

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

**ΕΚΘΕΣΗ ΠΑΡΑΔΟΤΕΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ**

**Ενότητα Εργασίας 1** Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης πρακτικών φυτοπροστασίας αποθηκών

**ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 1.2:** Δημιουργία υποδομής καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης

## Πληροφορίες Παραδοτέου

Αριθμός Παραδοτέου	Π1.2
Τίτλος Παραδοτέου	Δημιουργία υποδομής καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης
Υπεύθυνος Φορέας Παραδοτέου	ΑΠΘ
Συμμετέχοντες Φορείς	ΑΠΘ, Μασσούτης
Αριθμός Ενότητας Εργασίας	Ενότητα Εργασίας 1
Τίτλος Ενότητας Εργασίας	Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης πρακτικών φυτοπροστασίας αποθηκών
Κατηγορία Διάχυσης	-
Είδος Παραδοτέου	Έκθεση
Έκδοση Παραδοτέου	2 <sup>η</sup>
Πρόχειρο / Τελικό	Τελική
Μήνας Παράδοσης	40
Λέξεις Κλειδιά	Ζωικοί εχθροί, σύστημα παρακολούθησης, έξυπνες παγίδες, κόμβοι, οπτικοποίηση πληροφορίας
Σύντομη Περιγραφή του Παραδοτέου	Θα τεθούν οι βάσεις για την εγκατάσταση του δικτύου αισθητήρων που θα καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τις συνθήκες που επικρατούν στην αποθήκη της Μασσούτης ΑΕ. Αυτό θα επιτευχθεί με επιτόπιο έλεγχο για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των απαιτούμενων αισθητήρων για την ομοιομορφη κάλυψη του χώρου.

## Πίνακας Περιεχομένων

1. Ανάλυση Προαπαιτούμενων.....	4
1.1 Μελέτη καταλληλότητας των διαθέσιμων αποθηκευτικών χώρων.....	5
2 Ανάπτυξη Οικοσυστήματος Διαδικτύου των Πραγμάτων.....	4
2.1 Σύστημα συλλογής και μετάδοσης πληροφορίας.....	6
2.1.1 Αισθητήρες παρακολούθησης των περιβαλλοντικών συνθηκών αποθηκών.....	7
2.1.2 “Εξυπνες” ηλεκτρονικές παγίδες σύλληψης εντόμων και τρωκτικών.....	8
2.1.3 Κόμβος διαδικτυακής πύλης.....	19
2.2 Σύστημα διαχείρισης πληροφορίας.....	22
2.2.1 Υποδομές Υπολογιστικού Νέφους (NITOS Cloud).....	23
2.2.2 Σύστημα Backend.....	24
2.3 Σύστημα οπτικοποίησης πληροφορίας.....	25
2.3.1 Λογισμικό συστήματος οπτικοποίησης πληροφορίας.....	25
3 Σύνοψη.....	33

## 1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ

Η συνεχής εξέλιξη των καταναλωτικών αναγκών έχει οδηγήσει τις διάφορες επιχειρήσεις πώλησης τροφίμων στην παροχή υψηλά πιστοποιημένων προϊόντων, τα οποία υφίστανται σε όλα τα στάδια παραγωγής τους πολλαπλούς ελέγχους, προκειμένου να αυξηθεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό η συνέπεια σε θέματα που αφορούν την υγειονομική σημασία του προϊόντος, την ασφαλή κατανάλωσή τους και τη σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ καταναλωτών και επιχειρήσεων.

Ιδιαίτερα αυξημένης δυσκολίας πιστοποίηση αποτελεί η εφαρμογή πρωτοκόλλων αντιμετώπισης εχθρών υγειονομικής σημασίας κυρίως σε νωπά αγροτικά προϊόντα και η παρακολούθηση των συνθηκών αποθήκευσής τους, καθώς θα πρέπει αφενός η αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών και των τρωκτικών σε μια αποθήκη να είναι άμεση και αποτελεσματική και αφετέρου να επιτυγχάνεται η διατήρηση των σωστών συνθηκών αποθήκευσης των προϊόντων, καθ' όλη τη διάρκεια συντήρησής τους. Κρίνεται λοιπόν αναγκαία η επιπλέον ενίσχυση του συστήματος παρακολούθησης των νωπών και αποθηκευμένων αγροτικών προϊόντων και τροφίμων στις τοποθεσίες αποθήκευσής τους στα καταστήματα λιανικής πώλησης με τέτοιο τρόπο, ώστε η παρακολούθησή τους να είναι διαρκής, αξιόπιστη και ασφαλής τόσο για τα προϊόντα και τον καταναλωτή όσο και το ίδιο το περιβάλλον.

Σκοπός του συγκεκριμένου έργου είναι η εξασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων αποθηκών της εταιρείας Μασούτης ΑΕ από ζημιές που πραγματοποιούνται πρωτογενώς από έντομα αποθηκών και από τρωκτικά και δευτερογενώς από πιθανές προσβολές μυκήτων στα ήδη αλλοιωμένα προϊόντα, σε συνδυασμό με την παρακολούθηση των συνθηκών αποθήκευσης σε 24ωρη βάση. Οι ζημιές που πραγματοποιούνται σε πρώτη φάση από τα έντομα αποθηκών μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Αυτές είναι η ποσοτική μείωση των προϊόντων και η ποιοτική υποβάθμιση τους. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί πως οι περισσότεροι αποθηκευτικοί χώροι δεν διαθέτουν δίκτυα παγίδευσης και ολοκληρωμένης παρακολούθησης έναντι κάποιων κύριων εντομολογικών εχθρών, κυρίως ορισμένων κολεόπτρων, λεπιδόπτρων και δίπτερων ή έναντι τρωκτικών. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαία η συνεισφορά νέων τεχνολογιών και η ανάπτυξη ενός ευφυούς συστήματος παρακολούθησης εχθρών υγειονομικής σημασίας, ώστε η εταιρεία Μασούτης ΑΕ να μπορεί να προβεί στις ανάλογες ενέργειες εξουδετέρωσης των εχθρών που προκαλούν τέτοιου είδους ζημιές στα αποθηκευμένα τρόφιμα και στη συνέχεια να πραγματοποιηθεί ιχνηλάτηση των εχθρών, ώστε με τη λήψη των ανάλογων μέτρων προστασίας να αποτραπούν μελλοντικές προσβολές. Μετά το πέρας του έργου, αναμένεται να υπάρξει

σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους της επιχείρησης, βελτίωση της ποιότητας, ποσότητας και ασφάλειας των τροφίμων και ενίσχυση της εμπιστοσύνης των πελατών.

### 1.1 Μελέτη καταλληλότητας των διαθέσιμων αποθηκευτικών χώρων

Η εταιρεία Διαμαντής Μασούτης Α.Ε. διαθέτει ένα μεγάλο δίκτυο καταστημάτων που την κατατάσσει στις μεγαλύτερες αλυσίδες πανελλαδικώς. Για τις ανάγκες του έργου επιλέχθηκε ο μεγάλος αποθηκευτικός χώρος του καταστήματος στη Θέρμη Θεσσαλονίκης προκειμένου να εγκατασταθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα ανίχνευσης και παρακολούθησης των προαναφερόμενων εχθρών. Το συγκεκριμένο καταστήμα επιλέχθηκε ύστερα από εκτεταμένη έρευνα και κρίθηκαν κατάλληλα για την διεκπεραίωση του έργου, καθώς θεωρείται καταστημα υψηλού υγειονομικού κινδύνου λόγω της μεγάλης επισκεψιμότητας των καταναλωτών και του μεγάλου όγκου φορτίων σε προϊόντα. Επομένως τα αποτελέσματα του έργου αναμένεται να έχουν το μεγαλύτερο δυνατό αντίκτυπο και άρα αποκομιζόμενα οφέλη προς την εταιρεία.



REGION OF CENTRAL MACEDONIA  
MANAGING AUTHORITY  
O.P. Region of Central Macedonia



Co-financed by Greece and the European Union

## 2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

### 2.1 Σύστημα συλλογής και μετάδοσης πληροφορίας

Τα πρώτα στάδια του έργου εστιάζουν στο σχεδιασμό και ανάπτυξη των υποδομών ενός συστήματος ετερογενών τεχνολογιών Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT). Ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από ένα ασύρματο δίκτυο ορθά κατανεμημένων αισθητήρων καταγραφής περιβαλλοντικών συνθηκών, ο ρόλος του οποίου είναι η καταγραφή των συνθηκών που επικρατούν εντός των αποθηκών της Μασούτης ΑΕ σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα δίκτυο “έξυπνων” ηλεκτρονικών παγίδων για τη παρακολούθηση και σύλληψη βαδιστικών, υπτάμενων εντόμων και τρωκτικών, τα δεδομένα των οποίων θα καταγράφονται και θα αποστέλλονται στον χρήστη μέσω διαδικτύου. Στόχος είναι η διαρκής και απομακρυσμένη παρακολούθηση της κατάστασης των αποθηκών της εταιρίας σε πραγματικό χρόνο για τον έγκαιρο προσδιορισμό τυχόν προβλημάτων/κινδύνων και την κατάλληλη αντιμετώπιση αυτών, καθώς και η καταγραφή και διατήρηση του ιστορικού τόσο των επικρατούσων συνθηκών αλλά και των προκύπτων προβλημάτων.

Στο πλαίσιο υλοποίησης των δράσεων του έργου πραγματοποιήθηκε αρχικά ο έλεγχος των αποθηκών προκειμένου να καθοριστούν το πλήθος και το είδος των αισθητήρων που πρόκειται να τοποθετηθούν εντός των αποθηκών, καθώς και τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά, ώστε να επιτευχθεί ομοιόμορφη και ορθά κατανεμημένη κάλυψη του χώρου. Η επιλογή των παραμέτρων που καταγράφονται από το ανεπτυγμένο δίκτυο αισθητήρων έγινε με γνώμονα την online παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία και υγρασία αέρα) που επικρατούν εντός των αποθηκών και επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την ποιότητα των αποθηκευμένων προϊόντων.

Μετά το σχεδιασμό των παραπάνω, πραγματοποιήθηκε αρχικά εγκατάσταση αισθητήρων θερμοκρασίας και υγρασίας αέρα κατανεμημένα στο χώρο, οι οποίοι θα μπορούν να καταγράφουν και να μεταδίδουν σε πραγματικό χρόνο τα ληφθέντα δεδομένα προς τη διαδικτυακή πύλη (gateway), η οποία έπειτα θα αποστέλλει τα δεδομένα αυτά μέσω διαδικτύου στο υπολογιστικό νέφος (cloud). Για τις ανάγκες του έργου κρίθηκε αναγκαία η τοποθέτηση συνολικά 6 κόμβων αισθητήρων καταγραφής θερμοκρασίας και υγρασίας και 6 διαδικτυακών πυλών (gateways), από 2 σε κάθε κατάσταση.

Αναφορικά με το δίκτυο ηλεκτρονικών παγίδων προσέλκυσης - σύλληψης των εχθρών-στόχων και καταγραφής και αποστολής των δεδομένων στον τελικό χρήστη μέσω διαδικτύου, πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός του και η ανάπτυξή του, με σκοπό τη δοκιμή της λειτουργικότητάς του αρχικά σε επίπεδο

Π1.2: Δημιουργία υποδομής καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης

εργαστηρίου και έπειτα στον χώρο των αποθηκών της εταιρίας Μασούτης ΑΕ για την έυρεση των καταλληλότερων λύσεων που θα ανταποκρίνονται στους στόχους του έργου.

Η δοκιμαστική λειτουργία του συστήματος και στα 2 περιβάλλοντα, τα προκύπτοντα προβλήματα και οι λύσεις που δόθηκαν από την ερευνητική ομάδα του έργου περιγράφονται αναλυτικότερα στα Παραδοτέα 4 και 5, ενώ η μορφή του συστήματος έχοντας λάβει την τελική του μορφή περιγράφεται παρακάτω.

### 2.1.1 Αισθητήρες παρακολούθησης των περιβαλλοντικών συνθηκών αποθηκών

#### 2.1.1.1 Αισθητήρας θερμοκρασίας-υγρασίας αέρα

Για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και υγρασίας αέρα επιλέχθηκε ο αισθητήρας [Sonoff Zigbee SNZB-02](#). Ο συγκεκριμένος αισθητήρας είναι κατάλληλος για τη λήψη μετρήσεων θερμοκρασίας και υγρασίας και διαθέτει την ικανότητα αποστολής των ληφθέντων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για την άμεση οπτικοποίηση τους από τον τελικό χρήστη. Επιπλέον, ο συγκεκριμένος αισθητήρας διαθέτει εύκολη προσαρμογή σε οποιαδήποτε επιφάνεια δίνοντάς του την ικανότητα εύκολης εγκατάστασης σε όλους τους χώρους και όλες τις συσκευές γεγονός που βοηθάει σημαντικά στην ευελιξία του σχεδιασμού του ασύρματου δικτύου παρακολούθησης των περιβαλλοντικών συνθηκών.



Εικόνα 2.1 Αισθητήρας θερμοκρασίας-υγρασίας Sonoff Zigbee SNZB-02

Στον Πίνακα 2.1 καταγράφονται ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα μέτρησης θερμοκρασίας-υγρασίας.

Πίνακας 2.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα Sonoff Zigbee SNZB-02

<b>Model</b>	SNZB-02
<b>Battery</b>	3V (CR2450)
<b>Wi-Fi</b>	IEEE 802.15.4
<b>Material</b>	PC V0

<b>Dimensions</b>	43mm x 43mm x 14mm
<b>Operating temperature range</b>	-10 °C ≈ 40° C

### 2.1.2 “Έξυπνες” ηλεκτρονικές παγίδες σύλληψης εντόμων και τρωκτικών

Οι παγίδες που σχεδιάστηκαν αφορούν τη σύλληψη βαδιστικών, ιπτάμενων εντόμων και τρωκτικών. Ειδικότερα, αναπτύχθηκαν παγίδες δαπέδου για τα έρποντα έντομα, ειδικά σχεδιασμένες παγίδες ιπτάμενων εντόμων (κυρίως για λεπιδόπτερα και δίπτερα), καθώς και παγίδες τρωκτικών. Για το σχεδιασμό και ανάπτυξη του δικτύου έξυπνων παγίδων αρχικά επισημάνθηκαν με ακρίβεια τα σημεία των αποθηκών που αποτελούν εστίες μόλυνσης. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε μελέτη των διαθέσιμων εμπορικών παγίδων εντόμων στις οποίες έπειτα προσαρμόστηκε και τοποθετήθηκε σύστημα καταγραφής εικόνας - κάμερας. Το συγκεκριμένο σύστημα φωτογραφίζει ανά τακτά χρονικά διαστήματα μέσα στην ημέρα τις παγίδες και στη συνέχεια οι φωτογραφίες στέλνονται μέσω των gateways στον τελικό χρήστη. Με τον τρόπο αυτό, ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος χρήστης λαμβάνει σε πραγματικό χρόνο φωτογραφίες από τις συλλήψεις καθώς και πληροφορίες αναφορικά με την κατάσταση που επικρατεί στο εσωτερικό των εγκατεστημένων παγίδων.

Παράλληλα, τα δεδομένα που συλλέγονται από τις παγίδες αξιοποιούνται για την εκπαίδευση και δοκιμή αλγορίθμων μηχανικής όρασης, με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη μίας αυτοματοποιημένης μεθόδου για την αναγνώριση, ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των πληθυσμών των συλληφθέντων εντόμων (βαδιστικών και ιπτάμενων).

#### 2.1.2.1 Παγίδες ιπτάμενων εντόμων

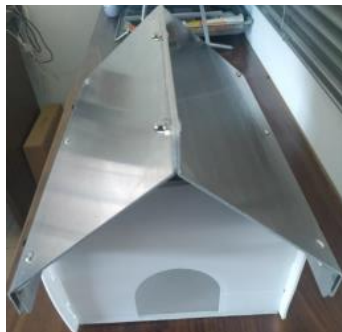
Για τον σχεδιασμό των παγίδων ιπτάμενων εντόμων αποφασίστηκε να σχεδιαστεί εξ ολοκλήρου μια παγίδα η οποία ενώ μοιάζει σαν κατασκευή με τις εμπορικές δελτοειδείς παγίδες, διαθέτει ορισμένα κατασκευαστικά πλεονεκτήματα όπως την ικανότητα να φέρει στο εσωτερικό της το αυτόνομο σύστημα κάμερας για να λαμβάνει τις φωτογραφίες των συλλήψεων.

Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, μια απλή παγίδα εμπορίου έχει πολύ απλή κατασκευή, γεγονός που την καθιστά ευάλωτη σε φυσικές ζημιές και τυχαίες μετακινήσεις από το σημείο του προκαθορισμένου σημείου εγκατάστασης. Επιπλέον, κρίθηκε ιδιαίτερα δύσκολη η προσαρμογή του συστήματος κάμερας σε μια τέτοια παγίδα ώστε να πραγματοποιείται η ορθή λήψη φωτογραφιών για να υπάρχει το καλύτερο δυνατό οπτικό αποτέλεσμα.



Εικόνα 2.2 Εμπορική δελτοειδής παγίδα ιπτάμενων εντόμων

Με γνώμονα τα παραπάνω σχεδιάστηκε η συσκευή που φαίνεται στην Εικόνα 2.3, η οποία είναι αρκετά πιο σταθερή, καθώς μπορεί να στηριχθεί σε μόνιμη εγκατάσταση και πιο στιβαρή με αποτέλεσμα να αντέχει τυχόν κουνήματα ή χτυπήματα. Επιπλέον, κάτω από την οροφή της η παγίδα φέρει ενσωματωμένο το σύστημα κάμερας σε σημείο όπου έχει την καλύτερη οπτική προς την επιφάνεια σύλληψης των εντόμων, δηλαδή την κολλητική επιφάνεια που τοποθετείται στον πάτο της παγίδας (βλ. Εικόνα 2.3). Η επιλογή για την κατασκευή μεταλλικής οροφής προέκυψε μετά από αρκετά πειράματα και δοκιμές που είχαν ως στόχο την εύρεση της εκδοχής που μπορεί να υποστηρίξει καλύτερα το βάρος του συστήματος της κάμερας (βλ. Εικόνα 2.4, Εικόνα 2.5). Επιπλέον, μετά την αξιολόγηση της λειτουργικότητας της παγίδας σε περιβάλλον εργαστηρίου, κρίθηκε αναγκαία η καλύτερη στεγανοποίησή της για την αποφυγή συγκράτησης υγρασίας στο εσωτερικό της λόγω των αντίξωων συνθηκών που επικρατούν στις αποθήκες των καταστημάτων.



Εικόνα 2.3 Η νέα παγίδα ιπτάμενων εντόμων που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες του έργου



Εικόνα 2.4 Σημείο υποδοχής κάμερας κάτω από τη μεταλλική οροφή της παγίδας



Εικόνα 2.5 Εσωτερική όψη της παγίδας ιπτάμενων εντόμων

#### 2.1.2.2 Παγίδες βαδιστικών εντόμων

Όπως προαναφέρθηκε, πραγματοποιήθηκε έρευνα πάνω στις διαθέσιμες εμπορικές παγίδες εντόμων της αγοράς, από την οποία προέκυψε το συμπέρασμα ότι ιδανικότερη επιλογή παγίδας βαδιστικών εντόμων που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του έργου, αποτελεί η παγίδα της εταιρίας [“THE DOME”](#) (βλ. Εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.6 Εμπορική παγίδα βαδιστικών εντόμων

Η συγκεκριμένη παγίδα επιλέχθηκε επειδή έχει πολύ καλά αποτελέσματα προσέλκυσης και παγίδευσης εντόμων. Για τις ανάγκες της αυτοματοποιημένης καταγραφής των συλλήψεων της παγίδας σχεδιάστηκε εξατομικευμένο σύστημα κάμερας και τοποθετήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνει ευκρινείς φωτογραφίες του περιεχομένου στο εσωτερικό της. Στην Εικόνα 2.7 δίνεται φωτογραφία της επιλεγμένης παγίδας στην οποία φαίνεται και η παρουσία ορισμένων συλληφθέντων εντόμων αποθηκών.



Εικόνα 2.7 Παρουσία συλλήψεων στην παγίδα βαδιστικών εντόμων

Έχοντας λάβει υπόψη τα παραπάνω, σχεδιάστηκε το παρακάτω ενοποιημένο σύστημα (Εικόνα 2.8), το οποίο αποτελεί ιδανική επιλογή λόγω της προσαρμοστικότητας που παρουσιάζει εξαιτίας του μικρού του μεγέθους αλλά και εξαιτίας της στεγανότητας και σταθερότητας που προσφέρει στην παγίδα Dome.



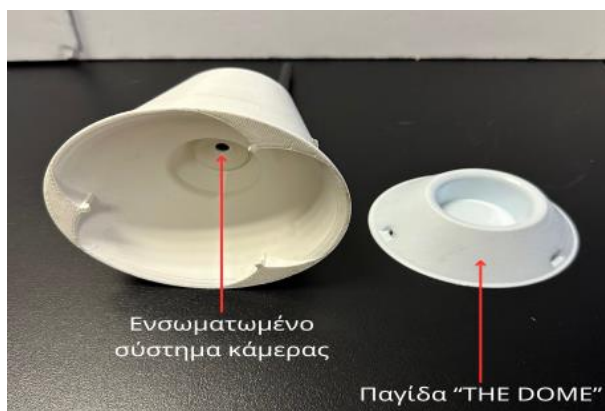
Εικόνα 2.8 Παγίδα σύλληψης βαδιστικών εντόμων

Προκειμένου να προσδιοριστεί η ακριβής θέση της κάμερας ως προς την παγίδα, κρίθηκε αναγκαίο να πραγματοποιηθούν ορισμένα πειράματα για να βρεθεί η θέση που θα έδινε τις καλύτερες λήψεις του εσωτερικού της συγκεκριμένης παγίδας. Για το λόγο αυτό αρχικά έγινε διαστασιολόγηση της παγίδας όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.9.



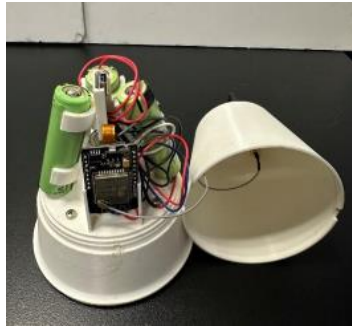
Εικόνα 2.9 Διαστασιολόγηση της παγίδας Dome

Έτσι βρέθηκε ότι η ιδανικότερη θέση του συστήματος κάμερας όσον αφορά την καλύτερη απεικόνιση των συλληφθέντων εντόμων, είναι στην οροφή της παγίδας (Εικόνα 2.10).



Εικόνα 2.10 Ενσωματωμένο σύστημα κάμερας παγίδας

Η συγκεκριμένη παγίδα φέρει επίσης σύστημα τροφοδότησης με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, η τελική επιλογή των οποίων έγινε μετά από δοκιμή της λειτουργίας και αντοχής τους.



Εικόνα 2.11 Σύστημα τροφοδότησης παγίδας βαδιστικών εντόμων

Ο τύπος των μπαταριών που επιλέχθηκε ήταν αυτός με χωρητικότητα 3350mAh (Εικόνα 2.12), αφού βρέθηκε ότι ο χρόνος ζωής των συγκεκριμένων μπαταριών εξυπηρετεί και πληροί τους στόχους του έργου.



Εικόνα 2.12 Μπαταρίες στελέχωσης συστήματος τροφοδότησης

Λόγω των αυξημένων απαιτήσεων που είχε η υλοποίηση της συγκεκριμένης παγίδας, αλλά και για την αποφυγή παρέκκλισης από το αρχικό χρονοδιάγραμμα του έργου, αναπτύχθηκε αρχικά ένας άλλος εφεδρικός τύπος παγίδας βαδιστικών εντόμων για τοποθέτηση στην αποθήκη μέχρι την ολοκλήρωση ανάπτυξης της τελικής έκδοσης με σκοπό την επίτευξη και πλήρωση των στόχων που είχαν αρχικά τεθεί.

Έτσι, η ο εφεδρικός τύπος παγίδας σύλληψης βαδιστικών εντόμων που αναπτύχθηκε για τη στελέχωση των αποθηκών μέχρι και να ολοκληρωθεί η κατασκευή της αρχικής ιδέας, αποτυπώνεται στην Εικόνα 2.13. Η παγίδα αυτή επιλέχθηκε λόγω της στιβαρότητας και αντοχής που παρουσιάζει σε αντίξοες συνθήκες. Κάτω από την οροφή της παγίδας τοποθετήθηκε το σύστημα κάμερας, όπως αντίστοιχα και στη παγίδα ιπτάμενων εντόμων, για την καλύτερη αποτύπωση των συλλήψεων. Τέλος, η επιλογή της μεταλλικής οροφής προέκυψε με σκοπό την καλύτερη υποστήριξη του βάρους του συστήματος κάμερας που φέρει στο επάνω της μέρος.



Εικόνα 2.13 Αρχική κατασκευή παγίδας βαδιστικών εντόμων

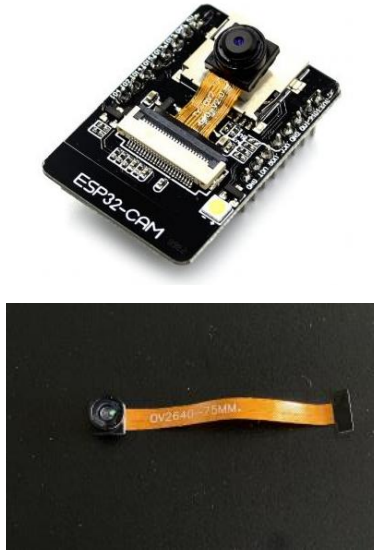
Στον πάτο της κατασκευής τοποθετήθηκε η “[All Beetle Trap](#)” η οποία αποτελεί μια στιβαρή κατασκευή πολυπροπυλενίου σχεδιασμένη για σύλληψη βαδιστικών εντόμων, με αφαιρούμενο δίσκο που αντικαθίσταται εύκολα όταν γεμίσει με έντομα (Εικόνα 2.14).



Εικόνα 2.14 “All Beetle Trap” για σύλληψη βαδιστικών εντόμων

#### 2.1.2.2.1 Σύστημα λήψης φωτογραφιών

Για τις ανάγκες οπτικής καταγραφής των συλληφθέντων εντόμων σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε αυτόνομο, πλήρες αυτοματοποιημένο σύστημα κάμερας για την τακτική λήψη και αποστολή φωτογραφιών των παγιδευμένων βαδιστικών και ιπτάμενων εντόμων, σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, οι φωτογραφίες που συλλέγονταν, χρησιμοποιούνταν για την ανάπτυξη ενός συστήματος αυτοματοποιημένης αναγνώρισης των συλληφθέντων εντόμων, το οποίο χρησιμοποιεί τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης και αναγνώρισης εικόνας. Η τελική επιλογή της κάμερας έγινε έπειτα από έρευνα αγοράς των καλύτερων λύσεων και δοκιμή αυτών σε συνθήκες εργαστηρίου και αποθηκών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι καλύτερη επιλογή αποτελεί η κάμερα ESP32-CAM (βλ. Εικόνα 2.15).

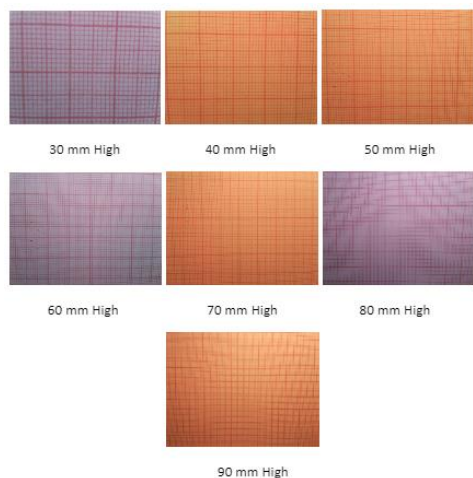


Εικόνα 2.15 ESP32-CAM

Το αρκετά μικρό μέγεθος (40,5mm x 27mm x 4,5mm) της συγκεκριμένης κάμερας, την καθιστά ιδανική για προσαρμογή στα συστήματα παγίδευσης που σχεδιάστηκαν, ενώ οι χαμηλές ενεργειακές της απαιτήσεις της επιτρέπουν να λειτουργεί για μεγαλύτερο συνεχές χρονικό διάστημα. Η κάμερα αυτή πλεονεκτεί έναντι απλών φωτογραφικών μηχανών και έχει κριθεί ιδανική για εφαρμογή σε ασύρματα δίκτυα αισθητήρων καθώς α) διαθέτει την ικανότητα σύνδεσης με κάποιο μικροϋπολογιστή (π.χ. Raspberry Pi) και β) επιτρέπει την επικοινωνία με άλλες συσκευές (π.χ. gateways) για την αποστολή των ληφθέντων δεδομένων και για την τελική μεταφόρτωση (upload) των ληφθέντων εικόνων μέσω διαδικτύου στο cloud. Ένα επιπλέον σημαντικό πλεονέκτημα είναι η ικανότητα ρύθμισης της λειτουργίας της κάμερας. Με τη χρήση του Raspberry pi μπορεί να ρυθμιστεί ο χρόνος λήψης φωτογραφιών και η τοποθεσία αποθήκευσης τους. Τέλος, διαθέτει αποσπώμενη εσωτερική μνήμη, η οποία μπορεί να συλλέγει τις φωτογραφίες που λαμβάνονται από το σύστημα και να τις αποθηκεύει, ενώ ταυτόχρονα μπορεί και να αλλαχτεί οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Προκειμένου να ολοκληρωθεί η επιλογή της κάμερας πραγματοποιήθηκαν ορισμένα πειράματα σχετικά με τη λειτουργία της και την αποδοτικότητά της. Αρχικά, για να εξακριβωθεί η θέση της κάμερας σχετικά με τα αντικείμενα που είναι προς φωτογράφιση ήταν απαραίτητο να γίνουν γνωστές οι διαστάσεις των επιφανειών. Βάσει αυτών των διαστάσεων καθορίστηκε και η τελική απόσταση της κάμερας από τις

επιφάνειες των παγίδων. Σε πρώτο χρόνο, πραγματοποιήθηκαν πειραματικές δοκιμές της κάμερας για την παγίδα των ιπτάμενων εντόμων (Εικόνα 2.16) και έπειτα για τις παγίδες βαδιστικών εντόμων.



Εικόνα 2.16 Δοκιμές λήψης φωτογραφιών σε διάφορες αποστάσεις

Βάσει αυτών, προέκυψε ότι η απόσταση μεταξύ κάμερας και επιφάνειας συλληφθέντων εντόμων προκειμένου να υπάρχει πλήρης κάλυψη ολόκληρης της επιφάνειας της παγίδας είναι ίση ή μεγαλύτερη των 60mm. Για την ακριβή λήψη φωτογραφιών σε κάθε μία από τις εξεταζόμενες αποστάσεις δημιουργήθηκε η παρακάτω κατασκευή στήριξης της κάμερας (Εικόνα 2.17).



Εικόνα 2.17 Κατασκευή στήριξης κάμερας

Στον Πίνακα 2.2, αποτυπώνονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά της κάμερας που επιλέχθηκε.

Πίνακας 2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά της κάμερας ESP32-CAM

<b>RAM</b>	Internal 512KB + External 4M PSRAM
<b>Wi-Fi</b>	Station / SoftAP / SoftAP+Station
<b>Παροχή ενέργειας</b>	5V
<b>Θερμοκρασία Λειτουργίας</b>	-20 °C ~ 85 °C
<b>Transmitting power</b>	802.11 b: 17 ± 2dBm(@11 Mbps)
<b>Receiving sensitivity</b>	CCK, 1 Mbps: -90 dBm
<b>Διαστάσεις</b>	40.5mm x 27mm x 4.5mm

### 2.1.2.3 Παγίδες τρωκτικών

Για την διαδικασία της σύλληψης των τρωκτικών στους αποθηκευτικούς χώρους της εταιρίας Μασούτης ΑΕ, επιλέχθηκε η αξιοποίηση της εμπορικής ηλεκτρονικής παγίδας τρωκτικών της εταιρίας “[Victor](#)”. Η συγκεκριμένη παγίδα καταφέρνει να θανατώνει επιτυχώς τα τρωκτικά με τη χρήση υψηλής τάσης ηλεκτρισμού. Όταν τα τρωκτικά εισέλθουν εντός της συσκευής, προκειμένου να φτάσουν το δόλωμα που έχει τοποθετηθεί στο εσωτερικό της, αγγίζουν τις μεταλλικές πλάκες στο εσωτερικό της και δεχόμενα υψηλή τάση, θανατώνονται εντός λίγων δευτερολέπτων. Η συγκεκριμένη παγίδα τρωκτικών κρίνεται

Π1.2: Δημιουργία υποδομής καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης

κατάλληλη για αποθήκες τροφίμων, αποθήκες super market και βιομηχανίες παρασκευής τροφίμων, καθώς έχει κριθεί απολύτως ασφαλής για τον άνθρωπο και τα τρόφιμα, αφού ολοκληρώνει τη δράση της χωρίς να περιέχει κάποια δραστική ουσία θανάτωσης των τρωκτικών, αλλά ούτε τα φέρνει σε επαφή με τον άνθρωπο.



Εικόνα 2.18 Ηλεκτρονική παγίδα τρωκτικών



European Union  
Ευρωπαϊκό Περιφερειακό  
Δημιουργητικό Ταμείο

REGION OF CENTRAL MACEDONIA  
MANAGING AUTHORITY  
O.P. Region of Central Macedonia



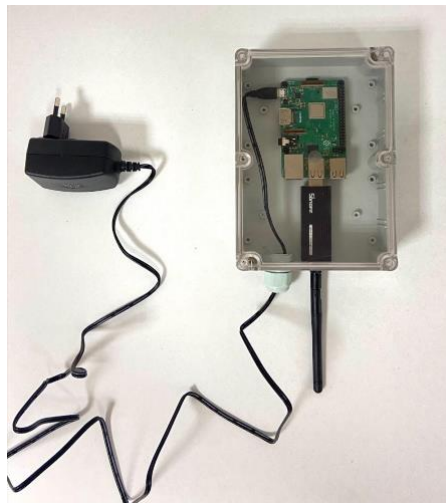
Co-financed by Greece and the European Union

### 2.1.3 Κόμβος διαδικτυακής πύλης

Η Διαδικτυακή Πύλη θα είναι υπεύθυνη για τη συλλογή των καταγεγραμμένων δεδομένων και την μετέπειτα αποστολή τους, μέσω ιδιόκτητου δικτύου, στο ιδιόκτητο υπολογιστικό νέφος (cloud) που διαθέτει το «Σύστημα Διαχείρισης Πληροφορίας».

#### 2.1.3.1 Εξοπλισμός Κόμβου Διαδικτυακής Πύλης

Ο σχεδιασμός του κόμβου «Διαδικτυακής Πύλης» (GW) πραγματοποιείται με δεδομένο ότι θα πρέπει να είναι συνεχώς ενεργοποιημένος, άρα και κατ' επέκταση μόνιμα συνδεδεμένος σε τροφοδοσία ρεύματος, καθώς θα αναμένει να λάβει δεδομένα από τους αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας αλλά και από τις έξυπνες παγίδες για την μετέπειτα προώθησή τους στο Σύστημα Διαχείρισης Δεδομένων όπου θα πραγματοποιείται περαιτέρω επεξεργασία και αποθήκευση. Για τον λόγο αυτό, η συναρμολόγηση του κόμβου πραγματοποιήθηκε μέσα σε στεγανό κουτί αλουμινίου IP65 έτσι ώστε να επιτευχθεί η αδιαβροχοποίηση του υλικού από την ατέρμονη χρήση του. Αναλυτικότερα, ο κόμβος πύλης αποτελείται από ένα μικρό-υπολογιστή Raspberry Pi Compute module 4, ο οποίος είναι η κύρια πλατφόρμα του κόμβου.



Εικόνα 2.19 Κόμβος διαδικτυακής πύλης

### 2.1.3.1.1 Λειτουργικές απαιτήσεις (ΛΑ)

Ο συγκεκριμένος κόμβος αποτελεί το συνδεδεμένο κρίκο ανάμεσα στο δίκτυο αισθητήρων και παγίδων και στο διακομιστή στον οποίο θα αποθηκεύονται τα δεδομένα με ασφάλεια. Πρόκειται για κόμβους τοποθετημένους σε συγκεκριμένα σημεία των αποθηκών ώστε να λαμβάνουν συνεχώς δεδομένα τόσο από τους αισθητήρες θερμοκρασίας – υγρασίας όσο και από τις παγίδες. Η ιδιότητά τους αυτή, τους καθιστά ανήμπορους σε όποια διαδικασία ύπνωσης και γι' αυτό είναι αναγκαία η τροφοδότηση από συνεχή παροχή ρεύματος. Ενδεικτικά, ο κόμβος διαδικτυακής πύλης αποτελείται από ένα μικρο-υπολογιστή ο οποίος συγκροτεί την κύρια μονάδα του κόμβου, μια διεπαφή ασύρματου δικτύου 4G και μια διεπαφή ασύρματου δικτύου κατασκευασμένη σύμφωνα με το πρότυπο LoRaWAN. Οι επιμέρους μονάδες καθώς και οι λειτουργικές απαιτήσεις αυτών αναλύονται παρακάτω.

### 2.1.3.1.2 ΛΑ μικροϋπολογιστή

Η βάση της μονάδας δρομολόγησης δεδομένων είναι ένας μικρο-υπολογιστής, ο οποίος διαθέτει αυξημένες δυνατότητες επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων σε σχέση με τις μονάδες μικρο-ελεγκτών που εγκαθίστανται στο πεδίο. Το βασικό υλικό του μικρο-υπολογιστή είναι ο επεξεργαστής (CPU), η μνήμη RAM, και ο **μόνιμος αποθηκευτικός χώρος**. Για την ενδιάμεση αποθήκευση των δεδομένων χρησιμοποιείται είτε η κύρια μονάδα αποθήκευσης του μικρο-υπολογιστή (τυπικά SD card ή SSD) είτε περιφερειακές μονάδες (εξωτερικοί δίσκοι/flash drives) που διασυνδέονται με θύρες USB. Είναι επίσης αναγκαίο να έχει τις κατάλληλες υποδοχές για τις διεπαφές επικοινωνίας με το δίκτυο αισθητήρων και παγίδων και με το διακομιστή του συστήματος. Στον Πίνακα 2.3 παρατίθενται οι βασικές προδιαγραφές των μικροϋπολογιστών που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο του έργου.

Πίνακας 2.3 Προδιαγραφές υλικού μικροελεγκτών

Παράμετρος	Απαιτήση (ελάχιστη, μέγιστη, τυπική, εύρος τιμών)
Πλατφόρμα (form factor)	Τύπος Single-Board-Computer ή Mini-PC (π.χ. Raspberry Pi, BBB, UP, NUC)
Τεχνολογία Επεξεργαστή	Τουλάχιστον 2 πυρήνες (τυπικά 4) συχνότητας ρολογιού τουλάχιστον 1 GHz (τυπικά 1.5 GHz+)
Μνήμη RAM	Τουλάχιστον 512 MB (τυπικά 1 GB ή 2 GB)
Κρυφή μνήμη (cache) L3	>= 8 MB
Υποστήριξη για SD Card, USB, Wi-Fi	ΝΑΙ
Τάση Τροφοδοσίας	DC 3.3-5V
Τάση Λειτουργίας	3.3 - 4.2 V
Ονομαστική θερμική ισχύς (TDP)	<= 30 W
Δυνατότητα Διασύνδεσης με εξωτερικές μονάδες	Ναι, μέσω τυπικής σειριακής διεπαφής UART, I2C και SPI
Διαστάσεις Μονάδας	<= 117 mm x 112mm x 51 mm

### 2.1.3.1.3 ΛΑ ασύρματης διεπαφής

Συνιστά το ένα άκρο (end-point) της ασύρματης διεπαφής των υπό-συστημάτων συλλογής μετρήσεων και δρομολόγησης, το οποίο βασίζεται στην τεχνολογία χαμηλής ισχύος – ευρείας κλίμακας LoRaWAN. Η επέκταση LoRaWAN αποτελείται από μία ραδιοβαθμίδα (modem/chipset). Σημειώνεται ότι υπάρχουν βαθμίδες υλικού μικρό-ελεγκτών που ενσωματώνουν την επέκταση LoRaWAN, επομένως δεν χρειάζεται να υλοποιηθεί κύκλωμα διασύνδεσης. Στον Πίνακα 2.4 παρατίθενται οι βασικές προδιαγραφές των επεκτάσεων LoRaWAN που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο του έργου.



Εικόνα 2.20 LoRaWAN Module Διαδικτυακής Πύλης

Πίνακας 2.4 Προδιαγραφές των επεκτάσεων LoRaWAN

Παράμετρος	Απαιτήση (ελάχιστη, μέγιστη, τυπική, εύρος τιμών)
Πλατφόρμα (form factor)	Mini PCIe, 52pin Golden Finger
Τεχνολογία Επεξεργαστή	Powered by Semtech® SX1302 baseband LoRa® chip
Ισχύς εκπομπής	26 dBm
Ζώνη Συχνότητων	863-870MHz
LEDs	Power: Green Config: Red TX: Green RX: Blue
Ευαισθησία δέκτη	125dBm @125K/SF7 -139dBm @125K/SF12
Θερμοκρασία λειτουργίας	-40 ως 85°C
Κατανάλωση ενέργειας (USB)	Standby: 20 mA Tx maximum: 425 mA RX 53 mA
Κατανάλωση ενέργειας (SPI)	Standby: 7.5 mA Tx maximum: 415 mA RX: 53 mA

#### 2.1.3.1.4 ΛΑ ασύρματης διεπαφής 4G

Η ασύρματη διεπαφή 4G USB είναι μια συσκευή που επιτρέπει σε έναν επιτραπέζιο ή φορητό υπολογιστή να έχει πρόσβαση στο Internet με πολύ υψηλή ταχύτητα έως και 100 Mbps. Σήμερα υπάρχουν διάφοροι τύποι μόντεμ LTE στην αγορά που είναι κατάλληλοι για εφαρμογές όπως η στατική χρήση (ως αντικατάσταση DSL), η κινητή περιήγηση ή η βιομηχανική χρήση σύνδεσης M2M. Με μία ασύρματη διεπαφή 4G, μπορεί να επιτευχθεί πρόσβαση στο διαδίκτυο παντού. Πρόκειται για ένα μικρό κομμάτι υλικού που συνδέεται στον μικροϋπολογιστή το οποίο έχει την μορφή ενός απλού USB. Με την χρήση της συγκεκριμένης διεπαφής ο κόμβος πύλης μπορεί ανά πάσα στιγμή να στέλνει τα δεδομένα που συλλέγει από τους μετεωρολογικούς κόμβους στο διακομιστή του συστήματος χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο. Στον Πίνακα 2.5 παρατίθενται οι βασικές προδιαγραφές της ασύρματης διεπαφής 4G USB που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο του έργου.

Πίνακας 2.5 Προδιαγραφές ασύρματης διεπαφής 4G

Παράμετρος	Απαιτήση (ελάχιστη, μέγιστη, τυπική, εύρος τιμών)
Σύστημα επικοινωνίας FDD	DD800 / 900 / 1800 / 2100 / 2600
Σύστημα επικοινωνίας UMTS	900 / 2100
Σύστημα επικοινωνίας GSM	850 / 900 / 1800 / 1900
Υποδοχή MICROSD CARD SLOT	ΝΑΙ
Εξωτερική υποδοχή για σύνδεση κεραίας	2 x TS-5
Υποστηριζόμενα λειτουργικά συστήματα	Windows XP, Vista, Windows 7 / 8, MAC, Win Blue

## 2.2 Σύστημα διαχείρισης πληροφορίας

Τη συλλογή των δεδομένων έπονται οι διαδικασίες της επεξεργασίας και αποθήκευσης πληροφορίας, οι οποίες απαιτούν αξιολογική επεξεργαστική ισχύ και αποθηκευτικό χώρο. Ωστόσο, τόσο οι αισθητήρες όσο και οι παγίδες, όπως συζητήθηκε, είναι συσκευές χαμηλής κατανάλωσης, λόγω του ότι χρειάζονται όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ενεργειακή αυτονομία, με αποτέλεσμα να κρίνονται ως ακατάλληλες για να αναλάβουν αυτό το στάδιο του συστήματος. Γι' αυτό το λόγο, τα GWs προωθούν τις συλλεγμένες μετρήσεις στις υποδομές του NITOS cloud, το οποίο είναι διαθέσιμο 24/7 και αποτελείται από πολλαπλούς ισχυρούς διακομιστές (servers) και κέντρα δεδομένων (data centers). Στο NITOS cloud, το σύστημα backend έχει εγκατασταθεί, το οποίο αναλαμβάνει την αποθήκευση και επεξεργασία των ληφθέντων πληροφοριών, όπως εξηγείται παρακάτω.

### 2.2.1 Υποδομές Υπολογιστικού Νέφους (NITOS Cloud)

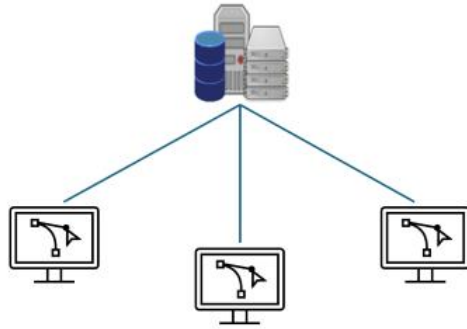
Ο εξοπλισμός του NITOS Cloud είναι ιδανικός για να αναλάβει το στάδιο της επεξεργασίας και αποθήκευσης των δεδομένων, καθώς περιλαμβάνει πολλαπλούς servers υψηλής επεξεργαστικής ισχύος και πληθώρα αποθηκευτικού χώρου. Πιο συγκεκριμένα, αποτελείται από τα εξής:

- 7 blade servers, έκαστος από 32 cores στα 2.60 GHz & 96 GB RAM για σκοπούς hosting virtual machines (VMs)
- 1 Server για Network Attached Storage (NAS) χωρητικότητας περίπου 7 TB
- 1 Server για διαχείριση των blade servers (ως Metal as a Service)
- 10G Cluster Backbone σύνδεση δικτύου



Εικόνα 2.21 Υποδομές του NITOS Cloud

Στο NITOS Cloud εγκαταστάθηκε το σύστημα backend και οι αλγόριθμοι ανάλυσης των ληφθέντων δεδομένων, τα οποία αναλαμβάνουν το στάδιο της επεξεργασίας και αποθήκευσης των ληφθέντων δεδομένων όπως παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικόνα 2.22 Σύστημα διαχείρισης της πληροφορίας – NITOS Cloud

## 2.2.2 Σύστημα Backend

Υπάρχουν αρκετές διεργασίες που απαρτίζουν το «σύστημα backend», οι οποίες επικοινωνούν μεταξύ τους αυτόνομα μέσω Διεπαφών Προγραμματισμού Εφαρμογών (APIs) για τον απαραίτητο συντονισμό. Άλλες διεργασίες είναι βασικές, όπως για παράδειγμα το υποσύστημα Διαχείρισης Συσκευών, ενώ άλλες είναι βοηθητικές, όπως οι Ουρές Μηνυμάτων, οι οποίες συμβάλλουν στην ενδοεπικοινωνία των βασικών διεργασιών. Στις κύριες διεργασίες συμπεριλαμβάνονται η διαχείριση χρηστών και συσκευών, η συλλογή και αποθήκευση δεδομένων μετρήσεων και τέλος η ανάλυση των δεδομένων. Οι λειτουργίες αυτές λαμβάνουν χώρα παράλληλα και παρουσιάζονται παρακάτω αναλυτικά. Ως περιβάλλον ανάπτυξης του backend επιλέχθηκε το Node.js® λόγω της ταχύτητας που το χαρακτηρίζει και της δυνατότητάς του να τρέξει σε οποιοδήποτε hardware. Το Node.js® είναι μια ώριμη τεχνολογία που αναπτύσσεται ενεργά εδώ και αρκετά χρόνια προσφέροντας την απαραίτητη αξιοπιστία ώστε να προγραμματίσει κάποιος ένα πολύπλοκο σύστημα.

### 2.2.2.1 Συλλογή δεδομένων

Το GW είναι υπεύθυνο, όπως αναφέρθηκε, για την προώθηση των δεδομένων στο backend. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για αυτή τη διαδικασία είναι το MQTT. Το MQTT είναι ένα ελαφρύ και απλό πρωτόκολλο μεταφοράς, σχεδιασμένο για να λειτουργεί αποτελεσματικά ειδικά με συσκευές περιορισμένων δυνατοτήτων (ισχύος και χωρητικότητας), όπως τα edge devices, πάνω από αναξιόπιστα δίκτυα υψηλής καθυστέρησης και χαμηλού band width. Επίσης, το MQTT προσφέρει ασφάλεια των δεδομένων μέσω χρήσης πρωτοκόλλων κρυπτογράφησης. Ο κυρίαρχος κλάδος στον οποίο

χρησιμοποιείται το MQTT είναι το Internet of Things (IoT) κυρίως για την επικοινωνία μεταξύ των μικροσυσκευών, κάτι που το καθιστά μια πολύ καλή επιλογή για την συγκεκριμένη πλατφόρμα. Έτσι, πραγματοποιήθηκε εγκατάσταση του VerneMQ MQTT broker στο backend για την επίτευξη της επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών.

#### 2.2.2.2 Αποθήκευση Δεδομένων

Μετά τη συλλογή και ταυτοποίηση, τα δεδομένα αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων (database) με τη μορφή χρονοσειρών (time series). Οι συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων είναι σχεδιασμένες για ευμετάβλητα δεδομένα και προσφέρουν ταχύτερες αναζητήσεις με βάση το χρόνο. Επιπλέον, διαθέτουν την δυνατότητα προγραμματισμένης διαγραφής των δεδομένων ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

### 2.3 Σύστημα οπτικοποίησης πληροφορίας

Το σύστημα αυτό, στοχεύει στην οπτικοποίηση της ληφθείσας πληροφορίας από τις αποθήκες των καταστημάτων. Επιπρόσθετα και σε συνδυασμό με την πληροφορία που παρέχεται από τις έξυπνες παγίδες, προσφέρει συνολική εικόνα των συνθηκών που επικρατούν στις αποθήκες σε πραγματικό χρόνο.

#### 2.3.1 Λογισμικό συστήματος οπτικοποίησης πληροφορίας

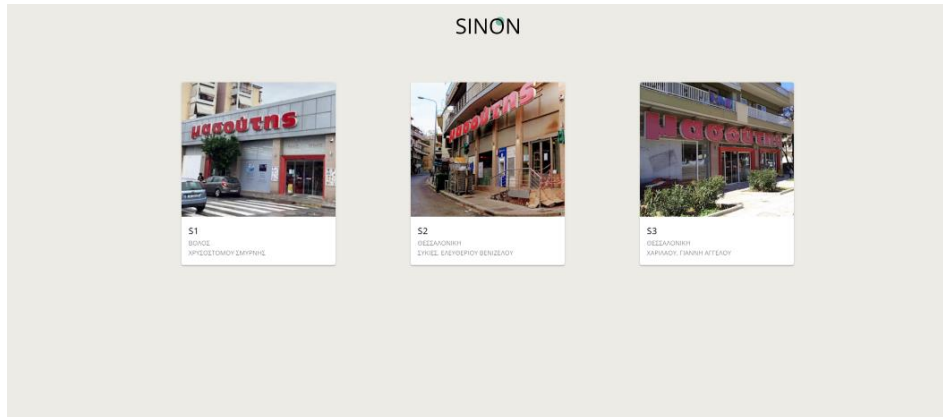
Για την εκτέλεση των λειτουργιών στο σύστημα οπτικοποίησης της πληροφορίας, αναπτύχθηκε πρότυπο λογισμικό με φιλική διεπαφή προς το χρήστη. Η πλατφόρμα δημιουργήθηκε με σκοπό την πληρέστερη πληροφόρηση του χρήστη με απλό και εύληπτο τρόπο.

Με το front-end σύστημα η οπτικοποίηση όλης της πληροφορίας που συλλέγεται από τις αποθήκες («ωμή» πληροφορία) και επεξεργάζεται στο backend σύστημα (επεξεργασμένη πληροφορία), δύναται να προβληθεί στον τελικό χρήστη μέσω σύγχρονων μηχανισμών που έχουν αναπτυχθεί στο σύστημα front-end. Για την προβολή των διαφόρων πληροφοριών-αποτελεσμάτων αναπτύχθηκε διαδικτυακή πλατφόρμα προσβάσιμη από υπολογιστές και λοιπές έξυπνες συσκευές, με την ονομασία «Sinon».

##### 2.3.1.1 Περιεχόμενα πλατφόρμας οπτικοποίησης της πληροφορίας

Στην αρχική σελίδα της πλατφόρμας «SINON» με υπερσύνδεσμο <https://sinon.gr/>, ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος χρήστης συμπληρώνοντας τα στοιχεία του μπορεί να πραγματοποιήσει σύνδεση στο





Εικόνα 2.24 Σελίδα στην οποία δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα επιλογής του καταστήματος για το οποίο θέλει να λάβει πληροφορίες

Ο χρήστης παραπέμπεται στο περιβάλλον που φαίνεται στην Εικόνα 2.25 και στην Εικόνα 2.26. Στην καρτέλα αυτή, δίνονται δεδομένα που αφορούν τους «Αισθητήρες Περιβάλλοντος», ενώ στο πάνω μέρος της σελίδας, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μία από τις παρακάτω επιλογές, για κάθε μία από τις οποίες μπορεί να λάβει δεδομένα.

1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
2. ΠΑΓΙΔΑ ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ
3. ΠΑΓΙΔΑ ΕΡΠΟΝΤΩΝ
4. ΠΑΓΙΔΑ ΤΡΩΚΤΙΚΩΝ
5. ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΕΣ

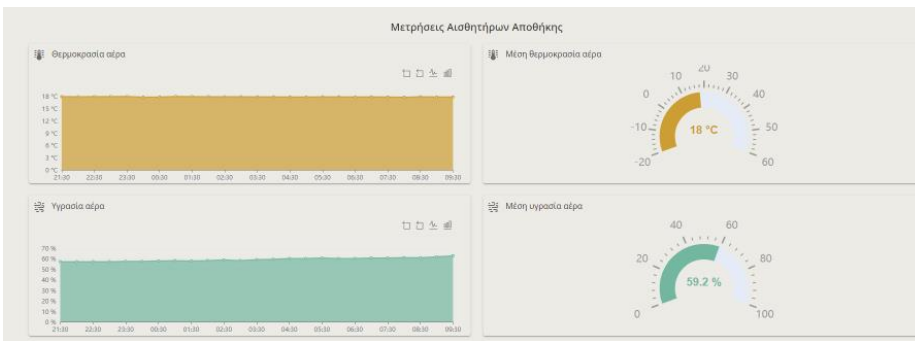
#### 2.3.1.1.1 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Στη σελίδα αυτή, ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει τις συνθήκες που επικρατούν τόσο στο δωμάτιο ψύξης όσο και στις αποθήκες. Ειδικότερα οι μετρήσεις αφορούν τη θερμοκρασία αέρα, τη μέση θερμοκρασία αέρα, την υγρασία αέρα και τη μέση υγρασία αέρα.

Π1.2: Δημιουργία υποδομής καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης



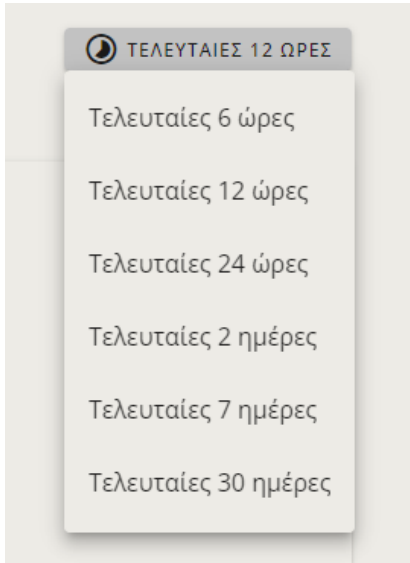
Εικόνα 2.25 Μετρήσεις θερμοκρασίας αέρα/μέσης θερμοκρασίας αέρα/υγρασίας αέρα/μέσης υγρασίας αέρα δωματίων ψύξης



Εικόνα 2.26 Μετρήσεις θερμοκρασίας αέρα/μέσης θερμοκρασίας αέρα/υγρασίας αέρα/μέσης υγρασίας αέρα αποθηκών

Π1.2: Δημιουργία υποδομής καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης

Επίσης, είναι δυνατή η επιλογή του χρονικού διαστήματος για το οποίο ο χρήστης θέλει να πληροφορηθεί για τις τιμές των παραπάνω παραμέτρων (βλ. Εικόνα 2.27). Ειδικότερα, μπορεί να επιλέξει την προβολή δεδομένων για τις τελευταίες 6, 12, 24 ώρες καθώς και για τις τελευταίες 2,7 και 30 ημέρες.



Εικόνα 2.27 Χρονικό διάστημα προβολής των τιμών των διάφορων παραμέτρων στα δωμάτια ψύξης και στους αποθηκευτικούς χώρους των καταστημάτων

#### 2.3.1.1.2 ΠΑΓΙΔΑ ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ

Στην επόμενη καρτέλα «ΠΑΓΙΔΑ ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ», ο χρήστης μπορεί να δει την πιο πρόσφατη εικόνα της παγίδας των ιπτάμενων εντόμων αλλά και την εικόνα των τελευταίων 12, 24 ωρών, 2, 4 και 7 ημερών.

Π1.2: Δημιουργία υποδομής καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης

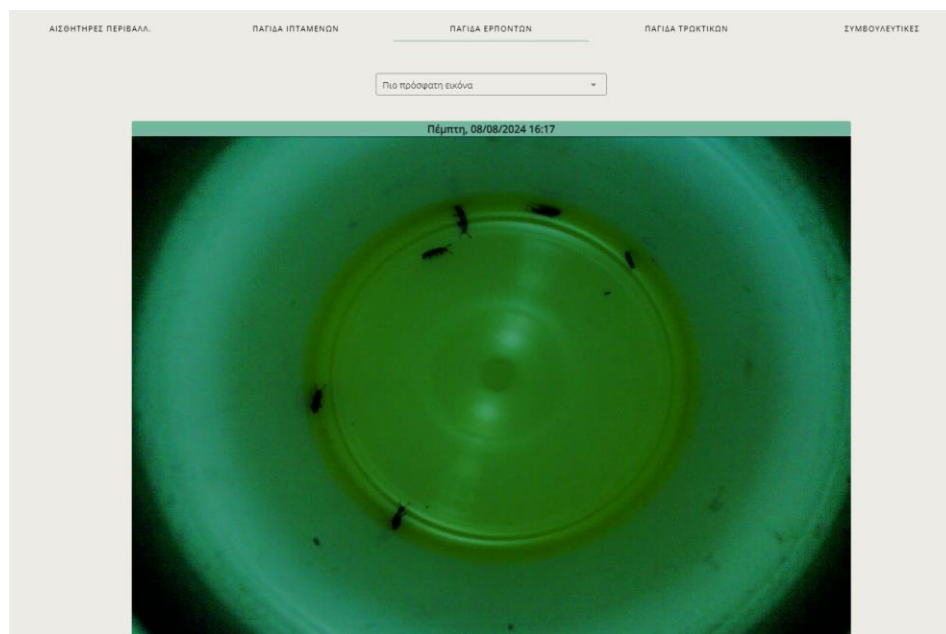


Εικόνα 2.28 Εικόνα παγίδας ιπτάμενων εντόμων

### 2.3.1.1.3 ΠΑΓΙΔΑ ΕΡΠΟΝΤΩΝ

Στην επόμενη καρτέλα “ΠΑΓΙΔΑ ΕΡΠΟΝΤΩΝ”, ο χρήστης μπορεί να δει την πιο πρόσφατη εικόνα της παγίδας των έρποντων εντόμων αλλά και την εικόνα των τελευταίων 12, 24 ωρών, 2, 4 και 7 ημερών.

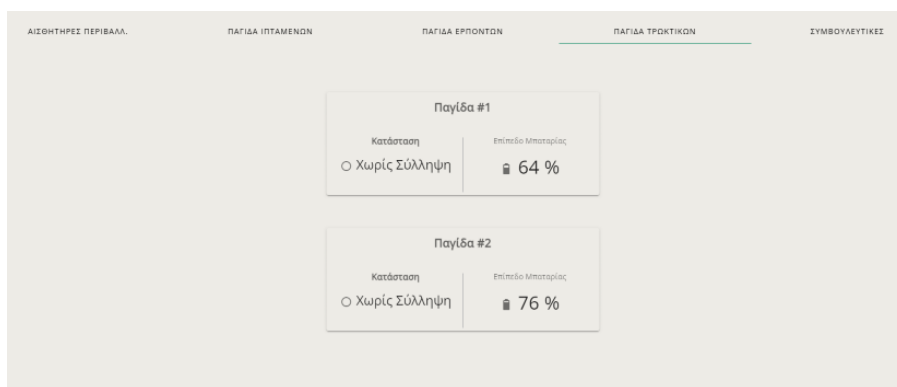
## Π1.2: Δημιουργία υποδομής καινοτόμου συστήματος παρακολούθησης



Εικόνα 2.29 Εικόνα παγίδας έρποντων εντόμων

### 2.3.1.1.4 ΠΑΓΙΔΑ ΤΡΩΚΤΙΚΩΝ

Η επόμενη καρτέλα «ΠΑΓΙΔΑ ΤΡΩΚΤΙΚΩΝ», δείχνει την κατάσταση των παγίδων των τρωκτικών (Με ή Χωρίς σύλληψη) αλλά και το επίπεδο μπαταρίας της κάθε μίας.



Εικόνα 2.30 Κατάσταση παγίδων τρωκτικών

### 2.3.1.1.5 ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΕΣ

Στην τελευταία καρτέλα με ονομασία «ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΕΣ», δίνονται ολοκληρωμένες συμβουλευτικές για τις διάφορες παγίδες. Οι συμβουλευτικές αυτές περιλαμβάνουν τα παρακάτω στοιχεία:

- Ημ/νία τοποθέτησης παγίδων
- Διάστημα συλλήψεων
- Μέση θερμοκρασία αποθήκης
- Είδη εντόμων
- Σύνολο (εντόμων)
- Σχόλια (όπου δίνεται μια συνοπτική αναφορά της κατάστασης των παγίδων, των συλλήψεων που παρατηρήθηκαν κ.ά.)

The screenshot displays a user interface for 'ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΕΣ' (Consultations). It features a navigation bar at the top with tabs for 'ΑΙΣΘΗΤΕΡΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛ.', 'ΠΑΓΙΔΑ ΠΥΡΑΜΙΔΩΝ', 'ΠΑΓΙΔΑ ΕΡΠΙΣΤΩΝ', 'ΠΑΓΙΔΑ ΤΡΩΚΤΙΚΩΝ', and 'ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΕΣ'. The main content area shows three consultation cards, each with a date, a trap icon, and detailed information:

- Συμβουλευτική #1** (2023-05-08):
  - Ημ/νία τοποθέτησης παγίδων: 2023-04-08
  - Διάστημα συλλήψεων: 30 (ημέρες)
  - Μέση θερμοκρασία αποθήκης: 19°C
  - Είδη εντόμων: Lasioderma serricorne (2), Sitophilus spp. (1), Staphilinidae (1), Diptera (5)
  - Σύνολο: 9
  - Σχόλια: Καταγραφή διάφορων εντόμων με διαφορετικές τροφικές προτιμήσεις υποδηλώνει την πιθανή ύπαρξη διαφορετικών εστιών μόλυνσης (διαφορετικά προϊόντα, σημεία στην αποθήκη κτλ).
- Συμβουλευτική #2** (2023-07-25):
  - Ημ/νία τοποθέτησης παγίδων: 2023-06-09
  - Διάστημα συλλήψεων: 41 (ημέρες)
  - Μέση θερμοκρασία αποθήκης: 23°C
  - Είδη εντόμων: Lasioderma serricorne (4), Sitophilus spp. (1)
  - Σύνολο: 5
  - Σχόλια: Παρατηρούνται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη εντόμων (τα περισσότερα αποθηκευμένα άτομα μπορούν να αναπτυχθούν εύκολα σε θερμοκρασίες μεταξύ 22 και 32°C).
- Συμβουλευτική #3** (2023-06-19):
  - Ημ/νία τοποθέτησης παγίδων: 2023-06-20
  - Διάστημα συλλήψεων: 35 (ημέρες)
  - Μέση θερμοκρασία αποθήκης: 28°C
  - Είδη εντόμων: Lasioderma serricorne (2), Sitophilus spp. (2), Staphilinidae (1)
  - Σύνολο: 5
  - Σχόλια: Παρατηρούνται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη εντόμων (τα περισσότερα αποθηκευμένα άτομα μπορούν να αναπτυχθούν εύκολα σε θερμοκρασίες μεταξύ 22 και 32°C).

Εικόνα 2.31 Συμβουλευτικές παγίδων εντόμων και τρωκτικών

### 3 ΣΥΝΟΨΗ

Συνολικά στο συγκεκριμένο Παραδοτέο παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των επιμέρους συστημάτων που συνθέτουν το έργο. Πιο συγκεκριμένα, του Συστήματος συλλογής και μετάδοσης πληροφορίας (Αισθητήρες παρακολούθησης, “Έξυπνες” ηλεκτρονικές παγίδες σύλληψης εντόμων και τρωκτικών, Κόμβος διαδικτυακής πύλης), του Συστήματος Διαχείρισης της πληροφορίας (Υποδομές Υπολογιστικού Νέφους, Σύστημα Backend) και του Συστήματος Οπτικοποίησης της πληροφορίας (Λογισμικό συστήματος οπτικοποίησης πληροφορίας). Στα Παραδοτέα (Π4, Π5) γίνεται αναλυτική περιγραφή α) της εγκατάστασης των συστημάτων στους αποθηκευτικούς χώρους της εταιρίας Μασούτης Α.Ε. και β) της βελτιστοποίησης τυχόν προβλημάτων που προέκυψαν κατά τη διαδικασία υλοποίησης του έργου.