

2026-02

$\text{p}\ddot{\text{y}} \cdot \text{Æ} \pm \text{Á} \frac{1}{4} \text{¿}^3 - \hat{\text{A}} \text{ } \alpha \mu \text{Ç} \frac{1}{2} \cdot \ddot{\text{A}} \text{®} \hat{\text{A}} \cdot \text{¿} \cdot \frac{1}{4} \text{¿} \tilde{\text{A}}$   
 $\text{p}\ddot{\text{y}}^0 \pm^1 \text{ } \text{"}^1 \pm \text{' }^1 0 \ddot{\text{A}} \text{Í} \text{¿} \text{Å} \ddot{\text{A}} \text{É} \frac{1}{2} \text{ } \text{Á} \pm^3 \frac{1}{4} \neg \ddot{\text{A}} \text{É} \text{¿}$   
 $\text{p}\ddot{\text{y}} \tilde{\text{A}} \ddot{\text{A}} \pm \text{ Logistics: } \text{§} \text{É} \text{Á} \text{¿} \ddot{\text{A}} \pm^{\frac{3}{4}} \text{ }^1 0 \text{®} \text{' }^1$   
 $\text{p}\ddot{\text{y}}^0 \pm^1 \text{' }^1 \pm \text{Ç} \mu^- \text{Á}^1 \tilde{\text{A}} \cdot \pm \text{À} \text{¿} \text{,} - \frac{1}{4} \pm \ddot{\text{A}} \text{¿} \hat{\text{A}}$

$\text{p}\ddot{\text{y}} \text{Á} \pm \tilde{\text{A}}^1 \pm \frac{1}{2} \neg^0 \cdot \text{ } \text{"} \text{®} \frac{1}{4} \cdot \ddot{\text{A}} \text{Á} \pm$

$\text{p}\ddot{\text{y}} \text{ } \alpha \mu \ddot{\text{A}} \pm \text{À} \ddot{\text{A}} \text{Á} \text{Ç}^1 \pm^0 \text{¿} \ddot{\text{A}} \ddot{\text{A}} \pm \text{ } \text{»} \cdot \text{Á} \text{¿} \text{Æ} \text{¿} \text{Á}^1 \pm^0 \neg \text{ } \text{£} \text{Á} \tilde{\text{A}} \tilde{\text{A}} \text{®} \frac{1}{4} \pm \ddot{\text{A}} \pm^0 \pm^1 \text{ } \cdot \text{Æ}^1 \pm^0 \text{®} \text{ } \text{š} \pm^1 \frac{1}{2} \text{¿} \ddot{\text{A}} \text{¿} \frac{1}{4} \neg \pm \text{,}$   
 $\text{p}\ddot{\text{y}}^0 \pm^1 \cdot \text{À}^1 \tilde{\text{A}} \tilde{\text{A}} \text{®} \frac{1}{4} \cdot \hat{\text{A}} \text{ } \text{¥} \text{À} \text{¿} \text{»} \text{¿}^3 \tilde{\text{A}} \hat{\text{A}} \frac{1}{2} \text{,} \text{ } \pm \frac{1}{2} \mu \text{À}^1 \tilde{\text{A}} \tilde{\text{A}} \text{®} \frac{1}{4} \text{¿} \cdot \mu \neg \text{À} \text{¿} \text{»}^1 \hat{\text{A}} \text{ } \neg \text{Æ} \text{¿} \text{Å}$

<http://hdl.handle.net/11728/13398>

Downloaded from HEPHAESTUS Repository, Neapolis University institutional repository



**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ, ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ (ΑΙ) ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ  
ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (IoT) ΣΤΑ LOGISTICS:  
Χωροταξική διαχείριση και διαχείριση αποθεμάτων**

**ΔΗΜΗΤΡΑ ΠΡΑΣΙΑΝΑΚΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΙΧΑΗΛ ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ**

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ / 2026**



**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ, ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ (AI) ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ  
ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (IoT) ΣΤΑ LOGISTICS:**

**Χωροταξική διαχείριση και διαχείριση αποθεμάτων**

**Διπλωματική Εργασία η οποία υποβλήθηκε προς απόκτηση**

**Μεταπτυχιακού τίτλου εξ αποστάσεως σπουδών στα Πληροφοριακά Συστήματα και**

**Ψηφιακή Καινοτομία στο Πανεπιστήμιο Νεάπολις Πάφος**

**ΔΗΜΗΤΡΑ ΠΡΑΣΙΑΝΑΚΗ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ / 2026**

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Δήμητρα Πρασιανάκη, 2026

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Πανεπιστήμιου Νεάπολις δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Πανεπιστημίου.

## Σελίδα Εγκυρότητας

**Όνοματεπώνυμο Φοιτήτριας:** Δήμητρα Πρασιανάκη

**Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας:** Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνη (AI) και Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στα Logistics: Χωροταξική διαχείριση και διαχείριση αποθέματος

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για την απόκτηση εξ αποστάσεως μεταπτυχιακού τίτλου στο Πανεπιστήμιο Νεάπολις και εγκρίθηκε στις .....[ημερομηνία έγκρισης] από τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής.

Εξεταστική Επιτροπή: [ονοματεπώνυμο, βαθμίδα]

Πρώτος επιβλέπων (Πανεπιστήμιο Νεάπολις Πάφος):

Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής:

Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής:

## Υπεύθυνη δήλωση

Η φοιτήτρια Δήμητρα Πρασιανάκη, γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο **«Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνη (AI) και Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στα Logistics: Χωροταξική διαχείριση και διαχείριση αποθέματος»**, αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει, έχουν δηλωθεί κατάλληλα στις βιβλιογραφικές παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Η Δηλούσα

Δήμητρα Πρασιανάκη

## Πίνακας Περιεχομένων

Πνευματικά δικαιώματα.....	iii
Σελίδα Εγκυρότητας.....	iv
Υπεύθυνη δήλωση.....	iv
Περίληψη.....	vii
Abstract.....	ix
Αφιέρωση.....	x
Ευχαριστίες.....	xi
Λίστα Συντομογραφιών.....	xii
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> . Πρόλογος.....	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ερευνητικός σκοπός και στόχοι.....	3
1.3 Ερευνητικά Ερωτήματα.....	3
1.4 Ερευνητική μεθοδολογία.....	4
1.4.1 Μεθοδολογία για τη βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	4
1.4.2 Μεθοδολογία για το ερωτηματολόγιο.....	5
1.5 Δομή διπλωματικής εργασίας.....	6
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> . Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	7
2.1 Logistics νωπών και ψυχρή αλυσίδα: ιδιαιτερότητες, KPI.....	7
2.2 Διαχείριση αποθέματος.....	10
2.3 Χωροταξία αποθήκης.....	12
2.4 Εφαρμογές TN σε απόθεμα/χωροταξία.....	14
2.5 Εφαρμογές IoT.....	16
2.6 Ενσωμάτωση AI-IoT (AIoT) και οργανωτικοί παράγοντες.....	18
2.7 Θεωρητικά πλαίσια υιοθέτησης.....	19
2.8 Ερευνητικά κενά και διαμόρφωση ερευνητικού πλαισίου για τη μετάβαση στη μεθοδολογία.....	22
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> . Μεθοδολογία της έρευνας.....	26
3.1 Σκοπός της έρευνας.....	26
3.2 Δείγμα της έρευνας.....	26
3.3 Ερευνητικό εργαλείο.....	27
3.4 Συλλογή δεδομένων.....	27
3.5 Ανάλυση δεδομένων.....	27

<b>Κεφάλαιο 4°. Αποτελέσματα της έρευνας .....</b>	<b>29</b>
<b>Κεφάλαιο 5°. Συζήτηση .....</b>	<b>58</b>
<b>Κεφάλαιο 6°. Συμπέρασμα-Επίλογος .....</b>	<b>62</b>
<b>6.1 Συμπερασματικές παρατηρήσεις.....</b>	<b>62</b>
<b>6.2 Περιορισμοί μελέτης.....</b>	<b>63</b>
<b>6.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο μέλλον.....</b>	<b>64</b>
<b>Βιβλιογραφικές Αναφορές .....</b>	<b>66</b>
<b>Παράρτημα .....</b>	<b>72</b>

## Περίληψη

Η παρούσα έρευνα διερευνά την υιοθέτηση και το επίπεδο αντιληπτής επιχειρησιακής χρησιμότητας τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) και Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στο πεδίο των logistics, με ειδική εστίαση στις λειτουργίες αποθήκης, και ιδίως στη διαχείριση αποθεμάτων και στις αποφάσεις χωροθέτησης και κατανομής θέσεων αποθήκευσης (layout και slotting), καθώς και στο ευρύτερο περιβάλλον της ψυχρής αλυσίδας. Με αφετηρία καθιερωμένα θεωρητικά παραδείγματα υιοθέτησης τεχνολογίας, η μελέτη προτείνει ένα εννοιολογικό πλαίσιο που ενσωματώνει συμπληρωματικά κατασκευές του Μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM), της Ενοποιημένης Θεωρίας Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT) και του πλαισίου Τεχνολογία–Οργάνωση–Περιβάλλον (Technology–Organization–Environment, TOE).

Σε εμπειρικό επίπεδο, η έρευνα ακολουθεί ποσοτική μεθοδολογική προσέγγιση και βασίζεται σε δομημένο ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο (Google Forms). Το τελικό δείγμα περιλαμβάνει 127 συμμετέχοντες από διαφορετικούς ρόλους και οργανωτικές μονάδες, όπως μεταφορές, προμήθειες και προγραμματισμός, παραγωγή, καθώς και αποθήκευση και διανομή. Τα ερωτήματα διαμορφώθηκαν σε κλίμακα τύπου Likert και καλύπτουν διακριτές θεματικές ενότητες: τρέχουσα χρήση και βαθμός υιοθέτησης συστημάτων TN και IoT, αντιλήψεις και επιδράσεις στην απόδοση, ευχρηστία και υποστήριξη, ποιότητα δεδομένων και διακυβέρνηση, οργανωτικοί πόροι και οργανωσιακή κουλτούρα, καθώς και εξωτερικές πιέσεις, στρατηγικές, αποδοχή και εμπόδια υιοθέτησης. Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με χρήση SPSS (έκδοση 25) και Excel, αξιοποιώντας περιγραφική στατιστική και ελέγχους συσχέτισης Pearson, προκειμένου να διερευνηθούν συσχετίσεις που σχετίζονται με το μέγεθος της επιχείρησης και τον βαθμό αυτοματοποίησης αποθηκών και λειτουργιών logistics.

Σε περιγραφικό επίπεδο, οι απαντήσεις καταδεικνύουν μεσαίο βαθμό εφαρμογής τεχνολογιών TN και IoT, καθώς και σχετικά ισχυρή αποδοχή ως προς τη συμβολή τους στη λήψη περισσότερο τεκμηριωμένων αποφάσεων, ενώ οι αξιολογήσεις εμφανίζονται πιο συγκρατημένες αναφορικά με την επίδρασή τους στη μείωση της σπατάλης και της απομείωσης αποθεμάτων. Συνολικά, η μελέτη προσφέρει μια εφαρμοσμένη, αποθηκοκεντρική προσέγγιση για την αλληλεπίδραση τεχνολογικών, οργανωτικών και ανθρώπινων παραγόντων στη διαμόρφωση της

δυναμικής υιοθέτησης και της αντιληπτής αξίας των λύσεων TN και IoT στο σύγχρονο περιβάλλον των logistics.

Λέξεις-κλειδιά: Τεχνητή Νοημοσύνη; Διαδίκτυο των Πραγμάτων; Διαχείριση Αποθήκης; Υιοθέτηση Τεχνολογίας; Ψυχρή Αλυσίδα Logistics

## **Abstract**

This research explores the adoption and level of operational usefulness of Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) technology in the context of logistics, specifically warehouse operations (inventory management and warehouse layout/slotting, and the cold chain environment in general). Using a conceptual framework that draws on existing paradigms of technology adoption, the research proposes a conceptual integration of the constructs of the Technology Acceptance Model (TAM), the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT), and the Technology–Organization–Environment (TOE) framework.

Empirically, this research uses a quantitative approach and a structured online questionnaire (Google Forms). The final sample includes 127 respondents from different roles and organisational units (transportation, procurement and planning, production, and storage and distribution). The items were designed using a Likert scale and cover different thematic areas: current use and adoption of AI and IoT systems, perceptions and performance impacts, usability and support, data quality and governance, organizational resources and culture, and external pressures and strategies and adoption and acceptance and barriers to adoption. The data were analysed using SPSS (version 25) and Excel and descriptive statistics and Pearson correlation tests to analyse associations regarding company size and automation of warehouses and logistics.

In a descriptive fashion, the respondents showed a medium level of implementation for AI/IoT and a relatively strong endorsement for their role in making more evidence-based decisions but more measured views concerning their impact on waste reduction and shrinkage. Overall, the paper offers an applied, warehouse-centric view concerning the interplay between technological, organisational, and human aspects in influencing the dynamic and perceived value of AI/IoT in logistics.

**Keywords:** Artificial Intelligence; Internet of Things; Warehouse Management; Technology Adoption; Cold Chain Logistics

## Αφιέρωση

Αφιερώνω την παρούσα διπλωματική εργασία στην οικογένειά μου, στους γονείς μου, **Χρήστο και Αργυρώ**, και τα αδέρφια μου, **Στέλιο και Γιώργο**, ως ένδειξη ευγνωμοσύνης για την αγάπη και τη στήριξή τους.

Χωρίς εσάς τίποτα δεν θα ήταν δυνατόν!

## Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον **Δήμο Καντάνου-Σελίνου** (Νομός Χανίων, Κρήτη) για την ευκαιρία που μου έδωσε, μέσω της υποτροφίας, να πραγματοποιήσω το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών που επιθυμούσα.

Επιπλέον, ευχαριστώ το **Πανεπιστήμιο Νεάπολις Πάφου** και το ακαδημαϊκό προσωπικό του προγράμματος για τις γνώσεις και τα εφόδια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη μου προς τον επιβλέποντα καθηγητή μου, **Μιχαήλ Γεωργιάδη**, για την καθοδήγηση και την υποστήριξή του κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Η αρωγή όλων σας υπήρξε ουσιαστική και πολύτιμη.

## Λίστα Συντομογραφιών

Συντομογραφία	Πλήρης απόδοση (στα Ελληνικά)	Αγγλικός όρος (όπου καθιερωμένος)
3PL	Πάροχος τρίτων υπηρεσιών εφοδιαστικής (τρίτος πάροχος logistics)	Third-Party Logistics
ABC	Ταξινόμηση αποθεμάτων κατά κατηγορία σπουδαιότητας/κίνησης A, B, Γ	ABC inventory classification
AI	Τεχνητή Νοημοσύνη	Artificial Intelligence
AIoT	Ενοποίηση Τεχνητής Νοημοσύνης και Διαδικτύου των Πραγμάτων	Artificial Intelligence of Things
ERP	Σύστημα Επιχειρησιακού Σχεδιασμού Πόρων	Enterprise Resource Planning
FEFO	Πολιτική «Πρώτο που λήγει, πρώτο εξέρχεται»	First-Expired, First-Out
IoT	Διαδίκτυο των Πραγμάτων	Internet of Things
IT	Τεχνολογία Πληροφοριών	Information Technology
KPI	Βασικός Δείκτης Απόδοσης	Key Performance Indicator
LLM	Μεγάλο Γλωσσικό Μοντέλο	Large Language Model
M	Μέσος όρος	Mean
N	Μέγεθος δείγματος	Sample size
POS	Σημείο Πώλησης	Point of Sale
p	Τιμή στατιστικής σημαντικότητας	p-value
r	Συντελεστής συσχέτισης	Correlation coefficient
RFID	Αναγνώριση μέσω Ραδιοσυχνοτήτων	Radio Frequency Identification
RTLS	Σύστημα Εντοπισμού σε Πραγματικό Χρόνο	Real-Time Location System
SD	Τυπική απόκλιση	Standard Deviation
SPSS	Στατιστικό Πακέτο για τις Κοινωνικές Επιστήμες	Statistical Package for the Social Sciences
TAM	Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας	Technology Acceptance Model
TAM2	Επέκταση του Μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας (δεύτερη εκδοχή)	Technology Acceptance Model 2
TMS	Σύστημα Διαχείρισης Μεταφορών	Transportation Management System
TOE	Πλαίσιο Περιβάλλοντος–Οργάνωσης–Τεχνολογίας	Technology–Organization–Environment framework
UTAUT	Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
UWB	Υπερευρεία ζώνη (τεχνολογία ακριβούς εντοπισμού)	Ultra-Wideband

WMS	Σύστημα Διαχείρισης Αποθήκης	Warehouse Management System
XYZ	Ταξινόμηση αποθεμάτων κατά προβλεψιμότητα ζήτησης X, Y, Z	XYZ inventory classification

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>. Πρόλογος

## 1.1 Εισαγωγή

Στη σύγχρονη περίοδο, οι ψηφιακές εξελίξεις έχουν αναδιαμορφώσει ουσιαστικά τον τρόπο λειτουργίας των οργανισμών, την ανταγωνιστικότητά τους και τους μηχανισμούς δημιουργίας αξίας. Εντός αυτού του πλαισίου, η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης έχει αναγνωρισθεί ως καθοριστικός παράγοντας οργανωτικού μετασχηματισμού, ιδίως στον κλάδο των logistics, όπου οι πιέσεις για ταχύτητα, ακρίβεια και προσαρμοστικότητα είναι εντονότερες (Dwivedi et al., 2021). Καθώς η πολυπλοκότητα των αλυσίδων εφοδιασμού και η χρονική κρισιμότητα των ροών αυξάνονται, οι οργανισμοί καλούνται να επεξεργάζονται μεγάλο όγκο πληροφοριών, να αντιμετωπίζουν τη μεταβλητότητα της ζήτησης και να βελτιστοποιούν τις λειτουργίες τους, διατηρώντας παράλληλα οικονομική αποδοτικότητα και λειτουργική συνέπεια. Υπό αυτές τις συνθήκες, η Τεχνητή Νοημοσύνη εκλαμβάνεται ολοένα και περισσότερο όχι απλώς ως τεχνολογικό εργαλείο, αλλά ως δυναμική μετασχηματιστική δύναμη που επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται, εκτελούνται και ελέγχονται οι διαδικασίες logistics (Wamba et al., 2017).

Η αποθήκη συνιστά κομβικό σημείο του συνολικού δικτύου της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς διασυνδέει τη φάση εισροών που σχετίζεται με παραγωγή και προμήθειες με τη φάση εκροών που αφορά τη διανομή και την εξυπηρέτηση πελατών. Παραδοσιακά, η λειτουργία της αποθήκης στηρίχθηκε σε τυποποιημένες διαδικασίες και πληροφοριακά συστήματα βασισμένα σε κανόνες, στο πλαίσιο των οποίων η λήψη αποφάσεων πραγματοποιείται συχνά χειροκίνητα ή μέσω ευρετικών προσεγγίσεων. Εντούτοις, οι αυξανόμενες απαιτήσεις για ταχύτερη εκτέλεση παραγγελιών, ενίσχυση της ακρίβειας, μεγαλύτερη διαφάνεια ως προς την ορατότητα των ροών, καθώς και καλύτερη ετοιμότητα αποκατάστασης μετά από διαταραχές, καθιστούν την παραδοσιακή προσέγγιση στη διαχείριση αποθήκης ανεπαρκή ως αποκλειστικό πρότυπο λειτουργίας (Dwivedi et al., 2021; Wamba et al., 2017).

Παρά το γεγονός ότι οι δυνατότητες Τεχνητής Νοημοσύνης ενσωματώνονται ολοένα και συχνότερα σε λογισμικό συστημάτων διαχείρισης αποθήκης, η υιοθέτησή τους εμφανίζεται άنيση και μη ομοιόμορφη μεταξύ επιχειρήσεων. Πολλές εταιρείες αντιμετωπίζουν προκλήσεις που σχετίζονται με την οργανωτική ετοιμότητα για τεχνολογική υιοθέτηση, με τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα των δεδομένων που

απαιτούνται για την αξιόπιστη λειτουργία της Τεχνητής Νοημοσύνης, καθώς και με την ικανότητα τεχνικής ενσωμάτωσης των νέων εφαρμογών σε υφιστάμενα συστήματα εντός του περιβάλλοντος αποθήκης. Παράλληλα, σημαντικός παράγοντας είναι η ετοιμότητα του ανθρώπινου δυναμικού ως προς τις δεξιότητες και την αποδοχή αλγοριθμικής υποστήριξης στη λήψη αποφάσεων κατά την καθημερινή λειτουργία (Dwivedi et al., 2021).

Στο πλαίσιο αυτό, το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας αναδεικνύει ως κεντρικούς προσδιοριστές των προθέσεων και της πραγματικής χρήσης την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευχρηστία της τεχνολογίας (Davis, 1989). Συμπληρωματικά, η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας διευρύνει το ερμηνευτικό πλαίσιο, ενσωματώνοντας παράγοντες όπως το προσδόκιμο απόδοσης, το προσδόκιμο προσπάθειας, η κοινωνική επιρροή και οι συνθήκες διευκόλυνσης, οι οποίοι διαμορφώνουν τόσο τη στάση όσο και τη συμπεριφορά χρήσης (Venkatesh et al., 2003). Παράλληλα, προσεγγίσεις σε οργανωτικό επίπεδο για την τεχνολογική υιοθέτηση στις επιχειρήσεις υπογραμμίζουν τη βαρύτητα του στρατηγικού προσανατολισμού, της επάρκειας οργανωτικών πόρων και των χαρακτηριστικών του εξωτερικού περιβάλλοντος ως καθοριστικών μεταβλητών για την απόφαση και την ικανότητα υιοθέτησης (Oliveira and Martins, 2011).

Τα ανωτέρω θεωρητικά εργαλεία εμφανίζουν ιδιαίτερη εφαρμογή στο πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διαχείριση αποθήκης, δεδομένου ότι η εισαγωγή τέτοιων συστημάτων τείνει να ανασχηματίζει την κατανομή εργασιών, τη σχέση ευθύνης και την οργανωτική τεχνογνωσία μεταξύ ανθρώπινου δυναμικού και τεχνολογικών υποδομών. Παρότι η έρευνα για την αποδοχή τεχνολογίας είναι εκτενής, οι εμπειρικές μελέτες που εστιάζουν ειδικά στην αποδοχή της Τεχνητής Νοημοσύνης σε περιβάλλοντα αποθήκευσης παραμένουν σχετικά περιορισμένες, ιδίως όταν επιδιώκεται συστηματική αποτύπωση και σύγκριση των αντιλήψεων τόσο των επιχειρησιακών υπαλλήλων όσο και των διευθυντικών στελεχών. Η διαπίστωση αυτή ενισχύει την ανάγκη στοχευμένης εμπειρικής διερεύνησης των στάσεων αποδοχής της Τεχνητής Νοημοσύνης εντός της αποθήκευσης, των παραγόντων που διευκολύνουν την υιοθέτησή της στο εσωτερικό των οργανισμών και της προστιθέμενης αξίας της για λειτουργικούς σκοπούς στο συγκεκριμένο επιχειρησιακό πλαίσιο (Wamba et al., 2017).

## **1.2 Ερευνητικός σκοπός και στόχοι**

Κεντρικός ερευνητικός σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η συστηματική διερεύνηση της υιοθέτησης, καθώς και της αντιληπτής αποτελεσματικότητας, της τεχνολογίας τεχνητής νοημοσύνης στο πεδίο των λειτουργιών διαχείρισης αποθήκης.

Η μελέτη εξειδικεύεται σε τέσσερις διακριτούς ερευνητικούς στόχους. Πρώτον, επιδιώκεται η αποτίμηση του βαθμού στον οποίο τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης ήδη εφαρμόζονται ή προγραμματίζεται να εφαρμοστούν στη διαχείριση αποθήκης, σε επιμέρους λειτουργικούς άξονες όπως η διαχείριση αποθεμάτων, η πρόβλεψη, η βελτιστοποίηση της συλλογής και η ανάλυση απόδοσης. Δεύτερον, εξετάζονται οι αντιλήψεις εργαζομένων και διευθυντικών στελεχών αναφορικά με την τεχνητή νοημοσύνη, με ειδική έμφαση στις κρίσιμες εννοιολογικές κατασκευές της αντιληπτής χρησιμότητας και της αντιληπτής ευχρηστίας, οι οποίες συνιστούν θεμελιώδεις παράγοντες στα μοντέλα αποδοχής και υιοθέτησης. Τρίτον, διερευνώνται οργανωτικές μεταβλητές που ενδέχεται να λειτουργούν ως ενισχυτικοί ή ανασταλτικοί μηχανισμοί της χρήσης, όπως η τεχνολογική υποδομή, η διοικητική υποστήριξη, η εκπαίδευση και οι συνθήκες διευκόλυνσης. Τέταρτον, αναλύονται οι απόψεις εργαζομένων και διοίκησης ως προς τις σχέσεις μεταξύ αποτελεσμάτων χρήσης και δεικτών επιχειρησιακής επίδοσης, με εστίαση στην αποτελεσματικότητα, την ακρίβεια, την ευελιξία και την ταχύτητα ανταπόκρισης, σε συνάφεια με έρευνες που εξετάζουν την αναλυτική ικανότητα και τα αποτελέσματα απόδοσης.

## **1.3 Ερευνητικά Ερωτήματα**

Σε συνάφεια με τους ανωτέρω σκοπούς, το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα διατυπώνεται ως εξής:

Σε ποιον βαθμό και υπό ποιες προϋποθέσεις εφαρμόζεται η Τεχνητή Νοημοσύνη στη διαχείριση αποθήκης και ποια είναι η αντίληψη των εμπλεκομένων για τις επιπτώσεις της στην απόδοση;

Το κεντρικό ερώτημα εξειδικεύεται σε τέσσερα επιμέρους ερωτήματα, τα οποία αντλούν εννοιολογική καθοδήγηση από τη θεωρία υιοθέτησης. Πρώτον, σε ποιον βαθμό υφίσταται ενημέρωση, εξοικείωση και πραγματική αξιοποίηση τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης από το προσωπικό και τα διευθυντικά στελέχη της αποθήκης; Δεύτερον, πώς αποτιμούν τα μέλη του οργανισμού την Τεχνητή Νοημοσύνη υπό το πρίσμα της αντιληπτής χρησιμότητας και της αντιληπτής ευχρηστίας, οι οποίες

συνιστούν κρίσιμους προγνωστικούς παράγοντες υιοθέτησης και χρήσης; Τρίτον, ποιοι τεχνολογικοί, οργανωτικοί και ανθρώπινοι παράγοντες συμβάλλουν στη διαμόρφωση αποδοχής ή, αντιστρόφως, αντίστασης έναντι της μεταβολής που συνεπάγεται η εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης; Τέταρτον, με ποιον τρόπο αποτιμάται ο αντίκτυπος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην επιχειρησιακή επίδοση, ιδίως ως προς την αποτελεσματικότητα και την ποιότητα, οι οποίες παραδοσιακά αποτελούν καθοριστικούς άξονες τεκμηρίωσης επενδύσεων στην επιχειρηματική ανάλυση;

#### **1.4 Ερευνητική μεθοδολογία**

Για την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων της παρούσας διατριβής υιοθετείται ποσοτικός ερευνητικός σχεδιασμός, ο οποίος συνδυάζει βιβλιογραφική ανασκόπηση με εμπειρική διερεύνηση που πραγματοποιείται μέσω έρευνας πεδίου με τη χρήση δομημένου ερωτηματολογίου. Η ποσοτική μεθοδολογική προσέγγιση είναι ιδιαιτέρως διαδεδομένη στις μελέτες υιοθέτησης τεχνολογίας, στο μέτρο που επιτρέπει την επιχειρησιακή αποτύπωση και ποσοτικοποίηση λανθανουσών εννοιολογικών κατασκευών, όπως η αντιληπτή χρησιμότητα και οι συνθήκες διευκόλυνσης, καθώς και τον στατιστικό έλεγχο των σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των εν λόγω κατασκευών.

Η αξιοποίηση ερευνητικών ερωτήσεων διευκολύνει τη λειτουργική εξειδίκευση κρίσιμων μεταβλητών που αντλούνται από διεθνώς αναγνωρισμένα μοντέλα υιοθέτησης και, συνακόλουθα, καθιστά δυνατή την εφαρμογή τόσο περιγραφικών τεχνικών για την αποτύπωση των υφιστάμενων αντιλήψεων όσο και συμπερασματικών τεχνικών για τη διερεύνηση των συσχετίσεων μεταξύ παραγόντων αποδοχής και αντιλήψεων περί αποτελεσμάτων απόδοσης.

##### **1.4.1 Μεθοδολογία για τη βιβλιογραφική ανασκόπηση**

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση ακολουθεί δομημένη και συστηματική διαδικασία εντοπισμού, κριτικής αποτίμησης και συνθετικής αξιοποίησης της επιστημονικής παραγωγής που αφορά την Τεχνητή Νοημοσύνη στα logistics, τη διαχείριση αποθήκης και τα θεωρητικά σχήματα υιοθέτησης τεχνολογιών. Το ενδιαφέρον εστιάζει κυρίως σε πρόσφατες συμβολές που αποτυπώνουν τις σύγχρονες τεχνολογικές δυνατότητες και τα πρακτικά εμπόδια που ανακύπτουν κατά την εισαγωγή τους σε οργανωτικά περιβάλλοντα.

Πρώτον, αποτιμώνται οι βασικές εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στα Logistics και ειδικότερα στις λειτουργίες της αποθήκης. Δεύτερον, εξετάζονται μοντέλα και θεωρίες υιοθέτησης, όπως το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας και η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας, λόγω της τεκμηριωμένης ερμηνευτικής τους ισχύος ως προς τις κατασκευές που συνδέονται με την αποδοχή και την πραγματική χρήση. Τρίτον, αναλύονται προσεγγίσεις οργανωτικής υιοθέτησης που δίνουν έμφαση σε παράγοντες ετοιμότητας, πόρων και οργανωτικής υποστήριξης, καθώς και στις συνέπειές τους για την επιτυχή εφαρμογή και ενσωμάτωση της τεχνολογίας.

#### **1.4.2 Μεθοδολογία για το ερωτηματολόγιο**

Το εμπειρικό σκέλος της μελέτης βασίζεται στη χορήγηση δομημένου ερωτηματολογίου σε εργαζομένους και στελέχη που εμπλέκονται σε λειτουργίες αποθήκης. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων περιλαμβάνει ερωτήματα που αφορούν δημογραφικά και εργασιακά χαρακτηριστικά, βαθμό έκθεσης σε εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης, αντιλήψεις σχετικά με τη χρησιμότητα και την ευκολία χρήσης, οργανωτικές συνθήκες υποστήριξης και διευκόλυνσης, καθώς και εκτιμήσεις για την επίδραση της τεχνολογίας στην απόδοση της αποθήκης. Για την επιχειρησιακή αποτύπωση των εν λόγω κατασκευών αξιοποιούνται κλίμακες τύπου Likert, ώστε να είναι εφικτός ο έλεγχος αξιοπιστίας και να διασφαλίζεται η μεθοδολογική συμβατότητα με την καθιερωμένη πρακτική στη σχετική ερευνητική παράδοση.

Το ερωτηματολόγιο εδράζεται σε δοκιμασμένες κατασκευές της διεθνούς βιβλιογραφίας, ιδίως στις έννοιες της αντιληπτής χρησιμότητας και της αντιληπτής ευκολίας χρήσης του Μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας, καθώς και στις συνθήκες διευκόλυνσης και στους καθοριστικούς παράγοντες που προτείνει το UTAUT. Οι διατυπώσεις προσαρμόζονται προκειμένου να αντανακλούν τις ιδιαιτερότητες του περιβάλλοντος αποθήκης και το ειδικό πλαίσιο εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση στατιστικού λογισμικού. Η περιγραφική στατιστική χρησιμοποιήθηκε για την αποτύπωση των επιπέδων έκθεσης και των αντιλήψεων των συμμετεχόντων, ενώ η επαγωγική στατιστική αξιοποιήθηκε για τη διερεύνηση πιθανών σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών αποδοχής και των αντιλήψεων περί αποτελεσμάτων απόδοσης.

### 1.5 Δομή διπλωματικής εργασίας

Η διατριβή διαρθρώνεται σε έξι κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο εισάγει το εξεταζόμενο αντικείμενο, αποσαφηνίζει τον σκοπό της έρευνας, διατυπώνει τα κεντρικά ερευνητικά ερωτήματα και παρουσιάζει τη μεθοδολογική προσέγγιση, παρέχοντας παράλληλα επισκόπηση της συνολικής δομής της μελέτης. Το δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσει τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και το θεωρητικό πλαίσιο, συνθέτοντας τη σχετική γνώση για την Τεχνητή Νοημοσύνη στα logistics και στη διαχείριση αποθήκης, καθώς και τις βασικές θεωρίες υιοθέτησης τεχνολογίας, ιδίως το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας και την Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας. Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει αναλυτικά τη μεθοδολογία, εξειδικεύοντας τον ερευνητικό σχεδιασμό, τη μέθοδο δειγματοληψίας, τον σχεδιασμό του ερευνητικού εργαλείου, τις διαδικασίες συλλογής δεδομένων και τις τεχνικές ανάλυσής τους. Το τέταρτο κεφάλαιο επικεντρώνεται στην αποτύπωση της εμπειρικής ανάλυσης των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου, με εφαρμογή των αναγκαίων στατιστικών τεχνικών. Το πέμπτο κεφάλαιο προβαίνει σε ερμηνεία των ευρημάτων υπό το πρίσμα της υφιστάμενης βιβλιογραφίας, ενώ το έκτο κεφάλαιο καταγράφει τους περιορισμούς της και διατυπώνει κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα, με ιδιαίτερη έμφαση στη σημασία των ανθρώπινων παραμέτρων για την αποτελεσματική εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης και τον μετασχηματισμό των logistics.

## Κεφάλαιο 2°. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1 Logistics νωπών και ψυχρή αλυσίδα: ιδιαιτερότητες, KPI

Η εφοδιαστική νωπών προϊόντων βασίζεται στον διαρκή έλεγχο θερμοκρασίας και τον άρτιο χειρισμό σε όλη την παραγωγή, την ενοποίηση, την αποθήκευση, τη μεταφορά και τη λιανική πώληση. Οι ψυκτικές αλυσίδες επιδιώκουν να διατηρήσουν την ακεραιότητα και ασφάλεια και να ικανοποιήσουν την κυμαινόμενη ζήτηση και τους σύντομους χρόνους παράδοσης. Σε αντίθεση με τα προϊόντα που διατηρούνται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, τα νωπά φυτικά προϊόντα παραμένουν μετασυλλεκτικά βιολογικά ενεργά. Η αναπνοή, η βιοσύνθεση αιθυλενίου και η απώλεια νερού συνεχίζονται, επιταχύνοντας τη γήρανση, την ανάπτυξη μικροοργανισμών και την υποβάθμιση της ποιότητας όταν η θερμοκρασία αποκλίνει από τα βέλτιστα, ειδικά ως προς το εκάστοτε είδος, όρια. Κατά συνέπεια, το σύστημα logistics πρέπει να ενσωματώνει έλεγχο θερμοκρασίας χρόνου, έλεγχο υγρασίας, σχεδιασμό ροής αέρα και γρήγορο χειρισμό υλικών σε μια προσπάθεια να ελαχιστοποιηθεί η σωρευτική θερμική κατάχρηση και οι μηχανικές βλάβες που προκαλούν παραγωγικότητα και απώλειες θρεπτικών συστατικών (Mercier et al., 2017; Jedermann et al., 2014).

Στο πλαίσιο αυτό, η συρρίκνωση, η νωπότητα και ο χρόνος παράδοσης χρησιμεύουν ως βασικοί δείκτες απόδοσης. Η συρρίκνωση είναι το ποσοστό του αποθέματος που απόλυται πριν από την πώληση λόγω ποιοτικής ή ποσοτικής απώλειας κάτω από τις προδιαγραφές της αγοράς. Αποτυπώνει περαιτέρω απώλειες δυνητικά αποτρέψιμες, όπως ζημιά από ψύξη, βλάβες από παγετό, αφυδάτωση, μωλωπισμούς κατά τον χειρισμό και μικροβιακή αλλοίωση· ως εκ τούτου λειτουργεί ως δεικτικός δείκτης της ποιότητας της ψυχρής αλυσίδας. Αξίζει δε να σημειωθεί ότι η μείωση της συρρίκνωσης προϋποθέτει συντονισμένες παρεμβάσεις που εκκινούν με ταχεία απομάκρυνση της θερμότητας πεδίου, συνεχίζονται με πρωτόκολλα φόρτωσης που αποτρέπουν τη θερμική ανομοιογένεια και ολοκληρώνονται με πολιτικές κατανομής τύπου «πρώτο που λήγει, πρώτο εξέρχεται», οι οποίες ενσωματώνουν την ηλικία του προϊόντος και το ιστορικό θερμικής έκθεσης στη διαδικασία λήψης αποφάσεων (Aung & Chang, 2014; Kader, 2005).

Επειδή η συρρίκνωση συσσωρεύεται στους κόμβους, η παρακολούθηση δεδομένων με χρονικές σημάνσεις κάθε συμβάντος φύλαξης επιτρέπει την απόδοση ζημιών και τη στόχευση διορθωτικών ενεργειών. Επιπροσθέτως, η συρρίκνωση οφείλει να

παρακολουθείται ανά εμπόρευμα, παρτίδα, θερμική ζώνη και διαδρομή, ώστε οι διαχειριστές να διακρίνουν τα σφάλματα που απορρέουν από συστημικές δυσλειτουργίες των διεργασιών από την τυχαία μεταβλητότητα (GS1, 2017).

Περαιτέρω, η νωπότητα συνιστά πολυπαραγοντική έννοια, η οποία συναρθρώνει αισθητηριακά χαρακτηριστικά, βιοχημικούς δείκτες και την εκτιμώμενη υπολειπόμενη διάρκεια ζωής, ιδίως για προϊόντα που υπόκεινται σε διεργασίες ωρίμανσης και ποιοτικής υποβάθμισης. Ενώ οι εταιρείες συνήθως χρησιμοποιούν βαθμολόγηση με βάση την εμφάνιση, τα εξελιγμένα logistics είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιούν υποκατάστατα προγνωστικά όπως η θερμοκρασία του πυρήνα του προϊόντος, τα αθροιστικά ολοκληρώματα θερμοκρασίας χρόνου και τα ράφια ζωής με βάση την αναπνοή. Δεδομένου ότι η ποιότητα των νωπών προϊόντων υποβαθμίζεται με μη γραμμικό τρόπο ως συνάρτηση θερμοκρασίας και χρόνου, ακόμη και σύντομα επεισόδια θερμικής απόκλισης μπορούν να απομειώσουν δυσανάλογα τη διαθέσιμη υπολειπόμενη διάρκεια ζωής, παρότι η μέση θερμοκρασία παραμένει εντός αποδεκτών ορίων. Κατά εύλογη συνέπεια, η διαχείριση της νωπότητας συνεπάγεται παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και πρόβλεψη εκτίμησης της υπολειπόμενης διάρκειας ζωής σε επίπεδο παρτίδας, προκειμένου οι αποφάσεις κατανομής και δρομολόγησης να ευνοούν παρτίδες με ελάχιστη υπολειπόμενη διάρκεια ζωής σε κοντινούς πελάτες, περιορίζοντας τη διασπορά ποιότητας στο τέλος παράδοσης (Mercier et al., 2017; Jedermann et al., 2014). Επιπλέον, η ενσωμάτωση δεικτών νωπότητας στις αποφάσεις για τις αυλακώσεις της αποθήκης είναι κρίσιμη. Τα προϊόντα υψηλής στροφής και θερμικά ευαίσθητα θα πρέπει να αποθηκεύονται σε τοποθεσίες με σταθερή θερμοκρασία, χαμηλές αποστάσεις μεταφοράς και χαμηλή έκθεση στην πόρτα και η κατασκευή παλετών θα πρέπει να διασφαλίζει λωρίδες αέρα που υποστηρίζουν την ψύξη με μεταφορά κατά τη σταδιοποίηση.

Ο χρόνος παράδοσης εξακολουθεί να είναι ο τρίτος βασικός δείκτης, επειδή οι χρόνοι διέλευσης και επεξεργασίας ελέγχουν άμεσα την έκθεση σε μεταβολικούς και μικροβιακούς κινδύνους. Οι συμπιεσμένοι και σταθεροί χρόνοι παράδοσης ελαχιστοποιούν τη μεταβλητότητα της ηλικίας του προϊόντος κατά την άφιξη, ώστε οι έμποροι λιανικής να μπορούν να προσφέρουν σταθερά πιο ομοιόμορφη ποιότητα και να αυξάνουν τη διάρκεια ζωής των καταναλωτών. Η συμπίεση των χρόνων παράδοσης, εντούτοις, συνιστά αναγκαία αλλά μη ικανή συνθήκη, εάν η μεταβλητότητα εξακολουθεί να υφίσταται στα ανάντη στάδια της εφοδιαστικής ροής.

Αντίθετα, ο συντονισμός από άκρο σε άκρο που συνδέει τον προγραμματισμό της συγκομιδής, την προηγούμενη ικανότητα ψύξης, τον περιορισμό φόρτωσης και το cross docking χρησιμοποιείται για την επίτευξη ταχύτητας και προβλεψιμότητας (Blackburn & Scudder, 2009; Ahumada & Villalobos, 2009). Από επιχειρησιακή άποψη, οι εταιρείες θα πρέπει να ποσοτικοποιούν τη διάρκεια παραγγελίας προς αποστολή, τη διάρκεια παραμονής σε κάθε θερμική ζώνη και τη διάρκεια ανοίγματος της πόρτας κάθε φορτίο και να συνδέουν αυτά τα στοιχεία με τα προφίλ θερμοκρασίας του προϊόντος. Η αναλυτική αποδόμηση των επιμέρους χρονικών συνιστωσών αναδεικνύει λεπτά σημεία συμφόρησης, όπως η παρατεταμένη παραμονή σε θερμούς προθαλάμους ή οι ουρές αναμονής σε κέντρα ενοποίησης, τα οποία υπονομεύουν στην πράξη τις επενδύσεις σε ψυχόμενες μεταφορές.

Παρόλο που αυτοί οι δείκτες διαφέρουν, συνδέονται αιτιωδώς. Ο έλεγχος θερμοκρασίας και ο περιορισμός χειρισμού ελαχιστοποιούν τη φθορά της νωπότητας, η οποία με τη σειρά της μειώνει τη συρρίκνωση. Κατά συνέπεια, ένα ολοκληρωμένο σύστημα απόδοσης θα πρέπει να παρακολουθεί τη συρρίκνωση ανά αιτία, τη νωπότητα μέσω προγνωστικών δεικτών υπολειπόμενης διάρκειας ζωής και τον χρόνο παράδοσης ανά τμήμα διαδικασίας, καταγράφοντας επιπλέον τα ποσοστά συμμόρφωσης για τα όρια θερμοκρασίας και τις πολιτικές εναλλαγής προϊόντων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ποιότητα των δεδομένων και η διαλειτουργικότητα των φορέων αποτελούν ελέγχους για τον αποτελεσματικό έλεγχο. Οι τυποποιημένες ταυτοποιήσεις, οι συλλήψεις συμβάντων και οι ανταλλαγές δεδομένων διευκολύνουν την ορατότητα της ηλικίας του προϊόντος και της έκθεσης στη θερμοκρασία, διευκολύνοντας κατά αυτόν τον τρόπο την προληπτική λήψη αποφάσεων και όχι τον υπολογισμό ζημιών εκ των υστέρων (GS1, 2017; Aung & Chang, 2014). Σε κάθε περίπτωση δε, η εφοδιαστική των νωπών προϊόντων επιτυγχάνει ανώτερα αποτελέσματα όταν η ψυκτική αλυσίδα θεωρείται ως μια συνεχής διαδικασία έντασης πληροφοριών όπου η συρρίκνωση, η νωπότητα και ο χρόνος παράδοσης ελέγχονται συλλογικά μέσω συντονισμένης τεχνολογίας, πειθαρχημένης εκτέλεσης και αποφάσεων ανάλυσης καθοδηγούμενων από κανόνες αποφάσεων (Mercier et al., 2017; Jedermann et al., 2014).

## 2.2 Διαχείριση αποθέματος

Η διαχείριση αποθεμάτων για νωπά προϊόντα απαιτεί αφενός την εφαρμογή των κλασικών πολιτικών ελέγχου, αφετέρου τη ρητή ενσωμάτωση της φθοράς, της ποιοτικής αλλοίωσης και της ακεραιότητας των δεδομένων στη μοντελοποίηση και στη λήψη αποφάσεων. Στο πλαίσιο αυτό δε, σημειώνεται ότι το μοντέλο οικονομικής ποσότητας παραγγελίας εξακολουθεί να αποτελεί ένα ικανοποιητικό σημείο εκκίνησης, επειδή είναι αποτελεσματικό στην αποκάλυψη της αντιστάθμισης έναντι του σταθερού κόστους παραγγελίας και του κόστους διακράτησης. Ωστόσο, η παραδοσιακή οικονομική τάξη ποιότητας προϋποθέτει ομοιόμορφη ζήτηση, απεριόριστη ζωή και απουσία υποβάθμισης της ποιότητας. Κατά συνέπεια, οι διαχειριστές είτε τροποποιούν την ποιότητα της οικονομικής παραγγελίας ενσωματώνοντας το ποσοστό επιδείνωσης στο κόστος διακράτησης είτε καταφεύγουν σε μοντέλα προσδιορισμού μεγέθους παρτίδας, προσαρμοσμένα σε αγαθά των οποίων η αξία απομειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Σε αυτές τις δύο μεθόδους, το αποτελεσματικό κόστος διακράτησης περιλαμβάνει όχι μόνο κεφάλαιο και αποθήκευση, αλλά και αναμενόμενες διαγραφές λόγω γήρανσης, υποβάθμισης της ποιότητας και διάθεσης, γεγονός που, σε σύγκριση με τα μη ευπαθή αγαθά, μετατοπίζει συνήθως το άριστο σημείο πολιτικής προς μικρότερες και συχνότερες παρτίδες αναπλήρωσης (Silver et al., 1998; Zipkin, 2000; Goyal & Giri, 2001).

Κάθετα σε αυτό, η διαμόρφωση του αποθέματος ασφαλείας θα πρέπει να υπερβαίνει τους απλούς τύπους που προϋποθέτουν σταθερή ζήτηση και χρόνο παράδοσης. Με τα νωπά προϊόντα, τα buffer δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν ως ομοιόμορφη δεξαμενή, καθώς το τμήμα του αποθέματος θα χαθεί πριν από τη χρήση. Συνεπώς, το απόθεμα ασφαλείας θα πρέπει να υπολογίζεται στο σύνολο των μονάδων για τις οποίες η υπολειπόμενη διάρκεια ζωής είναι μεγαλύτερη από τον προβλεπόμενο χρόνο χρήσης και θα πρέπει να επιλέγεται ιδιαίτερα το μέτρο συντήρησης. Όταν ο στόχος είναι το επίπεδο εξυπηρέτησης κύκλου, το ζητούμενο είναι η μεγιστοποίηση της πιθανότητας μη εμφάνισης έλλειψης καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου αναπλήρωσης· αντιθέτως, όταν στοχεύεται το ποσοστό πλήρωσης, η έμφαση μετατοπίζεται στη μείωση των αναμενόμενων χαμένων πωλήσεων. Το τελευταίο είναι πιο κατάλληλο για προϊόντα λιανικής, καθώς η μερική εξυπηρέτηση εξακολουθεί να συνεισφέρει αξία. Μέθοδοι αναλυτικές και βασισμένες σε προσομοίωση που περιλαμβάνουν τη μεταβλητότητα της ζήτησης και του χρόνου παράδοσης, μαζί με τον χρόνο παράδοσης έως τις

κατανομές λήξης, πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό buffer που διασφαλίζουν την εξυπηρέτηση πελατών χωρίς να επιδεινώνουν τη σπατάλη (Silver et al., 1998; Chopra & Meindl, 2016; Snyder & Shen, 2019).

Παράλληλα, επειδή η λήξη είναι ένας δεσμευτικός λειτουργικός περιορισμός, οι κανόνες εκτέλεσης πρέπει να συμμορφώνονται με τους φυσικούς νόμους αποσύνθεσης ποιότητας. Η αρχή «πρώτο που λήγει, πρώτο εξέρχεται» είναι καθοριστική, καθώς δρομολογεί κατά προτεραιότητα τα αποθέματα με τη μικρότερη υπολειπόμενη διάρκεια ζωής, με αποτέλεσμα να περιορίζονται οι διαγραφές και να μειώνεται η διασπορά της ποιότητας κατά την αποστολή. Η αποτελεσματικότητά του βασίζεται στην αναφορά των ημερομηνιών παραλαβής ή παραγωγής σε επίπεδο παρτίδας, στην ακριβή εκτίμηση της διάρκειας ζωής και στην ακανόνιστη εναλλαγή σε επίπεδο αποθήκης. Η έρευνα ευπαθών αποθεμάτων υποδηλώνει ότι ακόμη και μικρά σφάλματα στη σωστή περιστροφή πολλαπλασιάζουν τα απόβλητα, ειδικά όταν η μεταβλητότητα της ζήτησης είναι υψηλή ή όταν οι παρτίδες αποστέλλονται χωριστά (Nahmias, 1982; Goyal & Giri, 2001; Ferguson & Ketzenberg, 2006).

Επίσης, η καταμέτρηση κύκλων παρέχει τον μηχανισμό ελέγχου που διατηρεί την ακρίβεια της εγγραφής σε συγχρονισμό με τη φυσική ύπαρξη. Ενώ οι ετήσιες μετρήσεις από τοίχο σε τοίχο χωρίζουν το απόθεμα στο σύνολό του, η καταμέτρηση κύκλων τμηματοποιεί το απόθεμα, ελέγχει καθημερινά ένα υποσύνολο, αναδεικνύει σφάλματα και διευκολύνει την ανάλυση της βασικής αιτίας. Σε εγκαταστάσεις νωπών προϊόντων, όπου η συρρίκνωση και η απόρριψη πραγματοποιούνται τακτικά, οι κύριες πηγές σφαλμάτων εγγραφής αποτελούνται από διαγραφές που παραμένουν μη καταγεγραμμένες, λανθασμένες σαρώσεις, μετατροπές της μονάδας μέτρησης και μετακινήσεις τοποθεσίας. Οι περιπτωσιολογικές μελέτες λιανικής καταδεικνύουν εμπειρικά ότι ακόμη και τα ελάχιστα σφάλματα εγγραφής διογκώνουν τα γρήγορα και αργά κινούμενα αντικείμενα προς τις αντίστοιχες κατευθύνσεις τους και καλύπτουν την περίσσεια που στη συνέχεια χαλάει, προκαλώντας με τη σειρά της σπατάλη (DeHoratius & Raman, 2008; Chopra & Meindl, 2016).

Αν και τα επιμέρους αυτά στοιχεία συζητούνται αυτοτελώς, στην πράξη λειτουργούν με στενή αλληλεπίδραση και αλληλεξάρτηση. Μάλιστα, σημειώνεται ότι οι πολιτικές αποθεμάτων ασφαλείας ρυθμίζουν το επίπεδο του παλαιωμένου αποθέματος που συσσωρεύεται, επηρεάζοντας περαιτέρω και την πιθανότητα συρρίκνωσης που προκαλείται από τη λήξη. Η ποιότητα της καταμέτρησης κύκλων με τη σειρά της επηρεάζει τόσο τη βαθμονόμηση των υπολογισμών της ποσότητας παραγγελίας όσο

και των στόχων των αποθεμάτων ασφαλείας. Τέλος, η τήρηση της αρχής «πρώτο που λήγει, πρώτο εξέρχεται» οφείλει να τεκμηριώνεται μέσω δεικτών διεργασίας, όπως: το ποσοστό επιλογών που πραγματοποιούνται από την παλαιότερη διαθέσιμη παρτίδα, το ποσοστό παρτίδων που υπερβαίνουν τα προκαθορισμένα όρια ηλικίας, καθώς και το ποσοστό αναπληρώσεων των οποίων η υπολειπόμενη διάρκεια ζωής επαρκεί για την κάλυψη του επόμενου κύκλου. Όταν επιτυγχάνονται τέτοιοι έλεγχοι, οι εταιρείες μπορούν να επιτύχουν τον διττό στόχο της υψηλής διαθεσιμότητας στο ράφι και των χαμηλών αποβλήτων, που είναι το χαρακτηριστικό ενός αποτελεσματικού συστήματος απογραφής νωπών προϊόντων (Nahmias, 1982; Silver et al., 1998; Zipkin, 2000; Chopra & Meindl, 2016; Snyder & Shen, 2019; DeHoratius & Raman, 2008).

### **2.3 Χωροταξία αποθήκης**

Η διαμόρφωση της αποθήκης για νωπά προϊόντα απαιτεί τον συντονισμό της κατανομής αποθήκευσης, της ταξινόμησης, του φυσικού διαχωρισμού και της διαδρομής του συλλέκτη με τέτοιο τρόπο ώστε η ακεραιότητα της θερμοκρασίας και η ταχύτητα εξυπηρέτησης να επιτυγχάνονται με ελάχιστο χειρισμό. Η χωροθέτηση (slotting) αποτελεί την καίρια αρχιτεκτονική επιλογή, καθώς καθορίζει τη θέση αποθήκευσης κάθε κωδικού αποθέματος και, κατ' επέκταση, προσδιορίζει τόσο τη συνολική απόσταση διακίνησης όσο και τον βαθμό έκθεσης του προϊόντος.

Στο κλασικό πρόβλημα ανάθεσης θέσεων αποθήκευσης, τα είδη υψηλής ζήτησης και ταχυκίνητα τοποθετούνται πλησιέστερα στα σημεία εισόδου-εξόδου και κατά μήκος των κύριων διαδρόμων, ενώ τα ογκώδη ή ευπαθή προϊόντα λαμβάνουν θέσεις που ελαχιστοποιούν τους κινδύνους χειρισμού. Τα αναλυτικά μοντέλα καταδεικνύουν ότι η αποθήκευση με βάση τον κύκλο εργασιών ή η αποθήκευση με βάση τη δημοτικότητα επιτυγχάνει σημαντικά μικρότερη διαδρομή επιλογής σε σύγκριση με την τυχαία αποθήκευση, ιδιαίτερα όταν οι συσχετισμένες παραγγελίες συμπιέζονται στο χώρο (Hausman et al., 1976; Bartholdi & Hackman, 2011). Ωστόσο, τα νωπά προϊόντα υπόκεινται σε εποχικότητα και αύξηση της ζήτησης, και ως εκ τούτου οι αυλακώσεις θα πρέπει να είναι κυλιόμενες (Gu et al., 2007).

Τα συστήματα ταξινόμησης οργανώνουν αυτές τις αποφάσεις για τις αυλακώσεις. Η ταξινόμηση ABC κατανέμει τα είδη σε κατηγορίες βάσει ζήτησης ή συμβολής στη συνολική απόσταση διακίνησης: τα αντικείμενα της κατηγορίας Α τοποθετούνται στις πλέον προσβάσιμες θέσεις, ενώ τα της κατηγορίας Γ μεταφέρονται σε περιφερειακές,

λιγότερο προσεγγίσιμες ζώνες αποθήκευσης. (Flores & Whybark, 1987; Ramanathan, 2006). Η ταξινόμηση ABC συμπληρώνεται από την ταξινόμηση XYZ, η οποία τμηματοποιεί το απόθεμα με βάση την προβλεψιμότητα, ούτως ώστε το απόθεμα X να έχει σταθερή ζήτηση και το απόθεμα Z να είναι εξαιρετικά ασταθές. Σε εφαρμογές ψυχρής αλυσίδας, αυτή η παρατήρηση είναι σημαντική επειδή το ευμετάβλητο απόθεμα είναι πιο πιθανό να προκαλέσει είτε αποθέματα που οδηγούν σε ζημιά ή χειρότερα, είτε ζημιά που γερνάει στη θέση του λόγω υπέρβασης.

Η χωροθέτηση συσχετίζει τους περιορισμούς προϊόντων και διαδικασιών με τη χωρική δομή. Η θερμική χωροθέτηση για νωπά προϊόντα διαχωρίζει τις περιοχές με βάση τη θερμοκρασία και την υγρασία στόχο και η χωροθέτηση διεργασιών διαιρεί την εισερχόμενη σταδιοποίηση, τον ποιοτικό έλεγχο, τους χώρους ωρίμανσης ή προετοιμασίας, την αποθήκευση αποθεμάτων και τις όψεις προς τα εμπρός μεταξύ τους. Μάλιστα, οι εργασίες αποθήκευσης πρέπει να σταθμίζουν ελάχιστες διαδρομές ταξιδιού έναντι των ελέγχων ασφάλειας και περιβάλλοντος, καθώς τα ανοίγματα των θυρών, η κυκλοφορία και η συμφόρηση προκαλούν θερμικές εκδρομές, βλάπτοντας την ποιότητα (Rouwenhorst et al., 2000; de Koster et al., 2007). Το layering δε είναι αποτελεσματικό.

Επιπλέον, οι αποκλειστικές έναντι των κοινόχρηστων τοποθεσιών είναι επίσης μια αρχιτεκτονική απόφαση που επηρεάζει τη συμφόρηση και την ακρίβεια. Ο αποκλειστικός χώρος αποθήκευσης είναι βολικός για οπτικό έλεγχο και διευκολύνει την αυστηρή εναλλαγή των παρτίδων, ενώ ο κοινόχρηστος χώρος αποθήκευσης μεγιστοποιεί τη χρήση του χώρου. Τα ευπαθή προϊόντα ευνοούν την αποκλειστική αποθήκευση στην μπροστινή ζώνη, επειδή ελαχιστοποιεί τα σφάλματα και ενισχύει την τήρηση της πρώτης ληγμένης πρώτης εξόδου, εάν η αναπλήρωση είναι συχνή και εξαιρετικά συγχρονισμένη.

Οι προηγμένες αναλύσεις συγκρίνουν αφελείς πολιτικές όπως το σχήμα S, το μεγαλύτερο κενό και τη δρομολόγηση επιστροφής και πιο εξελιγμένες συνδυασμένες στρατηγικές που εξαρτώνται από το σύνολο των επιλογών σε κάθε διάδρομο (Petersen, 1997; Roodbergen & De Koster, 2001). Τα συνεπή αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η συνδυασμένη δρομολόγηση πολλαπλών διαδρόμων μειώνει την απόσταση ταξιδιού σε σύγκριση με τις αφελείς πολιτικές, ωστόσο το πλεονέκτημά της εξαρτάται από το μέγεθος της παραγγελίας και τον αριθμό των διαδρόμων.

Η ολοκληρωμένη πολιτική διάταξης συνδέει ουσιαστικά την υποδοχή, την ταξινόμηση, τη χωροθέτηση και τη δρομολόγηση μέσω κοινού στόχου, όπως ο αναμενόμενος

χρόνος ταξιδιού του επιλογέα ή ο χρόνος ολοκλήρωσης της τελικής παραγγελίας. Τα αναλυτικά μοντέλα χρόνου ταξιδιού μπορούν να ενημερώσουν το σχεδιασμό εκτιμώντας τη συμβολή απόστασης κάθε θέσης για ένα αντικείμενο και εκτιμώντας την οριακή τιμή της μεταφοράς ενός αντικειμένου πιο κοντά στην αποθήκη (Bartholdi & Hackman, 2011).

#### **2.4 Εφαρμογές TN σε απόθεμα/χωροταξία**

Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) επαναπροσδιορίζει τις αποφάσεις απογραφής και τοποθέτησης μετατρέποντας διάφορα λειτουργικά και συμφραζόμενα δεδομένα σε συνεπείς προβλέψεις και βελτιωμένες ενέργειες. Σε περιβάλλοντα νωπών προϊόντων, η βασική πρόκληση είναι ότι η ζήτηση και η ποιότητα κινούνται με γρήγορους ρυθμούς και μη γραμμικά λόγω των προσφορών, του καιρού, των διακοπών και της τοπικής γεύσης. Τα παραδοσιακά προγράμματα πρόβλεψης και σταθερής υποδοχής συχνά δεν ενσωματώνουν αυτή τη δυναμική. Αυτές οι προβλέψεις με τη σειρά τους μπορούν να ενσωματωθούν ξανά στον έλεγχο των αποθεμάτων και στην κατανομή αποθήκευσης, ούτως ώστε οι στόχοι υπηρεσιών και αποβλήτων να επιτυγχάνονται σε περιοριστικά χρονικά και θερμοκρασιακά όρια.

Στο πεδίο της πρόβλεψης, η σύγχρονη πρακτική ενοποιεί στιβαρές στατιστικές βάσεις με τεχνικές μηχανικής μάθησης, με σκοπό τη βελτίωση τόσο της ακρίβειας όσο και της ορθής βαθμονόμησης των εκτιμήσεων (Makridakis et al., 2018). Εδώ, εν προκειμένω, τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα και οι σχετικές αρχιτεκτονικές μπορούν να μοντελοποιήσουν δομές υστέρησης υψηλής τάξης, πληροφορίες μεταξύ σειρών και εξωτερικούς παράγοντες όπως ο καιρός και η τιμή (Bandara et al., 2020; Salinas et al., 2020). Εδώ, είναι εξίσου σημαντικό να επιβληθεί αυστηρή στατιστική αυστηρότητα στον τομέα της επιλογής χαρακτηριστικών, της ιεραρχικής συνάθροισης και της συμφωνίας προβλέψεων. Οι αρχές που απορρέουν από τη βιβλιογραφία της στατιστικής πρόβλεψης εξακολουθούν να είναι κρίσιμες τόσο για τη συγκρότηση ανθεκτικών διαδικασιών (pipelines) όσο και για την ακριβή και διαφανή γνωστοποίηση της αβεβαιότητας στις επιχειρησιακές ομάδες (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

Παράλληλα, αξίζει να σημειωθεί ότι η αντίχνευση ζήτησης επεκτείνει την πρόβλεψη για την κατανάλωση δεδομένων υψηλής συχνότητας που είναι πιο κοντά στις πραγματικές αποφάσεις αγοράς. Οι ενδείξεις σημείων πώλησης, το ενδιαφέρον αναζήτησης στον ιστό, οι τοπικές μετρήσεις καιρού και τα ημερολόγια συμβάντων προσφέρουν

προηγούμενους δείκτες βραχυπρόθεσμων αλλαγών στη ζήτηση που είναι απαραίτητοι για ευπαθή προϊόντα με μικρή υπολειπόμενη διάρκεια ζωής. Οι πιθανοτικές ημερήσιες ή ενδοημερήσιες κατανομές ζήτησης μπορούν να «μεταφράσουν» αυτές τις ενδείξεις χρησιμοποιώντας μοντέλα μηχανικής μάθησης και να δημιουργήσουν προβλέψεις βάσει σεναρίων για προσφορές και αλλαγές στην τιμή. Για παράδειγμα, αλγόριθμοι συνόλων βασισμένοι σε δέντρα ή μέθοδοι ενισχυτικής βαθμίδωσης μπορούν να ανιχνεύσουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ καιρικών συνθηκών, ημέρας της εβδομάδας και έντασης προωθητικών ενεργειών που γεννούν αιφνίδιες κορυφώσεις ζήτησης, ενώ τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα είναι σε θέση να αποτυπώνουν μεταβαλλόμενα μοτίβα εποχικότητας. Αντίθετα, οι βαθμονομημένες πυκνότητες πρόβλεψης παρέχουν πολιτικές αποθέματος με βάση το επίπεδο υπηρεσιών που ανταλλάσσουν το οριακό κόστος του αποθέματος έναντι του οριακού κόστους του πλεονάσματος. Οι ανασκοπήσεις τεχνητής νοημοσύνης στις αλυσίδες εφοδιασμού τονίζουν ότι μια τέτοια αρχιτεκτονική ανίχνευσης ζήτησης βάσει δεδομένων είναι ο ακρογωνιαίος λίθος της προγνωστικής και συνταγογραφούμενης εφοδιαστικής (Carbonneau et al., 2008; Baryannis et al., 2019; Min, 2010).

Επίσης, η κανονιστική σχέση από τις προβλέψεις στις αποφάσεις είναι εμφανής σε δύο σημεία. Πρώτον, οι κανόνες ελέγχου αποθεμάτων που καθορίζουν τις ποσότητες παραγγελιών και τα αποθέματα ασφαλείας με βάση την υπολειπόμενη διάρκεια ζωής και τη διασπορά του χρόνου παράδοσης για κάθε τοποθεσία και εμπόρευμα λαμβάνουν κανόνες ελέγχου αποθέματος από προγνωστικές διανομές. Δεύτερον, οι προβλέψεις καθοδηγούν την μαθηματική βελτιστοποίηση της χωροθέτησης, διαμορφώνοντας την αναμενόμενη συχνότητα επιλογών και τη δομή συγγένειας μεταξύ κωδικών, στοιχεία που τελικά προσδιορίζουν τη βέλτιστη θέση αποθήκευσης κάθε είδους. Η δυναμική χωροθέτηση σε αποθήκες φρούτων και λαχανικών αναθέτει τα προϊόντα σε θέσεις που ελαχιστοποιούν τη διανυόμενη απόσταση, διατηρώντας παράλληλα την ασφάλεια για προϊόντα ευαίσθητα στη θερμοκρασία. Η μέθοδος μπορεί να μοντελοποιηθεί ως βρόχος μάθησης και βελτιστοποίησης. Η μηχανική μάθηση προβλέπει τα ποσοστά ζήτησης και τις συσχετίσεις επιλογής σε επίπεδο επιλογέα για την περίοδο προγραμματισμού. Ένα μοντέλο βελτιστοποίησης κατανέμει τις θέσεις αποθήκευσης που υπόκεινται σε ζώνες και χωρητικότητα, με στόχο την ελαχιστοποίηση των μετακινήσεων και της συμφόρησης για την περίοδο βελτιστοποίησης, δεδομένων των υπολογισμένων ποσοστών συσχέτισης ζήτησης και επιλογέα (Waller & Fawcett, 2013). Όταν γίνονται διαθέσιμα νέα δεδομένα, οι βαθμολογίες ενημερώνονται και προτείνεται ένα νέο

σύνολο κινήσεων. Οι αναλύσεις της ψηφιακής και έξυπνης εφοδιαστικής επισημαίνουν το γεγονός ότι η διαδικασία κλειστού βρόχου διευκολύνεται όλο και περισσότερο από ολοκληρωμένες πλατφόρμες δεδομένων ικανές να συμβιβάσουν τα κύρια δεδομένα και τις εισόδους αισθητήρων ροής (Baryannis et al., 2019).

Παρότι τα νωπά προϊόντα εισάγουν την πρόσθετη πολυπλοκότητα της ποιοτικής υποβάθμισης, η τεχνητή νοημοσύνη δύναται να ενσωματώσει την ποιότητα ως ρητή μεταβλητή κατάστασης στο μοντέλο. Οι αγωγοί πρόβλεψης μπορούν να επεκταθούν για τον υπολογισμό της υπολειπόμενης διάρκειας ζωής ενσωματώνοντας ιστορικά έκθεσης σε θερμοκρασία και συναρτήσεις φθοράς που σχετίζονται με το εμπόρευμα. Μάλιστα, οι εκτιμήσεις προϊόντων τροφοδοτούν τόσο τις αποφάσεις αποθέματος όσο και τις αποφάσεις διάταξης. Τα προϊόντα χαμηλής υπολειπόμενης διάρκειας ζωής έχουν υψηλότερη προτεραιότητα περιστροφής και τοποθετούνται πιο κοντά σε αποβάθρες και σημεία ενοποίησης. Τα προϊόντα υψηλής ανθεκτικότητας, από την άλλη πλευρά, ενδέχεται να χρησιμοποιούν βαθύτερες εφεδρικές χρονοθυρίδες χωρίς κίνδυνο υπηρεσίας (Karaesmen et al., 2011).

## 2.5 Εφαρμογές IoT

Οι τεχνολογίες IoT προσφέρουν ορατότητα και έλεγχο σε πραγματικό χρόνο των ευπαθών ροών μέσω της σύνδεσης φυσικών περιουσιακών στοιχείων με τη διαδικασία ψηφιακών αποφάσεων σε όλη την ψυκτική αλυσίδα. Αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας που είναι ενσωματωμένοι σε παλέτες, δοχεία και θαλάμους αποθήκευσης καταγράφουν χρονικά σημειωμένες μετρήσεις, οι οποίες ανασυνθέτουν το θερμικό ιστορικό κάθε παρτίδας με ακρίβεια.

Αντίθετα, οι περιοδικοί χειροκίνητοι έλεγχοι, η συνεχής καταγραφή ανιχνεύει παροδικές παρεκκλίσεις κατά τη φόρτωση, τη σταδιοποίηση ή το άνοιγμα της πόρτας που συχνά προκαλούν απώλειες ποιότητας. Αντίστοιχα, οι διαχειριστές μπορούν να ποσοτικοποιήσουν τη σωρευτική έκθεση στη θερμοκρασία και να τη συνδέσουν με την υπολειπόμενη διάρκεια ζωής για κάθε εμπόρευμα, επιτρέποντας προληπτικές παρεμβάσεις όπως η επιταχυνόμενη ανακατανομή, η άμεση επαναψύξη ή η τροποποίηση της διαδρομής, προτού οι ποιοτικές απώλειες καταστούν μη αναστρέψιμες (Badia Melis et al., 2015; Ruiz García & Lunadei, 2011). Επιπλέον, δεδομένου ότι οι αισθητήρες ενσωματώνουν πλέον βαθμονόμηση ακρίβειας και διαγνωστικά μπαταρίας, η ποιότητα των δεδομένων μπορεί να ελεγχθεί και να

αφαιρεθούν οι μετρήσεις χαμηλής εμπιστοσύνης αντί για ρυπογόνα αναλυτικά στοιχεία.

Επίσης, η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων και τα συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο συμπληρώνουν την περιβαλλοντική ανίχνευση προσφέροντας αυτόματη αναγνώριση κίνησης αποθέματος και χωρικό πλαίσιο. Η παθητική τεχνολογία αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνοτήτων διευκολύνει την αυτόματη καταγραφή συμβάντων κατά την παραλαβή, την τοποθέτηση και την αποστολή, μειώνοντας την εξάρτηση από χειροκίνητες σαρώσεις και, συνακόλουθα, την πιθανότητα ασυμφωνιών μεταξύ παρτίδων και θέσεων (Zhang et al., 2025). Οι ενεργές ετικέτες ή τα συστήματα εντοπισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο που χρησιμοποιούν εξαιρετικά ευρεία ζώνη ή άλλες τεχνολογίες εμβέλειας προσφέρουν εκτιμήσεις θέσης στην αποθήκη, αποκαλύπτοντας κατά συνέπεια τη συμφόρηση, τους χρόνους παραμονής και τη μετατόπιση της διαδρομής (Abad et al., 2009; Tsang et al., 2018).

Ταυτόχρονα δε, η ανάλυση Edge προωθεί την επεξεργασία προς την προέλευση δεδομένων με σκοπό να αποφευχθεί η αναμονή ειδοποιήσεων και τοπικού ελέγχου για συνδεσιμότητα ευρείας περιοχής. Με μονάδες ψυγείων ή σε ψυκτικούς θαλάμους, αυτές οι προσαρτημένες ή εγκατεστημένες συσκευές ψυγείων ή συσκευές ψυκτικού θαλάμου μπορούν να πραγματοποιήσουν ανίχνευση ανωμαλιών στις εξόδους του αισθητήρα θερμοκρασίας και κραδασμών, να εξαλείψουν τον θόρυβο και να λάβουν απλές αποφάσεις ελέγχου, όπως αύξηση των ρυθμών ανεμιστήρα ή έναρξη κύκλων απόψυξης όταν τα μοτίβα προτείνουν γλάσο. Με την επεξεργασία αιχμής να ελαχιστοποιεί τον όγκο δεδομένων και τον λανθάνοντα χρόνο, η κεντρική πλατφόρμα λαμβάνει σύντομες περιλήψεις συμβάντων και επίπεδα εμπιστοσύνης στη θέση των ακατέργαστων ροών, ενισχύοντας την επεκτασιμότητα και διευκολύνοντας τις έγκαιρες αποφάσεις όταν η φόρτωση κορυφώνεται. Η τοπική επεξεργασία είναι εξαιρετικά επωφελής όταν το εύρος ζώνης είναι περιορισμένο ή όταν η σχεδόν στιγμιαία ενεργοποίηση είναι απαραίτητη για την ποιότητα και την ασφάλεια (Shi et al., 2016). Όσον αφορά την πρακτική, στην πολυεπίπεδη προσέγγισή της, η βαθμονόμηση, ο έλεγχος κατωφλίου και οι έλεγχοι ασφαλείας βρίσκονται στην άκρη, ενώ η εκπαίδευση μοντέλων, η συγκριτική αξιολόγηση σε όλο τον στόλο και η βελτιστοποίηση παραμένουν στο cloud.

Είναι σημαντικό ότι αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν αξία μόνο όταν τα δεδομένα ενημερώνουν τις επιχειρησιακές αποφάσεις. Τέλος, τα κύρια οφέλη απορρέουν από κλειστούς βρόχους διεργασιών που συνδέουν ζητήματα ανίχνευσης, ανάλυσης και

ελέγχου και διακυβέρνησης, όπως η ποιότητα των βασικών δεδομένων, η ασφάλεια της συσκευής και η ροή εργασιών διαχείρισης εξαιρέσεων (Ben Daya et al., 2019; Li et al., 2015).

## **2.6 Ενσωμάτωση AI-IoT (AIoT) και οργανωτικοί παράγοντες**

Σε αρχιτεκτονικό επίπεδο, οι συσκευές Internet of Things που συγκεντρώνουν συμβάντα θερμοκρασίας, τοποθεσίας και χειρισμού και τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης που μετατρέπουν αυτές τις ροές σε πρόβλεψη ζήτησης, υπολειπόμενη διάρκεια ζωής, κίνδυνο συμφόρησης και κατάσταση εξοπλισμού, μετακινούν τη γρήγορη ανίχνευση ανωμαλιών και τον απλό έλεγχο στην άκρη και διατηρούν την εκπαίδευση μοντέλων και τη βελτιστοποίηση σε επίπεδο στόλου στο cloud, ελαχιστοποίηση της καθυστέρησης και της χρήσης εύρους ζώνης, διατηρώντας παράλληλα την παγκόσμια μάθηση. Οι βιομηχανικές εφαρμογές, αξιοποιώντας πρότυπα αναφοράς της έρευνας στα κυβερνοφυσικά συστήματα, καταδεικνύουν πώς η διασυνδεσιμότητα στο επίπεδο του καταστήματος, το ενδιάμεσο λογισμικό και οι υπηρεσίες αναλυτικής μπορούν να συντεθούν σε ανθεκτικούς αγωγούς δεδομένων, ικανούς να υποστηρίξουν τόσο συνεχή εποπτεία όσο και έλεγχο κλειστού βρόχου (Lee et al., 2015; Deng et al., 2020). Επιπλέον, όταν τα προϊόντα και τα περιουσιακά στοιχεία ενσωματώνονται, οι εταιρείες μπορούν να συμπληρώσουν τις παραδοσιακές μετρήσεις κόστους και υπηρεσιών με νέες πηγές αξίας, όπως υπηρεσίες που βασίζονται στη χρήση και προγνωστική συντήρηση, και να μετακινήσουν τον ανταγωνισμό από αυτόνομα προϊόντα σε συνδεδεμένα συστήματα (Porter & Heppelmann, 2014; Iansiti & Lakhani, 2020).

Η διακυβέρνηση δεδομένων αποφασίζει εάν οι μετρήσεις αισθητήρων, τα κύρια δεδομένα και τα συμβάντα καταγραφής καταγράφονται με επαρκή ποιότητα, γενεαλογία και προσβασιμότητα για την παροχή συστημάτων εκμάθησης. Στην πράξη, τα δεδομένα του Διαδικτύου των Πραγμάτων εμφανίζουν κενά παρατηρήσεων, χρονικές ασυμφωνίες λόγω μετατόπισης ρολογιών και ετερογενείς ταυτοποιήσεις εντός και μεταξύ εφαρμογών και συσκευών. Ελλείπει σαφούς διακυβέρνησης που να καθορίζει ιδιοκτησία, πρότυπα και διαδικασίες διαχείρισης εξαιρέσεων, τα μοντέλα υποβαθμίζονται και οι κανόνες ελέγχου αποκλίνουν από τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας (Wang & Strong, 1996; Khatri & Brown, 2010). Ως εκ τούτου, κάθε πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης και διαδικτύου των πραγμάτων θα πρέπει να ξεκινά

με ένα κανονικό σημασιολογικό μοντέλο για τοποθεσίες, παρτίδες, περιουσιακά στοιχεία και συμβάντα και με αυτόματο έλεγχο που αποκλείει ή απομονώνει δεδομένα χαμηλής περιεκτικότητας πριν εισέλθουν στην πρόβλεψη ή τη βελτιστοποίηση (Khattri & Brown, 2010).

Οι οργανωτικές δυνατότητες αποτελούν τον δεύτερο πυλώνα της αποτελεσματικής εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης και του Internet of Things. Η έρευνα ικανοτήτων Analytics συσχετίζει τη βελτίωση της απόδοσης με την αλληλεπίδραση των τεχνολογικών στοιχείων, της ανθρώπινης τεχνογνωσίας και της ευθυγράμμισης των διαδικασιών περισσότερο από ό,τι με τα εργαλεία στη μοναδικότητα (Wamba et al., 2017). Επιπλέον, απαιτούνται δυναμικές δυνατότητες για συνεχή ανασχεδιασμό πόρων όταν και καθώς εμφανίζονται νέοι αισθητήρες, μοντέλα και κανονισμοί (Teecce, 2007). Ο πολιτισμός είναι ο τρίτος καθοριστικός παράγοντας, επειδή η τεχνητή νοημοσύνη και τα συστήματα Internet of Things αναδεικνύουν αναπόφευκτα εξαιρέσεις και συγκρούσεις στόχων που απαιτούν τεκμηριωμένη κρίση από τα στελέχη της πρώτης γραμμής (Schein, 2010).

Από στρατηγική άποψη, η έρευνα για τον ψηφιακό μετασχηματισμό καταδεικνύει ότι η αξία δημιουργείται όταν η ψηφιακή τεχνολογία και η ανάλυση είναι ριζωμένες στις βασικές διαδικασίες, όταν οι διεπαφές συνεργατών κανονικοποιούνται και όταν η λογοδοσία των αποτελεσμάτων είναι απλή (Iansiti & Lakhani, 2020).

Τα μοντέλα υιοθέτησης όπως η προοπτική του περιβάλλοντος οργάνωσης τεχνολογίας καθιστούν σαφές ότι το αποτέλεσμα εξαρτάται τόσο από την τεχνολογική και οργανωτική ετοιμότητα όσο και από τις περιβαλλοντικές πιέσεις όπως η ρύθμιση και η προσδοκία των πελατών (Tornatzky & Fleischer, 1990). Ως εκ τούτου, οι αξιολογήσεις της σκοπιμότητάς τους θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την αξιοπιστία της συσκευής, την κάλυψη δικτύου, τη διαθεσιμότητα δεξιοτήτων και την ικανότητα του συνεργάτη και της αλλαγής για ενσωμάτωση.

Τέλος, η μέτρηση γεφυρώνει το χάσμα από τις οργανωτικές επιρροές και την τεχνική ικανότητα. Η καθυστέρηση και η προγνωστική ακρίβεια είναι απαραίτητες αλλά όχι επαρκείς. Οι διευθυντές οφείλουν να παρακολουθούν την τήρηση της διαδικασίας και την ποιότητα των αποφάσεων (Wamba et al., 2017).

## **2.7 Θεωρητικά πλαίσια υιοθέτησης**

Η υιοθέτηση τεχνολογιών στα logistics που ενσωματώνουν τεχνητή νοημοσύνη και Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να προσεγγιστεί μέσα από αλληλοσυμπληρούμενα

θεωρητικά πλαίσια, τα οποία συναρθρώνουν τις αντιλήψεις περί ευχρηστίας και χρησιμότητας με τον βαθμό οργανωτικής ετοιμότητας και το μέγεθος των εξωτερικών πιέσεων. Το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας λαμβάνει υπόψη το επίπεδο της πρόθεσης συμπεριφοράς σε επίπεδο ατόμων όσον αφορά την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης, τα οποία με τη σειρά τους προκύπτουν από εξωτερικές μεταβλητές όπως η εκπαίδευση και η ποιότητα του σχεδιασμού του συστήματος (Davis, 1989). Επεκτάσεις όπως το TAM2 περιλαμβάνουν κοινωνική επιρροή και γνωστική εργαλειακή διαδικασία, αναγνωρίζοντας κατά συνέπεια ότι οι διευθυντές δεν υιοθετούν αναλυτικά στοιχεία μόνο λόγω των αναμενόμενων κερδών απόδοσης, αλλά λόγω των προϊσταμένων και των συναδέλφων τους που υποστηρίζουν τη χρήση τους και λόγω των αποτελεσμάτων που φαίνονται σχετικά με εργασίες όπως η τοποθέτηση και η πρόβλεψη (Venkatesh & Davis, 2000).

Σε μεγαλύτερα επίπεδα, η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας ενσωματώνει το προσδόκιμο απόδοσης, το προσδόκιμο προσπάθειας, την κοινωνική επιρροή και τις συνθήκες διευκόλυνσης (Venkatesh et al., 2003). Αυτές οι κατασκευές σχετίζονται άμεσα με περιβάλλοντα logistics, όπου η λογοδοσία σε επίπεδο υπηρεσιών και η πίεση χρόνου μεσολαμβάνουν στις αξιολογήσεις των χρηστών των πλατφορμών αισθητήρων και των συστημάτων πρόβλεψης.

Βέβαια, το πλαίσιο Περιβάλλοντος Οργάνωσης Τεχνολογίας ορίζει την υιοθέτηση ως συνάρτηση των τεχνολογικών χαρακτηριστικών, των οργανωτικών πόρων και διαδικασιών και των περιβαλλοντικών δυνάμεων όπως η ανταγωνιστική πίεση και η ρύθμιση. Η συμβατότητα με τα συστήματα πολιτιστικής κληρονομιάς, η υποστήριξη της ανώτατης διοίκησης και η ετοιμότητα των εμπορικών εταίρων καταδεικνύουν σταθερά σημασία για την υιοθέτηση σε επίπεδο επιχείρησης πέρα από την ατομική στάση (Oliveira & Martins, 2011; Hameed et al., 2012). Για το AIoT στις ψυκτικές αλυσίδες, αυτό σημαίνει ότι οι κανόνες δεδομένων, οι περιγραφές ρόλων για την ανάλυση και τη μηχανική και οι προδιαγραφές αγοραστές για την ιχνηλασιμότητα καθορίζουν συλλογικά τον ρυθμό και την εφικτότητα της υλοποίησης. Η θεωρία της διάχυσης των καινοτομιών διευκρινίζει επίσης ότι το σχετικό πλεονέκτημα, η συμβατότητα, η πολυπλοκότητα, η δοκιμή και η παρατηρησιμότητα καθορίζουν τον βαθμό στον οποίο οι καινοτομίες διαχέονται στα δίκτυα (Rogers, 2003). Οι υψηλότεροι και πιο συνεπείς καθοριστικοί παράγοντες περιλαμβάνουν την αντιληπτή χρησιμότητα, την υποστήριξη της ανώτατης διοίκησης, την εξωτερική πίεση και τις συνθήκες

διευκόλυνσης και ότι οι μικρο και μακροκαθοριστικοί παράγοντες χρειάζονται γεφύρωση (Jeyaraj et al., 2006).

Αυτές οι κατασκευές μπορούν να συνδυαστούν σε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο για ευπαθή logistics που υιοθετεί το ΑΙοΤ. Στη ρίζα του, το προσδόκιμο απόδοσης αντανακλά τις πεποιθήσεις ότι η πρόβλεψη και η ανίχνευση ζήτησης θα βελτιώσουν την εξυπηρέτηση.

Οι συνθήκες διευκόλυνσης περιλαμβάνουν την αξιοπιστία της συσκευής, τη διακυβέρνηση δεδομένων και την εκπαίδευση. Από την άποψη του οργανισμού, η τεχνολογική ετοιμότητα είναι η ποιότητα των δεδομένων, η διαλειτουργικότητα του συστήματος αποθήκης και η στάση στον κυβερνοχώρο. Η οργανωτική ετοιμότητα είναι η οικονομική χαλαρότητα, η τεχνογνωσία στην ανάλυση και η αυστηρότητα της διαδικασίας για την πρώτη ληγμένη πρώτη έξοδο και την καταμέτρηση του κύκλου (Zhu & Kraemer, 2005).

Πρώτον, με βάση το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας και την Ενοποιημένη Θεωρία, η αντιληπτή χρησιμότητα και το προσδόκιμο απόδοσης προβάλλονται ότι έχουν ευεργετικές επιπτώσεις στην προσωπική πρόθεση χρήσης εφαρμογών ΑΙοΤ για την υποστήριξη αποφάσεων απογραφής και διάταξης. Δεύτερον, σε ευθυγράμμιση με το Περιβάλλον Οργάνωσης Τεχνολογίας, η υποστήριξη της ανώτατης διοίκησης και η οργανωτική ετοιμότητα προβάλλονται για να έχουν ευεργετικές επιπτώσεις στο πεδίο εφαρμογής και αυτές οι επιπτώσεις αναμένεται να μεσολαβήσουν στη μετατροπή της πρόθεσης σε πραγματική χρήση. Τρίτον, η συμβατότητα και η ποιότητα των δεδομένων προβάλλονται για να μετριάσουν τη σχέση από τη χρησιμότητα στην πρόθεση, ούτως ώστε οι πεποιθήσεις στη χρησιμότητα να συνδέονται πιο έντονα με την πρόθεση όταν τα δεδομένα αισθητήρων είναι ενημερωμένα και όταν τα αποτελέσματα από την τεχνητή νοημοσύνη ευθυγραμμίζονται με τους υπάρχοντες κύκλους σχεδιασμού. Τέταρτον, οι ανταγωνιστικές και ρυθμιστικές πιέσεις προβάλλονται για να έχουν ευεργετικές επιπτώσεις τόσο στην πρόθεση όσο και στην υλοποίηση, με μεγαλύτερο μέγεθος εφαρμογής λόγω εξωτερικών ελέγχων και καρτών βαθμολογίας αγοραστών που παρέχουν λογοδοσία για επίμονη χρήση. Πέμπτον, σε ευθυγράμμιση με τη θεωρία της διάχυσης, η παρατηρησιμότητα των οφελών προτείνεται για να επιταχυνθεί η υιοθέτηση μεταξύ τοποθεσιών. Τέλος, προτείνεται ότι η συσσωρευμένη εμπειρία μετριάσει σταδιακά την επίδραση της προσδοκώμενης προσπάθειας στην πρόθεση

χρήσης, αποτυπώνοντας τις καμπύλες μάθησης που τεκμηριώνονται σε εμπειρικές εφαρμογές της Ενοποιημένης Θεωρίας.

## **2.8 Ερευνητικά κενά και διαμόρφωση ερευνητικού πλαισίου για τη μετάβαση στη μεθοδολογία**

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε ότι τα logistics νωπών και η ψυχρή αλυσίδα συγκροτούν ένα περιβάλλον επιχειρησιακής πολυπλοκότητας, όπου η απόδοση εξαρτάται ταυτόχρονα από τον έλεγχο θερμοκρασίας και χρόνου, από πειθαρχημένες πολιτικές αποθέματος και από χωρικές αποφάσεις εντός της αποθήκης που περιορίζουν χειρισμούς και θερμικές εκδρομές (Mercier et al., 2017; Jedermann et al., 2014; Chopra & Meindl, 2016). Παράλληλα, η αναδυόμενη συμβολή της TN και του IoT, ιδίως μέσω αρχιτεκτονικών AIoT, τεκμηριώνεται ως πολλά υποσχόμενη για πρόβλεψη ζήτησης, εκτίμηση υπολειπόμενης διάρκειας ζωής, ανίχνευση ανωμαλιών και βελτιστοποίηση χωροθέτησης και δρομολόγησης (Baryannis et al., 2019; Ben-Daya et al., 2019; Deng et al., 2020). Ωστόσο, η συνολική εικόνα της έρευνας παρουσιάζει συγκεκριμένα ερευνητικά κενά, τα οποία καθιστούν αναγκαία μια εμπειρική διερεύνηση που να συνδέει την τεχνολογική υιοθέτηση με τον τρόπο που οι εργαζόμενοι και τα οργανωτικά χαρακτηριστικά «μεταφράζουν» τις δυνατότητες των τεχνολογιών σε πρακτική χρήση και αντιληπτή επιχειρησιακή αξία.

Πρώτον, σημαντικό μέρος της γνώσης για την ψυχρή αλυσίδα εστιάζει στη φυσική-τεχνολογική διάσταση του ελέγχου ποιότητας και στις βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης θερμοκρασίας, χωρίς να ενσωματώνει συστηματικά τον τρόπο με τον οποίο τα ψηφιακά συστήματα υιοθετούνται, χρησιμοποιούνται και γίνονται «ρουτίνα» σε πραγματικές ροές εργασίας (Aung and Chang, 2014; GS1, 2017). Αντίστοιχα, η βιβλιογραφία αποθεμάτων για ευπαθή προϊόντα παρέχει ισχυρά θεωρητικά εργαλεία για τη φθορά και την πολιτική αναπλήρωσης, αλλά συχνά αντιμετωπίζει την πληροφόρηση ως δεδομένη ή τέλεια, παρότι η εμπειρική πραγματικότητα χαρακτηρίζεται από σφάλματα καταγραφής, κενά δεδομένων και περιορισμούς διακυβέρνησης, οι οποίοι επηρεάζουν άμεσα την αξιοπιστία των αποφάσεων (Nahmias, 1982; DeHoratius and Raman, 2008; Khatri and Brown, 2010). Το κενό αυτό είναι κρίσιμο, διότι σε περιβάλλοντα νωπών η αξία του AIoT προϋποθέτει δεδομένα υψηλής ποιότητας και διαλειτουργικότητα, αλλιώς η τεχνολογία κινδυνεύει να λειτουργήσει ως «ατελής αυτοματοποίηση» που παράγει δυσπιστία και μη συμμόρφωση (Wang and Strong, 1996; Khatri and Brown, 2010).

Δεύτερον, ενώ οι εφαρμογές TN στην εφοδιαστική αλυσίδα τεκμηριώνονται κυρίως μέσα από προσεγγίσεις πρόβλεψης και αναλυτικής, η μετάβαση από την πρόβλεψη στη συνταγογραφούμενη απόφαση παραμένει λιγότερο εμπειρικά χαρτογραφημένη σε επίπεδο αποθήκης, ιδιαίτερα για αποφάσεις διαχείρισης αποθέματος και χωροταξίας που επηρεάζονται από περιορισμούς θερμικών ζωνών, συγγένειας παραγγελιών και πολιτικών FEFO (Bartholdi and Hackman, 2011; Gu et al., 2007; Karaesmen et al., 2011). Η βιβλιογραφία αναγνωρίζει την ανάγκη κλειστών βρόχων δεδομένων και συνεχούς αναθεώρησης, όμως δεν είναι εξίσου σαφές ποιες οργανωτικές προϋποθέσεις καθιστούν εφικτή αυτή την «επιχειρησιακή ενσωμάτωση» των μοντέλων, ούτε πώς αξιολογείται από τους χρήστες η πρακτική τους χρησιμότητα στην καθημερινή εργασία (Waller and Fawcett, 2013; Iansiti and Lakhani, 2020). Επομένως, αναδύεται κενό ανάμεσα στη θεωρητική υπόσχεση των τεχνολογιών και στην αντιληπτή αξία τους από τα άτομα που τις χρησιμοποιούν ή επηρεάζονται από αυτές.

Τρίτον, τα θεωρητικά πλαίσια υιοθέτησης όπως TAM, UTAUT και TOE προσφέρουν συμπληρωματικές εξηγήσεις, αλλά η βιβλιογραφία δείχνει ότι συχνά εφαρμόζονται αποσπασματικά ή σε διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης, χωρίς επαρκή «γέφυρα» μεταξύ ατομικών πεποιθήσεων (χρησιμότητα, ευκολία χρήσης, συνθήκες διευκόλυνσης) και οργανωτικών/περιβαλλοντικών παραγόντων (πόροι, υποστήριξη διοίκησης, ρυθμιστικές πιέσεις, ανταγωνισμός) (Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003; Tornatzky & Fleischer, 1990; Jeyaraj et al., 2006). Για τα AIoT στα logistics, το κενό αυτό γίνεται εντονότερο, διότι οι τεχνολογίες είναι ταυτόχρονα υποδομές δεδομένων, εργαλεία απόφασης και μηχανισμοί ελέγχου, άρα η αποδοχή τους δεν εξαρτάται μόνο από ατομική «στάση», αλλά από τη διακυβέρνηση, την εκπαίδευση, την κουλτούρα και τη διαλειτουργική συνεργασία (Schein, 2010; Wamba et al., 2017). Συνεπώς, χρειάζεται εμπειρική διερεύνηση που να εξετάζει συγκροτημένα ένα σύνολο κατασκευών το οποίο να καλύπτει τόσο την ατομική όσο και την οργανωτική και περιβαλλοντική διάσταση.

Τέταρτον, η βιβλιογραφία υποδηλώνει ότι η ωριμότητα της ψηφιακής εφοδιαστικής δεν είναι ομοιόμορφη μεταξύ επιχειρήσεων, όμως παραμένει περιορισμένη η εμπειρική τεκμηρίωση του πώς συγκεκριμένα δομικά χαρακτηριστικά, όπως το μέγεθος της επιχείρησης και ο βαθμός αυτοματοποίησης αποθήκης/logistics, διαφοροποιούν τις αντιλήψεις για χρησιμότητα, απόδοση, πρόθεση χρήσης και εμπόδια

(Oliveira and Martins, 2011; Hameed et al., 2012). Το μέγεθος συνδέεται συχνά με πόρους, τυποποίηση διαδικασιών και δυνατότητες επένδυσης, ενώ η αυτοματοποίηση συνδέεται με εμπειρία αλλαγής, τεχνολογική οικειότητα και μεταβολή του φόρτου εργασίας. Παρά ταύτα, οι σχέσεις αυτές σπάνια εξετάζονται ρητά ως διαφοροποιητικοί παράγοντες σε έρευνες που αφορούν ΑΙoT στα logistics, ιδίως σε περιβάλλοντα όπου η τεχνολογία συνυπάρχει με χειρωνακτικές ροές και ποικίλους βαθμούς WMS/TMS/ERP ωριμότητας.

Πέμπτον, ένα περαιτέρω κενό αφορά τη μέτρηση της επιχειρησιακής αξίας. Ενώ η βιβλιογραφία logistics νωπών αναδεικνύει κρίσιμους δείκτες όπως συρρίκνωση, νωπότητα και χρόνο παράδοσης, οι μελέτες υιοθέτησης τεχνολογίας συχνά χρησιμοποιούν γενικούς δείκτες απόδοσης ή υποκειμενικές εκτιμήσεις, χωρίς να εξετάζουν αν οι εργαζόμενοι αντιλαμβάνονται συγκεκριμένες βελτιώσεις σε λειτουργίες όπως ακρίβεια αποθέματος, ταχύτητα εκτέλεσης παραγγελιών, εξυπηρέτηση και μείωση αποβλήτων (Mercier et al., 2017; Chopra and Meindl, 2016). Η ασυμφωνία αυτή παράγει ένα κενό «μεταφρασιμότητας» μεταξύ των KPI του κλάδου και των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται εμπειρικά για να αποτιμηθεί η τεχνολογική επίδραση.

Με βάση τα παραπάνω κενά, η παρούσα μελέτη εστιάζει σε μια εμπειρική, ποσοτική διερεύνηση των αντιλήψεων και της χρήσης ΑΙ και ΙoT στα logistics, εντάσσοντας στο ίδιο αναλυτικό σχήμα την τρέχουσα χρήση, την αντιληπτή χρησιμότητα και επίδραση στην απόδοση, την αντιληπτή ευκολία χρήσης και υποστήριξη, την ποιότητα δεδομένων και τη διακυβέρνηση, την οργανωτική υποστήριξη και κουλτούρα, καθώς και τις περιβαλλοντικές πιέσεις και τον στρατηγικό προσανατολισμό. Η επιλογή αυτών των διαστάσεων εδράζεται στη λογική ότι το ΑΙoT, ως σύστημα αντίχνευσης, ανάλυσης και απόφασης, απαιτεί τόσο ατομική αποδοχή όσο και οργανωτική ετοιμότητα και περιβαλλοντική ώθηση, σύμφωνα με τη συνδυαστική οπτική των TAM/UTAUT και TOE (Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003; Tornatzky and Fleischer, 1990). Επιπλέον, η εστίαση στο μέγεθος της εταιρείας και στον βαθμό αυτοματοποίησης ως διαφοροποιητικούς παράγοντες ανταποκρίνεται στην ανάγκη να εξηγηθεί γιατί η ίδια τεχνολογία μπορεί να παράγει διαφορετικές αξιολογήσεις και προθέσεις χρήσης σε διαφορετικά οργανωτικά περιβάλλοντα.

Κατά συνέπεια, τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώνονται στο επόμενο κεφάλαιο αποσκοπούν να καλύψουν ακριβώς αυτή την έλλειψη εμπειρικής τεκμηρίωσης, εξετάζοντας αν και σε ποιο βαθμό το μέγεθος της επιχείρησης και ο βαθμός αυτοματοποίησης συνδέονται με την αντιληπτή χρησιμότητα και επίδραση στην απόδοση, καθώς και με την πρόθεση χρήσης, την αποδοχή και τα εμπόδια.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>. Μεθοδολογία της έρευνας

### 3.1 Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθεί η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και του Internet of Things στην βελτιστοποίηση διαδικασιών logistics σε επίπεδο διαχείρισης αποθέματος και εφοδιαστικής. Επιπλέον, η έρευνα επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο το μέγεθος της εταιρείας, ως προς το σύνολο των εργαζομένων, επηρεάζει τις απόψεις των ερωτώμενων αναφορικά με την αντιληπτή χρησιμότητα και την επίδραση στην απόδοση της χρήσης AI και του IoT, καθώς και την επιρροή του βαθμού αυτοματοποίησης αποθήκης και του logistics στις απόψεις των ερωτώμενων αναφορικά με την πρόθεση χρήσης, την αποδοχή και τα εμπόδια στη χρήση του AI και του IoT. Επομένως, τα ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής:

- 1. Το μέγεθος της εταιρείας επηρεάζει τις απόψεις των ερωτώμενων αναφορικά με την αντιληπτή χρησιμότητα και την επίδραση στην απόδοση της χρήσης AI και του IoT;*
- 2. Ο βαθμός αυτοματοποίησης αποθήκης και του logistics επηρεάζει τις απόψεις των ερωτώμενων αναφορικά με την πρόθεση χρήσης, την αποδοχή και τα εμπόδια στη χρήση του AI και του IoT;*

### 3.2 Δείγμα της έρευνας

Το δείγμα της έρευνας απαρτίζεται από συνολικά 127 εργαζόμενους επιχειρήσεων, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τις επιχειρήσεις στο σύνολό τους. Πιο συγκεκριμένα, συχνότερα συμμετέχουσες είναι γυναίκες, από 25 έως 34 ετών, απόφοιτες μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ταυτόχρονα, είναι συνήθως υπάλληλοι γραφείου και υποστήριξης, απασχολούμενες στο τμήμα μεταφορών, και έχουν συνολική επαγγελματική εμπειρία στην εφοδιαστική αλυσίδα 2-5 έτη. Παράλληλα, οι συχνότερες απαντήσεις αναφέρουν ότι ο τύπος εταιρείας είναι στον λιανεμπόριο, στα σούπερ μάρκετ, ότι υπάρχουν 50-249 εργαζόμενοι, με την πλειοψηφία να χρησιμοποιεί κυρίως το ERP στην εταιρεία και τον βαθμό αυτοματοποίησης της αποθήκης να είναι χαμηλός.

### **3.3 Ερευνητικό εργαλείο**

Για την επίτευξη του σκοπού της έρευνας και την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων που τέθηκαν, χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο έντεκα ενοτήτων συνολικά. Η πρώτη ενότητα μελετά τα δημογραφικά και εργασιακά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων και κάποιες πληροφορίες για την επιχείρηση, μέσα από τη χρήση δέκα δηλώσεων κλειστού τύπου, εκ των οποίων η μία με τρεις υποερωτήσεις. Η δεύτερη ενότητα επεξεργάζεται τις απόψεις των ατόμων αναφορικά με τη χρήση ΑΙ και IoT στα logistics, μέσα από έξι δηλώσεις τύπου Likert. Η τρίτη ενότητα επικεντρώνεται στην αντιληπτή χρησιμότητα των συστημάτων αυτών, με τη χρήση έξι δηλώσεων τύπου Likert, ενώ η τέταρτη ενότητα επίσης απαρτίζεται από έξι δηλώσεις τύπου Likert και μελετά την αντιληπτή ευχρηστία και υποστηρικτικότητα των συστημάτων. Η πέμπτη ενότητα επικεντρώνεται στις απόψεις των ερωτώμενων αναφορικά με την ποιότητα των δεδομένων και τη διακυβέρνηση, μέσα από έξι δηλώσεις τύπου Likert. Η έκτη ενότητα επίσης περιέχει έξι δηλώσεις τύπου Likert, σχετικές με την οργανωτική υποστήριξη, τους πόρους και την κουλτούρα. Η έβδομη ενότητα μελετά τις περιβαλλοντικές πιέσεις και τον στρατηγικό προσανατολισμό, μέσα από πέντε δηλώσεις τύπου Likert. Η όγδοη ενότητα επικεντρώνεται στην πρόθεση χρήσης, την αποδοχή και τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι συμμετέχοντες, μέσα από έξι δηλώσεις τύπου Likert. Τέλος, η ένατη ενότητα περιλαμβάνει τέσσερις ερωτήσεις κλειστού τύπου και δύο ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, και αποσκοπεί στην ανάδειξη της προσωπικής χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην επιχείρηση.

### **3.4 Συλλογή δεδομένων**

Το ερωτηματολόγιο διαμοιράστηκε ηλεκτρονικά με την χρήση κατάλληλα διαμορφωμένου Google form το οποίο περιέχει το ερευνητικό εργαλείο και ενημερωτικό-εισαγωγικό σημείωμα. Το σημείωμα αυτό ενημερώνει τους συμμετέχοντες για τους σκοπούς της έρευνας και την ανώνυμη και εθελοντική συμμετοχή τους. Επιπλέον, αναφέρει τον εκτιμώμενο χρόνο συμπλήρωσης του ερευνητικού εργαλείου και ενθαρρύνει τους ερωτώμενους να απαντήσουν με ειλικρίνεια όλες τις ερωτήσεις.

### **3.5 Ανάλυση δεδομένων**

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με την χρήση του προγράμματος SPSS v.25, ενώ χρησιμοποιήθηκε βοηθητικά και το πρόγραμμα Microsoft Excel. Πιο

αναλυτικά, υπολογίσθηκαν ποσοστά, συχνότητες, μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την παρουσίαση όλων των μεταβλητών του ερωτηματολογίου. Επιπλέον, για τα ερευνητικά ερωτήματα εφαρμόστηκε ο γραμμικός συντελεστής συσχέτισης Pearson. Τα παραπάνω, παρουσιάζονται μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένους πίνακες και γραφήματα από τα προγράμματα που προαναφέρθηκαν.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>. Αποτελέσματα της έρευνας

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας, μέσα από τα οποία ερευνώνται και τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν.

Στον Πίνακα 1 και το Γράφημα 1 αναλύεται το φύλο των ερωτώμενων, με το 73,2% να είναι γυναίκες και το 26,8% να καταλαμβάνουν οι άνδρες.

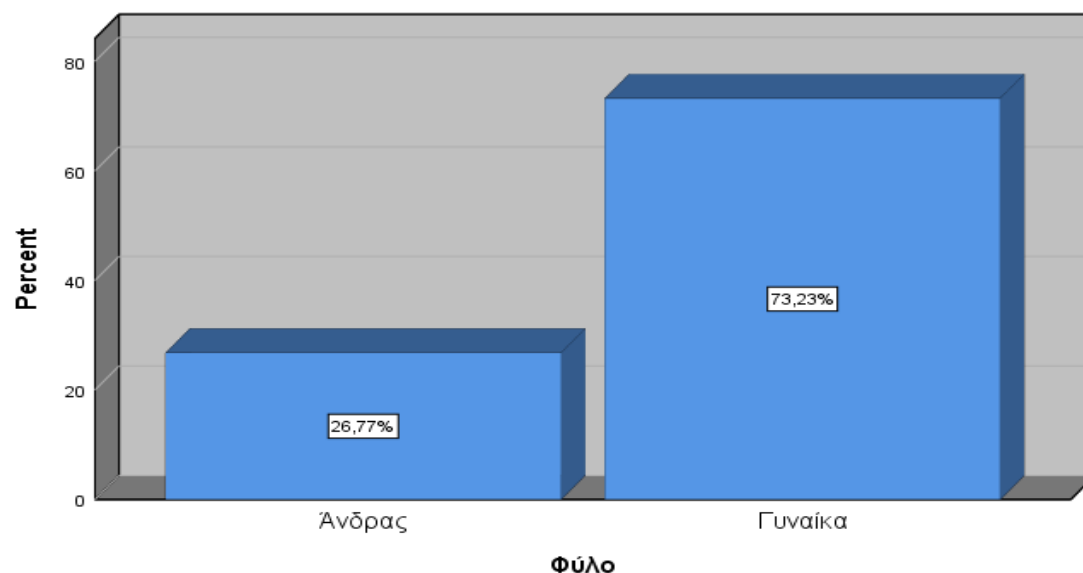
### Πίνακας 1

Φύλο των συμμετεχόντων (N = 127)

Φύλο	n	%	Έγκυρο %	Σωρευτικό %
Κατηγορία 1	34	26,8	26,8	26,8
Κατηγορία 2	93	73,2	73,2	100,0
Σύνολο	127	100,0	100,0	—

*Σημείωση.* Οι «Κατηγορία 1» και «Κατηγορία 2» πρέπει να αντικατασταθούν από τις πραγματικές κατηγορίες του φύλου (π.χ. Άνδρας/Γυναίκα), σύμφωνα με την κωδικοποίηση του ερωτηματολογίου.

### Γράφημα 1. Φύλο



Μέσα από τον Πίνακα 2 και το Γράφημα 2 αναλύεται η ηλικία του δείγματος. Το 45,7% αυτών είναι 25-34 ετών και το 28,2% είναι 35-44 ετών. Παράλληλα, το 11% είναι έως και 25 ετών, το 10,2% είναι 45-54 ετών και το 4,7% είναι 55 ετών και άνω.

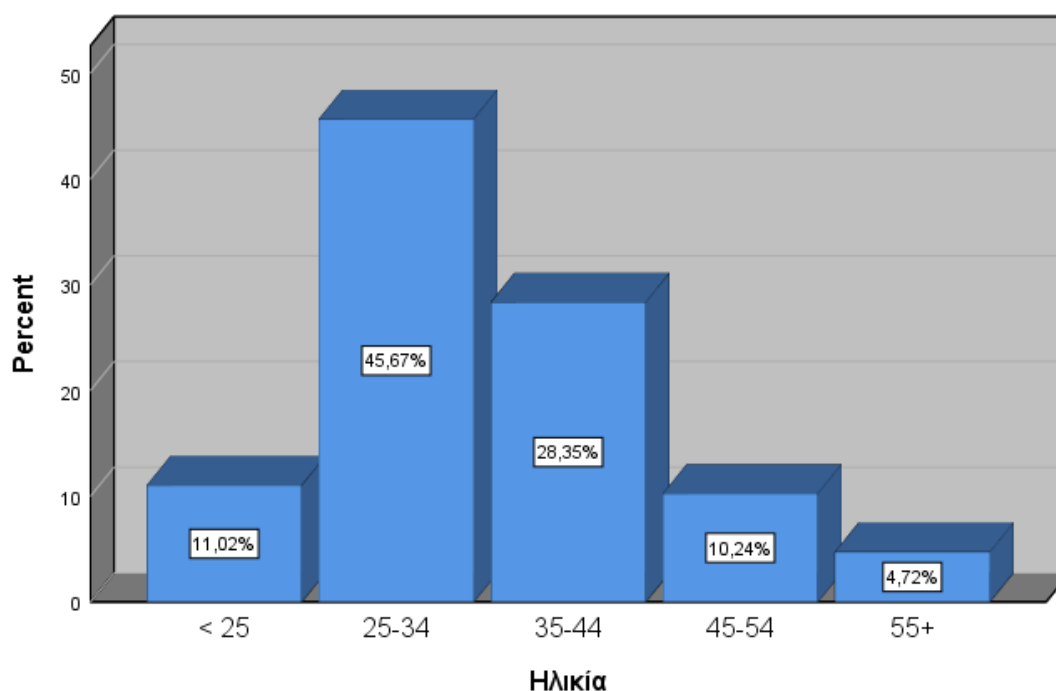
## Πίνακας 2

Ηλικία συμμετεχόντων (N = 127)

Ηλικιακή κατηγορία	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
< 25 ετών	14	11,0	11,0	11,0
25–34 ετών	58	45,7	45,7	56,7
35–44 ετών	36	28,3	28,3	85,0
45–54 ετών	13	10,2	10,2	95,3
55 ετών και άνω	6	4,7	4,7	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

Γράφημα 2. Ηλικία



Στον Πίνακα 3 και το Γράφημα 3 μελετάται το ανώτατο επίπεδο εκπαίδευσης των ερωτώμενων. Το 44,9% φαίνεται ότι είναι απόφοιτοι ΙΕΚ ή μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με το 26,7% απόφοιτους ΑΕΙ-ΤΕΙ. Ταυτόχρονα, το 17,3% έχουν μεταπτυχιακό τίτλο, το 5,5% είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και το 4,7% έχουν διδακτορικό τίτλο σπουδών.

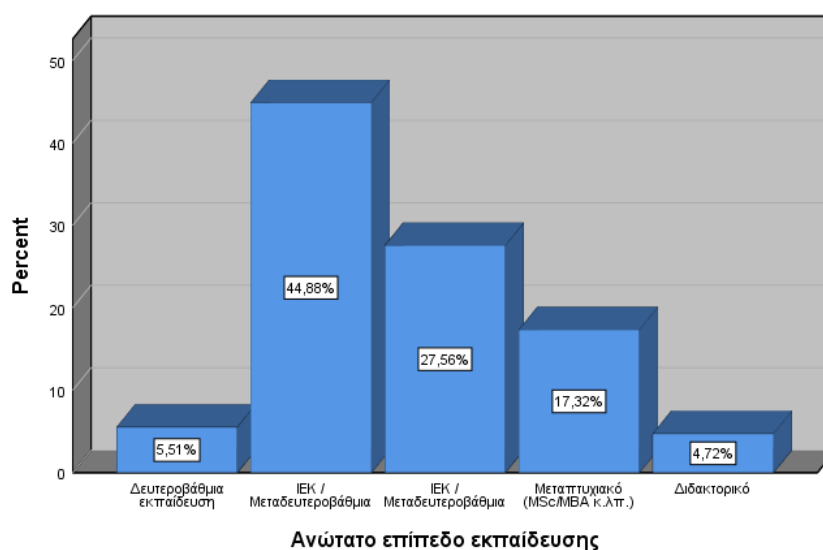
### Πίνακας 3

Ανώτατο επίπεδο εκπαίδευσης συμμετεχόντων (N = 127)

Επίπεδο εκπαίδευσης	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	7	5,5	5,5	5,5
ΙΕΚ / Μεταδευτεροβάθμια	57	44,9	44,9	50,4
ΑΕΙ-ΤΕΙ	35	27,6	27,6	78,0
Μεταπτυχιακό (MSc/MBA κ.λπ.)	22	17,3	17,3	95,3
Διδακτορικό	6	4,7	4,7	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

Γράφημα 3. Ανώτατο επίπεδο εκπαίδευσης



Ο Πίνακας 4 και το Γράφημα 4 μελετούν τη θέση εργασίας των ερωτώμενων. Το 55,9% αυτών είναι υπάλληλοι γραφείου, το 18,9% επόπτες και προϊστάμενοι αποθήκης, το 13,4% στελέχη μεσαίου επιπέδου και το 7,1% ανώτερα στελέχη. Παράλληλα, το υπόλοιπο 4,7% είναι εργαζόμενοι αποθήκης, χειριστές ή οδηγοί.

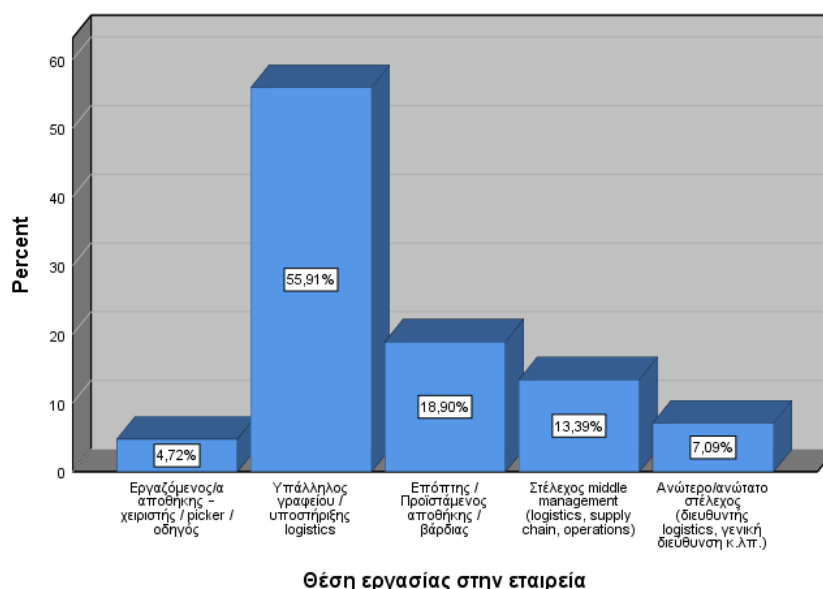
## Πίνακας 4

Θέση εργασίας στην εταιρεία (N = 127)

Θέση εργασίας	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Εργαζόμενος/α αποθήκης – χειριστής / picker / οδηγός	6	4,7	4,7	4,7
Υπάλληλος γραφείου / υποστήριξης logistics	71	55,9	55,9	60,6
Επόπτης / Προϊστάμενος αποθήκης / βάρδιας	24	18,9	18,9	79,5
Στέλεχος middle management (logistics, supply chain, operations)	17	13,4	13,4	92,9
Ανώτερο/ανώτατο στέλεχος (διευθυντής logistics, γενική διεύθυνση κ.λπ.)	9	7,1	7,1	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

Γράφημα 4. Θέση εργασίας στην εταιρεία



Στον Πίνακα 5 και το Γράφημα 5 μελετάται το τμήμα εργασίας των ερωτώμενων. Το 35,4% αναφέρει τις μεταφορές, το 26% την παραγωγή και το 21,2% τις προμήθειες. Ακόμη, το 11% κάνει λόγο για την αποθήκη και το κέντρο διανομής, και το 6,2% για την ανάλυση δεδομένων και τον ψηφιακό μετασχηματισμό.

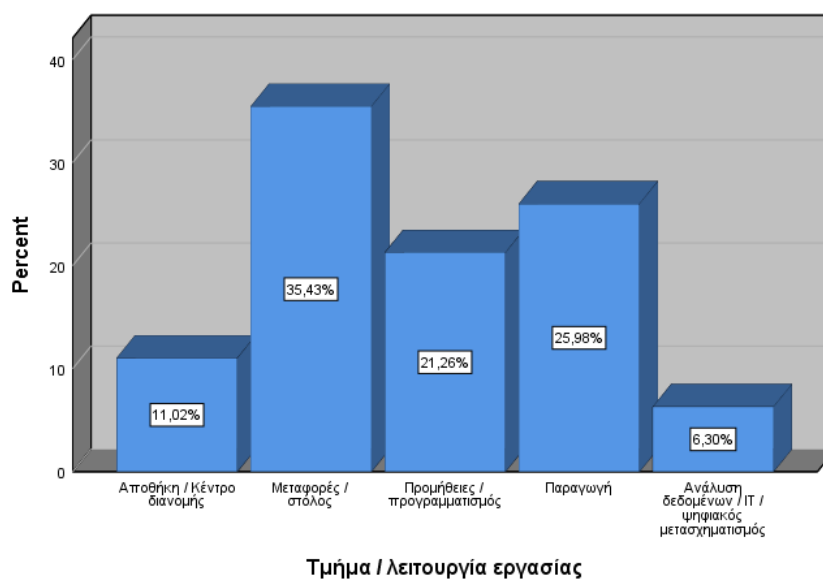
## Πίνακας 5

Τμήμα / λειτουργία εργασίας (N = 127)

Τμήμα / λειτουργία εργασίας	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Αποθήκη / Κέντρο διανομής	14	11,0	11,0	11,0
Μεταφορές / στόλος	45	35,4	35,4	46,5
Προμήθειες / προγραμματισμός	27	21,3	21,3	67,7
Παραγωγή	33	26,0	26,0	93,7
Ανάλυση δεδομένων / IT / ψηφιακός μετασχηματισμός	8	6,3	6,3	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

Γράφημα 5. Τμήμα / λειτουργία εργασίας



Ο Πίνακας 6 και το Γράφημα 6 επικεντρώνονται στη συνολική επαγγελματική εμπειρία των ατόμων στα logistics και την εφοδιαστική αλυσίδα. Το 40,2% αναφέρουν δύο με πέντε έτη, το 29,1% ένα με δέκα έτη και το 18,1% δέκα με είκοσι έτη εμπειρίας. Ταυτόχρονα, το 7,1% κάνει λόγο για λιγότερο από δύο έτη και το 5,5% για πάνω από είκοσι έτη.

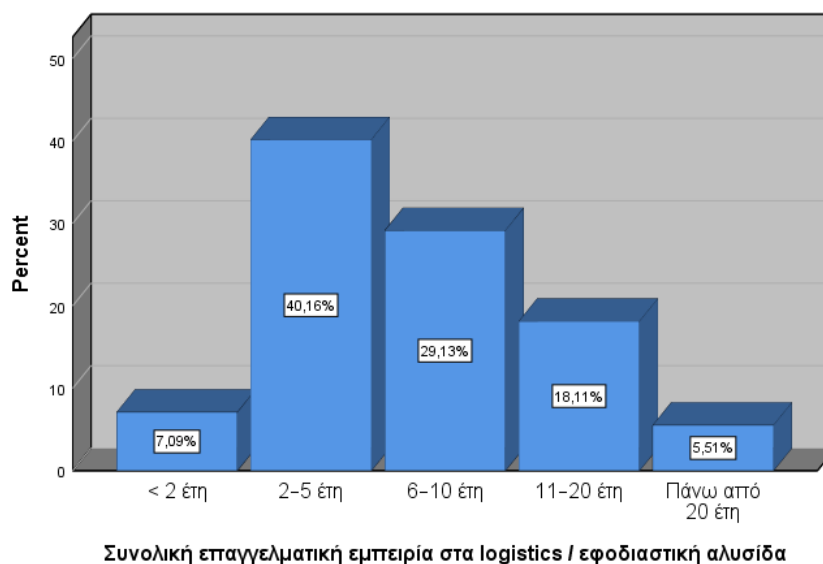
## Πίνακας 6

Συνολική επαγγελματική εμπειρία στα logistics / εφοδιαστική αλυσίδα (N = 127)

Συνολική εμπειρία	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
< 2 έτη	9	7,1	7,1	7,1
2–5 έτη	51	40,2	40,2	47,2
6–10 έτη	37	29,1	29,1	76,4
11–20 έτη	23	18,1	18,1	94,5
Πάνω από 20 έτη	7	5,5	5,5	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

**Γράφημα 6.** Συνολική επαγγελματική εμπειρία στα logistics / εφοδιαστική αλυσίδα



Μέσα από τον Πίνακα 7 και το Γράφημα 7 μελετάται ο τύπος της εταιρείας στην οποία απασχολούνται οι συμμετέχοντες. Το 55,9% φαίνεται ότι ανήκει στο λιανεμπόριο και τα σούπερ μάρκετ, το 15% στις εταιρείες τροφίμων, το 12,6% είναι πάροχοι 3PL και το 11,8% παραγωγικές επιχειρήσεις. Παράλληλα, το 4,7% είναι courier και ταχυμεταφορές.

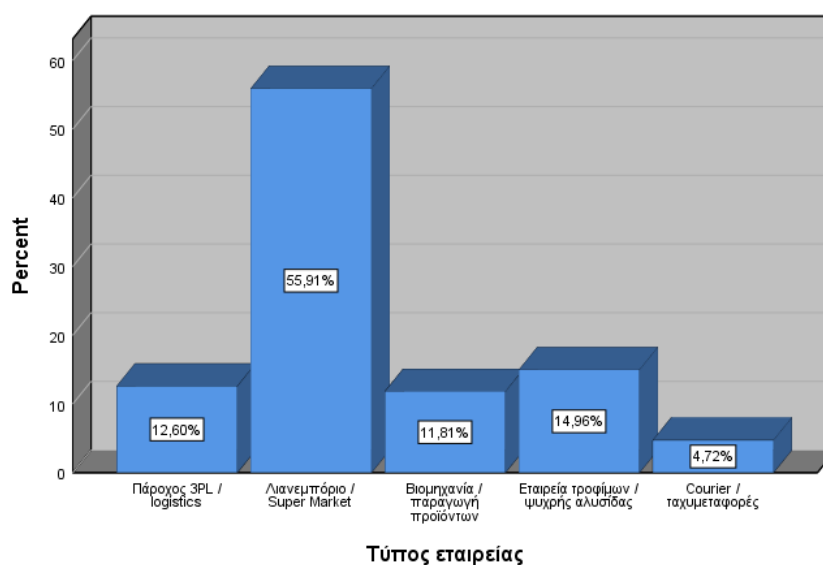
## Πίνακας 7

Τύπος εταιρείας (N = 127)

Τύπος εταιρείας	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Πάροχος 3PL / logistics	16	12,6	12,6	12,6
Λιανεμπόριο / Super Market	71	55,9	55,9	68,5
Βιομηχανία / παραγωγή προϊόντων	15	11,8	11,8	80,3
Εταιρεία τροφίμων / ψυχρής αλυσίδας	19	15,0	15,0	95,3
Courier / ταχυμεταφορές	6	4,7	4,7	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

Γράφημα 7. Τύπος εταιρείας



Στον Πίνακα 8 και το Γράφημα 8 μελετάται το μέγεθος της εταιρείας βάσει του συνόλου των εργαζομένων. Το 53,5% των ερωτώμενων αναφέρει 50-249 εργαζόμενους και το 18,9% αναφέρει 250-999 εργαζόμενους. Ακόμη, το 16,5% αναφέρει έως 49 εργαζόμενους και το 11% πάνω από 1.000 εργαζόμενους.

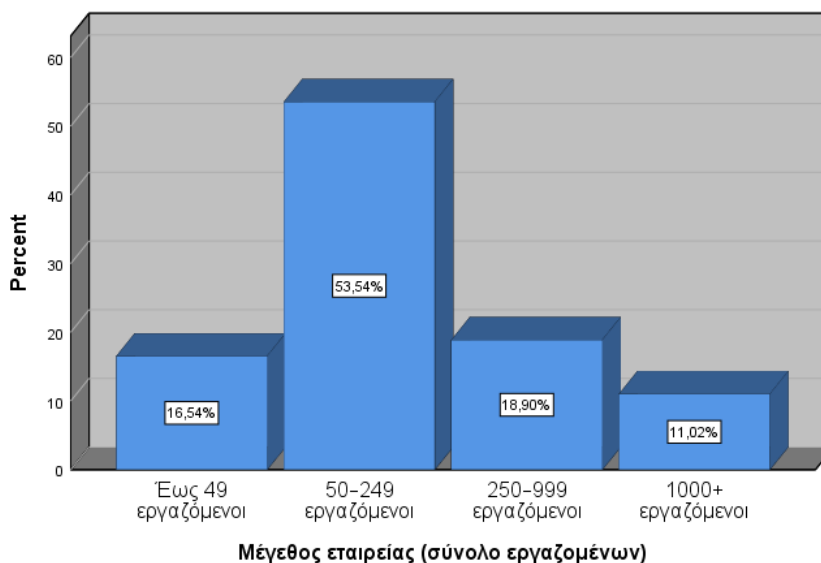
## Πίνακας 8

Μέγεθος εταιρείας (σύνολο εργαζομένων) (N = 127)

Μέγεθος εταιρείας (εργαζόμενοι)	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Έως 49 εργαζόμενοι	21	16,5	16,5	16,5
50–249 εργαζόμενοι	68	53,5	53,5	70,1
250–999 εργαζόμενοι	24	18,9	18,9	89,0
1000+ εργαζόμενοι	14	11,0	11,0	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

Γράφημα 8. Μέγεθος εταιρείας (σύνολο εργαζομένων)



Στον Πίνακα 9 και το Γράφημα 9 μελετώνται τα συστήματα ΑΙ και ΙοΤ τα οποία υπάρχουν στην επιχείρηση. Το 63% των ερωτώμενων αναφέρει ότι υπάρχει ERP στην εταιρεία, ενώ το 40,9% αναφέρει WMS και το 38% χρησιμοποιεί συστήματα διαχείρισης μεταφορών (TMS).

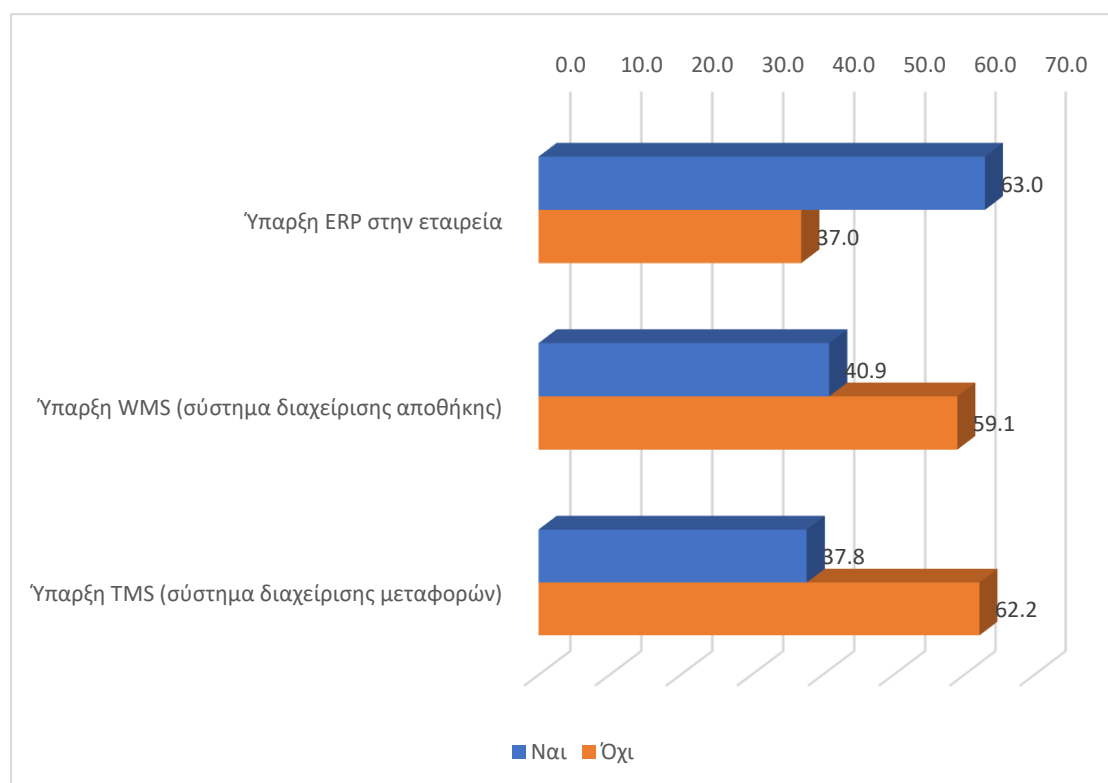
## Πίνακας 9

Υπαρξη συστημάτων στην επιχείρηση (N = 127)

Μεταβλητή	Κατηγορία	n	Έγκυρο %
Υπαρξη ERP στην εταιρεία	Ναι	80	63,0
	Όχι	47	37,0
Υπαρξη WMS (σύστημα διαχείρισης αποθήκης)	Ναι	52	40,9
	Όχι	75	59,1
Υπαρξη TMS (σύστημα διαχείρισης μεταφορών)	Ναι	48	37,8
	Όχι	79	62,2

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές· συνεπώς, τα έγκυρα ποσοστά υπολογίζονται επί του συνόλου του δείγματος. Τα ποσοστά εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

Γράφημα 9. Υπαρξη συστημάτων ΑΙ στην επιχείρηση



Ο Πίνακας 10 και το Γράφημα 10 μελετούν τον βαθμό αυτοματοποίησης της αποθήκης και των logistics. Το 37,8% των ερωτώμενων θεωρούν ότι ο βαθμός αυτοματοποίησης είναι χαμηλός, το 29,9% τον χαρακτηρίζουν υψηλό και το 19,7% μέτριο. Παράλληλα, το 7,1% τον χαρακτηρίζει πολύ χαμηλό και το 5,5% πολύ υψηλό.

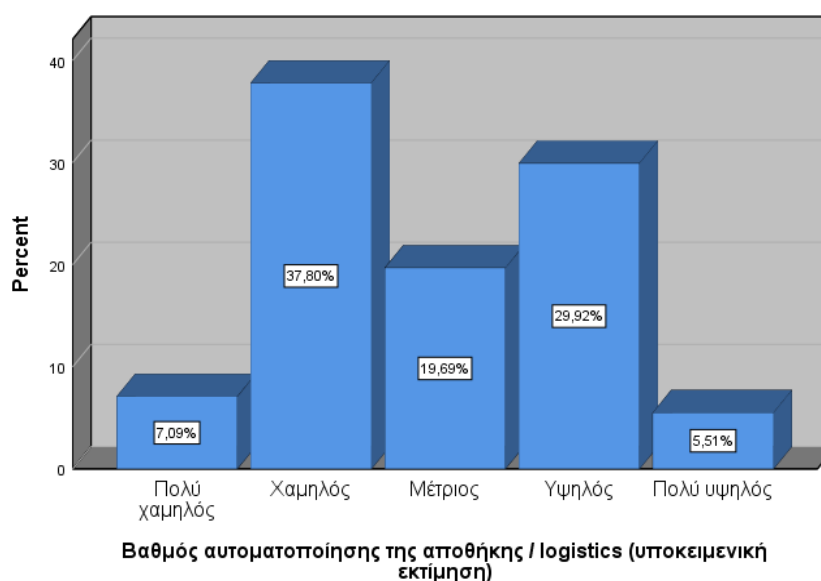
## Πίνακας 10

Βαθμός αυτοματοποίησης της αποθήκης / logistics (υποκειμενική εκτίμηση) (N = 127)

Βαθμός αυτοματοποίησης	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Πολύ χαμηλός	9	7,1	7,1	7,1
Χαμηλός	48	37,8	37,8	44,9
Μέτριος	25	19,7	19,7	64,6
Υψηλός	38	29,9	29,9	94,5
Πολύ υψηλός	7	5,5	5,5	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

**Γράφημα 10.** Βαθμός αυτοματοποίησης της αποθήκης / logistics (υποκειμενική εκτίμηση)



Στον Πίνακα 11 και το Γράφημα 11 αναλύονται οι απόψεις των ατόμων αναφορικά με την τρέχουσα χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και του IoT στα logistics. Σε υψηλότερο επίπεδο οι συμμετέχοντες συμφωνούν ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει ενσωματωθεί σε κρίσιμες διαδικασίες όπως η χωροθέτηση, η κατανομή εργασιών ή η δρομολόγηση (M=3,17). Λιγότερο υποστηρίζουν ότι υπάρχουν dashboards ή αναφορές που βασίζονται σε δεδομένα IoT και χρησιμοποιούνται στην καθημερινή λήψη αποφάσεων (M=2,79).

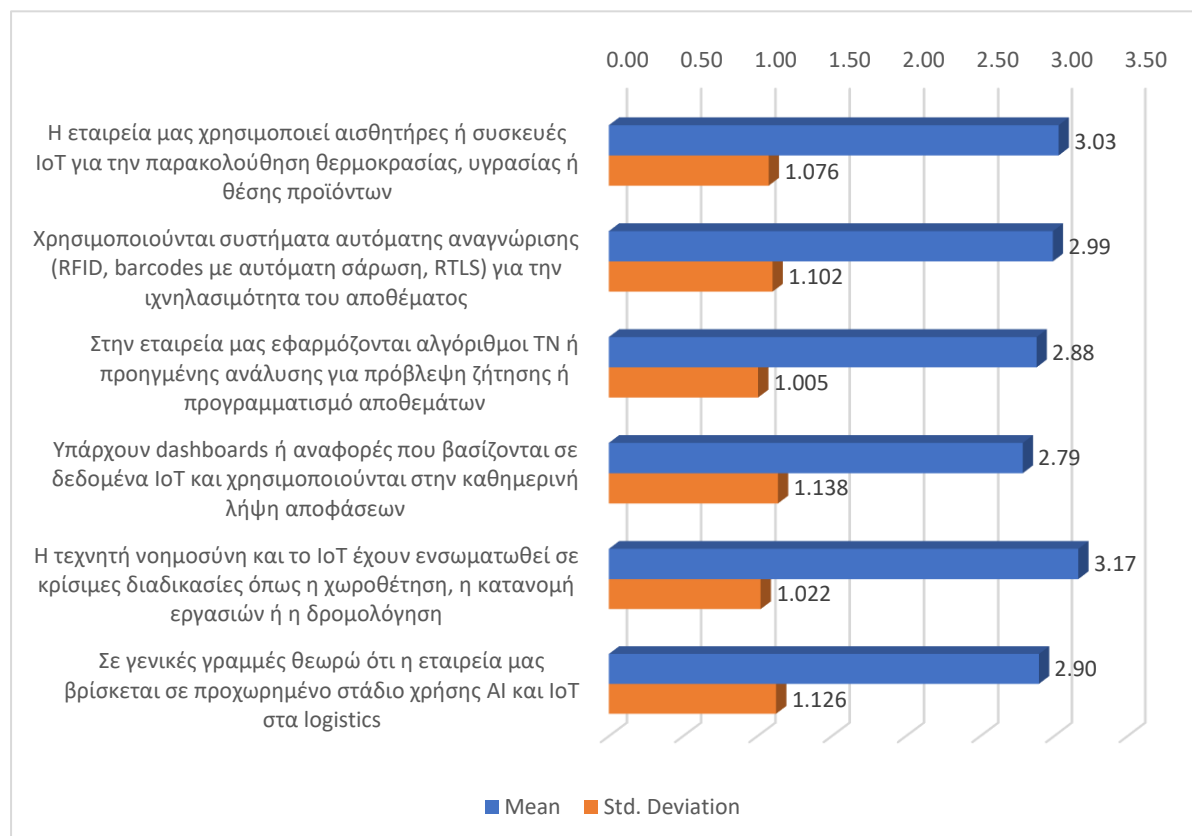
## Πίνακας 11

Τρέχουσα χρήση TN και IoT στα logistics: περιγραφικά στατιστικά (N = 127)

Δήλωση	M	SD
Η εταιρεία μας χρησιμοποιεί αισθητήρες ή συσκευές IoT για την παρακολούθηση θερμοκρασίας, υγρασίας ή θέσης προϊόντων.	3,03	1,076
Χρησιμοποιούνται συστήματα αυτόματης αναγνώρισης (RFID, barcodes με αυτόματη σάρωση, RTLS) για την ιχνηλασιμότητα του αποθέματος.	2,99	1,102
Στην εταιρεία μας εφαρμόζονται αλγόριθμοι TN ή προηγμένης ανάλυσης για πρόβλεψη ζήτησης ή προγραμματισμό αποθεμάτων.	2,88	1,005
Υπάρχουν dashboards ή αναφορές που βασίζονται σε δεδομένα IoT και χρησιμοποιούνται στην καθημερινή λήψη αποφάσεων.	2,79	1,138
Η τεχνητή νοημοσύνη και το IoT έχουν ενσωματωθεί σε κρίσιμες διαδικασίες όπως η χωροθέτηση, η κατανομή εργασιών ή η δρομολόγηση.	3,17	1,022
Σε γενικές γραμμές θεωρώ ότι η εταιρεία μας βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο χρήσης AI και IoT στα logistics.	2,90	1,126

Σημείωση. N = 127. M = μέσος όρος. SD = τυπική απόκλιση. Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση (M σε δύο δεκαδικά, SD σε τρία δεκαδικά), όπως προκύπτουν από την έξοδο του SPSS.

**Γράφημα 11.** Τρέχουσα χρήση TN και IoT στα logistics



Ο Πίνακας 12 και το Γράφημα 12 μελετούν τις απόψεις των ερωτώμενων αναφορικά με την αντιληπτή χρησιμότητα και την επίδραση της χρήσης του ΑΙ και του ΙοΤ στην απόδοση της επιχείρησης. Σε υψηλότερο βαθμό οι συμμετέχοντες φαίνεται να αναφέρουν ότι τα συστήματα ΑΙ και ΙοΤ συμβάλλουν ουσιαστικά στη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων στα logistics (M=3,79). Ωστόσο, φαίνεται ουδέτερη η άποψή τους αναφορικά με το κατά πόσο η τεχνητή νοημοσύνη και το ΙοΤ συμβάλλουν στη μείωση της σπατάλης και της συρρίκνωσης (M=2,86).

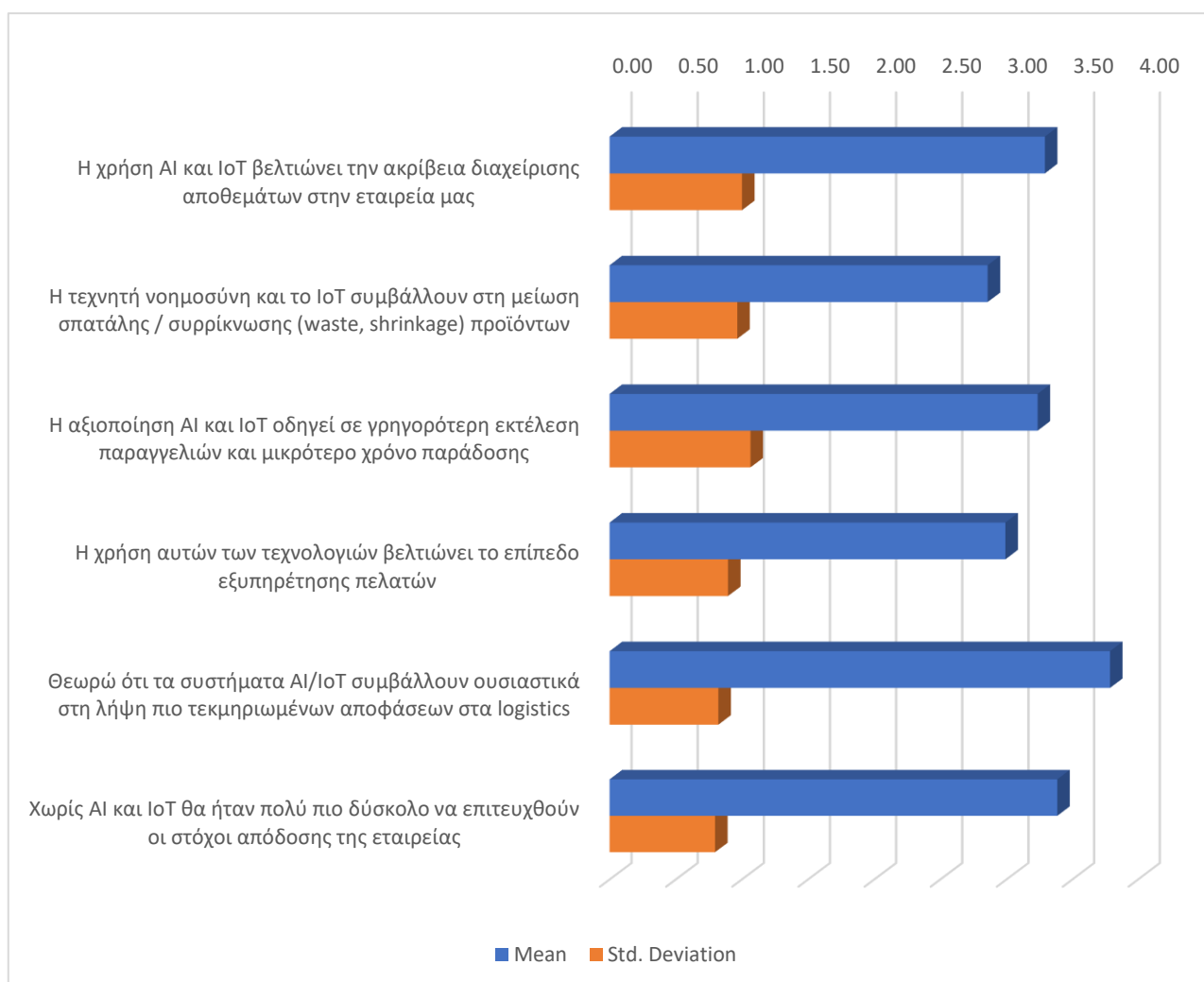
## Πίνακας 12

*Αντιληπτή χρησιμότητα και επίδραση στην απόδοση: περιγραφικά στατιστικά (N = 127)*

<b>Δήλωση</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Η χρήση ΑΙ και ΙοΤ βελτιώνει την ακρίβεια διαχείρισης αποθεμάτων στην εταιρεία μας.	3,29	1,001
Η τεχνητή νοημοσύνη και το ΙοΤ συμβάλλουν στη μείωση σπατάλης / συρρίκνωσης (waste, shrinkage) προϊόντων.	2,86	0,965
Η αξιοποίηση ΑΙ και ΙοΤ οδηγεί σε γρηγορότερη εκτέλεση παραγγελιών και μικρότερο χρόνο παράδοσης.	3,24	1,065
Η χρήση αυτών των τεχνολογιών βελτιώνει το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών.	2,99	0,895
Θεωρώ ότι τα συστήματα ΑΙ/ΙοΤ συμβάλλουν ουσιαστικά στη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων στα logistics.	3,79	0,823
Χωρίς ΑΙ και ΙοΤ θα ήταν πολύ πιο δύσκολο να επιτευχθούν οι στόχοι απόδοσης της εταιρείας.	3,39	0,797

*Σημείωση.* N = 127. M = μέσος όρος. SD = τυπική απόκλιση. Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση (M σε δύο δεκαδικά, SD σε τρία δεκαδικά), όπως προκύπτουν από την έξοδο του SPSS.

**Γράφημα 12. Αντιληπτή χρησιμότητα και επίδραση στην απόδοση**



Από τον Πίνακα 13 και το Γράφημα 13 που ακολουθούν μελετάται η αντιληπτή ευκολία χρήσης και η υποστηρικτικότητα των συστημάτων. Οι ερωτώμενοι φαίνεται να τείνουν προς τη συμφωνία αναφορικά με το ότι η τεχνική υποστήριξη για τα συστήματα είναι άμεσα διαθέσιμη και αποτελεσματική (M=3,43). Ωστόσο, φαίνεται να διαφωνούν πως χρειάζονται σημαντική βοήθεια από άλλους για να χρησιμοποιήσουν σωστά τα σχετικά συστήματα (M=2,29).

### Πίνακας 13

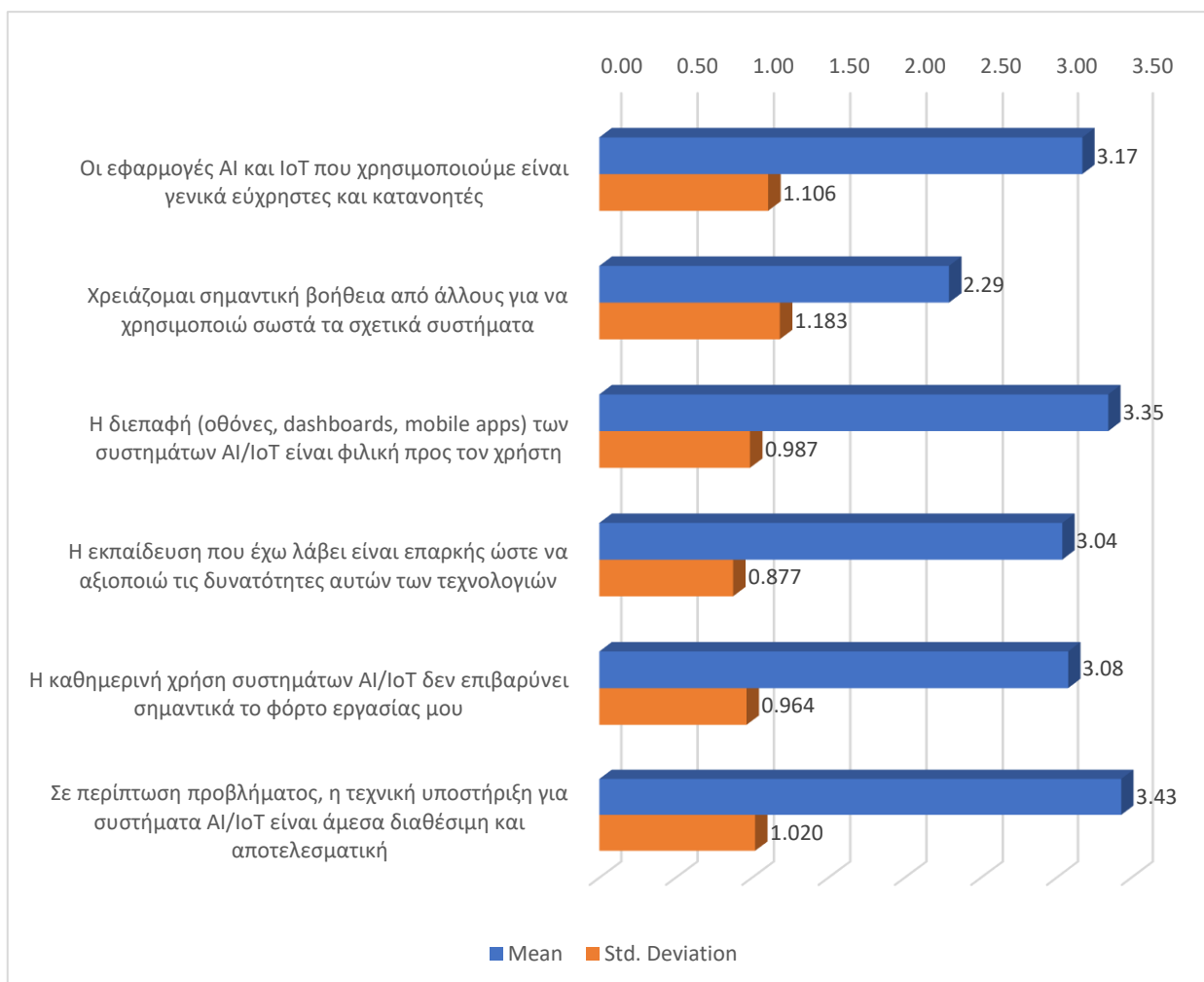
*Αντιληπτή ευκολία χρήσης και υποστηρικτικότητα συστημάτων: περιγραφικά στατιστικά (N = 127)*

Δήλωση	M	SD
Οι εφαρμογές AI και IoT που χρησιμοποιούμε είναι γενικά εύχρηστες και κατανοητές.	3,17	1,106

Χρειάζομαι σημαντική βοήθεια από άλλους για να χρησιμοποιώ σωστά τα σχετικά συστήματα.	2,29	1,183
Η διεπαφή (οθόνες, dashboards, mobile apps) των συστημάτων AI/IoT είναι φιλική προς τον χρήστη.	3,35	0,987
Η εκπαίδευση που έχω λάβει είναι επαρκής ώστε να αξιοποιώ τις δυνατότητες αυτών των τεχνολογιών.	3,04	0,877
Η καθημερινή χρήση συστημάτων AI/IoT δεν επιβαρύνει σημαντικά το φόρτο εργασίας μου.	3,08	0,964
Σε περίπτωση προβλήματος, η τεχνική υποστήριξη για συστήματα AI/IoT είναι άμεσα διαθέσιμη και αποτελεσματική.	3,43	1,020

*Σημείωση.* N = 127. M = μέσος όρος. SD = τυπική απόκλιση. Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση (M σε δύο δεκαδικά, SD σε τρία δεκαδικά), όπως προκύπτουν από την έξοδο του SPSS.

**Γράφημα 13.** Αντιληπτή ευκολία χρήσης και υποστηρικτικότητα συστημάτων



Στον Πίνακα 14 και το Γράφημα 14 μελετώνται οι απόψεις των ερωτώμενων αναφορικά με την ποιότητα των δεδομένων και τη διακυβέρνηση. Οι συμμετέχοντες συμφωνούν περισσότερο ότι υπάρχει σαφής κατανομή ρόλων σχετικά με το ποιος είναι

υπεύθυνος για την ποιότητα δεδομένων των logistics (M=3,68), καθώς και ότι υπάρχουν μηχανισμοί ελέγχου που εντοπίζουν και διορθώνουν δεδομένα χαμηλής ποιότητας πριν αυτά χρησιμοποιηθούν για αποφάσεις (M=3,58). Τέλος, φαίνεται οι συμμετέχοντες να διαφωνούν ότι παρατηρούνται συχνά σφάλματα ή ελλιπή δεδομένα (M=2,06).

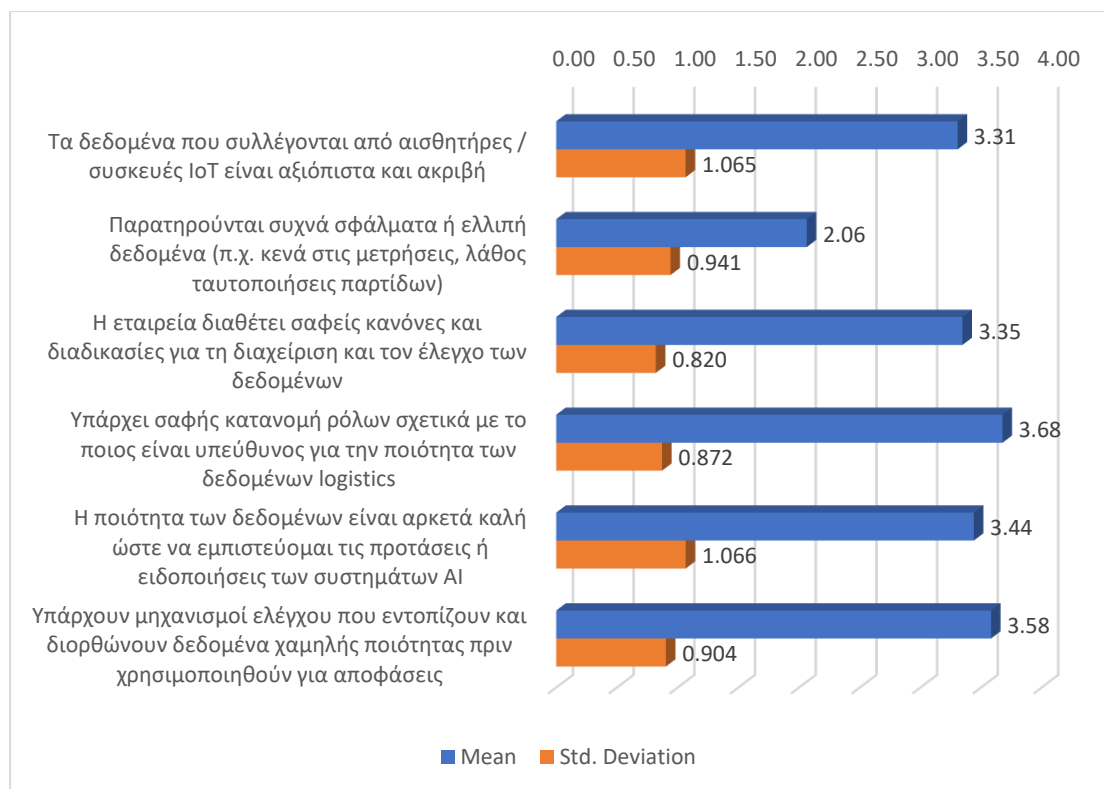
#### Πίνακας 14

*Ποιότητα δεδομένων και διακυβέρνηση: περιγραφικά στατιστικά (N = 127)*

<b>Δήλωση</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Τα δεδομένα που συλλέγονται από αισθητήρες / συσκευές IoT είναι αξιόπιστα και ακριβή.	3,31	1,065
Παρατηρούνται συχνά σφάλματα ή ελλιπή δεδομένα (π.χ. κενά στις μετρήσεις, λάθος ταυτοποιήσεις παρτίδων).	2,06	0,941
Η εταιρεία διαθέτει σαφείς κανόνες και διαδικασίες για τη διαχείριση και τον έλεγχο των δεδομένων.	3,35	0,820
Υπάρχει σαφής κατανομή ρόλων σχετικά με το ποιος είναι υπεύθυνος για την ποιότητα των δεδομένων logistics.	3,68	0,872
Η ποιότητα των δεδομένων είναι αρκετά καλή ώστε να εμπιστευόμαστε τις προτάσεις ή ειδοποιήσεις των συστημάτων AI.	3,44	1,066
Υπάρχουν μηχανισμοί ελέγχου που εντοπίζουν και διορθώνουν δεδομένα χαμηλής ποιότητας πριν χρησιμοποιηθούν για αποφάσεις.	3,58	0,904

*Σημείωση.* N = 127. M = μέσος όρος. SD = τυπική απόκλιση. Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση (M σε δύο δεκαδικά, SD σε τρία δεκαδικά), όπως προκύπτουν από την έξοδο του SPSS.

#### Γράφημα 14. Ποιότητα δεδομένων και διακυβέρνηση



Αναφορικά με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 15 και το Γράφημα 15, μελετάται η οργανωτική υποστήριξη και η κουλτούρα του οργανισμού απέναντι στη χρήση του AI και του IoT. Οι συμμετέχοντες φαίνεται να συμφωνούν σε υψηλότερο βαθμό ότι οι εργαζόμενοι ενθαρρύνονται να προτείνουν ιδέες βελτίωσης που βασίζονται σε δεδομένα και συστήματα AI και IoT (M=3,72). Ταυτόχρονα, ούτε συμφωνούν ούτε διαφωνούν ότι η εταιρεία επενδύει συστηματικά σε εκπαίδευση προσωπικού για ψηφιακές τεχνολογίες logistics (M=3,23).

### Πίνακας 15

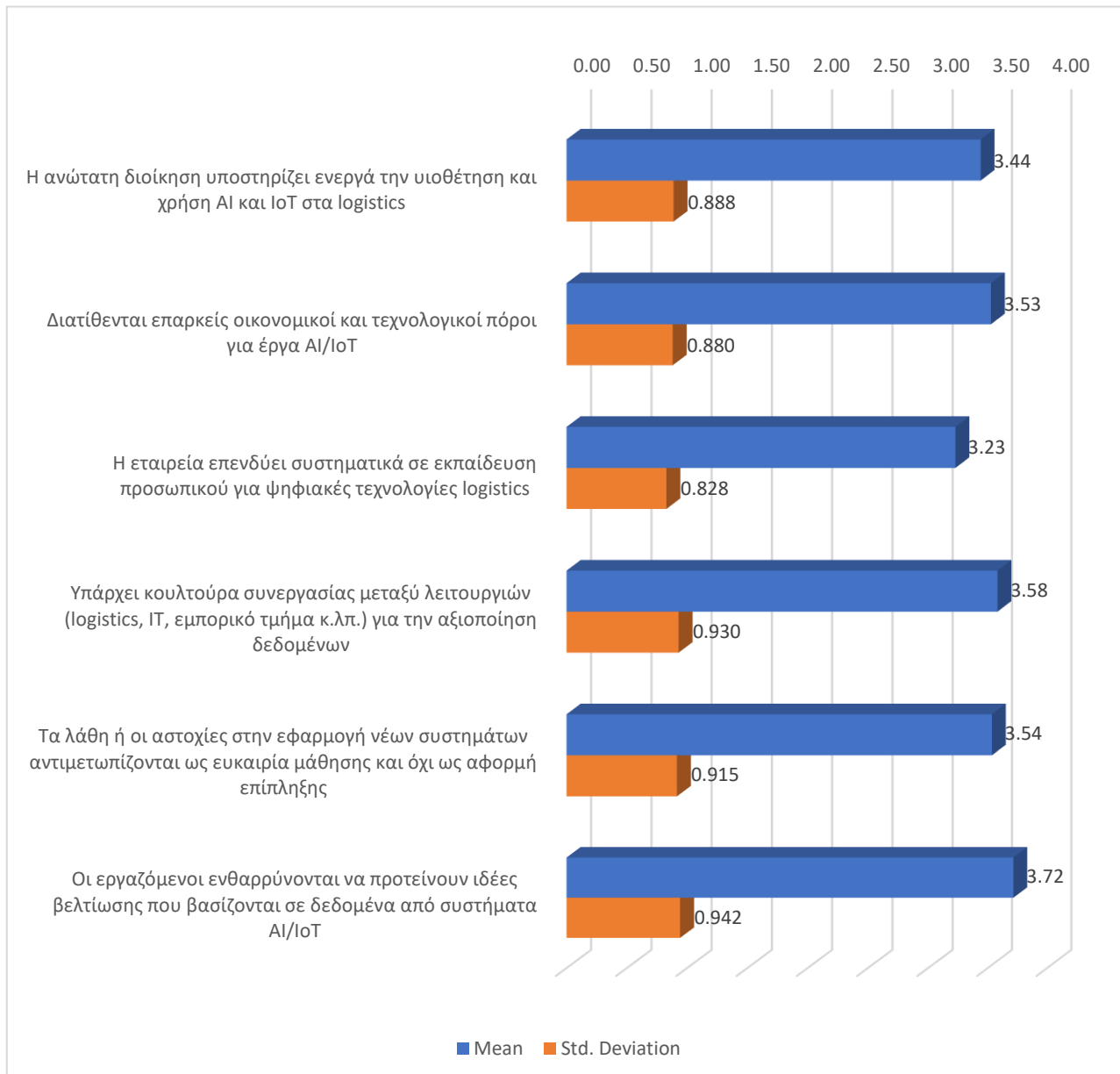
*Οργανωτική υποστήριξη, πόροι και κουλτούρα: περιγραφικά στατιστικά (N = 127)*

Δήλωση	M	SD
Η ανώτατη διοίκηση υποστηρίζει ενεργά την υιοθέτηση και χρήση AI και IoT στα logistics.	3,44	0,888
Διατίθενται επαρκείς οικονομικοί και τεχνολογικοί πόροι για έργα AI/IoT.	3,53	0,880
Η εταιρεία επενδύει συστηματικά σε εκπαίδευση προσωπικού για ψηφιακές τεχνολογίες logistics.	3,23	0,828
Υπάρχει κουλτούρα συνεργασίας μεταξύ λειτουργιών (logistics, IT, εμπορικό τμήμα κ.λπ.) για την αξιοποίηση δεδομένων.	3,58	0,930
Τα λάθη ή οι αστοχίες στην εφαρμογή νέων συστημάτων αντιμετωπίζονται ως ευκαιρία μάθησης και όχι ως αφορμή επίπληξης.	3,54	0,915

Οι εργαζόμενοι ενθαρρύνονται να προτείνουν ιδέες βελτίωσης που βασίζονται σε δεδομένα από συστήματα AI/IoT.	3,72	0,942
---	------	-------

*Σημείωση.* N = 127. M = μέσος όρος. SD = τυπική απόκλιση. Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση (M σε δύο δεκαδικά, SD σε τρία δεκαδικά), όπως προκύπτουν από την έξοδο του SPSS.

**Γράφημα 15.** Οργανωτική υποστήριξη, πόροι και κουλτούρα



Στον Πίνακα 16 και το Γράφημα 16 μελετώνται οι δηλώσεις που σχετίζονται με τις απόψεις των ερωτώμενων για τις περιβαλλοντικές πιέσεις και τον στρατηγικό προσανατολισμό για τη χρήση AI και IoT. Σε υψηλότερο βαθμό οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι η εταιρεία έχει σαφή ψηφιακή στρατηγική για τον μετασχηματισμό των

logistics με αξιοποίηση AI (M=3,46) και πως οι πελάτες και οι συνεργάτες αναμένουν υψηλό επίπεδο ιχνηλασιμότητας και διαφάνειας στην εφοδιαστική αλυσίδα (M=3,44). Σε μικρότερο επίπεδο φαίνεται πως η διοίκηση αντιλαμβάνεται την τεχνολογία ως στρατηγικό πλεονέκτημα και όχι απλά ως κόστος (M=2,99).

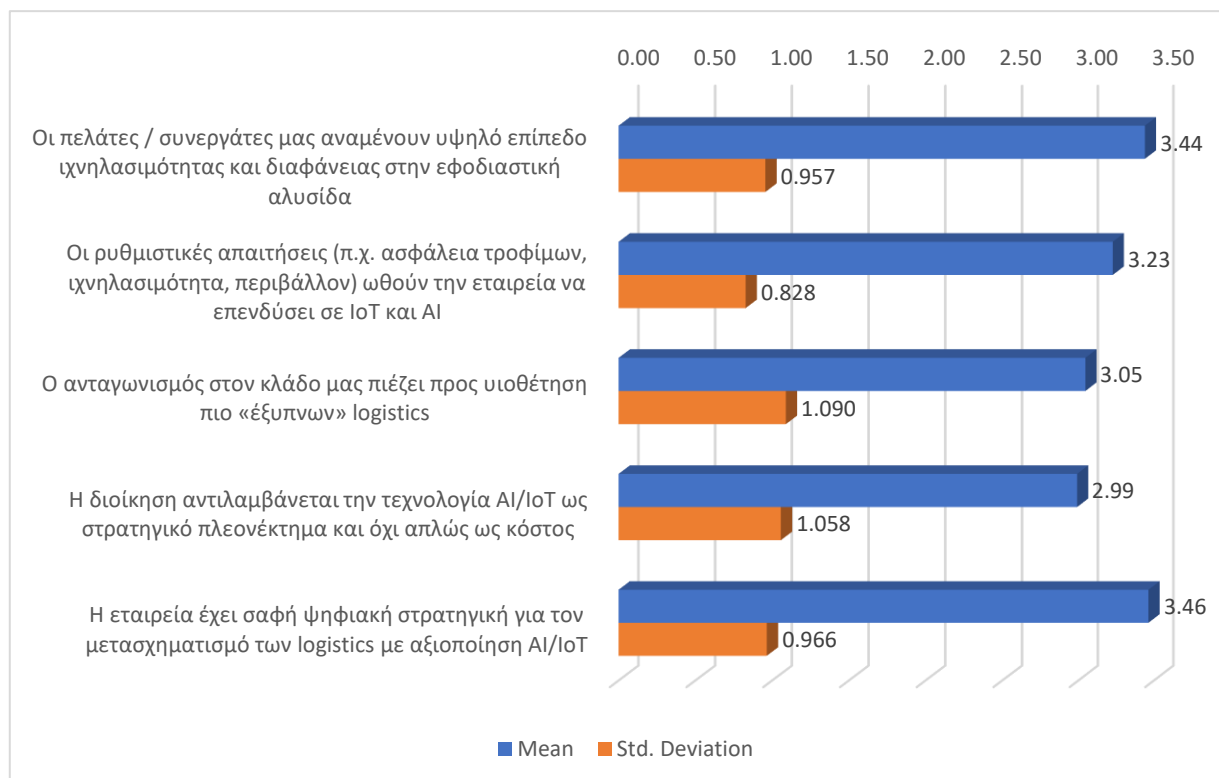
### Πίνακας 16

Περιβαλλοντικές πιέσεις και στρατηγικός προσανατολισμός: περιγραφικά στατιστικά (N = 127)

Δήλωση	M	SD
Οι πελάτες / συνεργάτες μας αναμένουν υψηλό επίπεδο ιχνηλασιμότητας και διαφάνειας στην εφοδιαστική αλυσίδα.	3,44	0,957
Οι ρυθμιστικές απαιτήσεις (π.χ. ασφάλεια τροφίμων, ιχνηλασιμότητα, περιβάλλον) ωθούν την εταιρεία να επενδύσει σε IoT και AI.	3,23	0,828
Ο ανταγωνισμός στον κλάδο μας πιέζει προς υιοθέτηση πιο «έξυπνων» logistics.	3,05	1,090
Η διοίκηση αντιλαμβάνεται την τεχνολογία AI/IoT ως στρατηγικό πλεονέκτημα και όχι απλώς ως κόστος.	2,99	1,058
Η εταιρεία έχει σαφή ψηφιακή στρατηγική για τον μετασχηματισμό των logistics με αξιοποίηση AI/IoT.	3,46	0,966

Σημείωση. N = 127. M = μέσος όρος. SD = τυπική απόκλιση. Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση (M σε δύο δεκαδικά, SD σε τρία δεκαδικά), όπως προκύπτουν από την έξοδο του SPSS.

Γράφημα 16. Περιβαλλοντικές πιέσεις και στρατηγικός προσανατολισμός



Στον Πίνακα 17 και το Γράφημα 17 μελετάται η πρόθεση χρήσης, η αποδοχή και τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι συμμετέχοντες. Όπως φαίνεται, σε υψηλότερο επίπεδο συμφωνούν πως νιώθουν ότι η γνώμη τους λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό και την προσαρμογή των συστημάτων ( $M=3,62$ ), καθώς και ότι συνολικά η επένδυση της εταιρείας σε ΑΙ για τα logistics είναι αναγκαία και πρέπει να ενισχυθεί τα επόμενα έτη ( $M=3,46$ ). Ωστόσο, σε χαμηλότερο βαθμό φαίνεται να ανησυχούν ότι η αυξημένη αυτοματοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια θέσεων εργασίας στο μέλλον ( $M=2,81$ ) και πως υπάρχουν σημαντικά εμπόδια που δυσκολεύουν την αποτελεσματική χρήση αυτών των τεχνολογιών ( $M=2,80$ ).

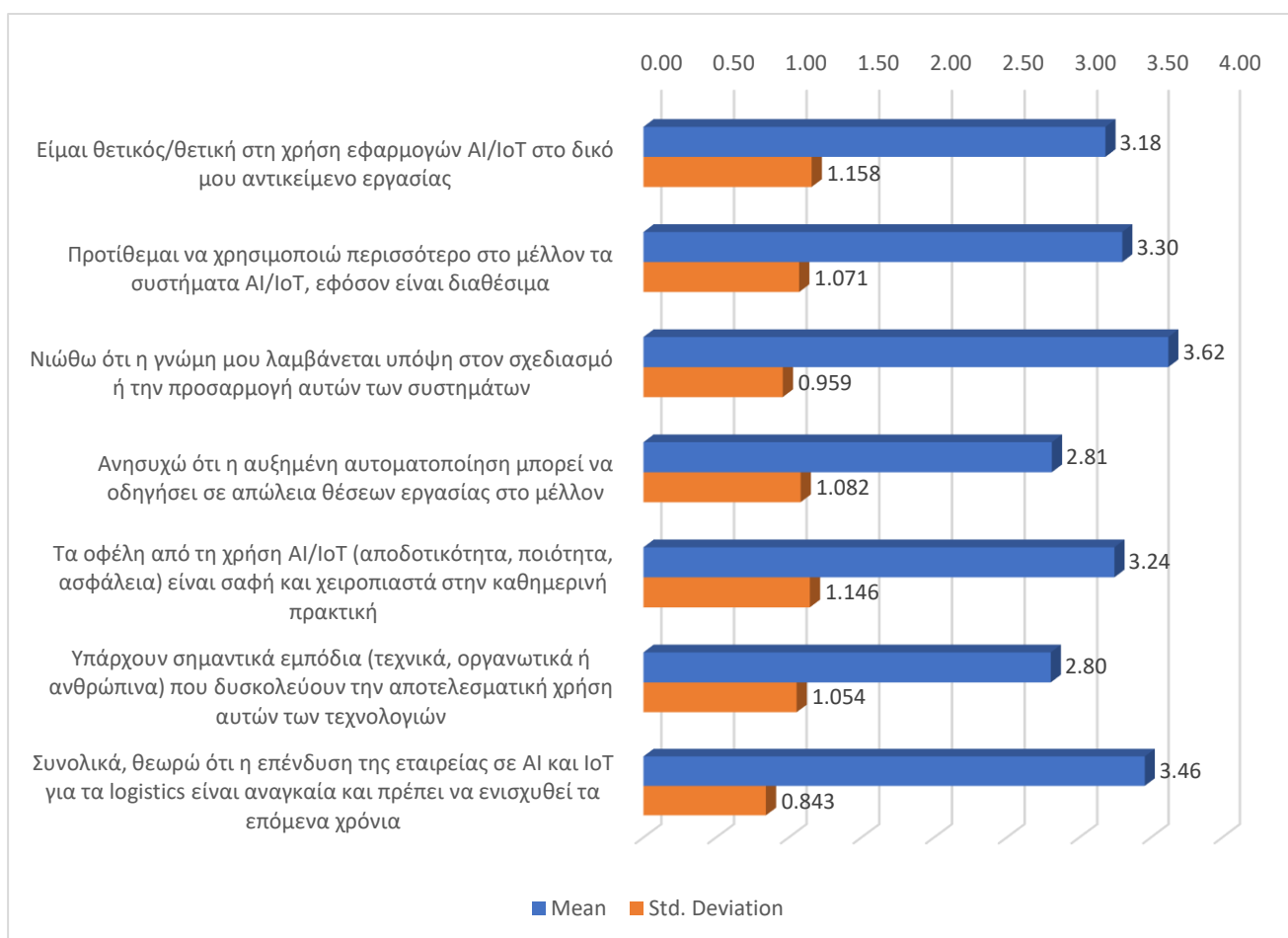
### Πίνακας 17

*Πρόθεση χρήσης, αποδοχή και εμπόδια: περιγραφικά στατιστικά (N = 127)*

<b>Δήλωση</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Είμαι θετικός/θετική στη χρήση εφαρμογών ΑΙ/ΙοΤ στο δικό μου αντικείμενο εργασίας.	3,18	1,158
Προτίθεται να χρησιμοποιώ περισσότερο στο μέλλον τα συστήματα ΑΙ/ΙοΤ, εφόσον είναι διαθέσιμα.	3,30	1,071
Νιώθω ότι η γνώμη μου λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό ή την προσαρμογή αυτών των συστημάτων.	3,62	0,959
Ανησυχώ ότι η αυξημένη αυτοματοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια θέσεων εργασίας στο μέλλον.	2,81	1,082
Τα οφέλη από τη χρήση ΑΙ/ΙοΤ (αποδοτικότητα, ποιότητα, ασφάλεια) είναι σαφή και χειροπιαστά στην καθημερινή πρακτική.	3,24	1,146
Υπάρχουν σημαντικά εμπόδια (τεχνικά, οργανωτικά ή ανθρώπινα) που δυσκολεύουν την αποτελεσματική χρήση αυτών των τεχνολογιών.	2,80	1,054
Συνολικά, θεωρώ ότι η επένδυση της εταιρείας σε ΑΙ και ΙοΤ για τα logistics είναι αναγκαία και πρέπει να ενισχυθεί τα επόμενα χρόνια.	3,46	0,843

*Σημείωση.* N = 127. M = μέσος όρος. SD = τυπική απόκλιση. Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση (M σε δύο δεκαδικά, SD σε τρία δεκαδικά), όπως προκύπτουν από την έξοδο του SPSS.

**Γράφημα 17. Πρόθεση χρήσης, αποδοχή και εμπόδια**



Ο Πίνακας 18 και το Γράφημα 18 αποκαλύπτουν πως το 37% των ερωτώμενων σπάνια χρησιμοποιούν εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης στην καθημερινότητά τους. Παράλληλα, το 35,4% τα χρησιμοποιεί μερικές φορές την εβδομάδα, το 16,5% καθημερινά και το 11% ποτέ.

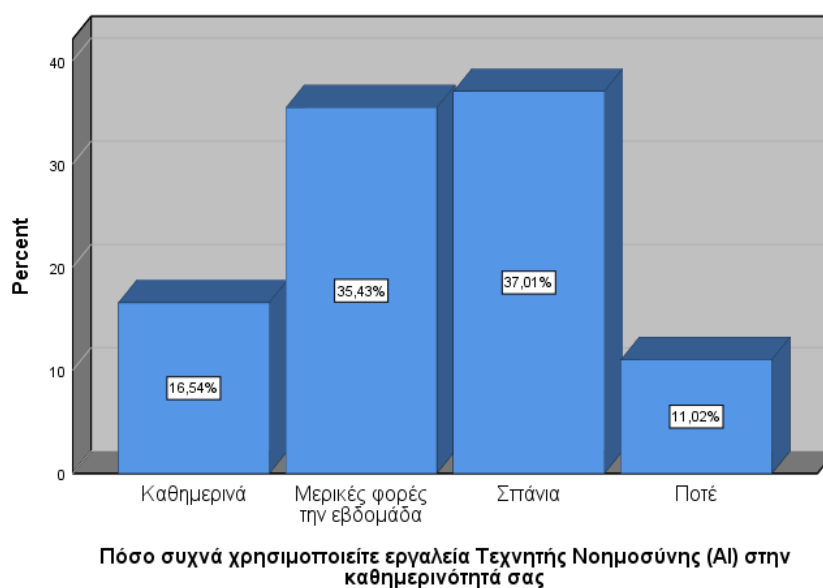
## Πίνακας 18

Συχνότητα χρήσης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στην καθημερινότητα (N = 127)

Συχνότητα χρήσης	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Καθημερινά	21	16,5	16,5	16,5
Μερικές φορές την εβδομάδα	45	35,4	35,4	52,0
Σπάνια	47	37,0	37,0	89,0
Ποτέ	14	11,0	11,0	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

**Γράφημα 18.** Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στην καθημερινότητά σας



Στον Πίνακα 19 που ακολουθεί μελετώνται οι λόγοι χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης. Όπως φαίνεται, το 78% των ερωτώμενων τη χρησιμοποιούν για αναζήτηση πληροφοριών, το 57,5% για μετάφραση και γλωσσική υποστήριξη, το 51,2% για οργάνωση εργασιών και το 40,2% για δημιουργία περιεχομένου. Παράλληλα, το 52,8% των ερωτώμενων απαντούν θετικά αναφορικά με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης για την εκπαίδευση.

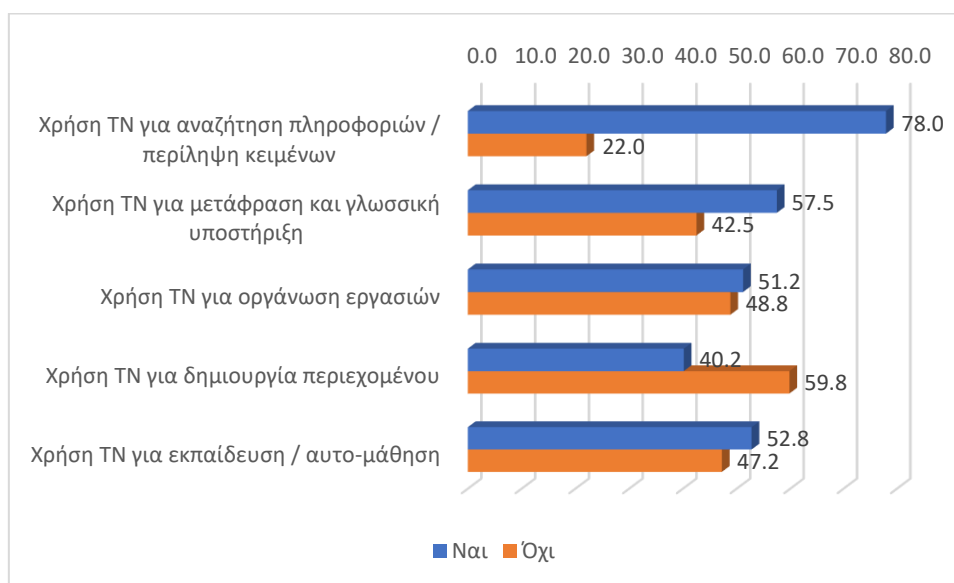
## Πίνακας 19

Λόγοι χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) (N = 127)

Λόγος χρήσης TN	Κατηγορία	n	Έγκυρο %
Χρήση TN για αναζήτηση πληροφοριών / περίληψη κειμένων	Ναι	99	78,0
	Όχι	28	22,0
Χρήση TN για μετάφραση και γλωσσική υποστήριξη	Ναι	73	57,5
	Όχι	54	42,5
Χρήση TN για οργάνωση εργασιών	Ναι	65	51,2
	Όχι	62	48,8
Χρήση TN για δημιουργία περιεχομένου	Ναι	51	40,2
	Όχι	76	59,8
Χρήση TN για εκπαίδευση / αυτο-μάθηση	Ναι	67	52,8
	Όχι	60	47,2

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές· συνεπώς, τα έγκυρα ποσοστά υπολογίζονται επί του συνόλου του δείγματος. Τα ποσοστά εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

Γράφημα 19. Λόγοι χρήσης TN



Ο Πίνακας 20 και το Γράφημα 20 μελετούν τα συστήματα AI που χρησιμοποιούνται στην εργασία των ερωτώμενων. Το 83,5% αυτών συμφωνούν ότι χρησιμοποιείται το ChatGPT, το 62,2% αναφέρουν το Copilot, το Gemini ή άλλους βοηθούς LLM, το 61,4% χρησιμοποιούν εργαλεία αυτόματης μετάφρασης και το 46,5% ψηφιακούς βοηθούς και φωνητικές εντολές. Επιπλέον, το 60,6% αναφέρουν ότι χρησιμοποιούν και άλλα συστήματα.

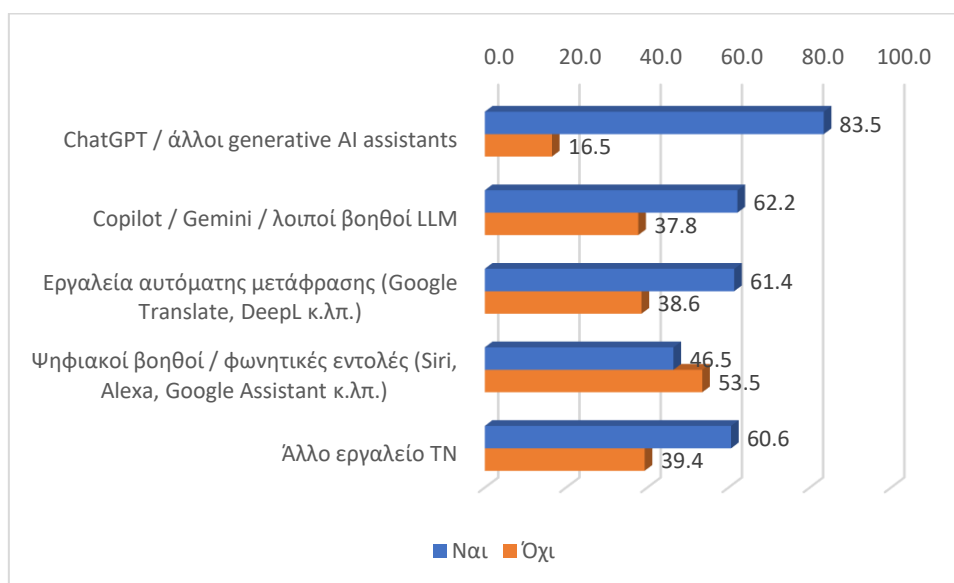
## Πίνακας 20

Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) που χρησιμοποιούνται (N = 127)

Σύστημα/εργαλείο AI	Κατηγορία	n	Έγκυρο %
ChatGPT / άλλοι generative AI assistants	Ναι	106	83,5
	Όχι	21	16,5
Copilot / Gemini / λοιποί βοηθοί LLM	Ναι	79	62,2
	Όχι	48	37,8
Εργαλεία αυτόματης μετάφρασης (Google Translate, DeepL κ.λπ.)	Ναι	78	61,4
	Όχι	49	38,6
Ψηφιακοί βοηθοί / φωνητικές εντολές (Siri, Alexa, Google Assistant κ.λπ.)	Ναι	59	46,5
	Όχι	68	53,5
Άλλο εργαλείο TN	Ναι	77	60,6
	Όχι	50	39,4

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές· συνεπώς, τα έγκυρα ποσοστά υπολογίζονται επί του συνόλου του δείγματος. Τα ποσοστά εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

**Γράφημα 20.** Συστήματα AI που χρησιμοποιούνται



Στον Πίνακα 21 και το Γράφημα 21 διερευνάται ο βαθμός στον οποίο οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης στο πλαίσιο της εργασίας τους. Το 37,8% τα χρησιμοποιεί μερικές φορές, το 22,8% συχνά και το 15,7% πολύ συχνά. Παράλληλα, το 14,2% τα χρησιμοποιεί σπάνια και το 9,4% σχεδόν καθόλου.

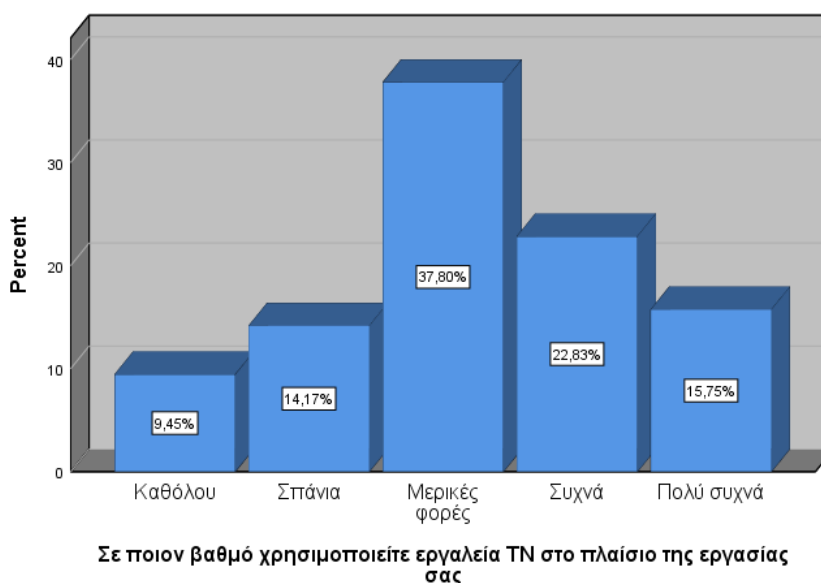
## Πίνακας 21

Βαθμός χρήσης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στο πλαίσιο της εργασίας (N = 127)

Βαθμός χρήσης	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Καθόλου	12	9,4	9,4	9,4
Σπάνια	18	14,2	14,2	23,6
Μερικές φορές	48	37,8	37,8	61,4
Συχνά	29	22,8	22,8	84,3
Πολύ συχνά	20	15,7	15,7	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

**Γράφημα 21.** Σε ποιον βαθμό χρησιμοποιείτε εργαλεία TN στο πλαίσιο της εργασίας σας



Ο Πίνακας 22 και το Γράφημα 22 επικεντρώνονται στον βαθμό στον οποίο θα ενδιέφερε τους συμμετέχοντες να χρησιμοποιήσουν εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης στο μέλλον. Το 42,5% αναφέρει ότι σε μέτριο βαθμό θα τους ενδιέφερε να τα χρησιμοποιήσουν περισσότερο μελλοντικά, το 26,8% ότι θα τους ενδιέφερε πάρα πολύ και το 18,9% ότι θα τους ενδιέφερε λίγο. Παράλληλα, το 11,8% αναφέρει ότι θα τους ενδιέφερε πολύ.

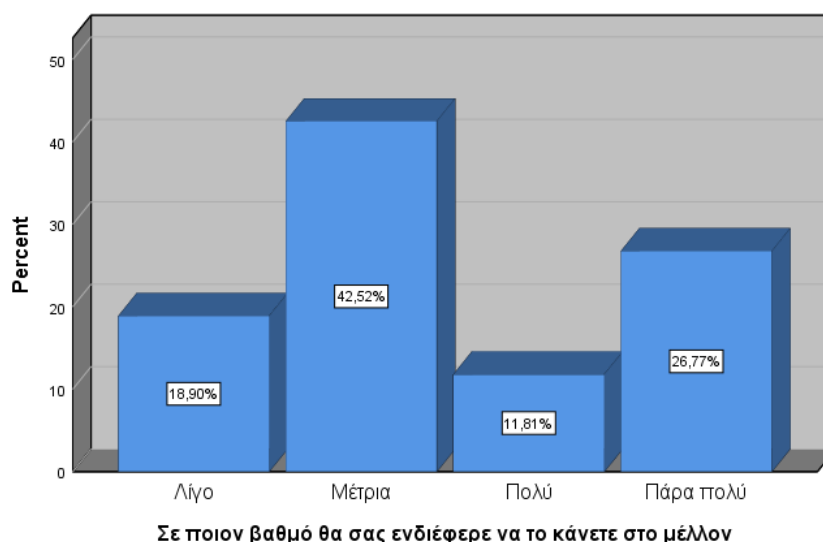
## Πίνακας 22

Βαθμός ενδιαφέροντος για μελλοντική χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) (N = 127)

Βαθμός ενδιαφέροντος	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Λίγο	24	18,9	18,9	18,9
Μέτρια	54	42,5	42,5	61,4
Πολύ	15	11,8	11,8	73,2
Πάρα πολύ	34	26,8	26,8	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

**Γράφημα 22.** Σε ποιον βαθμό θα σας ενδιέφερε να το κάνετε στο μέλλον



Στον Πίνακα 23 και το Γράφημα 23 μελετάται το πώς θα αξιολογούσαν συνολικά οι συμμετέχοντες το επίπεδο εξοικειώσής τους με τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης. Το 48,8% φαίνεται να είναι μέτρια εξοικειωμένο, το 15,7% πολύ εξοικειωμένο και το 14,2% καθόλου εξοικειωμένο. Παράλληλα, το 10,2% αναφέρει πως είναι λίγο εξοικειωμένο και το 11% αρκετά εξοικειωμένο.

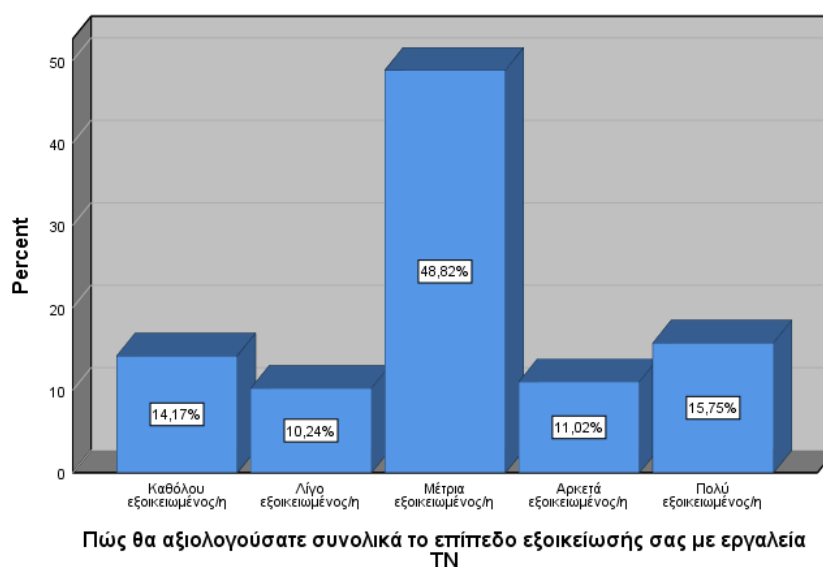
## Πίνακας 23

Συνολικό επίπεδο εξοικείωσης με εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) (N = 127)

Επίπεδο εξοικείωσης	n	%	Έγκυρο %	Αθροιστικό %
Καθόλου εξοικειωμένος/η	18	14,2	14,2	14,2
Λίγο εξοικειωμένος/η	13	10,2	10,2	24,4
Μέτρια εξοικειωμένος/η	62	48,8	48,8	73,2
Αρκετά εξοικειωμένος/η	14	11,0	11,0	84,3
Πολύ εξοικειωμένος/η	20	15,7	15,7	100,0
<b>Σύνολο</b>	<b>127</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Σημείωση. N = 127. Δεν καταγράφηκαν ελλείπουσες τιμές, συνεπώς το ποσοστό (%) ταυτίζεται με το έγκυρο ποσοστό (Έγκυρο %). Οι τιμές εμφανίζονται με στρογγυλοποίηση στο ένα δεκαδικό.

**Γράφημα 23.** Πώς θα αξιολογούσατε συνολικά το επίπεδο εξοικείωσής σας με εργαλεία TN



Διερευνώντας το πρώτο ερευνητικό ερώτημα χρησιμοποιήθηκε ο γραμμικός συντελεστής συσχέτισης Pearson, τα αποτελέσματα του οποίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 24. Όπως φαίνεται, αναδεικνύονται συνολικά έξι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις. Πιο συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται το μέγεθος της εταιρείας ως προς το σύνολο των εργαζομένων, τόσο περισσότερο οι συμμετέχοντες συμφωνούν ότι η χρήση AI και IoT βελτιώνει την ακρίβεια των αποθεμάτων, συμβάλλει στη μείωση της σπατάλης, οδηγεί σε γρηγορότερη εκτέλεση παραγγελιών και βελτιώνει την εξυπηρέτηση πελατών. Ταυτόχρονα, όσο αυξάνεται το μέγεθος της επιχείρησης, τόσο περισσότερο οι συμμετέχοντες συμφωνούν ότι τα συστήματα AI και IoT συμβάλλουν

ουσιαστικά στη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων στα logistics, αλλά και ότι χωρίς τα συστήματα αυτά θα ήταν πολύ πιο δύσκολο να επιτευχθούν στόχοι απόδοσης της εταιρείας. Οι συσχετίσεις δέχονται τιμές από 0,258 έως 0,435, επομένως είναι μικρής έως μέτριας έντασης, ενώ είναι στατιστικά σημαντικές σε 99% επίπεδο εμπιστοσύνης.

## Πίνακας 24

*Συσχετίσεις Pearson μεταξύ μεγέθους εταιρείας (σύνολο εργαζομένων) και αντιληπτής επίδοσης AI/IoT στην απόδοση (N = 127)*

Μεταβλητή	r (Pearson) με μέγεθος εταιρείας	p (2- tailed)	N
Η χρήση AI και IoT βελτιώνει την ακρίβεια διαχείρισης αποθεμάτων στην εταιρεία μας.	0,258**	0,003	127
Η τεχνητή νοημοσύνη και το IoT συμβάλλουν στη μείωση σπατάλης / συρρίκνωσης (waste, shrinkage) προϊόντων.	0,281**	0,001	127
Η αξιοποίηση AI και IoT οδηγεί σε γρηγορότερη εκτέλεση παραγγελιών και μικρότερο χρόνο παράδοσης.	0,335**	< 0,001	127
Η χρήση αυτών των τεχνολογιών βελτιώνει το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών.	0,435**	< 0,001	127
Θεωρώ ότι τα συστήματα AI/IoT συμβάλλουν ουσιαστικά στη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων στα logistics.	0,320**	< 0,001	127
Χωρίς AI και IoT θα ήταν πολύ πιο δύσκολο να επιτευχθούν οι στόχοι απόδοσης της εταιρείας.	0,301**	0,001	127

*Σημείωση.* r = συντελεστής συσχέτισης Pearson. Οι δοκιμές σημαντικότητας είναι δύο ουρών (2-tailed). \*\* p < 0,01. Το μέγεθος εταιρείας αποτυπώνει το σύνολο εργαζομένων.

Συνεχίζοντας με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα χρησιμοποιήθηκε και πάλι ο γραμμικός συντελεστής Pearson, τα αποτελέσματα του οποίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 25. Αυτή τη φορά φαίνεται να αναδεικνύονται συνολικά επτά στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις σε 99% επίπεδο εμπιστοσύνης. Αναλυτικότερα, όσο αυξάνεται ο βαθμός αυτοματοποίησης της αποθήκης, τόσο περισσότερο οι συμμετέχοντες είναι θετικοί στη χρήση εφαρμογών AI και IoT στο αντικείμενο εργασίας τους, θέλουν να χρησιμοποιήσουν περισσότερα συστήματα στο μέλλον, αισθάνονται ότι η γνώμη τους λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό και την προσαρμογή των συστημάτων, θεωρούν ότι τα οφέλη από τη χρήση τους είναι σημαντικά και χειροπιαστά, και συνολικά πιστεύουν ότι η επένδυση της εταιρείας σε AI για τα logistics είναι αναγκαία και πρέπει

να ενισχυθεί τα επόμενα έτη. Ωστόσο, η αύξηση του βαθμού αυτοματοποίησης της αποθήκης συνδέεται και με μείωση του επιπέδου στο οποίο οι συμμετέχοντες φαίνεται να ανησυχούν ότι η αυξημένη αυτοματοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια θέσεων εργασίας στο μέλλον, καθώς και ότι υπάρχουν σημαντικά εμπόδια κατά τη χρήση αυτών των τεχνολογιών. Οι παραπάνω συσχετίσεις δέχονται τιμές από 0,524 έως 0,793, επομένως είναι υψηλής έως πολύ υψηλής έντασης.

## Πίνακας 25

*Συσχετίσεις Pearson μεταξύ βαθμού αυτοματοποίησης αποθήκης/logistics (υποκειμενική εκτίμηση) και πρόθεσης χρήσης, αποδοχής και εμποδίων AI/IoT (N = 127)*

Μεταβλητή	r (Pearson) με βαθμό αυτοματοποίησης	p (2-tailed)	N
Είμαι θετικός/θετική στη χρήση εφαρμογών AI/IoT στο δικό μου αντικείμενο εργασίας.	0,780**	< 0,001	127
Προτίθεται να χρησιμοποιώ περισσότερο στο μέλλον τα συστήματα AI/IoT, εφόσον είναι διαθέσιμα.	0,793**	< 0,001	127
Νιώθω ότι η γνώμη μου λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό ή την προσαρμογή αυτών των συστημάτων.	0,524**	< 0,001	127
Ανησυχώ ότι η αυξημένη αυτοματοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια θέσεων εργασίας στο μέλλον.	-0,572**	< 0,001	127
Τα οφέλη από τη χρήση AI/IoT (αποδοτικότητα, ποιότητα, ασφάλεια) είναι σαφή και χειροπιαστά στην καθημερινή πρακτική.	0,685**	< 0,001	127
Υπάρχουν σημαντικά εμπόδια (τεχνικά, οργανωτικά ή ανθρώπινα) που δυσκολεύουν την αποτελεσματική χρήση αυτών των τεχνολογιών.	-0,567**	< 0,001	127
Συνολικά, θεωρώ ότι η επένδυση της εταιρείας σε AI και IoT για τα logistics είναι αναγκαία και πρέπει να ενισχυθεί τα επόμενα χρόνια.	0,619**	< 0,001	127

*Σημείωση.* r = συντελεστής συσχέτισης Pearson. Οι δοκιμές σημαντικότητας είναι δύο ουρών (2-tailed). \*\* p < 0,01. Ο βαθμός αυτοματοποίησης προκύπτει από υποκειμενική εκτίμηση των συμμετεχόντων.

Τέλος, σημειώνεται ότι ο υψηλότερος βαθμός αυτοματοποίησης σχετίζεται με ισχυρότερη θετική στάση και πρόθεση χρήσης AI/IoT (r = 0,780–0,793), καθώς και με μεγαλύτερη αντίληψη ωφελειών (r = 0,685) και αναγκαιότητας επένδυσης (r = 0,619),

ενώ συνδέεται αρνητικά με τις ανησυχίες για απώλεια θέσεων εργασίας ( $r = -0,572$ ) και με την αντίληψη ύπαρξης σημαντικών εμποδίων ( $r = -0,567$ ), με όλες τις συσχετίσεις στατιστικά σημαντικές ( $p < 0,01$ ).

## Κεφάλαιο 5°. Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η εμπειρική αποτίμηση της υιοθέτησης και της προστιθέμενης αξίας των τεχνολογιών AI και IoT στα logistics, με έμφαση στη διαχείριση αποθεμάτων και στην οργανωτική ετοιμότητα εντός επιχειρήσεων του κλάδου. Η ανάλυση συνδέει τα εμπειρικά ευρήματα με την υφιστάμενη βιβλιογραφία και εξετάζει τον βαθμό στον οποίο αυτά συγκλίνουν, συγκλίνουν εν μέρει ή αποκλίνουν από καθιερωμένες θεωρητικές προσεγγίσεις και προηγούμενα αποτελέσματα.

Εντούτοις, τα αποτελέσματα ενισχύουν σε σημαντικό βαθμό τη βιβλιογραφία που προσεγγίζει το AIoT πρωτίστως ως υποδομή ενδυνάμωσης της τεκμηριωμένης λήψης αποφάσεων και όχι κατ' ανάγκην ως μηχανισμό αυτοβελτιστοποίησης που οδηγεί άμεσα στη λήψη αποφάσεων και στη συρρίκνωση ή μείωση αποβλήτων. Οι αξιολογήσεις των συμμετεχόντων υποδηλώνουν επίσης μέτριο επίπεδο υιοθέτησης της τεχνητής νοημοσύνης και του IoT, πλην όμως αναδεικνύουν σαφώς τους ρόλους τους στην υποστήριξη αποφάσεων, περισσότερο από ό,τι στην άμεση βελτίωση δεικτών που συνδέονται με απώλειες και απορρίμματα. Ειδικότερα, το εύρημα αυτό ευθυγραμμίζεται με μελέτες για την ψυκτική αλυσίδα και τα ευπαθή logistics, όπου η τεχνολογική ικανότητα μεταφράζεται σε απτά αποτελέσματα απόδοσης μόνον όταν ωριμάσουν επαρκώς η ποιότητα των δεδομένων και η ωριμότητα των διαδικασιών (Mercier et al., 2017; Jedermann et al., 2014; Ben Daya et al., 2019). Οι κατ' ουσίαν ουδέτερες εκτιμήσεις ως προς τη μείωση αποβλήτων και συρρίκνωσης αντανακλούν, κατά συνέπεια, την έρευνα που επισημαίνει ότι οι άμεσες βελτιώσεις σε αντίστοιχους KPI δεν προκύπτουν αυτοτελώς από την τεχνολογική υιοθέτηση, αλλά προϋποθέτουν εναρμόνιση και ανασχεδιασμό της αλυσίδας από άκρο σε άκρο (Aung & Chang, 2014; Chopra & Meindl, 2016).

Η θετική και στατιστικώς σημαντική σχέση μεταξύ του μεγέθους της επιχείρησης και των αντιληπτών ωφελειών απόδοσης των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και IoT εναρμονίζεται με τη θεωρία Τεχνολογίας Οργάνωσης Περιβάλλοντος (TOE). Οι μικρότεροι οργανισμοί αποτύπωσαν οφέλη ως προς την αυξημένη ακρίβεια αποθέματος, την ταχύτερη εκτέλεση παραγγελιών, την εξυπηρέτηση πελατών και τη λήψη αποφάσεων. Το αποτέλεσμα αυτό συνάδει με προηγούμενη έρευνα που αντιμετωπίζει το μέγεθος ως ενδεικτικό της διαθεσιμότητας πόρων, της τυποποίησης διαδικασιών και της ανάπτυξης υποδομών δεδομένων,

στοιχεία που καθιστούν τους οργανισμούς περισσότερο έτοιμους για προηγμένες ψηφιακές υιοθετήσεις (Oliveira & Martins, 2011; Hameed et al., 2012). Κατ'αυτόν τον τρόπο, τα ευρήματα ενισχύουν πλήρως τη θέση της TOE ότι τα τεχνολογικά οφέλη εξαρτώνται καίρια από την οργανωτική ετοιμότητα και όχι από την τεχνολογία ως τέτοια. Ομοίως, η ιδιαίτερα ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του βαθμού αυτοματοποίησης της αποθήκης και της πρόθεσης χρήσης, της αποδοχής και του αντιληπτού οφέλους των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και IoT επιβεβαιώνει τις προσδοκίες που απορρέουν από το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (TAM) και την Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης Τεχνολογίας (UTAUT). Οι συμμετέχοντες που δραστηριοποιούνταν σε περισσότερο αυτοματοποιημένα περιβάλλοντα δήλωσαν εντονότερη πρόθεση χρήσης συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης και IoT, υψηλότερο αντιληπτό όφελος και μειωμένες ανησυχίες ως προς τα εμπόδια υιοθέτησης και την αντικατάσταση θέσεων εργασίας. Το μοτίβο αυτό συνάδει με τη βιβλιογραφία που τεκμηριώνει ότι η εξοικείωση με την τεχνολογία συσχετίζεται με χαμηλότερη αντιληπτή πολυπλοκότητα και προσδόκιμο προσπάθειας, καθώς και με υψηλότερο προσδόκιμο απόδοσης (Venkatesh et al., 2003; Davis, 1989). Η αρνητική συσχέτιση μεταξύ βαθμού αυτοματοποίησης και φόβου απώλειας εργασίας ευθυγραμμίζεται με εμπειρικά ευρήματα σύμφωνα με τα οποία η αυξημένη εξοικείωση μετατοπίζει την αντίληψη της αυτοματοποίησης από απειλή σε υποστηρικτικό μηχανισμό, ιδίως όταν ο οργανισμός καλλιεργεί περιβάλλον μάθησης και συμμετοχής (Schein, 2010; Wamba et al., 2017).

Τα ευρήματα, εντούτοις, καταδεικνύουν μια μετρήσιμη απόκλιση από τις περισσότερες αισιόδοξες διατυπώσεις της βιβλιογραφίας περί τεχνητής νοημοσύνης στην εφοδιαστική αλυσίδα αναφορικά με τα άμεσα λειτουργικά οφέλη. Παρότι η υφιστάμενη έρευνα αναδεικνύει τη δυναμική της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης ως προς την ελαχιστοποίηση αποβλήτων, τη βελτίωση της διαχείρισης αποθεμάτων και την αύξηση της φρεσκάδας μέσω προγνωστικής αναλυτικής και δυναμικής κατανομής (Baryannis et al., 2019; Karaesmen et al., 2011), οι συμμετέχοντες στην παρούσα έρευνα αξιολόγησαν τα αντίστοιχα αποτελέσματα με αισθητά πιο συντηρητικό τρόπο. Η εν λόγω απόκλιση δύναται να ερμηνευθεί με βάση τη διάκριση μεταξύ θεωρητικών επιδόσεων ή επιδόσεων σε πιλοτικές εφαρμογές και της πραγματικής λειτουργικής απόδοσης σε συνθήκες πλήρους κλίμακας. Πράγματι, όπως έχει τεκμηριωθεί, η προγνωστική ακρίβεια δεν συνεπάγεται αυτομάτως

λειτουργική βελτίωση, εφόσον τα προγνωστικά συμπεράσματα δεν ενσωματώνονται συστηματικά σε κρίσιμες διαδικασίες, όπως η συμμόρφωση με το FEFO, οι κατανομές θέσεων αποθήκευσης και οι πολιτικές αναπλήρωσης (Waller & Fawcett, 2013; Bartholdi & Hackman, 2011). Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η αξία του ΑΙοΤ παράγεται πρωτίστως μέσω ενισχυμένης ορατότητας και βελτιωμένης λήψης αποφάσεων, ενώ οι επακόλουθες λειτουργικές επιδράσεις τείνουν να εκδηλώνονται περισσότερο ως σταδιακές μεταβολές.

Ως προς τα ευρήματα που άπτονται της ποιότητας και της διακυβέρνησης δεδομένων, τα αποτελέσματα ενισχύουν σαφώς τη βιβλιογραφία που αναδεικνύει την κρίσιμότητα της αξιοπιστίας των δεδομένων για την πραγματική αποτελεσματικότητα εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης. Οι συμμετέχοντες εμφάνισαν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης στις δομές διακυβέρνησης, αλλά χαμηλότερο βαθμό συμφωνίας ως προς επιμέρους δηλώσεις, στοιχείο που υποδηλώνει ότι σφάλματα στα δεδομένα εμφανίζονται συχνά. Η παρατήρηση αυτή συνάδει με τις προσεγγίσεις των Wang & Strong (1996) και Khatri & Brown (2010), σύμφωνα με τις οποίες υψηλή εμπιστοσύνη στα δεδομένα αποτελεί προϋπόθεση ώστε οι χρήστες να αποδέχονται συστάσεις που παράγονται από analytics. Στη μελέτη των Wang και Strong, η «εμπιστοσύνη» στα δεδομένα αποτυπώνεται εμπειρικά μέσα από αξιολογήσεις σημαντικότητας χαρακτηριστικών ποιότητας: σε δείγμα 355 data consumers που βαθμολόγησαν 118 χαρακτηριστικά σε κλίμακα 1–9 (όπου 1 = εξαιρετικά σημαντικό και 9 = μη σημαντικό), το 85% των χαρακτηριστικών (99/118) είχε μέσο όρο  $\leq 5$ , γεγονός που δείχνει ότι, για τους χρήστες, ένα ευρύ πλέγμα διαστάσεων ποιότητας αποτελεί προϋπόθεση «fitness for use» και, κατ' επέκταση, προϋπόθεση αποδοχής αναλυτικών εξόδων.

Ειδικότερα, η «ακρίβεια» και η «ορθότητα» αναδείχθηκαν ως τα συνολικά σημαντικότερα μεμονωμένα χαρακτηριστικά ( $M = 1,771$  και  $M = 1,816$  αντίστοιχα), ενώ στο επίπεδο διαστάσεων (dimensions) η διάσταση «accuracy»  $M = 3,05$  (χαμηλότερη τιμή = υψηλότερη αντιλαμβανόμενη σημασία), υποδεικνύοντας ότι η αποδοχή της πληροφορίας από τον χρήστη δεν εξαρτάται μόνο από τεχνική ακρίβεια, αλλά και από το αν τα δεδομένα θεωρούνται αξιόπιστα και πειστικά ως προς την αλήθεια τους.

Συμπληρωματικά, οι Khatri και Brown, στο πλαίσιο του data governance, υπογραμμίζουν ότι τα κατώφλια «επαρκούς» ακρίβειας είναι σχεσιακά και εξαρτώνται από το ρίσκο και τον σκοπό χρήσης: ενδεικτικά, «85% accuracy» σε στοιχεία (όνομα, διεύθυνση, τηλέφωνο) μπορεί να είναι αποδεκτό για στοχευμένο marketing ασφαλιστικής, αλλά να είναι ανεπαρκές για κρίσιμες ειδοποιήσεις (π.χ. ανάκληση φαρμάκου), άρα η εμπιστοσύνη του χρήστη και η προθυμία του να ακολουθήσει συστάσεις από analytics προϋποθέτει σαφώς ορισμένα πρότυπα ποιότητας και καταλληλότητας δεδομένων ανά περίπτωση χρήσης.

Η οργανωτική κουλτούρα και η διοικητική υποστήριξη αναδείχθηκαν επίσης ως κρίσιμες συμφραζόμενες επιρροές, όπως προκρίνεται στη βιβλιογραφία περί δυναμικών ικανοτήτων και ψηφιακού μετασχηματισμού. Η αντίληψη ότι οι εργαζόμενοι ενθαρρύνονται να εισηγούνται βελτιώσεις βασισμένες σε δεδομένα και ότι τα σφάλματα αντιμετωπίζονται ως ευκαιρίες μάθησης τεκμηριώνει ότι η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης συνιστά κοινωνική και διοικητική, πέραν της τεχνικής, διαδικασία (Teece, 2007; Iansiti & Lakhani, 2020). Τα ευρήματα αυτά ευθυγραμμίζονται με τη θέση ότι οι αναλυτικές δυνατότητες παράγουν αξία μόνο όταν ενσωματώνονται σε συνεργατικές και διαλειτουργικές διαδικασίες εντός του οργανισμού (Wamba et al., 2017).

## Κεφάλαιο 6°. Συμπέρασμα-Επίλογος

### 6.1 Συμπερασματικές παρατηρήσεις

Η παρούσα έρευνα εξετάζει την υιοθέτηση και την αντιληπτή επίδραση της Τεχνητής Νοημοσύνης και του Διαδικτύου των Πραγμάτων στις λειτουργίες logistics, με ειδική έμφαση στη διαχείριση αποθεμάτων και στις λειτουργίες αποθήκης στο πλαίσιο εφοδιαστικής φρέσκων και απλής ψύξης διατηρημένων τροφίμων. Ερείδεται σε καθιερωμένα θεωρητικά σχήματα, όπως το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας, η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης Τεχνολογίας και το πλαίσιο Τεχνολογίας Οργάνωσης Περιβάλλοντος, και επιδιώκει να συνθέσει προσεγγίσεις της επιστήμης των logistics με θεωρίες των πληροφοριακών συστημάτων, αξιοποιώντας ερευνητικό σχεδιασμό έρευνας για τη συλλογή δεδομένων από δείγμα εργαζομένων σε συναφείς με τα logistics ρόλους.

Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη και το IoT αναγνωρίζονται ολοένα και περισσότερο ως καίριοι συντελεστές για τη λήψη πληρέστερα τεκμηριωμένων αποφάσεων στην εφοδιαστική. Οι συμμετέχοντες αποτύπωσαν μέτρια έως υψηλά επίπεδα συμφωνίας ως προς τις θετικές επιδράσεις των τεχνολογιών αυτών στην ποιότητα της λήψης αποφάσεων, στην ακρίβεια των αποθεμάτων και στην ταχύτητα εκτέλεσης βασικών δραστηριοτήτων logistics. Τα ευρήματα ευθυγραμμίζονται με τη σχετική βιβλιογραφία που αναδεικνύει τη σημασία προηγμένων αναλυτικών και δυνατοτήτων ανίχνευσης σε πραγματικό χρόνο για την ενίσχυση της λειτουργικής ορατότητας σε σύνθετες αλυσίδες εφοδιασμού, ιδίως σε περιβάλλοντα ευπαθών αγαθών (Baryannis et al., 2019; Mercier et al., 2017).

Το μέγεθος της επιχείρησης αναδείχθηκε, επίσης, ως καθοριστικός παράγοντας των αντιλήψεων για την τεχνολογική αξία. Στις μεγαλύτερες επιχειρήσεις, οι εργαζόμενοι απέδωσαν υψηλότερη αξία στη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και του IoT ως προς τη βελτίωση της απόδοσης στην εξυπηρέτηση πελατών και την επιτάχυνση της παράδοσης (Tornatzky & Fleischer, 1990; Oliveira και Martins, 2011). Συνεπώς, συνάγεται ότι οι μεγαλύτεροι οργανισμοί διαθέτουν αυξημένη δυνατότητα να προσεγγίσουν την τεχνητή νοημοσύνη και το IoT ως ολοκληρωμένες λύσεις από άκρο σε άκρο, και όχι ως αποσπασματικές ή αυτοτελείς εφαρμογές. Ιδιαίτερα εμφανής αναδείχθηκε ο ρόλος του αυτοματισμού στην αποθήκη και στα logistics. Υψηλότερα επίπεδα αυτοματισμού συσχετίστηκαν ισχυρά με πιο θετικές στάσεις έναντι της

τεχνητής νοημοσύνης και του IoT, καθώς και με μειωμένες αντιλήψεις περί οργανωτικών και ανθρώπινων εμποδίων. Το στοιχείο αυτό ενισχύει την άποψη ότι η εξοικείωση με την τεχνολογία και η ψηφιακή ωριμότητα συμβάλλουν στην άμβλυνση φόβων και επιτρέπουν στα άτομα να αποτιμούν πληρέστερα τα οφέλη ευφών συστημάτων (Venkatesh et al., 2003; Wamba et al., 2017). Επιπλέον, καταγράφηκε συσχέτιση μεταξύ υψηλότερου αυτοματισμού και μειωμένων ανησυχιών περί αντικατάστασης θέσεων εργασίας, γεγονός που υποδηλώνει ότι η εξοικείωση μπορεί να μετατοπίζει τις αντιλήψεις από το πλαίσιο της απειλής προς το πλαίσιο του λειτουργικού οφέλους.

## 6.2 Περιορισμοί μελέτης

Πρώτον, ο σχεδιασμός της είναι συγχρονικός, αποτυπώνοντας αντιλήψεις και πρακτικές σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο. Κατά συνέπεια, δεν είναι εφικτή η ασφαλής θεμελίωση αιτιώδους σχέσης μεταξύ του βαθμού υιοθέτησης της τεχνητής νοημοσύνης και του IoT, των οργανωτικών παραγόντων και των αντιληπτών αποτελεσμάτων απόδοσης. Η σχετική βιβλιογραφία έχει ήδη επισημάνει ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες απαιτούν χρονικό διάστημα ωρίμανσης, καθώς οι οργανισμοί διέρχονται διαδικασίες μάθησης, αναπροσαρμογής και αλλαγής (Iansiti & Lakhani, 2020). Υπό αυτό το πρίσμα, διαχρονικές μελέτες θα μπορούσαν να προσφέρουν καταλληλότερη αναλυτική οδό για την κατανόηση της δυναμικής υιοθέτησης AI και IoT στο οργανωτικό περιβάλλον.

Δεύτερον, η έρευνα στηρίζεται σε υποκειμενικά δεδομένα που προέρχονται από τους εργαζόμενους, και όχι σε αντικειμενικούς δείκτες απόδοσης. Παρότι η χρήση αντιληπτικών μετρήσεων είναι συνηθισμένη και θεωρητικά συμβατή με προσεγγίσεις υιοθέτησης τεχνολογίας όπως το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (TAM) και η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας (UTAUT), όπως διατυπώνονται από τους Davis (1989) και Venkatesh et al. (2003), οι αντιλήψεις δεν ταυτίζονται κατ' ανάγκην με την πραγματική επιχειρησιακή απόδοση. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι οι εργαζόμενοι ενδέχεται να υπερεκτιμούν ή να υποτιμούν τις επιδράσεις της χρήσης AI και IoT λόγω περιορισμένης ορατότητας στο σύνολο της αλυσίδας εφοδιασμού.

Τρίτον, ανακύπτουν ζητήματα αντιπροσωπευτικότητας ως προς τη σύνθεση του δείγματος. Παρά το γεγονός ότι οι συμμετέχοντες προέρχονται από διαφορετικούς

κλάδους και τύπους επιχειρήσεων που σχετίζονται με τα logistics, παρατηρείται υπερεκπροσώπηση ατόμων που εργάζονται στον χώρο του λιανεμπορίου και των σούπερ μάρκετ, καθώς και σε εταιρείες με χαμηλά έως μέτρια επίπεδα αυτοματισμού. Ως αποτέλεσμα, η εξαγωγή συμπερασμάτων για περιβάλλοντα υψηλού αυτοματισμού, για δραστηριότητες διανομής μεγάλης κλίμακας, για logistics που συνδέονται στενά με την παραγωγή ή για κλάδους με διαφορετικές οργανωτικές ρυθμίσεις ενδέχεται να μην είναι επαρκώς τεκμηριωμένη. Επιπλέον, δεδομένου ότι πρόκειται για δείγμα μη πιθανότητας, η δυνατότητα γενίκευσης προς τον ευρύτερο πληθυσμό των επαγγελματιών logistics παραμένει περιορισμένη.

Τέταρτον, η αποτίμηση κρίσιμων δομών, όπως ο βαθμός αυτοματισμού, η χρήση τεχνητής νοημοσύνης και η ποιότητα δεδομένων, βασίζεται σε αυτοαναφερόμενες απαντήσεις από μία και μόνη πηγή. Η επιλογή αυτή ενδέχεται να εισάγει τον κίνδυνο κοινής μεθοδολογικής διακύμανσης, με πιθανή υπερεκτίμηση των συσχετίσεων μεταξύ μεταβλητών (Podsakoff et al., 2003). Παρότι το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε ώστε να παρέχει σαφήνεια και να ενθαρρύνει ειλικρινείς απαντήσεις, η ερευνητική εγκυρότητα θα μπορούσε να ενισχυθεί μελλοντικά μέσω τριγωνοποίησης, ήτοι με επιβεβαίωση των ευρημάτων από δεδομένα συστημάτων και αισθητήρων ή από αξιολογήσεις διοικητικών στελεχών.

### **6.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο μέλλον**

Με βάση τα ευρήματα αλλά και τα κενά της παρούσας μελέτης, μπορούν να διατυπωθούν ορισμένες κατευθύνσεις μελλοντικής έρευνας με ιδιαίτερη θεωρητική και πρακτική σημασία. Για την ερευνητική κοινότητα, κρίνεται ιδίως σκόπιμη η ανάπτυξη διαχρονικών μελετών, προκειμένου να αποτυπωθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η εξέλιξη των αντιλήψεων, της συμπεριφοράς χρήσης και των επιδράσεων στην απόδοση που συνδέονται με την τεχνητή νοημοσύνη και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων σε βάθος χρόνου. Μια τέτοια προσέγγιση θα επέτρεπε την κατανόηση των αποτελεσμάτων οργανωτικής μάθησης, των μεταβολών της κουλτούρας και των μακροπρόθεσμων ωφελειών που προκύπτουν από την ολοκλήρωση διαδικασιών, όπως έχει υπογραμμιστεί στη γνώση για τον ψηφιακό μετασχηματισμό (Iansiti & Lakhani, 2020).

Παράλληλα, οι επόμενες μελέτες θα ήταν χρήσιμο να συνδυάσουν αντικειμενικά λειτουργικά δεδομένα με αντιληπτικές μετρήσεις. Η αντιπαραβολή των ευρημάτων ενός ερωτηματολογίου με επιχειρησιακούς δείκτες, όπως η μείωση της

συρρίκνωσης, το επιτευχθέν επίπεδο εξυπηρέτησης ή οι στροφές αποθέματος, θα παρείχε πληρέστερη αποτίμηση της πραγματικής αξίας των λύσεων ΑΙ και ΙοΤ στα logistics, ιδίως σε εφαρμογές φρέσκιας εφοδιαστικής και ψυχρής αλυσίδας, όπου τα αποτελέσματα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από χρονικές και θερμοκρασιακές παραμέτρους (Mercier et al., 2017).

Επιπροσθέτως, προτείνεται οι μελλοντικές έρευνες να υιοθετήσουν πιο λεπτομερές σχήμα ταξινόμησης των εφαρμογών, εξετάζοντας διακριτούς τύπους χρήσης τεχνητής νοημοσύνης και ΙοΤ, όπως η ανίχνευση ζήτησης, η πρόβλεψη διάρκειας ζωής, η δυναμική τοποθέτηση θέσεων ή τα συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (Baryannis et al., 2019).

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Abad, E., Palacio, F., Nuin, M., De Zárate, A. G., Juarros, A., Gómez, J. M., & Marco, S. (2009). RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods. *Journal of Food Engineering*, 93(4), 394–399. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.02.004>
- Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2009). Application of planning models in the agri food supply chain: A review. *European Journal of Operational Research*, 196(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.02.014>
- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Temperature management for the quality of perishable foods: A review. *Food Control*, 40, 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.016>
- Badia-Melis, R., Ruiz-Garcia, L., Garcia-Hierro, J., & Robla-Villalba, J. I. (2015). Refrigerated fruit storage monitoring combining two different wireless sensing technologies: RFID and WSN. *Sensors*, 15(3), 4781–4795. <https://doi.org/10.3390/s150304781>
- Bandara, K., Bergmeir, C., & Smyl, S. (2020). Forecasting across time series databases using recurrent neural networks on groups of similar series: A clustering approach. *Expert Systems with Applications*, 140, 112896. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112896>
- Baryannis, G., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Predicting supply chain risks using machine learning: The trade off between performance and interpretability. *Future Generation Computer Systems*, 101, 993–1004. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.07.059>
- Bartholdi, J. J., III, & Hackman, S. T. (2011). *Warehouse & distribution science* (Release 0.94). The Logistics Institute, Georgia Institute of Technology.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahrour, Z. (2019). Internet of Things and supply chain management: A literature review. *International Journal of Production Research*, 57(15–16), 4719–4742. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140>

- Blackburn, J., & Scudder, G. (2009). Supply chain strategies for perishable products: The case of fresh produce. *Production and Operations Management*, 18(2), 129–137. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2009.01016.x>
- Carbonneau, R., Laframboise, K., & Vahidov, R. (2008). Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting. *European Journal of Operational Research*, 184(3), 1140–1154. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.12.004>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (6th ed.). Pearson.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- DeHoratius, N., & Raman, A. (2008). Inventory record inaccuracy: An empirical analysis. *Management Science*, 54(4), 627–641. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1070.0792>
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Deng, S., Zhao, H., Fang, W., Yin, J., Dustdar, S., & Zomaya, A. Y. (2020). Edge intelligence: The convergence of edge computing and artificial intelligence. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(8), 7457–7469. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2984887>
- Ferguson, M., & Ketzenberg, M. E. (2006). Information sharing to improve retail product freshness of perishables. *Production and Operations Management*, 15(1), 57–73. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2006.tb00003.x>
- Flores, B. E., & Whybark, D. C. (1987). Implementing multiple criteria ABC analysis. *Journal of Operations Management*, 7(1–2), 79–85. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(87\)90008-8](https://doi.org/10.1016/0272-6963(87)90008-8)
- GS1. (2017). *GS1 Global Traceability Standard*. GS1.

- Goyal, S. K., & Giri, B. C. (2001). Recent trends in modeling of deteriorating inventory. *European Journal of Operational Research*, 134(1), 1–16. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00248-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00248-4)
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Hameed, M. A., Counsell, S., & Swift, S. (2012). A conceptual model for the process of IT innovation adoption in organizations. *Journal of Engineering and Technology Management*, 29(3), 358–390. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2012.03.007>
- Hausman, W. H., Schwarz, L. B., & Graves, S. C. (1976). Optimal storage assignment in automatic warehousing systems. *Management Science*, 22(6), 629–638. <https://doi.org/10.1287/mnsc.22.6.629>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and practice* (3rd ed.). OTexts.
- Iansiti, M., & Lakhani, K. R. (2020). *Competing in the age of AI: Strategy and leadership when algorithms and networks run the world*. Harvard Business Review Press.
- Jedermann, R., Nicometo, M., Uysal, I., & Lang, W. (2014). Reducing food losses by intelligent food logistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 372(2017), 20130302. <https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0302>
- Jeyaraj, A., Rottman, J. W., & Lacity, M. C. (2006). A review of the predictors, linkages, and biases in IT innovation adoption research. *Journal of Information Technology*, 21(1), 1–23. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jit.2000056>
- Kader, A. A. (2005). Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. *Acta Horticulturae*, 682, 2169–2176. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.682.296>
- Karaesmen, I.Z., Scheller-Wolf, A., & Deniz, B. (2011). Managing Perishable and Aging Inventories: Review and Future Research Directions. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6485-4\\_15](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6485-4_15)

- Khatri, V., & Brown, C. V. (2010). Designing data governance. *Communications of the ACM*, 53(1), 148–152. <https://doi.org/10.1145/1629175.1629210>
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber physical systems architecture for Industry 4.0 based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>
- Li, S., Xu, L. D., & Zhao, S. (2015). The Internet of Things: A survey. *Information Systems Frontiers*, 17, 243–259. <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9492-7>
- Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2018). The M4 competition: Results, findings, conclusion and way forward. *International Journal of Forecasting*, 34(4), 802–808. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.06.001>
- Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., & Uysal, I. (2017). Time–temperature management along the food cold chain: A review of recent developments. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(4), 647–667. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12269>
- Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: Theory and applications. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 13(1), 13–39. <https://doi.org/10.1080/13675560902736537>
- Nahmias, S. (1982). Perishable inventory theory: A review. *Operations Research*, 30(4), 680–708. <https://doi.org/10.1287/opre.30.4.680>
- Oliveira, T., & Martins, M. F. (2011). Literature review of information technology adoption models at firm level. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 14(1), 110–121.
- Petersen, C. G. (1997). An evaluation of order picking routing policies. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(11), 1096–1111. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579710177860>
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64–88. Ανακτήθηκε από [How Smart, Connected Products Are Transforming Competition](#)

- Ramanathan, R. (2006). ABC inventory classification with multiple criteria using weighted linear optimization. *Computers & Operations Research*, 33(3), 695–700. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.07.014>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Roodbergen, K. J., & De Koster, R. (2001). Routing order pickers in a warehouse with a middle aisle. *European Journal of Operational Research*, 133(1), 32–43. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00177-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00177-6)
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G. J., Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515–533. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X)
- Ruiz García, L., & Lunadei, L. (2011). The role of RFID in agriculture: Applications, limitations and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 79(1), 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.08.010>
- Salinas, D., Flunkert, V., Gasthaus, J., & Januschowski, T. (2020). DeepAR: Probabilistic forecasting with autoregressive recurrent networks. *International Journal of Forecasting*, 36(3), 1181–1191. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.07.001>
- Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (4th ed.). Jossey Bass.
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637–646. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579198>
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory management and production planning and scheduling* (3rd ed.). Wiley.
- Snyder, L. V., & Shen, Z. J. M. (2019). *Fundamentals of supply chain theory* (2nd ed.). Wiley.
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>

- Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington Books.
- Tsang, Y. P., Choy, K. L., Wu, C. H., Ho, G. T. S., Lam, H. Y., & Tang, V. (2018). An intelligent model for assuring food quality in managing a multi temperature food distribution centre. *Food Control*, 90, 81–97. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.02.030>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- 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. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J.-F., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.009>
- Wang, R. Y., & Strong, D. M. (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems*, 12(4), 5–33. <https://doi.org/10.1080/07421222.1996.11518099>
- Zhang, T., Yu, Y., Lu, Y., Tang, H., Chen, K., Shi, J., Ren, Z., Wu, S., Xia, D., & Zheng, Y. (2025). Bridging biodegradable metals and biodegradable polymers: A comprehensive review of biodegradable metal–organic frameworks for biomedical application. *Progress in Materials Science*, 155, 101526. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2025.101526>
- Zhu, K., & Kraemer, K. L. (2005). Post adoption variations in usage and value of e business by organizations: Cross country evidence from the retail industry. *Information Systems Research*, 16(1), 61–84. <https://doi.org/10.1287/isre.1050.0045>
- Zipkin, P. H. (2000). *Foundations of inventory management*. McGraw Hill.

## Παράρτημα

### Ερωτηματολόγιο

#### *Εφαρμογές AI και IoT στα Logistics*

Το παρόν ερωτηματολόγιο αποτελεί μέρος διπλωματικής εργασίας, με τίτλο "Εφαρμογές AI και IoT στα Logistics - Χωροταξική διαχείριση και διαχείριση αποθέματος", που εκπονείται στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος "Πληροφοριακά Συστήματα και Ψηφιακή Καινοτομία", του Πανεπιστημίου Νεάπολις Πάφου.

Σκοπός του ερωτηματολογίου είναι να διερευνήσει με ποιον τρόπο η χρήση των σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών στον χώρο των logistics, επηρεάζει τη φύση της εργασίας και την αποδοτικότητα των διαδικασιών, μέσα από τις αντιλήψεις και εμπειρίες των άμεσα εμπλεκόμενων.

Ορισμοί των βασικών εννοιών:

AI - Artificial Intelligence = Τεχνητή Νοημοσύνη: Αναφέρεται σε συστήματα και αλγορίθμους που μπορούν να εκτελούν εργασίες οι οποίες απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως ανάλυση δεδομένων, αναγνώριση προτύπων, πρόβλεψη ζήτησης και υποστήριξη λήψης αποφάσεων.

IoT - Internet of Things = Διαδίκτυο των Πραγμάτων: Περιλαμβάνει συσκευές και αισθητήρες που συλλέγουν και ανταλλάσσουν δεδομένα μέσω του διαδικτύου. Στα logistics εφαρμόζεται σε αισθητήρες θερμοκρασίας, συστήματα RFID, ανιχνευτές θέσης και άλλα εργαλεία που επιτρέπουν την παρακολούθηση και βελτιστοποίηση των διαδικασιών.

Η έρευνα απευθύνεται σε άτομα άνω των 18 ετών.

Η συμμετοχή σας είναι απολύτως εθελοντική και οι απαντήσεις σας είναι ανώνυμες και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ακαδημαϊκούς και ερευνητικούς σκοπούς.

Δεν υφίστανται σωστές ή λανθασμένες απαντήσεις· ζητείται η προσωπική σας άποψη και εμπειρία.

Παρακαλείστε να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις.

\* Για τις ενότητες Β–Η χρησιμοποιήστε την κλίμακα 1–5 (1 = Διαφωνώ απόλυτα, 5 = Συμφωνώ απόλυτα).

Για τυχόν απορίες, επικοινωνήστε μαζί μου στο παρακάτω e-mail:

[d.prasianaki@nup.ac.cy](mailto:d.prasianaki@nup.ac.cy)

Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων για την συμμετοχή σας.

Με εκτίμηση,

Δήμητρα Πρασιανάκη

-----

### **Ενότητα Α. Δημογραφικά στοιχεία**

#### A1. Φύλο

- Άνδρας
- Γυναίκα
- Άλλο / Δεν επιθυμώ να απαντήσω

#### A2. Ηλικία

- < 25
- 25–34
- 35–44
- 45–54
- 55+

#### A3. Ανώτατο επίπεδο εκπαίδευσης

- Δευτεροβάθμια εκπαίδευση
- ΙΕΚ / Μεταδευτεροβάθμια
- Πτυχίο ΑΕΙ / ΤΕΙ
- Μεταπτυχιακό (MSc/MBA κ.λπ.)
- Διδακτορικό

#### A4. Θέση εργασίας στην εταιρεία

- Εργαζόμενος/α αποθήκης – χειριστής / picker / οδηγός
- Υπάλληλος γραφείου / υποστήριξης logistics
- Επόπτης / Προϊστάμενος αποθήκης / βάρδιας
- Στέλεχος middle management (logistics, supply chain, operations)
- Ανώτερο/ανώτατο στέλεχος (διευθυντής logistics, γενική διεύθυνση κ.λπ.)
- Άλλο

#### A5. Τμήμα / λειτουργία στην οποία εργάζεστε

- Αποθήκη / Κέντρο διανομής
- Μεταφορές / στόλος
- Προμήθειες / προγραμματισμός
- Παραγωγή
- Ανάλυση δεδομένων / IT / ψηφιακός μετασχηματισμός
- Άλλο

#### A6. Συνολική επαγγελματική εμπειρία στον κλάδο των logistics / εφοδιαστικής αλυσίδας

- < 2 έτη
- 2–5 έτη
- 6–10 έτη
- 11–20 έτη
- 20 έτη

#### A7. Τύπος εταιρείας στην οποία εργάζεστε

- Πάροχος 3PL / logistics
- Λιανεμπόριο / Super Market
- Βιομηχανία / παραγωγή προϊόντων
- Εταιρεία τροφίμων / ψυχρής αλυσίδας
- Courier / ταχυμεταφορές
- Άλλο

A8. Μέγεθος εταιρείας (σε αριθμό εργαζομένων συνολικά)

- Έως 49 εργαζόμενοι
- 50–249 εργαζόμενοι
- 250–999 εργαζόμενοι
- 1000+ εργαζόμενοι

A9. Υπάρχουν τα παρακάτω πληροφοριακά συστήματα στην εταιρεία σας; (μπορείτε να επιλέξετε περισσότερα από ένα)

- ERP
- WMS (σύστημα διαχείρισης αποθήκης)
- TMS (σύστημα διαχείρισης μεταφορών)
- Δεν γνωρίζω / Δεν ισχύει

A10. Βαθμός αυτοματοποίησης της αποθήκης / logistics (υποκειμενική εκτίμηση)

- Πολύ χαμηλός
- Χαμηλός
- Μέτριος
- Υψηλός
- Πολύ υψηλός

## **Ενότητα Β. Τρέχουσα χρήση TN και IoT στα logistics**

(Κλίμακα 1–5 όπως παραπάνω)

B1. Η εταιρεία μας χρησιμοποιεί αισθητήρες ή συσκευές IoT για την παρακολούθηση θερμοκρασίας, υγρασίας ή θέσης προϊόντων.

B2. Χρησιμοποιούνται συστήματα αυτόματης αναγνώρισης (RFID, barcodes με αυτόματη σάρωση, RTLS) για την ιχνηλασιμότητα του αποθέματος.

B3. Στην εταιρεία μας εφαρμόζονται αλγόριθμοι TN ή προηγμένης ανάλυσης για πρόβλεψη ζήτησης ή προγραμματισμό αποθεμάτων.

B4. Υπάρχουν dashboards ή αναφορές που βασίζονται σε δεδομένα IoT (αισθητήρων, συσκευών) και χρησιμοποιούνται στην καθημερινή λήψη αποφάσεων.

B5. Η τεχνητή νοημοσύνη και το IoT έχουν ενσωματωθεί σε κρίσιμες διαδικασίες όπως η χωροθέτηση, η κατανομή εργασιών ή η δρομολόγηση.

B6. Σε γενικές γραμμές θεωρώ ότι η εταιρεία μας βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο χρήσης AI και IoT στα logistics.

### **Ενότητα Γ. Αντιληπτή χρησιμότητα και επίδραση στην απόδοση (Performance / Effort expectancy)**

Γ1. Η χρήση AI και IoT βελτιώνει την ακρίβεια διαχείρισης αποθεμάτων στην εταιρεία μας.

Γ2. Η τεχνητή νοημοσύνη και το IoT συμβάλλουν στη μείωση σπατάλης / συρρίκνωσης (waste, shrinkage) προϊόντων.

Γ3. Η αξιοποίηση AI και IoT οδηγεί σε γρηγορότερη εκτέλεση παραγγελιών και μικρότερο χρόνο παράδοσης.

Γ4. Η χρήση αυτών των τεχνολογιών βελτιώνει το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών (π.χ. διαθεσιμότητα, συνέπεια, ποιότητα).

Γ5. Θεωρώ ότι τα συστήματα AI/IoT συμβάλλουν ουσιαστικά στη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων στα logistics.

Γ6. Χωρίς AI και IoT θα ήταν πολύ πιο δύσκολο να επιτευχθούν οι στόχοι απόδοσης της εταιρείας.

### **Ενότητα Δ. Αντιληπτή ευκολία χρήσης και υποστηρικτικότητα συστημάτων**

Δ1. Οι εφαρμογές AI και IoT που χρησιμοποιούμε είναι γενικά εύχρηστες και κατανοητές.

Δ2. Χρειάζομαι σημαντική βοήθεια από άλλους για να χρησιμοποιώ σωστά τα σχετικά συστήματα.

Δ3. Η διεπαφή (οθόνες, dashboards, mobile apps) των συστημάτων AI/IoT είναι φιλική προς τον χρήστη.

Δ4. Η εκπαίδευση που έχω λάβει είναι επαρκής ώστε να αξιοποιώ τις δυνατότητες αυτών των τεχνολογιών.

Δ5. Η καθημερινή χρήση συστημάτων AI/IoT δεν επιβαρύνει σημαντικά το φόρτο εργασίας μου.

Δ6. Σε περίπτωση προβλήματος, η τεχνική υποστήριξη για συστήματα AI/IoT είναι άμεσα διαθέσιμη και αποτελεσματική.

### **Ενότητα Ε. Ποιότητα δεδομένων και διακυβέρνηση**

E1. Τα δεδομένα που συλλέγονται από αισθητήρες / συσκευές IoT είναι αξιόπιστα και ακριβή.

E2. Παρατηρούνται συχνά σφάλματα ή ελλιπή δεδομένα (π.χ. κενά στις μετρήσεις, λάθος ταυτοποιήσεις παρτίδων). (αντιστραμμένο)

E3. Η εταιρεία διαθέτει σαφείς κανόνες και διαδικασίες για τη διαχείριση και τον έλεγχο των δεδομένων (data governance).

E4. Υπάρχει σαφής κατανομή ρόλων σχετικά με το ποιος είναι υπεύθυνος για την ποιότητα των δεδομένων logistics.

E5. Η ποιότητα των δεδομένων είναι αρκετά καλή ώστε να εμπιστεύομαι τις προτάσεις ή ειδοποιήσεις των συστημάτων AI.

E6. Υπάρχουν μηχανισμοί ελέγχου που εντοπίζουν και διορθώνουν δεδομένα χαμηλής ποιότητας πριν χρησιμοποιηθούν για αποφάσεις.

### **Ενότητα ΣΤ. Οργανωτική υποστήριξη, πόροι και κουλτούρα**

ΣΤ1. Η ανώτατη διοίκηση υποστηρίζει ενεργά την υιοθέτηση και χρήση AI και IoT στα logistics.

ΣΤ2. Διατίθενται επαρκείς οικονομικοί και τεχνολογικοί πόροι για έργα AI/IoT.

ΣΤ3. Η εταιρεία επενδύει συστηματικά σε εκπαίδευση προσωπικού για ψηφιακές τεχνολογίες logistics.

ΣΤ4. Υπάρχει κουλτούρα συνεργασίας μεταξύ λειτουργιών (logistics, IT, εμπορικό τμήμα κ.λπ.) για την αξιοποίηση δεδομένων.

ΣΤ5. Τα λάθη ή οι αστοχίες στην εφαρμογή νέων συστημάτων αντιμετωπίζονται ως ευκαιρία μάθησης και όχι ως αφορμή επίπληξης.

ΣΤ6. Οι εργαζόμενοι ενθαρρύνονται να προτείνουν ιδέες βελτίωσης που βασίζονται σε δεδομένα από συστήματα AI/IoT.

### **Ενότητα Ζ. Περιβαλλοντικές πιέσεις και στρατηγικός προσανατολισμός**

Z1. Οι πελάτες / συνεργάτες μας αναμένουν υψηλό επίπεδο ιχνηλασιμότητας και διαφάνειας στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Z2. Οι ρυθμιστικές απαιτήσεις (π.χ. ασφάλεια τροφίμων, ιχνηλασιμότητα, περιβάλλον) ωθούν την εταιρεία να επενδύσει σε IoT και AI.

Z3. Ο ανταγωνισμός στον κλάδο μας πιέζει προς υιοθέτηση πιο «έξυπνων» logistics (AI, IoT, analytics).

Z4. Η διοίκηση αντιλαμβάνεται την τεχνολογία AI/IoT ως στρατηγικό πλεονέκτημα και όχι απλώς ως κόστος.

Z5. Η εταιρεία έχει σαφή ψηφιακή στρατηγική για τον μετασχηματισμό των logistics με αξιοποίηση AI/IoT.

### **Ενότητα Η. Πρόθεση χρήσης, αποδοχή και εμπόδια**

H1. Είμαι θετικός/θετική στη χρήση εφαρμογών AI/IoT στο δικό μου αντικείμενο εργασίας.

H2. Προτίθεμαι να χρησιμοποιώ περισσότερο στο μέλλον τα συστήματα AI/IoT, εφόσον είναι διαθέσιμα.

H3. Νιώθω ότι η γνώμη μου λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό ή την προσαρμογή αυτών των συστημάτων.

H4. Ανησυχώ ότι η αυξημένη αυτοματοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια θέσεων εργασίας στο μέλλον.

H5. Τα οφέλη από τη χρήση AI/IoT (αποδοτικότητα, ποιότητα, ασφάλεια) είναι σαφή και χειροπιαστά στην καθημερινή πρακτική.

H6. Υπάρχουν σημαντικά εμπόδια (τεχνικά, οργανωτικά ή ανθρώπινα) που δυσκολεύουν την αποτελεσματική χρήση αυτών των τεχνολογιών.

H7. Συνολικά, θεωρώ ότι η επένδυση της εταιρείας σε AI και IoT για τα logistics είναι αναγκαία και πρέπει να ενισχυθεί τα επόμενα χρόνια.

#### **Ενότητα Θ. Προσωπική χρήση ΤΝ**

Θ1. Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στην καθημερινότητά σας;

- Καθημερινά
- Μερικές φορές την εβδομάδα
- Σπάνια
- Ποτέ
- Δεν είμαι σίγουρος/η

Θ2. Για ποιους προσωπικούς σκοπούς χρησιμοποιείτε κυρίως εργαλεία ΤΝ; (επιλέξτε όσα ισχύουν)

- Αναζήτηση πληροφοριών / περίληψη κειμένων
- Μετάφραση και γλωσσική υποστήριξη
- Οργάνωση εργασιών / productivity (π.χ. checklists, email drafting)
- Δημιουργία περιεχομένου (κείμενο, εικόνες, παρουσιάσεις κ.λπ.)
- Εκπαίδευση / αυτο-μάθηση (μαθήματα, εξηγήσεις εννοιών)
- Δεν χρησιμοποιώ εργαλεία ΤΝ για προσωπικούς σκοπούς

Θ3. Ποια από τα παρακάτω είδη εργαλείων ΤΝ έχετε χρησιμοποιήσει; (επιλέξτε όσα ισχύουν)

- ChatGPT / άλλοι generative AI assistants
- Copilot / Gemini / λοιποί βοηθοί LLM
- Εργαλεία αυτόματης μετάφρασης (Google Translate, DeepL κ.λπ.)
- Ψηφιακοί βοηθοί / φωνητικές εντολές (Siri, Alexa, Google Assistant κ.λπ.)
- Άλλο εργαλείο ΤΝ
- Κανένα από τα παραπάνω

Θ4. Σε ποιον βαθμό χρησιμοποιείτε εργαλεία ΤΝ στο πλαίσιο της εργασίας σας (στην τρέχουσα θέση);

- Καθόλου
- Σπάνια
- Μερικές φορές
- Συχνά
- Πολύ συχνά
- Δεν εργάζομαι αυτή την περίοδο

Θ5. Αν δεν χρησιμοποιείτε συστηματικά ΤΝ στην εργασία σας, σε ποιον βαθμό θα σας ενδιέφερε να το κάνετε στο μέλλον;

(Κλίμακα 1–5: 1 = Καθόλου, 5 = Πάρα πολύ)

- Δεν ισχύει, ήδη χρησιμοποιώ συστηματικά εργαλεία ΤΝ

Θ6. Πώς θα αξιολογούσατε συνολικά το επίπεδο εξοικειώσής σας με εργαλεία ΤΝ;

(Κλίμακα 1–5)

1 = Καθόλου εξοικειωμένος/η

2 = Λίγο εξοικειωμένος/η

3 = Μέτρια εξοικειωμένος/η

4 = Αρκετά εξοικειωμένος/η

5 = Πολύ εξοικειωμένος/η