
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ και ΔΙΟΙΚΗΣΗ της ΥΓΕΙΑΣ»

«Η Τεχνολογία RFID στη Φαρμακευτική Εφοδιαστική Αλυσίδα:

**Ανάλυση Αντιλήψεων Επαγγελματιών Υγείας σε Ελληνικές
Φαρμακαποθήκες»**

Σοφία Γερακίνα Σταμπουλή

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης

του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την απόκτηση

Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στα Οικονομικά και Διοίκηση της Υγείας.

Πειραιάς, Έτος 2025

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ και ΔΙΟΙΚΗΣΗ της ΥΓΕΙΑΣ»

«Η Τεχνολογία RFID στη Φαρμακευτική Εφοδιαστική Αλυσίδα:

**Ανάλυση Αντιλήψεων Επαγγελματιών Υγείας σε Ελληνικές
Φαρμακαποθήκες»**

Σοφία Γερακίνα Σταμπουλή, Α.Μ.: ΟΔΥ/2321

Επιβλέπων Καθηγητής : Σωτήρης Καρκαλάκος

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης

του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την απόκτηση

Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στα Οικονομικά και Διοίκηση της Υγείας.

Πειραιάς, Έτος 2025

UNIVERSITY of PIRAEUS



DEPARTMENT of ECONOMICS

M.Sc. in Health Economics and Management

**"RFID Technology in the Pharmaceutical Supply Chain:
Analysis of Healthcare Professionals' Perceptions in Greek
Pharmaceutical Warehouses"**

Sofia Gerakina Stampouli

Master Thesis submitted to the Department of Economics
of the University of Piraeus in partial fulfillment of the requirements
for the degree of M.Sc. in Health Economics and Management
Piraeus, Greece, 2025

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι το έργο που εκπονήθηκε και παρουσιάζεται στην υποβαλλόμενη διπλωματική εργασία, έχει γραφτεί από εμένα αποκλειστικά στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης ότι αναφέρονται καταλλήλως στο σύνολό τους οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ονοματεπώνυμο

ΣΟΦΙΑ ΓΕΡΑΚΙΝΑ ΣΤΑΜΠΟΥΛΗ

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή



Περιεχόμενα	
Κατάλογος Πινάκων	1
Κατάλογος Γραφημάτων	1
Κατάλογος Εικόνων	2
Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	8
Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	8
ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	8
2.1 Η σημασία της ιχνηλασιμότητας στον χώρο της Υγείας	8
2.2 Ο ρόλος της τεχνολογίας στην ασφάλεια και αποδοτικότητα	9
2.3 Το κανονιστικό πλαίσιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση και η εφαρμογή στην Ελλάδα	16
2.4 Περιορισμοί, προκλήσεις και μελλοντικές κατευθύνσεις.....	18
της ιχνηλασιμότητας στην Υγεία.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	19
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	19
3.1 Έννοια της ιχνηλασιμότητας και θεωρητικά πλαίσια	19
3.2 Η ιχνηλασιμότητα στο πλαίσιο της διαχείρισης ποιότητας	20
3.3 Η ιχνηλασιμότητα ως εργαλείο διαχείρισης κινδύνου.....	21
3.3.1 Μελέτη Περίπτωσης: Ανάκληση του φαρμάκου Defitelio στην Ευρώπη και η	
σημασία της ιχνηλασιμότητας	22
3.4 Η ιχνηλασιμότητα ως θεμέλιο της επιχειρησιακής ευφύιας και της ψηφιακής	
μεταρρύθμισης στις φαρμακαποθήκες	22
3.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας	24
3.6 Η θεωρία των Δαπανών Συναλλαγών και η μείωση κόστους	24
μέσω ιχνηλασιμότητας.....	24
3.7 Η έννοια της Ορατότητας στην Εφοδιαστική Αλυσίδα	25
3.8 Θεσμική θεωρία και συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	27
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	27
ΣΤΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	27
4.1 Ιστορική αναδρομή και εξέλιξη της τεχνολογίας RFID.....	27
4.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά, τύποι tags και λειτουργία	28
4.3 Νοσοκομειακές εφαρμογές και χρήση στην κλινική πράξη	29
4.4 Η περίπτωση της Ελλάδας και των ελληνικών νοσοκομείων.....	30
4.5 Εφαρμογές RFID στη φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα	31
4.6 Πλεονεκτήματα, περιορισμοί και ζητήματα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας.	32
4.7 Συγκριτική αξιολόγηση με άλλες τεχνολογίες ιχνηλασιμότητας	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	36
ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	36
5.1 Σκοπός και Μεθοδολογία της Εμπειρικής Ανάλυσης	36
5.2 Δομή του Ερωτηματολογίου και Θεματικοί Άξονες	37
5.3 Παρουσίαση και Ανάλυση Αποτελεσμάτων.....	38
5.3 Περιορισμοί της έρευνας	48
5.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	48
5.5 Σύνδεση εμπειρικής ανάλυσης με το θεωρητικό πλαίσιο	48
5.6 Αξιολόγηση Κόστους και Οφελών από την Εφαρμογή της Τεχνολογίας RFID	49
5.7 Εκτίμηση Δυναμικής της Φαρμακαποθήκης στην Αγορά	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	53
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	59
Ερωτηματολόγιο προς Φαρμακαποθήκες	59

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Συγκριτική Παρουσίαση Τεχνολογιών Ιχνηλασιμότητας στον Τομέα της Υγείας.....σελ.15

Πίνακας 2: Σύγκριση Τύπων RFID Ετικετών με Δυνατότητες Καταγραφής Θερμοκρασίας και Υγρασίας.....σελ.29

Πίνακας 3:
Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Τεχνολογίας RFID στον Τομέα της Υγείας.....σελ.34

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 1. Κατανομή γνώσης της τεχνολογίας RFID.....σελ.40

Γράφημα 2. Δηλωθέν επίπεδο αυτοματοποίησης στις φαρμακαποθήκες που συμμετείχαν στην έρευνα ($N = 45$).....σελ.41

Γράφημα 3. Στάση των φαρμακαποθηκών απέναντι στην πιλοτική εφαρμογή της RFID για ειδικές κατηγορίες φαρμάκων ($N = 45$).....σελ.42

Γράφημα 4. Εκτιμώμενο ποσοστό σφαλμάτων σε αποστολές φαρμάκων, όπως δηλώθηκε από τις φαρμακαποθήκες ($N = 45$)σελ.43

Γράφημα 5. Στάση των φαρμακαποθηκών απέναντι στην προοπτική επένδυσης στην RFID, βάσει σεναρίου κόστους και μείωσης σφαλμάτων ($N = 45$)σελ.44

Γράφημα 6. Συσχέτιση επιπέδου αυτοματοποίησης φαρμακαποθηκών και γνώσης της τεχνολογίας RFID ($N = 45$)σελ.45

Γράφημα 7. Κατανομή πρόθεσης πιλοτικής εφαρμογής RFID ανά εκτιμώμενο ποσοστό σφαλμάτων στις αποστολές φαρμάκων ($N = 45$)σελ.46

Γράφημα 8: Συσχέτιση επιπέδου αυτοματοποίησης φαρμακαποθηκών και πρόθεσης επένδυσης στην τεχνολογία RFID, σύμφωνα με το σενάριο κόστους–οφέλους.σελ.47

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1

Πηγή: GSI US

Η εικόνα παρουσιάζει έναν QR code σε φαρμακευτική συσκευασία, επιτρέποντας την άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες για το προϊόν μέσω κινητής συσκευής.....σελ.9

Εικόνα 2

Πηγή: GSI Greece

Αυτός ο GSI DataMatrix κωδικοποιεί πληροφορίες όπως ο GTIN, ο αριθμός παρτίδας, η ημερομηνία λήξης και ο σειριακός αριθμός, σύμφωνα με τα πρότυπα του GSI.....σελ.10

Εικόνα 3

Πηγή: Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ)

Η εικόνα απεικονίζει τη διαδικασία σάρωσης του βραχιολιού του ασθενούς και του φαρμάκου πριν από τη χορήγηση, όπως εφαρμόζεται στο σύστημα BCMA.....σελ.11

Εικόνα 4

Πηγή: GSI

Η εικόνα δείχνει τη χρήση της τεχνολογίας RFID για την παρακολούθηση ιατρικού εξοπλισμού και φαρμάκων σε νοσοκομειακό περιβάλλον.....σελ.12

Εικόνα 5

Πηγή: mobisoftinfotech.com

Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας BLE στον χώρο της Υγείας, όπως η απομακρυσμένη παρακολούθηση, η διαχείριση φαρμάκων και εξοπλισμού και η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.....σελ.13

Η Τεχνολογία RFID στη Φαρμακευτική Εφοδιαστική Αλυσίδα:

Ανάλυση Αντιλήψεων Επαγγελματιών Υγείας σε Ελληνικές Φαρμακαποθήκες

Σημαντικοί Όροι: RFID ; Ιχνηλασιμότητα ; Κανονιστικό Πλαίσιο (Ελλάδα – Ε.Ε.) ; TAM ; DOI ; UTAUT ; Θεσμική Συμμόρφωση

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζει τη χρήση της τεχνολογίας RFID (Radio Frequency Identification) στον τομέα της Υγείας, με έμφαση στη φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα και ειδικότερα στις ελληνικές φαρμακαποθήκες. Στόχος είναι η αποτύπωση των αντιλήψεων των επαγγελματιών του κλάδου σχετικά με τα πλεονεκτήματα, τους περιορισμούς και τις προϋποθέσεις εφαρμογής της τεχνολογίας αυτής, στο πλαίσιο της αναβάθμισης της ιχνηλασιμότητας και της επιχειρησιακής αποδοτικότητας. Η θεωρητική θεμελίωση της μελέτης στηρίχθηκε σε έννοιες όπως η διαχείριση ποιότητας, η θεωρία των δαπανών συναλλαγών, η θεωρία της θεσμικής συμμόρφωσης και η επιχειρησιακή ευφυΐα, αναδεικνύοντας τη σημασία της ιχνηλασιμότητας τόσο για τη διαφάνεια όσο και για την αποτελεσματικότητα του συστήματος Υγείας.

Η εμπειρική ανάλυση βασίστηκε σε δομημένο ερωτηματολόγιο που απευθύνθηκε σε φαρμακαποθήκες, το οποίο αποκάλυψε ότι η RFID αναγνωρίζεται ως τεχνολογία με δυνατότητα ενίσχυσης της ακρίβειας, της ταχύτητας και της συμμόρφωσης. Παράλληλα, επισημάνθηκαν ανησυχίες για το αρχικό κόστος επένδυσης, την ανάγκη εξειδίκευσης προσωπικού και τη διαλειτουργικότητα με υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη θεωρητική θέση ότι η τεχνολογική καινοτομία, για να είναι βιώσιμη, απαιτεί θεσμική στήριξη και οργανωσιακή ετοιμότητα. Η μελέτη καταλήγει προτείνοντας τη διαμόρφωση εθνικής στρατηγικής για την ενίσχυση της ιχνηλασιμότητας, με την RFID ως βασικό εργαλείο ψηφιακού μετασχηματισμού στον χώρο της Υγείας.

RFID Technology in the Pharmaceutical Supply Chain: Analysis of Healthcare Professionals' Perceptions in Greek Pharmaceutical Warehouses

Keywords: RFID ; Traceability ; Regulatory Framework (Greece – EU) ; Technology Acceptance Model (TAM) ; Diffusion of Innovations (DOI) ; Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) ; Institutional Compliance

Abstract

This thesis explores the implementation of RFID (Radio Frequency Identification) technology in the healthcare sector, with a particular focus on the pharmaceutical supply chain and Greek pharmaceutical warehouses. The primary objective is to capture the perceptions of industry professionals regarding the benefits, limitations, and prerequisites for adopting this technology as a means of enhancing traceability and operational efficiency. The theoretical framework draws on concepts such as quality management, transaction cost theory, institutional compliance theory, and business intelligence, highlighting the strategic role of traceability in promoting transparency and performance within health systems.

The empirical analysis is based on data collected through a structured questionnaire addressed to pharmaceutical warehouse professionals. The responses reveal a generally positive stance toward RFID technology, emphasizing its potential to improve batch tracking accuracy, enable real-time monitoring, reduce human error during product handling, and support regulatory compliance. However, concerns were also raised regarding the high initial investment costs, the need for specialized staff training, and interoperability with existing IT systems. RFID is not seen as a replacement for existing systems (such as barcodes) but rather as a complementary tool contributing to a hybrid, more flexible traceability model.

The findings support the theoretical position that technological innovation requires institutional support and organizational readiness to be effectively implemented. The study concludes by proposing the development of a national strategy for traceability in the pharmaceutical sector, positioning RFID as a core component of digital transformation in healthcare logistics.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιχνηλασιμότητα στον χώρο της Υγείας αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της διασφάλισης της ποιότητας, της ασφάλειας των ασθενών και της αποτελεσματικής λειτουργίας των εφοδιαστικών αλυσίδων. Ιδίως στον φαρμακευτικό τομέα, όπου η κυκλοφορία προϊόντων υπόκειται σε αυστηρό κανονιστικό έλεγχο και η ανάγκη για άμεση ανάκληση παρτίδων ή έλεγχο γνησιότητας είναι κρίσιμη, η ύπαρξη αξιόπιστων μηχανισμών εντοπισμού και καταγραφής της διακίνησης των προϊόντων είναι απολύτως απαραίτητη. Τα συστήματα ιχνηλασιμότητας επιτρέπουν την παρακολούθηση φαρμακευτικών σκευασμάτων, ιατροτεχνολογικών προϊόντων και άλλων κρίσιμων αγαθών από την παραγωγή έως τη χορήγησή τους στον τελικό αποδέκτη, συμβάλλοντας στη διαφάνεια, την ταχύτητα και την ασφάλεια των διαδικασιών.

Η τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification), η οποία επιτρέπει την ασύρματη αναγνώριση αντικειμένων χωρίς οπτική επαφή, έχει εισέλθει δυναμικά στον χώρο της Υγείας, προτείνοντας λύσεις για τον εντοπισμό, την απογραφή, τη διαχείριση και την παρακολούθηση της πορείας φαρμακευτικών προϊόντων και ιατρικού εξοπλισμού. Σε συνδυασμό με συστήματα αποθήκευσης και διαχείρισης πληροφοριών (ERP, HIS), η RFID προσφέρει δυνατότητες real-time παρακολούθησης, πρόβλεψης αναγκών και μείωσης σφαλμάτων. Παρά τις δυνατότητες αυτές, η ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας στις ελληνικές φαρμακαποθήκες παραμένει περιορισμένη, γεγονός που καθιστά απαραίτητη τη μελέτη των αντιλήψεων των επαγγελματιών του κλάδου ως προς τα πλεονεκτήματα, τις δυσκολίες και τις προοπτικές της εφαρμογής της.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία διερευνά τη χρήση και την προοπτική ενσωμάτωσης της τεχνολογίας RFID στον τομέα της φαρμακευτικής εφοδιαστικής αλυσίδας, με έμφαση στις ελληνικές φαρμακαποθήκες. Η ανάλυση στηρίζεται αφενός σε εκτενή βιβλιογραφική επισκόπηση, αφετέρου σε εμπειρική έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίου, που σχεδιάστηκε για να αποτυπώσει τις στάσεις και τις εμπειρίες επαγγελματιών υγείας που δραστηριοποιούνται στον τομέα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εξέλιξη των τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας και η σημασία τους για τη λειτουργία του συστήματος Υγείας. Αναλύονται βασικές τεχνολογικές λύσεις όπως οι QR code, DataMatrix, BCMA και RFID, τόσο ως προς τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά όσο και ως προς τη λειτουργική τους ενσωμάτωση στα νοσοκομειακά και αποθηκευτικά πληροφοριακά συστήματα. Παράλληλα, εξετάζεται το ευρωπαϊκό και ελληνικό κανονιστικό πλαίσιο, με έμφαση στον Κανονισμό 2016/161 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και οι υφιστάμενοι περιορισμοί και οι μελλοντικές δυνατότητες εξέλιξης.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο της μελέτης. Εξετάζονται θεωρίες που σχετίζονται με τη διαχείριση ποιότητας, τη θεωρία των δαπανών συναλλαγών, τη θεωρία της ορατότητας στην εφοδιαστική αλυσίδα, τη θεσμική θεωρία και τη διαχείριση κινδύνου.

Ειδική αναφορά γίνεται στη χρήση της ιχνηλασιμότητας ως εργαλείο επιχειρησιακής ευφυΐας, καθώς και σε πραγματικά περιστατικά, όπως η ανάκληση του φαρμάκου Defitelio στην Ευρώπη, τα οποία αναδεικνύουν τη σημασία εφαρμογής των τεχνολογιών αυτών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται αναλυτική παρουσίαση της τεχνολογίας RFID, τόσο σε τεχνικό όσο και σε λειτουργικό επίπεδο. Εξετάζονται παραδείγματα εφαρμογής σε διεθνή και ελληνικά νοσοκομεία, οι συγκριτικές αποδόσεις της τεχνολογίας έναντι άλλων μεθόδων ιχνηλασιμότητας, καθώς και οι προκλήσεις της ενσωμάτωσής της στην πράξη.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ευρήματα της εμπειρικής έρευνας. Μέσω της ανάλυσης των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο, καταγράφονται οι στάσεις επαγγελματιών φαρμακαποθηκών απέναντι στην τεχνολογία RFID, οι εκτιμήσεις τους για τις επιπτώσεις της στην καθημερινή λειτουργία και τα εμπόδια που εντοπίζουν. Τα αποτελέσματα ερμηνεύονται σε συνάρτηση με το θεωρητικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο συνοψίζονται τα βασικά συμπεράσματα της εργασίας και διατυπώνονται προτάσεις για την ενίσχυση της τεχνολογικής ετοιμότητας των φαρμακαποθηκών στην Ελλάδα. Παράλληλα, προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα, με στόχο την περαιτέρω διερεύνηση των δυνατοτήτων και περιορισμών της τεχνολογίας RFID στο πλαίσιο του φαρμακευτικού εφοδιασμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

2.1 Η σημασία της ιχνηλασιμότητας στον χώρο της Υγείας

Η ιχνηλασιμότητα στον χώρο της Υγείας αναφέρεται στην ικανότητα ενός συστήματος να εντοπίζει, να παρακολουθεί και να καταγράφει την πορεία ενός προϊόντος, υλικού ή διαδικασίας σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας ή της περίθαλψης. Στην πράξη, αυτό σημαίνει την παρακολούθηση της διακίνησης φαρμάκων, ιατροτεχνολογικών προϊόντων, ενδοφλέβιων σκευασμάτων, ιατρικού εξοπλισμού ακόμη και ασθενών μέσα σε ένα νοσηλευτικό ή αποθηκευτικό περιβάλλον.

Η ιχνηλασιμότητα είναι κρίσιμο στοιχείο για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας, καθώς επιτρέπει την άμεση ταυτοποίηση των προϊόντων, την επαλήθευση της γνησιότητάς τους και την ταχεία απόκριση σε ενδεχόμενες ανακλήσεις. Ταυτόχρονα, υποστηρίζει τη συμμόρφωση με κανονισμούς όπως η Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Καταπολέμηση των Πλαστών Φαρμάκων (FMD), καθώς και τις απαιτήσεις του ΕΟΦ για μοναδική αναγνώριση συσκευασιών φαρμάκων μέσω κωδικών QR ή DataMatrix.

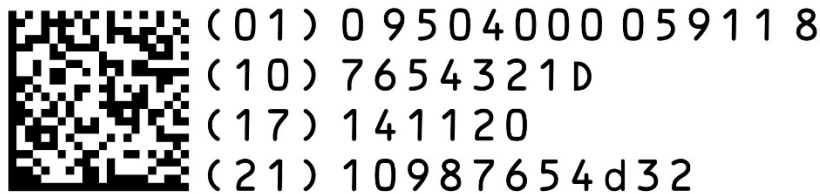
Επιπλέον, η ιχνηλασιμότητα προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στην πρόληψη φαρμακευτικών σφαλμάτων, στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης αποθεμάτων, στη διαφάνεια της εφοδιαστικής αλυσίδας και στην καταπολέμηση της νοθείας και του λαθρεμπορίου. Ιδιαίτερη σημασία αποκτά και στην περίπτωση των ενδονοσοκομειακών λοιμώξεων, καθώς επιτρέπει τον άμεσο εντοπισμό και απομόνωση επιμολυσμένων παρτίδων ή υλικών. Η διασύνδεση με ηλεκτρονικούς φακέλους ασθενών και με εθνικές ή ευρωπαϊκές βάσεις δεδομένων καθιστά την ιχνηλασιμότητα όχι μόνο εργαλείο ελέγχου, αλλά και πυλώνα για την ανάπτυξη πολιτικών Δημόσιας Υγείας που βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα (evidence-based policy).

Η ανάγκη για ιχνηλασιμότητα ενισχύεται περαιτέρω από φαινόμενα κρίσεων, όπως η πανδημία COVID-19, όπου αναδείχθηκε η σημασία της παρακολούθησης των αποθεμάτων ΜΑΠ (μέσα ατομικής προστασίας), φαρμάκων και εμβολίων. Η δυνατότητα παρακολούθησης της διαδρομής ενός προϊόντος, από τον παρασκευαστή μέχρι τον τελικό ασθενή, εξασφαλίζει τόσο την επιχειρησιακή συνέχεια όσο και τη διατήρηση της εμπιστοσύνης των πολιτών στο σύστημα Υγείας.

Η ιχνηλασιμότητα, επομένως, δεν αφορά μόνο τη λειτουργική διαχείριση, αλλά συνδέεται με θεμελιώδεις αξίες όπως η ασφάλεια, η δικαιοσύνη, η αποδοτικότητα και

2.2 Ο ρόλος της τεχνολογίας στην ασφάλεια και αποδοτικότητα

Η αξιοποίηση προηγμένων τεχνολογιών αποτελεί τη βάση για την εφαρμογή αξιόπιστων και λειτουργικά αποδοτικών συστημάτων ιχνηλασιμότητας. Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται οι κυριότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται διεθνώς, συνοδευόμενες από την ιστορική τους προέλευση, τη λειτουργική τους περιγραφή και τους τρόπους με τους οποίους ενσωματώνονται σε συστήματα υγείας.



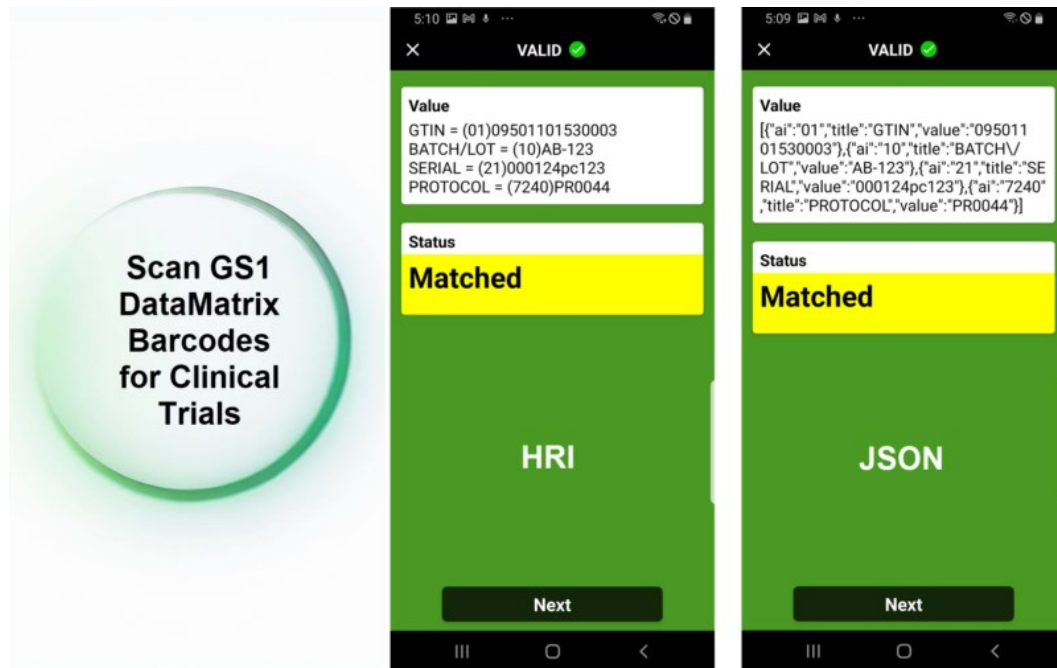
Εικόνα 1

Πηγή: GSI US

Η εικόνα παρουσιάζει έναν QR code σε φαρμακευτική συσκευασία, επιτρέποντας την άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες για το προϊόν μέσω κινητής συσκευής.

Η τεχνολογία **QR Code (Quick Response Code)** δημιουργήθηκε το 1994 από την ιαπωνική εταιρεία Denso Wave, θυγατρική της Toyota, με αρχικό σκοπό τη σήμανση εξαρτημάτων αυτοκινήτων για γρήγορη αναγνώριση. Αν και αρχικά χρησιμοποιήθηκε στη βιομηχανία, η ευκολία σάρωσης και η μεγάλη χωρητικότητα δεδομένων την καθιέρωσαν και στον τομέα της Υγείας. Οι QR codes αποτελούν δισδιάστατους γραμμωτούς κώδικες που μπορούν να αποθηκεύσουν πληροφορίες όπως σύνδεσμοι URL, οδηγίες φαρμάκου, εκπαιδευτικό υλικό ή σύνδεση με τον ηλεκτρονικό φάκελο ασθενούς. Η χρήση τους έχει ενισχυθεί ιδιαίτερα σε περιόδους κρίσεων. Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, πολλές ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Γερμανία και η Γαλλία, χρησιμοποίησαν QR codes για την αποθήκευση πληροφοριών εμβολιασμού, τον έλεγχο ταυτότητας ασθενών και την παροχή εξατομικευμένων οδηγιών θεραπείας. Σε μελέτη των Ferrer-Roca & Dufour (2022), διαπιστώθηκε ότι ασθενείς με χρόνιες παθήσεις παρουσίαζαν αυξημένη συμμόρφωση στη φαρμακευτική αγωγή όταν τους δινόταν πρόσβαση σε οδηγίες μέσω QR code σε φορητή συσκευή. Αν και δεν αποτελούν κώδικες «ρυθμιστικά πρότυπα» στον τομέα του φαρμάκου, οι QR codes προσφέρουν προσβασιμότητα και ευελιξία στην παροχή υγειονομικής πληροφόρησης

και έχουν αρχίσει να εξετάζονται σε εφαρμογές όπως η υποστήριξη ασθενών με νοητικά προβλήματα ή περιορισμένη υγειονομική παιδεία.



Εικόνα 2

Πηγή: GS1 Greece

Αυτός ο GS1 DataMatrix κωδικοποιεί πληροφορίες όπως ο GTIN, ο αριθμός παρτίδας, η ημερομηνία λήξης και ο σειριακός αριθμός, σύμφωνα με τα πρότυπα του GS1.

Η τεχνολογία **BCMA (Barcode Medication Administration)** εισήχθη για πρώτη φορά στις Ηνωμένες Πολιτείες στα τέλη της δεκαετίας του 1990, ως απάντηση στις ανησυχίες για την ασφάλεια στη χορήγηση φαρμάκων. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας οφείλεται στην πρόοδο των νοσοκομειακών πληροφοριακών συστημάτων και τη διάδοση των γραμμωτών κωδίκων (1D barcodes). Οι πρώτες πιλοτικές εφαρμογές έγιναν στο Veterans Affairs Medical Center και στο Brigham and Women's Hospital. Το σύστημα BCMA βασίζεται στην ταυτοποίηση φαρμάκου και ασθενούς μέσω σάρωσης barcode πριν από κάθε χορήγηση, εξασφαλίζοντας την «πέντε φορές σωστή χορήγηση»: σωστό φάρμακο, σε σωστό ασθενή, στη σωστή δόση, τη σωστή ώρα και από τη σωστή οδό. Η τεχνολογία αυτή συνδέεται με τις βάσεις δεδομένων του φαρμακείου και το ηλεκτρονικό ιστορικό του ασθενούς, καταγράφοντας κάθε χορήγηση σε πραγματικό χρόνο. Έχει αποδεδειγμένα μειώσει τα φαρμακευτικά σφάλματα έως και 40%.



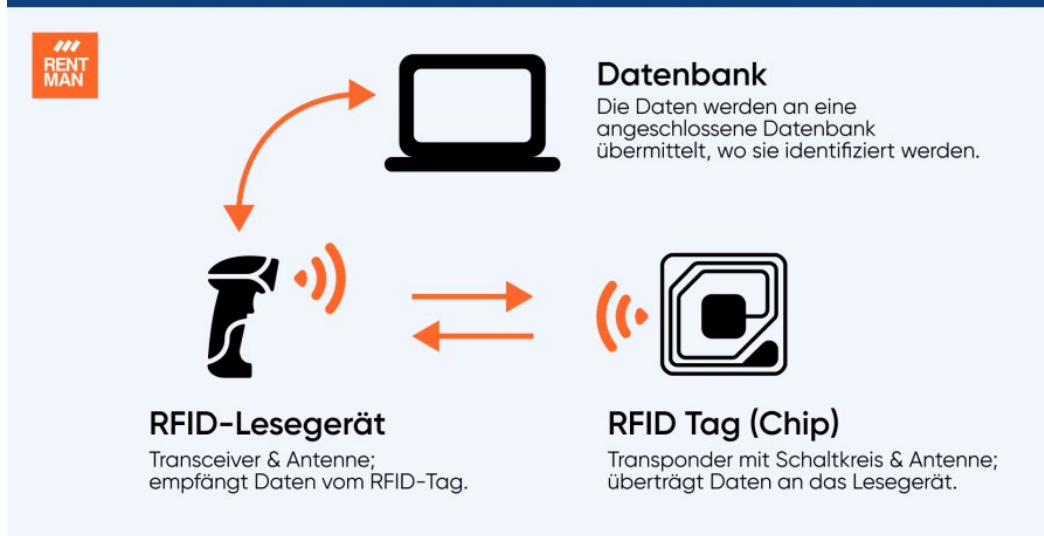
Εικόνα 3

Πηγή: Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ)

Η εικόνα απεικονίζει τη διαδικασία σάρωσης του βραχιολιού του ασθενούς και του φαρμάκου πριν από τη χορήγηση, όπως εφαρμόζεται στο σύστημα BCMA.

Η τεχνολογία **DataMatrix**, τυποποιημένη από την ISO/IEC 16022 το 2000, αναπτύχθηκε αρχικά τη δεκαετία του 1990 από την εταιρεία International Data Matrix, Inc. στις ΗΠΑ. Πρόκειται για δισδιάστατο γραμμωτό κώδικα (2D) υψηλής πυκνότητας, ο οποίος μπορεί να περιλαμβάνει μεγάλο όγκο πληροφοριών σε μικρό χώρο (έως 2.335 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες). Στον τομέα της υγείας χρησιμοποιείται κυρίως σε συσκευασίες φαρμάκων, όπου απαιτείται αναγραφή μοναδικού σειριακού αριθμού, αριθμού παρτίδας και ημερομηνίας λήξης. Το DataMatrix είναι ευανάγνωστο ακόμη και αν το κουτί έχει παραμορφωθεί, και διαβάζεται με σαρωτές 2D, εξασφαλίζοντας υψηλή ακρίβεια και ασφάλεια. Χρησιμοποιείται ευρέως σε όλες τις χώρες της Ε.Ε. στο πλαίσιο εφαρμογής του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/161.

Grundlagen des RFID-Ökosystems

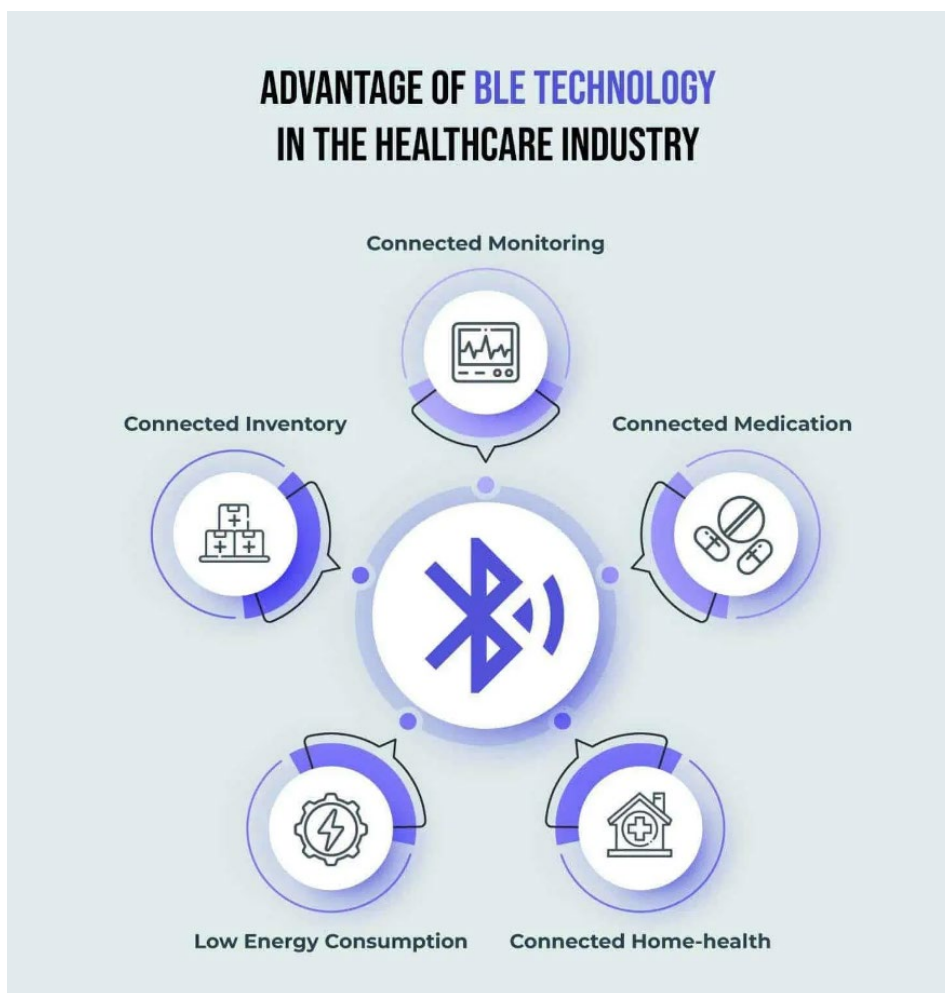


Εικόνα 4

Πηγή: GSI

Η εικόνα δείχνει τη χρήση της τεχνολογίας RFID για την παρακολούθηση ιατρικού εξοπλισμού και φαρμάκων σε νοσοκομειακό περιβάλλον.

Η **RFID (Radio Frequency Identification)** είναι τεχνολογία που αναπτύχθηκε αρχικά κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου από τη βρετανική αεροπορία (RAF) για την αναγνώριση φίλιων αεροσκαφών (IFF system). Στις δεκαετίες που ακολούθησαν, εξελίχθηκε από ερευνητές όπως ο Charles Walton (που κατοχύρωσε σχετική ευρεσιτεχνία το 1983) και ενσωματώθηκε σταδιακά σε εμπορικές εφαρμογές. Τα RFID συστήματα αποτελούνται από ετικέτες (tags), αναγνώστες (readers) και ένα λογισμικό διαχείρισης. Τα tags ενδέχεται να είναι παθητικά ή ενεργά, και επικοινωνούν με τον αναγνώστη μέσω ραδιοκυμάτων. Στην υγειονομική περίθαλψη, η RFID χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση αποθεμάτων, εξοπλισμού, ιατροτεχνολογικών προϊόντων, καθώς και για την ιχνηλάτηση ενδοφλέβιων σκευασμάτων κατά την προετοιμασία, μεταφορά και χορήγηση. Η δυνατότητα σύνδεσης με RTLS (Real-Time Location Systems) προσφέρει συνεχές γεωεντοπισμό και καταγραφή.



Εικόνα 5

Πηγή: mobisoftinfotech.com

Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας BLE στον χώρο της Υγείας, όπως η απομακρυσμένη παρακολούθηση, η διαχείριση φαρμάκων και εξοπλισμού και η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Bluetooth Low Energy

Η τεχνολογία **BLE (Bluetooth Low Energy)** σχεδιάστηκε από την εταιρεία Nokia στις αρχές της δεκαετίας του 2000 και καθιερώθηκε ως πρότυπο το 2010 με την κυκλοφορία του Bluetooth 4.0. Προορίζεται για ασύρματη μετάδοση δεδομένων με πολύ χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση. Σε ένα σύστημα BLE, μικροπομποί (beacons) τοποθετούνται σε εξοπλισμό ή προσωπικό και επικοινωνούν με σταθερούς δέκτες ή φορητές συσκευές (smartphones, tablets) που διαθέτουν BLE δυνατότητα. Η τεχνολογία επιτρέπει τον εντοπισμό, την παρακολούθηση και την ανάλυση διαδρομών ή χρόνου παραμονής σε κρίσιμες περιοχές. Έχει εφαρμοστεί με επιτυχία στην παρακολούθηση ενδονοσοκομειακών ροών, στην αποδοτική χρήση εξοπλισμού, καθώς και σε περιπτώσεις ιχνηλάτησης επαφών για λόγους επιτήρησης λοιμώξεων.

Τα νοσοκομεία που έχουν υιοθετήσει αυτές τις τεχνολογίες παρουσιάζουν αξιοσημείωτα αποτελέσματα.

Στην Ευρώπη, το νοσοκομείο Sant Joan de Déu στη Βαρκελώνη χρησιμοποιεί RFID και DataMatrix για την πλήρη ιχνηλασιμότητα ενδοφλέβιων σκευασμάτων. Το σύστημα καλύπτει κάθε στάδιο, από την παρασκευή έως τη χορήγηση, μειώνοντας τα σφάλματα κατά 56% και τον χρόνο διαχείρισης κατά 25%. Η εφαρμογή συνοδεύτηκε από εκπαιδευτικά προγράμματα και ενσωμάτωση με ηλεκτρονικά συστήματα ασθενών.

Στο Καρολίνσκα Ινστιτούτο της Σουηδίας, η υιοθέτηση του συστήματος GS1 DataMatrix στην κεντρική φαρμακαποθήκη οδήγησε σε ακρίβεια άνω του 99% στον εντοπισμό παρτίδων και στη διαχείριση ανακλήσεων, ενώ ερευνώνται οι επιπτώσεις στην έκβαση των θεραπειών μέσω ανάλυσης δεδομένων ιχνηλασιμότητας.

Στη Βόρεια Αμερική, το Brigham and Women's Hospital της Βοστώνης, ακαδημαϊκό κέντρο της Ιατρικής Σχολής του Harvard, έχει ηγηθεί διεθνώς στην εφαρμογή BCMA και RFID, πλήρως διασυνδεδεμένων με τον ηλεκτρονικό φάκελο ασθενούς. Μελέτη του Poon et al. (2010) απέδειξε μείωση των σφαλμάτων φαρμακευτικής αγωγής κατά 41%. Το RFID ενσωματώνεται στη διαχείριση εξοπλισμού και αποθεμάτων, ενώ τα συστήματα ανάλυσης κατανάλωσης (predictive analytics) βελτιώνουν τον προγραμματισμό προμηθειών.

Στη Νότια Αμερική, το νοσοκομείο Albert Einstein στο Σάο Πάολο συνδυάζει RFID, cloud τεχνολογία και ERP, επιτρέποντας την ταυτόχρονη παρακολούθηση ασθενών και υλικών. Η πιλοτική εφαρμογή στις χειρουργικές αίθουσες μείωσε τα απόβλητα κατά 30%, ενώ προγραμματίζεται η χρήση τεχνητής νοημοσύνης για πρόβλεψη αποθεμάτων.

Στην Ασία, το Singapore General Hospital διαθέτει ένα από τα πιο προηγμένα ρομποτικά φαρμακεία της περιοχής, ενσωματώνοντας RFID και αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης. Το σύστημα ανιχνεύει αποκλίσεις και παρεμβαίνει αυτόματα στη ροή διανομής. Η σύνδεση με την εθνική πλατφόρμα eHealth εξασφαλίζει άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες ανά ασθενή.

Στην Αυστραλία, το Royal Melbourne Hospital εφαρμόζει RFID και BLE για την ιχνηλασιμότητα ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού. Πείραμα του 2021 σε αποθήκες χειρουργικών υλικών έδειξε αύξηση κατά 70% στην ακρίβεια απογραφών και μείωση απωλειών. Παράλληλα, οι τεχνολογίες BLE χρησιμοποιούνται για ενδονοσοκομειακή παρακολούθηση ροής εργασιών και προσωπικού, βελτιστοποιώντας την παροχή φροντίδας.

Οι τεχνολογίες ιχνηλασιμότητας δεν είναι πλέον βοηθητικά εργαλεία αλλά κρίσιμα συστήματα διασφάλισης ποιότητας, που ενσωματώνονται λειτουργικά στην

καθημερινή παροχή φροντίδας και δημιουργούν ένα διαφανές, ασφαλές και αποτελεσματικό περιβάλλον υγειονομικής περίθαλψης.

Η τεχνολογία, όταν εφαρμόζεται με σωστό σχεδιασμό και εκπαίδευση, ενισχύει τη **διαφάνεια**, βελτιώνει τους **δείκτες ποιότητας**, και προσφέρει **σημαντικά λειτουργικά και οικονομικά οφέλη** στους παρόχους υπηρεσιών Υγείας.

Τεχνολογία	Έτος εμφάνισης	Ανάπτυξη από	Τύπος δεδομένων	Απαιτεί επαφή/οπτική σάρωση;	Εφαρμογές στην Υγεία	Πλεονεκτήματα
QR Code	1994	Denso Wave (Ιαπωνία)	URL, οδηγίες φαρμάκου, πληροφορίες προϊόντος	Ναι	Πρόσβαση σε οδηγίες θεραπείας, έλεγχος πιστοποιητικών COVID	Ευκολία χρήσης, διαδεδομένη τεχνολογία
Data Matrix	~1990s (ISO 2000)	International Data Matrix Inc.	GTIN, παρτίδα, λήξη, σειριακός αριθμός	Ναι	Συσκευασίες φαρμάκων σύμφωνα με FMD	Υψηλή πυκνότητα, αξιόπιστη ανάγνωση
RFID	~1940s / 1980s	RAF / Charles Walton	Κωδικοί, τοποθεσία, καταστάσεις προϊόντων	Όχι	Αποθήκες, IV σκευάσματα, παρακολούθηση εξοπλισμού	Real-time εντοπισμός, χωρίς ανάγκη επαφής
BLE	2010 (Bluetooth 4.0)	Nokia / Bluetooth SIG	Beacon ID, τοποθεσία, χρόνος παραμονής	Όχι	Παρακολούθηση ροών, εξοπλισμού, προσωπικού	Χαμηλή κατανάλωση, χαμηλό κόστος
BCMA	~1995-2000	VA / BWH (ΗΠΑ)	Barcode φαρμάκων και ταυτότητα ασθενών	Ναι	Νοσοκομειακή φαρμακευτική χορήγηση	Πρόληψη σφαλμάτων, σύνδεση με φάκελο ασθενούς

Πίνακας 1: Συγκριτική Παρουσίαση Τεχνολογιών Ιχνηλασιμότητας στον Τομέα της Υγείας

2.3 Το κανονιστικό πλαίσιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση και η εφαρμογή στην Ελλάδα

Η εφαρμογή της ιχνηλασιμότητας στον φαρμακευτικό τομέα και στον ευρύτερο χώρο της Υγείας δεν θα ήταν εφικτή χωρίς τη θέσπιση ενός ισχυρού ρυθμιστικού πλαισίου. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η αυξανόμενη απειλή από πλαστά φάρμακα οδήγησε στην έκδοση της Οδηγίας 2011/62/ΕΕ (Falsified Medicines Directive – FMD), η οποία αποτελεί τη βάση για την επιβολή υποχρεώσεων σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα. Η οδηγία αυτή ενσωματώθηκε στο δίκαιο των κρατών μελών με στόχο να εξασφαλίζεται η γνησιότητα των φαρμακευτικών προϊόντων που φτάνουν στους ασθενείς.

Η FMD συμπληρώθηκε από τον Κανονισμό (ΕΕ) 2016/161, ο οποίος ορίζει λεπτομερώς τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μέσων ασφάλειας στις συσκευασίες φαρμάκων. Βάσει του κανονισμού αυτού, κάθε συσκευασία συνταγογραφούμενου φαρμάκου πρέπει να φέρει:

- έναν μοναδικό αναγνωριστικό κωδικό (σε μορφή 2D DataMatrix), ο οποίος περιλαμβάνει τον κωδικό προϊόντος (GTIN), τον αριθμό παρτίδας, την ημερομηνία λήξης και έναν μοναδικό σειριακό αριθμό
- ένα σύστημα ανίχνευσης παραβίασης (tamper-evident device).

Τα δεδομένα αυτά καταχωρούνται σε πανευρωπαϊκή ψηφιακή πλατφόρμα, το **European Medicines Verification System (EMVS)**, μέσω της οποίας τα φαρμακεία, οι φαρμακαποθήκες και τα νοσοκομειακά φαρμακεία μπορούν να επαληθεύσουν σε πραγματικό χρόνο τη γνησιότητα κάθε συσκευασίας πριν τη διάθεση στον ασθενή. Το σύστημα βασίζεται σε αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική, με κάθε κράτος μέλος να διαχειρίζεται έναν εθνικό κόμβο. Στην Ελλάδα, το αρμόδιο όργανο για την εφαρμογή του συστήματος είναι ο **Εθνικός Οργανισμός Φαρμάκων (ΕΟΦ)** σε συνεργασία με τον **Ελληνικό Οργανισμό Επαλήθευσης Φαρμάκων (ΕΟΕΦΑ)**, ο οποίος έχει την ευθύνη διαχείρισης του εθνικού κόμβου. Ο κόμβος αυτός είναι το σύστημα **HVMO (Hub for Verification of Medicines in Operation)**, το οποίο συνδέει την ελληνική αγορά με την πανευρωπαϊκή βάση δεδομένων.

Η πλήρης εφαρμογή του συστήματος στην Ελλάδα έχει ήδη ολοκληρωθεί από τις **9 Φεβρουαρίου 2025**, ημερομηνία κατά την οποία έληξε και επίσημα η εξαίρεση από το κανονιστικό πλαίσιο, σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης., καθώς τόσο η Ελλάδα όσο και η Ιταλία έλαβαν εξαίρεση εξαετούς διάρκειας από την υποχρεωτική εφαρμογή λόγω τεχνικών και λειτουργικών δυσκολιών. Από το 2023, το σύστημα HVMO λειτουργεί σε πιλοτική φάση και από το 2024 σε πλήρη παραγωγική λειτουργία, υποστηρίζοντας τη σταδιακή διασύνδεση όλων των κρίσιμων φορέων της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η συμμόρφωση με το κανονιστικό πλαίσιο της Ε.Ε. εκτός από νομική υποχρέωση αποτελεί και απαραίτητο εργαλείο για την εξασφάλιση της ασφάλειας των ασθενών, την πρόληψη κυκλοφορίας πλαστών προϊόντων, την ενίσχυση της διαφάνειας στην εφοδιαστική αλυσίδα,

αλλά και τη δημιουργία βάσεων για την περαιτέρω ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως η RFID σε εσωτερικά συστήματα διαχείρισης φαρμακείων, αποθηκών και νοσοκομείων.

Επικρατέστερες αδυναμίες του EMVS και ανάγκη τεχνολογικής ενίσχυσης με RFID

Ένα σημαντικό επιχείρημα που ενισχύει την ανάγκη τεχνολογικής εξέλιξης των συστημάτων ιχνηλασιμότητας προκύπτει από την περιορισμένη εμβέλεια της εφαρμογής EMVS. Οι 11 καταγεγραμμένες περιπτώσεις ψευδεπίγραφων προϊόντων που εντοπίστηκαν το 2023 δεν αφορούσαν περιπτώσεις που έφτασαν σε ασθενείς, αλλά παρατηρήθηκαν κατά τη σάρωση παρτίδων σε επίπεδο διανομής. Η επιτυχής παρεμπόδιση της κυκλοφορίας τους ανέδειξε τη χρησιμότητα του EMVS, ωστόσο ανέδειξε και τη βασική του αδυναμία: την εξάρτησή του από τη συμμετοχή του χρήστη στο τελικό στάδιο της αλυσίδας, δηλαδή κατά την παράδοση του φαρμάκου. Εάν δεν γίνει σάρωση ή εάν υπάρξει ανθρώπινο σφάλμα ή παραβίαση της διαδικασίας, το σύστημα καθίσταται αναποτελεσματικό.

Σύμφωνα με αναφορά του European Medicines Verification Organisation (EMVO), κατά την πιλοτική φάση εφαρμογής του EMVS στην Ελλάδα (πριν από την πλήρη ενεργοποίηση του υποχρεωτικού μέτρου στις 9 Φεβρουαρίου 2025), τα περιστατικά μη ορθής σάρωσης από φαρμακεία και νοσοκομεία ξεπερνούσαν το 20% ανά μήνα. Παρόμοια προβλήματα καταγράφηκαν και στη Σλοβακία, η οποία έχει ενταχθεί πλήρως στο σύστημα ήδη από το 2019, αλλά εξακολουθεί να εμφανίζει ποσοστά μη συμμόρφωσης άνω του 25%. Τα στοιχεία αυτά καταδεικνύουν ότι ακόμη και σε χώρες με θεσμικά ολοκληρωμένη ενσωμάτωση, η λειτουργικότητα του EMVS παραμένει ασταθής χωρίς επαρκή κατάρτιση του προσωπικού και συστημική ενσωμάτωση στα νοσοκομειακά πληροφοριακά δίκτυα (EMVO, 2023).

Ακόμη, σε επίπεδο υποδομών, δεν υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησης των φαρμάκων ή των παρτίδων σε πραγματικό χρόνο κατά τη μεταφορά, την αποθήκευση ή την εσωτερική κυκλοφορία στο νοσοκομείο. Δεν είναι δηλαδή ένα σύστημα real-time logistics, αλλά ένα σύστημα επικεντρωμένο στον έλεγχο της συσκευασίας. Επιπλέον, οι ελλείψεις σε τεχνική κατάρτιση και η ανεπαρκής διασύνδεση με τα πληροφοριακά συστήματα (ERP/HIS) παραμένουν σοβαρά εμπόδια.

Αναδεικνύεται, λοιπόν, η ανάγκη για τεχνολογίες όπως το RFID, που επιτρέπουν την αυτόματη, αδιάλειπτη και χωρίς εξάρτηση από ανθρώπινη παρέμβαση ιχνηλασιμότητα των προϊόντων. Οι δυνατότητες των συστημάτων RFID για real-time εντοπισμό, καταγραφή παραμέτρων μεταφοράς (όπως θερμοκρασία), διασύνδεση με το ERP ή το HIS κάθε ιδρύματος και μαζική σάρωση αντικειμένων χωρίς οπτική επαφή τις καθιστούν αναγκαίες για την επόμενη γενιά ιχνηλασιμότητας στον χώρο της Υγείας.

Στατιστικά Υιοθέτησης Τεχνολογιών Ιχνηλασιμότητας στην Ευρώπη

Σύμφωνα με έκθεση της GS1 Europe (2022), ποσοστό άνω του 85% των δημόσιων νοσοκομείων στο Βέλγιο, την Ολλανδία και τη Δανία έχουν ενσωματώσει συστήματα DataMatrix και BCMA στην καθημερινή λειτουργία τους. Στη Γερμανία, περισσότερο από το 70% των μεγάλων πανεπιστημιακών νοσοκομείων αξιοποιούν συνδυασμένα barcodes και

RFID tags για τη διαχείριση φαρμάκων υψηλού κινδύνου. Στην Ελλάδα, αντίστοιχα ποσοστά υιοθέτησης παραμένουν κάτω του 30%, κυρίως λόγω του κατακερματισμένου πληροφοριακού συστήματος και της έλλειψης εθνικής στρατηγικής για την ψηφιοποίηση των αποθεμάτων φαρμάκου (Σπυράκης, 2007· Μπιζιούρης, 2007).

2.4 Περιορισμοί, προκλήσεις και μελλοντικές κατευθύνσεις της ιχνηλασιμότητας στην Υγεία

Παρά τη σημαντική πρόοδο που έχει σημειωθεί σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο, η ιχνηλασιμότητα στον χώρο της Υγείας συνεχίζει να αντιμετωπίζει μια σειρά από συστημικά και τεχνολογικά εμπόδια. Οι υπάρχουσες τεχνολογίες, όπως οι 2D γραμμωτοί κώδικες και η BCMA, προσφέρουν σημαντικά οφέλη, αλλά παρουσιάζουν περιορισμούς όταν χρησιμοποιούνται αυτόνομα. Οι κυριότερες προκλήσεις αφορούν την ανθρώπινη εξάρτηση κατά τη σάρωση, τις αστοχίες διαλειτουργικότητας μεταξύ συστημάτων, τις ελλείψεις σε εκπαίδευση του προσωπικού και την απουσία real-time παρακολούθησης.

Οι 11 καταγεγραμμένες περιπτώσεις ψευδεπίγραφων προϊόντων που εντοπίστηκαν το 2023 εντός του EMVS δεν κατέληξαν τελικά σε ασθενείς, κάτι που θεωρήθηκε επιτυχία του συστήματος. Ωστόσο, η αδυναμία πρόβλεψης και άμεσης απόκρισης, σε πραγματικό χρόνο, σε πιθανά συμβάντα εσφαλμένης διακίνησης ή παραβίασης της εφοδιαστικής αλυσίδας, καταδεικνύει τη βασική του αδυναμία.

Ένας ακόμη σημαντικός περιορισμός είναι η αδυναμία των υπαρχόντων συστημάτων να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την πορεία και την τοποθεσία των φαρμακευτικών προϊόντων, ιδιαίτερα στο εσωτερικό των νοσοκομείων ή κατά τη μεταφορά τους. Αν και ορισμένες τεχνολογίες (όπως το RFID) μπορούν να καταγράφουν παραμέτρους όπως θερμοκρασία ή υγρασία — χρήσιμες κυρίως για ευαίσθητα προϊόντα όπως τα βιολογικά ή τα εμβόλια — η ιχνηλασιμότητα ως έννοια δεν εμπεριέχει εξ ορισμού αυτές τις παραμέτρους. Η συσχέτισή τους αφορά την επέκταση της ιχνηλασιμότητας σε επίπεδο ποιότητας και όχι μόνο εντοπισμού. Επίσης, η περιορισμένη δυνατότητα real-time τοποθεσιακού εντοπισμού εντός των εγκαταστάσεων (π.χ. νοσοκομειακών φαρμακείων ή αποθηκών) στερεί από τους επαγγελματίες Υγείας την ευκαιρία να προλάβουν σφάλματα ή να εντοπίσουν εγκαίρως αστοχίες.

Οι παραπάνω προκλήσεις οδηγούν στην αναγκαία μετάβαση προς τεχνολογίες που προσφέρουν ενεργό και διαρκή εντοπισμό και παρακολούθηση — με κυριότερη την τεχνολογία RFID, η οποία παρουσιάζεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

3.1 Έννοια της ιχνηλασιμότητας και θεωρητικά πλαίσια

Η έννοια της ιχνηλασιμότητας (traceability) απαντάται σε διάφορους τομείς, αλλά αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα στον χώρο της Υγείας, καθώς σχετίζεται άμεσα με την ασφάλεια του ασθενούς και τη διασφάλιση ποιότητας. Σύμφωνα με τον ορισμό του ISO 8402:1986, η ιχνηλασιμότητα είναι "η ικανότητα ιχνηλάτησης της ιστορίας, της εφαρμογής ή της τοποθεσίας ενός στοιχείου μέσω καταγεγραμμένων ταυτοποιήσιμων δεδομένων". Αυτό σημαίνει ότι κάθε στάδιο της διαδρομής ενός προϊόντος – από την παραγωγή έως τη χορήγηση στον ασθενή – θα πρέπει να είναι επαληθεύσιμο και τεκμηριωμένο.

Η ιχνηλασιμότητα διαφέρει εννοιολογικά από τη γενική παρακολούθηση αποθεμάτων ή τη διαχείριση logistics. Ενώ αυτές οι λειτουργίες αφορούν την καταγραφή ποσοτήτων, θέσεων και χρόνων, η ιχνηλασιμότητα περιλαμβάνει την πλήρη ταυτοποίηση του προϊόντος, τη σύνδεση με παρτίδες (batches), ημερομηνίες λήξης, στοιχεία παραγωγής και το ιστορικό κάθε παρτίδας ή μονάδας. Στον χώρο της Υγείας, αυτό αφορά όχι μόνο τα φαρμακευτικά προϊόντα, αλλά και τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα, τον εξοπλισμό και – σε ορισμένες περιπτώσεις – ακόμη και τους ίδιους τους ασθενείς μέσω κωδικών αναγνώρισης ή RFID.

Η επιστημονική βιβλιογραφία αναδεικνύει τη σημασία της ιχνηλασιμότητας ως βασικής παραμέτρου για την ενίσχυση της ασφάλειας, της διαφάνειας και της λογοδοσίας σε πολύπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού, ιδιαίτερα στην υγειονομική περίθαλψη (Regattieri et al., 2007). Μελέτες δείχνουν ότι η ιχνηλασιμότητα μειώνει τον χρόνο απόκρισης σε ανακλήσεις προϊόντων, περιορίζει την έκθεση του πληθυσμού σε κινδύνους και ενισχύει την εμπιστοσύνη μεταξύ εμπλεκόμενων φορέων. Παράλληλα, η ιχνηλασιμότητα σχετίζεται με τη στρατηγική διαχείριση ποιότητας, καθώς επιτρέπει την τεκμηρίωση όλων των φάσεων ενός προϊόντος ή υπηρεσίας, από την πρώτη ύλη έως την τελική χρήση (Dabbene et al., 2014).

Στο πλαίσιο της φαρμακαποθήκης, η ιχνηλασιμότητα αποκτά επιπλέον σημασία λόγω των ειδικών απαιτήσεων για τον έλεγχο παρτίδων, τη διαχείριση ημερομηνιών λήξης και τη συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια (όπως η οδηγία FMD της Ε.Ε.). Επιπλέον, το περιβάλλον της αποθήκευσης περιλαμβάνει προκλήσεις όπως διαχείριση επιστροφών, παρακολούθηση παραμέτρων όπως θερμοκρασία και υγρασία και τήρηση αρχείων για εσωτερικό και εξωτερικό έλεγχο. Σε αυτό το πλαίσιο, η ιχνηλασιμότητα δεν είναι απλώς εργαλείο παρακολούθησης, αλλά θεμέλιος λίθος για την επιχειρησιακή συνέχεια και τη διασφάλιση ποιότητας στην εφοδιαστική υγειονομικών προϊόντων.

3.2 Η ιχνηλασιμότητα στο πλαίσιο της διαχείρισης ποιότητας

Η ιχνηλασιμότητα συνδέεται οργανικά με τα Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας (QMS), καθώς αποτελεί βασικό μηχανισμό ελέγχου και διασφάλισης της συμμόρφωσης. Το πρότυπο ISO 9001:2015 αναγνωρίζει την ιχνηλασιμότητα ως κεντρικό εργαλείο για την αποτύπωση και παρακολούθηση των διαδικασιών, την εξασφάλιση ικανοποιητικής τεκμηρίωσης, καθώς και την ικανότητα για αναστροφή ή διερεύνηση σε περίπτωση απόκλισης ή μη συμμόρφωσης (ISO, 2015). Το Κεφάλαιο 8 του ISO 9001:2015 προβλέπει ότι οι οργανισμοί πρέπει να διασφαλίζουν την ταυτοποίηση και την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων και των υπηρεσιών τους σε όλα τα στάδια, όταν αυτό απαιτείται.

Το ISO 9001 δίνει επίσης έμφαση στη συστηματική διαχείριση τεκμηρίωσης μέσω εγγράφων ποιότητας, όπως πρωτόκολλα παραγωγής, δελτία ελέγχου, αρχεία παρακολούθησης και αναφορών μη συμμορφώσεων. Η ιχνηλασιμότητα υποστηρίζει τη δυνατότητα για αναλυτική ιχνηλάτηση κάθε ενέργειας, την αναδρομική αποτύπωση ευθυνών και την τεκμηρίωση βελτιωτικών ενεργειών, καθιστώντας την κρίσιμη για επιθεωρήσεις και πιστοποιήσεις.

Η Ορθή Παρασκευαστική Πρακτική (Good Manufacturing Practice – GMP), όπως αποτυπώνεται στο EudraLex Volume 4, αποτελεί θεσμοθετημένο πλαίσιο για την παραγωγή και διανομή φαρμακευτικών προϊόντων. Η GMP απαιτεί λεπτομερή καταγραφή όλων των σταδίων παραγωγής και διακίνησης, ώστε να εξασφαλίζεται η δυνατότητα ανάκλησης και ελέγχου. Στο πλαίσιο της φαρμακαποθήκης, αυτό σημαίνει ότι για κάθε παρτίδα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμα αρχεία εισόδου, ελέγχου ποιότητας, αποθήκευσης, και τελικής διανομής. Η μη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις αυτές μπορεί να οδηγήσει σε απόρριψη παρτίδας ή ακόμα και σε αναστολή άδειας λειτουργίας.

Το εργαλείο PDCA (Plan–Do–Check–Act), που παρουσιάστηκε αρχικά από τον Walter A. Shewhart στη δεκαετία του 1930 και έγινε ευρύτερα γνωστό μέσα από το έργο του W. Edwards Deming τη δεκαετία του 1950, αποτέλεσε θεμέλιο λίθο για τη διαχείριση ποιότητας και τη συνεχή βελτίωση. Ο Masaaki Imai, θεμελιωτής της φιλοσοφίας Kaizen, ενσωμάτωσε τη λογική του PDCA στα πρότυπα συνεχούς βελτίωσης τις δεκαετίες 1970 και 1980, εδραιώνοντάς το ως πρακτική στον χώρο της παραγωγής και αργότερα στις υπηρεσίες υγείας.

Στην πράξη, η ιχνηλασιμότητα είναι παρούσα και στις τέσσερις φάσεις του κύκλου: στη φάση Plan για τη θέσπιση διαδικασιών, στη φάση Do με την εφαρμογή και καταγραφή, στη φάση Check μέσω της επαλήθευσης και της σύγκρισης με πρότυπα, και στη φάση Act με τη λήψη διορθωτικών ενεργειών. Ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας που λειτουργεί αποτελεσματικά επιτρέπει στον οργανισμό να αναγνωρίσει πρότυπα, να εντοπίσει επαναλαμβανόμενα σφάλματα και να εφαρμόσει μόνιμες λύσεις.

Σύμφωνα με τους Sampiao et al. (2009), οργανισμοί με ώριμα Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας που περιλαμβάνουν πλήρη μηχανισμούς ιχνηλασιμότητας επιτυγχάνουν υψηλότερα επίπεδα ικανοποίησης πελατών, καλύτερη διαχείριση κινδύνου και ευκολότερη συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια. Η χρήση τεχνολογιών όπως barcode, RFID και ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα (ERP/WMS) ενισχύει περαιτέρω τη δυνατότητα του οργανισμού να καταγράφει, να αναλύει και να αντιδρά ταχέως σε μη συμμορφώσεις και αποκλίσεις.

3.3 Η ιχνηλασιμότητα ως εργαλείο διαχείρισης κινδύνου

Η ιχνηλασιμότητα αποτελεί κρίσιμο εργαλείο στην ανάλυση και διαχείριση κινδύνων, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα υψηλής ευθύνης όπως τα νοσοκομεία και οι φαρμακαποθήκες. Σύμφωνα με τις αρχές του ISO 31000 για το risk management, η δυνατότητα γρήγορου εντοπισμού μιας παρτίδας ή ενός προϊόντος που έχει εμφανίσει απόκλιση είναι καθοριστική για τη μείωση του κινδύνου βλάβης στον ασθενή και την αποτροπή συστημικών σφαλμάτων.

Η ανάλυση κινδύνου (Risk Assessment) στον χώρο της Υγείας περιλαμβάνει την αξιολόγηση πιθανών σφαλμάτων που μπορεί να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητες ενέργειες – όπως η χορήγηση λανθασμένου φαρμάκου, η χρήση ληγμένου προϊόντος ή η αποτυχία εντοπισμού παρτίδας σε περίπτωση ανάκλησης. Ένα αποτελεσματικό σύστημα ιχνηλασιμότητας επιτρέπει τον άμεσο εντοπισμό των αιτιών αυτών των σφαλμάτων (Root Cause Analysis), τη στοχευμένη ανάκληση των σχετικών προϊόντων και τη λήψη διορθωτικών και προληπτικών μέτρων (CAPA) σε πραγματικό χρόνο.

Επιπλέον, η ιχνηλασιμότητα συνδέεται άμεσα με τη λειτουργία των Κέντρων Φαρμακοεπαγρύπνησης, επιτρέποντας την ταυτοποίηση του φαρμακευτικού προϊόντος που ενδεχομένως εμπλέκεται σε ανεπιθύμητη ενέργεια και τη διασταύρωση με άλλα περιστατικά. Η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως barcode και RFID, παρέχει τη δυνατότητα αυτοματοποιημένης καταγραφής δεδομένων, μειώνοντας την εξάρτηση από χειροκίνητες διαδικασίες και συνεπαγόμενα σφάλματα.

Η βιβλιογραφία αναδεικνύει πως σε περιβάλλοντα όπου εφαρμόζεται οργανωμένο σύστημα ιχνηλασιμότητας, παρατηρείται ταχύτερη απόκριση σε κρίσιμες καταστάσεις, μείωση καθυστερήσεων στην αλυσίδα εφοδιασμού, και ενίσχυση της εμπιστοσύνης των επαγγελματιών υγείας και των ασθενών (McFarlane et al., 2013).

Στο πλαίσιο της διαχείρισης κινδύνου, η ιχνηλασιμότητα αποτελεί επομένως αναπόσπαστο στοιχείο στρατηγικού σχεδιασμού, καθώς ενσωματώνεται τόσο στις διαδικασίες πρόληψης όσο και στις διαδικασίες απόκρισης. Ο ορθός σχεδιασμός της, σε συνδυασμό με εκπαιδευμένο προσωπικό και επαρκή τεχνολογική υποστήριξη, καθιστούν την ιχνηλασιμότητα όχι απλώς εργαλείο συμμόρφωσης, αλλά μοχλό ενίσχυσης της ασφάλειας και της επιχειρησιακής ευφυΐας

3.3.1 Μελέτη Περίπτωσης: Ανάκληση του φαρμάκου Defitelio στην Ευρώπη και η σημασία της ιχνηλασιμότητας

Τον Ιανουάριο του 2024, η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Φαρμάκων (EMA) ανακοίνωσε την ανάκληση συγκεκριμένων παρτίδων του φαρμάκου Defitelio (defibrotide) λόγω εντοπισμού σωματιδίων σε ενέσιμα φιαλίδια, γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει σε σοβαρές ενδοφλέβιες επιπλοκές. Η ανάκληση αφορούσε άμεση απομάκρυνση παρτίδων από νοσοκομεία και αποθήκες διανομής σε κράτη-μέλη της ΕΕ. Η επιτυχής και ταχεία διαχείριση της ανάκλησης βασίστηκε σε καλά σχεδιασμένα συστήματα ιχνηλασιμότητας που είχαν εγκατασταθεί σε φαρμακαποθήκες και νοσοκομειακά ιδρύματα, επιτρέποντας τον ακριβή εντοπισμό των παρτίδων και των τελικών σημείων διανομής.

Ενδεικτικά, φαρμακαποθήκες που διέθεταν WMS συστήματα με δυνατότητα real-time παρακολούθησης, κατάφεραν να εντοπίσουν πλήρως τα αποθέματα εντός λίγων ωρών και να αποστείλουν ειδοποιήσεις ανάκλησης στους συνεργάτες τους μέσω αυτόματων δελτίων ασφαλείας (Safety Alerts). Το περιστατικό ανέδειξε τον ρόλο της ιχνηλασιμότητας ως εργαλείου φαρμακοεπαγρύπνησης, ενίσχυσης της λογοδοσίας και συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του Ευρωπαϊκού Κανονισμού 2016/161.

3.4 Η ιχνηλασιμότητα ως θεμέλιο της επιχειρησιακής ευφυΐας και της ψηφιακής μεταρρύθμισης στις φαρμακαποθήκες

Η υιοθέτηση τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας, όπως οι γραμμωτοί κώδικες, οι κωδικοί DataMatrix και η τεχνολογία RFID, προϋποθέτει τη μελέτη θεωρητικών πλαισίων που ερμηνεύουν τη συμπεριφορά οργανισμών και ατόμων απέναντι στην καινοτομία. Δύο από τα σημαντικότερα θεωρητικά μοντέλα είναι το Technology Acceptance Model (TAM) και η Diffusion of Innovations Theory (DOI).

Το Technology Acceptance Model (TAM), όπως διαμορφώθηκε από τους Davis et al. (1989), στηρίζεται στην αντίληψη ότι η αποδοχή μιας τεχνολογίας από τους χρήστες εξαρτάται κυρίως από δύο μεταβλητές: την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα (perceived usefulness) και την αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης (perceived ease of use). Στο πλαίσιο της φαρμακαποθήκης, αυτό σημαίνει ότι οι υπάλληλοι και οι υπεύθυνοι ποιότητας θα υιοθετήσουν ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας εάν θεωρούν ότι διευκολύνει τις διαδικασίες τους, μειώνει τα λάθη και απαιτεί ελάχιστη εκπαίδευση ή προσαρμογή. Η θεωρία της Διάχυσης Καινοτομιών (Diffusion of Innovations Theory – DOI), που προτάθηκε από τον Everett Rogers, βασίζεται στην ιδέα ότι η τεχνολογική καινοτομία υιοθετείται σταδιακά μέσα από πέντε στάδια: γνώση, πειθώ, απόφαση, εφαρμογή και επιβεβαίωση. Η διάδοση εξαρτάται από παράγοντες όπως το σχετικό πλεονέκτημα της

τεχνολογίας, η συμβατότητά της με τα υφιστάμενα συστήματα, η πολυπλοκότητα της χρήσης της, η δυνατότητα δοκιμής της και η ορατότητα των αποτελεσμάτων της.

Στο επιχειρησιακό πλαίσιο των φαρμακαποθηκών, η θεωρία DOI μπορεί να εξηγήσει γιατί ορισμένες εταιρείες υιοθετούν πρόωρα τεχνολογίες RFID για την ιχνηλασιμότητα, ενώ άλλες καθυστερούν, παρόλο που αναγνωρίζουν τη χρησιμότητά τους. Επιπλέον, το επίπεδο εκπαίδευσης του προσωπικού, η ηγετική κουλτούρα της επιχείρησης και η υποστήριξη από τις ρυθμιστικές αρχές παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιτυχή εφαρμογή.

Παράλληλα, η ενσωμάτωση συστημάτων ιχνηλασιμότητας σε ψηφιακές πλατφόρμες όπως τα WMS (Warehouse Management Systems) και τα ERP (Enterprise Resource Planning), επιτρέπει τη συλλογή και αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα, με την κατάλληλη επεξεργασία μέσω εργαλείων επιχειρησιακής ευφυΐας (Business Intelligence), μπορούν να προσφέρουν χρήσιμες προβλέψεις, αναγνωρίσιμα πρότυπα και προτάσεις για βελτιστοποίηση των διαδικασιών.

Η επιχειρησιακή ευφυΐα δίνει τη δυνατότητα στις φαρμακαποθήκες να μετατρέψουν τα δεδομένα ιχνηλασιμότητας σε γνώση: τότε παρατηρούνται αποκλίσεις, ποια προϊόντα έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα ανακλήσεων, ποιες συνθήκες ευνοούν την αποτελεσματική αποθήκευση. Έτσι, η ιχνηλασιμότητα από μία λειτουργική απαίτηση μετατρέπεται σε στρατηγικό πλεονέκτημα.

Στο πλαίσιο της ψηφιακής μεταρρύθμισης, η ενσωμάτωση της ιχνηλασιμότητας ενισχύει τη διαλειτουργικότητα, τη διαφάνεια και την ανταπόκριση στους κανονισμούς. Ειδικά με την προώθηση προτύπων όπως τα GS1, οι επιχειρήσεις μπορούν να επιτύχουν διασύνδεση με διεθνείς εταίρους, φορείς και πλατφόρμες ελέγχου.

Η επιτυχής εφαρμογή των παραπάνω απαιτεί υποστήριξη από τη διοίκηση, επένδυση στην εκπαίδευση και στη διαχείριση αλλαγών (change management), καθώς και τεχνολογική αναβάθμιση. Η ιχνηλασιμότητα, λοιπόν, δεν είναι απλώς ένα μέσο συμμόρφωσης με τις κανονιστικές απαιτήσεις, αλλά κινητήριο μοχλός για τη μετάβαση στη φαρμακαποθήκη του μέλλοντος.

Η Alliance Healthcare Ισπανίας εγκαινίασε πρόσφατα ένα νέο κέντρο logistics και έδρα, ενσωματώνοντας προηγμένα συστήματα αυτοματισμού και ημιαυτόματης συλλογής παραγγελιών. Σύμφωνα με ανακοίνωση της εταιρείας, το 80% των γραμμών παραγγελιών προετοιμάζεται αυτόματα, βελτιώνοντας σημαντικά τον χρόνο εκτέλεσης των διαδικασιών διανομής. Οι εγκαταστάσεις καλύπτουν 23.500 m² και διαχειρίζονται περισσότερα από 30.000 φαρμακευτικά προϊόντα, παρέχοντας επίσης υποστήριξη σε πάνω από 500 κλινικές δοκιμές παγκοσμίως.

Πέρα από το TAM και το DOI, έχει προταθεί και το μοντέλο Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) των Venkatesh et al. (2003), το οποίο ενσωματώνει μεταβλητές όπως η κοινωνική επιρροή, η διευκόλυνση των συνθηκών και η πρόθεση χρήσης. Το UTAUT έχει εφαρμοστεί σε μελέτες αποθήκευσης στον

υγειονομικό τομέα και μπορεί να προσφέρει πληρέστερη εικόνα για την κατανόηση των φραγμών ή των κινήτρων στην υιοθέτηση τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας σε φαρμακαποθήκες με πολυπληθές προσωπικό και ποικίλο τεχνολογικό υπόβαθρο.

3.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας

Η επιτυχής υιοθέτηση τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας προκύπτει από ένα σύνολο αλληλοσυνδεόμενων παραμέτρων που επηρεάζουν τη λειτουργική ετοιμότητα των φαρμακαποθηκών. Οι τεχνολογικές υποδομές, η σαφήνεια του ρυθμιστικού πλαισίου και η οργανωσιακή ωριμότητα αποτελούν βασικά στοιχεία που ενισχύουν την εφαρμογή και αξιοποίηση καινοτόμων εργαλείων.

Ωστόσο, ο ανθρώπινος παράγοντας διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο. Η επιφυλακτικότητα απέναντι στην αλλαγή, οι ανησυχίες για απώλεια αυτονομίας ή θέσεων εργασίας και η έλλειψη εκπαίδευσης οδηγούν συχνά σε φαινόμενα αντίστασης. Σε πολλές περιπτώσεις, η ηγεσία της επιχείρησης δυσκολεύεται να ενσωματώσει τεχνολογικές λύσεις όταν δεν υπάρχει ενεργή εμπλοκή του προσωπικού ή ξεκάθαρο όραμα για τη λειτουργική τους ενσωμάτωση.

Στη Γερμανία, φαρμακαποθήκες που ενσωμάτωσαν WMS με barcode πέτυχαν αισθητή μείωση στον χρόνο ελέγχου παρτίδων και σημαντικά ταχύτερη ανταπόκριση σε ανακλήσεις. Στο Βέλγιο, η εφαρμογή RFID αύξησε την ακρίβεια αποθεμάτων και μείωσε τα σφάλματα picking, ενώ στην Ιταλία, η χρήση DataMatrix με διασύνδεση σε ERP οδήγησε σε μείωση απωλειών από ληγμένα προϊόντα.

Η επιτυχία αυτών των παραδειγμάτων αποδίδεται στην ύπαρξη ηγετικής δέσμευσης, στη συνεχή εκπαίδευση του προσωπικού και στη λειτουργία υποστηρικτικών μηχανισμών εσωτερικά στην επιχείρηση. Η τεχνολογική αποδοχή δεν είναι μια απλή διαδικασία αγοράς εξοπλισμού, αλλά απαιτεί οργανωσιακή προσαρμογή, διαφάνεια στους στόχους και συντονισμένη προσπάθεια σε όλα τα επίπεδα.

3.6 Η θεωρία των Δαπανών Συναλλαγών και η μείωση κόστους μέσω ιχνηλασιμότητας

Η θεωρία των Δαπανών Συναλλαγών (Transaction Cost Theory – TCT), που αναπτύχθηκε από τον Oliver Williamson, προσφέρει ένα χρήσιμο πλαίσιο για την κατανόηση των κινήτρων πίσω από την υιοθέτηση τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας στις φαρμακαποθήκες. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, οι επιχειρήσεις επιδιώκουν τη μείωση του κόστους που σχετίζεται με την αναζήτηση πληροφοριών, τη διαπραγμάτευση, την παρακολούθηση και την επιβολή των όρων συναλλαγών.

Η ιχνηλασιμότητα, ως μέσο ενίσχυσης της διαφάνειας και της εποπτείας στις ροές προϊόντων, συντελεί στη μείωση αυτών των δαπανών. Η δυνατότητα εντοπισμού παρτίδων, ο έγκαιρος εντοπισμός αποκλίσεων και η αυτοματοποιημένη τεκμηρίωση καθιστούν τη διαδικασία πιο αποδοτική και λιγότερο επιρρεπή σε αβεβαιότητες. Σε περιβάλλοντα υψηλής ρυθμιστικής απαίτησης, όπως ο φαρμακευτικός εφοδιασμός, αυτή η λειτουργία αποκτά καθοριστική σημασία για τη βιωσιμότητα και την ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης.

Παραδείγματα από τη διεθνή πρακτική δείχνουν ότι η εφαρμογή συστημάτων RFID με real-time data logging οδήγησε σε περιορισμό των καθυστερήσεων παραδόσεων, μείωση λαθών picking και εξοικονόμηση κόστους από απώλειες ή ληγμένα προϊόντα. Η εταιρεία B. Braun στη Γερμανία, για παράδειγμα, εισήγαγε ολοκληρωμένο σύστημα ιχνηλασιμότητας με RFID στην εφοδιαστική της αλυσίδα, επιτυγχάνοντας μείωση λειτουργικών εξόδων κατά 12% μέσα σε δύο έτη (Schuster et al., 2021).

Στη βάση της TCT, η επένδυση στην ιχνηλασιμότητα μπορεί να ιδωθεί ως στρατηγική μείωσης ασυμμετρίας πληροφόρησης και αύξησης του ελέγχου, η οποία εξισορροπεί την ανάγκη για κανονιστική συμμόρφωση με τις απαιτήσεις αποτελεσματικής διαχείρισης αποθεμάτων και κινδύνων.

3.7 Η έννοια της Ορατότητας στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

Η έννοια της "ορατότητας" (visibility) στην εφοδιαστική αλυσίδα αναφέρεται στη δυνατότητα των οργανισμών να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο τις ροές των αγαθών, των πληροφοριών και των πόρων σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής διαδικασίας. Η υψηλή ορατότητα αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τη διασφάλιση ποιότητας, την αποτροπή σφαλμάτων και την άμεση ανταπόκριση σε απρόβλεπτες συνθήκες. Η ορατότητα προϋποθέτει διαλειτουργικά πληροφοριακά συστήματα και τεχνολογίες όπως RFID, GS1 DataMatrix, και cloud-based platforms, που επιτρέπουν την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ προμηθευτών, διανομέων και παρόχων υγείας.

Ιδιαίτερα στον φαρμακευτικό τομέα, η έννοια της ορατότητας έχει συνδεθεί με τη βελτιστοποίηση των logistics, τη μείωση των λανθασμένων παραδόσεων, την πρόληψη λανθασμένων χορηγήσεων φαρμάκων και την αύξηση της εμπιστοσύνης μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Μελέτες δείχνουν ότι η ενίσχυση της ορατότητας συμβάλλει στον εντοπισμό αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο, στη μείωση των περισσευμάτων και στην αποφυγή διακοπών στη θεραπευτική αγωγή.

Για παράδειγμα, σε πολυεθνικά logistics hubs φαρμακευτικών εταιρειών όπως η Sanofi και η Roche, η ενσωμάτωση τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας σε πραγματικό χρόνο επέτρεψε τη μείωση των ελλείψεων φαρμάκων και τη βελτιωμένη διαχείριση των ανακλήσεων. Αυτή η επιχειρησιακή διαφάνεια προσδίδει στρατηγικό πλεονέκτημα σε

οργανισμούς που λειτουργούν σε αγορές υψηλής κανονιστικής απαίτησης, όπως η Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική.

3.8 Θεσμική θεωρία και συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια

Η Θεσμική Θεωρία (Institutional Theory) εξετάζει πώς οι οργανισμοί ανταποκρίνονται στις πιέσεις που ασκούνται από το κανονιστικό, νομοθετικό και κοινωνικό περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργούν. Στο πλαίσιο της ιχνηλασιμότητας, αυτή η θεωρία βοηθά στην κατανόηση των κινήτρων πίσω από την υιοθέτηση σχετικών τεχνολογιών όχι μόνο ως επιλογή στρατηγικής αποδοτικότητας, αλλά και ως πράξη συμμόρφωσης και νομιμοποίησης.

Οι φαρμακαποθήκες, που λειτουργούν σε ένα ιδιαίτερα ρυθμισμένο περιβάλλον, συχνά καλούνται να υιοθετήσουν τεχνολογίες ιχνηλασιμότητας ώστε να τηρούν τις κανονιστικές απαιτήσεις, όπως αυτές ορίζονται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2011/62/EU (Falsified Medicines Directive) και τον Κανονισμό (ΕΕ) 2016/161. Η συμμόρφωση με αυτές τις απαιτήσεις γίνεται όχι μόνο για την αποφυγή κυρώσεων, αλλά και για την ενίσχυση της εμπιστοσύνης των εταίρων, πελατών και τελικών χρηστών.

Η θεσμική πίεση εκδηλώνεται με τρεις μορφές: κανονιστική (regulative), νομοθετική/κανονιστική (normative) και μιμητική (mimetic). Στη φαρμακευτική εφοδιαστική, οι οργανισμοί συχνά υιοθετούν τεχνολογίες επειδή αυτό επιβάλλεται από την αρχή εποπτείας (κανονιστική), επειδή αυτό συνιστάται από επαγγελματικούς οργανισμούς και εκπαιδευτικά ιδρύματα (νομοθετική), ή επειδή άλλοι ηγέτες του κλάδου έχουν ήδη προχωρήσει στην υιοθέτηση (μιμητική).

Η Θεσμική Θεωρία, επομένως, προσφέρει ένα ευρύτερο πλαίσιο κατανόησης της υιοθέτησης τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας πέραν της τεχνικής ή οικονομικής σκοπιμότητας, λαμβάνοντας υπόψη τις κοινωνικές, πολιτικές και θεσμικές δυνάμεις που επηρεάζουν τη στρατηγική των οργανισμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΣΤΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Η τεχνολογία RFID, ως σύγχρονο εργαλείο ιχνηλασιμότητας, προσφέρει δυνατότητες βελτίωσης της ασφάλειας, της αποτελεσματικότητας και της διαφάνειας στη φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα. Το παρόν κεφάλαιο επικεντρώνεται στην αποτίμηση της χρήσης RFID στις φαρμακαποθήκες, με τη βοήθεια εμπειρικών δεδομένων. Μέσω ποσοτικής και ποιοτικής ανάλυσης, επιδιώκεται η κατανόηση του βαθμού υιοθέτησης της τεχνολογίας, των προσδοκιών και των εμποδίων που σχετίζονται με την εφαρμογή της, καθώς και της συνολικής της συμβολής στην επιχειρησιακή λειτουργία.

4.1 Ιστορική αναδρομή και εξέλιξη της τεχνολογίας RFID

Η τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification) έχει τις ρίζες της στον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν χρησιμοποιήθηκε αρχικά για την αναγνώριση φίλιων και εχθρικών αεροσκαφών μέσω συστημάτων IFF (Identification Friend or Foe). Από τη δεκαετία του 1970, η τεχνολογία άρχισε να αναπτύσσεται για εμπορική χρήση, αρχικά στον τομέα της ασφάλειας και αργότερα στη βιομηχανία, τη λιανική και τις μεταφορές.

Η μετάβαση της RFID στην υγειονομική περίθαλψη έγινε πιο έντονη κατά την πρώτη δεκαετία του 21ου αιώνα, υπό την πίεση της ανάγκης για ακριβή και διαφανή παρακολούθηση φαρμάκων, ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού και ασθενών. Η αυξανόμενη απειλή της παραποίησης φαρμακευτικών προϊόντων και οι απαιτήσεις κανονιστικής συμμόρφωσης (όπως ο κανονισμός Falsified Medicines Directive στην Ε.Ε. και ο DSCSA στις ΗΠΑ) ώθησαν σε επενδύσεις στην ιχνηλασιμότητα.

Οι σύγχρονες εφαρμογές της RFID καλύπτουν όλο το εύρος της φαρμακευτικής αλυσίδας: από την παραγωγή και τη διανομή έως και την τελική χρήση στο νοσοκομείο ή στο φαρμακείο. Η τεχνολογία επιτρέπει την άμεση ανάγνωση στοιχείων χωρίς οπτική επαφή, ενδείκνυται για χρήση σε δύσκολα περιβάλλοντα και υποστηρίζει την αποθήκευση επιπλέον πληροφορίας σε σύγκριση με τους γραμμωτούς κωδικούς. Καθώς το κόστος της RFID υποχωρεί σταδιακά, όλο και περισσότερες φαρμακαποθήκες και νοσοκομεία διερευνούν την αξιοποίησή της για τον εκσυγχρονισμό των διαδικασιών και την ενίσχυση της ασφάλειας των ασθενών.

Ήδη από το 2004, η Wal-Mart απαίτησε από τους 100 μεγαλύτερους προμηθευτές της να ενσωματώσουν RFID tags στα προϊόντα τους, γεγονός που οδήγησε σε μαζική επιτάχυνση της υιοθέτησης της τεχνολογίας παγκοσμίως (Roberti, 2004). Αυτή η απόφαση θεωρείται από πολλούς ως σημείο καμπής στην ιστορία της RFID, καθώς ανέδειξε το πέρασμα της τεχνολογίας από πιλοτικές δοκιμές σε μαζική εφαρμογή, επηρεάζοντας έμμεσα και τον τομέα της υγείας.

Σήμερα, η RFID χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλούς τομείς, πέρα από την Υγεία. Στον τομέα των μεταφορών, χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση αποσκευών σε αεροδρόμια, για ηλεκτρονικά διόδια σε αυτοκινητοδρόμους και για την παρακολούθηση εμπορευματοκιβωτίων στις διεθνείς μεταφορές. Στον λιανικό εμπόριο, μεγάλες αλυσίδες όπως η Zara, η Decathlon και η Walmart εφαρμόζουν RFID στα προϊόντα τους, προκειμένου να βελτιώσουν την ακρίβεια των αποθεμάτων, την καταπολέμηση της κλοπής και την εμπειρία των πελατών. Στη γεωργία, RFID εφαρμόζεται στην παρακολούθηση ζώων (agro-RFID), ενώ σε έξυπνες πόλεις χρησιμοποιείται για την αναγνώριση απορριμματοφόρων, την παρακολούθηση στόλων και τη διαχείριση παγίων.

4.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά, τύποι tags και λειτουργία

Η τεχνολογία RFID βασίζεται στη μετάδοση ραδιοκυμάτων για την ασύρματη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ενός αναγνώστη (reader) και μιας ετικέτας (tag), χωρίς την ανάγκη οπτικής επαφής. Οι RFID ετικέτες μπορεί να είναι παθητικές, ενεργές ή ημιενεργές. Οι παθητικές ετικέτες δεν διαθέτουν εσωτερική πηγή ενέργειας και ενεργοποιούνται από το σήμα του αναγνώστη. Οι ενεργές διαθέτουν δική τους μπαταρία και προσφέρουν μεγαλύτερη εμβέλεια, ενώ οι ημιενεργές (semi-passive) συνδυάζουν στοιχεία και από τα δύο είδη.

Τα tags περιλαμβάνουν μια μικροηλεκτρονική μονάδα με μνήμη και μια κεραία. Η μνήμη μπορεί να είναι μόνιμη (read-only), επαναπρογραμματιζόμενη (read/write) ή μοναδική και κωδικοποιημένη από τον κατασκευαστή. Ανάλογα με τον τύπο και το κόστος του tag, μπορούν να αποθηκευτούν διάφορες πληροφορίες, όπως ο κωδικός προϊόντος, ο σειριακός αριθμός, η ημερομηνία λήξης, η παρτίδα παραγωγής, οι συνθήκες αποθήκευσης ή ακόμα και στοιχεία ταυτοποίησης του ασθενούς ή του χειριστή. Η χωρητικότητα ποικίλλει: από 96 ή 128 bits για απλά tags μέχρι 512 bytes ή και αρκετά kilobytes για πιο εξελιγμένα, ενώ η δυνατότητα εγγραφής επιτρέπει τη συνεχή ενημέρωση των στοιχείων κατά τη διάρκεια ζωής του προϊόντος.

Το κόστος ενός παθητικού RFID tag κυμαίνεται συνήθως από 0,05 έως 0,20 ευρώ ανάλογα με τον όγκο της παραγγελίας και την τεχνολογία, ενώ για ενεργά tags το κόστος μπορεί να φτάσει ή και να ξεπεράσει τα 10 ευρώ ανά μονάδα, ειδικά εάν ενσωματώνουν αισθητήρες θερμοκρασίας ή κίνησης. Το μέγεθός τους επίσης ποικίλει: τα μικρότερα μπορεί να είναι μόλις λίγα χιλιοστά και να ενσωματώνονται σε φιαλίδια, ενώ τα μεγαλύτερα χρησιμοποιούνται για παλέτες ή ιατρικό εξοπλισμό, ξεπερνώντας τα 5 εκατοστά.

Η λειτουργία του συστήματος ξεκινά όταν ο αναγνώστης εκπέμπει ραδιοσήμα, το οποίο εντοπίζει και ενεργοποιεί τα tags στην εμβέλειά του. Η ετικέτα αποκρίνεται με τη μετάδοση του μοναδικού της κωδικού ή και άλλων αποθηκευμένων δεδομένων. Ο αναγνώστης μεταφέρει την πληροφορία στο κεντρικό πληροφοριακό σύστημα (ERP ή WMS), όπου αποθηκεύεται και αξιοποιείται για σκοπούς ιχνηλασιμότητας, παρακολούθησης αποθεμάτων ή ασφάλειας.

Τα συστήματα RFID λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες: χαμηλής συχνότητας (LF, 125–134 kHz), υψηλής συχνότητας (HF, 13.56 MHz) και υπερυψηλής συχνότητας (UHF, 860–960 MHz). Κάθε ζώνη συχνοτήτων έχει πλεονεκτήματα και περιορισμούς ως προς την ταχύτητα ανάγνωσης, την εμβέλεια και την ευαισθησία σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι εφαρμογές στη φαρμακευτική αλυσίδα προτιμούν κυρίως ετικέτες UHF για την καλύτερη εμβέλεια και ταχύτητα ανάγνωσης.

Η δυνατότητα ταυτόχρονης ανάγνωσης πολλαπλών tags, η απουσία ανάγκης για άμεση οπτική επαφή και η αντοχή σε υγρασία, σκόνη και θερμοκρασιακές μεταβολές καθιστούν την RFID ιδιαίτερα ελκυστική για τη διαχείριση φαρμάκων και ιατρικού υλικού.

Τύπος	Μπαταρία	Εμβέλεια	Δυνατότητες	Κόστος (ανά τεμάχιο)
Παθητικό RFID	✗	Μέχρι ~10 μ (αναλόγως)	Απλή ανάγνωση θερμοκρασίας, χαμηλό κόστος	~0,50€ – 1,50€
Ημι-παθητικό Logger Tag	✓ μικρή	~2–10 μ με RF, NFC (π.χ. μέσω κινητού)	Δειγματοληψίες, καθορισμένα όρια, αποθήκευση έως 4.000 μετρήσεις	~5€ – 20€ (ανάλογα τις δυνατότητες)
Ενεργό (BLE + RFID)	✓	Έως 100 μ με BLE gateway	Real-time δεδομένα, συναγερμοί, συνεχής παρακολούθηση	~20€ – 50€ ή και περισσότερο

Πίνακας 2: Σύγκριση Τύπων RFID Ετικετών με Δυνατότητες Καταγραφής Θερμοκρασίας και Υγρασίας

4.3 Νοσοκομειακές εφαρμογές και χρήση στην κλινική πράξη

Η αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID στον νοσοκομειακό χώρο αποκτά αυξανόμενη σημασία, καθώς ενισχύει τη διαχείριση πόρων, τη φροντίδα των ασθενών και την ασφάλεια των φαρμάκων και ιατροτεχνολογικών προϊόντων. Η ικανότητα της RFID να παρέχει real-time δεδομένα σε επίπεδο μονάδας (unit-level traceability) επιτρέπει τον ακριβή εντοπισμό αντικειμένων, όπως φιαλίδια φαρμάκων, χειρουργικά εργαλεία, ιατρικές αντλίες ή ακόμα και ασθενείς.

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή RFID σε Ογκολογική Ημερήσια Κλινική στην Ισπανία, όπου καταγράφηκε βελτίωση στη χορήγηση ενδοφλέβιων θεραπειών. Η μελέτη των Martínez, Vázquez και Dafonte (2016) τεκμηρίωσε ότι η ενσωμάτωση RFID από το στάδιο της συνταγογράφησης έως και τη χορήγηση κάθε σκευάσματος μείωσε τον συνολικό χρόνο διαδικασίας κατά 25%, ενώ ανέδειξε σφάλματα που δεν θα είχαν εντοπιστεί με άλλες μεθόδους. Παράλληλα, η παρακολούθηση μέσω RFID ενίσχυσε την ικανοποίηση του προσωπικού, καθώς περιόρισε την ανάγκη για χειροκίνητους ελέγχους και προσέφερε βεβαιότητα για την ασφάλεια του ασθενούς.

Εξίσου σημαντική είναι η εφαρμογή RFID στον εντοπισμό ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού. Σε μεγάλο πανεπιστημιακό νοσοκομείο της Ολλανδίας, η εγκατάσταση RFID tags σε αντλίες έγχυσης και καρδιογράφους οδήγησε σε 22% μείωση του χρόνου αναζήτησης εξοπλισμού και μείωση των απωλειών εξαιτίας λανθασμένης τοποθέτησης (van der Togt et al., 2008). Η βελτίωση της διαθεσιμότητας του εξοπλισμού είχε άμεσο αντίκτυπο στην αποτελεσματικότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, ιδίως στις μονάδες επειγόντων.

Στο πεδίο της διαχείρισης φαρμάκων, η RFID χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της αλυσίδας διανομής εντός του νοσοκομείου, ιδιαίτερα για προϊόντα υψηλού κόστους ή μικρής διάρκειας ζωής. Σύμφωνα με τους Ferrer-Roca και Dufour (2022), η χρήση RFID tags σε αποθήκες και ψυγεία φαρμάκων οδήγησε σε μείωση των λειτουργικών σφαλμάτων έως 60%, αύξηση της ταχύτητας παραλαβής και ελαχιστοποίηση των περιστατικών χορήγησης ληγμένων ή λανθασμένων σκευασμάτων.

Επιπλέον, εφαρμόζονται πιλοτικά RFID wristbands για την ταυτοποίηση ασθενών και την καταγραφή πράξεων, γεγονός που διευκολύνει την τήρηση ιατρικού φακέλου και την ενίσχυση της ασφάλειας. Η σάρωση ενός βραχιολιού πριν από τη χορήγηση φαρμάκου μπορεί να διασταυρώσει στοιχεία του ασθενούς με τη συνταγή, αποτρέποντας σφάλματα στην παροχή φροντίδας.

Η RFID αναδεικνύεται έτσι ως πολύτιμο εργαλείο στην κλινική πράξη, με δυνατότητες που υπερβαίνουν την απλή παρακολούθηση αντικειμένων. Ενισχύει τη διαφάνεια, την ταχύτητα και την ασφάλεια στις καθημερινές λειτουργίες των νοσοκομείων, προσφέροντας ισχυρή τεχνολογική βάση για την υποστήριξη της ποιότητας των υπηρεσιών υγείας.

4.4 Η περίπτωση της Ελλάδας και των ελληνικών νοσοκομείων

Η αξιοποίηση της τεχνολογίας RFID στο ελληνικό δημόσιο σύστημα υγείας παραμένει περιορισμένη, ωστόσο το 2024 σηματοδότησε μία πρώτη οργανωμένη προσπάθεια ενσωμάτωσης της στον χώρο της νοσοκομειακής περίθαλψης. Συγκεκριμένα, το Υπουργείο Υγείας ανακοίνωσε την πιλοτική εισαγωγή ηλεκτρονικών βραχιολιών RFID ή QR ταυτοποίησης σε δώδεκα δημόσια νοσοκομεία της χώρας. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται τα νοσοκομεία **Λαϊκό, ΚΑΤ, Αγία Σοφία, Ασκληπιείο Βούλας, Ερυθρός Σταυρός, Ιπποκράτειο Θεσσαλονίκης, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Πατρών (Ρίο)**, καθώς και άλλα μεγάλα ιδρύματα σε Αθήνα και περιφέρεια.

Τα βραχιολάκια αυτά αποδίδονται στον ασθενή κατά την εισαγωγή του στο νοσοκομείο και φέρουν μοναδικό αναγνωριστικό κωδικό (UID), ο οποίος καταγράφεται στο πληροφοριακό σύστημα του ιδρύματος. Σκοπός είναι η διασύνδεση της ταυτότητας του ασθενούς με κάθε στάδιο της νοσηλευτικής φροντίδας: από την εισαγωγή, τις διαγνώσεις και τις ιατρικές πράξεις, έως και την εξιτήριο ή τη μεταφορά του. Η σάρωση του βραχιολιού με κινητές ή σταθερές συσκευές επιτρέπει την άμεση εμφάνιση του ιατρικού φακέλου, μειώνοντας τον χρόνο αναζήτησης και τα σφάλματα ταυτοποίησης.

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην αποστολή ραδιοσυχνοτήτων (ή τη σάρωση QR) που ενεργοποιούν τη σύνδεση με το νοσοκομειακό σύστημα διαχείρισης ασθενών. Σε περιπτώσεις νοσοκομείων που διαθέτουν Ηλεκτρονικό Φάκελο Ασθενή (ΗΦΑ), η τεχνολογία ενισχύει την ακρίβεια της τεκμηρίωσης και επιταχύνει τη ροή εργασιών. Οι πρώτες αξιολογήσεις δείχνουν βελτίωση στην ασφάλεια της φροντίδας, μείωση του χρόνου αναμονής σε κρίσιμες μονάδες (όπως τα ΤΕΠ και οι ΜΕΘ), και περιορισμό των περιστατικών λανθασμένης φαρμακευτικής αγωγής.

Παρά την πιλοτική εφαρμογή, η γενικευμένη υιοθέτηση εξακολουθεί να προσκρούει σε προβλήματα, όπως η έλλειψη ενιαίων προτύπων, η κατακερματισμένη πληροφορική υποδομή και οι περιορισμένοι πόροι των νοσοκομείων. Η εμπειρία της εφαρμογής αυτής υποδεικνύει ότι η RFID μπορεί να λειτουργήσει ως ουσιαστικό εργαλείο ασφάλειας και αποδοτικότητας, υπό την προϋπόθεση ότι συνοδεύεται από στρατηγική υποστήριξη και επένδυση σε ανθρώπινο δυναμικό.

4.5 Εφαρμογές RFID στη φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα

Η τεχνολογία RFID εφαρμόζεται ευρέως σε όλα τα στάδια της φαρμακευτικής εφοδιαστικής αλυσίδας, από την παραγωγή και την αποθήκευση έως τη διανομή και την τελική παράδοση στον φαρμακοποιό ή τον ασθενή. Καταρχάς, σε επίπεδο παραγωγής, τα RFID tags μπορούν να τοποθετούνται απευθείας στις μονάδες φαρμάκου ή στις παλέτες, επιτρέποντας την καταγραφή της προέλευσης, της παρτίδας, της ημερομηνίας παραγωγής και λήξης, και των συνθηκών αποθήκευσης, με τρόπο που εξασφαλίζει την πλήρη ιχνηλασιμότητα.

Σε φαρμακαποθήκες, η χρήση RFID επιτρέπει τον αυτοματοποιημένο εντοπισμό και την ταξινόμηση φαρμάκων, μειώνοντας τους χρόνους picking, τις λανθασμένες αποστολές και τις καθυστερήσεις. Με την ταυτόχρονη σάρωση πολλαπλών προϊόντων, η διαδικασία παραλαβής και αποστολής επιταχύνεται αισθητά. Έρευνα του Schuster et al. (2021) στην εταιρεία B. Braun στη Γερμανία τεκμηριώνει ότι η υιοθέτηση RFID για τον έλεγχο αποθεμάτων και αποστολών είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση λειτουργικών εξόδων κατά 12% εντός δύο ετών.

Η Pfizer, από τις πρώτες εταιρείες που ενσωμάτωσαν RFID σε φαρμακευτικές συσκευασίες, επέλεξε από το 2006 να τοποθετήσει RFID tags στο Viagra, προκειμένου να διασφαλίσει την αυθεντικότητα του προϊόντος και να αποτρέψει τη διακίνηση πλαστών παρτίδων (Biospace, 2006). Η κίνηση αυτή σηματοδότησε τη σταδιακή στροφή των φαρμακευτικών εταιρειών στην εφαρμογή RFID όχι μόνο για λόγους λειτουργικής αποδοτικότητας αλλά και για την ενίσχυση της ασφάλειας του ασθενούς.

Στις φαρμακαποθήκες της Ευρώπης, η εφαρμογή RFID συνδέεται με τη συμμόρφωση στις απαιτήσεις του κανονισμού 2011/62/ΕΕ, γνωστού ως Falsified Medicines Directive (FMD), καθώς και με εθνικά προγράμματα ψηφιοποίησης της αλυσίδας εφοδιασμού. Σύμφωνα με την GS1 UK (2022), η χρήση RFID στα κέντρα διανομής μπορεί να μειώσει έως και κατά 40%

τον χρόνο παραλαβής και να επιταχύνει την αναγνώριση ελαττωματικών παρτίδων σε περιπτώσεις ανάκλησης.

Πιο πρόσφατα, η Sanofi ανακοίνωσε το 2022 την πιλοτική εγκατάσταση RFID tags στα εμβόλια γρίπης που διακινεί στην ευρωπαϊκή αγορά, στο πλαίσιο ενός προγράμματος παρακολούθησης παρτίδων και αύξησης της διαφάνειας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σύμφωνα με εσωτερική έκθεση, η εφαρμογή αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση κατά 18% των καθυστερήσεων στις παραδόσεις, την ταχύτερη διαχείριση ανακλήσεων και την αύξηση του επιπέδου εμπιστοσύνης από τους φαρμακαποθηκάριους.

Επιπλέον, η Novartis προχώρησε στην εγκατάσταση RFID σε σημεία ελέγχου των ενδιάμεσων πρώτων υλών και ημιέτοιμων προϊόντων στις εγκαταστάσεις παραγωγής της στην Ελβετία. Η εφαρμογή αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου ελέγχου αποθεμάτων κατά 30% και τη σημαντική μείωση των σφαλμάτων κατά την παραλαβή πρώτων υλών, σύμφωνα με στοιχεία του εσωτερικού της τμήματος Logistics (Novartis Logistics Report, 2021).

Αντίστοιχα, η TEVA Pharmaceuticals ενσωμάτωσε RFID στην αποθήκευση και αποστολή των βιολογικών της προϊόντων σε επιλεγμένες μονάδες της Κεντρικής Ευρώπης. Η εταιρεία ανέφερε 25% μείωση στα incidents εσφαλμένων αποστολών και αύξηση της ταχύτητας επεξεργασίας παραγγελιών κατά 17% (TEVA Annual Logistics Report, 2022).

Αξιοσημείωτη είναι και η περίπτωση της φαρμακαποθήκης Alliance Healthcare στη Γαλλία, η οποία αξιοποιεί RFID τόσο για τις διαδικασίες αναπλήρωσης ραφιών όσο και για την παρακολούθηση των παρτίδων με ευαισθησία στο χρόνο προϊόντα. Η χρήση RFID οδήγησε σε μείωση των εσωτερικών ελλείψεων κατά 21% και σε σχεδόν πλήρη εξάλειψη των περιπτώσεων αποστολής ληγμένων προϊόντων (GS1 France, 2023).

Η ιχνηλασιμότητα με RFID επιτρέπει επίσης τον ακριβή εντοπισμό φαρμάκων υψηλού κόστους ή ευαίσθητων στην ψυχρή αλυσίδα, μέσω της ενσωμάτωσης αισθητήρων θερμοκρασίας στα tags. Αυτό είναι κρίσιμο για τη διακίνηση βιοτεχνολογικών προϊόντων, εμβολίων και αντικαρκινικών σκευασμάτων, όπου ακόμα και μικρές αποκλίσεις στη θερμοκρασία ενδέχεται να αλλοιώσουν τη δραστηριότητα του προϊόντος.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας RFID στα πληροφοριακά συστήματα αποθήκης (WMS) και στις πλατφόρμες Enterprise Resource Planning (ERP) προσφέρει δυνατότητες παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών κρίκων της αλυσίδας. Η δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου και η ταυτόχρονη συλλογή δεδομένων από διαφορετικές τοποθεσίες ενισχύουν την ακρίβεια, την ασφάλεια και τη διαφάνεια των διαδικασιών διανομής.

4.6 Πλεονεκτήματα, περιορισμοί και ζητήματα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας

Η RFID επιτρέπει την άμεση, αξιόπιστη και μαζική ανάγνωση πληροφοριών, μειώνοντας δραστικά τα σφάλματα σε διαδικασίες αποθήκευσης, διανομής και παρακολούθησης φαρμακευτικών προϊόντων. Παράλληλα, επιτρέπει την καλύτερη αξιοποίηση των

ανθρώπινων πόρων, καθώς αυτοματοποιεί χρονοβόρες διαδικασίες όπως η καταγραφή παρτίδων ή η παρακολούθηση λήξεων. Σε αριθμητικό επίπεδο, τα εκτιμώμενα οφέλη της τεχνολογίας RFID υποστηρίζονται από ευρήματα της διεθνούς βιβλιογραφίας. Η μελέτη των Martínez, Vázquez και Dafonte (2016) έδειξε ότι σε περιβάλλοντα υγειονομικής διαχείρισης, η εφαρμογή RFID συντέλεσε σε μείωση σφαλμάτων κατά 56%. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται στην ανασκόπηση των Ferrer-Roca και Dufour (2022), όπου καταγράφηκε μείωση σφαλμάτων σε εύρος 40% έως 70%. Επιπλέον, σύμφωνα με την Pharmaceutical Technology (2023), η χρήση RFID στις διαδικασίες αποστολής φαρμάκων επιφέρει μείωση του χρόνου προετοιμασίας και διεκπεραίωσης κατά 30% έως 40%.

Ωστόσο, η υιοθέτηση της τεχνολογίας δεν είναι απροβλημάτιστη. Μελέτες έχουν δείξει ότι η απόδοση των RFID συστημάτων μπορεί να επηρεάζεται από την παρουσία μετάλλων ή υγρών, καθώς και από την τοποθέτηση των tags (Kumar et al., 2009). Επιπλέον, το αρχικό κόστος εγκατάστασης και οι απαιτήσεις εκπαίδευσης αποτελούν βασικά εμπόδια στην υιοθέτηση, ειδικά σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους (Ferrer-Roca & Dufour, 2022).

Ιδιαίτερη σημασία έχει το ζήτημα της ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας. Έρευνες έχουν καταδείξει ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, η χρήση RFID μπορεί να προκαλέσει παρεμβολές σε ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό, όπως αντλίες έγχυσης ή οθόνες παρακολούθησης, όταν οι αναγνώστες τοποθετούνται σε πολύ μικρή απόσταση από τις συσκευές (van der Togt et al., 2008). Η διεθνής πρακτική επιβάλλει τη διενέργεια δοκιμών πριν την εγκατάσταση των συστημάτων σε χώρους υψηλής ευαισθησίας και την επιλογή εξοπλισμού που πληροί πρότυπα ηλεκτρομαγνητικής ασφάλειας.

Από φαρμακολογικής σκοπιάς, η χρήση RFID έχει προκαλέσει ερωτήματα για ενδεχόμενη επίδραση των ραδιοκυμάτων στη χημική σύσταση φαρμακευτικών προϊόντων. Σε μελέτη των Fung et al. (2007), εξετάστηκε η σταθερότητα φαρμάκων που εκτέθηκαν επανειλημμένα σε RFID πεδία και δεν διαπιστώθηκαν μεταβολές στην καθαρότητα ή στην αποτελεσματικότητά τους. Αυτό ενισχύει την άποψη ότι όταν πληρούνται τα πρότυπα και οι οδηγίες εγκατάστασης, η RFID είναι ασφαλής και κατάλληλη για χρήση σε περιβάλλοντα αποθήκευσης και διανομής φαρμάκων.

Η επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού, η αξιολόγηση της υποδομής και η επαναληπτική δοκιμή των εφαρμογών μπορούν να διασφαλίσουν την επιτυχή και ασφαλή ενσωμάτωση της τεχνολογίας RFID στον ευαίσθητο χώρο της Υγείας.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Γρήγορη και μαζική ανάγνωση δεδομένων	Υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης
Δεν απαιτείται οπτική επαφή	Πιθανές παρεμβολές με ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό
Αύξηση της ακρίβειας στην ιχνηλασιμότητα και στον έλεγχο αποθεμάτων	Ανάγκη εξειδικευμένου προσωπικού για εγκατάσταση και συντήρηση
Ενίσχυση της ασφάλειας ασθενών και της διαφάνειας	Θέματα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας σε ευαίσθητα περιβάλλοντα
Συμβολή στη συμμόρφωση με κανονισμούς (π.χ. FMD, DSCSA)	Περιορισμένη απόδοση σε παρουσία μετάλλων ή υγρών
Δυνατότητα αποθήκευσης περισσότερων πληροφοριών σε σχέση με barcode	Ενδεχόμενο τεchnοφοβίας ή αντίστασης από εργαζομένους

Πίνακας 3: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Τεχνολογίας RFID στον Τομέα της Υγείας

4.7 Συγκριτική αξιολόγηση με άλλες τεχνολογίες ιχνηλασιμότητας

Η τεχνολογία RFID συγκρίνεται συχνά με άλλες τεχνολογίες ιχνηλασιμότητας που εφαρμόζονται στον τομέα της Υγείας, όπως οι γραμμωτοί κώδικες (1D/2D barcodes), οι κωδικοί QR και οι ετικέτες GS1 DataMatrix. Κάθε μία από αυτές διαθέτει πλεονεκτήματα και περιορισμούς που σχετίζονται με το περιβάλλον εφαρμογής, το κόστος, την αξιοπιστία και την ευκολία ενσωμάτωσης σε υπάρχουσες υποδομές.

Οι γραμμωτοί κώδικες, και ιδιαίτερα οι 2D DataMatrix, αποτελούν σήμερα την πλέον διαδεδομένη λύση για την ταυτοποίηση φαρμακευτικών προϊόντων, κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους και της διεθνούς κανονιστικής αποδοχής. Ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός 2016/161 για την εφαρμογή της οδηγίας Falsified Medicines Directive (FMD) καθιστά υποχρεωτική την ύπαρξη DataMatrix στα φάρμακα, ενσωματώνοντας μοναδικό αναγνωριστικό, αριθμό παρτίδας και ημερομηνία λήξης. Ωστόσο, η τεχνολογία αυτή απαιτεί οπτική επαφή και σαρωτές υψηλής ανάλυσης, γεγονός που περιορίζει τη μαζική και απομακρυσμένη ανάγνωση (GS1, 2020).

Σε σύγκριση με τους γραμμωτούς κώδικες, η RFID υπερτερεί σε δυνατότητες αυτοματισμού, καθώς επιτρέπει την ταυτόχρονη ανάγνωση πολλών ετικετών χωρίς ανάγκη ευθυγράμμισης ή άμεσης ορατότητας. Αυτό την καθιστά ιδανική για εφαρμογές σε φαρμακαποθήκες, όπου απαιτείται υψηλή ταχύτητα και ακρίβεια στη διαχείριση παρτίδων. Επιπλέον, τα RFID tags μπορούν να αποθηκεύουν περισσότερα δεδομένα και να ενημερώνονται δυναμικά, σε αντίθεση με τους γραμμωτούς κώδικες που περιέχουν στατικά στοιχεία.

Ωστόσο, το κόστος των RFID tags παραμένει υψηλότερο σε σχέση με τις ετικέτες γραμμωτών κωδίκων. Αν και η τιμή τους έχει μειωθεί σημαντικά την τελευταία δεκαετία, κυμαίνεται ακόμα

από 0,10€ έως 0,30€ ανά τεμάχιο για παθητικά tags (Weis et al., 2021), ενώ η εκτύπωση ενός DataMatrix είναι σχεδόν μηδενικού κόστους. Επιπλέον, η αναγνώριση RFID προϋποθέτει την ύπαρξη εξειδικευμένων αναγνωστών και την ενσωμάτωσή τους στο σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS), κάτι που απαιτεί μεγαλύτερη αρχική επένδυση.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι σε ορισμένες περιπτώσεις προκρίνεται η συνδυαστική χρήση τεχνολογιών, με ταυτόχρονη τοποθέτηση RFID και DataMatrix στην ίδια συσκευασία. Η στρατηγική αυτή ακολουθείται κυρίως σε ακριβά ή ευπαθή φαρμακευτικά προϊόντα, όπως βιολογικά σκευάσματα και ενδοφλέβιες θεραπείες, για τις οποίες η πλήρης ιχνηλασιμότητα θεωρείται κρίσιμη.

Η τελική επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το εκάστοτε περιβάλλον εφαρμογής, τους διαθέσιμους πόρους, τη στρατηγική ψηφιοποίησης και τις απαιτήσεις του κανονιστικού πλαισίου. Σε κάθε περίπτωση, η RFID δεν έρχεται να αντικαταστήσει πλήρως τις υπάρχουσες λύσεις, αλλά να λειτουργήσει συμπληρωματικά, όπου η αποδοτικότητά της προσφέρει συγκριτικό πλεονέκτημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η παρούσα ενότητα επιχειρεί να αποτυπώσει την πραγματική εικόνα της εφαρμογής και της αποδοχής τεχνολογιών ιχνηλασιμότητας στον χώρο των ελληνικών φαρμακαποθηκών, με ιδιαίτερη έμφαση στην τεχνολογία RFID. Μέσα από τη συλλογή και ανάλυση πρωτογενών δεδομένων, επιχειρείται η ανάδειξη των στάσεων, των προκλήσεων και των προσδοκιών που σχετίζονται με τη χρήση τέτοιων τεχνολογιών στη διαχείριση φαρμάκων και στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Η εμπειρική έρευνα βασίστηκε στη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου, το οποίο διανεμήθηκε σε φαρμακαποθήκες διαφόρων μεγεθών και τύπων σε όλη την Ελλάδα. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων αξιοποιούνται τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά, προκειμένου να διαμορφωθεί μια τεκμηριωμένη εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης, να εντοπιστούν τα εμπόδια στην ευρύτερη υιοθέτηση της RFID, αλλά και να αναδειχθούν τα οφέλη που οι φαρμακαποθήκες προσδοκούν από την ενσωμάτωσή της.

Το κεφάλαιο αναπτύσσεται στις εξής ενότητες: παρουσίαση της μεθοδολογίας, ανάλυση της δομής του ερωτηματολογίου, παρουσίαση των αποτελεσμάτων, ποιοτική αποτίμηση και συνολική αξιολόγηση. Η σύνθεση των ευρημάτων αποσκοπεί στο να προσφέρει ουσιαστικά συμπεράσματα για τη στρατηγική ενσωμάτωσης και αξιοποίησης της RFID στον ελληνικό φαρμακευτικό τομέα.

5.1 Σκοπός και Μεθοδολογία της Εμπειρικής Ανάλυσης

Η παρούσα εμπειρική ανάλυση αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων, των αντιλήψεων και της πρόθεσης υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID από ελληνικές φαρμακαποθήκες. Ειδικότερα, η ανάλυση επικεντρώνεται στην αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης ως προς τα χρησιμοποιούμενα μέσα ιχνηλασιμότητας, την εξοικείωση των επιχειρήσεων με την τεχνολογία RFID, τις προσδοκίες για τα πιθανά οφέλη, τα αναγνωριζόμενα εμπόδια εφαρμογής, καθώς και την αποδοχή ενός σεναρίου πιλοτικής υιοθέτησης της RFID για ειδικές κατηγορίες φαρμάκων.

Για τη συλλογή των απαραίτητων πρωτογενών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε δομημένο ερωτηματολόγιο, το οποίο απευθύνθηκε αποκλειστικά σε υπευθύνους λειτουργίας, διαχείρισης ή πληροφορικής φαρμακαποθηκών σε πανελλαδικό επίπεδο. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε συνολικά σε **119 φαρμακαποθήκες** και η συμπλήρωση έγινε ανώνυμα και ηλεκτρονικά μέσω διαδικτυακής φόρμας, εξασφαλίζοντας την εγκυρότητα και την ειλικρίνεια των απαντήσεων.

Η δομή του ερωτηματολογίου σχεδιάστηκε με βάση τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης αλλά και στηριζόμενη σε βασικές θεωρητικές προσεγγίσεις που σχετίζονται με την υιοθέτηση τεχνολογικών καινοτομιών. Συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκαν βασικές

μεταβλητές από το **Technology Acceptance Model (TAM)** και το **ενοποιημένο μοντέλο αποδοχής και χρήσης τεχνολογίας (UTAUT)**, όπως η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, η ευκολία χρήσης, η κοινωνική επιρροή και οι προσδοκίες επίδοσης. Επιπλέον, ενσωματώθηκαν παράμετροι από τη **Θεωρία Δαπανών Συναλλαγών (Transaction Cost Theory – TCT)**, εστιάζοντας σε θέματα όπως το κόστος εισαγωγής της τεχνολογίας, η πολυπλοκότητα διασύνδεσης με υπάρχοντα συστήματα, και η μείωση σφαλμάτων και λειτουργικών αποκλίσεων ως μοχλοί εξοικονόμησης.

Η έρευνα διεξήχθη στο διάστημα Μαΐου–Ιουνίου 2025 και συγκεντρώθηκαν συνολικά **45 πλήρεις απαντήσεις**, οι οποίες αντιστοιχούν σε **ποσοστό ανταπόκρισης περίπου 37,8%**. Οι ερωτήσεις ήταν κατά κύριο λόγο κλειστού τύπου, με επιλογές μονής ή πολλαπλής απάντησης, ενώ συμπεριλήφθηκαν και ημιδομημένα πεδία για παρατηρήσεις. Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω λογιστικού φύλλου Excel, με στατιστική ανάλυση συχνοτήτων και παραγοντική κατηγοριοποίηση, ώστε να αποδοθούν οι κεντρικές τάσεις και να υποστηριχθεί η ερμηνευτική προσέγγιση της μελέτης.

Η ανάλυση που ακολουθεί αποσκοπεί όχι μόνο στην ανάδειξη των κρίσιμων παραμέτρων που επηρεάζουν την εισαγωγή RFID στην ελληνική φαρμακαποθήκη, αλλά και στη διατύπωση ρεαλιστικών προτάσεων για την ενίσχυση της αποδοχής και της τεχνολογικής ετοιμότητας του κλάδου.

5.2 Δομή του Ερωτηματολογίου και Θεματικοί Άξονες

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη σχεδιάστηκε ώστε να καλύψει πέντε βασικούς θεματικούς άξονες, οι οποίοι προκύπτουν από τις θεωρίες υιοθέτησης τεχνολογίας (TAM, UTAUT) και τις παραμέτρους της Θεωρίας Δαπανών Συναλλαγών. Η δομή του αποσκοπούσε αφενός στη συγκέντρωση βασικών λειτουργικών χαρακτηριστικών των φαρμακαποθηκών, αφετέρου στη διερεύνηση στάσεων, κινήτρων και επιφυλάξεων απέναντι στην τεχνολογία RFID.

Ο πρώτος άξονας αφορά **τη λειτουργική ταυτότητα και τον βαθμό τεχνολογικής ωριμότητας** της φαρμακαποθήκης. Περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικά με τον αριθμό φαρμακείων και παραγγελιών που εξυπηρετούνται ημερησίως, το επίπεδο αυτοματοποίησης των διαδικασιών (π.χ. χρήση ERP, barcode, ρομποτικά συστήματα), καθώς και τα υφιστάμενα συστήματα ιχνηλασιμότητας.

Ο δεύτερος άξονας επικεντρώνεται **στην ενημέρωση και εξοικείωση με την τεχνολογία RFID**, διερευνώντας αν οι συμμετέχοντες γνωρίζουν την τεχνολογία, σε ποιο βαθμό κατανοούν τη λειτουργία της και αν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία εφαρμογής της σε άλλους κλάδους ή περιβάλλοντα.

Ο τρίτος άξονας εξετάζει **τις αντιλήψεις σχετικά με τα πιθανά οφέλη** από την εισαγωγή της RFID στη φαρμακαποθήκη. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν τη συμβολή της RFID στη μείωση σφαλμάτων κατά την αποστολή, στην ενίσχυση της

ιχνηλασιμότητας, στην ταχύτερη φόρτωση, στην αυτοματοποίηση του picking, στη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του ΕΟΦ, και γενικότερα στη βελτιστοποίηση των λειτουργιών.

Ο τέταρτος άξονας εστιάζει **στα αντιλαμβανόμενα εμπόδια και περιορισμούς** για την εφαρμογή RFID. Τα θέματα που διερευνώνται αφορούν το οικονομικό κόστος, την πολυπλοκότητα διασύνδεσης με τα υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα (ERP/WMS), την απουσία τεχνικής υποστήριξης, την πιθανή απροθυμία του προσωπικού, καθώς και τη δυσκολία υιοθέτησης από πελάτες και συνεργάτες.

Ο πέμπτος και τελευταίος άξονας αποτυπώνει **την πρόθεση αποδοχής και υιοθέτησης της RFID** υπό προϋποθέσεις. Περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικά με το ενδιαφέρον για πιλοτική εφαρμογή μόνο σε κρίσιμες κατηγορίες προϊόντων (π.χ. ναρκωτικά, ψυχόμενα, φάρμακα υψηλού κόστους), καθώς και σενάρια κόστους-οφέλους (π.χ. ετήσιο κόστος έως 5% με μείωση σφαλμάτων κατά 30%). Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα σχολιασμού για τους παράγοντες που θα ενθάρρυναν την υιοθέτηση της τεχνολογίας, καθώς και παρατηρήσεων που αφορούν την πρακτική εφαρμογή της RFID.

Η δομή του ερωτηματολογίου επέτρεψε τη συλλογή δεδομένων που καλύπτουν όχι μόνο τη λειτουργική και τεχνολογική κατάσταση των φαρμακαποθηκών, αλλά και την ψυχολογική, οργανωσιακή και οικονομική διάσταση της αποδοχής μιας καινοτόμου τεχνολογίας. Οι θεματικές ενότητες είναι άμεσα συνδεδεμένες με τις θεωρητικές βάσεις της μελέτης και υποστηρίζουν την ερμηνευτική ανάλυση που ακολουθεί.

5.3 Παρουσίαση και Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την εμπειρική έρευνα πραγματοποιείται με τη χρήση διαγραμμάτων, τα οποία δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού Tableau. Η γραφική απεικόνιση των δεδομένων επιτρέπει την οπτική αποτύπωση των βασικών τάσεων και συσχετίσεων που αναδείχθηκαν από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων. Η ανάλυση που ακολουθεί εστιάζει τόσο στην περιγραφή μεμονωμένων μεταβλητών όσο και στη διερεύνηση των συσχετίσεών τους, συμβάλλοντας στην ουσιαστική ερμηνεία των στάσεων, των προκλήσεων και των δυνατοτήτων που συνδέονται με την υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID στον κλάδο των φαρμακαποθηκών.

Η επιλογή των γραφημάτων αντανακλά τους βασικούς θεματικούς άξονες του ερωτηματολογίου και επικεντρώνεται σε κρίσιμες παραμέτρους, όπως η εξοικείωση των φαρμακαποθηκών με την τεχνολογία RFID, το επίπεδο αυτοματοποίησης που έχει επιτευχθεί, η εμπειρία από πιλοτικές εφαρμογές, η συχνότητα εμφάνισης σφαλμάτων στις διαδικασίες παραλαβής και αποστολής, καθώς και η πρόθεση για μελλοντική επένδυση στην τεχνολογία αυτή. Επιπλέον, γίνεται διερεύνηση συνδυασμένων μεταβλητών, οι οποίες αποκαλύπτουν τη σχέση ανάμεσα στη γνώση της τεχνολογίας και την τεχνολογική

ωριμότητα, την επίδραση της πιλοτικής εφαρμογής στη μείωση των σφαλμάτων και τη σύνδεση του επιπέδου αυτοματοποίησης με την πρόθεση επένδυσης.

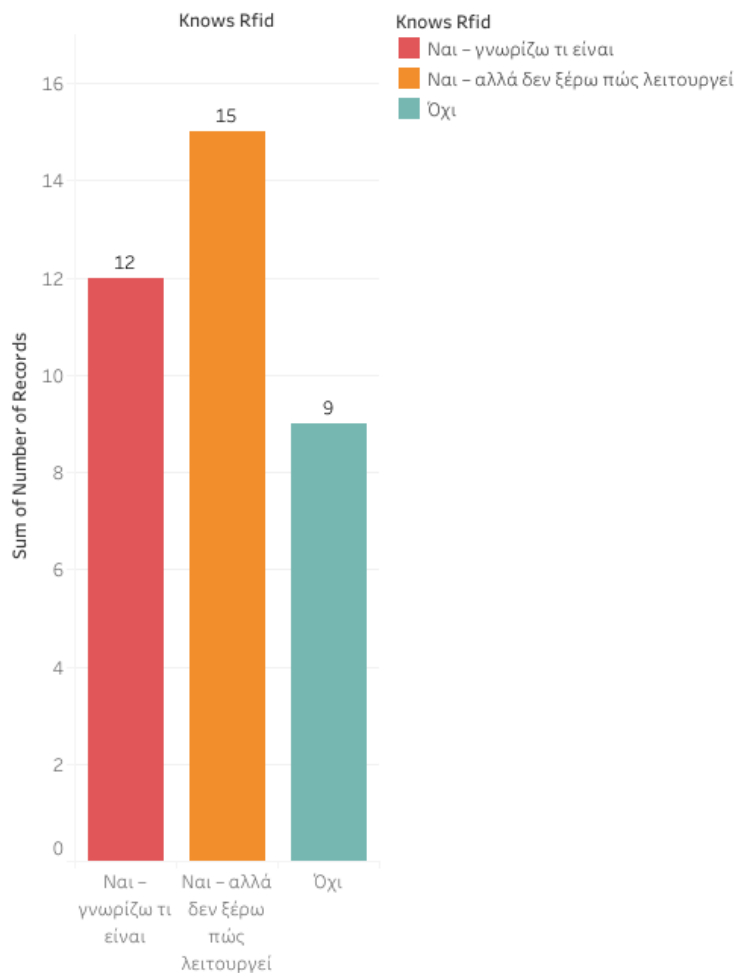
Η ανάλυση των ευρημάτων δεν περιορίζεται στη στατιστική αποτύπωση των απαντήσεων, αλλά επιχειρεί να ερμηνεύσει τα δεδομένα στο πλαίσιο των θεωρητικών μοντέλων που υιοθετήθηκαν στη μελέτη, και συγκεκριμένα των προσεγγίσεων TAM, UTAUT και Transaction Cost Theory. Με τον τρόπο αυτό, η εμπειρική διερεύνηση συνδέεται ουσιαστικά με το θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας και ενισχύεται η εγκυρότητα των συμπερασμάτων που εξάγονται.

Ακολουθεί η αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων μέσω διαγραμμάτων, τα οποία συνοδεύονται από σύντομο σχολιασμό και ερμηνευτική προσέγγιση, με σκοπό τη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης εικόνας για την κατάσταση και τις προοπτικές της τεχνολογίας RFID στις ελληνικές φαρμακαποθήκες.

Το Γράφημα 1 αποτυπώνει την κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση σχετικά με τη γνώση της τεχνολογίας RFID από τις συμμετέχουσες φαρμακαποθήκες. Από τις 45 φαρμακαποθήκες που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο, το **33%** (15 μονάδες) δήλωσε ότι έχει ακούσει για την RFID αλλά **δεν γνωρίζει πώς λειτουργεί**, ενώ το **27%** (12 μονάδες) ανέφερε ότι **γνωρίζει επαρκώς** την τεχνολογία. Αντίθετα, **20%** (9 μονάδες) των συμμετεχόντων απάντησε ότι **δεν έχει γνώση της RFID**.

Η εν λόγω κατανομή αναδεικνύει ότι, αν και η τεχνολογία RFID είναι εν γένει γνωστή στον χώρο της φαρμακαποθήκης, **η λειτουργική της κατανόηση και η τεχνική εξοικείωση με αυτήν παραμένουν περιορισμένες**. Το εύρημα αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη για στοχευμένες παρεμβάσεις ενημέρωσης και εκπαίδευσης, ιδίως ενόψει ενδεχόμενης πιλοτικής ή καθολικής εφαρμογής της RFID στον κλάδο.

Γράφημα 1:
Γνώση της Τεχνολογίας RFID από τις
Φαρμακαποθήκες



Γράφημα 1. Κατανομή γνώσης της τεχνολογίας RFID

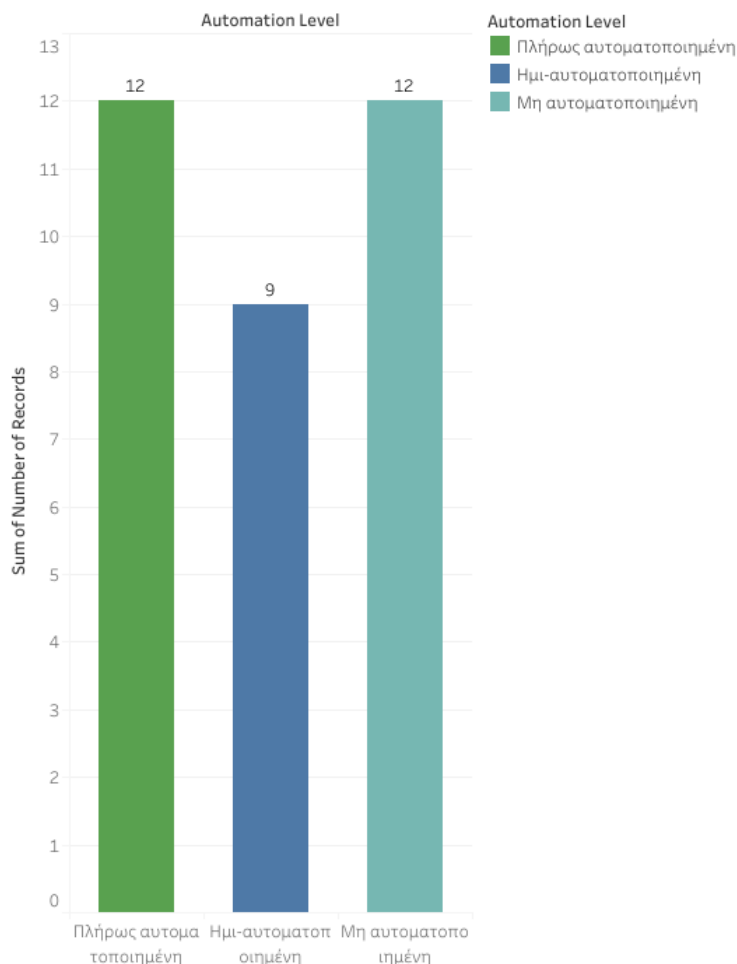
Το Γράφημα 2 αποτυπώνει το δηλωθέν επίπεδο αυτοματοποίησης των φαρμακαποθηκών που συμμετείχαν στην έρευνα. Σύμφωνα με τις απαντήσεις, το **27%** (12 από τις 45 μονάδες) λειτουργεί με **πλήρη αυτοματοποίηση**, αξιοποιώντας τεχνολογίες όπως συστήματα συλλογής με ρομποτικά σκάνερ, WMS (Warehouse Management System) και ολοκληρωμένα ERP. Το ίδιο ποσοστό (27%) δήλωσε ότι ακολουθεί **μη αυτοματοποιημένες διαδικασίες**, βασιζόμενο εξ ολοκλήρου σε χειροκίνητη λειτουργία.

Επιπλέον, **20%** των φαρμακαποθηκών (9 μονάδες) χαρακτηρίζονται ως **ημι-αυτοματοποιημένες**, δηλαδή εφαρμόζουν συνδυασμό ρομποτικών και χειροκίνητων πρακτικών.

Η συγκεκριμένη κατανομή δείχνει ότι, παρά την ύπαρξη προηγμένων εργαλείων διαχείρισης αποθήκης, **ένα σημαντικό ποσοστό του κλάδου εξακολουθεί να βασίζεται σε μη αυτοματοποιημένες ροές εργασίας**, στοιχείο που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα, την ακρίβεια και την τεχνολογική ετοιμότητα σε περιβάλλοντα όπως η RFID.

Γράφημα 2:

Επίπεδο Αυτοματοποίησης των Φαρμακαποθηκών

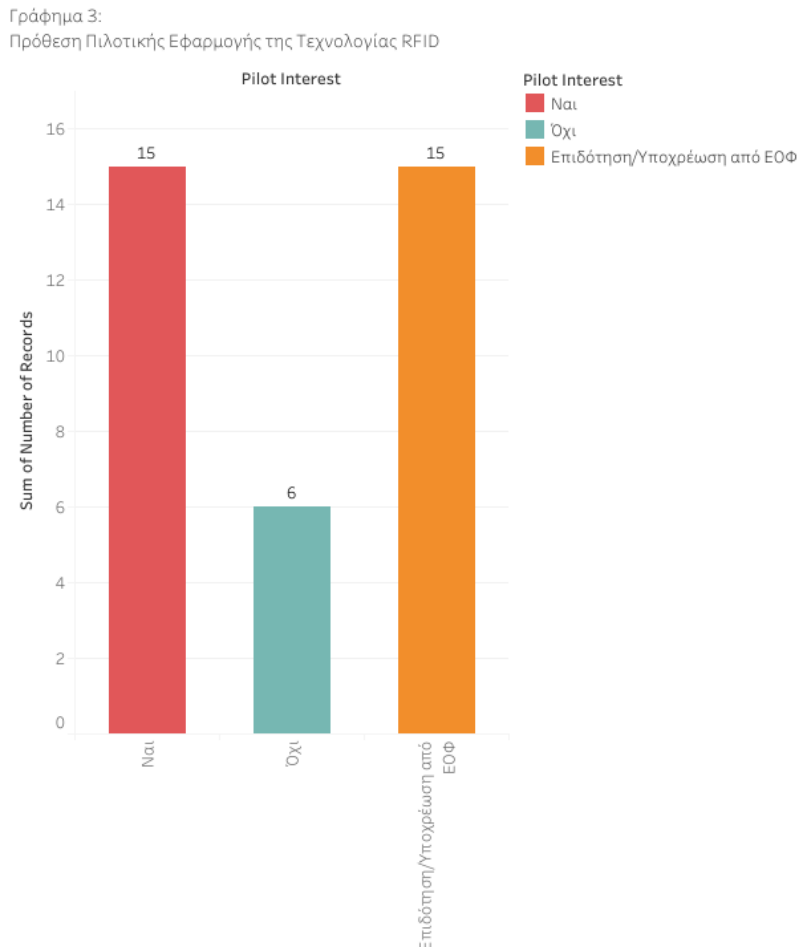


Γράφημα 2. Δηλωθέν επίπεδο αυτοματοποίησης στις φαρμακαποθήκες που συμμετείχαν στην έρευνα (N = 45)

Το τρίτο γράφημα παρουσιάζει τη στάση των φαρμακαποθηκών ως προς την προοπτική πιλοτικής εφαρμογής της τεχνολογίας RFID, ειδικά για κρίσιμες κατηγορίες φαρμάκων όπως τα ψυχόμενα, τα ναρκωτικά και τα υψηλού κόστους σκευάσματα. Το **33% των συμμετεχόντων (15 φαρμακαποθήκες)** δηλώνει ότι θα ήταν θετικό σε μια τέτοια πιλοτική εφαρμογή, ενώ ισόποσο ποσοστό (33%) θα το εξέταζε **μόνο σε περίπτωση επιδότησης ή υποχρεωτικότητας από τον ΕΟΦ**.

Αντίθετα, το **13% (6 μονάδες)** είναι αρνητικό απέναντι σε κάθε μορφή εφαρμογής RFID, ανεξαρτήτως κινήτρων ή πεδίου εφαρμογής.

Τα παραπάνω ευρήματα δείχνουν ότι ένα σημαντικό ποσοστό του κλάδου επιδεικνύει **εν μέρει θετική στάση**, ωστόσο **συνοδεύεται από όρους και επιφυλάξεις**, κυρίως οικονομικής και κανονιστικής φύσης. Η αναγνώριση της αξίας της RFID είναι παρούσα, αλλά η υλοποίησή της φαίνεται να εξαρτάται από **εξωτερικά κίνητρα και ρυθμιστική υποστήριξη**.

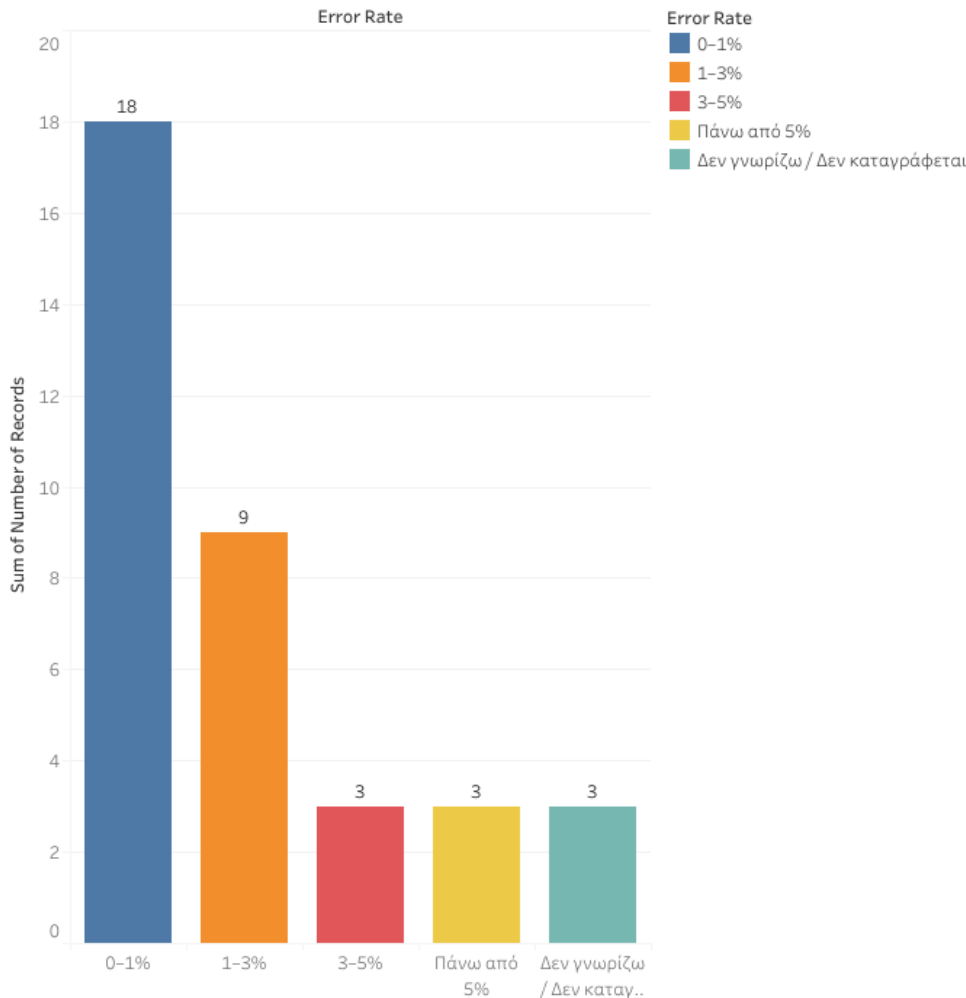


Γράφημα 3. Στάση των φαρμακαποθηκών απέναντι στην πιλοτική εφαρμογή της RFID για ειδικές κατηγορίες φαρμάκων (N = 45)

Το Γράφημα 4 καταγράφει τις απαντήσεις των φαρμακαποθηκών σχετικά με το εκτιμώμενο ποσοστό σφαλμάτων στις καθημερινές αποστολές τους. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, συγκεκριμένα **18 φαρμακαποθήκες (40%)**, εκτιμά ότι το ποσοστό λαθών κυμαίνεται κάτω από 1%, γεγονός που υποδηλώνει υψηλό επίπεδο ακρίβειας στην εκτέλεση παραγγελιών. Επιπλέον, **9 μονάδες (20%)** τοποθετούν το ποσοστό μεταξύ 1–3%, ενώ μόνο **3 φαρμακαποθήκες** δηλώνουν ποσοστά από 3% έως και άνω του 5%.

Αξιοσημείωτο είναι ότι **3 ακόμη μονάδες** δηλώνουν **άγνοια ή απουσία συστηματικής καταγραφής**. Το εύρημα αυτό ενισχύει την ανάγκη για **συστηματική παρακολούθηση δεικτών ποιότητας** και τεκμηριώνει το επιχείρημα υπέρ της εισαγωγής τεχνολογιών όπως η RFID, οι οποίες μπορούν να μειώσουν περαιτέρω την πιθανότητα λαθών μέσω αυτοματοποιημένης ιχνηλασιμότητας.

Γράφημα 4:
Εκτιμώμενο Ποσοστό Σφαλμάτων στις Αποστολές Φαρμάκων



Γράφημα 4. Εκτιμώμενο ποσοστό σφαλμάτων σε αποστολές φαρμάκων, όπως δηλώθηκε από τις φαρμακαποθήκες (N = 45)

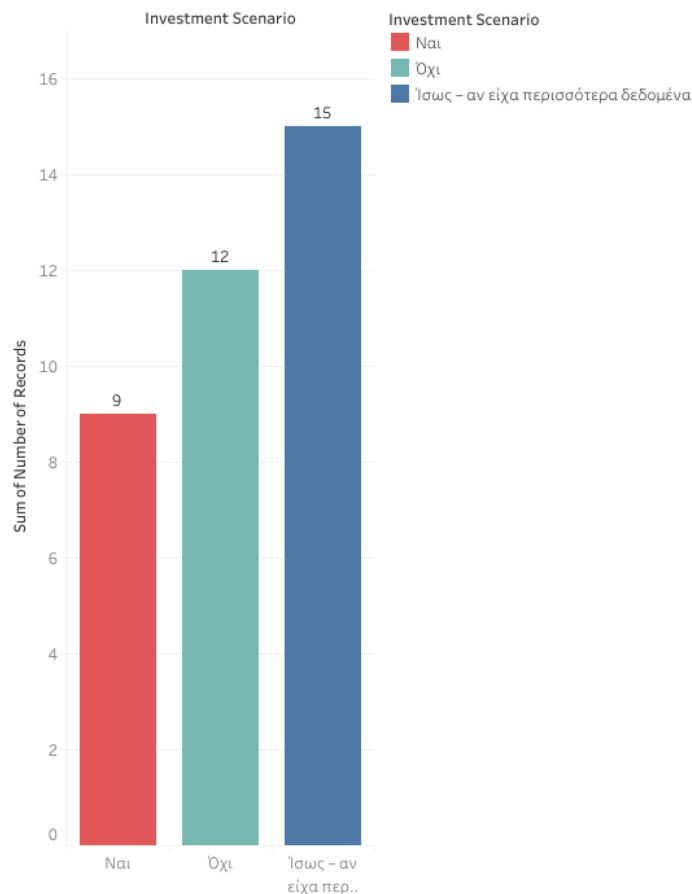
Το Γράφημα 5 παρουσιάζει τη στάση των φαρμακαποθηκών απέναντι στην επένδυση σε τεχνολογία RFID, υπό το υποθετικό σενάριο λειτουργικού κόστους έως 5% ετησίως και προσδοκώμενης μείωσης σφαλμάτων κατά 30%.

Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι **το 33% των συμμετεχόντων (15 μονάδες)** θα εξέταζε την επένδυση **υπό την προϋπόθεση ύπαρξης περισσότερων δεδομένων** ή στοιχείων τεκμηρίωσης, στοιχείο που καταδεικνύει την ανάγκη για καλύτερη ενημέρωση.

Το **27% (12 μονάδες)** απάντησε αρνητικά, εκφράζοντας αδυναμία ή απροθυμία να αναλάβει το κόστος ακόμη και με την προοπτική οφέλους. Αντίστοιχα, **9 φαρμακαποθήκες (20%)** δήλωσαν ξεκάθαρα πρόθυμες για επένδυση.

Το αποτέλεσμα αυτό αποκαλύπτει μια **μετριοπαθή στάση** με ισχυρά στοιχεία **επιφυλακτικότητας** και ανάγκη για **οικονομική τεκμηρίωση και ρεαλιστική κοστολόγηση** πριν ληφθούν αποφάσεις υιοθέτησης της RFID, ενισχύοντας τη συνάφεια της **Θεωρίας Δαπανών Συναλλαγών (Transaction Cost Theory)** στην παρούσα ανάλυση.

Γράφημα 5:
Πρόθεση Επένδυσης στην Τεχνολογία RFID με
Σενάριο Κόστους/Οφέλους



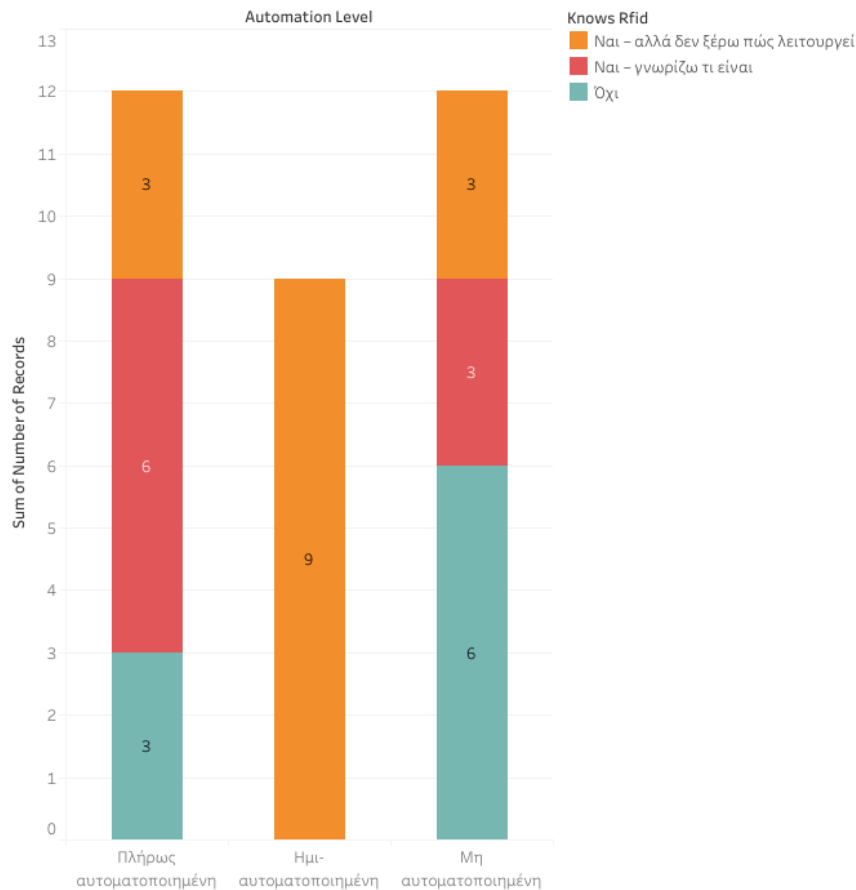
Γράφημα 5. Στάση των φαρμακαποθηκών απέναντι στην προοπτική επένδυσης στην RFID, βάσει σεναρίου κόστους και μείωσης σφαλμάτων ($N = 45$)

Το Γράφημα 6 απεικονίζει τη συσχέτιση μεταξύ του δηλωθέντος επιπέδου αυτοματοποίησης κάθε φαρμακαποθήκης και της γνώσης της τεχνολογίας RFID. Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι οι **πλήρως αυτοματοποιημένες μονάδες** (με ρομποτική συλλογή, WMS και ERP πλήρους κλίμακας) παρουσιάζουν **αναμεμειγμένα επίπεδα γνώσης**, με 6 να δηλώνουν ότι γνωρίζουν τι είναι η RFID, 3 ότι δεν γνωρίζουν πώς λειτουργεί, και καμία να μην την αγνοεί πλήρως.

Αντίθετα, στις **μη αυτοματοποιημένες αποθήκες**, 6 φαρμακαποθήκες δεν έχουν επαφή με την τεχνολογία, ενώ 3 δηλώνουν περιορισμένη γνώση. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ημι-αυτοματοποιημένες μονάδες, στις οποίες **όλες οι απαντήσεις ανήκουν στην κατηγορία “Δεν γνωρίζω πώς λειτουργεί”**, γεγονός που ενδεχομένως υποδηλώνει μετάβαση προς την τεχνολογία χωρίς συνοδευτική ενημέρωση.

Το εύρημα δείχνει ότι **η γνώση της RFID δεν σχετίζεται απολύτως γραμμικά με το επίπεδο αυτοματοποίησης**. Αντιθέτως, φαίνεται ότι ακόμη και σε ψηφιοποιημένα περιβάλλοντα η κατανόηση των δυνατοτήτων της RFID δεν είναι δεδομένη, γεγονός που ενισχύει την ανάγκη για **εκπαίδευση και τεχνική υποστήριξη**, παράλληλα με τις επενδύσεις.

Γράφημα 6:
Συσχέτιση Επιπέδου Αυτοματοποίησης και Γνώσης της Τεχνολογίας RFID



Γράφημα 6. Συσχέτιση επιπέδου αυτοματοποίησης φαρμακαποθηκών και γνώσης της τεχνολογίας RFID (N = 45)

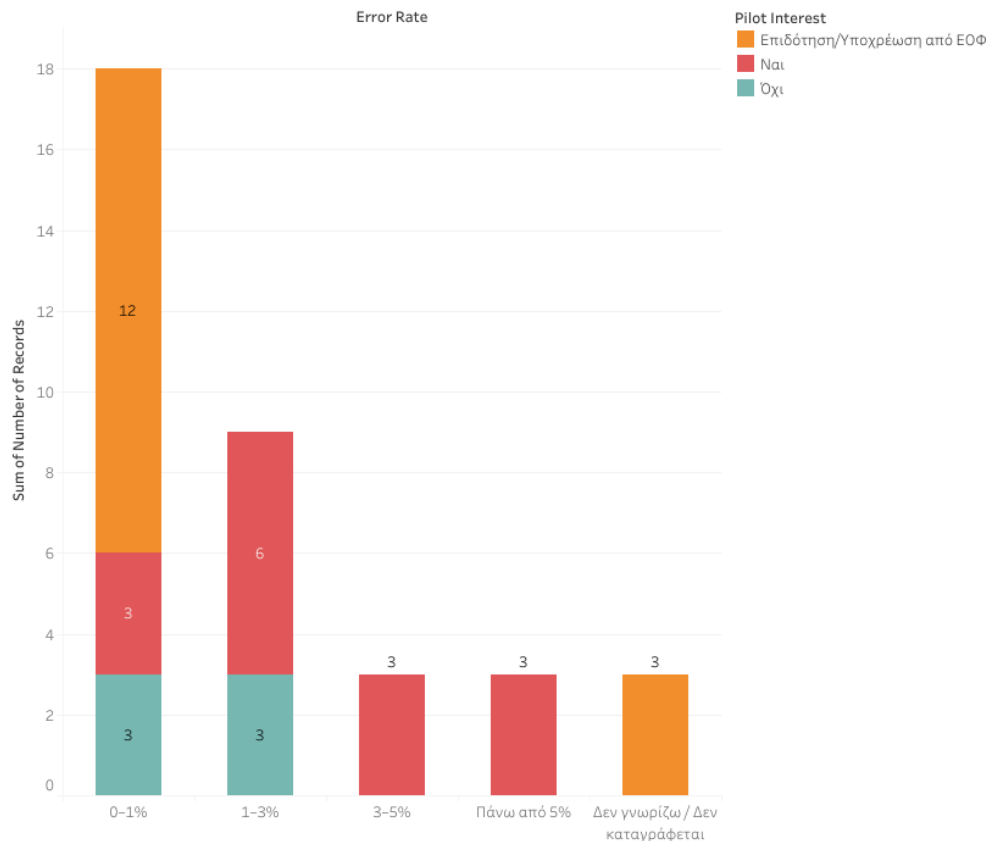
Το Γράφημα 7 αποτυπώνει τη συσχέτιση μεταξύ της εκτίμησης ποσοστού σφαλμάτων στις αποστολές και της πρόθεσης των φαρμακαποθηκών να συμμετάσχουν σε πιλοτική εφαρμογή της τεχνολογίας RFID. Η κατηγορία "0–1%" συγκεντρώνει τον μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων (18 μονάδες), εκ των οποίων οι περισσότεροι δήλωσαν ότι θα συμμετείχαν **μόνο υπό προϋποθέσεις (12 απαντήσεις)**. Αντίστοιχα, από τους συμμετέχοντες με σφάλματα 1–3%, οι μισοί είναι θετικοί και οι υπόλοιποι επιφυλακτικοί ή αρνητικοί.

Αξιοσημείωτο είναι ότι η κατηγορία **“3–5%” και “Πάνω από 5%”** περιλαμβάνει μόνο απαντήσεις **“Ναι” στην πιλοτική εφαρμογή**, γεγονός που ενδέχεται να υποδηλώνει **αυξημένο κίνητρο υιοθέτησης RFID από μονάδες με αυξημένα λειτουργικά προβλήματα**. Αντίθετα, οι φαρμακαποθήκες με χαμηλά ποσοστά σφαλμάτων φαίνεται να είναι πιο διστακτικές και αναμένουν πιθανώς υποχρεωτικό χαρακτήρα ή επιδότηση.

Η εικόνα αυτή ενισχύει τη θέση ότι **η τεχνολογική αποδοχή είναι πιο πιθανή σε περιβάλλοντα όπου το πρόβλημα είναι εμφανές και η ανάγκη αλλαγής άμεση**, σε συμφωνία με τις προβλέψεις του **Technology Acceptance Model (TAM)** και της θεωρίας της **αντίληψης του οφέλους**.

Γράφημα 7:

Συσχέτιση Ποσοστού Σφαλμάτων και Πρόθεσης Πιλοτικής Εφαρμογής της RFID



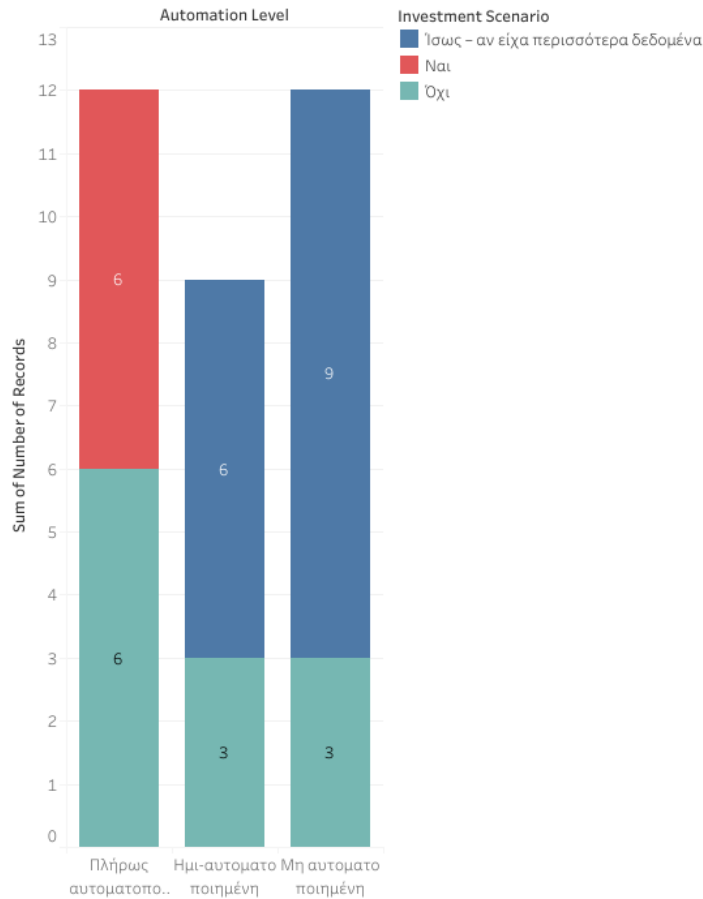
Γράφημα 7. Κατανομή πρόθεσης πιλοτικής εφαρμογής RFID ανά εκτιμώμενο ποσοστό σφαλμάτων στις αποστολές φαρμάκων (N = 45)

Το Γράφημα 8 αποτυπώνει τη σχέση μεταξύ του επιπέδου αυτοματοποίησης της φαρμακαποθήκης και της δηλωθείσας πρόθεσης επένδυσης στην τεχνολογία RFID, με βάση υποθετικό σενάριο κόστους (5% λειτουργικού κόστους ετησίως και μείωσης σφαλμάτων κατά 30%).

Οι **πλήρως αυτοματοποιημένες φαρμακαποθήκες** εμφανίζονται πιο θετικές, με **6 μονάδες** να δηλώνουν προθυμία να επενδύσουν και **6 αρνητικές**. Στις **ημι-αυτοματοποιημένες και μη αυτοματοποιημένες** παρατηρείται παρόμοιο μοτίβο, γεγονός που ίσως δείχνει ότι η ανάγκη βελτίωσης υπερβαίνει την τρέχουσα τεχνολογική ωριμότητα.

Η συσχέτιση αυτή δείχνει ότι **η πρόθεση επένδυσης δεν εξαρτάται μονοσήμαντα από το επίπεδο αυτοματοποίησης, αλλά επηρεάζεται από την εμπειρία, την αντίληψη του κινδύνου και την ύπαρξη εσωτερικών κινήτρων ή εξωτερικών πιέσεων**. Η ερμηνεία ευθυγραμμίζεται με τις αρχές της **Θεωρίας Δαπανών Συναλλαγών (Transaction Cost Theory)** και της **θεωρίας των υποβοηθητικών συνθηκών (UTAUT)**.

Γράφημα 8:
Συσχέτιση Επιπέδου Αυτοματοποίησης και
Πρόθεσης Επένδυσης στην Τεχνολογία RFID



Γράφημα 8: Συσχέτιση επιπέδου αυτοματοποίησης φαρμακαποθηκών και πρόθεσης επένδυσης στην τεχνολογία RFID, σύμφωνα με το σενάριο κόστους-οφέλους.

5.3 Περιορισμοί της έρευνας

Παρά την αξιόλογη συμβολή της παρούσας εμπειρικής ανάλυσης στη διερεύνηση της υιοθέτησης της τεχνολογίας RFID στον τομέα των φαρμακαποθηκών, αναγνωρίζονται ορισμένοι περιορισμοί που επηρεάζουν τη γενικευσιμότητα και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Πρωτίστως, το μέγεθος του δείγματος, αν και επαρκές για μια πρώτη προσέγγιση, περιορίζεται σε 45 μονάδες, γεγονός που δεν επιτρέπει την πλήρη αντιπροσώπευση του συνόλου των φαρμακαποθηκών στην Ελλάδα. Επιπλέον, η μέθοδος συλλογής δεδομένων μέσω ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου ενδέχεται να επηρεάσει την αξιοπιστία των απαντήσεων, λόγω πιθανής επιλεκτικής συμμετοχής ή ερμηνευτικών διαφοροποιήσεων στις ερωτήσεις. Δεν πραγματοποιήθηκαν ποιοτικές συνεντεύξεις, γεγονός που στερεί από την ανάλυση μια βαθύτερη κατανόηση των οργανωσιακών ή πολιτισμικών παραγόντων που ενδέχεται να επηρεάζουν την αποδοχή της RFID τεχνολογίας.

5.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα μελέτη μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για περαιτέρω ερευνητική διερεύνηση στον τομέα της τεχνολογικής καινοτομίας στη φαρμακευτική εφοδιαστική αλυσίδα. Μια προέκταση της εργασίας θα μπορούσε να περιλαμβάνει τη διενέργεια εις βάθος συνεντεύξεων με υπευθύνους ποιότητας, πληροφορικής ή διοίκησης φαρμακαποθηκών, με σκοπό τη συλλογή ποιοτικών δεδομένων που θα εμπλουτίσουν την ερμηνεία των ποσοτικών ευρημάτων. Επιπλέον, μελλοντικές έρευνες μπορούν να εστιάσουν συγκριτικά στην υιοθέτηση τεχνολογιών RFID σε διαφορετικά στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως σε νοσοκομειακές φαρμακαποθήκες ή φαρμακεία λιανικής. Τέλος, προτείνεται η επανάληψη της παρούσας μελέτης σε μεγαλύτερο δείγμα ή σε ευρωπαϊκό επίπεδο, προκειμένου να εντοπιστούν διακρατικές αποκλίσεις και καλές πρακτικές.

5.5 Σύνδεση εμπειρικής ανάλυσης με το θεωρητικό πλαίσιο

Τα ευρήματα της εμπειρικής ανάλυσης παρουσιάζουν σαφείς συνάψεις με τις θεωρητικές προσεγγίσεις που αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Η περιορισμένη εξοικείωση με την τεχνολογία RFID, οι επιφυλάξεις ως προς την απόδοση της επένδυσης και η ανάγκη για εξωτερική υποστήριξη, συνδέονται άμεσα με τη θεωρία της αποδοχής τεχνολογίας (TAM), επιβεβαιώνοντας τη σημασία της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης. Παράλληλα, η βαρύτητα που αποδίδεται στο οικονομικό κόστος και στην ανάγκη για επιδοτήσεις ή ρυθμιστική καθοδήγηση εναρμονίζεται με τα προτάγματα της Θεωρίας Δαπανών Συναλλαγών (TCT), αναδεικνύοντας τη σημασία της μείωσης αβεβαιότητας και της θεσμικής σταθερότητας. Τέλος, η επιρροή εξωτερικών παραγόντων, όπως ο ΕΟΦ ή οι εμπορικοί εταίροι, καθώς και η τεχνική ετοιμότητα των επιχειρήσεων, αποτελούν κρίσιμους

παράγοντες του ενοποιημένου μοντέλου UTAUT και ενισχύουν τη διαπίστωση ότι η αποδοχή της RFID αποτελεί σύνθετο και πολυπαραγοντικό φαινόμενο, που απαιτεί συνδυασμένες παρεμβάσεις ενημέρωσης, επιδότησης και τεχνικής υποστήριξης.

Η πλήρης κατανόηση της δυναμικής υιοθέτησης της RFID ολοκληρώνεται με την ανάλυση του κόστους και των ωφελειών της επένδυσης, όπως παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα.

5.6 Αξιολόγηση Κόστους και Οφελών από την Εφαρμογή της Τεχνολογίας RFID

Η θεωρητική σύνδεση των ευρημάτων της εμπειρικής ανάλυσης ανέδειξε την πολυπαραγοντική φύση της αποδοχής της τεχνολογίας RFID, καθώς και την ανάγκη για συνδυασμένες παρεμβάσεις πληροφόρησης, επιδότησης και τεχνικής υποστήριξης. Ωστόσο, κρίσιμος παράγοντας για την πραγματική εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών παραμένει η οικονομική τους βιωσιμότητα. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα ενότητα επιχειρεί να αξιολογήσει τη βιωσιμότητα της τεχνολογίας RFID από οικονομική σκοπιά, προσδιορίζοντας το εύρος της απαιτούμενης επένδυσης και τα πιθανά άμεσα και έμμεσα οφέλη. Η ανάλυση που ακολουθεί στηρίζεται σε δεδομένα από τη διεθνή βιβλιογραφία και σε κοστολογικές εκτιμήσεις από αντίστοιχες εφαρμογές της τεχνολογίας σε φαρμακαποθήκες.

Σε αριθμητικό και ποιοτικό επίπεδο, τα εκτιμώμενα οφέλη από την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στη φαρμακαποθήκη είναι ιδιαίτερα σημαντικά και τεκμηριώνονται επαρκώς από τη διεθνή βιβλιογραφία. Η μελέτη των Martínez, Vázquez και Dafonte (2016) έδειξε ότι σε περιβάλλοντα υγειονομικής διαχείρισης, η χρήση RFID συνέβαλε στη μείωση σφαλμάτων κατά 56%, ενώ παρόμοια ευρήματα παρουσιάζονται στην ανασκόπηση των Ferrer-Roca και Dufour (2022), όπου καταγράφηκε μείωση σφαλμάτων σε εύρος 40% έως 70%. Επιπλέον, σύμφωνα με την Pharmaceutical Technology (2023), η ενσωμάτωση RFID στις διαδικασίες αποστολής φαρμάκων οδηγεί σε επιτάχυνση της προετοιμασίας και διεκπεραίωσης των παραγγελιών κατά 30% έως 40%.

Τα αριθμητικά οφέλη πλαισιώνονται από ποιοτικές βελτιώσεις που αφορούν την ενίσχυση της αξιοπιστίας, της διαφάνειας και της ασφάλειας στη διακίνηση φαρμάκων. Η δυνατότητα real-time παρακολούθησης της τοποθεσίας και της κατάστασης κάθε προϊόντος, σε συνδυασμό με την ακριβή ταυτοποίηση κάθε μονάδας ανά αποστολή, διασφαλίζει την ορθή παράδοση και μειώνει δραστικά τον κίνδυνο σφαλμάτων ή απωλειών. Ιδιαίτερα στα ναρκωτικά φάρμακα, όπου οι κανονιστικές απαιτήσεις για πλήρη καταγραφή κάθε διακίνησης είναι αυστηρές, η τεχνολογία RFID ενισχύει τη συμμόρφωση και επιτρέπει άμεση ανταπόκριση σε ελέγχους. Αντίστοιχα, στα ψυχόμενα σκευάσματα, η ταχεία ταυτοποίηση προϊόντων και η δυνατότητα αποτροπής παραμονής εκτός του απαιτούμενου θερμοκρασιακού εύρους κατά το στάδιο της αποστολής αποτελούν κρίσιμα πλεονεκτήματα για τη διασφάλιση της ποιότητάς τους.

Σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα, η υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID δημιουργεί και έμμεσα οικονομικά οφέλη, τα οποία σχετίζονται με τη βελτίωση της ανταγωνιστικής θέσης της φαρμακαποθήκης στην εγχώρια και διεθνή αγορά. Η δυνατότητα παροχής υπηρεσιών

ιχνηλασιμότητας υψηλής ακρίβειας μπορεί να λειτουργήσει ως στρατηγικό πλεονέκτημα, προσελκύοντας νέους πελάτες, ιδίως από αγορές του εξωτερικού που επιβάλλουν αυστηρούς όρους διαφάνειας και ασφάλειας. Επιπλέον, η επένδυση σε τεχνολογίες αιχμής όπως το RFID ενισχύει τις πιθανότητες συμμετοχής σε διεθνείς συνεργασίες, διαγωνισμούς και ερευνητικά έργα.

Η οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης μπορεί να αποτιμηθεί μέσω εργαλείων όπως η ανάλυση σημείου ισορροπίας (break-even analysis), η οποία υπολογίζει τον απαιτούμενο χρόνο απόσβεσης της αρχικής δαπάνης, με βάση τις εξοικονομήσεις κόστους από βελτιωμένες λειτουργικές διαδικασίες και την πιθανή αύξηση του κύκλου εργασιών. Συνολικά, η τεχνολογία RFID, όταν υιοθετείται με στρατηγικό σχεδιασμό και ρεαλιστική προσέγγιση ανάπτυξης, συνιστά βιώσιμη επένδυση, με θετικό αποτύπωμα τόσο σε ποσοτικούς όσο και σε ποιοτικούς δείκτες απόδοσης.

Εκτιμώμενο κόστος πρώτου έτους πιλοτικής εφαρμογής

Αναλυτικότερα, τα επιμέρους κόστη του πρώτου έτους διαμορφώνονται ως εξής, βάσει στοιχείων της βιβλιογραφίας και εμπειρικών εφαρμογών.

Η συνολική δαπάνη για τον πρώτο χρόνο πιλοτικής εφαρμογής υπολογίζεται μεταξύ 25.000 και 40.000 ευρώ. Το ποσό αυτό περιλαμβάνει την αγορά και εγκατάσταση RFID αναγνώστών, την προμήθεια παθητικών ετικετών, την ενσωμάτωση του συστήματος στο υφιστάμενο λογισμικό αποθήκης (ERP), την εκπαίδευση του προσωπικού και την τεχνική υποστήριξη.

Σύμφωνα με τη *Pharmaceutical Technology* (2023), η μέση τιμή για παθητικές ετικέτες RFID κυμαίνεται μεταξύ 0,15 και 0,30 ευρώ ανά τεμάχιο, ανάλογα με τον όγκο αγοράς και τις τεχνικές προδιαγραφές των tags. Με βάση την εκτίμηση ότι σε μια φαρμακαποθήκη διακινούνται ετησίως περίπου 50.000–60.000 τεμάχια ευαίσθητων φαρμάκων (ψυχρά, υψηλού κόστους, ναρκωτικά), το ετήσιο κόστος των ετικετών ανέρχεται σε 7.500–18.000 ευρώ.

Το κόστος για αναγνώστες RFID εξαρτάται από τον τύπο και τον αριθμό των σημείων εγκατάστασης. Για παράδειγμα, ένας σταθερός αναγνώστης UHF υψηλής απόδοσης (π.χ. Zebra FX7500) κοστίζει περίπου 1.000–1.500 ευρώ ανά μονάδα, ενώ ένας φορητός αναγνώστης (π.χ. Zebra RFD8500) κοστίζει περί τα 2.000 ευρώ, όπως καταγράφεται σε αναλύσεις της Zebra και της *Pharmaceutical Technology* (2023). Για μια μέτρια σε μέγεθος φαρμακαποθήκη, η απαιτούμενη υποδομή εκτιμάται σε 3–5 σταθερούς αναγνώστες και 2–3 φορητές συσκευές, διαμορφώνοντας συνολικό κόστος 8.000–12.000 ευρώ.

Η παραμετροποίηση και ενσωμάτωση του RFID με υπάρχον ERP (όπως το ERP της CSA που χρησιμοποιείται στη μελέτη) περιλαμβάνει τη δημιουργία interface, τη διασύνδεση αναγνώστών, καθώς και τη διαμόρφωση διαδικασιών, με εκτιμώμενο κόστος περίπου 3.000–5.000 ευρώ. Σύμφωνα με τον Μπιζιούρη (2007), που ανέλυσε πιλοτική εφαρμογή RFID σε ελληνική αποθήκη υγειονομικού υλικού, το βασικό κόστος προσαρμογής περιορίστηκε σημαντικά μέσω της αξιοποίησης modular υποσυστημάτων σε υπάρχον λογισμικό.

Η εκπαίδευση του προσωπικού και η παροχή τεχνικής υποστήριξης για το πρώτο έτος εκτιμάται σε 2.000–3.000 ευρώ, περιλαμβάνοντας αρχική εκπαίδευση, διαδικασίες troubleshooting και on-call τεχνική υποστήριξη.

Ενδεικτική είναι η εφαρμογή της Cardinal Health στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου το RFID χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση ψυχρών προϊόντων και high-value σκευασμάτων, βελτιώνοντας τη διαφάνεια και μειώνοντας τις απώλειες σε κρίσιμα σημεία της αλυσίδας εφοδιασμού.

Η τελική εκτίμηση για το κόστος πρώτου έτους διαμορφώνεται ως εξής:

- Εξοπλισμός και λογισμικό: 11.000–17.000 ευρώ
- Ετήσιο κόστος αναλωσίμων (tags): 7.500–18.000 ευρώ
- Εκπαίδευση και υποστήριξη: 3.000–5.000 ευρώ

Συνεπώς, το συνολικό ύψος της επένδυσης για τον πρώτο χρόνο πιλοτικής εφαρμογής διαμορφώνεται μεταξύ 21.500 και 40.000 ευρώ, με δυνατότητα περαιτέρω εξορθολογισμού μέσω bulk αγοράς αναλωσίμων και σταδιακής ανάπτυξης της υποδομής.

Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι το RFID μπορεί να προσφέρει σημαντικό *return on investment* όταν στοχεύει σε κατηγορίες φαρμάκων υψηλού κινδύνου, όπου η ακριβής ιχνηλασιμότητα έχει άμεση επίπτωση στην ασφάλεια των ασθενών και στη συμμόρφωση με κανονιστικές απαιτήσεις (GS1 UK, 2022).

5.7 Εκτίμηση Δυναμικής της Φαρμακαποθήκης στην Αγορά

Η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID μπορεί να διαφοροποιήσει στρατηγικά τη φαρμακαποθήκη έναντι του ανταγωνισμού. Η δυνατότητα παροχής πλήρους ιχνηλασιμότητας, ειδικά σε προϊόντα υψηλής αξίας και ευαισθησίας, αποτελεί ήδη σημαντικό κριτήριο επιλογής προμηθευτή από αγορές όπως αυτές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Μέσης Ανατολής. Η επένδυση σε τεχνολογίες αιχμής όπως το RFID μπορεί να συμβάλει στην επέκταση της φαρμακαποθήκης σε αγορές υψηλών απαιτήσεων και να βελτιώσει τη διαπραγματευτική της δύναμη απέναντι σε πολυεθνικούς εταίρους.

Η RFID δεν αποτελεί απλή τεχνολογική καινοτομία, αλλά εργαλείο στρατηγικής ενίσχυσης της οργάνωσης, της διαφάνειας και της ασφάλειας. Παρότι δεν προσφέρει άμεση οικονομική απόδοση με τη μορφή αύξησης πωλήσεων, λειτουργεί ως μοχλός μείωσης ρίσκου, ενίσχυσης της ποιότητας και απόκτησης ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Εταιρείες όπως η Pfizer ήταν μεταξύ των πρώτων που εφάρμοσαν RFID στις συσκευασίες φαρμάκων, με σκοπό την αποτροπή παραποίησης προϊόντων και την ενίσχυση της διαφάνειας (Biospace, 2006).

Η εμπειρία από εφαρμογές στην ελληνική φαρμακαποθήκη επιβεβαιώνει ότι, όταν η τεχνολογία εφαρμόζεται στοχευμένα και όχι αδιακρίτως, μπορεί να φέρει ουσιαστικό λειτουργικό και οικονομικό όφελος (Μπιζιούρη, 2007).

Η εφαρμογή RFID στη φαρμακαποθήκη οφείλει να αντιμετωπιστεί όχι ως «κόστη» αλλά ως επένδυση μεσοπρόθεσμου ορίζοντα. Επιτρέπει τον εκσυγχρονισμό σε επίπεδο εσωτερικών διαδικασιών, αλλά και τη δυνατότητα συνεργασιών με πιο απαιτητικές αγορές, διεθνή δίκτυα και έργα με αυξημένες απαιτήσεις ασφάλειας.

Στο περιβάλλον της σύγχρονης Υγείας, όπου η ιχνηλασιμότητα, η πιστοποίηση και η τεκμηρίωση διαδικασιών αποτελούν απαίτηση και όχι προαίρεση, η RFID δεν είναι μόνο τεχνολογική αναβάθμιση, αλλά αναγκαίο βήμα προσαρμογής στη νέα πραγματικότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η διερεύνηση της τεχνολογίας RFID στον χώρο της Υγείας και, ειδικότερα, στο περιβάλλον των ελληνικών φαρμακαποθηκών ανέδειξε ένα πλέγμα τεχνικών, θεσμικών και οργανωσιακών παραμέτρων που καθορίζουν τη βιωσιμότητα και τη χρησιμότητα της εν λόγω τεχνολογίας. Από την ανάλυση της βιβλιογραφίας και των διεθνών πρακτικών καθίσταται σαφές ότι η RFID, ως τεχνολογία ασύρματης αναγνώρισης, υπερβαίνει τα περιορισμένα περιθώρια εφαρμογής των παραδοσιακών μεθόδων ιχνηλασιμότητας, προσφέροντας πραγματικό χρόνο παρακολούθησης, μείωση της ανθρώπινης εξάρτησης και ενίσχυση της ακρίβειας στις εφοδιαστικές ροές. Η δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων ενισχύει την επιχειρησιακή ευφυΐα και επιτρέπει τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων βασισμένων σε τεκμηριωμένα πρότυπα κατανάλωσης, κινδύνου και διαχείρισης.

Η ανάλυση των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο, που απευθύνθηκε σε στελέχη ελληνικών φαρμακαποθηκών, ανέδειξε τις απόψεις και τις προσδοκίες των επαγγελματιών του χώρου αναφορικά με την εισαγωγή της τεχνολογίας RFID. Οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν τα δυνητικά λειτουργικά και ποιοτικά οφέλη της τεχνολογίας, όπως η ταχύτερη και ακριβέστερη διαχείριση παρτίδων, η δυνατότητα real-time παρακολούθησης, η μείωση των σφαλμάτων στη συλλογή και διανομή, καθώς και η ενίσχυση της συμμόρφωσης προς το κανονιστικό πλαίσιο. Την ίδια στιγμή, επισημάνθηκαν εμπόδια που σχετίζονται κυρίως με το κόστος υλοποίησης, την ανάγκη τεχνικής κατάρτισης και την εναρμόνιση με τα υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα. Η RFID δεν αντιμετωπίζεται ως τεχνολογία που υποκαθιστά τα ήδη εφαρμοζόμενα συστήματα (όπως οι γραμμωτοί κώδικες), αλλά ως τεχνολογία που μπορεί να τα συμπληρώσει, οδηγώντας σε ένα πιο ολοκληρωμένο και ευέλικτο μοντέλο ιχνηλασιμότητας.

Η εφαρμογή της RFID, ωστόσο, δεν μπορεί να ιδωθεί ως τεχνολογική πανάκεια. Η επιτυχία της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την οργανωσιακή ετοιμότητα, τη δέσμευση της διοίκησης, την κατάρτιση του προσωπικού και τη διασύνδεση με τα υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα (ERP, WMS). Παράλληλα, απαιτείται ένα σαφές κανονιστικό και χρηματοδοτικό πλαίσιο που θα ενθαρρύνει τις φαρμακαποθήκες να επενδύσουν σε τεχνολογίες προηγμένης ιχνηλασιμότητας, χωρίς να μετακυλίεται το κόστος αποκλειστικά στους ιδιωτικούς φορείς.

Η παρούσα μελέτη, αξιοποιώντας εμπειρικά δεδομένα μέσω ερωτηματολογίου, ανέδειξε την αναγκαιότητα σχεδιασμού μιας εθνικής στρατηγικής για την ιχνηλασιμότητα, στην οποία η RFID να αποτελεί οργανικό πυλώνα. Η ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ του ΕΟΦ, των φαρμακαποθηκών και των παρόχων τεχνολογίας, η θεσμοθέτηση κινήτρων και η εκπόνηση οδηγών εφαρμογής θα μπορούσαν να αποτελέσουν ουσιαστικά βήματα προς αυτή την κατεύθυνση. Η RFID δεν είναι μόνο ένα τεχνολογικό εργαλείο, αλλά ένας μοχλός

μετασχηματισμού της φαρμακευτικής εφοδιαστικής αλυσίδας, που μπορεί να προσδώσει προστιθέμενη αξία σε ένα σύστημα Υγείας που αναζητά διαφάνεια, ασφάλεια και αποδοτικότητα.

Καθίσταται, τέλος, σαφές ότι η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επεκταθεί τόσο σε μεγαλύτερο αριθμό φαρμακαποθηκών όσο και σε διαφορετικούς κρίκους της εφοδιαστικής αλυσίδας (π.χ. νοσοκομειακά φαρμακεία, μονάδες πρωτοβάθμιας φροντίδας), προκειμένου να αποτυπωθούν πληρέστερα οι συνθήκες εφαρμογής και να ενισχυθεί η τεκμηρίωση για την καθολική υιοθέτηση της τεχνολογίας RFID στον τομέα της Υγείας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 1,2

GS1 UK. (2022). Traceability matters – the vital role of track and tracing in healthcare. Ανακτήθηκε από <https://www.gs1uk.org/insights/news/the-vital-role-of-track-and-tracing-in-healthcare>

Martínez, M., Vázquez, G., & Dafonte, C. (2016). Safety and Traceability in Patient Healthcare through the Integration of RFID Technology for Intravenous Mixtures in the Prescription-Validation-Elaboration-Dispensation-Administration Circuit to Day Hospital Patients. *Sensors*, 16(7), 1180. <https://doi.org/10.3390/s16071180>

SEACOMP. (2023). The Importance of Traceability in Medical Device Manufacturing. Ανακτήθηκε από <https://www.seacomp.com/resources/importance-traceability-medical-device-manufacturing>

AHRQ PSNet. (2024). Raising the barcode: Improving medication safety behaviours through a behavioural science-informed feedback intervention. <https://psnet.ahrq.gov/issue/raising-barcode-improving-medication-safety-behaviours-through-behavioural-science-informed> (BCMA)

Ferrer-Roca, C., & Dufour, J.C. (2022). The state of RFID technology in healthcare during 2017–2022: A systematic review. *Sensors*, 22(18), 7025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9398041>

European Commission. (2019). Delegated Regulation (EU) 2016/161 supplementing Directive 2001/83/EC with regard to the safety features appearing on the packaging of medicinal products. <https://health.ec.europa.eu>

European Council. (2024). Document ST 12096/24 – Implementation exemptions for Greece and Italy under Article 47. <https://data.consilium.europa.eu>

Εθνικός Οργανισμός Φαρμάκων (ΕΟΦ). (2023). Οδηγίες για την Εφαρμογή της Επαλήθευσης Φαρμάκων στην Ελλάδα. <https://www.eof.gr>

Ε.Ο.Ε.ΦΑ. (2024). Συχνές ερωτήσεις για το ελληνικό σύστημα επαλήθευσης φαρμάκων (HVMO). <https://eoefa.gr>

GS1 UK. (2022). Traceability matters – the vital role of track and tracing in healthcare. <https://www.gs1uk.org>

Ferrer-Roca, C., & Dufour, J. C. (2022). The state of RFID technology in healthcare during 2017–2022: A systematic review. *Sensors*, 22(18), 7025. <https://doi.org/10.3390/s22187025>

Lee, T. J., Park, S. H., & Kim, Y. H. (2021). Effectiveness of barcode medication administration in reducing medication errors: A meta-analysis. *International Journal of Medical Informatics*, 153, 104522.

AHRQ PSNet. (2024). Raising the barcode: Improving medication safety behaviours through a behavioural science-informed feedback intervention. <https://psnet.ahrq.gov>

Martínez, M., Vázquez, G., & Dafonte, C. (2016). Safety and Traceability in Patient Healthcare through the Integration of RFID Technology for Intravenous Mixtures. *Sensors*, 16(7), 1180. <https://doi.org/10.3390/s16071180>

Ferrer-Roca, O., Martínez, J. A., Vázquez, I., & Dafonte, C. (2016). RFID and traceability for intravenous mixtures in hospitals. *Journal of Medical Systems*, 40(2), 45. <https://doi.org/10.1007/s10916-015-0392-0>

Poon, E. G., Keohane, C. A., Yoon, C. S., Ditmore, M., Bane, A., Levtzion-Korach, O., ... & Gandhi, T. K. (2010). Effect of Bar-Code Technology on the Safety of Medication Administration. *New England Journal of Medicine*, 362(18), 1698–1707. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa0907115>

GS1 Sweden. (2021). Karolinska University Hospital: Full-scale implementation of GS1 DataMatrix in hospital pharmacies improves patient safety. <https://www.gs1.se>

Einstein Hospital. (2019). Innovation and RFID adoption in São Paulo's premier hospital. *Journal of Health Informatics in Developing Countries*, 13(1), 45–58.

Singapore General Hospital. (2022). RFID-enabled pharmacy automation for smarter inventory control. *Asian Hospital & Healthcare Management*, 77, 22–28.

Royal Melbourne Hospital. (2021). Enhancing hospital logistics with RFID and BLE technologies: Pilot results. *Australian Health Review*, 45(3), 301–308.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 3

Biospace. (2006). Pfizer introduces RFID technology to combat counterfeiting and protect patient health. Ανακτήθηκε από: <https://www.biospace.com>

Martínez, M., Vázquez, G., & Dafonte, C. (2016). Safety and traceability in patient healthcare through the integration of RFID technology for intravenous mixtures in the prescription-validation-elaboration-dispensation-administration circuit to day hospital patients. *Sensors*, 16(7), 1180. <https://doi.org/10.3390/s16071180>

Pharmacy Times. (2023). RFID Technology and the DSCSA: Paving the way for a new standard in patient care. Ανακτήθηκε από: <https://www.pharmacytimes.com/view/rfid-technology-and-the-dscsa-paving-the-way-for-a-new-standard-in-patient-care>

GS1 UK. (2022). Traceability matters: The vital role of track and tracing in healthcare. Ανακτήθηκε από: <https://www.gs1uk.org>

HealthReport.gr. (2024). Άδωνις Γεωργιάδης: Επεκτείνεται σε 12 νοσοκομεία το ηλεκτρονικό βραχιολάκι. Ανακτήθηκε από: <https://www.healthreport.gr/adonis-georgiadis-epekteinetai-se-12-nosokomeia-to-ilektroniko-vrachiolaki>

Fung, P., Bui, A. T., Mehta, A. R., & Salem, A. (2007). A method to investigate non-thermal effects of radio frequency radiation on pharmaceuticals with relevance to RFID technology. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 96(6), 1500–1506. <https://doi.org/10.1002/jps.20800>

van der Togt, R., van Lieshout, E. J., Hensbroek, R., Beinat, E., Binnekade, J. M., & Bakker, P. J. (2008). Electromagnetic interference from radio frequency identification inducing potentially hazardous incidents in critical care medical equipment. *JAMA*, 299(24), 2884–2890. <https://doi.org/10.1001/jama.299.24.2884>

European Medicines Agency (EMA). "Defitelio (defibrotide): recall of certain batches due to quality defect – presence of particles." Ανακοίνωση, 22 Ιανουαρίου 2024. <https://www.ema.europa.eu/en/news/defitelio-defibrotide-recall-certain-batches-due-quality-defect>

Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B., & Davis, F.D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.

Oliveira, T., Thomas, M., Baptista, G., & Campos, F. (2019). Mobile payment: Understanding the determinants of customer adoption and intention to recommend the technology. *Computers in Human Behavior*, 61, 404–414.

Boehme, T., Plambeck, T., & Streicher, R. (2022). Warehouse automation and traceability in the German pharmaceutical distribution sector. *Logistics Research*, 15(1), 12–25.

Van Der Meulen, M., Dekker, R., & de Koster, R. (2021). RFID adoption and its impact on inventory accuracy: Evidence from Belgian pharmaceutical wholesalers. *International Journal of Production Economics*, 240, 108252.

Martini, C., & Gallo, R. (2020). Traceability and expiry management in pharmaceutical warehouses: The FederFarma Servizi case. *Journal of Health Logistics*, 7(2), 51–63.

Williamson, O.E. (1981). The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach. *American Journal of Sociology*, 87(3), 548–577.

Williamson, O.E. (1991). Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives. *Administrative Science Quarterly*, 36(2), 269–296.

Schuster, T., Köhler, J., & Rummel, P. (2021). RFID-based inventory management in the pharmaceutical sector: A case study of B. Braun Melsungen AG. *Journal of Business Logistics*, 42(2), 155–173.

Caridi, M., Crippa, L., Perego, A., Sianesi, A., & Tumino, A. (2010). Do virtuality and complexity affect supply chain visibility? *International Journal of Production Economics*, 127(2), 372–383.

Thakur, M., & Hurburgh, C.R. (2009). Framework for implementing traceability system in the bulk grain supply chain. *Journal of Food Engineering*, 95(4), 617–626.

Bechini, A., Cimino, M.G.C.A., Marcelloni, F., & Tomasi, A. (2008). Patterns and technologies for enabling supply chain traceability through collaborative e-business. *Information and Software Technology*, 50(4), 342–359.

European Commission (2016). Commission Delegated Regulation (EU) 2016/161 supplementing Directive 2001/83/EC by laying down detailed rules for the safety features appearing on the packaging of medicinal products for human use

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 4

Biospace. (2006). Pfizer Introduces RFID Technology to Combat Counterfeiting and Protect Patient Health. Ανακτήθηκε από: <https://www.biospace.com/pfizer-inc-introduces-radio-frequency-identification-technology-to-combat-counterfeiting-protect-patient-health>

Ferrer-Roca, C., & Dufour, J. C. (2022). The state of RFID technology in healthcare during 2017–2022: A systematic review. *Sensors*, 22(18), 7025. <https://doi.org/10.3390/s22187025>

GS1 UK. (2022). Traceability matters: The vital role of track and tracing in healthcare. Ανακτήθηκε από: <https://www.gs1uk.org>

Pharmaceutical Technology. (2023). Is RFID the future of smart labelling? Ανακτήθηκε από: <https://www.pharmaceutical-technology.com/features/is-rfid-the-future-of-smart-labelling>

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 5

Ferrer-Roca, C., & Dufour, J. C. (2022). The state of RFID technology in healthcare during 2017–2022: A systematic review. *Sensors*, 22(18), 7025. <https://doi.org/10.3390/s22187025>

Pharmaceutical Technology. (2023). Is RFID the future of smart labelling? Ανακτήθηκε από: <https://www.pharmaceutical-technology.com/features/is-rfid-the-future-of-smart-labelling>

GS1 UK. (2022). Traceability in the pharmaceutical supply chain. Ανακτήθηκε από: <https://www.gs1uk.org>

ZeusRFID. (2023). Εφαρμογές RFID σε φαρμακαποθήκες και φαρμακευτικά logistics. Ανακτήθηκε από: <https://zeusrfid.gr>

Biospace. (2006). Pfizer introduces RFID technology to combat counterfeiting and protect patient health. Ανακτήθηκε από: <https://www.biospace.com>

Μπιζιούρη, Μ. (2007). Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) και Εφαρμογή Τεχνολογίας RFID στον Φαρμακευτικό Κλάδο. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Varian, H. R. (2014). *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach* (9η έκδοση). W.W. Norton & Company.

Train, K. (2009). *Discrete Choice Methods with Simulation* (2η έκδοση). Cambridge University Press.

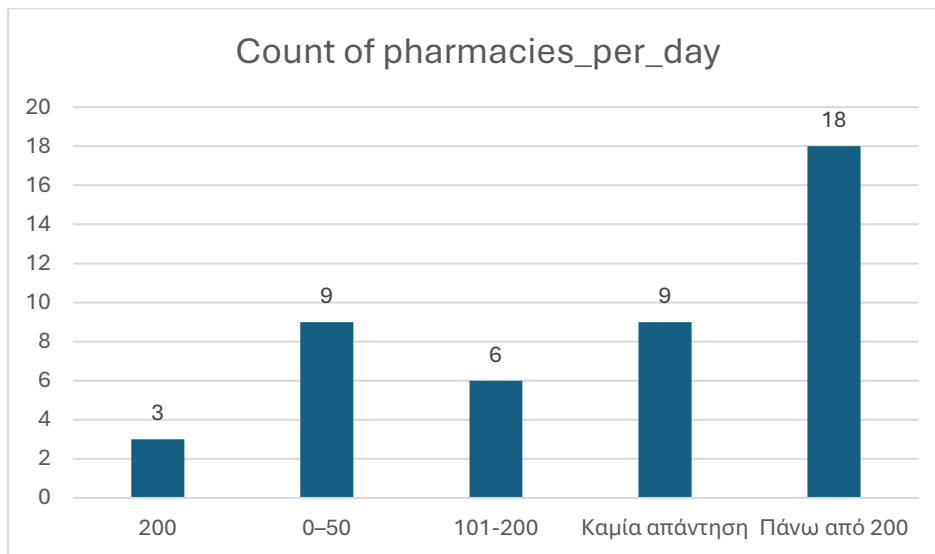
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Ερωτηματολόγιο προς Φαρμακαποθήκες

Στο παρόν παράρτημα παρατίθεται το ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε σε 119 φαρμακαποθήκες, απαντήθηκε από 45, με σκοπό τη συλλογή εμπειρικών δεδομένων για την παρούσα μελέτη. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει δεκαέξι ερωτήσεις που καλύπτουν θέματα όπως η πιστοποίηση ποιότητας, ο βαθμός αυτοματοποίησης, η γνώση και χρήση της τεχνολογίας RFID, καθώς και οι προθέσεις για μελλοντικές επενδύσεις στον τομέα της ιχνηλασιμότητας.

Βασικά Λειτουργικά Στοιχεία

1. Πόσα φαρμακεία εξυπηρετείτε ημερησίως κατά μέσο όρο;
☐ 0–50
☐ 51–100
☐ 101–200
☐ Πάνω από 200



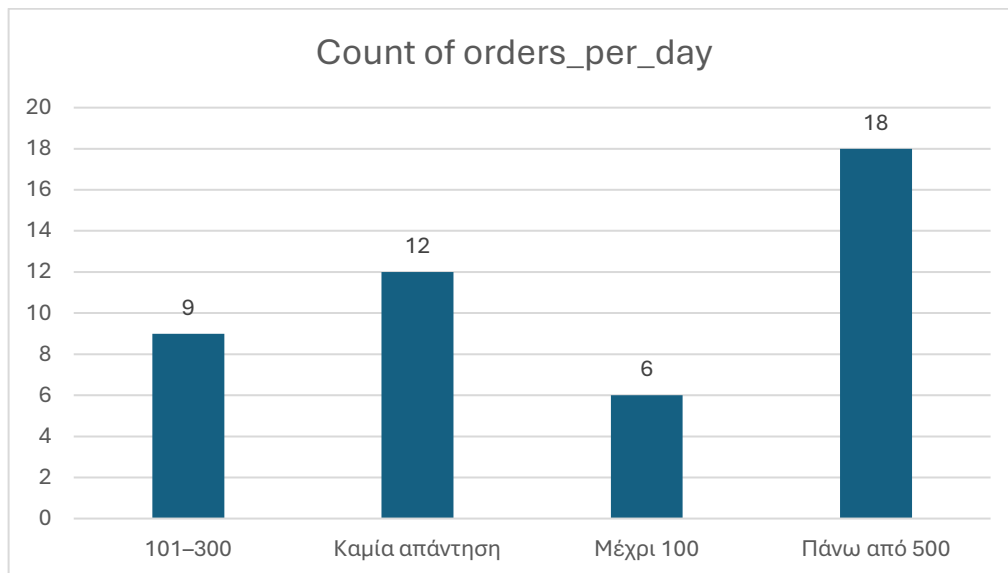
2. Πόσες παραγγελίες αποστέλλονται ημερησίως κατά μέσο όρο;

☐ Μέχρι 100

☐ 101-300

☐ 301-500

☐ Πάνω από 500

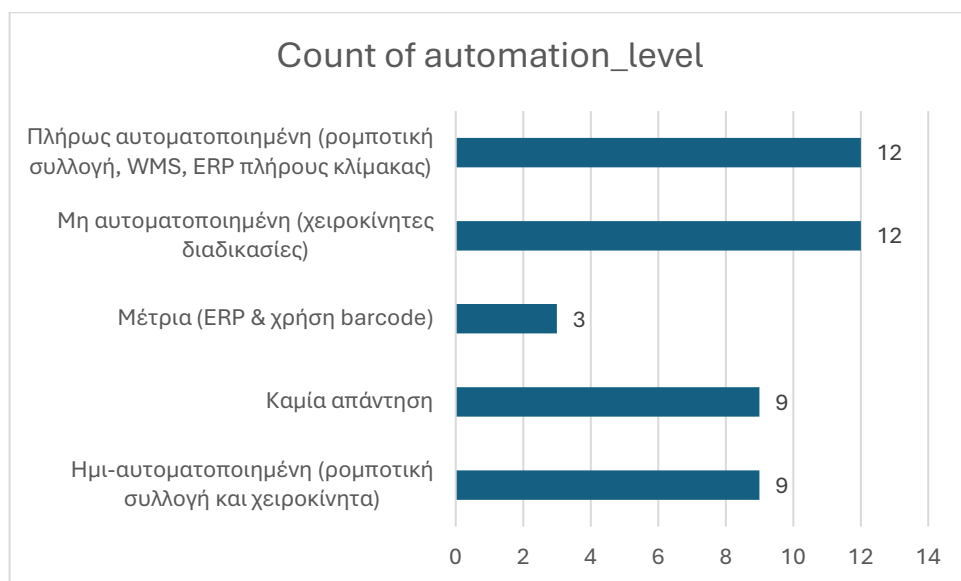


3. Ποιο είναι το επίπεδο αυτοματοποίησης της αποθήκης σας;;

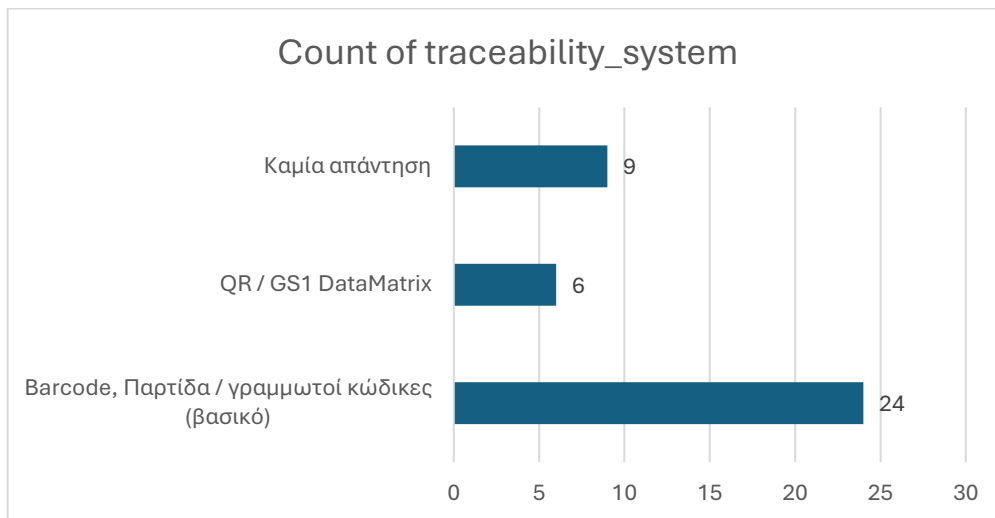
☐ Πλήρως αυτοματοποιημένη (ρομποτική συλλογή, WMS, ERP πλήρους κλίμακας)

☐ Ημι-αυτοματοποιημένη (ρομποτική συλλογή και χειροκίνητα)

☐ Μη αυτοματοποιημένη (χειροκίνητες διαδικασίες)

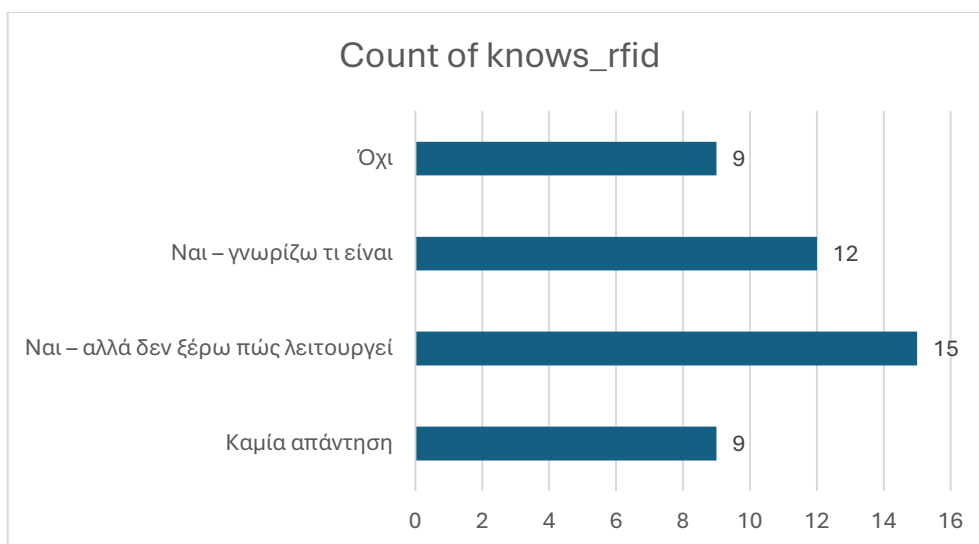


4. Ποιο σύστημα ιχνηλασιμότητας χρησιμοποιείτε σήμερα; (Πολλαπλή επιλογή)
- ☐ Barcode, Παρτίδα / γραμμωτοί κώδικες (βασικό)
 - ☐ QR / GS1 DataMatrix
 - ☐ Άλλο

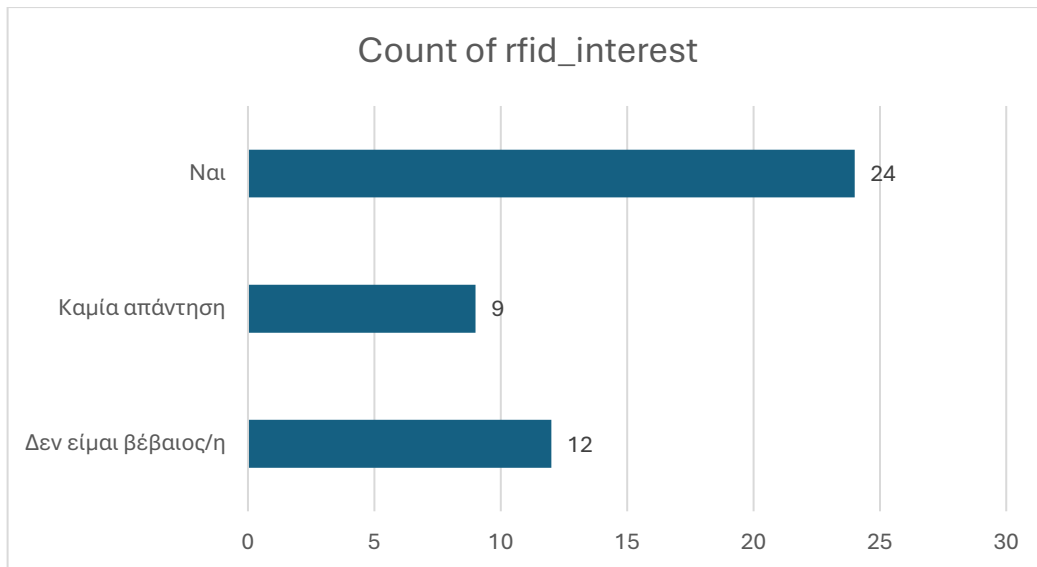


Εμπειρία & Ενημέρωση για RFID

5. Έχετε ακούσει για την τεχνολογία RFID;
- ☐ Ναι – γνωρίζω τι είναι
 - ☐ Ναι – αλλά δεν ξέρω πώς λειτουργεί
 - ☐ Όχι



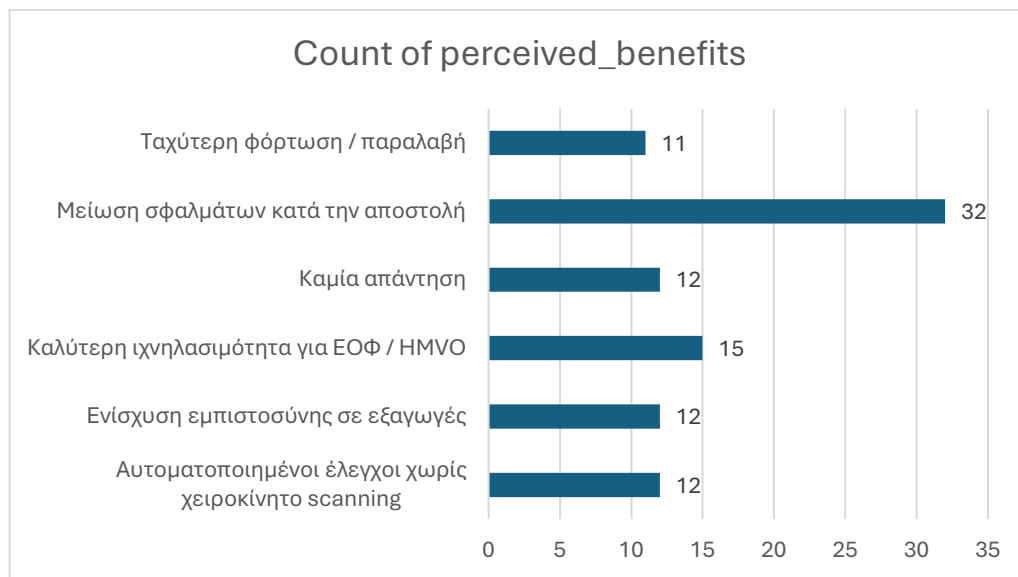
6. Αν γνωρίζετε ότι η RFID επιτρέπει την αυτόματη καταγραφή φαρμάκων χωρίς σάρωση, από απόσταση, θα σας ενδιέφερε να εξετάσετε τη χρήση της στο μέλλον;
- ☐ Ναι
- ☐ Όχι
- ☐ Δεν είμαι βέβαιος/η



Σκέψεις και Αντιλήψεις για RFID

7. Ποια από τα παρακάτω θεωρείτε πιθανά οφέλη μιας εφαρμογής RFID στη φαρμακαποθήκη; Επιλέξτε το πολύ 3 επιλογές.

- ☐ Μείωση σφαλμάτων κατά την αποστολή
- ☐ Ταχύτερη φόρτωση / παραλαβή
- ☐ Ενίσχυση εμπιστοσύνης σε εξαγωγές
- ☐ Αυτοματοποιημένοι έλεγχοι χωρίς χειροκίνητο scanning
- ☐ Καλύτερη ιχνηλασιμότητα για ΕΟΦ / ΗΜΒΟ
- ☐ Δεν βλέπω ιδιαίτερα οφέλη



11=24,4%

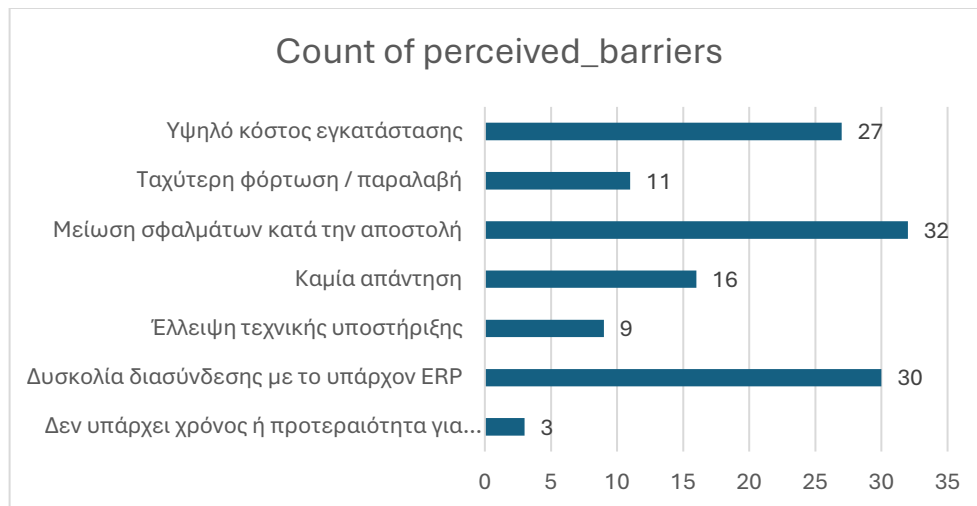
32=71,1%

12=26,7%

15=33,3%

8. Ποια είναι τα βασικά εμπόδια που φαντάζεστε σε μια τέτοια εφαρμογή;
Επιλέξτε το πολύ 2 επιλογές.

- ☐ Υψηλό κόστος εγκατάστασης
- ☐ Δυσκολία διασύνδεσης με το υπάρχον ERP
- ☐ Έλλειψη τεχνικής υποστήριξης
- ☐ Δυσκολία εκπαίδευσης προσωπικού
- ☐ Δεν υπάρχει χρόνος ή προτεραιότητα για τέτοια επένδυση



27=60%

11=24,4%

32=71,1%

16=35,5

9=20%

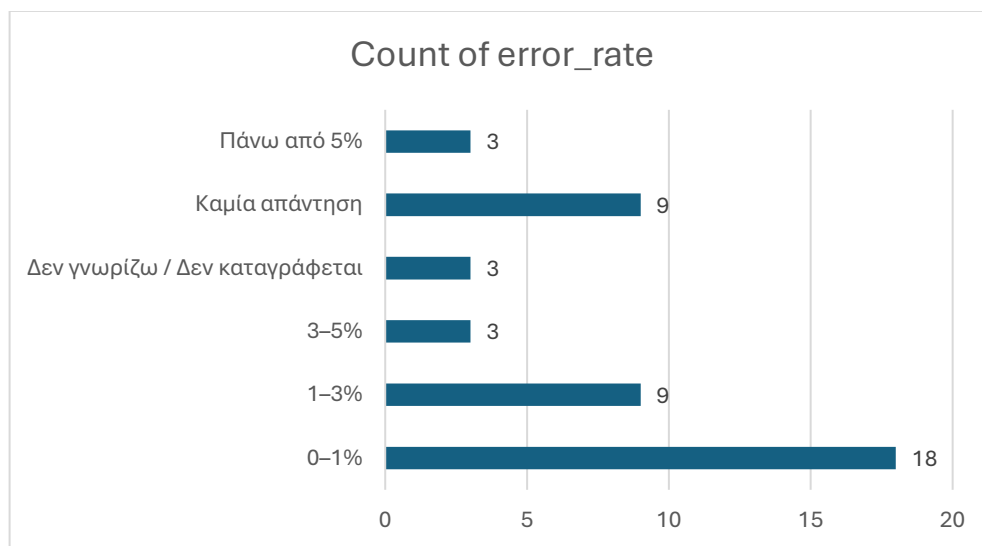
30=66,7%

3=6,7%

Λάθη & Οικονομικές Επιπτώσεις

9. Στο σύνολο των αποστολών σας, εκτιμάτε ότι το ποσοστό λαθών σε παραγγελίες (π.χ. λάθος φάρμακο, λάθος ποσότητα, λάθος κιβώτιο) είναι περίπου:

- ☐ 0–1%
☐ 1–3%
☐ 3–5%
☐ Πάνω από 5%
☐ Δεν γνωρίζω / Δεν καταγράφεται



Πρόθεση Υιοθέτησης / Πιλοτικής Εφαρμογής

10. Από τα παραπάνω λάθη, τα περισσότερα αφορούν:

Βάλε τις απαντήσεις με σειρά προτεραιότητας

Φάρμακα ψυγείου

Ναρκωτικά

Φάρμακα υψηλού κόστους

Άλλα Φάρμακα (συνθήκες φύλαξης 15-25 °C)

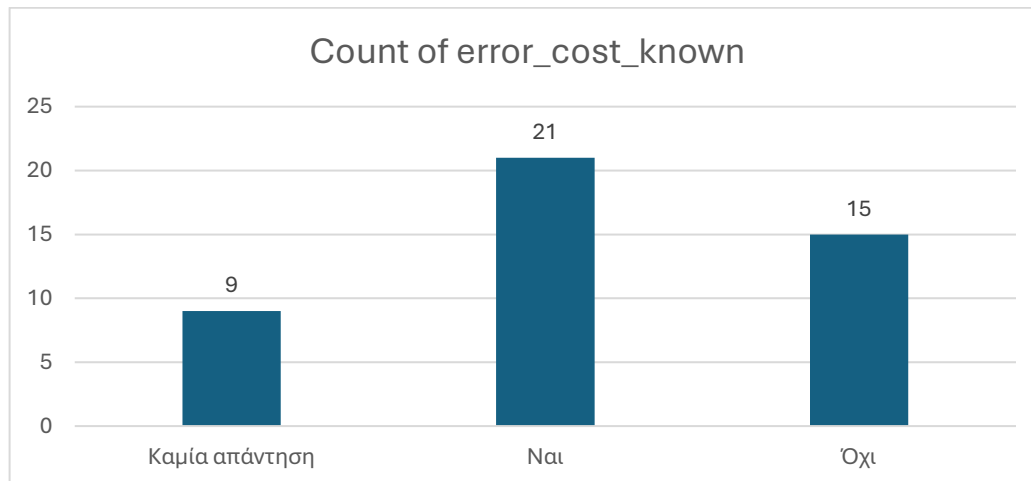
Άλλα Φάρμακα (συνθήκες φύλαξης 15-25 °C)
Φάρμακα ψυγείου
Φάρμακα υψηλού κόστους
Ναρκωτικά

11. Έχετε υπολογίσει ποτέ το κόστος αυτών των λαθών (απώλεια προϊόντος, αντικαταστάσεις, εργασιακός χρόνος, δυσαρέσκεια πελάτη κ.λπ.);

☐ Ναι

☐ Όχι

☐ Δεν είναι δυνατόν να υπολογιστεί



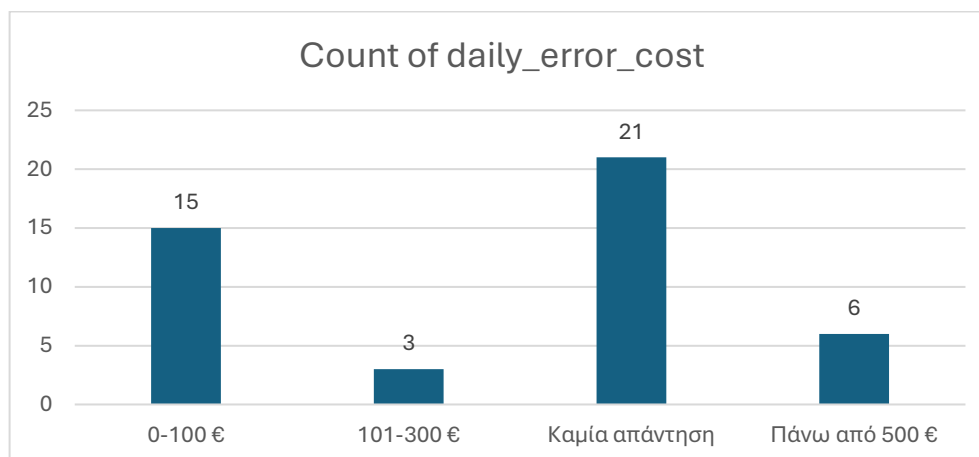
12. Εάν ναι μπορείτε να αναφέρετε το ημερήσιο κόστος λαθών;

☐ 0-100 €

☐ 101-300 €

☐ 301-500 €

☐ Πάνω από 500 €

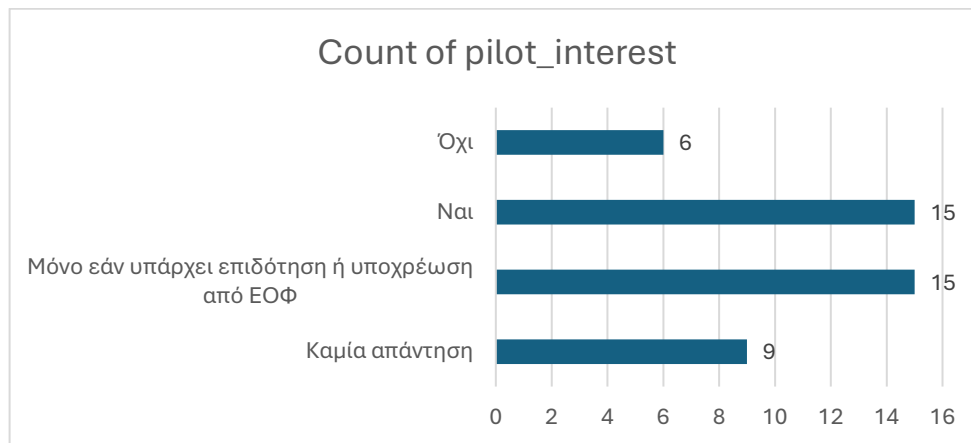


13. Θα σας ενδιέφερε η πιλοτική εφαρμογή RFID μόνο για κατηγορίες όπως ψυχόμενα, ναρκωτικά και υψηλού κόστους φάρμακα;

☐ Ναι

☐ Όχι

☐ Μόνο εάν υπάρχει επιδότηση ή υποχρέωση από ΕΟΦ

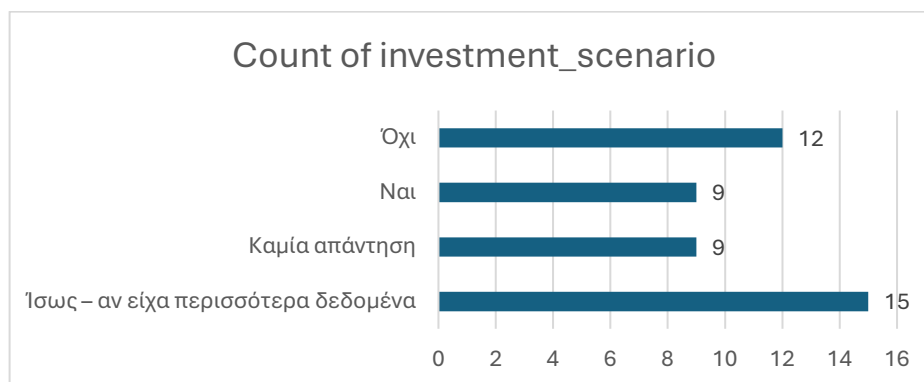


14. Αν σας δινόταν η δυνατότητα να επενδύσετε στην RFID με κόστος λειτουργίας έως 5% ετησίως και προοπτική μείωσης σφαλμάτων κατά 30%, θα το εξετάζατε;

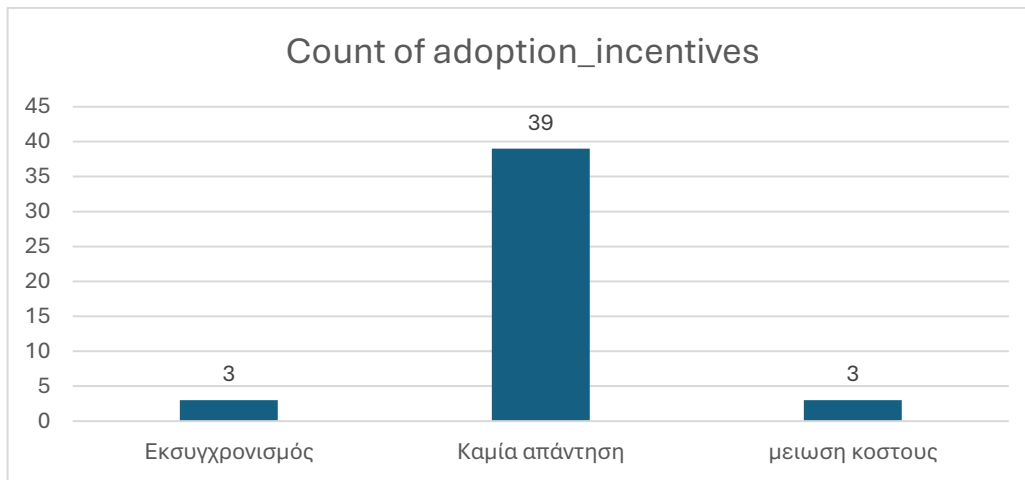
☐ Ναι

☐ Όχι

☐ Ίσως – αν είχα περισσότερα δεδομένα



15. Ποιοι παράγοντες θα σας ενθάρρυναν περισσότερο να υιοθετήσετε την τεχνολογία RFID;



16. Άλλες παρατηρήσεις ή προτάσεις:

