

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ 2014-2020  
«ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ»



**Τίτλος έργου:** Ανάπτυξη καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης εχθρών υγειονομικής σημασίας σε αποθήκες τροφίμων με τη χρήση ασύρματου δικτύου αισθητήρων

ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΣΚΕ: KMP6-0082293

**Ενότητα Εργασίας 2:** Ανάπτυξη «έξυπνου» συστήματος παρακολούθησης αποθηκών

**ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 2.3:** Βελτιστοποίηση λειτουργίας συστήματος παρακολούθησης

## Πληροφορίες Παραδοτέου

Αριθμός Παραδοτέου	Π2.3
Τίτλος Παραδοτέου	<i>Βελτιστοποίηση λειτουργίας συστήματος παρακολούθησης</i>
Υπεύθυνος Φορέας Παραδοτέου	ΑΠΘ
Συμμετέχοντες Φορείς	ΑΠΘ, Μασούτης
Αριθμός Ενότητας Εργασίας	2
Τίτλος Ενότητας Εργασίας	<i>Ανάπτυξη «έξυπνου» συστήματος παρακολούθησης αποθηκών</i>
Κατηγορία Διάχυσης	-
Είδος Παραδοτέου	Έκθεση
Έκδοση Παραδοτέου	2 <sup>η</sup>
Πρόχειρο / Τελικό	Τελική
Μήνας Παράδοσης	40
Λέξεις Κλειδιά	<i>Έξυπνο σύστημα παρακολούθησης, βελτιστοποίηση συστήματος</i>
Σύντομη Περιγραφή του Παραδοτέου	<i>Η πιλοτική λειτουργία του συστήματος θα αναδείξει τυχόν προβλήματα και αστοχίες. Στο συγκεκριμένο πακέτο εργασίας θα πραγματοποιηθεί επίλυση των τεχνικών προβλημάτων και βελτιστοποίηση λειτουργίας του συστήματος στο σύνολο στο σύνολο του, ώστε να αυξηθεί η αποτελεσματικότητά του ως προς τη μέτρηση των απαιτούμενων συνθηκών.</i>

## Πίνακας Περιεχομένων

1. Υφιστάμενη κατάσταση .....	4
2. Εργαστηριακή δοκιμή και βελτιστοποίηση συστήματος παρακολούθησης .....	6
2.1 Άξονες βελτιστοποίησης .....	6
3. Συμπεράσματα .....	8

## 1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Στο συγκεκριμένο Παραδοτέο γίνεται αναφορά στις βελτιστοποιήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο σύστημα καθ' όλη τη διάρκεια υλοποίησης του έργου.

Αφού ολοκληρώθηκε ο σχεδιασμός, η προμήθεια και η ανάπτυξη των επιμέρους μερών του συστήματος παρακολούθησης, πραγματοποιήθηκε η δοκιμαστική λειτουργία του ενοποιημένου συστήματος καθώς και των επιμέρους συστημάτων που το απαρτίζουν αρχικά σε εργαστηριακές συνθήκες, η οποία διήρκησε περίπου 8 εβδομάδες και έπειτα στις αποθήκες των καταστημάτων της εταιρείας Μασούτης ΑΕ.

Η ανάπτυξή του στο εργαστήριο έγινε σε χώρο που να ομοιάζει (όσο το δυνατόν περισσότερο) του χώρου μιας τυπικής αποθήκης καταστήματος λιανικής, ενώ βασίστηκε στο σχεδιασμό του συστήματος παρακολούθησης που είχε προηγηθεί και παρουσιάζεται αναλυτικά στο Παραδοτέο 2. Σκοπός της διαδικασίας ήταν να εντοπιστούν τυχόν προβλήματα αρχικά κατά τη διαδικασία προσέλκυσης και σύλληψης των εχθρών-στόχων και έπειτα κατά τη διαδικασία της συλλογής και μετάδοσης της απαιτούμενης πληροφορίας στο υπολογιστικό νέφος (cloud) και στον τελικό χρήστη. Σε δεύτερο χρόνο μετά την εγκατάσταση των συστημάτων, η διαδικασία της δοκιμής και βελτιστοποίησης του ανεπτυγμένου συστήματος επαναλήφθηκε και στις επιλεγμένες αποθήκες των καταστημάτων, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η καλύτερη λειτουργικότητα και αποδοτικότητα του δικτύου με γνώμονα την επίτευξη των αντικειμενικών στόχων του έργου.

Κατά την αρχική ανάλυση της τρέχουσας κατάστασης και των αναγκών ή προβλημάτων που αντιμετωπίζει η εταιρεία Μασούτης ΑΕ, καθώς και στο πλαίσιο της παρούσας δοκιμαστικής λειτουργίας του συστήματος, οι ερευνητικοί φορείς στο έργο συνεργάστηκαν στενά με την εταιρεία Μασούτης ΑΕ για την κατανόηση των αναγκών που πρέπει να καλυφθούν με τη χρήση του δικτύου παγίδευσης και παρακολούθησης. Σε γενικές γραμμές, η ερευνητική ομάδα των εντομολόγων του έργου, ήταν υπεύθυνη για την επιλογή του κατάλληλου τύπου παγίδας και των ελκυστικών που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη/σύλληψη των κυριότερων εντόμων (ιπτάμενων και βαδιστικών), στις προσβολές των οποίων οφείλονται κυρίως οι επιστροφές προϊόντων. Παράλληλα, σε συνεργασία με την ομάδα των μηχανικών και γεωπόνων του έργου, προσδιορίστηκε ο ορθός χωροτακτικός σχεδιασμός και η τοποθέτηση των παγίδων στις επιλεγμένες αποθήκες της Μασούτης ΑΕ. Η ομάδα των εντομολόγων, αφού εξέτασε τα

δείγματα προϊόντων που είχαν συλλεχθεί από τους αποθηκευτικούς χώρους και τα αποθηκευμένα προϊόντα της εταιρείας, αναζήτησε όλες τις δυνατές μεθόδους δειγματοληψίας με τη χρήση παγίδων, με βάση τους ζωικούς εχθρούς που βρέθηκαν και αναγνωρίστηκαν στους χώρους της Μασούτης ΑΕ (βλ. Π1). Έτσι, προσδιορίστηκαν και εγκαταστάθηκαν οι κατάλληλοι τύποι παγίδων με τον κατάλληλο τύπο φερομονών για την προσέλκυση των συγκεκριμένων ειδών εντόμων, ώστε να χρησιμοποιηθούν τόσο κατά τη δοκιμή του συστήματος στο εργαστήριο όσο και κατά την πιλοτική εγκατάστασή τους στις αποθήκες της εταιρείας, με απώτερο σκοπό τόσο τη συγκριτική αξιολόγηση των νέων παγίδων σε σχέση τις συμβατικές όσο και για τον εντοπισμό τυχόν προβλημάτων και την βελτιστοποίηση των πρακτικών πριν την πιλοτική εγκατάστασή τους στις αποθήκες των καταστημάτων.

Με αυτό τον τρόπο γίνεται αντιληπτό πως για τη διαδικασία τόσο της σχεδίασης όσο και της βελτιστοποίησης της στρατηγικής παγίδευσης, εφαρμόστηκε διεπιστημονική προσέγγιση με γνώμονα την καλύτερη και ορθότερη δειγματοληψία και την μετέπειτα αξιολόγηση των συλλήψεων από τις ηλεκτρονικές παγίδες. Η συμβουλευτική υποστήριξη των εντομολόγων αποτέλεσε και τον ακρογωνιαίο λίθο για την βελτιστοποίηση των εξατομικευμένων παγίδων παρακολούθησης εντόμων αποθηκών και τρωκτικών, αφού δόθηκε έμφαση στα είδη εντόμων που βρέθηκαν από την λήψη δειγμάτων απευθείας από το αποθηκευμένο προϊόν.

## 2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΟΚΙΜΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

### 2.1 Άξονες βελτιστοποίησης

Η διαδικασία της βελτιστοποίησης του συνολικού συστήματος παρακολούθησης περιλάμβανε αρχικά την αξιολόγηση των επιμέρους συστημάτων που αναπτύχθηκαν για τις ανάγκες παγίδευσης και παρακολούθησης των εχθρών αποθηκών ως προς α) την ικανότητα να προσελκύουν και να παγιδεύουν τα γύρω έντομα ή τρωκτικά και β) την δυνατότητα να καταγράφονται και να αποστέλλονται σε πραγματικό χρόνο αριθμητικά ή οπτικά δεδομένα (φωτογραφικό υλικό) από τις ηλεκτρονικές παγίδες, με σκοπό την ποσοτικοποίηση των συλληφθέντων πληθυσμών εντόμων και τρωκτικών από τον τελικό χρήστη. Τη διαδικασία της αξιολόγησης ακολούθησε ο προσδιορισμός τυχόν προβλημάτων, η εξεύρεση πιθανών λύσεων καθώς και η εφαρμογή αυτών για την περαιτέρω δοκιμή τους.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα κυριότερα προβλήματα που εντοπίστηκαν και αφορούσαν τον τρόπο προσέλκυσης των εχθρών-στόχων, τη λήψη των δεδομένων καθώς και την αποστολή αυτών από τις ανεπτυγμένες συσκευές παγίδευσης στο ιδιόκτητο υπολογιστικό νέφος (cloud). Επιπλέον, παρουσιάζονται οι λύσεις που εφαρμόστηκαν αλλά και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή τους.

*Πίνακας 1 Λίστα των προβλημάτων που αντιμετωπίστηκαν κατά τη δοκιμαστική λειτουργία του συστήματος παρακολούθησης σε εργαστηριακές συνθήκες, των λύσεων που εφαρμόστηκαν και των τελικών αποτελεσμάτων που προέκυψαν μετά την εφαρμογή τους*

A/A	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	ΛΥΣΕΙΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
1	Αδύναμες και θολές ("κουνημένες") λήψεις της κάμερας των παγίδων έρποντων εντόμων	Κεντράρισμα της θέσης της κάμερας με την επιφάνεια σύλληψης των εντόμων, εντός της ανεπτυγμένης ηλεκτρονικής παγίδας. - Χρήση ταινίας διπλής όψεως για τη σταθεροποίηση της θέσης της παγίδας στο χώρο.	Καλύτερες λήψεις με αποτέλεσμα την καλύτερη ποσοτικοποίηση των συλληφθέντων εντόμων από τον τελικό χρήστη. Διευκόλυνση της διαδικασίας Αναγνώρισης εικόνας (Image recognition) για την αυτοματοποίηση της καταμέτρησης και της ταυτοποίησης των εντόμων
2	Θολές λήψεις φωτογραφιών από την κάμερα των παγίδων	Κατάλληλη ρύθμιση του φακού εστίασης των μικρό-καμερών των παγίδων για την καλύτερη δυνατή εστίαση της κάμερας	Πιο καθαρή απεικόνιση των λήψεων για την ευκολότερη ποσοτικοποίηση των συλληφθέντων εντόμων

	έρποντων και ιπτάμενων εντόμων	δεδομένης της απόστασης από τα συλληφθέντα έντομα	(έρποντων και ιπτάμενων) από τον τελικό χρήστη
3	Περιορισμένη προσέλκυση έρποντων εντόμων εντός της ηλεκτρονικής παγίδας συγκριτικά με τις συμβατικές παγίδες	Εναλλαγή / αντικατάσταση του χρησιμοποιούμενου τύπου εμπορικής παγίδας και ενσωμάτωση του στην νέα παγίδα έρποντων (dome, trece) Εναλλαγή / αντικατάσταση του χρησιμοποιούμενου τύπου ελκυστικού εντόμων (φερομόνης), ανάλογα και το έντομο-στόχο, και ενσωμάτωση του στην νέα παγίδα έρποντων	Περισσότερες συλλήψεις έρποντων εντόμων για το ίδιο χρονικό διάστημα δοκιμών
4	Συσσώρευση υγρασίας στο εσωτερικό του συστήματος της κάμερας στις παγίδες έρποντων εντόμων	Καλύτερη στεγανοποίηση της κατασκευής με τη χρήση σιλικόνης και άλλων μονωτικών υλικών	Αυξημένη αντοχή σε συνθήκες υγρασίας. Ελάχιστη έως καθόλου συγκέντρωση υγρασίας στην επιφάνεια των καμερών
5	Αυξημένη κατανάλωση ενέργειας του συστήματος των παγίδων	Ενσωμάτωση κάμερας ESP32-CAM λόγω της εύκολης προσαρμοστικότητάς της και των μειωμένων ενεργειακών απαιτήσεών της	Εξοικονόμηση ενέργειας του συστήματος, αποτροπή εύκολης παύσης λειτουργίας της κάμερας και καλύτερη επικοινωνία με μικροϋπολογιστές
6	Αδυναμία επικοινωνίας (αποστολής δεδομένων) της παγίδας τρωκτικών με το cloud του εργαστηρίου	Δοκιμή διαφορετικών σεναρίων του τρόπου αποστολής δεδομένων από το ένα cloud στο άλλο και εύρεση της καταλληλότερης λύσης	Συνεχής και αδιάλειπτη επικοινωνία μεταξύ του cloud της εταιρείας κατασκευής της παγίδας και του εργαστηρίου
7	Μη επαρκής χρόνος ζωής των μπαταριών των παγίδων ( <1 εβδομάδα ζωής)	Προμήθεια και χρήση μπαταριών με μεγαλύτερη χωρητικότητα	Μεγαλύτερος χρόνος ζωής των μπαταριών και αδιάλειπτη λειτουργία του συστήματος των παγίδων

### 3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά τη δοκιμαστική λειτουργία των επιμέρους συστημάτων προσέλκυσης και παρακολούθησης του φορτίου εχθρών αποθηκών στο εργαστήριο και έπειτα στις αποθήκες των καταστημάτων, εντοπίστηκαν προβλήματα τόσο σε κατασκευαστικό (αδύναμες και θολές λήψεις της κάμερας των παγίδων, μειωμένος χρόνος ζωής μπαταριών, μη επαρκής στεγανοποίηση παγίδων κ.ά.) όσο και σε επικοινωνιακό επίπεδο (αδυναμία αποστολής δεδομένων της παγίδας τρωκτικών στο cloud του εργαστηρίου). Αφού προσδιορίστηκαν τα κυριότερα προβλήματα, οι επιμέρους ομάδες συνεργάστηκαν μεταξύ τους και προχώρησαν στον καθορισμό των καταλληλότερων τεχνικών λύσεων για τη βελτιστοποίηση της λειτουργικότητας των ανεπτυγμένων ηλεκτρονικών παγίδων όσον αφορά την προσέλκυση - σύλληψη των εχθρών-στόχων, καθώς επίσης και την καταγραφή και αποστολή των δεδομένων στον τελικό χρήστη μέσω διαδικτύου, σε πραγματικό χρόνο. Κάποιες από τις σημαντικότερες αλλαγές συνοψίζονται στην ενσωμάτωση μπαταριών μεγαλύτερης χωρητικότητας αλλά και κάμερας μικρότερης ισχύος, στην αλλαγή της θέσης των παγίδων στο χώρο και στη ρύθμιση του φακού των καμερών για καλύτερες λήψεις και συγχρόνως καλύτερη ποσοτικοποίηση των συλληφθέντων ιπτάμενων και βαδιστικών εντόμων από τον τελικό χρήστη.