



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ  
ΕΡΕΥΝΑΣ

**Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας και  
Παιχνιδοποίηση της Διαδικασίας Συλλογής Παραγγελιών  
στα Σύγχρονα Αποθηκευτικά Κέντρα**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΘΗΝΑ Γ. ΜΠΡΑΪΤ

**Επιβλέπων:**

Πόνης Σταύρος

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ

Μάρτιος 2021

Copyright © Αθηνά Γ. Μπράιτ, 2021  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.  
©2021 – 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 της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών και του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

## Ευχαριστίες

Η διπλωματική αυτή εργασία αποτελεί τον επίλογο των προπτυχιακών μου σπουδών στη Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Σε αυτό το βήμα που μου δίνεται, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σ. Πόνη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την ανάληψη της διπλωματικής εργασίας, αλλά και για την ευκαιρία που μου παρείχε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Οι συμβουλές και οι παρατηρήσεις του με βοήθησαν στην εκπόνηση της εργασίας και στην απόκτηση πολύτιμων γνώσεων.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τον κ. Π. Ανδριανόπουλο για την επίβλεψη και την καθοδήγηση του κατά το σχεδιασμό του παιχνιδοποιημένου συστήματος.

Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κοντινούς μου ανθρώπους και πάνω από όλα την οικογένεια μου, για την οποία είμαι ευγνώμων. Ευχαριστώ πολύ τους γονείς μου, Γιώργο και Φλώρα, που ανέκαθεν πίστευαν σε εμένα και με στήριζαν σε κάθε μου βήμα.

Αθηνά Γ. Μπράϊτ,

Μάρτιος 2021

*“In every job that must be done, there is an element of fun. You find the fun and SNAP! the job’s a game.”*

*- Mary Poppins*



## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας και Παιχνιδοποίηση της Διαδικασίας Συλλογής Παραγγελιών στα Σύγχρονα Αποθηκευτικά Κέντρα» πραγματεύεται την επιρροή των συγκεκριμένων τεχνολογιών που εφαρμόζονται στα logistics και ειδικότερα στις αποθήκες. Στόχος της εφαρμογής τους είναι η αύξηση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας, όπως και η μείωση του φόρτου εργασίας και της μονοτονίας.

Αρχικά, παρουσιάζεται ο κλάδος των logistics, περιγράφοντας τις βασικές δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα καθημερινά στις σύγχρονες αποθήκες. Έπειτα, γίνεται λόγος για τον ψηφιακό μετασχηματισμό της βιομηχανίας και τις νέες τεχνολογίες που θα αλλάξουν ριζικά τον κλάδο. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη διαδικασία συλλογής παραγγελιών και τα συστήματα υποστήριξης, τα οποία πλέον καθίστανται απαραίτητα για την αποτελεσματική διαχείριση του μεγάλου όγκου πληροφοριών. Η εφαρμογή τους, όμως, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αποδοχή ή την απόρριψη της τεχνολογίας από τους χρήστες και για το λόγο αυτό μελετώνται οι καθοριστικοί παράγοντες που διαμορφώνουν τη στάση του ανθρώπου απέναντι σε αυτή.

Στη συνέχεια, περνώντας στην επαυξημένη πραγματικότητα, δίνεται το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για την κατανόηση της λειτουργίας της. Έτσι, είναι χρήσιμο να αναλυθούν τα δομικά στοιχεία, τα σχετικά λογισμικά και τα εργαλεία ανάπτυξης. Η επαυξημένη πραγματικότητα βρίσκει πληθώρα εφαρμογών από την καθημερινή ζωή ως και τον επιχειρηματικό κόσμο. Ειδικότερα όσον αφορά στα logistics, η εφαρμογή της παρατηρείται στον προγραμματισμό της παραγωγής, τις δραστηριότητες αποθήκευσης, την κατασκευή και τη συντήρηση, ενώ σε κάθε περίπτωση λαμβάνονται υπόψη οι αρχές σχεδιασμού και γνωστικής εργονομίας με ιδιαίτερη βαρύτητα στους παράγοντες που επηρεάζουν το νοητικό φόρτο του εργαζόμενου.

Έπειτα, όσον αφορά στην παιχνιδοποίηση, γίνεται ο διαχωρισμός της από τα απλά παιχνίδια και παρουσιάζονται τα οφέλη της στον εργασιακό χώρο. Σκοπός της είναι η παρακίνηση του χρήστη και η αύξηση της εμπλοκής του σε μια δραστηριότητα, δημιουργώντας μια ευχάριστη εμπειρία για αυτόν. Επομένως, αναλύεται η ανθρώπινη ψυχολογία και οι μηχανισμοί κινητοποίησης. Δεδομένου ότι ο σχεδιασμός ενός τέτοιου συστήματος αποτελεί περίπλοκη διαδικασία, μελετώνται τα πιο διαδεδομένα πλαίσια σχεδιασμού και δίνεται έμφαση στα κυριότερα στοιχεία παιχνιδιών και στη σύνδεση τους με τους μηχανισμούς κινητοποίησης. Επίσης, μελετώνται οι δυνατότητες εφαρμογής της παιχνιδοποίησης στην παραγωγή και την εφοδιαστική.

Παραμένοντας στην παιχνιδοποίηση, προτείνεται ο σχεδιασμός ενός συστήματος που θα ανταποκρίνεται στις ανάγκες των σύγχρονων αποθηκευτικών κέντρων και θα εστιάζει στη διαδικασία συλλογής παραγγελιών. Περιγράφεται αναλυτικά η λειτουργία των επιλεγμένων στοιχείων παιχνιδιών, με ιδιαίτερη βαρύτητα να δίνεται στο σύστημα απόδοσης πόντων και στο σύστημα ανταμοιβών. Στο τέλος της διπλωματικής εργασίας παρατίθενται οι προτάσεις επέκτασης του παιχνιδοποιημένου συστήματος και τα συμπεράσματα που προέκυψαν καθ' όλη τη μελέτη.

## Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες .....	3
Περίληψη .....	6
Κατάλογος Σχημάτων.....	11
Κατάλογος Εικόνων.....	13
Κατάλογος Πινάκων.....	14
1. Εισαγωγή .....	15
1.1 Θέμα Εργασίας.....	15
1.2 Δομή .....	16
2. Logistics .....	17
2.1 Τα Επτά “R” (7Rs) στα Σύγχρονα Logistics .....	18
2.2 Βασικές Διαδικασίες στα Σύγχρονα Logistics .....	21
2.2.1 Προμήθεια – Αγορές .....	22
2.2.2 Διαχείριση αποθεμάτων .....	23
2.2.3 Αποθήκευση.....	24
Διακίνηση / Διαχείριση Υλικών.....	25
Αποθήκευση.....	26
Ροή Πληροφοριών.....	27
2.2.4 Διακίνηση.....	28
Μεταφορά .....	29
Διανομή .....	30
2.3 Τα Logistics στην Ελλάδα.....	32
2.4 Ψηφιακός Μετασχηματισμός στα Logistics .....	34
2.4.1 Συστήματα Υποστήριξης Συλλογής Παραγγελιών (OPSS) .....	38
Pick-by-Vision.....	39
Pick-by-Voice.....	43
Pick-by-Light.....	43
2.5 Πλαίσιο Αποδοχής Τεχνολογίας.....	44
2.5.1 Προσδοκίες Απόδοσης (Performance Expectancy).....	48
2.5.2 Προσδοκίες Προσπάθειας (Effort Expectancy) .....	49
2.5.3 Κοινωνική Επιρροή (Social Influence).....	50
2.5.4 Ευνοϊκές Συνθήκες (Facilitating Conditions).....	50
3. Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality).....	52

3.1 Ιστορική αναδρομή .....	53
3.2 Δομικά Συστατικά Επαυξημένης Πραγματικότητας .....	60
3.2.1 Αισθητήρες.....	61
Συστήματα Βάσει Δεικτών .....	63
Συστήματα Χωρίς Δείκτες.....	64
3.2.2 Οθόνη .....	64
3.2.3 Επεξεργαστική Ισχύς.....	68
3.3 Λογισμικό και Εργαλεία Ανάπτυξης.....	69
3.3.1 Συστήματα AR Διαχείρισης Περιεχομένου – Content Management Systems (CMS)	69
3.3.2 Περιηγητές AR – AR Browsers.....	69
3.3.3 Κιτ Ανάπτυξης Λογισμικού AR και Βιβλιοθήκες – Software Development Kits (SDK)	70
3.4 Πεδία Εφαρμογής, Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα.....	71
3.5 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στα Logistics.....	74
3.5.1 Προγραμματισμός Παραγωγής (Production Planning) .....	75
3.5.2 Δραστηριότητες Αποθήκευσης (Warehousing Activities) .....	76
Αποδοχή Αγαθών (Goods Receipt).....	76
Αποθήκευση (Storing/Warehousing) .....	76
Συλλογή Παραγγελιών (Order Picking).....	77
Διανομή και Διαχείριση Υλικών (Shipping & Handling) .....	78
Αποθεματοποίηση και Προγραμματισμός Αποθήκης (Inventory and Warehouse Planning).....	79
Υπηρεσίες Πρόσθετης Αξίας και Λοιπές Εφαρμογές (Value Added Services).....	79
Περιορισμοί της Επαυξημένης Πραγματικότητας στις Δραστηριότητες της Αποθήκης.	80
3.5.3 Κατασκευή και Συντήρηση (Manufacturing & Maintenance).....	81
3.6 Γνωστική Εργονομία και Επαυξημένη Πραγματικότητα.....	81
4. Παιχνιδοποίηση (Gamification) .....	83
4.1 Ο Άνθρωπος και τα Παιχνίδια .....	83
4.2 Ορισμός της Παιχνιδοποίησης.....	86
4.3 Ιστορική Αναδρομή .....	87
4.4 Η Σημαντικότητα της Παιχνιδοποίησης .....	88
4.5 Ανθρώπινη Ψυχολογία.....	91
4.5.1 Ενδογενής και Εξωγενής Παρακίνηση.....	91
4.5.2 Θεωρία Αυτοδιάθεσης (Self Determination Theory) .....	93
4.5.3 Θεωρία Ροής (Flow Theory).....	95



4.5.4 Βασικές Διαστάσεις Μηχανισμών Κινητοποίησης .....	97
Διάσταση Γνωρισμάτων .....	98
Διάσταση Εκμάθησης Συμπεριφοράς .....	98
Γνωστική Διάσταση .....	98
Διάσταση Αυτό-Προσδιορισμού .....	99
Διάσταση Ενδιαφέροντος.....	99
Διάσταση Συναισθήματος .....	99
4.6 Σχεδιασμός της Παιχνιδοποίησης.....	99
4.6.1 Πλαίσιο Σχεδιασμού της Παιχνιδοποίησης .....	100
Καθορισμός Επιχειρησιακών Στόχων (Define Business Objectives) .....	100
Προσδιορισμός Αναμενόμενων Συμπεριφορών (Delineate Target Behaviors) .....	100
Περιγραφή Παικτών (Describe Your Players) .....	101
Εξωγενείς Παίκτες .....	104
Ενδογενείς Παίκτες.....	105
Προγραμματισμός Βρόχων Δραστηριοτήτων: Καθορισμός Αναμενόμενης Εξέλιξης Συστημάτων (Devise Activity Loops) .....	106
Κύκλος Ενασχόλησης (Engagement Loop).....	106
Κύκλος Προόδου (Progression Loop) .....	108
Προσθήκη Στοιχείου Διασκέδασης (Don't Forget the Fun!) .....	110
Επιλογή Εργαλείων Προς Χρήση (Deploy the Appropriate Tools) .....	111
4.6.2 Το Πλαίσιο Μηχανισμών – Δυναμικών – Αισθητικής.....	111
Μηχανισμοί .....	112
Δυναμικές .....	112
Αισθητική.....	113
4.6.3 Πλαίσιο Οκτάλυσης .....	114
Οι 8 Βασικές Μονάδες της Παιχνιδοποίησης.....	114
Οι Μονάδες στο Δεξί και το Αριστερό Μέρος του Εγκεφάλου .....	116
Το Λευκό και το Μαύρο Καπέλο της Παιχνιδοποίησης .....	117
Η Βαθμολογία στην Οκτάλυση .....	118
4.7 Γενικές απαιτήσεις της παιχνιδοποίησης.....	118
4.8 Στοιχεία παιχνιδιών (Game Elements) .....	120
4.8.1 Πόντοι (Points) .....	121
4.8.2 Σήματα (Badges).....	121
4.8.3 Πίνακες Κατάταξης (Leaderboards).....	122

4.8.4 Γραφικά Απόδοσης (Performance Graphs).....	123
4.8.5 Ιστορίες με Νόημα (Meaningful Stories) .....	123
4.8.6 Εικονικοί χαρακτήρες (Avatars) .....	124
4.8.7 Ομάδες – Συμπαίκτες (Teammates).....	124
4.9 Η Παιχνιδοποίηση στα Logistics.....	124
4.9.1 Διαδικασίες Παραγωγής και Εφοδιαστικής.....	127
5. Προτεινόμενο Πλαίσιο Σχεδίασης Συστήματος Παιχνιδοποίησης .....	128
5.1 Χρησιμοποιούμενα Στοιχεία Παιχνιδιών .....	129
5.1.1 Πόντοι .....	129
Μεθοδολογία.....	130
Σενάριο 1 .....	132
Σενάριο 2 .....	132
Σενάριο 3 .....	133
Σενάριο 4 .....	133
Σενάριο 5 .....	133
Σενάριο 6 .....	134
Αποτελέσματα.....	134
5.1.2 Σήματα .....	135
5.1.3 Πίνακες Κατάταξης .....	137
5.1.4 Γραφικά Απόδοσης.....	138
5.1.5 Εικονικοί Χαρακτήρες – Ανάπτυξη προφίλ.....	139
5.2 Σύστημα Ανταμοιβής.....	139
5.3 Επόμενα βήματα .....	140
6. Συμπεράσματα .....	142
7. Βιβλιογραφία.....	148

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Τα 7Rs των Σύγχρονων Logistics (Πηγή: <a href="https://www.futurelearn.com/">https://www.futurelearn.com/</a> - Πρόσβαση: 11/9/2020) .....	21
Σχήμα 2: Οι βασικές διαδικασίες στα Logistics (Μαλινδρέτος, 2015).....	21
Σχήμα 3: Η διακίνηση στα Logistics (Μαλινδρέτος, 2015).....	28
Σχήμα 4: Οι ψηφιακές τεχνολογίες της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης (Fernández – Caramés and Fraga – Lamas, 2018).....	36
Σχήμα 5: Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας – TAM (Davis, 1989) .....	46
Σχήμα 6: Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας 2 – TAM2 (Venkatesh & Davis, 2000).....	47
Σχήμα 7: Η Ενοποιημένη Θεωρία για την Αποδοχή και τη Χρήση της Τεχνολογίας (Venkatesh et al., 2003).....	48
Σχήμα 8: Το συνεχές του Milgram (1994) .....	53
Σχήμα 9: Τα δομικά στοιχεία του AR κατά Bimber και Raskar (2005).....	61
Σχήμα 10: : Οι 6 βαθμοί ελευθερίας (Πηγή: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/File:6DOF.svg">https://en.wikipedia.org/wiki/File:6DOF.svg</a> – Πρόσβαση 5/8/2020).....	62
Σχήμα 11: Τυπικές εργασίες των εργαλείων ανάπτυξης (Van Krevelen & Poelman, 2010) .....	69
Σχήμα 12: Μέθοδοι εκμάθησης και διατήρησης γνώσης (Πηγή: <a href="http://www.workforcexpert.com/5-reasons-you-cant-ignore-gamification">http://www.workforcexpert.com/5-reasons-you-cant-ignore-gamification</a> - Πρόσβαση 21/7/2020) .....	89
Σχήμα 13: Το μοντέλο συμπεριφοράς του Fogg – FBM (Πηγή: <a href="https://www.test-n-tell.com/2015/01/fogg-behavior-model.html">https://www.test-n-tell.com/2015/01/fogg-behavior-model.html</a> - Πρόσβαση 23/7/2020).....	92
Σχήμα 14: Το κατώφλι ενεργοποίησης συμπεριφοράς (Πηγή: <a href="https://bizfest.wordpress.com/2013/01/29/the-psychology-of-games/">https://bizfest.wordpress.com/2013/01/29/the-psychology-of-games/</a> - Πρόσβαση 23/7/2020) .....	93
Σχήμα 15: Το φάσμα κινήτρων (Πηγή: <a href="https://threesixtyskills.com/motivated-from-within-how-to-drive-yourself/">https://threesixtyskills.com/motivated-from-within-how-to-drive-yourself/</a> - Πρόσβαση 24/7/2020).....	94
Σχήμα 16: Κανάλι ροής, βέλτιστη κατάσταση του χρήστη (Πηγή: <a href="https://uxdesign.cc/7-steps-to-achieving-flow-in-ux-design-7ef28adb0de2">https://uxdesign.cc/7-steps-to-achieving-flow-in-ux-design-7ef28adb0de2</a> - Πρόσβαση 25/7/2020) .....	96
Σχήμα 17: Μοντέλο ροής (Πηγή: <a href="https://cs.nyu.edu/courses/spring03/G22.2280-001/csikszentmihalyi.htm">https://cs.nyu.edu/courses/spring03/G22.2280-001/csikszentmihalyi.htm</a> - Πρόσβαση 25/7/2020) .....	96
Σχήμα 18: : Πλαίσιο σχεδιασμού παιχνιδοποίησης κατά Werbach και Hunter (2012) – 6D Framework .....	100
Σχήμα 19: Οι τύποι παικτών του Bartle (1996) .....	102
Σχήμα 20: Τύποι παικτών κατά Marczewski (2015) (Πηγή: <a href="https://www.gamified.uk/user-types/">https://www.gamified.uk/user-types/</a> - Πρόσβαση 25/7/2020) .....	104
Σχήμα 21: Κύκλος Ενασχόλησης (Engagement Loop) (Πηγή: <a href="http://desres18.netornot.at/md/common-game-mechanics/">http://desres18.netornot.at/md/common-game-mechanics/</a> - Πρόσβαση 26/7/2020) .....	107
Σχήμα 22: Το ταξίδι του παίκτη (Πηγή: <a href="https://amyjokim.com/blog/2014/04/08/the-players-journey/">https://amyjokim.com/blog/2014/04/08/the-players-journey/</a> - Πρόσβαση 26/7/2020).....	108
Σχήμα 23: Η σταδιακή ανοδική πορεία του παίκτη (Πηγή <a href="http://blog.panictank.net/tag/gamification/">http://blog.panictank.net/tag/gamification/</a> - Πρόσβαση 27/7/2020) .....	109

Σχήμα 24: Είδη διασκέδασης (Πηγή: <a href="http://www.nicolelazzaro.com/the4-keys-to-fun/">http://www.nicolelazzaro.com/the4-keys-to-fun/</a> - Πρόσβαση 27/7/2020) .....	110
Σχήμα 25: Πλαίσιο σχεδίασης MDA (Hunicke et al., 2004).....	112
Σχήμα 26: Η Οκτάλυση του Yu-kai Chou (Πηγή: <a href="https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/">https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/</a> - Πρόσβαση 27/7/2020).....	114
Σχήμα 27: Οι μονάδες της Οκτάλυσης στο δεξί και το αριστερό μέρος του εγκεφάλου (Πηγή: <a href="https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/">https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/</a> - Πρόσβαση 27/7/2020) .....	116
Σχήμα 28: Το λευκό και το μαύρο καπέλο της παιχνιδοποίησης (Πηγή: <a href="https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/">https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/</a> - Πρόσβαση 27/7/2020) .....	117
Σχήμα 29: Η βαθμολογία του Facebook στην Οκτάλυση (Πηγή: <a href="https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/">https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/</a> - Πρόσβαση 27/7/2020) .....	118
Σχήμα 30: Σύνοψη διαδικασίας χειροκίνητης συλλογής παραγγελιών (Hense et al., 2014) ...	125
Σχήμα 31: Δομή σημάτων .....	137

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: : Σύστημα Pick-by-Vision χωρίς ενσωματωμένη δυνατότητα παρακολούθησης (Rammelmeier et al., 2011).....	40
Εικόνα 2: Σύστημα Pick-by-Vision με ενσωματωμένη δυνατότητα παρακολούθησης (Rammelmeier et al., 2011).....	41
Εικόνα 3: Εξοπλισμός καρτοσιού συλλογής με πρόσθετους αισθητήρες (Rammelmeier et al., 2011) .....	42
Εικόνα 4: Συλλογή με τη χρήση γαντιού RFID (Rammelmeier et al., 2011).....	43
Εικόνα 5: Η συσκευή Sensorama του Morton Heiling (1962) (Πηγή: <a href="https://www.techradar.com/news/wearables/forgotten-genius-the-man-who-made-a-working-vr-machine-in-1957-1318253">https://www.techradar.com/news/wearables/forgotten-genius-the-man-who-made-a-working-vr-machine-in-1957-1318253</a> - Πρόσβαση: 5/8/2020) .....	54
Εικόνα 6: Δαμόκλειος Σπάθη, Ivan Sutherland (1968) .....	55
Εικόνα 7: Videoplace, Myron Krueger (1975) .....	56
Εικόνα 8: ARQuake (Πηγή: <a href="https://www.wowso.me/blog/9-facts-about-augmented-reality-you-just-might-know">https://www.wowso.me/blog/9-facts-about-augmented-reality-you-just-might-know</a> - Πρόσβαση 5/8/2020) .....	58
Εικόνα 9: Google Glass (Πηγή: <a href="https://www.theverge.com/2020/2/4/21121472/google-glass-2-enterprise-edition-for-sale-directly-online">https://www.theverge.com/2020/2/4/21121472/google-glass-2-enterprise-edition-for-sale-directly-online</a> - Πρόσβαση 5/8/2020) .....	59
Εικόνα 10: Microsoft HoloLens (Πηγή: <a href="https://www.theverge.com/2016/8/2/12358554/microsoft-hololens-augmented-reality-opens-developer-sales">https://www.theverge.com/2016/8/2/12358554/microsoft-hololens-augmented-reality-opens-developer-sales</a> - Πρόσβαση 5/8/2020) .....	60
Εικόνα 11: Βασικοί δείκτες (Fiala, 2010).....	64
Εικόνα 12: Κατηγορίες οθονών κατά Van Krevelen & Poelman (2010).....	65
Εικόνα 13: Optical see-through HMDs (Azuma, 1997) .....	66
Εικόνα 14: Video see-through HMDs (Azuma, 1997) .....	66

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων συλλογής παραγγελιών .....	44
Πίνακας 2: Είδος ενδογενούς παίκτη – Είδος διασκέδασης .....	111
Πίνακας 3: Τα αισθητικά στοιχεία για τη διασκέδαση και την ψυχαγωγία .....	113
Πίνακας 4: Σύνδεση πόντων με τους μηχανισμούς κινητοποίησης .....	121
Πίνακας 5: Σύνδεση σημάτων με τους μηχανισμούς κινητοποίησης .....	122
Πίνακας 6: Σύνδεση πινάκων κατάταξης με τους μηχανισμούς κινητοποίησης .....	123
Πίνακας 7: Σύνδεση γραφικών απόδοσης με τους μηχανισμούς κινητοποίησης .....	123
Πίνακας 8: Σύνδεση ιστοριών με νόημα με τους μηχανικούς κινητοποίησης .....	124
Πίνακας 9: Σύνδεση εικονικών χαρακτήρων με τους μηχανισμούς κινητοποίησης .....	124
Πίνακας 10: Σύνδεση ομάδων με τους μηχανισμούς κινητοποίησης .....	124
Πίνακας 11: Μηχανισμοί – Ψυχολογικά αποτελέσματα – Αποτελέσματα συμπεριφοράς στην παραγωγή και την εφοδιαστική .....	128
Πίνακας 12: Πρότυποι χρόνοι δραστηριοτήτων αποθήκης .....	130
Πίνακας 13: Όρια χρόνων εκτέλεσης δραστηριοτήτων .....	131
Πίνακας 14: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 1 .....	132
Πίνακας 15: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 2 .....	132
Πίνακας 16: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 3 .....	133
Πίνακας 17: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 4 .....	133
Πίνακας 18: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 5 .....	134
Πίνακας 19: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 6 .....	134
Πίνακας 20: Συγκεντρωτικός πίνακας σεναρίων .....	135

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Θέμα Εργασίας

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την επαυξημένη πραγματικότητα και την παιχνιδοποίηση. Πρόκειται για τεχνολογίες πολλά υποσχόμενες, οι οποίες βρίσκουν πληθώρα εφαρμογών σε διάφορους τομείς. Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται η εφαρμογή τους στα logistics και τα σύγχρονα αποθηκευτικά κέντρα, με ειδική μνεία να γίνεται στη διαδικασία συλλογής παραγγελιών.

Τα logistics αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους κλάδους στον κόσμο των επιχειρήσεων. Κάθε σύγχρονη οικονομική μονάδα επιδιώκει τη μεγιστοποίηση της αξίας των προϊόντων της και τα logistics είναι αυτά που συντονίζουν τις προσπάθειες που γίνονται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας για την επίτευξη του στόχου αυτού. Ωστόσο, οι ραγδαίες εξελίξεις της τεχνολογίας επιτάσσουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό του κλάδου, ώστε η ροή των πληροφοριών να γίνεται αξιόπιστα και αποτελεσματικά. Όσον αφορά στη διαδικασία συλλογής παραγγελιών, κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη ενός συστήματος υποστήριξης για την ευκολότερη διαχείριση του μεγάλου όγκου δεδομένων σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Η ενσωμάτωση του, όμως, από μόνη της δεν αρκεί, καθώς η επιτυχία του συστήματος προϋποθέτει την αποδοχή του από τους χρήστες.

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας παρουσιάζει σημαντική εξέλιξη τα τελευταία χρόνια. Ως τεχνολογία ικανοποιεί την ανάγκη του ανθρώπου να αναπαραστήσει ψηφιακά μεγάλο όγκο πληροφοριών και να αλληλεπιδράσει με τα εικονικά αντικείμενα που υπερτίθενται στο φυσικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο. Άλλωστε, εκεί ευθύνεται και η ευρεία αποδοχή της από τους χρήστες. Με την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στα logistics και δη στη διαδικασία συλλογής παραγγελιών επιδιώκεται η μείωση των σφαλμάτων συλλογής και η αύξηση της παραγωγικότητας, της αποδοτικότητας και της ποιότητας συλλογής. Δεδομένου, όμως, του έντονου στοιχείου της διάδρασης που παρουσιάζει, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι βασικές αρχές σχεδιασμού και γνωστικής εργονομίας, έτσι ώστε η χρήση της να μη λειτουργεί σε βάρος του εργαζόμενου.

Εκτός από την επαυξημένη πραγματικότητα, συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον παρατηρείται και για την έννοια της παιχνιδοποίησης. Η ενσωμάτωση στοιχείων παιχνιδιού σε τομείς που δεν σχετίζονται με το παιχνίδι, αποτελεί μια διαδεδομένη μέθοδο με δυνατότητα εξασφάλισης μεγαλύτερης αφοσίωσης και εμπλοκής του χρήστη με τη συγκεκριμένη δραστηριότητα, αυξάνοντας παράλληλα τα επίπεδα ευχαρίστησής του. Η επιτυχία του παιχνιδοποιημένου συστήματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους χρήστες. Επομένως, ο σχεδιασμός του αποτελεί μια ιδιαίτερα σχολαστική διαδικασία, στην οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο οι στόχοι που τίθενται προς επίτευξη όσο και η ανθρώπινη ψυχολογία και οι μηχανισμοί κινητοποίησης. Αυτό σημαίνει ότι ο σχεδιασμός του συστήματος θα πρέπει να προσαρμόζεται και να ικανοποιεί τις ανάγκες των χρηστών. Έτσι, είναι απαραίτητη η κατανόηση της σύνδεσης των στοιχείων παιχνιδιών με τους μηχανισμούς κινητοποίησης, ώστε να επιλεχθούν τα πλέον κατάλληλα για τη βελτίωση της εκάστοτε διαδικασίας.

Οι περισσότερες προσπάθειες ενσωμάτωσης της παιχνιδοποίησης στα logistics παρατηρούνται στη διαδικασία συλλογής παραγγελιών, καθώς χαρακτηρίζεται από υψηλό επίπεδο νοητικού φόρτου, μονοτονίας και επαναληψιμότητας. Επίσης, έχει μεγάλη δυνατότητα μέτρησης των σχετικών στοιχείων και παρέχει σαφείς στόχους που πρέπει να επιτυγχάνονται κάθε μέρα και εβδομάδα. Αυτό που της λείπει, όμως, είναι το στοιχείο της ανατροφοδότησης, το οποίο με τη σειρά του λειτουργεί και ως μέσο παρακίνησης του εργαζόμενου. Το σύστημα παιχνιδοποίησης που προτείνεται στοχεύει στην αύξηση της παραγωγικότητας, της αποδοτικότητας και της ικανοποίησης των εργαζομένων. Για την ανάπτυξη ενός δίκαιου συστήματος απόδοσης πόντων δημιουργήθηκαν διάφορα σενάρια με τη βοήθεια του MS Excel, τα οποία στηρίζονται στη σύγκριση του χρόνου εκτέλεσης με τον πρότυπο χρόνο. Αυτό από μόνο του, όμως, δεν αρκεί καθώς χρειάζεται ο συνδυασμός με ένα σύστημα ανταμοιβής, για την ικανοποίηση της εγγενούς ανάγκης του ανθρώπου για επιβράβευση. Επίσης, καθορίζονται οι κατάλληλες μετρικές για την αξιολόγηση της απόδοσης του εργαζόμενου και περιγράφεται η σύνδεσή τους με τα υπόλοιπα στοιχεία παιχνιδιών. Τέλος, γίνονται προτάσεις επέκτασης του συστήματος, τόσο με την προσθήκη κι άλλων στοιχείων παιχνιδιών ή τις δυνατότητες πρόσθετης αξιοποίησης των ήδη επιλεγμένων, όσο και με την τροποποίηση των απλοποιητικών παραδοχών που έγιναν για τις ανάγκες του σχεδιασμού.

## 1.2 Δομή

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί μια γενική εισαγωγή στο αντικείμενο που πραγματεύεται η εργασία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο κλάδος των logistics και οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα καθημερινά στα σύγχρονα αποθηκευτικά κέντρα. Επίσης, αναλύεται ο ψηφιακός μετασχηματισμός της βιομηχανίας και τα συστήματα υποστήριξης συλλογής παραγγελιών. Στο ίδιο κεφάλαιο, γίνεται λόγος για τα πλαίσια αποδοχής τεχνολογίας και δίνεται έμφαση στην Ενοποιημένη Θεωρία για την Αποδοχή και τη Χρήση της Τεχνολογίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο δίνεται το θεωρητικό υπόβαθρο για την κατανόηση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας, μελετώντας τα δομικά στοιχεία, τα λογισμικά και τα σχετικά εργαλεία ανάπτυξης. Επίσης, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα όπως και τα πεδία εφαρμογής της τεχνολογίας, αναλύοντας εκτενέστερα τον τομέα των logistics. Η τελευταία ενότητα του κεφαλαίου πραγματεύεται τις απαιτήσεις του συστήματος από άποψη γνωστικής εργονομίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας αναλύεται η έννοια της παιχνιδοποίησης. Αρχίζοντας από τη σχέση που ανέκαθεν είχε ο άνθρωπος με τα παιχνίδια γίνεται η μετάβαση στη σημαντικότητα και τα οφέλη της παιχνιδοποίησης στον εργασιακό χώρο. Επίσης, δίνεται ιδιαίτερη βάση στη μελέτη και την κατανόηση της ανθρώπινης ψυχολογίας και των μηχανισμών κινητοποίησης. Στη συνέχεια, αναλύονται τα πιο διαδεδομένα πλαίσια σχεδιασμού και οι γενικές απαιτήσεις ενός παιχνιδοποιημένου συστήματος. Στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κυριότερα στοιχεία παιχνιδιών και η σύνδεση τους με τους μηχανισμούς κινητοποίησης, καταλήγοντας στις εφαρμογές της παιχνιδοποίησης στην παραγωγή και την εφοδιαστική.



Στο πέμπτο κεφάλαιο προτείνεται ο σχεδιασμός ενός παιχνιδοποιημένου συστήματος που αφορά στη διαδικασία συλλογής των παραγγελιών. Αναλύονται εκτενώς τα επιλεγμένα στοιχεία παιχνιδιών προς χρήση και δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στο σύστημα απόδοσης πόντων, για το οποίο έχουν αναπτυχθεί διάφορα σενάρια στην προσπάθεια δημιουργίας ενός «παιχνιδού» δίκαιου προς όλους τους συμμετέχοντες. Επίσης, παρουσιάζεται ένα προτεινόμενο σύστημα ανταμοιβών που θα συνδυάζεται με την παιχνιδοποίηση και τέλος γίνεται λόγος για τις δυνατότητες επέκτασης του παιχνιδοποιημένου συστήματος.

Στο κεφάλαιο έξι παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας, όπως και οι παρατηρήσεις επί του σχεδιασμού.

Στο κεφάλαιο επτά παρατίθενται οι βιβλιογραφικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

## 2. Logistics

Οι έννοιες της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και των logistics δεν είναι καινούριες. Από την αρχαιότητα ακόμα, αν και δεν είχαν τη μορφή που γνωρίζουμε σήμερα, υπήρχε η ανάγκη απρόσκοπτης ροής υλικών και προϊόντων για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών σε περιοχές μακριά από τον τόπο παραγωγής/διάθεσης τους. Οι πρώτες συστηματικές εφαρμογές αυτού που σήμερα ονομάζουμε logistics, εμφανίζονται στην περιοχή των στρατιωτικών επιχειρήσεων. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στα σχετικά συγγράμματα στον Μέγα Αλέξανδρο ως τον πρώτο logistician της παγκόσμιας Ιστορίας, αφού η στρατηγική και η τακτική του βασίστηκε στο σωστό ανεφοδιασμό του στρατού του (Σιφνιώτης, 1997). Παραμένοντας στο πεδίο των στρατιωτικών επιχειρήσεων, η σύντομη περίοδος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου βρίθει από εφαρμογές logistics, οι οποίες τις περισσότερες φορές ήταν αυτές που τελικά έκριναν την έκβαση σημαντικών μαχών και εν τέλει ολόκληρη την έκβαση του πολέμου. Μετά τον πόλεμο, τα logistics πέρασαν από τις εχθροπραξίες στο χώρο των επιχειρήσεων. Η φυσική διανομή των προϊόντων ξεκίνησε εστιάζοντας στις εξαγωγές. Η εκτέλεση των παραγγελιών, η διανομή των προϊόντων, τα αποθέματα και η αποθήκευση, ο προγραμματισμός της παραγωγής και η εξυπηρέτηση των πελατών είναι πλέον σημαντικές λειτουργίες των logistics. Από το 1980 και έπειτα έχουν αναπτυχθεί διάφοροι ορισμοί, ορολογίες και στρατηγικές και η εφοδιαστική αποτελεί ένα από τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μιας επιχείρησης (Σιφνιώτης, 1997). Το 1915 ο Arch Shaw ανέφερε πως τα logistics λειτουργούν υποστηρικτικά στην παραγωγή και το μάρκετινγκ, ενώ συνδέονται με την αποθήκευση και τη μεταφορά πρώτων υλών και έτοιμων προϊόντων. Τουλάχιστον 100 χρόνια αργότερα, η θεωρία του έγινε ευρέως αποδεκτή (Gubbins, 2004).

Η επικράτηση των logistics στη διεθνή βιβλιογραφία και την επιχειρηματική πρακτική σε παγκόσμιο επίπεδο, οδήγησε στην εμφάνιση μεγάλου αριθμού ορισμών, με στόχο τη δόμηση της θεματικής περιοχής. Από αυτούς, στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, επιλέγουμε τρεις οι οποίοι κατά την άποψη μας είναι ευρέως διαδεδομένοι, προέρχονται από οργανισμούς και ερευνητές κύρους στον χώρο των logistics και καλύπτουν τις περισσότερες πτυχές των logistics στην πράξη. Ξεκινάμε από τον ορισμό της International Society of Logistics (SOLE - <http://www.sole.org/>), η οποία ορίζει τα logistics ως την επιστήμη της διοίκησης που

εφαρμόζει μια σειρά από μεθοδολογικά εργαλεία και τεχνικές για τον σχεδιασμό, τον προσδιορισμό των απαιτήσεων, την απόκτηση, τη διατήρηση και τη διάθεση των παραγωγικών πόρων και μέσων που υποστηρίζουν τους στόχους, τη στρατηγική, την τακτική και τον έλεγχο ενός οργανισμού (1974). Σύμφωνα με τον Martin Christopher (2005) τα logistics είναι η διαδικασία στρατηγικής διαχείρισης των προμηθειών, της διακίνησης και της αποθήκευσης υλικών, εξαρτημάτων και τελικών αποθεμάτων, συμπεριλαμβάνοντας και τις σχετικές πληροφορίες των ροών τους, μέσα στην επιχείρηση και στα κανάλια του μάρκετινγκ της, με τέτοιο τρόπο ώστε η τρέχουσα και η μελλοντική κερδοφορία να μεγιστοποιείται με την εκπλήρωση παραγγελιών σύμφωνα με τις αρχές αποτελεσματικότητας του κόστους. Τέλος, το Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP - <https://cscmp.org/>) ορίζει, στο γλωσσάριο όρων του 2013, τα logistics ως τη διαδικασία σχεδιασμού, εφαρμογής και ελέγχου των διαδικασιών για την αποτελεσματική και την αποδοτική μετακίνηση και αποθήκευση των αγαθών, συμπεριλαμβάνοντας τις σχετικές υπηρεσίες και πληροφορίες από το αρχικό στάδιο ως το σημείο κατανάλωσης για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη. Οι δραστηριότητες διαχείρισης περιλαμβάνουν τις εισερχόμενες και εξερχόμενες, καθώς και τις εσωτερικές και εξωτερικές κινήσεις.

Πολλές φορές τα logistics συγχέονται με τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στην ουσία, όμως, αποτελούν υποσύνολο αυτής. Αν τα logistics είναι ο προγραμματισμός και το πλαίσιο για τη δημιουργία ενός πλάνου ροής προϊόντων και πληροφοριών μέσα στην επιχείρηση, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας στηρίζεται σε αυτό το πλαίσιο για τη σύνδεση και το συντονισμό των διαδικασιών μεταξύ της επιχείρησης και των σχετικών οντοτήτων. Επομένως, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας ορίζεται ως η διαχείριση των ανάντη και κατάντη σχέσεων μεταξύ προμηθευτών και πελατών για να προσφέρουν την ανώτερη αξία στον πελάτη με το λιγότερο κόστος για την εφοδιαστική αλυσίδα στο σύνολο της (Christopher, 2005).

## 2.1 Τα Επτά “R” (7Rs) στα Σύγχρονα Logistics

Για την αποτελεσματική εφαρμογή των logistics απαιτείται πρωτίστως η κατάλληλη στρατηγική. Δεδομένου ότι πρόκειται για έναν πελατοκεντρικό κλάδο, οι ιθύνοντες καλούνται να λάβουν τις σωστές αποφάσεις για την εξυπηρέτηση των πελατών, τη διαχείριση της ζήτησης σχετικά με τους διαθέσιμους πόρους, τις προμήθειες και την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Gattorna, 1990). Στόχος της επιχείρησης είναι τόσο η μείωση του κόστους και του απασχολούμενου κεφαλαίου, όσο και η βελτίωση της εξυπηρέτησης (Παπαδημητρίου & Σχινάς 2004).

Όπως προαναφέρθηκε, τα logistics αποτελούν υποσύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας και περιλαμβάνουν δραστηριότητες όπως είναι η μεταφορά, η αποθήκευση και η διανομή (Cooper et al., 1997). Ως έννοια, συνδέεται άμεσα με τα 7Rs που αντιπροσωπεύουν τη διαδικασία των logistics, η οποία περιγράφεται ως την παράδοση του σωστού προϊόντος στον σωστό πελάτη τη σωστή ώρα, στο σωστό μέρος, χωρίς ελαττώματα, στη σωστή ποσότητα και στο σωστό κόστος. Τα 7Rs, λοιπόν, είναι τα εξής:

1. Right product (Σωστό προϊόν)

Η εταιρεία θα πρέπει σε αρχικό πλαίσιο να γνωρίζει τα είδη των προϊόντων που διαχειρίζεται και μεταφέρει. Η σωστή γνώση θα της δώσει το πλεονέκτημα να διαχειριστεί ορθά και αποδοτικά τόσο το χρόνο όσο και τους πόρους της (Suresh & Vasantha, 2018). Κατά το σχεδιασμό, την κατασκευή και την επιλογή του προϊόντος, ο οργανισμός θα πρέπει να γνωρίζει και όλα τα πιθανά προβλήματα κατά τη μεταφορά του. Για παράδειγμα, ενδέχεται να υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις για την συσκευασία ανάλογα με το βάρος, τον όγκο, το σχήμα και την ευθραυστότητα του εμπορεύματος ή την απόσταση της μεταφοράς. Ο ορθός σχεδιασμός του προϊόντος διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό τα logistics καθώς διασφαλίζει ένα επίπεδο προτυποποίησης στις διαστάσεις του. Έτσι, οι διαδικασίες της συσκευασίας, της αποθήκευσης, της διαχείρισης του προϊόντος και της μεταφοράς γίνονται αισθητά ευκολότερες. Για παράδειγμα, τα προϊόντα της εταιρείας IKEA σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να μεταφερθούν σε επίπεδα πακέτα και κατ' επέκταση να συμπεριληφθούν περισσότερα εμπορεύματα στη διαδικασία της φόρτωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις λιγότερες διαδρομές, οι οποίες ερμηνεύονται σε μικρότερη κατανάλωση καυσίμου και λιγότερες εκπομπές που επιβαρύνουν το περιβάλλον.

## 2. Right customer (Σωστός πελάτης)

Κάθε πάροχος υπηρεσιών logistics θα πρέπει να έχει καλή γνώση της αγοράς που στοχεύει (target market) για να προσδιορίσει τους σωστούς για αυτόν πελάτες. Σε αυτή την περίπτωση, έχει τη δυνατότητα να κερδίσει περισσότερους δυνητικούς πελάτες από τους οποίους θα επωφεληθεί σημαντικά. Κάποιοι πάροχοι επιλέγουν το παραδοσιακό μάρκετινγκ, ενώ άλλοι χρησιμοποιούν το ψηφιακό προκειμένου να έχουν απήχηση σε περισσότερους πελάτες σε όλο τον κόσμο (Suresh & Vasantha, 2018). Επομένως, με τη σωστή έρευνα αγοράς οι εταιρείες θα βρουν εκείνους τους πελάτες που θα δώσουν στο προϊόν ή την υπηρεσία την απαραίτητη αναγνωρισιμότητα και ανάλογα με τον προϋπολογισμό θα επιλέξουν τις σωστές στρατηγικές μάρκετινγκ για να τους προσεγγίσουν.

## 3. Right time (Σωστή ώρα)

Ο χρόνος παίζει καθοριστικό ρόλο στα logistics. Ακόμα και αν όλα γίνουν σωστά και με την απαιτούμενη ακρίβεια, ολόκληρη η διαδικασία μπορεί να αποτύχει αν η χρονική στιγμή δεν είναι η κατάλληλη. Για παράδειγμα, είναι σημαντικό να υπάρχει το αναγκαίο απόθεμα ή τα προϊόντα να είναι στα ράφια τη σωστή στιγμή για την εξυπηρέτηση της ζήτησης. Σε αντίθετη περίπτωση, ο πελάτης μπορεί να στραφεί στον ανταγωνισμό. Σε αυτού του είδους τις επιχειρήσεις ο χρόνος είναι ιδιαίτερα σημαντικός και είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα πρόγραμμα που θα τηρείται, ούτως ώστε να διευκολύνεται η ομαλή και αποδοτική λειτουργία. Ωστόσο, είναι εξίσου σημαντικός και για τους πελάτες, κυρίως όσον αφορά στην παράδοση. Αυτός είναι και ο λόγος που οι πάροχοι υπηρεσιών πρέπει να γνωρίζουν ποια είναι η σωστή στιγμή να παραδώσουν τα εμπορεύματα με το σωστό τρόπο. Κάθε σύστημα περιλαμβάνει λειτουργία ανίχνευσης και παρακολούθησης όλων των διανομών, ώστε να εξασφαλίσουν την έγκαιρη παράδοση (Suresh & Vasantha, 2018).

## 4. Right place (Σωστό μέρος)

Το σωστό προϊόν θα πρέπει να παραδοθεί στο σωστό μέρος. Οι υπηρεσίες διανομής χρειάζεται να έχουν έμπειρους οδηγούς και να διαθέτουν ένα σύστημα παράδοσης και συγχρονισμένης παρακολούθησης τοποθεσίας (Suresh & Vasantha, 2018). Συστήματα όπως αυτό για τη διαχείριση των μεταφορών και το λογισμικό βελτιστοποίησης της διαδρομής, μπορούν να οργανώσουν τη διακίνηση των υλικών και των προϊόντων, αλλά και να παρέχουν στους διαχειριστές την ευκαιρία να κάνουν την απαραίτητη ανασκόπηση και να αναλύσουν παρελθοντικές αποφάσεις μέσω της δυνατότητας αποθήκευσης δεδομένων. Επίσης, η ζήτηση του προϊόντος ενδέχεται να ποικίλει ανάλογα με τα γεωγραφικά και τα δημογραφικά στοιχεία ή και με άλλους παράγοντες. Για το λόγο αυτό, οι εταιρείες είναι αναγκαίο να κάνουν εκτεταμένη έρευνα αγοράς για να προσδιορίσουν το ακριβές μέρος που στοχεύουν. Έπειτα, θα πρέπει να επιλέξουν τη στρατηγική διανομής που θα ακολουθήσουν για να ικανοποιήσουν τη ζήτηση χωρίς να προμηθεύουν μεγαλύτερες ή μικρότερες ποσότητες του προϊόντος σε καμία χρονική στιγμή.

#### 5. Right condition (Σωστή κατάσταση)

Κάθε αγαθό ουσιαστικά εμπιστεύεται από τον πελάτη στην εταιρεία. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να προβλέπεται συγκεκριμένος αποθηκευτικός χώρος και συγκεκριμένο όχημα διανομής, στα οποία θα διασφαλίζεται η σωστή του κατάσταση (Suresh & Vasantha, 2018). Επομένως, γίνεται λόγος για την ασφαλή διανομή του προϊόντος στον πελάτη, διατηρώντας την ποιότητα του καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Σε κάθε περίπτωση, η στρατηγική διανομής που ακολουθεί η εταιρεία θα πρέπει να μεριμνά για τη διασφάλιση της ποιότητας, χωρίς να αυξάνονται τα γενικά κόστη. Στην προσπάθεια της να διατηρήσει την ποιότητα των προϊόντων της, η εταιρεία Häagen-Dazs, γνωστή για τα παγωτά της, και η εταιρεία Loop, μία από τους διανομείς της στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, επέλεξαν να μεταφέρουν τα παγωτά σε επαναχρησιμοποιούμενα κατεψυγμένα εμπορευματοκιβώτια. Επίσης, ανέπτυξαν ένα σύστημα ψύξης για κουτιά που θα τοποθετείται μέσα στην επαναχρησιμοποιούμενη τσάντα Loop, έτσι ώστε οι πελάτες να μπορούν να κρατήσουν το παγωτό για 24 – 36 ώρες μετά την αγορά.

#### 6. Right quantity (Σωστή ποσότητα)

Οι πάροχοι υπηρεσιών logistics θα πρέπει να ρυθμίζουν τα μεγέθη των αποθηκευτικών χώρων και των οχημάτων με βάση την παραγγελία του πελάτη και την ποσότητα. Δεδομένου ότι οι περισσότεροι είναι εξωτερικοί συνεργάτες (3<sup>rd</sup> Party Logistics – 3PL), οι εταιρείες βασίζονται στο γεγονός ότι προσέχουν ιδιαίτερα για την αποστολή της σωστής ποσότητας αγαθών, χάρη στα μοντέρνα τεχνολογικά επιτεύγματα (Suresh & Vasantha, 2018). Στην περίπτωση όπου αποσταλεί μεγαλύτερη ποσότητα από αυτή που πρέπει, η αποθήκη επιβαρύνεται με όλα τα σχετικά πρόσθετα κόστη. Έτσι, η παραγωγή θα πρέπει να βρίσκεται σε ισορροπία ώστε να ικανοποιείται η ζήτηση και να μην δημιουργούνται υψηλά κόστη αποθέματος (inventory costs).

#### 7. Right cost (Σωστό κόστος)

Η τιμολόγηση είναι ιδιαίτερα σημαντική για όλα τα προϊόντα και τις υπηρεσίες. Αυτά θα πρέπει να έχουν την κατάλληλη χρηματική αξία, ούτως ώστε η επιχείρηση να μπορεί να παρακολουθήσει τα έσοδα και τα έξοδά της. Η κατάλληλη τιμή εξασφαλίζει το κέρδος της εταιρείας και παράλληλα τη βοηθάει να αποκτήσει ανταγωνιστική θέση στην αγορά. Η επιτυχία

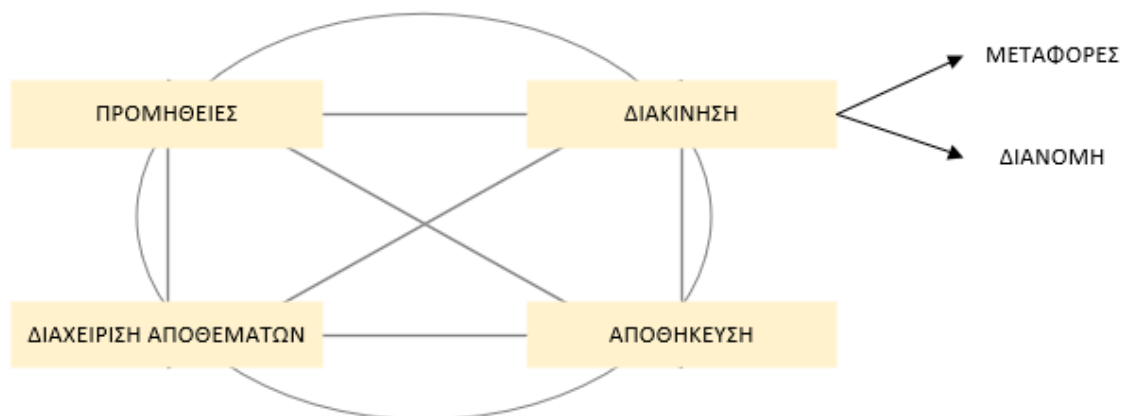
των υπηρεσιών διαχείρισης logistics εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το καλό σύστημα αποθήκευσης και ενημέρωσης των σωστών τιμών των εμπορευμάτων (Suresh & Vasantha, 2018).



Σχήμα 1: Τα 7Rs των Σύγχρονων Logistics (Πηγή: <https://www.futurelearn.com/> - Πρόσβαση: 11/9/2020)

## 2.2 Βασικές Διαδικασίες στα Σύγχρονα Logistics

Η εκτέλεση των στοιχείων logistics αναφέρεται στην εκτέλεση όλων των επαναλαμβανόμενων εργασιών, σε καθημερινή βάση, προκειμένου τα προϊόντα να φτάσουν από τον προμηθευτή στον πελάτη ή σε κάποιον ενδιάμεσο. Η σωστή τους εκτέλεση καθορίζει το τελικό αποτέλεσμα, σχετικά με το αν η επιχείρηση ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του πελάτη και στις υποσχέσεις που η ίδια δίνει. Οι βασικές διαδικασίες που συνθέτουν τα σύγχρονα logistics είναι οι προμήθειες – αγορές, η διαχείριση των αποθεμάτων, η αποθήκευση και η διακίνηση. Ουσιαστικά είναι αυτές που λύνουν τα προβλήματα που δεν έχουν προβλεφθεί από το σχεδιασμό και εν τέλει καθορίζουν την έκβαση των στόχων από άποψη ρεαλισμού και κόστους.



Σχήμα 2: Οι βασικές διαδικασίες στα Logistics (Μαλινδρέτος, 2015)

Τα logistics είναι αναγκαία για τον προγραμματισμό και τη διεκπεραίωση της παραγωγικής διαδικασίας. Οι σωστές προμήθειες, η διαχείριση των αποθεμάτων και η μεταφορά τους στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου διασφαλίζουν την ομαλή ροή τους στην παραγωγική διαδικασία (Μαλινδρέτος, 2015).

### 2.2.1 Προμήθεια – Αγορές

Εδώ και πολλά χρόνια, ως αγορά θεωρείται ο τόπος στον οποίο πραγματοποιούνται συναλλαγές αγαθών και αξιών ή πιο απλά το μέρος όπου δημιουργείται η ζήτηση και η προσφορά των εμπορευμάτων. Η ζήτηση προκύπτει από τους πελάτες – καταναλωτές και η προσφορά από τους προμηθευτές – παραγωγούς (Richards & Grinstead, 2013). Όταν, όμως, γίνεται λόγος για την εφοδιαστική αλυσίδα, η έννοια αποκτά πιο σύνθετη μορφή, καθώς πρόκειται για τη λήψη των αποφάσεων όσον αφορά στις προμήθειες αγαθών και υπηρεσιών. Οι παράγοντες με τη μεγαλύτερη σημασία κατά τη λήψη των αποφάσεων σχετικά με τις προμήθειες είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους και η ταυτόχρονη διατήρηση του υψηλού επιπέδου της ποιότητας.

Οι υπεύθυνοι των logistics καλούνται να λάβουν αποφάσεις σχετικά με την κατασκευή ή την αγορά ενός ενδιάμεσου ή τελικού προϊόντος. Αν επιλέξουν το πρώτο, η επιχείρηση θα πρέπει να αναπτύξει συστήματα παραγωγής ικανά να κατασκευάσουν το προϊόν στο εσωτερικό της, όπου τότε γίνεται λόγος για κάθετη ολοκλήρωση. Στην περίπτωση αυτή, η επιχείρηση προσπαθεί να δημιουργήσει με δικές της δυνάμεις μια άλλη εταιρεία που πρακτικά αναλαμβάνει την προμήθεια ή την κατασκευή πρώτων υλών και ενδιάμεσων προϊόντων. Η εναλλακτική αυτού είναι η εξαγορά ή η συγχώνευση με μια τέτοια επιχείρηση (Παπαδάκης, 2002). Οι βασικοί λόγοι για να στραφούν οι επιχειρήσεις στην κάθετη ολοκλήρωση είναι η προστασία της ποιότητας, η ύπαρξη ακριβών προμηθευτών, η δημιουργία οικονομικών κλίμακας και η σταθερότερη προμήθεια/παραγωγή (Stuckey & White, 1992). Αν, όμως, η επιχείρηση επιλέξει να στραφεί σε προμηθευτές για την αγορά των απαραίτητων πρώτων υλών και αγαθών, το τμήμα logistics θα πρέπει να επιλέξει τους καταλληλότερους προμηθευτές, προσφορές και συμφωνίες.

Ανάλογα με το κριτήριο χρήσης από την επιχείρηση, οι προμήθειες μπορούν να διακριθούν σε αγορές για μεταποίηση, για μεταπώληση, για τη γενικότερη λειτουργία και αγορές κεφαλαιουχικού χαρακτήρα (Heikkilä, 2002; Blecker, 2007). Οι αγορές για μεταποίηση αφορούν αγαθά όπως είναι οι πρώτες ύλες, τα ενδιάμεσα προϊόντα και τα υλικά συσκευασίας, τα οποία η επιχείρηση χρησιμοποιεί για να βελτιώσει ή να μεταποιήσει τα έτοιμα εμπορεύματα ή για τη δημιουργία νέων προϊόντων. Όσον αφορά στις αγορές για μεταπώληση, πρόκειται για προμήθειες που γίνονται με σκοπό την πώληση αυτού καθ' αυτού του προϊόντος, χωρίς να έχει υποστεί ουσιαστική μεταβολή και σκοπός τους είναι το κέρδος. Η επιχείρηση, κατά τις αγορές για τη γενικότερη λειτουργία, αποκτά προϊόντα όπως είναι τα αναλώσιμα και το χαρτί, για να ικανοποιήσει τις λειτουργικές της ανάγκες, ενώ τέλος, οι αγορές που προορίζονται για αγαθά κεφαλαιουχικού χαρακτήρα, έχουν σχέση με υπολογιστές, μηχανήματα και έπιπλα.

Η οργάνωση του τμήματος θα πρέπει να είναι ενιαία. Αυτό σημαίνει ότι οι κανόνες που διέπουν κάθε αγορά θα πρέπει να είναι ίδιοι. Ωστόσο, οι παράγοντες που διαμορφώνουν την τελική απόφαση αγοράς και την επιλογή του προμηθευτή ποικίλουν, καθώς εξαρτώνται από την αξιοπιστία και τη συμπεριφορά του προμηθευτή, τις ιδιότητες του προϊόντος ή/και κάποιο συνδυασμό αυτών. Δεδομένου ότι οι προμηθευτές μπορεί να βρίσκονται σε όλο τον κόσμο και όχι μόνο στην ίδια χώρα ή ήπειρο, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να αποφασίσουν αν θα συναλλάσσονται με περισσότερους από έναν προμηθευτές για την αγορά των επιθυμητών

αγαθών ή αν θα συνεργάζονται αποκλειστικά με έναν (Southern & Southern, 1997). Για την επίλυση αυτού του ζητήματος λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράγοντες (Baluch, 2005):

1. Το ποσοστό έγκαιρης παράδοσης
2. Η ανταγωνιστικότητα της τιμής
3. Ο χρόνος καθυστέρησης
4. Η γενικότερη εικόνα του προμηθευτή στην αγορά
5. Η ευκολία στην επικοινωνία
6. Η παρέκκλιση στην ποιότητα ή την ποσότητα
7. Οι υπηρεσίες μετά την ολοκλήρωση της αγοράς
8. Η προηγούμενη εμπειρία με τον ίδιο προμηθευτή
9. Οι περιεχόμενοι χρηματοοικονομικοί όροι

Αφού η επιχείρηση επιλέξει τον καταλληλότερο προμηθευτή, εκδίδει την κατάλληλη εντολή παραγγελίας και στη συνέχεια αναμένεται η παραλαβή των αγαθών στη συμφωνημένη ημερομηνία. Με την παραλαβή, αναγκαίος είναι ο έλεγχος της ποσότητας, σύμφωνα με το παραστατικό και ο έλεγχος για τυχόν ζημιές κατά τη μεταφορά.

Όπως σε κάθε διαδικασία, έτσι και σε αυτή, στόχος είναι η γενικότερη βελτίωση της επίδοσης της επιχείρησης. Ειδικότερα, οι στόχοι του τμήματος προμηθειών συνοψίζονται στους παρακάτω (Nollet et al., 2005; Soosay et al., 2008):

- Επίτευξη λογικών τιμών αγοράς των προϊόντων ή των υπηρεσιών
- Αξιοποίηση των κεφαλαίων κίνησης της επιχείρησης
- Επίτευξη αξίας για τα χρήματα που δαπανά (Value for Money)
- Επιδίωξη επικερδών αγορών με την εύρεση, μελέτη και εξασφάλιση εναλλακτικών πηγών προμηθειών
- Εξασφάλιση της επιχείρησης έναντι των προμηθευτών μέσω συμβάσεων και συμφωνιών
- Παροχή βοήθειας στα υπόλοιπα τμήματα για τον σωστό προγραμματισμό των αναγκών τους
- Μέριμνα για τη συνεχή βελτίωση και διατήρηση του ονόματος και της εικόνας της επιχείρησης προς τους προμηθευτές

### 2.2.2 Διαχείριση αποθεμάτων

Μετά το στάδιο της προμήθειας πρώτων υλών λαμβάνει χώρα η διαχείριση των αποθεμάτων. Η σωστή διαχείριση έχει ως στόχο τη διατήρηση των αποθεμάτων σε τέτοια επίπεδα, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή ικανοποίηση των πελατών και το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης και ταυτόχρονα η ελαχιστοποίηση του κόστους που σχετίζεται με αυτά. Το επίπεδο των αποθεμάτων θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε, πέρα από την απρόσκοπτη λειτουργία της, η επιχείρηση να μπορεί να ανταπεξέλθει σε έκτακτες περιπτώσεις, όπως είναι οι μεταβολές της παραγγελίας, τα καιρικά φαινόμενα, τα αποθέματα ασφαλείας και οι απεργίες (Goldsby & Martichenko, 2005). Η επιχείρηση, όμως, δεν επιθυμεί να διατηρεί υψηλά επίπεδα αποθεμάτων, διότι σημαίνουν υψηλότερο κόστος διατήρησης αποθέματος και μεγαλύτερη ποσότητα δεσμευμένου κεφαλαίου, αλλά ούτε και να δυσαρεστήσει πιθανώς τον

πελάτη της. Οπότε, είναι ζωτικής σημασίας για αυτή να μπορέσει να ισορροπήσει τις δύο αυτές επιδιώξεις.

Οι Render et al. (2014) ορίζουν τέσσερα βασικά στάδια στη διαδικασία διαχείρισης αποθεμάτων. Το πρώτο στάδιο είναι ο σχεδιασμός, κατά τον οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις σχετικά με το είδος των αποθεμάτων και ο τρόπος εύρεσης τους, δηλαδή προμήθεια ή παραγωγή. Στη συνέχεια ακολουθούν οι προβλέψεις για τη ζήτηση των αποθεμάτων και έπειτα η διαχείριση του ύψους αυτών. Στο τελικό στάδιο λαμβάνει χώρα η ανατροφοδότηση του συστήματος με τις κατάλληλες πληροφορίες (Ballou, 2003; Menachof et al., 2009). Τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί για τη διαχείριση των αποθεμάτων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη περιλαμβάνει τεχνικές, όπου μεταβάλλονται οι χρόνοι παράδοσης και η ζήτηση, ενώ στη δεύτερη κατηγορία η ζήτηση θεωρείται γνωστή. Αυτό σημαίνει ότι οι απαιτήσεις σε υλικά και προϊόντα και κατ' επέκταση το ύψος των αποθεμάτων υπολογίζονται με ακρίβεια, αντί να προσαρμόζονται με το βέλτιστο δυνατό τρόπο στη μεταβλητότητα των συνθηκών. Τα πιο γνωστά μοντέλα της δεύτερης κατηγορίας είναι αυτό της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας (Economic Order Quantity - EOQ) και αυτό του προγραμματισμού απαιτούμενων υλικών (Material Resource Planning – MRP).

### 2.2.3 Αποθήκευση

Η επιτυχημένη εφαρμογή της εφοδιαστικής αλυσίδας και των logistics, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την καλή και σωστή λειτουργία των αποθηκών. Από τη διαδικασία των προμηθειών ως τη διαδικασία των διακινήσεων προς τον πελάτη, η αποθήκη αποτελεί ενδεχομένως το κομβικότερο σημείο κατά τη γενικότερη μετακίνηση των αγαθών. Εντός των αποθηκών φυλάγονται τα εμπορεύματα της επιχείρησης, διεκπεραιώνονται οι ενέργειες που αφορούν τα αγαθά, συλλέγονται και εκτελούνται οι παραγγελίες και τέλος, εξάγονται τα προϊόντα, ώστε να καταλήξουν στον τελικό τους προορισμό (Langevin & Riopel, 2005). Η διαδικασία της αποθήκευσης συνδέεται άρρηκτα με τη διαδικασία διαχείρισης των αποθεμάτων, αλλά τα κόστη που προκύπτουν είναι διαφορετικά. Πιο συγκεκριμένα, η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι το κόστος αποθήκευσης δεν αλλάζει ανάλογα με το μέγεθος των αποθεμάτων, αλλά σύμφωνα με τον αποθηκευτικό χώρο, σε αντίθεση με το κόστος διατήρησης του αποθέματος (Κυριαζόπουλος, 1996). Οι βασικοί λόγοι που δημιουργούν την ανάγκη για αποθήκευση μπορεί να συνδέονται με τις διακυμάνσεις προσφοράς και ζήτησης, την εξυπηρέτηση των διάφορων σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας, την πρόσθεση αξίας μέσω του διαχωρισμού, της ταξινόμησης, της συγκέντρωσης και της τιμολόγησης που γίνεται στους αποθηκευτικούς χώρους και τέλος με τη δημιουργία αποθεμάτων (Slack et al. 2004).

Αφού παραληφθούν τα αγαθά θα πρέπει να τοποθετηθούν στους κατάλληλους αποθηκευτικούς χώρους. Στο σημείο εκείνο, θα πρέπει να καθοριστεί αφενός το πόσο χώρο απαιτεί το προϊόν για την αποθήκευση του και αφετέρου το πως, που και με ποιο τρόπο θα τοποθετηθούν τα εμπορεύματα. Για τους λόγους αυτούς έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα (Coyle et al., 2010), όπως είναι μεταξύ άλλων τα First In – First Out (FIFO) και Last In – First Out (LIFO), τα οποία καθορίζουν τη σειρά εισόδου – εξόδου. Τα συστήματα FIFO, στα ελληνικά «Πρώτο εντός – Πρώτο εκτός», είναι από τα πιο διαδεδομένα και εφαρμόζονται κυρίως όταν πρόκειται για προϊόντα που φέρουν ημερομηνίες λήξεως, προς αποφυγή της αλλοίωσης τους και τυχόν επιρροές από το χρονικό διάστημα αποθήκευσης. Έτσι, τα εμπορεύματα που



εισέρχονται πρώτα στην αποθήκη θα εξέλθουν και πρώτα από αυτή (Kasilingam, 1998). Τα συστήματα LIFO, στα ελληνικά «Τελευταίο εντός – Πρώτο εκτός», δε λαμβάνουν απόλυτα υπόψη τον χρόνο παραγωγής των προϊόντων και το χρόνο εισαγωγής τους στην αποθήκη. Με τον τρόπο αυτό, μειώνονται οι κινήσεις και οι διαδρομές στην αποθήκη και αξιοποιούνται στο μέγιστο βαθμό οι αποθηκευτικοί χώροι.

Σε μια σύγχρονη αποθήκη εκτελούνται πολλές και σημαντικές διαδικασίες. Αυτές αφορούν στη διακίνηση και τον χειρισμό των υλικών, την αποθήκευση και τη ροή πληροφοριών.

#### Διακίνηση / Διαχείριση Υλικών

Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται οι λειτουργίες της παραλαβής, της μεταφοράς, της συλλογής φορτίων και παραγγελιών και της αποστολής των προϊόντων. Κατά την παραλαβή λαμβάνει χώρα η εκφόρτωση των προϊόντων από το μεταφορέα και η ανανέωση των καταχωρήσεων αποθέματος. Παράλληλα, τα εμπορεύματα ελέγχονται για τυχόν καταγραφές και τέλος γίνεται η επαλήθευση της παραλαβής, συγκρίνοντας το δελτίο παραγγελίας με το παραστατικό μεταφοράς. Όσον αφορά στη μεταφορά, αυτή περιλαμβάνει τη μεταφορά των εμπορευμάτων προς την αποθήκη και τη διακίνηση τους σε περιοχές για πρόσθετες υπηρεσίες, όπως είναι η ενοποίηση (grouping) και οι μεταφορές που γίνονται για τις αποστολές (outbound shipping). Σχετικά με τη συλλογή των φορτίων και των παραγγελιών, τα προϊόντα ομαδοποιούνται εκ νέου σύμφωνα με τις παραγγελίες των πελατών, συλλέγονται οι παραγγελίες και εν τέλει συσκευάζονται τα προϊόντα, δημιουργώντας τα κατάλληλα πακέτα και σημάνσεις. Τέλος, η αποστολή περιλαμβάνει τη μετακίνηση των παραγγελιών στον εξοπλισμό του μεταφορέα, την ανανέωση των αρχείων αποθεμάτων και τον έλεγχο των παραγγελιών προς αποστολή.

Για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι χρήσιμη η ακολουθείσα ανάλυση της διαδικασίας συλλογής παραγγελιών (order picking), όπου πρόκειται για τη διαδικασία ανάκτησης αντικειμένων από το απόθεμα για την ολοκλήρωση μιας παραγγελίας. Με τον τρόπο αυτό παρέχονται συγκεκριμένες ποσότητες- άρθρα (articles) από μια συνολική ποσότητα – απόθεμα (inventory), βασιζόμενες σε εσωτερικές και εξωτερικές παραγγελίες. Διακρίνονται τρεις κύριες κατηγορίες λειτουργιών: η αποδοχή και η επεξεργασία των παραγγελιών συλλογής, η εκτέλεση της διαδικασίας και η εσωτερική και εξωτερική παροχή των αγαθών (Glock et al., 2017).

Η καλή λειτουργία ενός συστήματος συλλογής σε συνεργασία με την αποθήκη δημιουργούν πρόσθετη αξία για την εσωτερική εφοδιαστική (internal logistics). Η συλλογή είναι μια έντονη εργατικά και κοστοβόρα διαδικασία. Τα κόστη δεν προκύπτουν μόνο από τους μισθούς, αλλά και από τα σφάλματα που γίνονται κατά την επεξεργασία των παραγγελιών, όπως είναι οι λάθος ποσότητες ή τα λάθος προϊόντα. Ως διαδικασία είναι δύσκολο να προτυποποιηθεί και να αυτοματοποιηθεί. Μάλιστα, εκτιμάται ότι το 80% των αποθηκών λειτουργεί ακόμα χειροκίνητα, καθώς οι αισθητικοκινητικές ικανότητες του ανθρώπου του επιτρέπουν να αντιμετωπίζει ευκολότερα τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά των προϊόντων, όπως το βάρος ή το μέγεθος (Moeller, 2011) και τις αλλαγές στη δυναμική ζήτηση της αγοράς (Grosse et al., 2016; 2015). Επίσης, σημαντικός χρόνος της συνολικής διαδικασίας αφιερώνεται στην εκτέλεση μη παραγωγικών δραστηριοτήτων, όπως είναι η πλοήγηση και η αναζήτηση συγκεκριμένης

αποθηκευτικής τοποθεσίας (Çelik & Süral, 2014; Richards, 2017). Εκτός από την ικανοποίηση των πελατών, η αποτελεσματική συλλογή παραγγελιών συνεισφέρει σημαντικά και στον ισολογισμό της εταιρείας, αφού ευθύνεται για περίπου το 55% των συνολικών λειτουργικών εξόδων της αποθήκης (Tomprkins et al., 2010). Επίσης, ανάλογα με τον κλάδο της βιομηχανίας, το κόστος της εφοδιαστικής ανέρχεται στο 5-8% των εσόδων (Straube & Pfohl, 2008).

Κύριος στόχος είναι η μεγιστοποίηση της ακρίβειας κατά τη συλλογή και η ελαχιστοποίηση των χρόνων απόκρισης παράδοσης, υπό την αποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων πόρων, όπως είναι η εργασία, οι μηχανές και το κεφάλαιο (Gu et al., 2010; Marchet et al., 2015). Για την επίτευξη αυτών, σε συνδυασμό με τη μέγιστη δυνατή ικανοποίηση του πελάτη, είναι απαραίτητη η εφαρμογή αποτελεσματικών και ευέλικτων διαδικασιών συλλογής παραγγελιών (Grosse et al., 2015). Σύμφωνα με τον παραδοσιακό τρόπο εκτέλεσης της διαδικασίας, δηλαδή με τη χρήση καρτοσιών συλλογής και έντυπης λίστας, οι νέοι εργαζόμενοι μπορούσαν να ξεκινήσουν άμεσα, με την ελάχιστη δυνατή εκπαίδευση. Ωστόσο, ο τρόπος αυτός παρουσιάζει ένα ποσοστό σφαλμάτων από 0,26% ως 1,5% (Günther et al., 2009; Rammelmeier et al., 2011), το οποίο οφείλεται κυρίως στον υποκειμενικό εργασιακό φόρτο και την ανεπαρκή πληροφόρηση του εργαζόμενου. Ο εντοπισμός των σφαλμάτων και η εξάλειψή τους αποτελούν τις μεγαλύτερες προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η αποθήκη.

Η επίδραση των σφαλμάτων συλλογής εξαρτάται από τη στιγμή ανίχνευσής τους. Όταν εντοπίζονται από τους ίδιους τους εργαζόμενους τα σφάλματα δεν σχετίζονται με τον πελάτη, αλλά εξακολουθούν να προκαλούν έξοδα με τη μορφή χρόνου και κόστους για τη διόρθωσή τους. Τα έξοδα αυτά αυξάνονται σημαντικά όταν τα σφάλματα εντοπίζονται σε αργότερο στάδιο κατά τη διάρκεια ενός εσωτερικού ελέγχου, όπως η επιθεώρηση των εξερχόμενων αγαθών. Η αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος απαιτεί περισσότερη εργασία, καθώς θα πρέπει να ανεφοδιαστούν τα λανθασμένα αντικείμενα και να δημιουργηθεί νέα παραγγελία για τη συλλογή των σωστών. Αν τα εμπορεύματα προς αποστολή εξέλθουν ελαττωματικά από την αποθήκη και το σφάλμα εντοπιστεί από τον πελάτη, τότε οι συνέπειες είναι ακόμα μεγαλύτερες. Το αποτέλεσμα αυτού, βραχυπρόθεσμα, είναι τα παράπονα του πελάτη και τα σχετικά κόστη που προκύπτουν για τη διαχείρισή τους. Μακροπρόθεσμα, όμως, η εταιρεία μπορεί να χάσει όχι μόνο την εικόνα της, αλλά και τους πελάτες της. Ειδικά όταν τα συστήματα παραγωγής είναι ακριβώς-στην-ώρα (Just-In-Time – JIT), τα επακόλουθα κόστη ταχείας παράδοσης ή οι ζημιές που προκύπτουν στη γραμμή παραγωγής μπορούν να εκτοξευθούν. Σημειώνεται ότι η φιλοσοφία του συστήματος αυτού είναι η μείωση των αποθεμάτων στην αποθήκη, ώστε να είναι δυνατή η παραγωγή συγκεκριμένου αριθμού προϊόντων, ο οποίος καθορίζεται από το ύψος των τρεχουσών παραγγελιών από τους πελάτες (Cho et al., 2008). Τέλος, η αδυναμία εντοπισμού των σφαλμάτων μπορεί να επιφέρει καταστροφικές συνέπειες. Υποθέτοντας την εγκατάσταση ενός λανθασμένου εξαρτήματος σε ένα όχημα ή μια εγκατάσταση, οι μηχανές μπορεί να καταστραφούν και να κινδυνεύσει ακόμα και η ανθρώπινη υγεία ή/και ζωή (Rammelmeier et al., 2011).

### Αποθήκευση

Η λειτουργία της αποθήκευσης πραγματοποιείται σε προσωρινή ή ημιπροσωρινή βάση. Η προσωρινή αποθήκευση περιλαμβάνει μόνο την αποθήκευση του προϊόντος που είναι απαραίτητο για την αναπλήρωση του βασικού αποθέματος, δίνοντας, παράλληλα, έμφαση στη

μεταφορά. Από την άλλη, η ημιπροσωρινή αποθήκευση αφορά στην αποθήκευση αποθέματος πέρα από το απαραίτητο για την κανονική αναπλήρωση. Το απόθεμα αυτό ονομάζεται απόθεμα ασφαλείας (inventory buffer/safety stock). Οι παράγοντες που συμβάλλουν στη διατήρηση του είναι η εποχιακή ζήτηση, η έντονα μεταβαλλόμενη ζήτηση, η βελτίωση των προϊόντων, η κερδοσκοπία ή η προθεσμιακή αγορά (forward buying) και οι ειδικές συμφωνίες που πραγματοποιούνται.

### Ροή Πληροφοριών

Η τελευταία αλλά και σημαντικότερη λειτουργία της αποθήκης σχετίζεται με τη διακίνηση των πληροφοριών που καταγράφονται στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας και αφορούν στα εμπορεύματα που αποθηκεύονται και αποχωρούν από τις εγκαταστάσεις. Κατά τη διάρκεια αυτής, η διοίκηση έχει στα χέρια της όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για το πλήθος των αγαθών και την κατάσταση στην οποία βρίσκονται εντός του αποθηκευτικού χώρου (Langevin & Riopel, 2005). Οι πληροφορίες που έχουν άμεση σχέση με την αποθήκη είναι το επίπεδο αποθεμάτων, το επίπεδο παραγωγής, οι θέσεις διατήρησης αποθεμάτων, οι εισερχόμενες και εξερχόμενες αποστολές, τα δεδομένα σχετικά με τους πελάτες, τα δεδομένα χρησιμοποίησης του χώρου των εγκαταστάσεων και τα δεδομένα για το προσωπικό της αποθήκης. Για τη λήψη των αποφάσεων, η διοίκηση χρειάζεται όλα τα προαναφερθέντα, κυρίως όσον αφορά στη διακίνηση των εμπορευμάτων και την ανάγκη για γρήγορη, ακριβή και πλήρη ενημέρωση σχετικά με το υπάρχον απόθεμα.

Η αποθήκευση, επίσης, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα νέα συστήματα τεχνολογίας, δεδομένης της υψηλής συγκεντρωσης του ενδιαφέροντος στην ταχύτητα εκτέλεσης των διαδικασιών. Οι επιχειρήσεις μπορούν να εφαρμόσουν καινοτόμα και τεχνολογικά προηγμένα συστήματα που τους επιτρέπουν τη γρήγορη και αξιόπιστη εκτέλεση των παραγγελιών για μεγάλες ποσότητες προϊόντων, διασφαλίζοντας μηδαμινά σφάλματα. Τέτοια συστήματα περιλαμβάνουν την αυτόματη προετοιμασία των παραγγελιών, την ετικετοποίηση, την παλετοποίηση, τον έλεγχο του βάρους, την παρακολούθηση των προϊόντων και τη μέθοδο αποθήκευσης. Ακόμα και τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στις σύγχρονες αποθήκες αποτελούν σημαντικά βοηθήματα για την ομαλή και σωστή λειτουργία τους. Τέτοια, μπορεί να είναι τα περονοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα αντίβαρου, πλαϊνής φόρτωσης, για εμπορευματοκιβώτια, για ράφια, για φόρτωση από ράμπα και τα ηλεκτρικά παλετοφόρα.

Για να καλυφθούν όλες οι απαιτήσεις σε πληροφορίες και να εξασφαλιστεί η αποτελεσματική χρήση των μηχανημάτων από τους χειριστές, έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί νέες τεχνολογίες για τη διευκόλυνση της επικοινωνίας με το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης (Warehouse Management System – WMS). Πρόκειται για το γραμμωτό κώδικα (Barcode), τη μαγνητική λωρίδα (Magnetic Stripe), την ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification – RFID), τα ασύρματα υπολογιστικά δίκτυα και τα πληροφοριακά συστήματα. Γενικότερα, παρατηρείται μια προσπάθεια μεταφοράς των πληροφοριακών συστημάτων που σχετίζονται με την εισαγωγή και εξαγωγή πληροφοριών σχετικά με τα εμπορεύματα, από τους εργαζόμενους των γραφείων προς τους υπεύθυνους των αποθηκών (Langevin & Riopel, 2005). Με τον γραμμωτό κώδικα και την ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων επιτυγχάνεται η συνεχής αποτύπωση και ο χαρακτηρισμός των αποθεμάτων,

κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και του κέντρου διανομής. Έτσι, περιορίζεται η χρήση των έντυπων εγγράφων και αποτρέπονται οι διπλές καταχωρήσεις στο σύστημα.

Ο γραμμωτός κώδικας βρίσκεται αποτυπωμένος ή ενσωματωμένος σε μια επιφάνεια ή ένα προϊόν και αποτελεί οπτική απεικόνιση πληροφοριών, οι οποίες μπορούν να αναγνωστούν μόνο με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού. Παλαιότερα, παρουσιαζόταν με γραμμές, που διέθεταν μαύρο χρώμα και λευκά διάκενα, ενώ στη σύγχρονη εποχή μπορεί να είναι ομόκεντροι κύκλοι ή μοτίβα από κουκίδες και μπορούν να αναγνωστούν ακόμα και από τα κινητά τηλέφωνα μέσω εφαρμογών (Rushton et al., 2017). Επομένως, γίνεται αντιληπτός αποκλειστικά μέσω της χρήσης ειδικού scanner ή άλλων οπτικών σαρωτών, για την αναγνώριση των μοτίβων και την αποκωδικοποίησή τους με το κατάλληλο λογισμικό. Ως αποτέλεσμα, λαμβάνεται η πληροφορία, η οποία μπορεί να αποθηκευτεί εύκολα σε έναν υπολογιστή ή κάποιο άλλο μέσο αποθήκευσης (Coyle et al., 2010).

Για την περαιτέρω κωδικοποίηση της πληροφορίας και την αύξηση των περιθωρίων των χαρακτήρων του γραμμωτού κώδικα, αναπτύχθηκε ο κώδικας γρήγορης απόκρισης (Quick Response – QR code). Εντός αυτού, αποθηκεύεται ένας υπερσύνδεσμος (hyperlink), ο οποίος οδηγεί τον χρήστη σε κάποια συγκεκριμένη ιστοσελίδα. Η χρήση του είναι εύκολη, χάρη στη δυνατότητα σάρωσης του από την κάμερα των κινητών τηλεφώνων. Το θετικό της τεχνολογίας αυτής είναι ότι ο καθένας μπορεί να δημιουργήσει το δικό του κώδικα QR, μέσω ελεύθερου λογισμικού, και να αποθηκεύσει οποιαδήποτε πληροφορία επιθυμεί να μοιραστεί ο δημιουργός.

#### 2.2.4 Διακίνηση

Ο όρος διακίνηση αφορά στη διαδικασία εύρεσης του άριστου τρόπου μετακίνησης των παραγγελθέντων προϊόντων από τους προμηθευτές στις εγκαταστάσεις της εταιρείας. Η διακίνηση περιλαμβάνει τη μεταφορά και τη διανομή, η διαφορά των οποίων έγκειται στο γεγονός ότι η τελευταία αφορά στη διακίνηση των τελικών προϊόντων από την εταιρεία στους πελάτες, ενώ η πρώτη σχετίζεται με τη μεταφορά των προϊόντων από την παραγωγή προς τις αποθήκες και τις εγκαταστάσεις της εταιρείας. Το κόστος διακίνησης αποτελεί σημαντικό μέρος του συνολικού κόστους και για το λόγο αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό του συστήματος logistics. Στον υπολογισμό του κόστους καθοριστικός είναι ο ρόλος του χρόνου και έτσι, θα πρέπει να γίνει μελέτη του χρόνου που απαιτείται για την εξυπηρέτηση της ζήτησης χωρίς καθυστερήσεις (Μαλινδρέτος, 2015).



Σχήμα 3: Η διακίνηση στα Logistics (Μαλινδρέτος, 2015)

## Μεταφορά

Οι εμπορευματικές μεταφορές, στη σύγχρονη εποχή, αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς παραγοντές της οικονομικής ζωής, καθώς μέσω της διαδικασίας αυτής τα προϊόντα αποκτούν αξία. Αυτό ισχύει διότι όσα έξοδα και αν έχει η παραγωγή του προϊόντος, αν δεν μεταφερθεί στους καταναλωτές ή αν οι τελευταίοι δεν μεταφερθούν σε αυτό, τότε το προϊόν δεν έχει αξία. Η έννοια της μεταφοράς συνδέεται με τα απαραίτητα μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούνται για να μετακινηθούν οι πρώτες ύλες και τα αγαθά στο εργοστάσιο από τον προμηθευτή και έπειτα στις αποθήκες. Αυτές, μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικό μέρος ή στις ίδιες εγκαταστάσεις με το εργοστάσιο. Η μεταφορά, γενικότερα, αποτελεί σημαντικό κόστος για τον οργανισμό και είναι κρίσιμο για αυτόν να βρει το βέλτιστο μέσο προς χρήση, ανάλογα με το είδος του εμπορεύματος που παράγεται. Επίσης, απαραίτητος είναι και ο σωστός σχεδιασμός της γραμμής παραγωγής και η επιλογή της καταλληλότερης γεωγραφικής θέσης του εργοστασίου (Voortman, 2004).

Οι μεταφορές παρουσιάζουν πολύ υψηλό ρυθμό αύξησης, ο οποίος οφείλεται στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και την παγκοσμιοποιημένη αγορά. Οι τεχνολογικές εξελίξεις επιτρέπουν τόσο τη βελτίωση των συνθηκών μεταφοράς, όσο και τους ταχύτερους χρόνους παράδοσης, διακινώντας κατ' επέκταση μεγαλύτερο όγκο εμπορευμάτων. Από την άλλη, η παγκοσμιοποίηση και τα νέα καταναλωτικά πρότυπα αυξάνουν τη ζήτηση από και προς περιοχές που προηγουμένως παρουσίαζαν χαμηλότερη αγοραστική δύναμη. Οι υψηλοί αυτοί ρυθμοί εντοπίζονται ακόμα και στις χώρες με «φθηνά εργατικά χέρια», όπου η παραγωγή των εμπορευμάτων έχει πολλαπλασιαστεί, δεδομένου του χαμηλού κόστους. Έτσι, αυξάνεται και ο όγκος των εξαγόμενων προϊόντων. Επίσης, σημαντική αλλαγή παρουσιάζεται και στη δυναμικότητα των χρησιμοποιούμενων μεταφορικών μέσων. Πριν τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, χρησιμοποιούνταν φορτηγά αυτοκίνητα ενός τόνου, ενώ πλέον χρησιμοποιούνται φορτηγά 20 ως και 25 τόνων κατά μέσο όρο. Ομοίως, οι σιδηρόδρομοι σήμερα ξεπερνούν τους 10.000 τόνους και τα φορτηγά πλοία φτάνουν μέχρι και τους 200.000 τόνους. Επομένως, οι τεχνολογικές εξελίξεις αυξάνουν σημαντικά τη σημασία των μεταφορών.

Στην Ελλάδα, το οδικό δίκτυο αποτελεί ζωτικής σημασίας τομέα για την εθνική οικονομία. Τη μεγαλύτερη χρήση παρουσιάζουν μικρά φορτηγά και μεγάλες εξειδικευμένες νταλίκες. Ωστόσο, αποτελούν και σοβαρή πηγή μόλυνσης του περιβάλλοντος, αφού σημαντικό ποσοστό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα οφείλεται στην παρουσία τους. Τα σιδηροδρομικά μέσα χρησιμοποιούνται για να καλύψουν μεγαλύτερες αποστάσεις με μικρότερο κόστος. Στην Ευρώπη, το σιδηροδρομικό δίκτυο είναι ένα από τα καλύτερα του πλανήτη, χάρη και στην παρουσία ιδιωτικών δρομολογίων για τη μεταφορά προϊόντων και υλικών για τους προμηθευτές και τις επιχειρήσεις (Kasilingam, 1998). Επίσης, σημαντικό έδαφος κερδίζουν οι αερομεταφορές. Παρά το υψηλό κόστος χρησιμοποίησής τους, οι επαγγελματίες τις προτιμούν, διότι καταγράφονται μικρότερες απώλειες και φθορές και υπάρχουν ελάχιστες απαιτήσεις συσκευασίας. Οι μεταφορές με αεροπορικά μέσα βελτιώνουν το επίπεδο της οικονομικής ρευστότητας των επιχειρήσεων, δεδομένου ότι οι πληρωμές πραγματοποιούνται ταχύτερα και δεσμεύονται λιγότερα αποθέματα για αυτές (Baluch, 2005). Τέλος, οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν εξίσου σημαντικό κομμάτι του εμπορικού κόσμου. Με τα πλοία επιτυγχάνεται μικρότερο κόστος μεταφοράς, το οποίο αποτελεί σημαντικό

πλεονέκτημα για τις μετακινήσεις μεγάλων και βαρέων φορτίων. Ωστόσο, οι θαλάσσιες μεταφορές απαιτούν το συνδυασμό με άλλα μεταφορικά μέσα, οδικά ή σιδηροδρομικά, αυξάνοντας παραπάνω το συνολικό κόστος (Goldsby & Martichenko, 2005).

### Διανομή

Η ραγδαία ανάπτυξη των μεταφορών, σε παγκόσμιο επίπεδο, είχε ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση μιας νέας τάσης για τη σταδιακή υποκατάσταση των αποθηκών, αναπτύσσοντας ένα ευέλικτο δίκτυο διανομής και ένα σύστημα μεγαλύτερων περιφερειακών αποθηκευτικών εγκαταστάσεων. Τα δίκτυα διανομής αποτελούν σημαντικό παράγοντα στην κερδοφορία και τα μακροπρόθεσμα σχέδια των οργανισμών, αφού αποτελούν το βασικό εργαλείο της τροφοδοσίας της αγοράς με αγαθά (Rushton et al., 2017). Η λειτουργία της διανομής επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι η παγκόσμια οικονομία, οι πολιτικές αποφάσεις, η προηγμένη τεχνολογία και οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Σε αυτό το στάδιο, τα βασικά ερωτήματα που απασχολούν τους υπεύθυνους των logistics σχετίζονται με τους τρόπους και τα μέσα μεταφοράς, προκειμένου να φτάσουν τα τελικά προϊόντα στους πελάτες και με το επιθυμητό επίπεδο αποθεμάτων. Αυτός είναι και ο λόγος που η διανομή, ως στοιχείο των logistics, ξεχωρίζει από την απλή φυσική διανομή.

Τα παλαιότερα δίκτυα διανομών ήταν μονοδιάστατα και τον κυρίαρχο ρόλο τον είχαν οι μεσάζοντες – χονδρέμποροι. Οι επιχειρήσεις είχαν μειωμένη διαπραγματευτική ισχύ και οι μεσάζοντες δρούσαν ως το συνδετικό κρίκο με τους πελάτες, πιέζοντας συχνά για αύξηση των τιμών, την οποία εν τέλει επωμιζόταν ο καταναλωτής. Σήμερα, όμως, η διαπραγματευτική ισχύς των επιχειρήσεων έχει αυξηθεί, αφού έχουν μεγαλύτερη ευθύνη για τον έλεγχο του δικτύου διανομής. Πολλές φορές, οι ίδιες οι επιχειρήσεις καθορίζουν τις αρμοδιότητες των διακινητών, ανάλογα με τις ικανότητες και την αποτελεσματικότητά τους. Επίσης, εξαιτίας της αύξησης των απαιτήσεων της αγοράς, τα δίκτυα διανομής αναβαθμίστηκαν με σύγχρονη τεχνολογία. Για παράδειγμα, όσον αφορά στα διαδικτυακά συστήματα, η διαχείριση των εμπορευμάτων γίνεται ανάλογα με τον κωδικό, την παραγγελία, την τιμολόγηση, το είδος και την κατηγορία. Η τιμολόγηση μπορεί να γίνει άμεσα και η παραγγελία μπορεί να παρακολουθείται εύκολα από τον πελάτη μέσω των τερματικών σταθμών. Τέλος, η σύγχρονη εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει το σύνολο των καναλιών διανομής, τα οποία χωρίζονται ανάλογα με το εμπόρευμα, την κατηγορία και την γεωγραφική τους περιοχή. Έτσι, οι υπεύθυνοι μπορούν να αποφασίσουν με ασφάλεια ποια είναι τα κατάλληλα τεχνολογικά συστήματα, αποφεύγοντας πιθανές ανακρίβειες και καθυστερήσεις στις παραγγελίες (Coyle et al., 2010).

Οι βασικές ευθύνες του τμήματος logistics στα σύγχρονα δίκτυα διανομής συνοψίζονται στη σχεδίαση και τη λειτουργία αυτού του δικτύου, την επιλογή των μεθόδων εκφόρτωσης, τη χρήση των τεχνολογικών εφαρμογών για την παρακολούθηση της ροής προϊόντων και τη μέθοδο καταγραφής των αποτελεσμάτων. Στόχος, σαφώς, είναι η μεγιστοποίηση της ικανοποίησης των πελατών και η παράλληλη ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας όλου του συστήματος. Με τη σωστή διαχείριση του δικτύου διανομών μπορούν να αντιμετωπιστούν όλες οι προκλήσεις και να ικανοποιηθούν οι έκτακτες ανάγκες των καταναλωτών, όπως οι επιστροφές ελαττωματικών εμπορευμάτων και η έγκαιρη αντικατάστασή τους. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι υπεύθυνοι των logistics είναι ότι στην προσπάθειά τους να μειώσουν κάποια κόστη που σχετίζονται με τη διανομή ενδέχεται

κάποια άλλα να αυξάνονται. Επομένως, απαιτείται μια καθολική προσέγγιση που να εξετάζει τα σχετικά αυτά κόστη ως ομάδα. Σε αυτή την ομάδα περιλαμβάνονται το κόστος διατήρησης αποθεμάτων, το κόστος παραγγελιών και διοικητικά κόστη και όχι μόνο τα έξοδα που συνδέονται άμεσα με τη διαδικασία της μεταφοράς των προϊόντων από τις αποθήκες στα τελικά σημεία κατανάλωσης (Pride & Ferrel, 2000; Cruijssen et al., 2007; Mason et al., 2003).

Επίσης, συχνά ζητήματα σχετικά με τη διαδικασία της διανομής αποτελούν ο αριθμός των κατηγοριών που χωρίζονται τα αγαθά, ο προορισμός τους μετά το διαχωρισμό, το μεταφορικό μέσο που θα χρησιμοποιηθεί και τα διατιθέμενα μέλη του καναλιού διανομής. Γενικά, τα κανάλια διανομής των εφοδιαστικών αλυσίδων και του τμήματος μάρκετινγκ έχουν αντίθετη φορά ροής. Στην πρώτη περίπτωση η διανομή των φυσικών προϊόντων γίνεται από τον οργανισμό προς τους πελάτες, ενώ στη δεύτερη οι πληροφορίες μεταφέρονται από τους καταναλωτές προς τις επιχειρήσεις (Voortman, 2004). Οι στρατηγικές αποφάσεις για τα κατάλληλα κανάλια πρέπει να είναι δεσμευτικές, καθώς η αλλαγή τους είναι κοστοβόρα τόσο σε επίπεδο χρημάτων όσο και χρόνου. Για το σχεδιασμό του καναλιού, κύριος άξονας είναι η βέλτιστη διαδρομή για τη μεταφορά των εμπορευμάτων και η επιλογή αυτή γίνεται στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού και δεν εξαρτάται από το κανάλι διανομής του μάρκετινγκ (Coyle et al., 2010).

Αρχικά, υπάρχουν τα συμβατικά κανάλια διανομής. Σε αυτά, το μέλος κάθε κατηγορίας λειτουργεί αυτόνομα προς την επίτευξη του μέγιστου προσωπικού κέρδους, ακολουθώντας κατά βάση τη ροή της παραγωγικής διαδικασίας (Rushton et al., 2017). Επίσης, ένα είδος καναλιού είναι τα κάθετα συστήματα διανομής, τα οποία αποτελούνται από οργανισμούς άμεσα εμπλεκόμενους με τη διακίνηση των εμπορευμάτων προς τους πελάτες. Οι οργανισμοί αυτοί έχουν κοινά συμφέροντα και συνδέονται με συμμαχίες, όπως με τις αλυσίδες και το franchising (Rushton et al., 2017). Στον αντίποδα, υπάρχουν και τα οριζόντια κανάλια διανομής. Αυτά, αποτελούνται από οργανισμούς με το ίδιο επίπεδο διανομής και εκμεταλλεύονται επιχειρηματικές ευκαιρίες δημιουργώντας μεταξύ τους στρατηγικές συμμαχίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, σε εθνικό επίπεδο, είναι η συνεργασία της Αθηναϊκής Ζυθοποιίας με την κυπριακή εταιρεία αναψυκτικών ειδών Λανίτης, για τη διανομή της μπίρας Heineken στην αγορά της Κύπρου. Τέλος, υπάρχουν τα υβριδικά συστήματα διανομής, τα οποία εξυπηρετούν είτε την ίδια, είτε διαφορετικές αγορές και αποτελούν σύνθετα κανάλια διανομής. Δημιουργούνται από παρόχους υπηρεσιών και από παραγωγούς εμπορευμάτων, με σκοπό τη μείωση του χρόνου διανομής, την καλύτερη στοχοποίηση των αγορών και τη μείωση του κόστους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα υβριδικού συστήματος διανομής είναι οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας (Rushton et al., 2017).

Για το σωστό σχεδιασμό ενός συστήματος διανομής θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις (Richards & Grinsted, 2013):

1. Εξαιρετική γνώση χρόνου και τόπου των καναλιών που θα διασχίσουν τα μεταφορικά μέσα του οργανισμού

Θα πρέπει να γνωρίζονται όλοι οι ενδιάμεσοι σταθμοί και όλες οι τοποθεσίες, προκειμένου να συνδυάζονται αποτελεσματικά τα δρομολόγια κάθε παραγγελίας.

## 2. Γνώση των χρησιμοποιούμενων μεθόδων του ανταγωνισμού

Οι μέθοδοι αυτές μπορεί να είναι οι χαμηλότερες τιμές, η διαφορετική τεχνολογία που χρησιμοποιείται και η διαφήμιση.

3. Αναβαθμισμένη εξυπηρέτηση καταναλωτών και ταυτόχρονη διατήρηση χαμηλού κόστους στο δίκτυο
4. Δημιουργία μιας διαδικασίας για τη σύνδεση των αναγκών της αγοράς με τους κατάλληλους χρόνους απόκρισης της παραγωγής και της προμήθειας.
5. Εύρεση και αξιολόγηση πρόσθετων λύσεων

Ο οργανισμός θα πρέπει να είναι καλυμμένος σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η πραγματοποίηση των αρχικών στόχων του δικτύου διανομής.

## 6. Ακριβής καθορισμός των φυσικών χαρακτηριστικών των εμπορευμάτων

Προκειμένου να επιλεγεί το καταλληλότερο μέσο μεταφοράς και οι χρόνοι διανομής να είναι ρεαλιστικοί, τα εμπορεύματα θα πρέπει να διαχωριστούν ανάλογα με το αν είναι ογκώδη, εύθραυστα ή ευπαθή.

## 7. Καλή επικοινωνία και εμπιστοσύνη μεταξύ των επαγγελματιών του καναλιού

Οι σχέσεις που δημιουργούνται μεταξύ των μελών του καναλιού θα πρέπει να είναι άρτιες. Σε αντίθετη περίπτωση, αν η συννενόηση από τον προμηθευτή δεν είναι σε αρμονία με τα δεδομένα της αποθήκης ή της εταιρείας διανομής, ο καταναλωτής επωμίζεται τις αρνητικές συνέπειες.

## 2.3 Τα Logistics στην Ελλάδα

Ο κλάδος υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ένας από τους πιο νευραλγικούς τομείς της ελληνικής οικονομίας για την ανάπτυξη της βιομηχανίας και μεταποίησης. Η γεωγραφική θέση της χώρας είναι κομβικής σημασίας για την προώθηση των διεθνών εμπορικών συναλλαγών και ο κλάδος των logistics προσελκύει το επενδυτικό ενδιαφέρον των ισχυρών εμπορικών δυνάμεων στην παγκόσμια αγορά (Σύνδεσμος Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών – ΣΕΒ – <https://www.sev.org.gr/>, 2019).

Γενικότερα, ο κλάδος των logistics στην Ελλάδα αναπτύσσεται συνεχώς, παράγοντας το 9,02% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) της χώρας (Ελληνική Εταιρεία Logistics – EEL – <https://eel.gr/>, 2018). Το 2016, σύμφωνα με έρευνα της Εθνικής Τράπεζας Ελλάδος, οι επιχειρήσεις χερσαίων υπηρεσιών logistics αναδείχθηκαν ως ανθεκτικές, καθώς κατά τη διάρκεια της κρίσης, το ελληνικό ΑΕΠ με τη συνεισφορά τους αυξήθηκε στο 2,9% από το 2,5% που ήταν το 2008, εμφανίζοντας σημάδια σύγκλισης με τα ευρωπαϊκά δεδομένα – 3,4% του ΑΕΠ. Παρόλα αυτά, υπήρχαν έντονες ανομοιογένειες τόσο σε επίπεδο μεγέθους των επιχειρήσεων όσο και σε επιμέρους τομείς δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στις τελευταίες, παρουσιάστηκε βελτίωση του τομέα διαχείρισης φορτίων, ο οποίος περιλαμβάνει την αποθήκευση, τη συσκευασία και την τιμολόγηση, και επιδείνωση του τομέα των μεταφορών. Η διαχείριση των φορτίων βελτιώθηκε σε όρους όγκου, ο οποίος αυξήθηκε κατά 59% κατά τα έτη της κρίσης (2008 – 2016), και σε όρους ποιότητας, με την απόκλιση



επιπέδου ανταγωνιστικότητας από τα ευρωπαϊκά δεδομένα να περιορίζεται στο 11% το 2016 από 19% που ήταν το 2012, σύμφωνα με το Logistics Performance Index της World Bank (WBG - <https://www.worldbank.org/>) . Στον τομέα των μεταφορών υπήρξε ισχυρή πίεση που μείωσε τις εθνικές μεταφορές κατά 33% κατά τα ίδια έτη, αλλά αντισταθμίστηκε μερικώς από ανοδικές διεθνείς μεταφορές κατά 16%.

Το 2016, ο κλάδος των logistics αποτελούταν από κοντά 63.000 επιχειρήσεις. Συγκρίνοντας με τα δεδομένα προ κρίσης, δηλαδή με το 2008, αυτές ήταν λιγότερες κατά 6.000. Τα στοιχεία αυτά είναι ενδεικτικά μιας διαδικασίας συγχωνεύσεων και εξαγορών λόγω της κρίσης και της δραματικής πτώσης των πωλήσεων. Η μεγαλύτερη κινητικότητα εμφανίστηκε στον τομέα της αποθήκευσης, ο οποίος ήταν και ο μόνος που παρουσίαζε σταθερή αύξηση του μεριδίου του στην αγορά. Τη στιγμή που τα logistics συνέβαλαν στην Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία (ΑΠΑ) σε σταθερές τιμές 2010 της ελληνικής οικονομία το 6,1% κατά το έτος 2017 και 8,3% το 2008, η αποθήκευση συνέβαλε το 1,2% και το 0,5% κατά τις αντίστοιχες χρονιές. Από το 2013 και έπειτα με τη σταδιακή ανάκαμψη της οικονομίας, οι αεροπορικές μεταφορές και η αποθήκευση αύξησαν τα μερίδιά τους, ενώ τα ταχυδρομεία παρέμειναν στάσιμα. Από την οικονομική κρίση και μετά, οι χερσαίες και οι θαλάσσιες μεταφορές παρουσίαζαν μειωμένη συμβολή στην ελληνική οικονομία. Η ΑΠΑ ανά απασχολούμενο σε σταθερές τιμές 2010 ανερχόταν στις € 52 χιλιάδες για τα logistics, έναντι € 40,2 χιλιάδες στο σύνολο της οικονομίας. Σχετικά με την ανάκαμψη των logistics, το 2017 παρατηρήθηκε αύξηση της ΑΠΑ σε τιμές 2010 κατά +5% έναντι -4,3% το 2016 και +0,2% το 2015 (Σύνδεσμος Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών, 2019).

Επίσης, σύμφωνα με έρευνα της ΕΥ ([https://www.ey.com/el\\_gr](https://www.ey.com/el_gr), 2017), η Ελλάδα κατατάσσεται στην 42<sup>η</sup> θέση της παγκόσμιας κατάταξης και μπορεί υπό προϋποθέσεις να βρεθεί στις 20 πρώτες θέσεις, χάρη και στην έντονη παρουσία των Ελλήνων εφοπλιστών, οι οποίοι σημειώνεται πως ελέγχουν το 16% της παγκόσμιας χωρητικότητας και το 12% με βάση τον αριθμό των πλοίων. Η αύξηση της συμβολής του κλάδου στο ΑΕΠ δύναται να αυξηθεί μελλοντικά με την ολοκλήρωση της πώλησης των 25 περιφερειακών λιμανιών της χώρας. Το λιμάνι του Πειραιά εξυπηρετεί κατά προσέγγιση 16 εκατομμύρια επιβάτες και 1 εκατομμύριο της κρουαζιέρας, ενώ η δυναμικότητα σε εμπορευματοκιβώτια ανέρχεται σε 5 εκατομμύρια. Το λιμάνι της Θεσσαλονίκης παρουσιάζει χαμηλές επιδόσεις, αφού η μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων δεν ξεπερνά τις 400.000. Ωστόσο, αναμένεται να φτάσουν τα 2,3 εκατομμύρια με την ολοκλήρωση των επενδύσεων. Η ίδια έρευνα ανέδειξε την ανάγκη συνδεσιμότητας των βασικών υποδομών της χώρας, όπως είναι τα λιμάνια, το σιδηροδρομικό δίκτυο και οι αυτοκινητόδρομοι. Η αγορά επιτάσσει τη σύνδεση του εγχώριου σιδηροδρομικού δικτύου με το ευρωπαϊκό όπως και με τα λιμάνια της χώρας με σταθερά δρομολόγια.

Σχετικά με τις εμπορευματικές μεταφορές, σχεδόν το σύνολο των χερσαίων μεταφορών, το 98,7% αυτών, γίνεται μέσω του οδικού δικτύου, λόγω της γεωγραφίας της χώρας και των περιορισμένων αποστάσεων στην ενδοχώρα. Την ίδια στιγμή, στην Ευρώπη των 28 κρατών, το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται στο 76,4%. Η γεωγραφία της χώρας, επίσης, επιβάλλει την ανάπτυξη των συνδυασμένων μεταφορών. Τα λιμάνια και τα πλοία παίζουν σημαντικό ρόλο στην παροχή υπηρεσιών logistics, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη αποθηκευτικών χώρων στα λιμάνια, τα οποία μετασηματίζονται σε κόμβους logistics διεθνούς εμβέλειας. Ο συνδυασμός αυτών με τους σύγχρονους οδικούς άξονες και τις σιδηροδρομικές μεταφορές θα επιτρέψει τη

σταδιακή μετατροπή της χώρας σε κόμβο διαμετακομιστικού εμπορίου, με το λιμάνι του Πειραιά να αποτελεί μία από τις κύριες πύλες εισόδου της Κίνας στην Ευρώπη. Η Ελλάδα, εδώ και πολλά χρόνια, ξοδεύει περίπου το 50% του προϋπολογισμού δημοσίων επενδύσεων στις υποδομές των μεταφορών. Παρόλα αυτά, τώρα είναι που αρχίζει να αποκτά οδικό δίκτυο εφάμιλλο των ευρωπαϊκών. Οι σιδηροδρομικές διασυνδέσεις υστερούν, αν και αναμένονται επενδύσεις που θα διευκολύνουν τις εμπορευματικές μεταφορές εντός και εκτός της χώρας. Τέλος, οι θαλάσσιες μεταφορές δεν υποστηρίζονται επαρκώς από λιμανικές και εμπορευματικές υποδομές.

Επομένως, η χώρα θα πρέπει να υλοποιήσει με ταχύτερα βήματα την Εθνική Στρατηγική Logistics, η οποία διαμορφώθηκε με τη συμμετοχή του Συνδέσμου Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών (ΣΕΒ), της Ελληνικής Εταιρείας Logistics (EEL), επιχειρήσεων του κλάδου και της δημόσιας διοίκησης στο πλαίσιο του Εθνικού Συμβουλίου Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Η στρατηγική είναι εκείνη που καθορίζει πού πρέπει να φτιαχτούν υποδομές εφοδιαστικής αλυσίδας και πως θα συνδεθούν με τις εμπορευματικές πύλες της χώρας. Σε γενικές γραμμές, το μέλλον των logistics θα μπορούσε να πει κανείς ότι εξαρτάται από παράγοντες που σχετίζονται με τις υποδομές, τα πληροφοριακά συστήματα και την ύπαρξη ικανών επιχειρηματιών. Πιο συγκεκριμένα, οι υποδομές σε όλα τα τμήματα της παιδείας και η ανάπτυξη σύγχρονων προγραμμάτων θα πρέπει να είναι ικανές να καλύψουν το σύνολο των στοιχείων των logistics από διάφορες εταιρείες. Έτσι, θα υπάρχει ένα σχετικό επίπεδο υγιούς ανταγωνισμού, το οποίο θα αναδείξει την ακόμα υψηλότερη ποιότητα των συστημάτων αυτού του τύπου. Ακόμα, θα πρέπει να αναπτυχθούν πληροφοριακά συστήματα σχετικά με τα logistics από εταιρείες της Ελλάδας, οι οποίες θα ασκούν πίεση για τη χρησιμοποίησή τους στο σύνολο της εμπορικής κοινότητας. Τέλος, κρίνεται σημαντική η παρουσία επιχειρηματιών που θα διαθέτουν το απαραίτητο όραμα να κατανοήσουν γρήγορα τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η επιστήμη των logistics, αλλά και η εφαρμογή ολοκληρωμένων εργαλείων και σύγχρονων εφαρμογών στους οργανισμούς.

## 2.4 Ψηφιακός Μετασχηματισμός στα Logistics

Τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις έρχονται αντιμέτωπες με την πρόκληση της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας και δη της ψηφιακής. Η εξέλιξη της τεχνολογίας επέφερε σημαντικές αλλαγές στον επιχειρηματικό τομέα, με ιδιαίτερα μεγάλο αντίκτυπο στα ενδιαφερόμενα μέρη (Berman, 2012). Η δημιουργία μια παγκοσμιοποιημένης αγοράς και η συνεργασία των κρατών με ελεύθερες εμπορικές δραστηριότητες, οι οποίες προωθούν την παραγωγικότητα και επιτρέπουν τις επενδύσεις, οδηγούν τις επιχειρήσεις να εστιάσουν στις ήδη υπάρχουσες παραγωγικές δομές και δραστηριότητες και να αναζητήσουν νέους τρόπους βελτίωσης. Για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν να παρέχουν στους πελάτες τους ποιότητα, ταχύτητα, ευελιξία και καλύτερη τιμή, αλλά και να εξασφαλίσουν τη βιωσιμότητα τους σε ένα αβέβαιο επιχειρηματικό περιβάλλον, είναι ανάγκη να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο εκτελούν τις δραστηριότητες και τις διαδικασίες τους. Επίσης, απαιτείται η αναζήτηση νέων τεχνολογικών εφαρμογών που θα συμβάλλουν στην ευκολότερη διαχείριση των δραστηριοτήτων, τη μείωση του λειτουργικού κόστους, την αύξηση της παραγωγικότητας και τη βελτίωση της αποδοτικότητας (Tapestry Networks - <https://www.tapestrynetworks.com/>, 2018).

Η Βιομηχανία 4.0 (Industry 4.0) ως όρος δημιουργήθηκε από τη γερμανική κυβέρνηση και περιγράφει την οργάνωση των διαδικασιών παραγωγής βασισμένη στην τεχνολογία και τις συσκευές που επικοινωνούν αυτόνομα μεταξύ τους κατά μήκος της αλυσίδας αξίας των επιχειρήσεων (Maslaric et al., 2016). Ο Fonseca (2018) την ορίζει ως την προηγμένη ψηφιοποίηση των διαδικασιών παραγωγής και εφοδιασμού με τη χρήση του διαδικτύου και των έξυπνων συστημάτων. Η 4<sup>η</sup> Βιομηχανική Επανάσταση περιλαμβάνει μια σειρά από νέες τεχνολογίες με στόχο το μετασχηματισμό του φυσικού κόσμου σε ψηφιακό. Οι ψηφιακές αυτές τεχνολογίες που θα συμβάλλουν στη μηχανοποίηση και την αυτοματοποίηση των δραστηριοτήτων μιας επιχείρησης και θα δημιουργήσουν αξία στα ενδιαφερόμενα μέρη της συνοψίζονται παρακάτω (Fonseca, 2018):

#### 1. Δεδομένα μεγάλου όγκου (Big Data)

Η τεχνολογία των Big Data αναφέρεται στον όγκο δεδομένων που κατακλύζουν τις σύγχρονες επιχειρήσεις και μπορούν να αναλυθούν σε καλύτερες αποφάσεις για την στρατηγική τους. Επίσης, διακρίνονται από τον όγκο, την ταχύτητα, την ποικιλία και την αξία τους (Witkowski, 2017).

#### 2. Έξυπνα γυαλιά και επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented & Virtual Reality)

Πρόκειται για την υπέρθεση του ψηφιακού κόσμου στον φυσικό σε πραγματικό χρόνο.

#### 3. Τρισδιάστατοι εκτυπωτές (3D printing)

Οι καινοτόμοι αυτοί εκτυπωτές δίνουν τη δυνατότητα εκτύπωσης πρόσθετων αντικειμένων μέσω της διαδοχικής πρόσθεσης πολλών στρώσεων υλικού (Chan et al., 2018).

#### 4. Ρομπότ και AGVs (Automated Guided Vehicles)

Τα αυτόνομα ρομπότ είναι μια κατηγορία συσκευών που προγραμματίζονται έτσι ώστε να εκτελούν καθήκοντα, να μαθαίνουν το περιβάλλον που βρίσκονται και να συλλέγουν δεδομένα (Fitzgerald, 2017).

#### 5. Τεχνολογία Blockchain

Πρόκειται για μια τεχνολογία που βασίζεται στο διαδίκτυο και έχει τη δυνατότητα να επικυρώνει, να καταγράφει και να διανέμει δημόσια συναλλαγές σε κρυπτογραφημένους λογαριασμούς. Επίσης, υποστηρίζει τις συναλλαγές στο bitcoin (McKinsey, 2017).

#### 6. Αισθητήρες και ετικέτες αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification – RFID)

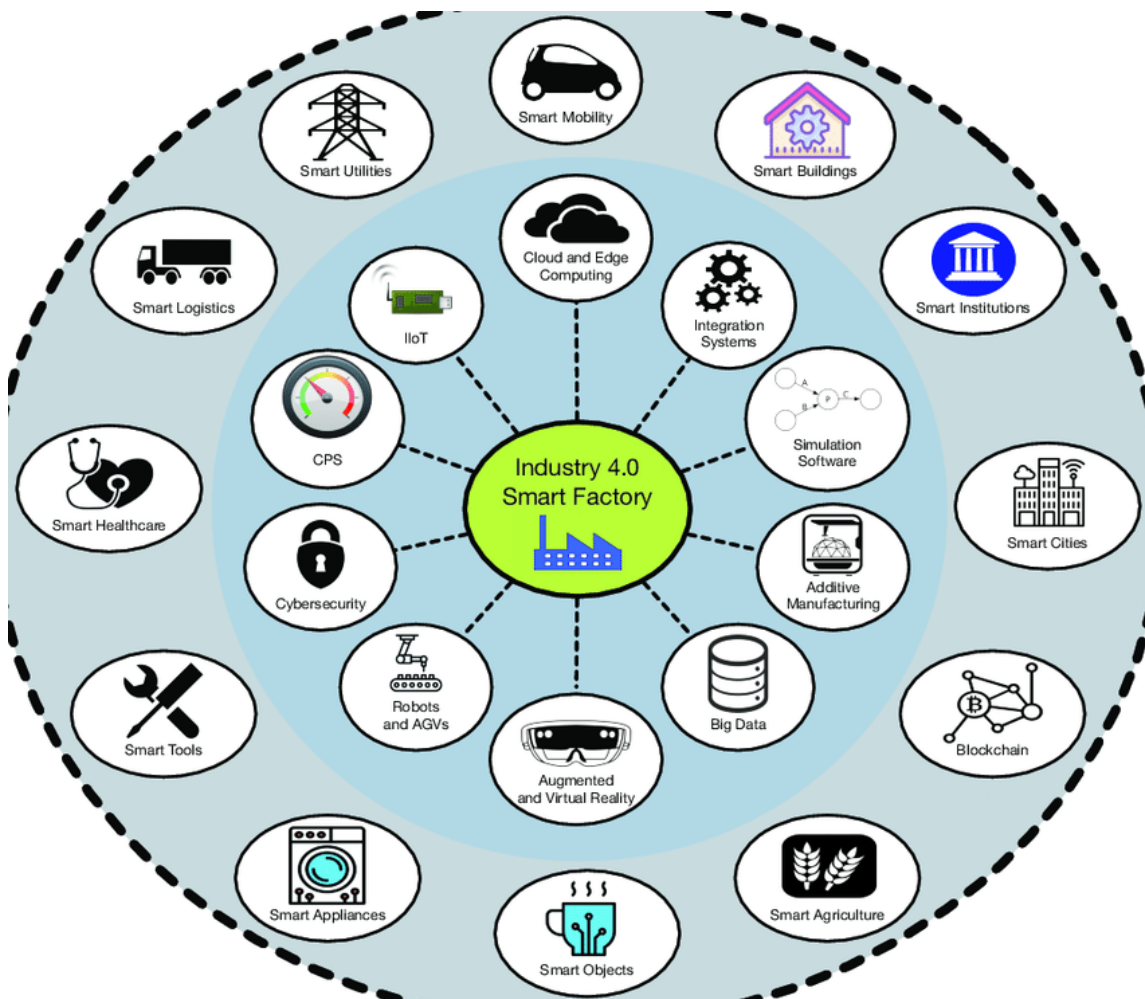
Η τεχνολογία RFID βελτιώνει τις δυνατότητες κόστους – επένδυσης. Μπορεί να εφαρμοστεί για την ενίσχυση των λειτουργιών μιας επιχείρησης σε διάφορες εργασίες (Cheung, 2008).

#### 7. Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things – IoT)

Περιγράφει ένα σύστημα στο οποίο μπορούν όλοι οι άνθρωποι να συνδεθούν στο διαδίκτυο χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε συσκευή για ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών (Witkowski, 2017).

#### 8. Έξυπνα πληροφοριακά συστήματα

Πρόκειται για τα πληροφοριακά συστήματα αυτά που συμβάλλουν στη διευκόλυνση των διαδικασιών ενός τμήματος μιας επιχείρησης, όπως είναι το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης (Warehouse Management Systems – WMS) ή το σύστημα ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού (Enterprise Resource Planning – ERP).



Σχήμα 4: Οι ψηφιακές τεχνολογίες της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης (Fernández – Caramés and Fraga – Lamas, 2018)

Κάθε επιχείρηση, προκειμένου να αναπτυχθεί, να βελτιωθεί και να είναι ανταγωνιστική απέναντι στις υπόλοιπες του τομέα δραστηριοποίησης της ανά τον κόσμο, θα πρέπει να εστιάσει και να πραγματοποιήσει μια σειρά από πρωτοβουλίες. Οι αλλαγές στον τρόπο δραστηριοποίησης, η δημιουργία νέων ικανοτήτων, όπως είναι οι νέες και πιο ποιοτικές υπηρεσίες ή η αύξηση της παραγωγικότητας και η μετάβαση από τον παραδοσιακό τρόπο λειτουργίας στον ψηφιακό, θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως τον ψηφιακό μετασχηματισμό των επιχειρήσεων. Αυτός αφορά στη διαδικασία αλλαγών, τόσο στο εσωτερικό όσο και το εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης και τον επαναπροσδιορισμό των

επιχειρηματικών μοντέλων, κατανοώντας την ανάγκη των ψηφιακών μηχανισμών για την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων (Schuchmann et al., 2015). Επί της ουσίας, πρόκειται για την οργανωτική στροφή των επιχειρήσεων προς την υιοθέτηση νέων ψηφιακών τεχνολογιών, με στόχο τη δημιουργία μιας ανταγωνιστικής στρατηγικής με άξονα μια ψηφιακή επιχείρηση (Nwankra et al., 2016). Για κάθε οργανισμό, η έννοια αυτή μπορεί να έχει διαφορετικό ορισμό και επίπεδο εφαρμογής.

Οι επιχειρήσεις στην Ελλάδα λόγω της οικονομικής κρίσης των τελευταίων χρόνων, δεν επένδυσαν σε νέα πρότυπα, με αποτέλεσμα να μείνουν στάσιμες και να αναζητούν με το πέρασμα του καιρού νέους τρόπους καινοτομίας για νέα προϊόντα και νέες μεθόδους (Deloitte Greece, 2018). Το 2018, ο δείκτης Ψηφιακής Οικονομίας και Κοινωνίας (Digital Economy and Society Index) κατέταξε την Ελλάδα στην 27<sup>η</sup> θέση ανάμεσα σε 28 χώρες, με τις πρώτες θέσεις να ανήκουν στη Δανία και τη Σουηδία. Η χαμηλή θέση της χώρας και η αργή υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών οφείλεται στην έλλειψη πόρων και γνώσης, αλλά και στην ύπαρξη απαιτητικής γραφειοκρατίας (European Commission – <https://ec.europa.eu/>, 2019). Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται με βάση τη συνδεσιμότητα, το ανθρώπινο κεφάλαιο, τη χρήση διαδικτυακών υπηρεσιών, την ενσωμάτωση της ψηφιακής τεχνολογίας και τις ψηφιακές δημόσιες υπηρεσίες. Πιο συγκεκριμένα, μόνο το 25% των ελληνικών επιχειρήσεων έχει μετασηματίσει τις δραστηριότητες τους ψηφιακά, λαμβάνοντας υπόψη την 24<sup>η</sup> θέση της χώρας σύμφωνα με τον δείκτη Digital Technology and Integration Index (DEII) (EIT Digital - <https://www.eitdigital.eu/>, 2018).

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η 4<sup>η</sup> Βιομηχανική Επανάσταση δεν θα μπορούσαν να αφήσουν ανεπηρέαστο τον κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο μετασηματισμός των δραστηριοτήτων της σε ψηφιακές, σε όλο μήκος της, αποτελεί ζωτικής σημασίας παράγοντα για μια επιχείρηση, έτσι ώστε η ροή των πληροφοριών να γίνεται αξιόπιστη. Έτσι, οι δραστηριότητες της γίνονται πιο αποδοτικές και πιο αποτελεσματικές (Ferrantino et al., 2019). Το κύμα της 4<sup>ης</sup> Βιομηχανικής Επανάστασης προκάλεσε σύγχυση στις επιχειρήσεις κυρίως σε ό,τι αφορά τον τρόπο με τον οποίο έχει σχεδιαστεί η εφοδιαστική αλυσίδα τους, ωθώντας τις να αναθεωρήσουν και να εξετάσουν εκ νέου το θέμα αυτό (Alicke et al., 2016). Ο δρόμος προς τον ψηφιακό μετασηματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας δεν είναι εύκολος και απαιτεί πλήρη γνώση των βημάτων που πρέπει να ακολουθηθούν, για να καταφέρουν οι επιχειρήσεις να επιτύχουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Μάλιστα, σύμφωνα με έρευνα των Bamberger et al. (2017), ο δρόμος αυτός στηρίζεται σε 4 βασικά σημεία. Αρχικά, εξαρτάται από τα δεδομένα και πιο συγκεκριμένα από τη συλλογή, την αξιοποίηση και τον έλεγχο τους σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη και η επαυξημένη πραγματικότητα. Επίσης, στηρίζεται σε νέες μεθόδους φυσικής μεταφοράς, όπως είναι τα αυτόνομα ρομπότ, οι ρομποτικοί βραχίονες και τα drones. Όλα αυτά, έχουν ήδη δείξει τα οικονομικά οφέλη που προσδίδουν στην επιχείρηση με τη χρήση τους. Έπειτα, δίνεται βάση στις ψηφιακές πλατφόρμες αγοράς, όπου μπορούν να συνδέσουν τους διανομείς με τους εργαζόμενους στις αποθήκες και τέλος στη δημιουργία εξειδικευμένων προϊόντων μέσω της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης. Με βάση αυτές τις κατευθυντήριες γραμμές, οι επιχειρήσεις θα μπορούσαν να αναζητήσουν, να εντοπίσουν και να υιοθετήσουν επιτυχώς τις ψηφιακές τεχνολογίες στην εφοδιαστική τους αλυσίδα και κατ' επέκταση να βελτιώσουν τις διαδικασίες τους.

Η ψηφιοποίηση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας οδηγεί σε αναβαθμισμένες ενέργειες που γίνονται σε κάθε τμήμα της. Η εξέλιξη και η προσαρμογή του συστήματος στις νέες τεχνολογίες διευκολύνουν τη ροή των πληροφοριών προς όλες τις κατευθύνσεις, επιτρέποντας την ταχεία αξιολόγηση και ανταπόκριση στις αλλαγές της ζήτησης των πελατών. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης και εντοπισμού των εμπορευμάτων μέσω των IoT, RFID και αυτόνομων ρομπότ. Η επικοινωνία που αναπτύσσεται μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών της εφοδιαστικής αλυσίδας – προμηθευτές, διανομείς, παραγωγοί και καταναλωτές – πραγματοποιείται γρήγορα και εύκολα μέσω των ψηφιακών τεχνολογιών. Ο προγραμματισμός, η αναζήτηση, η παραγωγή και η παράδοση των προϊόντων αναβαθμίζονται σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και επιτυγχάνεται η αδιάκοπη ροή των υλικών μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών. Τέλος, όλα τα δεδομένα από κάθε άμεσα εμπλεκόμενο στέλνονται σε έναν κεντρικό «πύργο ελέγχου» και διαχέονται στα υπόλοιπα μέλη σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με ζητήματα όπως είναι ο εντοπισμός των οχημάτων, η πρόβλεψη της ζήτησης, τα αποθέματα, οι νέες παραγγελίες και οι προμήθειες.

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να προσφέρει πολλαπλά οφέλη στις επιχειρήσεις. Κάθε ψηφιακή τεχνολογία έχει τα δικά της πλεονεκτήματα σε σχέση με τον ανταγωνισμό. Αρχικά, η ψηφιοποίηση των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη λειτουργία της επιχείρησης (Berman, 2012; Maslaric et al., 2016; Bamberger et al., 2017), όπως επίσης και τη διαφάνεια και τον καλύτερο έλεγχο (Holmström et al., 2014). Σύμφωνα με τους Alicke et al. (2016) οι δραστηριότητες αυτοματοποιούνται, γίνονται πιο γρήγορες, ευέλικτες, ακριβείς, αποδοτικές και λεπτομερείς. Ταυτόχρονα, μειώνονται τα σφάλματα και η λήψη των αποφάσεων γίνεται με γνώμονα τη ζήτηση και την προσφορά. Σημαντικό πλεονέκτημα, επίσης, αποτελεί η δυνατότητα αξιολόγησης των προμηθευτών και η επίτευξη καλύτερων σχέσεων μαζί τους μέσω ανεπτυγμένων ψηφιακών πλατφόρμων (Community, 2018) και παράλληλα παρέχεται η έμπιστη διάθεση των πληροφοριών μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών σε πραγματικό χρόνο, αυξάνοντας αποτελεσματικά τη συνεργασία (Maslaric et al., 2016; Büyükdözkcan et al., 2018).

#### 2.4.1 Συστήματα Υποστήριξης Συλλογής Παραγγελιών (OPSS)

Σε έναν αυξανόμενο διασυνδεδεμένο κόσμο, η διανομή και οι λειτουργίες της αποθήκης αποτελούν κρίσιμο παράγοντα της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας (Roy et al., 2012). Οι αποθήκες καλούνται να εκτελέσουν πολλές συναλλαγές και να διαχειριστούν ολοένα και περισσότερα προϊόντα σε μικρότερα χρονικά διαστήματα, κάτι που επηρεάζει ιδιαίτερα τη συλλογή παραγγελιών. Δεδομένου ότι παραδοσιακά εκτελείτο χρησιμοποιώντας έντυπες λίστες, αυξάνεται συνεχώς η ανάγκη για εφαρμογή προχωρημένων συστημάτων πληροφορικής, που υποστηρίζουν τη λειτουργία αυτή και εγγυώνται αυξημένη απόδοση. Τα συστήματα αυτά βασίζονται κυρίως στην όραση και σε συσκευές επαυξημένης πραγματικότητας που προσαρτώνται στο κεφάλι των εργαζομένων. (Berger & Ludwig, 2007; Reif et al., 2010; Yeow & Goomas, 2014)

Συχνά, όμως, η εφαρμογή των συστημάτων πληροφορικής αποτυγχάνει λόγω της αντίστασης που προβάλλουν οι χρήστες. Πάντα υπάρχει η πιθανότητα να απορρίψουν το νέο σύστημα και ενδέχεται να καθυστερήσουν τη διάρκεια του έργου, να ξεπεράσουν τον προϋπολογισμό ή/και εν τέλει να υπο-χρησιμοποιήσουν το σύστημα (Beaudry & Pinsonneault, 2005; Kim & Pan,

2006). Για το λόγο αυτό θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη το ανθρώπινο στοιχείο και οι παράγοντες αποδοχής του συστήματος, κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της εφαρμογής αυτού (De Vries et al., 2016; Grosse et al., 2016). Δεδομένου ότι η συλλογή παραγγελιών είναι μια κρίσιμη και κοστοβόρα λειτουργία εντός της αποθήκης, αρκετοί οργανισμοί εξετάζουν πώς θα μπορούσαν αυξήσουν την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών τους. Σήμερα, υπάρχουν αρκετά εργαλεία για την υποστήριξη των χειριστών και για την αύξηση τόσο της ποιότητας, όσο και της παραγωγικότητας. Έτσι, αρκετές επιχειρήσεις εφαρμόζουν κινητά συστήματα υποστήριξης συλλογής παραγγελιών (Order Picking Support Systems – OPSS), όπως τα Pick-by-Vision και Pick-by-Voice ή σταθερά OPSS, όπως το Pick-by-Light. Με τον τρόπο αυτό συνδυάζεται η ανθρώπινη ευελιξία των εργαζομένων με την τεχνολογική ακρίβεια (Tsarouchi & Chrystolouris, 2016).

Όλα τα συστήματα υποστήριξης συλλογής παραγγελιών δημιουργούν ένα σύνδεσμο μεταξύ του χειριστή και του συστήματος διαχείρισης της αποθήκης, καθώς ανταλλάσσουν συνεχώς δεδομένα. Για την επιθυμητή υποστήριξη του χειριστή, οι συσκευές πληροφορικής θα πρέπει αυτόματα να παρέχουν και να συλλέγουν τις σχετικές πληροφορίες, ανάλογα με το περιβάλλον, όπως είναι η τοποθεσία ενός προϊόντος ή η επιβεβαίωση της συλλογής. Τα δεδομένα μεταδίδονται στο σύστημα διαχείρισης της αποθήκης, το οποίο με τη σειρά του ενημερώνει τα κατάλληλα επίπεδα αποθεμάτων και παρέχει πίσω στο σύστημα υποστήριξης τις απαραίτητες πληροφορίες για την επόμενη συλλογή. Έτσι, ο χειριστής έχει στη διάθεση του πληροφορίες πραγματικού χρόνου, όπως τις τελευταίες τροποποιήσεις των παραγγελιών, τις πιο οικονομικές ακολουθίες συλλογής και τα επίπεδα αποθεμάτων. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των συστημάτων υποστήριξης είναι ότι επιτρέπουν στους χειριστές να εργάζονται έχοντας ελεύθερα τόσο τα χέρια όσο και τα μάτια τους. Αυτό σημαίνει ότι δε χρειάζεται να κρατούν έντυπες λίστες ή να επικεντρώνουν το βλέμμα τους οπουδήποτε αλλού πέραν των διαδρόμων και έτσι, μπορούν να αφοσιωθούν στη διαδικασία συλλογής αυτή καθ' αυτή (Haase & Beimborn, 2017). Τέλος, πολλά υποστηρικτικά συστήματα δίνουν τη δυνατότητα στους χειριστές να ενημερώνονται σχετικά με τα σφάλματα κατά τη συλλογή, είτε λεκτικά είτε οπτικά.

Χάρη στη σύνδεση με το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης, η χρήση ενός υποστηρικτικού συστήματος για τη συλλογή παραγγελιών επιτρέπει στους υπεύθυνους (managers) να παρακολουθούν αδιάκοπα τη διαδικασία και τους δείκτες απόδοσης (Marchet et al., 2015). Μάλιστα, έρευνες επιβεβαιώνουν πως η εισαγωγή της πληροφορικής στη συλλογή παραγγελιών βελτιώνει την παραγωγικότητα ως και 30% (Lolling, 2003) και την λειτουργική ευελιξία, καθώς ενσωματώνονται η διαχείριση της προσαρμογής κατά τα τελευταία στάδια και οι υπηρεσίες πρόσθετης αξίας (De Koster et al., 2007).

#### Pick-by-Vision

Τα συστήματα Pick-by-Vision χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα για την υποστήριξη της διαδικασίας συλλογής παραγγελιών. Οι χειριστές φορούν ειδικές συσκευές, οθόνες ή γυαλιά, για την υπέρθεση του πραγματικού κόσμου με τα εικονικά αντικείμενα (Ong et al., 2008). Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται θα αναλυθεί εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο. Εν συντομία, όμως, η συσκευή οπτικοποιεί όλες τις απαραίτητες για την εργασία πληροφορίες εντός του οπτικού πεδίου του χρήστη και το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης παρέχει στη συσκευή πληροφορίες πραγματικού χρόνου. Ανάλογα με το πόσο εκλεπτυσμένο είναι το

σύστημα, η συσκευή μπορεί να καθοδηγήσει τον χρήστη στους διαδρόμους της αποθήκης, ανάλογα με την τρέχουσα θέση τους ή απλά να οπτικοποιήσει τις πληροφορίες συλλογής σε κειμενική μορφή. Σύμφωνα με εργαστηριακά πειράματα, το σύστημα Pick-by-Vision παρουσιάζει ως και 75% λιγότερα σφάλματα και 30% μείωση στο χρόνο εκτέλεσης της διαδικασίας, συγκριτικά πάντα με το παραδοσιακό σύστημα συλλογής (Baumann & Lawo, 2012).

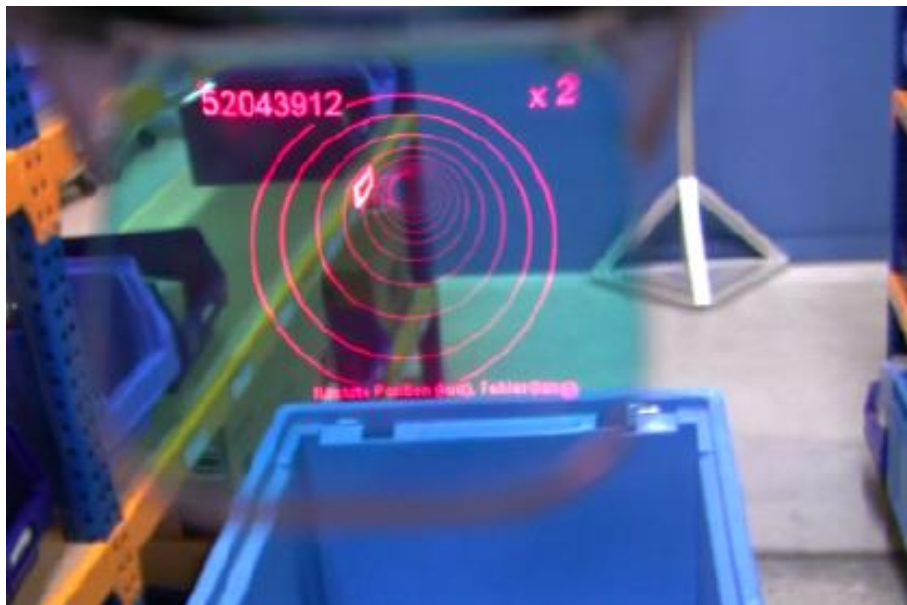
Ένα ολοκληρωμένο σύστημα Pick-by-Vision αποτελείται από την οθόνη, τον υπολογιστή, τη συσκευή εισόδου και το σύστημα παρακολούθησης. Το συνηθέστερο είδος οθόνης είναι αυτό που προσαρτάται στο κεφάλι του χρήστη (head-mounted display – HMD) και ελέγχεται μέσω κινητού υπολογιστή που φοριέται στο σώμα του. Το μέγεθος αυτού του υπολογιστή εξαρτάται από τις απαιτήσεις απόδοσης. Μπορεί να είναι χειρός και να φοριέται στη ζώνη του χειριστή ή ακόμα και τάμπλετ υπολογιστής και να πρέπει να μεταφέρεται σε τσάντα πλάτης. Η μεταξύ τους αλληλεπίδραση γίνεται μέσω κουμπιών ή φωνής. Τέλος, η επιλογή του συστήματος παρακολούθησης εξαρτάται από την εφαρμογή. Τα τυπικά συστήματα βασίζονται σε υπέρυθρες (infrared – IR) ή σε δείκτες (marker-based) (Rammelmeier et al., 2011). Στην περίπτωση που το σύστημα Pick-by-Vision δεν εμπεριέχει τη δυνατότητα παρακολούθησης, οι πληροφορίες σχετικά με την παραγγελία εμφανίζονται στην οθόνη στατικά. Εκτός από τις βασικές πληροφορίες, οι οποίες είναι η ποσότητα, ο κωδικός αριθμός του αντικειμένου προς συλλογή και η αποθηκευτική θέση, είναι δυνατό να εμφανίζεται και η εικόνα του προϊόντος. Ωστόσο, ένα σύστημα που αμελεί τη δυνατότητα παρακολούθησης δεν αποτελεί πραγματικό σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς οι εικονικές πληροφορίες δεν υπερτίθενται με ένα προοπτικά ακριβή τρόπο (Rammelmeier et al. 2011).



Εικόνα 1: : Σύστημα Pick-by-Vision χωρίς ενσωματωμένη δυνατότητα παρακολούθησης (Rammelmeier et al., 2011)



Για τη σωστή προοπτική αναπαράσταση των πληροφοριών, ο χρήστης θα πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς μέσω ενός συστήματος παρακολούθησης, έτσι ώστε να είναι γνωστή η θέση και ο προσανατολισμός του κεφαλιού του. Η βέλτιστη οπτικοποίηση εντοπισμού της αποθηκευτικής τοποθεσίας, σύμφωνα με πειράματα (Schwerdtfeger, 2010), είναι μέσω δυναμικά προσαρμοζόμενης σήραγγας (tunnel). Δίπλα σε αυτή, θα πρέπει να εμφανίζονται σε κειμενική μορφή ο κωδικός αριθμός του προϊόντος και η ποσότητα προς συλλογή (Rammelmeier et al., 2011).

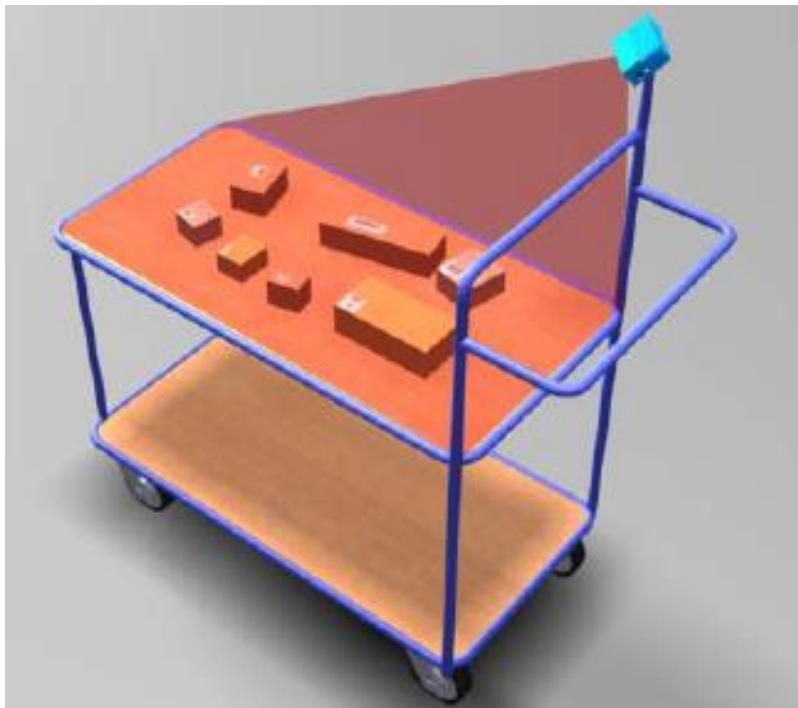


Εικόνα 2: Σύστημα Pick-by-Vision με ενσωματωμένη δυνατότητα παρακολούθησης (Rammelmeier et al., 2011)

Αυτά τα συστήματα, ακόμα και τα πιο βασικά, συμβάλλουν στη μείωση και την αποφυγή των σφαλμάτων συλλογής. Η διαισθητική οπτική αναζήτηση της τοποθεσίας αποθήκευσης προλαμβάνει τα σφάλματα λανθασμένης επιλογής (mispick). Δεδομένου ότι οι άνθρωποι λαμβάνουν περισσότερο από το 80% των πληροφοριών μέσω του οπτικού τους καναλιού, η παροχή των αναγκαίων οδηγιών μέσω της προσαρτημένης στο κεφάλι οθόνης διευκολύνει την ακριβή λήψη και σημαντικός παράγοντας σε αυτό είναι το γεγονός ότι οι οδηγίες είναι μόνιμα ορατές στην οθόνη. Επίσης, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η επιβεβαίωση της συλλογής, δηλαδή δίνοντας φωνητικές οδηγίες ή πιέζοντας κάποιο κουμπί, αυτό το πρόσθετο βήμα αλληλεπίδρασης συμβάλλει στη μείωση σφαλμάτων παράλειψης.

Από τη μία πλευρά, η διαισθητική λήψη των πληροφοριών και η αλληλεπίδραση μειώνουν την εμφάνιση μεμονωμένων σφαλμάτων συλλογής. Από την άλλη, όμως, τα συστήματα Pick-by-Vision δεν εγγυώνται την αξιόπιστη αποφυγή όλων των ειδών των σφαλμάτων. Αν εμπεριέχεται η δυνατότητα παρακολούθησης με τη μορφή εμφάνισης ενός υπέρυθρου στόχου στην οθόνη, αυτή θα μπορούσε να επεκταθεί έτσι ώστε να μην παρακολουθεί μόνο τη θέση και τον προσανατολισμό του κεφαλιού του χρήστη, αλλά να μπορεί να παρακολουθήσει και τα χέρια του. Στη ιδανική περίπτωση, όμως, το σύστημα για την πρόληψη των σφαλμάτων θα πρέπει να είναι ανεξάρτητο από τη χρήση συστήματος παρακολούθησης, καθώς το δεύτερο δεν αποτελεί πάντα εφικτή και οικονομικά βιώσιμη λύση.

Ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι ο εξοπλισμός του καροτσιού συλλογής με πρόσθετους αισθητήρες, οι οποίοι θα ταυτοποιούν όλα τα συλλεγμένα αντικείμενα κατά τη διάρκεια της συλλογής παραγγελιών. Σύμφωνα με πειράματα, οι έμπειροι εργαζόμενοι τείνουν να τοποθετούν τα προϊόντα στο καρότσι με τέτοιο τρόπο ώστε η ετικέτα τους να είναι ορατή από πάνω. Αυτό θα τους επιτρέψει μετέπειτα τη σύγκριση της ετικέτας του προϊόντος που συλλέχθηκε με αυτή που αναγράφεται στη λίστα. Μια εναλλακτική λύση είναι η χρήση διαφορετικών οπτικών αισθητήρων, όπως για παράδειγμα σαρωτές γραμμωτού κώδικα, για την ταυτοποίηση των συλλεγμένων προϊόντων. Εκτός από αυτά, είναι δυνατό να ενσωματωθούν και αισθητήρες βάρους ή όγκου πάνω στο καρότσι. Ειδικά κατά τη συλλογή μικρών αντικειμένων, οι αισθητήρες βάρους μπορεί να είναι ιδιαίτερα βοηθητικοί (Rammelmeier et al., 2011). Μια διαφορετική προσέγγιση είναι η χρήση τεχνολογίας ταυτοποίησης ραδιοσυχνότητας (Radio Frequency Identification – RFID), όπου σε αυτή την περίπτωση ο εργαζόμενος καλείται να φορέσει ένα RFID γάντι, για να ανιχνεύσει τα σφάλματα συλλογής (Wölfle, 2011). Εκτός από την επισήμανση της παρεχόμενης μονάδας με αναμεταδότες RFID για την επαλήθευση της συλλογής, κάθε μονάδα τοποθέτησης θα πρέπει να φέρει ετικέτα αναμεταδότη, επιτρέποντας πιο εκτενή και λεπτομερή διαδικασία ελέγχου (Rammelmeier et al., 2011). Σε κάθε περίπτωση, ο πρόσθετος μηχανισμός ελέγχου, δεν επηρεάζει τη διαδικασία συλλογής. Ο χρήστης λαμβάνει την κατάλληλη ανατροφοδότηση στην περίπτωση σφάλματος, είτε αυτή είναι οπτική και εμφανίζεται στην οθόνη, είτε είναι λειτουργική, όπου η διαδικασία μπορεί να συνεχιστεί μόνο αφού διορθωθεί το σφάλμα (Rammelmeier et al., 2011).



Εικόνα 3: Εξοπλισμός καροτσιού συλλογής με πρόσθετους αισθητήρες (Rammelmeier et al., 2011)



Εικόνα 4: Συλλογή με τη χρήση γαντιού RFID (Rammelmeier et al., 2011)

### Pick-by-Voice

Τα συστήματα Pick-by-Voice υποστηρίζουν τη διαδικασία συλλογής παραγγελιών με τη χρήση ηχητικών και φωνητικών εντολών. Οι χειριστές φορούν ακουστικά, στα οποία ενσωματώνεται η αναγκαία επεξεργαστική μονάδα. Έτσι, επιτυγχάνεται η ανταλλαγή δεδομένων με το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης και μεταφράζονται οι απαραίτητες πληροφορίες που λαμβάνονται για τη διαδικασία σε προφορικό λόγο (Battini et al., 2015).

Μετά τη συλλογή των αντικειμένων, ο εργαζόμενος πρέπει να επιβεβαιώσει τη διαδικασία επαναλαμβάνοντας το όνομα και την ποσότητα του προϊόντος που σύλλεξε. Η επεξεργαστική μονάδα αναγνωρίζει τις προφορικές λέξεις, τις μετατρέπει σε δεδομένα και τέλος τις μεταδίδει στο σύστημα διαχείρισης της αποθήκης. Τα περισσότερα συστήματα που βασίζονται στην φωνή απαιτούν μια σύντομη εκπαίδευση των χρηστών, ώστε να εξασφαλιστεί η κατανόηση των εντολών (De Vries et al., 2016). Η χρήση των συστημάτων Pick-by-Voice οδηγούν σε χαμηλά ποσοστά σφαλμάτων της τάξης του 0,18% (Rammelmeier et al., 2011).

### Pick-by-Light

Τα συστήματα Pick-by-Light χρησιμοποιούν σταθερά σήματα φωτός για να καθοδηγήσουν τον εργαζόμενο. Κάθε αποθηκευτική τοποθεσία είναι εξοπλισμένη με μια μικρή ψηφιακή οθόνη και κουμπιά ή αισθητήρες. Η οθόνη φωτίζεται όταν ένα αντικείμενο πρέπει να συλλεχθεί από τη συγκεκριμένη τοποθεσία και υποδεικνύει την απαιτούμενη ποσότητα. Για την επιβεβαίωση της συλλογής, ο εργαζόμενος πιέζει το κουμπί ή την οθόνη και τότε η φωτεινή ένδειξη σβήνει. Έπειτα, μπορεί να συνεχίσει τη διαδικασία συλλογής από την επόμενη αποθηκευτική τοποθεσία που του υποδεικνύεται.

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα συστήματα υποστήριξης συλλογής παραγγελιών, Pick-by-Vision και Pick-by-Voice, τα Pick-by-Light υποδεικνύουν όλες τις σχετικές αποθηκευτικές τοποθεσίες ακριβώς την ίδια χρονική στιγμή. Με τον τρόπο αυτό, ο χειριστής έχει μια παραπάνω ευελιξία όσον αφορά στην επιλεγμένη ακολουθία συλλογής. Συνήθως, σε κάθε αποθηκευτική τοποθεσία αντιστοιχεί μόνο μια οθόνη, γεγονός που σημαίνει ότι μόνο ένας

picker μπορεί να εργαστεί στον συγκεκριμένο χώρο συλλογής τη δεδομένη χρονική στιγμή. Επομένως, το σύστημα Pick-by-Light είναι κατάλληλο για στρατηγικές συλλογής όπου κάθε χειριστής αναλαμβάνει μια συγκεκριμένη ζώνη – χώρο συλλογής. Τέλος, η παραγωγικότητα μπορεί να αυξηθεί ως και 50%, σε σχέση με τα παραδοσιακά συστήματα συλλογής με έντυπες λίστες (Marchet et al., 2015).

Στον Πίνακα παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των συστημάτων συλλογής παραγγελιών κατά τους Haase και Beimborn (2017).

**Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων συλλογής παραγγελιών**

	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Συλλογή με έντυπη λίστα	Εύκολο και φθινό στην εφαρμογή του	Χρονοβόρο, αφού χρειάζεται περισσότερος χρόνος για την αναζήτηση της τοποθεσίας αποθήκευσης
	Περιορισμένη απαιτούμενη εκπαίδευση χάρη στη διαισθητική χρήση του	Δεν επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων πραγματικού χρόνου. Το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης δεν ενημερώνεται πριν ολοκληρωθεί η δραστηριότητα
Pick-by-Vision	Επιτρέπει τη λειτουργία με ελεύθερα μάτια και χέρια	Μειωμένη αλληλεπίδραση με τους συνεργάτες
Pick-by-Voice		Δρύσχροστο σε θορυβώδεις βιομηχανικούς χώρους
		Μειωμένη αλληλεπίδραση με τους συνεργάτες
Pick-by-Light	Περιορισμένη απαιτούμενη εκπαίδευση χάρη στη διαισθητική χρήση του	Υψηλό κόστος αρχικής εγκατάστασης και τροποποίησης
		Μόνο ένας εργαζόμενος σε μια ζώνη κάθε φορά

## 2.5 Πλαίσιο Αποδοχής Τεχνολογίας

Η τεχνολογία από μόνη της δεν έχει καμία αξία αν δεν είναι αποδεκτή και δεν χρησιμοποιείται (Oye et al., 2012). Επομένως, η κατανόηση της αποδοχής της τεχνολογίας είναι ζωτικής σημασίας καθώς το μεγαλύτερο όφελος από την πρόσβαση σε νέες τεχνολογίες είναι η αυξημένη παροχή πληροφοριών (Suvarna & Godavari, 2012). Έχουν γίνει πολλές έρευνες σχετικά με την απόφαση των ανθρώπων να αποδεχτούν και να χρησιμοποιήσουν μια συγκεκριμένη τεχνολογία, η οποία εισάγεται στο προσωπικό ή εργασιακό τους περιβάλλον (Joshi, 2005; Straub, 2009). Για την εξήγηση των παραγόντων που οδηγούν στην υιοθέτηση ή όχι των νέων συστημάτων πληροφορικής, η βιβλιογραφία χωρίζεται στις έρευνες που αφορούν στην αντίσταση των χρηστών και στις έρευνες που αφορούν στην αποδοχή της τεχνολογίας. Σχετικά με την πρώτη κατηγορία, τα κύρια εμπόδια που αναγνωρίζονται είναι οι αναμενόμενες απειλές, όπως η έλλειψη ισχύος, η καταβολή υψηλότερων προσπαθειών και τα μειωμένα

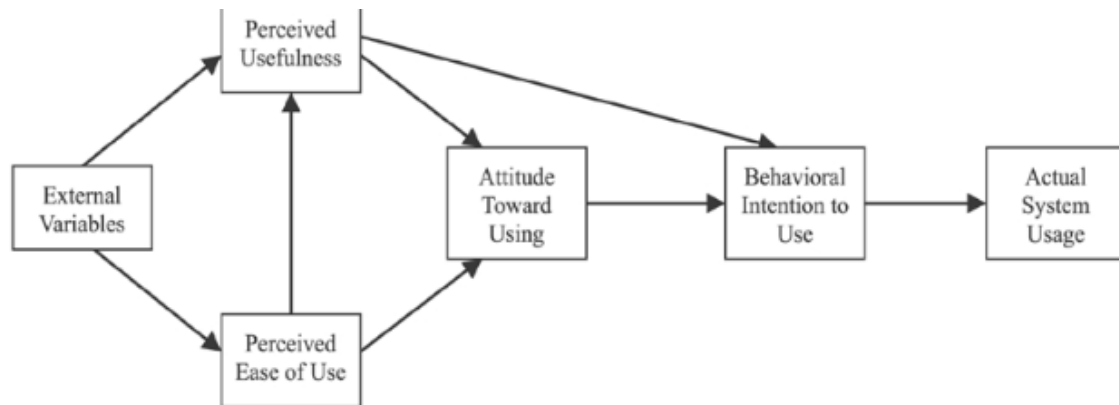
αποτελέσματα. Στη δεύτερη κατηγορία, όμως, μελετώνται οι παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση και τη χρήση μιας νέας τεχνολογίας.

Ωστόσο, έχουν αναπτυχθεί διάφορες θεωρίες και μοντέλα για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των χρηστών, όπως μεταξύ άλλων η «Θεωρία της Έλλογης Δράσης» (Theory of Reasoned Action – TRA), το «Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας» (Technology Acceptance Model) και η «Ενοποιημένη Θεωρία για την Αποδοχή και τη Χρήση της Τεχνολογίας» (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology – UTAUT). Η διαφορά μεταξύ θεωρίας και μοντέλου είναι ότι η πρώτη παρέχει ένα σύνολο εξηγηματικών μεταβλητών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη ενός συγκεκριμένου φαινομένου. Από την άλλη πλευρά, το μοντέλο ορίζεται ως μια συστηματική περιγραφή ενός συστήματος, μιας θεωρίας ή ενός φαινομένου που αντιπροσωπεύει τις γνωστές ή τις συμπεριλαμβανόμενες ιδιότητες του, ώστε να χρησιμοποιηθούν για την περαιτέρω μελέτη των χαρακτηριστικών του. Επίσης, το μοντέλο αποτελεί αφηρημένη αναπαράσταση κάποιου μέρους του πραγματικού κόσμου, το οποίο έχει κατασκευαστεί για την κατανόηση, την εξήγηση, την πρόβλεψη ή τον έλεγχο του φαινομένου που ερευνάται (Burch, 2003).

Η πρώτη θεωρία που κέρδισε την ευρεία αποδοχή από άποψη έρευνας είναι αυτή της Έλλογης Δράσης (TRA) και προτάθηκε από τους Fishbein και Ajzen (1975). Σύμφωνα με αυτή, λοιπόν, η ανθρώπινη συμπεριφορά επηρεάζεται από την πρόθεση του ανθρώπου να εκδηλώσει μια συμπεριφορά. Η πρόθεση, με τη σειρά της, επηρεάζεται από τη στάση του ατόμου απέναντι στην συμπεριφορά (attitude towards the behavior) και τα υποκειμενικά πρότυπα (subjective norms). Επομένως, έχει σημασία αν το άτομο αξιολογεί θετικά ή αρνητικά τη συμπεριφορά που πρόκειται να εκδηλώσει, αλλά και η αντίληψή του για τη σχετική κοινωνική πίεση που δέχεται. Έτσι, ο άνθρωπος θα πραγματοποιήσει μια δράση αν πιστεύει πως αυτή θα έχει θετικά επακόλουθα για τον ίδιο ή αν παροτρύνεται από τον κοινωνικό του περίγυρο. Διάδοχος της TRA είναι η «Θεωρία της Προσχεδιασμένης Συμπεριφοράς» (Theory of Planned Behavior – TPB), η οποία βασίζεται στην TRA και προσθέτει ακόμα μία ανεξάρτητη μεταβλητή, αυτή του αντιληπτού συμπεριφορικού ελέγχου (perceived behavioral control). Αυτός αφορά στο βαθμό στον οποίο το άτομο θεωρεί την υιοθέτηση της συμπεριφοράς εύκολη ή δύσκολη (Ajzen, 1985; 1991) και εξαρτάται από τις ικανότητες, τους πόρους, τις ευκαιρίες και την αντιλαμβανόμενη σημασία των πιθανών αποτελεσμάτων (Kripanont, 2007).

Το «Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας» ήταν το πρώτο μοντέλο που ανέφερε πως οι ψυχολογικοί παράγοντες επηρεάζουν την αποδοχή της τεχνολογίας (Davis, 1989) και αναπτύχθηκε για να εξηγήσει και να προβλέψει την αποδοχή ή την απόρριψη της Τεχνολογίας της Πληροφορικής (Information Technology – IT) στον εργασιακό χώρο από τους χρήστες. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης (perceived ease of use) και η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα (perceived usefulness) είναι οι δύο καθοριστικοί παράγοντες για την υιοθέτηση της τεχνολογίας, με σημαντικότερη τη συμβολή του δεύτερου. Ως αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης ορίζεται ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συστήματος δεν απαιτεί προσπάθεια και ως αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα ορίζεται ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι με τη χρήση του συστήματος θα αυξήσει την εργασιακή του απόδοση. Ωστόσο, η έρευνα του Davis έδειξε πως η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης επηρεάζει την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα του συστήματος. Ως εξαρτημένη

μεταβλητή λαμβάνεται η πραγματική χρήση (actual system usage), η οποία μετρείται είτε με τη διάρκεια χρήσης του συστήματος είτε με τη συχνότητα χρήσης του.



Σχήμα 5: Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας – TAM (Davis, 1989)

Ωστόσο, το πρώτο «Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας» αμελούσε πλήρως τους κοινωνικούς παράγοντες, οι οποίοι παίζουν σημαντικό ρόλο στη ζωή του ανθρώπου. Έτσι, προτάθηκε ένα τροποποιημένο μοντέλο (Technology Acceptance Model 2 – TAM2), το οποίο ενσωμάτωνε τα υποκειμενικά πρότυπα της «Θεωρίας Έλλογης Δράσης» (Venkatesh & Davis, 2000). Έτσι, οι καθοριστικοί παράγοντες διαμορφώθηκαν ως εξής:

1. Αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα
2. Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης
3. Υποκειμενικά πρότυπα
4. Εθελοντισμός (Voluntariness)

Ο εθελοντισμός σχετίζεται με το αν ο χρήστης έχει την επιλογή ή όχι να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία.

5. Εμπειρία (Experience)

Η εμπειρία σχετίζεται με το κατά πόσο είναι εξοικειωμένος ο χρήστης με τη νέα τεχνολογία που προτείνεται.

6. Σχετικότητα εργασίας (Job relevance)

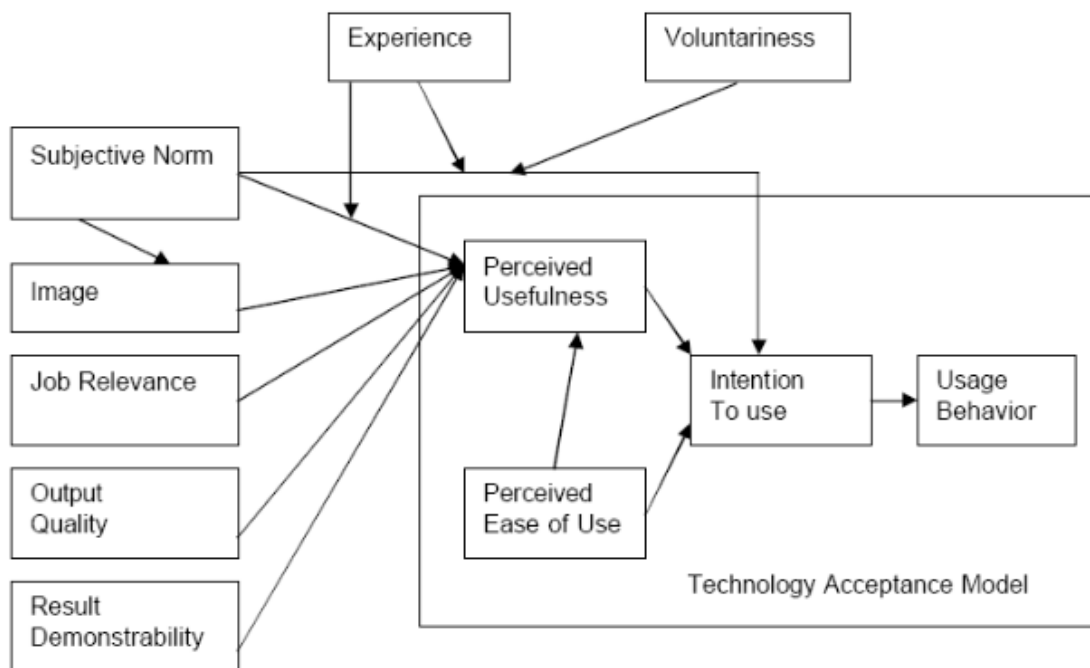
Η σχετικότητα της εργασίας αφορά στο βαθμό όπου η τεχνολογία σχετίζεται με την εργασία του ατόμου.

7. Ποιότητα απόδοσης (Output quality)

Η ποιότητα απόδοσης σχετίζεται με το βαθμό απόδοσης της τεχνολογίας.

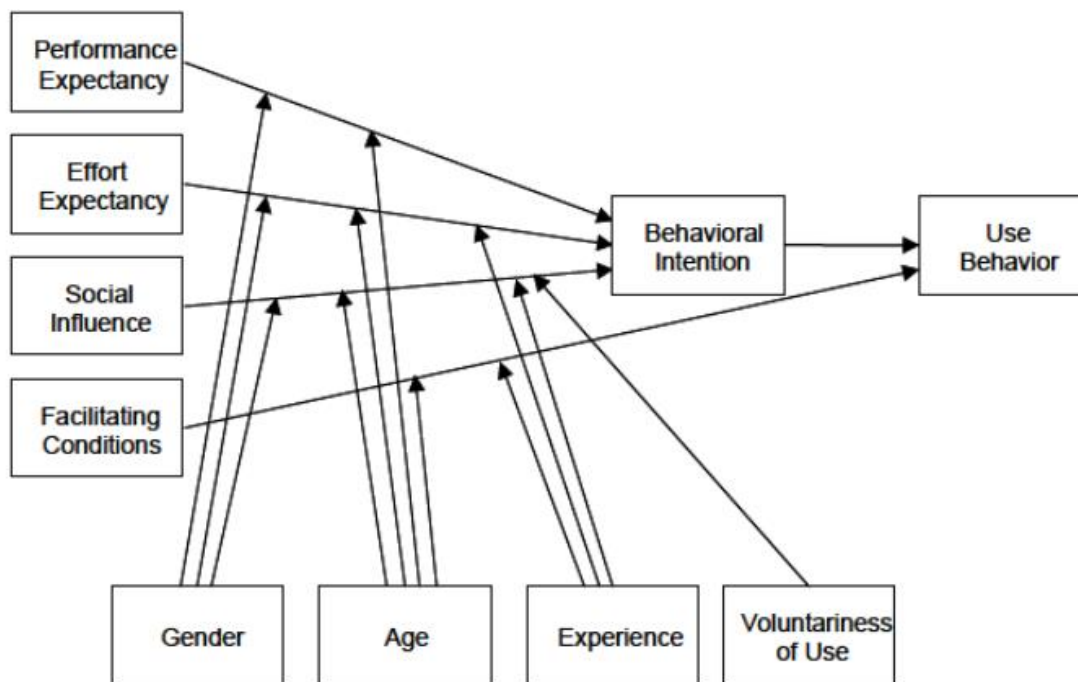
8. Αποδειξιμότητα αποτελεσμάτων (Result demonstrability)

Η αποδειξιμότητα των αποτελεσμάτων αφορά στα χειροπιαστά αποτελέσματα, τα οποία θα πρέπει να είναι άμεσα ούτως ώστε η τεχνολογία να είναι αποτελεσματική.



Σχήμα 6: Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας 2 – TAM2 (Venkatesh & Davis, 2000)

Ένα από τα πιο κατανοητά και ευρέως καθιερωμένα πλαίσια αποδοχής τεχνολογίας είναι η «Ενοποιημένη Θεωρία για την Αποδοχή και τη Χρήση της Τεχνολογίας» (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology – UTAUT). Περιέχει ισχυρές θεωρητικές βάσεις και στηρίζεται στις οχτώ επικρατέστερες θεωρίες αποδοχής τεχνολογίας (Venkatesh et al., 2003), όπου κάποιες από αυτές αναφέρθηκαν παραπάνω. Σύμφωνα με τους συντάκτες της θεωρίας, η UTAUT δύναται να εξηγήσει πάνω από το 70% της διάχυσης σε ότι αφορά στην πρόθεση για χρήση της τεχνολογίας στον εργασιακό χώρο. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή των συστημάτων υποστήριξης της συλλογής παραγγελιών και τα πιθανά εμπόδια κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τους κύριους καθοριστικούς παράγοντες κατά τη UTAUT (Hasse & Beimborn, 2017). Αυτοί είναι οι προσδοκίες απόδοσης, οι προσδοκίες προσπάθειας, η κοινωνική επιρροή και οι ευνοϊκές συνθήκες. Εκτός από τις τέσσερις αυτές μεταβλητές, η ενοποιημένη θεωρία αποτελείται και από τέσσερις καταλύτες: την ηλικία, την εμπειρία, το φύλο και την εθελούσια/υποχρεωτική χρήση.



Σχήμα 7: Η Ενοποιημένη Θεωρία για την Αποδοχή και τη Χρήση της Τεχνολογίας (Venkatesh et al., 2003)

Επιστρέφοντας στη βιβλιογραφία αντίστασης των χρηστών, ο Joshi (1991) ανέπτυξε ένα μοντέλο ισότητας – εφαρμογής (Equity – Implementation model), στο οποίο αντιμετωπίζει τις ασυμφωνίες μεταξύ των εισόδων και των εξόδων του νέου συστήματος. Οι χρήστες αξιολογούν τις αναμενόμενες αλλαγές σε εισόδους και εξόδους. Μια μείωση σε έξοδο ή/και μια αύξηση σε είσοδο αντιλαμβάνεται ως ζημιά και έτσι προκαλείται ανησυχία, οδηγώντας κατ' επέκταση στην αντίσταση των χρηστών. Αυτή η βασική ιδέα καλύπτεται μερικώς από δύο παράγοντες της UTAUT, τις προσδοκίες απόδοσης και τις προσδοκίες προσπάθειας. Οι πρώτες, περιγράφουν τις αλλαγές στα αποτελέσματα και αφορούν στην ερώτηση που τίθεται σχετικά με το βαθμό στον οποίο ο άνθρωπος πιστεύει ότι το σύστημα θα τον ωφελήσει στην απόδοσή του (Compeau & Higgins, 1995). Οι προσδοκίες προσπάθειας αφορούν στην αναμενόμενη ευκολία χρήσης και στο βαθμό στον οποίο ο άνθρωπος πιστεύει ότι δε θα απαιτείται προσπάθεια για τη χρήση του συστήματος (Davis, 1989; Joshi, 1995).

### 2.5.1 Προσδοκίες Απόδοσης (Performance Expectancy)

Οι προσδοκίες απόδοσης ορίζονται ως το βαθμό στον οποίο ο άνθρωπος πιστεύει ότι η χρήση ενός συστήματος θα τον βοηθήσει να βελτιώσει την εργασιακή του απόδοση (Venkatesh et al., 2003). Όσον αφορά στη συλλογή των παραγγελιών, τα κριτήρια απόδοσης είναι η ταχύτητα και η ακρίβεια. Διάφορα πειράματα επιβεβαιώνουν πως η χρήση των προαναφερθέντων υποστηρικτικών συστημάτων αυξάνει σημαντικά την αντιλαμβανόμενη ταχύτητα συλλογής συγκριτικά με τις παραδοσιακές λίστες (Guo et al., 2014; Weaver et al., 2010; Wu et al., 2015). Επίσης, συμμετέχοντες σε εργαστηριακά πειράματα, κατατάσσουν τα συστήματα Pick-by-Vision και Pick-by-Light σημαντικά πιο ακριβή από ότι τα συστήματα συλλογής που βασίζονται σε έντυπες λίστες και δίνουν έμφαση στη δυνατότητα τους να μειώσουν σημαντικά το ποσοστό σφαλμάτων (Rammelmeier et al., 2011; Guo et al., 2014; Weaver et al., 2010; Wu et al., 2015). Τα συστήματα Pick-by-Voice, από την άλλη, διευκόλυναν τους εργαζόμενους να ταυτοποιήσουν τη σωστή τοποθεσία αποθήκευσης ενός αντικειμένου (Berger & Ludwig, 2007). Τέλος,



σύμφωνα με έμπειρους εργαζόμενους, η εφαρμογή των συστημάτων Pick-by-Vision ενδείκνυται περισσότερο για μεγάλες αποθήκες και για εκτενείς παραγγελίες, ώστε να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα (Günther et al., 2009).

### 2.5.2 Προσδοκίες Προσπάθειας (Effort Expectancy)

Οι προσδοκίες προσπάθειας περιγράφουν το βαθμό στον οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται ότι μια συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να είναι εύκολη στη χρήση και χαμηλής πολυπλοκότητας (Davis, 1989) και υπάρχουν τρεις παράγοντες που τον επηρεάζουν: ο υποκειμενικός εργασιακός φόρτος, η ικανότητα μάθησης της τεχνολογίας και το κίνητρο του ατόμου να χρησιμοποιήσει το σύστημα.

Σχετικά με τον υποκειμενικό εργασιακό φόρτο, αυτός επηρεάζεται από τις ψυχικές, φυσικές και προσωρινές απαιτήσεις του ατόμου κατά την εκτέλεση μιας δράσης. Επίσης, επηρεάζεται και από την αντιλαμβανόμενη προσπάθεια και το επίπεδο απογοήτευσης. Ωστόσο, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις έρευνες για τη συσχέτιση του υποκειμενικού φόρτου εργασίας και των διαφορετικών υποστηρικτικών συστημάτων συλλογής παραγγελιών είναι μεικτά. Αυτό σημαίνει ότι το παραδοσιακό σύστημα συλλογής, σύμφωνα με μερικές μελέτες, γίνεται αντιληπτό ως λιγότερο απαιτητικό, ενώ σύμφωνα με άλλες, ως περισσότερο απαιτητικό. Για το λόγο αυτό, είναι αδύνατο να καταταχθούν τα συστήματα υποστήριξης συλλογής παραγγελιών σύμφωνα με τον υποκειμενικό φόρτο εργασίας.

Ωστόσο, αξίζει να αναφερθούν κάποια συμπεράσματα που προέκυψαν από πειράματα και μελέτες. Αρχικά, το σύστημα Pick-by-Vision μειώνει τον υποκειμενικό φόρτο εργασίας με το πέρασμα του χρόνου (Baumann, 2013). Επίσης, αυτό και το σύστημα Pick-by-Light, απαιτούν σημαντικά λιγότερη συγκέντρωση σε σχέση με τα συστήματα συλλογής που βασίζονται στις έντυπες λίστες. Μάλιστα, παρατηρήθηκε πως με τη συνεχόμενη χρήση, οι εργαζόμενοι εξοικειώνονται με τη νέα τεχνολογία και μαθαίνουν να την εκτιμούν. Για τους πιο έμπειρους χειριστές, όμως, το σύστημα Pick-by-Vision είναι πιο απαιτητικό και εξουθενωτικό από ότι οι έντυπες λίστες, κάτι το οποίο δεν αποτελεί έκπληξη, ακριβώς λόγω του παράγοντα της συνήθειας (Rammelmeier et al., 2011). Ωστόσο, για πολλούς από τους συμμετέχοντες στα πειράματα, οι διαθέσιμες πληροφορίες στις οθόνες συμβάλλουν στη μείωση της πολυπλοκότητας του καθήκοντος (Reif et al., 2009).

Η ικανότητα μάθησης της τεχνολογίας αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο το νέο σύστημα αντιλαμβάνεται ως εύκολο στην εκμάθηση του. Όσο μεγαλώνει ο βαθμός αυτός, τόσο πιο δύσκολο είναι να αποτελέσει εμπόδιο στην υιοθέτηση του συστήματος. Για τους έμπειρους εργαζόμενους, το σύστημα Pick-by-Vision είναι εύκολο στην εκμάθηση του. Για εκείνους που δεν διαθέτουν σχετική εμπειρία στην τεχνολογία αυτή και τη διαδικασία γενικότερα, όλα τα υποστηρικτικά συστήματα έχουν τον ίδιο αντιλαμβανόμενο βαθμό ευκολίας, αλλά αυτά που στηρίζονται στις έντυπες λίστες είναι πιο απαιτητικά (Guo et al., 2014; Weaver et al., 2010). Σημαντικός παράγοντας στις προσδοκίες προσπάθειας είναι η ηλικία. Παρατηρείται, μάλιστα, πως έχει αρνητική επίδραση στην απόδοση συλλογής με το σύστημα Pick-by-Voice, υπαινίσσοντας πως είναι πιο δύσκολο για τους μεγαλύτερους ανθρώπους να εξοικειωθούν με το σύστημα (De Vries et al., 2016). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν σχετικά με τον υποκειμενικό εργασιακό φόρτο και την ικανότητα εκμάθησης του συστήματος, υποδεικνύουν

πως η χρήση των παραδοσιακών συστημάτων είναι πράγματι πιο δύσκολη και απαιτητική για τους αρχάριους, καθώς απαιτεί υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης, καλή γνώση της διάταξης της αποθήκης και περισσότερο αντιλαμβανόμενο χρόνο για την εκμάθηση του συστήματος. Σύμφωνα με έρευνες, απαιτείται ένα χρονικό διάστημα τριών μηνών λειτουργίας προκειμένου το σύστημα Pick-by-Vision να φτάσει τα αναμενόμενα επίπεδα παραγωγικότητας (Ehmann, 2012).

Το κίνητρο του ανθρώπου να υιοθετήσει μια συγκεκριμένη συμπεριφορά, να χρησιμοποιήσει το σύστημα στην προκείμενη περίπτωση, αποτελεί έναν καλό δείκτη για το πως ο ίδιος αντιλαμβάνεται την ευχρηστία του. Οι άνθρωποι τείνουν να κινητοποιούνται περισσότερο να υιοθετήσουν μια συμπεριφορά αν τη θεωρούν απαιτητική, αλλά εφικτή. Όταν οι εργασίες που καλούνται να εκτελέσουν είναι είτε πολύ εύκολες, είτε πολύ περίπλοκες, προκαλείται δυσαρέσκεια στους ανθρώπους, οι οποίοι χάνουν έπειτα το ενδιαφέρον τους και κατ' επέκταση απορρίπτουν το σύστημα (Fisherl, 1993). Οι Berger και Ludwig (2007) παρατήρησαν πως οι έμπειροι pickers που χρησιμοποίησαν το σύστημα Pick-by-Voice, αντί του παραδοσιακού, για περίπου τρεις μήνες, παρουσίασαν σημαντική μείωση της διάθεσης και της κινητοποίησης τους να εργαστούν και πως λάμβαναν λιγότερο επικοινωνιακή ανατροφοδότηση σχετικά με την απόδοσή τους. Επίσης, υπήρχαν περιορισμοί σχετικά με την ατομική επιθυμητή ακολουθία συλλογής και μειώθηκε η αλληλεπίδραση με τους συναδέλφους. Ως εκ τούτου, οι χειριστές έχασαν την αυτονομία τους σχετικά με τον τρόπο εργασίας τους, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την αίσθηση αποδυνάμωσης. Για εκείνους, είναι προτιμότερο να έχουν μια σύνοψη της συνολικής λειτουργίας, κάτι που δεν μπορεί να επιτευχθεί μέσω του συστήματος Pick-by-Voice, και ένας από τους λόγους που μειώθηκε η παρακίνηση τους ήταν η μονοτονία των φωνητικών εντολών. Στον αντίποδα, το σύστημα Pick-by-Vision, για μια δοκιμαστική περίοδο τριών εβδομάδων, είχε ως αποτέλεσμα τη σταδιακή αύξηση κινητοποίησης των εργαζομένων να χρησιμοποιήσουν το σύστημα (Baumann, 2013).

### 2.5.3 Κοινωνική Επιρροή (Social Influence)

Η κοινωνική επιρροή αναφέρεται στο κατά πόσο ο άνθρωπος νιώθει κοινωνική πίεση για να χρησιμοποιήσει το νέο σύστημα (Venkatesh et al., 2003). Αυτή μπορεί να δημιουργείται από τους συναδέλφους ή τους προϊσταμένους και επηρεάζει άμεσα τη συμπεριφορά του ατόμου σχετικά με τη συγκεκριμένη τεχνολογία.

Η μεγαλύτερη αρνητική επίδραση των συνεργατών εντοπίζεται κυρίως στα συστήματα Pick-by-Vision. Μάλιστα, υπάρχουν περιπτώσεις εργαζομένων που προσπαθούν να πείσουν τους άλλους να μη δοκιμάσουν το σύστημα και το δυσφημίζουν, καθώς θεωρούν πως αποτελεί πιθανή απειλή της ασφάλειας της εργασίας τους (Baumann, 2013). Επίσης, αρκετοί εργαζόμενοι είναι διστακτικοί να φορέσουν τις σχετικές συσκευές (Funk et al., 2015). Για τα συστήματα Pick-by-Voice δεν εντοπίζονται στις έρευνες παρόμοια προβλήματα. Η ανομοιομορφία αυτή, όμως, μπορεί να οφείλεται στη διαφορά των τεχνολογιών και τις διαφορετικές συνθήκες χρήσης.

### 2.5.4 Ευνοϊκές Συνθήκες (Facilitating Conditions)

Οι ευνοϊκές συνθήκες αφορούν στο βαθμό στον οποίο ο άνθρωπος πιστεύει ότι ο οργανισμός – επιχείρηση και το περιβάλλον υποστηρίζουν την αλλαγή (Venkatesh et al., 2015). Ένας

υποστηρικτικός οργανισμός είναι λιγότερο πιθανό να αντιμετωπίσει εμπόδια στην υιοθέτηση ενός νέου συστήματος. Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο η εκπαίδευση και η καθοδήγηση που παρέχει ο οργανισμός, όσο και η τεχνολογική ωριμότητα του συστήματος προς εφαρμογή, κατά την εξέταση των ευνοϊκών συνθηκών αποδοχής της τεχνολογίας.

Η εκπαίδευση αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στον τρόπο χρήσης του συστήματος και την απόδοση του εργαζόμενου. Για παράδειγμα, οι χειριστές που λαμβάνουν επαρκή εκπαίδευση για τα συστήματα Pick-by-Voice, αποδίδουν καλύτερα σε σχέση με τους άλλους. Η επίδραση αυτή είναι σημαντικά μεγαλύτερη στην περίπτωση των εργαζομένων, που γενικά χαρακτηρίζονται από χαμηλά επίπεδα απόδοσης (Berger and Ludwig, 2007). Ωστόσο, η εκτενής εκπαίδευση δε σημαίνει απαραίτητα και αυξημένη αποδοχή του υποστηρικτικού συστήματος συλλογής παραγγελιών (Funk et al., 2017). Οι χειριστές με προηγούμενη εμπειρία σε εφαρμογές τρισδιάστατης εικονικής πραγματικότητας, είναι πιο γρήγοροι και ακριβείς χρησιμοποιώντας το σύστημα Pick-by-Vision, σε σχέση με αυτούς που δε διέθεταν τη σχετική εμπειρία (Günther et al., 2009; Schwerdtfeger et al., 2011). Ως εκ τούτου, ο οργανισμός θα πρέπει να παρέχει εκτενέστερη εκπαίδευση σε εκείνους τους εργαζόμενους που δεν είναι εξοικειωμένοι με συγκεκριμένες τεχνολογίες.

Εξίσου σημαντικός με την εκπαίδευση είναι και ο ρόλος της τεχνολογικής ωριμότητας. Τα περισσότερα συστήματα που χρησιμοποιούνται σε μελέτες και έρευνες δεν είναι πλήρως έτοιμα για την αγορά και έτσι τα εξαγόμενα συμπεράσματα αποτελούν καθοδηγητικές προτάσεις. Υπάρχει, όμως, η πιθανότητα προκατάληψης στην αξιολόγηση των συμμετεχόντων στη συγκεκριμένη εμπειρία. Τα περισσότερα προβλήματα σχετικά με την ωριμότητα της τεχνολογίας εντοπίζονται στα συστήματα Pick-by-Vision και Pick-by-Voice.

Σχετικά με τα συστήματα Pick-by-Vision, η έλλειψη ωριμότητας στα λογισμικά επαυξημένης πραγματικότητας οδηγεί σε δυσκολίες όσον αφορά την αλλαγή της φωτεινότητας και την επαρκή εστίαση. Επίσης, ο ογκώδης και μη-εργονομικά σχεδιασμένος εξοπλισμός συχνά είναι δυσάρεστος και προκαλεί πονοκεφάλους (Günther et al., 2009; Schwerdtfeger et al., 2009). Ωστόσο, στην περίπτωση αυτή, η εξοικείωση με σχετικά πληροφοριακά συστήματα δεν επηρεάζει καθόλου τις παραπάνω αντιλήψεις, αφού και οι έμπειροι τεχνολογικά χειριστές συμμερίζονταν τις ίδιες απόψεις με τους μη έμπειρους (Schwerdtfeger et al., 2009). Παρόμοια προβλήματα εντοπίζονται και στα συστήματα Pick-by-Voice. Οι συμμετέχοντες δυσκολεύονται με την αναγνώριση φωνής και τις ηχητικές οδηγίες των συσκευών. Πιο συγκεκριμένα, οι οδηγίες δίνονται πολύ αργά και οι συσκευές δεν καταλαβαίνουν πάντα σωστά τις φωνητικές εισόδους (Reif & Walch, 2008). Επομένως, απαιτείται περαιτέρω βελτίωση της τεχνολογίας, ειδικά όσον αφορά στα σφάλματα και την εργονομία. Οποιαδήποτε συσκευή και αν χρησιμοποιείται, αυτή θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του χρήστη. Το βάρος, το μέγεθος και το εργονομικό της σχήμα θα πρέπει να επιτρέπει στον χρήστη μια άνετη αλληλεπίδραση. Τέλος, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι ηλικιακές διαφορές, οι νοητικές ικανότητες των ατόμων και η προσωπική τους αντίληψη σχετικά με την άνεση.

### 3. Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)

Οι άνθρωποι ανέκαθεν προσπαθούσαν να αλλάξουν και να βελτιώσουν το περιβάλλον τους. Στην προσπάθειά τους να ενισχύσουν το φυσικό κόσμο, ξεκίνησαν να συμβολίζουν τις πληροφορίες και να δημιουργούν εικόνες για να ενισχύσουν τη μεταξύ τους επικοινωνία. Ο Μουστάκας (2015) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «Μέχρι τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, εάν ήταν επιθυμητό να προσθέσουμε πληροφορία σε ένα συγκεκριμένο φυσικό χώρο, ο μόνος τρόπος για να γίνει αυτό ήταν να δημιουργήσουμε ένα φυσικό αντικείμενο που είτε συνιστούσε τη δική του υπόσταση είτε είχε ως στόχο την αναπαράσταση πληροφοριών». Τέτοια παραδείγματα είναι οι πινακίδες εισόδου και εξόδου στα κτίρια.

Με την εμφάνιση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των κινητών συσκευών κατέστη δυνατή η ψηφιακή αναπαράσταση των πληροφοριών. Με αυτά, μεγάλος όγκος δεδομένων μπορεί να δημιουργηθεί, να αποθηκευτεί και να ανακτηθεί πολύ γρήγορα. Κάποτε, ο κόσμος πίστευε ότι δεν είναι δυνατή η αλληλεπίδραση μεταξύ πραγματικών και εικονικών αντικειμένων. Η αλλαγή αυτή, όμως, επήλθε με την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality – AR). Δίνοντας την απλούστατη ερμηνεία, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να υπερθέσει στον πραγματικό κόσμο μια εικόνα ή γενικότερα πληροφορίες που παράγονται από έναν υπολογιστή. Χάρη στην τεχνολογία αυτή, η πραγματικότητα του χρήστη εμπλουτίζεται με πληροφορίες, τις οποίες δεν μπορεί να αντιληφθεί μόνο με τα αισθητήρια όργανά του.

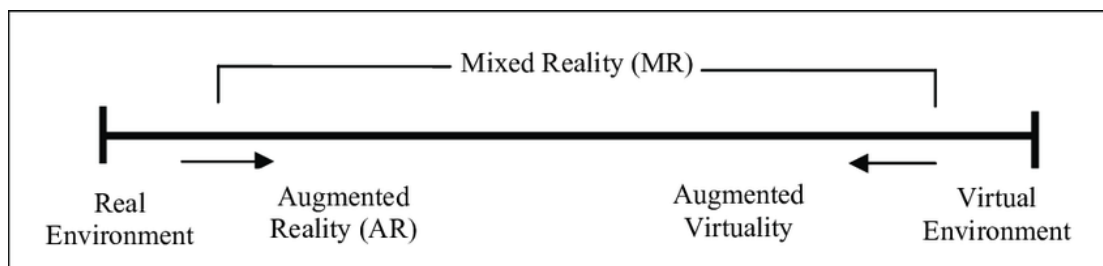
Η επαυξημένη πραγματικότητα ως έννοια υπάρχει εδώ και αρκετά χρόνια. Σαν όρος είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα (reality) από ότι στην εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality – VR). Στην ουσία, μπορεί να θεωρηθεί το μεικτό έδαφος ανάμεσα στο εικονικό περιβάλλον (απόλυτα συνθετικό) και την τηλεπαρουσίαση (απόλυτα αληθινό) (Azuma, 1997). Για την καλύτερη κατανόηση της έννοιας, έχουν δοθεί αρκετοί ορισμοί. Η επαυξημένη πραγματικότητα διέπεται από τρία χαρακτηριστικά: συνδυάζει τον φυσικό κόσμο και τα εικονικά στοιχεία, επιτρέπει την αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο και η απεικόνιση των εικονικών αντικειμένων ή πληροφοριών είναι εγγενώς συνδεδεμένη με τόπους και προσανατολισμένη στον πραγματικό κόσμο, δηλαδή τα εικονικά στοιχεία είναι καταχωρημένα σε τρισδιάστατη μορφή (3D) (Azuma, 1997; Kaufmann, 2003; Zhou, Duh & Billinghurst, 2008).

Ομοίως, οι Höllerer και Feiner (2004) ορίζουν τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας ως εκείνα που συνδυάζουν πραγματικές και υπολογιστικές πληροφορίες που παράγονται σε φυσικό περιβάλλον, είναι διαδραστικά σε πραγματικό χρόνο και απεικονίζουν εικονικά αντικείμενα σε φυσικά. Οι Ludwig και Reimann (2005) την ορίζουν ως την αλληλεπίδραση ανθρώπου – υπολογιστή, η οποία προσθέτει εικονικά αντικείμενα σε πραγματικές αισθήσεις που παρέχονται από μια βιντεοκάμερα σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, γίνεται λόγος και για την τεχνολογία, η οποία επιτρέπει σε εικονικές εικόνες που δημιουργούνται από υπολογιστή να επικαλύπτουν ακριβώς τα φυσικά αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο (Zhou, Duh & Billinghurst, 2008). Ακόμη, ο Butchart (2011) αναφέρει πως η επαυξημένη πραγματικότητα είναι η ενσωμάτωση των ψηφιακών πληροφοριών με το περιβάλλον του χρήστη σε πραγματικό χρόνο.

Ο πιο ευρέως αποδεκτός ορισμός είναι αυτός του Azuma (1997) και σύμφωνα με αυτόν η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί παραλλαγή της εικονικής. Συχνά συγχέονται οι δύο όροι, αλλά υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η επαυξημένη πραγματικότητα

συμπληρώνει τον πραγματικό κόσμο, ενσωματώνοντας τις διάφορες πληροφορίες και δεν τον υποκαθιστά, όπως κάνει η εικονική πραγματικότητα. Στόχος της δεύτερης είναι η πλήρης «εμβύθιση» του χρήστη σε ένα περιβάλλον πλήρως ελεγχόμενο από τον υπολογιστή, το οποίο δεν του επιτρέπει να αλληλεπιδράσει με τον πραγματικό κόσμο γύρω του. Τα εργαλεία της AR δίνουν τη δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακών αντικειμένων στους χώρους όπου ο άνθρωπος κινείται και αλληλεπιδρά καθημερινά, ενώ η VR αφορά σε εντελώς ψηφιακά περιβάλλοντα, εκτός τους φυσικού κόσμου (Cabero & Barroso, 2016).

Επίσης, σημαντικό είναι να αναφερθεί και το συνεχές πραγματικότητας – εικονικότητας του Milgram (Milgram's Reality – Virtuality Continuum) (1994). Πρόκειται για ένα συνεχές ανάμεσα στο πραγματικό και το εικονικό περιβάλλον, το οποίο αποτελείται από την επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και την επαυξημένη εικονικότητα (Augmented Virtuality – AV). Η AR είναι πιο κοντά στο πραγματικό περιβάλλον και η AV στο εικονικό. Τα ενδιάμεσα, αυτά, στοιχεία συνθέτουν την μεικτή πραγματικότητα (Mixed Reality – MR). Οι AR και AV είναι έννοιες αντίθετες, όπου στην πρώτη το περιβάλλον είναι αληθινό και προστίθενται βελτιώσεις παραγόμενες από υπολογιστή και στη δεύτερη το περιβάλλον είναι εικονικό και επαυξάνεται με τη χρήση πραγματικών δεδομένων.



Σχήμα 8: Το συνεχές του Milgram (1994)

Οι τεχνολογίες επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας αναπτύσσονται με ραγδαίο ρυθμό, όπως και η τάση για επένδυση σε αυτές. Το 2014 έρευνες έδειχναν ότι υπήρχαν λιγότερο από 1 εκατομμύριο χρήστες της VR. Σήμερα, όμως, ξεπερνούν τα 150 εκατομμύρια και αναμένεται ακόμα μεγαλύτερη αύξηση. Ως αποτέλεσμα της εξελικτικής προοπτικής μετά την εμφάνιση της Βιομηχανίας 4.0 (Santos et al., 2017), το ενδιαφέρον για την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας αναμένεται να αυξηθεί εκθετικά και να φτάσει τα 108 δις δολάρια μέχρι το 2021 και τα 162 δις δολάρια ως το 2024 (Digi-Capital, 2017).

### 3.1 Ιστορική αναδρομή

Ο πρώτος υπαινιγμός της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας χρονολογείται το 1901 στο μυθιστόρημα «The Master Key» του Frank Baum. Πιο συγκεκριμένα, περιγράφει ένα ζευγάρι ειδικών γυαλιών, το οποίο υπερθέτει στο μέτωπο κάθε ανθρώπου, που βρίσκεται εντός του οπτικού πεδίου εκείνου που φοράει τα γυαλιά, ένα γράμμα που περιγράφει το χαρακτήρα του (Johnson, 2012). Για παράδειγμα το γράμμα G συμβόλιζε τον καλό (good), το γράμμα E τον κακό (evil) και το γράμμα K τον ευγενικό (kind). Στα τέλη της δεκαετίας του '50, ο Αμερικάνος εφευρέτης και κινηματογραφιστής Morton Heilig προσπάθησε να διευρύνει το οπτικό πεδίο της κινηματογραφικής εμπειρίας από το 18% στο 100% (Hincapié et al., 2011). Για εκείνον, ο κινηματογράφος ήταν μια δραστηριότητα που είχε την ικανότητα να εντάξει τον θεατή στην οθόνη, επιτρέποντας τη λήψη όλων των αισθητηριακών ερεθισμάτων με πιο άμεσο και

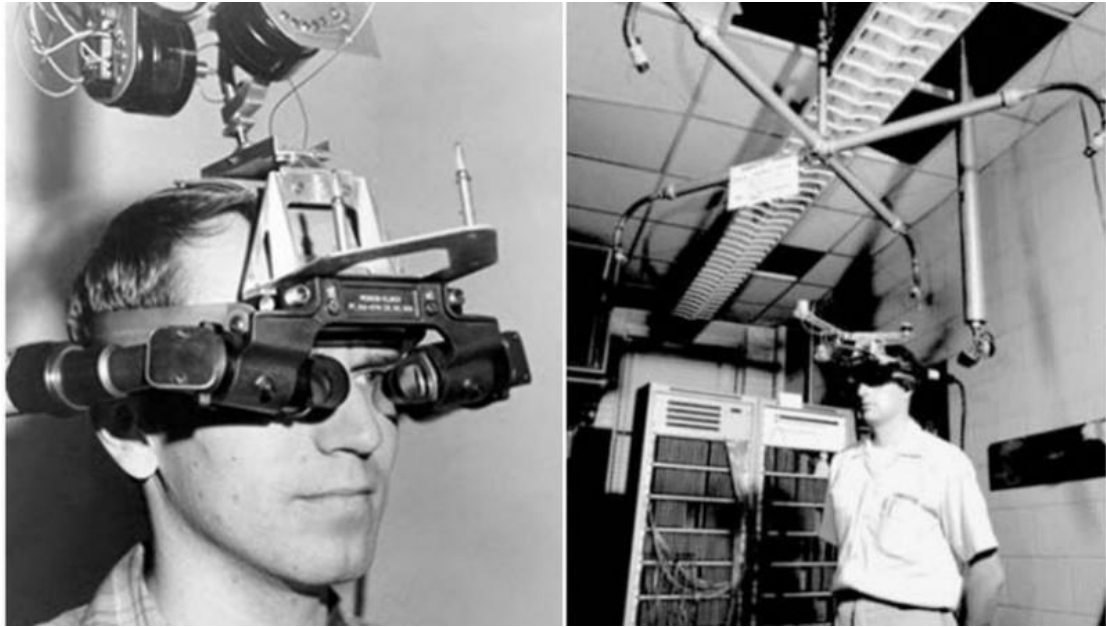
αποτελεσματικό τρόπο (Carmigniani et al., 2011). Το 1962, σχεδίασε και κατασκεύασε ένα πρωτότυπο της όρασής του, το οποίο περιέγραψε το 1955 ως «ο κινηματογράφος του μέλλοντος». Πρόκειται για το Sensorama, έναν προσομοιωτή μοτοσυκλέτας, ο οποίος αποτέλεσε ένα από τα πρώτα γνωστά παραδείγματα εμπυθιστικής, πολυαισθητηριακής τεχνολογίας με οπτικά, ήχο, δόνηση και οσμή (Bimber & Raskar, 2005). Η συσκευή, όμως, απέτυχε παταγωδώς.



Εικόνα 5: Η συσκευή Sensorama του Morton Heiling (1962) (Πηγή:

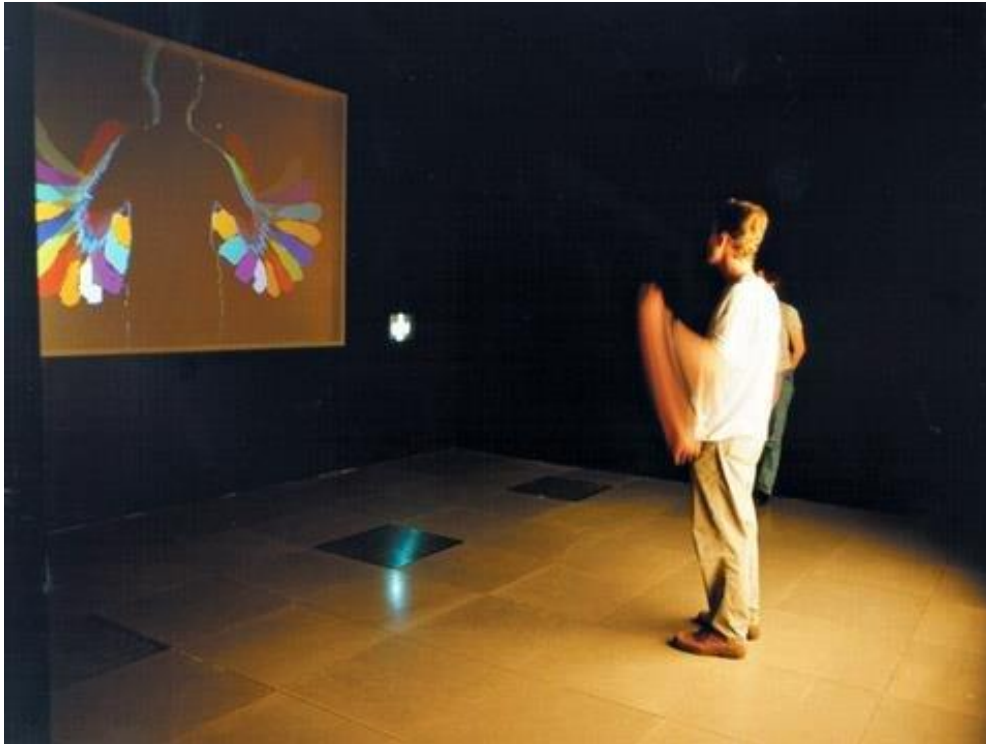
<https://www.techradar.com/news/wearables/forgotten-genius-the-man-who-made-a-working-vr-machine-in-1957-1318253> - Πρόσβαση: 5/8/2020)

Μόλις 4 χρόνια αργότερα, ο καθηγητής του πανεπιστημίου του Harvard, Ivan Sutherland εφηύρε μια συσκευή, η οποία θεωρείται από τις σημαντικότερες της επαυξημένης πραγματικότητας. Αυτή είναι μια τρισδιάστατη συσκευή απεικόνισης που τοποθετείται στο κεφάλι του χρήστη (head mounted 3D display), κρέμεται από το ταβάνι και έχει σκοπό να προσθέσει τρισδιάστατες πληροφορίες (Sutherland, 1968). Το όνομα του συστήματος είναι «The Sword of Damocles», δηλαδή Δαμόκλειος Σπάθη, και η βασική ιδέα είναι ότι η εικόνα ενός πραγματικού τρισδιάστατου αντικειμένου που κάποιος παρατηρεί, καταλήγει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού ως εικόνα δύο διαστάσεων. Έτσι, η τοποθέτηση κατάλληλων δισδιάστατων εικόνων μπροστά από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού του παρατηρητή μπορεί να δημιουργήσει σε αυτόν την ψευδαίσθηση της τρίτης διάστασης. Η Δαμόκλειος Σπάθη παρουσιάζει στον χρήστη μια προοπτική εικόνα, η οποία αλλάζει καθώς αυτός κουνάει το κεφάλι του ή κινείται σε μια συγκεκριμένη περιορισμένη περιοχή. Η θέση και ο προσανατολισμός του οπτικού συστήματος που είναι τοποθετημένο στο κεφάλι του χρήστη (6 βαθμοί ελευθερίας) καθορίζουν κάθε φορά ποια είναι η κατάλληλη εικόνα. Λόγω των ειδικών κατόπτρων στα πρίσματα μέσω των οποίων κοιτάζει ο χρήστης, είναι δυνατό να βλέπει ταυτόχρονα τις εικόνες αυτές και τα αντικείμενα που βρίσκονται στον πραγματικό χώρο. Επίσης, σημειώνεται ότι βλέπει εικόνες διάφανων τρισδιάστατων αντικειμένων, που αποτελούνται από τις κύριες ακμές τους (“wire frame” line drawing) και όχι συμπαγών τρισδιάστατων αντικειμένων, δεδομένου του τεχνολογικού περιορισμού της εποχής.



Εικόνα 6: Δαμόκλειος Σπάθη, Ivan Sutherland (1968)

Το 1975 ο Myron Krueger, ένας από τους πρωτοπόρους της εικονικής πραγματικότητας και της διαδραστικής τέχνης, δημιουργεί το Videoplace, ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας, το οποίο επιτρέπει για πρώτη φορά στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα (Kirper & Ramrolla, 2012). Ο ίδιος το ονόμασε εργαστήριο τεχνητής πραγματικότητας (artificial reality) και αποτελείται από δύο η περισσότερα δωμάτια, χωρίς περιορισμούς απόστασης, μια οθόνη προβολής στο καθένα και ειδικό υλικό (hardware). Μέσω της τεχνολογίας του Videoplace οι χρήστες βλέπουν την εικόνα τους, ως σιλουέτα, να κάνει τις ίδιες κινήσεις με αυτούς στην οθόνη προβολής. Παράλληλα, αλληλεπιδρούν με τις σιλουέτες άλλων χρηστών στα συνδεδεμένα δωμάτια και με τα γραφικά αντικείμενα της οθόνης και όλοι οι χρήστες βλέπουν ακριβώς την ίδια εικόνα στην οθόνη (Krueger, 1991).



Εικόνα 7: Videoplace, Myron Krueger (1975)

Το 1988 ο Mark Weiser ήταν ο πρώτος που συνέλαβε την ιδέα της ενσωμάτωσης ηλεκτρονικών υπολογιστών στην καθημερινή ζωή, ως επικεφαλής του Xerox Palo Alto Research Center (PARC). Πιο συγκεκριμένα, εφηύρε τον όρο της πανταχού παρούσας πληροφορικής (ubiquitous computing – ubicomp) και εργάστηκε για τη σχεδίαση και την υλοποίηση ενός περιβάλλοντος εμπλουτισμένου με υπολογιστικούς πόρους, οι οποίοι μέσω της ήπιας και αδιόρατης αλληλεπίδρασης με τον ανθρώπινο παράγοντα, παρέχουν πληροφορίες οποτεδήποτε και οπουδήποτε τους ζητηθεί (Weiser, 1999).

Στις αρχές της δεκαετίας του '90 ο ερευνητής Tom Caudell και ο David Mizell από την εταιρεία Boeing, λέγεται ότι είναι οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν τον όρο της επαυξημένης πραγματικότητας, στα πλαίσια του έργου για τα Προσαρμοστικά Νευρωνικά Συστήματα Υπηρεσιών Υπολογιστών. Ο όρος προέκυψε κατά την προσπάθειά τους να διευκολύνουν την κατασκευαστική διαδικασία της Boeing, σχεδιάζοντας ένα λογισμικό πρόγραμμα, το οποίο καθοδηγούσε τους εργαζόμενους στις συνδέσεις καλωδίων με την προβολή εικονικής πληροφορίας (Kipper & Rampolla, 2012). Και οι δύο ερευνητές είχαν ήδη αρχίσει να συζητούν τα πλεονεκτήματα της επαυξημένης πραγματικότητας σε σχέση με την εικονική, διαπιστώνοντας πως χρειάζεται λιγότερη ενέργεια λόγω της μικρότερης απαίτησης σε pixels (Furht, 2014). Την ίδια χρονιά ο Louis Rosenberg αναπτύσσει στα εργαστήρια Armstrong της Αμερικάνικης Πολεμικής Αεροπορίας (USAF) το «Virtual Fixtures», το οποίο αποτέλεσε το πρώτο ενσωματωμένο λειτουργικό σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας που κατασκευάστηκε ποτέ (Carmigniani & Furht, 2011). Σύμφωνα με τον ίδιο, τα εικονικά εξαρτήματα χρησιμοποιούνται σε συστήματα τηλεπαρουσίας (telepresence systems) και στόχος τους είναι η επέκταση των ευκολιών ενός χειριστή και των ικανοτήτων του να επιλύει προβλήματα σε ένα μακρινό περιβάλλον, στο οποίο όμως εκείνος αισθάνεται παρόν. Στην πραγματικότητα, τα εικονικά εξαρτήματα, οπτικά και ακουστικά, είναι αισθήσεις παραγόμενες



από υπολογιστή που υπερτίθενται στον απομακρυσμένο εργασιακό χώρο, όπου ο χειριστής αισθάνεται ότι παρευρίσκεται εκεί. Τέλος, στοχεύουν στη βελτίωση της ακρίβειας και της επίδοσης στην εκτέλεση ενός καθήκοντος (Rosenberg, 1992).

Το 1993, ο Feiner και η ερευνητική του ομάδα δημοσίευσαν μια από τις πρώτες ακαδημαϊκές έρευνες για την επαυξημένη πραγματικότητα, περιγράφοντας το «KARMA» (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance) (Billinghurst et al., 2015). Μάλιστα, κατάφεραν να κατασκευάσουν μια οθόνη προβολής κεφαλής (head mounted display – HMD), η οποία είχε ενσωματωμένους πομπούς εντοπισμού, όπως επίσης και με το συνεργαζόμενο αντικείμενο, έναν εκτυπωτή. Στόχος ήταν η εκπαίδευση του χρήστη να φορτώνει και να επισκευάζει τον εκτυπωτή, παρέχοντας του μια ψηφιακή εικόνα. Την επόμενη χρονιά οι Milgram και Kishino ορίζουν το συνεχές Πραγματικότητα – Εικονικότητα και τα ενδιάμεσα στάδια. Παράλληλα, ο Julie Martin, χρηματοδοτούμενος από το Αυστραλιανό Συμβούλιο για τις Τέχνες της Ομοσπονδιακής Κυβέρνησης της Αυστραλίας, φτιάχνει το πρώτο θέατρο επαυξημένης πραγματικότητας, το «Dancing in Cyberspace». Εκεί, χορευτές και ακροβάτες αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο με εικονικά αντικείμενα που προβάλλονται στη σκηνή (Mullen, 2011). Το 1995 ο Jun Rekimoto αναπτύσσει το πρώτο φορητό σύστημα χειρός επαυξημένης πραγματικότητας, το NaviCam, που βασίζεται σε έγχρωμους επίπεδους στόχους, γνωστούς ως markers. Την αμέσως επόμενη χρονιά, δημιουργεί ένα 2D barcode σύστημα, το CyberCode για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, το οποίο βασίζεται σε ασπρόμαυρα τετράγωνα markers δύο διαστάσεων (Rekimoto & Ayatsuka, 2000; Kirper & Rampolla, 2012)

Το 1997, ο Azuma δίνει τον πιο ευρέως καθιερωμένο ορισμό της επαυξημένης πραγματικότητας, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσεται το πρωτότυπο σύστημα «Touring Machine», ένα από τα πρώτα κινητά συστήματα AR, το οποίο παρουσιάζει πληροφορίες για το εξωτερικό περιβάλλον του πανεπιστημίου Columbia (Feiner, Macintyre, Höllerer & York, 1997). Η πρώτη ερευνητική διάσκεψη αφιερωμένη στην επαυξημένη πραγματικότητα, το IEEE/ACM Διεθνές Εργαστήριο για την Επαυξημένη Πραγματικότητα (International Workshop on Augmented Reality – IWAR) πραγματοποιήθηκε το 1998 και στη συνέχεια ξεκίνησαν το Διεθνές Συμπόσιο για τη Μεικτή Πραγματικότητα (International Symposium on Mixed Reality – ISMR) το 1999 και το Διεθνές Συμπόσιο για την Επαυξημένη Πραγματικότητα (International Symposium on Augmented Reality – ISAR) το 2000. Οι διασκέψεις αυτές συγχωνεύτηκαν στο Διεθνές Συμπόσιο για τη Μεικτή και Επαυξημένη Πραγματικότητα (International Symposium on Mixed and Augmented Reality – ISMAR) το 2002, το οποίο παραμένει η κορυφαία ερευνητική διάσκεψη στην τεχνολογία της AR, όπου σημαντικοί ερευνητές του χώρου παρουσιάζουν το έργο τους (Billinghurst et al., 2015).

Το 1999 δημιουργείται μια δοκιμαστική πλατφόρμα κινητής επαυξημένης πραγματικότητας (Mobile Augmented Reality System – MARS), η οποία χρησιμοποιεί διαφορετικές διεπαφές έτσι ώστε να επιτρέψει στους χρήστες την πρόσβαση από υπαίθριους ή εσωτερικούς χώρους και τη διαχείριση πληροφοριών που καταχωρούνται και ευθυγραμμίζονται στον πραγματικό κόσμο (Höllerer et al., 1999). Οι εξωτερικοί χρήστες μπορούν να απολαύσουν παρουσιάσεις πολυμέσων, οι οποίες παρουσιάζονται σε μια οθόνη προβολής κεφαλής που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ένα φορητό υπολογιστή με στυλό. Όσον αφορά στους εσωτερικούς χρήστες, αυτοί μπορούν να δουν μια γενική εικόνα υπαίθριας σκηνής και να επικοινωνήσουν με τους

εξωτερικούς χρήστες μέσω ενός υπολογιστή ή μιας διεπαφής χρήστη με επαυξημένη πραγματικότητα. Την ίδια χρονιά, η NASA χρησιμοποίησε ένα υβριδικό σύστημα συνθετικής όρασης στο διαστημόπλοιο X-38. Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιήθηκε για να βελτιώσει την πλοήγηση κατά τη διάρκεια των δοκιμαστικών πτήσεων.

Σημαντική πρόοδος στην επαυξημένη πραγματικότητα σημειώθηκε με την καινούρια χιλιετία, όταν ο Hirokazu Kato από το Ινστιτούτο Επιστήμης και Τεχνολογίας Nara στην Ιαπωνία δημιούργησε το λογισμικό ARToolKit. Πρόκειται για την πρώτη βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα για την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας και επιτρέπει τη λήψη βίντεο και την τοποθέτηση σε πραγματικό χρόνο εικονικών μοντέλων πάνω σε ασπρόμαυρος επίπεδους στόχους που εντοπίζονται στην εκάστοτε σκηνή, έτσι ώστε να ακολουθούν την κίνηση της κάμερας. Η βιβλιοθήκη έγινε προσβάσιμη μέσω του Πανεπιστημίου της Washington και αρχικά έτρεχε σε λειτουργικά συστήματα Symbian (Kipper & Rampolla, 2012; Mullen, 2011). Σήμερα υπάρχουν πολλές βιβλιοθήκες με διαθέσιμα εργαλεία για την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Κάποιες από αυτές είναι οι Vuforia, Wikitude, Kudan και η ARCore της Google. Κοινό τους χαρακτηριστικό είναι η χρήση διάφορων μηχανισμών ανάλυσης εικόνας για να αναγνωρίζουν το φυσικό κόσμο και να απεικονίζουν την επαύξησή του με τη χρήση ενός μέσου, όπως είναι η οθόνη. Έτσι, είναι ιδανικές για την ανάπτυξη εφαρμογών σε φορητές και φορετές (wearable) συσκευές, όπως έξυπνα τηλέφωνα, ρολόγια και γυαλιά.

Παράλληλα, το 2000, δημιουργείται και το πρώτο παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας, το ARQuake, το οποίο αποτελεί παραλλαγή του παιχνιδιού Quake για τους υπολογιστές (Thomas et al., 2002). Βασίζεται σε ένα σύστημα ανίχνευσης με 6 βαθμούς ελευθερίας και χρησιμοποιεί GPS, μια ψηφιακή πυξίδα και οπτική ανίχνευση των επίπεδων στόχων. Οι χρήστες εφοδιάζονται με έναν φορητό υπολογιστή στην πλάτη τους, ένα HMD και μια απλή συσκευή εισόδου (Kipper & Rompolla, 2012; Carmigniani et al., 2011). Το 2001 δημιουργείται το πρώτο πρόγραμμα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας, Real-World Wide Web (RWWW), από τους Bob Kooper και Blain MacIntyre (2003). Πρόκειται για μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας που υπερθέτει δεδομένα από τον παγκόσμιο ιστό (word wide web) στον πραγματικό κόσμο μέσω μιας συσκευής HMD και αυτά ανανεώνονται ανάλογα με τη θέση και τον προσανατολισμό του χρήστη.



Εικόνα 8: ARQuake (Πηγή: <https://www.wowso.me/blog/9-facts-about-augmented-reality-you-just-might-know> - Πρόσβαση 5/8/2020)

Το 2003 παρουσιάζεται το iLamps (Raskar et al., 2003), το πρώτο σύστημα παρουσίασης ψηφιακής πληροφορίας πάνω σε πραγματικά μη επίπεδα αντικείμενα, με τη χρήση μικρού φορητού προβολέα. Ταυτόχρονα, δημιουργείται και το πρώτο εμπορικό παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας για κινητά τηλέφωνα, το Mozzies, το οποίο αναπτύχθηκε για το Siemens SX1 (Arth et al., 2015). Τον επόμενο χρόνο παρουσιάζεται το πρώτο σύστημα ανίχνευσης τρισδιάστατων στόχων, σε κινητό τηλέφωνο και υποστηρίζει τη διάκριση διαφορετικών τρισδιάστατων markers και τη σωστή ενσωμάτωση των τρισδιάστατων γραφικών σε ζωντανό βίντεο του πραγματικού κόσμου (Möhring et al., 2004). Το 2006 η Nokia εισάγει μια πρωτότυπη εφαρμογή με το όνομα MARA (Mobile Augmented Reality Applications project), η οποία χρησιμοποιεί επιταχυνσιόμετρο, πυξίδα και GPS για τον υπολογισμό της προσεγγιστικής θέσης και του προσανατολισμού του κινητού τηλεφώνου. Το αποτέλεσμα είναι να υπερθέτει σε ζωντανό βίντεο πληροφορίες για τα πραγματικά αντικείμενα, επωφελούμενη από τις δυνατότητες του κινητού τηλεφώνου να συνδέεται ασύρματα στο διαδίκτυο, αντλώντας πληροφορίες από μια βάση δεδομένων.

Στη σύγχρονη εποχή, πολλές εταιρείες έχουν υιοθετήσει την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας και εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες της για την αύξηση του μάρκετινγκ τους. Κολοσσοί εταιρειών όπως οι Google, Microsoft και Apple λανσάρουν τις δικές τους εφαρμογές και συσκευές. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το Google Glass, το οποίο παρουσιάστηκε το Φεβρουάριο του 2013 και το Microsoft HoloLens, που παρουσιάστηκε τον Ιανουάριο του 2015. Το πρώτο ήταν η δοκιμαστική έκδοση της Google να φέρει κοντά στο ευρύ κοινό την επαυξημένη πραγματικότητα και πρόκειται για μια φορητή συσκευή που τοποθετείται σαν κάσκα στο κεφάλι και έχει το σχήμα των συνηθισμένων γυαλιών οράσεως. Επίσης, έχει μια μικρή οθόνη προσαρμοσμένη στα γυαλιά και παρέχει πολλές λειτουργίες παρόμοιες με αυτών των έξυπνων κινητών τηλεφώνων, όπως η πλοήγηση, η κάμερα και η δυνατότητα του χρήστη να μοιράζεται πληροφορίες. Από την άλλη, το Microsoft HoloLens είναι μια συσκευή που συνδυάζει την επαυξημένη με την εικονική πραγματικότητα. Στην ουσία είναι ένας ολοκληρωμένος υπολογιστής με πολλούς αισθητήρες και μια οθόνη see-through.



**Εικόνα 9: Google Glass (Πηγή: <https://www.theverge.com/2020/2/4/21121472/google-glass-2-enterprise-edition-for-sale-directly-online> - Πρόσβαση 5/8/2020)**

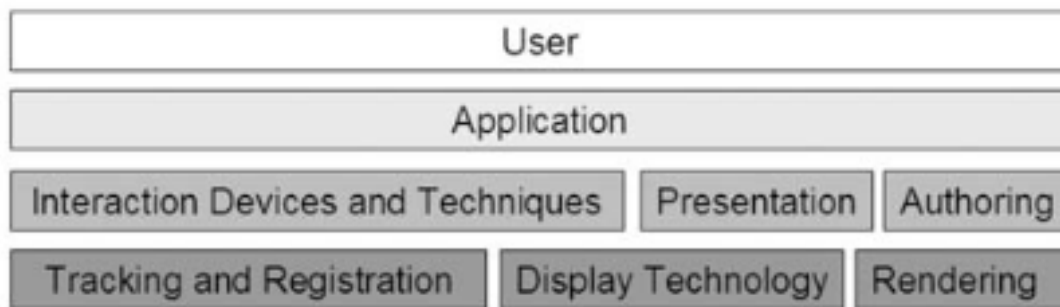


**Εικόνα 10: Microsoft HoloLens (Πηγή: <https://www.theverge.com/2016/8/2/12358554/microsoft-hololens-augmented-reality-opens-developer-sales> - Πρόσβαση 5/8/2020)**

Εκτός από τα παραπάνω, πολλές εταιρείες συνειδητοποίησαν τη χρησιμότητα της επαυξημένης πραγματικότητας για τους καταναλωτές. Για παράδειγμα, η IKEA ανέπτυξε μια εφαρμογή όπου οι χρήστες κινητών τηλεφώνων θα μπορούσαν να δουν πως θα έμοιαζαν τα προϊόντα της στο χώρο τους, είτε αυτός είναι το σπίτι είτε το γραφείο τους. Την ίδια λογική μοιράζονται και οι εφαρμογές όπου οι χρήστες μπορούν να δοκιμάσουν εικονικά τα ενδύματα της επιλογής τους και να αποφανθούν αν τους ταιριάζουν ή όχι. Ακόμα μια περίπτωση είναι αυτή της εταιρείας McDonald's κατά την προσπάθεια της να εξισορροπήσει τη φήμη της για την παραγωγή αρκετά ανθυγιεινών φαγητών. Το τμήμα της Αυστραλίας ανέπτυξε μια εφαρμογή, την TrackMyMacca's, ώστε να μπορούν να δείχνουν στους πελάτες πως και πότε φτιάχτηκαν τα συστατικά κάθε πιάτου. Αυτό που χρειάζεται μόνο είναι να κατευθύνει ο πελάτης την iOS συσκευή του σε ένα προϊόν και έπειτα να βρει τις πληροφορίες για το πότε και ποιος παρήγαγε τα συστατικά του πιάτου του (Lum, 2014).

### 3.2 Δομικά Συστατικά Επαυξημένης Πραγματικότητας

Οι τρεις βασικές ιδιότητες ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας σύμφωνα με τον ορισμό του Azuma (1997), καθορίζουν και τις ελάχιστες τεχνολογικές απαιτήσεις αυτού, δηλαδή τα στοιχειώδη δομικά τεχνολογικά επίπεδα (Billinghurst, 2015). Αυτά είναι οι αισθητήρες, η επεξεργαστική ισχύς και η συσκευή απεικόνισης. Σύμφωνα, όμως, με τους Bimber και Raskar (2005) στη βάση της δομής υπάρχουν τα εξής: το Υποσύστημα Ανίχνευσης και Ευθυγράμμισης (Tracking and Registration), το Υποσύστημα Απεικόνισης (Display Technology) και το Υποσύστημα Απόδοσης Γραφικών (Rendering). Εν συνεχεία, εισάγουν δύο επίπεδα στηριζόμενα σε αυτά τα δομικά στοιχεία. Στο αμέσως ανώτερο επίπεδο προσδιορίζονται οι αναγκαίες υπηρεσίες για το χειρισμό του συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας: οι Συσκευές και Τεχνικές Αλληλεπίδρασης (Interaction Devices and Techniques), η Παρουσίαση (Presentation) και η Δημιουργία Περιεχομένου (Authoring). Στο τρίτο επίπεδο προσδιορίζονται οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας.



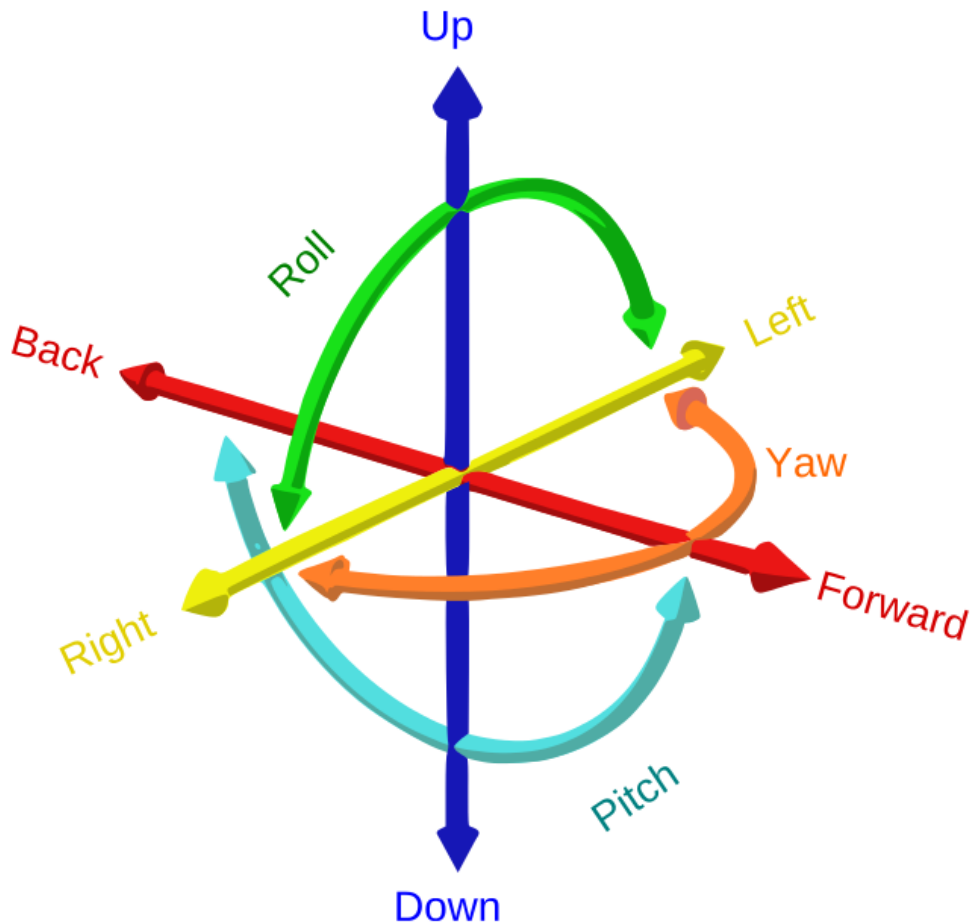
Σχήμα 9: Τα δομικά στοιχεία του AR κατά Bimber και Raskar (2005)

### 3.2.1 Αισθητήρες

Οι αισθητήρες χρειάζονται για τον προσδιορισμό της κατάστασης του φυσικού κόσμου. Με αυτούς, το σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να ανιχνεύει τη θέση και τον προσανατολισμό του χρήστη και των πραγματικών αντικειμένων που βρίσκονται στο περιβάλλον και έτσι, μπορεί να ευθυγραμμίσει τα εικονικά στοιχεία ως προς τον πραγματικό κόσμο. Η ακρίβεια και η αμεσότητα των παραπάνω λειτουργιών είναι εξαιρετικά σημαντικές για την επιτυχία του συστήματος στο σύνολό του.

Οι τεχνολογίες ανίχνευσης διακρίνονται σε μηχανική, μαγνητική, GPS, ανίχνευση υπερήχων, αδρανειακή και οπτική (Carmigniani et al., 2011). Αυτές συνήθως αποτελούνται, μεταξύ άλλων, από ψηφιακές κάμερες και λοιπούς οπτικούς αισθητήρες, GPS, επιταχυνσιόμετρα, πυξίδες και γυροσκόπια. Κάθε τεχνολογία ανίχνευσης παρέχει διαφορετικό επίπεδο ακρίβειας και η επιλογή της εξαρτάται από τον τύπο του συστήματος προς ανάπτυξη. Στη βιβλιογραφία κατηγοριοποιούνται σε αυτές που βασίζονται σε αισθητήρες (sensor based) και σε αυτές που βασίζονται στην όραση (vision based). Έτσι, μόνο οι κάμερες και οι οπτικοί αισθητήρες εντάσσονται στη δεύτερη κατηγορία και όλες οι υπόλοιπες τεχνολογίες στην πρώτη (Huang et al., 2013; Kim et al., 2017).

Ο πλήρης προσδιορισμός της θέσης και του προσανατολισμού απαιτεί πληροφορίες σχετικά με τους 6 βαθμούς ελευθερίας (degrees of freedom – DOF), δηλαδή τους 6 πιθανούς τρόπους κίνησης ενός αντικειμένου στον τρισδιάστατο χώρο (Van Krevelen & Poelman, 2010). Οι 6 βαθμοί ελευθερίας περιλαμβάνουν την κίνηση στους τρεις άξονες (X, Y, Z), τη στροφή, την κλίση και την κύλιση.



Σχήμα 10: : Οι 6 βαθμοί ελευθερίας (Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:6DOF.svg> – Πρόσβαση 5/8/2020)

Οι περιστροφικές κινήσεις, δηλαδή η στροφή, η κλίση και η κύλιση, αποτελούν τη μία κατηγορία και ανιχνεύονται από μονάδες μέτρησης αδράνειας (Inertial Measurement Units – IMUs), όπως είναι το επιταχυνσιόμετρο, το γυροσκόπιο και το μαγνητόμετρο. Αυτές οι μονάδες μετρούν την ταχύτητα, τον προσανατολισμό και τις βαρυτικές δυνάμεις. Η ανίχνευση της κίνησης στους τρεις άξονες ονομάζεται εντοπισμός θέσης (positional tracking). Σε ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης μπορεί να είναι είτε απόλυτος είτε σχετικός (Craig, 2013). Ο απόλυτος προσδιορισμός ορίζει τη θέση του αντικειμένου στο τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων, ενώ ο σχετικός τη θέση του αντικειμένου σχετικά με τη θέση κάποιου άλλου.

Όσον αφορά στις τεχνολογίες ανίχνευσης – εντοπισμού που βασίζονται στους αισθητήρες, αυτές κατηγοριοποιούνται σε αδρανειακές (inertial based), μαγνητικές (magnetic based), ηλεκτρομαγνητικές (electromagnetic based) και ακουστικές (acoustic based) (Huang et al., 2013). Οι αδρανειακές τεχνολογίες βασίζονται σε αισθητήρες όπως είναι τα γυροσκόπια και τα επιταχυνσιόμετρα. Λειτουργούν στις περισσότερες συνθήκες χωρίς περιορισμό εύρους απόστασης, είναι φθηνοί ως προς την κατασκευή τους και έτσι ενσωματώνονται σε έξυπνα κινητά τηλέφωνα και συσκευές χειρός (Craig, 2013). Οι μαγνητικές τεχνολογίες βασίζονται σε αισθητήρες όπως είναι τα μαγνητόμετρα και οι πυξίδες. Η συγκεκριμένη τεχνολογία αξιοποιεί το μαγνητικό πεδίο της γης για τον υπολογισμό του προσανατολισμού και πρέπει να συνδυάζεται με άλλες μεθόδους εντοπισμού θέσης (Huang et al., 2013). Οι ηλεκτρομαγνητικές τεχνολογίες βασίζονται στη μέτρηση διαφόρων μεταβλητών των ηλεκτρομαγνητικών σημάτων,

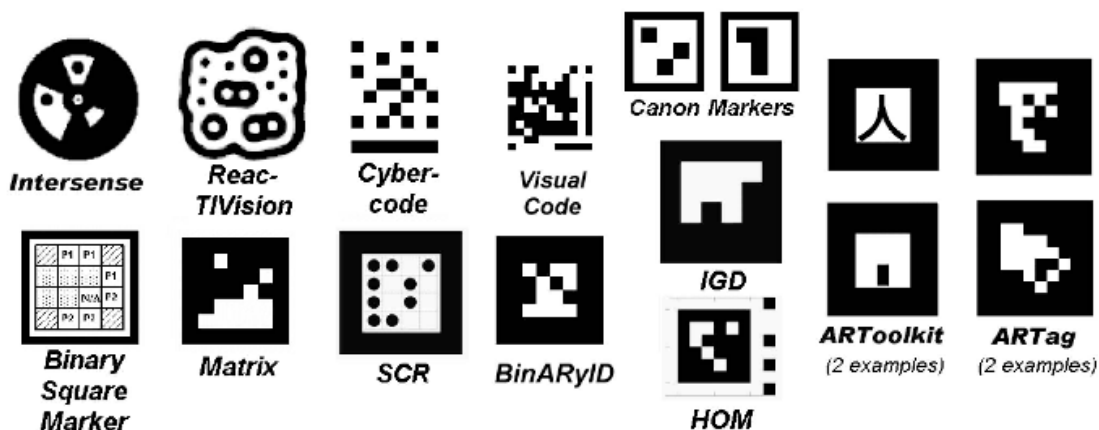
όπως είναι η διαφορά φάσης τους, οι χρόνοι άφιξης (time of arrivals – TOAs) και ο δείκτης έντασης του σήματος που λαμβάνεται (received signal strength indicator – RSSI). Οι πιο διαδεδομένοι αισθητήρες είναι τα GPS και ακολούθως, ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι, μεταξύ άλλων, βασίζονται στα Wi-Fi, Radio Frequency Identification (RFID), υπέρυθρες και Bluetooth (Huang et al., 2013). Τέλος, οι ακουστικές τεχνολογίες βασίζονται σε αισθητήρες υπερήχων (ultrasonic based) και πιο συγκεκριμένα στη μέτρηση του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για να φτάσει το ακουστικό σήμα στο δέκτη (Kim et al., 2017).

Στη δεύτερη κατηγορία, vision based technology, ανήκουν τα συστήματα που βασίζονται στην υπολογιστική όραση (computer vision) και στηρίζονται στην ανίχνευση στοιχείων του περιβάλλοντος για τον εντοπισμό της θέσης και την καταχώρηση των εικονικών στοιχείων στην επαυξημένη προβολή. Στην ουσία πρόκειται για ανίχνευση στοιχείων του περιβάλλοντος και όχι για εντοπισμό θέσης αυτό καθ' αυτό. Για την οπτικοποίηση της πληροφορίας στον υπολογιστή ο απαιτούμενος αισθητήρας είναι η κάμερα, η οποία παρακολουθεί τον πραγματικό κόσμο και βάσει αυτού που βλέπει το σύστημα καθορίζει τη σχετική του θέση και τον προσανατολισμό σε σχέση με την τρέχουσα σκηνή (Paragiannakis et al., 2008). Για το λόγο αυτό, χρειάζονται ενδείξεις στο περιβάλλον για να τις χρησιμοποιήσει η κάμερα ως ορόσημα στον προσδιορισμό της θέσης και του προσανατολισμού της σε σχέση με αυτά. Τα ορόσημα μπορούν να είναι φυσικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος ή τεχνητά. Ως εκ τούτου γίνεται μια περαιτέρω διάκριση σε συστήματα AR βάσει δεικτών (marker based) και συστήματα AR χωρίς δείκτες (markerless).

#### **Συστήματα Βάσει Δεικτών**

Πρόκειται για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, οι οποίες χρησιμοποιούν τεχνητά ορόσημα που έχουν τοποθετηθεί στο περιβάλλον για τη διευκόλυνση της ανίχνευσης κοινών σημείων ανάμεσα σε εικόνες ή μεταξύ εικόνων και ενός γνωστού μοντέλου (Fiala, 2010). Οι εικόνες που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό ονομάζονται βασικοί δείκτες (fiducial markers).

Η κάμερα αναγνωρίζει το δείκτη και έπειτα γίνεται η αντιστοίχιση της θέσης σε ένα νοητό σύστημα αξόνων ώστε το σύστημα να αναπροσδιορίζει αυτόματα τη θέση της εικόνας σε σχέση με την κάμερα της συσκευής. Έτσι, είναι δυνατή η κίνηση του δείκτη ως προς την κάμερα ή/και αντίστροφα (Craig, 2013). Για να μπορεί το σύστημα να καθορίσει τη σχετική θέση και τον προσανατολισμό της κάμερας ως προς το δείκτη σε κάθε χρονική στιγμή, είναι κρίσιμο ο δείκτης να μην είναι σχεδιασμένος συμμετρικά. Ωστόσο, αυτός μπορεί να παρέχει και πρόσθετες πληροφορίες στην εφαρμογή, όπως η κωδικοποίηση της αντιστοίχισης εικονικού στοιχείου – δείκτη (Craig, 2013). Σημαντικό πλεονέκτημα είναι η αξιοπιστία της μεθόδου, ενώ ως μειονέκτημα σημειώνεται η χρονοβόρα απαιτούμενη προεργασία για το σχεδιασμό των κατάλληλων δεικτών και την αντιστοίχσή τους στα εικονικά στοιχεία, η εκτύπωση και η τοποθέτησή τους (Vyas et al., 2017).



Εικόνα 11: Βασικοί δείκτες (Fiala, 2010)

### Συστήματα Χωρίς Δείκτες

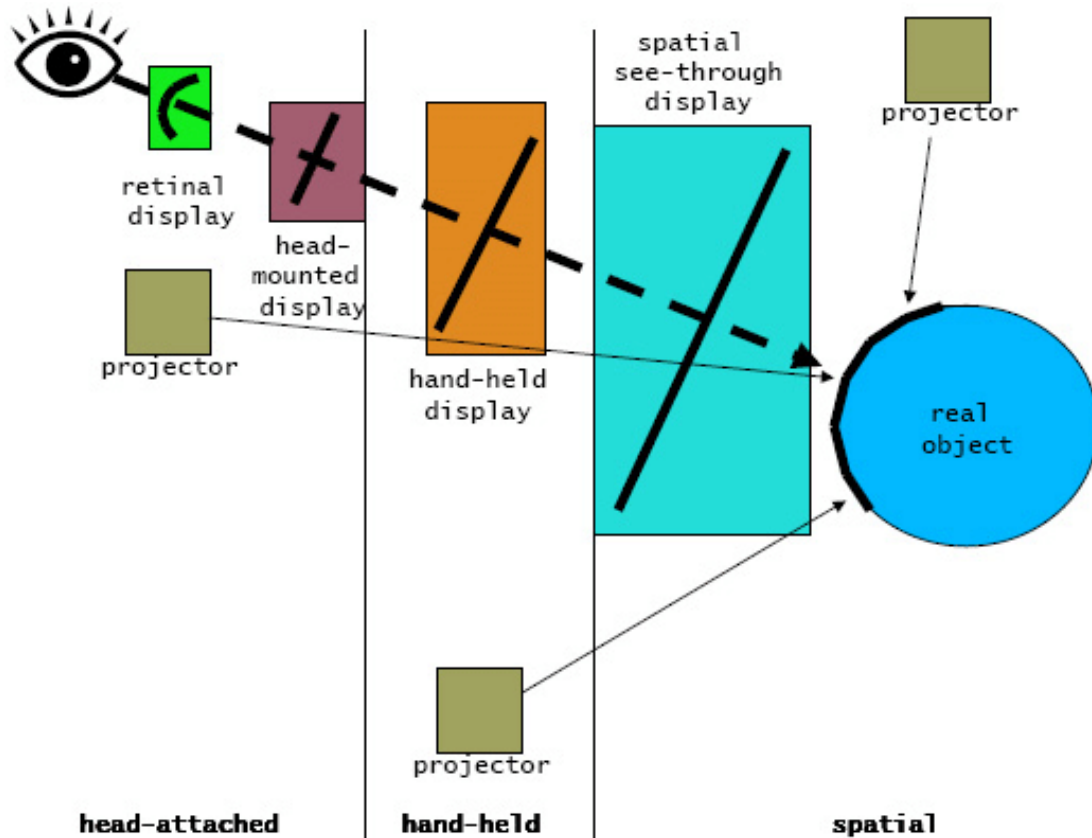
Η ανίχνευση χωρίς δείκτες αναφέρεται σε μεθόδους ανίχνευσης του περιβάλλοντος όπου δεν απαιτείται η χρήση των βασικών δεικτών και επιτυγχάνεται με άλλες μεθόδους, όπως είναι η αναγνώριση φυσικών χαρακτηριστικών (natural features tracking – NFT) ή η αναγνώριση άκρων (edge detection) (Paragiannakis et al., 2008). Η δυνατότητα αναγνώρισης προσώπων αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα αναγνώρισης φυσικών χαρακτηριστικών (Madden, 2011). Ωστόσο, η αναγνώριση των φυσικών χαρακτηριστικών του εξωτερικού περιβάλλοντος δεν είναι εύκολη. Το Google Goggles, ένα από τα πιο προηγμένα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας, μπορεί μόνο να παρακολουθήσει αντικείμενα συγκεκριμένης μορφής (Carmigniani et al., 2011).

Υπάρχουν, όμως, ακόμα αρκετές δυσκολίες στη βελτίωση της ακρίβειας, της απόδοσης και του κόστους των συστημάτων ανίχνευσης – εντοπισμού θέσης. Η μέγιστη ακρίβεια εντοπισμού θέσης σε εξωτερικό περιβάλλον επιτυγχάνεται με το συνδυασμό του GPS και άλλων αισθητήρων, όπως τα επιταχυνσιόμετρα και τα γυροσκόπια (Carmigniani et al., 2011). Όταν δεν είναι εφικτή η χρήση του GPS, δηλαδή στους εσωτερικούς χώρους, χρησιμοποιούνται τεχνικές υπολογιστικής όρασης συχνά συνδυαζόμενες με αδρανειακούς αισθητήρες. Έτσι, η υπολογιστική όραση επιτυγχάνει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα με κίνηση χαμηλής συχνότητας, αλλά είναι πιθανό να αποτύχει με ταχεία κίνηση της κάμερας, ενώ για τους αδρανειακούς αισθητήρες ισχύει το αντίστροφο (Paragiannakis et al., 2008). Με τον τρόπο αυτό οδηγούμαστε στα υβριδικά συστήματα (Carmigniani et al., 2011), τα οποία πλέον είναι απαραίτητα για τη μέγιστη ακρίβεια. Τα υβριδικά συστήματα λαμβάνουν ταυτόχρονα δεδομένα από πολλούς αισθητήρες για να αυξήσουν τους συνολικούς βαθμούς ελευθερίας του συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας. Κατ' επέκταση, βελτιώνεται η ακρίβεια του κάθε αισθητήρα και ξεπερνιούνται οι αδυναμίες των μεμονωμένων μεθόδων ανίχνευσης και εντοπισμού (Billinghurst et al., 2015).

### 3.2.2 Οθόνη

Βασικό δομικό συστατικό της επαυξημένης πραγματικότητας είναι η τεχνολογία απεικόνισης. Σύμφωνα με τους Van Krevelen και Roelman (2010) οι οθόνες κατατάσσονται σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με την απόστασή τους από το μάτι του χρήστη: κεφαλής, χειρός και χωρικές.



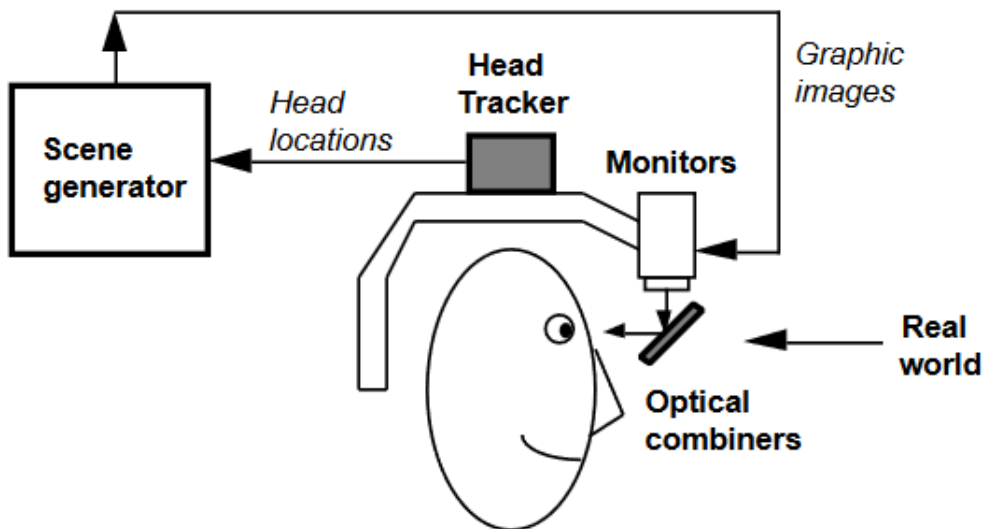


Εικόνα 12: Κατηγορίες οθονών κατά Van Krevelen & Poelman (2010)

### 1. Οθόνη Προβολής Κεφαλής (Head Mounted Display – HMD)

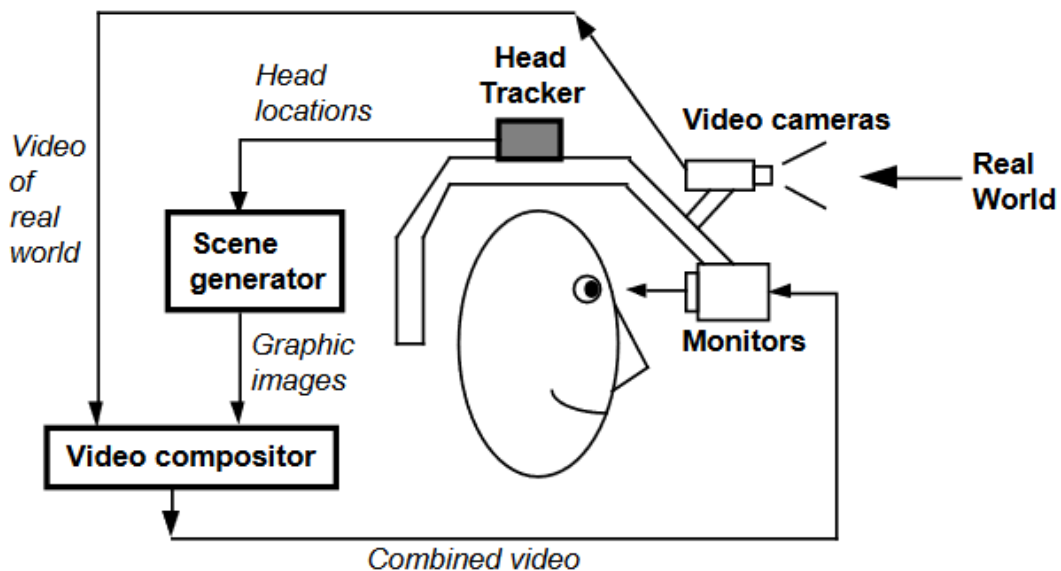
Πρόκειται για μια συσκευή προσαρτημένη στο κεφάλι του χρήστη, η οποία συνδυάζει την εικόνα του πραγματικού κόσμου με εικονικά αντικείμενα – πληροφορίες μέσω χρήσης οπτικής ή βίντεο τεχνολογίας (Azuma, 1997). Η οθόνη προβάλλει δεδομένα, εικόνες και άλλες πληροφορίες μπροστά από το ένα ή και τα δύο μάτια του χρήστη.

Τα οπτικά συστήματα παρουσίασης προσαρτημένα στο κεφάλι του χρήστη (optical see-through HMDs) τοποθετούν μπροστά από τα μάτια του «οπτικούς συνδυαστές», συνήθως ημιδιαπερατά ή ημιανακλαστικά κάτοπτρα, που του επιτρέπουν να δει τόσο το πραγματικό περιβάλλον γύρω του, όσο και τις παραγόμενες εικόνες από τον υπολογιστή, οι οποίες ανακλώνται μέσω κατόπτρων από τις οθόνες που είναι προσαρτημένες στο κεφάλι του.



Εικόνα 13: Optical see-through HMDs (Azuma, 1997)

Οι οθόνες προβολής κεφαλής που χρησιμοποιούν βίντεο τεχνολογία (video see-through HMDs), συνδυάζουν ένα «κλειστό» HMD (closed view HMD) και μία ή δύο βιντεοκάμερες προσαρτημένες στο κεφάλι του χρήστη, οι οποίες του παρέχουν μια θέα του πραγματικού κόσμου. Τα κλασικά κλειστά HMD δεν επιτρέπουν την άμεση παρατήρηση του πραγματικού κόσμου, εν αντιθέσει με τα see-through HMDs, τα οποία επιτρέπουν στον χρήστη να δουν τον πραγματικό κόσμο, συνδυαζόμενο με εικονικά αντικείμενα παραγόμενα από υπολογιστή. Το βίντεο από τις κάμερες και οι παραγόμενες εικονικές σκηνές συνδυάζονται μεταξύ τους και το αποτέλεσμα στέλνεται στις οθόνες που βρίσκονται μπροστά στα μάτια του χρήστη.



Εικόνα 14: Video see-through HMDs (Azuma, 1997)

Νεότερα από τα HMDs είναι τα προσαρτημένα επί κεφαλής συστήματα παρουσίασης μέσω προβολής (Head Mounted Projective Displays – HMPDs). Τα κύρια μέρη αυτών είναι ένας μικρός προβολικός φακός που στερεώνεται στο κεφάλι του χρήστη και οι οπισθοανακλαστικές (retroreflective) επιφάνειες που τοποθετούνται μπροστά του. Οι ακτίνες φωτός προσπίπτουν

στις επιφάνειες, εκτρέπονται προς την κατεύθυνση πρόσπτωσης τους και δεν διαχέονται όπως συμβαίνει στα προβολικά συστήματα. Έτσι, παράγονται φωτεινότερες εικόνες (Bimber & Raskar, 2006).

## 2. Φορητή Συσκευή Χειρός (Handheld Display – HD)

Η κατηγορία αυτή αποδίδει λιγότερο το αίσθημα της εμπύθισης, αλλά πλεονεκτεί όσον αφορά τη μαζική εξάπλωση στο καταναλωτικό κοινό. Ωστόσο, ο χρήστης δεν μπορεί να έχει ελεύθερα τα χέρια του να πραγματοποιήσει άλλες ενέργειες, αφού το ένα ή και τα δύο του χέρια είναι απασχολημένα κρατώντας τη συσκευή. Γενικά είναι συσκευές που περιλαμβάνουν μια μικρή οθόνη, μέσω της οποίας είναι δυνατή η θέαση της επαυξημένης πραγματικότητας και συνήθως πρόκειται για smartphones και tablets. Στην πλειονότητα αυτών χρησιμοποιείται η βίντεο τεχνολογία, όπου η κάμερα «αιχμαλωτίζει» τη ζωντανή εικόνα του πραγματικού περιβάλλοντος και αυτή επαυξάνεται με πρόσθετες γραφικές πληροφορίες πριν την απεικόνισή της στην οθόνη. Υπάρχουν, όμως, και εφαρμογές για συσκευές χειρός που κάνουν χρήση της οπτικής τεχνολογίας (Bimber & Raskar, 2006).

## 3. Χωρικές Συσκευές Απεικόνισης (Spatial Displays)

Αυτές τοποθετούνται στατικά σε σταθερό σημείο του περιβάλλοντος και προσφέρονται περισσότερο για μεγάλες παρουσιάσεις και εκθέσεις με περιορισμένη αλληλεπίδραση. Επίσης, αποσπούν το μεγαλύτερο μέρος της τεχνολογίας από τον χρήστη και το ενσωματώνουν στο περιβάλλον. Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο επαυξάνουν το περιβάλλον οι χωρικές συσκευές απεικόνισης διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: βίντεο τεχνολογία, οπτική τεχνολογία και άμεση επαύξηση (Bimber & Raskar, 2005).

Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία, οι συσκευές κάνουν χρήση της επεξεργασίας εικόνας και της μείξης του εικονικού με το πραγματικό και απεικονίζουν τις επαυξημένες σκηνές σε μια κοινή οθόνη (screen-based video see-through displays). Συχνά αναφέρεται και ως «παράθυρο στον κόσμο» (window on the world) και αποτελεί τη βέλτιστη λύση από άποψη κόστους. Απαιτεί έναν τυπικό ηλεκτρονικό υπολογιστή και έτοιμο hardware. Ωστόσο, και σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει πλήρης εμπύθιση του χρήστη στην εμπειρία της επαυξημένης πραγματικότητας, λόγω του μικρού παρεχόμενου οπτικού πεδίου. Στη δεύτερη κατηγορία εντάσσονται οι συσκευές που χρησιμοποιούν οπτική τεχνολογία (spatial optical see-through displays). Οι συσκευές αυτές παράγουν εικόνες που τοποθετούνται στη σωστή θέση εντός του φυσικού κόσμου και χρησιμοποιούν χωρικούς «οπτικούς συνδυαστές», όπως είναι τα επίπεδα ή καμπυλωτά κάτοπτρα – διαχωριστές δέσμης, διάφανες οθόνες ή οπτικά ολογραφήματα. Σημαντικό πλεονέκτημα έναντι της προηγούμενης κατηγορίας είναι η καλύτερη ανάλυση και το μεγαλύτερο παρεχόμενο οπτικό πεδίο. Τέλος, οι χωρικές συσκευές απεικόνισης μέσω προβολής (projection-based spatial displays) επαυξάνουν άμεσα τις εικόνες στις φυσικές επιφάνειες των αντικειμένων, μέσω εμπρόσθιας προβολής. Όμως, για την παρουσίαση τρισδιάστατων γραφικών μπροστά ή πίσω από τις επιφάνειες των αντικειμένων απαιτείται στερεοσκοπική προβολή.

Εκτός από τις τρεις προαναφερθείσες κατηγορίες οθονών (HMDs, HDs & Spatial Displays) υπάρχουν συσκευές απεικόνισης στον αμφιβληστροειδή του ματιού (Virtual Retinal Displays –

VRDs), ειδικά γυαλιά (smart glasses) και ειδικοί φακοί επαφής. Τα VRDs, γνωστά και ως Retinal Scan Displays (RSDs), σχηματίζουν εικόνες απευθείας στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού, με τη χρήση συνήθως πηγής φωτός λέιζερ χαμηλής ισχύος. Έτσι, οι χρήστες βλέπουν τον πραγματικό κόσμο επαυξημένο με πρόσθετες πληροφορίες, οι οποίες φαίνονται να αιωρούνται μπροστά του (Azuma et al., 2001). Τα ειδικά γυαλιά θέασης επαυξημένων σκηνών μοιάζουν με τα γυαλιά οράσεως ή ηλίου. Υπάρχουν συσκευές, οι οποίες χρησιμοποιούν κάμερες για την αιχμαλώτιση της θέας του πραγματικού περιβάλλοντος και εμφανίζουν την επαυξημένη θέα μέσω των προσοφθάλμιων φακών. Σε άλλα γυαλιά, οι πληροφορίες που συμπληρώνουν το φυσικό περιβάλλον προβάλλονται μέσω των επιφανειών των φακών των γυαλιών ή ανακλώνται από αυτές. Χαρακτηριστικά παραδείγματα της αγοράς είναι τα Google Glass, Vuzix, Epson Moverio και Realwear. Τέλος, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και βιονικοί φακοί επαφής, οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να δει τόσο τον πραγματικό κόσμο όσο και τις πρόσθετες πληροφορίες. Τα στοιχεία που επαυξάνουν την πραγματικότητα μπορεί να περιλαμβάνονται ενσωματωμένα στο φακό, ο οποίος μπορεί να περιέχει ηλεκτρονικά κυκλώματα, μια κεραία για ασύρματη επικοινωνία και διόδους εκπομπής φωτός LED. Επίσης, έχουν αναπτυχθεί και φακοί βασισμένοι στην τεχνολογία υγρών κρυστάλλων LCD (Ghent University, 2012).

### 3.2.3 Επεξεργαστική Ισχύς

Οι λειτουργίες της επαυξημένης πραγματικότητας, όπως είναι η ανίχνευση μέσω υπολογιστικής όρασης και η οπτικοποίηση – απεικόνιση (rendering) εικονικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο, είναι αρκετά απαιτητικές όσον αφορά στην επεξεργαστική ισχύ και τη μνήμη του συστήματος (Carmigniani et al., 2011). Από τη στιγμή που γίνεται λόγος για υπέρθεση του πραγματικού περιβάλλοντος με εικονικά στοιχεία, είναι σημαντική η εξασφάλιση ταχύτατων και ρεαλιστικών μεθόδων απόδοσης γραφικών.

Αρχικά, σε ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας πρέπει να γίνει η ανίχνευση – εντοπισμός των στοιχείων του περιβάλλοντος, έτσι ώστε να βρεθεί το σημείο που θα καταχωρηθούν τα εικονικά στοιχεία. Η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα περίπλοκη και απαιτεί την εξέταση πληθώρας παραγόντων. Έπειτα, χρειάζεται ακόμα περισσότερη ισχύς για την οπτικοποίηση – απεικόνιση των τρισδιάστατων στοιχείων, τα οποία θα πρέπει να έχουν φωτορεαλιστική απόδοση. Τα εικονικά στοιχεία που ενσωματώνονται θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από υψηλή ποιότητα, συνέπεια, αρμονία με το φυσικό κόσμο και σταθερή έμφραξη (occlusion). Η τελευταία, είναι η ικανότητα ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας να αποκρύπτει εξ ολοκλήρου ή τμηματικά εικονικά στοιχεία πίσω από πραγματικά αντικείμενα. Στόχος της είναι να διατηρήσει τους κανόνες της οπτικής κατά τη δημιουργία των σκηνών της επαυξημένης πραγματικότητας. Έτσι, κάθε εικονικό αντικείμενο που βρίσκεται πίσω από ένα πραγματικό θα πρέπει να αποκρύπτεται πίσω από αυτό με φυσιολογικό οπτικό τρόπο (Kipper & Rompolla, 2012).

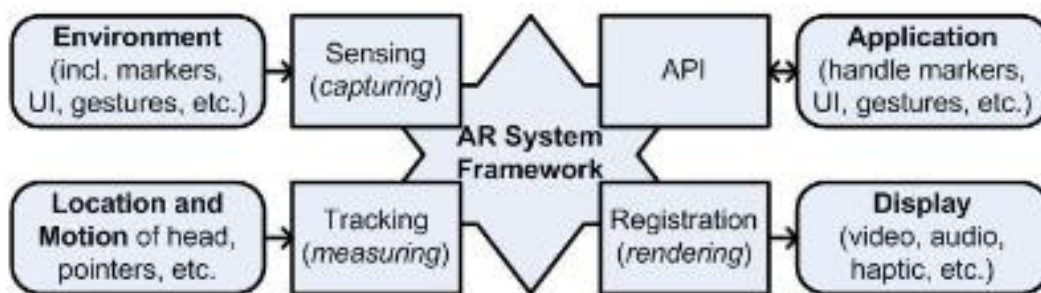
Πρόβλημα στις παραπάνω διαδικασίες δεν είναι μόνο η περιπλοκότητα από την οποία χαρακτηρίζονται, αλλά και η απαίτηση να επιτελούνται σε πραγματικό χρόνο. Αυτό, μεταφράζεται σε ακαριαίες ταχύτητες επεξεργασίας. Σκεπτόμενοι ότι κάθε μορφής επεξεργασία λειτουργεί αθροιστικά στη συνολική καθυστέρηση της απόκρισης του συστήματος, είναι αυτονόητη η ανάγκη για μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ ώστε να

διασφαλιστεί η αμεσότητα. Αν αυτά δεν είναι εφικτό να γίνουν σε πραγματικό χρόνο, τότε αυτομάτως χάνεται το νόημα και η ουσία της επαυξημένης πραγματικότητας.

### 3.3 Λογισμικό και Εργαλεία Ανάπτυξης

Για την πραγμάτωση της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας πέρα από τα προαναφερθέντα δομικά στοιχεία, απαιτείται και λογισμικό. Σύμφωνα με τους Van Krevelen & Poelman (2010), διακρίνονται τέσσερις βασικές απαιτούμενες λειτουργίες μιας πλατφόρμας επαυξημένης πραγματικότητας.

1. Παρακολούθηση – ανίχνευση του περιβάλλοντος μέσω κάμερας και υπολογιστικής όρασης για τον υπολογισμό των δεικτών
2. Εντοπισμός θέσης και προσανατολισμού μέσω λήψης πληροφοριών από τους αισθητήρες
3. Καταχώρηση εικονικών στοιχείων και δημιουργία επαυξημένης προβολής
4. Παροχή διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interface – API)



Σχήμα 11: Τυπικές εργασίες των εργαλείων ανάπτυξης (Van Krevelen & Poelman, 2010)

Ενώ, το λογισμικό δημιουργίας της εμπειρίας της επαυξημένης πραγματικότητας διακρίνεται στα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου, τους περιηγητές και τα κιτ ανάπτυξης λογισμικού – βιβλιοθήκες.

#### 3.3.1 Συστήματα AR Διαχείρισης Περιεχομένου – Content Management Systems (CMS)

Τα συστήματα αυτά αποτελούν το ευκολότερο σημείο εκκίνησης για τη δημιουργία της AR εμπειρίας. Απαιτούν ελάχιστο κόπο και δεν προϋποθέτουν κάποιο επίπεδο γνώσεων προγραμματισμού ή τη λήψη κάποιας προσαρμοσμένης εφαρμογής. Ο χρήστης ρυθμίζει την εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας μέσω επιλογών ενός κοινού προγράμματος περιήγησης και αυτή με τη σειρά φιλοξενείται στο διακομιστή της εταιρείας και λειτουργεί σε όλους τους σύγχρονους περιηγητές (Chrome, Firefox, Safari και Opera), χωρίς τη λήψη και την εγκατάσταση ειδικού πρόσθετου λογισμικού. Η διάδοση της τεχνολογίας ωθείται χάρη στην ευκολία υλοποίησης της AR εμπειρίας μέσω του περιηγητή.

#### 3.3.2 Περιηγητές AR – AR Browsers

Η ανάπτυξη μιας προσαρμοσμένης εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας δεν ενδείκνυται όταν χρειάζεται μόνο η αναζήτηση και η εμφάνιση πληροφοριών μέσω μιας προβολής επαυξημένης πραγματικότητας και τα σημεία ενδιαφέροντος (points of interest – POIs) είναι

περιορισμένα (Madden, 2011). Ενώ οι προσαρμοσμένες εφαρμογές συνήθως έχουν ένα μοναδικό σκοπό ή παρέχουν πληροφορίες αποκλειστικά για συγκεκριμένη χρήση, τα προγράμματα περιήγησης (AR Browsers) λειτουργούν ακριβώς αντίθετα, καθώς ενοποιούν σε μια εφαρμογή τις πολλαπλές λειτουργικότητες ή/και περιεχόμενο αντί να τις διαιρέσουν. Έτσι, ο χρήστης έχει πιο αποτελεσματική πρόσβαση σε ένα σύνολο πληροφοριών βασισμένων στο διαδίκτυο, όπως γίνεται και στο κλασικό web browser. Επί της ουσίας, η περιήγηση στη διαδικτυακή πληροφορία γίνεται μέσω της αλληλεπίδρασης με αυτή και με πιο διαισθητικό τρόπο.

Οι πλοηγοί επαυξημένης πραγματικότητας λειτουργούν με το GPS για την ανίχνευση της τρέχουσας θέσης του χρήστη και την πυξίδα για την ανίχνευση της κατεύθυνσής του. Η συσκευή, έχοντας ως δεδομένες τις πληροφορίες αυτές, υπολογίζει και εμφανίζει τα κοντινά σημεία ενδιαφέροντος στην οθόνη. Κατά την κίνηση του χρήστη, η συσκευή λαμβάνει εκ νέου πληροφορίες και ενημερώνει την επαυξημένη προβολή. Από τη στιγμή που δεν χρησιμοποιείται υπολογιστική όραση και ανίχνευση – εντοπισμός αντικειμένων, οι περιηγητές επαυξημένης πραγματικότητας λειτουργούν αποτελεσματικά και στους εσωτερικούς χώρους, παρά τα πιθανά εμπόδια που ενδέχεται να υπάρχουν στο οπτικό πεδίο. Επειδή, όμως, η λειτουργία τους απεμπλέκει μερικώς τη χρήση της κάμερας, αφού ο φακός μπορεί να καλυφθεί εντελώς και δεν επιτελείται ανίχνευση σε πραγματικό χρόνο, δεν αναγνωρίζονται ως πραγματικές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (Madden, 2011).

Όμοια με την προηγούμενη κατηγορία, οι AR περιηγητές δεν προϋποθέτουν κάποιο επίπεδο γνώσεων προγραμματισμού από τον χρήστη και η δημιουργία της εμπειρίας γίνεται με τρόπο φιλικό προς αυτόν. Ως μειονέκτημα, όμως, θα πρέπει να αναφερθεί η ανάγκη λήψης και εγκατάστασης σχετικής εφαρμογής περιηγητή από τον χρήστη και το γεγονός ότι κάθε πρόγραμμα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας αποτελεί κλειστό περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι το περιεχόμενο που δημιουργείται δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε αλλού. Για να γίνει αυτό πιο κατανοητό, αρκεί να φανταστούμε την αντιστοιχία με τον τυπικό περιηγητή διαδικτύου, όπου κάποιες ιστοσελίδες θα ήταν επισκέψιμες μόνο μέσω Chrome, άλλες μόνο μέσω Firefox και ούτω καθεξής, κάτι που είναι απαράδεκτο και για τα δύο είδη περιηγητών. Για την πλήρη υιοθέτηση της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας (Mobile Augmented Reality – MAR) απαιτείται πρόσβαση σε πολλαπλές λειτουργίες και ευρύ φάσμα περιεχομένου μέσα σε μια ενιαία εφαρμογή – περιηγητή (Jackson et al., 2011).

Κατά τα τέλη της προηγούμενης δεκαετίας, αναπτύχθηκαν οι πρώτοι περιηγητές επαυξημένης πραγματικότητας, οι Juniaio, Layaar, Wikitude και Aurasma (πλέον μετονομασμένος σε HP Reveal). Σχετικά με τη λειτουργικότητα των περιηγητών, ο Madden (2011) ορίζει τα εξής κοινά στοιχεία που πρέπει να έχουν: εμβέλεια αναζήτησης POIs, ραντάρ ένδειξης κοντινών POIs, επιλογή προβολής, σύμβολα POI (info bubbles) με διαφορετικό σύμβολο ανά κατηγορία POI για την εύκολη διάκρισή τους από τον χρήστη και μπάρα πληροφορίας για τις αναλυτικές πληροφορίες για το επιλεγμένο POI.

### 3.3.3 Κιτ Ανάπτυξης Λογισμικού AR και Βιβλιοθήκες – Software Development Kits (SDK)

Εν αντιθέσει με τις προηγούμενες δύο κατηγορίες, τα SDKs και οι βιβλιοθήκες απευθύνονται σε προγραμματιστές και προϋποθέτουν συγκεκριμένο υπόβαθρο γνώσεων. Παρέχουν στους

προγραμματιστές επιμέρους δυνατότητες επαυξημένης πραγματικότητας (tracking, recognition, rendering) (Amin & Govilkar, 2015), οι οποίες τους διευκολύνουν και μπορούν να τις χρησιμοποιήσουν κατά βούληση στην ανάπτυξη των εφαρμογών. Τα πιο γνωστά kits είναι μεταξύ άλλων τα εξής: Wikitude SKD, Layar SKD, Vuforia SDK, AR-Media SDK και ARToolkit SDK (Herpich et al., 2017; Kovics, 2020). Από αυτά, μόνο το τελευταίο είναι βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα (open source) και διανέμεται δωρεάν. Τα υπόλοιπα, αν και δεν είναι ανοιχτού κώδικα, παρέχονται δωρεάν με περιορισμένες δυνατότητες.

### 3.4 Πεδία Εφαρμογής, Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας βρίσκει εφαρμογή σε πληθώρα πεδίων, όπως η ιατρική, η παιδεία, οι επιχειρήσεις, οι βιομηχανίες, ο στρατός και ο τουρισμός. Η ευρεία αποδοχή της οφείλεται στην οπτικοποίηση και την ευκολία που παρέχει και στο γεγονός ότι ενισχύει την αντίληψη της πραγματικότητας. Επίσης, βοηθάει στην προεπισκόπηση των προϊόντων και στην προσομοίωση μέσω της χρήσης τρισδιάστατων μοντέλων (Carmigniani et al., 2011).

Στη βιομηχανική παραγωγή (industrial manufacturing) η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση των τυποποιημένων διαδικασιών λειτουργίας. Επίσης, βοηθάει τους χειριστές κατά τη διαδικασία της παραγωγής, μειώνοντας τα σφάλματα, την ψυχική πίεση και την κούραση (Mourtzis et al., 2019). Παράλληλα, βελτιώνεται η ασφάλεια στον εργασιακό χώρο και παρέχονται οι απαιτούμενες πληροφορίες την κατάλληλη χρονική στιγμή. Ακόμα, η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται και κατά την συναρμολόγηση, τη συντήρηση και την επισκευή σύνθετων μηχανημάτων. Οι οδηγίες που χρειάζονται είναι πιο εύληπτες και διαθέσιμες ως τρισδιάστατα σχέδια που προβάλλονται πάνω στον πραγματικό εξοπλισμό, αντί ως τυπικά εγχειρίδια με κείμενο και εικόνες και καταδεικνύονται οι εργασίες προς εκτέλεση βήμα – βήμα (step-by-step tutorial). Συχνά, μάλιστα, τα προβαλλόμενα εικονικά σχέδια εμπεριέχουν και κίνηση για τη μεγαλύτερη διευκόλυνση του εργαζόμενου. Επομένως, όταν ένας τεχνικός συντήρησης καλείται να προσεγγίσει μια νέα ή άγνωστη συσκευή, αντί να ανοίξει τα διάφορα εγχειρίδια επισκευής, χρησιμοποιεί την οθόνη επαυξημένης πραγματικότητας. Σε αυτή απεικονίζεται ο πραγματικός εξοπλισμός διανθισμένος με σχολιασμούς και πληροφορίες για την επισκευή, επισημαίνοντας ενδεχομένως την εσωτερική όψη του μηχανήματος ή τη θέση του ανταλλακτικού προς αφαίρεση ή τις επιμέρους ενέργειες που πρέπει να επιτελεστούν (Vallino, 1998). Με το HMD ο μηχανικός έχει ελεύθερα και τα δύο του χέρια και η εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας τον καθοδηγεί για τα εργαλεία, τις κινήσεις και τα εξαρτήματα (Vyas et al., 2017). Έτσι, οι περίπλοκες εργασίες αναλύονται σε απλούστερες διαδικασίες, εξυπηρετώντας παράλληλα και τον σκοπό της επαυξημένης πραγματικότητας.

Σημαντική είναι η συνεισφορά της επαυξημένης πραγματικότητας στο εμπόριο, καθώς ενσωμάτωσε το έντυπο μάρκετινγκ σε βίντεο. Στη σύγχρονη εποχή, συχνά βλέπουμε διαφημίσεις που περιέχουν trigger φωτογραφίες (trigger photos), οι οποίες ενεργοποιούν την βίντεο έκδοση αυτής, όταν σαρώνονται από συσκευές με λειτουργία επαυξημένης πραγματικότητας (AR-enabled device). Σημειώνεται ότι οι εικόνες trigger είναι φωτογραφικός όρος που περιγράφει την απελευθέρωση κλείστρου. Έτσι, ενεργοποιείται η λήψη ενός ή

πολλαπλών πλάνων (frames) από μια ψηφιακή κάμερα, αναλύοντας τα σήματα που λαμβάνονται από τους αισθητήρες της. Επίσης, και σε αυτή την περίπτωση είναι εφικτή η προεπισκόπηση προϊόντων μέσω προωθητικών λειτουργιών, όπως είναι για παράδειγμα τα εικονικά δοκιμαστήρια ρούχων (Sharma, 2015). Σύμφωνα με έρευνα που έγινε στο καταναλωτικό κοινό, το 74% αυτού, που παρακολούθησαν μια διαφήμιση με την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, δήλωσε ότι είναι πιθανό να αγοράσουν το συγκεκριμένο προϊόν (Liao, 2015), ενώ στην αντίστοιχη δισδιάστατη απεικόνιση της διαφήμισης το ποσοστό ανήλθε μόλις στο 45%. Η υψηλή οπτικοποίηση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργεί καλύτερη παρουσίαση των προϊόντων. Αυτός είναι και ο λόγος που η εταιρεία Audi επιχειρεί να ενσωματώσει γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας προκειμένου να βοηθήσει τους πελάτες να διαμορφώσουν το αυτοκίνητο των ονείρων τους και να δουν το όχημα από όλες τις προοπτικές και σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Hammerschmid, 2017). Μια εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να παρέχει ένα επίπεδο συναισθηματικού δεσίματος με τον θεατή. Οι χρήστες του προϊόντος αισθάνονται μια προσωπική σύνδεση με αυτό, καθώς η επαυξημένη πραγματικότητα παρουσιάζεται στο δικό τους περιβάλλον. Πολλές εφαρμογές παρέχουν τη διασκέδαση και την πιθανή απομνημόνευση της εμπειρίας με τη μάρκα.

Η επαυξημένη πραγματικότητα βρίσκει εφαρμογή και στον τουρισμό, καθώς έχουν αναπτυχθεί πολλές εφαρμογές. Κατά κύριο λόγο έχουν ενισχύσει την εμπειρία κατά την περιήγηση στα αξιοθέατα, αφού δύνανται να παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες στη μητρική γλώσσα των τουριστών. Επίσης, έχουν συμβάλει στην οπτικοποίηση των εκθέσεων των μουσείων και βοηθούν τους χρήστες να δουν την ιστορία των τεχνέργων και πως αυτά έμοιαζαν στο παρελθόν. Τέλος, οι χάρτες με επαυξημένη πραγματικότητα και οι εφαρμογές βοηθούν τους τουρίστες να πλοηγηθούν και να ανακαλύψουν τις πόλεις που επισκέπτονται κάθε φορά, καθώς η ανάκτηση των σχετικών πληροφοριών είναι γρήγορη και αποτελεσματική. Όσον αφορά στην παιδεία, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας βοηθάει στη διδασκαλία, κάνοντας την πιο διασκεδαστική και εμπυθιστική. Για τους μαθητές ακόμα και τα πιο βαρετά μαθήματα γίνονται πιο ευχάριστα και επωφελούνται από τη βήμα προς βήμα καθοδήγηση σχετικά με την κατανόηση των γνώσεων που λαμβάνουν. Ένα παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής είναι το SchoolAR. Πρόκειται για μια ελληνική δωρεάν εφαρμογή, η οποία χρησιμοποιεί την επαυξημένη πραγματικότητα για τον εμπλουτισμό των σχολικών εγχειριδίων της γεωγραφίας στην ΣΤ' Δημοτικού και της πληροφορικής στην Α' Γυμνασίου. Σχετικά με τη γεωγραφία, αυτή αποκτά νέες προοπτικές, καθώς παρουσιάζεται ο γαλαξίας σε μια πρωτότυπη διάσταση, προσελκύοντας το ενδιαφέρον των μαθητών. Οι χρήστες, επίσης, έχουν τη δυνατότητα, από τις πρώτες κιόλας σελίδες το βιβλίου, να θαυμάσουν το ηλιακό σύστημα, να παρακολουθήσουν εκπαιδευτικά βίντεο και να ελέγξουν τις γνώσεις τους μέσα από διάφορα κουίζ.

Η τομέας της ιατρικής είναι ένας από τους πιο σημαντικούς όσον αφορά στην εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας, από τη στιγμή που πλέον η τεχνολογία απεικόνισης είναι τόσο διαδεδομένη. Από την πλευρά των ασθενών είναι πιο εύκολο για εκείνους να προσδιορίσουν και να εξηγήσουν τα συμπτώματά τους με τη χρήση λογισμικών, τα οποία για παράδειγμα παρουσιάζουν την επίδραση του καταρράκτη στο ανθρώπινο μάτι και έτσι διευκολύνεται η αναγνώριση των συμπτωμάτων. Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας βοηθάει



αφενός το νοσοκομειακό προσωπικό να βρει πιο γρήγορα τις φλέβες και αφετέρου τους χειρουργούς κατά τη διάρκεια μιας επέμβασης. Άλλωστε, οι περισσότερες από τις ιατρικές εφαρμογές έχουν δημιουργηθεί για αυτόν τον τελευταίο λόγο. Πιο αναλυτικά, τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας προβάλλουν τρισδιάστατες εικόνες των προεγχειρητικών μελετών απεικόνισης του ασθενούς, όπως της μαγνητικής τομογραφίας, και παρέχουν στον χειρουργό την απαραίτητη όψη της εσωτερικής ανατομίας την κρίσιμη ώρα της επέμβασης (Vallino, 1998). Έτσι, διευκολύνεται η οπτικοποίηση της τρισδιάστατης ανατομίας της πληγείσας περιοχής, όπου μπορεί να χρειάζεται να αφαιρεθεί ένας όγκος, και το σύστημα βελτιώνει σε σημαντικό βαθμό την αντίληψη και μειώνει τις πιθανότητες ανθρώπινου σφάλματος. Η επαυξημένη πραγματικότητα εφαρμόζεται κυρίως στη νευροχειρουργική, όπου ο εγκέφαλος είναι πιο σταθερός από ότι άλλα μέρη του σώματος και έτσι επιτυγχάνεται με μεγαλύτερη ευκολία η ακριβής καταγραφή των συντεταγμένων (Vyas et al., 2017).

Φυσικά, η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας έρχεται και με τα δικά της μειονεκτήματα και εμπόδια, όπως κάθε άλλη. Συχνά, κατά την εφαρμογή της σε πιλοτικό στάδιο, δεν επιτυγχάνεται η πλήρης ανάπτυξη της λόγω διάφορων περιορισμών. Η αποτυχία των συστημάτων να προσελκύσουν τους χρήστες οφείλεται σε υποβέλτιστο σχεδιασμό, επικοινωνία και εφαρμογή (Boland, 2019). Η υιοθέτηση από τους οργανισμούς θα πρέπει να περιλαμβάνει προχωρημένες λειτουργίες, όπως είναι η επεκτασιμότητα σε όλους τους υπολογιστές, τους καταναλωτές και τις ιστοσελίδες. Επίσης, χρειάζονται, μεταξύ άλλων, διαισθητικές διεπαφές χρηστών, μείωση της αναμονής για τη φόρτωση ενός βίντεο, η προστασία των πληροφοριών και η πρόσβαση από τους χρήστες. Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας βασίζεται στη συλλογή, την ανάλυση και την ανακατανομή των διάφορων τύπων δεδομένων. Ένας από τους σημαντικότερους περιορισμούς κατά την υιοθέτηση της τεχνολογίας είναι η ιδιωτικότητα των χρηστών και η ψηφιακή ασφάλεια. Αυτό, αποτελεί τη μεγαλύτερη επίπτωση στη συνεχή παρακολούθηση και καταγραφή της συμπεριφοράς του χρήστη σε όλα τα κοινωνικά, πολιτισμικά και σχετικά με το IP εμπόδια. Επίσης, με την έλλειψη της ιδιωτικότητας δημιουργείται εύφορο έδαφος για τα κυβερνο-εγκλήματα, αφού ο καθένας θα μπορούσε να υποκλέψει και να έχει πρόσβαση σε εμπιστευτικά δεδομένα που βρίσκονται στο cloud, αλλά και σε περίπτωση απλού ατυχήματος, τα δεδομένα αυτά θα μπορούσαν να χαθούν. Εκτός αυτού, υπάρχει και η πιθανότητα νομικής παράβασης, δεδομένης της καταγραφής του περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο από τις κινητές συσκευές.

Επί προσθέτως, υπάρχουν τεχνολογικοί περιορισμοί καθώς η επαυξημένη πραγματικότητα στηρίζεται στις εξελίξεις της τεχνητής νοημοσύνης, όπως είναι το machine learning, η υπολογιστική όραση, η επεξεργασία της μητρικής γλώσσας και άλλες. Ως εκ τούτου, είναι προφανές ότι απαιτούνται συνεχώς νέες τεχνολογίες και μοντέλα με ικανές δυνατότητες για την ομαλή εκτέλεση των εφαρμογών. Ακριβώς γι' αυτό το λόγο, όμως, φράσσεται και η αγορά. Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας είναι ακριβή, όχι μόνο όσον αφορά στην ανάπτυξή και την εφαρμογή της, αλλά και όσον αφορά στη συντήρησή της. Έτσι, οι μικρές εταιρείες βρίσκονται σε μειονεκτική θέση εξαιτίας της έλλειψης των αναγκαίων πόρων. Επίσης, σημειώνεται ότι στην αγορά της επαυξημένης πραγματικότητας τα λογισμικά, τα υλικά και τα πλαίσια δεν χαρακτηρίζονται από ομοιομορφία στα δεδομένα τους σχετικά με την επεξεργασία, τη διαχείριση, την αποθήκευση και τις απαιτήσεις για την ενσωμάτωση σε συσκευές.

Προκειμένου ο χρήστης να μπορέσει να βιώσει την εμπειρία της επαυξημένης πραγματικότητας στο μέγιστο, χρειάζεται πρώτα να έχει ένα βασικό υπόβαθρο γνώσεων και μια στοιχειώδη εξοικείωση. Σημαντικό μειονέκτημα, επίσης, είναι ότι οι χρήστες εκτίθενται σε πιθανούς κινδύνους και τραυματισμούς, τόσο σωματικούς όσο και ψυχικούς, λόγω της απορρόφησης τους στον εικονικό κόσμο και της τροποποίησης της πραγματικότητας. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού είναι η εφαρμογή *Pokémon Go*, η οποία ήταν ιδιαίτερα διαδραστική και δημιούργησε πολλές αντιπαραθέσεις λόγω των ατυχημάτων και των θανάτων που προκάλεσε (Sharwood, 2017). Τέλος, σε περιπτώσεις όπου τα πάντα διευκολύνονται στο ίδιο μέρος, είτε μέσω smartphones είτε μέσω έξυπνων γυαλιών, οι χρήστες οδηγούνται στις ελάχιστες δυνατές φυσικές κινήσεις, κάτι που βλάπτει την υγεία τους.

### 3.5 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στα Logistics

Τα logistics αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο των συστημάτων κατασκευής και είναι αυτά που οδηγούν στη βελτίωση της απόδοσης ολόκληρου του συστήματος και στην αποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων πόρων (Wang et al., 2018). Η ταχύτατη εξάπλωση των τεχνολογιών της Βιομηχανίας 4.0 αποτελεί πρόκληση για τα όρια των logistics, τα οποία πλέον δεν περιορίζονται στην απλή διαχείριση της μεταφοράς και της αποθήκευσης των φυσικών αγαθών. Αντιθέτως, διευρύνονται στο συντονισμό όλων των φάσεων που διακρίνονται κατά την προμήθεια, την παραγωγή και τις πωλήσεις μιας επιχείρησης, αλλά και στις σχέσεις με τους συνεργάτες της εφοδιαστικής αλυσίδας (Pulina & Timpanaro, 2012). Για τη διατήρηση αυτής της τάσης, οι τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας θα μπορούσαν να αναβαθμίσουν δραματικά τη φύση και τη λειτουργία των συστημάτων logistics. Με την εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών, οι εταιρείες logistics μπορούν να βελτιστοποιήσουν την αποτελεσματικότητά τους, όπου δεν είναι εφικτό μέσω του ανθρώπινου παράγοντα, να αναπροσδιορίσουν τη συμπεριφορά και τις πρακτικές τους, να λειτουργούν ενεργητικά και όχι παθητικά, να αυτοματοποιήσουν τις διαδικασίες τους και να εξυπηρετούν με τρόπο προσωποποιημένο αντί τυποποιημένο (Gesing & Peterson, 2018).

Λόγω της διαρκούς αύξησης του αυτοματισμού τόσο στην παραγωγή όσο και στα logistics, καθίσταται όλο και πιο αναγκαία η ενσωμάτωση του ψηφιακού εξοπλισμού στους εργαζόμενους και τις διαδικασίες (Azuma, 2001). Οι περισσότερες διαδικασίες των εσωτερικών (inhouse) logistics, όπως η αποθήκευση και η αφαίρεση αποθέματος, σήμερα, είναι αυτοματοποιημένες. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμα διαδικασίες όπου ο αυτοματισμός δεν είναι πλήρως εφαρμοσμένος και η απόδοση εξαρτάται από τον ανθρώπινο παράγοντα, σχετικά με τις αποφάσεις, την εμπειρία, την εξειδίκευση ή/και τη διάθεση. Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται η συλλογή παραγγελιών, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική και επηρεάζει την ποιότητα της παράδοσης και τις σχέσεις μεταξύ πελατών και προμηθευτών. Επίσης, χαρακτηρίζεται από επαναληψιμότητα και απαιτεί υψηλά επίπεδα συνεχόμενης συγκέντρωσης και επιδεξιότητων και τα σφάλματα που συμβαίνουν από τους εργαζόμενους έχουν αρνητική επιρροή στην επιχείρηση και πιθανώς να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητες οικονομικές συνέπειες (Reif and Walch, 2008). Έτσι, απαιτείται η χρήση μιας τεχνολογίας που θα διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα στους ανθρώπους και τα μηχανήματα, θα μειώνει τον εργασιακό φόρτο και θα απλοποιεί την καθημερινή ρουτίνα. Η αναγνώριση σκηνών και οι εικονικές πληροφορίες που παράγονται από τα συστήματα επαυξημένης

πραγματικότητας επιτρέπουν την αυτόνομη ταυτοποίηση της τοποθεσίας ενός προϊόντος και επιδεικνύουν τη βέλτιστη διαδρομή που θα πρέπει να ακολουθηθεί, ώστε να μετακινηθεί το προϊόν αυτό με ταχύτερο ρυθμό (Merlino and Spröge, 2017). Επίσης, οι προβαλλόμενες οδηγίες εφαρμόζονται σε εργασιακούς χώρους, όπου τα καθήκοντα είναι περίπλοκα και αλλάζουν συνεχώς.

Κατά κύριο λόγο, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τομείς των logistics που λειτουργούν από τους ανθρώπους και η διαχείριση των σφαλμάτων θα μπορούσε να μειωθεί σημαντικά με την παροχή πρόσθετων πληροφοριών. Οι συνήθεις περιπτώσεις χρήσης είναι η αποδοχή αγαθών (goods receipt), η αποθήκευση (storing), η συλλογή παραγγελιών (order picking), η διανομή (shipping), η αποθεματοποίηση (inventory), αλλά και οι υπηρεσίες πρόσθετης αξίας (value added services). Η περισσότερη έρευνα, με τεράστια διαφορά, έχει πραγματοποιηθεί για τη συλλογή παραγγελιών, στην οποία αποδίδεται περισσότερο από το 50% του κόστους των διαδικασιών τη αποθήκης. Έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στο πως ο χειριστής θα μπορούσε να βοηθηθεί με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (Reif, & Günthner, 2009) και στο ποιος είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος να υποδεικνύεται η θέση αποθήκευσης στον εργαζόμενο (Schwerdtfeger & Klinker, 2008). Σύμφωνα με την αναφορά της DHL «Augmented Reality in Logistics», οι εταιρείες, όπως οι Knapp, SAP και Ubimax, προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας για να ενσωματώσουν μαζί τις διάφορες λειτουργίες, έτσι ώστε να επιτύχουν γρηγορότερες, χωρίς σφάλματα και φιλικές προς το χρήστη διαδικασίες συλλογής παραγγελιών. Αυτές οι λειτουργίες μπορεί να είναι η αναγνώριση αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο, η ανάγνωση γραμμωτού κώδικα (barcode) και η πλοήγηση στον εσωτερικό χώρο (Glockner et al., 2014).

### 3.5.1 Προγραμματισμός Παραγωγής (Production Planning)

Στο στάδιο του προγραμματισμού παραγωγής η επαυξημένη πραγματικότητα παίζει σημαντικό ρόλο στην αρχική σύλληψη και ανάπτυξη των προϊόντων, ενώ απομακρύνεται από τις τυπικές τεχνικές που παρουσιάζουν περιορισμούς στην έκθεση περίπλοκων και ειδικών υλικών και μοτίβων (Park et al., 2015). Οι σχεδιαστές μπορούν να βυθιστούν πλήρως στον πρωτοφανή αισθητικό σχεδιασμό, ο οποίος είναι ευέλικτος, διαισθητικός και βασίζεται στην ανατροφοδότηση.

Η αυξημένη οπτικοποίηση των συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας μεγιστοποιεί την αναγνωσιμότητα του μοντέλου του προϊόντος μέσω της χρήσης καινοτόμων εργαλείων, όπως είναι οι τρισδιάστατες οθόνες, οι εικονικές σπηλιές και τα προσαρτημένα στο κεφάλι γυαλιά (Januszka & Moczulski, 2010). Έτσι, είναι δυνατόν οι σχεδιαστές να αλληλεπιδρούν με τον εικονικό κόσμο, να τροποποιούν αποτελεσματικά το πρωτότυπο του προϊόντος και διευκολύνεται η εργασία διατάσσοντας τα εικονικά αντικείμενα στις τρεις διαστάσεις. Οι Ng et al. (2010; 2011) και Luh et al. (2013) έχουν αναπτύξει συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας για να υποστηρίξουν μια διαδικασία σχεδιασμού πιο συμμετοχική, καθώς εμπλέκουν άμεσα και τους πελάτες. Με την ανάμειξη των εικονικών και των πραγματικών αντικειμένων στο ίδιο περιβάλλον, οι σχεδιαστές μπορούν να παρέχουν στους πελάτες εργαλεία να δημιουργήσουν, να οπτικοποιήσουν και να δώσουν νόημα στα αντικείμενα. Επομένως, η επαυξημένη πραγματικότητα απεικονίζει το εργαλείο με το οποίο ελέγχεται ο

διάλογος μεταξύ του σχεδιαστή, του συστήματος και του πελάτη, αν αυτός περιλαμβάνεται στη διαδικασία. Μάλιστα, σύμφωνα με έρευνες, οι τεχνικές της επαυξημένης πραγματικότητας βελτιώνουν την αντίληψη των σχεδιαστών και παρέχουν βαθύτερη κατανόηση της ανάπτυξης του προϊόντος, η οποία δε θα ήταν δυνατό να επιτευχθεί με τα συμβατικά συστήματα CAD (Shin et al., 2005). Τέλος, η εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας ωφελεί τον προγραμματισμό της παραγωγής και το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων με την απλοποίηση της διαδικασίας του σχεδιασμού, τη μείωση του απαιτούμενου χρόνου και κόστους για την ανάπτυξη του προϊόντος και το μετριασμό των πιθανών σφαλμάτων που μπορούν να πραγματοποιηθούν στα μετέπειτα στάδια.

### 3.5.2 Δραστηριότητες Αποθήκευσης (Warehousing Activities)

Τα αρχικά στάδια στη βελτίωση των δραστηριοτήτων αποθήκευσης είναι ο αποτελεσματικός σχεδιασμός της διάταξης της εγκατάστασης (Al-Hawari et al., 2014; Kovacs & Kot, 2017) και οι αποτελεσματικές διαδικασίες συλλογής παραγγελιών (Zhang et al., 2017; Rim & Park, 2008). Όσον αφορά στον προγραμματισμό και το σχεδιασμό της διάταξης της εγκατάστασης, η επαυξημένη πραγματικότητα θα μπορούσε να βελτιώσει και να βοηθήσει στη μείωση του χρόνου διαχείρισης των υλικών και να βελτιστοποιήσει τις συνθήκες λειτουργίες ως προς την παραγωγικότητα, την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα. Χάρη στην οπτικοποίηση των πληροφοριών, γίνονται πιο εύληπτες οι διαστάσεις της αποθήκης, η περιγραφή της διάταξης και η κατανομή του χώρου.

Οι κύριες λειτουργίες της αποθήκης συνοψίζονται στην αποδοχή των αγαθών, την αποθήκευση, τη συλλογή παραγγελιών και τη διανομή (Davarzani and Norrman, 2015).

#### Αποδοχή Αγαθών (Goods Receipt)

Η αποδοχή των αγαθών είναι το πρώτο στάδιο των εσωτερικών logistics. Εκεί, συγκεντρώνονται τα διαφορετικά είδη αγαθών, τα οποία έχουν και διαφορετικές ποσότητες. Τα βασικά καθήκοντα είναι η εκφόρτωση των φορτηγών, η μεταφορά στα χρησιμοποιούμενα εμπορευματοκιβώτια (containers) και ο ποιοτικός έλεγχος πριν τη μεταφορά στην αποθήκη. Μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας μειώνεται ο φόρτος των εργαζομένων και η χρήση της συνοψίζεται στις εξής διαδικασίες (Wang et al., 2020):

1. Σάρωση πληροφοριών προϊόντος
2. Ενεργοποίηση αυτόματης επιθεώρησης του προϊόντος που παραλαμβάνεται για τον έλεγχο της ποιότητας και της ποσότητας που αναγράφεται στο δελτίο παράδοσης
3. Προβολή πληροφοριών εκφόρτωσης
4. Προβολή οδηγιών μεταφόρτωσης βήμα προς βήμα για την αποτελεσματική εκφόρτωση του εμπορευματοκιβωτίου σύμφωνα με το μέγεθος, τις διαστάσεις και το βάρος

#### Αποθήκευση (Storing/Warehousing)

Η λειτουργία αυτή περιλαμβάνει εργασίες όπως η ταυτοποίηση των άρθρων (articles), η μεταφορά στην αποθήκη και η αποθήκευση των αντικειμένων σε αυτή. Στόχος είναι οι μικροί χρόνοι διεκπεραίωσης, η επίτευξη υψηλής ποιότητας της διαδικασίας και η αύξηση της ευελιξίας όσον αφορά στην αποθήκευση. Επομένως, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας περιλαμβάνει τις παρακάτω διαδικασίες (Wang et al., 2020):

1. Ενημέρωση του χειριστή για τα νέα διανεμημένα καθήκοντα
2. Προβολή της βέλτιστης θέσης αποθήκευσης για τα εισερχόμενα αντικείμενα
3. Προβολή εικόνας και λεπτομερειών του αντικειμένου προς αποθήκευση
4. Προβολή χάρτη σε πραγματικό χρόνο και δυναμικές πληροφορίες κίνησης
5. Υπόδειξη της βέλτιστης διαδρομής προς τη θέση αποθήκευσης
6. Υπόδειξη της τρέχουσας κατάστασης του εργαζόμενου στη συλλογή παραγγελιών (picker) και του επόμενου βήματος της διαδικασίας
7. Έλεγχος θέσεων που απαιτούν ανεφοδιασμό κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης
8. Κράτηση (book) των εμπορευμάτων στο σύστημα διαχείρισης της αποθήκης (Warehouse Management System – WMS)

#### Συλλογή Παραγγελιών (Order Picking)

Η συλλογή των παραγγελιών είναι μια βασική διαδικασία αποθήκευσης και επηρεάζει σημαντικά την παραγωγικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να έχει σπουδαία εφαρμογή στη δραστηριότητα αυτή. Ο χειριστής αποκτά πρόσβαση σε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για το περιβάλλον από το σύστημα αποθήκευσης μέσω της συσκευής επαυξημένης πραγματικότητας. Το σύστημα συλλέγει τις πληροφορίες σχετικά με τις παραγγελίες που σχετίζονται με τους χρήστες και τις εμφανίζει στον χειριστή μέσω της διεπαφής (Wang et al., 2020).

Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται για να διευρύνει το οπτικό πεδίο του εργαζόμενου, διασφαλίζοντας του παράλληλα μεγαλύτερη ορατότητα, ευελιξία και καθοδήγηση. Έτσι, έχει παρατηρηθεί ότι όταν προβάλλεται το επόμενο αντικείμενο προς συλλογή στο HMD ή σε μια οθόνη προσαρτημένη στο καρότσι που χρησιμοποιείται, αυξάνεται η απόδοση συγκριτικά με τις έντυπες λίστες ή τα συστήματα Pick-by-Light, όπου μικρές λάμπες ή LEDs πάνω στα ντουλάπια αποθήκευσης υποδεικνύουν την κατάλληλη θέση συλλογής (Guo et al., 2014). Επίσης, μελέτες έχουν δείξει πως τα συστήματα συλλογής που βασίζονται στην επαυξημένη πραγματικότητα, όπως είναι τα Pick-by-Vision, ενισχύουν την ορατότητα και αυξάνουν σε μεγάλη κλίμακα την απόδοση των διαδικασιών συλλογής παραγγελιών (Reif & Günthner, 2009). Εκτός αυτών, οι χειριστές της αποθήκης είναι πιο χαλαροί και αυξάνεται η συγκέντρωση και τα επίπεδα προσοχής κατά τη διάρκεια της συλλογής. Πιο συγκεκριμένα, οι εργαζόμενοι που εξοπλίζονται με έξυπνα γυαλιά επωφελούνται από τα υψηλότερα επίπεδα ευελιξίας και άνεσης, αποφεύγοντας τις αχρείαστες κινήσεις του κεφαλιού (Mugauer et al., 2018), αφού όλες οι απαραίτητες πληροφορίες εμφανίζονται στο οπτικό τους πεδίο. Αυτό έχει επίσης ως αποτέλεσμα και τη μείωση των σφαλμάτων.

Οι διαδικασίες που σχετίζονται με τη συλλογή των παραγγελιών και τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας συνοψίζονται παρακάτω (Wang et al., 2020).

1. Ενημέρωση του χειριστή για το επόμενο καθήκον που του έχει ανατεθεί
2. Προβολή εικόνας και πληροφοριών του αντικειμένου προς συλλογή
3. Προβολή της θέσης αποθήκευσης του αντικειμένου προς συλλογή
4. Προβολή της κατάλληλης διαδρομής που πρέπει να ακολουθηθεί, ώστε να φτάσει στη θέση αποθήκευσης
5. Επισήμανση της φυσικής θέσης με το απαιτούμενο αντικείμενο

6. Ενημέρωση για τα σφάλματα και τις πιθανές διαταραχές
7. Σάρωση του γραμμωτού κώδικα του αντικειμένου, ώστε να ανατεθεί στο καρότσι συλλογής ή να εμφανιστούν περισσότερες πληροφορίες
8. Επισήμανση της τοποθεσίας του αντικειμένου μέσα στο καρότσι συλλογής για ταξινόμηση κατά τη διάρκεια της συλλογής
9. Παροχή πληροφοριών για την αποφυγή συνωστισμού στους διαδρόμους
10. Παρακολούθηση της κατάστασης και της απόδοσης του εργαζόμενου

Οι εργαζόμενοι μπορούν να δουλεύουν χωρίς να κρατάνε έντυπες λίστες και έχοντας τα χέρια τους ελεύθερα. Όλες οι παραγγελίες φτάνουν στον χρήστη σε πραγματικό χρόνο και κάθε κίνηση εμπορευμάτων ενημερώνεται απευθείας στο σύστημα διαχείρισης της αποθήκης. Το ίδιο ισχύει και για το υπόλοιπο προσωπικό της αποθήκης, το οποίο έχει γρήγορη και εύκολη πρόσβαση σε πληροφορίες για την τρέχουσα κατάσταση των παραγγελιών.

#### Διανομή και Διαχείριση Υλικών (Shipping & Handling)

Στο στάδιο αυτό συγκεντρώνονται και συσκευάζονται όλα τα προϊόντα που πρέπει να αποσταλούν στους πελάτες. Τα υλικά διαχειρίζονται με διαφορετικό τρόπο κάθε φορά, ανάλογα με τις απαιτήσεις του πελάτη ή τα εσωτερικά πρότυπα. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί η συσκευασία των φορτίων προς αποστολή και η φόρτωσή τους πριν την ώρα αναχώρησης του φορτηγού. Για την υποστήριξη αυτής της διαδικασίας μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας, έχουν συγκεντρωθεί οι παρακάτω λειτουργίες (Wang et al., 2020).

1. Υπόδειξη κατάλληλου είδους χαρτόκουτου προς χρήση
2. Υπόδειξη βέλτιστου τρόπου τοποθέτησης των αντικειμένων εντός του πακέτου
3. Υπόδειξης κατάλληλης τοποθεσίας/παλέτας για την αποστολή
4. Υπόδειξη κατάλληλης τοποθέτησης των παραγγελιών μέσα στην παλέτα ή το φορτηγό, ανάλογα με το είδος της παραγγελίας, τον προορισμό και την ευθραυστότητα του πακέτου
5. Υπόδειξη κατάλληλου χώρου φόρτωσης
6. Έλεγχος φόρτωσης των προϊόντων στο φορτηγό

Επίσης, με την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας βελτιώνονται και οι μετακινήσεις. Οι εργαζόμενοι μπορούν να ελέγχουν τη φόρτωση των εμπορευμάτων, να ανιχνεύουν ζημιές και να ελέγχουν τις σωστές τοποθεσίες αρκετά γρηγορότερα από ότι χειροκίνητα. Με τη χρήση φορετών τρισδιάστατων αισθητήρων βάθους και σαρωτών, είναι δυνατό να ελέγχουν τον αριθμό ή τον όγκο των παλετών/πακέτων σαρώνοντας συγκεκριμένους δείκτες (Cardoso, 2019). Στη σύγχρονη εποχή, αρκετές οικονομικές διαδικασίες εξαρτώνται από την ροή των φυσικών αγαθών και η κυκλοφοριακή συμφόρηση συχνά την καθυστερεί, η οποία εκτιμάται ότι κοστίζει στην Ευρώπη περίπου το 1% του ΑΕΠ κάθε χρόνο (Glockner et al., 2013). Στο μέλλον, οι οδηγοί θα λαμβάνουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας, είτε μέσω γυαλιών είτε μέσω έξυπνων παρμπρίζ, έτσι ώστε να μη χρειάζεται να στρέψουν το βλέμμα τους οπουδήποτε αλλού εκτός από το δρόμο, υπερνικώντας τα σύγχρονα συστήματα πλοήγησης (Cardoso, 2019). Λαμβάνοντας υπόψη την οικονομική ανάπτυξη, την αύξηση της αγοράς και της ροής μετακινήσεων σε πολλές περιοχές, καθίσταται απαραίτητη η παροχή λεπτομερών λειτουργιών αποστολής, όπως

έγγραφα σχετικά με τους κανονισμούς και τις συναλλαγές. Εισάγοντας την επαυξημένη πραγματικότητα στον τομέα των μετακινήσεων μειώνονται οι καθυστερήσεις σε λιμάνια και αποθήκες που οφείλονται στις μεταφράσεις εγγράφων, τη σάρωση λέξεων – κλειδιών και την ταυτοποίηση της ταξινόμησης κωδικού εμπορεύματος. Επομένως, οι λίστες φορτίων και οι οδηγίες σε έντυπη μορφή αντικαθίστανται πλήρως (Cardoso, 2019).

#### Αποθεματοποίηση και Προγραμματισμός Αποθήκης (Inventory and Warehouse Planning)

Μέσω μιας συσκευής επαυξημένης πραγματικότητας ο εργαζόμενος μπορεί να λάβει την προγραμματισμένη λίστα αποθεμάτων προϊόντων, όπως επίσης και τη σύνοψη και αναλυτική περιγραφή των αντικειμένων. Αν το προϊόν είναι στην σωστή θέση, τότε εμφανίζεται θετική ανατροφοδότηση. Όσον αφορά στην αποθεματοποίηση, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας παρατηρείται στις παρακάτω δραστηριότητες (Wang et al., 2020).

1. Προβολή πληροφοριών σχετικά με τη συσκευασία και το στοίβαγμα των προϊόντων
2. Αποτύπωση του αριθμού των διαθέσιμων αντικειμένων εντός της αποθήκης

Στο πραγματικό βιομηχανικό περιβάλλον οι γραμμές παραγωγής και τα εφοδιαστικά δίκτυα ενημερώνονται και προσαρμόζονται συνέχεια και συχνά είναι απαραίτητη η εκ νέου κατασκευή τους. Ως εκ τούτου, απαιτούνται εργαλεία προγραμματισμού με δυνατότητες παραγωγής ή σχεδιασμού ενός αναλυτικού μοντέλου για τα συστήματα της αποθήκης πριν την πραγμάτωση του συνολικού εγχειρήματος. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομούνται χρήματα και οι σχεδιαστές των logistics μπορούν να εξετάσουν πλήρως τα σχέδια τους πριν τα εφαρμόσουν. Επομένως, με τη χρήση συσκευών επαυξημένης πραγματικότητας διευκολύνονται (Wang et al., 2020):

1. Η οπτικοποίηση της αποθήκης σε κανονική κλίμακα πριν την έναρξη της κατασκευής
2. Η μοντελοποίηση της ροής εργασιών εντός της εγκατάστασης και η εξέταση των συστημάτων μέτρησης

#### Υπηρεσίες Πρόσθετης Αξίας και Λοιπές Εφαρμογές (Value Added Services)

Η εφαρμογή της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας συναντάται και στη διαχείριση, την επικοινωνία, τις υπηρεσίες πρόσθετης αξίας και τη διασφάλιση της ποιότητας (Wang et al., 2020).

Όσον αφορά τη διαχείριση (management), με την επαυξημένη πραγματικότητα διευκολύνεται η παρακολούθηση των εργαζομένων, καθώς καταγράφονται συνεχώς τα δεδομένα των διαδικασιών και η ροή των εργασιών κατά τη διάρκεια κάθε δραστηριότητας. Έτσι, είναι εφικτή η μοντελοποίηση των διαδικασιών τη στιγμή που οι εργαζόμενοι εκτελούν τα καθήκοντά τους. Για παράδειγμα, οι υπεύθυνοι μπορούν μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας να βλέπουν την αξιολόγηση των pickers βάσει της καθημερινής τους απόδοσης και έτσι να αναθέτουν στον καθένα τα κατάλληλα καθήκοντα, σύμφωνα με τον φόρτο εργασίας σε πραγματικό χρόνο και την προτεραιότητα των εργασιών στο χώρο συλλογής.

Στο κομμάτι της επικοινωνίας, η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται για την προβολή της λίστας ελέγχου στη συλλογή παραγγελιών ή την προβολή των πλάνων επιθεώρησης για το απόθεμα. Επίσης, είναι εφικτή η αμφίδρομη μετάδοση βίντεο σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας σε εξωτερικούς συνεργάτες (third party) να έχουν πρόσβαση στο οπτικό πεδίο

του χρήστη επαυξημένης πραγματικότητας. Τέλος, απλοποιείται η επικοινωνία μέσω της μετάφρασης των κειμένων ή με εικονογραφήματα.

Σχετικά με τις υπηρεσίες πρόσθετης αξίας και τη διασφάλιση της ποιότητας, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να κάνει εφικτό τον αυτόματο έλεγχο στα logistics. Στην περίπτωση αυτή, διευκολύνεται η ανίχνευση σφαλμάτων συλλογής και η ανατροφοδότηση προς τους εργαζόμενους, όπως επίσης η ανίχνευση και η αναφορά των σφαλμάτων που πραγματοποιούνται από αυτούς κατά την καταχώρηση πληροφοριών. Πιο συγκεκριμένα για τη διασφάλιση της ποιότητας, η πιθανή εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας περιορίζεται προς το παρόν στην καταγραφή των βλαβών και την αυτόματη προώθηση στη διαχείριση ποιότητας.

#### Περιορισμοί της Επαυξημένης Πραγματικότητας στις Δραστηριότητες της Αποθήκης

Εξετάζοντας την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στις λειτουργίες της αποθήκης, το αρχικό κόστος εγκατάστασης του συστήματος μπορεί να αυξήσει σημαντικά το κόστος των συνολικών επιχειρημάτων (Agarwal, 2016), καθώς μπορεί να επηρεάσει αρνητικά αυτούς που παίρνουν τις αποφάσεις (decision makers) και να απορρίψουν την εφαρμογή της τεχνολογίας. Περιοριστικός παράγοντας είναι και οι συσκευές, κυρίως όσον αφορά στο μέγεθος και το βάρος τους, όπως και η ανάπτυξη φιλικών προς το χρήστη εφαρμογών που βρίσκονται σε πλήρη αρμονία με το ζητούμενο πλαίσιο (Silverio et al., 2017).

Πιο συγκεκριμένα, οι Stoltz et al. (2017) αναφέρουν τους παρακάτω περιορισμούς της εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας.

#### 1. Μπαταρία

Οι μπαταρίες δεν είναι σχεδιασμένες ώστε να διαρκούν για τις βάρδιες πολλών ωρών και συχνά χρειάζεται οι εργαζόμενοι να κρατούν παραπάνω μπαταρίες πάνω τους ή να τις φορτίζουν επανειλημμένα.

#### 2. Φορετές συσκευές

Οι φορετές συσκευές (wearable devices) δεν είναι άνετες, ειδικά όταν η βάρδια διαρκεί πολλές ώρες και πιθανώς να πρέπει να βελτιωθεί ο σχεδιασμός του προϊόντος. Οι εργαζόμενοι εμφανίζουν συμπτώματα όπως η κούραση στα μάτια, πονοκέφαλοι ή/και σωματική κούραση (βάρος) λόγω της ίδιας της συσκευής. Επίσης, πολλές φορές νιώθουν ότι με τα HMDs καθυστερούν περισσότερο από ότι όταν χρησιμοποιούν συσκευές χειρός.

#### 3. Επεξεργαστές

Οι συσκευές υπερθερμαίνονται έπειτα από συνεχόμενη χρήση για πολλές ώρες.

#### 4. Ιδιωτικότητα

Υπάρχουν εργαζόμενοι που αισθάνονται ότι παραβιάζεται η ιδιωτικότητά τους όταν φορούν συνέχεια συσκευές με κάμερες και μικρόφωνα. Μια ακόμη ανησυχία αποτελεί και η εμπιστευτικότητα των πληροφοριών προσωπικού – επιχείρησης.



## 5. Ιδιοκτησία

Όπως προαναφέρθηκε, το αρχικό κόστος επένδυσης είναι υψηλό και ενδέχεται πολλές επιχειρήσεις να μην μπορούν να ανταποκριθούν. Επίσης, η εγκατάσταση και η συντήρηση των συστημάτων πληροφορικής αποτελούν σημαντικό κόστος.

### 3.5.3 Κατασκευή και Συντήρηση (Manufacturing & Maintenance)

Οι δραστηριότητες κατασκευής παρουσιάζουν αυξανόμενο δυναμικό μετασχηματισμό και οι διαδικασίες παραγωγής πλέον δεν είναι κυρίως έντονες σε εργασία και βασίζονται σε έξυπνα συστήματα και νέες τεχνολογίες. Επομένως, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να ανανεώσει πλήρως τη διαδικασία της κατασκευής (Wink et al., 2016). Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας δεν αποτελούν ξεχωριστά εργαλεία για τη βοήθεια στα διάφορα κατασκευαστικά καθήκοντα, αλλά ενσωματώνονται πλήρως στα εργοστάσια (Carozzi et al., 2014).

Στη συναρμολόγηση, οι τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας βοηθούν στη μείωση της πολυπλοκότητας της εργασίας, του χρόνου και του κόστους που απαιτούνται, όχι μόνο για τη συναρμολόγηση των κύριων μερών του προϊόντος, αλλά και για τις δοκιμές και τον έλεγχο της ποιότητας του προϊόντος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η συνεργασία της DHL με την Audi για την αποθήκευση και τη συναρμολόγηση των εξαρτημάτων της δεύτερης (Glockner, 2014). Η εταιρεία, εκμεταλλευόμενη του συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας και της τεχνητής νοημοσύνης, έχει βελτιστοποιήσει τις διαδικασίες συναρμολόγησης, έχει μειώσει τα ποσοστά σφαλμάτων και παρέχει διαισθητικούς τρόπους οπτικοποίησης των διαδικασιών και δημιουργίας οδηγιών για τον έλεγχο κάθε βήματος της διαδικασίας.

Η συντήρηση είναι ακόμα ένας τομέας όπου θα μπορούσε να αξιοποιηθεί η επαυξημένη πραγματικότητα. Τα μεγάλα και περίπλοκα εγχειρίδια και τα έγγραφα αντικαθίσταται από οδηγίες και κατευθύνσεις επαυξημένης πραγματικότητας χάρη στην αλληλεπίδραση και τη διαισθητική τους φύση. Τα AR συστήματα που χρησιμοποιούν τεχνικές γνώσης περιβάλλοντος (context-aware systems) αποδεικνύεται ότι παρέχουν προσαρμοσμένη λειτουργική υποστήριξη και βελτιώνουν την αποτελεσματικότητα της συντήρησης (Erkoyncu et al., 2017). Τα συστήματα αυτά προσαρμόζονται στα διαθέσιμα δεδομένα και τις ικανότητες των τεχνικών, χωρίς να απαιτείται προηγούμενη γνώση επαυξημένης πραγματικότητας του συγκεκριμένου τομέα. Επίσης, οι τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας απλοποιούν σημαντικά τα καθήκοντα της συντήρησης, εξασφαλίζουν τον αυξημένο έλεγχο των δεικτών συντήρησης και μειώνουν τα κόστη μεγιστοποιώντας τη διαθεσιμότητα και την ασφάλεια του εξοπλισμού (Buckl et al., 2011).

### 3.6 Γνωστική Εργονομία και Επαυξημένη Πραγματικότητα

Για το σχεδιασμό μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας, η οποία θα υποστηρίξει τη διαδικασία συλλογής παραγγελιών, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι βασικές αρχές σχεδιασμού και γνωστικής εργονομίας. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να αναλυθούν οι παράγοντες που έχουν τη μεγαλύτερη βαρύτητα στο νοητικό εργασιακό φόρτο. Αυτοί είναι αφενός οι προσωπικές προτιμήσεις του χρήστη και αφετέρου η πληροφόρηση σχετικά με την εμπειρία και τις ικανότητες αυτού. Όσον αφορά στον πρώτο παράγοντα, γίνεται λόγος για τη

δυνατότητα προσαρμογής χρωμάτων και μεγεθών γραμματοσειράς, ώστε να μειωθεί η αίσθηση του εργασιακού φόρτου. Για το δεύτερο παράγοντα εξετάζεται η χρήση διαφορετικών επιπέδων υποστήριξης ανάλογα με την τρέχουσα κατάσταση της διαδικασίας. Για παράδειγμα, ένας έμπειρος picker ενδέχεται να ενοχλείται από την υπερπληροφόρηση καθώς χρησιμοποιεί το ίδιο επίπεδο υποστήριξης με ένα νέο, λιγότερο έμπειρο, συνάδελφο (Elbert & Sarnow, 2019).

Η αύξηση της χρήσης υποστηρικτικών συστημάτων για την ενίσχυση της ανταλλαγής πληροφοριών, μέσω τεχνολογιών όπως η επαυξημένη πραγματικότητα, είναι πλέον αναπόφευκτη (Funk et al., 2016). Παράλληλα, όμως, επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό και το νοητικό φόρτο των χρηστών (Kretschmer et al., 2017). Μάλιστα, σύμφωνα με τους Ruffieux et al. (2015) υπό κανονικές συνθήκες, οι απλές κινητικές διαδικασίες, όπως το περπάτημα, δεν επηρεάζονται σημαντικά όταν εκτελούνται ταυτόχρονα με άλλα νοητικά απαιτητικά καθήκοντα και αυτό οφείλεται στη μικρή τους εξάρτηση από τους νοητικούς πόρους. Υπάρχουν όμως και δραστηριότητες που απαιτούν την αξιοποίηση όλων τα διαθέσιμων νοητικών πόρων και έτσι παρεμποδίζεται η εκτέλεση των κινητικών διαδικασιών. Επίσης, οι γνωστικές επιδεξιότητες των χρηστών συνδέονται άμεσα με την απόδοσή τους. Επομένως, η σχέση μεταξύ του νοητικού φόρτου μιας εργασίας και των νοητικών ικανοτήτων των χρηστών επηρεάζει την νοητική και κινητική τους απόδοση, η οποία είναι κρίσιμη για την αποτελεσματική διαδικασία συλλογής παραγγελιών (Elber & Sarnow, 2019).

Οι σημαντικές αρχές σχεδιασμού παρουσιάζονται παρακάτω (Hegarty, 2011).

1. Εμφάνιση μόνο των πληροφοριών που χρειάζονται για την εκτέλεση του επόμενου βήματος
2. Αναλογισμός των ικανοτήτων του χρήστη

Οι πληροφορίες θα πρέπει να είναι απλές και προτιμάται η γραφική έναντι της κειμενικής μορφής.

3. Εξασφάλιση επιθυμητής κατανόησης του περιεχομένου
4. Οι διαφορές σε μεγέθη και προσανατολισμό θα πρέπει να είναι αντιληπτές
5. Η μορφή θα πρέπει να ταιριάζει με το περιεχόμενο.

Η συμφωνία της μορφής και του περιεχομένου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα κατά την εμφάνιση της εικόνας του αντικειμένου προς συλλογή και της σωστής ποσότητας. Η φωτογραφία, θα πρέπει να εμφανίζει το προϊόν και την ποσότητα ταυτόχρονα, κάτι για το οποίο απαιτείται μεγάλη βάση δεδομένων με φωτογραφίες του κάθε αντικειμένου σε διαφορετικές ποσότητες ούτως ώστε να εμφανίζεται κάθε φορά η σωστή.

6. Υπογράμμιση των σημαντικών σημείων

Αυτό έχει νόημα περισσότερο για τις διαδικασίες και τις στιγμές κατά τις οποίες ο χρήστης έχει αμφιβολίες ή πιστεύει πως χρειάζεται η προσωπική του κρίση.

7. Παροχή μενού βοήθειας
8. Συνέπεια στην υπέρθεση των στιγμιότυπων στην οθόνη

Η συνέπεια σε όλες τις περιπτώσεις είναι ιδιαίτερης σημασίας για τη δημιουργία ενός συστήματος με διαφορετικά επίπεδα υποστήριξης, το οποίο θα μπορεί να αλλάζει κατά το χρόνο λειτουργίας. Επομένως, το περιεχόμενο θα πρέπει να είναι ίδιο σε όλα τα επίπεδα, στην ίδια θέση και να έχει το ίδιο σχέδιο.

#### 4. Παιχνιδοποίηση (Gamification)

Με τον όρο της παιχνιδοποίησης δεν εννοείται μόνο ο σχεδιασμός του παιχνιδιού, αλλά και η επίδραση από τη φιλοσοφία του παιχνιδιού (gaming). Το παιχνίδι και η παιχνιδοποίηση αποτελούν δυο διαφορετικούς όρους, παρά την κοινή τους ρίζα και δεν θα πρέπει να συγχέονται (Develop Greece). Ο Yu-kai Chou σε ομιλία του στο TEDxLausanne το 2014 έκανε λόγο για έναν κόσμο όπου η σκληρή δουλειά (labor) θα έχει ξεπεραστεί, αλλά όλα θα λειτουργούν καλύτερα από ποτέ, εκμεταλλευόμενα τη δύναμη του παιχνιδιού. Επίσης, οραματίζεται έναν κόσμο στον οποίο δεν θα υπάρχει πλέον ο διαχωρισμός ανάμεσα στο τι πρέπει να κάνεις και στο τι θέλεις να κάνεις. Ουσιαστικά, θα πρόκειται για το ίδιο ακριβώς πράγμα, κάτι που θα επιτευχθεί με τη μελέτη των κινητήριων δυνάμεων των ανθρώπων και την ένταξη τους στο σχεδιασμό του παιχνιδοποιημένου συστήματος. Μάλιστα, σύμφωνα με τον Brian Sutton Smith, ειδικός στη θεωρία παιγνίων, *«το αντίθετο του παιχνιδιού δεν είναι η εργασία, αλλά η κατάθλιψη»*.

Ο Karl Kapp, σύμβουλος και αναλυτής της παιχνιδοποίησης, σε ομιλία του στο TEDxNavesink το 2014, υπογράμμισε τα οφέλη των βίντεο παιχνιδιών στη ζωή του ανθρώπου, καθώς τον βοηθούν να σκέφτεται αντισυμβατικά και του παρέχουν ένα ευρύτερο οπτικό πεδίο τοποθετώντας τον σε μεγαλύτερο περιβάλλον. Επί της ουσίας, του δίνουν τη δυνατότητα να βλέπει τον εαυτό του ως τρίτο πρόσωπο, αντί για πρώτο, ενισχύοντας τον να δράσει διαφορετικά και με μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση. Τέλος, η Jane McGonigal υποστηρίζει ότι πολλές φορές οι άνθρωποι νιώθουν πως δεν είναι τόσο καλοί στην πραγματική τους ζωή, όσο στα βιντεοπαιχνίδια. Αυτό δεν περιορίζεται μόνο στην επιτυχία τους, αλλά σχετίζεται και με τα κίνητρα που διαθέτουν να πραγματοποιήσουν κάτι που έχει σημασία, να συνεργαστούν και γενικότερα να γίνουν η καλύτερη έκδοση του εαυτού τους. Σε περίπτωση αποτυχίας, ο παίκτης έχει μεγαλύτερη διάθεση να επιμείνει και να προσπαθήσει εκ νέου να πετύχει το σκοπό του συγκριτικά με την πραγματική ζωή, όπου καταβάλλεται από το άγχος και τα αρνητικά του συναισθήματα. Έτσι, ο απώτερος σκοπός της παιχνιδοποίησης είναι να εντάξει στον πραγματικό κόσμο και τα προβλήματά του την αίσθηση που αποκτά ο άνθρωπος κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, ότι δηλαδή μπορεί να καταφέρει τα πάντα.

##### 4.1 Ο Άνθρωπος και τα Παιχνίδια

Παιχνίδι ονομάζεται η εκτέλεση μιας δομημένης δραστηριότητας με στόχο την ψυχαγωγία ή την εκπαίδευση. Πρόκειται για μια ελεύθερη δραστηριότητα, που δε σχετίζεται με την καθημερινότητα του ανθρώπου – άρα δεν έχει και «σοβαρό» χαρακτήρα -, αλλά δύναται να απορροφήσει πλήρως τον συμμετέχοντα. Ο άνθρωπος, ως homo ludens (ο άνθρωπος που παίζει στα λατινικά), έχει έμφυτη την τάση να συμμετέχει στα παιχνίδια (Zichermann and Cunningham, 2011). Κατά τη διάρκεια αυτών, η ομορφιά του ανθρώπινου σώματος εν κινήσει φτάνει στο ζενίθ της, καθώς είναι γεμάτο με ρυθμό και αρμονία και για το λόγο αυτό μπορούμε

να θεωρήσουμε το παιχνίδι ως συνάρτηση του ζωντανού. Η έννοια όμως του παιχνιδιού θα πρέπει να διαχωρίζεται από κάθε μορφή με την οποία εκφράζουμε τη δομή της ψυχικής και κοινωνικής ζωής (Huizinga, 1949).

Ο J. Huizinga, επίσης, στο βιβλίο του *Homo Ludens* (1949) ορίζει τα χαρακτηριστικά των παιχνιδιών και αναφέρει ότι πρόκειται για μια εθελοντική δραστηριότητα. Τόσο τα ζώα όσο και τα μικρά παιδιά παίζουν, καθοδηγούμενα από το ένστικτό τους, για λόγους ευχαρίστησης αλλά και ανάπτυξης των σωματικών και ψυχικών λειτουργιών τους, όπως είναι η δύναμη της επιλογής. Για έναν ενήλικο άνθρωπο, ο οποίος κατακλύζεται από τις ευθύνες της καθημερινότητας, το παιχνίδι αποτελεί περιττή δραστηριότητα και παύει να αποτελεί φυσική ανάγκη ή καθήκον. Ως δεύτερο χαρακτηριστικό αναφέρει το γεγονός ότι σε «βγάζει» από την καθημερινή – συνηθισμένη σου ζωή και σε «βάζει» στη προσωρινή, νοητή σφαίρα της πραγματικότητας της δραστηριότητας αυτής (McGonigal, 2011). Στην ουσία, γίνεται λόγος για ένα ιντερλούδιο της καθημερινής ζωής, κατά το οποίο ο άνθρωπος μπορεί να χαλαρώσει και να ικανοποιήσει άμεσα κάποιες ανάγκες του. Κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού ο άνθρωπος βιώνει πληθώρα έντονων συναισθημάτων και μάλιστα, είναι δυνατόν να προκληθούν πάνω από 30 διαφορετικά συναισθήματα. Κάποια από αυτά είναι ο θυμός, η απογοήτευση, η έκπληξη και ο ενθουσιασμός. Μεγάλο μέρος των ανθρώπων συμμετέχουν στο παιχνίδι, όχι γι' αυτό καθ' αυτό, αλλά για την εμπειρία στο σύνολό της, η οποία είναι η έκρηξη αδρεναλίνης, η περιπέτεια και η πνευματική πρόκληση. Ωστόσο, υπάρχει περιορισμός στο χώρο και στο χρόνο. Το παιχνίδι έχει τη δική του δομή και σημασία, οπότε χρειάζεται και κανόνες.

Με το πέρασ των χρόνων αναπτύχθηκαν πολλές θεωρίες για τα παιχνίδια, τα οποία ως επιστημονικό θέμα προσεγγίστηκαν έμμεσα μέσω άλλων θεωρητικών προβληματισμών στην ψυχολογία, κατά το πρώτο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα (Takhvar, 1988). Ψυχαναλυτές, όπως οι Sigmund Freud και Eric Homburger Erikson, αναφέρθηκαν στην εκπλήρωση της επιθυμίας και του «εγώ», ενώ οι γνωστικοί θεωρητικοί, Jean Piaget και Lev Semjonovich Vygotsky, ασχολήθηκαν με τη γενικότερη ψυχολογική ανάπτυξη. Αυτοί, μεταξύ άλλων, διατύπωσαν τις πρώιμες θεωρίες για τα παιχνίδια, οι οποίες αποτέλεσαν και τη βάση για μετέπειτα έρευνες. Πιο αναλυτικά, εμπνευσμένοι από τη θεωρία κάθαρσης του Αριστοτέλη, Freud και Erikson υποστήριξαν πως με το παιχνίδι ο άνθρωπος, ειδικά το παιδί, ικανοποιεί και εξωτερικεύει τις υποσυνείδητες ανάγκες του. Ειδικά ο Freud, εστίασε στην έννοια της ψυχαναγκαστικής επανάληψης, έναν ψυχικό μηχανισμό για την αντιμετώπιση τραυματικών εμπειριών. Η ανάγκη για αυτή την επαναλαμβανόμενη συμπεριφορά μειώνεται όσο ο άνθρωπος μεγαλώνει και οργανώνει τις ψυχικές του άμυνες (Freud et al., 1990). Ο Erikson, από την άλλη, κάνει λόγο για τη θεραπευτική ιδιότητα του παιχνιδιού, συνδέοντάς το με την αναζήτηση του εαυτού. Για τον ενήλικα, πρόκειται για μέσο διαφυγής από την πραγματικότητα, ενώ ένα μικρό παιδί προσπαθεί να μάθει τον κόσμο μέσα από το παιχνίδι, προσεγγίζοντας τις εμπειρίες του (Δόγανης, 1990).

Για τον Piaget το παιχνίδι συνεισφέρει στην ανακάλυψη του κόσμου και στη διαμόρφωση της νοημοσύνης. Το παιδί μαθαίνει επενεργώντας και αντιδρώντας στο φυσικό και κοινωνικό του περιβάλλον, με τις γνωστικές προσαρμογές να προέρχονται από την εξισορρόπηση των διαδικασιών αφομοίωσης και συμμόρφωσης με εξάρτηση, όμως, από το αναπτυξιακό του επίπεδο (Αυγητίδου, 2001). Σε αντίθεση με τον Piaget έρχεται η θεωρία του Vygotsky πως τα

στάδια ανάπτυξης δεν είναι καθολικά και βιολογικά προσανατολισμένα. Τόσο οι βιολογικοί παράγοντες όσο και το περιβάλλον του ατόμου επηρεάζουν ισάξια τη συμπεριφορά του. Σύμφωνα με τον Ρώσο ψυχολόγο, το παιχνίδι συμβάλλει στην πολιτισμική ανάπτυξη του ανθρώπου (Vygotsky, 1933). Επίσης, υποστήριξε πως ο άνθρωπος συμμετέχει ενεργητικά στην ίδια του την ύπαρξη και πως το παιχνίδι πηγάζει σε μεγαλύτερο βαθμό από τον εαυτό του από ότι από το άμεσο περιβάλλον του. Μέσω αυτού, το παιδί βρίσκει την ικανοποίηση των συναισθηματικών του αναγκών που δεν μπορεί να του προσφέρει η κοινωνία. Σαφώς, υπάρχουν περισσότερες θεωρίες σχετικά με τα παιχνίδια και ενδεικτικά αναφέρονται η «Θεωρία της Πλεονάζουσας Ενέργειας» από τον Schiller και αργότερα τον Spencer, η «Θεωρία της Επιτυχίας ή Προβολής του Εγώ» από τον Janet, η «Θεωρία του Αταβισμού ή της Προγονικής Κληρονομικότητας» από τον G.S. Hall και η «Θεωρία της Ανακούφισης ή Αναψυχής» από τον Πλούταρχο και μετέπειτα τον Lazarus.

Είναι φανερό η συμβολή των παιχνιδιών στη ζωή του ανθρώπου και η σημασία τους για αυτόν. Ουσιαστικά τα παιχνίδια αποτελούν μια μορφή προσομοίωσης, από την οποία έλκονται οι άνθρωποι. Αυτό συμβαίνει διότι του επιτρέπουν να επεξεργάζεται πιθανά σενάρια αιτίου – αποτελέσματος, χωρίς να υποστεί τις αντίστοιχες συνέπειες στην πραγματική ζωή. Μέσω αυτών των σεναρίων, μπορούν να εξισορροπήσουν τις αντιδράσεις τους και να προβλέψουν τα πιθανά αποτελέσματα μιας δράσης και αυτός είναι και ο λόγος που περιβάλλουν τη ζωή τους από μια ευρύτατη ποικιλία προσομοιώσεων. Το ίδιο ισχύει και για τα παιδιά, καθώς προσομοιώνουν πράγματα και καταστάσεις που βλέπουν από τους «μεγάλους» χωρίς να εκτίθενται στον ίδιο κίνδυνο. Εκτός από αυτό, αναπτύσσουν σημαντικές κοινωνικές δεξιότητες όπως να επικοινωνούν λεκτικά, να μοιράζονται, να συνεργάζονται και να ηγούνται, να έχουν υπομονή, να αναμένουν τη σειρά τους και γενικότερα να χαίρονται την αλληλεπίδραση με τον υπόλοιπο κόσμο. Επίσης, μαθαίνουν να εστιάζουν και να επιμηκύνουν τη διάρκεια προσοχής τους, όπως και να υπακούουν σε κανόνες και τέλος την έννοια της ευγενούς άμιλλας.

Είναι αυτονόητο πως τα παιχνίδια απευθύνονται και στους ενήλικες. Με αυτά πυροδοτείται η φαντασία και η δημιουργικότητα τους, ενώ παράλληλα συνεισφέρουν στην ικανότητα τους να επιλύουν προβλήματα και στη διατήρηση της ψυχικής τους ευημερίας. Η αίσθηση του ανταγωνισμού που προκαλείται δίνει το έναυσμα στον άνθρωπο να προσπαθήσει όσο περισσότερο μπορεί και η συνεργασία εντείνει την αίσθηση της κοινωνικής ένταξης. Πιο συγκεκριμένα, ο συντονισμός και η ομαδική εργασία ωθούν τον άνθρωπο να βγει από τη ζώνη άνεσης του, να αναπτύξει στρατηγικές και να εκφραστεί πιο εύκολα. Επιπροσθέτως, τα παιχνίδια συμβάλλουν στην κατάρτιση των ορίων, πολιτισμικών, θρησκευτικών και γενικότερων πεποιθήσεων, προωθώντας την ενότητα, τον αλληλοσεβασμό και την αρμονία. Οι πυρετώδεις ρυθμοί της σύγχρονης καθημερινής ζωής καταβάλλουν τον άνθρωπο ψυχικά και σωματικά. Έτσι, το στοιχείο της διασκέδασης σε ένα παιχνίδι βοηθάει στην ανακούφιση από το άγχος με την απελευθέρωση των ενδορφινών και το στοιχείο της πρόκλησης βελτιώνει τη λειτουργία του εγκεφάλου, αποτρέποντας διάφορα προβλήματα απώλειας μνήμης.

Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως πολλές επιχειρήσεις έχουν αναγνωρίσει το σύνδεσμο των παιχνιδιών με την παραγωγικότητα και το ευχάριστο εργασιακό περιβάλλον. Έτσι, έχουν προχωρήσει στη διαμόρφωση ειδικών χώρων ψυχαγωγίας για το διάλειμμα των εργαζομένων, όπου μπορούν να παίζουν και να αποβάλλουν την οποιαδήποτε πιθανή ένταση. Τα

αποτελέσματα που έχουν παρατηρηθεί είναι η αύξηση της παραγωγικότητας, τα υψηλότερα ποσοστά ικανοποίησης από την εργασία, το αναπτερωμένο ηθικό στον εργασιακό χώρο, η μείωση των εργαζομένων που εσκεμμένα παραλείπουν να πάνε στη δουλειά και η μείωση του ποσοστού αντικατάστασης του προσωπικού (staff turnover). Η εργασιακή επιτυχία δεν εξαρτάται από το χρόνο που αφιερώνει ο άνθρωπος, αλλά από την ποιότητα της εργασίας του, η οποία κατ' επέκταση καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από την ψυχική του ευημερία. Το παιχνίδι στην εργασία διατηρεί τη λειτουργικότητα του ανθρώπου υπό συνθήκες πίεσης, αναζωογονεί το μυαλό και το σώμα του, αυξάνει την ενέργεια και προλαμβάνει την εξάντληση. Τέλος, δίνει το έναυσμα για την καινοτομία και τη δημιουργικότητα και βοηθάει τον άνθρωπο να δει και να αντιμετωπίσει τα προβλήματα από μια νέα οπτική γωνία.

Η αύξηση της παραγωγικότητας στην εργασία, όμως, δεν προκύπτει αναγκαστικά από τα διαλείμματα και την συμμετοχή των εργαζομένων στα παιχνίδια στους σχετικούς χώρους. Ήδη από το 2008 παρατηρείται η χρήση στοιχείων παιχνιδιών σε περιβάλλον εντελώς διαφορετικό από αυτό του παιχνιδιού. Η ιδέα της παιχνιδοποίησης (gamification), όπως ονομάζεται, πηγάζει από την ιδιότητα των παιχνιδιών να ψυχαγωγούν και να παρακινούν τους χρήστες να αφοσιωθούν με υπερβάλλοντα ζήλο και διάρκεια σε αυτά (Deterding, 2011). Τα στοιχεία αυτά είναι δυνατό να κάνουν άλλες ασχολίες πιο ελκυστικές, προσφέροντας μια ενθουσιώδη και δυναμική εμπειρία προς την επίτευξη κάποιου στόχου (Bunchball Inc., 2010).

## 4.2 Ορισμός της Παιχνιδοποίησης

Ο όρος της παιχνιδοποίησης προέρχεται από τη βιομηχανία ψηφιακών μέσων και έγινε ευρέως αποδεκτός κατά το πρώτο εξάμηνο του 2010, δύο χρόνια μετά την πρώτη τεκμηριωμένη χρήση του. Πιθανολογείται επίσης, ότι πρωτοεμφανίστηκε το 2002, όταν ο Nick Pelling χρησιμοποίησε τον όρο για να περιγράψει τον τρόπο με τον οποίο η εργασία του ως σύμβουλος θα μπορούσε να γίνει πιο διασκεδαστική. Ο διαχωρισμός με το κλασικό πλαίσιο παιχνιδιού θα πρέπει να είναι σαφής, αφού το δεύτερο είναι μη παραγωγικό, χαρακτηρίζεται από διασκέδαση και δεν έχει προκαθορισμένη έκβαση και ένα παιχνιδοποιημένο σύστημα δεν αποτελεί πλήρως αναπτυγμένο παιχνίδι (Cailliois, 1991).

Σύμφωνα με τον Deterding (2011) η παιχνιδοποίηση ορίζεται ως η χρήση των στοιχείων σχεδιασμού παιχνιδιών σε περιβάλλον που δεν αφορά παιχνίδι. Με τη χρήση του όρου «παιχνίδι» αναφέρεται στην εθελοντική συμμετοχή για την επίτευξη ενός στόχου ακολουθώντας κανόνες, με την ταυτόχρονη ύπαρξη συστήματος ανάδρασης και πληροφόρησης σχετικά με την πρόοδο που σημειώνεται. Με τον όρο «στοιχείο» επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός της παιχνιδοποίησης από τα λεγόμενα σοβαρά παιχνίδια, στα οποία η λειτουργία και η διασκέδαση συνυπάρχουν σε ίσα μέρη. Τα σοβαρά παιχνίδια επαυξάνουν την εκπαίδευση, την εκμάθηση ή την αλλαγή της συμπεριφοράς με σχεδιασμό παιχνιδιών και με διαφανείς και σαφείς τρόπους παρακίνησης. Οι χρήστες γνωρίζουν ότι το πρόγραμμα είναι ένα παιχνίδι το οποίο υποκινείται από συγκεκριμένο αποτέλεσμα ή επιχειρησιακό σκοπό. Ο «σχεδιασμός» αφορά στη χρήση του σχεδιασμού των παιχνιδιών έναντι των τεχνολογιών και των πρακτικών που βασίζονται σε αυτά. Τέλος το «περιβάλλον που δεν αφορά σε παιχνίδι» (non-game context) αναφέρεται σε όλο το ευρύ φάσμα εφαρμογής της παιχνιδοποίησης (Sailer et al., 2013).

Φυσικά, στη βιβλιογραφία εντοπίζονται κι άλλοι ορισμοί για την παιχνιδοποίηση. Αυτή αναφέρεται συχνά ως μια διαδικασία ενίσχυσης μιας υπηρεσίας με τη δυνατότητα της εμπειρίας του παιχνιδιού, προκειμένου να υποστηρίξει τη συνολική δημιουργία αξίας του χρήστη (Huotari & Hamari 2012). Στον συγκεκριμένο ορισμό παρατηρείται μια διαφοροποίηση από αυτόν του Sebastian Deterding, καθώς δεν προσδιορίζεται η φύση της υπηρεσίας. Έτσι, υπάρχει το περιθώριο να εννοηθεί πως το περιβάλλον μπορεί να αφορά και σε παιχνίδι. Επίσης, ως παιχνιδοποίηση ορίζεται και η χρήση του παιγνιώδους τρόπου σκέψης και των μηχανισμών των παιχνιδιών για την αφοσίωση των χρηστών και την επίλυση προβλημάτων (Zichermann & Cunningham, 2011).

Γενικότερα, η παιχνιδοποίηση εφαρμόζει τα διδάγματα των παιχνιδιών για την αλλαγή της συμπεριφοράς των χρηστών σε καταστάσεις που δεν αποτελούν παιχνίδια (Robson et al., 2015), ενώ παράλληλα επιδιώκεται η αύξηση της συμμετοχής και της δέσμευσής του (Negruşa et al., 2015). Πιο συγκεκριμένα, στόχος της παιχνιδοποίησης είναι η προσέλκυση, η ενεργοποίηση, η αφοσίωση και η βελτίωση της εμπειρίας, εν γένει, του χρήστη κατά τη συμμετοχή του σε μια δραστηριότητα (Hamari et al. 2014; Morschheuser et al., 2017).

### 4.3 Ιστορική Αναδρομή

Ήδη από την αρχαιότητα παρατηρείται η χρήση των παιχνιδιών για μη ψυχαγωγικούς σκοπούς. Ο Ηρόδοτος στο βιβλίο του «Ιστορίαι» αναφέρει πως όταν έπεσε λιμός στη Λιβύη στη Μικρά Ασία, ο βασιλιάς έδωσε διαταγή ο λαός να ασχολείται με παιχνίδια αντί να τρώει κάθε μέρα για να διατηρήσει τα αποθέματα τροφής (McGonigal, 2011). Αρκετά χρόνια αργότερα, το 1902, η Lizzie Magie δημιούργησε το γνωστό επιτραπέζιο παιχνίδι Monopoly, τότε The Landlord's Game, προκειμένου να απεικονίσει τα μειονεκτήματα του τότε συστήματος κατοχής γης (Ferrara, 2013). Το 1910 η εταιρεία δημητριακών Kellogg ήταν η πρώτη που έδωσε δώρο ένα βιβλίο με την αγορά δύο πακέτων δημητριακών, χρησιμοποιώντας τη διασκέδαση ως πόλο έλξης πελατών. Δύο χρόνια αργότερα, το 1912, η εταιρεία Cracker Jack υιοθέτησε επίσης τη νοοτροπία να δίνει δώρα με την αγορά κουτιών, όπως αυτοκόλλητα και κάρτες μπέιζμπολ.

Το 1959, ο κοινωνιολόγος στο Duke University, Donald F. Roy, δημοσίευσε μια μελέτη σχετικά με το στοιχείο της διασκέδασης στην εργασία. Παρατήρησε πως οι εργάτες ενός εργοστασίου στο Σικάγο παρουσίασαν αυξημένη παραγωγικότητα και ικανοποίηση, ξεφεύγοντας από τη μονοτονία της εργασίας τους παίζοντας ένα παιχνίδι με μια μπανάνα. Περίπου 20 χρόνια μετά, ο σχεδιαστής παιχνιδιών Richard Bartle δημιούργησε το παιχνίδι «MUD1», Multi-User Dungeon, το οποίο αποτέλεσε τον πρόδρομο παιχνιδιών όπως το World of Warcraft, στο δίκτυο υπολογιστών του πανεπιστημίου Essex. Στο παιχνίδι αυτό πρόσθεσε συνεργατικές και ανταγωνιστικές δραστηριότητες για τους παίκτες και τη διαδικασία στο σύνολο της την αποκάλεσε «παιχνιδοποίηση». Περίπου το 1980 πραγματοποιείται η πρώτη εμφάνιση του όρου σε επιστημονικά άρθρα και βιβλία και πραγματοποιούνται έρευνες σχετικά με αυτόν στην εκπαίδευση (Dale, 2014). Ωστόσο, και το Hollywood παρουσιάζει ενδιαφέρον για την παιχνιδοποίηση με χαρακτηριστικό παράδειγμα την ταινία War Games (Schell, 2014). Την ίδια χρονιά, με την χρήση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών να αυξάνεται ολοένα και περισσότερο, ο Thomas Malone, καθηγητής στο MIT, και ο Mark Lepper, καθηγητής στο Stanford University,

άρχισαν να μελετούν την επίδραση των παιχνιδιών στην επίλυση προβλημάτων και την κριτική σκέψη των παικτών.

Στις αρχές της νέας χιλιετίας, το 2002, ο Nick Pelling αναφέρθηκε στην παιχνιδοποίηση ως τον τρόπο με τον οποίο είναι δυνατό να κάνει την εργασία του ως σύμβουλος πιο διασκεδαστική. Μάλιστα, σχεδίασε διεπαφές για ηλεκτρονικές συσκευές που έμοιαζαν με εκείνες των ηλεκτρονικών παιχνιδιών (Dale, 2014). Την ίδια εποχή ιδρύεται η εταιρεία Conundra με στόχο την παροχή υπηρεσιών προς άλλες επιχειρήσεις για την εφαρμογή της παιχνιδοποίησης στα προϊόντα τους. Στα μέσα της δεκαετίας ιδρύεται η εταιρεία Bunchball, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα παιχνιδοποίησης για τις επιχειρήσεις. Λίγο αργότερα, ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει την παιχνιδοποίηση του ιστού, ενσωματώνοντας τους μηχανισμούς παιχνιδιών για την αύξηση της ενεργοποίησης – εμπλοκής (engagement) του χρήστη. Τον επόμενο χρόνο δημιουργείται το Foursquare, μια εφαρμογή αναζήτησης και ανακάλυψης νέων τοποθεσιών και λειτουργεί ως κοινωνικό εργαλείο, επιβραβεύοντας τους χρήστες με σήματα (badges) και επιτεύγματα (achievements).

Ο όρος της παιχνιδοποίησης, όμως, υιοθετήθηκε μετά το 2010, όπου και παρατηρήθηκε αύξηση των αναζητήσεων του στο Google και το 2011 έγινε η λέξη της χρονιάς στη λίστα του Oxford (Richter et al., 2015). Την ίδια χρονιά, τα έσοδα από την εφαρμογή της παιχνιδοποίησης σε όλο τον κόσμο φτάνουν τα 100 εκατομμύρια δολάρια. Εταιρείες – κολοσσοί όπως οι SAP, Microsoft, IBM και Deloitte, αλλά και μικρότερες άρχισαν να χρησιμοποιούν τις τεχνικές της παιχνιδοποίησης σε διάφορες εφαρμογές και δραστηριότητες (Krishnamurthy, 2015). Γενικά, πολλές εταιρείες απέτυχαν να εφαρμόσουν την παιχνιδοποίηση, παρά τις προσπάθειες τους να την εντάξουν στις δραστηριότητες τους, καθώς χρησιμοποίησαν λανθασμένους τρόπους. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να υπάρξουν πολλές αντιδράσεις και αμφισβητήσεις σχετικά με αυτή, αλλά και να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στο σχεδιασμό και τις προκληθείσες εμπειρίες. Φτάνοντας στο σήμερα, πλέον, η έννοια της παιχνιδοποίησης αντιμετωπίζεται με περισσότερη ωριμότητα και αποφέρει ποιοτικότερα αποτελέσματα που βασίζονται σε μεθοδολογίες και έρευνες. Μάλιστα, σύμφωνα με την C. Gough (2018), η αξία της βιομηχανίας της παιχνιδοποίησης το 2021 αναμένεται να φτάσει τα 12 δισεκατομμύρια δολάρια, τη στιγμή που το 2016 ανερχόταν περίπου στα 5.

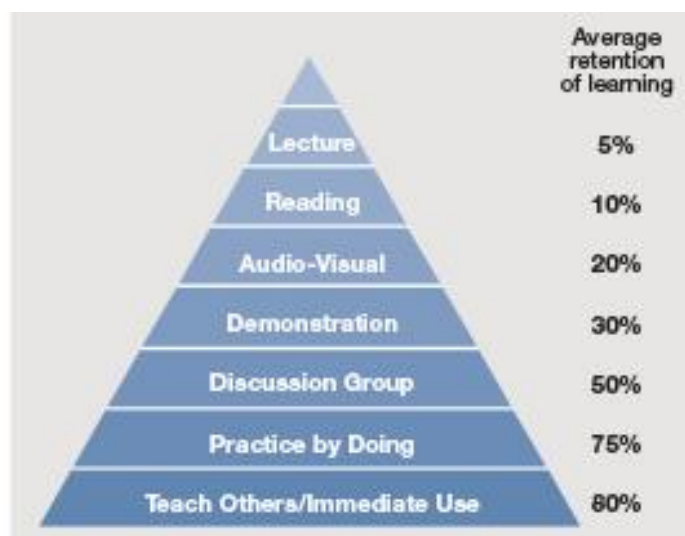
#### 4.4 Η Σημαντικότητα της Παιχνιδοποίησης

Η ενσωμάτωση των στοιχείων παιχνιδιών στην εργασία έχει παρατηρηθεί πως οδηγεί σε αύξηση της παραγωγικότητας, της εμπλοκής των εργαζομένων, της διατήρησής τους στην εταιρεία και σε γενικότερο πλαίσιο την προώθηση της καινοτομίας. Η παιχνιδοποίηση έχει χαρακτηριστεί ως η νέα μορφή εργασιακού κοινωνικού δικτύου, όπου οι άνθρωποι κοινωνικοποιούνται έχοντας ένα κοινό δεσμό γνώσης, ανταγωνιστικής στρατηγικής και διασκέδασης. Συχνά εφαρμόζεται για τη στρατηγική μάθησης και ανάπτυξης προκειμένου να ενισχυθεί η απόδοση, να δοθεί έμφαση στα επιτεύγματα και να προωθηθεί η εμπλοκή των εργαζομένων. Τα στοιχεία παιχνιδιών κινητροδοτούν τους εργαζόμενους με νέα γνώση, ενθαρρύνουν τον ανταγωνισμό μεταξύ ίσων και απονέμουν δημόσια βραβεία και αναγνώριση σε αυτούς που υπερτερούν.



Η παιγνιδοποίηση έχει ευρύ φάσμα εφαρμογής, από τη βελτίωση των λειτουργιών και τη μείωση του κόστους των logistics ως την πρόκληση των εργαζομένων να κατανοήσουν πώς ο ρόλος τους συμβάλλει στη γενικότερη επιτυχία της εταιρείας. Φυσικά, πολύ σημαντικός είναι ο ρόλος των millennials, δηλαδή όσων γεννήθηκαν από το 1980 και έπειτα. Πρόκειται για μια γενιά βαθιά εξοικειωμένη με την τεχνολογία και τα βιντεοπαιχνίδια, που έχει αποκτήσει μια νοοτροπία ζωής άρρηκτα συνδεδεμένη με αυτά. Δεδομένου πως ο μέσος χρήστης ηλεκτρονικών παιχνιδιών ξεπερνάει την ηλικία των 30 ετών, γίνεται λόγος για μια γενιά που έχει μεγαλώσει στην ψηφιακή εποχή και πηγαίνει στην εργασία της αναμένοντας να βρει το ίδιο ενδιαφέρον με αυτό που βρίσκει στον ψηφιακό κόσμο.

Ένας από τους λόγους για τους οποίους οι επιχειρήσεις θα πρέπει να ενσωματώσουν την παιγνιδοποίηση στις λειτουργίες τους είναι η βελτίωση της γνώσης. Ορισμένες λειτουργίες στον εγκέφαλο δρουν οργανικά για τη λογική επίλυση των προβλημάτων και με τα παιχνίδια αυτή η φυσική διεργασία γίνεται διασκεδαστική και προσφέρει ικανοποίηση. Συνήθως, για την επίλυση των προβλημάτων απαιτείται από τον χρήστη – παίκτη να θυμάται πληροφορίες, να κρίνει και να επιζητά συγκεκριμένα αποτελέσματα. Η διατήρηση, λοιπόν, της γνώσης αποτελεί μεγάλο μέρος της καθημερινότητας του εργαζόμενου, οπότε κρίνεται απαραίτητη η προώθηση αποδοτικών τρόπων εκμάθησης. Μάλιστα, έχει παρατηρηθεί πως τα διαδραστικά παιχνίδια μάθησης μπορούν να αυξήσουν το μακροπρόθεσμο βαθμό διατήρησης γνώσης ως και 10 φορές σε σχέση με τις απλές διαλέξεις (Meister, 1998).



**Σχήμα 12: Μέθοδοι εκμάθησης και διατήρηση γνώσης (Πηγή: <http://www.workforcexpert.com/5-reasons-you-cant-ignore-gamification> - Πρόσβαση 21/7/2020)**

Επίσης, με την παιγνιδοποίηση οι εργαζόμενοι έχουν τη δυνατότητα να υπολογίζουν ενεργά την απόδοσή τους. Οι επικεφαλείς έχουν διαπιστώσει πως οι εργαζόμενοι αποδίδουν καλύτερα, μαθαίνουν γρηγορότερα και διορθώνουν τη συμπεριφορά τους όταν λαμβάνουν άμεση και σε πραγματικό χρόνο εποικοδομητική κριτική. Όπως έχει αναφερθεί, το παιχνίδι προσφέρει άμεσα το αίτιο και το αποτέλεσμα, οπότε αν ο εργαζόμενος κάνει μια λανθασμένη κίνηση μέσα στο παιχνίδι θα ειδοποιηθεί επιτόπου και θα τη διορθώσει. Αντίστοιχα, το ίδιο συμβαίνει και όταν θα πραγματοποιήσει μια σωστή κίνηση, για την οποία θα επιβραβευθεί. Επίσης, η παιγνιδοποίηση συμβάλλει στην επιτάχυνση της διατήρησης γνώσης, δίνοντας το πλεονέκτημα στις επιχειρήσεις να δημιουργήσουν έναν πιο αποδοτικό και ενδιαφέρον τρόπο

παρακολούθησης της προόδου. Με την άμεση ανατροφοδότηση προωθείται η διαφάνεια σχετικά με το πως μεταφράζεται – μετριέται η απόδοση του εργαζόμενου, αλλά και το που πραγματικά βρίσκεται ο ίδιος σε σχέση με τους συναδέλφους του.

Σημαντικό πλεονέκτημα, επίσης, αποτελεί και η ενίσχυση των επιτευγμάτων σε όλους τους τομείς. Συχνά, οι επιχειρήσεις ξοδεύουν χιλιάδες ευρώ/δολάρια ετησίως στέλνοντας τους εργαζόμενους τους σε σεμινάρια και συνέδρια. Οι άνθρωποι συνήθως ελκύονται από το ανταγωνιστικό στοιχείο, καθώς αρέσκονται στο να λαμβάνουν την επιβεβαίωση που χρειάζονται. Στον εργασιακό τους χώρο κρίνονται βάσει των γνώσεων, των επιτευγμάτων και της γενικότερης φήμης τους και οι βεβαιώσεις που λαμβάνουν θα μπορούσαν να αποτελέσουν μέσο προβολής. Δίνοντας την ευκαιρία στον εργαζόμενο να εξειδικευτεί στο ρόλο του και δημιουργώντας μια κοινότητα στην οποία αναγνωρίζονται τα επιτεύγματά του, διευκολύνεται η καθολική ανάπτυξη του εργατικού δυναμικού και κατ' επέκταση επιτυγχάνονται οι επιχειρησιακοί στόχοι. Παράλληλα, αυξάνεται η εμπλοκή και προωθούνται οι συναισθηματικές συνδέσεις μεταξύ των εργαζομένων. Ένα σημαντικό ποσοστό των ανθρώπων επιζητούν την κοινωνική αλληλεπίδραση στο χώρο εργασίας τους, καθώς θέλουν να αισθάνονται πως ανήκουν κάπου. Η αφοσίωση και η εμπλοκή του εργαζόμενου δεν εξαρτώνται από τα υλικά δώρα, αλλά από την αναγνώριση και το κύρος (status) του. Μόλις τα αποκτήσει αυτά, δεν θέλει να τα χάσει. Με την παιχνιδοποίηση δημιουργείται ένας εικονικός κόσμος όπου οι εργαζόμενοι μπορούν να είναι παραγωγικοί και ταυτόχρονα να περνούν ευχάριστα την ώρα τους. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται ένα ευχάριστο εργασιακό περιβάλλον, όπου ευχαριστημένοι εργαζόμενοι αποφέρουν υψηλότερα κέρδη. Τέλος, η παιχνιδοποίηση δίνει έμφαση στη μάθηση και την ανάπτυξη (Learning & Development). Έτσι, οι επιχειρήσεις προσπαθούν να ενισχύσουν την καινοτομία στους εργαζόμενους με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ευκαιρίες επαγγελματικής εξέλιξης και οι εργαζόμενοι να αισθάνονται ασφαλείς για την εργασία τους.

Ωστόσο, θα πρέπει να προωθηθεί και να εξασφαλιστεί η συμμετοχή ολόκληρου το οργανισμού στο παιχνίδι. Για την επιτυχία και τη βιωσιμότητα του παιχνιδιού, θα πρέπει αυτό να υποστηρίζεται από τα διοικητικά στελέχη, καθώς είναι σημαντικό για τους εργαζόμενους να γνωρίζουν πως οι επικεφαλές στηρίζουν το παιχνίδι και την ιδέα της διασκέδασης κατά την εργασία. Επίσης, οι κανόνες του θα πρέπει να είναι σαφείς και ξεκάθαροι για όλους τους συμμετέχοντες. Αφενός, κανένας άνθρωπος δεν θέλει να συμμετάσχει σε ένα άδικο παιχνίδι και αφετέρου θα πρέπει οι εργαζόμενοι να θέσουν προσωπικούς στόχους και να είναι σε θέση να ξέρουν πως μπορούν να παρακολουθήσουν την πρόοδο τους. Έτσι, αποφεύγεται η σύγχυση και ενθαρρύνεται η συμμετοχή και η διαφάνεια. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία του παιχνιδιού είναι το πλάνο επικοινωνίας, σχετικά με τους στόχους που έχουν τεθεί και το πως, που και πότε θα έχουν πρόσβαση οι χρήστες σε αυτό. Για να εξασφαλίσει ο οργανισμός την ταχεία υιοθέτηση του παιχνιδιού από τους εργαζόμενους, μια λύση είναι να επιβραβεύει αυτούς που συνεισφέρουν στη διάδοσή του και ενθαρρύνουν τη συμμετοχή των υπολοίπων σε αυτό. Τέλος, εξέχουσα σημασία για το παιχνίδι έχει η ανατροφοδότηση που λαμβάνεται από τους χρήστες. Για την εταιρεία, όμως, δεν αρκεί απλά να ζητήσει τα σχετικά σχόλια των χρηστών, αλλά θα πρέπει αυτά να τα μετατρέψει σε πράξεις, βελτιώσεις, διορθώσεις και αναβαθμίσεις.

## 4.5 Ανθρώπινη Ψυχολογία

Η ψυχολογία είναι παρούσα σε οποιαδήποτε δραστηριότητα απαιτεί σκέψη, πρότυπα συμπεριφοράς και κίνητρα. Τα τρία αυτά ιδανικά θεμελιώνουν την παιχνιδοποίηση και έτσι αυτή τροφοδοτείται από τις ψυχολογικές αρχές. Η παρακίνηση, η οποία συνδέεται άρρηκτα με την παιχνιδοποίηση, αποτελείται από τις διαδικασίες – διεργασίες που εξηγούν την ένταση, την κατεύθυνση και την επιμονή των προσπαθειών ενός ατόμου για την επίτευξη ενός στόχου (Robbins & Judge, 2011). Γενικά, εμπεριέχει τις βιολογικές, συναισθηματικές, κοινωνικές και νοητικές δυνάμεις που ενεργοποιούν μια συμπεριφορά. Ωστόσο, δεν πρέπει να παραλείπονται οι παράγοντες που κατευθύνουν και διατηρούν τις ενέργειες προς το στόχο, εξάγοντας παράλληλα συμπεράσματα για τους λόγους για τους οποίους οι άνθρωποι υιοθετούν την εκάστοτε συμπεριφορά. Για την ερμηνεία αυτών των λόγων έχουν διαμορφωθεί διάφορες θεωρίες για την παρακίνηση και την ικανοποίηση των ψυχολογικών αναγκών των ανθρώπων.

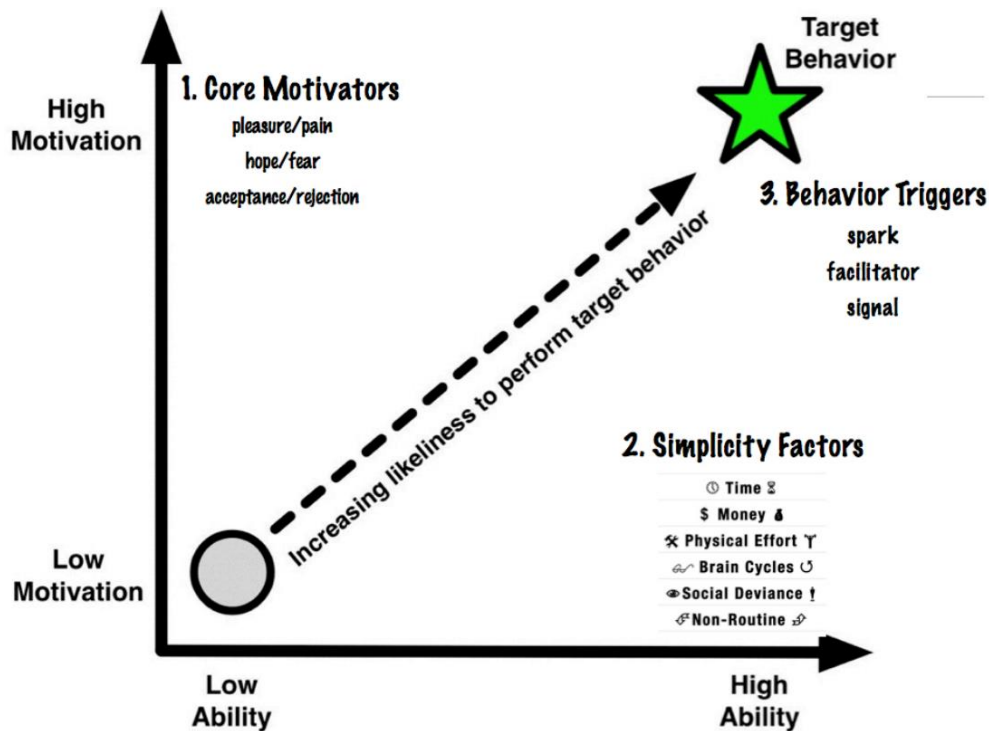
### 4.5.1 Ενδογενής και Εξωγενής Παρακίνηση

Σύμφωνα με τον G. Zichermann (2011) το 75% της παιχνιδοποίησης βασίζεται στην ψυχολογία, ενώ μόλις το 25% εξαρτάται από την τεχνολογία. Ο συμπεριφορισμός ασχολείται με την ανθρώπινη συμπεριφορά, χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις εσωτερικές διεργασίες του ατόμου. Τέτοιες μπορεί να είναι τα κίνητρα, οι σκέψεις και τα συναισθήματα. Αυτές τις νοητικές διεργασίες προσπαθεί να εξηγήσει η γνωστική λειτουργία ώστε να προσδιοριστεί τι παρακινεί τον άνθρωπο. Έτσι, διακρίνονται δύο ειδών κίνητρα, τα ενδογενή και τα εξωγενή.

Η ενδογενής παρακίνηση (intrinsic motivation) αφορά στην εκούσια ενασχόληση του ανθρώπου με μια δραστηριότητα στην οποία βρίσκει ενδιαφέρον και έχει ως συνέπεια την προσωπική του εξέλιξη (Deci & Ryan, 2000). Αυτή πηγάζει κυρίως από την ολοκλήρωση της δραστηριότητας αυτής καθ' αυτής, ενώ μπορεί να συνδεθεί με την εκπαίδευση και τα αποτελέσματα της εργασίας. Η παρακίνηση στην εκπαίδευση είναι σημαντική για τις οδηγίες στο νέο ανθρώπινο δυναμικό, ενώ η εργασιακή παρακίνηση είναι σημαντική για τις τρέχουσες διαδικασίες συλλογής παραγγελιών. Η συμβολή της παρακίνησης σε αυτές τις διαδικασίες συνοψίζονται με την απλοποίηση της φόρμουλας (*ικανότητα + δεξιότητες*) \* *παρακίνηση*. Έτσι, φαίνεται η αναγκαιότητα των κινήτρων για τον άνθρωπο στη συνειδητοποίηση των ίδιων του των ικανοτήτων και δεξιοτήτων, δεδομένης μιας κατάστασης. Επίσης, συνδέεται με τη βελτιωμένη ψυχολογική ευημερία και κατ' επέκταση βελτιώνει την έκταση και την ποιότητα της προσπάθειας που καταβάλλει ο εργαζόμενος στη δοσμένη δραστηριότητα και την απόδοση, τη δημιουργικότητα και τα μαθησιακά αποτελέσματα.

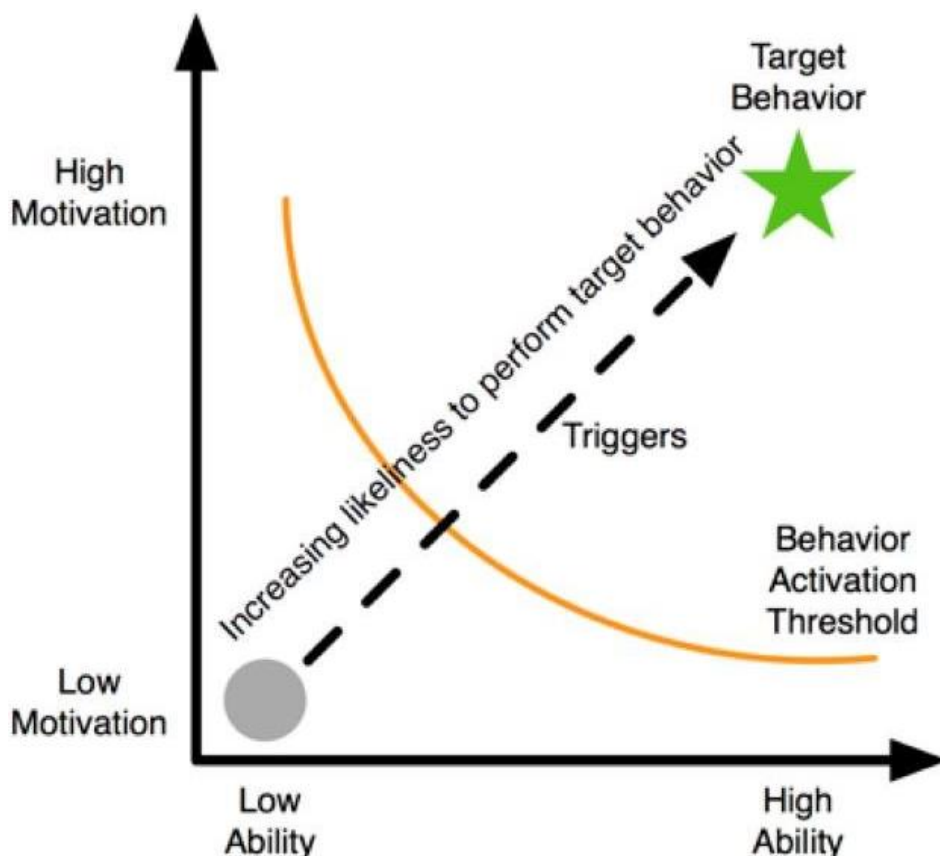
Από την άλλη, η εξωγενής παρακίνηση (extrinsic motivation) αφορά στη συμπεριφορά που υποκινείται από εξωτερικές ανταμοιβές, όπως είναι τα χρήματα, και ο χρόνος εργασίας, τα οποία αποτελούν και βραχυπρόθεσμα μέτρα κινητοποίησης. Συνήθως βασίζεται στις αναμενόμενες συνέπειες μιας πράξης και δεν εγγυάται απαραίτητα καλύτερη απόδοση του εργαζόμενου. Η εξωγενής παρακίνηση, μάλιστα, λειτουργεί σε βάρος της ενδογενούς (Deci & Ryan, 2000). Ο χρήστης παύει να παρακινείται ενδογενώς για τη συμμετοχή του σε μια δραστηριότητα, επειδή ωθείται να το κάνει με εξωτερικά μέσα.

Σύμφωνα με το μοντέλο συμπεριφοράς του Fogg (2009) υπάρχουν, ταυτόχρονα, τρεις λόγοι για να εκτελέσει ο άνθρωπος μια δραστηριότητα. Αυτοί είναι το κίνητρο (motivation), η ικανότητα (ability) και το δραστικό έναυσμα (trigger). Παρόλο που το πρότυπο συμπεριφοράς (Fogg Behavior Model – FBM) αποτελεί απλούστευση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, οι πληροφορίες που λαμβάνουμε είναι πολύ χρήσιμες. Συνήθως, οι άνθρωποι έχουν υψηλή ικανότητα να πραγματοποιήσουν μια απλή δραστηριότητα – συμπεριφορά στόχο, ενώ για τις πολύπλοκες συμπεριφορές απαιτείται προσοχή στη διευκόλυνση της συμπεριφοράς και τη μείωση του βαθμού πολυπλοκότητας. Ως εκ τούτου, το κίνητρο και η ικανότητα λειτουργούν ως αντισταθμιστές. Οι άνθρωποι με χαμηλό κίνητρο μπορούν να πραγματοποιήσουν μια συμπεριφορά αν έχουν υψηλή ικανότητα και οι άνθρωποι που δεν μπορούν να πραγματοποιήσουν μια συμπεριφορά αλλά έχουν υψηλό κίνητρο μπορούν να αποκτήσουν την ικανότητα. Ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο ρόλος των εναυσμάτων, αφού χωρίς το κατάλληλο έναυσμα υπάρχει περίπτωση η συμπεριφορά να μην πραγματοποιηθεί. Για να είναι πετυχημένο ένα έναυσμα θα πρέπει ο χρήστης να το προσέξει, να το συσχετίσει με την επιθυμητή συμπεριφορά και να συμβεί την κατάλληλη στιγμή.



Σχήμα 13: Το μοντέλο συμπεριφοράς του Fogg – FBM (Πηγή: <https://www.test-n-tell.com/2015/01/fogg-behavior-model.html> - Πρόσβαση 23/7/2020)

Το μοντέλο συμπεριφοράς του Fogg επίσης περιλαμβάνει και την έννοια του κατωφλίου ενεργοποίησης συμπεριφοράς. Όταν κίνητρο και ικανότητα συνυπάρχουν πάνω από το όριο αυτό, τότε το έναυσμα θα είναι πετυχημένο και ο χρήστης θα πραγματοποιήσει την συμπεριφορά – στόχο. Το όριο ενεργοποίησης (activation threshold) απεικονίζεται ως μια καμπύλη που περικλείει το Σχήμα 13, από την πάνω αριστερή γωνία ως την κάτω δεξιά, όπως φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 14: Το κατώφλι ενεργοποίησης συμπεριφοράς (Πηγή: <https://bizfest.wordpress.com/2013/01/29/the-psychology-of-games/> - Πρόσβαση 23/7/2020)

Τέλος, υπάρχουν τρεις τύποι εσωτερικών κινήτρων. Ο πρώτος αφορά στη γνώση και η ευχαρίστηση προκύπτει από την απόκτηση αυτής και την ανακάλυψη του καινούριου. Ο δεύτερος αφορά στην εκπλήρωση μιας δραστηριότητας ή ενός στόχου, η οποία προκαλεί το αίσθημα της ικανοποίησης στον άνθρωπο και ο τρίτος τύπος εσωτερικών κινήτρων είναι η διέγερση, η οποία αντικατοπτρίζει την ανάγκη των ανθρώπων να βιώσουν έντονα συναισθήματα (Weinberg & Gould, 2003).

#### 4.5.2 Θεωρία Αυτοδιάθεσης (Self Determination Theory)

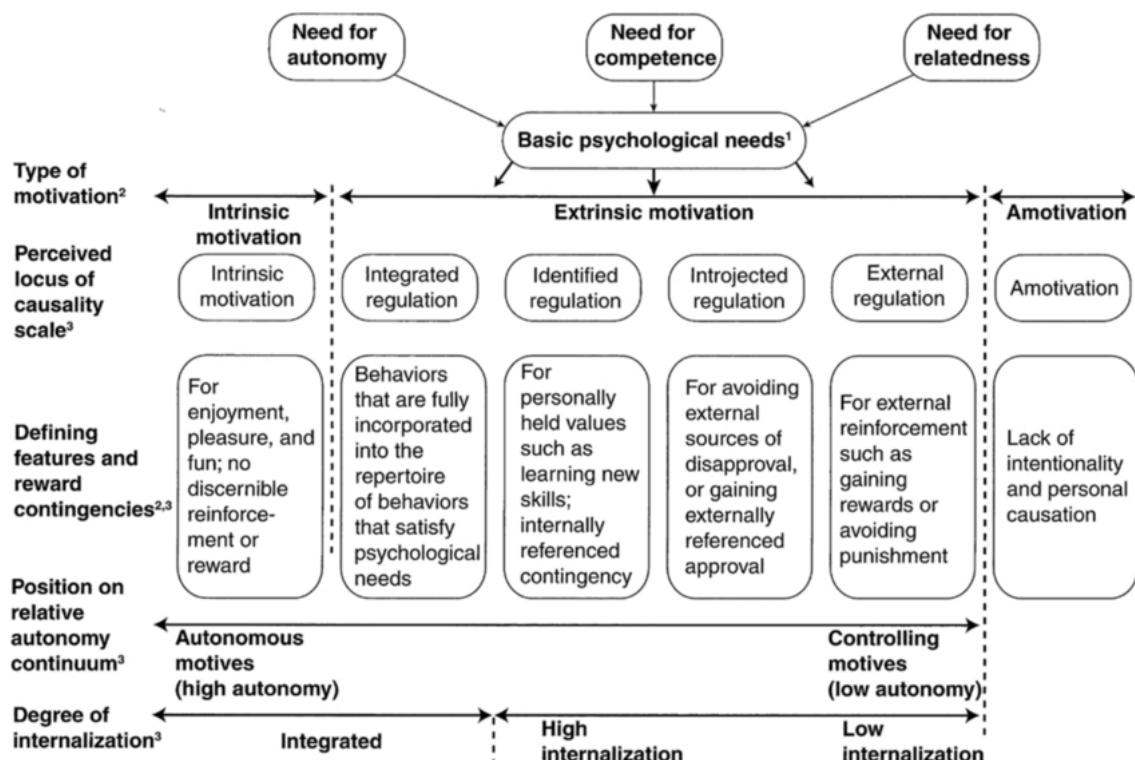
Η Θεωρία της Αυτοδιάθεσης ή του Αυτοπροσδιορισμού (Self Determination Theory), όπως προτάθηκε από τους ψυχολόγους Ryan και Deci (2000), είναι μια μακρο-θεωρία της ανθρώπινης παρακίνησης σχετικά με την έμφυτη τάση των ανθρώπων να εξελίσσονται και να ικανοποιούν τις ψυχολογικές τους ανάγκες. Ο όρος της αυτοδιάθεσης αναφέρεται στην ανάγκη του ανθρώπου να νιώθει πως έχει τον έλεγχο της ζωής και των πράξεων του, μέσα από ένα πλαίσιο επιλογών. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή ορίζονται τρεις βασικές ψυχολογικές ανάγκες του ανθρώπου προς ικανοποίηση, η αυτονομία (autonomy), η ικανότητα (competence) και η κοινωνική ένταξη/συσχέτιση (social relatedness).

Με την αυτονομία νοείται η αίσθηση βούλησης ή προθυμίας κατά την εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Για να ενισχυθεί η αυτονομία και κατ' επέκταση η ενδογενής παρακίνηση, η ανατροφοδότηση που λαμβάνει ο χρήστης, για να είναι εποικοδομητική, θα πρέπει να έχει ενημερωτικό χαρακτήρα και να μην αποτελεί μέσο ελέγχου (Werbach & Hunter, 2012), ενώ οι

οδηγίες που λαμβάνει δεν θα πρέπει να τον περιορίζουν (Ryan, 2006). Ενώ η προθυμία αναφέρεται στην αίσθηση να αποφασίζει ο άνθρωπος με βάση τις αξίες του και τα ενδιαφέροντά του (Deci & Ryan, 2012), η βούληση αναφέρεται στην αίσθηση να πράττει χωρίς εξωτερικά κίνητρα ή πίεση (Vansteenkiste et al., 2010).

Με την ικανότητα νοείται η ανάγκη του ανθρώπου να συμμετέχει σε προκλήσεις και να αισθάνεται ικανός και αποδοτικός. Ουσιαστικά πρόκειται για την ανάγκη για απόδοση και επιτυχία κατά την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον του (Rigby & Ryan, 2011). Οι ευκαιρίες να αποκτήσει νέες γνώσεις ή δεξιότητες, η βέλτιστη πρόκληση και η αποδοχή μιας θετικής ανατροφοδότησης αυξάνουν το επίπεδο αντίληψης του ανταγωνισμού (Csikszentmihályi, 2008).

Τέλος, με την κοινωνική ένταξη νοείται η αίσθηση του ανθρώπου ότι ανήκει, συνδέεται και ενδιαφέρεται για μια ομάδα ανθρώπων. Αναπαριστά τη βασική επιθυμία της φυσικής ολοκλήρωσης με το κοινωνικό περιβάλλον (Deci & Ryan, 2000). Ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται η αλληλεπίδραση των χρηστών είναι ο ανταγωνισμός, η συνεργασία για την επίτευξη ενός κατορθώματος και η δημιουργία διαδικτυακών κοινοτήτων (online communities). Η ανάγκη για κοινωνική ένταξη δεν αφορά μόνο στην ικανοποίηση των προσωπικών αναγκών του ανθρώπου, αλλά και σε σκοπούς σημαντικούς για την κοινωνία (Werbach & Hunter, 2012). Η ενδογενής παρακίνηση θα ενισχυθεί όταν οι δεσμοί που αναπτύσσει με το περιβάλλον του αποπνέουν ασφάλεια (Deci & Ryan, 2000).



Σχήμα 15: Το φάσμα κινήτρων (Πηγή: <https://threesixtyskills.com/motivated-from-within-how-to-drive-yourself/> - Πρόσβαση 24/7/2020)

Παραπάνω φαίνεται το φάσμα κινήτρων, ανάμεσα στα εσωτερικά και τα εξωτερικά, για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας από τον άνθρωπο. Διαφορετικά είδη κινήτρων αντιστοιχούν σε διαφορετικά επίπεδα αυτοδιάθεσης. Από τη μία πλευρά υπάρχουν τα εσωτερικά κίνητρα, όπου

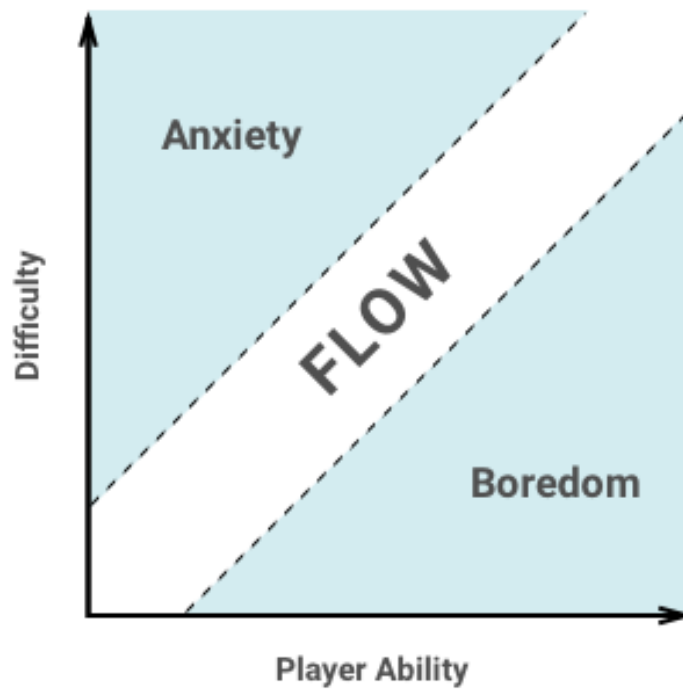
ο άνθρωπος εκτελεί μια δραστηριότητα που ο ίδιος βρίσκει ενδιαφέρουσα, χωρίς να αναμένει οποιουδήποτε είδους εξωτερική ανταμοιβή και η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζεται από υψηλή αυτοδιάθεση. Στον αντίποδα υπάρχει η παντελής έλλειψη κινήτρων (amotivation), όπου ο άνθρωπος δεν εκδηλώνει κανένα απολύτως ενδιαφέρον για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Στο ενδιάμεσο αυτών των καταστάσεων διακρίνεται ένα εύρος εξωτερικών κινήτρων ανάλογα με το επίπεδο αυτοδιάθεσης.

Κοντά στην πλήρη έλλειψη κινήτρων είναι η κατάσταση της εξωτερικής ρύθμισης (external regulation), κατά την οποία ένα άτομο εκτελεί μια δραστηριότητα είτε γιατί αποσκοπεί στην απόκτηση μιας ανταμοιβής είτε για να αποφύγει μια πιθανή τιμωρία και εδώ το επίπεδο αυτοπροσδιορισμού είναι πολύ χαμηλό. Επόμενη κατηγορία είναι η ενδοπροβαλλόμενη ρύθμιση (introjected regulation), όπου ο άνθρωπος αποδέχεται τα εξωτερικά κίνητρα χωρίς να αναγνωρίζει την αξία της δραστηριότητας. Συνήθως εκτελεί τις δραστηριότητες αυτές για να εξασφαλίσει το κύρος και την αποδοχή τρίτων. Ο αυτοπροσδιορισμός εξακολουθεί να είναι χαμηλός, αλλά υψηλότερος από την προηγούμενη κατηγορία. Έπειτα, υπάρχει η περίπτωση της ταυτοποίησης (identified regulation), η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλό επίπεδο αυτοδιάθεσης. Εδώ, αναγνωρίζει και αποδέχεται την αξία της δραστηριότητας, παρόλο που δεν του είναι ευχάριστη. Τελευταία κατάσταση στο φάσμα κινήτρων είναι αυτή της ενσωμάτωσης (integrated regulation), η οποία είναι και πιο κοντά στα εσωτερικά κίνητρα. Σε αυτή την περίπτωση εμφανίζεται το υψηλότερο επίπεδο αυτοδιάθεσης από όλα τα εξωτερικά κίνητρα. Μπορεί η δραστηριότητα να μην είναι εντελώς ενδιαφέρουσα και ευχάριστη για τον άνθρωπο, η εκπλήρωση, όμως, αυτής βρίσκεται σε αρμονία με τις προσωπικές του ψυχολογικές ανάγκες και αξίες (Ryan & Deci, 2000).

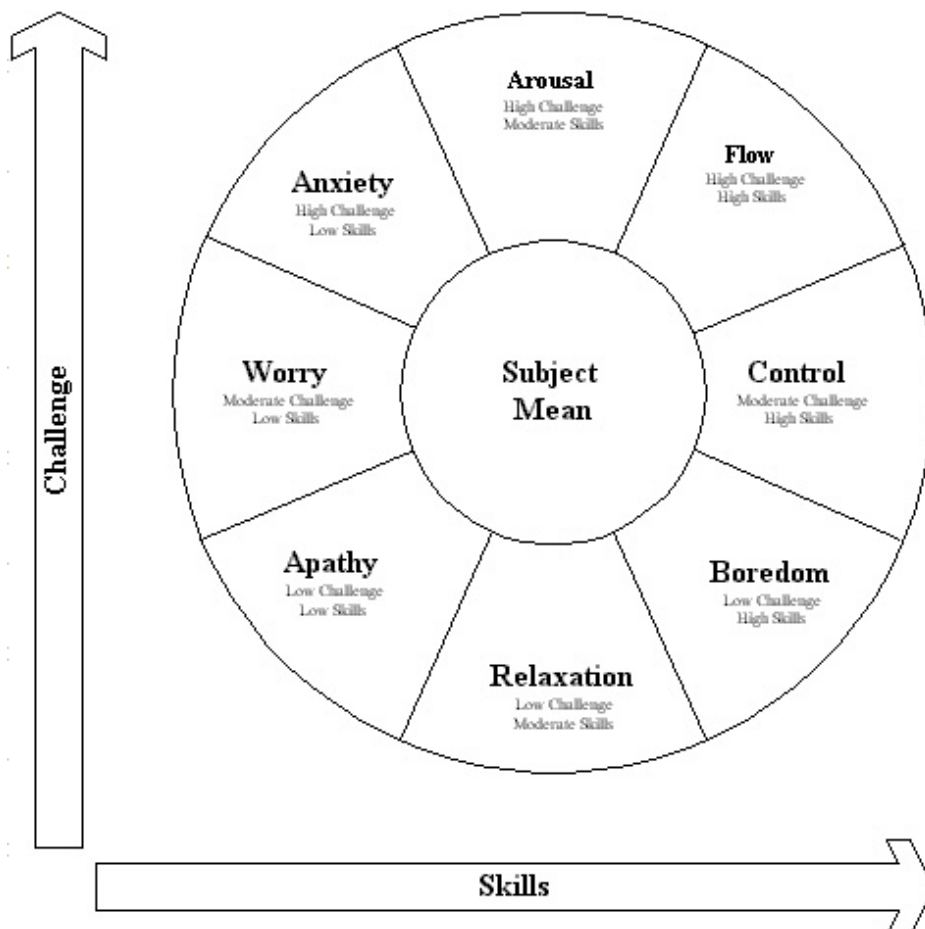
#### 4.5.3 Θεωρία Ροής (Flow Theory)

Με την παιχνιδιοποίηση επιδιώκεται ο χρήστης να βρίσκει ενδιαφέρον στο σύστημα για το μεγαλύτερο δυνατό χρονικό διάστημα, προκειμένου να επιτευχθούν οι επιθυμητοί στόχοι. Σύμφωνα με τον ψυχολόγο Mihály Csíkszentmihályi, με ειδίκευση στη διασκέδαση και τη δημιουργικότητα, η επιτυχία ενός παιχνιδιού βασίζεται στην κατάσταση ροής (flow state).

Η ροή αφορά σε μια κατάσταση χαράς, ευτυχίας και βέλτιστης εμπειρίας. Προκύπτει από την έντονη συμμετοχή και την πλήρη συγκέντρωση στην ολική εμπάθυνση μιας ευχάριστης δραστηριότητας. Επίσης, επιτυγχάνεται όταν ο άνθρωπος απαλλάσσεται από τις έγνοιες, την αυτοαμφισβήτηση και οποιαδήποτε αίσθηση του χρόνου κατά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας (Csíkszentmihályi, 1975). Η ισορροπία μεταξύ της δυσκολίας της δραστηριότητας και των ικανοτήτων του ανθρώπου είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη της κατάστασης ροής. Αν η δυσκολία ξεπερνάει τις ικανότητες, τότε μπορεί να οδηγηθεί σε υπερεργασία, απώλεια ελέγχου και άγχος. Από την άλλη, όμως, αν οι ικανότητες ξεπερνούν τη δυσκολία τότε ο χρήστης μπορεί να χάσει το ενδιαφέρον του, να βαρεθεί και εν τέλει να απορρίψει το σύστημα (Nakamura & Csíkszentmihályi, 2002).



Σχήμα 16: Κανάλι ροής, βέλτιστη κατάσταση του χρήστη (Πηγή: <https://uxdesign.cc/7-steps-to-achieving-flow-in-ux-design-7ef28adb0de2> - Πρόσβαση 25/7/2020)



Σχήμα 17: Μοντέλο ροής (Πηγή: <https://cs.nyu.edu/courses/spring03/G22.2280-001/csikszentmihalyi.htm> - Πρόσβαση 25/7/2020)



Σαφώς, υπάρχουν και οι ενδιάμεσες καταστάσεις ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας και ικανοτήτων, ως αποτέλεσμα της ισορροπίας. Αυτές είναι η διέγερση, με υψηλή δυσκολία και μέτριες ικανότητες, ο έλεγχος, με μέτρια δυσκολία και υψηλές ικανότητες, η χαλάρωση, με χαμηλή δυσκολία και μέτριες ικανότητες και η ανησυχία, με μέτρια δυσκολία και χαμηλές ικανότητες.

Έχουν δοθεί 9 διαστάσεις της ψυχολογικής ροής (Hamari & Koivisto, 2014), οι οποίες διαμορφώνουν την έννοια της ροής και κατ' επέκταση την καθολική εμπειρία του χρήστη (Zichermann & Cunningham, 2011).

1. Ισορροπία μεταξύ δυσκολίας και ανάγκης για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας και των ικανοτήτων του ανθρώπου
2. Συγχώνευση δράσης και αντίληψης της δραστηριότητας αυτής καθ' αυτής
3. Σαφείς και εφικτοί στόχοι
4. Ξεκάθαρη και σαφής ανατροφοδότηση
5. Συγκέντρωση στην πιο κοντινή δραστηριότητα
6. Αίσθηση του ελέγχου της δραστηριότητας
7. Προσωρινή έλλειψη συνείδησης του εαυτού ή μείωση επίγνωσης της πραγματικότητας
8. Έλλειψη αίσθησης του χρόνου
9. Αίσθηση ότι η δραστηριότητα αποτελεί πηγή εσωτερικών επιβραβεύσεων, χωρίς τη χρήση εξωτερικών μέσων

Ο πυρήνας της ροής μπορεί να χωριστεί σε δυο κατηγορίες, τις συνθήκες και τα χαρακτηριστικά. Στις συνθήκες ανήκουν οι δραστηριότητες προς εκτέλεση από την πλευρά του χρήστη, η απαραίτητη ανατροφοδότηση για την ενημέρωση της εξέλιξής του, η συγκέντρωση του ανθρώπου, ώστε να μην αποσπάται από τον στόχο του και τέλος ο προσιτός στόχος, ο οποίος θα πρέπει να κρατάει τον χρήστη σε εγρήγορση και να είναι εφικτός με βάση τις ικανότητες του. Στα χαρακτηριστικά ανήκουν ο έλεγχος, έτσι ώστε ο άνθρωπος να κατανοεί την επίδραση των πράξεων του σχετικά με το τελικό αποτέλεσμα, η μειωμένη επίγνωση της πραγματικότητας, η οποία σημαίνει και την απορρόφηση του χρήστη στην εκτέλεση της δραστηριότητας και η απώλεια αίσθησης του χρόνου.

#### 4.5.4 Βασικές Διαστάσεις Μηχανισμών Κινητοποίησης

Εντός των ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί για την παρακίνηση, έχουν παρατηρηθεί αρκετές προσπάθειες για την εξήγηση της κατεύθυνσης, της επιμονής και της έντασης μιας συγκεκριμένης συμπεριφοράς (Urhahe, 2008). Διακρίνονται 6 βασικές διαστάσεις ψυχολογικών αναγκών, οι οποίες σχετίζονται με την παιχνιδοποίηση και αυτές είναι: των γνωρισμάτων, της εκμάθησης συμπεριφοράς, της γνωστικής, του αυτοπροσδιορισμού, του ενδιαφέροντος (Krapp, 1993) και του συναισθήματος (Astleitner, 2000). Οι διαστάσεις αυτές δεν είναι αλληλοαντικρουόμενες, αλλά εστιάζουν σε διαφορετικά στοιχεία. Οι κινητήριοι μηχανισμοί έχουν διπλή λειτουργία. Η μία είναι να δίνουν πληροφορίες σχετικά με την επίδραση των στοιχείων παιχνιδιών στην παρακίνηση και η άλλη είναι ότι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για το σχεδιασμό του κατάλληλου περιβάλλοντος για την παιχνιδοποίηση.

### Διάσταση Γνωρισμάτων

Με βάση τη διάσταση γνωρισμάτων (trait perspective), διάφορες τάξεις κινήτρων και αναγκών μπορούν να προκαλέσουν την κινητοποίηση του ανθρώπου. Η βασική ιδέα είναι ότι τα κίνητρα αποτελούν ατομικά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι σχετικά σταθερά κατά το πέρασ του χρόνου και των διάφορων πλαισίων και ότι επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά του χρήστη. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά είναι τα επιτεύγματα, η ανάγκη για εξουσία/δύναμη και η ανάγκη για ένταξη (McClelland, 1961; 2009).

Συνεπώς, οι παίκτες με ισχυρό κίνητρο για επιτεύγματα θα κινητοποιηθούν περισσότερο αν ο σχεδιασμός εστιάζει στα επιτεύγματα, την επιτυχία και την πρόοδο. Οι παίκτες με ισχυρή ανάγκη για εξουσία/δύναμη θα κινητοποιηθούν περισσότερο αν ο σχεδιασμός εστιάζει στο κύρος, τον έλεγχο και τον ανταγωνισμό και τέλος οι παίκτες με έντονη ανάγκη για ένταξη παρακινούνται περισσότερο αν το σύστημα δίνει έμφαση στην ομαδικότητα και την ιδιότητα του ανθρώπου ως μέλος.

### Διάσταση Εκμάθησης Συμπεριφοράς

Από τη διάσταση της εκμάθησης συμπεριφοράς (behaviorist learning perspective), τα κίνητρα αποτελούν απόρροια παρελθοντικής θετικής ή αρνητικής ενίσχυσης (positive/negative reinforcement). Έτσι, επηρεάζεται η πιθανότητα υιοθέτησης μιας συμπεριφοράς στο μέλλον. Ως αποτέλεσμα προηγούμενης εμπειρίας, η παρακίνηση αποτελείται από προηγούμενους δεσμούς ερεθισμάτων – απόκρισης (Skinner, 1963). Η κινητροδότηση των χρηστών γίνεται αν το σύστημα παρέχει ανατροφοδότηση υπό τη μορφή θετικής ή αρνητικής ενίσχυσης και από την ύπαρξη επιβραβεύσεων, ακόμα και χρηματικών.

### Γνωστική Διάσταση

Για τη γνωστική διάσταση (cognitive perspective) η παρακίνηση είναι αποτέλεσμα αναλύσεων μέσω – σκοπών. Αυτή, μάλιστα, εξαρτάται από τους συγκεκριμένους στόχους που συνάδουν με μια κατάσταση, καθώς και από τις προσδοκίες που έχει ο χρήστης όχι μόνο σχετικά με τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων του ή της ίδιας της κατάστασης, αλλά και με τις συνέπειες των αποτελεσμάτων και την υποκειμενική αξία τους (Heckhausen, 1997; 2008).

Σημαντικός για τις γνωστικές θεωρίες των κινήτρων είναι ο ρόλος των εσωτερικών διεργασιών, όπως είναι οι προσδοκίες, οι εκτιμήσεις και οι αξιολογήσεις. Επίσης, αυτές εστιάζουν και στον προσανατολισμό όσον αφορά στον στόχο, ο οποίος επηρεάζεται από διάφορες μεταβλητές που εξαρτώνται από την εκάστοτε συνθήκη. Υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ των προσανατολισμών στο στόχο, στην απόδοση και στην κυριαρχία (mastery). Ο προσανατολισμός στην απόδοση αναφέρεται στην περίπτωση όπου ο χρήστης ξεπερνάει το επίπεδο των ομοτίμων του, ενώ ο προσανατολισμός στην κυριαρχία αναφέρεται στο προσωπικό επίπεδο που έχει ορίσει ο ίδιος και ενισχύεται η εκμάθηση και η εσωτερική ρύθμιση της παρακίνησης (Schunk et al., 2007).

Συνεπώς οι παίκτες κινητοποιούνται αν το παιχνιδιοποιημένο σύστημα παρέχει σαφή και επιτεύξιμο στόχο και αν υπογραμμίζονται οι συνέπειες αυτού. Επίσης είναι πιο πιθανό να κινητοποιηθούν αν ο σχεδιασμός δίνει έμφαση στη σημαντικότητα των δράσεων του ατόμου δεδομένης μιας κατάστασης και αν ενισχύεται ο προσανατολισμός στην κυριαρχία, στο πλαίσιο του στόχου.

### Διάσταση Αυτό-Προσδιορισμού

Η διάσταση του αυτό-προσδιορισμού (perspective of self-determination) καλύπτεται από την αντίστοιχη θεωρία που έχει ήδη αναλυθεί. Έτσι, οι παίκτες είναι πιο πιθανό να κινητοποιηθούν αν το σύστημα τους δίνει την ευκαιρία να βιώσουν την αίσθηση της ικανότητας, της αυτονομίας και της κοινωνικής ένταξης, δηλαδή αν ενισχύονται οι βασικές ψυχολογικές τους ανάγκες.

### Διάσταση Ενδιαφέροντος

Για τη διάσταση του ενδιαφέροντος (perspective of interest) καθοριστικός παράγοντας είναι οι προσωπικές προτιμήσεις και οι πλευρές ικανοποίησης και ευχαρίστησης. Στην προκειμένη περίπτωση το ενδιαφέρον αποτελεί ταυτόχρονα συναισθηματική και γνωστική μεταβλητή (Hidi et al., 2004). Το κίνητρο προέρχεται από τη σχέση που έχει το εκάστοτε άτομο με τη δραστηριότητα ή το περιβάλλον. Στην ιδανική περίπτωση το άτομο επιτυγχάνει την κατάσταση ροής, η οποία έχει ήδη αναλυθεί.

Επομένως, οι παίκτες είναι πιθανό να παρακινηθούν αν το σύστημα ανταποκρίνεται στα προσωπικά τους ενδιαφέροντα ή τους κινεί το ενδιαφέρον δεδομένης μιας κατάστασης. Επίσης, ο σχεδιασμός θα πρέπει να ενισχύει την κατάσταση ροής παρέχοντας σαφή στόχο και άμεση ανατροφοδότηση. Τέλος, για να επιτευχθεί η κατάσταση ροής, όπως έχει αναφερθεί, το σύστημα θα πρέπει να ανταποκρίνεται και να προσαρμόζει το επίπεδο δυσκολίας στις δεξιότητες και τις ικανότητες των χρηστών.

### Διάσταση Συναισθήματος

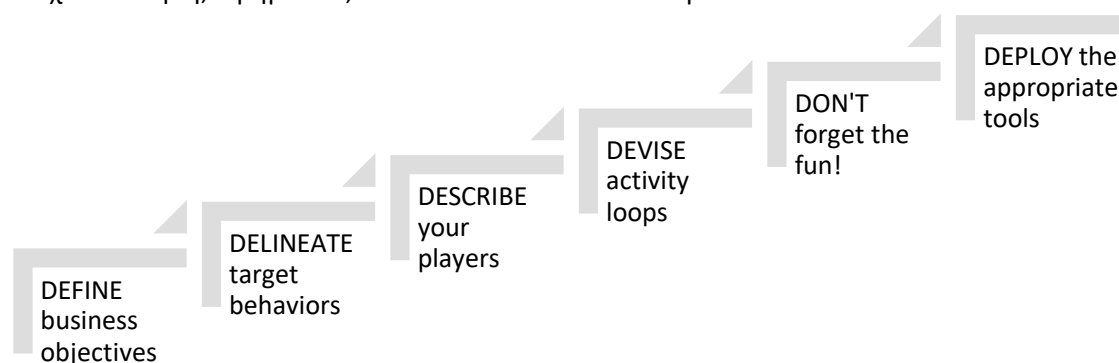
Η διάσταση του συναισθήματος (perspective of emotion) εστιάζει στο ρόλο των συναισθημάτων στις νοητικές και κινητήριες διεργασίες. Τα συναισθήματα αλληλεπιδρούν με τις διεργασίες αυτές και επηρεάζονται από τις καθοδηγητικές στρατηγικές. Για το λόγο αυτό γίνονται έρευνες για τη σκιαγράφηση των επιπτώσεων του συναισθηματικού σχεδιασμού των οδηγιών (Astleitner, 2000). Οι παίκτες είναι πιθανό να κινητοποιηθούν αν το σύστημα μειώνει τα αρνητικά συναισθήματα, όπως είναι ο φόβος, ο φθόνος και ο θυμός ή αν αυξάνει τα θετικά συναισθήματα, όπως είναι η συμπόνοια και ευχαρίστηση.

## 4.6 Σχεδιασμός της Παιχνιδοποίησης

Για την ανάπτυξη ενός παιχνιδιού ή ενός παιχνιδοποιημένου συστήματος απαιτείται σχολαστικός σχεδιασμός. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη ενός σκοπού και κάθε φάση του σχεδιασμού θα πρέπει να συνδέεται άμεσα και να αποσκοπεί στην επίτευξη αυτού. Επίσης, η προσπάθεια του ανθρώπου να επιλύσει προβλήματα που τον επηρεάζουν σε οποιοδήποτε επίπεδο, τον καθιστά πιο αποδοτικό και αποτελεσματικό. Για το λόγο αυτό, ο σχεδιασμός του συστήματος θα πρέπει να είναι ανθρωποκεντρικός, έτσι ώστε η επίλυση του προβλήματος να αποτελέσει μια ενδιαφέρουσα και ευχάριστη εμπειρία για τον χρήστη. Καθ' όλη τη διάρκεια του σχεδιασμού, ο υπεύθυνος θα πρέπει να σκέφτεται και να αναφέρεται στους παίκτες και να αξιολογεί την εμπειρία τους από τη δική τους οπτική γωνία. Τέλος, θα πρέπει να υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στο αλγοριθμικό μέρος και τη δημιουργικότητα. Η υπερίσχυση του ενός έναντι του άλλου είναι πιθανό να κάνει το σύστημα αποκρουστικό για τον χρήστη και η εμπειρία του να μην είναι ποιοτική, οπότε και χάνεται όλο το ζητούμενο της παιχνιδοποίησης.

#### 4.6.1 Πλαίσιο Σχεδιασμού της Παιχνιδοποίησης

Οι Werbach και Hunter (2012) ανέπτυξαν ένα πλαίσιο σχεδιασμού, όσον αφορά στην παιχνιδοποίηση, 6 βημάτων, τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω.



Σχήμα 18: : Πλαίσιο σχεδιασμού παιχνιδοποίησης κατά Werbach και Hunter (2012) – 6D Framework

##### Καθορισμός Επιχειρησιακών Στόχων (Define Business Objectives)

Η επιχείρηση μπορεί να θέσει ως στόχο τη μεγιστοποίηση των κερδών, την αύξηση της παραγωγικότητας ή της έκθεσης και της ορατότητας στα κοινωνικά δίκτυα. Προσδιορίζοντας αυτούς τους στόχους, διευκολύνεται η χαρτογράφηση των επόμενων σταδίων της διαδικασίας. Σε κάθε περίπτωση δεν είναι ανάγκη οι στόχοι να είναι χρηματικοί, αλλά θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ανταπόκριση ή η δημιουργία νέων αναγκών για τον χρήστη, ο οποίος θα επιθυμεί να τις εκπληρώσει.

Διακρίνονται 4 βήματα σε αυτή την κατηγορία:

1. Θα πρέπει να καταγραφούν όλοι οι πιθανοί στόχοι προς επίτευξη, τόσο για την επιχείρηση όσο και για τους χρήστες.
2. Από αυτούς τους στόχους θα πρέπει να επιλεγθούν οι κυριότεροι και να καταταχθούν σε σειρά προτεραιότητας και μείζονος σημασίας.
3. Θα πρέπει να περιοριστούν οι μηχανισμοί που αποτελούν περισσότερο μέσο παρά σκοπό. Για παράδειγμα, η εξασφάλιση συγκεκριμένου αριθμού χρηστών αποτελεί το μέσο για την επίτευξη ενός άλλου στόχου, ο οποίος θα μπορούσε να σχετίζεται με την αύξηση του κέρδους και την αποδοτικότητα.
4. Όλοι οι στόχοι θα πρέπει να είναι δικαιολογημένοι. Και οι δύο πλευρές, επιχείρηση και χρήστες, θα πρέπει να αναγνωρίζουν τη σημασία τους και πως αυτοί θα τους ωφελήσουν. Αν δεν είναι δυνατή η αιτιολόγηση, τότε ο στόχος θα πρέπει να διαγραφεί. Τα κύρια ερωτήματα που θα πρέπει να τεθούν είναι «τι ακριβώς επιθυμούμε να πετύχουμε μέσω του συστήματος;» και «με ποιο τρόπο μπορούμε να μετρήσουμε την επιτυχία ή την αποτυχία του;».

##### Προσδιορισμός Αναμενόμενων Συμπεριφορών (Delineate Target Behaviors)

Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να αναλυθούν οι επιθυμητές συμπεριφορές των χρηστών του παιχνιδοποιημένου συστήματος. Αυτές θα πρέπει να λειτουργούν θετικά ως προς την επίτευξη των καθορισμένων επιχειρησιακών στόχων. Πέρα από την ακριβή περιγραφή της κάθε

συμπεριφοράς, θα πρέπει να δοθεί έμφαση και στον τρόπο με τον οποίο θα ενισχυθούν οι στόχοι του συστήματος, αλλά και στο πως θα γίνεται η μέτρηση των συμπεριφορών.

Όμοια με το προηγούμενο στάδιο, διακρίνονται 4 βήματα:

1. Θα πρέπει να καταγραφούν όλες οι δραστηριότητες και οι πιθανές συμπεριφορές των χρηστών.
2. Για αυτές χρειάζεται μια λίστα προτεραιότητας, ορίζοντας ποιες είναι πιο σημαντικές, ακόμα και επείγουσες. Θα πρέπει να δοθεί βαρύτητα στις συμπεριφορές που βρίσκονται σε υψηλές θέσεις στη λίστα και η επίτευξή τους θα πρέπει να συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με την εξέλιξη του χρήστη στο παιχνίδι, όπως για παράδειγμα με το να ανεβαίνουν επίπεδο.
3. Απαραίτητη είναι η ανάπτυξη μετρικών για κάθε συμπεριφορά, ώστε να αποδοθούν σωστά τα σχετικά στοιχεία παιχνιδιών. Οι μετρικές αυτές θα μπορούσαν να είναι η αναλογία DAU/MAU, δηλαδή Daily Active Users/Monthly Active Users (η αναλογία Ημερήσιων Ενεργών Χρηστών/Μηνιαίων Ενεργών Χρηστών), ο όγκος των δραστηριοτήτων ή η διάδοση του συστήματος.
4. Θα πρέπει να προσδιοριστούν οι συνθήκες νίκης για τους χρήστες. Συγκεκριμένα, οι χρήστες καλό θα ήταν να γνωρίζουν πότε κερδίζουν ή επιτυγχάνουν. Σε αυτό το βήμα θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι προσωρινές και οι μακροπρόθεσμες νίκες. Οι ημερήσιες προκλήσεις, η εκπλήρωση ενός υπό-στόχου και η κατάταξη ανάμεσα στους ομότιμους χρήστες αποτελούν τις προσωρινές συνθήκες νίκης, ενώ οι μακροχρόνιες αφορούν στην ολοκλήρωση ενός επιπέδου, την συλλογή σημάτων και την κατάταξη σε μεγαλύτερη κλίμακα και πλαίσιο.

#### Περιγραφή Παικτών (Describe Your Players)

Η ουσιαστική κατανόηση των χρηστών του συστήματος αποτελεί σημαντικό παράγοντα στο σχεδιασμό και η περιγραφή των χαρακτηριστικών τους ποικίλει ανάλογα με τον τομέα εφαρμογής της παιχνιδοποίησης. Τα γενικά χαρακτηριστικά τους συνήθως είναι δημογραφικά, ηλικιακές ομάδες, ψυχογραφικά και τα είδη συμπεριφοράς. Η αναγνώριση του είδους του χρήστη είναι απαραίτητη για τη σωστή και αποτελεσματική παρακίνησή του.

Οι παίκτες είναι η πιο σημαντική ομάδα που συμβάλλει στη συνολική εμπειρία της παιχνιδοποίησης. Οι άλλες τρεις είναι οι σχεδιαστές, οι θεατές και οι παρατηρητές. Ο λόγος που οι παίκτες είναι η πιο σημαντική ομάδα είναι διότι εκείνοι είναι που βιώνουν την εμπειρία σε βάθος. Αυτοί μπορεί να είναι δυνητικοί, νέοι και υπάρχοντες εργαζόμενοι ή/και πελάτες της επιχείρησης. Επομένως, σε γενικότερο πλαίσιο, οι παίκτες είναι δυνατό να είναι εσωτερικοί ή εξωτερικοί στην επιχείρηση. Οι σχεδιαστές είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία του συστήματος, τη διαχείριση και τη συντήρησή του. Όταν ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός, τότε ο ρόλος τους είναι πιο παθητικός, καθώς είναι υπεύθυνοι για να ελέγχουν αν το σύστημα ανταποκρίνεται στους επιχειρησιακούς στόχους. Οι θεατές δε συνδέονται άμεσα με την παιχνιδοποιημένη εμπειρία, αλλά είναι σε θέση να την επηρεάσουν, ανάλογα με τη σχέση τους με τους παίκτες, με την υποστήριξή τους ή όχι. Τέλος, οι παρατηρητές, ενώ γνωρίζουν για την ύπαρξη της εμπειρίας, δεν έχουν καμία επιρροή πάνω σε αυτή. Οι παρατηρητές είναι πιθανοί παίκτες ή θεατές, καθώς μπορούν να αναλάβουν νέους ρόλους, επιδιώκοντας την αυξημένη δραστηριοποίησή τους στο σύστημα. Αν και η σύνδεση μεταξύ σχεδιαστών και παικτών είναι αυτή που λαμβάνεται σοβαρά

υπόψη, αυτό δε σημαίνει πως οι άλλες δύο ομάδες ανθρώπων δεν είναι σημαντικές και δε γίνεται να επηρεάσουν ή να επηρεαστούν από την παιχνιδοποίηση (Robson et al., 2016).

Σύμφωνα με την ταξινόμηση του Bartle (1996), Βρετανό συγγραφέα και καθηγητή στο Πανεπιστήμιο του Essex, διακρίνονται 4 τύποι παικτών με βάση τις προτιμήσεις τους στα παιχνίδια: οι ολοκληρωτές, οι εξερευνητές, οι κοινωνικοί και οι εξολοθρευτές.



Σχήμα 19: Οι τύποι παικτών του Bartle (1996)

#### 1. ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΕΣ (ACHIEVERS)

Αυτό το είδος παικτών επικεντρώνεται στη νίκη και την απόκτηση κάποιου επιπέδου επιτυχίας, όπως και αν αυτή μετριέται. Για αυτούς σημασία έχει το κύρος που συνοδεύει τη νίκη, χωρίς να νοιάζονται για το αν τα πλεονεκτήματα είναι ελάχιστα ή μηδαμινά (Chou & Chou, 2019). Είναι επίσης γνωστοί και ως «τα Διαμάντια (Diamonds)».

Η σχέση τους με τους εξερευνητές είναι ότι προσπαθούν να ανακαλύψουν νέους τρόπους για νικήσουν, ενώ με τους κοινωνικούς ότι προσπαθούν να καταλάβουν την τακτική των συμπαικτών τους για να κερδίσουν. Τέλος η σχέση τους με τους εξολοθρευτές είναι ότι προσπαθούν να απαλλαγούν από τα εμπόδια που τους θέτουν οι αντίπαλοι για να νικήσουν ή να ανέβουν επίπεδο. Συχνά θεωρείται ότι οι ολοκληρωτές είναι η πιο διαδεδομένη κατηγορία παικτών, αλλά στην πραγματικότητα αυτή είναι οι κοινωνικοί.

#### 2. ΕΞΕΡΕΥΝΗΤΕΣ (EXPLORERS)

Βασικός τους στόχος είναι η ανακάλυψη ενός καινούριου κόσμου και των μυστικών που αυτός κρύβει. Είναι γνωστοί και ως «τα Φτυάρια (Spades)», επειδή τείνουν να σκάβουν και να

ανακαλύπτουν καινούρια πράγματα. Γι' αυτούς, το παιχνίδι έχει αξία μόνο αν τους προσφέρει την ευκαιρία να βιώσουν νέες εμπειρίες και την αίσθηση της έκπληξης. Συχνά αισθάνονται μια έξαψη αδρεναλίνης και ενθουσιασμού στο αντίκρισμα κάτι πρωτόγνωρου (Chou & Chou, 2019).

Η σχέση τους με τους ολοκληρωτές είναι ότι πιθανώς θα χρειαστεί να συλλέξουν κάποια στοιχεία παιχνιδιών για να έχει ροή το παιχνίδι και να περάσουν στην επόμενη ανακάλυψη, ενώ με τους κοινωνικούς ενδέχεται να συνεργαστούν και να συλλέξουν πληροφορίες από τους υπόλοιπους συμπαίκτες. Τέλος, η σχέση τους με τους εξολοθρευτές είναι ότι θα χρειαστεί να απαλλαγούν από τους αντιπάλους τους, ώστε να φτάσουν το γρηγορότερο δυνατό στο στόχο τους, που είναι η ανακάλυψη.

### 3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ (SOCIALIZERS)

Οι παίκτες αυτοί έλκονται από την κοινωνική πτυχή του συστήματος και όχι από τη στρατηγική του παιχνιδιού και μέσα σε αυτό αναζητούν την επικοινωνία με τους συμπαίκτες τους. Στόχος τους είναι να γνωρίσουν ανθρώπους, να τους κατανοήσουν και να αναπτύξουν σχέσεις με αυτούς. Συχνά αναφέρονται και ως «οι Καρδιές (Hearts)» του παιχνιδιού, αφού αυτοί είναι που απολαμβάνουν περισσότερο την αλληλεπίδρασή τους με τους υπόλοιπους παίκτες (Chou & Chou, 2019).

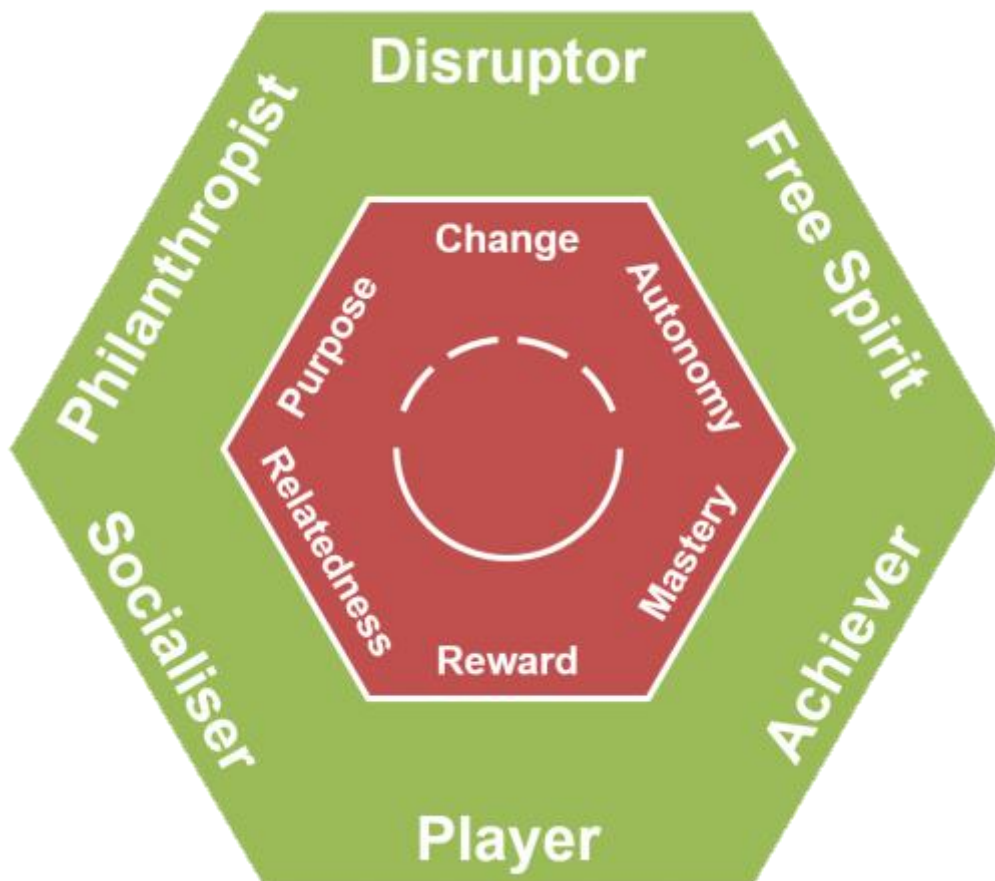
Η σχέση τους με τους εξολοθρευτές είναι μικρή καθώς επιδιώκουν την ανάπτυξη φιλικών σχέσεων με τους συμπαίκτες τους, κάτι που είναι αντίθετο με τη φύση των εξολοθρευτών. Ο μόνος τρόπος και λόγος για να μετατραπούν σε εξολοθρευτές είναι για την προστασία των φίλων τους.

### 4. ΕΞΟΛΟΘΡΕΥΤΕΣ (KILLERS)

Εμφανίζουν επιθετική και ανταγωνιστική συμπεριφορά με στόχο την εξάλειψη των υπόλοιπων παικτών στον εικονικό κόσμο. Δε στοχεύουν αποκλειστικά στη δική τους νίκη, αλλά κυρίως στην ήττα των συμπαικτών τους. Προτιμούν παιχνίδια με πολλή δράση και καταστροφικό περιβάλλον. Επίσης, επιδιώκουν να δείχνουν την υπεροχή τους και να δέχονται τον θαυμασμό των άλλων. Η κοινωνικοποίηση τους βοηθάει μόνο για να εξαπατήσουν τα υποψήφια θύματά τους ή για να συνεργαστούν με άλλους εξολοθρευτές (Zichermann & Cunningham, 2011).

Κάθε παίκτης μπορεί να ανήκει σε παραπάνω από μια κατηγορίες, αλλά συνήθως μία είναι η κυρίαρχη και μεταβαίνει στις υπόλοιπες για να αυξήσει το ενδιαφέρον του. Για το μέσο παίκτη η αναλογία είναι περίπου 80% κοινωνικός, 50% εξερευνητής, 40% ολοκληρωτής και 20% εξολοθρευτής. Αποδεχόμενοι, όμως, ότι ένας παίκτης αντιστοιχεί σε μία μόνο κατηγορία, τότε σύμφωνα με την ίδια έρευνα του Bartle, το 75% των ανθρώπων είναι κοινωνικοί, εξερευνητές και ολοκληρωτές είναι από 10% έκαστοι και εξολοθρευτές είναι μόλις το 5%.

Βασιζόμενος στην ταξινόμηση του Bartle, η οποία αφορά στα παιχνίδια, ο Andrzej Marczewski (2015) πρόσθεσε δύο ακόμα τύπους χρηστών, προσαρμόζοντας παράλληλα την ταξινόμηση στα συστήματα παιχνιδιοποίησης. Ο διαχωρισμός έγινε με βάση τα εσωτερικά και τα εξωτερικά τους κίνητρα. Έτσι, ορίζονται οι παίκτες, οι κοινωνικοί, οι φιλόδοξοι, οι διαταράκτες, τα ελεύθερα πνεύματα και οι ολοκληρωτές.



Σχήμα 20: Τύποι παικτών κατά Marczewski (2015) (Πηγή: <https://www.gamified.uk/user-types/> - Πρόσβαση 25/7/2020)

Εξωγενείς Παίκτες

#### 1. ΠΑΙΚΤΕΣ (PLAYERS)

Βασικός τους στόχος είναι να ανταποκρίνονται στις προκλήσεις του παιχνιδιού και να βρίσκονται όσο πιο ψηλά γίνεται στους πίνακες κατάταξης. Για εκείνους, οι εξωτερικές επιβραβεύσεις αποτελούν κίνητρο και τους δίνουν ευχαρίστηση. Παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες με τους εξολοθρευτές του Bartle και χωρίζονται στους συμφεροντολόγους (Self-Seekers), τους καταναλωτές (Consumers), τους δικτυωμένους (Networkers) και τους εκμεταλλευτές (Exploiters).

Οι συμφεροντολόγοι πράττουν παρόμοια με τους φιλάνθρωπους. Είναι διατεθειμένοι να βοηθήσουν και να διαμοιράσουν τη γνώση τους, αλλά περιμένουν αντάλλαγμα. Αν δεν είναι εγγυημένη η ανταμοιβή, τότε δεν θα εμπλακούν. Για εκείνους είναι πιο σημαντική η ποσότητα από ότι η ποιότητα.

Οι καταναλωτές κάνουν ό,τι είναι απαραίτητο για να εξασφαλίσουν την ανταμοιβή. Είναι πρόθυμοι να συμμετάσχουν σε προκλήσεις και να μάθουν νέες δεξιότητες, όπως οι ολοκληρωτές, αλλά η ιδανική περίπτωση για αυτούς είναι να μην χρειαστεί.



Οι δικτυωμένοι είναι αυτοί που κοινωνικοποιούνται με τους υπόλοιπους γιατί αποσκοπούν κάπου. Αυτό σημαίνει πως τα άτομα με τα οποία αλληλεπιδρούν είναι εν δυνάμει χρήσιμες επαφές από τις οποίες μπορούν μετέπειτα να επωφεληθούν.

Τέλος, οι εκμεταλλευτές αναζητούν τους περιορισμούς του συστήματος, όπου τότε θα μπορούν να πράξουν όπως οι ίδιοι νομίζουν. Έτσι, πιστεύουν πως βρίσκουν νέους τρόπους που θα τους οδηγήσουν σε κάποια ανταμοιβή. Ψάχνουν συνεχώς για τα μικρά «παραθυράκια» και αποτελούν την πιο πιθανή κατηγορία παικτών που θα παραβεί τους κανόνες και θα κλέψει.

Τα στοιχεία που τους παρακινούν είναι ο ανταγωνισμός, η τύχη και οι απτές ανταμοιβές.

## 2. ΔΙΑΤΑΡΑΚΤΕΣ (DISRUPTORS)

Οι διαταράκτες υποκινούνται από την αλλαγή. Τείνουν να διαταράξουν το σύστημα είτε άμεσα είτε μέσω άλλων χρηστών για να επιφέρουν θετικές ή αρνητικές αλλαγές. Χωρίζονται στους πενθούντες (Griefers), τους καταστροφείς (Destroyers), τους επηρεαστές (Influencers) και τους βελτιωτές (Improvers).

Οι πενθούντες στην ουσία αποτελούν τους εξολοθρευτές του Bartle. Επιθυμούν να επηρεάσουν αρνητικά τους άλλους χρήστες για τη δική τους ευχαρίστηση. Είναι η κατηγορία παικτών που θεωρητικά δεν έχει θέση στο παιχνιδιοποιημένο σύστημα, οπότε και θα πρέπει να εξαλειφθεί ή να γίνουν προσπάθειες ώστε να αλλάξουν τη γνώμη και τη νοοτροπία τους.

Οι καταστροφείς θέλουν να παραβιάσουν το σύστημα. Αναζητούν «παραθυράκια», όπως οι εκμεταλλευτές, για να «χαλάσουν» την εμπειρία των άλλων χρηστών. Αυτό συμβαίνει είτε γιατί δεν τους αρέσει το σύστημα είτε γιατί αρέσκονται στη διαδικασία αυτή καθ' αυτή. Αν δεν είναι εφικτό να μετατραπούν σε βελτιωτές, τότε αποτελούν και αυτοί μια κατηγορία παικτών που καλό θα ήταν να εξαλειφθεί.

Οι επηρεαστές είναι χρήστες που προσπαθούν να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το σύστημα, ασκώντας επιρροή στους υπόλοιπους χρήστες είτε θετικά είτε αρνητικά. Μπορούν να γίνουν από τους μεγαλύτερους υποστηρικτές ή να μετατραπούν σε πενθούντες. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ορθά, ώστε να ωφελήσουν το σύστημα ή να απομακρυνθούν από αυτό.

Οι βελτιωτές αλληλεπιδρούν με το σύστημα έχοντας τις καλύτερες προθέσεις. Στην πραγματικότητα, μοιάζουν με τα ελεύθερα πνεύματα, καθώς εξερευνούν το σύστημα, εντοπίζουν προβλήματα και προσπαθούν να τα διορθώσουν. Αν τους δίνεται η απαραίτητη προσοχή, τότε μπορεί να είναι ιδιαίτερα βοηθητικοί, αλλιώς είναι πιθανό να μετατραπούν σε καταστροφείς.

Τα στοιχεία που τους παρακινούν είναι η αναρχία, η ανωνυμία και η ψηφοφορία.

Ενδογενείς Παίκτες

## 3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ (SOCIALIZERS)

Περιγράφονται όπως ακριβώς και στην ταξινόμηση του Bartle (1996) και τα στοιχεία που τους κινητοποιούν είναι οι ομάδες, το κοινωνικό κύρος, η κοινωνική δικτύωση και η κοινωνική πίεση.

#### 4. ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΠΝΕΥΜΑΤΑ (FREE SPIRITS)

Αυτοί οι παίκτες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στους εξερευνητές (Explorers), οι οποίοι περιγράφονται όπως και στην ταξινόμηση Bartle, και στους δημιουργούς (Creators). Αυτοί, διεγείρονται από την κατασκευή νέων πραγμάτων υπό το πρίσμα του εικονικού τους χαρακτήρα.

Οι χρήστες αυτοί προτιμούν ένα προσωπικό ταξίδι, επιδιώκουν την ιδιοκτησία και βρίσκουν δημιουργικούς τρόπους για να εντοπίσουν τα ελαττώματα του συστήματος. Και οι δύο κατηγορίες επιζητούν την αυτονομία, ενώ αρέσκονται στην εύκολη διασκέδαση. Τα στοιχεία που τους κινητοποιούν είναι η εξερεύνηση, οι επιλογές, τα εργαλεία δημιουργικής εργασίας και η εξατομίκευση.

#### 5. ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΕΣ (ACHIEVERS)

Και σε αυτή την κατηγορία δεν παρατηρείται κάποια διαφορά σε σχέση με την περιγραφή του Bartle. Στόχος τους είναι η επιδεξιότητα και να αποδίδουν στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Ο ανταγωνισμός έχει νόημα για αυτούς διότι τους ωθεί να γίνουν καλύτεροι από τους άλλους. Τα στοιχεία που τους κινητοποιούν είναι η δύσκολη διασκέδαση, οι προκλήσεις, τα πιστοποιητικά, η απόκτηση νέων δεξιοτήτων, η πρόοδος και γενικότερα οτιδήποτε μπορεί να τους προσδώσει κύρος (boss fights).

#### 6. ΦΙΛΑΝΘΡΩΠΟΙ (PHILANTHROPISTS)

Οι παίκτες αυτοί διακρίνονται για την ανιδιοτέλειά τους. Προσφέρουν στους συμπαίκτες τους χωρίς να περιμένουν κάποιου είδους ανταμοιβή και επιδιώκουν να είναι μέρος κάποιου ανώτερου σκοπού. Τα στοιχεία που τους κινητοποιούν είναι η φροντίδα, το νόημα, το μοίρασμα και ο διαμοιρασμός της γνώσης.

#### Προγραμματισμός Βρόχων Δραστηριοτήτων: Καθορισμός Αναμενόμενης Εξέλιξης Συστημάτων (Devise Activity Loops)

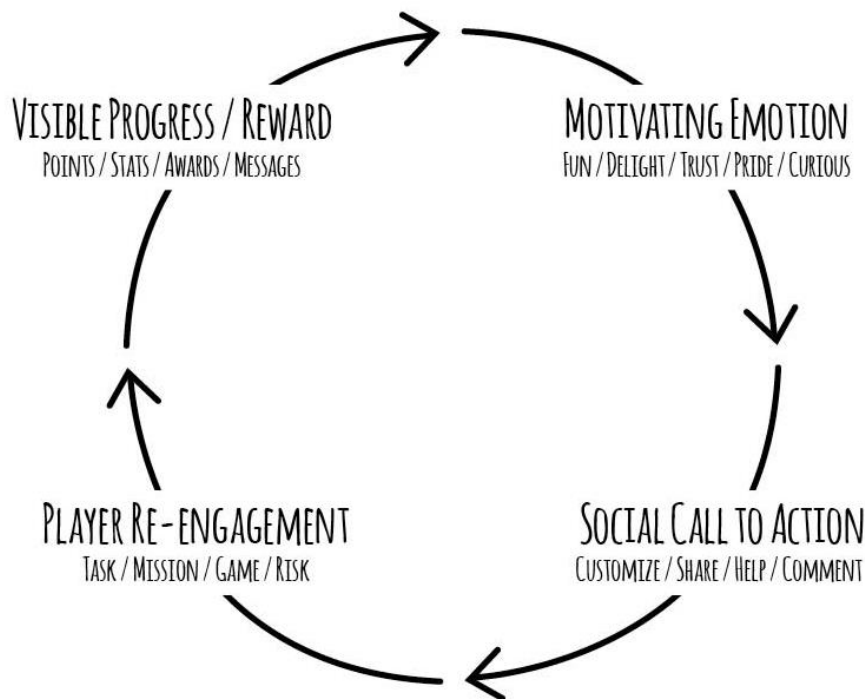
Όπως τα λογισμικά προγράμματα βασίζονται σε δομές επανάληψης, το ίδιο ισχύει και για τη ροή των παιχνιδιών. Είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν βρόχοι δραστηριοτήτων (activity loops) και αυτοί διαχωρίζονται στους βρόχους δέσμησης – ενασχόλησης και στους βρόχους προόδου των παικτών.

#### Κύκλος Ενασχόλησης (Engagement Loop)

Η ενασχόληση – δέσμηση του χρήστη επιτυγχάνεται μέσα από 4 στάδια. Αρχικά ο χρήστης πρέπει να έχει ένα κίνητρο, το οποίο εξαρτάται από την προσωπικότητα του, τα ενδιαφέροντα του και σαφώς από τους σκοπούς του συστήματος. Από τα πιο διαδεδομένα κίνητρα είναι η κοινωνική ένταξη και αναγνώριση (Cechanowicz et al., 2013). Αυτά, πυροδοτούν τις διάφορες ενέργειες εντός του συστήματος. Το τρίτο στάδιο σηματοδοτείται από την εκ νέου δέσμηση

του χρήστη, μέσω συνεχόμενων δράσεων και το τελικό στάδιο αποτελείται από την ολοκλήρωση των ενεργειών και την απόκτηση επιβραβεύσεων. Ο χρήστης έχει επίγνωση της προόδου του, η οποία λειτουργεί ως ανατροφοδότηση και με τον τρόπο αυτό ενεργοποιείται ξανά το πρώτο στάδιο και ο κύκλος επαναλαμβάνεται (Zichermann & Cunningham, 2011; Kumar, 2013; Cechanowicz et al., 2013)

Συνοψίζοντας, τα κίνητρα ωθούν τους χρήστες να ολοκληρώσουν ενέργειες, οι οποίες υποκινούνται από επιβραβεύσεις, που οδηγούν σε κατορθώματα, τα οποία με τη σειρά τους ενισχύουν τα κίνητρα.



Σχήμα 21: Κύκλος Ενασχόλησης (Engagement Loop) (Πηγή: <http://desres18.netornot.at/md/common-game-mechanics/> - Πρόσβαση 26/7/2020)

Η έννοια της ενασχόλησης δομείται από 5 βασικά στοιχεία (Wang, 2011).

#### 1. ΠΛΟΚΗ

Είναι σημαντικό να αναλύεται το κάθε στοιχείο και να προσδιορίζεται πως επηρεάζει το χρήστη και την αφοσίωσή του στο σύστημα. Η ύπαρξη μιας ολοκληρωμένης ιστορίας του επιτρέπει να αποτελέσει μέρος αυτής, να αισθανθεί σημαντικός και να παρακολουθεί με ενδιαφέρον την εξέλιξη της. Επίσης, ενημερώνεται συνεχώς και ενισχύει την αντίληψή του για το σύστημα.

#### 2. ΕΠΙΒΡΑΒΕΥΣΗ

Η επιβράβευση του χρήστη μπορεί να είναι πραγματική ή εικονική και αυτή θα πρέπει να είναι ανάλογη του επιπέδου δυσκολίας στο οποίο βρίσκεται. Η σταδιακή πρόοδος είναι απαραίτητη για την ενασχόληση του χρήστη.

#### 3. ΚΥΡΟΣ

Η κοινωνική αναγνώριση και το κύρος (status) είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τον παίκτη. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητα τα σχετικά στοιχεία παιχνιδιών που ενισχύουν αυτή την αίσθηση.

#### 4. ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ

Η ύπαρξη μιας κοινότητας συνδέεται στενά με το κύρος. Οι άνθρωποι έχουν την έμφυτη τάση να μοιράζονται τις εμπειρίες τους, να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν απόψεις με τους υπόλοιπους χρήστες.

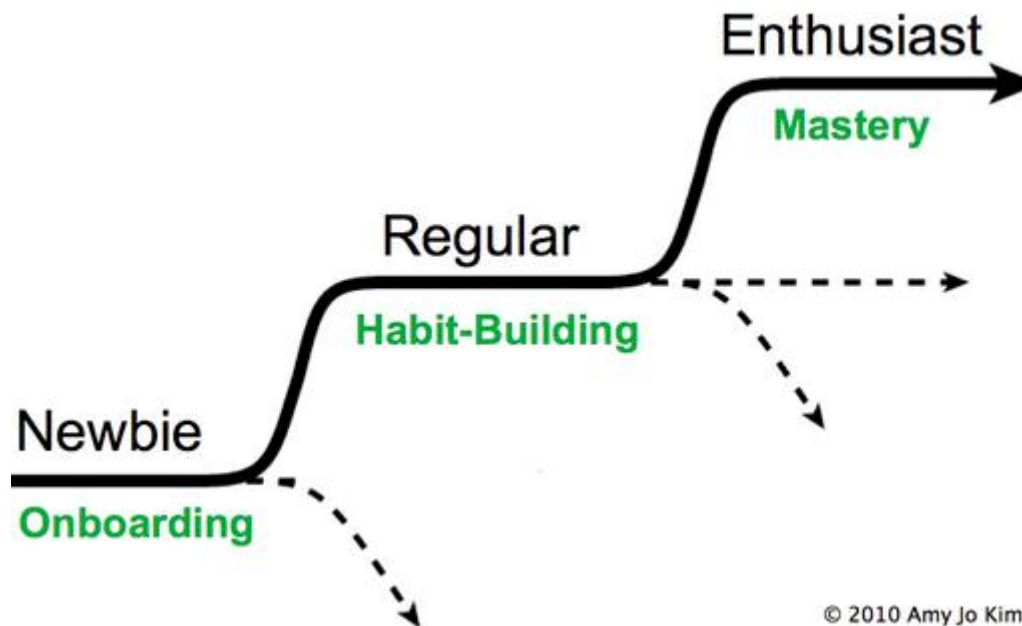
#### 5. ΠΡΟΚΛΗΣΗ

Για να είναι πετυχημένο το παιχνιδιοποιημένο σύστημα χρειάζεται η συνεχής πρόκληση του χρήστη, ώστε να παραμένει αμείωτο το ενδιαφέρον και η αφοσίωσή του. Χρειάζεται σαφής και σωστή ανατροφοδότηση, ώστε ο χρήστης να νιώθει την ανάγκη να επιστρέψει στο σύστημα και να ανταποκριθεί στις νέες απαιτήσεις.

Είναι φανερό λοιπόν πως η έννοια της ενασχόλησης εξαρτάται αποκλειστικά από την ικανοποίηση των τριών βασικών ψυχολογικών αναγκών του ανθρώπου, σύμφωνα με την θεωρία αυτοδιάθεσης, που έχει ήδη αναλυθεί.

Κύκλος Προόδου (Progression Loop)

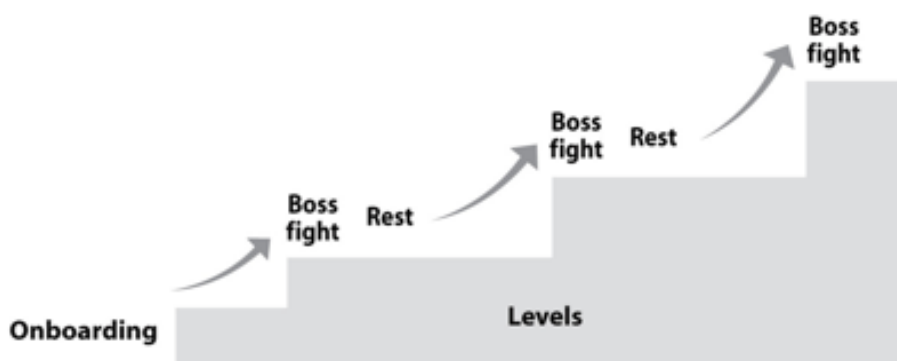
Οι βρόχοι προόδου λειτουργούν στο μακρο-επίπεδο του σχεδιασμού και αφορούν στη συνολική πρόοδο του χρήστη, όποια και αν είναι αυτή. Σύμφωνα με αυτόν, οι παίκτες αντί να φτάνουν στον προορισμό τους μετά από μόλις μια ενέργεια, εγχείρημα ιδιαίτερα απαιτητικό και δύσκολο, επιτυγχάνουν το στόχο τους μέσα από μικρά βήματα. Ουσιαστικά, πρόκειται για το λεγόμενο «ταξίδι του παίκτη».



Σχήμα 22: Το ταξίδι του παίκτη (Πηγή: <https://amyjokim.com/blog/2014/04/08/the-players-journey/> - Πρόσβαση 26/7/2020)

Για τη διατήρηση του ενδιαφέροντος του χρήστη απαιτείται διαβάθμιση του συστήματος, από τη στιγμή που εισέρχεται σε αυτό ως και την πλήρη εξοικείωση και τα ανώτερα επίπεδα εξειδίκευσης. Η είσοδος του αρχαρίου (newbie) στο σύστημα θα πρέπει να γίνει αργά και σταδιακά. Ωστόσο, θα πρέπει να εξασφαλιστεί το έντονο ενδιαφέρον του, ώστε να μην το απορρίψει νωρίς. Η συνηθέστερη πρακτική είναι να λάβει άμεσα μια επιβράβευση για μια πολύ απλή δραστηριότητα. Στο στάδιο αυτό, ο χρήστης περιηγείται στο σύστημα και γνωρίζει τη διεπαφή, αναγνωρίζει τα βασικά ζητούμενα, τις απαιτήσεις του συστήματος και αλληλεπιδρά με το νέο περιβάλλον. Όταν ο παίκτης φτάσει στο σημείο να είναι τακτικός (regular), αυτό σημαίνει ότι έχει υιοθετήσει και κάποιες από τις επιθυμητές συμπεριφορές που ορίστηκαν κατά το σχεδιασμό. Εδώ, ο χρήστης έχει πλήρη επίγνωση του συστήματος και είναι εξοικειωμένος με αυτό. Επίσης, έχει αναπτύξει συγκεκριμένες δεξιότητες, γνωρίζει συνεχείς επιτυχίες και ανταγωνίζεται τους υπόλοιπους χρήστες. Στο υψηλότερο επίπεδο του ταξιδιού, ο χρήστης πλέον είναι ενθουσιώδης (enthusiast) και θα μπορούσε να χαρακτηριστεί μέχρι και αυθεντία (Karr, 2012). Ο παίκτης μπορεί να ανταπεξέλθει σε όλες τις προκλήσεις του παιχνιδιού, έχει ολοκληρώσει τις επιμέρους δραστηριότητες και έχει διαμορφώσει σφαιρική άποψη για κάθε στοιχείο του συστήματος. Για να διατηρηθούν αυτοί οι παίκτες στο παιχνοδομημένο σύστημα θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα κοινωνικής αναγνώρισης και να απολαμβάνουν αποκλειστικά προνόμια (Zichermann & Cunningham, 2011).

Ο σχεδιασμός, επομένως, θα πρέπει να ικανοποιεί τις ανάγκες όλων των χρηστών ανεξάρτητα με τη χρονική περίοδο που εισήλθαν στο σύστημα και τις δεξιότητες που έχουν αναπτύξει. Οι Carroll και Rossen (1987) διατύπωσαν το «παράδοξο του ενεργού χρήστη». Αυτό υπογραμμίζει την τάση των χρηστών να φτάνουν σε ένα τέλμα στην αλληλεπίδραση τους με το σύστημα και αυτό συμβαίνει διότι σταματούν να αναζητούν νέους και δημιουργικούς τρόπους να ανταποκριθούν στις προκλήσεις και χρησιμοποιούν ήδη γνωστές σε εκείνους μεθόδους. Σε όλα τα στάδια που προαναφέρθηκαν θα πρέπει να υπάρχουν σημεία χαλάρωσης, για να μην κουράζεται ο παίκτης κατά τη διαρκή προσπάθεια του για ανοδική πορεία. Με την εναλλαγή εξέλιξης και χαλάρωσης, η συνολική πρόοδος του παίκτη συντελείται όσο πιο φυσικά γίνεται. Σε κάποιο σημείο ο παίκτης καλείται να ανταπεξέλθει σε μια ιδιαίτερα απαιτητική πρόκληση (boss fight) και η επιτυχία σηματοδοτεί τη μετάβαση στην επόμενη ενότητα του παιχνιδιού. Στο βρόχο δραστηριοποίησης δεν πρέπει να παραλείπεται να αποδίδονται επιβραβεύσεις στους χρήστες.

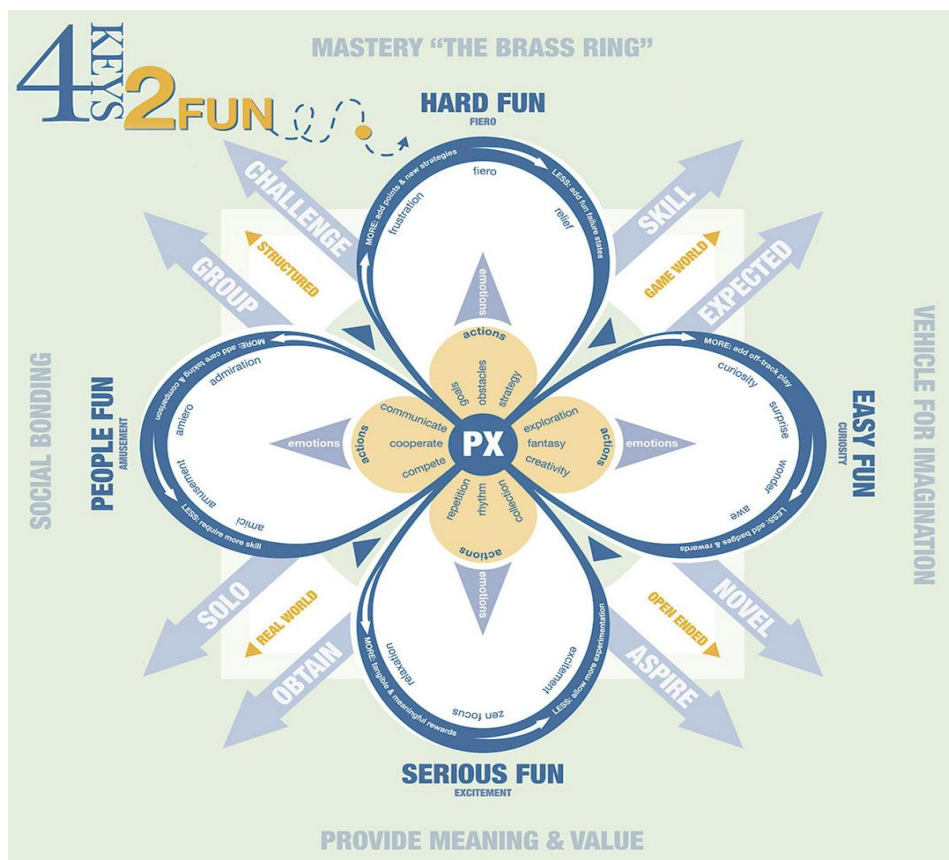


Σχήμα 23: Η σταδιακή ανοδική πορεία του παίκτη (Πηγή <http://blog.panictank.net/tag/gamification/> - Πρόσβαση 27/7/2020)

## Προσθήκη Στοιχείου Διασκέδασης (Don't Forget the Fun!)

Πολλές φορές κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού αμελείται η προσθήκη του στοιχείου διασκέδασης, το οποίο όμως είναι εξαιρετικά σημαντικό. Το τελικό προϊόν θα πρέπει να είναι ελκυστικό και διασκεδαστικό για τον χρήστη, εφόσον πρόκειται για παιχνιδιοποιημένο σύστημα, και ως εκ τούτου να διατηρεί το ενδιαφέρον των παικτών. Το πιο καίριο ερώτημα που τίθεται σε αυτό το στάδιο είναι αν οι χρήστες θα ήταν πρόθυμοι να συμμετάσχουν στο παιχνίδι. Αν η απάντηση είναι αρνητική, τότε ολόκληρη η διαδικασία του σχεδιασμού γίνεται μάταια.

Σύμφωνα με έρευνα της Nicole Lazzaro (2003) και της εταιρείας της, XEODesign (<https://www.xeodesign.com/>) διακρίνονται 4 είδη διασκέδασης: η εύκολη, η δύσκολη, η σοβαρή και η κοινωνική. Η εύκολη διασκέδαση (easy fun) αφορά στην αίσθηση του καινούριου (novelty). Οι άνθρωποι χαρακτηρίζονται από την περιέργεια της εξερεύνησης, τα παιχνίδια ρόλων και τη δημιουργικότητα και δίνεται έμφαση στη φαντασία. Η δύσκολη διασκέδαση (hard fun) διακρίνεται για το στοιχείο της πρόκλησης. Δίνει την ευκαιρία στους χρήστες να συμμετάσχουν σε προκλήσεις, να βιώσουν την κυριαρχία και την αίσθηση της ολοκλήρωσης. Επίσης, επικεντρώνεται στον στόχο, τους περιορισμούς και τη στρατηγική. Με τη σοβαρή διασκέδαση (serious fun), ο παίκτης επιζητά το νόημα. Ενθουσιάζεται με τις αλλαγές στον εικονικό χαρακτήρα του και στον εικονικό κόσμο. Αυτό το είδος διασκέδασης στοχεύει στο να αλλάξει το πως οι παίκτες σκέφτονται, αισθάνονται ή συμπεριφέρονται. Τέλος, η κοινωνική διασκέδαση (people fun) αφορά στη φιλία και τους δεσμούς που αναπτύσσονται μεταξύ των ανθρώπων, οι οποίοι παίρνουν ευχαρίστηση από τον ανταγωνισμό και τη συνεργασία.



Σχήμα 24: Είδη διασκέδασης (Πηγή: <http://www.nicolelazzaro.com/the4-keys-to-fun/> - Πρόσβαση 27/7/2020)

Στον Πίνακα 2 φαίνεται η σύνδεση είδους ενδογενούς παίκτη – είδους διασκέδασης, απαντώντας στα ερωτήματα ποιος, τι, γιατί και πώς.

**Πίνακας 2: Είδος ενδογενούς παίκτη – Είδος διασκέδασης**

SOCIALIZER	FREE SPIRIT	ACHIEVER	PHILANTHROPIST
relatedness	autonomy	mastery	purpose
people fun	easy fun	hard fun	serious fun
communicate - cooperate - compete	exploration - fantasy - creativity	goals - obstacles - strategy	repetition - rhythm - collection

#### Επιλογή Εργαλείων Προς Χρήση (Deploy the Appropriate Tools)

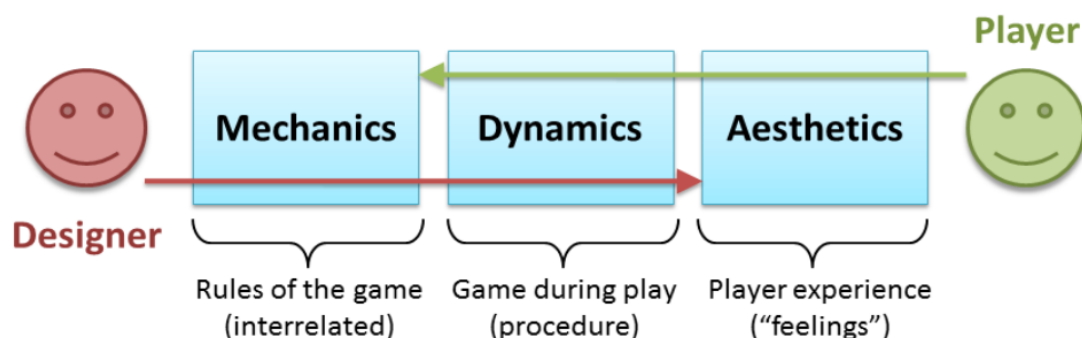
Ο σχεδιαστής έχει στη διάθεση του μια μεγάλη ποικιλία στοιχείων παιχνιδιών και παιχνιδοποίησης, τα οποία μπορεί να αξιοποιήσει για την εξυπηρέτηση και τη βέλτιστη επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί (Werbach & Hunter, 2012). Σε αυτό το τελικό στάδιο θα πρέπει να γίνει η εφαρμογή του τρίπτυχου μηχανισμοί – δυναμικές – στοιχεία. Στο υψηλότερο και πιο πρακτικό επίπεδο, η επιλογή των χρησιμοποιούμενων εργαλείων σημαίνει ότι ο σχεδιαστής θα πρέπει να βρει τι είναι αυτό που λειτουργεί πιο αποτελεσματικά μέσω της ανάλυσης του ανταγωνισμού και της επανάληψης. Χρειάζεται επίγνωση του ανταγωνισμού και αν αυτός αναπτύσσει κάποιο παρόμοιο σύστημα, όπως επίσης θα πρέπει να μελετηθούν οι παράγοντες επιτυχίας και αποτυχίας τους και η επιχείρηση – σχεδιαστής να μάθει από αυτούς.

Η παιχνιδοποίηση αφενός αποτελεί μια επιστήμη, όπου γίνονται αναλύσεις και αναπτύσσονται στρατηγικές βασισμένες σε δεδομένα. Ωστόσο, αποτελεί και είδος τέχνης που δίνει βάση στο μυστήριο «τι οι άνθρωποι βρίσκουν διασκεδαστικό και άξιο ενασχόλησης». Για να αποφανθούμε για όσα λειτουργούν αποτελεσματικά στον πραγματικό κόσμο θα πρέπει να γίνουν δοκιμές σε αυτόν. Όπως σε όλες τις δοκιμές με χρήστες, η καλύτερη αρχή είναι η κατασκευή ενός πρωτοτύπου, το οποίο δεν κοστίζει σε χρόνο και χρήμα. Με τον τρόπο αυτό οι πιθανοί χρήστες αλληλεπιδρούν με το σύστημα, το δοκιμάζουν και σχολιάζουν, παρέχοντας την κατάλληλη ανατροφοδότηση. Αυτή είναι μια απαραίτητη επαναληπτική διαδικασία για τη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος.

#### 4.6.2 Το Πλαίσιο Μηχανισμών – Δυναμικών – Αισθητικής

Ένα ακόμα πλαίσιο σχεδιασμού, που προτάθηκε το 2004 σε συνέδριο με θέμα το σχεδιασμό παιχνιδιών είναι το «Μηχανισμοί – Δυναμικές – Αισθητική», κυρίως γνωστό ως MDA, από τα αρχικά των λέξεων Mechanics – Dynamics – Aesthetics. Σύμφωνα με αυτό, τα στοιχεία ενός

παιχνιδιού και ενός παιχνιδιοποιημένου συστήματος είναι οι κανόνες που το διέπουν, το ίδιο το σύστημα και η έξοδος, η οποία είναι η διασκέδαση. (Hunicke et al., 2004).



Σχήμα 25: Πλαίσιο σχεδίασης MDA (Hunicke et al., 2004)

### Μηχανισμοί

Οι μηχανισμοί είναι οι αρχές και οι κανόνες που διέπουν το σύστημα, δηλαδή τα πιο βασικά δομικά στοιχεία και ο συνδυασμός τους μπορεί να καταλήξει σε πολύπλοκες δομές παντός είδους εφαρμογής για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Αποτελούν τις βασικές ενέργειες, τους μηχανισμούς ελέγχου και τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την παιχνιδιοποίηση μιας δραστηριότητας σε επίπεδο αναπαράστασης δεδομένων και αλγορίθμων. Οι μηχανισμοί υποστηρίζουν τις δυναμικές.

### Δυναμικές

Κάθε άνθρωπος είναι μοναδικός και έχει τα προσωπικά του κίνητρα. Ανάλογα με την κατηγοριοποίηση του στα είδη των παικτών, απαιτείται και ξεχωριστή προσέγγιση από την πλευρά του σχεδιαστή. Επομένως, για κάθε προσωπικότητα χρειάζεται και διαφορετικός ρυθμός πλοήγησης μέσα στο παιχνίδι. Χάρη στις δυναμικές επιτυγχάνεται η διατήρηση του ενδιαφέροντος για το παιχνίδι και η προοδευτική αύξηση του επιπέδου δυσκολίας του παιχνιδιού οφείλεται σε αυτές. Εν αντιθέσει με τους μηχανισμούς, οι οποίοι επιλέγονται από τον σχεδιαστή, οι δυναμικές προκύπτουν από την αλληλεπίδραση του χρήστη με τους μηχανισμούς. Η πρόκληση στην προκείμενη περίπτωση για τους σχεδιαστές είναι η πρόβλεψη των τύπων των δυναμικών (Robson et al., 2015).

Ορίζονται 3 χαρακτηριστικά στοιχεία των δυναμικών της παιχνιδιοποίησης. Αυτά είναι οι περιορισμοί, τα συναισθήματα και η αφήγηση. Εκτός από αυτά, λαμβάνονται υπόψη και οι σχέσεις που αναπτύσσει ο παίκτης με τους άλλους χαρακτήρες ή το εικονικό περιβάλλον.

#### 1. Περιορισμοί

Οι παίκτες θα πρέπει να ακολουθήσουν συγκεκριμένους κανόνες και να σέβονται τα όρια που έχουν καθοριστεί κατά το σχεδιασμό. Ωστόσο, πολλές φορές, παρουσιάζονται σημαντικές επιλογές στον χρήστη και αυτός θα πρέπει να επιλέξει αν θα αλλάξει τη διαδρομή ή την πορεία της προσομοίωσης.

#### 2. Συναισθήματα



Όπως στην καθημερινή του ζωή, έτσι και στην παιχνιδοποιημένη εμπειρία ο άνθρωπος έρχεται αντιμέτωπος με τα συναισθήματά του. Το πλήρες φάσμα των συναισθημάτων κυμαίνεται από την απόλυτη δυστυχία ως και την καθολική απόλαυση και ευχαρίστηση. Ανάλογα με τα συναισθήματα που βιώνει, επέρχονται και τα αντίστοιχα θετικά ή αρνητικά αποτελέσματα.

### 3. Αφήγηση

Έχει ήδη αναλυθεί η σημαντικότητα της ύπαρξης μιας ιστορίας - πλοκής για τον χρήστη. Μέσω της αφήγησης, εκείνος δημιουργεί εικόνες και είναι σε θέση να βιώσει και να διατηρήσει αυτή του την εμπειρία.

#### Αισθητική

Η αισθητική είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού μηχανισμών και δυναμικών. Με την επιλογή των κατάλληλων αισθητικών στοιχείων δίνεται υπόσταση στις έννοιες της ψυχαγωγίας και της διασκέδασης. Αυτοί οι όροι αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω.

#### Πίνακας 3: Τα αισθητικά στοιχεία για τη διασκέδαση και την ψυχαγωγία

##### Αίσθηση

- Πρόκειται για μια εσωτερική διεργασία που προκαλεί μια χαλαρή διασκέδαση

##### Φαντασία

- Το παιχνίδι φαίνεται να μοιάζει με κάποια ιστορία, στόχος της οποίας είναι να πείσει τον χρήστη

##### Αφήγηση

- Το παιχνίδι αποκτά μια διαφορετική νοοτροπία, αφού μοιάζει με πολύπλοκη ιστορία

##### Πρόκληση

- Το βασικό συστατικό είναι να προκαλεί τον χρήστη να ξεπεράσει τα εμπόδια που συναντά και να συνεχίσει

##### Συνεργασία

- Δίνεται έμφαση στον κοινωνικό χαρακτήρα του παιχνιδιού

##### Ανακάλυψη

- Το παιχνίδι έχει ως επίκεντρο την εξερεύνηση και την ανακάλυψη του καινούριου

##### Έκφραση

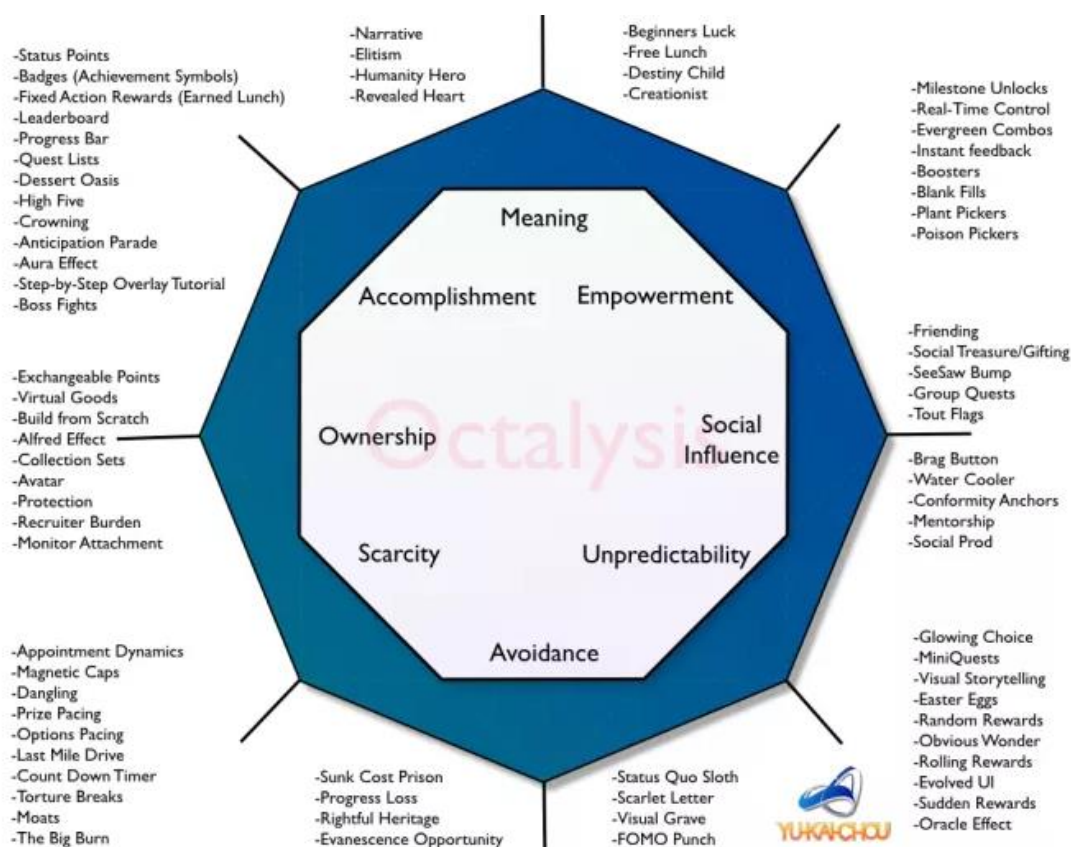
- Το παιχνίδι στοχεύει στην εξερεύνηση του εαυτού

##### Υποβολή

- Το παιχνίδι αποτελεί απλό μέσο αναψυχής κατά τον ελεύθερο χρόνο του ατόμου

#### 4.6.3 Πλαίσιο Οκτάλυσης

Η Οκτάλυση είναι ένα ανθρωποκεντρικό πλαίσιο σχεδιασμού παιχνιδιοποίησης που βασίζεται στις οκτώ βασικές μονάδες κινητοποίησης για τον άνθρωπο και αναπτύχθηκε από τον Yu-kai Chou (2019). Βασίζεται σε ένα σχήμα οκταγώνου, όπου κάθε πλευρά αντιπροσωπεύει την κάθε πτυχή του εαυτού. Πρόκειται για μια διαδικασία σχεδιασμού η οποία βελτιστοποιεί το ανθρώπινο κίνητρο, σε αντίθεση με την καθαρή απόδοση. Αρκετά συστήματα έχουν σχεδιαστεί με επίκεντρο τις λειτουργίες και στοχεύουν στη γρηγορότερη δυνατή εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Για τον Yu-kai Chou, όμως, το σύστημα είναι ένα εργοστάσιο, όπου απαιτείται από τον εργαζόμενο να εκτελέσει τα καθήκοντα του. Ωστόσο, επειδή πρόκειται για ανθρώπους και όχι για μηχανές, λαμβάνονται υπόψη τα συναισθήματα, οι ανασφάλειες τους και οι λόγοι για τους οποίους επιθυμούν ή όχι να πραγματοποιήσουν μια δραστηριότητα. Με τον τρόπο αυτόν, βελτιώνονται τα συναισθήματα, τα κίνητρα και η ενασχόληση τους.



Σχήμα 26: Η Οκτάλυση του Yu-kai Chou (Πηγή: <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/> - Πρόσβαση 27/7/2020)

#### Οι 8 Βασικές Μονάδες της Παιχνιδιοποίησης

##### 1. ΕΠΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΚΑΛΕΣΜΑ (EPIC MEANING AND CALLING)

Σε αυτή την κατηγορία ο παίκτης υπερεκτιμά τις ικανότητες του, νομίζοντας πως διαφέρει από τους υπόλοιπους ή ότι είναι ο «εκλεκτός». Στην πραγματικότητα, όμως, έχει την «τύχη του πρωτάρη». Κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι αφιερώνει σημαντικό χρόνο συμβάλλοντας στη δημιουργία πραγμάτων για όλη την κοινότητα ή στη διαχείριση, παραδείγματος χάρη, ενός φόρουμ.

## 2. ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΕΠΙΤΕΥΞΗ (DEVELOPMENT AND ACCOMPLISHMENT)

Σε αυτή την κατηγορία έχει παρατηρηθεί η εσωτερική προσπάθεια του ανθρώπου να αναπτύξει δεξιότητες, να σημειώσει πρόοδο και εν τέλει να ανταπεξέλθει στις προκλήσεις. Η έννοια της πρόκλησης είναι σημαντική για την απόδοση νοήματος συγκεκριμένων στοιχείων παιχνιδιών, όπως είναι τα σήματα ή τα τρόπαια. Η κατηγορία της εξέλιξης και της επίτευξης είναι η πιο εύκολη για το σχεδιασμό και την αξιοποίηση του πιο γνωστού τρίπτυχου στοιχείων παιχνιδιών, πόντοι – σήματα – πίνακες κατάταξης.

## 3. ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΤΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΔΡΑΣΗ (EMPOWERMENT OF CREATIVITY AND FEEDBACK)

Εδώ ο χρήστης ασχολείται με μια δημιουργική διαδικασία, όπου καλείται να λύνει συνεχώς διάφορα πράγματα και να δοκιμάζει διαφορετικούς συνδυασμούς. Οι άνθρωποι χρειάζονται τρόπους να εκφράζουν τη δημιουργικότητά τους, αλλά είναι απαραίτητο να μπορούν να δουν τα αποτελέσματα της, να λαμβάνουν σχετικά σχόλια και να ανταποκρίνονται αναλόγως.

## 4. ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΟΧΗ (OWNERSHIP AND POSSESSION)

Το κίνητρο για τον χρήστη είναι η αίσθηση της κατοχής. Όταν ο παίκτης αισθάνεται ότι κάτι του ανήκει, τείνει εγγενώς να το βελτιώσει και να αποκτήσει περισσότερα. Επιδιώκει τη συσσώρευση πλούτου, δηλαδή εικονικών αγαθών και νομισμάτων και νιώθει ευχαρίστηση με τη συλλογή κομματιών παζλ ή σφραγίδων. Όσο περισσότερο χρόνο αφιερώνει στην προσαρμογή του εικονικού τους προφίλ και χαρακτήρα, τόσο αυξάνεται η εμπλοκή του και η αίσθηση κατοχής σε αυτά.

## 5. ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ (SOCIAL INFLUENCE AND RELATEDNESS)

Αυτή η κινητήρια δύναμη ενσωματώνει το σύνολο των κοινωνικών στοιχείων που χαρακτηρίζουν τον άνθρωπο, όπως η καθοδήγηση, η αποδοχή, οι κοινωνικές αντιδράσεις, η συντροφικότητα, ο ανταγωνισμός και ο φθόνος. Επίσης λαμβάνεται υπόψη και η τάση του ανθρώπου να προσεγγίσει άλλους ανθρώπους, μέρη ή γεγονότα με τα οποία θα μπορούσε να συσχετιστεί. Πρόκειται για μια κατηγορία σημαντική, καθώς πολλές επιχειρήσεις στη σύγχρονη εποχή δίνουν προτεραιότητα στη βελτιστοποίηση των κοινωνικών τους στρατηγικών στο διαδίκτυο.

## 6. ΕΛΛΕΙΨΗ ΚΑΙ ΑΝΥΠΟΜΟΝΗΣΙΑ (SCARCITY AND IMPATIENCE)

Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η επιθυμία του παίκτη να αποκτήσει κάτι που δεν μπορεί. Σε πολλά παιχνίδια γίνεται χρήση δυναμικών συνάντησης (appointment dynamics), που παροτρύνουν λόγω χάρη τον παίκτη να επιστρέψει στο σύστημα μετά από ένα χρονικό διάστημα για την παραλαβή της ανταμοιβής του. Η λογική πίσω από αυτό είναι ότι ο χρήστης αδυνατεί να σταματήσει να το σκέφτεται, από τη στιγμή που δεν μπορεί να το αποκτήσει τη στιγμή που το θέλει.

## 7. ΕΛΛΕΙΨΗ ΠΡΟΓΝΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΡΓΕΙΑ (UNPREDICTABILITY AND CURIOSITY)

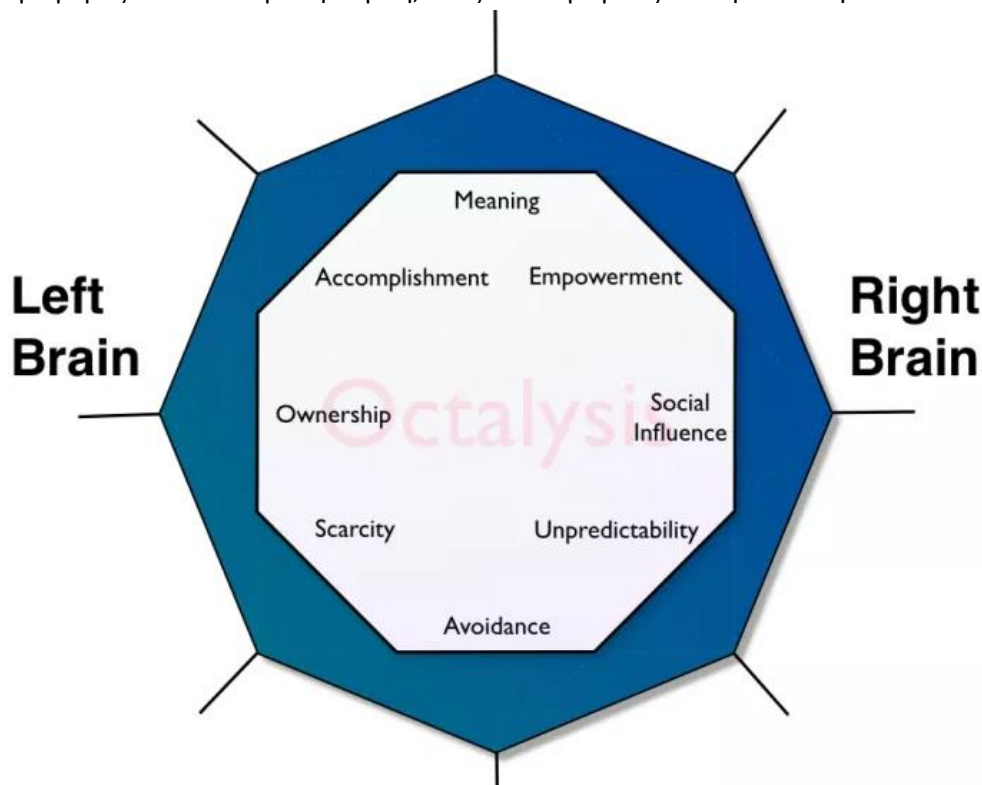
Ουσιαστικά γίνεται λόγος για ένα αβλαβές στοιχείο κινητοποίησης, σύμφωνα με το οποίο ο χρήστης έχει την έμφυτη περιέργεια να ανακαλύψει τη συνέχεια του παιχνιδιού και τι θα συμβεί μετά. Όταν αυτό δεν το γνωρίζει, ο εγκέφαλος του αφοσιώνεται σε αυτό και το σκέφτεται συχνά. Αυτός, άλλωστε, είναι και ένας από τους λόγους που οι άνθρωποι παρακολουθούν μια ταινία, μια σειρά ή διαβάζουν ένα βιβλίο. Η κατηγορία αυτή αποτελεί και το βασικό παράγοντα εθισμού στον τζόγο. Διάφορες επιχειρήσεις επιλέγουν να εκμεταλλευτούν αυτή την τακτική για την προσέλκυση χρηστών.

#### 8. ΑΠΩΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΦΥΓΗ (LOSS AND AVOIDANCE)

Η κατηγορία αυτή βασίζεται στη αποφυγή κάποιου αρνητικού συμβάντος. Σε μικρότερη κλίμακα, θα μπορούσε να αποφευχθεί η απώλεια προηγούμενης εργασίας και σε μεγαλύτερη κλίμακα, θα μπορούσε να αποφευχθεί η παραδοχή του χρήστη πως ό,τι έκανε μέχρι ένα σημείο δεν είχε κάποια χρησιμότητα, δεδομένης της αποχώρησης του από το παιχνίδι. Τέλος, λαμβάνονται υπόψη οι χαμένες ευκαιρίες, καθώς ο άνθρωπος συχνά αισθάνεται πως επειδή δεν έδρασε άμεσα έχασε για πάντα την ευκαιρία του που του δόθηκε.

#### Οι Μονάδες στο Δεξί και το Αριστερό Μέρος του Εγκεφάλου

Στη συνέχεια, ο Yu-kai Chou παρομοίασε την Οκτάλυση με τον εγκέφαλο, όπου το δεξί μέρος σχετίζεται με τη δημιουργικότητα, την έκφραση του εαυτού και τις κοινωνικές πτυχές, ενώ το αριστερό μέρος συνδέεται με τη λογική, τους υπολογισμούς και την ιδιοκτησία.



Σχήμα 27: Οι μονάδες της Οκτάλυσης στο δεξί και το αριστερό μέρος του εγκεφάλου (Πηγή: <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/> - Πρόσβαση 27/7/2020)

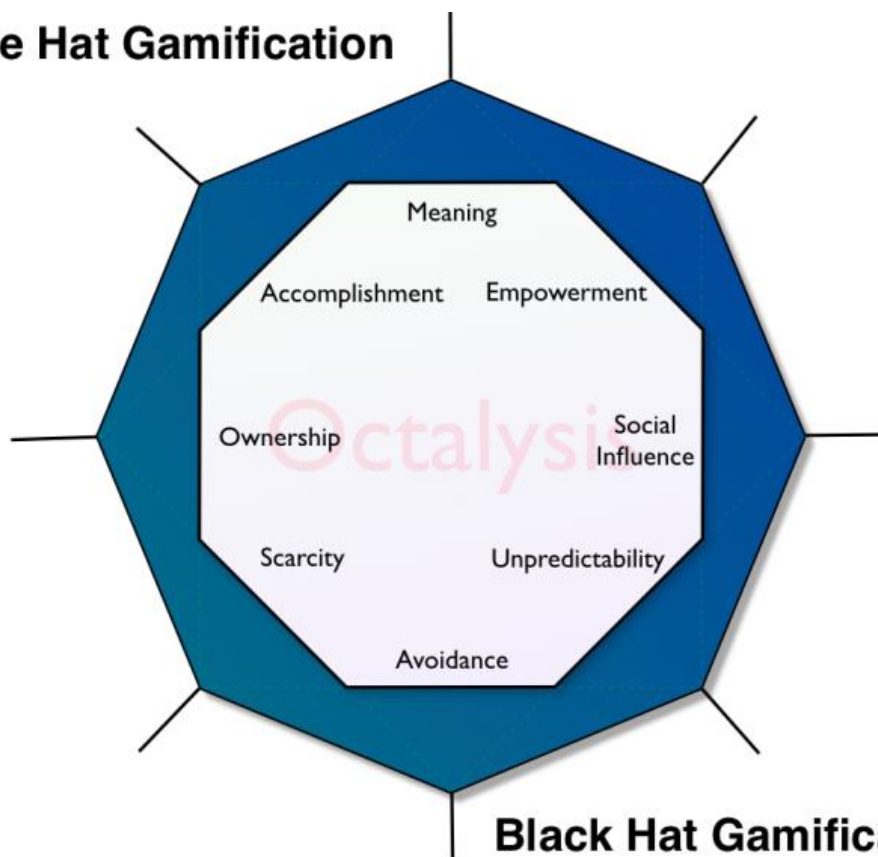
Οι μονάδες στο αριστερό μέρος του εγκεφάλου βασίζονται σε εξωτερικά κίνητρα. Οι παίκτες αποσκοπούν στην επίτευξη ενός στόχου και την απόκτηση ενός αγαθού ή οποιουδήποτε

στοιχείου που δεν μπορεί να το αποκτήσει άμεσα. Στον αντίποδα, οι μονάδες στο δεξί μέρος του εγκεφάλου βασίζονται στα ενδογενή κίνητρα. Οι παίκτες δε χρειάζονται κάποιο σκοπό ή μια ανταμοιβή για να εκφράσουν τη δημιουργικότητά τους, να κοινωνικοποιηθούν ή να νιώσουν την αγωνία του απρόβλεπτου. Γι' αυτούς η δραστηριότητα αυτή καθ' αυτή τους δίνει την ευχαρίστηση που επιζητούν.

#### Το Λευκό και το Μαύρο Καπέλο της Παιχνιδοποίησης

Οι μονάδες της Οκτάλυσης χωρίζονται στις πάνω και τις κάτω και αποκαλούνται λευκό καπέλο και μαύρο καπέλο αντίστοιχα. Οι μονάδες στο λευκό καπέλο αποτελούν τα θετικά κίνητρα, ενώ στο μαύρο τα αρνητικά.

### White Hat Gamification



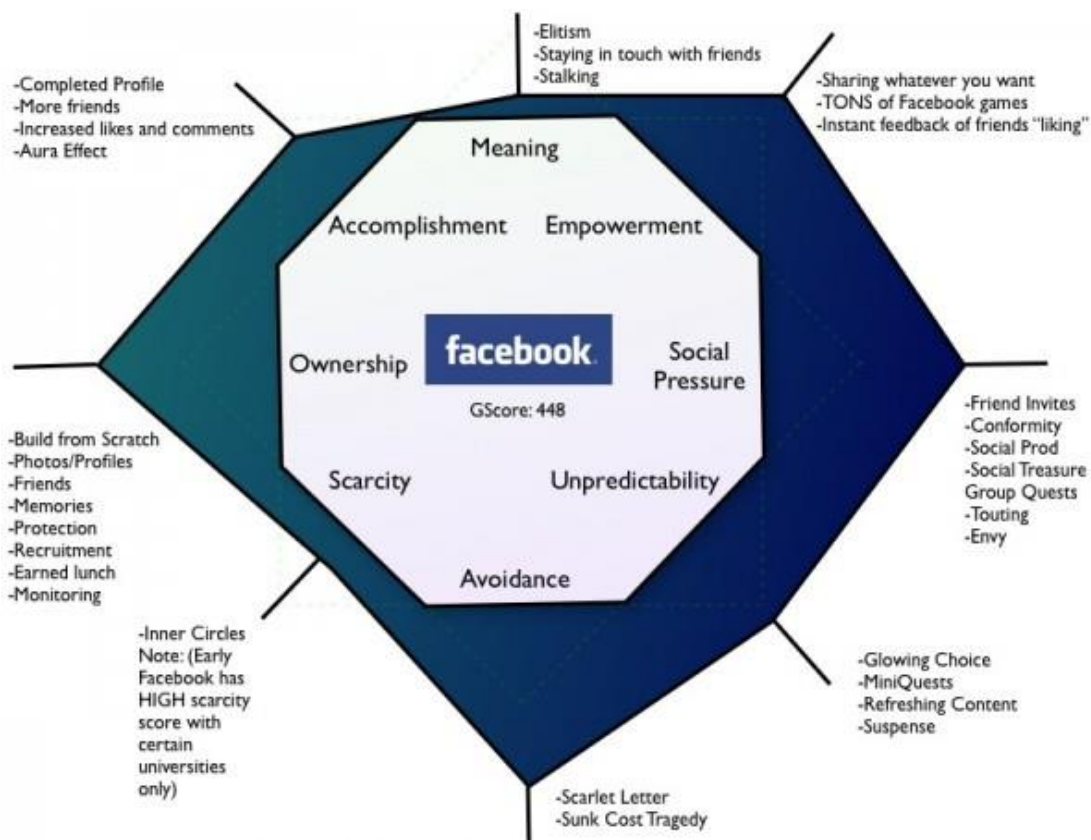
Σχήμα 28: Το λευκό και το μαύρο καπέλο της παιχνιδοποίησης (Πηγή: <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/> - Πρόσβαση 27/7/2020)

Μια τεχνική λευκού καπέλου είναι όταν το σύστημα ελκύει τον χρήστη και αυξάνει την ενασχόληση του. Του δίνεται η δυνατότητα, επίσης, να εκφράσει τη δημιουργικότητά του, να ενισχύσει την αίσθηση της επιτυχίας με τις επιδεξιότητες και την αίσθηση του νοήματος, κάνοντας τον να αισθάνεται ισχυρός και ευδιάθετος. Αν, όμως, εκτελεί διαρκώς τις δραστηριότητες επειδή αγνοεί τι θα συμβεί μετά, φοβάται ότι θα χάσει κάτι ή υπάρχουν πράγματα που δεν μπορεί να αποκτήσει ακόμα και αν είναι κινητοποιημένος, η εμπειρία για τον χρήστη δε θα είναι ευχάριστη. Ωστόσο, το μαύρο καπέλο δεν είναι απαραίτητα κακό, καθώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για παραγωγικά και υγιή αποτελέσματα ή για κακεντρεχή και χειριστικά.

## Η Βαθμολογία στην Οκτάλυση

Ένα καλό παιχνιδιοποιημένο σύστημα δεν είναι ανάγκη να έχει και τις 8 μονάδες, αρκεί να εφαρμόζει σωστά αυτές που έχουν επιλεχθεί. Για τη βαθμολογία στην Οκτάλυση ακολουθείται η παρακάτω απλή διαδικασία.

Αρχικά αξιολογείται το θέμα προς ανάλυση για κάθε μια από τις 8 μονάδες και αποδίδεται ένας αριθμός σε κλίμακα 0 – 10, ανάλογα με την προσωπική κρίση του σχεδιαστή, τα δεδομένα και τις ροές εμπειρίας. Ο αριθμός αυτός, στη συνέχεια, θα τετραγωνιστεί για να προκύψει ο βαθμός της μονάδας. Τέλος, προστίθενται οι βαθμοί όλων των μονάδων της Οκτάλυσης και προκύπτει η συνολική βαθμολογία. Για παράδειγμα, το Facebook έχει βαθμολογία 338 με υψηλή χρήση μονάδων του δεξιού μέρους.



Σχήμα 29: Η βαθμολογία του Facebook στην Οκτάλυση (Πηγή: <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/> - Πρόσβαση 27/7/2020)

Για να εφαρμοστεί η Οκτάλυση σε ένα σύστημα θα πρέπει αρχικά να προσδιοριστούν όλοι οι μηχανισμοί παιχνιδιών που χρησιμοποιούνται ώστε να διεγείρουν τις κινητήρες μονάδες και να τοποθετηθούν στην κατάλληλη θέση στο οκτάγωνο. Έπειτα, ανάλογα με το πόσο ισχυροί είναι αυτοί οι μηχανισμοί, κάθε πλευρά του οκταγώνου διευρύνεται ή μειώνεται. Αν μια πλευρά τμήσει το εσωτερικό του οκταγώνου, τότε αυτή είναι εξαιρετικά αδύναμη και ο σχεδιαστής θα πρέπει να βελτιώσει τη συγκεκριμένη περιοχή.

### 4.7 Γενικές απαιτήσεις της παιχνιδιοποίησης

Για την εφαρμογή του παιχνιδιοποιημένου συστήματος είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις. Αρχικά θα πρέπει να περιγραφούν όλα τα

στοιχεία παιχνιδιών και η μεταξύ τους σύνδεση και έπειτα ακολουθεί ο καθορισμός των κανόνων του συστήματος. Σύμφωνα με τον Schell (2014) οι κανόνες είναι ο σημαντικότερος μηχανισμός παιχνιδιών. Καθορίζουν το χώρο, τα αντικείμενα, τις ενέργειες, τις συνέπειες των ενεργειών, τους περιορισμούς και τους στόχους. Έτσι, με τους κανόνες καθορίζεται η εξέλιξη των στοιχείων παιχνιδιών του συστήματος με την πάροδο του χρόνου (Herzing et al., 2015).

Για την υποστήριξη των βασικών ιδεών και κανόνων από τεχνική άποψη, προτείνονται οι παρακάτω λειτουργικές απαιτήσεις για το σύστημα (Herzing et al., 2015).

- Υποστήριξη οντοτήτων (entity support)

Συνοψίζεται στην ικανότητα να παρέχει το σύστημα μια ποικιλία οντοτήτων, οι οποίες αντικατοπτρίζουν τα βασικά στοιχεία παιχνιδιών, και τις μεταξύ τους σχέσεις.

- Ορισμός και διαχείριση οντοτήτων (entity definition and management)

Συνοψίζεται στην ικανότητα να υποστηρίξει το σχεδιασμό, τον ορισμό και τη διαχείριση των στοιχείων παιχνιδιών, όπως για παράδειγμα τη δημιουργία, την αναβάθμιση ή τη διαγραφή στιγμών από μια οντότητα, τόσο κατά το σχεδιασμό όσο και κατά τη λειτουργία. Θα πρέπει να υπάρχει συνοχή όσον αφορά στην τρέχουσα κατάσταση της οντότητας.

- Διαχείριση χρηστών (user management)

Πρόκειται για την υποστήριξη της διαχείρισης και τις ρυθμίσεις των δεδομένων του χρήστη.

- Ανάκτηση κατάστασης (state retrieval)

Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει παραμετροποιημένες αναζητήσεις (queries) ανάλογα με την κατάσταση της οντότητας, όπως για παράδειγμα τη σύνοψη των στοιχείων παιχνιδιών της περσόνας του χρήστη.

- Διαχείριση κανόνων (rule management)

Πρόκειται για την ικανότητα του συστήματος να υποστηρίξει το σχεδιασμό και τον καθορισμό των κανόνων.

- Συλλογιστική κανόνων (rule reasoning)

Αυτή συνοψίζει την ισχύ των κανόνων να προσδιορίζουν αν είναι εφικτό να εφαρμοστούν ή όχι αυθαίρετες ιδέες παιχνιδιοποίησης. Έτσι, επιτρέπεται η συλλογιστική κανόνων εντός μιας ποικιλίας διαστάσεων, όπως είναι οι δράσεις του χρήστη, τα αντικείμενα, οι καταστάσεις και οι περιορισμοί κατά τη λειτουργία, σύμφωνα πάντα με τους προκαθορισμένους κανόνες.

- Αναλυτικά στοιχεία (analytics)

Πρόκειται για την υποστήριξη της ανάλυσης των δεδομένων του συστήματος από τα ενδιαφερόμενα μέρη με άξονα το χρόνο, τους χρήστες, τις εφαρμογές, τις επιχειρήσεις και τους κατόχους, για την παρακολούθηση και τη βελτίωση της επίδρασης της ιδέας της παιχνιδιοποίησης.

Τα μη λειτουργικά ποιοτικά χαρακτηριστικά είναι αυτά που διαμορφώνουν στο σύνολό τους το σχεδιασμό και την αρχιτεκτονική της παιχνιδοποιημένης λύσης (Herzing et al., 2015).

– Ευελιξία (flexibility)

Ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι ευέλικτος και να είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν αλλαγές, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις νέες ανάγκες και επιχειρησιακές απαιτήσεις μετά την ανάπτυξη και κατά τη διάρκεια της φάσης παρακολούθησης. Για παράδειγμα θα πρέπει να είναι εφικτή η αλλαγή του συστήματος απόδοσης πόντων σε περίπτωση που αποφασιστεί κάτι τέτοιο.

– Επεμβατικότητα (invasivity)

Αναφέρεται στο πόσο επεμβατική είναι η παιχνιδοποιημένη λύση όσον αφορά την εφαρμογή της στη μητρική εφαρμογή. Αν δεν είναι επεμβατική, τότε επιτρέπεται η απεμπλοκή της λειτουργικότητας από την τεχνολογία και τις αντίστοιχες καινοτομίες (Krafzig et al., 2005; Erl, 2009).

– Ικανότητα ενσωμάτωσης (integrability)

Αναφέρεται στο πόσο εύκολο είναι να ενσωματωθεί η παιχνιδοποίηση στο πληροφοριακό σύστημα κατά τη φάση της εφαρμογής.

– Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης (reusability)

Αφορά στο κατά πόσο μπορεί να εφαρμοστεί το σύστημα σε διαφορετικά πλαίσια, έτσι ώστε να μειωθούν μακροπρόθεσμα τα κόστη ανάπτυξης και συντήρησης.

– Απόδοση (performance)

Εδώ γίνεται η αξιολόγηση των κανόνων και η αναγνώριση μοτίβων σε συνδυασμό με την κατάσταση ενός αντικειμένου. Αυτά θα πρέπει να επεξεργαστούν τουλάχιστον στον αντιλαμβανόμενο πραγματικό χρόνο, μικρότερο δηλαδή από 500 ms (Miller, 1968) για ένα μεγάλο όγκο συνεχών χρηστών μετά την ανάπτυξη (McGonigal, 2011).

– Διαχειριστικότητα (manageability)

Τα συνεχόμενα δεδομένα θα πρέπει να είναι διαχειρίσιμα καθ' όλο τον κύκλο ζωής της παιχνιδοποίησης.

– Αναλυσιμότητα (analyzability)

Αναφέρεται στο κατά πόσο είναι προσβάσιμα τα δεδομένα, έτσι ώστε να παρέχουν την επιθυμητή εικόνα (insights) σχετικά με τη συμπεριφορά του χρήστη.

#### 4.8 Στοιχεία παιχνιδιών (Game Elements)

Τα στοιχεία παιχνιδιών είναι τα βασικά δομικά στοιχεία μιας παιχνιδοποιημένης εφαρμογής (Deterding et al., 2011; Werbach & Hunter, 2012). Στην πλειονότητα της βιβλιογραφίας, τα πιο



ευρέως χρησιμοποιούμενα στοιχεία είναι η τριάδα PBL, από τα αρχικά των λέξεων points – badges – leaderboards, δηλαδή οι πόντοι, τα σήματα και οι πίνακες κατάταξης (Werbach & Hunter, 2012).

#### 4.8.1 Πόντοι (Points)

Οι πόντοι είναι από τα βασικότερα στοιχεία πληθώρας παιχνιδιών και παιχνιδοποιημένων συστημάτων (Ziechermann & Cunningham, 2011). Συνήθως αποδίδονται μετά την επιτυχή ολοκλήρωση μιας δραστηριότητας εντός του περιβάλλοντος και αποτελούν αριθμητική αναπαράσταση της προόδου του παίκτη (Werbach & Hunter, 2012; 2015).

Διακρίνονται διάφοροι τύποι πόντων, όπως οι πόντοι εμπειρίας (experience points), οι εξαγοράσιμοι πόντοι (redeemable points) και οι πόντοι φήμης (reputation points), ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν (Werbach & Hunter, 2012). Ο κύριος σκοπός τους είναι να παρέχουν την απαραίτητη ανατροφοδότηση στον χρήστη. Επίσης, καθίσταται εφικτή η μέτρηση της συμπεριφοράς τους εντός του παιχνιδιού, καθώς αποτελούν συνεχή και άμεση ανατροφοδότηση, αλλά και επιβράβευση (Sailer et al., 2014).

**Πίνακας 4: Σύνδεση πόντων με τους μηχανισμούς κινητοποίησης**

ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΕΚΜΑΘΗΣΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΕΝΦΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ
<ul style="list-style-type: none"><li>• άμεση θετική ενίσχυση</li><li>• εικονικές επιραβεύσεις</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• άμεση θετική ενίσχυση</li></ul>

#### 4.8.2 Σήματα (Badges)

Τα σήματα αποτελούν οπτική αναπαράσταση των κατορθωμάτων του παίκτη (Werbach & Hunter, 2012), ο οποίος μπορεί να τα κερδίσει και να τα συλλέξει εντός του παιχνιδοποιημένου περιβάλλοντος. Επίσης, επιβεβαιώνουν τα κατορθώματα του παίκτη, συμβολίζουν την αξία του (Anderson et al., 2013) και αναπαριστούν οπτικά την ολοκλήρωση επιπέδων ή στόχων (Antin & Churchill, 2011).

Η εξασφάλιση ενός σήματος μπορεί να εξαρτάται από τη συγκέντρωση συγκεκριμένου αριθμού πόντων ή από την εκτέλεση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων στο παιχνίδι (Werbach & Hunter, 2012). Λειτουργούν ως στόχοι, αν τα προαπαιτούμενα για την απόκτησή τους είναι γνωστά στον παίκτη, ή ως εικονικά σύμβολα κατάστασης (status) (Werbach & Hunter, 2012; Ziechermann & Cunningham, 2011). Όμοια με τους πόντους, παρέχουν ανατροφοδότηση και δείχνουν πως αποδίδει ο παίκτης (Rigby & Ryan, 2011). Γενικά, δεν συνεισφέρουν στο συνολικό νόημα της αφήγησης και η συλλογή τους δεν είναι υποχρεωτική. Ωστόσο, επηρεάζουν τη συμπεριφορά του χρήστη, ωθώντας τον να ακολουθήσει συγκεκριμένες διαδρομές ή να συμμετάσχει σε συγκεκριμένες προκλήσεις, έτσι ώστε να κερδίσουν τα σχετικά σήματα (Wang & Sun, 2011). Τέλος, συμβολίζουν την ιδιότητα του ανθρώπου να είναι μέλος μιας ομάδας με συγκεκριμένο σήμα – έμβλημα και ασκούν κοινωνική επιρροή στους χρήστες, ιδίως αν είναι σπάνια ή η απόκτηση τους είναι δύσκολη (Antin & Churchill, 2011; Hamari, 2013).

Πίνακας 5: Σύνδεση σημάτων με τους μηχανισμούς κινητοποίησης

ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ	ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΔΙΑΘΕΣΗΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ανάγκη για επιτυχία</li> <li>• εικονικά σύμβολα κατάστασης</li> <li>• μορφή ταυτοποίησης σε ομάδα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• καθορισμός στόχου</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ικανότητα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• καθορισμός στόχου</li> </ul>

Ένα σήμα αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία: το σημαίνον, τη λογική εκτέλεσης και την ανταμοιβή (Hamari & Eranti, 2011). Το σήμα αυτό καθ' αυτό και η ονομασία του αντιπροσωπεύουν το είδος της δραστηριότητας που θα πρέπει να εκτελεστεί για την απόκτησή του. Συνήθως ακολουθείται συνδυασμός χρωματικού και κειμενικού κώδικα, όπως για παράδειγμα bronze – silver – gold. Κάθε επίπεδο θα πρέπει να συμβολίζεται με το κατάλληλο σήμα και η δυσκολία απόκτησης του θα πρέπει να κλιμακώνεται. Η λογική εκτέλεσης αφορά στις δραστηριότητες ή την ποσότητα αυτών που θα πρέπει ο χρήστης να φέρει εις πέρας για τη συλλογή του σήματος. Η απόκτηση τους είναι δυνατό να προϋποθέτει κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες, όπως είναι το επίπεδο και ο χρόνος, αλλά δεν είναι απαραίτητο. Αυτό σημαίνει ότι όλοι οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να λάβουν τα σήματα, με ίσες ευκαιρίες και πιθανότητες. Τέλος, η ανταμοιβή που λαμβάνει ο χρήστης με τη συλλογή των σημάτων είναι η ευχαρίστηση του όταν αυτά εμφανίζονται στο προφίλ του και η σχετική κοινωνική αναγνώριση. Αν ο χρήστης γνωρίζει τις συνθήκες που κρύβονται πίσω από το κάθε σήμα, αυξάνεται η πιθανότητα να αναπτύξει συμπεριφορές τέτοιες ώστε να παραβιάζεται το σύστημα και οι κανόνες του και να ξεκλειδώνει με μεγαλύτερη ευκολία τα σήματα. Στην περίπτωση αυτή, χάνεται το ουσιαστικό νόημα της παιχνιδοποίησης και του ταξιδιού του παίκτη.

#### 4.8.3 Πίνακες Κατάταξης (Leaderboards)

Χρησιμοποιούνται για να κατατάξουν τους παίκτες σύμφωνα με την σχετική τους επιτυχία με βάση συγκεκριμένα κριτήρια (Costa et al., 2013). Οι πίνακες κατάταξης βοηθούν στην ανάδειξη του καλύτερου παίκτη σε μια συγκεκριμένη δραστηριότητα (Crumlish & Malone, 2009) και είναι δείκτες ανταγωνισμού, σχετίζοντας την προσωπική απόδοση και πρόοδο του παίκτη με αυτή των υπολοίπων.

Ωστόσο, η επίδραση τους στην παρακίνηση των χρηστών είναι διφορούμενη. Οι Werbach & Hunter (2012) τους ορίζουν ως αποτελεσματικά στοιχεία παρακίνησης, μόνο αν υπολείπονται λίγοι πόντοι για το επόμενο επίπεδο ή θέση. Αν ο παίκτης, όμως, βρίσκεται στις χαμηλές θέσεις στον πίνακα κατάταξης είναι πιθανό να λειτουργήσει αρνητικά στην παρακίνηση του και να αποθαρρυνθεί. Ωστόσο, ο ανταγωνισμός που δημιουργείται ασκεί κοινωνική πίεση στον παίκτη με σκοπό να αυξήσει τα επίπεδα ενασχόλησής του και συνεπώς να έχει εποικοδομητική επίδραση στη συμμετοχή και την μάθηση (Burguillo, 2010). Σε κάθε περίπτωση, για να επωφεληθεί το σύστημα και η επιχείρηση από τα θετικά στοιχεία του ανταγωνισμού, οι παίκτες

θα πρέπει να βρίσκονται περίπου στο ίδιο επίπεδο απόδοσης (Landers & Landers 2014; Slavin, 1980).

Πίνακας 6: Σύνδεση πινάκων κατάταξης με τους μηχανισμούς κινητοποίησης

ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΔΙΑΘΕΣΗΣ
<ul style="list-style-type: none"><li>• ανταγωνισμός</li><li>• επιτεύγματα</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ικανότητα</li><li>• κοινωνική ένταξη</li></ul>

#### 4.8.4 Γραφικά Απόδοσης (Performance Graphs)

Συχνά χρησιμοποιούνται σε προσομιώσεις ή παιχνίδια στρατηγικής. Παρέχουν πληροφορίες για προσωπική απόδοση του παίκτη κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού (Sailer et al., 2013).

Τα γραφικά απόδοσης αξιολογούν την απόδοση του ίδιου του παίκτη με την πάροδο του χρόνου, εν αντιθέσει με τους πίνακες κατάταξης, όπου συγκρίνεται η απόδοση του παίκτη με αυτή των υπολοίπων. Τη στιγμή που οι πίνακες κατάταξης δημιουργούν κοινωνικής αναφοράς πρότυπα, τα γραφικά απόδοσης βασίζονται σε ατομικής αναφοράς πρότυπα, βοηθώντας τον παίκτη να εστιάσει στην προσωπική του βελτίωση και εξέλιξη. Σύμφωνα με τη θεωρία παρακίνησης, ενισχύεται ο προσανατολισμός στην κυριαρχία, παράγοντας ιδιαίτερα σημαντικός για τη μάθηση (Dweck, 1985; Nicholls, 1984; Sailer et al., 2013).

Πίνακας 7: Σύνδεση γραφικών απόδοσης με τους μηχανισμούς κινητοποίησης

ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ
<ul style="list-style-type: none"><li>• σαφείς στόχοι</li><li>• προσανατολισμός στην κυριαρχία</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ανατροφοδότηση</li><li>• σαφείς στόχοι</li></ul>

#### 4.8.5 Ιστορίες με Νόημα (Meaningful Stories)

Σα στοιχείο παιχνιδιού, οι ιστορίες με νόημα δε σχετίζονται με την απόδοση του παίκτη. Το πλαίσιο της αφήγησης, στο οποίο ενσωματώνεται το παιχνιδιοποιημένο σύστημα, συγκεκριμενοποιεί δραστηριότητες και χαρακτήρες μέσα στο παιχνίδι και τους δίνει νόημα πέρα από την απλή αναζήτηση πόντων και επιτευγμάτων. Η ιστορία επικοινωνείται στους χρήστες είτε μέσω του τίτλου του παιχνιδιού είτε μέσω μιας περίπλοκης υπόθεσης, παρόμοια με αυτή των σύγχρονων ηλεκτρονικών παιχνιδιών ρόλων (Kapp, 2012).

Τα πλαίσια της αφήγησης μπορούν να προσανατολιστούν σε πραγματικά, εκτός παιχνιδιού πλαίσια ή να λειτουργήσουν ως αναλογίες των ρυθμίσεων του πραγματικού κόσμου. Με το δεύτερο τρόπο εμπλουτίζονται ανιαρές δραστηριότητες χωρίς ερεθίσματα και κατ' επέκταση οι παίκτες εμπνέονται και κινητοποιούνται, ειδικά αν η ιστορία συνάδει με τα ενδιαφέροντα τους (Nicholson, 2015). Ως εκ τούτου, οι ιστορίες μπορούν να αποτελέσουν πολύ σημαντικό κομμάτι για την παιχνιδιοποίηση, καθώς δύνανται να παραποιήσουν τη σημασία των δραστηριοτήτων του πραγματικού κόσμου με μια ενδιαφέρουσα αφηγηματική επίστρωση.

**Πίνακας 8: Σύνδεση ιστοριών με νόημα με τους μηχανικούς κινητοποίησης**

ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΔΙΑΘΕΣΗΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΟΣ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• αυτονομία</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ανταπόκριση στα ενδιαφέροντα</li> <li>• κινεί το ενδιαφέρον υπό δεδομένη κατάσταση</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• θετικά συναισθήματα</li> </ul>

#### 4.8.6 Εικονικοί χαρακτήρες (Avatars)

Οι εικονικοί χαρακτήρες – περσόνες αποτελούν την οπτική αναπαράσταση του ίδιου του παίκτη (Werbach & Hunter, 2012) και συνήθως επιλέγονται ή δημιουργούνται από αυτόν (Karr, 2012). Ο σχεδιασμός τους ποικίλει από ένα απλό εικονόγραμμα ως και μια περίπλοκη κινούμενη τρισδιάστατη αναπαράσταση.

Η κύρια απαίτηση για τους εικονικούς χαρακτήρες είναι να προσδιορίζουν αλάνθαστα και μοναδικά τους παίκτες και να τους ξεχωρίζουν από άλλους χαρακτήρες, οι οποίοι χειρίζονται από υπολογιστές (Werbach & Hunter, 2012). Επίσης, επιτρέπουν στους παίκτες να υιοθετούν και να δημιουργούν μια νέα ταυτότητα και όσον αφορά στα παιχνίδια όπου απαιτείται συνεργασία, να γίνονται μέλη μιας κοινότητας (Annetta, 2010).

**Πίνακας 9: Σύνδεση εικονικών χαρακτήρων με τους μηχανισμούς κινητοποίησης**

ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΔΙΑΘΕΣΗΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• αυτονομία</li> <li>• κοινωνική ένταξη</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• θετικά συναισθήματα</li> </ul>

#### 4.8.7 Ομάδες – Συμπαίκτες (Teammates)

Οι συμπαίκτες, είτε είναι πραγματικοί είτε εικονικοί μη-παίκτες (non-player characters, NPCs), μπορούν να ενισχύσουν τις διαμάχες, τον ανταγωνισμό ή τη συνεργασία (Karr, 2012). Η συνεργασία, ειδικά, ενισχύεται με την εισαγωγή των ομάδων στο σύστημα, δηλαδή τη δημιουργία ενός καθορισμένου γκρουπ χρηστών που δουλεύουν μαζί για ένα κοινό σκοπό (Werbach & Hunter, 2012).

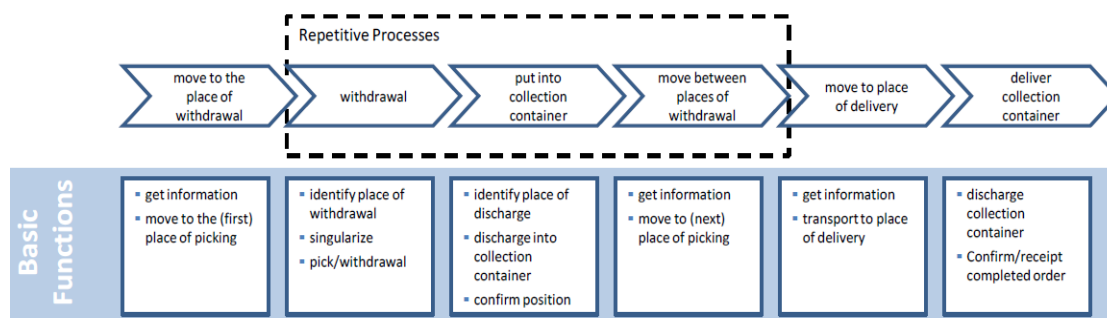
**Πίνακας 10: Σύνδεση ομάδων με τους μηχανισμούς κινητοποίησης**

ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΔΙΑΘΕΣΗΣ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ανταγωνισμός</li> <li>• συμμετοχή</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ικανότητα</li> <li>• κοινωνική ένταξη</li> </ul>

### 4.9 Η Παιχνιδοποίηση στα Logistics

Η συλλογή παραγγελιών συνοψίζεται στην έγκαιρη παροχή των σωστών ποσοτήτων των υλικών για τους εσωτερικούς και εξωτερικούς πελάτες στο χαμηλότερο δυνατό κόστος. Οι δραστηριότητες της συλλογής παραγγελιών είναι έντονες, χαρακτηρίζονται από επαναληψιμότητα, γίνονται υπό χρονικούς περιορισμούς και στόχος τους είναι η μείωση των

σφαλμάτων. Η μονοτονία που συνδέεται με τη συλλογή παραγγελιών συχνά αποθαρρύνει τους εργαζόμενους και δημιουργεί προβλήματα τόσο στην παρακίνηση όσο και στην απόδοσή τους. Έτσι, το αποτέλεσμα είναι η έλλειψη συγκέντρωσης, το άγχος, η αίσθηση μη ικανοποίησης και τα σφάλματα (Moeller, 2011; Grosse et al., 2015). Οι εργαζόμενοι είναι συνήθως ανειδίκευτοι και πληρώνονται χαμηλά, οπότε παρατηρούνται υψηλά ποσοστά αντικατάστασης προσωπικού (Coffey, 1999).



Σχήμα 30: Σύνοψη διαδικασίας χειροκίνητης συλλογής παραγγελιών (Hense et al., 2014)

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, η πλειοψηφία των εταιρειών έχει εισάγει στρατηγικές χρηματικής κινητοποίησης, με την πεποίθηση ότι αυτός είναι ο μόνος τρόπος με τον οποίο θα κινητοποιηθούν οι εργαζόμενοι. Οι διάφορες προσεγγίσεις βελτιστοποίησης εστιάζουν κυρίως στην τεχνική πλευρά του ζητήματος, αμελώντας τις ανάγκες των εργαζομένων και τη συμπεριφορά τους. Οι πιο σημαντικές μεταβλητές εξωγενούς παρακίνησης (Pfohl, 2006) είναι ο μισθός και το ωράριο εργασίας. Οι πρωτοβουλίες με βάση το μισθό προαπαιτούν την ικανότητα μέτρησης στόχου (Pulverich & Schietinger, 2009) και κατηγοριοποιούνται σε αυτές που αφορούν την απόδοση και σε αυτές που αφορούν την προοπτική (Wagner, 2013). Ενώ οι πρώτες στηρίζονται στους βασικούς δείκτες απόδοσης (Key Performance Indexes, KPIs) και τη συσχέτισή τους με το μισθό, οι δεύτερες λαμβάνουν ως βάση τα προσόντα που απαιτούνται για την εκτέλεση της δραστηριότητας (Pfohl, 2006).

Για το λόγο αυτό η βιομηχανία των logistics προσπαθεί να εφαρμόσει τεχνικές παιχνιδιοποίησης για την ικανοποίηση των εργαζομένων (Hense et al., 2014). Θα πρέπει, όμως, σε κάθε περίπτωση να λαμβάνεται υπόψη ότι το σύστημα δεν πρέπει να επεμβαίνει στις καθημερινές δραστηριότητες των εργαζομένων. Σκοπός δεν είναι να αλλάξουμε αυτές, αλλά την αντίληψη των εργαζομένων και την εμπειρία τους. Συχνή λύση αποτελεί η εισαγωγή συστημάτων επιβράβευσης (reward systems), όπου οι εργαζόμενοι λαμβάνουν πόντους κυρίως για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων συλλογής. Στοιχεία παιχνιδιών όπως οι πόντοι, η άνοδος επιπέδων ή η κατάταξη ενισχύουν την εθελοντική συμμετοχή και εμπνέουν τους εργαζόμενους να φτάσουν υψηλότερα επίπεδα απόδοσης και ενασχόλησης (Park & Bae, 2014). Ωστόσο, η λανθασμένη εφαρμογή τους μπορεί να έχει επιβλαβείς συνέπειες. Οι πίνακες κατάταξης ενισχύουν τον καθορισμό στόχων και την κινητοποίηση μέσω της παροχής άμεσης ανατροφοδότησης για την προσωπική απόδοση του παίκτη, ενώ έχουν τα αντίθετα αποτελέσματα για όσους βρίσκονται στις χαμηλές θέσεις. Αυτή η μείωση της παρακίνησης μπορεί να αποδοθεί και στο λανθασμένο σχεδιασμό του στοιχείου. Ένας τρόπος να αποφευχθούν οι αρνητικές επιδράσεις είναι να επιλεγεί η εφαρμογή ενός ομαδικού πίνακα κατάταξης έναντι ενός ατομικού. Έτσι, θα αυξηθεί η αίσθηση της κοινωνικής ένταξης, μιας εκ

των βασικών ψυχολογικών αναγκών (Sailer et al., 2013). Ακόμα, ο πίνακας θα μπορούσε να εμφανίζει πληροφορίες για περιορισμένες θέσεις, όπως για παράδειγμα τους κορυφαίους 3 ή 5 (Hanus & Fox, 2015; Hamari, Koivisto, Sarsa, 2014; Hamari, 2014).

Σύμφωνα με τους Keller & Keller (2014), μια αποθήκη είναι τόσο καλή όσο και το προσωπικό της. Οι υπεύθυνοι (managers) πρέπει να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν την παρακίνηση των εργαζομένων: τα επιτεύγματα, η αναγνώριση, η ανάπτυξη, η αμοιβή, η ανατροφοδότηση, οι επιβραβεύσεις και η ενδυνάμωση (Emmet, 2005; Tella et al., 2007; Carobianco, 2014). Η αυξημένη κινητοποίηση οδηγεί σε αυξημένη απόδοση και η παιχνιδοποίηση αναπτρώνει το ηθικό του εργαζόμενου και ενισχύει την εμπλοκή του. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησαν οι Bahr, Mavrogenis και Sweeney (2019), οι υπεύθυνοι αναγνωρίζουν τη συλλογή παραγγελιών ως την πιο έντονη εργατικά και κοστοβόρα δραστηριότητα, ενώ κάποιιοι κάνουν λόγο και για τον ποιοτικό έλεγχο. Επίσης, αναγνωρίζεται και η εκπαίδευση των εργαζομένων λόγω του υψηλού κόστους εκπαίδευσης για το χειρισμό γερανών και περονοφόρων, εκτός από τα πρόσθετα μέτρα ασφαλείας και υγείας κατά τη διάρκεια αυτής. Οι πιο μονότονες και ανιαρές δραστηριότητες για το προσωπικό είναι η συλλογή παραγγελιών, η φόρτωση των προϊόντων στα φορτηγά, ο χειρισμός του γερανού και ο έλεγχος της ποιότητας. Σε αυτές τις δραστηριότητες οι εργαζόμενοι εκτελούν τις ίδιες κινήσεις και τα ίδια καθήκοντα με ελάχιστες διαφορές και η απόδοση τους είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την παρακίνηση (Emmet, 2005).

Οι υπεύθυνοι βρίσκονται υπό διαρκή πίεση να ελαχιστοποιήσουν το κόστος, το χρόνο και τα απόβλητα, να αυξήσουν την αποδοτικότητα (Frazelle, 2016), να εξετάζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (McKinnon et al., 2015, Fichtinger et al., 2015; Ries et al., 2017, Konur et al., 2017), να διαχειρίζονται το χώρο αποθήκευσης και τη διάταξη (Vrysagotis and Kontis, 2011; Cheung et al., 2009; Zupan et al., 2017), να ανταποκρίνονται στις προσδοκίες των πελατών (Madurapperuma et al., 2018) και να διαχειρίζονται αποτελεσματικά το προσωπικό της αποθήκης (Keller & Keller, 2014; Kim et al., 2018). Σύμφωνα με την προαναφερθείσα έρευνα οι υπεύθυνοι εικάζουν πως με τη χρήση ενός παιχνιδοποιημένου συστήματος η παραγωγικότητα και το ηθικό των εργαζομένων θα αυξηθεί. Επίσης πιστεύουν πως θα δημιουργηθεί ένα ευχάριστο εργασιακό περιβάλλον και θα προαχθεί ο υγιής ανταγωνισμός. Ωστόσο, αναγνωρίζουν και την ύπαρξη εμποδίων – προκλήσεων. Αρχικά, κάνουν λόγο για ανοχή όσον αφορά τον χρόνο, τους ηθικούς περιορισμούς, τους πόρους και τη διαφοροποίηση των παικτών (Robson et al., 2015). Ένας σαφής περιορισμός που είναι δύσκολο να ξεπεραστεί είναι ο αυστηρός προϋπολογισμός. Ο σχεδιασμός, ο χρόνος και οι πόροι που απαιτούνται για την εφαρμογή του παιχνιδοποιημένου συστήματος συχνά δεν εμπίπτουν στον προϋπολογισμό τους και σχετικά με την ανοχή χρόνου, υπάρχουν προβληματισμοί για το χρονικό διάστημα όπου οι παίκτες θα μείνουν κινητοποιημένοι (Hamari, 2013). Τέλος, οι υπεύθυνοι υποδεικνύουν ότι ενώ η παιχνιδοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί σε αποθήκες υψηλής τεχνολογίας με πολύ καλά πληροφοριακά συστήματα, ενδέχεται να μην είναι κατάλληλη για τους χειριστές χαμηλής τεχνολογίας, εννοώντας το ψηφιακό χάσμα μεταξύ χειριστών και τομέα (Evangelista et al., 2013).

#### 4.9.1 Διαδικασίες Παραγωγής και Εφοδιαστικής

Το ενδιαφέρον για την παιχνιδοποίηση στην παραγωγή και την εφοδιαστική έχει αυξηθεί περίπου την τελευταία δεκαετία. Οι λειτουργικές τους δραστηριότητες χαρακτηρίζονται από απλότητα και μονοτονία, λόγω της υψηλής δομής, προτυποποίησης και επαναληπτικής φύσης τους. Επίσης, οι τεχνολογίες αισθητήρων έχουν διεισδύσει σε μεγάλο βαθμό στην παραγωγή και την εφοδιαστική, διευκολύνοντας τη σύνδεση των δεδομένων εργασίας με τις κοινές τεχνολογίες και αρχές της παιχνιδοποίησης, όπως είναι τα συστήματα βαθμολογίας και οι πίνακες κατάταξης (Da Xu et al., 2014). Τέλος, η αποδοτικότητα κόστους του αυτοματισμού ιδιαίτερα περίπλοκων εργασιών των τομέων αυτών είναι συχνά χαμηλή (Korn, Schmidt & Horz, 2012). Οπότε, η εφαρμογή της παιχνιδοποίησης αποτελεί μια ελκυστική λύση με πολλές προοπτικές.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να γίνει μια αναφορά στις λειτουργίες της παραγωγής και της εφοδιαστικής που θα μπορούσαν να συνδεθούν με την παιχνιδοποίηση, βασιζόμενοι στην κοινή κατανόηση του τομέα (CSCMP, 2013).

##### 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ (PRODUCT AND PROCESS ENGINEERING)

Πρόκειται για την ανάπτυξη και την εφαρμογή διασυνδεδεμένων τεχνολογιών, μηχανών ή διαδικασιών για ικανή μαζική παραγωγή προϊόντων ή υπηρεσιών που θα παραδοθούν σε μία ή περισσότερες τοποθεσίες.

##### 2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (PRODUCTION PLANNING)

Πρόκειται για την αποτελεσματική οργάνωση της διαδικασίας της παραγωγής, από την έγκαιρη διανομή των αναγκαίων τεχνολογιών και υλικών σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα ως τη διάταξη και τη διαχείριση του απαιτούμενου προσωπικού.

##### 3. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (PRODUCTION EXECUTION AND CONTROL)

Εδώ, ολοκληρώνονται τα καθήκοντα της διαδικασίας παραγωγής. Επίσης, διασφαλίζεται ότι ολόκληρη η διαδικασία παραγωγής είναι συνεχόμενη από την αρχή ως το τέλος και ότι πληροί ένα προκαθορισμένο επίπεδο ποιότητας εργασίας. Τέλος, όλα τα λάθη έχουν διορθωθεί και έχει πραγματοποιηθεί η σωστή διαχείριση απρόβλεπτων γεγονότων και αποτελεσμάτων.

##### 4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ (SUPPLY CHAIN DESIGN AND PLANNING)

Πρόκειται για το σχεδιασμό και την αποδοτική οργάνωση της διανομής τεχνολογιών, υλικών, προϊόντων και υπηρεσιών που απαιτούνται για τις διαδικασίες παραγωγής στις κατάλληλες τοποθεσίες.

##### 5. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ (TRANSPORTATION PLANNING AND EXECUTION)

Εδώ γίνεται λόγος για τις μετακινήσεις και την προσωρινή αποθήκευση της τεχνολογίας, των υλικών και των προϊόντων. Συχνά, χρειάζονται ενδιάμεσα βήματα ή κέντρα μέχρι να φτάσουν στο σημείο χρήσης και κατανάλωσης.

Έπειτα από βιβλιογραφική ανασκόπηση των Warmelink et al. (2020), προέκυψε ο κάτωθι πίνακας αποτελεσμάτων.

**Πίνακας 11: Μηχανισμοί – Ψυχολογικά αποτελέσματα – Αποτελέσματα συμπεριφοράς στην παραγωγή και την εφοδιαστική**

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ	ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• στόχοι (72%)</li> <li>• πολύμμεση ανατροφοδότηση (67%)</li> <li>• μεταφορικές και εικονικές αναπαραστάσεις (61%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• αναμενόμενη παρακίνηση (44%)</li> <li>• αναμενόμενη ροή (39%)</li> <li>• λοιπά μετρούμενα αποτελέσματα (33%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• αναμενόμενη αποτελεσματικότητα (56%)</li> <li>• αναμενόμενα λοιπά αποτελέσματα (44%)</li> <li>• αναμενόμενη απόδοση (39%)</li> </ul>

## 5. Προτεινόμενο Πλαίσιο Σχεδίασης Συστήματος Παιχνιδοποίησης

Για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αλλά και για την εμβάθυνση στην παιχνιδοποίηση, προτείνεται ο σχεδιασμός ενός συστήματος κατάλληλου για αποθήκες. Στόχος του εγχειρήματος αυτού είναι κατά βάση η εκπλήρωση των επιχειρησιακών στόχων και η αυξημένη παρακίνηση και ικανοποίηση των εργαζομένων. Φυσικά, η αποτελεσματική ένταξη του παιχνιδοποιημένου συστήματος απαιτεί την ικανοποίηση 4 βασικών βημάτων. Αρχικά, θα πρέπει να προσδιοριστεί ο κύριος στόχος. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται γνώση και κατανόηση του σκοπού του καθήκοντος που θα παιχνιδοποιηθεί. Στη συνέχεια, χρειάζεται ο προσδιορισμός των διασταυρούμενων στόχων. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να αναλυθούν ποιοι είναι οι υποκείμενοι στόχοι που ενδιαφέρουν τους χρήστες. Για παράδειγμα, κατά τη συλλογή των παραγγελιών, οι χρήστες ενδέχεται να επιθυμούν την εξάλειψη της μονοτονίας και της επαναληψιμότητας που χαρακτηρίζουν τη δραστηριότητα αυτή. Βάσει των υποκείμενων στόχων, λοιπόν, το παιχνιδοποιημένο σύστημα διαμορφώνεται με τους μηχανισμούς παιχνιδιών για την ενίσχυση της παρακίνησης και του ενδιαφέροντος των χρηστών. Το επόμενο βήμα είναι η επιλογή των κατάλληλων στοιχείων παιχνιδιών και τέλος ακολουθεί η ανάλυση της απόδοσης. Το σύστημα, θα πρέπει να παρέχει μετρήσιμους δείκτες, ώστε οι υπεύθυνοι της αποθήκης να γνωρίζουν ποιες παράμετροι βελτιώθηκαν, τι αξίες προστέθηκαν με την εφαρμογή της παιχνιδοποίησης και ποια είναι τα αποτελέσματα του συστήματος.

Επίσης, θα πρέπει να καθοριστούν και οι βασικές επιδιώξεις από το σύστημα. Για ένα σύγχρονο αποθηκευτικό κέντρο αυτές συνοψίζονται στις παρακάτω:

1. Υψηλή απόδοση
2. Αύξηση της συμμετοχής (engagement)
3. Διατήρηση των εργαζομένων στην εταιρεία (retention)



4. Μείωση κόστους και χρόνου
5. Μείωση σφαλμάτων
6. Αποτελεσματική διαχείριση προσωπικού.

Τέλος, είναι απαραίτητο να υπάρχουν βασικοί δείκτες μέτρησης απόδοσης (Key Performance Indexes – KPIs). Αυτοί είναι η παραγωγικότητα και η ποιότητα συλλογής. Όσον αφορά στον πρώτο, πρόκειται για την ημερήσια μέση ταχύτητα συλλογής σε γραμμές παραγγελίας ανά ώρα, ενώ ο δεύτερος αποτελεί τον αριθμό των μη επηρεασμένων παραγγελιών από λάθη συλλογής ως ποσοστό του συνολικού αριθμού παραγγελιών.

## 5.1 Χρησιμοποιούμενα Στοιχεία Παιχνιδιών

Ο παρακάτω προτεινόμενος σχεδιασμός στηρίζεται στο βασικό πλαίσιο σχεδιασμού των Werbach και Hunter (2012), γνωστό ως 6D Framework, εστιάζοντας στην επιλογή των εργαλείων και δη των στοιχείων παιχνιδιών. Αυτά είναι οι πόντοι, τα σήματα, οι πίνακες κατάταξης, τα γραφικά απόδοσης και οι εικονικοί χαρακτήρες. Όλα τα χρησιμοποιούμενα στοιχεία παιχνιδιών θα πρέπει να συνδυαστούν με την εφαρμογή ενός συστήματος ανταμοιβών (reward system) για την ενίσχυση της επιβράβευσης και την περαιτέρω εμπλοκή των εργαζομένων.

### 5.1.1 Πόντοι

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, οι πόντοι αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία παιχνιδιών, καθώς παρέχουν συνεχή και άμεση ανατροφοδότηση. Ακόμα, ικανοποιούν την ανάγκη του χρήστη να «μετράει» τη συμπεριφορά του μέσα στο παιχνίδι, αλλά και να επιβραβεύεται. Χάρη σε αυτούς, οι παίκτες ικανοποιούν την ψυχολογική τους ανάγκη για ικανότητα και αυξάνουν την εμπλοκή τους, αφού τους παρέχεται το κίνητρο για επίτευξη υψηλότερων επιπέδων απόδοσης και συμμετοχής.

Για να έχει νόημα ο σχεδιασμός, αλλά και το σύστημα, είναι απαραίτητο η απόδοση των πόντων να είναι όσο πιο δίκαιη γίνεται. Οι χρήστες δεν πρέπει να νιώθουν παραγκωνισμένοι, ακόμα και αν η συμμετοχή στο παιχνιδιοποιημένο σύστημα είναι προαιρετική. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να δίνονται ίσες ευκαιρίες απόκτησης πόντων σε όλους τους εργαζόμενους και να λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι της κάθε δραστηριότητας. Ωστόσο, δεν είναι εφικτή η ένταξη όλων των δραστηριοτήτων της αποθήκης στο σύστημα από τη στιγμή που δεν υπάρχουν μέσα για την παρακολούθησή τους. Στην περίπτωση αυτή, ο σχεδιασμός περιλαμβάνει μόνο τις δραστηριότητες από τις οποίες μπορούμε να έχουμε χρονοσήμανση μέσω των σαρωτών ραδιοσυχνότητας (RF Scanners) ή των έξυπνων γυαλιών. Επίσης, για να είναι δίκαιο το σύστημα θα πρέπει να γίνεται εναλλαγή των εργασιών μέσα στην αποθήκη, ούτως ώστε όλοι οι εργαζόμενοι να αναλαμβάνουν όλα τα καθήκοντα και να μπορούν να συλλέξουν τους αντίστοιχους πόντους.

Είναι στην ευχέρεια της κάθε επιχείρησης να αποφασίσει πως θα αποδίδει τους πόντους στους χρήστες του συστήματος, καθιστώντας ενδεχομένως τη διαδικασία αυτή ιδιαίτερα αυθαίρετη. Βέβαια, σε κάθε περίπτωση, οι κανόνες του παιχνιδιού και η λειτουργία του συστήματος γνωστοποιούνται στους χρήστες, οι οποίοι μετέπειτα αποφασίζουν αν θα συμμετάσχουν ή όχι. Με τον τρόπο αυτό, αποφεύγονται παράπονα και δυσαρέσκειες σχετικά με το σύστημα

απόδοσης πόντων, αφού ο χρήστης με τη συμμετοχή του, πρακτικά αποδέχεται τους όρους που έχουν τεθεί. Υπάρχει, όμως, η περίπτωση να μη μείνει ικανοποιημένος από τη συνολική εμπειρία του παιχνιδιοποιημένου συστήματος και εν τέλει να το εγκαταλείψει. Αυτό, κατ' επέκταση, έρχεται σε αντίθεση με το καθολικό νόημα και στόχο του σχεδιασμού, που είναι η αύξηση της συμμετοχής των εργαζομένων και η διατήρησή τους στο σύστημα.

Συνήθως, αποδίδεται σταθερός αριθμός πόντων ανά δραστηριότητα που εκτελεί ο παίκτης και διακρίνονται δύο περιπτώσεις. Το ένα ενδεχόμενο είναι να αποδίδονται οι ίδιοι πόντοι για όλες τις δραστηριότητες και το άλλο είναι να υπάρχει διαφοροποίηση στον αριθμό των πόντων σε κάθε δραστηριότητα. Ωστόσο, ειδικά σε μια αποθήκη, όπου τα καθήκοντα ποικίλουν και δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα, ένα τέτοιο σύστημα πόντων ενδέχεται να μην είναι αποτελεσματικό. Για παράδειγμα, δεν είναι εφικτή, αλλά ούτε και έχει νόημα, η σύγκριση της διαδικασίας συλλογής παραγγελιών με τη διαδικασία φόρτωσης ή εκφόρτωσης. Λαμβάνοντας υπόψη τα διάφορα χαρακτηριστικά των εργασιών που εκτελούνται εντός της αποθήκης, κρίνεται ότι ο πιο δίκαιος τρόπος απόδοσης πόντων είναι βάσει των πρότυπων χρόνων.

Για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος απόδοσης πόντων, εξετάζονται κάποια ενδεικτικά ημερήσια σενάρια χρήσης, 6 στο σύνολο, στα οποία έχουν γίνει οι κάτωθι παραδοχές:

1. Η αποθήκη απασχολεί 25 εργαζόμενους.
2. Στην αποθήκη εκτελούνται 15 δραστηριότητες.
3. Ο εργαζόμενος μέσα στη μέρα εκτελεί την κάθε δραστηριότητα που του ανατίθεται στον ίδιο χρόνο κάθε φορά. Αυτό σημαίνει ότι αν αναλάβει, για παράδειγμα, 4 φορές τη δραστηριότητα με αύξοντα αριθμό 7, θα την εκτελέσει και τις 4 φορές στον ίδιο χρόνο.
4. Όλοι οι εργαζόμενοι αντί να δουλεύουν αυστηρά 8 ώρες, αναλαμβάνουν μέσα στη μέρα συγκεκριμένο πλήθος δραστηριοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, αυτές φτάνουν τις 152, καθώς τόσες περίπου υπολογίστηκε πως αντιστοιχούν σε μια πλήρη βάρδια 8 ωρών.
5. Οι εργαζόμενοι δεν κάνουν διάλειμμα.

#### Μεθοδολογία

Για την παραγωγή των αρχικών ημερήσιων δεδομένων ορίστηκαν 15 δραστηριότητες και οι πρότυποι χρόνοι τους.

Πίνακας 12: Πρότυποι χρόνοι δραστηριοτήτων αποθήκης

<b>A/A ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ</b>	<b>ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (sec)</b>
<b>1</b>	30
<b>2</b>	45
<b>3</b>	60
<b>4</b>	75
<b>5</b>	90
<b>6</b>	120
<b>7</b>	150
<b>8</b>	180
<b>9</b>	210
<b>10</b>	240
<b>11</b>	270

<b>12</b>	300
<b>13</b>	330
<b>14</b>	360
<b>15</b>	390

Οι δραστηριότητες 1 – 5, με βήμα 15 δευτερόλεπτα, θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν και να αφορούν στη συλλογή παραγγελιών. Οι δραστηριότητες 6 – 15, με βήμα 30 δευτερόλεπτα αναφέρονται στα υπόλοιπες δραστηριότητες της αποθήκης, όπως είναι μεταξύ άλλων η φόρτωση και η παλετοποίηση.

Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν κάποια ποσοστά για την εύρεση των ορίων, άνω και κάτω, των χρόνων εκτέλεσης των δραστηριοτήτων από τους εργαζόμενους. Για τη συλλογή παραγγελιών ο συντελεστής αυτός είναι 10%, για τις δραστηριότητες με αύξοντα αριθμό 6 – 10, 20% και τέλος για αυτές με αύξοντα αριθμό 11 – 15, ο συντελεστής είναι 30%.

**Πίνακας 13: Όρια χρόνων εκτέλεσης δραστηριοτήτων**

<b>A/A ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ</b>	<b>ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (sec)</b>	<b>ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ (sec)</b>	<b>ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ (sec)</b>
<b>1</b>	30	27	33
<b>2</b>	45	40,5	49,5
<b>3</b>	60	54	66
<b>4</b>	75	67,5	82,5
<b>5</b>	90	81	99
<b>6</b>	120	96	144
<b>7</b>	150	120	180
<b>8</b>	180	144	216
<b>9</b>	210	168	252
<b>10</b>	240	192	288
<b>11</b>	270	189	351
<b>12</b>	300	210	390
<b>13</b>	330	231	429
<b>14</b>	360	252	468
<b>15</b>	390	273	507

Όσον αφορά στους χρόνους εκτέλεσης των δραστηριοτήτων από τους εργαζόμενους, χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση RANDBETWEEN στο MS Excel, με τα όρια που προσδιορίστηκαν για κάθε δραστηριότητα. Έτσι, με κάθε τροποποίηση που γίνεται στο υπολογιστικό φύλλο, τα δεδομένα αλλάζουν συνεχώς και είναι δυνατή η παρακολούθηση της απόδοσης των εργαζομένων σε κάθε δραστηριότητα ξεχωριστά. Τα στοιχεία αυτά, ωστόσο, είναι σταθερά για όλα τα σενάρια που δημιουργήθηκαν και το μόνο που αλλάζει επί της ουσίας είναι ο τρόπος με τον οποίο οι παίκτες συλλέγουν τους πόντους.

Η ανάθεση των δραστηριοτήτων σε κάθε εργαζόμενο έγινε τυχαία, χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση RANDBETWEEN και τους αύξοντες αριθμούς των δραστηριοτήτων. Στη συνέχεια, με τη συνάρτηση VLOOKUP, αναζητήθηκαν οι χρόνοι εκτέλεσης της εκάστοτε δραστηριότητας για τον κάθε εργαζόμενο. Στα 6 σενάρια περιγράφεται το σύστημα απόδοσης πόντων και σε τελική

φάση, με το άθροισμα των πόντων που συλλέγονται από κάθε δραστηριότητα, προκύπτει το ημερήσιο σύνολο του χρήστη, ανηγμένο σε λεπτά.

#### Σενάριο 1

Στο πρώτο σενάριο που εξετάστηκε, ο εργαζόμενος μπορεί να λάβει πόντους μόνο στην περίπτωση όπου εκτελεί την ανατιθέμενη δραστηριότητα σε χρόνο μικρότερο από τον πρότυπο. Πιο συγκεκριμένα, αν είναι γρηγορότερος από τον πρότυπο χρόνο, οι πόντοι που θα λάβει θα είναι το άθροισμα του πρότυπου χρόνου σε δευτερόλεπτα και της διαφοράς των δευτερολέπτων (πρότυπος χρόνος – χρόνος εκτέλεσης), ανηγμένο σε λεπτά. Έτσι, για κάθε λεπτό που είναι γρηγορότερος επιβραβεύεται με επιπλέον 60 πόντους. Αν εκτελέσει τη δραστηριότητα σε χρόνο ίδιο με τον πρότυπο χρόνο, τότε οι πόντοι που θα του αναλογούν θα είναι ο πρότυπος χρόνος σε λεπτά. Αν, όμως, ξεπεράσει τον πρότυπο χρόνο τότε δε λαμβάνει κανέναν απολύτως πόντο.

Λόγω της ιδιότητας των χρησιμοποιούμενων συναρτήσεων να αλλάζουν συνεχώς οι τιμές στα κελιά με κάθε τροποποίηση που γίνεται, λαμβάνεται ένα στιγμιότυπο του υπολογιστικού φύλλου. Έτσι, υπολογίζονται οι ελάχιστοι και οι μέγιστοι ημερήσιοι πόντοι μεταξύ των 25 εργαζομένων, το εύρος, η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση. Συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα αυτά προέκυψε ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 14: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 1

<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	72,383
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	514,017
<b>ΕΥΡΟΣ</b>	441,634
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</b>	282,067
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</b>	106,828

#### Σενάριο 2

Το δεύτερο σενάριο αποτελεί παραλλαγή του πρώτου. Σε αυτή την περίπτωση, αν ο χρόνος εκτέλεσης είναι μικρότερος ή ίσος του πρότυπου χρόνου της δραστηριότητας, τότε ο χρήστης λαμβάνει πόντους σύμφωνα με τον προαναφερθέντα τρόπο. Αν όμως ολοκληρώσει τη δραστηριότητα που του έχει ανατεθεί σε χρόνο μεγαλύτερο από τον πρότυπο, οι πόντοι που θα λαμβάνει θα διαμορφώνονται από τον πρότυπο χρόνο μείον τη διαφορά των δευτερολέπτων (χρόνος εκτέλεσης – πρότυπος χρόνος), ανηγμένοι πάλι σε λεπτά.

Πίνακας 15: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 2

<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	196,2
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	292,883
<b>ΕΥΡΟΣ</b>	96,683
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</b>	239,309
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</b>	23,029

### Σενάριο 3

Η λογική του σεναρίου 3 είναι ίδια με αυτή που περιγράφηκε στο σενάριο 2. Ωστόσο, εδώ, γίνεται προσπάθεια αύξησης της θετικής ενίσχυσης (positive reinforcement) και παράλληλη μείωση της αρνητικής (negative reinforcement). Πιο αναλυτικά, οι πόντοι που θα λαμβάνει ο χρήστης θα διαμορφώνονται από το άθροισμα του πρότυπου χρόνου σε δευτερόλεπτα και της διαφοράς των δευτερολέπτων (πρότυπος χρόνος – χρόνος εκτέλεσης) πολλαπλασιασμένης με έναν κατάλληλο συντελεστή. Το σύνολο που θα προκύψει, ανάγεται και σε αυτή την περίπτωση σε λεπτά. Όσον αφορά τον συντελεστή, αυτός να μην είναι αυθαίρετος, αλλά θα πρέπει να διαμορφώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ενισχύεται η επιβράβευση και να μειώνεται η τιμωρία του χρήστη. Αυτό σημαίνει όταν ο χρόνος εκτέλεσης είναι μικρότερος ή ίσος του πρότυπου χρόνου, ο συντελεστής είναι μεγαλύτερος της μονάδας, ενώ σε αντίθετη περίπτωση είναι μικρότερος. Για τις ανάγκες του σεναρίου επιλέχθηκαν οι συντελεστές 1,5 και 0,5 αντίστοιχα και τα αποτελέσματα φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 16: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 3

<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	209,592
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	310,317
<b>ΕΥΡΟΣ</b>	100,725
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</b>	253,46
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</b>	24,737

### Σενάριο 4

Το σενάριο 4 δεν παρουσιάζει διαφορές με το σενάριο 3, παρά μόνο στην επιλογή των αυθαίρετων συντελεστών, προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση τους στο σύστημα απόδοσης πόντων. Έτσι, επιλέχθηκαν οι συντελεστές 1,25 και 0,25 για τις αντίστοιχες περιπτώσεις, όπως αυτές περιγράφηκαν παραπάνω.

Πίνακας 17: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 4

<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	211,854
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	304,033
<b>ΕΥΡΟΣ</b>	92,179
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</b>	253,031
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</b>	22,318

### Σενάριο 5

Το σενάριο 5 ακολουθεί διαφορετική λογική από τα παραπάνω. Ενώ γίνεται λόγος για τη διαφορά των δευτερολέπτων μεταξύ πρότυπου χρόνου και χρόνου εκτέλεσης, δε λαμβάνεται υπόψη η αξία αυτής της διαφοράς. Αυτό σημαίνει ότι για την ίδια απόδοση σε μονάδες χρόνου, δηλαδή για την ίδια διαφορά δευτερολέπτων, οι εργαζόμενοι επιβραβεύονται το ίδιο, ανεξάρτητα του πρότυπου χρόνου της δραστηριότητας. Για παράδειγμα, έχει μεγαλύτερη αξία το να είναι κάποιος 10 δευτερόλεπτα γρηγορότερος στη δραστηριότητα 3 από ότι στη

δραστηριότητα 10. Για το λόγο αυτό, στο σενάριο αυτό, η απόδοση των πόντων στηρίζεται στην ποσοστιαία διαφορά των χρόνων. Επομένως, αν ο χρόνος εκτέλεσης του εργαζόμενου είναι μικρότερος ή ίσος του πρότυπου χρόνου, τότε οι πόντοι που θα λάβει ορίζονται ως το άθροισμα του πρότυπου χρόνου και της ποσοστιαίας διαφοράς, δηλαδή θα είναι  $\text{πρότυπος χρόνος} + \frac{\text{πρότυπος χρόνος} - \text{χρόνος εκτέλεσης}}{\text{πρότυπος χρόνος}} * 100\%$ , ανηγμένο πάντα σε λεπτά. Σε αντίθετη περίπτωση, η ποσοστιαία διαφορά κατ' απόλυτη τιμή, θα αφαιρείται από τον πρότυπο χρόνο. Ενδεικτικά, τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι τα εξής:

**Πίνακας 18: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 5**

<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	204,861
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	278,159
<b>ΕΥΡΟΣ</b>	73,298
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</b>	238,067
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</b>	17,077

#### Σενάριο 6

Το έκτο και τελευταίο σενάριο που εξετάστηκε, αποτελεί παραλλαγή του σεναρίου 5. Εάν ο εργαζόμενος καταφέρει να ολοκληρώσει την ανατιθέμενη δραστηριότητα σε χρόνο μικρότερο ή ίσο του πρότυπου χρόνου, οι πόντοι θα αποδίδονται όπως περιγράφηκε παραπάνω. Αν, όμως, ο χρόνος εκτέλεσης ξεπεράσει τον πρότυπο χρόνο τότε δε θα λαμβάνει κανέναν απολύτως πόντο.

**Πίνακας 19: Χαρακτηριστικές τιμές Σεναρίου 6**

<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	35,37
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	248,539
<b>ΕΥΡΟΣ</b>	213,169
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</b>	131,329
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</b>	52,192

#### Αποτελέσματα

Για όλα τα σενάρια κρίθηκε απαραίτητη η προσθήκη του πρότυπου χρόνου για τη διαμόρφωση των πόντων των χρηστών. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι αν οι πόντοι αποδίδονταν μόνο βάσει της διαφοράς των δευτερολέπτων μεταξύ πρότυπου χρόνου και χρόνου εκτέλεσης (σενάρια 1 – 4) ή της ποσοστιαίας διαφοράς (σενάρια 5 και 6) κάθε μέρα θα υπήρχαν εργαζόμενοι οι οποίοι θα μπορούσαν ακόμα και να χάνουν πόντους. Επί της ουσίας, θα γινόταν λόγος για ένα παιχνίδι όπου η συμμετοχή των εργαζομένων δεν θα τους επιβράβευε, αλλά θα τους τιμωρούσε, κάτι που αντιτίθεται στη λογική και το νόημα του σχεδιασμού του συστήματος και εν τέλει θα οδηγούσε στην απόρριψη του.

Εξετάζοντας προσεκτικά τα αποτελέσματα των σεναρίων, ως βέλτιστο και πιο δίκαιο επιλέγεται το σενάριο 5, καθώς παρουσιάζει σταθερά τη μικρότερη τυπική απόκλιση. Ωστόσο, αξίζει να

σημειωθεί πως τα σενάρια 2 – 4 δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, συγκριτικά με τα υπόλοιπα. Μάλιστα, φαίνεται πως η ύπαρξη των αυθαίρετων συντελεστών που ορίστηκαν στα σενάρια 3 και 4 για την αύξηση της θετικής ενίσχυσης και τη μείωση της αρνητικής, δεν απέφεραν τα επιθυμητά αποτελέσματα που αναμέναμε. Επίσης, ιδιαίτερα αυστηρά κρίθηκαν τα σενάρια 1 και 6, στα οποία οι χρήστες δε λαμβάνουν κανέναν πόντο στην περίπτωση που ο χρόνος εκτέλεσης της ανατιθέμενης δραστηριότητας ξεπερνάει τον πρότυπο χρόνο. Αυτό φαίνεται από τις τυπικές αποκλίσεις, οι οποίες είναι διπλάσιες ως και εξαπλάσιες αυτών των σεναρίων 2 – 5.

**Πίνακας 20: Συγκεντρωτικός πίνακας σεναρίων**

	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ 1</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ 2</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ 3</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ 4</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ 5</b>	<b>ΣΕΝΑΡΙΟ 6</b>
<b>ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	72,383	196,2	209,592	211,854	204,861	35,37
<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ</b>	514,017	292,883	310,317	304,033	278,159	248,539
<b>ΕΥΡΟΣ</b>	441,634	96,683	100,725	92,179	73,298	213,169
<b>ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ</b>	282,067	239,309	253,46	253,031	238,067	131,329
<b>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</b>	106,828	23,029	24,737	22,318	17,077	52,192

### 5.1.2 Σήματα

Ως στοιχεία παιχνιδιού, τα σήματα (badges) είναι εξίσου σημαντικά με τους πόντους και δεν πρέπει να λείπουν από το σχεδιασμό του συστήματος παιχνιδιοποίησης. Είναι σημαντικό για τους χρήστες να επιβεβαιώνουν τα επιτεύγματά τους, καθώς τα σήματα συμβολίζουν και την αξία τους (status). Χάρη σε αυτά, μπορούν να οπτικοποιήσουν όχι μόνο το επίπεδο τους, αλλά και τους στόχους τους, επιδιώκοντας την αναγνώριση από τους συναδέλφους. Με τον τρόπο αυτό ικανοποιούν τις ψυχολογικές τους ανάγκες για ικανότητα, ισχύ και κοινωνική ένταξη. Ιδιαίτερα όσον αφορά στην τελευταία, οι χρήστες επιδεικνύουν τη συμμόρφωση τους στη συμπεριφορά και τις προσδοκίες των άλλων. Σε γενικότερο πλαίσιο, τα σήματα τους βοηθούν να παραμείνουν αφοσιωμένοι στους στόχους τους, υπογραμμίζοντας τις συνέπειες τους, υποδεικνύοντας ποιες συμπεριφορές επιβραβεύονται και παρέχοντάς τους άμεση ανατροφοδότηση.

Για τον καθορισμό των απαιτούμενων σημάτων κρίνεται σκόμος ο προσδιορισμός της δομής τους. Η κάθε δραστηριότητα που πραγματοποιείται εντός της αποθήκης αποτελεί ξεχωριστή κατηγορία και θα έχει τα δικά της σήματα. Εντός της κάθε κατηγορίας γίνεται ο διαχωρισμός σε ζώνες, αν αυτός κρίνεται απαραίτητος. Για παράδειγμα, για τη συλλογή παραγγελιών προτείνονται μεταξύ άλλων ενδεικτικά οι παρακάτω ζώνες:

1. Συλλογή στο ισόγειο
2. Συλλογή στον α' όροφο
3. Συλλογή στο β' όροφο
4. Συλλογή εμπορευμάτων μεγάλου όγκου
5. Συλλογή εμπορευμάτων με σύστημα put 2 light

## 6. Συλλογή εμπορευμάτων με σύστημα goods – to – man

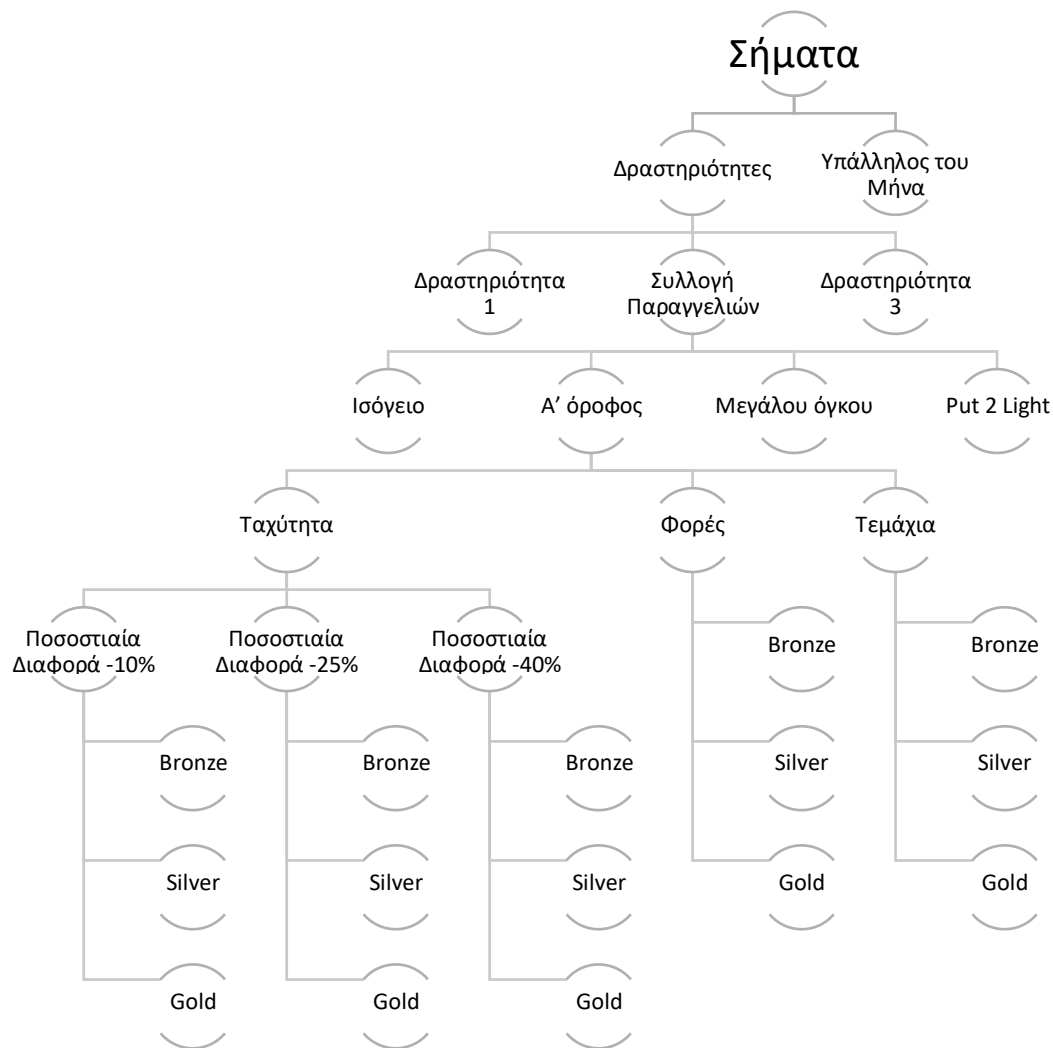
Σε κάθε ζώνη ορίζονται 3 μετρικές: η ταχύτητα, οι φορές που έχει ανατεθεί η συγκεκριμένη ζώνη στον εργαζόμενο και το πλήθος των τεμαχίων που έχει διαχειριστεί. Όσον αφορά στην ταχύτητα, ενδεικτικά ορίζονται 3 κατηγορίες με βάση την ποσοστιαία διαφορά. Αυτές, βέβαια εξαρτώνται από το μέσο σενάριο χρήσης, σύμφωνα με δεδομένα και μελέτες που προκύπτουν από την εκάστοτε αποθήκη. Για λόγους πληρότητας, αναφέρονται οι εξής κατηγορίες:

1. Ποσοστιαία Διαφορά ως 10%
2. Ποσοστιαία Διαφορά ως 25%
3. Ποσοστιαία Διαφορά ως 40%

Σε κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες μετρείται το πλήθος, δηλαδή πόσες φορές ο εργαζόμενος κατάφερε να ολοκληρώσει γρηγορότερα την εργασία που του ανατέθηκε κατά X ποσοστό σε σχέση με τον πρότυπο χρόνο. Βασιζόμενοι στο μέσο σενάριο χρήσης και το χρόνο εφαρμογής του συστήματος παιχνιδιοποίησης προκύπτουν οι τρεις βασικές κατηγορίες επιπέδων: bronze, silver, gold. Πιο συγκεκριμένα, τα επίπεδα αυτά θα οριοθετούνται από το προαναφερθέν πλήθος. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται η ευκαιρία στον εργαζόμενο να αποκτήσει περισσότερα σήματα, ενισχύοντας την επιβράβευση και την ικανοποίηση των βασικών ψυχολογικών του αναγκών.

Όσον αφορά στις υπόλοιπες μετρικές, ορίζονται τα σχετικά επίπεδα ανάλογα με τα αντίστοιχα μετρούμενα πλήθη. Σε κάθε περίπτωση τα επίπεδα θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από κλιμακούμενη δυσκολία. Σχετικά με το πρώτο επίπεδο (bronze) θα πρέπει να είναι εύκολο για τον χρήστη να το ξεκλειδώσει, προκειμένου να εξοικειωθεί τόσο με τη διαδικασία αυτή, όσο και με το σύστημα γενικότερα. Το δεύτερο επίπεδο θα είναι σημαντικά πιο δύσκολο και το τρίτο θα απαιτεί πολύ ενεργή χρήση ώστε να ξεκλειδωθεί. Ωστόσο, θα πρέπει να είναι εφικτό για τον χρήστη να αποκτήσει τα υπάρχοντα σήματα, χωρίς να δυσκολεύεται παραπάνω από όσο θα έπρεπε ή να του προκαλείται άγχος. Τέλος, ορίζεται ακόμα μια κατηγορία σημάτων, ανεξάρτητη από τις προηγούμενες, η οποία θα αφορά στον υπάλληλο του μήνα και τα δεδομένα θα προκύπτουν από το σύνολο των πόντων που έχουν συλλέξει οι εργαζόμενοι. Στο Σχήμα 30 φαίνεται ένα σχεδιάγραμμα της δομής των σημάτων για τη δραστηριότητα της συλλογής παραγγελιών και ενδεικτικά για τη συλλογή στον α' όροφο.





**Σχήμα 31: Δομή σημάτων**

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως δεν ορίζονται προαπαιτούμενα για την απόκτηση των σημάτων, οπότε αυτά θα είναι διαθέσιμα για όλους. Επίσης, σημειώνεται πως θα πρέπει να είναι γνωστές στον χρήστη οι ενέργειες που θα πρέπει να πραγματοποιήσει για την απόκτηση των σημάτων, αλλά δεν θα πρέπει να γνωρίζει ποια συνθήκη βρίσκεται από πίσω. Υπό αυτήν την έννοια, χάνεται η αίσθηση της περιέργειας και η εξερεύνηση του αγνώστου, στοιχεία ιδιαίτερα κρίσιμα για την ομαλή και επιθυμητή λειτουργία του συστήματος. Εν τέλει, δεν θα ενθουσιάζεται με την εξέλιξη της δραστηριότητας και οδηγείται σε μια μη επιθυμητή για τους διαχειριστές του συστήματος αλλαγή συμπεριφοράς.

### 5.1.3 Πίνακες Κατάταξης

Το τρίτο βασικότερο στοιχείο παιχνιδιών είναι οι πίνακες κατάταξης (leaderboards). Όπως έχει αναφερθεί, αποτελούν δείκτη ανταγωνισμού και προόδου, ενώ κινητροδοτούν περισσότερο εκείνους τους εργαζόμενους που βρίσκονται στις υψηλότερες θέσεις. Επίσης, συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση της ενασχόλησης (engagement) και της ισχύος, ικανοποιώντας παράλληλα τις βασικές ψυχολογικές ανάγκες του ανθρώπου για ικανότητα, επιτεύγματα και κοινωνική ένταξη.

Στο συγκεκριμένο προτεινόμενο πλαίσιο επιλέγεται να μην αξιοποιείται ο πίνακας κατάταξης για τις καθημερινές δραστηριότητες της αποθήκης, ούτως ώστε να αποφευχθεί η αύξηση του ανταγωνισμού και τα σχετικά μη επιθυμητά αποτελέσματα. Δεδομένου ότι λειτουργούν θετικά στο σχεδιασμό μόνο όσον αφορά στους εργαζόμενους που βρίσκονται ψηλά στην κατάταξη ή πολύ κοντά στην επόμενη θέση, η απρόσκοπτη χρήση τους ενδέχεται να βλάψει το σύστημα και τους χρήστες, ειδικά αν βρίσκονται στις χαμηλές θέσεις, μειώνοντας την παρακίνηση των εργαζομένων, όπως επίσης και την ικανοποίηση της κοινωνικής ένταξης και της ικανότητας.

Επειδή, όμως, τα δεδομένα που προκύπτουν από τον πίνακα κατάταξης είναι σημαντικά και χρήσιμα, προτείνεται η αξιοποίηση του για οργανωτικούς σκοπούς. Αυτό σημαίνει ότι θα είναι ορατός μόνο στο διαχειριστή του συστήματος και θα τον βοηθάει στη διαδικασία λήψης αποφάσεων ή στην αξιολόγηση των παραμέτρων που έχει ορίσει. Σε κάθε χρήστη αντιστοιχεί μια θέση στον πίνακα ανάλογα με τους πόντους που έχει συλλέξει. Με τον τρόπο αυτό, θα είναι δυνατό για το διαχειριστή να παρακολουθεί τους πιο αποδοτικούς εργαζόμενους για να τους επιβραβεύσει και τους λιγότερο αποδοτικούς για να τους παρακινήσει ακόμα πεισσότερο. Λαμβάνοντας υπόψη πως μια αποθήκη είναι τόσο καλή όσο και οι εργαζόμενοι της, ο πίνακας κατάταξης ενισχύει τη διαφάνεια στον οργανισμό και διευκολύνει τις γενικότερες αποφάσεις των διοικητικών στελεχών σχετικά με την απόδοση της.

#### 5.1.4 Γραφικά Απόδοσης

Για τον εργαζόμενο δεν αρκεί μόνο να συλλέγει πόντους και σήματα, αν δεν μπορεί με κάποιο τρόπο αυτά να τα οπτικοποιήσει. Αυτό γίνεται με τη χρήση γραφικών απόδοσης (performance graphs), δίνοντας στον εργαζόμενο τη δυνατότητα να παρακολουθεί την αξιολόγηση της απόδοσης του. Έτσι, ενισχύεται η ανάγκη του για κυριαρχία και ικανότητα, ενώ παράλληλα διευκολύνεται η παροχή άμεσης ανατροφοδότησης και σαφών στόχων. Τέλος, τα γραφικά απόδοσης συμβάλλουν στην προώθηση της διαφάνειας του οργανισμού, κυρίως όσον αφορά στο πως μετριέται η απόδοση του εργαζόμενου, αλλά και το πού βρίσκεται αυτός στην πραγματικότητα.

Η οπτικοποίηση και η ποσοτικοποίηση της προόδου αποτελούν κίνητρο για τους εργαζόμενους να αφιερώσουν περισσότερο χρόνο και να εμβαθύνουν σε συγκεκριμένες δραστηριότητες. Ο γενικότερος σκοπός είναι να δοθεί η δυνατότητα στον εργαζόμενο να θέσει τους δικούς του προσωπικούς στόχους σχετικά με την απόδοση του και να μπορέσει να εστιάσει και εκείνος την προσοχή του ενδεχομένως στις δραστηριότητες όπου νιώθει πως υστερεί. Για τους λόγους αυτούς επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν μπάρες προόδου και γραφικά. Έτσι, θα εμφανίζεται η πορεία του χρήστη σε σχέση με το χρόνο, τόσο όσον αφορά στα ολοκληρωμένα καθήκοντα, όσο και στη μέση ταχύτητα του ανάλογα με τη δραστηριότητα, συγκρίνοντας τη με τον εκάστοτε πρότυπο χρόνο. Συνεπώς, είναι απαραίτητο για τον εργαζόμενο να διατίθενται προσωπικά στατιστικά και η κατάλληλη ανατροφοδότηση.

Όλα αυτά θα είναι διαθέσιμα με τη μορφή ημερήσιας αναφοράς σχετικά με την απόδοση του χρήστη στο τέλος της βάρδιας του. Ωστόσο, θα είναι ιδιαίτερα βοηθητικό για τον εργαζόμενο να μπορεί να βλέπει τα δεδομένα αυτά, δηλαδή τις σχετικές αναφορές προόδου, ανά συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, όπως ανά ημέρα, εβδομάδα, μήνα και έτος. Σε κάθε περίπτωση, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, η ανατροφοδότηση που θα

λαμβάνει ο χρήστης είναι αναγκαίο να λειτουργεί ως μέσο πληροφόρησης και όχι ως μέσο ελέγχου. Αν ο εργαζόμενος εκλάβει αυτή την ανατροφοδότηση ως εργαλείο ελέγχου από το διαχειριστή ή τον υπεύθυνο, ακόμα και θετική να είναι, ενδέχεται να αντικρούσει την εγγενή ανάγκη του ως άνθρωπος για αυτονομία και κατ' επέκταση να μειώσει την ενδογενή παρακίνηση. Αντιθέτως, αν την εκλάβει ως μέσο πληροφόρησης, τότε στηρίζεται η ανάγκη του χρήστη για ικανότητα και συνεπώς ενισχύεται η ενδογενής παρακίνηση.

### 5.1.5 Εικονικοί Χαρακτήρες – Ανάπτυξη προφίλ

Το τελευταίο στοιχείο παιχνιδιών που επιλέγεται για το προτεινόμενο πλαίσιο σχεδίασης του συστήματος παιχνιδοποίησης είναι αυτό των εικονικών χαρακτήρων (avatars – profile development), για την ικανοποίηση των ψυχολογικών αναγκών για αυτονομία και κοινωνική ένταξη, όπως και για την αύξηση των θετικών συναισθημάτων. Ο χρήστης θα πρέπει να δημιουργήσει το προσωπικό του προφίλ και χαρακτήρα και έτσι, υιοθετεί μια νέα ταυτότητα και γίνεται μέλος μιας κοινότητας. Στην αρχή της βάρδιας του ο εργαζόμενος θα πρέπει να συνδέεται στο σύστημα, ούτως ώστε να καταγραφούν οι πόντοι και τα υπόλοιπα στοιχεία παιχνιδιών. Ο κάθε χαρακτήρας προσδιορίζει μοναδικά τον κάθε χρήστη, ο οποίος είναι και αυτός που το διαμορφώνει.

Στο προφίλ του εργαζόμενου θα εμφανίζονται όλα τα στοιχεία παιχνιδιών που έχουν επιλεγεί από το σχεδιασμό του συστήματος. Έτσι, θα βλέπει τους πόντους που έχει συλλέξει, τα σήματα και τα γραφικά απόδοσης, προκειμένου να έχει άμεση επαφή με την απόδοση του και να μπορεί να αξιολογήσει τον εαυτό του. Επίσης, το προφίλ του θα συνδέεται και με το προτεινόμενο σύστημα ανταμοιβών και θα λαμβάνει τις απαραίτητες ενημερώσεις. Όσον αφορά στους πίνακες κατάταξης, αυτοί θα είναι ορατοί μόνο αν το επιλέξει ο διαχειριστής για την εξυπηρέτηση κάποιου σκοπού. Με τους εικονικούς χαρακτήρες και την ανάπτυξη του προφίλ αυξάνεται η αίσθηση της αυτονομίας, καθώς ο χρήστης είναι αυτός που αποφασίζει τι θα δημοσιοποιήσει στο προφίλ του και τι όχι. Για παράδειγμα, ενδέχεται να μη θέλει να φαίνεται κάποιο συγκεκριμένο στοιχείο παιχνιδιών. Η παιχνιδοποίηση εκμεταλλεύεται την πίεση που αισθάνεται ο άνθρωπος όταν συγκρίνει τον εαυτό του με τους συναδέλφους τους, είτε μέσω των συνολικών πόντων ή των σημάτων που έχουν συλλέξει, θέτοντας αποτελεσματικά σημεία αναφοράς για τον ίδιο. Άλλωστε, οι άνθρωποι είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν συμπεριφορές τις οποίες αντιλαμβάνονται ότι υιοθετεί και ο περίγυρος τους.

### 5.2 Σύστημα Ανταμοιβής

Παρόλα αυτά, για να έχει νόημα η συμμετοχή του εργαζόμενου στο παιχνιδοποιημένο σύστημα, θα πρέπει να σχεδιαστεί και το κατάλληλο σύστημα ανταμοιβής (reward system), ούτως ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες του για επιβράβευση, κύρος και ισχύς. Ο χρήστης, θα μπορεί να επιβραβεύεται εξαργυρώνοντας τους πόντους του σε μια εικονική αγορά (virtual marketplace), ειδικά διαμορφωμένη ανάλογα με την απόδοση του εργαζόμενου. Αυτό σημαίνει ότι οι ανταμοιβές θα διαφοροποιούνται με κριτήριο το σύνολο των πόντων χωρίς άλλα προαπαιτούμενα. Δεν έχει νόημα να υπάρχει πολύ υψηλή «τιμή» στους πόντους προς εξαργύρωση ανταμοιβών γιατί μπορεί εν τέλει να μειωθεί η ενδογενής παρακίνηση. Η τιμή αυτή θα πρέπει να είναι ανάλογη του επιπέδου στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης, αλλά και της δυσκολίας. Έτσι, ο εργαζόμενος θα ξέρει ότι είναι προσιτό και εφικτό να αποκτήσει την

οποιαδήποτε ανταμοιβή, αλλά απαιτείται προσπάθεια από την πλευρά του. Βέβαια, η εξαργύρωση των πόντων δεν θα επηρεάζει την θέση του στον κρυφό πίνακα κατάταξης του διαχειριστή.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό οι ανταμοιβές να μη σχετίζονται με το μισθό των εργαζομένων ή/και τον χρόνο εργασίας τους, καθώς αυτά αποτελούν μέσα εξωγενούς παρακίνησης και λειτουργούν σε βάρος της ενδογενούς. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να παρέχονται ανταμοιβές, οι οποίες θα είναι ανεξάρτητες από την εργασία των χρηστών. Αυτό, όμως, που εφιστά την προσοχή του διαχειριστή και των υπεύθυνων γενικότερα, είναι το γεγονός ότι θα πρέπει να εξασφαλίζεται διαρκώς η διάθεση ανταμοιβών στους χρήστες του συστήματος. Από τη στιγμή που εντάσσεται στο σύστημα η λειτουργία αυτή, η αφαίρεση του – όπως ισχύει και για τα στοιχεία παιχνιδιών – θα μπορούσε να είναι επιβλαβής, οδηγώντας ενδεχομένως και στην απόρριψη του από τους χρήστες.

Παρακάτω προτείνονται ενδεικτικά κάποιες από τις ανταμοιβές που θα μπορούσαν να ενταχθούν στο σύστημα.

1. Προσφορές ή αγορά προϊόντων της ίδιας επιχείρησης ή συνεργαζόμενης με εξαργύρωση των πόντων τους
2. Δωροκάρτες καταστημάτων λιανικής ή αντίστοιχων διαδικτυακών
3. Εκπτωτικά κουπόνια
4. Μηνιαίες ή ετήσιες συνδρομές για γυμναστήριο ή άλλες ψυχαγωγικές υπηρεσίες
5. Εισιτήρια σε θέατρα, εκδηλώσεις και συναυλίες.
6. Πρόσβαση σε αποκλειστικά προϊόντα περιορισμένης έκδοσης (limited edition) ή πρόσβαση σε προϊόντα με δυνατότητα εξατομίκευσης (customization)
7. Ημέρες διπλών και τριπλών πόντων
8. Ταξίδια και αεροπορικά εισιτήρια
9. Εξαργύρωση πόντων σε αγορές καυσίμων
10. Βίντεο παιχνίδια και εξοπλισμός
11. Αποκλειστικές εμπειρίες, όπως skydiving και bungee jumping, ή δωρεάν εισαγωγικά μαθήματα σε «επικίνδυνα» αθλήματα (extreme sports)

### 5.3 Επόμενα βήματα

Είναι σημαντικό το σύστημα να ενημερώνεται συχνά, ώστε να μην καθίσταται μονότονο και ανούσιο. Για το λόγο αυτό θα μπορούσαν να γίνουν προσθήκες στο σχεδιασμό, όπως είναι η εισαγωγή των προκλήσεων και των ιστοριών με νόημα (challenges – meaningful stories). Όσον αφορά στις πρώτες, αυτές ενισχύουν την αίσθηση της επιβράβευσης και δίνουν έμφαση στη σημασία των ενεργειών υπό συνθήκες. Έτσι, παρέχονται σαφείς στόχοι και υπογραμμίζονται οι συνέπειες τους. Μια πρόκληση που προτείνεται είναι οι ημερήσιοι στόχοι παραγωγικότητας. Εκμεταλλεούμενοι, μάλιστα, τη δυνατότητα του συστήματος να προσαρμόζεται στις ανάγκες των εργαζομένων, οι στόχοι αυτοί θα μπορούσαν να διαφέρουν μεταξύ των χρηστών ή να είναι και ενιαίοι για ολόκληρη την αποθήκη. Σε περίπτωση που ο εργαζόμενος φέρει εις πέρας αυτή την αποστολή θα μπορεί να λάβει κάποιους επιπλέον πόντους, χωρίς όμως να «τιμωρείται» στην περίπτωση που δεν τα καταφέρει.

Ωστόσο, μεγαλύτερη εφαρμογή ίσως να παρουσιάζουν οι ιστορίες με νόημα. Αρχικά, επισημαίνεται πως ενισχύουν την ικανοποίηση των βασικών ψυχολογικών αναγκών του ανθρώπου για αυτονομία και κοινωνική ένταξη, αφού οι χρήστες καλούνται να εργαστούν για την επίτευξη ενός κοινού σκοπού. Όσον αφορά στην αυτονομία, καλύπτονται και οι δύο της διαστάσεις, αυτή της σημασίας του έργου και αυτή της ελευθερίας της βούλησης, καθώς ο χρήστης συμμετέχει στην πλοκή και την εξέλιξη της ιστορίας. Επομένως, χρειάζεται ένας στόχος, ο οποίος θα μπορούσε να συνδέεται με τις προκλήσεις και γενικότερα την εργασία των χρηστών ή ακόμα να είναι και ανεξάρτητος. Με τον τρόπο αυτό δίνεται ένα παραπάνω νόημα στο παιχνίδι πέρα από την απλή αναζήτηση πόντων και επιτευγμάτων. Επίσης, εμπλουτίζονται τα μονότονα και χωρίς κίνητρο καθήκοντα των εργαζομένων και ενισχύεται το στοιχείο της διασκέδασης.

Επειδή πρόκειται για ένα δυναμικό στοιχείο παιχνιδιών, το οποίο θα επηρεάσει και τη διεπαφή του συστήματος, για να μην είναι ασύμφορη από άποψη κόστους η εισαγωγή του προτείνεται η περιστασιακή εφαρμογή του, ανά χρονικά διαστήματα που θα ορίζει η εκάστοτε εταιρεία/αποθήκη. Δεν έχει νόημα να τρέχει μια ιστορία για σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα, καθώς υπάρχει πάντα ο κίνδυνος ο χρήστης να χάσει το ενδιαφέρον του και να βαρεθεί το σύστημα. Συνεπώς, απαιτείται διαρκής ανανέωση και ενημέρωση αυτών, στην ίδια λογική με αυτή των δωματίων απόδρασης, φυσικά προσαρμοζόμενες στις ανάγκες και τους στόχους της αποθήκης. Επιπλέον, θα μπορούν να συνδυαστούν με τα γραφικά απόδοσης και πιο συγκεκριμένα με τις μπάρες πρόοδου ούτως ώστε να ενημερώνονται οι χρήστες σχετικά με το πόσο κοντά βρίσκονται στην επίτευξη του στόχου.

Με την εισαγωγή των προκλήσεων και των ιστοριών με νόημα, είναι δυνατόν να αλλάξει και ο τρόπος χρήσης των πινάκων κατάταξης. Κατά τη διάρκεια της οποιασδήποτε πρόκλησης, καλό θα ήταν να φαίνονται οι πρώτες θέσεις. Σε αντίθετη περίπτωση, δεδομένου ότι οι ιστορίες είναι κοινές για όλους και υπάρχει η δυνατότητα επιβράβευσης των καλύτερων παικτών, αφήνεται το δικαίωμα αμφισβήτησης της θέσης του καθενός. Ο πίνακας κατάταξης θα πρέπει να είναι ορατός σε όλους τους συμμετέχοντες μέσω της διεπαφής του συστήματος, αλλά και μέσω κάποιας μεγάλης οθόνης που θα υπάρχει στον εργασιακό τους χώρο. Για να μη νιώσουν μειονεκτικά όσοι εργαζόμενοι δεν έχουν καταφέρει να μουν στον πίνακα κατάταξης, οι μπάρες πρόοδου θα τους ενημερώνουν πόσο κοντά είναι στην επόμενη θέση αλλά και στην ολοκλήρωση της πρόκλησης.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως είναι δυνατή η περαιτέρω αξιοποίηση των πινάκων κατάταξης, στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότερες από μία αποθήκες της εταιρείας ίδιων προδιαγραφών, είτε στην ίδια χώρα είτε και στο εξωτερικό. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να είναι ίδιου μεγέθους και να διαχειρίζονται προσεγγιστικά τον ίδιο φόρτο εμπορευμάτων προκειμένου η μεταξύ τους σύγκριση να είναι όσο πιο δίκαιη γίνεται. Σε συνδυασμό με τις προκλήσεις ή τις ιστορίες με νόημα, η κάθε αποθήκη θα αποτελεί μια ομάδα και θα ανταγωνίζεται μια άλλη ομάδα – αποθήκη. Έτσι, επιδιώκεται η παρακίνηση του εργαζομένου για υψηλότερα επίπεδα απόδοσης και συμμετοχής. Και σε αυτή την περίπτωση, οι προκλήσεις δεν θα πρέπει να βρίσκονται σε λειτουργία για μεγάλο χρονικό διάστημα, για να αποφεύγεται ο αποπροσανατολισμός των χρηστών.

## 6. Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η μελέτη των εφαρμογών των ανθρωποκεντρικών τεχνολογιών της επαυξημένης πραγματικότητας και της παιχνιδοποίησης στα logistics και ειδικότερα στα σύγχρονα αποθηκευτικά κέντρα. Με την εφαρμογή τους επιδιώκεται τόσο η αύξηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας, όσο και η παράλληλη μείωση του νοητικού φόρτου εργασίας και της μονοτονίας. Για το λόγο αυτό, σχεδιάστηκε ένα παιχνιδοποιημένο σύστημα που θα αφορά στη συλλογή παραγγελιών, όπου δόθηκε έμφαση στα επιμέρους συστήματα απόδοσης πόντων και ανταμοιβών.

Αρχικά εξετάστηκε ο γενικότερος κλάδος των logistics και περιγράφηκαν οι δραστηριότητες που εκτελούνται σε καθημερινή βάση στις αποθήκες. Αυτές, είδαμε πως στηρίζονται στα 7Rs και καθορίζουν το τελικό αποτέλεσμα της επιχείρησης και αν αυτή ανταποκρίνεται ή όχι στις υποσχέσεις που η ίδια δίνει στους πελάτες της και τις απαιτήσεις τους. Στη συνέχεια ακολούθησε η ανάλυση για τη διαδικασία συλλογής παραγγελιών, η οποία χαρακτηρίζεται από έντονη εργασία και υψηλά κόστη, τα οποία αναλογούν στο 55% του συνολικού λειτουργικού κόστους της αποθήκης. Στο σημείο αυτό γίνεται και η πρώτη επισήμανση της σημαντικότητας του ανθρώπινου παράγοντα, καθώς οι αισθητικοκινητικές του ικανότητες του επιτρέπουν να αντιμετωπίζει με μεγαλύτερη ευκολία τις οποιοσδήποτε προκύπτουσες αλλαγές, υποδεικνύοντας τη δυσκολία προτυποποίησης και αυτοματοποίησης της διαδικασίας συλλογής παραγγελιών.

Οι διαδικασίες logistics στοχεύουν στην ακρίβεια, τους μικρούς χρόνους απόκρισης και την αποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων πόρων. Επίσης, κύριο μέλημα είναι και η μείωση των σφαλμάτων, τα οποία αποδίδονται στον υποκειμενικό φόρτο εργασίας και την ανεπαρκή πληροφόρηση του εργαζόμενου. Την έλλειψη πληροφόρησης και τη συνεχή ανταλλαγή δεδομένων προσπαθεί να αντισταθμίσει ο ψηφιακός μετασχηματισμός των επιχειρήσεων. Χάρη σε αυτόν επιτυγχάνεται η απαραίτητη ροή δεδομένων προς όλες τις κατευθύνσεις, διευκολύνοντας την επικοινωνία μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών. Παράλληλα, συμβάλλει και στην καλύτερη λειτουργία, τη διαφάνεια και τον καλύτερο έλεγχο του οργανισμού. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν να παρέχουν στους πελάτες τους ποιότητα, ταχύτητα, ευελιξία και καλύτερες τιμές. Έτσι, παρατηρείται μια οργανωτική στροφή των επιχειρήσεων προς την υιοθέτηση των νέων ψηφιακών τεχνολογιών για τη δημιουργία μια ανταγωνιστικής στρατηγικής.

Παραμένοντας στον ψηφιακό μετασχηματισμό, για την επιτυχή ανταλλαγή δεδομένων στη διαδικασία συλλογής παραγγελιών απαιτείται η εφαρμογή ενός συστήματος υποστήριξης, το οποίο θα παρέχει δεδομένα πραγματικού χρόνου, θα ενημερώνει για την τοποθεσία του προϊόντος και θα επιβεβαιώνει τη συλλογή. Μάλιστα, η σύνδεση του με το γενικό σύστημα διαχείρισης της αποθήκης επιτρέπει την καθολική παρακολούθηση της διαδικασίας και των σχετικών δεικτών απόδοσης. Επίσης, έγινε αναφορά στο σύστημα Pick-by-Vision, το οποίο στηρίζεται στην επαυξημένη πραγματικότητα και αποτελείται από οθόνες προσαρτημένες στο κεφάλι ή έξυπνα γυαλιά. Οι λόγοι που επιλέγεται συχνά ένα τέτοιο σύστημα είναι η σημαντική μείωση των σφαλμάτων και του χρόνου εκτέλεσης των διαδικασιών, αλλά και το γεγονός ότι οι εργαζόμενοι στη συλλογή παραγγελιών λαμβάνουν πάνω από το 80% των πληροφοριών που

χρειάζονται μέσω του οπτικού τους καναλιού. Ωστόσο, η εφαρμογή ενός υποστηρικτικού συστήματος συλλογής παραγγελιών, από μόνη της δεν αρκεί καθώς απαιτείται η αποδοχή του από τους χρήστες. Εδώ, πάλι επισημαίνεται η σημαντικότητα του ανθρώπινου παράγοντα καθώς οι χρήστες είναι αυτοί που καθορίζουν το τελικό αποτέλεσμα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, λαμβάνονται υπόψη η πρόθεση του ανθρώπου να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία που του προτείνεται, η στάση του απέναντι σε αυτή και η κοινωνική πίεση που δέχεται από τον περίγυρο του. Επίσης, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να δοθεί η απαραίτητη προσοχή στο κατά πόσο θεωρεί ο χρήστης ότι το σύστημα θα τον ωφελήσει στην εργασία του και θα τον βοηθήσει στην αύξηση την απόδοσής του, αλλά και στη σχετική ευκολία ή δυσκολία του συστήματος όσον αφορά στη χρήση του.

Αναλογιζόμενοι την ανάγκη και τις προσπάθειες του ανθρώπου να βελτιώσει το περιβάλλον του και να ενισχύσει τον πραγματικό κόσμο με το συμβολισμό των κατάλληλων πληροφοριών για την ενίσχυση της επικοινωνίας, περνάμε στην επαυξημένη πραγματικότητα. Με αυτή επιτυγχάνεται η αλληλεπίδραση του πραγματικού κόσμου με τον ψηφιακό, όπου ο πρώτος εμπλουτίζεται με πληροφορίες, τις οποίες ο άνθρωπος δεν μπορεί να αντιληφθεί με τα αισθητήρια όργανα του. Στη συνέχεια, αναλύθηκαν τα στοιχεία πραγμάτωσης της τεχνολογίας, δηλαδή οι αισθητήρες, η επεξεργαστική ισχύς και οι συσκευές απεικόνισης. Συνοψίζοντας τα δομικά στοιχεία, οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της κατάστασης του φυσικού κόσμου, δηλαδή την ανίχνευση και τον εντοπισμό της θέσης και του προσανατολισμού τόσο του χρήστη όσο και των πραγματικών αντικειμένων. Η επεξεργαστική ισχύς είναι απαραίτητη για την ταχύτητα και ρεαλιστική απεικόνιση των εικονικών στοιχείων, τα οποία θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από υψηλή ποιότητα και θα πρέπει να βρίσκονται σε αρμονία με τον χώρο όπου υπερτίθενται. Τέλος, από τις συσκευές απεικόνισης, αυτές που βρίσκουν ευρύτερη εφαρμογή είναι οι οθόνες που προσαρτώνται στο κεφάλι, καθώς προβάλλουν τα εικονικά αντικείμενα και τις πληροφορίες μπροστά στα μάτια του χρήστη. Ωστόσο, είδαμε πως υπάρχουν επίσης φορητές και χωρικές συσκευές απεικόνισης, αλλά χαρακτηρίζονται από μικρότερη αλληλεπίδραση με τον χρήστη και μικρότερη αίσθηση εμπύθισης, στερώντας έτσι και από την εμπειρία της τεχνολογίας.

Η επαυξημένη πραγματικότητα βρίσκει πληθώρα εφαρμογών στον κόσμο των επιχειρήσεων, καθώς χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση των πληροφοριών που παρέχονται την κατάλληλη χρονική στιγμή. Ειδικά στη βιομηχανία, δύναται να προβάλλει τις απαραίτητες οδηγίες καταδεικνύοντας τις εργασίες βήμα προς βήμα, οι οποίες συνοδεύονται συχνά και από τις κατάλληλες τρισδιάστες εικόνες. Ωστόσο, υπάρχουν και αρκετοί περιορισμοί στην εφαρμογή της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας, οι οποίοι εξαρτώνται και αυτοί ως ένα βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Πέραν της γενικότερης απόρριψης της τεχνολογίας, η αποτυχία ενός τέτοιου συστήματος συχνά αποδίδεται στον υποβέλτιστο σχεδιασμό, την επικοινωνία και την εφαρμογή, ενώ δεν είναι λίγες οι φορές όπου τίθενται ζητήματα ιδιωτικότητας και ασφάλειας των δεδομένων που ανταλλάσσονται. Σε κάθε περίπτωση, ο σχεδιασμός θα πρέπει να διέπεται από τις βασικές αρχές εργονομίας και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι προσωπικές προτιμήσεις των χρηστών και το επίπεδο εξοικείωσης τους με την τεχνολογία, ώστε να μην ενοχλούνται από την υπέρ ή υποπληροφόρηση.

Στη συλλογή των παραγγελιών η επαυξημένη πραγματικότητα εφαρμόζεται μέσω των συστημάτων Pick-by-Vision. Λόγω της επαναληψιμότητας που χαρακτηρίζει τη διαδικασία, αλλά και των υψηλών επιπέδων συνεχόμενης συγκέντρωσης και επιδεξιότητων που απαιτούνται, η επαυξημένη πραγματικότητα στοχεύει στη μείωση του εργασιακού φόρτου, τη διευκόλυνση της ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ ανθρώπων και μηχανημάτων και την απλοποίηση της καθημερινής ρουτίνας των εργαζομένων. Ένα γνήσιο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας παρέχει τη δυνατότητα της παρακολούθησης και με τον τρόπο αυτό υποδεικνύεται στον εργαζόμενο τόσο η κατάλληλη θέση αποθήκευσης, όσο και η βέλτιστη διαδρομή που θα πρέπει αυτός να ακολουθήσει. Σχετικά με το σύνολο των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται στα σύγχρονα αποθηκευτικά κέντρα, επιτυγχάνεται η σωστή πληροφόρηση και η ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο των επιπέδων των αποθεμάτων και γενικότερα του συστήματος διαχείρισης της αποθήκης. Επίσης, υπάρχει και η σχετική ενημέρωση για τα σφάλματα που πραγματοποιούνται κατά την εκτέλεση των διαδικασιών. Σε γενικότερο επίπεδο, διευκολύνεται η παρακολούθηση των εργαζομένων και των διαδικασιών, με αποτέλεσμα τον καλύτερο έλεγχο και τη σωστότερη αξιολόγηση της απόδοσης των πρώτων.

Περνώντας στην παιχνιδοποίηση, είδαμε πως αυτή δεν αφορά μόνο στο σχεδιασμό ενός συστήματος, καθώς επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη φιλοσοφία των βίντεο παιχνιδιών, δεδομένου ότι προέρχεται και από τη βιομηχανία των ψηφιακών μέσων. Ως τεχνολογία, υπόσχεται τη μείωση της μονοτονίας στο εργασιακό περιβάλλον, την αύξηση της απόδοσης και της εμπλοκής των εργαζομένων, όπως επίσης και της παρακίνησης και της ψυχολογικής τους ικανοποίησης. Γενικότερα, εκμεταλλεύεται τη δύναμη των παιχνιδιών και το πως αυτά ωφελούν τη ζωή των ανθρώπων για την αλλαγή της συμπεριφοράς των χρηστών σε καταστάσεις που δεν αποτελούν παιχνίδι και για την επίτευξη των στόχων που τίθενται κάθε φορά. Έτσι, σκοπός είναι οι παίκτες να αναδείξουν την καλύτερη τους εκδοχή, να ενισχύσουν την επιμονή και τον προσανατολισμό τους στο στόχο, καταβάλλοντας παράλληλα τη μεγαλύτερη δυνατή προσπάθεια. Η ένταξη της παιχνιδοποίησης στον εργασιακό χώρο είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς χάρη στο έντονα διαδραστικό της στοιχείο συμβάλλει στη διατήρηση της γνώσης και βοηθάει τον χρήστη να αξιολογήσει ενεργά την απόδοσή του, παρέχοντας του άμεσα την κατάλληλη ανατροφοδότηση. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται ένας εικονικός κόσμος, όπου οι εργαζόμενοι μπορούν να είναι παραγωγικοί και ταυτόχρονα να περνούν ευχάριστα την ώρα τους.

Η μεγάλη εξάρτηση της παιχνιδοποίησης από τον ανθρώπινο παράγοντα οδηγεί στη μελέτη και την κατανόηση της ανθρώπινης ψυχολογίας, η οποία είναι παρούσα σε οποιαδήποτε δραστηριότητα απαιτεί σκέψη, πρότυπα συμπεριφοράς και κίνητρα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε ποια είναι τα στοιχεία που παρακινούν τον εργαζόμενο. Η ενδογενής παρακίνηση, στην οποία στηρίζεται η παιχνιδοποίηση, αφορά στην εθελούσια ενασχόληση του ανθρώπου με μια ενδιαφέρουσα για εκείνον δραστηριότητα, που έχει ως συνέπεια την προσωπική του εξέλιξη. Έτσι, ο άνθρωπος μπορεί να έχει επίγνωση των ικανοτήτων και των δεξιοτήτων του, βελτιώνοντας όχι μόνο την ψυχολογική του ευημερία, αλλά και την έκταση και την ποιότητα της εργασίας του. Στον αντίποδα, η εξωγενής παρακίνηση στηρίζεται σε εξωτερικά κίνητρα, όπως είναι τα χρήματα και ο χρόνος εργασίας, για την ώθηση του εργαζόμενου να πραγματοποιήσει μια συμπεριφορά ή μια δραστηριότητα. Αποτελεί βραχυπρόθεσμο μέτρο κινητοποίησης και δεν εγγυάται απαραίτητα τη βελτίωση της απόδοσης



του εργαζόμενου. Για την καλύτερη κατανόηση της παρακίνησης του εργαζόμενου, το μοντέλο συμπεριφοράς του Fogg υποδεικνύει την ανάγκη για ταυτόχρονη συνύπαρξη ικανοτήτων, κινήτρων και δραστικού εναύσματος. Μάλιστα, το τελευταίο θα πρέπει να δοθεί με τον κατάλληλο τρόπο και να γίνει αντιληπτό την κατάλληλη στιγμή, ώστε να ενεργοποιήσει τον άνθρωπο και αυτός με τη σειρά του να εκτελέσει την επιθυμητή συμπεριφορά.

Συνεχίζοντας τις προσπάθειες κατανόησης της ανθρώπινης ψυχολογίας, μελετήθηκαν οι Θεωρίες Αυτοδιάθεσης και Ροής. Η πρώτη αφορά στην έμφυτη τάση του ανθρώπου να εξελίσσεται και να ικανοποιεί τις βασικές ψυχολογικές του ανάγκες, οι οποίες είναι η αυτονομία, η ικανότητα και η κοινωνική ένταξη. Έτσι, είδαμε πως ο άνθρωπος θέλει να αισθάνεται ότι είναι ο κύριος του εαυτού του, πως ελέγχει δηλαδή ο ίδιος τη ζωή του, ότι είναι ικανός να ανταπεξέλθει στις διάφορες προκλήσεις και ότι ανήκει σε ένα σύνολο, από το οποίο λαμβάνει την αναγνώριση που επιζητά. Σύμφωνα με τη Θεωρία Ροής, η επιτυχία ενός παιχνιδοποιημένου συστήματος στηρίζεται και στην κατάσταση ροής, δηλαδή στην κατάσταση όπου ο χρήστης βιώνει τη χαρά, τη βέλτιστη εμπειρία και την πλήρη εμπύθιση, χάνοντας την αίσθηση του χρόνου. Ωστόσο, αυτό που επισημαίνεται για την επίτευξη της κατάστασης ροής είναι η απαραίτητη ύπαρξη ισορροπίας ανάμεσα στις ικανότητες του χρήστη και της δυσκολίας της δραστηριότητας, ώστε να αποφεύγεται τόσο το άγχος όσο και η απουσία ενδιαφέροντος. Επιπλέον, για την εξήγηση της κατεύθυνσης, της επιμονής και της έντασης μιας συμπεριφοράς έχουν διακριθεί 6 βασικοί μηχανισμοί κινητοποίησης, οι οποίοι ναι μεν δεν είναι αλληλοαντικρουόμενοι, αλλά εστιάζουν σε διαφορετικά στοιχεία. Έτσι, τα κίνητρα αποτελούν ατομικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η ανάγκη για εξουσία και ένταξη, είναι αποτέλεσμα παρελθοντικών εμπειριών και αναλύσεων μέσων – σκοπών, με άμεση εξάρτηση από τους στόχους που τίθενται και τις προσδοκίες του χρήστη. Τέλος, η παρακίνηση επιτυγχάνεται με την ικανοποίηση των βασικών ψυχολογικών αναγκών, των προσωπικών προτιμήσεων και την πρόκληση θετικών συναισθημάτων ή τη μείωση των αρνητικών.

Στη συνέχεια της διπλωματικής εργασίας, μελετήθηκαν τα πιο διαδεδομένα πλαίσια σχεδιασμού παιχνιδοποιημένων συστημάτων, τα οποία εστιάζουν τόσο στην ύπαρξη κανόνων και στόχων, όσο και στις μονάδες που κινητοποιούν τους ανθρώπους. Ο σχεδιασμός ενός τέτοιου συστήματος απαιτεί τον καθορισμό των στόχων, των επιθυμητών συμπεριφορών και των δραστηριοτήτων που θα ενταχθούν σε αυτό. Στη συνέχεια, θα πρέπει να περιγραφούν τα χαρακτηριστικά των παικτών – χρηστών και να επιλεχθούν τα κατάλληλα εργαλεία για την πραγμάτωση του συστήματος. Σε κάθε περίπτωση το σύστημα θα πρέπει να είναι ευέλικτο, δηλαδή θα πρέπει να μπορεί να προσαρμοστεί στις νέες ανάγκες και επιχειρησιακές απαιτήσεις και να μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα στο εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα. Επίσης, είναι εξίσου σημαντικό να μην επεμβαίνει και να μην εμποδίζει την εργασία του χρήστη, ώστε να αποφεύγεται ο αποπροσανατολισμός και η καθυστέρηση του εργαζόμενου. Ενώ, σε οργανωτικό επίπεδο, θα πρέπει να διευκολύνεται η ανάλυση και η αξιολόγηση των δεδομένων, παρέχοντας την κατάλληλη εικόνα στους διαχειριστές και τη βέλτιστη ανατροφοδότηση στους εργαζόμενους. Κλείνοντας το θεωρητικό κομμάτι της παιχνιδοποίησης, περιγράφηκαν τα βασικότερα στοιχεία παιχνιδιών και έγινε η σύνδεσή τους με τους μηχανισμούς κινητοποίησης. Τέλος, μελετήθηκε η εφαρμογή της παιχνιδοποίησης στα logistics και την παραγωγή για τη μείωση της επαναληψιμότητας και της μονοτονίας. Ωστόσο, για την επιτυχία του συστήματος είναι αναγκαία η σωστή εφαρμογή του, ώστε να απεφευχθούν

τα αντίθετα από τα επιθυμητά αποτελέσματα. Αυτό σημαίνει ότι ο υποβέλτιστος σχεδιασμός και η λανθασμένη αξιοποίηση των στοιχείων παιχνιδιών μπορούν να λειτουργήσουν σε βάρος της παρακίνησης του εργαζόμενου, απωθώντας τον από το σύστημα και δημιουργώντας του μη ευχάριστα συναισθήματα.

Στο τελευταίο μέρος της διπλωματικής εργασίας σχεδιάστηκε σε θεωρητικό επίπεδο ένα παιχνιδιοποιημένο σύστημα για τις δραστηριότητες της σύγχρονης αποθήκης και ειδικότερα τη συλλογή παραγγελιών. Ο σχεδιασμός αυτός εστιάζει στην περιγραφή των κατάλληλων κατά τη γνώμη μας στοιχείων παιχνιδιών, θεωρώντας ως δεδομένη την εκπλήρωση των προαπαιτούμενων βημάτων, δηλαδή τον καθορισμό των στόχων, των συμπεριφορών και την περιγραφή των παικτών. Με την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος επιδιώκεται η αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας συλλογής, μειώνοντας κατ' επέκταση και τα σφάλματα, καθώς και η δημιουργία ενός ευχάριστου εργασιακού περιβάλλοντος. Για την επίτευξη αυτών, κρίθηκε χρήσιμη η διαμόρφωση ενός συστήματος ανταμοιβών και η εφαρμογή συγκεκριμένων στοιχείων παιχνιδιών, όπως είναι οι πόντοι, τα σήματα, οι πίνακες κατάταξης, τα γραφικά απόδοσης και οι εικονικοί χαρακτήρες. Όλα αυτά συμβάλλουν στην ικανοποίηση των βασικών ψυχολογικών αναγκών των εργαζομένων, την οπτικοποίηση και την παρακολούθηση της απόδοσης τους και της προσωπικής τους εξέλιξης. Τη βάση του συστήματος αποτέλεσε ο σχεδιασμός του συστήματος απόδοσης πόντων, καθώς αυτό είναι απαραίτητο για την αξιοποίηση των υπολοίπων στοιχείων παιχνιδιών, τα οποία επί της ουσίας απεικονίζουν με διαφορετικό τρόπο τους πόντους που έχει συγκεντρώσει ο παίκτης. Ιδιαίτερη προσοχή, επίσης, δόθηκε και στη δομή των σημάτων, καθώς αυτά στο μεγαλύτερο μέρος τους δεν εξαρτώνται από τους πόντους.

Κύριο μας μέλημα κατά το σχεδιασμό ήταν η διαμόρφωση ενός δίκαιου συστήματος που θα στηρίζεται σε αντικειμενικά κριτήρια μέτρησης της απόδοσης των εργαζομένων. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν και αξιολογήθηκαν 6 διαφορετικά σενάρια χρήσης για τη συλλογή πόντων, ούτως ώστε να καταλήξουμε στο βέλτιστο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, για να είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους οι διαφορετικές δραστηριότητες που εκτελούνται καθημερινά, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο πρότυπος χρόνος και η ποσοστιαία διαφορά με τον χρόνο εκτέλεσης. Πιο συγκεκριμένα, τα λεπτά που αντιστοιχούν στον πρότυπο χρόνο μεταφράζονται σε πόντους απευθείας με την ανάθεση της διαδικασίας στον εργαζόμενο και στη συνέχεια η απόλυτη τιμή της ποσοστιαίας διαφοράς με το χρόνο εκτέλεσης θα προστίθεται ή θα αφαιρείται από αυτούς, ανάλογα με το αν ο εργαζόμενος ολοκληρώσει τη διαδικασία γρηγορότερα ή αργότερα από τον πρότυπο χρόνο. Επίσης, σε ότι αφορά τη διαμόρφωση των σημάτων, στηριζόμενοι στην ίδια λογική με το σύστημα απόδοσης πόντων, επιλέχθηκε κάθε δραστηριότητα να έχει τα δικά της σήματα, στα οποία θα αντιστοιχούν αντιπροσωπευτικές μετρικές που θα στηρίζονται στο μέσο σενάριο χρήσης και το χρόνο εφαρμογής του συστήματος. Επίσης, θεωρούμε ενδιαφέρουσα την επιλογή να αξιοποιούνται οι πίνακες κατάταξης για οργανωτικούς σκοπούς και να είναι ορατοί μόνο από τους διαχειριστές του συστήματος, καθώς δεν επιθυμούμε την ενίσχυση του ανταγωνισμού μεταξύ των εργαζομένων, προλαμβάνοντας παράλληλα και την πιθανή μείωση της παρακίνησης αυτών που βρίσκονται χαμηλά στην κατάταξη. Έχοντας ένα κρυφό πίνακα κατάταξης, στον οποίο έχει πρόσβαση μόνο ο διαχειριστής, θεωρούμε πως θα διευκολύνεται η λήψη των αποφάσεων και η αξιολόγηση των εργαζομένων, με την περαιτέρω επιβράβευση των

πιο αποδοτικών και την παρακίνηση των λιγότερο αποδοτικών. Ωστόσο, η απλή απόδοση πόντων και η αξιοποίηση των υπόλοιπων στοιχείων παιχνιδιών δεν αρκούν για να διατηρήσουν τον παίκτη στο σύστημα, καθώς αυτός έχει ανάγκη και από απτές επιβραβεύσεις. Τα στοιχεία παιχνιδιών του προσδίδουν το κύρος και την αναγνώριση που επιζητά, ενώ το σύστημα ανταμοιβών λειτουργεί ως επιπλέον μέσο παρακίνησης. Ιδιαίτερη προσοχή, όμως, απαιτείται στην ανάγκη για συνεχή παροχή των ανταμοιβών, οι οποίες θα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικές του επιπέδου δυσκολίας της κάθε κατηγορίας.

Ωστόσο, το προτεινόμενο παιχνιδοποιημένο σύστημα στερεί πρακτικής εφαρμογής, καθώς δεν χρησιμοποιεί πραγματικά δεδομένα. Οπότε, δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι για την έκβαση του συστήματος και τα αποτελέσματά του συγκριτικά με τους στόχους που έχουν τεθεί. Όμως, οι πρότυποι χρόνοι που έχουν ληφθεί για τη διαμόρφωση ενός δίκαιου συστήματος απόδοσης πόντων θεωρούμε πως είναι ρεαλιστικοί επιτρέποντας μας να είμαστε αισιόδοξοι και να περιμένουμε θετικά αποτελέσματα. Επίσης, για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγιναν απλοποιητικές παραδοχές κατά το σχεδιασμό του συστήματος απόδοσης πόντων. Είναι σαφές ότι οι εργαζόμενοι δεν είναι δυνατό να πραγματοποιούν κάθε φορά τη δραστηριότητα στον ίδιο χρόνο, αλλά εκτιμάμε πως ακόμα και υπό κανονικές συνθήκες οι χρόνοι εκτέλεσης δε θα παρουσιάζουν σημαντικές αλλαγές και το αποτέλεσμα δε θα επηρεάζεται ιδιαίτερα, καθώς το σενάριο που επιλέχθηκε παρουσίαζε σταθερά σημαντικά μικρότερη τυπική απόκλιση στους ημερήσιους πόντους. Εκτός αυτού, το σύστημα λαμβάνει υπόψη ότι οι εργαζόμενοι πρέπει να εκτελούν καθημερινά συγκεκριμένο πλήθος δραστηριοτήτων, με αποτέλεσμα κάποιοι να εργάζονται περισσότερο χρόνο και κάποιοι λιγότερο. Αυτό θα μπορούσε να αλλάξει εντάσσοντας στο σχεδιασμό τη λογική της υπερωρίας, όπου ο εργαζόμενος θα επιβραβεύεται περισσότερο για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων εκτός της βάρδιας του. Γενικά, με βάση τη βιβλιογραφία και τις ήδη υπάρχουσες παιχνιδοποιημένες εφαρμογές στα logistics, θεωρούμε πως το προτεινόμενο σύστημα μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις ενός σύγχρονου αποθηκευτικού κέντρου και έχει πολλές δυνατότητες επέκτασης, οι οποίες δεν περιορίζονται μόνο στην προσθήκη κι άλλων στοιχείων παιχνιδιών. Τόσο η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, όσο και η παιχνιδοποίηση, αν και μετρούν κάποια χρόνια ζωής στον κόσμο των επιχειρήσεων, στη χώρα μας δεν είναι ακόμα τόσο διαδεδομένες. Όμως, αναπτύσσονται συνεχώς με ταχύτατους ρυθμούς και αυτό μας επιτρέπει να πιστεύουμε πως το σύστημα αυτό μπορεί να αποτελέσει μια ισχυρή βάση για περαιτέρω μελέτη, αναμένοντας ενθαρρυντικά μελλοντικά αποτελέσματα.

## 7. Βιβλιογραφία

1. Agarwal, S. (2016). Review on application of augmented reality in civil engineering. *International Conference on Inter Disciplinary Research in Engineering and Technology*.
2. Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. In Kuhl, J. & Beckman, J. (Eds.), *Action-Control: From Cognition to Behavior* (pp. 11–39). Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-69746-3/2>
3. Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
4. Al-Hawari, T., Mumani, A., & Momani, A. (2014). Application of the Analytic Network Process to facility layout selection. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(4), 488–497. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.04.006>
5. Aliche, K., Rachor, J., & Seyfert, A. (2016). *Supply Chain 4.0 – the next-generation digital supply chain*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/supply-chain-40--the-next-generation-digital-supply-chain#>
6. Amin, D., & Govilkar, S. (2015). Comparative Study of Augmented Reality Sdk's. *International Journal on Computational Science & Applications*, 5(1), 11–26. <https://doi.org/10.5121/ijcsa.2015.5102>
7. Annetta, L. A. (2010). The “I’s” Have It: A Framework for Serious Educational Game Design. *Review of General Psychology*, 14(2), 105–113. <https://doi.org/10.1037/a0018985>
8. Anderson, A., Huttenlocher, D., Kleinberg, J., & Leskovec, J. (2013). Steering user behavior with badges. *Proceedings of the 22nd International Conference on World Wide Web - WWW '13*. <https://doi.org/10.1145/2488388.2488398>
9. Antin, J., & Churchill, E. F. (2011). Badges in social media: A social psychological perspective. Paper presented at the CHI 2011 Gamification Workshop, Vancouver, BC, Canada.
10. Arth C., Grasset R., Gruber L., Langlotz T., Mulloni A. & Wagner D. (2015). The History of Mobile Augmented Reality – Developments in Mobile AR over the last almost 50 years
11. Astleitner, H. (2000). Designing Emotionally Sound Instruction: The FEASP - Approach. *Instructional Science*, 28(3), 169–198. <https://doi.org/10.1023/a:1003893915778>
12. Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
13. Azuma, R.T., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 34–47. <https://doi.org/10.1109/38.963459>
14. Bahr, W., Mavrogenis, V., & Sweeney, E. (2019). Gamification of Warehousing Activities: Exploring Perspective of Warehouse Managers in the UK. In *Proceedings of the 24th Annual Logistics Research Network Conference*
15. Ballou, R. H. (2003). *Business Logistics: Supply Chain Management* (5th ed.). Prentice Hall.
16. Baluch, I. (2005). *Transport Logistics: Past, Present and Predictions*. Winning Books.
17. Bamberger, V., Nansé, F., Schreiber, B., & Zintel, M. (2017). Logistics 4.0–Facing digitalization-driven disruption. *Prism*, 38, 39.
18. Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs. *Journal of MUD research*, 1(1), 19.

19. Battini, D., Calzavara, M., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2015). A comparative analysis of different paperless picking systems. *Industrial Management & Data Systems*.
20. Baumann, H. (2013) *Order picking supported by mobile computing*. PhD thesis, Doctoral Dissertation. University of Bremen, 2013.
21. Baumann, H. & Lawo, M., 2012. Evaluation grafischer Benutzerschnittstellen für die Kommissionierung unter Verwendung von Head Mounted Displays. In *Datenbrillen – Aktueller Stand von Forschung und Umsetzung sowie zukünftiger Entwicklungsrichtungen* Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 19-22.
22. Beaudry, A., & Pinsonneault, A. (2005). Understanding User Responses to Information Technology: A Coping Model of User Adaptation. *MIS Quarterly*, 29(3), 493. <https://doi.org/10.2307/25148693>
23. Berger, S. M., & Ludwig, T. D. (2007). Reducing Warehouse Employee Errors Using Voice-Assisted Technology That Provided Immediate Feedback. *Journal of Organizational Behavior Management*, 27(1), 1–31. [https://doi.org/10.1300/j075v27n01\\_01](https://doi.org/10.1300/j075v27n01_01)
24. Berman, S. J. (2012). Digital transformation: opportunities to create new business models. *Strategy & Leadership*, 40(2), 16–24. <https://doi.org/10.1108/10878571211209314>
25. Billinghamurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 8(2–3), 73–272. <https://doi.org/10.1561/11000000049>
26. Bimber, O., & Raskar, R. (2005). *Spatial augmented reality: merging real and virtual worlds*. CRC press.
27. Bimber, O., & Raskar, R. (2006). Modern approaches to augmented reality. In *ACM SIGGRAPH 2006 Courses* (pp. 1-es).
28. Blecker, T., Kersten, W., & Herstatt, C. (Eds.). (2007). *Key Factors for Successful Logistics: Services, Transportation Concepts, IT and Management Tools* (Vol. 5). Erich Schmidt Verlag GmbH & Co KG.
29. Boland, M. (2020, April 11). *AR Insider's Best of 2019 - AR Insider*. ARTILLRY: A PUBLICATION AND INTELLIGENCE FIRM FOR AR & VR. <https://arinsider.co/2019/12/26/ar-insiders-best-of-2019/>
30. Buckl, K., Misslinger, S., Chiabra, P., & Lawson, G. (2011). Augmented Reality for Remote Maintenance. *Digital Factory for Human-Oriented Production Systems*, 217–234. [https://doi.org/10.1007/978-1-84996-172-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-84996-172-1_13)
31. Bunchball, I. (2010). Gamification 101: An introduction to the use of game dynamics to influence behavior. *White paper*, 9.
32. Burch, T. K. (2003). Demography in a new key: A theory of population theory. *Demographic research*, 9, 263-284.
33. Burguillo, J. C. (2010). Using game theory and Competition-based Learning to stimulate student motivation and performance. *Computers & Education*, 55(2), 566–575. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.018>
34. Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, 97, 157–177. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.010>
35. Cabero-Almenara, J., & Barroso-Osuna, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality.

36. Cardoso, A. L. (2019). Augmented Reality. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 4(3), 1–9. <https://doi.org/10.21791/ijems.2019.3.1>.
37. Caillois, R. (1991). *Les jeux et les hommes: le masque et le vertige* (Vol. 184). Editions Gallimard.
38. Capobianco, E. (2014). Rewards and Recognition: The Keys to Motivating Your Team. *The Next Web*, 9.
39. Capozzi, F., Lorizzo, V., Modoni, G., & Sacco, M. (2014, September). Lightweight augmented reality tools for lean procedures in future factories. In *International Conference on Augmented and Virtual Reality* (pp. 232-246). Springer, Cham.
40. Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2010). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1), 341–377. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>
41. Carroll, J. M., & Rosson, M. B. (Ed.). (1987). *Interfacing thought: Cognitive aspects of human-computer interaction*. The MIT Press.
42. Cechanowicz, J., Gutwin, C., Brownell, B., & Goodfellow, L. (2013, October). Effects of gamification on participation and data quality in a real-world market research domain. In *Proceedings of the first international conference on gameful design, research, and applications* (pp. 58-65).
43. Çelk, M., & Süral, H. (2014). Order picking under random and turnover-based storage policies in fishbone aisle warehouses. *IIE transactions*, 46(3), 283-300.
44. Chan, H. K., Griffin, J., Lim, J. J., Zeng, F., & Chiu, A. S. F. (2018). The impact of 3D Printing Technology on the supply chain: Manufacturing and legal perspectives. *International Journal of Production Economics*, 205, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.09.009>
45. Cheung, M. Y., Choy, K. L., Tan, K. H., Lau, H. C., & Choy, E. L. (2009). The design of an RFID-enhanced autonomous storage planning system for 3PL warehouses. *International Journal of Value Chain Management*, 3(1), 108-128.
46. Cheung, Y. Y., Choy, K. L., Lau, C. W., & Leung, Y. K. (2008, July). The impact of RFID technology on the formulation of logistics strategy. In *PICMET'08-2008 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology* (pp. 1673-1680). IEEE.
47. Cho, J. J. K., Ozment, J., & Sink, H. (2008). Logistics capability, logistics outsourcing and firm performance in an e-commerce market. *International journal of physical distribution & logistics management*.
48. Chou, Y. K. (2019). *Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards*. Packt Publishing Ltd.
49. Chou, Y. K., & Chou, Y. K. (2019). Gamification & Behavioral Design. *June*, 22, 2019.
50. Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. Pearson UK.
51. Coffey, D. (1999). Zero in on Picking. *Logistics Transp. Focus*.
52. Community, K. R. (2018, May 22). *Digitization of the Supply Chain: The future is now*. Medium. <https://medium.com/@KodiakRating/digitization-of-the-supply-chain-the-future-is-now-767fc2db800e>
53. Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test. *MIS quarterly*, 189-211.

54. Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
55. Costa, J. P., Wehbe, R. R., Robb, J., & Nacke, L. E. (2013, October). Time's up: studying leaderboards for engaging punctual behaviour. In *Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications* (pp. 26-33).
56. Coyle, J. J., Novack, R. A., Gibson, B., & Bardi, E. J. (2010). *Transportation: a supply chain perspective*. Cengage Learning.
57. Craig, A. B. (2013). *Understanding augmented reality: Concepts and applications*. Newnes.
58. Cruijssen, F., Dullaert, W., & Fleuren, H. (2007). Horizontal cooperation in transport and logistics: a literature review. *Transportation journal*, 22-39.
59. Crumlish, C., & Malone, E. (2009). *Designing social interfaces: Principles, patterns, and practices for improving the user experience*. " O'Reilly Media, Inc."
60. CSCMP. (2013). Supply chain management: terms and glossary. *Healthcare Informatics: the Business Magazine for Information and Communication Systems*, 17(5), 58-60.
61. Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond Boredom and Anxiety* Jossey-Bass Inc. San Francisco, USA.
62. Csikszentmihalyi, M. (2008). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. ser. PS Series.
63. Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on industrial informatics*, 10(4), 2233-2243.
64. Dale, S. (2014). Gamification. *Business Information Review*, 31(2), 82–90. <https://doi.org/10.1177/0266382114538350>
65. Davarzani, H., & Norrman, A. (2015). Toward a relevant agenda for warehousing research: literature review and practitioners' input. *Logistics Research*, 8(1), 1.
66. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
67. De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European journal of operational research*, 182(2), 481-501.
68. De Vries, J., De Koster, R., & Stam, D. (2016). Exploring the role of picker personality in predicting picking performance with pick by voice, pick to light and RF-terminal picking. *International Journal of Production Research*, 54(8), 2260-2274.
69. Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological bulletin*, 125(6), 627.
70. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2012). Motivation, personality, and development within embedded social contexts: An overview of self-determination theory.
71. *Deloitte Greece Innovation Survey*. (2018, November 16). Deloitte Greece. <https://www2.deloitte.com/gr/en/pages/about-deloitte/articles/deloitte-greece-innovation-survey.html>
72. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining " gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).
73. *Develop Greece* (2020, February 24). *Τι είναι το Gamification και πώς εφαρμόζεται στρατηγικά*. Develop Greece. <https://developgreece.com/gamification/>

74. Digi-Capital (2017, January 13) , *After mixed year, mobile AR to drive \$108 billion VR/AR market by 2021*, Digi-Capital <https://www.digi-capital.com/news/2017/01/after-mixed-year-mobile-ar-to-drive-108-billion-vrar-market-by-2021/>
75. Dullinger, K. H. (2005). Das richtige Kommissionier-Konzept—eine klare Notwendigkeit. *Jahrbuch Logistik*, 194-198.
76. Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41(10), 1040–1048. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.41.10.1040>
77. Ehmann, M. (2005). Visual Guided Picking—ergonomische und wirtschaftliche Unterstützung in der Intralogistik. *Datenbrillen– Aktueller Stand von Forschung und Umsetzung sowie zukünftiger Entwicklungsrichtungen*, 23.
78. *Digital Transformation in Greece report*. (2019). Found.Ation. <http://thefoundation.gr/innovation-platform/research-publications/digital-transformation-in-greece/>
79. Elbert, R., & Sarnow, T. (2019). Augmented Reality in Order Picking—Boon and Bane of Information (Over-) Availability. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 400–406. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11051-2\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11051-2_61)
80. Emmett, S. (2005). *Excellence in warehouse management: how to minimise costs and maximise value*. John Wiley & Sons.
81. Erikson, E. H. (1977). *Toys and Reasons: Stages in the Ritualization of Experience*. W. W. Norton & Company.
82. Erkoyuncu, J. A., del Amo, I. F., Dalle Mura, M., Roy, R., & Dini, G. (2017). Improving efficiency of industrial maintenance with context aware adaptive authoring in augmented reality. *CIRP Annals*, 66(1), 465–468. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.006>
83. Erl, T. (2008). *SOA Design Patterns (paperback)*. Pearson Education.
84. European Commission. (2018). *Digital Transformation Scoreboard*. Digital Transformation Monitor. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/scoreboard>
85. Evangelista, P., McKinnon, A., & Sweeney, E. (2013). Technology adoption in small and medium-sized logistics providers. *Industrial Management & Data Systems*.
86. Feiner, S., MacIntyre, B., Höllerer, T., & Webster, A. (1997). A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment. *Personal Technologies*, 1(4), 208-217.
87. Fernandez-Carames, T. M., & Fraga-Lamas, P. (2018). A Review on Human-Centered IoT-Connected Smart Labels for the Industry 4.0. *IEEE Access*, 6, 25939–25957. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2833501>
88. Ferrantino, M. J., & Kotten, E. E. (2019). Understanding Supply Chain 4.0 and its potential impact on global value chains. *Global Value Chain Development Report 2019*, 103.
89. Ferrara, J. (2013). Games for persuasion: Argumentation, procedurality, and the lie of gamification. *Games and Culture*, 8(4), 289-304.
90. Fiala, M. (2010). Designing Highly Reliable Fiducial Markers. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 32(7), 1317–1324. <https://doi.org/10.1109/tpami.2009.146>
91. Fichtinger, J., Ries, J. M., Grosse, E. H., & Baker, P. (2015). Assessing the environmental impact of integrated inventory and warehouse management. *International Journal of Production Economics*, 170, 717-729.



92. Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Intention and Behavior: An introduction to theory and research*.
93. Fisherl, C. D. (1993). Boredom at work: A neglected concept. *Human relations*, 46(3), 395-417.
94. Fitzgerald, J. (2017, November 21). *Using autonomous robots to drive supply chain innovation*. Deloitte United States. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/manufacturing/articles/autonomous-robots-supply-chain-innovation.html>
95. Fogg, B. J. (2009, April). A behavior model for persuasive design. In *Proceedings of the 4th international Conference on Persuasive Technology* (pp. 1-7).
96. Fonseca, L. M. (2018, May). Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits. In *Proceedings of the international conference on business excellence* (Vol. 12, No. 1, pp. 386-397). Sciendo.
97. Krishnamurthy, K. (2015, June 5). *For the game of life, gamification is the new mantra*. The Economic Times. <https://economictimes.indiatimes.com/small-biz/startups/for-the-game-of-life-gamification-is-the-new-mantra/articleshow/47547726.cms>
98. Freud, S., Strachey, J., & Gay, P. (1990). *Beyond the Pleasure Principle (Norton Library)* (The Standard ed.). W. W. Norton & Company.
99. Frazelle, E. (2016). *World-Class Warehousing and Material Handling, Second Edition* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
100. Funk, M., Shirazi, A. S., Mayer, S., Lischke, L., & Schmidt, A. (2015, September). Pick from here! An interactive mobile cart using in-situ projection for order picking. In *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing* (pp. 601-609).
101. Funk, M., Mayer, S., Nistor, M., & Schmidt, A. (2016, June). Mobile in-situ pick-by-vision: Order picking support using a projector helmet. In *Proceedings of the 9th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments* (pp. 1-4).
102. Furht, B. (2014). *Handbook of Augmented Reality* (2011th ed.). Springer.
103. Gattorna, J. (1990). *The Gower Handbook of Logistics and Distribution Management* (Subsequent ed.). Gower Pub Co.
104. Gesing, B., Peterson, S. J., & Michelsen, D. (2018). Artificial intelligence in logistics. A collaborative report by DHL and IBM on implications and use cases for the logistics industry. *DHL Customer Solutions & Innovation*, 45.
105. Ghent University. (2015, December 5). *Breakthrough in augmented reality contact lens*. ScienceDaily. <https://www.sciencedaily.com/releases/2012/12/121205090931.htm>
106. Glock, C. H., Grosse, E. H., Elbert, R. M., & Franzke, T. (2016). Maverick picking: the impact of modifications in work schedules on manual order picking processes. *International Journal of Production Research*, 55(21), 6344–6360. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1252862>
107. Glockner, H., Jannek, K., Mahn, J., & Theis, B. (2014). Augmented reality in logistics. *Changing the way we see logistics—a DHL perspective, DHL Customer Solutions & Innovation, Troisdorf, Germany*.
108. Goldsby, T. J., & Martichenko, R. (2005). *Lean six sigma logistics: Strategic development to operational success*. J. Ross Publishing.

109. Gough, C. (2018, May 8). *Global gamification market value 2021*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/608824/gamification-market-value-worldwide/>
110. Grosse, E. H., Glock, C. H., & Neumann, W. P. (2016). Human factors in order picking: a content analysis of the literature. *International Journal of Production Research*, 55(5), 1260–1276. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1186296>
111. Grosse, E. H., Glock, C. H., Jaber, M. Y., & Neumann, W. P. (2014). Incorporating human factors in order picking planning models: framework and research opportunities. *International Journal of Production Research*, 53(3), 695–717. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.919424>
112. Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539-549.
113. Gubbins, E. J. (2004). *Managing Transport Operations* (3rd ed.). Kogan Page.
114. Günthner, W. A., Blomeyer, N., Reif, R., & Schedlbauer, M. (2009). Pick-by-Vision: Augmented Reality unterstützte Kommissionierung.
115. Guo, A., Raghu, S., Xie, X., Ismail, S., Luo, X., Simoneau, J., ... & Starner, T. (2014, September). A comparison of order picking assisted by head-up display (HUD), cart-mounted display (CMD), light, and paper pick list. In *Proceedings of the 2014 ACM International Symposium on Wearable Computers* (pp. 71-78).
116. Haase, J., & Beimborn, D. (2017, June). Acceptance of Warehouse Picking Systems: A Literature Review. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGMIS Conference on Computers and People Research* (pp. 53-60).
117. Hamari, J., & Eranti, V. (2011, September). Framework for Designing and Evaluating Game Achievements. In *Digra conference*.
118. Huotari, K., & Hamari, J. (2012, October). Defining gamification: a service marketing perspective. In *Proceeding of the 16th international academic MindTrek conference* (pp. 17-22).
119. Hamari, J. (2017). Do badges increase user activity? A field experiment on the effects of gamification. *Computers in Human Behavior*, 71, 469–478. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.036>
120. Hamari, J. (2013). Transforming homo economicus into homo ludens: A field experiment on gamification in a utilitarian peer-to-peer trading service. *Electronic Commerce Research and Applications*, 12(4), 236–245. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2013.01.004>
121. Hamari, J., & Koivisto, J. (2014). Measuring flow in gamification: Dispositional flow scale-2. *Computers in Human Behavior*, 40, 133-143.
122. Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014, January). Does gamification work?--a literature review of empirical studies on gamification. In *2014 47th Hawaii international conference on system sciences* (pp. 3025-3034). Ieee.
123. Hammerschmid, S. (2017, September). Chances for virtual and augmented reality along the value chain. In *European Conference on Software Process Improvement* (pp. 352-359). Springer, Cham.
124. Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and

- academic performance. *Computers & Education*, 80, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>
125. Heckhausen, H. (1977). Achievement motivation and its constructs: A cognitive model. *Motivation and emotion*, 1(4), 283-329.
  126. Heckhausen, J., & Heckhausen, H. (Eds.). (2008). *Motivation and action* (Vol. 22). New York: Cambridge University Press.
  127. Hegarty, M. (2011). The cognitive science of visual-spatial displays: Implications for design. *Topics in cognitive science*, 3(3), 446-474.
  128. Heikkilä, J. (2002). From supply to demand chain management: efficiency and customer satisfaction. *Journal of operations management*, 20(6), 747-767.
  129. Hense, J., Klevers, M., Sailer, M., Horenburg, T., Mandl, H., & Günthner, W. (2013, June). Using gamification to enhance staff motivation in logistics. In *International Simulation and Gaming Association Conference* (pp. 206-213). Springer, Cham.
  130. Herpich, F., Guarese, R. L. M., & Tarouco, L. M. R. (2017). A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications. *Creative Education*, 08(09), 1433–1451. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.89101>
  131. Herzig, P., Ameling, M., Wolf, B., & Schill, A. (2015). Implementing gamification: requirements and gamification platforms. In *Gamification in education and business* (pp. 431-450). Springer, Cham.
  132. Hidi, S., Renninger, K., & Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning.
  133. Hincapié, M., Caponio, A., Rios, H., & Mendivil, E. G. (2011, June). An introduction to Augmented Reality with applications in aeronautical maintenance. In *2011 13th International Conference on Transparent Optical Networks* (pp. 1-4). IEEE.
  134. Höllerer, T., & Feiner, S. (2004). Mobile augmented reality. *Telegeoinformatics: Location-based computing and services*, 21.
  135. Höllerer, T., Feiner, S., Terauchi, T., Rashid, G., & Hallaway, D. (1999). Exploring MARS: developing indoor and outdoor user interfaces to a mobile augmented reality system. *Computers & Graphics*, 23(6), 779–785. [https://doi.org/10.1016/s0097-8493\(99\)00103-x](https://doi.org/10.1016/s0097-8493(99)00103-x)
  136. Holmström, J., & Partanen, J. (2014). Digital manufacturing-driven transformations of service supply chains for complex products. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(4), 421–430. <https://doi.org/10.1108/scm-10-2013-0387>
  137. Huang, Z., Hui, P., Peylo, C., & Chatzopoulos, D. (2013). Mobile augmented reality survey: a bottom-up approach. Ανακτήθηκε από <http://arxiv.org/abs/1309.4413>
  138. Huizinga, J. (1949). *Homo ludens: A study of the play element in culture* London. *Citado en Nobert Elias & Eric Dunning: op. cit.*
  139. Hunnicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004, July). MDA: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI* (Vol. 4, No. 1, p. 1722).
  140. Jackson, T., Angermann, F., & Meier, P. (2011). Survey of Use Cases for Mobile Augmented Reality Browsers. *Handbook of Augmented Reality*, 409–431. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_19)

141. Januszka, M., & Moczulski, W. (2010). Augmented reality for machinery systems design and development. In *New World Situation: New Directions in Concurrent Engineering* (pp. 91-99). Springer, London.
142. Joshi, K. (1991). A model of users' perspective on change: the case of information systems technology implementation. *MIS quarterly*, 229-242.
143. Joshi, K. (2005). Understanding user resistance and acceptance during the implementation of an order management system: A case study using the equity implementation model. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, 7(1), 6-20.
144. Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education* (1st ed.). Pfeiffer.
145. Kasilingam, R. G. (1998). Logistics and transportation. *Great Britain: Kluwer Academic Publishers*.
146. Kaufmann, H. (2003). Collaborative augmented reality in education. *Institute of Software Technology and Interactive Systems, Vienna University of Technology*.
147. Keller, S., & Keller, B. C. (2014). *The definitive guide to warehousing: managing the storage and handling of materials and products in the supply chain*. Pearson Education.
148. Kim, H. W., & Pan, S. L. (2006). Towards a process model of information systems implementation: the case of customer relationship management (CRM). *ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems*, 37(1), 59-76.
149. Kim, T. Y., Dekker, R., & Heij, C. (2018). Improving warehouse labour efficiency by intentional forecast bias. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
150. Kim, S. K., Kang, S. J., Choi, Y. J., Choi, M. H., & Hong, M. (2017). Augmented-Reality Survey: from Concept to Application. *KSII Transactions on Internet & Information Systems*, 11(2).
151. Kipper, G., & Rampolla, J. (2012). *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR* (1st ed.). Syngress.
152. Kovács, G., & Kot, S. (2017). Facility layout redesign for efficiency improvement and cost reduction. *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics*, 16(1), 63-74.
153. Konur, D., Campbell, J. F., & Monfared, S. A. (2017). Economic and environmental considerations in a stochastic inventory control model with order splitting under different delivery schedules among suppliers. *Omega*, 71, 46-65.
154. Kooper, R., & MacIntyre, B. (2003). Browsing the real-world wide web: Maintaining awareness of virtual information in an AR information space. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 16(3), 425-446.
155. Korn, O., Schmidt, A., & Hörz, T. (2012, June). Assistive systems in production environments: exploring motion recognition and gamification. In *Proceedings of the 5th international conference on pervasive technologies related to assistive environments* (pp. 1-5).
156. Kovics, N. (2020, April 30). *Best AR SDK for development for iOS and Android*. ThinkMobiles. <https://thinkmobiles.com/blog/best-ar-sdk-review/>
157. Krafzig, D., Banke, K., & Slama, D. (2005). *Enterprise SOA: service-oriented architecture best practices*. Prentice Hall Professional.

158. Krapp, A. (1993). Die Psychologie der Lernmotivation. Perspektiven der Forschung und Probleme ihrer pädagogischen Rezeption. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 187-206.
159. Kretschmer, V., Eichler, A., Spee, D., & Rinke, G. (2017). Cognitive ergonomics in the intralogistics sector. In *Interdisciplinary Conference on Production, Logistics and Traffic, Darmstadt*.
160. Kripanont, N. (2007). *Examining a technology acceptance model of internet usage by academics within Thai business schools* (Doctoral dissertation, Victoria University).
161. Krueger, M. (1991). *Artificial Reality II*. Addison and Wesley. Reading, MA.
162. Kumar, J. (2013, July). Gamification at work: Designing engaging business software. In *International conference of design, user experience, and usability* (pp. 528-537). Springer, Berlin, Heidelberg.
163. Landers, R. N., & Landers, A. K. (2014). An Empirical Test of the Theory of Gamified Learning. *Simulation & Gaming*, 45(6), 769–785. <https://doi.org/10.1177/1046878114563662>
164. Langevin, A., & Riopel, D. (Eds.). (2005). *Logistics systems: design and optimization*. Springer Science & Business Media.
165. Liao, T. (2015). Augmented or admented reality? The influence of marketing on augmented reality technologies. *Information, Communication & Society*, 18(3), 310-326.
166. Lolling, A. (2003). *Analyse der menschlichen Zuverlässigkeit bei Kommissioniertätigkeiten*. Shaker.
167. Ludwig, C., & Reimann, C. (2005). Augmented reality: Information at focus. *Cooperative computing & communication laboratory*, 4(1), 1-12.
168. Luh, Y. P., Wang, J. B., Chang, J. W., Chang, S. Y., & Chu, C. H. (2013). Augmented reality-based design customization of footwear for children. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 24(5), 905-917.
169. Lum, R. (2014, January 14). *McDonald's Augmented Reality App Shows Whats Inside Your Meal*. Creative Guerrilla Marketing. <http://www.creativeguerrillamarketing.com/augmented-reality/mcdonalds-augmented-reality-app-shows-whats-inside-your-meal/>
170. Madden, L. (2011). *Professional Augmented Reality Browsers for Smartphones: Programming for junaio, Layar and Wikitude*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
171. Madurapperuma, S., Ebert, L. J., & Kurupparachchi, D. (2018). In-house development & implementation of 'corebrain' warehouse management system: a case study. In *About the 2nd International Conference in Technology Management, INCOTeM 2018* (p. 67).
172. Marchet, G., Melacini, M., & Perotti, S. (2015). Investigating order picking system adoption: a case-study-based approach. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 18(1), 82-98.
173. Marczewski, A. (2015). Even Ninja Monkeys like to play. *CreateSpace Indep. Publish Platform, Charleston, Chapter User Types*, 69-84.
174. Marczewski, A. (2013). *Gamification: a simple introduction*. Andrzej Marczewski.
175. Maslarić, M., Nikoličić, S., & Mirčetić, D. (2016). Logistics response to the industry 4.0: the physical internet. *Open engineering*, 1(open-issue).

176. Mason, S. J., Ribera, P. M., Farris, J. A., & Kirk, R. G. (2003). Integrating the warehousing and transportation functions of the supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2), 141-159.
177. McClelland, D. C. (1961). *Entrepreneurial behaviour and Characteristics of entrepreneurs*. The Achieving Society.
178. McClelland, D. (2009). *Human Motivation* (Reprint ed.). Cambridge University Press.
179. McCormick, T. (2013, June 24). *Gamification: A Short History*. Foreign Policy. <https://foreignpolicy.com/2013/06/24/gamification-a-short-history/>
180. McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin.
181. McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., & Piecyk, M. (Eds.). (2015). *Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics*. Kogan Page Publishers.
182. McKinsey & Company. (2017). *Blockchain technology for supply chains—A must or a maybe?* <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/blockchain-technology-for-supply-chainsa-must-or-a-maybe>
183. McKinsey & Company. (2017). *Digital transformation: Raising supply-chain performance to new levels*. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/digital-transformation-raising-supply-chain-performance-to-new-levels>
184. Meister, J. (1998). *Corporate universities: Lessons in building a world-class work force*. McGraw-Hill Education.
185. Menachof, D. A., Gibson, B. J., Hanna, J. B., & Whiteing, A. E. (2009). An analysis of the value of supply chain management periodicals. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
186. Merlino, M., & Spröge, I. (2017). The augmented supply chain. *Procedia Engineering*, 178, 308-318.
187. Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995, December). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Telemanipulator and telepresence technologies* (Vol. 2351, pp. 282-292). International Society for Optics and Photonics
188. Miller, R. B. (1968, December). Response time in man-computer conversational transactions. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I* (pp. 267-277).
189. Moeller, K. (2011). Increasing warehouse order picking performance by sequence optimization. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 20, 177–185. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.08.023>
190. Mohring, M., Lessig, C., & Bimber, O. (2004, November). Video see-through AR on consumer cell-phones. In *Third IEEE and ACM international symposium on mixed and augmented reality* (pp. 252-253). IEEE.
191. Morschheuser, B., Hamari, J., Werder, K., & Abe, J. (2017). How to gamify? A method for designing gamification. In *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences 2017*. University of Hawai'i at Manoa.
192. Mourtzis, D., Zogopoulos, V., & Xanthi, F. (2019). Augmented reality application to support the assembly of highly customized products and to adapt to production re-

- scheduling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 105(9), 3899–3910. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03941-6>
193. Mullen, T. (2011). *Prototyping augmented reality*. John Wiley & Sons.
  194. Murauer, N., Pflanz, N., & von Hassel, C. (2018). Comparison of Scan-Mechanisms in Augmented Reality-Supported Order Picking Processes. In *SmartObjects@ CHI* (pp. 69-76).
  195. Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2002). The Concept of Flow. In C. Snyder, & S. Lopez (Eds.), *Handbook of Positive Psychology* (pp. 89-105). New York: University Press.
  196. Negruşa, A., Toader, V., Sofică, A., Tutunea, M., & Rus, R. (2015). Exploring Gamification Techniques and Applications for Sustainable Tourism. *Sustainability*, 7(8), 11160–11189. <https://doi.org/10.3390/su70811160>
  197. Ng, L. X., Ong, S. K., & Nee, A. Y. C. (2010). Arcade: A simple and fast augmented reality computer-aided design environment using everyday objects.
  198. Ng, L. X., Oon, S. W., Ong, S. K., & Nee, A. Y. (2011). GARDE: a gesture-based augmented reality design evaluation system. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 5(2), 85.
  199. Nicholls, J. G. (1984). Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review*, 91(3), 328–346. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.91.3.328>
  200. Nicholson, S. (2015). A recipe for meaningful gamification. In *Gamification in education and business* (pp. 1-20). Springer, Cham.
  201. Nollet, J., Ponce, S., & Campbell, M. (2005). About “strategy” and “strategies” in supply management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 11(2-3), 129-140.
  202. Nwankpa, J., Roumani, Y., 2016. IT Capability and Digital Transformation: A Firm Performance Perspective. ICIS Proceedings.
  203. Ong, S. K., Yuan, M. L., & Nee, A. Y. C. (2008). Augmented reality applications in manufacturing: a survey. *International journal of production research*, 46(10), 2707-2742.
  204. Oye, N. D., A.Iahad, N., & Ab.Rahim, N. (2012). The history of UTAUT model and its impact on ICT acceptance and usage by academicians. *Education and Information Technologies*, 19(1), 251–270. <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9189-9>
  205. Papagiannakis, G., Singh, G., & Magnenat-Thalmann, N. (2008). A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 19(1), 3–22. <https://doi.org/10.1002/cav.221>
  206. Park, H. J., & Bae, J. H. (2014). Study and research of gamification design. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 8(8), 19-28.
  207. Park, M. K., Lim, K. J., Seo, M. K., Jung, S. J., & Lee, K. H. (2014). Spatial augmented reality for product appearance design evaluation. *Journal of Computational Design and Engineering*, 2(1), 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.jcde.2014.11.004>
  208. Petersen, C. G., & Aase, G. (2004). A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics*, 92(1), 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.006>
  209. Pfohl, H. C. (2006). *Logistikmanagement*. Springer Publishing.
  210. Pride, W. M., & Ferrell, O. C. (2000). *Marketing Concepts and Strategies*. Houghton Mifflin.

211. Pulverich, M., & Schietinger, J. (2009). Handbuch Kommissionierung–Effizient picken und packen [Handbook order picking–Efficient picking and packaging]. *Heinrich Vogel, München*.
212. Pulina, P., & Timpanaro, G. (2012). Ethics, sustainability and logistics in agricultural and agri-food economics research. *Italian Journal of Agronomy*, e33-e33.
213. Rammelmeier, T., Galka, S., & Günthner, W. A. (2011). Active prevention of picking errors by employing pick-by-vision. In *4th International Doctoral Students Workshop on Logistics*.
214. Raskar, R., Van Baar, J., Beardsley, P., Willwacher, T., Rao, S., & Forlines, C. (2006). iLamps: geometrically aware and self-configuring projectors. In *ACM SIGGRAPH 2006 Courses* (pp. 7-es).
215. Reif, R., & Walch, D. (2008). Augmented & Virtual Reality applications in the field of logistics. *The Visual Computer*, 24(11), 987-994.
216. Reif, R., & Günthner, W. A. (2009). Pick-by-vision: augmented reality supported order picking. *The Visual Computer*, 25(5-7), 461-467.
217. Reif, R., Günthner, W. A., Schwerdtfeger, B., & Klinker, G. (2009, February). Pick-by-vision comes on age: evaluation of an augmented reality supported picking system in a real storage environment. In *Proceedings of the 6th International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and Interaction in Africa* (pp. 23-31).
218. Reif, R., Günthner, W. A., Schwerdtfeger, B., & Klinker, G. (2010, March). Evaluation of an augmented reality supported picking system under practical conditions. In *Computer Graphics Forum* (Vol. 29, No. 1, pp. 2-12). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
219. Rekimoto, J., & Ayatsuka, Y. (2000, April). CyberCode: designing augmented reality environments with visual tags. In *Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments* (pp. 1-10).
220. Render, B., Jr., R. S. M., Hanna, M. E., & Hale, T. S. (2014). *Quantitative Analysis for Management (12th Edition)* (12th ed.). Pearson.
221. Richards, G. (2017). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse* (3rd ed.). Kogan Page.
222. Richards, G., & Grinsted, S. (2013). *The Logistics and Supply Chain Toolkit: Over 90 Tools for Transport, Warehousing and Inventory Management* (1st ed.). Kogan Page.
223. Richter, G., Raban, D. R., & Rafaeli, S. (2015). Studying gamification: The effect of rewards and incentives on motivation. In *Gamification in education and business* (pp. 21-46). Springer, Cham.
224. Ries, J. M., Grosse, E. H., & Fichtinger, J. (2017). Environmental impact of warehousing: a scenario analysis for the United States. *International Journal of Production Research*, 55(21), 6485-6499.
225. Rigby, S., & Ryan, R. (2011). *Glued to Games: How Video Games Draw Us In and Hold Us Spellbound (New Directions in Media)* (Illustrated ed.). Praeger.
226. Rim, S.-C., & Park, I.-S. (2008). Order picking plan to maximize the order fill rate. *Computers & Industrial Engineering*, 55(3), 557–566. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.01.012>
227. Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2011). Οργανωσιακή συμπεριφορά, βασικές έννοιες και σύγχρονες προσεγγίσεις. *Αθήνα: Κριτική*.



228. Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business horizons*, 58(4), 411-420.
229. Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2016). Game on: Engaging customers and employees through gamification. *Business Horizons*, 59(1), 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.08.002>
230. Rosenberg, L. B. (1992). *The Use of Virtual Fixtures as Perceptual Overlays to Enhance Operator Performance in Remote Environments*. PN.
231. Roy, D., Krishnamurthy, A., Heragu, S. S., & Malmborg, C. J. (2012). Performance analysis and design trade-offs in warehouses with autonomous vehicle technology. *IIE Transactions*, 44(12), 1045-1060.
232. Ruffieux, J., Keller, M., Lauber, B., & Taube, W. (2015). Changes in standing and walking performance under dual-task conditions across the lifespan. *Sports Medicine*, 45(12), 1739-1758.
233. Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2017). *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain* (6th ed.). Kogan Page.
234. Ryan, R. M., Rigby, C. S., & Przybylski, A. (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation and emotion*, 30(4), 344-360.
235. Sailer, M., Hense, J., Mandl, J., & Klevers, M. (2014). Psychological perspectives on motivation through gamification. *Interaction Design and Architecture Journal*, (19), 28-37.
236. Santos, C., Mehraei, A., Barros, A. C., Araújo, M., & Ares, E. (2017). Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps. *Procedia Manufacturing*, 13, 972–979. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.093>
237. Schell, J. (2014). *The Art of Game Design: A Book of Lenses, Second Edition* (2nd ed.). A K Peters/CRC Press.
238. Schuchmann, D., & Seufert, S. (2015). Corporate learning in times of digital transformation: a conceptual framework and service portfolio for the learning function in banking organisations. *International Journal of Advanced Corporate Learning (ijAC)*, 8(1), 31-39.
239. Schunk, D. H., Pintrich, P. R., & Meece, J. R. (2007). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications (3rd Edition)* (3rd ed.). Pearson.
240. Schwerdtfeger, B., & Klinker, G. (2008, September). Supporting order picking with augmented reality. In *2008 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 91-94). IEEE.
241. Schwerdtfeger, B. (2010). *Pick-by-vision: Bringing hmd-based augmented reality into the warehouse* (Doctoral dissertation, Technische Universität München).
242. Schwerdtfeger, B., Reif, R., Gunthner, W. A., Klinker, G., Hamacher, D., Schega, L., ... & Tumler, J. (2009, October). Pick-by-Vision: A first stress test. In *2009 8th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 115-124). IEEE.
243. Sharma, M. (2015, April 19). *Augmented reality could be advertising world's best bet*. The Financial Express. <https://www.financialexpress.com/industry/augmented-reality-could-be-advertising-worlds-best-bet/64855/>
244. Sharwood, S. (2017, November 27). *Pokémon GO caused hundreds of deaths, increased crashes*. The Register.

[https://www.theregister.com/2017/11/27/pokemon\\_go\\_caused\\_car\\_accidents\\_and\\_deaths/](https://www.theregister.com/2017/11/27/pokemon_go_caused_car_accidents_and_deaths/)

245. Shin, D. H., Dunston, P. S., & Wang, X. (2005). View changes in augmented reality computer-aided-drawing. *ACM Transactions on Applied Perception*, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.1145/1048687.1048688>
246. Silverio, M., Renukappa, S., & Subashini, S. (2017). Pervasive augmented reality in the construction industry: Barriers, drivers and possible applications.
247. Skinner, B. F. (1963). Operant behavior. *American psychologist*, 18(8), 503.
248. Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations management*. Pearson education.
249. Slavin, R. E. (1980). Cooperative Learning. *Review of Educational Research*, 50(2), 315–342. <https://doi.org/10.3102/00346543050002315>
250. Soosay, C. A., Hyland, P. W., & Ferrer, M. (2008). Supply chain collaboration: capabilities for continuous innovation. *Supply chain management: An international journal*.
251. Straub, E. T. (2009). Understanding technology adoption: Theory and future directions for informal learning. *Review of educational research*, 79(2), 625-649.
252. Southern, R. N. (1997). *Transportation and Logistics Basics: A Handbook for Transportation and Logistics Professionals and Students*.
253. Straube, F., & Pfohl, H. C. (2008). *Trends und Strategien in der Logistik-Globale Netzwerke im Wandel. Umwelt, Sicherheit, Internationalisierung, Menschen* (No. 36182). Darmstadt Technical University, Department of Business Administration, Economics and Law, Institute for Business Studies (BWL).
254. Stuckey, J., & White, D. (1993). When and when not to vertically integrate. *MIT Sloan Management Review*, 34(3), 71.
255. Suresh, S., & S.Vasanth, D. (2018). Influence of 7R in Logistics Industry towards Customer Satisfaction. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.39), 977-979.
256. Sutherland, I. E. (1968, December). A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I* (pp. 757-764).
257. Suvarna, J. S., & Godavari, J. (2012). Higher education through ICT in rural areas. *Golden Research Thoughts*, 1(10), 1-4.
258. Takhvar, M. (1988). Play and theories of play: A review of the literature. *Early child development and care*, 39(1), 221-244.
259. Tapestry Networks. (2018, May). *Digital transformation and strategy | Tapestry Networks*. <https://www.tapestrynetworks.com/publications/digital-transformation-and-strategy>
260. Tella, A., Ayeni, C. O., & Popoola, S. O. (2007). Work motivation, job satisfaction, and organisational commitment of library personnel in academic and research libraries in Oyo State, Nigeria. *Library philosophy and practice*, 9(2), 13.
261. Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., Bondi, P. D., & Piekarski, W. (2002). First Person Indoor/Outdoor Augmented Reality Application: ARQuake. *Personal and Ubiquitous Computing*, 6(1), 75–86. <https://doi.org/10.1007/s007790200007>
262. Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities Planning* (4th ed.). Wiley.

263. Tsarouchi, P., Makris, S., & Chryssolouris, G. (2016). Human–robot interaction review and challenges on task planning and programming. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 29(8), 916-931.
264. Urhahne, D. (2008). Sieben Arten der Lernmotivation: Ein Überblick über zentrale Forschungskonzepte. *Psychologische Rundschau*, 59(3), 150-166.
265. Vallino, J. R., & Brown, C. M. (1998). *Interactive augmented reality* (Doctoral dissertation, University of Rochester. Dept. of Computer Science).
266. Van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International journal of virtual reality*, 9(2), 1-20.
267. Vansteenkiste, M., Niemiec, C. P., & Soenens, B. (2010). The development of the five mini-theories of self-determination theory: an historical overview, emerging trends, and future directions. *Advances in Motivation and Achievement*, 105–165. [https://doi.org/10.1108/s0749-7423\(2010\)000016a007](https://doi.org/10.1108/s0749-7423(2010)000016a007)
268. Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186-204.
269. Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.
270. Voortman, C. (2004). *Global Logistics Management*. Juta Academic.
271. Vygotsky, L. (1933). Play and its role in the mental development of the child.
272. Vyas, D. A., & Bhatt, D. (2017). Augmented Reality (AR) Applications: A survey on Current Trends, Challenges, & Future Scope. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(5).
273. Vrysagotis, V., & Kontis, P. A. (2011). Warehouse layout problems: Types of problems and solution algorithms. *Journal of Computations and Modelling*, 1(1), 131-152.
274. Wagner, U. (2013). *Entgeltdifferenzierung in logistischen Bereichen*. Deutscher Universitätsverlag.
275. Wang, H., & Sun, C. T. (2011, September). Game reward systems: Gaming experiences and social meanings. In *DiGRA conference* (Vol. 114).
276. Wang, R. (2011). Trends: 5 Engagement Factors For gamification And The Enterprise.
277. Wang, W., Wang, F., Song, W., & Su, S. (2020). Application of Augmented Reality (AR) Technologies in inhouse Logistics. *E3S Web of Conferences*, 145, 02018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014502018>
278. Wang, X., Ong, S. K., & Nee, A. Y. C. (2017). A comprehensive survey of ubiquitous manufacturing research. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 604–628. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1413259>
279. Warmelink, H., Koivisto, J., Mayer, I., Vesa, M., & Hamari, J. (2020). Gamification of production and logistics operations: Status quo and future directions. *Journal of Business Research*, 106, 331-340.
280. Weaver, K. A., Baumann, H., Starner, T., Iben, H., & Lawo, M. (2010, April). An empirical task analysis of warehouse order picking using head-mounted displays. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1695-1704).
281. Weinberg, R., & Gould, D. (2003). Foundations of sport and exercise psychology: Human Kinetics. *Champaign, IL*.

282. Weiser, M. (1999). The computer for the 21st century. *ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review*, 3(3), 3-11.
283. Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.
284. Werbach, K., & Hunter, D. (2015). *The gamification toolkit: dynamics, mechanics, and components for the win*. Wharton School Press.
285. Wink, R., Kirchner, L., Koch, F., & Speda, D. (2016). There are many roads to reindustrialization and resilience: Place-based approaches in three German urban regions. *European Planning Studies*, 24(3), 463-488.
286. Witkowski, K. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering*, 182, 763–769. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.197>
287. Wölfle, M. (2011). Papierlose Produktion und Logistik-RFID-Lesegerät in Verbund mit Datenbrillen verhindern Kommissionierfehler. *RFID im Blick, Sonderausgabe* "RFID in der Region München", S-16.
288. Wu, X., Haynes, M., Zhang, Y., Jiang, Z., Shen, Z., Guo, A., ... & Gilliland, S. (2015, September). Comparing order picking assisted by head-up display versus pick-by-light with explicit pick confirmation. In *Proceedings of the 2015 ACM international symposium on wearable computers* (pp. 133-136).
289. Yeow, P. H., & Goomas, D. T. (2014). Ergonomics improvement in order selection in a refrigerated environment. *Human factors and ergonomics in manufacturing & service industries*, 24(3), 262-274.
290. Zhang, J., Wang, X., Chan, F. T., & Ruan, J. (2017). On-line order batching and sequencing problem with multiple pickers: A hybrid rule-based algorithm. *Applied Mathematical Modelling*, 45, 271-284.
291. Zhou, F., Duh, H. B. L., & Billingham, M. (2008, September). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. In *2008 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 193-202). IEEE.
292. Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. "O'Reilly Media, Inc."
293. Zupan, H., Debevec, M., & Herakovic, N. (2017). Inventories in the Warehouse – Monitoring, Analyses and Optimization with Simulation. *Acta Technica Corvinensis-Bulletin Of Engineering*, 10(2).
294. Αυγητίδου, Σ. (2001). Το παιδικό παιχνίδι: διερεύνηση της συνεργατικής δόμησης του κόσμου των παιδιών στην προσχολική εκπαίδευση. Στο Σ. Αυγητίδου (Επιμ.) *Το παιχνίδι: Σύγχρονες ερευνητικές και διδακτικές προσεγγίσεις*, 179-154.
295. Δογάνης, Γ. (1990). Η ψυχολογία στη φυσική αγωγή και τον αθλητισμό. *Θεσ/νίκη: Εκδόσεις ΣΑΛΤΟ*.
296. EY. (2017, October 30). *Ernst & Young: Η Ελλάδα μπορεί να γίνει διεθνές εμπορευματικό κέντρο*. Insider. <https://www.insider.gr/eidiseis/oikonomia/65868/ernst-young-i-ellada-mporei-na-ginei-diethnes-emporeymatiko-kentro>
297. Κυριαζόπουλος, Π. (1996). Διοίκηση logistics. *Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική*.
298. Μαλινδρέτος, Γ. (2015). Εφοδιαστική Αλυσίδα, Logistics & Εξυπηρέτηση Πελατών. *Αθήνα: Εκδόσεις ΣΕΑΒ*.

299. Μουστάκας, Κ., Παλιόκας, Ι., Τζοβάρας, Δ., & Τσακίρης, Α. (2015). Επαυξημένη Πραγματικότητα.
300. Παπαδάκης, Β.Μ. (2002) Στρατηγική των Επιχειρήσεων: Ελληνική και Διεθνής Εμπειρία, Τόμος Α': Θεωρία, 4<sup>η</sup> Έκδοση. *Αθήνα: Εκδόσεις Ε. Μπένου*
301. Παπαδημητρίου, Σ. & Σχινάς, Ο. (2004) Εισαγωγή στα Logistics, Β' έκδοση. *Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.*
302. Σύνδεσμος Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών. (2019). Ανάπτυξη των Logistics με ευρωπαϊκές προδιαγραφές: Καθοριστικός παράγοντας για την εξωστρέφεια της ελληνικής παραγωγής! (No. 167). [http://www.sev.org.gr/Uploads/Documents/EconBulletin\\_10\\_01\\_2019\\_V4.pdf](http://www.sev.org.gr/Uploads/Documents/EconBulletin_10_01_2019_V4.pdf)
303. Σιφνιώτης, Κ. (1997). Logistics management-θεωρία και πράξη. *Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.*