



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

ΕΝΑ ΟΛΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΣΤΗΝ ΕΠΟΧΗ  
ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ 4.0

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΪΜΑΡΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ, ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ, 2023





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

ΕΝΑ ΟΛΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΣΤΗΝ ΕΠΟΧΗ  
ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ 4.0

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΪΜΑΡΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ, ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Εξετάστηκε από την τριμελή επιτροπή την 30<sup>η</sup> Ιουνίου 2023

Σ. Παπαβασιλείου,  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Α. Παναγόπουλος,  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Γ. Ματσόπουλος,  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ, 2023

Ιωάννης Μαϊμάρης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Copyright © Ιωάννης Μαϊμάρης. 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι περισσότεροι οργανισμοί ξεκινούν την εφαρμογή τεχνολογιών που σχετίζονται με τη Βιομηχανία 4.0 χωρίς σαφή κατανόηση ή στρατηγικό σχεδιασμό για τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Η πολυπλοκότητα των σύγχρονων οργανισμών σε συνδυασμό με την εσφαλμένη αντίληψη για την Βιομηχανία 4.0 καθιστά δύσκολο για τους περισσότερους οργανισμούς να προσδιορίσουν την τρέχουσα ψηφιακή τους κατάσταση και να καθορίσουν έναν οδικό χάρτη δημιουργίας αξίας για τη μελλοντική τους κατάσταση. Στόχος αυτής της διατριβής είναι να παρουσιάσει τη Βιομηχανία 4.0 και να αναπτύξει ένα πλαίσιο για τους βιομηχανικούς οργανισμούς να προσεγγίσουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό και τις πρωτοβουλίες ψηφιοποίησης τους. Το πλαίσιο αποτελείται από τρεις φάσεις, που αναφέρονται ως «Digital Triplet». Αρχικά, αναπτύσσεται ένα μοντέλο ωριμότητας για την αξιολόγηση της ψηφιακής ετοιμότητας ως προς την βιομηχανία 4.0 ή διαφορετικά της κατάστασης "AS-IS", το οποίο πλαισιώνεται σύμφωνα με υπάρχοντα μοντέλα και ενισχύεται περαιτέρω για να προσφέρει μια ολιστική και περιεκτική προσέγγιση. Στη συνέχεια ακολουθεί η επικύρωση του μοντέλου με δεδομένα που παρέχονται από βιομηχανικές εταιρείες. Η επόμενη φάση περιλαμβάνει μια ανάλυση κόστους για να βοηθήσει τους οργανισμούς να εντοπίσουν τους τομείς που θα αποφέρουν το μεγαλύτερο κέρδος και να ιεραρχήσουν τις ανάγκες με βάση τους στόχους τους. Αυτή η εργασία στοχεύει να παρέχει ένα εννοιολογικό πλαίσιο και ένα εργαλείο για την υποστήριξη του κλάδου. Τέλος, πριν επενδύσουν σε τεχνολογίες, οι οργανισμοί πρέπει να συνδυάσουν τα στοιχεία για να δημιουργήσουν έναν συνεκτικό στρατηγικό χάρτη ψηφιακού μετασχηματισμού. Υπό το πρίσμα αυτό, η διατριβή παρουσιάζει μια διαδικασία, η οποία στοχεύει στην υποστήριξη των οργανισμών προς την ανάπτυξη του ψηφιακού τους χάρτη προς τον μετασχηματισμό.

Λέξεις κλειδιά: Βιομηχανία 4.0, Ψηφιακός μετασχηματισμός, Μοντέλο Ψηφιακής ωριμότητας, Έξυπνη Βιομηχανία, Ψηφιακός χάρτης

## ABSTRACT

Most organizations start the implementation of industry 4.0-associated technologies without clear understanding or strategic planning towards digital transformation. The complexity of modern organizations combined with the misconception about Industry 4.0 makes it difficult for most organizations to identify their current state and define a value creation roadmap for their future digital state. The aim of this thesis is to present Industry 4.0 and develop a framework for the industrial organizations to approach digital transformation and their digitalization initiatives. The framework consists of three phases, mentioned as “Digital Triplet” framework. Initially, a Maturity Model for assessing Industry 4.0 digital readiness or “AS-IS” state, is framed following existing models and enhanced further to offer a holistic and inclusive approach. Then follows a validation of the model with data provided by industrial companies. The next phase includes a cost analysis to help organizations identify the areas that will generate the most profit and prioritize based on their goals. This thesis aims to provide a conceptual framework and a tool to support the industry. Finally, before investing into technologies the organizations need to combine the elements to create a coherent strategic digital transformation roadmap. Considering this, the thesis presents a process that aims at supporting organizations towards the development of their roadmap towards digital transformation.

**Keywords:** Industry 4.0, Digital Transformation, Digital Maturity Model, Smart Industry, Digital Roadmap

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και τη σχολή των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών , στα πλαίσια του διαπανεπιστημιακού μεταπτυχιακού προγράμματος «ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ» σε συνεργασία με το Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης & Τεχνολογίας του πανεπιστημίου Πειραιώς.

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέπων καθηγητή μου, κύριο Γεώργιο Ματσόπουλο, καθηγητή στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο για την επιμονή του, το ενδιαφέρον του και την υποστήριξη του κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, καθώς και σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT .....	6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	8
1. Εισαγωγή .....	12
2. Εισαγωγή στην 4η Βιομηχανική επανάσταση.....	13
2.1 Τι είναι η Βιομηχανία 4.0.....	14
2.2 Ιστορική αναδρομή.....	16
2.3 Τεχνολογικοί πυλώνες.....	18
2.4 Παγκόσμια standards Industry 4.0.....	21
3. Πλαίσιο ψηφιακού μετασχηματισμού 3A’s - The Digital Triplet Framework 3A’s.....	23
3.1 Στόχος πλαισίου.....	24
3.2 Πλεονεκτήματα χρήσης του πλαισίου .....	25
3.3 Φάσεις Πλαισίου - The Digital Triplet Framework phases (3As).....	26
3.3.1 Φάση 1: Αξιολόγηση (Assess).....	26
3.3.2 Φάση 2: Ανάλυση (Analyze).....	29
3.3.3 Φάση 3: Σχεδίαση (Architect) .....	31
4. Μοντέλο ψηφιακής ωριμότητας (Φάση Αξιολόγησης).....	32
4.1 Βιβλιογραφική έρευνα για υπάρχοντα μοντέλα .....	33
4.2 Ανάπτυξη μοντέλου.....	40
4.2.1 Πυλώνες πλαισίου.....	43
4.2.2 Συνιστώσες πλαισίου .....	46
4.3 Εργαλείο αξιολόγησης – Ερωτηματολόγιο .....	59
4.3.1 Δείγμα Ερωτηματολογίου.....	60
4.3.2 Digital Vantage Index μεθοδολογία .....	69
4.4 Εφαρμογή πλαισίου - Case studies.....	72
5. Πλαίσιο προτεραιότητας - Ανάλυση κόστους (Φάση Ανάλυσης).....	74
5.1 Εισαγωγή .....	74
5.2 Ανάλυση άμεσων λειτουργιών.....	80
5.2.1 Απώλειες παραγωγής.....	80



5.2.2 Απώλειες εργασίας χειριστών.....	84
5.1.3 Απώλειες συντήρησης .....	86
5.1.4 Απώλειες διαχείρισης πόρων .....	87
5.3 Ανάλυση έμμεσων λειτουργιών.....	88
5.2.1 Απώλειες Ποιότητας.....	89
5.3.3 Απώλειες υγείας και ασφάλειας εργαζομένων .....	90
5.3.4 Απώλειες Τεχνολογίας Πληροφοριών .....	91
5.3.4 Απώλειες Αποθήκης .....	92
5.3.5 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα.....	93
5.4 Χαρτογράφηση τεχνολογίας – απωλειών κόστους.....	95
6. Οδικός χάρτης Μετασχηματισμού (Φάση Σχεδίασης).....	99
6.1 Πυλώνες πλάνου μετασχηματισμού .....	103
6.1.1 Στάδιο έναρξης – Launch stage .....	105
6.1.2 Στάδιο επέκτασης - Expansion stage .....	105
6.1.3 Στάδιο Κλιμάκωσης – Scale-up stage.....	106
6.2 Μη τεχνολογικές παράμετροι .....	107
6.3 Σχεδίαση πλάνου ψηφιακού μετασχηματισμού.....	109
7. Συμπεράσματα & επεκτάσεις .....	112
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	115
Βιβλιογραφία .....	117

## ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1 : ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ (CYBERSECURITY IN NETWORKED PRODUCTION - SCIENTIFIC FIGURE ON RESEARCHGATE) .....	16
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΙΣ (ISA.ORG) .....	17
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΥΛΩΝΕΣ ΤΟΥ INDUSTRY 4.0(DESIGNING NEW WAYS OF WORKING IN INDUSTRY 4.0, BZHVEN A KADIR, 2020) .....	19
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ 4.0 (ISA.ORG) .....	22
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΠΥΡΑΜΙΔΑ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΣΕ ΔΟΜΗ ΜΕ ΔΙΚΤΥΟ (ΔΕΞΙΑ) (ISA.ORG) .....	23
ΕΙΚΟΝΑ 6: ΠΛΑΙΣΙΟ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ - DIGITAL TRIPLET .....	26
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ .....	41
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΘΡΩΠΩΝ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ – PPT FRAMEWORK (BTLNET.CO.UK) .....	43
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΆΝΘΡΩΠΟΙ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΔΕΔΟΜΕΝΑ (PPTD FRAMEWORK) .....	44
ΕΙΚΟΝΑ 10: DIGITAL VANTAGE INDEX LOGO.....	45
ΕΙΚΟΝΑ 11: DIGITAL VANTAGE INDEX (DVI) ΠΥΛΩΝΕΣ .....	46
ΕΙΚΟΝΑ 12: DIGITAL VANTAGE INDEX FRAMEWORK.....	49
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΚΑΙ ΌΡΑΜΑ.....	50
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΆΝΘΡΩΠΟΙ ΚΑΙ ΚΟΥΛΤΟΥΡΑ .....	51
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ .....	52
ΕΙΚΟΝΑ 16: ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ .....	54
ΕΙΚΟΝΑ 17: ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ.....	57
ΕΙΚΟΝΑ 19: ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ.....	58
ΕΙΚΟΝΑ 20 : ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΕΙΚΤΗ - RADAR GRAPH .....	71
ΕΙΚΟΝΑ 21: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΕΙΚΤΗ DVI ΓΙΑ CASE STUDIES - RADAR GRAPH .....	73
ΕΙΚΟΝΑ 22: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΕΕ (OEE.COM).....	76
ΕΙΚΟΝΑ 23: ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ .....	77
ΕΙΚΟΝΑ 24: ΒΗΜΑΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ .....	79
ΕΙΚΟΝΑ 25: ΟΕΕ SIX BIG LOSSES – ΈΞΙ ΜΕΓΑΛΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (VORNE.COM) .....	80
ΕΙΚΟΝΑ 26: ΚΩΔΙΚΟΙ ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ .....	82
ΕΙΚΟΝΑ 27: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ (ΣΕ EXCEL).....	85
ΕΙΚΟΝΑ 28: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ (ΣΕ EXCEL) .....	86
ΕΙΚΟΝΑ 29: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ (ΣΕ EXCEL).....	87
ΕΙΚΟΝΑ 30: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (ΣΕ EXCEL) .....	88
ΕΙΚΟΝΑ 31: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ (ΣΕ EXCEL) .....	89
ΕΙΚΟΝΑ 32: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΑΕ (ΣΕ EXCEL) .....	90
ΕΙΚΟΝΑ 33: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΠ (ΣΕ EXCEL) .....	91
ΕΙΚΟΝΑ 34: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ (ΣΕ EXCEL).....	92
ΕΙΚΟΝΑ 35: ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ .....	93
ΕΙΚΟΝΑ 36: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (ΣΕ EXCEL).....	94
ΕΙΚΟΝΑ 37 : ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	96
ΕΙΚΟΝΑ 38: ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ .....	97
ΕΙΚΟΝΑ 39: ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ .....	97
ΕΙΚΟΝΑ 40: ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ.....	98
ΕΙΚΟΝΑ 41: ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΠΟΘΗΚΗΣ .....	98
ΕΙΚΟΝΑ 42: ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ .....	99
ΕΙΚΟΝΑ 43: ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.....	99
ΕΙΚΟΝΑ 44: ΧΑΡΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ .....	102

ΕΙΚΟΝΑ 45: MANAGEMENT LEVELS AND TYPES OF PLANNING (BUSINESS ORGANIZATION AND MANAGEMENT TEXT AND CASES, KUMAR, 2012) .....	104
ΕΙΚΟΝΑ 46: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΧΑΡΤΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ (ΣΕ EXCEL) .....	110

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ-ΠΛΑΙΣΙΑ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ .....	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΔΕΙΓΜΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ - ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ.....	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΔΕΙΓΜΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ - ΆΝΘΡΩΠΟΙ ΚΑΙ ΚΟΥΛΤΟΥΡΑ.....	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΔΕΙΓΜΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ .....	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΔΕΙΓΜΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ.....	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΔΕΙΓΜΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ - ΑΛΥΣΙΔΑ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ .....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΔΕΙΓΜΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ - ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ .....	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΔΕΙΓΜΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ - ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ .....	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΣΕ EXCEL) .....	84
ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΚΩΔΙΚΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ .....	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ .....	115

## 1. Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι με την πάροδο του χρόνου η τεχνολογία και η καινοτομία που παράγεται εισχωρεί όλο και περισσότερο σε όλους τους τομείς της καθημερινότητας. Μία έννοια που ξεκίνησε ως μια πολύ προχωρημένη ιδέα το 2011(4η Βιομηχανική επανάσταση ή Industry 4.0), σήμερα μονοπωλεί το ενδιαφέρον στην παγκόσμιιά βιομηχανία και αλλάζει τον τρόπο που εταιρείες παίρνουν αποφάσεις και σχεδιάζουν το μέλλον τους σε στρατηγικό επίπεδο. Παρατηρείται επίσης ότι ο όρος και οι βασικές αρχές του Industry 4.0, πλέον χρησιμοποιούνται και εκτός της βιομηχανίας σε όλους του τομείς και κλάδους της οικονομίας όπως για παράδειγμα στην ναυσιπλοΐα (Maritime 4.0), στην δημιουργία των έξυπνων πόλεων του μέλλοντος (smart cities) , στις υπηρεσίες υγείας (Health 4.0) αλλά στον κατασκευαστικό κλάδο (Construction 4.0) μεταξύ άλλων. Αυτό μαρτυρά και το γεγονός που δείχνει ότι το Industry 4.0 δεν είναι μια τάση της εποχής, αλλά ένα νέος δρόμος προς την πλήρη ψηφιοποίηση όλων το τομέων, που θα επηρεάσει και θα αλλάξει σε σημαντικό βαθμό τον τρόπο που λειτουργούμε, τον τρόπο που εκμεταλλευόμαστε την τεχνολογία για να βελτιώσουμε την δυνατότητες μας και το αντίκτυπο αυτής της εξέλιξης στην κοινωνία και στο περιβάλλον πέραν της οικονομικής ευημερίας. Ωστόσο, το φάσμα της τεχνολογίας έχει ανοίξει αρκετά η έρευνα συνεχώς επεκτείνεται και παράγει νέα δεδομένα και καινοτομίες, έχοντας ως αποτέλεσμα να δημιουργεί μία πολυπλοκότητα στο τοπίο του ψηφιακού μετασχηματισμού. Έτσι οι περισσότερες εταιρείες αδυνατούν να κατανοήσουν πλήρως την δυναμική του ψηφιακού μετασχηματισμού, με αποτέλεσμα είτε να προχωρούν σε προβληματικές υλοποιήσεις που δεν επιφέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα, χωρίς κάποιο μακροπρόθεσμο πλάνο και με μειωμένη αντίληψή περί των δυνατοτήτων και των εργαλείων που μπορούν να αξιοποιήσουν. Αυτή η σύγχυση και ελλιπής κατάρτιση πάνω στην ιδέα του Industry 4.0, μπορεί να επιφέρει σημαντικές και μακροχρόνιες επιπτώσεις αν οι εταιρίες δεν χρησιμοποιήσουν τα κατάλληλα εργαλεία πρώτα για να σχεδιάσουν και να συζητήσουν και μετά να υλοποιήσουν τις στρατηγικές τους. Για να μπορέσει μια εταιρεία να εκμεταλλευτεί όλη αυτή η πληροφορία , να προχωρήσει σε σωστές τεχνολογικές λύσεις και εφαρμογή στις διαδικασίες που θα δώσουν πίσω την μεγαλύτερη αξία χρειάζεται ένα πλαίσιο και ένα σύνολο εργαλείων που θα βοηθάει την εταιρεία στο να προσεγγίζει σταδιακά και στοχευμένα την διαδικασία ψηφιοποίησης με ευρύτερο σκοπό την δημιουργία ενός έξυπνου και βιώσιμου εργοστασίου που θα προσαρμοστεί στις νέες ανάγκες της εποχής , θα ακολουθήσει την τάση του ανταγωνισμού και θα ξεκλειδώσει νέες δυνατότητες. Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο που παρατηρείται στην αγορά αλλά και τους

παρόχους τεχνολογιών και εργαλείων στα πλαίσια της 4ης Βιομηχανικής επανάστασης είναι πλήρης εστίαση στην τεχνολογία, ωστόσο αυτό αποτελεί και έναν από τους λόγους που πολλές προσπάθειές ψηφιακού μετασχηματισμού αποτυγχάνουν. Μια σωστή και ολοκληρωμένη προσέγγιση πρέπει να συμπεριλαμβάνει τους ανθρώπους της εταιρείας, έχοντας στο πλάνο πως θα προσαρμοστούν στις νέες αλλαγές, να εκπαιδευτούν στους νέους ρόλους που θα προκύψουν και τελικά να ενισχύσουν τις δυνατότητες τους μέσα από τη χρήση της τεχνολογίας. Επίσης ένα πολύ σημαντικό στοιχείο, που έχει ενισχυθεί άμεσα και έμμεσα από τα σημαντικά γεωπολιτικά και οικονομικά που έχουν συμβεί τα τελευταία χρόνια, είναι η βιωσιμότητα. Η βιωσιμότητα θα πρέπει να είναι στο στόχαστρο των αποφάσεων, οδηγώντας έτσι τις εταιρείες στο να σκέφτονται τις επιπτώσεις των ενεργειών τους στο περιβάλλον και την κοινωνία, πέραν του οικονομικού οφέλους. Επιπλέον το αποτέλεσμα της παραγωγικής διαδικασίας παράγεται μέσα από μια συνεργατική αλυσίδα ανθρώπων και διαδικασιών, οπότε ένα σωστό πλάνο μετασχηματισμού εκτός από τους ανθρώπους της και τα περιουσιακά στοιχεία πρέπει να συμπεριλαμβάνει και τους εξωτερικούς συνεργάτες από αρχή μέχρι το τέλος της εφοδιαστικής αλυσίδας αλλά και της αλυσίδας αξίας.

Συνεπώς, είναι αναγκαίο να υπάρχει ένα πλαίσιο εργασίας που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο εξερεύνησης των υπάρχοντων δυνατοτήτων και των ψηφιακών ευκαιριών και παράλληλά να συμπεριλαμβάνει όλα τα ενδιαφερόμενα μέλη (stakeholders) της upstream και downstream αλυσίδας, όλα τα τμήματα της εταιρείας από την παραγωγή μέχρι την ανώτατη διοίκηση και όλες της διαστάσεις της βιωσιμότητας, δηλαδή οικονομικό όφελος, περιβαλλοντικό αποτύπωμα και κοινωνικό αντίκτυπο. Αυτός είναι ο στόχος της παρούσας εργασίας να αναπτύξει ένα πλαίσιο εργασίας ή μια μεθοδολογία, που θα καλύψει το κενό που υπάρχει στα υπάρχοντα εργαλεία και να παρουσιάσει μια ολιστική προσέγγιση στον ψηφιακό μετασχηματισμό εμπεριέχοντας όλα τα στοιχεία που αναφέρονται παραπάνω. Το πλαίσιο εργασίας που θα αναπτυχθεί έχει ως σκοπό να βοηθήσει τις εταιρίες του βιομηχανικού κλάδου να καταλάβουν την κατάσταση στην οποία βρίσκονται αναφορικά με τις ανάγκες του μετασχηματισμού, να αναγνωρίσουν τις πιο σημαντικές περιπτώσεις (use cases) και να σχηματίσουν ένα στρατηγικό μακροχρόνιο πλάνο υλοποίησης.

## 2. Εισαγωγή στην 4η Βιομηχανική επανάσταση

Παρατηρούμε στην σημερινή εποχή ότι η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία. Ως απόρροια αυτής της τεχνολογικής εξέλιξης προέκυψε και η 4<sup>η</sup> Βιομηχανική επανάσταση, που σκοπεύει να αλλάξει

τον τρόπο με τον οποίο η βιομηχανία και γενικότερα η αλυσίδα αξίας , λειτουργεί σε εκτελεστικό, τακτικό επίπεδο και στρατηγικό επίπεδο και πως επιδιώκει να εκπληρώσει τους επιχειρηματικούς στόχους της. Η 4<sup>η</sup> Βιομηχανική επανάσταση χτίζει πάνω στις προηγούμενες επαναστάσεις με την εισαγωγή των ατμομηχανών, την αυτοματοποίηση και μαζική παραγωγή και την μηχανογράφηση, εισάγοντας τις έννοιες:

- Ενοποίησης φυσικών και ψηφιακών συστημάτων
- Εισαγωγή προηγμένων τεχνολογιών
- Εισαγωγή νέων επιχειρηματιών μοντέλων που εστιάζουν στα δεδομένα

Η 4η Βιομηχανική Επανάσταση επηρεάζει τον τομέα της παραγωγής καθιστώντας τον πιο ευέλικτο και αποδοτικό. Οι βιομηχανίες χρησιμοποιούν ρομποτικά συστήματα και αυτοματοποιημένες γραμμές παραγωγής για να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και να μειώσουν τον ανθρώπινο παράγοντα. Επιπλέον, εκτός από την παραγωγή, η 4η Βιομηχανική Επανάσταση επηρεάζει επίσης το ανθρώπινο κεφάλαιο και την απασχόληση. Ορισμένες τετριμμένες θέσεις εργασίας που δεν παράγουν προστιθέμενη αξία αντικαθίστανται από αυτοματοποιημένα συστήματα, ενώ νέες ευκαιρίες απασχόλησης δημιουργούνται στους τομείς της ψηφιακής τεχνολογίας, της ανάλυσης δεδομένων και της ανάπτυξης λογισμικού. Παράλληλα, η εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης και της αυτονομίας έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει την προστασία δεδομένων και την ιδιωτικότητα. Επίσης η σύνδεση των συσκευών μέσω του διαδικτύου δημιουργεί ένα πλαίσιο όπου οι άνθρωποι, οι μηχανές και συστήματα μπορούν να αλληλοεπιδρούν και να ανταλλάσσουν δεδομένα[1].

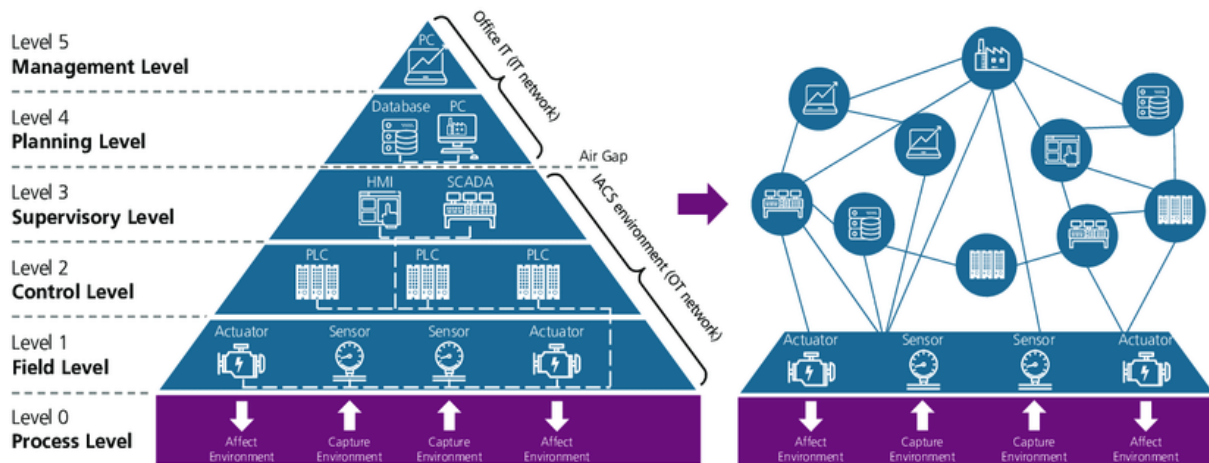
Η ενσωμάτωση των αρχών και των τεχνολογιών της 4η Βιομηχανικής επανάστασης σηματοδοτεί μια ριζική αλλαγή στο μοντέλο λειτουργίας και παράλληλα την έναρξη του ψηφιακού μετασχηματισμού που θα φέρει την εκάστοτε εταιρεία στην νέα πραγματικότητα. Μια πραγματικότητα που θα αποτελείται από έξυπνα, οικολογικά και γνωστικά εργοστάσια που θα λειτουργούν σε πλήρη συγχρονισμό με την εφοδιαστική αλυσίδα και θα αποφέρουν τη μέγιστη αξία στην αλυσίδα αξίας (πελάτες , συνεργάτες , μέτοχοι, εργαζόμενοι).

## 2.1 Τι είναι η Βιομηχανία 4.0

Για να αποκτήσουμε μια συνολική κατανόηση του Industry 4.0 (Βιομηχανία 4.0), είναι απαραίτητο να λάβουμε υπόψη την πλήρη αλυσίδα αξίας, η οποία περιλαμβάνει τους

προμηθευτές, την προέλευση των υλικών και των εξαρτημάτων που απαιτούνται για την έξυπνη κατασκευή, την ψηφιακή αλυσίδα εφοδιασμού από την αρχή μέχρι το τέλος και τελικά τον τελικό πελάτη. Ο στόχος του Industry 4.0 είναι να διευκολύνει άμεσα μοντέλα εξατομικευμένης παραγωγής, εξυπηρέτησης και αλληλεπίδρασης με τον πελάτη, ελαχιστοποιώντας τις ανεπάρκειες και το κόστος των ενδιάμεσων φορέων στην ψηφιακή αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτό οδηγείται από τις αυξανόμενες απαιτήσεις των πελατών που εκτιμούν την ταχύτητα, την αποδοτικότητα και τις καινοτόμες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας. Το Industry 4.0 περιλαμβάνει μια ευρεία γκάμα προοπτικών, βιομηχανιών, τεχνολογιών και πεδίων, καθώς διαρκώς εξελίσσεται με την εμφάνιση νέων προσεγγίσεων και λύσεων από παρόχους λύσεων, κατασκευαστές, επιχειρήσεις, ερευνητικά ιδρύματα και ακόμα και κυβερνητικούς φορείς. Αντιπροσωπεύει μια παράλληλη εξέλιξη στον τρόπο οργάνωσης και προσέγγισης των επιχειρήσεων, ξεπερνώντας την απλή σύνδεση μηχανών και προϊόντων μέσω του Διαδικτύου. Οι επιπτώσεις του Industry 4.0 αρχίζουν ήδη να φαίνονται στην κοινωνία, με εταιρείες και κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο να επενδύουν σημαντικά σε αυτήν την ιδέα χτίζοντας για το μέλλον. Το κεντρικό στοιχείο του Industry 4.0 είναι η δημιουργία έξυπνων προϊόντων, διαδικασιών και εργοστασίων, αξιοποιώντας δεδομένα, ανθρώπους, υπηρεσίες, συστήματα και ενοποιημένα μηχανικά συστήματα Internet of Things (IoT) σε ένα συνδεδεμένο περιβάλλον. Μέσω της δημιουργίας και της αξιοποίησης δεδομένων και πληροφοριών, το Industry 4.0 δυναμώνει την βιομηχανία και προάγει τα οικοσυστήματα καινοτομίας και συνεργασίας. Χαρακτηρίζεται από την ολοκλήρωση των φυσικών βιομηχανικών περιουσιακών στοιχείων με τις ψηφιακές τεχνολογίες μέσα σε κυβερνο-φυσικά συστήματα, βασιζόμενα σε καλά καθορισμένα πλαίσια και αναφορικές αρχιτεκτονικές. Στο πλαίσιο ενός εργοστασίου η ιδέα του Industry 4.0 μπορεί να παρουσιαστεί μέσα από την ευρέως γνωστή πυραμίδα αυτοματισμού. Η Βιομηχανία 4.0 καταργεί τον παραδοσιακό διαχωρισμό μεταξύ πληροφορικής (IT) και λειτουργικής τεχνολογίας (OT), απαιτώντας τη συνδεσιμότητα όλου του εξοπλισμού, των συστημάτων και των ανθρώπων σε ολόκληρο τον οργανισμό [1].

Η μετάβαση θα υπερβεί τα αυστηρά κανάλια επικοινωνίας και ιεραρχίες που κατέχουν παραδοσιακά τη βιομηχανική αυτοματοποίηση, όπως καθορίζεται από την ευρέως γνωστή ως "Πυραμίδα Αυτοματοποίησης" [37].



Εικόνα 1 : Πυραμίδα αυτοματισμού (Cybersecurity in Networked Production - Scientific Figure on ResearchGate)

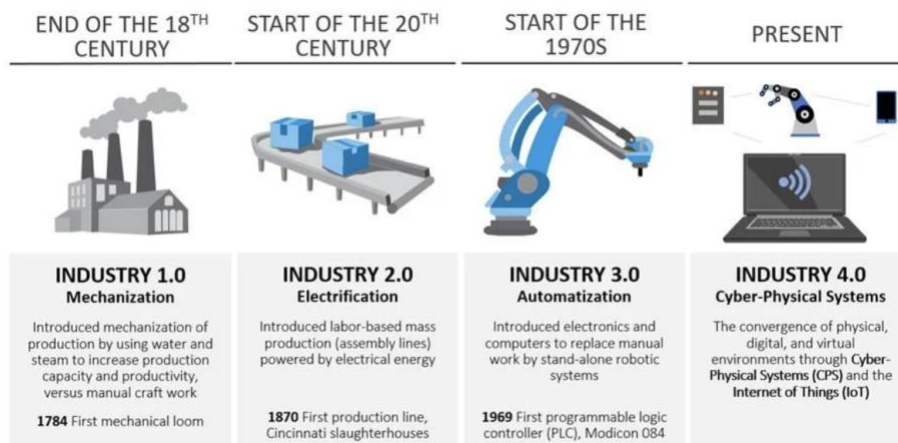
Η πυραμίδα αποτελεί ένα γραφικό παράδειγμα των διαφορετικών επιπέδων αυτοματισμού σε μια εργοστασιακή μονάδα ή βιομηχανία, αποτυπώνοντας την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στις βιομηχανικές διαδικασίες. Ξεκινώντας από τη βάση της πυραμίδας, έχουμε το επίπεδο του "πεδίου", το οποίο περιλαμβάνει συσκευές, ενεργοποιητές και αισθητήρες που βρίσκονται στο εργοστάσιο ή στη γραμμή παραγωγής. Ηλεκτρικοί κινητήρες, υδραυλικοί και πνευματικοί ενεργοποιητές, αισθητήρες προσέγγισης για την ανίχνευση κινήσεων ή συγκεκριμένων υλικών, οπτικοηλεκτρικοί αισθητήρες που εντοπίζουν παρόμοιες καταστάσεις συμβάλλουν στο επίπεδο του πεδίου. Μετακινούμενοι προς τα πάνω στην πυραμίδα, φτάνουμε στο επίπεδο ελέγχου, όπου συναντάμε τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLCs) και τους ελεγκτές PID. Το επίπεδο ελέγχου χρησιμοποιεί αυτές τις συσκευές για τον έλεγχο και την "λειτουργία" των συσκευών. Σε επίπεδο λειτουργίας, το εργοστάσιο συλλέγει πληροφορίες από το επίπεδο ελέγχου για την λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαδικασία παραγωγής, με την υποστήριξη συστημάτων όπως το Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). Στο ανώτερο επίπεδο της πυραμίδας, έχουμε το επίπεδο του συστήματος πληροφοριών, όπου οι πληροφορίες από τα προηγούμενα επίπεδα αναλύονται και επεξεργάζονται, με την βοήθεια συστημάτων όπως τα συστήματα Manufacturing Execution Systems (MES) και Enterprise Resource Planning (ERP)[2].

## 2.2 Ιστορική αναδρομή

Το Industry 4.0 στην πραγματικότητα δεν αποτελεί μια νέα τεχνολογία η μια νέα μέθοδος για την βιομηχανία, αλλά ένα σύνολο τεχνολογικών λύσεων και καινοτομιών που έχουν ως στόχο να



βελτιώσουν συνολικά την επίδοση και την απόδοση των εργοστασίων και είναι επίσης γνωστή ως η 4<sup>η</sup> τεχνολογική επανάσταση. Η ιστορία του Industry 4.0 ξεκινά στα μέσα της δεκαετίας του 2000, όταν η ψηφιακή τεχνολογία άρχισε να διεισδύει στη βιομηχανία. Τα πρώτα βήματα προς την ανάπτυξη του Industry 4.0 έγιναν στη Γερμανία, με την πρωτοβουλία "Μεταμόρφωση της Βιομηχανίας" που παρουσιάστηκε στην Έκθεση Hannover το 2011. Επίσης ο όρος εμφανίστηκε επίσημα για πρώτη φορά το 2011 σε ένα ρεπορτάζ του Γερμανικού Υπουργείου Οικονομίας και Τεχνολογίας. Αυτό άνοιξε τον δρόμο για μια νέα περίοδο βιομηχανικής εξέλιξης που εστίαζε στην ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών στην παραγωγική διαδικασία. Η πρωτοβουλία αυτή θέτει τα θεμέλια για τη δημιουργία ενός νέου εργοστασίου που συνδυάζει την αυτοματοποίηση, την ψηφιακή τεχνολογία και την ανθρώπινη εργασία. Η 4<sup>η</sup> βιομηχανική επανάσταση εμφανίστηκε ως επακόλουθο των προηγούμενων σημαντικών αλλαγών στην βιομηχανία.



Εικόνα 2: Βιομηχανικές επαναστάσεις (isa.org)

Η 1<sup>η</sup> πρώτη βιομηχανική επανάσταση εμφανίστηκε στα τέλη του 18ου αιώνα, σηματοδότησε την αλλαγή σε από τις χειρωνακτικές εργασίες στις μηχανικές εισάγοντας την χρήση του νερού και του ατμού στις βιομηχανικές διαδικασίες και γενικότερα έθεσε τον βιομηχανικό κλάδο ως την ραχοκοκαλιά της οικονομίας και του πρωτογενούς τομέα. Η 2<sup>η</sup> βιομηχανική επανάσταση εμφανίστηκε στα τέλη του 19ου αιώνα με ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας που οδήγησα στην χρήση νέων πηγών ενέργειας όπως τα καύσιμα και η ηλεκτρική ενέργεια. Πολύ σημαντικές καινοτομίες ιδιαίτερα σημαντικές και στην σημερινή εποχή ήταν η ανακάλυψη των μηχανών εσωτερικής καύσης. Πιο συγκεκριμένα στην βιομηχανία εμφανίστηκαν οι γραμμές παραγωγή (assembly lines) που οδήγησαν στην μαζική παραγωγή προϊόντων. Στα μέσα του 20<sup>ου</sup>

αιώνα περάσαμε στην 3<sup>η</sup> βιομηχανική επανάσταση με την εμφάνιση νέων πηγών ενέργειας όπως η πυρηνική ενέργεια και η δημιουργία των ηλεκτρονικών συσκευών. Επίσης μια σημαντική καινοτομία του 20<sup>ου</sup> αιώνα είναι η ευρύτερη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η κοινή χρήση ηλεκτρονικών και λογισμικών σε υπολογιστές άνοιξε τον δρόμο για την αυτοματοποίηση της παραγωγής με δύο σημαντικές καινοτομίες που βρίσκουμε και στα σημερινά εργοστάσια τα ρομποτικά συστήματα και τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (programmable logic controllers - PLCs) [3]. Το Industry 4.0 αναφέρεται στην 4<sup>η</sup> βιομηχανική επανάσταση που συνδέεται με τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών και την ένταξη της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence), του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things) και της Αυτοματοποίησης στη βιομηχανική διαδικασία. Αυτή η εξέλιξη έχει σημαντικές επιπτώσεις στον τομέα της παραγωγής και έχει μετασχηματίσει τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις λειτουργούν και αλληλοεπιδρούν [4].

### 2.3 Τεχνολογικοί πυλώνες

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα το Industry 4.0 αποτελείται από ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών και αποτελεί την ενοποίηση δεδομένων, μηχανών, έξυπνων αλγορίθμων και επικοινωνία μεταξύ όλων για την δημιουργία ευφυών και αυτοματοποιημένων εργοστασίων με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας. Στον πυρήνα της, η Βιομηχανία 4.0 κινείται από μια σειρά τεχνολογικών πυλώνων. Αυτοί οι πυλώνες, που αποτελούν τη βάση της Βιομηχανίας 4.0, περιλαμβάνουν [5]:



Εικόνα 3: Οι τεχνολογικοί πυλώνες του Industry 4.0 (Designing new ways of working in Industry 4.0, Bzhwen A Kadir, 2020)

- **Μεγάλα Δεδομένα και Ανάλυση Δεδομένων (Big Data and Data analytics)**

Η εξάπλωση των συσκευών IoT δημιουργεί έναν τεράστιο όγκο δεδομένων. Τα Μεγάλα Δεδομένα αναφέρονται στο μεγάλο όγκο πληροφοριών που συλλέγεται από διάφορες πηγές. Τεχνικές αναλυτικής επεξεργασίας, όπως το μηχανικό μάθημα και η τεχνητή νοημοσύνη, χρησιμοποιούνται για να εξάγουν πολύτιμες πληροφορίες από αυτά τα δεδομένα. Μέσω της ανάλυσης μεγάλων συνόλων δεδομένων, οι επιχειρήσεις μπορούν να ανακαλύψουν μοτίβα, τάσεις και αλληλεξαρτήσεις, επιτρέποντάς τους να λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένες στα δεδομένα και να βελτιστοποιούν τις λειτουργίες τους.

- **Προσομοίωση (Simulation)**

Η προσομοίωση αποτελεί ένα σημαντικό τεχνολογικό πυλώνα της Βιομηχανίας 4.0. Μέσω της προσομοίωσης, δημιουργούνται εικονικά περιβάλλοντα ή μοντέλα που αναπαριστούν τον πραγματικό κόσμο, επιτρέποντας την προσομοίωση διαδικασιών, δράσεων και συστημάτων. Η προσομοίωση επιτρέπει την αξιολόγηση, τη βελτιστοποίηση και την πρόβλεψη της λειτουργίας συστημάτων και διαδικασιών, μειώνοντας τον κίνδυνο προβλημάτων και αποτυχιών στην πραγματική παραγωγή.

- **Βιομηχανικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Industrial Internet of Things)**

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναφέρεται σε ένα δίκτυο συνδεδεμένων συσκευών και αισθητήρων που συλλέγουν και ανταλλάσσουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Στη Βιομηχανία 4.0, μηχανές, προϊόντα και συστήματα ενσωματώνονται με αισθητήρες και συνδέονται στο διαδίκτυο, δημιουργώντας απρόσκοπτη επικοινωνία και κοινή χρήση δεδομένων. Αυτή η σύνδεση επιτρέπει την προηγμένη παρακολούθηση, την προληπτική συντήρηση και τη βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων βασιζόμενης σε πραγματικό χρόνο.

- **Αυτόνομα Ρομπότ (Autonomous Robots) :**

Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται στις βιομηχανικές ρυθμίσεις εδώ και δεκαετίες, αλλά η Βιομηχανία 4.0 πηγαίνει τη ρομποτική και την αυτοματοποίηση σε ένα νέο επίπεδο. Τα προηγμένα συστήματα ρομποτικής μπορούν να εκτελούν εργασίες με ακρίβεια, ταχύτητα και ευελιξία, ενώ τα συνεργατικά ρομπότ (cobots) εργάζονται δίπλα στους ανθρώπους, ενισχύοντας την παραγωγικότητα και την ασφάλεια. Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών

μέσω της ρομποτικής μειώνει τα ανθρώπινα λάθη, αυξάνει την αποδοτικότητα και επιτρέπει την απρόσκοπτη ενσωμάτωση με άλλες τεχνολογίες.

- **Οριζόντια και Κατακόρυφη Ενσωμάτωση (Horizontal and Vertical Integration)**

Η οριζόντια και κατακόρυφη ενσωμάτωση αποτελούν ζωτικά στοιχεία της Βιομηχανίας 4.0. Η οριζόντια ενσωμάτωση αναφέρεται στη σύνδεση και αλληλεπίδραση διαφορετικών συστημάτων και συσκευών σε ένα εργοστάσιο ή μια βιομηχανική μονάδα, ενώ η κατακόρυφη ενσωμάτωση αναφέρεται στη σύνδεση και αλληλεπίδραση των διάφορων επιπέδων ενός οργανισμού, από την παραγωγή μέχρι τη διοίκηση.

- **Υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing)**

Το υπολογιστικό νέφος αναφέρεται στην αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων σε απομακρυσμένους διακομιστές που συνδέονται με το διαδίκτυο. Η χρήση του νέφους επιτρέπει την αποθήκευση και πρόσβαση σε δεδομένα από οποιαδήποτε τοποθεσία και συσκευή, επιτρέποντας ευελιξία και απομακρυσμένη πρόσβαση. Στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0, το νέφος επιτρέπει την αποθήκευση και ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων, την παροχή προηγμένων υπηρεσιών και την ευκολία συνεργασίας και ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων.

- **Κυβερνοασφάλεια (Cyber Security)**

Με την αυξημένη συνδεσιμότητα και ανταλλαγή δεδομένων, η εξασφάλιση της ασφάλειας και ακεραιότητας των βιομηχανικών συστημάτων γίνεται απολύτως απαραίτητη. Τα μέτρα κυβερνοασφάλειας είναι κρίσιμης σημασίας για την προστασία από δυνητικές κυβερνοαπειλές και τη διασφάλιση των ευαίσθητων δεδομένων. Η Βιομηχανία 4.0 απαιτεί ισχυρά πρωτόκολλα ασφαλείας και μεθόδους κρυπτογράφησης για την προστασία των διασυνδεδεμένων συσκευών, δικτύων και δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και κακόβουλες δραστηριότητες.

- **Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)**

Η επαυξημένη πραγματικότητα αναφέρεται στην τεχνολογία που επιτρέπει την επέκταση του φυσικού περιβάλλοντος με εικονικά στοιχεία και πληροφορίες. Στη Βιομηχανία 4.0, η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της επικοινωνίας, της εκπαίδευσης και της εργασίας στο πεδίο της παραγωγής. Με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας, οι εργαζόμενοι μπορούν να προβάλλουν εικονικές πληροφορίες,

οδηγίες και προειδοποιήσεις στο πεδίο εργασίας τους, βελτιώνοντας την ακρίβεια, την αποδοτικότητα και την ασφάλεια των εργασιών.

- **Προσθετική Κατασκευή (Additive Manufacturing ή 3D Printing)**

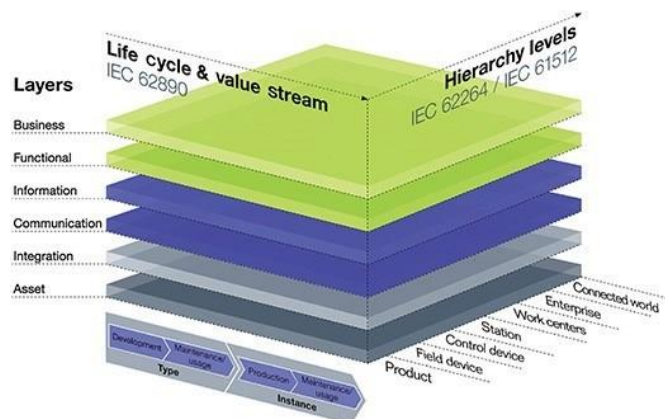
Η προσθετική κατασκευή, γνωστή και ως 3D εκτύπωση, είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει τη δημιουργία πολύπλοκων αντικειμένων. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει γρήγορη πρωτότυπη κατασκευή, προσαρμοσμένη παραγωγή και αποκεντρωμένη παραγωγή. Η 3D εκτύπωση μειώνει τους χρόνους παράδοσης, μειώνει το κόστος και προσφέρει μεγαλύτερη ελευθερία σχεδίασης, μετασχηματίζοντας τις παραδοσιακές διαδικασίες κατασκευής.

## 2.4 Παγκόσμια standards Industry 4.0

Η Βιομηχανία 4.0 περιλαμβάνει μια ευρεία γκάμα από προηγμένες τεχνολογίες, όπως τα κυβερνο-φυσικά συστήματα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων και η τεχνητή νοημοσύνη, οι οποίες εισάγουν επίσης πολύπλοκες προκλήσεις. Η ύπαρξη διαφορετικών τεχνολογιών, πρωτοκόλλων και διεπαφών επικοινωνίας μπορεί να δημιουργήσει φραγμούς, να δυσχεράνει τη συνεργασία και να περιορίσει την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων της Βιομηχανίας 4.0. Η συνεργασία διαδραματίζει έναν κρίσιμο ρόλο στην Βιομηχανία 4.0, καθώς έχει δυνατοποιήσει τη δημιουργία και την ευρεία υιοθέτηση βιομηχανικών προτύπων που έχουν διαμορφώσει το τοπίο των προϊόντων και υπηρεσιών. Η έμφαση έχει τεθεί στη δυνατότητα αλληλεπίδρασης και την τυποποίηση, που προσφέρουν πολλαπλά οφέλη για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς στην βιομηχανία. Η τυποποίηση αντιμετωπίζει αυτές τις προκλήσεις παρέχοντας ένα ενιαίο πλαίσιο και ένα σύνολο κατευθυντήριων γραμμών που διευκολύνουν τη συμβατότητα. Διαμορφώνει κοινά πρωτόκολλα, διευκολύνοντας την ομαλή επικοινωνία και την αποτελεσματική ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων. Η τυποποίηση ενισχύει την ασφάλεια, την αξιοπιστία και την ασφάλεια στο περιβάλλον της Βιομηχανίας 4.0. Τηρώντας τις τυποποιημένες πρακτικές και τα πρωτόκολλα ασφαλείας, οι οργανισμοί μπορούν να μειώσουν τους κινδύνους που συνδέονται με τις κυβερνοαπειλές, τις διαρροές δεδομένων και τις ευπάθειες του συστήματος. Επιπλέον, η τυποποίηση προωθεί την καινοτομία και ενισχύει τον ανταγωνισμό στην αγορά, ορίζοντας κοινές απαιτήσεις και προδιαγραφές. Αυτό επιτρέπει στις οργανώσεις να επιτύχουν μεγαλύτερη ευελιξία, κλιμακωσιμότητα και προσαρμοστικότητα, επιτρέποντάς τους να ανταποκριθούν γρήγορα στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της τεχνολογίας

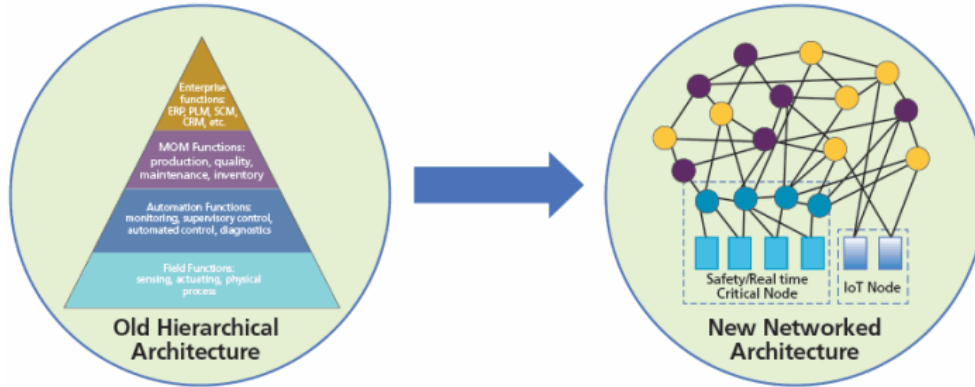
και της καινοτομίας. Τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα στάνταρτ για την ανάπτυξη λύσεων Βιομηχανίας 4.0 παρατίθενται παρακάτω [6]:

- **OPC UA** (Open Platform Communications Unified Architecture): Ένα προτυποποιημένο πρωτόκολλο επικοινωνίας που διασφαλίζει ασφαλή και αξιόπιστη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ βιομηχανικών συσκευών και συστημάτων.
- **MQTT** (Message Queuing Telemetry Transport): Ένα ελαφρύ και αποδοτικό πρωτόκολλο αποστολής μηνυμάτων για συσκευές IoT, που επιτρέπει την πραγματικού χρόνου μετάδοση δεδομένων και την αλληλεπίδραση.
- **ISO 27001**: Διεθνές πρότυπο για τη διαχείριση των συστημάτων ασφάλειας πληροφοριών, εξασφαλίζοντας την εμπιστευτικότητα, ακεραιότητα και διαθεσιμότητα των δεδομένων σε περιβάλλοντα της Βιομηχανίας 4.0.
- **ISO 9001**: Ένα πρότυπο συστήματος διαχείρισης ποιότητας που παρέχει ένα πλαίσιο για τον ενισχυμένο ικανοποίηση του πελάτη και τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης.
- **ISO 55000**: Ένα πρότυπο για τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων που βοηθά τις οργανώσεις να βελτιστοποιήσουν τη διαχείριση των φυσικών τους περιουσιακών στοιχείων, όπως μηχανήματα, εξοπλισμός και υποδομές.
- **IEC 62443**: Ένα πρότυπο κυβερνοασφάλειας για βιομηχανικά συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου, με έμφαση στην πρόληψη και αντιμετώπιση κυβερνοαπειλών σε περιβάλλοντα της Βιομηχανίας 4.0.
- **RAMI 4.0** (Reference Architecture Model Industrie 4.0): Ένα μοντέλο αναφοράς αρχιτεκτονικής που παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για τον σχεδιασμό και την ενσωμάτωση κυβερνοφυσικών συστημάτων στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0 [7].



Εικόνα 4: Μοντέλο αρχιτεκτονικής για την Βιομηχανία 4.0 (isa.org)

- **ISA-95:** Ένα πρότυπο για την ομαλή ενσωμάτωση επιχειρηματικών και ελεγκτικών συστημάτων, εξασφαλίζοντας απρόσκοπτη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ του συστήματος εκτέλεσης παραγωγής και άλλων επιχειρησιακών συστημάτων.



Εικόνα 5: Ιεραρχική πυραμίδα (αριστερά) σε δομή με δίκτυο (δεξιά) (isa.org)

- **ISO 8000:** Ένα πρότυπο για τη διαχείριση της ποιότητας των δεδομένων, προωθώντας ακριβή, συνεκτική και αξιόπιστα δεδομένα σε διάφορα συστήματα και διαδικασίες.

Τα πρότυπα εξασφαλίζουν την ασφάλεια και προστασία των δεδομένων σε ένα περιβάλλον που είναι υψηλά συνδεδεμένο και ευάλωτο σε κυβερνο-επιθέσεις. Με την εφαρμογή των προτύπων ασφαλείας, εξασφαλίζεται ότι οι βιομηχανικές διαδικασίες και οι πληροφορίες παραμένουν πλήρως προστατευμένες. Το μέλλον της Βιομηχανίας 4.0 βασίζεται στη συνεχή ανάπτυξη και εφαρμογή προτύπων. Καθώς η τεχνολογία και οι απαιτήσεις εξελίσσονται, τα πρότυπα πρέπει να προσαρμοστούν και να εξελιχθούν ώστε να ανταποκρίνονται στις νέες απαιτήσεις.

### 3. Πλαίσιο ψηφιακού μετασχηματισμού 3A's - The Digital Triplet Framework 3A's

Ως πρώτο βήμα παρουσιάζεται το γενικό πλαίσιο για την προσέγγιση της Βιομηχανίας 4.0. Η μέθοδος χωρίζεται σε 3 φάσεις ή 3 βήματα, τα οποία έχουν ως στόχο να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να σχεδιάσουν το στρατηγικό πλάνο προς στον ψηφιακό μετασχηματισμό να προσδιορίσουν τις διαδικασίες και τις τεχνολογίες που θα επιφέρουν την μεγαλύτερη αξία στη εταιρεία από την υιοθέτηση των κατάλληλων τεχνολογιών και να συνεχίσουν να εφαρμόζουν το πλαίσιο συστημικά αναθεωρώντας και κρίνοντας την πρόοδο του ψηφιακού μετασχηματισμού.

Ένα τέτοιο πλαίσιο εργασίας για τον ψηφιακό μετασχηματισμό μπορεί να θεωρηθεί ένα στρατηγικό εργαλείο για την εταιρεία για να αντιμετωπίσει όλες τις εξελίξεις με δομημένο και συστηματικό τρόπο, αποφεύγοντας να κάνει απομονωμένες κινήσεις που δεν επιφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα και δεν εξασφαλίζουν την μακροχρόνια βιωσιμότητα της επιχείρησης και την πλήρη ενσωμάτωση στην νέα εποχή. Επίσης λειτουργεί ως ένα ολιστικό εργαλείο που διασφαλίζει ότι όλες οι πτυχές της επιχείρησης κύριες και δευτερεύοντες είναι μέρος του συνολικού σχεδίου, δίνοντας την δυνατότητα να χαραχτεί μια ξεκάθαρη στρατηγική και να αποτυπωθεί σε ένα χάρτη πορείας (roadmap) λαμβάνοντας υπόψη όλα τα ενδιαφερόμενα μέλη εσωτερικά και εξωτερικά.

### 3.1 Στόχος πλαισίου

Τα μοντέλο διαφέρει από τα υπόλοιπα μοντέλα που υπάρχουν στην αγορά καθώς είναι βασισμένο σε υποκειμενικά κριτήρια και δίνει έμφαση στην χρήση και την εκμετάλλευση των δεδομένων. Ένα πλαίσιο ψηφιακού μετασχηματισμού μπορεί να βοηθήσει μια εταιρεία να καταλάβει τα σημεία στα οποία επιδέχεται βελτίωσης ώστε να προσαρμοστεί στον ψηφιακό κόσμο. Ένα σημαντικό στοιχείο της Βιομηχανίας 4.0 είναι ότι δεν υπάρχει μία λύση για όλους αλλά απαιτούνται συγκεκριμένες και υποκειμενικές λύσεις σε κάθε διαφορετική περίπτωση. Τα πλαίσια ψηφιακού μετασχηματισμού παρέχουν έναν περιεκτικό οδηγό για τις οργανώσεις για να προηγηθούν στα περίπλοκα θέματα της ψηφιοποίησης. Καλύπτουν διάφορες πτυχές της αλυσίδας αξίας στην κατασκευή, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού προϊόντων, του σχεδιασμού της παραγωγής, της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, των λειτουργιών, του ελέγχου ποιότητας και της επικοινωνίας με τους πελάτες. Αυτά τα πλαίσια περιγράφουν τα βασικά βήματα, μεθοδολογίες και καλές πρακτικές που απαιτούνται για τον μετασχηματισμό των παραδοσιακών διαδικασιών κατασκευής σε ψηφιακές, ευέλικτες και διαδικασίες που βασίζονται σε δεδομένα. Ένα από τα κύρια εύρη των πλαισίων ψηφιακού μετασχηματισμού είναι η αναγνώριση και ο προσδιορισμός των πεδίων που θα επωφεληθούν περισσότερο από την ψηφιοποίηση. Αυτό περιλαμβάνει μια εκτενή αξιολόγηση των υπάρχουσών διαδικασιών, τεχνολογιών και συστημάτων για τον προσδιορισμό των κενών και των ευκαιριών για βελτίωση. Με τη χρήση τεχνολογιών όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN), η ανάλυση μεγάλων δεδομένων (Big Data) και ο υπολογισμός στον νέφος (Cloud computing), οι οργανώσεις μπορούν να συλλέγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, να αποκτούν χρήσιμα ευρήματα και να



λαμβάνουν αποφάσεις που βασίζονται σε δεδομένα για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών κατασκευής τους. Επιπλέον, τα πλαίσια ψηφιακού μετασχηματισμού περιλαμβάνουν οργανωτικές πτυχές όπως η διαχείριση των ανθρωπίνων πόρων, η διαχείριση της αλλαγής και η προώθηση μιας ψηφιακής κουλτούρας.

### 3.2 Πλεονεκτήματα χρήσης του πλαισίου

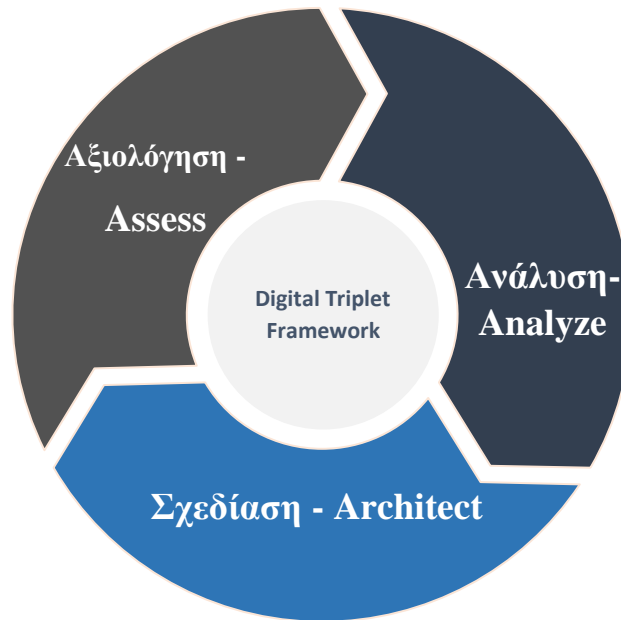
Τα πλαίσια καλύπτει όλες τις πτυχές της αλυσίδας αξίας, ξεκινώντας από τον σχεδιασμό προϊόντων, την οργάνωση της παραγωγής, την διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού, την παρακολούθηση των λειτουργιών, τον έλεγχο ποιότητας, μέχρι την επικοινωνία με τους πελάτες. Ο ρυθμός εξάπλωσης της ψηφιοποίησης σε όλα τα επίπεδα υπερβαίνει την ταχύτητα με την οποία οι βιομηχανίες μπορούν να προσαρμοστούν. Αυτή η ανισορροπία δημιουργεί δυσκολίες στην ηγεσία για την εύρεση τρόπων να παραμείνει ανταγωνιστική και άμεσα συνδεδεμένη με τις τεχνολογικές εξελίξεις και τις εξελίξεις της αγοράς. Συνοπτικά παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματά χρήσης τέτοιων πλαισίων :

- Οι πελάτες ψάχνουν τη νέα τεχνολογία και ακολουθούν τις νέες εξελίξεις, περιμένοντας να τις υιοθετήσουν οι επιχειρήσεις το συντομότερο δυνατόν. Αν μια επιχείρηση δεν προσαρμοστεί στις πιο πρόσφατες καινοτομίες, οι πελάτες θα αναζητήσουν μια άλλη ανταγωνιστική εταιρεία.
- Παρατηρείται ότι οι περισσότερες εταιρείες δεν διαθέτουν μια τυποποιημένη στρατηγική ψηφιακής αλλαγής, ενώ οι επιχειρήσεις που έχουν αποκτούν σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.
- Οι νέες τεχνολογικές λύσεις έχουν τη δυνατότητα να ωφελήσουν τις επιχειρήσεις καθιστώντας τις πιο οικονομικές, αποδοτικές και ασφαλείς.
- Η υιοθέτηση των ψηφιακών λύσεων, βοηθά τις επιχειρήσεις να αντιμετωπίσουν ζητήματα που σχετίζονται με την απαίτηση μεγάλων χρηματικών πόρων για την τεχνολογική υποδομή, την διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων και την χρήση και λειτουργία διάφορων συστημάτων.
- Τα πλαίσια ψηφιακού μετασχηματισμού είναι επαναχρησιμοποιήσιμα. Αντί να απαιτείται χρόνος, προσπάθεια και έξοδα για τον επανασχεδιασμό μιας στρατηγικής κάθε φορά που εμφανίζεται μια νέα τεχνολογία ή καινοτομία, η ηγεσία χρειάζεται μόνο να ανατρέξει στο

υπάρχων πλαίσιο. Το πλαίσιο είναι ένα εργαλείο κατάλληλο για όλα, σχεδιασμένο για την ενσωμάτωση οποιωνδήποτε καινοτομιών, τεχνολογιών, πρακτικών που παρουσιάζονται.

### 3.3 Φάσεις Πλαισίου - The Digital Triplet Framework phases (3As)

Σε αυτή την ενότητα, ξεκινάμε να προσδιορίζουμε τα επιμέρους βήματα του πλαισίου και της λογικής που τα συνοδεύουν. Το πρώτο βήμα αποτελεί την φάση της Αξιολόγησης το δεύτερο βήμα την Φάση της Ανάλυσης και το τρίτο βήμα την φάση της Σχεδίασης.



Εικόνα 6: Πλαίσιο ψηφιακού μετασχηματισμού - Digital Triplet

#### 3.3.1 Φάση 1: Αξιολόγηση (Assess)

Η τεχνολογική εξέλιξη και ο ψηφιακός μετασχηματισμός θα αλλάξουν σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο λειτουργίας των εργοστασίων. Το πρώτο βήμα αποτελεί την αναγνώριση της κατάλληλης υποδομής, την μέτρηση της ψηφιακής ωριμότητας και την γενικότερη κατάσταση σε επίπεδο ανθρώπων, τεχνολογιών και διαδικασιών, ακολουθώντας την λογική ενός ευρέως γνωστού πλαισίου του PPT (People, Processes, Technology). Το πλαίσιο των ανθρώπων, διαδικασιών, τεχνολογίας (People, Process, Technology) γνωστό και ως PPT υπάρχει από τις αρχές της δεκαετίας του 1960 και χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των υπαλλήλων,

των εργαλείων, των διαδικασιών και της αποτελεσματικής χρήσης της τεχνολογίας. Με τον τρόπο αυτό, το πλαίσιο παρέχει έναν ολοκληρωμένο προσανατολισμό για την ανάπτυξη και βελτίωση των εσωτερικών διαδικασιών και την εκμετάλλευση της τεχνολογίας για την επίτευξη των επιχειρηματικών στόχων. Η ψηφιακή ωριμότητα αναφέρεται στην ικανότητα μιας βιομηχανικής επιχείρησης να αξιοποιήσει και να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της νέας ψηφιακής εποχής. Τα μοντέλα ψηφιακής ωριμότητας παρέχουν μια συνολική εικόνα της ψηφιακής κατάστασης της επιχείρησης σε σχέση με τις υπάρχοντες τεχνολογικές υποδομές, το ψηφιακό επίπεδο των διαδικασιών, την ετοιμότητά του προσωπικού και την αξιοποίηση των δεδομένων και ψηφιακών λύσεων σε όλα τα επίπεδα λειτουργίας από την διαδικασία παραγωγής έως την επιχειρησιακή λειτουργία, καθώς παρέχουν μια στρατηγική προσέγγιση για την αξιολόγηση της ψηφιακής ετοιμότητας μιας επιχείρησης. Η ψηφιακή ωριμότητα αναδεικνύεται ως ένας κρίσιμο βήμα για την επιτυχή προσαρμογή και επιλογή των σωστών ψηφιακών τεχνολογιών μέσα από το ευρύ φάσμα τεχνολογιών που υπάρχουν στην αγορά και συνεχώς εξελίσσονται. Σε αυτό το βήμα θα εξετάσουμε τα μοντέλα ψηφιακής ωριμότητας που έχουν αναπτυχθεί από την αγορά, τον ερευνητικό τομέα και τα ακαδημαϊκούς φορείς. Σκοπός είναι να αναδείξουμε τα κενά που παρουσιάζουν τα υπάρχοντα μοντέλα και να δημιουργήσουμε ένα ολιστικό πλαίσιο για την διεξαγωγή μελέτης ωριμότητας (Digital Maturity Assessment) και αναγνώριση των αναγκών ώστε η εκάστοτε εταιρεία να προχωρήσει στην εφαρμογή του ψηφιακού μετασχηματισμού. Η χρήση μοντέλων ωριμότητας μπορεί να βοηθήσει την επιχείρηση σε σημαντικούς τομείς:

- Βελτίωση της Αποδοτικότητας:

Με βάση την αξιολόγηση της ψηφιακής ωριμότητας, οι επιχειρήσεις μπορούν να εντοπίσουν τα σημεία που μπορούν να εφαρμόσουν ψηφιακές τεχνολογίες για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών, την αυτοματοποίηση και την εξοικονόμηση κόστους.

- Αύξηση της Ανταγωνιστικότητας:

Μέσω της αξιολόγησης της ψηφιακής ωριμότητας, οι επιχειρήσεις μπορούν να προσδιορίσουν τις τεχνολογικές ανάγκες και να επιλέξουν τις κατάλληλες ψηφιακές λύσεις για να προσφέρουν καινοτόμα προϊόντα και υπηρεσίες. Η ικανότητα να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της ψηφιακής εποχής και να παρέχουν προηγμένες λύσεις, βοηθά τις επιχειρήσεις να παραμείνουν ανταγωνιστικές και να διατηρήσουν μια θέση ηγετικού ρόλου στην αγορά.

- Προώθηση της Καινοτομίας:

Με την αξιολόγηση της ψηφιακής ωριμότητας, οι επιχειρήσεις αναγνωρίζουν τις ανάγκες για καινοτόμες τεχνολογίες και διαδικασίες. Αυτό τους επιτρέπει να αναπτύξουν νέα προϊόντα, υπηρεσίες και μοντέλα επιχειρηματικότητας που μπορούν να ανταποκριθούν στις αναγκαίες αλλαγές και να δημιουργήσουν νέες ευκαιρίες. Η ψηφιακή ωριμότητα ενισχύει τη δυνατότητα των επιχειρήσεων να είναι καινοτόμες και να προσαρμόζονται στις αναπτυσσόμενες απαιτήσεις της αγοράς.

Η αξιολόγηση της ωριμότητας θα πρέπει να λάβει υπόψη τις ακόλουθες κύριες πτυχές :

- Λειτουργική Κατάσταση: Ανάλυση των λειτουργικών διαδικασιών, των κύκλων παραγωγής και της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού για τον εντοπισμό πεδίων βελτιστοποίησης. Αυτή η αξιολόγηση παρέχει ενδείξεις για ευκαιρίες για αυτοματισμό, για τη βελτιστοποίηση των ροών εργασίας και για την αύξηση της παραγωγικότητας.
- Υποδομή Τεχνολογίας: Αξιολόγηση της υπάρχουσας τεχνολογικής υποδομής, των λογισμικών συστημάτων και των δυνατοτήτων διαχείρισης των δεδομένων. Αυτή η αξιολόγηση βοηθά στον εντοπισμό των κενών και των πεδίων όπου η τεχνολογία μπορεί να αξιοποιηθεί για την προώθηση της καινοτομίας, τη βελτίωση της λήψης αποφάσεων και τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης.
- Κουλτούρα του Οργανισμού: Η αξιολόγηση των στάσεων των εργαζομένων έναντι της υιοθέτησης της τεχνολογίας, της συνεργασίας και της προθυμίας για την υιοθέτηση νέων τρόπων εργασίας παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τον προσδιορισμό του ψηφιακού μετασχηματισμού.

Τα μοντέλα ψηφιακής ωριμότητας αποτελούν ένα ιδιαίτερα σημαντικό εργαλείο για τη βιομηχανία, καθώς δίνουν τη δυνατότητα αξιολόγησης και βελτίωσης. Μέσω της αξιολόγησης της ψηφιακής ωριμότητας, οι επιχειρήσεις μπορούν να εντοπίσουν τις αδυναμίες και τα κενά που υπάρχουν στις υποδομές και τις διαδικασίες να αναπτύξουν στρατηγικές για την ενίσχυση της ψηφιακής τους ετοιμότητας. Η ψηφιακή ωριμότητα επιτρέπει τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, την αύξηση της ανταγωνιστικότητας και την προώθηση της τεχνολογίας. Με τη σωστή χρήση και εφαρμογή των μοντέλων ψηφιακής ωριμότητας, οι βιομηχανικές επιχειρήσεις μπορούν να διαμορφώσουν μια ισχυρή παρουσία στον ψηφιακό κόσμο και να αξιοποιήσουν τις ευκαιρίες που προσφέρει η ψηφιακή μετάβαση.

### 3.3.2 Φάση 2: Ανάλυση (Analyze)

Εφόσον ολοκληρωθεί η λεπτομερής αξιολόγηση της κατάστασης ωριμότητας, οι οργανισμοί πρέπει να προχωρήσουν στην επόμενη κρίσιμη φάση του ψηφιακού τους μετασχηματισμού: τη Φάση Ανάλυσης. Αυτή η φάση αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την εντοπισμό περιοχών βελτίωσης, την καθορισμό στρατηγικών στόχων και τη διαμόρφωση δεδομένων που βασίζονται στην ανάλυση που θα καθοδηγήσει την επόμενη δράση και τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Η Φάση Ανάλυσης επικεντρώνεται στην αξιολόγηση των συνολικών δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης της ψηφιακής κατάστασης για να αποκτήσει μια πιο βαθιά κατανόηση των ψηφιακών ικανοτήτων, των δυνατοτήτων, των αδυναμιών και των ευκαιριών του οργανισμού. Αναλύοντας αυτό το πλούτο πληροφοριών, οι οργανισμοί μπορούν να ανακαλύψουν πολύτιμες γνώσεις για την τρέχουσα ψηφιακή τους κατάσταση, να συγκρίνουν τον εαυτό τους με τα πρότυπα του κλάδου και να εντοπίσουν πεδία ασυμβατότητας ή πιθανά εμπόδια. Συνεχίζοντας με την ανάλυση οι οργανισμοί πρέπει να αναπτύξουν εργαλεία που να του βοηθήνε να αξιολογούν τις διάφορες πτυχές του εργοστασίου (μηχανές παραγωγής, συντήρησή, ποιότητα, ανθρώπινο δυναμικό) και να μεταφράζουν της αδυναμίες της καθημερινής λειτουργίας σε χρηματικές μονάδες. Έτσι αξιολογώντας τα κενά και τις άμεσες ανάγκες που προκύπτουν από την αξιολόγηση της ψηφιακής ωριμότητας και συνδυάζοντας τα πρακτικά δεδομένα της ανάλυσης, οι οργανισμοί μπορούν να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα των δυνατοτήτων τους και των αδυναμιών. Η φάση της ανάλυσης μπορεί να αποτυπωθεί σε μια σειρά βημάτων.

- **Ερμηνεία Δεδομένων:** Η Φάση Ανάλυσης ξεκινά με μια λεπτομερή εξέταση των δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης της ψηφιακής ώριμης κατάστασης. Αυτό περιλαμβάνει την κατηγοριοποίηση, τον καθαρισμό και τη δομή των δεδομένων για να διασφαλιστεί η ακρίβειά και η αξιοπιστία τους.
- **Ανάλυση των Κενών:** Αφού αναλυθούν τα δεδομένα, οι οργανισμοί πραγματοποιούν μια περιεκτική ανάλυση των κενών για να συγκρίνουν την τρέχουσα κατάστασή τους με τα επιθυμητά επίπεδα ψηφιακής ώριμης κατάστασης και τα πρότυπα του κλάδου. Αυτή η διαδικασία βοηθά στην εντοπισμό περιοχών όπου ο οργανισμός υστερεί, εντοπίζει κρίσιμα κενά στις ικανότητες και αναδεικνύει πιθανές ευκαιρίες βελτίωσης.
- **Ανάλυση των Αιτίων:** Η κατανόηση των βαθύτερων αιτίων των κενών στην ψηφιακή ώριμη κατάσταση είναι ουσιαστική για τον σχεδιασμό αποτελεσματικών στρατηγικών αντιμετώπισης. Με την πραγματοποίηση ανάλυσης των αιτίων, οι οργανισμοί μπορούν να

αναγνωρίσουν τους κύριους παράγοντες που συμβάλλουν στις ψηφιακές προκλήσεις τους. Αυτή η ανάλυση μπορεί να περιλαμβάνει παράγοντες όπως η οργανωσιακή κουλτούρα, οι ξεπερασμένες διαδικασίες, οι περιορισμοί της τεχνολογίας, οι κενές δεξιότητες ή οι ανεπαρκείς πόροι.

- Ανάλυση της λειτουργικής κατάστασης : Εφόσον ο οργανισμός έχει αναγνωρίσει όλα τα κενά και τις ανάγκες τις εταιρείας σε επίπεδο ψηφιακών αναγκών, πρέπει να προχωρήσει σε μια πιο βαθιά ανάλυση των διαδικασιών και των τμημάτων της παραγωγής για να μπορέσει να κατανοήσει τις περιοχές όπου υπάρχει άμεση ανάγκη για βελτίωση.
- Εισηγήσεις και Συμπεράσματα: Έχοντας μια βαθιά κατανόηση των δεδομένων, της ανάλυσης των κενών και της ανάλυσης των αιτιών, η Φάση Ανάλυσης καταλήγει στην παραγωγή εισηγήσεων και προτάσεων που μπορούν να εφαρμοστούν. Αυτές οι εισηγήσεις και προτάσεις αποτελούν τη βάση για το σχεδιασμό στρατηγικών που αντιμετωπίζουν συγκεκριμένες αδυναμίες, αξιοποιούν τα πλεονεκτήματα και επιταχύνουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό του οργανισμού.

Πιο συγκεκριμένα η εργασία θα εστιάσει στην παρουσίαση ενός εργαλείου για την φάση της ανάλυσης της λειτουργικής διαδικασίας που χρησιμοποιεί τον δείκτη του Αποτελεσματικού Ρυθμού Εξοπλισμού (Overall Equipment Effectiveness ) γνωστού ως OEE. Ο Συνολικός Αποτελεσματικός Ρυθμός Εξοπλισμού (OEE) είναι ένας δείκτης στη βιομηχανία που μετρά την απόδοση του εξοπλισμού ή των διαδικασιών σε όρους διαθεσιμότητας, απόδοσης και ποιότητας. Ενώ ο OEE χρησιμοποιείται κυρίως για την αξιολόγηση της λειτουργικής αποδοτικότητας, μπορεί να μεταφραστεί σε οικονομικούς δείκτες για να αποδείξει την επίδρασή του στα οικονομικά αποτελέσματα του οργανισμού. Για να μεταφραστεί ο OEE σε οικονομικούς δείκτες, οι οργανισμοί μπορούν να αξιολογήσουν τις οικονομικές συνέπειες της βελτιωμένης αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού με την χρήση της τεχνολογίας. Αυτό περιλαμβάνει την λήψη υπόψη παραγόντων όπως η αύξηση της παραγωγικότητας, η μείωση του χρόνου απενεργοποίησης, η ελαχιστοποίηση των απωλειών και η βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος. Με την καταμέτρηση αυτών των βελτιώσεων, οι οργανισμοί μπορούν να εκτιμήσουν τις πιθανές εξοικονομήσεις σε κόστη, την αύξηση των εσόδων ή τη βελτίωση της κερδοφορίας που μπορούν να επιτευχθούν μέσω της βελτιστοποίησης της απόδοσης του εξοπλισμού.

### 3.3.3 Φάση 3: Σχεδίαση (Architect)

Στο πλαίσιο της βιομηχανίας, ο ψηφιακός μετασχηματισμός έχει γίνει στρατηγική αναγκαιότητα για τους οργανισμούς που επιδιώκουν να παραμείνουν ανταγωνιστικοί. Για να οδηγηθούν αποτελεσματικά σε αυτήν τη μετασχηματιστική διαδρομή, οι βιομηχανικές οργανώσεις χρειάζονται ένα σαφές σχέδιο που να περιγράφει τα βήματα, τις προτεραιότητες και τις στρατηγικές που απαιτούνται για τον επιτυχή ψηφιακό μετασχηματισμό. Αυτή η φάση εξετάζει τη φάση της δημιουργίας ενός χάρτη ψηφιακού μετασχηματισμού ως μέρος του γενικού στρατηγικού σχεδιασμού. Πριν ξεκινήσει το ταξίδι του ψηφιακού μετασχηματισμού, είναι απαραίτητο ο οργανισμός να αξιολογήσει την τρέχουσα κατάσταση του. Αυτό περιλαμβάνει την αξιολόγηση των υπάρχοντων διαδικασιών, τεχνολογιών, του ανθρώπινου δυναμικού, τον εντοπισμό των δυνατοτήτων, των αδυναμιών και των πεδίων βελτίωσης, ακολουθώντας τα ευρήματα από την φάση 1 και φάση 2. Αφού ολοκληρωθεί η αξιολόγηση της τρέχουσας κατάστασης, το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός σαφών στρατηγικών στόχων για την πρωτοβουλία ψηφιακού μετασχηματισμού. Αυτοί οι στόχοι πρέπει να συμφωνούν με τους γενικούς στόχους και το όραμα της επιχείρησης. Καίριες παράμετροι στον καθορισμό των στόχων περιλαμβάνουν:

- **Αυξημένη Απόδοση:** Στρατηγικοί στόχοι που αποσκοπούν στη βελτίωση της απόδοσης της επιχείρησης, όπως η αύξηση της παραγωγικότητας, η μείωση των απωλειών και η βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.
- **Ενίσχυση της Ανταγωνιστικότητας:** Στόχοι που στοχεύουν στην ανάπτυξη ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων, όπως η εισαγωγή καινοτόμων τεχνολογιών, η ενίσχυση της ευελιξίας της παραγωγής και η βελτίωση της ανταπόκρισης στις απαιτήσεις της αγοράς.
- **Βελτίωση της Εμπειρίας των Πελατών:** Στρατηγικοί στόχοι που επιδιώκουν τη βελτίωση της εμπειρίας των πελατών μέσω της χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών.
- **Ενίσχυση της Διαθεσιμότητας:** Στόχοι που στοχεύουν στην εξασφάλιση της συνεχούς λειτουργίας των συστημάτων, την ανάπτυξη ανθεκτικότητας και τη διασφάλιση της ασφάλειας των δεδομένων.

Μετά τον ορισμό των στρατηγικών στόχων, η επόμενη φάση είναι η ανάπτυξη ενός Χάρτη Μετασχηματισμού. Αυτός ο χάρτης περιγράφει τα συγκεκριμένα βήματα που απαιτούνται για την

υλοποίηση των στρατηγικών στόχων και την επίτευξη του ψηφιακού μετασχηματισμού. Ο Χάρτης Μετασχηματισμού περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

- Καθορισμός Προτεραιοτήτων: Ανάλυση των στρατηγικών στόχων και καθορισμός των προτεραιοτήτων για την υλοποίησή τους. Ορισμός των βημάτων που απαιτούνται για κάθε προτεραιότητα και ο προσδιορισμός των αναμενόμενων αποτελεσμάτων.
- Ανάπτυξη Σχεδίου Δράσης: Κατάρτιση ενός σχεδίου δράσης για κάθε προτεραιότητα, συμπεριλαμβανομένων των αναγκαίων πόρων, χρονοδιαγραμμάτων και υπεύθυνων για την υλοποίηση.
- Υλοποίηση και Παρακολούθηση: Υλοποίηση του σχεδίου δράσης και παρακολούθηση της προόδου. Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και προσαρμογή του σχεδίου αναλόγως.

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι μια συνεχής διαδικασία, και η επιτυχής υλοποίησή του απαιτεί αφοσίωση, συνεργασία και διαρκή προσαρμογή. Με τη σωστή στρατηγική και την κατάλληλη εκτέλεση, ο ψηφιακός μετασχηματισμός μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις και καινοτομίες για μια επιχείρηση.

#### 4. Μοντέλο ψηφιακής ωριμότητας (Φάση Αξιολόγησης)

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστεί το προτεινόμενο μοντέλο για αξιολόγησης της ψηφιακής ωριμότητας καθώς και μια έρευνα στα υπάρχοντα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί για το ίδιο σκοπό, αναφέροντας τις κυριότερες αδυναμίες που βλέπουμε στα υπάρχοντα μοντέλα και τις οποίες θα προσπαθήσουμε να αποτυπώσουμε ολιστικά μέσα από το προτεινόμενο πλαίσιο. Το μοντέλο παρέχει μια δομημένη προσέγγιση και αξιοποιώντας αυτό το μοντέλο, οι οργανισμοί μπορούν συστηματικά να βελτιώσουν τις ψηφιακές τους δυνατότητες. Το προτεινόμενο μοντέλο περιλαμβάνει διάφορες διαστάσεις, συμπεριλαμβανομένων της υποδομής τεχνολογίας, της διαχείρισης δεδομένων, της αυτοματοποίησης διαδικασιών, της ψηφιακής συνδεσιμότητας, των δεξιοτήτων του εργατικού δυναμικού και της διοικητικής κουλτούρας. Κάθε διάσταση αξιολογείται βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων που αντικατοπτρίζουν το επίπεδο ψηφιακής ωριμότητας της οργάνωσης σε κάθε επιμέρους σημείο. Με τον διαχωρισμό της αξιολόγησης σε συγκεκριμένες υποδιαστάσεις και κριτήρια, το μοντέλο προσφέρει μια λεπτομερή ανάλυση των ψηφιακών δυνατοτήτων του οργανισμού και των περιοχών που χρειάζονται βελτίωση. Οι υποδιαστάσεις εντός κάθε διάστασης χρίζουν περαιτέρω διαίρεση της διαδικασίας αξιολόγησης



καταγράφοντας συγκεκριμένα στοιχεία που σχετίζονται με αυτήν τη διάσταση. Αυτές οι υποδιαστάσεις επιτρέπουν στις οργανώσεις να εμβαθύνουν στις τεχνολογικές τους βάσεις και να εντοπίσουν συγκεκριμένους τομείς που απαιτούν προσοχή. Τα κριτήρια εντός κάθε υποδιάστασης παρέχουν ενδείξεις για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας οργάνωσης. Με τη συστηματική αξιολόγηση των ψηφιακών ικανοτήτων σε αυτές τις διαστάσεις, υποδιαστάσεις και κριτήρια, ένα ψηφιακό μοντέλο ωρίμανσης επιτρέπει τους οργανισμούς να αποκτήσουν μια ολιστική κατανόηση των ισχυρών και αδυναμιών τους στον ψηφιακό τομέα. Με την αξιολόγηση της ψηφιακής ωρίμανσής τους έναντι καθιερωμένων κριτηρίων, οι οργανώσεις μπορούν να εντοπίσουν βέλτιστες πρακτικές και να μάθουν το πώς μπορούν να ενισχύσουν τις ψηφιακές τους ικανότητες για να παραμείνουν ανταγωνιστικές στην ψηφιακή εποχή.

#### 4.1 Βιβλιογραφική έρευνα για υπάρχοντα μοντέλα

Αρκετά μοντέλα έχουν αναπτυχθεί από την ιδιωτικό τομέα, την ακαδημαϊκή κοινότητα και από ερευνητικούς φορείς στην προσπάθεια δημιουργίας μοντέλων που θα βοηθήσουν την βιομηχανία στην αξιολόγηση της ψηφιακής τους ωριμότητας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι αυτές οι αξιολογήσεις έχουν και ορισμένους περιορισμούς. Ένας περιορισμός των υπάρχουσών αξιολογήσεων για την ψηφιακή ωρίμανση είναι ο υποκειμενικός χαρακτήρας της διαδικασίας αξιολόγησης. Οι αξιολογήσεις συχνά βασίζονται σε δεδομένα που αναφέρονται από την ίδια την οργάνωση ή από εσωτερικές απόψεις, διάφοροι ενδιαφερόμενοι φορείς εντός της οργάνωσης μπορεί να έχουν διαφορετικές αντιλήψεις για την ψηφιακή ωρίμανση, με αποτέλεσμα ανεπαρκείς αποτελέσματα αξιολόγησης. Για να αντιμετωπιστεί αυτός ο περιορισμός, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι οι αξιολογήσεις περιλαμβάνουν αντικειμενικά δεδομένα. Ένας άλλος περιορισμός είναι ο στατικός χαρακτήρας των αξιολογήσεων. Αυτό που θεωρείται ωρίμο σήμερα μπορεί να γίνει απαρχαιωμένο στο άμεσο μέλλον. Οι υπάρχουσες αξιολογήσεις ενδέχεται να μην αποτυπώνουν επαρκώς τον δυναμικό χαρακτήρα της ψηφιακής ωρίμανσης και να μην παρέχουν στις οργανώσεις μια μακροπρόθεσμη προοπτική. Για να αντιμετωπιστεί αυτός ο περιορισμός, οι αξιολογήσεις πρέπει να ανανεώνονται τακτικά για να αντικατοπτρίζουν τις τελευταίες τάσεις του κλάδου και τις τεχνολογικές εξελίξεις. Επιπλέον, οι υπάρχουσες αξιολογήσεις της ψηφιακής ωρίμανσης δεν αποτυπώνουν πλήρως τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των διάφορων διαστάσεων της ψηφιακής ωρίμανσης. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι μια πολυπλευρούς φύσεως διαδικασία που απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη την συνεργασία μεταξύ

ανθρώπων, διαδικασιών και τεχνολογίας. Οι αξιολογήσεις που επικεντρώνονται μόνο σε έναν παράγοντα ενδέχεται να παραβλέπουν κρίσιμες συνδέσεις και εξαρτήσεις. Τέλος, οι υπάρχουσες αξιολογήσεις ενδέχεται να παρέχουν μια στατική εικόνα της ψηφιακής ωρίμανσης και να μην λαμβάνουν υπόψη τη δυναμική φύση της διαδικασίας. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός απαιτεί συνεχή προσαρμογή και ανανέωση για να ανταποκριθεί στις αλλαγές του περιβάλλοντος και να εκμεταλλευτεί τις νέες ευκαιρίες που προκύπτουν. Οι αξιολογήσεις πρέπει να είναι ευέλικτες και να προσφέρουν μια δυναμική εικόνα της ψηφιακής ωρίμανσης. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) συνοψίζονται τα πιο σημαντικά μοντέλα και πιο σχετικά στον κλάδο της βιομηχανίας. Για κάθε μοντέλο αναφέρεται το όνομα του, ο αριθμός των βασικών διαστάσεων ανάλυσης, το είδος του οργανισμού δηλαδή ένα προέρχεται από την επιστημονική κοινότητα, εταιρίες διαφόρων τύπου και τον ιδιοκτήτη του μοντέλου ως οργανισμός [10].

Πίνακας 1: Υπάρχοντα μοντέλα-πλαίσια ψηφιακής ωριμότητας

#	Μοντέλο ψηφιακής ωριμότητας	Αριθμός διαστάσεων μοντέλου	Προέλευση/Συγγραφέας	Είδος οργανισμού	Πηγή
1	<b>Industry 4.0 Maturity Model (I40MM)</b>	9	Vienna University of Technology	Academia	[47]
2	<b>Digital Maturity Technical Architecture (DMTA)"</b>	6	Budapest Business School	Academia	[48]
3	<b>Digital Readiness Check (DRC)</b>	4	University of Applied Sciences, Austria	Academia	[42]
4	<b>Industry 4 readiness assessment tool</b>	6	The University of Warwick with Crimson&Co , Pisent Masons)	Academia & Industry	[9]
5	<b>The Acatech Industrie 4.0 Maturity Index</b>	4	National Academy of science and Engineering	Research + Policy makers	[22]

6	<b>Industry 4.0 Competence Meter</b>	4	i4EU co-funded by the Erasmus+ Programme	Academia	[13]
7	<b>MATURITY MODEL FOR INDUSTRY 4.0</b>	5	METU Informatics Institute, Ankara/Turkey	Academia	[63]
8	<b>The Connected Enterprise Maturity Model (2014)</b>	4	Rockwell Automation	Industry	[50]
9	<b>I 4.0 Reifegradmodell (2015)</b>	3	FH— Oberösterreich, Center of Excellence for Smart Production	Research	[47]
10	<b>A Categorical Framework of Manufacturing for I4.0</b>	4	Mechanical and Manufacturing Engineering, Cardiff University	Academia	[51]
11	<b>IMPULS &amp; VDMA — Industry4.0 Readiness</b>	6	The IMPULS Foundation of the German Engineering Federation (VDMA)	Industry	[8]
12	<b>Digital Maturity and Transformation</b>	9	University of St.Gallen together with Crosswalk AG	Industry & Academia	[23]
13	<b>Digital Readiness Assessment MM (DREAMY)</b>	5	Politecnico di Milano	Academia	[44]
15	<b>PWC – Industry 4.0 / Digital Operations Self-Assessment</b>	6	PricewaterhouseCoopers DE	Industry	[14]

16	<b>Forrester Digital Maturity Model 4.0(FDMM40)</b>	3	Forrester	Industry	[24]
17	<b>System Integration Maturity Model Industry 4.0 (SIMMI 4.0)</b>	4	Technische Universität Dresden / University of Applied Sciences Heilbronn	Academia	[54]
18	<b>Test Industria 4.0 (TI40)</b>	4	Politecnico di Milano	Academia	[44]
19	<b>Three Stage Maturity Model in SMEs (3SMM)</b>	4	Mondaragon University	Academia & Industry	[55]
20	<b>Industry 4.0-MM</b>	5	Hacettepe University	Academia	[50]
21	<b>Industry 4.0 Maturity Model</b>	3	School of Engineering and Digital Sciences, Kazakhstan	Academia	[56]
23	<b>Deloitte DMM</b>	5	Deloitte	Industry	[27]
23	<b>Digital Maturity Assessment Tool (DMAT)</b>	6	Aarhus University	Research	[62]
24	<b>Digital Strategy Toolkit</b>	5	Government of South Australia	Research	[26]
25	<b>BCG's Digital Acceleration Index (DAI)</b>	4	BCG	Industry	[15]

26	<b>Digital Maturity Index (DMI)</b>	6	Organization Development Tools Institute (ODTI)	Research	[16]
27	<b>McKinsey Digital Compass</b>	8	McKinsey	Industry	[17]
28	<b>Digital Readiness Assessment (DRA)</b>	4	KPMG	Industry	[20]
29	<b>– Maturity Model for Data-Driven Manufacturing (M2DDM)</b>	-	Graduate School advanced Manufacturing Engineering, University of Stuttgart	Academia	[46]
30	<b>Maturity Model for Digitalization</b>	-	Bamberg University	Academia	[61]
31	<b>Smart Industry Readiness Index (SIRI)</b>	8	World Economic Forum (WEF)	Academia & Industry	[25]

Αναλύοντας περαιτέρω να περαιτέρω ευρήματα για υπάρχοντα μοντέλα, αρχικά μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν ομοιότητες στην διαδικασία και τον τρόπο δομής αυτών των μοντέλων:

- Προσέγγιση διαστάσεων (Dimensions): Σχεδόν όλα τα πλαίσια αξιολόγησης υιοθετούν μια προσέγγιση διαστάσεων, διαχωρίζοντας την ψηφιακή ωρίμανση σε διάφορες διαστάσεις ή τομείς. Αυτές οι διαστάσεις συνήθως περιλαμβάνουν πεδία όπως η τεχνολογική υποδομή, η ανάλυση δεδομένων, οι ψηφιακές διαδικασίες, οι δυνατότητες του προσωπικού και η εμπειρία των πελατών. Εξετάζοντας κάθε διάσταση ξεχωριστά, οι οργανισμοί μπορούν να αποκτήσουν μια σφαιρική κατανόηση των ψηφιακών τους δυνατοτήτων και αδυναμιών.
- Υποδιαστάσεις και Κριτήρια (sub-dimensions): Εντός κάθε διάστασης, τα πλαίσια αξιολόγησης συνήθως περιλαμβάνουν υποδιαστάσεις και κριτήρια αξιολόγησης. Οι

υποδιαστάσεις αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένες πτυχές που σχετίζονται με τη διάσταση, ενώ τα κριτήρια παρέχουν μετρήσιμους δείκτες για την αξιολόγηση. Τα κριτήρια εντός κάθε υποδιάστασης μπορεί να περιλαμβάνουν παράγοντες όπως η απόδοση, η αξιοπιστία και η ασφάλεια. Αυτή η λεπτομερής ανάλυση επιτρέπει στους οργανισμούς να εντοπίσουν συγκεκριμένους τομείς για βελτίωση.

- **Επίπεδα ωρίμανσης (maturity levels):** Τα πλαίσια αξιολόγησης της ψηφιακής ωρίμανσης συχνά συμπεριλαμβάνουν επίπεδα ωρίμανσης για να μετρήσουν την πρόοδο ενός οργανισμού. Αυτά τα επίπεδα συνήθως κυμαίνονται από το αρχικό στάδιο έως το προηγμένο ή βελτιστοποιημένο στάδιο. Με την αντιστοίχιση της τρέχουσας κατάστασής τους με τα επίπεδα ωρίμανσης, οι οργανισμοί μπορούν να αναγνωρίσουν το επίπεδο ωρίμανσής τους σε κάθε διάσταση και να θεσπίσουν ένα βασικό επίπεδο για βελτίωση.

Παρατηρούμε ότι κατά μέσο όρο χρησιμοποιούνται 5 διαστάσεις με διαφορετικό προσανατολισμό ανά περίπτωση. Υπάρχουν μοντέλα που εστιάζουν σε τεχνολογικά θέματα καθώς και μοντέλα με πελατο-κεντρική προσέγγιση. Επίσης αναλύοντας τις διάφορες διαστάσεις και συνδυάζοντας τα επιμέρους στοιχεία. Βλέπουμε ότι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες διαστάσεις είναι :

- **Στρατηγική (Strategy)** - Περιλαμβάνει τον καθορισμό σαφών στόχων που συμβαδίζουν με το όραμα του οργανισμού και τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων για τον τρόπο αξιοποίησης της τεχνολογίας, των δεδομένων και των ψηφιακών διαδικασιών για την προώθηση της καινοτομίας, τη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας και την ενίσχυση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.
- **Λειτουργίες (Operations)** - Οι λειτουργίες καλύπτουν τις βασικές διεργασίες και δραστηριότητες μιας παραγωγής. Στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0, οι λειτουργίες μετασχηματίζονται μέσω της ενσωμάτωσης ψηφιακών τεχνολογιών και προηγμένης ανάλυσης δεδομένων.
- **Εταιρική κουλτούρα (Culture)** - . Στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0, η κουλτούρα υποστηρίζει την αλλαγή προς μια ψηφιακή κουλτούρα που ενθαρρύνει τη συνεργασία, την καινοτομία και την ανοικτή σκέψη.
- **Άνθρωποι (People)** - Οι άνθρωποι αποτελούν το πιο σημαντικό στοιχείο για μια οργάνωση στην Εποχή της Βιομηχανίας 4.0. Οι εργαζόμενοι πρέπει να διαθέτουν τις κατάλληλες ψηφιακές δεξιότητες και να είναι εκπαιδευμένοι για τη χρήση των νέων τεχνολογιών.

- Τεχνολογία (Technology) - Η τεχνολογία αποτελεί θεμέλιο στοιχείο της Βιομηχανίας 4.0 .Περιλαμβάνει την εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), την τεχνητή νοημοσύνη (TN), την αυτοματοποίηση και την ρομποτική για τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της ευελιξίας.
- Οργανισμός (Organization) - Αναφέρεται στην αναδιοργάνωση και προσαρμογή των δομών, των διαδικασιών και των συστημάτων ενός οργανισμού για την υποστήριξη της ψηφιακής μεταμόρφωσης

Σε αρκετά μοντέλα επίσης βλέπουμε τις ιδιαίτερα σημαντικές διαστάσεις :

- Εφοδιαστική αλυσίδα (Supply Chain) – Η εφοδιαστική αλυσίδα αναφέρεται στη διαδικασία και τον συντονισμό των δραστηριοτήτων για την κίνηση και τη διαχείριση των προϊόντων από τους προμηθευτές στους πελάτες. Στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0, η ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνει τη χρήση διαφόρων τεχνολογιών.
- Έξυπνα προϊόντα (Smart Product ) - Τα έξυπνα προϊόντα αναφέρονται στα προϊόντα που ενσωματώνουν τεχνολογίες και λειτουργίες που τα καθιστούν "έξυπνα" και συνδεδεμένα. Αυτά τα προϊόντα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και με άλλες συσκευές και να συλλέγουν δεδομένα.
- Πελάτες (Customers)- Οι πελάτες αποτελούν τον κεντρικό πυρήνα για τις βιομηχανικές επιχειρήσεις. Η τεχνολογία συμβάλλει στην κατανόηση των αναγκών των πελατών, τη βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των πελατών και των επιχειρήσεων, καθώς και τη δημιουργία προσαρμοσμένων λύσεων και εμπειριών που προσφέρουν αξία και ικανοποίηση στους πελάτες.

Ένα από τα σημαντικότερα κενά που εντοπίζεται είναι η έλλειψη της βιωσιμότητας ως βασική διάσταση. Η βιωσιμότητα αποτελεί ένα σημαντικό θέμα στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0, καθώς προωθεί την αειφορία την ευημερία, λαμβάνοντας υπόψη τους περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες. Στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0, η βιωσιμότητα επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής νέων τεχνολογιών και διαδικασιών που συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης πόρων, την αποδοτική χρήση ενέργειας, την ανακύκλωση και την ανανεώσιμη ενέργεια. Επίσης δεν γίνεται άμεση αναφορά στην χρήση των δεδομένων ως θεμελιώδης λίθος του ψηφιακού μετασχηματισμού. Στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0, τα δεδομένα αποκτούν κρίσιμη σημασία για την επίτευξη της ψηφιοποίησης, Οι εταιρείες συλλέγουν, αποθηκεύουν και

αναλύουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων για να αντλήσουν αξία και να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αγοράς. Η συλλογή δεδομένων μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως αισθητήρες εξοπλισμού, συστήματα παραγωγής, συσκευές Internet of Things (IoT) και ανθρώπινη αλληλεπίδραση. Επιπλέον η συνένωση των Πληροφορικών (IT) και των λειτουργικών (OT) συστημάτων αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο της Βιομηχανίας 4.0, στοιχείο που δεν στοχεύετε από τα υπάρχοντα μοντέλα. Η συνένωση γνωστή ως IT/OT integration, επιτρέπει τη δημιουργία ενιαίων, ολοκληρωμένων λύσεων που συνδέουν τις συσκευές, τα δίκτυα και τα συστήματα ενός οργανισμού. Αυτό επιτρέπει την αποτελεσματική ανταλλαγή δεδομένων, την αυτοματοποίηση διαδικασιών, την εύκολη πρόσβαση σε πληροφορίες και τη δημιουργία νέων ψηφιακών εφαρμογών.

## 4.2 Ανάπτυξη μοντέλου

Ο διαδικασία ανάπτυξης ενός μοντέλου της ψηφιακής ωριμότητας περιλαμβάνει διάφορα βήματα, ένα από τα οποία είναι η διεξαγωγή μιας εκτενούς ανασκόπησης της βιβλιογραφίας σχετικά με υφιστάμενα πλαίσια αξιολόγησης όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Αυτό το βήμα είναι κρίσιμο καθώς επιτρέπει στο να επωφεληθούμε από τον πλούτο γνώσεων και αναλύσεων που δημιουργούνται από ερευνητές, ειδικούς και επαγγελματίες του κλάδου στον τομέα της ψηφιακής επανάστασης. Η διεξαγωγή μιας ανασκόπησης της βιβλιογραφίας για τα υφιστάμενα πλαίσια εξυπηρετεί πολλούς σκοπούς. Αρχικά, παρέχει μια βάση γνώσεων για τις βασικές διαστάσεις, υποδιαστάσεις και κριτήρια που συνήθως χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ψηφιακής ωριμότητας. Δεύτερον, βοηθά στον να εντοπίσουμε κενά στα υφιστάμενα πλαίσια και να τα προσαρμοστούν ώστε να ταιριάζουν με το εξωτερικό περιβάλλον και τους ψηφιακούς στόχους κάθε οργάνωσης. Αναθεωρώντας και αναλύοντας διάφορα υφιστάμενα πλαίσια αξιολόγησης, οι οργανώσεις μπορούν να εντοπίσουν τις κοινές διαστάσεις που συχνά απαρτίζουν ένα πλαίσιο αξιολόγησης της ψηφιακής ωριμότητας. Αυτές οι διαστάσεις μπορεί να περιλαμβάνουν την τεχνολογική υποδομή, τη διαχείριση των δεδομένων, τις διεργασίες, τους ανθρώπους, την κουλτούρα και άλλες σχετικές πτυχές. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας βοηθά επίσης στον καθορισμό των κριτηρίων αξιολόγησης για κάθε διάσταση, καθιστώντας την αξιολόγηση πιο αντικειμενική και μετρήσιμη. Για την ανάπτυξη μιας αξιολόγησης της ψηφιακής ωριμότητας, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας πρέπει να περιλαμβάνει εξέταση πολλών πηγών, όπως επιστημονικά άρθρα και αναφορές από εταιρείες και οργανισμούς. Σε αυτό το σημείο



παρουσιάζεται το ολοκληρωμένο πλαίσιο που προτείνεται από της παρούσα εργασία και το οποίο θα αναλυθεί περαιτέρω στις επόμενες ενότητες. Παρακάτω παρουσιάζονται τα επιμέρους βήματα που οδήγησαν στην ανάπτυξη του μοντέλου αλλά και μια διαδικασία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αντίστοιχες προσπάθειες .



Εικόνα 7: Διαδικασία ανάπτυξης του μοντέλου

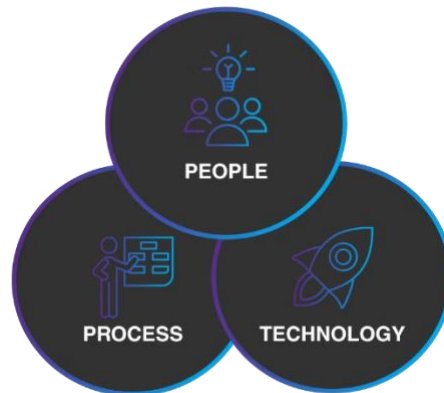
1. Ορισμός του Πεδίου και των Στόχων: Ορισμός με σαφήνεια του πεδίου της Αξιολόγησης Ψηφιακής Ωριμότητας, σε συγκεκριμένους τομείς ή τμήματα του οργανισμού. Προσδιορισμός των στόχων προς επίτευξη μέσω της αξιολόγησης, όπως η αναγνώριση κενών, η αντιστοίχιση με τα πρότυπα του κλάδου ή ο καθορισμός στόχων.
2. Διενέργεια Ανασκόπησης της Βιβλιογραφίας: Ξεκινάμε αναζητώντας ακαδημαϊκά περιοδικά, ερευνητικά άρθρα, αναφορές από τον βιομηχανικό τομέα και διαδικτυακές πηγές για

υπάρχοντα πλαίσια Αξιολόγησης Ψηφιακής Ωριμότητας. Προχωράμε σε αξιολόγηση για τα εντοπισμένα πλαίσια βάσει της σχετικότητάς τους, της εφαρμοσιμότητάς τους και της αξιοπιστίας τους, λαμβάνοντας υπόψη πλαίσια που συμβαδίζουν με τον κλάδο, και τους συγκεκριμένους στόχους της ψηφιακής αλλαγής.

3. Προσδιορισμός Κύριων Διαστάσεων και Κριτηρίων: Προσδιορίζουμε τις κύριες διαστάσεις ή τους τομείς εστίασης που συχνά αντιμετωπίζονται στα επισκοπημένα πλαίσια. Προσδιορίζουμε τα συγκεκριμένα κριτήρια ή δείκτες που χρησιμοποιούνται σε κάθε διάσταση για την αξιολόγηση της ψηφιακής ωριμότητας. Δημιουργούμε μια περιεκτική λίστα με διαστάσεις και κριτήρια που θα αποτελέσουν τη βάση του πλαισίου της Αξιολόγησης Ψηφιακής Ωριμότητας.
4. Προσαρμογή: Αναλύουμε τα εντοπισμένα πλαίσια για να αναγνωρίσουμε κοινά στοιχεία, επικαλύψεις και κενά. Προσαρμόζουμε τις διαστάσεις και τα κριτήρια για να συμβαδίζουν με το μοναδικό πλαίσιο, τους στρατηγικούς στόχους και τις προτεραιότητες του ψηφιακού μετασχηματισμού.
5. Ανάπτυξη Εργαλείων και Μετρήσεων Αξιολόγησης: Ορίζουμε τα συγκεκριμένα εργαλεία, ερωτηματολόγια ή μέθοδους αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή δεδομένων για κάθε κριτήριο. Σχεδιάζουμε μηχανισμούς αξιολόγησης για την αξιολόγηση του επιπέδου ωριμότητας του οργανισμού σε κάθε διάσταση.
6. Δοκιμαστική Λειτουργία: Διεξάγετε μια δοκιμαστική λειτουργία της Αξιολόγησης Ψηφιακής Ωριμότητας με ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα ατόμων ενός οργανισμού. Αναλύουμε την ανατροφοδότηση από τους συμμετέχοντες για την αναγνώριση περιοχών βελτίωσης ή διευκρινίσεων.
7. Τελική Επεξεργασία και Ολοκλήρωση: Ενσωματώνουμε τις προτάσεις που προήλθαν από τη φάση δοκιμαστικής λειτουργίας και κάνουμε τις απαιτούμενες βελτιώσεις στο πλαίσιο, τα εργαλεία αξιολόγησης. Οριστικοποίηση του πλαισίου και τεκμηρίωση.
8. Εφαρμογή και Παρακολούθηση: Εκτελούμε την Αξιολόγηση Ψηφιακής Ωριμότητας σε διάφορους οργανισμούς, διασφαλίζοντας κατάλληλη επικοινωνία και εκπαίδευση για όλους τους συμμετέχοντες. Συλλέγουμε τα δεδομένα, αναλύουμε τα αποτελέσματα και δημιουργούμε αναφορές για το επίπεδο ψηφιακής ωριμότητας του οργανισμού, αναγνωρίζοντας τα πλεονεκτήματα, τις αδυναμίες και τις περιοχές βελτίωσης.

### 4.2.1 Πυλώνες πλαισίου

Το πλαίσιο των Ανθρώπων, Διαδικασιών και Τεχνολογίας (PPT framework) είναι μια ευρέως αναγνωρισμένη προσέγγιση για την κατανόηση και αντιμετώπιση των βασικών συστατικών της οργανωτικής αλλαγής. Κάθε στοιχείο διαδραματίζει ένα κρίσιμο ρόλο στην προώθηση επιτυχημένων ψηφιακών πρωτοβουλιών και την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων. Αυτό το πλαίσιο είναι και η βάση για τις διαστάσεις του μοντέλου που έχουν ως στόχο όλες τις διαδικασίες, την τεχνολογική υποδομή και την διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού [10].



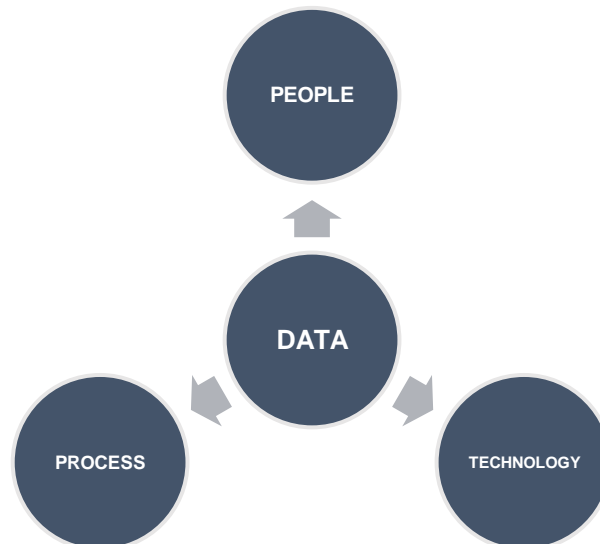
Εικόνα 8: Πλαίσιο Ανθρώπων, Διαδικασιών και Τεχνολογίας – PPT framework (btlnet.co.uk)

Το στοιχείο των Ανθρώπων επικεντρώνεται στα άτομα εντός μιας οργάνωσης που συνεισφέρουν και επηρεάζονται από τις προσπάθειες του ψηφιακού μετασχηματισμού. Αυτό περιλαμβάνει τους υπαλλήλους, τους ηγέτες, τους ενδιαφερόμενους φορείς και τους πελάτες. Οι άνθρωποι είναι στην καρδιά οποιουδήποτε μετασχηματισμού, καθώς επηρεάζουν και διαμορφώνουν την αλλαγή. Οι δεξιότητες, η νοοτροπία, η συμμετοχή και η ικανότητα προσαρμογής των ανθρώπων σε νέες τεχνολογίες και τρόπους εργασίας είναι κρίσιμοι παράγοντες. Οι οργανισμοί πρέπει να επενδύσουν στην ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων, να προωθήσουν μια κουλτούρα καινοτομίας και συνεχούς μάθησης και να διασφαλίσουν αποτελεσματική διαχείριση της αλλαγής για να εξοπλίσουν και να ενθαρρύνουν τους ανθρώπους να υιοθετήσουν και να αξιοποιήσουν τις ψηφιακές τεχνολογίες στο έπακρο.

Οι Διαδικασίες αναφέρονται στον δομημένο και βελτιστοποιημένο σύνολο δραστηριοτήτων και ροών εργασίας που καθοδηγούν τις λειτουργίες μιας οργάνωσης. Στο πλαίσιο του ψηφιακού μετασχηματισμού, οι διαδικασίες αφορούν την επανεκτίμηση και ανασχεδίαση των υπάρχουσών

διαδικασιών για την εκμετάλλευση των ψηφιακών τεχνολογιών και την αποκάλυψη νέων αποδοτικότητων και ευκαιριών. Αυτό περιλαμβάνει την απλοποίηση των ροών εργασίας, την αυτοματοποίηση των χειροκίνητων διαδικασιών και την υιοθέτηση ευέλικτων και επαναληπτικών προσεγγίσεων. Η βελτίωση και οπτικοποίηση των διαδικασιών είναι απαραίτητη για την προσαρμογή στις ψηφιακές εξελίξεις, την ενίσχυση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας και την δημιουργία αξίας για τους πελάτες. Η ενσωμάτωση των ανθρώπων στη διαδικασία είναι επίσης σημαντική.

Η Τεχνολογία περιλαμβάνει τα ψηφιακά εργαλεία, τις πλατφόρμες, τα συστήματα και την υποδομή που επιτρέπουν στους οργανισμούς να εκτελούν τις λειτουργίες τους και να επιτύχουν τους στρατηγικούς τους στόχους. Η τεχνολογία λειτουργεί ως εργαλείο, επιτρέποντας στους οργανισμούς να συλλέγουν, αναλύουν και αξιοποιούν δεδομένα, να αυτοματοποιούν διαδικασίες, να βελτιώνουν την επικοινωνία και τη συνεργασία και να δημιουργούν νέα καινοτόμα προϊόντα και υπηρεσίες. Η σωστή επιλογή, υλοποίηση και ολοκλήρωση των τεχνολογικών λύσεων είναι κρίσιμες για τους οργανισμούς ώστε να παραμείνουν ανταγωνιστικοί και να αξιοποιήσουν τα οφέλη της νέας αυτής δυναμικής. Η εκμετάλλευση νέων τεχνολογιών, προσφέρει καινούργιες δυνατότητες στους οργανισμούς, επιτρέποντας τους να λαμβάνουν αποφάσεις με βάση τα δεδομένα που προκύπτουν από την εκτέλεση των διαδικασιών [11].



Εικόνα 9: Το πλαίσιο Άνθρωποι, Διαδικασίες, Τεχνολογία, Δεδομένα (PPTD framework)

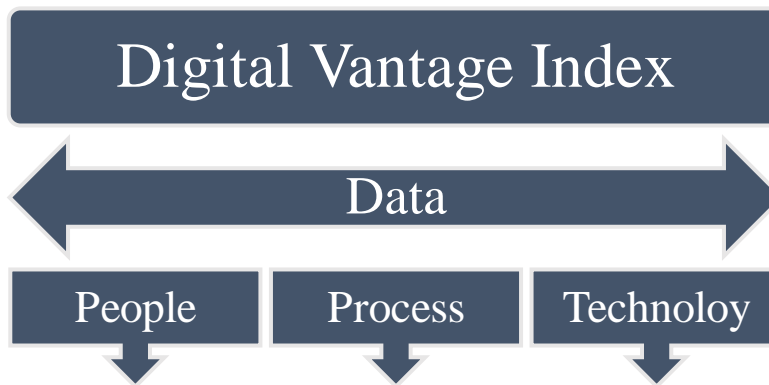
Εκτός από το πλαίσιο των Ανθρώπων, της Διαδικασίας και της Τεχνολογίας, το στοιχείο των δεδομένων παίζει έναν κρίσιμο ρόλο. Τα δεδομένα αντιπροσωπεύουν τις τεράστιες ποσότητες πληροφοριών που παράγονται και συλλέγονται από οργανισμούς, πελάτες και διάφορα ψηφιακά σημεία της παραγωγικής διαδικασίας. Λειτουργούν ως θεμέλιο για προηγμένη ανάλυση, μοντελοποίηση και εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης. Οι οργανισμοί πρέπει να καθιερώσουν στρατηγικές για τα δεδομένα τους, να διασφαλίσουν την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των δεδομένων και να αναπτύξουν τις απαραίτητες δυνατότητες για τη συλλογή, διαχείριση και εξαγωγή αποτελεσματικών συμπερασμάτων από τα δεδομένα. Η χρήση δεδομένων επιτρέπει στους οργανισμούς να ανακαλύψουν πρότυπα, τάσεις και συσχετίσεις που μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιωμένες αποφάσεις και καινοτομίες. Συνοψίζοντας, το πλαίσιο των Ανθρώπων, της Διαδικασίας, της Τεχνολογίας και των Δεδομένων (PPTD framework) αποτελεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κατανόηση και την αντιμετώπιση των βασικών συστατικών του ψηφιακού μετασχηματισμού. Οι άνθρωποι αποτελούν τον πυρήνα της αλλαγής, οι διαδικασίες πρέπει να ανασχεδιαστούν για να εκμεταλλευτούν τις νέες τεχνολογίες, η τεχνολογία παρέχει τα εργαλεία και την υποδομή για την εκτέλεση των αλλαγών και την επίτευξη των στόχων. Τέλος, τα δεδομένα παρέχουν πληροφορίες και γνώσεις για τη λήψη αποφάσεων, την ανακάλυψη σημείων προς βελτίωση αξιοποιώντας καινοτόμες λύσεις. Σε αυτό το σημείο θα ορίσουμε επίσης το όνομα του πλαισίου, δηλαδή αντί να το αποκαλούμε με τον γενικό όρο Ψηφιακή αξιολόγηση ωριμότητας (Digital Maturity Assessment) θα αναφέρεται ως Digital Vantage Index (DVI).



Εικόνα 10: Digital Vantage Index Logo

#### 4.2.2 Συνιστώσες πλαισίου

Προχωρώντας στην ανάλυση του πλαισίου ξεκινάμε με την βάση που αναγνωρίζει τον κρίσιμο ρόλο των δεδομένων στην προώθηση της λειτουργικής αριστείας στις βιομηχανικές επιχειρήσεις. Με την τοποθέτηση των δεδομένων ως πυρήνα του πλαισίου, τονίζεται η ολοκλήρωση των ανθρώπων, των διαδικασιών και της τεχνολογίας γύρω από τα δεδομένα για τη δημιουργία μιας ολιστικής προσέγγισης.



Εικόνα 11: Digital Vantage Index (DVI) πυλώνες

Το πλαίσιο αναγνωρίζει τη σημασία των δεδομένων ως βάση για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων, τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών και την καινοτομία. Υπογραμμίζει την απαίτηση για μια οργανωτική κουλτούρα που βασίζεται στα δεδομένα και ενδυναμώνει τους υπαλλήλους της με τις απαραίτητες δεξιότητες ώστε να συμμετέχουν ενεργά σε δραστηριότητες που σχετίζονται με τα δεδομένα. Το πλαίσιο εξαρτάται από σαφείς απαιτήσεις για τα δεδομένα, στρατηγικές ολοκλήρωσης και προηγμένες τεχνικές ανάλυσης για την εξαγωγή αποτελεσματικών συμπερασμάτων από αυτά. Η τεχνολογία χρησιμεύει ως εργαλείο, παρέχοντας μια υποδομή για την αποτελεσματική διαχείριση, ανάλυση και οπτικοποίηση των δεδομένων.

Προχωρώντας ένα στάδιο πιο κάτω παρουσιάζονται οι βασικές διαστάσεις ανάλυσης του πλαισίου. Η πολυδιάστατη προσέγγιση εξετάζει πολλαπλές διαστάσεις για να επιτύχει τη λειτουργική αριστεία σε όλα τα επίπεδα ενός οργανισμού. Αυτό το ολιστικό πλαίσιο εξετάζει κρίσιμους τομείς, όπως οι **Άνθρωποι και η Κουλτούρα, η Στρατηγική, οι Λειτουργίες, η Εφοδιαστική Αλυσίδα, το Επιχειρηματικό Μοντέλο, η Βιωσιμότητα και η Τεχνολογία**. Το ολιστικό πλαίσιο επιτρέπει στους οργανισμούς να αξιολογήσουν τα πλεονεκτήματά τους, να εντοπίσουν τους τομείς που χρειάζονται βελτίωση και να αναπτύξουν εστιασμένες στρατηγικές

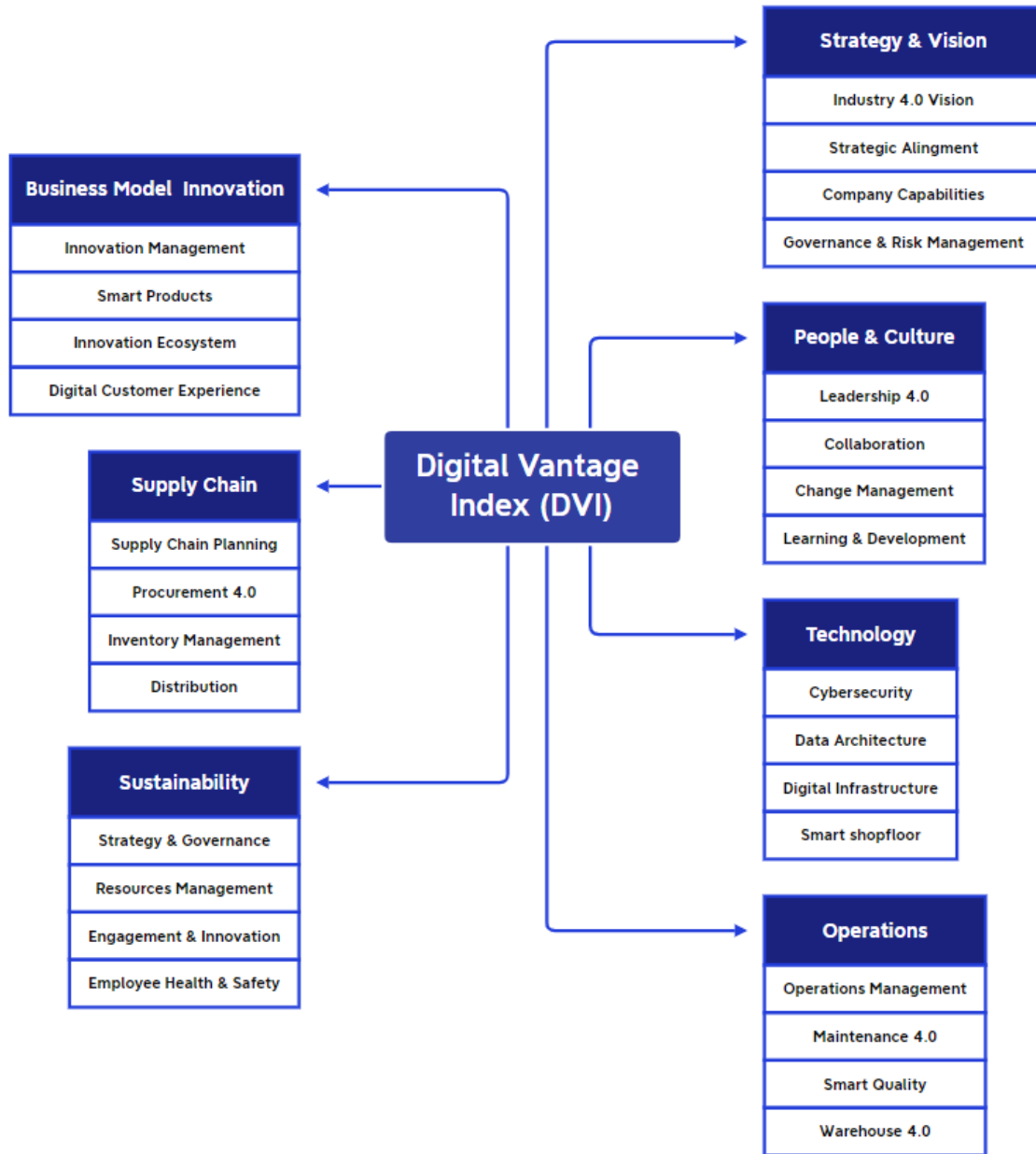
προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό, επιτυγχάνοντας την ενίσχυση του ανταγωνισμού και την βελτιστοποίηση των διαδικασιών παράλληλά με τη βιώσιμη ανάπτυξη που είναι ιδιαίτερα σημαντική για την Βιομηχανία. Αναλύοντας περαιτέρω τους στόχους κάθε διάστασης έχουμε:

- **Στρατηγική και Όραμα:** Η διάσταση της στρατηγικής εστιάζει στην οργάνωση και τον προσδιορισμό των στόχων και των κατευθυντήριων γραμμών για την ψηφιακή στρατηγική μιας βιομηχανίας. Προϋποθέτει την καθορισμένη πορεία που ακολουθεί η εταιρεία για την υιοθέτηση και αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών. Αυτή η διάσταση επικεντρώνεται στη δημιουργία στρατηγικών σχεδίων για την ανάπτυξη των ψηφιακών δυνατοτήτων της εταιρείας και την αποτελεσματική διαχείριση των ψηφιακών αλλαγών.
- **Άνθρωποι και Κουλτούρα:** Η διάσταση των ανθρώπων και της κουλτούρας εστιάζει στην ικανότητα των εργαζομένων να προσαρμοστούν στην ψηφιακή μετάβαση και να εφαρμόσουν με επιτυχία τις νέες τεχνολογίες. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του προσωπικού, την εκπαίδευση και την αναδιοργάνωση του εργασιακού περιβάλλοντος για την προαγωγή της ψηφιακής κουλτούρας και την υιοθέτηση των ψηφιακών δεξιοτήτων.
- **Τεχνολογία:** Η διάσταση της τεχνολογίας επικεντρώνεται στην αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών για την βελτίωση των επιχειρηματικών διαδικασιών και την ανάπτυξη καινοτόμων υπηρεσιών. Περιλαμβάνει την επιλογή και εφαρμογή των κατάλληλων τεχνολογιών, την ψηφιοποίηση των συστημάτων, την ανάπτυξη λογισμικού και την ασφάλεια των πληροφοριακών συστημάτων.
- **Λειτουργίες:** Η διάσταση των λειτουργιών αναλύει τον τρόπο με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες ενσωματώνονται στις διάφορες λειτουργίες της επιχείρησης. Περιλαμβάνει την αυτοματοποίηση διαδικασιών, την ψηφιακή ανάλυση δεδομένων, τη βελτίωση της παραγωγικότητας και την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των λειτουργιών.
- **Βιωσιμότητα:** Η διάσταση της βιωσιμότητας εστιάζει στην ψηφιακή ωριμότητα μιας επιχείρησης σε σχέση με το περιβάλλον και την κοινωνία. Περιλαμβάνει την εκτίμηση του αντίκτυπου της ψηφιακής μετάβασης στο περιβάλλον, την υιοθέτηση βιώσιμων τεχνολογιών και πρακτικών, καθώς και την ευθύνη της εταιρείας έναντι της κοινωνίας, διατηρώντας παράλληλα την οικονομική ευημερία.
- **Εφοδιαστική Αλυσίδα :** Η διάσταση της εφοδιαστικής αλυσίδας εστιάζει στην ενσωμάτωση της ψηφιακής τεχνολογίας σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Περιλαμβάνει

την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, την παρακολούθηση και διαχείριση των αποθεμάτων, την παροχή διαφάνειας στις δραστηριότητες, την διανομή και την βελτίωση της συνεργασίας με τους προμηθευτές.

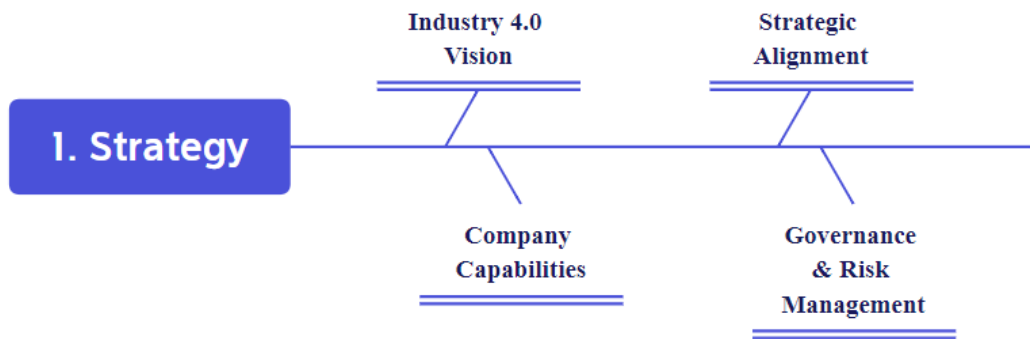
- **Επιχειρηματικό Μοντέλο:** Η διάσταση του επιχειρηματικού μοντέλου αναλύει τον τρόπο με τον οποίο η επιχείρηση αναδιαμορφώνει το επιχειρηματικό της μοντέλο της για την αξιοποίηση των ψηφιακών δυνατοτήτων. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών μοντέλων, την δημιουργία ψηφιακών υπηρεσιών, για την αύξηση της ευελιξίας και της ανταγωνιστικότητας, εκμεταλλεύοντας τους νέους δρόμους που ανοίγει η ενσωμάτωση της τεχνολογίας.





Εικόνα 12: Digital Vantage Index Πλαίσιο

Προχωρώντας ένα επίπεδο πιο κάτω αναλύουμε τις υπό-διαστάσεις, που παρέχουν μια πιο λεπτομερή ανάλυση στους συγκεκριμένους τομείς που είναι κρίσιμοι για την επιτυχημένη ψηφιοποίηση μιας βιομηχανίας.

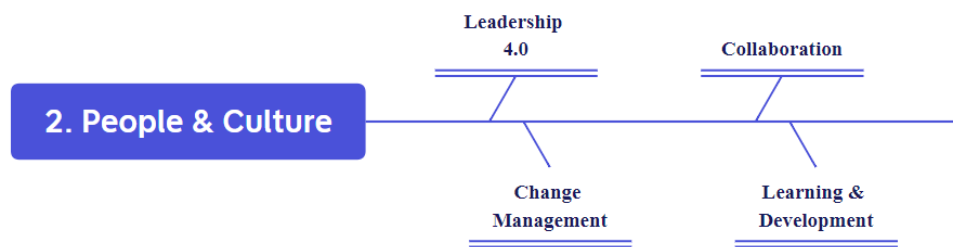


Εικόνα 13: Διάσταση Στρατηγική και Όραμα

- Στρατηγική ευθυγράμμιση – Strategic Alignment: Η στρατηγική Συνεργασίας επικεντρώνεται στην ικανότητα του οργανισμού να ευθυγραμμίζει τις πρωτοβουλίες της ψηφιοποίησης με τους ευρύτερους στρατηγικούς του στόχους και το όραμά του για την 4<sup>η</sup> Βιομηχανική Επανάσταση. Περιλαμβάνει την ολοκλήρωση των ψηφιακών τεχνολογιών, διαδικασιών και πόρων στην συνολική στρατηγική του οργανισμού. Μια καλά ευθυγραμμισμένη στρατηγική εξασφαλίζει ότι οι ψηφιακές πρωτοβουλίες συμβάλλουν στους μακροπρόθεσμους στόχους του οργανισμού. Επιτρέπει στους οργανισμούς να αξιολογήσουν εάν οι ψηφιακές τους πρωτοβουλίες υποστηρίζουν αποτελεσματικά τους συνολικούς τους επιχειρηματικούς στόχους, όπως η βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας, η ενίσχυση της παραγωγικότητας και η προώθηση της καινοτομίας. Επιπλέον, επιτρέπει στους οργανισμούς να εντοπίσουν περιοχές όπου ενδέχεται να απαιτούνται στρατηγικές προσαρμογές.
- Οραματισμός για την Βιομηχανία 4.0 – Industry 4.0 Vision: Ο Οραματισμός για την Βιομηχανία 4.0 αναφέρεται στον στρατηγικό σχεδιασμό και την επίτευξη της ψηφιακής μεταμόρφωσης στον βιομηχανικό τομέα. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης προοπτικής για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Ο Οραματισμός για την Βιομηχανία 4.0 βοηθά τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν την ικανότητά τους να υιοθετήσουν και να εκμεταλλευτούν τις τεχνολογίες της Βιομηχανίας 4.0, καθώς και να αναπτύξουν στρατηγικούς σχεδιασμούς για την προσαρμογή στον ψηφιακό επιχειρηματικό κόσμο.
- Ικανότητες Εταιρείας – Company Capabilities: Οι υπο-διαστάσεις των Ικανοτήτων Εταιρείας επικεντρώνονται στην ικανότητα του οργανισμού να αξιοποιεί και να χρησιμοποιεί αποτελεσματικά ψηφιακές τεχνολογίες και πόρους. Αυτό περιλαμβάνει την αξιολόγηση των ψηφιακών δεξιοτήτων και ικανοτήτων των υπαλλήλων, καθώς και την διαθεσιμότητα και

προσβασιμότητα των απαραίτητων πόρων για τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Η ανάλυση των Ικανοτήτων Εταιρείας βοηθά να ανιχνευθούν κενά στις δεξιότητες και τους πόρους, και επιτρέπει στους οργανισμούς να αναπτύξουν στρατηγικές για την ενίσχυση των ικανοτήτων τους σε τομείς όπως η ανάλυση δεδομένων, η αυτοματοποίηση και οι νεότερες τεχνολογίες.

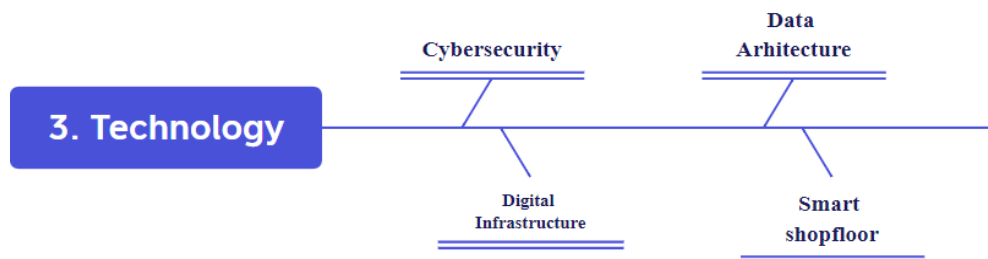
- Διακυβέρνηση και Διαχείριση Κινδύνων – Governance & Risk Management: Η Διακυβέρνηση και Διαχείριση Κινδύνων στο πλαίσιο του ψηφιακού τομέα αφορά την θέσπιση αποτελεσματικών πολιτικών, διαδικασιών και ελέγχων για τη διασφάλιση της ασφαλούς και ηθικής χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών. Περιλαμβάνει τον καθορισμό ρόλων και ευθυνών, την θέσπιση σαφών δομών λήψης αποφάσεων και την διασφάλιση της συμμόρφωσης με τους σχετικούς κανονισμούς και πρότυπα. Η ανάλυση της Διακυβέρνησης και Διαχείρισης Κινδύνων βοηθά τους οργανισμούς να αναγνωρίσουν πιθανούς κινδύνους και ευπάθειες στις ψηφιακές τους δραστηριότητες, να αναπτύξουν ασφαλείς μέτρα, και να θεσπίσουν μηχανισμούς παρακολούθησης και μείωσης των κινδύνων που σχετίζονται με την ασφάλεια των δεδομένων, την κυβερνοασφάλεια και τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς.



.Εικόνα 14: Διάσταση Άνθρωποι και Κουλτούρα

- Ηγεσία 4.0 – Leadership 4.0: Η Ηγεσία 4.0 αναφέρεται στις ικανότητες και τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται από τους ηγέτες για να προωθήσουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό και να ηγηθούν αποτελεσματικά σε ένα ψηφιακά ενεργοποιημένο περιβάλλον. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων, την ενίσχυση της καινοτομίας και της διορατικότητας, καθώς και την ανάπτυξη της ικανότητας προσαρμογής και ανταπόκρισης σε αλλαγές. Η ανάλυση της Ηγεσίας 4.0 βοηθά τους ηγέτες να αξιολογήσουν τις ψηφιακές τους δεξιότητες και να αναπτύξουν στρατηγικές για την ενίσχυση της ηγετικής τους ικανότητας στον ψηφιακό κόσμο.

- **Συνεργασία - Collaboration:** Η συνεργασία αφορά τη δημιουργία συνεργατικών δομών και διαδικασιών για την αποτελεσματική επικοινωνία, συνεργασία και συνεργατική εργασία μεταξύ των μελών της εταιρείας. Η ανάλυση της συνεργασίας βοηθά τους οργανισμούς να αξιολογήσουν τις διαδικασίες τους συνεργασίας, να ενισχύσουν τις ικανότητες της ομάδας και να δημιουργήσουν μια κουλτούρα συνεργασίας και αλληλεπίδρασης.
- **Διαχείριση Αλλαγής – Change Management:** Η Διαχείριση Αλλαγής αναφέρεται στις διαδικασίες και τις πρακτικές που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των αλλαγών που συνοδεύουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Αυτό περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των αναγκών αλλαγής, την εκπαίδευση και ενημέρωση του προσωπικού, την δημιουργία και εφαρμογή σχεδίων αλλαγής, καθώς και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και την προσαρμογή της στρατηγικής ανάλογα με τις ανάγκες. Η ανάλυση της Διαχείρισης Αλλαγής βοηθά τους οργανισμούς να αναγνωρίσουν τις αντιδράσεις και τις αντιστάσεις στις αλλαγές, να αναπτύξουν στρατηγικές για την υποστήριξη των ανθρώπων και την προώθηση της αποδοχής των αλλαγών.
- **Μάθηση και Ανάπτυξη – Learning & Development:** Η Μάθηση και Ανάπτυξη αφορά την προώθηση της συνεχούς μάθησης και ανάπτυξης του προσωπικού σε σχέση με τις ψηφιακές τεχνολογίες και δεξιότητες. Αυτό περιλαμβάνει την παροχή εκπαίδευσης, τη δημιουργία εκπαιδευτικών προγραμμάτων και την προώθηση της ανταλλαγής γνώσεων και εμπειριών. Η ανάλυση της Μάθησης και Ανάπτυξης βοηθά τους οργανισμούς να αναγνωρίσουν τις ανάγκες εκπαίδευσης και ανάπτυξης, να αξιολογήσουν τις υφιστάμενες πρακτικές και να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον που προωθεί τη συνεχή μάθηση και ανάπτυξη.



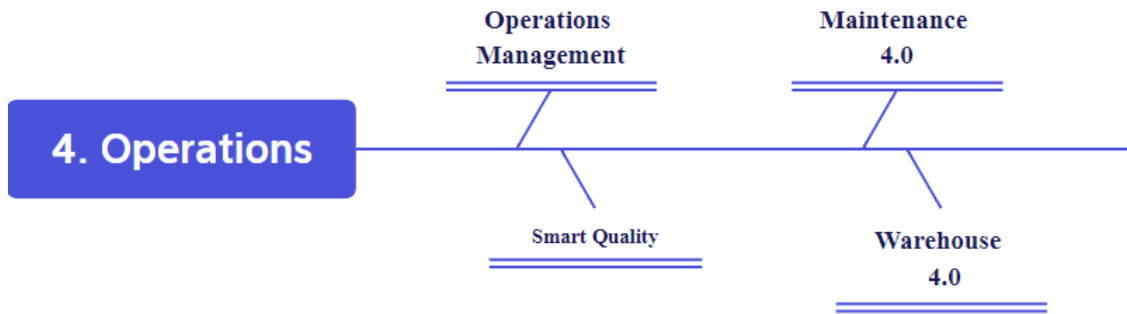
Εικόνα 15: Διάσταση Τεχνολογία

- **Κυβερνοασφάλεια - Cybersecurity:** Η Κυβερνοασφάλεια αφορά την προστασία των ψηφιακών συστημάτων, των δεδομένων και των ευαίσθητων πληροφοριών από κινδύνους και επιθέσεις.

Περιλαμβάνει την ανάλυση και αντιμετώπιση των κυβερνοαπειλών, την εφαρμογή τεχνολογιών κυβερνοασφάλειας και την εκπαίδευση του προσωπικού για την αναγνώριση και πρόληψη κυβερνοεπιθέσεων. Η ανάλυση της Κυβερνοασφάλειας βοηθά τους οργανισμούς να αναπτύξουν πολιτικές και διαδικασίες για την ασφαλή λειτουργία των ψηφιακών τους συστημάτων και την προστασία από κυβερνοεπιθέσεις.

- **Αρχιτεκτονική Δεδομένων – Data Architecture:** Η Αρχιτεκτονική Δεδομένων επικεντρώνεται στην ικανότητα του οργανισμού να συλλέγει, να διαχειρίζεται και να αξιοποιεί τα δεδομένα με αποτελεσματικό τρόπο για τη λήψη αποφάσεων και την αριστεία λειτουργίας. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση της δομής των δεδομένων του οργανισμού, των πρακτικών διακυβέρνησης των δεδομένων και των δυνατοτήτων ολοκλήρωσης των δεδομένων. Η Αρχιτεκτονική Δεδομένων περιλαμβάνει επίσης την ποιότητα των δεδομένων, την ανάλυση των δεδομένων και τις αναλύσεις για τη βελτιστοποίηση των διεργασιών. Η ανάλυση της Αρχιτεκτονικής Δεδομένων βοηθά τους οργανισμούς να αξιολογήσουν τις δυνατότητες διαχείρισης των δεδομένων τους, να εντοπίσουν ευκαιρίες για δεδομένα που θεωρούνται οδηγοί λήψης αποφάσεων και να αναπτύξουν στρατηγικές για την αξιοποίηση των δεδομένων ως στρατηγικό πόρο.
- **Ψηφιακή Υποδομή – Digital Infrastructure:** Η Ψηφιακή Υποδομή περιλαμβάνει την τεχνολογική υποδομή και τη συνδεσιμότητα που απαιτούνται για την υποστήριξη των ψηφιακών κατασκευαστικών λειτουργιών. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση της δομής δικτύου του οργανισμού, των δυνατοτήτων συννεφού, των συσκευών Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) και άλλων ψηφιακών εργαλείων και πλατφορμών. Η Ψηφιακή Υποδομή περιλαμβάνει επίσης την κλιμακωσιμότητα, την αξιοπιστία και την αλληλεπίδραση των ψηφιακών συστημάτων για τη δυνατότητα απρόσκοπτης ροής δεδομένων και ολοκλήρωσης στον οργανισμό. Η ανάλυση της Ψηφιακής Υποδομής βοηθά τους οργανισμούς να διασφαλίσουν τη διαθεσιμότητα μιας αξιόπιστης και κλιμακούμενης ψηφιακής υποδομής για να υποστηρίξουν τις πρωτοβουλίες ψηφιακού τους μετασχηματισμού.
- **Έξυπνο Εργοστάσιο – Smart Shopfloor:** Το Έξυπνο Εργοστάσιο επικεντρώνεται στην ψηφιοποίηση και βελτιστοποίηση των διαδικασιών και των λειτουργιών της παραγωγής. Περιλαμβάνει την ενσωμάτωση αισθητήρων και συστημάτων παρακολούθησης πραγματικού χρόνου για τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων με βάση τα δεδομένα, την προληπτική συντήρηση και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών. Η ανάλυση του Έξυπνου Εργοστασίου

βοηθά τους οργανισμούς να αξιολογήσουν το επίπεδο ωριμότητας των προσπαθειών τους για ψηφιοποίηση των εργοστασιακών διαδικασιών, να εντοπίσουν ευκαιρίες για βελτιστοποίηση και αυτοματοποίηση των διαδικασιών, και να βελτιώσουν την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα στο εργοστάσιο.

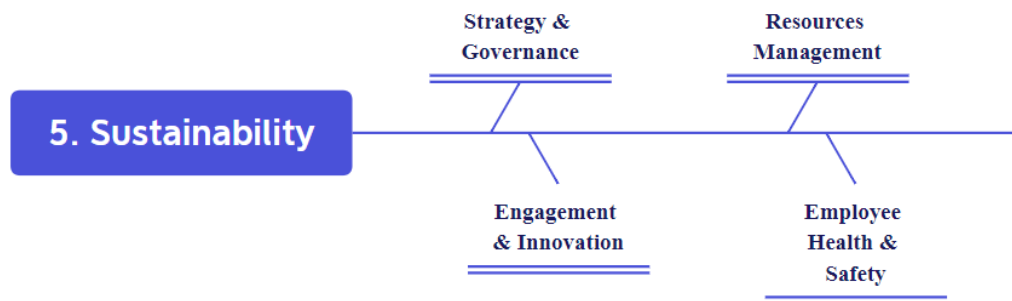


Εικόνα 16: Διάσταση Λειτουργίες

- Διαχείριση Λειτουργιών – Operations Management: Η Διαχείριση Λειτουργιών περιλαμβάνει την αποτελεσματική διαχείριση των καθημερινών λειτουργιών, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού της παραγωγής, του προγραμματισμού, της διαχείρισης των αποθεμάτων και του ελέγχου ποιότητας. Στο πλαίσιο της ψηφιακής βιομηχανίας, περιλαμβάνει τη χρήση τεχνολογιών και αναλύσεων για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής, τη βελτίωση της ποιότητας και την αύξηση της ευελιξίας. Η ανάλυση της Διαχείρισης Λειτουργιών βοηθά τους οργανισμούς να αξιολογήσουν τις λειτουργικές τους δυνατότητες, να εντοπίσουν πεδία βελτίωσης και να αναπτύξουν στρατηγικές για την εφαρμογή ψηφιακών τεχνολογιών και προσεγγίσεων που βασίζονται στα δεδομένα για τη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας και ανταποκρισιμότητας.
- Συντήρηση 4.0 – Maintenance 4.0: Η Συντήρηση 4.0 επικεντρώνεται στην ψηφιοποίηση και βελτιστοποίηση των διαδικασιών συντήρησης. Περιλαμβάνει τη χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων, της προβλεπτικής ανάλυσης και της παρακολούθησης της κατάστασης για την επίτευξη προβλεπτικής και προληπτικής συντήρησης, την ελαχιστοποίηση του χρόνου αποσύνδεσης του εξοπλισμού και τη βελτιστοποίηση της απόδοσής του. Η Συντήρηση 4.0 περιλαμβάνει επίσης την εφαρμογή τηλεπαρακολούθησης και διάγνωσης, καθώς και την ολοκλήρωση των δεδομένων συντήρησης με άλλα λειτουργικά συστήματα. Η ανάλυση της Συντήρησης 4.0 βοηθά τους οργανισμούς να αξιολογήσουν τις πρακτικές συντήρησής τους,

να εντοπίσουν ευκαιρίες για προβλεπτική συντήρηση και να βελτιώσουν την αξιοπιστία και τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού.

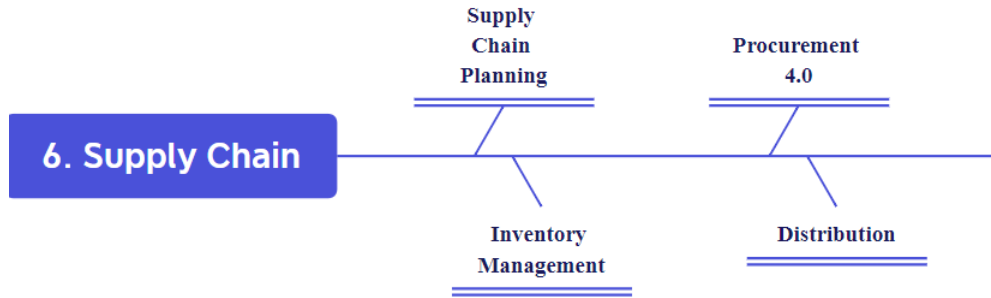
- Έξυπνη Ποιότητα – Smart Quality: Η Έξυπνη Ποιότητα αναφέρεται στην ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών και των προσεγγίσεων που βασίζονται στα δεδομένα για την εξασφάλιση και βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων. Περιλαμβάνει την παρακολούθηση της ποιότητας σε πραγματικό χρόνο, την ανάλυση των δεδομένων και τον αυτοματοποιημένο έλεγχο ποιότητας για την ανίχνευση και αντιμετώπιση προβλημάτων ποιότητας σε πραγματικό χρόνο. Η Έξυπνη Ποιότητα περιλαμβάνει επίσης την εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης ποιότητας, την τυποποίηση και τη συνεχή βελτίωση. Η ανάλυση της Έξυπνης Ποιότητας βοηθά τους οργανισμούς να αξιολογήσουν τις δυνατότητες διαχείρισης της ποιότητας, να εντοπίσουν πεδία για βελτίωση και να αξιοποιήσουν τις ψηφιακές τεχνολογίες για την προώθηση της αριστείας των προϊόντων και την ικανοποίηση των πελατών.
- Αποθήκη 4.0 – Warehouse 4.0: Η Αποθήκη 4.0 επικεντρώνεται στη ψηφιοποίηση και βελτιστοποίηση των λειτουργιών αποθήκης και στον κλάδο της κατασκευής. Περιλαμβάνει την ενσωμάτωση αυτοματισμού, ρομποτικής και ανάλυσης δεδομένων πραγματικού χρόνου για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των αποθεμάτων, την εκτέλεση παραγγελιών και τον σχεδιασμό της διάταξης της αποθήκης. Η ανάλυση της Αποθήκης 4.0 βοηθά τους οργανισμούς να αξιολογήσουν τις δυνατότητες διαχείρισης των αποθηκών, να εντοπίσουν ευκαιρίες για βελτίωση των διαδικασιών και μείωση του κόστους, και να ενισχύσουν την αποδοτικότητα και την εξυπηρέτηση της αλυσίδας εφοδιασμού συνολικά.



Εικόνα 17: Διάσταση Βιωσιμότητα

- **Βιωσιμότητα και Στρατηγική Διακυβέρνηση – Strategy & Governance:** Η Βιωσιμότητα και Στρατηγική Διακυβέρνηση αφορά την ανάπτυξη και υλοποίηση μιας στρατηγικής για την επίτευξη της βιωσιμότητας στον βιομηχανικό τομέα. Περιλαμβάνει τον καθορισμό στρατηγικών στόχων για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, τη βελτίωση της κοινωνικής ευθύνης και την αειφόρο διαχείριση των πόρων. Η Βιωσιμότητα και Στρατηγική Διακυβέρνηση βοηθά τις επιχειρήσεις να αναλύσουν την τρέχουσα κατάσταση, να αναγνωρίσουν τους τομείς βελτίωσης και να αναπτύξουν στρατηγικές για την επίτευξη της βιωσιμότητας σε όλα τα επίπεδα της επιχείρησης.
- **Διαχείριση Πόρων – Resources Management:** Η Διαχείριση Πόρων αφορά τον αποτελεσματικό και αποδοτικό χειρισμό των πόρων μιας επιχείρησης, όπως ανθρώπινοι πόροι, φυσικοί πόροι και χρηματοοικονομικοί πόροι. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση, τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη στρατηγικών για τη βέλτιστη χρήση των πόρων, την αναγνώριση των αναγκών σε πόρους και τη διαχείριση τους με τρόπο που θα εξασφαλίζει τη βιωσιμότητα και την ανάπτυξη της επιχείρησης.
- **Συμμετοχή και Καινοτομία – Engagement & Innovation:** Η Συμμετοχή και Καινοτομία αναφέρεται στην ενθάρρυνση της συμμετοχής των εργαζομένων στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και την προώθηση της καινοτομίας στον βιομηχανικό τομέα. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εφαρμογή μηχανισμών για τη συμμετοχή των εργαζομένων, τη δημιουργία περιβάλλοντος που προάγει την καινοτομία και την επίτευξη ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος μέσω της διαρκούς βελτίωσης και της εφαρμογής νέων ιδεών και τεχνολογιών.
- **Υγεία και Ασφάλεια των Εργαζομένων – Employee Health & Safety:** Η Υγεία και Ασφάλεια των Εργαζομένων αφορά την προστασία και τη διασφάλιση της υγείας, της ασφάλειας και του ευεξίας των εργαζομένων στο βιομηχανικό περιβάλλον. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εφαρμογή πολιτικών και διαδικασιών για την ανίχνευση, την πρόληψη και τη διαχείριση των κινδύνων που σχετίζονται με την υγεία και την ασφάλεια στον χώρο εργασίας. Η ανάλυση της Υγείας και Ασφάλειας των Εργαζομένων βοηθά τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν τις πρακτικές τους, να αναγνωρίσουν τις περιοχές βελτίωσης και να αναπτύξουν στρατηγικές για τη διασφάλιση ενός υγιούς και ασφαλούς εργασιακού περιβάλλοντος.



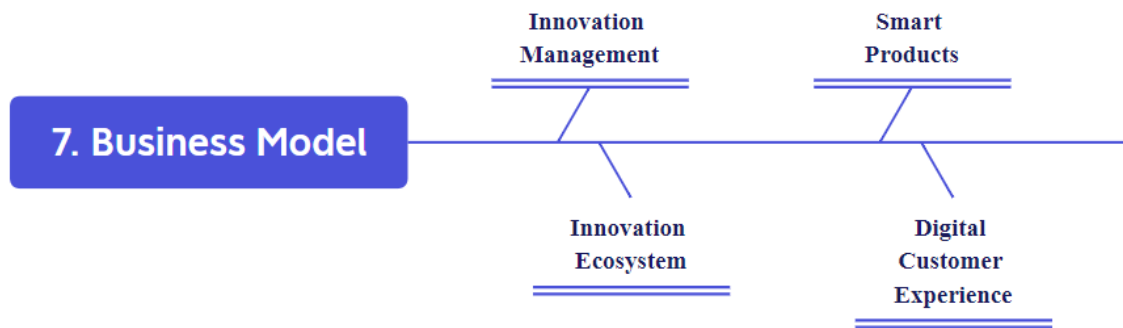


Εικόνα 18: Διάσταση Εφοδιαστική Αλυσίδα

- **Σχεδιασμός Αλυσίδας Εφοδιασμού – Supply Chain Planning:** Η υπο-διάσταση του Σχεδιασμού Αλυσίδας Εφοδιασμού επικεντρώνεται στον σχεδιασμό και τον συντονισμό των διαδικασιών εφοδιασμού για την αποτελεσματική και αποδοτική λειτουργία της αλυσίδας εφοδιασμού. Περιλαμβάνει τον σχεδιασμό του δικτύου εφοδιασμού, την προβλεπτική ανάλυση της ζήτησης, την επιλογή των σωστών προμηθευτών και τον συντονισμό της παραγωγής και των παραγγελιών. Η ανάλυση αυτή βοηθά τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν την ικανότητά τους να σχεδιάζουν και να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τις δραστηριότητες εφοδιασμού, να εντοπίσουν πεδία βελτίωσης και να αναπτύξουν στρατηγικές για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητάς τους.
- **Προμήθεια 4.0 – Procurement 4.0:** Η Προμήθεια 4.0 επικεντρώνεται στη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών και δεδομένων για τη βελτίωση των διαδικασιών προμήθειας στην αλυσίδα εφοδιασμού. Περιλαμβάνει την αυτοματοποίηση των διαδικασιών προμήθειας, την ψηφιοποίηση των συναλλαγών, την αξιοποίηση των δεδομένων για τη βελτίωση της προμηθευτικής απόδοσης και την ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των προμηθευτών. Η ανάλυση της Προμήθειας 4.0 βοηθά τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν τις δυνατότητές τους στον τομέα της προμήθειας, να εντοπίσουν ευκαιρίες για βελτίωση και να αναπτύξουν στρατηγικές για την υιοθέτηση της Προμήθειας 4.0.
- **Διαχείριση Αποθεμάτων – Inventory Management:** Η Διαχείριση Αποθεμάτων αφορά τον αποτελεσματικό έλεγχο και διαχείριση των αποθεμάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού. Περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και την εφαρμογή των διαδικασιών για την παρακολούθηση των αποθεμάτων, την ανίχνευση των ελλείψεων και των περιττών αποθεμάτων, και τον σχεδιασμό και την εφαρμογή των πολιτικών αποθεματικού. Η ανάλυση της Διαχείρισης Αποθεμάτων

βοηθά τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν τις πρακτικές διαχείρισης αποθεμάτων, να βελτιώσουν την αποδοτικότητα των αποθεμάτων και να ελαχιστοποιήσουν το κόστος τους.

- **Διανομή - Distribution:** Η Διανομή αφορά την αποτελεσματική διαχείριση και εκτέλεση των διαδικασιών διανομής στην αλυσίδα εφοδιασμού. Περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και τον συντονισμό των δραστηριοτήτων αποθήκευσης, συσκευασίας και μεταφοράς προϊόντων, καθώς και την ανίχνευση και επίλυση τυχόν προβλημάτων κατά τη διάρκεια της διανομής. Η ανάλυση της Διανομής βοηθά τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν τις διαδικασίες διανομής, να βελτιώσουν την αποδοτικότητα των διαδικασιών, και να ενισχύσουν την ευελιξία και την ικανότητα ανταπόκρισης στις ανάγκες των πελατών.



Εικόνα 19: Διάσταση Επιχειρηματικό Μοντέλο

- **Έξυπνα Προϊόντα – Smart Products:** Τα Έξυπνα Προϊόντα αναφέρονται στη χρήση της τεχνολογίας και των δεδομένων για την ανάπτυξη και την παραγωγή προϊόντων με ενσωματωμένη ικανότητα σύνδεσης και λειτουργικότητας. Περιλαμβάνει την ενσωμάτωση αισθητήρων και δικτύων σε προϊόντα, τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων που παράγουν, καθώς και την αξιοποίηση των δεδομένων για τη βελτίωση της λειτουργίας των προϊόντων και την παροχή προσωποποιημένης εμπειρίας στους καταναλωτές. Η ανάλυση των Έξυπνων Προϊόντων βοηθά τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν τη δυνατότητά τους να αναπτύξουν και να παράγουν έξυπνα προϊόντα, να αναγνωρίσουν τις τάσεις στην αγορά και να βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητά τους.
- **Οικοσύστημα Καινοτομίας – Innovation Ecosystem:** Το Οικοσύστημα Καινοτομίας αναφέρεται στο σύνολο των φορέων, των πόρων και των δραστηριοτήτων που συμβάλλουν στην ανάπτυξη καινοτόμων ιδεών και πρακτικών στην αλυσίδα εφοδιασμού. Περιλαμβάνει τη συνεργασία μεταξύ εταιρών, προμηθευτών, πελατών και άλλων εμπλεκόμενων φορέων,

καθώς και τη δημιουργία μιας κουλτούρας καινοτομίας και την ανάπτυξη των απαιτούμενων δομών και διαδικασιών για την προώθηση της καινοτομίας στην αλυσίδα εφοδιασμού. Η ανάλυση του Οικοσυστήματος Καινοτομίας βοηθά τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν την ικανότητά τους να αναπτύξουν ένα οικοσύστημα καινοτομίας, να αναγνωρίσουν τους κύριους φορείς και πόρους που συμβάλλουν σε αυτό, και να προωθήσουν τη συνεργασία και την ανταλλαγή γνώσης μεταξύ των μελών του οικοσυστήματος.

- Ψηφιακή Εμπειρία Πελάτη – Digital Customer Experience: Η Ψηφιακή Εμπειρία Πελάτη αναφέρεται στην αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών και δεδομένων για την παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών που βοηθά τους πελάτες να αισθανθούν συνδεδεμένοι, ενημερωμένοι και ευχαριστημένοι κατά τη διάρκεια της αγοραπωλησίας και της αλληλεπίδρασής τους με την επιχείρηση. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη ψηφιακών εφαρμογών και πλατφορμών, την παροχή ατομικών προτάσεων και εξατομικευμένων υπηρεσιών, καθώς και τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων των πελατών για τη βελτίωση της εμπειρίας τους. Η ανάλυση της Ψηφιακής Εμπειρίας Πελάτη βοηθά τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν την ικανότητά τους να παρέχουν μια εξαιρετική ψηφιακή εμπειρία στους πελάτες τους, να βελτιώσουν την αλληλεπίδρασή τους με τους πελάτες.
- Διαχείριση Καινοτομίας – Innovation Management : Η Διαχείριση Καινοτομίας περιλαμβάνει την αναγνώριση των προκλήσεων και των ευκαιριών για καινοτομία, τη συλλογή και αξιολόγηση ιδεών και την ανάπτυξη καινοτόμων προτάσεων. Με την ανάλυση της Διαχείρισης Καινοτομίας, οι επιχειρήσεις μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αγοράς, να μειώσουν τον χρόνο παραγωγής και το κόστος, καθώς και να δημιουργήσουν νέες ευκαιρίες ανταγωνισμού και ανάπτυξης.

### 4.3 Εργαλείο αξιολόγησης – Ερωτηματολόγιο

Το πλαίσιο Digital Vantage Index (DVI), είναι ένα περιεκτικό εργαλείο που έχει σχεδιαστεί για να αξιολογήσει την ψηφιακή ωριμότητα σε διάφορες διαστάσεις. Αξιολογώντας τις δυνατότητες του οργανισμού σε κάθε διάσταση, ο δείκτης Digital Vantage Index παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για το ταξίδι του ψηφιακού μετασχηματισμού. Αυτή η ενότητα αποσκοπεί στην παρουσίαση της λογικής και της διαδικασίας του ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο χρησιμοποιείται ως το εργαλείο για την συλλογή των δεδομένων από τους εκάστοτε χρήστες και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Το ερωτηματολόγιο διαμορφώνεται με προσοχή για να

συλλέξει δεδομένα και να αξιολογήσει την ψηφιακή ωριμότητα με δομημένο τρόπο. Αποτελείται από μια σειρά ερωτήσεων που οργανώνονται σε διαστάσεις και υπο-διαστάσεις, που αντιπροσωπεύουν διάφορους κρίσιμους τομείς για το ψηφιακό μετασχηματισμό. Κάθε ερώτηση έχει σχεδιαστεί για να αξιολογήσει την τρέχουσα κατάσταση και τις ψηφιακές δυνατότητες της οργάνωσης σε αυτόν τον συγκεκριμένο τομέα. Για να εξασφαλιστεί η ακρίβεια και η αξιοπιστία της αξιολόγησης, χρησιμοποιείται ένα σύστημα κλίμακας από 1 έως 5. Κάθε ερώτηση συνοδεύεται από 5 επιλογές/απαντήσεις στην κλίμακα από 1 έως 5, με το 1 να υποδεικνύει ελάχιστη ψηφιοποίηση και το 5 να υποδεικνύει ισχυρές ψηφιακές δυνατότητες και επομένως υψηλότερη ψηφιακή ωριμότητα όσον αφορά κάθε ερώτηση ξεχωριστά. Με την χρήση μιας κανονικοποιημένης κλίμακας, το ερωτηματολόγιο επιτρέπει στους χρήστες να αξιολογήσουν την τρέχουσα κατάστασή τους αντικειμενικά και συνεπώς συνεκτικά σε όλες τις διαστάσεις. Για λόγους προστασίας της πνευματικής ιδιοκτησίας του εργαλείου, καθώς στόχος της εργασίας είναι να αναπτυχθούν εργαλεία με εμπορικό προσανατολισμό, παρακάτω παρουσιάζεται ένα δείγμα του ερωτηματολογίου. Κάθε ερώτηση ακολουθεί την ίδια λογική, με πέντε πιθανές απαντήσεις στην κλίμακα από 1 έως 5. Να σημειωθεί επίσης ότι είναι σημαντικό αυτά τα εργαλεία να χρησιμοποιούνται με την συνδρομή ειδικών και στην προκειμένη περίπτωση τον δημιουργό του ερωτηματολογίου για την καλύτερη διευκρίνιση των ερωτήσεων και διαστάσεων και την αντικειμενική λήξη των δεδομένων.

#### 4.3.1 Δείγμα Ερωτηματολογίου

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, το παρακάτω είναι μόνο ένα δείγμα του ερωτηματολογίου. Κατά την πραγματική χρήση, το ερωτηματολόγιο θα περιλαμβάνει περισσότερες ερωτήσεις για κάθε υποδιάσταση και διάσταση, με στόχο να παρέχει μια πλήρη εικόνα της ψηφιακής ωριμότητας για κάθε υπό εξέταση σημείο. Οι απαντήσεις σε κάθε ερώτηση θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του συνολικού σκορ ή του συνολικού Δείκτη Ψηφιακής Ωριμότητας σύμφωνα με το πλαίσιο Digital Vantage Index (DVI), που θα κυμαίνεται από 1 έως 5. Στην επόμενη ενότητα θα περιγράψει η διαδικασία της βαθμολόγησης. Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιαστεί μία ερώτηση για κάθε υποδιάσταση.

## Διάσταση 1 - Στρατηγική & Όραμα (Strategy & Vision)

Πίνακας 2: Δείγμα ερωτήσεων – Στρατηγική και Όραμα

Sub-Dimension	Question
	<b>How well-defined and communicated is your organization's vision for embracing Industry 4.0 technologies?</b>
Όραμα	No clear vision for Industry 4.0 adoption
Βιομηχανίας	Limited awareness of Industry 4.0 implications
4.0 (Industry	Moderate understanding of Industry 4.0 and its potential
4.0 Vision	Well-defined vision for Industry 4.0 transformation
	Strong commitment to Industry 4.0 as a strategic priority
	<b>To what extent are your digital initiatives aligned with your overall business strategy?</b>
Ευθυγράμμιση	No alignment between digital initiatives and business strategy
Στρατηγικής	Limited integration of digital initiatives with business strategy
(Strategy	Partial alignment between digital and business strategies
Alignment)	Strong integration of digital initiatives with business strategy
	Fully aligned digital initiatives supporting business strategy
	<b>What is the core your strategy towards Industry 4.0 ?</b>
Δυνατότητες	Not a specific approach
Εταιρείας	Industry 4.0 strategy is focused on technology
(Company	Industry 4.0 strategy is focused on business outcomes
Capabilities)	Industry 4.0 strategy is focused on people
	Industry4.0 strategy is focused on all dimensions (People, Process, Technology)
Διακυβέρνηση	<b>How effectively does your organization manage risks and governance related to digital transformation?</b>
και Διαχείριση	Minimal risk management and governance practices
	Limited risk management and governance initiatives

Κινδύνων (Governance and Risk Management)	Moderate risk management and governance efforts
	Robust risk management and governance practices
	Strong risk management and governance culture

## Διάσταση 2 - Άνθρωποι & Κουλτούρα (People & Culture)

Πίνακας 3: Δείγμα ερωτήσεων - Άνθρωποι και Κουλτούρα

Sub-Dimension	Question
Ηγεσία 4.0 (Leadership 4.0)	<b>How would describe your Leadership team ?</b>
	Traditional leadership with limited digital awareness
	Some leaders with digital understanding
	A few digitally savvy leaders driving transformation
	Strong presence of digital leaders across the organization
Συνεργασία (Collaboration)	<b>Digital leadership at all levels, fostering innovation and change</b>
	<b>How would you describe your internal collaboration?</b>
	There is hardly any cooperation between top management and employees'
	Team Leaders have a direct cooperation with management
	Open communication culture between management and workforce
Διαχείριση Αλλαγής	All individual employees can communicate with supervisors and management about the vision
	There is a joint effort towards the future strategy . Everyone collaborates as partners of the company
	<b>How well does your organization manage and adapt to changes driven by digital transformation?</b>
	Resistant to change and without change management practices
	Some experience of change management, but inconsistent application
	Moderate change management practices in specific cases

(Change Management)	Strong change management capabilities in key areas
	Advanced change management culture across the organisation
Εκπαίδευση & Ανάπτυξη (Learning & Development)	<b>What type of training opportunities are available to workforce</b>
	There are no learning opportunities
	Trainings directly related to the job description
	Specific trainings for the technical staff
	Trainings to develop other proficiencies and new skills
	Trainings to acquire new digital skills based on their digital affinities

### Διάσταση 3 - Τεχνολογία (Technology)

Πίνακας 4: Δείγμα ερωτήσεων - Τεχνολογία

Sub-Dimension	Question
	<b>How would you describe your Data Management structure?</b>
Αρχιτεκτονική Δεδομένων (Data Architecture)	Unstructured with no digital trail
	Data in silos and basic tools (eg. excel , SharePoints)
	Data centralized in data platform/warehouse
	Data centralized in data platform/warehouse supporting analytics
	Central data systems for structure & unstructured data with real-time analysis capabilities
	<b>How would you describe your IT/OT integration state ?</b>
Ψηφιακή Υποδομή (Digital Infrastructure)	Data silos without any data exchange
	Data is gathered mainly manually , with minimal data exchange between OT/IT systems
	Business and operational data are on yet leveraged to drive decision making. Data acquisition happens within OT layer, without data contextualization.
	Some data exchange between OT and IT layers with real-time capabilities

	Advanced technologies with predictive or prescriptive capabilities are used to optimize Operations
<b>Έξυπνο Εργοστάσιο (Smart Shopfloor)</b>	<b>How would you role the shoofloor connectivity ?</b>
	Machines and other shop floor entities function as stand-alone systems Data (if any) is transferred using intermediate hardware, like a memory stick, flash card memory, etc..
	Some equipment is connected to a company network. Data is transferred manually to or from the equipment
	Equipment is connected to a company network providing access to the most important information and enabling the transfer of information to and from the machine.
	All vital equipment is connected and intelligence is added through the integration of sensors, gateways, etc. The exchange of data between machines and other shop floor entities is carried out via the network through middleware and/or MES systems.
	All shoofloor equipment is connected and transmit data seamless. All shop floor entities are smart and connected in an open way and autonomously share information. Data communication is carried out via standardised and open data structures.
<b>Κυβερνοασφάλεια (Cybersecurity)</b>	<b>What measures have you taken to raise awareness about IT Security ?</b>
	None
	One time training to inform employees
	We provide frequent optional trainings
	We provide frequent mandatory trainings
	We have training programs for all employees

#### Διάσταση 4 – Λειτουργίες (Operations)

Πίνακας 5: Δείγμα ερωτήσεων - Λειτουργίες

Sub-Dimension	Question
	<b>Describe your maintenance strategy?</b>
	Reactive or breakdown driven maintenance ( run-to-failure)



<b>Συντήρηση 4.0</b> (Maintenance 4.0)	Time or usage based maintenance are regularly performed to avoid breakdowns.
	Condition-based maintenance. Maintenance is managed based on current technology usage, eg. interventions at pre-determined equipment usage levels
	Predictive maintenance is being executed making sure interventions are only done in needed
	Prescriptive maintenance. Maintenance requirements are predicted and triggered automatically based on real-time analysis of asset health parameters by advanced algorithms.
<b>How do you manage quality data?</b>	
<b>Έξυπνη Ποιότητα</b> (Smart Quality)	No structured way
	Stored in a physical archive
	Stored in a digital archive
	Entered manually in a digital quality system
	Collected and streamed automatically to a digital quality system
<b>Which of the following technologies do you use to track products ?</b>	
<b>Αποθήκη 4.0</b> (Warehouse 4.0)	None
	Spreadsheets and documents in paper form
	Spreadsheets and documents in digital form
	Radio Frequency Identification (RFID) or Near Field Communication (NFC) Barcode scanning systems or devices
	Machine Vision Systems
<b>How would you describe your Operational Excellence program?</b>	
<b>Διαχείριση Λειτουργιών</b> (Operations Management)	We do not have an OPEX program
	Key goals of OpEx programs are monitored
	OpEx goals are aligned with our enterprise-level objectives
	There's a person in charge of implementing an OpEx programm

There is clearly allocated budget dedicated to the OpEx

## Διάσταση 5 - Εφοδιαστική Αλυσίδα (Supply Chain)

Πίνακας 6: Δείγμα ερωτήσεων - Αλυσίδα εφοδιασμού

Sub-Dimension	Question
Σχεδιασμός Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Design)	<b>How well does your organization incorporate digital technologies in the design and optimization of its supply chain?</b>
	Minimal use of digital technologies in supply chain design
	Limited integration of digital technologies in supply chain design processes
	Some digital technologies adopted for supply chain optimization
	Advanced utilization of digital technologies for efficient supply chain design
	Fully digitalized and optimized supply chain design with real-time visibility
Προμήθειες 4.0 (Procurement 4.0)	<b>To what extent does your organization utilize digital technologies for procurement and supplier management?</b>
	Minimal integration of digital technologies in procurement processes
	Limited use of digital technologies for procurement optimization
	Some adoption of digital technologies for supplier management
	Advanced utilization of digital technologies for efficient procurement
	Fully digitized procurement processes with real-time supplier collaboration
Διαχείριση Αποθεμάτων (Inventory Management)	<b>How effectively does your organization leverage digital technologies for inventory management ?</b>
	Pen and Paper to monitor inventory data. No digital tools available to support forecasts and spare parts replenishment.
	Limited integration of digital technologies in inventory control processes
	Inventory management tools are deployed for data acquisition and analysis. External data are available to actively forecast demand, while MRO replenishment is based on simple analysis models.
	Advanced utilization of digital technologies for efficient inventory management

	Advanced technologies with predictive capabilities, to support MRO planning and real-time automatic management of inventory levels.
Διανομή (Distribution)	How would you describe your interaction with the logistics partners?
	Manual communications and data sharing
	Basic data sharing with value chain stakeholders
	Few major partners of the logistics network are connected via standardized yet point-to-point interfaces (e.g. EDI).
	A logistics network is used to com extent, but still a la number of partners are connected.
	End-to end integration with back-end logistics to connect with the logistics network.

## Διάσταση 6 - Βιωσιμότητα (Sustainability)

Πίνακας 7: Δείγμα ερωτήσεων - Βιωσιμότητα

Sub-Dimension	Question
	<b>How would you describe your organizations sustainability reporting structure?</b>
Στρατηγική και Διακυβέρνηση Βιωσιμότητας (Sustainability Strategy and Governance)	Do not have sustainability reports
	High level sustainability disclosure on media
	Industry standard sustainability reports
	Sustainability performance aspects are integrated to the financial disclosures
	Full sustainability disclosure and integrated with annual finance reporting cycles
	<b>The company monitors environmental impacts</b>
Διαχείριση Πόρων (Resources Management)	Aside from obligatory targets n other KPIs are set to address the environmental impact of the company
	Basic measurement, benchmarking and communication around environmental impact
	The company implements a structural approach with KPIs that go beyond the rules and regulations.
	An integrated approach is defined and implemented in order to achieve continuous improvement of KPIs related to environmental impact.

	The ecological footprint reduction aims at a reduction of the environmental impact over the entire value chain.
<b>Εμπλοκή με Συνεργάτες &amp; Καινοτομία (Engagement with Partners &amp; Innovation)</b>	How well does your organization collaborate with stakeholders and partners to drive sustainability and innovation ?
	Minimal collaboration with stakeholders and limited focus on sustainability and innovation
	Limited engagement with stakeholders and some initiatives for sustainability and innovation
	Moderate collaboration with selected stakeholders for sustainability and innovation
	Active engagement with a network of stakeholders for sustainable innovation
	Strong ecosystem of collaborative sustainability and innovation initiatives with stakeholders
<b>Υγεία και Ασφάλεια των Εργαζομένων (Employee Health and Safety)</b>	<b>How do you manage the Environment, Health &amp; Safety (EHS) processes</b>
	No defined process in place
	Paper-based documentation
	Spreadsheets and Databases
	Homegrown software solution
	EHS software

## Διάσταση 7 - Επιχειρηματικό Μοντέλο (Business Models)

Πίνακας 8: Δείγμα ερωτήσεων - Επιχειρηματικό Μοντέλο

Sub-Dimension	Question
	<b>How do you explore new concepts and ideas?</b>
<b>Διαχείριση Καινοτομίας</b>	Do not apply
	We collaborate with external stakeholders on a regular basis
	Employees go through workshops that Lida to new ideas
	We leverage an internal incubation platform to drive collaboration and innovation

<b>(Innovation Management)</b>	We collaborate with universities , research centers and other organizations
<b>To what extent does your organization incorporate digital technologies into its product offerings?</b>	
<b>Έξυπνα Προϊόντα (Smart Products)</b>	Non integration of digital technologies
	Minimal use of digital technologies
	Some digital features in products
	Significant integration of digital technologies
	Fully digitalized product offerings
<b>How well does your organization collaborate with external partners and stakeholders to drive innovation?</b>	
<b>Οικοσύστημα Καινοτομίας (Innovation Ecosystem)</b>	Minimal collaboration with external partners
	Limited initiatives for innovation
	Moderate focus on innovation
	Proactive support for innovation
	Strong commitment to fostering innovation
<b>Do you collaborate with customers and partners as part of the product innovation process?</b>	
<b>Ψηφιακή Εμπειρία Πελάτη (Digital Customer Experience)</b>	Customer in not involved in product ideation and development
	Customer feedback generated by traditional sources (eg. surveys)
	Customer feedback is cascaded to Product Development
	External Stakeholders are active engaged in the product design process
	External and Internal alignment is vital for Product Development

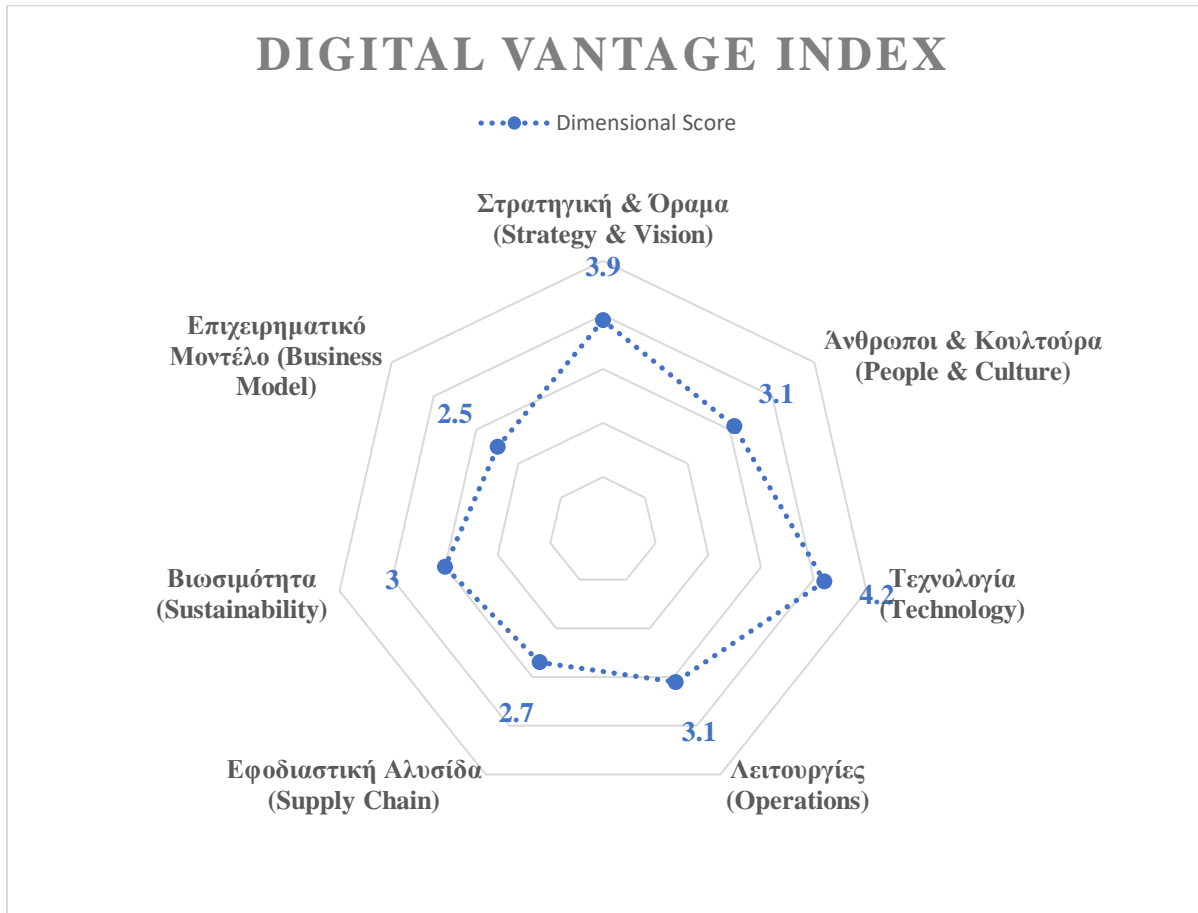
#### 4.3.2 Digital Vantage Index μεθοδολογία

Ο Digital Vantage Index – DVI παρέχει μια συνολική εικόνα της προόδου της οργάνωσης σε διάφορες διαστάσεις και υποδιαστάσεις της ψηφιακής διαδικασίας. Ο δείκτης υπολογίζεται μέσω του μέσου όρου των βαθμολογιών κάθε διάστασης, οι οποίες αντιστοιχούν στον μέσο όρο των

βαθμολογιών των αντίστοιχων υποδιαστάσεων και σχετιζόμενων ερωτήσεων. Υπενθυμίζουμε ότι κάθε ερώτηση μπορεί να πάρει από 1 έως 5 πόντους ανάλογα με την επιλεγμένη απάντηση.

- Κάθε ερώτηση στο ερωτηματολόγιο αντιστοιχεί σε κλίμακα από το 1 έως το 5, όπου:
  - Το 1 υποδεικνύει χαμηλή ψηφιοποίηση ή ωριμότητα για την δεδομένη ερώτηση
  - Το 5 υποδεικνύει ισχυρές δυνατότητες και υψηλή ωριμότητα για την δεδομένη ερώτηση
- Βαθμολογία Διαστάσεων
  - Για να υπολογιστεί η βαθμολογία για κάθε διάσταση, υπολογίζεται ο μέσος όρος των βαθμολογιών όλων των υποδιαστάσεων που ανήκουν σε αυτήν την διάσταση. Για παράδειγμα, αν μια διάσταση έχει τέσσερις υποδιαστάσεις και η καθεμία έχει βαθμολογία 2, η βαθμολογία της συγκεκριμένης διάστασης θα είναι  $(2+2+2+2) / 4 = 2$ .
- Βαθμολογία Υποδιαστάσεων
  - Για να υπολογιστεί η βαθμολογία για κάθε υποδιάσταση, υπολογίζεται ο μέσος όρος που προκύπτει από τις ερωτήσεις που συγκαταλέγονται σε αυτή την υποδιαστάσεις. Για παράδειγμα, αν μια υποδιάσταση έχει έξι ερωτήσεις και οι βαθμολογίες είναι 3, 4, 5, 4, 4 και 2 τότε η βαθμολογία της υποδιάστασης θα είναι  $(3+4+5+4+4+2) / 6 = 3.66$
- Υπολογισμός Συνολικού δείκτη – DVI
  - Ο συνολικός δείκτης υπολογίζεται μέσω του μέσου όρου των βαθμολογιών όλων των διαστάσεων. Προσθέστε τις βαθμολογίες όλων των διαστάσεων και διαιρέστε το άθροισμα με τον συνολικό αριθμό των διαστάσεων. Για παράδειγμα, αν οι βαθμολογίες είναι 4, 3.8, 4.2, 3.5, 4.6, 3.9 και 4.1, ο συνολικός δείκτης θα είναι  $(4+3.8+4.2+3.5+4.6+3.9+4.1) / 7 = 4.0$ .
- Οπτικοποίηση μέσω διαγράμματος ραντάρ:
  - Η βαθμολογία κάθε διάστασης και ο συνολικός δείκτης μπορούν να απεικονιστούν οπτικά μέσω ενός διαγράμματος ραντάρ (radar graph). Το διάγραμμα ραντάρ παρουσιάζει τις βαθμολογίες ως ακτίνες που ακολουθούν τη μορφή ενός πολυγώνου. Κάθε πλευρά του πολυγώνου αντιστοιχεί σε μια διάσταση και η απόσταση από το κέντρο του πολυγώνου αντιπροσωπεύει τη βαθμολογία. Έτσι,

μπορείτε να δείτε γραφικά την ψηφιακή ωριμότητα σε κάθε διάσταση και να τη αντιπαραθέσετε με άλλα παραδείγματα ανάλυσης.



Εικόνα 20 : Παράδειγμα δείκτη - Radar graph

Με την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων σε ένα διάγραμμα ραντάρ, έχουμε μια συνολική εικόνα της ψηφιακής κατάστασης. Συμπερασματικά, η μεθοδολογία υπολογισμού του Δείκτη (DVI) προσφέρει ουσιαστικά οφέλη στην αξιολόγηση και τη μέτρηση της ψηφιακής ωριμότητας. Οι βασικοί τομείς όπου η μεθοδολογία παρέχει οφέλη περιλαμβάνουν:

- **Αντικειμενικότητα:** Η μέθοδος παρέχει ένα πλαίσιο για τη μέτρηση και την αξιολόγηση της ψηφιακής ωριμότητας σε διάφορους τομείς της οργάνωσης. Αυτό επιτρέπει στην οργάνωση να αναγνωρίσει τις δυνατότητές της και τις περιοχές που χρειάζονται βελτίωση, προσφέροντας ένα αντικειμενικό μέτρο προόδου.
- **Προσαρμογή της ψηφιακής στρατηγικής:** Με την αξιολόγηση της ψηφιακής ωριμότητας σε διάφορες διαστάσεις, η οργάνωση μπορεί να εκτιμήσει το επίπεδο συμβατότητας με την

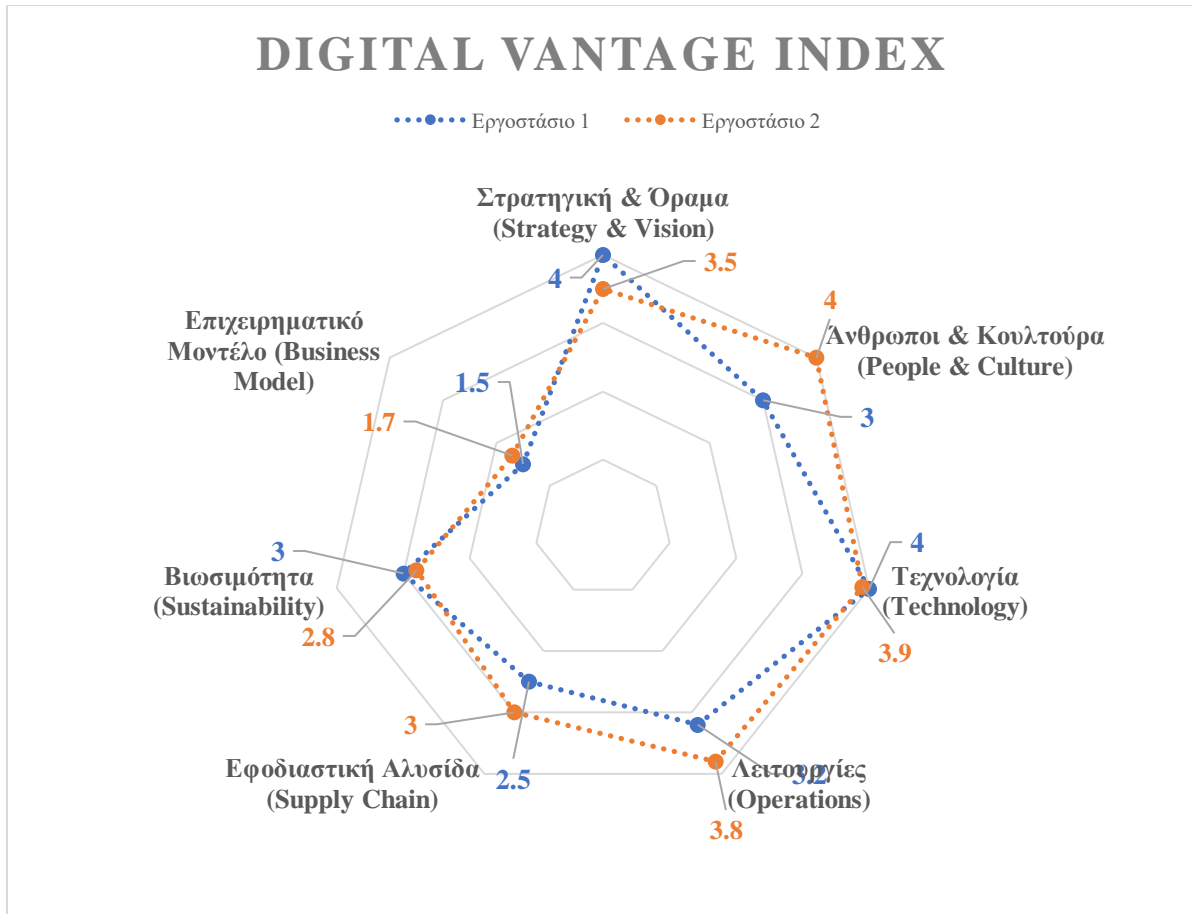
ψηφιακή στρατηγική της. Αυτό επιτρέπει την προσαρμογή και την ενίσχυση της στρατηγικής προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της οργάνωσης.

- Παρακολούθηση της προόδου: Η μέθοδος παρέχει ένα μέσο παρακολούθησης της προόδου της οργάνωσης στον τομέα της ψηφιακής ωριμότητας. Με την ανάλυση των δεδομένων και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε μια οπτική γραφική απεικόνιση, είναι δυνατό να παρακολουθείται η πρόοδος σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα και να γίνονται αναλύσεις για τη λήψη αποφάσεων.
- Σύγκριση μεταξύ οργανισμών: Η μέθοδος επιτρέπει τη σύγκριση της ψηφιακής ωριμότητας μεταξύ διαφορετικών μεταξύ διαφορετικών οργανισμών. Αυτό βοηθά στην αναγνώριση των βέλτιστων πρακτικών και την προώθηση της συνεχούς βελτίωσης σε όλο τον οργανισμό.

#### 4.4 Εφαρμογή πλαισίου - Case studies

Στα πλαίσια της εφαρμογής και δοκιμής του πλαισίου Ψηφιακής Ωριμότητας, το ερωτηματολόγιο εξετάστηκε σε δύο πραγματικές περιπτώσεις εργοστασίων. Για λόγους ασφάλειας και ιδιωτικότητας των δεδομένων οι λεπτομέρειες των χρηστών δεν θα αποκαλυφθούν καθώς και η ανάλυση των επιμέρους αποτελεσμάτων. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα παρουσιαστεί ο τελικός δείκτης που προέκυψε και οι σχετικές παρατηρήσεις. Αναφορικά πρόκειται για εργοστάσια στον τομέα της παραγωγής ηλιακών συστημάτων με δραστηριότητα στην Ελλάδα και στο εξωτερικό και την παραγωγή προϊόντων θερμικής μόνωσης για βιομηχανικές εφαρμογές με δραστηριότητα στο εξωτερικό.





Εικόνα 21: Παράδειγμα δείκτη DVI για case studies

Βλέπουμε ότι ο συνολικός δείκτης Digital Vantage Index (DVI) είναι σχετικά χαμηλός με τελικό σκορ 3 στην πρώτη περίπτωση και 3.2 στην δεύτερη περίπτωση. Εξετάζοντας τις διαστάσεις βλέπουμε ότι και στις δύο περιπτώσεις έχουμε ισχυρό στρατηγικό όραμα που δείχνει ότι τα εργοστάσια έχουν υπό εξέταση την Βιομηχανία 4.0. Επιπλέον συγκεντρώνουν ένα καλό σκορ στις διαστάσεις της Τεχνολογίας και Λειτουργιών και ιδιαίτερα στην υπο-διάσταση του Έξυπνου εργοστασίου και της συντήρησης διαθέτοντας ψηφιακές λύσεις για την συντήρηση και ένα μεγάλο βαθμό αυτοματοποίηση στο κομμάτι της παραγωγικής διαδικασίας. Τέλος επιβεβαιώνεται μέσα από τις περιπτώσεις η τάση που παρατηρείται στην αγορά και ιδιαίτερα στην ελληνική βιομηχανική πραγματικότητα, όπου δεν δίνεται έμφαση στο κομμάτι της δημιουργίας ενός οικοσυστήματος καινοτομίας για την εύρεση λύσεων για διαφοροποίηση και ανταγωνιστικότητα των σημερινών επιχειρηματικών μοντέλων. Ενώ φαίνεται ότι η σχεδίαση στρατηγικών για την βιωσιμότητά βρίσκεται στη ατζέντα των βιομηχανιών ωστόσο δεν έχουν γίνει ακόμη σημαντικές επενδύσεις σε πράσινες τεχνολογικές λύσεις (cleantech). Επιπλέον η διάσταση της εφοδιαστικής

αλυσίδα σκοράρει χαμηλά που επαφίεται κυρίως στην δυσκολία εύρεσης αξιόπιστων τεχνολογικών λύσεων λόγω της πολυπλοκότητας και της ιδιαιτερότητας των λειτουργιών, παρότι η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί παγκοσμίως ένα σημαντικό πεδίο στην ευημερία της βιομηχανίας με αρκετές διαταραχές. Επίσης σημαντικές παρατηρήσεις που προέκυψαν είναι ότι κάποιες ερωτήσεις που αναφέρονται στα προϊόντα και την διαχείριση των υλικών πρέπει να αναδιατυπωθούν αναλόγως με την περίπτωση δηλαδή εάν ο ενδιαφερόμενος ανήκει στην διακριτή (discrete manufacturing) η την συνεχή παραγωγική διαδικασία (process manufacturing). Επιπλέον θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο για την αγορά εάν οι διαστάσεις της Αποθήκης και του Εφοδιαστικής αλυσίδας επεκταθούν περαιτέρω ξεφεύγοντας από τα πλαίσια του εργοστασίου και εξετάζοντας όλες τις επιμέρους logistics διαδικασίες κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας του οργανισμού.

## 5. Πλαίσιο προτεραιότητας - Ανάλυση κόστους (Φάση Ανάλυσης)

Το επόμενο βήμα στο πλαίσιο του ψηφιακού μετασχηματισμού είναι η αναγνώριση των περιοχών του εργοστασίου με την μεγαλύτερη αξία για άμεση ψηφιοποίηση μέσω της αναγνώρισης του οικονομικού αντίκτυπου στη καθημερινή λειτουργία και παράλληλα η προτεραιοποίηση όλων των περιοχών και λειτουργιών για την στρατηγική προσέγγιση του ψηφιακού μετασχηματισμού. Για το σκοπό αυτό παρουσιάζεται ένα μοντέλο βασισμένο σε ευρέως γνωστούς μεθόδους και όρους στην βιομηχανία, για την οριοθέτηση των απωλειών στα εργοστάσια και την οικονομική ανάλυση των απωλειών που μπορούν να μειωθούν σταδιακά με την υιοθέτηση τεχνολογιών και καινοτομιών.

### 5.1 Εισαγωγή

Η κατανόηση και η μείωση των απωλειών αποτελεί ζωτική ανάγκη για τη βιώσιμη επιτυχία. Τα εργοστάσια αντιμετωπίζουν πολλές προκλήσεις που μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την οικονομική τους απόδοση, από την κακή λειτουργία των μηχανών και τις ανεπάρκειες στην παραγωγή έως τα προβλήματα ποιότητας και τις αποτυχίες που σχετίζονται με την εργατικό δυναμικό. Για να αντιμετωπίσουν αυτήν την πρόκληση, απαιτείται μια σφαιρική και βασισμένη σε δεδομένα προσέγγιση για την ακριβή ανάλυση των οικονομικών απωλειών που υφίστανται σε ένα εργοστάσιο και να κατανοήσουν την πλήρη έκταση και την επίδραση των απωλειών στις λειτουργίες εξυπηρετώντας διάφορους λόγους :

- Εντοπισμός Δυνατοτήτων Βελτίωσης με βάση τα δεδομένα για τον εντοπισμό και την προτεραιοποίηση των περιοχών βελτίωσης. Γνωρίζοντας πού επικεντρώνονται οι απώλειες, τα εργοστάσια μπορούν να εστιάσουν τις προσπάθειές τους στις περιοχές που προσφέρουν το μεγαλύτερο δυναμικό βελτίωσης και επιστροφής αξίας από την υιοθέτηση τεχνολογιών.
- Βελτιστοποίηση των Πόρων: Η κατανόηση των απωλειών επιτρέπει την βελτιστοποίηση στην χρήση των πόρων την παραγωγής. Αναγνωρίζοντας τις περιοχές όπου παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες απώλειες, μπορούν να προγραμματίσουν οι πόροι τους και να εστιάσουν σε περιοχές βελτίωσης που θα έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση.
- Αυξημένη Απόδοση και Κερδοφορία: Η μείωση των απωλειών οδηγεί σε αυξημένη απόδοση και κερδοφορία. Μέσω της υιοθέτησης των σωστών τεχνολογιών και με στρατηγική σειρά μπορεί να επιτευχθεί αυξημένη παραγωγική ικανότητα, μείωση των λειτουργικών εξόδων και αυξημένη κερδοφορία.

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται ένα μοντέλο βασισμένο στην λογική που χρησιμοποιεί μετρικές όπως η Συνολική Απόδοση του Εξοπλισμού (Overall Equipment Effectiveness - OEE) και οι ώρες λειτουργίας των μηχανών (Machine Hour Rate) και οι εργασιακές δραστηριότητες για τον υπολογισμό των οικονομικών κοστών που συνδέονται με διάφορους παράγοντες. Η Συνολική Απόδοση του Εξοπλισμού (OEE) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μετρική που αξιολογεί την αποτελεσματικότητα μιας μηχανής ή μιας ολόκληρης γραμμής παραγωγής. Λαμβάνει υπόψη τις βασικούς παράγοντες διαθεσιμότητα, απόδοση και ποιότητα:

- Διαθεσιμότητα: Αυτός ο παράγοντας μετρά το πραγματικό χρόνο λειτουργίας μιας μηχανής σε σχέση με τον προγραμματισμένο χρόνο παραγωγής. Λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως ο χρόνος αδράνειας λόγω βλαβών, αλλαγών και προγραμματισμένης συντήρησης. Μέσω της αναγνώρισης και μείωσης του χρόνου αδράνειας, οι κατασκευαστές μπορούν να ελαχιστοποιήσουν τις απώλειες παραγωγής και να μεγιστοποιήσουν τη διαθεσιμότητα των μηχανών.
- Απόδοση: Αυτός ο παράγοντας αξιολογεί το πραγματικό ρυθμό παραγωγής μιας μηχανής σε σχέση με το μέγιστο δυνατό ρυθμό της. Λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως οι απώλειες ταχύτητας, μικρές διακοπές και μειωμένη ταχύτητα λόγω ανεπαρκών συνθηκών

λειτουργίας. Μέσω της βελτίωσης της απόδοσης της μηχανής, οι κατασκευαστές μπορούν να αυξήσουν την παραγωγή και την αποδοτικότητα.

- **Ποιότητα:** Αυτός ο παράγοντας αξιολογεί την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων μετρώντας τον αριθμό των ελαττωματικών προϊόντων ή των απορριφθέντων προϊόντων. Λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως ο επαναπροσδιορισμός, οι απορρίψεις και τα προβλήματα ποιότητας. Μέσω της βελτίωσης των διαδικασιών ελέγχου ποιότητας και της ελαχιστοποίησης των ελαττωμάτων, οι κατασκευαστές μπορούν να μειώσουν τα απορρίμματα και να βελτιώσουν τη συνολική απόδοση[28].

$$A \times P \times Q = OEE$$

Εικόνα 22: Υπολογισμός OEE (oee.com)

Το Machine Hour Rate η ωριαίο κόστος της μηχανής είναι μια μετρική που υπολογίζει το κόστος λειτουργίας μιας μηχανής ανά ώρα λειτουργίας. Λαμβάνει υπόψη διάφορα στοιχεία κόστους, όπως η απόσβεση της μηχανής, η κατανάλωση ενέργειας, τα έξοδα συντήρησης, τα έξοδα εργατικού δυναμικού και τα έξοδα επικουρικών εργασιών. Η συσχέτιση μεταξύ του OEE και του Machine Hour Rate βρίσκεται στο γεγονός ότι όταν το OEE αυξάνει, μειώνονται οι απώλειες παραγωγής και βελτιώνεται η παραγωγικότητα της μηχανής. Αυτό οδηγεί σε μείωση του ωριαίου κόστους, καθώς οι διάφοροι πόροι για τη λειτουργία της μηχανής χρησιμοποιούνται πιο αποδοτικά και αποφέρουν μεγαλύτερη παραγωγή ανά χρονική μονάδα [29]. Παρέχει μια σαφή κατανόηση των εξόδων που προκύπτουν από τη λειτουργία μιας μηχανής για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μέσω του υπολογισμού του Machine Hour Rate, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να αξιολογήσουν την κοστολογική αποδοτικότητα των μηχανών τους και να λάβουν ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με τη βελτιστοποίηση των διεργασιών παραγωγής και τη μείωση των δαπανών. Όταν μιλάμε για το κόστος παραγωγής ενός προϊόντος, υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες εξόδων που πρέπει να λάβουμε υπόψη: τα άμεσα έξοδα και τα έμμεσα έξοδα. Τα στοιχεία που αναλύθηκαν χρησιμοποιούνται σαν βάση στο μοντέλο για τον υπολογισμό των απωλειών που προκύπτουν από την παραγωγική διαδικασία και τις μηχανές, δηλαδή τα άμεσα έξοδα. Αυτά τα έξοδα είναι εύκολα μετρήσιμα και σχετίζονται με τα υλικά, την εργασία και τις μηχανές που απαιτούνται για την παραγωγή του προϊόντος. Επιπλέον τα έμμεσα έξοδα που δεν μπορούν να συνδεθούν απευθείας

με την παραγωγή ενός προϊόντος λαμβάνονται υπόψη από το μοντέλο. Αυτά τα έξοδα συνήθως περιλαμβάνουν τα έξοδα για το προσωπικό που διαχειρίζεται την παραγωγή, τα έξοδα συντήρησης και επισκευής των μηχανών, τα έξοδα για τον χώρο παραγωγής και τα έξοδα για την αποθήκευση και τη διαχείριση των αποθεμάτων.

Στην συγκεκριμένη εργασία ορίζουμε δύο κατηγορίες οικονομικών λειτουργιών που αποφέρουν απώλειες που μπορούν να αξιοποιήσουν την τεχνολογία για την μείωση των εξόδων και την αύξηση της αποδοτικότητας, τις άμεσες λειτουργίες και τις έμμεσες λειτουργίες



Εικόνα 23: Κατηγοριοποίηση λειτουργιών

Οι άμεσες λειτουργίες αναφέρονται σε δραστηριότητες που εμπλέκονται άμεσα στην πυρήνα της διαδικασίας παραγωγής και έχουν άμεση επίδραση στην παραγωγή. Αυτές οι λειτουργίες είναι υπεύθυνες για τη μετατροπή των πρώτων υλών σε τελικά προϊόντα. Πιο συγκεκριμένα :

- Παραγωγή: Αυτή η λειτουργία περιλαμβάνει την παραγωγή των προϊόντων. Περιλαμβάνει τις διαδικασίες που απαιτούνται για να μετατραπούν οι πρώτες ύλες σε τελικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών κατεργασίας, συναρμολόγησης και συσκευασίας.
- Ανθρώπινο δυναμικό/Χειριστές: Αυτή η λειτουργία αφορά την διαχείριση του προσωπικού που εμπλέκεται στις γραμμές παραγωγής και χειρίζεται μηχανές.

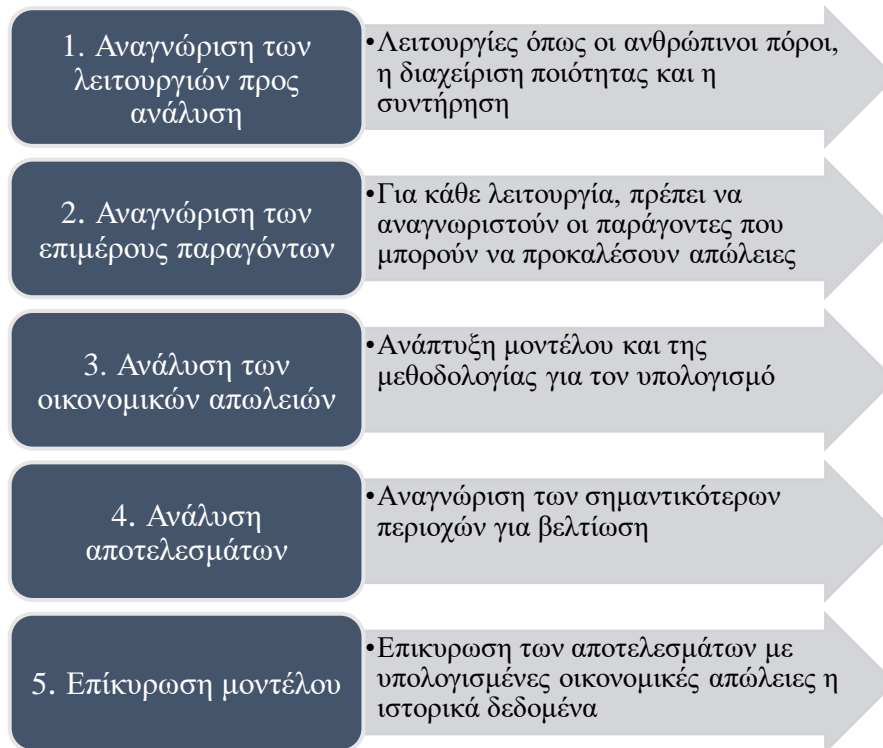
- **Ενέργεια:** Αυτή η λειτουργία εστιάζει στη διαχείριση και τη βελτίωση της κατανάλωσης ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης, την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και την χρήση βιώσιμων ενεργειακών πηγών για τη μείωση του αντίκτυπου στο περιβάλλον και την εξοικονόμηση κόστους.
- **Διαχείριση Ανταλλακτικών:** Η διαχείριση των ανταλλακτικών αποτελεί σημαντική πτυχή της διαδικασίας παραγωγής, καθώς εξασφαλίζει τη διαθεσιμότητα των απαραίτητων εξαρτημάτων για την ομαλή λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας και την ελαχιστοποίηση του χρόνου αντικατάστασης.
- **Συντήρηση:** Αυτή η λειτουργία αφορά τη συντήρηση και επισκευή των μηχανών και του εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή. Περιλαμβάνει την προγραμματισμένη συντήρηση, τις επισκευές και την αντικατάσταση μηχανημάτων για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας και αποτελεσματικότητας.

Οι έμμεσες λειτουργίες αναφέρονται σε δραστηριότητες που δεν είναι άμεσα συνδεδεμένες με την πυρήνα της παραγωγής, αλλά συνδέονται γενικότερα με τη βιομηχανική διαδικασία. Αυτές οι λειτουργίες υποστηρίζουν την ομαλή λειτουργία των διαδικασιών παραγωγής και συνδέονται με την οργανωτική δομή, τη διαχείριση των αποθεμάτων και την υποστήριξη των παραγωγικών δραστηριοτήτων. Πιο συγκεκριμένα :

- **Πληροφορική/Τεχνολογία:** Αυτή η λειτουργία ασχολείται με τη διαχείριση και υποστήριξη της τεχνολογικής υποδομής και συστημάτων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων, των συστημάτων, του λογισμικού και της ασφάλειας δεδομένων.
- **Ποιότητα:** Αυτή η λειτουργία ασχολείται με τον έλεγχο και την εξασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων κατά τη διάρκεια της παραγωγής. Περιλαμβάνει διάφορες διαδικασίες ελέγχου, δοκιμών και παρακολούθησης για να εξασφαλίσει ότι τα προϊόντα πληρούν τις προδιαγραφές ποιότητας.
- **Αποθήκευση και διαχείριση αποθεμάτων:** Αυτή η λειτουργία περιλαμβάνει τη διαχείριση των αποθεμάτων που απαιτούνται για την παραγωγή, συμπεριλαμβανομένης της αποθήκευσης, επιτήρησης αποθεμάτων και παρακολούθησης των αποθεμάτων.

- Υγεία, Ασφάλεια και Περιβάλλον (EHS): Αυτή η λειτουργία επικεντρώνεται στη διασφάλιση της ασφάλειας των εργαζομένων και της προστασίας του περιβάλλοντος. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εφαρμογή πολιτικών και διαδικασιών ασφάλειας, την εκπαίδευση του προσωπικού για την ασφάλεια στον χώρο εργασίας και την τήρηση των περιβαλλοντικών προδιαγραφών.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα επιμέρους βήματα που οδήγησαν στην ανάπτυξη του μοντέλου.



Εικόνα 24: Βήματα ανάπτυξης μοντέλου

Αναλύοντας περαιτέρω την διαδικασία, βήμα 1 έχει παρουσιαστεί πιο πάνω με την αναγνώριση των λειτουργιών προς εξέταση. Τα βήματα 2 και 3 θα παρουσιαστούν στην επόμενη ενότητα ξεχωριστά για κάθε κατηγορία, ενώ τα βήματα 4 και 5 ακολουθούν τη υλοποίηση του μοντέλου με πραγματικά δεδομένα για την ερμηνεία και την επικύρωση των αποτελεσμάτων. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας παρουσιάζεται το πλαίσιο του μοντέλου και η λογική ανάπτυξη τους.

## 5.2 Ανάλυση άμεσων λειτουργιών

Σε αυτή την ενότητα αναπτύσσεται το μοντέλο υπολογισμού, που σχετίζεται με τις άμεσες λειτουργίες όπως κατηγοριοποιήθηκαν στην πιο πάνω ενότητα.

### 5.2.1 Απώλειες παραγωγής

Η ανάλυση των απωλειών της παραγωγής επικεντρώνεται στην αξιολόγηση των δαπανών που συνδέονται με τη διαδικασία παραγωγής. Αναλύοντας του κόστος παραγωγής, οι επιχειρήσεις μπορούν να εντοπίσουν περιοχές ανεπάρκειας, να βελτιστοποιήσουν την κατανομή των πόρων και να λάβουν ενημερωμένες αποφάσεις. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούμε ως βάση της μέτρησης την λογική του OEE και απωλειών που συνδέονται με αυτόν τον δείκτη γνωστών και ως Six Big Losses. Οι έξι Μεγάλες Απώλειες (Six Big Losses) συνδέονται άρρηκτα με τους τρεις παράγοντες της Συνολικής Αποδοτικότητας Εξοπλισμού (OEE), οπότε οι ενέργειες για την αντιμετώπιση αυτών των απωλειών θα μεταφραστούν άμεσα σε μείωση της απώλειας Διαθεσιμότητας, Απόδοσης και της Ποιότητας. Η εστίαση στη μείωση αυτών των απωλειών αποτελεί ένα εξαιρετικό αφετηρία για τη βελτίωση με τη χρήση τεχνολογικών λύσεων[30].

Overall Equipment Effectiveness	Recommended Six Big Losses	Traditional Six Big Losses
Availability Loss	Unplanned Stops	Equipment Failure
	Planned Stops	Setup and Adjustments
Performance Loss	Small Stops	Idling and Minor Stops
	Slow Cycles	Reduced Speed
Quality Loss	Production Rejects	Process Defects
	Startup Rejects	Reduced Yield
OEE	Fully Productive Time	Valuable Operating Time

Εικόνα 25: OEE Six Big Losses – Έξι μεγάλες απώλειες (vorne.com)

Συνεχίζοντας με την ανάλυση της συνιστώσας το πρώτο βήμα είναι να υπολογίσουμε τα γενικά κόστη της παραγωγής [31]. Χρησιμοποιούμε έναν συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα για την εξέταση δεδομένων και για να είναι πιο εύκολη η συλλογή των δεδομένων και πιο κοντά στην πραγματικότητα προτείνεται το προηγούμενο οικονομικό έτος. Ξεκινάμε με τον υπολογισμό σε βήματα :



1. Κόστος παραγωγής (Total Production Cost) = Κόστος ενέργειας + κόστος άμεσης εργασίας + κόστος συντήρησης = 10.000.000 €

Ο χρήστης πρέπει να βάλει τα πραγματικά κόστη. Επίσης να επισημάνουμε ότι κόστος απόσβεσης των μηχανών δεν περιλαμβάνεται για λόγους απλούστευσης των υπολογισμών.

- Κόστος ενέργειας παραγωγής (Total Production Energy Cost) : το ετήσιο κόστος ενέργειας για τις ανάγκες της παραγωγικής διαδικασίας πχ. 2.000.000 €
  - Κόστος άμεσης εργασία (Total Direct Labor Cost) : το ετήσιο κόστος για τις αμοιβές των χειριστών πχ 6.000.000 €
  - Κόστος συντήρησης και επισκευής ( Spare Parts and Maintenance Cost) : Το ετήσιο κόστος της συντήρησης εμπεριέχοντας τα αναλώσιμα , τα ανταλλακτικά και ότι όλα σχετίζεται με την συντήρηση πχ . 2.000.000 €
2. Ετήσιες Λειτουργικές ώρες = Ετήσιες μέρες λειτουργίας x αριθμός βαρδιών ανά ημέρα x ώρες εργασίας ανά βάρδια = 8064 ώρες

Ο χρήστης πρέπει να βάλει τα πραγματικά δεδομένα:

- Ετήσιες μέρες λειτουργίας: Πόσες μέρες λειτουργεί το εργοστάσιο στον χρόνο πχ 336
  - Αριθμός βαρδιών ανά ημέρα: Πόσες βάρδιες εργασίας αλλάζουν σε μια μέρα πχ. 3
  - ώρες εργασίας ανά βάρδια: Το ωράριο εργασία της βάρδιας πχ. 8 ώρες
3. Στην συνέχεια διαιρώντας το Κόστος παραγωγής με τις συνολικές ώρες έχουμε το ωριαίο κόστος παραγωγής για το εργοστάσιο.
- Ωριαίο κόστος παραγωγής = Κόστος παραγωγής / Ετήσιες Λειτουργικές ώρες = 1240 €

4. Το επόμενο βήμα είναι να μοιράσουμε το συνολικό ωριαίο κόστος παραγωγής (Total machine hour rate) στις διάφορες παραγωγικές διαδικασίες (production processes) [32] [33]. Για τις ανάγκες της εργασίας θεωρούμε δύο γραμμές παραγωγής Γραμμή Παραγωγής 1 και Γραμμή Παραγωγής 2. Για να μπορέσουμε να μοιράσουμε το κόστος δημιουργούμε μια αναλογία με βάση των αριθμό των χειριστών. Δηλαδή εάν στην Γραμμή Παραγωγής 1 απασχολούνται 50 χειριστές και στην Γραμμή 2, 30 χειριστές (συνολικά 80) :

- Machine Hour Rate 1 = 50 / 80 = 63%
- Machine Hour Rate 2 = 30 / 80 = 38%
- Ωριαίο κόστος Γραμμή Παραγωγής 1 = Machine Hour Rate 1 x ωριαίο κόστος παραγωγής ( βήμα 3 )= 465 €

- Ωριαίο κόστος Γραμμή Παραγωγής 1 = Machine Hour Rate 2 x ωριαίο κόστος παραγωγής (βήμα 3) = 775 €
5. Τέλος ο χρήστης πρέπει να δημιουργήσει την λίστα με όλους του κωδικούς αναφοράς που καταγράφονται στην παραγωγική διαδικασία του. Στο τέλος της εργασίας παραθέτετε ένα παράρτημα με μια εκτεταμένη λίστα. Για τις ανάγκες της εργασίας θεωρούμε τους παρακάτω κωδικούς [57].

Γραμμή Παραγωγής	Κατηγορία απωλειών	Reason code
Γραμμή Παραγωγής 1	Planned Downtime	Product Changeovers
	Planned Downtime	Cleaning, Inspection And Lubrication
	Planned Downtime	Operator errors
	Planned Downtime	Calibrating Measurement Devices
	Planned Downtime	Machine Start Up / Shutdown
	Unplanned Downtime	Equipment Failure
	Unplanned Downtime	Lack Of Material Availability
	Unplanned Downtime	Electrical Breakdown
	Unplanned Downtime	Power outages
	Small stops	Equipment Blockage
	Small stops	Material Misfeeds
	Small stops	Adjusting Settings
	Slow Cycles	Mechanical Issues
	Slow Cycles	Equipment Design Issues
	Slow Cycles	Poor Lubrication
Production rejects	Material Contamination	
Production rejects	Presence Of Foreign Particles	
Startup rejects	Substandard Materials	
Startup rejects	Processing Fault	
Γραμμή Παραγωγής 2	Planned Downtime	Product Changeovers
	Planned Downtime	Cleaning, Inspection And Lubrication
	Planned Downtime	Breaks & Meetings
	Planned Downtime	Operational Stoppages
	Planned Downtime	Equipment Modification
	Unplanned Downtime	Human Error
	Unplanned Downtime	Lack Of Material Availability
	Unplanned Downtime	Equipment Mechanical Breakdown
	Unplanned Downtime	Power outages
	Small stops	Equipment Jams
	Small stops	Sensor Misfunction
	Small stops	Reconfiguring Equipment
	Slow Cycles	Improper Handling
	Slow Cycles	Poor Lubrication
	Slow Cycles	Quality Testing
	Production rejects	Presence Of Foreign Particles
	Production rejects	Material Contamination
	Startup rejects	Mishandle Equipment
Startup rejects	Recipe Or BOM Issues	

Εικόνα 26: Κωδικοί αιτιολογίας για το παράδειγμα

Σε αυτό το βήμα θα υπολογιστεί η απώλεια κόστους για κάθε κωδικό αιτιολογίας (reason code), χρησιμοποιώντας το ωριαίο κόστος της εκάστοτε Γραμμή Παραγωγής (βήμα 5) και τα δεδομένα του χρήστη. Οι κωδικοί αιτιολογίας είναι αναγνωριστές που χρησιμοποιούνται για να κατηγοριοποιήσουν και να ταξινομήσουν διάφορα είδη γεγονότων ή δραστηριοτήτων. Αυτοί οι

κωδικοί παρέχουν έναν τυποποιημένο τρόπο για την παρακολούθηση και ανάλυση των δεδομένων. Ενώ οι κωδικοί αιτιολογίας παρέχουν έναν τυποποιημένο τρόπο για την κατηγοριοποίηση και παρακολούθηση των γεγονότων ή των δραστηριοτήτων, το πλαίσιο των Έξι Μεγάλων Απωλειών επικεντρώνεται στην αναγνώριση και τη μείωση των κύριων αιτίων απώλειας παραγωγικότητας.

- Για κάθε κωδικό ο χρήστης πρέπει να καταγράφει τις εβδομαδιαίες ώρες (για ευκολία καταγραφής των δεδομένων) για τις οποίες στην γραμμή παραγωγής παρατηρείται Planned Downtime, Unplanned Downtime, Small Stop, Slow Cycle. Εφόσον συλλέξει τα δεδομένα υπολογίζει το εβδομαδιαίο κόστος απωλειών για κάθε κωδικό και στην συνέχεια το ετήσιο κόστος για κάθε κωδικό ανά γραμμή παραγωγής. Για κάθε κωδικό:
  - Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους (ανα κωδικό) = εβδομαδιαίες ώρες x Ωριαίο κόστος Γραμμή Παραγωγής (βήμα 4)
  - Ετήσιες απώλειες κόστους = Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους (ανα κωδικό) x 52 εβδομάδες τον χρόνο
- Για την περίπτωση του κόστους απώλειας υλικών (Material Waste), καθώς πρόκειται για άμεσο κόστος και δεν σχετίζεται άμεσα με τις ώρες λειτουργίας χρησιμοποιούμε ως βάση το εβδομαδιαίο κόστος. Ο χρήστης ορίζει για το μοντέλο την αναλογία του κόστους για τους διάφορους κωδικούς. Στην περίπτωση της μηχανής έχουμε κόστος απώλειας υλικών ίσο με 3327 € οπότε αυτό το κόστος μοιράζεται κατά 50% σε Material Contamination, 19% σε Presence Of Foreign Particles, 22% σε Substandard Materials και 9% σε Processing Fault. Έτσι έχουμε το κόστος που αντιστοιχεί σε κάθε κωδικό:
  - Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους (ανά κωδικό) = αναλογία κόστους x Συνολικό κόστος απώλειας υλικών
  - Ετήσιες απώλειες κόστους = Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους (ανά κωδικό) x 52 εβδομάδες τον χρόνο

Γραμμές παραγωγής	Κατηγορία απωλειών	Κωδικός	Εβδομαδιαίες ώρες	Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους	Ετήσιες απώλειες κόστους		
Γραμμή Παραγωγής 1	Planned Downtime	Product Changeovers	1.8	€ 1,376.26	€ 71,565.40	Total Energy Cost	€ 2,000,000.00
	Planned Downtime	Cleaning, Inspection And Lubrication	0.7	€ 538.44	€ 27,998.94	Spare Parts and Maitnenanc Cost	€ 2,000,000.00
	Planned Downtime	Operator errors	2.0	€ 1,546.18	€ 80,401.49	Direct Labor Cost	€ 6,000,000.00
	Planned Downtime	Calibrating Measurement Devices	1.4	€ 1,115.05	€ 57,982.82	Total Production Cost	€ 10,000,000.00
	Planned Downtime	Machine Start Up / Shutdown	0.8	€ 629.12	€ 32,714.17		
	Unplanned Downtime	Equipment Failure	1.2	€ 911.43	€ 47,394.22	Operational Days	336
	Unplanned Downtime	Lack Of Material Availability	0.6	€ 443.53	€ 23,063.71	Shifts	3
	Unplanned Downtime	Electrical Breakdown	1.5	€ 1,137.27	€ 59,138.06	Hours per shift	8
	Unplanned Downtime	Power outages	0.5	€ 398.87	€ 20,741.19	Operational Hours	8064
	Small stops	Equipment Blockage	0.4	€ 276.04	€ 14,354.18	Total Machine Hour Rate	€ 1,240.00
	Small stops	Material Misfeeds	0.6	€ 490.21	€ 25,490.85		
	Small stops	Adjusting Settings	0.4	€ 320.90	€ 16,687.01	Machine Hour Rate for Production process 1	€ 465.00
	Slow Cycles	Mechanical Issues	1.1	€ 870.69	€ 45,275.70	Machine Hour Rate for Production process 2	€ 775.00
	Slow Cycles	Equipment Design Issues	2.7	€ 2,098.40	€ 109,116.54		
	Slow Cycles	Poor Lubrication	0.7	€ 560.55	€ 29,148.40		
	Production rejects	Material Contamination	50%	€ 1,666.81	€ 86,674.20		
	Production rejects	Presence Of Foreign Particles	19%	€ 631.06	€ 32,814.99		
	Startup rejects	Substandard Materials	22%	€ 717.61	€ 37,315.72		
	Startup rejects	Processing Fault	9%	€ 311.63	€ 16,204.77		
	Γραμμή Παραγωγής 2	Planned Downtime	Product Changeovers	2.4	€ 1,103.58	€ 57,385.92	
Planned Downtime		Cleaning, Inspection And Lubrication	1.8	€ 816.15	€ 42,439.86		
Planned Downtime		Breaks & Meetings	3.0	€ 1,382.96	€ 71,913.66		
Planned Downtime		Operational Stoppages	0.7	€ 330.85	€ 17,204.29		
Planned Downtime		Equipment Modification	1.2	€ 564.37	€ 29,347.40		
Unplanned Downtime		Human Error	2.2	€ 1,006.85	€ 52,356.16		
Unplanned Downtime		Lack Of Material Availability	1.1	€ 515.37	€ 26,799.34		
Unplanned Downtime		Equipment Mechanical Breakdown	2.0	€ 927.01	€ 48,204.65		
Unplanned Downtime		Power outages	0.3	€ 144.63	€ 7,520.78		
Small stops		Equipment Jams	3.0	€ 1,386.79	€ 72,112.84		
Small stops		Sensor Misfunction	1.3	€ 615.54	€ 32,008.27		
Small stops		Reconfiguring Equipment	1.2	€ 549.64	€ 28,581.46		
Slow Cycles		Improper Handling	1.0	€ 482.08	€ 25,068.12		
Slow Cycles		Poor Lubrication	2.8	€ 1,285.14	€ 66,827.07		
Slow Cycles		Quality Testing	0.7	€ 343.18	€ 17,845.26		
Production rejects		Presence Of Foreign Particles	24%	€ 683.20	€ 35,526.19		
Production rejects	Material Contamination	11%	€ 297.39	€ 15,464.15			
Startup rejects	Mishandle Equipment	43%	€ 1,210.88	€ 62,965.78			
Startup rejects	Recipe Or BOM Issues	21%	€ 599.97	€ 31,198.49			
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					€ 1,574,852		

Πίνακας 9: Παράδειγμα τελικής ανάλυσης για παραγωγή (σε excel)

Τελικά ο χρήστης υπολογίζει τις ετήσιες απώλειες κόστους που συνδέονται με την παραγωγική διαδικασία συνολικά αλλά και ανά γραμμή παραγωγής και ανά κωδικό. Δυνητικά μέσα από την χρήση τεχνολογιών ένα εργοστάσιο μπορεί να εξαλείψει όλες τις απώλειες σταδιακά, καθώς πρόκειται για απώλειες που προκύπτουν από την λειτουργία μηχανών.

### 5.2.2 Απώλειες εργασίας χειριστών

Η ανάλυση του κόστους εργασίας χειριστών εμπλέκει την εξέταση των δαπανών που συνδέονται με το εργατικό δυναμικό που εμπλέκεται άμεσα στη διαδικασία παραγωγής. Κατανοώντας το κόστος εργασίας των χειριστών, οι οργανισμοί μπορούν να αξιολογήσουν πιο αποτελεσματικά την εργασία, να εντοπίσουν δυνητικά μέτρα εξοικονόμησης κόστους. Σε αυτήν την κατηγορία ακολουθούμε την ίδια δομή με της απώλειες της παραγωγής με την διαφορά ότι χρησιμοποιούμε ως δεδομένο ώρες που δαπανούν οι χειριστές για εργασίες πάνω στις γραμμές παραγωγής, σε κάθε κωδικό (βλέπε Παράρτημα) και κάθε μία από της έξι κατηγορίες απωλειών.

1. Πρώτα υπολογίζουμε το ωριαίο κόστος εργασίας για όλους τις χειριστές. Ο χρήστης πρέπει να δώσει το Ετήσιο Κόστος Προσωπικού και το αριθμό των χειριστών συνολικά αλλά και σε κάθε γραμμή. Θεωρώντας τα παρακάτω νούμερα
  - Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο = Ετήσιο Κόστος Προσωπικού / Αριθμός χειριστών =  $1.650.000 \text{ €} / 80 = 20.625 \text{ €}$
  - Ωριαίο κόστος εργασίας = Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο / Ετήσιες ώρες εργασίας (θεωρούμε 50 εβδομάδες) =  $20.625 \text{ €} / (50 \text{ εβδομάδες} \times 5 \text{ ημέρες} \times 8 \text{ ώρες}) = 10.3 \text{ €/ώρα}$
2. Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε ως βάση την αριθμό των εργαζομένων ανά γραμμή παραγωγής ο χρήστης ανακατανέμει σε ποσοστιαία μορφή την εβδομαδιαία απασχόληση των εργαζομένων στους διάφορους κωδικούς για να δημιουργήσει την μονάδα μέτρησης εργασίας person week.
  - Ετήσια απώλεια κόστους = Αριθμός χειριστών ανά γραμμή παραγωγής x person week x Ωριαίο κόστος εργασίας x 40 ώρες ανά εβδομάδα (θεωρούμε αυτή την τιμή)

Γραμμές παραγωγής	Κατηγορία απολαίων	Κωδικός	# εργαζομένων	Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους (Person Week)	Ωριαίο Κόστος	Ετήσιες απώλειες κόστους
Γραμμή Παραγωγής 1	Απώλειες Χειριστών	Product Changeovers	50	20%	€ 10.31	€ 4,124.00
	Απώλειες Χειριστών	Cleaning, Inspection And Lubrication	50	10%	€ 10.31	€ 2,062.00
	Απώλειες Χειριστών	Operator errors	50	10%	€ 10.31	€ 2,062.00
	Απώλειες Χειριστών	Calibrating Measurement Devices	50	30%	€ 10.31	€ 6,186.00
	Απώλειες Χειριστών	Machine Start Up / Shutdown	50	10%	€ 10.31	€ 2,062.00
	Απώλειες Χειριστών	Equipment Failure	50	20%	€ 10.31	€ 4,124.00
Γραμμή Παραγωγής 2	Απώλειες Χειριστών	Lack Of Material Availability	30	30%	€ 10.31	€ 3,711.60
	Απώλειες Χειριστών	Calibrating Measurement Devices	30	10%	€ 10.31	€ 1,237.20
	Απώλειες Χειριστών	Operator errors	30	20%	€ 10.31	€ 2,474.40
	Απώλειες Χειριστών	Monitoring Machine Performance	30	20%	€ 10.31	€ 2,474.40
	Απώλειες Χειριστών	Material Replenishment	30	10%	€ 10.31	€ 1,237.20
	Απώλειες Χειριστών	Material Handling Activities	30	10%	€ 10.31	€ 1,237.20
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					

Εικόνα 27: Παράδειγμα ανάλυσης για απώλειες χειριστών (σε excel)

3. Τέλος καθώς μιλάμε για ανθρώπινη εργασία δεν μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η εργασία μπορεί να αντικατασταθεί πλήρως από την χρήση τεχνολογικών λύσεων οπότε για τελικές απώλειες θεωρούμε ένα μειωμένο ποσοστό από την υπολογισμένη τιμή που αντιστοιχεί στην ιδανική μείωσή απώλειας που δεν είναι εφικτή για τον ανθρώπινο παράγοντα. Το ποσοστό για κάθε κωδικό προκύπτει αρχικά ως ένα θεωρητικό νούμερο από την εμπειρία και γνώση του

δημιουργού του μοντέλου που μπορεί στην πορεία μέσα από περισσότερες αναλύσεις και πραγματικά δεδομένα να βελτιστοποιηθεί.

- Τελική Ετήσια απώλεια κόστους = Ετήσια απώλεια κόστους x Ποσοστό απωλειών

Γραμμές παραγωγής	Κατηγορία απωλειών	Κωδικός	Ετήσιες απώλειες κόστους	Ποσοστό απωλειών	Ετήσιες απώλειες κόστους
Γραμμή Παραγωγής 1	Απώλειες Χειριστών	Product Changeovers	€ 4,124.00	48%	€ 1,979.52
	Απώλειες Χειριστών	Cleaning, Inspection And Lubrication	€ 2,062.00	65%	€ 1,340.30
	Απώλειες Χειριστών	Operator errors	€ 2,062.00	67%	€ 1,381.54
	Απώλειες Χειριστών	Calibrating Measurement Devices	€ 6,186.00	50%	€ 3,093.00
	Απώλειες Χειριστών	Machine Start Up / Shutdown	€ 2,062.00	60%	€ 1,237.20
	Απώλειες Χειριστών	Equipment Failure	€ 4,124.00	45%	€ 1,855.80
Γραμμή Παραγωγής 2	Απώλειες Χειριστών	Lack Of Material Availability	€ 3,711.60	70%	€ 2,598.12
	Απώλειες Χειριστών	Calibrating Measurement Devices	€ 1,237.20	50%	€ 618.60
	Απώλειες Χειριστών	Operator errors	€ 2,474.40	67%	€ 1,657.85
	Απώλειες Χειριστών	Monitoring Machine Performance	€ 2,474.40	75%	€ 1,855.80
	Απώλειες Χειριστών	Material Replenishment	€ 1,237.20	67%	€ 828.92
	Απώλειες Χειριστών	Material Handling Activities	€ 1,237.20	70%	€ 866.04
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			€ 32,992	67%	€ 19,313

Εικόνα 28: Παράδειγμα τελικής ανάλυσης για απώλειες χειριστών (σε excel)

### 5.1.3 Απώλειες συντήρησης

Η ανάλυση του κόστους συντήρησης επικεντρώνεται στην αξιολόγηση των εργατωρών που προκύπτουν από τη συντήρηση και επισκευή μηχανημάτων, εξοπλισμού και άλλων πόρων που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία παραγωγής. Μέσω της ανάλυσης του κόστους συντήρησης, οι εταιρείες μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις στρατηγικές συντήρησης, να βελτιώσουν την αξιοπιστία των πόρων, να ελαχιστοποιήσουν το χρόνο αδράνειας και να διασφαλίσουν την αποτελεσματική χρήση των πόρων. Σε αυτήν την περίπτωση η ανάλυση απλουστεύεται περισσότερο καθώς χρησιμοποιούμε την ίδια λογική με το απώλειες τον χειριστών χωρίς να εμπλέκουμε της γραμμές παραγωγής. Εξετάζουμε δηλαδή τις δραστηριότητες συντήρησης συνολικά.

1. Πρώτα υπολογίζουμε το ωριαίο κόστος εργασίας για όλους τις εργάτες. Ο χρήστης πρέπει να δώσει το Ετήσιο Κόστος Προσωπικού Συντήρησης και το αριθμό των εργατών συνολικά Θεωρώντας τα παρακάτω νούμερα :

- Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο = Ετήσιο Κόστος Προσωπικού Συντήρησης / Αριθμός εργατών = 500.000 € / 30 = 16.667 €

- Ωριαίο κόστος εργασίας = Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο / Ετήσιες ώρες εργασίας (θεωρούμε 50 εβδομάδες) = 16.667 € / (50 εβδομάδες x 5 ημέρες x 8 ώρες) = 8.3 €/ώρα

2. Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε ως βάση την αριθμό των εργαζομένων και ο χρήστης ανακατανέμει σε ποσοστιαία μορφή την εβδομαδιαία απασχόληση των εργαζόμενων στους διάφορους κωδικούς για να δημιουργήσει την μονάδα μέτρησης εργασίας person week. Επίσης χρησιμοποιεί το ποσοστό απωλειών καθώς μιλάμε για ανθρώπινο κεφάλαιο.

- Ετήσια απώλεια κόστους = Αριθμός εργαζομένων x person week x Ωριαίο κόστος εργασίας x 40 ώρες ανά εβδομάδα (θεωρούμε αυτή την τιμή)
- Τελική Ετήσια απώλεια κόστους = Ετήσια απώλεια κόστους x Ποσοστό απωλειών

Κατηγορία απωλειών	Κωδικός	# εργαζομένων	Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους (Person Week)	Ωριαίο Κόστος	Ετήσιες απώλειες κόστους	Ποσοστό απωλειών	Ετήσιες απώλειες κόστους
Απώλειες Συντήρησης	Daily Meetings & Reviews	30	20%	€ 8.31	€ 1,994.40	70%	€ 1,396.08
Απώλειες Συντήρησης	Repairing Equipment	30	10%	€ 8.31	€ 997.20	65%	€ 648.18
Απώλειες Συντήρησης	Identify Equipment Malfunctions	30	10%	€ 8.31	€ 997.20	67%	€ 668.12
Απώλειες Συντήρησης	Replacing Faulty Components	30	30%	€ 8.31	€ 2,991.60	60%	€ 1,794.96
Απώλειες Συντήρησης	Testing Equipment	30	10%	€ 8.31	€ 997.20	63%	€ 628.24
Απώλειες Συντήρησης	Cleaning, Inspecting, Lubricating	30	20%	€ 8.31	€ 1,994.40	55%	€ 1,096.92
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					<b>€ 9,972</b>	<b>63%</b>	<b>€ 6,233</b>

Εικόνα 29: Παράδειγμα τελικής ανάλυσης για απώλειες συντήρησης (σε excel)

Έτσι έχουμε συνολικά το κόστος απωλειών που προκύπτει από τις δραστηριότητες των εργαζομένων της συντήρησης.

#### 5.1.4 Απώλειες διαχείρισης πόρων

Η ανάλυση του κόστους διαχείρισης πόρων επικεντρώνεται στις απώλειες που συνδέονται με την αποτελεσματική χρήση και διαχείριση των πόρων ενός οργανισμού. Αυτές οι απώλειες μπορούν να επηρεάσουν διάφορους τομείς και λειτουργίες της επιχείρησης. Ορισμένες κοινές απώλειες διαχείρισης πόρων περιλαμβάνουν :

- Απώλειες ενέργειας που προκύπτουν από τη μη αποδοτική χρήση ενέργειας κατά τη λειτουργία των μηχανημάτων και εξοπλισμού.
- Απώλειες ανταλλακτικών από την μη αποδοτική χρήση των ανταλλακτικών που χρειάζονται για την παραγωγή.

Σε αυτή την λειτουργία ο υπολογισμός περιορίζεται στην μείωση του συνολικού κόστους που δαπανάται [36].

1. Χρησιμοποιούμε ως βάση το ετήσιο κόστος για την αγορά ενέργειας που σχετίζεται με τη παραγωγική διαδικασία και το ετήσιο προϋπολογισμό για την αγορά ανταλλακτικών. Θεωρούμε ένα ποσοστό απωλειών που μπορεί να μειωθεί από την χρήση τεχνολογιών, που προκύπτει από την εμπειρία και την ανάλυση του συγγραφέα της εργασίας.

- Απώλειες ενέργειας = Ετήσιο Κόστος ενέργειας x ποσοστό απωλειών = 500.000 € x 25% = 125.00 €
- Απώλειες ανταλλακτικών = Ετήσιο Κόστος ανταλλακτικών x ποσοστό απωλειών = 250.000 € x 15% = 37.500 €

Λειτουργία	Κατηγορία απωλειών	Κόστος	Ποσοστό απωλειών	Ετήσιες απώλειες κόστους
Διαχείριση Πόρων	Απώλειες Ενέργειας	€ 500,000.00	25%	€ 125,000
	Απώλειες Ανταλλακτικών	€ 250,000.00	15%	€ 37,500
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				<b>€ 162,500</b>

Εικόνα 30: Παράδειγμα τελικής ανάλυσης για απώλειες (σε excel)

### 5.3 Ανάλυση έμμεσων λειτουργιών

Η ανάλυση του κόστους έμμεσων λειτουργιών εξετάζει τις δαπάνες που σχετίζονται με διάφορες λειτουργίες υποστήριξης που συνεισφέρουν έμμεσα στη διαδικασία παραγωγής. Αυτές οι λειτουργίες είναι σημαντικές για τη διασφάλιση της ποιότητας, της ασφάλειας, της συμμόρφωσης με τους κανονισμούς και της γενικής λειτουργικής αποτελεσματικότητας. Αναλύοντας τα έξοδα αυτών των έμμεσων λειτουργιών, οι οργανισμοί μπορούν να εντοπίσουν τους κινητήριους παράγοντες του κόστους, να βελτιστοποιήσουν μέτρα για τη βελτίωση της κοστο-αποτελεσματικότητας. Σε αυτές λειτουργίες ακολουθούμε την ίδια λογική με την λειτουργία της συντήρησης, δηλαδή μοντελοποιούμε τις ανθρωπομονάδες που δαπανώνται σε κάθε δραστηριότητα και μπορούν με την χρήση τεχνολογικών λύσεων να μειωθούν σε ένα βαθμό.



### 5.2.1 Απώλειες Ποιότητας

Η ανάλυση του κόστους ποιότητας (Quality) αφορά τις δαπάνες που σχετίζονται με τη διατήρηση και τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και των διαδικασιών. Αυτό περιλαμβάνει τον έλεγχο ποιότητας, την ανάλυση ελαττωμάτων, την εκπαίδευση προσωπικού και τις αποκαταστάσεις προϊόντων. Μέσω της ανάλυσης του κόστους ποιότητας, οι επιχειρήσεις μπορούν να αναγνωρίσουν περιοχές για βελτίωση της ποιότητας και να αυξήσουν την ικανοποίηση των πελατών. Προχωρώντας στην ανάλυση των δραστηριοτήτων της ποιότητας:

1. Πρώτα υπολογίζουμε το ωριαίο κόστος εργασίας για όλους τις εργάτες. Ο χρήστης πρέπει να δώσει το Ετήσιο Κόστος Προσωπικού Ποιότητας και το αριθμό των εργατών συνολικά Θεωρώντας τα παρακάτω νούμερα :

•Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο = Ετήσιο Κόστος Προσωπικού Ποιότητας / Αριθμός εργατών = 400.000 € / 15 = 26.667 €

•Ωριαίο κόστος εργασίας = Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο / Ετήσιες ώρες εργασίας (θεωρούμε 50 εβδομάδες) = 26.667 € / (50 εβδομάδες x 5 ημέρες x 8 ώρες) = 13.3 €/ώρα

2. Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε ως βάση την αριθμό των εργαζομένων και ο χρήστης ανακατανέμει σε ποσοστιαία μορφή την εβδομαδιαία απασχόληση των εργαζομένων στους διάφορους κωδικούς για να δημιουργήσει την μονάδα μέτρησης εργασίας person week. Επίσης χρησιμοποιεί το ποσοστό απωλειών καθώς μιλάμε για ανθρώπινο κεφάλαιο.

•Ετήσια Απώλεια Κόστους = Αριθμός εργαζομένων x person week x Ωριαίο κόστος εργασίας x 40 ώρες ανά εβδομάδα (θεωρούμε αυτή την τιμή)

•Τελική Ετήσια απώλεια κόστους = Ετήσια απώλεια κόστους x Ποσοστό απωλειών

Λειτουργία	Κατηγορία απωλειών	Κωδικός	# εργαζομένων	Εβδομαδιαίες		Ετήσιες απώλειες κόστους	Ποσοστό απωλειών	Ετήσιες απώλειες κόστους
				Απώλειες κόστους (Person Week)	Ωριαίο Κόστος			
Τμήμα Ποιότητας	Απώλειες Ποιότητας	Daily Meetings & Reviews	15	10%	€ 13.33	€ 799.80	70%	€ 559.86
	Απώλειες Ποιότητας	Manual Quality Inspections	15	20%	€ 13.33	€ 1,599.60	80%	€ 1,279.68
	Απώλειες Ποιότητας	Reporting SPC Data	15	10%	€ 13.33	€ 799.80	67%	€ 535.87
	Απώλειες Ποιότητας	Quality Tests On Laboratory	15	10%	€ 13.33	€ 799.80	55%	€ 439.89
	Απώλειες Ποιότητας	Visual Inspections	15	30%	€ 13.33	€ 2,399.40	73%	€ 1,751.56
	Απώλειες Ποιότητας	Analyzing Customer Complaints	15	20%	€ 13.33	€ 1,599.60	65%	€ 1,039.74
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>						<b>€ 7,998</b>	<b>68%</b>	<b>€ 5,607</b>

Εικόνα 31: Παράδειγμα τελικής ανάλυσης για απώλειες ποιότητας (σε excel)

### 5.3.3 Απώλειες υγείας και ασφάλειας εργαζομένων

Η ανάλυση του κόστους ΥΑΕ (Υγεία και Ασφάλεια Εργαζομένων) επικεντρώνεται στην αξιολόγηση των δαπανών που σχετίζονται με την υγεία, την ασφάλεια και την προστασία του περιβάλλοντος στο εργασιακό περιβάλλον. Αυτό περιλαμβάνει το κόστος αντιμετώπισης τραυματισμών, ασθενειών, ατυχημάτων, εκπαίδευσης και συμμόρφωσης με τους κανονισμούς. Μέσω της ανάλυσης του κόστους ΥΑΕ, οι εταιρείες μπορούν να αναγνωρίσουν τις αδυναμίες στην ασφάλεια και την περιβαλλοντική συμμόρφωση, να εφαρμόσουν μέτρα πρόληψης, και να βελτιώσουν τις σχετικές πρακτικές.

1. Πρώτα υπολογίζουμε το ωριαίο κόστος εργασίας για όλους τις εργάτες. Ο χρήστης πρέπει να δώσει το Ετήσιο Κόστος Προσωπικού ΥΑΕ και το αριθμό των εργατών συνολικά Θεωρώντας τα παρακάτω νούμερα :

- Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο = Ετήσιο Κόστος Προσωπικού ΥΑΕ / Αριθμός εργατών  
= 150.000 € / 6 = 25.000 €
- Ωριαίο κόστος εργασίας = Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο / Ετήσιες ώρες εργασίας (θεωρούμε 50 εβδομάδες) = 25.000 €/ (50 εβδομάδες x 5 ημέρες x 8 ώρες) = 12.50 €/ώρα

2. Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε ως βάση τον αριθμό των εργαζομένων και ο χρήστης ανακατανέμει σε ποσοστιαία μορφή την εβδομαδιαία απασχόληση των εργαζομένων στους διάφορους κωδικούς για να δημιουργήσει την μονάδα μέτρησης εργασίας person week. Επίσης χρησιμοποιεί το ποσοστό απωλειών καθώς μιλάμε για ανθρώπινο κεφάλαιο.

- Ετήσια Απώλεια Κόστους = Αριθμός εργαζομένων x person week x Ωριαίο κόστος εργασίας x 40 ώρες ανά εβδομάδα (θεωρούμε αυτή την τιμή)
- Τελική Ετήσια απώλεια κόστους = Ετήσια απώλεια κόστους x Ποσοστό απωλειών

Λειτουργία	Κατηγορία απωλειών	Κωδικός	# εργαζομένων	Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους (Person Week)	Ωριαίο Κόστος	Ετήσιες απώλειες κόστους	Ποσοστό απωλειών	Ετήσιες απώλειες κόστους
Τμήμα Υγείας και ασφάλειας Εργαζομένων	Απώλειες ΥΑΕ	Incident Reporting And Investigation	6	10%	€ 12.50	€ 300.00	70%	€ 210.00
	Απώλειες ΥΑΕ	Daily Meetings & Reviews	6	20%	€ 12.50	€ 600.00	70%	€ 420.00
	Απώλειες ΥΑΕ	Improvements In Workstations	6	10%	€ 12.50	€ 300.00	60%	€ 180.00
	Απώλειες ΥΑΕ	Emergency Drills	6	10%	€ 12.50	€ 300.00	40%	€ 120.00
	Απώλειες ΥΑΕ	Developing Documentation And SOPs	6	30%	€ 12.50	€ 900.00	73%	€ 657.00
	Απώλειες ΥΑΕ	Reporting EHS KPIs	6	20%	€ 12.50	€ 600.00	80%	€ 480.00
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					€ 3,000	<b>66%</b>	€ 2,067

Εικόνα 32: Παράδειγμα τελικής ανάλυσης για απώλειες ΥΑΕ (σε excel)

### 5.3.4 Απώλειες Τεχνολογίας Πληροφοριών

Το κόστος της ΤΠ (Τεχνολογίας Πληροφοριών - Information Technology) αφορά τις δραστηριότητες που υποστηρίζουν διάφορες πτυχές της διαδικασίας παραγωγής, όπως την διαχείριση της τεχνολογική υποδομή, τα διάφορα συστήματα και την διαχείριση των δεδομένων. Το τμήμα είναι υπεύθυνο για τη διασφάλιση της ομαλής λειτουργίας των διάφορων συστημάτων και την ενίσχυση της επικοινωνίας και της συνεργασίας.

1. Πρώτα υπολογίζουμε το ωριαίο κόστος εργασίας για όλους τις υπαλλήλους. Ο χρήστης πρέπει να δώσει το Ετήσιο Κόστος Προσωπικού ΙΤ και το αριθμό των υπαλλήλων συνολικά. Θεωρώντας τα παρακάτω νούμερα :

- Ετήσιο Κόστος ανά υπάλληλο = Ετήσιο Κόστος Προσωπικού ΤΠ / Αριθμός υπάλληλων  
= 150.000 € / 4 = 37.500 €

- Ωριαίο κόστος εργασίας = Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο / Ετήσιες ώρες εργασίας (θεωρούμε 50 εβδομάδες) = 37.500 € / (50 εβδομάδες x 5 ημέρες x 8 ώρες) = 18.75 €/ώρα

2. Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε ως βάση τον αριθμό των υπάλληλων και ο χρήστης ανακατανέμει σε ποσοστιαία μορφή την εβδομαδιαία απασχόληση των υπάλληλων στους διάφορους κωδικούς για να δημιουργήσει την μονάδα μέτρησης εργασίας person week. Επίσης χρησιμοποιεί το ποσοστό απωλειών καθώς μιλάμε για ανθρώπινο κεφάλαιο.

- Ετήσια Απώλεια Κόστους = Αριθμός υπάλληλων x person week x Ωριαίο κόστος εργασίας x 40 ώρες ανά εβδομάδα (θεωρούμε αυτή την τιμή)

- Τελική Ετήσια απώλεια κόστους = Ετήσια απώλεια κόστους x Ποσοστό απωλειών

Λειτουργία	Κατηγορία απωλειών	Κωδικός	# εργαζομένων	Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους (Person Week)	Ωριαίο Κόστος	Ετήσιες απώλειες κόστους	Ποσοστό απωλειών	Ετήσιες απώλειες κόστους
Τμήμα Τεχνολογίας Πληροφοριών	Απώλειες ΤΠ	Conducting Vulnerability Assessments	4	10%	€ 18,75	€ 300,00	70%	€ 210,00
	Απώλειες ΤΠ	Addressing Switches Or Cabling Failure	4	20%	€ 18,75	€ 600,00	80%	€ 480,00
	Απώλειες ΤΠ	Ensuring License Compliance	4	10%	€ 18,75	€ 300,00	67%	€ 201,00
	Απώλειες ΤΠ	Monitoring The Performance of IT Systems	4	30%	€ 18,75	€ 900,00	55%	€ 495,00
	Απώλειες ΤΠ	Daily Meetings & Reviews	4	10%	€ 18,75	€ 300,00	73%	€ 219,00
	Απώλειες ΤΠ	Addressing Switches Or Cabling Failure	4	20%	€ 18,75	€ 600,00	65%	€ 390,00
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>						<b>€ 3,000</b>	<b>68%</b>	<b>€ 1,995</b>

Εικόνα 33: Παράδειγμα τελικής ανάλυσης για απώλειες ΤΠ (σε excel)

### 5.3.4 Απώλειες Αποθήκης

Η ανάλυση του κόστους αποθήκευσης (Warehouse) αφορά τις δαπάνες που σχετίζονται με την αποθήκευση και τη διαχείριση των αποθεμάτων και των υλικών. Μέσω της ανάλυσης του κόστους αποθήκευσης, οι επιχειρήσεις μπορούν να βελτιώσουν τη διαχείριση αποθεμάτων, να μειώσουν το χρόνο αναζήτησης και να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού.

1. Πρώτα υπολογίζουμε το ωριαίο κόστος εργασίας για όλους τις εργάτες. Ο χρήστης πρέπει να δώσει το Ετήσιο Κόστος Προσωπικού Αποθήκης και το αριθμό των εργατών συνολικά Θεωρώντας τα παρακάτω νούμερα :

- Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο = Ετήσιο Κόστος Προσωπικού Αποθήκης / Αριθμός εργατών = 450.000 € / 30 = 15.000 €
- Ωριαίο κόστος εργασίας = Ετήσιο Κόστος ανά εργαζόμενο / Ετήσιες ώρες εργασίας (θεωρούμε 50 εβδομάδες) = 15.000 € / (50 εβδομάδες x 5 ημέρες x 8 ώρες) = 7.50 €/ώρα

2. Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε ως βάση τον αριθμό των εργαζομένων και ο χρήστης ανακατανέμει σε ποσοστιαία μορφή την εβδομαδιαία απασχόληση των εργαζόμενων στους διάφορους κωδικούς για να δημιουργήσει την μονάδα μέτρησης εργασίας person week. Επίσης χρησιμοποιεί το ποσοστό απωλειών καθώς μιλάμε για ανθρώπινο κεφάλαιο.

- Ετήσια Απώλεια Κόστους = Αριθμός εργαζομένων x person week x Ωριαίο κόστος εργασίας x 40 ώρες ανά εβδομάδα (θεωρούμε αυτή την τιμή)
- Τελική Ετήσια απώλεια κόστους = Ετήσια απώλεια κόστους x Ποσοστό απωλειών

Λειτουργία	Κατηγορία απωλειών	Κωδικός	# εργαζομένων	Εβδομαδιαίες Απώλειες κόστους (Person Week)	Ωριαίο Κόστος	Ετήσιες απώλειες κόστους	Ποσοστό απωλειών	Ετήσιες απώλειες κόστους
Τμήμα Αποθήκης	Απώλειες Αποθήκης	Inbound Material Inspection	30	10%	€ 7.50	€ 900.00	70%	€ 630.00
	Απώλειες Αποθήκης	Updating Inventory Records	30	20%	€ 7.50	€ 1,800.00	85%	€ 1,530.00
	Απώλειες Αποθήκης	Daily Meetings & Reviews	30	10%	€ 7.50	€ 900.00	70%	€ 630.00
	Απώλειες Αποθήκης	Training Warehouse Personnel	30	10%	€ 7.50	€ 900.00	55%	€ 495.00
	Απώλειες Αποθήκης	Palletization	30	30%	€ 7.50	€ 2,700.00	90%	€ 2,430.00
	Απώλειες Αποθήκης	Material Registration To Systems	30	20%	€ 7.50	€ 1,800.00	85%	€ 1,530.00
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>						€ 9,000	<b>76%</b>	€ 7,245

Εικόνα 34: Παράδειγμα τελικής ανάλυσης για απώλειες Αποθήκης (σε excel)

### 5.3.5 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

Η συνολική ανάλυση όλων των απωλειών παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τους τομείς όπου μπορούν να γίνουν βελτιώσεις. Αξιοποιώντας τις ψηφιακές τεχνολογίες οι οργανισμοί μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις λειτουργίες τους, να μειώσουν τις απώλειες και να βελτιώσουν τη συνολική απόδοση. Η ανάλυση των απωλειών παρέχει μια βάση για το πλάνο του ψηφιακού μετασχηματισμού και βοηθά στην αναγνώριση των κύριων πεδίων όπου η υιοθέτηση τεχνολογίας μπορεί να έχει τη μεγαλύτερη επίδραση και επιστροφή οικονομικής αξίας. Έτσι οι χρήστες του μοντέλου μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα και να τα αναλύσουν αναλόγως για να έχουν μία καλύτερη και πιο ενημερωμένη εικόνα του οργανισμού τους. Αυτό θα τους βοηθήσει στην επόμενη φάση ώστε να καταστρώσουν ένα στρατηγικό πλάνο (Φάση 3) με θα επιφέρει την μεγαλύτερη αξία και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα από την ανάλυση της ψηφιακής ωριμότητας (Φάση 1) να αναγνωρίσουν τις άμεσες ανάγκες του οργανισμού προς την επιτυχή υλοποίηση του πλάνου.

Λειτουργία	Ετήσιες απώλειες κόστους
Συντήρηση - Maintenance	€ 6,232.50
Ποιότητα - Quality	€ 5,606.60
Υγεία και ασφάλεια εργαζομένων - EHS	€ 2,067.00
Τεχνολογία Πληροφοριών - IT	€ 1,995.00
Αποθήκη - Warehouse	€ 7,245.00
Διαχείριση Πόρων	€ 162,500.00
Χειριστές - Operators	€ 19,312.69
Παραγωγή - Production	€ 1,574,852.07
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>€ 1,779,810.86</b>

Εικόνα 35: Απώλειες κόστους ανά λειτουργία

Λειτουργία	Τμήμα	Κατηγορία απωλειών	Κωδικός	Ετήσιες απώλειες κόστους
Παραγωγή - Production	Γραμμή Παραγωγής 1	Planned Downtime	Product Changeovers	€ 71,565.40
		Planned Downtime	Cleaning, Inspection And Lubrication	€ 27,998.94
		Planned Downtime	Operator errors	€ 80,401.49
		Planned Downtime	Calibrating Measurement Devices	€ 57,982.82
		Planned Downtime	Machine Start Up / Shutdown	€ 32,714.17
		Unplanned Downtime	Equipment Failure	€ 47,394.22
		Unplanned Downtime	Lack Of Material Availability	€ 23,063.71
		Unplanned Downtime	Electrical Breakdown	€ 59,138.06
		Unplanned Downtime	Power outages	€ 20,741.19
		Small stops	Equipment Blockage	€ 14,354.18
		Small stops	Material Misfeeds	€ 25,490.85
		Small stops	Adjusting Settings	€ 16,687.01
	Slow Cycles	Mechanical Issues	€ 45,275.70	
	Slow Cycles	Equipment Design Issues	€ 109,116.54	
	Slow Cycles	Poor Lubrication	€ 29,148.40	
	Production rejects	Material Contamination	€ 86,674.20	
	Production rejects	Presence Of Foreign Particles	€ 32,814.99	
	Startup rejects	Substandard Materials	€ 37,315.72	
	Startup rejects	Processing Fault	€ 16,204.77	
	Γραμμή Παραγωγής 2	Planned Downtime	Product Changeovers	€ 57,385.92
		Planned Downtime	Cleaning, Inspection And Lubrication	€ 42,439.86
		Planned Downtime	Breaks & Meetings	€ 71,913.66
		Planned Downtime	Operational Stoppages	€ 17,204.29
		Planned Downtime	Equipment Modification	€ 29,347.40
Unplanned Downtime		Human Error	€ 52,356.16	
Unplanned Downtime		Lack Of Material Availability	€ 26,799.34	
Unplanned Downtime		Equipment Mechanical Breakdown	€ 48,204.65	
Unplanned Downtime		Power outages	€ 7,520.78	
Small stops		Equipment Jams	€ 72,112.84	
Small stops		Sensor Misfunction	€ 32,008.27	
Small stops		Reconfiguring Equipment	€ 28,581.46	
Slow Cycles	Improper Handling	€ 25,068.12		
Slow Cycles	Poor Lubrication	€ 66,827.07		
Slow Cycles	Quality Testing	€ 17,845.26		
Production rejects	Presence Of Foreign Particles	€ 35,526.19		
Production rejects	Material Contamination	€ 15,464.15		
Startup rejects	Mishandle Equipment	€ 62,965.78		
Startup rejects	Recipe Or BOM Issues	€ 31,198.49		
Χειριστές - Operators	Γραμμή Παραγωγής 1	Απώλειες Χειριστών	Product Changeovers	€ 1,979.52
		Απώλειες Χειριστών	Cleaning, Inspection And Lubrication	€ 1,340.30
		Απώλειες Χειριστών	Operator errors	€ 1,381.54
		Απώλειες Χειριστών	Calibrating Measurement Devices	€ 3,093.00
		Απώλειες Χειριστών	Machine Start Up / Shutdown	€ 1,237.20
		Απώλειες Χειριστών	Equipment Failure	€ 1,855.80
	Γραμμή Παραγωγής 2	Απώλειες Χειριστών	Lack Of Material Availability	€ 2,598.12
		Απώλειες Χειριστών	Calibrating Measurement Devices	€ 618.60
		Απώλειες Χειριστών	Operator errors	€ 1,657.85
		Απώλειες Χειριστών	Monitoring Machine Performance	€ 1,855.80
		Απώλειες Χειριστών	Material Replenishment	€ 828.92
		Απώλειες Χειριστών	Material Handling Activities	€ 866.04
Συντήρηση - Maintenance	Τμήμα Συντήρησης	Απώλειες Συντήρησης	Daily Meetings & Reviews	€ 1,396.08
		Απώλειες Συντήρησης	Repairing Equipment	€ 648.18
		Απώλειες Συντήρησης	Identify Equipment Malfunctions	€ 668.12
		Απώλειες Συντήρησης	Replacing Faulty Components	€ 1,794.96
		Απώλειες Συντήρησης	Testing Equipment	€ 628.24
		Απώλειες Συντήρησης	Cleaning, Inspecting, Lubricating	€ 1,096.92
		Απώλειες Συντήρησης	Daily Meetings & Reviews	€ 559.86
Ποιότητα - Quality	Τμήμα Ποιότητας	Απώλειες Ποιότητας	Manual Quality Inspections	€ 1,279.68
		Απώλειες Ποιότητας	Reporting SPC Data	€ 535.87
		Απώλειες Ποιότητας	Quality Tests On Laboratory	€ 439.89
		Απώλειες Ποιότητας	Visual Inspections	€ 1,751.56
		Απώλειες Ποιότητας	Analyzing Customer Complaints	€ 1,039.74
		Απώλειες Ποιότητας	Daily Meetings & Reviews	€ 210.00
Υγεία και ασφάλεια εργαζομένων - EHS	Τμήμα Υγείας και ασφάλειας Εργαζομένων	Απώλειες ΥΑΕ	Incident Reporting And Investigation	€ 420.00
		Απώλειες ΥΑΕ	Daily Meetings & Reviews	€ 180.00
		Απώλειες ΥΑΕ	Improvements In Workstations	€ 120.00
		Απώλειες ΥΑΕ	Emergency Drills	€ 657.00
		Απώλειες ΥΑΕ	Developing Documentation And SOPs	€ 480.00
		Απώλειες ΥΑΕ	Reporting EHS KPIs	€ 210.00
Τεχνολογία Πληροφοριών - IT	Τμήμα Τεχνολογίας Πληροφοριών	Απώλειες ΤΠ	Conducting Vulnerability Assessments	€ 480.00
		Απώλειες ΤΠ	Addressing Switches Or Cabling Failure	€ 201.00
		Απώλειες ΤΠ	Monitoring The Performance of IT System	€ 495.00
		Απώλειες ΤΠ	Daily Meetings & Reviews	€ 219.00
		Απώλειες ΤΠ	Addressing Switches Or Cabling Failure	€ 390.00
		Απώλειες ΤΠ	Daily Meetings & Reviews	€ 630.00
Αποθήκη - Warehouse	Τμήμα Αποθήκης	Απώλειες Αποθήκης	Inbound Material Inspection	€ 1,530.00
		Απώλειες Αποθήκης	Updating Inventory Records	€ 630.00
		Απώλειες Αποθήκης	Daily Meetings & Reviews	€ 630.00
		Απώλειες Αποθήκης	Training Warehouse Personnel	€ 495.00
		Απώλειες Αποθήκης	Palletization	€ 2,430.00
		Απώλειες Αποθήκης	Material Registration To Systems	€ 1,530.00
Διαχείριση Πόρων	Διαχείριση Πόρων	Απώλειες Ενέργειας	Απώλειες Ενέργειας	€ 125,000.00
		Απώλειες Ανταλλακτιών	Απώλειες Ανταλλακτιών	€ 37,500.00
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				<b>€ 1,779,811</b>

Εικόνα 36: Παράδειγμα τελικής ανάλυσης για όλες τις απώλειες (σε excel)

## 5.4 Χαρτογράφηση τεχνολογίας – απωλειών κόστους

Η αντιστοίχιση της τεχνολογίας με τα κόστη συνεπάγεται στην αναγνώριση και επιλογή κατάλληλων τεχνολογικών λύσεων βάση των συγκεκριμένων απωλειών είτε σε επίπεδο λειτουργιών είτε σε επίπεδο κωδικών. Ο στόχος είναι να αξιοποιηθούν οι τεχνολογίες που φαίνεται ότι θα επιφέρουν μεγαλύτερη αξία ώστε να μειωθούν ή να εξαλειφθούν οι απώλειες και να βελτιωθεί η συνολική λειτουργική απόδοση. Κατά την αντιστοίχιση τεχνολογικών λύσεων σε απώλειες, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τις αιτίες κάθε απώλειας και να εντοπίσουμε τους παράγοντες που συμβάλλουν. Αυτό απαιτεί μια λεπτομερή ανάλυση της διαδικασίας παραγωγής, συλλογή δεδομένων και μετρήσεων με την βοήθεια εργαλείων όπως αυτά που παρουσιάστηκαν στην παρούσα εργασία. Με την κατανόηση των αιτιών και των παραγόντων που συνδέονται με κάθε απώλεια, οι κατασκευαστές μπορούν να εντοπίσουν τις πιο αποτελεσματικές τεχνολογικές λύσεις για να τις αντιμετωπίσουν. Για την εύρεση των τεχνολογικών λύσεων με την μεγαλύτερη επίδραση στο κόστος, με βάση το εκάστοτε προφίλ εργοστασίου που προκύπτει από την ανάλυση του κόστους προτείνεται ως εργαλείο ο πίνακας «Εύρεσης Τεχνολογιών». Ο Πίνακας παρέχει μια αντιστοίχιση ανάμεσα στους κωδικούς που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία και σε ένα σύνολο τεχνολογιών από την Βιομηχανία 4.0. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η παρούσα χαρτογράφηση της τεχνολογίας περιλαμβάνει μια συστηματική προσέγγιση για την αναγνώριση και επιλογή των πιο κατάλληλων τεχνολογικών λύσεων για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων απωλειών και ο πίνακας μπορεί να αναπτυχθεί περαιτέρω με περισσότερες τεχνολογίες οι κατηγορίες απωλειών [64] [65].

Στοιχεία Κόστους		Τεχνολογίες				
Κατηγορία Αποβλήτων	Κωδικός	Tech 1	Tech 2	Tech 3	Tech 4	Tech 5
Planned Downtime	Technical Problems	Predictive Maintenance Systems	Condition Monitoring Systems	Internet of Things (IoT)	Real-time Equipment Monitoring and Control Systems	Energy Management Systems
Planned Downtime	Mechanical Issues	Robotics and Automation	CAD or CAM software	Digital Twins	Remote Monitoring and Maintenance Systems	Machine Vision
Planned Downtime	Product Changeovers	Training and Certification Systems	Robotics and Automation	Digital Twins	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	-
Planned Downtime	Cleaning, Inspection And Lubrication	Training and Certification Systems	Robotics and Automation	Lubrication Management Systems	Connected Worker Platforms	Automated Lubrication Systems
Planned Downtime	Operator errors	Advanced Process Control (APC) Software	Internet of Things (IoT)	Robotics and Automation	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Training and Certification Systems
Planned Downtime	Calibrating Measurement Devices	Internet of Things (IoT)	Robotics and Automation	Advanced Process Control (APC) Software	Digital Twins	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)
Planned Downtime	Machine Start Up / Shutdown	Predictive Maintenance Systems	Advanced Analytics (AI/ML)	Digital Twins	Robotics and Automation	-
Planned Downtime	Breaks & Meetings	Robotics and Automation	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Digital Dashboards	Connected Worker Platforms	-
Planned Downtime	Operational Stoppages	Process Mining Tools	Digital Twins	Internet of Things (IoT)	Advanced Process Control (APC) Software	Energy Management Systems
Unplanned Downtime	Human Error	Robotics and Automation	Internet of Things (IoT)	Predictive Maintenance	Digital Twins	Machine Vision
Unplanned Downtime	Lack Of Material Availability	Demand-Driven Material Requirements Planning (MRP) Software	Supply Chain Management Software	Inventory Management Software	Demand Planning and Forecasting Systems	Advanced Analytics (AI/ML)
Unplanned Downtime	Equipment Mechanical Breakdown	Predictive Maintenance Systems	Digital Twins	Asset Performance Management (APM) Software	Condition Monitoring Systems	Internet of Things (IoT)
Unplanned Downtime	Safety Incidents	EHS Software	Machine Vision	Advanced Analytics (AI/ML)	Robotics and Automation	-
Unplanned Downtime	Electrical Breakdown	Condition Monitoring Systems	Predictive Maintenance Systems	Energy Management Systems	Advanced Process Control (APC) Software	-
Unplanned Downtime	Sensor Error	Condition Monitoring Systems	Predictive Maintenance Systems	Internet of Things (IoT)	Advanced Process Control (APC) Software	-
Unplanned Downtime	Incorrect Settings Or Configurations	Digital Twins	Machine Vision	Internet of Things (IoT)	Digital Control Systems	-
Unplanned Downtime	Power outages	Energy Management Systems	Internet of Things (IoT)	-	-	-
Small stops	Equipment Jams	Internet of Things (IoT)	Condition Monitoring Systems	Machine Vision	Connected Worker Platforms	-
Small stops	Material Misfeeds	Internet of Things (IoT)	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Robotics and Automation	Machine Vision	-
Small stops	Reconfiguring Equipment	Digital Control Systems	Real-time Equipment Monitoring and Control Systems	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Energy Management Systems	-
Small stops	Lack Of Materials At A Workstation	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Connected Worker Platforms	Robotics and Automation	Digital Twins	-
Small stops	Visual Inspections	Machine Vision	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Internet of Things (IoT)	-	-
Small stops	Safety Hazards	Wearable Safety Devices	EHS Management Systems	Internet of Things (IoT)	Digital Twins	-
Small stops	Sensor Misfunction	Internet of Things (IoT)	Digital Control Systems	Condition Monitoring Systems	Predictive Maintenance Systems	-
Small stops	Adjusting Settings	Digital Control Systems	Real-time Equipment Monitoring and Control Systems	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	-	-
Small stops	Periodic Quick Cleaning	Robotics and Automation	Internet of Things (IoT)	Connected Worker Platforms	-	-
Small stops	Misalignment Of Components	Robotics and Automation	Internet of Things (IoT)	Machine Vision	-	-
Small stops	Equipment Blockage	Internet of Things (IoT)	Machine Vision	Condition Monitoring Systems	-	-
Slow Cycles	Mechanical Issues	Predictive Maintenance Systems	Condition Monitoring Systems	Internet of Things (IoT)	Real-time Equipment Monitoring and Control Systems	Energy Management Systems
Slow Cycles	Equipment Design Issues	Robotics and Automation	CAD or CAM software	Digital Twins	Remote Monitoring and Maintenance Systems	Machine Vision
Slow Cycles	Poor Lubrication	Supply Chain Management Software	Inventory Management Software	Demand Planning and Forecasting Systems	Supplier Relationship Management Systems	Advanced Analytics (AI/ML)
Slow Cycles	Improper Handling	Training and Certification Systems	Robotics and Automation	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Connected Worker Platforms	Digital Twins
Slow Cycles	Poor Lubrication	Lubrication Management Systems	Automated Lubrication Systems	-	-	-
Slow Cycles	Quality Testing	Laboratory Information Management Systems (LIMS)	Statistical process control (SPC) software	Quality Management Systems (QMS)	Machine Vision	-
Production & start-up rejects	Incorrect Equipment Calibration	Internet of Things (IoT) Platform	Digital Twins	Machine Vision	Connected Worker Platforms	-
Production & start-up rejects	Material Contamination	Machine Vision	Quality Management Systems (QMS)	Metal detectors and X-ray systems	-	-
Production & start-up rejects	Poor Material Handling Practices	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Robotics and Automation	Connected Worker Platforms	-	-
Production & start-up rejects	Presence Of Foreign Particles	Metal detectors and X-ray systems	Machine Vision	Internet of Things (IoT) Platform	-	-
Production & start-up rejects	Electrical Faults	Condition Monitoring Systems	Predictive Maintenance Systems	Energy Management Systems	-	-
Production & start-up rejects	Mishandle Equipment	Online Training Platforms	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Internet of Things (IoT) Platform	Robotics and Automation	-
Production & start-up rejects	Quality Control Issues	Statistical process control (SPC) software	Quality Management Systems (QMS)	Digital Twins	Advanced Analytics (AI/ML)	Machine Vision
Production & start-up rejects	Substandard Materials	Statistical process control (SPC) software	Supplier quality management systems	Advanced Analytics (AI/ML)	Machine Vision	-
Production & start-up rejects	Recipe Or BOM Issues	Product Lifecycle Management (PLM) Systems	Digital Twins	Connected Worker Platforms	-	-
Production & start-up rejects	Processing Fault	Condition Monitoring Systems	Predictive Maintenance Systems	Digital Twins	-	-

Εικόνα 37 : Χαρτογράφηση Τεχνολογιών - Απολειών Παραγωγής



Στοιχεία Κόστους		Τεχνολογίες				
Κατηγορία Απώλειας	Κωδικός	Tech 1	Tech 2	Tech 3	Tech 4	Tech 5
Production & start-up rejects	Processing Fault	Condition Monitoring Systems	Predictive Maintenance Systems	Digital Twins		-
	Adjusting Machine Settings	Human-Machine Interface (HMI) Systems	Advanced Analytics (AI/ML)	Digital Control Systems	Digital Twins	-
	Monitoring Machine Performance	Internet of Things (IoT) Platform	Advanced Analytics (AI/ML)	Digital Twins	Condition Monitoring Systems	Predictive Maintenance Systems
	Daily Meetings & Reviews	Collaboration and Communication Tools	Digital Dashboards	Connected Worker Platforms	-	-
	In-Process Quality Checks	Internet of Things (IoT) Platform	Advanced Analytics (AI/ML)	Machine Vision	Quality Management Systems (QMS)	Robotics and Automation
	Performing Cleaning And Sanitation	Robotics and Automation	Lubrication Management Systems	Internet of Things (IoT) Platform	-	-
	Manual Pick And Place Activities	Robotics and Automation	Collaborative Robots (Cobots)	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Conveyors and Sortation Equipment	-
	Labeling And Tagging	RFID Technology	Product Information Management (PIM) Software	Automated Weighing and Dimensioning Solutions	Barcode Scanners and Labeling Systems	Robotics and Automation
	Material Replenishment	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Robotics and Automation	Inventory Management Systems		-
	Documentation And Data Reporting	Document Management Systems	Dashboard and Reporting Tools	Advanced Analytics (AI/ML)	-	-
	Material Handling Activities	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Robotics and Automation	Warehouse Management Systems (WMS)	-	-

Εικόνα 38: Χαρτογράφηση Τεχνολογιών - Απωλειών Χειριστών

Στοιχεία Κόστους		Τεχνολογίες				
Κατηγορία Απώλειας	Κωδικός	Tech 1	Tech 2	Tech 3	Tech 4	Tech 5
Maintenance	Cleaning, Inspecting, Lubricating	Lubrication Management Systems	Robotics and Automation	Internet of Things (IoT) Platform	Condition Monitoring Systems	-
Maintenance	Writing Standards and SOPs	Document Management Systems	Computerized Maintenance Management Systems (CMMS)	-	-	-
Maintenance	Daily Meetings & Reviews	Collaboration and Communication Tools	Digital Dashboards	Computerized Maintenance Management Systems (CMMS)	Connected Worker Platforms	-
Maintenance	Repairing Equipment	Predictive Maintenance Systems	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Internet of Things (IoT) Platform	Computerized Maintenance Management Systems (CMMS)	-
Maintenance	Testing Equipment	Predictive Maintenance Systems	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Digital Twins	-	-
Maintenance	Replacing Faulty Components	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Digital Twins	Robotics and Automation	-	-
Maintenance	Overhauls	Asset Performance Management	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Maintenance Management Systems	-	-
Maintenance	Equipment Upgrades	Digital Twins	Internet of Things (IoT) Platform	Advanced Analytics (AI/ML)	-	-
Maintenance	Identify Equipment malfunctions	Predictive Maintenance Systems	Internet of Things (IoT) Platform	Computerized Maintenance Management Systems (CMMS)	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	-
Maintenance	Analyzing Equipment Failure Modes,	Predictive Maintenance Systems	Condition Monitoring Systems	Internet of Things (IoT) Platform	Advanced Analytics (AI/ML)	-

Εικόνα 39: Χαρτογράφηση Τεχνολογιών - Απωλειών Συντήρησης

Στοιχεία Κόστους		Τεχνολογίες				
Κατηγορία Απώλειας	Κωδικός	Tech 1	Tech 2	Tech 3	Tech 4	Tech 5
Quality	Manual Quality Inspections	Machine Vision	Internet of Things (IoT) Platform	Robotics and Automation	Digital Twins	-
Quality	Data Sampling	Quality Management Systems (QMS)	Internet of Things (IoT) Platform	Statistical Process Control (SPC) Software	Machine Vision	-
Quality	Daily Meetings & Reviews	Collaboration and Communication Tools	Digital Dashboards	Quality Management Systems (QMS)	Connected Worker Platforms	-
Quality	Analyzing And Reporting Spc Data	Statistical Process Control (SPC) Software	Quality Management Systems (QMS)	Advanced Analytics (AI/ML)	Dashboard and Reporting Tools	-
Quality	Quality Tests On Laboratory	Laboratory Information Management Systems (LIMS)	Machine Vision	Quality Management Systems (QMS)	Advanced Analytics (AI/ML)	-
Quality	Analyzing Customer Complaints	Customer Relationship Management (CRM) Systems	Advanced Analytics (AI/ML)	Text Mining and Natural Language Processing (NLP) Tools	Process Mining Tools	-
Quality	Process Optimization Actions	Process Mining Tools	Advanced Analytics (AI/ML)	-	-	-
Quality	Supplier Audits	Supplier Relationship Management (SRM)	Supply Chain Management Software	Quality Management Systems (QMS)	-	-
Quality	Performance Evaluations	Data Visualization Tools	Advanced Analytics (AI/ML)	Quality Management Systems (QMS)	-	-
Quality	Visual Inspections	Machine Vision	Augmented Reality (AR) and Wearable Devices	Internet of Things (IoT) Platform	-	-

Εικόνα 40: Χαρτογράφηση Τεχνολογιών - Απωλειών Ποιότητας

Στοιχεία Κόστους		Τεχνολογίες				
Κατηγορία Απώλειας	Κωδικός	Tech 1	Tech 2	Tech 3	Tech 4	Tech 5
Warehouse	Loading & Unloading Trucks	Warehouse Management Systems (WMS)	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Dock Scheduling and Yard Management Systems	Automatic Identification and Data Capture (AIDC)	Robotics and Automation
Warehouse	Updating Inventory Records	Automatic Identification and Data Capture (AIDC)	Warehouse Management Systems (WMS)	RFID Technology	Inventory Management Systems	Barcode Scanners and Labeling Systems
Warehouse	Daily Meetings & Reviews	Collaboration and Communication Tools	Digital Dashboards	Warehouse Management Systems (WMS)	Connected Worker Platforms	-
Warehouse	Palletization Or Other Form Of Unitization	Robotics and Automation	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Conveyors and Sortation Equipment	Palletizing Robots	-
Warehouse	Material Registration To Systems	Automatic Identification and Data Capture (AIDC)	Warehouse Management Systems (WMS)	ERP (Enterprise Resource Planning) Systems	Barcode Scanners and Labeling Systems	-
Warehouse	Inbound Material Inspection	Conveyors and Sortation Equipment	Machine Vision	Supplier Collaboration Platforms	Quality Management Systems (QMS)	-
Warehouse	Packing &, Labeling	Product Information Management (PIM) Software	Automated Weighing and Dimensioning Solutions	Barcode Scanners and Labeling Systems	Robotics and Automation	-
Warehouse	Picking Activites	Augmented Reality (AR) and Wearable Devices	Advanced Analytics (AI/ML)	Robotics and Automation	AGVs/AMRs/Automated Forklifts	Conveyors and Sortation Equipment
Warehouse	Handling Reverse Logistics	Automatic Identification and Data Capture (AIDC)	Warehouse Management Systems (WMS)	Conveyors and Sortation Equipment	Robotics and Automation	Product Lifecycle Management (PLM) Systems
Warehouse	Training Warehouse Personnel	Online Training Platforms	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Digital Twins	-	-

Εικόνα 41: Χαρτογράφηση Τεχνολογιών - Απωλειών Αποθήκης

Στοιχεία Κόστους		Τεχνολογίες				
Κατηγορία Απόλειας	Κωδικός	Tech 1	Tech 2	Tech 3	Tech 4	Tech 5
EHS	Incident Reporting And Investigation	Incident Tracking and Analysis Tools	EHS Management Systems	Root Cause Analysis Software	Advanced Analytics (AI/ML)	-
EHS	Hazard Assessments	EHS Management Systems	Machine Vision	Advanced Analytics (AI/ML)	-	-
EHS	Daily Meetings & Reviews	EHS Management Systems	Collaboration and Communication Tools	Digital Dashboards	Connected Worker Platforms	-
EHS	Safety Training Sessions	EHS Management Systems	Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)	Digital Twins	Online Training Platforms	-
EHS	Gathering, Analyzing And Reporting EHS KPIs	EHS Management Systems	Internet of Things (IoT) Platform	Advanced Analytics (AI/ML)	-	-
EHS	Emergency Drills	EHS Management Systems	Communication and Alert Systems	Digital Twins	-	-
EHS	Ergonomic Assessments	EHS Management Systems	Digital Twins	Machine Vision	Advanced Analytics (AI/ML)	-
EHS	Improvements In Workstations	EHS Management Systems	Machine Vision	-	-	-
EHS	Developing Documentation And SOPs	EHS Management Systems	Document Management Systems	Connected Worker Platforms	-	-
EHS	Legal Tracking & Compliance Review	EHS Management Systems	Audit Management Tools	-	-	-

Εικόνα 42: Χαρτογράφηση Τεχνολογιών - Απωλειών Υγείας και Ασφάλειας Εργαζομένων

Στοιχεία Κόστους		Τεχνολογίες				
Κατηγορία Απόλειας	Κωδικός	Tech 1	Tech 2	Tech 3	Tech 4	Tech 5
IT	Maintaining Servers, Networks	Network Monitoring and Management Tools	Server Monitoring and Management Software	Network Configuration and Optimization Tools	Virtualization and Cloud Computing Technologies	-
IT	Providing User Support	Help Desk Ticketing Systems	Remote Support Software	Knowledge Base and Self-Service Portals	IT Service Management (ITSM) Platforms	-
IT	Daily Meetings & Reviews	Collaboration and Communication Tools	Digital Dashboards and Performance Tracking Tools	Meeting Scheduling and Coordination Software	-	-
IT	Software Installations And Upgrades	Software Deployment and Configuration Management Tools	Patch Management Systems	License Management Software	Version Control Systems	-
IT	Monitoring The Performance And Availability Of IT Systems	IT Monitoring and Alerting Tools	Performance Management and Analytics Software	Service Level Agreement (SLA) Monitoring Solutions	Real-time Infrastructure Monitoring Systems	-
IT	Performing Data Analysis And Reporting	Data Visualization Tools	Data Warehousing and Data Integration Systems	Advanced Data Analysis and Machine Learning Software	-	-
IT	Conducting Vulnerability Assessments	vulnerability Scanning Tools	Penetration Testing Software	Security Information and Event Management (SIEM) Systems	Threat Intelligence Platforms	-
IT	Addressing Switches Or Cabling Failure	Network Switch Monitoring and Diagnostics Tools	Cable Management Systems	Network Infrastructure Redundancy Solutions	Network Documentation and Configuration Management Software	-
IT	Ensuring License Compliance	Software Asset Management (SAM) Tools	License Management and Compliance Software	Auditing and Reporting Systems	Usage Tracking and Metering Solutions	-
IT	Establishing Data Backup And Recovery Processes	Data Backup and Recovery Software	Disaster Recovery Planning and Solutions	Data Archiving and Long-Term Storage Systems	Continuous Data Protection (CDP) Technologies	-

Εικόνα 43: Χαρτογράφηση Τεχνολογιών - Απωλειών Τεχνολογίας Πληροφοριών

## 6. Οδικός χάρτης Μετασχηματισμού (Φάση Σχεδίασης)

Στο τελευταίο βήμα του πλαισίου χρησιμοποιούμε τον όρο σχεδίαση καθώς αποτελεί την δημιουργία του στρατηγικού πλάνου της εταιρείας με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από

τις προηγούμενες φάσεις σε συνδυασμό με κάποια επιπλέον στοιχεία . Σκοπός αυτής της ενότητας είναι να παρουσιάσει ένα γενικό πλαίσιο προσέγγισης για την δημιουργία του πλάνου ψηφιακού μετασχηματισμού. Για να υλοποιήσουν με επιτυχία το ταξίδι ψηφιακού μετασχηματισμού, οι οργανισμοί πρέπει να ακολουθήσουν μια δομημένη προσέγγιση και να υλοποιήσουν ένα σχέδιο που συμφωνεί με τη συνολική στρατηγική τους. Το σχέδιο πρέπει να περιλαμβάνει αρκετά βήματα που εξασφαλίζουν μια συνεκτική και ολιστική προσπάθεια ψηφιακού μετασχηματισμού. Στα πλαίσια ενός ψηφιακού μετασχηματισμού, ο όρος "Οδικός Χάρτης Μετασχηματισμού" αναφέρεται σε ένα στρατηγικό πλάνο που περιγράφει τα βήματα που απαιτούνται για την επίτευξη μιας επιτυχημένης υλοποίησης ψηφιακού μετασχηματισμού. Λειτουργεί ως οδηγός για τις οργανώσεις για να πλοηγηθούν στις πολυπλοκότητες της εφαρμογής ψηφιακών τεχνολογιών. Ένας Οδικός Χάρτης Μετασχηματισμού περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά στοιχεία [36][37]:

1. Αξιολόγηση Επιχειρηματικών Στόχων: Σε πρώτο στάδιο η εταιρεία πρέπει να αναγνωρίσει τους επιχειρηματικούς στόχους που οδηγούν στον ψηφιακό μετασχηματισμό. Αυτό το βήμα είναι κρίσιμο για τον συντονισμό των προσπαθειών της ψηφιακής αλλαγής σε συγχρονισμό με τη συνολική στρατηγική κατεύθυνση της εταιρείας. Μέσω της αναγνώρισης αυτών των επιχειρηματικών στόχων, μπορείτε να καθορίσετε πώς οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να υποστηρίξουν την επίτευξη τους υλοποιώντας την νέα ψηφιακή δομή της εταιρείας.
2. Αξιολόγηση Τρέχουσας Ικανότητας : Διεξαγωγή μιας Αξιολόγηση Ψηφιακής Ωριμότητας όπως παρουσιάστηκε στην Φάση 1 (Digital Vantage Index) για την αξιολόγηση της τρέχουσας ψηφιακής κατάσταση και αναγνώριση κενών σε όλους τους τομείς. Αυτή η αξιολόγηση παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον βαθμό έτοιμοτητας της οργάνωσης για τον ψηφιακό μετασχηματισμό, συμπεριλαμβανομένης της υποδομής τεχνολογίας, των ψηφιακών δεξιοτήτων, των διαδικασιών και την ψηφιακή κουλτούρα του οργανισμού.
3. Ανάλυση και καθορισμός Προτεραιοτήτων: Μόλις καθοριστεί η τρέχουσα κατάσταση, ο οδικός χάρτης βοηθά στον καθορισμό των προτεραιοτήτων ως προς τις ψηφιακές πρωτοβουλίες με βάση την πιθανή επίδρασή τους και τη συμβατότητά τους με τους στρατηγικούς στόχους της οργάνωσης. Οι προτεραιότητες πρέπει να ορίζονται , λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως ο χρόνος και ο βαθμός επιστροφής αξίας, η επίδραση στους επιχειρηματικούς στόχους και η εφικτότητα υλοποίησης. Στην Φάση 2 της

παρούσας εργασίας – μεθοδολογίας παρουσιάστηκε ένας εργαλείο προτεραιοποίησης των περιοχών με την μεγαλύτερη αξία.

4. Σταδιακή Προσέγγιση: Ο Οδικός Χάρτης Μετασχηματισμού διασπά το ταξίδι του μετασχηματισμού σε στάδια ή φάσεις. Κάθε φάση επικεντρώνεται σε συγκεκριμένους στόχους και αποτελέσματα, επιτρέποντας στην οργάνωση να υλοποιεί αλλαγές σταδιακά και να αντιμετωπίζει τους πιθανούς κινδύνους. Η σταδιακή προσέγγιση επιτρέπει επίσης την εκτίμηση της προόδου και την προσαρμογή των. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται μια λογική ανάπτυξης ενός χάρτη για την πιο στοχευμένα και συνδεδεμένη με τους στρατηγικούς στόχους υλοποίηση.
5. Εύρεση Συνεργατών για την Επίτευξη του Σχεδίου: Εντοπίστε εξωτερικούς συνεργάτες, προμηθευτές ή παρόχους τεχνολογίας που μπορούν να υποστηρίξουν και να συμπληρώσουν τις προσπάθειες ψηφιακού μετασχηματισμού της οργάνωσης. Η συνεργασία με ειδικούς και η αξιοποίηση των εξειδικευμένων γνώσεων τους και των πόρων τους μπορεί να επιταχύνει την υλοποίηση των πρωτοβουλιών και να καλύψει πιθανές κενώσεις ικανοτήτων.
6. Εκκίνηση Πρωτοβουλιών: Υλοποίηση των πρωτοβουλιών του ψηφιακού μετασχηματισμού σύμφωνα με την σειρά προτεραιοποίησης που έχει προκύψει από τα προηγούμενα στάδια. Αυτό περιλαμβάνει την εφαρμογή τεχνολογικών λύσεων, την ανάπτυξη νέων διαδικασιών και την ενεργοποίηση ψηφιακών ικανοτήτων σε όλη την οργάνωση. Θεσπίστε σαφείς σχέδια έργων, αναθέστε αρμοδιότητες και παρακολουθήστε την πρόοδο για την επιτυχή υλοποίηση.
7. Αναθεώρηση και Ενημέρωση: Ο οδικός χάρτης πρέπει να είναι ευέλικτος και να προσαρμόζεται στις αλλαγές και στις νέα δεδομένα που προκύπτουν κατά τη διάρκεια του μετασχηματισμού είτε από το εσωτερικό είτε από το εξωτερικό περιβάλλον. Αυτό διασφαλίζει ότι ο χάρτης ψηφιακού μετασχηματισμού παραμένει σε σύνδεση και με τη στρατηγική κατεύθυνση της οργάνωσης αλλά και αλλαγές στο πεδίο του ψηφιακού μετασχηματισμού.

Ο οδικός χάρτης εξασφαλίζει επίσης μια ομαλή μετάβαση και την αποφυγή προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια του μετασχηματισμού.

## Οδικός Χάρτης Μετασχηματισμού



Εικόνα 44: Χάρτης Ψηφιακού Μετασχηματισμού

Το πρώτο βήμα είναι να αξιολογηθούν οι επιχειρηματικοί στόχοι που θα καθοδηγήσουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Με την αναγνώριση αυτών των στόχων, οι οργανισμοί μπορούν να καθορίσουν πώς οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να υποστηρίξουν την επίτευξή τους. Αυτό το βήμα είναι ζωτικής σημασίας για την καθιέρωση της νέας ψηφιακής δομής της εταιρείας. Αφού αναγνωριστούν οι επιχειρηματικοί στόχοι, είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν οι υπάρχουσες δυνατότητες του οργανισμού μέσω μιας αξιολόγησης ψηφιακής ωριμότητας **(Φάση 1)**. Αυτή η αξιολόγηση παρέχει πληροφορίες για την ετοιμότητα του οργανισμού για τον ψηφιακό μετασχηματισμό, περιλαμβάνοντας την υποδομή τεχνολογίας, τις ψηφιακές δεξιότητες, τις διαδικασίες και το ψηφιακό περιβάλλον και την βιωσιμότητα της εταιρείας. Στη συνέχεια, οι οργανισμοί πρέπει να αναλύσουν και να δώσουν προτεραιότητα στις ψηφιακές πρωτοβουλίες με βάση την πιθανή τους επίδραση και συμβατότητα με τους στρατηγικούς στόχους. Ένα πλαίσιο προτεραιότητας **(Φάση 2)** μπορεί να βοηθήσει τους οργανισμούς να καθορίσουν τη σειρά με την οποία θα υλοποιηθούν οι ψηφιακές πρωτοβουλίες. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι ένα ταξίδι που απαιτεί μια σταδιακή προσέγγιση. Αυτή η σταδιακή προσέγγιση επιτρέπει την εφαρμογή των αλλαγών σε στάδια και επιτρέπει στους οργανισμούς να αξιολογήσουν την πρόοδο και να προσαρμόζονται όπως απαιτείται **(Φάση 3)**. Επίσης, βοηθά στη διαχείριση των πιθανών κινδύνων και εξασφαλίζει μια ομαλή μετάβαση κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μετασχηματισμού. Η

συνεργασία με εξωτερικούς συνεργάτες, προμηθευτές ή παρόχους τεχνολογίας είναι κρίσιμη για την επίτευξη των στόχων του ψηφιακού μετασχηματισμού. Η αξιοποίηση των εξειδικευμένων γνώσεων και πόρων μπορεί να επιταχύνει την υλοποίηση των ψηφιακών πρωτοβουλιών και να καλύψει τυχόν κενά στις δεξιότητες που κατέχει ο οργανισμός και απαιτείται χρόνος και πόροι για να τις αναπτύξει. Η δημιουργία στρατηγικών εταιρικών σχέσεων ενισχύει τις δυνατότητες του οργανισμού και αυξάνει τις πιθανότητες για ένα επιτυχές ψηφιακό μετασχηματισμό. Τέλος, είναι κρίσιμο να αναθεωρείται και ενημερώνεται το σχέδιο του ψηφιακού μετασχηματισμού τακτικά, προκειμένου να διατηρείται η ευελιξία και η προσαρμοστικότητα για αλλαγές και νέες ευκαιρίες. Η συνεχής αξιολόγηση και η προσαρμογή είναι απαραίτητες για να διασφαλιστεί η συνέχεια και η αποτελεσματικότητα του σχεδίου. Συνοψίζοντας, ακολουθώντας αυτά τα βήματα και χρησιμοποιώντας κατάλληλα εργαλεία και μεθοδολογίες όπως αυτά που παρουσιάζονται στη παρούσα εργασία, οι οργανισμοί μπορούν να πλοηγηθούν αποτελεσματικά στο ταξίδι του ψηφιακού μετασχηματισμού, να ευθυγραμμίσουν τις ψηφιακές πρωτοβουλίες με τους επιχειρηματικούς στόχους και να προωθήσουν την επιτυχημένη υλοποίησή του πλάνου [40].

## 6.1 Πυλώνες πλάνου μετασχηματισμού

Από τη μία πλευρά, ο ψηφιακός μετασχηματισμός μπορεί να θεωρηθεί ως η διαδικασία χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών για τη δημιουργία νέων ή τροποποίηση των υπαρχουσών επιχειρηματικών μοντέλων και διαδικασιών. Από την άλλη πλευρά, ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι πολύ περισσότερο από αυτό. Δεν πρόκειται μόνο για την ψηφιακή τεχνολογία, αλλά για το γεγονός ότι οι εταιρείες χρειάζεται να υιοθετήσουν νέες υλικό-τεχνικές δομές νέες διαδικασίες και να αναπτύξουν νέες δεξιότητες. Στον κλάδο της βιομηχανίας, η λήψη αποφάσεων διαδραματίζει ένα κρίσιμο ρόλο στην επίτευξη της επιτυχίας και των στόχων. Υπάρχουν τρία διακριτά επίπεδα λήψης αποφάσεων: στρατηγικό, τακτικό και λειτουργικό. Αυτά τα επίπεδα βοηθούν την διοίκηση, να πλοηγηθούν αποτελεσματικά στις πολυπλοκότητες υλοποίησης πλάνων και στρατηγικών και να λαμβάνουν σωστές αποφάσεις σε διάφορους χρονικούς ορίζοντες.

- **Στρατηγικό Επίπεδο:**

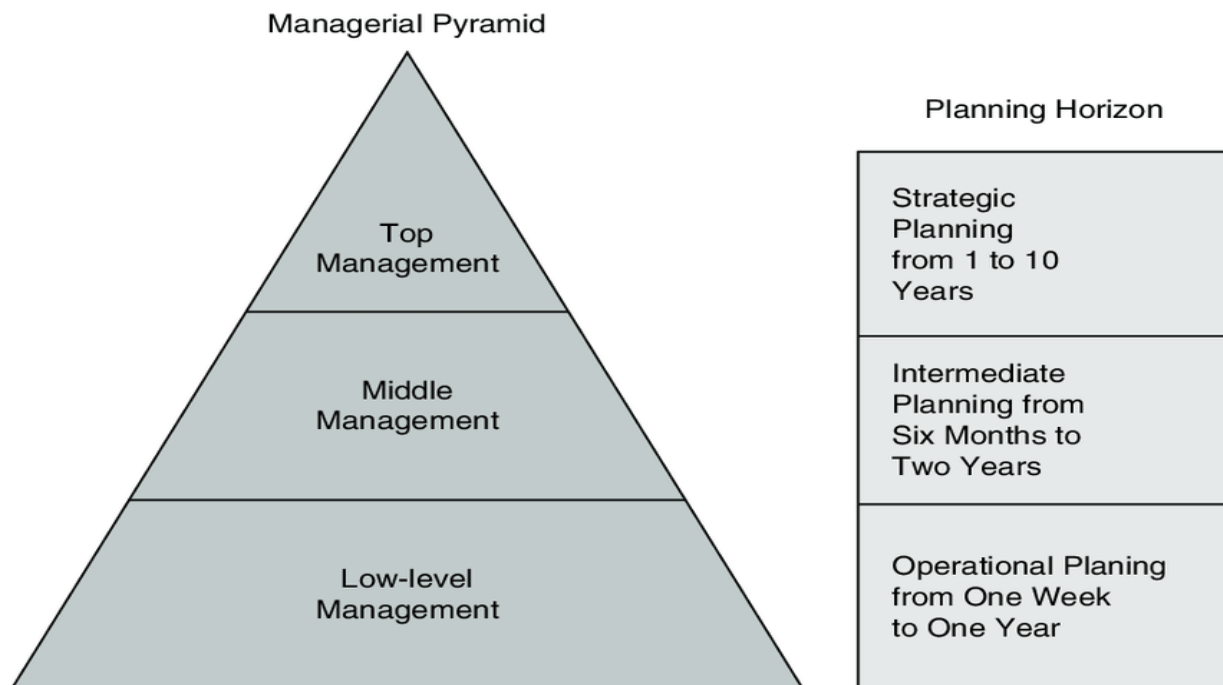
Το στρατηγικό επίπεδο επικεντρώνονται στο μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Αυτό περιλαμβάνει τον καθορισμό μιας κατεύθυνσης για την εταιρεία, η οποία συνήθως καλύπτει ένα χρονικό διάστημα δύο έως πέντε ετών (2-5 έτη). Οι αποφάσεις στρατηγικού επιπέδου καθοδηγούν την συνολική κατεύθυνση των λειτουργιών και ευθυγραμμίζονται με το όραμα της εταιρείας.

- **Τακτικό Επίπεδο :**

Το τακτικό επίπεδο της λήψης αποφάσεων αφορά το μεσοπρόθεσμο σχεδιασμό, ο οποίος καλύπτει συνήθως έξι μήνες έως δύο χρόνια. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη συγκεκριμένων στρατηγικών και δράσεων για διάφορες επιχειρησιακές μονάδες ή τμήματα εντός του οργανισμού. Αυτά τα σχέδια και δραστηριότητες σχεδιάζονται για να υποστηρίξουν τη συνολική στρατηγική της εταιρείας και να διασφαλίσουν ότι οι πόροι και οι λειτουργίες είναι ευθυγραμμισμένοι.

- **Λειτουργικό Επίπεδο :**

Το λειτουργικό επίπεδο της λήψης αποφάσεων επικεντρώνεται στην καθημερινή λειτουργία των διαδικασιών και στις λεπτομερείς διαδικασίες που απαιτούνται για την επίτευξη συγκεκριμένων αποτελεσμάτων. Οι διευθυντές σε αυτό το επίπεδο ευθύνονται για τη διασφάλιση της ομαλής και αποτελεσματικής λειτουργίας των διαδικασιών σε καθημερινή βάση. Δημιουργούν πλάνα που καλύπτουν ένα σύντομο χρονικό ορίζοντα, συνήθως τρεις έως έξι μήνες, για να καθοδηγήσουν την εκτέλεση των εργασιών και των διαδικασιών. Οι λειτουργικές αποφάσεις στοχεύουν στην βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας, της ποιότητας και της αποδοτικότητας της παραγωγικής διαδικασίας [59].



Εικόνα 45: Management levels and types of planning (Business Organization and Management Text and Cases, Kumar, 2012)



Ο στρατηγικός χάρτης είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τις εταιρείες που ξεκινούν το ταξίδι ψηφιακού μετασχηματισμού. Παρέχει έναν δομημένο τρόπο για την υλοποίηση ψηφιακών πρωτοβουλιών σε ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα. Σε παρούσα εργασία, ο χάρτης που προτείνεται στοχεύει σε ένα στρατηγικό ορίζοντα 5 ετών και περιλαμβάνει τρεις φάσεις [59]:

- Έναρξη – Launch
- Επέκταση – Expansion
- Κλιμάκωση – Scale-up

Ο χάρτης συνδυάζει τόσο τεχνολογικά όσο και μη τεχνολογικά βήματα για να διασφαλίσει έναν ολοκληρωμένο δρόμο προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Ακολουθώντας αυτόν τον χάρτη, οι εταιρείες μπορούν να πλοηγηθούν αποτελεσματικά στις πολυπλοκότητες του ψηφιακού μετασχηματισμού και να αξιοποιήσουν τις προηγμένες τεχνολογίες Βιομηχανίας 4.0 προωθώντας την καινοτομία στον οργανισμό. Ο στρατηγικός ορίζει τα απαραίτητα βήματα από την αρχική φάση έναρξης μέχρι την υιοθέτηση προηγμένων των τεχνολογιών της Βιομηχανίας 4.0. Εστιάζοντας τόσο στους τεχνολογικούς παράγοντες όσο και στους μη τεχνολογικούς παράγοντες, όπως η αναβάθμιση των δεξιοτήτων του προσωπικού, οι εταιρείες μπορούν να προωθήσουν τη βιώσιμη ανάπτυξη, να βελτιώσουν την λειτουργική αποδοτικότητα και να παραμείνουν ανταγωνιστικές στον συνεχώς εξελισσόμενο ψηφιακό τοπίο.

### 6.1.1 Στάδιο έναρξης – Launch stage

Το στάδιο της έναρξης (Launch stage) αποτελεί το πρώτο βήμα του στρατηγικού χάρτη για τον ψηφιακό μετασχηματισμό της βιομηχανίας. Σε αυτό το στάδιο, δίνεται έμφαση στα θεμέλια των ψηφιακών αναγκών, με έμφαση στην ανάπτυξη των ψηφιακών δεξιοτήτων, την πρόσληψη ανθρώπινου δυναμικού και την αναβάθμιση των τεχνολογιών υποδομών. Η υλοποίηση αυτού του σταδίου είναι ζωτικής σημασίας για το μέλλον και τον επιτυχή ψηφιακό μετασχηματισμό. Αυτά τα βήματα επιτρέπουν στην εταιρεία να αποκτήσει τις απαραίτητες ικανότητες και να δημιουργήσει τις βάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη και υιοθέτηση των τεχνολογιών της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης (Industry 4.0), αλλά και εύκολη προσαρμογή στις νέες καινοτομίες.

### 6.1.2 Στάδιο επέκτασης - Expansion stage

Το στάδιο της επέκτασης επικεντρώνεται στην επέκταση και ενίσχυση των ψηφιακών πρωτοβουλιών που ξεκίνησαν κατά το στάδιο της έναρξης. Κατά το στάδιο αυτό, η εταιρεία

επιδιώκει να ενσωματώσει θεμελιώδεις τεχνολογίες της Βιομηχανίας 4.0 που θα έχουν άμεσο αντίκτυπο και θα επιτύχουν μια βιώσιμη προσέγγιση. Πιθανά βήματα που μπορεί να περιληφθούν στο στάδιο της επέκτασης είναι η εφαρμογή της τεχνολογίας Internet of Things (IoT) σε ευρύτερη κλίμακα στις διεργασίες και λειτουργίες ενός εργοστασίου, η εφαρμογή συστημάτων προληπτικής συντήρησης για την παρακολούθηση και πρόβλεψη της κατάστασης των μηχανημάτων, η αναβάθμιση του εξοπλισμού, που μπορεί να περιλαμβάνει την ενσωμάτωση αισθητήρων και την αυτοματοποίηση διαδικασιών μέσα από ρομποτικές εφαρμογές και την εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας, τη χρήση βιώσιμων υλικών και πράσινων τεχνολογιών που θα ενισχύσουν την βιωσιμότητα.

### 6.1.3 Στάδιο Κλιμάκωσης – Scale-up stage

Το στάδιο της κλιμάκωσης εστιάζεται στην περαιτέρω επέκταση και αξιοποίηση των προηγμένων τεχνολογιών της Βιομηχανίας 4.0 για την επίτευξη μεγαλύτερης αποδοτικότητας, αυξημένης παραγωγικότητας και ανταγωνιστικότητας. Πιθανά βήματα που μπορούν να περιληφθούν σε αυτό το στάδιο είναι αυτοματοποίηση, αξιοποιώντας βιομηχανικά ρομπότ και οι αυτόνομες μονάδες παραγωγής, για τη βελτίωση της ταχύτητας και της ευελιξίας στην παραγωγική διαδικασία, η ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, εφαρμογή τεχνολογιών όπως οι αισθητήρες, το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και η τεχνολογία αλυσίδας (Blockchain) για τη βελτίωση της παρακολούθησης και της διαχείρισης στην παραγωγική αλυσίδα αλλά και η εφαρμογή της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality) για την προβολή επιπλέον πληροφοριών και οδηγιών στους εργαζομένους κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, βελτιώνοντας την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα των εργασιών τους.

Κατά το στάδιο της κλιμάκωσης, η εταιρεία έχει ήδη επιτύχει την εφαρμογή βασικών τεχνολογιών της Βιομηχανίας 4.0 και τώρα επιδιώκει να τις επεκτείνει για να επιτύχει ακόμα μεγαλύτερη απόδοση και ανταγωνιστικότητα. Η εστίαση στις προηγμένες τεχνολογίες της Βιομηχανίας 4.0 συνδυάζεται με την έμφαση στην βιωσιμότητα σε όλα τα επίπεδα, προωθώντας την καινοτομία. Με αυτόν τον τρόπο, η εταιρεία μπορεί να επιτύχει μια ισορροπημένη προσέγγιση που συνδυάζει την αποδοτικότητα με την βιωσιμότητα, δημιουργώντας ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

## 6.2 Μη τεχνολογικές παράμετροι

Η τεχνολογία διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο, ωστόσο είναι απαραίτητο να ασχοληθούμε και με διάφορες μη τεχνικές διαστάσεις για να εξασφαλίσουμε μια ολοκληρωμένη και επιτυχημένη στρατηγική. Αυτά τα μη τεχνολογικά βήματα επικεντρώνονται σε πεδία όπως η οργανωσιακή κουλτούρα, η διαχείριση της αλλαγής και η εκπαίδευση του εργατικού δυναμικού και οι στρατηγικές εταιρικές σχέσεις. Ποιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται μια σειρά από τέτοια βήματα που κάθε οργανισμός θα πρέπει να λάβει υπόψη στην προσπάθεια ενός ψηφιακού μετασχηματισμού και να υλοποιήσει πριν την εξερεύνηση των διάφορων τεχνολογιών. Αυτά τα βήματα είναι:

- **Stakeholders' engagement - Εμπλοκή των Ενδιαφερομένων:** Η αποτελεσματική εμπλοκή των ενδιαφερομένων μελών είναι κρίσιμη για την επιτυχία του πλάνου. Είναι σημαντικό να ανγνωριστούν οι κύριοι ενδιαφερόμενοι, συμπεριλαμβανομένων των εργαζομένων, των πελατών, των προμηθευτών και των εταίρων, στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Αυτή η συνεργατική προσέγγιση προάγει την αίσθηση της συνεργασίας και εξασφαλίζει τη ευθυγράμμιση μεταξύ των ψηφιακών πρωτοβουλιών και των αναγκών των ενδιαφερομένων.
- **Risk Management - Διαχείριση Κινδύνων:** Ο ψηφιακός μετασχηματισμός εισάγει νέους κινδύνους και προκλήσεις. Η διεξαγωγή αξιολογήσεων κινδύνου, ο καθορισμός σχεδίων μείωσης κινδύνου και την τακτική παρακολούθηση και αξιολόγηση των κινδύνων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ελαχιστοποιεί τα προβλήματα και εξασφαλίζει την ομαλή εκτέλεση των ψηφιακών πρωτοβουλιών.
- **Change Ambassadors - Πρέσβεις της Αλλαγής:** Η αναγνώριση ατόμων να προωθήσουν την ιδέα της αλλαγής εντός της οργάνωσης που μπορεί να λειτουργήσει θετικά. Αυτά τα άτομα πρέπει να διαθέτουν ισχυρές ηγετικές ικανότητες, βαθιά κατανόηση των στόχων της και τη δυνατότητα να επηρεάζουν και να εμπνέουν άλλους. Οι πρέσβεις της αλλαγής διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προώθηση της αποδοχής και υιοθέτησης των ψηφιακών πρωτοβουλιών σε ολόκληρο τον οργανισμό.
- **Data Governance - Διακυβέρνηση Δεδομένων:** Με τον ψηφιακό μετασχηματισμό αυξάνεται σημαντικά η συλλογή και η χρήση των δεδομένων. Πρέπει να καθιερωθούν πρακτικές διακυβέρνησης δεδομένων για την εξασφάλιση της ποιότητας και της

ασφάλειας των δεδομένων. Ένα πλαίσιο διακυβέρνησης δεδομένων επιτρέπει την αποτελεσματική λήψη αποφάσεων και προστατεύει από πιθανές παραβιάσεις δεδομένων.

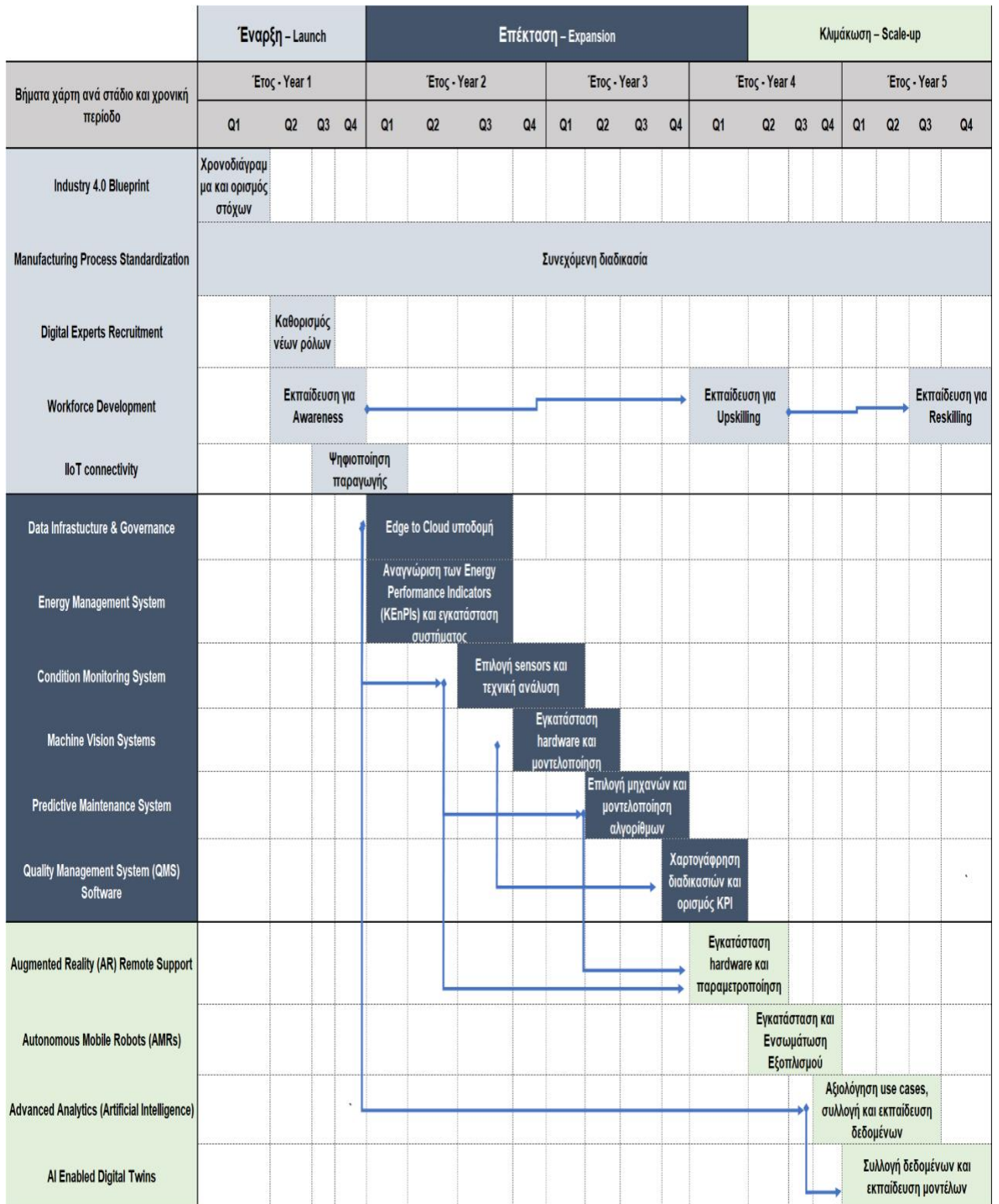
- **Upskilling and Reskilling - Εκπαίδευση Εργατικού Δυναμικού:** Η επιτυχία του ψηφιακού μετασχηματισμού εξαρτάται από ένα εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό. Είναι σημαντική η αναγνώριση των κενών στις δεξιότητες και η παροχή προγραμμάτων εκπαίδευσης για την εξέλιξη των εργαζομένων σε τεχνολογίες. Η επένδυση στην ανάπτυξη του εργατικού δυναμικού εξασφαλίζει ότι οι εργαζόμενοι διαθέτουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά την τεχνολογία.
- **Change Management - Διαχείριση Αλλαγής:** Η διαχείριση της αλλαγής είναι ένας κρίσιμος παράγοντας του ψηφιακού μετασχηματισμού. Έναν ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης αλλαγής αντιμετωπίζει την ανθρώπινη πλευρά της αλλαγής. Η αποτελεσματική διαχείριση της αλλαγής εξασφαλίζει μια ομαλή μετάβαση και μειώνει την αντίσταση που προβάλλουν οι άνθρωποι στην αλλαγή.
- **Digital Mindset - Δημιουργία ψηφιακής κουλτούρας:** Η επιτυχία του ψηφιακού μετασχηματισμού εξαρτάται από την υποστήριξη και συμμετοχή όλων των μελών του οργανισμού. Η αποδοχή και τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών αλλά και η αναγνώριση της αξίας που μπορεί να φέρει ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι σημαντικά στοιχεία.
- **Manufacturing Process Standardization - Κανονικοποίηση της διαδικασίας παραγωγής:** Κανονικοποίηση τις διαδικασίας παραγωγής σε ολόκληρο τον οργανισμό βοηθάει στην βελτίωση της αποδοτικότητας και στην μείωση της ποικιλομορφίας. Η κανονικοποίηση προωθεί τη συνέπεια και διευκολύνει την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών, καθώς και επιτρέπει τη συνεχή βελτίωση και σύγκριση των προσπαθειών.
- **IT/OT alignment - Ενσωμάτωση των τμημάτων Πληροφορικής και Τεχνολογίας :** Πολύ σημαντικό στοιχείο είναι η ενσωμάτωση και συνεργασία μεταξύ των ομάδων Πληροφορικής και Λειτουργικής Τεχνολογίας. Το βήμα αποσκοπεί σε μια ενιαία προσέγγιση για την εφαρμογή της τεχνολογίας, ενώνοντας τα επίπεδα της επιχείρησης από την παραγωγική διαδικασία μέχρι τη λήψη επιχειρησιακών αποφάσεων.
- **Στρατηγική για την Βιομηχανία 4.0 – Industry 4.0 Plan:** Περιλαμβάνει την αξιολόγηση της τρέχουσας κατάστασης του οργανισμού, την αναγνώριση των σχετικών τεχνολογιών, τον καθορισμό των χρονοδιαγραμμάτων και πλάνων υλοποίησης, καθώς και την οριοθέτηση των βασικών δεικτών απόδοσης (KPIs) για τη μέτρηση της προόδου.

- Εφαρμογή πιλοτικών έργων – Pilot implementation: Η εφαρμογή πιλοτικών έργων δίνει την δυνατότητα για δοκιμή των ψηφιακών τεχνολογιών και απόκτηση εμπειρίας πάνω σε αυτές. Έτσι δοκιμάζεται η εφαρμοσιμότητα των τεχνολογιών πριν τις υλοποίηση σε μεγαλύτερη κλίμακα

Τελικά, η ενσωμάτωση των μη-τεχνολογικών μέτρων με τις τεχνολογίες επιτρέπει στις οργανώσεις να επιτύχουν τους στόχους τους για ψηφιακή μετασχηματισμό, να προωθήσουν την καινοτομία, να βελτιώσουν την λειτουργική αποδοτικότητα. Αναγνωρίζοντας τη σημασία αυτών των μη-τεχνολογικών μέτρων και εφαρμόζοντάς τα αποτελεσματικά, οι οργανισμοί μπορούν να πλοηγηθούν με επιτυχία στις πολυπλοκότητες του μετασχηματισμού και να επιτύχουν μια μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα στο γρήγορα εξελισσόμενο περιβάλλον.

### 6.3 Σχεδίαση πλάνου ψηφιακού μετασχηματισμού

Ένας οργανισμός είναι σε θέση να δημιουργήσει ένα οδικό χάρτη μετασχηματισμού με βάση τα δικά του χαρακτηριστικά και χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που προέκυψαν από την Φάση 1 της αξιολόγησης της ψηφιακής ωριμότητας και της Φάσης 2 της ανάλυσης κόστους. Δηλαδή βάζοντας όλα τα απαιτούμενα βήματα σε μια λογική σειρά εντός του χρονικού ορίζοντα των πέντε ετών, ο οργανισμός έχει μια καθαρή εικόνα για τα επόμενα βήματα προς το ταξίδι του ψηφιακού σχηματισμού. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα ενός χάρτη ψηφιακού σχηματισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υπόδειγμα [60].



Εικόνα 46: Παράδειγμα χάρτη μετασχηματισμού (σε excel)

Τα επιμέρους βήματα χωρίζονται στα 3 στάδια, ξεκινώντας από τα οργανωσιακά βήματα για να προετοιμάσουν τον οργανισμό σε επίπεδο ανθρώπων και διαδικασιών στο στάδιο της «Έναρξης», συνεχίζοντας με την τεχνολογική υποδομή για την διαχείριση των δεδομένων και τις τεχνολογίες που θα επιφέρουν την μεγαλύτερη αξία στο στάδιο της «Επέκτασης» και συνεχίζοντας με πιο προχωρημένες τεχνολογίες στο στάδιο της «Κλιμάκωσης» που χτίζονται σε μεγάλο βαθμό πάνω στην ωριμότητα των προηγούμενων βημάτων. Επίσης είναι σημαντικό να εξεταστούν οι εξαρτήσεις μεταξύ των βημάτων για την αποφυγή προβλημάτων κατά την φάση της υλοποίησης και καλύτερη διαχείριση κινδύνων. Επιπλέον ένα ενδεικτικό πλαίσιο χρόνου για την υλοποίηση ορίζεται για κάθε βήμα, χρησιμοποιώντας τα οικονομικά τρίμηνα (fiscal quarters) ενός οικονομικού έτους (fiscal year) για την καλύτερη ενσωμάτωση των ψηφιακών στόχων στους στρατηγικούς στόχους της εταιρείας. Το πλαίσιο χρόνου που προκύπτει στο παράδειγμα προέρχεται από την γνώση του συγγραφέα της εργασίας και μπορεί να παραμετροποιηθεί αναλόγως από τις δυνατότητες και την εμπειρία κάθε εταιρείας αλλά και τις προσδοκίες των εξωτερικών συνεργατών. Συνοψίζοντας τα βασικά χαρακτηριστικά του χάρτη ψηφιακού μετασχηματισμού που προτείνεται είναι :

- Τρία στάδια υλοποίησης Έναρξη – Launch, Επέκταση – Expansion, Κλιμάκωση – Scale-up.
- Χρονικός ορίζοντας 5 ετών η τουλάχιστον 3 ετών ανάλογα με το αριθμό και την πολυπλοκότητα των βημάτων που προτείνονται.
- Στάδια διακριτά στον ορίζοντα των 5 χρόνων με το στάδιο της Έναρξης (Launch) να επικεντρώνεται στο 1<sup>ο</sup> έτος της υλοποίησης.
- Χρήση οικονομικών περιόδων για καλύτερη κατανόηση από όλα τα επίπεδα του οργανισμού και ευκολία στην ευθυγράμμιση των στόχων με την γενικότερη στρατηγική της εταιρείας.
- Βήματα χωρισμένα στα 3 στάδια, ξεκινώντας τα θεμέλια βήματα του μετασχηματισμού (άνθρωποι, οργανισμός, τεχνολογία) που προκύπτουν κυρίως από την Φάση 1 του πλαισίου (Αξιολόγηση της κατάστασης ωριμότητας), συνεχίζοντας με τα τεχνολογικά βήματα με την μεγαλύτερη αξία που προκύπτουν κυρίως από την φάση 2 (ανάλυση κόστους απωλειών) και συνέχεια με προηγμένα θέματα που θα ενισχύσουν μελλοντικά τις δυνατότες του οργανισμού και θα επιταχύνουν την

καινοτομία, που προκύπτουν τις γνώσεις του οργανισμού σε θέματα τεχνολογίας, τις διάφορες συνεργασίες και τις εξελίξεις στον τομέα του ψηφιακού μετασχηματισμού.

- Λογική συνέχεια μεταξύ των βημάτων (sequential reasoning) και εξέταση αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των βημάτων.

## 7. Συμπεράσματα & επεκτάσεις

Στην παρούσα εργασία αναπτύσσεται ένα γενικό πλαίσιο για την προσέγγιση της Βιομηχανίας 4.0. Η μέθοδος χωρίζεται σε 3 βήματα, τα οποία έχουν ως στόχο να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να σχεδιάσουν το στρατηγικό πλάνο για τον ψηφιακό μετασχηματισμό, να προσδιορίσουν τις διαδικασίες και τις τεχνολογίες που θα προσφέρουν τη μεγαλύτερη αξία στην εταιρεία μέσω της υιοθέτησης κατάλληλων τεχνολογιών, και να συνεχίσουν να εφαρμόζουν το πλαίσιο συστημικά, αναθεωρώντας και αξιολογώντας την πρόοδο του ψηφιακού μετασχηματισμού. Ένα τέτοιο πλαίσιο εργασίας για τον ψηφιακό μετασχηματισμό αποτελεί ένα κρίσιμο στρατηγικό εργαλείο για τις εταιρείες, ώστε να αντιμετωπίζουν όλες τις εξελίξεις με δομημένο και συστηματικό τρόπο, αποφεύγοντας απομονωμένες κινήσεις που δεν εξασφαλίζουν τη μακροχρόνια βιωσιμότητα της επιχείρησης επιφέρουν οικονομικές ζημιές και δεν υποστηρίζουν την πλήρη εκμετάλλευση των τεχνολογικών λύσεων που υπάρχουν στην αγορά. Επιπλέον, η διερεύνηση των ηθικών πτυχών της τεχνολογίας που συνδέονται με τον ψηφιακό μετασχηματισμό, όπως η ιδιωτικότητα των δεδομένων και η υπεύθυνη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, θα συμβάλει σε μια ολοκληρωμένη κατανόηση των επιπτώσεων της Βιομηχανίας 4.0 και μπορεί μελλοντικά να ενταχθεί στο προτεινόμενο πλαίσιο ως ένα κρίσιμο βήμα.

Πρώτα αναλύθηκε, ο Δείκτης Ψηφιακού Ωριμότητας (Digital Vantage Index - DVI) και η Φάση 1 του πλαισίου που αποτελεί έναν εργαλείο που αναπτύχθηκε για την αξιολόγηση και μέτρηση της ψηφιακής ωριμότητας των οργανισμών στο πλαίσιο του ψηφιακού μετασχηματισμού. Αποτελείται από διάφορες διαστάσεις και υποδιαστάσεις που καλύπτουν συλλογικά τις διάφορες πτυχές της ψηφιαποίησης σε διάφορους τομείς ενός οργανισμού. Μέσω της αξιολόγησης με την βοήθεια ενός ερωτηματολογίου και της ανάθεσης βαθμολογιών σε κάθε διάσταση και υποδιάσταση, ο DVI παρέχει μια ολοκληρωμένη και μετρήσιμη εικόνα της ψηφιακής κατάστασης και του επιπέδου ωριμότητας ενός βιομηχανικού οργανισμού. Οι διαστάσεις του DVI καλύπτουν βασικούς τομείς, όπως Άνθρωποι και Κουλτούρα, η Στρατηγική, οι Λειτουργίες, η Εφοδιαστική Αλυσίδα, το Επιχειρηματικό Μοντέλο, η Βιωσιμότητα και η Τεχνολογία. Εντός κάθε διάστασης,



υπάρχουν υποδιαστάσεις που εμβαθύνουν σε συγκεκριμένες περιοχές που σχετίζονται με την ψηφιακό μετασχηματισμό. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από πολλαπλές ερωτήσεις σε κάθε διάσταση, καθεμία με ένα σύστημα κλίμακας από 1 έως 5, επιτρέποντας στους χρήστες να αξιολογήσουν τις ψηφιακές ικανότητες του οργανισμού τους. Οι βαθμολογίες συνίστανται στον μέσο όρο για κάθε διάσταση και τον συνολικό δείκτη. Ο Δείκτης Ψηφιακού Ωριμότητας είναι ένα χρήσιμο εργαλείο, με την χρήση του οποίου οι οργανισμοί, μπορούν να αναγνωρίσουν τις δυνατότητές τους και τις ελλείψεις τους σε κάθε διάσταση, επιτρέποντας την εστίαση σε συγκεκριμένους τομείς για τη βελτίωση της ψηφιακής κατάστασης. Όσον αφορά την περαιτέρω ανάπτυξη του εργαλείου είναι σημαντικό το εργαλείο να χρησιμοποιηθεί από αρκετούς οργανισμούς σε διάφορα πεδία της βιομηχανίας για να εντοπιστούν μέσα από την εμπειρία πιθανά κενά στην λογική του πλαισίου και να προσαρμοστεί στις μεταβαλλόμενες ανάγκες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Επιπλέον μέσα από την χρήση και την συλλογή αρκετών δεδομένων είναι εφικτή η σύγκριση των αποτελεσμάτων του δείκτη DVI μεταξύ διαφόρων οργανισμών παρέχοντας έτσι μια ανάλυση του ανταγωνισμού και τον προσδιορισμό των βέλτιστων πρακτικών με βάση τον μέσο όρο της βιομηχανίας. Οπότε ένα επόμενο βήμα θα ήταν η δημιουργία μίας ανάλυσης αναφοράς (benchmark) για όλους τους εμπλεκόμενους οργανισμούς.

Στο επόμενο στάδιο η εργασία παρουσιάζει την Φάση 2, δηλαδή την ανάλυση κόστους απωλειών. Το μοντέλο που παρουσιάζεται βασίζεται σε κοινές μετρικές στον τομέα της βιομηχανίας, δηλαδή την Συνολική Απόδοση του Εξοπλισμού (OEE) και το Ωριαίο κόστος λειτουργίας ( Machine Hour Rate) για τον υπολογισμό των οικονομικών απωλειών-κοστών που συνδέονται με διάφορες πτυχές της καθημερινής λειτουργίας. Το εργαλείο που παρουσιάζεται καλύπτει ένα από τα σημαντικότερα κενά που παρατηρείτε σήμερα στην αγορά δηλαδή την παροχή συγκεκριμένων οικονομικών δεδομένων, μέσω της μετάφρασης των καθημερινών διαδικασιών τόσο σε επίπεδο ανθρώπινης εργασίας όσο και σε επίπεδο μηχανών σε μονάδες κόστους που μπορούν να μειωθούν με την υλοποίηση των κατάλληλων τεχνολογικών λύσεων. Το μοντέλο μπορεί αναπτυχθεί περαιτέρω εισάγοντας μια λεπτομερή ανάλυση αντίστοιχης λογικής για της διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας η μια πιο σε βάθος ανάλυση των κοστών ενέργειας, Επίσης η δημιουργία μίας λογικής αναφοράς των αποτελεσμάτων με τυποποιημένο τρόπο που θα επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων σε όλα τα επίπεδα του οργανισμού καθώς και την σύγκριση μεταξύ διαφορετικών παραγωγικών μονάδων η και εταιρειών μπορεί να αποτελέσει ένα επόμενο βήμα.

Εν συνεχεία, η εργασία παρουσίασε ένα πλαίσιο για την ανάπτυξη ενός χάρτη μετασχηματισμού, το οποίο περιλαμβάνει μια στρατηγική και σταδιακή προσέγγιση με προοπτική 5 ετών και τρία στάδια: Έναρξη, Επέκταση και Ενίσχυση. Το πλαίσιο υπογράμμισε την ενσωμάτωση των μη τεχνολογικών βημάτων δίπλα στις τεχνολογικές πρωτοβουλίες για να διασφαλιστεί ένας ολιστικός μετασχηματισμός. Αναλύθηκαν λεπτομερώς διάφορα μη τεχνολογικά μέτρα και επισημάνθηκε η σημασία της συμμετοχής των ενδιαφερομένων μελών για την ευθυγράμμιση των ψηφιακών πρωτοβουλιών. Η κουλτούρα του οργανισμού και η ανάπτυξη του εργατικού δυναμικού υπογραμμίστηκαν ως κρίσιμοι παράγοντες για την επιτυχία του ψηφιακού μετασχηματισμού, με έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων των εργαζομένων και την προαγωγή μιας κουλτούρας καινοτομίας που θα ενισχύσει την βιώσιμη ανάπτυξη του οργανισμού. Η εργασία αυτή παρέχει ένα θεωρητικό και πρακτικό πλαίσιο για την περαιτέρω εξέλιξη και υλοποίηση του ψηφιακού μετασχηματισμού στην βιομηχανία. Συνολικά μπορούμε να πούμε ότι παρατηρείται έλλειψη πλαισίων και εργαλείων και η παρούσα εργαλεία καλύπτει ένα σημαντικό κενό με την παρούσα μεθοδολογία. Το πλαίσιο για την δημιουργία του χάρτη μετασχηματισμού μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω λαμβάνοντας υπόψη επιπλέον βήματα και πιθανώς στάδια που θα διευκολύνουν την βιομηχανία στο στρατηγικό σχεδιασμό του ψηφιακού μέλλοντος. Τέλος ιδιαίτερα σημαντικό και χρήσιμο θα ήταν να επεκταθεί το πλαίσιο ώστε να συμπεριλαμβάνει οικονομικά στοιχεία και μια ανάλυση κόστους-οφέλους πάνω στα βήματα που έχουν επιλεγεί και σχεδιαστεί από τον εκάστοτε χρήστη του πλαισίου, προσφέροντας έτσι πέραν του στρατηγικού πλάνου μια ξεκάθαρη εικόνα για το οικονομικό όφελος της εφαρμογής του πλάνου.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ενδεικτική λίστα με κωδικούς – reason codes και ενέργειες του προσωπικού για κάθε περιοχή υπό εξέταση.

Πίνακας 10: Ενδεικτική λίστα με κωδικούς για την Παραγωγή

Planned Downtime	Unplanned Downtime	Small Stops	Slow Cycles	Start-up & production rejects
<b>Technical Problems</b>	Equipment Failure	Equipment Jams	Technical Problems	Incorrect Equipment Calibration
<b>Mechanical Issues</b>	Human Error	Material Misfeeds	Mechanical Issues	Material Contamination
<b>Material Shortages</b>	Quality Or Product Issues	Reconfiguring Equipment	Material Shortages	Poor Material Handling Practices
<b>Improper Handling</b>	Lack Of Material Availability	Lack Of Materials At A Workstation	Improper Handling	Presence Of Foreign Particles
<b>Inadequate Capacity</b>	Equipment Mechanical Breakdown	Visual Inspections	Inadequate Capacity	Electrical Faults
<b>Setups</b>	Safety Incidents	Safety Hazards	Setups	Software Glitches
<b>Quality Testing</b>	IT/OT Failure	Sensor Misfunction	Quality Testing	Mishandle Equipment
<b>Lack Of Operator Knowledge</b>	Synchronization Stops	Adjusting Settings	Lack Of Operator Knowledge	Quality Control Issues
<b>Incorrect Settings</b>	Electrical Breakdown	Periodic Quick Cleaning	Incorrect Settings	Substandard Materials
<b>Equipment Design Issues</b>	Sensor Error	Misalignment Of Components	Equipment Design Issues	Recipe Or BOM Issues
<b>Poor Lubrication</b>	Incorrect Settings Or Configurations	Equipment Blockage	Poor Lubrication	Processing Fault
<b>Technical Problems</b>	Power outages			

Πίνακας 11: Ενδεικτική λίστα με δραστηριότητες του ανθρώπινου δυναμικού

Operators – Χειριστές	Maintenance - Συντήρηση	Quality - Ποιότητα	Warehouse - Αποθήκη	EHS – Υγεία & ασφάλεια των εργαζομένων	IT – Τμήμα Πληροφορικής
Adjusting Machine Settings	Cleaning, Inspecting, Lubricating	Manual Quality Inspections	Loading & Unloading Trucks	Incident Reporting And Investigation	Maintaining Servers, Networks
Monitoring Machine Performance	Writing Standards Sops	Data Sampling	Updating Inventory Records	Hazard Assessments	Providing User Support
Daily Meetings & Reviews	Daily Meetings & Reviews	Daily Meetings & Reviews	Daily Meetings & Reviews	Daily Meetings & Reviews	Daily Meetings & Reviews

In-Process Quality Checks	Repairing Equipment	Analyzing And Reporting Spc Data	Palletization Or Other Form Of Unitization	Safety Training Sessions	Software Installations And Upgrades
Performing Cleaning And Sanitation	Testing Equipment	Quality Tests On Laboratory	Material Registration To Systems	Gathering, Analyzing And Reporting Ehs Kpis	Monitoring The Performance And Availability Of It Systems
Manual Pick And Place Activities	Replacing Faulty Components	Analyzing Customer Complaints	Inbound Material Inspection	Emergency Drills	Performing Data Analysis And Reporting
Labeling And Tagging	Overhauls	Process Optimization Actions	Packing &, Labeling	Ergonomic Assessments	Conducting Vulnerability Assessments
Material Replenishment	Equipment Upgrades	Supplier Audits	Picking Activites	Improvements In Workstations	Addressing Switches Or Cabling Failure
Documentation And Data Reporting	Identify Equipment malfunctions	Performance Evaluations	Handling Reverse Logistics	Developing Documentation And Sops	Ensuring License Compliance
Material Handling Activities	Analyzing Equipment Failure Modes,	Visual Inspections	Training Warehouse Personnel	Legal Tracking & Compliance Review	Establishing Data Backup And Recovery Processes

## Βιβλιογραφία

### Διαδικτυακές πηγές

- 1) <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>
- 2) <https://realpars.com/automation-pyramid/>
- 3) <https://blog.isa.org/what-is-industry-40>
- 4) <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/gr/pdf/2021/03/gr-industry-4-key-challenges.pdf>
- 5) <https://circuitdigest.com/article/what-is-industry-4-and-its-nine-technology-pillars#:~:text=Industry%204.0%20is%20the%20integration,not%20just%20automated%20but%20in%20telligent.>
- 6) <https://api.deephub.io/industry-40-standards/>
- 7) <https://www.isa.org/intech-home/2016/may-june/features/industry-4-0-intelligent-and-flexible-production#:~:text=market%20opportunities%20agilely.-,Standards,cooperate%20with%20each%20other%20directly.>
- 8) <https://impuls-stiftung.de/>
- 9) [https://warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/research/scip/reports/final\\_version\\_of\\_i4\\_report\\_for\\_use\\_on\\_web\\_sites.pdf](https://warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/research/scip/reports/final_version_of_i4_report_for_use_on_web_sites.pdf)
- 10) <https://data.gndpartners.com/technology/Manufacturer-Self-Assessment>
- 11) <https://www.btlnet.co.uk/insights/blog/see-beyond-the-new-normal-to-the-future-reimagined-people-process-technology-and-data>
- 12) <https://www.plutora.com/blog/people-process-technology-ppt-framework-explained#:~:text=The%20PPT%20framework%20is%20all,also%20helps%20automate%20the%20p%20rocesses.>
- 13) [Industry 4.0 Competence Meter – I4EU \(i4eu-pro.eu\)](https://www.i4eu-pro.eu/)
- 14) [Industry 4.0: Building the digital enterprise \(pwc.com\)](https://www.pwc.com/industry-4-0/building-the-digital-enterprise)
- 15) <https://www.bcg.com/capabilities/digital-technology-data/digital-maturity>
- 16) <https://orgcmf.com/en-gb/bok/dmi/>
- 17) <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Industry%2040%20How%20to%20navigate%20digitization%20of%20the%20manufacturing%20sector/Industry-40-How-to-navigate-digitization-of-the-manufacturing-sector.ashx>
- 18) <https://www.industrie40-readiness.de/index.php?sid=62931&move=clearall&lang=en>
- 19) <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/gr/pdf/2021/03/gr-industry-4-key-challenges.pdf>
- 20) <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/04/ch-digital-readiness-assessment-en.pdf>
- 21) <https://data.gndpartners.com/technology/Manufacturer-Self-Assessment>

- 22) [acatech\\_STUDIE\\_Maturity\\_Index\\_eng\\_WEB.pdf](#)
- 23) [Microsoft Word - Digital Maturity Check\\_EN.docx \(wordpress.com\)](#)
- 24) <http://forrester.nitro-digital.com/pdf/Forrester-s%20Digital%20Maturity%20Model%204.0.pdf>
- 25) <https://siri.incit.org/>
- 26) <https://www.dpc.sa.gov.au/responsibilities/ict-digital-cyber-security/toolkits/digital-transformation-toolkit>
- 27) <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-Media-Telecommunications/deloitte-digital-maturity-model.pdf>
- 28) <https://new.abb.com/industrial-software/digital/oeo-overall-equipment-effectiveness/oeo-as-a-financial-kpi>
- 29) <https://evocon.com/articles/what-is-oeo-and-how-does-it-work/>
- 30) <https://www.oeo.com/>
- 31) <https://www.machinemetrics.com/blog/oeo-as-a-financial-kpi>
- 32) <https://www.leanproduction.com/oeo/>
- 33) <https://www.financestrategists.com/accounting/cost-accounting/overhead-costing/computation-of-machine-hour-rate/>
- 34) <http://jmpcollege.org/Adminpanel/AdminUpload/Studymaterial/MACHINE%20HOUR%20RATE%20%20.pdf>
- 35) <https://matics.live/blog/oeo-value-how-to-calculate-the-financial-impact-of-oeo/>
- 36) <https://www.wallstreetmojo.com/direct-material-cost/>
- 37) <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/a-roadmap-for-a-digital-transformation>
- 38) <https://www2.deloitte.com/rs/en/pages/strategy-operations/articles/brief-roadmap-for-digital-transformation-leveraging-business-architecture-to-achieve-superb-results.html>
- 39) <https://www.jibility.com/digital-transformation-roadmap-example/>
- 40) <https://emeritus.org/blog/digital-transformation-strategy-roadmap/>

### **Επιστημονικά άρθρα**

- 41) Thomas Vollmer, Robert Schmitt, Alexander D. Kies, Alexander Kreppein, Jan Dering, Timo Heutmann, Raphael Kiesel, April 2012, "Cybersecurity in Networked Production" available at: [https://www.researchgate.net/figure/Automation-pyramid-and-network-in-the-production-23-24\\_fig1\\_350871174](https://www.researchgate.net/figure/Automation-pyramid-and-network-in-the-production-23-24_fig1_350871174)
- 42) Markus Lassnig, Julian Marius Muller, Karin Klieber, Alexander Zeisler and Max Schirl, October 2021, "Digital readiness check for the evaluation of supply chain aspects and company size for

Industry 4.0" available at: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-10-2020-0382/full/pdf?title=a-digital-readiness-check-for-the-evaluation-of-supply-chain-aspects-and-company-size-for-industry-40>

- 43) Luiz Felipe Pierin Ramosa, Eduardo de Freitas Rocha Louresa , Fernando Deschamps, 2012, "An Analysis of Maturity Models and Current State Assessment of Organizations for Industry 4.0 Implementation", 30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing available at: [An Analysis of Maturity Models and Current State Assessment of Organizations for Industry 4.0 Implementation - ScienceDirect](#)
- 44) Marco Spaltini, Federica Acerbi, Marta Pinzone, Sergio Gusmeroli, Marco Taisch, 2022, "Defining the Roadmap towards Industry 4.0: The 6Ps Maturity Model for Manufacturing SMEs", available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827122001068?via%3Dihub>
- 45) Pirola, F., Cimini, C. and Pinto, R. (2020), "Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 31 No. 5, pp. 1045-1083 available at: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-09-2018-0305/full/html>
- 46) Vanessa Felch, Björn Asdecker, Eric Sucky, 2019, "Maturity Models in the Age of Industry 4.0 – Do the Available Models Correspond to the Needs of Business Practice? " available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/211327703.pdf>
- 47) Andreas Schumacher, Wilfried Sihm, Selim Erol, 2016, "A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises" available at: [https://www.researchgate.net/publication/307620022\\_A\\_Maturity\\_Model\\_for\\_Assessing\\_Industry\\_4\\_0\\_Readiness\\_and\\_Maturity\\_of\\_Manufacturing\\_Enterprises](https://www.researchgate.net/publication/307620022_A_Maturity_Model_for_Assessing_Industry_4_0_Readiness_and_Maturity_of_Manufacturing_Enterprises)
- 48) Agnes SANDOR, Akos GUBAN, 2021, "A Measuring Tool for the Digital Maturity of Small and Medium-Sized Enterprises", Management and Production Engineering Review available at: <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/140001/edition/121966/content>
- 49) Tonelli, F, Demartini, M., Loleo, A., Testa, C., 2016, "A Novel Methodology for Manufacturing Firms Value Modeling and Mapping to Improve Operational Performance in the Industry 4.0 era", 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116311751>
- 50) Umut Sener, Ebru Gökalp, P. Erhan Eren, "Towards a Maturity Model for Industry 4.0: A Systematic Literature Review and a Model Proposal", Industry 4.0 from the MIS Perspective (pp.291-303)Chapter: 21, available at : [https://www.researchgate.net/publication/335652665\\_Towards\\_a\\_Maturity\\_Model\\_for\\_Industry\\_4\\_0\\_A\\_Systematic\\_Literature\\_Review\\_and\\_a\\_Model\\_Proposal/figures](https://www.researchgate.net/publication/335652665_Towards_a_Maturity_Model_for_Industry_4_0_A_Systematic_Literature_Review_and_a_Model_Proposal/figures)

- 51) Jian Qin, Ying Liu, Roger Grosvenor, 2016, "A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond" available at:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711630854X>
- 52) Anna De Carolis, Marco Macchi, Elisa Negri, Sergio Terzi , 2017, "A Maturity Model for Assessing the Digital Readiness of Manufacturing Companies", IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems available at :  
[https://www.researchgate.net/publication/319377653\\_A\\_Maturity\\_Model\\_for\\_Assessing\\_the\\_Digital\\_Readiness\\_of\\_Manufacturing\\_Companies](https://www.researchgate.net/publication/319377653_A_Maturity_Model_for_Assessing_the_Digital_Readiness_of_Manufacturing_Companies)
- 53) Aniruddha Anil Wagire, Rohit Joshi, Ajay Pal Singh Rathore, Rakesh Jain, 2020, "Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice" available at: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2020.1744763>
- 54) Christian Leyh, Thomas Schäffer, Katja Bley, Sven Forstenhäusler, , "SIMMI 4.0 – A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape Focusing on Industry 4.0 "available at : [SIMMI 4.0 – A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape Focusing on Industry 4.0 \(annals-csis.org\)](https://www.annals-csis.org/SIMMI_4.0_-_A_Maturity_Model_for_Classifying_the_Enterprise-wide_IT_and_Software_Landscape_Focusing_on_Industry_4.0)
- 55) Jaione Ganzarain, Nekane Errasti, 2016, "Three stage maturity model in SME's toward industry 4.0", Journal of Industrial Engineering and Management available at:  
[https://www.researchgate.net/publication/311780363\\_Three\\_stage\\_maturity\\_model\\_in\\_SME's\\_toward\\_industry\\_40](https://www.researchgate.net/publication/311780363_Three_stage_maturity_model_in_SME's_toward_industry_40)
- 56) Dinara Dikhanbayeva, Sabit Shaikholla,,Zhanybek Suleiman and Ali Turkyilmaz, 2020, "Assessment of Industry 4.0 Maturity Models by Design Principles" available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/9927>
- 57) Fabiana Pereira Castro, Fernando Oliveira de Araujo, 2012, "Proposal for OEE (Overall Equipment Effectiveness) Indicator Deployment in a Beverage Plant", Brazilian Journal of Operations & Production Management 9(1):71-84 available at:  
<https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/bjopm.2013.006>
- 58) Vijay Kumar Kaul, 2012, "Business Organization and Management Text and Cases " available at:  
[https://www.researchgate.net/publication/334194925\\_Business\\_Organization\\_and\\_Management\\_Text\\_and\\_Cases](https://www.researchgate.net/publication/334194925_Business_Organization_and_Management_Text_and_Cases)
- 59) Peiman Alipour Sarvari, Alp Ustundag, Emre Cevikcan, Ihsan Kaya, Selcuk Cebi,2018, "Technology Roadmap for Industry 4.0", Industry 4.0: Managing The Digital Transformation (pp.95-103) Edition 1  
[https://www.researchgate.net/publication/319165088\\_Technology\\_Roadmap\\_for\\_Industry\\_40](https://www.researchgate.net/publication/319165088_Technology_Roadmap_for_Industry_40)
- 60) Leonardo El-Warraka, Mariano Nunesa, Alan Lyraa, Carlos Eduardo Barbosaa, Yuri Lima, Herbert Salazara, Matheus Argôloa, Jano Moreira de Souzaa, March 2022, "Analyzing Industry 4.0 trends



through the Technology Roadmapping Method”, The 5th International Conference on Emerging Data and Industry 4.0 (EDI40) available at:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922004793>

- 61) Christoph Klötzer , Alexander Pflaum , 2017, “Toward the Development of a Maturity Model for Digitalization within the Manufacturing Industry’s Supply Chain” available at:  
[https://www.researchgate.net/publication/312553712\\_Toward\\_the\\_Development\\_of\\_a\\_Maturity\\_Model\\_for\\_Digitalization\\_within\\_the\\_Manufacturing\\_Industry's\\_Supply\\_Chain](https://www.researchgate.net/publication/312553712_Toward_the_Development_of_a_Maturity_Model_for_Digitalization_within_the_Manufacturing_Industry's_Supply_Chain)
- 62) Annabeth Aagaard, Mirko Presser, Michail Julius Beliatas, Tom Collins, 2021, “The Role of Digital Maturity Assessment in Technology Interventions with Industrial Internet Playground” available at:  
[https://www.researchgate.net/publication/351509741\\_The\\_Role\\_of\\_Digital\\_Maturity\\_Assessment\\_in\\_Technology\\_Interventions\\_with\\_Industrial\\_Internet\\_Playground](https://www.researchgate.net/publication/351509741_The_Role_of_Digital_Maturity_Assessment_in_Technology_Interventions_with_Industrial_Internet_Playground)
- 63) Cihan Ünal , Cemil Sungur, Hakan Yildirim , 2022, “Application of the Maturity Model in Industrial Corporations” available at:  
[https://www.researchgate.net/publication/362434614\\_Application\\_of\\_the\\_Maturity\\_Model\\_in\\_Industrial\\_Corporations](https://www.researchgate.net/publication/362434614_Application_of_the_Maturity_Model_in_Industrial_Corporations)
- 64) Ting Zheng, Marco Ardolino, Andrea Bacchetti, Marco Perona, 2022, “The applications of Industry 4.0 technologies in manufacturing context: a systematic literature’ available at:  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2020.1824085>
- 65) Chunguang Bai , Patrick Dallasega , Guido Orzes , Joseph Sarkis, 2020, “Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective”, available at :  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527320301559>