένη θέση και τη μορφή της (π.χ. σύμφωνα με το σύστημα συντεταγμένων που χρησιμοποιείται), την εκτιμώμενη ακρίβεια, και την τεχνολογία εντοπισμού θέσης που χρησιμοποιήθηκε. Στον συνεχή τρόπο, το επίπεδο εντοπισμού θέσης είναι επίσης υπεύθυνο για τη μετάβαση μεταξύ των διαφόρων μεθόδων εντοπισμού θέσης, όταν μία επιλεγμένη μέθοδος εντοπισμού θέσης γίνεται ξαφνικά μη διαθέσιμη.

### *β) Επίπεδο διαχείρισης θέσης*

Το επίπεδο διαχείρισης θέσης μοιράζεται μεταξύ του στόχου και του παρόχου ΥΘ, στην άμεση αλυσίδα εφοδιασμού, καθώς και μεταξύ του στόχου και του παρόχου τοποθεσίας, στην ενδιάμεση προσέγγιση. Πρωταρχικός στόχος είναι ο αποτελεσματικός

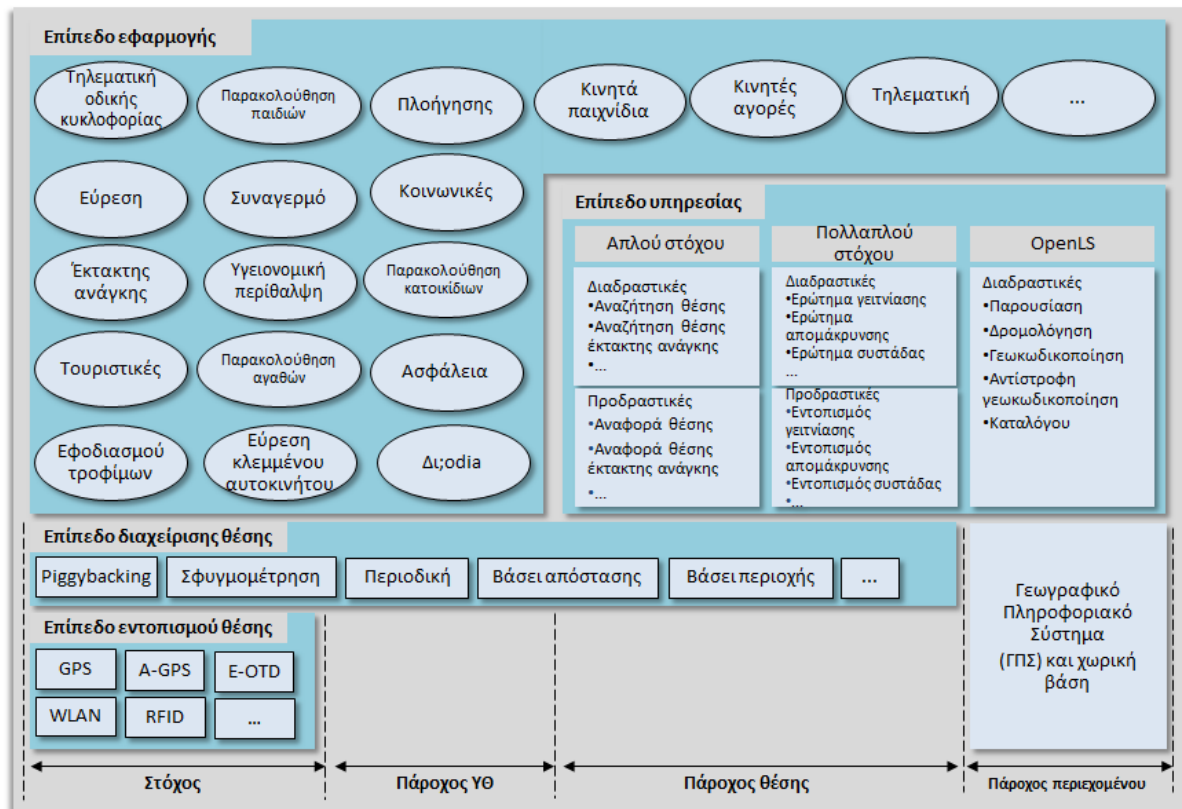
εντοπισμός του στόχου. Οι διαδικασίες διαχείρισης των δεδομένων θέσης πρέπει να χρησιμοποιούνται αρκετά σπάνια, ώστε να μη γίνεται σπατάλη των πόρων, αλλά και αρκετά συχνά, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της εφαρμογής. Μια απλή τεχνική για την ανταλλαγή δεδομένων θέσης είναι η Polling, η οποία είναι κατάλληλη για μεταδραστικές και διασταυρωτά αναφερόμενες ΥΘ. Το αίτημα μεταφέρει τις προϋποθέσεις που απαιτούνται σχετικά με την ποιότητα των δεδομένων θέσης, για παράδειγμα, την ακρίβεια και τη μορφή του. Στη θέση στόχο, η αίτηση αναλύεται και περνά στο επίπεδο εντοπισμού θέσης, όπου επιλέγεται η κατάλληλη μέθοδος εντοπισμού θέσης. Αφού καθοριστεί η θέση, επιστρέφεται στον αιτούντα πάροχο ΥΘ ή πάροχο θέσης ως απαντητικό μήνυμα. Μια άλλη προσέγγιση για την ανταλλαγή δεδομένων θέσης είναι η ρύθμιση της κινητής συσκευής για την εκτέλεση συγκεκριμένων ενημερώσεων θέσης (άμεση, περιοδική, με βάση την απόσταση, με βάση την περιοχή ή με βάση το εκτιμώμενο στίγμα). Τέλος, μια άλλη προσέγγιση για την ανταλλαγή δεδομένων θέσης είναι όταν τα δεδομένα θέσης μεταφέρονται μαζί με τα δεδομένα της εφαρμογής. Η μέθοδος αυτή αποκαλείται riggybacking.

#### γ) Το επίπεδο υπηρεσίας

Το επίπεδο υπηρεσίας παρέχει υπηρεσίες οι οποίες παρέχονται από τους παρόχους θέσης και περιεχομένου, και είναι προσβάσιμες από τους παρόχους ΥΘ μέσω καλά ορισμένων διεπαφών. Οι πάροχοι περιεχομένου παρέχουν υπηρεσίες οι οποίες συσχετίζουν τη θέση ενός στόχου με το γεωγραφικό περιεχόμενο. Η OpenLS π.χ, παρέχει τις ακόλουθες βασικές υπηρεσίες: υπηρεσία παρουσίασης για την εμφάνιση της θέσης ενός στόχου σε ένα χάρτη, υπηρεσία καταλόγου για την εύρεση κοντινών σημείων ενδιαφέροντος, υπηρεσία γεωκωδικοποίησης και αντίστροφης γεωκωδικοποίησης, και υπηρεσία δρομολόγησης. Οι υπηρεσίες απλού στόχου κάνουν διαθέσιμα τα δεδομένα θέσης του στόχου στον πάροχο ΥΘ, με μεταδραστικό ή με προδραστικό τρόπο. Οι υπηρεσίες πολλαπλού στόχου εστιάζουν σε χωρικά συσχετιζόμενα δεδομένα θέσης πολλών στόχων και είναι επίσης διαθέσιμα, είτε με μεταδραστικό είτε με προδραστικό τρόπο.

#### δ) Το επίπεδο εφαρμογής

Το επίπεδο εφαρμογής χρησιμοποιεί μία ή περισσότερες ΥΘ του επιπέδου υπηρεσίας του ενδιαμέσου λογισμικού προκειμένου να θέσει σε λειτουργία τις εφαρμογές του τελικού χρήστη.



Εικόνα 3.15. Αρχιτεκτονική ενδιάμεσου λογισμικού ΥΘ

(Προσαρμογή: [Küpper et al., 2006](#))

Αν και το ενδιάμεσο λογισμικό ΥΘ που πρότειναν οι [Küpper et al., 2006](#) αποτελεί μια καλή βάση για την ανάπτυξη ενδιάμεσου λογισμικού για ΥΘ στον γεωργικό τομέα και στο αστικό πράσινο, εντούτοις, το λογισμικό αυτό είναι περισσότερο εστιασμένο σε ΥΘ κοινωνικής δικτύωσης και απλών χρηστών. Επομένως, για εφαρμογές διαχείρισης εντομολογικών κινδύνων στο πλαίσιο της ΟΔΕΟ και της ΓΑ, οι οποίες παρουσιάζουν έντονη χωροχρονική παραλλακτικότητα και απαιτούν συνεργατικότητα σε τεχνικό επίπεδο, το ενδιάμεσο λογισμικό ΥΘ θα πρέπει να διαθέτει επιπλέον δυνατότητες.



## 4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 4.1 Περιγραφή Συστήματος Υπηρεσιών Θέσης για γεωργικές εφαρμογές και εφαρμογές αστικού πρασίνου

#### 4.1.1 Κατηγοριοποίηση ΥΘ του προτεινόμενου ΣΥΘ

Η επικρατούσα κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους σύμφωνα με τους [Küpper et al. \(2006\)](#) , [Deblauwe \(2008\)](#) και [Yang \(2010\)](#), η οποία παρουσιάστηκε στην Εικόνα 3.4, κατηγοριοποιεί τις ΥΘ σε δύο βασικά επίπεδα, σε αυτό της πρώτης γενιάς και σε αυτό της επόμενης γενιάς. Σε κάθε γενιά γίνεται ο διαχωρισμός των ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους με βάση τις τεχνολογικές εξελίξεις και την απαίτηση προσφοράς νέων υπηρεσιών. Με την εισαγωγή της επόμενης γενιάς γίνεται προσπάθεια για μεγαλύτερη ανάπτυξη των ΥΘ, ακολουθώντας, αντί της δικτυο-κεντρικής (network-centric) προσέγγισης που επικρατούσε στην πρώτη γενιά, τη συσκευο-κεντρική (device-centric) προσέγγιση, στην οποία οι ΥΘ έχουν ως κέντρο την κινητή συσκευή. Σε αυτό βοήθησε το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τεράστια ανάπτυξη στα κινητά τηλέφωνα μικρού μεγέθους και χαμηλού κόστους, αλλά με υψηλή ακρίβεια αισθητήρων GPS.

Οι ΥΘ πρώτης γενιάς είναι κυρίως υπηρεσίες εντοπισμού και οι ΥΘ της επόμενης (δεύτερης) γενιάς είναι εστιασμένες κυρίως σε κατηγορίες ΥΘ κοινωνικής δικτύωσης ή επειγόντων περιστατικών. Οι ΥΘ της δεύτερης γενιάς, αφορούν κυρίως απλούς χρήστες, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες αυτές ευκαιριακά, με σκοπό την επίλυση απλών καθημερινών προβλημάτων τους τα οποία σχετίζονται με τη θέση στην οποία βρίσκονται. Οι ΥΘ οι οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και αστικό πράσινο έχουν κοινά στοιχεία με τις ΥΘ κοινωνικής δικτύωσης, αλλά απαιτούνται και άλλες δυνατότητες ΥΘ, που δεν είναι δυνατό να καλυφθούν από την κατηγοριοποίηση που προτείνουν οι [Küpper et al. \(2006\)](#) , [Deblauwe \(2008\)](#) και [Yang \(2010\)](#). Οι παράγοντες που στοιχειοθετούν τη διαφοροποίηση αυτή, είναι:

- Η έντονη χωροχρονική παραλλακτικότητα που υπάρχει στο γεωργικό περιβάλλον και στο περιβάλλον αστικού πρασίνου.
- Η ανάγκη για παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών και του μικροκλίματος.
- Η ανάγκη για παρακολούθηση των φυτών και των εντομολογικών κινδύνων και προσβολών.
- Η ανάγκη για δημιουργία συνεργατικών εργαλείων λόγω της επαγγελματικής φύσης του προβλήματος και της συμμετοχής πολλών και ετερογενών φορέων που απαιτούνται για την αντιμετώπισή του.

- Η πρόοδος των τεχνολογικών επιτευγμάτων στους τομείς των υπολογιστών, της ΓΑ, της ρομποτικής και των αυτόνομων αντικειμένων (οχήματα, ιπτάμενα αντικείμενα).
- Η ανάγκη να λαμβάνονται απομακρυσμένα, με ακρίβεια και ταχύτητα αποφάσεις για την κατεύθυνση των επεμβάσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν.

Στην έρευνα της παρούσας διατριβής χρησιμοποιούμε την κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους σύμφωνα με τους [Küpper et al. \(2006\)](#), [Deblauwe \(2008\)](#) και [Yang \(2010\)](#). Ωστόσο, με σκοπό την κάλυψη των αναγκών διαχείρισης και αντιμετώπισης εντομολογικών προβλημάτων στη γεωργία και το αστικό πράσινο, επεκτείνουμε τα επίπεδα της πρώτης και δεύτερης γενιάς, εισάγοντας ένα νέο επίπεδο που αφορά τα αγροπεριβαλλοντικά ΣΥΘ και επεκτείνουμε τις υπάρχουσες κατηγορίες. Έτσι, στο νέο επίπεδο που προτείνουμε, διατηρούμε τις κατηγοριοποιήσεις Αλληλεπίδραση χρήστη-υπηρεσίας, Πλήθος στόχων και Κατεύθυνση χαρτογράφησης, οι οποίες υπάρχουν στην πρώτη και δεύτερη γενιά, εμπλουτίζουμε τις κατηγοριοποιήσεις Σχέση μεταξύ χρήστη και στόχου, Υποδομές και Περιβάλλον με νέα χαρακτηριστικά, και εισάγουμε δύο επιπλέον κατηγοριοποιήσεις, Αυτονομία/ανεξαρτησία μεταξύ υπηρεσιών και Τύπος χρήστη, οι οποίες αφορούν και τις τρεις γενιές. Στην περίπτωση που το Αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ απαιτεί ΥΘ με τέτοιες κατηγοριοποιήσεις, χρησιμοποιεί τους τρόπους λειτουργίας των δύο προηγούμενων γενιών.

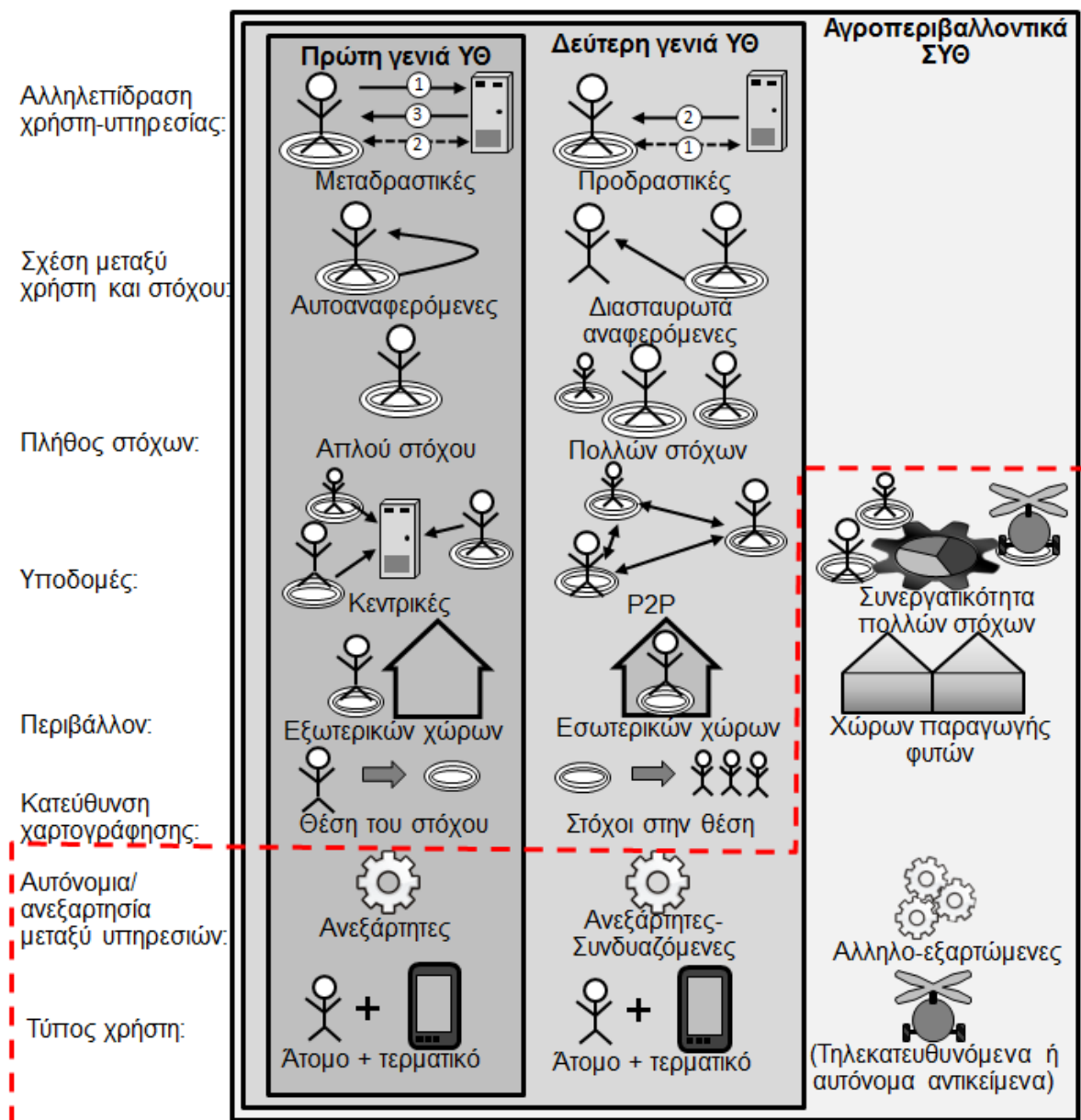
Η προτεινόμενη κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.1. Στην Εικόνα 4.1, εντός της διάστικτης γραμμής φαίνονται οι επεκτάσεις λειτουργικότητας της προτεινόμενης κατηγοριοποίησης σε σχέση με την έως τώρα επικρατούσα κατηγοριοποίηση. Παρακάτω περιγράφονται οι επεκτάσεις της προτεινόμενης κατηγοριοποίησης του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ και δίνονται τα στοιχεία εκείνα που δείχνουν την αναγκαιότητα των επεκτάσεων αυτών στη διαχείριση και στην αντιμετώπιση εντομολογικών προβλημάτων στη γεωργία και το αστικό πράσινο.

Οι κατηγορίες των ΥΘ του προτεινόμενου ΣΥΘ οι οποίες παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.1 αναλύονται στη συνέχεια.

#### *α. Αλληλεπίδραση χρήστη-υπηρεσίας*

Η προτεινόμενη κατηγοριοποίηση διακρίνει τις ΥΘ ανάλογα με την αλληλεπίδραση χρήστη-υπηρεσίας σε μεταδραστικές και προδραστικές. Στις μεταδραστικές ΥΘ ο συμμετέχων στο ΣΥΘ θα πρέπει να αιτηθεί την ΥΘ, ώστε η υπηρεσία αυτή να είναι διαθέσιμη. Για παράδειγμα, στην καταμέτρηση του πληθυσμού των παγίδων στην περίπτωση του δάκου, για να αποστείλει ο παγιδοθέτης με το Κ-ΓΠΣ τον αριθμό των εντόμων, καταχωρεί στο Κ-ΓΠΣ τους αριθμούς των εντόμων της παγίδας και αιτείται τη σχετική ΥΘ μέσω κατάλληλης διεπαφής. Η υπηρεσία στη συνέχεια λαμβάνει τα δεδομένα και τα αποθηκεύει στην απομακρυσμένη χωροχρονική βάση. Στην περίπτωση που ο

παγιδοθέτης θέλει να βρει την κοντινότερη σε αυτόν εντομοπαγίδα και να δει τα δεδομένα των συλλήψεων για την παγίδα αυτή, μπορεί μέσω του Κ-ΓΠΣ να ενεργοποιήσει την κατάσταση εύρεσης κοντινότερης παγίδας. Κάθε φορά που θα βρίσκεται κοντινότερα σε μια παγίδα, θα ενεργοποιείται προδραστικά η κατάλληλη υπηρεσία, η οποία στη συνέχεια θα αποστέλλει στο Κ-ΓΠΣ, τα διαθέσιμα στην απομακρυσμένη χωροχρονική βάση στοιχεία. Στην περίπτωση του ΚΣΦ, το Κ-ΓΠΣ ενεργοποιεί προδραστικά τη φόρμα καταγραφής επικινδυνότητας της προσβολής κάθε φορά που πλησιάζει ο υπεύθυνος των επισκοπήσεων έναν φοίνικα που απαιτεί επισκόπηση. Στη συνέχεια, ο υπεύθυνος πραγματοποιεί την επισκόπηση, και αν η κατάσταση επικινδυνότητας του φοίνικα αλλάξει, τότε ενεργοποιείται προδραστικά ή μεταδραστικά, ανάλογα με τις επιλογές του χρήστη, η αυτόματη εκτίμηση της επικινδυνότητας για τους άλλους φοίνικες.



Εικόνα 4.1. Προτεινόμενη κατηγοριοποίηση ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους

*β. Σχέση μεταξύ χρήστη και στόχου*

Όπως και στην πρώτη και στη δεύτερη γενιά κατηγοριοποίησης των ΥΘ, στην προτεινόμενη κατηγοριοποίηση, ο χρήστης μπορεί να είναι ένα άτομο το οποίο χρησιμοποιεί τις λειτουργίες των ΥΘ και ο στόχος ένα άτομο ή αντικείμενο το οποίο εντοπίζεται ή παρακολουθείται και από το οποίο προκύπτουν τα δεδομένα θέσης. Έτσι, η διάκριση των ΥΘ, ανάλογα με τη σχέση μεταξύ χρήστη και στόχου σε αυτο-αναφερόμενες και διασταυρωτά αναφερόμενες, παραμένει και στην προτεινόμενη κατηγοριοποίηση. Ωστόσο, η κατηγοριοποίηση αυτή αν και επιτρέπει τη διάκριση των ΥΘ σε απλές περιπτώσεις, όπου κάποιος είναι χρήστης και παρακολουθεί τους στόχους, δεν καλύπτει πλήρως τη διάκριση των ΥΘ, στην περίπτωση του προτεινόμενου αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ, όπου οι ΥΘ μπορεί να είναι υβριδικές, δηλαδή ο χρήστης μπορεί να είναι παράλληλα και στόχος. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του δολωματικού ψεκασμού του δάκου της ελιάς με τη χρήση γεωργικών ελκυστήρων, ο υπεύθυνος των ψεκασμών είναι ο χρήστης που παρακολουθεί κατά τη διάρκεια των ψεκασμών τη θέση των γεωργικών ελκυστήρων, οι οποίοι είναι οι στόχοι. Στην περίπτωση αυτή έχουμε διασταυρωτά αναφερόμενες ΥΘ. Όμως, κατά τη διάρκεια του ψεκασμού ο κάθε ψεκαστής γεωργικού ελκυστήρα παρακολουθεί τις δικές του ενέργειες και, επομένως, είναι ταυτόχρονα και χρήστης και στόχος για τη δική του θέση. Στην περίπτωση αυτή έχουμε αυτο-αναφερόμενες ΥΘ. Επιπλέον, με δεδομένο ότι ο ψεκασμός αποτελεί συνεργατική διαδικασία, ο κάθε ψεκαστής πρέπει να γνωρίζει τις ενέργειες των άλλων ψεκαστών, ώστε να μην ψεκάσει για παράδειγμα τις ίδιες περιοχές και, επομένως, ο κάθε ψεκαστής είναι χρήστης και οι υπόλοιποι είναι στόχοι για αυτόν τον ψεκαστή. Ως εκ τούτου, οι ψεκαστές, εκτός από στόχοι είναι παράλληλα και χρήστες για τους υπόλοιπους. Επομένως, στην περίπτωση αυτή έχουμε υβριδικές ΥΘ ως προς τη σχέση μεταξύ χρήστη και στόχου.

*γ. Πλήθος στόχων*

Η κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με το πλήθος των στόχων οι οποίοι συμμετέχουν σε μια εφαρμογή ΥΘ είναι και στην περίπτωση του προτεινόμενου ΣΥΘ, τις ΥΘ σε απλού στόχου και πολλών στόχων. Κατά τη διάρκεια του δολωματικού ψεκασμού του δάκου από το έδαφος, η ΥΘ με την οποία υπολογίζεται η επικινδυνότητα προσβολής ή η πυκνότητα ψεκασμού που απαιτείται στη θέση που βρίσκεται ο ψεκαστής-οδηγός του γεωργικού ελκυστήρα αποτελεί περίπτωση απλού στόχου. Στην περίπτωση, για παράδειγμα, που η εκτίμηση της επικινδυνότητας μεμονωμένων φοινικοειδών μιας περιοχής από το ΚΣΦ πραγματοποιείται από περισσότερους από έναν στόχους, και η εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής για την περιοχή που βρίσκονται τα φοινικοειδή εξαρτάται από τα ευρήματα του κάθε στόχου και την εγγύτητα του κάθε στόχου σε σχέση με τους άλλους, οι ΥΘ μπορεί να είναι πολλών στόχων.



## δ. Υποδομές

Οι υποδομές εκτός από κεντρικές και P2P, που ήταν στην πρώτη και στη δεύτερη γενιά, στο αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ που προτείνεται στη διατριβή αυτή, επεκτείνονται με ΥΘ που αφορούν στη συνεργατικότητα πολλών στόχων. Προκειμένου να καλυφθεί η ανάγκη για συνεργατικότητα και τεχνική αντιμετώπιση που απαιτείται στην περίπτωση της αντιμετώπισης εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και αστικό πράσινο. Οι φορείς που συμμετέχουν στο ΣΥΘ για την αντιμετώπιση εντομολογικών κινδύνων περιγράφονται στη συνέχεια:

- *Μηχανικός Λογισμικού / διαχειριστής του συστήματος*: Παρέχει πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων του ΣΥΘ, αναθέτει καθήκοντα στους χρήστες, τους οποίους και συντονίζει κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων τους και παραμετροποιεί το ΣΥΘ.
- *Γεωπόνος*: Παρέχει ειδική γνώση σε σχέση με τον έλεγχο των εντόμων, τα υλικά για τις παγίδες και τους ψεκασμούς. Προτείνει την κατάλληλη παραμετροποίηση του ΣΥΘ, ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες στην περιοχή ενδιαφέροντος.
- *Χρήστης Κ-ΓΠΣ*: Είναι υπεύθυνος για την καταγραφή των δεδομένων πεδίου και την αποστολή τους στον εξυπηρέτη.
- *Χρήστης Ε-ΓΠΣ*: Ψηφιοποιεί τη γεωγραφική πληροφορία, ενσωματώνει τα γεωγραφικά επίπεδα στο ΣΥΘ, εκτελεί τις απαραίτητες στατιστικές αναλύσεις των δεδομένων και στέλνει τα αποτελέσματα στον εξυπηρέτη.
- *Παγιδοθέτης*: Εγκαθιστά, αντικαθιστά και συμπληρώνει τις παγίδες και καταγράφει τις συλλήψεις των εντόμων.
- *Τεχνικός*: Είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία, την παραμετροποίηση, τη συντήρηση και την καλή λειτουργία του εξοπλισμού.
- *Γεωργός*: Παρέχει δεδομένα για τον σπρωώνα του και λαμβάνει πληροφορίες για τις επεμβάσεις.
- *Ψεκαστής*: Πραγματοποιεί τους ψεκασμούς με μη αυτόματο τρόπο χρησιμοποιώντας επινώτιους ψεκαστήρες.
- *Οδηγός-ψεκαστής γεωργικού ελκυστήρα*: Πραγματοποιεί τους ψεκασμούς χρησιμοποιώντας γεωργικό ελκυστήρα.
- *Δημόσιοι Οργανισμοί*: Ενημερώνονται για τις επεμβάσεις και τις περιοχές που ψεκάζονται.

Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει το εργασιακό περιβάλλον τελικών χρηστών του ΣΥΘ και ο Πίνακας 4.2 παρουσιάζει τους φορείς που εμπλέκονται στις ΥΘ για την αντιμετώπιση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και αστικό πράσινο σε σχέση με τις εργασίες και τις διαδικασίες που έχουν να επιτελέσουν.

Πίνακας 4.1 Εργασιακό περιβάλλον τελικών χρηστών του ΣΥΘ

| Εργασιακό περιβάλλον | Φορείς  |          |               |               |          |            |          |                                     |         |                     |
|----------------------|---|----------|---------------|---------------|----------|------------|----------|-------------------------------------|---------|---------------------|
|                      | Μηχανικός Λογισμικού, διαχειριστής συστήματος | Γεωπόνος | Χρήστης Κ-ΓΠΣ | Χρήστης Ε-ΓΠΣ | Τεχνικός | Παγιοθέτης | Ψεκαστής | Οδηγός-ψεκαστής γεωργικού ελκυστήρα | Γεωργός | Δημόσιοι Οργανισμοί |
| Αγροκτήματα/πάρκα    |   | X        | X             |               | X        | X          | X        | X                                   | X       |                     |
| Γραφεία              | X   | X        |               | X             | X        |            |          |                                     |         |                     |
| Οπουδήποτε           |   |          |               |               |          |            |          |                                     |         | X                   |

Πίνακας 4.2 Φορείς εμπλεκόμενοι σε ΥΘ αντιμετώπισης εντομολογικών κινδύνων

| Εργασία/Διαδικασία                                   | Φορείς  |          |               |               |          |            |          |                                       |         |                     |
|--|---|----------|---------------|---------------|----------|------------|----------|---------------------------------------|---------|---------------------|
|  | Μηχανικός Λογισμικού, διαχειριστής συστήματος | Γεωπόνος | Χρήστης Κ-ΓΠΣ | Χρήστης Ε-ΓΠΣ | Τεχνικός | Παγιοθέτης | Ψεκαστής | Οδηγός - ψεκαστής γεωργικού ελκυστήρα | Γεωργός | Δημόσιοι Οργανισμοί |
| <b>Ψηφιοποίηση / δημιουργία γεωγραφικών επιπέδων</b> |   |          |               |               |          |            |          |                                       |         |                     |
| Χάρτες   |   |          |               | X             |          |            |          |                                       |         |                     |
| Όρια αγροκτημάτων/πάρκων                             |   |          | X             | X             |          |            |          |                                       | X       |                     |
| Δέντρα   |   | X        | X             | X             |          |            |          |                                       |         |                     |
| Παγίδες  |   | X        | X             | X             |          |            |          |                                       |         |                     |
| Κόμβοι αισθητήρων                                    | X   | X        | X             | X             |          |            |          |                                       |         |                     |
| Αντικείμενα / Εμπόδια                                |   |          | X             | X             |          |            |          |                                       |         |                     |
| Οδικό δίκτυο   |   |          |               | X             |          |            |          |                                       |         |                     |
| Χρήσεις γης  |   | X        | X             | X             |          |            |          |                                       |         |                     |
| Επίπεδο φωτογραφιών                                  |   |          | X             |               |          |            |          |                                       |         |                     |
| <b>Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων</b>                    |   |          |               |               |          |            |          |                                       |         |                     |
| Εγκατάσταση  |   |          | X             | X             |          |            |          |                                       |         |                     |
| Λειτουργία   | X   |          |               |               | X        |            |          |                                       |         |                     |
| Συντήρηση  |   |          |               |               | X        |            |          |                                       |         |                     |
| <b>Παγίδευση</b>                                     |   |          |               |               |          |            |          |                                       |         |                     |
| Εγκατάσταση δικτύου παγίδων                          |   |          | X             | X             |          | X          |          |                                       |         |                     |
| Ψηφιοποίηση της θέσης των παγίδων                    |   |          | X             | X             |          |            |          |                                       |         |                     |
| Ανανέωση του περιεχομένου της παγίδας                |   |          |               |               |          | X          |          |                                       |         |                     |
| <b>Παρακολούθηση-επισκοπήσεις</b>                    |   |          |               |               |          |            |          |                                       |         |                     |
| η- Παρακολούθηση                                     | X   | X        |               |               |          |            |          |                                       |         |                     |
| Παρακολούθηση μη αυτόματη                            | X   | X        |               |               |          | X          |          |                                       |         |                     |
| Δειγματοληψία  |   | X        |               |               |          |            |          |                                       |         |                     |
| Απόφαση  |   | X        |               |               |          |            |          |                                       |         |                     |
| <b>Ψεκασμοί</b>                                      |   |          |               |               |          |            |          |                                       |         |                     |
| Προετοιμασία   |   | X        | X             | X             |          |            | X        | X                                     |         |                     |
| Δράσεις/Επεμβάσεις                                   |   |          |               |               |          |            | X        | X                                     |         |                     |
| Ιχθυλασιμότητα                                       | X   | X        |               |               |          |            |          |                                       | X       | X                   |

Αν και υπάρχουν διαφορετικοί ρόλοι για κάθε χρήστη, ένα και μόνο πρόσωπο ενδεχομένως να μπορεί να αναλάβει περισσότερους του ενός ρόλους. Όπως προκύπτει από τη σύνθεση των φορέων, οι φορείς αλλά και το περιβάλλον στο οποίο εργάζονται είναι ετερογενή. Για την επίτευξη των στόχων που αφορούν την αντιμετώπιση των επιβλαβών εντόμων, απαιτείται από αυτούς τους φορείς να λειτουργούν μέσα σε ένα συνεργατικό περιβάλλον. Στο περιβάλλον αυτό οι στόχοι δεν είναι μόνο οι φορείς, αλλά ενδεχομένως και αντικείμενα που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές ΓΑ, όπως μη επανδρωμένα οχήματα ή μη επανδρωμένα ιπτάμενα αντικείμενα. Στην περίπτωση των Κεντρικών ΥΘ, οι στόχοι είναι ομοιογενείς ως προς τις ανάγκες τους και τη λειτουργικότητά τους και αντλούν τις χωρικές πληροφορίες για την ενημέρωση της θέσης τους από έναν απομακρυσμένο εξυπηρέτη. Στην περίπτωση των P2P ΥΘ, οι στόχοι είναι ομοιογενείς ως προς τις ανάγκες τους και τη λειτουργικότητά τους, ωστόσο αντλούν τις χωρικές πληροφορίες για ενημέρωση της θέσης τους ο ένας από τον άλλο. Στην περίπτωση των συνεργατικών πολλών στόχων ΥΘ, οι στόχοι είναι ετερογενείς ως προς τις ανάγκες τους και/ή τη λειτουργικότητά τους και αντλούν τις χωρικές πληροφορίες για ενημέρωση της θέσης τους όχι μόνο ο ένας από τον άλλο, αλλά και επίσης με έναν μηχανισμό που συντονίζει τους ετερογενείς αυτούς στόχους. Ο μηχανισμός αυτός μπορεί να βρίσκεται απομακρυσμένα σε έναν εξυπηρέτη αλλά μπορεί να βρίσκεται σε έναν από τους στόχους, ο οποίος παράλληλα έχει και τον ρόλο του συντονιστή.

#### *ε. Περιβάλλον*

Όσον αφορά το Περιβάλλον, οι ΥΘ διαχωρίζονται σε ΥΘ εσωτερικών χώρων (π.χ. κτήρια) και εξωτερικών χώρων (π.χ. πλατείες), για την περίπτωση της πρώτης και δεύτερης γενιάς αντίστοιχα. Ωστόσο, στις αγροπεριβαλλοντικές εφαρμογές οι εξωτερικοί χώροι είναι τα αγροκτήματα, ενώ οι εσωτερικοί χώροι μπορεί να είναι τεχνητοί χώροι παραγωγής φυτών. Επιπλέον, από τη σκοπιά των ΥΘ, στις γεωργικές εφαρμογές υπάρχουν κατασκευές οι οποίες δεν μπορούν να χαρακτηριστούν αμιγώς εσωτερικοί ή εξωτερικοί χώροι, όπως είναι για παράδειγμα τα θερμοκήπια. Τα θερμοκήπια καλύπτονται με διαπερατό στο φως υλικό (π.χ. πολυαιθυλένιο ή γυαλί), το οποίο σε αντίθεση με τα τοιχώματα των κτηρίων, επιτρέπει τη λήψη σήματος GPS στο εσωτερικό τους. Επιπλέον, τα φυτά εντός του θερμοκηπίου είναι συνήθως ή σε ενιαίο χώρο ή σε διακριτούς επαναλαμβανόμενους χώρους (spans), οι οποίοι βρίσκονται κατάλληλα τοποθετημένοι στο ίδιο επίπεδο. Τα φυτά είναι τοποθετημένα σε γραμμές και για το λόγο αυτό θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και γεωγραφικά και συμβολικά συστήματα συντεταγμένων. Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό των θερμοκηπίων είναι η ταχεία ανάπτυξη των φυτών, που δημιουργεί χωρική παραλλακτικότητα και στις τρεις διαστάσεις. Για το λόγο αυτό τα φυτά μπορεί να αποτελούν εμπόδιο στη μετάδοση σημάτων ενός ΑΔΑ ή ενός συστήματος εντοπισμού θέσης. Τέτοιοι χώροι παραγωγής φυτών, οι οποίοι έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά από τους εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, εξετάζονται διαφορετικά από

το προτεινόμενο ΣΥΘ σε σχέση με την αντιμετώπιση και τη διαχείριση εντομολογικών προβλημάτων.

*στ. Κατεύθυνση χαρτογράφησης*

Η κατεύθυνση χαρτογράφησης στην περίπτωση του προτεινόμενου ΣΥΘ είναι κυρίως σε λειτουργία "θέση του στόχου". Για παράδειγμα, στην περίπτωση του από εδάφους δολωματικού ψεκασμού του δάκου της ελιάς, το ΣΥΘ αντλεί τις τρέχουσες θέσεις των γεωργικών ελκυστήρων που χρησιμοποιούνται στον ψεκασμό (γνωστοί στόχοι) και πραγματοποιεί χαρτογράφηση στο σύνολο των θέσεων που κάθε γεωργικός ελκυστήρας ακολουθεί κατά τη διάρκεια του ψεκασμού. Όμως, η κατεύθυνση χαρτογράφησης στην περίπτωση του προτεινόμενου ΣΥΘ μπορεί να είναι και διαφορετική, δηλαδή "επισκεπτόν στις θέσεις". Για παράδειγμα, μπορούμε να χαρτογραφήσουμε τους γεωργικούς ελκυστήρες που εισέρχονται σε προστατευμένες περιοχές. Στην περίπτωση αυτή, οι γεωργικοί ελκυστήρες είναι οι επισκέπτες και οι προστατευμένες περιοχές είναι οι θέσεις. Το ενδιαφέρον μας στο παράδειγμα αυτό δεν εστιάζεται στις θέσεις των γεωργικών ελκυστήρων, αλλά στο πόσοι ελκυστήρες έχουν εισέλθει σε μια ή περισσότερες προστατευμένες περιοχές και ποια μέτρα θα πρέπει να ληφθούν για την αποφυγή ψεκασμού στις προστατευμένες περιοχές, στέλνοντας, για παράδειγμα, σχετικό μήνυμα στους ψεκαστές οι οποίοι εισέρχονται στις περιοχές αυτές.

*ζ. Αυτονομία και ανεξαρτησία μεταξύ υπηρεσιών*

Στις ΥΘ πρώτης γενιάς υπήρχε ανεξαρτησία και αυτονομία μεταξύ των ΥΘ, δηλαδή οι ΥΘ ήταν αυτοτελείς υπηρεσίες. Στην επόμενη γενιά οι ΥΘ είναι μεν ανεξάρτητες αλλά κάποιες από αυτές μπορούν να συνδυαστούν με άλλες. Για παράδειγμα, εάν κάποιος επιθυμεί να βρει ένα κατάστημα για αγορά κάποιων προϊόντων, μπορεί να χρησιμοποιήσει μια ΥΘ για την εύρεση του κοντινότερου καταστήματος που έχει τα προϊόντα που ψάχνει βλέποντας σε χάρτη το σημείο του κοντινότερου καταστήματος. Κοιτώντας τον χάρτη ο χρήστης μπορεί να εντοπίσει το κατάστημα αυτό. Εναλλακτικά, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει μια άλλη ΥΘ που να αφορά την υπηρεσία δρομολόγησης ώστε να οδηγηθεί από το σημείο που βρίσκεται στο κοντινότερο κατάστημα που έχει βρεθεί από την υπηρεσία του κοντινότερου καταστήματος. Ο τρόπος αυτός, της χρήσης δηλαδή δύο ΥΘ που είναι ανεξάρτητες, αποτελεί χαρακτηριστικό της πρώτης γενιάς. Ωστόσο, η δρομολόγηση μπορεί να εκτελεστεί αυτόματα μετά την υπηρεσία εύρεσης, και, επομένως, με τον τρόπο αυτό μπορεί να υπάρξει σύνδεση μεταξύ των ανεξάρτητων υπηρεσιών της δεύτερης γενιάς. Στο προτεινόμενο αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ, οι ΥΘ μπορεί να είναι ανεξάρτητες και/ή συνδυαζόμενες, ωστόσο το νέο στοιχείο που εισάγεται, είναι το γεγονός ότι οι ΥΘ μπορεί να είναι και αλληλο-εξαρτώμενες. Στις αλληλο-εξαρτώμενες ΥΘ το αποτέλεσμα της μιας υπηρεσίας μπορεί να είναι η αφετηρία για την επόμενη ή για το ποια υπηρεσία θα

ακολουθήσει ή μία υπηρεσία για να ολοκληρωθεί απαιτεί τη συμβολή άλλης υπηρεσίας. Έτσι, για παράδειγμα, αν κατά τη διάρκεια του ψεκασμού στο τρέχον σημείο στο οποίο βρίσκεται ο ψεκαστής χρησιμοποιηθεί ΥΘ που αφορά στην εγγύτητα με προστατευμένες περιοχές και το αποτέλεσμα είναι ότι δεν υπάρχει προστατευμένη περιοχή στην απόσταση ασφαλείας, τότε το αποτέλεσμα αυτό ενεργοποιεί την ΥΘ που αφορά, για παράδειγμα, την εύρεση επικινδυνότητας. Αν υπάρχει στο σημείο επικινδυνότητα τότε η υπηρεσία επικινδυνότητας δίνει εντολή για πραγματοποίηση ψεκασμού. Στη συνέχεια ενεργοποιείται η ΥΘ ιχνηλασιμότητας για να βρεθεί αν το σημείο αυτό έχει ψεκαστεί ξανά, και αν όχι ο ψεκαστής ψεκάξει και στη συνέχεια ενεργοποιείται πάλι η ΥΘ που αφορά την ιχνηλασιμότητα ώστε να πραγματοποιηθεί ενημέρωση της θέσης για τον ψεκασμό που έλαβε χώρα. Παρατηρούμε, λοιπόν, πως στην περίπτωση του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ, οι ΥΘ μπορεί να είναι αλληλό-εξαρτώμενες και κατά τον τρόπο αυτό μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι πιο δυναμικές και αυτοματοποιημένες σε σχέση με την πρώτη και δεύτερη γενιά ΥΘ.

#### *η. Τύπος χρήση*

Στις ΥΘ πρώτης και δεύτερης γενιάς, οι παρεχόμενες υπηρεσίες αποσκοπούν στην εξυπηρέτηση αναγκών απλών χρηστών και για το λόγο αυτό ο τελικός χρήστης είναι πάντα ένα άτομο που έχει μαζί του κάποιο τερματικό, δηλαδή μια κινητή συσκευή με οθόνη. Στο αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ μπορεί να έχουμε την ίδια περίπτωση, δηλαδή ένα ή περισσότερους χρήστες που διαθέτουν από μια κινητή συσκευή με οθόνη, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με το τερματικό του ψεκαστή-οδηγού γεωργικού ελκυστήρα κατά τη διάρκεια του ψεκασμού. Ωστόσο, οι εξελίξεις της τεχνολογίας έχουν δώσει εργαλεία τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές ΓΑ και τα οποία δεν χρειάζονται τη φυσική παρουσία κάποιου ατόμου για να εκτελούν τις εργασίες. Τέτοια εργαλεία είναι συνήθως μη επανδρωμένα, αυτόνομα ή τηλεκατευθυνόμενα οχήματα ή ιπτάμενες μηχανές (π.χ. ελικόπτερα, αεροπλάνα). Αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για την ψηφιοποίηση των αγροκτημάτων και την παρακολούθηση καταστάσεων όσο και για την εφαρμογή συγκεκριμένων επεμβάσεων αντιμετώπισης ενός εντομολογικού προβλήματος. Με τα αντικείμενα αυτά είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν οι χωροχρονικές εργασίες που απαιτούνται για τη διαχείριση και την αντιμετώπιση εντομολογικών κινδύνων στη γεωργία και στο αστικό πράσινο με μεγαλύτερη ακρίβεια, γρηγορότερα και με δυνατότητα περισσότερων επαναλήψεων σε σχέση με άλλες μεθόδους. Για παράδειγμα, είναι εφικτή η δημιουργία χαρτών με μεγαλύτερη ακρίβεια και σε περισσότερες επαναλήψεις σε σχέση με τη λήψη δορυφορικών χαρτών, καθώς επίσης και να πραγματοποιηθούν μακροσκοπικές παρατηρήσεις στο πεδίο γρηγορότερα σε σχέση με τις περιπτώσεις που οι καταγραφές αυτές πραγματοποιούνται από φυσικά πρόσωπα που βρίσκονται στο πεδίο.

#### 4.1.2 Τεχνολογίες που ενσωματώνει το ΣΥΘ

Για το αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ ακολουθούμε τη γενική κατηγοριοποίηση των ΥΘ που προτείνουν οι [Brimicombe 2002](#) και [Brimicombe and Li, 2009](#), εξειδικεύοντας ωστόσο, τις τεχνολογίες που απαιτούνται και συμμετέχουν στο αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ. Οι τεχνολογίες περιλαμβάνουν τεχνολογίες εντοπισμού θέσης, κινητές συσκευές, το Διαδίκτυο, ΓΠΣ, ΕΣ, ΣΛΑ και ΑΔΑ.

Οι τεχνολογίες εντοπισμού της θέσης είναι απαραίτητες σε κάθε σύστημα ΥΘ καθώς και στις εφαρμογές διαχείρισης και αντιμετώπισης των επιβλαβών εντόμων στη γεωργία και στο αστικό πράσινο, κυρίως, λόγω της χωρικής παραλλακτικότητας που υπάρχει. Η χωρική παραλλακτικότητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα στις περιπτώσεις διασποράς των εντόμων και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στα σύγχρονα συστήματα διαχείρισης. Τα εντομολογικά προβλήματα στη γεωργία και το αστικό πράσινο, συνήθως, παρατηρούνται σε εξωτερικούς χώρους (π.χ. αγροκτήματα, πάρκα) και ως εκ τούτου μπορεί να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες όπως το GPS, το A-GPS και το D-GPS. Στο προτεινόμενο ΣΥΘ, τα συστήματα αναφοράς που χρησιμοποιούνται είναι γεωγραφικά, καρτεσιανά και συμβολικά. Για παράδειγμα με σκοπό την καταγραφή της διαδρομής που ακολουθεί ένας γεωργικός ελκυστήρας κατά τον ψεκασμό για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς, τα γεωγραφικά συστήματα συντεταγμένων μπορεί να θεωρηθούν ως τα πιο κατάλληλα. Αντίθετα, στην περίπτωση της δειγματοληψίας καρπών σε δέντρα με σκοπό τον προσδιορισμό της έκτασης της προσβολής ενός επιβλαβούς εντόμου, ο εντοπισμός της θέσης μπορεί να γίνει με τη χρήση ενός συμβολικού συστήματος, κατά το οποίο η θέση προσδιορίζεται από τον μοναδικό κωδικό κάθε δέντρου. Αν οι αποστάσεις των δέντρων είναι σταθερές επί της γραμμής και μεταξύ των γραμμών, τότε μπορεί να γίνει χρήση καρτεσιανού συστήματος.

Για τη χρήση των ΥΘ του προτεινόμενου ΣΥΘ, απαιτείται η ύπαρξη σύνδεσης των κινητών συσκευών όπως είναι τα PDAs, προκειμένου να συλλεχθούν τα δεδομένα πεδίου και να σταλούν ασύρματα μέσω ασύρματης σύνδεσης GPRS, 3G ή 4G στη χωρική βάση δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται και η ενημέρωση των πληροφοριών που αφορούν στην τρέχουσα θέση της συσκευής.

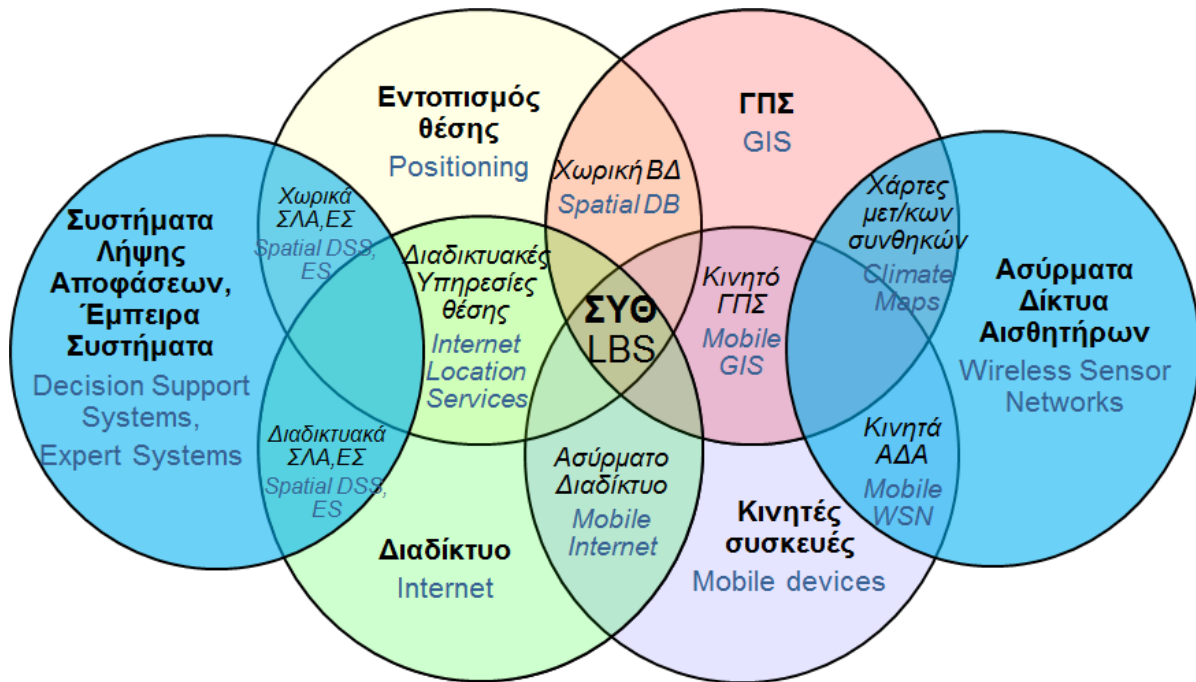
Το ΓΠΣ είναι απαραίτητο στο προτεινόμενο ΣΥΘ, επειδή αποτελεί την τεχνολογία με την οποία γίνεται η διαχείριση της χωρικής παραλλακτικότητας των εντομολογικών προβλημάτων. Το ΓΠΣ τροφοδοτεί με δεδομένα το Κ-ΓΠΣ το οποίο βρίσκεται στην κινητή συσκευή, αλλά επίσης, και το ίδιο τροφοδοτείται με δεδομένα πεδίου από την κινητή συσκευή. Για παράδειγμα, το γεωγραφικό επίπεδο που αφορά τις θέσεις των εντομολογικών παγίδων που έχουν εγκατασταθεί στο πεδίο μπορεί να δημιουργηθεί με τη βοήθεια του Κ-ΓΠΣ το οποίο στέλνει στο ΓΠΣ τη θέση των παγίδων καθώς και τον αριθμό των εντόμων που έχουν παγιδευτεί σε κάθε παγίδα. Από το ΓΠΣ σχηματίζονται χάρτες επικινδυνότητας του

εντομολογικού προβλήματος και χάρτες μετεωρολογικών συνθηκών, οι οποίοι στη συνέχεια αποστέλλονται πίσω στο Κ-ΓΠΣ, ώστε να ληφθούν αποφάσεις για τη διαχείριση και την αντιμετώπιση του εντομολογικού προβλήματος. Τέτοιου είδους χάρτες επικινδυνότητας θα μπορούσαν να παραχθούν και στο Κ-ΓΠΣ, ανάλογα με την υπολογιστική ισχύ που απαιτείται για τη δημιουργία των χαρτών και λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς των κινητών συσκευών, ως προς την υπολογιστική ισχύ, το μέγεθος και τον όγκο των δεδομένων σε σχέση με τους υπολογιστές γραφείου.

Οι τεχνολογίες εντοπισμού θέσης, το Διαδίκτυο, οι κινητές συσκευές και τα ΓΠΣ είναι τεχνολογίες οι οποίες κατά τους [Brimicombe and Li, 2009](#) θα πρέπει να συνυπάρχουν στη διαδικασία υλοποίησης και χρήσης των ΥΘ. Ωστόσο, στη διαχείριση και αντιμετώπιση εντομολογικών προβλημάτων στη γεωργία και στο αστικό πράσινο, απαιτούνται πρόσθετες τεχνολογίες που αφορούν στη λήψη αποφάσεων (ΕΣ, ΣΛΑ), στην καταγραφή περιβαλλοντικών συνθηκών (ΑΔΑ), στην απομακρυσμένη αποστολή πληροφορίας (Ασύρματο Διαδίκτυο) και στη διαχείριση πολυμέσων. Η αυτοματοποιημένη διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι απαραίτητη για τη βελτίωση όλων των σταδίων διαχείρισης του εντομολογικού προβλήματος. Οι αποφάσεις αυτές μπορεί να αφορούν στον τρόπο, τη χρονική στιγμή έναρξης και λήξης, τη διάρκεια, καθώς και τη χωρική κατανομή των διεργασιών των εντομολογικών προβλημάτων. Για παράδειγμα, μπορεί να ληφθούν αποφάσεις για τη χρονική στιγμή τοποθέτησης των παγίδων, τη χρονική στιγμή και τη χωρική κατανομή που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν συγκεκριμένες επεμβάσεις, την αποφυγή μόλυνσης προστατευμένων περιοχών και άλλα.

Τα εντομολογικά προβλήματα και συγκεκριμένα η εξέλιξη ενός εντομολογικού πληθυσμού εξαρτάται πολλές φορές και από τις μικροκλιματικές συνθήκες της περιοχής που είναι εντοπισμένο το εντομολογικό πρόβλημα. Επιπλέον, εργασίες όπως είναι οι ψεκασμοί, μπορεί, επίσης, να επηρεάζονται από τις μικροκλιματικές συνθήκες της περιοχής στην οποία διενεργείται ο ψεκασμός. Στις περιπτώσεις αυτές είναι απαραίτητη η εγκατάσταση στην περιοχή ενδιαφέροντος και η χρήση κατάλληλου ΑΔΑ, το οποίο θα μπορεί να ενημερώνει τη χωρική βάση δεδομένων για τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Ανάλογα με τις ανάγκες και τους παράγοντες οι οποίοι επιδρούν στην εξέλιξη, την αντιμετώπιση και τη διαχείριση του εντομολογικού προβλήματος, μπορεί να εγκατασταθούν και να χρησιμοποιηθούν Ε-ΑΔΑ ή Υ-ΑΔΑ. Τα δεδομένα των συνθηκών της περιοχής μπορεί να περιλαμβάνουν: θερμοκρασία και υγρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία και υγρασία εδάφους και άλλα, τα οποία μέσω δικτύου μεταφέρονται και αποθηκεύονται σε μία απομακρυσμένη βάση δεδομένων. Εκτός, όμως, από τα κλιματικά δεδομένα, τα ΑΔΑ μπορεί να παρέχουν και άλλα περιβαλλοντικά δεδομένα, όπως η καταγραφή μέσω κατάλληλων αισθητήρων των εντόμων μιας παγίδας, την αποστολή πολυμεσικών δεδομένων, όπως είναι η φωτογραφία των συλλήψεων της παγίδας και η θέση αντικειμένων.

Οι τεχνολογίες που προτείνουμε για χρήση από το αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ αλληλεπιδρούν μεταξύ τους παρέχοντας πρόσθετες δυνατότητες. Στην Εικόνα 4.2 παρουσιάζονται οι ενσωματωμένες τεχνολογίες καθώς και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.



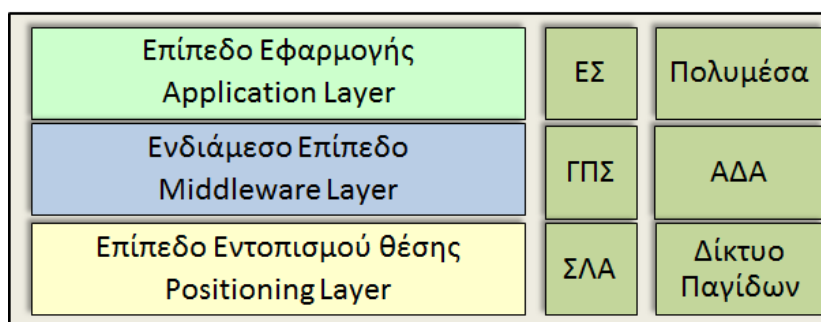
Εικόνα 4.2. Τεχνολογίες για την υλοποίηση και λειτουργία ενός ΣΥΘ

#### 4.1.3 Γενική αρχιτεκτονική ΥΘ προτεινόμενου ΣΥΘ

Το προτεινόμενο αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ βασίζεται στο υπάρχον γενικό πρότυπο επικοινωνίας τριών επιπέδων που προτείνουν οι [Brimicombe and Li \(2009\)](#), και το οποίο περιλαμβάνει το επίπεδο Εντοπισμού Θέσης, το Ενδιάμεσο επίπεδο και το Επίπεδο της Εφαρμογής, καθώς και το ΓΠΣ. Το επίπεδο Εντοπισμού Θέσης έχει ως στόχο την εύρεση της γεωθέσης της κινητής συσκευής. Τα δεδομένα του επιπέδου αυτού είναι, κυρίως, οι συντεταγμένες της θέσης της κινητής συσκευής, και μεταφέρονται απευθείας στο επίπεδο Εφαρμογής, ή πρώτα περνούν στο Ενδιάμεσο επίπεδο. Με τη χρήση ωστόσο του Ενδιάμεσου επιπέδου είναι δυνατή η απλοποίηση των λειτουργιών στο επίπεδο της Εφαρμογής, γεγονός που κάνει ευκολότερη την υλοποίηση ΥΘ και προσφέρονται δυνατότητες επεκτασιμότητας στα ΣΥΘ που έχουν υλοποιηθεί. Επίσης, το Ενδιάμεσο επίπεδο μπορεί να μειώσει σημαντικά την πολυπλοκότητα της υλοποίησης υπηρεσιών, επειδή είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο και μπορεί να ελέγχει όλες τις ΥΘ που ενδεχομένως προστεθούν μελλοντικά. Ως αποτέλεσμα, εξοικονομεί από τους φορείς και τους τρίτους παρόχους ΥΘ, χρόνο και κόστος για την υλοποίηση των ΥΘ. Το γενικό πρότυπο επικοινωνίας τριών επιπέδων που προτείνουν οι [Brimicombe and Li \(2009\)](#) παρουσιάζεται από την οπτική γωνία των ΓΠΣ. Αυτή η προσέγγιση δεν καλύπτει τις ανάγκες του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ, το οποίο για την αντιμετώπιση και τη διαχείριση επιβλαβών



εντόμων σε γεωργικές καλλιέργειες και το αστικό πράσινο και σύμφωνα με τις αρχές της ΟΔΕΕ και της ΓΑ, απαιτεί πρόσθετες τεχνολογίες. Έτσι, η προτεινόμενη γενική αρχιτεκτονική του συστήματος έχει ενσωματώσει τα εξής τμήματα που αφορούν τις παρακάτω τεχνολογίες: ΓΠΣ, ΣΛΑ ή ΕΣ, πολυμέσα, ΑΔΑ και δίκτυο παγίδων. Δεδομένου ότι τα τμήματα αυτά είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, νέα τμήματα μπορεί να προστεθούν ή τα υπάρχοντα μπορεί να τροποποιηθούν, διευκολύνοντας την ανάπτυξη, τη βελτίωση και τη χρήση της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής. Στην Εικόνα 4.3 παρουσιάζεται η γενική περιγραφή του προτεινόμενου αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ το οποίο βασίζεται στην ύπαρξη ενός Ενδιάμεσου επιπέδου λογισμικού.



Εικόνα 4.3. Επίπεδα επικοινωνίας της γενικής αρχιτεκτονικής του ΣΥΘ

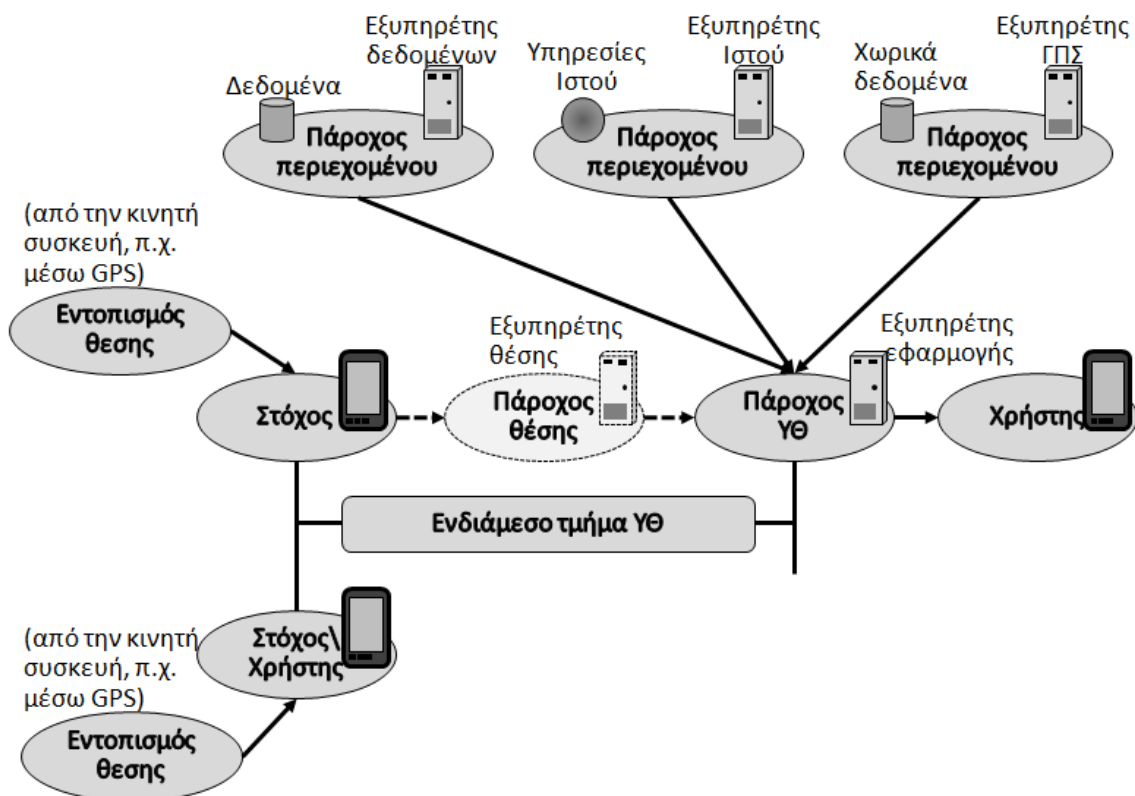
Με σκοπό την επικοινωνία και τον συντονισμό των του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ, χρησιμοποιούνται Υπηρεσίες Ιστού (web services). Το ΣΥΘ έχει τη δυνατότητα να συγκεντρώνει δεδομένα με συστηματικό τρόπο, τόσο με χρήση Κ-ΓΠΣ όσο και με χρήση ΑΔΑ. Επιπλέον, μπορεί να ενεργοποιεί αυτόματα τις κατάλληλες Διαδικτυακές υπηρεσίες, ώστε να γίνεται διαχείριση εργασιών χωρίς σύνδεση, όπως είναι για παράδειγμα η προετοιμασία και η μετατροπή των δεδομένων που πρόκειται να αποσταλούν στον εξυπηρέτη, ο συγχρονισμός των δεδομένων των τμημάτων του ΣΥΘ, η παρακολούθηση των ενεργειών ψεκασμού, όπως τότε και πού πραγματοποιείται ψεκασμός, η διαχείριση πολυμέσων, όπως η εκτέλεση φωνητικών εντολών και η παρουσίαση εικόνων ή βίντεο.

Η αλυσίδα εφοδιασμού των ΥΘ στο προτεινόμενο ΣΥΘ ακολουθεί τη βασική αρχή που πρότειναν οι [Brimicombe and Li \(2009\)](#). Ωστόσο, στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική υπάρχουν σημαντικές διαφορές και βελτιώσεις οι οποίες μπορεί να συνοψιστούν ως εξής:

1. Στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική, οι πάροχοι περιεχομένου εξειδικεύονται ώστε να καλύψουν τις ανάγκες του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ και κατ' επέκταση τις ανάγκες διαχείρισης εντομολογικών κινδύνων στη γεωργία και στο αστικό πράσινο. Για το λόγο αυτό, εισάγονται εκτός από τους παρόχους θέσης και παρόχους ΥΘ οι πάροχοι περιεχομένου δεδομένων, υπηρεσιών Ιστού και χωρικών δεδομένων. Για κάθε κατηγορία παρόχων περιεχομένου υπάρχει και ο αντίστοιχος εξυπηρέτης. Έτσι,

υπάρχει: α) ο εξυπηρετής δεδομένων, ο οποίος διαχειρίζεται τα δεδομένα που δεν έχουν χωρικό περιεχόμενο, όπως είναι δεδομένα του χρήστη και πολυμέσα, β) ο εξυπηρετής υπηρεσιών Ιστού, ο οποίος διαθέτει και ενεργοποιεί υπηρεσίες Ιστού, και γ) ο εξυπηρετής χωρικών δεδομένων, ο οποίος διαχειρίζεται τα χωρικά δεδομένα τα οποία μπορεί να προέρχονται από ΑΔΑ, Κ-ΓΠΣ και Ε-ΓΠΣ.

2. Στη νέα προτεινόμενη αρχιτεκτονική, ο στόχος μπορεί να είναι και χρήστης, ανάλογα με την ΥΘ και τον ρόλο των συμμετεχόντων στη διαδικασία αντιμετώπισης των επιβλαβών εντόμων.
3. Στην υπάρχουσα αρχιτεκτονική, ο τρόπος εντοπισμού της θέσης (συσκευο-κεντρικός, άμεσα ή έμμεσα δικτυο-κεντρικός) είναι γνωστός. Στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική, ο τρόπος εντοπισμού της θέσης μπορεί να αποφασίζεται δυναμικά με τη βοήθεια του ενδιαμέσου τμήματος.
4. Στην υπάρχουσα αρχιτεκτονική, το ενδιαμέσο τμήμα είναι υπεύθυνο μόνο για την αποστολή στον πάροχο ΥΘ των δεδομένων θέσης, και, το ενδιαμέσο τμήμα είναι υπεύθυνο για την αποστολή στον πάροχο ΥΘ, τόσο των δεδομένων θέσης, όσο και των δεδομένων περιεχομένου, ώστε αυτά να συσχετιστούν με τη θέση.



Εικόνα 4.4. Η αλυσίδα εφοδιασμού των ΥΘ στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική

Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική, όσον αφορά στην επικοινωνία μεταξύ στόχου και χρήστη, υιοθετεί το πρότυπο πελάτη-εξυπηρετή (client-server) χρησιμοποιώντας ένα ενδιαμέσο τμήμα λογισμικού, ενώ όσον αφορά στον τρόπο εντοπισμού της θέσης αυτή

μπορεί να είναι συσκευο-κεντρική ή δικτυο-κεντρική. Για την επικοινωνία του πελάτη με τον εξυπηρέτη χρησιμοποιεί Υπηρεσίες Ιστού, ενώ για την υλοποίηση των ΥΘ αξιοποιεί τεχνολογίες ΓΠΣ, ΕΣ, ΣΛΑ, πολυμέσων και άλλων. Με την αρχιτεκτονική αυτή δίνεται η δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων με συστηματικό τρόπο, αναφοράς των περιβαλλοντικών συνθηκών, καθώς και προειδοποίησης για σημαντικά προβλήματα που προκύπτουν κατά τη διάρκεια των ψεκασμών. Το GPS χρησιμοποιείται από τους ψεκαστές για να εντοπιστεί η περιοχή ψεκασμού και από τους παγιδοθέτες για να εντοπιστούν οι εντομολογικές παγίδες. Το προτεινόμενο ΣΥΘ στηρίζεται σε αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (three-tier architecture) και αποτελείται από το επίπεδο του πελάτη (χρήστη, στόχου), το επίπεδο της εφαρμογής και το επίπεδο της βάσης δεδομένων. Το καθένα από αυτά τα επίπεδα περιγράφεται παρακάτω:

- *Το επίπεδο του πελάτη:* Το επίπεδο πελάτη επιτρέπει την εισαγωγή δεδομένων και τις λειτουργίες ανάλυσης, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα εισαγωγής, επεξεργασίας και προσθήκης δεδομένων τοπικά και/ή μέσω του Διαδικτύου. Η επικοινωνία μεταξύ του πελάτη και του επιπέδου της βάσης δεδομένων γίνεται μέσω του επιπέδου εφαρμογής. Καθώς οι ψεκαστές και οι παγιδοθέτες πλοηγούνται μέσω του Κ-ΓΠΣ, η θέση και ο προσανατολισμός τους εμφανίζεται πάνω σε έναν σε ψηφιακό χάρτη της περιοχής. Το ΣΥΘ βελτιστοποιεί τη μετάδοση των διαθέσιμων δεδομένων με τη χρήση τοπικών δεδομένων και εκτός σύνδεσης λειτουργιών.
- *Το επίπεδο της εφαρμογής:* Το επίπεδο της εφαρμογής αποτελεί το τμήμα του συστήματος, όπου λαμβάνει χώρα η επεξεργασία και η κατανομή των δεδομένων που συλλέγονται στα διάφορα υποσυστήματα. Η επικοινωνία μεταξύ του επιπέδου του πελάτη και της βάσης δεδομένων γίνεται μέσω του επιπέδου της εφαρμογής. Το επίπεδο της εφαρμογής αποτελείται από τα ακόλουθα πέντε τμήματα:
  - *Εξυπηρέτης δεδομένων:* Παρέχει τα κατάλληλα δεδομένα για τα άλλα τμήματα του επιπέδου εφαρμογής. Όλα τα χωρικά και βοηθητικά δεδομένα είναι αποθηκευμένα στον εξυπηρέτη δεδομένων. Τα χωρικά δεδομένα αποτελούν στοιχεία του ΓΠΣ, όπως χάρτες, χωρικές βάσεις δεδομένων, δορυφορικές εικόνες, επίπεδα πληροφοριών ΓΠΣ και δεδομένα δρομολόγησης. Βοηθητικά στοιχεία αφορούν μετεωρολογικά δεδομένα, πληροφορίες για τον καιρό, το προφίλ των χρηστών, δεδομένα αδειοδότησης του χρήστη κ.α.
  - *Εξυπηρέτης ΓΠΣ:* Παρέχει τις λειτουργίες του ΓΠΣ και τα εργαλεία για τη διαχείριση των χωρικών δεδομένων. Μετατρέπει τα χωρικά δεδομένα ώστε να είναι προσβάσιμα από το Διαδίκτυο.
  - *Εξυπηρέτης Ιστού:* Παρέχει τη δυνατότητα της χρήσης των δεδομένων Διαδικτύου από το σύστημα, επεξεργάζεται και διαμοιράζει τα δεδομένα αυτά στις εφαρμογές του πελάτη. Επίσης, παρέχει υπηρεσίες Ιστού και Διαδικτυακές λειτουργίες στους

πελάτες και σε Διαδικτυακές συνεργατικές εφαρμογές, χρησιμοποιώντας κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας.

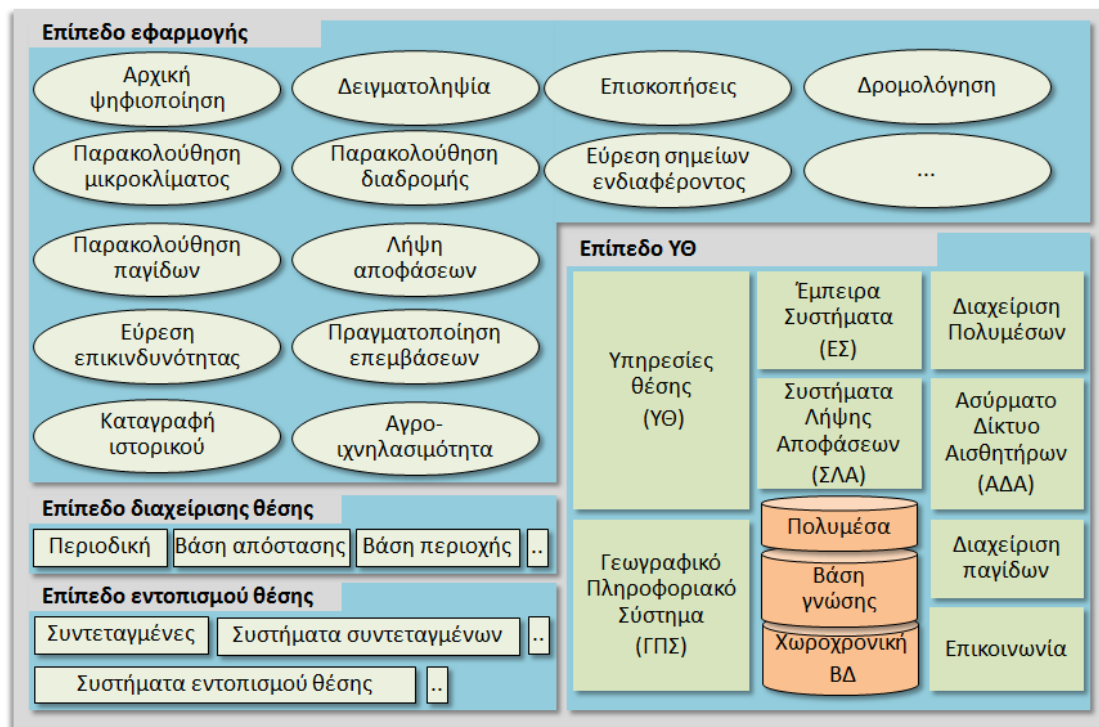
- *Εξυπηρέτης εφαρμογής*: Παρέχει έναν αριθμό πρακτόρων λογισμικού που έχουν αναπτυχθεί και που περιλαμβάνονται στο ΣΥΘ, έτσι ώστε να εκτελούν και αυτόματα κατάλληλες υπηρεσίες Ιστού για τη διαχείριση των εργασιών.
- *Τμήμα εντοπισμού της θέσης*: Είναι υπεύθυνο για την αυτοματοποίηση των λειτουργιών του ΓΠΣ, για το συγχρονισμό του εξυπηρέτη ΓΠΣ με τα άλλα τμήματα, και την υποστήριξη υπηρεσιών πραγματικού χρόνου.

Στη συνέχεια περιγράφονται τα τμήματα της αρχιτεκτονικής του ενδιάμεσου τμήματος λογισμικού που προτείνουμε στη διατριβή αυτή και τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη αγροπεριβαλλοντικών ΣΥΘ διαχείρισης και αντιμετώπισης εντομολογικών προβλημάτων στη γεωργία και το αστικό πράσινο.

#### 4.1.4 Ενδιάμεσο τμήμα ΥΘ

Στη διατριβή αυτή το αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ διαθέτει ένα ενδιάμεσο τμήμα (middleware) το οποίο έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί συσκευο-κεντρικές αλλά και δικτυο-κεντρικές ΥΘ, οι οποίες θα μπορούν να αναπτύσσονται εύκολα και γρήγορα, αλλά και να παρέχουν μεγαλύτερη ακρίβεια και ποιότητα στη διαχείριση εντομολογικών προβλημάτων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο. Με το ενδιάμεσο τμήμα είναι δυνατό να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο των ΟΔΕΟ και ΓΑ τα πλεονεκτήματα του Διαδικτύου και της συσκευής, με σκοπό την ανάπτυξη απαιτητικών εφαρμογών, όσον αφορά την υπολογιστική ισχύ, την ακρίβεια και την απαιτούμενη ταχύτητα λήψης αποφάσεων. Έτσι, το ενδιάμεσο τμήμα δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί η θέση ενός αντικειμένου (στόχου, χρήστη) είτε από το δίκτυο, είτε απευθείας από την κινητή συσκευή.

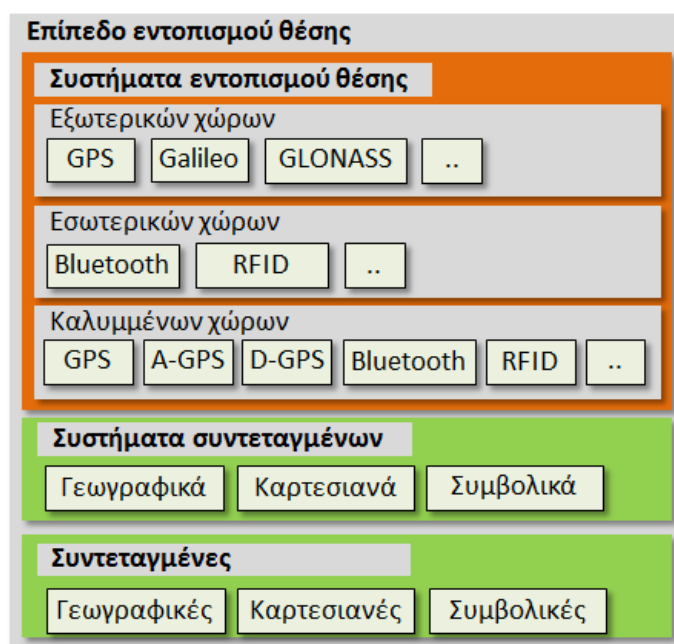
Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική του ενδιάμεσου τμήματος του ΣΥΘ υιοθετεί μία συσκευο-κεντρική προσέγγιση παρόμοια με την προσέγγιση που ακολούθησαν οι [Kupper et al., 2006](#). Στα δικτυο-κεντρικά συστήματα λόγω έλλειψης ανταγωνισμού μεταξύ παρόχων, καθώς και της μικρής ακρίβειας προσδιορισμού θέσης που διατίθεται από τους παρόχους θέσης στους πελάτες δεν είναι δυνατή η ανάπτυξη ΥΘ υψηλής ποιότητας και ακρίβειας, στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για την υποστήριξη εφαρμογών ΟΔΕΟ και ΓΑ. Ωστόσο, όπου απαιτείται η προτεινόμενη αρχιτεκτονική διατηρεί και τη δικτυο-κεντρική προσέγγιση, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός υβριδικού συστήματος, ως προς την προέλευση των πληροφοριών θέσης. Το ενδιάμεσο τμήμα του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ που προτείνουμε στο πλαίσιο της έρευνας της διατριβής αυτής παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.5 και αποτελείται από τα επίπεδα Εντοπισμού Θέσης, Διαχείρισης Θέσης, Εφαρμογής και Υπηρεσιών Θέσης (ΥΘ).



Εικόνα 4.5. Αρχιτεκτονική ενδιάμεσου επιπέδου του ΣΥΘ

#### 4.1.4.1 Επίπεδο Εντοπισμού Θέσης

Το επίπεδο Εντοπισμού Θέσης χρησιμοποιείται για να απλουστεύσει τη διαδικασία του εντοπισμού των χρηστών ή των στόχων και να ενσωματώσει στα δεδομένα την πληροφορία της θέσης. Το Επίπεδο Εντοπισμού Θέσης διακρίνεται στα συστήματα εντοπισμού θέσης, τα συστήματα συντεταγμένων και τις συντεταγμένες. Το επίπεδο εντοπισμού θέσης του προτεινόμενου ΣΥΘ παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.6.



Εικόνα 4.6. Επίπεδο εντοπισμού θέσης

Όσον αφορά στο επίπεδο εντοπισμού θέσης, το προτεινόμενο ΣΥΘ υποστηρίζει και τις τρεις κατηγορίες συστημάτων εντοπισμού θέσης, δηλαδή τα βασισμένα στη συσκευή (handset-based), τα βασισμένα στο δίκτυο (network-based) και τα υβριδικά. Ωστόσο, η διάκριση των συστημάτων εντοπισμού θέσης γίνεται με βάση τους γεωργικούς χώρους ή τους χώρους αστικού πρασίνου, που τα συστήματα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν, δηλαδή των εξωτερικών, των εσωτερικών και των καλυμμένων εξωτερικών χώρων. Στους εξωτερικούς χώρους συμπεριλαμβάνονται δενδρώδεις καλλιέργειες, εκτατικές καλλιέργειες, πάρκα και άλλα. Το χαρακτηριστικό των χώρων αυτών είναι ότι η καλλιέργεια ή τα φυτά δεν έχουν καμία τεχνητή ή φυσική κάλυψη και, επομένως, μπορεί να χρησιμοποιηθούν δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης όπως είναι το GPS. Στους εσωτερικούς χώρους όπου αναπτύσσονται φυτά, δεν μπορεί να γίνει χρήση του GPS, ωστόσο, μπορεί να χρησιμοποιηθούν δίκτυα, όπως είναι το Bluetooth ή το RFID, τα οποία έχουν πομποδέκτες με μικρή εμβέλεια. Στους καλυμμένους χώρους, όπου επίσης αναπτύσσονται φυτά τα οποία είναι καλυμμένα με τεχνητά μέσα, τα οποία όμως επιτρέπουν τη χρήση δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης, μπορεί να χρησιμοποιηθούν συστήματα εσωτερικών ή εξωτερικών χώρων. Η περίπτωση των τεχνητών μέσων κάλυψης αφορά κυρίως τα θερμοκήπια στα οποία η κάλυψη είναι συνήθως διαπερατή από το σήμα του GPS. Η ακρίβεια του GPS μπορεί να επηρεαστεί από δυσμενείς ατμοσφαιρικές συνθήκες ή από άλλα φυτά που καλύπτουν την υπό μελέτη καλλιέργεια. Στις δυσμενείς συνθήκες μπορεί να είναι το χιόνι, η βροχή και η ομίχλη, ή τα δέντρα ενός πάρκου τα οποία καλύπτουν τα φυτά του υπο-ορόφου. Σημειώνεται ότι στους καλυμμένους χώρους, παρόλο που μπορεί να είναι εφικτή η χρήση GPS, ενδεχομένως να χρειάζεται αύξηση της ακρίβειας λόγω των εμποδίων κάλυψης ή της πυκνότητας φύτευσης. Για το λόγο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθούν υβριδικά συστήματα όπως το A-GPS και το D-GPS. Επιπλέον, σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε περιπτώσεις αδυναμίας χρήσης κυψελωτών δικτύων, πυκνής φύτευσης και μικρής διαπερατότητας του δορυφορικού σήματος, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν δίκτυα Bluetooth ή RFID.

Η προτεινόμενη εφαρμογή επιτρέπει τη χρήση γεωγραφικών, καρτεσιανών και συμβολικών συστημάτων συντεταγμένων. Τα γεωγραφικά συστήματα συντεταγμένων αφορούν κυρίως εξωτερικούς χώρους στους οποίους είναι δυνατή η χρήση δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης, τα καρτεσιανά συστήματα συντεταγμένων χρησιμοποιούνται κυρίως σε δημιουργία δικτύων εντοπισμού θέσης ειδικού σκοπού, ενώ τα συμβολικά συστήματα συντεταγμένων χρησιμοποιούνται για τη συμβολική αναπαράσταση της θέσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις καλλιέργειας ή αστικού πρασίνου είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται και γεωγραφικά, και καρτεσιανά και συμβολικά συστήματα συντεταγμένων. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της ελαιοκαλλιέργειας, η θέση μιας περιοχής μπορεί να προσδιορίζεται με τη χρήση του GPS (γεωγραφικές συντεταγμένες), με

τις αποστάσεις των δέντρων (καρτεσιανές συντεταγμένες) ή με τη θέση των δέντρων επί της γραμμής φύτευσης και μεταξύ των γραμμών φύτευσης (συμβολικές συντεταγμένες).

#### 4.1.4.2 Επίπεδο Διαχείρισης Θέσης

Το επίπεδο διαχείρισης της θέσης επιλέγει τον τρόπο ενημέρωσης των δεδομένων θέσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν η άμεση ενημέρωση, η περιοδική ενημέρωση, και η ενημέρωση με βάση την απόσταση ή με βάση την περιοχή ή με βάση το εκτιμώμενο στίγμα, αλλά και να προστεθούν νέοι τρόποι ενημέρωσης των δεδομένων θέσης. Επιπλέον, το επίπεδο διαχείρισης θέσης μπορεί να χρησιμοποιεί διαφορετικούς τρόπους ενημέρωσης θέσης ανάλογα με τις δυνατότητες εντοπισμού θέσης, την απαιτούμενη ακρίβεια και τα χαρακτηριστικά της εφαρμογής. Η άμεση ενημέρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές πραγματικού χρόνου, όπως κατά τη διαδικασία του ψεκασμού.

Ωστόσο, και κατά τη διάρκεια του ψεκασμού μπορεί να χρησιμοποιηθούν διαφορετικοί τρόποι ενημέρωσης. Ας δούμε ένα σενάριο διαχείρισης θέσης στην περίπτωση του δολωματικού ψεκασμού του δάκου της ελιάς. Οι γεωργικοί ελκυστήρες που χρησιμοποιούνται στον ψεκασμό βρίσκονται αρχικά στο σημείο ανεφοδιασμού, εκεί δηλαδή που θα πληρωθούν τα ψεκαστικά δοχεία (βυτία) με το υδατικό διάλυμα. Υποθέτουμε πως το σημείο ανεφοδιασμού βρίσκεται έξω από την περιοχή ευθύνης ενός από τους γεωργικούς ελκυστήρες και ότι ο γεωργικός ελκυστήρας ξεκινά τη διαδικασία ψεκασμού, αμέσως μετά την πλήρωση του ψεκαστικού του δοχείου. Μέχρι να φτάσει στην περιοχή ευθύνης του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του εκτιμώμενου στίγματος ή η μέθοδος βάσει απόστασης, λαμβάνοντας υπόψη την απόσταση του σημείου εφοδιασμού από την περιοχή ευθύνης και τη μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει ο γεωργικός ελκυστήρας. Στη συνέχεια, όταν ο γεωργικός ελκυστήρας εισέλθει στην περιοχή ευθύνης και ξεκινήσει τον ψεκασμό, η ενημέρωση των δεδομένων θέσης μπορεί να είναι άμεση ή περιοδική. Αν ενδιαφέρει μόνο ο αριθμός των δέντρων που ψεκάζονται σε κάθε τμήμα της περιοχής και όχι κάθε δέντρο, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος ενημέρωσης ανά περιοχή. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να επιτύχουμε μείωση της κατανάλωσης πόρων και να μειώσουμε την ανάγκη για μεγαλύτερο αποθηκευτικό χώρο. Το επίπεδο διαχείρισης της θέσης τροφοδοτεί με δεδομένα θέσης το επίπεδο υπηρεσίας, αφού προηγουμένως τα διαμορφώσει κατάλληλα.

#### 4.1.4.3 Επίπεδο ΥΘ

Σύμφωνα με τη νέα προτεινόμενη αρχιτεκτονική, το Επίπεδο ΥΘ αποτελείται από τμήματα λογισμικού που εξυπηρετούν τις ανάγκες των ΣΥΘ για την αντιμετώπιση επιβλαβών εντόμων στη γεωργία και στο αστικό πράσινο. Τα τμήματα αυτά είναι: οι ΥΘ, το ΓΠΣ, τα ΕΣ, τα ΣΛΑ, η διαχείριση πολυμέσων, τα ΑΔΑ, η διαχείριση των παγίδων και το τμήμα επικοινωνίας. Τα τμήματα λαμβάνουν για τη λειτουργία τους δεδομένα από πολυμεσικές

βάσεις δεδομένων, από βάσεις γνώσης καθώς και από χωροχρονικές βάσεις δεδομένων. Το επίπεδο ΥΘ λαμβάνει τα δεδομένα θέσης από το επίπεδο διαχείρισης της θέσης και συντονίζει όλα τα τμήματα της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής. Είναι υπεύθυνο για την εισαγωγή της θέσης στο κάθε τμήμα ανάλογα με τα αιτήματα του επιπέδου εφαρμογής που είναι ενεργοποιημένα. Επίσης, είναι υπεύθυνο για τη μετατροπή των συντεταγμένων της θέσης ανάλογα με το σύστημα συντεταγμένων που ακολουθείται (γεωγραφικό, συμβολικό). Ακόμα, ενσωματώνει τις δυνατότητες των ΕΣ, ΣΛΑ, και ΓΠΣ στις ΥΘ και συντονίζει τα τμήματα ΑΔΑ, διαχείρισης παγίδων και πολυμέσων για τη διαχείριση των δεδομένων που σχετίζονται με τη θέση. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι πολυμεσική πληροφορία, βάση γνώσης και χωροχρονικά δεδομένα. Ο συντονισμός και η επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων του Επιπέδου ΥΘ, καθώς και των επιπέδων μεταξύ τους πραγματοποιείται από το Τμήμα Επικοινωνίας.

Το Επίπεδο ΥΘ χρησιμοποιεί μεταδραστικές και προδραστικές ΥΘ, όπως και στην περίπτωση του ενδιάμεσου λογισμικού που πρότειναν οι [Kupper et al., 2006](#). Ωστόσο, στην προτεινόμενη προσέγγιση, οι μεταδραστικές και προδραστικές ΥΘ που χρησιμοποιούνται μπορεί να χρησιμοποιούνται μόνες τους αλλά και σε συνδυασμό με άλλες ΥΘ. Στη συνέχεια περιγράφονται τα τμήματα του Επιπέδου ΥΘ.

#### 4.1.4.3.1 Τμήμα Επικοινωνίας

Το Τμήμα Επικοινωνίας είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων του Επιπέδου ΥΘ και των εφαρμογών. Αποτελείται από κινητούς πράκτορες λογισμικού, οι οποίοι παρέχουν λειτουργίες δικτύων, αισθητήρων, και μηχανισμών συλλογής δεδομένων. Για παράδειγμα, μπορεί να λαμβάνει τα απαιτούμενα δεδομένα από τους αισθητήρες και να εκτελεί ερωτήματα που σχετίζονται με το δίκτυο.

Σε πολλές προσεγγίσεις των ΥΘ γίνεται λόγος για υπηρεσίες που είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με το Διαδίκτυο. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο χρήστης θα πρέπει να είναι συνδεδεμένος για να ζητήσει μια υπηρεσία και η υπηρεσία αυτή να του παρασχεθεί. Έτσι, όταν η σύνδεση για κάποιον λόγο διακοπεί, η υπηρεσία δεν μπορεί να είναι πλέον διαθέσιμη και ο χρήστης θα πρέπει να περιμένει να αποκατασταθεί η σύνδεση για να έχει πρόσβαση στην υπηρεσία για να μπορεί να συνεχίσει τις επιπλέον εργασίες του. Οι αγροπεριβαλλοντικές εφαρμογές πραγματοποιούνται κατά κύριο λόγο σε εξωτερικούς χώρους, απομακρυσμένους πολλές φορές από βάσεις παρόχων κινητής τηλεφωνίας και μπορεί να διαθέτουν χαρακτηριστικά που εμποδίζουν τη διάθεση του σήματος (π.χ. βουνά, δέντρα, εμπόδια, κτήρια). Επομένως, η σύνδεση με το Διαδίκτυο είναι πολύ πιθανό να διακόπτεται συχνά κατά τη διάρκεια λειτουργίας του ΣΥΘ. Σημειώνεται ότι οι εργασίες που εφαρμόζονται σε αγροπεριβαλλοντικές εφαρμογές, τις περισσότερες φορές λόγω του φυσικού τους αντικειμένου είναι δύσκολο να σταματήσουν ή να ακυρωθούν. Ως εκ τούτου, η



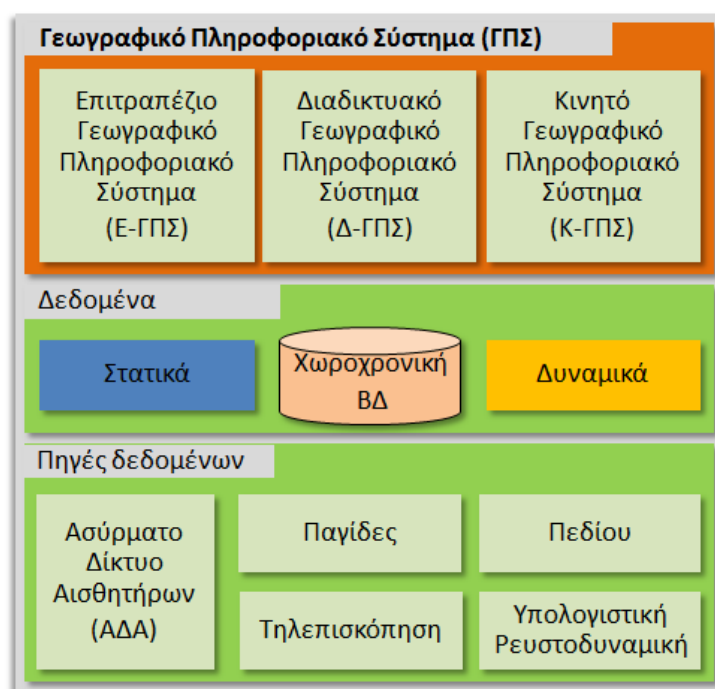
διακοπή σύνδεσης με το Διαδίκτυο δεν θα πρέπει να αποτελεί λόγο ακύρωσης ή διακοπής της λειτουργίας των εργασιών αυτών.

Με την παρούσα αρχιτεκτονική το πρόβλημα αυτό αμβλύνεται, καθώς διαχωρίζονται οι υπηρεσίες σε σχέση με την εξάρτησή τους για σύνδεση, χρησιμοποιώντας πράκτορες λογισμικού οι οποίοι όσο διαρκεί η σύνδεση ενημερώνονται τοπικά από την πλευρά της κινητής συσκευής και ενισχύονται οι δυνατότητες του ΣΥΘ από την πλευρά του πελάτη-χρήστη (συσκευο-κεντρική προσέγγιση). Στις ΥΘ που είναι απαραίτητη η σύνδεση μέσα σε στενά χρονικά περιθώρια, στην περίπτωση διακοπής σύνδεσης το ΣΥΘ μπορεί να χρησιμοποιεί τοπικά δεδομένα για να προσεγγίσει ή να εκτιμήσει ή ακόμα και να αγνοήσει τα δεδομένα που λείπουν. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που κατά τη διάρκεια ενός ψεκασμού διακοπεί η σύνδεση και δεν είναι δυνατή η χρήση της τρέχουσας θερμοκρασίας που καταγράφεται από το ΑΔΑ, τότε το ΣΥΘ μπορεί να χρησιμοποιήσει τις τοπικά αποθηκευμένες τιμές της θερμοκρασίας και να προσεγγίσει την τρέχουσα θερμοκρασία σύμφωνα με την παρατηρηθείσα τάση των θερμοκρασιών. Στις ΥΘ που η συχνή σύνδεση δεν είναι απαραίτητη, τα δεδομένα μπορεί να αντλούνται από τοπικές βάσεις δεδομένων στις οποίες έχουν αποθηκευτεί πριν τη διενέργεια της συγκεκριμένης εργασίας. Για παράδειγμα, πριν τον ψεκασμό μπορεί να καλείται η ΥΘ για την αποθήκευση των δεδομένων επικινδυνότητας που αφορούν τους αγρούς ή τα δέντρα. Οι πράκτορες λογισμικού εγκαθίστανται στην κινητή συσκευή και μπορούν να συνδέονται στο Διαδίκτυο όταν αυτό είναι εφικτό, να λαμβάνουν τα δεδομένα όταν αυτά είναι διαθέσιμα και να εκτιμούν τις συνθήκες με βάση τα τοπικά και τα διαθέσιμα απομακρυσμένα δεδομένα. Επιπλέον, η συσκευο-κεντρική προσέγγιση του ΣΥΘ, δίνει τη δυνατότητα εντοπισμού της θέσης απευθείας από την κινητή συσκευή και, επομένως, οι ΥΘ που απαιτούν συχνή χρήση της θέσης μπορεί να εκτελούνται όταν υπάρχει σύνδεση χρησιμοποιώντας τις τοπικά αποθηκευμένες θέσεις κατά τη διάρκεια διακοπής της σύνδεσης. Στην περίπτωση της ιχνηλασιμότητας ενός ψεκασμού, η σημειακή εκτίμηση του ψεκασμού θα μπορεί να γίνεται κατά τη διάρκεια της σύνδεσης από κατάλληλες ΥΘ.

#### **4.1.4.3.2 Τμήμα ΓΠΣ**

Το Τμήμα ΓΠΣ είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των χωρικών δεδομένων και εφαρμόζει διαδικασίες όπως είναι η πλοήγηση, η δρομολόγηση, η παρουσίαση χαρτών, και η αναζήτηση.. Τα χωρικά δεδομένα αποθηκεύονται σε γεωγραφικά επίπεδα πληροφορίας τα οποία μπορεί να είναι ανυσματικά ή ψηφιδωτά. Για παράδειγμα, το επίπεδο παρακολούθησης της θέσης ή της δρομολόγησης, το οποίο αποθηκεύει τη θέση των κινούμενων αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο, είναι ένα ανυσματικό επίπεδο πληροφορίας. Αντίθετα, οι χάρτες μπορεί να είναι ανυσματικά ή ψηφιδωτά δεδομένα. Τα χωρικά αντικείμενα που μπορεί να διαθέτει ένα ανυσματικό γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας είναι σημεία, πολύγωνα και γραμμές. Τα αντικείμενα αυτά μπορεί να διαθέτουν και μη χωρικά

δεδομένα, όπως είναι ιδιότητες των αντικειμένων, ενέργειες των χρηστών, και παραμέτρους. Το ΓΠΣ στην παρούσα αρχιτεκτονική διαχωρίζεται στα τμήματα: α) στο Κινητό Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (Κ-ΓΠΣ), β) στο Επιτραπέζιο Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (Ε-ΓΠΣ), και γ) στο Διαδικτυακό Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (Δ-ΓΠΣ). Τα τμήματα αυτά αντλούν και επεξεργάζονται, στατικά και δυναμικά χωροχρονικά δεδομένα, προερχόμενα από πηγές δεδομένων, όπως είναι τα ΑΔΑ, οι παγίδες, αντικείμενα πεδίου, η τηλεπισκόπηση και η υπολογιστική ρευστοδυναμική. Ωστόσο, ως πηγές δεδομένων μπορεί να είναι και τα ίδια τα συστήματα του ΓΠΣ. Στην **Error! Reference source not found.** αίνεται η αρχιτεκτονική του Τμήματος ΓΠΣ του ενδιάμεσου λογισμικού.

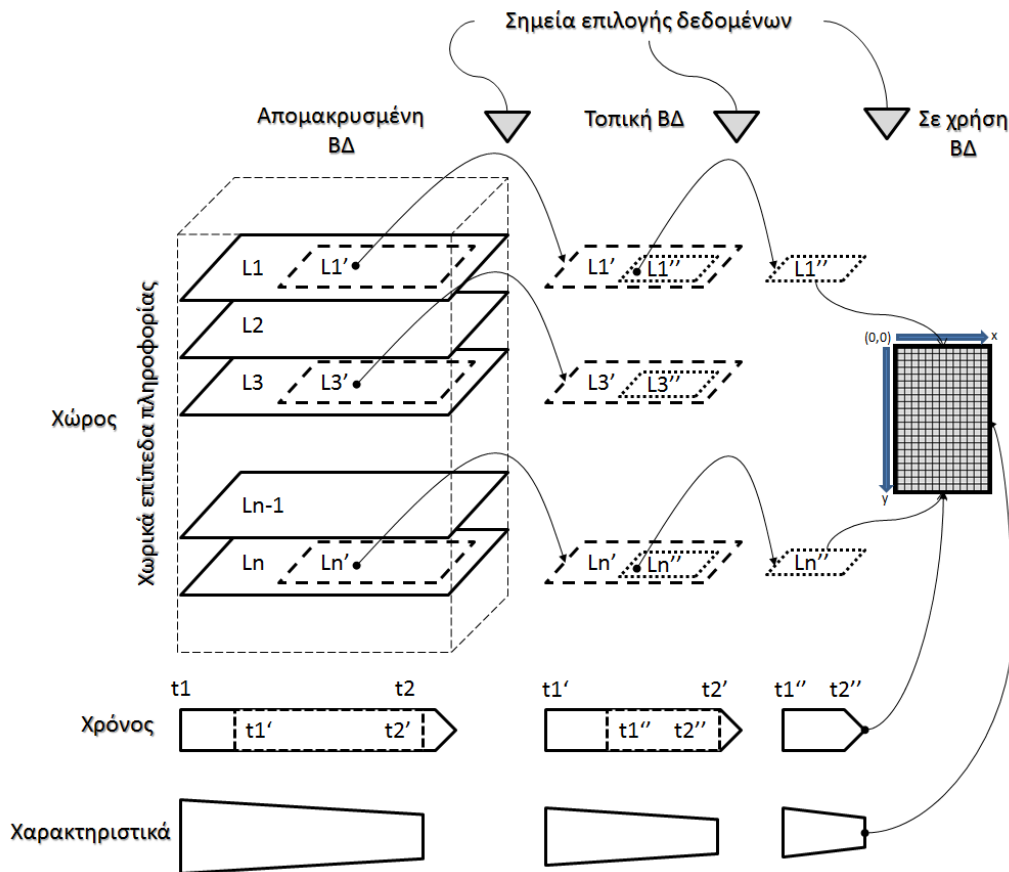


Εικόνα 4.7 Τμήμα ΓΠΣ

Στη βάση δεδομένων του Κ-ΓΠΣ αποθηκεύονται χωροχρονικά δεδομένα αλλά και χαρακτηριστικά αντικειμένων, καθώς και οι παράμετροι συστήματος. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά των καλλιεργειών, το οδικό δίκτυο, χαρτογραφικά υπόβαθρα, χάρτες δέντρων, το δίκτυο παγίδων, το ΑΔΑ, τα κτήρια, εμπόδια, προστατευμένες περιοχές κλπ. Οι ΥΘ, για την καλύτερη διαχείριση των δεδομένων από το Κ-ΓΠΣ, αξιοποιούν τις δυνατότητες του Διαδικτύου, των Υπηρεσιών ιστού, απομακρυσμένων και τοπικών βάσεων δεδομένων.

Ας θεωρήσουμε όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.8, πως στην απομακρυσμένη βάση δεδομένων υπάρχουν  $n$  χωρικά επίπεδα πληροφορίας ( $L_1, L_2, L_3, \dots, L_{n-1}, L_n$ ), με χωρικά δεδομένα τα οποία ενημερώνονται με τη βοήθεια ΥΘ. Ο ρυθμός ενημέρωσης των δεδομένων μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη διαθεσιμότητα και τη χρήση των δεδομένων αυτών. Κάποια από τα δεδομένα θα ενημερώνονται από απομακρυσμένες πηγές δεδομένων και άλλα από το

Κ-ΓΠΣ. Επίσης, τα δεδομένα στις γεωργικές εφαρμογές και εφαρμογές αστικού πρασίνου έχουν και χρονικά χαρακτηριστικά. Έτσι, αν θεωρήσουμε πως σε ορισμένη χρονική στιγμή, τα χρονικά δεδομένα στο ΓΠΣ εκτείνονται από τη χρονική στιγμή  $t_1$  έως τη χρονική στιγμή  $t_2$ . Επιπλέον, πολλά από τα δεδομένα περιγράφουν ποσοτικά ή ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το φυσικό πρόβλημα ή την αντιμετώπισή του. Για να μειωθεί ο όγκος των δεδομένων που θα εγκατασταθούν στο Κ-ΓΠΣ, να αυξηθεί η απόδοση του Κ-ΓΠΣ και της κινητής συσκευής, και επιπλέον να δοθεί η δυνατότητα λειτουργίας του ΣΥΘ σε περίπτωση διακοπής σύνδεσης, χρησιμοποιείται μέρος των απομακρυσμένων δεδομένων στο Κ-ΓΠΣ.



Εικόνα 4.8 Διαχείριση δεδομένων στο Κ-ΓΠΣ

Έστω, ότι τα χωρικά δεδομένα του Κ-ΓΠΣ βρίσκονται στα χωρικά επίπεδα πληροφορίας ( $L_1', L_3', \dots, L_n'$ ), τα οποία μπορεί να είναι ένα υποσύνολο των χωρικών επιπέδων πληροφορίας, αλλά και τα δεδομένα κάθε χωρικού επιπέδου πληροφορίας, μπορεί να είναι υποσύνολο των δεδομένων των αντίστοιχων χωρικών επιπέδων πληροφορίας της απομακρυσμένης βάσης δεδομένων. Επίσης, τα δεδομένα της τοπικής βάσης δεδομένων θα εκτείνονται χρονικά από τη χρονική στιγμή  $t_1'$  έως τη χρονική στιγμή  $t_2'$  και μέρος αυτών θα περιγράφει κάποια από τα χαρακτηριστικά της απομακρυσμένης βάσης δεδομένων. Ο χρήστης, κατά τη διάρκεια χρήσης του Κ-ΓΠΣ, αναζητά μέσω χωροχρονικών κριτηρίων και ερωτημάτων τα δεδομένα που απαιτούνται από δεδομένη κάθε φορά ΥΘ. Με τον τρόπο αυτό

μπορεί να χρησιμοποιήσει και να διαχειριστεί λιγότερα επίπεδα πληροφορίας (L1",..., Ln"), λιγότερα δεδομένα ανά επίπεδο, τα οποία είναι περιορισμένα χρονικά και αναφέρονται σε λιγότερα χαρακτηριστικά.

Για τη λήψη αποφάσεων σε εργασίες πεδίου σε γεωργικές εφαρμογές και σε εφαρμογές αστικού πρασίνου, όπως είναι η επισκόπηση των φοινικοειδών μιας περιοχής όσον αφορά την επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ και οι δολωματικοί ψεκασμοί κατά του δάκου της ελιάς, το Κ-ΓΠΣ διαθέτει δυνατότητες αποτίμησης επικινδυνότητας, συλλογής δεδομένων, χρήσης ΥΘ και διαχείρισης δεδομένων (βλ. Παράρτημα II).

Με το Ε-ΓΠΣ οι ειδικοί στα ΓΠΣ διαχειρίζονται, αναλύουν και μετατρέπουν κατάλληλα τα δεδομένα πεδίου. Δημιουργούν σε συνεργασία με τους εντομολόγους τα γεωγραφικά επίπεδα πληροφοριών και τη μεθοδολογία με την οποία θα ληφθούν αποφάσεις για την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής και την εφαρμογή επεμβάσεων. Τα δεδομένα μπορεί να τύχουν επεξεργασίας με το Ε-ΓΠΣ και στη συνέχεια να μεταφερθούν στον εξυπηρέτη όπου θα είναι διαθέσιμα στο Ε-ΚΠΣ και στα Κ-ΓΠΣ. Πολλά από τα δεδομένα μπορεί να μεταφερθούν στον Εξυπηρέτη χωρίς να χρειάζεται κάποια μετατροπή τους. Με τη χρήση του Ε-ΓΠΣ μπορεί από τα δεδομένα πεδίου να αναπαραχθούν νέα δεδομένα και γεωγραφικά επίπεδα πληροφοριών. Για παράδειγμα, από τα δεδομένα για την επικινδυνότητα προσβολής κάθε φοίνικα μιας περιοχής μπορεί να αναπαραχθεί με τη χρήση χωρικής παρεμβολής το γεωγραφικό επίπεδο επικινδυνότητας της προσβολής για την περιοχή αυτή. Σε άλλες περιπτώσεις, γεωδαιτημένες δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την ψηφιακή καταγραφή αντικειμένων όπως είναι οι ελαιώνες, οι φοίνικες και οι χρήσεις γης. Το Ε-ΓΠΣ έχει δυνατότητες δημιουργίας γεωγραφικών επιπέδων πληροφορίας, ανάλυση υπαρχόντων επιπέδων, καθώς και δημιουργίας χωρικών ερωτημάτων και αναφορών.

Με το Δ-ΓΠΣ τα δεδομένα πεδίου σε συνδυασμό με άλλα χωρικά δεδομένα και χάρτες υποβάθρου, είναι δυνατόν να είναι προσβάσιμα απομακρυσμένα μέσω του Διαδικτύου. Όλα τα δεδομένα μπορεί να ενημερώνονται μέσω ενός εξυπηρέτη και υπηρεσιών Ιστού, οι οποίες μπορούν να είναι διαθέσιμες σε οποιονδήποτε έχει δικαιώματα πρόσβασης. Οι τελικοί χρήστες μπορούν να περιηγούνται στους χάρτες, να υποβάλλουν χωροχρονικά ερωτήματα και να εξάγουν δεδομένα.

#### **4.1.4.3.3 Τμήμα ΕΣ και ΣΛΑ**

Το ΣΥΘ μπορεί να περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα ΕΣ ή ΣΛΑ, τα οποία μπορεί να εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς και να ενεργοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και σε διαφορετικές εργασίες. Επίσης, το ΣΥΘ δίνει τη δυνατότητα για συντονισμένες ενέργειες και αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων αυτών. Τα ΣΛΑ ή ΕΣ έχουν ως σκοπό τον έγκυρο και έγκαιρο προσδιορισμό του χρόνου, του τόπου και του τρόπου εφαρμογής επεμβάσεων για την αντιμετώπιση του εντομολογικού κινδύνου.

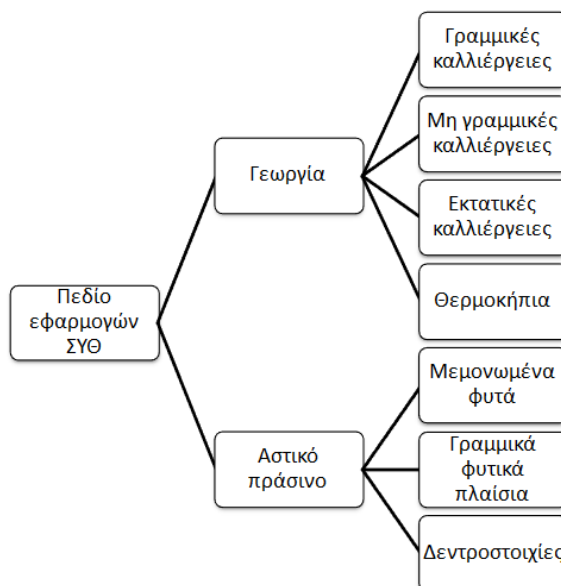
#### 4.1.4.3.4 Πηγές δεδομένων

Το ΣΥΘ μπορεί να διαθέτει ένα Πολυμεσικό Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων, Π-ΑΔΑ (Wireless Multimedia Sensor Network), το οποίο μπορεί να συνδέεται με τις παγίδες παρακολούθησης των εντόμων και από τις οποίες με αυτόματο ή με ημι-αυτόματο τρόπο να πραγματοποιείται η καταγραφή του αριθμού των εντόμων. Ως εντομολογικές παγίδες χρησιμοποιούνται υπάρχοντες τύποι παγίδων. Το Π-ΑΔΑ μπορεί να στείλει στον εξυπηρέτη δεδομένα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν από κατάλληλα ΕΣ ή ΣΛΑ για τη λήψη αποφάσεων όσον αφορά την εφαρμογή των επεμβάσεων που απαιτούνται και του τρόπου αντιμετώπισης του εντομολογικού προβλήματος. Επιπλέον, εάν οι χάρτες επικινδυνότητας προσβολής από ένα επιβλαβές έντομο για μια συγκεκριμένη περιοχή δείχνουν διαφορές μεταξύ διαφορετικών τμημάτων, οι ψεκασμοί μπορεί να εστιαστούν στα τμήματα με τη μεγαλύτερη επικινδυνότητα, μειώνοντας το κόστος των επεμβάσεων και των ποσοτήτων των χρησιμοποιούμενων φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων. Το ΣΥΘ, βασιζόμενο στην ενημέρωση των χαρτών επικινδυνότητας, μπορεί να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων, όσον αφορά την τακτική αντιμετώπισης του επιβλαβούς εντόμου που θα ακολουθηθεί.

Με τη βοήθεια της τηλεπισκόπησης και, συγκεκριμένα, με τη λήψη δορυφορικών εικόνων είναι δυνατή η δημιουργία γεωγραφικών επιπέδων πληροφορίας σχετικά με τις χρήσεις γης και την εκτίμηση της προσβολής σε μια περιοχή. Με δορυφορικές εικόνες στο ορατό φάσμα μπορούμε να κάνουμε μια αρχική ψηφιοποίηση των αντικειμένων (δέντρων, βλάστησης, κτηρίων κλπ) μιας περιοχής. Με θερμικές δορυφορικές εικόνες θα μπορούσαμε να εντοπίσουμε και να καταγράψουμε τις θέσεις προσβεβλημένων φυτών, όπως για παράδειγμα τους πολύ προσβεβλημένους από το ΚΣΦ φοίνικες και να επιταχύνουμε έτσι τη δημιουργία του σχεδίου δράσης.

#### 4.1.4.4 Επίπεδο Εφαρμογής

Στο Επίπεδο Εφαρμογής του προτεινόμενου ΣΥΘ, καθορίζονται τα πεδία εφαρμογής των ΥΘ που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη λειτουργία του. Το κάθε πεδίο μπορεί να περιλαμβάνει μία ή περισσότερες ΥΘ, οι οποίες έχουν κοινά χαρακτηριστικά ως προς τη λειτουργία ή/και τον επιδιωκόμενο σκοπό. Τα πεδία αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.9. Στη συνέχεια περιγράφονται οι κατηγορίες ΥΘ των πεδίων αυτών. Στο Παράρτημα III παρουσιάζονται αλγοριθμικά ΥΘ από κάθε κατηγορία καθώς και οι κατηγορίες ΥΘ του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους.



Εικόνα 4.9. Πεδία εφαρμογής ΥΘ του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ

#### A. Έξυπνη καταγραφή στο πεδίο

Με αυτή την κατηγορία ΥΘ ο χρήστης του Κ-ΓΠΣ μπορεί να συλλέγει δεδομένα πεδίου με εύκολο, γρήγορο και ακριβή τρόπο. Τα δεδομένα αυτά είναι χωρικά και μη χωρικά, και σχετίζονται με αντικείμενα που υπάρχουν στο πεδίο εφαρμογής όπως είναι τα αγροκτήματα ή τα πάρκα. Τα αντικείμενα αυτά μπορεί να είναι τα φυτά, οι παγίδες, οι κόμβοι ενός ΑΔΑ, σημεία δειγματοληψίας και άλλα. Με τη χρήση τεχνικών εγγύτητας ο χρήστης του Κ-ΓΠΣ μπορεί να έχει πρόσβαση στις φόρμες εισαγωγής δεδομένων του Κ-ΓΠΣ με αυτόματο τρόπο. Για παράδειγμα, όταν πλησιάζει ένα σημείο δειγματοληψίας, η υπηρεσία μπορεί να ενεργοποιεί και να παρουσιάζει στο χρήστη τις φόρμες δειγματοληψίας, με σκοπό την εισαγωγή δεδομένων πεδίου. Επίσης, η φόρμα μπορεί αυτόματα να έχει ήδη συμπληρωμένα κάποια πεδία της, να συμπληρώνει άλλα πεδία ανάλογα με τις τιμές κάποιων άλλων πεδίων ή με τις επιλογές του χρήστη, να περιορίζει τις επιλογές συμπλήρωσης του χρήστη σε εκείνες που είναι πιθανές να επιλεγούν από τον χρήστη ή να αποκλείει επιλογές που δεν είναι λογικές ή κατάλληλες. Οι φόρμες πριν εμφανιστούν συμπληρώνονται κατάλληλα από την ΥΘ σύμφωνα με τα τρέχοντα χωροχρονικά χαρακτηριστικά και τις ανάγκες του χρήστη. Για παράδειγμα κατά την καταγραφή του πληθυσμού της παγίδας γίνεται αυτόματα συμπλήρωση των στοιχείων της παγίδας και της χρονικής στιγμής της καταγραφής. Επίσης, στοιχεία που αφορούν την καλλιέργεια όπως για παράδειγμα το φαινολογικό στάδιο στο οποίο βρίσκεται, παρουσιάζονται μόνο εκείνα τα στοιχεία που αφορούν την τρέχουσα περίοδο. Με την υπηρεσία αυτή γίνεται ταχύτερα, ευκολότερα και ασφαλέστερα η εισαγωγή και τροποποίηση των χωρικών δεδομένων.

*B. Αυτόματη καταγραφή φυτικού υλικού*

Αυτή η κατηγορία ΥΘ δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη του Κ-ΓΠΣ (αλλά και των Ε-ΓΠΣ και Δ-ΓΠΣ) να καταγράψει και να ψηφιοποιήσει τις θέσεις και τα χαρακτηριστικά μεγάλου αριθμού φυτικού υλικού (για παράδειγμα δέντρων) με ταχύτατο τρόπο. Η ψηφιοποίηση αυτή αφορά κυρίως την αρχική ψηφιοποίηση του φυτικού υλικού. Η υπηρεσία για την αυτόματη ψηφιοποίηση του φυτικού υλικού χρησιμοποιεί μαθηματικές εκφράσεις ως προς τη διεύθυνση των φυτών στο χώρο και ορθοφωτοχάρτες για την αναγνώριση των φυτών. Έτσι, για παράδειγμα μπορεί να καταγραφεί το πρώτο δέντρο μιας δεντροστοιχίας και εισάγοντας τη γνωστή απόσταση μεταξύ γειτονικών δέντρων (αποστάσεις των δέντρων επί της γραμμής, αποστάσεις γραμμών), να εισαχθούν αυτόματα στο ΓΠΣ τα υπόλοιπα δέντρα, αποθηκεύοντας ταυτόχρονα και τα κοινά τους χαρακτηριστικά, τα οποία ο χρήστης εισάγει μόνο για το πρώτο δέντρο. Η υπηρεσία αυτή μπορεί να λειτουργήσει εκτός από γραμμικά και σε μπλοκ (δισδιάστατα) όταν είναι γνωστές οι σχέσεις των αποστάσεων των δέντρων μεταξύ των γραμμών και επί της γραμμής. Με την αυτοματοποίηση αυτή είναι δυνατό να επιτευχθεί εξαιρετική αύξηση της ταχύτητας και της ακρίβειας της ψηφιοποίησης.

*Γ. Εντοπισμός σημείων ή περιοχών ενδιαφέροντος*

Ο εντοπισμός σημείου ή περιοχής ενδιαφέροντος είναι κατηγορία ΥΘ που αποσκοπεί στον εντοπισμό ενός ή περισσότερων σημείων καθώς και μίας ή περισσότερων περιοχών οι οποίες σχετίζονται με διαδικασίες, όπως είναι η παρακολούθηση και η καταγραφή του εντόμου, οι δειγματοληψίες, οι επεμβάσεις και οι πληροφορίες ιχνηλασιμότητας. Από τα σημεία ή τις περιοχές που έχουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον, όσον αφορά τον εντοπισμό τους, είναι οι παγίδες, τα φυτά (π.χ. δέντρα), τα σημεία δειγματοληψίας, οι κόμβοι ενός ΑΔΑ, οι περιοχές επικινδυνότητας και ψεκασμού, οι ψεκασμένες περιοχές καθώς και οι προστατευμένες περιοχές. Τα κριτήρια εντοπισμού αφορούν χωροχρονικά χαρακτηριστικά των σημείων ή περιοχών, το μέγεθος των αριθμητικών παραμέτρων των σημείων, τη γεινίαση με άλλα αντικείμενα ή συνδυασμούς αυτών των κριτηρίων. Τα δεδομένα των αντικειμένων είναι αποθηκευμένα στη χωρική βάση δεδομένων, τα οποία μπορεί να προσπελαστούν από τον χρήστη, μέσω μιας κατάλληλης διεπαφής ή από άλλη υπηρεσία (π.χ. την υπηρεσία δρομολόγησης). Ο χρήστης ή κάποια υπηρεσία θέτει χωρικά ερωτήματα στη βάση δεδομένων μέσω του ΓΠΣ χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα κάθε φορά κριτήρια. Το ΓΠΣ αποστέλλει πίσω στο χρήστη ή στην υπηρεσία τα αντικείμενα που πληρούν τα κριτήρια, σε κατάλληλη κάθε φορά μορφή. Στη διεπαφή του χρήστη, τα αποτελέσματα των ερωτημάτων μπορεί να είναι υπό μορφή πίνακα ή φόρμας χαρακτηριστικών του αντικειμένου ή γραφικών απεικονίσεων στο χάρτη του ΓΠΣ, ενώ στην περίπτωση των υπηρεσιών που θέτουν ερωτήματα στη βάση δεδομένων, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι ενδιάμεσοι πίνακες σύνδεσης των αντικειμένων με την υπηρεσία και το ΓΠΣ. Η ΥΘ αυτή αποσκοπεί στο να διευκολύνει την καταγραφή των εντόμων κάθε παγίδας μέσω του Κ-ΓΠΣ. Ενεργοποιείται

από άλλες ΥΘ ή χειρωνακτικά μέσω του Κ-ΓΠΣ. Με την ενεργοποίηση της υπηρεσίας αυτής εμφανίζονται κατάλληλες φόρμες τις οποίες συμπληρώνει ο χρήστης βάσει των στοιχείων που καταγράφει κατά την επισκόπηση των παγίδων. Τα δεδομένα μπορεί να σταλούν στον εξυπηρέτη, αν αυτό απαιτείται.

#### *Δ. Δρομολόγηση στις παγίδες*

Αυτή η κατηγορία ΥΘ αποσκοπεί στη βελτιστοποίηση της διαδρομής για τον εντοπισμό των παγίδων και την εισαγωγή των δεδομένων κάθε παγίδας με τη χρήση Κ-ΓΠΣ. Για τη δρομολόγηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί το γεωγραφικό πληροφοριακό επίπεδο των παγίδων, με χρήση του οποίου μπορεί να βρεθεί η βέλτιστη διαδρομή που οφείλει να ακολουθήσει ο χρήστης της υπηρεσίας, όπως είναι για παράδειγμα ο παγιδοθέτης ή ο ψεκαστής. Ο παγιδοθέτης βλέπει στον χάρτη του Κ-ΓΠΣ την επόμενη παγίδα που πρέπει να ακολουθήσει, την απόσταση που απομένει από αυτή, καθώς και τις παγίδες που έχει ήδη επισκεφθεί ή οφείλει να επισκεφθεί μέχρι την ολοκλήρωση της καταμέτρησης όλων των παγίδων μιας περιοχής. Όταν ο παγιδοθέτης πλησιάζει την οποιαδήποτε παγίδα, η υπηρεσία ενεργοποιείται και παρουσιάζει στον χρήστη την υπηρεσία καταγραφής της παγίδας. Ο χρήστης συμπληρώνει τα στοιχεία που απαιτεί η φόρμα (αριθμητικά, αλφαριθμητικά και πολυμεσικά δεδομένα), κλείνει τη φόρμα καταγραφής και η υπηρεσία συνεχίζει για την επόμενη παγίδα. Τα δεδομένα μπορούν να αποστέλλονται με αυτόματο τρόπο και ασύρματα στον εξυπηρέτη.

#### *Ε. Εκτίμηση επικινδυνότητας προσβολής*

Η υπηρεσία αυτή αποσκοπεί στο να βοηθήσει στην εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής από το επιβλαβές έντομο κατά τη διάρκεια των επισκοπήσεων στα ύποπτα προσβολής ή προσβεβλημένα φυτά. Μέσω της ΥΘ αυτής εμφανίζονται οι φόρμες καταγραφής επικινδυνότητας με αυτόματο τρόπο (λόγω εγγύτητας με τα προς επισκόπηση φυτά) ή με μη αυτόματο τρόπο (ενεργοποίηση από τον χρήστη). Στις φόρμες αυτές ορισμένα δεδομένα συμπληρώνονται αυτόματα, άλλα συμπληρώνονται από τον χρήστη με τη βοήθεια οδηγιών και άλλα καταχωρούνται απευθείας από τον χρήστη. Με την υπηρεσία αυτή ενεργοποιούνται κατάλληλα ΕΣ και ΣΛΑ, τα οποία βοηθούν στη λήψη γρήγορης και ακριβούς απόφασης, όσον αφορά την επικινδυνότητα προσβολής και τα προτεινόμενα από το σύστημα μέτρα αντιμετώπισης. Επιπλέον, η ΥΘ αυτή διαθέτει αυτόματη εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής, η οποία ενεργοποιείται ανάλογα με τις χωρικές μεταβολές της επικινδυνότητας που καταγράφει ο χρήστης. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται πιο γρήγορα και με πιο ακριβή τρόπο η εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολών στην περιοχή ενδιαφέροντος και επομένως, μπορεί να ληφθούν γρηγορότερα τα προτεινόμενα μέτρα, μειώνοντας τον αριθμό και, κατά συνέπεια, το κόστος των επισκοπήσεων.



*ΣΤ. Εύρεση επικινδυνότητας προσβολής σε συγκεκριμένο σημείο για δεδομένη χρονική στιγμή*

Η ΥΘ αυτή κατηγοριοποιείται σε δύο επιμέρους υπηρεσίες οι οποίες είναι η εύρεση της επικινδυνότητας προσβολής για ένα συγκεκριμένο σημείο και η δημιουργία χάρτη επικινδυνότητας προσβολής για όλη την περιοχή ενδιαφέροντος. Ο χρήστης της υπηρεσίας μπορεί να λάβει τα δεδομένα των παγίδων σε οποιοδήποτε σημείο καθώς και την επικινδυνότητα προσβολής στο σημείο αυτό. Εκτελώντας τη διαδικασία αυτή για τα σημεία της περιοχής ενδιαφέροντος, μπορεί να φτιαχτούν χάρτες επικινδυνότητας προσβολής για ολόκληρη την περιοχή. Οι χάρτες μπορεί να εγκατασταθούν στο Κ-ΓΠΣ και να χρησιμοποιηθούν, για παράδειγμα, για τη βελτιστοποίηση των ψεκασμών.

*Ζ. Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων*

Η ΥΘ αυτή συνδέεται με κατάλληλα ΑΔΑ ή Π-ΑΔΑ και δίνει δυνατότητα στον χρήστη ή σε άλλες υπηρεσίες να λαμβάνουν τις συνθήκες του μικροκλίματος που επικρατούν στον αγρό. Στις συνθήκες αυτές, μπορεί να συμπεριλαμβάνονται η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα, και η ταχύτητα του ανέμου. Από τις τιμές των παραμέτρων μέσω τεχνικών παρεμβολής, μπορεί να παραχθούν χάρτες χωροχρονικής διακύμανσης θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, και ταχύτητας ανέμου. Επιπλέον, οι τιμές των μετεωρολογικών παραμέτρων για κάθε θέση μπορεί να συνδυαστούν με άλλα δεδομένα, όπως είναι ο πληθυσμός του εντόμου για την κάθε θέση, και να ληφθούν με τον τρόπο αυτό χάρτες επικινδυνότητας της εντομολογικής προσβολής.

*Η. Καθοδήγηση οχημάτων, αντικειμένων ή ατόμων για εφαρμογή των επεμβάσεων*

Η ΥΘ αυτή καθοδηγεί τους οδηγούς-γεωργικών ελκυστήρων, τους ψεκαστές με επινώτιο ψεκαστήρα, ακόμα και μη επανδρωμένα αντικείμενα ή αυτόνομα αντικείμενα (robots ή drones), ώστε να εκτελέσουν τις επεμβάσεις (π.χ. ψεκασμούς) σύμφωνα με το σχέδιο που έχει καταρτιστεί. Για παράδειγμα, ο ψεκαστής ψεκάζει σύμφωνα με τις προσβολές και τις κλιματολογικές συνθήκες και αποφεύγει να ψεκάσει περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί από τη διαδικασία ως προστατευμένες και οι οποίες δεν πρέπει να ψεκαστούν. Η ΥΘ αυτή χρησιμοποιεί τεχνικές εγγύτητας και υπηρεσίες ιχνηλασιμότητας, ώστε να εξασφαλιστεί κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων μέσα σε ένα συνεργατικό περιβάλλον, η αποφυγή επανάληψης ψεκασμών των ίδιων σημείων. Το ΣΛΑ χρησιμοποιεί τα πολύγωνα των προστατευμένων περιοχών, τη ζώνη ασφαλείας που απαιτείται να υπάρχει γύρω από αυτά καθώς και τις συντεταγμένες της θέσης του γεωργικού ελκυστήρα κατά τη διάρκεια των ψεκασμών. Τα αποτελέσματα του ΣΛΑ είναι η αποφυγή ψεκασμών κοντά ή μέσα σε προστατευμένες περιοχές. Οι ζώνες ασφαλείας μπορεί να είναι δυναμικές, με την έννοια ότι μπορεί η απόσταση ασφαλείας και το σχήμα ή το μέγεθος της ζώνης μπορεί να μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια των ψεκασμών ανάλογα με τη μεταβολή ορισμένων παραμέτρων. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η ταχύτητα του ανέμου στην

περιοχή ψεκασμού, κατά τη διάρκεια του ψεκασμού αυξηθεί, θα μπορεί ανάλογα να αυξάνεται και το μέγεθος των ζωνών ασφαλείας. Η υπηρεσία αυτή μπορεί να χρησιμοποιεί και άλλες ΥΘ, όπως είναι η εύρεση σημείων ή περιοχών ενδιαφέροντος, η εύρεση επικινδυνότητας προσβολής και η παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων.

#### *Θ. Ηχητική ενημέρωση*

Η ΥΘ αυτή ενημερώνει τον χρήστη με κατάλληλα ηχητικά μηνύματα του Κ-ΓΠΣ για πληροφορίες που σχετίζονται με τη θέση του, είτε αυτές αφορούν αντικείμενα, ή γεγονότα, ή ενέργειες που πρέπει να κάνει. Τα ηχητικά μηνύματα μπορεί να είναι προ-καταγεγραμμένα ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί τεχνολογία μετατροπή κειμένου σε φωνή (Text To Speech-TTS). Τα προ-καταγεγραμμένα μηνύματα και το σύστημα TTS μπορεί να είναι εγκατεστημένα στο Κ-ΓΠΣ ή στον εξυπηρέτη. Η χρήση μηνυμάτων φωνής μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη κατά τη διάρκεια διενέργειας ψεκασμών με γεωργικό ελκυστήρα, γιατί δεν αποσπά τον ψεκαστή οδηγό από την εκτέλεση του ψεκασμού.

#### *Ι. Επαυξημένη πραγματικότητα στην πληροφόρηση στον αγρό*

Η ΥΘ αυτή μπορεί να συνδυάσει πολυμεσική πληροφορία, όπως είναι φωτογραφίες των δέντρων ή των παγίδων, με πληροφορία που προέρχεται από τη χωρική βάση των καταγραφών και των συστημάτων παρακολούθησης (π.χ. παγίδων, ΑΔΑ κ.α.). Έτσι, μπορεί να προσφέρεται στον χρήστη μια εικόνα του πραγματικού χώρου στον οποίο βρίσκεται, δίνοντάς του με αυτόματο τρόπο πληροφορία για το περιβάλλον που βλέπει. Για παράδειγμα, μπορεί να βλέπει ένα δέντρο και η υπηρεσία να του παρουσιάζει το δέντρο σε εικόνα, ενώ επιπλέον μπορεί να δείχνει πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου δέντρου ή για παράδειγμα, πια πλευρά του δέντρου έχει ψεκαστεί.

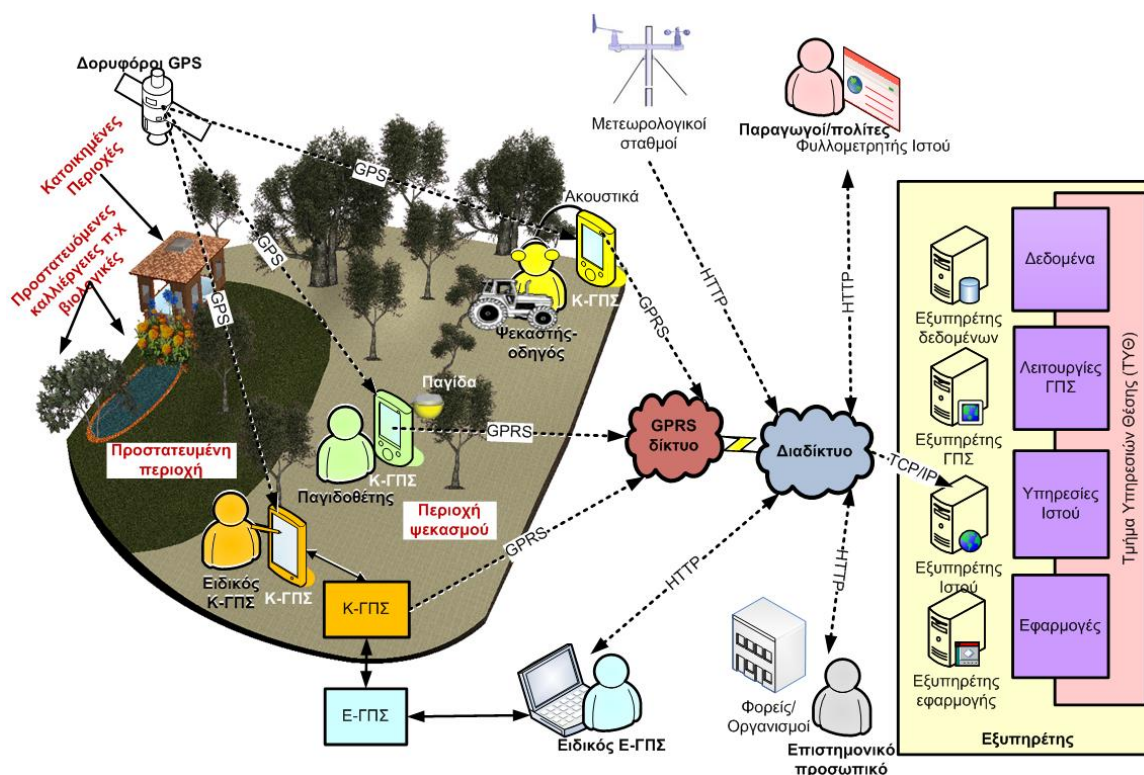
#### *ΙΑ. Εκτίμηση περιβαλλοντικών παραμέτρων*

Η ΥΘ αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθούν οι συνθήκες του μικροκλίματος ενός κλειστού χώρου παραγωγής φυτών, όπως είναι τα θερμοκήπια. Μπορεί να γίνει χρήση μοντέλων τρισδιάστατης υπολογιστικής μηχανικής (3D Computational Fluids Dynamics-CFD), τα οποία για συγκεκριμένο θερμοκήπιο, γνωρίζοντας τις εξωτερικές συνθήκες, μπορεί να προβλέψουν τις εσωτερικές συνθήκες που επικρατούν στο θερμοκήπιο. Οι υπολογισμοί αυτοί μπορούν να πραγματοποιηθούν για συγκεκριμένα σενάρια εξωτερικών συνθηκών, από τα οποία θα υπολογιστούν οι εσωτερικές συνθήκες του θερμοκηπίου, οι οποίες με τη σειρά τους θα μπορεί να είναι διαθέσιμες όποτε χρειαστεί. Τα δεδομένα των διαφορετικών σεναρίων θα μπορεί να είναι διαθέσιμα και μέσω Διαδικτύου αυξάνοντας την ταχύτητα που αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε πραγματικές εφαρμογές.

## 4.2 ΣΥΘ για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς με από εδάφους δολωματικούς ψεκασμούς

### 4.2.1 Περιγραφή λειτουργίας και υποδομών

Η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς με από εδάφους δολωματικούς ψεκασμούς παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.10.



Εικόνα 4.10. Αρχιτεκτονική του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς

Σε γενικές γραμμές, μπορεί να αναγνωριστούν έξι κατηγορίες χρηστών του προτεινόμενου ΣΥΘ: α) ειδικοί σε Κ-ΓΠΣ, β) ειδικοί σε Ε-ΓΠΣ, γ) παγιδοθέτες, δ) ψεκαστές-οδηγί γεωργικού ελκυστήρα, ε) οργανισμοί και ειδικοί επί θεμάτων διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών και στ) αγρότες, ελαιοπαραγωγοί ή πολίτες. Στη συνέχεια, δίνεται μια σύντομη περιγραφή του ρόλου κάθε κατηγορίας χρηστών:

α) *Ειδικοί στα Κ-ΓΠΣ:* Είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή και τη διαχείριση χωρικών και μη χωρικών δεδομένων. Συλλέγουν κυρίως δεδομένα πεδίου που αφορούν τους ελαιώνες, τα χαρακτηριστικά των ελαιώνων, τα όρια των διαφόρων χρήσεων γης γύρω από τις τοποθεσίες ψεκασμού, τις περιβαλλοντικά προστατευμένες περιοχές, τον αριθμό των ελαιόδεντρων και τη θέση κάθε ελαιόδεντρου, το οδικό δίκτυο, τις κλίσεις του εδάφους κλπ.

β) *Ειδικοί στα Ε-ΓΠΣ:* Αναλύουν και μετατρέπουν γεωγραφικά δεδομένα, σχεδιάζουν και δημιουργούν γεωβάσεις και διαχειρίζονται τα ΓΠΣ. Από τα δεδομένα πεδίου οι ειδικοί σε Ε-

ΓΠΣ αναπαράγουν νέα δεδομένα και νέα επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας. Για παράδειγμα, από δεδομένα που σχετίζονται με το δακοπληθυσμό σε μια περιοχή είναι δυνατόν να παραχθούν με μεθόδους παρεμβολής τα επίπεδα επικινδυνότητας της προσβολής. Σε άλλες περιπτώσεις, είναι δυνατόν από δεδομένα που προκύπτουν από δορυφορικές εικόνες να δημιουργηθούν επίπεδα πληροφορίας που αφορούν τις χρήσεις γης μιας περιοχής. Οι πελάτες μπορούν να επικοινωνήσουν με τον εξυπηρέτη μέσω τεχνολογιών ασύρματης επικοινωνίας (Wi-Fi, GPRS, 3G, 4G) και του TCP/IP πρωτοκόλλου.

γ) *Παγιδοθέτες*: Οι παγιδοθέτες έχουν εκπαιδευτεί στη σύλληψη, αναγνώριση και καταμέτρηση του δακοπληθυσμού μέσω δικτύου εντομοπαγίδων. Κάθε πέντε με έξι μέρες ανανεώνουν το υδατικό διάλυμα κάθε παγίδας αρμοδιότητάς τους και καταμετρούν τα αρσενικά και θηλυκά ενήλικα άτομα που παγιδεύονται σε κάθε παγίδα. Στη συνέχεια, οι μετρήσεις του δακοπληθυσμού αποστέλλονται στους ειδικούς μέσω του Κ-ΓΠΣ του προτεινόμενου ΣΥΘ. Με το Κ-ΓΠΣ οι παγιδοθέτες εισάγουν τη θέση της κάθε παγίδας και σε κάθε καταμέτρηση του δακοπληθυσμού εισάγουν και τις μετρήσεις των ενήλικων εντόμων (αρσενικά, θηλυκά).

δ) *Ψεκαστές-οδηγοί γεωργικού ελκυστήρα*: Πραγματοποιούν τους δολωματικούς ψεκασμούς με τη χρήση γεωργικού ελκυστήρα. Κατά τη διάρκεια των ψεκασμών έχουν εγκατεστημένη πάνω τον γεωργικό ελκυστήρα συσκευή στην οποία λειτουργεί το ΣΥΘ. Το ΣΥΘ συμβουλεύει τους ψεκαστές πώς, πότε και πού να ψεκάσουν μέσω χαρτών, μηνυμάτων και φωνητικών οδηγιών. Οι ψεκαστές ακολουθούν τις οδηγίες του ΣΥΘ έτσι ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα των ψεκασμών και να αποφευχθεί ο ψεκασμός μη στόχων.

ε) *Οργανισμοί και ειδικοί επί θεμάτων διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών*: Η αποστολή τους είναι να αποφασίσουν πότε και πού πρέπει να εφαρμοστεί ψεκασμός σε μια ευρύτερη ελαιοπαραγωγική περιοχή. Επίσης, επιβλέπουν τη διαδικασία ψεκασμού, με σκοπό την εξασφάλιση τήρησης των οδηγιών και κανονισμών που πρέπει να ακολουθούνται στη διάρκεια των ψεκασμών.

στ) *Αγρότες, ιδιοκτήτες ελαιώνων ή πολίτες*: Οι αγρότες και οι ιδιοκτήτες ελαιώνων παρέχουν στους ειδικούς των ΓΠΣ πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά του κτήματός τους. Οι πολίτες που κατοικούν δίπλα στις ψεκαζόμενες περιοχές είναι δυνατόν να ενημερώνονται για τους ψεκασμούς που πρόκειται να πραγματοποιηθούν για να λαμβάνουν μέτρα για την αποφυγή οποιασδήποτε επαφής με το ψεκαστικό διάλυμα.

### 4.2.2 Βάση δεδομένων

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας συλλογής δεδομένων πρέπει να συλλεχθούν βιολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα που σχετίζονται με τον πληθυσμό του εντόμου. Τα δεδομένα παρακολούθησης των ενήλικων εντόμων του δάκου και οι παρατηρήσεις επί του ελαιόκαρπου για τα νυμφικά στάδια του εντόμου συνδυάζονται με μετεωρολογικά δεδομένα

ώστε να πραγματοποιηθούν προβλέψεις σχετικά με τη ζημιά που θα επέλθει από τη δακοπροσβολή, ώστε να παρθούν τα κατάλληλα προληπτικά μέτρα. Συνήθως, τα μετεωρολογικά δεδομένα συλλέγονται μέσω ΑΔΑ που διαθέτουν μετεωρολογικούς σταθμούς ή μετεωρολογικά ιστία, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να καταγράφουν, να αποθηκεύουν και να αποστέλλουν τους απαραίτητους όγκους μετεωρολογικών δεδομένων. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια των ψεκασμών θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία ψεκασμού για την αντιμετώπιση του δάκου. Ο Πίνακας 4.3 παρουσιάζει τους παράγοντες αυτούς, καθώς και τον τύπο τους ως προς τα κύρια χαρακτηριστικά τους (χωρικά, χρονικά ή χωροχρονικά).

Πίνακας 4.3 Παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους ψεκασμούς

| Χαρακτηριστικά/Παράγοντες              | Δομή              | Τύπος          |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Γεωγραφικά</b>                      |                   |                |
| Συστήματα συντεταγμένων                | Σημεία            | Χωρικό         |
| Οδικό δίκτυο                           | Γραμμές           | Χωρικό         |
| Περιοχή ψεκασμού                       | Πολύγωνα          | Χωρικό         |
| Κλίση                                  | Χάρτης ίσων τιμών | Χωρικό         |
| Καταγραφή διαδρομής                    | Σημεία            | Χωροχρονικό    |
| <b>Βιολογικά</b>                       |                   |                |
| Πληθυσμός εντόμων                      | Χάρτης ίσων τιμών | Χωροχρονικό    |
| Πρότυπα διαχείρισης εντόμου            | Πρότυπα           | Χωροχρονικό    |
| <b>Έδαφος</b>                          |                   |                |
| Τύπος εδάφους                          | Πολύγωνα          | Χωρικό         |
| Θερμοκρασία εδάφους                    | Χάρτης ίσων τιμών | Χωροχρονικό    |
| Πυκνότητα εδάφους                      | Πολύγωνα          | Χωρικό         |
| Υγρασία εδάφους                        | Χάρτης ίσων τιμών | Χωροχρονικό    |
| <b>Μετεωρολογικά</b>                   |                   |                |
| Θερμοκρασία του αέρα                   | Χάρτης ίσων τιμών | Χωροχρονικό    |
| Υγρασία του αέρα                       | Χάρτης ίσων τιμών | Χωροχρονικό    |
| Ταχύτητα του ανέμου                    | Χάρτης ίσων τιμών | Χωροχρονικό    |
| <b>Καλλιέργεια</b>                     |                   |                |
| Ελαιόδεντρα                            | Σημεία            | Χωρικό         |
| Ποικιλίες ελιάς                        | Κατηγορίες        | Χωρικό         |
| Πυκνότητα ελαιοκαλλιέργειας            | Πολύγωνα          | Χωρικό         |
| Μέγεθος ελαιόκαρπου                    | Κατηγορίες        | Χωρικό         |
| Συνεκτικότητα ελαιόκαρπου              | Κατηγορίες        | Χωροχρονικό    |
| Χρώμα ελαιόκαρπου                      | Κατηγορίες        | Χωροχρονικό    |
| <b>Περιβαλλοντικά</b>                  |                   |                |
| Υδάτινες επιφάνειες                    | Πολύγωνα          | Χωρικό         |
| Προστατευμένες περιβαλλοντικά περιοχές | Πολύγωνα          | Χωρικό         |
| Κατοικημένες περιοχές                  | Πολύγωνα          | Χωρικό         |
| Βιολογικές καλλιέργειες                | Πολύγωνα          | Χωρικό         |
| <b>Λειτουργίας</b>                     |                   |                |
| Χαρακτηριστικά του χρήστη              | Κατάλογος         | Βάση δεδομένων |
| Χαρακτηριστικά του εξοπλισμού          | Κατάλογος         | Βάση δεδομένων |
| Προδιαγραφές του ψεκαστικού υγρού      | Κατάλογος         | Βάση δεδομένων |

### **A. Γεωγραφικά χαρακτηριστικά**

Τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά είναι συλλογές θεματικών επιπέδων πληροφοριών. Τα πιο σημαντικά γεωγραφικά χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην αντιμετώπιση του δάκου είναι τα ακόλουθα:

- *Συστήματα και πρότυπα συντεταγμένων*: Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική υποστηρίζει συμβολικά και γεωμετρικά πρότυπα θέσης. Επίσης, παρέχει τις λειτουργίες που απαιτούνται για τους σχεδιαστές των προσφερόμενων υπηρεσιών θέσης, καθώς και τους τελικούς χρήστες, όπως οι ψεκαστές-οδηγοί γεωργικών ελκυστήρων, οι αγρότες ή όποιο άλλο προσωπικό εμπλέκεται στη διαδικασία ψεκασμού. Στα γεωμετρικά πρότυπα υπάρχουν τρεις συντεταγμένες: το γεωγραφικό μήκος και πλάτος και το υψόμετρο. Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ως σύστημα συντεταγμένων το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα 1984 (WGS 84).
- *Οδικό δίκτυο*: Το οδικό δίκτυο χρησιμοποιήθηκε για τη βελτιστοποίηση της πλοήγησης κατά τη διαδικασία του ψεκασμού και ελαχιστοποίησης της διάρκειάς του. Ο σχεδιασμός του έγινε με τη βοήθεια ψηφιακών ορθοφωτοχαρτών της περιοχής μελέτης. Στην περίπτωση που δεν υπήρχε οδικό δίκτυο σε τμήματα της περιοχής (π.χ. χωράφια), έγινε υπόθεση ότι υπάρχει ένα εικονικό οδικό δίκτυο το οποίο οι γεωργικοί ελκυστήρες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν για να κινηθούν προς την περιοχή ψεκασμού.
- *Ψεκαζόμενη περιοχή*: Αυτό το χαρακτηριστικό δίνει τη θέση και το μέγεθος της περιοχής ελαιοκαλλιέργειας η οποία πρέπει να ψεκαστεί από τον κάθε ψεκαστή-οδηγό γεωργικού ελκυστήρα ή μεμονωμένο γεωργό. Η διαδικασία που υιοθετείται αποφεύγει υπερβολικό ή μειωμένο ψεκασμό. Οι ψεκαζόμενες περιοχές σχεδιάστηκαν στους ίδιους ορθοφωτοχάρτες που σχεδιάστηκε και το οδικό δίκτυο. Τα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής ψεκασμού καθορίστηκαν από παρατηρήσεις πεδίου.
- *Κλίση*: Αυτό το χαρακτηριστικό είναι μια μέτρηση της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους. Αν η επιφάνεια του εδάφους σε ένα τομέα της ψεκαζόμενης περιοχής είναι πάρα πολύ απότομη, τότε είναι πιθανό ο ψεκασμός σε αυτόν τον τομέα να πραγματοποιηθεί από έναν πεζό ψεκαστή με τη χρήση επινώπιου ψεκαστήρα και όχι από ένα ψεκαστή-οδηγό με χρήση γεωργικού ελκυστήρα.
- *Καταγραφή διαδρομής*: Με την καταγραφή της διαδρομής (tracklog) παρακολουθείται η ταχύτητα και η θέση του γεωργικού ελκυστήρα ή του μεμονωμένου γεωργού.

Η γεωγραφική βάση του προτεινόμενου αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ περιλαμβάνει τα ακόλουθα γεωγραφικά επίπεδα πληροφορίας:

- *Μετεωρολογικοί σταθμοί:* Παρέχει τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία και την ταχύτητα του ανέμου που λαμβάνονται από μετεωρολογικούς σταθμούς. Σε αυτό το πείραμα χρησιμοποιήθηκε ένας μετεωρολογικός σταθμός που είχε εγκατασταθεί κοντά στην πειραματική περιοχή.
- *Οδικό δίκτυο:* Παρέχει το οδικό δίκτυο της περιοχής ψεκασμού.
- *Παγίδες:* Αποτελεί το δίκτυο των εντομολογικών παγίδων τύπου McPhail και παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής του δάκου της κάθε παγίδας.
- *Καλλιέργειες:* Δείχνει τα τεμάχια κάθε τμήματος, δηλαδή τις περιοχές που έχουν ελαιόδεντρα και χρειάζεται να ψεκαστούν. Επίσης, δείχνει την πυκνότητα φύτευσης των ελαιοδέντρων στην περιοχή ψεκασμού.
- *Περιοχή γεωργικών ελκυστήρων:* Δείχνει τις περιοχές που έχουν ανατεθεί για ψεκασμό σε κάθε γεωργικό ελκυστήρα.
- *Περιοχή ψεκασμού:* Δείχνει τα όρια των περιοχών ψεκασμού.
- *Επικινδυνότητα προσβολής:* Δείχνει τον κίνδυνο προσβολής σε κάθε σημείο της ψεκαζόμενης περιοχής.
- *Περιβαλλοντικά προστατευόμενες περιοχές:* Παρέχει τις προστατευόμενες περιβαλλοντικά περιοχές και τις ζώνες ασφαλείας όπου δεν πρέπει να πραγματοποιηθεί ψεκασμός. Τέτοιες περιοχές είναι ποτάμια, υδάτινες περιοχές, βιολογικές καλλιέργειες, κλπ.
- *Κατοικημένες περιοχές:* Παρέχει τις κατοικημένες περιοχές (σπίτια, χωριά κλπ.) συμπεριλαμβανομένων και των ζωνών ασφαλείας γύρω από αυτά.
- *Διαδρομές των γεωργικών ελκυστήρων:* Δείχνει με τη χρήση GPS τις διαδρομές που έχουν ακολουθήσει οι γεωργικοί ελκυστήρες.
- *Ψεκαζόμενα σημεία:* Δείχνει τα σημεία που έχει πραγματοποιηθεί ψεκασμός.
- *Σημεία ενδιαφέροντος:* Παρέχει σημεία ενδιαφέροντος για συγκεκριμένες περιοχές (π.χ. προστατευόμενες περιοχές).
- *Κόμη δέντρων:* Παρέχει σε μορφή πολυγώνων την προβολή της κόμης των ελαιόδέντρων στο έδαφος. Τα πολύγωνα αυτά δημιουργούνται μία φορά πριν την έναρξη της περιόδου των ψεκασμών.

Ενημερωμένη έκδοση των παραπάνω επιπέδων αποθηκεύεται από τον εξυπηρέτη στη συσκευή του ψεκαστή (PDA) κάθε φορά που ξεκινά κάποιος ψεκασμός. Αν προκύψουν νέα δεδομένα αυτά προωθούνται αυτόματα στον εξυπηρέτη με τη χρήση πρακτόρων λογισμικού και υπηρεσιών Ιστού. Λόγω των μειωμένων δυνατοτήτων επεξεργασίας που διαθέτουν οι συσκευές χειρός και της σημαντικής υπολογιστικής ισχύς που απαιτούν τα ΓΠΣ, τα επίπεδα πληροφορίας εμφανίζονται στο χρήστη και η διαχείρισή τους γίνεται με αυτόματο τρόπο. Το σύστημα πραγματοποιεί όλες τις απαραίτητες ρυθμίσεις (π.χ. πλοήγηση, αλλαγή

κλίμακας χάρτη, ενημέρωση αρχείων κλπ). Έτσι, ένα γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας απεικονίζεται στην οθόνη της συσκευής μόνο όταν είναι απαραίτητο και όταν δίνει σημαντική πληροφορία στον ψεκαστή. Ίδια προσέγγιση υπάρχει και στην περίπτωση της επικοινωνίας της συσκευής με τον εξυπηρέτη. Για παράδειγμα, τα δεδομένα που δεν αλλάζουν κατά τη διάρκεια του ψεκασμού δεν φορτώνονται στον εξυπηρέτη ή η φόρτωσή τους στη συσκευή πραγματοποιείται λιγότερο συχνά.

### **B. Βιολογικά δεδομένα**

- *Πληθυσμός των εντόμων:* Η γνώση του πληθυσμού των εντόμων και η δυναμική του πληθυσμού τους είναι απαραίτητη για τη λήψη αποφάσεων, όπως π.χ. για το πότε πρέπει να πραγματοποιηθεί ο ψεκασμός, ποιες περιοχές πρέπει να ψεκαστούν και σε τι πυκνότητα. Ο δακοπληθυσμός προσδιορίζεται από την παρακολούθηση των ενήλικων ατόμων του δάκου με παγίδες McPhail και από την παρακολούθηση των σταδίων των προνυμφών σε δείγματα ελαιόκαρπου. Τα δεδομένα πρέπει να περιλαμβάνουν τον αριθμό των ενήλικων θηλυκών, τον αριθμό των ενήλικων αρσενικών, καθώς και το βαθμό και την κατανομή της προσβολής στην περιοχή.
- *Πρότυπα διαχείρισης εντομολογικών προσβολών:* Τα πρότυπα διαχείρισης προσβολών του δάκου βασίζονται σε σχέσεις μεταξύ των μετεωρολογικών συνθηκών, του πληθυσμού του εντόμου, καθώς και της απώλειας ή ζημιάς της παραγωγής. Σε ένα σύστημα διαχείρισης εντομολογικών προσβολών οι [Kapatos και Fletcher \(1983\)](#) έχουν χρησιμοποιήσει οικολογικά κριτήρια για την προτυποποίηση της διακύμανσης του δακοπληθυσμού.

### **Γ. Εδαφικά δεδομένα**

Ο δάκος είναι δυνατόν να ολοκληρώσει το νυμφικό του στάδιο στο έδαφος. Για το λόγο αυτό η γνώση του βάθους όπου πραγματοποιείται η νύμφωσή του στη φύση αποτελεί πολύ βασικό παράγοντα για τον προσδιορισμό του βαθμού της προσβολής σε μία περιοχή. Τρεις αβιοτικοί παράγοντες επηρεάζουν το βάθος νύμφωσης του δάκου κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι παράγοντες αυτοί είναι ο τύπος του εδάφους, η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους.

### **Δ. Μετεωρολογικά δεδομένα**

- *Θερμοκρασία αέρα:* Σύμφωνα με τους [Kapatos και Fletcher \(1983\)](#) ο δάκος επιβιώνει καλύτερα στα πιο δροσερά παράκτια κλίματα, αλλά βρίσκεται επίσης σε θερμές, ξηρές περιοχές. Οι σχέσεις της θερμοκρασίας και της ανάπτυξης του δάκου αναφέρονται από τον [Rice \(2000\)](#). Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του εντόμου είναι μεταξύ 20°C και 30°C. Οι υψηλές θερμοκρασίες (35°C ή περισσότερο) είναι επιζήμιες για τα ενήλικα άτομα και τις προνύμφες που βρίσκονται στο εσωτερικό των καρπών. Η δραστηριότητα των ενήλικων ατόμων συνεχίζεται από τους 15,5°C



περίπου. Οι υψηλές θερμοκρασίες στην περιοχή 38-41<sup>0</sup>C είναι επιζήμιες για τα ενήλικα άτομα και τις προνύμφες που βρίσκονται στον ελαιόκαρπο. Η θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια του ψεκασμού πρέπει να είναι μεταξύ 12<sup>0</sup>C και 28<sup>0</sup>C. Τα κατώτατα όρια θερμοκρασίας για την ανάπτυξη του εντόμου είναι διαφορετικά μεταξύ των βιολογικών σταδίων του εντόμου (ωό, προνύμφη, νύμφη και ενήλικο).

- *Υγρασία του αέρα*: Ο δάκος επιβιώνει καλύτερα στα πιο υγρά κλίματα. Ωστόσο, προσβάλλει και τον καρπό ελαιοδέντρων που καλλιεργούνται σε ξηρές περιοχές. Σε πολύ υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας (>90%) ή σε περίπτωση βροχής κατά τη διάρκεια ή μετά την ολοκλήρωση του δολωματικού ψεκασμού, ο ψεκασμός μπορεί να ακυρωθεί και να επαναληφθεί τις επόμενες ημέρες.
- *Ταχύτητα ανέμου*: Η ταχύτητα του ανέμου κατά τη διάρκεια του ψεκασμού θα πρέπει να είναι μικρότερη από 8m/s. Υψηλή ταχύτητα ανέμου αναστέλλει τις πτήσεις του εντόμου. Ως αποτέλεσμα ο δάκος δεν τρέφεται από το δολωματικό ψεκαστικό διάλυμα και επιβιώνει.

### Ε. Καλλιεργητικά δεδομένα

- *Ευαισθησία των ποικιλιών ελιάς*: Σύμφωνα με τους [Neuenschwander et al. \(1985\)](#) υπάρχει μια σειρά χαρακτηριστικών που καθορίζουν την ευαισθησία των διαφόρων ποικιλιών ελιάς στο δάκο. Το μέγεθος του ελαιόκαρπου θεωρείται ως ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες. Υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων προσβολής και του μεγέθους του ελαιόκαρπου. Ως αποτέλεσμα, η προσβολή είναι υψηλότερη σε μεγαλόκαρπες σε σχέση με τις μικρόκαρπες ποικιλίες. Η συνεκτικότητα του ελαιοκάρπου είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τα επίπεδα δακοπροσβολής. Υπάρχει μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της προσβολής και της συνεκτικότητας. Όταν οι καρποί της ελιάς φτάσουν στον τελικό τους μέγεθος μαλακώνουν (μειώνεται η συνεκτικότητά τους). Ο χρωματισμός του ελαιόκαρπου φαίνεται να έχει κάποιο ρόλο στη προσβολή. Για παράδειγμα, οι πράσινες ελιές είναι πιο ευαίσθητες από τις καφέ.
- *Πυκνότητα ελαιώνων*: Η πυκνότητα κάλυψης των ελαιοδέντρων στην ψεκαζόμενη περιοχή είναι σημαντική για τον προσδιορισμό της κατανομής του ψεκαστικού διαλύματος.

### ΣΤ. Περιβαλλοντικά δεδομένα

Η γνώση της ακριβούς θέσης των υδάτινων επιφανειών, των κατοικημένων ή περιβαλλοντικά προστατευόμενων περιοχών, καθώς και των περιοχών με βιολογικές καλλιέργειες είναι πολύ σημαντική για να καθοριστούν κατάλληλες ζώνες ασφαλείας μεταξύ των ψεκαζόμενων και των μη ψεκαζόμενων περιοχών.

## **Z. Επιχειρησιακά δεδομένα**

Τα επιχειρησιακά δεδομένα περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά του χρήστη, τα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού (μέγεθος και δύναμη του γεωργικού ελκυστήρα, προδιαγραφές ψεκαστήρα, κλπ.), καθώς και τις προδιαγραφές του ψεκαστικού διαλύματος (δοσολογία, τρόπος χρήσης, προφυλάξεις κ.λπ.).

Η αρχιτεκτονική της βάσης δεδομένων για το δάκο περιλαμβάνει τα γεωγραφικά επίπεδα πληροφορίας όπως παρουσιάζονται και περιγράφονται στο Παράρτημα IV.

### **4.2.3 Παρακολούθηση του δακοπληθυσμού**

Οι από εδάφους δολωματικοί ψεκασμοί για την αντιμετώπιση του δάκου εστιάζονται στη μείωση των ενήλικων ατόμων του δάκου, καθώς είναι το μόνο στάδιο του βιολογικού κύκλου του εντόμου που είναι εκτεθειμένο. Για την παρακολούθηση του ενήλικου πληθυσμού του δάκου, εγκαταστάθηκαν στις τρεις επιλεγμένες περιοχές γυάλινες παγίδες McPhail, τοποθετημένες κάθε μια στην κόμη ενός ελαιόδεντρου, που περιείχαν υδατικό διάλυμα θειικής αμμωνίας. Η παγίδα ελκύει τόσο τα αρσενικά όσο και θηλυκά άτομα του εντόμου. Εκπαιδευμένο προσωπικό παρακολουθούσε τις παγίδες ανά 5-6 ημέρες, καταγράφοντας τον αριθμό των αρσενικών και θηλυκών ατόμων του εντόμου ανά παγίδα και αποστέλλοντας τα αποτελέσματα στον εξυπηρέτη. Τα δεδομένα που συλλέγονται αποστέλλονται στον εξυπηρέτη μέσω Υπηρεσιών Ιστού, ηλεκτρονικού ή κλασσικού ταχυδρομείου. Στις περιπτώσεις που η αποστολή δεν γίνεται με αυτόματο τρόπο με τη χρήση Υπηρεσιών Ιστού, ένας ειδικός στα ΓΠΣ εισάγει τα δεδομένα στον εξυπηρέτη. Στο γραφείο, ο υπεύθυνος του προγράμματος δακοκτονίας μπορεί να συμβουλευτεί τα δεδομένα του εξυπηρέτη και να αποφασίσει για το πότε και που θα πραγματοποιηθεί ψεκασμός σε μία περιοχή. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τις παγίδες και αφορούν τον δακοπληθυσμό, αποθηκεύονται σε ένα σημειακό γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας με το όνομα TRAPS.

Συνήθως, ο αριθμός των ακμαίων εντόμων που παγιδεύονται στις εντομοπαγίδες μιας περιοχής δεν μπορεί θεωρηθεί ότι αντικατοπτρίζει το συνολικό δακοπληθυσμό της περιοχής αυτής. Ωστόσο, αποτελεί μια καλή εκτίμηση της διασποράς του εντόμου στην περιοχή ([Dimou et al., 2003](#)). Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε εστίες του δάκου, όπως είναι ρέματα, πεδιάδες, αρδευόμενες περιοχές, και, γενικά, σε περιοχές όπου υπάρχει υγρασία και η θερμοκρασία είναι ήπια, σύμφωνα με το επίσημο δίκτυο παγίδων.

### **4.2.4 Προτυποποίηση της επικινδυνότητας προσβολής**

Η απόφαση για το αν θα ψεκαστεί μια συγκεκριμένη περιοχή κατά τη διάρκεια του ψεκασμού βασίζεται σε κριτήρια όπως ο δακοπληθυσμός, ο οποίος πρέπει να αυξάνεται και να είναι μεγαλύτερος από κάποιο όριο (περισσότερο από 5 έντομα ανά παγίδα) και η αναλογία θηλυκών προς αρσενικά άτομα, η οποία πρέπει να είναι μεγαλύτερη από ένα. Η

επικινδυνότητα προσβολής (INFR - infestation risk) προτυποποιήθηκε σύμφωνα με τον παρακάτω αλγόριθμο:

```

FOR EACH trap LOOP
  IF f + m > 20 THEN
    INFR = 3
  ELSE IF f + m > 5 THEN
    INFR = 2
  ELSE IF f + m > 0 THEN
    INFR = 1
  ELSE IF f + m = 0 THEN
    INFR = 0
  END IF
  IF f > m THEN INFR = INFR + 1
END LOOP
    
```

όπου m, f είναι ο αριθμός των ενήλικων αρσενικών και θηλυκών ατόμων του εντόμου, αντίστοιχα. Ο INFR παίρνει τιμές 0, 1, 2, 3, 4 οι οποίες αντιστοιχούν στις συμβολικές καταστάσεις “No Risk”, “Low Risk”, “Average Risk”, “High Risk”, και “Very High Risk”, αντίστοιχα. Με τη χρήση της μεθοδολογίας Kriging και του παραπάνω αλγορίθμου δημιουργήθηκαν γεωγραφικά επίπεδα πληροφορίας, τα οποία χρησιμοποιούνται από το ΣΥΘ κατά τη διάρκεια του ψεκασμού για τη λήψη απόφασης σχετικά με τον τρόπο ψεκασμού της τρέχουσας θέσης. Χρησιμοποιώντας τη σημειακή, στη θέση των παγίδων, επικινδυνότητα προσβολής από το δάκο, υπολογίζουμε την επικινδυνότητα προσβολής στην περιοχή των παγίδων και, επομένως, και την επικινδυνότητα προσβολής σε κάθε ελαιώνα και ελαιόδεντρο της περιοχής αυτής. Η πυκνότητα ψεκασμού SD, δηλαδή ο αριθμός των ψεκασμένων προς τα αφέκαστα δέντρα, καθορίζεται από την Εξίσωση 4-1:

$$SD(INFR) = \begin{cases} 5 - INFR, & 1 \leq INFR \leq 4 \\ 0, & INFR = 0 \end{cases} \quad \text{Εξίσωση 4-1}$$

#### 4.2.5 Διαδικασία λήψης απόφασης κατά τη διάρκεια του ψεκασμού

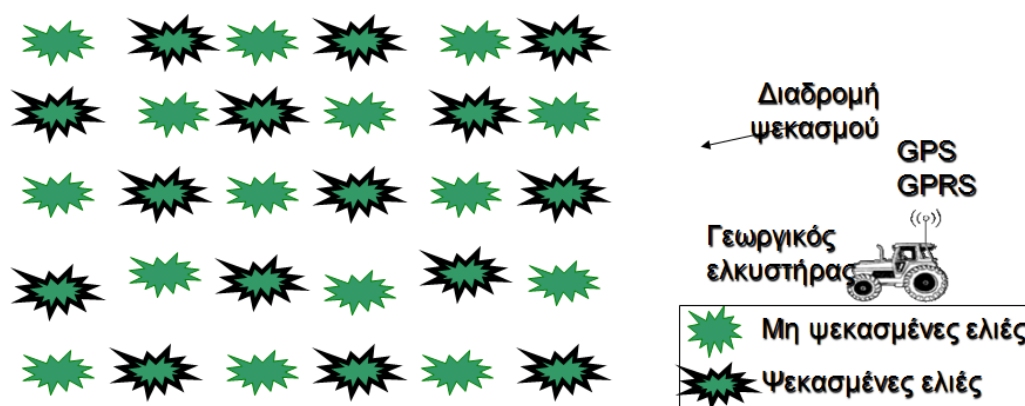
Στη έρευνα στο πλαίσιο του διδακτορικού αυτού, προτείνεται μια νέα προσέγγιση που αφορά στους δολωματικούς ψεκασμούς από το έδαφος, η οποία περιλαμβάνει τα πιθανά σενάρια που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια των ψεκασμών. Τέτοια σενάρια θα μπορούσαν να είναι η εμφάνιση υψηλών θερμοκρασιών ή ισχυρών ανέμων, η γεινίαση με κατοικημένες ή περιβαλλοντικά ευαίσθητες ή προστατευμένες περιοχές, καθώς και η προσέγγιση σε περιοχές που ήδη έχουν ψεκαστεί. Το προτεινόμενο ΣΥΘ μπορεί να παρέχει πληροφορίες και υπηρεσίες όταν και όπου οι φορείς που συμμετέχουν στην αντιμετώπιση του δάκου, τις έχουν ανάγκη. Επιπλέον, κάθε προσφερόμενη υπηρεσία πρέπει να είναι

προσβάσιμη από μη ειδικούς (π.χ. αγρότες), μέσα από απλές, έξυπνες και χωρίς ιδιαίτερο κόπο διαδικασίες.

Κατά τη διάρκεια του από εδάφους δολωματικού ψεκασμού για την αντιμετώπιση του δάκου, ένας μετεωρολογικός σταθμός εγκατεστημένος κοντά στην περιοχή μελέτης παρείχε κάθε δέκα λεπτά τη θερμοκρασία αέρα, τη σχετική υγρασία και την ταχύτητα του ανέμου. Για κάθε πειραματικό τεμάχιο το σύστημα παρείχε τις πληροφορίες σχετικά με τον δακοπληθυσμό. Επίσης, για τον ψεκασμό κάθε τεμαχίου, υπεύθυνος είχε οριστεί ένας ψεκαστής-οδηγός γεωργικού ελκυστήρα, ο οποίος είχε πάνω στον γεωργικό ελκυστήρα τοποθετημένη μία κινητή συσκευή (PDA) με ασύρματη επικοινωνία GPRS. Κατά τη διάρκεια του ψεκασμού το σύστημα ενημερώνεται για τη θέση των γεωργικών ελκυστήρων σε σχέση με την περιοχή που βρίσκονται τα ελαιόδεντρα. Η διαδικασία ψεκασμού λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της ημέρας με τη χρήση γεωργικών ελκυστήρων που διαθέτουν βυτίο για τη μεταφορά του υδατικού διαλύματος του εντομοκτόνου και πιεστικό συγκρότημα για τη διενέργεια των ψεκασμών. Το διάλυμα του εντομοκτόνου εφαρμόζεται στο ελαιόδεντρο με τη μορφή δέσμης, καλύπτοντας έτσι, μόνο ένα μικρό μέρος του δέντρου. Δεν χρειάζεται να γίνει κάλυψη όλου του δέντρου, επειδή τα ενήλικα έντομα του δάκου προσελκύονται από το διάλυμα του εντομοκτόνου, τρέφονται από αυτό και πεθαίνουν. Ανάλογα με το ποσοστό προσβολής και τις μετεωρολογικές συνθήκες μιας περιοχής, μπορεί να διεξαχθούν σε κάθε περιοχή δύο μέχρι τέσσερις ψεκασμοί ανά έτος.

Στην πράξη, κατά τη διάρκεια των ψεκασμών οι ψεκαστές δεν μπορούν εύκολα να προσδιορίσουν τις τρέχουσες μετεωρολογικές συνθήκες ή την απόσταση από προστατευμένες περιοχές ή τον αριθμό των ελαιοδέντρων ανά αγροτεμάχιο και για τον λόγο αυτό δεν μπορούν να υπολογίσουν τον όγκο ψεκαστικού υγρού που θα πρέπει να εφαρμοστεί σε κάθε αγροτεμάχιο. Επιπλέον, οι ψεκαστές δεν είναι ενήμεροι για τους περιορισμούς που αφορούν τις ψεκαζόμενες και μη περιοχές. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν κατά την εφαρμογή των ψεκασμών, το προτεινόμενο ΣΥΘ ενσωματώνει κατάλληλο ΕΣ, το οποίο βοηθά τους ψεκαστές ώστε να λάβουν τις κατάλληλες αποφάσεις. Το ΓΠΣ του ΣΥΘ λαμβάνει τη θέση του ψεκαστή μέσω GPS και αποστέλλει στο ΕΣ τα γεωγραφικά δεδομένα που σχετίζονται με τη θέση, όπως είναι το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά του δακοπληθυσμού, καθώς και τα χαρακτηριστικά των ελαιώνων και τον προστατευμένων περιοχών. Το ΑΔΑ του ΣΥΘ ενημερώνει για τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στη συγκεκριμένη θέση. Το Κ-ΓΠΣ του ΣΥΘ παρέχει τα χαρακτηριστικά των ελαιώνων, αλλά και τις καταγραφές των ψεκασμών που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί από όλους τους ψεκαστές που ψεκάζουν στην περιοχή. Η πληροφορία που συλλέγεται χρησιμοποιείται για τη λήψη αποφάσεων μέσω του ΕΣ ώστε να πραγματοποιηθούν με περιβαλλοντικά ασφαλή τρόπο οι ψεκασμοί και, παράλληλα, να βελτιστοποιηθεί η ποσότητα και η ποιότητα της παραγωγής. Το ΕΣ προτείνει στον ψεκαστή τις ενέργειες που πρέπει να

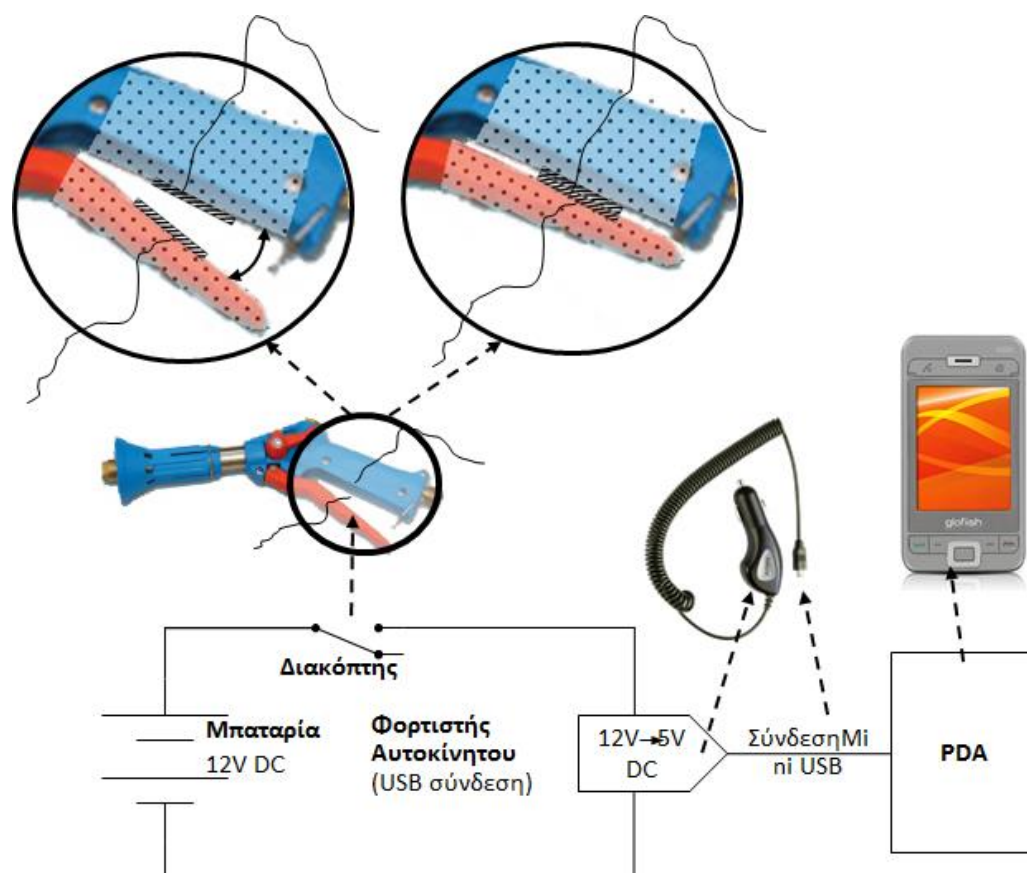
κάνει ή να μην κάνει, όπως για παράδειγμα "Ψέκασε με πυκνότητα 3" ή "Μην ψεκάξεις". Στην Εικόνα 4.11 φαίνεται η σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας ψεκασμού.



Εικόνα 4.11. Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας ψεκασμού

Αν δεν επιτρέπεται να ψεκαστεί μια περιοχή, το ΕΣ στέλνει σχετικό μήνυμα στον ψεκαστή-οδηγό, όπως για παράδειγμα, η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή/χαμηλή, ή η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγάλη. Ας σημειωθεί ότι όταν ο γεωργικός ελκυστήρας βρίσκεται σε περιοχή που έχει ανατεθεί να ψεκαστεί από άλλον ψεκαστή τότε το σύστημα στέλνει μήνυμα σχετικό με τη θέση. Το ΕΣ στέλνει ανάλογα μηνύματα και στην περίπτωση που μια περιοχή έχει ήδη ψεκαστεί ή ο γεωργικός ελκυστήρας βρίσκεται κοντά σε περιοχή που δεν πρέπει να ψεκαστεί (προστατευμένη περιοχή). Στις περιπτώσεις αυτές ο υπεύθυνος των ψεκασμών μπορεί να στείλει σχετικό μήνυμα στους ψεκαστές-οδηγούς. Μια επιπλέον δυνατότητα του συστήματος είναι η χρήση από τους οδηγούς-ψεκαστές πολυμεσικών δεδομένων. Επίσης, ο ψεκαστής έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει το σύστημα σύμφωνα με τις προτιμήσεις του, σχετικά με την ενημέρωση της βάσης δεδομένων ή με τη λειτουργία του συστήματος.

Για να εντοπιστεί η θέση και η διάρκεια ψεκασμού, καθώς και ο συνολικός όγκος του ψεκαστικού διαλύματος που εφαρμόζεται, κατασκευάστηκε και προσαρμόστηκε στη σκανδάλη του ψεκαστήρα, ένα απλό, οικονομικό και αποτελεσματικό στη χρήση του κύκλωμα, με μηχανισμό διακόπτη on/off. Το κύκλωμα αποτελείται από την μπαταρία του γεωργικού ελκυστήρα, έναν φορτιστή αυτοκινήτου με έξοδο USB, έναν διακόπτη τοποθετημένο στη σκανδάλη του ψεκαστήρα και τη συσκευή χειρός (π.χ. PDA) που είναι εγκατεστημένο το σύστημα. Όταν ο ψεκαστής δεν πατά τη σκανδάλη του ψεκαστήρα (και επομένως δεν πραγματοποιείται ψεκασμός), το κύκλωμα είναι κλειστό και επομένως η συσκευή φορτίζεται. Όταν ο ψεκαστής πατήσει τη σκανδάλη του ψεκαστήρα (και επομένως πραγματοποιείται ψεκασμός), το κύκλωμα είναι ανοικτό και επομένως η συσκευή δεν φορτίζεται. Ας σημειωθεί ότι πριν από κάθε ψεκασμό πραγματοποιήθηκαν τρεις δοκιμές με καθαρό νερό με σκοπό την εκτίμηση της παροχής του ψεκαστικού μηχανήματος κάθε γεωργικού ελκυστήρα. Η σχεδίαση του κυκλώματος αυτού παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.12.



Εικόνα 4.12. Το κύκλωμα για τον καθορισμό των συμβάντων ψεκασμού

Ο αλγόριθμος, σε μορφή ψευδοκώδικα, της εκτίμησης του όγκου του ψεκαστικού υγρού ανά θέση για έναν ψεκαστή κατά τη διάρκεια του ψεκασμού, φαίνεται παρακάτω:

```

INITIALIZE previous state (=charging or not charging)
LOOP
IF (current state=NOT charging) AND (previous state=charging) THEN
    StartTime=current time
    StartPoint=current GPS point
    STORE StartPoint, StartTime, previous state=NOT charging
END IF
IF (current state=charging) AND (previous state=NOT charging) THEN
    EndTime=current time
    EndPoint=current GPS point
    Duration=EndTime-StartTime
    StartEndSolution = Solution per time*Duration
    STORE End point, EndTime, StartEndSolution, previous state=charging
END IF
END LOOP
    
```

Με τον αλγόριθμο εκτίμησης του ψεκαστικού όγκου, αρχικά υπολογίζεται η χρονική διάρκεια που είναι πατημένη η σκανδάλη του ψεκαστήρα, από τη μεταβολή στην κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας (π.χ. δεν φόρτιζε και τώρα φορτίζει). Στη συνέχεια, είναι δυνατόν να υπολογίσουμε τον όγκο ψεκασμού, πολλαπλασιάζοντας τη χρονική διάρκεια ψεκασμού ανά θέση με την παροχή του ψεκαστικού μηχανήματος ή με τη μέση τελική ποσότητα ψεκασμού. Η μέση τελική ποσότητα ψεκασμού προκύπτει από το συνολικό ψεκαστικό υγρό διαιρεμένο με τον αριθμό των θέσεων ψεκασμού.

Το ΣΥΘ ενημερώνει το ΕΣ για τις πληροφορίες που αφορούν την τρέχουσα θέση του ψεκαστή, όπως είναι η επικινδυνότητα προσβολής, η κάλυψη με ελαιόδεντρα του κάθε τεμαχίου, η γεινίαση με προστατευμένες περιοχές, οι τρέχουσες μετεωρολογικές συνθήκες κλπ. Επιπλέον, ο ψεκαστής δεν είναι ενήμερος για τους περιορισμούς που αφορούν τις ψεκαζόμενες και μη ψεκαζόμενες περιοχές. Σε αυτή την περίπτωση και ενώ ο γεωργικός ελκυστήρας πλησιάζει την περιοχή, το ΕΣ ενημερώνει τον ψεκαστή σχετικά με τη διαδικασία ψεκασμού, δηλαδή αν θα πρέπει ή αν δεν θα πρέπει να ψεκάσει. Στη συνέχεια το ΕΣ ειδοποιεί τον ψεκαστή να ψεκάσει με συγκεκριμένη πυκνότητα π.χ. "Ψέκασε με πυκνότητα 3" και δίνει μια πιο απλοϊκή εξήγηση "Ψέκασε κάθε τρίτο δέντρο". Αλλιώς, το ΕΣ ειδοποιεί τον ψεκαστή να κάνει κάποια ενέργεια π.χ. "Μην ψεκάζεις", χωρίς όμως το ΣΥΘ να μπορεί να τον εμποδίσει τον ψεκαστή να πραγματοποιήσει διαφορετικές ενέργειες από τις προτεινόμενες. Η ΥΘ λήψης απόφασης για ψεκασμό μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας παρουσιάζεται στο Παράρτημα ΙΙΙ.

Το ΕΣ για να λάβει την τελική απόφαση διαμορφώνει εσωτερικά, στη βάση γνώσης, τα επίπεδα των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται για τη λήψη της τελικής απόφασης. Οι τελικές αποφάσεις αποτελούν τις εντολές που δίνει το ΕΣ στον οδηγό ψεκαστή προκειμένου να ψεκάσει κατάλληλα. Το ΕΣ διαμορφώνει τις εντολές αυτές σε τελικές αποφάσεις, οι οποίες είναι διαμορφωμένες ώστε να είναι εύκολα κατανοητές από τον ψεκαστή. Παράλληλα με τις αποφάσεις είναι δυνατόν να είναι διαθέσιμες στον ψεκαστή και οι επεξηγήσεις των αποφάσεων αυτών. Ο Πίνακας 4.4 παρουσιάζει τις αποφάσεις και τις επεξηγήσεις των αποφάσεων ανά κατηγορία δεδομένων του ΕΣ.

Πίνακας 4.4. Αποφάσεις και επεξηγήσεις του ΕΣ ανά κατηγορία δεδομένων

| Απόφαση                                   | Επεξήγηση  | Κατηγορία δεδομένων           |
|---|--|-------------------------------|
| Ψεκάστε με πυκνότητα "X"                  | - Τα επίπεδα προσβολής είναι υψηλά<br>- Τα επίπεδα προσβολής είναι χαμηλά                        | Βιολογικά                     |
|   | - Υψηλός κίνδυνος προσβολής<br>- Χαμηλός κίνδυνος προσβολής                                      | Βιολογικά,<br>Μετεωρολογικά   |
|   | - Η ευαισθησία της ποικιλίας ελιάς είναι υψηλή<br>- Η ευαισθησία της ποικιλίας ελιάς είναι μικρή | Καλλιεργητικά                 |
| Μη ψεκάσετε                               | - Η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή<br>- Η υγρασία είναι πολύ χαμηλή                               | Μετεωρολογικά                 |
|   | - Η περιοχή αυτή δεν είναι η περιοχή ευθύνης σου   | Λειτουργικά,<br>Γεωγραφικά    |
|   | - Κοντά βρίσκεται προστατευμένη περιοχή  | Γεωγραφικά,<br>Καλλιεργητικά  |
| Ματαιώστε τη διαδικασία ψεκασμού          | - Υψηλή θερμοκρασία<br>- Μεγάλη ταχύτητα ανέμου  | Μετεωρολογικά                 |
| Μη ψεκάσετε, προχωρήστε στο επόμενο τμήμα | - Το τμήμα έχει ήδη ψεκαστεί   | Γεωγραφικά,<br>Λειτουργικά    |
| Προχωρήστε αριστερά/δεξιά                 | - Η απόσταση από το προηγούμενο τμήμα είναι πολύ μικρή   | Γεωγραφικά                    |
| Σταματήστε τη διαδικασία ψεκασμού         | - Χαμηλή θερμοκρασία<br>- Εντολές υπευθύνου  | Μετεωρολογικά,<br>Λειτουργικά |

(Σημείωση: Όπου X είναι ακέραιος αριθμός, που δείχνει την επιδιωκόμενη πυκνότητα ψεκασμένων δέντρων προς αψέκαστα δέντρα)

Παρόλο που το ΕΣ θα μπορούσε να παρέχει λεπτομερείς επεξηγήσεις των αποτελεσμάτων του συστήματος, για λόγους απλότητας, χρησιμοποιήθηκε ένα πιο απλό και εξειδικευμένο σχήμα επεξήγησης. Αντί να χρησιμοποιηθούν οι συνθήκες των κανόνων που έχουν πυροδοτηθεί και να απεικονιστούν αυτές οι συνθήκες στην οθόνη του χρήστη, χρησιμοποιήθηκε για κάθε τελικό συμπέρασμα εκφράσεις που εύκολα κατανοεί ο χρήστης (ψεκαστής). Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η πολυπλοκότητα διεξαγωγής συμπερασμάτων του συστήματος και προσαρμόζεται καλύτερα στις ανάγκες του χρήστη-ψεκαστή. Για παράδειγμα, εάν το τελικό συμπέρασμα είναι "Ματαίωση ψεκασμού" και ο λόγος είναι "Υψηλή θερμοκρασία" τότε η επεξήγηση είναι: "Η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή!". Οι



ενέργειες οι οποίες είναι εντολές ή αποφάσεις, χρησιμοποιούνται για να εμφανίσουν στην οθόνη κάποιο μήνυμα ή κάποια εικόνα ή πολυμέσα όπως ήχο και βίντεο. Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα:

```

IF Temperature = "high" THEN
    Spray = "abort"
    DISPLAY(text, "Temperature is too high!")
    DISPLAY(text, "Abort spraying")
    DISPLAY(image, "\abort.jpg")
    PLAY(sound, "\abort.wav", 3 times, interval = 3000 ms)
END IF
    
```

Στο παράδειγμα αυτό, εάν η θερμοκρασία είναι υψηλή, η μεταβλητή Spray λαμβάνει την τιμή "abort", και εμφανίζονται στην οθόνη του χειριστή δύο μηνύματα κειμένου, το πρώτο "Η θερμοκρασία είναι υψηλή", και το δεύτερο "Ματαίωση ψεκασμού", ενώ παράλληλα εμφανίζεται στην οθόνη κατάλληλη εικόνα ματαίωσης ψεκασμού και ακούγεται στα ακουστικά της κινητής συσκευής που χρησιμοποιεί ο χρήστης κατάλληλο ηχητικό μήνυμα ματαίωσης ψεκασμού. Το ηχητικό μήνυμα θα ακουστεί για τρεις φορές με χρονική διαφορά το ένα από το άλλο 3000 ms.

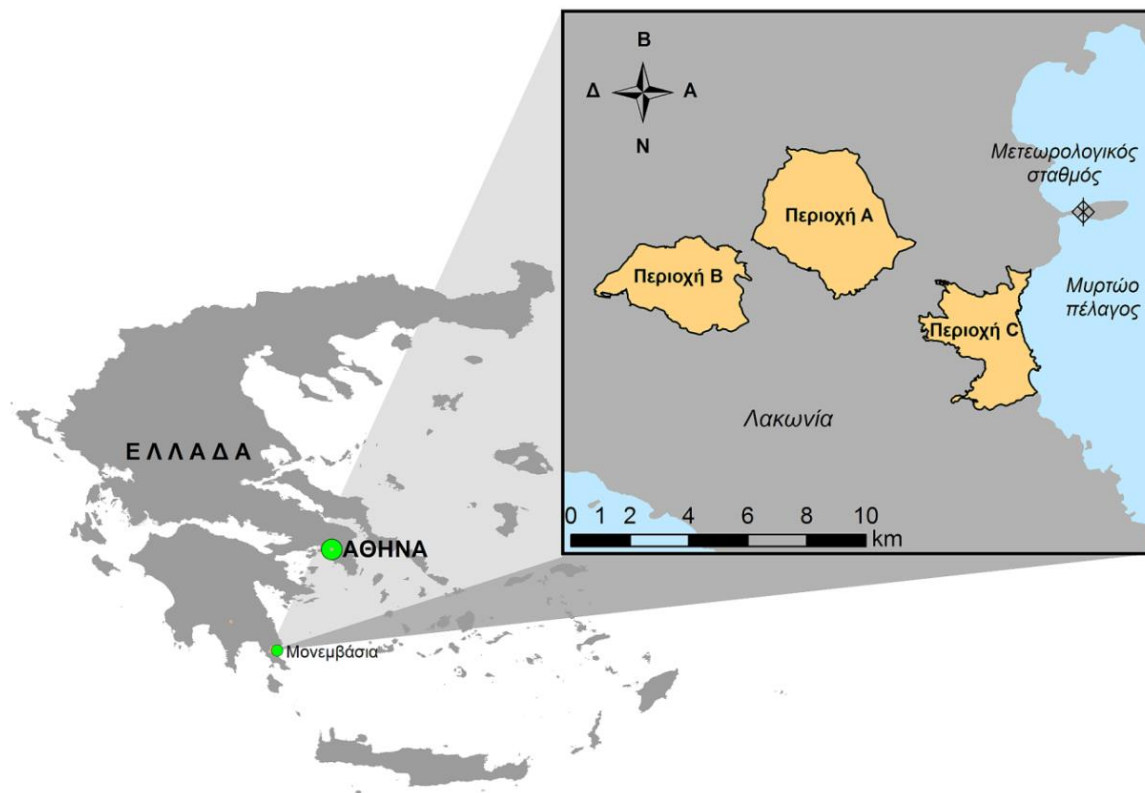
#### 4.2.6 Υλοποίηση λογισμικού ΣΥΘ

Το σύστημα υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το Microsoft Visual Studio.NET. Η εκτέλεση της εφαρμογής έγινε σε Pocket PC με λειτουργικό σύστημα Windows Mobile 5. Για την ανάπτυξη του Κ-ΓΠΣ χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ESRI ArcPad 7 και οι λειτουργίες του επεκτάθηκαν με τη χρήση λογισμικού γραμμένου σε γλώσσα Vbscript/ Microsoft VB.NET 2005 για .NET compact framework 2.0. Χρησιμοποιήθηκαν απλές και προηγμένες λειτουργίες ΓΠΣ οι οποίες σχετίζονται με τη χαρτογράφηση, την παρακολούθηση, τη δρομολόγηση, την αναζήτηση, κλπ. Τα χαρτογραφικά δεδομένα αποθηκεύτηκαν με τη μορφή ESRI shapfile (.shp) και για την επεξεργασία αυτών των αρχείων χρησιμοποιήθηκε το ArcMap 9.2. Τα shapfiles στέλλονταν στον εξυπηρέτη μέσω υπηρεσιών Ιστού.

Ως υλικό υπολογιστών για το Κ-ΓΠΣ χρησιμοποιήθηκε μια συσκευή PDA με λειτουργικό σύστημα Windows Mobile 5 εξοπλισμένη με δέκτη GPS. Η συσκευή διαθέτει επίσης δυνατότητα σύνδεσης μέσω δικτύου GPRS για την αποστολή δεδομένων προς και από τον εξυπηρέτη της εφαρμογής. Ο εξυπηρέτης δεδομένων βασίστηκε σε Microsoft SQL Server Express 2005. Ως εξυπηρέτης ΓΠΣ χρησιμοποιήθηκε το ESRI Web GIS server 9,2. Ως εξυπηρέτης Ιστού χρησιμοποιήθηκε Microsoft IIS 5 web server. Οι εφαρμογές του εξυπηρέτη εφαρμογής υλοποιήθηκαν με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Microsoft VB.NET 2005 και σε λειτουργικό σύστημα Windows Server 2003.

#### 4.2.7 Πειραματικές περιοχές

Για την αξιολόγηση του ΣΥΘ πραγματοποιήθηκε πείραμα μεσαίας κλίμακας και σε πραγματικές συνθήκες. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ Ιουλίου και Οκτωβρίου 2008, στο Δήμο Μονεμβασίας του Νομού Λακωνίας. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα συλλέχθηκαν από τον μοναδικό επίσημο μετεωρολογικό σταθμό που υπήρχε κοντά στην περιοχή του πειράματος. Για τη διεξαγωγή του πειράματος επιλέχθηκαν τρεις περιοχές. Οι πειραματικές περιοχές (Α, Β και Γ) και η θέση του μετεωρολογικού σταθμού φαίνονται στην Εικόνα 4.13.



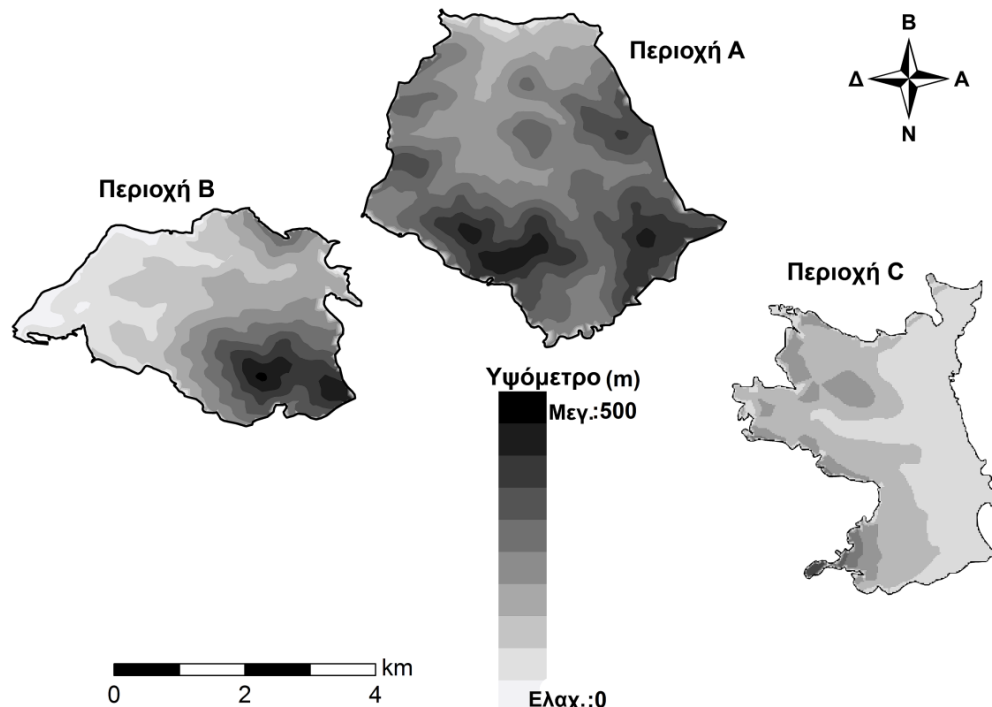
Εικόνα 4.13. Πειραματικές περιοχές και μετεωρολογικός σταθμός

Το υψόμετρο και η κλίση των πειραματικών περιοχών χρησιμοποιήθηκαν για τον αποκλεισμό περιοχών στις οποίες δεν είναι δυνατή η πρόσβαση των γεωργικών ελκυστήρων και επομένως η διεξαγωγή ψεκασμών. Το υψομετρικό υπόβαθρο των πειραματικών περιοχών φαίνεται στην Εικόνα 4.14. Η Περιοχή Α έχει υψηλότερο μέσο υψόμετρο σε σχέση με την Περιοχή Β και η Περιοχή Β έχει υψηλότερο μέσο υψόμετρο σε σχέση με την Περιοχή Γ, η οποία γειτνιάζει με τη θάλασσα.

Οι πειραματικές περιοχές επιλέχθηκαν με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

1. Να υπήρξε ένα χρόνο πριν τη διεξαγωγή του πειράματος διαπιστωμένη προσβολή από δάκο. Και οι τρεις περιοχές που επιλέχθηκαν είχαν δακοπροσβολές το προηγούμενο έτος.

2. Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος να υπάρχει κοντά στις πειραματικές περιοχές επίσημος μετεωρολογικός σταθμός. Ο μετεωρολογικός σταθμός ο οποίος ήταν διαθέσιμος ήταν μέρος του επίσημου δικτύου μετεωρολογικών σταθμών.
3. Να δραστηριοποιείται στην περιοχή επίσημο πρόγραμμα δακοκτονίας, έτσι ώστε να είναι εφικτή η δραστική μείωση του κόστους του πειράματος. Για το πρόγραμμα δακοκτονίας ήταν αρμόδια η Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Λακωνίας.
4. Η ύπαρξη εντός των περιοχών διαφορετικών χρήσεων γης εκτός των ελαιώνων, όπως είναι βιολογικές καλλιέργειες, κατοικημένες περιοχές κλπ. Με τον τρόπο αυτό, το ΣΥΘ μπορεί να αξιολογηθεί για όλες τις δυνατότητές του, όπως για παράδειγμα είναι η δυνατότητα που δίνει για αποτροπή ψεκασμών κοντά ή μέσα σε βιολογικές καλλιέργειες.
5. Οι πειραματικές περιοχές να να είναι όσο το δυνατόν πιο απομονωμένες από άλλες περιοχές, μέσω φυσικών εμποδίων όπως βουνών, λόφων ή θάλασσας. Η Περιοχή Α είναι απομονωμένη από την Περιοχή Β και την περιοχή C αλλά και από άλλες περιοχές, γιατί παρεμβάλλονται λόφοι. Βόρεια της Περιοχής Α παρεμβάλλεται πεδιάδα στην οποία δεν καλλιεργούνται ελαιόδεντρα. Δυτικά της Περιοχής Β υπάρχει περιοχή, στην οποία, επίσης, δεν καλλιεργούνται ελαιόδεντρα. Η Περιοχή Β περιβάλλεται από λόφους. Η Περιοχή C επίσης περιβάλλεται από λόφους και ανατολικά γειτνιάζει με θάλασσα.



Εικόνα 4.14. Υψομετρικό υπόβαθρο των πειραματικών περιοχών

Καθώς, ο δάκος μπορεί να ολοκληρώσει τα νυμφικά του στάδια στο έδαφος, το έδαφος είναι δυνατόν να επηρεάζει τη διακύμανση του δακοπληθυσμού ([Dimou et al., 2003](#)). Για το λόγο αυτό πριν την έναρξη των ψεκασμών του πειράματος συλλέχθηκαν εδαφικά δείγματα και αναλύθηκαν για τη σύστασή τους, έτσι ώστε να προσδιοριστούν τα εδαφικά χαρακτηριστικά των περιοχών του πειράματος. Όλα τα εδαφικά μείγματα συλλέχθηκαν σε 20 cm βάθος και κάτω από ελαιόδεντρα που βρίσκονταν στις πειραματικές περιοχές. Τα εδαφικά μείγματα αναλύθηκαν για τη μηχανική τους σύσταση, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την οργανική ύλη, την εδαφική υγρασία και το pH. Ο Πίνακας 4.5 δείχνει την εδαφολογική σύσταση κάθε πειραματικής περιοχής.

Πίνακας 4.5. Εδαφολογική σύσταση κάθε πειραματικής περιοχής

| Εδαφικό χαρακτηριστικό   | Περιοχή Α | Περιοχή Β | Περιοχή C |
|--|-----------|-----------|-----------|
| <b>Μηχανική σύσταση<br/>(Κατηγοριοποίηση USDA)<br/>SCL<br/>(sandy clay loam)</b> |           |           |           |
| Άμμος (%)  | 58        | 50        | 52        |
| Ιλύς (%)   | 18        | 24        | 23        |
| Άργιλος (%)  | 24        | 26        | 25        |
| <b>Ηλεκτρική αγωγιμότητα<br/>(mS/cm)</b>   | 0.6       | 0.76      | 0.7       |
| <b>Οργανική σύσταση (%)</b>  | 3.0       | 5.4       | 3.6       |
| <b>Υγρασία (%)</b>   | 43        | 47        | 44        |
| <b>pH</b>  | 7.8       | 6.6       | 6.9       |

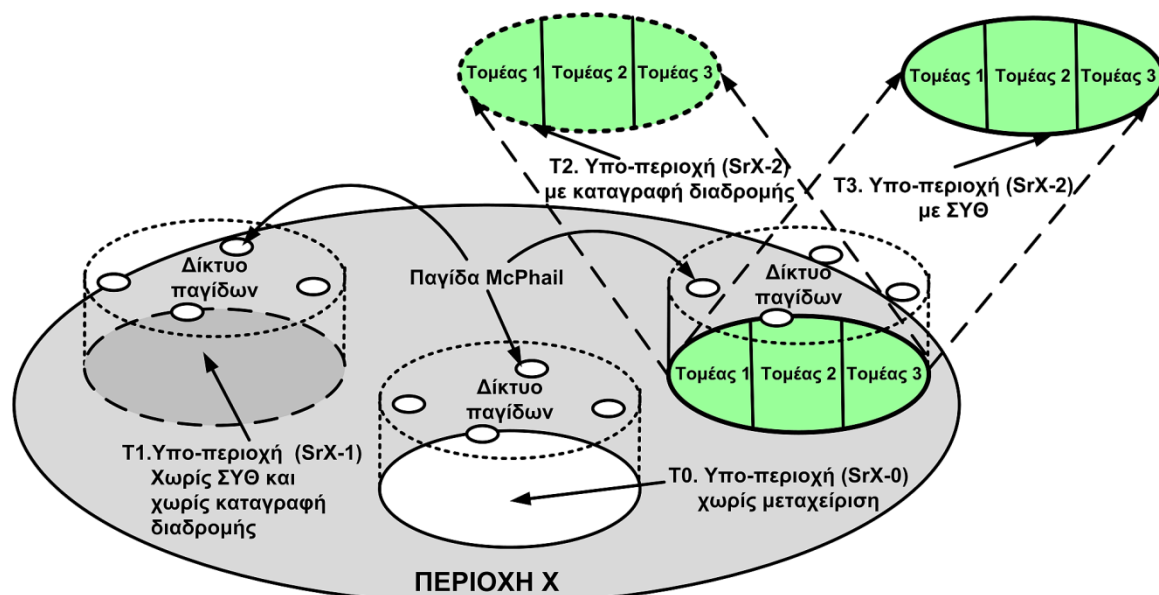
#### 4.2.8 Σχεδιασμός πειράματος

Για τον σχεδιασμό του πειράματος και την επιλογή των πειραματικών τεμαχίων χρησιμοποιήθηκε το πλήρως τυχαιοποιημένο πειραματικό σχέδιο. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε περιοχές με ελαιώνες κοντά στα χωριά Άγιος Νικόλαος, Τάλαντα και Νόμια του δήμου Μονεμβασίας. Κάθε περιοχή χωρίστηκε σε τμήματα και επιλέχθηκαν τρία από αυτά. Κάθε τμήμα χωρίστηκε επιπλέον σε τεμάχια με διαφορετικά γεωγραφικά (κλίση, έδαφος κλπ) και καλλιεργητικά χαρακτηριστικά (πυκνότητα φύτευσης, καλλιεργούμενη ποικιλία κλπ). Κάθε τμήμα ανατέθηκε προς ψεκασμό σε έναν ψεκαστή-οδηγό γεωργικού ελκυστήρα. Ο κάθε ψεκαστής-οδηγός γεωργικού ελκυστήρα είχε ψεκάσει στο παρελθόν, μία τουλάχιστον φορά, την περιοχή που του ανατέθηκε. Η πρώτη εφαρμογή ψεκασμού σε κάθε τμήμα ήταν η εφαρμογή αναφοράς. Για λόγους σύγκρισης κατά τον πρώτο ψεκασμό στον ψεκαστή-οδηγό γεωργικού ελκυστήρα δεν επιτρέπη να χρησιμοποιεί και να συμβουλευτεί το σύστημα κατά τη διάρκεια του ψεκασμού, παρόλο που το σύστημα είχε εγκατασταθεί στον γεωργικό ελκυστήρα και λειτουργούσε. Στις επόμενες εφαρμογές του ίδιου τμήματος ο ψεκαστής-οδηγός γεωργικού ελκυστήρα συμβουλευόταν το σύστημα προκειμένου να ψεκάσει. Η θέση του εξυπηρέτη ήταν στο Εργαστήριο Πληροφορικής του Γεωπονικού

Πανεπιστημίου Αθηνών, σχεδόν 160km μακριά από την περιοχή μελέτης. Ως λειτουργικό σύστημα του εξυπηρέτη χρησιμοποιήθηκε ο Microsoft Windows Server 2003. Τα δεδομένα στον εξυπηρέτη προέρχονταν από τα άτομα που κατέγραφαν περιοδικά τον δακοπληθυσμό, από τις συσκευές που είχαν εγκατασταθεί στους γεωργικούς ελκυστήρες κατά τη διάρκεια των ψεκασμών, από τους υπεύθυνους του προγράμματος δακοκτονίας και του ΓΠΣ, από τον μετεωρολογικό σταθμό που ήταν εγκαταστημένος κοντά στην πειραματική περιοχή και από τους αγρότες των οποίων τα κτήματα ψεκάζονταν. Οι πειραματικές επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν ήταν οι εξής:

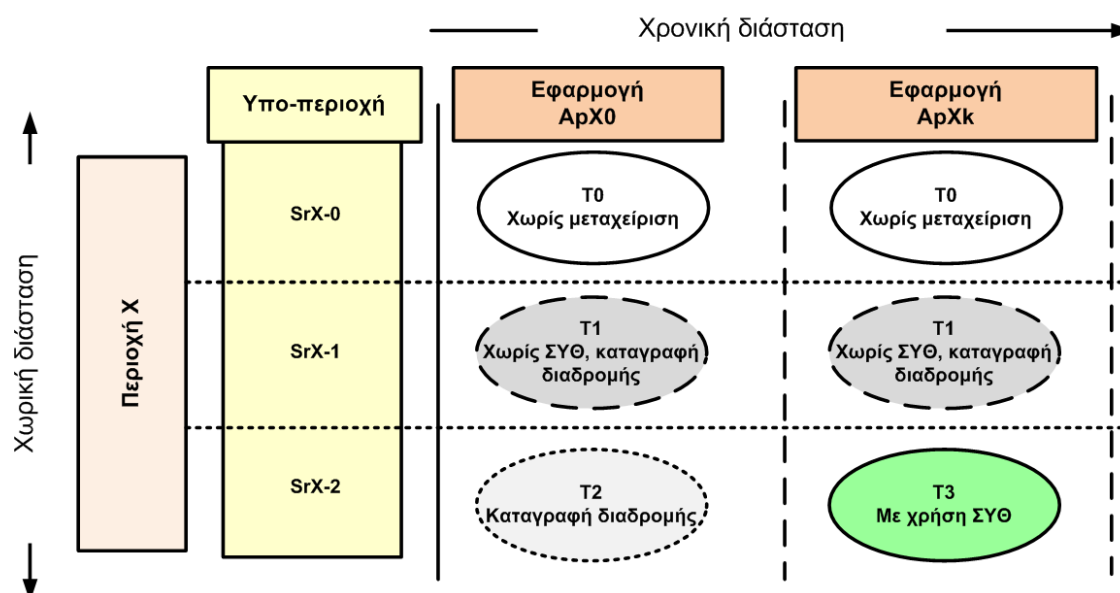
- *Επέμβαση T0-Κανένας ψεκασμός*: Στην περίπτωση αυτή δεν έγιναν ψεκασμοί. Οι περιοχές που επιλέχθηκαν για την επέμβαση αυτή χρησιμοποιούνται ως περιοχές αναφοράς της διακύμανσης του δακοπληθυσμού. Τα δεδομένα του πληθυσμού του εντόμου χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των περιοχών που ψεκάζονται.
- *Επέμβαση T1-Χωρίς ΣΥΘ και χωρίς καταγραφή διαδρομής*: Στην περίπτωση αυτή έγιναν ψεκασμοί αλλά δεν χρησιμοποιήθηκε το ΣΥΘ από τους οδηγούς του γεωργικού ελκυστήρα, ούτε έγινε καταγραφή της διαδρομής που ακολούθησαν κατά τη διάρκεια του ψεκασμού. Οι ψεκαστές ψέκασαν χρησιμοποιώντας τη γνώση τους και την εμπειρία τους. Οι επεμβάσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν για να συγκριθεί στατιστικά η αποτελεσματικότητα (μείωση δακοπληθυσμού) του συμβατικού ψεκασμού, με τον προτεινόμενο τρόπο ψεκασμού και τη χρήση του ΣΥΘ.
- *Επέμβαση T2-Με καταγραφή διαδρομής*: Στην περίπτωση αυτή έγιναν ψεκασμοί και έγινε καταγραφή της διαδρομής που ακολούθησαν οι γεωργικοί ελκυστήρες κατά τη διάρκεια του ψεκασμού με τη βοήθεια του ΣΥΘ. Ωστόσο οι ψεκαστές δεν είχαν πρόσβαση στο ΣΥΘ και ψέκασαν με τον συμβατικό τρόπο χρησιμοποιώντας τη γνώση τους και την εμπειρία τους. Οι επεμβάσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν για να συγκριθεί στατιστικά ο συμβατικός ψεκασμός με τον προτεινόμενο τρόπο ψεκασμού και τη χρήση του ΣΥΘ.
- *Επέμβαση T3-Με τη χρήση του ΣΥΘ*: Στην περίπτωση αυτή οι ψεκαστές ψέκασαν με βάση τις αποφάσεις του ΣΥΘ.

Κάθε μία από τις περιοχές Α, Β, C διαιρέθηκε σε τρεις υπο-περιοχές και η κάθε υπό-περιοχή που αφορά τις επεμβάσεις T2 και T3 διαιρέθηκε σε τρεις τομείς, με έκταση περισσότερο από 30ha και γύρω στα 3000 ελαιόδεντρα. Οι εφαρμογές ψεκασμών που πραγματοποιήθηκαν για κάθε επέμβαση σε κάθε υπό-περιοχή ή τομέα φαίνεται στην Εικόνα 4.15.



Εικόνα 4.15. Υπό-περιοχές και τομείς των ψεκασμών κάθε επέμβασης

Για κάθε Περιοχή, μία υπο-περιοχή χρησιμοποιήθηκε ως περιοχή αναφοράς, για την παρακολούθηση του δακοπληθυσμού (επέμβαση T0). Σε μία υπο-περιοχή εφαρμόστηκε η επέμβαση T1 και σε αυτή που απέμεινε εφαρμόστηκαν οι επεμβάσεις T2 ή T3. Κάθε εφαρμογή ψεκασμού χρησιμοποιεί μόνο έναν τύπο επεμβάσεων (T1, T2 ή T3). Κάθε υπο-περιοχή, λόγω της μεγάλης έκτασης που καταλαμβάνει, του μεγάλου αριθμού των ελαιόδέντρων που έχει και του περιορισμένου χρονικού διαστήματος στο οποίο πρέπει να έχει ολοκληρωθεί η εφαρμογή (η κάθε εφαρμογή πρέπει να ολοκληρωθεί πριν αυξηθεί η θερμοκρασία πάνω από ένα όριο) διαιρείται σε τρεις τομείς ή τμήματα. Έτσι, οι περιοχές των επεμβάσεων T2 και T3, διαιρέθηκαν σε τρία τμήματα, καθένα από τα οποία έχει γύρω στις τρεις χιλιάδες ελαιόδεντρα, τα οποία ψεκάζονται από έναν γεωργικό ελκυστήρα. Για κάθε τομέα, έχουν δημιουργηθεί επίπεδα ΓΠΣ με χαρακτηριστικά όπως είναι η πυκνότητα φύτευσης των ελαιώνων, οι ποικιλίες ελιάς κάθε ελαιώνα, η κλίση του ελαιώνα και χρήσεις γης, τα οποία λαμβάνονται υπόψη από το ΕΣ του ΣΥΘ. Οι επεμβάσεις T2 και T3 εφαρμόζονται στην ίδια υπο-περιοχή αλλά σε διαφορετικούς ψεκασμούς, οι οποίοι πραγματοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Με τον τρόπο αυτό οι επεμβάσεις T2 και T3 μπορούν να συγκριθούν στατιστικά έχοντας τα ίδια χωρικά χαρακτηριστικά. Το πειραματικό σχέδιο και οι επεμβάσεις ανά εφαρμογή ψεκασμού φαίνονται στην Εικόνα 4.16. Στην Εικόνα 4.16 το  $k$  (όπου  $k \geq 1$  ακέραιος) είναι ο αριθμός των εφαρμογών ψεκασμού, εκτός του πρώτου ψεκασμού για κάθε περιοχή. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα πειράματα και οι εφαρμογές που αφορούν τους δολωματικούς ψεκασμούς για την αντιμετώπιση του δάκου με ψεκασμούς από το έδαφος, έχουν κόστος και είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν.



Εικόνα 4.16. Πειραματικό σχέδιο εφαρμογής ψεκασμών

Κατά τη διάρκεια του πρώτου ψεκασμού Αρχ0 που λαμβάνει χώρα στην περιοχή X (όπου X: {A, B, C}), οι ψεκαστές δεν είχαν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν το ΣΥΘ (Επέμβαση T2). Η εφαρμογή αυτή είναι ο ψεκασμός αναφοράς δηλαδή ο συμβατικός τρόπος ψεκασμού. Στους επόμενους ψεκασμούς Αρχk (όπου  $k \in N$ ) της υπο-περιοχής SrX-2 της περιοχής X, οι ψεκαστές συμβουλευονται το ΣΥΘ για το πώς θα ψεκάσουν (Επέμβαση T3). Ο συνολικός αριθμός των ψεκασμών σε κάθε περιοχή εξαρτάται από τον βαθμό εντομολογικής προσβολής και τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια των ψεκασμών στην περιοχή αυτή, καθώς και ο αριθμός των ημερών πριν τη συγκομιδή. Οι εφαρμογές όπου το ΣΥΘ χρησιμοποιείται ως συμβουλευτικό σύστημα για τον τρόπο ψεκασμού, έπονται των εφαρμογών που γίνεται μόνο καταγραφή της διαδρομής ψεκασμού. Στην αντίθετη περίπτωση, οι αποφάσεις που προτείνει το ΣΥΘ θα μπορούσαν να απομνημονευτούν (έστω και εν μέρη) από τους ψεκαστές και να εφαρμοστούν από αυτούς, αλλοιώνοντας έτσι τη σύγκριση μεταξύ των επεμβάσεων. Ας σημειωθεί ότι οι ψεκαστές δεν χρειάζεται να θυμούνται πώς να ψεκάζουν γιατί το ΣΥΘ τους προτείνει κάθε φορά τον τρόπο ψεκασμού. Το εντομοκτόνο που εφαρμόστηκε σε κάθε ψεκασμό ήταν σκεύασμα με δραστική ουσία το dimethoate 400 g/l. Ως ελκυστικό χρησιμοποιήθηκε μελάσα.

#### 4.2.9 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση έγινε με το λογισμικό Statgraphics Centurion XVI Version 15 statistical package for Windows. Ως επίπεδο εμπιστοσύνης  $\alpha$  θεωρήθηκε το 0,05 κάτω από το οποίο το  $P$  δείχνει ότι υπάρχει σημαντικότητα. Για να αναδειχθούν οι διαφορές μεταξύ των μέσων, όταν ο ANOVA έδειχνε σημαντικότητα, χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία LSD (Least Squares

Test) σε 95% επίπεδο σημαντικότητας. Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής στην περιοχή ψεκασμού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος χωρικής παρεμβολής Ordinary kriging.

Σε εντομολογικές δοκιμές όπως είναι οι ψεκασμοί για την αντιμετώπιση του δάκου, μερικά έντομα μπορεί να αποβιώσουν από φυσικά αίτια. Σε αυτές τις περιπτώσεις γίνεται διόρθωση του αριθμού του πληθυσμού του εντόμου και αντί του αρχικού πληθυσμού στην ανάλυση χρησιμοποιείται ο διορθωμένος πληθυσμός με βάση τον πληθυσμό αναφοράς. Η διορθωμένη αποτελεσματικότητα (corrected efficacy(%), ce(%)) σύμφωνα με τους [Henderson and Tilton \(1955\)](#) (τροποποίηση της εξίσωσης [Abbott \(1925\)](#)) δίνεται από την Εξίσωση 4-2.

$$ce(\%) = \left(1 - \frac{C_A \cdot T_B}{C_B \cdot T_A} \cdot 100\right) \quad \text{Εξίσωση 4-2}$$

όπου:

$C$  είναι ο αριθμός των ακμαίων εντόμων στο πειραματικό τεμάχιο αναφοράς (χωρίς επέμβαση),

$T$  είναι ο αριθμός των ακμαίων εντόμων στο πειραματικό τεμάχιο επέμβασης

$A$  είναι πριν την επέμβαση και

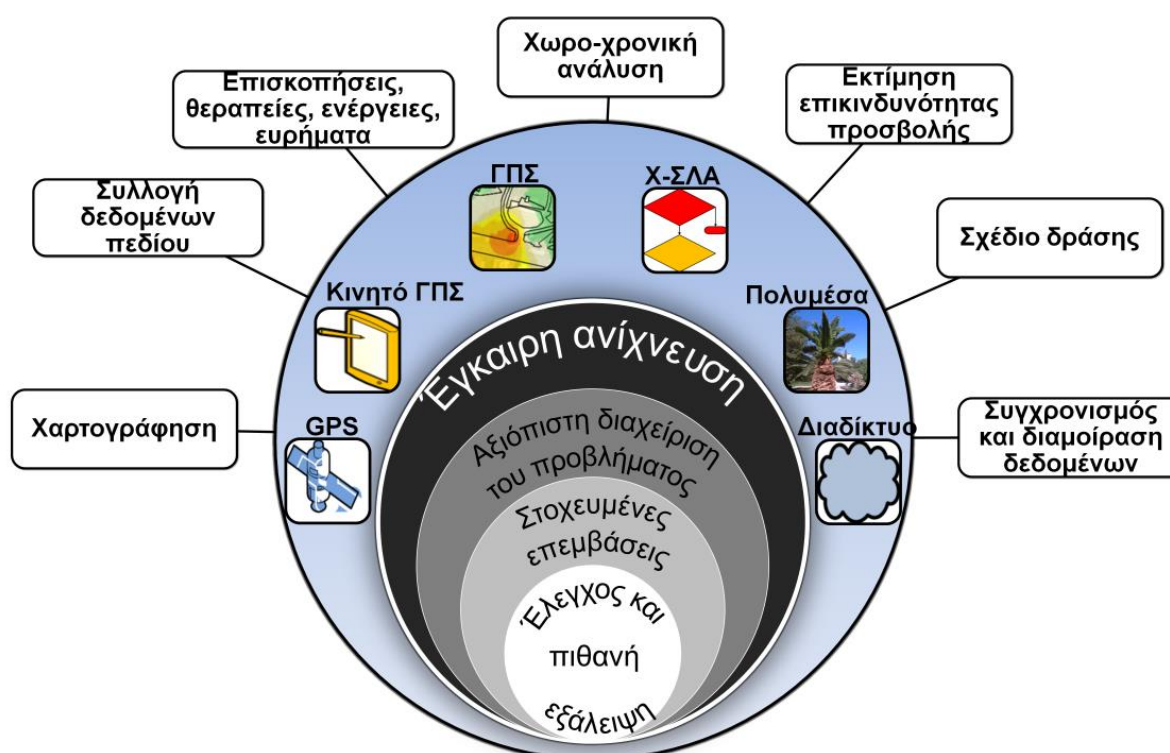
$B$  είναι μετά την επέμβαση.



### 4.3 ΣΥΘ για τη διαχείριση του ΚΣΦ

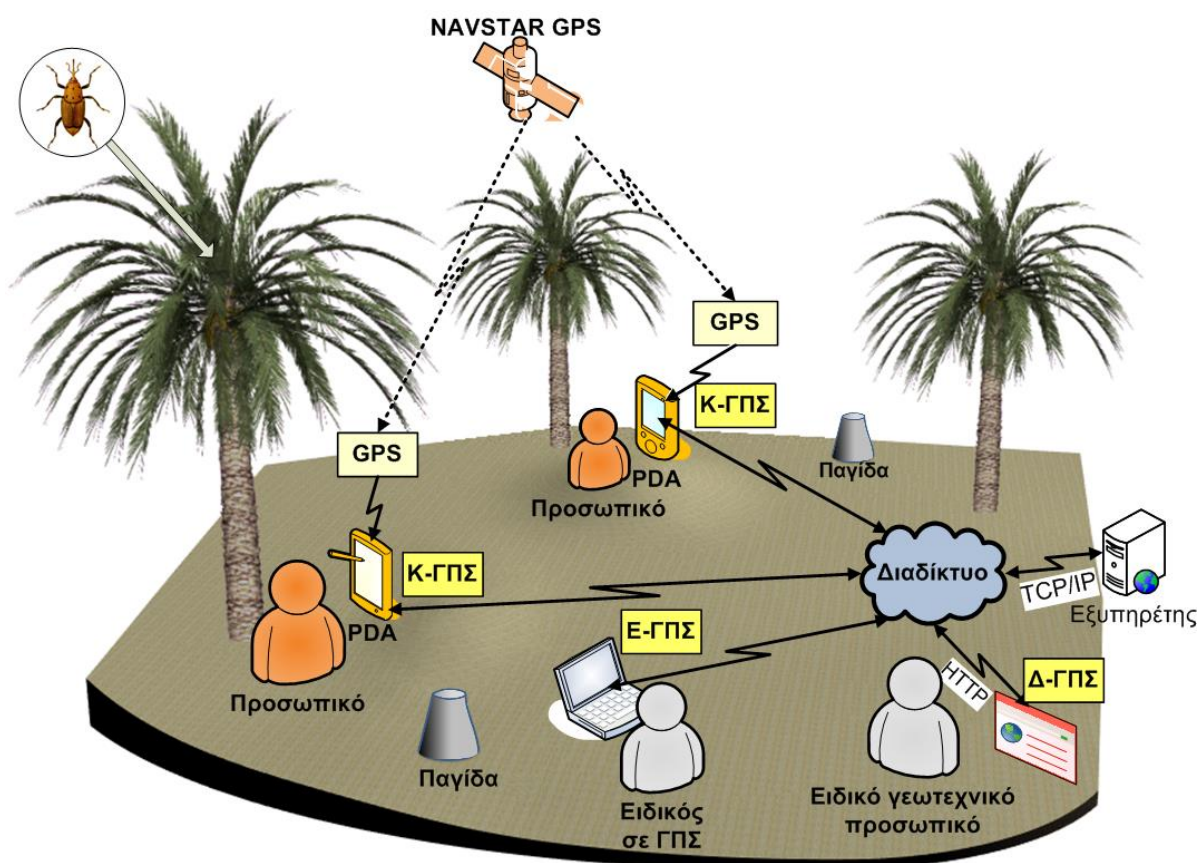
#### 4.3.1 Περιγραφή λειτουργίας και υποδομών

Οι βασικοί στόχοι του προτεινόμενου ΣΥΘ, σε σχέση με τη διαχείρισή του ΚΣΦ, είναι η έγκαιρη ανίχνευση του ΚΣΦ, η αξιόπιστη διαχείριση του, η εκτέλεση εστιασμένων επεμβάσεων, ο έλεγχος του ΚΣΦ και η πιθανή εξάλειψή του. Στις εργασίες έγκαιρου προσδιορισμού του προβλήματος περιλαμβάνονται η χαρτογράφηση των μολυσμένων περιοχών, η εκτίμηση του κινδύνου προσβολής των φοινίκων και η χωροχρονική ανάλυση της προσβολής. Μετά τον προσδιορισμό του προβλήματος ο επόμενος στόχος είναι ο σχεδιασμός και η εφαρμογή των επεμβάσεων. Στην Εικόνα 4.17 παρουσιάζονται οι βασικοί στόχοι του προτεινόμενου ΣΥΘ και οι εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν για τη διαχείριση του ΚΣΦ.



Εικόνα 4.17. Βασικοί στόχοι του προτεινόμενου ΣΥΘ και απαιτούμενες εργασίες για τη διαχείριση του ΚΣΦ

Οι εργασίες αυτές και επομένως οι στόχοι αυτοί, μπορούν να επιτευχθούν με τη βοήθεια της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ. Η αρχιτεκτονική του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ για τη διαχείριση του ΚΣΦ φαίνεται στην Εικόνα 4.18.



Εικόνα 4.18. Η αρχιτεκτονική του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ για τη διαχείριση του ΚΣΦ

Στο Κ-ΓΠΣ έχουν ενσωματωθεί η επιστημονική γνώση σχετικά με τον βιολογικό κύκλο του ΚΣΦ και τη φυσιολογία των φοινίκων, καθώς και τα συμπτώματα που προκαλεί το ΚΣΦ στους φοίνικες. Το Κ-ΓΠΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα εργαλείο ενημέρωσης χωροχρονικών δεδομένων, παρακολούθησης και εκτίμησης της επικινδυνότητας της προσβολής από το ΚΣΦ και έγκαιρης λήψης αποφάσεων για τον έλεγχο του εντόμου. Για τη διαχείριση του ΚΣΦ με τη χρήση του προτεινόμενου ΣΥΘ, μπορούμε να διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες χρηστών: α) ειδικοί σε Κ-ΓΠΣ, β) ειδικοί σε Ε-ΓΠΣ, γ) οργανισμοί και οι ειδικοί επί θεμάτων διαχείρισης επιβλαβών εντόμων και δ) άλλοι φορείς. Στη συνέχεια, δίνεται μια σύντομη περιγραφή του ρόλου κάθε κατηγορίας χρηστών:

α) *Ειδικοί σε Κ-ΓΠΣ*: Είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή και τη διαχείριση χωρικών και μη χωρικών δεδομένων. Συλλέγουν κυρίως δεδομένα πεδίου που αφορούν τους φοίνικες, τις ενέργειες, τα ευρήματα και τις παρατηρήσεις και επιπλέον πραγματοποιούν τις επισκοπήσεις για το ΚΣΦ και αποστέλλουν τα δεδομένα στον Εξυπηρετή. Οι παγιδοθέτες με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ καταγράφουν τις συλλήψεις των εντόμων στις παγίδες και διαχειρίζονται τις παγίδες. Οι μετρήσεις των παγίδων αποστέλλονται στον Εξυπηρετή μέσω του Κ-ΓΠΣ.

- β) *Ειδικοί σε Ε-ΓΠΣ*: Αναλύουν και μετατρέπουν γεωγραφικά δεδομένα, σχεδιάζουν και δημιουργούν γεωβάσεις και διαχειρίζονται τα ΓΠΣ. Από τα δεδομένα πεδίου οι ειδικοί σε Ε-ΓΠΣ αναπαράγουν νέα δεδομένα και νέα επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας. Για παράδειγμα, από δεδομένα που σχετίζονται με την επικινδυνότητα προσβολής σε κάθε φοίνικα είναι δυνατόν να παραχθούν με μεθόδους χωρικής παρεμβολής τα επίπεδα επικινδυνότητας για την περιοχή που βρίσκονται οι φοίνικες. Σε άλλες περιπτώσεις είναι δυνατόν από δεδομένα που προκύπτουν από δορυφορικές εικόνες να δημιουργηθούν επίπεδα πληροφορίας που αφορούν την περιοχή.
- γ) *Οργανισμοί και ειδικοί επί θεμάτων διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών*: Επιβλέπουν τη διαδικασία διαχείρισης του εντόμου, με σκοπό την εξασφάλιση τήρησης των κανόνων και των κανονισμών που πρέπει να ακολουθούνται.
- δ) *Άλλοι φορείς*: Είναι οι φορείς που για λόγους διοικητικούς ή επιστημονικούς μπορούν να ενημερώνονται για την πορεία διαχείριση του εντόμου.

Με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ μπορεί να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω εργασίες:

- Επιτόπου καταγραφή των φοινικοειδών και των προβλημάτων από το ΚΣΦ
- Εύκολη καταγραφή και από χειριστές με λίγη εμπειρία
- Αξιόπιστη καταγραφή πληροφοριών
- Γρήγορη καταγραφή μέσω επιλογών έτοιμου κειμένου και αυτόματων επιλογών
- Άμεση σύνδεση της πληροφορίας με τη θέση του φοίνικα
- Λήψη και καταγραφή εικόνων
- Άμεση διάθεση των δεδομένων σε κάθε εμπλεκόμενο φορέα
- Δημιουργία αναφοράς για κάθε φοίνικα (ιστορικό)
- Εντοπισμός φοινικοειδών βάση κριτηρίων
- Πλοήγηση σε επιλεγμένο φοίνικα
- Χρήση ηχητικών οδηγιών και πληροφορίες
- Δυνατότητα μεταφορά δεδομένων στο Διαδίκτυο

Με το Ε-ΓΠΣ μπορεί να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω εργασίες:

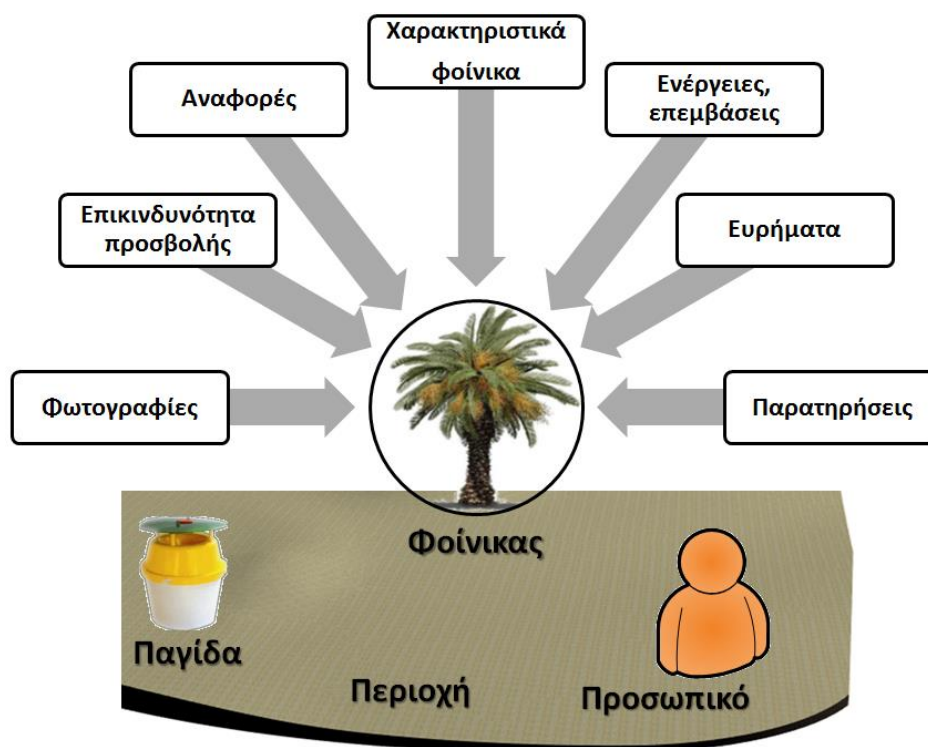
- Στατιστική ανάλυση δεδομένων (π.χ. γεωστατιστική)
- Μετατροπή δεδομένων σε άλλες μορφές
- Δημιουργία ψηφιακών χαρτών επικινδυνότητας από το έντομο

Με το Δ-ΓΠΣ μπορεί να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω εργασίες:

- Παρουσίαση ψηφιακών χαρτών στο Διαδίκτυο
- Δημιουργία διαδραστικών χαρτών
- Παρουσίαση πληροφοριών που αφορούν κάθε φοίνικα ξεχωριστά

### 4.3.2 Βάση δεδομένων

Για την παρακολούθηση των προσβολών από το ΚΣΦ στους φοίνικες έχει σχεδιαστεί κατάλληλη βάση δεδομένων (ΒΔ), η οποία περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά των φοινίκων, τις ενέργειες, τις επεμβάσεις, τα εντομολογικά ευρήματα, τις παρατηρήσεις σχετικά με την κατάσταση των φοινίκων και τις φωτογραφίες. Στην Εικόνα 4.19 φαίνονται γενικά οι κατηγορίες δεδομένων της ΒΔ.



Εικόνα 4.19. Κατηγορίες δεδομένων της ΒΔ

Τα χαρακτηριστικά των φοινίκων περιλαμβάνουν πληροφορίες για το μέγεθος, το είδος και τη θέση κάθε φοίνικα. Οι ενέργειες περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με τις επεμβάσεις που πραγματοποιούνται στους φοίνικες, όπως δεντροχειρουργεία, ψεκασμοί και απομάκρυνση των κατεστραμμένων φοινίκων. Τα εντομολογικά ευρήματα αφορούν τις καταγραφές των διαφόρων μορφών του εντόμου (ενήλικα, νύμφες, προνύμφες κλπ.) που ανιχνεύονται μέσα ή έξω από τους προσβεβλημένους φοίνικες καθώς και τις καταγραφές των ενήλικων εντόμων του ΚΣΦ μέσα στις παγίδες. Οι παρατηρήσεις αφορούν φυσιολογικά χαρακτηριστικά του φοίνικα (π.χ. τροφοπενίες, ξηράνσεις φύλλων κλπ) και καλλιεργητικές ενέργειες (π.χ. κλάδεμα φύλλων, καθαρισμός κορμού κλπ), τα οποία δεν φαίνεται να σχετίζονται άμεσα με την προσβολή αλλά μπορεί να έχουν κάποιο βαθμό συσχέτισης. Για παράδειγμα, μια τροφοπενία μπορεί να είναι αποτέλεσμα της προσβολής από το σκαθάρι, ενώ ο χρόνος και ο τρόπος κλαδέματος μπορεί να καθιστά τον φοίνικα πιο ευάλωτο σε προσβολές. Η λήψη φωτογραφιών μπορεί να αφορά τα χαρακτηριστικά του φοίνικα, τα συμπτώματα, τις παρατηρήσεις, τις ενέργειες και τα ευρήματα. Η δυνατότητα λήψης

φωτογραφιών είναι σημαντική για την καταγραφή του πλήρους ιστορικού του φοίνικα, για την εύκολη εύρεση ενός φοίνικα, για τη βελτιστοποίηση των αποφάσεων σχετικά με τις επεμβάσεις που θα πραγματοποιηθούν, για την εύκολη και γρήγορη διάδοση της αποκτούμενης εμπειρίας μεταξύ των συμμετεχόντων, για την καλύτερη εικονική απόδοση του περιβάλλοντος εργασίας και, επίσης, για ερευνητικούς σκοπούς. Η αρχιτεκτονική της βάσης δεδομένων για το ΚΣΦ του προτεινόμενου συστήματος φαίνεται και περιγράφεται στο Παράρτημα V. Η αρχιτεκτονική αυτή έχει τρία κύρια χαρακτηριστικά:

1. *Η βάση δεδομένων είναι σχεσιακή.* Πίνακες της βάσης δεδομένων σχετίζονται μεταξύ τους.
2. *Η βάση δεδομένων σχετίζεται με το χρόνο.* Τα περισσότερα δεδομένα σχετίζονται με την ημερομηνία εισαγωγής τους.
3. *Η βάση δεδομένων είναι χωρική.* Πολλά από τα δεδομένα σχετίζονται με τη θέση του φοίνικα. Οι φωτογραφίες σχετίζονται με τη θέση του φοίνικα καθώς και με τη θέση λήψης τους.

Με βάση την προτεινόμενη αρχιτεκτονική της βάσης δεδομένων το σύστημα υποστηρίζει τα εξής γεωγραφικά επίπεδα πληροφοριών:

- Τα σημεία των φοινίκων, τα οποία περιλαμβάνουν τη θέση και τα χαρακτηριστικά των φοινίκων καθώς και τις ενέργειες και τις επεμβάσεις που πραγματοποιούνται σε αυτούς.
- Τα σημεία των παγίδων με τις οποίες παρακολουθείται ο πληθυσμός των ενήλικων εντόμων του ΚΣΦ.
- Τα πολύγωνα των περιοχών τα οποία περιλαμβάνουν τις χρήσεις γης και την αρχιτεκτονική του τοπίου. Πολύγωνα μπορεί να είναι τα κτήρια, τα παρτέρια, οι υδάτινες διαδρομές, τα σιντριβάνια και οι δρόμοι.
- Τα σημεία ενδιαφέροντος, όπως είναι τα παγκάκια, ο φωτισμός και οι εγκαταστάσεις.
- Οι χάρτες επικινδυνότητας της προσβολής.
- Οι χάρτες υποβάθρου όπως είναι δορυφορικές γεωδαιτημένες εικόνες ή αεροφωτογραφίες και θεματικοί χάρτες.
- Το επίπεδο φωτογραφιών.
- Το επίπεδο παρακολούθησης της θέσης του χρήστη.

### 4.3.3 Συλλογή δεδομένων πεδίου

Η συλλογή δεδομένων πεδίου πραγματοποιείται με τη χρήση γραφικών φορμών. Για να αυξηθεί η ταχύτητα συλλογής δεδομένων και να γίνει πιο ακριβής η καταγραφή των δεδομένων αυτών, ενσωματώθηκαν δυνατότητες χρήσης έτοιμου κειμένου και κειμένου που προσαρμόζεται ανάλογα με τα δεδομένα που συλλέγονται. Το κείμενο μπορεί να τύχει επεξεργασίας και να εμπλουτιστεί από το χρήστη, έτσι ώστε να ταιριάζει πλήρως στις

ανάγκες του. Σε πολλές περιπτώσεις το κείμενο αυτό μπορεί να προσαρμόζεται στις ενέργειες του χρήστη με στόχο να περιορίσει τις επιλογές σε εκείνες που είναι κατάλληλες ή λογικές. Για παράδειγμα, εάν ο χρήστης εκτιμήσει ότι η επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ είναι μικρής βαρύτητας, τότε το σύστημα μπορεί να παρέχει στον χρήστη μόνο εκείνα τα συμπτώματα τα οποία σχετίζονται με τη βαρύτητα της επικινδυνότητας προσβολής. Επίσης, το κείμενο μπορεί να σχετίζεται με τη θέση του φοίνικα ή και με τη θέση του χρήστη. Για παράδειγμα, οι φόρμες που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων και αφορούν τα χαρακτηριστικά του φοίνικα μπορεί να συμπληρωθούν αυτόματα με τη διεύθυνση του δρόμου που βρίσκεται ο φοίνικας (γεωκωδικοποίηση) ή με πληροφορίες πολυγώνων στα οποία ανήκει ο φοίνικας αυτός. Τα δεδομένα κειμένου είναι πολύ χρήσιμα για την κατηγοριοποίηση των φοινίκων και των ενεργειών που πραγματοποιούνται σε αυτούς, καθώς και για την εξαγωγή συγκεκριμένης πληροφορίας με τη βοήθεια ερωτημάτων.

Η ψηφιοποίηση της θέσης των φοινίκων μιας περιοχής είναι μία από τις πιο χρονοβόρες εργασίες στη διαδικασία παρακολούθησης και ελέγχου του ΚΣΦ. Οι [Recio et al. \(2013\)](#) πρότειναν μια προσέγγιση ψηφιοποίησης της θέσης οπωροφόρων δέντρων χρησιμοποιώντας αγροτεμάχια και υψηλής ανάλυσης γεωδαιτημένες αεροφωτογραφίες, με στόχο την εύρεση παραμέτρων, όπως είναι το ποσοστό κάλυψης με δέντρα, ο αριθμός των δέντρων και τα χαρακτηριστικά του τρόπου φύτευσης. Παρόλο που αυτή η προσέγγιση μπορεί να έχει καλά αποτελέσματα σε δεντροκαλλιέργειες, δεν αναμένεται να έχει τα ίδια αποτελέσματα σε περιπτώσεις περιοχών με καλλωπιστικά φυτά όπως είναι τα πάρκα, τα πρανή ή οι νησίδες στους δρόμους, επειδή υπάρχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά υποβάθρου και εμπόδια, όπως δέντρα, φυτά και κτήρια. Για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας ψηφιοποίησης χρειάζεται μια μεθοδολογία η οποία χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες μεθόδους όπως είναι το GPS, υψηλής ανάλυσης αεροφωτογραφίες ή δορυφορικές εικόνες και χαρακτηριστικά του τρόπου φύτευσης. Η ακρίβεια προσδιορισμού της θέσης με χρήση GPS εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως από εμπόδια, και μετεωρολογικές συνθήκες, καθώς και από τη γεωμετρία της θέσης των δορυφόρων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της. Πρόσθετες μέθοδοι μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ακρίβειας προσδιορισμού της θέσης, όπως είναι οι γεωδαιτημένες αεροφωτογραφίες και οι δορυφορικές εικόνες, καθώς και τα πολύγωνα των χρήσεων γης και της αρχιτεκτονικής του τοπίου. Στην περίπτωση που οι φοινίκες έχουν φυτευτεί σε γνωστές αποστάσεις μεταξύ τους, όπως συμβαίνει συνήθως στα πρανή των δρόμων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ημι-αυτόματη διαδικασία προσδιορισμού θέσης, κατά την οποία ψηφιοποιούνται χειροκίνητα, ο πρώτος και ο τελευταίος φοίνικας και οι ενδιάμεσοι φοινίκες ψηφιοποιούνται αυτόματα λαμβάνοντας υπόψη τις γνωστές μεταξύ των φοινίκων αποστάσεις.

Είναι σημαντικό για τη διαχείριση των επεμβάσεων στους προσβεβλημένους φοίνικες μιας περιοχής να εκτιμηθεί το ύψος και η διάμετρος του κορμού τους. Υψηλοί φοίνικες απαιτούν μεγαλύτερη προσπάθεια και περισσότερο εξοπλισμό για την εφαρμογή των επεμβάσεων και την απομάκρυνσή τους. Επιπλέον, οι υψηλότεροι φοίνικες που είναι προσβεβλημένοι από το ΚΣΦ αποτελούν σοβαρότατο κίνδυνο για τη δημόσια ασφάλεια σε περίπτωση που φύλλα ή η κορυφή του προσβεβλημένου φοίνικα πέσουν στο έδαφος. Το ύψος του κορμού και της διαμέτρου του φοίνικα ενδεχομένως να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο βαθμό ευαισθησίας του φοίνικα σε σχέση με τις προσβολές από το ΚΣΦ. Το ύψος κατηγοριοποιήθηκε σε πέντε κατηγορίες (0-1 m, 1-2 m, 2-4 m, 4-8 m, >8 m) και η διάμετρος σε δύο κατηγορίες (<0,80 m, >=0,80 m). Σημειώνεται ότι η εκτίμηση των χαρακτηριστικών του φοίνικα είναι μεγάλης σημασίας για τον ακριβή προσδιορισμό του προσωπικού, του εξοπλισμού, των μηχανημάτων, της διάρκειας των εργασιών και του κόστους κατά την εφαρμογή των επεμβάσεων για την αντιμετώπιση των προσβολών από το ΚΣΦ σε μια περιοχή.

Το Κ-ΓΠΣ παρέχει στο χρήστη δυνατότητες αναζήτησης και εύρεσης πληροφορίας χρησιμοποιώντας χωρικά και μη ερωτήματα, για στατιστικούς σκοπούς αλλά και για σκοπούς πλοήγησης. Ο πλοηγός του Κ-ΓΠΣ μπορεί να συσχετίσει τη θέση ενός φοίνικα στόχου με τη θέση του χρήστη, παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες για την απόσταση μεταξύ τους και για τα χαρακτηριστικά του φοίνικα. Με τον ίδιο τρόπο ο περιηγητής του Κ-ΓΠΣ μπορεί να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για τους κοντινότερους στον χρήστη φοίνικες. Το Κ-ΓΠΣ διαθέτει επίσης δυνατότητες παρακολούθησης της διαδρομής και πολυμεσικές δυνατότητες, όπως λήψη φωτογραφιών ή βίντεο και αναπαραγωγή ηχητικών εντολών. Στο γεωγραφικό επίπεδο φωτογραφιών μπορεί να αποθηκευτούν φωτογραφίες κάθε φοίνικα και των ενεργειών που έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτούς. Οι φωτογραφίες αυτές είναι διαθέσιμες στον πλοηγό και στον περιηγητή, ώστε ο χρήστης να μπορεί να αντιληφθεί γρηγορότερα και καλύτερα οποιονδήποτε φοίνικα κατά την πλοήγηση ή την περιήγηση. Οι ηχητικές εντολές είναι χρήσιμες στις περιπτώσεις που ο χρήστης δεν έχει τη δυνατότητα να παρατηρεί την κινητή συσκευή του, όπως για παράδειγμα όταν εκτελεί παράλληλα και κάποια άλλη εργασία. Το Κ-ΓΠΣ πραγματοποιεί στατιστικές αναλύσεις, αναφορές, δημιουργία ιστοσελίδων και δημιουργία νέων επιπέδων χωρικής πληροφορίας.

### **4.3.4 Κατηγοριοποίηση και εκτίμηση επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ**

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ σε μεμονωμένους φοίνικες είναι ένα από τα σημαντικότερα στάδια στη διαδικασία επισκοπήσεων που πραγματοποιούνται σε μια περιοχή αστικού πρασίνου με φοινικοειδή. Το στάδιο αυτό παρέχει το βαθμό επικινδυνότητας της προσβολής για κάθε φοίνικα, η εκτίμηση του οποίου βασίζεται, κυρίως, σε οπτικά και μακροσκοπικά συμπτώματα της κόμης και του κορμού του φοίνικα. Για γρήγορη και

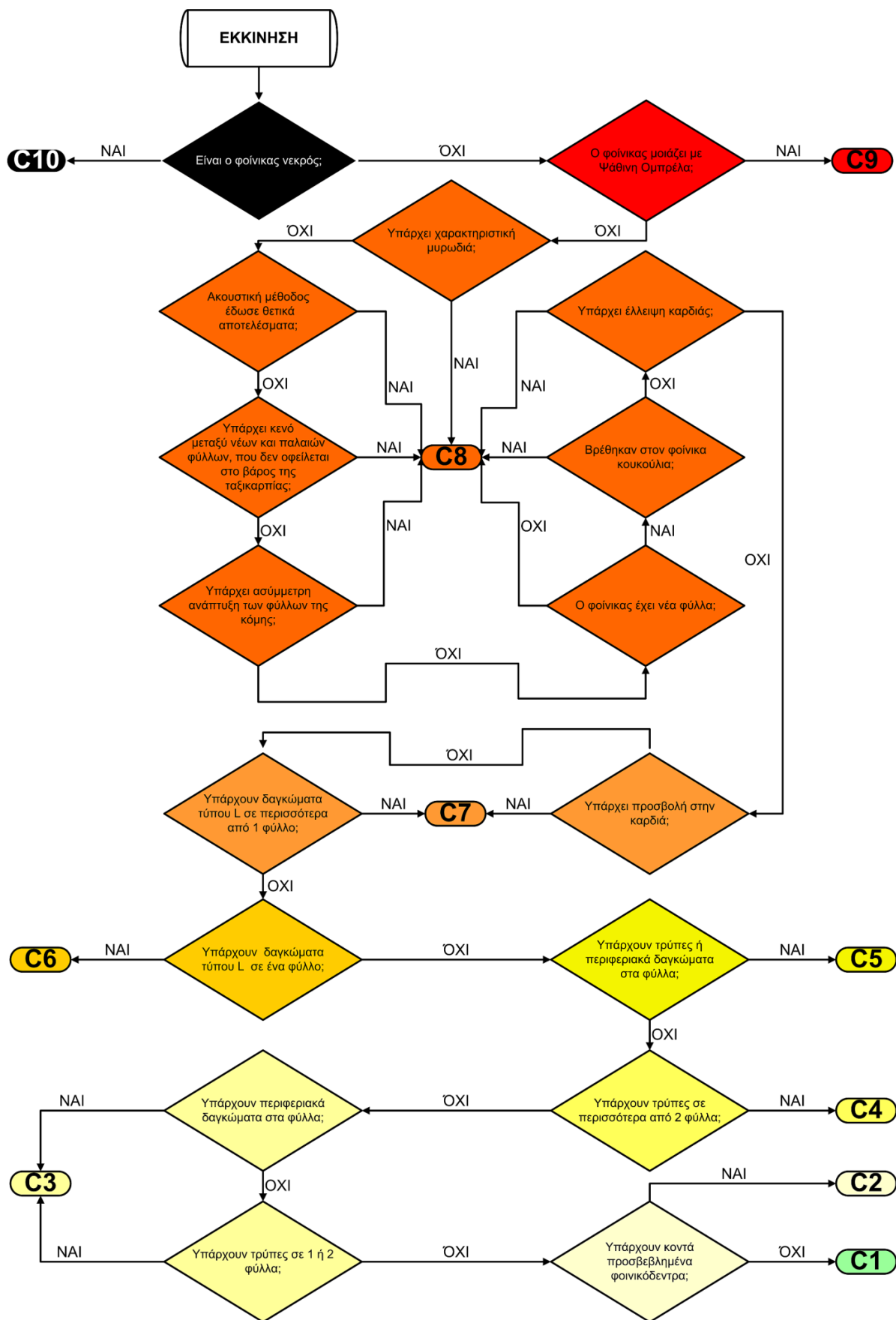
αξιόπιστη εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής των φοινικοειδών από το ΚΣΦ έχει αναπτυχθεί ΣΛΑ, το οποίο βασίζεται σε μακροσκοπικές παρατηρήσεις που αφορούν συμπτώματα στα φύλλα και στον κορμό, στην ανεύρεση του εντόμου (διάφορα στάδια), σε ηχητικά ερεθίσματα ή ερεθίσματα οσμής, καθώς και στην ποσοτική διαβάθμιση ορισμένων ευρημάτων. Το ΣΛΑ δίνει ως αποτέλεσμα δέκα (10) κατηγορίες επικινδυνότητας προσβολής. Ο βαθμός επικινδυνότητας για μεμονωμένους φοίνικες έχει κατηγοριοποιηθεί σύμφωνα με τη βαρύτητα και την ποσότητα των συμπτωμάτων, τον τύπο και τη θέση (κορμό, φύλλα, κόμη) των συμπτωμάτων, την ηλικία, τα χαρακτηριστικά και το είδος του φοίνικα. Η γεινίαση με προσβεβλημένους φοίνικες αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα στην κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας της προσβολής. Το ΣΛΑ λαμβάνει υπόψη του τα χωρικά χαρακτηριστικά των προσβολών της περιοχής, τα οποία με τη βοήθεια μεθόδων χωρικής παρεμβολής, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία χαρτών επικινδυνότητας προσβολής. Το προτεινόμενο ΣΛΑ διαθέτει πολυμεσικές δυνατότητες με χρήσης και λήψης φωτογραφιών των συμπτωμάτων για ευκολότερη εφαρμογή των επισκοπήσεων και για προσωπικό που δεν διαθέτει εξειδικευμένη εμπειρία στην αναγνώριση των συμπτωμάτων. Η λήψη αποφάσεων για τα μέτρα αντιμετώπισης που θα εφαρμοστούν γίνεται μετά την καταγραφή και την εκτίμηση της επικινδυνότητας κάθε φοινικοειδούς. Η κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας από το ΚΣΦ και το λογικό διάγραμμα του ΣΛΑ φαίνεται στην Εικόνα 4.20. Επειδή τα ερωτήματα και τα συμπεράσματα του προτεινόμενου ΣΛΑ γράφτηκαν στην Ελληνική και στην Αγγλική γλώσσα, στο Παράρτημα VI παρουσιάζεται το ΣΛΑ στην Αγγλική γλώσσα.

Σε κάθε κατηγορία επικινδυνότητας της προσβολής του προτεινόμενου ΣΛΑ αντιστοιχεί και διαφορετικό χρώμα (αποχρώσεις του πράσινου, κίτρινου, κόκκινου), έτσι ώστε να είναι ευδιάκριτες οι διαφορές στον βαθμό προσβολής κάθε φοίνικα όταν απεικονιστούν σε χάρτη. Για λόγους διαχείρισης έχουν χρησιμοποιηθεί τρεις ακόμα κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές, οι οποίες δεν ανήκουν στο προτεινόμενο ΣΛΑ είναι οι εξής:

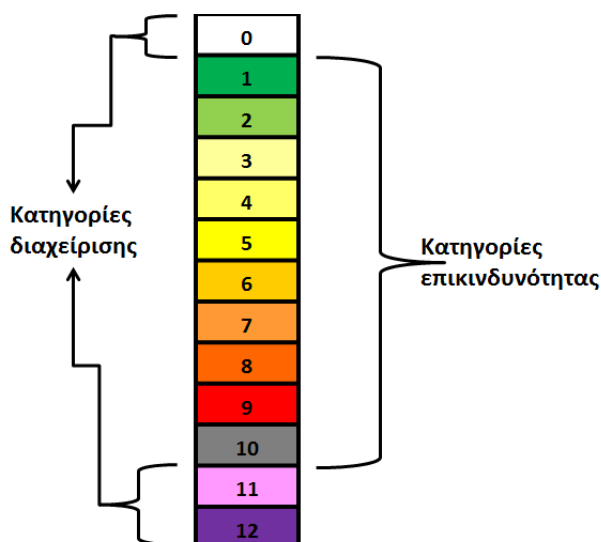
- Η κλάση C0 αφορά την περίπτωση που ο φοίνικας δεν έχει καθόλου επισκοπηθεί (απεικονίζεται με άσπρο χρώμα).
- Η κλάση C11 αφορά την περίπτωση που ο φοίνικας έχει καταστραφεί και έχει υποστεί φυτοϋγειονομικές επεμβάσεις, αλλά ο φοίνικας δεν έχει απομακρυνθεί (απεικονίζεται με το ροζ χρώμα).
- Η κλάση C12 αφορά την περίπτωση που ο φοίνικας έχει απομακρυνθεί (απεικονίζεται με το μωβ χρώμα).

Η χρωματική απεικόνιση κατηγοριών επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ και των κατηγοριών διαχείρισης φαίνεται στην Εικόνα 4.21. Ανάλογα με την κλάση που προκύπτει από το ΣΛΑ, προτείνονται συγκεκριμένες ενέργειες που πρέπει στη συνέχεια να πραγματοποιηθούν. Ο Πίνακας 4.6 παρουσιάζει τις προτάσεις ενεργειών που προτείνει το ΣΛΑ.





Εικόνα 4.20. ΣΛΑ εκτίμησης της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ



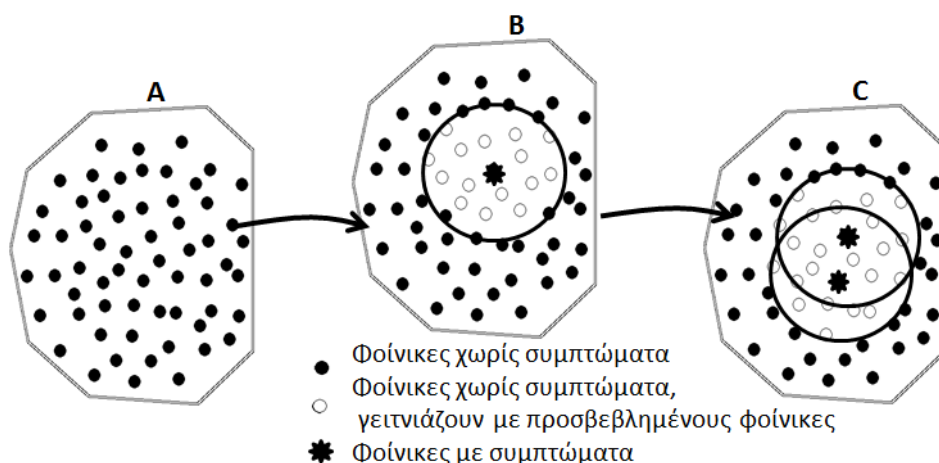
Εικόνα 4.21 Κατηγορίες επικινδυνότητας και διαχείρισης της προσβολής από το ΚΣΦ

Πίνακας 4.6. Προτάσεις ενεργειών του ΣΛΑ

| Κλάση | Προτάσεις αντιμετώπισης προσβολής   |
|-------|---|
| C1    | Επιτήρηση ανά δίμηνο  |
| C2    | Επιτήρηση ανά μήνα  |
| C3    | Επιτήρηση ανά μήνα. Προληπτική φυτοπροστασία  |
| C4    | Επιτήρηση ανά μήνα ή παράθυρο επιθεώρησης. Φυτοπροστασία  |
| C5    | Παράθυρο επιθεώρησης. Επιτήρηση ανά μήνα. Φυτοπροστασία   |
| C6    | Παράθυρο επιθεώρησης ή Δεντροχειρουργείο. Επιτήρηση ανά μήνα. Φυτοπροστασία                       |
| C7    | Δεντροχειρουργείο. Επιτήρηση ανά 3 εβδομάδες. Φυτοπροστασία                                       |
| C8    | Δεντροχειρουργείο. Επιτήρηση ανά 2 εβδομάδες. Φυτοπροστασία                                       |
| C9    | Δεντροχειρουργείο ή φυτοϋγειονομικά ασφαλής απομάκρυνση. Επιτήρηση ανά 2 εβδομάδες. Φυτοπροστασία |
| C10   | Άμεση φυτοϋγειονομικά ασφαλής απομάκρυνση   |

Για να βρεθεί εάν κάποιος φοίνικας γεινιάζει με προσβεβλημένο φοίνικα, δηλαδή για να προσδιοριστεί αν ο φοίνικας είναι κατηγορία επικινδυνότητας προσβολής C1 ή C2, το σύστημα χρησιμοποιεί μια διαδικασία αυτόματου προσδιορισμού της επικινδυνότητας (autorisk). Η αυτόματη διαδικασία προσδιορισμού της επικινδυνότητας της προσβολής χρησιμοποιείται για τους φοίνικες, οι οποίοι δεν έχουν εμφανή συμπτώματα προσβολής. Η διαδικασία αυτή χωρίζεται σε τρεις λειτουργίες. Η πρώτη λειτουργία αποσκοπεί στην εύρεση της επικινδυνότητας κατά τη διάρκεια επισκόπησης ενός φοίνικα, ώστε να βρεθεί εάν ένας φοίνικας είναι εντός ή εκτός της προσβεβλημένης ζώνης. Η δεύτερη λειτουργία μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για να βρεθεί η επικινδυνότητα προσβολής κάθε φοίνικα του οποίου η κατάσταση επικινδυνότητας έχει μεταβληθεί. Για παράδειγμα, αν θεωρήσουμε ότι ένας φοίνικας ήταν αρχικά εντός μίας προσβεβλημένης ζώνης και, στη συνέχεια, προσβεβλημένοι φοίνικες απομακρύνθηκαν ή θεραπεύτηκαν, και λόγω αυτού τα όρια της της προσβεβλημένης ζώνης έχουν αλλάξει, τότε ο φοίνικας αυτός θα χαρακτηριστεί επικινδυνότητας C1. Οι δύο αυτές λειτουργίες δεν είναι κατάλληλες στην περίπτωση που στην περιοχή υπάρχουν πολλοί φοίνικες, επειδή η κατηγορία επικινδυνότητας πολλών φοινίκων θα μπορούσε να αλλάξει περισσότερο από μια φορά κατά τη διαδικασία των επισκοπήσεων. Στην περίπτωση αυτή, η διαδικασία των επισκοπήσεων γίνεται αρκετά αργή, στη βάση δεδομένων αποθηκεύονται εφήμερα και μη χρήσιμα δεδομένα και η πηγή τροφοδοσίας (μπαταρία) της κινητής συσκευής εξαντλείται χωρίς ιδιαίτερο λόγο. Για την αποφυγή των μειονεκτημάτων αυτών χρησιμοποιείται μια τρίτη λειτουργία στο τέλος μιας ολοκληρωμένης επισκόπησης των φοινίκων μιας περιοχής. Με την τρίτη αυτή λειτουργία, οι φοίνικες που βρίσκονται στην προσβεβλημένη ζώνη χαρακτηρίζονται με C2 και οι φοίνικες που είναι εκτός της προσβεβλημένης ζώνης χαρακτηρίζονται με C1. Στην Εικόνα 4.22 φαίνεται ένα παράδειγμα αυτόματης διαδικασίας επισκόπησης.



Εικόνα 4.22. Παράδειγμα αυτόματης διαδικασίας επισκόπησης

Στο παράδειγμα αυτό, στην περίπτωση A δεν έχει πραγματοποιηθεί επισκόπηση, στις περιπτώσεις B και C έχουν πραγματοποιηθεί επισκοπήσεις σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Κατά την ολοκλήρωση των μεμονωμένων επισκοπήσεων, η ζώνη προσβολής μεταβάλλεται σύμφωνα με τη νεότερη κατηγοριοποίηση των φοινίκων σε σχέση με την επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ.

Για την επισκόπηση σε πραγματικό χρόνο της προσβολής από το ΚΣΦ μιας περιοχής, οι χρήστες εντοπίζουν τους φοίνικες με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ και τη χρήση εργαλείων θέσης, όπως είναι ο Περιηγητής και ο Πλοηγός του συστήματος. Η εκτίμηση της επικινδυνότητας της προσβολής γίνεται με τη βοήθεια του προτεινόμενου ΣΛΑ. Η εκτίμηση

της επικινδυνότητας της προσβολής και ο έλεγχος εντόμων καραντίνας (χωροκατακτητικών εντόμων) όπως είναι το ΚΣΦ αποτελούν πολύπλοκες εργασίες επειδή οι προσβολές επεκτείνονται ταχύτατα, τα έντομα έχουν κρυπτική συμπεριφορά και τα συμπτώματα δεν είναι εμφανή στα πρώτα στάδια της προσβολής. Επιπλέον, ο έλεγχος και η εκρίζωση του εντόμου εξαρτώνται από τη συνεργασία προσωπικού με διαφορετικές ειδικότητες (φορείς, εντομολόγοι, γεωπληροφορικοί, εργάτες), οι οποίοι θα πρέπει να διαμοιράζονται γρήγορα και με ακρίβεια πληροφορίες για την προσβολή, ώστε να είναι επιτυχής ο έλεγχος ή η εκρίζωση του εντόμου. Για τον εντοπισμό και τον έλεγχο του ΚΣΦ χρησιμοποιήθηκε ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης το οποίο βασίζεται στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική ΣΥΘ, η οποία περιλαμβάνει το Κ-ΓΠΣ για γρήγορη και με ακρίβεια καταγραφή δεδομένων πεδίου, εργαλεία θέσης για γρήγορη εύρεση πληροφοριών που σχετίζονται με τη θέση, το προτεινόμενο ΣΛΑ για την εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής φοινίκων, καθώς και διαδικτυακές δυνατότητες για γρήγορο και εύκολο διαμοιρασμό των πληροφοριών μεταξύ των συμμετεχόντων. Οι χάρτες, τα σημειακά και τα διανυσματικά επίπεδα πληροφοριών διαχειρίζονται με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ.

#### 4.3.5 Ανάλυση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ

Τα χωροχρονικά χαρακτηριστικά της επικινδυνότητας προσβολής αναλύθηκαν με τη δημιουργία χαρτών με χρήση της μεθόδου παρεμβολής IDW. Η IDW χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των τιμών επικινδυνότητας της προσβολής σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν γνωστές τιμές. Η IDW υποθέτει ότι η μελετούμενη παράμετρος είναι χωρικά εξαρτημένη, το οποίο σημαίνει ότι οι τιμές που βρίσκονται κοντά είναι περισσότερο πιθανότερο να είναι παρόμοιες σε σχέση με αυτές που βρίσκονται πιο μακριά. Αυτό επιτρέπει την εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής φοινίκων στους οποίους δεν έχει πραγματοποιηθεί ακόμα επισκόπηση, αλλά και τη δημιουργία επιφανειών που δείχνουν τη διαβάθμιση της προσβολής από το ΚΣΦ. Με την πληροφορία αυτή διαθέσιμη οι επεμβάσεις και τα φυτοϋγειονομικά μέτρα μπορεί να εφαρμοστούν πιο εστιασμένα, πιο αποτελεσματικά και χωρίς καθυστερήσεις. Καθώς η επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ για κάθε φοινίκα μπορεί να αλλάζει στο χρόνο, μπορούμε να μελετήσουμε τις μεταβολές της επικινδυνότητας χρησιμοποιώντας σταθερά χρονικά διαστήματα (π.χ. κάθε μήνα) ή μεταβλητά χρονικά διαστήματα (π.χ. ανά ημερομηνία επισκόπησης). Επίσης, μπορούμε να απεικονίσουμε σε χάρτες την επικινδυνότητα των διαφορετικών χρονικών στιγμών και να προβούμε σε σύγκριση των μεταβολών των χαρτών αυτών. Η εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ σε μια περιοχή πραγματοποιήθηκε με την Εξίσωση 4-3 ([Shepard, 1968](#)).

$$R_x = \frac{\sum_{i=1}^n R_i \cdot d_{xi}^{-p}}{\sum_{i=1}^n d_{xi}^{-p}} \quad \text{Εξίσωση 4-3}$$

όπου,  $R_x$  είναι η μετρούμενη τιμή της επικινδυνότητας προσβολής στο σημείο  $x$ ,  $R_i$  είναι η γνωστή τιμή της επικινδυνότητας προσβολής στο σημείο  $i$ ,  $d_{xi}$  είναι η Ευκλείδεια απόσταση μεταξύ του σημείου  $x$  και του σημείου  $i$ ,  $n$  είναι ο συνολικός αριθμός των γνωστών γειτονικών σημείων στο σημείο  $i$ , και  $p$  είναι ένας θετικός εκθέτης ή εξίσωση, που στην παρούσα διατριβή θεωρήθηκε ίσος με 2, ως η συνήθης τιμή που χρησιμοποιείται.

Με τους χάρτες επικινδυνότητας προσβολής, για ολόκληρη την προσβεβλημένη περιοχή ή τμημάτων αυτής, διακρίνονται εύκολα οι περισσότερο προβληματικές περιοχές και καθορίζονται τα τμήματα των περιοχών αυτών στα οποία θα πρέπει να γίνουν έντονες ή/και άμεσες ενέργειες. Με τους χάρτες αυτούς εξετάζουμε το ιστορικό της προσβολής στην περιοχή καθώς και την ένταση των προσβολών, μελετώντας τη μετακίνηση και τη μεταβολή της προσβολής χωρικά και χρονικά. Αφού εντοπιστούν και καθοριστούν οι περιοχές που χρήζουν επεμβάσεων, στη συνέχεια χρησιμοποιούνται οι χάρτες επικινδυνότητας προσβολής για κάθε φοίνικα για τον λεπτομερή σχεδιασμό των επεμβάσεων και του προσδιορισμού του εξοπλισμού που θα απαιτηθεί. Η πρώτη προτεραιότητα είναι η απομάκρυνση με ασφαλή φυτοϋγειονομικά τρόπο των φοινίκων που έχουν καταστραφεί, αλλά αποτελούν ωστόσο, εστίες εξάπλωσης του εντόμου. Στη συνέχεια λαμβάνονται οι αποφάσεις του ΣΛΑ για την εφαρμογή επεμβάσεων και τον καθορισμό του χρόνου εφαρμογής των επόμενων επισκοπήσεων.

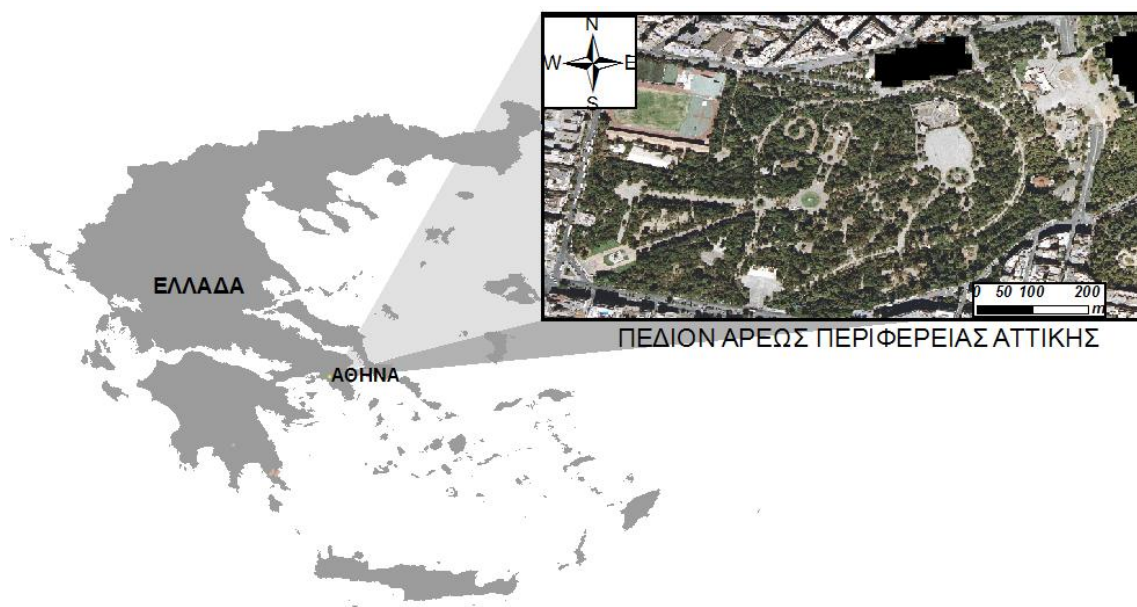
#### 4.3.6 Υλοποίηση λογισμικού ΣΥΘ

Το σύστημα υλοποιήθηκε, χρησιμοποιώντας το CPLAS Phoenix και το Microsoft Visual Studio.NET. Η εκτέλεση της εφαρμογής έγινε σε Pocket PC με λειτουργικό σύστημα Windows Mobile 6.5. Για την ανάπτυξη του Κ-ΓΠΣ χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα CPLAS Phoenix. Τα χαρτογραφικά δεδομένα αποθηκεύτηκαν με τη μορφή ESRI shapefile (.shp) και SQL Compact Edition File (.sdf) και για την επεξεργασία αυτών των αρχείων χρησιμοποιήθηκε το ArcMap 10 και το CPLAS desktop. Οι λειτουργίες αυτόματης διαδικασίας και το ΣΛΑ εκτίμησης της επικινδυνότητας της προσβολής από το ΚΣΦ υλοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού VB.NET και τη γλώσσα ερωτημάτων Structured Query Language Compact Edition (SQL-CE).

#### 4.3.7 Πειραματική περιοχή

Τα πειράματα σχετικά με τη διαχείριση του προβλήματος από το ΚΣΦ, πραγματοποιήθηκαν στο πάρκο Πεδίον του Άρεως της Περιφέρειας Αττικής, τα έτη 2010-2013. Το Πεδίον του Άρεως αποτελεί ιστορικό πάρκο της Αθήνας και έναν από τους σημαντικότερους υπαίθριους χώρους του κέντρου των Αθηνών με έκταση 280 στρεμμάτων περίπου. Το πάρκο βρίσκεται σε γεωγραφικό μήκος 23,736540 και γεωγραφικό πλάτος 37,992946 (σε WGS87) και σε μέσο υψόμετρο 90 m περίπου.

Το Πεδίον του Άρεως διαθέτει πολυπλοκότητα πρασίνου, η οποία σχετίζεται τόσο με τον αριθμό των φυτικών ειδών όσο και με την αρχιτεκτονική φύτευσης. Στην αρχιτεκτονική φύτευση συμπεριλαμβάνονται και φοίνικες, οι οποίοι στην πλειοψηφία τους και ανά ομάδες συνθέτουν σύνολα πρασίνου που διακοσμούν και χαρακτηρίζουν τμήματα του πάρκου. Στο Πεδίον του Άρεως κατά τη διάρκεια του πειράματος έγινε διαχείριση σε περισσότερους από 400 φοίνικες. Πολλοί από τους φοίνικες αυτούς αποτελούν μέρος της αρχιτεκτονικής του πάρκου ενώ άλλοι είναι αυτοφυείς. Στην Εικόνα 4.23 φαίνεται η γεωγραφική θέση του Πεδίου του Άρεως.



Εικόνα 4.23. Το Πεδίον του Άρεως, Περιφέρειας Αττικής

### 4.3.8 Μεθοδολογία αποτίμησης του Κ-ΓΠΣ

Προκειμένου να αποτιμηθεί η προτεινόμενη κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας από το ΚΣΦ, αλλά και η λειτουργικότητα και η αποτελεσματικότητα του Κ-ΓΠΣ, πραγματοποιήθηκε πείραμα με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από δέκα (10) χρήστες, οι οποίοι πραγματοποίησαν επισκοπήσεις σε δώδεκα (12) κανάριους φοίνικες στο Πεδίον του Άρεως. Το πείραμα έλαβε χώρα στις 28 Ιουνίου 2013. Η πειραματική περιοχή ήταν περίπου 8 στρέμματα. Συγκεκριμένα, το πείραμα εξέτασε την ακρίβεια της εκτίμησης της επικινδυνότητας της προσβολής και της ομοιογένειας των αποτελεσμάτων της επισκόπησης από διαφορετικούς χρήστες. Για το σκοπό αυτό, η κατηγοριοποίηση της προτεινόμενης 10-βάθμιας κλίμακας συγκρίθηκε με την εμπειρική 5-βάθμια κλίμακα, μεταξύ εκπαιδευμένων και μη εκπαιδευμένων χρηστών. Ως εκπαιδευμένος χρήστης θεωρήθηκε αυτός που έχει επισκοπήσει κατά το παρελθόν τουλάχιστον 50 φοίνικες. Ως δεδομένα αναφοράς των επισκοπήσεων θεωρήθηκαν αυτά που προήλθαν από τις επισκοπήσεις ενός ειδικού και λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική πρόοδο της προσβολής μετά το πείραμα. Το πείραμα περιελάμβανε τα παρακάτω βήματα:

α. Θεωρητική και πρακτική εκπαίδευση των συμμετεχόντων, σχετικά με:

- Τα συμπτώματα της 5-βάθμιας κλίμακας.
- Τα συμπτώματα της 10-βάθμιας κλίμακας.
- Τη λειτουργικότητα του ΣΥΘ.
- Την επεξήγηση του πειράματος.

β. Συμπλήρωση των ερωτηματολογίων σχετικά με τα προσόντα του συμμετέχοντα.

γ. Επισκοπήσεις στους φοίνικες της πειραματικής περιοχής χρησιμοποιώντας:

- I. την 5-βάθμια κλίμακα (χαρτί και στυλό –συμβατική μέθοδος) και
- II. την 10-βάθμια κλίμακα (μέθοδος ΣΥΘ).

δ. Ολοκλήρωση των ερωτηματολογίων για το ΣΥΘ.

Ο στόχος του χρήστη ήταν να εντοπίσει τους φοίνικες του συγκεκριμένου πειράματος, να πραγματοποιήσει τις επισκοπήσεις στους φοίνικες αυτούς και στη συνέχεια να καταχωρήσει την εκτιμώμενη επικινδυνότητα προσβολής. Καταγράφηκε επίσης, η διάρκεια για τη λήψη αποφάσεων από κάθε χρήστη καταγράφηκε. Για την αποτίμηση της λειτουργικότητας και της αποτελεσματικότητας του Κ-ΓΠΣ του υλοποιημένου ΣΥΘ, που χρησιμοποιήθηκε για τη διαχείριση του προβλήματος από το ΚΣΦ, χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια σχετικά με:

- την επάρκεια της εκπαίδευσης
- το γραφικό περιβάλλον του λογισμικού
- την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής
- τη σύγκριση του λογισμικού με τη συμβατική μέθοδο.

Τα ερωτηματολόγια και τα έντυπα που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες παρουσιάζονται στο Παράρτημα VII. Η διεπαφή του χρήστη στο Κ-ΓΠΣ τροποποιήθηκε έτσι ώστε κάθε συμμετέχοντας στο πείραμα να έχει πρόσβαση μόνο σε συγκεκριμένες λειτουργίες της συσκευής και μόνο στις δικές του καταχωρήσεις επικινδυνότητας προσβολής. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, ο συντονιστής του πειράματος εισήγαγε τον κωδικό του χρήστη στο Κ-ΓΠΣ (για παράδειγμα U1), πριν ο κάθε χρήστης ξεκινήσει τις επισκοπήσεις. Στην Εικόνα 4.24 φαίνεται η τροποποιημένη διεπαφή χρήστη στο Κ-ΓΠΣ, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την αποτίμηση του ΣΥΘ και του ΣΛΑ, καθώς και η περιοχή που πραγματοποιήθηκε το πείραμα αποτίμησης.

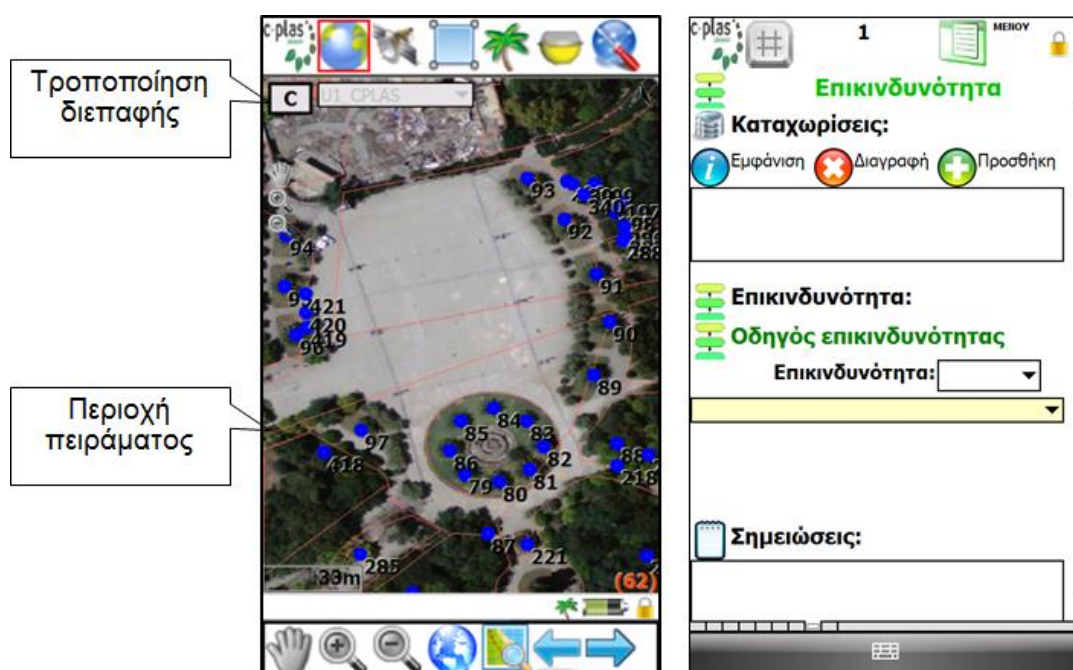
### 4.3.9 Μεθοδολογία αποτίμησης του ιστότοπου και του Δ-ΓΠΣ

Η απόδοση του ιστότοπου και του Δ-ΓΠΣ του ΣΥΘ αξιολογήθηκε μέσω διαδικτυακού ερωτηματολογίου, γραμμένου στην αγγλική γλώσσα. Το ερωτηματολόγιο επικεντρώθηκε στα ακόλουθα στοιχεία του ιστότοπου και του Δ-ΓΠΣ:

- Εμφάνιση και αίσθηση της ιστοσελίδας
- Οργάνωση του περιεχομένου

- Συνάφεια των πληροφοριών
- Διάταξη και σχεδιασμός της ιστοσελίδας
- Ποσότητα περιεχομένου
- Ακρίβεια των πληροφοριών
- Χρηστικότητα των πληροφοριών
- Ευκολία πρόσβασης των πληροφοριών
- Σαφήνεια των πληροφοριών

Στο Παράρτημα VIII παρουσιάζονται τα ερωτήματα και η διαδικτυακή φόρμα υποβολής των απαντήσεων του ερωτηματολογίου.



Εικόνα 4.24. Τροποποιημένη διεπαφή χρήστη του Κ-ΓΠΣ

#### 4.3.10 Στατιστική ανάλυση

Η χωρική απεικόνιση σε χάρτη της επικινδυνότητας προσβολής από το δάκο έγινε με τη μέθοδο kriging με τη χρήση του λογισμικού Arcgis 9.3. Η χωροχρονική ανάλυση της επικινδυνότητας της προσβολής για το ΚΣΦ πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της παρεμβολής IDW και του λογισμικού CPLAS Desktop και CPLAS mobile (Bytelogic Business solutions). Η τρισδιάστατη (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, επικινδυνότητα προσβολής) απεικόνιση των δεδομένων της επικινδυνότητας της προσβολής πραγματοποιήθηκε με τη χρήση 3D IDW παρεμβολής και του λογισμικού Surfer version 10 (Golden Software, Inc.). Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η ελάχιστη σημαντική διαφορά του Fisher και ο έλεγχος  $\chi^2$  ανεξαρτησίας σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5% με τη χρήση του λογισμικού Statgraphics Centurion XV, version 15 for Windows (StatPoint Technologies, Inc.).



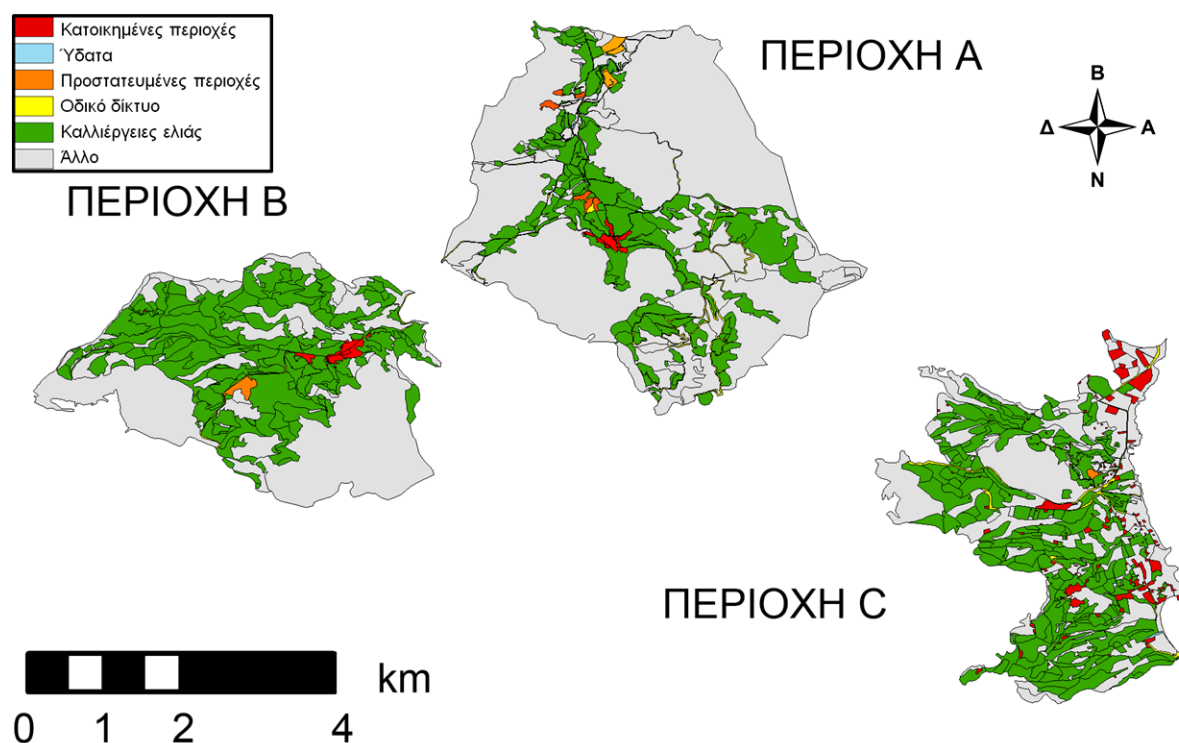
## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1 Περίπτωση του δάκου της ελιάς

#### 5.1.1 Δημιουργία χρήσεων γης των πειραματικών περιοχών

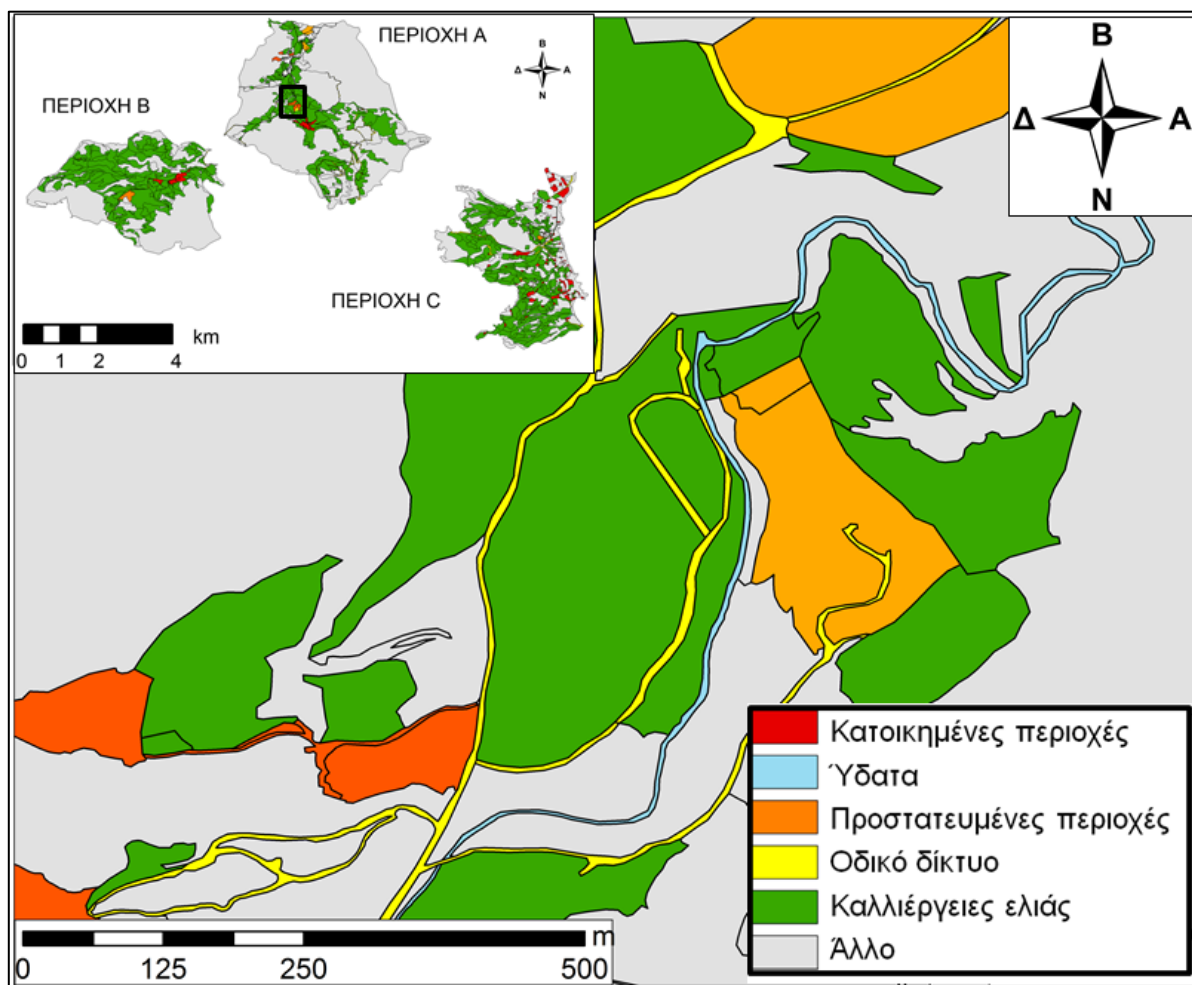
Για κάθε πειραματική περιοχή ψηφιοποιήθηκαν οι χρήσεις γης, οι οποίες αφορούν τις κατοικημένες περιοχές, τα υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα, τις προστατευμένες περιοχές όπως βιολογικές καλλιέργειες ή καλλιέργειες που θα μπορούσαν να επηρεαστούν από τους ψεκασμούς, το οδικό δίκτυο και οι καλλιεργούμενες με ελαιόδεντρα περιοχές. Στις καλλιεργούμενες με ελαιόδεντρα περιοχές και σε επίπεδο αγροτεμαχίων καταγράφηκαν τα ελαιόδεντρα. Οι χρήσεις γης των πειραματικών περιοχών φαίνονται στην Εικόνα 5.1.

Η καταγραφή των ελαιόδεντρων έγινε με τη βοήθεια γεωδαιτημένων αεροφωτογραφιών και την επιτόπου χρήση του Κ-ΓΠΣ. Στην Εικόνα 5.3 παρουσιάζεται το γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας των ελαιόδεντρων. Τα αγροτεμάχια για κάθε περιοχή διέφεραν μεταξύ τους ως προς την πυκνότητα φύτευσης, την επικρατούσα ποικιλία και την ηλικία των δέντρων. Καταγραφές ελαιοδέντρων έγιναν μόνο για τις υπό-περιοχές όπου θα γινόταν χρήση του ΣΥΘ. Κάθε ψεκαστής γεωργικού ελκυστήρα κλήθηκε να καλύψει με τον ψεκασμό, τμήμα των ελαιοδέντρων της υπο-περιοχής, δηλαδή των ελαιοδέντρων που αφορά τον τομέα του.



Εικόνα 5.1. Οι χρήσεις γης των πειραματικών περιοχών

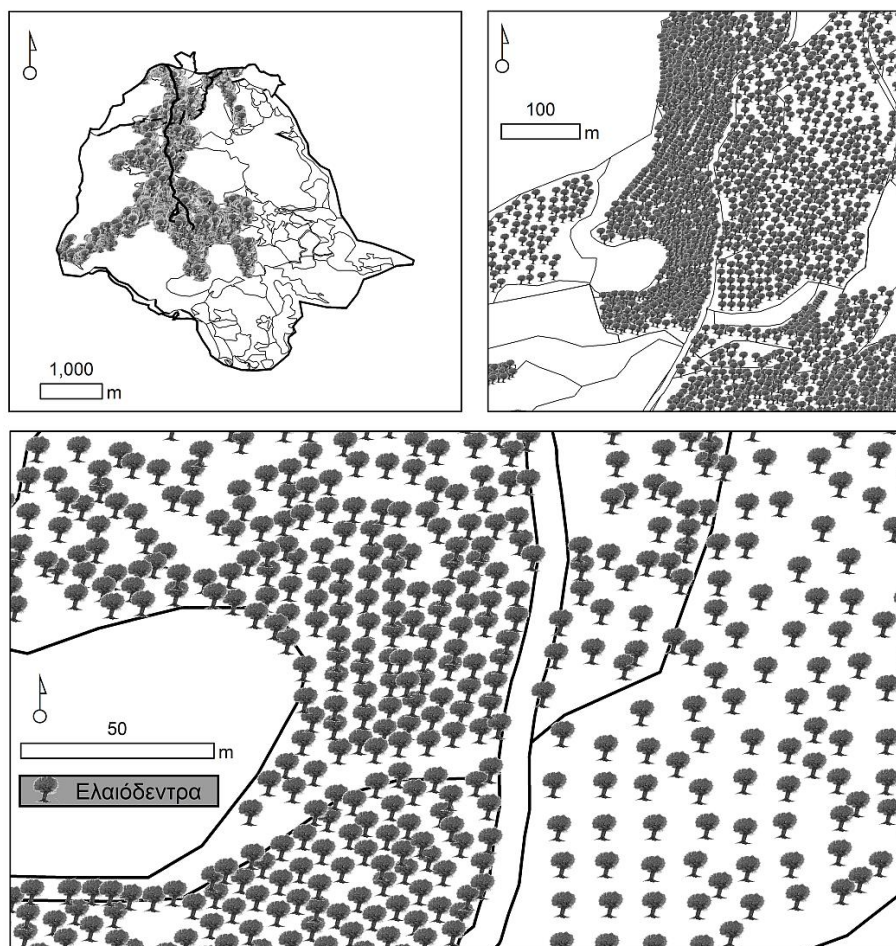
Οι χρήσεις γης σε τμήμα της πειραματικής Περιοχής Α φαίνονται στην Εικόνα 5.2.



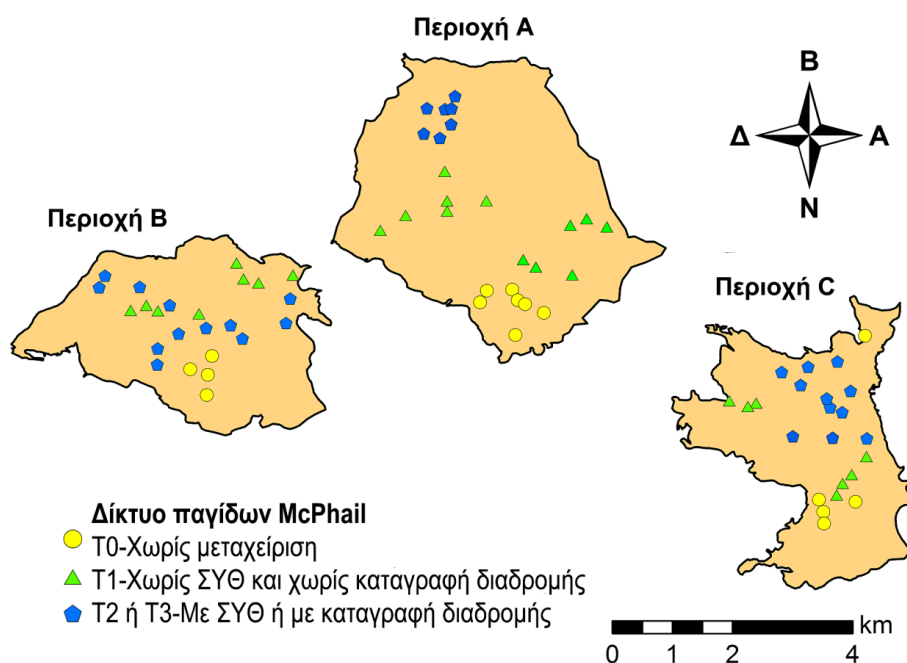
Εικόνα 5.2. Οι χρήσεις γης σε τμήμα της πειραματικής Περιοχής Α

### 5.1.2 Καταγραφή δικτύου εντομοπαγίδων και πληθυσμού εντόμου

Για τη σύλληψη των ακμαίων εντόμων του δάκου χρησιμοποιήθηκαν οι γυάλινες παγίδες McPhail. Ο αριθμός των παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν ανά περιοχή ήταν 26, 24 και 23 για της Α, Β και C περιοχής, αντίστοιχα. Οι παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν του ίδιου τύπου και περιείχαν το ίδιο ελκυστικό. Η διάκριση των παγίδων έγινε μόνο με το κριτήριο της θέσης τους και των διαφορετικών τμημάτων της πειραματικής περιοχής, στα οποία εφαρμόζεται διαφορετική επέμβαση. Έτσι για παράδειγμα, οι παγίδες οι οποίες βρίσκονται σε τμήματα στα οποία δεν έγινε καμία επέμβαση χαρακτηρίζονται T0-χωρίς μεταχείριση, ενώ άλλες χαρακτηρίζονται ως T1, T2 ή T3, ανάλογα με τις επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν στο τμήμα στο οποίο βρίσκονταν. Το δίκτυο εντομοπαγίδων McPhail που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε περιοχή του πειράματος, καθώς και η διάκριση των παγίδων ως προς τον τύπο των επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκε ανά περιοχή φαίνονται στην Εικόνα 5.4.



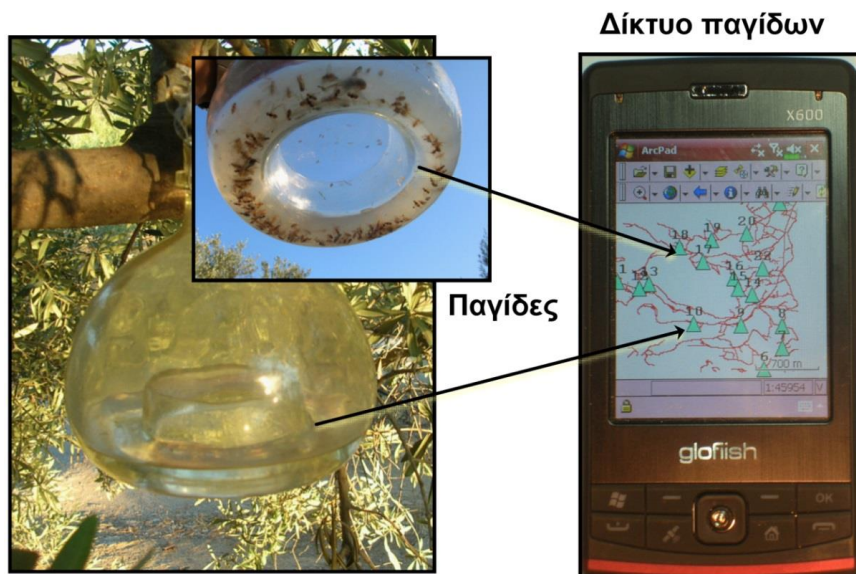
Εικόνα 5.3. Το γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας των ελαιόδεντρων



Εικόνα 5.4. Το δίκτυο παγίδων McPhail για την παρακολούθηση του δακοπληθυσμού

Με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ πραγματοποιήθηκαν οι καταγραφές των δακοσυλλήψεων των πειραματικών περιοχών. Στην Εικόνα 5.5 παρουσιάζεται το υλοποιημένο Κ-ΓΠΣ και τα γεωγραφικά επίπεδα πληροφορίας που αφορούν το οδικό δίκτυο και το δίκτυο των

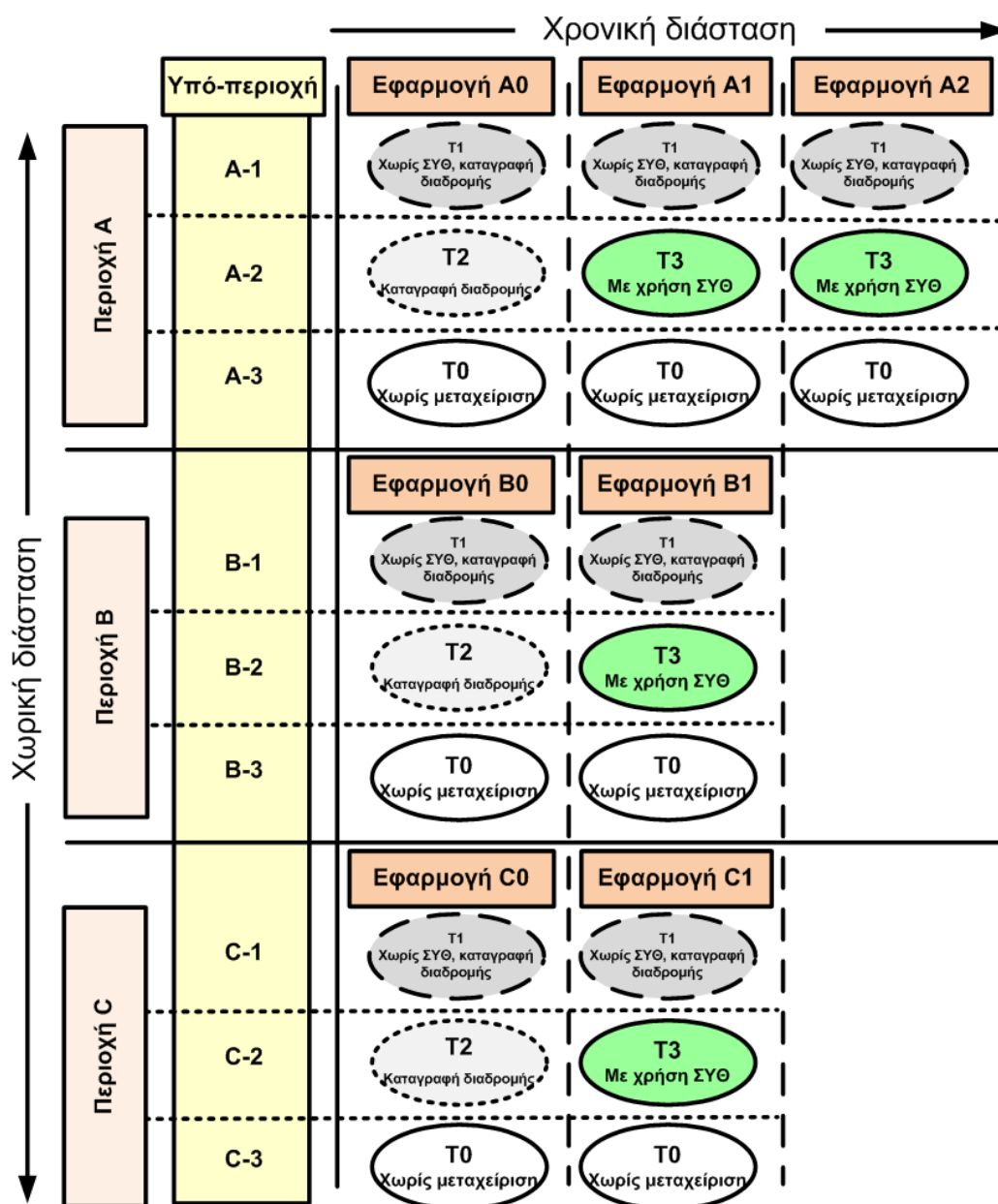
εντομολογικών παγίδων για μια συγκεκριμένη πειραματική περιοχή. Ο χρήστης με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ και ενεργοποιώντας το GPS της κινητής συσκευής, μπορεί να κάνει εύκολη χρήση των ΥΘ: δρομολόγηση στις παγίδες, εύρεση σημείων ενδιαφέροντος, καταγραφή του πληθυσμού εντόμων της παγίδας, εύρεση επικινδυνότητας προσβολής σε συγκεκριμένο σημείο για δεδομένη χρονική στιγμή και εκτίμηση επικινδυνότητας προσβολής.



Εικόνα 5.5. Γυάλινες McPhail παγίδες παρακολούθησης του δακοπληθυσμού και το Κ-ΓΠΣ καταγραφής των δακοσυλλήψεων

### 5.1.3 Εφαρμογές δολωματικών ψεκασμών από εδάφους

Πραγματοποιήθηκαν τρεις εφαρμογές ψεκασμών για κάθε υπο-περιοχή (τμήμα) της Περιοχής Α και δύο εφαρμογές ψεκασμών κάθε υπό-περιοχής (τμήμα) των Περιοχών Β και C. Οι εφαρμογές αυτές φαίνονται στην Εικόνα 5.6. Η εξέλιξη του δακοπληθυσμού στην Περιοχή Α οδήγησε στη διεξαγωγή μίας ακόμη εφαρμογής ψεκασμού στην περιοχή αυτή, σε σχέση με τις Περιοχές Β και C. Στις Περιοχές Β και C, ο πληθυσμός των εντόμων του δάκου μειώθηκε σε αποδεκτά επίπεδα μετά την εφαρμογή του πρώτου ψεκασμού και αυξήθηκε σε επίπεδα όπου πρέπει να εφαρμοστεί ψεκασμός σε αρκετό χρονικό διάστημα μετά τον πρώτο ψεκασμό (64 και 77 ημέρες για την Περιοχή Β και C, αντίστοιχα). Για την Περιοχή Α για να μειωθούν τα επίπεδα δακοπληθυσμού, χρειάστηκαν δύο εφαρμογές ψεκασμού 32 και 65 ημέρες μετά τον πρώτο ψεκασμό. Ο Πίνακας 5.1 παρουσιάζει τις εφαρμογές ψεκασμών οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε κάθε περιοχή κατά τη διάρκεια του πειράματος. Για κάθε περιοχή εμφανίζεται ο κωδικός της κάθε εφαρμογής, η ημερομηνία που πραγματοποιήθηκε καθώς και οι ημέρες μετά τον πρώτο ψεκασμό στην περιοχή.



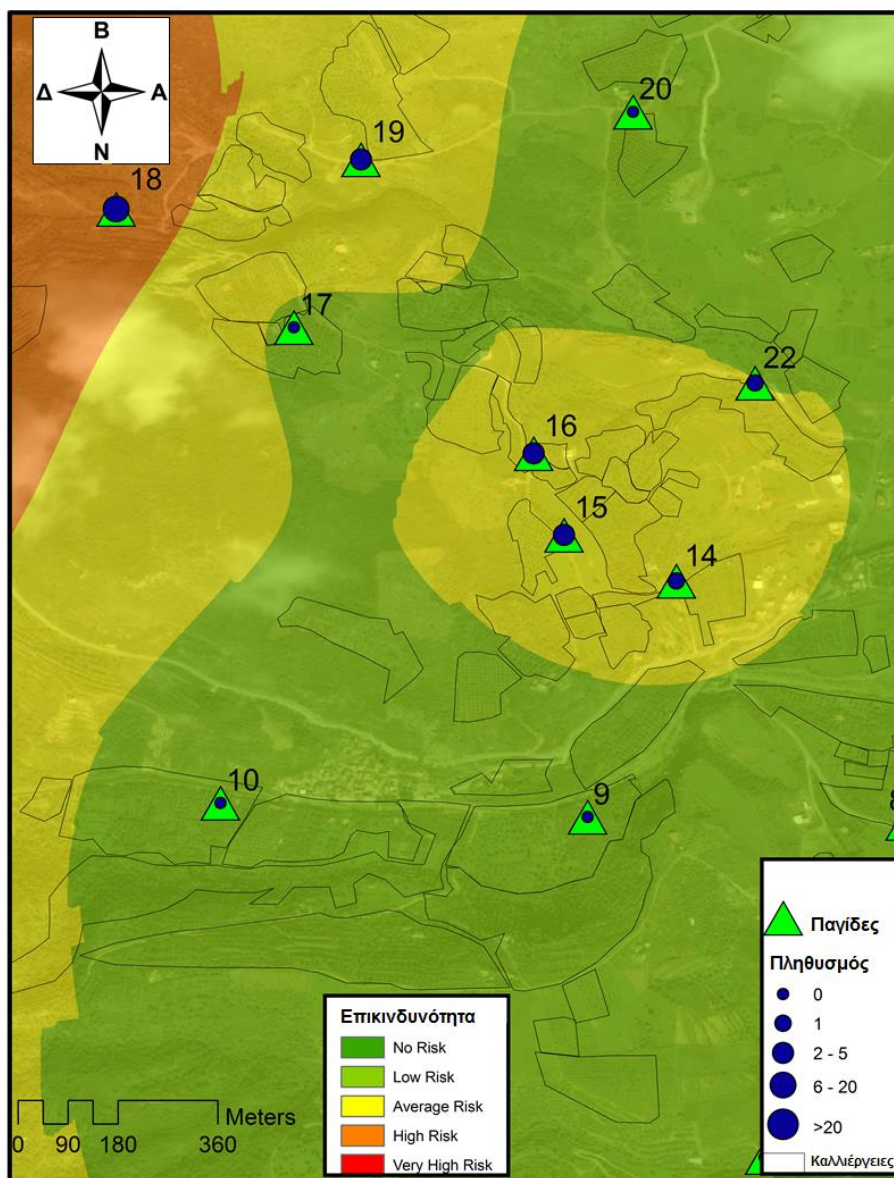
Εικόνα 5.6. Οι εφαρμογές ψεκασμού για κάθε πειραματική περιοχή

Πίνακας 5.1. Οι εφαρμογές ψεκασμών του πειράματος

| Περιοχή ψεκασμού | Κωδικός εφαρμογής ψεκασμού | Ημερομηνία εφαρμογής ψεκασμού | Ημέρες μετά τον πρώτο ψεκασμό για κάθε Περιοχή |
|------------------|----------------------------|-------------------------------|--|
| Περιοχή Α        | ΑρΑ0                       | 04-08-2008                    | 0  |
|                  | ΑρΑ1                       | 05-09-2008                    | ΑρΑ0+32  |
|                  | ΑρΑ2                       | 28-09-2008                    | ΑρΑ0+55  |
| Περιοχή Β        | ΑρΒ0                       | 29-07-2008                    | 0  |
|                  | ΑρΒ1                       | 01-10-2008                    | ΑρΒ0+64  |
| Περιοχή C        | ΑρC0                       | 09-07-2008                    | 0  |
|                  | ΑρC1                       | 24-09-2008                    | ΑρC0+77  |

#### 5.1.4 Επικινδυνότητα προσβολής για το δάκο

Από τα δεδομένα των παγίδων και την προτυποποίηση της επικινδυνότητας προσβολής δημιουργήθηκαν με χρήση Kriging μεθοδολογίας, χάρτες επικινδυνότητας προσβολής. Στην Εικόνα 5.7 φαίνεται ένας χάρτης επικινδυνότητας προσβολής για μια συγκεκριμένη περιοχή. Με βάση το επίπεδο επικινδυνότητας προσβολής, το ΣΥΘ προτείνει διαφορετική πυκνότητα εφαρμογής του ψεκασμού.



Εικόνα 5.7. Επικινδυνότητα προσβολής από το δάκο

#### 5.1.5 Διεπαφή χρήστη ΕΣ του Κ-ΓΠΣ

Η γραφική διεπαφή χρήστη (Graphical User Interface, GUI) του υλοποιημένου Κ-ΓΠΣ εστιασμένη σε συγκεκριμένη περιοχή της μελέτης φαίνεται στην Εικόνα 5.8-Α. Για την ίδια περιοχή το γεωγραφικό υπόβαθρο φαίνεται στην Εικόνα 5.8-Β. Ο ελαιώνας που βρίσκεται πλησίον της θέσης του GPS (Εικόνα 5.8-Β, σχήμα σταυρού εντός κύκλου) φαίνεται στην Εικόνα 5.8-Γ.



Α. Γραφική διεπαφή Κ-ΓΠΣ εστιασμένη σε μία περιοχή



Β. Δορυφορική εικόνα περιοχής



Γ. Ελαιώνας κοντά στη θέση του GPS

Εικόνα 5.8. Γραφική διεπαφή Κ-ΓΠΣ, δορυφορική εικόνα και ελαιώνας περιοχής

Τα γεωγραφικά επίπεδα πληροφοριών του Κ-ΓΠΣ φαίνονται στην Εικόνα 5.9.



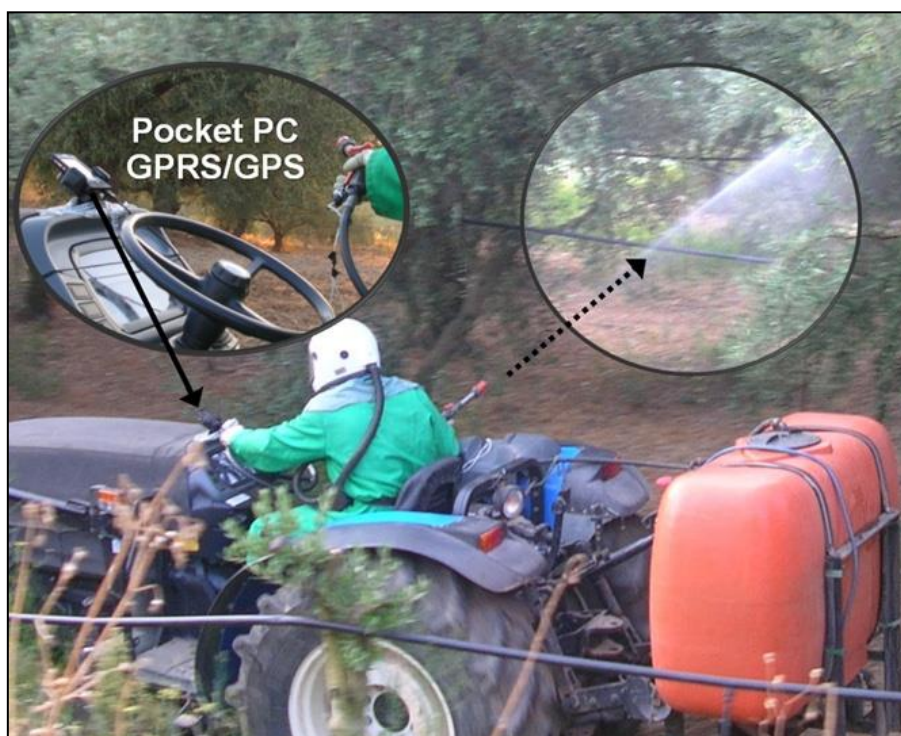
Εικόνα 5.9. Γεωγραφικά επίπεδα πληροφοριών του Κ-ΓΠΣ

Στη γραφική διεπαφή του χρήστη (Εικόνα 5.10) τα αποτελέσματα του ΕΣ παρουσιάζονται με τη μορφή ενεργειών (κείμενο) ή φωνητικών οδηγιών ή εικόνων.



Εικόνα 5.10. Η γραφική διεπαφή του ΕΣ του Κ-ΓΠΣ

Η διαδικασία ψεκασμού φαίνεται στην Εικόνα 5.11. Ο ψεκαστής-οδηγός του γεωργικού ελκυστήρα κρατά στο χέρι του τη μάνικα ψεκασμού και πατάει τη σκανδάλη της, όταν θέλει να ψεκάσει. Στη σκανδάλη της μάνικας είναι συνδεδεμένο το κύκλωμα που ενημερώνει το ΕΣ για το πότε πραγματοποιείται ψεκασμός και πότε όχι. Το υλοποιημένο λογισμικό του Κ-ΓΠΣ είναι εγκατεστημένο στην κινητή συσκευή (PDA) που βρίσκεται μπροστά από το τιμόνι του γεωργικού ελκυστήρα. Ο ψεκαστής παρακολουθεί ή ακούει το ΕΣ του ΣΥΘ, ώστε να πραγματοποιήσει τον ψεκασμό με τον κατάλληλο τρόπο.

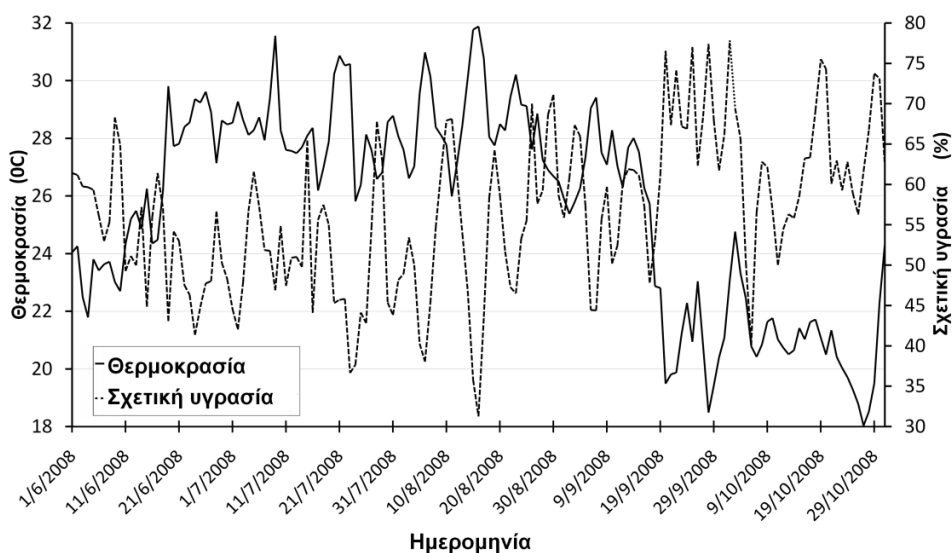


Εικόνα 5.11. Η διαδικασία ψεκασμού

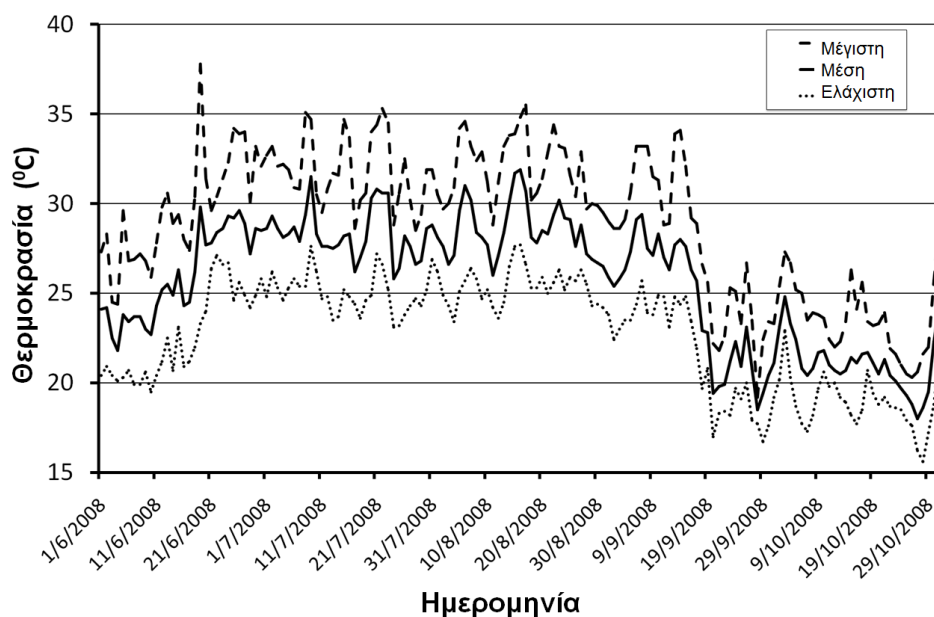


**5.1.6 Μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των πειράματων**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι βασικές μετεωρολογικές παράμετροι που επηρεάζουν την εξέλιξη του δακοπληθυσμού είναι η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα. Από τον μετεωρολογικό σταθμό που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα, κατά τη διάρκεια του πειράματος συλλέγονταν δεδομένα ανά δέκα λεπτά περίπου. Η Εικόνα 5.12 δείχνει την πορεία της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και την πορεία της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας του αέρα κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, ενώ η Εικόνα 5.13 δείχνει τη μέγιστη, τη μέση και την ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία του αέρα. Τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, οι μέγιστες θερμοκρασίες αέρα ξεπερνούσαν τις περισσότερες ημέρες τους 28°C και σε αρκετές από τις ημέρες αυτές ξεπέρασαν και τους 35°C. Από τον Σεπτέμβριο και έπειτα, οι θερμοκρασίες κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τους προηγούμενους μήνες, χωρίς οι ελάχιστες θερμοκρασίες να πέσουν χαμηλότερα από τους 15°C.



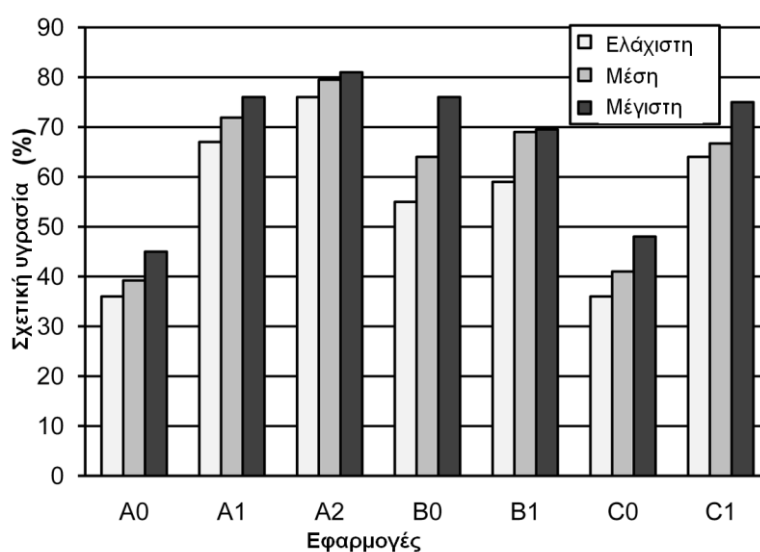
Εικόνα 5.12. Μέση θερμοκρασία και μέση σχετική υγρασία του αέρα (1/6-29/10/2008)



Εικόνα 5.13. Μέγιστη, μέση και ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία αέρα (1/6-29/10/2008)

### 5.1.7 Μετεωρολογικές συνθήκες και διάρκεια ψεκασμών

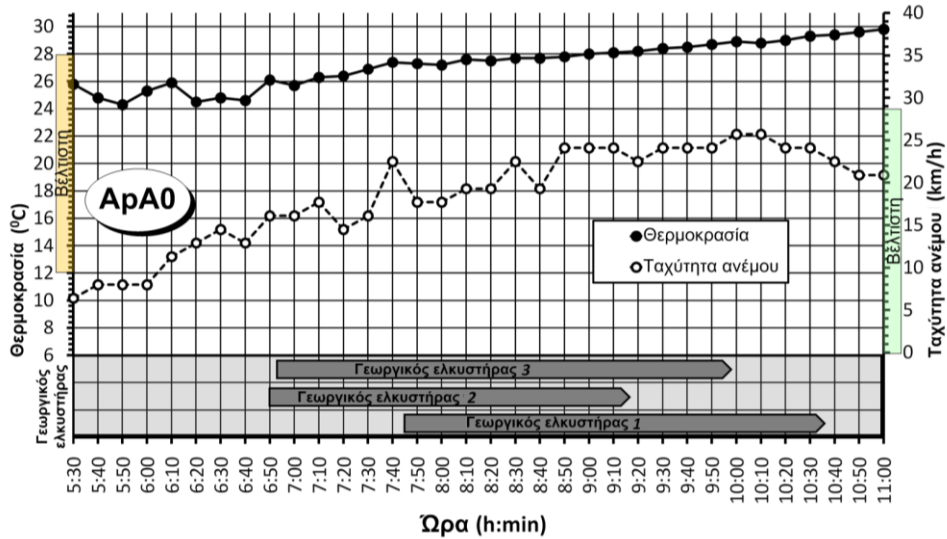
Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κάθε ψεκασμού, από τον μετεωρολογικό σταθμό που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα, συλλέγονταν κάθε 10 λεπτά δεδομένα για τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία του αέρα, καθώς και για την ταχύτητα του ανέμου, τα οποία ήταν διαθέσιμα στο ΕΣ του προτεινόμενου ΣΥΘ που ήταν εγκατεστημένα σε κινητή συσκευή στον κάθε γεωργικό ελκυστήρα. Η Εικόνα 5.14 δείχνει τις τιμές (ελάχιστες, μέσες και μέγιστες) της σχετικής υγρασίας του αέρα κατά τη διάρκεια του κάθε ψεκασμού. Για όλους τους ψεκασμούς, η διαδικασία των ψεκασμών πραγματοποιήθηκε σε σχετική υγρασία του αέρα η οποία κυμάνθηκε μεταξύ 36% και 81% περίπου. Για όλους τους ψεκασμούς, η διαφορά της μέγιστης από την ελάχιστη σχετική υγρασία, κατά τη διάρκεια του ψεκασμού δεν ξεπέρασε το 22% (εφαρμογή Β0) και δεν έπεσε κάτω από 5% (εφαρμογή Α2).



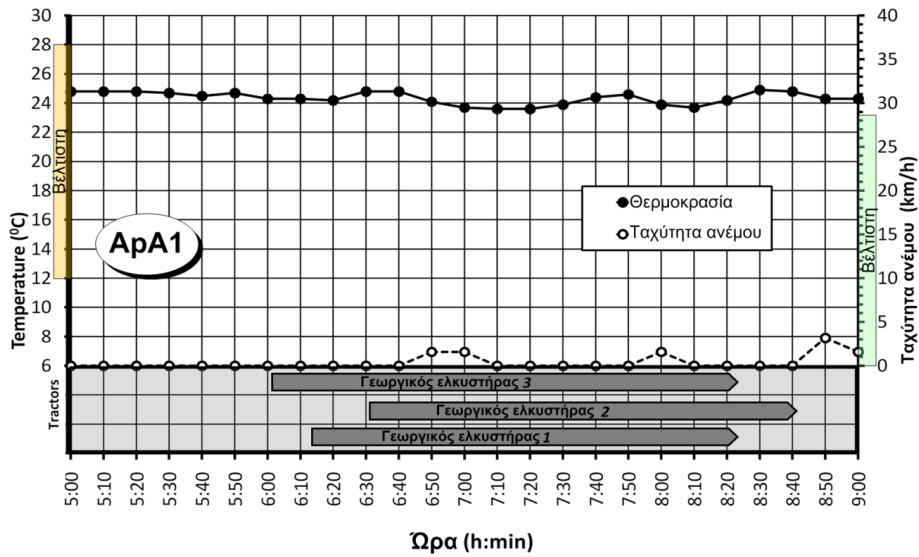
Εικόνα 5.14. Σχετική υγρασία αέρα κατά τη διάρκεια του κάθε ψεκασμού

Κατά τη διάρκεια των ψεκασμών δεν παρατηρήθηκαν πολύ υψηλές τιμές της σχετικής υγρασίας (>90%), οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αναστολή, διακοπή ή ακύρωση του ψεκασμού. Ως εκ τούτου, στις περιπτώσεις των Α1, Α2, Β1 και C1 το ΕΣ δεν έδωσε κανένα αποτέλεσμα αναστολής, διακοπής ή ακύρωσης.

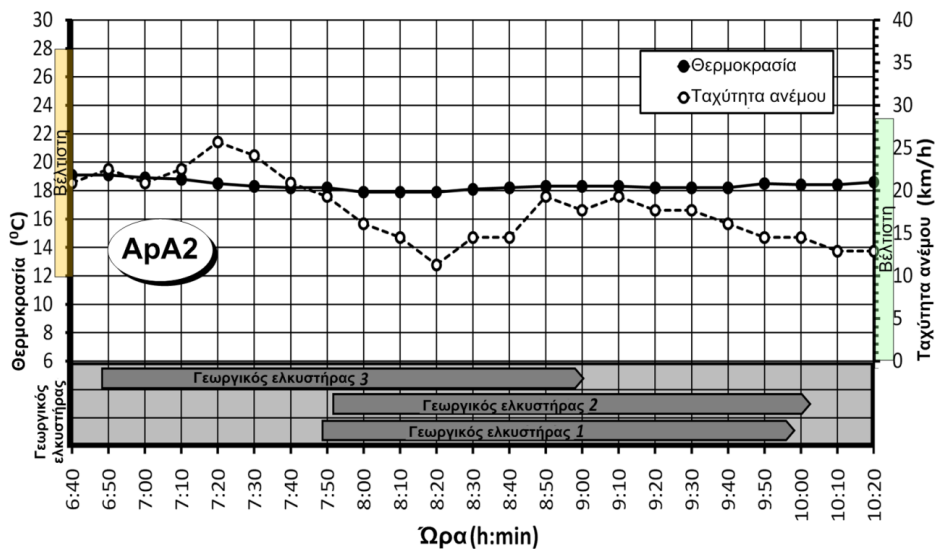
Στην Εικόνα 5.15, στην Εικόνα 5.16 και στην Εικόνα 5.17 φαίνονται για τις εφαρμογές ψεκασμού Α0, Α1 και Α2, αντίστοιχα, η πορεία της θερμοκρασίας του αέρα και της ταχύτητας του αέρα κατά τη διάρκεια των ψεκασμών, καθώς και το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε κάθε γεωργικός ελκυστήρας για να καλύψει την περιοχή ευθύνης του.



Εικόνα 5.15. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (A0)



Εικόνα 5.16. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (A1)

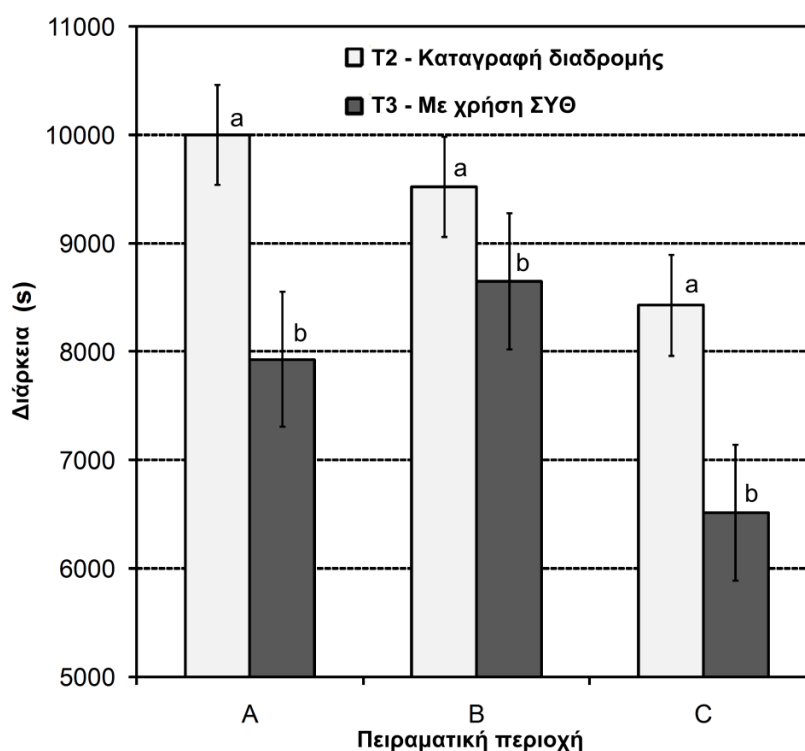


Εικόνα 5.17. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (A2)

Κατά τη διάρκεια των ψεκασμών A0, B0 και C0, οι ψεκαστές-οδηγοί γεωργικών ελκυστήρων δεν ενημερώνονταν για τις μετεωρολογικές συνθήκες, παρόλο που το ΣΥΘ παρακολουθούσε την πορεία τους και τους ψεκασμούς που διενεργούσαν. Για την εφαρμογή A0, οι γεωργικοί ελκυστήρες 1 και 3 συνέχιζαν να ψεκάζουν για περίπου 70 και 50 λεπτά της ώρας, αντίστοιχα, ενώ έπρεπε να είχαν σταματήσει τη διαδικασία ψεκασμού λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα. Επίσης, στην εφαρμογή B0, όλοι οι γεωργικοί ελκυστήρες 1, 2 και 3, συνέχισαν να ψεκάζουν για 10, 20 και 50 λεπτά της ώρας αντίστοιχα, ενώ έπρεπε να ακυρώσουν τον ψεκασμό λόγω θερμοκρασίας. Στην εφαρμογή C0, όλοι οι γεωργικοί ελκυστήρες πραγματοποίησαν ψεκασμούς παρόλο που η θερμοκρασία του αέρα δεν ήταν αποδεκτή για ψεκασμό καθ' όλη τη διάρκεια του ψεκασμού.

Για τις εφαρμογές A1, A2, B1 και C1 οι ψεκαστές χρησιμοποίησαν το υλοποιημένο ΣΥΘ, το οποίο ενημέρωνε το ΕΣ για τις μετεωρολογικές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια των ψεκασμών. Κατά τη διάρκεια των εφαρμογών αυτών δεν υπήρχε παραβίαση των ορίων των μετεωρολογικών συνθηκών ως προς τη συνέχιση ή μη των ψεκασμών. Στην εφαρμογή C1 ο ψεκασμός ακυρώθηκε από το ΣΥΘ, λόγω μη επιτρεπτών συνθηκών.

Η Εικόνα 5.18 δείχνει τα αποτελέσματα της στατιστικής δοκιμασίας που αφορά τη μέση διάρκεια των ψεκασμών για κάθε περιοχή. Υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P < 0,0212$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5%, στη διάρκεια ψεκασμού μεταξύ των επεμβάσεων "Με τη χρήση του ΣΥΘ"-T3 (n=12) και "Με καταγραφή διαδρομής"-T2 (n=9).



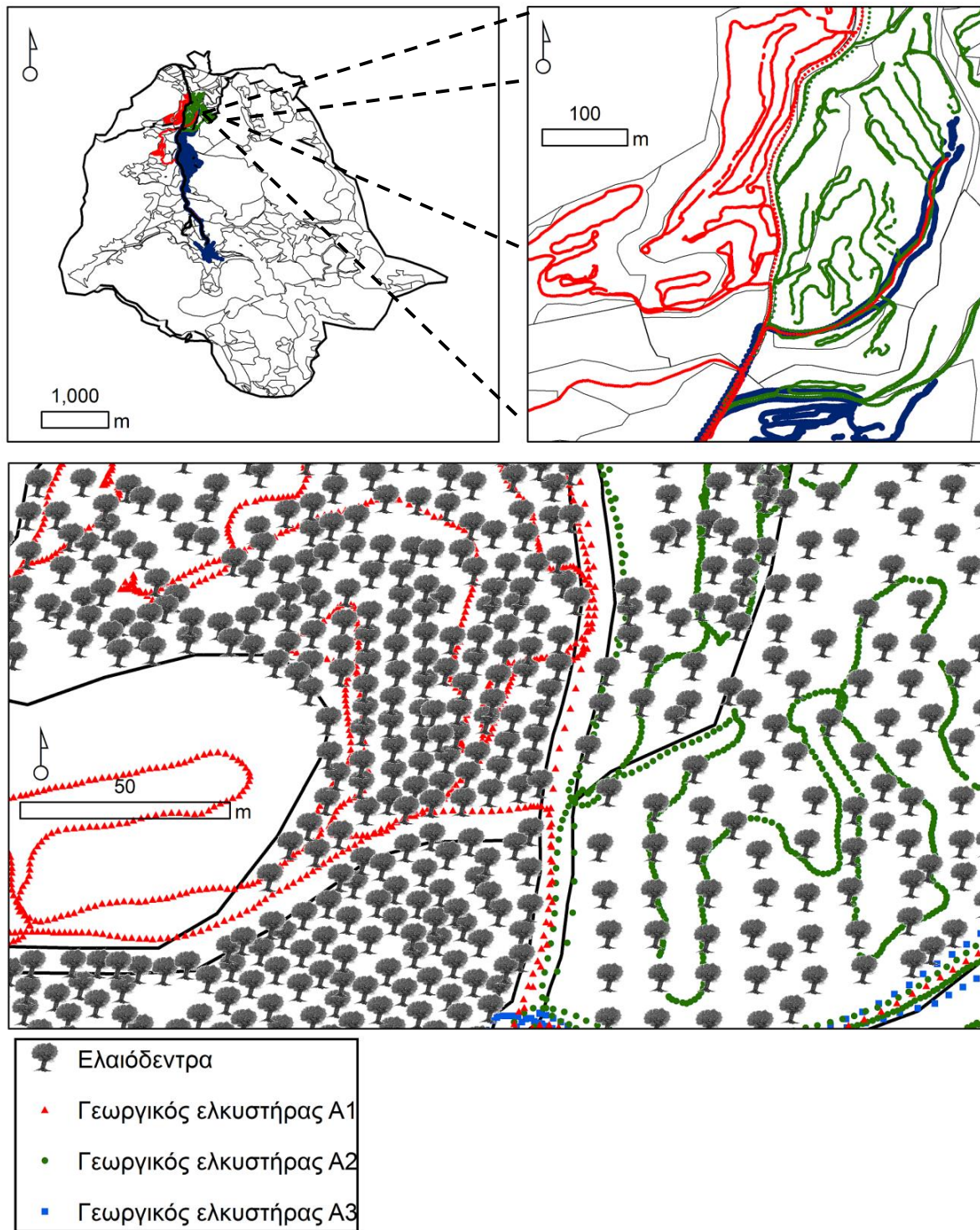
Εικόνα 5.18. Διάρκεια των ψεκασμών του πειράματος (μέσος, τυπικό σφάλμα).  
(Οι στήλες με διαφορετικό γράμμα δείχνουν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά)

Η μέση διάρκεια των ψεκασμών με τη χρήση του ΣΥΘ (Επέμβαση T3) ήταν 17,34% μικρότερη σε σχέση με την Επέμβαση T2, όπου οι ψεκαστές δεν χρησιμοποίησαν το ΣΥΘ. Η μικρότερη διάρκεια ψεκασμών, έχει ως αποτέλεσμα τη μικρότερη κατανάλωση καυσίμων για τη λειτουργία και τη χρήση των γεωργικών ελκυστήρων και επομένως λιγότερο κόστος για τη διενέργεια των ψεκασμών. Επιπλέον, με τη μείωση της διάρκειας του ψεκασμού, μπορεί να καλυφθούν περισσότερες περιοχές μέσα σε μία μέρα και πριν η θερμοκρασία του αέρα αυξηθεί σε υψηλά επίπεδα. Επειδή οι ψεκασμοί γίνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας, καλοκαιρινούς μήνες και αρχές του φθινοπώρου, όπου οι θερμοκρασίες μπορεί να είναι υψηλές, η μείωση της διάρκειας του ψεκασμού αποτελεί πολύ σημαντικό στοιχείο για την έγκαιρη ολοκλήρωση των ψεκασμών.

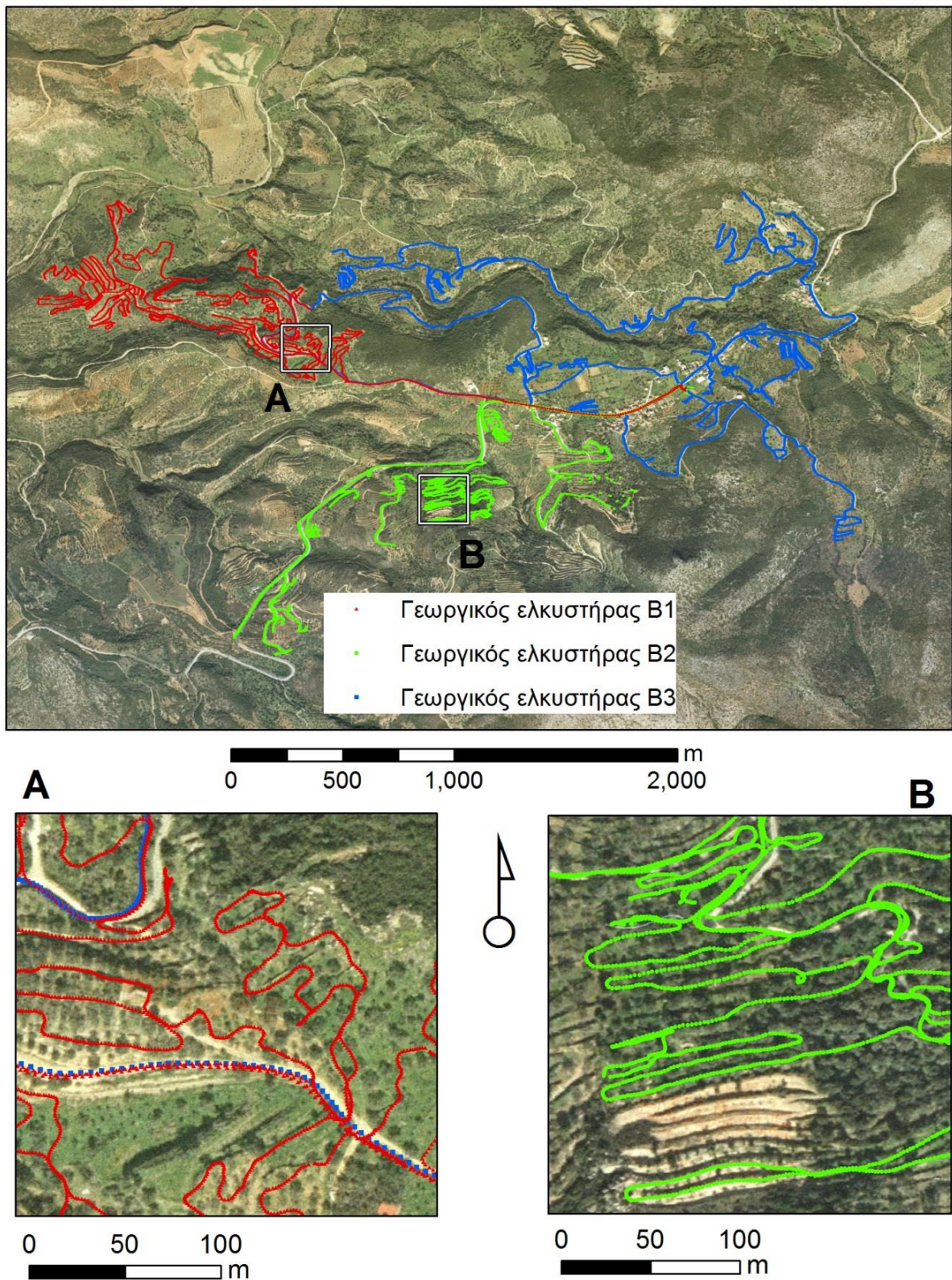
### **5.1.8 Ιχνηλασιμότητα δολωματικών ψεκασμών**

Το Κ-ΓΠΣ που υλοποιήθηκε, κατά τη διάρκεια των δολωματικών ψεκασμών, κατέγραφε τη διαδρομή που ακολουθούσαν οι γεωργικοί ελκυστήρες. Στην Εικόνα 5.19, στην Εικόνα 5.20 και Εικόνα 5.21 παρουσιάζεται το γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας ιχνηλασιμότητας των ψεκασμών στην περιοχή Α, Β και C, αντίστοιχα.

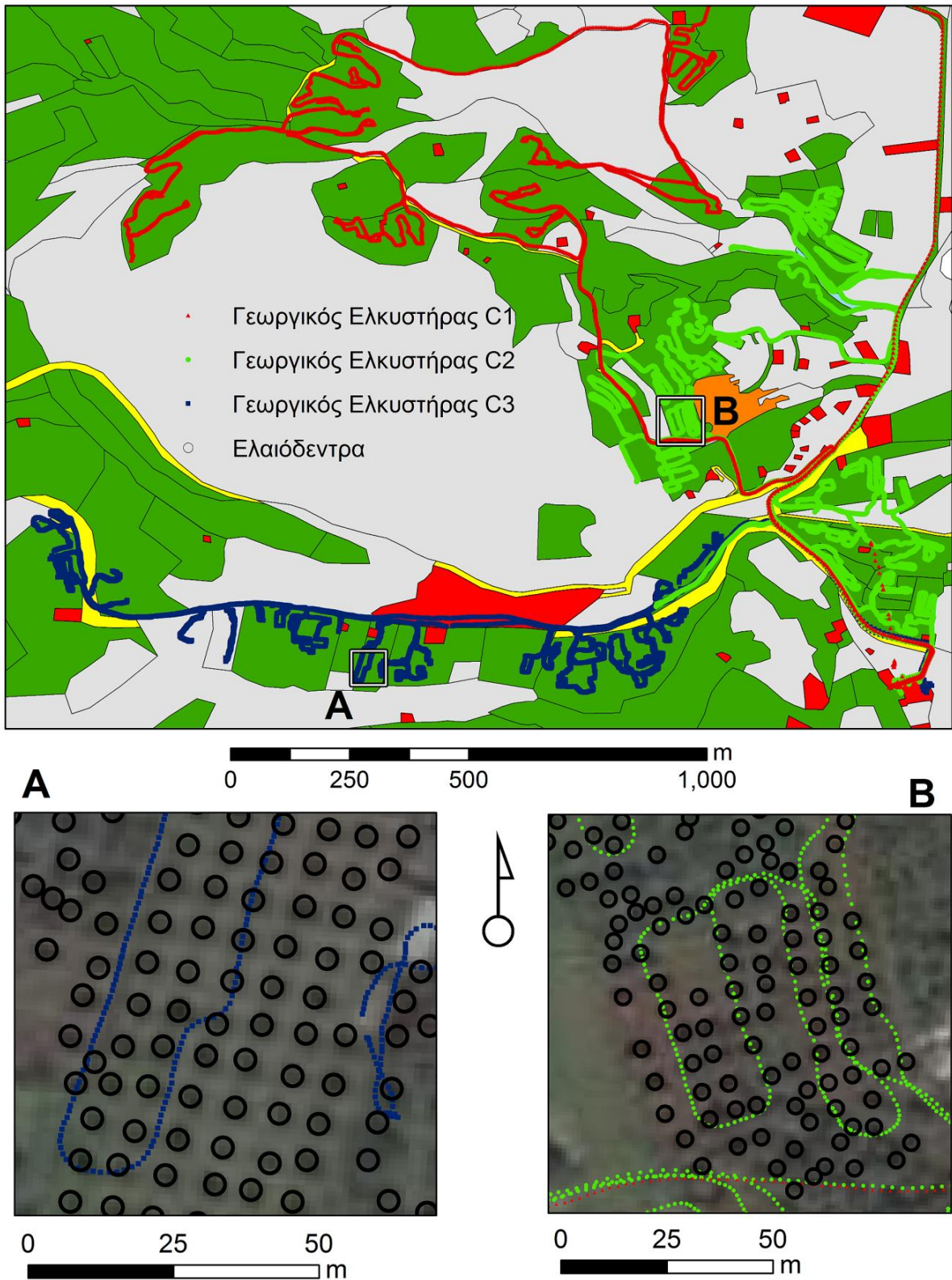
Όπως ήδη έχει αναφερθεί, οι περιοχές ψεκασμού δεν μπορεί να απομνημονευτούν από τους ψεκαστές και για το λόγο αυτό μπορεί κάποιες περιοχές να ψεκαστούν πολύ και άλλες λιγότερο από αυτό που απαιτείται. Ο υπερβολικός ψεκασμός σε μια περιοχή μπορεί να προέλθει από τη μεγαλύτερη πυκνότητα ψεκασμού ή από τον ψεκασμό της περιοχής περισσότερο από μία φορά. Ο ψεκασμός της περιοχής για περισσότερο από μια φορά μπορεί να γίνει και από διαφορετικούς ψεκαστές. Η Εικόνα 5.22 δείχνει για μια δεδομένη περιοχή τον ψεκασμό αναφοράς (Καταγραφή διαδρομής (T2)) και η Εικόνα 5.23 τον ψεκασμό με τη χρήση του ΣΥΘ (T3). Στην πρώτη περίπτωση δύο ψεκαστές ψέκασαν το ίδιο τμήμα, ενώ στη δεύτερη περίπτωση το τμήμα ψεκάστηκε μόνο από τον υπεύθυνο για το τμήμα ψεκαστή. Στην Εικόνα 5.22 και στην Εικόνα 5.23 παρουσιάζονται οι διαδρομές (tracking paths) των γεωργικών ελκυστήρων, το οδικό δίκτυο και το επίπεδο καλλιέργειας.



Εικόνα 5.19. Γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας ιχνηλασιμότητας ψεκασμού περιοχής Α

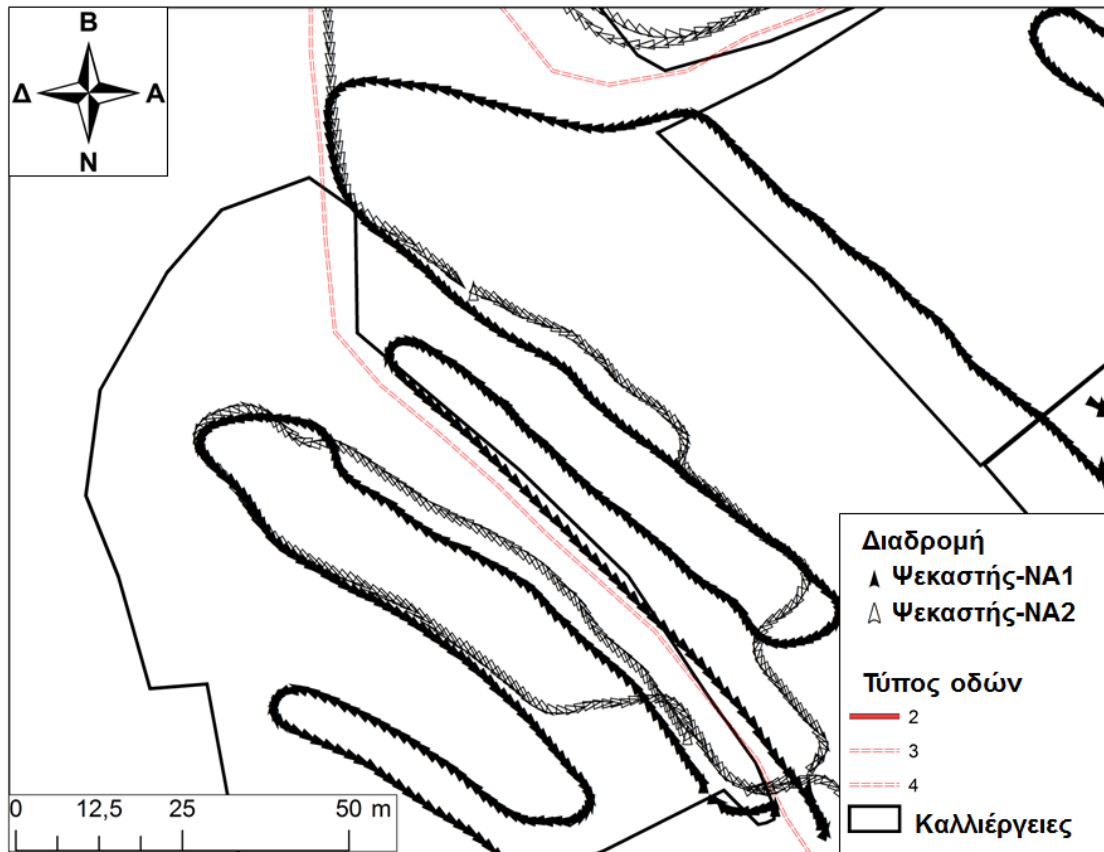


Εικόνα 5.20. Γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας ιχνηλασιμότητας ψεκασμού περιοχής Β

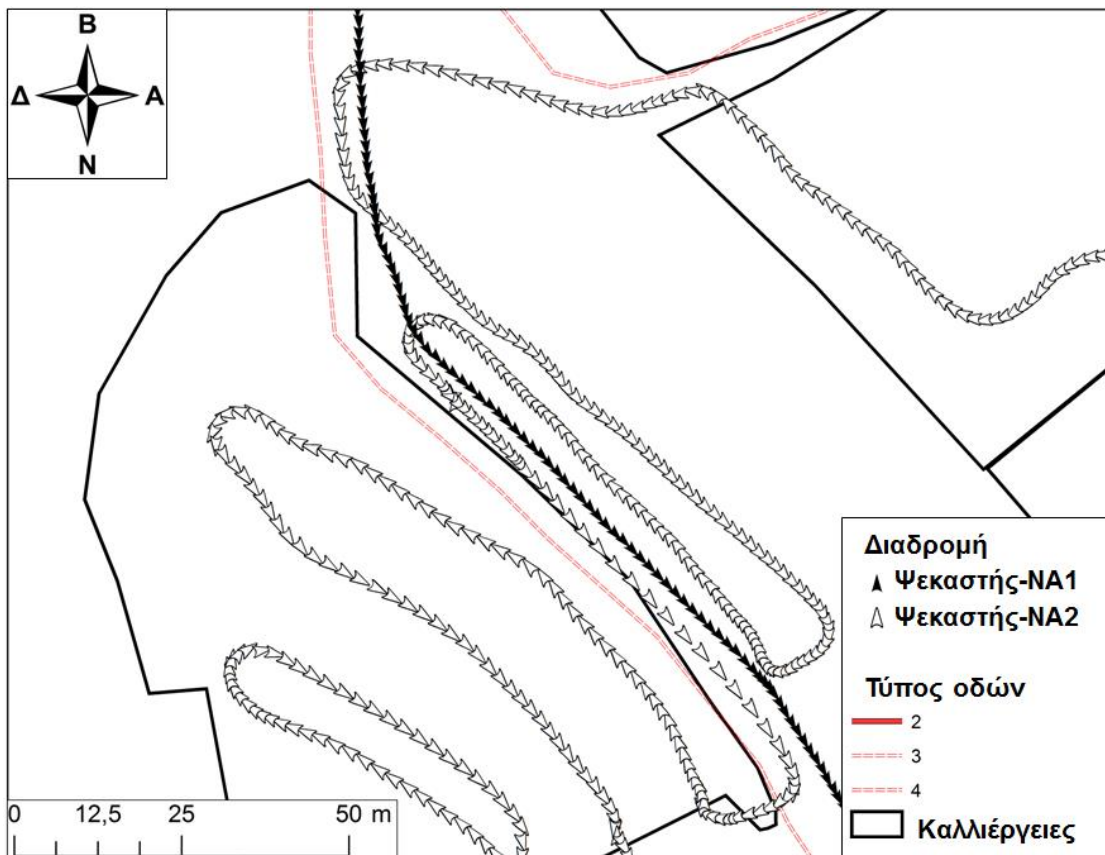


Εικόνα 5.21. Γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας ιχνηλασιμότητας ψεκασμού περιοχής C



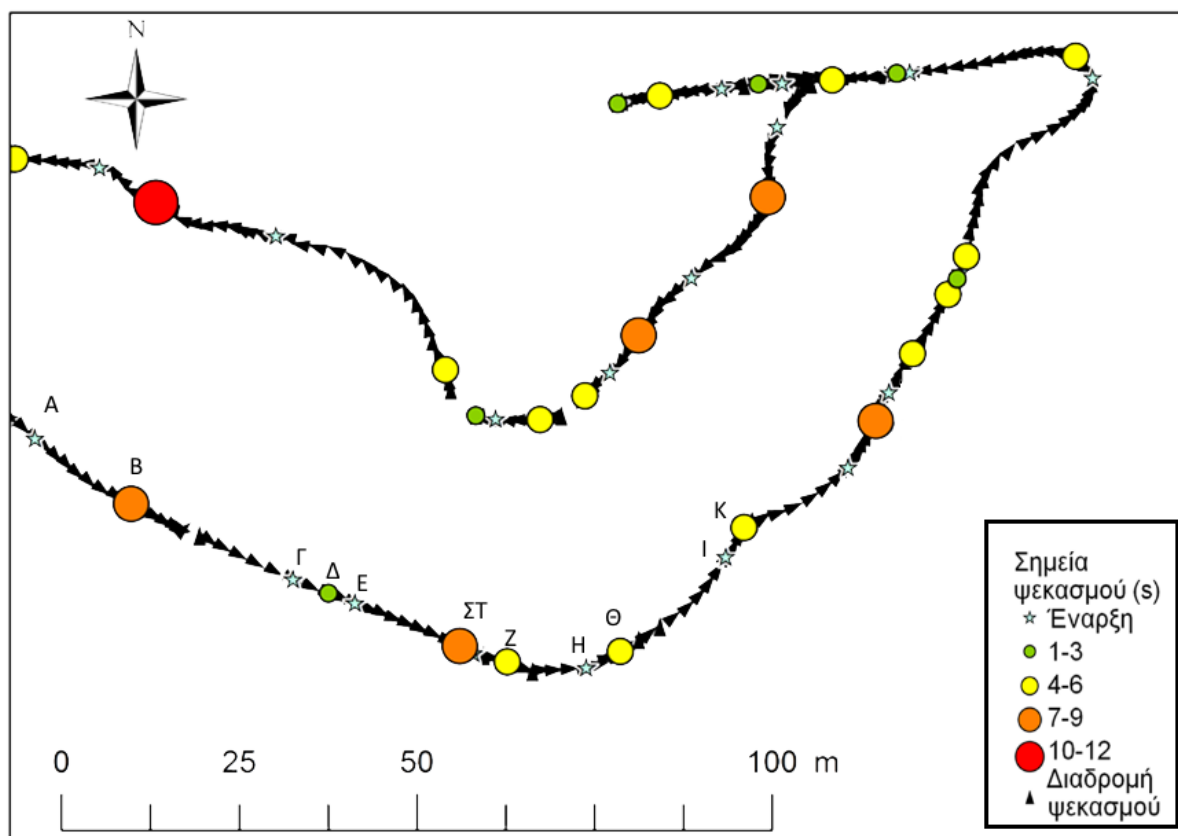


Εικόνα 5.22. Διπλο-ψεκασμός με καταγραφή διαδρομής (T2)



Εικόνα 5.23. Ορθή εφαρμογή ψεκασμού με χρήση του ΣΥΘ (T3)

Στην περίπτωση που χρησιμοποιήθηκε το ΣΥΘ, δεν υπήρξε διπλός ψεκασμός, ενώ στην περίπτωση που δεν χρησιμοποιήθηκε το ΣΥΘ παρατηρήθηκαν αρκετές περιπτώσεις που το ίδιο τμήμα ψεκάστηκε δύο φορές. Επιπλέον, χωρίς το ΣΥΘ, ψεκάστηκαν ορισμένες βιολογικές καλλιέργειες, ενώ με τη χρήση του ΣΥΘ αυτό αποφεύχθηκε. Ακόμα, χωρίς τη χρήση του ΣΥΘ έγιναν ψεκασμοί κοντά σε κατοικημένες ή προστατευμένες περιοχές, ενώ στην περίπτωση που χρησιμοποιήθηκε το ΣΥΘ, διατηρήθηκαν ασφαλείς αποστάσεις από τις περιοχές αυτές. Χρησιμοποιώντας το ΣΥΘ, έγινε εκτίμηση της τοποθεσίας που πραγματοποιείται ψεκασμός, της διάρκειας του ψεκασμού και του εντομοκτόνου που εφαρμόστηκε κατά τη διάρκεια του ψεκασμού. Η Εικόνα 5.24 δείχνει τα σημεία ψεκασμού μιας συγκεκριμένης περιοχής. Τα επίπεδα πληροφορίας των σημείων αυτών φορτώνονται περιοδικά στον εξυπηρέτη, ώστε το επίπεδο πληροφορίας αυτό να είναι διαθέσιμο και στους άλλους ψεκαστές για την αποφυγή εφαρμογής διπλο-ψεκασμών.



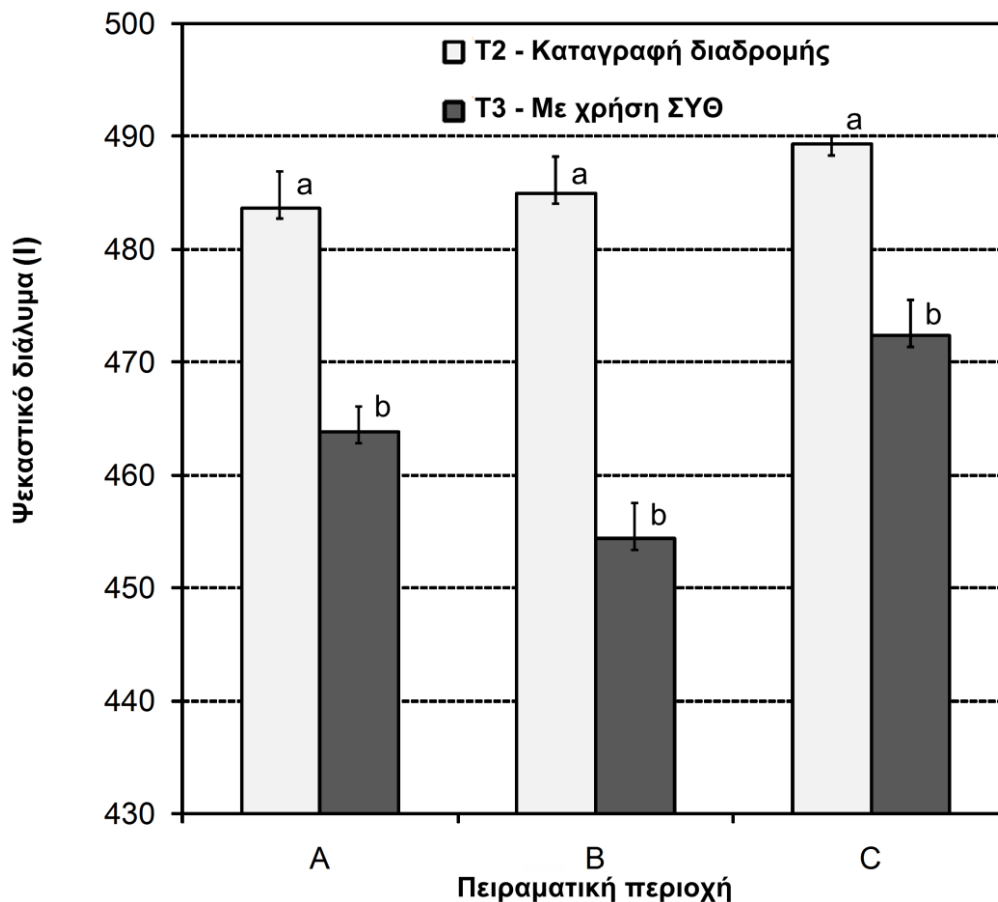
Εικόνα 5.24. Σημεία ψεκασμού σε συγκεκριμένη περιοχή

Στην Εικόνα 5.24, στη θέση Α ο ψεκαστής ξεκινά ψεκασμό πατώντας τη σκανδάλη του ψεκαστήρα και σταματά στη θέση Β, μετά από 7-9s, αφήνοντας ελεύθερη τη σκανδάλη. Από τη θέση Β μέχρι λίγο πριν τη θέση Γ, ο ψεκαστής συνεχίζει να κινείται χωρίς να ψεκάζει. Ξεκινά να ψεκάζει στη θέση Γ και σταματά μετά από 1-3s στη θέση Δ. Στη θέση Ε μέχρι τη θέση ΣΤ, ψεκάζει όπως στην περίπτωση ΑΒ για 7-9s, αλλά διανύει λιγότερη απόσταση. Στη θέση Ζ ο ψεκαστής ψεκάζει για 4-6s χωρίς όμως να κινείται (επικάλυψη σημείων). Η ίδια διάρκεια ψεκασμού είναι και στις περιπτώσεις Η με Θ και Ι με Κ, με τη διαφορά ότι ο

γεωργικός ελκυστήρας διανύει μεγαλύτερη απόσταση και επομένως κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα.

### 5.1.9 Επίδραση του ΣΥΘ στην ποσότητα ψεκαστικού υγρού που εφαρμόστηκε

Η ποσότητα ψεκαστικού υγρού (μέσος, τυπικό σφάλμα) που εφαρμόστηκε στους ψεκασμούς της κάθε περιοχής με καταγραφή διαδρομής (Επέμβαση T2) και με τη χρήση του ΣΥΘ (Επέμβαση T3), παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.25.



Εικόνα 5.25. Η ποσότητα ψεκαστικού διαλύματος (μέσος, τυπικό σφάλμα) που εφαρμόστηκε στους ψεκασμούς της κάθε περιοχής.

(Οι στήλες με διαφορετικό γράμμα δείχνουν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά)

Υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P=0,000$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5%, στην ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε στους δολωματικούς ψεκασμούς μεταξύ των επεμβάσεων "Με τη χρήση του ΣΥΘ"-T3 ( $n=12$ ) και "Με καταγραφή διαδρομής"-T2 ( $n=9$ ). Η μέση ποσότητα ψεκαστικού υγρού που εφαρμόστηκε στην επέμβαση "Με τη χρήση του ΣΥΘ"-T3 ήταν κατά μέσο όρο 4,85% μικρότερη σε σχέση με την ποσότητα που εφαρμόστηκε στην επέμβαση "Με καταγραφή διαδρομής"-T2. Η μικρότερη ποσότητα ψεκαστικού υγρού που εφαρμόστηκε στην επέμβαση "Με τη χρήση του ΣΥΘ"-T3, οφείλεται στην αποφυγή ψεκασμών εκτός στόχου και πολλαπλών ψεκασμών στην ίδια περιοχή καθώς και στην κατανομή της πυκνότητας του ψεκασμού με βάση την επικινδυνότητα της προσβολής. Αν υπολογίσουμε ότι στους δολωματικούς ψεκασμούς το

υδατικό διάλυμα που χρησιμοποιείται είναι πυκνότερο σε δραστική ουσία κατά δέκα φορές σε σχέση με τους ψεκασμούς καλύψεως, γίνεται αντιληπτό ότι η μείωση στο χρησιμοποιούμενο για τον ψεκασμό υδατικό διάλυμα έχει σημαντική μείωση και στη δραστική ουσία που χρησιμοποιήθηκε. Η μείωση στο υδατικό διάλυμα που εφαρμόστηκε και στη δραστική ουσία που χρησιμοποιήθηκε, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του αγροπεριβαλλοντικού αποτυπώματος και των υπολλειμάτων στο παραγόμενο προϊόν, καθώς και μείωση του κόστους για αγορά φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων και καυσίμων για την εφαρμογή των επεμβάσεων.

#### 5.1.10 Επίδραση του τύπου της επέμβασης στο δακοπληθυσμό

Ο Πίνακας 5.2 δείχνει τον μέσο πληθυσμό του δάκου % (μέσος  $\pm$  τυπικό σφάλμα)(%) και τη μέση διορθωμένη αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων μετά από έξι ημέρες μετά από την κάθε επέμβαση. Ο πληθυσμός του δάκου προσδιορίστηκε με το εγκατεστημένο δίκτυο σύλληψης παγίδων.

Πίνακας 5.2. Μέσος πληθυσμός του δάκου % (μέσος  $\pm$  τυπικό σφάλμα)(%) και μέση διορθωμένη αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων

| Τύπος επέμβασης | Επαναλήψεις | Μέσος δακοπληθυσμός μετά από 6 ημέρες (μέσος $\pm$ τυπικό σφάλμα)(%) | Μέση διορθωμένη αποτελεσματικότητα μετά από 6 ημέρες (%) |
|-----------------|-------------|--|--|
| T1 + T2         | 10          | 87,50 $\pm$ 1,64 a   | 90,27  |
| T3              | 4           | 95,42 $\pm$ 2,59 b   | 96,00  |

Υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P=0,000$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5%, της αποτελεσματικότητας μεταξύ των επεμβάσεων T1+T2 (χωρίς τη χρήση ΣΥΘ) και T3 (με τη χρήση ΣΥΘ). Η επέμβαση T3 είχε υψηλότερη αποτελεσματικότητα σε σχέση με τις επεμβάσεις T1+T2 κατά 5,73%. Η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα που παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκε το ΣΥΘ, οφείλεται στο γεγονός ότι οι ψεκασμοί βασίστηκαν στην επικινδυνότητα προσβολής και επομένως πραγματοποιήθηκαν πιο εστιασμένοι στο εντομολογικό πρόβλημα.

#### 5.1.11 Πειραματικά ευρήματα σε σχέση με τους ψεκασμούς

Ο Πίνακας 5.3 παρουσιάζει τα σημαντικότερα ευρήματα από την πειραματική χρήση του ΣΥΘ σε σχέση με τους ψεκασμούς που πραγματοποιήθηκαν. Χωρίς τη χρήση του ΣΥΘ κάποιες περιοχές ψεκάστηκαν περισσότερο από μία φορά κατά τη διάρκεια του ψεκασμού. Ο διπλός ψεκασμός των περιοχών αυτών έγινε από τον ίδιο ψεκαστή ή από διαφορετικούς ψεκαστές. Αυτό δείχνει πως με τη συμβατική μέθοδο υπάρχουν δυσκολίες ως προς την

απομνημόνευση από τους ψεκαστές των περιοχών που πρέπει να ψεκαστούν ή που έχουν ήδη ψεκαστεί καθώς και την έλλειψη συντονισμού και συνεργατικότητας μεταξύ των ψεκαστών. Στην περίπτωση της χρήσης του ΣΥΘ, οι ψεκαστές ψέκασαν μόνο την περιοχή τους και όχι περισσότερο από μία φορά. Αυτό επιτεύχθηκε, επειδή το ΣΥΘ έδειχνε στον ψεκαστή τις περιοχές που πρέπει να ψεκάσει καθώς επίσης και τις περιοχές που ήδη είχαν ψεκαστεί.

Χωρίς τη χρήση του ΣΥΘ ψεκάστηκαν τμήματα βιολογικών ελαιώνων ή περιοχές κοντά σε βιολογικούς ελαιώνες ή και τα δύο (μέσα και κοντά σε αυτούς). Στην περίπτωση των πρώτων ψεκασμών (χωρίς ΣΥΘ), έγιναν ψεκασμοί εντός ή πλησίον τεσσάρων βιολογικών ελαιώνων. Οι ψεκαστές χωρίς το ΣΥΘ είναι αδύνατο να μπορούν να διακρίνουν οπτικά έναν βιολογικό ελαιώνα από έναν συμβατικό. Ως απόρροια αυτού είναι αδύνατο να γνωρίζουν κατά τη διάρκεια του ψεκασμού αν βρίσκονται κοντά σε βιολογικό ελαιώνα. Για να αντιμετωπιστεί αυτό κατά τη συμβατική μέθοδο, οι ιδιοκτήτες των βιολογικών καλλιεργειών πρέπει να βάζουν ερυθρόλευκες ταινίες σήμανσης στις εισόδους των κτημάτων τους. Ωστόσο, επειδή η σήμανση μπορεί να μην είναι επαρκής, να μην είναι δυνατό να εφαρμοστεί σε όλες τις εισόδους λόγω μεγάλης έκτασης του κτήματος και να απομακρύνεται λόγω καιρικών ή άλλων συνθηκών, καθώς και επειδή οι γεωργικοί ελκυστήρες μπορεί να εισέρχονται στα κτήματα από σημεία εκτός των κύριων εισόδων (ανοιχτά όρια, χαμηλές φυτικές ή πέτρινες περιφράξεις), το μέτρο της σήμανσης καθίσταται αναποτελεσματικό. Αντίθετα, το ΣΥΘ προειδοποιεί τον ψεκαστή όταν βρίσκεται κοντά ή εντός βιολογικής καλλιέργειας, ανεξάρτητα αν υπάρχει σήμανση ή αν ο ψεκαστής έχει οπτική επαφή με τη βιολογική καλλιέργεια.

Όσον αφορά τις κατοικημένες με τη συμβατική μέθοδο έγιναν ψεκασμοί κοντά σε κατοικημένες και προστατευμένες περιοχές, κυρίως επειδή σε γεινίαση με τα σημεία που έγιναν οι ψεκασμοί αυτοί, υπήρχαν ελαιώνες και επιπλέον ήταν δύσκολο στους ψεκαστές να υπολογίσουν την απόσταση από τις περιοχές αυτές. Με τη χρήση του ΣΥΘ ο ψεκαστής ήταν ενήμερος κάθε στιγμή σχετικά με τη γεινίαση σε σχέση με τη θέση του τέτοιων περιοχών.

Στη συμβατική μέθοδο οι ψεκαστές ήταν γνώστες των κανόνων ψεκασμού, αλλά ήταν αδύνατο να τους εφαρμόσουν στην πράξη. Για παράδειγμα, ενώ γνώριζαν ότι η πυκνότητα ψεκασμού θα πρέπει να είναι ανάλογη με τον δακοπληθυσμό, δεν ήταν δυνατό κατά τη διάρκεια του ψεκασμού να γνωρίζουν ούτε τη θέση των παγίδων, ούτε την απόστασή του από αυτές αλλά ούτε και τον αριθμό των συλλήψεων ανά παγίδα. Έτσι, οι ψεκασμοί σε αντίθεση με την περίπτωση που χρησιμοποιήθηκε το ΣΥΘ, έγιναν με εμπειρικά και υποκειμενικά κριτήρια. Το ΣΥΘ από τη θέση και τις συλλήψεις των παγίδων καθώς και την τρέχουσα θέση του ψεκαστή, υπολόγιζε την αναγκαία πυκνότητα ψεκασμού του αγροτεμαχίου και ενημέρωνε σχετικά τον ψεκαστή.

Με τη συμβατική μέθοδο οι ψεκαστές δεν ήταν δυνατό να είναι ενήμεροι για τις μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του ψεκασμού και ως εκ τούτου σε αρκετές περιπτώσεις ψέκασαν σε συνθήκες θερμοκρασίας και ταχύτητας αέρα που ήταν εκτός των

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

προκαθορισμένων ορίων. Στην περίπτωση του ΣΥΘ, οι ψεκασμοί έγιναν σύμφωνα με τις μετεωρολογικές συνθήκες, όπως αυτές λαμβάνονταν από τον μετεωρολογικό σταθμό.

Η διάρκεια ψεκασμού ήταν μικρότερη στην περίπτωση που χρησιμοποιήθηκε το ΣΥΘ σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο. Οι λόγοι που οδήγησαν σε αυτό, ήταν οι λιγότερες προς ψεκασμό περιοχές και η λιγότερη χρήση ψεκαστικού υγρού στην περίπτωση του ΣΥΘ.

Πίνακας 5.3. Πειραματικά ευρήματα ως αποτέλεσμα των ψεκασμών

| αα | Παράμετρος  |   |
|----|---|---|
|    | Χωρίς ΣΥΘ   | Με ΣΥΘ  |
| 1  | Ψεκασμοί περιοχών περισσότερο από μια φορά  |   |
|    | Κάποιες περιοχές ψεκάστηκαν περισσότερο από μία φορά από τον ίδιο ή διαφορετικούς ψεκαστές. | Κάθε ψεκαστής ψέκασε την περιοχή του μία φορά.  |
| 2  | Ψεκασμοί κοντά ή μέσα σε βιολογικές καλλιέργειες  |   |
|    | Ψεκάστηκαν τμήματα βιολογικών ελαιώνων ή/και περιοχές κοντά σε βιολογικούς ελαιώνες.        | Δεν ψεκάστηκαν βιολογικές καλλιέργειες και κρατήθηκε ασφαλής απόσταση από αυτές.                                |
| 3  | Ψεκασμοί κοντά ή μέσα σε κατοικημένες καλλιέργειες  |   |
|    | Ψεκασμοί έγιναν κοντά σε κάποιες κατοικημένες περιοχές.                                     | Κρατήθηκε ασφαλής απόσταση ψεκασμού από τις κατοικημένες καλλιέργειες.  |
| 4  | Ψεκασμοί κοντά ή μέσα σε προστατευόμενες περιβαλλοντικά καλλιέργειες                        |   |
|    | Ψεκασμοί έγιναν κοντά σε προστατευόμενες περιβαλλοντικά καλλιέργειες.                       | Ασφαλής απόσταση ψεκασμού κρατήθηκε από προστατευόμενες περιβαλλοντικά καλλιέργειες.                            |
| 5  | Πυκνότητα ψεκασμού  |   |
|    | Οι ψεκασμοί βασίστηκαν στην κρίση του ψεκαστή (υποκειμενικοί ψεκασμοί).                     | Οι ψεκασμοί βασίστηκαν στην προτυποποίηση της επικινδυνότητας προσβολής και σε χαρακτηριστικά της καλλιέργειας. |
| 6  | Μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του ψεκασμού                                       |   |
|    | Διαπιστώθηκαν ψεκασμοί εκτός των προκαθορισμένων ορίων.                                     | Οι ψεκασμοί έγιναν σύμφωνα με τις μετεωρολογικές συνθήκες.  |
| 7  | Διάρκεια ψεκασμού   |   |
|    | Σχετικά μεγαλύτερη.   | Σχετικά μικρότερη   |

## 5.2 Περίπτωση του ΚΣΦ

### 5.2.1 Κ-ΓΠΣ

Το Κ-ΓΠΣ που αναπτύχθηκε εμφανίζει μέσω κατάλληλης γραφικής διεπαφής χρήστη τα γεωγραφικά επίπεδα πληροφοριών, τα χαρτογραφικά υπόβαθρα, τις παγίδες, τα πολύγωνα χρήσεων γης, τα αρχιτεκτονικά σχέδια του τοπίου, τους φοίνικες και τους χάρτες επικινδυνότητας. Οι χρήστες μπορούν να εισάγουν στο σύστημα χάρτες από αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, θεματικούς χάρτες και διαδικτυακούς χάρτες. Σημειακά επίπεδα, όπως αυτά των φοινίκων ή των παγίδων, και διανυσματικά δεδομένα, όπως αυτά των πολυγώνων μπορούν να εισαχθούν από υπάρχουσες γεωβάσεις ή μπορούν να δημιουργηθούν με τη βοήθεια του Κ-ΓΠΣ και τη χρήση GPS. Οι χρήστες μπορούν να εισάγουν, να επεξεργαστούν και να διαγράψουν αντικείμενα των επιπέδων χρησιμοποιώντας φόρμες, έτοιμο κείμενο, υπηρεσίες ιστού, επεκτάσεις, προσθήκες, σενάρια ενεργειών (scripts) και πολυμέσα. Το υλοποιημένο Κ-ΓΠΣ παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.26, όπου οι περιπτώσεις Α και Β δείχνουν το χαρτογραφικό υπόβαθρο, οι C και D δείχνουν πολύγωνα χρήσεων γης, οι E έως G δείχνουν πολύγωνα χρήσεων γης και σημεία φοινίκων και η H δείχνει τη φόρμα καταγραφής δεδομένων.

Το Κ-ΓΠΣ παρέχει εργαλεία ενημέρωσης της θέσης, τα οποία βοηθούν τους χρήστες να πραγματοποιούν χωρικά και μη ερωτήματα, πλοήγηση σε επιλεγμένους φοίνικες και βελτιστοποίηση του τρόπου των επισκοπήσεων. Υπάρχουν φόρμες για υποβολή απλών, σύνθετων και πολύ σύνθετων ερωτημάτων. Οι χρήστες μπορούν να καταγράψουν τη διαδρομή που ακολουθούν και έτσι να την επαναλάβουν σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή το θελήσουν. Κατά τη διάρκεια συλλογής δεδομένων στο πεδίο, έγινε, προς διευκόλυνση της ψηφιακής καταγραφής των ευρημάτων, χρήση των εξής υπηρεσιών του συστήματος:

- Πλοήγηση σε επιλεγμένο ή κοντινότερο φοίνικα
- Πληροφορίες επιλεγμένου ή κοντινότερου φοίνικα
- Εύρεση κοντινότερου φοίνικα
- Εύρεση φοίνικα με συγκεκριμένα κριτήρια και πλοήγηση στον φοίνικα αυτό
- Αναφορές-εκθέσεις για τον κάθε φοίνικα
- Λήψη στατιστικών στοιχείων

Τα εργαλεία και η γραφική διεπαφή του χρήστη για την πρόσβαση στις ΥΘ φαίνονται στην Εικόνα 5.27.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ



Εικόνα 5.26. Κ-ΓΠΣ για τη διαχείριση του ΚΣΦ





Εικόνα 5.27. Εργαλεία και γραφική διεπαφή ΥΘ για τη διαχείριση του ΚΣΦ

Στην Εικόνα 5.27 οι περιπτώσεις A, B και C δείχνουν ορισμένα SQL (απλά, σύνθετα και περισσότερο σύνθετα) ερωτήματα, αντίστοιχα, οι D και E δείχνουν αποτελέσματα

ερωτημάτων (σε πίνακα και σε χάρτη, αντίστοιχα), η F δείχνει καταγραφή διαδρομής, οι G και H δείχνουν τον πολυμεσικό περιηγητή και πλοηγό αντίστοιχα.

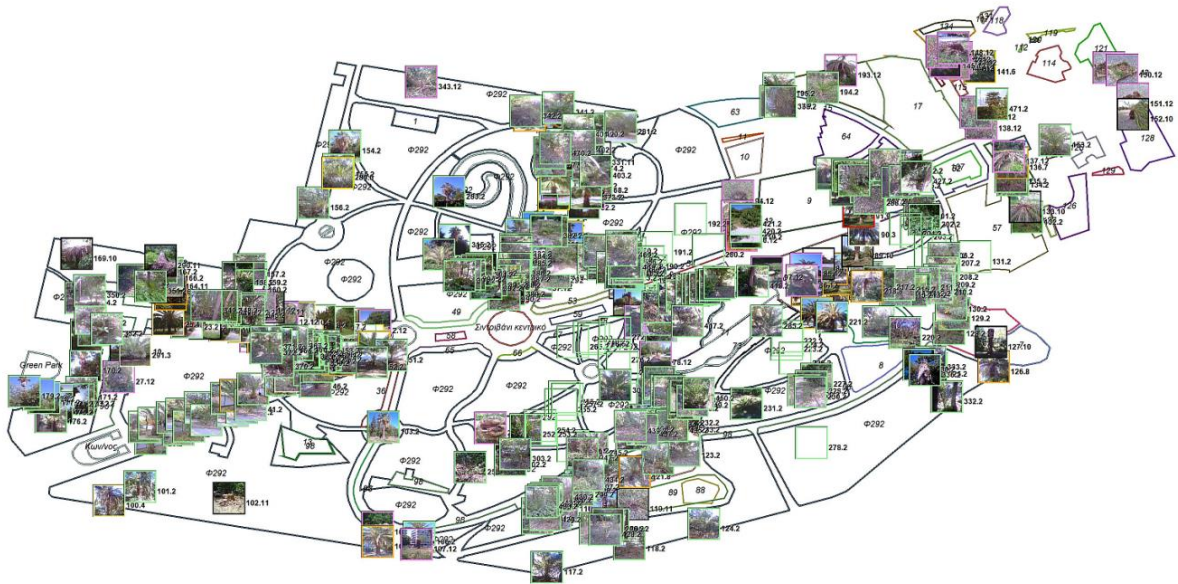
Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εμπλουτίσει το επίπεδο φωτογραφιών με φωτογραφίες, οι οποίες αυτόματα σχετίζονται με τον φοίνικα και τη θέση που ελήφθησαν. Με τη χρήση του επιπέδου φωτογραφιών υπάρχει η δυνατότητα για την καταγραφή πλήρους ιστορικού των επισκοπήσεων, των ευρημάτων, των ενεργειών και των επεμβάσεων. Το επίπεδο των φωτογραφιών, το οποίο τοποθετείται πάνω από τα άλλα επίπεδα πληροφοριών, μπορεί να απεικονιστεί με διαφορετικούς τρόπους. Έτσι, αν λάβουμε υπόψη μας τον χρόνο λήψης των φωτογραφιών, υπάρχει η δυνατότητα να απεικονιστεί για παράδειγμα η τελευταία ή η πρώτη φωτογραφία του κάθε φοίνικα. Όσον αφορά το μέγεθος των φωτογραφιών αυτό μπορεί να είναι σταθερό, μεταβλητό ανάλογα με την εστίαση του χάρτη ή μεταβλητό ανάλογα με την τιμή κάποιας παραμέτρου, όπως είναι το ύψος του κορμού του φοίνικα. Οι φωτογραφίες κάθε φοίνικα μπορεί να απεικονιστούν στον χρήστη με χρονολογική ταξινόμηση. Επειδή, οι φωτογραφίες σχετίζονται με τις συντεταγμένες του σημείου λήψης τους, ο πλοηγός ή ο περιηγητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τις φωτογραφίες αυτές, ώστε να αναπαρισταθούν με αντιπροσωπευτικό τρόπο το περιβάλλον εργασίας και το τοπίο στο οποίο βρίσκονται οι φοίνικες. Με τη χρήση των φωτογραφιών, μπορεί επίσης να εκτιμηθούν παράμετροι των φοινίκων όπως είναι το ύψος, η διάμετρος και η κλίση του κορμού τους. Αυτό μπορεί να γίνει επιτόπου στο πεδίο, αλλά και σε μεταγενέστερο χρόνο στο γραφείο. Τέλος, το υλοποιημένο σύστημα έχει φόρμες με φωτογραφίες των ειδών των φοινίκων, ώστε να γίνεται ευκολότερα η αναγνώρισή τους από άτομα με μικρή εμπειρία. Οι πολυμεσικές δυνατότητες του Κ-ΓΠΣ φαίνονται στην Εικόνα 5.28.

Στην Εικόνα 5.28 οι περιπτώσεις Α έως D δείχνουν αντίστοιχα, φωτογραφίες φοινίκων, ενεργειών, επεμβάσεων και ευρημάτων, η F δείχνει φόρμες επιλογής είδους φοινίκων με χρήση κατάλληλων εικόνων, οι G και H δείχνουν το επίπεδο φωτογραφιών, και η J δείχνει τον ημι-αυτόματο υπολογισμό χαρακτηριστικών φοινίκων. Στην Εικόνα 5.29 φαίνεται το γεωγραφικό επίπεδο πληροφορίας των φωτογραφιών των φοινίκων (απεικόνιση της πιο πρόσφατης φωτογραφίας) και στην Εικόνα 5.30 φαίνονται τα σημεία λήψης των φωτογραφιών των φοινίκων, στο Πεδίο του Άρεως.

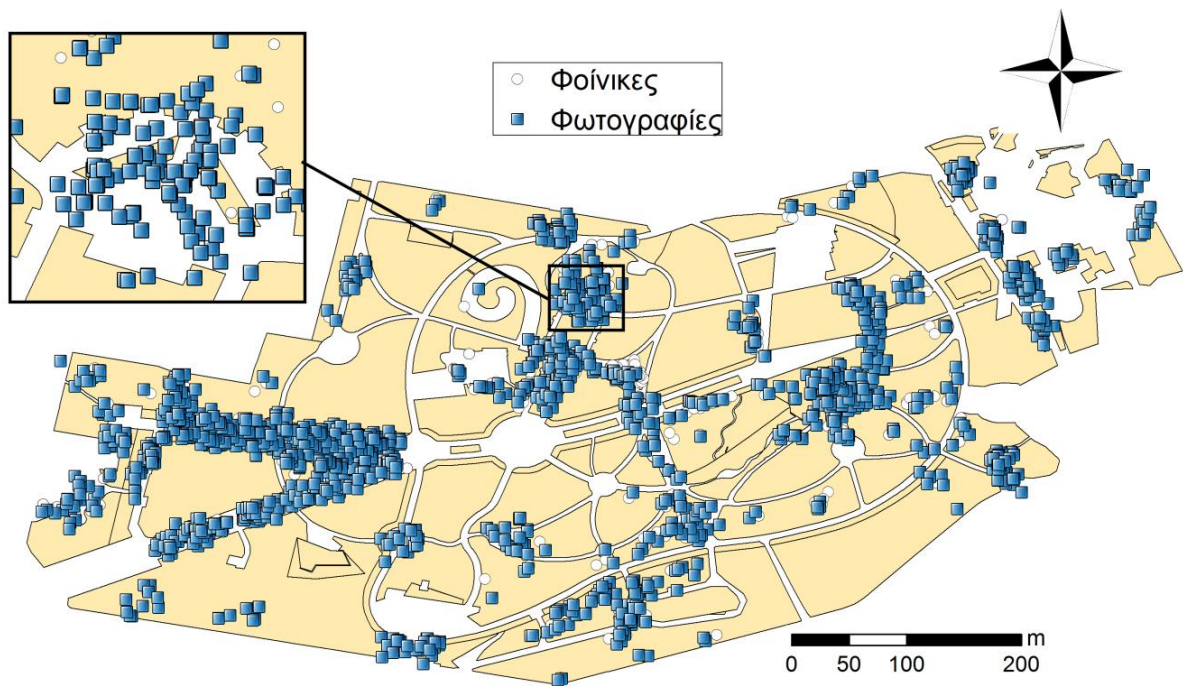
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ



Εικόνα 5.28. Πολυμεσικές δυνατότητες Κ-ΓΠΣ για για τη διαχείριση του ΚΣΦ

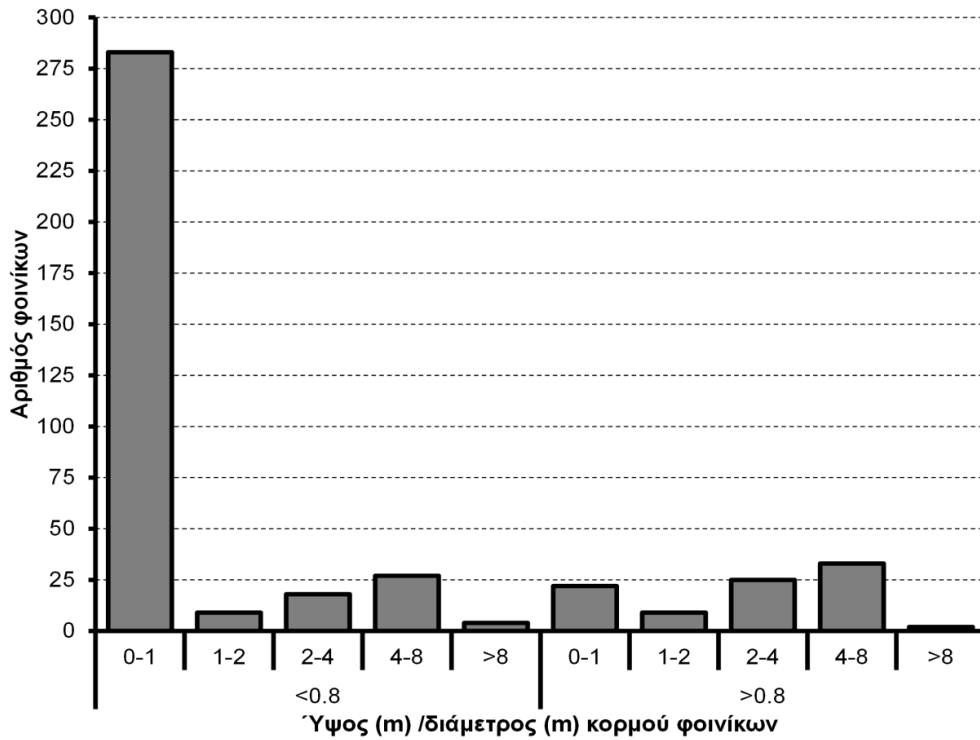


Εικόνα 5.29. Το γεωγραφικό επίπεδο των φωτογραφιών (πιο πρόσφατη φωτογραφία) στο Πεδίο του Άρεως



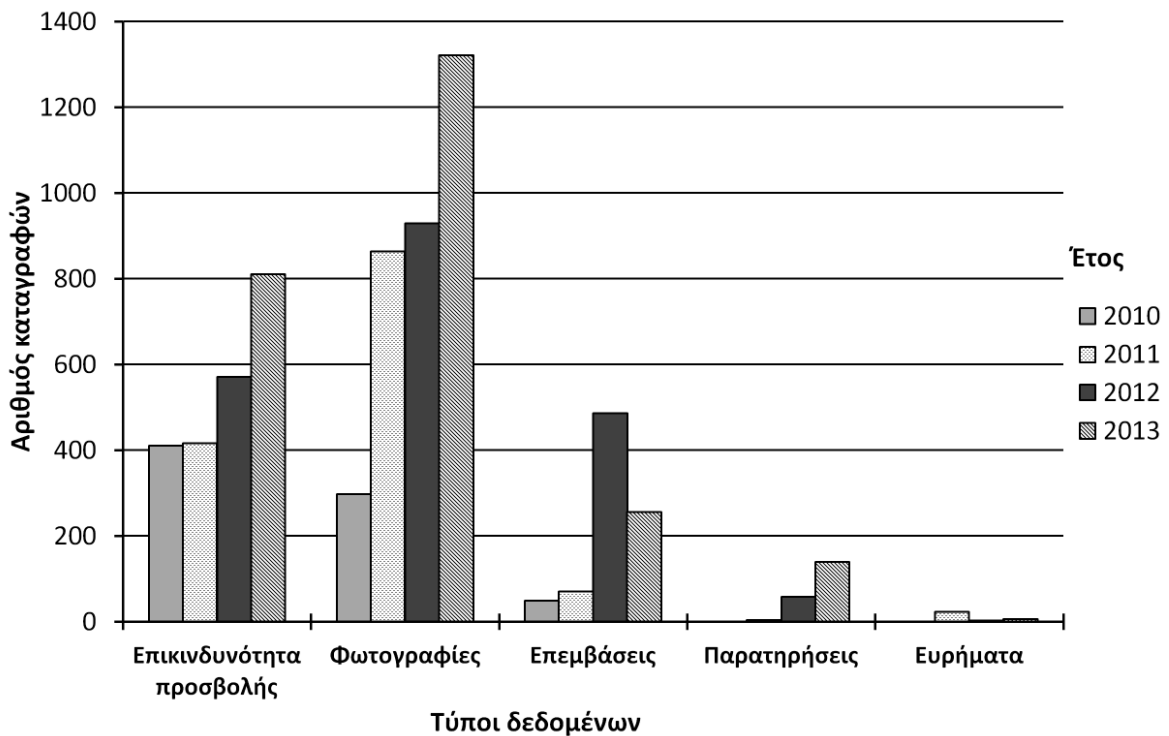
Εικόνα 5.30. Οι θέσεις λήψης φωτογραφιών φοινίκων στο Πεδίο του Άρεως

Με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ έγινε κατηγοριοποίηση των φοινίκων του Πεδίου του Άρεως ανά κατηγορία ύψους και διαμέτρου κορμού. Η κατηγοριοποίηση αυτή φαίνεται στην Εικόνα 5.31.



Εικόνα 5.31. Κατηγοριοποίηση των φοινίκων του Πεδίου του Άρεως ανά κατηγορία ύψους και διαμέτρου κορμού

Ο όγκος δεδομένων που καταχωρήθηκαν ανά έτος με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ φαίνεται στην Εικόνα 5.32.



Εικόνα 5.32. Καταγραφές με χρήση του Κ-ΓΠΣ ανά τύπο δεδομένων και έτος



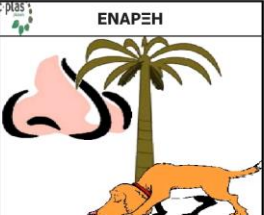
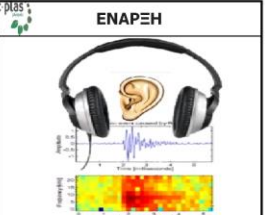







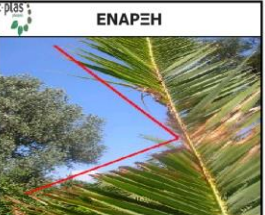




Το έτος 2010 οι καταγραφές της επικινδυνότητας προσβολής ήταν περιορισμένες, επειδή υπήρχαν χαμηλά επίπεδα προσβολής. Το έτος 2011, παρόλο που υπήρχαν περισσότεροι φοίνικες προσβεβλημένοι, δεν πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες καταγραφές. Το έτος 2012 πραγματοποιήθηκε παρακολούθηση και καταγραφή των φοινίκων όσο και για εφαρμογή επεμβάσεων. Το έτος 2013 υπήρξαν πλήρεις δυνατότητες για παρακολούθηση των φοινίκων, αλλά περιορισμένες δυνατότητες για εφαρμογή των κατάλληλων επεμβάσεων, λόγω διοικητικών και οικονομικών δυσκολιών. Το 2013 υπήρξαν περισσότερες προσβολές και για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκαν περισσότερες επισκοπήσεις στους φοίνικες.

### 5.2.2 ΣΛΑ επικινδυνότητας προσβολής

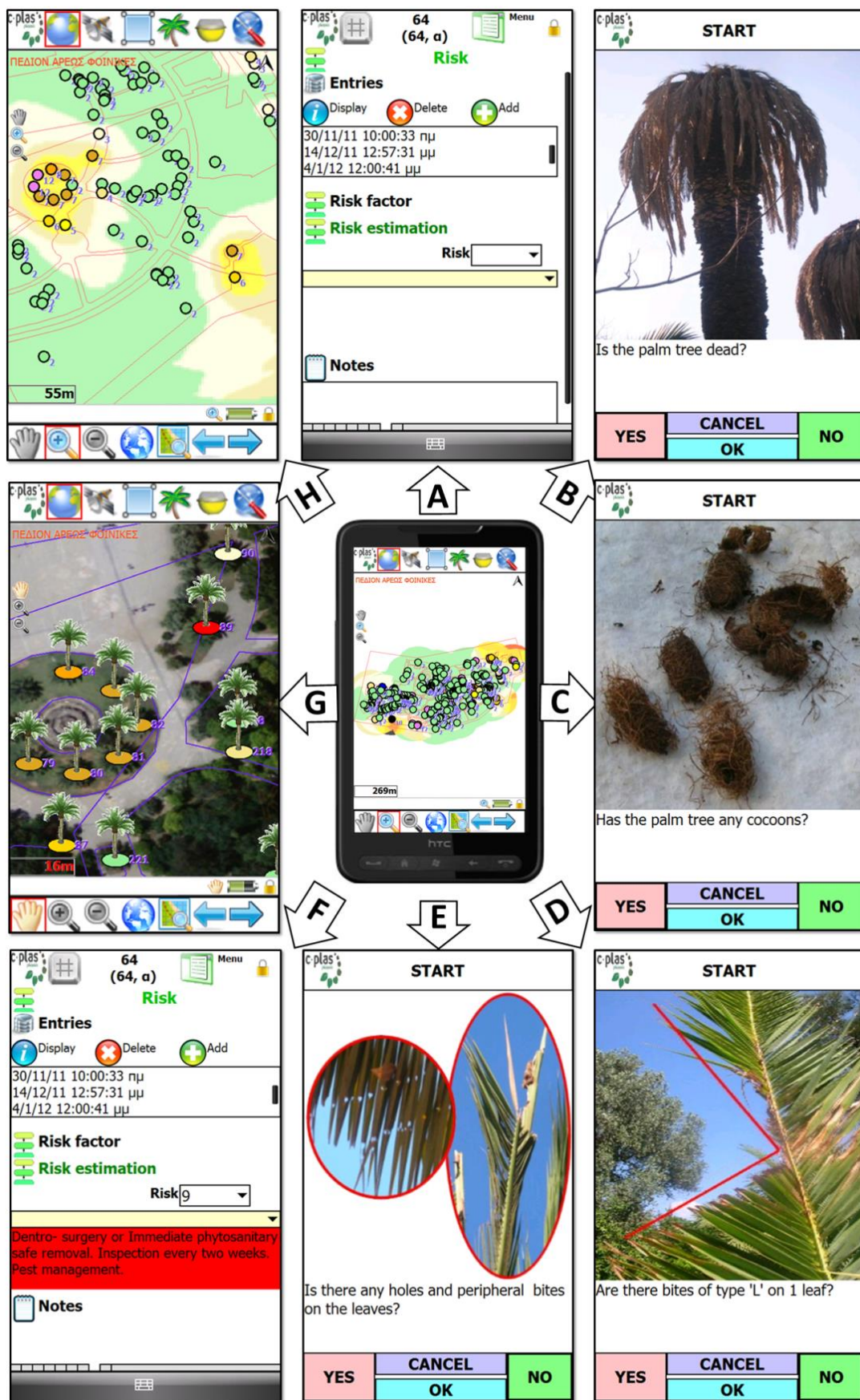
Κατά τη διάρκεια των επισκοπήσεων των φοινίκων, η γραφική διεπαφή του ΣΛΑ θέτει στον χρήστη ερωτήματα σχετικά με τα συμπτώματα ή τα χαρακτηριστικά του φοίνικα, ενώ παράλληλα του δείχνει εικόνες, οι οποίες σχετίζονται με τα συμπτώματα ή τα χαρακτηριστικά του φοίνικα. Ο χρήστης απαντά στα ερωτήματα με ΝΑΙ ή ΟΧΙ. Ανάλογα με τις απαντήσεις του χρήστη, το ΣΛΑ εκτιμά την επικινδυνότητα προσβολής και προτείνει συγκεκριμένες ενέργειες (π.χ. δέντροχειρουργείο). Παράλληλα του δίνεται η δυνατότητα να εισάγεται έτοιμο ή προσαρμοσμένο κείμενο που σχετίζεται με την επικινδυνότητα της προσβολής. Για παράδειγμα, εάν η επικινδυνότητα προσβολής είναι C10 τότε ο χρήστης μπορεί να συμπεριλάβει στις σημειώσεις του: "Ο φοίνικας είναι επικίνδυνος για πτώση". Στην περίπτωση που ο φοίνικας ο οποίος επισκοπείται δεν έχει εμφανή συμπτώματα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η διαδικασία αυτόματου προσδιορισμού επικινδυνότητας (Autorisk) σύμφωνα με την οποία η επικινδυνότητα καθορίζεται σε C1 εάν ο φοίνικας δεν είναι κοντά σε προσβεβλημένο φοίνικα ή σε C2 εάν ο φοίνικας που επισκοπείται είναι κοντά σε προσβεβλημένο φοίνικα.

Στην Εικόνα 5.33 φαίνεται η γραφική διεπαφή του χρήστη του ΣΛΑ εκτίμησης της επικινδυνότητας φοινίκων, ενώ στην Εικόνα 5.34 φαίνεται η διαδικασία λήψης αποφάσεων με χρήση του Κ-ΓΠΣ. Στην Εικόνα 5.34 η περίπτωση Α δείχνει τη φόρμα εισαγωγής της επικινδυνότητας προσβολής, οι περιπτώσεις Β έως Ε δείχνουν διάφορα στάδια του ΣΛΑ, η F δείχνει το ιστορικό και τις προτάσεις του ΣΛΑ για επεμβάσεις σε συγκεκριμένο φοίνικα, η G δείχνει σε 2.5D την επικινδυνότητα προσβολής σε φοίνικες και η Η δείχνει την κατανομή της προσβολής σε συγκεκριμένη περιοχή. Επειδή το ΣΛΑ χρησιμοποιήθηκε και σε αγγλικό κείμενο (βλ. Παράρτημα Χ) φαίνεται η γραφική διεπαφή του χρήστη του ΣΛΑ εκτίμησης της επικινδυνότητας φοινίκων στην αγγλική γλώσσα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

|  |   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|--|---|--|--|--|---------|--|---|-----|-------|-----|--|---------|--|---|-----|-------|-----|--|---------|--|---|-----|-------|-----|--|---------|--|
|  <p>Είναι ο φοίνικας νεκρός;</p>  |  <p>Ο φοίνικας μοιάζει με Ψάθινη Ομπρέλα;</p>            |  <p>Υπάρχει χαρακτηριστική μυρωδιά;</p>                          |  <p>Ακουστική μέθοδος (αυτί, Potamitis et al., 2009, Gutierrez et al., 2010) έδωσε θετικά αποτελέσματα;</p> |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table>  | ΝΑΙ   | ΑΚΥΡΟ  | ΟΧΙ  |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  <p>Υπάρχει κενό μεταξύ νέων και παλαιών φύλλων, που δεν οφείλεται στο βάρος της ταξικαρπίας;</p> |  <p>Υπάρχει ασύμμετρη ανάπτυξη των φύλλων της κόμης;</p> |  <p>Ο φοίνικας έχει νέα φύλλα;</p>                               |  <p>Βρέθηκαν στον φοίνικα κουκούλια;</p>  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table>  | ΝΑΙ   | ΑΚΥΡΟ  | ΟΧΙ  |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  <p>Υπάρχει έλλειψη καρδιάς;</p>  |  <p>Υπάρχει προσβολή στην καρδιά;</p>                  |  <p>Υπάρχουν δαγκώματα τύπου L σε περισσότερα από 1 φύλλα;</p> |  <p>Υπάρχουν δαγκώματα τύπου L σε ένα φύλλο;</p>  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table>  | ΝΑΙ   | ΑΚΥΡΟ  | ΟΧΙ  |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  <p>Υπάρχουν τρύπες και περιφερικά δαγκώματα στα φύλλα;</p>                                     |  <p>Υπάρχουν τρύπες σε περισσότερα από 2 φύλλα;</p>    |  <p>Υπάρχουν περιφερικά δαγκώματα στα φύλλα;</p>               |  <p>Υπάρχουν τρύπες σε 1 ή 2 φύλλα;</p>   |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table>  | ΝΑΙ   | ΑΚΥΡΟ  | ΟΧΙ  |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  | <table border="1"> <tr><td>ΝΑΙ</td><td>ΑΚΥΡΟ</td><td>ΟΧΙ</td></tr> <tr><td></td><td>ΕΝΤΑΞΕΙ</td><td></td></tr> </table> | ΝΑΙ | ΑΚΥΡΟ | ΟΧΙ |  | ΕΝΤΑΞΕΙ |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
| ΝΑΙ  | ΑΚΥΡΟ   | ΟΧΙ  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |
|  | ΕΝΤΑΞΕΙ   |  |  |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |   |     |       |     |  |         |  |

Εικόνα 5.33. Διεπαφή εκτίμησης της επικινδυνότητας προσβολής για το ΚΣΦ



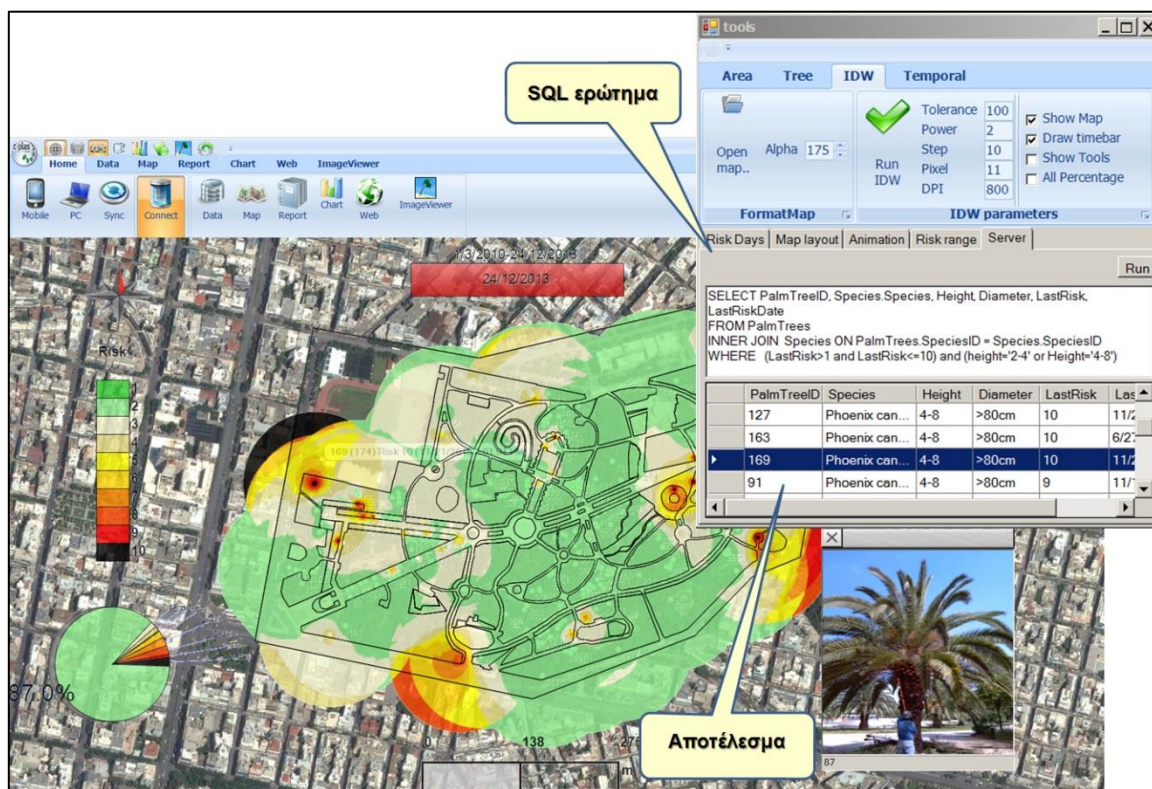
Εικόνα 5.34. Καταγραφή επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ με χρήση του Κ-ΓΠΣ



Μετά την πλήρη επισκόπηση των φοινίκων μιας περιοχής υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθούν χάρτες επικινδυνότητας της προσβολής με χρήση μεθόδων παρεμβολής, όπως είναι η IDW. Οι χάρτες αυτοί απεικονίζουν τις προσβεβλημένες ζώνες με διαφορετικά χρώματα ανάλογα με το επίπεδο της επικινδυνότητας της προσβολής. Επιπλέον, οι χάρτες αυτοί αποτελούν σημαντικό εργαλείο για το σχεδιασμό ενός αποτελεσματικού σχεδίου δράσης για τον έλεγχο του ΚΣΦ. Έτσι, το προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την υλοποίηση του σχεδίου δράσης και της εφαρμογής φυτοϋγειονομικών μέτρων και επεμβάσεων, με τη βοήθεια των χαρτών επικινδυνότητας της προσβολής μπορεί να προσδιορίσει τις πιο προσβεβλημένες περιοχές και να θέσει προτεραιότητα στην εφαρμογή επεμβάσεων στις περιοχές αυτές. Στη συνέχεια, μέσω του Κ-ΓΠΣ, μπορεί να επιλεγούν οι φοινίκες στους οποίους θα πρέπει κατά προτεραιότητα να γίνουν επεμβάσεις. Επιπλέον, το προσωπικό που θα εφαρμόσει τις επεμβάσεις χρησιμοποιεί τα εργαλεία ΥΘ για να εντοπίσει τη θέση των υπό επέμβαση φοινίκων, συμβουλευεται το ιστορικό του κάθε φοίνικα (προσβολές, φωτογραφίες, ενέργειες) πριν εφαρμόσει τις επεμβάσεις και εισάγει με τη βοήθεια των φορμών του Κ-ΓΠΣ τα νέα δεδομένα. Για μια πλήρη επισκόπηση των φοινίκων μιας περιοχής δεν είναι απαραίτητο να επισκοπηθούν όλοι οι φοινίκες της περιοχής αυτής, αλλά μόνο εκείνοι που προτείνει το ΣΛΑ. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η διαδικασία επισκοπήσεων, χωρίς να χάνουμε σε ακρίβεια σχετικά με τον προσδιορισμό του βαθμού προσβολής, ενώ παράλληλα γίνεται εξοικονόμηση χρόνου και αποθηκευτικού χώρου για την αποθήκευση των δεδομένων. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορεί να αποσταλούν σε εξυπηρετή, ώστε να διαμοιραστούν σε όσους έχουν δικαίωμα πρόσβασης.

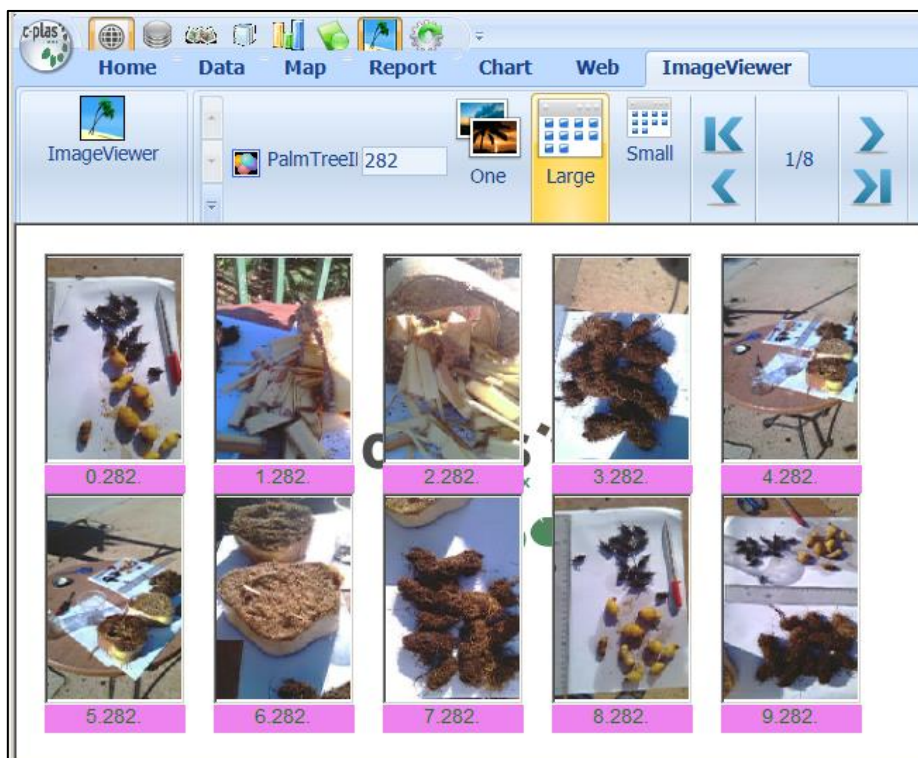
### 5.2.3 Ε-ΓΠΣ

Το Ε-ΓΠΣ παρέχει προσαρμοσμένες δυνατότητες για την τη χωροχρονική και στατιστική ανάλυση του προβλήματος από το ΚΣΦ, τη δημιουργία αναφορών, την απεικόνιση χαρτών και την εξαγωγή δεδομένων σε διάφορες μορφές. Μπορεί να συνδεθεί με τον εξυπηρετή και το Κ-ΓΠΣ και να πραγματοποιήσει συγχρονισμό των δεδομένων τους. Έχει τη δυνατότητα δημιουργίας ιστοσελίδων με αναφορές σχετικά με τους φοινίκες και το βαθμό προσβολής από το ΚΣΦ σε μια περιοχή. Επιπλέον, διαθέτει πολυμεσικές δυνατότητες και δυνατότητες υποβολής SQL ερωτημάτων τα οποία επιτρέπουν την ανάλυση και την κατανόηση σε βάθος του προβλήματος. Στην Εικόνα 5.35 φαίνεται το Ε-ΓΠΣ και μερικές από τις δυνατότητες του (υποβολή ερωτημάτων, χωρική ανάλυση επικινδυνότητας προσβολής, πολυμεσικές δυνατότητες).



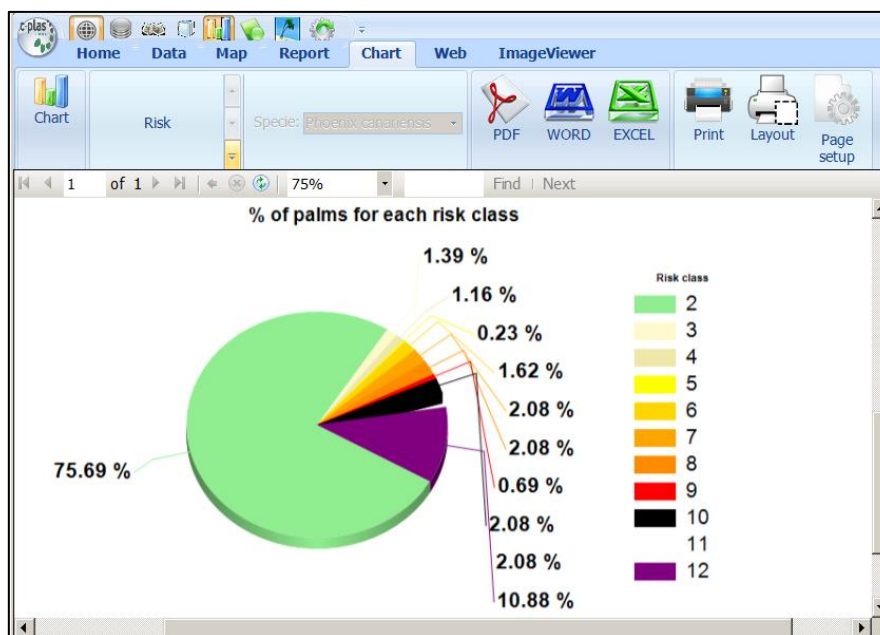
Εικόνα 5.35. Γραφική διεπαφή χρήστη Ε-ΓΠΣ για τη διαχείριση του ΚΣΦ

Στην Εικόνα 5.36 φαίνονται οι πολυμεσικές δυνατότητες του Ε-ΓΠΣ οι οποίες αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την καταγραφή και ανάλυση του ιστορικού του κάθε φοίνικα.



Εικόνα 5.36. Πολυμεσικές δυνατότητες Ε-ΓΠΣ

Στην Εικόνα 5.37 φαίνονται οι δυνατότητες του Ε-ΓΠΣ για δημιουργία στατιστικών αναφορών.



Εικόνα 5.37. Στατιστικές δυνατότητες Ε-ΓΠΣ

Στην Εικόνα 5.38 φαίνονται οι δυνατότητες του Ε-ΓΠΣ για δημιουργία αναφορών μέσω ερωτημάτων.

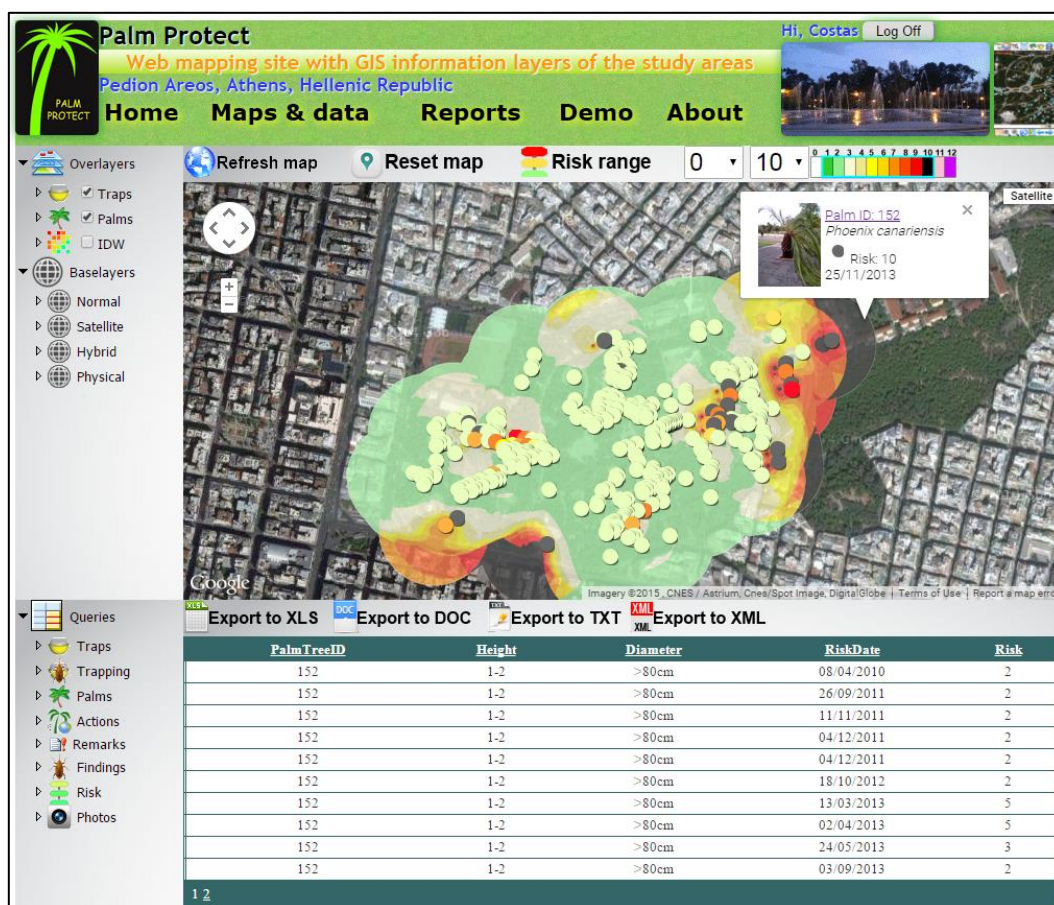
| PalmTreeID | Name  | Species             | Notes       | Height | Diameter |
|------------|-------|---------------------|-------------|--------|----------|
| 1          | 1, θ  | Phoenix canariensis | EMMANOY...  | 2-4    | >80cm    |
| 2          | 2, α  | Phoenix canariensis | ΚΡΙΕΖΙΩΤΗΣ  | 2-4    | >80cm    |
| 3          | 3, θ  | Phoenix canariensis |             | 0-1    | <80cm    |
| 4          | 4, θ  | Phoenix canariensis | ΠΛΑΠΟΥΤ...  | 0-1    | <80cm    |
| 5          | 5, θ  | Phoenix canariensis | ΠΑΠΑΝΙΚΟ... | 1-2    | >80cm    |
| 6          | 6, θ  | Phoenix canariensis | ΜΑΥΡΟΓΕ...  | 1-2    | <80cm    |
| 7          | 7, θ  | Phoenix canariensis | ΝΙΚΗΤΑΡΑΣ   | 2-4    | >80cm    |
| 8          | 8, θ  | Phoenix canariensis | ΜΙΑΟΥΛΗΣ    | 2-4    | >80cm    |
| 9          | 9, α  | Phoenix canariensis | ΔΙΑΚΟΣ      | 2-4    | >80cm    |
| 10         | 10, α | Phoenix canariensis | ΚΑΡΑΙΣΚΑ... | 2-4    | >80cm    |
| 11         | 11, θ | Phoenix canariensis | ΚΟΛΟΚΟΤ...  | 1-2    | <80cm    |
| 12         | 12, θ | Phoenix canariensis | ΜΠΟΤΣΑΡ...  | 2-4    | >80cm    |
| 13         | 13, α | Phoenix canariensis |             | 4-8    | >80cm    |
| 14         | 14    | Phoenix canariensis |             | 4-8    | >80cm    |

Εικόνα 5.38. Αποτελέσματα ερωτημάτων του Ε-ΓΠΣ

#### 5.2.4 Δ-ΓΠΣ και διαδικτυακός ιστότοπος

Το Δ-ΓΠΣ (Εικόνα 5.39) διαθέτει δυνατότητες απεικόνισης διαδραστικών διαδικτυακών χαρτών, υποβολής και απάντησης χωρικών ερωτημάτων, δημιουργίας

αναφορών καθώς και προβολής πολυμεσικών δεδομένων. Οι διαδραστικοί διαδικτυακοί χάρτες αποτελούνται από τα γεωγραφικά επίπεδα πληροφορίας (Overlayers), τα οποία είναι οι παγίδες (Traps), οι φοίνικες (Palms), οι χάρτες επικινδυνότητας προσβολής (IDW) και τα διαδικτυακά χαρτογραφικά υπόβαθρα (Baselayers). Τα χωρικά ερωτήματα (Queries) που μπορεί να υποβάλει ο χρήστης αφορούν τις παγίδες (Traps), τους φοίνικες (Palms), τις ενέργειες (Actions), τις παρατηρήσεις (Remarks), τα ευρήματα (Findings), την επικινδυνότητα προσβολής (Risk) και τις φωτογραφίες (Photos). Τα αποτελέσματα των ερωτημάτων αυτών, μπορεί να παρουσιαστούν σε πίνακες ή στο χάρτη. Επιπλέον, υπάρχουν εργαλεία με τα οποία ο χρήστης μπορεί να εξάγει και να αποθηκεύσει τα αποτελέσματα των ερωτημάτων σε διάφορες μορφές (κειμένου, πινάκων).



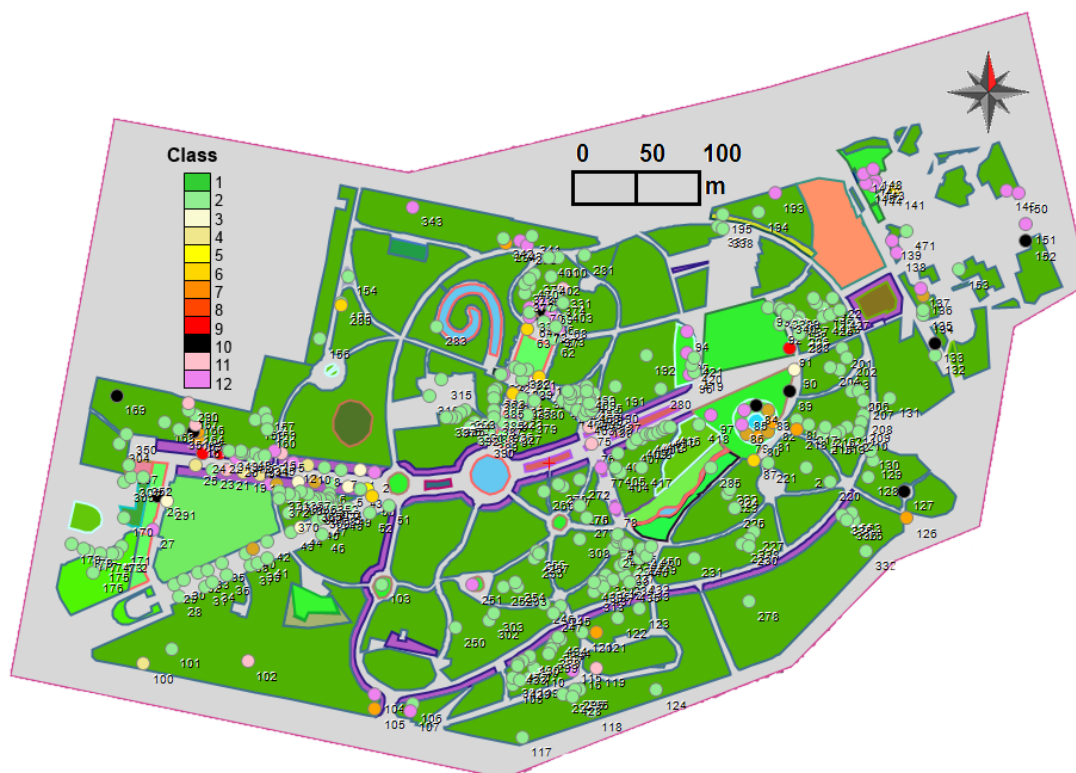
Εικόνα 5.39. Δ-ΓΠΣ για τη διαχείριση του ΚΣΦ

Το Δ-ΓΠΣ αποτελεί τμήμα διαδικτυακού ιστότοπου ο οποίος περιλαμβάνει τμήματα απεικόνισης αναφορών σχετικά με τη διαχείριση του ΚΣΦ. Ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στο τμήμα του ιστοτόπου που αφορά τους χάρτες επικινδυνότητας της προσβολής και να δει στους διαφορετικούς χρόνους που πραγματοποιήθηκαν οι επισκοπήσεις των φοινίκων, την κατανομή της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ στο πάρκο. Στις αναφορές υπάρχει η δυνατότητα να προβληθούν σε ιστοσελίδες οι πλήρεις πληροφορίες του κάθε φοίνικα που αφορούν επισκοπήσεις, επεμβάσεις, παρατηρήσεις, φωτογραφίες κλπ. Η δημιουργία χαρτών που απεικονίζουν την επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ αποτελεί σημαντικό τμήμα της διαδικασίας διαχείρισης του ΚΣΦ. Με τους χάρτες αυτούς προσδιορίζονται οι

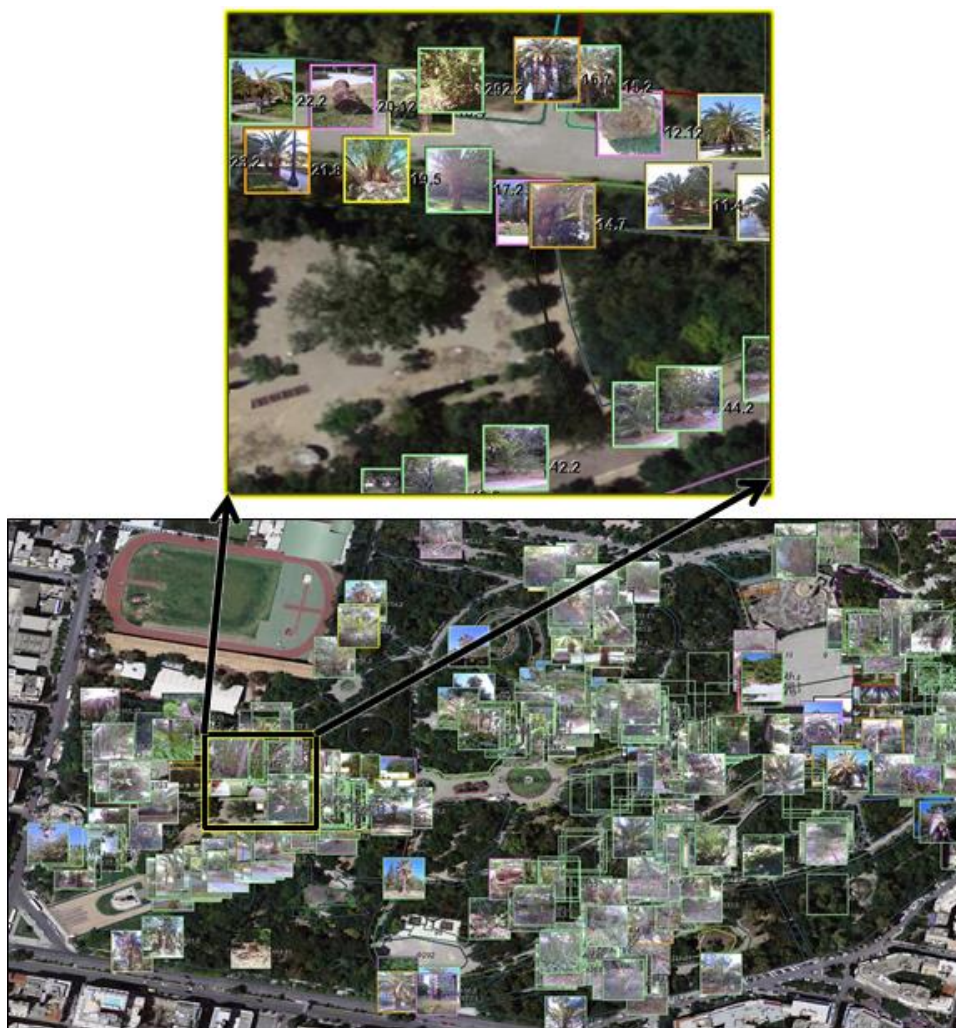
φοίνικες που είναι με διαφορετική επικινδυνότητα προσβολής, οριοθετούνται οι πιο προσβεβλημένες περιοχές, καθορίζονται προτεραιότητες διαχείρισης και αποφασίζονται εστιασμένες επεμβάσεις. Οι χάρτες αυτοί χρησιμοποιούνται και από το Κ-ΓΠΣ, από το Ε-ΓΠΣ αλλά και από Δ-ΓΠΣ. Μέσω διαδραστικών διαδικτυακών χαρτών, τα δεδομένα των φονίκων και των επεμβάσεων που έγιναν σε αυτούς, καθώς και οι χάρτες επικινδυνότητας είναι δυνατόν να είναι διαθέσιμα μέσω του Διαδικτύου, βελτιώνοντας τη συνεργατικότητα των συμμετεχόντων για τον έλεγχο του ΚΣΦ. Τα διαφορετικά συστήματα διαδικτυακών χαρτών που χρησιμοποιήθηκαν είχαν ως σκοπό να επιβεβαιώσουν στην πράξη τη δυνατότητα του υλοποιημένου ΣΥΘ να τροφοδοτεί και να συνεργάζεται με διαφορετικές διαδικτυακές πλατφόρμες διαμοιρασμού της πληροφορίας. Η αρχική σελίδα και η δομή του ιστότοπου (site map) καθώς και τα τμήματα αναφορών και οι διαδικτυακοί χάρτες που χρησιμοποιήθηκαν στον ιστότοπο παρουσιάζονται στο Παράρτημα ΧΙ.

### 5.2.5 Επικινδυνότητα προσβολής για το ΚΣΦ

Η αποτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ γίνεται με τη χρήση χαρτών. Στην Εικόνα 5.40. φαίνεται, για μια δεδομένη στιγμή, ο χάρτης επικινδυνότητας προσβολής ή η κατηγορία διαχείρισης για κάθε έναν από τους φοίνικες του Πεδίου Άρεως, ενώ στην Εικόνα 5.41 φαίνεται ο χάρτης του Πεδίου του Άρεως με πολυμεσική απεικόνιση της επικινδυνότητας προσβολής.



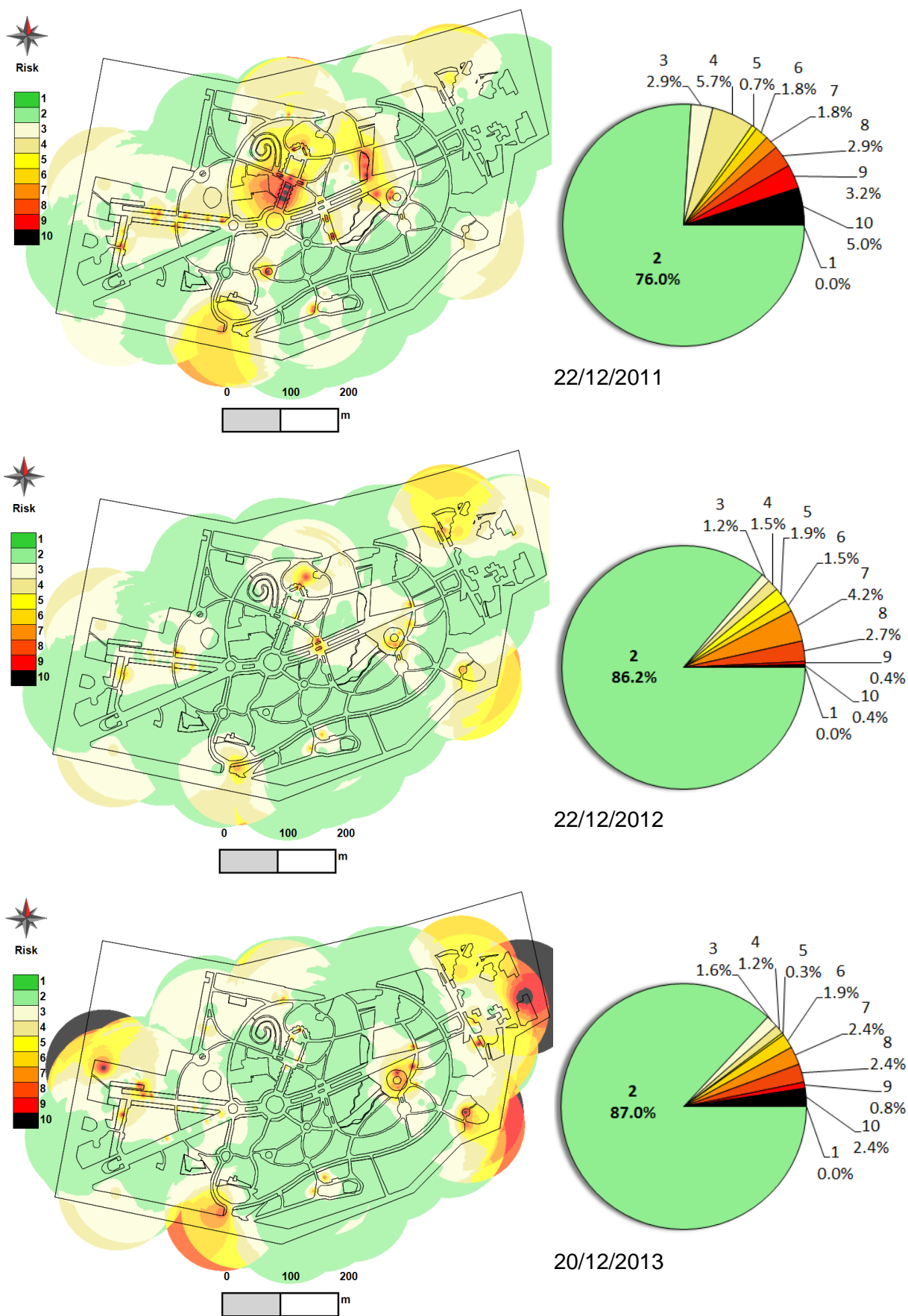
Εικόνα 5.40. Επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ ή κατηγορία διαχείρισης φονίκων Πεδίου του Άρεως (Δεκέμβριος 2013)



Εικόνα 5.41. Τμήμα του Πεδίου του Άρεως με πολυμεσική απεικόνιση της επικινδυνότητας προσβολής

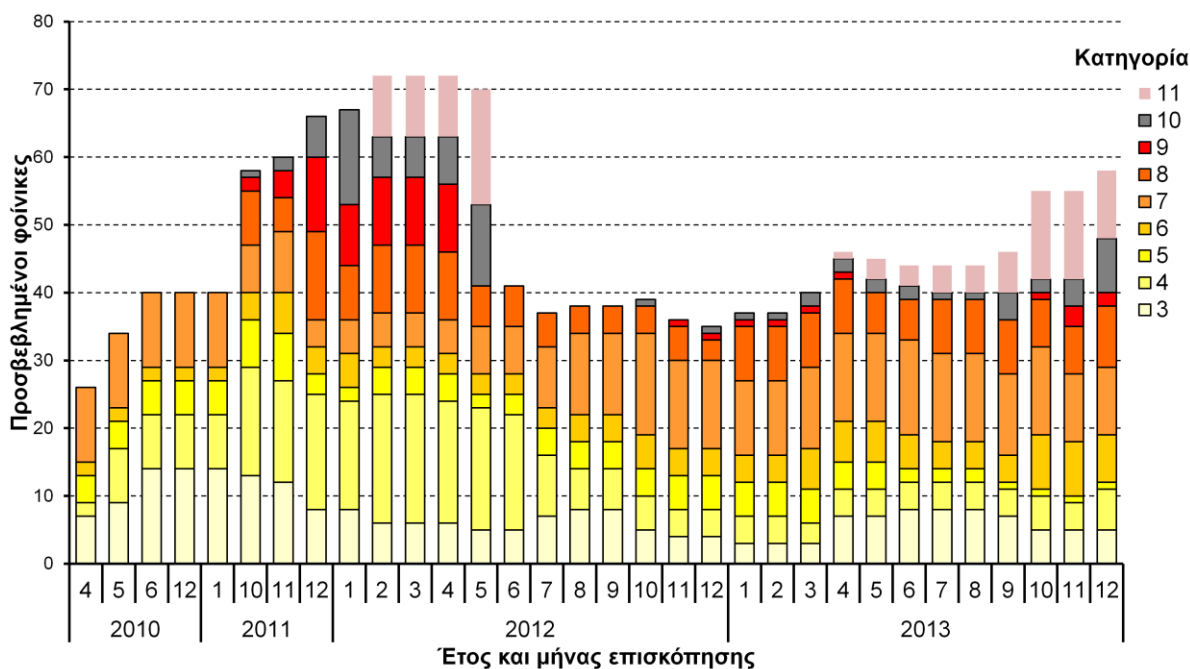
Στην Εικόνα 5.42 φαίνονται οι χάρτες επικινδυνότητας προσβολής της περιοχής στο τέλος των ετών 2011, 2012 και 2013. Στο Παράρτημα XII φαίνονται σε χάρτες που έχουν δημιουργηθεί με τις τεχνικές IDW και 3D IDW, για διαφορετικές χρονικές στιγμές, και η εξέλιξη της επικινδυνότητας προσβολής στο πάρκο. Από τους χάρτες αυτούς φαίνεται η πορεία των προσβολών, αλλά και η αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων. Για παράδειγμα, φαίνεται πως στις αρχές του έτους 2010 οι προσβολές ήταν λίγες, ενώ στο τέλος του έτους 2013 οι προσβολές είναι πλέον εκτενείς. Επίσης, το έτος 2012 υπήρχαν υψηλά επίπεδα προσβολής, τα οποία φαίνεται ότι είναι μειωμένα στις αρχές του έτους 2013. Επιπλέον, φαίνονται οι περιοχές υψηλής και χαμηλής επικινδυνότητας, οι οποίες αλλάζουν θέση, σχήμα, και έκταση, ανάλογα με την πίεση της προσβολής και τις μεταχειρίσεις που πραγματοποιούνται. Στην Εικόνα 5.43 φαίνεται ο αριθμός των προσβεβλημένων φοινίκων ανά επίπεδο επικινδυνότητας προσβολής ανά έτος (στο τέλος του έτους) και ανά μήνα διενέργειας επισκοπήσεων (στο τέλος του μήνα).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ



Εικόνα 5.42. Χάρτες επικινδυνότητας προσβολής με χρήση IDW στο τέλος των ετών 2011, 2012 και 2013

Το έτος 2010 καταστράφηκε λόγω προσβολής από το ΚΣΦ ένας φοίνικας στο Πεδίον του Άρεως, ο οποίος αφαιρέθηκε με φυτοϋγειονομικά ασφαλή τρόπο. Ελήφθησαν, χωρίς τη χρήση του ΣΥΘ, τα προβλεπόμενα μέτρα αντιμετώπισης, χωρίς ωστόσο να υπάρχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Το έτος 2011 υπήρξαν περισσότερες προσβολές από το ΚΣΦ και ως εκ τούτου περισσότερες απώλειες. Το έτος 2012 με τη χρήση του ΣΥΘ, και παρόλο που οι προσβολές ήταν αρχικά αυξημένες, κατέστη δυνατόν να γίνει μια πολύ καλή διαχείριση και να επιτευχθεί αναβλάστηση πολλών προσβεβλημένων φοινίκων καθώς και να επανέλθει ο έλεγχος του εντόμου. Το έτος 2013 έγινε χρήση του ΣΥΘ, ωστόσο δεν πάρθηκαν προληπτικά μέτρα και ως εκ τούτου υπήρξαν μεγάλες απώλειες και νέες προσβολές φοινίκων. Η ευρύτερη περιοχή εκτός του πάρκου είχε προσβεβλημένους φοίνικες, οι οποίοι πιθανόν να συνέβαλαν στην αύξηση της πίεσης της προσβολής φοινίκων που βρίσκονται εντός του πάρκου και στη δυσκολία εκρίζωσης του εντόμου από το πάρκο.

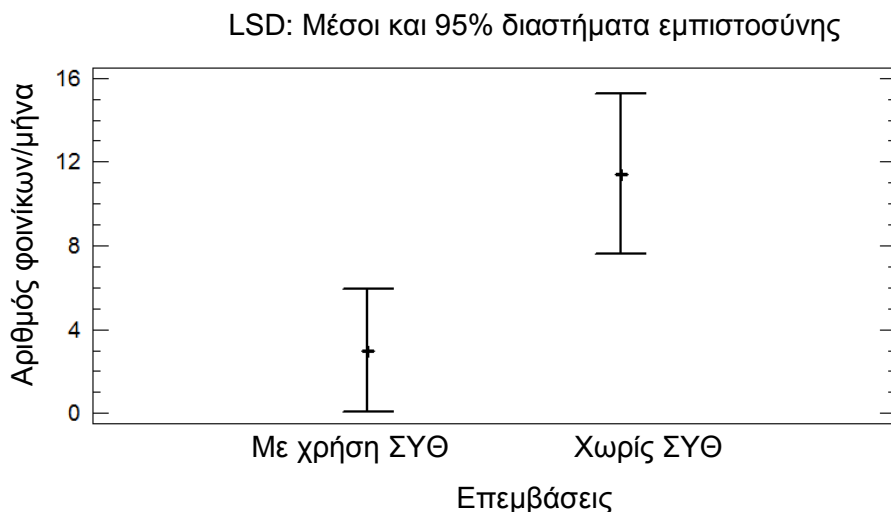


Εικόνα 5.43. Ο αριθμός των προσβεβλημένων φοινίκων ανά μήνα και ανά κατηγορία επικινδυνότητας προσβολής ή διαχείρισης για τα έτη 2010 έως 2013

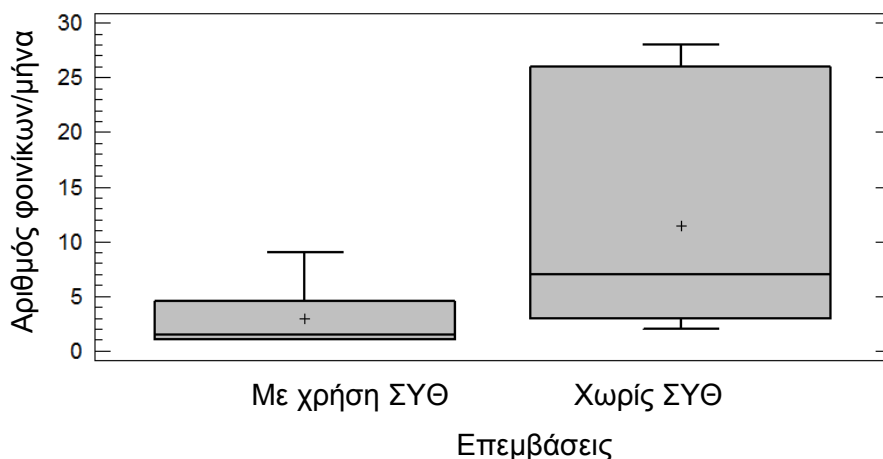
(Σημείωση: Οι προσβεβλημένοι φοίνικες αφορούν τους φοίνικες που είναι προσβεβλημένοι στο τέλος κάθε μήνα, όπως προκύπτει από τις επισκοπήσεις με το ΣΛΑ)

Στην Εικόνα 5.44 φαίνεται ο μέσος αριθμός φοινίκων ανά μήνα που προσβλήθηκαν από το ΚΣΦ για πρώτη φορά σε κάθε επέμβαση και στην Εικόνα 5.45 το αντίστοιχο θηκόγραμμα. Υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P=0,0187$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5%, του αριθμού των φοινίκων που προσβλήθηκαν για πρώτη φορά ανά μήνα, μεταξύ των επεμβάσεων με τη χρήση του ΣΥΘ ( $\mu=3,0$ ,  $N=12$ ) και χωρίς τη χρήση του ΣΥΘ ( $\mu=11,4$ ,  $N=7$ ). Από τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται πως η διαχείριση με τη χρήση του ΣΥΘ επέδρασε θετικά στην πρόληψη των προσβολών από το ΚΣΦ κατά 73,7%..



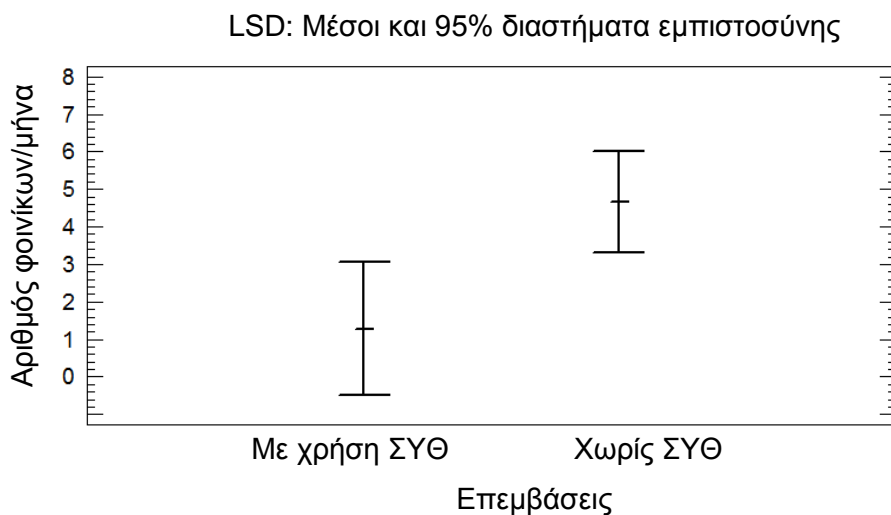


Εικόνα 5.44. Μέσος αριθμός φοινίκων ανά μήνα που προσβλήθηκαν από το ΚΣΦ για πρώτη φορά σε κάθε επέμβαση

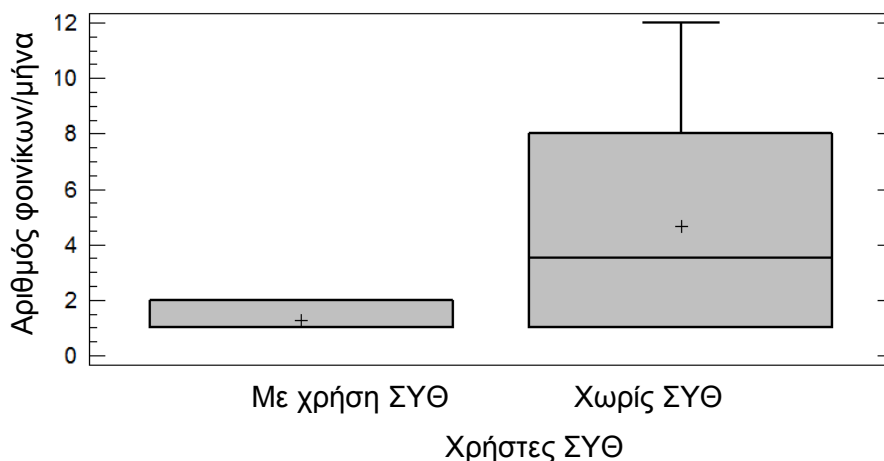


Εικόνα 5.45. Θηκόγραμμα του αριθμού των φοινίκων ανά μήνα που προσβλήθηκαν από το ΚΣΦ για πρώτη φορά σε κάθε επέμβαση

Στην Εικόνα 5.46 φαίνεται ο μέσος αριθμός ανά μήνα των φοινίκων που χάθηκαν λόγω του ΚΣΦ σε κάθε επέμβαση και στην Εικόνα 5.47 το αντίστοιχο θηκόγραμμα. Υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P=0,0362$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5%, των φοινίκων που χάθηκαν λόγω του ΚΣΦ ανά μήνα, μεταξύ των επεμβάσεων, με τη χρήση του ΣΥΘ ( $\mu=1,3$ ,  $N=7$ ) και χωρίς τη χρήση του ΣΥΘ ( $\mu=4,7$ ,  $N=12$ ). Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως η διαχείριση με τη χρήση του ΣΥΘ επέφερε μείωση των απωλειών φοινίκων λόγω του ΚΣΦ κατά 72,3%..



Εικόνα 5.46. Μέσος αριθμός ανά μήνα των φοινίκων που χάθηκαν λόγω του ΚΣΦ σε κάθε επέμβαση



Εικόνα 5.47. Θηκόγραμμα του αριθμού ανά μήνα των φοινίκων που χάθηκαν λόγω του ΚΣΦ σε κάθε επέμβαση

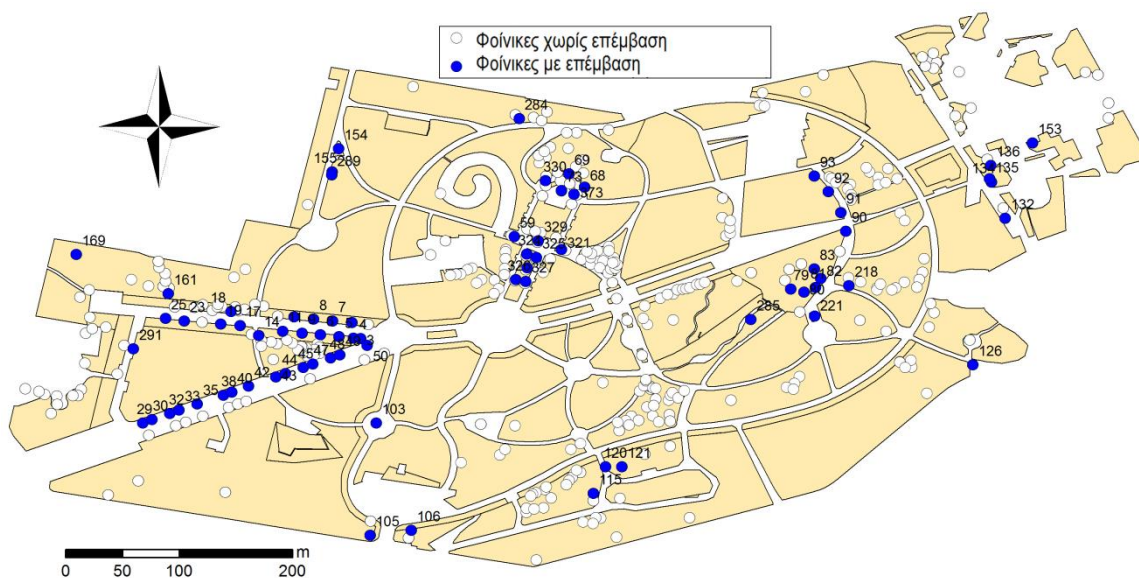
Τα έτη 2011 και 2013 χάθηκαν οι περισσότεροι φοίνικες λόγω της προσβολής από το ΚΣΦ. Για όλα τα έτη οι φθινοπωρινοί μήνες και μέχρι αρχές χειμώνα φαίνεται να είναι γενικά η περίοδος που χάθηκαν οι περισσότεροι φοίνικες. Πρέπει να επισημανθεί πως οι προσβολές των φοινίκων οι οποίοι τελικά χάθηκαν, είχαν προηγηθεί των επισκοπήσεων για χρονικό διάστημα που διαφέρει για κάθε φοίνικα.

Το έτος 2010 οι προσβολές προέρχονται κυρίως από τις πρώτες καταγραφές και πριν την εφαρμογή των επεμβάσεων. Το έτος 2011 οι καταγραφές έγιναν προς το τέλος του έτους και δεν πραγματοποιήθηκαν επεμβάσεις. Για το λόγο αυτό, το έτος 2011 υπήρξαν πολλές προσβολές που ανιχνεύτηκαν σε προχωρημένο στάδιο. Το έτος 2012 υπήρξαν λίγες νέες προσβολές και αυτές ανιχνεύτηκαν σε σχετικά αρχικό στάδιο προσβολής, γεγονός το οποίο επιτρέπει την επαναφορά του φοίνικα. Το έτος 2013 υπήρξαν αρκετές νέες προσβολές οι οποίες κατά κύριο λόγο σχετίζονται με μικρού ύψους κορμού φοίνικες και οι οποίοι κατά κύριο λόγο έπαθαν αποπληξία λόγω της προσβολής. Σε αυτό οφείλεται η ανίχνευση της προσβολής σε προχωρημένο στάδιο. Από τους 432 συνολικά φοίνικες και για

τα 4 έτη του πειράματος, οι 116 φοίνικες προσβλήθηκαν από το ΚΣΦ, 19 το έτος 2011, 18 το έτος 2012 και 28 το έτος 2013. Από τους προσβεβλημένους φοίνικες 65 καταστράφηκαν λόγω της προσβολής, 40 το έτος 2010, 40 το έτος 2011, 13 το έτος 2012 και 23 το έτος 2013.

### 5.2.6 Καταγραφή ιστορικού επεμβάσεων και ευρημάτων

Οι επεμβάσεις (ψεκασμοί, δεντροχειρουργεία, φυτοϋγειονομικά ασφαλής αφαίρεση των προσβολών) πραγματοποιήθηκαν ανάλογα με την επικινδυνότητα προσβολής του κάθε φοίνικα με εγκεκριμένα σκευάσματα και κατάλληλα εργαλεία. Η καταγραφή των επεμβάσεων έγινε με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ, τη χρονική στιγμή και στη θέση εφαρμογής τους. Στην Εικόνα 5.48 φαίνεται ο χάρτης ψεκασμών για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, στον οποίο φαίνονται οι φοίνικες που σύμφωνα με το ΣΛΑ χρειάστηκε να γίνουν σε αυτούς επεμβάσεις, ενώ στην Εικόνα 5.49 φαίνεται η θεραπεία και η αναβλάστηση ενός φοίνικα, ύστερα από τις επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν σε αυτόν.



Εικόνα 5.48. Χάρτης επεμβάσεων σε φοίνικες για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή



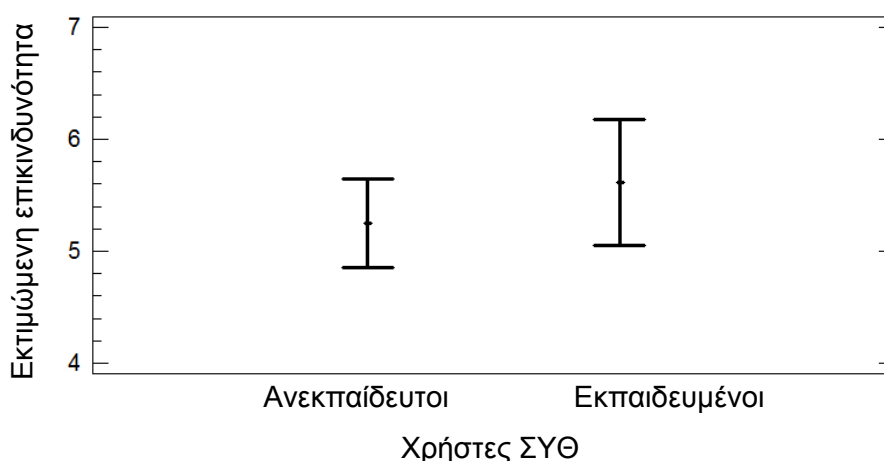
Εικόνα 5.49. Αναβλάστηση φοίνικα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές

Κατά τη διάρκεια της καταγραφής των επεμβάσεων και των επισκοπήσεων πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ λήψεις φωτογραφιών, από τις οποίες φαίνονται τα αποτελέσματα των επεμβάσεων. Στο Παράρτημα XIII φαίνονται ενδεικτικά η αναβλάστηση, επαναπροσβολή και αναβλάστηση και απώλεια φοινίκων, διαφορετικά στάδια προσβολής, εργασίες επεμβάσεων καθώς και ευρήματα σε φοίνικες στους οποίους πραγματοποιήθηκε φυτοϋγειονομικά ασφαλής αφαίρεση των προσβολών. Το ιστορικό των ενεργειών και των ευρημάτων περιλαμβάνει την καταμέτρηση των ευρημάτων, την πολυμεσική καταγραφή τους (εικόνα ή βίντεο) και τη χωρική συσχέτιση των δεδομένων και των πολυμέσων. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η πληρέστερη καταγραφή του προβλήματος και ο επανέλεγχος ή επανεξέταση της έντασης του προβλήματος και των επεμβάσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν. Αυτή η δυναμική του προτεινόμενου ΣΥΘ, δίνει τη δυνατότητα για ταχύτερη και ευκολότερη ανάκτηση των ενεργειών που έχουν πραγματοποιηθεί, αλλά και ταχύτερη κατανόηση του προβλήματος και λήψη νέας γνώσης για αυτό.

### 5.2.7 Αποτίμηση της αποτελεσματικότητας του ΣΛΑ

Η αποτίμηση της αποτελεσματικότητας του ΣΛΑ, πραγματοποιήθηκε με τη σύγκριση της εκτίμησης της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ των εκπαιδευμένων και ανεκπαίδευτων χρηστών του ΣΥΘ και τη χρήση των ερωτηματολογίων του Παραρτήματος V. Για τη σύγκριση των μέσων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος LSD. Στην Εικόνα 5.50 φαίνεται η μέση εκτιμώμενη επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ των εκπαιδευμένων και ανεκπαίδευτων χρηστών του ΣΥΘ.

LSD: Μέσοι και 95% διαστήματα εμπιστοσύνης

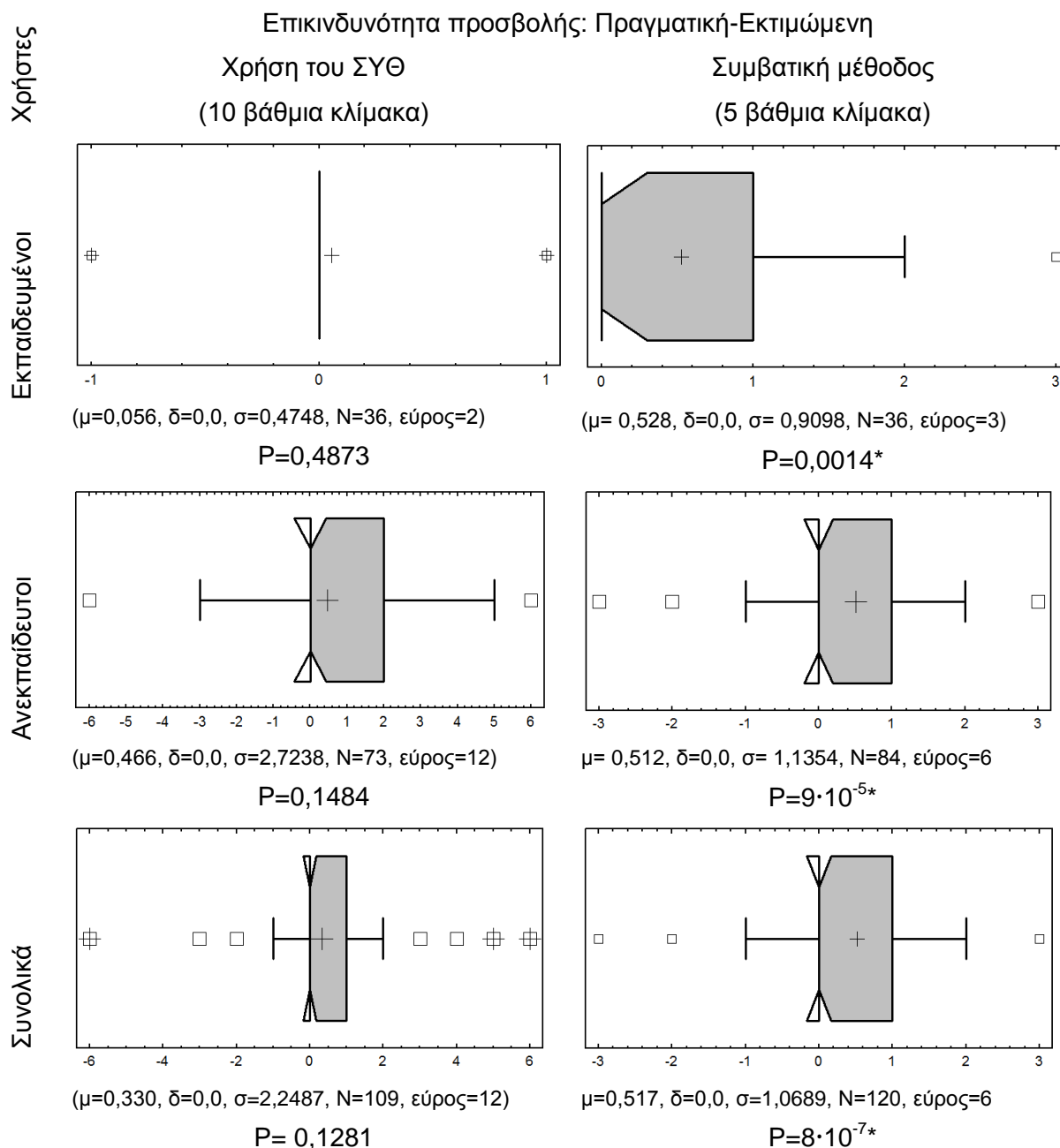


Εικόνα 5.50. Μέση εκτιμώμενη επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ των εκπαιδευμένων και ανεκπαίδευτων χρηστών του ΣΥΘ

Δεν υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P=0,4602$ ,  $N=109$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5%, της μέσης εκτιμώμενης επικινδυνότητας

προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ των ανεκπαιδευτων ( $\mu=5,25$ ,  $N=73$ ) και εκπαιδευμένων χρηστών του ΣΥΘ ( $\mu=5,60$ ,  $N=36$ ). Η αξιοπιστία και η αντικειμενικότητα του ΣΛΑ καθώς και η ευκολία στη χρήση του Κ-ΓΠΣ έγκειται στο γεγονός, ότι οι ανεκπαιδευτοι χρήστες, απάντησαν το ίδιο με τους εκπαιδευμένους χρήστες σχετικά με το πρόβλημα και τα συμπτώματα του ΚΣΦ.

Στην Εικόνα 5.51 φαίνονται τα θηκογράμματα των διαφορών της πραγματικής με την εκτιμώμενη επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ στην περίπτωση των εκπαιδευμένων, ανεκπαιδευτων και συνολικά εκπαιδευμένων και ανεκπαιδευτων χρηστών του ΣΥΘ και της συμβατικής μεθόδου.



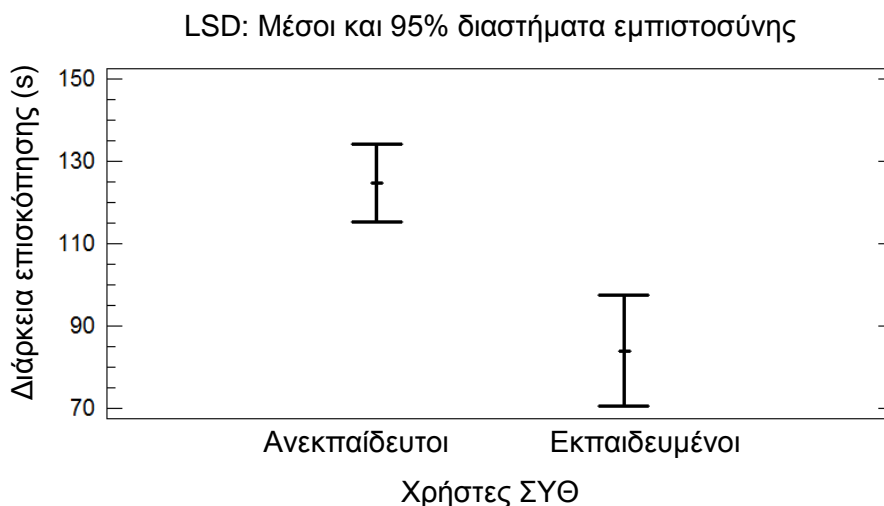
Εικόνα 5.51. Θηκογράμματα των διαφορών της πραγματικής με την εκτιμώμενη επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ

Σημείωση: Ο αστερίσκος (\*) δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά,  $\alpha=0,05$

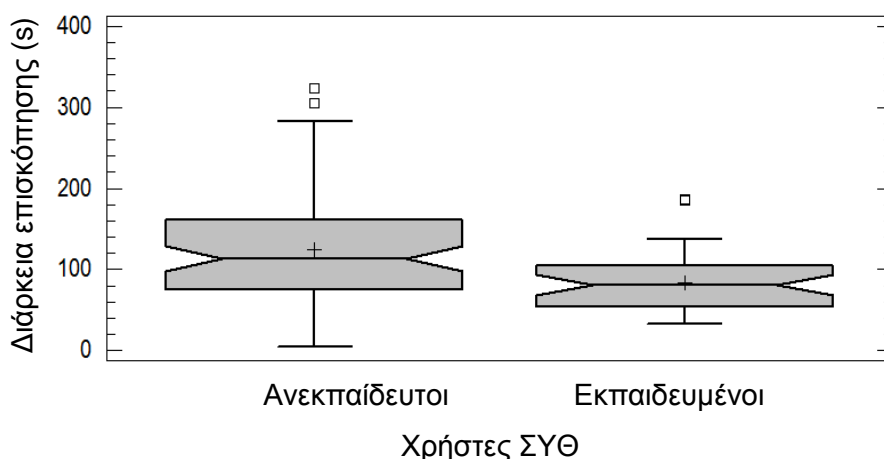
Η σύγκριση μεταξύ πραγματικής και εκτιμώμενης επικινδυνότητας προσβολής έχει γίνει σε σχέση με τον ίδιο κάθε φορά φοίνικα, σύμφωνα με τη δοκιμασία του Student (t-test) για εξαρτημένα δείγματα με τιμές κατά ζεύγη ( $\alpha=0,05$ ).

Σύμφωνα με τα θηκογράμματα (Εικόνα 5.51) δεν υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς μεταξύ πραγματικής και εκτιμώμενης επικινδυνότητας προσβολής του ΚΣΦ από τους εκπαιδευμένους ή/και τους ανεκπαιδευτους χρήστες του ΣΥΘ, σε επίπεδο εμπιστοσύνης  $\alpha=5\%$ . Αντίθετα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ πραγματικής και εκτιμώμενης επικινδυνότητας προσβολής του ΚΣΦ από τους εκπαιδευμένους ή/και τους ανεκπαιδευτους χρήστες της συμβατικής μεθόδου, σε επίπεδο εμπιστοσύνης  $\alpha=5\%$ . Στην περίπτωση του ΣΥΘ, το εύρος της διαφοράς πραγματικής και εκτιμώμενης επικινδυνότητας ήταν μικρότερο σε σχέση με τους ανεκπαιδευτους χρήστες. Επιπλέον, όλες σχεδόν οι επισκοπήσεις των εκπαιδευμένων χρηστών φαίνεται να έδωσαν την πραγματική εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής, σε αντίθεση με τις επισκοπήσεις των ανεκπαιδευτων χρηστών, οι οποίες κατά 50% κινήθηκαν σε ένα εύρος ίσο με 2. Συνολικά για τους εκπαιδευμένους και τους ανεκπαιδευτους χρήστες του ΣΥΘ καθώς και της συμβατικής μεθόδου, το 50% των επισκοπήσεων είχε εύρος 1 και σχεδόν όλες οι επισκοπήσεις είχαν εύρος 3. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η μέθοδος που εφαρμόζεται στο ΣΥΘ είναι 10 βάρη ενώ στη συμβατική 5 βάρη, γεγονός που αναδεικνύει και ενισχύει την αντικειμενικότητα, την αξιοπιστία και αποτελεσματικότητα της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε στο ΣΥΘ σε σχέση με τη συμβατική. Η μέση εκατοστιαία απόκλιση μεταξύ πραγματικής και εκτιμώμενης επικινδυνότητας προσβολής του ΚΣΦ στην περίπτωση του ΣΥΘ (10-βάθμια κλίμακα) είναι 0,56%, 4,66% και 3,3%, για τους εκπαιδευμένους, ανεκπαιδευτους και συνολικά για τις δύο κατηγορίες χρηστών, αντίστοιχα. Οι αντίστοιχες τιμές στη μέση εκατοστιαία απόκλιση μεταξύ πραγματικής και εκτιμώμενης επικινδυνότητας προσβολής στην περίπτωση της συμβατικής μεθόδου (5-βάθμια κλίμακα) είναι 10,56%, 10,24% και 10,34%. Επομένως, το ΣΥΘ είναι πιο αξιόπιστο και πιο αποτελεσματικό από τη συμβατική μέθοδο ως προς την εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ κατά 10%, 5,58% και 7% στην περίπτωση των εκπαιδευμένων, ανεκπαιδευτων και συνολικά των δύο κατηγοριών χρηστών, αντίστοιχα.

Στην Εικόνα 5.52 και στην Εικόνα 5.53 φαίνονται μεταξύ των εκπαιδευμένων και ανεκπαιδευτων χρηστών του ΣΥΘ, η μέση διάρκεια επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ και το θηκόγραμμα της διάρκειας επισκόπησης, αντίστοιχα.



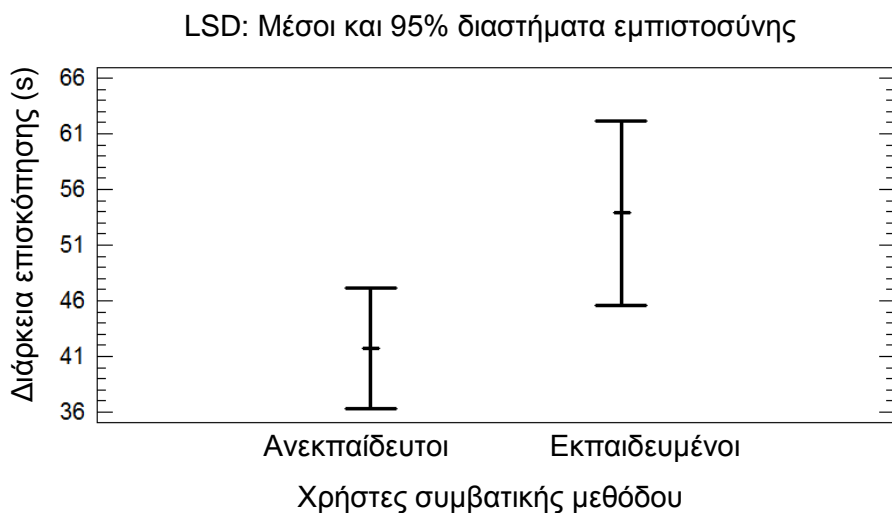
Εικόνα 5.52. Μέση διάρκεια επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ εκπαιδευμένων και ανεκπαιδευτων χρηστών του ΣΥΘ



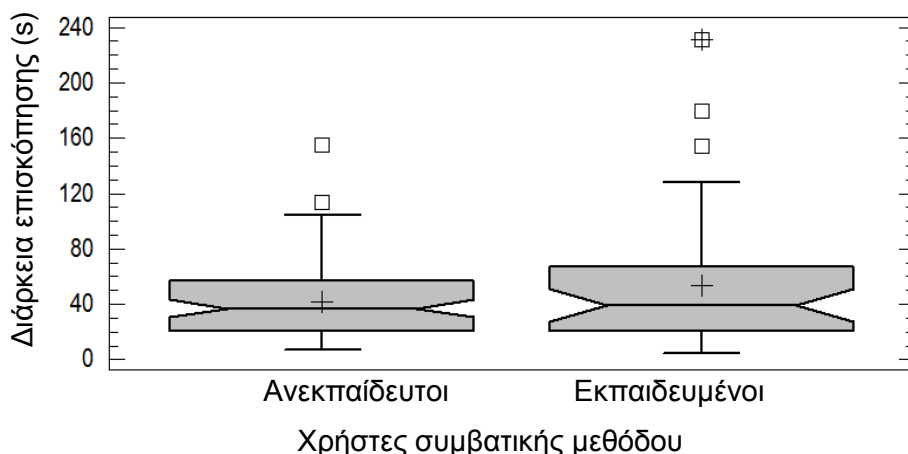
Εικόνα 5.53. Θηκόγραμμα της διάρκειας επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ εκπαιδευμένων και ανεκπαιδευτων χρηστών του ΣΥΘ

Υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P=0,008$ ,  $N=109$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5% μεταξύ της μέσης διάρκειας επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ των ανεκπαιδευτων ( $\mu=124,7s$ ,  $N=73$ , εύρος= $318,0$ ) και εκπαιδευμένων ( $\mu=84,0s$ ,  $N=36$ , εύρος= $153,0$ ) χρηστών του ΣΥΘ. Η διαφορά στην ταχύτητα επισκοπήσεων οφείλεται προφανώς στην καλύτερη εκπαίδευση που έχουν οι εκπαιδευμένοι σε σχέση με τους ανεκπαιδευτους, όσον αφορά την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής και της χρήσης του Κ-ΓΠΣ.

Στην Εικόνα 5.54 και στην Εικόνα 5.55 φαίνονται μεταξύ των εκπαιδευμένων και ανεκπαιδευτων χρηστών της συμβατικής μεθόδου, η μέση διάρκεια επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ και το θηκόγραμμα της διάρκειας επισκόπησης, αντίστοιχα.



Εικόνα 5.54. Μέση διάρκεια επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ εκπαιδευμένων και ανεκπαιδευτων χρηστών της συμβατικής μεθόδου

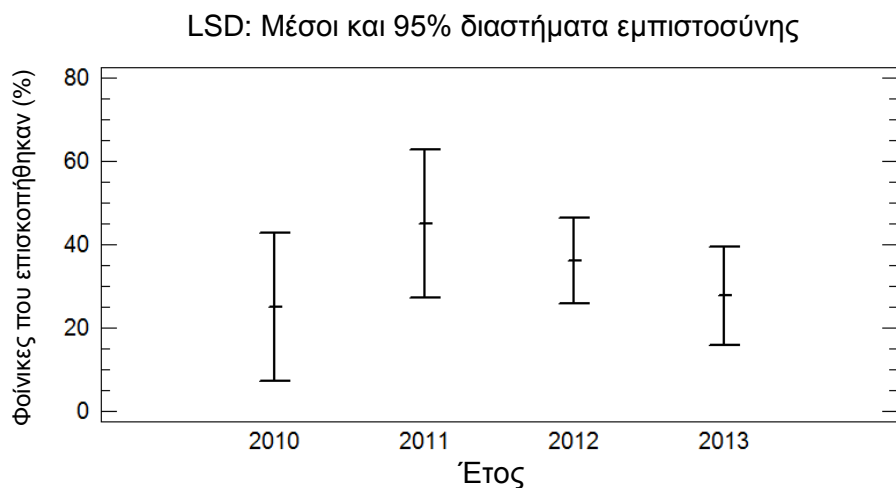


Εικόνα 5.55. Θηκόγραμμα της διάρκειας επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ εκπαιδευμένων και ανεκπαιδευτων χρηστών της συμβατικής μεθόδου

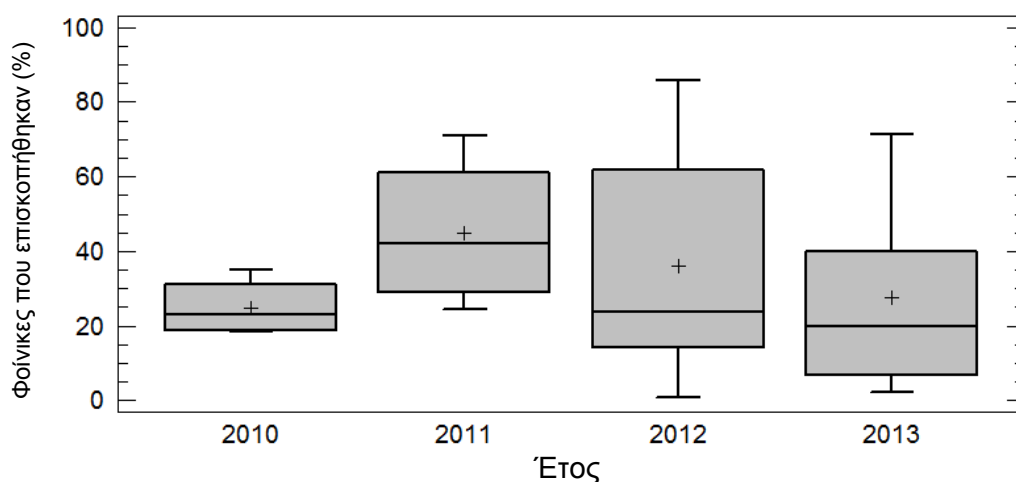
Δεν υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P=0,087$ ,  $N=120$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5% μεταξύ της μέσης διάρκειας επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ των ανεκπαιδευτων ( $\mu=41,7s$ ,  $N=84$ , εύρος= $148,0$ ) και εκπαιδευμένων ( $\mu=53,9s$ ,  $N=36$ , εύρος= $226,0$ ) χρηστών της συμβατικής μεθόδου. Στην περίπτωση ωστόσο της συμβατικής μεθόδου υπάρχει μια υστέρηση των εκπαιδευμένων σε σχέση με τους εκπαιδευμένους χρήστες, που ενδεχομένως δείχνει τον προβληματισμό των εκπαιδευμένων χρηστών κατά τη χρήση της συμβατικής μεθόδου.

Στην Εικόνα 5.56 και στην Εικόνα 5.57 φαίνονται το μέσο εκατοστιαίο ποσοστό και το θηκόγραμμα, αντίστοιχα, του αριθμού των φοινίκων που επισκοπήθηκαν σε μια πλήρη επισκόπηση σε σχέση με τους φοινίκες που καλύπτει η επισκόπηση αυτή, στην περίπτωση του ΣΥΘ. Στην περίπτωση της συμβατικής μεθόδου επισκοπούνται όλοι οι φοινίκες (το 100% των φοινίκων).





Εικόνα 5.56. Μέσο εκατοστιαίο ποσοστό των φοινίκων που επισκοπήθηκαν σε μια πλήρη επισκόπηση

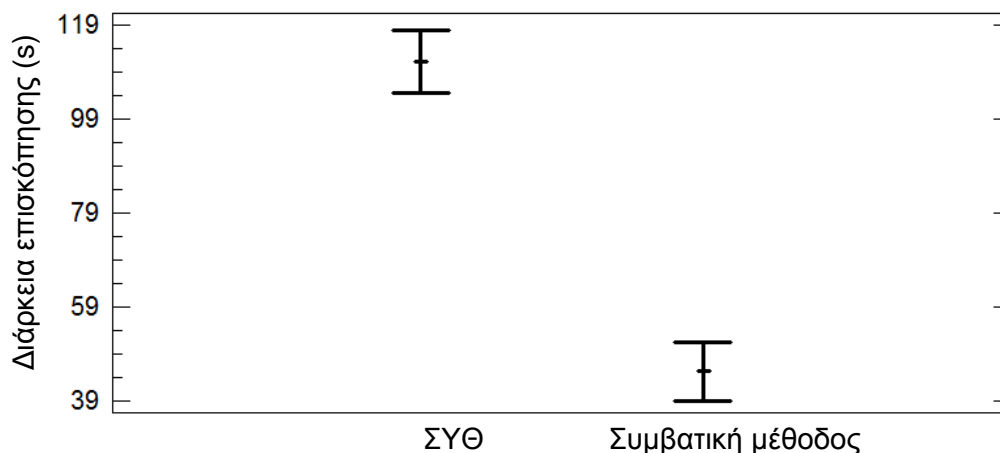


Εικόνα 5.57. Θηκόγραμμα % των φοινίκων που επισκοπήθηκαν σε μια πλήρη επισκόπηση

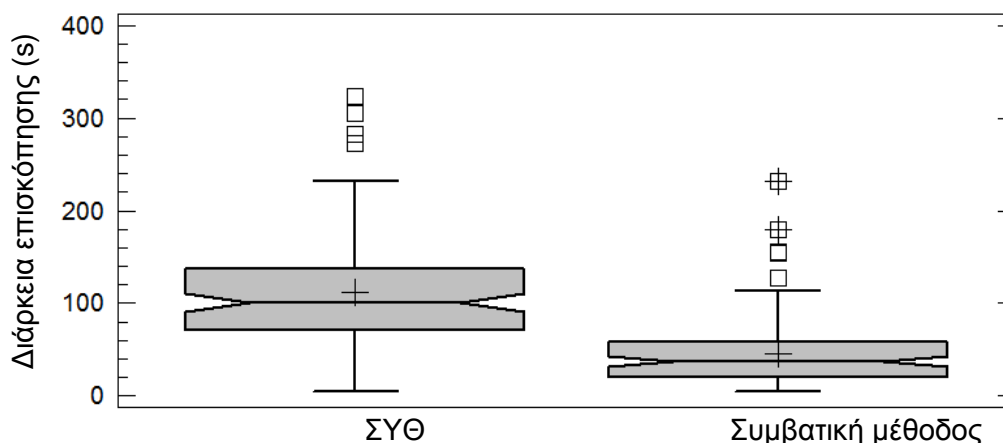
Δεν υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P=0,5808$ ,  $\mu=33,1$ ,  $N=29$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5% μεταξύ των ετών, όσον αφορά το ποσοστό του αριθμού των φοινίκων που επισκοπήθηκαν για προσβολή από το ΚΣΦ στην περίπτωση του ΣΥΘ ( $\mu_{2010}=24,9$ ,  $N_{2010}=4$ ,  $\mu_{2011}=45,0$ ,  $N_{2011}=4$ ,  $\mu_{2012}=36,1$ ,  $N_{2012}=12$ ,  $\mu_{2013}=27,7$ ,  $N_{2013}=9$ ).

Στην Εικόνα 5.58 και στην Εικόνα 5.59 φαίνονται μεταξύ των εκπαιδευμένων και ανεκπαίδευτων χρηστών του ΣΥΘ και της συμβατικής μεθόδου, η μέση διάρκεια επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ και το θηκόγραμμα της διάρκειας επισκόπησης, αντίστοιχα.

LSD: Μέσοι και 95% διαστήματα εμπιστοσύνης



Εικόνα 5.58. Μέση διάρκεια επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ των χρηστών του ΣΥΘ και της συμβατικής μεθόδου

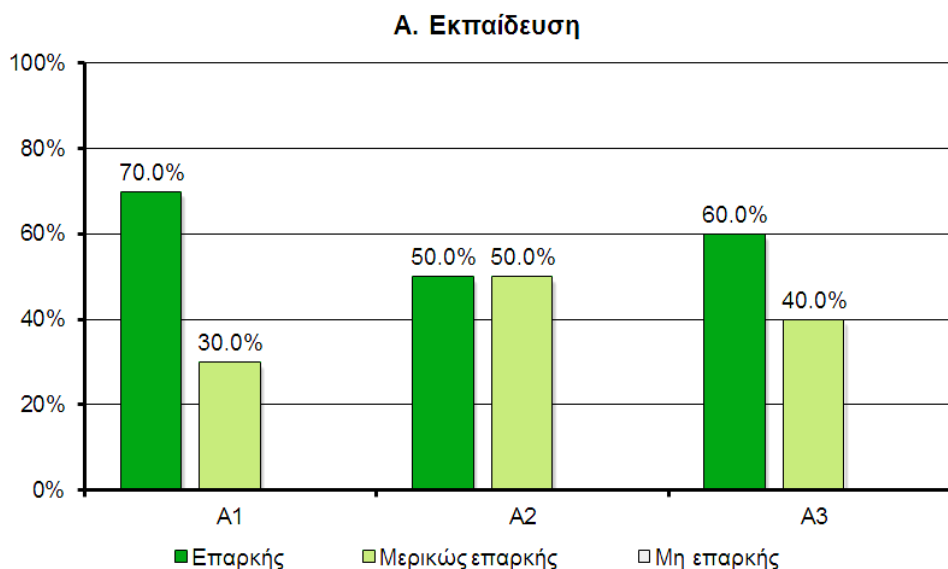


Εικόνα 5.59. Θηκόγραμμα διάρκειας επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ μεταξύ των χρηστών του ΣΥΘ και της συμβατικής μεθόδου

Υπάρχει απόδειξη για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς ( $P=0,000$ ,  $N=229$ ) και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5% μεταξύ της μέσης διάρκειας επισκόπησης της προσβολής από το ΚΣΦ των χρηστών του ΣΥΘ ( $\mu=111,3s$ ,  $N=109$ ,  $\epsilon\acute{\upsilon}\rho\omicron\varsigma=318,0$ ) και των χρηστών της συμβατικής μεθόδου ( $\mu=45,4s$ ,  $N=120$ ,  $\epsilon\acute{\upsilon}\rho\omicron\varsigma=226,0$ ). Η μικρότερη διάρκεια των επισκοπήσεων με τη συμβατική μέθοδο μπορεί να εξηγηθεί από το μικρότερο αριθμό κατηγοριών επικινδυνότητας που έχει σε σχέση με το ΣΛΑ καθώς και από την καταχώρηση των δεδομένων σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων. Ωστόσο, από το μέσο ποσοστό των φοινίκων που επισκοπούνται (33,1%) και τη μέση διάρκεια επισκόπησης κάθε φοίνικα (111,3s) στην περίπτωση του ΣΥΘ καθώς και από το μέσο ποσοστό των φοινίκων που θα έπρεπε να επισκοπηθεί (100%) και τη μέση διάρκεια επισκόπησης κάθε φοίνικα (45,4s) στην περίπτωση της συμβατικής μεθόδου, προκύπτει ότι η μείωση στη διάρκεια επισκόπησης είναι  $(100 \cdot 45,4 - 111,3 \cdot 33,1) / (100 \cdot 45,4) \cdot 100 = 18,9\%$  σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο.

### 5.2.8 Αποτίμηση της λειτουργικότητας του Κ-ΓΠΣ

Για την αποτίμηση της λειτουργικότητας του Κ-ΓΠΣ χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο του Παραρτήματος V. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε τέσσερις κατηγορίες ερωτημάτων, τα οποία αφορούν την επάρκεια της εκπαίδευσης, το γραφικό περιβάλλον, την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής και τη σύγκριση του λογισμικού με τη συμβατική μέθοδο. Η Εικόνα 5.60 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτημάτων σχετικά με την επάρκεια της εκπαίδευσης που πραγματοποιήθηκε στους συμμετέχοντες του ερωτηματολογίου πριν τη διεξαγωγή του πειράματος. Η συμπλήρωση των υπόλοιπων ερωτημάτων έγινε μετά τη διεξαγωγή του πειράματος. Συνολικά στο ερωτηματολόγιο απάντησαν δέκα άτομα.



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- A1 Επάρκεια χρόνου εκπαίδευσης για επεξήγηση της 5-βαθμιας κλίμακας
- A2 Επάρκεια χρόνου εκπαίδευσης για επεξήγηση της 10-βαθμιας κλίμακας
- A3 Επάρκεια χρόνου εκπαίδευσης για εκτίμηση της επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι με χρήση του λογισμικού θέσης CPLAS phoenix (10-βαθμια κλίμακα)

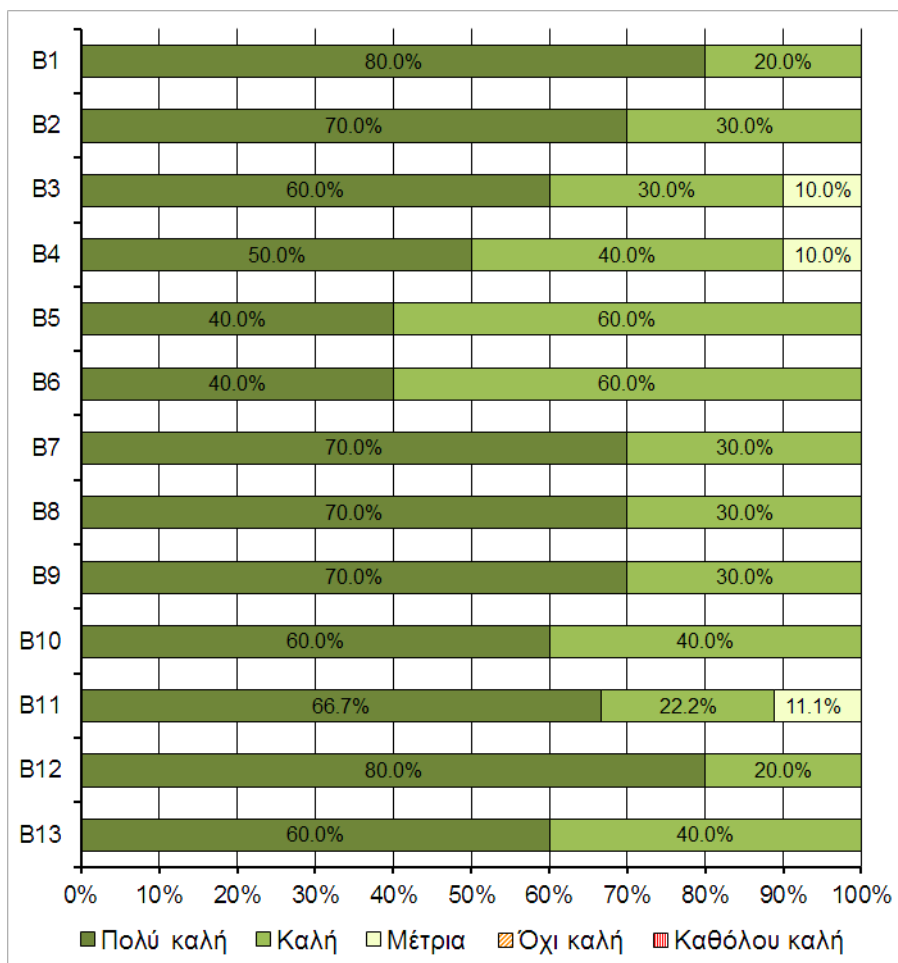
Εικόνα 5.60. Ποσοστά απαντήσεων ερωτηματολογίου σχετικά με την επάρκεια της εκπαίδευσης

Από τα αποτελέσματα των απαντήσεων σχετικά με την επάρκεια της εκπαίδευσης φαίνεται πως στη θεωρητική εξήγηση που δόθηκε στους χρήστες σχετικά με τις δύο μεθόδους κατηγοριοποίησης της επικινδυνότητας προσβολής του ΚΣΦ, η 5-βάθμια κλίμακα είναι ευκολότερη στην κατανόηση από τους χρήστες σε σχέση με την 10-βαθμια κλίμακα και πως η θεωρητική επεξήγηση του λογισμικού φαίνεται πως είναι μεν κατανοητή, αλλά όχι ίσως στο σύνολό της. Ωστόσο, η 10-βάθμια κλίμακα που χρησιμοποιεί το ΣΥΘ σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιηθεί με τη βοήθεια του ΣΛΑ.

Η Εικόνα 5.61 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ερωτημάτων σχετικά με το γραφικό περιβάλλον του λογισμικού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως το γραφικό περιβάλλον του

λογισμικού αντιμετωπίστηκε θετικά (πολύ καλά και καλά) από τους χρήστες σε ποσοστό από 88,9%-100%.

**Β. Γραφικό περιβάλλον λογισμικού**

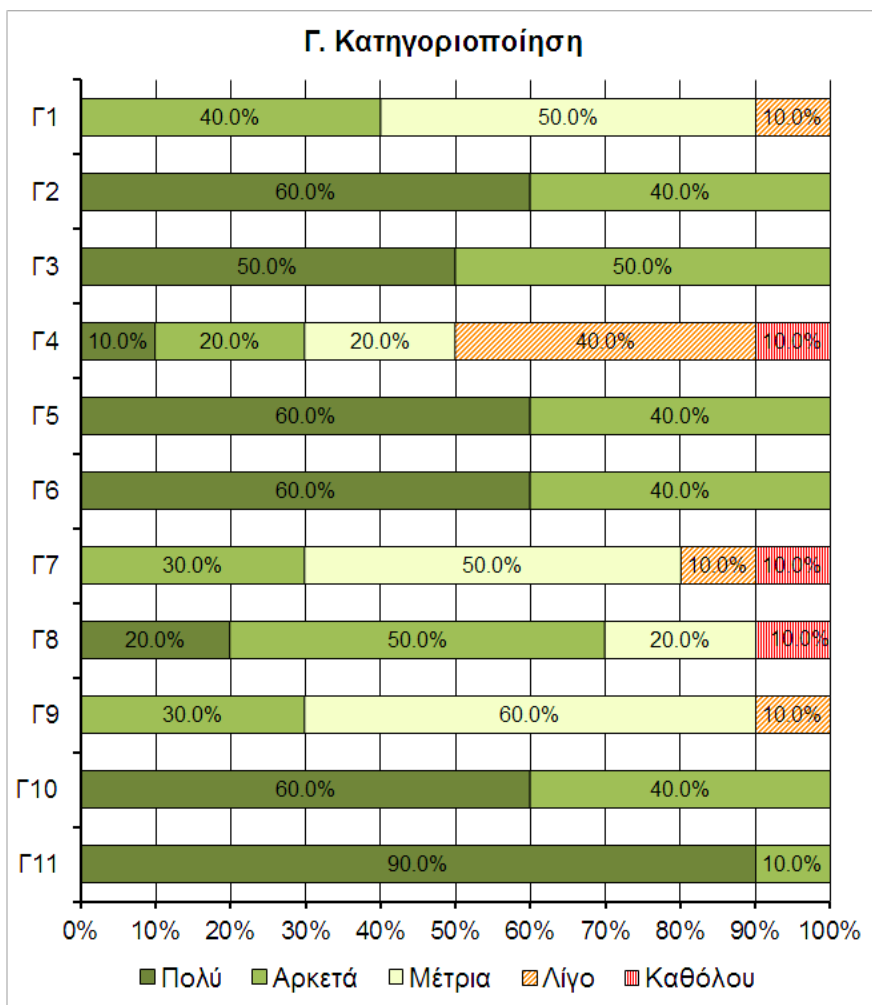


**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

|     |   |
|-----|---|
| B1  | Ευκολία ανάγνωσης δεδομένων/ κειμένου από την οθόνη                         |
| B2  | Ευκρίνεια Μενού πλοήγησης   |
| B3  | Λειτουργικότητα Μενού πλοήγησης   |
| B4  | Ευκρίνεια υπόβαθρου χάρτη   |
| B5  | Ευκρίνεια πολυγώνων στον χάρτη  |
| B6  | Ευκρίνεια σημείων φοινίκων στον χάρτη                                       |
| B7  | Ευκρίνεια Μενού επικινδυνότητας   |
| B8  | Λειτουργικότητα Μενού επικινδυνότητας                                       |
| B9  | Ευκρίνεια Οδηγού επικινδυνότητας  |
| B10 | Λειτουργικότητα Οδηγού επικινδυνότητας                                      |
| B11 | Χρωματική απεικόνιση κατηγοριών επικινδυνότητας                             |
| B12 | Χρησιμότητα Εικόνων με τα συμπτώματα του οδηγού επικινδυνότητας (10-βαθμια) |
| B13 | Ευκολία εισαγωγής επικινδυνότητας   |

Εικόνα 5.61. Ποσοστά απαντήσεων ερωτηματολογίου σχετικά με το γραφικό περιβάλλον του λογισμικού

Η Εικόνα 5.62 παρουσιάζει τα ποσοστά απαντήσεων του ερωτηματολογίου σχετικά με την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ.

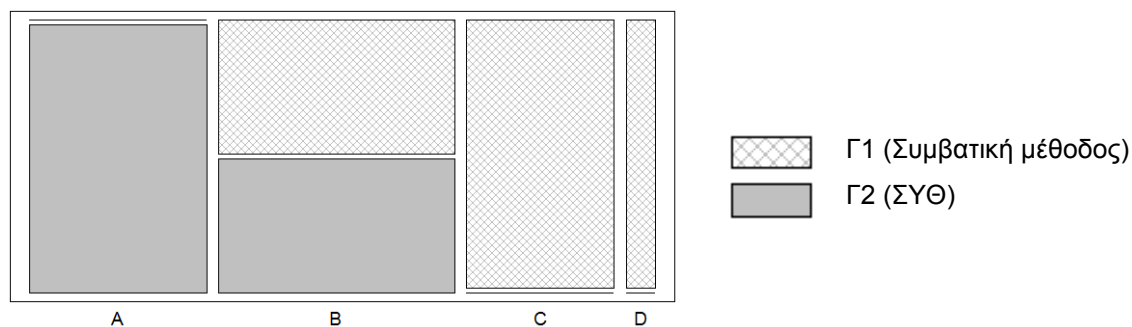


- ΥΠΟΜΝΗΜΑ**
- Γ1 Η 5-βάθμια κλίμακα πόσο καλύπτει το φάσμα των συμπτωμάτων από το κόκκινο σκαθάρι;
  - Γ2 Η 10-βάθμια κλίμακα πόσο καλύπτει το φάσμα των συμπτωμάτων από το κόκκινο σκαθάρι;
  - Γ3 Θεωρείτε την ποσοτική διαβάθμιση των συμπτωμάτων ως απαραίτητο συστατικό της Κλίμακας επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι;
  - Γ4 Η 5-βάθμια κλίμακα δίνει ποσοτικά χαρακτηριστικά των συμπτωμάτων από το κόκκινο σκαθάρι;
  - Γ5 Η 10-βάθμια κλίμακα δίνει ποσοτικά χαρακτηριστικά των συμπτωμάτων από το κόκκινο σκαθάρι;
  - Γ6 Η 5-βάθμια κλίμακα είναι εύκολο να απομνημονευτεί από εσάς;
  - Γ7 Η 10-βάθμια κλίμακα είναι εύκολο να απομνημονευτεί από εσάς;
  - Γ8 Η 5-βάθμια κλίμακα νομίζετε ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από το λογισμικό CPLAS phoenix;
  - Γ9 Η 5-βάθμια κλίμακα πόσο νομίζετε ότι ανταποκρίνεται στην ακριβή εκτίμηση της επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι;
  - Γ10 Η 10-βάθμια κλίμακα πόσο νομίζετε ότι ανταποκρίνεται στην ακριβή εκτίμηση της επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι;
  - Γ11 Το γεγονός ότι 10-βάθμια κλίμακα δίνει τη δυνατότητα για αυτόματη εκτίμηση της επικινδυνότητας για φοίνικες χωρίς εμφανή συμπτώματα, οι οποίοι βρίσκονται κοντά σε προσβεβλημένους φοίνικες, θεωρείται ότι είναι σημαντικό για τον ακριβή προσδιορισμό της επικινδυνότητας μιας περιοχής;

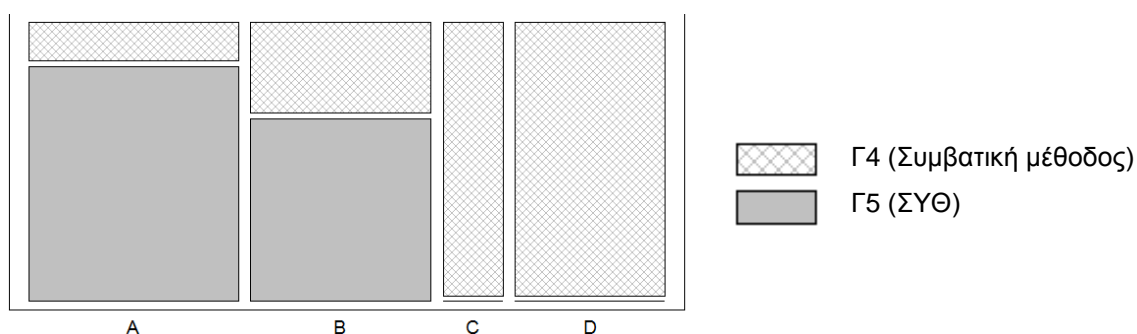
Εικόνα 5.62. Ποσοστά απαντήσεων ερωτηματολογίου σχετικά με την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

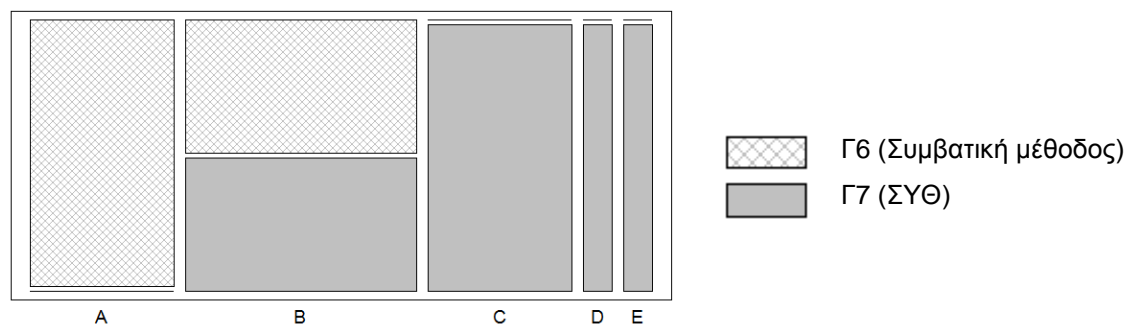
Η Εικόνα 5.66 παρουσιάζει τα μωσαϊκά μεταξύ των ερωτημάτων Γ1-Γ2 (i), Γ4-Γ5 (ii), Γ6-Γ7 (iii) και Γ9-Γ10 (iv) και των απαντήσεων (Α: Πολύ, Β: Αρκετά, C: Μέτρια, D: Όχι καλή, E: Καθόλου καλή) του ερωτηματολογίου σχετικά με την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ.



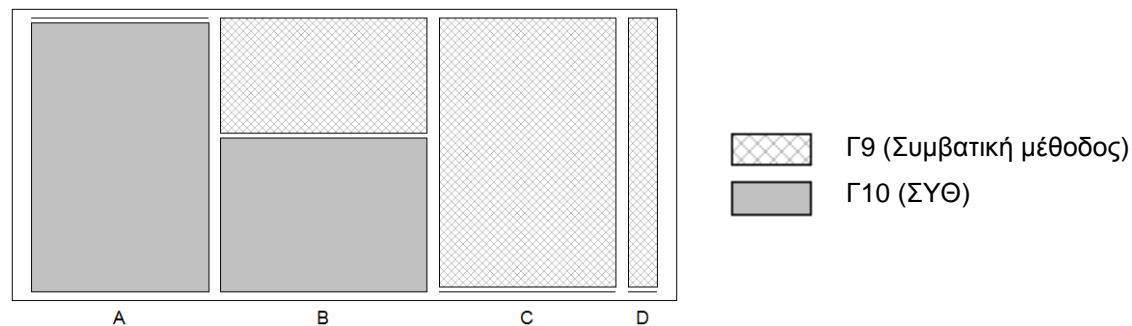
i. Απαντήσεις για τις ερωτήσεις Γ1 και Γ2



iii. Απαντήσεις για τις ερωτήσεις Γ4 και Γ5



iii. Απαντήσεις για τις ερωτήσεις Γ6 και Γ7



iv. Απαντήσεις για τις ερωτήσεις Γ9 και Γ10

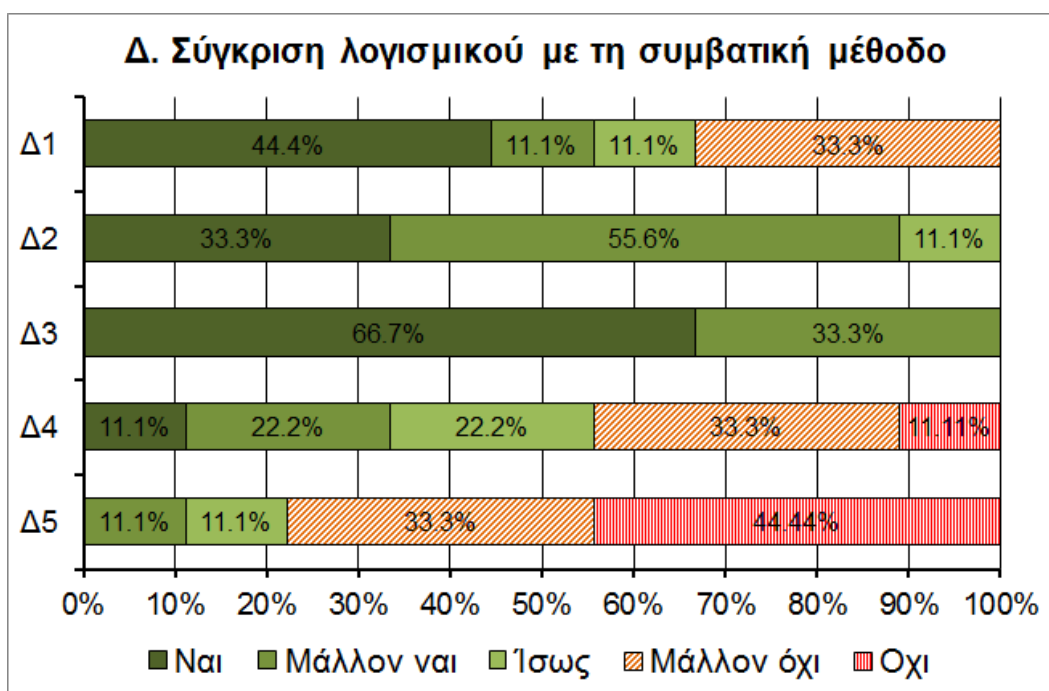
A: Πολύ, B: Αρκετά, C: Μέτρια, D: Όχι καλή, E: Καθόλου καλή

Εικόνα 5.63. Μωσαϊκά μεταξύ ερωτημάτων και απαντήσεων ετικά με την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ

Τα πειραματικά δεδομένα όσον αφορά τον έλεγχο ανεξαρτησίας  $\chi^2$  μεταξύ των ερωτημάτων και των απαντήσεων σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5% δίνουν για τα ερωτήματα Γ1 και Γ2 ( $P=0,0001$ ), Γ4 και Γ5 ( $P=0,0003$ ), Γ6 και Γ7 ( $P=0,0006$ ) καθώς και για τα Γ9 και Γ10 ( $P=0,0000$ ) στατιστικά σημαντικές αποδείξεις ότι οι απαντήσεις δεν είναι ανεξάρτητες από τα ερωτήματα. Από τα αποτελέσματα των ερωτημάτων Γ1 και Γ2, φαίνεται ότι η προτεινόμενη 10-βάθμια κλίμακα του ΣΥΘ θεωρείται ότι καλύπτει πολύ ή αρκετά το φάσμα των συμπτωμάτων του ΚΣΦ (κατά 60% περισσότερο σε σχέση με τη συμβατική προσέγγιση). Επίσης, από τις απαντήσεις του ερωτήματος Γ3, φαίνεται πως οι χρήστες θεωρούν πολύ και αρκετά αρκετά έως πολύ απαραίτητη την ποσοτική διαβάθμιση των συμπτωμάτων ως απαραίτητο συστατικό της κλίμακας επικινδυνότητας για το ΚΣΦ, στοιχείο που διαθέτει η 10-βάθμια κλίμακα του ΣΥΘ, ενώ δεν διαθέτει η 5-βάθμια κλίμακα της συμβατικής μεθόδου. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα των ερωτημάτων Γ4 και Γ5, όπου αναγνωρίζεται ότι η 10-βάθμια κλίμακα του ΣΥΘ δίνει αρκετά έως πολύ ικανοποιητικά ~~δίνει κατά 70% πολύ ή αρκετά~~, τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των συμπτωμάτων, (κατά 70% σε σχέση με την 5-βάθμια κλίμακα της συμβατικής μεθόδου). Από τις απαντήσεις των ερωτημάτων Γ6 και Γ7, φαίνεται πως η 5-βάθμια κλίμακα είναι πολύ ή αρκετά εύκολο να απομνημονευτεί (κατά 70% σε σχέση με την 10-βάθμια κλίμακα). Για το λόγο αυτό, η 10-βάθμια κλίμακα χρησιμοποιείται, όπως αρχικά ήταν σχεδιασμένη, με τη βοήθεια ΣΛΑ και Κ-ΓΠΣ. Η 5-βάθμια κλίμακα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ερωτήματος Γ8, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί πολύ ή αρκετά (κατά 70%) από το προτεινόμενο λογισμικό ~~κατά 70%~~. Από τα αποτελέσματα των ερωτημάτων Γ9 και Γ10, φαίνεται ότι η προτεινόμενη 10-βάθμια κλίμακα του ΣΥΘ θεωρείται ότι ανταποκρίνεται αρκετά έως πολύ καλύτερα στην ακριβή εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ (κατά 70% σε σχέση με την 5-βάθμια κλίμακα της συμβατικής μεθόδου). Από το αποτέλεσμα του ερωτήματος Γ11, προκύπτει ότι η αυτόματη εκτίμηση της επικινδυνότητας για φοίνικες χωρίς εμφανή συμπτώματα, οι οποίοι βρίσκονται κοντά σε προσβεβλημένους φοίνικες (χαρακτηριστικό που διαθέτει το λογισμικό που αναπτύχθηκε), θεωρείται από το σύνολο των χρηστών (100%, πολύ, ή αρκετά), ότι είναι σημαντικό για τον ακριβή προσδιορισμό της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ μιας περιοχής.

Η Εικόνα 5.64 παρουσιάζει τα ποσοστά απαντήσεων ερωτηματολογίου σχετικά με τη σύγκριση του λογισμικού με τη συμβατική μέθοδο. Από τα αποτελέσματα των ερωτημάτων Δ1 και Δ2, φαίνεται ότι η προτεινόμενη 10-βάθμια κλίμακα θεωρείται ότι είναι ταχύτερη για μεγάλο αριθμό φοινίκων σε σχέση με την 5-βάθμια κλίμακα. Από την απάντηση του ερωτήματος Δ3, προκύπτει η ανωτερότητα της 10-βάθμιας κλίμακας σε σχέση με την 5-βάθμια, όσον αφορά στη σχέση με την ακρίβεια εκτίμησης της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ. Από τα αποτελέσματα των ερωτημάτων Δ4 και Δ5, φαίνεται πως η εκτίμηση της επικινδυνότητας δεν είναι σίγουρο ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη συμβατική μέθοδο, για φοίνικες χωρίς εμφανή συμπτώματα, οι οποίοι βρίσκονται κοντά σε προσβεβλημένους φοίνικες, ενώ είναι πολύ δύσκολο να πραγματοποιηθεί με τη συμβατική

μέθοδο, για φοίνικες χωρίς εμφανή συμπτώματα, οι οποίοι βρίσκονται διασκορπισμένοι σε μεγάλη έκταση.



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

|    |  |
|----|--|
| Δ1 | Το Cplas rhoenix είναι ταχύτερο για μεγάλο αριθμό φοινίκων;  |
| Δ2 | Η εκτίμηση με το χέρι-χαρτί είναι ταχύτερη για μικρό αριθμό φοινίκων;  |
| Δ3 | Το Cplas rhoenix δίνει τη δυνατότητα για εκτίμηση της επικινδυνότητας με μεγαλύτερη ακρίβεια;  |
| Δ4 | Η αυτόματη εκτίμηση της επικινδυνότητας για φοίνικες χωρίς εμφανή συμπτώματα, οι οποίοι βρίσκονται κοντά σε προσβεβλημένους φοίνικες, θεωρείται ότι θα ήταν εφικτή να πραγματοποιηθεί επιτόπου με τη μέθοδο χέρι-χαρτί;  |
| Δ5 | Η αυτόματη εκτίμηση της επικινδυνότητας για φοίνικες χωρίς εμφανή συμπτώματα, οι οποίοι βρίσκονται κοντά σε προσβεβλημένους φοίνικες, θεωρείται ότι θα ήταν εφικτή να πραγματοποιηθεί επιτόπου με τη μέθοδο χέρι-χαρτί για φοίνικες που βρίσκονται διασκορπισμένοι σε μεγάλη έκταση; |

Εικόνα 5.64. Ποσοστά απαντήσεων ερωτηματολογίου σχετικά με τη σύγκριση του λογισμικού με τη συμβατική μέθοδο

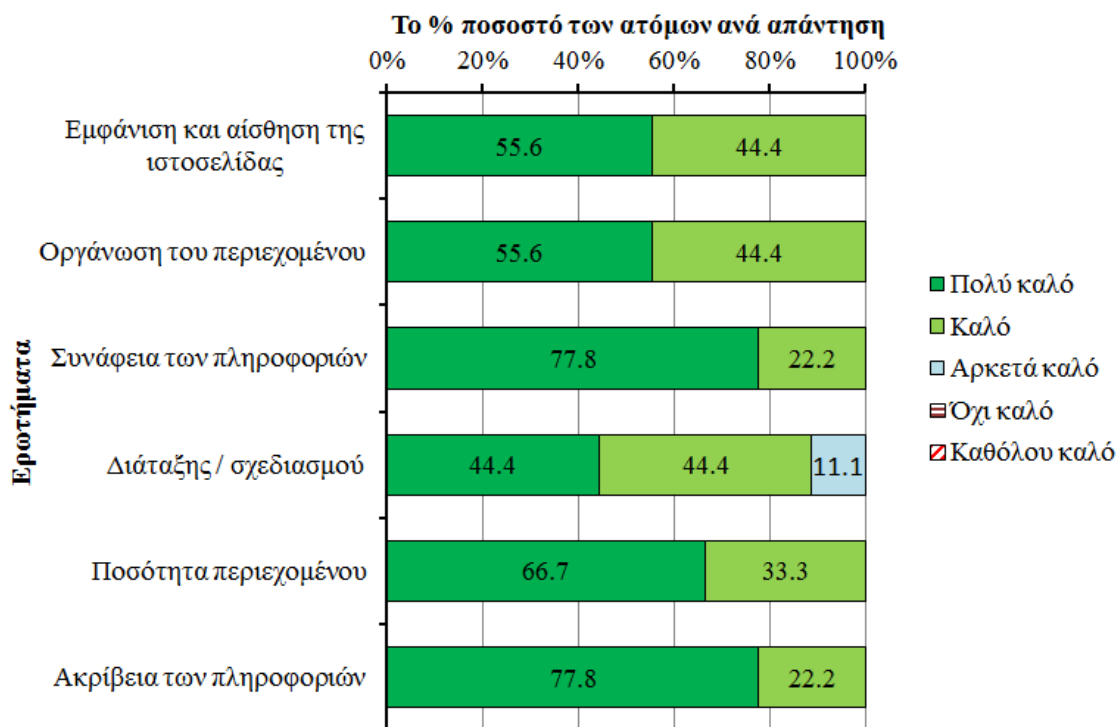
### 5.2.9 Αποτίμηση ιστότοπου και Δ-ΓΠΣ

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων στο Διαδικτυακό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ιστότοπου του ΣΥΘ σχετικά με τη βαθμολόγηση από τον χρήστη χαρακτηριστικών του ιστότοπου παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.65. Από τα αποτελέσματα των απαντήσεων σχετικά με τα χαρακτηριστικά του ιστότοπου, προκύπτει ότι για όλα τα χαρακτηριστικά του ιστότοπου, αυτά είναι πολύ καλά και καλά σε ποσοστό μεγαλύτερο του 88,8%. Αυτό δείχνει

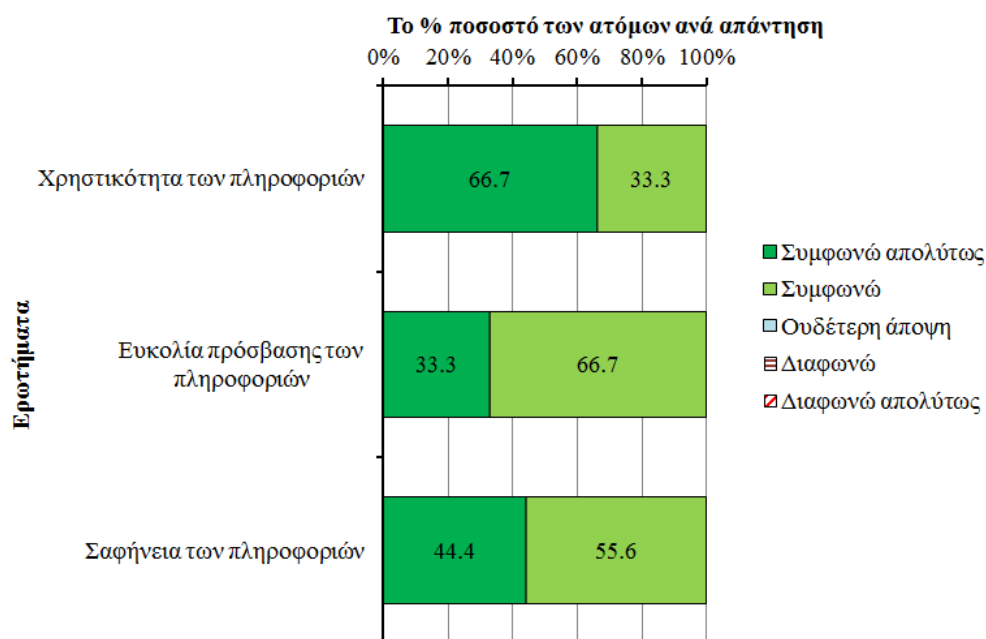


πως οι χρήστες γενικά, σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά του ιστότοπου, αποδέχτηκαν πολύ θετικά τον ιστότοπο.

Τα αποτελέσματα των απαντήσεων στο Διαδικτυακό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ιστότοπου του ΣΥΘ σχετικά με την πληροφορία που διατίθεται από τον ιστότοπο παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.66. Από τα αποτελέσματα των απαντήσεων σχετικά με την πληροφορία που διατίθεται από τον ιστότοπο, προκύπτει ότι η χρησιμότητα, η ευκολία πρόσβασης, η συνάφεια και η σαφήνεια των πληροφοριών του ιστότοπου αντιμετωπίστηκαν από τους χρήστες πολύ σε ποσοστό 100% και η διάταξη και ο σχεδιασμός κατά 88,8% θετικά (πολύ καλά και καλά).



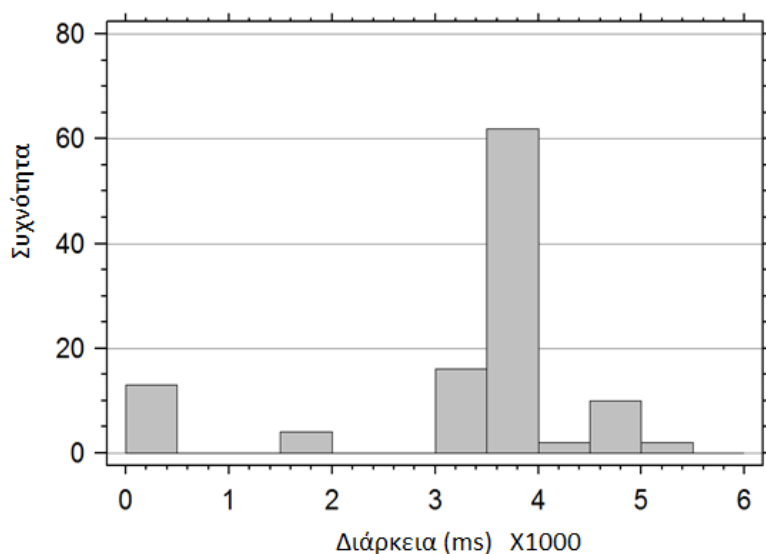
Εικόνα 5.65 Απαντήσεις στο Διαδικτυακό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ιστότοπου του ΣΥΘ σχετικά με τη βαθμολόγηση από τον χρήστη χαρακτηριστικών του ιστότοπου



Εικόνα 5.66 Απαντήσεις στο Διαδικτυακό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ιστότοπου του ΣΥΘ σχετικά με πληροφορία που διατίθεται από τον ιστότοπο

### 5.2.10 Αποτίμηση της διάρκειας απόκρισης των υπηρεσιών Ιστού του ΣΥΘ

Οι υπηρεσίες ιστού για την ανάκτηση και τη χαρτογράφηση των φοινίκων και των εντομοπαγίδων του Διαδικτυακού χάρτη του ΣΥΘ αξιολογήθηκαν ως προς τη διάρκεια απόκρισής τους σε πραγματικές συνθήκες. Η διάρκεια υπολογίστηκε από τη χρονική στιγμή που έστειλε ο χρήστης το αίτημα στον εξυπηρέτη μέχρις ότου την πλήρη εμφάνιση των αποτελεσμάτων του αιτήματος στον φυλλομετρητή του χρήστη. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.67.



Εικόνα 5.67 Διάρκεια απόκρισης των υπηρεσιών Ιστού του Διαδικτυακού χάρτη του ΣΥΘ

Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειών που αφορά την ολοκλήρωση των υπηρεσιών Ιστού, έχει διάρκεια μεταξύ 3s και 5,5s, περίπου. Αυτό δείχνει πως ο Διαδικτυακός χάρτης ανταποκρίνεται σχετικά γρήγορα στα αιτήματα των χρηστών.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

### 6.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η υλοποίηση ενός αγροπεριβαλλοντικού Συστήματος Υπηρεσιών Θέσης (ΣΥΘ) για τη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο, που έχουν έντονα χωροχρονικά χαρακτηριστικά. Το προτεινόμενο ΣΥΘ αποσκοπεί στη μείωση του αριθμού και του κόστους των επεμβάσεων, στην αύξηση της αποτελεσματικότητας, στην καταγραφή και διαχείριση των εντομολογικών προσβολών, στην καταγραφή του ιστορικού των επεμβάσεων, στην προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας από τις επεμβάσεις καθώς και στην εξασφάλιση αγρο-ιχνηλασιμότητας.

Πραγματοποιήθηκε εκτενής ανασκόπηση της βιβλιογραφίας όσον αφορά στις ΥΘ και στις χρησιμοποιούμενες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), όπως είναι τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΓΠΣ), τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (ΑΔΑ), τα Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ) και τα Συστήματα Λήψης Αποφάσεων (ΣΛΑ), από όπου προέκυψε η δυνατότητα χρήσης Υπηρεσιών Θέσης (ΥΘ) στη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός της αρχιτεκτονικής του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ συνδυάζοντας ΥΘ και ΤΠΕ στο πλαίσιο της ΓΑ και των αρχών της ΟΔΕΟ.

Η παρούσα διατριβή υιοθέτησε μια νέα προσέγγιση στην αντιμετώπιση εντομολογικών κινδύνων, χρησιμοποιώντας ΥΘ για τη διαχείριση της χωροχρονικής παραλλακτικότητας, ενώ παράλληλα καθοδηγήθηκε από τους ισχύοντες περιβαλλοντικούς και γεωργικούς κανονισμούς και εκμεταλλεύτηκε τις ΤΠΕ κατά τρόπο που να διευκολύνει τη συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων. Η νέα προσέγγιση χρησιμοποίησε υπάρχουσες προσεγγίσεις στον τομέα των ΥΘ, εισήγαγε νέα στοιχεία και χαρακτηριστικά, ώστε να μπορεί να εξυπηρετήσει τη διαχείριση των εντομολογικών κινδύνων σε γεωργικές καλλιέργειες και στο αστικό πράσινο. Συγκεκριμένα, στην παρούσα διατριβή:

α) Βελτιώθηκε η υπάρχουσα αλυσίδα εφοδιασμού των ΥΘ, εισάγοντας:

- τη χρήση παρόχων περιεχομένου υπηρεσιών Ιστού και δεδομένων,
- τη δυνατότητα ο στόχος να μπορεί να είναι και χρήστης, ανάλογα με την ΥΘ και τον ρόλο των συμμετεχόντων στη διαδικασία αντιμετώπισης των επιβλαβών εντόμων,
- τη δυναμική επιλογή του τρόπου εντοπισμού της θέσης, και
- την αποστολή στον πάροχο των ΥΘ, πέραν των δεδομένων θέσης και των δεδομένων περιεχομένου.

β) Επεκτάθηκε και βελτιώθηκε η υπάρχουσα κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους, εισάγοντας ένα νέο επίπεδο που αφορά στα αγροπεριβαλλοντικά ΣΥΘ.

γ) Επεκτάθηκε και βελτιώθηκε η υπάρχουσα κατηγοριοποίηση των ΥΘ σε σχέση με τις τεχνολογίες που ενσωματώνονται σε αυτές, καθορίζοντας τις ΤΠΕ που απαιτούνται για τη δημιουργία του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ.

δ) Προτάθηκαν και δοκιμάστηκαν νέες ΥΘ, προσαρμοσμένες στις ανάγκες διαχείρισης εντομολογικών προβλημάτων στη γεωργία και στο αστικό πράσινο.

ε) Υιοθετήθηκε και αναπτύχθηκε η αρχιτεκτονική του ενδιάμεσου λογισμικού, συμπεριλαμβάνοντας τη δικτυο-κεντρική και τη συσκευο-κεντρική προσέγγιση όσον αφορά στην προέλευση των πληροφοριών θέσης.

Το αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ χρησιμοποιήθηκε και αξιολογήθηκε σε πραγματικές συνθήκες σε δύο εφαρμογές οι οποίες χαρακτηρίζονται από χωροχρονική παραλλακτικότητα του εντομολογικού προβλήματος και πολυπλοκότητα της διαχείρισης και αντιμετώπισης του εντομολογικού κινδύνου. Η πρώτη προέρχεται από τον γεωργικό τομέα και είναι ο δολωματικός ψεκασμός από το έδαφος του δάκου της καλλιεργούμενης ελιάς και η δεύτερη προέρχεται από το αστικό πράσινο και αφορά την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του κόκκινου σκαθαριού των φοινικοειδών (ΚΣΦ) σε φοινικοειδή που βρίσκονται σε αστικό πράσινο:

α. Ο δάκος της ελιάς είναι το πιο σημαντικό επιβλαβές έντομο της καλλιεργούμενης ελιάς, το οποίο προσβάλλει τους ελαιόκαρπους, προκαλώντας εξαιρετικά μεγάλες ποιοτικές και ποσοτικές απώλειες στην παραγωγή ελαιολάδου ή κονσερβοποιήσιμου ελαιοκάρπου. Ο έλεγχος του δάκου βασίζεται κυρίως σε χημικές επεμβάσεις, καθώς θεωρούνται πιο αποτελεσματικές και λιγότερο δαπανηρές από άλλες μεθόδους. Κατά τη διάρκεια των ψεκασμών από το έδαφος δημιουργούνται προβλήματα, όπως ψεκασμοί εκτός στόχου, κοντά ή μέσα σε προστατευμένες περιοχές, με ακατάλληλες καιρικές συνθήκες καθώς και υπερβολικοί ψεκασμοί, που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την υγεία των ανθρώπων, άλλες καλλιέργειες και το περιβάλλον. Για να αποφευχθούν ακατάλληλοι ψεκασμοί, η υιοθετήθηκε μια νέα προσέγγιση, η οποία περιλαμβάνει την ακριβή γνώση των χαρακτηριστικών καλλιέργειας, τις μετεωρολογικές συνθήκες και τα χωροχρονικά χαρακτηριστικά της δυναμικής του πληθυσμού των εντόμων.

Τα πειραματικά αποτελέσματα όσον αφορά το δάκο της ελιάς, έδειξαν ότι:

- Με τη χρήση του ΣΥΘ κατά τους δολωματικούς ψεκασμούς από το έδαφος, μειώθηκε το χρησιμοποιούμενο ψεκαστικό διάλυμα κατά μέσο όρο 4,85% σε σχέση με τη συμβατική προσέγγιση. Κατ'επέκταση, στην πράξη, αν συνυπολογίσουμε ότι το υδατικό διάλυμα που χρησιμοποιείται στους δολωματικούς ψεκασμούς του δάκου είναι πυκνότερο σε δραστική ουσία κατά δέκα φορές σε σχέση με τους

ψεκασμούς καλύψεως, γίνεται αντιληπτό ότι η μείωση στη δραστική ουσία είναι πολύ σημαντική. Επομένως, η μείωση του διαλύματος και της δραστικής ουσίας με τη χρήση του ΣΥΘ επιτυγχάνει την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας, καθώς και για τη μείωση του κόστους των επεμβάσεων.

- Με τη χρήση του ΣΥΘ διαπιστώθηκε ότι η διάρκεια των ψεκασμών ήταν κατά μέσο όρο 17,34% μικρότερη σε σχέση με διάρκεια των ψεκασμών με τον συμβατικό τρόπο ψεκασμού, μειώνοντας το κόστος των λειτουργικών εξόδων όπως τα καύσιμα που απαιτούνται για τη διενέργεια των ψεκασμών και το αγρο-περιβαλλοντικό αποτύπωμα.
- Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκε το ΣΥΘ υπήρξε αύξηση της αποτελεσματικότητας των ψεκασμών κατά μέσο όρο 5,73% σε σχέση με τον συμβατικό τρόπο ψεκασμού, επειδή οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν σε κατάλληλες μετεωρολογικές συνθήκες και ανάλογα με τη χωρική κατανομή της επικινδυνότητας της προσβολής από το δάκο.
- Το ΣΥΘ σε σχέση με τον συμβατικό τρόπο διαχείρισης είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή ψεκασμών εκτός στόχου και ψεκασμών της ίδιας περιοχής πάνω από μία φορά, στοιχεία που κρίνονται σημαντικά τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας, όσο και της μείωσης του κόστους των επεμβάσεων. Τέλος, το ΣΥΘ παρείχε αγρο-ιχνηλασιμότητα και καταγραφή του ιστορικού των επεμβάσεων, στοιχεία που απουσιάζουν από τον συμβατικό τρόπο ψεκασμού. Επομένως, το ΣΥΘ μπορεί να αποδειχθεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τους ελαιοκαλλιεργητές, τους επιστήμονες και τους φορείς που συμμετέχουν στην αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς, προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα και να μειωθεί το κόστος από επεμβάσεις φυτοπροστασίας από το έδαφος και να αποφευχθούν αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον, τις προστατευόμενες και τις κατοικήσιμες περιοχές.

β. Το ΚΣΦ αποτελεί το κυριότερο εντομολογικό πρόβλημα των φοινικοειδών στη λεκάνη της Μεσογείου και από το 2007 έχει χαρακτηριστεί για την Ευρώπη ως έντομο καραντίνας. Η έγκαιρη διάγνωση και η φυτοϋγειονομικώς ασφαλής αφαίρεση των προσβολών εμποδίζει την εξάπλωση του εντόμου σε άλλους φοίνικες. Το προτεινόμενο ΣΥΘ εστιάστηκε στην έγκαιρη ανίχνευση του εντόμου, στην αξιόπιστη διαχείρισή του, στην εκτέλεση εστιασμένων επεμβάσεων, στον έλεγχο του εντόμου και στην πιθανή εξάλειψή του. Για να επιτευχθεί αυτό το προτεινόμενο αγροπεριβαλλοντικό ΣΥΘ περιέλαβε υπηρεσίες για τη χαρτογράφηση των προσβεβλημένων περιοχών, την εκτίμηση της επικινδυνότητας των φοινίκων, τη χωροχρονική ανάλυση της προσβολής καθώς και τον σχεδιασμό και την εφαρμογή επεμβάσεων.

Τα πειραματικά αποτελέσματα όσον αφορά το ΚΣΦ, έδειξαν ότι:

- Το ΣΥΘ είναι πιο αξιόπιστο και πιο αποτελεσματικό από τη συμβατική μέθοδο ως προς την εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής κατά μέσο όρο 10%, 5,58% και 7% στις περιπτώσεις των εκπαιδευμένων, ανεκπαίδευτων και συνολικά των δύο κατηγοριών χρηστών, αντίστοιχα.
- Με τη χρήση του ΣΥΘ μειώθηκε ο αριθμός των φοινίκων που απαιτείται να επισκοπηθούν κατά 33,1% σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο. Από τη μείωση του αριθμού αυτού και από τη μείωση της μέσης διάρκειας επισκόπησης κάθε φοινίκια προκύπτει ότι η διάρκεια των επισκοπήσεων μειώθηκε κατά μέσο όρο 18,9% σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο. Η μείωση του αριθμού των φοινίκων που επισκοπούνται και της διάρκειας των επισκοπήσεων έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους των επισκοπήσεων.
- Η διαχείριση με τη χρήση του ΣΥΘ είχε ως αποτέλεσμα να αποτραπούν οι προσβολές και να μειωθούν οι απώλειες φοινίκων λόγω του ΚΣΦ κατά 73,7% και 72,3% αντίστοιχα. Με τη χρήση του ΣΥΘ κατέστη δυνατόν να γίνει μια πολύ καλή διαχείριση και να επιτευχθεί αναβάθμιση πολλών προσβεβλημένων φοινίκων καθώς και να μειωθούν οι νέες προσβολές.
- Από τα αποτελέσματα ερωτηματολογίου σχετικά με την επικινδυνότητα προσβολής από το ΚΣΦ, οι χρήστες απάντησαν θετικά (πολύ ή αρκετά) κατά 60% περισσότερο στο ΣΥΘ σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο, όσον αφορά το πόσο κάθε προσέγγιση καλύπτει το φάσμα των συμπτωμάτων από το ΚΣΦ.
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, το 70% των ερωτηθέντων απαντά ότι το ΣΥΘ δίνει ποσοτικά χαρακτηριστικά των συμπτωμάτων και ανταποκρίνεται καλύτερα στην ακριβή εκτίμηση της επικινδυνότητας προσβολής σε σχέση με τη συμβατική προσέγγιση. Οι χρήστες απάντησαν 100% θετικά (πολύ ή αρκετά) όσον αφορά την ποσοτική διαβάθμιση των συμπτωμάτων ως απαραίτητο συστατικό της κλίμακας επικινδυνότητας προσβολής και επίσης 100% θετικά (πολύ ή αρκετά) όσον αφορά τη σημαντικότητα στον ακριβή προσδιορισμό της επικινδυνότητας μιας περιοχής με αυτόματη εκτίμηση. Και τα δύο αυτά χαρακτηριστικά, η ποσοτική διαβάθμιση των συμπτωμάτων και η αυτόματη εκτίμηση της προσβολής είναι χαρακτηριστικά του ΣΛΑ και του Κινητού Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος (Κ-ΓΠΣ) του ΣΥΘ.
- Από τα αποτελέσματα των απαντήσεων στο Διαδικτυακό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ιστότοπου του ΣΥΘ, σχετικά με την πληροφορία που διατίθεται από τον ιστότοπο, προκύπτει ότι η χρηστικότητα, η ευκολία πρόσβασης, η συνάφεια και η σαφήνεια των πληροφοριών του ιστότοπου του ΣΥΘ αξιολογήθηκαν από τους χρήστες θετικά (πολύ καλο ή καλό) σε ποσοστό 100%.

Τα ποσοστά για τη διάταξη και το σχεδιασμός του ιστοτόπου του ΣΥΘ ήταν 88,8% θετικά (πολύ καλά και καλά).

Συμπερασματικά, με τη χρήση του προτεινόμενου αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ επιτεύχθηκε αξιολογή μείωση των επεμβάσεων και του κόστους, αύξηση της αποτελεσματικότητας, προστασία του περιβάλλοντος, της δημόσιας υγείας και των προστατευμένων περιοχών κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων. Το ΣΥΘ προσαρμόζεται σε βελτιώσεις και τροποποιήσεις, επιτρέπει την αξιολόγηση και καταγραφή/ιχνηλασιμότητα κάθε δραστηριότητας, διατηρεί ιστορικό και έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται ανάλογα και σε άλλα έντομα, άλλες καλλιέργειες, ή άλλα συστήματα καλλιέργειας. Επιπλέον, παρέχει εργαλεία ενημέρωσης της θέσης, τα οποία βοηθούν τους χρήστες να πραγματοποιούν χωρικά ερωτήματα, πλοήγηση σε επιλεγμένους στόχους καθώς και βελτιστοποίηση του τρόπου των επισκοπήσεων. Μπορεί να ενσωματώνει τα αποτελέσματα της έρευνας, τους κανόνες της νομοθεσίας και να παρουσιάζει αναλυτικά όλα τα σχετικά στοιχεία που αφορούν στη διαχείριση και στην αντιμετώπιση του εντομολογικού προβλήματος, με τρόπο εύκολα αντιληπτό από τον χρήστη. Επίσης, μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά σε όλα εκείνα τα στοιχεία που απαιτούνται στη σύγχρονη φυτοπροστασία για μειωμένο κόστος, μειωμένη επίδραση στο περιβάλλον, αποδεδειγμένη εφαρμογή του νομικού πλαισίου, δυνατότητα τεκμηρίωσης αλλά και αξιολόγησης κάθε δράσης, με ένα δυναμικό τρόπο που έχει δυνατότητα τροποποίησης και βελτίωσης όπου απαιτείται. Τέλος, διαπιστώθηκε ότι το ΣΥΘ μπορεί να αποτελέσει βελτιωμένη λύση σε σχέση με τις υπάρχουσες πρακτικές διαχείρισης και άλλων εντομολογικών προσβολών (π.χ. μύγας Μεσογείου), έχοντας λάβει υπόψη τον βιολογικό κύκλο του εντόμου, τα φαινολογικά χαρακτηριστικά του φυτού-ξενιστή, τα μετεωρολογικά δεδομένα και τα γεωγραφικά δεδομένα της καλλιέργειας ή των χώρων πρασίνου.

### **6.2 Μελλοντική έρευνα**

Μελλοντική έρευνα μπορεί να περιλαμβάνει την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών και εργαλείων, με σκοπό τη χρησιμοποίηση του ΣΥΘ και σε άλλα σημεία της διαχείρισης του δάκου και του ΚΣΦ, καθώς και σε παρόμοια εντομολογικά ή φυτοπαθολογικά προβλήματα. Συγκεκριμένα, θέματα περαιτέρω έρευνας περιλαμβάνουν:

- Την ανάπτυξη αυτοματοποιημένων συστημάτων λήψης απόφασης, τα οποία θα συλλέγουν σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα των παγίδων και θα αποφαίνονται για τον χρόνο, την τοποθεσία και τον τρόπο εφαρμογής των δολωματικών ψεκασμών από το έδαφος. Η συλλογή των δεδομένων των παγίδων θα μπορεί να γίνεται με την περιοδική λήψη φωτογραφιών της επιφάνειας των παγίδων, την ανάλυση των φωτογραφιών, την αναγνώριση και την καταμέτρηση των εντόμων των παγίδων. Τα δεδομένα

καταμέτρησης θα αποστέλλονται ασύρματα σε απομακρυσμένο εξυπηρέτη και θα χρησιμοποιούνται από σύστημα λήψης αποφάσεων.

- Την ανάπτυξη νέας συσκευής, η οποία θα διακόπτει τον ψεκασμό όταν ο ψεκαστής προσπαθεί να ψεκάσει με διαφορετικό τρόπο από αυτόν που προτείνει το ΣΥΘ. Έτσι, όταν ο ψεκαστής ξεπεράσει την ποσότητα ψεκαστικού υγρού που θα πρέπει να εφαρμόσει, η συσκευή θα διακόπτει την παροχή.
- Τη χρήση ΑΔΑ τα οποία θα ενημερώνουν αυτόματα για τις μικροκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή επεμβάσεων. Τα ΑΔΑ θα καταγράφουν σε τακτά χρονικά διαστήματα τις τιμές μετεωρολογικών παραμέτρων και θα τις αποστέλλουν ασύρματα σε απομακρυσμένο εξυπηρέτη.
- Τη χρήση αυτόματου ασύρματου δικτύου παγίδων, το οποίο θα αποστέλλει σε τακτά χρονικά διαστήματα τις φωτογραφίες των συλλήψεων των παγίδων ή/και των δεδομένων καταγραφής, στον εξυπηρέτη, από όπου θα είναι διαθέσιμα στο ΣΥΘ.
- Την αυτόματη εφαρμογή των ψεκασμών, χρησιμοποιώντας τηλεκατευθυνόμενα ή αυτόνομα οχήματα ή ελικόπτερα (drones), τα οποία θα πραγματοποιούν ψεκασμούς σε χαμηλό ύψος και σύμφωνα με τις υποδείξεις του ΣΥΘ και χωρίς τη φυσική παρουσία κάποιου ατόμου κοντά στα σημεία των ψεκασμών. Με τον τρόπο αυτό θα μπορεί να μειωθεί ακόμα περισσότερο η χρήση εντομοκτόνων αλλά και να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος επαφής των χειριστών-ψεκαστών με το ψεκαστικό υγρό.
- Την εφαρμογή του ΣΥΘ σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες και σε συνδυασμό με δίκτυα αισθητήρων ή/και συστημάτων τρισδιάστατης υπολογιστικής ρευστοδυναμικής, για την περιγραφή του μικροκλίματος εντός του θερμοκηπίου. Με τη χρήση των εξωτερικών συνθηκών του θερμοκηπίου και με τη βοήθεια της τρισδιάστατης υπολογιστικής ρευστοδυναμικής θα μπορεί να υπολογίζονται οι εσωτερικές συνθήκες εντός του θερμοκηπίου και να χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση εντομολογικών κινδύνων.



## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbas M.S.T., Hanounik S.B., Shahad A.S., ann Al-Bagham S.A., (2006). Aggreagation pheromone traps, a major component of IPM strategy for the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* in date palms. *Journal of Pest Science* 79: 69-73.
- Abbott, W.S., (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18, 265–267.
- Abe F., Ohkusu M., Kubo T., Kawamoto S., Sone K., Hata K., (2010). Isolation of Yeast from palm tissues damaged by the red palm weevil and their possible effect on the weevil overwintering. *Mycoscience* 51:215-223.
- Abraham V.A., Koya K.M.A. and Kurian C., (1989). Integrated management of *Rhynchophorus ferrugineus* in coconut gardens. *Journal of Plantation Crops* 16: 159-162.
- Akyildiz I.F., Melodia T., Chowdhury K.R., (2008). Wireless multimedia sensor networks: Applications and test beds, *Proceedings of the IEEE*, 2008, Vol. 96, p. 1588 – 1605. ISSN: 0018-9219.
- Akyildiz I.F., Kasimoglu I.H., (2004). Wireless sensor and actor networks: research challenges. *Ad hoc networks* 2 (4), 351-367.
- Akyildiz I.F., Su W., Sankarasubramaniam Y., Cayirci E., (2002). Wireless sensor networks: a survey. *Computer networks* 38 (4), 393-422.
- Athar M., (2005). Infestation of olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, in California and taxonomy of its host trees. *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)* 70 (4), 135–138.
- Bacca T., Lima E.R., Picanço M.C., Guedes R.N.C., Viana J.H.M., (2006). Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 119: 39–45.
- Bange M.P., Deutscher S.A., Larsen D., Linsley D., Whiteside S., (2008). A handheld decision support system to facilitate improved insect pest management in Australian cotton systems, *Computers and Electronics in Agriculture* 43, 131–147.
- Baraglia R., Frattari C., Muntean C.I., Nardini F.M., Silvestri F., (2012). A Trajectory-Based Recommender System for Tourism. In *Active Media Technology*, pp. 196-205.
- Barzman M., Barberi P., Birch A.N.E., Boonekamp P., Dachbrodt--Saaydeh S., Graf B., Hommel B., Jensen J.E., Kiss J., Kudsk P., Lamichhane J.R., Messéan A., Moonen C., Ratnadass A., Ricci P., Sarah J.L., Sattin M., (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (4) : p. 1199-1215.
- Bergez J.E., Garcia F., Lapasse L., (2004). A hierarchical partitioning method for optimizing irrigation strategies. *Agricultural Systems*, 80 (3), 235–253.

- Bhargava K., Kashyap A., Gonsalves T.A., (2014). Wireless sensor network based advisory system for apple scab prevention. In: Proceedings of National Conference on Communications, Kanpur, India, pp. 1–6.
- Bhave A.G., Mishra A., Raghuwanshi N.S., (2014). A combined bottom-up and topdown approach for assessment of climate change adaptation options. *Journal of Hydrology*, 518 (A), 150–161.
- Bonfil D.J., Karnieli A., Raz M., Mufradi I., Asido S., Egozi H., Hoffman A., Schmilovitch Z., (2004). Decision support system for improving wheat grain quality in the Mediterranean area of Israel. *Field Crops Research*, 89, 153–163.
- Brenner R.J., Focks D.A., Arbogast R.T., Weaver D.K., Shuman D., (1998). Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management. *American Entomologist*, 44, 79–101.
- Brimicombe, A.J. (2002). GIS: Where are the frontiers now? *Proceedings GIS 2002*, Bahrain, 33-45.
- Brimicombe A., and Li Y., (2009). *Location-Based Services and Geo-Information Engineering*. Wiley- Blackwell.
- Castrignano A., Boccaccio L., Cohen Y., Nestel D., Kounatidis I., Papadopoulos N.T., De Benedetto D., Mavragani-Tsipidou P., (2012). Spatio-temporal population dynamics and area-wide delineation of *Bactrocera oleae* monitoring zones using multi-variate geostatistics. *Precision Agriculture*, 13, 421–441. DOI 10.1007/s11119-012-9259-4.
- Cheng W., Cheng X., Song M., Chen B., Zhao W.W., (2012). On the design and deployment of RFID assisted navigation systems for VANETs. *IEEE Transaction on Parallel and Distributed System*, 23, 1267–1274.
- Chih-Ming C., Yen-Nung T., (2009). Interactive location-based game for supporting effective english learning. In *Environmental Science and Information Application Technology, 2009, ESIAT 2009. International Conference*, pp 523–526.
- Chougule A., Jha V.K., Mukhopadhyay D., (2016). AgroKanti: Location-Aware Decision Support System for Forecasting of Pests and Diseases in Grapes. *Information Systems Design and Intelligent Applications*, 677-685.
- Cohen Y., Cohen A., Hetzroni A., Alchanatis V., Broday D., Gazitc Y., Timar D., (2008). Spatial decision support system for medfly control in citrus. *Computers Electronics in Agriculture* 62 (2), 107–117.
- De Smith M., Goodchild M. and Longley P., (2013). *Geospatial Analysis. A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools*, 4th Edition, e-book, The Winchelsea Press, Winchelsea, UK.

- Deak G., Curran K., Condell J. (2012). A survey of active and passive indoor localisation systems. *Computer Communications*, 35(16), 1939-1954.
- Deblauwe N., (2008). *GSM-based Positioning: Techniques and Applications*. ASP / VUBPRESS Brussels, ISBN 9054874945.
- Dembilio O., Audsley N., Cohen Y., Colazza S., Isidoro N., Karamaouna F., Kontodimas D., Navarro-Llopis V., Peri E., Quesada-Moraga E., Riolo P., Rochat D., Soroker V. and Jacas J.A., (2012). Review of control methods against the palm borers *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) and *Paysandisia archon* (Burmeister) (Lepidoptera: Castniidae). 7th Framework, Palm Protect Project: Eradication and containment strategies and tools for the implementation of EU legislation against the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) and *Paysandisia archon* (Burmeister). Πρόσβαση: <https://secure.fera.defra.gov.uk/palmprotect/downloadDocument.cfm?id=226>.
- Dembilio O. and Jacas J.A., (2010). Life Cycle of the invasive Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera:Curculionidae), in *Phoenix canariensis* under Mediterranean Climate. *Bulletin of Entomological Research* (doi:10.1017/S0007485310000283).
- Dembilio O. and Jacas J.A., (2011). Basic bio-ecological parameters of the invasive red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), in *Phoenix canariensis* under Mediterranean climate. *Bulletin of Entomological Research* 101, 153–163, doi:10.1017/S0007485310000283.
- Dembilio O., Jacas J.A. and Llacer E., (2009). Are the palms *Washingtonia filifera* and *Chamaerops humilis* suitable hosts for the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Col. Curculionidae)? *Journal of Applied Entomology* 133: 565-567.
- Dimou I., Koutsikopoulos C., Economopoulos A., Lykakis J., (2003). The distribution of olive fruit fly captures with McPhail traps within an olive orchard, *Phytoparasitica* 31(2), 124–131.
- Economopoulos A.P., (2002). The olive fruit fly, *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae): its importance and control; previous SIT research and pilot testing. Report to International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria.
- Economopoulos A.P., Haniotakis G.E., Michelakis S., (1982). Population studies on the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmel.) (Dipt.,: Tephritidae) in Western Crete. *Journal of Applied Entomology*, 93, 463–476.
- Economopoulos A.P., Raptis A., Stavropoulou-Delivoria A., 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.

- ΕΕ (2000). Απόφαση της επιτροπής 2000/29/ΕΚ περί μέτρων κατά της εισαγωγής στην Κοινότητα οργανισμών επιβλαβών για τα φυτά ή τα φυτικά προϊόντα και κατά της εξάπλωσής τους στο εσωτερικό της Κοινότητας. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 169.
- ΕΕ (2007). Απόφαση της επιτροπής 2007/365/ΕΚ σχετικά με προσωρινά έκτακτα μέτρα για την πρόληψη της εισαγωγής και της εξάπλωσης στην Κοινότητα του *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) [κοινοποιηθείσα υπό τον αριθμό Ε(2007) 2161]. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 139.
- ΕΕ (2008). Απόφαση της επιτροπής 2008/776/ΕΚ για την τροποποίηση της απόφασης 2007/365/ΕΚ σχετικά με προσωρινά έκτακτα μέτρα για την πρόληψη της εισαγωγής και της εξάπλωσης στην Κοινότητα του *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) [κοινοποιηθείσα υπό τον αριθμό Ε(2008) 5550]. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 266.
- ΕΕ (2009). ΟΔΗΓΙΑ 2009/128/ΕΚ σχετικά με την κοινή θέση του Συμβουλίου που αφορά τον καθορισμό πλαισίου κοινοτικής δράσης με σκοπό την επίτευξη ορθολογικής χρήσης των γεωργικών φαρμάκων. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 309.
- ΕΕ (2010). Απόφαση της επιτροπής 2010/467/ΕΚ για την τροποποίηση της απόφασης 2007/365/ΕΚ όσον αφορά τα ευπαθή φυτά και τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται σε περιπτώσεις εντοπισμού του *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) [κοινοποιηθείσα υπό τον αριθμό Ε(2010) 5640]. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 226.
- EI-Nahas A, Helmy D (2008) Proximity-based peer selection for service lookup in areas of sudden dense population. In IET 4th international conference on intelligent environments, 2008, pp 1–7.
- EPPO (2008). Data sheets on quarantine pests *Rhynchophorus ferrugineus*. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) Bulletin, 38, 55-59.
- EPPO (2015). PQR – EPPO database on quarantine pests (available online). <http://www.eppo.int>.
- Epsky N.D., Espinoza H.R., Kendra P.E., Abernathy R., Midgarden D., Heath R.R., (2010). Effective sampling range of a synthetic protein-based attractant for *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology, 103, 1886–1895.
- Faleiro J.R., (2006). A review of the issues and management of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Rhynchophoridae) in coconut and date palm during the last one hundred years, International Journal of Tropical Insect Science Vol. 26, No. 3, pp. 135–154.

- Ferry M. and Gomez S., (1998). The red palm weevil in the Mediterranean area. *J. Int. Palms.*, 46, 172-178.
- Ficco M., Russo S., (2009). A hybrid positioning system for technology-independent location aware computing. *Software Practice Experience*, 39, 1095–1125.
- Fountas S., Blackmore S., Ess D., Hawkins S., Blumhoff G., Lowenberg-Deboer J., Sorensen C.G., (2005). Farmer experience with precision agriculture in Denmark and the US eastern corn belt. *Precision Agriculture*, 6(2), 121–141.
- Galeana-Zapién H., Torres-Huitzil C., Rubio-Loyola J. (2014). Mobile Phone Middleware Architecture for Energy and Context Awareness in Location-Based Services. *Sensors*, 14(12), 23673-23696.
- Giblin-Davis R.M., Faleiro J.R., Jacas J.A., Peña J.E., Vidyasagar P.S.P.V. (2013). Biology and management of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. In Peña J.E. (Ed.), *Potential invasive pests of agricultural crop species* (pp. 1–34). Oxfordshire: CAB International, CABI Wallingford.
- GSM Association (2003). *Location Based Services. Version 3.1.0. Permanent Reference Document SE.23.*
- Guarnieri A., Maini S., Molari G., Rondelli V., (2011). Automatic trap for moth detection in integrated pest management, *Bulletin of Insectology*, 2011, 64 (2), 247-251. ISSN: 1721-8861.
- Günes Karabulut K., (2011). On the performance of proximity-based services. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 13 (15), 1397-1405.
- Gutiérrez A., Ruiz V., Moltó E., Tapia G., del Mar Téllez M., (2010). Development of a bioacoustic sensor for the early detection of Red Palm Weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier). *Crop Protection* 29 (7), 671-676.
- Hammoudi K., Benhabiles H., Kasraoui M., Ajam N., Dornaika F., Radhakrishnan K., Bandi K., Cai Q., Liu S., (2015). Developing Vision-based and Cooperative Vehicular Embedded Systems for Enhancing Road Monitoring. *Procedia Computer Science*, 52, 389-395.
- Henderson C.F., Tilton E.W., (1955). Tests with acaricides against the brow wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48, 157–161.
- Husain W., Dih L.Y., Yen H.F., Jothi N., (2012). Mytourguide.com: A framework of a location-based services for tourism industry. In *International Conference on Computer Information Science (ICCIS)*, 2012, Vol. 1, pp. 184–189.
- Kandalkar G.Y., Deorankar A. V., Chatur P.N., (2013). A Review of Literature on Application of Image Processing for Identification of Agricultural Pests on Various Crops.

- International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT). November 2013, Vol. 2, 6. ISSN: 2319-5967.
- Kapatos E.T., Fletcher B.S., (1983). Development of a pest management system of *Dacus oleae* in Corfu by utilizing ecological criteria. In: Cavalloro, R. (Ed.), Fruit Flies of Economic Importance. Proc. of the CEC/IOBC, Intern Sympos. Athens, Greece, 16–19 November 1982, pp. 593–602.
- Kapatos E.T., Fletcher B.S., (1986). Mortality factors and life-budgets for immature stages of the olive fly, *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae), in Corfu. Journal of Applied Entomology 102, 326–342.
- Katsoyannos P., (1992). Olive pests and their control in the near east. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome, 1992, pp. 178.
- Keikhosrokiani P., Mustaffa N., Sarwar M., Kianpisheh A., Damanhoori F., Zakaria N., (2011). A Study towards Proposing GPS-Based Mobile Advertisement Service. In Informatics Engineering and Information Science, 527-44.
- Keikhosrokiani P., Mustaffa N., Zakaria N., Sarwar M.I., (2012). A proposal to design a location-based mobile cardiac emergency system (LMCES), Studies in health technology and informatics, Global Telehealth 2012, 83-92.
- Keikhosrokiani P., Mustaffa N., Zakaria N., Sarwar M.I., (2013). Wireless positioning techniques and location-based services: a literature review. Multimedia and Ubiquitous Engineering, 785-797.
- Kitchen N.R., Snyder C.J., Franzen D.W., Wiebold W.J. (2005). Educational needs of precision agriculture. Precision Agriculture, 3(4), 341–351.
- Kizhakkepurayil S., Jeon-Yeoul O., Lee Y., and Sobh T., (2010). Mobile Application for Healthcare System -Location Based. Innovations and Advances in Computer Sciences and Engineering, Springer Netherlands, pp. 297-302.
- Koepfel I., (2000), What are location services?-from a GIS Perspective, ESRI white chapter.
- Kogan M., (1998). Integrated pest management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. Annual Reviews of Entomology, 43, 243-270.
- Kounatidis I., Papadopoulos N.T., Mavragani-Tsipidou P., Cohen Y., Tertivanidis K., Nomikou M., Nestel, D., (2008). Effect of elevation on spatiotemporal patterns of olive fly (*Bactrocera oleae*) populations in northern Greece, J. Appl. Entomol. 132, pp.:722–733.
- Krivoruchko K., (2011). Spatial Statistical Data Analysis for GIS Users, e-book, ESRI Press, New York, USA.
- Küpper A., (2005). Location-based services. In: Fundamentals and Operation. John Wiley & Sons, Ltd.

- Küpper, A., Treu, G., & Linnhoff-Popien, C. (2006). Trax: A device-centric middleware framework for location-based services. *IEEE Communications Magazine*, 44 (9), 114–120.
- Li K., and Du T.C., (2012). Building a targeted mobile advertising system for location-based services. *Decision Support Systems*, 54,1–8.
- Li M., and Chung Sun-Ok., (2015). Special issue on precision agriculture. In *Precision Agriculture*, Eds Li M., Chung Sun-Ok and Zhang Q., *Computers and Electronics in Agriculture*,112, 1.
- Liebold A.M., Rossi R.E., Kemp W.P., (1993). Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology* 38, 303–327.
- Lilburne L., Watt J., Vincent K., (1998). A prototype DSS to evaluate irrigation management plans. *Computers and Electronics in Agriculture* 21 (3), 195–205.
- Lyons D.B., Sanders C.J., Jones G.C., (2002). The use of geostatistics and GIS as tools for analyzing pheromone trap data at a landscape level: an update. In: Witzgall P., Mazomenos B., Konstantopoulou M. (Eds.), *Use of Pheromones and Other Semiochemicals in Integrated Production*, vol. 5, no. 9. IOBC, WPRS Bulletin.
- Macé K., Morlon P., Munier-Jolain N., Quéré L., (2007). Time scales as a factor in decision-making by French farmers onweed management in annual crops. *Agricultural Systems* 93 (1–3), 115–142.
- Mahaman B.D., Harizanis P., Filis I., Antonopoulou E., Yialouris C.P., Sideridis A.B., (2002). A diagnostic expert system for honeybee pests. *Computers and Electronics in Agriculture* 36 (1), 17–31.
- Mankin R.W., (2011). Recent Developments in the use of Acoustic Sensors and Signal Processing Tools to Target Early Infestations of Red Palm Weevil in Agricultural Environments. *Bione, Florida Entomologist* 94(4):761-765.
- Manousis T., Moore N.F., (1987). Mini-review. Control of *Dacus oleae* amajor olive pest of olives. *Insect Science and its Application* 8 (1), 1–9.
- Mansingh G., Reichgelt H., Bryson K.M., (2007). CPEST: An expert system for the management of pests and diseases in the Jamaican coffee industry, *Expert Systems with Applications*, 32, 184–192.
- Martin-Escalona I., Barcelo-Arroyo F., (2007). QoS-driven middleware for optimum provisioning of location based services. In *IEEE, 2007 2nd International Conference on Communication Systems Software and Middleware*, pp. 1-6.
- Matese A., Gennaro S.F.D., Zaldei A., Genesio L., Vaccari F.P., (2009). A wireless sensor network for precision viticulture: the NAV system. *Computeres Electronics in Agriculture*, 69 (1), 51–58.

- Mazomenos B.E., Pantazi-Mazomenou A., Stefanou D., (2002). Attract and kill of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* in Greece as a part of an integrated control system. In Witzgall, P., Mazomenos, B., Konstantopoulou, M. (Eds.), *Use of Pheromones and Other Semiochemicals in Integrated Production*, vol. 25, no. 9. IOBC, WPRS Bulletin.
- McBratney A., Whelan B., Ancev T., Bouma J., (2005). Future directions of precision agriculture. *Precision Agriculture*, 6(1), 7–23.
- McPhail M., (1937). Relation of time of day, temperature and evaporation to attractiveness of fermenting sugar solution to Mexican fruit fly. *Journal of Economic Entomology* 30, 793–799.
- McTavish C., Sankaranarayanan S., (2010). Intelligent agent based hotel search and booking system. *Electro/Information Technology (EIT)*, 2010, pp. 1–6.
- Michelakis S., (1990). The olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmel.) in Crete, Greece. *Acta Horticulturae* 286, 371–374.
- Miller P., Ellis M. B., Lane A., O’Sullivan C., Tuck C., Orson J., Bush M., Cook S., Boys E., Cussans, J., (2011). Methods for minimising drift and off -target exposure from boom sprayer applications. *Aspects of Applied Biology*, 106, 281-288.
- Montiel B.A., Jones O., (2002). Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals. In: Witzgall P., Mazomenos B., Konstantopoulou M. (Eds.), *Use of Pheromones and Other Semiochemicals in Integrated Production*, vol. 25, no. 9. IOBC, WPRS Bulletin.
- Mundankar K.Y., Sawant S.D., Sawant Indu S., Sharma J., Adsule P.G., (2007). Knowledge Based Decision Support System for Management of Powdery Mildew Disease in Grapes. 3rd Indian International Conference on Artificial Intelligence (IICAI-07), pp. 1563–1571.
- Mzila P.D., Adigun M.O., Xulu S.S, (2007). Service supplier infrastructure for location-based M-commerce. In 2nd international conference on Internet Monitoring and Protection, ICIMP 2007, pp. 35–35.
- Nakash J., Osem Y., Kehat M., (2000). A suggestion to use dogs for detecting Red Palm Weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) infestation in date palms in Israel. *Phytoparasitica* 28: 153-155. (doi:10.1007/BF02981745).
- Nash E., Korduan P., Bill R., (2009). Applications of open geospatial web services in precision agriculture: a review. *Precision Agriculture*, 10, 546–560.
- Neuenschwander P., Michelakis S., (1978). Infestation of *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera Tephritidae) at harvest time and its influence on yield and quality of olive oil in Crete. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 86, 420–433.



- Neuenschwander P., Michelakis S., Holloway P., Berchtold W., (1985). Factors affecting the susceptibility of fruits of different olive varieties to attack by *Dacus oleae* (Gmel) (Dipt., Tephritidae. Zeitschrift für angewandte Entomologie 100, 174.
- Oberti R., Naldi E., Bodria L., (2008). Automatic remote monitoring of attractant-based insecticide delivering systems, Proc. AgEng 2008, International Conference on Agricultural Engineering, Hersonissos, Greece: OP-1800, 1-5, 2008.
- Oehlschlager C, (2006). Mass trapping as a strategy for management of *Rhynchophorus palm weevils*. Proceedings of 1st International Workshop on Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. IVIA, Moncada, Spain, p. 143-80. Ed. Agroalimed et Generalitat Valenciana, Spain, ISBN 84-690-1742-X.
- OGC (Open Geospatial Consortium), (2008). OpenGIS Location Service (OpenLS) Implementation Specification: Core Services. Version 1.2.0.
- Ojha T., Misra S., Raghuwanshi N.S., (2015). Wireless Sensor Networks for Agriculture: The State-of-the-Art in Practice and Future Challenges. Computers and Electronics in Agriculture, 118, 66-84.
- Oliver M.A., (2010). Geostatistical Applications for Precision Agriculture. Springer, New York.
- Panigrahi N., 2014. Computing in Geographic Information Systems, CRC Press.
- Papadopoulos, N.T., Katsoyannos, B.I., Nestel, D., 2003. Spatial autocorrelation analysis of a *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) adult population in a mixed deciduous fruit orchard in northern Greece. Environmental Entomology 32, 319–326.
- Park Y.L., Krell R.K., Carroll M., (2007). Theory, technology, and practice of site-specific insect pest management. Journal of Asia-Pacific Entomology, 10: 89–101.
- Pedigo L.P., and Rice, M.E., (2005). Entomology and Pest Management. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Pimentel D., (1993). Economics and energetics of organic and conventional farming. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 6, 53–60.
- Pimentel D., (2007). Area-wide pest management: Environmental, economic and food issues. In M.J. B. Vreysen, A. S. Robinson, & J. Hendrichs (Eds.), Area-wide control of insect pests: From research to field implementation, International Atomic Energy Agency. Dordrecht, Springer.
- Pinhas J., Soroker V., Hetzroni A., Mizrach A., Teicher M., Goldberger J., (2008). Automatic Acoustic Detection of the Red Palm Weevil. Computers and Electronics in Agriculture 63, 131-139.
- Perry J.N., Liebold A.M., Rosenberg M.S., Dungan J., Miriti M., Jakomulska A., Citron-Pousty S. (2002). Illustrations and guidelines for selecting statistical methods for quantifying spatial pattern in ecological data. Ecography, 25, 578–600.

- Potamitis, I., ganchev, T., and Kontodimas, D. 2009. On automatic bioacoustic detection of pests: The cases of *Rhynchophorus ferrugineus* and *Sitophilus oryzae*. J. Econ. Entomol. 102: 1681-1690.
- Popa M., Argesanu V., Popa A.S., (2010). Car finding with a pedestrian navigation system. In 3rd International Conference on Human System Interaction, pp. 406 - 411.
- Prasad R., Ranjan K.R., Sinha A.K., (2006). AMRAPALIKA: an expert system for the diagnosis of pests, diseases, disorders in Indian mango. Knowledge-based systems, 19, 9–21.
- Quercia D., Lathia N., Calabrese F., Di Lorenzo G., Crowcroft J., (2010). Recommending Social Events from Mobile Phone Location Data. 2010 IEEE International Conference on Data Mining, (pp. 971-977).
- Rainer R.K., Cegielski C.G., (2012). Introduction to Information Systems. Enabling and transforming business, 4th edition. New Jersey: Wiley, p.229.
- Rappaport T.S., Reed J.H., Woerner B.D., (1996) Position location using wireless communications on highways of the future. IEEE Communications Magazine, 34, 33-41.
- Rashid O., Coulton P., Edwards R., (2005). Implementing location based information/advertising for existing mobile phone users in indoor/urban environments. In International Conference on Mobile Business 2005, 377–383.
- Recio J.A., Hermosilla T., Palomar J., Ruiz L.A., (2013). Automated extraction of tree and plot-based parameters in citrus orchards from aerial images. Computers and Electronics in Agriculture 90, 24-34.
- Redondi A., Tagliasacchi M., Cesana M., Borsani L., Tarrío P., Salice F., (2010). Laura-localization and ubiquitous monitoring of patients for health care support. In IEEE 21st international symposium on personal, indoor and mobile radio communications workshops (PIMRC Workshops), 2010. p. 218–222.
- Ricci F., Nguyen Q.N., Averjanova O., (2010). Exploiting a map based interface in conversational recommender systems for mobile travelers. In Tourism Informatics: Visual Travel Recommender Systems, Social Communities, and User Interface Design, A trajectory-based recommender system for Tourism Sharda N. (Ed)., pp. 73–93, Information Science Reference, Hershey, Pa, USA, 2010.
- Rice R.E., (2000). Bionomics of the olive fruit fly, *Bactrocera (Dacus) oleae*. UC Plant Protection Quarterly 10 (3), 1–5.
- Rochat D., (2006) Trapping: Drawbacks and prospects: need for more research. Proceedings, First International Workshop on Red Palm Weevil, Valencia, Spain, 28–29 November, 2005. Fundacion Agroalimed, Valencia, Spain, pp. 99–104.

- Roxin A., Dumez C., Cottin N., Gaber J., Wack M., (2009). TransportML: a middleware for Location-Based Services collaboration. In IEEE, *2009 3rd International Conference on New Technologies, Mobility and Security*, pp. 1-6.
- Salem M., Bareth U., Küpper, A., (2013). Positioning Enabler for realizing Location-based, Community Services. IEEE Second International Conference on Mobile Services.
- Samietz J., Graf B., Höhn H., Schaub L., Höpli H.U. and Razavi E., (2011). Web-Based Decision Support for Sustainable Pest Management in Fruit Orchards: Development of the Swiss System SOPRA, Efficient Decision Support Systems - Practice and Challenges From Current to Future, Chiang Jao (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/16440.
- Schadenbauer S., (2009). Mobile game based learning: designing a mobile location based game. In Bruck P. (ed), *Multimedia and e-content trends*. Vieweg Teubner, Wiesbaden, pp 73–88.
- Schiller J., Voisard A., (2004). *Location-Based Services*, Morgan Kaufmann, London, UK.
- Sciarretta A., Trematerra P., (2014). Geostatistical tools for the study of insect spatial distribution: Practical implications in the integrated management of orchard and vineyard pests. *Plant Protect. Sci.* 2014, 50, 97–110.
- Sciarretta A., Zinni A., Trematerra P., (2011): Development of site-specific IPM against European grapevine moth *Lobesia botrana* (D. & S.) in vineyards. *Crop Protection*, 30: 1469–1477.
- Shepard D., (1968). A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. *Proceedings of the 1968 ACM National Conference*. pp. 517–524.
- Shibata N., Terauchi T., Kitani T., Yasumoto K., Ito M., Higashino T., (2006). A method for sharing traffic jam information using inter-vehicle. *3d Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services* , pp. 1-7.
- Siler W., Buckley J.J., (2005). *Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning*. John Wiley & Sons, Inc.
- Silva A.R., Vuran M.C., (2010). Communication with aboveground devices in wireless underground sensor networks: an empirical study. In: *Proceedings of IEEE International Conference on Communications*, Cape Town, South Africa, pp. 1–6.
- Soroker V, Nakache Y, Landau U, Mizrach A, Hetzroni A & Gerling D., (2004). Utilization of sounding methodology to detect infestation by *Rhynchophorus ferrugineus* on palm offshoots. *Phytoparasitica* 32: 6-8.
- Srinivasan R., Engel B.A., Paudyal G.N., (1991). Expert system for irrigation management (ESIM). *Agricultural Systems* 36 (3), 297–314.

- Tilva V., Patel J., Bhatt C., (2012). Weather Based Plant Disease Forecasting Using Fuzzy Logic. Nirma University International Conference on Engineering (NUICONE), IEEEExplore.
- Tirelli P., Borghese N.A., Pedersini F., Galassi G., Oberti R., (2011). Automatic monitoring of pest insects traps by Zigbee based wireless networking of image sensors. In IEEE, Instrumentation and Measurement Technology Conference (IMTC), 10-12 May 2011, Binjiang China, 2011.
- Van Helden M., (2010). Spatial and temporal dynamics of Arthropods in arable fields. In: Oerke E.-C., Gerhards R., Menz G., Sikora R.A. (eds): Precision Crop Protection—the Challenge and Use of Heterogeneity. Springer, New York: 51–64.
- Virrantaus K., Markkula J., Garmash A., Terziyan Y., (2001). Developing GIS-supported location-based services, in: Developing GIS-Supported Location-Based Services, Kyoto, Japan, pp. 423–432.
- Wan Z., (2009). Personalized tourism information system in mobile commerce. In International conference on management of e-Commerce and e-Government, (2009). ICMECG '09, pp 387–391.
- Wang N., Zhang N., Wang M., (2006). Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective. Computers and Electronics in Agriculture 50 (1), 1–14.
- Wang S., Min J., Yi B. (2008). Location Based Services for Mobiles: Technologies and Standards. IEEE International Conference on Communication . Beijing, China.
- Weisz R., Fleischer S., Smilowitz Z. (1995). Site-specific integrated pest management for high-value crops: sample units for map generation using the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) as a model system. Journal of Economic Entomology, 88: 1069–1080.
- Vijay G., Bdira E.B.A., Ibnkahla M., (2011). Cognition in wireless sensor networks: a perspective. IEEE Sens. J. 11 (3), 582–592.
- Xue G., Luo Y., Yu J., Li M., (2012). A novel vehicular location prediction based on mobility patterns for routing in urban vanet. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 222, 1–14.
- Yang L.T., (2010). Mobile Intelligence: Mobile Computing and Computational Intelligence, John Wiley & Sons, Inc.
- Yang W.S., Cheng H.C., Dia J.B., (2008). A location-aware recommender system for mobile shopping environments. Expert Systems with Applications, 34, pp. 437–445.
- Yick J., Mukherjee B., Ghosal D., (2008). Wireless sensor network survey. Computer Networks 52, 2292-2330.

- Yoshii A., Funabashi Y., Kimura H., Nakajima T., (2011). iDetective: a location based game to persuade users unconsciously. In *Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA)*, 2011 IEEE 17th International Conference, pp 115–120.
- Yu X., Wu P., Han W., Zhang Z., (2013). A survey on wireless sensor network infrastructure for agriculture. *Comput. Stand. Interfaces* 35 (1), 59–64.
- Yuanyuan Du, Yu Chen, Dan Wang, Jinzhao Liu, Yongqiang Lu, (2011). An android-based emergency alarm and healthcare management system. *International Symposium on IT in Medicine and Education (ITME)*, 2011, pp 375–379.
- Zacharias S., Neve T., (2010). *Technologies and Architectures for Multimedia-Support in Wireless Sensor Networks*, in *Smart Wireless Sensor Networks*, ed. Hoang Duc Chinh and Yen Kheng Tan, Publisher: InTech, December 12, 2010, p. 373 – 394. ISBN: 978-953-307-261-6.



**8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

**8.1 Παράρτημα Ι. Πεδία εφαρμογής ΥΘ**

Ο Πίνακας 8.1 παρουσιάζει την κατηγοριοποίηση των ΥΘ σύμφωνα με το πεδίο εφαρμογής.

Πίνακας 8.1 Κατηγοριοποίηση των ΥΘ σύμφωνα με το πεδίο εφαρμογής

| Πεδίο εφαρμογής                                    | Πηγή   | Περιγραφή  | Τεχνολογία εντοπισμού θέσης |
|--|--|--|-----------------------------|
| Έκτακτης ανάγκης/<br>Ιατρικά /<br>Υπηρεσίες υγείας | <a href="#">Keikhosrokiani et al., 2012</a>  | Παρακολουθεί την τρέχουσα θέση του ασθενούς και εντοπίζει την πλησιέστερη μονάδα υγειονομικής περίθαλψης για την ενεργοποίηση της υπηρεσίας ασθενοφόρων. Οι συντεταγμένες της θέσης των ασθενών μπορούν να ανακτηθούν μέσω GPS και να αποσταλούν στη μονάδα υγειονομικής περίθαλψης με χρήση GPRS. | GPS/GPRS                    |
|  | <a href="#">Kizhakkepurayil et al., 2010</a> | Επιτρέπει τη σύνδεση των παρόχων υγείας και των ασθενών μέσω κινητών συσκευών και του Διαδικτύου.  | Internet, GPS               |
|  | <a href="#">Yuan Yuan et al., 2011</a>       | Εφαρμογή προειδοποίησης σχετικά με έκτακτες καταστάσεις υγείας και διαγνώσεων μέσω κινητών συσκευών.   | GSM, GPS                    |
| Τουρισμός  | <a href="#">Wan, 2009</a>                    | Παρέχει εξατομικευμένες προτάσεις σχετικά με τουριστικά σημεία ενδιαφέροντος σε περιπτώσεις κινητών αγορών.  | RFID                        |
|  | <a href="#">Husain et al., 2012</a>          | Διαδικτυακή πλατφόρμα προώθησης τουριστικών υπηρεσιών.   | GPS                         |
|  | <a href="#">Baraglia et al., 2012</a>        | Παρέχει εξατομικευμένες προτάσεις σχετικά με τουριστικά σημεία ενδιαφέροντος.  | GPS                         |
| Πλοήγηση/<br>Δρομολόγηση/<br>Παρακολούθηση         | <a href="#">Cheng et al., 2012</a>           | Δρομολόγηση υποβοηθούμενη από RFID.  | RFID                        |
|  | <a href="#">Redondi et al., 2010</a>         | Εύρεση θέσης /παρακολούθηση ασθενών σε νοσοκομεία.   | Zigbee                      |
|  | <a href="#">Popa et al, 2010</a>             | Δρομολόγηση πεζών στη θέση που είναι το αυτοκίνητό τους.   | GPS                         |

(Ο πίνακας συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα)

(συνέχεια πίνακα)

|                            |   |   |                            |
|----------------------------|---|---|----------------------------|
| <b>Ηλεκτρονικό εμπόριο</b> | <a href="#">Yang et al., 2008</a>                   | Εξυπηρετεί τις αγοραστικές ανάγκες των καταναλωτών σχετίζοντας τη θέση του καταναλωτή με προσφορές και διαφημιστικές προβολές εταιρειών               | Internet, Cellular Network |
|                            | <a href="#">Mzila et al., 2007</a>                  | Δυναμικός εντοπισμός ΥΘ σε εμπορικές εφαρμογές.   | Cellular Network           |
|                            | <a href="#">McTavish and Sankaranarayanan, 2007</a> | Αναζήτηση ξενοδοχείων και σύστημα κρατήσεων σε ξενοδοχεία.  | Internet, Web Application  |
| <b>Υπηρεσίες οχημάτων</b>  | <a href="#">Shibata et al., 2006</a>                | Διαμοιρασμός πληροφορίας κυκλοφοριακής συμφόρησης οχημάτων.   | GPS, WLAN                  |
|                            | <a href="#">Xue et al., 2012</a>                    | Πρόβλεψη θέσης οχημάτων με χρήση προτύπων κινητικότητας για δρομολόγηση σε αστικά ειδικού σκοπού δίκτυα οχημάτων - Vehicular ad-hoc networks (VANETs) | -<br>(προσομοίωση VANET)   |
|                            | <a href="#">Hammoudi et al., 2015</a>               | Υποστήριξη οδικών υπηρεσιών.  | WLAN                       |
| <b>Ψυχαγωγία</b>           | <a href="#">Chih-Ming and Yen-Nung, 2009</a>        | Παιχνίδι ΥΘ για την αποτελεσματική υποστήριξη εκμάθησης της αγγλικής γλώσσας.   | WLAN                       |
|                            | <a href="#">Schadenbauer, 2009</a>                  | Παιχνίδι ΥΘ και μάθησης.  | GPS                        |
|                            | <a href="#">Yoshii et al., 2011</a>                 | Παιχνίδι υπηρεσιών θέσης.   | GPS                        |
| <b>Υπηρεσίες εγγύτητας</b> | <a href="#">Günes Karabulut, 2011</a>               | Πλαίσιο ποσοτικοποίησης της απόδοσης του συστήματος των ΥΘ με βάση την εγγύτητα.  | Cellular Network           |
|                            | <a href="#">El-Nahas and Helmy, 2008</a>            | Υπολογισμός εγγύτητας με χρήση ΥΘ.  | GPS, Cellular Network      |
| <b>Διαφήμιση</b>           | <a href="#">Rashid et al, 2005</a>                  | Πληροφορίες και διαφημίσεις βασισμένες στη θέση.  | Bluetooth                  |
|                            | <a href="#">Keikhosrokiani et al., 2011</a>         | Ηλεκτρονικό διαφημιστικό φυλλάδιο.  | GPS                        |
|                            | <a href="#">Li and Du, 2012</a>                     | Κινητό διαφημιστικό σύστημα.  | Internet                   |



## 8.2 Παράρτημα II. Δυνατότητες Κ-ΓΠΣ

Ο Πίνακας 8.2 παρουσιάζει τις δυνατότητες του Κ-ΓΠΣ.

Πίνακας 8.2. Δυνατότητες Κ-ΓΠΣ

| Δυνατότητα  | Περιγραφή  |
|---|--|
| <b>Εκτίμηση επικινδυνότητας</b>                   |  |
| ΕΣ, ΣΛΑ   | Ο χρήστης που διενεργεί τις επισκοπήσεις (π.χ. σε φοίνικες, δέντρα, παγίδες) βρίσκει την επικινδυνότητα προσβολής με τη βοήθεια πολυμεσικών ΕΣ ή ΣΛΑ.  |
| Αυτόματος προσδιορισμός επικινδυνότητας προσβολής | Εκτιμάται με αυτόματο τρόπο, η επικινδυνότητα προσβολής σε μια περιοχή, ανάλογα με την ύπαρξη ή μη, προσβεβλημένων περιοχών που γειτνιάζουν στην περιοχή αυτή.                                 |
| Χάρτες προσβολής                                  | Από τις επισκοπήσεις, το ΣΥΘ μπορεί με χρήση χωρικής παρεμβολής να δημιουργεί χάρτες επικινδυνότητας προσβολής.  |
| Χρονολόγιο  | Δημιουργούνται χάρτες για δεδομένο σε χρονικό διάστημα (χρονικό παράθυρο ή χρονολόγιο).  |
| <b>Συλλογή δεδομένων</b>                          |  |
| Φόρμες και έτοιμο κείμενο                         | Δίνουν τη δυνατότητα στον τελικό χρήστη να επιλέγει έτοιμο κείμενο αντί να το γράφει και στη συνέχεια να το αποθηκεύει στη βάση δεδομένων.   |
| Ημι-αυτόματη ψηφιοποίηση                          | Ψηφιοποιεί θέσεις δέντρων ή φυτών από γνωστές αποστάσεις χωρίς ο χρήστης να χρειάζεται να τα ψηφιοποιεί ένα προς ένα.  |
| <b>Υπηρεσίες θέσης</b>                            |  |
| Πολυμεσική πλοήγηση, καταγραφή θέσης              | Καταγράφονται οι θέσεις του τελικού χρήστη καθώς και φωτογραφιών του περιβάλλοντος εργασίας του στη θέση αυτή. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πλοήγηση του χρήστη.        |
| Χωρικά ερωτήματα                                  | Δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης χωρικών ερωτημάτων. Τα αποτελέσματα μπορούν να δοθούν με τη μορφή πινάκων, να μεταβάλλουν την απεικόνιση των στοιχείων του χάρτη, και να κατευθύνουν τον χρήστη. |
| Ηχητικές εντολές                                  | Δίνουν οδηγίες στον τελικό χρήστη (π.χ. την απόσταση από κάποιον φοίνικα, που να ψεκάσει ή να μην ψεκάσει κ.α.).   |
| <b>Διαχείριση δεδομένων</b>                       |  |
| Εξαγωγή ή εισαγωγή δεδομένων                      | Γίνεται εξαγωγή δεδομένων σε εξωτερικά συστήματα διαχείρισης δεδομένων (π.χ. στο Κ-ΓΠΣ και στο Ε-ΚΓΠΣ) και η εισαγωγή από αυτά άλλων δεδομένων.  |
| Στατιστικά και αναφορές                           | Πραγματοποιεί στατιστικές δοκιμασίες των δεδομένων και παράγει σχετικές αναφορές.  |

**8.3 Παράρτημα ΙΙΙ. ΥΘ του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ**

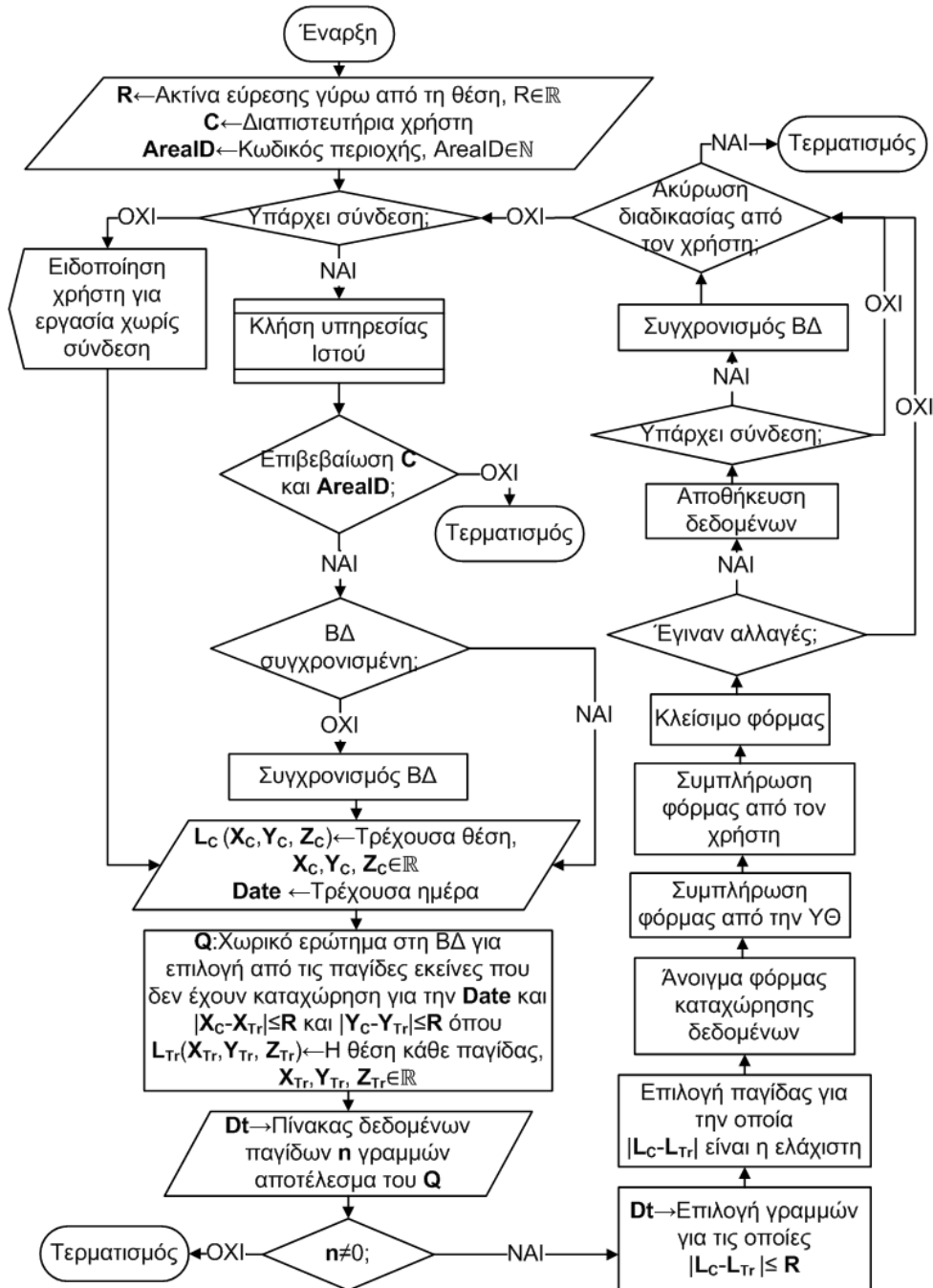
Ο Πίνακας 8.3 παρουσιάζει τις κατηγορίες ΥΘ του αγροπεριβαλλοντικού ΣΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους.

Πίνακας 8.3 Κατηγοριοποίηση ΥΘ του ΣΥΘ σε σχέση με τη λειτουργικότητά τους

| Λειτουργικότητα ΥΘ  | Αλληλεπί-δραση χρήστη-υπηρεσίας |              | Σχέση μεταξύ χρήστη και στόχου |                          | Πλήθος στόχων |               | Υποδομές  |     |                               | Περιβάλλον       |                  |                       | Κατεύθυνση χαρτογράφησης |                 | Αυτονομία/ ανεξαρτησία μεταξύ υπηρεσιών |                    | Τύπος χρήστη      |  |
|---|---------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|-----------|-----|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|---|--------------------|-------------------|--|
|   | Μεταδραστικές                   | Προδραστικές | Αυτοαναφερόμενες               | Διασταυρωτά αναφερόμενες | Απλού στόχου  | Πολλών στόχων | Κεντρικές | P2P | Συνεργατικότητα πολλών στόχων | Εξωτερικών χώρων | Εσωτερικών χώρων | Χώρων παραγωγής φυτών | Θέση του στόχου          | Στόχοι στη θέση | Ανεξάρτητες                             | Αλληλο-εξαρτώμενες | Άτομο + τερματικό | Τηλεκατευθυνόμενα ή αυτόνομα αντικείμενα |
| A. Έξυπνη καταγραφή στο πεδίο   |                                 | ✓            | ✓                              |                          | ✓             |               | ✓         |     | ✓                             |                  | ✓                | ✓                     |                          |                 | ✓                                       | ✓                  | ✓                 |  |
| B. Αυτόματη καταγραφή φυτικού υλικού  |                                 | ✓            |                                | ✓                        |               | ✓             | ✓         |     | ✓                             | ✓                | ✓                | ✓                     |                          |                 | ✓                                       | ✓                  | ✓                 |  |
| Γ. Εντοπισμός σημείων ή περιοχών ενδιαφέροντος  | ✓                               | ✓            |                                | ✓                        |               | ✓             | ✓         |     | ✓                             | ✓                | ✓                | ✓                     |                          |                 | ✓                                       | ✓                  | ✓                 |  |
| Δ. Δρομολόγηση στις παγίδες (επισκοπήσεις)  |                                 | ✓            |                                | ✓                        |               | ✓             | ✓         |     | ✓                             |                  | ✓                | ✓                     |                          |                 | ✓                                       | ✓                  | ✓                 |  |
| Ε. Εκτίμηση επικινδυνότητας προσβολής   | ✓                               | ✓            |                                | ✓                        |               | ✓             |           | ✓   | ✓                             | ✓                | ✓                | ✓                     |                          |                 | ✓                                       | ✓                  | ✓                 | ✓  |
| ΣΤ. Εύρεση επικινδυνότητας προσβολής σε συγκεκριμένο σημείο για δεδομένη χρονική στιγμή | ✓                               | ✓            | ✓                              | ✓                        | ✓             |               | ✓         |     | ✓                             | ✓                | ✓                | ✓                     |                          |                 | ✓                                       | ✓                  | ✓                 |  |
| Z. Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων   | ✓                               | ✓            |                                | ✓                        |               | ✓             |           | ✓   | ✓                             |                  | ✓                | ✓                     |                          |                 | ✓                                       | ✓                  | ✓                 | ✓  |
| H. Καθοδήγηση οχημάτων ή αντικειμένων ή ατόμων για εφαρμογή των επεμβάσεων              |                                 | ✓            | ✓                              | ✓                        | ✓             | ✓             | ✓         | ✓   | ✓                             |                  |                  | ✓                     | ✓                        |                 |   | ✓                  | ✓                 | ✓  |
| Θ. Ηχητική ενημέρωση  |                                 | ✓            | ✓                              |                          | ✓             | ✓             | ✓         |     |                               |                  | ✓                | -                     | -                        |                 | ✓                                       | ✓                  | ✓                 |  |
| Ι. Επαυξημένη πραγματικότητα στην πληροφόρηση στον αγρό                                 | ✓                               | ✓            | ✓                              |                          | ✓             |               | ✓         |     | ✓                             |                  |                  | ✓                     |                          |                 |   | ✓                  | ✓                 |  |
| ΙΑ. Εκτίμηση περιβαλλοντικών παραμέτρων   |                                 | ✓            |                                | ✓                        | ✓             | ✓             |           | ✓   | ✓                             |                  | ✓                | ✓                     |                          |                 | ✓                                       | ✓                  | ✓                 |  |

A. ΥΘ: καταγραφή του πληθυσμού των εντόμων των παγίδων στο πεδίο

Στην Εικόνα 8.1 παρουσιάζεται η ΥΘ για καταγραφή στο πεδίο του πληθυσμού των εντόμων δάκου των παγίδων με χρήση του Κ-ΓΠΣ.

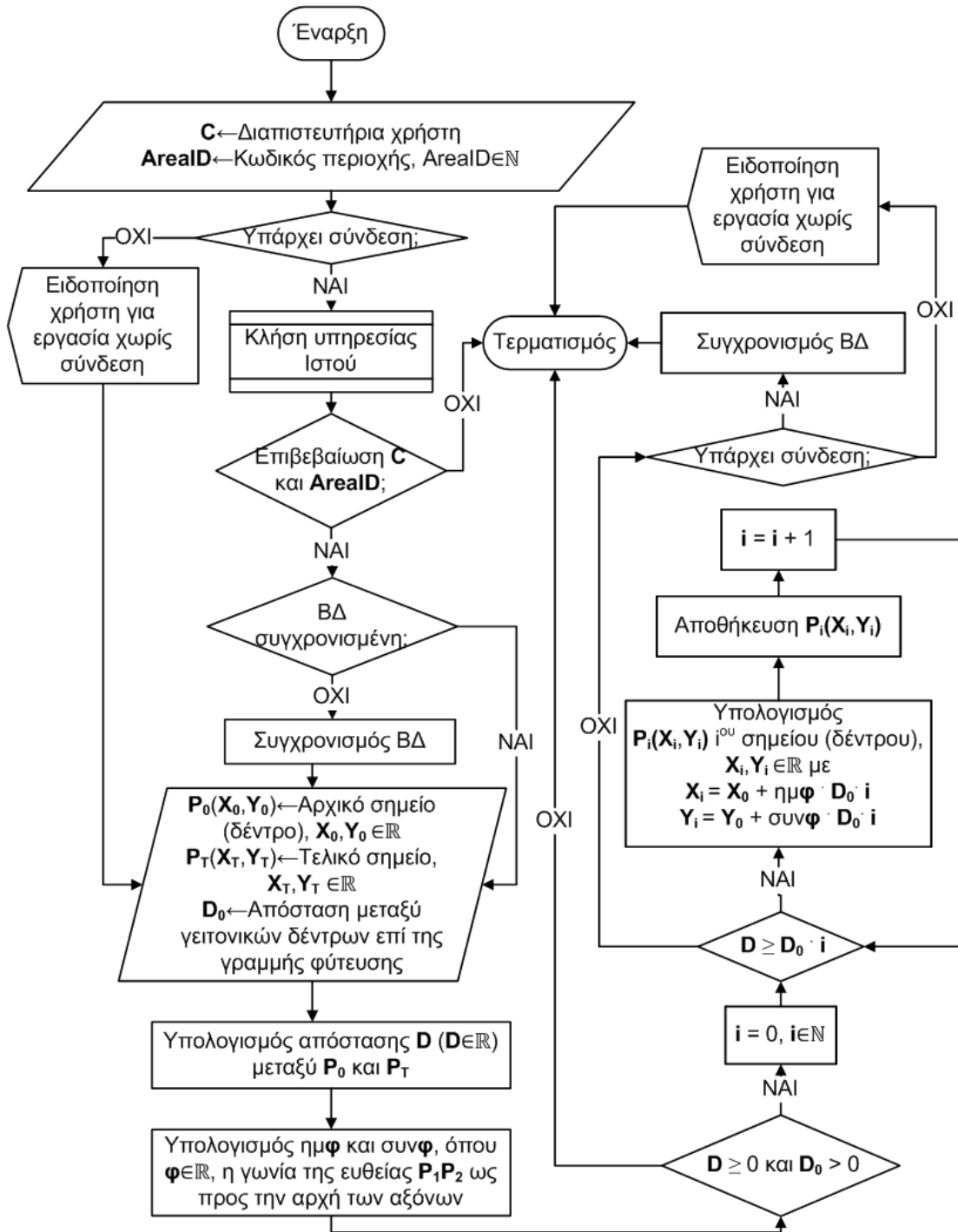


Εικόνα 8.1 ΥΘ, καταγραφή των εντόμων δάκου των παγίδων

Οι συντεταγμένες παρουσιάζονται ως καρτεσιανές. Οι υπολογισμοί έχουν γίνει μετά από τις απαραίτητες μετατροπές από γεωγραφικές σε καρτεσιανές συντεταγμένες και αντίθετα.

*B. Αυτόματη καταγραφή φυτικού υλικού*

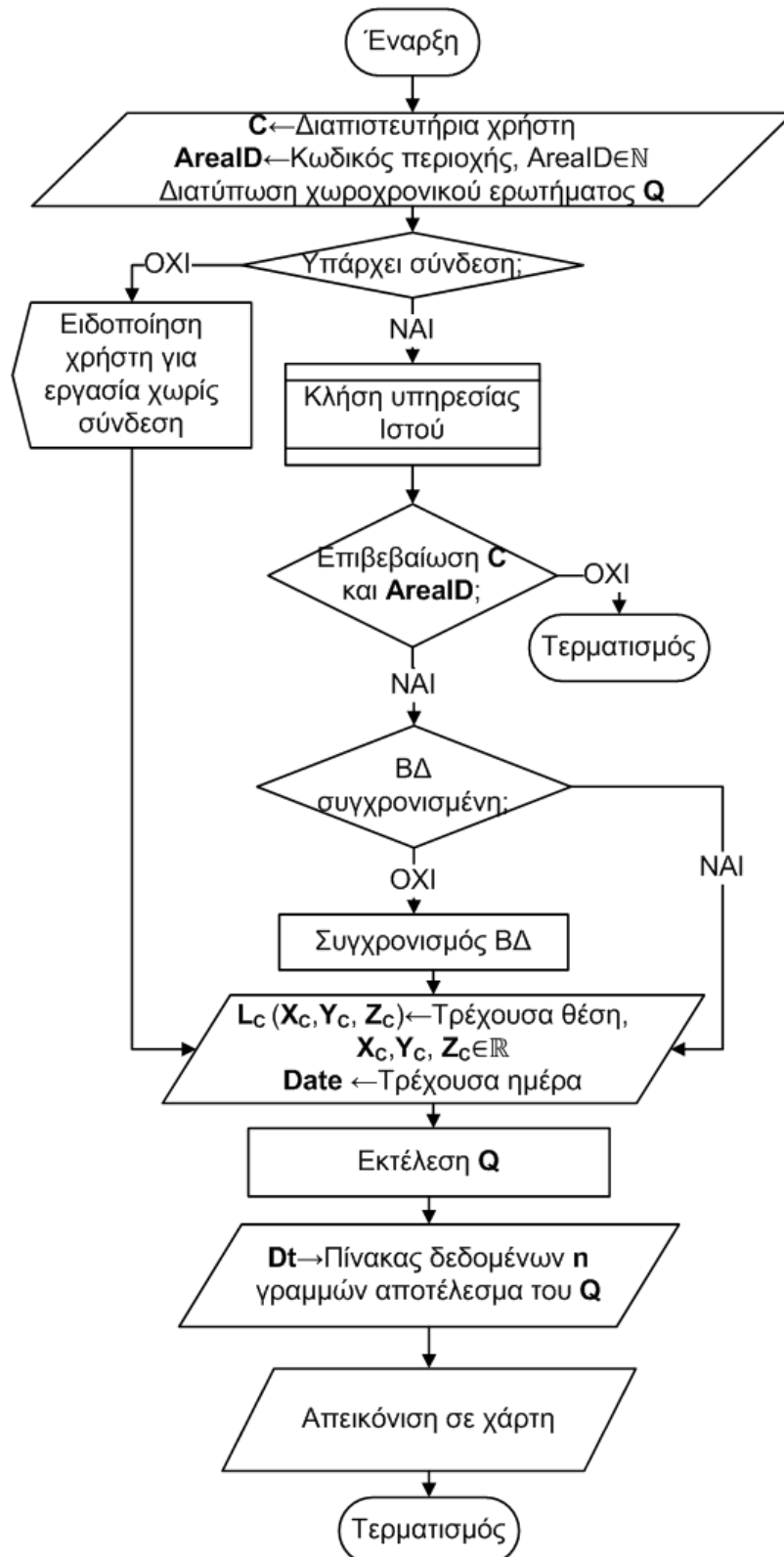
Στην Εικόνα 8.2 παρουσιάζεται η ΥΘ για αυτόματη καταγραφή στο πεδίο φυτικού υλικού (δέντρων) με χρήση του Κ-ΓΠΣ. Ο χρήστης εισάγει στο χάρτη δύο νέα σημεία, το πρώτο στη θέση του δέντρου που βρίσκεται στην αρχή και το δεύτερο στο τελευταίο δέντρο της δεντροστοιχίας. Γνωρίζοντας τις αποστάσεις φύτευσης, η ΥΘ υπολογίζει τις θέσεις των δέντρων της γραμμής.



Εικόνα 8.2 ΥΘ, Αυτόματη καταγραφή φυτικού υλικού (δέντρων)

Γ. Εύρεση σημείων ή περιοχών ενδιαφέροντος

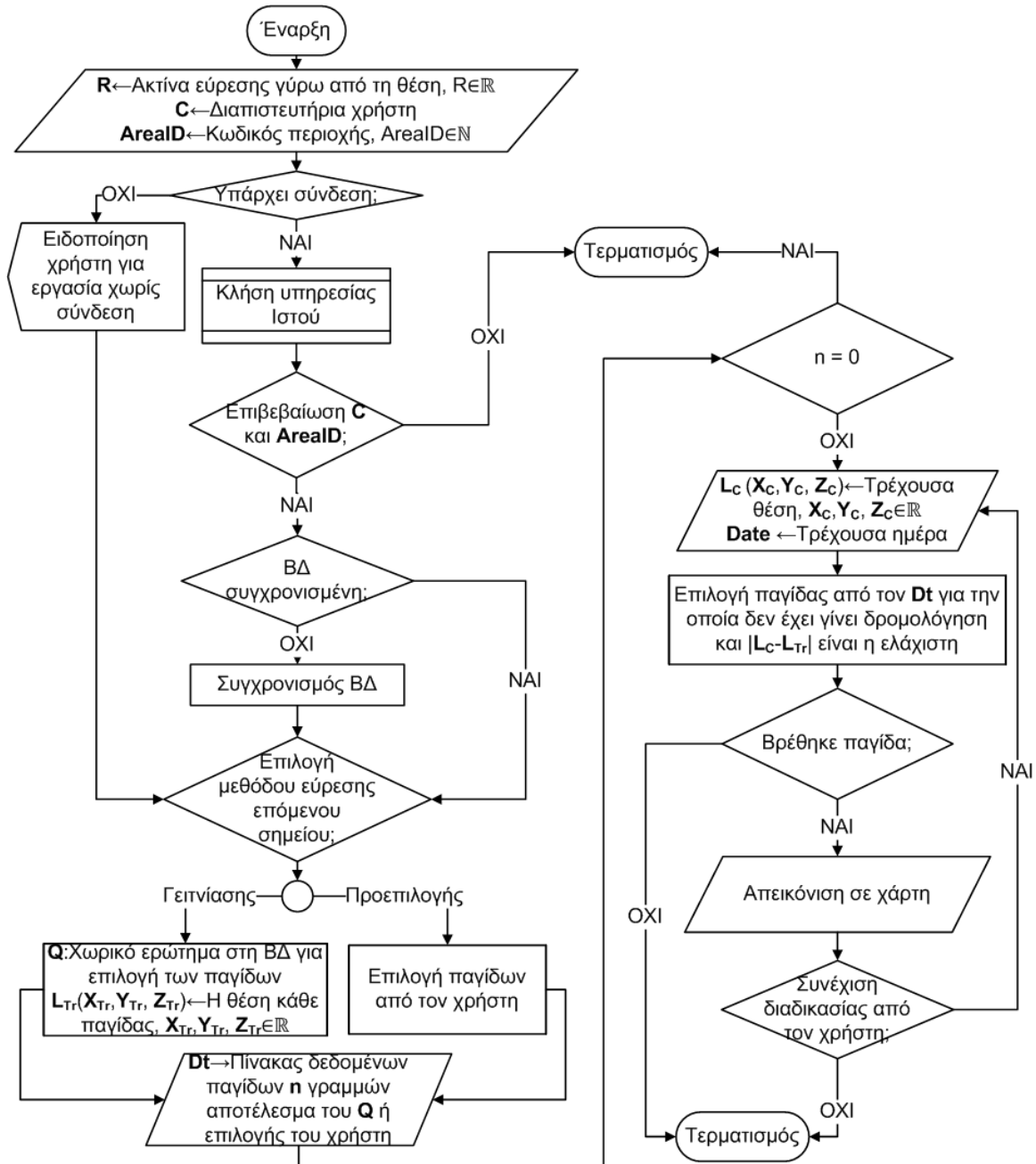
Στην Εικόνα 8.3 παρουσιάζεται η ΥΘ Εύρεση σημείων ή περιοχών ενδιαφέροντος.



Εικόνα 8.3 ΥΘ, Εύρεση σημείων ή περιοχών ενδιαφέροντος

Δ. Δρομολόγηση στις παγίδες (επισκοπήσεις)

Στην Εικόνα 8.4 παρουσιάζεται η ΥΘ για δρομολόγηση στις παγίδες μιας περιοχής με τη χρήση του Κ-ΓΠΣ.

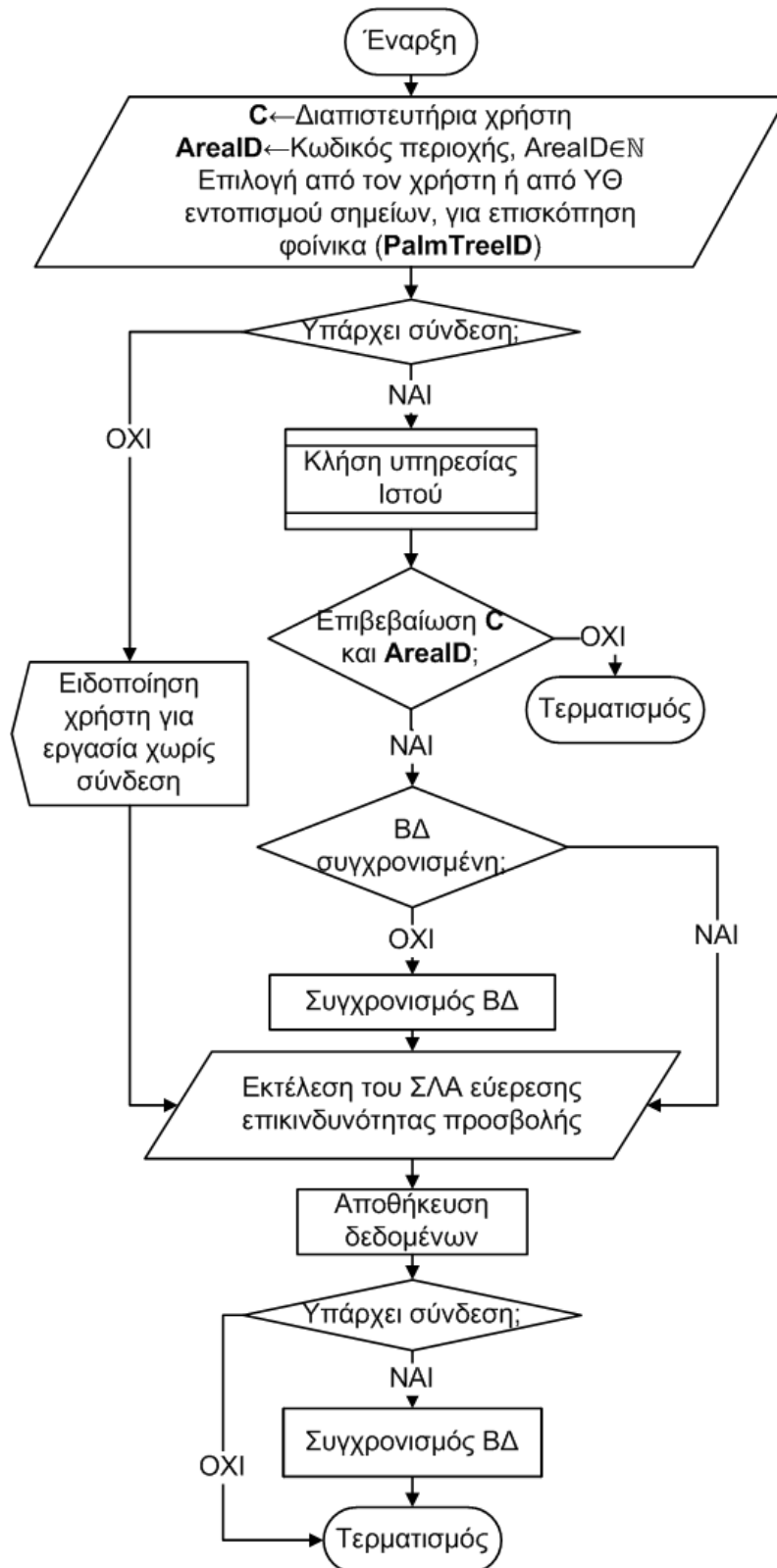


Εικόνα 8.4 ΥΘ, Δρομολόγηση στις παγίδες

Η δρομολόγηση μπορεί να γίνει με προεπιλογή των παγίδων από τον χρήστη ή με τη χρήση ερωτήματος στη βάση δεδομένων (ΒΔ).

Ε. Εκτίμηση επικινδυνότητας προσβολής

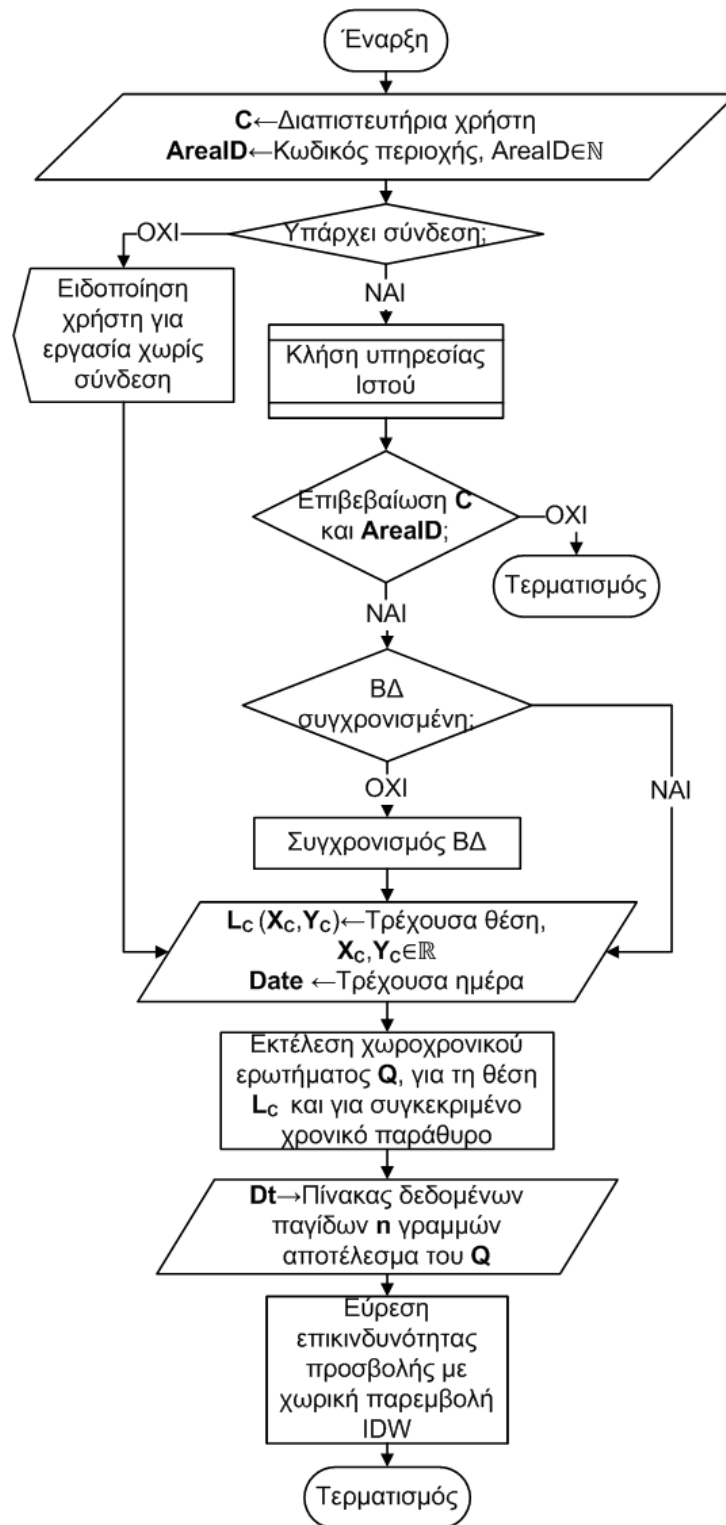
Στην Εικόνα 8.5 παρουσιάζεται η ΥΘ Εκτίμηση επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ.



Εικόνα 8.5 ΥΘ, Εκτίμηση επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ

ΣΤ. Εύρεση επικινδυνότητας προσβολής σε συγκεκριμένο σημείο

Στην Εικόνα 8.6 παρουσιάζεται η ΥΘ Εύρεση επικινδυνότητας προσβολής σε συγκεκριμένο σημείο.

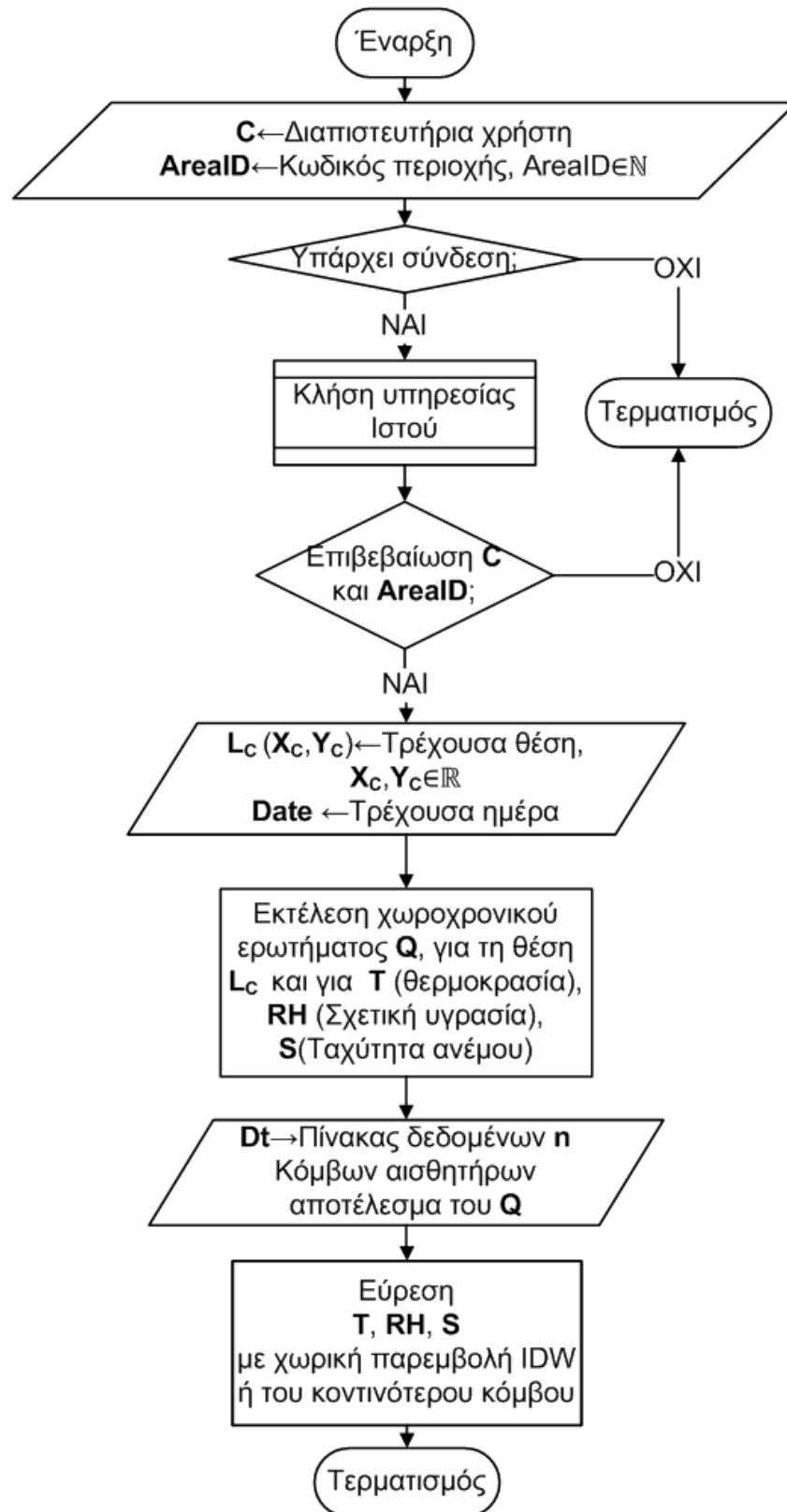


Εικόνα 8.6 ΥΘ, Εύρεση επικινδυνότητας προσβολής σε συγκεκριμένο σημείο



Z. Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων

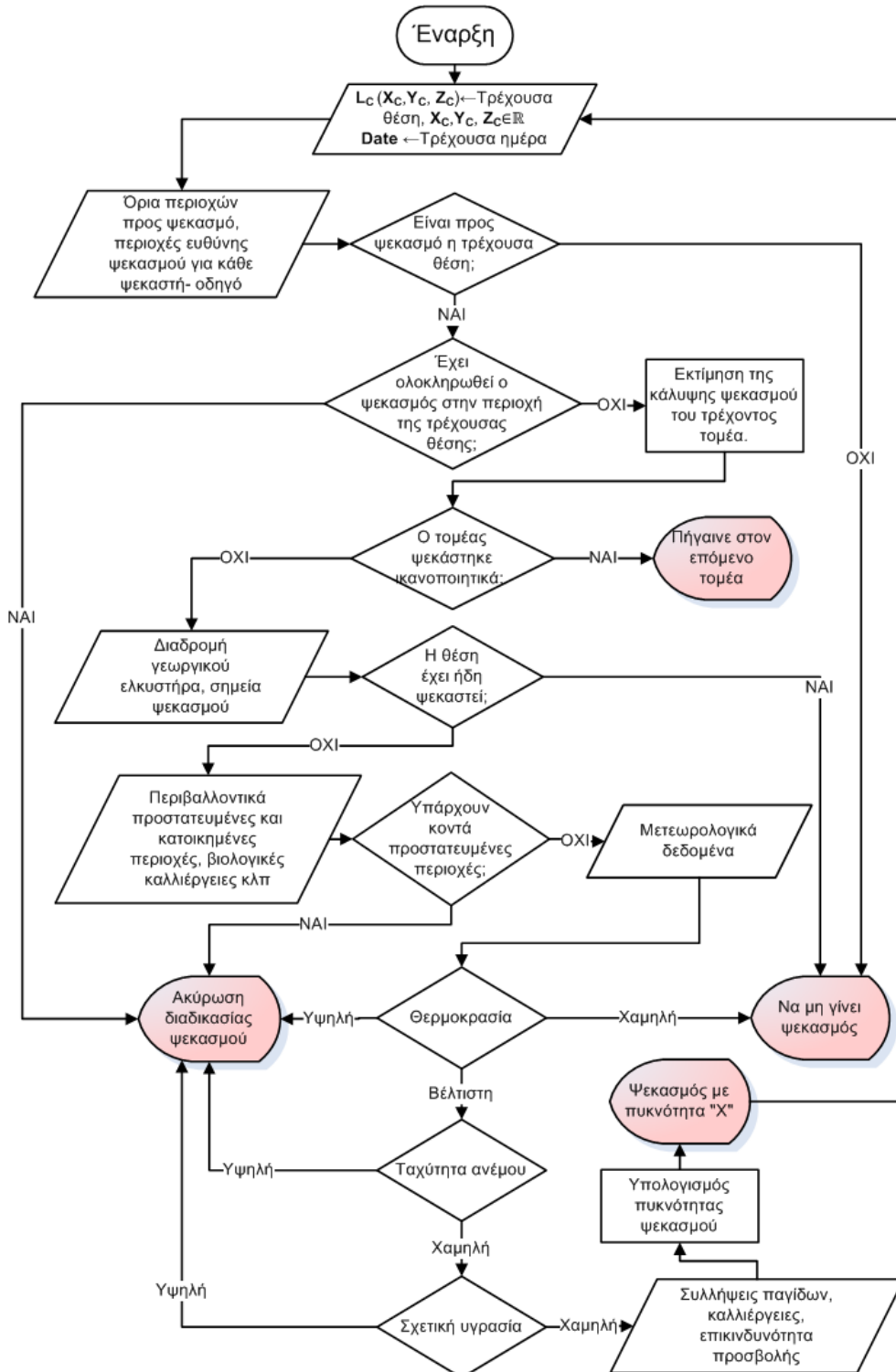
Στην Εικόνα 8.7 παρουσιάζεται η ΥΘ Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων.



Εικόνα 8.7 ΥΘ, Παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων

Η. Καθοδήγηση οχημάτων ή αντικειμένων ή ατόμων για εφαρμογή των επεμβάσεων

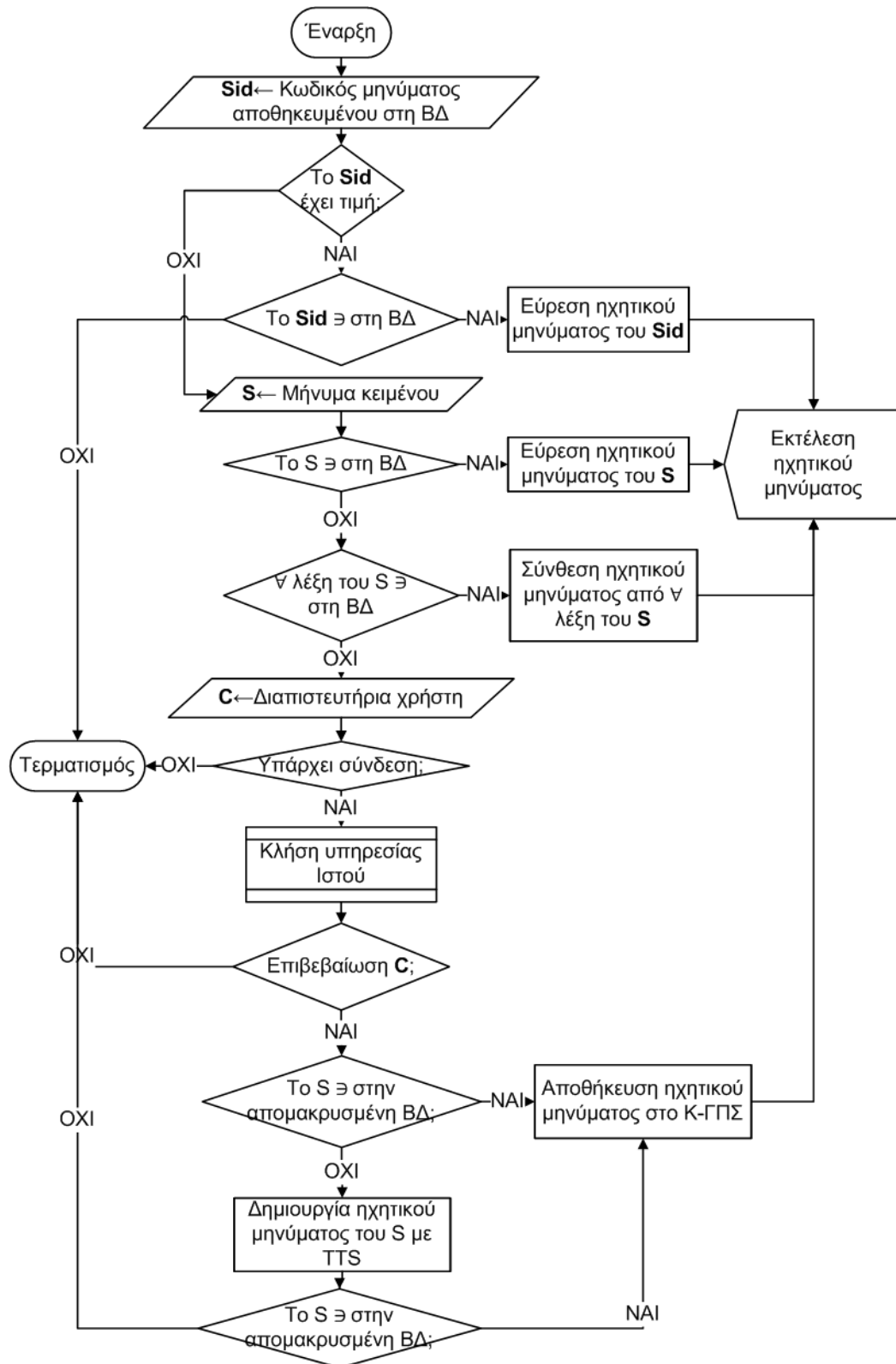
Στην Εικόνα 8.8 παρουσιάζεται η ΥΘ Καθοδήγηση οχημάτων ή αντικειμένων ή ατόμων για εφαρμογή των επεμβάσεων.



Εικόνα 8.8. ΥΘ, Καθοδήγηση ψεκαστή γεωργικού ελκυστήρα για λήψη αποφάσεων κατά τη διάρκεια δολωματικού ψεκασμού του δάκου

Θ. Ηχητική ενημέρωση

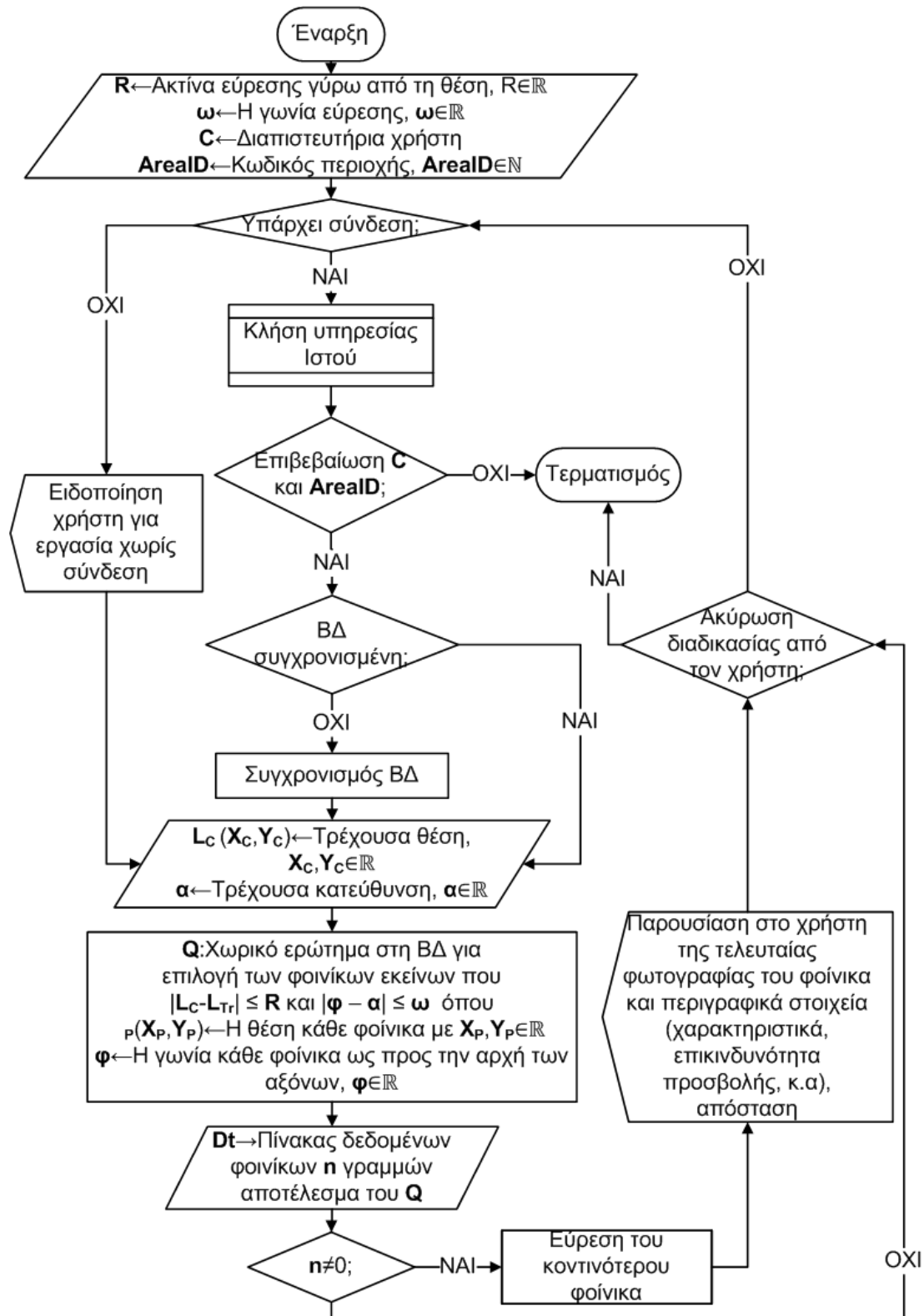
Στην Εικόνα 8.9 παρουσιάζεται η ΥΘ ηχητική ενημέρωση.



Εικόνα 8.9 ΥΘ, Ηχητική ενημέρωση

I. Επαυξημένη πραγματικότητα στην πληροφόρηση στον αγρό

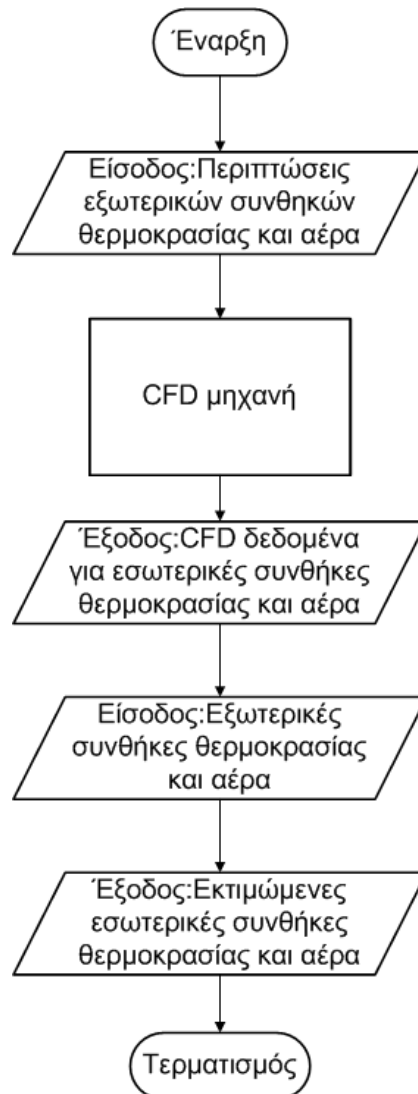
Στην Εικόνα 8.10 παρουσιάζεται η ΥΘ Επαυξημένη πραγματικότητα στην πληροφόρηση στον αγρό.



Εικόνα 8.10 ΥΘ, Επαυξημένη πραγματικότητα στην πληροφόρηση στον αγρό

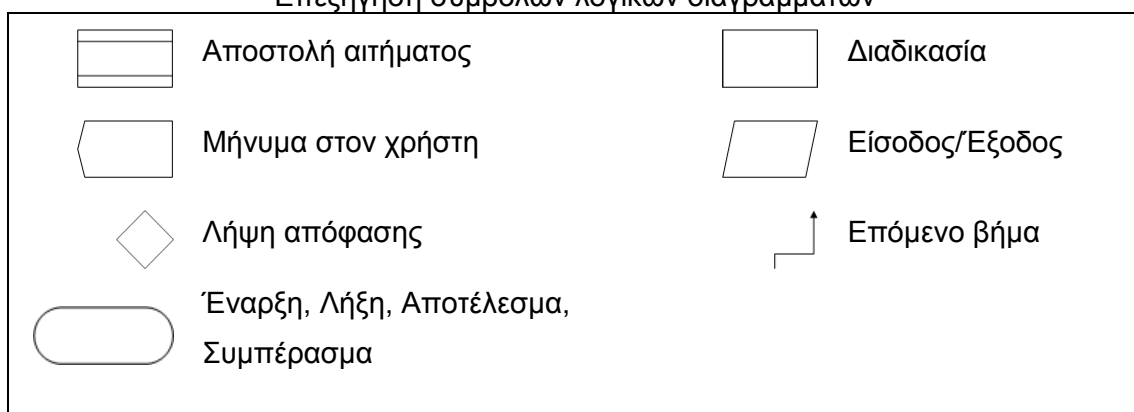
ΙΑ. Εκτίμηση περιβαλλοντικών παραμέτρων

Στην Εικόνα 8.11 παρουσιάζεται η ΥΘ, Επαυξημένη πραγματικότητα στην πληροφόρηση στον αγρό.



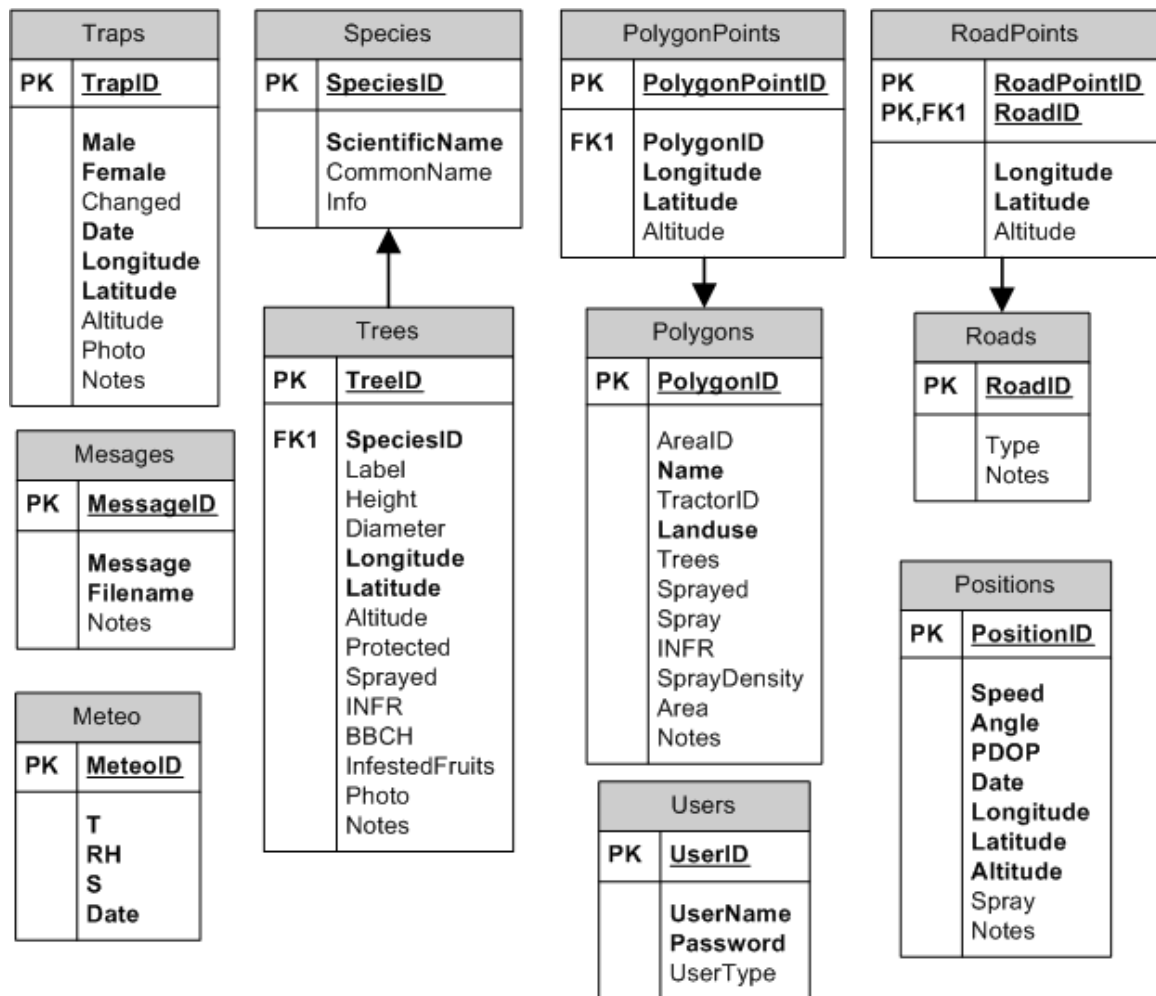
Εικόνα 8.11 ΥΘ, Εκτίμηση περιβαλλοντικών παραμέτρων

Επεξήγηση συμβόλων λογικών διαγραμμάτων



8.4 Παράρτημα IV. Βάση δεδομένων για το δάκο

Η αρχιτεκτονική της βάσης δεδομένων παρουσιάζεται στην Εικόνα 8.12.



Εικόνα 8.12. Αρχιτεκτονική βάσης δεδομένων για τη διαχείριση του δάκου (PK: Πρωτεύον κλειδί (Primary Key), FK: Ξένο κλειδί (Foreign Key))

Στους Πίνακες του παραρτήματος αυτού παρουσιάζονται οι πίνακες της βάση δεδομένων για τη διαχείριση του δάκου, τα πεδία κάθε πίνακα και η περιγραφή κάθε πεδίου.

Πίνακας 8.4. Πίνακας ΒΔ ηχητικών μηνυμάτων

| Πίνακας: Messages    | Περιγραφή πεδίου                                      |
|----------------------|---|
| MessageID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός κάθε μηνύματος (πρωτεύον κλειδί). |
| Message (Κείμενο)    | Το μήνυμα σε μορφή κειμένου.                          |
| Filename (Κείμενο)   | Το όνομα του ηχητικού αρχείου του μηνύματος.          |
| Notes (Κείμενο)      | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν σημειώσεις.     |

Πίνακας 8.5. Πίνακας της ΒΔ με τα μετεωρολογικά στοιχεία

| Πίνακας: Meteo        | Περιγραφή πεδίου                                    |
|-----------------------|---|
| MeteoID (Ακέραιος)    | Ο μοναδικός κωδικός κάθε φοίνικα (πρωτεύον κλειδί). |
| T (Δεκαδικός)         | Η θερμοκρασία του αέρα.                             |
| RH (Δεκαδικός)        | Η σχετική υγρασία του αέρα.                         |
| S (Δεκαδικός)         | Η ταχύτητα του ανέμου.                              |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα) | Η χρονική στιγμή λήψης της μέτρησης.                |

Πίνακας 8.6. Πίνακας ΒΔ περιοχών (πολύγωνα)

| Πίνακας: PolygonPoints    | Περιγραφή πεδίου                                    |
|---------------------------|---|
| PolygonPointID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός κάθε σημείου (πρωτεύον κλειδί). |
| PolygonID (Ακέραιος)      | Ο μοναδικός κωδικός κάθε περιοχής.                  |
| Longitude (Δεκαδικός)     | Το γεωγραφικό μήκος του σημείου.                    |
| Latitude (Δεκαδικός)      | Το γεωγραφικό πλάτος του σημείου.                   |
| Altitude (Δεκαδικός)      | Το υψόμετρο του σημείου.                            |

Πίνακας 8.7. Πίνακας ΒΔ περιοχών (χαρακτηριστικά)

| Πίνακας: Polygons       | Περιγραφή πεδίου  |
|-------------------------|---|
| PolygonID (Ακέραιος)    | Ο μοναδικός κωδικός κάθε πολυγώνου της περιοχής (πρωτεύον κλειδί).                    |
| ArealID (Ακέραιος)      | Η περιοχή στην οποία ανήκει το πολύγωνο.  |
| Name (Κείμενο)          | Το όνομα της περιοχής.  |
| TractorID (Ακέραιος)    | Ο κωδικός του γεωργικού ελκυστήρα που θα χρησιμοποιηθεί για τον ψεκασμό της περιοχής. |
| Landuse (Κείμενο)       | Η χρήση γης της περιοχής.   |
| Trees (Ακέραιος)        | Ο αριθμός των δέντρων που υπάρχουν στο πολύγωνο.                                      |
| Sprayed (Ακέραιος)      | Ο αριθμός των δέντρων που ψεκάστηκαν.   |
| Spray (Ακέραιος)        | Ο αριθμός των δέντρων που πρέπει να ψεκαστούν.  |
| INFR (Ακέραιος)         | Η επικινδυνότητα προσβολής.   |
| SprayDensity (Ακέραιος) | Πυκνότητα ψεκασμού.   |
| Area (Δεκαδικός)        | Η έκταση του πολυγώνου.   |
| Notes (Κείμενο)         | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν σημειώσεις.                                     |

Πίνακας 8.8. Πίνακας ΒΔ των σημείων καταγραφής της διαδρομής

| Πίνακας: Positions    | Περιγραφή πεδίου  |
|-----------------------|---|
| PositionID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός κάθε σημείου (πρωτεύον κλειδί).                                       |
| Speed (Δεκαδικός)     | Η ταχύτητα.   |
| Angle (Δεκαδικός)     | Η κατεύθυνση.   |
| PDOP (Δεκαδικός)      | Η τιμή που δείχνει την ακρίβεια προσδιορισμού της θέσης (Position Dilution Of Precision). |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα) | Η χρονική στιγμή καταγραφής του σημείου.  |
| Longitude (Δεκαδικός) | Το γεωγραφικό μήκος του σημείου.  |
| Latitude (Δεκαδικός)  | Το γεωγραφικό πλάτος του σημείου.   |
| Altitude (Δεκαδικός)  | Το υψόμετρο του σημείου.  |
| Spray (Διαδικός)      | Ένδειξη αν έγινε ή δεν έγινε ψεκασμός στο σημείο.   |
| Notes (Κείμενο)       | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν σημειώσεις.   |

Πίνακας 8.9. Πίνακας ΒΔ των σημείων του οδικού δικτύου

| Πίνακας: RoadPoints    | Περιγραφή πεδίου                                    |
|------------------------|---|
| RoadPointID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός κάθε σημείου (πρωτεύον κλειδί). |
| RoadID (Ακέραιος)      | Ο κωδικός της γραμμής του οδικού δικτύου.           |
| Longitude (Δεκαδικός)  | Το γεωγραφικό μήκος του σημείου.                    |
| Latitude (Δεκαδικός)   | Το γεωγραφικό του σημείου.                          |
| Altitude (Δεκαδικός)   | Το υψόμετρο του σημείου.                            |

Πίνακας 8.10. Πίνακας ΒΔ του οδικού δικτύου

| Πίνακας: Roads    | Περιγραφή πεδίου   |
|-------------------|--|
| RoadID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός κάθε γραμμής (πρωτεύον κλειδί).                          |
| Type (Ακέραιος)   | Ο τύπος της δρόμου (ανάλογα π.χ. με το αν είναι χωματόδρομος, άσφαλτος κλπ). |
| Notes (Κείμενο)   | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν σημειώσεις.                            |

Πίνακας 8.11. Πίνακας ΒΔ των φυτικών ειδών

| Πίνακας: Species         | Περιγραφή πεδίου   |
|--------------------------|--|
| SpeciesID (Ακέραιος)     | Ο μοναδικός κωδικός κάθε φυτικού είδους (πρωτεύον κλειδί). |
| ScientificName (Κείμενο) | Η επιστημονική ονομασία.                                   |
| CommonName (Κείμενο)     | Το κοινό όνομα.  |
| Info (Κείμενο)           | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν σημειώσεις.          |



Πίνακας 8.12. Πίνακας ΒΔ των παγίδων

| Πίνακας: Traps        | Περιγραφή πεδίου   |
|-----------------------|--|
| TrapID (Ακέραιος)     | Ο μοναδικός κωδικός κάθε παγίδας (πρωτεύον κλειδί).      |
| Male (Ακέραιος)       | Τα αρσενικά άτομα του δάκου που βρέθηκαν στην παγίδα.    |
| Female (Ακέραιος)     | Τα θηλυκά άτομα του δάκου που βρέθηκαν στην παγίδα.      |
| Changed (Διαδικός)    | Ένδειξη αν έγινε αλλαγή του διαλύματος της παγίδας.      |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα) | Η χρονική στιγμή της καταγραφής των εντόμων της παγίδας. |
| Longitude (Δεκαδικός) | Το γεωγραφικό μήκος της παγίδας.                         |
| Latitude (Δεκαδικός)  | Το γεωγραφικό πλάτος της παγίδας.                        |
| Altitude (Δεκαδικός)  | Το υψόμετρο της παγίδας.                                 |
| Photo (Κείμενο)       | Φωτογραφία της παγίδας.                                  |
| Notes (Κείμενο)       | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν σημειώσεις.        |

Πίνακας 8.13. Πίνακας ΒΔ των δέντρων

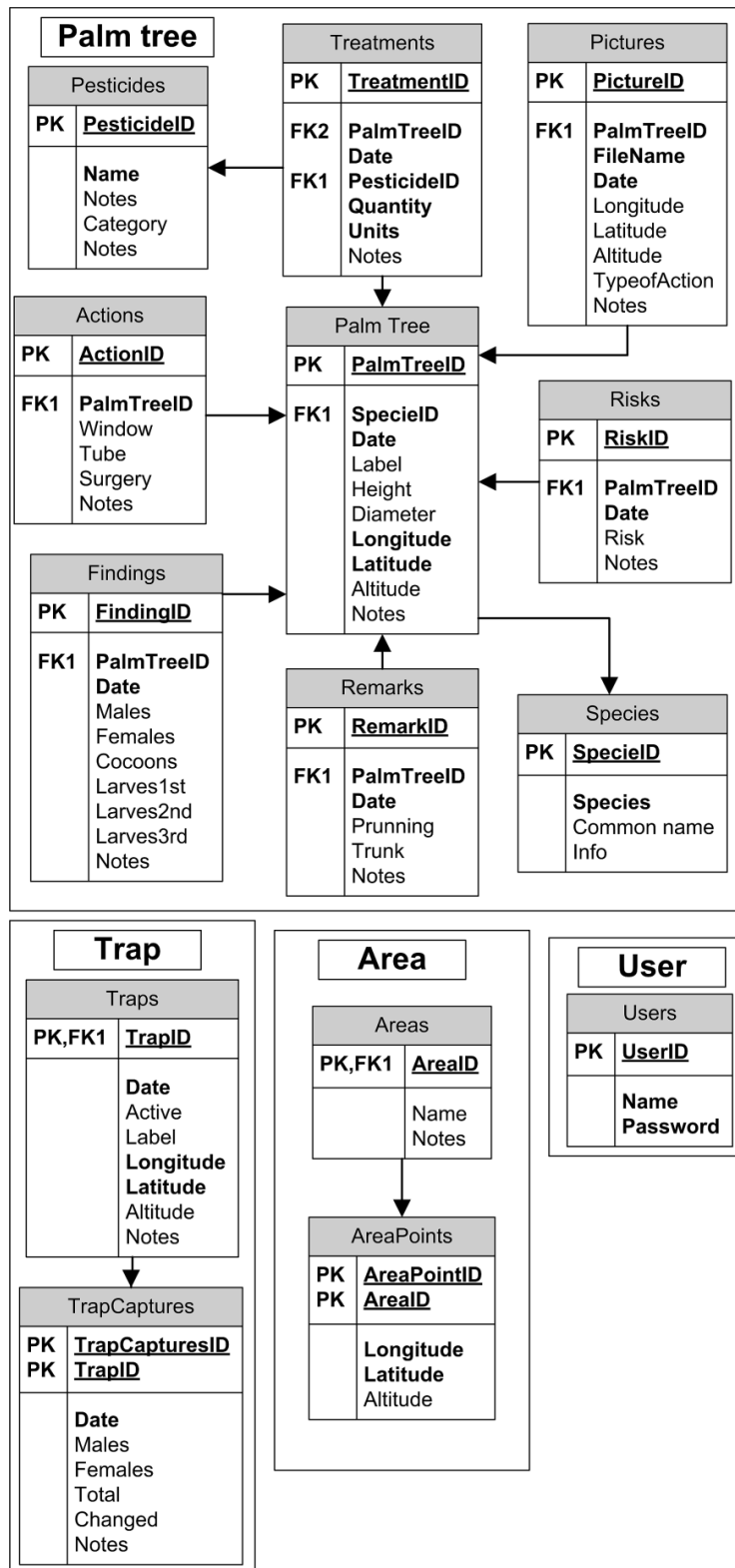
| Πίνακας: Trees            | Περιγραφή πεδίου                                    |
|---------------------------|---|
| TreelD (Ακέραιος)         | Ο μοναδικός κωδικός κάθε δέντρου (πρωτεύον κλειδί). |
| SpeciesID (Ακέραιος)      | Το είδος του δέντρου.                               |
| Label (Κείμενο)           | Η ετικέτα του δέντρου.                              |
| Height (Κείμενο)          | Η κατηγορία ύψους του δέντρου.                      |
| Diameter (Κείμενο)        | Η κατηγορία διαμέτρου του δέντρου.                  |
| Longitude (Δεκαδικός)     | Το γεωγραφικό μήκος του δέντρου.                    |
| Latitude (Δεκαδικός)      | Το γεωγραφικό πλάτος του δέντρου.                   |
| Altitude (Δεκαδικός)      | Το υψόμετρο του δέντρου.                            |
| Protected (Διαδικός)      | Ένδειξη αν δεν πρέπει να ψεκαστεί το δέντρο.        |
| Sprayed (Διαδικός)        | Ένδειξη αν ψεκάστηκε ή όχι το δέντρο.               |
| INFR (Ακέραιος)           | Η επικινδυνότητα προσβολής.                         |
| B BCH (Ακέραιος)          | Το φαινολογικό στάδιο του δέντρου.                  |
| InfestedFruits (Ακέραιος) | Το ποσοστό προσβεβλημένων καρπών του δέντρου.       |
| Photo (Κείμενο)           | Φωτογραφία του δέντρου.                             |
| Notes (Κείμενο)           | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν σημειώσεις.   |

Πίνακας 8.14. Πίνακας ΒΔ-Χρήστες

| Πίνακας: Users     | Περιγραφή πεδίου                                  |
|--------------------|---|
| UserID (Ακέραιος)  | Ο μοναδικός κωδικός του χρήστη (πρωτεύον κλειδί). |
| UserName (Κείμενο) | Το όνομα του χρήστη.                              |
| Password (Κείμενο) | Ο κωδικός του χρήστη.                             |
| UserType (Κείμενο) | Ο τύπος του χρήστη (διαχειριστής, απλός χρήστης)  |

### 8.5 Παράρτημα V. Βάση δεδομένων για το ΚΣΦ

Η αρχιτεκτονική της βάσης δεδομένων για το ΚΣΦ του προτεινόμενου συστήματος φαίνεται στην Εικόνα 8.13.



Εικόνα 8.13. Αρχιτεκτονική βάσης δεδομένων για τη διαχείριση του ΚΣΦ (PK: Πρωτεύον κλειδί (Primary Key), FK: Ξένο κλειδί (Foreign Key))

Στους Πίνακες του παραρτήματος αυτού παρουσιάζονται οι πίνακες της βάση δεδομένων για τη διαχείριση του ΚΣΦ, τα πεδία κάθε πίνακα και η περιγραφή κάθε πεδίου.

Πίνακας 8.15. Πίνακας ΒΔ χαρακτηριστικών φοίνικα

| Πίνακας: Palm Tree    | Περιγραφή πεδίου  |
|-----------------------|---|
| PalmTreeID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός κάθε φοίνικα (πρωτεύον κλειδί).   |
| SpecielD (Ακέραιος)   | Ο κωδικός του είδους στον οποίο ο φοίνικας ανήκει.  |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα) | Η χρονική στιγμή που καταχωρήθηκε ο φοίνικας.   |
| Label (Κείμενο)       | Η ετικέτα του φοίνικα (προαιρετικό).  |
| Height (Κείμενο)      | Το ύψος κάθε φοίνικα. Το ύψος έχει κατηγοριοποιηθεί στα εξής διαστήματα: <1m, >1-2m, >2-4m, >4-8m, >8m. Το ύψος του φοίνικα αποτελεί σημαντική παράμετρο στην εφαρμογή των επεμβάσεων. Ένας υψηλός φοίνικας διακοσμεί με θεαματικότερο τρόπο το πάρκο σε σχέση με ένα φοίνικα με μικρότερο ύψος. Επιπλέον, όσο πιο ψηλός είναι ένας φοίνικας τόσο πιο δύσκολα γίνεται η επισκόπηση του και τόσο πιο δύσκολα εφαρμόζονται οι επεμβάσεις. Στην περίπτωση των υψηλών φοινίκων η εφαρμογή των επεμβάσεων απαιτεί τη χρήση σκάλας ή καλαθοφόρου μηχανήματος. |
| Diameter (Κείμενο)    | Η διάμετρος του κορμού κάθε φοίνικα. Η διάμετρος έχει κατηγοριοποιηθεί στα εξής διαστήματα: <0.80m, ≥0.80m.   |
| Longitude (Δεκαδικός) | Το γεωγραφικό μήκος της θέσης του φοίνικα.  |
| Latitude (Δεκαδικός)  | Το γεωγραφικό πλάτος της θέσης του φοίνικα.   |
| Altitude (Δεκαδικός)  | Το υψόμετρο που βρίσκεται ο φοίνικας.   |
| Notes (Κείμενο)       | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν υπό μορφή ελεύθερου κειμένου, σημειώσεις που αφορούν τον φοίνικα.   |

Πίνακας 8.16. Πίνακας ΒΔ ενεργειών

| <b>Πίνακας: Actions</b> | <b>Περιγραφή πεδίου</b>  |
|-------------------------|--|
| ActionsID (Ακέραιος)    | Ο μοναδικός κωδικός για κάθε ενέργεια που πραγματοποιείται σε κάθε φοίνικα (πρωτεύον κλειδί).  |
| PalmTreeID (Ακέραιος)   | Ο μοναδικός κωδικός του φοίνικα που πραγματοποιείται η κάθε ενέργεια.  |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα)   | Η χρονική στιγμή που πραγματοποιείται η κάθε ενέργεια.   |
| Window (Κείμενο)        | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται η πραγματοποίηση ή όχι παραθύρου επισκόπησης.  |
| Tube (Κείμενο)          | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται η εγκατάσταση ή όχι συστήματος σωληνώσεων που χρησιμοποιείται για μεταφορά του ψεκαστικού υγρού από τη βάση προς την κορυφή του φοίνικα. |
| Surgery (Κείμενο)       | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται η πραγματοποίηση ή όχι δεντροχειρουργείου.   |
| Notes (Κείμενο)         | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν υπό μορφή ελεύθερου κειμένου, σημειώσεις που αφορούν τις ενέργειες που πραγματοποιούνται στον φοίνικα.                             |

Πίνακας 8.17. Πίνακας ΒΔ παρατηρήσεων

| <b>Πίνακας: Remarks</b> | <b>Περιγραφή πεδίου</b>   |
|-------------------------|---|
| RemarksID (Ακέραιος)    | Ο μοναδικός κωδικός για κάθε παρατήρηση που πραγματοποιείται σε κάθε φοίνικα (πρωτεύον κλειδί).   |
| PalmTreeID (Ακέραιος)   | Ο μοναδικός κωδικός του φοίνικα που πραγματοποιείται η κάθε παρατήρηση.   |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα)   | Η χρονική στιγμή που πραγματοποιείται η κάθε παρατήρηση.  |
| Pruning (Κείμενο)       | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται η πραγματοποίηση ή ανάγκη για κλάδεμα του φοίνικα.  |
| Trunk (Κείμενο)         | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται η πραγματοποίηση ή ανάγκη για κλάδεμα-καθάρισμα του κορμού του κάθε φοίνικα.                                    |
| Notes (Κείμενο)         | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν υπό μορφή ελεύθερου κειμένου, σημειώσεις που αφορούν τις παρατηρήσεις που πραγματοποιούνται στον φοίνικα. |

Πίνακας 8.18. Πίνακας ΒΔ φωτογραφιών

| <b>Πίνακας: Pictures</b> | <b>Περιγραφή πεδίου</b>  |
|--------------------------|--|
| PictureID (Ακέραιος)     | Ο μοναδικός κωδικός για κάθε φωτογραφία που λαμβάνεται σε κάθε φοίνικα (πρωτεύον κλειδί).                                  |
| PalmTreeID (Ακέραιος)    | Ο μοναδικός κωδικός του φοίνικα που λαμβάνεται η κάθε φωτογραφία.  |
| Filename (Κείμενο)       | Η διαδρομή και η ονομασία του ηλεκτρονικού αρχείου της φωτογραφίας.  |
| Longitude (Δεκαδικός)    | Το γεωγραφικό μήκος της θέσης της φωτογραφίας.   |
| Latitude (Δεκαδικός)     | Το γεωγραφικό πλάτος της θέσης της φωτογραφίας.  |
| Altitude (Δεκαδικός)     | Το υψόμετρο που βρίσκεται η φωτογραφία.  |
| Type of Action (Κείμενο) | Το είδος της ενέργειας το οποίο αφορά η φωτογραφία.  |
| Notes (Κείμενο)          | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν υπό μορφή ελεύθερου κειμένου, σημειώσεις που αφορούν το περιεχόμενο της φωτογραφίας. |

Πίνακας 8.19. Πίνακας ΒΔ επεμβάσεων

| <b>Πίνακας: Treatments</b> | <b>Περιγραφή πεδίου</b>  |
|----------------------------|--|
| TreatmentID (Ακέραιος)     | Ο μοναδικός κωδικός για κάθε επέμβαση που πραγματοποιείται σε κάθε φοίνικα (πρωτεύον κλειδί).  |
| PalmTreeID (Ακέραιος)      | Ο μοναδικός κωδικός του φοίνικα που πραγματοποιείται η κάθε επέμβαση.  |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα)      | Η χρονική στιγμή που πραγματοποιείται η κάθε επέμβαση.   |
| PesticideID (Ακέραιος)     | Ο μοναδικός κωδικός του σκευάσματος ή της δραστικής ουσίας.  |
| Quantity (Δεκαδικός)       | Η ποσότητα του σκευάσματος ή της δραστικής ουσίας που εφαρμόστηκε.   |
| Measure unit (Κείμενο)     | Η μονάδα μέτρησης του σκευάσματος ή της δραστικής ουσίας που εφαρμόστηκε.  |
| Notes (Κείμενο)            | Το πεδίο στο οποίο μπορούν να γραφούν υπό μορφή ελεύθερου κειμένου, σημειώσεις που αφορούν την επέμβαση που πραγματοποιείται στον φοίνικα. |

Πίνακας 8.20. Πίνακας ΒΔ σκευασμάτων των επεμβάσεων

| <b>Πίνακας: Pesticides</b> | <b>Περιγραφή πεδίου</b>  |
|----------------------------|--|
| PesticideID (Ακέραιος)     | Ο μοναδικός κωδικός του σκευάσματος ή της δραστικής ουσίας(πρωτεύον κλειδί).   |
| Name (Κείμενο)             | Η ονομασία του σκευάσματος ή της δραστικής ουσίας.   |
| Category (Κείμενο)         | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται σε μορφή κειμένου η κατηγορία στην οποία ανήκει το σκεύασμα ή δραστική ουσία.                                      |
| Notes (Κείμενο)            | Η διαδρομή και η ονομασία του ηλεκτρονικού αρχείου των Φύλλων Δεδομένων Ασφαλείας Υλικών (Material Safety Data Sheet) που αφορά τη δραστική ουσία. |

Πίνακας 8.21. Πίνακας ΒΔ ευρημάτων

| <b>Πίνακας: Findings</b>    | <b>Περιγραφή πεδίου</b>   |
|-----------------------------|---|
| FindingsID (Ακέραιος)       | Ο μοναδικός κωδικός για κάθε εύρημα που αφορά κάθε φοίνικα.   |
| PalmTreeID (Ακέραιος)       | Ο μοναδικός κωδικός του φοίνικα που αφορά το κάθε εύρημα.   |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα)       | Η χρονική στιγμή καταχώρησης των ευρημάτων.   |
| Females (Ακέραιος)          | Ο αριθμός των ενήλικων θηλυκών ατόμων του εντόμου, που βρέθηκαν στον φοίνικα.   |
| Males (Ακέραιος)            | Ο αριθμός των ενήλικων αρσενικών ατόμων του εντόμου, που βρέθηκαν στον φοίνικα.                                       |
| Cocoons (Ακέραιος)          | Ο αριθμός των κουκουλιών του εντόμου, που βρέθηκαν στον φοίνικα.  |
| Pupae (Ακέραιος)            | Ο αριθμός των νυμφών ατόμων του εντόμου, που βρέθηκαν στον φοίνικα.   |
| Larves 1st stage (Ακέραιος) | Ο αριθμός των προνυμφών 1 <sup>ου</sup> σταδίου του εντόμου, που βρέθηκαν στον φοίνικα.                               |
| Larves 2nd stage (Ακέραιος) | Ο αριθμός των προνυμφών 2 <sup>ου</sup> σταδίου του εντόμου, που βρέθηκαν στον φοίνικα.                               |
| Larves 3rd stage (Ακέραιος) | Ο αριθμός των προνυμφών 3 <sup>ου</sup> σταδίου του εντόμου, που βρέθηκαν στον φοίνικα.                               |
| Notes (Κείμενο)             | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται με μορφή ελεύθερου κειμένου, σημειώσεις που αφορούν τα ευρήματα για τον κάθε φοίνικα. |

Πίνακας 8.22. Πίνακας ΒΔ ειδών φοινίκων

| Πίνακας: Species      | Περιγραφή πεδίου   |
|-----------------------|--|
| SpecieID (Ακέραιος)   | Ο μοναδικός κωδικός για κάθε φυτικό είδος φοινικοειδούς (πρωτεύον κλειδί).         |
| Species (Κείμενο)     | Η επιστημονική ονομασία του είδους που ανήκει ο φοίνικας.                          |
| Common name (Κείμενο) | Η κοινή ονομασία του φοίνικα.  |
| Info (Κείμενο)        | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται με μορφή κειμένου πληροφορίες για το φοινικοειδές. |

Πίνακας 8.23. Πίνακας ΒΔ της επικινδυνότητας προσβολής

| Πίνακας: Risks        | Περιγραφή πεδίου  |
|-----------------------|---|
| RiskID (Ακέραιος)     | Ο μοναδικός κωδικός για κάθε επικινδυνότητα που εισάγεται (πρωτεύον κλειδί).  |
| PalmTreeID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός του φοίνικα που αφορά την επικινδυνότητα προσβολής.   |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα) | Η χρονική στιγμή που καταχωρήθηκε η επικινδυνότητα προσβολής.   |
| Risk (Κείμενο)        | Η επικινδυνότητα προσβολής.   |
| Notes (Κείμενο)       | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται με μορφή ελεύθερου κειμένου, σημειώσεις που αφορούν τη επικινδυνότητα προσβολής που κάθε φορά καταχωρείται. |

Πίνακας 8.24. Πίνακας ΒΔ παγίδων

| Πίνακας: Traps        | Περιγραφή πεδίου   |
|-----------------------|--|
| TrapID (Ακέραιος)     | Ο μοναδικός κωδικός για κάθε παγίδα (πρωτεύον κλειδί).   |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα) | Η χρονική στιγμή που τοποθετήθηκε η παγίδα.  |
| Active (Κείμενο)      | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται αν η παγίδα είναι ενεργή.  |
| Label (Κείμενο)       | Η ετικέτα του φοίνικα.   |
| Longitude (Δεκαδικός) | Το γεωγραφικό μήκος της θέσης της παγίδας.   |
| Latitude (Δεκαδικός)  | Το γεωγραφικό πλάτος της θέσης της παγίδας.  |
| Altitude (Δεκαδικός)  | Το υψόμετρο που βρίσκεται η παγίδα.  |
| Notes (Κείμενο)       | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται με μορφή ελεύθερου κειμένου, σημειώσεις που αφορούν τις παγίδες. |

Πίνακας 8.25. Πίνακας ΒΔ συλλήψεων των παγίδων

| Πίνακας: Traps captures   | Περιγραφή πεδίου   |
|---------------------------|--|
| TrapCapturesID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός για κάθε συλλογή (πρωτεύον κλειδί).  |
| Date (Ημερομηνία/Ωρα)     | Η χρονική στιγμή που τοποθετήθηκε η παγίδα.  |
| Males (Ακέραιος)          | Ο αριθμός των αρσενικών ακμαίων στην παγίδα.   |
| Females (Ακέραιος)        | Ο αριθμός των θηλυκών ακμαίων στην παγίδα.   |
| Total (Ακέραιος)          | Ο συνολικός αριθμός των ακμαίων στην παγίδα.   |
| Changed (Ημερομηνία/Ωρα)  | Η χρονική στιγμή που έγινε αλλαγή υλικού (νερού, φερομόνης) στην παγίδα.                         |
| Notes (Κείμενο)           | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται με μορφή ελεύθερου κειμένου, σημειώσεις που αφορούν τις παγίδες. |

Πίνακας 8.26. Πίνακας ΒΔ περιοχών επισκοπήσεων

| Πίνακας: Area     | Περιγραφή πεδίου   |
|-------------------|--|
| AreaID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός της κάθε περιοχής της έκτασης επισκοπήσεων (πρωτεύον κλειδί).    |
| Name (Κείμενο)    | Η ετικέτα ή ονομασία της περιοχής.   |
| Notes (Κείμενο)   | Το πεδίο στο οποίο καταγράφεται με μορφή ελεύθερου κειμένου, περιγραφή της περιοχής. |

Πίνακας 8.27. Πίνακας ΒΔ σημείων περιοχής επισκοπήσεων

| Πίνακας: AreaPoints    | Περιγραφή πεδίου                                    |
|------------------------|---|
| AreaPointID (Ακέραιος) | Ο μοναδικός κωδικός κάθε σημείου (πρωτεύον κλειδί). |
| AreaID (Ακέραιος)      | Ο μοναδικός κωδικός κάθε περιοχής των επισκοπήσεων. |
| Longitude (Δεκαδικός)  | Το γεωγραφικό μήκος του σημείου.                    |
| Latitude (Δεκαδικός)   | Το γεωγραφικό πλάτος του σημείου.                   |
| Altitude (Δεκαδικός)   | Το υψόμετρο που βρίσκεται το σημείο.                |

Πίνακας 8.28. Πίνακας ΒΔ χαρακτηριστικών του χρήστη

| Πίνακας: Users     | Περιγραφή πεδίου   |
|--------------------|--|
| UserID (Ακέραιος)  | Ο μοναδικός κωδικός για την κάθε εγγραφή χρήστη (πρωτεύον κλειδί). |
| Name (Κείμενο)     | Το όνομα του χρήστη  |
| Password (Κείμενο) | Ο κωδικός του χρήστη   |

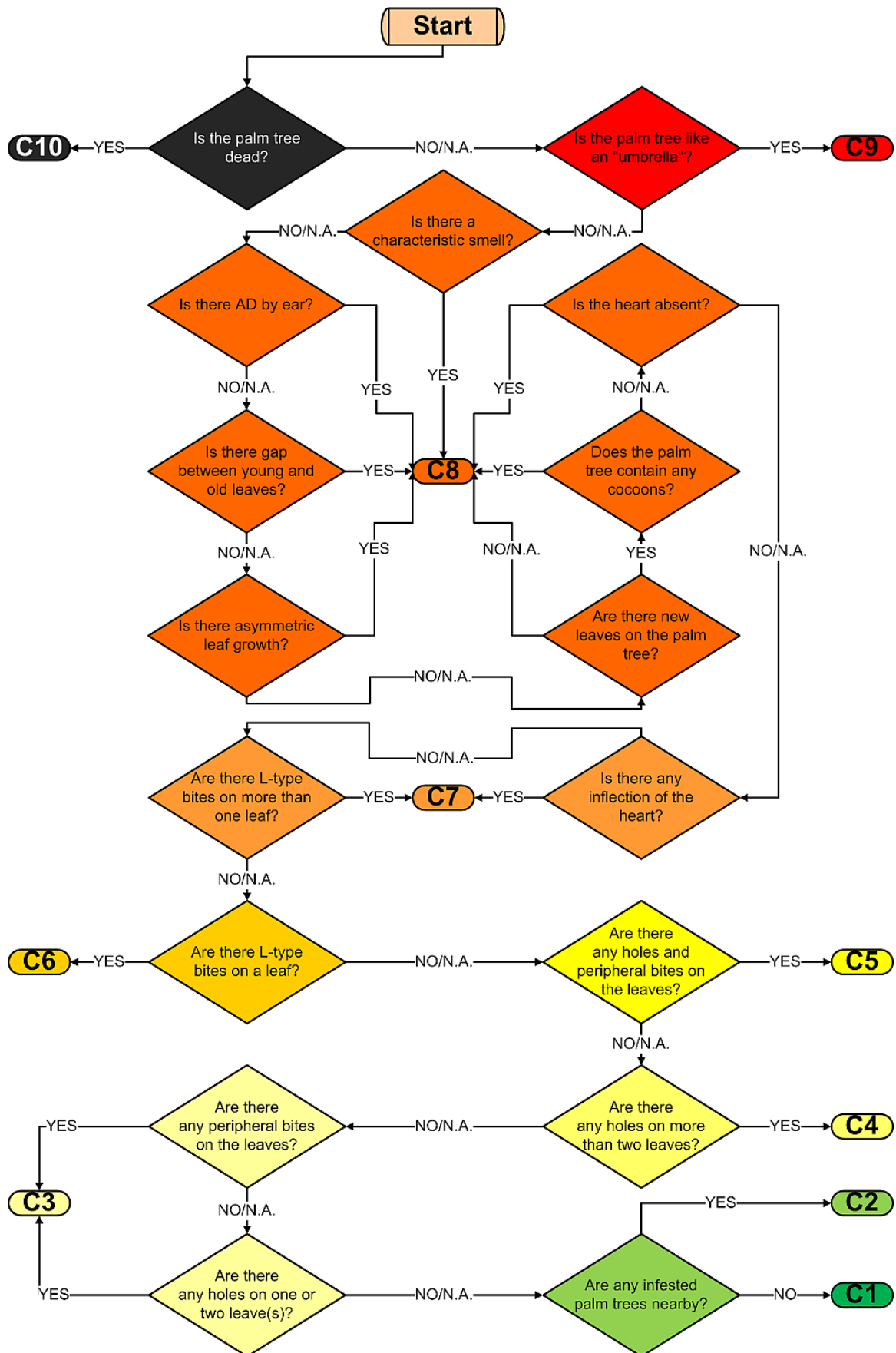


**8.6 Παράρτημα VI. ΣΛΑ εκτίμησης επικινδυνότητας προσβολής του ΚΣΦ στην αγγλική γλώσσα**

Η Εικόνα 8.14 παρουσιάζει το ΣΛΑ εκτίμησης επικινδυνότητας προσβολής του ΚΣΦ στην Αγγλική γλώσσα και ο Πίνακας 8.29 παρουσιάζει τις προτάσεις ενεργειών του ΣΛΑ, επίσης στην αγγλική γλώσσα.

Πίνακας 8.29. Προτάσεις ενεργειών του ΣΛΑ (αγγλικό κείμενο)

| <b>Κλάση</b> | <b>Προτάσεις αντιμετώπισης προσβολής</b>   |
|--------------|--|
| C1           | Inspection every two months  |
| C2           | Inspection per month   |
| C3           | Inspection per month. Preventive pest management   |
| C4           | Inspection per month or Inspection window. Pest management   |
| C5           | Inspection window. Inspection per month. Pest management   |
| C6           | Inspection window or dentro-surgery. Inspection per month. Pest management                           |
| C7           | Dentro- surgery. Inspection every three weeks. Pest management                                       |
| C8           | Dentro- surgery. Inspection every two weeks. Pest management   |
| C9           | Dentro- surgery or Immediate phytosanitary safe removal. Inspection every two weeks. Pest management |
| C10          | Immediate phytosanitary safe removal   |



Εικόνα 8.14. ΣΛΑ εκτίμησης επικινδυνότητας προσβολής από ΚΣΦ (αγγλικό κείμενο)

**8.7 Παράρτημα VII. Ερωτηματολόγιο αποτίμησης της προτεινόμενης κατηγοριοποίησης της επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ**

ΕΝΤΥΠΟ Α: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ (1<sup>η</sup> σελίδα)

| <b>ΕΝΤΥΠΟ Α</b>  |   |
|--|---|
| <b>ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ: U</b>   |   |
| <b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:.....28/06/2013.....</b>   |   |
| <b>A. ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>   |   |
| ΕΠΩΝΥΜΟ  | .....   |
| ΟΝΟΜΑ  | .....   |
| ΗΛ. ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΟ  |   |
| ΓΕΝΟΣ  | <input type="checkbox"/> ΑΝΤΡΑΣ <input type="checkbox"/> ΓΥΝΑΙΚΑ  |
| ΗΛΙΚΙΑ   | <input type="checkbox"/> <30 <input type="checkbox"/> 30-40 <input type="checkbox"/> 40-50 <input type="checkbox"/> >50   |
| <b>B. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ</b>   |   |
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ<br>(Μία επιλογή)   | <input type="checkbox"/> ΠΕ <input type="checkbox"/> ΤΕ <input type="checkbox"/> ΔΕ <input type="checkbox"/> ΥΕ <input type="checkbox"/> ΚΑΜΙΑ  |
| ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΑ<br>(Μία επιλογή)  | <input type="checkbox"/> ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ <input type="checkbox"/> ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΟ  |
| ΠΤΥΧΙΟ<br>(Πολλαπλή επιλογή ή/και ελεύθερο κείμενο)  | <input type="checkbox"/> ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ<br><input type="checkbox"/> ΓΕΩΠΟΝΟΣ<br><input type="checkbox"/> ΓΕΩΠΟΝΟΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ<br><input type="checkbox"/> ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΟΣ<br><input type="checkbox"/> ΑΛΛΟ:.....  |
| ΑΝ ΕΧΕΤΕ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΜΕ ΤΙ ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΤΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ;<br>(Πολλαπλή επιλογή ή/και ελεύθερο κείμενο) | <input type="checkbox"/> ΓΕΩΠΟΝΙΑ<br><input type="checkbox"/> ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑ<br><input type="checkbox"/> ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ<br><input type="checkbox"/> ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ<br><input type="checkbox"/> ΑΛΛΑ:..... |
| ΑΝ ΕΧΕΤΕ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΟ ΜΕ ΤΙ ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΤΟ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΟ;<br>(Πολλαπλή επιλογή ή/και ελεύθερο κείμενο)   | <input type="checkbox"/> ΓΕΩΠΟΝΙΑ<br><input type="checkbox"/> ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑ<br><input type="checkbox"/> ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ<br><input type="checkbox"/> ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ<br>ΑΛΛΑ:.....                          |
| ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ<br>(Ελεύθερο κείμενο)   |   |
| .....  |   |
| ΕΝΤΥΠΟ Α   | -1-   |

(Συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα)

ΕΝΤΥΠΟ Α: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ (2<sup>η</sup> σελίδα)

| <b>Γ. ΕΡΓΑΣΙΑ</b>  |   |
|--|---|
| ΘΕΣΗ<br>(Ελεύθερο κείμενο)   |   |
| ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ Η ΘΕΣΗ Η ΕΧΕΤΕ ΕΡΓΑΣΤΕΙ ΣΤΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ ΣΕ ΘΕΣΗ ΠΟΥ ΝΑ ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΜΕ ΤΟΝ ΦΟΙΝΙΚΑ(ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ, ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ,ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ Κ.Λ.Π) ή/και ΜΕ ΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΣΚΑΘΑΡΙ(ΒΙΟΛΟΓΙΑ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ, ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΚΛΠ); (Πολλαπλή επιλογή ή/και ελεύθερο κείμενο) | <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ<br>ΑΝ ΝΑΙ ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΜΕ:<br><input type="checkbox"/> ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΟΙΝΙΚΑ<br><input type="checkbox"/> ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΦΟΙΝΙΚΑ<br><input type="checkbox"/> ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΦΟΙΝΙΚΑ<br><input type="checkbox"/> ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΣΚΑΘΑΡΙΟΥ<br><input type="checkbox"/> ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΣΚΑΘΑΡΙΟΥ<br><input type="checkbox"/> ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΣΚΑΘΑΡΙΟΥ<br><input type="checkbox"/> ΑΛΛΟ:..... |
| <b>Δ. ΕΜΠΕΙΡΙΑ</b>   |   |
| ΥΠΑΡΧΕΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (G.I.S.) ΠΟΥ ΝΑ ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΧΕΙΡΙΣΤΕΙΤΕ; (Πολλαπλή επιλογή ή/και ελεύθερο κείμενο)  | <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ<br>ΑΝ ΝΑΙ ΑΝΑΦΕΡΕΤΕ ΜΕΧΡΙ ΔΥΟ(2):<br><input type="checkbox"/> ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΠΣ 1:.....<br><input type="checkbox"/> ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΠΣ 2:.....   |
| ΥΠΑΡΧΕΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΚΙΝΗΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (MOBILE G.I.S.) ΠΟΥ ΝΑ ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΧΕΙΡΙΣΤΕΙΤΕ; (Πολλαπλή επιλογή ή/και ελεύθερο κείμενο)   | <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ<br>ΑΝ ΝΑΙ ΑΝΑΦΕΡΕΤΕ ΜΕΧΡΙ ΔΥΟ(2):<br><input type="checkbox"/> ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ Κ-ΓΠΣ 1:.....<br><input type="checkbox"/> ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ Κ-ΓΠΣ 2:.....   |
| ΕΧΕΤΕ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙ ΤΗΝ 5-ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ; (Μία επιλογή)  | <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ   |
| ΕΧΕΤΕ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙ ΤΗΝ 10-ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ; (Μία επιλογή)   | <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ   |
| ΠΟΣΕΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΠΙΑ ΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΣΚΑΘΑΡΙ ΕΧΕΤΕ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΕΙ ΣΕ ΦΟΙΝΙΚΕΣ; (Μία επιλογή)   | <input type="checkbox"/> ΚΑΜΙΑ, <input type="checkbox"/> 1-25, <input type="checkbox"/> 25-50, <input type="checkbox"/> >50, <input type="checkbox"/> >500  |
| ΠΟΣΕΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΠΙΑ ΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΣΚΑΘΑΡΙ ΕΧΕΤΕ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΕΙ ΣΕ ΦΟΙΝΙΚΕΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ CPLAS; (Μία επιλογή)   | <input type="checkbox"/> ΚΑΜΙΑ, <input type="checkbox"/> 1-25, <input type="checkbox"/> 25-50, <input type="checkbox"/> >50, <input type="checkbox"/> >500  |

ΕΝΤΥΠΟ Β: 5 ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

ΕΝΤΥΠΟ Β

5 ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

Κατηγοριοποίησης της προσβολής των φοινικκοειδών από το έντομο *Rhynchophorus ferrugineus*

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ         | ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ   | ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ           |
|-------------------|--|-----------------------------------|
| 0 ΜΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ     | -----  | ΠΕΡΙΟΔΙΚΗ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗ ΑΝΑ ΔΙΜΗΝΟ    |
| 1 ΥΠΟΠΤΟΣ         | ΜΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΑΛΛΑ ΥΠΑΡΧΕΙ ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ 1 Km<br>ΟΠΕΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ   | ΠΕΡΙΟΔΙΚΗ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗ ΑΝΑ ΜΗΝΑ      |
| 2 ΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ |                                   | ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ & ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ |
| 3 ΠΡΟΣΒΟΛΗ        | ΦΑΓΩΜΑΤΑ ΤΥΠΟΥ {L}, {<}, {>}<br> | ΔΕΝΔΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ & ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ    |
| 4 ΕΝΤΟΝΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ | ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΑ<br>        | ΔΕΝΔΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ & ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ    |
| 5 ΝΕΚΡΟΣ          | ΣΥΜΠΤΩΜΑ «ΟΜΠΡΕΛΑ»<br>          | ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ                       |

ΕΝΤΥΠΟ Γ: 5 ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ

ΕΝΤΥΠΟ Γ

5 ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ: U

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:.....28/06/2013.....

ΣΕΙΡΑ ΤΡΟΠΟΥ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΩΝ: ..[ ].....ΜΕ ΧΑΡΤΙ, 5-ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ  
 ..[ ].....ΜΕ CPLAS, 10-ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

| ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ |       |
|--------------------|-------|
| ΕΠΩΝΥΜΟ            | ..... |
| ΟΝΟΜΑ              | ..... |

| Α/Α | ΚΩΔΙΚΟΣ ΦΟΙΝΙΚΑ | ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ |
|-----|-----------------|----------------|
| 1   | 221             |                |
| 2   | 87              |                |
| 3   | 79              |                |
| 4   | 80              |                |
| 5   | 81              |                |
| 6   | 82              |                |
| 7   | 83              |                |
| 8   | 84              |                |
| 9   | 89              |                |
| 10  | 90              |                |
| 11  | 91              |                |
| 12  | 92              |                |
| 13  | 93              |                |
|     |                 |                |
|     |                 |                |
|     |                 |                |
|     |                 |                |

ΕΝΤΥΠΟ Δ: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΣΥΘ

ΕΝΤΥΠΟ Δ

ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ: U

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΘΕΣΗΣ (CPLAS Phoenix) ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΕΙΣ ΦΟΙΝΙΚΟΕΙΔΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΣΚΑΘΑΡΙ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:.....28/06/2013.....

| ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ |       |
|--------------------|-------|
| ΕΠΩΝΥΜΟ            | ..... |
| ΟΝΟΜΑ              | ..... |

**A.** Παρακαλούμε πείτε μας τη γνώμη σας σχετικά με το αν η εκπαίδευση για τη χρήση του λογισμικού υπηρεσιών θέσης CPLAS Phoenix όσον αφορά την επισκόπηση φοινίκων για τον προσδιορισμό της επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι είναι επαρκής για εσάς.

|   |   | Επαρκής εκπαίδευση       | Μερικώς επαρκής εκπαίδευση | Μη επαρκής εκπαίδευση    |
|---|---|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 | Επάρκεια χρόνου εκπαίδευσης για στεξήγηση της 5-βαθμιας κλίμακας  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> |
| 2 | Επάρκεια χρόνου εκπαίδευσης για στεξήγηση της 10-βαθμιας κλίμακας   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Επάρκεια χρόνου εκπαίδευσης για εκτίμηση της επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι με χρήση του λογισμικού θέσης CPLAS phoenix (10-βαθμια κλίμακα) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> |

**B.** Παρακαλούμε πείτε μας τη γνώμη σας σχετικά με το γραφικό περιβάλλον του λογισμικού υπηρεσιών θέσης CPLAS Phoenix κατά τον προσδιορισμό της επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι.

|    |  | Πολύ καλή                | Καλή                     | Μέτρια                   | Όχι καλή                 | Καθόλου καλή             |
|----|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1  | Ευκολία ανάγνωσης δεδομένων/κειμένου από την οθόνη | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2  | Ευκρίνεια Μενού πλοήγησης                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3  | Λειτουργικότητα Μενού πλοήγησης                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4  | Ευκρίνεια υπόβαθρου χάρτη                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5  | Ευκρίνεια πολυγώνων στον χάρτη                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6  | Ευκρίνεια σημείων φοινίκων στον χάρτη              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7  | Ευκρίνεια Μενού επικινδυνότητας                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8  | Λειτουργικότητα Μενού επικινδυνότητας              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9  | Ευκρίνεια Οδηγού επικινδυνότητας                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10 | Λειτουργικότητα Οδηγού επικινδυνότητας             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

(συνέχεια 2<sup>η</sup> σελίδα)

|    |   |                          |                          |                          |                          |                          |
|----|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 11 | Χρωματική απεικόνιση κατηγοριών επικινδυνότητας                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12 | Χρησιμότητα Εικόνων με τα συμπτώματα του οδηγού επικινδυνότητας (10-βάθμια) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13 | Ευκαλία εισαγωγής επικινδυνότητας   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

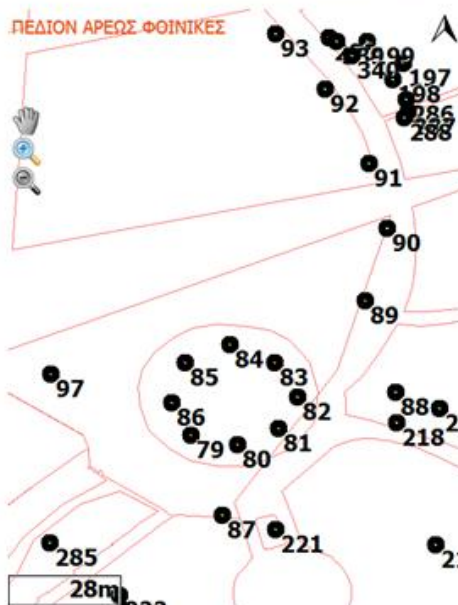
| Γ. Παρακαλούμε πείτε μας τη γνώμη σας σχετικά με τη χρησιμοποιούμενη <u>κατηγοριοποίηση</u> επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι. |   |                          |                          |                          |                          |                          |
|---|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|   |   | Πολύ                     | Αρκετά                   | Μέτρια                   | Λίγο                     | Καθόλου                  |
| 1   | Η 5-βάθμια κλίμακα πόσο καλύπτει το φάσμα των συμπτωμάτων από το κόκκινο σκαθάρι;   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2   | Η 10-βάθμια κλίμακα πόσο καλύπτει το φάσμα των συμπτωμάτων από το κόκκινο σκαθάρι;  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3   | Θεωρείτε την ποσοτική διαβάθμιση των συμπτωμάτων ως απαραίτητο συστατικό της κλίμακας επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι;   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4   | Η 5-βάθμια κλίμακα δίνει ποσοτικά χαρακτηριστικά των συμπτωμάτων από το κόκκινο σκαθάρι;  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5   | Η 10-βάθμια κλίμακα δίνει ποσοτικά χαρακτηριστικά των συμπτωμάτων από το κόκκινο σκαθάρι;   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6   | Η 5-βάθμια κλίμακα είναι εύκολο να απομνημονευτεί από εσάς;   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7   | Η 10-βάθμια κλίμακα είναι εύκολο να απομνημονευτεί από εσάς;  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8   | Η 5-βάθμια κλίμακα νομίζετε ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από το λογισμικό CPLAS rhoenix;   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9   | Η 5-βάθμια κλίμακα πόσο νομίζετε ότι ανταποκρίνεται στην ακριβή εκτίμηση της επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι;  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10  | Η 10-βάθμια κλίμακα πόσο νομίζετε ότι ανταποκρίνεται στην ακριβή εκτίμηση της επικινδυνότητας από το κόκκινο σκαθάρι;   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11  | Το γεγονός ότι 10-βάθμια κλίμακα δίνει τη δυνατότητα για αυτόματη εκτίμηση της επικινδυνότητας για φοίνικες χωρίς εμφανή συμπτώματα, οι οποίοι βρίσκονται κοντά σε προσβεβλημένους φοίνικες, θεωρείται ότι είναι σημαντικό για τον ακριβή προσδιορισμό της επικινδυνότητας μιας περιοχής; | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



ΕΝΤΥΠΟ Ε: 5 ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ-ΧΑΡΤΗΣ

ΕΝΤΥΠΟ Ε

5 ΒΑΘΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ-ΧΑΡΤΗΣ



ΕΝΤΥΠΟ Ε

-1-

**8.8 Παράρτημα VIII. Διαδικτυακό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης Δ-ΓΠΣ**

Πίνακας 8.30 Τα ερωτήματα του διαδικτυακού ερωτηματολογίου

| α/α      | Ερώτημα<br>(Σε μετάφραση και στο Αγγλικό κείμενο)                              | Επιλογές απάντησης       |                          |                          |                          |                          |
|----------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|          |  | Πολύ καλό                | Καλό                     | Αρκετά καλό              | Όχι καλό                 | Καθόλου καλό             |
| <b>A</b> | <b>Βαθμολόγηση από τον χρήστη χαρακτηριστικών του ιστότοπου</b>                |                          |                          |                          |                          |                          |
| 1        | Εμφάνιση και αίσθηση της ιστοσελίδας (Look and feel of the website)            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2        | Οργάνωση του περιεχομένου (Organization of the content)                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3        | Συνάφεια των πληροφοριών (Relevance of the information)                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4        | Διάταξης / σχεδιασμού ιστοσελίδας (Layout/design)                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5        | Ποσότητα περιεχομένου (Quantity of content)                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6        | Ακρίβεια των πληροφοριών (Accuracy of information)                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>B</b> | <b>Πληροφορία που διατίθεται από τον ΙΣΤΟΤΟΠΟ</b>                              |                          |                          |                          |                          |                          |
| 1        | Χρησιμότητα των πληροφοριών (The website provides information that is helpful) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2        | Ευκολία πρόσβασης των πληροφοριών (The information is easily accessible)       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3        | Σαφήνεια των πληροφοριών (The information provided is clear/understandable)    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**CPLAS Webmapping Questionnaire**

**1. Address**

Name

City/Town

Country

Email Address

**2. How would you rate the website on the following parameters?**

|                              | Very good             | Good                  | Reasonably good       | Poor                  | Very poor             |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Look and feel of the website | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Organization of the content  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Relevance of the information | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Layout/design                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Quantity of content          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Accuracy of information      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

**3. Indicate your level of agreement with the following statements:**

|   | Strongly Agree        | Agree                 | Neutral               | Disagree              | Strongly Disagree     |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| The website provides information that is helpful  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| The information is easily accessible.             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| The information provided is clear/understandable. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

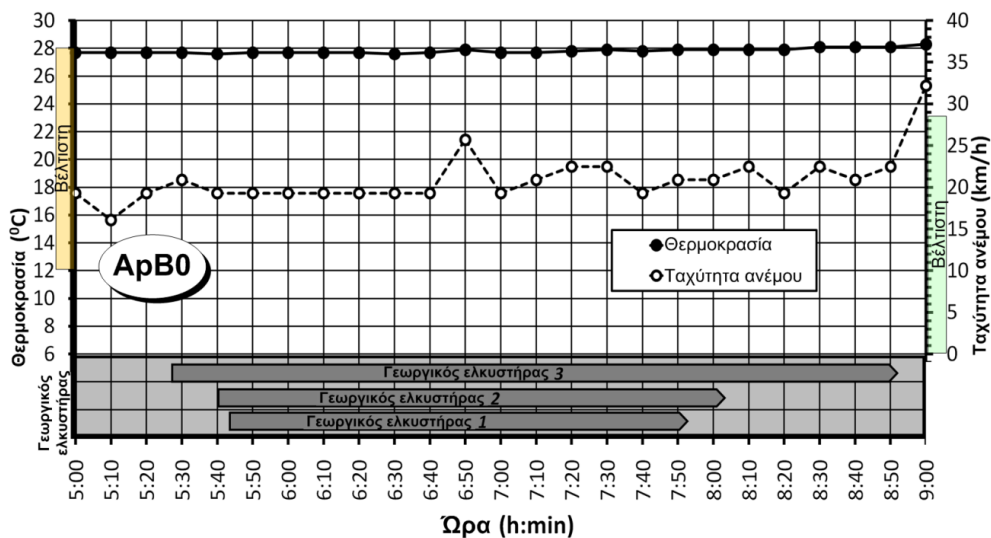
**4. Why did this website not meet your needs today?**

**5. Please use the space below to make suggestions, if any, on how we can improve our website.**

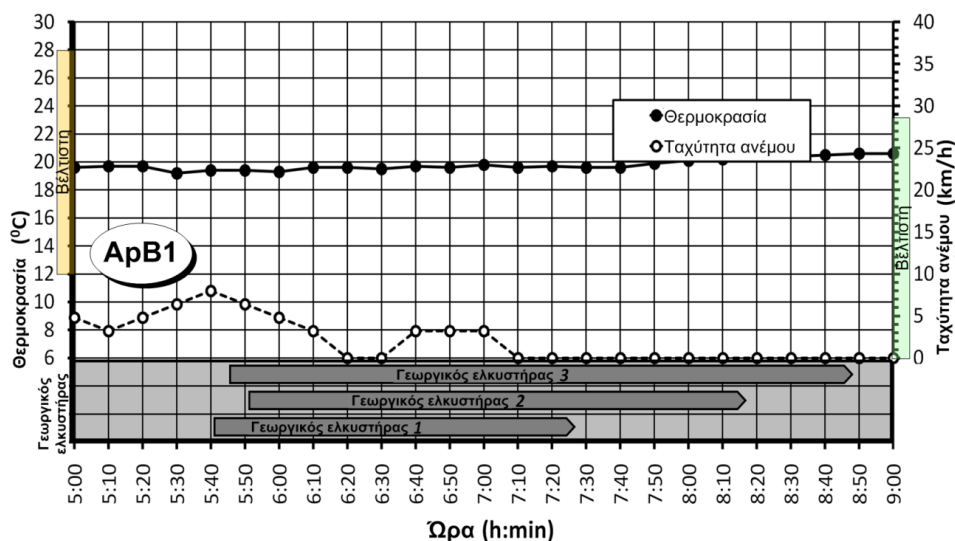
Εικόνα 8.15 Φόρμα απαντήσεων του διαδικτυακού ερωτηματολογίου αξιολόγησης του Δ-ΓΠΣ

### 8.9 Παράρτημα ΙΧ. Μετεωρολογικές συνθήκες και διάρκεια ψεκασμών για τις εφαρμογές Β και C.

Στην Εικόνα 8.16 και στην Εικόνα 8.17 φαίνεται η πορεία της θερμοκρασίας του αέρα και της ταχύτητας του αέρα κατά τη διάρκεια των ψεκασμών, καθώς και το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε κάθε ψεκαστής για να καλύψει την περιοχή ευθύνης του, για την εφαρμογή Β0 και Β1, αντίστοιχα.

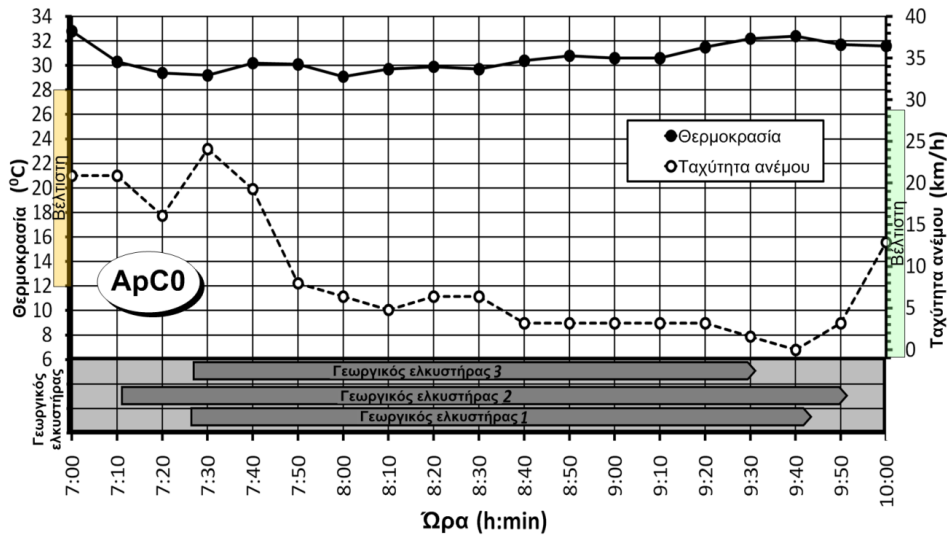


Εικόνα 8.16. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (Β0)

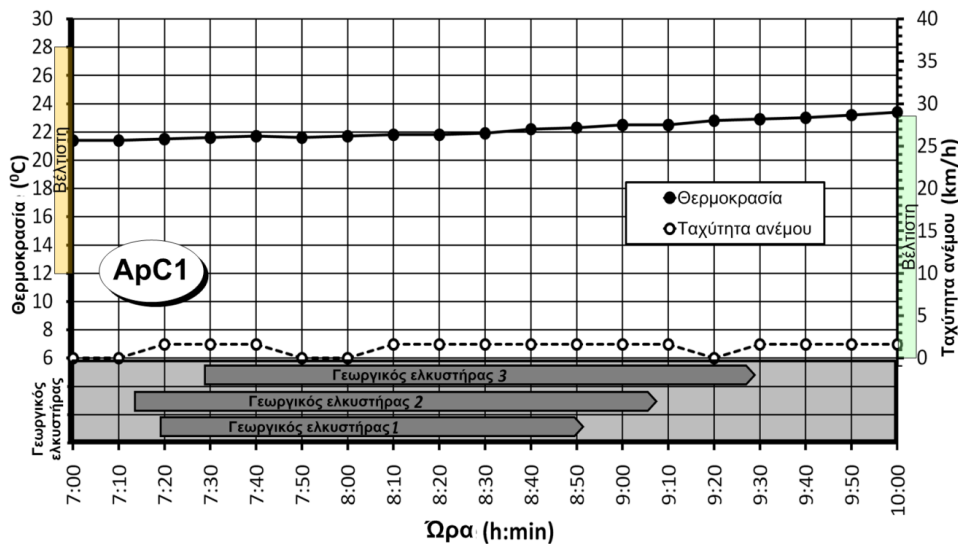


Εικόνα 8.17. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (Β1)

Στην Εικόνα 8.18 και στην Εικόνα 8.19 φαίνεται η πορεία της θερμοκρασίας του αέρα και της ταχύτητας του αέρα κατά τη διάρκεια των ψεκασμών, καθώς και το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε κάθε ψεκαστής για να καλύψει την περιοχή ευθύνης του, για την εφαρμογή C0 και C1, αντίστοιχα






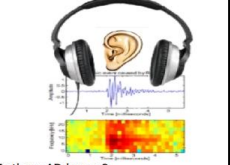












Εικόνα 8.18. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (C0)



Εικόνα 8.19. Θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και διάρκεια ψεκασμού (C1)

**8.10 Παράρτημα Χ. Διεπαφή εκτίμησης της επικινδυνότητας προσβολής για το ΚΣΦ στην αγγλική γλώσσα.**

Στην Εικόνα 8.20 φαίνεται η γραφική διεπαφή του χρήστη του ΣΛΑ εκτίμησης της επικινδυνότητας φοινίκων στην αγγλική γλώσσα.

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|  <p>Is the palm tree dead?</p>   |  <p>Is the palm tree like 'umbrella'?</p>       |  <p>Is there characteristic smelling?</p>                      |  <p>Is there AD by ear?</p>                      |
| <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>  | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>   | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>   | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>  |
|  <p>Is there a gap between new and old leaves, not caused by the weight of the fruits?</p> |  <p>Is there asymmetric leaf growth?</p>        |  <p>Has the palm tree new leaves?</p>                          |  <p>Has the palm tree any cocoons?</p>           |
| <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>  | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>   | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>   | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>  |
|  <p>Is there absence of the heart?</p>   |  <p>Is there any infection of the heart?</p>  |  <p>Are there bites of type 'L' on more than one leaves?</p> |  <p>Are there bites of type 'L' on 1 leaf?</p> |
| <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>  | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>   | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>   | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>  |
|  <p>Is there any holes and peripheral bites on the leaves?</p>                           |  <p>Is there holes on more than 2 leaves?</p> |  <p>Is there any peripheral bites on the leaves?</p>         |  <p>Is there holes on 1 or 2 leaves?</p>       |
| <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>  | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>   | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>   | <p>YES CANCEL NO</p> <p>OK</p>  |

Εικόνα 8.20. Διεπαφή εκτίμησης επικινδυνότητας προσβολής ΚΣΦ (αγγλικό κείμενο)

### 8.11 Παράρτημα XI. Διαδικτυακός ιστότοπος για τη διαχείριση του ΚΣΦ

Η δομή (site map), η κεντρική ιστοσελίδα και αναφορές του διαδικτυακού ιστότοπου παρουσιάζονται στην Εικόνα 8.21, στην Εικόνα 8.22 και στην Εικόνα 8.23, αντίστοιχα.



Εικόνα 8.21. Η δομή του ιστότοπου (site map)



Εικόνα 8.22. Κεντρική ιστοσελίδα του ιστότοπου

| Animated Interpolation | Image (hover for larger image) | Information  | Date                     |
|------------------------|--------------------------------|--|--------------------------|
| # 1<br><2010-2014>     |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:.2, Tolerance:100m<br>Infestation risk:2-10 | 2010/01/01<br>2014/10/22 |
| # 2<br><2010-2014>     |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:.2, Tolerance:100m<br>Infestation risk:2-10 | 2010/01/01<br>2014/10/22 |
| # 3<br><2010-2014>     |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:.2, Tolerance:100m<br>Infestation risk:2-10 | 2010/01/01<br>2014/10/22 |
| # 4<br><2010-2014>     |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:.2, Tolerance:100m<br>Infestation risk:2-10 | 2010/01/01<br>2014/10/22 |
| # 5<br><2010-2014>     |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:.2, Tolerance:100m<br>Infestation risk:2-10 | 2010/01/01<br>2014/10/22 |

Στατικοί χάρτες επικινδυνότητας προσβολής

| 3D Interpolation | Image (hover for larger image) | Information           | Date       |
|------------------|--------------------------------|-----------------------|------------|
| # 1<br><2011>    |                                | Location:Pedion Areos | 2011/01/01 |
| # 2<br><2012>    |                                | Location:Pedion Areos | 2012/06/01 |
| # 3<br><2013>    |                                | Location:Pedion Areos | 2013/12/01 |

Μεταβαλλόμενοι χρονικά χάρτες επικινδυνότητας προσβολής

| Interpolation | Image (hover for larger image) | Information  | Date       |
|---------------|--------------------------------|--|------------|
| # 1<br><2011> |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:2m, Tolerance:100m<br>Infestation risk:1-10 | 2011/09/24 |
| # 2<br><2011> |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:2m, Tolerance:100m<br>Infestation risk:1-10 | 2011/09/27 |
| # 3<br><2011> |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:2m, Tolerance:100m<br>Infestation risk:1-10 | 2011/09/28 |
| # 4<br><2011> |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:2m, Tolerance:100m<br>Infestation risk:1-10 | 2011/09/30 |
| # 5<br><2011> |                                | Location:Pedion Areos<br>Method:Shepard-Inverse Distance Weight (IDW)<br>Power:2m, Tolerance:100m<br>Infestation risk:1-10 | 2011/10/01 |

Τρισδιάστατοι χάρτες επικινδυνότητας προσβολής

| Gallery       | Image (hover for larger image) | Information           | Date       |
|---------------|--------------------------------|-----------------------|------------|
| # 1<br><1377> |                                | Location:Pedion Areos |            |
| # 2<br><1646> |                                | Location:Pedion Areos |            |
| # 3<br><1894> |                                | Location:Pedion Areos |            |
| # 4<br><1896> |                                | Location:Pedion Areos |            |
| # 5<br><1897> |                                | Location:Pedion Areos |            |
| # 6<br><1898> |                                | Location:Pedion Areos |            |
| # 7<br><1978> |                                | Location:Pedion Areos |            |
| # 8<br><1979> |                                | Location:Pedion Areos | 18/01/2018 |

Πολυμέσα

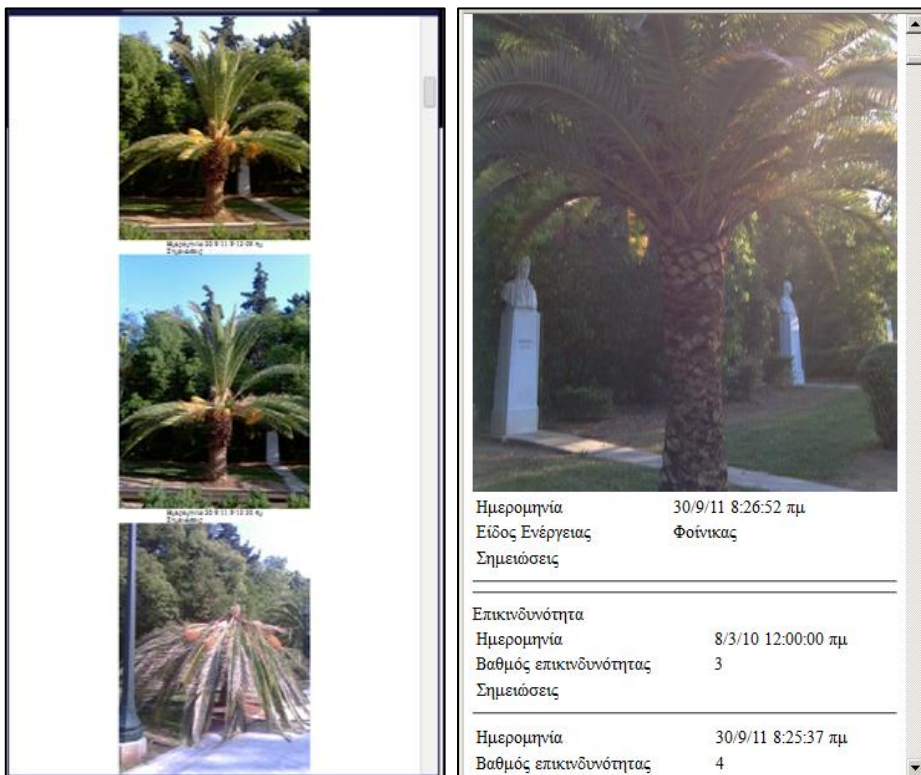
Εικόνα 8.23. Αναφορές του ιστότοπου

Τρισδιάστατοι διαδικτυακοί χάρτες επικινδυνότητας προσβολής και στοσελίδα με την πλήρη αναφορά για την κατάσταση των φοινίκων του πάρκου παρουσιάζονται στην Εικόνα 8.24 και Εικόνα 8.25, αντίστοιχα.





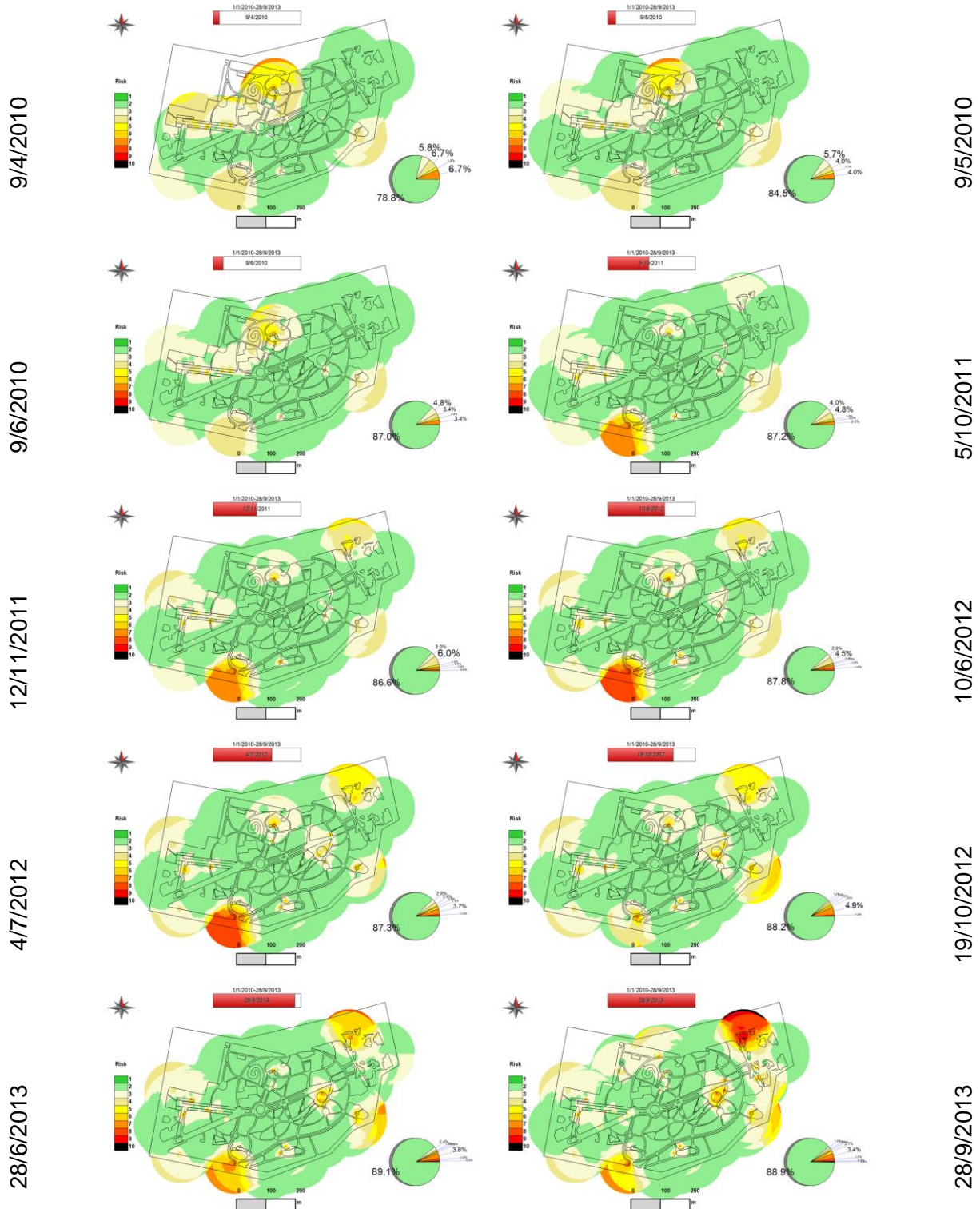
Εικόνα 8.24. Τρισδιάστατοι διαδικτυακοί χάρτες επικινδυνότητας προσβολής



Εικόνα 8.25. Ιστοσελίδα με την πλήρη αναφορά για την κατάσταση των φοινίκων

**8.12 Παράρτημα XII. Χάρτες επικινδυνότητας προσβολής από το ΚΣΦ σε διαφορετικές χρονικές στιγμές**

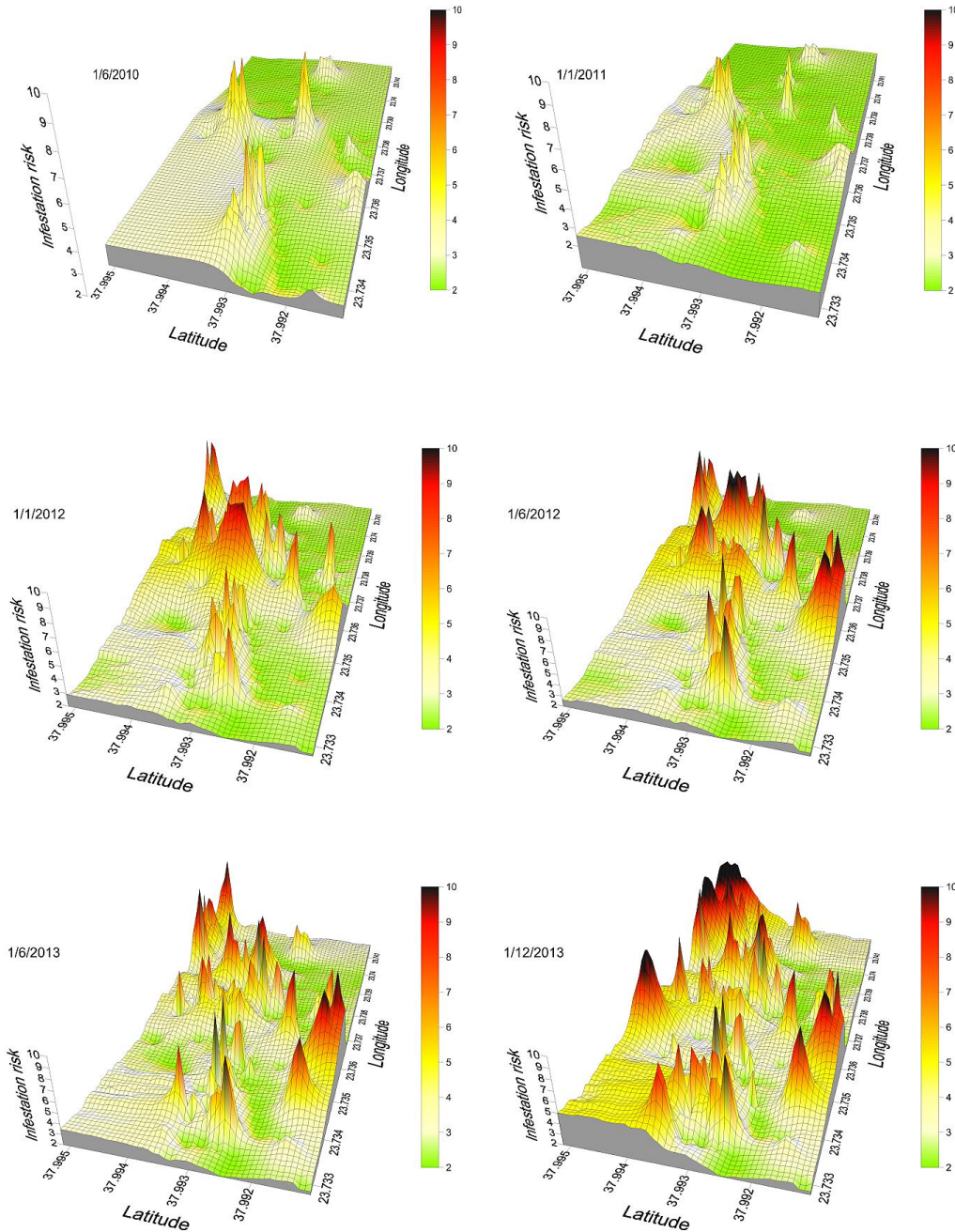
Στην Εικόνα 8.26 φαίνονται οι χάρτες επικινδυνότητας προσβολής της περιοχής για διαφορετικές χρονικές στιγμές.



Εικόνα 8.26. Χάρτες επικινδυνότητας προσβολής (IDW) σε διαφορετικές χρονικές

στιγμές

Στην Εικόνα 8.27 φαίνονται οι χάρτες επικινδυνότητας προσβολής στο Πεδίο του Άρεως για διαφορετικές χρονικές στιγμές, οι οποίοι δημιουργήθηκαν με 3D IDW με παραμέτρους το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος, ως συντεταγμένες και το επίπεδο επικινδυνότητας προσβολής (Infestation risk), ως παράμετρο για την αναπαράσταση του αναγλύφου και του χρώματος.









Εικόνα 8.27. Χάρτες επικινδυνότητας προσβολής (3D IDW) σε διαφορετικές χρονικές στιγμές

**8.13 Παράρτημα XIII. Εικόνες επεμβάσεων**

Ο Πίνακας 8.31 δείχνει ενδεικτικά τις αναβλαστήσεις συγκεκριμένων φοινίκων (ανά κωδικό φοίνικα), ύστερα από την εφαρμογή της κατάλληλης θεραπείας.

Πίνακας 8.31 Αναβλαστήσεις φοινίκων ύστερα από την εφαρμογή θεραπείας

| Κωδ. φοίνικα | Φωτογραφίες   |  |
|--------------|---|--|
|              | Πριν την εφαρμογή θεραπείας   | Μετά την εφαρμογή θεραπείας  |
| 7            |   |   |
| 21           |  |  |
| 22           |  |  |

Στην Εικόνα 8.28 φαίνονται για δύο φοίνικες τα διαφορετικά στάδια προσβολής και επαναπροσβολής καθώς και εργασίες επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν σε αυτόν. Οι

φοίνικες τελικά χάθηκαν επειδή δεν υπήρχε δυνατότητα εφαρμογής νέων επεμβάσεων. Στην Εικόνα 8.29 φαίνονται ευρήματα (ακμαία σκαθάρια, χρυσαλίδες, βομβύκια) από διάφορους φοίνικες στους οποίους πραγματοποιήθηκε φυτοϋγειονομικά ασφαλής αφαίρεση των προσβολών.



Εικόνα 8.28. Προσβολές και επεμβάσεις σε φοίνικες



Εικόνα 8.29. Λήψη εικόνων ευρημάτων σε φοίνικες με χρήση του Κ-ΓΠΣ