

**Αξιολόγηση προσομοιωτών εκτυπώσεων με χρήση συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης.
Βελτιστοποίηση αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής στη βιομηχανία των Γραφικών Τεχνών.**

Evaluation of print simulators using iridoscopic tracking system.
Optimization of human-machine interaction in the graphic arts industry.

Σπουδάστρια: Ανδριανή Γούτου

Επιβλέπων καθηγητής: Μιχαήλ Παπουτσιδάκης



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής

Διπλωματική Εργασία του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών:

«Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών»

Αθήνα, 2024

Σημείωμα συγγραφέως

Με την παρούσα διπλωματική εργασία, ολοκληρώνεται το ταξίδι των μεταπτυχιακών σπουδών μου. Αυτή η εργασία δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την υποστήριξη, την καθοδήγηση και την ενθάρρυνση αρκετών ατόμων που έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ακαδημαϊκή και προσωπική μου ζωή. Δράττομαι της ευκαιρίας να τους ευχαριστήσω και να τους εκφράσω τη βαθύτατη ευγνωμοσύνη μου.

Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές μου, κο. Μιχαήλ Παπουτσιδάκη και κο. Μάριο Τσιγώνια. Η ανεκτίμητη καθοδήγησή τους, η διορατική ανατροφοδότηση και η αμέριστη υποστήριξή τους, ήταν καθοριστικές για τη διαμόρφωση της κατεύθυνσης και της ποιότητας αυτής της διατριβής. Επίσης, τον κο. Γεράσιμο Βονιτσάνο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του στο πειραματικό μέρος της διπλωματικής μου και την ανάλυση των δεδομένων. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κο. Δημήτριο Δημογιαννόπουλο, κο. Ευστάθιο Θεοχάρη και κο. Αβραάμ Χατζόπουλο. Η αφοσίωσή τους στην καλλιέργεια ενός αυστηρού ακαδημαϊκού περιβάλλοντος με ενέπνευσε να προσπαθήσω για την αριστεία.

Είμαι βαθιά ευγνώμων στους συναδέλφους μου κο. Χαράλαμπο Καπαγερίδη, κο. Μάρκο Χόρτη και κο. Κλαούντιο Μίτα. Η συνεργασία μου μαζί τους αποτέλεσε πηγή κινήτρων καθ' όλη τη διάρκεια αυτού του ταξιδιού, είτε μέσω ατελείωτου "brainstorming", είτε μέσω μελέτης μέχρι αργά τη νύχτα. Εκφράζω ακόμα τις ευχαριστίες μου στους κο. Σπυρίδωνα Κατσιβελή και κο. Νικόλαο Γαλάνη για την υποστήριξή τους όλους αυτούς τους μήνες.

Θα ήθελα ακόμα να εκφράσω την ειλικρινή εκτίμησή μου στον προϊστάμενό μου, κο. Ιωάννη Βαγιωνά. Η υποστήριξή του στην προσαρμογή του προγράμματος εργασίας μου όταν χρειάστηκε και η κατανόησή του, ήταν καθοριστικής σημασίας για να μπορέσω να ισορροπήσω τις επαγγελματικές μου υποχρεώσεις με τις ακαδημαϊκές μου επιδιώξεις.

Στους γονείς μου Σωτήρη και Μαρία Γούτου και την αδερφή μου Δάφνη Γούτου, η ακλόνητη πίστη σας στις δυνατότητές μου ήταν το θεμέλιο πάνω στο οποίο χτίστηκαν όλα μου τα επιτεύγματα. Η συνεχής αγάπη σας, οι θυσίες και η ενθάρρυνσή σας μου έδωσαν τη δύναμη να επιμείνω στις πιο δύσκολες στιγμές. Δεν μπορώ να σας ευχαριστήσω αρκετά για όλα όσα έχετε κάνει για μένα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύντροφό μου κο. Γεώργιο Μάγειρα, όπου η αγάπη, η υπομονή και η αμέριστη υποστήριξή του ήταν η άγκυρά μου καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Η κατανόηση και η ενθάρρυνσή του με βοήθησαν να παραμείνω συγκεντρωμένη και να έχω κίνητρα, ακόμη και όταν τα πράγματα δυσκόλευαν. Σε ευχαριστώ που ήσουν εκεί για μένα.

Αυτή η διατριβή δεν είναι μόνο το αποκορύφωμα των προσπαθειών μου, αλλά και μια απόδειξη της συλλογικής υποστήριξης και ενθάρρυνσης που έλαβα από όλους εσάς. Σας είμαι πραγματικά ευγνώμων για την παρουσία σας στη ζωή μου και για τη βοήθειά σας να επιτύχω αυτό το ορόσημο (μέχρι το επόμενο).



Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Μιχαήλ Παπουτσιδάκης
Καθηγητής

Χρήστος Δρόσος

Επίκουρος Καθηγητής

Αβραάμ Χατζόπουλος

Λέκτορας

--	--	--

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υπογράφουσα Γούτου Ανδριανή, του Σωτηρίου, με αριθμό μητρώου 806970904, σπουδάστρια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών», του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

24.07.2024

Η Δηλούσα

Περιεχόμενα

Περίληψη	8
Abstract:.....	9
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή	10
1.1. Ερευνητικό πλαίσιο	10
1.2. Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων και στόχων έρευνας	11
1.3. Τεκμηρίωση σκοπιμότητας της παρούσας έρευνας.....	11
1.4. Δομή της διπλωματικής εργασίας	11
Κεφάλαιο 2 ^ο : Τεχνολογίες προσομοίωσης	13
2.1. Αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής στο βιομηχανικό περιβάλλον	13
2.1.1. Ιστορική αναδρομή	13
2.1.2. Σημαντικότητα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής.....	14
2.2. Εισαγωγή στους προσομοιωτές.....	16
2.2.1. Ιστορική αναδρομή	16
2.2.2. Οι προσομοιωτές στο βιομηχανικό περιβάλλον	17
2.2.3. Οι προσομοιωτές στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής: Ο αντίκτυπος στο γνωστικό φορτίο και στα νοητικά μοντέλα	19
2.2.4. Ο ρόλος των προσομοιωτών στον βιομηχανικό αυτοματισμό και την παραγωγή	19
Κεφάλαιο 3 ^ο : Συστήματα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης.....	21
3.1. Ιστορική αναδρομή	21
3.2. Λειτουργία συστημάτων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης	22
3.3. Περιοχή εφαρμογών συστημάτων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης.....	23
3.4. Εισαγωγή στην φυσιολογία και την ανατομία του οφθαλμού	24
3.5. Βασικές έννοιες στις μετρικές ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης.....	25
3.5.1. Ρυθμός δειγματοληψίας.....	25
3.5.2. Έννοιες αξιοπιστίας και εγκυρότητας δεδομένων	26
3.5.3. Σακκαδικές οφθαλμικές κινήσεις (saccades) και σταθεροποίηση (fixation) του βλέμματος.....	26
Κεφάλαιο 4ο: Η Βιομηχανία των Γραφικών Τεχνών.....	28
4.1. Συγκρότηση του Κλάδου των Γραφικών Τεχνών	28
4.2. Συγκρότηση κλάδου – Επιχειρήσεις	28
4.2.1. Επικρατούσα πηγή κεφαλαίου	28
4.2.2. Αντικείμενο δραστηριοτήτων	29

4.2.3. Αριθμός εργαζομένων	29
4.2.4. Οικονομικά μεγέθη.....	29
4.3. Συγκρότηση κλάδου – Ανθρώπινο Δυναμικό	32
4.4. Συγκρότηση κλάδου – Τεχνολογικές υποδομές	32
4.5. Μετασχηματισμός του κλάδου – Αναγκαιότητα για νέες δεξιότητες.....	34
Κεφάλαιο 5ο: Εμπειρία χρήστη και αλληλεπίδραση ανθρώπου μηχανής στο περιβάλλον της βιομηχανίας εκτυπώσεων	35
5.1. Χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής στον κλάδο των εκτυπώσεων	35
5.2. Αλληλεπίδραση ανθρώπου - μηχανής στην μέθοδο εκτύπωσης Offset.....	36
5.3. Η εκτυπωτική μέθοδος Offset	37
Κεφάλαιο 6ο: Διεξαγωγή πειραματικού μέρους	40
6.1. Εισαγωγή.....	40
6.2. Σχεδιασμός της έρευνας	40
6.3. Δείγμα συμμετεχόντων.....	41
6.4. Εξοπλισμός πειραματικής διάταξης	41
6.4.1. Προσομοιωτής εκτυπωτικών μηχανών Offset Sinapse Printing Simulator	41
6.4.2. Πλοήγηση στις βασικές οθόνες της διεπαφής του προσομοιωτή Sinapse.....	43
6.4.3. Περιγραφή συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης	52
6.5. Μεθοδολογία διεξαγωγής της έρευνας	55
6.5.1. Προσέλευση συμμετεχόντων	55
6.5.2. Συλλογή προσωπικών στοιχείων και στοιχείων οφθαλμικής υγείας συμμετέχοντα.	55
6.5.3. Ενημέρωση συμμετέχοντα για την διεξαγωγή της έρευνας. Περιγραφή του σκοπού της έρευνας και σύντομη εισαγωγή στα βασικά εργαλεία του προσομοιωτή.	56
6.5.4. Τοποθέτηση συμμετέχοντα στην σωστή στάση εργασίας	56
6.5.5. Βαθμονόμηση του συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης ανά χρήστη.	56
6.5.6. Έναρξη καταγραφής συμμετέχοντα και διεξαγωγή της έρευνας.....	56
6.5.7. Σύντομη συνέντευξη συμμετέχοντα, με βάση τα όσα εκτέλεσε κατά την διάρκεια του πειράματος.....	57
Κεφάλαιο 7ο: Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων.....	59
7.1. Εισαγωγή.....	59
7.2. Επαγωγική στατιστική ανάλυση δεδομένων.....	59
7.3. Στατιστική ανάλυση δημογραφικών στοιχείων συμμετεχόντων	60
7.3.1. Ηλικία δείγματος έρευνας	61

7.3.2. Φύλο δείγματος έρευνας.....	62
7.3.3. Εργασιακή εμπειρία σε έτη	63
7.3.4. Εμπειρία σε περιβάλλον κονσόλας	64
7.4. Παρουσίαση και ανάλυση δεδομένων της συσχέτισης των ερωτήσεων της συνέντευξης με τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος.	65
7.4.1. Συσχετισμός ηλικίας με το σύνολο των ερωτήσεων.	66
7.4.2. Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας με το σύνολο των ερωτήσεων.	75
7.4.3. Συσχετισμός εμπειρίας στις κονσόλες με το σύνολο των ερωτήσεων.	84
7.5. Παρουσίαση και ανάλυση δεδομένων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης	89
7.5.1. Εισαγωγή.....	89
7.5.3. Πώς συσχετίζεται το μέγεθος της κόρης του ματιού με τα fixations α) όταν έχει εντοπίσει το πρόβλημα και β) όταν αναζητά την επίλυση του προβλήματος.....	92
7.5.4. Πως οι σακκαδικές κινήσεις σχετίζονται με τα fixations.....	96
7.5.5. Αν το τελευταίο fixation πριν οι users μπουν στην AOI συνοδεύεται από διαστολή ίριδας.	98
7.5.6. Συσχετισμός των fixations και των σακκαδικών κινήσεων με βάση την συνολική εμπειρία.	100
7.5.7. Συσχετισμός των fixations και των σακκαδικών κινήσεων με βάση την εμπειρία σε κονσόλες	101
7.5.8. Συσχετισμός blinks συμμετεχόντων με την ηλικία	102
7.6. Σχόλια συμμετεχόντων επί της διαδικασίας και του προσομοιωτή – Παρατηρήσεις επί της διαδικασίας	102
7.6.1. Σχόλια συμμετεχόντων	102
7.6.2. Παρατηρήσεις επί της διαδικασίας.....	103
Κεφάλαιο 8 ^ο : Συμπεράσματα- Περιορισμοί – Μελλοντική Έρευνα	105
8.1. Συμπεράσματα αναφορικά με τις ερωτήσεις της συνέντευξης	105
8.2. Συμπεράσματα αναφορικά με τα αποτελέσματα της ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης.....	106
8.3. Περιορισμοί	107
Βιβλιογραφία	108
Ευρετήριο Πινάκων.....	111
Ευρετήριο εικόνων.....	113

Περίληψη

Η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών σε βιομηχανικά περιβάλλοντα, είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών αλλά και τη βελτίωση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής. Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τη χρήση τεχνολογιών προσομοίωσης και συστημάτων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης στη βιομηχανία γραφικών τεχνών, εστιάζοντας στις δυνατότητές τους να συνδράμουν στην βελτίωση της αποδοτικότητας και την εμπειρία του χρήστη στη βιομηχανία των εκτυπώσεων.

Οι στόχοι της έρευνας περιλαμβάνουν την αξιολόγηση της χρηστικότητας και της αποτελεσματικότητας του προσομοιωτή εκτύπωσης που χρησιμοποιείται για την εκπόνηση της έρευνας, τη σύγκριση των επιδόσεων και των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων έμπειρων αλλά και αρχάριων χειριστών, μέσω της διερεύνηση των στρατηγικών οπτικής πλοήγησης που χρησιμοποιούν οι χειριστές και του αντίκτυπού τους στην απόδοση και την ακρίβεια της εργασίας. Επίσης αποσκοπεί στον εντοπισμό πιθανών βελτιώσεων στην κονσόλα ελέγχου, για την ενίσχυση της εκπαίδευσης και της επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας.

Η μελέτη ξεκινά με τη διερεύνηση της ιστορικής εξέλιξης και της σημασίας της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής (HMI) σε βιομηχανικά περιβάλλοντα, δίνοντας έμφαση στο ρόλο των προσομοιωτών στη διαμόρφωση νοητικών μοντέλων και στον αντίκτυπό τους στη βιομηχανική αυτοματοποίηση και παραγωγή. Στη συνέχεια εμβαθύνει στα συστήματα εντοπισμού ίριδας, εξετάζοντας την ανάπτυξή τους, τις αρχές λειτουργίας και τους τομείς εφαρμογής τους, παράλληλα με μια λεπτομερή ανάλυση της φυσιολογίας του ματιού και των βασικών μετρήσεων, όπως οι ρυθμοί δειγματοληψίας, η ακρίβεια των δεδομένων και οι σακκαδικές οφθαλμικές κινήσεις. Περαιτέρω, η έρευνα αναλύει τη δομή του κλάδου των γραφικών τεχνών, δίνοντας έμφαση στον ψηφιακό μετασχηματισμό του κλάδου και στην αναγκαιότητα για νέες εργασιακές δεξιότητες. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην εμπειρία του χρήστη και την HMI στον κλάδο της εκτύπωσης, ιδίως στη μέθοδο εκτύπωσης Offset, αναδεικνύοντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και μηχανής.

Στο πειραματικό μέρος της έρευνας περιγράφεται λεπτομερώς η μεθοδολογία και η διεξαγωγή της έρευνας αλλά και η συλλογή των δεδομένων. Με την ενσωμάτωση των τεχνολογιών προσομοίωσης και των συστημάτων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, η έρευνα στοχεύει στην παροχή πληροφοριών σχετικά με την ενίσχυση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας και της αλληλεπίδρασης των χειριστών με τις μηχανές στο βιομηχανικό περιβάλλον των Γραφικών Τεχνών.

Εν τέλει, η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η ανάλυσή τους, καθώς και τα συμπεράσματα που προκύπτουν, προσφέρουν πρακτικές συστάσεις επί των αρχικά ορισθέντων στόχων για την παρούσα έρευνα και αναδεικνύουν το πλαίσιο για την μελλοντική έρευνα.

Abstract:

The integration of advanced technologies in industrial environments is vital for the optimization of processes and the improvement of human-machine interaction. This thesis explores the use of simulation technologies and iris tracking systems in the graphic arts industry, focusing on their potential to assist in improving efficiency and user experience in the printing industry.

The objectives of the research include evaluating the usability and effectiveness of the print simulator used to conduct the research, comparing the performance and problem-solving skills of experienced and novice operators by investigating the visual navigation strategies used by operators and their impact on job performance and accuracy. It also aims to identify potential improvements to the control console to enhance training and operational effectiveness.

The study begins by exploring the historical evolution and importance of human-machine interaction (HMI) in industrial environments, with an emphasis on the role of simulators in the formation of mental models and their impact on industrial automation and production. It then delves into iris tracking systems, examining their development, operating principles, and areas of application, alongside a detailed analysis of eye physiology and key metrics such as sampling rates, data accuracy and saccadic eye movements. Further, the research analyses the structure of the graphic arts industry, with an emphasis on the digital transformation of the industry and the need for new job skills. Particular attention is paid to the user experience and HMI in the printing industry, particularly the Offset printing method, highlighting the specific characteristics of human-machine interaction.

The experimental part of the research describes in detail the methodology and the conduct of the research and the collection of data. By integrating simulation technologies and iridescent tracking systems, the research aims to provide information on enhancing the functional efficiency and operator interaction with machines in the industrial environment of Graphic Arts.

Ultimately, the presentation of the results and their analysis, as well as the resulting conclusions, offer practical recommendations on the originally defined objectives for this research and highlight the context for future research.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1. Ερευνητικό πλαίσιο

Το ερευνητικό πλαίσιο της παρούσας μελέτης σχεδιάστηκε για τη συστηματική αξιολόγηση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής (HMI) στη βιομηχανία των Γραφικών Τεχνών, και πιο συγκεκριμένα στο πεδίο του χειρισμού εκτυπωτικών μηχανών Offset, μέσω χρήσης προηγμένης τεχνολογίας προσομοίωσης. Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στην διερεύνηση του αν μπορούν τα να αξιολογηθούν και να συσχετιστούν τα δεδομένα με τρόπο τέτοιο ώστε να αξιολογήσει την αποδοτικότητα, την ακρίβεια αλλά και την αποτελεσματικότητα της εκπαίδευσης των χειριστών, με τη χρήση προσομοιωτή εκτυπωτικών μηχανών Offset, ο οποίος αναπαράγει με ακρίβεια το περιβάλλον εργασίας μίας πραγματικής εκτυπωτικής μηχανής. Παράλληλα, θα εξετασθεί η πιθανότητα βελτιώσεων στην κονσόλα ελέγχου του προσομοιωτή, με βάση τις επιδόσεις των συμμετεχόντων. Η έρευνα υιοθετεί μια μεικτή μεθοδολογική προσέγγιση, συνδυάζοντας τα μετρήσιμα δεδομένα από την ιριδοσκοπική ιχνηλάτιση των συμμετεχόντων και τις μετρήσεις απόδοσης τους κατά την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών, με ποιοτική ανατροφοδότηση από σύντομες ερωτήσεις, μετά την εκτέλεση της εργασίας.

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα, χωρίζονται σε δύο ομάδες διαφορετικών επιπέδων εξοικείωσης και εμπειρίας (προχωρημένοι και αρχάριοι χειριστές). Ο διαχωρισμός αυτός επιτρέπει τη συγκριτική ανάλυση των διαφορετικών επιπέδων εμπειρίας, αναδεικνύοντας τον τρόπο με τον οποίο η επάρκεια και η εξοικείωση με τη διεπαφή της εκτυπωτικής μηχανής επηρεάζουν την απόδοση και τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων που έχει ένας χειριστής. Οι εργασίες που ανατέθηκαν στους συμμετέχοντες περιλαμβάνουν την πλοήγηση στο λογισμικό της εκτυπωτικής μηχανής για την εύρεση και την προσαρμογή των προδιαγραφών μίας εργασίας προς εκτύπωση αλλά και την ανίχνευση μίας μετατόπισης δύο (2) χιλιοστών στην εκτυπωμένη παραγωγή, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργική τους αποτελεσματικότητα και την προσοχή τους στη λεπτομέρεια.

Η συλλογή δεδομένων περιλαμβάνει τη χρήση ενός συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, για την παρακολούθηση της οπτικής προσοχής και των μοτίβων του βλέμματος, σε συνδυασμό με καταγραφές οθόνης, για την τεκμηρίωση των ενεργειών των συμμετεχόντων. Τα παραπάνω, συμπληρώνονται με σύντομες ερωτήσεις, μετά την εκτέλεση της εργασίας, για τη συλλογή δεδομένων ποιοτικής ανατροφοδότησης, σχετικά με την εμπειρία των συμμετεχόντων και προτάσεις για βελτιώσεις της κονσόλας ελέγχου. Τα δεδομένα που θα συλλεχθούν θα αναλυθούν για τον εντοπισμό κοινών οπτικών στρατηγικών και περιοχών δυσκολίας. Με την ενσωμάτωση αυτών των διαφορετικών πηγών δεδομένων, η μελέτη στοχεύει να παράσχει μια ολοκληρωμένη κατανόηση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής στην εκτύπωση offset και να προσφέρει πρακτικές συστάσεις για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της κατάρτισης και της επιχειρησιακής αποδοτικότητας.

1.2. Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων και στόχων έρευνας

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα που καθοδηγούν την παρούσα μελέτη είναι:

1. Πόσο αποτελεσματικοί είναι οι υπάρχοντες προσομοιωτές εκτυπώσεων στην αναπαραγωγή των πραγματικών λειτουργιών των εκτυπωτικών μηχανών και της εργασιακής ρουτίνας, για εκπαιδευτικούς σκοπούς;
2. Οι υπάρχοντες προσομοιωτές χρήζουν βελτίωσης και σε ποια σημεία;
3. Κατά πόσο οι εργαζόμενοι στον κλάδο των εκτυπώσεων είναι εξοικειωμένοι με τον ψηφιακό μετασχηματισμό της εργασιακής τους ρουτίνας και τι εξοικείωση έχουν με την μεταφορά του πραγματικού περιβάλλοντος εργασίας σε επίπεδο προσομοίωσης;
4. Ποιες είναι οι κοινές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι συμμετέχοντες κατά τον εντοπισμό και τη διόρθωση των αποκλίσεων εκτύπωσης με τη χρήση του προσομοιωτή;
5. Εντοπίζεται συσχετισμός της οφθαλμικής φυσιολογίας, των μοτίβων παρατήρησης και του γνωστικού φορτίου σε σχέση με την ηλικία, την συνολική εμπειρία και την εμπειρία σε κονσόλες ελέγχου;
6. Παρατηρούνται γνωστικά μοτίβα και μοτίβα παρατήρησης τα οποία θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε βελτιώσεις της διεπαφής;

Οι στόχοι της έρευνας περιλαμβάνουν την αξιολόγηση της χρηστικότητας και της αποτελεσματικότητας του προσομοιωτή εκτύπωσης που χρησιμοποιείται για την εκπόνηση της μελέτης, τη σύγκριση των επιδόσεων και των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων έμπειρών αλλά και αρχάριων χειριστών και τον εντοπισμό πιθανών βελτιώσεων στην κονσόλα ελέγχου των εκτυπωτικών μηχανών, για την ενίσχυση της εκπαίδευσης και της επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας. Επιπλέον, η μελέτη αποσκοπεί στη διερεύνηση των συγκεκριμένων στρατηγικών οπτικής πλοήγησης που χρησιμοποιούν οι χειριστές και του αντίκτυπού τους στην απόδοση και την ακρίβεια της εργασίας.

1.3. Τεκμηρίωση σκοπιμότητας της παρούσας έρευνας

Η σκοπιμότητα αυτής της μελέτης υποστηρίζεται από τη διαθεσιμότητα του προσομοιωτή εκτύπωσης Sinapse, ενός εξελιγμένου εργαλείου που αναπαράγει με ακρίβεια το περιβάλλον εκτύπωσης Offset. Η χρήση της τεχνολογίας ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης παρέχει ακριβή δεδομένα σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις του χειριστή, ενώ ο συνδυασμός ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων εξασφαλίζει μια ισχυρή ανάλυση. Η επιστημονική αναγκαιότητα αυτής της έρευνας έγκειται στην ανάγκη για τεχνολογική προσαρμογή των ανθρωπίνων πόρων αλλά και των επιχειρήσεων στα νέα τεχνολογικά και επιχειρησιακά δεδομένα. Επίσης αποσκοπεί στην βελτίωση των προγραμμάτων εκπαίδευσης, βελτίωση της αποδοτικότητας των χειριστών και μείωσης του λειτουργικού κόστους στην εκτυπωτική βιομηχανία. Επίσης παρουσιάζει ένα σύνολο πληροφοριών, που μπορούν να συνεισφέρουν στο σχεδιασμό αποτελεσματικότερων εργαλείων κατάρτισης και διεπαφών, αλλά και στην περαιτέρω έρευνα για αυτοματοποίηση πληθώρας εργασιών στις εκτυπωτικές μηχανές Offset.

1.4. Δομή της διπλωματικής εργασίας

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας χωρίζεται σε θεωρητικό και πειραματικό μέρος. Στο θεωρητικό μέρος μελετώνται οι τεχνολογίες προσομοίωσης και τα συστήματα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης καθώς και το πεδίο εφαρμογής τους. Στην συνέχεια ακολουθεί παρουσίαση και ανάλυση

του κλάδου των Γραφικών Τεχνών, για τον οποίο διενεργείται η έρευνα. Ο μετασχηματισμός του κλάδου, αναδεικνύει την αναγκαιότητα για νέες ψηφιακές δεξιότητες των εργαζομένων, δηλώνοντας έτσι την αναγκαιότητα για την εκπόνηση της παρούσας έρευνας. Ακολούθως περιγράφεται η εμπειρία του χρήστη και η αλληλεπίδραση ανθρώπου – μηχανής στην βιομηχανία εκτυπώσεων.

Στο πειραματικό μέρος περιγράφεται συνολικά η διεξαγωγή της έρευνας. Περιγράφεται αρχικά ο σχεδιασμός της μελέτης και τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν από τα προτεινόμενα σημεία διερεύνησης, τα χαρακτηριστικά του δείγματος συμμετεχόντων άλλα και ο εξοπλισμός της πειραματικής διάταξης που χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή της έρευνας. Εν συνεχεία περιγράφεται η μεθοδολογία διεξαγωγής της έρευνας.

Κεφάλαιο 2^ο : Τεχνολογίες προσομοίωσης

2.1. Αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής στο βιομηχανικό περιβάλλον

2.1.1. Ιστορική αναδρομή

Η ιστορική εξέλιξη της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου-μηχανής (Human-Machine Interaction, εφεξής HMI) σε βιομηχανικά περιβάλλοντα, αντικατοπτρίζει μια δυναμικότητα καθ'όλη την πορεία της, διαμορφώνοντας τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα εμπλέκονται με τους εξοπλισμούς και τα συστήματα, τόσο στη βιομηχανία όσο και σε συναφείς τομείς. Με κάθε βιομηχανική επανάσταση, ο ρόλος του ανθρώπου στην παραγωγική διαδικασία μειωνόταν σταδιακά, αλλά δραστικά. Αρχικά, η χειρωνακτική εργασία αντικαταστάθηκε από μηχανές που κινούνταν με ατμό και νερό κατά τη διάρκεια της 1^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης, ακολουθούμενη από την ευρεία υιοθέτηση της ηλεκτρικής ενέργειας στη 2^η Βιομηχανική Επανάσταση. Έτσι, ενώ στα αρχικά στάδια της εκβιομηχάνισης, κυριαρχούσε ο χειροκίνητος χειρισμός των μηχανών, τα μέσα του 20ου αιώνα έφεραν μια μετασχηματιστική αλλαγή, με την εισαγωγή των υπολογιστών και των ψηφιακών συστημάτων ελέγχου.

Η 3^η Βιομηχανική Επανάσταση εισήγαγε τα ψηφιακά ηλεκτρονικά, οδηγώντας σε σημαντική αυτοματοποίηση, ιδίως σε φυσικές διαδικασίες όπως ο έλεγχος της ταχύτητας των μηχανών και των κινήσεων των ρομπότ. Η εποχή αυτή σηματοδότησε την έναρξη μιας αλλαγής στη φύση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής, όπου οι πίνακες ελέγχου και οι διεπαφές μετατράπηκαν σε πιο ψηφιακές μορφές, επιτρέποντας στους χειριστές να αλληλεπιδρούν με τις μηχανές χρησιμοποιώντας πληκτρολόγια και βασικές οθόνες απεικόνισης. (Groover).

Η δεκαετία του 1970 αποτέλεσε σημαντικό ορόσημο με την έλευση των συστημάτων εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA). Τα συστήματα αυτά έπαιξαν καθοριστικό ρόλο διευκολύνοντας τον κεντρικό έλεγχο και την απόκτηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από απομακρυσμένες βιομηχανικές διεργασίες. Στη συνέχεια, οι δεκαετίες του 1980 και του 1990 εγκαινίασαν πιο εξελιγμένες διεπαφές ανθρώπου-μηχανής (HMI), με γραφικές διεπαφές χρήστη (Graphic User Interface, GUI) που βελτίωσαν την οπτικοποίηση και τον έλεγχο περίπλοκων βιομηχανικών διεργασιών. (Thomas & McDonald, 2015).

Η τεχνολογία των οθονών αφής απέκτησε εξέχουσα θέση στα τέλη του 20ου αιώνα και στις αρχές του 21ου αιώνα, αποτελώντας αναπόσπαστο στοιχείο των σύγχρονων βιομηχανικών διεπαφών. (Chen, A. Eder, Zheng, & Zheng, 2021). Αυτή η πρόοδος επέτρεψε στους χειριστές να πλοηγούνται στα μενού, να ελέγχουν τις τρέχουσες εκτελούμενες διαδικασίες και να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα, μέσω αλληλεπιδράσεων αφής. Ταυτόχρονα, εμφανίστηκαν προηγμένες τεχνικές οπτικοποίησης, όπως τα τρισδιάστατα γραφικά και η επαυξημένη πραγματικότητα, παρέχοντας μια πιο ολοκληρωμένη αναπαράσταση πολύπλοκων συστημάτων. (Thomas & McDonald, 2015)

Οι παραπάνω τεχνολογικές εξελίξεις δημιούργησαν το υπόβαθρο για την 4^η Βιομηχανική Επανάσταση, η οποία καθοδηγείται από τις εξελίξεις στην τεχνητή νοημοσύνη, ενώ έχει μεταφέρει περαιτέρω τη λήψη αποφάσεων στις μηχανές, δημιουργώντας έτσι ένα τεχνοκεντρικό μοντέλο διεργασιών. (Cohen, Golan, & Singer, 2018). Η εποχή αυτή δίνει έμφαση στη διασύνδεση της

υπάρχουσας τεχνολογίας με βάσεις δεδομένων, μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), παρέχοντας πρόσβαση σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. (Kumar & Chan Lee, 2021). Η 4^η Βιομηχανική Επανάσταση δίνει τη δυνατότητα στους ιδιοκτήτες επιχειρήσεων να ελέγχουν και να κατανοούν καλύτερα κάθε πτυχή των λειτουργιών τους, αξιοποιώντας άμεσα δεδομένα για την ενίσχυση της παραγωγικότητας, τη βελτίωση των διαδικασιών και την προώθηση της ανάπτυξης.

Η επερχόμενη Βιομηχανία 5.0 θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο, εστιάζοντας εκ νέου στον άνθρωπο. Στόχος της είναι να επαναπροσδιορίσει τη βιομηχανία, κατευθύνοντας την έρευνα και την καινοτομία προς μια βιώσιμη και ανθεκτική βιομηχανία. (Ionescu, 2021). Ο ορισμός της τον Ιούλιο του 2020 δείχνουν ότι οι προσεγγίσεις της 5^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης επηρεάζουν ήδη νέες πρωτοβουλίες πολιτικής, όπως για παράδειγμα συμβάλλοντας σε τρεις από τις προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την περίοδο 2019-2024: "Μια οικονομία που λειτουργεί για τους ανθρώπους", "η ευρωπαϊκή πράσινη συμφωνία" και "Η Ευρώπη έτοιμη για την ψηφιακή εποχή". (Industry 5.0, n.d.)

Μια παρόμοια έννοια, η "Κοινωνία 5.0", προτάθηκε από την ιαπωνική κυβέρνηση το 2016, με στόχο την εξισορρόπηση της οικονομικής προόδου με την επίλυση κοινωνικών προβλημάτων μέσω της παροχής αγαθών και υπηρεσιών που καλύπτουν ποικίλες λανθάνουσες ανάγκες ανεξαρτήτως τοποθεσίας, ηλικίας, φύλου ή γλώσσας. Τόσο η Βιομηχανία 4.0 όσο και η Κοινωνία 5.0 δίνουν έμφαση στη χρήση της τεχνολογίας και περιλαμβάνουν μια προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω, υπό την καθοδήγηση του κράτους, με συνεργασία μεταξύ βιομηχανίας, ακαδημαϊκής κοινότητας και κυβέρνησης. Ωστόσο, διαφέρουν ως προς την εστίαση: η Βιομηχανία 4.0 επικεντρώνεται στην παραγωγή με λιγότερη προσοχή στον δημόσιο αντίκτυπο, ενώ η Κοινωνία 5.0 δίνει προτεραιότητα στον κοινωνικό αντίκτυπο της τεχνολογίας, με στόχο τη δημιουργία μιας καλύτερης κοινωνίας που θα ανταποκρίνεται σε διαφορετικές ανάγκες και προτιμήσεις. Ως εκ τούτου, η Βιομηχανία 5.0 μπορεί να θεωρηθεί ως λογική συνέχεια της Βιομηχανίας 4.0, ενσωματώνοντας στον πυρήνα της τα ανθρωποκεντρικά ιδεώδη της Κοινωνίας 5.0. (Deguchi & et all.)

2.1.2. Σημαντικότητα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής

Η αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής (HMI) διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη σύγχρονη τεχνολογία, επηρεάζοντας τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα αλληλεπιδρούν με τις μηχανές και τα συστήματα, σε διάφορους τομείς. Η σημασία μιας επιτυχούς αλληλεπίδρασης είναι πολύπλευρη και περιλαμβάνει πτυχές της εμπειρίας του χρήστη, της αποδοτικότητας, της συνδεσιμότητας, της ασφάλειας και της προσαρμοστικότητας. Στον πυρήνα της, η HMI επιδιώκει να βελτιώσει την εμπειρία του χρήστη κάνοντας την τεχνολογία πιο διαισθητική και προσιτή. Οι καλά σχεδιασμένες διεπαφές μειώνουν την δυσκολία εκμάθησης, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τις μηχανές πιο αποτελεσματικά. Είτε πρόκειται για την πλοήγηση σε ένα έξυπνο τηλέφωνο, είτε για τον χειρισμό βιομηχανικού εξοπλισμού, είτε για τη χρήση εφαρμογών λογισμικού, ένα διαισθητικό HMI συμβάλλει στην ικανοποίηση και την επάρκεια του χρήστη. (D. Lee, D. Wickens, Liu, & Ng Boyle, 2017)

Η αποδοτικότητα και η παραγωγικότητα είναι υψίστης σημασίας σε βιομηχανικές και επιχειρηματικές συνθήκες και το HMI αποτελεί βασικό παράγοντα βελτιστοποίησης των εργασιών. Για τον λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια υπήρξε ραγδαία ανάπτυξη της Μηχανικής Ανθρωπίνων Παραγόντων (Human Factors Engineering, HFE), σε ότι αφορά την διαμόρφωση διεπαφών στον

βιομηχανικό εξοπλισμό. Ο πρωταρχικός στόχος του HFE είναι να δημιουργήσει φιλικές προς το χρήστη διεπαφές που βελτιστοποιούν την αλληλεπίδραση μεταξύ χειριστών και μηχανημάτων.

Το HFE λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως η διάταξη των πινάκων ελέγχου, η παρουσίαση πληροφοριών, τα εργονομικά ζητήματα αλλά και τα χαρακτηριστικά ασφαλείας. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων, η βελτίωση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας και η προτεραιότητα στη χρηστικότητα. Μέσω της ανάλυσης εργασιών, του σχεδιασμού του συστήματος ανάδρασης και της εξέτασης διαφορετικών επιπέδων δεξιοτήτων χρήστη, το HFE συμβάλλει στην ανάπτυξη διεπαφών που είναι προσαρμόσιμες και απευθύνονται σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών, ανεξάρτητα από την εμπειρία ή τις φυσικές τους δυνατότητες. (Kumar & Chan Lee, 2021)

Ουσιαστικά, ο ρόλος του HFE είναι να δημιουργήσει διεπαφές που υπερέχουν ως προς τη χρηστικότητα, την ασφάλεια και την παροχή θετικής εμπειρίας χρήστη σε βιομηχανικές συνθήκες. Οι φιλικές προς τον χρήστη διεπαφές εξορθολογούν τις διαδικασίες, ελαχιστοποιώντας τα λάθη και μειώνοντας τον χρόνο που απαιτείται για την εκτέλεση πολύπλοκων λειτουργιών. Αυτή η αποδοτικότητα όχι μόνο ενισχύει την παραγωγικότητα, αλλά συμβάλλει και στη συνολική επιχειρησιακή αριστεία. Η λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο διευκολύνεται από το δυναμικό HMI, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τα μηχανήματα και τα συστήματα ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Αυτό είναι ιδιαίτερα κρίσιμο σε τομείς όπου η ταχεία λήψη αποφάσεων είναι απαραίτητη, όπως η αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών, οι χρηματοπιστωτικές συναλλαγές ή οι δυναμικές διαδικασίες παραγωγής. (D. Lee, D. Wickens, Liu, & Ng Boyle, 2017)



Εικόνα 1: Οι στόχοι της μηχανικής ανθρώπινου παράγοντα. Τα μήκη των γραμμών δείχνουν τη σχετική έμφαση του στόχου κάθε ανθρώπινου παράγοντα.

Πηγή: (D. Lee, D. Wickens, Liu, & Ng Boyle, 2017)

2.2. Εισαγωγή στους προσομοιωτές

Οι προσομοιωτές αποτελούν ευέλικτα τεχνολογικά συστήματα, τα οποία έχουν εξελιχθεί σε απαραίτητα εργαλεία σε πληθώρα βιομηχανιών, προσφέροντας μια δυναμική πλατφόρμα που αναπαράγει πιστά σενάρια του πραγματικού κόσμου για πλήθος εφαρμογών. Τα εξελιγμένα αυτά συστήματα, που συχνά περιλαμβάνουν συνεργασία στοιχείων εξοπλισμού και λογισμικού, εισάγουν τους χρήστες σε περίπλοκα σχεδιασμένα περιβάλλοντα, που δημιουργούνται με την χρήση υπολογιστών. Ο πρωταρχικός σκοπός των προσομοιωτών είναι η δημιουργία ενός ελεγχόμενου χώρου για την εκπαίδευση, τη δοκιμή και την ανάπτυξη δεξιοτήτων, ιδίως σε καταστάσεις όπου η ενασχόληση με σενάρια του πραγματικού κόσμου μπορεί να είναι ανέφικτη, επικίνδυνη ή οικονομικά απαγορευτική.

2.2.1. Ιστορική αναδρομή

Με μία σύντομη ιστορική ανασκόπηση, η εξέλιξη των προσομοιωτών εκτείνεται σε διάφορους κλάδους και έχει επηρεάσει σημαντικά την εκπαίδευση, την έρευνα και τις επιχειρησιακές πρακτικές. Μια από τις πρώτες και πιο αξιοσημείωτες περιπτώσεις χρονολογείται από το 1929, όταν ο Edwin A. Link εφηύρε τον το εκπαιδευτικό σύστημα Link Trainer, το οποίο αναγνωρίζεται ως ο πρώτος πραγματικός προσομοιωτής πτήσης. Αρχικά σχεδιάστηκε για την εκπαίδευση πιλότων και διέθετε ένα υποτυπώδες πιλοτήριο με βασικά χειριστήρια πτήσης και οπτικά όργανα. (Page, Ray L.)

Καθώς η τεχνολογία της αεροπλοΐας εξελισσόταν, το ίδιο συνέβαινε και με τους προσομοιωτές πτήσης. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, οι προσομοιωτές αυτοί διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο στην εκπαίδευση στρατιωτικών πιλότων, εξελισσόμενοι ώστε να περιλαμβάνουν πιο ρεαλιστικές κινήσεις και οπτικά στοιχεία. Τις επόμενες δεκαετίες, οι στρατιωτικοί προσομοιωτές επεκτάθηκαν πέρα από την αεροπορία, για να συμπεριλάβουν την εκπαίδευση των χερσαίων δυνάμεων, των χειριστών αρμάτων μάχης και του ναυτικού προσωπικού. Τη δεκαετία του 1950 άρχισαν να χρησιμοποιούνται πιο προηγμένοι προσομοιωτές με γραφικά που δημιουργούνταν από υπολογιστή, συμβάλλοντας στη δημιουργία ρεαλιστικών εκπαιδευτικών σεναρίων. (Page, Ray L.)

Στον ιατρικό τομέα, η ιστορία των προσομοιωτών στην εκπαίδευση των χειρουργών χρονολογείται από τις δεκαετίες του 1960 και 1970. Τα πρώτα μοντέλα επικεντρώθηκαν σε βασικές χειρουργικές διαδικασίες και σταδιακά εξελίχθηκαν σε πιο εξελιγμένα συστήματα που ενσωμάτωναν εικονική πραγματικότητα (VR) και απτική ανατροφοδότηση. Σήμερα, οι ιατρικοί προσομοιωτές καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ειδικοτήτων, παρέχοντας ρεαλιστικά και ασφαλή περιβάλλοντα για τους επαγγελματίες του ιατρικού κλάδου που βελτιώνουν τις δεξιότητές τους. (Sallaberry, Tori, & Nunes, 2023)

Οι προσομοιωτές στην αυτοκινητοβιομηχανία έχουν μια ιστορία που έχει τις ρίζες της στην έρευνα κατά τις δεκαετίες του 1950 και 1960, όπου εξετάστηκε η συμπεριφορά και η ασφάλεια των οδηγών. Με την πάροδο του χρόνου, οι προσομοιωτές οδήγησης έγιναν βασικά εργαλεία για την εκπαίδευση επαγγελματιών οδηγών, τη μελέτη των ανθρώπινων παραγόντων στις μεταφορές και τη δοκιμή της ασφάλειας των οχημάτων. Η ανάπτυξη προσομοιωτών που βασίζονται σε υπολογιστή τη δεκαετία του 1980 σηματοδότησε ένα σημαντικό άλμα, εισάγοντας πιο εξελιγμένα συστήματα με βελτιωμένα γραφικά και διαδραστικές διεπαφές. (High Dynamic Range Video)

Η εξερεύνηση του διαστήματος στηρίχθηκε επίσης σε μεγάλο βαθμό σε προσομοιωτές. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960, το πρόγραμμα Apollo χρησιμοποίησε προσομοιωτές για την εκπαίδευση αστροναυτών, μια πρακτική που συνεχίζεται και στις σημερινές διαστημικές αποστολές. Οι προσομοιωτές παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εκπαίδευση των αστροναυτών για συγκεκριμένα καθήκοντα και λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου των ρόβερ του Άρη. (Space Environments Testing Management Office Test Facilities, 2024)

Η βιομηχανία ψυχαγωγίας αγκάλιασε τους προσομοιωτές κατά τη δεκαετία του 1970, ενσωματώνοντάς τους σε παιχνίδια arcade αλλά και σε θεματικά πάρκα. Οι προσομοιωτές έγιναν βασικό στοιχείο της βιομηχανίας παιχνιδιών, παρέχοντας ρεαλιστικές και καθηλωτικές εμπειρίες στους παίκτες. Η εξέλιξη της ψυχαγωγίας και των τυχερών παιχνιδιών επηρέασε περαιτέρω την ανάπτυξη προσομοιωτών σε άλλες βιομηχανίες.

2.2.2. Οι προσομοιωτές στο βιομηχανικό περιβάλλον

Οι προσομοιωτές βρήκαν τη θέση τους στη βιομηχανική εκπαίδευση κατά τη δεκαετία του 1980, επεκτεινόμενοι σε τομείς όπως η βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου, η μεταποίηση και οι κατασκευές. Οι προσομοιωτές αυτοί, που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία του εξοπλισμού, την εκπαίδευση σε θέματα ασφάλειας και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών, έχουν γίνει αναπόσπαστα στοιχεία της ανάπτυξης του εργατικού δυναμικού. (Schmuck, 2021)

Μια θεμελιώδης εφαρμογή εντοπίζεται στο πεδίο της εκπαίδευσης λειτουργίας εξοπλισμού, όπου οι προσομοιωτές χρησιμεύουν ως κομβικά όργανα για τους χειριστές βαρέων μηχανημάτων. Οι προσομοιωτές είναι ικανοί να δημιουργήσουν καθηλωτικά εικονικά περιβάλλοντα εκπαίδευσης. Οι χειριστές μπορούν να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους, να συμμετάσχουν σε περίπλοκους ελιγμούς και να αποκτήσουν εξοικείωση με τα χειριστήρια των μηχανημάτων. (Cat® Simulator Systems, 2024). Αυτό επεκτείνεται απρόσκοπτα σε εξοπλισμούς κατασκευής και μεταποίησης, προσφέροντας μια πλατφόρμα για τους εργαζόμενους να περιηγηθούν επιδέξια στην πολυπλοκότητα του εξοπλισμού που είναι απαραίτητος π.χ. για την κατασκευή αυτοκινήτων, την μεταποίηση μετάλλων και άλλες βιομηχανικές διαδικασίες.



Εικόνα 2: Χειρισμός εκσκαφέα σε περιβάλλον προσομοίωσης.

Πηγή: (Cat® Simulator Systems, 2024)

Στον τομέα της ασφάλειας και της βελτιστοποίησης διαδικασιών, οι προσομοιωτές διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο, ιδίως σε περιβάλλοντα υψηλού κινδύνου, όπως οι εγκαταστάσεις πετρελαίου και φυσικού αερίου ή τα χημικά εργοστάσια. Το προσωπικό συμμετέχει σε ρεαλιστικές προσομοιώσεις κρίσεων, από πυρκαγιές έως διαρροές, αποκτώντας πρακτική εμπειρία στην αντιμετώπιση κρίσιμων καταστάσεων, ενισχύοντας σημαντικά την ετοιμότητα και τα συνολικά πρωτόκολλα ασφαλείας. Ομοίως, οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας αξιοποιούν προσομοιωτές για να ενισχύσουν τις δυνατότητες των χειριστών στον έλεγχο και την παρακολούθηση των διαδικασιών παραγωγής ενέργειας. (Engineering Simulation Software, 2024).

Επιπλέον, οι προσομοιωτές βρίσκουν τη θέση τους στην εικονική προτυποποίηση και το σχεδιασμό στον κατασκευαστικό τομέα. Οι μηχανικοί αξιοποιούν τις προσομοιώσεις για να δοκιμάσουν την απόδοση των προϊόντων, να βελτιώσουν τις λειτουργίες της γραμμής παραγωγής και να διερευνήσουν διάφορες ελλείψεις σχεδιασμού. Τα οφέλη επεκτείνονται και στον σχεδιασμό γραμμών συναρμολόγησης, όπου οι προσομοιωτές διευκολύνουν τη δοκιμή διαφόρων διατάξεων και των εντοπισμό τυχόν πεδίων κινδύνου κατά την παρεμβολή του ανθρώπινου παράγοντα, βελτιώνοντας τις διαδικασίες παραγωγής. (Marcano, Haugenb, Sannerud, & Komulainen, 2019)

2.2.3. Οι προσομοιωτές στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής: Ο αντίκτυπος στο γνωστικό φορτίο και στα νοητικά μοντέλα

Οι προσομοιωτές έχουν αναδειχθεί σε βασικό εργαλείο στη διαμόρφωση του τοπίου της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής (HMI), ιδιαίτερα στον τομέα της εκπαίδευσης των πολύπλοκων λειτουργιών ενός συστήματος. Οι προσομοιωτές, ως τεχνολογικές πλατφόρμες, προσφέρουν ένα ελεγχόμενο περιβάλλον, παρέχοντας στους χρήστες την ευκαιρία να αλληλεπιδρούν με προσομοιωμένες αναπαραστάσεις συστημάτων ή εργασιών του πραγματικού κόσμου, έχοντας αντίκτυπο στη βαθιά επιρροή των προσομοιωτών στο γνωστικό φορτίο και στα νοητικά μοντέλα. (Reedy, 2015)

Μια σημαντική πτυχή του αντίκτυπου έγκειται στη διαχείριση του γνωστικού φορτίου. Οι προσομοιωτές χρησιμεύουν ως ελεγχόμενα περιβάλλοντα, όπου οι χρήστες μπορούν να ασχοληθούν με εργασίες και σενάρια χωρίς τους πραγματικούς κινδύνους. Αυτή η ελεγχόμενη συνθήκη οδηγεί σε δομημένη εξέλιξη στην πολυπλοκότητα της εργασίας, επιτρέποντας στους χρήστες να εστιάζουν σε συγκεκριμένες πτυχές μιας εργασίας. Μέσω αυτής της σταδιακής προσέγγισης, οι προσομοιωτές διευκολύνουν την ανάπτυξη δεξιοτήτων, ενώ μετριάζουν τη γνωστική υπερφόρτωση. Οι χρήστες μπορούν να βελτιώσουν συστηματικά την επάρκειά τους χωρίς να καταπονούνται, ενισχύοντας έτσι μια πιο αποτελεσματική διαδικασία μάθησης. (Reedy, 2015)

Επιπλέον, οι προσομοιωτές διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στο σχηματισμό και τη βελτίωση των νοητικών μοντέλων, τα οποία είναι γνωστικές αναπαραστάσεις του τρόπου λειτουργίας ενός συστήματος ή μιας εργασίας. Παρέχοντας μια καθηλωτική και επαναλαμβανόμενη εμπειρία, οι προσομοιωτές συμβάλλουν στην ανάπτυξη ισχυρών νοητικών μοντέλων. Οι χρήστες μπορούν να εμβαθύνουν στην κατανόησή τους για τις περιπλοκές, τις σχέσεις και τις εξαρτήσεις μέσα στο προσομοιωμένο σύστημα. Η διαδικαστική γνώση που αποκτάται μέσω αυτών των αλληλεπιδράσεων εσωτερικεύεται, ενισχύοντας την ικανότητα των χρηστών να προβλέπουν και να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά σε διάφορα σενάρια. (Tremblay, Rethans, & Dolmans, 2023)

2.2.4. Ο ρόλος των προσομοιωτών στον βιομηχανικό αυτοματισμό και την παραγωγή

Οι προσομοιωτές ασκούν βαθιά επιρροή στον τομέα του βιομηχανικού αυτοματισμού, επηρεάζοντας σημαντικά διάφορες πτυχές της διαδικασίας και αυξάνοντας την αποδοτικότητα, την ασφάλεια και τη συνολική αξιοπιστία του συστήματος. Ένας κρίσιμος τομέας όπου οι προσομοιωτές διαπρέπουν είναι η εκπαίδευση και η ανάπτυξη δεξιοτήτων. Προσφέροντας ένα ασφαλές και ελεγχόμενο περιβάλλον, οι προσομοιωτές δίνουν τη δυνατότητα στα άτομα να βελτιώσουν τις ικανότητές τους στη λειτουργία και την αντιμετώπιση προβλημάτων στα συστήματα αυτοματισμού, χωρίς τον κίνδυνο βλάβης του εξοπλισμού ή διακοπής της παραγωγής. (Automation system simulation and virtual controls testing—what you may be missing, 2024)

Επιπλέον, οι προσομοιωτές παίζουν καθοριστικό ρόλο στον περιορισμό του χρόνου διακοπής λειτουργίας και του κόστους παραγωγής. Παρέχοντας τη δυνατότητα στους χειριστές να προσομοιώνουν και να τελειοποιούν διαδικασίες πριν από την εφαρμογή αλλαγών στο πραγματικό περιβάλλον παραγωγής, αποδεικνύονται καθοριστικοί για την ελαχιστοποίηση των διαταραχών και των οικονομικών απωλειών. Η ικανότητα αυστηρής δοκιμής των συστημάτων ελέγχου και του

λογισμικού αυτοματισμού, εξασφαλίζει την απρόσκοπτη και αξιόπιστη λειτουργία των αυτοματοποιημένων συστημάτων, μέσω του προληπτικού εντοπισμού και της αντιμετώπισης πιθανών προβλημάτων.

Οι προσομοιωτές τέλος, παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στη φάση του σχεδιασμού και της δημιουργίας πρωτοτύπων των συστημάτων αυτοματισμού. Οι μηχανικοί αξιοποιούν τους προσομοιωτές για να αξιολογούν διάφορες στρατηγικές ελέγχου, να μετράνε τον αντίκτυπο διαφόρων παραμέτρων και να βελτιώνουν τα σχέδια πριν από τη μεταφορά τους σε φυσική εφαρμογή. Αυτή η επαναληπτική προσέγγιση ευνοεί την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών και οικονομικά αποδοτικών λύσεων αυτοματισμού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τάση του Digital Twin, όπου δημιουργείται μία ψηφιακή «δίδυμη» εκδοχή του πραγματικού φυσικού συστήματος που πρόκειται να δοκιμαστεί, και μέσω παραμετροποιήσεων το σύστημα δοκιμάζεται σε πληθώρα διαφορετικών συνθηκών και καταστάσεων, για να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του. (Malik, Rajaguru, & Azzawi, 2022).

Κεφάλαιο 3^ο: Συστήματα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης

3.1. Ιστορική αναδρομή

Η εξέλιξη της τεχνολογίας της ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης καλύπτει ένα διάστημα πάνω από έναν αιώνα και αντικατοπτρίζει τις εξελίξεις τόσο στην ψυχολογία όσο και στην τεχνολογία. Οι πρώτες προσπάθειες κατανόησης και μέτρησης των κινήσεων των ματιών χρονολογούνται στα τέλη του 19ου αιώνα. Το 1879, ο Γάλλος οφθαλμίατρος Louis Émile Javal παρατήρησε ότι η ανάγνωση δεν ήταν μια συνεχής κίνηση των ματιών, αλλά μάλλον μια σειρά από σύντομες στάσεις, ή σταθεροποιήσεις, και γρήγορες κινήσεις, γνωστές ως σακκαδικές. Αυτή η παρατήρηση έθεσε τις βάσεις για τις μελλοντικές μελέτες στην παρακολούθηση των ματιών. (ΡΞΥΖΥΖΚΑ, 2024)

Στις αρχές της δεκαετίας του 1900, ο Edmund Huey, ένας Αμερικανός ψυχολόγος, ανέπτυξε μία από τις πρώτες συσκευές παρακολούθησης των ματιών. Η συσκευή του Huey ήταν αρκετά υποτυπώδης και περιλάμβανε ένα γύψινο κύπελλο που ήταν προσαρτημένο στον κερατοειδή χιτώνα του ματιού του εξεταζόμενου, το οποίο στη συνέχεια συνδεόταν με έναν μοχλό που κατέγραφε τις οφθαλμικές κινήσεις σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο. Παρά την επεμβατικότητά της, η συσκευή αυτή αποτέλεσε ένα σημαντικό βήμα προς την κατανόηση της οπτικής προσοχής και των διαδικασιών ανάγνωσης. (Huey)

Στα μέσα του 20ου αιώνα σημειώθηκαν σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις, ιδίως κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, όταν η ανάγκη κατανόησης της οπτικής συμπεριφοράς των πιλότων οδήγησε σε πιο εξελιγμένη έρευνα παρακολούθησης των ματιών. Στη δεκαετία του 1940, ο Alfred Yarbus, ένας Ρώσος ψυχολόγος, συνέβαλε σημαντικά με τις μη επεμβατικές μεθόδους καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων, οι οποίες αποκάλυψαν ότι οι οφθαλμικές κινήσεις εξαρτώνται από την εργασία. Το έργο του ανέδειξε τον τρόπο με τον οποίο τα μάτια έλκονται από διαφορετικά στοιχεία μιας σκηνής ανάλογα με τους στόχους του θεατή. (Yarbus, 1967)

Οι δεκαετίες του 1960 και του 1970 σηματοδότησαν την έλευση των βιντεοσκοπημένων συσκευών παρακολούθησης των οφθαλμών, οι οποίες βελτίωσαν σημαντικά την ακρίβεια και τη χρηστικότητα των μελετών παρακολούθησης των οφθαλμών. Η ανάπτυξη των πρώτων ανιχνευτών ματιών που τοποθετήθηκαν στο κεφάλι επέτρεψε πιο φυσικές κινήσεις και ευρύτερες εφαρμογές. Αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούσαν καθρέφτες και κάμερες για να αντανακλούν και να καταγράφουν τη θέση του ματιού, επιτρέποντας στους ερευνητές να μελετούν πιο δυναμικές και ρεαλιστικές εργασίες. (The History of Eye Tracking, n.d.)

Στη δεκαετία του 1980 και του 1990, η τεχνολογία παρακολούθησης των ματιών συνέχισε να εξελίσσεται με την εισαγωγή συστημάτων που βασίζονται σε υπέρυθρες ακτίνες. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούσαν υπέρυθρο φως για τον φωτισμό του ματιού και κάμερες υψηλής ταχύτητας για την καταγραφή της αντανάκλασης του φωτός από τον κερατοειδή και τον αμφιβληστροειδή. Αυτή η μη επεμβατική τεχνική παρείχε εξαιρετικά ακριβή και σε πραγματικό χρόνο παρακολούθηση των οφθαλμικών κινήσεων, καθιστώντας την κατάλληλη για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από την ψυχολογική έρευνα έως την ανάλυση της αγοράς. (The History of Eye Tracking, n.d.)

Ο 21ος αιώνας έφερε την ενσωμάτωση της οφθαλμικής παρακολούθησης με την ψηφιακή τεχνολογία και την πληροφορική. Οι φορητοί και φορετοί ανιχνευτές ματιών έγιναν πιο διαδεδομένοι, επιτρέποντας ακόμη μεγαλύτερη ευελιξία και ακρίβεια. Η ανάπτυξη εξελιγμένων αλγορίθμων και η ενσωμάτωση της παρακολούθησης των ματιών με άλλες φυσιολογικές μετρήσεις (όπως το EEG) διεύρυναν τις δυνατότητες για διεπιστημονική έρευνα. (The History of Eye Tracking, n.d.)

Σήμερα, η τεχνολογία ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης είναι πιο προσιτή και προηγμένη από ποτέ. Τα σύγχρονα συστήματα είναι ικανά να παρακολουθούν τις κινήσεις των ματιών με ακρίβεια χιλιοστών του δευτερολέπτου και χρησιμοποιούνται σε ποικίλους τομείς όπως η ψυχολογία, η νευροεπιστήμη, το μάρκετινγκ, η εικονική πραγματικότητα, ακόμη και τα παιχνίδια. Η άνοδος της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης έχει ενισχύσει περαιτέρω τις αναλυτικές δυνατότητες των συστημάτων ανίχνευσης ματιών, επιτρέποντας βαθύτερες γνώσεις για την ανθρώπινη συμπεριφορά και νόηση. (Borgianni, Rauch, Maccioni, & Mark, 2018)

3.2. Λειτουργία συστημάτων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης

Τα συστήματα οφθαλμικής παρακολούθησης εντάσσουν στην λειτουργία τους εξελιγμένες τεχνολογίες που έχουν σχεδιαστεί για να ιχνηλατούν και να αναλύουν την ίριδα του ματιού ενός ατόμου. Τα συστήματα αυτά, χρησιμοποιούν εξειδικευμένο υλικό και λογισμικό, για να καταγράφουν και να ερμηνεύουν τα περίπλοκα μοτίβα της κίνησης των ματιών, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για διάφορες πτυχές της ανθρώπινης συμπεριφοράς και των γνωστικών διαδικασιών. (Carter & Luke G., 2020)

Τα συστήματα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης λειτουργούν με βάση την αρχή της καταγραφής και ανάλυσης των κινήσεων του οφθαλμού. Ο εξοπλισμός περιλαμβάνει κάμερες υπέρυθρων ακτίνων, που ανιχνεύουν το υπέρυθρο φως που αντανακλάται από τον οφθαλμό, μαζί με πηγές φωτός που δημιουργούν αντανακλάσεις στον κερατοειδή και την κόρη, γνωστές ως αντανακλάσεις του κερατοειδούς και της κόρης ή λάμπεις. Αυτές οι αντανακλάσεις βοηθούν στον προσδιορισμό της θέσης και του προσανατολισμού των οφθαλμών. (Carter & Luke G., 2020)

Πριν από τη χρήση του εξοπλισμού, είναι απαραίτητη η βαθμονόμησή του. Κατά τη βαθμονόμηση, οι χρήστες εστιάζουν σε συγκεκριμένα σημεία στην οθόνη ή στο περιβάλλον μελέτης, επιτρέποντας στο σύστημα παρακολούθησης να καταγράφει τις κινήσεις των οφθαλμών. Αυτή η διαδικασία βοηθά να ληφθούν υπόψη οι ατομικές παραλλαγές στην ανατομία του κάθε χρήστη και στη συμπεριφορά του βλέμματος. Οι εικόνες που καταγράφονται από τον οφθαλμό υποβάλλονται σε επεξεργασία εικόνας σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση εξελιγμένων αλγορίθμων. Αυτοί οι αλγόριθμοι εντοπίζουν χαρακτηριστικά όπως το κέντρο της κόρης και τις αντανακλάσεις του κερατοειδούς. Στη συνέχεια, το σύστημα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης υπολογίζει το σημείο στο οπτικό πεδίο του χρήστη όπου κοιτάζει, του οποίου η ακρίβεια είναι ζωτικής σημασίας για αξιόπιστα αποτελέσματα. (Harezlak, Kasproski, & Stasch, 2014)

Στη συνέχεια, το σύστημα εξάγει δεδομένα που αντιπροσωπεύουν τα σημεία του βλέμματος του χρήστη με την πάροδο του χρόνου. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν μετρήσεις όπως η διάρκεια

σταθεροποίησης (η διάρκεια του εστιασμένου βλέμματος σε ένα σημείο) και οι σακκαδικές κινήσεις (γρήγορες κινήσεις των ματιών μεταξύ των σταθεροποιήσεων), μεταξύ άλλων παραμέτρων που σχετίζονται με τη συμπεριφορά του βλέμματος. (Carter & Luke, 2020)

3.3. Περιοχή εφαρμογών συστημάτων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης

Η ενσωμάτωση των συστημάτων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης σε διάφορες εφαρμογές εξαρτάται από την προβλεπόμενη χρήση του συστήματος. Σε εφαρμογές αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή (HCI), αυτά τα συστήματα μπορούν να ελέγχουν τον κέρσορα στην οθόνη ενός υπολογιστή ή να διευκολύνουν την αλληλεπίδραση χωρίς χέρια σε περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας. Σε ερευνητικά περιβάλλοντα, τα δεδομένα αναλύονται για να αποκτηθούν γνώσεις σχετικά με τις γνωστικές διαδικασίες, τους μηχανισμούς προσοχής και τη συμπεριφορά των χρηστών.

Μια ακόμα κύρια εφαρμογή των συστημάτων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, είναι στον τομέα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής (HMI) στον βιομηχανικό τομέα. Μέσω της παρακολούθησης του βλέμματος του χρήστη, τα συστήματα αυτά επιτρέπουν μέσω των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από το βλέμμα του, τον εργονομικό σχεδιασμό των μηχανών αλλά και των διεπαφών ελέγχου τους, ενώ διευκολύνουν τον έλεγχο των σημείων όπου οι χρήστες αντιμετωπίζουν δυσκολίες κατά των χειρισμό. (Borgianni, Rauch, Maccioni, & Mark, 2018)

Στον τομέα της έρευνας αγοράς και της διαφήμισης, η ιριδοσκοπική ιχνηλάτιση παίζει καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση της συμπεριφοράς των καταναλωτών. Μελετώντας το που εστιάζουν οι άνθρωποι την προσοχή τους και για πόσο χρόνο προσκολλώνται σε ορισμένα στοιχεία, οι επιχειρήσεις μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη συσκευασία των προϊόντων, τη διαρρύθμιση των καταστημάτων και τις ψηφιακές διαφημίσεις, για να ενισχύσουν τη δέσμευση των καταναλωτών και να αυξήσουν τις πωλήσεις. Η εφαρμογή αυτή επεκτείνεται στο σχεδιασμό ιστότοπων και διεπαφών χρήστη, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να δημιουργούν πιο φιλικές προς το χρήστη και οπτικά ελκυστικές ψηφιακές εμπειρίες. (Zheng, Glock, & Grosse, 2022)

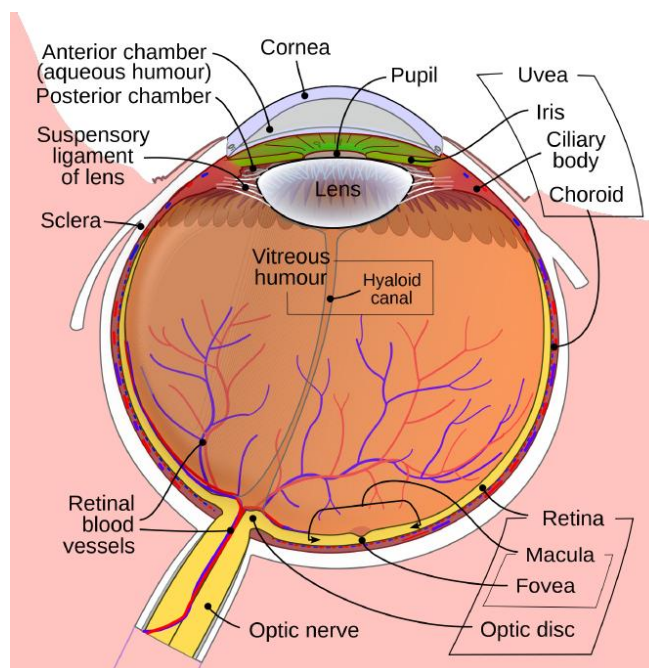
Η χρησιμότητα τους εκτείνεται επιπρόσθετα στον τομέα της ψυχολογίας και της νευροεπιστήμης. Οι ερευνητές χρησιμοποιούν αυτά τα συστήματα για να διερευνήσουν τις γνωστικές διαδικασίες, τους μηχανισμούς προσοχής αλλά και τις συναισθηματικές αντιδράσεις, αναλύοντας τις κινήσεις των ματιών. (Hesselsa & Hooge, 2019) Οι μελέτες που περιλαμβάνουν την παρακολούθηση των ματιών μπορούν να προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για διαταραχές όπως ο αυτισμός και η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής/υπερκινητικότητας (ADHD), βοηθώντας στην ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων και θεραπειών. (Banire, Al-Thani, Qaraqe, & Khowaja, 2020)

Τέλος, τα εν λόγω συστήματα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης έχουν αναδειχθεί σε πολύτιμο εργαλείο για τη διάγνωση και την παρακολούθηση νευρολογικών διαταραχών. Χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση καταστάσεων όπως η τραυματική εγκεφαλική βλάβη, η νόσος του Άλτσχάιμερ και η νόσος του Πάρκινσον, όπου οι αλλαγές στα μοτίβα των οφθαλμικών κινήσεων μπορούν να χρησιμεύσουν ως πρώιμοι δείκτες γνωστικής έκπτωσης. Επιπλέον, η τεχνολογία ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη βοηθητικών συσκευών επικοινωνίας για άτομα με

κινητικές διαταραχές, επιτρέποντάς τους να επικοινωνούν μέσω εισόδου με βάση το βλέμμα. (Li, Zhou, Fei, Xu, & Yang, 2020).

3.4. Εισαγωγή στην φυσιολογία και την ανατομία του οφθαλμού

Ο ανθρώπινος οφθαλμός, μέσω της περίπλοκης ανατομίας και φυσιολογίας του, είναι θεμελιώδους σημασίας για την ανθρώπινη όραση. Η κύρια λειτουργία του είναι να συλλαμβάνει το εισερχόμενο φως και να το μετατρέπει σε ηλεκτρικά σήματα. Τα σήματα αυτά στέλνονται στη συνέχεια στον εγκέφαλο, όπου μέσω της ερμηνείας τους σχηματίζουν εν τέλει τις εικόνες. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα βασικά όργανα του ανθρώπινου οφθαλμού, όπως ο κερατοειδής, η ίριδα, η κόρη, ο φακός, ο αμφιβληστροειδής και το οπτικό νεύρο. Στην συνέχεια, παρέχεται μια σύντομη επισκόπηση της βασικής ανατομίας και φυσιολογίας του οφθαλμού, δίνοντας έμφαση στις πτυχές εκείνες που σχετίζονται με την παρακολούθηση του οφθαλμού. (Kasneji, et al., 2024)



Εικόνα 3: Ανατομία του ανθρώπινου οφθαλμού

Πηγή: (Rhcasilhos and Jmarchn., 2007)

- 1. Κερατοειδής χιτώνας (cornea):** Ο κερατοειδής χιτώνας είναι ένα διαφανές εξωτερικό στρώμα του οφθαλμού, που καλύπτει την ίριδα και την κόρη του ματιού. Ο πρωταρχικός του ρόλος είναι να διαθλά το φως που εισέρχεται και να το κατευθύνει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, έχοντας έτσι σημαντικό ρόλο στην όραση. Επιπλέον, ο κερατοειδής λειτουργεί ως προστατευτικός φραγμός έναντι της σκόνης, μικροσωματιδίων κ.λπ. (How the Eyes Work, 2024), (Kasneji, et al., 2024)
- 2. Ίριδα (iris):** Η ίριδα είναι το έγχρωμο τμήμα του οφθαλμού, το οποίο ελέγχει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στον οφθαλμό, ρυθμίζοντας το μέγεθος της κόρης, η οποία μπορεί να διαστέλλεται ή να συστέλλεται ανάλογα με την ένταση του φωτός. (How the Eyes Work, 2024), (Kasneji, et al., 2024)
- 3. Φακός (lens):** Τοποθετημένος πίσω από την ίριδα, ο φακός ρυθμίζει την εστίαση του εισερχόμενου φωτός. Οι ακτινωτοί μύες ρυθμίζουν την καμπυλότητα του φακού, επιτρέποντας

στο μάτι να αλλάζει εστίαση μεταξύ μακρινών και κοντινών αντικειμένων, σε μια διαδικασία που ονομάζεται προσαρμογή. (How the Eyes Work, 2024), (Kasneci, et al., 2024)

4. **Αμφιβληστροειδής χιτώνας (retina):** Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας, στο πίσω μέρος του ματιού, είναι ένας φωτοευαίσθητος ιστός, ο οποίος αποτελείται από πολλαπλά στρώματα νευρώνων και φωτοϋποδοχέων. Τα ραβδία και τα κωνία, οι φωτοϋποδοχείς, μετατρέπουν το φως σε νευρωνικά σήματα- τα ραβδία ανιχνεύουν τα επίπεδα του φωτός, ενώ τα κωνία αντιλαμβάνονται το χρώμα. Η ωχρά κηλίδα, μια μικρή κεντρική περιοχή του αμφιβληστροειδούς, έχει υψηλή συγκέντρωση κωνίων και είναι ζωτικής σημασίας για τη λεπτομερή όραση, την αντίληψη των χρωμάτων και την υψηλή οπτική οξύτητα. (How the Eyes Work, 2024), (Kasneci, et al., 2024)
5. **Οπτικό νεύρο (optic nerve):** Το οπτικό νεύρο, το οποίο εκτείνεται στο πίσω μέρος του αμφιβληστροειδούς, μεταφέρει τις οπτικές πληροφορίες στον εγκέφαλο για επεξεργασία. Αποτελείται από εκατομμύρια συσσωρευμένους άξονες που μεταφέρουν δεδομένα σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου, συμπεριλαμβανομένου του οπτικού φλοιού, όπου λαμβάνει χώρα η συνειδητή αντίληψη των οπτικών πληροφοριών. (How the Eyes Work, 2024), (Kasneci, et al., 2024)

Οι κινήσεις των ματιών ελέγχονται από έξι εξωφθαλμικούς μύες που ρυθμίζουν τη θέση του ματιού, μαζί με τον ανεκκτήρα μυ του άνω βλεφάρου (levator palpebrae superioris) που ανασηκώνει το βλέφαρο. Αυτοί οι μύες, που νευρώνονται από διάφορα κρανιακά νεύρα, συντονίζουν ακριβείς κινήσεις όπως η ομαλή επιδίωξη και οι σακκαδικές κινήσεις, ζωτικής σημασίας για την οπτική εξερεύνηση και ανάλυση. (Εξωτερικοί Οφθαλμικοί Μύες, 2024)

Περιοχές του εγκεφάλου, συμπεριλαμβανομένου του εγκεφαλικού στελέχους και της παρεγκεφαλίδας, ρυθμίζουν τις οφθαλμικές κινήσεις, εξασφαλίζοντας το συντονισμό και τις σταθερές εικόνες του αμφιβληστροειδούς. Οι περιοχές αυτές ενσωματώνουν πληροφορίες από το αιθουσαίο σύστημα, το οποίο ανιχνεύει τις κινήσεις του κεφαλιού και διατηρεί την ισορροπία, και το οπτικό σύστημα, επιτρέποντας τη γρήγορη και ακριβή ανταπόκριση στις αλλαγές στο οπτικό περιβάλλον. (How the Eyes Work, 2024), (Kasneci, et al., 2024)

Η περίπλοκη ανατομία και φυσιολογία του οφθαλμού υποστηρίζουν την όραση, τις οφθαλμικές κινήσεις και την οπτική αντίληψη. Η κατανόηση αυτών των θεμελιωδών αρχών είναι ζωτικής σημασίας για την αναγνώριση των δυνατοτήτων και των εφαρμογών των τεχνολογιών παρακολούθησης των ματιών σε ερευνητικά και κλινικά πλαίσια. (How the Eyes Work, 2024), (Kasneci, et al., 2024)

3.5. Βασικές έννοιες στις μετρικές ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης

3.5.1. Ρυθμός δειγματοληψίας

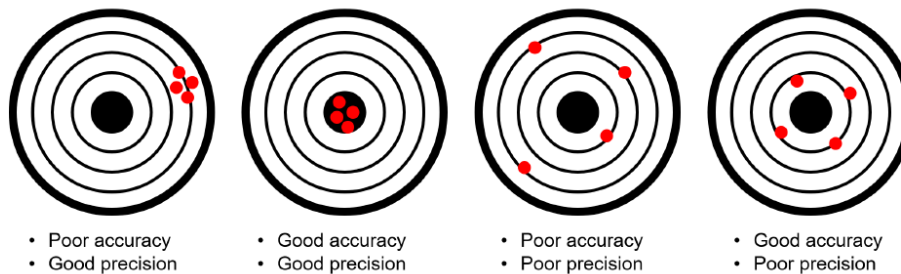
Η συχνότητα δειγματοληψίας ενός συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης υποδεικνύει το πόσες φορές ανά δευτερόλεπτο η συσκευή καταγράφει τη θέση των ματιών, μετρούμενη σε Hertz (Hz). (Andersson, Nyström, & Holmqvist, 2010) Μια υψηλότερη συχνότητα δειγματοληψίας ενισχύει την ακρίβεια και την πιστότητα του συστήματος στην εκτίμηση των πραγματικών οφθαλμικών κινήσεων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε δυναμικά περιβάλλοντα ή εργασίες που περιλαμβάνουν γρήγορες κινήσεις των ματιών, καθώς διασφαλίζει ότι δεν χάνονται λεπτομερή σημεία δεδομένων. Ωστόσο, οι υψηλότερες συχνότητες δειγματοληψίας απαιτούν προηγμένες κάμερες, μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ και αυξημένη αποθήκευση δεδομένων, γεγονός που οδηγεί σε υψηλότερο κόστος. Κατά την

επιλογή ενός συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης για την έρευνα, είναι ζωτικής σημασίας να εξισορροπηθούν η επιθυμητή συχνότητα δειγματοληψίας, ο διαθέσιμος προϋπολογισμός αλλά και οι συγκεκριμένοι ερευνητικοί στόχοι, ώστε να επιλεγθεί το κατάλληλο σύστημα.

3.5.2. Έννοιες αξιοπιστίας και εγκυρότητας δεδομένων

Η αξιοπιστία δεδομένων στην ιριδοσκοπική ιχνηλάτιση αναφέρεται στη διαφορά μεταξύ της πραγματικής θέσης του βλέμματος και της θέσης που καταγράφεται από το σύστημα, υποδεικνύοντας πόσο στενά τα καταγεγραμμένα δεδομένα ταιριάζουν με τις πραγματικές κινήσεις των ματιών. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αξιοπιστία περιλαμβάνουν την ποιότητα της βαθμονόμησης, την ανάλυση της κάμερας και τη σταθερότητα του συστήματος. Η υψηλή ακρίβεια εξασφαλίζει αξιόπιστα και ακριβή δεδομένα, τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για εργασίες που απαιτούν ακριβή ανάλυση των οφθαλμικών κινήσεων, όπως οι κλινικές αξιολογήσεις.

Η εγκυρότητα περιγράφει τη διακύμανση των καταγεγραμμένων δεδομένων, υποδεικνύοντας πόσο σταθερά ο ανιχνευτής ματιών καταγράφει την ίδια οφθαλμική κίνηση υπό πανομοιότυπες συνθήκες. Υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το μέσο τετράγωνο (RMS) των σημείων δειγματοληψίας. Ένα σύστημα υψηλής ακρίβειας παράγει παρόμοια αποτελέσματα όταν παρακολουθεί την ίδια οφθαλμική κίνηση επανειλημμένα, υποδεικνύοντας χαμηλή μεταβλητότητα ή σφάλμα στις μετρήσεις. Η εγκυρότητα είναι ζωτικής σημασίας για τη λήψη αξιόπιστων και συνεπών δεδομένων, ιδίως στην έρευνα όπου πρέπει να ανιχνεύονται και να αναλύονται με ακρίβεια οι λεπτές διαφορές στις οφθαλμικές κινήσεις.



Εικόνα 4: Παράδειγμα ακρίβειας και ορθότητας μετρήσεων.

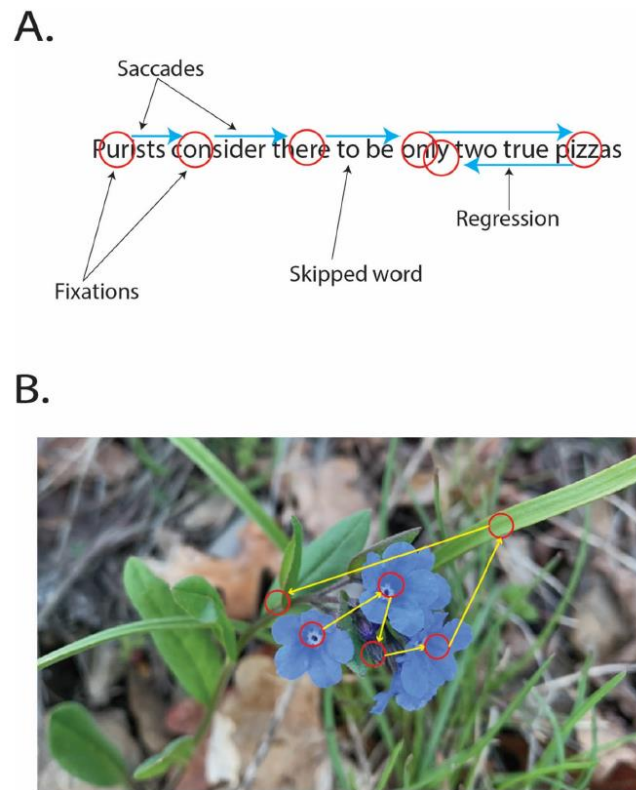
Πηγή: (Kasneji, και συν., 2024)

3.5.3. Σακκαδικές οφθαλμικές κινήσεις (saccades) και σταθεροποίηση (fixation) του βλέμματος.

Η σταθεροποίηση είναι μια χρονική περίοδος, κατά την οποία τα μάτια είναι σταθερά προσηλωμένα σε έναν οπτικό στόχο. Παράλληλα με την σταθεροποίηση του βλέμματος σταθεροποιείται και η αντίληψη και έτσι τα μάτια προσλαμβάνουν οπτικές πληροφορίες. Το μάτι δεν είναι σε θέση να προσλάβει υψηλής ποιότητας πληροφορίες από ολόκληρο το οπτικό πεδίο σε μία μόνο σταθεροποίηση, οπότε είναι απαραίτητο τα μάτια να μετακινούνται συχνά. Ως αποτέλεσμα, οι περισσότερες σταθεροποιήσεις είναι σχετικά σύντομες. Η διάρκεια των σταθεροποιήσεων ποικίλλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως η φύση των οπτικών ερεθισμάτων, ο σκοπός και η πολυπλοκότητα της εργασίας, καθώς και η ικανότητα και η προσοχή του ατόμου, αλλά γενικά διαρκούν 180-330 χιλιοστά του δευτερολέπτου. (Carter & Luke, 2020).

Οι σακκαδικές κινήσεις, είναι βαλλιστικές κινήσεις του οφθαλμού από τη μία σταθεροποίηση στην επόμενη (βλ. Εικόνα 5). Κατά τη διάρκεια των σακκαδικών κινήσεων, η οπτική εισροή καταστέλλεται (Rofls, 2015). Η ταχύτητα και η διάρκεια των σακκαδικών κινήσεων είναι άμεση συνάρτηση της διανυόμενης απόστασης. Οι σακκαδικές κινήσεις ποικίλλουν σε μέγεθος και διάρκεια, ανάλογα με

την εκάστοτε εργασία. Μια τυπική σακκαδική κίνηση ανάγνωσης είναι μικρή (περιστροφή 2°) και διαρκεί περίπου 30 χιλιοστά του δευτερολέπτου, ενώ οι σακκαδικές κινήσεις στην αντίληψη σκηνών είναι γενικά μεγαλύτερες (περίπου 5 μοίρες περιστροφής) και διαρκούν 40 έως 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου. (Carter & Luke, 2020)



Εικόνα 5: Παράδειγμα σταθεροποιήσεων και σακκαδικών κινήσεων για A. ανάγνωση και B. παρατήρηση ευρύτερων σκηνών

Πηγή: (Carter & Luke, 2020)

Κεφάλαιο 4ο: Η Βιομηχανία των Γραφικών Τεχνών

4.1. Συγκρότηση του Κλάδου των Γραφικών Τεχνών

Ο Κλάδος των Γραφικών Τεχνών, αποτελεί έναν σύγχρονο και εξελισσόμενο κλάδο επιχειρηματικής δραστηριότητας, με πλήθος βιομηχανιών και επιχειρήσεων, καθιστώντας τον έναν συγκροτημένο επαγγελματικό και επιστημονικό χώρο. Περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την παραγωγή τυπωμένων προϊόντων, χρησιμοποιώντας πληθώρα προεκτυπωτικών, εκτυπωτικών και μετεκτυπωτικών μεθόδων. Εξυπηρετεί διάφορους τομείς, όπως η εμπορική εκτύπωση, οι εκδόσεις, η διαφήμιση αλλά και τομείς βαρύνουσας σημασίας όπως η συσκευασία, τα τυπωμένα ηλεκτρονικά, τα έντυπα ασφαλείας, η τρισδιάστατη εκτύπωση αλλά και η βιοεκτύπωση.

Κατά την μελέτη του κλάδου των Γραφικών Τεχνών, ως προς τα οικονομικά και υλικοτεχνικά του δεδομένα, αλλά και ως προς τους ρυθμούς ανάπτυξης, οφείλουν πρώτα να προσδιοριστούν βασικές έννοιες για τα δομικά του στοιχεία. Παρακάτω παρουσιάζεται μία σύντομη ανάλυση της συγκρότησης του κλάδου ως προς τις επιχειρήσεις που την απαρτίζουν, το ανθρώπινο δυναμικό αυτών, αλλά και το σύνολο των τεχνολογικών υποδομών, όπως αυτή παρουσιάζεται με βάση τα πιο πρόσφατα δεδομένα. Η παρακάτω ανάλυση αποσκοπεί στην καλύτερη κατανόηση της φύσης του κλάδου, στην περιγραφή της υπάρχουσας κατάστασης σε επίπεδο υλικοτεχνικής υποδομής και αυτοματισμών, ενώ εξυπηρετεί στο να δημιουργηθεί μία βάση κατανόησης του πεδίου εφαρμογής της παρούσας έρευνας, η οποία θα ασχοληθεί με τον κλάδο των εκτυπώσεων και πιο συγκεκριμένα με την μέθοδο της εκτύπωσης Offset.

4.2. Συγκρότηση κλάδου – Επιχειρήσεις

Τα στοιχεία που εξυπηρετούν την μελέτη της συγκρότησης ενός κλάδου ως προς τις επιχειρήσεις του, είναι η επικρατέστερη πηγή κεφαλαίου, το κύριο αντικείμενο δραστηριότητας, ο αριθμός εργαζομένων, αλλά και τα βασικά οικονομικά μεγέθη τους.

4.2.1. Επικρατούσα πηγή κεφαλαίου

Η κατηγοριοποίηση των επιχειρήσεων, με βάση την επικρατούσα πηγή κεφαλαίου, μπορεί να διακριθεί ως εξής:

- **Επιχειρήσεις εντάσεως εργασίας:** Η άντληση πόρων προκύπτει από την χειρωνακτική εργασία, χωρίς να υπάρχει απαίτηση για εξειδικευμένες εγκαταστάσεις υψηλής βιομηχανικής ή τεχνολογικής ανάπτυξης.
- **Επιχειρήσεις εντάσεως κεφαλαίου:** Αποτελούν την πλειοψηφία των επιχειρήσεων που ανήκουν στον δευτερογενή τομέα, λόγω της μεταποιητικής τους δραστηριότητας. Απαντάται η χρήση σύνθετου βιομηχανικού εξοπλισμού και σύγχρονων τεχνολογικών υποδομών.
- **Επιχειρήσεις εντάσεως γνώσης:** Κατηγορία στην οποία ανήκουν οι επιχειρήσεις όπου η ανθρώπινη και επιχειρησιακή γνώση, είναι η βασική πηγή πλούτου (π.χ. τεχνογνωσία, αξιοποίηση καινοτομίας, διαχείριση πληροφοριών κ.λπ.).

Οι περισσότερες επιχειρήσεις του κλάδου των Γραφικών Τεχνών, υπάγονται στις επιχειρήσεις εντάσεως κεφαλαίου, καθώς απαιτούνται σημαντικά κεφάλαια και ανά τακτά χρονικά διαστήματα, προκειμένου να πραγματοποιείται εκσυγχρονισμός και αναβάθμιση των εξοπλισμών. (Ζαβρού, 2022)

Αξίζει να σημειωθεί παρόλ' αυτά η αυξανόμενη τάση των επιχειρήσεων στην διαχείριση της εταιρικής γνώσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι ρυθμοί εκσυγχρονισμού των επιχειρήσεων Γραφικών Τεχνών στην Ελλάδα, αυξήθηκαν σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με προσθήκη νέων τεχνολογιών στην παραγωγή. Ένας ακόμη λόγος είναι η ανανέωση του προσωπικού, όπου οι έμπειροι «τεχνίτες» έπρεπε να περάσουν τυποποιημένα και μεθοδευμένα την γνώση τους, στην νέα γενιά εργαζομένων προκειμένου να διατηρηθεί αλλά και να αναβαθμιστεί εν τέλει η εταιρική γνώση.

4.2.2. Αντικείμενο δραστηριοτήτων

Ένας ακόμη τρόπος χαρακτηρισμού των επιχειρήσεων των Γραφικών Τεχνών, είναι η κατηγοριοποίησή τους ως προς το αντικείμενο δραστηριότητας, σε τέσσερις (4) κατηγορίες:

- Επιχειρήσεις Προεκτυπωτικής Δραστηριότητας
- Επιχειρήσεις Εκτυπωτικής Δραστηριότητας
- Επιχειρήσεις Μετεκτυπωτικής Δραστηριότητας
- Καθετοποιημένες Επιχειρήσεις

Σε αυτό το σημείο, δεν κρίνεται αναγκαία η περαιτέρω ανάλυση των παραπάνω υποκατηγοριών.

4.2.3. Αριθμός εργαζομένων

Λόγω της εισαγωγής αυτοματισμών στις παραγωγικές διαδικασίες, ο αριθμός των εργαζομένων στις σύγχρονες επιχειρήσεις, αλλά και ο ρυθμός αύξησής τους, διαφοροποιείται αρκετά σε σχέση με το παρελθόν. Αυτό προκύπτει ως αποτέλεσμα από το γεγονός ότι πλέον ο κλάδος των γραφικών τεχνών δεν εξαρτάται στον ίδιο βαθμό από την ανθρώπινη εργασία σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια. Σύμφωνα με ενδεικτικά οικονομικά στοιχεία των ετών 2015 – 2019 (από ελέγχους των ορκωτών λογιστών), οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις παρουσίαζαν σταθερότητα ως προς την διατήρηση του υπάρχοντος προσωπικού. Οι μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεις ανέδειξαν μια αυξητική τάση του αριθμού των εργαζομένων τους, ενώ οι επιχειρήσεις με αριθμό άνω των 50 εργαζομένων, παρουσιάζουν σταθερή αύξηση του προσωπικού τους. (Ζαβρού, 2022)

4.2.4. Οικονομικά μεγέθη

Παρακάτω παρουσιάζονται βασικά οικονομικά μεγέθη του κλάδου των Γραφικών Τεχνών στην Ελλάδα, για τα έτη 2015-2019, σύμφωνα με τον Δείκτη Βιομηχανικής Παραγωγής της ΕΛ.ΣΤΑΤ, που αποτελεί μια αξιόπιστη ένδειξη για την εξέλιξη του όγκου εργασιών της εγχώριας παραγωγής των βιομηχανικών - μεταποιητικών κλάδων (βλέπε Πίνακα 1). (ICAP (2022), Κλαδικές οικονομοτεχνικές και κοινωνικές έρευνες, 2022)

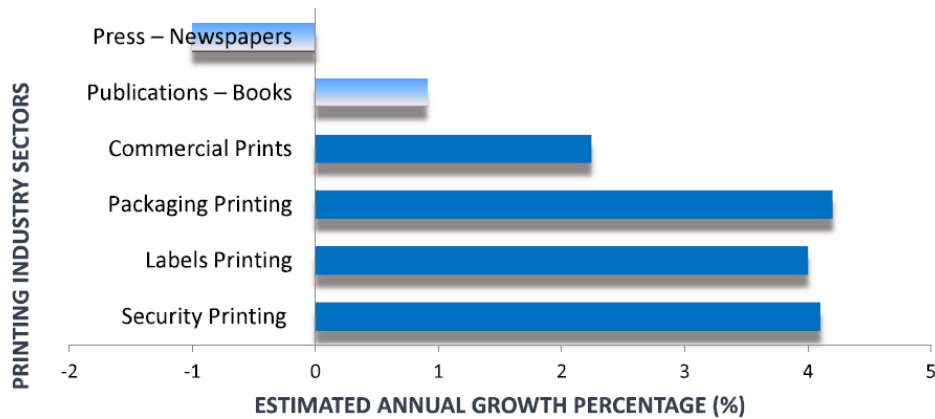
Πίνακας 6: Ομαδοποιημένος Ισολογισμός των επιχειρήσεων του κλάδου (2015 – 2019, σε €)					
ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ	2015	2016	2017	2018	2019
ΚΑΘΑΡΑ ΠΑΓΙΑ	117.809.623	118.828.453	118.092.988	125.703.330	130.552.649
ΓΗΠΕΔΑ ΟΙΚΟΠΕΔΑ	17.903.488	19.511.192	16.732.977	18.621.670	20.391.214
ΚΤΙΡΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	79.564.490	76.690.458	76.378.054	79.925.437	104.337.484
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	127.647.670	115.539.217	116.137.418	128.028.708	167.735.781
ΑΣΩΜ. ΑΚΙΝΗΤ. ΔΑΠ. ΠΟΛ. ΑΠΟΣΒ.	11.490.845	13.192.531	13.072.195	12.081.558	15.972.052
ΜΕΙΟΝ ΣΥΣΣΩΡΕΥΜΕΝΕΣ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	124.484.263	111.915.350	110.828.960	119.972.030	184.646.346
ΑΠΟΣΒ. ΚΤΙΡΙΩΝ – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	36.692.504	35.628.878	32.416.501	37.421.829	57.520.812
ΑΠΟΣΒ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓ. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	81.382.823	67.924.989	69.857.914	75.782.259	116.139.354
ΑΠΟΣΒ. ΔΑΠ. ΠΟΛ. ΑΠΟΣΒ. – ΑΣΩΜ. ΑΚΙΝ.	6.408.934	8.361.483	8.554.546	6.767.943	10.986.183
ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	1.941.996	2.176.535	2.235.880	2.698.331	3.147.419
ΣΥΜΜΕΤΟΧΕΣ	3.745.391	3.633.872	4.365.424	4.319.653	3.615.045
ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ	23.671.843	23.375.924	25.853.834	30.360.484	31.369.010
ΕΤΟΙΜΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΑ	4.953.608	5.174.862	8.465.910	5,398.423	9.577.658
ΗΜΙΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ	1.418.485	1.113.284	1.071.610	327.797	119.349
ΥΛΕΣ ΥΛΙΚΑ	17.299.748	17.067.775	16.356.311	24.634.267	21.672.006
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	91.927.665	87.381.222	91.148.159	99.935.753	104.968.898
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΕΛΑΤΩΝ ΓΡΑΜΜΑΤΙΑ ΕΙΣΠΡΑΚΤΕΑ	78.562.795	74.947.146	74.915.367	82.983.937	80.399.560
ΧΡΕΟΓΡΑΦΑ	1.990.815	2.098.494	2.198.086	2.225.421	1.872.607
ΛΟΠΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	11.374.056	10.335.574	14.034.705	14.726.396	22.696.727
ΤΑΜΕΙΟ – ΤΡΑΠΕΖΕΣ	28.987.451	28.727.157	30.619.985	27.772.540	30.230.518
ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ	262.396.575	258.312.757	265.714.972	283.772.106	297.121.075
ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ	130.910.218	123.045.306	124.488.149	126.480.808	132.468.803
ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΤΑΙΡΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ	70.352.870	67.237.188	67.441.031	68.587.453	68.802.515
ΑΠΟΘΕΜΑΤΙΚΑ	67.419.789	67.861.520	69.298.359	68.705.445	71.323.179
ΑΔΙΑΝ. ΚΕΡΑΗ ΣΥΣΣ. ΖΗΜΙΕΣ					
ΜΕΣΟ-ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	41.706.980	46.490.079	49.185.798	52.603.335	65.933.758

ΜΕΣΟΜΑΚΡ. ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ	38.950.730	43.513.261	46.064.294	49.092.314	62.173.089
ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	2.756.248	2.976.818	3.121.502	3.511.021	3.760.668
ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ	89.779.380	88.777.371	92.041.022	104.687.962	98.718.519
ΩΦΕΙΛΕΣ ΤΡΑΠΕΖΙΚΩΝ ΔΟΣΕΩΝ ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΩΝ ΔΑΝΕΙΩΝ	36.204.934	37.738.799	36.311.021	39.198.827	36.699.291
ΓΡΑΜ. ΠΛΗΡΩΤ. ΠΡΟΜΗΘ. ΠΙΣΤΩΤΕΣ	31.838.210	30.305.057	35.210.946	38.781.622	39.086.564
ΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΠΛΗΡΩΤΕΑ/ ΚΕΡΔΗ ΠΡΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗ	513.800	439.814	164.790	249.763	82.316
ΛΟΙΠΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ	18.417.440	19.293.703	19.196.954	23.732.730	21.623.737
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ	262.396.575	258.312.757	265.714.972	283.772.106	297.121.075
ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (ΠΩΛΗΣΕΙΣ)	185.287.310	193.406.902	202.525.897	221.145.427	246.477.155
ΚΟΣΤΟΣ ΠΩΛΗΣΕΩΝ	133.196.943	146.413.430	152.420.448	164.125.452	182.331.460
ΜΙΚΤΟ ΚΕΡΔΟΣ	52.090.361	46.993.473	50.105.454	57.019.971	64.145.698
ΠΡΟΜΗΘΕΙΕΣ ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤ. ΕΞΟΔΑ	3.728.129	3.166.898	3.132.307	4.301.095	3.935.641
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ	4.440.833	4.326.997	4.154.489	4.566.597	4.992.573
ΛΟΙΠΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ	45.825.646	43.873.792	44.492.988	50.005.141	54.684.067
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	5.552.001	1.959.584	4.590.282	6.749.331	8.404.705
ΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΣΟΔΑ	0	0	0	0	0
ΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ	0	0	0	0	0
ΑΠΟΣΒ. ΕΚΤΟΣ ΚΟΣΤ. ΠΩΛΗΘΕΝΤΩΝ	577.358	503.067	571.182	628.141	592.528
ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ	9.809.156	11.736.200	10.063.286	10.349.650	11.072.711
ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ	9.231.798	11.233.133	9.492.104	9.721.509	10.480.183
ΚΕΡΔΟΣ ΠΡΟ ΦΟΡΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ	4.974.645	1.456.517	4.019.100	6.121.189	7.812.176
ΕΒΙΤΔΑ	19.181.109	17.449.085	18.215.154	21.007.298	23.844.610

Πίνακας 1: Ομαδοποιημένοι Ισολογισμοί του κλάδου των Γραφικών Τεχνών για τα έτη 2015-2019

Πηγή: (ICAP (2022), Κλαδικές οικονομοτεχνικές και κοινωνικές έρευνες, 2022)

Εκτός από τα οικονομικά μεγέθη του εγχώριου βιομηχανίας των Γραφικών Τεχνών, παρακάτω παρουσιάζεται και η εκτιμώμενη ετήσια ανάπτυξη του κλάδου παγκοσμίως. Παρά τις πρότερες εκτιμήσεις για συρρίκνωση του κλάδου των εκτυπώσεων, παρουσιάζεται σταθερή ανάπτυξη ειδικά σε Ευρώπη και Αμερική. (Politis, Gamprellis, Sofias, Trochoutsos, & Tsigonias, 19-21 Sep. 2022)



Εικόνα 6: Εκτιμώμενη ανάπτυξη κλάδου των Γραφικών Τεχνών παγκοσμίως, για τα έτη 2020-2025.

Πηγή: (Politis, Gamprellis, Sofias, Trochoutsos, & Tsigonias, 19-21 Sep. 2022)

4.3. Συγκρότηση κλάδου – Ανθρώπινο Δυναμικό

Ως προς τις δεξιότητες και τα χαρακτηριστικά του ανθρώπινου δυναμικού του κλάδου των γραφικών τεχνών, εκπονήθηκε εκτεταμένη έρευνα σχετικά με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος των Γραφικών Τεχνών στην Ελλάδα. Η έρευνα παρουσιάστηκε το 2014 στο 46ο Ετήσιο Συνέδριο του Διεθνούς Κύκλου Πανεπιστημίων Γραφικών Τεχνών. (Tsigonias, et al., 2014)

Σύμφωνα με την έρευνα, οι επαγγελματικοί τύποι προσωπικότητας που αντιπροσωπεύουν τις ανάγκες του κλάδου, κατά Holland, είναι ο Ρεαλιστικός, ο Ερευνητικός και ο Επιχειρηματικός τύπος επαγγελματικής προσωπικότητας. Οι εργαζόμενοι που έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να απορροφηθούν από τον κλάδο είναι εκείνοι οι οποίοι:

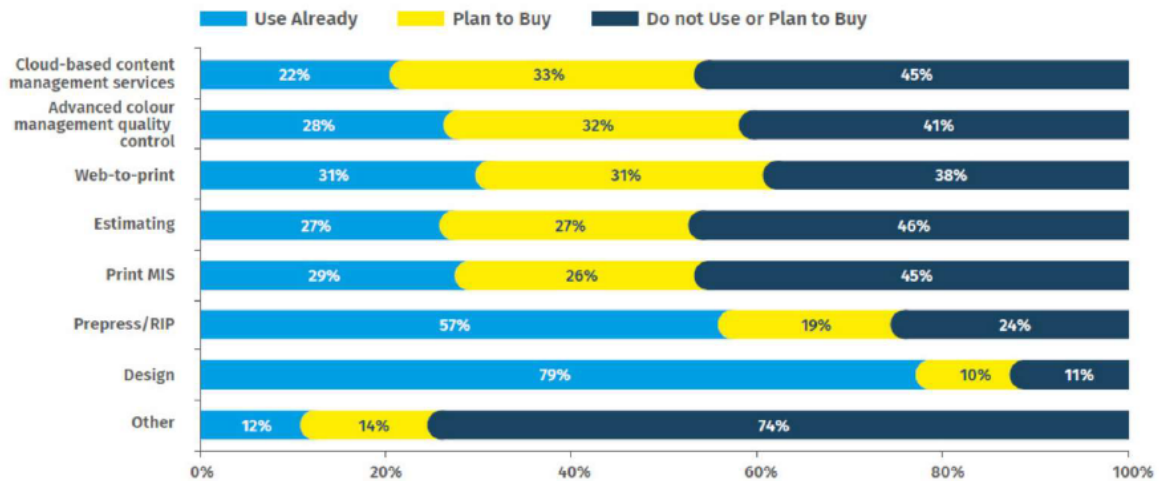
- Έχουν υψηλές χειρωνακτικές δεξιότητες, με έμφαση στη γενικώς τεχνική κατάρτιση.
- Διαθέτουν ερευνητικό πνεύμα, με ιδιαίτερο προσανατολισμό στην επίλυση προβλημάτων και την εύρεση βελτιώσεων.
- Χαρακτηρίζονται από επιχειρηματικό «δαμόνιο», εντοπίζοντας τις απαιτούμενες ευκαιρίες στην αγορά και προσαρμόζοντας το πεδίο εφαρμογών της επιχείρησης, ανάλογα με τις υπάρχουσες ανάγκες ανά περίοδο.

Παρόλ'αυτά, οι σύγχρονες εργασιακές συνθήκες, αναδεικνύουν την ανάγκη για νέες ψηφιακές δεξιότητες. Η μελέτη των Ευρωπαϊκών φορέων της Βιομηχανίας Γραφικών Τεχνών, που εκπονήθηκε το 2014 και αφορούσε τις μελλοντικές δεξιότητες του κλάδου, είχε ήδη προβλέψει την ανάγκη για δεξιότητες χειρισμού cross media, βάσεων δεδομένων και MIS συστημάτων, δεξιότητες χρήσης νέων τεχνολογιών αλλά και κατανόησης λειτουργίας πληθώρας αυτοματισμών κ.α.

4.4. Συγκρότηση κλάδου – Τεχνολογικές υποδομές

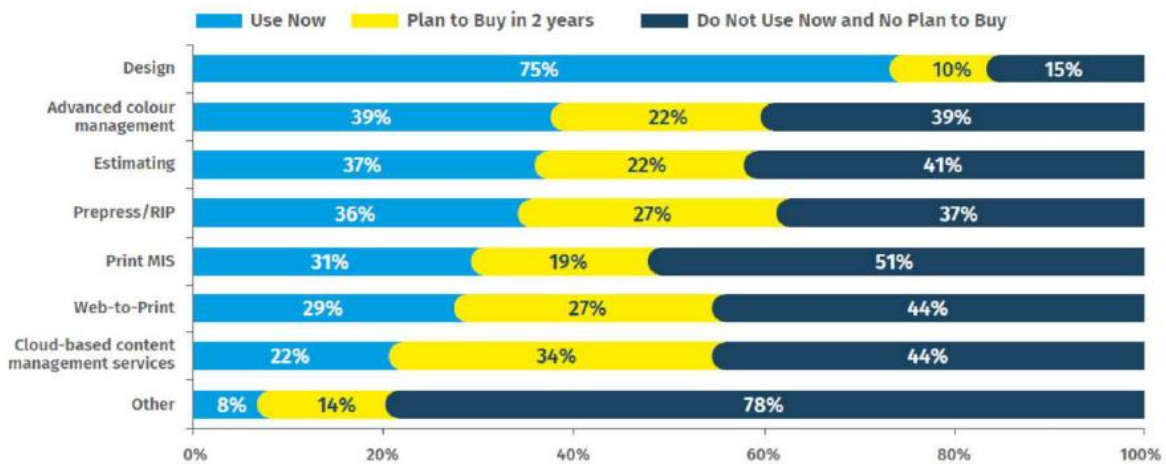
Η Ελληνική βιομηχανία καταβάλλει μεγάλες προσπάθειες να ακολουθήσει την Ευρωπαϊκή αγορά ως προς τις τεχνολογικές εξελίξεις. Οι Ελληνικές επιχειρήσεις δαπανούν ποσά για υλικοτεχνικές υποδομές, στερούνται ωστόσο σωστής μελέτης για την αξιοποίησή τους, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν στο τέλος μέχρι και προβλήματα βιωσιμότητας, λόγω των παραπάνω λανθασμένων επιλογών.

Επιπρόσθετα, η αυξανόμενη τάση των επενδύσεων σε μηχανικό εξοπλισμό, δηλώνει την αναγκαιότητα για άμεση παρακολούθηση του συνόλου του εξοπλισμού από μία κεντρική βάση η οποία θα παρέχει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Παρακάτω, παρουσιάζεται ενδεικτικά η τάση των επιχειρήσεων παγκοσμίως για επένδυση σε λογισμικά και συστήματα παρακολούθησης των εξοπλισμών τους α) στον κλάδο των εμπορικών εκτυπώσεων και β) στον κλάδο των εκτυπώσεων συσκευασίας.



Εικόνα 7: Κατοχή ή ενδεχόμενο πλάνο απόκτησης ψηφιακών συστημάτων στον κλάδο των εμπορικών εκτυπώσεων.

Πηγή: (Gamprellis, και συν., 19-23 Sep. 2021)



Εικόνα 8: Κατοχή ή ενδεχόμενο πλάνο απόκτησης ψηφιακών συστημάτων στον κλάδο των εκτυπώσεων συσκευασίας.

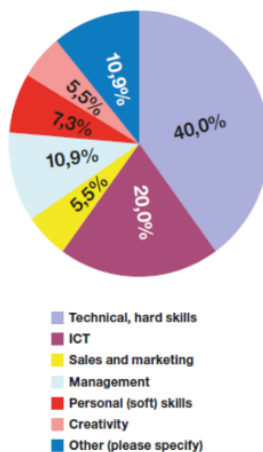
Πηγή: (Gamprellis, και συν., 19-23 Sep. 2021)

4.5. Μετασχηματισμός του κλάδου – Αναγκαιότητα για νέες δεξιότητες

Ακολουθώντας την παγκόσμια τάση, τόσο το σύνολο του μεταποιητικού κλάδου της οικονομίας γενικά, όσο και η ελληνική βιομηχανία των Γραφικών Τεχνών ειδικά, στρέφεται στον ψηφιακό μετασχηματισμό. Οι αυτοματισμοί αλλά και οι τεχνολογικές καινοτομίες έχουν εισέλθει σε όλους τους τομείς των Γραφικών Τεχνών, από την εισαγωγή της εργασίας στην παραγωγική ροή μέχρι και την ολοκλήρωσή της.

Όλο και περισσότερες επιχειρήσεις επιλέγουν να συνδέσουν τον εξοπλισμό της παραγωγή τους με MIS συστήματα, προκειμένου να μπορούν να παρακολουθούν την ροή της παραγωγής και να λαμβάνουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την πορεία των εργασιών τους, την τήρηση του προγραμματισμού της παραγωγής, την κατάσταση του εξοπλισμού, την παρακολούθηση των αποθεμάτων και την διακίνηση των προϊόντων τους, βάζοντας ενεργά τις Γραφικές Τέχνες στο επίκεντρο της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης.

Ο παραπάνω μετασχηματισμός δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί, χωρίς την κάλυψη της αναγκαιότητας για νέες δεξιότητες των ανθρωπίνων πόρων. Οι νέες αυτές δεξιότητες οφείλουν να ικανοποιούν τόσο τις απαιτήσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού των επιχειρήσεων, αλλά και να καλύπτουν τις τεχνολογικές εξελίξεις σε αυτοματισμούς, που είναι ραγδαίες για τον κλάδο των Γραφικών Τεχνών. Λόγω της αυξημένης ροής πληροφοριών και την αυτοματοποίησης των υπηρεσιών αλλά και της παραγωγής, όλο και περισσότεροι εργαζόμενοι καλούνται να έχουν καλή γνώση και εξοικείωση με πληθώρα MIS συστημάτων, με σύγχρονες κονσόλες ελέγχου, με δίκτυα, με διαχείριση δεδομένων κ.λπ. , αλλάζοντας έτσι την φύση των απαιτούμενων προσόντων, ακόμα και για τις θέσεις παραγωγής.



Skills needed in the Graphic Arts Sector

1. Technical, Hard Skills 40%
2. ICT 20%
3. Management 10,9%
4. Personal (soft) skills 7,3%
5. Creativity 5,5%
5. Sales and marketing 5,5%

Source: Future Skills in the Graphical Industry (INTERGRAPH et al., 2014)

In the Printing Sector transition ICT skills - networking, cloud sourcing, bigdata are increasing - depressing all other skills needed

Εικόνα 9: Μελλοντικές απαιτήσεις προσόντων για τον κλάδο των Γραφικών Τεχνών. Παρ'ότι το 40% των απαιτούμενων προσόντων, αφορούν την χειρωνακτική επιδεξιότητα, αυτό αναμένεται να μειωθεί, καθώς ο υψηλός βαθμός αυτοματοποίησης των μηχανών θα επιφέρει αλλαγές στον τρόπο αλλά και στον βαθμό με τον οποίο θα αλληλεπιδρούν οι χειριστές με τις μηχανές.

Πηγή: (Tsigonias, The global development prospects of the graphic arts industry and sustainability through integration into educational curricula - a Hellenic Case study, 2022)

Κεφάλαιο 5ο: Εμπειρία χρήστη και αλληλεπίδραση ανθρώπου μηχανής στο περιβάλλον της βιομηχανίας εκτυπώσεων

5.1. Χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής στον κλάδο των εκτυπώσεων

Η αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής (HMI) στη βιομηχανία εκτυπώσεων διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας και της ποιότητας των διαδικασιών εκτύπωσης. Η αλληλεπίδραση αυτή περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, από την αρχική ρύθμιση και λειτουργία των εκτυπωτικών μηχανών έως τη συντήρηση και τον έλεγχο ποιότητας. Οι χειριστές εμπλέκονται με διάφορους τύπους μηχανών εκτύπωσης, συμπεριλαμβανομένων των ψηφιακών, των φλεξογραφικών εκτυπωτικών μηχανών αλλά και των εκτυπωτικών μηχανών Offset, χρησιμοποιώντας πίνακες ελέγχου, οθόνες αφής και διεπαφές λογισμικού για τη διαμόρφωση και την παρακολούθηση των ρυθμίσεων της μηχανής.

Για παράδειγμα, μπορεί να ρυθμίζουν παραμέτρους εκτυπωσιμότητας (π.χ. πίεση ή ποσότητα μελανιών) ή εκτυπωτικής ποιότητας (σύμπτωση χρωμάτων). Κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης, οι χειριστές παρακολουθούν συνεχώς την απόδοση της μηχανής, κάνοντας ρυθμίσεις σε πραγματικό χρόνο για να διορθώσουν τυχόν προβλήματα και να διατηρήσουν σταθερή ποιότητα εξόδου. Η τακτική συντήρηση, όπως ο καθαρισμός και η αντικατάσταση φθαρμένων περιφερειακών αναλωσίμων, είναι ζωτικής σημασίας για την μείωση των νεκρών χρόνων και τη διασφάλιση της μακροζωίας των μηχανών, κάτι το οποίο διασφαλίζεται μέσα από ενδείξεις της ίδιας της μηχανής για τυχόν απαιτούμενες συντηρήσεις ή αντικαταστάσεις ανταλλακτικών.



Εικόνα 10: Χειριστής εν ώρα λειτουργίας της εκτυπωτικής μηχανής
Πηγή: (Heidelberg Offset Printing Machine On Machine Dalal, 2024)

5.2. Αλληλεπίδραση ανθρώπου - μηχανής στην μέθοδο εκτύπωσης Offset

Στην εκτύπωση Offset, η αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής είναι ιδιαίτερα περίπλοκη, λόγω της πολυπλοκότητας της σχετικής τεχνολογίας. Η παραγωγική διαδικασία ξεκινά με την προετοιμασία της εκτυπωτικής μηχανής. Το προς εκτύπωση υπόστρωμα εισάγεται στην μηχανή από τους χειριστές, οι πλάκες εκτύπωσης τοποθετούνται ημιαυτόματα στους κυλίνδρους των πλακών καθώς επίσης ρυθμίζονται τα μελανεία των πύργων εκτύπωσης, για να επιτύχουν την επιθυμητή χρωματική ισορροπία. Η διαμόρφωση της τροφοδοσίας χαρτιού και η ρύθμιση των εκτυπωτικών συμπτώσεων είναι επίσης κρίσιμες εργασίες για να διασφαλιστεί η ποιότητα του εκτυπωτικού αποτελέσματος.

Κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης, οι χειριστές πρέπει να παρακολουθούν όλες τις ενδείξεις της μηχανής και να κάνουν τις ανάλογες διορθώσεις, ώστε να παραμένει η εκτυπωτική διαδικασία αλλά και τα παραγόμενα προϊόντα εντός προδιαγραφών. Παρακολουθούν συνεχώς την εκτυπωτική μηχανή, κάνοντας σε πραγματικό χρόνο προσαρμογές στις αναλογίες μελανιού-νερού, στις ρυθμίσεις πίεσης και στους μηχανισμούς τροφοδοσίας χαρτιού.

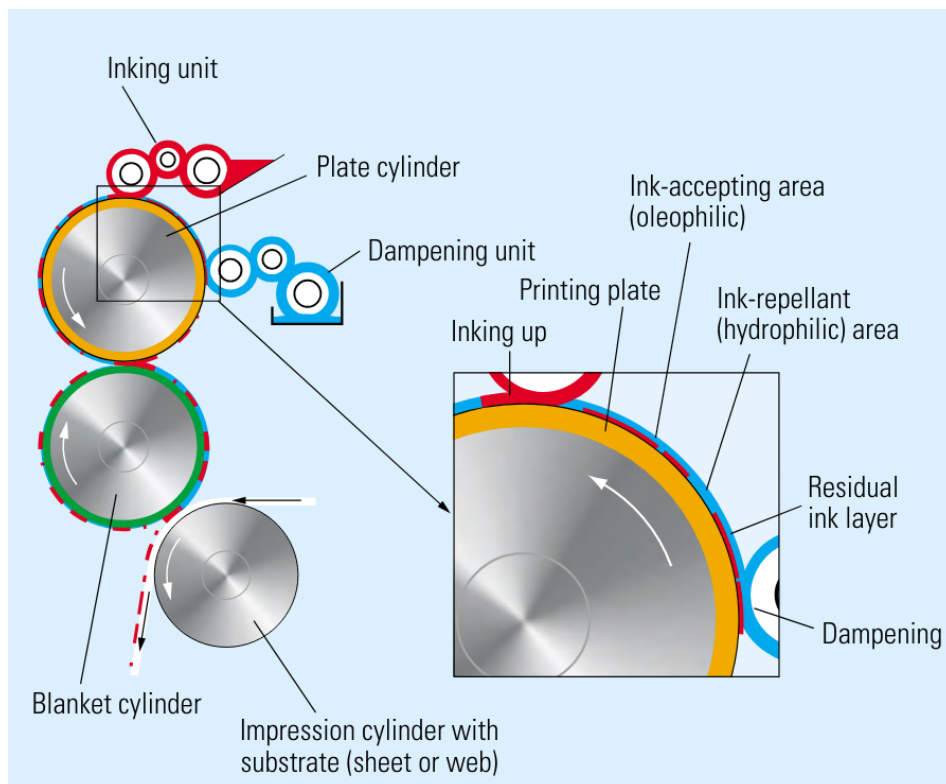
Εκτός από τον χειρισμό και την παρακολούθηση της μηχανής, η τακτική συντήρηση είναι απαραίτητη στην εκτύπωση Offset, με τους χειριστές να εκτελούν αυτόματες διαδικασίες καθαρισμού των κυλίνδρων μελάνωσης, να επιθεωρούν και να αντικαθιστούν τα αναλώσιμα στους κυλίνδρους μεταφοράς του εκτυπωτικού θέματος και τους κυλίνδρους αποτύπωσης και να λιπαίνουν τα κινούμενα μέρη για την αποφυγή μηχανικών βλαβών. Όταν προκύπτουν ζητήματα μηχανολογικού ή λογισμικού επιπέδου, απαιτείται εξειδικευμένη αντιμετώπιση προβλημάτων για τη γρήγορη διάγνωση και επίλυση των προβλημάτων, ελαχιστοποιώντας τις διακοπές της παραγωγής.

Ο ποιοτικός έλεγχος που εκτελούν οι χειριστές κατά την εκτυπωτική διαδικασία περιλαμβάνει λεπτομερείς επιθεωρήσεις των εκτυπωμένων φύλλων για ελαττώματα όπως κηλίδες μελανιού, έλλειψη συμπτώσεων μεταξύ των χρωμάτων ή ασυνέπειες χρώματος, με τους ίδιους να κάνουν τις απαραίτητες προσαρμογές για να διασφαλίσουν ότι η τελική παραγωγή πληροί τα αυστηρά πρότυπα ποιότητας. Αυτό το επίπεδο αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής στην εκτύπωση Offset υπογραμμίζει τον κρίσιμο ρόλο των εξειδικευμένων χειριστών στη διαχείριση των εξελιγμένων μηχανημάτων και στην επίτευξη σταθερής, υψηλής ποιότητας παραγωγής.

5.3. Η εκτυπωτική μέθοδος Offset

Η εκτύπωση Offset, γνωστή και ως λιθογραφία, είναι μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδος εκτύπωσης όπου το προς εκτύπωση θέμα μεταφέρεται από μια εκτυπωτική πλάκα σε μία ελαστική επιφάνεια και στη συνέχεια στο προς εκτύπωση υπόστρωμα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται "Offset" επειδή η μεταφορά της προς εκτύπωση εικόνας δεν γίνεται απευθείας στο χαρτί, αλλά περνάει από το ενδιάμεσο στάδιο της ελαστικής επιφάνειας (blanket). Ο κύκλος εργασίας της μεθόδου Offset ξεκινά με την μεταφορά του προς εκτύπωση θέματος σε μια εκτυπωτική πλάκα, είτε μέσω φωτογραφικών τεχνικών είτε μέσω σύγχρονων μεθόδων, όπως η τεχνολογία CTP (computer-to-plate). (Kipphan, 2001)

Στη διαδικασία εκτύπωσης Offset οι εκτυπωτικές και μη εκτυπωτικές περιοχές της πλάκας βρίσκονται πρακτικά σε ένα επίπεδο. Οι περιοχές που πρόκειται να τυπωθούν στη εκτυπωτική πλάκα είναι ελαιόφιλες (άρα υδρόφοβες) και δέχονται μελάνι. Οι μη εκτυπωτικές περιοχές της πλάκας εκτύπωσης είναι υδρόφιλες, συνεπώς ελαιόφοβες στη συμπεριφορά, άρα δεν συγκρατούν μελάνι κατά την διαδικασία της μελάνωσης. (Kipphan, 2001)



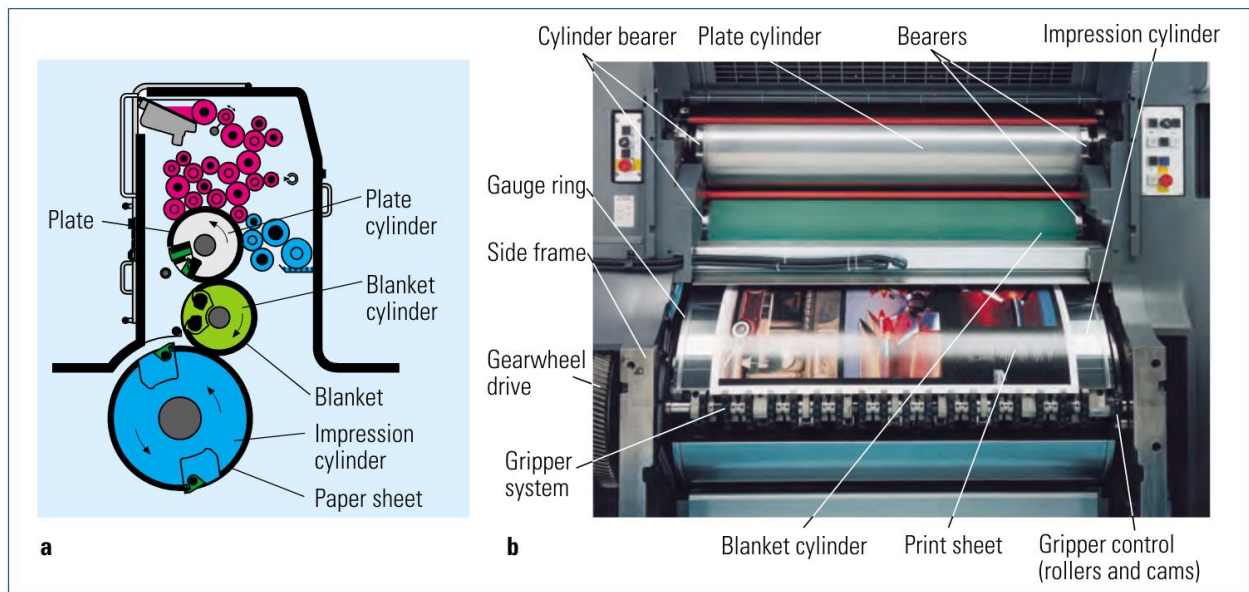
Εικόνα 11: Απεικόνιση βασικής αρχής μεθόδου εκτύπωσης Offset.

Πηγή: (Kipphan, 2001)

Το σύστημα ύγρανσης καλύπτει τις μη εκτυπωτικές περιοχές της εκτυπωτικής πλάκας με ένα λεπτό φιλμ διαλύματος ύγρανσης. Αυτό το υγραντικό διάλυμα (νερό και πρόσθετα) απλώνεται στις περιοχές που δεν εκτυπώνονται. Για να επιτευχθεί καλή διαβροχή, η επιφανειακή τάση μειώνεται με τα απαραίτητα πρόσθετα εντός του υγραντικού διαλύματος. Σε ακραίες περιπτώσεις, η υπερβολική μείωση της επιφανειακής τάσης του διαλύματος ύγρανσης μπορεί να οδηγήσει σε πολύ μεγάλη γαλακτωματοποίηση του μελανιού εκτύπωσης και του διαλύματος ύγρανσης, με αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνεται ακριβής διαχωρισμός των περιοχών εκτύπωσης και μη εκτύπωσης στην πλάκα κατά τη

μελάνωση. Η τέλεια διαδικασία εκτύπωσης Offset εξαρτάται από πολλές χημικές και φυσικές ιδιαιτερότητες των υλικών και των συστατικών που εμπλέκονται στη διαδικασία. (Kipphan, 2001)

Στη συνέχεια, η πλάκα εκτύπωσης – συνήθως ένα μεταλλικό φύλλο αλουμινίου, πάχους έως 0,3 mm – που φέρει τα στοιχεία εικόνας του αντίστοιχου χρωματικού διαχωρισμού, τοποθετείται στην κατάλληλη εκτυπωτική μονάδα, στον κύλινδρο όπου υποδέχεται την εκτυπωτική πλάκα (printing plate drum). Με εφαρμογή πίεσης, το μελάνι που έχει αποτυπωθεί στην εκτυπωτική πλάκα, μεταφέρεται σε στον ακριβώς επόμενο κύλινδρο που εφάπτεται με αυτόν της εκτυπωτικής πλάκας, ο οποίος φέρει επένδυση από καουτσούκ (blanket drum). Η μεταφορά του προς εκτύπωση θέματος στην επιφάνεια του καουτσούκ, είναι που προσδίδει στην εκτυπωτική μέθοδο τον χαρακτηρισμό της έμμεσης εκτύπωσης, καθώς το μελάνι δεν μεταφέρεται απευθείας στο υπόστρωμα. (Kipphan, 2001)



Εικόνα 12: Απεικόνιση πύργου μηχανής Offset.

Πηγή: (Kipphan, 2001)

Το προς εκτύπωση υπόστρωμα, περνάει διαδοχικά από όλους τους πύργους εκτύπωσης (printing units) της εκτυπωτικής μηχανής, ακολουθώντας μία διαδρομή ανάμεσα στον κύλινδρο του καουτσούκ και στον αμέσως επόμενο κύλινδρο που εφάπτεται με αυτόν του καουτσούκ, που είναι ο κύλινδρος της πίεσης (impression drum). Μέσω εφαρμογής πίεσης από τον κύλινδρο πίεσης προς το καουτσούκ, το προς εκτύπωση υπόστρωμα δέχεται την απαιτούμενη πίεση και επιτυγχάνεται η μεταφορά του μελανιού από το καουτσούκ στο υπόστρωμα. Το υπόστρωμα περνάει από όσους εκτυπωτικούς κυλίνδρους απαιτεί η δουλειά, ώστε να αποτυπωθεί ολοκληρωμένα το προς εκτύπωση θέμα.

Για την επίτευξη έγχρωμης εκτύπωσης, γίνεται συνήθως χρήση των τεσσάρων βασικών χρωμάτων εκτύπωσης (Cyan, Magenta, Yellow, Black), τα οποία τυπώνονται το καθένα ξεχωριστά στον δικό του πύργο εκτύπωσης, και κατ'επέκταση με την δική του εκτυπωτική πλάκα. Η σύμπτωση των χρωμάτων μεταξύ τους, αποτελεί βασικό σημείο για την διασφάλιση υψηλής ποιότητας στο εκτυπωτικό αποτέλεσμα. Κρίσιμο επίσης σημείο, δεν είναι μόνο η σύμπτωση των χρωμάτων μεταξύ τους, αλλά και η σωστή τοποθέτησή τους στο υπόστρωμα, η οποία οφείλει να διασφαλίζεται όχι μόνο με την

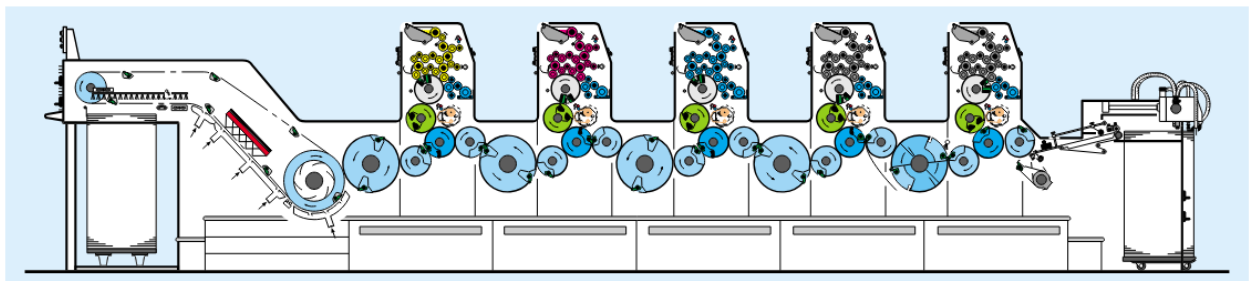
είσοδο του υποστρώματος στην μηχανή, αλλά και καθ'όλη την διάρκεια της εκτύπωσης. (Kipphan, 2001)



Εικόνα 13: Αποτύπωση εικόνας με χρήση τετραχρωμίας.

Πηγή: (Spot Color Vs. 4-Color Process, 2024)

Η διαδρομή του υποστρώματος σε μία μηχανή Offset, είτε πρόκειται για μηχανή που τυπώνει φύλλα (sheet-fed press) είτε πρόκειται για μηχανή που τυπώνει ρολά (web-fed press), ξεκινάει στην εισαγωγή της μηχανής (feeder). Η εισαγωγή του υποστρώματος στην μηχανή διασφαλίζει την ομαλή μεταφορά του από πύργο σε πύργο, μέχρι την τελική ολοκλήρωση της εκτύπωσης και την έξοδο του στην εξαγωγή της μηχανής (delivery). (Kipphan, 2001)



Εικόνα 14: Απεικόνιση τυπικής μηχανής sheet-fed μηχανής Offset.

Πηγή: (Kipphan, 2001)

Κεφάλαιο 6^ο: Διεξαγωγή πειραματικού μέρους

6.1. Εισαγωγή

Ο στόχος της παρούσας έρευνας είναι να παρατηρήσει και να αναλύσει τη συμπεριφορά των χειριστών εκτυπωτικών μηχανών Offset, χρησιμοποιώντας έναν προσομοιωτή εκτύπωσης που αναπαράγει το ακριβές περιβάλλον εκτυπωτικών μηχανών της εταιρείας Heidelberg. Η μελέτη αυτή αποσκοπεί στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της ακρίβειας των χειριστών σε δύο συγκεκριμένα σενάρια:

- Πρώτον, στην ανίχνευση μιας σκόπιμης μετατόπισης δύο (2) χιλιοστών του προς εκτύπωση θέματος.
- Δεύτερον, στην πλοήγηση στο λογισμικό του πιεστηρίου για την εύρεση και την προσαρμογή των προδιαγραφών της εργασίας.

Η εξαγωγή αποτελεσμάτων από αυτή την έρευνα θα συμβάλουν στον εντοπισμό πιθανών τομέων για τη βελτίωση της χρηστικότητας, του σχεδιασμού και της λειτουργικότητας των διεπαφών λογισμικού εκτυπωτικών μηχανών, αλλά και στην ανάδειξη σημείων των προσομοιωτών που χρήζουν βελτίωσης. Οι βελτιώσεις αυτές αποσκοπούν στην ενίσχυση της απόδοσης των χειριστών, στη μείωση των σφαλμάτων και στην αύξηση της συνολικής ποιότητας και αποδοτικότητας στη βιομηχανία εκτυπώσεων Offset.

6.2. Σχεδιασμός της έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη σε ελεγχόμενο εργαστηριακό περιβάλλον του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, με τη χρήση του εξελιγμένου προσομοιωτή εκτύπωσης Sinapse, που αντικατοπτρίζει την κονσόλα ελέγχου των εκτυπωτικών μηχανημάτων της Heidelberg, εξασφαλίζοντας την ρεαλιστική απεικόνιση μίας πραγματικής εκτυπωτικής μηχανής Offset. Δύο ομάδες χειριστών εκτυπωτικών μηχανών Offset, χωρισμένες σε αρχάριους και προχωρημένους χειριστές, επιλέχθηκαν για να συμμετάσχουν στη μελέτη. Κάθε συμμετέχων δοκιμάστηκε σε δύο διαφορετικές εργασίες: η πρώτη περιλαμβάνει τον εντοπισμό μιας σκόπιμης μετατόπισης δύο (2) χιλιοστών του προς εκτύπωση θέματος σε σχέση με την σωστή του τοποθέτηση στο προς εκτύπωση υπόστρωμα, ενώ η δεύτερη απαιτεί την πλοήγηση στο λογισμικό της εκτυπωτικής μηχανής, για τον εντοπισμό και την προσαρμογή των προδιαγραφών της εργασίας

Με την χρήση ενός συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, πραγματοποιήθηκε παρακολούθηση και την καταγραφή των κινήσεων της ίριδας των ματιών των χειριστών, καταγράφοντας δεδομένα σχετικά με την οπτική προσοχή, τα σημεία σταθεροποίησης και τα μοτίβα παρατήρησης. Τα αποτελέσματα του συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι χειριστές αλληλεπιδρούν με τη διεπαφή του προσομοιωτή. Επιπλέον, μέσω της καταγραφής οθόνης κατά την διάρκεια της διεξαγωγής της έρευνας, κατεγράφησαν οι ενέργειες των χειριστών κατά τη διάρκεια των εργασιών, επιτρέποντας τη διεξοδική ανάλυση των ακολουθιών αλληλεπίδρασης και των διαδικασιών λήψης αποφάσεων.

Τέλος, διεξήχθησαν σύντομες ερωτήσεις μετά την εκτέλεση της εργασίας, για τη συλλογή ποιοτικών ανατροφοδοτήσεων σχετικά με την εμπειρία του χρήστη, συμπεριλαμβανομένων των δυσκολιών που αντιμετωπίστηκαν και των προτάσεων για βελτιώσεις της διεπαφής.

6.3. Δείγμα συμμετεχόντων

Οι συμμετέχοντες στην παρούσα μελέτη χωρίστηκαν σε δύο διαφορετικές ομάδες, ώστε να υπάρξει συγκριτική ανάλυση των διαφορετικών επιπέδων εμπειρίας. Η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από έμπειρους χειριστές (πέντε χειριστές), συμπεριλαμβανομένων τελειόφοιτων σπουδαστών του Τμήματος Τεχνολογίας Γραφικών Τεχνών οι οποίοι εργάζονται στον κλάδο των εκτυπώσεων αλλά και επαγγελματιών με πολυετή εμπειρία στην εκτύπωση Offset. Η δεύτερη ομάδα περιλάμβανε αρχάριους χειριστές (τέσσερις χειριστές), όπως προπτυχιακούς φοιτητές της κατεύθυνσης Τεχνολογίας Γραφικών Τεχνών ή χειριστές που ήταν σχετικά νέοι στον κλάδο, χωρίς να έχουν πρότερη εμπειρία με συναφή επαγγέλματα. Πριν την διεξαγωγή της έρευνας, πραγματοποιήθηκε σύντομη έρευνα αναφορικά με τους επιλαχόντες/προτεινόμενους συμμετέχοντες, ώστε να πληρούν τα βασικά κριτήρια συμμετοχής.

Αναφορικά με την ομάδα των έμπειρων χειριστών, κρίθηκε αναγκαίο να υπάρχουν συμμετέχοντες από όλες τις εργασιακές βαθμίδες, καθώς η κάθε θέση καλείται να λύσει διαφορετικής φύσης προβλήματα και με διαφορετική προσέγγιση. Κατά συνέπεια η εμπειρία κάθε συμμετέχοντα, σε συνδυασμό με την καθημερινή του ρουτίνα στην θέση εργασίας τους, διαμόρφωσε ένα μοναδικό για τον καθένα πλαίσιο, βάσει του οποίου οδηγήθηκαν στην επίλυση των ερωτημάτων που τους τέθηκαν.

6.4. Εξοπλισμός πειραματικής διάταξης

6.4.1. Προσομοιωτής εκτυπωτικών μηχανών Offset Sinapse Printing Simulator

Οι προσομοιωτές εκτύπωσης αποτελούν βασικά εργαλεία στη σύγχρονη βιομηχανία εκτύπωσης, παρέχοντας ένα ασφαλές και οικονομικά αποδοτικό περιβάλλον για την εκπαίδευση των χειριστών, τη δοκιμή νέων τεχνικών και τη βελτίωση της συνολικής αποδοτικότητας κατά την διάρκεια της παραγωγής. Οι προσομοιωτές εκτύπωσης αποτελούν μία σχετικά σύγχρονη έννοια, καθώς οι τεχνολογικές εξελίξεις αυτού του είδους στον κλάδο των εκτυπώσεων, άνθισαν τα τελευταία 20 χρόνια.

Η χρήση προσομοιωτών εκτύπωσης έχει σημαντικό αντίκτυπο στην αποδοτικότητα κόστους για την εκτυπωτική βιομηχανία. Παρέχοντας ένα ρεαλιστικό περιβάλλον εκπαίδευσης, χωρίς την ανάγκη χρήσης Α' Υλών, μειώνει το κόστος που σχετίζεται με το χαρτί, τα μελάνια, τη φθορά των μηχανημάτων, την εκπομπή ρύπων, την δαπάνη άσκοπων εργατικών ωρών με υψηλά ποσοστά φύρας αλλά και των νεκρών χρόνων. Με αυτόν τρόπο επιτυγχάνεται εκπαίδευση των νέων χειριστών, χωρίς υψηλές προβλεπόμενες δαπάνες.

Στην αγορά διατίθενται αρκετοί προσομοιωτές εκτύπωσης, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που έχουν αναπτυχθεί από μεγάλες εταιρείες εκτύπωσης, όπως η Heidelberg®, η MANroland®, η KBA®

κ.α. , οι οποίες όμως επικεντρώνονται στα ιδιόκτητα συστήματά τους, λόγω του υψηλού κόστους των εκτυπωτικών μηχανών. Με αυτόν τον τρόπο προσφέρουν εξειδικευμένη και ελεγχόμενη εκπαίδευση των χειριστών, αλλά και πρόσβαση στην διεπαφή και στις λειτουργίες των εκτυπωτικών μηχανών, προσφέροντας ευκολότερη επίδειξη των εκτυπωτικών μηχανών στους δυνητικούς αγοραστές.

Ωστόσο, ο προσομοιωτής εκτύπωσης Sinapse ξεχωρίζει για τα προηγμένα χαρακτηριστικά του και τη ρεαλιστική αναπαραγωγή του περιβάλλοντος εκτύπωσης Offset. Σε αντίθεση με τους προσομοιωτές μεγάλων εταιρειών εκτύπωσης, οι οποίοι είναι προσαρμοσμένοι σε συγκεκριμένα ιδιόκτητα συστήματα, ο προσομοιωτής εκτύπωσης Sinapse προσφέρει μια ευέλικτη και ολοκληρωμένη εμπειρία εκπαίδευσης που εφαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα τύπων εκτυπωτικών μηχανών.



Εικόνα 15: Χειρισμός μηχανής μέσω χρήσης του προσομοιωτή της Sinapse.

Πηγή: (More realistic training with Touch console configuration, 2024)

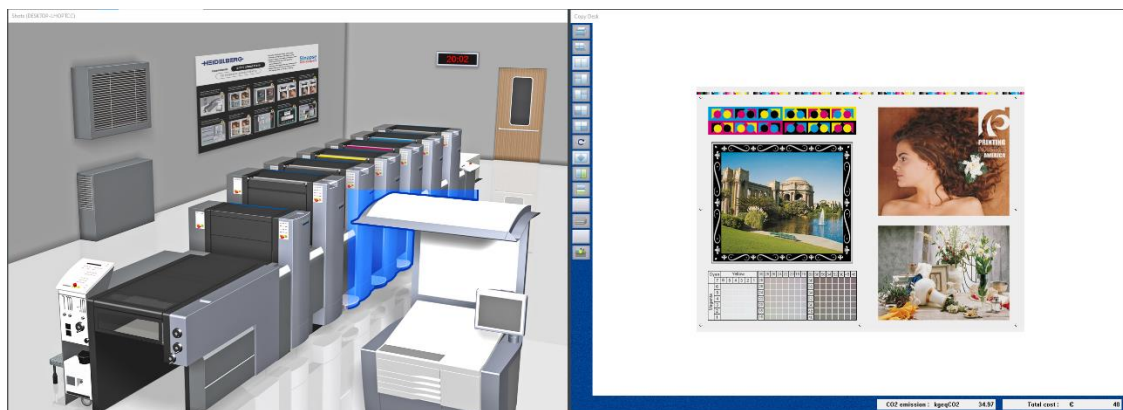
Επιτυγχάνοντας την συνεργασία τόσο με την Heidelberg® όσο και με τη Manroland®, η Sinapse κατόρθωσε να προσαρμόσει τον προσομοιωτή της στο περιβάλλον των μοντέλων εκτυπωτικών μηχανών, των παραπάνω εταιρειών. Το φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον εργασίας του και οι λεπτομερείς δυνατότητες προσομοίωσης παρέχουν στους χειριστές μια εμπειρισταωμένη κατανόηση των λειτουργιών μίας εκτυπωτικής μηχανής, της αντιμετώπισης προβλημάτων και αλλά και της απαιτούμενης συντήρησης.

Ο προσομοιωτής που επιλέχθηκε, αφορά μηχανές Offset φύλλου (sheet-fed), που σημαίνει ότι η τροφοδοσία υλικού γίνεται με φύλλα και όχι με ρολά υλικού. Η επιλογή αυτή έγινε με γνώμονα το γεγονός ότι η συντριπτική πλειοψηφία των εκτυπωτικών μηχανών Offset στην ελληνική αγορά είναι φύλλου και όχι ρολού. Η διάταξη λειτουργίας του προσομοιωτή έγινε σε υπολογιστή με διπλή οθόνη, για μεγαλύτερη ευελιξία και ευκολία στη χρήση του προσομοιωτή, αλλά και για να υπάρχει σε παράλληλη λειτουργία το καταγραφικό της οθόνης, το οποίο συλλέγει δεδομένα από την ταυτόχρονη ιριδοσκοπική ιχνηλάτιση των συμμετεχόντων.

6.4.2. Πλοήγηση στις βασικές οθόνες της διεπαφής του προσομοιωτή Sinapse

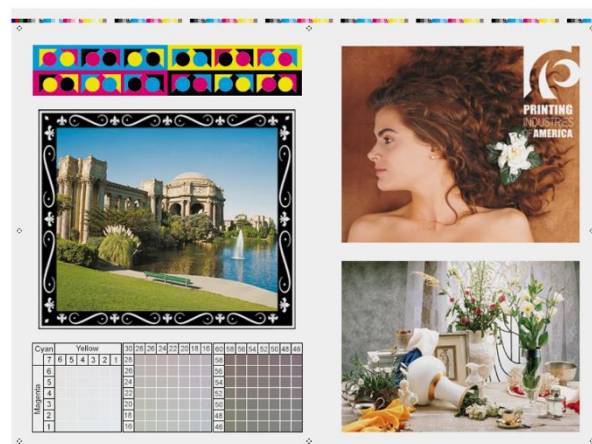
Παρακάτω, περιγράφονται οι βασικές οθόνες στις οποίες θα χρειαστεί να πλοηγηθούν οι συμμετέχοντες, προκειμένου να εκτελέσουν τις ενέργειες που απαιτούνται ώστε να ολοκληρώσουν τα ζητούμενα των δύο εργασιών. Η παρακάτω περιγραφή αφορά μόνο τις οθόνες εκείνες οι οποίες είναι ενεργές προς χρήση στον προσομοιωτή, καθώς κάποιες από αυτές μπορεί να αφορούν χειροκίνητες ενέργειες, οι οποίες όμως δεν μπορούν να αποτυπωθούν ψηφιακά ή αφορούν λειτουργίες περιφερειακών εξοπλισμών που εντάσσονται στην μηχανή.

1. Αρχική οθόνη:



Εικόνα 16: Αρχική οθόνη με απεικόνιση της μηχανής (αριστερά) και της κονσόλας ελέγχου του προς εκτύπωση φύλλου (δεξιά).

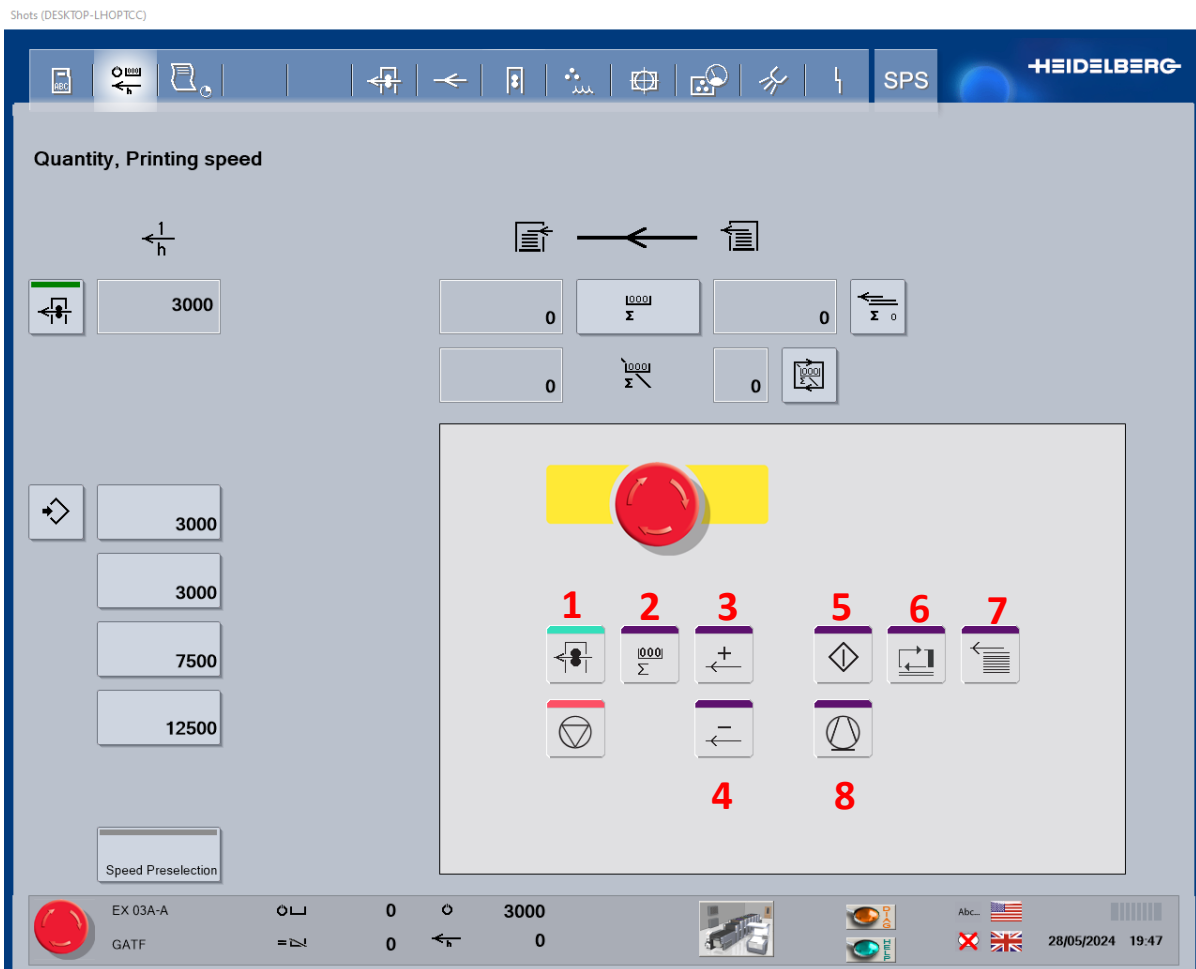
Πηγή: Sinapse Print Simulator Software



Εικόνα 17: Μεγέθυνση του προς εκτύπωση θέματος.

Κατά την εκκίνηση του προσομοιωτή, εμφανίζονται οι παραπάνω οθόνες. Αριστερά παρουσιάζεται η διάταξη της μηχανής και αριστερά η κονσόλα ελέγχου. Το σύνολο της διάταξης της μηχανής είναι επιλέξιμο, ώστε να μπορεί ο χρήστης να πλοηγηθεί σε ολόκληρη την μηχανή και να εκτελέσει χειρισμούς και ελέγχους, όπως θα έκανε και στην πραγματικότητα. Η κονσόλα ελέγχου, περιλαμβάνει μία λίστα λειτουργιών (στήλη αριστερά), όπου εξασφαλίζει όλες τις ενέργειες που θα εκτελούσε ένας χειριστής με ένα φυσικό φύλλο χαρτιού (π.χ. μεγέθυνση, κάτι το οποίο στο πραγματικό περιβάλλον θα αντιστοιχούσε με έναν απλό οπτικό έλεγχο σε κοντινή απόσταση). Ακόμα, προσφέρει ένα σύνολο εργαλείων τα οποία καλείται να χρησιμοποιήσει ο χειριστής, προκειμένου να διασφαλίσει την ποιότητα του παραγόμενου φύλλου (π.χ. πυκνόμετρο για την μέτρηση της οπτικής πυκνότητας των μελανιών ή λούπα, για την ακριβή παρατήρηση των συμπτώσεων των χρωμάτων).

2. Οθόνη 1 κονσόλας χειρισμού: Quantity, Printing Speed

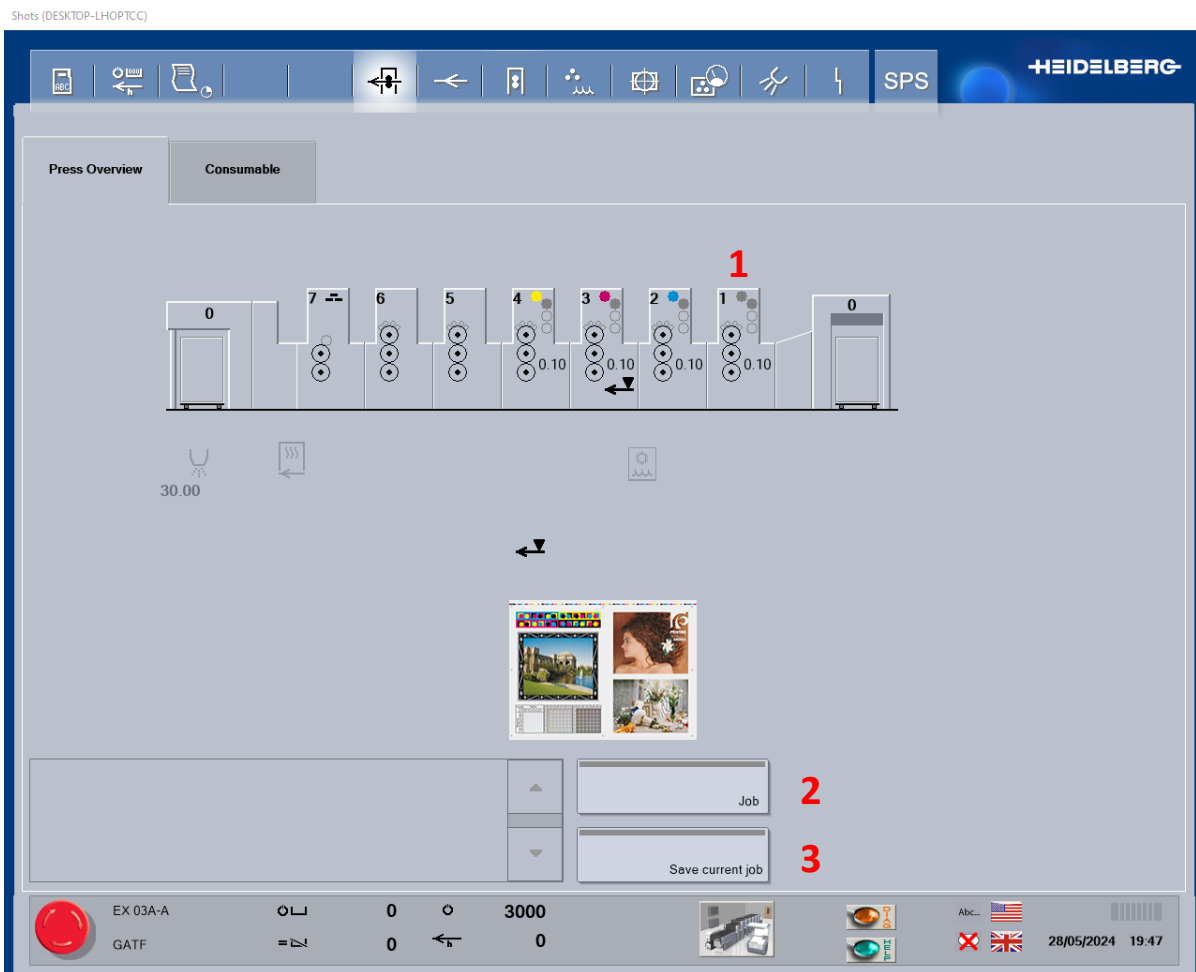


Εικόνα 18: Οθόνη 1 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, για εκκίνηση μηχανής και ρυθμίσεις ταχύτητας παραγωγής και ποσότητας.

Από την Οθόνη 1 της κονσόλας ελέγχου πραγματοποιείται η εκκίνηση της εκτυπωτικής μηχανής αλλά και οι ρυθμίσεις ταχύτητας και ποσότητας παραγωγής. Συνοπτικά οι λειτουργίες:

- | | | |
|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Production | 4. Decrease Speed | 7. Paper Run On/Off |
| 2. Job Counter On/Off | 5. On/Off Switch | 8. Compressor On/Off |
| 3. Increase Speed | 6. Feeder On/Off | |

3. Οθόνη 2 κονσόλας χειρισμού: Press Overview

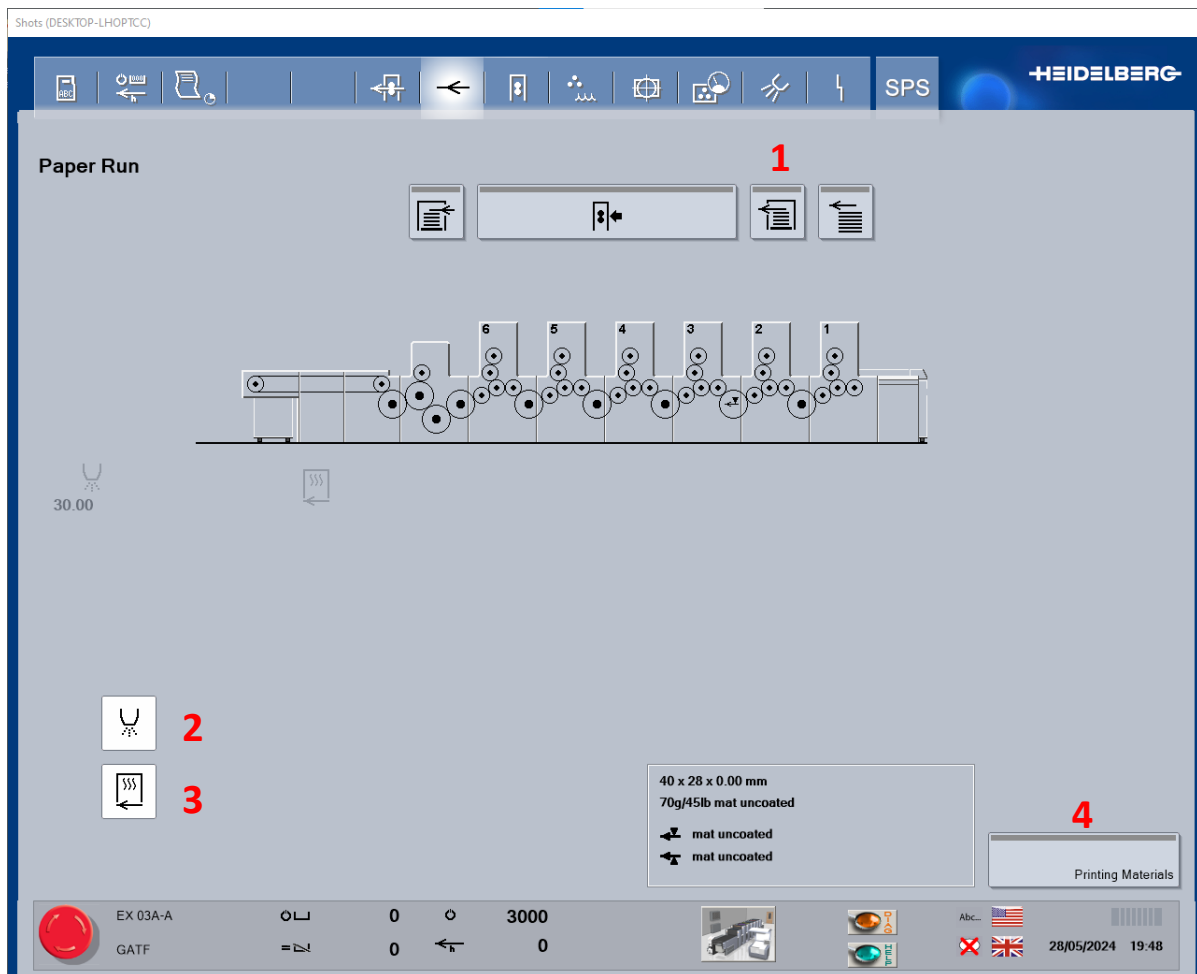


Εικόνα 19: Οθόνη 2 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, για ενεργοποίηση εκτυπωτικών πύργων και απεικόνιση λίστας εργασιών.

Στην Οθόνη 2 της κονσόλας ελέγχου πραγματοποιείται η ενεργοποίηση των εκτυπωτικών μονάδων μεμονωμένα, υπάρχει ψηφιακή απεικόνιση των αποθηκευμένων στην μηχανή εργασιών, ενώ δίνεται η δυνατότητα να αποθηκευτεί το σύνολο των ρυθμίσεων της τρέχουσας δουλειάς. Συνοπτικά οι λειτουργίες:

1. **Print Unit 1-7: Active / Inactive**
2. **Job** (Λίστα αποθηκευμένων εργασιών)
3. **Save current Job**

4. Οθόνη 3 κονσόλας χειρισμού: Paper Run

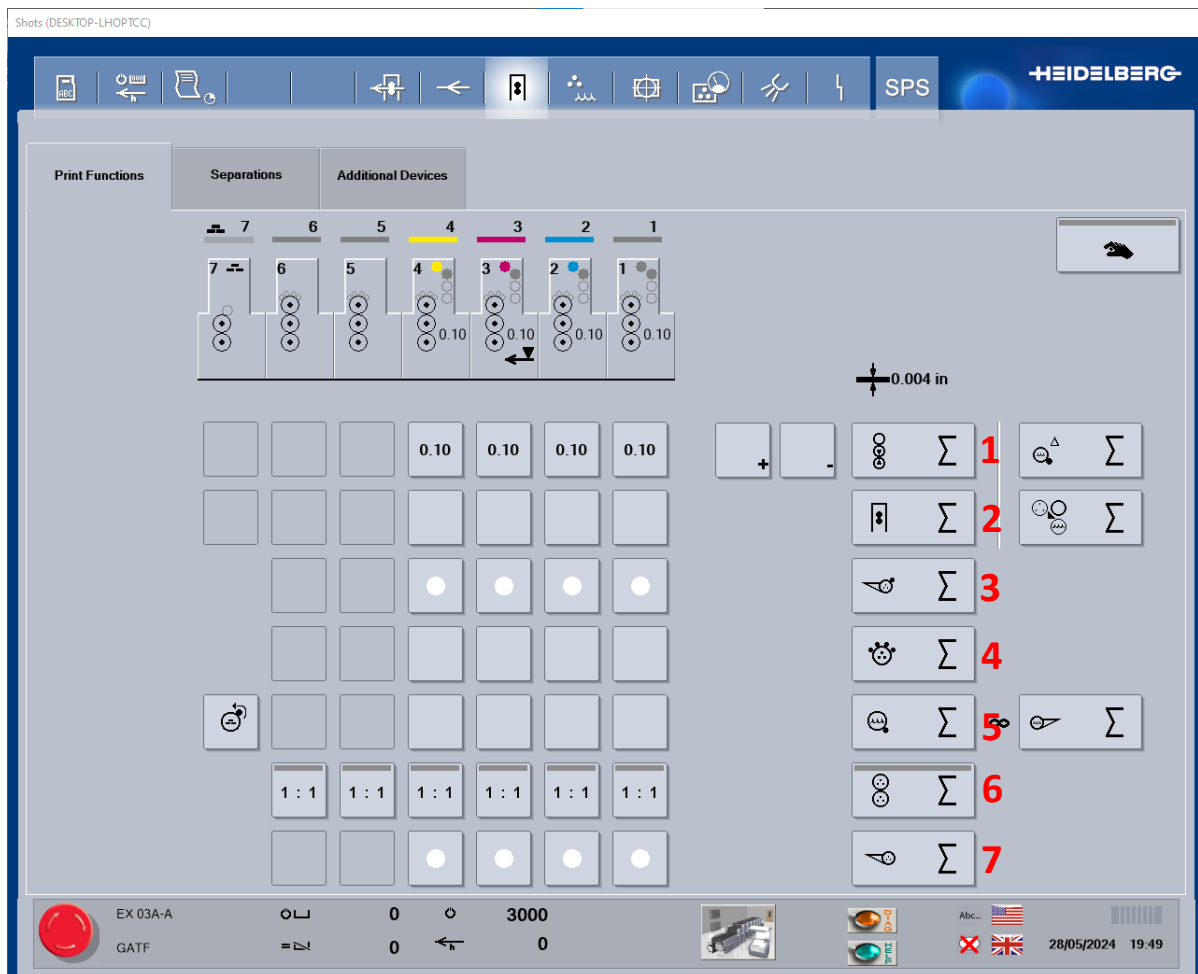


Εικόνα 20: Οθόνη 3 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, για απεικόνιση της διαδρομής του εκτυπωτικού υποστρώματος, γενικές ενέργειες τροφοδοσίας εκτυπωτικού υποστρώματος και πληροφορίες αναφορικά με τις διαστάσεις και τον τύπο του υποστρώματος.

Μέσω της Οθόνης 3 της κονσόλας ελέγχου απεικονίζεται η ενεργοποίηση της τροφοδοσίας και της εξαγωγής του υποστρώματος, η διαδρομή του εντός της μηχανής, λειτουργίες που εξασφαλίζουν την καλύτερη εκτυπωσιμότητά του, αλλά και πληροφορίες για το είδος και την διάσταση του υποστρώματος. Συνοπτικά οι λειτουργίες:

1. Feeder/Delivery activation
2. Powder Spray Device On/Off
3. Dryer On/Off
4. Printing Materials (μενού εισαγωγής πληροφοριών και διαστάσεων υποστρώματος)

5. Οθόνη 4 κονσόλας χειρισμού: Print Functions



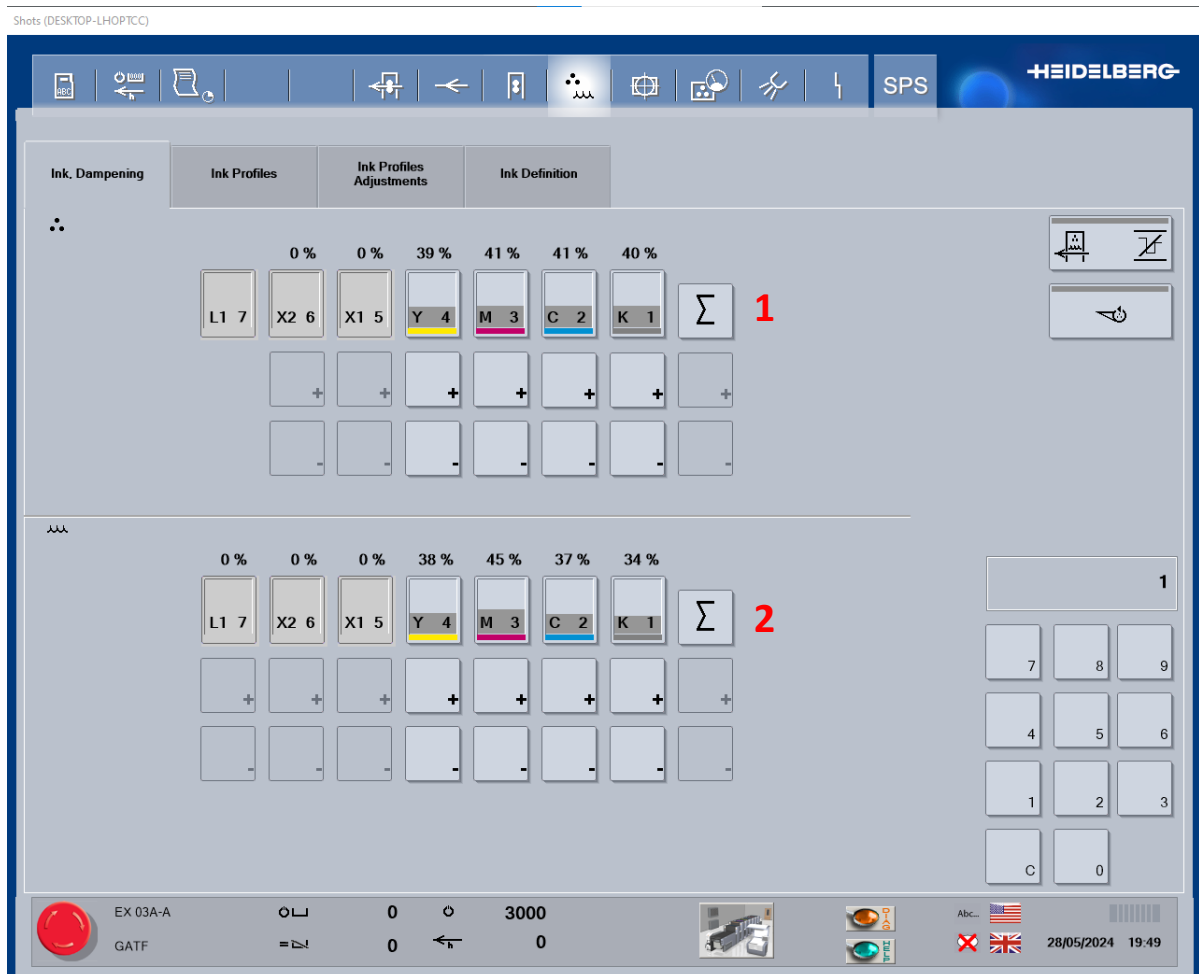
Εικόνα 21: Οθόνη 4 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, για έλεγχο όλων των υποσυστημάτων των εκτυπωτικών πύργων.

Η Οθόνη 4 αφορά την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση όλων των υποσυστημάτων κάθε εκτυπωτικού πύργου. Οτιδήποτε εικονίζεται με λευκό χρωματισμό ή λευκή τελεία υποδεικνύει ότι είναι ενεργοποιημένο. Συνοπτικά οι λειτουργίες:

- | | |
|--|--|
| 1. Impression Pressure Adjustment | 6. Ink Flow Version: On/Off |
| 2. Impression Pressure On/Off | 7. Ink Fountain Roller Motor On/Off |
| 3. Ink Vibrator On/Off | |
| 4. Inking Rollers On/Off | |
| 5. Dampening Form Rollers On/Off | |

6. Οθόνη 5 κονσόλας χειρισμού: Ink and Dampening Adjustments

Καρτέλα 1: Ink, Dampening

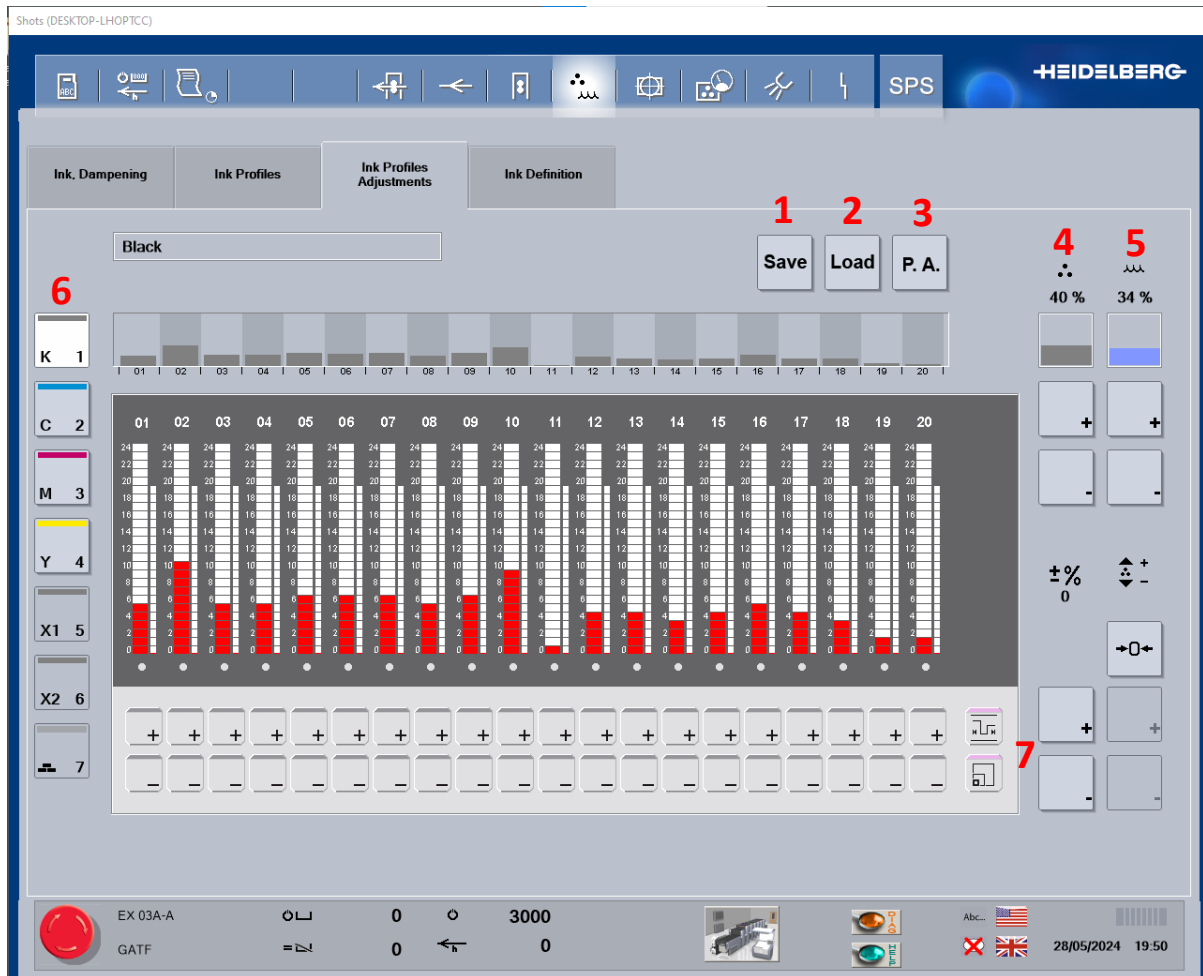


Εικόνα 22: Οθόνη 5 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, καρτέλα 1 για ρυθμίσεις στα συστήματα ύγρανσης και μελάνωσης.

Η Οθόνη 5 περιλαμβάνει τρεις (3) καρτέλες (η 4^η καρτέλα είναι απενεργοποιημένη στον προσομοιωτή), μέσω των οποίων γίνονται όλες οι απαραίτητες ρυθμίσεις στο σύστημα μελάνωσης και ύγρανσης κάθε εκτυπωτικού πύργου της μηχανής. Ακολουθεί η παρουσίαση της καρτέλας 1 και καρτέλας 3 με την συνοπτική περιγραφή των λειτουργιών τους.

- 1. Multiple Selection for Ink Adjustments:** Στην περιοχή 1 της καρτέλας 1 μπορεί να γίνει είτε μεμονωμένη είτε συλλογική αύξηση της ποσότητας μελανιού, για όλους τους εκτυπωτικούς πύργους.
- 2. Multiple Selection for Dampening Adjustments:** Στην περιοχή 2 της καρτέλας 1 μπορεί να γίνει είτε μεμονωμένη είτε συλλογική αύξηση της ποσότητας του διαλύματος ύγρανσης, για όλους τους εκτυπωτικούς πύργους.

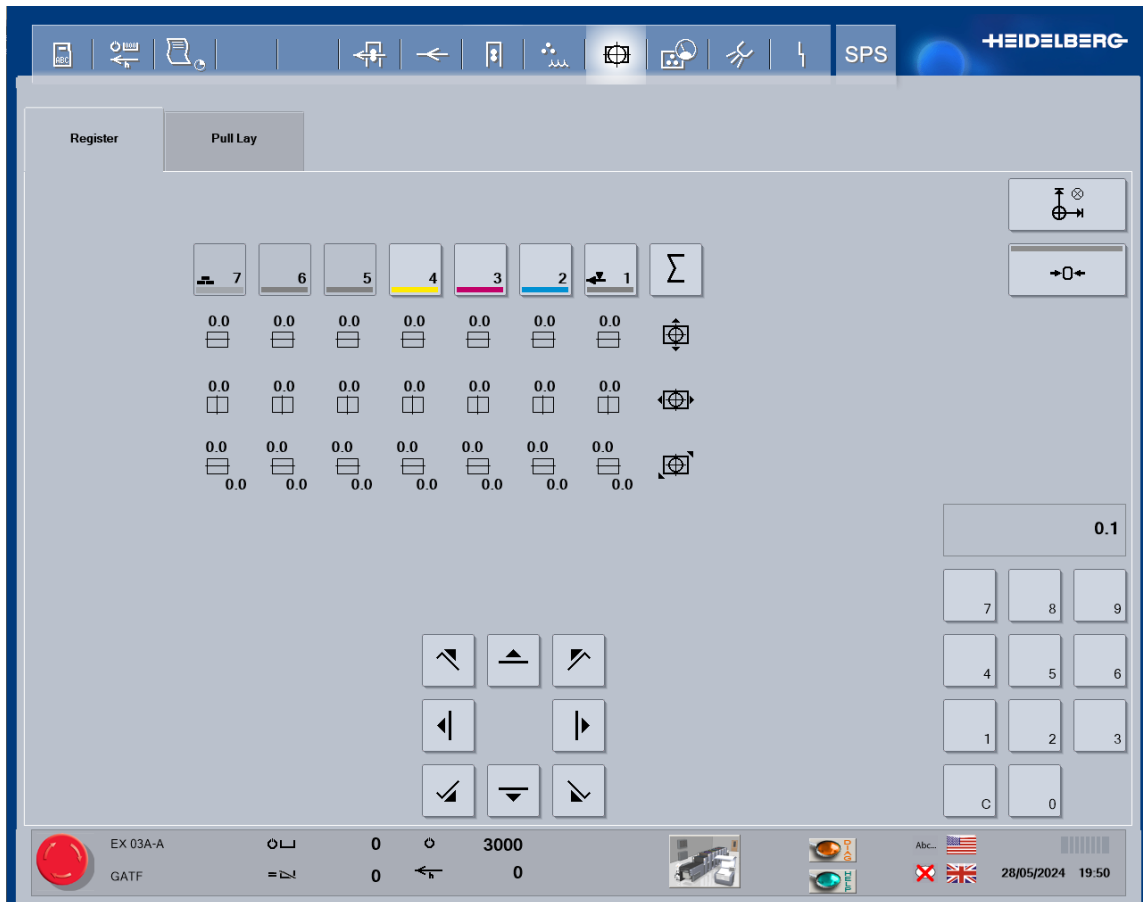
Καρτέλα 2: Ink Profiles Adjustments



Εικόνα 23: Οθόνη 5 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, καρτέλα 2 για ρυθμίσεις στα συστήματα ύγρανσης και μελάνωσης.

1. Save Ink Adjustments for all colors
2. Load Ink Parameters for all colors
3. Plate analyzer
4. Ink Level Adjustments
5. Dampening Levels Adjustments
6. Print Unit Selection
7. Ink Keys Opening Increase/Decrease and Selection

7. Οθόνη 6 κεντρικής κονσόλας ελέγχου: Resister, Pull Lay



Εικόνα 24: Οθόνη 6 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, καρτέλα 2 για ρυθμίσεις των συμπτώσεων.

Στην Οθόνη 6 της κεντρικής κονσόλας ελέγχου περιλαμβάνονται οι καρτέλες που αφορούν την σύμπτωση των χρωμάτων, αλλά και τις απαραίτητες ρυθμίσεις για το σημείο όπου το χαρτί εισάγεται στην μηχανή. Η διόρθωση των συμπτώσεων γίνεται σε κάθε εκτυπωτικό πύργο ξεχωριστά και αφορά την μετατόπιση των εκτυπωτικών πλακών οριζόντια, κάθετα και διαγώνια, προκειμένου το κάθε επόμενο χρώμα να αποτυπώνεται με απόλυτη ακρίβεια επάνω στο προηγούμενό του.

Από την συγκεκριμένη οθόνη θα εκτελεστεί η διόρθωση της σκόπιμης μετατόπισης των δύο (2) χιλιοστών που θα κληθούν να διορθώσουν οι συμμετέχοντες. Η σύμπτωση όλων των χρωμάτων θα μετατοπιστεί προς μία κατεύθυνση, με αποτέλεσμα το προς εκτύπωση θέμα, αν και σε πλήρη σύμπτωση, θα βρίσκεται μετατοπισμένο επάνω στο χαρτί, σε σχέση με το πρότυπο.

8. Οθόνη 7 κεντρικής κονσόλας ελέγχου: SPS

The screenshot shows the SPS control console interface. At the top, there is a navigation bar with icons for various functions and the 'SPS' label. Below this is a menu with tabs: Exercise Information, Log Access, Costs, CO2 Emissions, References, Diagnostic, and User Manual. The main content area is titled 'Trainer Information' and contains a welcome message and exercise details. Below this, there are two columns of data: 'Quantity & Quality' and 'Exercise information'. At the bottom, there is a status bar with a red emergency stop button, exercise ID 'EX 03A-A', 'GATF' status, and various control icons.

Trainer Information

Welcome to the SHOTS training system, this is an exercise with 1 situation, considering the practice press for GATF training program.
 Task III - The Feeder System
 There is one problem set.
 This is a feeder issue, check the sucker settings, the sheet is maximum width and the settings should match this.
 To complete the exercise a print copy must be collected, with no print faults, and the "Good Copy Counter" must be switched ON. Good Luck

Quantity & Quality		Exercise information	
Sheets to Print	0	Name	EX 03A-A
Begin Time		Situation	1/1
End Time		User Name	Goutou
Minimum Permitted Quality	Yes	Inks	
Press OK	Yes	Type of Ink	Standard
Press Configuration		Sheet	
Active Print Units	1 2 3 4	Sheet Specification	70g/45lb mat uncoated
Color Sequence	Black Cyan Magenta Yellow	Weight	45 lb/ream
		Size	Large
		Width	40 in
		Length	28 in
		Coating (if any)	uncoated
		Gloss (if any)	mat
Coating Unit Active	No	Powder	
Perfecting Device	No	Type	Fine Grained

EX 03A-A 0 3000
 GATF 0 0

28/05/2024 19:51

Εικόνα 25: Οθόνη 7 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, καρτέλα παρουσίασης προδιαγραφών εργασίας

Η Οθόνη 8 περιλαμβάνει όλες τις καρτέλες που αφορούν την γενική πληροφόρηση, τόσο της δουλειάς όσο και της εκτυπωτικής μηχανής. Η καρτέλα 1 (Exercise Information) αντιστοιχεί στην καρτέλα εκείνη, όπου στην πραγματικότητα περιλαμβάνονται όλες οι αποθηκευμένες πληροφορίες της εργασίας. Στο περιβάλλον προσομοίωσης περιλαμβάνει τόσο τις πληροφορίες της προς εκτύπωση εργασίας αλλά και τις πληροφορίες της άσκησης ώστε να κατευθύνει τον χειριστή του προσομοιωτή.

Η συγκεκριμένη οθόνη είναι αυτή που πρέπει οι συμμετέχοντες να καταλάβουν ότι πρέπει να βρουν, ώστε να αναζητήσουν τις προδιαγραφές της εργασίας που δυνητικά θα τύπωναν. Η πληροφόρηση που αποτυπώνεται στην συγκεκριμένη οθόνη είναι καθοριστικής σημασίας για την προετοιμασία της μηχανής, καθώς αν οι πληροφορίες της εργασίας είναι ελλιπείς ή η οθόνη δεν βρίσκεται σε σημείο εύκολα προσβάσιμο για τους χειριστές, τότε υπάρχει κίνδυνος για λάθος προετοιμασία της μηχανής και, κατ'επέκταση, λανθασμένης παραγωγής.

Είναι σύνηθες φαινόμενο οι έμπειροι χειριστές να πραγματοποιούν την προετοιμασία της μηχανής, για την προς εκτύπωση εργασία, εμπειρικά και με βάση το τυπωμένο δείγμα ή το πρότυπο που έχουν, χωρίς να δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην ψηφιακή πληροφόρηση που μπορούν να λάβουν μέσα από τις εργασίες που έχουν εισαχθεί στην μηχανή.

6.4.3. Περιγραφή συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης

Για την ιριδοσκοπική ιχνηλάτιση των χρηστών, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα Gazepoint Control, το οποίο είναι ένα σύστημα καταγραφής βιομετρικών δεδομένων υψηλής απόδοσης. Παρέχει δεδομένα όπως καταγραφή της οφθαλμικής παρακολούθησης, αλλά και δεδομένα για την διάμετρο της κόρης, τον καρδιακό ρυθμό και τη γαλβανική απόκριση του δέρματος (GSR). Για την διεξαγωγή της έρευνας, χρησιμοποιήθηκε μόνο ο εξοπλισμός της ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, καθώς τα υπόλοιπα περιφερειακά συστήματα καταγραφών δεν θα προσέδιδαν δεδομένα σχετικά με το ζητούμενο της έρευνας.

Ένας σύστημα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, όπως το GP3 που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα, συνδέεται σε υπολογιστή - είτε σε οθόνη φορητού υπολογιστή, είτε σε οθόνη σταθερού υπολογιστή, όπως στην συγκεκριμένη περίπτωση - και χρησιμοποιεί υπέρυθρο φως για την συλλογή διαφορετικών δεδομένων, όπως η διαστολή της κόρης του χρήστη και η κατεύθυνση του βλέμματος. Συλλέγει ακόμα δεδομένα, όπως:

- Κίνηση: Καταγραφή της κίνησης του βλέμματος ενός συμμετέχοντα, το οποίο μπορεί να υποδεικνύει τι προσελκύει το ενδιαφέρον του.
- Διάρκεια: πόση ώρα ένας χρήστης κοιτάζει κάτι, γεγονός που μπορεί να υποδηλώνει ενδιαφέρον ή δυσκολία κατανόησης.
- Στάσεις του βλέμματος: Σημεία στα οποία το βλέμμα ενός συμμετέχοντα σταμάτησε ή παρέμεινε, γεγονός που μπορεί να σας βοηθήσει στην παρακολούθηση του συνολικό μοτίβου του βλέμματος και την εστίασή του.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και προ-απαιτούμενα του συστήματος παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

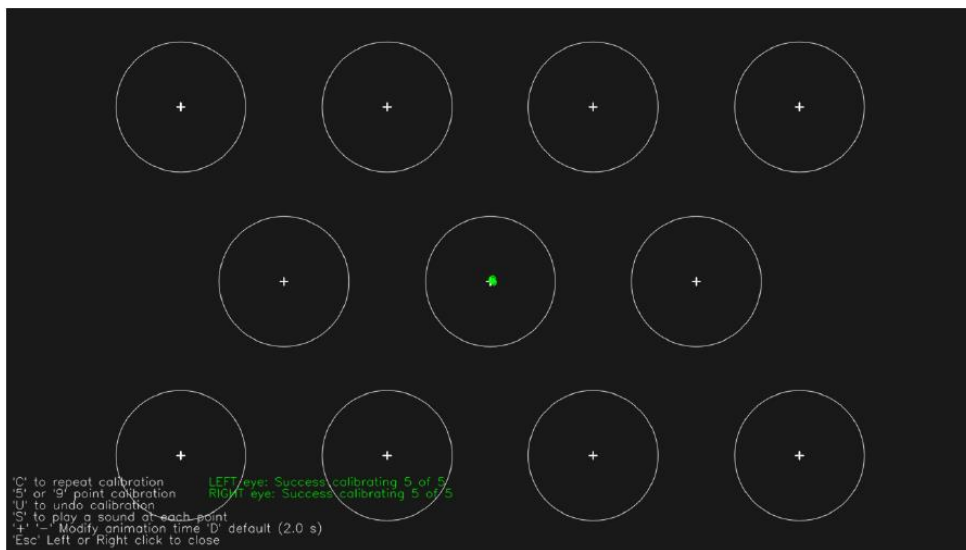
Eye Tracking	GP3	GP3HD
Sampling Rate	60 Hz	150 Hz
Accuracy	0.5 – 1 degree	0.5 – 1 degree
Spatial Resolution (RMS)	0.1	0.1
Eye Tracking Mode	Binocular	Binocular
Operating Distance	50 cm – 80 cm	50 cm – 80 cm
Tracking Range (Head Box)	25 cm x 11 cm	35 cm x 22 cm
Calibration	5 or 9 point	5 or 9 point
Tracking Recovery Time	< 50 ms	< 20 ms
System Latency	< 50 ms (end to end from event to API output)	
Data Connection	USB 2.0	USB 3.0
Dimensions	235 mm x 43 mm x 47 mm	235 mm x 43 mm x 47 mm
Weight	115g	123g
Eyewear Compatibility	Works with most glasses and contact lenses	
Processor	Intel i5 (i7 recommended)	
Memory	4 GB (8GB recommended)	
OS	Window 8/10/11 64 bit	

Εικόνα 26: Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος GP3, Gazepoint.

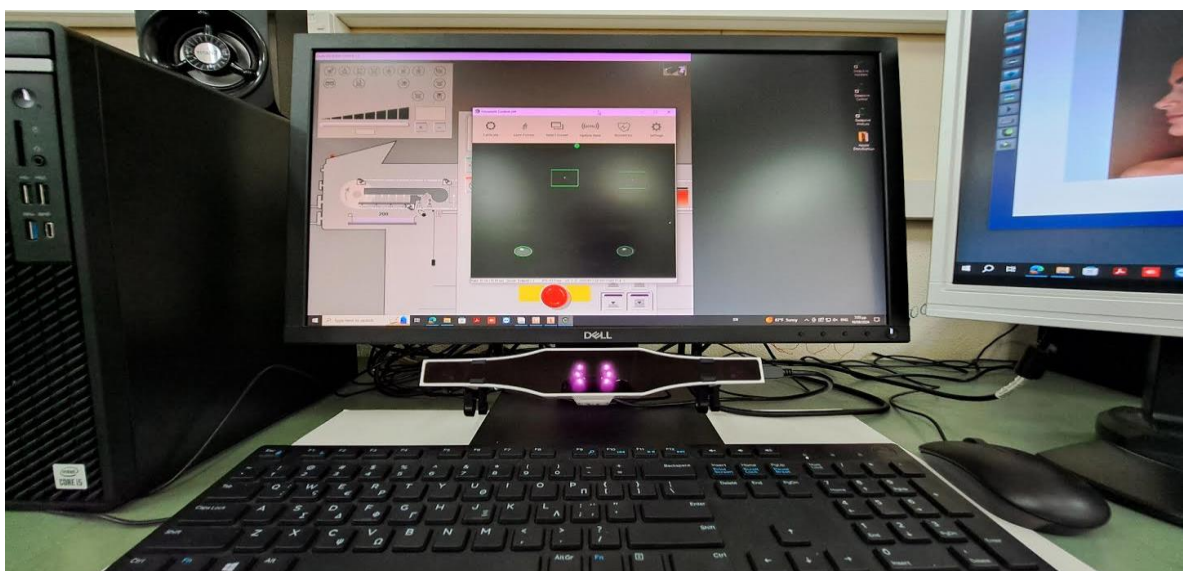
Πηγή: (Gazepoint, 2023)

Η τοποθέτηση του συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης (εφεξής eye-tracker) έγινε στην οθόνη του υπολογιστή, υπό γωνία 45° και σε απόσταση περίπου 65 εκ. από τον χρήστη. Στις περιπτώσεις των χρηστών με γυαλιά, η γωνία έπρεπε να αλλάξει, ώστε να αποκλειστεί το ενδεχόμενο τυχόν αντανακλάσεων από τους φακούς των γυαλιών.

Πριν την χρήση του καταγραφικού (από το λογισμικό του συστήματος), πρέπει να γίνεται βαθμονόμηση του συστήματος για κάθε χρήστη ξεχωριστά, προκειμένου να λάβει τις απαραίτητες οφθαλμικές μετρήσεις από κάθε χρήστη. Η βαθμονόμηση πραγματοποιείται μέσω μίας οθόνης, όπου ένα γραφικό στοιχείο μετακινείται σε διαφορετικά σημεία της οθόνης. Ο χρήστης οφείλει να παρακολουθήσει το μετακινούμενο σημείο με το βλέμμα του, όσο το eye-tracker καταγράφει την πορεία του βλέμματος του.



Εικόνα 27: Παράδειγμα αποτελέσματος βαθμονόμησης χρήστη.



Εικόνα 28: Εγκατεστημένο σύστημα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης

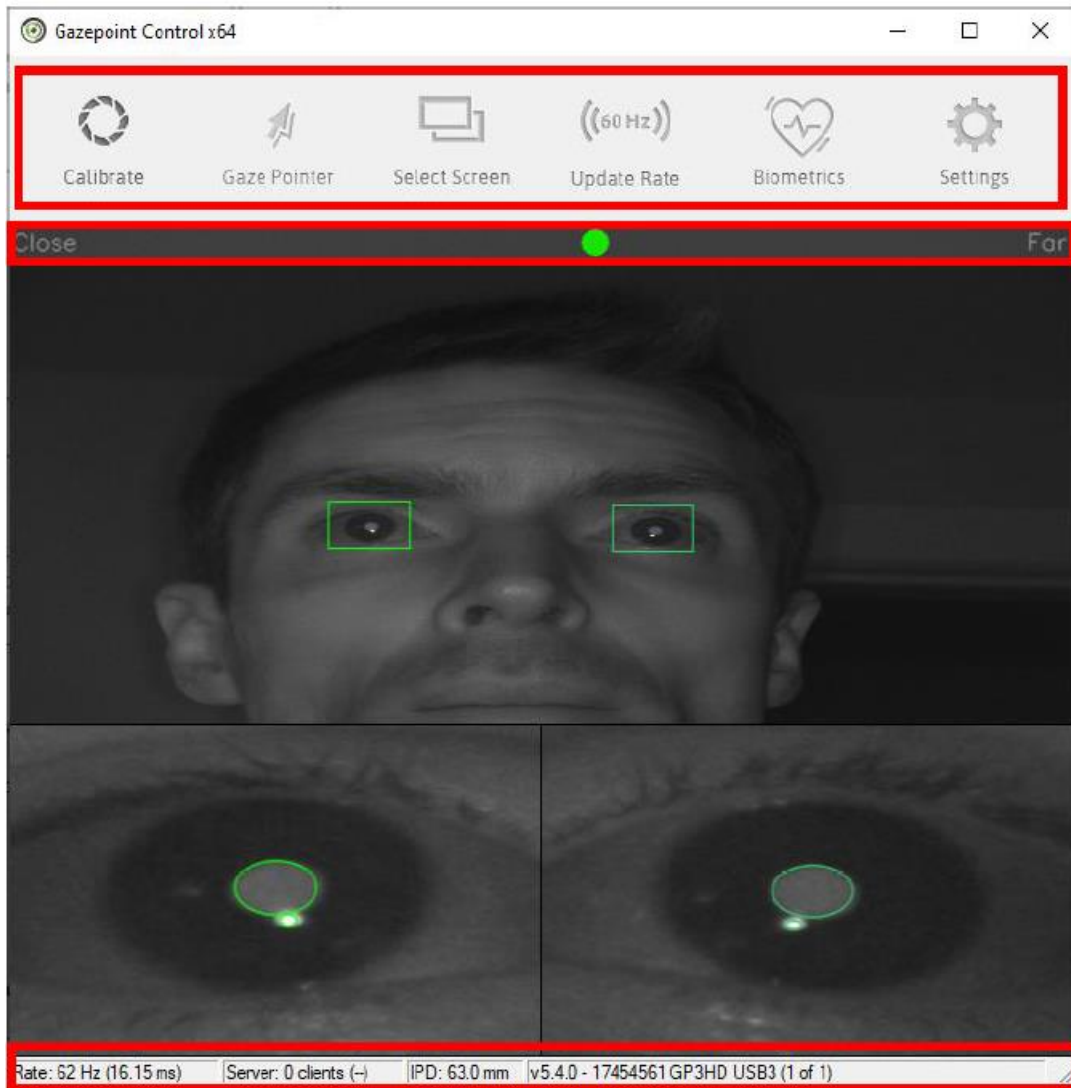


Figure 1- Gazepoint Control Main Interface

Εικόνα 29: Οφθαλμική παρακολούθηση του χρήστη από το σύστημα.

6.5. Μεθοδολογία διεξαγωγής της έρευνας

Παρακάτω παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας του πειραματικού μέρους:

1. Προσέλευση συμμετεχόντων στο Εργαστήριο Χρώματος του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.
2. Συλλογή δημογραφικών δεδομένων και στοιχείων οφθαλμικής κατάστασης συμμετέχοντα.
3. Ενημέρωση συμμετέχοντα για την διεξαγωγή της έρευνας. Περιγραφή του σκοπού της έρευνας και σύντομη εισαγωγή στα βασικά εργαλεία του προσομοιωτή.
4. Τοποθέτηση του συμμετέχοντα στην κατάλληλη στάση εργασίας.
5. Βαθμονόμηση του συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης ανά συμμετέχοντα.
6. Έναρξη του καταγραφικού του συστήματος.
7. Διεξαγωγή του πειράματος.
8. Διακοπή του καταγραφικού του συστήματος.
9. Σύντομη συνέντευξη συμμετέχοντα, με βάση τα όσα εκτέλεσε κατά την διάρκεια του πειράματος.

6.5.1. Προσέλευση συμμετεχόντων

Η προσέλευση των συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκε σε συνολικό διάστημα τριών (3) εβδομάδων, από 19.06.2024 έως 03.07.2024. Η έρευνα διεξήχθη στο Εργαστήριο Χρώματος του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, όπου υπήρχε εγκατεστημένο τόσο το σύστημα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, όσο και ο προσομοιωτής. Για λόγους διευκόλυνσης επιλέχθηκαν απογευματινές ώρες προσέλευσης, από τις 18.00 μμ. έως και τις 19.30 μμ. Ο χώρος του εργαστηρίου έχει τεχνητό φως από λαμπτήρες φθορίου, ψυχρού χρώματος και παράλληλα φυσικό φως. Η θερμοκρασία ήταν σταθερή στους 25 °C, ώστε οι συνθήκες περιβάλλοντος να ήταν κοινές και σταθερές, για όλους τους συμμετέχοντες.

6.5.2. Συλλογή προσωπικών στοιχείων και στοιχείων οφθαλμικής υγείας συμμετέχοντα.

Με την προσέλευση του συμμετέχοντα, πραγματοποιείται συλλογή δημογραφικών δεδομένων αλλά και στοιχείων της οφθαλμικής του κατάστασης.

Δημογραφικά Στοιχεία Συμμετεχόντων	User 1	User 2	User 3	User 4	User 5	User 6	User 7	User 8	User 9
Ηλικία:	21 έτη	24 έτη	42 έτη	32 έτη	27 έτη	45 έτη	46 έτη	59 έτη	45 έτη
Φύλο:	Άνδρας	Άνδρας	Άνδρας	Άνδρας	Γυναίκα	Άνδρας	Άνδρας	Άνδρας	Άνδρας
Εργασιακή εμπειρία σε έτη:	0ΧΙ	0ΧΙ	18 έτη	10 έτη	2 μήνες	22 έτη	20 έτη	30 έτη	21 έτη
Εμπειρία σε περιβ. κοσμάδας:	8 μήνες	8 μήνες	12 έτη	-	12 μήνες	15 έτη	14 έτη	16 έτη	15 έτη
Σπουδές Γραφ. Τεχνών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΤΕΕ Γραφ. Τεχνών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΙΕΚ Γραφιστικής	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Άλλες Σπουδές	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ
Οφθαλ. Κατάσταση Συμμετεχόντων	User 1	User 2	User 3	User 4	User 5	User 6	User 7	User 8	User 9
Όραση κανονική	ΝΑΙ	0ΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	0ΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	0ΧΙ
Όραση διορθωμένη	0ΧΙ	ΝΑΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	ΝΑΙ
Δυσχρωματοψία / Αχρωματοψία	0ΧΙ	RED/GREEN	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ
Γυαλιά	0ΧΙ	ΝΑΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	ΝΑΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Φακοί	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ
Make-up	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	ΝΑΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ
Βλεφαρόπτωση	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ
Αστιγματισμός	0ΧΙ	1,75	0,5	0,5	5	0ΧΙ	1,5	0ΧΙ	0ΧΙ
Υπερμετρωπία	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ
Μυωπία	0ΧΙ	Δ 4,5 / Α 3,25	0ΧΙ	0,5	5	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ
Πρεσβυωπία	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	1,5	1,5
Ώρες ύπνου	5 ώρες	12 ώρες	7 ώρες	8 ώρες ύπνου	2 ώρες	6 ώρες	8 ώρες	7 ώρες	6 ώρες
Διάσπαση προσοχής	ΝΑΙ	ΝΑΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ	0ΧΙ

Πίνακας 2: Πίνακας συλλογής δημογραφικών στοιχείων και δεδομένων οφθαλμικής κατάστασης συμμετεχόντων.

6.5.3. Ενημέρωση συμμετέχοντα για την διεξαγωγή της έρευνας. Περιγραφή του σκοπού της

έρευνας και σύντομη εισαγωγή στα βασικά εργαλεία του προσομοιωτή.

Μετά την συλλογή των δεδομένων, ακολουθούσε ενημέρωση του συμμετέχοντα αναφορικά με τον σκοπό της έρευνας αλλά και των ζητούμενων εργασιών που έπρεπε να εκτελέσει. Προκειμένου να εργαστεί επαρκώς, πραγματοποιήθηκε σύντομη πλοήγηση στο μενού του προσομοιωτή αλλά και στα εργαλεία με τα οποία θα έπρεπε να εργαστεί. Τα ζητούμενα στα οποία έπρεπε να εργαστούν, όπως ήδη προαναφέρθηκαν, είναι τα παρακάτω:

- Ζητούμενο 1: Ανίχνευση μιας σκόπμιης μετατόπισης δύο (2) χιλιοστών και των τεσσάρων χρωμάτων του προς εκτύπωση θέματος.
- Ζητούμενο 2: Πλοήγηση στο λογισμικό του πιεστηρίου για την εύρεση και την προσαρμογή των προδιαγραφών της εργασίας.

Ως προς το ζητούμενο 1, αποφασίστηκε να υπάρχει παροχή βοήθειας ως προς την χρήση των εργαλείων του προσομοιωτή. Στόχος ήταν η παρακολούθηση των συμμετεχόντων ως προς τον τρόπο εργασίας μέχρι να επιλύσουν το πρόβλημα. Κατά συνέπεια εφόσον χρειαζόταν υπενθύμιση, ως προς τα διαθέσιμα εργαλεία ή στον τρόπο εύρεσης τους, παρεχόταν επιτόπου.

6.5.4. Τοποθέτηση συμμετέχοντα στην σωστή στάση εργασίας.

Προκειμένου να διεξαχθεί η έρευνα και να γίνει η σωστή βαθμονόμηση του συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, ο συμμετέχων έπρεπε να τοποθετηθεί σε άνετη στάση και απόσταση, ώστε κατά την διεξαγωγή της έρευνας το σύστημα να εντοπίζει με ακρίβεια το βλέμμα του, χωρίς να δημιουργούνται κενά στην καταγραφή. Επίσης, για τους χρήστες με γυαλιά, έπρεπε να τροποποιηθεί ελαφρά η κλίση του συστήματος, προκειμένου να αποφευχθούν οι ανακλάσεις από τους φακούς των γυαλιών.

6.5.5. Βαθμονόμηση του συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης ανά χρήστη.

Έπειτα από τοποθέτηση του συμμετέχοντα στην κατάλληλη στάση, γινόταν η βαθμονόμηση του συστήματος. Επιλέχθηκε η βαθμονόμηση των πέντε (5) σημείων, με σταθερή συχνότητα συλλογής δεδομένων στα 60 Hz. Όλες οι βαθμονομήσεις επιτεύχθηκαν με την πρώτη προσπάθεια, χωρίς να χρειαστεί εκ νέου βαθμονόμηση.

6.5.6. Έναρξη καταγραφής συμμετέχοντα και διεξαγωγή της έρευνας

Για την διεξαγωγή της έρευνας, χρησιμοποιήθηκε υπολογιστής με διπλή οθόνη. Στην οθόνη που βρισκόταν στην ευθεία του συμμετέχοντα, τοποθετήθηκαν τα παράθυρα του προσομοιωτή, με τα οποία θα έπρεπε να εργαστεί ο συμμετέχων. Στην δεύτερη οθόνη, πλαγιομετωπικά του συμμετέχοντα, ήταν ανοιχτά τα παράθυρα του λογισμικού παρακολούθησης και καταγραφής του συστήματος, ώστε να γίνεται έλεγχος της πορείας της έρευνας αλλά και να υπάρχει έλεγχος του συμμετέχοντα στο αν βρίσκεται εντός του πεδίου του συστήματος.

Με την έναρξη της καταγραφής, ο συμμετέχοντας εστίαζε την προσοχή του στην οθόνη εντός του πεδίου του και προχωρούσε στην επίλυση των ζητούμενων 1 και 2, όπως αυτά του ζητήθηκαν. Εφόσον επιλύανε το ζητούμενο 1, υπήρχε προφορική ενημέρωση ότι ολοκλήρωσαν, προκειμένου να

προχωρήσουν στην επίλυση του ζητούμενου 2. Κατόπιν και της επίλυσης του ζητούμενου 2, γινόταν διακοπή της καταγραφής.

6.5.7. Σύνομη συνέντευξη συμμετέχοντα, με βάση τα όσα εκτέλεσε κατά την διάρκεια του

πειράματος.

Μετά την ολοκλήρωση της επίλυσης των ζητούμενων, πραγματοποιείται σύνομη συνέντευξη των συμμετεχόντων, για περαιτέρω συλλογή ποιοτικών δεδομένων, αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο εργάστηκαν για την επίλυση, για τον βαθμό δυσκολίας που αντιμετώπισαν, αλλά και τα σχόλια τους και τις προτάσεις τους για βελτιώσεις. Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά οι ερωτήσεις που τέθηκαν:

- *Ερώτηση 1: Θεωρείτε ότι η χρήση του προσομοιωτή διευκολύνει έναν νέο εργαζόμενο να κατανοήσει τις βασικές αρχές λειτουργίας της μεθόδου; Προαιρετική αιτιολόγηση.*

ΝΑΙ		ΟΧΙ	
-----	--	-----	--

Σχόλια:

- *Ερώτηση 2: Έχετε δει/εργαστεί από κοντά σε μηχανή εκτύπωσης Offset; Αν ναι, η απεικόνιση των λειτουργιών είναι ενδεικτική του πραγματικού περιβάλλοντος;*

ΝΑΙ		ΟΧΙ	
-----	--	-----	--

- *Ερώτηση 3: Θεωρείτε ότι ο προσομοιωτής, ως βάση troubleshooting, μπορεί να καθοδηγήσει κάποιον με επάρκεια;*

ΝΑΙ		ΟΧΙ	
-----	--	-----	--

- *Ερώτηση 4: Με ποιον τρόπο, οι manual εργασίες συντήρησης που απαιτούνται θα μπορούσαν να αποδοθούν στον προσομοιωτή;*

Σχόλια:

- *Ερώτηση 5: Την ώρα του set-up, είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων σας να διαβάζετε την τεχνική προδιαγραφή της εργασίας; Αν δεν εργάζεστε, θεωρείται ότι θα έπρεπε να είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων σας;*

ΝΑΙ		ΟΧΙ	
-----	--	-----	--

- Ερώτηση 6: Εξυπηρετεί η ψηφιακή μεταφόρτωση της εργασίας στην μηχανή (αποθήκευση προδιαγραφής και ρυθμίσεων); Προαιρετική αιτιολόγηση.

ΝΑΙ		ΟΧΙ	
-----	--	-----	--

Σχόλια:

- Ερώτηση 7: Κατά πόσο σας ήταν εύκολο να εντοπίσετε το εκτυπωτικό πρόβλημα χωρίς να υπάρχει φυσικό τυπωμένο δείγμα; (1 πολύ δύσκολο - 5 πολύ εύκολο).

1: Πολύ δύσκολο		2: Δύσκολο		3: Μέτριο		4: Εύκολο		5: Πολύ εύκολο	
--------------------	--	------------	--	-----------	--	-----------	--	-------------------	--

- Ερώτηση 8: Αν εργαζόσασταν/εργάζεστε σε ένα πραγματικό περιβάλλον εκτύπωσης η μέθοδος εργασίας με την οποία θα δουλεύατε θα ήταν να εντοπίζετε πρώτα διαφορές μεταξύ τυπωμένου φύλλου και δείγματος ή να ελέγχατε αν τυχούσες διαφορές οφείλονται στις ρυθμίσεις της μηχανής, αφού έχει γίνει η μεταφόρτωση της δουλειάς (π.χ. μέτρα, μελανεία κ.λπ);

Έλεγχος δείγματος:		Έλεγχος ρυθμίσεων μηχανής:	
--------------------	--	----------------------------	--

- Ερώτηση 9: Από που θα ελέγχατε τις προδιαγραφές της δουλειάς; Hard copy φάκελος παραγωγής ή από την μηχανή;

Hard Copy Φ.Π. :		Μηχανή:	
------------------	--	---------	--

- Γενικά Σχόλια - Παρατηρήσεις:

Κεφάλαιο 7^ο: Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων

7.1. Εισαγωγή

Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας, όπως αυτά προέκυψαν από την ιριδοσκοπική ιχνηλάτιση των συμμετεχόντων κατά την διάρκεια της επίλυσης των ζητούμενων αλλά και από την σύντομη συνέντευξη που ακολούθησε για κάθε έναν από τους συμμετέχοντες.

Για τον συσχετισμό των μεταβλητών, η ανάλυση των δεδομένων έγινε με την χρήση λογισμικού Statistical Package for Social Sciences (SPSS) και του Τεστ Ανεξαρτησίας χ^2 (Chi-Square Test of Independence). Το τεστ αυτό προσδιορίζει το εάν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών (δηλαδή, εάν οι μεταβλητές είναι ανεξάρτητες ή συσχετίζονται). Αυτή η δοκιμή χρησιμοποιεί έναν πίνακα ενδεχόμενων για την ανάλυση των δεδομένων. Ένας πίνακας ενδεχομένων (επίσης γνωστός ως cross-tabulation, crosstab ή two-way table) είναι μια διάταξη στην οποία τα δεδομένα ταξινομούνται σύμφωνα με δύο κατηγορικές μεταβλητές. Οι κατηγορίες για τη μία μεταβλητή εμφανίζονται στις γραμμές, ενώ οι κατηγορίες για την άλλη μεταβλητή εμφανίζονται στις στήλες. Κάθε μεταβλητή πρέπει να έχει δύο ή περισσότερες κατηγορίες. Κάθε κελί αντικατοπτρίζει το συνολικό αριθμό των περιπτώσεων για ένα συγκεκριμένο ζεύγος κατηγοριών.

Η συλλογή των αποτελεσμάτων της ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης προέκυψε από εξαγωγή των δεδομένων της καταγραφής κάθε συμμετέχοντα, σε αρχεία της μορφής .csv. Από το σύνολο των δεδομένων που προσφέρει προς εξαγωγή το σύστημα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, επιλέχθηκαν μόνο εκείνα τα οποία σχετίζονται με την φύση της παρούσας έρευνας. Η μαθηματική μετάφραση του ανθρώπινου βλέμματος προκύπτει από την θέση του βλέμματος (συντεταγμένες x και y) στην μονάδα του χρόνου.

7.2. Επαγωγική στατιστική ανάλυση δεδομένων

Η Επαγωγική Στατιστική, ως ένα από τα σπουδαιότερα επιστημονικά εργαλεία, συμβάλει στην εξαγωγή συμπερασμάτων για τις τιμές των παραμέτρων του πληθυσμού από το τυχαίο δείγμα που έχουμε λάβει από τον πληθυσμό. Μέσω της στατιστικής μεθοδολογίας δίνεται η δυνατότητα να απορρίπτεται ή να μην απορρίπτεται μία υπόθεση.

Οι σημαντικότερες έννοιες είναι οι παρακάτω:

- **Ερευνητική Υπόθεση:** μια εικασία που χρειάζεται μαθηματική επαλήθευση.
- **Έλεγχος Ερευνητικής Υπόθεσης:** Στατιστική συμπερασματική – επαγωγική διαδικασία που επιτρέπει την αξιοποίηση των δεδομένων του δείγματος για την εκτίμηση της εγκυρότητας – ορθότητα μιας εικασίας που έγινε για τον πληθυσμό.
- **Στατιστική Υπόθεση:** Η οποιαδήποτε στατιστική δήλωση (για κατανομές πληθυσμών, στοχαστικές διαδικασίες, κλπ) που θέτονται υπό έλεγχο με βάση τις παρατηρήσεις.

Ο έλεγχος υποθέσεων είναι η διαδικασία προσδιορισμού αν μια δεδομένη υπόθεση ισχύει ή όχι. → Το πρώτο βήμα στον έλεγχο υποθέσεων είναι να οριστεί η μηδενική υπόθεση, η οποία ελέγχεται με χρήση της στατιστικής. Ως **μηδενική υπόθεση H_0** ορίζεται ένας ισχυρισμός σχετικά με την τιμή μιας

πληθυσμιακής παραμέτρου. Ο ισχυρισμός θεωρείται σωστός, εκτός και εάν υπάρχουν επαρκή στατιστικά στοιχεία για να υποστηριχθεί το αντίθετο συμπέρασμα. Αντίθετα, Η **εναλλακτική υπόθεση H_1** υποστηρίζει το αντίθετο της μηδενικής υπόθεσης. Επειδή υποστηρίζουν αντίθετες υποθέσεις απόρριψη της μιας υπόθεσης σημαίνει αποδοχή της άλλης.

Ως το κριτήριο αποδοχής ή όχι της μηδενικής υπόθεσης H_0 , ορίζεται η τιμή p-value. Πιο συγκεκριμένα, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται όταν η τιμή p-value είναι μικρότερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας α (άλφα) που έχει οριστεί. Για την παρούσα έρευνα το α ισούται με 0,05. Η τιμή p-value δεν είναι η πιθανότητα να επαληθευθεί η μηδενική υπόθεση H_0 και αυτό γιατί οι υποθέσεις δεν εκφράζονται με πιθανότητες στην στατιστική. Τέλος, η τιμή p-value επηρεάζεται ισχυρά από το μέγεθος του δείγματος πιο συγκεκριμένα υπάρχει αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους του δείγματος και της τιμής p-value.

7.3. Στατιστική ανάλυση δημογραφικών στοιχείων συμμετεχόντων

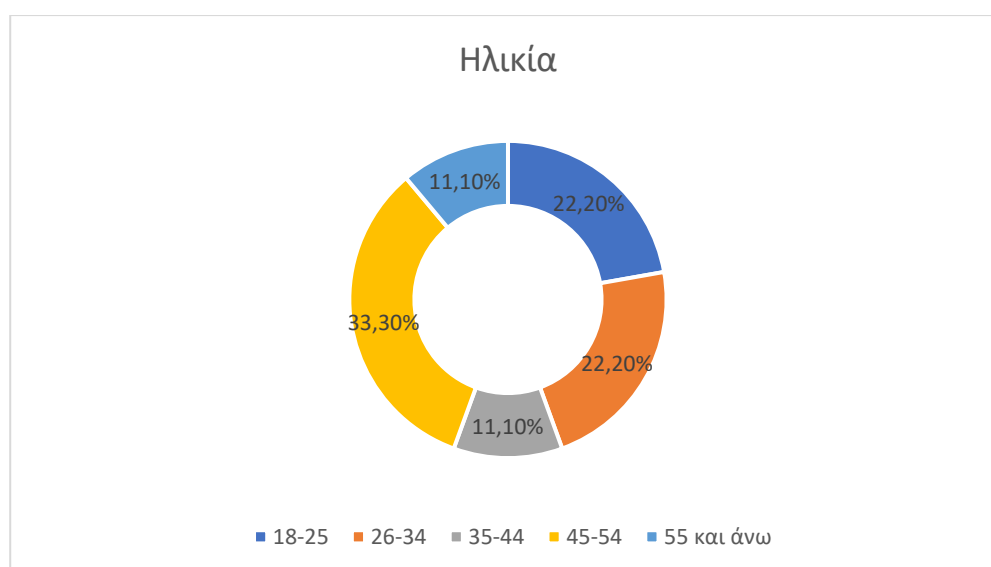
Για την περαιτέρω κατανόηση των αποτελεσμάτων, παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση των δημογραφικών στοιχείων των συμμετεχόντων. Ο συσχετισμός των δημογραφικών πληροφοριών όπως η ηλικία, τα συνολικά έτη εμπειρίας κ.α., με τα δεδομένα της ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, μπορεί να προσφέρει βαθύτερη κατανόηση σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο διαφορετικές ομάδες εργαζομένων αλληλεπιδρούν με τις μηχανές εκτύπωσης Offset, επιτρέποντας την δημιουργία εξατομικευμένων και πιο αποτελεσματικών προγραμμάτων κατάρτισης αλλά και στοχευμένες εργονομικές προσαρμογές. Όπως προαναφέρθηκε, παρότι το δείγμα είναι μικρό σε μέγεθος, αντιπροσωπεύει με πληρότητα τα πραγματικά δεδομένα του ανθρώπινου δυναμικού του κλάδου των Γραφικών Τεχνών.

Για την παρούσα έρευνα, δεδομένα τα οποία μπορεί να διαφοροποιούνταν μόνο ως προς το δείγμα των γυναικών, δεν μελετήθηκαν, καθώς τα αποτελέσματα δεν θα ήταν ενδεικτικά. Για παράδειγμα, η μοναδική συμμετέχουσα στην έρευνα, ήταν το μόνο άτομο εκ των συμμετεχόντων το οποίο είχε τις λιγότερες ώρες ύπνου. Κατά συνέπεια, η μελέτη των ωρών ύπνου ως μεταβλητή, δεν θα ήταν ενδεικτική. Ακόμα δεν λήφθηκαν υπόψιν τα δεδομένα οφθαλμικής υγείας, σε συνάρτηση με άλλες μεταβλητές, καθώς το δείγμα, δεν αντιμετώπιζε οφθαλμικά προβλήματα σε βαθμό τέτοιο που να δυσχεραίνει την εκπόνηση της έρευνας από μεριάς τους ή που να επηρεάζει τις ζητούμενες συσχετίσεις.

7.3.1. Ηλικία δείγματος έρευνας

		Ηλικία			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	18 - 25	2	22.2	22.2	22.2
	26 - 34	2	22.2	22.2	44.4
	35 - 44	1	11.1	11.1	55.6
	45 - 54	3	33.3	33.3	88.9
	55 και άνω	1	11.1	11.1	100.0
Total		9	100.0	100.0	

Πίνακας 3: Ηλικιές ομάδες πλήθους δείγματος.



Εικόνα 30: Ηλικιακή κατανομή δείγματος.

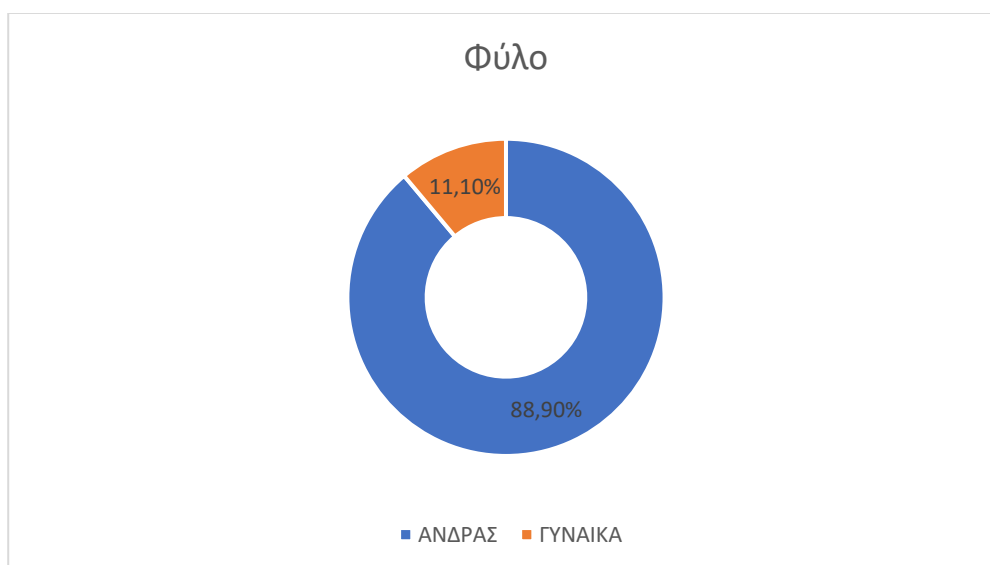
Σχετικά με τις ηλικιακές ομάδες, οι οποίες συμμετείχαν στη διεξαγωγή της έρευνας τα αποτελέσματα απεικονίζονται στον Πίνακα 3 και στην Εικόνα 29. Πιο συγκεκριμένα, η ηλικιακή ομάδα των 18-25 ετών περιλαμβάνει 2 άτομα, που αντιπροσωπεύουν το 22,2% του συνόλου των συμμετεχόντων. Στην ηλικιακή ομάδα των 26-34 ετών ανήκουν 2 άτομα, δηλαδή το 22,2% του συνόλου. Η ηλικιακή ομάδα των 35-44 ετών, μαζί με την ομάδα των 55 και άνω είναι οι μικρότερες στην έρευνα, με ποσοστό 11,1%. Η μεγαλύτερη ομάδα στην έρευνα είναι αυτή της ηλικιακής ομάδας 45-54 έτη, με ποσοστό 33,3% επί του συνόλου.

Η παραπάνω τάση δηλώνει χαμηλό αριθμό νέων ηλικιακά εργαζομένων στον κλάδο, που συνεπάγεται με χαμηλό αριθμό νεοεισαχθέντων εργαζομένων, οι οποίοι θα μπορούσαν να προσαρμοστούν πολύ πιο εύκολα αλλά και να συνδράμουν θετικά στον ψηφιακό μετασχηματισμό του κλάδου, λόγω υψηλότερου βαθμού εξοικείωσης με την τεχνολογία.

7.3.2. Φύλο δείγματος έρευνας

		Φύλο			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ΑΝΔΡΑΣ	8	88.9	88.9	88.9
	ΓΥΝΑΙΚΑ	1	11.1	11.1	100.0
Total		9	100.0	100.0	

Πίνακας 4: Ομάδες φύλου του δείγματος



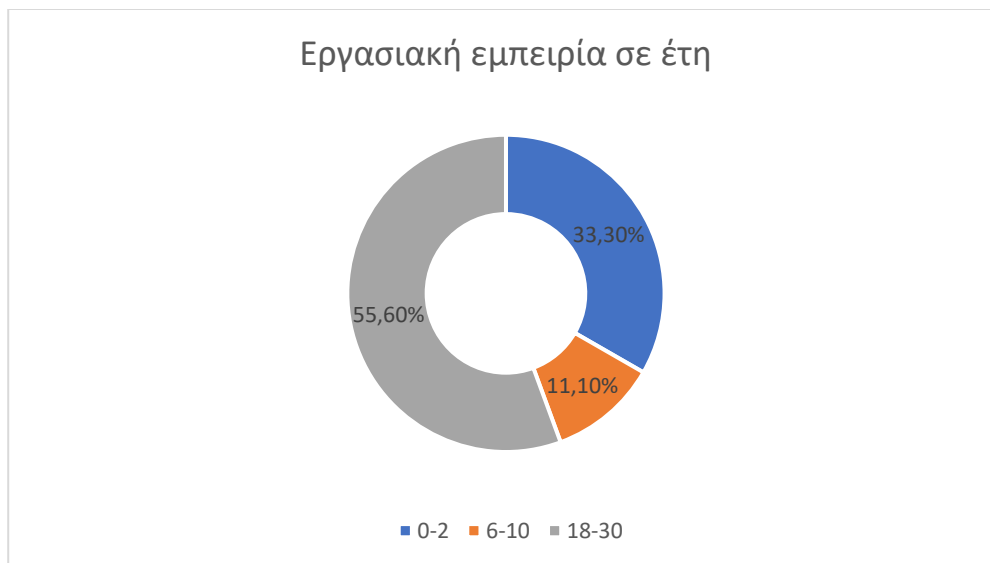
Εικόνα 31: Κατανομή φύλων δείγματος

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4 και την Εικόνα 30, το 88,9% του δείγματος ήταν άνδρες ενώ το 11,1% γυναίκες. Ο κλάδος των Γραφικών Τεχνών στερείται γυναικών σε θέσεις παραγωγής στην Ελλάδα, κάτι το οποίο δεν είναι απαραίτητα ενδεικτικό για την Ευρωπαϊκή και Αμερικανική βιομηχανία εκτυπώσεων.

7.3.3. Εργασιακή εμπειρία σε έτη

Εργασιακή εμπειρία σε έτη					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0-2	3	33.3	44.4	44.4
	6-10	1	11.1	11.1	55.6
	18-30	5	55.6	44.4	100.0
	Total	9	100.0	100.0	

Πίνακας 5: Εργασιακή εμπειρία σε έτη του δείγματος



Εικόνα 32: Κατανομή εργασιακής εμπειρίας δείγματος, σε έτη

Αναφορικά με την εργασιακή εμπειρία του δείγματος, και σύμφωνα με τον Πίνακα 5 και την Εικόνα 31, το 55,6% του δείγματος έχει εργασιακή εμπειρία από 18-30 έτη, το 11,1% έχει εμπειρία 10 έτη (όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 2, σελ. 52), ενώ το 33,3% του δείγματος έχει μέγιστη εργασιακή εμπειρία στο 1 έτος (όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 2, σελ. 52). Η εργασιακή εμπειρία βρίσκεται σε πλήρη αναλογία με την ηλικία άνω των 40 ετών, ενώ οι αρχάριοι χειριστές δεν ξεπερνάνε το 1 έτος σε εμπειρία.

7.3.4. Εμπειρία σε περιβάλλον κονσόλας

Εμπειρία σε περιβάλλον κονσόλας						
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	0-2	4	44.4	44.4	44.4	
	11-20	5	55.6	55.6	100.0	
Total		9	100.0	100.0		

Πίνακας 6: Εμπειρία δείγματος σε περιβάλλον κονσόλας



Εικόνα 33: Κατανομή δείγματος αναφορικά με την εμπειρία σε περιβάλλον κονσόλα

Τέλος, αναφορικά με το περιβάλλον κονσόλας το 55,6% του δείγματος έχει εμπειρία άνω των 11 ετών σε περιβάλλον κονσόλας, ενώ το 44,4% του δείγματος, που απεικονίζει την αρχάρια ομάδα χειριστών δεν ξεπερνάει το 1 έτος εμπειρίας σε περιβάλλον κονσόλας. Η ομάδα των έμπειρων χειριστών φαίνεται ότι χρονικά ήρθε σε επαφή με τις ηλεκτρονικές κονσόλες ελέγχου ακριβώς με την εκκίνηση των ραγδαίων τεχνολογικών εξελίξεων και των αυτοματισμών στις μηχανές Offset, κάτι που δηλώνει τα γρήγορα αντανακλαστικά της ελληνικής αγοράς στην απόκτηση τεχνολογικά ανεπτυγμένων μηχανών για εξοπλισμό της βιομηχανίας Γραφικών Τεχνών, χωρίς να συνεπάγεται όμως με τα αντίστοιχα άμεσα αντανακλαστικά του εργατικού δυναμικού.

7.4. Παρουσίαση και ανάλυση δεδομένων της συσχέτισης των ερωτήσεων της συνέντευξης με τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος.

Σε συνέχεια της επίλυσης των ζητούμενων από τους συμμετέχοντες, ακολούθησε σύντομη συνέντευξη, με τις ερωτήσεις που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 6.5.7. Οι ερωτήσεις σχεδιάστηκαν με τρόπο τέτοιο, ώστε να καλύπτουν τόσο τα όσα κλήθηκαν να λύσουν κατά την διάρκεια της έρευνας αλλά και όσα (σχετικά) με την έρευνα μπορούσαν να μεταφέρουν μέσα από την ως τώρα εμπειρία τους και εικόνα τους αναφορικά με τον κλάδο των εκτυπώσεων. Επίσης δομήθηκαν με τρόπο τέτοιο, ώστε να μπορούν να απαντηθούν σε κοινή βάση τόσο από τους αρχάριους, όσο και από τους έμπειρους χειριστές.

Με βάση τα κριτήρια στα οποία βασίστηκε η επιλογή τους για την συμμετοχή τους στην έρευνα, κρίθηκε σημαντικότερο να συσχετιστούν οι απαντήσεις τους με βάση:

- α. την ηλικία τους
- β. την εμπειρία του στον χώρο των Γραφικών Τεχνών
- γ. την εμπειρία τους σε κονσόλες ελέγχου

Το φύλο αποκλείστηκε, λόγω του ότι ο κλάδος των Γραφικών Τεχνών στην Ελλάδα μπορεί να χαρακτηριστεί ευκόλως ως ανδροκρατούμενος, κατά συνέπεια τα δεδομένα δεν θα έδιναν ενδεικτικές απαντήσεις ως προς το φύλλο. Επίσης, αποκλείστηκε ως παράμετρος το εκπαιδευτικό υπόβαθρο, καθώς όλοι οι συμμετέχοντες είχαν κάποιου είδους εκπαίδευση σχετιζόμενη με τον κλάδο.

Υπόθεση 1: Η ηλικία των συμμετεχόντων συσχετίζεται με τις απαντήσεις των ερωτήσεων που τους τέθηκαν. Η υπόθεση αυτή θέλει να επιβεβαιώσει την τάση του ανθρώπινου δυναμικού του κλάδου το οποίο έχει μεγαλύτερη ηλικία, να διακρίνεται από μεγαλύτερη αντίσταση και επιφυλακτικότητα απέναντι στην χρήση νέων τεχνολογιών και αυτοματισμών κατά την διάρκεια της εργασίας τους. Αντίθετα, οι νεότεροι σε ηλικία υποψήφιοι εργαζόμενοι, έχοντας μεγαλώσει σε ένα περιβάλλον υπερβάλλουσας τεχνολογικής ανάπτυξης σε όλους τους τομείς, αναμένεται να έχουν υψηλότερη τάση προς οτιδήποτε μπορεί να προσφέρει τεχνολογική ευκολία και αυτοματισμό, ενώ αναμένεται να έχουν υψηλότερη εξοικείωση με το περιβάλλον προσομοίωσης, καθώς δεν έχουν συγκριτική εικόνα από ένα κανονικό περιβάλλον παραγωγής.

Υπόθεση 2: Η συνολική εμπειρία των συμμετεχόντων στον κλάδο των Γραφικών Τεχνών συσχετίζεται με τις απαντήσεις των ερωτήσεων που τους τέθηκαν. Η υπόθεση αυτή προκύπτει καθώς όσοι εργαζόμενοι είναι μεγαλύτερης ηλικίας, και άρα έχουν περισσότερα χρόνια εμπειρίας, έχουν αναλώσει περισσότερο εργασιακό χρόνο σε περιβάλλοντα εργασίας τα οποία δεν χαρακτηρίζονταν απαραίτητα από υψηλό τεχνολογικό προφίλ ή ξεκίνησαν την επαγγελματική τους πορεία παράλληλα με τις πρώτες τεχνολογικές εξελίξεις στον κλάδο των γραφικών Τεχνών.

Υπόθεση 3: Η εμπειρία των συμμετεχόντων σε περιβάλλον κονσόλας συσχετίζεται με τις απαντήσεις των ερωτήσεων που τους τέθηκαν. Για την τρίτη και τελευταία υπόθεση, εξετάζεται το ενδεχόμενο συσχέτισης της πρότερης εμπειρίας τους σε κονσόλες με τον υψηλό βαθμό ευκολίας χειρισμού του προσομοιωτή και τον μειωμένο χρόνο επίλυσης των προβλημάτων που καλούνται να επιλύσουν.

7.4.1. Συσχετισμός ηλικίας με το σύνολο των ερωτήσεων.

Ερωτ. 1: Θεωρείτε ότι η χρήση του προσομοιωτή διευκολύνει έναν νέο εργαζόμενο να κατανοήσει τις βασικές αρχές λειτουργίας της μεθόδου;			NAI	Total
Ηλικία	18 - 25	Count	2	2
		% within Ηλικία	100.0%	100.0%
	26 - 34	Count	2	2
		% within Ηλικία	100.0%	100.0%
	35 – 44	Count	1	1
		% within Ηλικία	100.0%	100.0%
	45 – 54	Count	3	3
		% within Ηλικία	100.0%	100.0%
	55 άνω	Count	1	1
		% within Ηλικία	100.0%	100.0%
	Total	Count	9	9
		% within Ηλικία	100.0%	100.0%

Πίνακας 7: Αποτελέσματα συσχέτισης ηλικίας με Ερώτηση 1.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων του Πίνακα 7, δεν μπορεί να γίνει επαγωγική στατιστική ανάλυση, καθώς όλοι οι συμμετέχοντες απάντησαν θετικά στο αν η χρήση του προσομοιωτή διευκολύνει έναν νέο εργαζόμενο να κατανοήσει τις βασικές αρχές της μεθόδου.

Ερωτ. 2: Έχετε δει/εργαστεί από κοντά σε μηχανή εκτύπωσης Offset; Αν ναι, η απεικόνιση των λειτουργιών είναι ενδεικτική του πραγματικού περιβάλλοντος					
			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Total
Ηλικία	18 - 25	Count	1	1	2
		% within Ηλικία	50.0%	50.0%	100.0%
	26 - 34	Count	2	0	2
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	35 – 44	Count	1	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	45 – 54	Count	3	0	3
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	55 άνω	Count	1	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Ηλικία	88.9%	11.1%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		3.938 ^a	4	.415	

Πίνακας 8: Συσχετισμός ηλικίας δείγματος με Ερώτηση 2

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 8, οι ηλικιακές ομάδες 26-34 έτη, 35-44 έτη, 45-54 έτη και 55 και άνω έδωσαν θετική απάντηση για το αν η απεικόνιση των λειτουργιών είναι ενδεικτική του πραγματικού περιβάλλοντος, ενώ η ηλικιακή ομάδα 18-25 έτη απάντησε ισομοιρασμένα και θετικά και αρνητικά. Συνολικά οι θετικές απαντήσεις αγγίζουν το ποσοστό του 88,9% ενώ οι αρνητικές ποσοστό 11,1%. Το p-value λαμβάνει τιμή 0,415 δηλώνοντας την μη ύπαρξη συσχετισμού της ηλικίας με τις απαντήσεις.

Ερωτ. 3: Θεωρείτε ότι ο προσομοιωτής, ως βάση troubleshooting, μπορεί να καθοδηγήσει κάποιον με επάρκεια;						
			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Total	
Ηλικία	18 - 25	Count	2	0	2	
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%	
	26 - 34	Count	2	0	2	
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%	
	35 - 44	Count	1	0	1	
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%	
	45 - 54	Count	3	0	3	
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%	
	55 άνω	Count	0	1	1	
		% within Ηλικία	0.0%	100.0%	100.0%	
	Total		Count	8	1	9
			% within Ηλικία	88.9%	11.1%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square		9.000 ^a	4	.061		

Πίνακας 9: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 3.

Βάσει του Πίνακα 9, οι ηλικιακές ομάδες 18-25 έτη, 26-34 έτη, 35-44 έτη και 45-54 έτη έδωσαν θετική απάντηση για το αν ο προσομοιωτής μπορεί να θεωρηθεί μία επαρκής βάση troubleshooting για να καθοδηγήσει κάποιον. Αντίθετα, η ηλικιακή ομάδα 55 και άνω έτη απάντησε αρνητικά. Συνολικά οι θετικές απαντήσεις αγγίζουν το ποσοστό του 88,9% ενώ οι αρνητικές ποσοστό 11,1%. Το p-value λαμβάνει τιμή 0,061 δηλώνοντας οριακά την μη ύπαρξη συσχετισμού της ηλικίας με τις απαντήσεις. Λόγω του ότι η τιμή p-value επηρεάζεται και από το μέγεθος του δείγματος, πιθανολογείται ότι ένα μεγαλύτερο δείγμα μπορεί να παρουσίαζε συσχέτιση της ηλικίας με την επάρκεια του προσομοιωτή ως βάση troubleshooting.

Ερωτ. 4: Με ποιον τρόπο, οι manual εργασίες συντήρησης που απαιτούνται θα μπορούσαν να αποδοθούν στον προσομοιωτή;						
			ΝΑΙ, με VR	ΟΧΙ	Total	
Ηλικία	18 - 25	Count	2	0	2	
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%	
	26 - 34	Count	1	1	2	
		% within Ηλικία	50.0%	50.0%	100.0%	
	35 – 44	Count	1	0	1	
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%	
	45 – 54	Count	3	0	3	
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%	
	55 άνω	Count	0	1	1	
		% within Ηλικία	0.0%	100.0%	100.0%	
	Total		Count	7	2	9
			% within Ηλικία	77.8%	22.2%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square		6.107 ^a	4	.191		

Πίνακας 10: Συσχετισμός ηλικίας με την Ερώτηση 4.

Βάσει του Πίνακα 10, οι ηλικιακές ομάδες 18-25 έτη, 35-44 έτη και 45-54 έτη έδωσαν θετική απάντηση για το αν θα μπορούσαν οι χειρωνακτικές εργασίες να αποδοθούν σε περιβάλλον προσομοίωσης. Η ομάδα 26-34 απάντησε ισομοιρασμένα στην ερώτηση, ενώ αντίθετα, η ηλικιακή ομάδα 55 και άνω έτη απάντησε αρνητικά. Συνολικά οι θετικές απαντήσεις αγγίζουν το ποσοστό του 77,8% ενώ οι αρνητικές ποσοστό 22,2%. Το p-value λαμβάνει τιμή 0,191 δηλώνοντας την μη ύπαρξη συσχετισμού της ηλικίας με τις απαντήσεις. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το σύνολο των συμμετεχόντων, ανεξαρτήτως των απαντήσεών τους, υπέδειξαν ως λύση την χρήση Virtual Reality και εξομοίωσης έναντι της προσομοίωσης, προκειμένου να αποδοθούν οι χειρωνακτικές εργασίες. Ακόμα και όσοι απάντησαν αρνητικά υπέδειξαν την χρήση Virtual Reality, παρ'ότι το αντιμετώπισαν με επιφυλακτικότητα, οδηγούμενοι τελικά να απαντήσουν αρνητικά.

Ερωτ. 5: Την ώρα του set-up, είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων σας να διαβάσετε την τεχνική προδιαγραφή της εργασίας; Αν δεν εργάζεστε, θεωρείται ότι θα έπρεπε να είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων σας;

			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Total
Ηλικία	18 - 25	Count	2	0	2
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	26 - 34	Count	1	1	2
		% within Ηλικία	50.0%	50.0%	100.0%
	35 – 44	Count	1	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	45 – 54	Count	3	0	3
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	55 άνω	Count	1	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Ηλικία	88.9%	11.1%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		3.938 ^a	4	.415	

Πίνακας 11: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 5.

Αναφορικά με τον Πίνακα 11, οι ηλικιακές ομάδες 18-25 έτη, 35-44 έτη, 45-54 έτη και 55 και άνω έτη έδωσαν θετική απάντηση για το αν θα έπρεπε ή αν είναι ήδη εντός του πλαισίου καθηκόντων τους να ελέγχουν τις προδιαγραφές της προς εκτύπωση δουλειάς. Η ομάδα 26-34 απάντησε ισομοιρασμένα στην ερώτηση. Συνολικά οι θετικές απαντήσεις αγγίζουν το ποσοστό του 88,9% ενώ οι αρνητικές ποσοστό 11,1%. Το p-value λαμβάνει τιμή 0,415 υποδεικνύοντας ανυπαρξία συσχετισμού της ηλικίας με τις απαντήσεις. Η παραπάνω ερώτηση τέθηκε ως σημείο ελέγχου για τις ερωτήσεις 6,8 και 9 προκειμένου να εντοπιστεί αν το δείγμα έχει επαρκή επαφή με το να ασχολείται με τις προδιαγραφές της δουλειάς και αν αντιλαμβάνεται την σημαντικότητα του να ακολουθεί ένα σύνολο προδιαγραφών για να προχωρήσει στην παραγωγή ενός προϊόντος. Παρόλο που μόνο ένας συμμετέχοντας είπε ότι δεν είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων του, αντιλαμβάνεται την σημαντικότητα των προδιαγραφών.

Ερωτ. 6: Εξυπηρετεί η ψηφιακή μεταφόρτωση της εργασίας στην μηχανή (αποθήκευση προδιαγραφής και ρυθμίσεων);					
			NAI	OXI	Total
Ηλικία	18 - 25	Count	1	1	2
		% within Ηλικία	50.0%	50.0%	100.0%
	26 - 34	Count	2	0	2
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	35 – 44	Count	1	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	45 – 54	Count	3	0	3
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	55 άνω	Count	1	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Ηλικία	88.9%	11.1%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		3.93a	4	.415	

Πίνακας 12: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 6.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 12 , οι ηλικιακές ομάδες 26-34 έτη, 35-44 έτη, 45-54 έτη και 55 και άνω έδωσαν θετική απάντηση στο αν εξυπηρετεί η ψηφιακή μεταφόρτωση μίας εργασίας στην μηχανή, ενώ η ηλικιακή ομάδα 18-25 έτη απάντησε ισόποσα και θετικά και αρνητικά. Και εδώ οι θετικές απαντήσεις αγγίζουν το ποσοστό του 88,9% ενώ οι αρνητικές ποσοστό 11,1%. Το p-value λαμβάνει τιμή 0,415 δείχνοντας εκ νέου μη ύπαρξη συσχετισμού.

Ερωτ. 7: Κατά πόσο σας ήταν εύκολο να εντοπίσετε το εκτυπωτικό πρόβλημα χωρίς να υπάρχει φυσικό τυπωμένο δείγμα;						
			Πολύ δύσκολο	Μέτριο	Πολύ εύκολο	
Ηλικία	18 - 25	Count	0	1	1	2
		% within Ηλικία	0.0%	50.0%	50.0%	100.0%
	26 - 34	Count	1	0	1	2
		% within Ηλικία	50.0%	0.0%	50.0%	100.0%
	35 - 44	Count	1	0	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	45 - 54	Count	0	1	2	3
		% within Ηλικία	0.0%	33.3%	66.7%	100.0%
	55 άνω	Count	1	0	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	Total	Count	3	2	4	9
		% within Ηλικία	33.3%	22.2%	44.4%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square		7.500 ^a	8	.484		

Πίνακας 13: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 7

Από τον Πίνακα 13 προκύπτει διαμοιρασμός των ηλικιακών ομάδων ως προς την δυσκολία του να εντοπίσουν το εκτυπωτικό πρόβλημα. Συνολικά το 33,3% απάντησαν ότι τους φάνηκε πολύ δύσκολο να φτάσουν στην επίλυση του προβλήματος των συμπτώσεων, 22,2% απάντησε ότι αντιμετώπισαν μέτρια δυσκολία, ενώ το 44,4% τους φάνηκε πολύ εύκολο. Το p-value για την Ερώτηση 7 διαμορφώνεται στο 0,484 δείχνοντας έλλειψη συσχετισμού της ηλικίας με την συγκεκριμένη ερώτηση.

Ερωτ. 8: Αν εργαζόσασταν σε ένα πραγματικό περιβάλλον εκτύπωσης η μέθοδος εργασίας με την οποία θα δουλεύατε θα ήταν να εντοπίζετε πρώτα διαφορές μεταξύ τυπωμένου φύλλου και δείγματος ή να ελέγχετε αν όλες οι ρυθμίσεις της μηχανής είναι σωστές, αφού έχει γίνει η μεταφόρτωση της δουλειάς (π.χ. μέτρα, μελανεία κ.λπ);					
			Έλεγχος δείγματος	Έλεγχος ρυθμίσεων μηχανής	Total
Ηλικία	18 - 25	Count	1	1	2
		% within Ηλικία	50.0%	50.0%	100.0%
	26 - 34	Count	1	1	2
		% within Ηλικία	50.0%	50.0%	100.0%
	35 - 44	Count	1	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	45 - 54	Count	3	0	3
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
	55 άνω	Count	1	0	1
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	7	2	9
		% within Ηλικία	77.8%	22.2%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		3.214 ^a	4	.523	

Πίνακας 14: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 8.

Σχετικά με την Ερώτηση 8, τα αποτελέσματα του Πίνακα 14 δείχνουν ότι οι ηλικιακές ομάδες 35-44 έτη, 45-54 έτη και 55 και άνω θα έκαναν έλεγχο της ορθότητας του παραγόμενου φύλλου σε σύγκριση με ένα φυσικό δείγμα, ενώ οι ηλικιακές ομάδες 18-25 έτη και 26-34 έτη απάντησαν ισομοιρασμένα και στο αν θα έκαναν έλεγχο είτε από φυσικό δείγμα είτε από το αν η μηχανή είχε τις σωστές ρυθμίσεις. Οι απαντήσεις αναφορικά με την θετική προσέγγιση στον να ελέγξουν βάσει δείγματος αγγίζουν το ποσοστό του 77,8% ενώ οι απαντήσεις με θετική προσέγγιση στο να έκαναν έλεγχο με βάσει τις ρυθμίσεις της μηχανής λαμβάνουν ποσοστό 22,2%. Το p-value έχει τιμή 0,415 δείχνοντας εκ νέου μη ύπαρξη συσχετισμού.

Ερωτ. 9: Από που θα έλεγες τις προδιαγραφές της δουλειάς; Hard copy φάκελος παραγωγής ή από την μηχανή;						
			Hard Copy ΦΠ	Μηχανή	Total	
Ηλικία	18 - 25	Count	0	2	2	
		% within Ηλικία	0.0%	100.0%	100.0%	
	26 - 34	Count	0	2	2	
		% within Ηλικία	0.0%	100.0%	100.0%	
	35 – 44	Count	1	0	1	
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%	
	45 – 54	Count	0	3	3	
		% within Ηλικία	0.0%	100.0%	100.0%	
	55 άνω	Count	1	0	1	
		% within Ηλικία	100.0%	0.0%	100.0%	
	Total		Count	2	7	9
			% within Ηλικία	22.2%	77.8%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square		9.000 ^a	4	.061		

Πίνακας 15: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 9.

Τέλος, με βάση τα αποτελέσματα του Πίνακα 15, προκύπτει σχετικά με την Ερώτηση 9, ότι οι ηλικιακές ομάδες 18-25 έτη, 26-34 έτη, 35-44 έτη και 45-54 έτη θα προτιμούσαν να κάνουν έλεγχο των προδιαγραφών της εργασίας από την μηχανή, ενώ οι ηλικιακές ομάδες 35-44 και 55 και θα προτιμούσαν να χρησιμοποιούν έναν hardcopy φάκελο παραγωγής ώστε να λαμβάνουν τις πληροφορίες. Οι απαντήσεις αναφορικά με την προτίμηση των ψηφιακών προδιαγραφών αγγίζει το ποσοστό του 77,8% ενώ οι απαντήσεις με προτίμηση του hardcopy φακέλου, λαμβάνουν ποσοστό 22,2%. Το p-value λαμβάνει τιμή 0,061, οριακά πάνω από την τιμή α, δείχνοντας ίσως την ενδεχόμενη ανάγκη για επανεξέταση του ερωτήματος, βάσει μεγαλύτερου πληθυσμιακά δείγματος.

7.4.2. Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας με το σύνολο των ερωτήσεων.

Ερώτ. 1: Θεωρείτε ότι η χρήση του προσομοιωτή διευκολύνει έναν νέο εργαζόμενο να κατανοήσει τις βασικές αρχές λειτουργίας της μεθόδου;			NAI	Total
Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0-2	Count	4	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	100%
	6-10	Count	1	1
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	100.0%
	18-30	Count	4	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	100.0%
Total		Count	9	9
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100%	100.0%

Πίνακας 16: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με Ερώτηση 1.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων του Πίνακα 16, δεν μπορεί να γίνει επαγωγική στατιστική ανάλυση, καθώς όλοι οι συμμετέχοντες απάντησαν θετικά στο αν η χρήση του προσομοιωτή διευκολύνει έναν νέο εργαζόμενο να κατανοήσει τις βασικές αρχές της μεθόδου.

Ερώτ. 2: Έχετε δει/εργαστεί από κοντά σε μηχανή εκτύπωσης Offset; Αν ναι, η απεικόνιση των λειτουργιών είναι ενδεικτική του πραγματικού περιβάλλοντος					
			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Total
Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0-2	Count	3	1	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	75.0%	25.0%	100%
	6-10	Count	1	0	1
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	0.0%	100.0%
	18-30	Count	4	0	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	88.9%	11.1%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		1.406 ^a	2	.495	

Πίνακας 17: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 2.

Από τον Πίνακα 16 προκύπτει ότι οι συμμετέχοντες με εργασιακή εμπειρία 6-10 έτη και 18-30 έτη βρίσκουν ταύτιση του περιβάλλοντος του προσομοιωτή με το πραγματικό περιβάλλον. Από τους αρχάριους συμμετέχοντες μόνο ένας θεωρεί ότι δεν ανταποκρίνεται ο προσομοιωτής με το πραγματικό περιβάλλον. Συνολικά από όλες τις ομάδες εργασιακής εμπειρίας το 88,9% απάντησε θετικά ενώ το 11,1% απάντησε αρνητικά. Το p-value είναι 0,495, δηλώνοντας ότι δεν υπάρχει συσχετισμός της εμπειρίας με την Ερώτηση 2.

Ερώτ. 3: Θεωρείτε ότι ο προσομοιωτής, ως βάση troubleshooting, μπορεί να καθοδηγήσει κάποιον με επάρκεια;					
			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Total
Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0-2	Count	4	0	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100%	0%	100%
	6-10	Count	1	0	1
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	0.0%	100.0%
	18-30	Count	3	1	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	75.0%	25.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	88.9%	11.1%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		1.406 ^a	2	.495	

Πίνακας 18: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 3.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 17, οι συμμετέχοντες με εργασιακή εμπειρία 6-10 έτη θεωρούν ότι ο προσομοιωτής μπορεί να αποτελέσει μία καλή βάση troubleshooting για τους νέους εργαζόμενους. Για τους συμμετέχοντες με εργασιακή εμπειρία 18-30 έτη, ένας εκ των τεσσάρων συμμετεχόντων θεωρεί ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση troubleshooting. Τέλος όλοι οι αρχάριοι συμμετέχοντες με εμπειρία 0-2 έτη θεωρούν ότι ο προσομοιωτής θα μπορούσε να λειτουργήσει ως μία επαρκής βάση εύρεσης επίλυσης προβλημάτων. Συνολικά το 88,9% απάντησε θετικά ενώ το 11,1% αρνητικά. Και εδώ εντοπίζεται χαμηλός βαθμός συσχετισμού, με p-value 0,495.

Ερώτ. 4: Με ποιον τρόπο, οι manual εργασίες συντήρησης που απαιτούνται θα μπορούσαν να αποδοθούν στον προσομοιωτή;					
			ΝΑΙ, με VR	ΟΧΙ	Total
Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0-2	Count	3	1	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	75.0%	25.0%	100%
	6-10	Count	1	0	1
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	0.0%	100.0%
	18-30	Count	3	1	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	75.0%	25.0%	100%
Total		Count	7	2	9
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	88.9%	11.1%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		0.321 ^a	2	.852	

Πίνακας 19: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 4.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 19, οι συμμετέχοντες με εργασιακή εμπειρία 6-10 έτη θεωρούν ότι ο προσομοιωτής μπορεί να αποτελέσει μία καλή βάση troubleshooting για τους νέους εργαζόμενους. Για τους συμμετέχοντες με εργασιακή εμπειρία 18-30 έτη, ένας εκ των τεσσάρων συμμετεχόντων θεωρεί ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση troubleshooting. Τέλος όλοι οι αρχάριοι συμμετέχοντες με εμπειρία 0-2 έτη θεωρούν ότι ο προσομοιωτής θα μπορούσε να λειτουργήσει ως μία επαρκής βάση εύρεσης επίλυσης προβλημάτων. Συνολικά το 88,9% απάντησε θετικά ενώ το 11,1% αρνητικά. Εντοπίζεται εκ νέου χαμηλός βαθμός συσχετισμού, με p-value 0,852.

Ερώτ. 5: Την ώρα του set-up, είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων σας να διαβάζετε την τεχνική προδιαγραφή της εργασίας; Αν δεν εργάζεστε, θεωρείται ότι θα έπρεπε να είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων σας;					
			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Total
Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0-2	Count	4	0	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	0.0%	100%
	6-10	Count	0	1	1
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0.0%	100.0%	100.0%
	18-30	Count	4	0	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	0.0%	100%
Total		Count	8	1	9
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	88.9%	11.1%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		9.000 ^a	2	.011	

Πίνακας 20: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 5.

Με βάση τα δεδομένα του Πίνακα 20, εντοπίζεται υψηλή συσχέτιση της συνολικής εμπειρίας των συμμετεχόντων με το αν θα έπρεπε να ελέγχουν τις προδιαγραφές μίας εργασίας, με p-value ίσο με 0,011. Τόσο οι αρκετά έμπειροι όσο και οι αρχάριοι θεωρούν ότι θα έπρεπε να είναι εντός των καθηκόντων τους η μελέτη των προδιαγραφών μίας εργασίας, ενώ όπως προαναφέρθηκε στον Πίνακα 11 (σελ. 67) παρόλο που μόνο ένας συμμετέχοντας είπε ότι δεν είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων του, αντιλαμβάνεται την σημαντικότητα των προδιαγραφών. Συνολικά το 88,9% των συμμετεχόντων παραδέχεται ότι είναι εντός των καθηκόντων του (ή θα έπρεπε να είναι, για τους αρχάριους) ενώ το 11,1% αναφέρει ότι δεν είναι εντός των καθηκόντων του.

Ερώτ. 6: Εξυπηρετεί η ψηφιακή μεταφόρτωση της εργασίας στην μηχανή (αποθήκευση προδιαγραφής και ρυθμίσεων)					
			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Total
Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0-2	Count	3	1	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	75.0%	25.0%	100%
	6-10	Count	1	0	1
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100%	0.0%	100.0%
	18-30	Count	4	0	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	0.0%	100%
Total		Count	8	1	9
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	88.9%	11.1%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		9.000 ^a	2	.495	

Πίνακας 21: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 6.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα του Πίνακα 21, οι ομάδα των έμπειρων χειριστών με συνολική εμπειρία 18-30 έτη θεωρεί ότι η ψηφιακή μεταφόρτωση μίας εργασίας στη μηχανή εξυπηρετεί, όπως επίσης και ο συμμετέχων της ομάδας εμπειρίας 6-10 έτη. Αντίστοιχα, η ομάδα των αρχάριων συμμετεχόντων με πλειοψηφία τριών έναντι ενός, θεωρεί ότι η ψηφιακή μεταφόρτωση εξυπηρετεί. Δεν εντοπίζεται συσχετισμός, με p-value για την συγκεκριμένη ερώτηση ίσο με 0,495.

Ερώτ. 7: Κατά πόσο σας ήταν εύκολο να εντοπίσετε το εκτυπωτικό πρόβλημα χωρίς να υπάρχει φυσικό τυπωμένο δείγμα;						
			Πολύ δύσκολο	Μέτριο	Πολύ εύκολο	Total
Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0-2	Count	1	1	2	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	25.0%	25.0%	50.0%	100%
	6-10	Count	1	0	0	1
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100%	0.0%	0.0%	100.0%
	18-30	Count	1	1	2	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	25.0%	25.0%	50.0%	100%
Total		Count	3	2	4	9
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	33.3%	22,2%	44.4%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square		9.000 ^a	2	.690		

Πίνακας 22: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με Ερώτηση 7.

Για την Ερώτηση 7, τόσο οι έμπειροι όσο και οι αρχάριοι συμμετέχοντες, έχουν διαμοιραστεί στους βαθμούς δυσκολίας, με τους δύο από τους τέσσερις έμπειρους χειριστές να δηλώνουν ότι σε ποσοστό 50% το βρήκαν αρκετά εύκολα, ενώ από 25% το αντιμετώπισαν είτε μέτρια είτε πολύ δύσκολα. Στα ίδια ποσοστά κινήθηκε και η ομάδα εμπειρίας 0-2 έτη, ενώ τέλος η ομάδα ο συμμετέχοντας της ομάδας με 6- 10 έτη εμπειρίας το αντιμετώπισε το πρόβλημα ως πολύ δύσκολο. Το p-value λαμβάνει τιμή 0.690, δηλώνοντας χαμηλό βαθμό συσχετισμού.

Ερώτ. 8: Αν εργαζόσασταν σε ένα πραγματικό περιβάλλον εκτύπωσης η μέθοδος εργασίας με την οποία θα δουλεύατε θα ήταν να εντοπίζετε πρώτα διαφορές μεταξύ τυπωμένου φύλλου και δείγματος ή να ελέγχετε αν όλες οι ρυθμίσεις της μηχανής είναι σωστές, αφού έχει γίνει η μεταφόρτωση της δουλειάς (π.χ. μέτρα, μελανεία κ.λπ);					
			Έλεγχος δείγματος	Έλεγχος ρυθμίσεων μηχανής	Total
Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0-2	Count	2	2	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	50.0%	50.0%	100%
	6-10	Count	1	0	1
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100%	0.0%	100.0%
	18-30	Count	4	0	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	100.0%	0.0%	100%
Total		Count	7	2	9
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	77.8%	22.2%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		9.000 ^a	2	.200	

Πίνακας 23: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με Ερώτηση 8.

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 23, το σύνολο της ομάδας εμπειρίας 6-10 έτη αλλά και της ομάδας 18-30 έτη, θα έκαναν έλεγχο του παραχθέντος τυπωμένου φύλλου με βάση το δείγμα, ενώ και πάλι για την ομάδα 0-2 έτη εμπειρίας ισομοιρασμένοι θα έκαναν έλεγχο μέσω της μηχανής. Για την ερώτηση 8 προκύπτει και πάλι χαμηλός συσχετισμός με p-value 0,2.

Ερώτ. 9: Από που θα έλεγχοι τις προδιαγραφές της δουλειάς; Hard copy φάκελος παραγωγής ή από την μηχανή;					
			Hard Copy ΦΠ	Μηχανή	Total
Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0-2	Count	1	3	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	25.0%	75.0%	100%
	6-10	Count	0	1	1
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	0%	100.0%	100.0%
	18-30	Count	1	3	4
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	25.0%	75.0%	100%
Total		Count	2	7	9
		% within Εργασιακή εμπειρία σε έτη	22.2%	77.8%	100.0%
		Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	
Pearson Chi-Square		9.000 ^a	2	.852	

Πίνακας 24: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας χρηστών με την Ερώτηση 9.

Τέλος, σύμφωνα με τον Πίνακα 24, η πλειοψηφία των ομάδων εμπειρίας 0-2 έτη και 18-30 έτη, με τρεις συμμετέχοντες έναντι ενός, θα προτιμούσαν να ελέγχοι τις προδιαγραφές από την μηχανή, όπως επίσης και ο συμμετέχοντας της ομάδας 6-10 έτη. Συνολικά το 77,8% των συμμετεχόντων θα προτιμούσε τον έλεγχο προδιαγραφών μέσα από την μηχανή, ενώ το 22,2% θα προτιμούσε τον έλεγχο από τον φυσικό φάκελο παραγωγής.

7.4.3. Συσχετισμός εμπειρίας στις κονσόλες με το σύνολο των ερωτήσεων.

Ερώτ. 1: Θεωρείτε ότι η χρήση του προσομοιωτή διευκολύνει έναν νέο εργαζόμενο να κατανοήσει τις βασικές αρχές λειτουργίας της μεθόδου;				
			NAI	Total
Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	0-2	Count	4	4
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	100.0%	100.0%
	11-20	Count	5	5
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	100.0%	100.0%
Total		Count	9	9
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	100.0%	100.0%

Πίνακας 25: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 1.

Όπως έχει προαναφερθεί και στους δύο προηγούμενους συσχετισμούς για την ίδια ερώτηση, έτσι και εδώ δεν μπορεί να προκύψει κάποιος στατιστικός συσχετισμός, καθώς όλοι οι συμμετέχοντες απάντησαν θετικά στην ερώτηση.

Ερώτ. 2: Έχετε δει/εργαστεί από κοντά σε μηχανή εκτύπωσης Offset; Αν ναι, η απεικόνιση των λειτουργιών είναι ενδεικτική του πραγματικού περιβάλλοντος;					
			NAI	OXI	Total
Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	0-2	Count	3	1	4
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	75.0%	25.0%	100.0%
	11-20	Count	5	0	5
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	88.9%	11.1%	100.0%
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square	1.406 ^a	1	.236		

Πίνακας 26: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 2.

Βάσει του Πίνακα 26, το σύνολο της ομάδας των εμπειρων σε κονσόλες συμμετεχόντων απάντησαν ότι η απεικόνιση των λειτουργιών του προσομοιωτή είναι αντιπροσωπευτική του πραγματικού περιβάλλοντος. Αντίστοιχα, τρεις στους τέσσερις συμμετέχοντες της άπειρης ομάδας συμμετεχόντων απάντησαν θετικά. Συνολικά, τα ποσοστά διαμορφώνονται σε 88,9% για θετική απάντηση και 11,1% αρνητική απάντηση, με τιμή για το p-value 0,236 και άρα χαμηλό βαθμό συσχετισμού.

Ερώτ. 3: Θεωρείτε ότι ο προσομοιωτής, ως βάση troubleshooting, μπορεί να καθοδηγήσει κάποιον με επάρκεια;					
			ΝΑΙ	ΟΧΙ	Total
Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	0-2	Count	4	0	4
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	100.0%	0.0%	100.0%
	11-20	Count	4	1	5
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	80.0%	20.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	88.9%	11.1%	100.0%
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square	.900 ^a	1	.343		

Πίνακας 27: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με την Ερώτηση 3.

Για την ερώτηση 3, οι αρχάριοι σε χειρισμό κονσόλας απάντησαν συνολικά θετικά ότι ο προσομοιωτής θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως βάση troubleshooting. Επίσης, οι έμπειροι σε χειρισμό κονσόλας, απάντησαν πλειοψηφικά θετικά. Συνολικά οι θετικές απαντήσεις αγγίζουν το 88,9% ενώ οι αρνητικές απαντήσεις το 11,1%. Η τιμή p-value διαμορφώνεται σε 0,343 υποδεικνύοντας έλλειψη συσχετισμού.

Ερώτ. 4: Με ποιον τρόπο, οι manual εργασίες συντήρησης που απαιτούνται θα μπορούσαν να αποδοθούν στον προσομοιωτή;					
			ΝΑΙ, με VR	ΟΧΙ	Total
Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	0-2	Count	3	1	4
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	75.0%	25.0%	100.0%
	11-20	Count	4	1	5
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	80.0%	20.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	77.8%	22.2%	100.0%
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square	.032 ^a	1	.858		

Πίνακας 28: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 4.

Ως προς την Ερώτηση 4, ένας εκ των συμμετεχόντων ανά ομάδα εμπειρίας απάντησε ότι δεν μπορούν να αποδοθούν χειρωνακτικές εργασίες σε περιβάλλον προσομοίωσης, ενώ οι υπόλοιποι συμμετέχοντες, αρχάριοι και έμπειροι απάντησαν θετικά, υπό την προϋπόθεση της χρήσης Virtual Reality. Η p-value λαμβάνει τιμή 0,858, δηλώνοντας απουσία συσχέτισης.

Ερώτ. 5: Την ώρα του set-up, είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων σας να διαβάζετε την τεχνική προδιαγραφή της εργασίας; Αν δεν εργάζεστε, θεωρείται ότι θα έπρεπε να είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων σας;					
			NAI	OXI	Total
Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	0-2	Count	3	1	4
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	75.0%	25.0%	100.0%
	11-20	Count	5	0	5
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	88.9%	11.1%	100.0%
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square	1.406 ^a	1	.236		

Πίνακας 29: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 5.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα στον Πίνακα 29, το σύνολο των έμπειρων χειριστών σε περιβάλλον κονσόλας έχει εντός του πλαισίου των καθηκόντων του τον έλεγχο των προδιαγραφών, ενώ τρεις προς έναν για τους αρχάριους χειριστές κονσόλας αναφέρουν την ότι θα έπρεπε να είναι εντός των καθηκόντων τους. Συνολικά σε ποσοστό 88,9% οι συμμετέχοντες απάντησαν θετικά στο αν είναι (ή αν θα έπρεπε να είναι εντός του πλαισίου καθηκόντων τους) ενώ το 11,1% αρνητικά. Το p-value λαμβάνει για την Ερώτηση 5 τιμή 0,236 αποκλείοντας την ένδειξη συσχετισμού.

Ερώτ. 6: Εξυπηρετεί η ψηφιακή μεταφόρτωση της εργασίας στην μηχανή (αποθήκευση προδιαγραφής και ρυθμίσεων);					
			NAI	OXI	Total
Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	0-2	Count	3	1	4
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	75.0%	25.0%	100.0%
	11-20	Count	5	0	5
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	8	1	9
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κονσόλας	88.9%	11.1%	100.0%
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square	1.406 ^a	1	.236		

Πίνακας 30: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 6.

Ως προς τα αποτελέσματα της Ερώτησης 6, οι έμπειροι χειριστές ομόφωνα, αλλά και η πλειοψηφία των άπειρων χειριστών απάντησαν θετικά στο αν εξυπηρετεί η ψηφιακή μεταφόρτωση της εργασίας στην μηχανή στα ίδια ποσοστά και με το ίδιο p-value με αυτό της Ερώτησης 5.

Ερώτ. 7: Κατά πόσο σας ήταν εύκολο να εντοπίσετε το εκτυπωτικό πρόβλημα χωρίς να υπάρχει φυσικό τυπωμένο δείγμα;						
			Πολύ δύσκολο	Μέτριο	Πολύ εύκολο	Total
Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	0-2	Count	1	1	2	4
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	25.0%	25.0%	50.0%	100.0%
	11-20	Count	2	1	2	5
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	40.0%	20.0%	40.0%	100.0%
Total		Count	3	2	4	9
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	33.3%	22.2%	44.4%	100.0%
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)			
Pearson Chi-Square	.225 ^a	2	.894			

Πίνακας 31: Συσχετισμός εμπειρίας σε κοτσόλες με Ερώτηση 7.

Για την Ερώτηση 7 υπήρχε διαμοιρασμός του βαθμού δυσκολίας τόσο για τους αρχάριους όσο και για τους έμπειρους χειριστές, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 31. Συνολικά το 44,4% των συμμετεχόντων αντιμετώπισε το πρόβλημα ως πολύ εύκολο, το 22,2% ως μέτριο ενώ το 33,3% ως πολύ δύσκολο. Το p-value με τιμή 0,894 δηλώνει την απουσία συσχετισμού.

Ερώτ. 8: Αν εργαζόσασταν σε ένα πραγματικό περιβάλλον εκτύπωσης η μέθοδος εργασίας με την οποία θα δουλεύατε θα ήταν να εντοπίζετε πρώτα διαφορές μεταξύ τυπωμένου φύλλου και δείγματος ή να ελέγχετε αν όλες οι ρυθμίσεις της μηχανής είναι σωστές, αφού έχει γίνει η μεταφόρτωση της δουλειάς (π.χ. μέτρα, μελανία κ.λπ);					
			Έλεγχος δείγματος	Έλεγχος ρυθμίσεων μηχανής	Total
Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	0-2	Count	2	2	4
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	50.0%	50.0%	100.0%
	11-20	Count	5	0	5
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Count	7	2	9
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	77.8%	22.2%	100.0%
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square	3.214 ^a	1	.073		

Πίνακας 32: Συσχετισμός εμπειρίας σε κοτσόλες με Ερώτηση 8.

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 32, υποδεικνύουν ισομέρεια απαντήσεων για την ομάδα των αρχάριων συμμετεχόντων, ενώ το σύνολο έμπειρων χειριστών θα εκτελούσε τον έλεγχο του τυπωμένου φύλλου από το δείγμα. Συνολικά 77,8% των συμμετεχόντων θα έκαναν έλεγχο του τυπωμένου φύλλου τους με το δείγμα ενώ το 22,2% θα έκανε έλεγχο μέσω των ρυθμίσεων της μηχανής. Το p-value με τιμή 0,073, δίνει μία ένδειξη ότι η ύπαρξη μεγαλύτερου δείγματος ίσως να έδινε κάποιον βαθμό συσχετισμού.

Ερώτ. 9: Από που θα έλεγχε τις προδιαγραφές της δουλειάς; Hard copy ή από την μηχανή;					
			Hard copy ΦΠ	Μηχανή	Total
Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	0-2	Count	0	4	4
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	0.0%	100.0%	100.0%
	11-20	Count	2	3	5
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	40.0%	60.0%	100.0%
Total		Count	2	7	9
		% within Εμπειρία σε περιβ. Κοτσόλας	22.2%	77.8%	100.0%
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)		
Pearson Chi-Square	2.057 ^a	1	.151		

Πίνακας 33: Συσχετισμός εμπειρίας σε κοτσόλες με Ερώτηση 9.

Τέλος, σε ότι αφορά την Ερώτηση 9, ο Πίνακας 33 παρουσιάζει τις απαντήσεις των αρχάριων και έμπειρων χειριστών ως προς την προτίμηση τους για έλεγχο των προδιαγραφών είτε από φυσικό φάκελο παραγωγής είτε από την μηχανή. Το σύνολο των αρχάριων χειριστών θα επιθυμούσε να κάνει έλεγχο από την μηχανή, ενώ από την ομάδα των έμπειρων χειριστών, το 60% θα επιθυμούσε τον έλεγχο από την μηχανή ενώ το 40% από τον φυσικό φάκελο παραγωγής. Το p-value διαμορφώνεται σε 0,151 δηλώνοντας οριακά έλλειψη συσχετισμού.

7.5. Παρουσίαση και ανάλυση δεδομένων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης

7.5.1. Εισαγωγή

Αναφορικά με τα αποτελέσματα της ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, τα εξαγόμενα δεδομένα της καταγεγραμμένης ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης ανά χρήστη, μπορούν να είναι εξαιρετικά πολύτιμα για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι συμμετέχοντες εκτελούν χειρισμούς στις μηχανές εκτύπωσης Offset, με ποιον τρόπο διενεργούν ελέγχους ρουτίνας, ενώ μπορούν επίσης να ενισχύσουν σημαντικά την ανάπτυξη και την βελτιστοποίηση των προσομοιωτών εκτύπωσης που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των χειριστών. Τα δεδομένα της καταγραφής εξάγονται από το σύστημα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης σε κατάλληλη μορφή, όπως .CSV ή .JSON, η οποία περιλαμβάνει χρονοσφραγίδες, συντεταγμένες του βλέμματος, σημεία σταθεροποίησης, σακκαδικές κινήσεις, περιοχές ενδιαφέροντος (AOIs) κ.α.

Η ανάλυση των σημείων σταθεροποίησης του βλέμματος (fixations), εντοπίζει πού ξοδεύουν οι εργαζόμενοι τον περισσότερο χρόνο κοιτάζοντας, επισημαίνοντας τα κρίσιμα σημεία της κονσόλας ελέγχου που απαιτούν τη μεγαλύτερη προσοχή. Η ανάλυση των σακκαδικών κινήσεων (saccades) εξετάζει τις γρήγορες οφθαλμικές κινήσεις από ένα σημείο σε ένα άλλο, για να κατανοήσει πώς οι εργαζόμενοι μετατοπίζουν το βλέμμα τους μεταξύ διαφορετικών σημείων σε μία περιοχή εργασίας. Ακόμα, η δημιουργία Heatmaps ή η απόκρυψη των περιοχών που δεν είναι εστιασμένο το βλέμμα, εξυπηρετεί στην οπτική απεικόνιση της συγκέντρωσης των σημείων του βλέμματος, που υποδεικνύουν υψηλή εστίαση και αποκαλύπτουν βασικές περιοχές αλληλεπίδρασης. Η ανάλυση των περιοχών ενδιαφέροντος (AOI) ορίζει συγκεκριμένες περιοχές ενδιαφέροντος, όπως η εκκίνηση της μηχανής, η διόρθωση των συμπτώσεων, η εύρεση των προδιαγραφών της προς εκτύπωση εργασίας κ.λπ.

Με βάση την ανάλυση των παραπάνω, μπορούν να ερμηνευθούν με τον κατάλληλο τρόπο οι ανθρώπινες ενέργειες και να δημιουργηθούν τα κατάλληλα συστήματα υποβοήθησης της ανθρώπινης εργασίας και της λήψης αποφάσεων. Η αποδοτικότητα της ροής εργασίας μπορεί να προσδιοριστεί με την ανάλυση του χρόνου που δαπανάται για τις διάφορες εργασίες. Για παράδειγμα, εάν οι εργαζόμενοι ξοδεύουν υπερβολικό χρόνο σε ορισμένες οθόνες χειρισμού, αυτό μπορεί να υποδηλώνει πολυπλοκότητα ή δυσκολία κατανόησης της κονσόλας ελέγχου. Οι ανάγκες κατάρτισης ή αναβάθμισης της υπάρχουσας γνώσης χειρισμού, μπορούν να προσδιοριστούν παρατηρώντας συχνές μακρόχρονες περιόδους προσήλωσης του βλέμματος σε συγκεκριμένα σημεία, γεγονός που υποδηλώνει έλλειψη εξοικείωσης ή εμπιστοσύνης.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων της ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης μπορούν να εκτιμήσουν αν η διάταξη των μενού χειρισμού της μηχανής είναι η βέλτιστη, αποκαλύπτοντας το αν οι εργαζόμενοι πρέπει να κοιτάζουν αποσπασματικά και διερευνητικά για να ολοκληρώσουν μία εργασία, υποδεικνύοντας πιθανές εργονομικές βελτιώσεις. Επιπλέον, η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι εργαζόμενοι εντοπίζουν και αντιδρούν στα σφάλματα μέσω της ακολουθίας των κινήσεων του βλέμματος, κατά τη διάρκεια της αντιμετώπισης προβλημάτων, μπορεί να παράσχει πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο εντοπίζονται και επιλύονται τα σφάλματα, βοηθώντας στη βελτίωση των μηχανισμών εντοπισμού σφαλμάτων.

Για την παρούσα έρευνα, επιλέχθηκαν προς μελέτη τα παρακάτω δεδομένα και οι συσχετισμοί τους, όπως αυτά προκύπτουν με τα ανάλογα tags από το σύστημα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης:

- **TIME:** Ο χρόνος μετρούμενος σε δευτερόλεπτα από την στιγμή εκκίνησης της καταγραφής κάθε χρήστη.
- **FPOGS:** Η στιγμή εκκίνησης της προσήλωσης του βλέμματος (εφεξής fixations) από την στιγμή εκκίνησης της καταγραφής.
- **FPOGD:** Η διάρκεια του fixation σε δευτερόλεπτα.
- **LPMM, RPMM:** Διάμετρος κόρης δεξιού και αριστερού οφθαλμού σε χιλιοστά.
- **SACCADE_MAG:** Το μέγεθος της σακκαδικής κίνησης μεταξύ του τρέχοντος fixation και του προηγούμενου.
- **SACCADE_DIR:** Η κατεύθυνση της σακκαδικής κίνησης μετρούμενη σε γωνία.
- **BKID:** Αριθμός blink ανά συμμετέχοντα.
- **BDUR:** Διάρκεια κάθε blink.

Προστέθηκαν επίσης οι τιμές (όπως αυτές προκύπτουν από τα δημογραφικά στοιχεία):

- **SYNOΛΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ:** Που δηλώνουν το άθροισμα της συνολικής εμπειρίας των συμμετεχόντων.
- **ΕΜΠΕΙΡΙΑ PLATFORMA:** Άθροισμα εμπειρίας συμμετεχόντων σε κονσόλες ελέγχου μηχανής Offset.

Τα παραπάνω δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τα παρακάτω ερωτήματα μελετήθηκαν με την μέθοδο Pearson και όχι με chi-square test. Πιο συγκεκριμένα, κατόπιν του στατιστικού ελέγχου χ^2 , η p-value είναι ίση με 0. Αυτό σημαίνει ότι η τιμή του χ^2 είναι τόσο μεγάλη που η πιθανότητα να παρατηρηθεί αυτό το αποτέλεσμα (υπό την υπόθεση ότι οι μεταβλητές είναι ανεξάρτητες) είναι εξαιρετικά μικρή. Επομένως, η υπόθεση της ανεξαρτησίας απορρίπτεται και υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των τεσσάρων μεταβλητών. Ωστόσο, ο χ^2 έλεγχος δεν προσδιορίζει τη φύση και την κατεύθυνση της συσχέτισης. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης Pearson.

Ο πίνακας συσχέτισεων Pearson περιλαμβάνει τους συντελεστές συσχέτισης Pearson (r) για κάθε ζευγάρι μεταβλητών και μετράει τη γραμμική σχέση μεταξύ δύο συνεχών μεταβλητών. Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson (r) παίρνει τιμές από -1 έως 1 ως εξής:

- **$r = 1$:** Τέλεια θετική γραμμική συσχέτιση.
- **$r = -1$:** Τέλεια αρνητική γραμμική συσχέτιση.
- **$r = 0$:** Καμία γραμμική συσχέτιση.

Η ερμηνεία των τιμών προκύπτει ως παρακάτω:

- **0 έως $\pm 0,3^{**}$:** Αδύναμη συσχέτιση.
- **$\pm 0,3$ έως $\pm 0,7^{**}$:** Μέτρια συσχέτιση.
- **$\pm 0,7$ έως $\pm 1^{**}$:** Ισχυρή συσχέτιση.

Στον πίνακα συσχέτισης τα διαγώνια στοιχεία έχουν ως τιμή την μονάδα, καθώς κάθε μεταβλητή έχει τέλεια συσχέτιση με τον εαυτό της. Επίσης, τα κενά κελιά υπάρχουν, για να μην επαναλαμβάνονται οι τιμές, καθώς ο πίνακας είναι συμμετρικός.

7.5.2. Διατύπωση υποθέσεων

Στην παρούσα ενότητα διατυπώνονται οι υποθέσεις που τέθηκαν ως βάση για την εκτέλεση της ιριδοσκοπικής έρευνας:

- **Υπόθεση 1: Πώς συσχετίζεται το μέγεθος της κόρης του ματιού με τα fixations α) όταν έχει εντοπίσει το πρόβλημα και β) όταν αναζητά την επίλυση του προβλήματος.**

Η παραπάνω υπόθεση θέλει να μελετήσει την οπτική προσήλωση των συμμετεχόντων και την συσχέτιση της γνωστικής προσπάθειας με την λεπτομερή εστίαση.

- **Υπόθεση 2: Πως οι σακκαδικές κινήσεις σχετίζονται με τα fixations.**

Με την υπόθεση συσχετισμού των δύο παραπάνω μεγεθών είναι επιθυμητό να εντοπιστεί μοτίβο οπτικού ελέγχου και παρατήρησης διαφορετικών σημείων στην περιοχή της εκτύπωσης.

- **Υπόθεση 3: Αν το τελευταίο fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ συνοδεύεται από διαστολή ίριδας.**

Με αυτή την υπόθεση εξετάζεται με βάση την βιβλιογραφία, αν η τελευταία σταθεροποίηση του βλέμματος πριν αυτό μπει στην ΑΟΙ συνοδεύεται με διαστολή της ίριδας, που όπως υποστηρίζεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σημείο ελέγχου της αλληλεπίδρασης ανθρώπου – υπολογιστή.

- **Υπόθεση 4: Συσχετισμός των fixations και των σακκαδικών κινήσεων με βάση την συνολική εμπειρία.**

Λαμβάνοντας υπόψη την συνολική εμπειρία ήταν επιθυμητό να εντοπιστεί συσχετισμός της με τα fixations και τις σακκαδικές κινήσεις. Αναλόγως της εμπειρίας ενός συμμετέχοντα μπορεί να υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να πλοηγηθεί ευκολότερα σε μία κονσόλα, προκειμένου να εντοπίσει τα μενού στα οποία θέλει να εισέλθει για να εκτελέσει αλλαγές.

- **Υπόθεση 5: Συσχετισμός των fixations και των σακκαδικών κινήσεων με βάση την εμπειρία σε κονσόλες.**

Με την υπόθεση 5, είναι επιθυμητό να εξεταστεί το αν η πρότερη εμπειρία σε κονσόλες ελέγχου βοηθάει ή όχι έναν χειριστή να πλοηγηθεί ευκολότερα στα μενού της μηχανής και αν αναγνωρίζει με ευκολία τα σημεία τα οποία πρέπει να επιλέξει, με βάση την κονσόλα στην οποία εργάζεται στην καθημερινότητά του.

- 3. Υπόθεση 6: Συσχετισμός ηλικίας με blinks**

Εντοπισμός του αν επέρχεται κόπωση κατά την λειτουργία του προσομοιωτή, σε συνάρτηση με την ηλικία.

7.5.3. Πώς συσχετίζεται το μέγεθος της κόρης του ματιού με τα fixations α) όταν έχει εντοπίσει το πρόβλημα και β) όταν αναζητά την επίλυση του προβλήματος

User 1:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.842	1		
FPOGS	0.088	0.178	1	
FPOGD	-0.171	-0.146	-0.220	1

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.520	1		
FPOGS	0.090	0.055	1	
FPOGD	-0.041	-0.061	-0.142	1

Πίνακας 34: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 1, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).

User 2:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.759	1		
FPOGS	0.319	0.107	1	
FPOGD	0.045	-0.014	-0.129	1

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.405	1		
FPOGS	-0.009	0.099	1	
FPOGD	0.018	0.000	0.014	1

Πίνακας 35: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 2, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).

User 3:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.071	1		
FPOGS	0.019	-0.033	1	
FPOGD	-0.049	-0.082	0.070	1

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.496	1		
FPOGS	0.071	0.070	1	
FPOGD	-0.073	-0.074	0.003	1

Πίνακας 36: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 3, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).

User 4:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.617	1		
FPOGS	0.155	0.200	1	
FPOGD	-0.045	-0.010	0.096	1

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.605	1		
FPOGS	0.002	0.045	1	
FPOGD	0.072	0.099	-0.062	1

Πίνακας 37: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 4, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).

User 5:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.564	1		
FPOGS	0.166	0.248	1	
FPOGD	0.081	0.176	-0.063	1

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.426	1		
FPOGS	0.062	0.237	1	
FPOGD	-0.125	-0.106	-0.072	1

Πίνακας 38: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 5, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).

User 6:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.179	1		
FPOGS	-0.025	0.054	1	
FPOGD	0.150	0.017	-0.094	1

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.524	1		
FPOGS	0.056	0.099	1	
FPOGD	-0.027	-0.015	-0.052	1

Πίνακας 39: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 6, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).

User 7:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.211	1		
FPOGS	-0.045	0.089	1	
FPOGD	0.061	0.014	-0.104	1

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.597	1		
FPOGS	0.040	-0.054	1	
FPOGD	-0.034	-0.039	-0.109	1

Πίνακας 40: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 7, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).

User 8:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.493	1		
FPOGS	-0.054	0.099	1	
FPOGD	-0.106	0.139	-0.182	1

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.386	1		
FPOGS	0.036	0.163	1	
FPOGD	-0.089	-0.094	-0.123	1

Πίνακας 41: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 8, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).

User 9:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.397	1		
FPOGS	-0.007	0.009	1	
FPOGD	-0.060	-0.071	0.096	1

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.671	1		
FPOGS	0.202	0.133	1	
FPOGD	-0.077	-0.097	-0.122	1

Πίνακας 42: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 9, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).

Όπως προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες για κάθε συμμετέχοντα, υπάρχει από μέτρια έως υψηλή συσχέτιση μεταξύ της διαστολής της αριστερής και της δεξιάς κόρης των ματιών, κάτι που δηλώνει την συνολική εστίαση και των δύο οφθαλμών σε ένα σημείο όπου από κοινού δηλώνει την προσοχή σε συγκεκριμένο σημείο. Η συσχέτιση της διαστολής της κόρης του ματιού σε σχέση με την διάρκεια ή τα σημεία εκκίνησης μιας σταθεροποίησης, είτε αυτή εντοπίζεται στην περιοχή ενδιαφέροντος, είτε εκτός αυτής είναι αδύναμη.

Στο πλαίσιο της επίλυσης ενός προβλήματος συμπτώσεων σε έναν προσομοιωτή πιεστηρίου Offset, παρατηρήθηκε μεταβλητότητα στη συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους της κόρης και της διάρκειας σταθεροποίησης σε διαφορετικούς χρήστες. Η συσχέτιση αυτή αναλύθηκε σε δύο διακριτές φάσεις: α) όταν ο συμμετέχοντας έχει εντοπίσει το πρόβλημα και β) όταν ο συμμετέχοντας αναζητούσε λύση στο πρόβλημα. Η τάση της συσχέτισης Pearson -είτε θετική είτε αρνητική- διέφερε από χρήστη σε χρήστη, αντανακλώντας τις ατομικές διαφορές στη γνωστική και οπτική επεξεργασία κατά τη διάρκεια αυτών των φάσεων.

Κατά τον εντοπισμό του προβλήματος, η θετική συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους της κόρης και της διάρκειας της σταθεροποίησης υποδηλώνει ότι τα μεγαλύτερα μεγέθη της κόρης, που δείχνουν υψηλότερο γνωστικό φορτίο, συνδέονται με μεγαλύτερη διάρκεια σταθεροποίησης. Αυτό το μοτίβο αντανακλά πιθανότατα μια στρατηγική ακριβούς και λεπτομερούς ελέγχου, όπου ο συμμετέχοντας επιδίδεται σε εστιασμένη και διαρκή προσοχή, προκειμένου να εξετάσει διεξοδικά συγκεκριμένες περιοχές.

Αντίθετα, η αρνητική συσχέτιση κατά τη φάση της αναγνώρισης του προβλήματος, υποδηλώνει ότι το μεγαλύτερο μέγεθος της κόρης, συνδέεται με μικρότερες διάρκειες σταθεροποίησης. Αυτό υποδηλώνει μια στρατηγική ταχείας σάρωσης, όπου ο χειριστής μετατοπίζει γρήγορα το βλέμμα του σε όλο το οπτικό πεδίο για να εντοπίσει το πρόβλημα. Αυτή η συμπεριφορά διερευνητικής αναζήτησης περιλαμβάνει σύντομες αλλά έντονες σταθεροποιήσεις, που οδηγούν σε μεγαλύτερο μέγεθος κόρης, καθώς ο χειριστής βιώνει υψηλό γνωστικό φορτίο με ακραίες τιμές.

Κατά τη φάση της επίλυσης, μια θετική συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους της κόρης και της διάρκειας της σταθεροποίησης δείχνει ότι οι μεγαλύτερες κόρες συνδέονται με μεγαλύτερες σταθεροποιήσεις. Αυτό το μοτίβο υποδηλώνει συνεχή γνωστική προσπάθεια και λεπτομερή εστίαση καθώς ο χειριστής αναλύει το πρόβλημα και σχεδιάζει διορθωτικές ενέργειες. Οι χρήστες που παρουσιάζουν αυτή την τάση πιθανώς υιοθετούν μια μεθοδική προσέγγιση, εστιάζοντας σε συγκεκριμένες περιοχές για παρατεταμένες περιόδους για να επινοήσουν και να εφαρμόσουν λύσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το μέγεθος της κόρης λόγω της συνεχιζόμενης γνωστικής δέσμησης.

Από την άλλη πλευρά, η αρνητική συσχέτιση κατά τη φάση της επίλυσης υποδηλώνει ότι τα μεγαλύτερα μεγέθη της κόρης αντιστοιχούν σε μικρότερες διάρκειες σταθεροποίησης, γεγονός που αντανακλά μια αποτελεσματικότερη και πιο δυναμική προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων. Αυτοί συμμετέχοντες μπορούν να αξιολογήσουν και να εφαρμόσουν γρήγορα λύσεις, με αποτέλεσμα σύντομες αλλά γνωστικά απαιτητικές σταθεροποιήσεις, που οδηγούν σε διαστολή της κόρης. Αυτό το μοτίβο μπορεί να είναι πιο συνηθισμένο μεταξύ έμπειρων χειριστών που μπορούν να επεξεργάζονται γρήγορα τις πληροφορίες και να λαμβάνουν γρήγορες αποφάσεις, ξοδεύοντας έτσι λιγότερο χρόνο σε κάθε σταθεροποίηση, διατηρώντας παράλληλα υψηλό γνωστικό φορτίο.

7.5.4. Πως οι σακκαδικές κινήσεις σχετίζονται με τα fixations.

User 1:

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD
SACCADE_MAG	1			
SACCADE_DIR	-0.216	1		
FPOGS	0.176	-0.009	1	
FPOGD	-0.309	0.042	-0.220	1

Πίνακας 43: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 1.

User 2:

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD
SACCADE_MAG	1			
SACCADE_DIR	0.028	1		
FPOGS	0.193	0.079	1	
FPOGD	-0.069	0.021	-0.129	1

Πίνακας 44: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 2.

User 3:

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD
SACCADE_MAG	1			
SACCADE_DIR	-0.033	1		
FPOGS	-0.136	-0.011	1	
FPOGD	-0.098	0.023	0.070	1

Πίνακας 45: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 3.

User 4:

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD
SACCADE_MAG	1			
SACCADE_DIR	-0.039	1		
FPOGS	0.057	0.053	1	
FPOGD	-0.129	-0.073	0.096	1

Πίνακας 46: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 4.

User 5:

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD
SACCADE_MAG	1			
SACCADE_DIR	-0.066	1		
FPOGS	0.241	-0.092	1	
FPOGD	-0.221	-0.061	-0.063	1

Πίνακας 47: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 5.

User 6:

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD
SACCADE_MAG	1			
SACCADE_DIR	-0.108	1		
FPOGS	-0.044	0.099	1	
FPOGD	-0.199	0.009	-0.094	1

Πίνακας 48: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 6.

User 7:

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD
SACCADE_MAG	1			
SACCADE_DIR	-0.035	1		
FPOGS	0.119	-0.103	1	
FPOGD	-0.164	-0.058	-0.104	1

Πίνακας 49: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 7.

User 8:

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD
SACCADE_MAG	1			
SACCADE_DIR	-0.250	1		
FPOGS	0.068	-0.315	1	
FPOGD	0.165	-0.118	-0.182	1

Πίνακας 50: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 8.

User 9:

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD
SACCADE_MAG	1			
SACCADE_DIR	-0.031	1		
FPOGS	0.032	-0.051	1	
FPOGD	-0.146	-0.037	0.096	1

Πίνακας 51: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 9.

Με βάση τους παραπάνω πίνακες για κάθε συμμετέχοντα, προκύπτει αδύναμη συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους των σακκαδικών κινήσεων και της κατεύθυνσής τους σε σχέση με την πυροδότηση σταθεροποιήσεων και την διάρκειά τους. Εκτός του User 2, σε όλους τους υπόλοιπους συμμετέχοντες παρατηρείται αρνητική τάση μεταξύ του μεγέθους των σακκαδικών κινήσεων και της γωνίας κατεύθυνσης της, που σημαίνει ότι η γωνία κατεύθυνσης της δεν μεταβάλλεται όσο αυξάνεται το μέγεθος της. Επίσης υπάρχει αρνητική τάση μεταξύ του μεγέθους των σακκαδικών κινήσεων και της διάρκειας μίας σταθεροποίησης.

Οι μεγαλύτερες σταθεροποιήσεις μπορεί να σχετίζονται με λεπτομερή επιθεώρηση ή προσεκτική εξέταση συγκεκριμένων περιοχών. Κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων, οι χειριστές μπορεί να κάνουν μικρότερες σακκαδικές κινήσεις καθώς εστιάζουν σε λεπτές λεπτομέρειες για να επιλύσουν το πρόβλημα της λανθασμένης σύμπτωσης χρωμάτων. Οι μεγαλύτερες σταθεροποιήσεις θα μπορούσαν να υποδηλώνουν περιόδους αυξημένης γνωστικής επεξεργασίας, όπου ο χειριστής είναι βαθιά απορροφημένος στην ανάλυση ή την επίλυση του προβλήματος.

7.5.5. Αν το τελευταίο fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ συνοδεύεται από διαστολή ίριδας.

User 1:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.481	1		
FPOGS	-0.052	-0.144	1	
FPOGD	-0.028	-0.054	-0.087	1

Πίνακας 52: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ με την διαστολή ίριδας για τον User 1.

User 2:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.385	1		
FPOGS	-0.123	-0.003	1	
FPOGD	0.036	0.018	0.042	1

Πίνακας 53: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ με την διαστολή ίριδας για τον User 2.

User 3:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.292	1		
FPOGS	0.208	0.154	1	
FPOGD	-0.096	-0.028	-0.152	1

Πίνακας 54: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ με την διαστολή ίριδας για τον User 3.

User 4:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.602	1		
FPOGS	-0.077	-0.062	1	
FPOGD	0.063	0.111	-0.094	1

Πίνακας 55: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ με την διαστολή ίριδας για τον User 3.

User 5:

	381124	392526	0	52539
381124	1			
392526	0.448	1		
0	-0.083	0.104	1	
52539	-0.118	-0.094	-0.043	1

Πίνακας 56: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ με την διαστολή ίριδας για τον User 5.

User 6:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.688	1		
FPOGS	0.020	0.007	1	
FPOGD	-0.035	-0.041	-0.043	1

Πίνακας 57: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ με την διαστολή ίριδας για τον User 6.

User 7:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.588	1		
FPOGS	-0.029	-0.100	1	
FPOGD	-0.026	-0.038	-0.107	1

Πίνακας 58: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ με την διαστολή ίριδας για τον User 7.

User 8:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.330	1		
FPOGS	0.110	0.171	1	
FPOGD	-0.102	-0.118	-0.067	1

Πίνακας 59: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ με την διαστολή ίριδας για τον User 8.

User 9:

	LPMM	RPMM	FPOGS	FPOGD
LPMM	1			
RPMM	0.679	1		
FPOGS	0.079	0.078	1	
FPOGD	-0.070	-0.090	-0.171	1

Πίνακας 60: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην ΑΟΙ με την διαστολή ίριδας για τον User 9.

Η παρούσα υπόθεση εξετάστηκε στην βάση έρευνας που έχει υποδείξει ότι το μέγεθος της κόρης του ματιού αποτελεί κατάλληλο μηχανισμό επιλογής στην αλληλεπίδραση υπολογιστών ανθρώπου, κάτι το οποίο θα οδηγούσε επίσης την διαστολή της κόρης σε αντιστοίχιση με κλικ του ποντικιού. (Ehlers, Strauch, & Huckauf, 2018). Τα ευρήματα στους παραπάνω πίνακες συμβάλλουν στην διευκρίνηση ότι το μέγεθος της κόρης δεν αποτελεί προγνωστικό μέτρο του γνωστικού φορτίου ή της συναισθηματικής διέγερσης στα συγκεκριμένα σενάρια εργασίας που κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν οι συμμετέχοντες. Αξίζει να αναφερθεί η συνολικά αρνητική τάση του συσχετισμού μεταξύ του μεγέθους της κόρης του ματιού και της διάρκειας του fixation, καθώς όσο αυξάνεται η διάρκεια του fixation μειώνεται το μέγεθος της κόρης του ματιού.

Στην εξέταση αυτού του ερωτήματος, μια αρνητική συσχέτιση ενδέχεται να υποδηλώνει ότι καθώς αυξάνεται η διάρκεια σταθεροποίησης, το μέγεθος της κόρης μειώνεται, υποδεικνύοντας ότι η

μεγαλύτερης διάρκειας σταθεροποίηση σχετίζεται με στιγμές χαμηλότερου γνωστικού φορτίου ή διαφορετικούς τύπους γνωστικής δέσμευσης. Αυτό συμβαίνει διότι ήδη έχουν εντοπίσει το πρόβλημα, κάνουν τελευταίο επανέλεγχο ότι όντως έχουν αντιληφθεί σωστά την διόρθωση που πρέπει να κάνουν και έτσι μεταβαίνουν στην ΑΟΙ, όπου θα πρέπει να εντοπίσουν στην οθόνη το μενού της διόρθωσης των συμπτώσεων. Μεγαλύτερη διάρκεια σταθεροποίησης μπορεί επίσης να συμβεί όταν οι συμμετέχοντες ελέγχουν ή επανελέγχουν τις συμπτώσεις της εργασίας τους, κάτι που μπορεί να μην απαιτεί το ίδιο επίπεδο γνωστικής δέσμευσης με τον αρχικό εντοπισμό του προβλήματος, οδηγώντας σε μικρότερα μεγέθη κόρης κατά τη διάρκεια αυτών των μεγαλύτερων σταθεροποιήσεων.

Τέλος, πιθανολογείται οι συμμετέχοντες να έχουν υιοθετήσει συγκεκριμένες οπτικές στρατηγικές με την πάροδο του χρόνου. Οι έμπειροι δε χειριστές ενδέχεται να σταθεροποιούν για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα το βλέμμα τους, ώστε να επιβεβαιώσουν τις διορθώσεις τους, γεγονός που θα μπορούσε να συσχετιστεί με μείωση του μεγέθους της κόρης λόγω της εξοικείωσης και του μειωμένου γνωστικού φορτίου κατά τη διάρκεια αυτών των ελέγχων.

7.5.6. Συσχετισμός των fixations και των σακκαδικών κινήσεων με βάση την συνολική εμπειρία.

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD	SINOLIKI EMPEIRIA
SACCADE_MAG	1				
SACCADE_DIR	0.001	1			
FPOGS	-0.029	0.000	1		
FPOGD	-0.191	-0.004	0.015	1	
SINOLIKI EMPEIRIA	0.180	0.013	-0.038	-0.153	1

Πίνακας 61: Συσχετισμός fixations και σακκαδικών κινήσεων σε σχέση με την συνολική εμπειρία των συμμετεχόντων.

Με βάση τον Πίνακα 61, παρατηρείται αδύναμη συσχέτιση αλλά με θετική τάση μεταξύ της συνολικής εμπειρίας και του μεγέθους και της κατεύθυνσης των σακκαδικών κινήσεων, ενώ παρατηρείται αρνητική τάση μεταξύ της συνολικής εμπειρίας και του αριθμού και της διάρκειας των σταθεροποιήσεων.

Η θετική συσχέτιση δηλώνει ότι οι πιο έμπειροι χειριστές μπορούν με μεγαλύτερες σακκαδικές κινήσεις να συλλέγουν πληροφορίες πιο αποτελεσματικά μετακινώντας το βλέμμα τους γρήγορα σε διάφορα τμήματα, αξιοποιώντας την εξοικείωσή τους με τα σημεία οπτικού ενδιαφέροντος πάνω σε ένα τυπωμένο προϊόν τα οποία χρήζουν ελέγχου. Επίσης, η θετική συσχέτιση μεταξύ της κατεύθυνσης των σακκαδικών κινήσεων και της εμπειρίας υποδηλώνει ότι οι έμπειροι χειριστές έχουν πιο στοχευμένες και στρατηγικές οφθαλμικές κινήσεις καθώς, κατευθύνουν το βλέμμα τους με βάση την αναπτυγμένη κατανόηση του πού είναι πιθανό να βρεθούν σημαντικές πληροφορίες προς έλεγχο και διόρθωση.

Η αρνητική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των σταθεροποιήσεων και της συνολικής εμπειρίας υποδηλώνει ότι οι πιο έμπειροι χειριστές χρειάζονται λιγότερες σταθεροποιήσεις για να συγκεντρώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες. Αυτό αντικατοπτρίζει την ικανότητά τους να επεξεργάζονται τις οπτικές πληροφορίες πιο αποδοτικά και αποτελεσματικά, μειώνοντας την ανάγκη για επανειλημμένη σταθεροποίηση σε διαφορετικές περιοχές. Επίσης, η αρνητική συσχέτιση μεταξύ της διάρκειας σταθεροποίησης και της συνολικής εμπειρίας, δείχνει ότι οι έμπειροι χειριστές τείνουν να έχουν μικρότερες σταθεροποιήσεις, κάτι που δηλώνει υποδηλώνει ότι μπορούν να εξάγουν

γρήγορα τις σχετικές πληροφορίες από κάθε σταθεροποίηση, επιδεικνύοντας υψηλό επίπεδο απόδοσης της οπτικής επεξεργασίας.

7.5.7. Συσχετισμός των fixations και των σακκαδικών κινήσεων με βάση την εμπειρία σε κονσόλες

	SACCADE_MAG	SACCADE_DIR	FPOGS	FPOGD	EMPEIRIA PLATFORMA
SACCADE_MAG	1				
SACCADE_DIR	0.001	1			
FPOGS	-0.029	0.000	1		
FPOGD	-0.191	-0.004	0.015	1	
EMPEIRIA PLATFORMA	0.133	0.004	0.001	-0.114	1

Πίνακας 62: Συσχετισμός των fixations και των σακκαδικών κινήσεων με βάση την εμπειρία σε κονσόλες.

Με βάση τα δεδομένα του Πίνακα 62, παρουσιάζεται θετική τάση μεταξύ της εμπειρίας σε κονσόλες ελέγχου και του μεγέθους των σακκαδικών κινήσεων, μηδενική (ή οριακά μηδενική) συσχέτιση της εμπειρίας σε κονσόλες με την κατεύθυνση των σακκαδικών και των αριθμό των σταθεροποιήσεων, ενώ υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ της εμπειρίας σε κονσόλες και της διάρκειας του fixation.

Προκύπτει ότι όσο αυξάνει η εμπειρία σε κονσόλες, τόσο τείνουν οι χειριστές να παρουσιάζουν μεγαλύτερες σακκαδικές κινήσεις. Αυτό υποδηλώνει ότι μπορούν να καλύψουν αποτελεσματικά μια ευρύτερη περιοχή του οπτικού πεδίου με λιγότερες οφθαλμικές κινήσεις. Οι μεγαλύτερες σακκαδικές κινήσεις υποδηλώνουν ότι οι έμπειροι χειριστές είναι ικανοί να επεξεργάζονται τις οπτικές πληροφορίες ευρύτερα και ταχύτερα, πιθανότατα λόγω της εξοικείωσής τους με τη διάταξη και τη λειτουργία της κονσόλας ελέγχου. Επίσης, οι έμπειροι χειριστές χρησιμοποιούν μεγαλύτερες σακκαδικές κινήσεις για να σαρώνουν πιο αποτελεσματικά τα σχετικά τμήματα της κονσόλας ελέγχου, επιτρέποντάς τους να εντοπίζουν και να αξιολογούν γρήγορα κρίσιμα στοιχεία ελέγχου ή δείκτες χωρίς να χρειάζεται να εστιάζουν υπερβολικά σε κάθε μεμονωμένο στοιχείο.

Η σχεδόν μηδενική συσχέτιση μεταξύ της κατεύθυνσης των σακκαδικών κινήσεων και της εμπειρίας, υποδηλώνει ότι η κατεύθυνση των σακκαδικών κινήσεων είναι σχετικά συνεπείς σε όλους τους χειριστές, ανεξάρτητα από το επίπεδο εμπειρίας τους. Αυτό σημαίνει ότι ενώ η εμπειρία επηρεάζει το μέγεθος των σακκαδικών, δεν επηρεάζει σημαντικά τη στρατηγική κατεύθυνση του βλέμματός τους. Η κατεύθυνση των σακκαδικών κινήσεων μπορεί να επηρεάζεται περισσότερο από τη συγκεκριμένη διάταξη και τις απαιτήσεις της κονσόλας ελέγχου, παρά από τα ατομικά επίπεδα εμπειρίας. Ως εκ τούτου, έμπειροι και λιγότερο έμπειροι χειριστές ενδέχεται να ακολουθούν παρόμοια μοτίβα κατεύθυνσης με βάση το σχεδιασμό της κονσόλας ελέγχου. Επίσης η οριακά μηδενική συσχέτιση μεταξύ της εμπειρίας και του αριθμού των σταθεροποιήσεων, υποδηλώνει ότι ο αριθμός των σταθεροποιήσεων δεν μεταβάλλεται σημαντικά με την εμπειρία, καθώς τόσο οι έμπειροι όσο και οι λιγότερο έμπειροι χειριστές ενδέχεται να απαιτούν παρόμοιο αριθμό σταθεροποιήσεων για να συγκεντρώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες από την κονσόλα ελέγχου.

Η αρνητική συσχέτιση μεταξύ της διάρκειας σταθεροποίησης και της εμπειρίας σε κονσόλες, δείχνει ότι οι πιο έμπειροι χειριστές τείνουν να έχουν μικρότερες σταθεροποιήσεις, γεγονός που αντανακλά υψηλότερη αποτελεσματικότητα στην οπτική επεξεργασία καθώς οι χειριστές είναι πιθανότατα πιο εξοικειωμένοι με τη διάταξη και τις λειτουργίες της κονσόλας ελέγχου.

7.5.8. Συσχετισμός blinks συμμετεχόντων με την ηλικία

	AGE	BKID	BKDUR
AGE	1		
BKID	-0.06596539437	1	
BKDUR	0.01956453927	-0.004002350334	1

Πίνακας 63: Συσχετισμός αριθμού και διάρκειας blink με την ηλικία των συμμετεχόντων.

Η παρατήρηση μιας ασθενούς θετικής συσχέτισης μεταξύ της ηλικίας και της διάρκειας που έχει το ακούσιο βλεφάρισμα, όπου με την αύξηση της ηλικίας υπάρχει τάση για αύξηση της διάρκειας βλεφαρισμού, έρχεται σε αντίθεση με τη βιβλιογραφία που αναφέρει γενικά μικρότερη διάρκεια βλεφαρισματος με την αυξημένη ηλικία (Kimura, et al., 2024). Μία πιθανή εξήγηση είναι οι απαιτήσεις του σεναρίου εργασίας που ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να ολοκληρώσουν και το γνωστικό φορτίο κατά την αλληλεπίδραση τους με την κονσόλα ελέγχου της εκτυπωτικής μηχανής. Οι μεγαλύτεροι σε ηλικία χειριστές, που πιθανώς αντιμετωπίζουν υψηλότερο γνωστικό φορτίο ή κόπωση (λόγω ηλικίας), ενδέχεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια βλεφαρισματος, ως αποτέλεσμα της αυξημένης πνευματικής προσπάθειας ή της οπτικής καταπόνησης.

Επίσης, οι συμμετέχοντες μεγαλύτερης ηλικίας, ενδέχεται να παρουσιάσουν αλλαγές στην αποτελεσματικότητα της οπτικής επεξεργασίας, ειδικά εάν πρέπει να αντισταθμίσουν τη μειωμένη οπτική διαύγεια ή την πιο αργή ταχύτητα επεξεργασίας, ανεξαρτήτως του αν παρουσιάζουν προβλήματα όρασης, καθώς υπάρχει αυξημένη απαίτηση για παρατήρηση ακριβείας. Επιπλέον, η γήρανση μπορεί να επηρεάσει τον κινητικό έλεγχο και τα αντανακλαστικά. Έτσι, οι ηλικιωμένοι χειριστές έχουν πιθανότερα λιγότερο ακριβή κινητικό έλεγχο, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη ή λιγότερο σταθερή διάρκεια βλεφαρισματος. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται σε αλλαγές στην ταχύτητα ή στο συντονισμό των οφθαλμικών μυών που εμπλέκονται στον βλεφαρισμό.

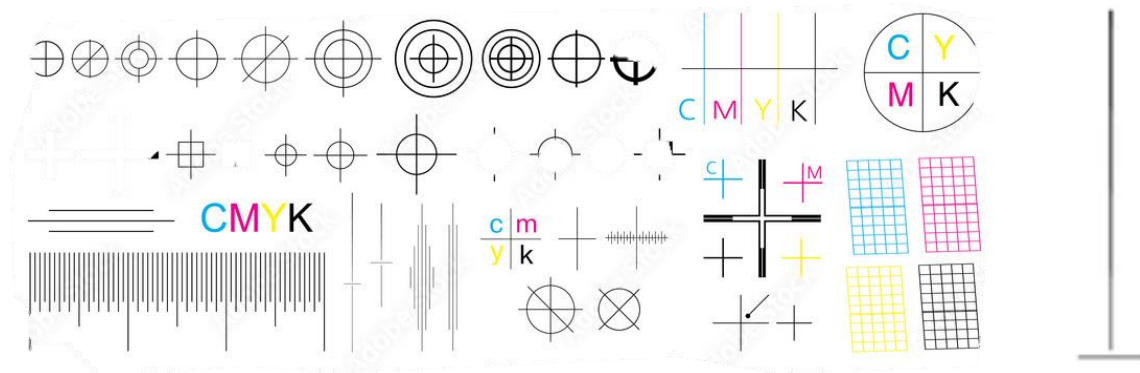
7.6. Σχόλια συμμετεχόντων επί της διαδικασίας και του προσομοιωτή – Παρατηρήσεις επί της διαδικασίας

Κατόπιν της ολοκλήρωσης της ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης των συμμετεχόντων και της σύντομης συνέντευξης τους, ζητήθηκε να δώσουν τα δικά τους σχόλια επί της διαδικασίας και των σεναρίων εργασίας τα οποία κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν. Παρακάτω παρατίθενται τα σχόλια τους αλλά και η παρατηρήσεις που προέκυψαν από την συγγραφέα για την διεξαγωγή της έρευνας.

7.6.1. Σχόλια συμμετεχόντων**Επίλυση ζητούμενου σεναρίου εργασίας 1:**

Αναφορικά με τα σχόλια των έμπειρων συμμετεχόντων, παρατηρήθηκε ότι στο σύνολο τους, αναζήτησαν στην απεικόνιση του εκτυπωμένου φύλλου στον προσομοιωτή βασικά σημάδια εκτύπωσης, τα οποία σε μία πραγματική δουλειά συμπεριλαμβάνονται ώστε να υποβοηθήσουν τους χειριστές να εντοπίσουν τυχόν εκτυπωτικά και ποιοτικά προβλήματα. Πιο συγκεκριμένα, για την περίπτωση που ήταν επιθυμητό να εντοπίσουν την μετατόπιση του εκτυπωτικού θέματος κατά δύο

χλιοστά, αναζήτησαν συγκεκριμένη μπάρα υποβοήθησης, η οποία τυπώνεται στην γωνία του φύλλου, και δίνει την ένδειξη ότι το εκτυπωμένο θέμα είναι μετατοπισμένο ως προς το υπόστρωμα.



Εικόνα 34: Σημάδια επιπλέον υποβοήθησης (αριστερά) και υποβοήθησης ελέγχου γωνίας (δεξιά).

Πηγή: Adobe Stock

Συνολικά όλοι οι συμμετέχοντες, αναφέρθηκαν εκτεταμένα στην έλλειψη μετρητικού εργαλείου που θα δηλώνει την χρήση του χάρακα, καθώς είναι ένα αναπόσπαστο εργαλείο της εργασιακής ρουτίνας των χειριστών Offset μηχανών, ώστε να εντοπίζουν τα κέντρα και τις σωστές αποστάσεις του προς εκτύπωση θέματος και του φύλλου. Ακόμα, εντόπισαν την ανάγκη για περαιτέρω ρεαλιστική απεικόνιση του εκτυπωμένου φύλλου και δεδομένων που θα μπορούσαν να υποδεικνύουν στοιχεία που αφορούν την υφή ή τον υποκίτρινο χρωματισμό που έχουν τα εκτυπωτικά φύλλα, καθώς το σύνολο των συμμετεχόντων έχει εξοικείωση ως προς την υφή των υποστρωμάτων, τον έλεγχο της γυαλάδας τους, την σωστή φορά εισαγωγής τους στην μηχανή κ.λπ. Τέλος αναφέρθηκαν στην αναγκαιότητα για μεγέθυνση της απεικόνισης του εκτυπωμένου φύλλου, καθώς λόγω περιορισμού του λογισμικού του προσομοιωτή, δεν επιτρέπει την συνολική μεγέθυνση του φύλλου, παρά μόνο την σημειακή μεγέθυνση, με χρήση κατάλληλου εργαλείου.

Επίλυση ζητούμενου σεναρίου εργασίας 2:

Στην επίλυση του ζητούμενου σεναρίου εργασίας 2, οι συμμετέχοντες έπρεπε να αναζητήσουν το σημείο εκείνο στην κονσόλα ελέγχου όπου θα βρουν τις προδιαγραφές της προς εκτύπωσης εργασίας. Η ανατροφοδότηση των έμπειρων χειριστών υπήρξε κάτι παραπάνω από άμεση, καθώς το σύνολο τους κατευθύνθηκαν σε συγκεκριμένο μενού της οθόνης ελέγχου, το οποίο όμως δεν είναι ενεργοποιημένο στον προσομοιωτή. Αντιθέτως, οι προδιαγραφές βρίσκονται τοποθετημένες σε σημείο το οποίο δεν υποδεικνύεται με σχετική ένδειξη με τίτλο «Προδιαγραφές». Αυτό αποτελεί σχεδιαστικό σφάλμα του προσομοιωτή τόσο για τους έμπειρους, όσο και για τους αρχάριους χειριστές, καθώς οι μεν αρχάριοι εκπαιδεύονται να αναζητούν τις προδιαγραφές σε σημείο το οποίο δεν είναι ενδεικτικό της πραγματικότητας, ενώ για τους έμπειρους υπάρχει υψηλός βαθμός σύγχυσης καθώς το σημείο στο οποίο ξέρουν ότι θα βρουν τις προδιαγραφές, δεν λειτουργεί.

7.6.2. Παρατηρήσεις επί της διαδικασίας

Για το σύνολο της διαδικασίας, παρατηρήθηκε ότι λόγω της έντονης σωματικής συμμετοχής των εργαζομένων στον χειρισμό μιας εκτυπωτικής μηχανής, οι συμμετέχοντες βρίσκονταν σε σωματική ετοιμότητα αντίστοιχη αυτής που έχουν κατά την διάρκεια της εργασίας τους. Όταν κλήθηκαν να

σταθεροποιήσουν την θέση τους προκειμένου να βρίσκονται σε ευθεία έναντι του συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, λάμβαναν μία πιο παθητική στάση, καθώς λόγω του ότι η φύση της εργασίας απαιτεί ορθοστασία, για το σύνολο των συμμετεχόντων η τοποθέτηση σε καθιστική στάση, συνεπάγεται και με στάση χαλάρωσης. Αυτό αύξησε τον βαθμό δυσκολίας διατήρησης της ενδεδειγμένης στάσης ώστε το σύστημα να λαμβάνει οφθαλμικό σήμα, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η διόρθωση της στάσης τους συνεχώς.

Ένα ακόμα σημείο το οποίο εντοπίστηκε, ήταν η διόρθωση της τοποθέτησης των γυαλιών οράσεως, καθώς οι χρήστες με στενότερους σκελετούς γυαλιών δημιουργούσαν οπτικό θόρυβο κατά την χρήση του συστήματος ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης, αφού το σύστημα δουλεύει υπό γωνία, οπότε και εντόπιζε τον σκελετό εντός του οφθαλμού. Κατά συνέπεια έπρεπε να υπάρχει συνεχής αναπροσαρμογή της γωνίας παρατήρησης του συστήματος και αλλαγή της γωνίας εφαρμογής των γυαλιών οράσεως. Τέλος, αναφορικά με τους χειριστές μεγαλύτερης ηλικίας αλλά και μεγαλύτερης εμπειρίας, εντοπίστηκε δυσκολία χειρισμού της κονσόλας μέσω χρήσης ποντικιού, καθώς οι χειριστές μεγαλύτερης ηλικίας δείχνουν σημάδια έλλειψης εξοικείωσης με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Κεφάλαιο 8^ο : Συμπεράσματα- Περιορισμοί – Μελλοντική Έρευνα

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας όπως αυτά προέκυψαν από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων στο Κεφάλαιο 7. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την πειραματική έρευνα αναδεικνύουν τον σημαντικό αντίκτυπο αυτών των τεχνολογιών προσομοίωσης και ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης στην ενίσχυση της βελτίωσης στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής, στη βελτίωση της επιχειρησιακής απόδοσης και στη μείωση του γνωστικού φόρτου των χειριστών. Μελετώντας τα αποτελέσματα, παρουσιάζονται πρακτικές συστάσεις για τους ενδιαφερόμενους φορείς του κλάδου, με στόχο τη βελτιστοποίηση των βιομηχανικών διαδικασιών και την προώθηση της εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών στον τομέα της εκτύπωσης. Τα συμπεράσματα αυτά υπογραμμίζουν τη δυνατότητα της τεχνολογικής καινοτομίας να οδηγήσει στην πρόοδο σε βιομηχανικά περιβάλλοντα.

8.1. Συμπεράσματα αναφορικά με τις ερωτήσεις της συνέντευξης

Ως προς τις ερωτήσεις που τέθηκαν στους συμμετέχοντες σε επίπεδο συνέντευξης, αναδείχθηκαν μερικές σημαντικές τάσεις, που είναι άξιες αναφοράς και μπορούν να δώσουν το έναυσμα για στοιχειοθέτηση μελλοντικής έρευνας, σε μεγαλύτερο δείγμα συμμετεχόντων, ώστε να εξεταστούν οι ενδείξεις που προέκυψαν και να ενδυναμωθούν από μεγαλύτερο αριθμό συσχετισμών. '

Αρχικά η συλλογικά θετική απόκριση ότι η χρήση του προσομοιωτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο διευκόλυνσης του να κατανοήσει ένας νέος εργαζόμενος της βασικές αρχές της μεθόδου εκτύπωσης Offset, δηλώνει την από κοινού τάση τόσο των αρχάριων όσο και των έμπειρων συμμετεχόντων να προηγείται στάδιο ψηφιακής εκπαίδευσης, ώστε οι νέοι εργαζόμενοι να προετοιμάζονται στο περιβάλλον λειτουργίας της μηχανής με την χρήση προσομοίωσης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει δε η πλειοψηφική απόκριση των συμμετεχόντων, πως προκειμένου να αποδοθούν καλύτερα οι χειρωνακτικοί χειρισμοί της μηχανής να γίνει χρήση Virtual Reality και εξομοιωτή, όπου μέσω ιριδοσκοπικής κάσκας θα μπορεί να εκτελείται η αντίστοιχη της παρούσας έρευνας, με τους υποψήφιους χειριστές να κάνουν εκτελούν χειρισμούς με χειροκίνητους controllers σε περιβάλλον εξομοίωσης.

Τα παραπάνω δημιουργούν το πλαίσιο για ένταξη ενός νέου ψηφιακού εργαλείου στην εκπαίδευση χειριστών μηχανών Offset, τόσο σε πανεπιστημιακό όσο και σε εργασιακό επίπεδο, μειώνοντας τον κίνδυνο ατυχήματος αλλά και την φύρα υλικών και τους νεκρούς παραγωγικούς χρόνους λόγω απειρίας. Επιπλέον η πλειοψηφική τάση ότι οι προσομοιωτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με επάρκεια ως οδηγός troubleshooting, δηλώνει την ανάγκη για ψηφιακή βάση δεδομένων επίλυσης προβλημάτων. Αυτό δεν εξυπηρετεί μόνο τους έμπειρους χειριστές, όπου μπορούν να αντιμετωπίσουν σύνθετα σενάρια εργασίας σε περιβάλλον προσομοίωσης, αλλά προετοιμάζει σε σύντομο χρονικό διάστημα τους νέους εργαζόμενους, αφού με μικρές εκπαιδύσεις μπορούν να έρθουν σε επαφή με μεγάλο αριθμό προβλημάτων, χωρίς να απαιτείται να παρέλθει παραγωγικός χαμένος χρόνος ή να αναμένουν την τυχαία εμφάνιση ενός προβλήματος ώστε να εκπαιδευτούν σε αυτό και να το αντιμετωπίσουν.

Επιπρόσθετα, η θετική απόκριση για έλεγχο των προδιαγραφών μίας δουλειάς από την μηχανή, και όχι από τους φυσικούς φακέλους παραγωγής που είθισται να κυκλοφορούν στην βιομηχανία των Γραφικών Τεχνών, δείχνουν μία θετική τάση για τον ψηφιακό μετασχηματισμό με τους ίδιους τους εργαζόμενους να έχουν ενεργό συμμετοχή. Αυτό δεν προκύπτει μόνο από τους αρχάριους και κατ'επέκταση νέους συμμετέχοντες που είναι πιο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία, αλλά και από τους πιο έμπειρους χειριστές, οι οποίοι δείχνουν να αντιλαμβάνονται τις ψηφιακές διευκολύνσεις που προσφέρουν οι αυτοματισμοί σε επίπεδο διασύνδεσης των μηχανών με διάφορα τμήματα. Η παραπάνω τάση μέχρι και πριν 5-10 έτη δεν ήταν δεδομένη, καθώς οι εργαζόμενοι του κλάδου έδειχναν υψηλά επίπεδα αδράνειας ως προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό και την διαχείριση πληροφοριών αναφορικά με την εργασία τους, κάτι που φαίνεται να μην ισχύει τώρα καθώς οι έμπειροι χειριστές δήλωσαν πως είναι μέρος της ρουτίνας τους να ελέγχουν τις προδιαγραφές των εργασιών, και αν δεν είναι θα έπρεπε να είναι.

Παρόλ'αυτά, λόγω του ότι η φύση της συγκεκριμένης εργασίας σχετίζεται με την παραγωγή ενός «ζωντανού» προϊόντος, όπως είναι το χαρτί, που δεν εμπύπτει πάντα σε αυστηρά προφίλ προδιαγραφών, υπάρχει ακόμα η ανάγκη του να ελέγχεται το παραγόμενο εκτυπωμένο προϊόν με βάσει πρότερο δείγμα ή δοκίμιο, δείχνοντας σταθερή εμπιστοσύνη στον έλεγχο μέσω του προϊόντος και όχι μέσω ψηφιακής πληροφόρησης.

8.2. Συμπεράσματα αναφορικά με τα αποτελέσματα της ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης

Συνοψίζοντας, η ανάλυση των δεδομένων παρακολούθησης των ματιών και των γνωστικών επιδόσεων αποκαλύπτει αρκετές βασικές πληροφορίες για το πώς οι οπτικές και γνωστικές διεργασίες επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες. Αρχικά, η παρατηρούμενη μεταβλητότητα στη συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους της κόρης και της διάρκειας σταθεροποίησης υπογραμμίζει την πολυπλοκότητα της χρήσης του μεγέθους της κόρης ως δείκτη γνωστικού φορτίου και συναισθηματικής διέγερσης. Οι διαφορετικές τάσεις ανάλογα με το αν οι συμμετέχοντες αναγνώριζαν ή έλυναν προβλήματα υποδηλώνουν ότι το μέγεθος της κόρης από μόνο του μπορεί να μην παρέχει ένα συνεπές μέτρο της γνωστικής δέσμευσης. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει μια μεγαλύτερη και πιο ποικιλόμορφη ομάδα συμμετεχόντων για να καθορίσει εάν αυτές οι τάσεις ισχύουν καθολικά ή επηρεάζονται από ατομικές διαφορές. Επιπλέον, ο συνδυασμός δεδομένων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης με ποιοτικές γνώσεις θα μπορούσε να προσφέρει βαθύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι γνωστικές στρατηγικές επηρεάζουν αυτές τις φυσιολογικές μετρήσεις.

Η σχέση μεταξύ της εμπειρίας των συμμετεχόντων και των σακκαδικών κινήσεων, σε σχέση με τις μετρήσεις σταθεροποίησης του βλέμματος, υπογραμμίζει ότι οι πιο έμπειροι χειριστές παρουσιάζουν μεγαλύτερες σακκαδικές κινήσεις και λιγότερες, μικρότερες σταθεροποιήσεις. Αυτό το εύρημα υποδεικνύει ότι οι έμπειροι χειριστές μπορούν να σαρώνουν και να επεξεργάζονται αποτελεσματικά τις οπτικές πληροφορίες, γεγονός που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για τη βελτίωση του σχεδιασμού της κονσόλας ελέγχου. Η μελλοντική έρευνα μπορούσε να εξετάσει τον τρόπο με τον οποίο η εκπαιδευτική διαδικασία και τα σενάρια εργασίας, επηρεάζουν αυτές τις μετρήσεις. Με τη βελτιστοποίηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και των διεπαφών της κονσόλας ελέγχου, μπορεί να είναι δυνατή η βελτίωση της απόδοσης των λιγότερο έμπειρων χειριστών, επιτρέποντάς τους να

επιτύχουν παρόμοια αποτελεσματικότητα στην οπτική επεξεργασία με τους πιο έμπειρους συναδέλφους τους.

Η απροσδόκητα θετική συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και της διάρκειας βλεφαρίσματος, υποδηλώνει ότι οι μεγαλύτεροι σε ηλικία χειριστές μπορεί να βιώνουν υψηλότερο γνωστικό φορτίο ή οπτική καταπόνηση, σε αντίθεση με την υπάρχουσα βιβλιογραφία που συνήθως αναφέρει μικρότερη διάρκεια βλεφαρίσματος με την ηλικία. Το εύρημα αυτό υποδεικνύει την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης του τρόπου με τον οποίο η γήρανση επηρεάζει τις οπτικές και γνωστικές επιδόσεις, ώστε να οριοθετηθεί ποιο είναι το χρονικό περιθώριο εντός του οποίου οι χειριστές εκπαιδεύονται, χωρίς να επέλθει οφθαλμική καταπόνηση και κόπωση. Για την καλύτερη κατανόηση αυτών των σχέσεων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν προηγμένες τεχνικές, όπως νευρωνικά δίκτυα τα οποία θα μπορούσαν να εντοπίσουν και να συσχετίσουν μεγάλους όγκους δεδομένων. Επιπλέον, οι κονσόλες ελέγχου θα μπορούσαν να βελτιωθούν ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες όλων των χειριστών, ενσωματώνοντας χαρακτηριστικά που μειώνουν το γνωστικό φορτίο και την οπτική καταπόνηση, όπως σαφέστερες ενδείξεις των λειτουργιών, καλύτερη οπτική αντίθεση, προσαρμοστικές τεχνολογίες φωτισμού κ.λπ που αυτή την στιγμή δεν περιλαμβάνονται. Θα ήταν ακόμα άξιο μελέτης η μεταφόρτωση των δεδομένων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης των εργαζομένων στις κονσόλες ελέγχου, ώστε με βάση την οφθαλμική φυσιολογία κάθε εργαζόμενου, η κονσόλα ελέγχου να τροποποιείται με βάση των χειριστή, ώστε στην διάρκεια της βάρδιας του να δουλεύει με μεγαλύτερη ευκολία.

8.3. Περιορισμοί

Η μελέτη περιορίζεται από την εξάρτησή της στα προσομοιωμένα περιβάλλοντα, τα οποία μπορεί να μην αποτυπώνουν την πολυπλοκότητα των πραγματικών λειτουργιών του των εκτυπωτικών μηχανών, κάτι που αποτυπώθηκε και από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων. Ένας επιπλέον περιορισμός που θα μπορούσε να καταστήσει την έρευνα ως περιορισμένης ισχύος είναι το μέγεθος του δείγματος το οποίο είναι μικρό, αλλά η διασπορά ηλικιών εμπειρίας και φύλου, είναι αντιπροσωπευτική του πληθυσμού των χειριστών Offset στην βιομηχανία εκτυπώσεων.

Λόγω του ότι απαιτείται στατιστική ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων, δεν δύναται ο όγκος οφθαλμικών δεδομένων να είναι αντιστρόφως ανάλογος του δείγματος που θα συμμετάσχει στην έρευνα. Παρόλ'αυτά αν και το δείγμα έχει ενδεικτική κατανομή της πραγματικότητας, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για γενίκευση των αποτελεσμάτων. Προβλήματα τα οποία εντοπίστηκαν κατά την διάρκεια της έρευνας, όπως για παράδειγμα η στάση των συμμετεχόντων είναι μικρής κλίμακας και δεν καθιστούν την έρευνα αδύναμη ή ανεφάρμοστη, χρήζουν όμως βελτίωσης σε μελλοντική επαναληπτική διενέργεια της έρευνας. Τέλος, ένα επιπρόσθετο σημείο το οποίο χρήζει εξέτασης, είναι ο περιορισμός των δεδομένων ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά που αφορούν την όραση και όχι σε μετρήσιμη αντιστοιχισή τους (για παράδειγμα δεν υπήρχε μετρήσιμο μέγεθος σταθεροποιήσεων ανά χρήστη, το οποίο έπρεπε να εξαχθεί μέσω άλλης στήλης δεδομένων).

Βιβλιογραφία

- Andersson, R., Nyström, M., & Holmqvist, K. (2010). Sampling frequency and eye-tracking measures: how speed affects durations, latencies, and more. *Journal of Eye Movement Research*, 3(3),. *Automation system simulation and virtual controls testing—what you may be missing*. (den 05 June 2024). Hämtat från International Society of Automation: <https://www.isa.org/intech-home/2020/july-august-2020/features/automation-system-simulation-and-virtual-controls>
- Banire, B., Al-Thani, D., Qaraq, M., & Khowaja, K. (den 15 November 2020). The Effects of Visual Stimuli on Attention in Children With Autism Spectrum Disorder: An Eye-Tracking Study. Qatar.
- Borgianni, Y., Rauch, E., Maccioni, L., & Mark, B. (2018). User Experience Analysis in Industry 4.0 - The Use of Biometric Devices in Engineering Design and Manufacturing. University of Bozen-Bolzano, Italy.
- Carter, B., & Luke G., S. (den 03 June 2020). Best practices in eye tracking research. Brigham Young University.
- Carter, B., & Luke, S. (den 03 June 2020). Best practices in eye tracking research. Brigham Young University, United States of America.
- Cat® Simulator Systems. (den 21 05 2024). Hämtat från Catsimulators: <https://catsimulators.com/>
- Chen, X., A. Eder, M., Zheng, D., & Zheng, D. (01 2021). A Human-Cyber-Physical System toward Intelligent Wind Turbine Operation and Maintenance. Switzerland. Hämtat från https://www.researchgate.net/publication/348351406_A_Human-Cyber-Physical_System_toward_Intelligent_Wind_Turbine_Operation_and_Maintenance 01 2024
- Cohen, Y., Golan, M., & Singer, G. (2018). Workstation–Operator Interaction in 4.0 Era: WOI 4.0. Tel Aviv, Afeka Academic College of Engineering.
- COMFOCUS. (2020). Guideline for eye tracking.
- D. Lee, J., D. Wickens, C., Liu, Y., & Ng Boyle, L. (2017). Designing for People: An Introduction to Human Factors Engineering. Charleston.
- Deguchi, A., & et all. (u.d.). Society 5.0. Hitachi-UTokyo Laboratory (H-UTokyo Lab.). Hämtat från doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4_1
- Ehlers, J., Strauch, C., & Huckauf, A. (2018). A view to a click: Pupil size changes as input command in eyes-only human-computer interaction. *International Journal of Human-Computer Studies* 119 (2018) 28–34.
- Engineering Simulation Software*. (den 21 05 2024). Hämtat från AVEVA: <https://www.aveva.com/en/solutions/engineering/simulation-and-learning/>
- Gamprellis, G., Politis, A., Sofias, Y., Tsigonias, A., Vonitsanos, G., Tsigonias, M., & Macro, K. (19-23 Sep. 2021). Challenges for the printing industry in the modern digital and meta-pandemic era. *47th International Conference of IARIGAI, Athens* (ss. 10-28). Athens: Advances in Printing and Media Technology, Vol. XLVII (VII) IARIGAI, Darmstadt, Germany, ISBN 978-3-948039-02-8 .
- Gazepoint. (den 29 March 2023). Gazepoint Analysis Manual.
- Gazepoint. (den 29 03 2023). Gazepoint Control User Manual.
- Groover, M. (u.d.). Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. Upper Saddle River, NJ, USA.

- Harezlak, K., Kasprowski, P., & Stasch, M. (2014). Towards accurate eye tracker calibration – methods and procedures. 18th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent.
- Heidelberg Offset Printing Machine On Machine Dalal*. (den 11 06 2024). Hämtat från Machine Dalal: <https://machinedalal.com/the-blog-at-machine-dalal/machine-dalal/heidelberg-offset-printing-machine-on-machine-dalal>
- Hesselsa, R., & Hooge, I. (den 27 September 2019). Eye tracking in developmental cognitive neuroscience – The good, the bad and the ugly. Utrecht University, Netherlands.
- High Dynamic Range Video. (u.d.). i R. Brémond, N.-T. Dang, & C. Villa. Hämtat från <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780081004128000218> den 06 February 2024
- How the Eyes Work*. (den 11 June 2024). Hämtat från National Eye Institute: <https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/healthy-vision/how-eyes-work>
- Huey, E. (u.d.). Preliminary Experiments in the Physiology and Psychology of Reading. In: “American Journal of Psychology”.
- ICAP (2022), Κλαδικές οικονομοτεχνικές και κοινωνικές έρευνες. (2022).
- Industry 5.0*. (u.d.). Hämtat från European Commission: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en den 20 05 2024
- Ionescu, B.-I. (June 2021). Human-Machine Interaction in Industry 4.0 and Beyond.
- Kasneci, E., Gao, H., Ozdel, S., Thaqi, E., Rong, Y., Kasneci, G., & Bozkir, E. (den 23 April 2024). Introduction to eye tracking: A hands-on tutorial for students and practitioners. Technical University of Munich.
- Kimura, N., Watanabe, A., Suzuki, K., Toyoda, H., Hakamata, N., Nakamura, Y., & Kinoshita, S. (7 2024). *National Library of Medicine - National Center for Biotechnology Information*. Hämtat från Measurement of age-related changes in human blinks using a high-speed blink analysis system: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23092093/>
- Kipphan, H. (2001). *Handbook of Print Media*. Heidelberg: Springer.
- Kumar, N., & Chan Lee, S. (den 19 10 2021). Human-machine interface in smart factory: A systematic literature review. Jinju, Republic of Korea.
- Li, W., Zhou, W., Fei, M., Xu, Y., & Yang, E. (2020). Eye Tracking Methodology for Diagnosing Neurological Diseases: A Survey. Chinese Automation Congress.
- Malik, A., Rajaguru, P., & Azzawi, R. (2022). Smart Manufacturing with Artificial Intelligence and Digital Twin: A Brief Review. Dubai.
- Marcano, L., Haugenb, F., Sannerud, R., & Komulainen, T. (den 2 March 2019). Review of simulator training practices for industrial operators: How can individual simulator training be enabled? Oslo, Norway.
- More realistic training with Touch console configuration*. (den 06 June 2024). Hämtat från Sinapse Print Simulators: <https://cloud.sinapseprint.com/en/blog>
- Page, Ray L. (u.d.). Brief History of Flight Simulation.
- PŁUŻYCZKA, M. (den 21 05 2024). The First Hundred Years: a History of Eye Tracking as a Research Method. University of Warsaw.
- Politis, A. E., Gamprellis, G., Sofias, Y., Trochoutsos, C., & Tsigonias, M. (19-21 Sep. 2022). Advanced print-media business models for circular economy domains. *48th International Conference of*

- IARIGAI, (ss. 32-56). , Greenville, South Carolina, USA: In Cathy Ridgeway (ed.): Advances in Printing and Media Technology, Vol. XLVIII (VIII) IARIGAI, Darmstadt, Germany.
- Reedy, G. (2015). Using Cognitive Load Theory to Inform Simulation. London.
- Rhcastilhos and Jmarchn. (2007). Schematic diagram of the human eye,. Hämtat från <https://commons.wikimedia.org/> den 08 07 2024
- Rolfs, M. (2015). Saccades, Attention in Active Vision: A Perspective on Perceptual Continuity Across. *Perception*.
- Sallaberry, L., Tori, R., & Nunes, F. (den 28 October 2023). Automatic performance assessment in Virtual Reality medical simulators: A model based on procedure trajectories and machine learning. Sao Paulo, Brazil.
- Schmuck, R. (den 18 June 2021). Education and training of manufacturing and supply chain processes using business simulation games. Athens.
- Space Environments Testing Management Office Test Facilities*. (den 06 February 2024). Hämtat från NASA Web Site : <https://www.nasa.gov/setmo/flight-simulation/>
- Spot Color Vs. 4-Color Process*. (den 5 28 2024). Hämtat från US Imprints: <https://usimprints.helpscoutdocs.com/article/24-spot-color-vs-4-color-process>
- Spot Color Vs. 4-Color Process*. (den 11 June 2024). Hämtat från US Prints: <https://usimprints.helpscoutdocs.com/article/24-spot-color-vs-4-color-process>
- The History of Eye Tracking*. (u.d.). Hämtat från GazePoint: <https://www.gazept.com/eye-tracking/?v=f214a7d42e0d>
- Thomas, M., & McDonald, J. (den 03 02 2015). Power System SCADA and Smart Grids. Boca Raton: Taylor & Francis Book. Hämtat från https://books.google.gr/books?id=wnN3CAAQBAJ&pg=PA6&lpg=PA6&dq=scada&source=bI&ots=nUkpWaXEYd&sig=ACfU3U0XGw7U0QsFB6EXUsy1uPewcoRKNQ&hl=el&sa=X&ved=2a hUKewjrx6vvyM6DaxWqR_EDHW24CSw4MhDoAXoECAUQA#w=onpage&q=scada&f=false 01 2024
- Tremblay, M.-L., Rethans, J.-J., & Dolmans, D. (den 02 January 2023). Task Complexity and Cognitive Load in Simulationbased. Maastricht, The Netherlands.
- Tsigonias, M. (2022). The global development prospects of the graphic arts industry and sustainability through integration into educational curricula - a Hellenic Case study. *Southern European Print Congress*. Venice.
- Tsigonias, M., Gamprellis, G., Goutou, A., Giannaras, G., Politis, A., & Koumoundourou, G. (2014). Students' Vocational Characteristics as a satisfaction factor of their expectations about the Graphic Arts Technology field, during their studies. Corinthia.
- Yarbus, A. (1967). Eye Movements and Vision. New York.
- Zheng, T., Glock, C., & Grosse, E. (den 9 July 2022). Opportunities for using eye tracking technology in manufacturing and logistics: Systematic literature review and research agenda. Germany.
- Εξωτερικοί Οφθαλμικοί Μύες*. (den 11 June 2024). Hämtat från Ινστιτούτο Οφθαλμικής Φλεγμονής & Παθολογίας του οφθαλμού: <https://www.eyepathology.gr/how-eye-works/newsid836/147>
- Ζαβρού, Έ. (den 25 Σεπτέμβριος 2022). Οι εξελίξεις στον κλάδο των Γραφικών Τεχνών και οι προοπτικές ανάπτυξης. Αθήνα.

Ευρετήριο Πινάκων

<i>Πίνακας 1: Ομαδοποιημένοι Ισολογισμοί του κλάδου των Γραφικών Τεχνών για τα έτη 2015-2019</i>	31
<i>Πίνακας 2: Πίνακας συλλογής δημογραφικών στοιχείων και δεδομένων οφθαλμικής κατάστασης συμμετεχόντων</i>	55
<i>Πίνακας 3: Ηλιακές ομάδες πλήθους δείγματος</i>	61
<i>Πίνακας 4: Ομάδες φύλου του δείγματος</i>	62
<i>Πίνακας 5: Εργασιακή εμπειρία σε έτη του δείγματος</i>	63
<i>Πίνακας 6: Εμπειρία δείγματος σε περιβάλλον κονσόλας</i>	64
<i>Πίνακας 7: Αποτελέσματα συσχέτισης ηλικίας με Ερώτηση 1</i>	66
<i>Πίνακας 8: Συσχετισμός ηλικίας δείγματος με Ερώτηση 2</i>	67
<i>Πίνακας 9: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 3</i>	68
<i>Πίνακας 10: Συσχετισμός ηλικίας με την Ερώτηση 4</i>	69
<i>Πίνακας 11: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 5</i>	70
<i>Πίνακας 12: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 6</i>	71
<i>Πίνακας 13: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 7</i>	72
<i>Πίνακας 14: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 8</i>	73
<i>Πίνακας 15: Συσχετισμός ηλικίας με Ερώτηση 9</i>	74
<i>Πίνακας 16: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με Ερώτηση 1</i>	75
<i>Πίνακας 17: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 2</i>	76
<i>Πίνακας 18: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 3</i>	77
<i>Πίνακας 19: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 4</i>	78
<i>Πίνακας 20: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 5</i>	79
<i>Πίνακας 21: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με την Ερώτηση 6</i>	80
<i>Πίνακας 22: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με Ερώτηση 7</i>	81
<i>Πίνακας 23: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας συμμετεχόντων με Ερώτηση 8</i>	82
<i>Πίνακας 24: Συσχετισμός συνολικής εμπειρίας χρηστών με την Ερώτηση 9</i>	83
<i>Πίνακας 25: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 1</i>	84
<i>Πίνακας 26: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 2</i>	84
<i>Πίνακας 27: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με την Ερώτηση 3</i>	85
<i>Πίνακας 28: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 4</i>	85
<i>Πίνακας 29: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 5</i>	86
<i>Πίνακας 30: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 6</i>	86
<i>Πίνακας 31: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 7</i>	87
<i>Πίνακας 32: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 8</i>	87
<i>Πίνακας 33: Συσχετισμός εμπειρίας σε κονσόλες με Ερώτηση 9</i>	88
<i>Πίνακας 34: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 1, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά)</i>	92
<i>Πίνακας 35: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 2, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά)</i>	92
<i>Πίνακας 36: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 3, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά)</i>	92
<i>Πίνακας 37: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 4, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά)</i>	92

Πίνακας 38: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 5, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).	93
Πίνακας 39: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 6, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).	93
Πίνακας 40: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 7, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).	93
Πίνακας 41: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 8, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).	93
Πίνακας 42: Συσχετισμός κόρης ματιού με fixations του User 9, για περίπτωση α (αριστερά) και περίπτωση β (δεξιά).	94
Πίνακας 43: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 1.	96
Πίνακας 44: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 2.	96
Πίνακας 45: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 3.	96
Πίνακας 46: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 4.	96
Πίνακας 47: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 5.	96
Πίνακας 48: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 6.	97
Πίνακας 49: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 7.	97
Πίνακας 50: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 8.	97
Πίνακας 51: Συσχέτιση σακκαδικών κινήσεων με τα fixations για τον User 9.	97
Πίνακας 52: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην AOI με την διαστολή ίριδας για τον User 1.	98
Πίνακας 53: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην AOI με την διαστολή ίριδας για τον User 2.	98
Πίνακας 54: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην AOI με την διαστολή ίριδας για τον User 3.	98
Πίνακας 55: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην AOI με την διαστολή ίριδας για τον User 3.	98
Πίνακας 56: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην AOI με την διαστολή ίριδας για τον User 5.	98
Πίνακας 57: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην AOI με την διαστολή ίριδας για τον User 6.	99
Πίνακας 58: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην AOI με την διαστολή ίριδας για τον User 7.	99
Πίνακας 59: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην AOI με την διαστολή ίριδας για τον User 8.	99
Πίνακας 60: Συσχετισμός τελευταίου fixation πριν οι users μπουν στην AOI με την διαστολή ίριδας για τον User 9.	99
Πίνακας 61: Συσχετισμός fixations και σακκαδικών κινήσεων σε σχέση με την συνολική εμπειρία των συμμετεχόντων.	100
Πίνακας 62: Συσχετισμός των fixations και των σακκαδικών κινήσεων με βάση την εμπειρία σε κονσόλες.	101
Πίνακας 63: Συσχετισμός αριθμού και διάρκειας blink με την ηλικία των συμμετεχόντων.	102

Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1: Οι στόχοι της μηχανικής ανθρώπινου παράγοντα. Τα μήκη των γραμμών δείχνουν τη σχετική έμφαση του στόχου κάθε ανθρώπινου παράγοντα.....	15
Εικόνα 2: Χειρισμός εκσκαφέα σε περιβάλλον προσομοίωσης.	18
Εικόνα 3: Ανατομία του ανθρώπινου οφθαλμού	24
Εικόνα 4: Παράδειγμα ακρίβειας και ορθότητας μετρήσεων.....	26
Εικόνα 5: Παράδειγμα σταθεροποιήσεων και σακκαδικών κινήσεων για Α. ανάγνωση και Β. παρατήρηση ευρύτερων σκηνών	27
Εικόνα 6: Εκτιμώμενη ανάπτυξη κλάδου των Γραφικών Τεχνών παγκοσμίως, για τα έτη 2020-2025.	32
Εικόνα 7: Κατοχή ή ενδεχόμενο πλάνο απόκτησης ψηφιακών συστημάτων στον κλάδο των εμπορικών εκτυπώσεων.	33
Εικόνα 8: Κατοχή ή ενδεχόμενο πλάνο απόκτησης ψηφιακών συστημάτων στον κλάδο των εκτυπώσεων συσκευασίας.	33
Εικόνα 9: Μελλοντικές απαιτήσεις προσόντων για τον κλάδο των Γραφικών Τεχνών. Παρ'ότι το 40% των απαιτούμενων προσόντων, αφορούν την χειρωνακτική επιδεξιότητα, αυτό αναμένεται να μειωθεί, καθώς ο υψηλός βαθμός αυτοματοποίησης των μηχανών θα επιφέρει αλλαγές στον τρόπο αλλά και στον βαθμό με τον οποίο θα αλληλεπιδρούν οι χειριστές με τις μηχανές.	34
Εικόνα 10: Χειριστής εν ώρα λειτουργίας της εκτυπωτικής μηχανής	35
Εικόνα 11: Απεικόνιση βασικής αρχής μεθόδου εκτύπωσης Offset.	37
Εικόνα 12: Απεικόνιση πύργου μηχανής Offset.....	38
Εικόνα 13: Αποτύπωση εικόνας με χρήση τετραχρωμίας.	39
Εικόνα 14: Απεικόνιση τυπικής μηχανής sheet-fed μηχανής Offset.	39
Εικόνα 15: Χειρισμός μηχανής μέσω χρήσης του προσομοιωτή της Sinapse.	42
Εικόνα 16: Αρχική οθόνη με απεικόνιση της μηχανής (αριστερά) και της κονσόλας ελέγχου του προς εκτύπωση φύλλου (δεξιά).	43
Εικόνα 17: Μεγέθυνση του προς εκτύπωση θέματος.	43
Εικόνα 18: Οθόνη 1 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, για εκκίνηση μηχανής και ρυθμίσεις ταχύτητας παραγωγής και ποσότητας.	44
Εικόνα 19: Οθόνη 2 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, για ενεργοποίηση εκτυπωτικών πύργων και απεικόνιση λίστας εργασιών.	45
Εικόνα 20: Οθόνη 3 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, για απεικόνιση της διαδρομής του εκτυπωτικού υποστρώματος, γενικές ενέργειες τροφοδοσίας εκτυπωτικού υποστρώματος και πληροφορίες αναφορικά με τις διαστάσεις και τον τύπο του υποστρώματος.....	46
Εικόνα 21: Οθόνη 4 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, για έλεγχο όλων των υποσυστημάτων των εκτυπωτικών πύργων.	47
Εικόνα 22: Οθόνη 5 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, καρτέλα 1 για ρυθμίσεις στα συστήματα ύγρανσης και μελάνωσης.	48
Εικόνα 23: Οθόνη 5 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, καρτέλα 2 για ρυθμίσεις στα συστήματα ύγρανσης και μελάνωσης.	49
Εικόνα 24: Οθόνη 6 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, καρτέλα 2 για ρυθμίσεις των συμπτώσεων.	50
Εικόνα 25: Οθόνη 7 κεντρικής κονσόλας ελέγχου, καρτέλα παρουσίασης προδιαγραφών εργασίας	51

Εικόνα 26: Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος GP3, Gazepoint.	52
Εικόνα 27: Παράδειγμα αποτελέσματος βαθμονόμησης χρήστη.	53
Εικόνα 28: Εγκατεστημένο σύστημα ιριδοσκοπικής ιχνηλάτισης.	53
Εικόνα 29: Οφθαλμική παρακολούθηση του χρήστη από το σύστημα.	54
Εικόνα 30: Ηλικιακή κατανομή δείγματος.	61
Εικόνα 31: Κατανομή φύλων δείγματος.	62
Εικόνα 32: Κατανομή εργασιακής εμπειρίας δείγματος, σε έτη.	63
Εικόνα 33: Κατανομή δείγματος αναφορικά με την εμπειρία σε περιβάλλον κονσόλα.	64
Εικόνα 34: Σημάδια επιπλέον υποβοήθησης (αριστερά) και υποβοήθησης ελέγχου γωνίας (δεξιά).	103