

**«ΦΑΙΔΩΝ» Τ2ΕΔΚ-00932**

**ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ ΚΑΙ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ  
ΑΛΥΣΪΔΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΗΣ  
ΕΓΓΡΑΦΗΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΙΠΠΟΦΑΟΥΣ**

**ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ:**

**«ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ Β' ΚΥΚΛΟΣ»**

**ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

# **ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Π1.2: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΦΑΙΔΩΝ**

**ΤΟ ΕΡΓΟ ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ**

**ΕΣΠΑ 2014-2020**

**ΕΠ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ**

**ΕΚΔΟΣΗ 1.0**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 11/11/2021**

**ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΦΟΡΕΑΣ: REZOS BRANDS A.E.**

### Αρχείο Αλλαγών

Έκδοση	Ημερομηνία	Περιγραφή	Ενότητες
<b>0.1</b>	01/10/2020	Περιεχόμενα – Δομή εγγράφου	Περιεχόμενα
<b>0.5</b>	01/11/2020	Αρχική έκδοση παραδοτέου	1 και 2
<b>0.6</b>	01/01/2021	Ανανεωμένη διαμόρφωση παραδοτέου	1,2 και 3
<b>0.7</b>	01/06/2021	Ανανεωμένη διαμόρφωση παραδοτέου	1,2 και 3
<b>0.9</b>	01/09/2021	Ανανεωμένη διαμόρφωση παραδοτέου	Όλες
<b>1.0</b>	01/11/2021	Τελική έκδοση παραδοτέου	Όλες

**Σημείωση: Τελική έκδοση –Παραδοτέο η έκδοση 1.0.**

### Αποδέκτες του Εγγράφου

Όνομα	Ρόλος	Φορέας/Εταιρεία
	Φορέας Χρηματοδότησης	ΓΓΕΤ

### Συγγραφείς του Εγγράφου

Όνομα	Ρόλος	Φορέας/Εταιρεία
Κριβιτσάκη Παν. Αικατερίνη	Συντονιστής	UBITECH A.E.
Μιχελάκη Παγώνα	Συντονιστής	UBITECH A.E.
Χαϊδόγιαννος Χαρ. Γεωργιος	Συντονιστής	UBITECH A.E.
Ελένη Τσιρώνη	Συγγραφέας	UBITECH A.E.
Ξανθή Παπαγεωργίου	Συγγραφέας	UBITECH A.E.
Δημήτρης Νταλαπέρας	Συγγραφέας	UBITECH A.E.
Νίκος Παπαγεωργόπουλος	Συγγραφέας	UBITECH A.E.
Έλενα Πολίτη	Συγγραφέας	UBITECH A.E.

## Περιεχόμενα

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	8
Στόχος Παραδοτέου	9
<b>Μεθοδολογία</b>	10
<b>Επεξεργασία Απαιτήσεων Συστήματος</b>	11
Λειτουργικές απαιτήσεις	12
Μη-λειτουργικές απαιτήσεις	13
Τεχνικές απαιτήσεις	15
Χρήστες και Ρόλοι	21
<b>ΕΝΝΟΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Blockchain	28
Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Βάσης δεδομένων	29
Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Χειρισμού πόρων	29
Υποσύστημα Οργανωτή πόρων (Resource orchestrator)	30
Υποσύστημα Αποστολέα μηνυμάτων (Message brokerage)	30
Υποσύστημα Χειριστή ροής δεδομένων (Data flow management)	30
Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Πρόσθετων υπηρεσιών	30
Υποσύστημα Παρακολούθησης (Monitoring)	31
Υποσύστημα Ειδοποίηση (Alerting)	31
Υποσύστημα Προηγμένης μηχανή αναζήτησης (Advanced query engine)	31
Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Λοιπών Λειτουργικών μονάδων	31
Υποσύστημα Μονάδας αναζήτησης με ερωτήσεις (Query explorer)	31
Υποσύστημα Πηγών δεδομένων και κατάλογος εφαρμογών (Data sources and application catalogue)	32
Υποσύστημα Χειριστή δεδομένων/προεπεξεργαστής (Data handler/preprocessor)	32
Υποσύστημα Ενδιάμεσου προγραμματιστικών διεπαφών εφαρμογής (API interceptor)	32
<b>Τεχνική Αρχιτεκτονική</b>	33
Κόμβος εμπλεκόμενου οργανισμού (Peer node)	33
Κόμβος "ταξιθέτη" (Orderer node)	34
Κεντρική αρχή (Central Authority/CA)	34
Παρόχος υπηρεσιών μέλους (Membership Service Provider - MSP)	34
Κώδικας αλυσίδας (chaincode)	34
Διεπαφή κόμβου με τον έξω κόσμο	35
Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα XX	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Υποσύστημα XX	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Λειτουργικότητες	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Δομή και Δυναμική Όψη	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Τεχνολογίες	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Διαγράμματα δραστηριοτήτων</b>	35

Πιστοποίηση και δικαιοδοσία χρήστη	35
Ειδοποίηση χρήστη από συμβάν που πυροδοτεί ειδοποίηση	37
Καταχώρηση πηγής ΙοΤ δεδομένων από τον χρήστη και άντληση δεδομένων	38
<b>Συμπεράσματα - Αποτελέσματα</b>	<b>40</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΈΡΓΟΥ

### ΓΕΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ - ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

<b>ΕΕ</b>	Ευρωπαϊκή Ένωση
<b>ΕΣΠΑ</b>	Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς
<b>ΤΠΕ</b>	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών
<b>ΟΠΣ</b>	Ολοκληρωμένο Πληροφοριακό Σύστημα
<b>RB</b>	Rezos Brands S.A.

### ΕΙΔΙΚΟΙ ΟΡΟΙ - ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

<b>ΓΑ</b>	Γεωργία Ακριβείας
<b>ΕΑ</b>	Εφοδιαστική Αλυσίδα
<b>Ε.Ε</b>	Ενότητα Εργασίας
<b>Π</b>	Παραδοτέο

# Αρχιτεκτονική Περιβάλλοντος ΦΑΙΔΩΝ



# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Στόχος Παραδοτέου

Το παρόν παραδοτέο έχει σαν πρωταρχικό στόχο να παρουσιάζει έναν άρτιο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό για το σύστημα ΡΗΑΕΔΟΝ και τη μεθοδολογία που οδηγεί σε αυτόν. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η βασική μεθοδολογία μέσω της οποίας αντλούνται απαιτήσεις και προδιαγραφές του συστήματος. Παρουσιάζονται οι απαιτήσεις δεδομένων, οι λειτουργικές, οι μη λειτουργικές και οι τεχνικές, όπως προκύπτουν από μεθοδολογική ανάλυση και συζητήσεις με τους τελικούς χρήστες. Τέλος, παρουσιάζεται και αναλύεται τόσο η εννοιολογική, όσο και η τεχνική αρχιτεκτονική του συστήματος, αναλύοντας κάθε επιμέρους λειτουργική μονάδα, ενώ προβάλλεται η λειτουργικότητα του συστήματος μέσα από τρία (3) διαγράμματα δραστηριοτήτων (activity diagrams) που παρουσιάζουν θεμελιώδη σύνολα ενεργειών.

## 1.2 Σχέση με άλλα παραδοτέα

Το τρέχον παραδοτέο αντλεί τις απαιτήσεις του συστήματος από το παραδοτέο Π1.1 "Σενάρια χρήσης", από αναλυτικές συζητήσεις με τους τελικούς χρήστες για ορθή συγκέντρωση των επιθυμητών λειτουργιών του συστήματος, ενώ η προτεινόμενη μεθοδολογία έχει σαν έξοδο την ανάλυση απαιτήσεων.

## 1.3 Δομή του εγγράφου

Το παρόν παραδοτέο οργανώνεται στις ακόλουθες ενότητες:

- Η ενότητα 2 παρουσιάζει τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον καθορισμό απαιτήσεων του συστήματος.
- Η ενότητα 3 παρουσιάζει τις απαιτήσεις του συστήματος (λειτουργικές, μη λειτουργικές, τεχνικές απαιτήσεις, απαιτήσεις δεδομένων).
- Η ενότητα 4 αναλύει την εννοιολογική αρχιτεκτονική του συστήματος σε υψηλό επίπεδο, αναλύοντας τα υποσυστήματά της.
- Η ενότητα 5 αναλύει την τεχνική αρχιτεκτονική του συστήματος σε χαμηλό επίπεδο, αναλύοντας τα υποσυστήματά της.
- Η ενότητα 6 παρουσιάζει βασικά σύνολα ενεργειών του συστήματος και την αλληλουχία των βημάτων που πρέπει να ακολουθηθούν, υπό τη μορφή διαγραμμάτων δραστηριοτήτων.
- Η ενότητα 7 συνοψίζει τα αποτελέσματα του παρόντος παραδοτέου και το ολοκληρώνει.



## 2 Μεθοδολογία

Έχοντας σαν απώτερο στόχο τη διασφάλιση της υλοποίησης ενός άρτιου συστήματος για τις ανάγκες του έργου, προτείνουμε και αναλύουμε μια αρχιτεκτονική, η οποία έχει προκύψει από ανάλυση και μελέτη πολλαπλών σταδίων:

- Συνεχής επικοινωνία με τους τελικούς χρήστες, με σκοπό τον καθορισμό των απαιτήσεων και των αναγκών τους.
- Μελέτη όλων των σταδίων της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, με σκοπό τη συγκέντρωση γενικών απαιτήσεων, προδιαγραφών και ειδικών αναγκών που είναι απαραίτητο να καλύπτονται ανά στάδιο.
- Σύγκριση με συστήματα που καλύπτουν την ιχνηλασιμότητα σε κάποια ή/και όλα τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων για άντληση χαρακτηριστικών ενδιαφέροντος. Σημειώνουμε ότι η ανάλυση των συστημάτων αυτών θα τεκμηριωθεί αναλυτικά στο παραδοτέο Π1.4 "Ασφάλεια, Διαφάνεια και Αξιοπιστία στις Προσεγγίσεις Κατανεμημένης Εγγραφής και Ορισμός Έξυπνων Συμβολαίων στην Ιχνηλασιμότητα Τροφίμων".
- Άντληση γενικών απαιτήσεων από συστήματα τα οποία καλύπτουν τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων.
- Άντληση γενικών απαιτήσεων και προδιαγραφών που πρέπει να καλύπτει μια υποδομή Τεχνολογίας Κατανεμημένου Καθολικού (DLT).
- Ομαδοποίηση απαιτήσεων ανά στάδιο αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων.
- Κατηγοριοποίηση απαιτήσεων σε λειτουργικές, μη λειτουργικές, τεχνικές και απαιτήσεις δεδομένων.
- Αντιστοίχιση τεχνικών απαιτήσεων με λειτουργικές και μη λειτουργικές, με σκοπό την ανάδειξη συνολικών αναγκών από όλες τις κατηγορίες που εμπλέκονται.
- Αντιστοίχιση απαιτήσεων σε λειτουργικές μονάδες της εννοιολογικής αρχιτεκτονικής, με σκοπό τον διαχωρισμό των απαιτήσεων ανά λειτουργική μονάδα.
- Ένωση των λειτουργικών μονάδων της εννοιολογικής αρχιτεκτονικής, σύμφωνα με αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους, οι οποίες προκύπτουν από τις απαιτήσεις του συστήματος.
- Ανάλυση των επιμέρους λειτουργικών μονάδων της εννοιολογικής αρχιτεκτονικής, ειδικά αυτές που αντιστοιχούν στην υποδομή Τεχνολογίας Κατανεμημένου Καθολικού (DLT).
- Αντιστοίχιση των λειτουργικών μονάδων της εννοιολογικής αρχιτεκτονικής με λειτουργικές μονάδες της τεχνικής αρχιτεκτονικής και σύνδεση μεταξύ τους, σύμφωνα με τις προκύπτουσες αλληλεπιδράσεις.
- Επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας της προτεινόμενης προσέγγισης μέσα από διαγράμματα δραστηριοτήτων (activity diagrams), τα οποία παρουσιάζουν σημαντικά σύνολα ενεργειών.

## 3 Επεξεργασία Απαιτήσεων Συστήματος

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει αναλυτικός καθορισμός απαιτήσεων του συστήματος. Για την ομαλή ανάπτυξη της πλατφόρμας του έργου είναι απαραίτητο να αναλυθούν οι απαιτήσεις και προδιαγραφές της υλοποίησης σε πολλαπλούς άξονες. Πιο συγκεκριμένα, θα εστιάσουμε στον καθορισμό των παρακάτω αξόνων:

- Λειτουργικές απαιτήσεις
- Μη λειτουργικές απαιτήσεις
- Τεχνικές απαιτήσεις
- Χρήστες και ρόλοι του συστήματος

### 3.1 Λειτουργικές απαιτήσεις

Πρόκειται για τις απαιτήσεις του συστήματος, ο οποίες αφορούν λειτουργικότητες τις οποίες αυτό πρέπει να καλύπτει, προκειμένου οι τελικοί χρήστες να ικανοποιούν τις ανάγκες τους. Οι απαιτήσεις αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1: Λειτουργικές απαιτήσεις του ΡΗΑΕΔΟΝ.

ID	Ανάγκη	Περιγραφή	Κατηγορία	Απαίτηση από ρόλο
ΛΠ_1	Δημιουργία λογαριασμού χρήστη	Το σύστημα θα παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας λογαριασμού στους χρήστες, ώστε να χειρίζονται τα δεδομένα τους	Λογαριασμοί χρηστών	Όλοι
ΛΠ_2	Προβολή αναφοράς εντοπισμού	Το σύστημα θα παρέχει τη δυνατότητα προβολής αναφοράς δεδομένων εντοπισμού	Λεπτομέρειες προϊόντος, εντοπισμός/ιχνήλαση	Όλοι
ΛΠ_3	Διάθεση δεδομένων από αισθητήρες IoT	Χρήστες που διαθέτουν αισθητήρες πρέπει να διαθέτουν τα δεδομένα τους στο σύστημα ΡΗΑΕΔΟΝ, προκειμένου τα συμβάντα που αφορούν τον εντοπισμό να καταγράφονται όσο πιο αναλυτικά γίνεται	Λεπτομέρειες προϊόντος	Παραγωγός
ΛΠ_4	Παρακολούθηση της διαδικασίας αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων	Το σύστημα θα επιτρέπει σε όλους τους ρόλους που συμμετέχουν στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων να παρακολουθούν τα βήματα της διαδικασίας ενός προϊόντος στην αλυσίδα	Παρακολούθηση, Εντοπισμός/ιχνήλαση	Όλοι
ΛΠ_5	Προβολή ιστορικού προϊόντος σύμφωνα με το ιστορικό εντοπισμού του	Το σύστημα θα επιτρέπει σε όλους τους ρόλους να μπορούν να επιθεωρήσουν το ιστορικό του προϊόντος, καθώς περνά από τα στάδια της αλυσίδας	Λεπτομέρειες προϊόντος	Όλοι
ΛΠ_6	Συλλογή δεδομένων σχετικά με χαρακτηριστικά που αφορούν τη γεωργική έκταση της σοδειάς κτλ.	Το σύστημα θα συλλέγει δεδομένα που αφορούν χαρακτηριστικά γεωργικής έκτασης της σοδειάς, ποιότητα χώματος κτλ.	Παρακολούθηση	Παραγωγός
ΛΠ_7	Προβολή δεδομένων εντοπισμού πάνω σε ειδική ομάδα επεξεργασίας (batch) του παραγωγού	Το σύστημα θα επιτρέπει την προβολή δεδομένων εντοπισμού πάνω σε ειδική ομάδα επεξεργασίας (batch) του παραγωγού, ώστε να	Παρακολούθηση, Εντοπισμός/ιχνήλαση	Επεξεργαστής τροφίμων

		επιθεωρείται η εξέλιξη του προϊόντος στα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων		
<b>ΛΠ_8</b>	Παρακολούθηση (monitoring) δεδομένων σε όλα τα απαιτούμενα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων	Θα παρέχεται δυνατότητα σε όλους τους σχετικούς ρόλους της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων να παρακολουθούν την εξέλιξη του προϊόντος σε όλα τα σχετικά στάδια της αλυσίδας	Λεπτομέρειες προϊόντος, Παρακολούθηση	Επεξεργαστής τροφίμων
<b>ΛΠ_9</b>	Ενσωμάτωση των σχετικών δεδομένων από πηγές στο σύστημα PHAEDON	Το σύστημα θα ενσωματώσει δεδομένα από πηγές και αισθητήρες στην υποδομή του	Χειρισμός δεδομένων	Παραγωγός, Προμηθευτής, Διανομέας
<b>ΛΠ_9</b>	Παροχή δεδομένων εντοπισμού σε ρόλους/χρήστες της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων που πρέπει να ειδοποιηθούν για την εξέλιξη των σταδίων του προϊόντος	Το σύστημα θα αντλεί δεδομένα σχετικά με τον εντοπισμό (traceability) ενός προϊόντος καθώς περνάει από τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, με σκοπό οι ρόλοι που έχουν υπόσταση στα διάφορα στάδια να λαμβάνουν απαραίτητες ειδοποιήσεις	Εντοπισμός	Όλοι
<b>ΛΠ_10</b>	Λήψη δεδομένων του παραγωγού σχετικά με την περίοδο σοδειάς του προϊόντος του κτλ.	Το σύστημα θα δίνει τη δυνατότητα σε ρόλους σχετικούς με τα στάδια αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων να μπορούν να λαμβάνουν δεδομένα του παραγωγού σχετικά με την περίοδο της σοδειάς του προϊόντος κτλ.	Εντοπισμός	Όλοι

Για λόγους πληρότητας, όλες οι λειτουργικές απαιτήσεις που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα αναφέρουν την θεματική κατηγορία της λειτουργικότητας με την οποία εμπλέκονται, καθώς επίσης και σε ποιους χρήστες αφορά κυρίως η κάθε απαίτηση.

### 3.2 Μη-λειτουργικές απαιτήσεις

Πρόκειται για τις απαιτήσεις του συστήματος οι οποίες φέρουν περισσότερο ποιοτικό και συμπεριφορικό χαρακτήρα του συστήματος. Είναι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να περιέχει το σύστημα εκ κατασκευής του, προκειμένου οι τελικοί χρήστες να έχουν καλή εμπειρία χρήσης της πλατφόρμας. Οι απαιτήσεις αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2: Μη λειτουργικές απαιτήσεις του PHAEDON.

ID	Ανάγκη	Περιγραφή
ΜΛΠ_1	Πρόσβαση σε δεδομένα βασισμένη σε ιδιότητες/διασφάλιση δικαιοδοσίας πρόσβασης σε διαφορετικά δεδομένα	Όλα τα δεδομένα του PHAEDON θα προστατεύονται μέσω ενός RBAC μηχανισμού
ΜΛΠ_2	Αναπαράσταση και κάλυψη αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων	Στο PHAEDON θα γίνεται καταγραφή των σταδίων της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων και τα συμβάντα θα παριστάνονται με σημασιολογικό μοντέλο που είναι συμβατό με καλώς ορισμένα πρότυπα
ΜΛΠ_3	Κλιμάκωση και χειρισμός ειδοποιήσεων για ενέργειες και συμβάντα	Το PHAEDON θα κλιμακώνει και θα μπορεί να χειρίζεται ομαλά πολλαπλές παράλληλες ειδοποιήσεις προς τους χρήστες
ΜΛΠ_4	Μηχανή αναζήτησης για ιστορικό, παρακολούθηση (monitoring) και εντοπισμό (traceability)	Το PHAEDON θα παρέχει μια βασική μηχανή αναζήτησης ιστορικού και παρακολούθησης των προϊόντων σε όλα τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, καθώς επίσης και για τον εντοπισμό αυτών
ΜΛΠ_5	Καταγραφή σημαντικών διαδικασιών και συναλλαγών (transactions)	Όλες οι σημαντικές διαδικασίες και συναλλαγές θα καταγράφονται στο blockchain του PHAEDON
ΜΛΠ_6	Πιστοποίηση της ταυτότητας ενός χρήστη όταν εκτελεί κάποια διαδικασία	Τα δεδομένα που καταγράφονται στο PHAEDON προστατεύονται, πιστοποιώντας συνεχώς σε κάθε αίτημα την ταυτότητα του χρήστη όταν εκτελεί κάποια ενέργεια
ΜΛΠ_7	Εντοπισμός όλων των ενεργειών του χρήστη	Όλες οι ενέργειες του χρήστη καταγράφονται στο PHAEDON και είναι εφικτός ο εντοπισμός του χρήστη που πραγματοποίησε αυτές τις ενέργειες
ΜΛΠ_8	Χειρισμός και αποθήκευση δεδομένων μεγάλου μεγέθους	Το PHAEDON θα έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται και αποθηκεύει δεδομένα που μπορεί να έχουν πολύ μεγάλο μέγεθος
ΜΛΠ_9	Υποστήριξη λειτουργικής και ευέλικτης λειτουργίας σε κατανεμημένη υποδομή	Το PHAEDON θα σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να λειτουργεί ευέλικτα και δυναμικά σε κατανεμημένο περιβάλλον
ΜΛΠ_10	Κατανάλωση και χειρισμός δεδομένων σε διάφορες μορφές (stream, CSV, JSON, XML)	Θα είναι εφικτή η κατανάλωση δεδομένων σε πολλαπλές μορφές από την πλατφόρμα
ΜΛΠ_11	Χειρισμός πολλών παράλληλων αιτημάτων σε εύλογο χρονικό διάστημα και αποδοτικά	Το PHAEDON θα μπορεί να χειριστεί πολλαπλά παράλληλα αιτήματα, απαντώντας σε εύλογο χρονικό διάστημα και αποδοτικά χωρίς να κινδυνεύει το σύστημα να παρουσιάσει δυσλειτουργίες
ΜΛΠ_12	Ύπαρξη μηχανισμών ανάκτησης σε περίπτωση αποτυχίας του συστήματος	Σε περίπτωση αποτυχίας του συστήματος, η πλατφόρμα θα διαθέτει μηχανισμούς ανάκτησης και επαναφοράς της ομαλής λειτουργίας
ΜΛΠ_13	Υψηλή διαθεσιμότητα (high availability)	Η πλατφόρμα θα παρέχει υψηλή διαθεσιμότητα προκειμένου να είναι διαθέσιμες οι υπηρεσίες της όσο περισσότερο γίνεται
ΜΛΠ_14	Αναπαράσταση δεδομένων σύμφωνα με καλώς ορισμένα πρότυπα (standards)	Τα δεδομένα της πλατφόρμας θα αναπαριστώνται σε μορφή συμβατή με καλώς ορισμένα πρότυπα

### 3.3 Τεχνικές απαιτήσεις

Πρόκειται για τις τεχνικές απαιτήσεις του συστήματος, τα χαρακτηριστικά δηλαδή που πρέπει να ενσωματώσει η πλατφόρμα, έτσι ώστε να καλύπτει τις λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις. Οι απαιτήσεις αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3: Τεχνικές απαιτήσεις του PHAEDON.

Κατηγορία	ID	Ανάγκη	Περιγραφή	Σχετικές μη λειτουργικές προδιαγραφές	Σχετικές λειτουργικές προδιαγραφές
Εμπλουτισμός δεδομένων	ΤΠ_1	Η πλατφόρμα πρέπει να επιτρέπει την εισαγωγή/ενσωμάτωση δεδομένων από εξωτερικές πηγές (π.χ. αισθητήρες)	Η πλατφόρμα πρέπει να σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να επικοινωνεί ομαλά με IoT αισθητήρες και άλλες εξωτερικές πηγές, προκειμένου να λαμβάνει δεδομένα που περιγράφουν ενέργειες επί των προϊόντων της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων	ΜΛΠ_10	ΛΠ_3
	ΤΠ_2	Η πλατφόρμα πρέπει να επιτρέπει την εισαγωγή δεδομένων stream	Η πλατφόρμα πρέπει να μπορεί να καταναλώνει και επεξεργάζεται αποδοτικά δεδομένα stream	ΜΛΠ_9, ΜΛΠ_10	ΛΠ_3
	ΤΠ_3	Η πλατφόρμα πρέπει να επιτρέπει την εισαγωγή δεδομένων batch	Η πλατφόρμα πρέπει να μπορεί να καταναλώνει και επεξεργάζεται αποδοτικά δεδομένα batch	ΜΛΠ_9, ΜΛΠ_10	ΛΠ_3
	ΤΠ_4	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει υπηρεσίες σημασιολογικού εμπλουτισμού	Η πλατφόρμα θα εμπλουτίζει σημασιολογικά τα δεδομένα που θα αποθηκεύει, έτσι ώστε να είναι συμβατά με καλώς ορισμένα πρότυπα	ΜΛΠ_9, ΜΛΠ_10	
	ΤΠ_5	Η πλατφόρμα πρέπει να αναπτύξει και συντηρήσει ένα σημασιολογικό μοντέλο για την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων	Για τις ανάγκες αναπαράστασης όλων των ενεργειών και αλληλεπιδράσεων της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, η πλατφόρμα θα αναπτύξει και υποστηρίξει ένα σημασιολογικό μοντέλο		ΛΠ_9
	ΤΠ_6	Η πλατφόρμα πρέπει να υποστηρίξει την	Για λόγους συμβατότητας με καλώς ορισμένα πρότυπα (standards) της	ΜΛΠ_10, ΜΛΠ_14	ΛΠ_2, ΛΠ_5, ΛΠ_9, ΛΠ_10

		αναπαράσταση δεδομένων χρησιμοποιώντας καλώς ορισμένα πρότυπα (standards) της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων (π.χ. GS1, EPCIS, WoT)	βιομηχανίας, η πλατφόρμα θα επεξεργάζεται τα δεδομένα που λαμβάνει και θα τα εμπλουτίζει σημασιολογικά		
	<b>ΤΠ_7</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει μια υποδομή χειρισμού εν δυνάμει Μεγάλων Δεδομένων	Εφόσον η πλατφόρμα πρέπει να καταναλώνει δεδομένα stream και batch, πρέπει να έχει την υποδομή επεξεργασίας Μεγάλων Δεδομένων	<b>ΜΛΠ_3, ΜΛΠ_6, ΜΛΠ_8, ΜΛΠ_11</b>	
Ασφάλεια και ιδιωτικότητα	<b>ΤΠ_8</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει έλεγχο πρόσβασης σε δεδομένα, σύμφωνα με ορισμένες παραμέτρους	Για λόγους ασφαλείας, η πλατφόρμα θα περιορίζει την πρόσβαση στα δεδομένα των χρηστών, σύμφωνα με ορισμένες παραμέτρους	<b>ΜΛΠ_4</b>	
	<b>ΤΠ_9</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να κρυπτογραφεί δεδομένα από/προς την πλατφόρμα	Θα γίνεται κρυπτογράφηση δεδομένων, είτε όταν αυτά έρχονται στην πλατφόρμα από τον χρήστη, είτε όταν η πλατφόρμα στέλνει δεδομένα στον χρήστη		
	<b>ΤΠ_10</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει έναν ελεγχόμενο και ασφαλή τρόπο αποκρυπτογράφησης των δεδομένων (όταν φτάνουν στον προορισμό τους)	Η πλατφόρμα θα δίνει τη δυνατότητα αποκρυπτογράφησης δεδομένων σε ασφαλές περιβάλλον, αφού έχουν φτάσει επιτυχώς στον προορισμό τους	<b>ΜΛΠ_1</b>	
	<b>ΤΠ_11</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει άρτια διαχείριση ταυτοτήτων χρηστών για αιτήματα δικαιοδοσίας χρηστών	Για λόγους ασφαλείας και προστασίας των δεδομένων, θα υπάρχει άρτια διαχείριση της ταυτότητας όλων των χρηστών, η οποία θα ελέγχεται σε κάθε αίτημα δικαιοδοσίας	<b>ΜΛΠ_1</b>	
	<b>ΤΠ_12</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει ασφαλή και ελεγχόμενη διαδικασία εγγραφής νέων χρηστών	Η εγγραφή των χρηστών θα γίνεται με ασφαλή και ελεγχόμενο τρόπο	<b>ΜΛΠ_1</b>	<b>ΛΠ_1</b>

Παρακολούθηση και εντοπισμός δεδομένων	<b>ΤΠ_13</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να αξιοποιήσει καλώς ορισμένα πρότυπα της βιομηχανίας (π.χ. ERCIS) για δεδομένα εντοπισμού (traceability)	Η πλατφόρμα θα υιοθετήσει καλώς ορισμένα πρότυπα της βιομηχανίας για την αναπαράσταση δεδομένων και συμβάτων σχετικά με τον εντοπισμό (traceability) των προϊόντων	<b>ΜΛΠ_14</b>	<b>ΛΠ_2, ΛΠ_5, ΛΠ_9, ΛΠ_10</b>
	<b>ΤΠ_14</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να χρησιμοποιήσει Τεχνολογίες Κατανεμημένου Καθολικού (Distributred Ledger Technologies, DLT) για εμπιστοσύνη και διαφάνεια των δεδομένων εντοπισμού (traceability)	Η πλατφόρμα θα αξιοποιήσει σαν βασικό συστατικό της υποδομής Τεχνολογίες Κατανεμημένου Καθολικού (Distributed Ledger Technologies), προκειμένου να ενισχυθεί η εμπιστοσύνη και διαφάνεια ως προς την παρακολούθηση των δεδομένων εντοπισμού (traceability), σε όλα τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων		<b>ΛΠ_2, ΛΠ_5, ΛΠ_9, ΛΠ_10</b>
	<b>ΤΠ_15</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να επιτρέπει την παρακολούθηση (monitoring) της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων μέσα από πολλαπλές πηγές δεδομένων	Για την επιτυχή και όσο το δυνατόν πληρέστερη παρακολούθηση (monitoring) της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, η πλατφόρμα θα αντλεί δεδομένα από πολλαπλές πηγές και IoT αισθητήρες	<b>ΜΛΠ_4</b>	
	<b>ΤΠ_16</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να διασφαλίσει έλεγχο πρόσβασης στα δεδομένα, εφαρμόζοντας κανόνες πρόσβασης που θέτουν οι ιδιοκτήτες των δεδομένων αυτών	Για κάθε πηγή δεδομένων που θα ενσωματώνεται στην πλατφόρμα, ο χρήστης που του ανήκει η πηγή θα έχει τη δυνατότητα να εφαρμόσει ένα σύνολο απλών κανόνων που περιορίζουν την πρόσβαση στα δεδομένα αυτά στους ρόλους που πρέπει να έχουν τη δικαιοδοσία να αποκτήσουν πρόσβαση	<b>ΜΛΠ_1</b>	
	<b>ΤΠ_17</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να διασφαλίσει το σχεδιασμό της εφαρμογής κινητού με τέτοιο τρόπο	Προκειμένου η εφαρμογή κινητού να είναι ελκυστική στον χρήστη, δείχνοντας τις πληροφορίες που θέλει και αυξάνοντας την αξία της υποδομής, είναι επιτακτικό	<b>ΜΛΠ_3, ΜΛΠ_11</b>	

		ώστε η πλοήγηση να είναι γρήγορη	η εφαρμογή να έχει ομαλή πλοήγηση χωρίς καθυστερήσεις.		
	<b>ΤΠ_18</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να διασφαλίσει ότι η εφαρμογή κινητού θα είναι σε θέση να ανακτήσει την κατάσταση της σε περίπτωση βλάβης.	Για λόγους συνέπειας, η εφαρμογή κινητού πρέπει να είναι σε θέση να διατηρεί κατάσταση και να είναι σε θέση να ανακτήσει την τελευταία λειτουργική της κατάσταση σε περίπτωση βλάβης.	<b>ΜΛΠ_12</b>	

Για λόγους πληρότητας, στον πίνακα φαίνονται για κάθε απαίτηση η θεματική κατηγορία που την αφορά, καθώς επίσης και η αντιστοίχιση με λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις.

### 3.4 Αντιστοίχιση προδιαγραφών σε λειτουργικές μονάδες

Πίνακας 4: Αντιστοίχιση προδιαγραφών ανά λειτουργική μονάδα.

Κατηγορία	ID	Ανάγκη	Σχετικές μη λειτουργικές προδιαγραφές	Σχετικές λειτουργικές προδιαγραφές	Λειτουργική μονάδα
Εμπλουτισμός δεδομένων	<b>ΤΠ_1</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να επιτρέπει την εισαγωγή/ενσωμάτωση δεδομένων από εξωτερικές πηγές (π.χ. αισθητήρες)	<b>ΜΛΠ_10</b>	<b>ΛΠ_3</b>	<b>Monitoring, API Interceptor</b>
	<b>ΤΠ_2</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να επιτρέπει την εισαγωγή δεδομένων stream	<b>ΜΛΠ_9, ΜΛΠ_10</b>	<b>ΛΠ_3</b>	<b>API Interceptor</b>
	<b>ΤΠ_3</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να επιτρέπει την εισαγωγή δεδομένων batch	<b>ΜΛΠ_9, ΜΛΠ_10</b>	<b>ΛΠ_3</b>	<b>API Interceptor</b>
	<b>ΤΠ_4</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει υπηρεσίες σημασιολογικού εμπλουτισμού	<b>ΜΛΠ_9, ΜΛΠ_10</b>		
	<b>ΤΠ_5</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να αναπτύξει και συντηρήσει ένα σημασιολογικό		<b>ΛΠ_9</b>	<b>Data Handler/Preprocessor</b>

		μοντέλο για την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων			
	<b>ΤΠ_6</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να υποστηρίξει την αναπαράσταση δεδομένων χρησιμοποιώντας καλώς ορισμένα πρότυπα (standards) της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων (π.χ. GS1, EPCIS, WoT)	<b>ΜΛΠ_10, ΜΛΠ_14</b>	<b>ΛΠ_2, ΛΠ_5, ΛΠ_9, ΛΠ_10</b>	<b>Data Handler/Preprocessor</b>
	<b>ΤΠ_7</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει μια υποδομή χειρισμού εν δυνάμει Μεγάλων Δεδομένων	<b>ΜΛΠ_3, ΜΛΠ_6, ΜΛΠ_8, ΜΛΠ_11</b>		<b>Secure Storage, DLT blockchain</b>
Ασφάλεια και ιδιωτικότητα	<b>ΤΠ_8</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει έλεγχο πρόσβασης σε δεδομένα, σύμφωνα με ορισμένες παραμέτρους	<b>ΜΛΠ_4</b>		<b>CA, Access policies manager</b>
	<b>ΤΠ_9</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να κρυπτογραφεί δεδομένα από/προς την πλατφόρμα			<b>Encrypter</b>
	<b>ΤΠ_10</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει έναν ελεγχόμενο και ασφαλή τρόπο αποκρυπτογράφησης των δεδομένων (όταν φτάνουν στον προορισμό τους)	<b>ΜΛΠ_1</b>		<b>Encrypter</b>
	<b>ΤΠ_11</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει άρτια διαχείριση ταυτοτήτων χρηστών για αιτήματα δικαιοδοσίας χρηστών	<b>ΜΛΠ_1</b>		<b>CA, MSP, Key manager</b>
	<b>ΤΠ_12</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να παρέχει	<b>ΜΛΠ_1</b>	<b>ΛΠ_1</b>	<b>CA, MSP, Key manager, Access</b>

		ασφαλή και ελεγχόμενη διαδικασία εγγραφής νέων χρηστών			<b>policies manager</b>
Παρακολούθηση και εντοπισμός δεδομένων	<b>ΤΠ_13</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να αξιοποιήσει καλώς ορισμένα πρότυπα της βιομηχανίας (π.χ. ERCIS) για δεδομένα εντοπισμού (traceability)	<b>ΜΛΠ_14</b>	<b>ΛΠ_2, ΛΠ_5, ΛΠ_9, ΛΠ_10</b>	<b>Data Handler/Preprocessor</b>
	<b>ΤΠ_14</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να χρησιμοποιήσει Τεχνολογίες Κατανεμημένου Καθολικού (Distributred Ledger Technologies, DLT) για εμπιστοσύνη και διαφάνεια των δεδομένων εντοπισμού (traceability)		<b>ΛΠ_2, ΛΠ_5, ΛΠ_9, ΛΠ_10</b>	<b>DLT blockchain</b>
	<b>ΤΠ_15</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να επιτρέπει την παρακολούθηση (monitoring) της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων μέσα από πολλαπλές πηγές δεδομένων	<b>ΜΛΠ_4</b>		<b>Monitoring, Alerting</b>
	<b>ΤΠ_16</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να διασφαλίσει έλεγχο πρόσβασης στα δεδομένα, εφαρμόζοντας κανόνες πρόσβασης που θέτουν οι ιδιοκτήτες των δεδομένων αυτών	<b>ΜΛΠ_1</b>		<b>Access policies manager</b>
	<b>ΤΠ_17</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να διασφαλίσει το σχεδιασμό της εφαρμογής κινητού με τέτοιο τρόπο	<b>ΜΛΠ_3, ΜΛΠ_11</b>		<b>PHAEDON dapp</b>

		ώστε η πλοήγηση να είναι γρήγορη			
	<b>ΤΠ_18</b>	Η πλατφόρμα πρέπει να διασφαλίσει ότι η εφαρμογή κινητού θα είναι σε θέση να ανακτήσει την κατάσταση της σε περίπτωση βλάβης.	<b>ΜΛΠ_12</b>		<b>PHAEDON dapp</b>

+++

Στον παραπάνω πίνακα παρατίθεται η αντιστοιχία μεταξύ λειτουργικών, μη-λειτουργικών και τεχνικών απαιτήσεων του συστήματος με τις εμπλεκόμενες λειτουργικές μονάδες της εννοιολογικής αρχιτεκτονικής του συστήματος, όπως αυτή παρουσιάζεται στην ενότητα 4. Ο πίνακας αυτός είναι ιδιαίτερα σημαντικός, καθώς επιτρέπει την εστίαση όλων των απαιτήσεων τις οποίες πρέπει να υποστηρίξει κάθε λειτουργική μονάδα.

### **3.5 Απαιτήσεις Δεδομένων, Ρόλοι και στάδια παραγωγής**

Σε αυτή την ενότητα, θα περιγράψουμε τις απαιτήσεις στο επίπεδο δεδομένων που προκύπτουν από την ανάλυση της διαδικασίας της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων ανά στάδιο. Πιο συγκεκριμένα, η αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων καλύπτει τα εξής στάδια:

- Καλλιέργεια (Cultivation)
- Συγκομιδή (Harvesting)
- Συντήρηση (Preservation)
- Επεξεργασία (Processing)
- Συσκευασία (Packaging)
- Αποθήκευση (Warehouse/Storage)
- Μεταφορά/Διανομή (Distribution/Logistics)
- Πώληση (Retail)

Σύμφωνα με τα παραπάνω στάδια, υπάρχει ένα σύνολο οντοτήτων που αλληλεπιδρούν σε κάθε στάδιο, ορίζοντας τους εξής ρόλους χρηστών:

- Επαγγελματίας Παραγωγός
- Επαγγελματίας Όσμωσης
- Υπεύθυνος Επεξεργασίας
- Επαγγελματίας Συσκευασίας
- Υπεύθυνος Αποθήκης
- Οδηγός/Διανομέας
- Υπεύθυνος Πωλήσεων
- Καταναλωτής

Για κάθε στάδιο παραγωγής, ορίζουμε επιπλέον τις διεπαφές μέσω των οποίων οι παραπάνω ρόλοι μπορούν να επιθεωρούν και αλληλεπιδρούν. Για λόγους πληρότητας και προκειμένου η αναπαράσταση πληροφορίας σε όλο το εύρος του έργου να είναι συμβατή και συνεπής με καλώς ορισμένα διεθνή πρότυπα, σε κάθε στάδιο παραγωγής ακολουθείται η σωστή ορολογία

στην ονοματολογία των μονάδων προϊόντων. Τα παραπάνω συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας X):

Πίνακας 5: Στάδια αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, ρόλοι, υποστηριζόμενο σύστημα, τύπος διεπαφής και όνομα μονάδας μέτρησης ανά στάδιο.

Στάδιο αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων	Ρόλος χρήστη	Σύστημα	Τύπος διεπαφής	Όνομα μονάδας μέτρησης
Καλλιέργεια	Επαγγελματίας Παραγωγός	Σύστημα Διαχείρισης Καλλιέργειας	Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
		Δεδομένα Αισθητήρων	Δεδομένα Αισθητήρων	
Συγκομιδή	Επαγγελματίας Παραγωγός	Δεδομένα Αισθητήρων	Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
			Δεδομένα Αισθητήρων	
Συντήρηση	Επαγγελματίας Όσμωσης	Σύστημα Διαχείρισης Επεξεργασίας Όσμωσης	Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
			Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
Επεξεργασία	Υπεύθυνος Επεξεργασίας	Σύστημα Διαχείρισης Επεξεργασίας	Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
Συσκευασία	Επαγγελματίας	Σύστημα Διαχείρισης	Διαδίκτυο,	

	Συσκευασίας	Συσκευασίας	Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
		Σύστημα Διαχείρισης Ετικετοποίησης	Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
Αποθήκευση	Υπευθυνος Αποθηκης	Σύστημα Διαχείρισης Αποθήκευσης	Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
Μεταφορά/Δι ανομή	Οδηγος / Διανομέας	Σύστημα GPS	Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
Πώληση	Υπεύθυνος Πωλήσεων	Σύστημα ERP	Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	
	Καταναλωτής	Κινητό	Διαδίκτυο, Κινητό (ενέργειες CRUD και σάρωση)	

Για κάθε στάδιο της αλυσίδας υπάρχει ένα σύνολο από τύπους δεδομένων που λαμβάνονται υπόψιν, καθώς επίσης και ο τρόπος που το σύστημα αντλεί τα δεδομένα αυτά (χειροκίνητα/αυτόματα). Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα δεδομένα αντλούνται από συσκευές IoT, ενώ ενδέχεται να υπάρχει και ανάγκη επικοινωνίας με εξωτερικά συστήματα, προκειμένου να διασφαλισθεί η ομαλή λήψη των δεδομένων. Τέλος, κάθε απαίτηση στο επίπεδο δεδομένων χαρακτηρίζεται από την προτεραιότητάς της (χαμηλή, μεσαία, υψηλή) και την κατηγορία που συνεισφέρει (απαραίτητη, για απόδοση, ελκυστικότητα πλατφόρμας). Όλα τα παραπάνω συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6: Απαιτήσεις δεδομένων του PHAEDON.

Στάδιο αλυσίδας εφοδιασμο ύ τροφίμων	Αριθ μός χαρ/κ ού	Χαρακτηριστικό	Τρόπος Άντλησης	Δεδομένα
---	----------------------------	----------------	-----------------	----------

Καλλιέργεια	fcult1	Δεδομένα προέλευσης καρπού	Χειροκίνητα	Οικογένεια φυτού, ημερομηνία φύτευσης
	fcult2	Δεδομένα πρώτων υλών	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Λιπάσματα, φυτοφάρμακα
	fcult3	Συνθήκες Καλλιέργειας	Χειροκίνητα	Αρχεία καλλιέργειας
	fcult4	Γεωγραφικά δεδομένα	Αυτοματοποιημένα	Συντεταγμένες τοποθεσίας
	fcult5	Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο συνθηκών καλλιέργειας	Αυτοματοποιημένα μέσω IoT συσκευών,	Δεδομένα που συλλέγονται: Θερμοκρασία, Υγρασία, Ημερήσια βροχόπτωση, Ωριαία βροχόπτωση, Ταχύτητα ανέμου, Κατεύθυνση ανέμου, Ταχύτητα φυσήματος αέρα, Ένταση φωτός, Ενέργεια UV, Πίεση, Υγρασία χώματος, Επίπεδο μπαταρίας, ημερήσιο πότισμα (σε κυβικά μέτρα)
Συγκομιδή	fHarv 1	Συνθήκες συγκομιδής	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Αρχεία καλλιέργειας
	fHarv 2	Δεδομένα συγκομιδής	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Δημιουργία ID ανά παρτίδα
	fHarv 3	Γεωγραφικά δεδομένα		
	fHarv 4	Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο συνθηκών συγκομιδής	Αυτοματοποιημένα μέσω IoT συσκευών,	Δεδομένα που συλλέγονται: Θερμοκρασία, Υγρασία, Ημερήσια βροχόπτωση, Ωριαία βροχόπτωση, Ταχύτητα ανέμου, Κατεύθυνση ανέμου, Ταχύτητα φυσήματος αέρα, Ένταση φωτός, Ενέργεια UV, Πίεση, Υγρασία χώματος, Επίπεδο μπαταρίας,
Συντήρηση	fPres 1	Δεδομένα ωσμωτικής διαδικασίας	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Θερμοκρασία, πίεση

	fPres 2	Συνθήκες συντήρησης	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Θερμοκρασία, πίεση
	fPres 3	Έλεγχοι γνησιότητας προϊόντων	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Αποτέλεσμα ελέγχου
Επεξεργασία	fTest 1	Δεδομένα επεξεργασίας	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Συνθήκες επεξεργασίας
	fTest 2	Δεδομένα ποιότητας	Χειροκίνητες σκαναρισμένες ετικέτες με μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε μονάδα batch	Αποτέλεσμα ελέγχου
	fTest 3	Έλεγχοι γνησιότητας	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Αποτέλεσμα ελέγχου
	fTest 4	Γεωγραφικά δεδομένα	Αυτοματοποιημένα	Συντεταγμένες τοποθεσίας
Συσκευασία	fpack 1	Δεδομένα συσκευασίας	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Διαστάσεις, Όγκος, Υλικό
	fpack 2	Δεδομένα ετικετας	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Ημερομηνία λήξης, LOT σειριακός αριθμός, προέλευση, μεθοδολογία παραγωγής, διατροφική αξία, συνθήκες αποθήκευσης και διανομής
	fpack 3	Δεδομένα ελέγχου ποιότητας	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Αποτέλεσμα ελέγχου
	fpack 4	Έλεγχοι γνησιότητας	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Αποτέλεσμα ελέγχου
	fpack 5	Γεωγραφικά δεδομένα	Αυτοματοποιημένα	Συντεταγμένες τοποθεσίας
Αποθήκευσ η	fware 1	Διαχειριση παραγγελιων	Αυτοματοποιημένα	Αριθμός μονάδων προϊόντος
	fware 2	Διαχείριση τοποθέτησης προϊόντων	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Θέση μέσα στην αποθήκη
	fware 3	Παρακολουθηση Ημερομηνίας λήξης προϊόντος	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Ημερομηνία λήξης προϊόντος ή διάρκεια ζωής
	fware 4	Συνθήκες αποθήκευσης	Αυτοματοποιημένα	Θερμοκρασία, Υγρασία, έκθεση UV
Μεταφορά/	fdist1	Συνθήκες	Αυτοματοποιημένα	Θερμοκρασία, διάρκεια

Διανομή		Μεταφοράς		δρομολογίου
	fdist2	Πρόσδος παράδοσης	Αυτοματοποιημένα	Θέση φορτηγού (συντεταγμένες)
Πώληση	fretail 1	Διαχείριση τοποθέτησης προϊόντων	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Θέση μέσα στο κατάστημα
	fretail 2	Παρακολούθηση Ημερομηνίας λήξης προϊόντος ή διάρκειας ζωής	Χειροκίνητα /αυτοματοποιημένα	Ημερομηνία λήξης προϊόντος ή διάρκεια ζωής
	fretail 3	Συνθήκες αποθήκευσης	Αυτοματοποιημένα	Θερμοκρασία, Υγρασία, έκθεση UV
	fretail 4	Παροχή σχολίων για το προϊόν	Αυτοματοποιημένα	Ποιότητα, ικανοποίηση, σχέση ποιότητας / τιμής
	fretail 5	Παροχή σχολίων σχετικά με τις παρεχόμενες υπηρεσίες	Αυτοματοποιημένα	Τοποθεσία αγοράς, ημερομηνία

Πίνακας 7: Προτεραιότητα απαιτήσεων δεδομένων του PHAEDON και ανάγκες επικοινωνίας με εξωτερικά συστήματα ή/και συσκευές IoT.

Feature no	Προτεραιότητα (Χαμηλή, Μεσαία, Υψηλή)	Μοντέλο Καπο (απαραίτητη απαίτηση, απαίτηση επίδοσης, απαίτηση ελκυστικότητας)	Συσκευή IoT	Επικοινωνία με εξωτερικό σύστημα
fcult1				
fcult2				Συστήματα δημόσιας πιστοποίησης πιστοποιητικών για πιστοποίηση πιστοποιητικών
fcult3			Όχι	
fcult4			Ναι	Συστήματα GPS και αισθητήρες
fcult5			Ναι	Αισθητήρες και εσωτερικό σύστημα διαχείρισης φάρμας
fHarv1			Όχι	
fHarv2			Όχι	Εσωτερικό σύστημα διαχείρισης φάρμας
fHarv3				

fHarv4			Ναι	Αισθητήρες και εσωτερικό σύστημα διαχείρισης φάρμας
fPres1				
fPres2				Εσωτερική υποδομή όσμωσης
fPres3			Όχι	
fTest1				Εσωτερική υποδομή επεξεργασίας
fTest2			Όχι	
fTest3			Όχι	Συστήματα δημόσιας πιστοποίησης πιστοποιητικών για πιστοποίηση πιστοποιητικών
fTest4			Όχι	Συστήματα GPS
fpack1				Εσωτερική υποδομή συσκευασίας
fpack2				Εσωτερική υποδομή ετικετοποίησης
fpack3				
fpack4				
fpack5			Όχι	Συστήματα GPS
fware1				Ιδιωτικό WMS
fware2				Ιδιωτικό WMS
fware3				Ιδιωτικό WMS
fware4			Ναι	Ιδιωτικό WMS
fdist1			Ναι	
fdist2				Συστήματα GPS
fretail1				Ιδιωτικό ERP
fretail2				Ιδιωτικό ERP
fretail3			Ναι	Ιδιωτικό ERP
fretail4			Ναι (μέσω εφαρμογής κινητού)	
fretail5			Ναι (μέσω εφαρμογής κινητού)	

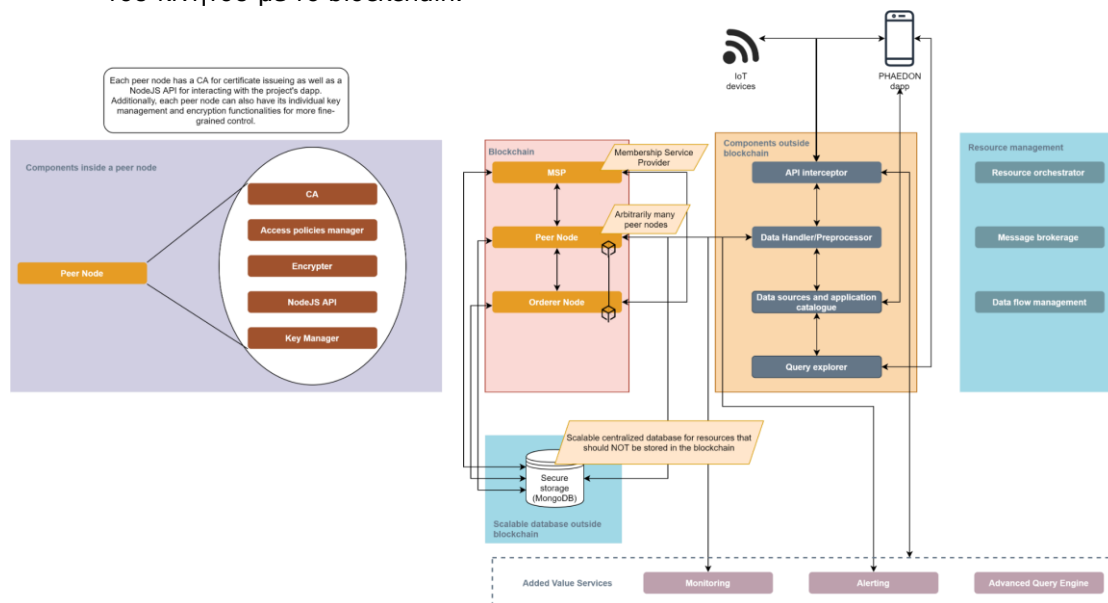
○

●

## 5 Εννοιολογική Αρχιτεκτονική

Σε αυτή την ενότητα, θα περιγράψουμε την εννοιολογική αρχιτεκτονική και τις λειτουργικές μονάδες που έχουν υπόσταση στο PHAEDON, καθώς επίσης και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις. Για διευκόλυνση της παρουσίασης των μονάδων, θα τις ομαδοποιήσουμε σε κατηγορίες μονάδων:

- **Blockchain:** Πρόκειται για την υποδομή blockchain, η οποία εμπεριέχει κόμβους που συμμετέχουν στην διαδικασία και αξιοποιεί Τεχνολογίες Κατανεμημένου Καθολικού (Distributed Ledger Technologies, DLT).
- **Βάση δεδομένων:** Πρόκειται για τη βάση δεδομένων, στην οποία αποθηκεύονται δεδομένα τα οποία δεν πρέπει να αποθηκεύονται στην υποδομή blockchain.
- **Χειρισμός πόρων:** Πρόκειται για ένα σύνολο λειτουργικών μονάδων, οι οποίες είναι υπεύθυνες για τον χειρισμό ροής πληροφορίας, καθώς επίσης και κατάλληλη εξισορρόπηση του συστήματος για τη διασφάλιση της ομαλής λειτουργίας του.
- **Πρόσθετες υπηρεσίες:** Πρόκειται για ένα σύνολο λειτουργικών μονάδων που παρέχουν πρόσθετες υπηρεσίες τις οποίες αξιοποιεί η εφαρμογή κινητού και κυρίως αφορούν υπηρεσίες αναζήτησης δεδομένων και ειδοποιήσεων προς τους χρήστες, όταν πυροδοτούνται κατάλληλα δεδομένα.
- **Λοιπές λειτουργικές μονάδες:** Όλες οι λειτουργικές μονάδες που δεν εντάσσονται στις άλλες κατηγορίες και εστιάζουν κυρίως στην προεπεξεργασία των δεδομένων και όλες τις διεπαφές που χρειάζονται από την υποδομή για να επικοινωνεί η εφαρμογή του κινητού με το blockchain.



**Σχήμα 1:** Η εννοιολογική αρχιτεκτονική του PHAEDON.

## 5.1 Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Blockchain

Πρόκειται για την ομάδα λειτουργικών μονάδων που συνθέτει τις Τεχνολογίες Κατανεμημένου Καθολικού. Το blockchain θα κατέχει κεντρικό ρόλο στην υποδομή της πλατφόρμας, καθώς όλες οι συναλλαγές των δεδομένων θα καταγράφονται σε αυτό. Επιπλέον, θα δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να πιστοποιούν το ακέραιο των συναλλαγών αυτών για ενίσχυση της διαφάνειας και εμπιστοσύνης. Η καταγραφή των συναλλαγών αυτών δίνει την επιπλέον δυνατότητα παρακολούθησης (monitoring) και εντοπισμού (traceability) ενός προϊόντος, βοηθώντας έτσι τους χρήστες και ρόλους σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων να είναι ενήμεροι για την κατάσταση ενός προϊόντος σε όλα τα στάδια της διαδικασίας. Τέλος, τα δεδομένα παρακολούθησης και

εντοπισμού ενός προϊόντος θα καταγράφονται αφού πρώτα περάσουν ορισμένα στάδια επεξεργασίας για να είναι συμβατά με καλώς ορισμένα πρότυπα της βιομηχανίας τροφίμων, όπως το GS1.

Η υποδομή blockchain είναι αρκετά πολύπλοκη και έχει ένα δικό της οικοσύστημα από λειτουργικές μονάδες για την περαίωση του σκοπού της, συνεπώς οι λειτουργικές μονάδες αυτές θα αναλυθούν σε βάθος στην **Τεχνική Αρχιτεκτονική (ενότητα ??)**.

## ○ **5.2 Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Βάσης δεδομένων**

Καθώς θα αντλούνται δεδομένα από τους χρήστες και διεπαφές IoT, ενώ οι συναλλαγές που αφορούν τα δεδομένα θα καταγράφονται στο blockchain μαζί με όσα μετα-δεδομένα χρειάζονται, τα ίδια τα δεδομένα θα πρέπει να αποθηκεύονται σε μια βάση εξωτερική από την υποδομή του blockchain. Αυτό είναι απαραίτητο για δύο βασικούς λόγους:

- Πρέπει να αποφεύγεται επανάληψη περιττής πληροφορίας στο blockchain. Ένα blockchain για να λειτουργήσει σωστά προϋποθέτει ότι όλοι οι κόμβοι έχουν την ίδια τοπική εικόνα/κατάσταση της υποδομής, άρα ένα blockchain με 10 κόμβους θα πρέπει να κρατάει 10 χωριστά αντίγραφα για κάθε συναλλαγή δεδομένων, ενώ οι ενέργειες πάνω στο blockchain γίνονται πολύ πιο αργές όταν υπάρχουν πολλά δεδομένα.
- Επειδή το blockchain επιτρέπει για λόγους διαφάνειας την προβολή και πιστοποίηση των καταγεγραμμένων συναλλαγών από οποιονδήποτε, τα δεδομένα πρέπει να είναι αποθηκευμένα κάπου που η πρόσβαση είναι περιορισμένη και τα δεδομένα κρυπτογραφημένα.

Τα δύο παραπάνω προβλήματα λύνονται, προσθέτοντας στην υποδομή μια βάση δεδομένων, η οποία θα αποθηκεύει τα δεδομένα αυτά καθεαυτά, αφήνοντας στο blockchain την καταγραφή των συναλλαγών και των μετα-δεδομένων. Τα δεδομένα θα κρυπτογραφούνται πριν την αποθήκευση, για επιπλέον ασφάλεια. Επιπλέον, επειδή θα αντλούνται δεδομένα από πολλές πηγές ταυτόχρονα και τα ίδια τα δεδομένα αναμένεται να έχουν μεγάλο μέγεθος, πρέπει να χρησιμοποιηθεί κάποια βάση δεδομένων η οποία να είναι κατανομημένη, με αντίγραφα των δεδομένων και όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διαθεσιμότητα και διεκπεραιωτική ικανότητα. Για τις ανάγκες του έργου, θα γίνει χρήση της MongoDB<sup>1</sup>.

## ○ **5.3 Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Χειρισμού πόρων**

Σε αυτή την ομάδα, διακρίνουμε τρεις λειτουργικές μονάδες:

- Οργανωτής πόρων (Resource orchestrator)
- Αποστολέας μηνυμάτων (Message brokerage)
- Χειριστής ροής δεδομένων (Data flow management)

---

<sup>1</sup> <https://www.mongodb.com/>

### ■ 5.3.1 Υποσύστημα Οργανωτή πόρων (Resource orchestrator)

Αυτή η λειτουργική μονάδα είναι υπεύθυνη για την οργάνωση των πόρων της υποδομής του PHAEDON. Προκειμένου να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία της πλατφόρμας, η αποδοτική διεκπεραίωση αιτημάτων και η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διαθεσιμότητα, είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας τέτοιας λειτουργικής μονάδας, η οποία θα φροντίζει να εξισορροπεί τα αιτήματα που φτάνουν στην υποδομή και η επεξεργασία τους θα γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα αιτήματα να αρχίζουν να εξυπηρετούνται παράλληλα (ως κάποιο βαθμό που αυτό είναι εφικτό), μεριμνώντας παράλληλα να υπάρχει ισορροπία φόρτου στην εργασία που απαιτείται από τις άλλες λειτουργικές μονάδες.

### ■ 5.3.2 Υποσύστημα Αποστολέα μηνυμάτων (Message brokerage)

Αυτή η λειτουργική μονάδα είναι υπεύθυνη για την μετάβαση μηνυμάτων μεταξύ των λειτουργικών μονάδων. Σκοπός ύπαρξής της είναι να υποστηρίξει τον οργανωτή πόρων να χειριστεί τον φόρτο των μονάδων, στέλνοντας κατάλληλα μηνύματα και καταγραφή της ροής αιτημάτων από μονάδα σε μονάδα, προκειμένου να είναι εύκολη η εύρεση κάποιου πιθανού σφάλματος που μπορεί να προκύψει κατά την επεξεργασία.

### ■ 5.3.3 Υποσύστημα Χειριστή ροής δεδομένων (Data flow management)

Ο χειριστής ροής δεδομένων είναι υπεύθυνος να καθορίζει τη σειρά και την επιλογή των λειτουργικών μονάδων που απαιτούνται για κάθε ροή εργασιών/επεξεργασίας δεδομένων που απαιτείται ως προδιαγραφή από το σύστημα.

Για παράδειγμα, η αποστολή κάποιας συγκεκριμένης πληροφορίας από έναν χρήστη σε ένα στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων μπορεί να αφορά την ολοκλήρωση του συγκεκριμένου σταδίου για ένα προϊόν, κάτι το οποίο συνεπάγεται ότι πρέπει να αποσταλεί ειδοποίηση σε χρήστες με ρόλους σχετικούς με το επόμενο στάδιο. Ο χειριστής ροής δεδομένων είναι υπεύθυνος να ζητήσει από τη λειτουργική μονάδα ειδοποίησης (alerting) να στείλει την ειδοποίηση.

## ○ 5.4 Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Πρόσθετων υπηρεσιών

Σε αυτή την ομάδα, διακρίνουμε επίσης 3 μονάδες:

- Παρακολούθηση (monitoring)
- Ειδοποίηση (alerting)
- Προηγμένη μηχανή αναζήτησης (advanced query engine)

### ■ 5.4.1 Υποσύστημα Παρακολούθησης (Monitoring)

Η λειτουργική μονάδα παρακολούθησης είναι υπεύθυνη για την παρακολούθηση κάθε καταχωρημένου προϊόντος στο σύστημα, έτσι ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν πληρέστερη εικόνα της κατάστασης του προϊόντος και παρεμφερείς πληροφορίες όπως το στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων που βρίσκεται κτλ. Εκτός από παρακολούθηση, μεριμνά και για τον εντοπισμό (traceability) ενός προϊόντος.

### ■ 5.4.2 Υποσύστημα Ειδοποίηση (Alerting)

Η λειτουργική μονάδα ειδοποίησης είναι υπεύθυνη για την αποστολή ειδοποιήσεων και μηνυμάτων προς τους χρήστες, σύμφωνα με συγκεκριμένους περιορισμούς και προτιμήσεις. Τυπικά, χρήστες με ρόλους που εμπλέκονται σε επόμενα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, οι οποίοι έχουν γραφτεί (subscribe) σε ένα ορισμένο προϊόν για να παρακολουθούν την κατάστασή του και έχουν επιλέξει στις ρυθμίσεις τους να ειδοποιούνται, θα λαμβάνουν μηνύματα από αυτή τη λειτουργική μονάδα. Δεδομένου ότι αυτή η λειτουργική μονάδα είναι υπεύθυνη απλώς για την αποστολή των μηνυμάτων και των ειδοποιήσεων, πρέπει να κληθεί από τον χειριστή ροής δεδομένων.

### ■ 5.4.3 Υποσύστημα Προηγμένης μηχανής αναζήτησης (Advanced query engine)

Η προηγμένη μηχανή αναζήτησης έχει την ευθύνη να δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να αναζητούν το ιστορικό εντοπισμού (traceability) και παρακολούθησης (monitoring) ενός προϊόντος, σύμφωνα με ειδικές παραμέτρους. Επίσης, πρέπει να δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να κάνουν προεπισκόπηση των δεδομένων που οι ίδιοι προσφέρουν στην πλατφόρμα.

## ○ 5.5 Αρχιτεκτονικό Επίπεδο/Τμήμα Λοιπών Λειτουργικών μονάδων

Σε αυτή την ομάδα, διακρίνουμε 4 μονάδες:

- Μονάδα αναζήτησης με ερωτήσεις (Query explorer)
- Πηγές δεδομένων και κατάλογος εφαρμογών (Data sources and application catalogue)
- Χειριστής δεδομένων/προεπεξεργαστής (Data handler/preprocessor)
- Ενδιάμεσος προγραμματιστικών διεπαφών εφαρμογής (API interceptor)

### ■ 5.5.1 Υποσύστημα Μονάδας αναζήτησης με ερωτήσεις (Query explorer)

Πρόκειται για τη λειτουργική μονάδα η οποία όταν λαμβάνει αίτημα αναζήτησης δεδομένων ή εφαρμογών από την πλατφόρμα, θα κάνει την αντίστοιχη προεπεξεργασία του αιτήματος, προτού αυτό προωθηθεί στη λειτουργική μονάδα προηγμένης μηχανής αναζήτησης. Η προεπεξεργασία αυτή είναι απαραίτητη, προκειμένου το αίτημα να μετατραπεί σε μορφή επεξεργάσιμη από το σύστημα.

### ■ **5.5.2 Υποσύστημα Πηγών δεδομένων και κατάλογος εφαρμογών (Data sources and application catalogue)**

Πρόκειται για τη λειτουργική μονάδα η οποία, όταν καλείται, θα επιστρέφει έναν κατάλογο με όλες τις τρέχουσες πηγές δεδομένων ανά προϊόν. Η λειτουργία αυτή διευκολύνει τον χρήστη ο οποίος θέλει να γνωρίζει με μια κίνηση από ποιές πηγές δεδομένων ενημερώνεται η κατάσταση ενός προϊόντος, έτσι ώστε να μπορεί να εκτιμήσει την ποιότητα και αξιοπιστία της εικόνας που έχει.

### ■ **5.5.3 Υποσύστημα Χειριστή δεδομένων/προεπεξεργαστής (Data handler/preprocessor)**

Πρόκειται για τη λειτουργική μονάδα η οποία είναι υπεύθυνη για όλη την προεπεξεργασία και χειρισμό δεδομένων, προτού αυτά αποσταλούν από την υποδομή της πλατφόρμας στο κινητό του χρήστη. Επιπλέον, είναι η λειτουργική μονάδα η οποία έχει ευθύνη να επεξεργαστεί τα δεδομένα που αντλεί η πλατφόρμα, έτσι ώστε να είναι σε μια αποδοτική και ομοιόμορφη μορφή, προτού αποθηκευτούν και καταγραφούν οι αντίστοιχες συναλλαγές στο blockchain. Δεδομένης της πολυπλοκότητας, αλλά και της σημαντικότητας του ρόλου αυτής της λειτουργικής μονάδας, είναι απαραίτητο να υλοποιηθεί προσεκτικά και να διασφαλιστεί ή κατά το δυνατόν περισσότερο αποδοτική λειτουργία της.

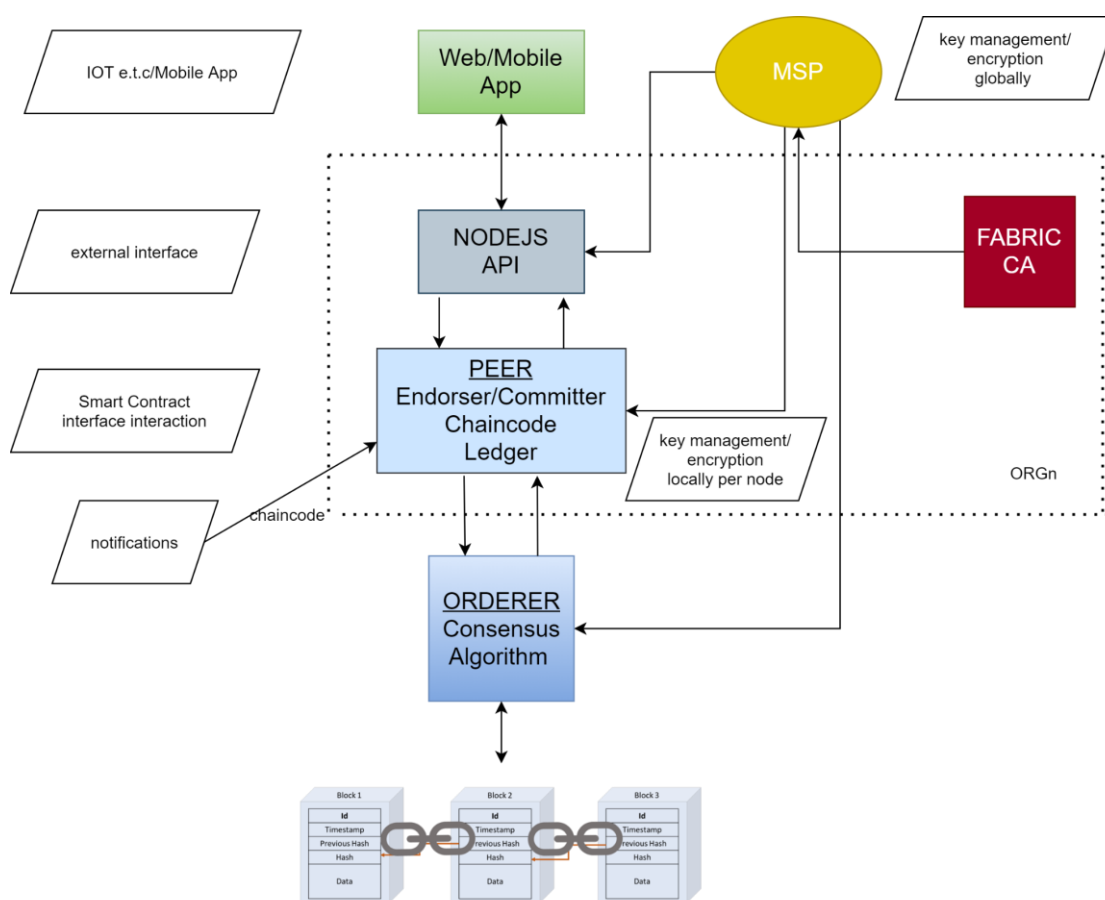
### ■ **5.5.4 Υποσύστημα Ενδιάμεσου προγραμματιστικών διεπαφών εφαρμογής (API interceptor)**

Πρόκειται για τη λειτουργική μονάδα μέσα από την οποία περνούν όλα τα αιτήματα προς την υποδομή της πλατφόρμας. Αναλόγως την κατάσταση και τα δεδομένα που φέρει κάποιο αίτημα, η μονάδα αναλαμβάνει να επικοινωνήσει με τις αρμόδιες μονάδες που είναι υπεύθυνες για την εκτέλεση συγκεκριμένων διαδικασιών. Σχεδόν σε όλα τα αιτήματα που πρόκειται να λάβει η μονάδα αυτή θα υπάρχει επικοινωνία με τη μονάδα χειριστή δεδομένων/προεπεξεργαστή, για προφανείς λόγους.

## 6 Τεχνική Αρχιτεκτονική

Σε αυτή την ενότητα, θα παρουσιάσουμε την τεχνική αρχιτεκτονική του PHAEDON. Πιο συγκεκριμένα, επειδή η υποδομή του blockchain έχει τις δικές της επιμέρους λειτουργικές μονάδες για να λειτουργήσει σωστά, πρέπει να αναλύσουμε σε βάθος τις μονάδες αυτές και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.

Σε μια τυπική υποδομή blockchain κεντρικό ρόλο έχουν οι κόμβοι που συμμετέχουν στο πρωτόκολλο. Αναλόγως την συγκεκριμένα τεχνολογία του blockchain που χρησιμοποιείται κατά περίπτωση, οι κόμβοι αυτοί μπορεί να έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ή/και διαχειριστικό ρόλο. Για τις ανάγκες του PHAEDON, θα αξιοποιήσουμε το blockchain Hyperledger Fabric<sup>2</sup>, επομένως διευκρινίζουμε ότι η παρακάτω περιγραφή αναφέρεται στην χρήση του Fabric ως υποδομή blockchain, προσαρμοσμένο στις ανάγκες του έργου.



**Σχήμα 2:** Η τεχνική αρχιτεκτονική του PHAEDON.

### 6.1 Κόμβος εμπλεκόμενου οργανισμού (Peer node)

Πρόκειται για έναν τυπικό κόμβο οργανισμού που συμμετέχει στο πρωτόκολλο. Στην περίπτωση μας, ο κάθε οργανισμός θα είναι και ένα στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού

<sup>2</sup> <https://www.hyperledger.org/use/fabric>

τροφίμων. Τυπικά, το Fabric απαιτεί να είναι ορισμένος ο αριθμός των peers που θα συμμετέχουν στο πρωτόκολλο χωρίς να μπορεί ο αριθμός αυτός να μεταβληθεί στη συνέχεια, ωστόσο για τις ανάγκες του έργου θα επεκταθεί έτσι ώστε να επιτρέπει τη δυναμική προσθήκη οσοδήποτε νέων κόμβων. Ο κάθε κόμβος μπορεί να υποστηρίζει τη δική του έκδοση πιστοποιητικών και χειρισμό ταυτοτήτων/ρόλων που συμμετέχουν σε αυτόν.

## ○ **6.2 Κόμβος “ταξιθέτη” (Orderer node)**

Πρόκειται έναν ειδικό κόμβο στην υποδομή του Fabric, ο οποίος έχει σαν σκοπό να φροντίζει για τον συγχρονισμό των υπολοίπων κόμβων μεταξύ τους, την ανακάλυψη κόμβων εντός του δικτύου κτλ. Επιπλέον, είναι υπεύθυνος για τη διεξαγωγή ψηφοφοριών ως προς αποφάσεις και ενέργειες που επηρεάζουν όλο το blockchain. Πρόκειται για ένα πολύ βασικό κόμβο, χωρίς τον οποίο η λειτουργία της υποδομής καθίσταται αδύνατη. Τυπικά, ο πρώτος κόμβος του Fabric αναλαμβάνει και τον ρόλο του orderer (που λειτουργεί και ως peer).

## ○ **6.3 Κεντρική αρχή (Central Authority/CA)**

Πρόκειται για έναν ειδικό κόμβο που αποτελεί την κεντρική αρχή για ενέργειες όπως εκδόσεις πιστοποιητικών, χειρισμό ταυτοτήτων και ρόλων κτλ. Όπως αναφέραμε ήδη, ο κάθε κόμβος peer αποτελεί και κεντρική αρχή του εαυτού του, αλλά υπάρχει και η δυνατότητα ένας κόμβος να έχει αυτό το ρόλο καθολικά στην υποδομή. Σε αυτή την περίπτωση, τυπικά θα είναι ο πρώτος κόμβος του Fabric (που λειτουργεί και ως peer).

## ○ **6.4 Παρόχος υπηρεσιών μέλους (Membership Service Provider - MSP)**

Πρόκειται για έναν ειδικό κόμβο που συμπληρώνει τη λειτουργία της κεντρικής αρχής ως προς τους κρυπτογραφικούς μηχανισμούς και πρωτόκολλα που κρύβονται πίσω από την έκδοση πιστοποιητικών, την πιστοποίησή τους και την πιστοποίηση της ταυτότητας των χρηστών της υποδομής. Όπως και με την κεντρική αρχή, ο κάθε κόμβος μπορεί να είναι πάροχος υπηρεσιών μέλους του εαυτού του, αλλά υπάρχει και η δυνατότητα ένας κόμβος να έχει αυτό το ρόλο καθολικά στην υποδομή. Σε αυτή την περίπτωση, τυπικά θα είναι ο πρώτος κόμβος του Fabric (που λειτουργεί και ως peer).

## ○ **6.5 Κώδικας αλυσίδας (chaincode)**

Ο κώδικας αλυσίδας είναι ο κώδικας των έξυπνων συμβολαίων (smart contracts) ο οποίος υπάρχει σε έναν ή παραπάνω peers. Αναλόγως τη φύση μιας υποδομής blockchain ενδέχεται, για λόγους μερικής απόκρυψης, να μην υπάρχουν όλα τα smart contracts σε όλους τους peers. Για τις ανάγκες του PHAEDON είναι ασφαλές να υπάρχουν όλα τα smart contracts σε όλους τους peers και για την ακρίβεια είναι αναγκαίο, διότι πολλές καταγραφές συμβάντων στο blockchain θα πυροδοτούν συμβάντα που θα απαιτούν άμεση ειδοποίηση των χρηστών/ρόλων που παρακολουθούν ένα προϊόν, συνεπώς ο κάθε peer που θα εκπροσωπεί και ένα στάδιο

της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων θα πρέπει να αλληλεπιδρά και έχει εικόνα με όλα τα άλλα στάδια.

## 6.6 Διεπαφή κόμβου με τον έξω κόσμο

Λόγω της φύσης σχεδιασμού μιας υποδομής blockchain, οι peers δεν έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνήσουν με τον έξω κόσμο απευθείας. Για να επιτευχθεί αυτό, κάθε peer πρέπει να έχει μια διεπαφή, η οποία θα δίνει τη δυνατότητα στον έξω κόσμο να αλληλεπιδράσει με το blockchain. Τυπικές αλληλεπιδράσεις περιλαμβάνουν είσοδο δεδομένων για εκτέλεση κάποιου smart contract (π.χ. καταγραφή συναλλαγής που σηματοδοτεί εισαγωγή νέων δεδομένων από αισθητήρα κτλ), τροποποίηση κατάστασης μιας συναλλαγής που έχει καταγραφεί (π.χ. ενημέρωση δεδομένων ενός προϊόντος γιατί άλλαξε η κατάστασή του από κανονική σε κρίσιμη) και απλό διάβασμα κάποιας συναλλαγής που έχει εκτελεστεί με κάποιο smart contract (π.χ., προεπισκόπηση ιστορικού παρακολούθησης και εντοπισμού ενός προϊόντος). Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες τεχνολογικές λύσεις λογισμικού οι οποίες παρέχουν αντίστοιχες διεπαφές. Για τις ανάγκες του έργου, θα αναπτύξουμε διεπαφή σε Node JS.

## 7 Διαγράμματα δραστηριοτήτων

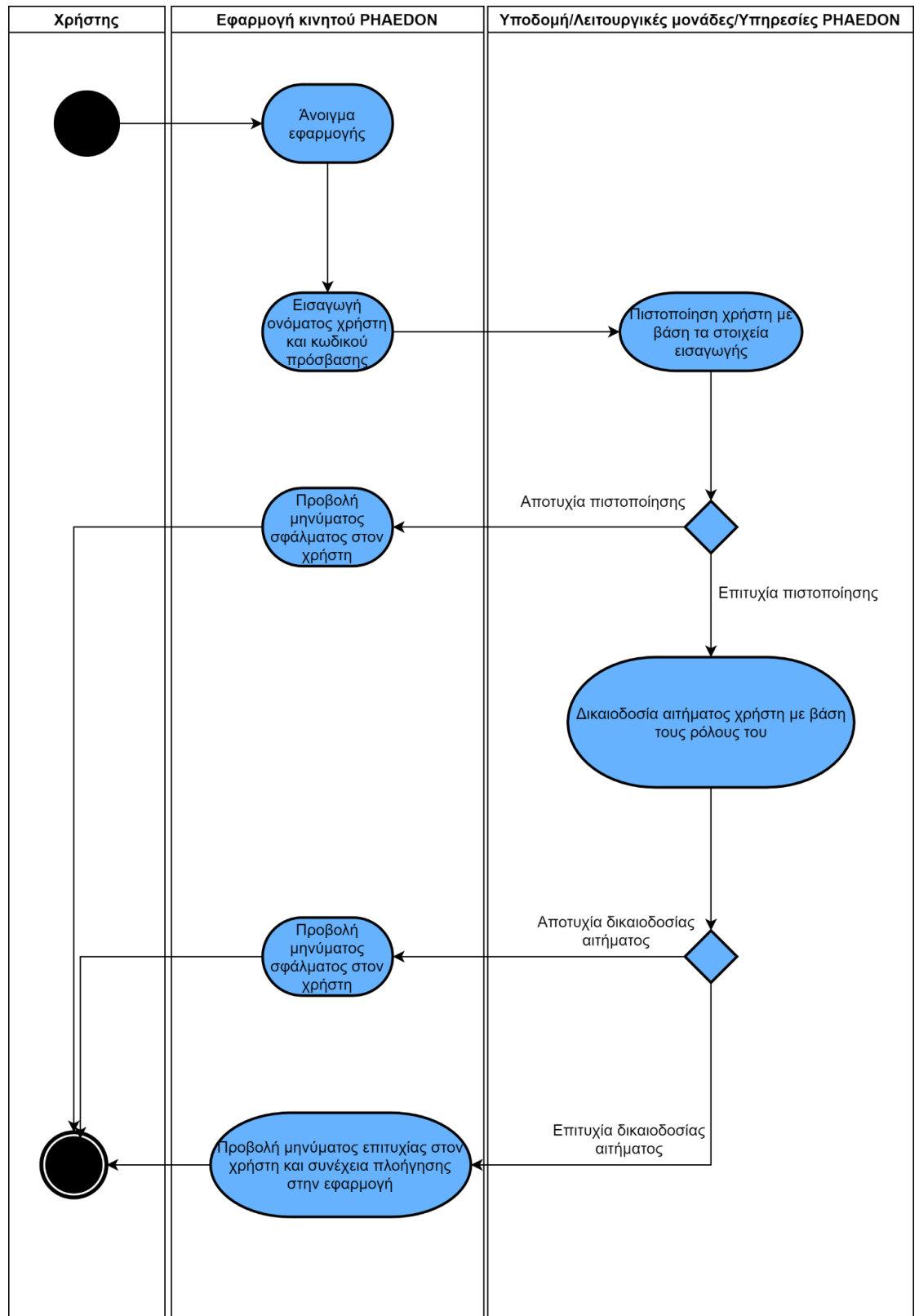
Σε αυτή την ενότητα, παραθέτουμε τρία διαγράμματα δραστηριοτήτων (activity diagrams), με σκοπό να γίνουν περισσότερο ξεκάθαρες ορισμένες βασικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του χρήστη και της πλατφόρμας PHAEDON. Τα σενάρια που απεικονίζονται είναι κατά σειρά τα ακόλουθα:

- Πιστοποίηση και δικαιοδοσίας χρήστη
- Ειδοποίηση χρήστη από συμβάν που πυροδοτεί ειδοποίηση
- Καταχώρηση πηγής IoT δεδομένων από τον χρήστη και άντληση δεδομένων

### 7.1 Πιστοποίηση και δικαιοδοσία χρήστη

Σε αυτό το σενάριο απεικονίζεται μια τυπικά αλληλουχία βημάτων τα οποία πρέπει να εκτελεστούν, προκειμένου ένας νέος χρήστης να συνδεθεί στο σύστημα, πιστοποιώντας η ταυτότητά του αλλά και το κατά πόσο έχει τη δικαιοδοσία να πλοηγηθεί. Στο διάγραμμα φαίνεται η αλληλεπίδραση υπό τρία πρίσματα: του χρήστη, της εφαρμογής κινητού και της υποδομής της πλατφόρμας. Κατά σειρά, πρέπει να γίνουν τα παρακάτω:

1. Ο χρήστης ανοίγει την εφαρμογή στο κινητό του.
2. Ο χρήστης εισάγει το όνομα και τον κωδικό του.
3. Καλείται η υπηρεσία πιστοποίησης της υποδομής της πλατφόρμας.
4. Αν αποτύχει η πιστοποίηση της ταυτότητας του χρήστη, ο χρήστης λαμβάνει μήνυμα σφάλματος στη συσκευή του, αλλιώς ελέγχονται (από την υποδομή) οι ρόλοι που έχει στο σύστημα, προκειμένου να αποφασιστεί αν έχει τη δικαιοδοσία πλοήγησης.
5. Αν αποτύχει ο έλεγχος δικαιοδοσίας του χρήστη για πλοήγηση, ο χρήστης λαμβάνει μήνυμα σφάλματος στη συσκευή του, αλλιώς λαμβάνει μήνυμα επιτυχίας και μπορεί να συνεχίσει κανονικά την πλοήγησή του.

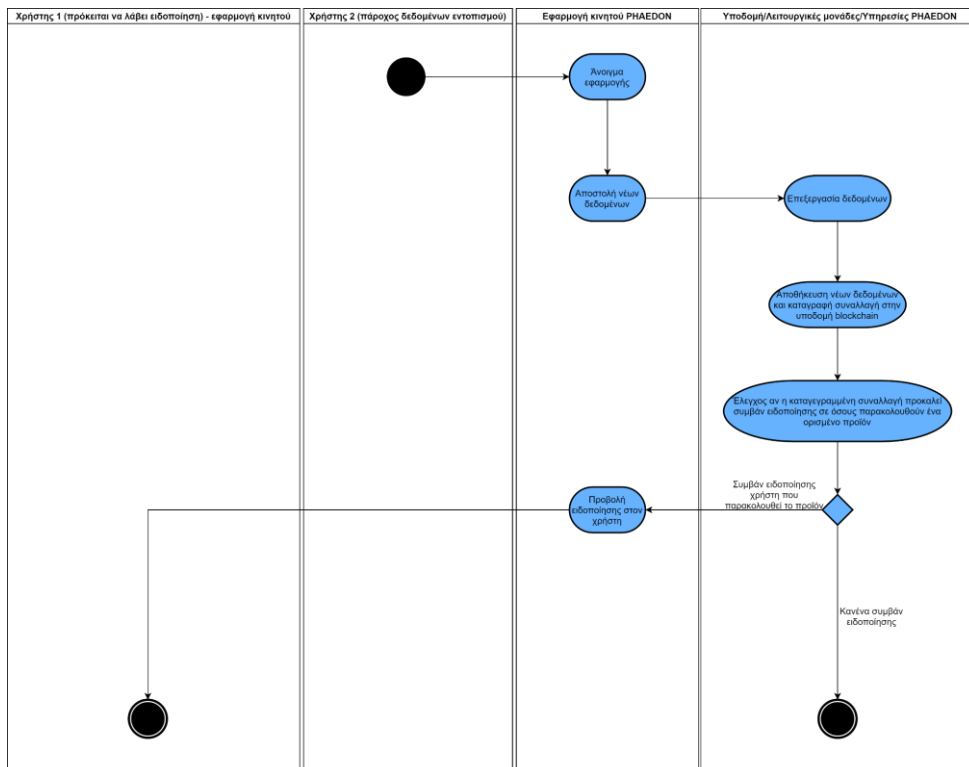


**Σχήμα 3:** Διάγραμμα δραστηριοτήτων πιστοποίησης και δικαιοδοσίας χρήστη.

## 7.2 Ειδοποίηση χρήστη από συμβάν που πυροδοτεί ειδοποίηση

Σε αυτό το σενάριο απεικονίζεται μια αλληλουχία βημάτων και ενεργειών που πρέπει να εκτελεστούν, προκειμένου να ειδοποιηθεί ένας χρήστης, λόγω πυροδότησης συμβάντος από ενέργεια που πραγματοποίησε άλλος χρήστης. Για το σενάριο αυτό, κάνουμε την υπόθεση ότι ο χρήστης 2 εμπλέκεται στο τέλος του σταδίου της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων **s**, ενώ ο χρήστης 1 εμπλέκεται στην αρχή του σταδίου της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων **s + 1**. Επίσης, υποθέτουμε ότι και οι δύο χρήστες παρακολουθούν το προϊόν **p**. Εκτός από τους δύο χρήστες, φαίνεται η αλληλεπίδραση και υπό τα πρίσματα της εφαρμογής κινητού και της υποδομής της πλατφόρμας. Κατά σειρά, πρέπει να γίνουν τα παρακάτω:

1. Ο χρήστης 1 ανοίγει την εφαρμογή.
2. Ο χρήστης 1 αποστέλλει νέα δεδομένα για να καταχωρηθεί στο σύστημα ότι η επεξεργασία και η κατάσταση του προϊόντος **p** ολοκληρώθηκε, οπότε μπορεί να αρχίσει το επόμενο στάδιο.
3. Η υποδομή της πλατφόρμας επεξεργάζεται τα δεδομένα.
4. Η υποδομή της πλατφόρμας αποθηκεύει τα νέα δεδομένα και καταγράφει τη συναλλαγή στο blockchain.
5. Η υποδομή ελέγχει αν η συναλλαγή που μόλις καταγράφηκε πρέπει να πυροδοτήσει κάποιο συμβάν ειδοποίησης σε ορισμένους ρόλους που παρακολουθούν το προϊόν **p**.
6. Αν δεν υπάρχει κάποιος χρήστης που πρέπει να λάβει κάποια ειδοποίηση, η διαδικασία ολοκληρώνεται. Ωστόσο, επειδή στο παράδειγμα αυτό ο χρήστης 2 παρακολουθεί το προϊόν **p** και επειδή οι συνθήκες των σταδίων του (τέλος σταδίου **s**, αρχή σταδίου **s + 1**), θα πρέπει να λάβει ειδοποίηση του συμβάντος.
7. Η υποδομή της πλατφόρμας προωθεί ειδοποίηση στην εφαρμογή κινητού του χρήστη 2, ο οποίος βλέπει το μήνυμα που του προωθήθηκε.



**Σχήμα 4:** Διάγραμμα δραστηριοτήτων ειδοποίησης χρήστη από συμβάν που πυροδοτεί ειδοποίηση.

### ○ **7.3 Καταχώρηση πηγής ΙοΤ δεδομένων από τον χρήστη και άντληση δεδομένων**

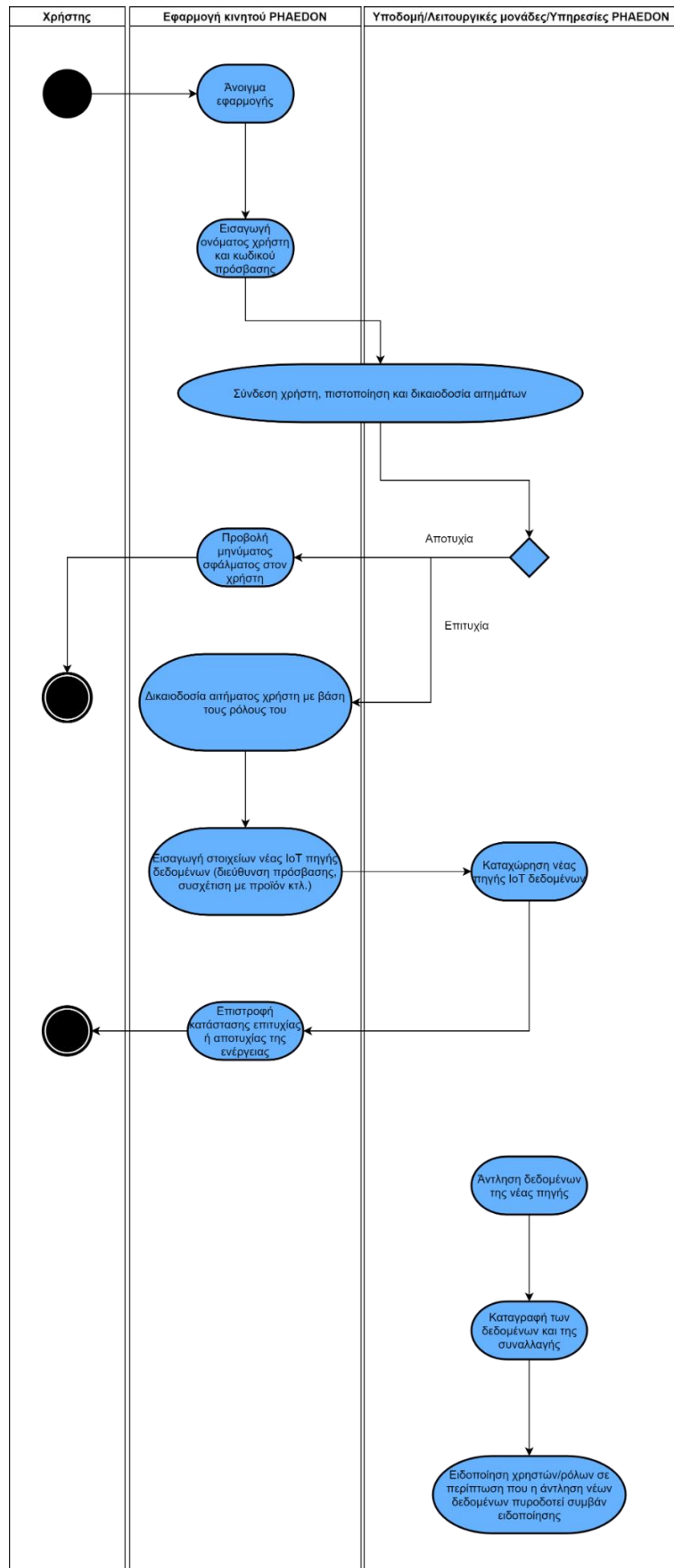
Σε αυτό το σενάριο απεικονίζεται η αλληλουχία των βημάτων και ενεργειών που πρέπει να εκτελεστούν, προκειμένου ένας χρήστης να καταχωρήσει μια νέα πηγή από ΙοΤ δεδομένα που θα τροφοδοτούν την τρέχουσα κατάσταση του προϊόντος σε πραγματικό χρόνο. Σε αυτό το σενάριο, παρακολουθούμε την αλληλεπίδραση υπό τρία πρίσματα: του χρήστη, της εφαρμογής κινητού και της υποδομής της πλατφόρμας. Κατά σειρά, πρέπει να γίνουν τα παρακάτω:

- Ο χρήστης ανοίγει την εφαρμογή, εκτέλεση του σεναρίου ελέγχου πιστοποίησης και δικαιοδοσίας του χρήστη, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.
- Σε περίπτωση αποτυχίας πιστοποίησης ή δικαιοδοσίας του χρήστη, επιστρέφεται μήνυμα λάθους το οποίο βλέπει ο χρήστης στο κινητό του, αλλιώς προχωρά στην καταχώρηση της νέας πηγής δεδομένων. Σε αυτό το βήμα, πρέπει να εισάγει την πηγή άντλησης των δεδομένων, αλλά και πληροφορίες όπως σε ποιο προϊόν αναφέρονται οι πληροφορίες που πρόκειται να αντληθούν και σε ποιο στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων παράγονται τα δεδομένα αυτά. Οι πληροφορίες αυτές είναι εξαιρετικά βοηθητικές, γιατί αφενός βοηθούν στον εντοπισμό της προέλευσης οποιασδήποτε πληροφορίας έχει συγκεντρωθεί για ένα προϊόν και αφετέρου για να μπορεί η υποδομή της πλατφόρμας να στέλνει κατάλληλες ειδοποιήσεις σε χρήστες που το παρακολουθούν, όταν κάποιο συμβάν πυροδοτεί αποστολή ειδοποιήσεων.
- Είτε η καταχώρηση της πηγής δεδομένων πετύχει είτε αποτύχει, ο χρήστης λαμβάνει μήνυμα που τον ενημερώνει για την έκβαση της ενέργειας.

Από αυτό το στάδιο της διαδικασίας κι έπειτα, ο χρήστης δεν εμπλέκεται άλλο και δεν αλληλεπιδρά σε αυτό το σενάριο. Στην υποδομή της πλατφόρμας συνεχίζουν να τρέχουν ασύγχρονα τα παρακάτω βήματα, τα οποία επαναλαμβάνονται περιοδικά (εφόσον πρόκειται για ΙοΤ δεδομένα, που σημαίνει ότι έρχονται σε μορφή stream):

- Γίνεται άντληση των δεδομένων της νέας πηγής.
- Καταγράφονται τα νέα δεδομένα, καθώς επίσης και η συναλλαγή που έγινε στο blockchain.
- Γίνεται έλεγχος αν τα νέα δεδομένα που πέρασαν τα στάδια της επεξεργασίας πυροδοτούν κάποιο συμβάν, στο οποίο σχετικοί ρόλοι και χρήστες που παρακολουθούν το εμπλεκόμενο προϊόν πρέπει να λάβουν ειδοποίηση στο κινητό.

•



**Σχήμα 5:** Διάγραμμα δραστηριοτήτων καταχώρησης πηγής ΙοΤ δεδομένων από τον χρήστη και άντληση δεδομένων.

## **8 Συμπεράσματα - Αποτελέσματα**

Στο παρόν παραδοτέο παρουσιάσαμε τη βασική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε με σκοπό την άντληση απαιτήσεων και προδιαγραφών του συστήματος. Παρουσιάσαμε ομαδοποιημένα σε οργανωμένους πίνακες τις απαιτήσεις δεδομένων, τις λειτουργικές, τις μη λειτουργικές και τις τεχνικές απαιτήσεις, ενώ δείξαμε και την αντιστοιχία μεταξύ απαιτήσεων και λειτουργικών μονάδων της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής. Παρουσιάσαμε την εννοιολογική αρχιτεκτονική υψηλού επιπέδου και την τεχνική αρχιτεκτονική χαμηλού επιπέδου, αναλύοντάς τες σε επίπεδο λειτουργικής μονάδας. Τέλος, προβάλλουμε τη λειτουργικότητα του συστήματος μέσα από τρία (3) διαγράμματα δραστηριοτήτων που παρουσιάζουν θεμελιώδη σύνολα ενεργειών.

## Βιβλιογραφία

1.