



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΜΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

**Επαυξημένη λήψη αποφάσεων στον τομέα της ναυτιλιακής
μεταποίησης**

*Ξεπερνώντας τα εμπόδια στην ενσωμάτωση της Τεχνητής
Νοημοσύνης σε εξειδικευμένες ελληνικές ΜμΕ*

Παπαναγόπουλος Ευάγγελος

Επιβλέπων: Καθηγητής Καραλέκας Δημήτριος

Πειραιάς, 2026

ΔΗΛΩΣΗ

«Η εργασία αυτή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά και μόνο για την απόκτηση του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού τίτλου».

«Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του μη πρωτότυπου υλικού ΜΔΕ ανήκουν στο μεταπτυχιακό φοιτητή και το επιβλέπον μέλος ΔΕΠ εις ολόκληρο, δηλαδή εκάτερος μπορεί να κάνει χρήση αυτών χωρίς τη συναίνεση άλλου. Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του πρωτότυπου μέρους ΜΔΕ ανήκουν στον μεταπτυχιακό φοιτητή και τον επιβλέποντα από κοινού, δηλαδή δεν μπορεί ο ένας από τους δύο να κάνει χρήση αυτού χωρίς τη συναίνεση του άλλου. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η δημοσίευση του πρωτότυπου μέρους της διπλωματικής εργασίας σε επιστημονικό περιοδικό ή πρακτικά συνεδρίου από τον ένα εκ των δύο, με την προϋπόθεση ότι αναφέρονται τα ονόματα και των δύο (ή των τριών σε περίπτωση συνεπιβλέποντα) ως συν-συγγραφέων. Στην περίπτωση αυτή προηγείται γραπτή ενημέρωση του μη συμμετέχοντα στη συγγραφή του επιστημονικού άρθρου. Δεν επιτρέπεται η κατά οποιοδήποτε τρόπο δημοσιοποίηση υλικού το οποίο έχει δηλωθεί εγγράφως ως απόρρητο».

Ο Δηλών

Παπαναγόπουλος Ευάγγελος

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Καραλέκας Δημήτριος

Υπογραφή

Υπογραφή

Περίληψη

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός της μεταποίησης δημιουργεί νέες δυνατότητες αξιοποίησης της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) για την υποστήριξη του παραγωγικού προγραμματισμού και της λήψης αποφάσεων. Ωστόσο, η υιοθέτηση τέτοιων τεχνολογιών εξακολουθεί να παρουσιάζει σημαντικές προκλήσεις για μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜμΕ) που λειτουργούν σε περιβάλλοντα υψηλής ποικιλομορφίας και χαμηλού όγκου παραγωγής (High-Mix, Low-Volume – HMLV), όπου η λειτουργική μεταβλητότητα, οι εξατομικευμένες απαιτήσεις και η εξάρτηση από άρρητη οργανωσιακή γνώση αυξάνουν την πολυπλοκότητα του παραγωγικού προγραμματισμού.

Η παρούσα εργασία διερευνά τις συνθήκες παραγωγικού προγραμματισμού και τους τεχνολογικούς, οργανωσιακούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που διαμορφώνουν την ετοιμότητα και τα εμπόδια υιοθέτησης συστημάτων Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων (Augmented Decision-Making – ADM) σε εξειδικευμένες ελληνικές ναυτιλιακές μεταποιητικές ΜμΕ. Υιοθετείται πραγματιστικός συγκλίνων σχεδιασμός μικτής μεθοδολογίας, ο οποίος συνδυάζει ποσοτική διερεύνηση ($N = 16$) με ποιοτική ανάλυση τριών επιχειρησιακών περιπτώσεων, βάσει ημι-δομημένων συνεντεύξεων. Τα δύο σύνολα δεδομένων αναλύονται αρχικά διακριτά και ενοποιούνται κατά την ερμηνεία των ευρημάτων υπό το πρίσμα του πλαισίου Technology–Organization–Environment (TOE).

Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν συχνές μεταβολές του παραγωγικού προγράμματος και μία περιγραφική αναντιστοιχία, στο εξεταζόμενο δείγμα, μεταξύ της λειτουργικής πολυπλοκότητας των εξεταζόμενων παραγωγικών περιβαλλόντων και του επιπέδου τεχνολογικής υποστήριξης του προγραμματισμού. Παράλληλα, καταγράφεται εκτεταμένη εξάρτηση από άρρητη οργανωσιακή γνώση και ανθρώπινες ευρετικές πρακτικές για τη διαχείριση λειτουργικών διαταραχών. Στο εξεταζόμενο δείγμα, τα συχνότερα αναφερόμενα εμπόδια υιοθέτησης της TN αφορούν την ποιότητα των δεδομένων, την οργανωσιακή αδράνεια και τις ελλείψεις δεξιοτήτων, ενώ οι άμεσοι οικονομικοί περιορισμοί αναφέρονται λιγότερο συχνά. Οι διερευνητικοί ακριβείς στατιστικοί έλεγχοι δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές σχέσεις, γεγονός που, σε συνδυασμό με το περιορισμένο μέγεθος του δείγματος, επιβάλλει προσεκτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Η ενοποίηση των ευρημάτων υποδεικνύει ότι η προσαρμογή στη λειτουργική μεταβλη-

τότητα αποτελεί κοινωνικοτεχνική ικανότητα που συνδυάζει τεχνολογικά εργαλεία, ανθρώπινη κρίση και οργανωσιακούς μηχανισμούς. Σε θεωρητικό επίπεδο, προτείνεται διερευνητικά ένα Μοντέλο Διπλού Επιπέδου Απορρόφησης της Αστάθειας του Παραγωγικού Προγραμματισμού, το οποίο διακρίνει μεταξύ μακρο-στρατηγικών και μικρο-λειτουργικών μηχανισμών απορρόφησης της μεταβλητότητας. Σε εφαρμοστικό επίπεδο, προτείνεται ένα σταδιακό πλαίσιο μετάβασης προς την ADM, το οποίο αντιμετωπίζει την υιοθέτηση της TN ως διαδικασία ανάπτυξης κοινωνικοτεχνικών ικανοτήτων και δίνει έμφαση στη συμπληρωματικότητα μεταξύ ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης και αλγοριθμικής υποστήριξης.

Λέξεις-κλειδιά: Τεχνητή Νοημοσύνη, Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων, High-Mix Low-Volume, ΜμΕ, παραγωγικός προγραμματισμός, άρρητη οργανωσιακή γνώση, Technology–Organization–Environment.

Abstract

The digital transformation of manufacturing creates new opportunities for applying Artificial Intelligence (AI) to production planning and decision support. However, the adoption of such technologies remains challenging for small and medium-sized enterprises (SMEs) operating in High-Mix, Low-Volume (HMLV) environments, where operational variability, customised requirements, and reliance on tacit organisational knowledge increase the complexity of production planning.

This thesis investigates the conditions shaping production planning and the technological, organisational, and environmental factors shaping the readiness for and barriers to the adoption of Augmented Decision-Making (ADM) systems in specialised Greek maritime manufacturing SMEs. A pragmatist convergent mixed-methods design combines a quantitative investigation ($N = 16$) with a qualitative analysis of three organisational cases through semi-structured interviews. The two datasets are initially analysed separately and subsequently integrated during the interpretation of the findings through the Technology–Organization–Environment (TOE) framework.

The results reveal frequent production-schedule changes and a descriptive mismatch between the operational complexity of the examined manufacturing environments and the level of technological support available for production planning. The findings also indicate substantial reliance on tacit organisational knowledge and experience-based heuristics to manage operational disruptions. Within the examined sample, the most frequently reported barriers to AI adoption concern data quality, organisational inertia, and skills shortages, whereas direct financial constraints are reported less frequently. The exploratory exact statistical tests identified no statistically significant relationships; given the limited sample size, these findings require cautious interpretation.

The integration of the findings suggests that adaptation to operational variability represents a socio-technical capability combining technological tools, human judgement, and organisational mechanisms. At the theoretical level, the thesis proposes an exploratory Dual-Tier Schedule Nervousness Absorption Model, distinguishing between macro-strategic and micro-operational mechanisms for absorbing variability. From a practical and managerial perspective, the thesis proposes a phased transition framework towards ADM that conceptualises AI adop-

tion as a process of developing socio-technical capabilities and emphasises complementarity between human expertise and algorithmic decision support.

Keywords: Artificial Intelligence, Augmented Decision-Making, High-Mix Low-Volume, SMEs, production planning, tacit organisational knowledge, Technology–Organization–Environment.

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας σηματοδοτεί το τέλος μιας ιδιαίτερα σημαντικής ακαδημαϊκής διαδρομής, η οποία δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την καθοδήγηση, τη συνεργασία και την υποστήριξη ανθρώπων που συνέβαλαν με διαφορετικό τρόπο στην πορεία αυτή.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Δημήτριο Καραλέκα, για την επιστημονική καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη και την υποστήριξή του κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Η συμβολή του υπήρξε ουσιαστική στη διαμόρφωση και ολοκλήρωση της ερευνητικής προσπάθειας.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύνολο των μελών ΔΕΠ που συνέβαλαν στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, για τις γνώσεις, τις εμπειρίες και τα ερεθίσματα που προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Η εκπαιδευτική αυτή εμπειρία αποτέλεσε σημαντική ευκαιρία διεύρυνσης τόσο της επιστημονικής όσο και της επαγγελματικής μου οπτικής.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στα στελέχη των HEMEXPO και WIMA που διέθεσαν τον χρόνο τους για τη συμμετοχή στην ποσοτική έρευνα και μοιράστηκαν τις εμπειρίες και τις απόψεις τους. Εξίσου σημαντική υπήρξε η συμβολή των Φ.Ε., Λ.Γ. και Σ.Ν., οι οποίοι συμμετείχαν στις ημι-δομημένες συνεντεύξεις και προσέφεραν πολύτιμες εμπειρικές οπτικές για τις πραγματικές συνθήκες και προκλήσεις της ελληνικής ναυτιλιακής μεταποίησης. Η συνεισφορά όλων των συμμετεχόντων αποτέλεσε βασική προϋπόθεση για την πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας.

Θα ήθελα επίσης να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον Αθανάσιο Αθανασόπουλο και τη Βασιλική Αθανασοπούλου, ιδιοκτήτες της UTECO, για την εμπιστοσύνη που μου έχουν δείξει και για την έμπρακτη υποστήριξή τους στην ακαδημαϊκή και επαγγελματική μου εξέλιξη. Η διαρκής ενθάρρυνση της προσωπικής ανάπτυξης και της απόκτησης νέων γνώσεων αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα στην απόφασή μου να ακολουθήσω και να ολοκληρώσω αυτή την ακαδημαϊκή διαδρομή.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου. Πρώτα τη σύζυγό μου, Βασιλική, η οποία μοιράστηκε μαζί μου στην πράξη αυτή την προσπάθεια. Ένα μεταπτυχιακό, όταν συνυπάρχει με την εργασία και την οικογενειακή ζωή, δεν αφορά τελικά μόνο εκείνον που το

παρακολουθεί. Αφορά και εκείνον που αποδέχεται τις ώρες απουσίας, τα Σαββατοκύριακα που αλλάζουν πρόγραμμα και τις στιγμές που η σκέψη παραμένει σε μια εργασία που πρέπει να ολοκληρωθεί. Για όλα αυτά, αλλά περισσότερο για τον τρόπο με τον οποίο στάθηκε δίπλα μου χωρίς ποτέ να κάνει αυτή την προσπάθεια να μοιάζει με βάρος, την ευχαριστώ πραγματικά.

Και τη Δανάη μου, που ήταν η πιο όμορφη υπενθύμιση ότι, πέρα από κάθε στόχο και κάθε προθεσμία, υπάρχουν πράγματα που έχουν πολύ μεγαλύτερη σημασία.

Σε όλους τους παραπάνω εκφράζω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	vii
1 Εισαγωγή	1
1.1 Πλαίσιο της Έρευνας	1
1.2 Υπόβαθρο της Έρευνας	2
1.3 Διατύπωση του Ερευνητικού Προβλήματος	3
1.4 Σκοπός της Έρευνας	4
1.5 Ερευνητικοί Στόχοι	4
1.6 Ερευνητικά Ερωτήματα	5
1.7 Συνοπτική Μεθοδολογία	5
1.8 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	6
2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	8
2.1 Industry 4.0 και Ψηφιακός Μετασχηματισμός στις ΜμΕ	8
2.2 Παραγωγή High-Mix, Low-Volume (HMLV) και Δυναμικός Παραγωγικός Προ- γραμματισμός	10
2.3 Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων (ADM) και Συνεργασία Ανθρώπου–ΤΝ	12
2.4 Το Πλαίσιο Technology–Organization–Environment (TOE)	13
2.4.1 Τεχνολογικό Πλαίσιο	14
2.4.2 Οργανωσιακό Πλαίσιο	15
2.4.3 Περιβαλλοντικό Πλαίσιο	15
2.5 Σύνθεση του Θεωρητικού Πλαισίου: TOE και Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων	16
2.6 Ερευνητικό Κενό	19
3 Μεθοδολογία	21
3.1 Ερευνητικός Σχεδιασμός	21
3.2 Δειγματοληψία και Επιλογή Συμμετεχόντων	22
3.2.1 Ποσοτικό Δείγμα	22
3.2.2 Επιλογή Ποιοτικών Περιπτώσεων και Συμμετεχόντων	23
3.3 Σχεδιασμός των Ερευνητικών Εργαλείων	23
3.3.1 Δομημένο Ερωτηματολόγιο	24
3.3.2 Οδηγός Ημι-δομημένων Συνεντεύξεων	24

3.4	Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων	24
3.4.1	Ποσοτική Συλλογή Δεδομένων	24
3.4.2	Ποιοτική Συλλογή Δεδομένων	25
3.5	Ποσοτική Ανάλυση Δεδομένων	25
3.6	Ποιοτική Ανάλυση Δεδομένων	26
3.6.1	Αρχική Κωδικοποίηση	26
3.6.2	Ανάπτυξη Θεματικών Κατηγοριών	26
3.6.3	Συγκριτική Ανάλυση των Περιπτώσεων και Εννοιολογική Σύνθεση	27
3.7	Ενοποίηση και Τριγωνοποίηση των Ευρημάτων	27
3.8	Αξιοπιστία και Εγκυρότητα της Έρευνας	28
3.9	Δεοντολογία και Προστασία Δεδομένων	29
4	Ανάλυση των Στοιχείων	31
4.1	Ποσοτική Ανάλυση	31
4.1.1	Λειτουργικό Προφίλ και Ψηφιακή Υποστήριξη	31
4.1.2	Αστάθεια του Παραγωγικού Προγραμματισμού και Παράγοντες Διατάραξης	33
4.1.3	Άρρητη Οργανωσιακή Γνώση, Διοικητική Επιβάρυνση και Εμπιστοσύνη προς την ΤΝ	34
4.1.4	Κανονιστικές Απαιτήσεις και Εμπόδια Υιοθέτησης	36
4.1.5	Διερευνητική Εξέταση Σχέσεων μεταξύ Μεταβλητών	38
4.2	Ποιοτική Ανάλυση	41
4.2.1	Προφίλ των Επιχειρησιακών Περιπτώσεων	42
4.2.2	Θεματικός Άξονας Α: Λειτουργική Μεταβλητότητα και Προσαρμοστικοί Μηχανισμοί Απορρόφησης	43
4.2.3	Θεματικός Άξονας Β: Εξωτερικοί Περιορισμοί και Ευαλωτότητα του Ανθρώπινου Κεφαλαίου	46
4.2.4	Θεματικός Άξονας Γ: Περιορισμοί στην Υιοθέτηση της ΤΝ και Διακυβέρνηση του Βιομηχανικού Οικοσυστήματος	49
4.2.5	Σύνοψη των Ποιοτικών Αποτελεσμάτων	52
4.3	Σύνοψη των Κυριότερων Αποτελεσμάτων	53
5	Συμπεράσματα και Προτάσεις	55
5.1	Εισαγωγή	55
5.2	Ενοποίηση και Ερμηνεία των Εμπειρικών Αποτελεσμάτων	56
5.2.1	RQ1: Αστάθεια του Παραγωγικού Προγραμματισμού και Τεχνολογική Υποστήριξη	56
5.2.2	RQ2: Άρρητη Οργανωσιακή Γνώση, Γνωστικό Φορτίο και Εμπιστοσύνη προς την ΤΝ	57
5.2.3	RQ3: Παράγοντες Υιοθέτησης της ADM στο Πλαίσιο TOE	59

5.3	Ενοποιημένη Θεωρητική Σύνθεση	61
5.3.1	Προτεινόμενο Εννοιολογικό Μοντέλο Διπλού Επιπέδου Απορρόφησης της Αστάθειας του Παραγωγικού Προγραμματισμού	62
5.3.2	Από το Πλαίσιο ΤΟΕ στην Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων	64
5.4	Κυριότερα Συμπεράσματα	65
5.5	Θεωρητική Συμβολή	65
5.6	Πρακτικές και Διοικητικές Προτάσεις	66
5.6.1	Πλαίσιο Μετάβασης των ΜμΕ προς την Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων	67
5.7	Περιορισμοί της Έρευνας	69
5.8	Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	70
	Βιβλιογραφία	72
	Παραρτήματα	76
	Παράρτημα Α Έρευνα κλάδου: Ψηφιακή μετάβαση και ετοιμότητα λήψης απο- φάσεων στις ΜμΕ του τομέα της ναυτιλιακής μεταποίησης	77
	Παράρτημα Β Πρότυπο Ημι-δομημένης συνέντευξης	80

Κατάλογος Πινάκων

4.1	<i>Παραγωγική Τυπολογία και Κύριο Εργαλείο Παραγωγικού Προγραμματισμού (N = 16)</i>	32
4.2	<i>Αστάθεια του Παραγωγικού Προγραμματισμού και Παράγοντες Διατάραξης (N = 16)</i>	33
4.3	<i>Διοικητική και Πληροφοριακή Επιβάρυνση Ανθρώπινων Πόρων (N = 16)</i>	35
4.4	<i>Εργαλείο Προγραμματισμού έναντι Συχνότητας Διαταραχών του Προγράμματος</i>	38
4.5	<i>Εξάρτηση από την Άρρητη Οργανωσιακή Γνώση έναντι Εμπιστοσύνης προς την ΤΝ</i>	39
4.6	<i>Παραγωγική Τυπολογία έναντι Κύριων Εμποδίων Υιοθέτησης</i>	40
4.7	<i>Σύνοψη των Διερευνητικών Ελέγχων Σχέσεων</i>	41
4.8	<i>Βασικά Χαρακτηριστικά των Ποιοτικών Περιπτώσεων</i>	42
4.9	<i>Σύνοψη Θεματικών Αξόνων και Επιμέρους Εμπειρικών Μοτίβων</i>	52

Κατάλογος Γραφημάτων

2.1	Σύνθεση του θεωρητικού πλαισίου TOE και Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων	18
4.1	Συχνότητα διαταραχών του παραγωγικού προγράμματος.	34
4.2	Βαθμός εξάρτησης από την άρρητη οργανωσιακή γνώση.	35
4.3	Εμπιστοσύνη προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην ΤΝ. .	36
4.4	Αντιλαμβανόμενη επίδραση των κανονιστικών απαιτήσεων.	37
4.5	Κύρια εμπόδια υιοθέτησης προηγμένων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων.	37

Κατάλογος Σχημάτων

4.1	Συνθετική απεικόνιση του λειτουργικού προφίλ και του επιπέδου ψηφιακής υποστήριξης του παραγωγικού προγραμματισμού στο εξεταζόμενο δείγμα. . . .	32
5.1	<i>Προτεινόμενο Μοντέλο Διπλού Επιπέδου Απορρόφησης της Αστάθειας του Παραγωγικού Προγραμματισμού.</i>	63

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Πλαίσιο της Έρευνας

Η σύγχρονη μεταποιητική βιομηχανία βρίσκεται σε περίοδο σημαντικού τεχνολογικού και οργανωσιακού μετασχηματισμού, ο οποίος συνδέεται άμεσα με τις εξελίξεις της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης (Industry 4.0). Τεχνολογίες όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN), το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT) και τα προηγμένα συστήματα ανάλυσης δεδομένων διευρύνουν τις δυνατότητες των επιχειρήσεων να συλλέγουν, να επεξεργάζονται και να αξιοποιούν παραγωγικά δεδομένα για τον προγραμματισμό, τον έλεγχο και την υποστήριξη επιχειρησιακών αποφάσεων (Buer κ.ά., 2020; J. Wan κ.ά., 2020). Η εξέλιξη αυτή μετατοπίζει σταδιακά τη λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων από την απλή καταγραφή και παρακολούθηση της παραγωγής προς περισσότερο αναλυτικές και υποστηρικτικές λειτουργίες λήψης αποφάσεων. Ωστόσο, η αυξημένη τεχνολογική δυνατότητα δεν συνεπάγεται αυτομάτως και αποτελεσματική διαχείριση των σύνθετων συνθηκών που χαρακτηρίζουν τα σύγχρονα παραγωγικά περιβάλλοντα.

Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα και αβεβαιότητα των παραγωγικών λειτουργιών καθιστούν την προσαρμοστικότητα βασική απαίτηση του σύγχρονου παραγωγικού προγραμματισμού. Η εξατομίκευση των προϊόντων, οι διαταραχές της εφοδιαστικής αλυσίδας και οι μεταβολές της ζήτησης δυσχεραίνουν τη διαχείριση της παραγωγής μέσω στατικών προσεγγίσεων προγραμματισμού και ελέγχου (Atla, 2024). Οι συνθήκες αυτές είναι ακόμη πιο απαιτητικές σε περιβάλλοντα παραγωγής υψηλής ποικιλομορφίας και χαμηλού όγκου (High Mix, Low Volume - HMLV), όπου οι συχνές εναλλαγές μεταξύ διαφορετικών προϊόντων και παραγγελιών, οι περιορισμένοι παραγωγικοί πόροι και οι εξατομικευμένες απαιτήσεις των πελατών αυξάνουν την ανάγκη συνεχούς αναθεώρησης των παραγωγικών προτεραιοτήτων (Powell, 2018). Κατά συνέπεια, η τεχνολογική υποστήριξη του παραγωγικού προγραμματισμού πρέπει να εξετάζεται σε συνάρτηση με την ικανότητα των επιχειρήσεων να ανταποκρίνονται δυναμικά σε μεταβαλλόμενες λειτουργικές συνθήκες.

Η πρόκληση αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία για τις εξειδικευμένες μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜμΕ) του ελληνικού ναυτιλιακού μεταποιητικού τομέα. Σε παραγωγικά περιβάλλοντα HMLV, η υψηλή ποικιλομορφία και η εξατομίκευση των προϊόντων δημιουργούν αυξημένες απαιτήσεις τεχνικού και παραγωγικού συντονισμού (Powell, 2018; Hörbe και Erol, 2024). Παράλληλα, η βιβλιογραφία για τις ελληνικές ΜμΕ αναδεικνύει περιορισμούς που σχετίζονται με την ψηφιακή ωριμότητα, τη χρηματοδότηση και την οργανωσιακή ετοιμότητα κατά τη διαδικασία ψηφιακού μετασχηματισμού (Κάργας κ.ά., 2023). Η συνύπαρξη υψηλής λειτουργικής πολυπλοκότητας και περιορισμένων ψηφιακών και οργανωσιακών ικανοτήτων υποδηλώνει ότι η υιοθέτηση προηγμένων τεχνολογιών δεν μπορεί να αξιολογηθεί αποκλειστικά με βάση την τεχνική τους διαθεσιμότητα. Απαιτείται, επομένως, η διερεύνηση των ευρύτερων συνθηκών που επηρεάζουν την αξιοποίησή τους στην καθημερινή λήψη αποφάσεων.

Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση της ΤΝ για την υποστήριξη του παραγωγικού προγραμματισμού παρουσιάζει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον. Η αποτελεσματική εφαρμογή σχετικών συστημάτων εξαρτάται όχι μόνο από τις τεχνολογικές τους δυνατότητες, αλλά και από την ποιότητα των διαθέσιμων δεδομένων, τις οργανωσιακές ικανότητες, την ανθρώπινη εμπειρία και τις εξωτερικές συνθήκες μέσα στις οποίες λειτουργεί η επιχείρηση (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024; Schwaewe κ.ά., 2024). Η διάσταση αυτή καθιστά την υιοθέτηση της ΤΝ ένα κοινωνικοτεχνικό ζήτημα, στο οποίο η υποστήριξη μέσω αλγορίθμων εντάσσεται στις υφιστάμενες οργανωσιακές και παραγωγικές πρακτικές και λειτουργεί συμπληρωματικά προς με την ανθρώπινη εμπειρία και κρίση (Romero κ.ά., 2016; Castañé κ.ά., 2022). Επομένως, η παρούσα έρευνα εστιάζει στις προϋποθέσεις υπό τις οποίες η ΤΝ μπορεί να υποστηρίξει την ανθρώπινη λήψη αποφάσεων στον παραγωγικό προγραμματισμό εξειδικευμένων ελληνικών ναυτιλιακών ΜμΕ που λειτουργούν σε περιβάλλοντα HMLV.

1.2 Υπόβαθρο της Έρευνας

Τα περιβάλλοντα HMLV δημιουργούν ιδιαίτερες απαιτήσεις για τον παραγωγικό προγραμματισμό λόγω της υψηλής ποικιλομορφίας προϊόντων, των μικρών ποσοτήτων παραγωγής και της σημαντικής μεταβλητότητας των επιχειρησιακών συνθηκών. Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι τα χαρακτηριστικά αυτά αυξάνουν την ανάγκη συχνής προσαρμογής του παραγωγικού προγράμματος και περιορίζουν την αποτελεσματικότητα προσεγγίσεων που βασίζονται σε σχετικά σταθερές παραδοχές για τη διαθεσιμότητα πόρων και τη ροή της παραγωγής (Powell, 2018; Fries κ.ά., 2025). Επομένως, η αποτελεσματική διαχείριση ενός περιβάλλοντος HMLV δεν εξαρτάται μόνο από την ποιότητα του αρχικού προγράμματος, αλλά και από την ικανότητα συνεχούς προσαρμογής του καθώς μεταβάλλονται οι πραγματικές συνθήκες παραγωγής. Η απαίτηση αυτή αναδεικνύει τον ρόλο τόσο των ψηφιακών συστημάτων όσο και της ανθρώπινης κρίσης στη διαχείριση της λειτουργικής μεταβλητότητας.

Στις ΜμΕ, η προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες παραγωγικές συνθήκες βασίζεται συχνά σε συνδυασμό ψηφιακών εργαλείων, ανθρώπινης εμπειρίας και εμπειρικών κανόνων λήψης αποφάσεων. Η ανθρώπινη γνώση μπορεί να λειτουργεί ως κρίσιμος μηχανισμός κάλυψης πληροφοριακών κενών και αντιμετώπισης εξαιρέσεων που δεν αποτυπώνονται πλήρως στα τυπικά πληροφοριακά συστήματα. Ωστόσο, όταν σημαντικό μέρος αυτής της γνώσης παραμένει μη κωδικοποιημένο και συγκεντρώνεται σε περιορισμένο αριθμό προσώπων, μπορεί παράλληλα να δημιουργείται οργανωσιακή ευπάθεια.(Schmidt, Bell και Warren, 2021) Η αλληλεπίδραση αυτή αναδεικνύει την τεχνολογική υποστήριξη του παραγωγικού προγραμματισμού ως κοινωνικοτεχνικό ζήτημα.

Στο πλαίσιο αυτό, η Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων (ADM) εξετάζεται ως ανθρωποκεντρική προσέγγιση στην οποία η ΤΝ υποστηρίζει, αντί να υποκαθιστά, την ανθρώπινη κρίση (Dégallier-Rochat κ.ά., 2022). Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα συναφής με περιβάλλοντα όπου οι αποφάσεις απαιτούν ταυτόχρονα επεξεργασία δεδομένων, τεχνική εμπειρία και συγκεκριμένη αξιολόγηση. Η ADM παρέχει, συνεπώς, το εννοιολογικό σημείο σύνδεσης μεταξύ των δυνατοτήτων της ΤΝ και των ανθρώπινων μηχανισμών προσαρμογής που χαρακτηρίζουν τις εξειδικευμένες ΜμΕ. Η αναλυτική θεμελίωση των παραπάνω εννοιών αναπτύσσεται στο Κεφάλαιο 2.

1.3 Διατύπωση του Ερευνητικού Προβλήματος

Το κεντρικό ερευνητικό πρόβλημα της παρούσας μελέτης εντοπίζεται στην πιθανή αναντιστοιχία μεταξύ της υψηλής λειτουργικής μεταβλητότητας που χαρακτηρίζει τα εξειδικευμένα περιβάλλοντα παραγωγής HMLV και της ικανότητας των υφιστάμενων εργαλείων παραγωγικού προγραμματισμού να υποστηρίζουν έγκαιρη προσαρμογή στις καθημερινές επιχειρησιακές διαταραχές (Fries κ.ά., 2025). Παρότι τα συστήματα Enterprise Resource Planning (ERP) παρέχουν σημαντική οργανωσιακή και πληροφοριακή υποστήριξη, η αποτελεσματικότητα του παραγωγικού προγραμματισμού μπορεί να περιορίζεται όταν οι πραγματικές συνθήκες αποκλίνουν συστηματικά από τις παραδοχές στις οποίες βασίζεται ο αρχικός σχεδιασμός (Oluyisola κ.ά., 2021; Roblek κ.ά., 2024). Η συνθήκη αυτή υποδηλώνει ότι η ύπαρξη πληροφοριακής υποδομής δεν ταυτίζεται αναγκαστικά με την ικανότητα δυναμικής προσαρμογής του παραγωγικού προγράμματος.

Υπό αυτές τις συνθήκες, οι υπεύθυνοι παραγωγής καλούνται να διασταυρώνουν πληροφορίες από διαφορετικές πηγές, να αξιολογούν αντικρουόμενες προτεραιότητες και να προσαρμόζουν το πρόγραμμα παραγωγής αξιοποιώντας τόσο διαθέσιμα δεδομένα όσο και εμπειρική γνώση. Η βιβλιογραφία συνδέει την έντονη εξάρτηση από ανθρώπινους μηχανισμούς προσαρμογής με αυξημένες απαιτήσεις γνωστικής επεξεργασίας και με τη διατήρηση κρίσιμης γνώσης σε άρρητη μορφή (Bauer κ.ά., 2021; Woschank, Rauch και Zsifkovits, 2020). Επομένως, η

ανθρώπινη εμπειρία μπορεί να ενισχύει την επιχειρησιακή ευελιξία, αλλά ταυτόχρονα να δημιουργεί γνωστικό φορτίο και οργανωσιακή εξάρτηση όταν δεν υποστηρίζεται από επαρκώς κωδικοποιημένες διαδικασίες και πληροφοριακές υποδομές. Το ζήτημα της τεχνολογικής υποστήριξης συνδέεται έτσι άμεσα με την ανθρώπινη και οργανωσιακή διάσταση της λήψης αποφάσεων.

Συνεπώς, το ερευνητικό πρόβλημα δεν περιορίζεται στην τεχνολογική ικανότητα των υφιστάμενων εργαλείων προγραμματισμού. Αφορά ευρύτερα τον τρόπο με τον οποίο τεχνολογικοί, οργανωσιακοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες διαμορφώνουν την ετοιμότητα και τα εμπόδια υιοθέτησης συστημάτων Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων στις εξειδικευμένες ναυτιλιακές ΜμΕ. Η διερεύνηση των παραγόντων αυτών είναι κρίσιμη, καθώς οποιαδήποτε τεχνολογική υποστήριξη πρέπει να ενσωματώνεται στις υφιστάμενες πρακτικές χωρίς να αποδυναμώνει την ανθρώπινη κρίση και την προσαρμοστικότητα που απαιτούν οι συνθήκες HMLV. Με βάση αυτή τη λογική διαμορφώνονται ο σκοπός, οι ερευνητικοί στόχοι και τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης.

1.4 Σκοπός της Έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των τεχνολογικών, οργανωσιακών και περιβαλλοντικών συνθηκών που διαμορφώνουν την ετοιμότητα και τα εμπόδια υιοθέτησης συστημάτων Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων (ADM) για την υποστήριξη του παραγωγικού προγραμματισμού σε εξειδικευμένες ελληνικές ναυτιλιακές ΜμΕ που λειτουργούν σε περιβάλλοντα HMLV.

1.5 Ερευνητικοί Στόχοι

Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού, η έρευνα επιδιώκει τους ακόλουθους τρεις βασικούς στόχους:

1. Να διερευνήσει τα χαρακτηριστικά του παραγωγικού προγραμματισμού στις εξεταζόμενες ΜμΕ, με έμφαση στην υφιστάμενη τεχνολογική υποστήριξη, στη συχνότητα και στις πηγές λειτουργικών διαταραχών και στις πρακτικές προσαρμογής του παραγωγικού προγράμματος.
2. Να εξετάσει τον ρόλο της άρρητης οργανωσιακής γνώσης, του γνωστικού και διοικητικού φορτίου και της ανθρώπινης εμπειρίας στη διαχείριση της παραγωγικής μεταβλητότητας, καθώς και τη σχέση των παραγόντων αυτών με την αποδοχή και την εμπιστοσύνη προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην ΤΝ.

3. Να προσδιορίσει και να ερμηνεύσει τους τεχνολογικούς, οργανωσιακούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που διαμορφώνουν την ετοιμότητα και τα εμπόδια υιοθέτησης συστημάτων ADM στις εξειδικευμένες ελληνικές ναυτιλιακές ΜμΕ, αξιοποιώντας το πλαίσιο TOE ως θεωρητικό φακό ανάλυσης.

1.6 Ερευνητικά Ερωτήματα

Με βάση τον σκοπό και τους ερευνητικούς στόχους της μελέτης, διαμορφώνονται τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. **RQ1 - Παραγωγικός Προγραμματισμός και Τεχνολογική Υποστήριξη:** Πώς εκδηλώνεται η αστάθεια του παραγωγικού προγραμματισμού στις εξειδικευμένες ναυτιλιακές ΜμΕ και σε ποιο βαθμό οι υφιστάμενες πρακτικές και τα συστήματα τεχνολογικής υποστήριξης διευκολύνουν την προσαρμογή στις λειτουργικές διαταραχές των περιβαλλόντων HMLV;
2. **RQ2 - Ανθρώπινη και Οργανωσιακή Διάσταση:** Πώς επηρεάζουν η εξάρτηση από την άρρητη οργανωσιακή γνώση και το γνωστικό και διοικητικό φορτίο τις πρακτικές λήψης αποφάσεων των εξειδικευμένων ναυτιλιακών ΜμΕ και πώς συνδέονται οι συνθήκες αυτές με την εμπιστοσύνη προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην ΤΝ;
3. **RQ3 - Υιοθέτηση ADM στο πλαίσιο TOE:** Ποιοι τεχνολογικοί, οργανωσιακοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες διαμορφώνουν την ετοιμότητα και τα εμπόδια υιοθέτησης συστημάτων Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων στις εξειδικευμένες ελληνικές ναυτιλιακές ΜμΕ;

1.7 Συνοπτική Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα υιοθετεί έναν σχεδιασμό μικτής μεθοδολογίας, ώστε το ερευνητικό πρόβλημα να εξεταστεί μέσα από συμπληρωματικές ποσοτικές και ποιοτικές οπτικές. Ο σχεδιασμός επιτρέπει αφενός την περιγραφική και διερευνητική αποτύπωση βασικών παραγωγικών, τεχνολογικών και οργανωσιακών χαρακτηριστικών και αφετέρου τη διερεύνηση των μηχανισμών και των επιχειρησιακών συνθηκών που διαμορφώνουν τις σχετικές πρακτικές λήψης αποφάσεων.

Τα δύο ερευνητικά εργαλεία, το δομημένο ερωτηματολόγιο και ο οδηγός ημι-δομημένης συνέντευξης, σχεδιάστηκαν κατά την ίδια χρονική περίοδο και πριν από την ανάλυση των εμπειρικών δεδομένων. Η συλλογή των ποσοτικών δεδομένων ξεκίνησε πρώτη, ενώ η ποιοτική

συλλογή ακολούθησε σε χρονικά επικαλυπτόμενη περίοδο, χωρίς ο σχεδιασμός των συνεντεύξεων ή η επιλογή των ποιοτικών περιπτώσεων να βασιστούν στα αποτελέσματα του ποσοτικού σκέλους. Η χρονική αυτή αλληλεπικάλυψη διατηρεί τη λογική ενός συγκλίνοντος παράλληλου σχεδιασμού, καθώς τα δύο σκέλη αναπτύχθηκαν ως συμπληρωματικές και όχι διαδοχικά εξαρτώμενες πηγές εμπειρικών δεδομένων.

Η ποσοτική διερεύνηση βασίζεται σε δομημένο ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο με δείγμα $N = 16$, το οποίο διανεμήθηκε μέσω της HEMEXPO σε στελέχη επιχειρήσεων-μελών με μεταποιητικό προσανατολισμό και άμεση εμπλοκή στην παραγωγική λειτουργία. Η ανάλυση περιλαμβάνει περιγραφικές συχνότητες και ποσοστά, πίνακες συνάφειας (cross-tabulations) και ακριβείς στατιστικούς ελέγχους για τη διερευνητική εξέταση πιθανών σχέσεων μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών. Δεδομένου του περιορισμένου μεγέθους του δείγματος, τα αποτελέσματα ερμηνεύονται διερευνητικά και όχι ως βάση για ευρεία στατιστική γενίκευση. Το ποσοτικό σκέλος παρέχει, συνεπώς, μία συστηματική αποτύπωση των βασικών μοτίβων που εμφανίζονται στο εξεταζόμενο δείγμα.

Το ποιοτικό σκέλος βασίζεται σε ημι-δομημένες συνεντεύξεις με ανώτερα διοικητικά στελέχη τριών, σκοπίμως, επιλεγμένων επιχειρησιακών περιπτώσεων ($N = 3$) οι οποίες παρουσιάζουν συναφή παραγωγικά χαρακτηριστικά με περιβάλλοντα ΕΤΟ/HMLV. Οι συνεντεύξεις καταγράφηκαν, απομαγνητοφωνήθηκαν και αναλύθηκαν μέσω επαγωγικής και ερμηνευτικής λογικής, αξιοποιώντας αρχές θεματικής ανάλυσης και συγκριτικής ανάλυσης μεταξύ περιπτώσεων. Το ποιοτικό σκέλος συμπληρώνει την ποσοτική αποτύπωση εξετάζοντας τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρησιακοί μηχανισμοί και οι πρακτικές λήψης αποφάσεων εκδηλώνονται στις συγκεκριμένες οργανωσιακές συνθήκες.

Τα ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα αναλύθηκαν αρχικά ως διακριτά σύνολα και ενοποιήθηκαν σε μεταγενέστερο στάδιο της ερμηνείας. Η ενοποίηση βασίστηκε στην εξέταση σημείων σύγκλισης, συμπληρωματικότητας και απόκλισης μεταξύ των δύο σκελών. Με τον τρόπο αυτό, τα ποσοτικά αποτελέσματα παρέχουν την περιγραφική και διερευνητική εικόνα του δείγματος, ενώ τα ποιοτικά δεδομένα συμβάλλουν στην ερμηνεία των μηχανισμών που ενδέχεται να βρίσκονται πίσω από τα παρατηρούμενα μοτίβα. Η συνολική ερμηνεία των ευρημάτων πραγματοποιείται υπό το πρίσμα του πλαισίου TOE και της ανθρωποκεντρικής προσέγγισης της Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων.

1.8 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Μετά την παρουσίαση του ερευνητικού πλαισίου, του προβλήματος, του σκοπού και των ερευνητικών ερωτημάτων στο παρόν κεφάλαιο, η υπόλοιπη διπλωματική εργασία οργανώνεται ως ακολούθως:

Στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζεται η θεωρητική και βιβλιογραφική θεμελίωση της έρευνας.

Εξετάζονται ο ψηφιακός μετασχηματισμός των ΜμΕ, τα χαρακτηριστικά των περιβαλλόντων HMLV και οι απαιτήσεις δυναμικού προγραμματισμού της παραγωγής. Αναπτύσσεται η έννοια της Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων ως ανθρωποκεντρικής προσέγγισης και συνεργασίας ανθρώπου - ΤΝ και παρουσιάζεται το πλαίσιο ΤΟΕ ως θεωρητικός φακός για την ανάλυση της υιοθέτησης σχετικών τεχνολογιών. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τη σύνθεση των παραπάνω θεωρητικών προσεγγίσεων και τον προσδιορισμό του ερευνητικού κενού.

Στο **Κεφάλαιο 3** παρουσιάζεται ο ερευνητικός σχεδιασμός και τεκμηριώνεται η επιλογή της μικτής μεθοδολογίας. Περιγράφονται η δειγματοληψία, τα εργαλεία συλλογής δεδομένων, οι μέθοδοι ποσοτικής και ποιοτικής ανάλυσης, η διαδικασία ενοποίησης των δύο συνόλων δεδομένων και τα μέτρα δεοντολογίας, αξιοπιστίας και εγκυρότητας.

Στο **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζονται διακριτά τα εμπειρικά αποτελέσματα της ποσοτικής και ποιοτικής διερεύνησης. Το ποσοτικό σκέλος αποτυπώνει το λειτουργικό προφίλ των επιχειρήσεων, την ψηφιακή υποστήριξη του προγραμματισμού παραγωγής, την αστάθεια του προγραμματισμού, την άρρητη οργανωσιακή γνώση, την εμπιστοσύνη προς την ΤΝ και τα αντιλαμβανόμενα εμπόδια υιοθέτησης. Το ποιοτικό σκέλος παρουσιάζει τις θεματικές κατηγορίες και τις ευρύτερες εννοιολογικές διαστάσεις που προέκυψαν από τη συγκριτική ανάλυση των τριών επιχειρησιακών περιπτώσεων.

Στο **Κεφάλαιο 5** πραγματοποιείται η ενοποίηση, ερμηνεία και θεωρητική σύνθεση των ποσοτικών και ποιοτικών ευρημάτων σε συνάρτηση με τη βιβλιογραφία και το θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας. Εξετάζονται τα σημεία σύγκλισης, συμπληρωματικότητας και απόκλισης μεταξύ των δύο ερευνητικών σκελών και διατυπώνονται τα κύρια συμπεράσματα της μελέτης. Παρουσιάζονται επίσης η θεωρητική και πρακτική συμβολή της έρευνας, οι διοικητικές προτάσεις, οι περιορισμοί της μελέτης και κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Industry 4.0 και Ψηφιακός Μετασχηματισμός στις ΜμΕ

Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0) μεταβάλλει τον τρόπο με τον οποίο οι μεταποιητικές επιχειρήσεις σχεδιάζουν, παρακολουθούν και ελέγχουν τις παραγωγικές τους διαδικασίες. Τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI), η μηχανική μάθηση (Machine Learning – ML), το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT), οι υπολογιστικές υποδομές νέφους και τα προηγμένα συστήματα ανάλυσης δεδομένων δημιουργούν νέες δυνατότητες για την επεξεργασία επιχειρησιακής πληροφορίας και την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων (Peres κ.ά., 2020; Rai κ.ά., 2021). Η σημασία του Industry 4.0 δεν περιορίζεται, επομένως, στην αυτοματοποίηση επιμέρους εργασιών, αλλά επεκτείνεται στην ικανότητα των επιχειρήσεων να αξιοποιούν δεδομένα για περισσότερο τεκμηριωμένη και προσαρμοστική λήψη αποφάσεων. Η μετάβαση αυτή, ωστόσο, δεν πραγματοποιείται με τον ίδιο βαθμό ευκολίας σε όλες τις επιχειρήσεις.

Οι ΜμΕ αντιμετωπίζουν ιδιαίτερους περιορισμούς κατά την ενσωμάτωση προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών. Η βιβλιογραφία αναδεικνύει προβλήματα που σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα των δεδομένων, τις ανεπαρκείς ψηφιακές υποδομές, το κόστος υλοποίησης και την έλλειψη εξειδικευμένων γνώσεων και δεξιοτήτων (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024). Οι διαφορετικές αφετηρίες μεταξύ μικρότερων και μεγαλύτερων επιχειρήσεων σημαίνουν ότι λύσεις που είναι τεχνικά ώριμες ή εφαρμόσιμες σε μεγάλους οργανισμούς δεν μπορούν να μεταφερθούν αυτομάτως στις λειτουργικές συνθήκες των ΜμΕ. Κατά συνέπεια, η τεχνολογική δυνατότητα πρέπει να εξετάζεται σε συνάρτηση με την οργανωσιακή ικανότητα αξιοποίησής της.

Η διάσταση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική στο ελληνικό επιχειρηματικό περιβάλλον. Εμπειρική έρευνα σε ελληνικές ΜμΕ αναδεικνύει τη σύνδεση μεταξύ ψηφιακής ωριμότητας, στρατηγικής ψηφιακού μετασχηματισμού και οργανωσιακών παραγόντων, ενώ μεταξύ των ε-

μποδιών καταγράφονται η χρηματοδότηση, ζητήματα οργανωσιακής κουλτούρας και ο βαθμός εμπλοκής της διοίκησης (Κάργας κ.ά., 2023). Παράλληλα, πελάτες και προμηθευτές μπορούν να λειτουργούν ως σημαντικοί εξωτερικοί παράγοντες πίεσης προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Επομένως, ακόμη και στο ελληνικό πλαίσιο, η ψηφιακή μετάβαση των ΜμΕ εμφανίζεται ως αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης τεχνολογικών, οργανωσιακών και περιβαλλοντικών συνθηκών.

Οι προκλήσεις αυτές αποκτούν ακόμη μεγαλύτερη σημασία σε επιχειρήσεις που λειτουργούν σε περιβάλλοντα υψηλής ποικιλομορφίας και χαμηλού όγκου παραγωγής (High-Mix, Low-Volume – HMLV). Η αυξημένη εξατομίκευση των προϊόντων, οι συχνές μεταβολές απαιτήσεων και η ανάγκη προσαρμογής των παραγωγικών προτεραιοτήτων αυξάνουν την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού και του ελέγχου της παραγωγής (Hörbe και Erol, 2024). Σε τέτοια περιβάλλοντα, ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν αφορά μόνο την αυτοματοποίηση υφιστάμενων εργασιών, αλλά και την ικανότητα των πληροφοριακών συστημάτων να υποστηρίζουν αποφάσεις υπό συνθήκες μεταβλητότητας και αβεβαιότητας. Σε αυτές τις συνθήκες, η αξία των ψηφιακών συστημάτων δεν κρίνεται μόνο από την ικανότητά τους να αυτοματοποιούν υφιστάμενες εργασίες, αλλά και από το κατά πόσο μπορούν να υποστηρίξουν αποφάσεις υπό μεταβλητότητα και αβεβαιότητα. Η λειτουργική αυτή απαίτηση δημιουργεί άμεση σύνδεση μεταξύ ψηφιακού μετασχηματισμού και δυναμικού παραγωγικού προγραμματισμού.

Η ΤΝ μπορεί να συμβάλει στην επεξεργασία μεγάλου όγκου παραγωγικών δεδομένων, στην αναγνώριση προτύπων και στην παραγωγή πληροφορίας που υποστηρίζει σύνθετες αποφάσεις (Peres κ.ά., 2020). Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις ΜμΕ, όπου οι περιορισμένοι ανθρώπινοι και οικονομικοί πόροι μπορούν να δυσχεράνουν την ανάπτυξη εξειδικευμένων αναλυτικών λειτουργιών.

Παράλληλα, τεχνολογίες όπως οι υπολογιστικές υποδομές νέφους και τα Ψηφιακά Δίδυμα (Digital Twins) μπορούν να διευκολύνουν την ενοποίηση και αξιοποίηση ετερογενών παραγωγικών δεδομένων. Σε πραγματικό περιβάλλον μεταποιητικής ΜμΕ, η εφαρμογή ενός AI-enhanced Digital Twin έχει χρησιμοποιηθεί για τη συγκέντρωση δεδομένων πραγματικού χρόνου, τον εντοπισμό σημείων συμφόρησης και την παροχή ερμηνεύσιμης πληροφορίας προς τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων (Raamets κ.ά., 2025). Οι τεχνολογίες αυτές αντιμετωπίζονται στην παρούσα εργασία ως δυνητικές υποδομές υποστήριξης και όχι ως αυτοσκοπός του ψηφιακού μετασχηματισμού.

Συνεπώς, η τεχνολογική δυνατότητα δεν συνεπάγεται αυτομάτως και οργανωσιακή αξιοποίηση. Η αποτελεσματική υιοθέτηση προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών στις ΜμΕ εξαρτάται από τον συνδυασμό τεχνολογικής υποδομής, επαρκών δεδομένων, ανθρώπινων δεξιοτήτων, οργανωσιακής ετοιμότητας και προσαρμογής της τεχνολογίας στις πραγματικές λειτουργικές απαιτήσεις της επιχείρησης (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024; Schwaeke κ.ά., 2024). Η διαπίστωση αυτή καθιστά αναγκαία την ειδικότερη εξέταση των λειτουργικών συνθηκών μέσα στις οποίες πραγματοποιείται ο παραγωγικός προγραμματισμός σε περιβάλλοντα HMLV.

2.2 Παραγωγή High-Mix, Low-Volume (HMLV) και Δυναμικός Παραγωγικός Προγραμματισμός

Τα περιβάλλοντα παραγωγής υψηλής ποικιλομορφίας και χαμηλού όγκου (High-Mix, Low-Volume – HMLV) δημιουργούν αυξημένες απαιτήσεις συντονισμού και παραγωγικού προγραμματισμού. Χαρακτηρίζονται από μικρές παρτίδες, υψηλό βαθμό εξατομίκευσης και συχνές μεταβολές των παραγωγικών συνθηκών (Choo, Khamis και Lim, 2025; Hörbe και Erol, 2024). Η πολυπλοκότητα ενισχύεται όταν συνυπάρχουν στοιχεία Engineer-to-Order (ETO), καθώς οι τεχνικές και λειτουργικές παράμετροι μπορούν να διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ έργων. Συνεπώς, η λειτουργική σταθερότητα που προϋποθέτουν πιο στατικές λογικές προγραμματισμού είναι δυσκολότερο να διατηρηθεί σε τέτοια παραγωγικά περιβάλλοντα.

Η συνάφεια των χαρακτηριστικών αυτών με τον ναυτιλιακό μεταποιητικό τομέα έχει καταγραφεί και εμπειρικά. Μελέτες σε maritime HMLV/ETO περιβάλλοντα έχουν αναδείξει τη δυσκολία εφαρμογής τυποποιημένων μεθόδων παραγωγικού ελέγχου σε custom-engineered προϊόντα και την ανάγκη προσαρμογής των σχετικών εργαλείων στις ιδιαίτερες συνθήκες εκτέλεσης (Powell, 2018). Η τεκμηρίωση αυτή υποδηλώνει ότι η μεταβλητότητα δεν αποτελεί αφηρημένο χαρακτηριστικό του HMLV, αλλά επηρεάζει άμεσα τον τρόπο με τον οποίο οργανώνεται η παραγωγική εκτέλεση. Για τον λόγο αυτό, ο παραγωγικός προγραμματισμός πρέπει να αξιολογείται ως δυναμική και όχι μόνο ως αρχική διαδικασία κατανομής εργασιών.

Σε τέτοια περιβάλλοντα, ο παραγωγικός προγραμματισμός καλείται να ανταποκριθεί σε μεταβαλλόμενες πελατειακές απαιτήσεις, καθυστερήσεις προμηθειών, διαφοροποιήσεις τεχνικών προδιαγραφών, περιορισμούς δυναμικότητας και απρόβλεπτα γεγονότα του εργοστασιακού χώρου. Οι μεταβολές αυτές μπορούν να καταστήσουν ένα αρχικά εφικτό πρόγραμμα ταχέως παρωχημένο, δημιουργώντας ανάγκη συχνής επανεκτίμησης των προτεραιοτήτων και της κατανομής των πόρων.

Οι παραδοσιακές ντετερμινιστικές προσεγγίσεις παραγωγικού προγραμματισμού εμφανίζουν περιορισμούς όταν οι πραγματικές συνθήκες αποκλίνουν συστηματικά από τις παραδοχές βάσει των οποίων δημιουργήθηκε το αρχικό πρόγραμμα (Grumbach κ.ά., 2022). Αντίστοιχα, παρότι τα Advanced Planning and Scheduling (APS) συστήματα έχουν αναπτυχθεί για την υποστήριξη σύνθετων προβλημάτων προγραμματισμού, η εφαρμογή τους στις ΜμΕ μπορεί να περιορίζεται από ντετερμινιστικές οπτικές και από την πρακτική αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει την καθημερινή παραγωγή (Fries κ.ά., 2025). Τα ευρήματα αυτά δεν αναιρούν τη χρησιμότητα των σχετικών συστημάτων, αλλά δείχνουν ότι η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από την ικανότητα να επικαιροποιούνται όταν αλλάζει η πραγματική κατάσταση του παραγωγικού συστήματος.

Οι περιορισμοί αυτοί έχουν ενισχύσει το ενδιαφέρον για περισσότερο δυναμικές και προσαρμοστικές προσεγγίσεις παραγωγικού προγραμματισμού, στις οποίες η επικαιροποιημέ-

νη πληροφορία χρησιμοποιείται για την αναθεώρηση των αποφάσεων καθώς μεταβάλλεται η πραγματική κατάσταση του παραγωγικού συστήματος (Mourtzis, 2022). Η προσέγγιση αυτή μετατοπίζει το ενδιαφέρον από τη δημιουργία ενός στατικού “βέλτιστου” προγράμματος προς τη διατήρηση της δυνατότητας προσαρμογής του προγραμματισμού όταν εμφανίζονται νέα γεγονότα. Κατά συνέπεια, η ποιότητα του παραγωγικού προγραμματισμού συνδέεται όλο και περισσότερο με την ποιότητα και την επικαιρότητα της πληροφορίας που υποστηρίζει την αναθεώρησή του.

Σύγχρονα συστήματα Production Planning and Control (PPC) μπορούν να αξιοποιούν ευρύτερο φάσμα παραγωγικών δεδομένων, αναλυτικές τεχνικές και μηχανική μάθηση, διατηρώντας παράλληλα τη γνώση και την εμπειρία του υπεύθυνου παραγωγικού προγραμματισμού ως μέρος της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει δυναμική ή σχεδόν πραγματικού χρόνου απόκριση στις μεταβολές του παραγωγικού περιβάλλοντος (Oluyisola κ.ά., 2021).

Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς οι αποφάσεις σε HMLV περιβάλλοντα δεν βασίζονται αποκλειστικά σε τυποποιημένες παραμέτρους. Συχνά απαιτείται αξιολόγηση εξαιρέσεων, εναλλακτικών προτεραιοτήτων και συγκεκριμένων πληροφοριών που δεν αποτυπώνονται πλήρως στα υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα. Η ανθρώπινη εμπειρία λειτουργεί, επομένως, ως κρίσιμος μηχανισμός προσαρμογής στις λειτουργικές αβεβαιότητες.

Η ανάγκη ανθρώπινης κρίσης δεν συνεπάγεται απόρριψη των αλγοριθμικών μεθόδων. Πρόσφατη βιβλιογραφία αναδεικνύει τη δυνατότητα συνδυασμού ευρεστικών, τεχνικών μηχανικής μάθησης και βελτιστοποίησης για την υποστήριξη αποφάσεων υπό αβεβαιότητα και περιορισμένους πόρους (Molina-Abril κ.ά., 2025). Η σημασία αυτών των προσεγγίσεων έγκειται όχι μόνο στην υπολογιστική τους επίδοση, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο μπορούν να ενσωματωθούν στις πραγματικές πρακτικές των υπευθύνων παραγωγής. Η ανάγκη αυτή οδηγεί σε περισσότερο συνεργατικές μορφές λήψης αποφάσεων μεταξύ ανθρώπου και τεχνολογίας.

Κατά συνέπεια, το πρόβλημα του δυναμικού παραγωγικού προγραμματισμού σε HMLV περιβάλλοντα δεν αποτελεί αποκλειστικά πρόβλημα αλγοριθμικής βελτιστοποίησης. Περιλαμβάνει επίσης την ποιότητα της διαθέσιμης πληροφορίας, τη δυνατότητα προσαρμογής στις εξαιρέσεις και τον τρόπο με τον οποίο η ανθρώπινη εμπειρία συνδυάζεται με τα ψηφιακά συστήματα υποστήριξης. Η διαπίστωση αυτή δημιουργεί το θεωρητικό πέρασμα από το πρόβλημα του δυναμικού παραγωγικού προγραμματισμού προς την Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων.

2.3 Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων (ADM) και Συνεργασία Ανθρώπου–ΤΝ

Η Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων (Augmented Decision-Making – ADM) αναφέρεται σε μια ανθρωποκεντρική λογική υποστήριξης αποφάσεων, στην οποία οι δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της ανθρώπινης ικανότητας αξιολόγησης και επιλογής και όχι κατ’ ανάγκη για την πλήρη υποκατάστασή της. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στη συμπληρωματικότητα μεταξύ της υπολογιστικής ικανότητας των συστημάτων και της ανθρώπινης εμπειρίας, συγκεκριμενικής κατανόησης και κρίσης (Romero κ.ά., 2016; Castañé κ.ά., 2022). Η ADM διαφοροποιείται, επομένως, από μια αμιγώς αυτοματοποιημένη λογική, καθώς το ζητούμενο είναι η κατανομή της γνωστικής εργασίας με τρόπο που αξιοποιεί τα συγκριτικά πλεονεκτήματα ανθρώπου και συστήματος.

Η διάκριση μεταξύ επαύξησης και πλήρους αυτοματοποίησης αποκτά ιδιαίτερη σημασία στα παραγωγικά περιβάλλοντα HMLV. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επεξεργάζεται μεγάλο όγκο δεδομένων, να αναγνωρίζει πρότυπα και να αξιολογεί εναλλακτικές επιλογές, ενώ οι άνθρωποι μπορούν να ερμηνεύουν μη τυποποιημένες καταστάσεις, να συνυπολογίζουν οργανωσιακές ή πελατειακές παραμέτρους και να διαχειρίζονται εξαιρέσεις που δεν έχουν αναπαρασταθεί πλήρως στο πληροφοριακό σύστημα. Η συμπληρωματικότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν η ποιότητα της απόφασης εξαρτάται ταυτόχρονα από επεξεργασία δεδομένων και συγκεκριμενική κρίση. Συνεπώς, το HMLV αποτελεί περιβάλλον στο οποίο η λογική της ADM μπορεί να εξεταστεί ως λειτουργική εναλλακτική στην πλήρη αυτοματοποίηση.

Η λογική αυτή συνδέεται με το πρότυπο human-in-the-loop, όπου η ανθρώπινη συμμετοχή διατηρείται μέσα στον κύκλο λήψης αποφάσεων. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, η ανθρώπινη εποπτεία δεν περιορίζεται στην εκ των υστέρων επικύρωση μιας αλγοριθμικής πρότασης, αλλά αποτελεί στοιχείο της ίδιας της διαδικασίας αξιολόγησης και προσαρμογής της απόφασης. Αντίστοιχα, τα υβριδικά συστήματα ανθρώπου–ΤΝ επιδιώκουν σαφή κατανομή της αποφασιστικής αρμοδιότητας μεταξύ ανθρώπινων και αλγοριθμικών συνιστωσών (Tarafdar, 2025). Η προσέγγιση αυτή μετατοπίζει το ενδιαφέρον από το ερώτημα «ποιος αποφασίζει» προς το ερώτημα «πώς συνεργάζονται άνθρωπος και σύστημα».

Η συνεργασία ανθρώπου–ΤΝ αποτελεί κοινωνικοτεχνικό και όχι αποκλειστικά τεχνικό ζήτημα. Η ανθρωποκεντρική αυτή προσέγγιση είναι συμβατή με ευρύτερες κοινωνικοτεχνικές οπτικές, σύμφωνα με τις οποίες η αποτελεσματικότητα μιας τεχνολογίας δεν εξαρτάται μόνο από τις τεχνικές της επιδόσεις, αλλά και από τον τρόπο με τον οποίο ενσωματώνεται στις εργασιακές πρακτικές, στις οργανωσιακές δομές και στις πραγματικές ανάγκες των χρηστών. Στο πλαίσιο αυτό, η εμπιστοσύνη προς τις αλγοριθμικές προτάσεις, η δυνατότητα ανθρώπινης παρέμβασης και η κατανόηση του ρόλου του συστήματος αποτελούν σημαντικές προϋποθέσεις για τη λειτουργική αξιοποίησή του. Επομένως, η ADM πρέπει να εξετάζεται ως μορφή οργα-

νωσιακού σχεδιασμού της λήψης αποφάσεων και όχι μόνο ως επιλογή αλγορίθμου.

Διαφορετικές τεχνολογικές προσεγγίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μηχανισμοί υλοποίησης ενός τέτοιου συστήματος. Η Ενισχυτική Μάθηση (Reinforcement Learning) μπορεί να υποστηρίξει δυναμικές πολιτικές προγραμματισμού, ενώ τα Γραφήματα Γνώσης (Knowledge Graphs) μπορούν να συμβάλουν στην αναπαράσταση σχέσεων μεταξύ πόρων, διαδικασιών και περιορισμών (Ngwu, Liu και Wu, 2025; Y. Wan κ.ά., 2024). Αντίστοιχα, πολυπρακτορικές προσεγγίσεις έχουν εξεταστεί σε προβλήματα δυναμικής κατανομής παραγωγικών πόρων (Hady κ.ά., 2025). Η ποικιλία των τεχνολογικών επιλογών δείχνει ότι η ADM δεν ταυτίζεται με μία συγκεκριμένη τεχνική, αλλά μπορεί να υλοποιηθεί μέσω διαφορετικών υπολογιστικών μηχανισμών.

Οι τεχνολογίες αυτές, ωστόσο, αποτελούν δυνητικούς μηχανισμούς υλοποίησης και όχι το ίδιο το εννοιολογικό περιεχόμενο της ADM. Από την οπτική της παρούσας έρευνας, το κρίσιμο ζήτημα είναι ο τρόπος με τον οποίο κατανέμεται η γνωστική και αποφασιστική εργασία μεταξύ ανθρώπου και συστήματος και κατά πόσο η τεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει την ανθρώπινη κρίση χωρίς να απομακρύνει τη συγκειμενική γνώση από τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η διάσταση της γνώσης είναι ιδιαίτερα σημαντική στις εξειδικευμένες μεταποιητικές επιχειρήσεις. Σύνθετη τεχνική και επιχειρησιακή τεχνογνωσία συχνά παραμένει σε άρρητη μορφή και είναι συνδεδεμένη με την εμπειρία συγκεκριμένων εργαζομένων. Έρευνα σε παραγωγικό περιβάλλον έχει δείξει ότι η συστηματική εξωτερίκευση και επαναχρησιμοποίηση άρρητης τεχνικής γνώσης μπορεί να υποστηριχθεί μέσω ανθρωποκεντρικών ψηφιακών συστημάτων βοήθειας (Hoerner, Schamberger και Bodendorf, 2022). Υπό αυτή την έννοια, η ψηφιακή υποστήριξη μπορεί να συνδέεται όχι μόνο με την αυτοματοποίηση υπολογισμών, αλλά και με την κωδικοποίηση, ανάκτηση και διάχυση οργανωσιακής γνώσης.

Παρά τις δυνατότητες των σχετικών τεχνολογιών, η εμπειρική βιβλιογραφία για τον ρόλο της ΤΝ στις πραγματικές πρακτικές παραγωγικού προγραμματισμού των ΜμΕ παραμένει περιορισμένη (Fries κ.ά., 2025). Παράλληλα, οι ΜμΕ αντιμετωπίζουν εμπόδια όπως περιορισμένη τεχνογνωσία, κόστος, ανεπαρκείς υποδομές και ελλείψεις δεδομένων (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024). Η ADM πρέπει, συνεπώς, να εξεταστεί όχι μόνο ως ζήτημα σχεδιασμού ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων, αλλά και ως ζήτημα οργανωσιακής ετοιμότητας και υιοθέτησης. Για την ανάλυση αυτής της δεύτερης διάστασης απαιτείται ένα πλαίσιο που να υπερβαίνει τα τεχνικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας.

2.4 Το Πλαίσιο Technology–Organization–Environment (TOE)

Η υιοθέτηση προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών αποτελεί σύνθετο οργανωσιακό φαινόμενο που δεν μπορεί να ερμηνευθεί αποκλειστικά μέσω των τεχνικών χαρακτηριστικών της

εκάστοτε τεχνολογίας. Το πλαίσιο Technology–Organization–Environment (TOE), το οποίο αναπτύχθηκε από τους Tornatzky και Fleischer (Tornatzky και Fleischer, 1990), αναλύει την υιοθέτηση τεχνολογικών καινοτομιών μέσω τριών αλληλοσυνδεόμενων διαστάσεων: του τεχνολογικού πλαισίου (Technology), του οργανωσιακού πλαισίου (Organization) και του περιβαλλοντικού πλαισίου (Environment) (Madaki κ.ά., 2023).

Η χρήση του TOE είναι ιδιαίτερα συναφής με τη μελέτη της υιοθέτησης ΤΝ σε επίπεδο επιχείρησης. Προηγούμενη έρευνα έχει εφαρμόσει το TOE ειδικά στη διερεύνηση της υιοθέτησης ΤΝ σε μεταποιητικές παραγωγικές επιχειρήσεις (Chatterjee κ.ά., 2021), ενώ πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση της υιοθέτησης της ΤΝ στις ΜμΕ οργανώνει τα σχετικά ευρήματα σε διαστάσεις όπως συμβατότητα, υποδομή, γνώση, πόροι, κουλτούρα, ανταγωνισμός, ρύθμιση και οικοσύστημα βάσει του TOE (Schwaeke κ.ά., 2024).

Για την παρούσα έρευνα, το TOE δεν χρησιμοποιείται ως μοντέλο λήψης αποφάσεων ούτε ως τεχνική αρχιτεκτονική ενός συστήματος ΤΝ. Χρησιμοποιείται ως θεωρητικός φακός για την κατανόηση των συνθηκών που μπορούν να διαμορφώσουν την οργανωσιακή ετοιμότητα και τα εμπόδια υιοθέτησης Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων σε εξειδικευμένες ναυτιλιακές ΜμΕ. Η διάκριση αυτή είναι κρίσιμη: το TOE εξηγεί τις *συνθήκες υιοθέτησης*, ενώ η ADM αφορά τη *λογική υποστήριξης της απόφασης*.

2.4.1 Τεχνολογικό Πλαίσιο

Η τεχνολογική διάσταση αφορά τα χαρακτηριστικά των διαθέσιμων τεχνολογιών και την υφιστάμενη ψηφιακή βάση της επιχείρησης. Στο πλαίσιο της υιοθέτησης ΤΝ από ΜμΕ, η διαθεσιμότητα κατάλληλων δεδομένων, οι τεχνολογικές υποδομές και η συμβατότητα με τις υφιστάμενες διαδικασίες αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024; Schwaeke κ.ά., 2024).

Για συστήματα υποστήριξης παραγωγικού προγραμματισμού, η τεχνολογική ετοιμότητα δεν εξαντλείται στην ύπαρξη ενός προηγμένου αλγορίθμου. Περιλαμβάνει επίσης την ικανότητα συλλογής και ενοποίησης παραγωγικών δεδομένων, την έγκαιρη αποτύπωση μεταβολών του συστήματος και την παραγωγή πληροφορίας που μπορεί να αξιοποιηθεί επιχειρησιακά. Η χρήση ευρύτερων πηγών δεδομένων, αναλυτικών τεχνικών και πληροφορίας σχεδόν πραγματικού χρόνου αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό περισσότερο προσαρμοστικών συστημάτων PPC (Oluyisola κ.ά., 2021).

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, η τεχνολογική διάσταση περιλαμβάνει κυρίως την υφιστάμενη ψηφιακή υποδομή του παραγωγικού προγραμματισμού, την ποιότητα και διαθεσιμότητα των δεδομένων, τον βαθμό ολοκλήρωσης των πληροφοριακών συστημάτων και τη δυνατότητα υποστήριξης περισσότερο δυναμικών μορφών λήψης αποφάσεων. Η επιχειρησιακή αξιοποίηση αυτών των δυνατοτήτων, ωστόσο, εξαρτάται και από τις εσωτερικές οργανωσιακές

ικανότητες.

2.4.2 Οργανωσιακό Πλαίσιο

Η οργανωσιακή διάσταση αφορά τις εσωτερικές δυνατότητες, τους πόρους, τις δεξιότητες, τη διοικητική υποστήριξη και τις πρακτικές της επιχείρησης που μπορούν να διευκολύνουν ή να περιορίσουν την υιοθέτηση μιας τεχνολογικής καινοτομίας. Η βιβλιογραφία για την υιοθέτηση ΤΝ στις ΜμΕ αναδεικνύει ιδιαίτερα τη σημασία των διαθέσιμων γνώσεων, των ανθρωπινων ικανοτήτων, της κουλτούρας και των περιορισμένων οργανωσιακών πόρων (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024; Schwaeke κ.ά., 2024).

Στις εξειδικευμένες μεταποιητικές ΜμΕ, σημαντικό μέρος της παραγωγικής και τεχνικής τεχνογνωσίας μπορεί να παραμένει άρρητο ή μη κωδικοποιημένο. Η γνώση αυτή επιτρέπει στους έμπειρους εργαζομένους να αντιμετωπίζουν μη κανονικές καταστάσεις, αλλά η συγκέντρωσή της σε περιορισμένο αριθμό ατόμων μπορεί να δημιουργεί οργανωσιακή ευπάθεια. Η εξωτερίκευση άρρητης γνώσης και η ενσωμάτωσή της σε ανθρωποκεντρικά ψηφιακά συστήματα έχει προταθεί ως ένας τρόπος διατήρησης και επαναχρησιμοποίησης της επιχειρησιακής τεχνογνωσίας (Hoerner, Schamberger και Bodendorf, 2022).

Η οργανωσιακή διάσταση αφορά επίσης τον τρόπο με τον οποίο κατανέμεται η γνωστική και διοικητική εργασία. Οι υπεύθυνοι παραγωγής μπορεί να χρειάζεται να συνδυάζουν πληροφορίες από πολλαπλά συστήματα με προσωπική εμπειρία και άτυπη γνώση της πραγματικής κατάστασης του εργοστασιακού χώρου. Ένα σύστημα ADM μπορεί θεωρητικά να υποστηρίξει αυτή τη διαδικασία αναλαμβάνοντας μέρος της επεξεργασίας και σύνθεσης της πληροφορίας, χωρίς να αφαιρεί την τελική αξιολόγηση από τον ανθρώπινο υπεύθυνο.

Κατά συνέπεια, η οργανωσιακή υιοθέτηση της ADM συνδέεται όχι μόνο με την ύπαρξη τεχνικών δεξιοτήτων, αλλά και με την εμπιστοσύνη προς την αλγοριθμική υποστήριξη, την αποδοχή νέων τρόπων εργασίας και τη δυνατότητα ενσωμάτωσης του συστήματος στις πραγματικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Η εσωτερική αυτή ετοιμότητα, ωστόσο, διαμορφώνεται και από εξωτερικές πιέσεις και πόρους του ευρύτερου οικοσυστήματος.

2.4.3 Περιβαλλοντικό Πλαίσιο

Η περιβαλλοντική διάσταση αφορά το εξωτερικό πλαίσιο μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται η επιχείρηση και περιλαμβάνει παράγοντες όπως οι πελατειακές και ανταγωνιστικές πιέσεις, οι σχέσεις με προμηθευτές, οι κανονιστικές απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά του ευρύτερου επιχειρηματικού οικοσυστήματος. Η σημασία παραγόντων όπως ο ανταγωνισμός, η ρύθμιση και το οικοσύστημα έχει αναδειχθεί και στη βιβλιογραφία για την υιοθέτηση ΤΝ από ΜμΕ (Schwaeke κ.ά., 2024).

Στον ναυτιλιακό τομέα, ο ψηφιακός μετασχηματισμός επηρεάζεται από τη δομή ενός σύνθετου οικοσυστήματος πολλαπλών εμπλεκομένων. Η βιβλιογραφία έχει εντοπίσει, μεταξύ άλλων, την έλλειψη κοινών προτύπων και την περιορισμένη συνεργασία μεταξύ ενδιαφερομένων ως εμπόδια ψηφιακού μετασχηματισμού στον ναυτιλιακό τομέα (Tijan κ.ά., 2021).

Για τις ναυτιλιακές μεταποιητικές επιχειρήσεις, οι εξωτερικές διαταραχές μπορούν επίσης να προκύπτουν από πελατειακές μεταβολές, προμηθευτικές εξαρτήσεις και τεχνικές ή κανονιστικές απαιτήσεις. Οι παράγοντες αυτοί είναι δυνατόν να επηρεάζουν όχι μόνο την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών αλλά και την ίδια τη σταθερότητα του παραγωγικού προγραμματισμού.

Στο ελληνικό ναυτιλιακό οικοσύστημα, κλαδικές ενώσεις και επιχειρηματικά δίκτυα, όπως η HEMEXPO και η WIMA, αποτελούν μέρος του θεσμικού περιβάλλοντος μέσα στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν δράσεις ανταλλαγής γνώσης, ανάπτυξης δεξιοτήτων και συνεργατικές πρωτοβουλίες ψηφιακού μετασχηματισμού. Η αναφορά αυτή δεν προϋποθέτει ότι ο συγκεκριμένος διαμεσολαβητικός ρόλος έχει ήδη καθιερωθεί, αλλά τοποθετεί τις επιχειρήσεις μέσα στο πραγματικό κλαδικό οικοσύστημα στο οποίο λειτουργούν. Η περιβαλλοντική διάσταση ολοκληρώνει, συνεπώς, τις τρεις κατηγορίες συνθηκών που χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία της ετοιμότητας υιοθέτησης.

2.5 Σύνθεση του Θεωρητικού Πλαισίου: ΤΟΕ και Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αναδεικνύει δύο συμπληρωματικές θεωρητικές οπτικές για τη διερεύνηση της αξιοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης στις εξειδικευμένες μεταποιητικές ΜμΕ. Από τη μία πλευρά, το πλαίσιο ΤΟΕ παρέχει έναν θεωρητικό φακό για την κατανόηση των συνθηκών υπό τις οποίες μία επιχείρηση μπορεί να υιοθετήσει και να ενσωματώσει μια νέα τεχνολογία. Από την άλλη, η Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων περιγράφει μια ανθρωποκεντρική λογική ως προς τον τρόπο με τον οποίο η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμμετέχει στην ίδια τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Η συνδυασμένη χρήση τους επιτρέπει, επομένως, να διαχωριστεί το ερώτημα της οργανωσιακής ετοιμότητας από το ερώτημα του τρόπου λειτουργίας της τεχνολογικής υποστήριξης.

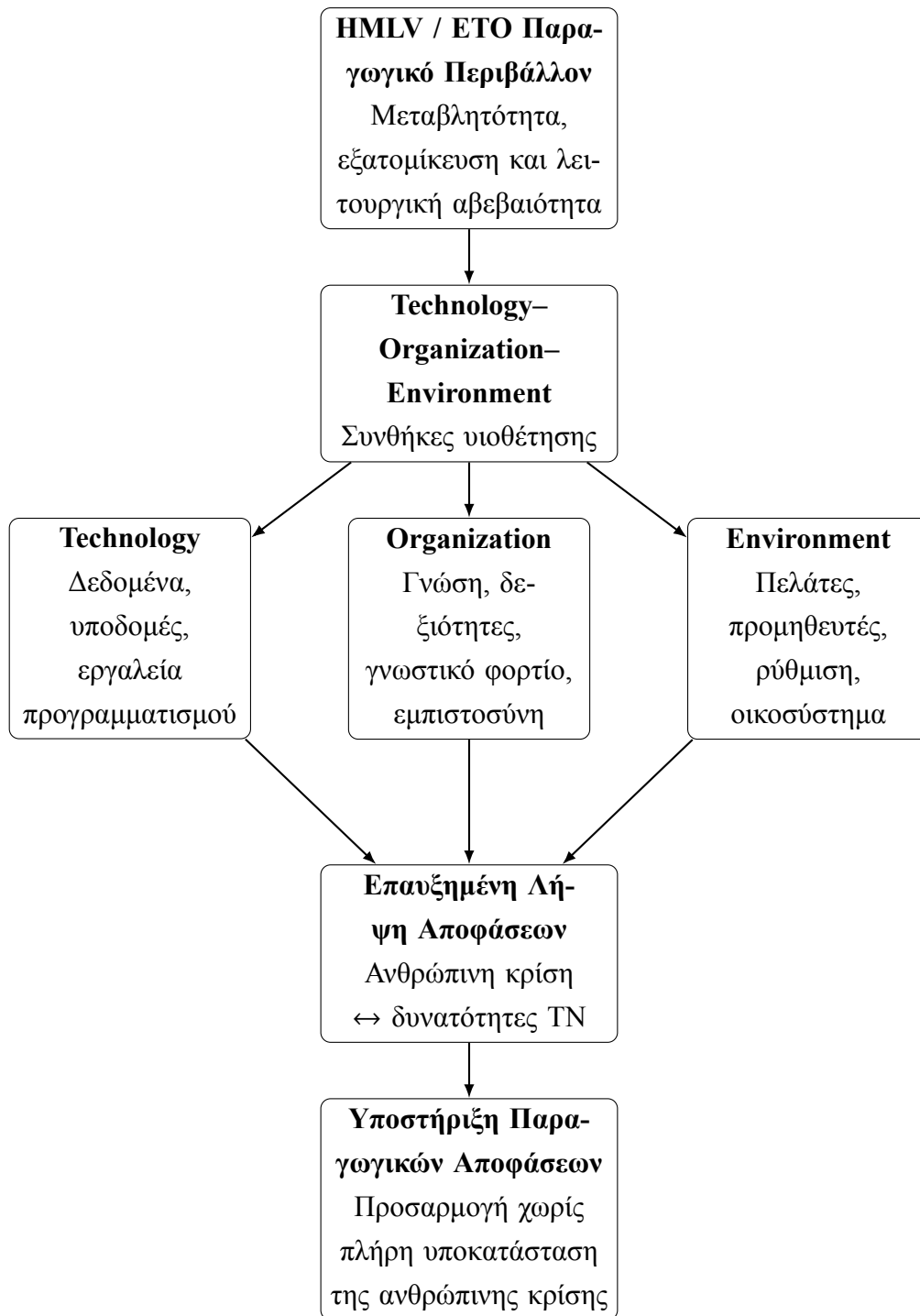
Οι δύο προσεγγίσεις εξετάζουν, συνεπώς, διαφορετικές αλλά αλληλοσυμπληρούμενες όψεις του ίδιου προβλήματος. Το ΤΟΕ επικεντρώνεται στις *συνθήκες υιοθέτησης*, δηλαδή στο τεχνολογικό, οργανωσιακό και περιβαλλοντικό πλαίσιο μέσα στο οποίο πραγματοποιείται η τεχνολογική μετάβαση. Η ADM επικεντρώνεται στη *λογική της υποστήριξης της απόφασης*, δηλαδή στον τρόπο με τον οποίο η υπολογιστική ικανότητα της ΤΝ μπορεί να λειτουργήσει συμπληρωματικά προς την ανθρώπινη εμπειρία και κρίση. Η διάκριση αυτή αποτρέπει την ταύτιση της τεχνολογικής υιοθέτησης με την αυτόματη υποκατάσταση της ανθρώπινης απόφασης.

Η διάκριση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική στα περιβάλλοντα HMLV. Η ύπαρξη μιας τεχνολογικά προηγμένης λύσης δεν συνεπάγεται ότι η επιχείρηση διαθέτει επαρκή δεδομένα, υποδομές, δεξιότητες ή οργανωσιακή ετοιμότητα για την αξιοποίησή της. Αντίστοιχα, η τεχνολογική ετοιμότητα δεν προσδιορίζει από μόνη της τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να καταναμηθούν οι αποφασιστικοί ρόλοι μεταξύ ανθρώπου και συστήματος TN. Συνεπώς, οι συνθήκες υιοθέτησης και η αρχιτεκτονική της λήψης αποφάσεων πρέπει να εξετάζονται ως συνδεδεμένα αλλά διακριτά επίπεδα ανάλυσης.

Στο ενοποιημένο θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας έρευνας, η **τεχνολογική διάσταση** αφορά κυρίως τα εργαλεία παραγωγικού προγραμματισμού, την ποιότητα και διαθεσιμότητα των δεδομένων και τη δυνατότητα προσαρμοστικής ψηφιακής υποστήριξης. Η **οργανωσιακή διάσταση** αφορά την άρρητη οργανωσιακή γνώση, τις δεξιότητες, το γνωστικό και διοικητικό φορτίο και την εμπιστοσύνη προς την αλγοριθμική υποστήριξη. Η **περιβαλλοντική διάσταση** αφορά τις πελατειακές, προμηθευτικές και κανονιστικές πιέσεις, καθώς και το ευρύτερο βιομηχανικό και θεσμικό οικοσύστημα. Η διάρθρωση αυτή συνδέει άμεσα το TOE με τις μεταβλητές και τις εμπειρικές διαστάσεις που διερευνώνται στη συνέχεια της εργασίας.

Η ADM λειτουργεί συμπληρωματικά προς τις τρεις διαστάσεις του TOE, καθώς μετατοπίζει το ερώτημα από το εάν μία επιχείρηση μπορεί απλώς να “υιοθετήσει TN” στο πώς οι δυνατότητες της TN μπορούν να ενσωματωθούν στις πραγματικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων, διατηρώντας την ανθρώπινη κρίση εκεί όπου η αβεβαιότητα, η συγκειμενική γνώση και οι εξαιρέσεις καθιστούν αναγκαία την ανθρώπινη αξιολόγηση.

Με τον τρόπο αυτό, το TOE εξηγεί τις προϋποθέσεις της μετάβασης, ενώ η ADM αποτυπώνει τη λειτουργική λογική της ανθρωποκεντρικής υποστήριξης αποφάσεων. Η σχέση των παραπάνω εννοιών συνοψίζεται στο Σχήμα 2.1.



Γράφημα 2.1

Σύνθεση του θεωρητικού πλαισίου TOE και Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων

Το σχήμα δεν αποτελεί εμπειρικά επικυρωμένο μοντέλο ούτε προκαθορίζει τα αποτελέσματα της έρευνας. Αποτυπώνει τον θεωρητικό φακό μέσω του οποίου οργανώνεται η διερεύνηση των συνθηκών υιοθέτησης και της ανθρωποκεντρικής λογικής υποστήριξης αποφάσεων. Η λειτουργία του είναι, συνεπώς, οργανωτική και εννοιολογική και όχι προβλεπτική.

2.6 Ερευνητικό Κενό

Παρά την αυξανόμενη βιβλιογραφία για την τεχνητή νοημοσύνη στη μεταποίηση, παραμένουν σημαντικά ερωτήματα σχετικά με την πρακτική ενσωμάτωσή της στις λειτουργικές και οργανωσιακές συνθήκες των ΜμΕ. Η συστηματική βιβλιογραφία για την υιοθέτηση της ΤΝ στις ΜμΕ αναδεικνύει σημαντικό αριθμό τεχνολογικών, οικονομικών και οργανωσιακών προκλήσεων, ενώ επισημαίνει ότι μεγάλο μέρος της προγενέστερης έρευνας είχε επικεντρωθεί περισσότερο σε μεγαλύτερες επιχειρήσεις (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024). Παράλληλα, η εμπειρική έρευνα για τον τρόπο με τον οποίο η ΤΝ μπορεί να ενσωματωθεί στις καθημερινές πρακτικές παραγωγικού προγραμματισμού των ΜμΕ παραμένει περιορισμένη (Fries κ.ά., 2025). Η βιβλιογραφική αυτή εικόνα υποδεικνύει ότι το κενό δεν αφορά την απουσία τεχνολογικών λύσεων, αλλά την περιορισμένη κατανόηση της εφαρμογής τους σε συγκεκριμένες οργανωσιακές και παραγωγικές συνθήκες.

Με βάση την προηγούμενη ανασκόπηση, το ερευνητικό κενό της παρούσας εργασίας μπορεί να αποτυπωθεί σε τρεις αλληλοσυνδεόμενες διαστάσεις: εμπειρική, θεωρητική–κοινωνικοτεχνική και κλαδική–συγκειμενική. Η διάκριση αυτή επιτρέπει να προσδιοριστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ποιο μέρος της υπάρχουσας γνώσης επιχειρεί να συμπληρώσει η παρούσα έρευνα.

Πρώτον, εντοπίζεται ένα εμπειρικό κενό ως προς την πρακτική εφαρμογή και διερεύνηση της ΤΝ και της Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας μικρομεσαίων μεταποιητικών επιχειρήσεων, ειδικά όταν ο παραγωγικός προγραμματισμός χαρακτηρίζεται από υψηλή ποικιλομορφία, εξατομίκευση και αβεβαιότητα. Η υπάρχουσα βιβλιογραφία έχει αναδείξει σημαντικές τεχνολογικές δυνατότητες, χωρίς ωστόσο να έχει εξαντλήσει τον τρόπο με τον οποίο αυτές μπορούν να ενταχθούν στις καθημερινές πρακτικές προγραμματισμού παραγωγής των ΜμΕ (Fries κ.ά., 2025). Το κενό αφορά, επομένως, την εμπειρική κατανόηση της σχέσης μεταξύ τεχνολογικής δυνατότητας και πραγματικής επιχειρησιακής χρήσης σε συνθήκες HMLV.

Δεύτερον, εντοπίζεται ένα θεωρητικό και κοινωνικοτεχνικό κενό ως προς τη σύνδεση των συνθηκών οργανωσιακής υιοθέτησης της ΤΝ με τον πραγματικό τρόπο κατανομής της λήψης αποφάσεων μεταξύ ανθρώπου και τεχνολογίας. Η βιβλιογραφία για την υιοθέτηση της ΤΝ στις ΜμΕ αναδεικνύει παράγοντες όπως γνώσεις, πόροι, υποδομές και οργανωσιακή κουλτούρα (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024; Schwaeke κ.ά., 2024). Παράλληλα, η βιβλιογραφία για την ανθρωποκεντρική τεχνολογία αναδεικνύει τη σημασία της ανθρώπινης εποπτείας και της διατήρησης ή εξωτερίκευσης της εμπειρικής γνώσης (Hoerner, Schamberger και Bodendorf, 2022). Η σύνδεση αυτών των δύο οπτικών στο ειδικό πλαίσιο της Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων σε HMLV ΜμΕ παραμένει πεδίο περαιτέρω εμπειρικής διερεύνησης. Το κενό αυτό δικαιολογεί τη συνδυασμένη χρήση του TOE και της ανθρωποκεντρικής λογικής της ADM.

Τρίτον, εντοπίζεται ένα κλαδικό και συγκειμενικό κενό ως προς τις εξειδικευμένες

ΜμΕ του ναυτιλιακού μεταποιητικού οικοσυστήματος. Η βιβλιογραφία έχει εξετάσει τον ψηφιακό μετασχηματισμό στον ευρύτερο maritime sector και έχει αναδείξει ζητήματα όπως η συνεργασία μεταξύ εμπλεκομένων και η έλλειψη κοινών προτύπων (Tijan κ.ά., 2021), ενώ υφίστανται επίσης εμπειρικές εφαρμογές παραγωγικών μεθόδων σε maritime HMLV/ETO περιβάλλοντα (Powell, 2018). Ωστόσο, η διαθέσιμη βιβλιογραφία παρέχει περιορισμένη εμπειρική τεκμηρίωση για τον συνδυασμό HMLV παραγωγικού προγραμματισμού, ανθρώπινης γνώσης και ετοιμότητας υιοθέτησης ΤΝ στις εξειδικευμένες ελληνικές ναυτιλιακές μεταποιητικές ΜμΕ.

Η παρούσα έρευνα τοποθετείται στη διασταύρωση των τριών αυτών ερευνητικών κενών. Εξετάζει τις συνθήκες παραγωγικού προγραμματισμού και τεχνολογικής υποστήριξης, τον ρόλο της άρρητης οργανωσιακής γνώσης και του ανθρώπινου παράγοντα και τους τεχνολογικούς, οργανωσιακούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που διαμορφώνουν την ετοιμότητα και τα εμπόδια υιοθέτησης συστημάτων Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων στις εξειδικευμένες ελληνικές ναυτιλιακές ΜμΕ. Με αυτόν τον τρόπο, το ερευνητικό αντικείμενο συνδέεται άμεσα με τα τρία ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Η συνδυασμένη αξιοποίηση του TOE και της ανθρωποκεντρικής λογικής της ADM επιτρέπει, συνεπώς, τη σύνδεση δύο διαφορετικών επιπέδων ανάλυσης: αφενός των συνθηκών υπό τις οποίες μία επιχείρηση μπορεί να υιοθετήσει προηγμένη τεχνολογική υποστήριξη και αφετέρου του τρόπου με τον οποίο αυτή η υποστήριξη μπορεί να ενσωματωθεί στις πραγματικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Το θεωρητικό αυτό υπόβαθρο αποτελεί τη βάση για τη μεθοδολογική προσέγγιση και την εμπειρική διερεύνηση που παρουσιάζονται στα επόμενα κεφάλαια.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3.1 Ερευνητικός Σχεδιασμός

Η παρούσα έρευνα υιοθετεί έναν συγκλίνοντα σχεδιασμό μικτής μεθοδολογίας, με χρονικά επικαλυπτόμενη συλλογή ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων, με στόχο τη διερεύνηση των συνθηκών παραγωγικού προγραμματισμού και των τεχνολογικών, οργανωσιακών και περιβαλλοντικών παραγόντων που διαμορφώνουν την ετοιμότητα και τα εμπόδια υιοθέτησης συστημάτων Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων (Augmented Decision-Making – ADM) σε εξειδικευμένες ελληνικές ναυτιλιακές ΜμΕ (Creswell και Plano Clark, 2018; Fetter, Curry και Creswell, 2013).

Η επιλογή της μικτής μεθοδολογίας βασίστηκε στην ανάγκη διερεύνησης του ερευνητικού προβλήματος από δύο συμπληρωματικές οπτικές. Το ποσοτικό σκέλος αποσκοπούσε στην περιγραφική αποτύπωση βασικών χαρακτηριστικών του εξεταζόμενου δείγματος και στη διερευνητική εξέταση πιθανών σχέσεων μεταξύ επιλεγμένων μεταβλητών. Αντίστοιχα, το ποιοτικό σκέλος εστίασε στην εις βάθος κατανόηση των οργανωσιακών μηχανισμών, των πρακτικών παραγωγικού προγραμματισμού και των διαδικασιών λήψης αποφάσεων στο εσωτερικό επιλεγμένων επιχειρήσεων.

Τα δύο ερευνητικά εργαλεία, το δομημένο ερωτηματολόγιο και ο οδηγός ημι-δομημένης συνέντευξης, σχεδιάστηκαν κατά την ίδια χρονική περίοδο, πριν από την ανάλυση οποιουδήποτε εμπειρικού αποτελέσματος. Κατά συνέπεια, ο σχεδιασμός του ποιοτικού εργαλείου και η επιλογή των ποιοτικών περιπτώσεων δεν βασίστηκαν στα αποτελέσματα της ποσοτικής διερεύνησης. Η συλλογή των ποσοτικών δεδομένων ξεκίνησε πρώτη, ενώ οι ημι-δομημένες συνεντεύξεις ακολούθησαν σε χρονικά επικαλυπτόμενη περίοδο, χωρίς να έχει προηγηθεί η ολοκλήρωση και ανάλυση του δομημένου ερωτηματολογίου.

Η χρονική επικάλυψη των δύο σκελών εξυπηρέτησε παράλληλα τους πρακτικούς χρονικούς περιορισμούς της ερευνητικής διαδικασίας, χωρίς να μεταβάλει την αναλυτική αυτονομία

τους. Τα δύο σύνολα δεδομένων αναλύθηκαν αρχικά διακριτά και ενοποιήθηκαν σε μεταγενέστερο στάδιο, κατά τη συνθετική ερμηνεία των ευρημάτων.

Η ερευνητική διαδικασία οργανώθηκε, συνεπώς, σε τρία αναλυτικά επίπεδα:

1. **Ποσοτικό αναλυτικό επίπεδο**, για την περιγραφική αποτύπωση των βασικών χαρακτηριστικών του δείγματος και τη διερευνητική εξέταση πιθανών σχέσεων μεταξύ επιλεγμένων κατηγορικών μεταβλητών.
2. **Ποιοτικό αναλυτικό επίπεδο**, για την εις βάθος διερεύνηση οργανωσιακών μηχανισμών, πρακτικών παραγωγικού προγραμματισμού και διαδικασιών λήψης αποφάσεων σε τρεις επιλεγμένες επιχειρησιακές περιπτώσεις.
3. **Συνθετικό επίπεδο ενοποίησης**, στο οποίο τα δύο σύνολα ευρημάτων αντιπαραβλήθηκαν ως προς σημεία σύγκλισης, συμπληρωματικότητας και απόκλισης και επανερμηνεύθηκαν υπό το θεωρητικό πρίσμα TOE - ADM.

3.2 Δειγματοληψία και Επιλογή Συμμετεχόντων

3.2.1 Ποσοτικό Δείγμα

Το ποσοτικό σκέλος της έρευνας βασίστηκε σε μη πιθανοτική δειγματοληψία. Η διανομή του ερωτηματολογίου στόχευσε σε επαγγελματίες με άμεση συνάφεια προς τον παραγωγικό προγραμματισμό και την καθημερινή διαχείριση της παραγωγικής λειτουργίας.

Η πρόσβαση στους δυνητικούς συμμετέχοντες πραγματοποιήθηκε μέσω της HEMEXPO, η οποία λειτούργησε ως ενδιάμεσος φορέας διανομής του δομημένου ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου προς επιχειρήσεις-μέλη με μεταποιητικό προσανατολισμό. Η διανομή στόχευσε σε στελέχη με άμεση επιχειρησιακή εμπλοκή στην παραγωγή και ειδικότερα σε προϊσταμένους παραγωγής, εργοδηγούς και στελέχη με αντίστοιχη ευθύνη στον παραγωγικό προγραμματισμό και στην καθημερινή λήψη παραγωγικών αποφάσεων.

Συνολικά συγκεντρώθηκαν 16 έγκυρες απαντήσεις ($N = 16$). Λόγω του τρόπου διανομής του ερωτηματολογίου μέσω του βιομηχανικού δικτύου και της μη άμεσης καταγραφής από τον ερευνητή του συνολικού αριθμού των αποδεκτών, δεν υπολογίστηκε ποσοστό απόκρισης.

Το ποσοτικό σκέλος δεν αποσκοπεί σε στατιστική αντιπροσωπευτικότητα του συνόλου των ελληνικών ναυτιλιακών μεταποιητικών ΜμΕ. Αντίθετα, χρησιμοποιείται για τη διερευνητική αποτύπωση τάσεων και πιθανών σχέσεων σε ένα στοχευμένο δείγμα επαγγελματιών με άμεση γνώση των εξεταζόμενων παραγωγικών διαδικασιών.

3.2.2 Επιλογή Ποιοτικών Περιπτώσεων και Συμμετεχόντων

Για το ποιοτικό σκέλος εφαρμόστηκε σκόπιμη δειγματοληψία βάσει κριτηρίων, η οποία χρησιμοποιείται στην ποιοτική έρευνα για την επιλογή πληροφοριακά πλούσιων περιπτώσεων με ιδιαίτερη συνάφεια προς το υπό διερεύνηση φαινόμενο (Palinkas κ.ά., 2015).

Επιλέχθηκαν από τον ερευνητή τρεις επιχειρησιακές περιπτώσεις ($N = 3$), οι οποίες παρουσίαζαν παραγωγικά χαρακτηριστικά συναφή με περιβάλλοντα Engineer-to-Order (ETO) και High-Mix, Low-Volume (HMLV). Η επιλογή αποσκοπούσε στην εις βάθος διερεύνηση επιχειρήσεων στις οποίες η εξατομίκευση, η μεταβλητότητα των παραγγελιών και η ανάγκη συχνής προσαρμογής του παραγωγικού προγραμματισμού αποτελούν ουσιαστικά χαρακτηριστικά της καθημερινής λειτουργίας.

Οι περιπτώσεις δεν επιλέχθηκαν βάσει των αποτελεσμάτων του δομημένου ερωτηματολογίου, αλλά ανεξάρτητα από την ποσοτική ανάλυση και με κριτήριο τη θεωρητική και λειτουργική συνάφειά τους προς το ερευνητικό αντικείμενο. Ως εκ τούτου, δεν αντιμετωπίζονται ως στατιστικά αντιπροσωπευτικό υποσύνολο του ποσοτικού δείγματος, αλλά ως πληροφοριακά πλούσιες περιπτώσεις κατάλληλες για εις βάθος ποιοτική διερεύνηση.

Οι ημι-δομημένες συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν με ανώτερα διοικητικά στελέχη των επιλεγμένων επιχειρήσεων, τα οποία διέθεταν συνολική εικόνα των παραγωγικών λειτουργιών, των επιχειρησιακών προτεραιοτήτων και των τεχνολογικών και οργανωσιακών περιορισμών που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων.

3.3 Σχεδιασμός των Ερευνητικών Εργαλείων

Το δομημένο ερωτηματολόγιο και ο οδηγός ημι-δομημένων συνεντεύξεων αναπτύχθηκαν παράλληλα πριν από την έναρξη της συλλογής των εμπειρικών δεδομένων. Ο σχεδιασμός τους καθοδηγήθηκε από τα ερευνητικά ερωτήματα, τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και τις βασικές διαστάσεις του θεωρητικού πλαισίου TOE-ADM.

Η παράλληλη ανάπτυξη των δύο εργαλείων αποσκοπούσε στη διερεύνηση συναφών θεματικών διαστάσεων μέσω διαφορετικών μορφών εμπειρικών δεδομένων. Το δομημένο ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε για την τυποποιημένη καταγραφή επιλεγμένων παραγωγικών, τεχνολογικών και οργανωσιακών χαρακτηριστικών και αντιλήψεων, ενώ ο οδηγός ημι-δομημένης συνέντευξης επέτρεψε την εις βάθος διερεύνηση εμπειριών, μηχανισμών και επιχειρησιακών λογικών που δεν μπορούσαν να αποτυπωθούν επαρκώς μέσω κλειστών ερωτήσεων.

3.3.1 Δομημένο Ερωτηματολόγιο

Το ποσοτικό εργαλείο αποτελούνταν από εννέα δομημένες ερωτήσεις και σχεδιάστηκε για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με το παραγωγικό προφίλ των επιχειρήσεων, τις υφιστάμενες πρακτικές και τα συστήματα τεχνολογικής υποστήριξης του παραγωγικού προγραμματισμού, τη συχνότητα μεταβολών του προγράμματος, τον ρόλο της άρρητης οργανωσιακής γνώσης, τις αντιλήψεις απέναντι στην Τεχνητή Νοημοσύνη και τα αντιλαμβανόμενα εμποδία υιοθέτησης προηγμένων τεχνολογιών υποστήριξης αποφάσεων.

Η δομή του εργαλείου επέτρεψε τη μεταγενέστερη αντιστοίχιση επιλεγμένων μεταβλητών με τις τεχνολογικές, οργανωσιακές και περιβαλλοντικές διαστάσεις του πλαισίου Technology–Organization–Environment (TOE), χωρίς ωστόσο να προϋποτίθεται ότι κάθε επιμέρους ερώτηση αντιστοιχεί αποκλειστικά σε μία μόνο διάσταση του πλαισίου.

3.3.2 Οδηγός Ημι-δομημένων Συνεντεύξεων

Ο οδηγός ημι-δομημένων συνεντεύξεων σχεδιάστηκε με στόχο τη διερεύνηση των πρακτικών μέσω των οποίων οι επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν τη λειτουργική μεταβλητότητα, τις συχνές μεταβολές του παραγωγικού προγράμματος και τις απαιτήσεις εξατομικευμένης παραγωγής. Παράλληλα, διερευνήθηκαν ο ρόλος της ανθρώπινης εμπειρίας και της άρρητης οργανωσιακής γνώσης, οι τεχνολογικοί και οργανωσιακοί περιορισμοί, καθώς και οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη δυνητική αξιοποίηση συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων.

Η ημι-δομημένη μορφή επέτρεψε τη διατήρηση κοινών θεματικών αξόνων μεταξύ των τριών περιπτώσεων, παρέχοντας παράλληλα τη δυνατότητα διερεύνησης ζητημάτων που αναδύονταν κατά τη διάρκεια κάθε συνέντευξης.

3.4 Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων

3.4.1 Ποσοτική Συλλογή Δεδομένων

Η ποσοτική συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ηλεκτρονικής διανομής του δομημένου ερωτηματολογίου από τη HEMEXPO προς στελέχη επιχειρήσεων-μελών με μεταποιητικό προσανατολισμό. Η συλλογή προηγήθηκε χρονικά της έναρξης των συνεντεύξεων, χωρίς όμως να έχει ολοκληρωθεί η ανάλυση των ποσοτικών αποτελεσμάτων πριν από την έναρξη του ποιοτικού σκέλους.

Μετά την ολοκλήρωση της συλλογής, οι 16 έγκυρες απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν και προετοιμάστηκαν για στατιστική επεξεργασία στο IBM SPSS Statistics.

3.4.2 Ποιοτική Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή των ποιοτικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ημι-δομημένων συνεντεύξεων με ανώτερα διοικητικά στελέχη των τριών επιλεγμένων επιχειρησιακών περιπτώσεων. Οι συνεντεύξεις διεξήχθησαν εξ αποστάσεως μέσω της πλατφόρμας Microsoft Teams βάσει του προκαθορισμένου οδηγού ημι-δομημένης συνέντευξης.

Πριν από την έναρξη κάθε συνέντευξης, οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για τον σκοπό της έρευνας, την προβλεπόμενη χρήση των παραγόμενων δεδομένων, την ανωνυμοποίησή τους κατά την ανάλυση και παρουσίαση των ευρημάτων, καθώς και για την καταγραφή και τη μεταγενέστερη απομαγνητοφώνηση της συνέντευξης. Οι συνεντεύξεις καταγράφηκαν κατόπιν της σχετικής ενημέρωσης και στη συνέχεια απομαγνητοφωνήθηκαν, ώστε η ποιοτική ανάλυση να βασιστεί στο πλήρες λεκτικό υλικό και όχι αποκλειστικά σε σημειώσεις του ερευνητή.

Οι απομαγνητοφωνήσεις αποτέλεσαν το κύριο σώμα δεδομένων για την ποιοτική ανάλυση. Πριν από την κωδικοποίηση και την παρουσίαση των ευρημάτων, αναγνωριστικά στοιχεία αφαιρέθηκαν ή γενικεύθηκαν στον βαθμό που αυτό ήταν εφικτό χωρίς να αλλοιώνεται το αναλυτικό περιεχόμενο των δεδομένων.

3.5 Ποσοτική Ανάλυση Δεδομένων

Η στατιστική επεξεργασία των ποσοτικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού **IBM SPSS Statistics**. Σε πρώτο επίπεδο, η ανάλυση περιλάμβανε περιγραφικές συχνότητες και ποσοστά, με στόχο την αποτύπωση των βασικών χαρακτηριστικών του δείγματος και των κατανομών των εξεταζόμενων μεταβλητών.

Σε δεύτερο επίπεδο χρησιμοποιήθηκαν πίνακες συνάφειας (cross-tabulations) για τη διερευνητική εξέταση πιθανών σχέσεων μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών. Λόγω του περιορισμένου μεγέθους του δείγματος ($N = 16$) και των χαμηλών αναμενόμενων συχνοτήτων σε επιμέρους κελιά, η επαγωγική ανάλυση βασίστηκε σε ακριβείς ελέγχους (exact tests) αντί της αποκλειστικής χρήσης ασυμπτωτικών προσεγγίσεων. Ειδικότερα, για πίνακες συνάφειας μεγαλύτερους από 2×2 χρησιμοποιήθηκε η γενίκευση του ακριβούς ελέγχου Fisher για πίνακες $r \times c$, γνωστή ως ακριβής έλεγχος Fisher–Freeman–Halton (Freeman και Halton, 1951). Οι έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν ως δίπλευροι, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha = 0,05$.

Στο πλαίσιο της διερευνητικής επαγωγικής ανάλυσης εξετάστηκαν τρεις σχέσεις μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών:

1. η σχέση μεταξύ του χρησιμοποιούμενου εργαλείου παραγωγικού προγραμματισμού και της συχνότητας αστάθειας του προγράμματος,
2. η σχέση μεταξύ της εξάρτησης από άρρητη οργανωσιακή γνώση και της εμπιστοσύνης

προς συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης,

3. η σχέση μεταξύ του παραγωγικού προφίλ και των αντιλαμβανόμενων εμποδίων υιοθέτησης προηγμένων τεχνολογιών υποστήριξης αποφάσεων.

Δεδομένου του μικρού μεγέθους του δείγματος και του διερευνητικού χαρακτήρα της μελέτης, οι συγκεκριμένοι έλεγχοι δεν χρησιμοποιήθηκαν ως βάση για ισχυρισμούς αιτιότητας ή ευρείας στατιστικής γενίκευσης. Τα αποτελέσματα ερμηνεύονται ως διερευνητικές ενδείξεις πιθανών σχέσεων, σε συνδυασμό με τα περιγραφικά και ποιοτικά ευρήματα.

3.6 Ποιοτική Ανάλυση Δεδομένων

Η ποιοτική ανάλυση ακολούθησε επαγωγική–απαγωγική λογική (inductive–abductive analytical logic). Η διαδικασία εκκίνησε από τις εμπειρικές περιγραφές και τη γλώσσα των συμμετεχόντων και εξελίχθηκε μέσω επαναληπτικής αντιπαραβολής των αναδυόμενων προτύπων με συναφείς θεωρητικές έννοιες της βιβλιογραφίας. Η απαγωγική λογική επιτρέπει τη δημιουργική αλλά συστηματική αλληλεπίδραση μεταξύ εμπειρικών παρατηρήσεων και υφιστάμενης θεωρητικής γνώσης (Timmermans και Tavory, 2012).

Η επεξεργασία των απομαγνητοφωνημένων συνεντεύξεων αξιοποίησε αρχές θεματικής ανάλυσης για τη συστηματική αναγνώριση και οργάνωση επαναλαμβανόμενων προτύπων νοήματος στα ποιοτικά δεδομένα (Braun και Clarke, 2006). Η ανάλυση δεν αντιμετωπίστηκε ως μηχανική εφαρμογή ενός προκαθορισμένου συστήματος κατηγοριών, αλλά ως επαναληπτική διαδικασία ανάπτυξης και αναθεώρησης κωδίκων και θεματικών κατηγοριών.

Η αναλυτική διαδικασία οργανώθηκε σε τρία διαδοχικά στάδια:

3.6.1 Αρχική Κωδικοποίηση

Οι απομαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις εξετάστηκαν με στόχο τον εντοπισμό επαναλαμβανόμενων εμπειριών, πρακτικών, προβλημάτων και μηχανισμών λήψης αποφάσεων. Οι αρχικοί κώδικες διατηρήθηκαν όσο το δυνατόν πλησιέστερα στη γλώσσα και στο νόημα των συμμετεχόντων, προκειμένου να περιοριστεί η πρόωγη επιβολή θεωρητικών κατηγοριών στα δεδομένα. Επιλεγμένα αυτούσια αποσπάσματα διατηρήθηκαν για την τεκμηρίωση των αναδυόμενων ερμηνειών.

3.6.2 Ανάπτυξη Θεματικών Κατηγοριών

Οι αρχικοί κώδικες συγκρίθηκαν και ομαδοποιήθηκαν σε ευρύτερες θεματικές κατηγορίες βάσει εννοιολογικών ομοιοτήτων και διαφορών. Στο στάδιο αυτό, η ανάλυση μετακινή-

θηκε σταδιακά από την αρχική επαγωγική κωδικοποίηση προς μια απαγωγική ερμηνεία, μέσω αντιπαραβολής των αναδυόμενων προτύπων με συναφείς έννοιες της βιβλιογραφίας.

Η διαδικασία αυτή επέτρεψε την ανάπτυξη θεωρητικά ενημερωμένων ερμηνειών χωρίς οι κατηγορίες της βιβλιογραφίας να χρησιμοποιούνται ως προκαθορισμένο σύστημα κωδικοποίησης.

3.6.3 Συγκριτική Ανάλυση των Περιπτώσεων και Εννοιολογική Σύνθεση

Οι θεματικές κατηγορίες εξετάστηκαν συγκριτικά μεταξύ των τριών επιχειρησιακών περιπτώσεων, με στόχο την αναγνώριση επαναλαμβανόμενων αλλά και διαφοροποιημένων προτύπων. Η χρήση πολλαπλών περιπτώσεων επιτρέπει τη συγκριτική εξέταση των εμπειρικών παρατηρήσεων και την ανάπτυξη εννοιολογικών ερμηνειών στενά συνδεδεμένων με τα δεδομένα (Eisenhardt, 1989).

Στη συνέχεια, οι θεματικές κατηγορίες συντέθηκαν σε ανώτερες εννοιολογικές διαστάσεις με στόχο την αποτύπωση ευρύτερων μηχανισμών μέσω των οποίων οι επιχειρήσεις διαχειρίζονται και απορροφούν τη λειτουργική αβεβαιότητα. Οι διαστάσεις που προέκυψαν από τη διαδικασία αυτή παρουσιάζονται ως εμπειρικά ευρήματα στο επόμενο κεφάλαιο και αποτελούν τη βάση για τη θεωρητική σύνθεση που αναπτύσσεται στη Συζήτηση.

3.7 Ενοποίηση και Τριγωνοποίηση των Ευρημάτων

Η ενοποίηση των δύο ερευνητικών σκελών πραγματοποιήθηκε μετά την αρχική διακριτή ανάλυση των ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων. Η λογική αυτή είναι συμβατή με την ενοποίηση μέσω συγχώνευσης (merging), κατά την οποία τα δύο σύνολα δεδομένων αντιπαραβάλλονται κατά το στάδιο της συνθετικής ανάλυσης και ερμηνείας (Fetters, Curry και Creswell, 2013).

Κατά συνέπεια, η μικτή μεθοδολογική λογική της μελέτης δεν βασίστηκε στη χρήση των αποτελεσμάτων του ενός σκέλους για τον σχεδιασμό ή την τροποποίηση του άλλου. Αντίθετα, βασίστηκε στη μεταγενέστερη αντιπαραβολή δύο αναλυτικά διακριτών αλλά θεματικά συμπληρωματικών συνόλων εμπειρικών δεδομένων.

Η διαδικασία ενοποίησης οργανώθηκε γύρω από τρεις μορφές σχέσης μεταξύ των ευρημάτων:

1. **Σύγκλιση (convergence)**, όταν τα δύο σύνολα δεδομένων υποστήριζαν συμβατές ή παρόμοιες ερμηνείες ενός φαινομένου.
2. **Συμπληρωματικότητα (complementarity)**, όταν τα ποιοτικά δεδομένα προσέθεταν μη-

χανισμούς, συμφραζόμενα ή επιχειρησιακές εξηγήσεις σε πρότυπα που είχαν αποτυπωθεί ποσοτικά.

3. **Απόκλιση (divergence)**, όταν τα δύο σύνολα δεδομένων δεν οδηγούσαν στην ίδια ερμηνεία. Οι περιπτώσεις αυτές αντιμετωπίστηκαν ως αναλυτικά σημαντικές και όχι ως αποκλίσεις που έπρεπε να εξομαλυνθούν.

Τα ποσοτικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν επομένως για την αποτύπωση της κατανομής βασικών τεχνολογικών, οργανωσιακών και παραγωγικών χαρακτηριστικών, ενώ οι συνεντεύξεις παρείχαν το αναλυτικό βάθος για την κατανόηση των επιχειρησιακών μηχανισμών και των λογικών λήψης αποφάσεων που συνδέονται με τα παρατηρούμενα πρότυπα.

Η συνθετική ερμηνεία πραγματοποιήθηκε υπό το πρίσμα του θεωρητικού πλαισίου Technology–Organization–Environment (TOE) και της ανθρωποκεντρικής λογικής της Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων (ADM) και αποτέλεσε τη βάση για τη συζήτηση των ευρημάτων στο Κεφάλαιο 5.

3.8 Αξιοπιστία και Εγκυρότητα της Έρευνας

Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα της παρούσας μελέτης εξετάστηκαν λαμβάνοντας υπόψη τον μικτό και διερευνητικό χαρακτήρα του ερευνητικού σχεδιασμού. Δεδομένου ότι η έρευνα συνδυάζει ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα, η ποιότητα της συνολικής ερμηνείας συνδέεται τόσο με τη συνέπεια των επιμέρους αναλυτικών διαδικασιών όσο και με τη διαφάνεια του τρόπου ενοποίησης των δύο ερευνητικών σκελών (Creswell και Plano Clark, 2018; Fetters, Curry και Creswell, 2013).

Στο ποσοτικό σκέλος χρησιμοποιήθηκε κοινό δομημένο ερωτηματολόγιο για όλους τους συμμετέχοντες, ώστε να διατηρηθεί η τυποποίηση της διαδικασίας συλλογής δεδομένων. Η διανομή μέσω της HEMEXPO επέτρεψε τη στοχευμένη πρόσβαση σε στελέχη επιχειρήσεων-μελών με μεταποιητικό προσανατολισμό και άμεση εμπλοκή στην παραγωγική λειτουργία. Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε μέσω ενιαίας διαδικασίας στο IBM SPSS Statistics και, όπου οι χαμηλές αναμενόμενες συχνότητες περιόριζαν την καταλληλότητα ασυμπτωτικών ελέγχων, χρησιμοποιήθηκαν ακριβείς στατιστικές διαδικασίες.

Το περιορισμένο μέγεθος του ποσοτικού δείγματος ($N = 16$) και η μη πιθανοθεωρητική δειγματοληψία περιορίζουν τη δυνατότητα στατιστικής γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Για τον λόγο αυτό, τόσο τα περιγραφικά όσο και τα επαγωγικά αποτελέσματα ερμηνεύονται διερευνητικά και στο πλαίσιο του συγκεκριμένου δείγματος.

Στο ποιοτικό σκέλος, η συνέπεια της αναλυτικής διαδικασίας επιδιώχθηκε μέσω της συστηματικής εξέτασης του απομαγνητοφωνημένου υλικού και της σταδιακής μετάβασης από αρχικούς κώδικες σε θεματικές κατηγορίες και, στη συνέχεια, σε συνθετικές εννοιολογικές

διαστάσεις. Η επαγωγική–απαγωγική λογική επέτρεψε οι αρχικές ερμηνείες να παραμείνουν συνδεδεμένες με τα εμπειρικά δεδομένα και στη συνέχεια να αντιπαραβληθούν με συναφείς θεωρητικές έννοιες (Timmermans και Tavory, 2012). Παράλληλα, η συγκριτική εξέταση τριών επιχειρησιακών περιπτώσεων επέτρεψε την αναζήτηση τόσο κοινών όσο και διαφοροποιημένων προτύπων (Eisenhardt, 1989).

Σε επίπεδο μικτής μεθοδολογίας, η εγκυρότητα της συνολικής ερμηνείας ενισχύθηκε μέσω της αντιπαραβολής δύο διαφορετικών μορφών εμπειρικών δεδομένων. Η συστηματική εξέταση σημείων σύγκλισης, συμπληρωματικότητας και απόκλισης επέτρεψε την εξέταση των ποσοτικών προτύπων παράλληλα με τις λεπτομερέστερες επιχειρησιακές περιγραφές των συμμετεχόντων, χωρίς να προϋποτίθεται ότι τα δύο σύνολα δεδομένων έπρεπε υποχρεωτικά να οδηγούν στα ίδια συμπεράσματα (Fetters, Curry και Creswell, 2013).

Τέλος, αναγνωρίζεται ότι το περιορισμένο μέγεθος του ποσοτικού δείγματος, η μη πιθανοτική δειγματοληψία και ο περιορισμένος αριθμός ποιοτικών περιπτώσεων θέτουν σαφή όρια στη δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων. Η επιδίωξη της παρούσας μελέτης δεν είναι η στατιστική γενίκευση στο σύνολο των ελληνικών ναυτιλιακών μεταποιητικών ΜμΕ, αλλά η ανάπτυξη εμπειρικά τεκμηριωμένων ερμηνειών και η αναγνώριση προτύπων που μπορούν να αποτελέσουν βάση για περαιτέρω έρευνα σε μεγαλύτερα και διαφοροποιημένα δείγματα.

3.9 Δεοντολογία και Προστασία Δεδομένων

Η συλλογή, επεξεργασία και παρουσίαση των ερευνητικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε με έμφαση στην ενημέρωση των συμμετεχόντων, στην προστασία της ταυτότητάς τους και στον περιορισμό της δημοσιοποίησης πληροφοριών που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε άμεση ή έμμεση ταυτοποίησή τους.

Πριν από την έναρξη των ημι-δομημένων συνεντεύξεων, οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για τον σκοπό της έρευνας, την προβλεπόμενη χρήση των δεδομένων, την ανωνυμοποίησή τους κατά την ανάλυση και παρουσίαση των ευρημάτων, καθώς και για την καταγραφή και τη μεταγενέστερη απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν εξ αποστάσεως μέσω της πλατφόρμας Microsoft Teams και η καταγραφή ξεκίνησε αφού είχε προηγηθεί η σχετική ενημέρωση των συμμετεχόντων.

Κατά την επεξεργασία των απομαγνητοφωνημένων δεδομένων, αναγνωριστικά στοιχεία αφαιρέθηκαν ή γενικεύθηκαν στον βαθμό που αυτό ήταν εφικτό, ώστε να περιοριστεί η δυνατότητα άμεσης ταυτοποίησης των συμμετεχόντων και των επιχειρήσεών τους. Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν ανωνυμοποιημένοι κωδικοί αντί πραγματικών ονομάτων, ενώ αποφεύχθηκε η αναφορά μη αναγκαίων προσωπικών, εταιρικών ή λειτουργικών πληροφοριών που θα μπορούσαν να διευκολύνουν την αναγνώριση συγκεκριμένου συμμετέχοντα.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στον κίνδυνο έμμεσης ταυτοποίησης, καθώς ο περιορισμένος αριθμός επιχειρησιακών περιπτώσεων και η εξειδικευμένη φύση του ελληνικού ναυτιλιακού μεταποιητικού οικοσυστήματος θα μπορούσαν να επιτρέψουν την αναγνώριση ενός συμμετέχοντα μέσω του συνδυασμού επιμέρους οργανωσιακών, τεχνικών ή λειτουργικών χαρακτηριστικών. Για τον λόγο αυτό, κατά την επιλογή αυτούσιων αποσπασμάτων και την παρουσίαση των επιχειρησιακών περιπτώσεων επιδιώχθηκε ισορροπία μεταξύ της αναλυτικής πληρότητας και της προστασίας της ταυτότητας των συμμετεχόντων.

Η ανωνυμοποίηση αφορά συνεπώς το στάδιο επεξεργασίας και παρουσίασης των ερευνητικών δεδομένων και δεν συνεπάγεται ότι τα πρωτογενή δεδομένα συλλέχθηκαν ανώνυμα, δεδομένου ότι η ταυτότητα των συμμετεχόντων ήταν γνωστή στον ερευνητή κατά τη διεξαγωγή των συνεντεύξεων.

Κεφάλαιο 4

Ανάλυση των Στοιχείων

4.1 Ποσοτική Ανάλυση

Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει τα ποσοτικά αποτελέσματα της έρευνας, τα οποία προέκυψαν από το δομημένο ερωτηματολόγιο σε δείγμα $N = 16$ στελεχών ελληνικών μεταποιητικών ΜμΕ του ευρύτερου ναυτιλιακού τομέα. Η ανάλυση αποσκοπεί στην περιγραφική αποτύπωση βασικών παραγωγικών, τεχνολογικών και οργανωσιακών χαρακτηριστικών του δείγματος και στη διερευνητική εξέταση πιθανών σχέσεων μεταξύ επιλεγμένων κατηγορικών μεταβλητών.

Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του **IBM SPSS Statistics**. Αρχικά υπολογίστηκαν συχνότητες και ποσοστά και στη συνέχεια καταρτίστηκαν πίνακες συνάφειας (cross-tabulations). Λόγω του περιορισμένου μεγέθους του δείγματος και των χαμηλών αναμενόμενων συχνοτήτων σε επιμέρους κελιά, χρησιμοποιήθηκε ο δίπλευρος ακριβής έλεγχος Fisher–Freeman–Halton για τη διερευνητική εξέταση σχέσεων μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha = 0,05$.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αρχικά σε περιγραφικό επίπεδο και, στη συνέχεια, μέσω τριών διερευνητικών ελέγχων σχέσεων. Η ευρύτερη ερμηνεία τους σε σχέση με τις διαστάσεις του πλαισίου Technology–Organization–Environment (TOE) και την Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων αναπτύσσεται στο Κεφάλαιο 5.

4.1.1 Λειτουργικό Προφίλ και Ψηφιακή Υποστήριξη

Η αρχική ανάλυση αποσκοπεί στην αποτύπωση του παραγωγικού προφίλ των επιχειρήσεων του δείγματος και των κύριων εργαλείων που χρησιμοποιούνται για τον παραγωγικό προγραμματισμό.

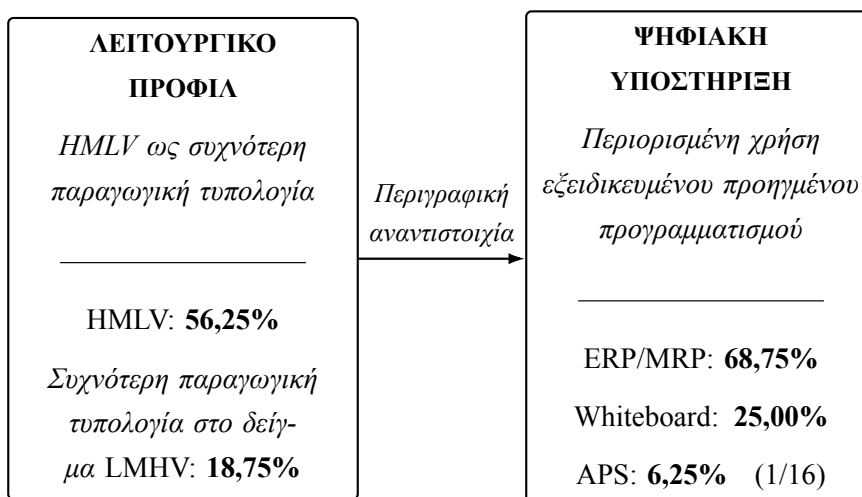
Πίνακας 4.1

Παραγωγική Τυπολογία και Κύριο Εργαλείο Παραγωγικού Προγραμματισμού (N = 16)

Μεταβλητή	f	%
E1. Τυπολογία Παραγωγής		
HMLV	9	56,25%
Batch	1	6,25%
ETO	3	18,75%
LMHV	3	18,75%
E2. Σύστημα Προγραμματισμού Παραγωγής		
ERP/MRP	11	68,75%
Excel	0	0,00%
Whiteboard	4	25,00%
APS	1	6,25%

Όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 4.1**, η συχνότερη παραγωγική τυπολογία στο δείγμα είναι η HMLV, η οποία αντιστοιχεί στο 56,25% των συμμετεχόντων. Οι επιχειρήσεις ETO αποτελούν το 18,75%, οι επιχειρήσεις Batch το 6,25% και οι επιχειρήσεις LMHV το 18,75%.

Ως προς τον παραγωγικό προγραμματισμό, το 68,75% των συμμετεχόντων αναφέρει ως κύριο εργαλείο συστήματα ERP/MRP, ενώ το 25,00% χρησιμοποιεί συμβατικές μεθόδους τύπου whiteboard. Μόνο μία επιχείρηση (6,25%) αναφέρει χρήση εξειδικευμένου συστήματος APS, ενώ δεν καταγράφηκε περίπτωση στην οποία το Excel αποτελούσε το κύριο εργαλείο παραγωγικού προγραμματισμού.



Σχήμα 4.1

Συνθετική απεικόνιση του λειτουργικού προφίλ και του επιπέδου ψηφιακής υποστήριξης του παραγωγικού προγραμματισμού στο εξεταζόμενο δείγμα.

Η συνδυαστική εικόνα των παραπάνω αποτελεσμάτων, η οποία συνοψίζεται στο **Σχή-**

μα 4.1, υποδεικνύει σε περιγραφικό επίπεδο μια πιθανή αναντιστοιχία μεταξύ της λειτουργικής πολυπλοκότητας που χαρακτηρίζει μεγάλο μέρος του δείγματος και του περιορισμένου βαθμού υιοθέτησης εξειδικευμένων εργαλείων προηγμένου προγραμματισμού. Η παρατήρηση αυτή δεν συνεπάγεται αιτιώδη σχέση και εξετάζεται περαιτέρω μέσω των μεταβλητών που αφορούν τη συχνότητα και τις πηγές διαταραχής του παραγωγικού προγράμματος.

4.1.2 Αστάθεια του Παραγωγικού Προγραμματισμού και Παράγοντες Διατάραξης

Η επόμενη ομάδα μεταβλητών εξετάζει τη συχνότητα με την οποία μεταβάλλεται το παραγωγικό πρόγραμμα και τις κυριότερες πηγές διαταραχής που αναφέρθηκαν από τους συμμετέχοντες.

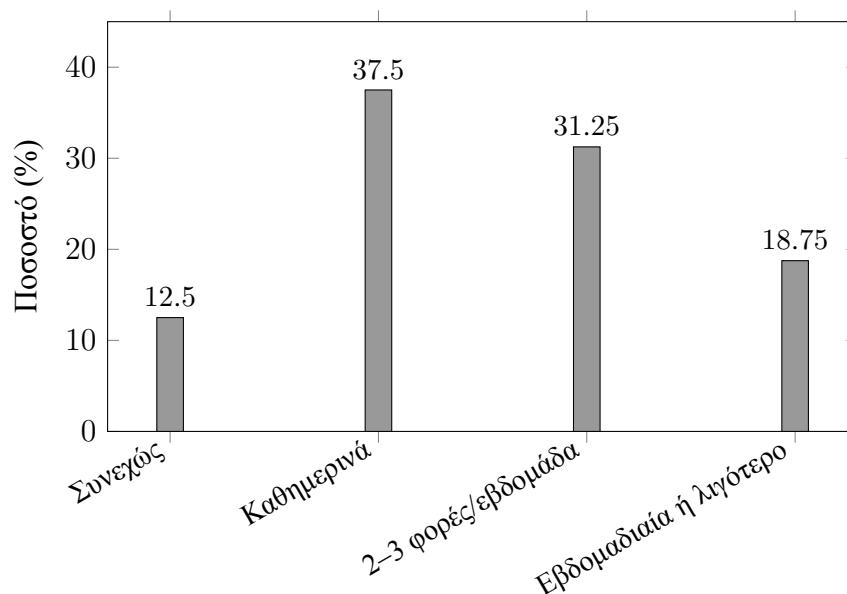
Πίνακας 4.2

Αστάθεια του Παραγωγικού Προγραμματισμού και Παράγοντες Διατάραξης (N = 16)

Μεταβλητή	f	%
E3. Συχνότητα Διαταραχών Προγραμματισμού		
Συνεχώς μέσα στην ημέρα	2	12,50%
Μία φορά την ημέρα	6	37,50%
Δύο ή τρεις φορές ανά εβδομάδα	5	31,25%
Μία φορά την εβδομάδα ή λιγότερο	3	18,75%
E4. Κύριοι Παράγοντες Διατάραξης		
Παρεμβάσεις πελατών	14	87,50%
Μεταβλητότητα εφοδιαστικής αλυσίδας	12	75,00%
Κανονιστικές απαιτήσεις	1	6,25%
Εσωτερικά προβλήματα παραγωγικής δυναμικότητας	1	6,25%

Σημείωση: Στην E4 ήταν δυνατή η επιλογή περισσότερων από μίας απαντήσεων. Ως εκ τούτου, το άθροισμα των ποσοστών υπερβαίνει το 100%.

Όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 4.2**, το 50,00% των συμμετεχόντων αναφέρει διαταραχή του παραγωγικού προγράμματος τουλάχιστον μία φορά ανά ημέρα. Επιπλέον, το 31,25% αναφέρει μεταβολές δύο ή τρεις φορές ανά εβδομάδα, ενώ το 18,75% αναφέρει μεταβολές μία φορά την εβδομάδα ή λιγότερο. Συνεπώς, το 81,25% του δείγματος αναφέρει μεταβολές του προγράμματος τουλάχιστον δύο ή τρεις φορές ανά εβδομάδα.



Γράφημα 4.1

Συχνότητα διαταραχών του παραγωγικού προγράμματος.

Το **Γράφημα 4.1** αποτυπώνει τη συγκέντρωση των απαντήσεων στις κατηγορίες υψηλότερης συχνότητας διαταραχών. Ειδικότερα, οκτώ από τους δεκαέξι συμμετέχοντες (50, 00%) αναφέρουν διαταραχές τουλάχιστον σε ημερήσια βάση.

Ως προς τις πηγές διαταραχής, οι παρεμβάσεις πελατών αποτελούν τη συχνότερα αναφερόμενη αιτία (87, 50%, $f = 14$), ενώ ακολουθεί η μεταβλητότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (75, 00%, $f = 12$). Οι κανονιστικές απαιτήσεις και τα εσωτερικά προβλήματα παραγωγικής δυναμικότητας αναφέρθηκαν από έναν συμμετέχοντα αντίστοιχα (6, 25%).

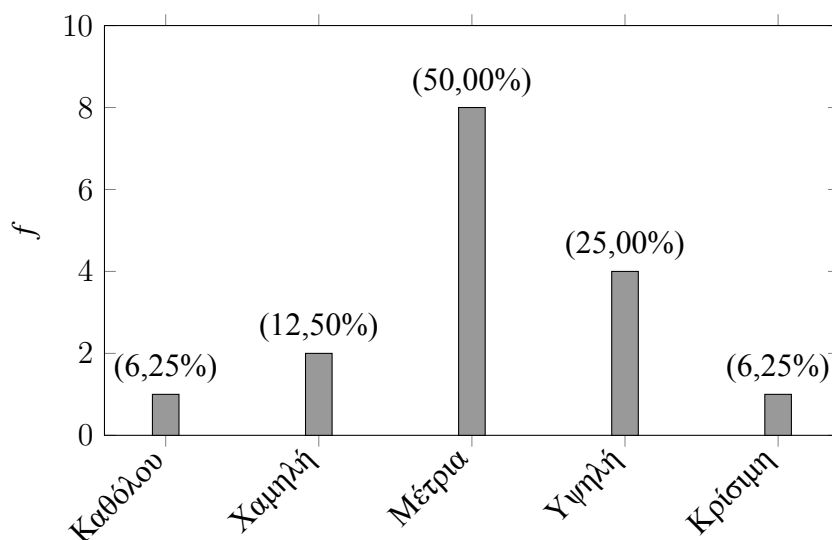
Τα περιγραφικά αποτελέσματα δείχνουν ότι οι συχνότερα αναφερόμενες πηγές μεταβολής του παραγωγικού προγράμματος στο συγκεκριμένο δείγμα αφορούν παρεμβάσεις πελατών και μεταβλητότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η πιθανή σχέση μεταξύ του χρησιμοποιούμενου εργαλείου προγραμματισμού και της συχνότητας των διαταραχών εξετάζεται στην Ενότητα 4.1.5.

4.1.3 Άρρητη Οργανωσιακή Γνώση, Διοικητική Επιβάρυνση και Εμπιστοσύνη προς την ΤΝ

Η επόμενη ομάδα αποτελεσμάτων αφορά την εξάρτηση των επιχειρήσεων από άρρητη οργανωσιακή γνώση, τον χρόνο που απορροφάται από διοικητικές και πληροφοριακές δραστηριότητες και την εμπιστοσύνη των συμμετεχόντων προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην ΤΝ.

Όπως παρουσιάζεται στο **Γράφημα 4.2**, το 50, 00% του δείγματος αναφέρει μέτριο βαθμό εξάρτησης από άρρητη οργανωσιακή γνώση, το 25, 00% υψηλό βαθμό και το 6, 25% κρίσιμο

βαθμό. Συνολικά, το 81,25% των συμμετεχόντων αναφέρει τουλάχιστον μέτριο βαθμό εξάρτησης.



Γράφημα 4.2

Βαθμός εξάρτησης από την άρρητη οργανωσιακή γνώση.

Παράλληλα, η κατανομή της διοικητικής και πληροφοριακής επιβάρυνσης παρουσιάζεται στον **Πίνακα 4.3**.

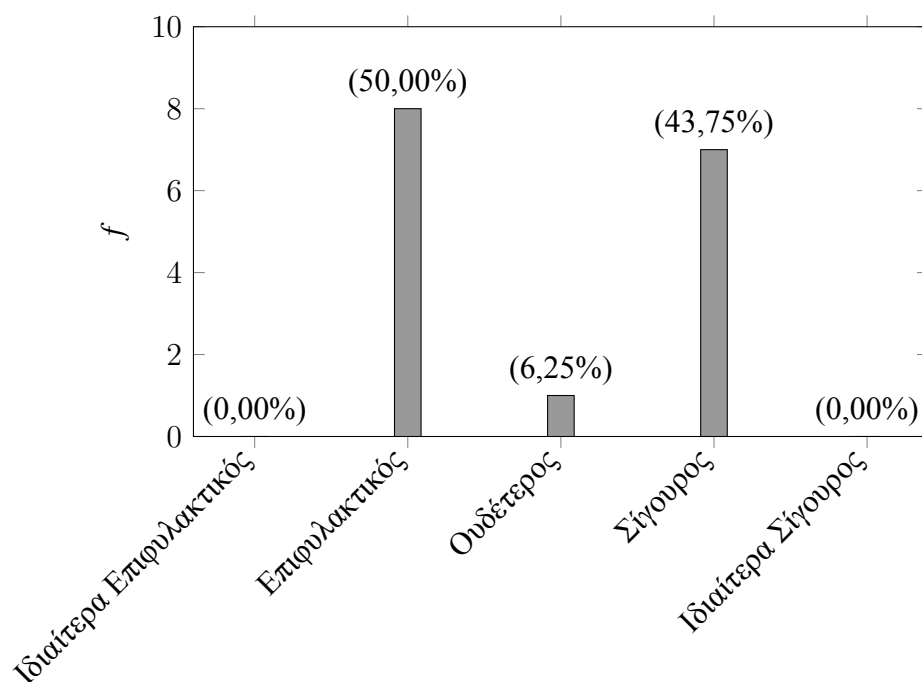
Πίνακας 4.3

Διοικητική και Πληροφοριακή Επιβάρυνση Ανθρώπινων Πόρων (N = 16)

Κατηγορία	f	%
Ελάχιστη (λιγότερο από 10%)	7	43,75%
Μέτρια (10%–25%)	5	31,25%
Σημαντική (26%–50%)	4	25,00%

Το 56,25% των συμμετεχόντων αναφέρει ότι οι συγκεκριμένες δραστηριότητες απορροφούν τουλάχιστον το 10% του διαθέσιμου διοικητικού ή τεχνικού χρόνου. Ειδικότερα, το 31,25% εκτιμά την επιβάρυνση μεταξύ 10% και 25%, ενώ το 25,00% μεταξύ 26% και 50%.

Ως προς την εμπιστοσύνη σε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην ΤΝ, το 50,00% των συμμετεχόντων δηλώνει επιφυλακτική στάση, το 43,75% θετική στάση και το 6,25% ουδέτερη στάση.



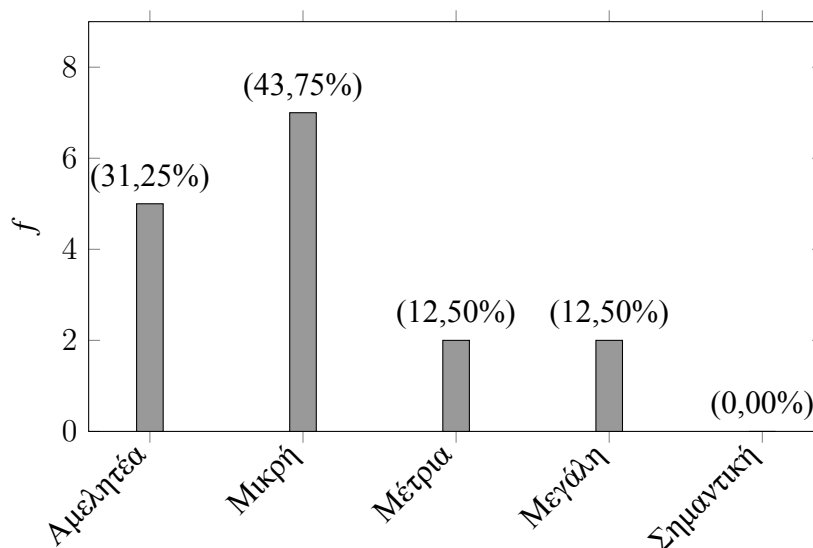
Γράφημα 4.3

Εμπιστοσύνη προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην TN.

Η κατανομή εμφανίζεται σχεδόν ισομερής μεταξύ επιφυλακτικής και θετικής στάσης, με περιορισμένη ουδέτερη τοποθέτηση. Η πιθανή σχέση μεταξύ της εξάρτησης από άρρητη οργανωσιακή γνώση και της εμπιστοσύνης προς την TN εξετάζεται στη συνέχεια μέσω του δεύτερου διερευνητικού ελέγχου.

4.1.4 Κανονιστικές Απαιτήσεις και Εμπόδια Υιοθέτησης

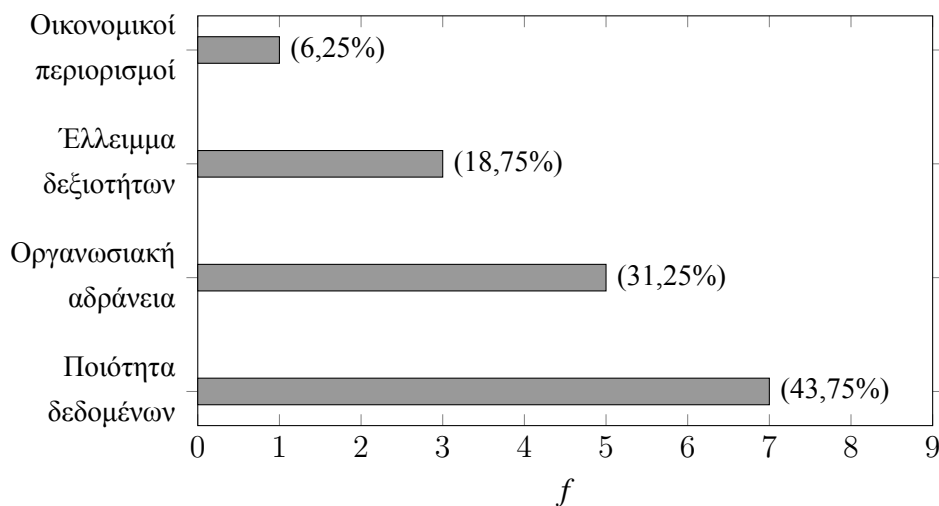
Η επόμενη ομάδα αποτελεσμάτων αφορά την αντιλαμβανόμενη επίδραση των κανονιστικών απαιτήσεων και τα κύρια εμπόδια που αναγνωρίζουν οι συμμετέχοντες για την υιοθέτηση προηγμένων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων.



Γράφημα 4.4

Αντιλαμβανόμενη επίδραση των κανονιστικών απαιτήσεων.

Όπως παρουσιάζεται στο **Γράφημα 4.4**, το 31,25% των συμμετεχόντων χαρακτηρίζει την επίδραση των κανονιστικών απαιτήσεων ως αμελητέα και το 43,75% ως μικρή. Συνολικά, επομένως, το 75,00% του δείγματος κατατάσσει την επίδρασή τους στις δύο χαμηλότερες κατηγορίες της κλίμακας. Αντίθετα, το 25,00% την αξιολογεί ως μέτρια ή μεγάλη, ενώ δεν καταγράφηκε απάντηση στην ανώτατη κατηγορία.



Γράφημα 4.5

Κύρια εμπόδια υιοθέτησης προηγμένων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων.

Όπως παρουσιάζεται στο **Γράφημα 4.5**, η ποιότητα των δεδομένων αποτελεί το συχνότερα αναφερόμενο κύριο εμπόδιο υιοθέτησης (43,75%, $f = 7$), ακολουθούμενη από την οργανωσιακή αδράνεια (31,25%, $f = 5$) και το έλλειμμα δεξιοτήτων (18,75%, $f = 3$). Οι οικονομικοί περιορισμοί αναφέρθηκαν από έναν συμμετέχοντα (6,25%), ενώ η κατηγορία που αφορούσε την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των δεδομένων δεν επιλέχθηκε από κανέναν συμ-

μετέχοντα.

Η πιθανή διαφοροποίηση της κατανομής των κύριων εμποδίων ανά παραγωγικό προφίλ εξετάζεται μέσω του τρίτου διερευνητικού ελέγχου.

4.1.5 Διερευνητική Εξέταση Σχέσεων μεταξύ Μεταβλητών

Με βάση τα παραπάνω περιγραφικά αποτελέσματα, εξετάστηκαν τρεις πιθανές σχέσεις μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών. Η διερεύνηση πραγματοποιήθηκε μέσω πινάκων συνάφειας και του δίπλευρου ακριβούς ελέγχου Fisher–Freeman–Halton, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha = 0,05$.

Εργαλείο Προγραμματισμού και Αστάθεια του Προγράμματος

Η πρώτη διερευνητική σχέση αφορά το κύριο εργαλείο παραγωγικού προγραμματισμού (E2) και τη συχνότητα εμφάνισης διαταραχών του παραγωγικού προγράμματος (E3).

H_0 : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ του κύριου εργαλείου προγραμματισμού και της συχνότητας εμφάνισης διαταραχών του παραγωγικού προγράμματος.

Πίνακας 4.4

Εργαλείο Προγραμματισμού έναντι Συχνότητας Διαταραχών του Προγράμματος

Εργαλείο Προγραμματισμού	Συχνότητα Διαταραχών				Σύνολο
	Συνεχώς	Μία φορά ανά ημέρα	Δύο ή τρεις φορές ανά εβδομάδα	Μία φορά ανά εβδομάδα ή λιγότερο	
Whiteboard	1 (25, 0)	2 (50, 0)	1 (25, 0)	0 (0, 0)	4 (100, 0)
ERP/MRP	1 (9, 1)	3 (27, 3)	4 (36, 4)	3 (27, 3)	11 (100, 0)
APS	0 (0, 0)	1 (100, 0)	0 (0, 0)	0 (0, 0)	1 (100, 0)

Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ του κύριου εργαλείου προγραμματισμού και της συχνότητας διαταραχών του παραγωγικού προγράμματος (Fisher–Freeman–Halton exact test, $p = 0,802$).

Κατά συνέπεια, στο συγκεκριμένο δείγμα δεν προκύπτει επαρκής στατιστική τεκμηρίωση για απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης. Λόγω του περιορισμένου μεγέθους του δείγματος και ιδιαίτερα της ύπαρξης μίας μόνο παρατήρησης στην κατηγορία APS, οι περιγραφικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των κατηγοριών εργαλείων δεν ερμηνεύονται ως τεκμηριωμένη σχέση μεταξύ του χρησιμοποιούμενου εργαλείου και της αστάθειας του προγράμματος.

Σε περιγραφικό επίπεδο, τρεις από τους τέσσερις χρήστες whiteboard (75, 0%) αναφέρουν διαταραχές τουλάχιστον μία φορά ανά ημέρα, έναντι τεσσάρων από τους έντεκα χρήστες ERP/MRP (36, 4%). Ο μοναδικός συμμετέχων που αναφέρει χρήση APS καταγράφει διαταραχή μία φορά ανά ημέρα. Η ύπαρξη μίας μόνο παρατήρησης στην κατηγορία APS δεν επιτρέπει ουσιαστική συγκριτική ερμηνεία της συγκεκριμένης κατηγορίας.

Άρρητη Οργανωσιακή Γνώση και Εμπιστοσύνη προς την TN

Η δεύτερη διερευνητική σχέση αφορά τον βαθμό εξάρτησης από άρρητη οργανωσιακή γνώση (E5) και την εμπιστοσύνη προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην TN (E7).

H_0 : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ του βαθμού εξάρτησης από την άρρητη οργανωσιακή γνώση και της εμπιστοσύνης προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην TN.

Πίνακας 4.5

Εξάρτηση από την Άρρητη Οργανωσιακή Γνώση έναντι Εμπιστοσύνης προς την TN

Βαθμός Εξάρτησης	Εμπιστοσύνη προς την TN			Σύνολο
	Αρκετά επιφυλακτικός	Ουδέτερος	Αρκετά σίγουρος	
Καθόλου εξαρτημένη	1 (100, 0)	0 (0, 0)	0 (0, 0)	1 (100, 0)
Ελάχιστα εξαρτημένη	0 (0, 0)	0 (0, 0)	2 (100, 0)	2 (100, 0)
Μέτρια εξαρτημένη	5 (62, 5)	0 (0, 0)	3 (37, 5)	8 (100, 0)
Πολύ εξαρτημένη	2 (50, 0)	1 (25, 0)	1 (25, 0)	4 (100, 0)
Εξαιρετικά εξαρτημένη	0 (0, 0)	0 (0, 0)	1 (100, 0)	1 (100, 0)

Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ του βαθμού εξάρτησης από την άρρητη οργανωσιακή γνώση και της εμπιστοσύνης προς την TN (Fisher–Freeman–Halton exact test, $p = 0,411$). Συνεπώς, στο συγκεκριμένο δείγμα δεν προκύπτει επαρκής στατιστική τεκμηρίωση για απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης.

Σε περιγραφικό επίπεδο, στην κατηγορία μέτριας εξάρτησης πέντε από τους οκτώ συμμετέχοντες (62, 5%) εμφανίζονται επιφυλακτικοί, ενώ στην κατηγορία υψηλής εξάρτησης δύο

από τους τέσσερις (50, 0%) εμφανίζονται επιφυλακτικοί. Ωστόσο, οι επιμέρους κατηγορίες περιλαμβάνουν μικρό αριθμό παρατηρήσεων και ο ακριβής έλεγχος δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική σχέση. Συνεπώς, οι παρατηρούμενες διαφοροποιήσεις αντιμετωπίζονται αποκλειστικά ως περιγραφικά αποτελέσματα.

Παραγωγικό Προφίλ και Εμπόδια Υιοθέτησης

Η τρίτη διερευνητική σχέση αφορά την παραγωγική τυπολογία (E1) και το κύριο εμπόδιο υιοθέτησης προηγμένων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (E9).

H_0 : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ της παραγωγικής τυπολογίας και του κύριου εμποδίου υιοθέτησης.

Πίνακας 4.6

Παραγωγική Τυπολογία έναντι Κύριων Εμποδίων Υιοθέτησης

Παραγωγική Τυπολογία	Κύριο Εμπόδιο Υιοθέτησης				Σύνολο
	Οικονομικοί περιορισμοί	Ποιότητα δεδομένων	Έλλειμμα δεξιοτήτων	Οργανωσιακή αδράνεια	
HMLV	0 (0, 0)	4 (44, 4)	2 (22, 2)	3 (33, 3)	9 (100, 0)
Batch	0 (0, 0)	0 (0, 0)	0 (0, 0)	1 (100, 0)	1 (100, 0)
ETO	1 (33, 3)	0 (0, 0)	1 (33, 3)	1 (33, 3)	3 (100, 0)
LMHV	0 (0, 0)	3 (100, 0)	0 (0, 0)	0 (0, 0)	3 (100, 0)

Ο ακριβής έλεγχος Fisher–Freeman–Halton δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ της παραγωγικής τυπολογίας και του κύριου εμποδίου υιοθέτησης ($p = 0,196$). Συνεπώς, στο συγκεκριμένο δείγμα δεν προκύπτει επαρκής στατιστική τεκμηρίωση για απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης.

Σε περιγραφικό επίπεδο, στις επιχειρήσεις HMLV η ποιότητα των δεδομένων αποτελεί το συχνότερα αναφερόμενο εμπόδιο (44, 4%), ακολουθούμενη από την οργανωσιακή αδράνεια (33, 3%) και το έλλειμμα δεξιοτήτων (22, 2%). Στην κατηγορία LMHV και οι τρεις συμμετέχοντες αναφέρουν την ποιότητα των δεδομένων ως κύριο εμπόδιο, ενώ στις επιχειρήσεις ETO οι απαντήσεις κατανέμονται ισομερώς μεταξύ οικονομικών περιορισμών, ελλείμματος δεξιοτήτων και οργανωσιακής αδράνειας.

Λόγω του μικρού αριθμού παρατηρήσεων στις επιμέρους κατηγορίες, οι παραπάνω διαφορές αντιμετωπίζονται αποκλειστικά ως περιγραφικά πρότυπα του συγκεκριμένου δείγματος και όχι ως τεκμηριωμένες διαφοροποιήσεις μεταξύ παραγωγικών τυπολογιών.

Σύνοψη των Διερευνητικών Ελέγχων

Ο Πίνακας 4.7 συνοψίζει τα αποτελέσματα των τριών διερευνητικών ελέγχων σχέσεων.

Πίνακας 4.7

Σύνοψη των Διερευνητικών Ελέγχων Σχέσεων

Εξεταζόμενη σχέση	Ακριβής έλεγχος	p	Αποτέλεσμα
Εργαλείο προγραμματισμού × συχνότητα διαταραχών	Fisher–Freeman–Halton	0,802	Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική σχέση
Εξάρτηση από άρρητη οργανωσιακή γνώση × εμπιστοσύνη προς TN	Fisher–Freeman–Halton	0,411	Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική σχέση
Παραγωγική τυπολογία × κύριο εμπόδιο υιοθέτησης	Fisher–Freeman–Halton	0,196	Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική σχέση

Όπως συνοψίζεται στον **Πίνακα 4.7**, κανένας από τους τρεις διερευνητικούς ελέγχους δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική σχέση στο προκαθορισμένο επίπεδο $\alpha = 0,05$. Τα αποτελέσματα αυτά δεν ερμηνεύονται ως τεκμηρίωση απουσίας των εξεταζόμενων σχέσεων στον ευρύτερο πληθυσμό, αλλά ως μη επαρκής στατιστική τεκμηρίωσή τους στο συγκεκριμένο μικρό δείγμα.

4.2 Ποιοτική Ανάλυση

Η ποιοτική ανάλυση βασίστηκε στις ημι-δομημένες συνεντεύξεις με ανώτατα διοικητικά στελέχη και υπεύθυνους λήψης αποφάσεων από τρεις εξειδικευμένες μεταποιητικές ΜμΕ του ευρύτερου ναυτιλιακού τομέα. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων οργανώνεται σε επίπεδο θεματικών αξόνων και επιμέρους εμπειρικών μοτίβων που αναδείχθηκαν από τη συγκριτική ανάλυση των τριών επιχειρησιακών περιπτώσεων.

Τα αποσπάσματα που παρατίθενται είναι ενδεικτικά και χρησιμοποιούνται για την τεκμηρίωση των βασικών προτύπων που εντοπίστηκαν στα δεδομένα. Οι ονομασίες των επιμέρους εμπειρικών μοτίβων αποτελούν αναλυτικές κατηγορίες που χρησιμοποιούνται για τη συμπύκνωση και οργάνωση του υλικού των συνεντεύξεων και δεν υποδηλώνουν απαραίτητα όρους που χρησιμοποιήθηκαν αυτούσιοι από τους συμμετέχοντες.

Η ανάλυση ανέδειξε τρεις κύριους θεματικούς άξονες:

1. Λειτουργική Μεταβλητότητα και Προσαρμοστικοί Μηχανισμοί Απορρόφησης,
2. Εξωτερικοί Περιορισμοί και Ευαλωτότητα του Ανθρώπινου Κεφαλαίου,
3. Περιορισμοί στην Υιοθέτηση της ΤΝ και Διακυβέρνηση του Βιομηχανικού Οικοσυστήματος.

Η ενότητα επικεντρώνεται στην παρουσίαση των εμπειρικών αποτελεσμάτων. Η ευρύτερη ερμηνεία τους σε σχέση με το πλαίσιο Technology–Organization–Environment (TOE), την Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων και τη σχετική βιβλιογραφία αναπτύσσεται στο Κεφάλαιο 5.

4.2.1 Προφίλ των Επιχειρησιακών Περιπτώσεων

Για την πλαίσιωση των ποιοτικών αποτελεσμάτων, ο Πίνακας 4.8 συνοψίζει βασικά χαρακτηριστικά των τριών επιχειρησιακών περιπτώσεων και των στελεχών που συμμετείχαν στις συνεντεύξεις.

Πίνακας 4.8

Βασικά Χαρακτηριστικά των Ποιοτικών Περιπτώσεων

Κωδικός	Ρόλος	Παραγωγικό Προφίλ	Βασικά Χαρακτηριστικά Περίπτωσης
R1	Ιδιοκτήτης και Διευθύνων Σύμβουλος	ETO/HMLV	Εξειδικευμένη παραγωγή μικρού όγκου και υψηλής εξατομίκευσης, με έμφαση σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας και αξιοποίηση τεχνολογικών λύσεων.
R2	Ιδιοκτήτης και Εργοδηγός	ETO/HMLV	Υψηλός βαθμός εσωτερικής παραγωγικής ικανότητας, με περίπου 90% των δραστηριοτήτων να πραγματοποιείται εσωτερικά και σημαντική εξάρτηση από την εμπειρία του υπεύθυνου παραγωγής.
R3	Συνιδιοκτήτης και Τεχνικός Διευθυντής	ETO/HMLV	Συνδυασμός μακροχρόνιων και βραχυχρόνιων εργασιών, οργανωμένη διαχείριση του παραγωγικού φόρτου και πρωτοβουλίες ψηφιακής κωδικοποίησης της οργανωσιακής γνώσης.

Οι τρεις περιπτώσεις παρουσιάζουν κοινό παραγωγικό προσανατολισμό ETO/HMLV,

αλλά διαφοροποιούνται ως προς τον τρόπο με τον οποίο διαχειρίζονται τη μεταβλητότητα, την παραγωγική δυναμικότητα, την οργανωσιακή γνώση και την τεχνολογική υποστήριξη. Η διαφοροποίηση αυτή αποτέλεσε βασικό σημείο αναφοράς για τη συγκριτική ανάλυση των περιπτώσεων των συνεντεύξεων.

4.2.2 Θεματικός Άξονας Α: Λειτουργική Μεταβλητότητα και Προσαρμοστικοί Μηχανισμοί Απορρόφησης

Οι συνεντεύξεις ανέδειξαν ότι η διαχείριση της λειτουργικής μεταβλητότητας δεν περιορίζεται στη χρήση του επίσημου συστήματος παραγωγικού προγραμματισμού. Οι επιχειρήσεις περιέγραψαν μηχανισμούς που λειτουργούν σε διαφορετικά επίπεδα: αφενός περιθώρια ευελιξίας ενσωματωμένα στο επιχειρηματικό και οργανωσιακό μοντέλο και, αφετέρου, πρακτικούς κανόνες που εφαρμόζονται κατά την καθημερινή εκτέλεση και αναδιάταξη των εργασιών.

Παράλληλα, οι διαφορετικές πρακτικές μεταβάλλουν τον τρόπο με τον οποίο κατανέμεται το γνωστικό φορτίο που συνεπάγεται η συνεχής προσαρμογή του παραγωγικού προγράμματος.

Μακρο-στρατηγικοί Μηχανισμοί Απορρόφησης Αβεβαιότητας

Σε επίπεδο επιχείρησης, οι τρεις περιπτώσεις ανέδειξαν διαφορετικούς μηχανισμούς διατήρησης περιθωρίων ευελιξίας απέναντι σε μεταβολές της ζήτησης, παρεμβάσεις πελατών και εξαρτήσεις από εξωτερικούς συνεργάτες.

• Προσαύξηση λόγω Εξατομίκευσης – R1

Ο Συμμετέχων 1 περιγράφει μια στρατηγική εστίασης σε εξειδικευμένα προϊόντα μικρού όγκου και υψηλής εξατομίκευσης. Η υψηλότερη προστιθέμενη αξία των συγκεκριμένων προϊόντων επιτρέπει στην επιχείρηση να αποδέχεται μεγαλύτερη λειτουργική πολυπλοκότητα και μικρότερες σειρές παραγωγής.

«Αποφασίζεις να παράγεις προϊόντα ειδικής κατασκευής, δηλαδή εξειδικευμένα προϊόντα, τα οποία είναι πιο σύνθετα, απαιτούν περισσότερο χρόνο και περισσότερους πόρους, αλλά μπορείς να τα πουλήσεις σε υψηλότερη τιμή και αφορούν μικρότερες, πιο ευέλικτες σειρές παραγωγής... Για εμένα, όμως, υπάρχει η Κίνα... Όταν μιλάμε για μαζική παραγωγή, η Κίνα βρίσκεται σε ένα εντελώς διαφορετικό επίπεδο... Εμείς κινούμαστε σε έναν μονόδρομο· δεν υπάρχει τρόπος να κάνουμε κάτι αντίστοιχο.»

(Συμμετέχων 1)

• Επιχειρησιακή Αυτονομία – R2

Ο Συμμετέχων 2 περιγράφει την εσωτερική διατήρηση σημαντικού μέρους της παραγωγικής ικανότητας ως μέσο περιορισμού της εξάρτησης από εξωτερικούς συνεργάτες. Η ύπαρξη ιδιόκτητου εξοπλισμού διευκολύνει την εσωτερική αναδιάταξη εργασιών όταν μεταβάλλονται οι προτεραιότητες.

«Το βασικό είναι κάθε εταιρεία να διασφαλίζει ότι διαθέτει τον απαραίτητο εξοπλισμό, ώστε να μην εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εξωτερικούς συνεργάτες και να μπορεί να προσαρμόζει ελεύθερα το πρόγραμμά της... Διαφορετικά, είναι πρακτικά αδύνατο να επιτευχθεί αυτό όταν υπάρχει μεγάλη εξάρτηση από εξωτερικούς συνεργάτες...»

(Συμμετέχων 2)

- **Βασικός Φόρτος Χαρτοφυλακίου – R3**

Ο Συμμετέχων 3 περιγράφει τον συνδυασμό βραχυχρόνιων, μεταβαλλόμενων εργασιών με μεγαλύτερες και πιο μακροχρόνιες παραγγελίες. Οι τελευταίες λειτουργούν ως εξισορρόπηση της παραγωγικής μεταβλητότητας μέσω ενός σταθερότερου βασικού φόρτου παραγγελιών που επιτρέπει τη συνεχή αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού όταν παρουσιάζονται κενά μεταξύ μικρότερων εργασιών.

«Ιδανικά, λοιπόν, θέλουμε κάποιες εργασίες μεγάλης διάρκειας ώστε να καλύπτουμε τα κενά... πρέπει επίσης να υπάρχουν κάποιες μεγάλες, μακροχρόνιες παραγγελίες, ώστε να μπορείς να απορροφάς τις διακυμάνσεις και να κρατάς τους ανθρώπους απασχολημένους, κατά κάποιο τρόπο, σε αυτή την περίπτωση.»

(Συμμετέχων 3)

Οι τρεις περιπτώσεις παρουσιάζουν, επομένως, διαφορετικές μορφές διατήρησης λειτουργικού περιθωρίου: μέσω της οικονομικής αξίας της εξατομίκευσης, μέσω της εσωτερικής παραγωγικής αυτονομίας και μέσω της σύνθεσης του χαρτοφυλακίου εργασιών.

Μικρο-ευρετικοί Μηχανισμοί Εκτέλεσης

Οι συνεντεύξεις ανέδειξαν επίσης περιορισμούς στην ορατότητα της πραγματικής διάρκειας των εργασιών, της διαθέσιμης δυναμικότητας και των μεταβαλλόμενων συνθηκών εκτέλεσης. Στις περιπτώσεις αυτές, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων περιέγραψαν τη χρήση εμπειρικών κανόνων και πρακτικών προσαρμογής για την καθημερινή διαχείριση του παραγωγικού προγράμματος.

- **Αποδοχή της Λειτουργικής Απώλειας – R1**

Ο Συμμετέχων 1 αναγνωρίζει ότι ορισμένες διακοπές και μεταβολές του προγράμματος αποτελούν αναπόφευκτο χαρακτηριστικό της δραστηριοποίησης στον ναυτιλιακό τομέα.

Αντί να θεωρούνται πάντοτε αποκλίσεις που μπορούν να εξαλειφθούν, ενσωματώνονται πρακτικά στη λειτουργική πραγματικότητα της επιχείρησης.

«Καταλαβαίνεις ότι υπάρχει πρόβλημα. Αλλά είναι αναπόφευκτο. Μπορείς να το θεωρήσεις ως απώλεια. Όπως ακριβώς συνυπολογίζεις τις απώλειες στα υλικά, έτσι κι αυτό αποτελεί μια μορφή απώλειας. Και την αποδέχεσαι. Γιατί; Επειδή δραστηριοποιείσαι στον τομέα της Ναυτιλίας.»

(Συμμετέχων 1)

- **Εμπειρική Συμπύεση Δυναμικότητας – R2**

Στην περίπτωση του Συμμετέχοντα 2, η απουσία άμεσης πληροφόρησης για την πραγματική διάρκεια μελλοντικών εργασιών οδηγεί σε αποφάσεις που βασίζονται σε εμπειρική εκτίμηση της διαθέσιμης παραγωγικής δυναμικότητας. Η αποδοχή μιας επείγουσας παραγγελίας μπορεί να συνοδεύεται από υπερωριακή εργασία ή έκτακτη χρήση εξωτερικών συνεργατών.

«Στην πράξη, ο προϊστάμενος βασίζεται αποκλειστικά στο ένστικτο και την εμπειρία του. Δεν υπάρχει καμία ένδειξη, τουλάχιστον στο δικό μας σύστημα, για το πόσο θα διαρκέσει μια μελλοντική δραστηριότητα... Πρέπει να εκτιμήσω, με βάση την εμπειρία μου, αν μπορώ να "στριμώξω" άλλη μία εργασία, χωρίς ταυτόχρονα να καθυστερήσω τις ήδη προγραμματισμένες παραγγελίες...»

(Συμμετέχων 2)

- **Κανόνας Ουράς Εργασιών «1 + 1» – R3**

Ο Συμμετέχων 3 περιγράφει έναν πρακτικό κανόνα περιορισμού των συνεχών αλλαγών στο επίπεδο του τεχνικού προσωπικού. Οι μεταβολές που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της ημέρας δεν μεταφέρονται αυτομάτως στον χώρο παραγωγής, ενώ ο τεχνικός διατηρεί ορατότητα μόνο στην τρέχουσα και στην αμέσως επόμενη εργασία.

«Αν ο πελάτης μου αλλάξει κάτι το μεσημέρι, είναι προτιμότερο να αφήσω το πρωινό πρόγραμμα να ολοκληρωθεί... Όταν ο τεχνικός εργάζεται στην εργασία Άλφα, πρέπει να γνωρίζει ποια είναι η Βήτα, όταν περάσει στη Βήτα τότε πρέπει να γνωρίζει ποια είναι η Γάμμα. Δεν πρέπει να διαταράσσεις αυτή τη συνέχεια.»

(Συμμετέχων 3)

Κατανομή του Γνωστικού Φορτίου

Οι διαφορετικοί τρόποι καθημερινής διαχείρισης της μεταβλητότητας συνδέονται και με διαφορετικούς τρόπους κατανομής του γνωστικού φορτίου μέσα στην επιχείρηση. Οι περιπτώσεις R2 και R3 ανέδειξαν δύο διαφορετικές πρακτικές.

- **Συγκεντρωτική Εξάρτηση από Πρόσωπο-Κλειδί – R2**

Στην περίπτωση R2, η δυνατότητα τροποποίησης του ημερήσιου προγράμματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την προσωπική εμπειρία και κρίση του ιδιοκτήτη-εργοδηγού. Η απουσία του δεν σταματά απαραίτητα την εκτέλεση ήδη προγραμματισμένων εργασιών, αλλά περιορίζει σημαντικά την ικανότητα δυναμικής αναπροσαρμογής.

«Αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την εταιρεία όταν δεν υπάρχει επικοινωνία μαζί μου... το πρόγραμμα μπορεί να συνεχίσει να εκτελείται ομαλά... όμως θα είναι εξαιρετικά δύσκολο να γίνουν αλλαγές στον ημερήσιο προγραμματισμό, επειδή οι υπόλοιποι δεν μπορούν πραγματικά να αναλάβουν την πρωτοβουλία...»

(Συμμετέχων 2)

• Προστασία του Χώρου Παραγωγής από τη Γνωστική Επιβάρυνση – R3

Στην περίπτωση R3, οι συνεχείς αλλαγές φιλτράρονται πριν μεταφερθούν στους τεχνικούς, με στόχο τη διατήρηση της συνέχειας των εργασιών και τον περιορισμό των συνεχών εναλλαγών αντικειμένου.

«Γιατί να αλλάζεις συνεχώς το αντικείμενο εργασίας του εργάτη ή του τεχνικού;... Αυτό είναι χάσιμο χρόνου... όταν μετακινείς διαρκώς το προσωπικό από εργασία σε εργασία, χάνεις παραγωγικότητα και χάνεις εξειδίκευση.»

(Συμμετέχων 3)

Συνολικά, ο Θεματικός Άξονας Α αναδεικνύει ότι οι εξεταζόμενες επιχειρήσεις δεν αντιμετωπίζουν τη λειτουργική μεταβλητότητα αποκλειστικά μέσω του επίσημου συστήματος προγραμματισμού. Οι τρεις περιπτώσεις περιγράφουν συνδυασμούς επιχειρησιακών περιθωρίων ευελιξίας, εμπειρικών κανόνων εκτέλεσης και διαφορετικών τρόπων κατανομής του γνωστικού φορτίου. Οι μηχανισμοί αυτοί διαφοροποιούνται μεταξύ των περιπτώσεων, αλλά έχουν κοινό χαρακτηριστικό τη διατήρηση της δυνατότητας αναπροσαρμογής των εργασιών υπό συνθήκες συχνής μεταβολής.

4.2.3 Θεματικός Άξονας Β: Εξωτερικοί Περιορισμοί και Ευαλωτότητα του Ανθρώπινου Κεφαλαίου

Ο δεύτερος θεματικός άξονας αφορά περιορισμούς που δεν εντοπίζονται αποκλειστικά στο άμεσο επίπεδο εκτέλεσης της παραγωγής. Οι συνεντεύξεις ανέδειξαν αφενός καθυστερήσεις που σχετίζονται με διοικητικές, κανονιστικές και εγκριτικές διαδικασίες και, αφετέρου, προκλήσεις που προκύπτουν από την απώλεια τεχνικής εμπειρίας και τη δυσκολία αντικατάστασης εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού.

Διοικητικοί Χρόνοι Διεκπεραίωσης και Συμπίεση του Διαθέσιμου Χρόνου Παραγωγής

Οι συμμετέχοντες περιέγραψαν καθυστερήσεις που προκύπτουν πριν από την έναρξη ή την ολοκλήρωση της παραγωγής, ιδίως από διαδικασίες εγκρίσεων, επιθεωρήσεων και κανονιστικής συμμόρφωσης. Στις περιπτώσεις όπου η τελική ημερομηνία παράδοσης παραμένει σταθερή, οι καθυστερήσεις αυτές μειώνουν τον πραγματικό διαθέσιμο χρόνο για την παραγωγική εκτέλεση.

• Κανονιστική Μεταβολή ως Ευκαιρία Πρώιμης Προσαρμογής – R1

Ο Συμμετέχων 1 δεν περιγράφει τις μεταβολές του κανονιστικού πλαισίου αποκλειστικά ως πρόσθετη διοικητική επιβάρυνση. Η έγκαιρη συμμόρφωση μπορεί να επιτρέψει στην επιχείρηση να εισέλθει νωρίτερα σε μια αγορά όπου νέες απαιτήσεις καθίστανται υποχρεωτικές.

«Πέρα από αυτό, σημαίνουν περισσότερη δουλειά — πιστοποιήσεις και οποιεσδήποτε επιπλέον απαιτήσεις... όμως, αν υπάρχει οικονομικό ή εμπορικό όφελος, το επιδιώκεις. Εγώ θα το έβλεπα ως ευκαιρία... Αν κάτι γίνει υποχρεωτικό και εσύ είσαι ήδη έτοιμος... τότε βρίσκεσαι μέσα στην αγορά.»

(Συμμετέχων 1)

• Αναμενόμενη Ενίσχυση Περιβαλλοντικών και Ανθρακικών Απαιτήσεων – R2

Ο Συμμετέχων 2 περιγράφει σχετικά περιορισμένη σημερινή πίεση, αλλά αναμένει ότι η επέκταση απαιτήσεων σχετικών με το ανθρακικό αποτύπωμα και τα περιβαλλοντικά πρότυπα θα επηρεάσει μελλοντικά τόσο τις πιστοποιήσεις όσο και την επιλογή συνεργατών.

«Όταν αρχίσουμε να εξετάζουμε ένα εξάρτημα και το συνολικό ανθρακικό του αποτύπωμα... φαντάζομαι ότι η διαδικασία θα πρέπει να αλλάξει και σίγουρα θα μας επηρεάσει. Θα χρειαστεί να αποκτήσουμε νέες πιστοποιήσεις. Ίσως ακόμη αναγκαστούμε να αντικαταστήσουμε ορισμένους συνεργάτες μας που δεν πληρούν αυτά τα πρότυπα.»

(Συμμετέχων 2)

• Συμπίεση του Διαθέσιμου Χρόνου Παραγωγής (Lead-Time Squeeze) – R3

Ο Συμμετέχων 3 περιγράφει καθυστερήσεις από εξωτερικούς φορείς επιθεώρησης και εγκρίσεις πελατών οι οποίες καταναλώνουν μέρος του συνολικού χρόνου ενός έργου. Όταν η συμφωνημένη ημερομηνία παράδοσης δεν μεταβάλλεται, ο εναπομένον χρόνος για την παραγωγική εκτέλεση μειώνεται αντίστοιχα.

«Η διαδικασία αυτή διαρκεί υπερβολικά πολύ, επειδή ο πελάτης σου δίνει ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο... και πολλές φορές αυτή η διαδικασία καταναλώνει σχεδόν τον μισό διαθέσιμο χρόνο, με αποτέλεσμα να απομένει ανεπαρκής χρόνος για την παραγωγή... Άρρησαν να οριστικοποιήσουν τα σχέδια με τους

επιθεωρητές, με αποτέλεσμα να απομείνει ένας πρακτικά αδύνατος χρόνος υλοποίησης για την παραγωγή.»

(Συμμετέχων 3)

Οι τρεις περιπτώσεις εμφανίζουν διαφορετικές εμπειρίες ως προς τις εξωτερικές απαιτήσεις: από την αξιοποίησή τους ως ευκαιρία πρώιμης προσαρμογής έως την προσδοκία μελλοντικής κανονιστικής πίεσης και τη συρρίκνωση του διαθέσιμου χρόνου παραγωγής λόγω καθυστερημένων εγκρίσεων.

Απώλεια Τεχνικής Εμπειρίας και Εξωτερίκευση της Οργανωσιακής Γνώσης

Οι τρεις περιπτώσεις ανέδειξαν διαφορετικούς τρόπους αντιμετώπισης της σταδιακής απώλειας τεχνικής εμπειρίας και της δυσκολίας αντικατάστασης εξειδικευμένου προσωπικού. Οι πρακτικές που περιγράφηκαν περιλαμβάνουν τεχνολογικό εκσυγχρονισμό, μακροχρόνια ανάπτυξη νέων τεχνικών και συστηματική κωδικοποίηση της οργανωσιακής γνώσης.

• Τεχνολογικός Εκσυγχρονισμός και Μείωση της Εξάρτησης από Παραδοσιακή Τεχνική Εμπειρία – R1

Ο Συμμετέχων 1 περιγράφει τη μετάβαση προς σύγχρονες τεχνολογίες παραγωγής ως τρόπο προσαρμογής στη σταδιακή αποχώρηση εργαζομένων με παραδοσιακές τεχνικές δεξιότητες.

«Δεν πρέπει να βιαζόμαστε και να προσκολλόμαστε στις παλιές αντιλήψεις της "παραδοσιακής δουλειάς". Πρέπει να καταφέρουμε να περάσουμε στη νέα τεχνολογία... ώστε να επενδύσουμε στη νέα γενιά... Ο εργαζόμενος της παλιάς σχολής, πέρα από το ότι δουλεύει, κάνει τα πράγματα με τον παλιό τρόπο... δεν έχει μάθει να εργάζεται με τον νέο τρόπο.»

(Συμμετέχων 1)

• Προληπτική Ανάπτυξη Νέων Τεχνικών – R2

Ο Συμμετέχων 2 περιγράφει την εκπαίδευση νέων εργαζομένων ως μακροχρόνια διαδικασία που πρέπει να ξεκινά πριν από την αποχώρηση έμπειρου προσωπικού. Η διάρκεια της εκπαίδευσης καθιστά την πρόωρη αποχώρηση ενός νέου εργαζομένου ιδιαίτερα επιβαρυντική για την επιχείρηση.

«Οι παλιοί τεχνίτες συνταξιοδοτούνται σταδιακά χωρίς να έρχεται νέο προσωπικό που να θέλει να εκπαιδευτεί, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα ολοένα μεγαλύτερο κενό... Στον δικό μας κλάδο η εκπαίδευση των νέων εργαζομένων πρέπει να ξεκινά πολύ νωρίτερα... Όταν ένας εργαζόμενος που βρίσκεται ακόμη στη διαδικασία εκπαίδευσης αποχωρεί, το πλήγμα για μια εταιρεία σαν τη δική μας είναι πολύ μεγαλύτερο...»

(Συμμετέχων 2)

- **Ψηφιακή Εξωτερίκευση και Κωδικοποίηση της Οργανωσιακής Γνώσης – R3**

Ο Συμμετέχων 3 περιγράφει μια προσπάθεια συστηματικής καταγραφής της γνώσης των επιμέρους θέσεων εργασίας, ώστε η αποχώρηση ενός έμπειρου εργαζομένου να μην οδηγήσει σε πλήρη απώλεια της συσσωρευμένης εμπειρίας. Στο πλαίσιο αυτό, η επιχείρηση αναπτύσσει εσωτερικό σύστημα ΤΝ για την επεξεργασία και ανάκτηση των καταγεγραμμένων πληροφοριών.

«Σε ορισμένες περιπτώσεις κάποιος αποχωρεί και αναγκάζομαστε να ξεκινήσουμε από την αρχή... Είναι δική μας ευθύνη να καταγράψουμε αυτή τη γνώση... Έχουμε ξεκινήσει την ανάπτυξη ενός εσωτερικού συστήματος τεχνητής νοημοσύνης, το οποίο θα επεξεργάζεται τις πληροφορίες ώστε να είναι εύχρηστες και άμεσα προσβάσιμες από τον επόμενο εργαζόμενο.»

(Συμμετέχων 3)

Συνολικά, ο Θεματικός Άξονας Β αναδεικνύει δύο διαφορετικές πηγές πίεσης. Η πρώτη αφορά τον χρόνο που αφαιρείται από την παραγωγική εκτέλεση λόγω διαδικασιών εκτός του άμεσου ελέγχου της παραγωγής. Η δεύτερη αφορά τη διατήρηση και ανανέωση της τεχνικής γνώσης σε ένα περιβάλλον όπου η εκπαίδευση εξειδικευμένου προσωπικού απαιτεί σημαντικό χρόνο.

4.2.4 Θεματικός Άξονας Γ: Περιορισμοί στην Υιοθέτηση της ΤΝ και Διακυβέρνηση του Βιομηχανικού Οικοσυστήματος

Ο τρίτος θεματικός άξονας αφορά την αντιλαμβανόμενη σκοπιμότητα και τις πρακτικές προϋποθέσεις υιοθέτησης εργαλείων ΤΝ στις εξεταζόμενες επιχειρήσεις. Οι συμμετέχοντες ανέδειξαν τόσο περιορισμούς που εμφανίζονται στο επίπεδο της μεμονωμένης επιχείρησης όσο και ζητήματα που αφορούν πιθανές μορφές συνεργασίας και διαμοιρασμού δεδομένων σε επίπεδο του ευρύτερου βιομηχανικού οικοσυστήματος.

Περιορισμοί σε Επίπεδο Επιχείρησης

Η επιφυλακτικότητα απέναντι στην υιοθέτηση της ΤΝ δεν παρουσιάστηκε από τους συμμετέχοντες αποκλειστικά ως στάση απέναντι στην τεχνολογία. Οι συνεντεύξεις ανέδειξαν λειτουργικούς, χρηματοοικονομικούς και τεχνολογικούς περιορισμούς που επηρεάζουν την αντιλαμβανόμενη σκοπιμότητα μιας επένδυσης.

- **Παράδοξο «Εισαγωγή Δεδομένων > Χρόνος Κατασκευής» – R2**

Ο Συμμετέχων 2 επισημαίνει ότι, σε μικρές παρτίδες και εξατομικευμένες κατασκευές, η απαίτηση συστηματικής εισαγωγής δεδομένων μπορεί να δημιουργήσει διοικητική επιβάρυνση δυσανάλογη προς τη διάρκεια της ίδιας της φυσικής κατασκευής.

«Χρειάζεται περισσότερος χρόνος για να εισάγεις τα δεδομένα στο πρόγραμμα από ό,τι για να ολοκληρώσεις πραγματικά την κατασκευή... Οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις γενικά διαθέτουν το απολύτως απαραίτητο προσωπικό... υπάρχουν πολύ λίγοι άνθρωποι που μπορούν να διαχειριστούν ένα λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης και να το κάνουν πραγματικά χρήσιμο για αυτούς.»

(Συμμετέχων 2)

- **Επενδυτικός Κίνδυνος και Απαίτηση Χρόνου Υλοποίησης – R3**

Ο Συμμετέχων 3 υπογραμμίζει ότι η δυσκολία μιας επένδυσης δεν περιορίζεται στο άμεσο οικονομικό κόστος. Για μικρότερες επιχειρήσεις, ο χρόνος και οι πόροι που απαιτούνται για την αρχική ανάπτυξη και υποστήριξη μιας νέας τεχνολογίας αποτελούν επίσης σημαντικό μέρος της απόφασης.

«Κάθε επένδυση απαιτεί τόλμη· όσο μικρότερος είναι ο κύκλος εργασιών σου, τόσο περισσότερο καλείσαι να κάνεις μια επένδυση. Όσο μικρότερος είναι ο κύκλος εργασιών σου, τόσο δυσκολότερο είναι να πάρεις αυτή την απόφαση... Το κρίσιμο σημείο είναι να μπορείς να τη στηρίζεις στην αρχική της φάση. Και δεν εννοώ μόνο οικονομικά. Εννοώ και από πλευράς χρόνου που απαιτεί.»

(Συμμετέχων 3)

- **Περιορισμένη Καταλληλότητα Γενικευμένων Λύσεων και Έλλειψη Κλαδικής Εξειδίκευσης των Παρόχων – R1 και R3**

Οι συνεντευξείς ανέδειξαν ανησυχίες σχετικά με την καταλληλότητα γενικευμένων λύσεων TN για εξειδικευμένες εφαρμογές ναυτιλιακής μεταποίησης. Ο R1 εστιάζει στον κίνδυνο απογοητευτικών αποτελεσμάτων από τεχνολογίες που βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο, ενώ ο R3 επισημαίνει την περιορισμένη κλαδική και μηχανολογική εμπειρία ορισμένων εξωτερικών παρόχων.

«Έχουν απογοητευτεί πολλές φορές... αν ξεκινήσεις με κάτι που βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο, θα αντιμετωπίσεις προβλήματα... Δεν θα πάρεις τα αποτελέσματα που περιμένεις...»

(Συμμετέχων 1)

«Η βασική μου ανησυχία είναι η έλλειψη εμπειρίας από τις εταιρείες που παρέχουν αυτές τις υπηρεσίες... όταν βλέπεις μια εταιρεία που διαθέτει τη δική της ομάδα πληροφορικής... αλλά δεν έχει πραγματοποιήσει έρευνα ή υλοποιήσει αντίστοιχα έργα, τότε ο κίνδυνος είναι κάπως μεγαλύτερος.»

(Συμμετέχων 3)

Οι περιορισμοί που περιγράφηκαν καλύπτουν, επομένως, διαφορετικά στάδια της τεχνολογικής υιοθέτησης: την προετοιμασία και εισαγωγή δεδομένων, τη δυνατότητα χρηματοδότησης και υποστήριξης της επένδυσης και την καταλληλότητα των διαθέσιμων τεχνολογικών λύσεων για τις ειδικές απαιτήσεις του κλάδου.

Διαμεσολάβηση μέσω Επιχειρηματικών Συστάδων και Διακυβέρνηση Δεδομένων

Οι συμμετέχοντες εξέτασαν επίσης πιθανές μορφές συλλογικής δράσης μέσω βιομηχανικών συστάδων και κλαδικών ενώσεων, όπως η WIMA και η HEMEXPO. Οι προτάσεις τους αφορούσαν τόσο την ανάπτυξη κοινών ικανοτήτων όσο και τη δυνητική αξιοποίηση κοινών δεδομένων υπό συγκεκριμένους περιορισμούς.

• Ανάπτυξη Ικανοτήτων μέσω Κλαδικών Ενώσεων – R1

Ο Συμμετέχων 1 προτείνει οι κλαδικές ενώσεις να λειτουργήσουν ως συντονιστές εκπαιδευτικών και αναπτυξιακών πρωτοβουλιών, επιτρέποντας σε μικρότερες επιχειρήσεις να αποκτήσουν πρόσβαση σε τεχνογνωσία και ενδεχομένως να μοιραστούν μέρος του κόστους ανάπτυξης νέων εργαλείων.

«Αν η WIMA, η HEMEXPO ή οποιαδήποτε άλλη ένωση αναλάβει την πρωτοβουλία και το κάνει σωστά... "Παιδιά, γιατί δεν οργανώνουμε 2, 3 ή 5 σεμινάρια για την τεχνητή νοημοσύνη... με έναν ειδικό στο αντικείμενο;" Και από εκεί... μπορούμε να δημιουργήσουμε κάτι που όλοι θα βοηθήσουμε να αναπτύξουμε — ένα εργαλείο που θα μας πάει ένα βήμα πιο πέρα...»

(Συμμετέχων 1)

• Συγκριτική Αξιολόγηση Κόστους μέσω Κοινής Αξιοποίησης Δεδομένων – R2

Ο Συμμετέχων 2 αναγνωρίζει την εκτίμηση κόστους ως πιθανό πεδίο συνεργατικής αξιοποίησης δεδομένων. Η ομοιότητα ορισμένων παραγωγικών διαδικασιών μεταξύ διαφορετικών επιχειρήσεων θεωρείται ότι θα μπορούσε να επιτρέψει τη δημιουργία κοινής πληροφοριακής βάσης για συγκριτική αξιολόγηση.

«Ένας τομέας όπου αυτό θα μπορούσε να είναι ιδιαίτερα χρήσιμος, και όπου θα ήταν ευκολότερο αν διαφορετικές εταιρείες συγκέντρωναν τα δεδομένα τους, είναι η εκτίμηση κόστους... γιατί, γενικά μιλώντας, οι διαδικασίες που ακολουθούν οι εταιρείες... είναι σε μεγάλο βαθμό παρόμοιες· επομένως είναι ένας τομέας όπου θα μπορούσαν να σημειώσουν άμεση πρόοδο.»

(Συμμετέχων 2)

• Όρια Διαμοιρασμού Δεδομένων και Προστασία Ιδιοκτησιακής Τεχνογνωσίας – R3

Ο Συμμετέχων 3 διαχωρίζει τα λειτουργικά δεδομένα που θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο συνεργασίας από την ιδιοκτησιακή τεχνογνωσία και τη γνώση που συνδέεται με το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα της επιχείρησης.

«Ένα απλό κίνητρο για να σε πείσω να μοιραστείς πληροφορίες — όχι μόνο να συμβουλεύεις και να δίνεις προτάσεις, αλλά να μοιραστείς τα ερωτήματά σου και τις αιτίες των προβλημάτων σου... σε αυτό είμαι θετικός... [Όμως] η τεχνογνωσία και η γνώση που δεν θα ήθελαν να διαρρεύσει... δεν νομίζω ότι είναι δυνατό να μοιραστεί.»

Συνολικά, οι συμμετέχοντες εμφανίζονται θετικοί απέναντι στη συλλογική ανάπτυξη ικανοτήτων, στη συγκριτική αξιολόγηση και στη χρήση κοινών λειτουργικών δεδομένων, υπό την προϋπόθεση ότι διατηρούνται σαφή όρια ως προς την ιδιοκτησιακή τεχνογνωσία και τις πληροφορίες που αποτελούν πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Η προθυμία διαμοιρασμού δεδομένων εμφανίζεται, επομένως, εξαρτώμενη από το είδος της πληροφορίας και από τους μηχανισμούς προστασίας και διακυβέρνησης που συνοδεύουν την ανταλλαγή της.

4.2.5 Σύνοψη των Ποιοτικών Αποτελεσμάτων

Ο Πίνακας 4.9 συνοψίζει τους τρεις θεματικούς άξονες και τα βασικά εμπειρικά μοτίβα που αναδείχθηκαν από τη συγκριτική ανάλυση των περιπτώσεων.

Πίνακας 4.9

Σύνοψη Θεματικών Αξόνων και Επιμέρους Εμπειρικών Μοτίβων

Θεματικός Άξονας	Κύρια Εμπειρικά Μοτίβα	Περιπτώσεις
A. Λειτουργική Μεταβλητότητα και Προσαρμοστικοί Μηχανισμοί Απορρόφησης	Πλεονέκτημα εξατομίκευσης, επιχειρησιακή αυτονομία, βασικό φορτίο χαρτοφυλακίου, αποδοχή λειτουργικής απώλειας, εμπειρική συμπίεση δυναμικότητας, κανόνας “1+1” και διαφορετικοί τρόποι κατανομής του γνωστικού φορτίου	R1, R2, R3
B. Εξωτερικοί Περιορισμοί και Ευαλωτότητα του Ανθρώπινου Κεφαλαίου	Πρώιμη κανονιστική προσαρμογή, αναμενόμενη περιβαλλοντική πίεση, συμπίεση του διαθέσιμου χρόνου παραγωγής, τεχνολογικός εκσυγχρονισμός, ανάπτυξη νέων τεχνικών και κωδικοποίηση οργανωσιακής γνώσης	R1, R2, R3
Γ. Περιορισμοί στην Υιοθέτηση της TN και Διακυβέρνηση του Βιομηχανικού Οικοσυστήματος	Παράδοξο εισαγωγής δεδομένων, επενδυτικός και χρονικός κίνδυνος, περιορισμένη κλαδική εξειδίκευση παρόχων, ανάπτυξη ικανοτήτων μέσω επιχειρηματικών συστάδων, κοινή αξιοποίηση λειτουργικών δεδομένων και όρια προστασίας ιδιοκτησιακής τεχνογνωσίας	R1, R2, R3

Συνολικά, τα ποιοτικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η διαχείριση της μεταβλητότητας

στις εξεταζόμενες επιχειρήσεις βασίζεται σε συνδυασμό στρατηγικών περιθωρίων ευελιξίας, εμπειρικών κανόνων εκτέλεσης και διαφορετικών τρόπων κατανομής του γνωστικού φορτίου. Παράλληλα, εξωτερικές διοικητικές και εγκριτικές διαδικασίες, η σταδιακή απώλεια τεχνικής εμπειρίας και οι απαιτήσεις ανάπτυξης και υποστήριξης νέων ψηφιακών λύσεων επηρεάζουν το λειτουργικό πλαίσιο μέσα στο οποίο λαμβάνονται οι σχετικές αποφάσεις.

Τα ευρήματα αναδεικνύουν επίσης ότι η πιθανή αξιοποίηση της TN δεν περιορίζεται σε εφαρμογές παραγωγικού προγραμματισμού. Οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν επίσης σε εφαρμογές διατήρησης και ανάκτησης οργανωσιακής γνώσης, εκτίμησης κόστους, ανάπτυξης δεξιοτήτων και συλλογικής αξιοποίησης λειτουργικών δεδομένων. Η προθυμία συνεργασίας και διαμοιρασμού πληροφοριών συνοδεύεται, ωστόσο, από σαφή όρια όταν οι πληροφορίες αφορούν ιδιοκτησιακή τεχνογνωσία ή πηγές ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.

4.3 Σύνοψη των Κυριότερων Αποτελεσμάτων

Το παρόν κεφάλαιο παρουσίασε διακριτά τα ποσοτικά και ποιοτικά αποτελέσματα της έρευνας. Σε ποσοτικό επίπεδο, τα δεδομένα ανέδειξαν τη συχνή παρουσία περιβαλλόντων HMLV στο εξεταζόμενο δείγμα, την κυριαρχία συστημάτων ERP/MRP και συμβατικών μεθόδων στον παραγωγικό προγραμματισμό, καθώς και περιορισμένη χρήση εξειδικευμένων συστημάτων APS. Παράλληλα, η πλειονότητα των συμμετεχόντων ανέφερε συχνές μεταβολές του παραγωγικού προγράμματος, με τις παρεμβάσεις πελατών και τη μεταβλητότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας να αποτελούν τις συχνότερα αναφερόμενες πηγές διατάραξης.

Σε οργανωσιακό επίπεδο, τα ποσοτικά αποτελέσματα κατέγραψαν σημαντική εξάρτηση από άρρητη οργανωσιακή γνώση, ενώ η κατανομή της εμπιστοσύνης προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην TN εμφανίστηκε σχεδόν ισομερής μεταξύ επιφυλακτικής και θετικής στάσης. Ως συχνότερα αναφερόμενα εμπόδια υιοθέτησης αναδείχθηκαν η ποιότητα των δεδομένων, η οργανωσιακή αδράνεια και το έλλειμμα δεξιοτήτων. Οι τρεις διερευνητικοί ακριβείς έλεγχοι δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές σχέσεις στο επίπεδο $\alpha = 0,05$, γεγονός που, λόγω του περιορισμένου μεγέθους του δείγματος, αντιμετωπίζεται ως ανεπαρκής στατιστική τεκμηρίωση και όχι ως απόδειξη απουσίας των εξεταζόμενων σχέσεων.

Σε ποιοτικό επίπεδο, η συγκριτική ανάλυση των περιπτώσεων ανέδειξε ότι η διαχείριση της λειτουργικής μεταβλητότητας πραγματοποιείται μέσω συνδυασμού στρατηγικών περιθωρίων ευελιξίας, εμπειρικών κανόνων εκτέλεσης και διαφορετικών τρόπων κατανομής του γνωστικού φορτίου. Παράλληλα, αναδείχθηκαν περιορισμοί που σχετίζονται με διοικητικούς και εγκριτικούς χρόνους, τη διατήρηση της τεχνικής και οργανωσιακής γνώσης, το κόστος και τον χρόνο υλοποίησης ψηφιακών επενδύσεων, καθώς και την καταλληλότητα των διαθέσιμων λύσεων TN για εξειδικευμένα βιομηχανικά περιβάλλοντα.

Τέλος, οι ποιοτικές περιπτώσεις ανέδειξαν δυνητικές εφαρμογές της TN πέρα από τον

άμεσο παραγωγικό προγραμματισμό, όπως η κωδικοποίηση και ανάκτηση οργανωσιακής γνώσης, η εκτίμηση κόστους και η συλλογική αξιοποίηση λειτουργικών δεδομένων. Τα παραπάνω ποσοτικά και ποιοτικά αποτελέσματα αποτελούν την εμπειρική βάση για την ενοποίηση και ερμηνεία των δύο συνόλων δεδομένων στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα και Προτάσεις

5.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο ενοποιεί και ερμηνεύει τα ποσοτικά και ποιοτικά αποτελέσματα της έρευνας σε συνάρτηση με τα ερευνητικά ερωτήματα και το θεωρητικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 2. Σε αντίθεση με το Κεφάλαιο 4, όπου τα δύο σύνολα δεδομένων παρουσιάστηκαν διακριτά, η ανάλυση που ακολουθεί εξετάζει τα σημεία σύγκλισης, συμπληρωματικότητας και απόκλισης μεταξύ των ποσοτικών και ποιοτικών ευρημάτων και τα τοποθετεί σε διάλογο με την υφιστάμενη βιβλιογραφία.

Η ερμηνεία οργανώνεται γύρω από τα τρία ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης. Αρχικά εξετάζεται η αστάθεια του παραγωγικού προγραμματισμού και η επάρκεια της υφιστάμενης τεχνολογικής υποστήριξης σε περιβάλλοντα HMLV. Στη συνέχεια διερευνάται ο ρόλος της άρρηκτης οργανωσιακής γνώσης, του γνωστικού και διοικητικού φορτίου και της εμπιστοσύνης προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην ΤΝ. Τέλος, τα εμπόδια και οι προϋποθέσεις υιοθέτησης της Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων (Augmented Decision-Making – ADM) ερμηνεύονται μέσω των τεχνολογικών, οργανωσιακών και περιβαλλοντικών διαστάσεων του πλαισίου Technology–Organization–Environment (TOE).

Με βάση την ενοποίηση αυτή, το κεφάλαιο προχωρά σε μία διερευνητική θεωρητική σύνθεση των αποτελεσμάτων, διατυπώνει τα κυριότερα συμπεράσματα και τη θεωρητική συμβολή της έρευνας και μεταφράζει τα εμπειρικά ευρήματα σε πρακτικές και διοικητικές προτάσεις. Στο πλαίσιο αυτό παρουσιάζεται ένα σταδιακό πλαίσιο μετάβασης των ΜμΕ προς την ADM. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την αποτύπωση των περιορισμών της μελέτης και την πρόταση κατευθύνσεων για μελλοντική έρευνα.

5.2 Ενοποίηση και Ερμηνεία των Εμπειρικών Αποτελεσμάτων

5.2.1 RQ1: Αστάθεια του Παραγωγικού Προγραμματισμού και Τεχνολογική Υποστήριξη

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα εξέτασε τον τρόπο με τον οποίο εκδηλώνεται η αστάθεια του παραγωγικού προγραμματισμού στις εξειδικευμένες ναυτιλιακές ΜμΕ και τον βαθμό στον οποίο οι υφιστάμενες πρακτικές και τεχνολογικές υποδομές υποστηρίζουν την προσαρμογή στις λειτουργικές διαταραχές των περιβαλλόντων HMLV.

Τα ποσοτικά αποτελέσματα φανερώουν ότι η μεταβολή του παραγωγικού προγράμματος αποτελεί συχνό χαρακτηριστικό του εξεταζόμενου δείγματος. Συνολικά, το 81,25% των συμμετεχόντων ανέφερε σημαντικές μεταβολές του προγράμματος με συχνότητα τουλάχιστον δύο έως τρεις φορές εβδομαδιαίως, συμπεριλαμβανομένων των περιπτώσεων καθημερινών ή συνεχών μεταβολών, ενώ το 50% ανέφερε μεταβολές σε καθημερινή ή ακόμη συχνότερη βάση. Παράλληλα, οι παρεμβάσεις των πελατών (87,5%) και η μεταβλητότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (75%) αποτέλεσαν τις συχνότερα αναφερόμενες πηγές διατάραξης. Η εικόνα αυτή είναι συμβατή με τη βιβλιογραφία για HMLV και ΕΤΟ περιβάλλοντα, στα οποία η υψηλή ποικιλομορφία, η εξατομίκευση και οι συχνές μεταβολές των παραγωγικών απαιτήσεων αυξάνουν την ανάγκη για συνεχή προσαρμογή του παραγωγικού ελέγχου (Powell, 2018; Mourtzis, 2022).

Ταυτόχρονα, η ψηφιακή υποστήριξη του προγραμματισμού εμφανίζεται συγκεντρωμένη κυρίως σε ERP/MRP συστήματα (68,75%) και συμβατικές χειροκίνητες μεθόδους, όπως ο πίνακας προγραμματισμού (25%), ενώ μόλις μία επιχείρηση του δείγματος ανέφερε ως κύριο εργαλείο εξειδικευμένο σύστημα APS (6,25%). Η εικόνα αυτή δεν υποδηλώνει ότι τα ERP/MRP συστήματα είναι από τη φύση τους ανεπαρκή. Υποδεικνύει, ωστόσο, ότι η καθημερινή διαχείριση ενός ιδιαίτερα μεταβλητού παραγωγικού περιβάλλοντος εξακολουθεί να βασίζεται σε σημαντικό βαθμό σε ανθρώπινες παρεμβάσεις και πρακτικές προσαρμογής.

Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με τους Fries et al., οι οποίοι επισημαίνουν ότι ακόμη και προηγμένα συστήματα παραγωγικού προγραμματισμού μπορούν να αντιμετωπίζουν περιορισμούς όταν οι ντετερμινιστικές αναπαραστάσεις τους συναντούν την πρακτική αβεβαιότητα της καθημερινής παραγωγής (Fries κ.ά., 2025). Αντίστοιχα, οι Oluyisola et al. υποστηρίζουν ότι περισσότερο προσαρμοστικά συστήματα Production Planning and Control (PPC) απαιτούν ευρύτερες πηγές δεδομένων, αξιοποίηση της εμπειρίας των υπευθύνων παραγωγικού προγραμματισμού και δυνατότητα δυναμικής ή σχεδόν πραγματικού χρόνου απόκρισης στις μεταβαλλόμενες συνθήκες (Oluyisola κ.ά., 2021).

Ο ακριβής στατιστικός έλεγχος της Υπόθεσης 1 δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ του κύριου εργαλείου προγραμματισμού και της συχνότητας μεταβολών του προ-

γράμματος ($p = 0,802$). Το αποτέλεσμα αυτό είναι κρίσιμο για την ερμηνεία: τα δεδομένα δεν υποστηρίζουν την άποψη ότι η παρατηρούμενη αστάθεια μπορεί να αποδοθεί απλώς στην επιλογή ενός συγκεκριμένου τύπου πληροφοριακού εργαλείου. Με δεδομένο επίσης το περιορισμένο μέγεθος του δείγματος, η μη στατιστική σημαντικότητα δεν αποτελεί απόδειξη απουσίας σχέσης, αλλά ανεπαρκή στατιστική τεκμηρίωση για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης.

Στο σημείο αυτό, τα ποιοτικά δεδομένα λειτουργούν κυρίως *συμπληρωματικά* προς τα ποσοτικά. Οι τρεις επιχειρησιακές περιπτώσεις ανέδειξαν ότι η προσαρμογή στις διαταραχές δεν εξαρτάται αποκλειστικά από το πληροφοριακό σύστημα, αλλά πραγματοποιείται μέσω ενός συνδυασμού οργανωσιακών και εμπειρικών μηχανισμών. Σε στρατηγικό επίπεδο εμφανίστηκαν πρακτικές όπως η διατήρηση πρόσθετου οικονομικού περιθωρίου σε εξατομικευμένα έργα, η εσωτερίκευση κρίσιμων παραγωγικών δυνατοτήτων και η εξισορρόπηση ασταθών έργων με περισσότερο προβλέψιμο βασικό φόρτο. Στο επίπεδο της παραγωγικής εκτέλεσης, αντίστοιχα, αναδείχθηκαν πρακτικές όπως η προσωρινή προσαρμογή της διαθέσιμης δυναμικότητας, η αποδοχή ορισμένων λειτουργικών απωλειών και η χρήση απλών ευρετικών κανόνων προτεραιοποίησης.

Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν ότι η παραγωγική ευελιξία στις εξεταζόμενες επιχειρήσεις δεν αποτελεί αποκλειστικά ιδιότητα της τεχνολογικής υποδομής. Αποτελεί κοινωνικο-τεχνική ικανότητα, η οποία προκύπτει από τη συνδυασμένη λειτουργία ψηφιακών εργαλείων, ανθρώπινης κρίσης, οργανωσιακών περιθωρίων ευελιξίας και εμπειρικών μηχανισμών προσαρμογής. Υπό αυτή την έννοια, η απλή αντικατάσταση ενός υφιστάμενου εργαλείου από ένα τεχνολογικά πιο σύνθετο σύστημα δεν εγγυάται από μόνη της μεγαλύτερη σταθερότητα του προγραμματισμού.

Η απάντηση στο RQ1 είναι, συνεπώς, ότι η αστάθεια του παραγωγικού προγραμματισμού εκδηλώνεται ως συχνή και επαναλαμβανόμενη ανάγκη αναθεώρησης των προτεραιοτήτων, η οποία τροφοδοτείται σε σημαντικό βαθμό από εξωτερικές πελατειακές και εφοδιαστικές διαταραχές. Οι υφιστάμενες τεχνολογικές υποδομές παρέχουν βασική πληροφοριακή υποστήριξη, αλλά η πραγματική ικανότητα προσαρμογής συμπληρώνεται σε σημαντικό βαθμό από ανθρώπινους και οργανωσιακούς μηχανισμούς. Το εύρημα αυτό μετατοπίζει το ζήτημα από την απλή “ψηφιοποίηση του προγραμματισμού” προς την ανάγκη ανάπτυξης συστημάτων που συνδυάζουν αξιόπιστα δεδομένα, δυναμική ενημέρωση και ανθρώπινη επιχειρησιακή κρίση.

5.2.2 RQ2: Άρρητη Οργανωσιακή Γνώση, Γνωστικό Φορτίο και Εμπιστοσύνη προς την ΤΝ

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα εστίασε στον τρόπο με τον οποίο η εξάρτηση από άρρητη οργανωσιακή γνώση και το γνωστικό και διοικητικό φορτίο επηρεάζουν τις πρακτικές λήψης αποφάσεων και στον τρόπο με τον οποίο οι συνθήκες αυτές συνδέονται με την εμπιστο-

σύνη προς συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην TN.

Τα ποσοτικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η ανθρώπινη εμπειρία διατηρεί κεντρικό ρόλο στις εξεταζόμενες επιχειρήσεις. Το 81, 25% του δείγματος ανέφερε τουλάχιστον μέτρια εξάρτηση από άρρητη οργανωσιακή γνώση. Παράλληλα, το 56, 25% ανέφερε ότι τουλάχιστον το 10% του διαθέσιμου διοικητικού χρόνου καταναλώνεται σε δραστηριότητες όπως η αναζήτηση, διασταύρωση και σύνθεση πληροφοριών. Τα αποτελέσματα αυτά δεν υποδεικνύουν ότι η ανθρώπινη εμπειρογνωμοσύνη αποτελεί πρόβλημα καθαυτή. Αντίθετα, υποδηλώνουν ότι σημαντικό μέρος της λειτουργικής προσαρμογής πραγματοποιείται έξω από πλήρως κωδικοποιημένες διαδικασίες.

Η παρατήρηση αυτή είναι συμβατή με τη βιβλιογραφία που αντιμετωπίζει την άρρητη γνώση ως κρίσιμο παραγωγικό πόρο. Οι Hoerner et al. δείχνουν ότι εξειδικευμένη γνώση σχετικά με παραγωγικές αποκλίσεις και μη κανονικές καταστάσεις συχνά παραμένει στους έμπειρους εργαζομένους και μπορεί να εξωτερικευθεί μέσω ανθρωποκεντρικών ψηφιακών συστημάτων βοήθειας (Hoerner, Schamberger και Bodendorf, 2022). Αντίστοιχα, η λογική του Operator 4.0 τοποθετεί την ανθρώπινη εμπειρία στο κέντρο της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και τεχνολογίας, αντί να θεωρεί την πλήρη αυτοματοποίηση ως αυτονόητο τελικό στόχο (Romero κ.ά., 2016).

Τα ποιοτικά ευρήματα εξηγούν περαιτέρω τον μηχανισμό πίσω από την ποσοτική αυτή εικόνα. Στις εξεταζόμενες περιπτώσεις, η εμπειρική γνώση λειτουργεί ως μηχανισμός κάλυψης πληροφοριακών κενών και αντιμετώπισης εξαιρέσεων που δεν αποτυπώνονται πλήρως στα τυπικά συστήματα. Η ίδια ικανότητα, όμως, δημιουργεί δυνητική οργανωσιακή ευπάθεια όταν η κρίσιμη γνώση συγκεντρώνεται σε περιορισμένο αριθμό προσώπων. Οι ποιοτικές περιπτώσεις ανέδειξαν τόσο καταστάσεις εξάρτησης από πρόσωπα-κλειδιά όσο και προσπάθειες προστασίας του επιπέδου εκτέλεσης από το συνεχές γνωστικό φορτίο του επαναπρογραμματισμού.

Προκύπτει, επομένως, μία διττή λειτουργία της ανθρώπινης εμπειρογνωμοσύνης. Αφενός, αποτελεί παράγοντα επιχειρησιακής ανθεκτικότητας, καθώς επιτρέπει την ταχεία ερμηνεία μη τυποποιημένων καταστάσεων. Αφετέρου, όταν δεν εξωτερικεύεται ή δεν διαχέεται επαρκώς, μπορεί να δημιουργήσει εξάρτηση από συγκεκριμένα στελέχη και αυξημένο γνωστικό ή διοικητικό φορτίο. Η σχέση αυτή δεν πρέπει να ερμηνεύεται ως ανάγκη εξάλειψης της άρρητης γνώσης. Το ζητούμενο είναι η επιλεκτική μετατροπή εκείνου του μέρους της γνώσης που μπορεί να κωδικοποιηθεί σε οργανωσιακά διαθέσιμο πόρο, διατηρώντας παράλληλα την ανθρώπινη κρίση για καταστάσεις όπου η πλήρης τυποποίηση δεν είναι εφικτή.

Η εικόνα της εμπιστοσύνης προς την TN είναι περισσότερο σύνθετη. Το 50% των συμμετεχόντων δήλωσε επιφυλακτική στάση, ενώ το 43, 75% δήλωσε εμπιστοσύνη και το 6, 25% ουδέτερη στάση. Επομένως, το δείγμα δεν εμφανίζει ούτε γενικευμένη απόρριψη ούτε γενικευμένη αποδοχή της αλγοριθμικής υποστήριξης.

Ο ακριβής έλεγχος της Υπόθεσης 2 δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ

της εξάρτησης από άρρητη οργανωσιακή γνώση και της εμπιστοσύνης προς την TN ($p = 0,411$). Κατά συνέπεια, δεν υπάρχει επαρκής στατιστική τεκμηρίωση για τον ισχυρισμό ότι η υψηλότερη εξάρτηση από άρρητη γνώση οδηγεί σε χαμηλότερη εμπιστοσύνη προς την TN.

Τα ποιοτικά δεδομένα, ωστόσο, παρέχουν σημαντική *συμπληρωματική* ερμηνεία. Η επιφυλακτικότητα απέναντι σε νέα εργαλεία εμφανίζεται να συνδέεται με περισσότερο πρακτικές ανησυχίες: τον χρόνο που απαιτείται για την καταχώριση και συντήρηση δεδομένων, το κόστος και τον χρόνο υλοποίησης, την αβεβαιότητα ως προς την απόδοση της επένδυσης και την περιορισμένη γνώση ορισμένων τεχνολογικών παρόχων σχετικά με εξειδικευμένα HMLV περιβάλλοντα. Το εύρημα “Data Entry > Build Time”, το οποίο προέκυψε από μία ποιοτική περίπτωση, είναι χαρακτηριστικό της λογικής αυτής: όταν η απαιτούμενη διοικητική επιβάρυνση για την τροφοδότηση ενός συστήματος είναι δυσανάλογη προς τη διάρκεια ή την αξία της ίδιας της παραγωγικής εργασίας, η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα της τεχνολογίας περιορίζεται.

Η παρατήρηση αυτή είναι συμβατή με τις συστηματικές ανασκοπήσεις για την υιοθέτηση TN στις ΜμΕ, οι οποίες καταγράφουν ως επαναλαμβανόμενα εμπόδια την έλλειψη γνώσης, το κόστος, τις ανεπαρκείς υποδομές και τους περιορισμούς των δεδομένων (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024; Schwaeke κ.ά., 2024). Επομένως, η επιφυλακτικότητα που παρατηρήθηκε στο δείγμα είναι ασφαλέστερο να ερμηνευθεί ως αποτέλεσμα ενός συνδυασμού αντιλαμβανόμενου επιχειρησιακού κινδύνου, χρησιμότητας και οργανωσιακής ετοιμότητας και όχι ως απλή τεχνολογική αντίσταση.

Η απάντηση στο RQ2 είναι ότι η άρρητη οργανωσιακή γνώση αποτελεί ουσιαστικό μηχανισμό προσαρμογής στις αβεβαιότητες των HMLV περιβαλλόντων, αλλά η υπερβολική συγκέντρωσή της μπορεί να δημιουργεί γνωστικό φορτίο και εξάρτηση από πρόσωπα-κλειδιά. Παράλληλα, τα δεδομένα δεν τεκμηριώνουν στατιστικά άμεση σχέση μεταξύ της εξάρτησης από άρρητη γνώση και της εμπιστοσύνης προς την TN. Η ποιοτική ανάλυση υποδεικνύει ότι η εμπιστοσύνη διαμορφώνεται περισσότερο μέσα από την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, την αξιοπιστία των δεδομένων, την καταλληλότητα της λύσης και τη διατήρηση της ανθρώπινης αρμοδιότητας στη λήψη αποφάσεων.

5.2.3 RQ3: Παράγοντες Υιοθέτησης της ADM στο Πλαίσιο TOE

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα εξέτασε τους τεχνολογικούς, οργανωσιακούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που διαμορφώνουν την ετοιμότητα και τα εμπόδια υιοθέτησης συστημάτων Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων στις εξειδικευμένες ελληνικές ναυτιλιακές ΜμΕ.

Τα ποσοτικά αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι τα συχνότερα αναφερόμενα εμπόδια δεν είναι αμιγώς οικονομικά. Η ποιότητα των δεδομένων αποτέλεσε το κυριότερο εμπόδιο για το 43, 75% του δείγματος, η οργανωσιακή αδράνεια για το 31, 25%, το έλλειμμα δεξιοτήτων για το 18, 75% και οι οικονομικοί περιορισμοί για το 6, 25%. Η κατανομή αυτή παρουσιάζει συνάφεια

με πρόσφατες ανασκοπήσεις για τις ΜμΕ, στις οποίες τα εμπόδια υιοθέτησης ΤΝ κατανέμονται μεταξύ τεχνολογικής υποδομής, γνώσης, πόρων, οργανωσιακής κουλτούρας και περιβαλλοντικών συνθηκών (Oldemeyer, Jede και Teuteberg, 2024; Schwaeke κ.ά., 2024).

Από την οπτική του ΤΟΕ, η *τεχνολογική διάσταση* αναδεικνύεται πρωτίστως μέσω της ποιότητας, διαθεσιμότητας και τυποποίησης των δεδομένων. Το εύρημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την ADM, διότι η αποτελεσματική αλγοριθμική υποστήριξη προϋποθέτει ότι η πραγματική κατάσταση του παραγωγικού συστήματος μπορεί να αποτυπωθεί με επαρκή ακρίβεια και επικαιρότητα. Η ανάγκη αυτή συμφωνεί με τη βιβλιογραφία για τη βιομηχανική ΤΝ, η οποία αναγνωρίζει την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων ως βασικούς περιορισμούς της μετάβασης από πιλοτικές εφαρμογές σε λειτουργική αξιοποίηση (Peres κ.ά., 2020).

Η *οργανωσιακή διάσταση* αναδεικνύεται μέσα από την οργανωσιακή αδράνεια, τις ελλείψεις δεξιοτήτων, την εξάρτηση από άρρητη γνώση και την ανάγκη διατήρησης της ανθρωπίνης εμπειρογνομosύνης. Το εύρημα αυτό είναι συμβατό με τη βιβλιογραφία του ΤΟΕ για την υιοθέτηση ΤΝ στη μεταποίηση, όπου οι οργανωσιακές ικανότητες και η προσαρμογή της τεχνολογίας στις πραγματικές διαδικασίες της επιχείρησης αποτελούν κρίσιμες προϋποθέσεις υιοθέτησης (Chatterjee κ.ά., 2021).

Η *περιβαλλοντική διάσταση* εμφανίζεται με πιο σύνθετο τρόπο. Σε επίπεδο ποσοτικού δείγματος, οι κανονιστικές απαιτήσεις δεν αναδείχθηκαν ως κυρίαρχη άμεση πηγή δυσκολίας. Τα ποιοτικά δεδομένα, ωστόσο, δείχνουν ότι το εξωτερικό περιβάλλον μπορεί να επηρεάζει έμμεσα τη λειτουργία μέσω πελατειακών αλλαγών, προμηθευτικών εξαρτήσεων και διοικητικών ή εγκριτικών χρόνων. Ειδικότερα, οι περιπτώσεις ανέδειξαν ότι καθυστερήσεις πριν από την έναρξη της φυσικής παραγωγής μπορούν να μειώνουν τον διαθέσιμο χρόνο εκτέλεσης όταν η τελική ημερομηνία παράδοσης παραμένει σταθερή. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να περιγραφεί ως μηχανισμός *συμπίεσης του διαθέσιμου χρόνου παραγωγής* και όχι ως αυτόνομος αποδεδειγμένος αιτιώδης νόμος.

Η ευρύτερη σημασία του βιομηχανικού οικοσυστήματος είναι επίσης συμβατή με τη βιβλιογραφία του ψηφιακού μετασχηματισμού στον ναυτιλιακό τομέα, όπου η έλλειψη προτύπων και συνεργασίας μεταξύ εμπλεκόμενων έχει αναγνωριστεί ως εμπόδιο ψηφιακής μετάβασης (Tijan κ.ά., 2021). Στις ποιοτικές περιπτώσεις, οι βιομηχανικοί συνεργατικοί σχηματισμοί αναφέρθηκαν ως δυνητικοί φορείς ανάπτυξης δεξιοτήτων, ανταλλαγής τεχνογνωσίας και συντονισμού κοινών ψηφιακών πρωτοβουλιών.

Ταυτόχρονα, τα δεδομένα δείχνουν σαφή όρια στην διεπιχειρησιακή ανταλλαγή δεδομένων. Ενώ τυποποιημένες και κατάλληλα αποταυτοποιημένες λειτουργικές πληροφορίες μπορούν δυνητικά να αξιοποιηθούν για συγκριτική αξιολόγηση ή κοινή ανάπτυξη ικανοτήτων, πληροφορίες που ενσωματώνουν ιδιοκτησιακή τεχνογνωσία, τεχνικά σχέδια, πελατειακά δεδομένα ή ανταγωνιστικό πλεονέκτημα αντιμετωπίζονται ως οργανωσιακά προστατευόμενοι πόροι. Η περιβαλλοντική διάσταση του ΤΟΕ περιλαμβάνει επομένως όχι μόνο εξωτερική πίεση, αλλά και

την ικανότητα του οικοσυστήματος να δημιουργήσει μηχανισμούς συνεργασίας που διατηρούν ταυτόχρονα την επιχειρησιακή αυτονομία.

Ο ακριβής έλεγχος της Υπόθεσης 3 δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ παραγωγικού προφίλ και κυριότερου εμποδίου υιοθέτησης ($p = 0,196$). Επομένως, οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται περιγραφικά μεταξύ παραγωγικών κατηγοριών δεν πρέπει να μετατρέπονται σε γενικεύσιμες σχέσεις. Η μη στατιστική σημαντικότητα, ωστόσο, δεν αναιρεί τη συνολική εικόνα ότι τα εμπόδια υιοθέτησης εμφανίζονται ταυτόχρονα σε περισσότερες από μία διαστάσεις του ΤΟΕ.

Η απάντηση στο RQ3 είναι, συνεπώς, ότι η ετοιμότητα για ADM δεν διαμορφώνεται από έναν μεμονωμένο παράγοντα. Στο τεχνολογικό επίπεδο, τα ευρήματα αναδεικνύουν τη σημασία αξιόπιστων και αξιοποιήσιμων δεδομένων. Στο οργανωσιακό επίπεδο, αναδεικνύονται η ανάπτυξη δεξιοτήτων, η διαχείριση της οργανωσιακής αλλαγής και η δυνατότητα αξιοποίησης της ανθρώπινης γνώσης. Στο περιβαλλοντικό επίπεδο, η πρόσβαση σε κατάλληλη τεχνολογική υποστήριξη, η θεσμική διαμεσολάβηση και οι μηχανισμοί υπεύθυνης διακυβέρνησης δεδομένων μπορούν να διαμορφώνουν τις δυνατότητες των ΜμΕ να αναπτύξουν τις αντίστοιχες ψηφιακές ικανότητες.

Η ενοποίηση των τριών ερευνητικών ερωτημάτων οδηγεί σε μία κεντρική διαπίστωση: η μετάβαση προς την ADM δεν αποτελεί απλώς μετάβαση από ένα λιγότερο προηγμένο σε ένα περισσότερο προηγμένο λογισμικό. Αποτελεί διαδικασία ευθυγράμμισης τεχνολογικών, οργανωσιακών και περιβαλλοντικών ικανοτήτων με μία ανθρωποκεντρική λογική λήψης αποφάσεων. Η διαπίστωση αυτή αποτελεί τη βάση για την εννοιολογική σύνθεση που ακολουθεί.

5.3 Ενοποιημένη Θεωρητική Σύνθεση

Η ενοποίηση των τριών ερευνητικών ερωτημάτων υποδεικνύει ότι η λειτουργική προσαρμογή των εξεταζόμενων ΜμΕ δεν μπορεί να ερμηνευθεί επαρκώς ούτε ως αποκλειστικά τεχνολογικό πρόβλημα παραγωγικού προγραμματισμού ούτε ως αποκλειστικά οργανωσιακό ζήτημα ανθρώπινης εμπειρίας. Αντίθετα, τα ευρήματα αναδεικνύουν ένα κοινωνικοτεχνικό σύστημα στο οποίο η επιχειρησιακή μεταβλητότητα, η τεχνολογική υποδομή, η ανθρώπινη κρίση και το εξωτερικό περιβάλλον αλληλεπιδρούν συνεχώς.

Η σύνθεση αυτή οδηγεί σε δύο συμπληρωματικές εννοιολογικές προτάσεις. Η πρώτη αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις απορροφούν την αστάθεια του παραγωγικού προγραμματισμού πριν και κατά τη διάρκεια της παραγωγικής εκτέλεσης. Η δεύτερη αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι τρεις διαστάσεις του πλαισίου ΤΟΕ μπορούν να συνδεθούν με τη λογική της Επαυξημένης Λήψης Αποφάσεων.

5.3.1 Προτεινόμενο Εννοιολογικό Μοντέλο Διπλού Επιπέδου Απορρόφησης της Αστάθειας του Παραγωγικού Προγραμματισμού

Η συγκριτική ανάλυση των περιπτώσεων ανέδειξε ότι οι εξεταζόμενες επιχειρήσεις δεν αντιμετωπίζουν τη λειτουργική μεταβλητότητα αποκλειστικά στο επίπεδο του καθημερινού επαναπρογραμματισμού. Μέρος της αβεβαιότητας επιχειρείται να απορροφηθεί πριν αυτή μεταφερθεί πλήρως στον χώρο παραγωγής, μέσω μηχανισμών που ενσωματώνονται στο επιχειρηματικό μοντέλο και στην οργανωσιακή αρχιτεκτονική. Οι υπολειπόμενες διαταραχές αντιμετωπίζονται στη συνέχεια μέσω περισσότερο άμεσων ευρετικών μηχανισμών στο επίπεδο της εκτέλεσης.

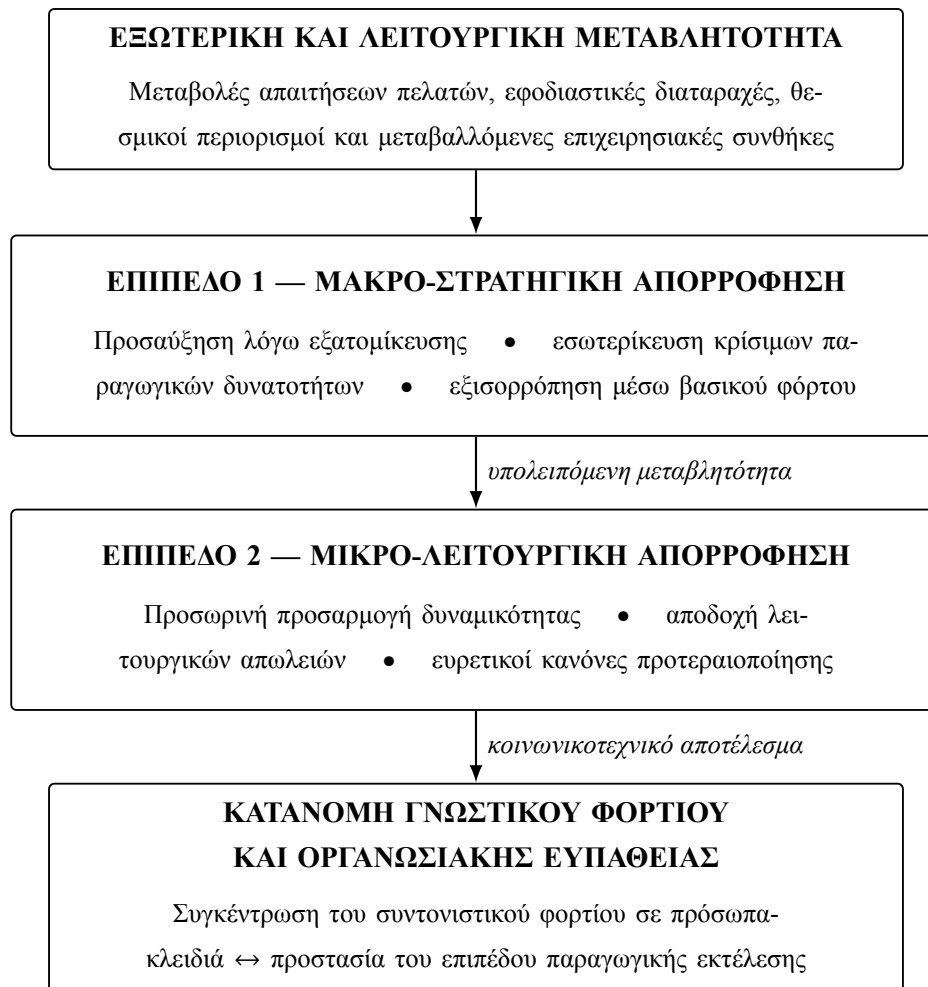
Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται διερευνητικά ένα *Μοντέλο Διπλού Επιπέδου Απορρόφησης της Αστάθειας του Παραγωγικού Προγραμματισμού*. Το μοντέλο δεν αποτελεί εμπειρικά επικυρωμένη γενική θεωρία, αλλά εννοιολογική σύνθεση των μηχανισμών που αναδείχθηκαν στις τρεις ποιοτικές περιπτώσεις.

Στο πρώτο επίπεδο, τη *μακρο-στρατηγική απορρόφηση*, εντάσσονται μηχανισμοί μέσω των οποίων η επιχείρηση επιδιώκει να περιορίσει την έκθεσή της στην εξωτερική μεταβλητότητα πριν αυτή μεταφερθεί στο επίπεδο της παραγωγικής εκτέλεσης. Στις εξεταζόμενες περιπτώσεις οι μηχανισμοί αυτοί περιλάμβαναν την αξιοποίηση πρόσθετου οικονομικού περιθωρίου σε εξατομικευμένα έργα, την εσωτερίκευση κρίσιμων παραγωγικών δυνατοτήτων και την εξισορρόπηση ασταθών έργων με περισσότερο προβλέψιμο βασικό φόρτο εργασίας.

Στο δεύτερο επίπεδο, τη *μικρο-λειτουργική απορρόφηση*, εντάσσονται οι ευρετικές πρακτικές που ενεργοποιούνται όταν η διαταραχή έχει ήδη μεταφερθεί στο επίπεδο της εκτέλεσης. Σε αυτές περιλαμβάνονται η προσωρινή προσαρμογή της διαθέσιμης δυναμικότητας, η αποδοχή ορισμένων λειτουργικών απωλειών και η εφαρμογή απλών κανόνων διαχείρισης και προτεραιοποίησης των εργασιών.

Η κατανομή του γνωστικού φορτίου δεν αντιμετωπίζεται στο προτεινόμενο μοντέλο ως τρίτο ανεξάρτητο επίπεδο. Αποτελεί κοινωνικοτεχνικό αποτέλεσμα του τρόπου με τον οποίο οργανώνονται οι δύο προηγούμενοι μηχανισμοί απορρόφησης. Όταν η προσαρμογή βασίζεται κυρίως στην εμπειρική κρίση συγκεκριμένων προσώπων, το γνωστικό και συντονιστικό φορτίο συγκεντρώνεται σε περιορισμένο αριθμό στελεχών. Αντίθετα, όταν μέρος της μεταβλητότητας απορροφάται μέσω οργανωμένων κανόνων, χρονικών περιθωρίων ή τυποποιημένων διαδικασιών, είναι δυνατόν να προστατευθεί το επίπεδο της παραγωγικής εκτέλεσης από συνεχείς αλλαγές προτεραιοτήτων.

Το προτεινόμενο μοντέλο αποτυπώνεται συνθετικά στο **Σχήμα 5.1**.



Σχήμα 5.1

Προτεινόμενο Μοντέλο Διπλού Επιπέδου Απορρόφησης της Αστάθειας του Παραγωγικού Προγραμματισμού.

Το **Σχήμα 5.1** δεν υποδηλώνει αιτιώδη ή καθολικά γενικεύσιμη ακολουθία. Αποτυπώνει τη διερευνητική εννοιολογική σύνθεση των μηχανισμών που αναδείχθηκαν στις τρεις ποιοτικές περιπτώσεις και τον τρόπο με τον οποίο η υπολειπόμενη μεταβλητότητα μπορεί να μεταφέρεται από το στρατηγικό στο λειτουργικό επίπεδο, επηρεάζοντας τελικά την κατανομή του γνωστικού και συντονιστικού φορτίου.

Η ερμηνεία αυτή συνδέεται με τη βιβλιογραφία που αντιμετωπίζει τον δυναμικό παραγωγικό προγραμματισμό ως περισσότερο σύνθετο πρόβλημα από την αρχική δημιουργία ενός θεωρητικά βέλτιστου προγράμματος. Σε περιβάλλοντα μεταβαλλόμενων περιορισμών, η πραγματική επιχειρησιακή ικανότητα εξαρτάται από την προσαρμογή του προγράμματος καθώς νέα δεδομένα καθίστανται διαθέσιμα (Mourtzis, 2022; Oluyisola κ.ά., 2021).

Η θεωρητική σημασία του προτεινόμενου μοντέλου βρίσκεται, επομένως, στη μετατόπιση της έννοιας της “σταθερότητας του προγράμματος” από αποκλειστικό αποτέλεσμα ενός πληροφοριακού συστήματος προς αποτέλεσμα συνδυασμένης τεχνολογικής, οργανωσιακής και ανθρώπινης ικανότητας απορρόφησης της μεταβλητότητας.

5.3.2 Από το Πλαίσιο TOE στην Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων

Το πλαίσιο TOE και η Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων επιτελούν διαφορετικές αλλά συμπληρωματικές θεωρητικές λειτουργίες. Το TOE εξηγεί τις συνθήκες υπό τις οποίες μία επιχείρηση μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο έτοιμη να υιοθετήσει μία τεχνολογική καινοτομία, ενώ η ADM αφορά τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογική ικανότητα μπορεί να ενσωματωθεί στην πραγματική διαδικασία λήψης αποφάσεων χωρίς να καταργείται η ανθρώπινη κρίση.

Η τεχνολογική διάσταση του TOE, υπό το πρίσμα των αποτελεσμάτων, δεν περιορίζεται στην κατοχή προηγμένου λογισμικού. Η ποιότητα των δεδομένων αναδείχθηκε ως το συχνότερα αναφερόμενο εμπόδιο υιοθέτησης, ενώ τα ευρήματα του RQ1 ανέδειξαν τη σημασία της έγκαιρης και αξιόπιστης αναπαράστασης της πραγματικής κατάστασης της παραγωγής. Κατά συνέπεια, η τεχνολογική ετοιμότητα για ADM προϋποθέτει όχι μόνο υπολογιστική ικανότητα αλλά και επαρκή πιστότητα, διαθεσιμότητα και επικαιρότητα των επιχειρησιακών δεδομένων.

Η οργανωσιακή διάσταση περιλαμβάνει περισσότερα από τη γενική διαθεσιμότητα πόρων και δεξιοτήτων. Τα ευρήματα αποκαλύπτουν ότι η άρρητη οργανωσιακή γνώση αποτελεί κρίσιμο παραγωγικό πόρο, αλλά ταυτόχρονα δημιουργεί ευπάθεια όταν παραμένει συγκεντρωμένη σε πρόσωπα-κλειδιά. Η οργανωσιακή ετοιμότητα για ADM περιλαμβάνει, επομένως, την ικανότητα επιλεκτικής εξωτερίκευσης της γνώσης, την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων και τη διατήρηση σαφούς ανθρώπινης αρμοδιότητας στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η περιβαλλοντική διάσταση αφορά τόσο τις εξωτερικές πιέσεις όσο και τους μηχανισμούς υποστήριξης που περιβάλλουν την επιχείρηση. Τα ποιοτικά ευρήματα έδειξαν ότι πελάτες, προμηθευτικές εξαρτήσεις, εγκριτικές διαδικασίες και τεχνολογικοί πάροχοι μπορούν να επηρεάζουν την παραγωγική προσαρμογή. Παράλληλα, οι βιομηχανικοί συνεργατικοί σχηματισμοί μπορούν δυνητικά να λειτουργήσουν ως ενδιάμεσοι φορείς ανάπτυξης κοινών ικανοτήτων, υπό την προϋπόθεση ότι η συνεργασία δεν απαιτεί την ανεξέλεγκτη κοινοποίηση ιδιοκτησιακής γνώσης.

Η εννοιολογική σύνδεση TOE–ADM που προτείνεται στην παρούσα έρευνα μπορεί συνεπώς να συνοψιστεί ως εξής: το TOE παρέχει το θεωρητικό πλαίσιο για την ερμηνεία των συνθηκών ετοιμότητας και υιοθέτησης, ενώ η ADM αποτυπώνει τη λογική σύμφωνα με την οποία η τεχνολογική ικανότητα εντάσσεται στην επιχειρησιακή διαδικασία λήψης αποφάσεων. Η τεχνολογία παρέχει την υπολογιστική ικανότητα, ο οργανισμός ενσωματώνει την πληροφορία στην ανθρώπινη κρίση και το περιβάλλον διαμορφώνει τις εξωτερικές συνθήκες υπό τις οποίες οι δύο προηγούμενες ικανότητες μπορούν να αναπτυχθούν.

Η λογική αυτή είναι συμβατή τόσο με τη βιβλιογραφία υιοθέτησης TN στις ΜμΕ μέσω του TOE (Chatterjee κ.ά., 2021; Schwaewe κ.ά., 2024) όσο και με τις ανθρωποκεντρικές προσεγγίσεις της σύγχρονης μεταποίησης, στις οποίες η τεχνολογία αντιμετωπίζεται ως συμπληρωματική προς την ανθρώπινη ικανότητα και όχι ως αυτονόητο υποκατάστατό της (Romero κ.ά.,

5.4 Κυριότερα Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα επιδίωξε να διερευνήσει τις συνθήκες υπό τις οποίες εξειδικευμένες ελληνικές ναυτιλιακές ΜμΕ μπορούν να κινηθούν προς ανθρωποκεντρικά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένα στην ΤΝ. Τα ευρήματα δεν υποστηρίζουν μία τεχνοκεντρική ερμηνεία της μετάβασης αυτής.

Πρώτον, η αστάθεια του παραγωγικού προγραμματισμού αποτελεί επαναλαμβανόμενο χαρακτηριστικό του εξεταζόμενου παραγωγικού περιβάλλοντος. Οι παρεμβάσεις πελατών και η μεταβλητότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελούν σημαντικές πηγές λειτουργικής διατάραξης, ενώ η προσαρμογή πραγματοποιείται μέσω συνδυασμού πληροφοριακών εργαλείων και ανθρώπινων ή οργανωσιακών μηχανισμών.

Δεύτερον, η ανθρώπινη εμπειρογνωμοσύνη αποτελεί ταυτόχρονα παράγοντα ανθεκτικότητας και πιθανή πηγή οργανωσιακής ευπάθειας. Η άρρητη γνώση επιτρέπει την αντιμετώπιση εξαιρέσεων και αβεβαιότητας, αλλά η συγκέντρωσή της σε περιορισμένο αριθμό προσώπων αυξάνει την εξάρτηση της επιχείρησης από συγκεκριμένους εργαζομένους και στελέχη.

Τρίτον, η ετοιμότητα για υιοθέτηση ΤΝ και ADM δεν διαμορφώνεται κυρίως από έναν μεμονωμένο οικονομικό ή τεχνολογικό παράγοντα. Στο συγκεκριμένο δείγμα, η ποιότητα των δεδομένων, η οργανωσιακή αδράνεια και οι ελλείψεις δεξιοτήτων εμφανίστηκαν συχνότερα ως βασικά εμπόδια από τους άμεσους οικονομικούς περιορισμούς.

Τέταρτον, οι τρεις ακριβείς στατιστικοί έλεγχοι δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές σχέσεις. Τα αποτελέσματα αυτά δεν τεκμηριώνουν τις διερευνητικές υποθέσεις σε επίπεδο $\alpha = 0,05$, αλλά ούτε επιτρέπουν την απόδειξη ότι οι αντίστοιχες σχέσεις απουσιάζουν. Η ερμηνεία τους πρέπει να παραμένει διερευνητική λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος.

Πέμπτον, η μετάβαση προς ADM προκύπτει ως διαδικασία σταδιακής ανάπτυξης κοινωνικοτεχνικών ικανοτήτων και όχι ως απλή απόκτηση ενός προηγμένου συστήματος ΤΝ. Αξιόπιστα δεδομένα, επιχειρησιακή ορατότητα, εξωτερίκευση επιλεγμένης οργανωσιακής γνώσης, ανθρωποκεντρική σχεδίαση και κατάλληλη εξωτερική υποστήριξη αποτελούν αλληλένδετες προϋποθέσεις της μετάβασης αυτής.

5.5 Θεωρητική Συμβολή

Η θεωρητική συμβολή της έρευνας είναι διερευνητική και θα πρέπει να αξιολογηθεί υπό το πρίσμα του περιορισμένου ποσοτικού δείγματος και του μικρού αριθμού ποιοτικών περιπτώσεων. Δεν προτείνεται νέα γενική θεωρία ούτε εμπειρικά επικυρωμένο μοντέλο. Με βάση

την προηγούμενη θεωρητική σύνθεση, η συμβολή της παρούσας μελέτης εντοπίζεται σε τρία αλληλένδετα σημεία, τα οποία συνδέουν την αστάθεια του παραγωγικού προγραμματισμού σε HMLV περιβάλλοντα, την οργανωσιακή υιοθέτηση της TN και την ανθρωποκεντρική λήψη αποφάσεων.

Η πρώτη συμβολή αφορά την έννοια της *απορρόφησης της μεταβλητότητας*. Τα ποιοτικά ευρήματα υποδεικνύουν ότι οι HMLV επιχειρήσεις μπορούν να διαχειρίζονται την αστάθεια σε δύο επίπεδα: στρατηγικά, πριν η αβεβαιότητα μεταφερθεί πλήρως στην παραγωγή, και λειτουργικά, μέσω ευρετικών μηχανισμών όταν η διαταραχή έχει ήδη εισέλθει στο επίπεδο της εκτέλεσης. Η κατανομή του γνωστικού φορτίου εμφανίζεται ως αποτέλεσμα του τρόπου με τον οποίο οργανώνεται αυτή η απορρόφηση.

Η δεύτερη συμβολή αφορά τη διττή λειτουργία της άρρητης γνώσης. Αντί να αντιμετωπίζεται αποκλειστικά ως εμπόδιο ψηφιοποίησης, η παρούσα έρευνα την ερμηνεύει ως επιχειρησιακό πόρο που επιτρέπει την προσαρμογή σε μη τυποποιημένες καταστάσεις, αλλά ο οποίος μπορεί να μετατραπεί σε οργανωσιακή ευπάθεια όταν συγκεντρώνεται σε περιορισμένο αριθμό προσώπων.

Η τρίτη συμβολή αφορά τη σύνδεση TOE και ADM. Το TOE χρησιμοποιείται για την κατανόηση των συνθηκών ετοιμότητας και υιοθέτησης, ενώ η ADM προσθέτει τη διάσταση της πραγματικής κατανομής της λήψης αποφάσεων μεταξύ ανθρώπου και τεχνολογίας. Με τον τρόπο αυτό, η υιοθέτηση TN μετατοπίζεται εννοιολογικά από ένα ερώτημα “εάν διαθέτει η επιχείρηση την κατάλληλη τεχνολογία” σε ένα ευρύτερο ερώτημα σχετικά με το εάν διαθέτει τις τεχνολογικές, οργανωσιακές και περιβαλλοντικές ικανότητες ώστε η TN να ενσωματωθεί με ουσιαστικό και ανθρωποκεντρικό τρόπο στην επιχειρησιακή απόφαση.

5.6 Πρακτικές και Διοικητικές Προτάσεις

Τα ευρήματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι οι εξειδικευμένες ΜμΕ δεν είναι σκόπιμο να αντιμετωπίζουν την υιοθέτηση της TN ως μεμονωμένο έργο προμήθειας λογισμικού. Μία περισσότερο κατάλληλη προσέγγιση είναι η σταδιακή ανάπτυξη των προϋποθέσεων που καθιστούν την Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων λειτουργικά χρήσιμη.

Σε διοικητικό επίπεδο, προτεραιότητα θα πρέπει να δίνεται στην ποιότητα και διακυβέρνηση των δεδομένων, στην ορατότητα της παραγωγικής εκτέλεσης, στην καταγραφή κρίσιμης οργανωσιακής γνώσης και στην εκπαίδευση των χρηστών. Παράλληλα, οι τεχνολογικές επενδύσεις είναι σκόπιμο να αξιολογούνται όχι μόνο ως προς τις αλγοριθμικές τους δυνατότητες αλλά και ως προς το διοικητικό φορτίο που δημιουργούν, την ευκολία ενσωμάτωσης στις πραγματικές ροές εργασίας και τη δυνατότητα διατήρησης ανθρώπινης παρέμβασης.

Η λογική αυτή αποτυπώνεται στο ακόλουθο προτεινόμενο Πλαίσιο Μετάβασης.

5.6.1 Πλαίσιο Μετάβασης των ΜμΕ προς την Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων

Το προτεινόμενο πλαίσιο αποτελεί εφαρμοστική σύνθεση των εμπειρικών αποτελεσμάτων και όχι εμπειρικά επικυρωμένο maturity model. Οργανώνεται σε μία προπαρασκευαστική Φάση 0 και τέσσερις κύριες φάσεις ανάπτυξης ικανοτήτων. Οι φάσεις παρουσιάζονται διαδοχικά για λόγους αναλυτικής σαφήνειας, χωρίς να προϋποτίθεται ότι όλες οι επιχειρήσεις θα ακολουθήσουν απολύτως γραμμική διαδρομή.

Φάση 0: Προπαρασκευαστική Ετοιμότητα και Θεμέλια Δεδομένων

Η Φάση 0 προηγείται της ουσιαστικής εφαρμογής ΤΝ και αφορά την ανάπτυξη των ελάχιστων προϋποθέσεων ψηφιακής ετοιμότητας. Περιλαμβάνει τον εντοπισμό κρίσιμων πηγών δεδομένων, την τυποποίηση βασικών ορισμών και κωδικοποιήσεων, τον έλεγχο της ποιότητας των ιστορικών δεδομένων και τον καθορισμό κανόνων διακυβέρνησης και ιδιοκτησίας των πληροφοριών.

Η συγκεκριμένη φάση ανταποκρίνεται άμεσα στο σημαντικότερο ποσοτικά αναφερόμενο εμπόδιο της έρευνας, δηλαδή την ποιότητα των δεδομένων. Η εφαρμογή της δεν προϋποθέτει προηγμένη ΤΝ. Αντίθετα, επιδιώκει να αποτρέψει την ανάπτυξη αλγοριθμικών εφαρμογών πάνω σε ανεπαρκώς δομημένες ή αναξιόπιστες πληροφοριακές βάσεις.

Σε επίπεδο βιομηχανικού οικοσυστήματος, συνεργατικοί σχηματισμοί μπορούν δυνητικά να υποστηρίξουν την ανάπτυξη κοινής ορολογίας, βασικών προτύπων δεδομένων και εκπαιδευτικών δράσεων, χωρίς αυτό να συνεπάγεται ανταλλαγή ευαίσθητων επιχειρησιακών πληροφοριών.

Φάση 1: Επιχειρησιακή Ορατότητα και Εξωτερίκευση Οργανωσιακής Γνώσης

Η Φάση 1 επικεντρώνεται στην καλύτερη ψηφιακή αναπαράσταση της πραγματικής παραγωγικής κατάστασης και στην επιλεκτική καταγραφή κρίσιμης οργανωσιακής γνώσης. Βασικός στόχος είναι η συλλογή δεδομένων να ενσωματωθεί στη φυσική ροή εργασίας με όσο το δυνατόν μικρότερο πρόσθετο διοικητικό φορτίο.

Η καταγραφή κατάστασης εργασιών, πραγματικών χρόνων, διαθεσιμότητας πόρων, αιτιών καθυστερήσεων και βασικών εξαιρέσεων μπορεί να δημιουργήσει την επιχειρησιακή ορατότητα που απαιτείται για περισσότερο δυναμικό προγραμματισμό. Παράλληλα, κρίσιμες διαδικασίες, τεχνικοί κανόνες και επαναλαμβανόμενες πρακτικές αντιμετώπισης προβλημάτων μπορούν να οργανωθούν σε αναζητήσιμα αποθετήρια γνώσης.

Η επιδίωξη δεν είναι η πλήρης μετατροπή κάθε μορφής άρρητης γνώσης σε τυπικούς

κανόνες. Αντίθετα, αφορά την καταγραφή εκείνων των στοιχείων που είναι επαναχρησιμοποιήσιμα και κρίσιμα για την οργανωσιακή συνέχεια.

Φάση 2: Δυναμική Υποστήριξη του Παραγωγικού Προγραμματισμού

Η Φάση 2 αξιοποιεί τις ικανότητες δεδομένων και ορατότητας των προηγούμενων φάσεων για την ενίσχυση του παραγωγικού προγραμματισμού. Στόχος δεν είναι κατ' ανάγκη η αντικατάσταση του ERP, αλλά η συμπλήρωσή του με λειτουργίες που λαμβάνουν υπόψη πεπερασμένη δυναμικότητα, πραγματική κατάσταση εκτέλεσης και μεταβαλλόμενες επιχειρησιακές προτεραιότητες.

Σε αυτό το επίπεδο μπορούν να χρησιμοποιηθούν δυναμικοί μηχανισμοί αναπρογραμματισμού και σενάρια “what-if” ώστε ο υπεύθυνος παραγωγής να αξιολογεί εναλλακτικές αποφάσεις όταν προκύπτουν διαταραχές. Οι στρατηγικοί και ευρετικοί μηχανισμοί που αναδείχθηκαν στις ποιοτικές περιπτώσεις μπορούν παράλληλα να μετατραπούν, όπου είναι κατάλληλο, σε ρητούς επιχειρησιακούς κανόνες και περιορισμούς του συστήματος.

Φάση 3: Ανθρωποκεντρική Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων

Η Φάση 3 αφορά την πραγματική μετάβαση από την ψηφιακή υποστήριξη προς την Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων. Σε αυτή τη φάση, εφαρμογές TN μπορούν να αξιοποιηθούν για την ανάλυση μεγαλύτερου όγκου πληροφοριών, τη δημιουργία εναλλακτικών σεναρίων, την πρόβλεψη πιθανών αποκλίσεων και την επισήμανση συγκρούσεων ή κινδύνων.

Η τελική επιχειρησιακή αρμοδιότητα παραμένει στον άνθρωπο. Επομένως, ιδιαίτερη σημασία έχουν η επεξηγησιμότητα των προτάσεων, η δυνατότητα ανθρώπινης παρέμβασης, η παρουσίαση της αβεβαιότητας και η δυνατότητα απόρριψης ή τροποποίησης της αλγοριθμικής πρότασης. Η αρχιτεκτονική αυτή είναι περισσότερο συμβατή με την έννοια της ADM από μία λογική πλήρους αυτοματοποίησης της παραγωγικής απόφασης.

Φάση 4: Οικοσυστημική Μάθηση και Διακυβέρνηση Δεδομένων

Η Φάση 4 επεκτείνει τη λογική ανάπτυξης ικανοτήτων πέρα από τα όρια της μεμονωμένης επιχείρησης. Η φάση αυτή είναι περισσότερο διερευνητική από τις προηγούμενες, καθώς τα εμπειρικά δεδομένα υποστηρίζουν κυρίως τον δυνητικό ρόλο των συνεργατικών σχηματισμών και όχι μία ήδη εφαρμοσμένη αρχιτεκτονική κοινής TN.

Σε πρακτικό επίπεδο, μπορούν να διερευνηθούν κοινές εκπαιδευτικές δράσεις, τυποποιημένοι δείκτες, κοινή τεχνική υποστήριξη και συγκριτική αξιολόγηση. Η ανταλλαγή δεδομένων θα πρέπει, ωστόσο, να βασίζεται σε σαφή διαχωρισμό μεταξύ πληροφοριών που μπορούν να

χρησιμοποιηθούν συνεργατικά και δεδομένων που περιλαμβάνουν ιδιοκτησιακή τεχνογνωσία, τεχνικά σχέδια, πελατειακές πληροφορίες ή άλλες πηγές ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.

Το προτεινόμενο πλαίσιο συνοψίζει, συνεπώς, μία σωρευτική διαδρομή:



Η λογική αυτή δεν υποστηρίζει ότι κάθε ΜμΕ πρέπει να φθάσει υποχρεωτικά στη Φάση 4. Αντίθετα, κάθε επιχείρηση μπορεί να αξιολογεί ποιο επίπεδο ικανότητας δημιουργεί επαρκή επιχειρησιακή αξία σε σχέση με το κόστος και την πολυπλοκότητα της επόμενης φάσης.

5.7 Περιορισμοί της Έρευνας

Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων και των προτεινόμενων εννοιολογικών συνθέσεων πρέπει να πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένους μεθοδολογικούς και πλαισιακούς περιορισμούς.

Ο σημαντικότερος περιορισμός αφορά το μέγεθος του ποσοτικού δείγματος ($N = 16$). Ο περιορισμένος αριθμός παρατηρήσεων περιορίζει σημαντικά τη δυνατότητα ευρείας στατιστικής γενίκευσης και μειώνει την ισχύ των επαγωγικών ελέγχων. Παρά την εφαρμογή ακριβών ελέγχων κατάλληλων για μικρά δείγματα και χαμηλές αναμενόμενες συχνότητες, η πιθανότητα μη ανίχνευσης υπαρκτών αλλά ασθενέστερων σχέσεων παραμένει αυξημένη. Κατά συνέπεια, τα μη στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα των τριών διερευνητικών υποθέσεων δεν μπορούν να ερμηνευθούν ως απόδειξη απουσίας σχέσης.

Συναφής περιορισμός αφορά τη δυνατότητα αξιολόγησης της απόκρισης στο ποσοτικό σκέλος. Λόγω της διανομής του ερωτηματολογίου μέσω της HEMEXPO, ο συνολικός αριθμός των τελικών αποδεκτών δεν καταγράφηκε άμεσα από τον ερευνητή. Ως εκ τούτου, δεν ήταν δυνατός ο υπολογισμός ποσοστού απόκρισης, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα αξιολόγησης πιθανής μεροληψίας μη απόκρισης στο ποσοτικό δείγμα.

Περαιτέρω περιορισμός αφορά τη δυνατότητα γενίκευσης των ποιοτικών ευρημάτων. Οι τρεις επιχειρησιακές περιπτώσεις επιλέχθηκαν σκοπίμως με βάση τη συνάφειά τους με περιβάλλοντα ΕΤΟ/HMLV. Παρέχουν συνεπώς πληροφοριακά πλούσια δεδομένα, αλλά δεν αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα του συνόλου των ελληνικών ή ευρωπαϊκών μεταποιητικών ΜμΕ. Οι μηχανισμοί που αναδείχθηκαν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως αναλυτικές και θεωρητικά ενδιαφέρουσες ενδείξεις που απαιτούν περαιτέρω επικύρωση.

Επιπλέον, σημαντικό μέρος των ποσοτικών δεδομένων βασίζεται σε αυτοαναφερόμενες εκτιμήσεις των συμμετεχόντων. Μεταβλητές όπως η συχνότητα αλλαγών του προγράμματος, η

εξάρτηση από άρρητη γνώση, η εμπιστοσύνη προς την ΤΝ και το διοικητικό φορτίο αποτυπώνουν αντιλήψεις και εκτιμήσεις των στελεχών και όχι άμεσες αντικειμενικές μετρήσεις παραγωγικής απόδοσης. Η τριγωνοποίηση με ποιοτικά δεδομένα ενισχύει την ερμηνευτική κατανόηση, αλλά δεν εξαλείφει τις πιθανές μεροληψίες αυτοαναφοράς.

Η έρευνα αποτυπώνει επίσης τις εξεταζόμενες συνθήκες σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Ο διατομεακός χαρακτήρας του ερευνητικού σχεδιασμού δεν επιτρέπει την τεκμηρίωση αιτιωδών κατευθύνσεων ούτε την αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο η οργανωσιακή ετοιμότητα και η υιοθέτηση τεχνολογιών ADM εξελίσσονται διαχρονικά.

Ένας ακόμη περιορισμός συνδέεται με το πεδίο εφαρμογής της έρευνας, το οποίο περιορίζεται στο ελληνικό ναυτιλιακό μεταποιητικό οικοσύστημα. Το θεσμικό περιβάλλον, η παραγωγική δομή, ο βαθμός εξατομίκευσης και οι σχέσεις μεταξύ πελατών, προμηθευτών και συνεργατικών σχηματισμών ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά σε άλλες χώρες ή βιομηχανικούς κλάδους. Η άμεση μεταφορά των αποτελεσμάτων σε περιβάλλοντα μαζικής ή συνεχούς παραγωγής θα πρέπει επομένως να γίνεται με προσοχή.

Τέλος, το προτεινόμενο Μοντέλο Διπλού Επιπέδου Απορρόφησης και το Πλαίσιο Μετάβασης προς την ADM αποτελούν εννοιολογικές συνθέσεις που προέκυψαν από τα συγκεκριμένα εμπειρικά δεδομένα και τη σύνδεσή τους με τη βιβλιογραφία. Δεν έχουν εφαρμοστεί ή επικυρωθεί διαχρονικά σε πραγματικές επιχειρήσεις και, συνεπώς, δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως καθολικά ή αιτιωδώς επικυρωμένα μοντέλα.

5.8 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Οι περιορισμοί της παρούσας μελέτης δημιουργούν ταυτόχρονα σαφείς κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα. Πρώτη προτεραιότητα αποτελεί η επανάληψη της ποσοτικής διερεύνησης σε μεγαλύτερο και περισσότερο διαφοροποιημένο δείγμα μεταποιητικών ΜμΕ. Μεγαλύτερος αριθμός παρατηρήσεων θα επέτρεπε ισχυρότερους στατιστικούς ελέγχους, εκτίμηση μεγέθους επίδρασης και περισσότερο αξιόπιστη διερεύνηση πιθανών διαφορών μεταξύ παραγωγικών τυπολογιών.

Δεύτερη κατεύθυνση αφορά τη διαχρονική αξιολόγηση των εννοιολογικών προτάσεων της έρευνας. Επιχειρήσεις που εφαρμόζουν σταδιακά στοιχεία του Πλαισίου Μετάβασης θα μπορούσαν να παρακολουθούνται πριν και μετά την εφαρμογή ως προς αντικειμενικούς δείκτες, όπως η συχνότητα αναπρογραμματισμού, η μεταβλητότητα του χρόνου διεκπεραίωσης, το Work-in-Progress, η ακρίβεια των προβλεπόμενων χρόνων και το διοικητικό φορτίο των υπευθύνων παραγωγής.

Τρίτη κατεύθυνση αφορά την τεχνολογική διερεύνηση διαφορετικών αρχιτεκτονικών υποστήριξης αποφάσεων σε δυναμικά HMLV περιβάλλοντα. Προσαρμοστικοί αλγόριθμοι προ-

γραμματισμού, προσομοίωση, τεχνικές μηχανικής μάθησης και υβριδικά μοντέλα βελτιστοποίησης μπορούν να εξεταστούν ως μηχανισμοί δημιουργίας εναλλακτικών σεναρίων. Η αξιολόγησή τους, ωστόσο, θα πρέπει να περιλαμβάνει όχι μόνο την υπολογιστική απόδοση αλλά και την επεξηγησιμότητα, το απαιτούμενο επίπεδο δεδομένων, την ανθεκτικότητα σε ελλιπή δεδομένα και τη δυνατότητα ανθρώπινης παρέμβασης.

Τέταρτη κατεύθυνση αφορά την εξωτερίκευση της οργανωσιακής γνώσης. Μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να εξετάσουν κατά πόσον αναζητήσιμα αποθετήρια γνώσης και σύγχρονες αρχιτεκτονικές ανάκτησης πληροφοριών μπορούν να μειώσουν την εξάρτηση από προσωπικά κλειδιά χωρίς να δημιουργούν δυσανάλογο πρόσθετο διοικητικό φορτίο ή να αποδυναμώνουν την ανάπτυξη τεχνικής εμπειρίας.

Πέμπτη κατεύθυνση αφορά τη συνεργασία ανθρώπου–ΤΝ. Διαχρονικές μελέτες θα μπορούσαν να διερευνήσουν τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλονται η εμπιστοσύνη, η αυτονομία, η ποιότητα της απόφασης και το γνωστικό φορτίο όταν οι εργαζόμενοι χρησιμοποιούν επαναλαμβανόμενα συστήματα ADM. Ιδιαίτερη σημασία έχει η εξέταση του κατά πόσον η αλγοριθμική υποστήριξη ενισχύει την ανθρώπινη ικανότητα ή δημιουργεί νέα μορφή εξάρτησης από το σύστημα.

Τέλος, απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση της οικοσυστημικής διάστασης της ADM. Η δυνατότητα κοινής αξιοποίησης δεδομένων από δίκτυα ΜμΕ δημιουργεί ευκαιρίες για κοινή μάθηση, συγκριτική αξιολόγηση και ανάπτυξη εξειδικευμένων μοντέλων, αλλά ταυτόχρονα δημιουργεί ζητήματα εμπιστευτικότητας, πνευματικής ιδιοκτησίας και διακυβέρνησης. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εξετάσουν τεχνολογικούς και θεσμικούς μηχανισμούς που επιτρέπουν τη συνεργατική αξιοποίηση πληροφοριών χωρίς την υποχρεωτική συγκέντρωση ευαίσθητων πρωτογενών επιχειρησιακών δεδομένων.

Βιβλιογραφία

- Atla, Vijaya Kumar Reddy (Δεκ. 2024). «ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION IN MANUFACTURING SUPPLY CHAINS: A FRAMEWORK FOR B2B E-COMMERCE OPTIMIZATION». Στο: *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER ENGINEERING & TECHNOLOGY* 15 (6), σσ. 1701–1705. ISSN: 0976-6367, 0976-6375. DOI: 10 . 34218/ijcet_15_06_144.
- Bauer, Dennis κ.ά. (Φεβ. 2021). «Increased resilience for manufacturing systems in supply networks through data-based turbulence mitigation». Στο: *Production Engineering* 15, σσ. 385–395. ISSN: 0944-6524, 1863-7353. DOI: 10 .1007/s11740-021-01036-4.
- Braun, Virginia και Clarke, Victoria (2006). «Using Thematic Analysis in Psychology». Στο: *Qualitative Research in Psychology* 3.2, σσ. 77–101. DOI: 10 .1191/1478088706qp063oa.
- Buer, Sven-Vegard κ.ά. (Οκτ. 2020). «The digitalization of manufacturing: investigating the impact of production environment and company size». Στο: *Journal of Manufacturing Technology Management* 32 (3), σσ. 621–645. ISSN: 1741-038X, 1758-7786. DOI: 10 . 1108/jmtm-05-2019-0174.
- Castañé, Gabriel G. κ.ά. (Ιούλ. 2022). «The ASSISTANT project: AI for high level decisions in manufacturing». Στο: *HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe)* 61 (7), σσ. 2288–2306. DOI: 10 .1080/00207543.2022.2069525.
- Chatterjee, Sheshadri κ.ά. (Μάι. 2021). «Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model». Στο: *Technological Forecasting and Social Change* 170, σσ. 120880–120880. ISSN: 0040-1625, 1873-5509. DOI: 10 . 1016 / j . techfore.2021.120880.
- Choo, Yong Long, Khamis, Shakiroh και Lim, Jit Theam (Σεπτ. 2025). «Enhancing Decision Making in High-mix Low-volume (HMLV) Production: A Hybrid Model-based and Data-driven approach.» Στο: *Journal of Advanced Research in Computing and Applications*. 39 (1), σσ. 135–145. ISSN: 2462-1927. DOI: 10 .37934/arca.39.1.135145.
- Creswell, John W. και Plano Clark, Vicki L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. 3η έκδοση. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Dégallier-Rochat, Sarah κ.ά. (2022). «Human augmentation, not replacement: A research agenda for AI and robotics in the industry». Στο: *Frontiers in Robotics and AI* Volume 9 - 2022. ISSN: 2296-9144. DOI: 10 .3389/frobt.2022.997386.

- Eisenhardt, Kathleen M. (1989). «Building Theories from Case Study Research». Στο: *Academy of Management Review* 14.4, σσ. 532–550. DOI: 10.5465/AMR.1989.4308385.
- Fetters, Michael D., Curry, Leslie A. και Creswell, John W. (2013). «Achieving Integration in Mixed Methods Designs—Principles and Practices». Στο: *Health Services Research* 48.6pt2, σσ. 2134–2156. DOI: 10.1111/1475-6773.12117.
- Freeman, G. H. και Halton, J. H. (1951). «Note on an Exact Treatment of Contingency, Goodness of Fit and Other Problems of Significance». Στο: *Biometrika* 38.1–2, σσ. 141–149. DOI: 10.1093/biomet/38.1-2.141.
- Fries, Marco κ.ά. (Απρ. 2025). «Exploring AI Integration in SME Production Planning: Design Spaces and the Role of Workers». Στο: *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 34 (2), σσ. 293–330. ISSN: 0925-9724, 1573-7551. DOI: 10.1007/s10606-025-09512-6.
- Grumbach, Felix κ.ά. (Δεκ. 2022). «Robust-stable scheduling in dynamic flow shops based on deep reinforcement learning». Στο: *Journal of Intelligent Manufacturing* 35 (2), σσ. 667–686. ISSN: 0956-5515, 1572-8145. DOI: 10.1007/s10845-022-02069-x.
- Hady, Mohamad Abdul κ.ά. (Αύγ. 2025). «Multi-agent reinforcement learning for resources allocation optimization: a survey». Στο: *Artificial Intelligence Review* 58 (11). ISSN: 0269-2821, 1573-7462. DOI: 10.1007/s10462-025-11340-5.
- Hoerner, Lorenz, Schamberger, Markus και Bodendorf, Freimut (Σεπτ. 2022). «Using Tacit Expert Knowledge to Support Shop-floor Operators Through a Knowledge-based Assistance System». Στο: *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 32 (1), σσ. 55–91. ISSN: 0925-9724, 1573-7551. DOI: 10.1007/s10606-022-09445-4.
- Hörbe, Roman και Erol, Selim (Ιαν. 2024). «Artificial Intelligence in planning and control tasks: a study of potential use cases and perceived challenges in Austrian make-to-order companies». Στο: *Procedia CIRP* 130, σσ. 232–237. ISSN: 2212-8271. DOI: 10.1016/j.procir.2024.10.081.
- Madaki, Adamu Sa’ad κ.ά. (Οκτ. 2023). «Unleashing the Impact of IT Integration Implementation in Public Sector Organizations Through the Lens of TOE: A Review». Στο: σσ. 1–6. DOI: 10.1109/iceei59426.2023.10346696.
- Molina-Abril, Gines κ.ά. (Ιούλ. 2025). «Strategic Decision-Making in SMEs: A Review of Heuristics and Machine Learning for Multi-Objective Optimization». Στο: *Computation* 13 (7), σσ. 173–173. ISSN: 2079-3197. DOI: 10.3390/computation13070173.
- Mourtzis, Dimitris (Ιούλ. 2022). «Advances in Adaptive Scheduling in Industry 4.0». Στο: *Frontiers in Manufacturing Technology* 2. ISSN: 2813-0359. DOI: 10.3389/fmtec.2022.937889.
- Ngwu, Christopher Ndubuisi, Liu, Ying και Wu, Rui (Μαρ. 2025). «Reinforcement learning in dynamic job shop scheduling: a comprehensive review of AI-driven approaches in modern manufacturing». Στο: *Journal of Intelligent Manufacturing* 37 (3), σσ. 1093–1108. ISSN: 0956-5515, 1572-8145. DOI: 10.1007/s10845-025-02585-6.

- Oldemeyer, Leon, Jede, Andreas και Teuteberg, Frank (Φεβ. 2024). «Investigation of artificial intelligence in SMEs: a systematic review of the state of the art and the main implementation challenges». Στο: *Management Review Quarterly* 75 (2), σσ. 1185–1227. ISSN: 2198-1620, 2198-1639. DOI: 10.1007/s11301-024-00405-4.
- Oluyisola, Olumide Emmanuel κ.ά. (Ιούλ. 2021). «Designing and developing smart production planning and control systems in the industry 4.0 era: a methodology and case study». Στο: *Journal of Intelligent Manufacturing* 33 (1), σσ. 311–332. ISSN: 0956-5515, 1572-8145. DOI: 10.1007/s10845-021-01808-w.
- Palinkas, Lawrence A. κ.ά. (2015). «Purposeful Sampling for Qualitative Data Collection and Analysis in Mixed Method Implementation Research». Στο: *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research* 42.5, σσ. 533–544. DOI: 10.1007/s10488-013-0528-y.
- Peres, Ricardo Silva κ.ά. (Ιαν. 2020). «Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 - Systematic Review, Challenges and Outlook». Στο: *IEEE Access* 8, σσ. 220121–220139. ISSN: 2169-3536. DOI: 10.1109/access.2020.3042874.
- Powell, Daryl (Ιαν. 2018). «Kanban for Lean Production in High Mix, Low Volume Environments». Στο: *IFAC-PapersOnLine* 51 (11), σσ. 140–143. ISSN: 2405-8963, 2405-8971. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.08.248.
- Raamets, Tõnis κ.ά. (Ιούλ. 2025). «Implementing an AI-Based Digital Twin Analysis System for Real-Time Decision Support in a Custom-Made Sportswear SME». Στο: *Applied Sciences* 15 (14), σσ. 7952–7952. ISSN: 2076-3417. DOI: 10.3390/app15147952.
- Rai, Rahul κ.ά. (Αύγ. 2021). «Machine learning in manufacturing and industry 4.0 applications». Στο: *International Journal of Production Research* 59 (16), σσ. 4773–4778. ISSN: 0020-7543, 1366-588X. DOI: 10.1080/00207543.2021.1956675.
- Roblek, Matjaž κ.ά. (Οκτ. 2024). «Comparative Analysis of Human and Artificial Intelligence Planning in Production Processes». Στο: *Processes* 12 (10), σσ. 2300–2300. ISSN: 2227-9717. DOI: 10.3390/pr12102300.
- Romero, David κ.ά. (Ιαν. 2016). «The Operator 4.0: Human Cyber-Physical Systems & Adaptive Automation Towards Human-Automation Symbiosis Work Systems». Στο: Springer Science+Business Media, σσ. 677–686. DOI: 10.1007/978-3-319-51133-7_80.
- Schmidt, René, Bell, Robin και Warren, Vessela (2021). «Keeping the wheels of the automotive industry turning: the use of tacit knowledge by product development workers in a multinational automotive manufacturer». Στο: *Journal of Intellectual Capital* 22.6, σσ. 1106–1125. ISSN: 1469-1930. DOI: <https://doi.org/10.1108/JIC-07-2020-0257>.
- Schwaeke, Julia κ.ά. (Αύγ. 2024). «The new normal: The status quo of AI adoption in SMEs». Στο: *Journal of Small Business Management* 63 (3), σσ. 1297–1331. ISSN: 0047-2778, 0447-2778, 1540-627X. DOI: 10.1080/00472778.2024.2379999.
- Tarafdar, Rajarshi (Φεβ. 2025). «Human-AI Collaboration in Workflow Optimization: A Framework for Hybrid Decision Systems in Automation-Heavy Industries». Στο: *International Journal*

- of Scientific Research in Computer Science Engineering and Information Technology* 11 (1), σσ. 3594–3613. ISSN: 2456-3307. DOI: 10.32628/cseit251112384.
- Tijan, Edvard κ.ά. (Μάι. 2021). «Digital transformation in the maritime transport sector». Στο: *Technological Forecasting and Social Change* 170, σσ. 120879–120879. ISSN: 0040-1625, 1873-5509. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.120879.
- Timmermans, Stefan και Tavory, Iddo (2012). «Theory Construction in Qualitative Research: From Grounded Theory to Abductive Analysis». Στο: *Sociological Theory* 30.3, σσ. 167–186. DOI: 10.1177/0735275112457914.
- Tornatzky, Louis G. και Fleischer, Mitchell (1990). *The Processes of Technological Innovation*. Lexington, MA: Lexington Books.
- Wan, Jiafu κ.ά. (Νοέ. 2020). «Artificial-Intelligence-Driven Customized Manufacturing Factory: Key Technologies, Applications, and Challenges». Στο: *arXiv (Cornell University)* 109 (4), σσ. 377–398. DOI: 10.1109/jproc.2020.3034808.
- Wan, Yuwei κ.ά. (Ιούλ. 2024). «Making knowledge graphs work for smart manufacturing: Research topics, applications and prospects». Στο: *Journal of Manufacturing Systems* 76, σσ. 103–132. ISSN: 0278-6125, 1878-6642. DOI: 10.1016/j.jmsy.2024.07.009.
- Woschank, Manuel, Rauch, Erwin και Zsifkovits, Helmut (Μάι. 2020). «A Review of Further Directions for Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning in Smart Logistics». Στο: *Sustainability* 12 (9), σσ. 3760–3760. ISSN: 2071-1050. DOI: 10.3390/su12093760.
- Κάργας, Αντώνιος κ.ά. (Νοέ. 2023). «Digital Maturity and Digital Transformation Strategy among Greek Small and Medium Enterprises». Στο: *Administrative Sciences* 13 (11), σσ. 236–236. ISSN: 2076-3387. DOI: 10.3390/admsci13110236.

Παραρτήματα

Παράρτημα Α

Έρευνα κλάδου: Ψηφιακή μετάβαση και ετοιμότητα λήψης αποφάσεων στις ΜμΕ του τομέα της ναυτιλιακής μεταποίησης

Ενότητα 1: Βασικά δημογραφικά στοιχεία και επιχειρηματικό πλαίσιο

E1: Ποια είναι η στρατηγική παραγωγής που χαρακτηρίζει καλύτερα το μεγαλύτερο μέρος των παραγωγικών δραστηριοτήτων του οργανισμού σας; *(Μονή επιλογή)*

Κατηγοριοποίηση του περιβάλλοντος παραγωγής(προφίλ λειτουργίας)

- ☐ **Υψηλή ποικιλία, χαμηλός όγκος παραγωγής (HMLV):** Μεγάλη ποικιλία εξατομικευμένων προϊόντων που παράγονται σε μικρές ποσότητες.
- ☐ **Παραγωγή κατά παρτίδες (BATCH):** Μέτρια ποικιλία προϊόντων που παράγονται σε επαναλαμβανόμενες, σχετικά τυποποιημένες παρτίδες.
- ☐ **Κατασκευή κατά παραγγελία (ETO):** Παραγωγή βασισμένη κυρίως σε έργα και εξατομικευμένες τεχνικές λύσεις, οι οποίες σχεδιάζονται ή προσαρμόζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη.
- ☐ **Χαμηλή ποικιλία, υψηλός όγκος παραγωγής (LMHV):** Μαζική παραγωγή τυποποιημένων προϊόντων ή εξαρτημάτων.

E2: Ποιο είναι το κύριο εργαλείο που χρησιμοποιεί ο οργανισμός σας για τη διαχείριση, την εκτέλεση και την αναπροσαρμογή του ημερήσιου προγράμματος παραγωγής σας; *(Μονή επιλογή)*

Βασική υποδομή παραγωγικού προγραμματισμού (τεχνολογικό επίπεδο αναφοράς)

- ☐ **Συμβατικές μέθοδοι:** Φυσικοί πίνακες, έντυπα αρχεία ή προφορικός συντονισμός.
- ☐ **Στατικά υπολογιστικά φύλλα:** Αυτοτελή αρχεία (π.χ. MS Excel, Google Sheets).
- ☐ **Τυπικά συστήματα ERP / MRP:** Λειτουργίες παραγωγικού προγραμματισμού ενσωματωμένες σε επιχειρησιακά πληροφοριακά συστήματα.
- ☐ **Συστήματα Προηγμένου Προγραμματισμού (APS):** Εξειδικευμένο λογισμικό που υποστηρίζει προηγμένη βελτιστοποίηση ή δυναμική αναπροσαρμογή του προγράμματος παραγωγής.

Ενότητα 2: Τεχνολογικές και επιχειρησιακές δυναμικές

E3: Κατά μέσο όρο, πόσο συχνά απαιτείται να τροποποιηθεί ή να παρακαμφθεί χειροκίνητα το βασικό πρόγραμμα παραγωγής λόγω απρόβλεπτων μεταβολών ή διαταραχών της λειτουργίας; (Μονή επιλογή)

Αστάθεια παραγωγικού προγραμματισμού και συχνότητα χειροκίνητων παρεμβάσεων

- ☐ **Συνεχώς** (πολλές φορές μέσα στην ίδια εργάσιμη ημέρα)
- ☐ **Καθημερινά** (περίπου μία φορά την ημέρα)
- ☐ **2 έως 3 φορές την εβδομάδα**
- ☐ **Μία φορά την εβδομάδα ή λιγότερο**

E4: Ποιες είναι οι κύριες αιτίες των μη προγραμματισμένων διακοπών της παραγωγής ή των έκτακτων αλλαγών στο πρόγραμμα παραγωγής στον οργανισμό σας; (Επιλέξτε έως ΔΥΟ απαντήσεις)

Κύριοι παράγοντες διαταραχής του προγραμματισμού

- ☐ **Μεταβλητότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας:** Καθυστερήσεις παραδόσεων ή προβλήματα ποιότητας πρώτων υλών και εξαρτημάτων.
- ☐ **Κανονιστική συμμόρφωση και πιστοποιήσεις:** Καθυστερήσεις που σχετίζονται με επιθεωρήσεις, πιστοποιήσεις από νηογνώμονες (π.χ. DNV, BV) ή διαδικασίες έγκρισης τύπου.
- ☐ **Τεχνική τεκμηρίωση:** Χρόνος που απαιτείται για την προετοιμασία εξατομικευμένων τεχνικών εγγράφων, πιστοποιητικών, εγχειριδίων ή τεκμηρίωσης ATEX.
- ☐ **Περιορισμοί παραγωγικής ικανότητας:** Απρόβλεπτες βλάβες εξοπλισμού, αστοχίες εργαλείων ή μη προγραμματισμένη έλλειψη διαθέσιμου προσωπικού.

Ενότητα 3: Οργανωσιακές ικανότητες και ανθρώπινοι παράγοντες

E5: Όταν προκύπτει ένα σοβαρό πρόβλημα στον παραγωγικό προγραμματισμό ή μια απρόβλεπτη διαταραχή της παραγωγής, σε ποιο βαθμό βασίζεται η ομάδα παραγωγής σας στην άγραφη και εμπειρική γνώση συγκεκριμένων εμπειρών στελεχών ή τεχνικών; (Γραμμική κλίμακα 1-5)

Εξάρτηση από άρρητη οργανωσιακή γνώση

1



2



3



4



5



1 = Καθόλου εξαρτημένη

(η κατάσταση διαχειρίζεται πλήρως μέσω τυποποιημένων και καταγεγραμμένων διαδικασιών)

5 = Εξαιρετικά εξαρτημένη

(η αποτελεσματική διαχείριση της κατάστασης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την παρουσία συγκεκριμένων εμπειρών στελεχών)

E6: Ποιο είναι περίπου το ποσοστό του συνολικού χρόνου εργασίας του τμήματος μηχανικών ή της διοίκησης παραγωγής που αφιερώνεται στην αναζήτηση και διασταύρωση τεχνικών και διοικητικών πληροφοριών, στον έλεγχο συμμόρφωσης και στη σύνταξη τεχνικής τεκμηρίωσης; (Μονή επιλογή)

Ανάλωση διοικητικών και τεχνικών πόρων (χαρτογράφηση γνωστικού φορτίου)

- ☐ **Ελάχιστη:** Λιγότερο από το 10% του συνολικού χρόνου εργασίας.
- ☐ **Μέτρια:** 10% έως 25% του συνολικού χρόνου εργασίας.
- ☐ **Σημαντική:** Πάνω από 25% έως 50% του συνολικού χρόνου εργασίας.
- ☐ **Σοβαρή:** Πάνω από το 50% του συνολικού χρόνου εργασίας.

E7: Εάν ένας ασφαλής και τοπικά εγκατεστημένος μηχανισμός Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούσε να διασταυρώσει δεδομένα σχετικά με το τρέχον απόθεμα του ERP, τα χρονοδιαγράμματα των προμηθευτών και τη διαθεσιμότητα του προσωπικού, ώστε να προτείνει σε πραγματικό χρόνο ένα αναπροσαρμοσμένο πρόγραμμα παραγωγής, σε ποιο βαθμό θα εμπιστευόταν η διοίκηση παραγωγής σας τις προτάσεις του κατά τη λήψη αποφάσεων; (Γραμμική κλίμακα 1-5)

Εμπιστοσύνη στην Επαυξημένη Λήψη Αποφάσεων και στη συνεργασία ανθρώπου - ΤΝ

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

1 = Ιδιαίτερα επιφυλακτική

(θα προτιμούσε τον χειροκίνητο προγραμματισμό και θα παρέκαμπε συστηματικά τις προτάσεις του συστήματος)

5 = Ιδιαίτερα σίγουρη

(θα ήταν πρόθυμη να εφαρμόζει άμεσα τις προτάσεις του συστήματος, εφόσον αυτές βασίζονται στα διαθέσιμα δεδομένα)

Ενότητα 4: Περιβαλλοντικές πιέσεις και εμπόδια υιοθέτησης

E8: Σε ποιο βαθμό οι μεταβαλλόμενοι διεθνείς ναυτιλιακοί κανονισμοί και οι απαιτήσεις των οργανισμών ταξινόμησης επηρεάζουν αρνητικά τον χρόνο ολοκλήρωσης των παραγωγικών δραστηριοτήτων σας; (Γραμμική κλίμακα 1-5)

Επιβάρυνση της παραγωγικής διαδικασίας λόγω κανονιστικών και θεσμικών απαιτήσεων

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

1 = Αμελητέα επίδραση

(οι απαιτήσεις συμμόρφωσης ενσωματώνονται εύκολα στις υφιστάμενες διαδικασίες)

5 = Εξαιρετικά μεγάλη επίδραση

(η κανονιστική επαλήθευση αποτελεί συστηματικό λειτουργικό περιορισμό για την παραγωγή)

E9: Ποιο θεωρείτε ότι αποτελεί το σημαντικότερο εμπόδιο για την υιοθέτηση εργαλείων υποστήριξης λήψης αποφάσεων βασισμένων στην Τεχνητή Νοημοσύνη στο παραγωγικό περιβάλλον του οργανισμού σας; (Μονή επιλογή)

Κύρια εμπόδια υιοθέτησης της Τεχνητής Νοημοσύνης στο παραγωγικό περιβάλλον των ΜμΕ

- ☐ **Οικονομικά εμπόδια:** Υψηλό αρχικό κόστος υλοποίησης και αβεβαιότητα ως προς την απόδοση της επένδυσης (ROI).
- ☐ **Περιορισμοί ποιότητας δεδομένων:** Κατακερματισμένα, μη δομημένα, ελλιπή ή χαμηλής αξιοπιστίας ιστορικά δεδομένα παραγωγής.
- ☐ **Έλλειψη κατάλληλων δεξιοτήτων:** Περιορισμένη εσωτερική τεχνογνωσία για τη διαχείριση, αξιοποίηση και ερμηνεία προηγμένων ψηφιακών εργαλείων.
- ☐ **Οργανωσιακή αδράνεια:** Ισχυρή προσκόλληση σε καθιερωμένες χειροκίνητες ή συμβατικές μεθόδους εργασίας και περιορισμένη διάθεση οργανωσιακής αλλαγής.
- ☐ **Ζητήματα ασφάλειας και προστασίας δεδομένων:** Ανησυχίες σχετικά με την προστασία επιχειρησιακών δεδομένων, ιδιόκτητης τεχνογνωσίας, παραγωγικών μεθόδων και τη χρήση υποδομών cloud.

Παράρτημα Β

Πρότυπο Ημι-δομημένης συνέντευξης

Θέμα Α: Η φύση της πολυπλοκότητας του HMLV

Q1. Δεδομένου του εξαιρετικά εξατομικευμένου χαρακτήρα της ναυτιλιακής βιομηχανίας στην Ελλάδα, πώς καταφέρνουν οι εταιρείες-μέλη σας να εξισορροπούν τη σύγκρουση μεταξύ της λειτουργικής αποδοτικότητας και της συνεχούς ανάγκης να τροποποιούν τα προγράμματα παραγωγής για να ανταποκριθούν σε επείγουσες απαιτήσεις των πελατών;

Q2. Όταν, για παράδειγμα, την Τρίτη το πρωί προκύπτει μια αλλαγή στο πρόγραμμα, πώς εξελίσσεται η διαδικασία υπολογισμού των επιπτώσεων από τον υπεύθυνο παραγωγής; Υπάρχουν κάποια στοιχεία που λείπουν από τον τρέχοντα τρόπο προγραμματισμού, που τον αναγκάζουν να βασίζεται στο «ένστικτο» του;

Θέμα Β: Τα εμπόδια που δημιουργούν δυσχέρειες (Συμμόρφωση και Γνώση)

Q3. Με τους κανονισμούς για το θαλάσσιο περιβάλλον και την κατηγοριοποίηση να αλλάζουν συνεχώς, κατά πόσο η διαδικασία επαλήθευσης της συμμόρφωσης καθυστερεί την πραγματική έναρξη της παραγωγής των προϊόντων;

Q4. Στον ναυτιλιακό τομέα γίνεται συχνά λόγος για έλλειψη δεξιοτήτων. Πόσο ευάλωτες θεωρείτε ότι είναι οι ελληνικές βιομηχανικές ΜΜΕ στην απώλεια της «συλλογικής γνώσης» όταν συνταξιοδοτείται το έμπειρο τεχνικό προσωπικό των παραγωγικών μονάδων;»

Θέμα Γ: Το τεχνολογικό/περιβαλλοντικό εμπόδιο

Q5. Πολλές ΜΜΕ θεωρούν την τεχνητή νοημοσύνη ως κάτι που προορίζεται αποκλειστικά για τους τεχνολογικούς γίγαντες ή για τις παραγωγικές μονάδες υψηλής δυναμικότητας, όπως για παράδειγμα στην αυτοκινοτοβιομηχανία. Κατά τη γνώμη σας, ποιος είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο ο κλάδος της ναυτιλιακής μεταποίησης δεν έχει υιοθετήσει ευρέως εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης μικρής κλίμακας και τοπικής εφαρμογής για την υποστήριξη των επιχειρησιακών αποφάσεων;

Q6. Αν κοιτάξουμε μπροστά, τι είδους κίνητρα σε επίπεδο συνεργασίας ή συνεργατικών σχηματισμών θα χρειαζόταν για να μοιραστούν ενεργά οι εξειδικευμένοι κατασκευαστές επεξεργασμένα δεδομένα, με σκοπό τη δημιουργία κοινών ψηφιακών εργαλείων;