



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

**ΕΡΓΟΝΟΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ  
ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΡΑΜΜΩΝ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΗΣ  
ΣΙΔΕΡΗ ΕΥΘΥΜΙΑΣ**

# Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
Κεφάλαιο 1: Περιγραφή της έννοιας της εργονομίας.....	5
1.1 Ορισμός και περιγραφή της εργονομίας.....	5
1.2 Εμφανιζόμενες παθήσεις λόγω ανεπαρκούς εργονομικού σχεδιασμού .....	10
1.2.1 Πάθηση στους τένοντες .....	12
1.2.2 Ζητήματα στα νεύρα .....	13
1.2.3 Νευροαγγειακά ζητήματα .....	14
1.3 Οι κύριες αιτίες και οι συνέπειες των μυοσκελετικών παθήσεων.....	14
1.4 Οι στάσεις του σώματος των εργαζομένων .....	15
1.5 Εργονομική Ανάλυση Εργασίας (ΕΑΕ) .....	19
1.5.1 Νομοθεσία για την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας, της ασφάλειας και της άνεσης στην εργασία.....	21
Κεφάλαιο 2: Ανάλυση της εργονομίας στη διαδικασία παραγωγής .....	23
2.1 Εισαγωγή στην αρχή της συμβατότητας στην εργονομία.....	23
2.2 Η εργονομία στη διαδικασία παραγωγής - Πρότυπα, κανόνες και κανονισμοί .....	23
2.2.1 Συμβατότητα στην τεχνολογία και στα συστήματα ανθρώπου - μηχανής .....	25
2.2.2 Σχέση συμβατότητας μεταξύ ανθρώπινων παραγόντων και των τεχνικών στοιχείων ενός συστήματος .....	26
2.3 Παράδειγμα σχεδιασμού σταθμού εργασίας με την μέθοδο 5S Lean.....	33
2.3.1 Η εταιρία Silver Line και η εφαρμοζόμενη μεθοδολογία εργονομίας 5S Lean ..	33
2.3.2 Προσδιορισμός των κινδύνων και άλλων εργονομικών παραγόντων .....	36
2.3.3 Χρονικός κύκλος Takt.....	37
2.3.4 Προστιθέμενη αξία και μη προστιθέμενη αξία .....	37
2.3.5 Το σύστημα των δύο κάδων (two-bin system).....	38
2.3.6 Εντοπισμός εργονομικών ζητημάτων και πειραματικός σχεδιασμός του σταθμού εργασίας .....	39
2.3.7 Βαθμολόγηση εργονομικών παραμέτρων και εύρεση εργονομικών λύσεων και παρεμβάσεων .....	40
2.3.8 Ανάλυση του κόστους της εργονομικής παρέμβασης .....	48
Κεφάλαιο 3: Μέθοδοι εκτίμησης των κινδύνων που σχετίζονται με την εργονομία .....	50
3.1 Εισαγωγή στις μεθόδους εργονομικής ανάλυσης.....	50
3.2 Μέθοδος OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) .....	50
3.3 Μέθοδος RULA (Rapid Upper Limb Assessment) .....	53
3.4 Μέθοδος ταχείας αξιολόγησης ολόκληρου του σώματος (Rapid Entire Body Assessment - REBA).....	55

3.5 Εφαρμογή του δείκτη Moore-Garg .....	58
Κεφάλαιο 4: Μελέτη και αξιολόγηση περιπτώσεων εργονομίας .....	61
4.1 Εργονομική ανάλυση και αξιολόγηση των ταμείων των σε σούπερ μάρκετ πριν και μετά από τον βιομηχανικό επανασχεδιασμό τους .....	61
4.1.1 Περιγραφή της μεθοδολογίας .....	64
4.1.2 Περιγραφή του ταμείου του σούπερ μάρκετ .....	64
4.1.3 Πειραματική πορεία .....	66
4.1.4 Ανάλυση των δεδομένων .....	68
4.1.5 Αποτελέσματα .....	70
4.1.6 Συμπεράσματα - συζήτηση περί της εργονομικής αξιολόγησης των ταμείων σούπερ μάρκετ .....	79
4.2 Εργονομική ανάλυση της εταιρίας Electrolux .....	81
4.2.1 Εισαγωγικά στοιχεία .....	81
4.2.2 Πληροφορίες για την εταιρία Electrolux .....	82
4.2.3 Εργονομική ανάλυση .....	84
4.2.4 Συμπεράσματα εργονομικής ανάλυσης της Electrolux .....	91
Συμπεράσματα - Συζήτηση.....	92
Βιβλιογραφία.....	94

## Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η εργονομία στην παραγωγική διαδικασία, εξετάζοντας την ανάλυση και τον έλεγχο των πιθανών κινδύνων και ρίσκων που σχετίζονται με τις γραμμές παραγωγής. Στο πρώτο κεφάλαιο, εξετάζεται η έννοια της εργονομίας και της εργονομικής ανάλυσης, καθώς και οι πιθανές επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων λόγω ανεπαρκούς εργονομίας, όπως πάθηση των τενόντων, νευρολογικά και αγγειακά ζητήματα, και άλλα. Επίσης, αναφερόμαστε στις αιτίες και τις συνέπειες των μυοσκελετικών παθήσεων που οφείλονται σε εσφαλμένη στάση του σώματος των εργαζομένων κατά τη διάρκεια της εργασίας τους. Τέλος, εξετάζουμε τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας, της ασφάλειας και της άνεσης κατά την εργασία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται ανάλυση της εργονομίας στη διαδικασία παραγωγής. Γίνεται εισαγωγή στην έννοια της εργονομικής συμβατότητας, των προτύπων και των εφαρμοζόμενων κανονισμών. Αναλύουμε τη συμβατότητα στην τεχνολογία και στα συστήματα ανθρώπινων μηχανών, καθώς και τη σχέση της συμβατότητας μεταξύ ανθρώπινων παραγόντων και τεχνικών στοιχείων ενός συστήματος. Παρέχουμε επίσης ένα παράδειγμα σχεδιασμού σταθμού εργασίας με τη μέθοδο 5S Lean που εφαρμόζεται στην εταιρία Silver Line, αναγνωρίζοντας κινδύνους και άλλους εργονομικούς παράγοντες, καθώς και προτείνοντας εργονομικές λύσεις και παρεμβάσεις.

Στο τρίτο κεφάλαιο, περιγράφουμε εκτενώς τις μεθόδους εκτίμησης των κινδύνων που σχετίζονται με την εργονομία, περιλαμβάνοντας τις μεθόδους εργονομικής ανάλυσης OWAS, RULA, REBA, OWAS και την εφαρμογή του δείκτη Moore-Garg.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζουμε μελέτες και αξιολογήσεις περιπτώσεων εργονομίας, περιλαμβάνοντας την εργονομική ανάλυση και αξιολόγηση των ταμείων σε σούπερ μάρκετ πριν και μετά από τον βιομηχανικό επανασχεδιασμό τους, καθώς και την εργονομική ανάλυση της εταιρίας Electrolux.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, συνοψίζουμε τα σημαντικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την εργονομία στην παραγωγική διαδικασία, προσδιορίζοντας τους πιθανούς κινδύνους και ρίσκα που αντιμετωπίζουν οι γραμμές παραγωγής.

# Κεφάλαιο 1: Περιγραφή της έννοιας της εργονομίας

## 1.1 Ορισμός και περιγραφή της εργονομίας

Η έννοια της εργονομίας συνδέεται με τις δύο αρχαίες ελληνικές λέξεις “έργον” και “νόμος”. Πρώτος, το 1857, ο φυσιολόγος Πολωνός Wojciech Jastrzębowski, αναφέρθηκε στην έννοια της εργονομίας. Αργότερα, μετά το Β’ Παγκόσμιο Πόλεμο, μελετώντας την ανθρώπινη επίδοση και την αλληλεπίδραση των ατόμων με την τεχνολογία, Άγγλοι επιστήμονες (όπως ψυχολόγοι και φυσιολόγοι) αναφέρθηκαν στην εν λόγω έννοια, στηριζόμενοι σε συμπεράσματά τους από τον πόλεμο. Λίγα χρόνια αργότερα ίδρυσαν την πρώτη Ερευνητική Εταιρία Εργονομίας, με τον πρόεδρο της εν λόγω εταιρίας, Hywell Murrell, να είναι ουσιαστικά ο δημιουργός και εκφραστής της επιστήμης της Εργονομίας. Παράλληλα, στην Αμερική ιδρύθηκε η Εταιρία Ανθρωπίνων παραγόντων, εισάγοντας τον όρο “ανθρώπινοι παράγοντες”, προκειμένου να περιγραφεί το πλαίσιο της εργασίας τους. Με το πέρασμα των ετών, η Ερευνητική Εταιρία Εργονομίας μετεξελίχθηκε σε Ινστιτούτο Εργονομίας και Ανθρώπινων Παραγόντων. Αντίστοιχα, η Εταιρία Ανθρωπίνων Παραγόντων έγινε Εταιρία Ανθρωπίνων Παραγόντων και Εργονομίας (Διεθνής Ένωση Εργονομίας, 2000). Η Εργονομία (Ergonomics ή Human Factors) αποτελεί επιστημονική περιοχή με κύριο αντικείμενο τη μελέτη της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα άτομα που εργάζονται και τα στοιχεία του συστήματος. Εφαρμόζει αρχές, αναλύει δεδομένα και χρησιμοποιεί σύγχρονες μεθόδους σχεδιασμού, με στόχο την προαγωγή της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων, καθώς και την βελτιστοποίηση της συνολικής απόδοσης. Επιπλέον, η Εργονομία αποτελεί έναν εξειδικευμένο τομέα της Μηχανικής Ανθρώπινου Παράγοντα, εστιάζοντας στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον εργασίας (Grandjean, 1980). Εξετάζει τις ανθρώπινες ικανότητες και τις ανθρώπινες τάσεις (Kapellusch, 2008). Οι εργονομικοί επιστήμονες προγραμματίζουν, σχεδιάζουν και αξιολογούν διάφορες εργασίες, τα προϊόντα που παράγονται και συμβάλλουν στην οργάνωση, τη βέλτιστη χρήση εργαλείων και τη βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος γενικά, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες, τις δυνατότητες και τους περιορισμούς που τίθενται από τον ανθρώπινο παράγοντα. Συνολικά, η εργονομία αποσκοπεί στη βελτίωση της απόδοσης των ανθρώπων, στην προστασία της υγείας τους και στην προώθηση της γενικής ευεξίας. Συμβάλλει στο σχεδιασμό εργαλείων, μηχανών και στην εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων για την καλυτέρευση του περιβάλλοντος εργασίας.

Βασική αρχή της εργονομίας είναι να τίθενται οι ανάγκες και οι δυνατότητες του ανθρώπου ως χρήστη στο επίκεντρο κάθε σχεδιασμού που τον αφορά. Ενδεικτικό

παράδειγμα είναι η προσπάθεια βελτίωσης της διαδικασίας στη γραμμή συναρμολόγησης υλικών και εξαρτημάτων και στη γραμμή παραγωγής σε μια βιομηχανία με σκοπό τη διευκόλυνση των εργαζομένων. Εν γένει αποσκοπεί στην βελτίωση της αποδοτικότητας και την αξιοπιστίας του συστήματος συνολικά που αποτελείται από τους ανθρώπους και τις μηχανές.

Μια εργονομική παρέμβαση στοχεύει στη βελτίωση της εργασιακής απόδοσης και της ευεξίας των εργαζομένων με διάφορους τρόπους. Αυτή η παρέμβαση μπορεί να επικεντρωθεί στην μορφολογία, για παράδειγμα, βελτιώνοντας την άνεση των καθισμάτων, στην τεχνολογία, με την βελτίωση των ενδεικτικών οργάνων και την αναβάθμιση των λογισμικών, καθώς και στα φυσικά στοιχεία όπως ο φωτισμός και ο θόρυβος.

Δεδομένου ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα δεν μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με απόλυτο τρόπο σε σωματική, διανοητική, κοινωνική, αλλά εμπεριέχει πρόσθετες συνιστώσες όπως η διανοητική, η ψυχική, η κοινωνική και πολιτισμική διάσταση, οι ειδικοί της εργονομίας οφείλουν να ασχολούνται με ένα ευρύ φάσμα τομέων. Αυτό εξασφαλίζει ότι οι παρεμβάσεις τους είναι ολιστικές, λαμβάνοντας υπόψη τις διάφορες πτυχές της ανθρώπινης δραστηριότητας. Επιπρόσθετα, η εργονομία αντιπροσωπεύει την επιστήμη της προσαρμογής του περιβάλλοντος εργασίας, ώστε να ταιριάζει στον εργαζόμενο, αντί να αναγκάζει τον εργαζόμενο να προσαρμόζεται στο περιβάλλον της εργασίας. Αυτή η οργανωμένη δομή συντελεί στην μείωση των κινδύνων και στην βελτίωση της ασφάλειας, της αποτελεσματικότητας και της άνεσης των εργαζομένων. Έτσι, η εργονομία συμβάλλει στην πρόληψη τραυματισμών και παθήσεων που μπορεί να προκύψουν από τις απαιτήσεις του εργασιακού περιβάλλοντος, όπως η έντονη άσκηση, η αμήχανη στάση, η επαναληπτικότητα και οι κραδασμοί.

Τέλος, όσον αφορά την υλοποίηση αλλαγών σε έναν εργασιακό χώρο, αυτό απαιτεί τη χρήση εργονομικών στοιχείων ελέγχου για να εξασφαλίσει ότι οι αλλαγές διαμορφώνονται κατά τρόπο που μειώνει τον κίνδυνο τραυματισμών και παθήσεων. Συνολικά, η εργονομία βοηθά τους οργανισμούς να αναπτύσσουν εργασιακές πρακτικές που μειώνουν την έκθεση σε κινδύνους και αυξάνουν την παραγωγικότητα. Είναι σαφές ότι ένα ασφαλές εργασιακό περιβάλλον αυξάνει την παραγωγή των εργαζομένων και αποτρέπει ενδεχόμενες ανεπιθύμητες συμπεριφορές (Gundeep, 2013). Οι εργασιακές πρακτικές μπορεί να περιλαμβάνουν την τροποποίηση του εξοπλισμού, την παροχή εναλλακτικών εργαλείων και τη βελτίωση της διαδικασίας λειτουργίας με τον επανασχεδιασμό των σταθμών εργασίας, οι οποίοι καθίστανται εργονομικά φιλικοί, παρέχοντας κατ' αυτόν τον τρόπο στους υπαλλήλους τη

δυνατότητα να εκτελούν ποικίλες κινήσεις σε διαφορετικούς τύπους εργασιών καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας τους και ελαχιστοποιώντας επαναλαμβανόμενες πιέσεις σε συγκεκριμένους μυς.

Επιπρόσθετα, η παροχή εργονομικού εξοπλισμού ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την πρόσθετη προστασία των εργαζομένων από πιθανούς εργονομικούς παράγοντες κινδύνου (Henry, 2004).

Σε ερευνητικό επίπεδο, δεδομένου ότι υφίσταται σαφής τάση εξειδίκευσης, συνηθίζεται να επιλέγεται η κατηγοριοποίηση της εργονομίας στους κάτωθι βασικούς τομείς (Διεθνής Ένωση Εργονομίας, 2000):

- **Φυσική Εργονομία**

Πρόκειται για την προαναφερθείσα φυσική συνιστώσα που αφορά στην ανθρώπινη εργασία. Καταπιάνεται χαρακτηριστικά που έχουν κατά κύριο λόγο σχέση με την ανατομία. Επίσης, ασχολείται με χαρακτηριστικά ανθρωπομετρικά, φυσιολογικά και εμβιομηχανικά σε συνάρτηση με τη φυσική δραστηριότητα. Ενδεικτικά παραδείγματα είναι η στάση κατά τη διάρκεια της εργασίας, ο χειρισμός μεταφοράς φορτίων και οι κατά κόρον επαναλαμβανόμενες κινήσεις στη βιομηχανία, π.χ. καταχώρηση ετικέτας σε κάθε προϊόν στη γραμμή παραγωγής κλπ. Οι εργονομικές παρεμβάσεις μπορούν να συνδέονται με αλλαγές στο χώρο ή την προσθήκη βοηθημάτων που δύνανται να αποσβένουν τον μυοσκελετικό φόρτο.

- **Γνωστική ή νοητική εργονομία**

Συνδέεται με διανοητικό στοιχείο της ανθρώπινης δραστηριότητας στο χώρο της εργασίας. Ασχολείται με τη διανοητική απόκριση, την αντίληψη, τη σημασιοδότηση, τη μνήμη, την επεξεργασία των πληροφοριών. Ενδεικτικά, εκτιμάται ο νοητικός φόρτος, η ανάλυση ενδεχόμενων λαθών, η μεθοδολογία που ακολουθείται για τη λήψη αποφάσεων. Ακόμη, μελετάται η ανθρώπινη αξιοπιστία και η αλληλεπίδραση του ανθρώπου - χρήστη με τη μηχανή ή τον ηλ. υπολογιστή.

- **Οργανωσιακή εργονομία ή μακρο-εργονομία**

Συνιστά την μελέτη του οργανωσιακού μέρους της ανθρώπινης εργασίας υπό κοινωνικοτεχνικό πρίσμα. Με άλλα λόγια, παρεμβαίνει τόσο στην οργανωτική δομή όσο και στις επιχειρησιακές διεργασίες σύμφωνα με το πνεύμα και την επιχειρησιακή κουλτούρα της κάθε επιχείρησης. Πιο αναλυτικά, ασχολείται με την επικοινωνία, με τη διαχείριση του φόρτου εργασίας ανάμεσα στις ομάδες των εργαζομένων, τις εφαρμοζόμενες διαδικασίες και πρακτικές. Συμβάλει στο σχεδιασμό της ροής εργασίας, ενώ αξιολογεί τα ωράρια εργασίας, την απόδοση των εργαζομένων και των συστημάτων διασφάλισης ποιότητας (π.χ. ISO).

Άλλες έννοιες που είναι απαραίτητο να περιγραφούν είναι οι ακόλουθες:

- **Kaizen**

Η έννοια "Kaizen" αναφέρεται σε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν πλήρη αλυσίδα διοίκησης, δηλαδή από ανώτερη διοίκηση σε επιστάτη για συνεχή βελτίωση σε όλες τις λειτουργίες (Roberts & Mottershead, 1990; Karkoszka & Honorowicz, 2009).

- **Ανθρώπινος παράγοντας**

Ο ανθρώπινος παράγοντας επικεντρώνεται στον άνθρωπο και την αλληλεπίδρασή του με προϊόντα, εξοπλισμό, εγκαταστάσεις, διαδικασίες και περιβάλλον που χρησιμοποιείται στην εργασία και την καθημερινή ζωή (Kapellusch, 2008).

- **Ταχεία αξιολόγηση άνω άκρων (RULA)**

RULA είναι ένα συστηματικό εργαλείο αξιολόγησης που αξιολογεί κυρίως τους κινδύνους των περιφερικών άνω άκρων από διαταραχή σωρευτικού τραύματος μέσω ανάλυσης στάσης, δύναμης και μυϊκής χρήσης (McAtamney & Corlett, 1993).

- **Ταχεία αξιολόγηση ολόκληρου του σώματος (REBA)**

Η μέθοδος REBA είναι μια γρήγορη και συστηματική αξιολόγηση εργαλείο που αξιολογεί τους κινδύνους στάσης ολόκληρου του σώματος για μυοσκελετικές παθήσεις που σχετίζονται με την εργασία (Hignett & McAtamney, 2000; Gundeep, 2013).

- **Μυοσκελετικές Παθήσεις (Musculoskeletal Disorders - MSDs)**

Διαταραχές των μυών, των τενόντων, των συνδέσμων, των αρθρώσεων, των χόνδρων, των νεύρων, των αιμοφόρων αγγείων ή των δίσκων της σπονδυλικής στήλης. Μερικά παραδείγματα είναι οι μυϊκές καταπονήσεις, τα διαστρέμματα συνδέσμων, η φλεγμονή των αρθρώσεων και των τενόντων, τα τσιμπημένα νεύρα και η εκφύλιση του νωτιαίου δίσκου (Chengular et al., 2004).

Οι τραυματισμοί στο μυοσκελετικό σύστημα αποτελούν την κύρια αιτία για την οποία ταλαιπωρούνται συχνά οι εργαζόμενοι. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην μείωση της παραγωγικότητας, στην σπατάλη χρόνου και σε σημαντικές δαπάνες, εξαιτίας των αποζημιώσεων των εργαζομένων (Putz-Anderson, 1988).

Ακόμη, οι μυοσκελετικές παθήσεις συνιστούν τραυματισμούς των μαλακών μορίων και του νευρικού συστήματος, οι οποίοι επηρεάζουν τους μύες, τους τένοντες και τα νεύρα του σώματος, όπως π.χ. το σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα, το οσφυϊκό άλγος, η καταπόνηση των ματιών, η τενοντίτιδα, η ρήξη συνδέσμων, η αδυναμία στις αρθρώσεις, η καταπόνηση της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, ο τραυματισμός του δίσκου της σπονδυλικής στήλης.



Σχεδόν το 63% των τραυματισμών από μυοσκελετικών παθήσεων συμβαίνουν λόγω επαναλαμβανόμενων κινήσεων, το 20% από επαναλαμβανόμενες τοποθετήσεις ή μετακίνηση των αντικειμένων, το 9% από τη χρήση ηλεκτρολογίων υπολογιστών και το 8% από την επαναλαμβανόμενη χρήση εργαλείων (Spaulding, 2005).

Πρέπει να σημειωθεί ότι είναι δύσκολο να εντοπιστούν τα συμπτώματα των τραυματισμών στα αρχικά τους στάδια. Τα συμπτώματα γίνονται πιο έντονα μετά από επαναλαμβανόμενα περιστατικά. Οι τραυματισμοί μπορεί να αναπτυχθούν σε περιόδους εβδομάδων, μηνών ή ετών. Οι αιτίες των ΜΣΠ δεν περιορίζονται μόνο στο εργασιακό περιβάλλον, αλλά μπορεί επίσης να προέρχονται από το σπίτι ή κατά την άσκηση ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων. Η σοβαρότητα των ΜΣΠ μπορεί να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των εργαζομένων που εκτελούν την εργασία (Garg, 2012).

- **Σωρευτικές-συνδυαστικές παθήσεις (Cumulative Trauma Disorders - CTDs)**

Οι εν λόγω παθήσεις αποτελούν συνδυασμό μυοσκελετικών διαταραχών και διαταραχών του νευρικού συστήματος, οι οποίες μπορεί να προκληθούν από επαναλαμβανόμενες εργασίες, ακατάλληλη στάση του σώματος, κραδασμούς, έντονες ασκήσεις και συμπίεση σε αιχμηρή ή σκληρή επιφάνεια. Οι πιο κοινές παθήσεις αυτού του τύπου είναι το σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα, η τενοντοελυτρίτιδα και η τενοντίτιδα. Αναπτύσσονται σταδιακά σε μια περίοδο εβδομάδων, μηνών ή ετών (NJ, 2003).

Οι εργασίες που συνδυάζουν υψηλή άσκηση δύναμης, υψηλή επανάληψη, αμήχανη στάση, όπως π.χ. η ηλεκτρολόγηση, η συναρμολόγηση, η συσκευασία, το ράψιμο και η κοπή, αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης αυτών των συμπτωμάτων στους εργαζομένους (NJ.gov, 2003).

Τέλος, εάν αυτές οι παθήσεις παραμένουν χωρίς θεραπεία, η κατάσταση εíθισται να επιδεινώνεται, προκαλώντας συχνά απώλεια στη δύναμη στη λαβή, αυξημένο πόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας ή/και μόνιμη δυσλειτουργία στο χέρι (Putz-Anderson, 1988).

- **Έλεγχοι μηχανικής**

Οι μηχανικοί έλεγχοι είναι φυσικές αλλαγές σε διάφορες πτυχές του περιβάλλοντος εργασίας, όπως ο σταθμός εργασίας, η διαδικασία, ο εξοπλισμός, τα υλικά ή η εγκατάσταση που μειώνει ή αποτρέπει την έκθεση σε παράγοντες κινδύνου (Kapellusch, Jay, 2008).

- **Περιβάλλον εργασίας**

Ένα περιβάλλον στο οποίο οι εργαζόμενοι εκτελούν την τυπική εργασία τους. Περιλαμβάνει (Kapellusch, Jay, 2008):

A. Υλικοτεχνικές συνθήκες στις οποίες εργάζονται οι εργαζόμενοι, όπως ο αριθμός των ωρών εργασίας, οι περίοδοι διαλείμματος, η διάταξη του χώρου εργασίας και οι περιβαλλοντικές συνθήκες.

B. Πόροι διαθέσιμοι στους υπαλλήλους που περιλαμβάνουν εργαλεία, εξοπλισμό και άτομα

- **Εργονομικοί παράγοντες κινδύνου**

Οι εργαζόμενοι στον τομέα της μεταποίησης εκτίθενται σε διάφορους εργονομικούς παράγοντες κινδύνου που οδηγούν σε ΜΣΠ. Το πρώτο βήμα προς τη λήψη προληπτικών μέτρων είναι η μείωση της έκθεσης σε εργονομικούς παράγοντες κινδύνου, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν σημεία και συμπτώματα ΜΣΠ. Αυτοί οι παράγοντες κινδύνου προκύπτουν από πιέσεις που εφαρμόζονται σε συγκεκριμένα μέρη του σώματος κατά την εκτέλεση εργασιών (Henry, 2005).

Οι έξι κύριες κατηγορίες εργονομικών παραγόντων κινδύνου που μπορούν να προσδιοριστούν ως αιτία μυοσκελετικού τραυματισμού ή ασθένειας σε ένα εργασιακό περιβάλλον περιλαμβάνουν την επανάληψη, τη βίαιη άσκηση, την αμήχανη στάση του σώματος, το στρες επαφής, τους κραδασμούς και τις ακραίες θερμοκρασίες.

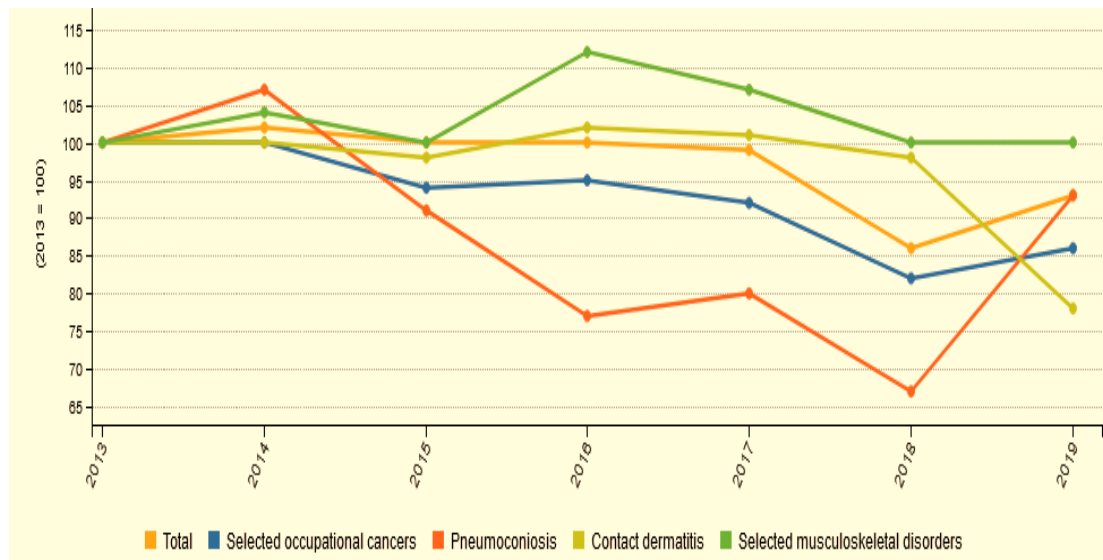
## **1.2 Εμφανιζόμενες παθήσεις λόγω ανεπαρκούς εργονομικού σχεδιασμού**

Οι πιο συνηθισμένες ασθένειες που προσβάλλουν τους εργαζόμενους είναι κατά βάση μυοσκελετικές.

Είθισται οι θεραπευτικές παρεμβάσεις να μην επιτυγχάνουν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα και να καταλήγουν συχνά σε χρόνιες ασθένειες. Με όλα, βέβαια, τα αρνητικά επακόλουθα για τους εργαζομένους, τους εργοδότες, τα ασφαλιστικά ταμεία, την εθνική οικονομία.

Οι μυοσκελετικές παθήσεις εμφανίζονται στους μύες, στους τένοντες, τα νεύρα και τα οστά. Ενδεικτικά το αυχενικό σύνδρομο, η οσφυαλγία, η τενοντίτιδα, οι πόνοι στη μέση και στα άκρα αποτελούν παθήσεις μυοσκελετικές.

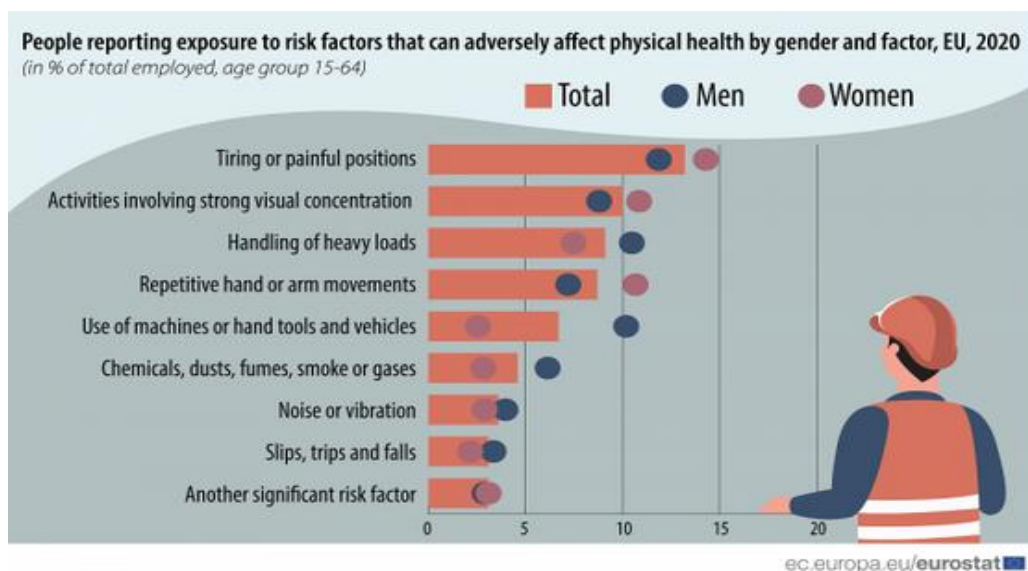
Άλλες παθήσεις ανάλογα με τη φύση της εργασίας, αφορούν στο δέρμα, στο αναπνευστικό και στα αισθητήρια όργανα. Ακόμη, είναι συχνή η εμφάνιση καρκίνου.



**Διάγραμμα 1.1: Εξέλιξη των παθήσεων στον εργασιακό χώρο (2013 - 2019)**

(Πηγή: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Occupational_diseases_statistics)

[explained/index.php?title=Occupational diseases statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Occupational_diseases_statistics)



**Διάγραμμα 1.2: Παράγοντες κινδύνου έκθεσης που μπορούν να επηρεάσουν**

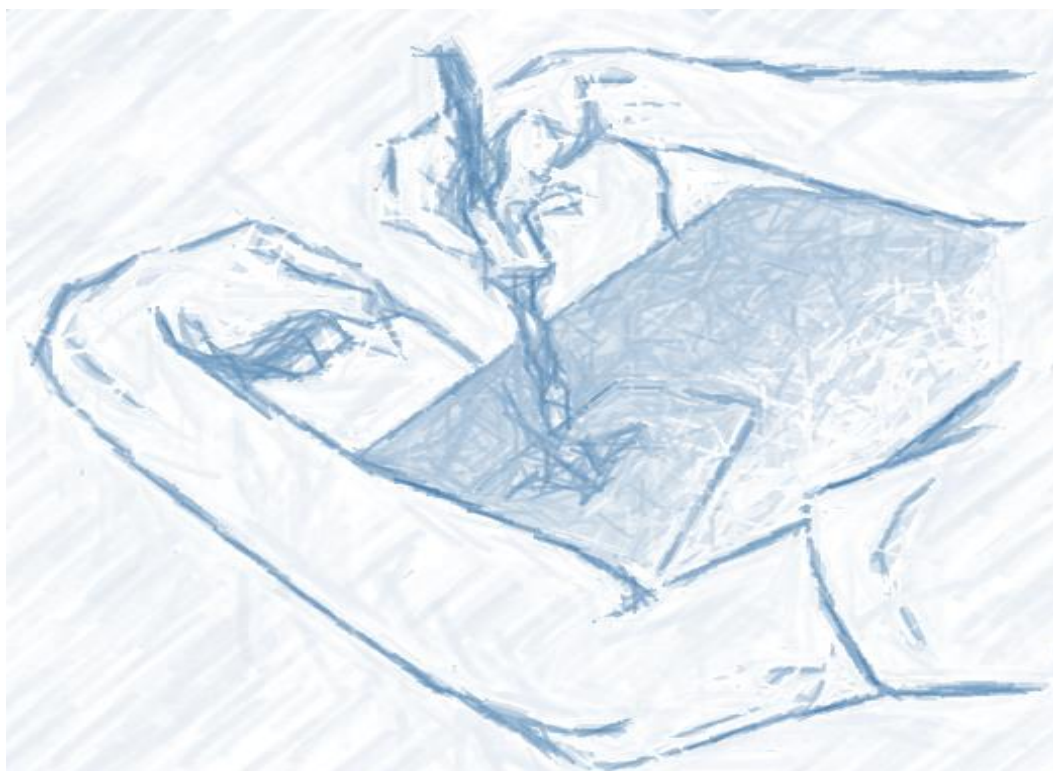
**δυσμενώς τη σωματική υγεία ανά φύλο (ηλικία 15-64)**

(Πηγή: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Self-reported work-related health problems and risk factors - key statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Self-reported_work-related_health_problems_and_risk_factors_-_key_statistics))

Να σημειωθεί ότι το 2020, το 10,3 % των εργαζομένων της ΕΕ ανέφεραν ότι είχαν προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την εργασία τους. Σε επίπεδο ΕΕ το 2020, το 6,0 % των εργαζομένων υπέφερε από προβλήματα στα οστά, στις αρθρώσεις ή στους μύες, που προκλήθηκαν ή επιδεινώθηκαν από την εργασία τους κατά το προηγούμενο έτος. Συγκεκριμένα, το 2020, ενδεχομένως και λόγω του γεγονότος ότι παγκοσμίως ήταν το κομβικό έτος της πανδημίας και των lockdown ακόμα και στις επιχειρήσεις, το

ποσοστό των εργαζομένων που ανέφεραν ότι αντιμετώπιζαν παράγοντες κινδύνου για την ψυχική τους ευεξία στην εργασία ανήλθε στο 44,6 % σε επίπεδο ΕΕ (Eurostat, 2020).

Αναφορικά με την προσβολή του μυοσκελετικού συστήματος των άνω άκρων, οι πιο συνήθεις προσβολές συνδέονται με τους τένοντες ή τα νεύρα, τα οποία επιφορτίζονται με την μετάδοση των εντολών από τον εγκέφαλο προς το μυοσκελετικό σύστημα. Επιπλέον, επηρεάζεται το νευροαγγειακό σύστημα. Σε όλα αυτά η στάση του σώματος παίζει καταλυτικό ρόλο. Στην Εικόνα 1.1 παρατηρείται η λανθασμένη στάση των άνω άκρων εξαιτίας του λανθασμένου σχεδιασμού της θέσης και των μέσων εργασίας.



**Εικόνα 1.1: Λανθασμένη στάση των άνω άκρων**

**(Πηγή: Μαρμαράς, 2010)**

### ***1.2.1 Πάθηση στους τένοντες***

Η τενοντίτιδα αποτελεί την πιο γνωστή πάθηση των τενόντων. Αποτελεί φλεγμονή και οφείλεται στην επαναλαμβανόμενη και μεγάλης διάρκειας χρήση συγκεκριμένης ομάδας μυϊκών ή τενόντων ινών. Εφόσον, η χρήση είναι έντονη και παρατεταμένη δύναται να επέλθει ρήξη στον τένοντα. Τα συμπτώματα είναι έντονος πόνος και διόγκωση.

Άλλο είδος προσβολής είναι η λεγόμενη τενοντοθυλακίτιδα. Οφείλεται σε τραυματισμό του ινώδους ελύτρου, εξαιτίας της επαναλαμβανόμενης χρήσης μιας ομάδας τενόντων. Υπολογίζεται ότι αν πρόκειται για περίπου 2.000 χρήσεις την ώρα,

εμφανίζεται τενοντοθυλακίτιδα. Συμπτώματά της είναι η συσσώρευση ορογόνου υγρού και ως αναμενόμενο, αίσθημα πόνου.

Τέλος, άλλες παθήσεις των τενόντων είναι οι ακόλουθες:

- η στενωτική τενοντοθυλακίτιδα (νόσος De Quervain),
- η επικονδυλίτιδα,
- η γαγγλιακή κύστη.

### **1.2.2 Ζητήματα στα νεύρα**

Εφόσον η εργασία είναι παρατεταμένη και παράλληλα η χρήση θεωρείται μιας ομάδας μυών θεωρείται ως επαναλαμβανόμενη, τα νεύρα πιέζονται, με συνέπεια να προσβάλλονται. Η ακραία εκδοχή προσβολής τους είναι η παράλυσή τους.

Η συνήθης προσβολή των νεύρων αποτελεί το σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα. Απαντάται σε υπαλλήλους γραφείου που χρησιμοποιούν ηλ. υπολογιστή, ήτοι πληκτρολόγιο και ποντίκι για τη δακτυλογράφηση των κειμένων κλπ.. Τα συμπτώματα του συνδρόμου καρπιαίου σωλήνα μπορεί να εκδηλωθεί με πόνο, μούδιασμα ή και καυσalgία στα δάκτυλα. Στην Εικόνα 1.2 φαίνονται οι περιοχές που έχουν επίδραση στα χέρια λόγω του συνδρόμου καρπιαίου σωλήνα

Ο πόνος μπορεί να επιδεινώνεται κατά τις βραδινές ώρες, διακόπτοντας τον ύπνο. Σε προχωρημένες καταστάσεις του συνδρόμου, παρατηρείται μυϊκή ατροφία.



**Εικόνα 1.2: Περιοχές των χεριών που επηρεάζονται από το σύνδρομο του καρπιαίου σωλήνα**

**(Πηγή: Μαρμαράς, 2010)**

### 1.2.3 Νευροαγγειακά ζητήματα

Μια προσβολή δύναται να αφορά την προσβολή των νεύρων μαζί με τα αιμοφόρα αγγεία. Μια συνήθης προσβολή είναι το λεγόμενο σύνδρομο της θωρακικής εξόδου.

Πρόκειται για την περιοχή, όπου συντρέχουν ο αυχέννας, ο θώρακας και ο ώμος, από όπου και περνούν τα μεγάλα αγγεία και τα νεύρα των άνω άκρων.

Με τη δυσχέρεια της κυκλοφορίας του αίματος, εξαιτίας λανθασμένης στάσης των άνω άκρων, προξενείται η ελλιπής οξυγόνωση των τενόντων και των μυών. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια να ατροφούν οι μύες των χεριών και ο ασθενής να χάνει την αίσθησής τους. Π.χ. σε εργασίες, όπου οι ώμοι σπρώχνονται προς τα πίσω και προς τα κάτω (όπως στις μεταφορές προϊόντων κλπ.) ή εφόσον οι βραχίονες είναι ανυψωμένοι πάνω από το επίπεδο των ώμων για μεγάλο χρονικό διάστημα, επέρχεται συχνά το σύνδρομο της θωρακικής εξόδου.

Τα κύρια συμπτώματα του συνδρόμου θωρακικής εξόδου φαίνονται στον Πίνακα 1.1.

**Πίνακας 1.1: Κύρια συμπτώματα του συνδρόμου θωρακικής εξόδου**

A/A	Σύμπτωμα
1	Πόνος στην ωλένια επιφάνεια του αντιβραχίου
2	Αίσθηση κόπωσης - αδυναμίας
3	Δυσχέρεια σε κινήσεις ακριβείας
4	Εφίδρωση των δακτύλων
5	Ψυχρότητα και μελάνιασμα των δακτύλων (σύνδρομο Raynaud)

(Πηγή: Μαρμαράς, 2010)

### 1.3 Οι κύριες αιτίες και οι συνέπειες των μυοσκελετικών παθήσεων

Οι βασικές αιτίες που συνδέονται με μυοσκελετικές παθήσεις στην εργασία συνιστούν το συνδυασμό παραγόντων κινδύνου, οι οποίες επηρεάζουν τους εργαζόμενους όταν εκτελούν εργασίες.

Οι παράγοντες κινδύνου αποτελούν υπάρχουσες συνθήκες στους εργασιακούς χώρους. Ενδεικτικά, η άσκηση πίεσης ή ισχυρής δύναμης χειρωνακτικά δύναται να προκαλέσει εν γένει ζητήματα υγείας. Οι ποικίλοι παράγοντες κινδύνου δύνανται να δρουν ως το έναυσμα δημιουργίας συνθηκών, οι οποίες σωρευτικά επιτείνουν ή επιταχύνουν την εμφάνιση των προβλημάτων. Με άλλα λόγια, η ύπαρξη παραγόντων κινδύνου δεν συνεπάγεται αυτομάτως και κατ' ανάγκη την ανάπτυξη ζητημάτων υγείας. Εντούτοις, ο εργαζόμενος διατρέχει μεγαλύτερες πιθανότητες να αναπτύξει κάποιο πρόβλημα

υγείας σε σχέση με έναν άλλο εργαζόμενο, ο οποίος τυγχάνει να μην εκτίθεται στον εν λόγω παράγοντα κινδύνου.

Ο κίνδυνος δεν αξιολογείται απλώς με μια διαπίστωση περί της ύπαρξής τους. Απαιτείται ο προσδιορισμός του βαθμού επίδρασής του. Συγκεκριμένα, η σοβαρότητα του συναρτάται από τρία (3) χαρακτηριστικά:

- την ένταση,
- τη συχνότητα και
- τη διάρκεια.

Ορισμένοι από τους πιο συνηθισμένους παράγοντες κινδύνου θεωρούνται οι άβολες στάσεις, η άσκηση δύναμης σε μια εργασία, η στατική (καθιστική) εργασία και προφανώς η επαναληψιμότητα σε μια εργασία (Simoneau et al., 1996).

Επιπροσθέτως, δεν κοστολογείται βάσει οικονομικών κριτηρίων τόσο ο πόνος όσο και η ταλαιπωρία που υφίσταται ένας πάσχοντας που βιώνει μυοσκελετικές παθήσεις. Ωστόσο, το κόστος για τη θεραπεία ενδέχεται να είναι σημαντικό.

Κατά την εξέταση του κόστους που αφορά σε μυοσκελετικές παθήσεις, επιβάλλεται να λαμβάνει χώρα η διάκρισή του:

- σε άμεσα κόστη, που συνδέονται με την αντιμετώπιση της πάθησης και συμπεριλαμβάνουν τα ιατρικά έξοδα,
- σε έμμεσα κόστη που αφορούν σε κόστη που προκύπτουν από τυχόν αναρρωτικές άδειες, καθώς επίσης και σε έξοδα που αφορούν στην πρόσληψη ή την εκπαίδευση νεοπροσλαμβανόμενων εργαζομένων. Επίσης παίζει ρόλο η μείωση της απόδοσης και της παραγωγικότητας και οι επιπτώσεις στην παραγωγική δραστηριότητα, αλλά και την ποιότητα της εργασίας. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι είναι εξαιρετικά πιθανή η απώλεια πελατών ως αποτέλεσμα των αυξημένων καθυστερήσεων.

#### **1.4 Οι στάσεις του σώματος των εργαζομένων**

Έχει μεγάλη σημασία η στάση του σώματος των εργαζομένων. Γι' αυτό το λόγο ο σχεδιασμός τόσο του εξοπλισμού στην εργασία όσο και των σχετικών διαδικασιών επηρεάζει καταλυτικά την ικανότητα των εργαζομένων να χρησιμοποιήσουν την υφιστάμενη υλικοτεχνική υποδομή. Σε ενδεχόμενο λανθασμένο τρόπο χρήσης του εξοπλισμού και εσφαλμένης εφαρμογής των εργασιακών διαδικασιών, οι επιπτώσεις είναι συνήθως δυσμενείς για την υγεία των εργαζομένων με άμεσα συνέπεια την αδικαιολόγητη κόπωση και μακροπρόθεσμους τραυματισμούς. Η λανθασμένη στάση επιφέρει πόνους και ενοχλήσεις στο σώμα των εργαζομένων, ιδιαίτερα αν η άβολη στάση έχει μεγάλη συχνότητα κατά την διάρκεια της εργασίας (Simoneau et al., 1996).



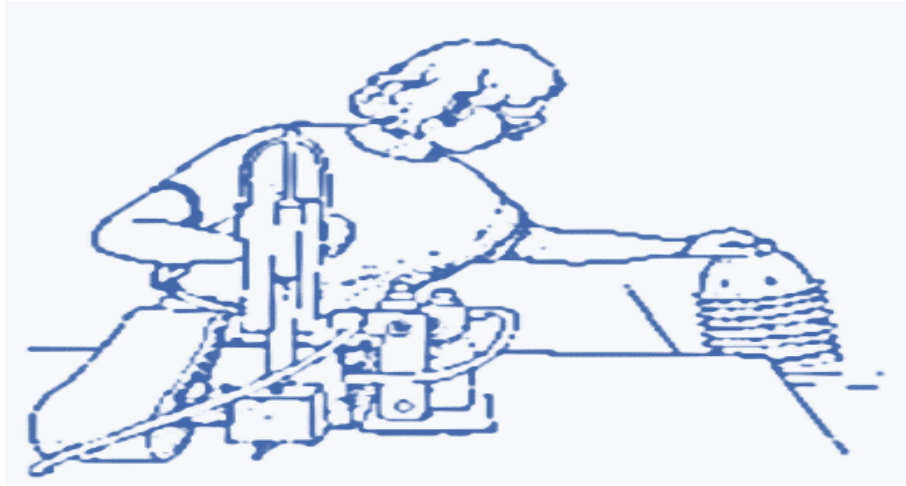
Κατά τη διάρκεια της εργασίας η στάση του σώματος πρέπει να είναι ουδέτερη. Με την έννοια αυτή, η στάση είναι τέτοια, ώστε δεν παράγεται έργο από όλους τους μύες και ένα μέρος του σώματος χαλαρώνει. Στην Εικόνα 1.3 παριστάνονται οι λεγόμενες ουδέτερες (ακίνδυνες) στάσεις των άνω άκρων σε σύγκριση με τις τυπικές στάσεις απόκλισης.



**Εικόνα 1.3: Ουδέτερες στάσεις των άνω άκρων και στάσεις απόκλισης  
(Πηγή: Anderson et al, 1994)**

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι άβολες και επιβαρυντικές για το σώμα στάσεις εξαρτώνται από τις συνθήκες εργασίας. Για παράδειγμα, η τοποθέτηση υλικών σε ένα συγκεκριμένο σημείο, αναγκάζει έναν εργαζόμενο να στρίβει τον κορμό του σώματός του, προκειμένου να τα κρατάει (Εικόνα 1.4).





**Εικόνα 1.4: Στρίψιμο του κορμού του εργαζόμενου  
(Πηγή: Simoneau et al., 1996)**

Ακόμη, παίζει ρόλο το ύψος της επιφάνειας εργασίας, όπου οι εργαζόμενοι αναγκάζονται να σκύψουν ή να τεντώσουν τα χέρια τους, προκειμένου να εκτελεστεί η εργασία που επιθυμούν (Εικόνα 1.5).



**Εικόνα 1.5: Σκύψιμο του εργαζομένου λόγω του χαμηλού ύψους του ταινιόδρομου  
(Πηγή: Simoneau et al., 1996)**

Επίσης, στη στάση του σώματος παίζει ρόλο και το σχήμα ή η εν γένει μορφολογία των εργαλείων, καθώς επίσης και οι συνθήκες που χρησιμοποιούνται. Ενδεικτικά, όταν ο φωτισμός δεν είναι ικανοποιητικός δυσχεραίνεται η εργασία των εργαζομένων.

Οι κύριες στάσεις του σώματος κατά την εργασία είναι η όρθια και η καθιστή και σπάνια η ξαπλωμένη (π.χ. για τους μηχανικούς αυτοκινήτων). Όταν η στάση στην εργασία είναι η όρθια, το ανθρώπινο σώμα καταναλώνει σημαντική ποσότητα

ενέργειας. Ωστόσο, έχει το πλεονέκτημα της ελεύθερης χρήσης των χεριών του, ενώ παράλληλα ο χώρος εργασίας είναι όσο το δυνατόν πιο μεγάλος. Ακόμη, ευνοείται η δυναμική χρήση των άνω άκρων και του κορμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δύναται ένας όρθιος εργαζόμενος να αναπτύσσει το μέγιστο των δυνάμεών του.

Κατά την καθιστή στάση του σώματος του εργαζομένου, το βάρος του σώματος υποστηρίζεται κατά κάποιο τρόπο από την καρέκλα που κάθεται. Επομένως, ο εργαζόμενος καταναλώνει μικρότερη ενέργεια σε σύγκριση με την όρθια στάση. Όπως και στην όρθια στάση, οι εργαζόμενοι χρησιμοποιούν τα άνω άκρα τους, ενώ ο κορμός του σώματός τους είναι σταθερός, χάρη στην υποστήριξή του από το κάθισμα. Έτσι, ευνοείται η εκτέλεση των απαραίτητων δραστηριοτήτων με όσο το δυνατόν πιο μεγάλη ακρίβεια με τα χέρια. Ωστόσο, το κύριο μειονέκτημα της εν λόγω στάσης είναι το γεγονός ότι ο χώρος είναι κατά κανόνα περιορισμένος σε σχέση με το χώρο εργασίας σε όρθια στάση.

Στο σημείο αυτό, πρέπει να σημειωθεί ότι σε κάθε συνθήκη εργασίας η διατήρηση του κορμού στην ίδια στάση για παρατεταμένο χρονικό διάστημα δεν θεωρείται ουδέτερη, αλλά άβολη, εξαιτίας του γεγονότος ότι καταβάλλεται μυϊκή ένταση, προκειμένου να διατηρείται το σώμα σταθερό.

Επιπροσθέτως, θα πρέπει να αναφερθεί ότι κατά την όρθια στάση, συχνά δεν υφίσταται η δυνατότητα για την κίνηση των κάτω άκρων. Το γεγονός αυτό συνιστά ένα μειονέκτημα της εν λόγω στάσης, δεδομένου ότι είθισται να πρήζονται τα πόδια εξαιτίας της συσσώρευσης σωματικών υγρών.

Επομένως, τόσο η όρθια όσο και η καθιστή στάση, εφόσον υιοθετούνται για παρατεταμένο χρονικό προκαλούν στο σώμα τουλάχιστον ενοχλήσεις. Ακριβώς, γι' αυτό το λόγο, θα πρέπει να υπάρχει συχνή περιοδική εναλλαγή (Kroemer, Kroemer, & Kroemer- Elbert, 1994). Εφόσον, οι εργαζόμενοι φροντίζουν για την εναλλαγή της στάσης του σώματος κατά την εργασία τους, αποφεύγουν τη διαρκή συμπίεση της σπονδυλικής στήλης, καθώς επίσης και τη μυϊκή κόπωση (Grandjean, 1973).

Καθίσταται, λοιπόν, σαφές ότι επιβάλλεται να ελέγχεται η στάση του σώματος των εργαζομένων. Αυτό συμβαίνει με το σωστό σχεδιασμό και μελετημένη τοποθέτηση του απαραίτητου για την εργασία εξοπλισμού (McAtamney et al., 1992; Corlett et al., 1986).

## 1.5 Εργονομική Ανάλυση Εργασίας (EAE)

Σύμφωνα με το γενικό εργονομικό μοντέλο, ο εντοπισμός των αιτιών των αρνητικών συνεπειών στην εργασία βασίζεται στην αναζήτηση των απαιτούμενων δεδομένων του συστήματος εργασίας.

Ο σχεδιασμός των στοιχείων των συστημάτων εργασίας, όπως για παράδειγμα οι θέσεις της εργασίας, τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται, ο φωτισμός κλπ., κινείται στην κατεύθυνση να ενισχύει τις θετικές επιδράσεις στην εργασία αποσβένοντας ή και εξαλείφοντας όλα τα αρνητικά στοιχεία που προκύπτουν.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, θα πρέπει να υπάρχει μέριμνα, ώστε όλα τα στοιχεία σε έναν χώρο εργασίας να φέρουν συμβατότητα με τα χαρακτηριστικά των εργαζομένων στο σύνολό τους, με τις δεξιότητές τους κατά την εκτέλεση των εργασιών και με τα υπόλοιπα δεδομένα από τα οποία αποτελείται το κάθε σύστημα εργασίας.

Στη βάση αυτή, η λεγόμενη Εργονομική Ανάλυση Εργασίας (EAE) συνιστά την κομβική μέθοδο, η οποία χρησιμοποιείται από τον τομέα της Εργονομίας, ώστε να επιτυγχάνει να εντοπίζονται οι αιτίες που δυνητικά καθιστούν ένα σύστημα μη προσαρμοσμένο. Επίσης, συμβάλλει στο σχεδιασμό προϊόντων ή στοιχείων των συστημάτων εργασίας που συντελούν στην αύξηση των θετικών αποτελεσμάτων στην εργασία και μειώνουν κατά το δυνατόν ενδεχόμενα αρνητικά στοιχεία.

Οι κύριες κατηγορίες στοιχείων τα οποία συλλέγονται κατά την EAE φαίνονται στον Πίνακα 1.2.

**Πίνακας 1.2: Κατηγορίες στοιχείων τα οποία συλλέγονται κατά την EAE**

A/A	Περιγραφή
1	Τα δεδομένα που αφορούν στο σύστημα εργασίας και τα στοιχεία που το συναποτελούν
2	Τα γενικά και ειδικά χαρακτηριστικά των εργαζομένων (π.χ. φύλο, ηλικία, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά) και οι ιδιαίτερες ικανότητές τους
3	Το σύνολο των δραστηριοτήτων που επιτελούνται και η συνήθης σειρά τους
4	Τα αποτελέσματα ή οι συνέπειες που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση μεταξύ του ανθρώπου και του συστήματος εργασίας

(Πηγή: ίδια κατασκευή)

Σύμφωνα με τον ανωτέρω πίνακα, η εργονομική ανάλυση εργασίας δύναται να εντοπίζει τα στοιχεία, τα οποία συνθέτουν το σύστημα εργασίας και παρεμβαίνει, ώστε

να διορθωθούν ενδεχόμενα αρνητικά δεδομένα. Κατ' αυτόν τον τρόπο, εκτελείται ανάλυση αναφορικά με τα προϊόντα ή τους στόχους της κάθε εργασίας. Επίσης, μελετώνται τα μέσα που έχουν στη διάθεσή τους οι εργαζόμενοι για την εκτέλεση των εργασιών τους. Επιπλέον, γίνεται ανάλυση της μορφής και των εκδηλώσεών τους, των μεθόδων εργασίας, του περιβάλλοντος και της διαμόρφωσης του μέρους που εκτελείται η εργασία κ.α.. Η ανάλυση συνδέεται με το υφιστάμενο, αλλά και το προδιαγεγραμμένο σύστημα εργασίας.

Επίσης, κατά την ανάλυση των δραστηριοτήτων, μελετάται ο τρόπος που οι εργαζόμενοι εκτελούν τις εργασίες τους, καθώς επίσης και την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το σύστημα εργασίας. Η ανάλυση των δραστηριοτήτων συνδέεται με τις σωματικές, αλλά και τις παρατηρήσιμες δραστηριότητες, καθώς επίσης και με τις νοητικές. Οι νοητικές αφορούν στη συλλογή και την επεξεργασία πληροφοριών, καθώς επίσης και με συλλογισμούς.

Είναι σαφές ότι η ανάλυση των δραστηριοτήτων συνιστά κομβικό σημείο για την ΕΑΕ. Εντοπίζονται και αιτιολογούνται οι συνιστώσες και τα στοιχεία που καθιστούν ένα σύστημα εργασίας μη προσαρμοσμένο. Ακόμη, προσδιορίζονται τα βοηθήματα που πρέπει να δίνονται στους εργαζόμενους, ώστε να επιτυγχάνεται η μείωση των αρνητικών στοιχείων και η παράλληλη αύξηση των θετικών αποτελεσμάτων της εργασίας.

Επιπροσθέτως, η ΕΑΕ συμβάλλει στην αξιολόγηση της συμβατότητας των υπό σχεδίαση στοιχείων ενός συστήματος εργασίας τόσο σε σχέση με τα γενικά όσο και με τα ειδικά χαρακτηριστικά των εργαζομένων. Ταυτόχρονα ελέγχονται και τα υπόλοιπα στοιχεία του συστήματος εργασίας, όπου πρόκειται να ενταχθούν στο μέλλον.

Η ΕΑΕ για τις δραστηριότητες διεξάγεται συνήθως με τη συστηματική παρατήρηση των εργαζομένων στο σύστημα εργασίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο, μπορεί να γίνει παρέμβαση ή ανασχεδιασμός. Με άλλα λόγια, μέσω της παρατήρησης, εντοπίζονται όλες οι παρατηρήσιμες πλευρές των δραστηριοτήτων (σωματικές δραστηριότητες, ανταλλαγή πληροφοριών, αναζήτηση οπτικών πληροφοριών μέσω των ματιών κλπ.). Ακόμη, οι νοητικές δραστηριότητες, οι οποίες δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμες, μπορούν να εξαχθούν από τις παρατηρήσιμες δραστηριότητες άμεσα ή μέσω της χρήσης εξειδικευμένων τεχνικών. Ενδεικτικό παράδειγμα τεχνικής είναι η καθοδηγούμενη συνέντευξη, όπου οι εργαζόμενοι καλούνται να περιγράψουν τις σκέψεις τους που τους οδήγησαν σε συγκεκριμένες ενέργειες και πράξεις. Η καταγραφή των δεδομένων που συλλέγονται με τη συστηματική παρατήρηση, γίνεται με την αξιοποίηση ποικίλων μέσων, όπως π.χ. η μαγνητοφώνηση. Ακόμη, μπορεί να

γίνει με σύγχρονες διατάξεις που καταγράφουν τις κινήσεις των οφθαλμών. Σύμφωνα με τα συλλεγόμενα στοιχεία, αυτός που εκτελεί την ΕΑΕ προχωρά στο επόμενο βήμα που αφορά στη συστηματική ανάλυση των δραστηριοτήτων.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι παίζει σπουδαίο ρόλο για την ΕΑΕ η ανάλυση των δραστηριοτήτων που αφορούν σε διάφορα ενδεχόμενα σενάρια ή καταστάσεις που μπορεί να βρεθεί ένα σύστημα εργασίας. Ενδεικτικά, αναφορικά με τη χρήση εργαλείων, αναπτύσσονται διακριτά και συγκεκριμένα σενάρια χρήσης τους.

Στο στάδιο της ανάλυσης των αποτελεσμάτων, η ΕΑΕ εκτιμά τις επιδόσεις των εργαζομένων, την ποιότητα και την ποσότητα των παραγόμενων προϊόντων. Ακόμη, εντοπίζει ενδεχόμενα λάθη ή παραλείψεις, ώστε να αποφευχθούν μελλοντικά ατυχήματα. Επίσης, ερευνά σύνθετες και έμμεσες εκδηλώσεις των δραστηριοτήτων (π.χ. νοητικές και ταυτόχρονα σωματικές).

Τέλος, η χρησιμότητα των εξαγόμενων στοιχείων από την ΕΑΕ είναι τεράστια, δεδομένου ότι προσδιορίζονται οι κατευθύνσεις, καθώς επίσης το βάθος και το πλάτος που επιβάλλεται να έχει. Επίσης, συνιστούν κριτήρια αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της εργονομικής παρέμβασης. Για παράδειγμα, τα συχνά σφάλματα και παραλείψεις ή ο αυξημένος νοητικός φόρτος, που παρατηρούνται σε κάποια συγκεκριμένη φάση μιας εργασίας, καθοδηγούν τον ειδικό που εκτελεί την ΕΑΕ, ώστε να αναλύσει εις βάθος κι άλλα στοιχεία του συστήματος εργασίας, τα οποία εμπλέκονται. Επίσης, αξιολογεί τις δραστηριότητες που αναπτύσσει ένας εργαζόμενος. Με την επίτευξη της μείωσης των λαθών ή της μείωσης του νοητικού φόρτου μιας εργασίας, διευκολύνεται η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων που προτείνονται ή ακόμη και ο ανασχεδιασμός ορισμένων στοιχείων που πρέπει να υλοποιηθούν (Μαρμαράς, 2010).

#### ***1.5.1 Νομοθεσία για την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας, της ασφάλειας και της άνεσης στην εργασία***

Η ασφάλεια και την άνεση στην εργασία περιγράφονται στο Άρθρο 23 και 42 του Ν.3850/2010 (ΦΕΚ Α'84/02.06.2010). Σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο, οι εργοδότες υποχρεούνται να μεριμνούν και να εξασφαλίζουν την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων σε κάθε πτυχή της εργασίας, λαμβάνοντας όλα τα απαραίτητα μέτρα, ώστε να εξασφαλίζεται η υγεία και ασφάλεια των τρίτων.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, απασχολείται υπεύθυνος ασφαλείας, καθώς επίσης και υπό προϋποθέσεις ιατρός.

Επίσης, η αξιολόγηση των επαγγελματικών κινδύνων αποτελεί τη βάση για την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων πρόληψης και προστασίας. Η εκτίμηση κινδύνου συνδέεται με τη διαδικασία αξιολόγησης των κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια

των εργαζομένων στους χώρους εργασίας. Πρόκειται για μια συστηματική μελέτη των πτυχών της εργασίας, η οποία εξετάζει τι θα μπορούσε να προκαλέσει τραυματισμό ή βλάβη και σε ποιους ή με ποιο τρόπο μπορούν να εξαλειφθούν οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι. Επιπλέον, διερευνώνται τα μέτρα πρόληψης και προστασίας που θα πρέπει να ληφθούν για τον έλεγχο των κινδύνων.

Οι εργοδότες, μελετώντας τα είδη των δραστηριοτήτων στην εργασία εκτιμούν τους κινδύνους αναφορικά με την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων τους. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα πλαίσιο πρόληψης έναντι των επαγγελματικών κινδύνων. Η εκτίμηση κινδύνου θα πρέπει να είναι γραπτή.

Εν συνεχεία, επιλέγεται ο κατάλληλος εξοπλισμός για την εργασία, τα ποικίλα χημικά ή/και βιολογικά υλικά και εν γένει οι κατάλληλοι παράγοντες, ενώ εφόσον απαιτείται γίνεται η κατάλληλη διαρρύθμιση στους χώρους εργασίας.

Κατόπιν, της ανωτέρω εκτίμησης, λαμβάνουν χώρα σχετικές δραστηριότητες που αφορούν στην πρόληψη και εν συνεχεία επιλέγονται οι κατάλληλοι μέθοδοι εργασίας και παραγωγής, ώστε να βελτιστοποιείται το επίπεδο προστασίας, να μεγιστοποιείται η ασφάλεια και να ενσωματώνονται όλες οι δραστηριότητες σε μια επιχείρησης. Η διαδικασία αυτή αφορά όλα τα επίπεδα της ιεραρχίας.

Ακόμη, οι εργοδότες φέρουν την υποχρέωση να ενημερώνουν τους εργαζόμενους σχετικά με την κείμενη νομοθεσία για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων, καθώς επίσης και για τον τρόπο εφαρμογής της. Επιπλέον, επιβάλλεται να ενημερώνει σε τακτική βάση αναφορικά με τους κινδύνους που εγκυμονούν για την ασφάλεια και την υγεία, αλλά και τα μέτρα και τις δραστηριότητες προστασίας και πρόληψης που πρέπει να λαμβάνονται.

Στη βάση αυτή, οι εργοδότες παρέχουν πρόσβαση στον υπεύθυνο τεχνικό ασφάλειας, τον ιατρό εργασίας, την «Εσωτερική Υπηρεσία Προστασίας και Πρόληψης», την «Εξωτερική Υπηρεσία Προστασίας και Πρόληψης» και τους εκπροσώπους των εργαζομένων, σε σχετικά έγγραφα που αφορούν στην προστασία της υγείας και της ασφάλειας στην εργασία των εργαζομένων και που τηρούνται στην επιχείρηση.

Τέλος, να σημειωθεί ότι η εκπαίδευση των εργαζομένων αναφορικά με την ασφάλεια, πρέπει να παρέχεται εντός του ωραρίου εργασίας (Ανεξάρτητη Αρχή Επιθεώρησης Εργασίας, χ.η.).

## **Κεφάλαιο 2: Ανάλυση της εργονομίας στη διαδικασία παραγωγής**

### **2.1 Εισαγωγή στην αρχή της συμβατότητας στην εργονομία**

Η συμβατότητα αποτελεί τη βασική αρχή που καθοδηγεί τον σχεδιασμό των εργασιακών διαδικασιών στο πλαίσιο της εργονομίας και της πρόληψης υγείας και ασφάλειας στην εργασία. Η δυνατότητα προσαρμογής και εναλλαγής των στοιχείων ενός συστήματος αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη λειτουργία των μηχανών, διαφόρων συσκευών και την παραγωγή προϊόντων. Η τεχνική συμβατότητα επιτυγχάνεται μέσω της υιοθέτησης και εφαρμογής συγκεκριμένων προτύπων και κανονισμών. Ο βέλτιστος σχεδιασμός των εργασιακών χώρων, που εστιάζει στον άνθρωπο ή στο σύστημα ανθρώπου-μηχανής, προϋποθέτει τη χρήση συμβατών διατάξεων για οθόνες και χειριστήρια.

Πέραν των ερεθισμάτων και των αντιδράσεων, τα τεχνικά στοιχεία και οι διεπαφές πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να μην υπερβαίνουν τις ανθρώπινες ικανότητες. Αυτό επιτυγχάνεται για να βελτιστοποιηθεί η ανθρώπινη ευχέρεια και η συνολική απόδοση των συστημάτων. Επιπλέον, η συμβατότητα μεταξύ των χαρακτηριστικών του ανθρώπινου οργανισμού και των προσαρμοσίμων τεχνικών στοιχείων του συστήματος εργασίας συμβάλλει στη λήψη αντίστοιχων προληπτικών μέτρων.

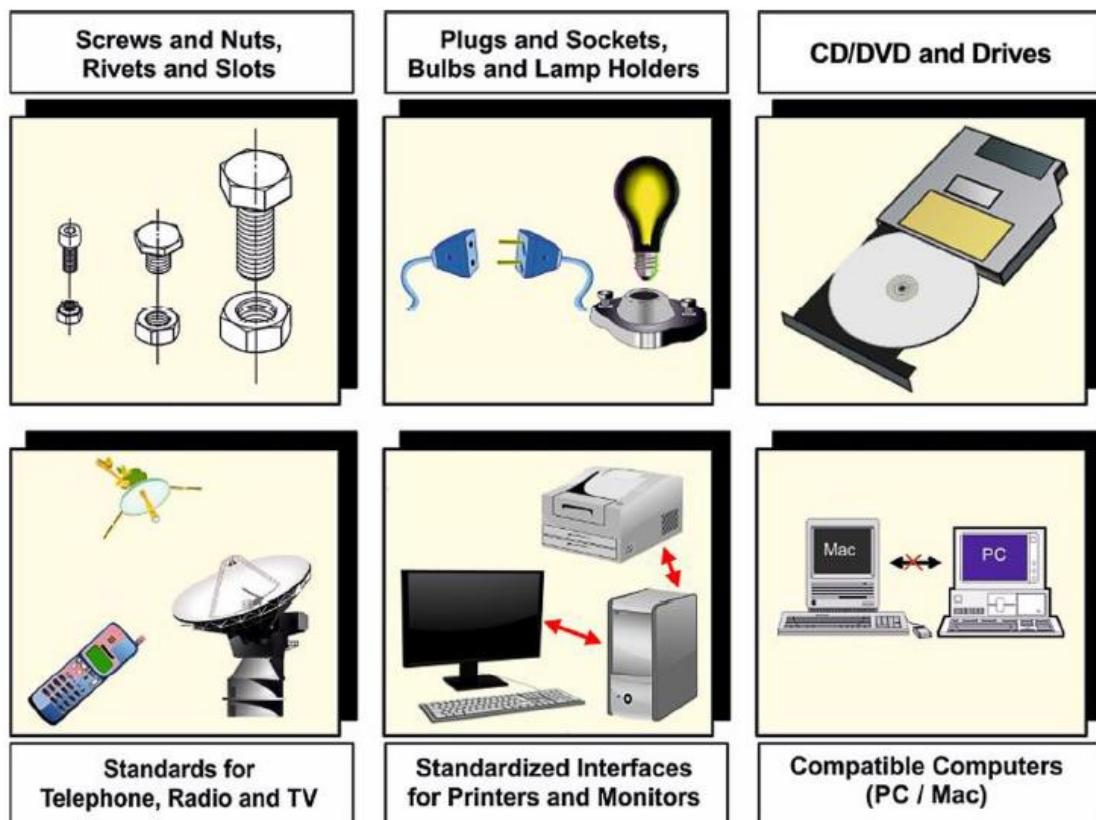
Παραδείγματα εργονομικά σχεδιασμένων εργαλείων αποδεικνύουν ότι η συμβατότητα είναι ικανή να μειώσει τον επιπολασμό των επαγγελματικών ασθενειών και των τραυματισμών λόγω επαναλαμβανόμενης καταπόνησης. Επιπλέον, μπορεί να μειώσει τα κόστη, επιτρέποντας υψηλότερες αποδόσεις και ταυτόχρονα να μειώσει την ανάγκη για ανθρώπινους πόρους.

Η συμβατότητα στηρίζει επίσης τη γρήγορη μετάδοση πληροφοριών σε ένα σύστημα ανθρώπου-μηχανής. Αυτό μειώνει τις απαιτήσεις για αποκωδικοποίηση, ενισχύοντας τη διανοητική απόδοση και την επαγγελματική ασφάλεια. Η εργονομία και η βιομηχανική μηχανική αναμένεται να εστιάσουν στην εφαρμογή των κανόνων συμβατότητας για τη δημιουργία αποτελεσματικών εργαλείων και συνθηκών εργασίας που εξασφαλίζουν την υγεία και την ασφάλεια. Τέλος, η βασική ευθύνη ενός εργονόμου κατά τον σχεδιασμό της εργασίας είναι να προσδιορίσει τη συμβατότητα των ανθρώπινων ικανοτήτων με τις απαιτήσεις των εργασιακών διαδικασιών (Strasser, 2021).

### **2.2 Η εργονομία στη διαδικασία παραγωγής - Πρότυπα, κανόνες και κανονισμοί**

Η ανάπτυξη των προτύπων έλαβε χώρα στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, παράλληλα με την εκβιομηχάνιση και την εξέλιξη της τεχνολογίας. Η τυποποίηση, παρότι αναγκαία, αντιμετωπίζεται ως μια πρόκληση. Οι εμπλεκόμενοι συχνά

προωθούν οικονομικά συμφέροντα. Αν και η τυποποίηση δεν είναι εχθρός της ελευθερίας, αποδεικνύεται απαραίτητη όταν η ελευθερία απειλεί την τάξη (Strasser, 2021). Σχετικά με την τυποποίηση στην ΕΕ και την παγκοσμιοποίηση, αντιμετωπίζουμε προκλήσεις σε τεχνικό και οικονομικό επίπεδο. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ανάπτυξη τεχνικών προτύπων συνδέθηκε με την εποχή της μαζικής παραγωγής, και αποτελεί τη βάση για τη μακροπρόθεσμη ευημερία και την ανάπτυξη σε βιομηχανικές χώρες. Για να επικρατήσει μια πιο πρακτική κατανόηση της τυποποίησης, μπορούμε να αναφερθούμε στην παράδειγμα της τυποποίησης στα εξαρτήματα, όπως βίδες, παξιμάδια, μπουλόνια, πριτσίνια, βύσματα, και λαμπτήρες που είναι συμβατά με τυποποιημένες πρίζες και υποδοχές λαμπτήρων. Επίσης, τυποποιούνται τα μεγέθη των χαρτιών, φακέλων, CDs και δημιουργούνται πρότυπα στις τηλεπικοινωνίες (π.χ. ραδιόφωνο, τηλεόραση κλπ.) και στη μετάδοση ψηφιακών ή αναλογικών δεδομένων. Τέλος, οι διεπαφές εκτυπωτών και οθονών είναι τυποποιημένες. Φροντίζεται επίσης για τη συμβατότητα μεταξύ των υπολογιστών, τόσο σε υλικό (hardware) όσο και σε λογισμικό (software) (Strasser, 2021).



**Εικόνα 2.1: Διάφορες πτυχές τεχνικής συμβατότητας**  
(Πηγή: Strasser, 2021)



### **2.2.1 Συμβατότητα στην τεχνολογία και στα συστήματα ανθρώπου-μηχανής**

Η συμβατότητα στην τεχνολογία και στα συστήματα ανθρώπου-μηχανής αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη προϊόντων και διαδικασιών. Οι τεχνικά προδιαγραφές και τα πρότυπα παίζουν σημαντικό ρόλο στη διασφάλιση ποιότητας, εναλλαξιμότητας και συμβατότητας στο πλαίσιο των τεχνικών συστημάτων.

Ωστόσο, στον τομέα των κοινωνικοτεχνικών και εργονομικών κανόνων και προτύπων, προκύπτουν ερωτήματα σχετικά με τη χρηστικότητα των προϊόντων και την ασφάλεια των καταναλωτών. Ο σχεδιασμός προϊόντων και διαδικασιών πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ανθρώπινες ανάγκες, ικανότητες και περιορισμούς, καθώς και να επιδιώκει υψηλό επίπεδο ασφάλειας.

Οι επιτροπές Εμπειρογνομόνων παγκοσμίως εργάζονται για τη διατήρηση και αναβάθμιση των νόμων, προτύπων και κατευθυντήριων γραμμών σε σχέση με την εργονομία και την ασφάλεια στην εργασία. Η πρόληψη ατυχημάτων και η διασφάλιση της υγείας των εργαζομένων αποτελούν βασικούς στόχους αυτών των επιτροπών.

Είναι πραγματικότητα ότι η ασφάλεια στην εργασία δεν είναι πάντοτε εύκολο να συμβαδίζει με την τεχνική εξέλιξη. Ωστόσο, είναι δυνατό να επιτευχθεί ένα ισορροπημένο αποτέλεσμα με την ανάπτυξη και την εφαρμογή αντίστοιχων κανόνων, προτύπων και εργονομικών πρακτικών.

Στον εργονομικό σχεδιασμό, οι ψυχολογικοί και κοινωνικοί παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά και ανάγκες όταν σχεδιάζονται προϊόντα, θέσεις εργασίας, οργανισμοί και συστήματα. Αυτό εξασφαλίζει τη συμβατότητα με τους ανθρώπινους παράγοντες και τη βέλτιστη απόδοση.

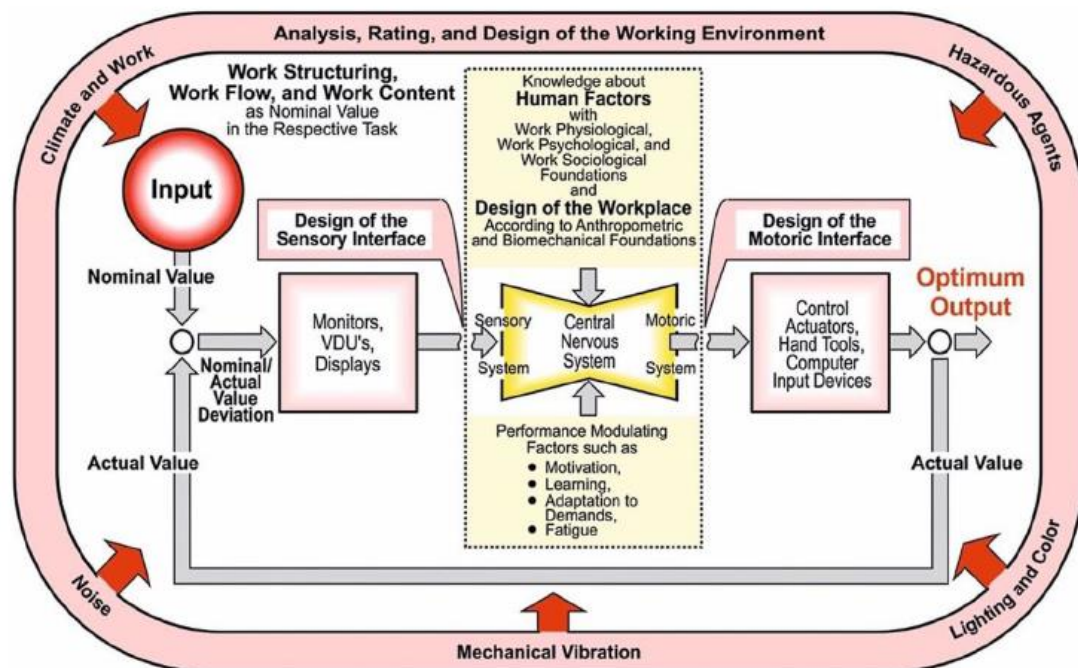
Ο εργονομικός σχεδιασμός δεν είναι μόνο θέμα τεχνικών προδιαγραφών, αλλά επίσης ψυχολογίας, κοινωνικής επιστήμης και πρακτικής ανάλυσης των ανθρώπινων αναγκών και δυνατοτήτων. Ο στόχος είναι ο σχεδιασμός προϊόντων και διαδικασιών που εξυπηρετούν τον άνθρωπο με αποτελεσματικότητα και ασφάλεια.

Συνολικά, η συμβατότητα στην τεχνολογία και στα συστήματα ανθρώπου-μηχανής απαιτεί έναν πολυδιάσπαστο και ολοκληρωμένο σχεδιασμό που λαμβάνει υπόψη τόσο τις τεχνικές προδιαγραφές όσο και τις ανθρώπινες ανάγκες και δυνατότητες (Strasser, 2021).

### 2.2.2 Σχέση συμβατότητας μεταξύ ανθρώπινων παραγόντων και των τεχνικών στοιχείων ενός συστήματος

Οι συμβατές τεχνο-οργανωτικές συνθήκες αναφέρονται σε πολλές πτυχές της εργασιακής ζωής και απαιτούν γενικές ιδιότητες που σχετίζονται με το ανθρώπινο στοιχείο. Ωστόσο, στην πράξη, αυτές οι απαιτήσεις σπάνια ικανοποιούνται πλήρως. Αντιμετωπίζουμε ποικίλες επαγγελματικές ασθένειες, επαναλαμβανόμενες κακώσεις καταπόνησης, κόπωση και εκνευρισμό κατά τη διάρκεια της εργασίας, π.χ. λόγω της άσκοπης χρήσης ανεπαρκών εργαλείων. Το αποτέλεσμα είναι υψηλά ποσοστά απουσίας λόγω έλλειψης κινήτρων και συνεχώς αυξανόμενης απογοήτευσης των εργαζομένων.

Για να προστατευθούν οι εργαζόμενοι, εφαρμόζεται ο ανθρωποτεχνικός σχεδιασμός (anthropo-technical design) στα συστήματα ανθρώπου-μηχανής. Στην Εικόνα 2.2 παρουσιάζονται οι βασικές διαδικασίες της μικρο-εργονομίας. Συγκεκριμένα, γίνεται προσαρμογή των τεχνικών στοιχείων ενός συστήματος στις ιδιότητες του ανθρώπου που είναι ο ελεγκτής σε ένα σύστημα ανθρώπου-μηχανής.



Εικόνα 2.2: Κύριες εργασίες της μικρο-εργονομίας

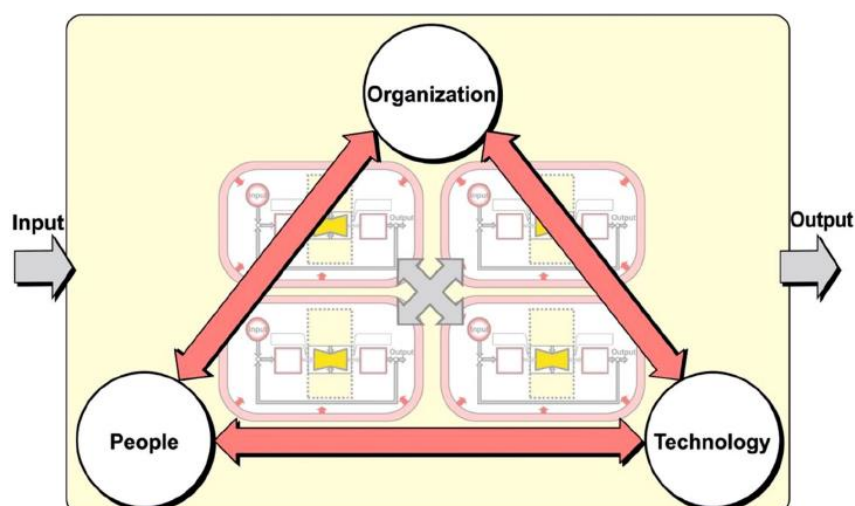
(Πηγή: Strasser, 2021)

Για να διασφαλιστεί η συμβατότητα μεταξύ ανθρώπων και τεχνολογίας, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά που αναφέρονται στο κίτρινο μπλοκ της Εικόνας 2.2 και αφορούν τις ανθρώπινες ικανότητες. Σύμφωνα με αυτήν την εικόνα, η εργασιακή επιτυχία θεωρείται ως η πραγματική τιμή εξόδου σε έναν κλειστό

βρόχο ελέγχου με τον ανθρώπινο ελεγκτή. Η αποδοτικότητα της εργασίας και η ακρίβεια του ελέγχου "man" εξαρτώνται από τον σχεδιασμό του χώρου εργασίας και των συνδεδεμένων αισθητήρων και μηχανικών διεπαφών. Επομένως, η συνολική απόδοση του συστήματος ανθρώπου-μηχανής εξαρτάται από την ποιότητα της συνολικής εργονομικής διάταξης.

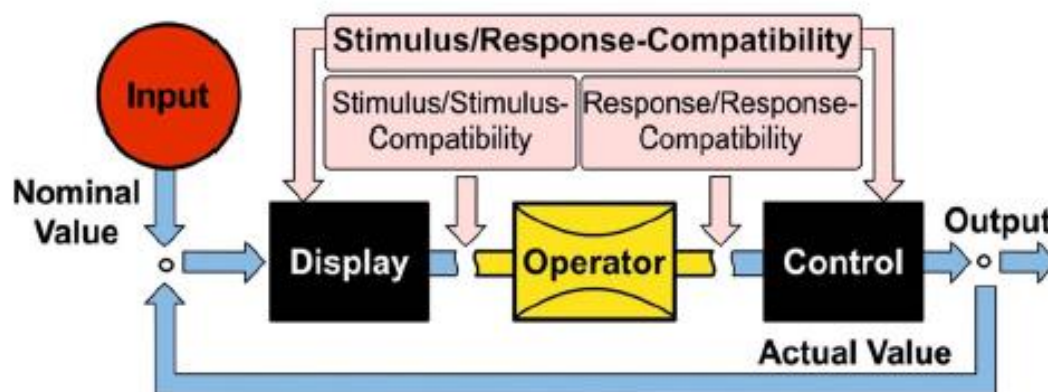
Πρέπει να εξασφαλιστεί ότι η εργασία και το περιεχόμενό της εντός των επιχειρησιακών και οργανωτικών ορίων προσαρμόζονται ως είσοδοι στον βρόχο ελέγχου, λαμβάνοντας υπόψη τις ικανότητες και τις προσδοκίες των ανθρώπων. Τα επαγγελματικά προαπαιτούμενα καλύπτουν μια ευρεία ποικιλία δραστηριοτήτων και προσπαθειών, όπου πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ο ρόλος του ανθρώπου δεν είναι στατικό στοιχείο, αλλά εξελίσσεται κατά τη διάρκεια της ελεγκτικής λειτουργίας. Επομένως, πρέπει να περιορίζονται μεταβλητές όπως ο θόρυβος, οι μηχανικοί κραδασμοί, ο φωτισμός και άλλοι παράγοντες. Συνεπώς, η επίκεντρο πρέπει να είναι η επίτευξη συμβατότητας μεταξύ των τεχνολογικών δυνατοτήτων και των ανθρώπινων χαρακτηριστικών, αναγκών και προσδοκιών των εργαζομένων (Strasser, 2021).

Επιπλέον, η Εικόνα 2.3 αναδεικνύει τους στόχους της μακρο-εργονομίας με έμφαση στη βελτιστοποίηση των σχέσεων ανάμεσα στους ανθρώπους, τον οργανισμό και την τεχνολογία. Εξετάζονται επίσης οι στόχοι της Συμμετοχικής Εργονομίας (Imada, 1991), καθώς και οι ανθρώπινοι παράγοντες (Karwowski, 2006).



**Εικόνα 2.3: Στόχοι της μακρο-εργονομίας στον κοινωνικό τεχνολογικό σχεδιασμό του συστήματος «Άνθρωπος - Τεχνολογία - Οργάνωση»**  
(Πηγή: Strasser, 2021)

Οι εργονομικές προσπάθειες μπορούν, γενικώς, να απεικονιστούν μέσω της Εικόνας 2.4. Σε αυτήν, παρουσιάζεται η συμβατότητα με την προσαρμογή του τεχνικού εξοπλισμού στις ανθρώπινες ικανότητες στην αισθητηριακή και κινητική διεπαφή ενός συστήματος ανθρώπου-μηχανής, καθώς και μέσω των αντίστοιχων σχέσεων μεταξύ αιτιών και εφεδών (π.χ. οθόνες και χειριστήρια). Η συμβατότητα των ερεθισμάτων στην αισθητηριακή διεπαφή επιτυγχάνεται εάν η φυσική εμφάνιση και η τεχνητή εικόνα ταιριάζουν όσο το δυνατόν καλύτερα μεταξύ τους.



**Εικόνα 2.4: Συμβατότητα μέσω της προσαρμογής του τεχνικού εξοπλισμού στις ανθρώπινες ιδιότητες**  
(Πηγή: Strasser, 2021)

Ακόμη, παραδείγματα που σχετίζονται με τη συμβατότητα περιλαμβάνουν τα εργαλεία χειρός με δόνηση, τα πληκτρολόγια, καθώς και τις θέσεις εργασίας στα γραφεία (Strasser, 2021).

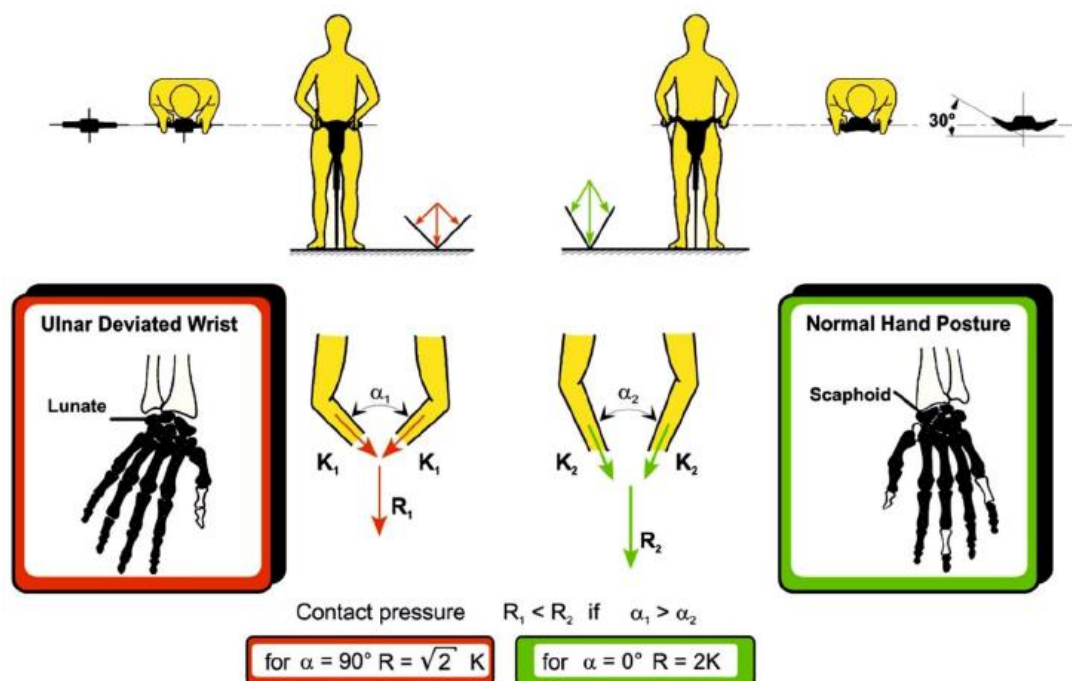
Για παράδειγμα, η μακροχρόνια έκθεση σε μηχανικούς κραδασμούς στα χέρια που προκαλούνται από το κούνημα, την ανάδευση και τη δόνηση των εργαλείων ή/και των μηχανών μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη κόπωση και μείωση της απόδοσης, καθώς και να προκαλέσει σοβαρούς κινδύνους για την υγεία. Για παράδειγμα, συχνότητες διέγερσης μεταξύ 10Hz και 30 Hz που προκαλούνται από τα πνευματικά εργαλεία χειρός (π.χ. κρουστικά μηχανήματα, όπως η κρουστική αερόσφυρα) εντός των συχνοτήτων συντονισμού του συστήματος χεριού-βραχίονα μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιους κινδύνους εκφυλισμού και βλάβες στα οστά και στο ανθρώπινο σύστημα (BK 2103, 2005; BK 2104, 1979). Στην Εικόνα 2.5 φαίνεται μια κρουστική αερόσφυρα (Strasser, 2021).



Εικόνα 2.5: Κρουστική αερόσφυρα

(Πηγή: <https://www.grigoriadidm.gr/proiona/ergaleia-xeiros/pneumatika-ergaleia/kroustikes-aerosures-tex05-tex12-detail>)

Στην Εικόνα 2.6, παρουσιάζεται η ωλένια απόκλιση του καρπού και η κανονική στάση του χεριού με διάφορες λαβές πνευματικών εργαλείων, καθώς και οι επιπτώσεις λόγω πίεσης του εργαλείου στο πλάι του χεριού και τη μετάδοση δύναμης προς τα καρπικά οστά (Strasser, 2021).



**Εικόνα 2.6: Ωλένια απόκλιση του καρπού και κανονική στάση του χεριού -  
επιπτώσεις της πίεσης στο πλάι του εργαλείου και της δύναμης στα καρπικά  
οστά  
(Πηγή: Strasser, 2021)**

Στην Εικόνα 2.6, παρουσιάζεται η ωλένια απόκλιση του καρπού και η κανονική στάση του χεριού με διάφορες λαβές πνευματικών εργαλείων, καθώς και οι επιπτώσεις λόγω της πίεσης του εργαλείου στο πλάι και στη μετάδοση δύναμης προς τα καρπικά οστά (Strasser, 2021). Αυτή η κατάσταση μπορεί να παρατηρηθεί ιδιαίτερα όταν οι συμβατικές λαβές, όπως παρουσιάζονται στο αριστερό μέρος της Εικόνας 2.6, απαιτούν απαγωγή (απόκλιση) της ωλένης και μετατόπιση του καρπού στον αγκώνα, η οποία εξαιτίας φυσικοανατομικών αιτιών περιορίζεται σε γωνία περίπου 30°.

Όταν ασκείται πίεση στη συσκευή χρησιμοποιώντας και τα δύο χέρια, τότε η πίεση επαφής στην πλευρά της εργασίας είναι το αποτέλεσμα των συνιστωσών της δύναμης που ασκούνται μέσω των αντιβραχίων υπό αμβλεία γωνία, πολύ συχνά κοντά στις 90° προς την πλευρά του χεριού (βλ. πάνω αριστερά στην Εικόνα 2.6).

Στο εσωτερικό του καρπού, η ωλένια απόκλιση, όπως φαίνεται στο αριστερό μέρος της Εικόνας 2.6, προκαλεί την κατεύθυνση των γραμμών της ολικής δύναμης από τον αντιβράχιο μέσω του χεριού κατά μήκος του καρπιαίου σωλήνα (Strasser, 2021).

Η τριβή της ημισελήνοειδούς συνδέσμου lunate, παράλληλα με τον κίνδυνο της σκλήρυνσης του καρπού (που είναι αναγνωρισμένη ως επαγγελματική ασθένεια σχεδόν σε όλες τις χώρες), μειώνεται σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα, εάν η λαβή του εργαλείου επιτρέπει το χειρισμό σε μια "κανονική" στάση του χεριού (χωρίς ωλένια απαγωγή, βλ. δεξιά πλευρά της Εικόνας 2.6). Αυτό απλώς απαιτεί την κλίση των λαβών προς τα κάτω και προς τον εργάτη (Strasser, 2021).

Σε αυτή τη στάση του χεριού, η πίεση της δύναμης που μεταφέρεται από το χέρι προς τα καρπικά οστά εξαπλώνεται σε μια αισθητά μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής, η οποία δημιουργείται από την ημισελήνοειδή σύνδεση lunate και το μεγαλύτερο σκαφοειδές. Επομένως, η πίεση μειώνεται σημαντικά για την ίδια πίεση επαφής και την ίδια ένταση δόνησης.

Επιπλέον, όταν οι λαβές επιλέγονται σύμφωνα με το πλάτος των ώμων, η γωνία μεταξύ των συνιστωσών της δύναμης που ασκείται μειώνεται. Η μείωση αυτή για ίσες δυνάμεις στον βραχίονα οδηγεί σε υψηλότερη απόδοση στην πλευρά εργασίας. Άλλοι λόγοι που παίζουν ρόλο είναι ότι οι δυνάμεις που ασκεί ο εργάτης μπορεί να είναι

χαμηλότερες για την αντιμετώπιση μιας ίσης αντίστασης. Αυτό όχι μόνο διευκολύνει την εργασία, αλλά μειώνει επίσης τον κίνδυνο τριβής στις μεσαίες καρπικές αρθρώσεις. Τέλος, ο χειρισμός τέτοιων συσκευών μπορεί να εκτελείται με μεγαλύτερη ασφάλεια όταν η στάση του χεριού είναι κανονική. Αυτό επίσης μειώνει τον κίνδυνο τραυματισμών και εδραιώνει την επαγγελματική ασφάλεια (Strasser, 2021).

Εκτός από την παραμορφωτική αρθρίτιδα και το αγγειοσυσπαστικό σύνδρομο που προκαλούνται από τους κραδασμούς χεριού-βραχίονα κατά τη στατική εργασία με τα δάχτυλα κατά το χειρισμό εργαλείων, μπορούν να προκληθούν ποικίλα ιατρικά προβλήματα που σχετίζονται με την εργασία (Strasser, 2021).

Παραδείγματα αυτών των προβλημάτων που σχετίζονται με παραδοσιακά πληκτρολόγια, σχεδιασμένα σύμφωνα με εθνικά και διεθνή πρότυπα (π.χ. DIN EN 2137-2, 1999; ISO 9241-4, 1998), όπου επηρεάζουν το συνολικό σύστημα χεριών-βραχίονα-ώμου, ενώ συχνά εμφανίζεται τενοντίτιδα κυρίως στην περιοχή του καρπού. Για παράδειγμα, η διάταξη ενός τυποποιημένου πληκτρολογίου QWERTY ή QWERTZ (βλ. Εικόνα 2.7), που απαιτεί την ασύμμετρη χρήση του αριστερού χεριού λόγω της χωρικής διάταξης των πλήκτρων σε τέσσερις οριζόντιες γραμμές, μπορεί να μην είναι συμβατή με το σύστημα χεριού-βραχίονα βάσει των ικανοτήτων κίνησης.

Στην Εικόνα 2.7, φαίνεται ένα συμβατικό πληκτρολόγιο QUERTZ (DIN EN 2137-2 1999) που απαιτεί την περιστροφή προς τα μέσα του μπροστινού χεριού και την ωλένια απόκλιση του χεριού. Πρόκειται για μια αφύσικη στάση λόγω των παράλληλων διατεταγμένων σειρών του πληκτρολογίου (Strasser, 2021).

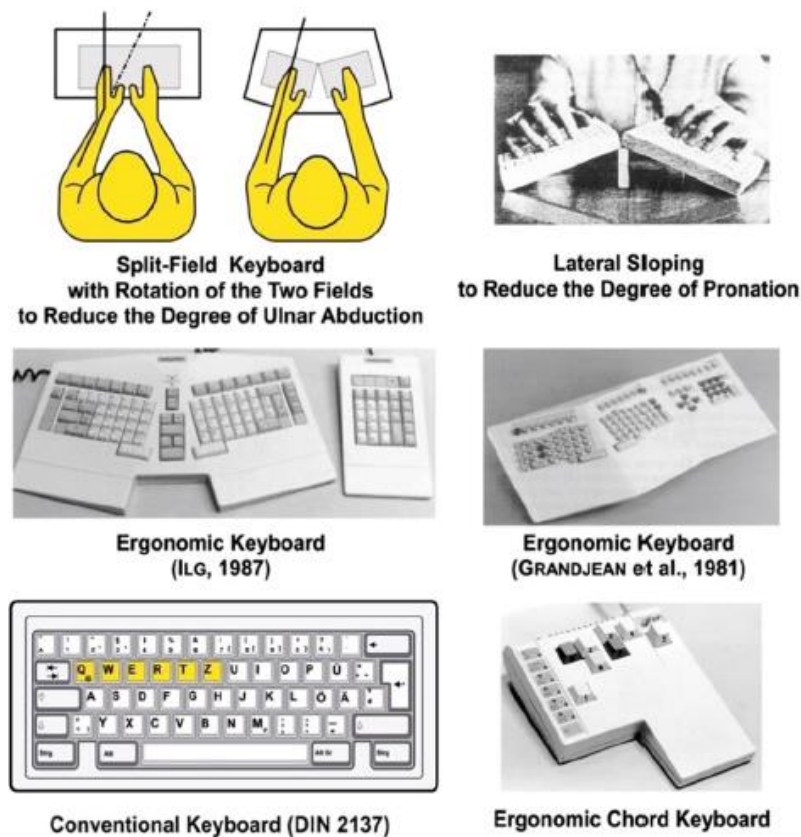


**Εικόνα 2.7: Συμβατικό πληκτρολόγιο QUERTZ**

(Πηγή: Strasser, 2021)



Στην Εικόνα 2.8 φαίνεται στο κάτω αριστερό μέρος ένα συμβατικό πληκτρολόγιο (QUERTZ-Keyboard) σύμφωνα με τα πρότυπα DIN, καθώς επίσης και μοντέλα που φέρουν εργονομική διάταξη.

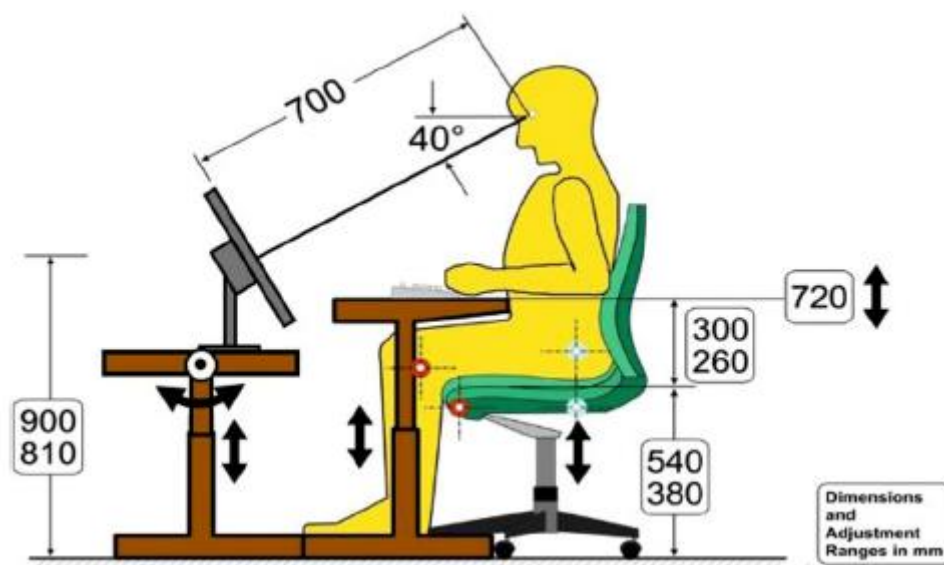


**Εικόνα 2.8: Συμβατικό πληκτρολόγιο (κάτω αριστερό μέρος) σύμφωνα με τα πρότυπα DIN (QUERTZ-Keyboard) και μοντέλα με εργονομική διάταξη**

**(Πηγή: Keller et al., 1991)**

Επίσης, η Εικόνα 2.9 έχει εξαχθεί κατόπιν εργονομικής έρευνας, η οποία πραγματοποιήθηκε από τους Keller et. al (2004) και Strasser et. al (2004) και απεικονίζει την αποτελεσματικότητα της εργασίας υπό φυσιολογικές συνθήκες εργασίας.





**Εικόνα 2.9: Εργονομικά σχεδιασμένος σταθμός εργασίας VDU με δυνατότητες ρύθμισης του ύψους για την οθόνη, το τραπέζι και το κάθισμα (Πηγή: Strasser, 2021)**

### **2.3 Παράδειγμα σχεδιασμού σταθμού εργασίας με την μέθοδο 5S Lean**

Στον κόσμο της βιομηχανίας, η παραγωγικότητα και η εργονομία αποτελούν δύο κυριότερους στόχους. Για την επίτευξη αυτών των στόχων, οι βιομηχανίες εφαρμόζουν τη μέθοδο 5S Lean. Αυτή η μέθοδος συμβάλλει στην εντοπισμό και εξάλειψη πιθανών ανεπαρειών και βελτιώνει τα εξαρτήματα και τις μηχανές που χρησιμοποιούνται (Morin et al., 2015).

Για παράδειγμα, στην παραγωγή πλαισίων παραθύρων, με τον επανασχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση του σταθμού εργασίας, ο χρόνος συναρμολόγησης μειώθηκε κατά περίπου 5,4 δευτερόλεπτα. Αυτό επέφερε αύξηση της παραγωγής κατά περίπου 870 πλαίσια εβδομαδιαίως. Επίσης, το βελτιωμένο μοντέλο βελτίωσε την εργονομία και μείωσε τον χρόνο για την ανταλλακτικά τροφοδοσία. Οι αλλαγές συμπεριλαμβάνουν την αναδιάταξη των εκτυπωτών και των κάδων, την χρήση του συστήματος των δύο κάδων και την εγκατάσταση ενός διανομέα ετικετών (Morin et al., 2015).

#### **2.3.1 Η εταιρία Silver Line και η εφαρμοζόμενη μεθοδολογία εργονομίας 5S Lean**

Η εταιρία Silver Line Building Products ιδρύθηκε το 1947 και είναι ο μεγαλύτερος κατασκευαστής παραθύρων και θυρών βινυλίου στη Βόρεια Αμερική. Το 2006, η εταιρεία Andersen αγόρασε την Silver Line.

Η Silver Line εξειδικεύεται στην παραγωγή ανθεκτικών και ενεργειακά αποδοτικών πλαισίων για παράθυρα, που απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Τα προϊόντα της

διακρίνονται για τη χειροποίητη κατασκευή τους και την ικανοποίηση ποικίλων αναγκών πελατών.

Σε κάθε σταθμό εργασίας, συμμετέχουν δύο εργαζόμενοι που μπορούν να ρυθμίζουν τον σταθμό τους ανάλογα με τις ανάγκες και την άνεσή τους. Χρησιμοποιούν κάδους και κατάλληλα εργαλεία για τη συναρμολόγηση των πλαισίων. Αν και η διαδικασία επιτρέπει στους εργαζομένους να εργάζονται με τον τρόπο που τους εξυπηρετεί, υπάρχει το πρόβλημα της καταπόνησης των μυών τους λόγω της χειρωνακτικής εργασίας.

Οι επαναλαμβανόμενες κινήσεις του σώματος, όπως το σκύψιμο, η προσέγγιση των υλικών και οι περιστροφές, μπορούν να οδηγήσουν σε τραυματισμούς με την πάροδο του χρόνου, αν και αρχικά οι εργαζόμενοι δεν αντιλαμβάνονται το πρόβλημα. Για παράδειγμα, η επαναλαμβανόμενη κάμψη του σώματος για τον πάροχο των κάδων μπορεί να προκαλέσει πόνο στη μέση, αλλά αρχικά δεν είναι αντιληπτό από τον εργαζόμενο.

Σχετικά με το ωράριο, η πλειονότητα των εργαζομένων εργάζεται 8 ώρες την ημέρα, πέντε ημέρες την εβδομάδα. Ωστόσο, αυτή η διάρκεια είναι υπερβολικά μικρή για να ανακουφίσει την κόπωση των μυών των εργαζομένων, προκαλώντας καταπόνηση.

Για την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών, η εταιρία προτίθεται να εφαρμόσει εργονομικές μελέτες για τη βελτιστοποίηση της οργάνωσης και της άνεσης στην εργασία. Με αυτόν τον τρόπο, θα μειωθεί ο αριθμός των απαιτούμενων διαφορετικών κινήσεων του σώματος των εργαζομένων κατά την εκτέλεση των καθηκόντων τους (Morin et al., 2015).

Η μείωση των τραυματισμών των εργαζομένων, εκτός από την προστασία τους, συμβάλλει επίσης στη σταθερότητα του ρυθμού παραγωγής. Γενικά, οι κατασκευαστές επιδιώκουν την επίτευξη μέγιστης αποτελεσματικότητας και κέρδους, ελαχιστοποιώντας τα ανθρώπινα λάθη. Οι μηχανικοί της βιομηχανίας διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην αξιολόγηση της διαδικασίας κατασκευής των προϊόντων και στη διαχείριση των αποβλήτων.

Η εφαρμογή των αρχών της μεθόδου 5S Lean επιτρέπει τη βελτίωση της παραγωγικότητας με βάση μια βιώσιμη προσέγγιση. Επομένως, ο ρόλος των μηχανικών στη βιομηχανία είναι κρίσιμος, καθώς συμβάλλουν στην ολοκλήρωση των εργασιών με αποτελεσματικό και οικονομικά αποδοτικό τρόπο, ενώ παράλληλα ικανοποιούν τις απαιτήσεις των πελατών.

Η εταιρία Silver Line στοχεύει στη βελτίωση της παραγωγής πλαισίων παραθύρων μέσω της εφαρμογής καινοτόμων τεχνολογιών και σύγχρονων μεθόδων συναρμολόγησης. Με την επαναξιολόγηση των σταθμών εργασίας και την εφαρμογή νέων τεχνολογικών καινοτομιών, επιτυγχάνεται αύξηση της παραγωγής, με ταυτόχρονη μείωση της καταπόνησης των εργαζομένων.

Συνεπώς, η κύρια επιδίωξη είναι η αναγνώριση των τομέων που χρήζουν βελτιώσεων στους σταθμούς εργασίας του εργοστασίου που παράγει τα πλαίσια. Αυτή η ανάλυση γίνεται με γνώμονα τη βιομηχανική μηχανική, εξετάζοντας παράδειγματι τον ρυθμό συναρμολόγησης των πλαισίων σε συνδυασμό με την αποτελεσματικότητα των κινήσεων του σώματος των εργαζομένων.

Μελετώνται και προτείνονται συναφείς βελτιώσεις, οι οποίες μπορούν να ενσωματωθούν σε έναν εικονικό σταθμό εργασίας που υπόκειται σε ανασχεδιασμό. Έτσι εξετάζεται η φυσική κατασκευή ενός νέου, σύγχρονου σταθμού εργασίας για πιθανή μελλοντική χρήση. Με την εφαρμογή της μεθόδου 5S Lean στον σταθμό εργασίας, επιτυγχάνεται η βελτίωση των διαδικασιών εργασίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο, δημιουργείται ένας σταθμός εργασίας με άρτιο εργονομικό σχεδιασμό, με γνώμονα την αύξηση της παραγωγικότητας των εργαζομένων (Morin et al., 2015). Βάσει των παραπάνω, η μεθοδολογία 5S Lean συνίσταται σε πέντε (5) κύριους πυλώνες (United States Environmental Protection Agency, 2015):

1. Ταξινόμηση: επικεντρώνεται κυρίως στην εξάλειψη των περιττών υλικών από τις θέσεις εργασίας και την ταξινόμησή τους μακριά από αυτές. Αυτό το βήμα είναι κρίσιμο, καθώς η οργάνωση των υλικών είναι απαραίτητη για τη σωστή εκτέλεση των εργασιών.
2. Ρύθμιση της τάξης και διάταξη των υλικών: δίνεται έμφαση στη διάταξη των απαραίτητων υλικών με τρόπο που να είναι οργανωμένος. Συστήνεται να τοποθετούνται τα υλικά με συγκεκριμένη σειρά που να επιτρέπει σε καθένα από αυτά να έχει δικό του χώρο χωρίς επικάλυψη.
3. Καθαριότητα: η καθημερινή διατήρηση καθαρών ραφιών και κάδων σε συνδυασμό με την ορθή επιλογή της διάταξης τους εξασφαλίζει τη σωστή λειτουργία των μηχανημάτων και της διαδικασίας.
4. Τυποποίηση: επιτρέπει σε κάθε εργαζόμενο να ακολουθεί συνεπώς τα τρία προηγούμενα βήματα της μεθοδολογίας 5S Lean. Με τη χρήση γραφημάτων, πινάκων, λιστών και χρονοδιαγραμμάτων, διατηρείται η ακρίβεια στην οργάνωση.

5. Συντήρηση: Συχνά, αποτελεί δύσκολη εργασία, αλλά όταν εκτελείται σωστά, μπορεί να προσφέρει σημαντικά θετικά αποτελέσματα. Πρόκειται για έναν συστηματικό τρόπο βελτίωσης του χώρου εργασίας, των διαδικασιών συναρμολόγησης και της αύξησης της ποιότητας των προϊόντων μέσω της βελτιστοποίησης της γραμμής παραγωγής. Επομένως, βελτιώνεται η παραγωγικότητα μέσω ενός ειδικά ρυθμισμένου και διαμορφωμένου χώρου εργασίας.
6. Ασφάλεια: συχνά συμπεριλαμβάνεται και τονίζεται η ασφάλεια στη μεθοδολογία της εργονομίας 5S Lean. Συγκεκριμένα, όλες οι ανησυχίες που σχετίζονται με την ασφάλεια πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διάρκεια της βελτιστοποίησης των διαδικασιών εργασίας.

Συνολικά, ο σκοπός της μεθοδολογίας 5S Lean είναι η δημιουργία και διατήρηση ενός οργανωμένου, ασφαλούς και υψηλής απόδοσης χώρου εργασίας. Θέτει τα θεμέλια για τη διαρκή βελτίωση, τη μείωση του κόστους όσο το δυνατόν περισσότερο, την αύξηση των κερδών, τη δημιουργία ενός ασφαλούς περιβάλλοντος εργασίας και, τελικά, την εξάλειψη των ελαττωμάτων. Πρόκειται για έναν συστηματικό τρόπο βελτίωσης του χώρου εργασίας..

Επιπλέον, όπως είναι γνωστό, οι καθημερινές ευθύνες μιας κατασκευαστικής εταιρείας περιλαμβάνουν τη διατήρηση της οργάνωσης και της τακτοποίησης για την ομαλή και αποτελεσματική ροή των λειτουργιών.

Τέλος, η μέθοδος 5S Lean ενθαρρύνει τους εργαζόμενους να μειώσουν την απώλεια πόρων, ελαχιστοποιώντας τα ανθρώπινα σφάλματα. Επιπλέον, καταφέρνουν να παραμείνουν ανταγωνιστικοί και να ανταποκρίνονται στις εξατομικευμένες απαιτήσεις των πελατών, επιτυγχάνοντας τα υψηλότερα δυνατά κέρδη (Morin et al., 2015; Lean Manufacturing Tools, 2015).

### ***2.3.2 Προσδιορισμός των κινδύνων και άλλων εργονομικών παραγόντων***

Η αναγνώριση κινδύνων, ρίσκων και άλλων εργονομικών παραγόντων χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του βαθμού στον οποίο μια διαδικασία εργασίας είναι εργονομικά αποδεκτή ή όχι. Αυτό απαιτεί την εφαρμογή ενός συστήματος αξιολόγησης που ελέγχει τη διαδικασία της κάθε εργασίας, ώστε να καθορίσει εάν ο σχεδιασμός του σταθμού εργασίας ή οι πρακτικές εκθέτουν τους εργαζόμενους σε κίνδυνο τραυματισμού (Morin et al., 2015).

Σε αυτήν τη διαδικασία αξιολόγησης, εξετάζονται οι κινήσεις, η συχνότητα και η διάρκειά τους. Συγκεκριμένα, αξιολογούνται εννέα (9) κινήσεις σε διάφορες περιοχές του σώματος των εργαζομένων, συμπεριλαμβανομένων των ώμων, του λαιμού, της

πλάτης, των ποδιών, των χεριών, των καρπών και των αγκώνων. Επιπλέον, αξιολογείται η έκθεση σε κραδασμούς, η θερμοκρασία, η συμπίεση μαλακών ιστών και ο κίνδυνος κρούσεων.

Τέλος, σύμφωνα με την αριθμητική αξιολόγηση που προκύπτει, ο κίνδυνος κατατάσσεται ως χαμηλός, μεσαίος, υψηλός ή πολύ υψηλός. Με βάση τις επιμέρους αξιολογήσεις, προτείνονται ενδεδειγμένες εναλλακτικές λύσεις για τους εργαζομένους. Η συνολική βαθμολογία μπορεί να οδηγήσει σε συμπεράσματα σχετικά με τις πιθανότητες τραυματισμών των εργαζομένων στον χώρο εργασίας (American National Standards Institute, 1994).

### **2.3.3 Χρονικός κύκλος $T_{akt}$**

Ο χρόνος  $T_{akt}$  προέρχεται από τη γερμανική λέξη Taktzeit (χρονικός κύκλος). Πρόκειται για το ρυθμό με τον οποίο ένα τελικό προϊόν πρέπει να ολοκληρωθεί θεωρητικά, ώστε να καλύψει τη ζήτηση των πελατών.

Για παράδειγμα, εάν μια εταιρεία εμφανίζει χρόνο  $T_{akt}$  ίσο με δέκα (10) λεπτά, αυτό σημαίνει ότι κάθε δέκα (10) λεπτά παράγεται ένα πλήρες προϊόν και επίσης ότι κατά μέσο όρο, ένας πελάτης αγοράζει ένα τελικό προϊόν ανά δέκα (10) λεπτά. Επομένως, ο χρόνος  $T_{akt}$  μπορεί επίσης να συνδέεται με την τιμή πώλησης των προϊόντων (Morin et al., 2015).

Ο χρόνος  $T_{akt}$  ισούται με τον διαθέσιμο χρόνο παραγωγής  $T_a$  διαιρούμενο με τον αριθμό των απαιτούμενων μονάδων παραγωγής  $D$ , όπως φαίνεται στον ακόλουθο τύπο:

$$T_{akt} = \frac{T_a}{D}$$

Οι απαιτούμενες μονάδες παραγωγής μετρούν τη ζήτηση των πελατών, δεδομένου ότι είναι ο αριθμός των προϊόντων που η εταιρεία αναμένει από τον πελάτη της να αγοράσει σε μια δεδομένη χρονική περίοδο.

Ο χρονικός κύκλος είναι ο καταγεγραμμένος ή ο πραγματικός χρόνος, ο οποίος απαιτείται για την παραγωγή μιας μονάδας προϊόντος (Leankaizen, 2014).

Τέλος, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο διαθέσιμος χρόνος παραγωγής δεν συμπεριλαμβάνει τον λεγόμενο χρόνο αδράνειας. Ωστόσο, θα μπορούσε να συμπεριλαμβάνεται. Εν γένει ο ορισμός του ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες (Morin et al., 2015).

### **2.3.4 Προστιθέμενη αξία και μη προστιθέμενη αξία**

Μια διαδικασία λέγεται ότι είναι "προστιθέμενης αξίας" όταν η ενέργεια που αναλαμβάνεται για την ολοκλήρωση της εργασίας είναι απαραίτητη για την παραγωγή του προϊόντος ή την προσφορά μιας υπηρεσίας. Εκτελείται, προκειμένου να καλύψει

τις ανάγκες και τις προδιαγραφές των αναγκών του πελάτη. Αντίθετα, οι δραστηριότητες "μη προστιθέμενης αξίας" δεν είναι απαραίτητες, γεγονός που σημαίνει ότι δεν προσθέτουν αξία για τον πελάτη.

Οι επιχειρήσεις έχουν συχνά δραστηριότητες που απαιτούνται για την επίτευξη εργασιών προστιθέμενης αξίας, αλλά δεν προσθέτουν οι ίδιες αξία. Η μορφή της εργασίας χωρίς προστιθέμενη αξία όπου πρέπει να συμμορφώνεται με νομικές ή οικονομικές απαιτήσεις ονομάζεται επιχείρηση χωρίς προστιθέμενη αξία.

Σε γενικές γραμμές, οι δραστηριότητες εκτός προστιθέμενης αξίας ούτε προσθέτουν αξία για τον πελάτη, αλλά και ούτε εκπληρώνουν επιχειρηματικούς, οικονομικούς ή νομικούς σκοπούς (Lean Manufacturing Tools, 2015).

Τα απόβλητα που παράγονται κατά τη διαδικασία παραγωγής αποτελούν στοιχεία χωρίς προστιθέμενη αξία. Επιπλέον, μια εργασία θεωρείται ως σπατάλη εφόσον οι πελάτες δεν πληρώσουν τελικά για το παραγόμενο αντικείμενο.

Τέλος, προκειμένου να εξαλειφθούν οι διαδικασίες μη προστιθέμενης αξίας μέσω της μεθοδολογίας 5S Lean, δίνεται μεγάλη έμφαση σε (8) οκτώ στοιχεία:

- υπερπαραγωγή,
- απογραφή,
- ελαττώματα,
- επεξεργασία,
- μεταφορά,
- αναμονή,
- κίνηση,
- ανθρώπινο δυναμικό (Systems2Win, 2015; IMEC, 2015).

### **2.3.5 Το σύστημα των δύο κάδων (two-bin system)**

Το σύστημα των δύο κάδων (two-bin system) αποτελεί μια οικονομικά αποδοτική μέθοδο που στοχεύει στην εξάλειψη των απωλειών χρόνου που προκύπτουν λόγω ελλείψεων στον εφοδιασμό ή λόγω της διαδικασίας αναπλήρωσης εφοδιασμού.

Απλούστερα, αυτό το σύστημα δημιουργεί ένα απόθεμα υλικών που επιτρέπει στους χρήστες να παρακολουθούν εύκολα τη διαθεσιμότητα των προμηθειών.

Σύμφωνα με το σύστημα των δύο κάδων, οι εργαζόμενοι διαθέτουν δύο κάδους για τα υλικά, αλλά χρησιμοποιούν μόνον έναν κάθε φορά. Όταν αδειάζει ο πρώτος κάδος, ο δεύτερος αντικαθιστά αυτόν, ενώ ο πρώτος αναπληρώνεται. Η ποσότητα υλικών σε κάθε κάδο καθορίζεται βάσει του χρόνου παράδοσης και της συνήθειας χρήσης. Έτσι, αποτρέπεται ο κίνδυνος εξάντλησης των υλικών, καθώς ο διάστημα χρήσης ενός κάδου υπερβαίνει το χρόνο αποκτήσεως των υλικών.

Σε περίπτωση που αυτή η διαδικασία δεν τηρηθεί, υπάρχει ο κίνδυνος υπερπαραγωγής, και έτσι δημιουργείται ένα απόθεμα που ουσιαστικά αποτελεί αποβλήτων.

Η επιτυχία του συστήματος των δύο κάδων εξαρτάται από το μέγεθος, το χώρο και το ύψος του εργασιακού σταθμού, που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι περίπου 91 εκατοστά.

Η διαδικασία εντοπισμού εργονομικών ζητημάτων και ο πειραματικός σχεδιασμός του σταθμού εργασίας περιλαμβάνουν την εφαρμογή των αρχών της μεθοδολογίας "5S Lean manufacturing" για τη βελτίωση της αποδοτικότητας του σταθμού. Πριν προταθούν βελτιώσεις στον σχεδιασμό, πραγματοποιείται η ανάλυση της διαδικασίας συναρμολόγησης των πλαισίων.

Αρχικά, διαπιστώνεται ότι οι δύο χειριστές που εργάζονται στον σταθμό εργασίας δεν ακολουθούν τις οδηγίες που παρέχονται από την εταιρεία. Αυτό οδηγεί σε αταξία και δυσκολίες στη διατήρηση του καθαρού περιβάλλοντος εργασίας. Υλικά που έπρεπε να τοποθετηθούν σε κάδους για αποφυγή ανάμειξης διαφόρων αντικειμένων βρίσκονται ανακατεμένα στο τραπέζι.

Επιπλέον, διαπιστώνονται προβλήματα κατά τη διαδικασία συναρμολόγησης.

Σημειώνονται πτώσεις στα πλαίσια κατά τη συναρμολόγηση, ενδεχομένως λόγω της ανεπαρκούς οργάνωσης του χώρου εργασίας. Επίσης, τα φτιαγμένα πλαίσια τοποθετούνται στο πάτωμα αντί στο ράφι όπως θα έπρεπε.

### ***2.3.6 Εντοπισμός εργονομικών ζητημάτων και πειραματικός σχεδιασμός του σταθμού εργασίας***

Ο πειραματικός σχεδιασμός του σταθμού εργασίας εστιάζει στην εντοπισμό και την επίλυση εργονομικών προβλημάτων μέσω της εφαρμογής των αρχών της μεθοδολογίας "5S Lean manufacturing". Με βάση τις παρατηρήσεις σας, υπάρχουν σημαντικά προβλήματα στον τρόπο λειτουργίας του σταθμού εργασίας που απαιτούν βελτιώσεις για την αύξηση της παραγωγικότητας και τη μείωση του κινδύνου ανθρώπινων λαθών. Κάποιες από τις προτεινόμενες βελτιώσεις περιλαμβάνουν:

1. Συγχρονισμός των εργαζομένων: Στον νέο σχεδιασμό, οι δύο χειριστές πρέπει να εργάζονται με συγχρονισμένο τρόπο, ακολουθώντας συγκεκριμένες κινήσεις. Αυτό θα μειώσει τον κίνδυνο αντιφάσεων και ατυχημάτων.
2. Οργάνωση και αποθήκευση: Η δημιουργία ειδικών αποθηκευτικών χώρων για την προστασία των πλαισίων από φθορές, καθώς και η επιβολή κανόνων για την τοποθέτησή τους σε κατάλληλα ράφια, θα βελτιώσουν την οργάνωση του χώρου εργασίας.

3. Χρήση διανομέα ετικετών και εκτυπωτή: Η εισαγωγή ενός διανομέα ετικετών και ενός νέου εκτυπωτή θα ενισχύσει τη συνέπεια και την ταχύτητα στην εφαρμογή των ετικετών στα πλαίσια. Αυτό θα επιτρέψει την αποτελεσματικότερη και ασφαλή εφαρμογή των ετικετών.

Ο σταθμός εργασίας πρέπει να σχεδιαστεί με γνώμονα τη βελτίωση της παραγωγικότητας και την προστασία των εργαζομένων. Η τυποποίηση των διαδικασιών, ο συγχρονισμός των εργαζομένων και η επαρκής οργάνωση του χώρου θα συμβάλλουν σημαντικά στην επίτευξη αυτών των στόχων

Στην Εικόνα 2.10 απεικονίζεται η διάσπαρτη τοποθέτηση των κάδων στο κάτω μέρος του πάγκου. Οι κάδοι είναι τοποθετημένοι στην κορυφή και τα κομμάτια των πλαισίων είναι τοποθετημένα τυχαία και διάσπαρτα.



**Εικόνα 2.10: Ο σταθμός εργασίας κατασκευής πλαισίων στην εταιρία Silver Line  
(Πηγή: Morin et al., 2015)**

#### ***2.3.7 Βαθμολόγηση εργονομικών παραμέτρων και εύρεση εργονομικών λύσεων και παρεμβάσεων***

Η εργονομική αξιολόγηση που περιγράψατε αποτέλεσε σημαντικό βήμα προς τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας στον σταθμό συναρμολόγησης πλαισίων. Η χρήση βαθμολογιών BRIEF συνέβαλε στον προσδιορισμό των περιοχών επηρέασης στο σώμα των εργαζομένων και των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν κατά την εκτέλεση των κινήσεών τους.

Οι εργονομικές λύσεις που αναφέρετε, όπως η χρωματική κωδικοποίηση, η χρήση ετικετών και νέων καδών, αποτελούν πρακτικά μέτρα για τη βελτίωση της εργονομίας στον χώρο εργασίας. Οι αλλαγές αυτές στη διάταξη του χώρου και στην οργάνωση των υλικών μπορούν να μειώσουν τη φυσική καταπόνηση των εργαζομένων και να βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους.



Επίσης, η τοποθέτηση των κάδων υπό γωνία για την αποφυγή περιττής κλίσης του σώματος των εργαζομένων είναι επίσης σημαντική. Αυτή η αλλαγή στον σχεδιασμό του χώρου μπορεί να μειώσει τη φυσική καταπόνηση της πλάτης τους, κάτι που είναι σημαντικό για την υγεία και την ευεξία των εργαζομένων.

Η συνεχής εφαρμογή και παρακολούθηση αυτών των εργονομικών βελτιώσεων θα μπορούσε να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της παραγωγικότητας και της εργασιακής ασφάλειας.

Οι αλλαγές που εφαρμόστηκαν στον σχεδιασμό της θέσης εργασίας λαμβάνοντας υπόψη την άνεση και την ασφάλεια των χειριστών είναι σημαντικές για την προστασία της υγείας τους και την αποφυγή τραυματισμών. Η μείωση του χρόνου ανανέωσης των κάδων χρησιμοποιώντας το σύστημα των δύο κάδων είναι επίσης εξαιρετικά ωφέλιμη για την αποδοτικότητα της εργασίας.

Επιπλέον, η προσθήκη αντικραδασμικής προστασίας και της επένδυσης από καουτσούκ στον πάγκο εργασίας αποτελούν σημαντικές βελτιώσεις που επικεντρώνονται στην εργονομία και την προστασία της υγείας. Αυτές οι αλλαγές θα βοηθήσουν στην αποφυγή τραυματισμών και στην προώθηση της άνεσης κατά τη διάρκεια της εργασίας. Είναι θετικό που λαμβάνετε τα προβλήματα εργονομίας στα σοβαρά και εφαρμόζετε αλλαγές που εξυπηρετούν το καλό των εργαζομένων. Στην Εικόνα 2.11 ο κόκκινος δείκτης X υποδεικνύει την θέση που στέκεται ο χειριστής 1. Ο λευκός δείκτης X υποδεικνύει το σημείο που εργάζεται ο χειριστής 2.



**Εικόνα 2.11: Ο αρχικός σταθμός εργασίας συναρμολόγησης πλαισίων στην εταιρία**

(Πηγή: Morin et al., 2015)

**Πίνακας 2.1: Διαστάσεις της αρχικής οθόνης πλαίσιο σταθμού εργασίας σε ίντσες.**

Ύψος	3' 1''
Πλάτος	3' 7''
Μήκος	10'

(Πηγή: Morin et al., 2015)

Οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στον σχεδιασμό της θέσης εργασίας εστιάστηκαν στην ευκολότερη πρόσβαση των εργαζομένων σε διάφορα σημεία και στη μείωση του χρόνου που απαιτείται για την ανάκτηση υλικών και αντικειμένων. Αυτή η προσέγγιση συντελεί στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της άνεσης των εργαζομένων.

Ειδικότερα, η χρήση πολλαπλών κάδων και οι βελτιώσεις που έγιναν στον πάγκο εργασίας σχεδιάστηκαν με γνώμονα την απλότητα, την ταχύτητα και την ασφάλεια της διαδικασίας συναρμολόγησης. Επιπλέον, η εφαρμογή της μεθοδολογίας 5S Lean ενισχύει την εξοικονόμηση χρόνου και τη μείωση των ανθρώπινων σφαλμάτων.

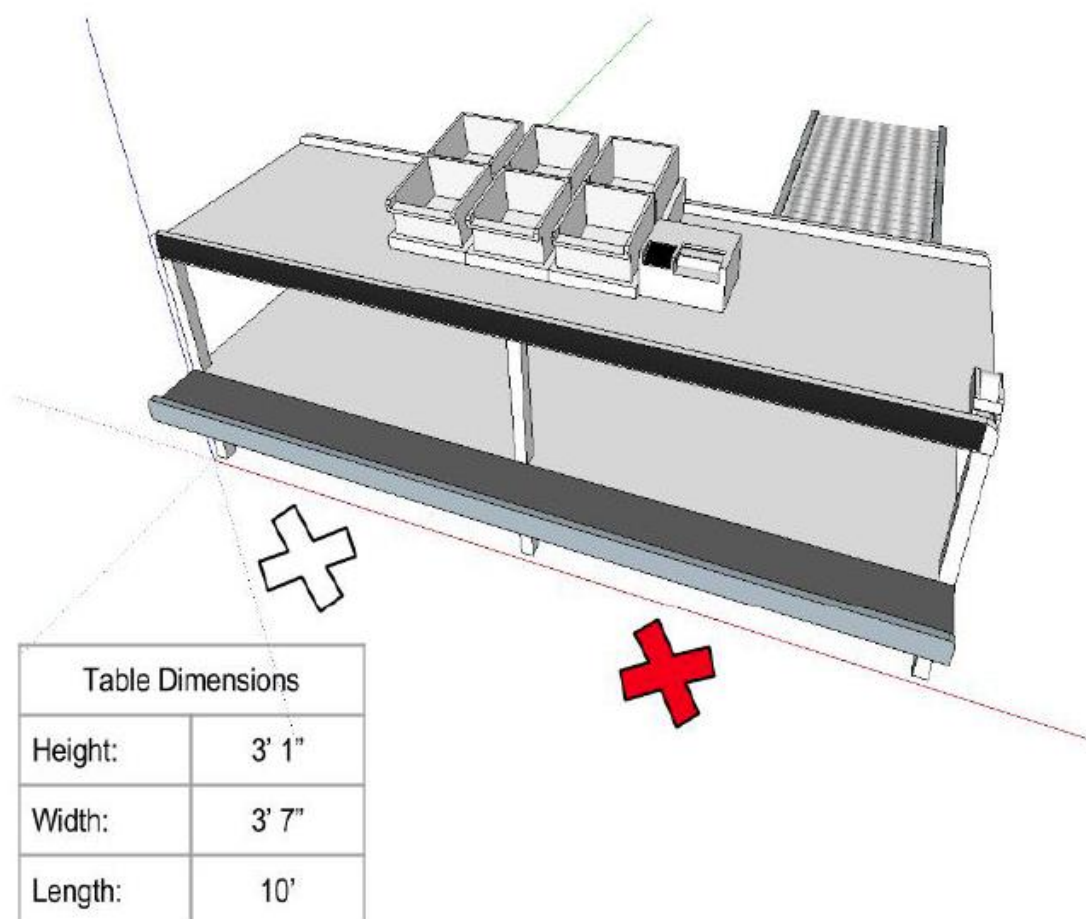
Ωστόσο, η αξιολόγηση κινδύνου έδειξε προσοχή στην υγεία των εργαζομένων.

Ειδικότερα, ο πρώτος χειριστής εμφάνισε μέτριο κίνδυνο σε ορισμένες περιοχές του σώματός του, ενώ ο δεύτερος χειριστής αντιμετώπισε υψηλό κίνδυνο σε πολλές περιοχές.

Είναι σημαντικό να επικεντρώνεται ο σχεδιασμός στη μείωση των κινδύνων και τη βελτίωση της εργονομίας της θέσης εργασίας, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια και η άνεση των εργαζομένων. Οι αλλαγές που έχουν εφαρμοστεί στον σχεδιασμό της θέσης εργασίας αποτελούν σημαντικά βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση.

Γι' αυτό το λόγο, στην Εικόνα 2.12 φαίνονται ορισμένες παρεμβάσεις - αλλαγές σε σύγκριση με τον αρχικό σταθμό εργασίας της Εικόνας 2.11. Συγκεκριμένα, η θέση του χειριστή 1 μετακινήθηκε, ώστε να δημιουργήσει αρκετό χώρο. Με τους κάδους στη μέση και τον χειριστή 1 δεξιά από τους κάδους, ο χειριστής 1 προσεγγίζει τα

αντικείμενα μόνο με το αριστερό του χέρι και όχι και με τα δύο.



**Εικόνα 2.12: Η πρώτη έκδοση του προτεινόμενου σταθμού εργασίας. Το κόκκινο X υποδεικνύει την όρθια θέση του Χειριστή 1. Το λευκό X υποδεικνύει τη θέση του Χειριστή 2**

(Πηγή: Morin et al., 2015)

Οι βελτιώσεις που ενσωματώθηκαν στην αρχική φάση του σχεδιασμού φαίνεται να έχουν θετική επίδραση στην απόδοση των χειριστών και τον χρόνο παραγωγής πλαισίων. Η χρήση του συστήματος με τους δύο κάδους μειώνει σημαντικά τον χρόνο ανεφοδιασμού, επιτρέποντας στον χειριστή να αντικαθιστά υλικά μετά από κάθε δύο κάδους αντί κάθε κάδου, μειώνοντας έτσι το χρόνο που θα αφιερώνονταν στην αντικατάσταση.

Επιπλέον, η ενσωμάτωση ενός εκτυπωτή ετικετών και ενός διανομέα συμβάλλει σημαντικά στη μείωση του χρόνου που απαιτείται για την εφαρμογή ετικετών αναγνώρισης και προειδοποιητικών ετικετών. Αυτή η αλλαγή μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές εξοικονομήσεις χρόνου, ιδίως όταν λαμβάνουμε υπόψη τον μεγάλο αριθμό ετικετών που τοποθετούνται καθημερινά.

Οι παρεμβάσεις και οιντομίες που παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.12 φαίνονται ότι θα βελτιώσουν περαιτέρω την απόδοση των χειριστών. Η χρήση ενός καουτσούκ χαλιού στο πάτωμα για την πρόληψη της ολίσθησης είναι σημαντική για την ασφάλεια των εργαζομένων. Επιπλέον, το μαξιλάρι που προστέθηκε για να μειώσει τη συμπίεση των μαλακών ιστών των χειριστών είναι μια έξυπνη εργονομική προσθήκη.

Επιπλέον, η ευθυγράμμιση του μεταφορικού ιμάντα προς το τραπέζι συμβάλλει στη βελτίωση της συνεργασίας των χειριστών και εξοικονομεί χρόνο που προηγουμένως χρησιμοποιούνταν για την αλλαγή θέσης τους. Όλα αυτά τα βήματα επιδιώκουν να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και την εργονομία της θέσης εργασίας, παρέχοντας ταυτόχρονα καλύτερη ασφάλεια και άνεση στους εργαζομένους. Επιπλέον, θα μπορούσε να εξεταστεί η δυνατότητα σχεδιασμού άλλων σταθμών εργασίας με ενσωματωμένο εκτυπωτή που θα αφαιρεί αυτόματα τις ετικέτες. Η χειροκίνητη αφαίρεση των ετικετών απαιτεί επιπλέον χρόνο. Επιπλέον, θα ήταν δυνατό να διευκολυνθεί περαιτέρω ο χειριστής 1, που χρησιμοποιεί μεταλλικά κλιπ, με τη βελτίωση της διάταξης των κάδων για να τους φέρει πιο κοντά σε αυτόν. Στην επόμενη διεργασία σχεδιασμού, θα μπορούσαν να εξεταστούν πιθανοί τρόποι αναδιάταξης των υλικών προκειμένου να εξαλειφθούν αυτά τα μειονεκτήματα.

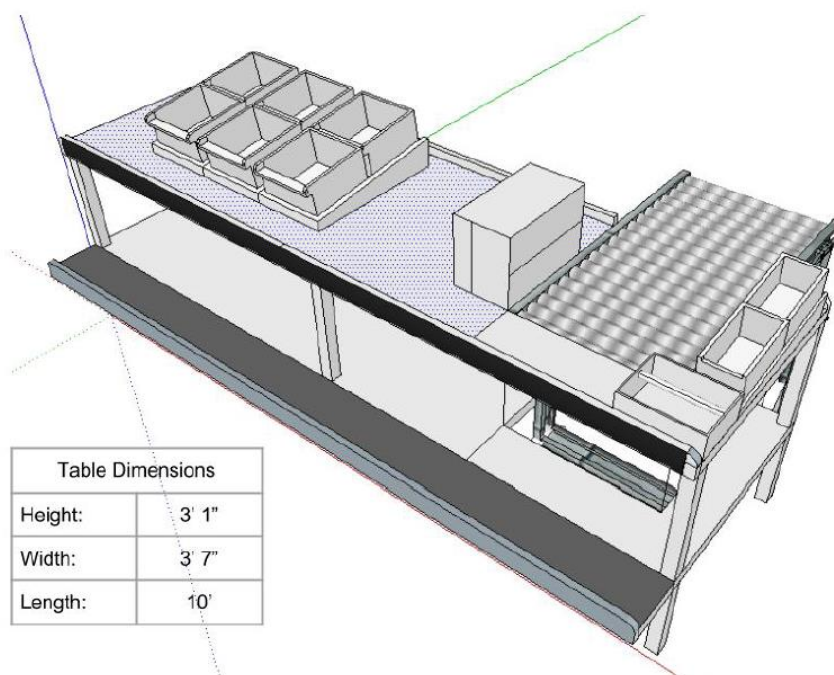
Η πρόταση να μετακινηθεί ο μεταφορικός ιμάντας προς το κέντρο του χώρου φαίνεται να έχει πολλά πλεονεκτήματα. Αυτό προσφέρει καλύτερη πρόσβαση στα εξαρτήματα για τους χειριστές 1 και 2, μειώνοντας την απόσταση που πρέπει να διανύσουν. Αυτή η αλλαγή βοηθά στη μείωση της φυσικής πίεσης στους αγκώνες των χειριστών και προσφέρει βελτιωμένη εργονομία στον χώρο εργασίας.

Επιπλέον, ο διαχωρισμός των κάδων για τους δύο χειριστές είναι μια καλή ιδέα, καθώς καθιστά τη διαδικασία πιο αποδοτική. Κάθε χειριστής χρησιμοποιεί διαφορετικό τύπο γωνιακού βραχίονα προσαρμοσμένο στις ανάγκες του, βοηθώντας τους να εργάζονται αποτελεσματικά.

Η προσθήκη ενός κατάλληλου εκτυπωτή ετικετών που αναλαμβάνει την αφαίρεση των παλαιών ετικετών είναι επίσης εξαιρετικά θετική. Αυτό μειώνει το χρόνο εργασίας και εξοικονομεί τους χειριστές από την ανάγκη να αφαιρούν χειροκίνητα παλαιές ετικέτες, παρέχοντας ταυτόχρονα μεγαλύτερη υγιεινή στη διαδικασία.

Αυτές οι βελτιώσεις είναι σχεδιασμένες για να μειώσουν τον χρόνο εργασίας, τη φυσική κόπωση και τον κίνδυνο στη θέση εργασίας. Ωστόσο, παραμένει η πρόκληση της περιορισμένης χωρητικότητας για τα μεγαλύτερα πλαίσια λόγω του μεγέθους του εκτυπωτή. Αυτή η διαδικασία βελτίωσης μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη αύξηση της

απόδοσης και της εργονομίας της θέσης εργασίας, με παράλληλη μείωση του χρόνου εργασίας και της κόπωσης των εργαζομένων.



**Εικόνα 2.13: Η δεύτερη πρόταση σχεδιασμού του σταθμού εργασίας  
(Πηγή: Morin et al., 2015)**

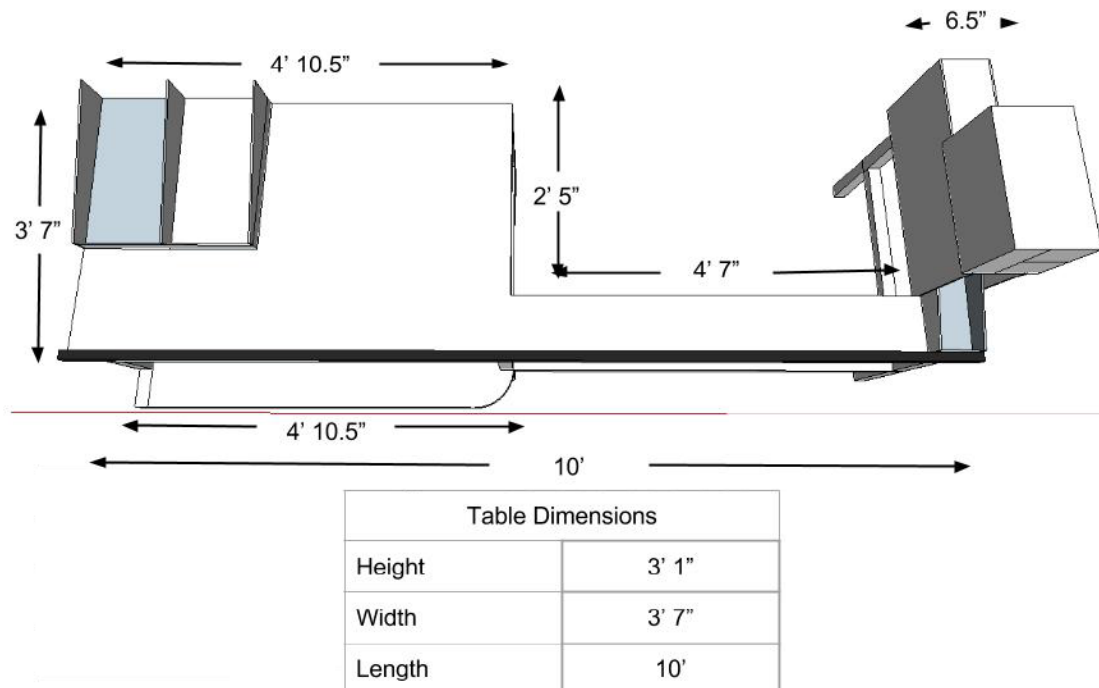
Οι προτεινόμενες αλλαγές στις μεθόδους συναρμολόγησης φαίνεται να στοχεύουν στην αποτελεσματικότερη οργάνωση της εργασίας και την ελαχιστοποίηση του αριθμού των κάδων που απαιτούνται για την συναρμολόγηση ενός πλαισίου. Αυτό θα βοηθήσει τον χειριστή 1 να εργάζεται πιο αποτελεσματικά και να μειώσει τον χρόνο εργασίας του.

Η προτεινόμενη ενσωμάτωση των μηχανημάτων, όπως η κινητή πλατφόρμα με τους τροχούς, επιτρέπει στον χειριστή να έχει πρόσβαση στον εξοπλισμό ευκολότερα και να πραγματοποιεί συντηρήσεις όταν απαιτείται. Αυτή η κινητότητα βοηθά στην βελτίωση της εργονομίας και της απόδοσης.

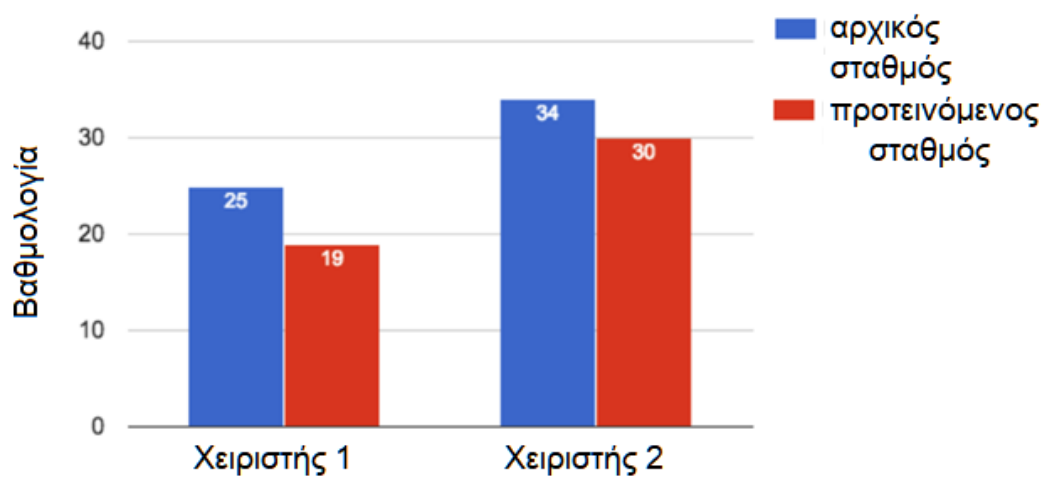
Επίσης, η τοποθέτηση των κάδων στον σταθμό εργασίας αποτρέπει την περιττή μετακίνηση των εργαζομένων για να γεμίσουν τους κάδους τους. Αυτό εξοικονομεί χρόνο και ενισχύει τη γενική οργάνωση της διαδικασίας εργασίας.

Η αναδιάταξη των υλικών και η τοποθέτηση των κάδων στη σωστή θέση συμβάλλουν στη βελτίωση της εργονομίας και της αποδοτικότητας της θέσης εργασίας. Ο χώρος για τα μεγάλα πλαίσια είναι πλέον εξασφαλισμένος, και ο εκτυπωτής τοποθετήθηκε με τρόπο που δεν εμποδίζει την εύκολη πρόσβαση στις ράβδους του πλαισίου.

Συνολικά, αυτές οι αλλαγές αναμένεται να βελτιώσουν σημαντικά την εργονομία και την απόδοση της θέσης εργασίας, μειώνοντας τον χρόνο εργασίας και την κόπωση των εργαζομένων.



**Εικόνα 2.14: Ο τελικός προτεινόμενος σχεδιασμός για το σταθμό εργασίας από πάνω προς τα κάτω άποψη (Πηγή: Morin et al., 2015)**



**Διάγραμμα 2.1: Γράφημα με τις βαθμολογίες εργασιακών κινδύνων στον αρχικό σταθμό εργασίας (μπλε) και στον προτεινόμενο σταθμό εργασίας (κόκκινο) (Πηγή: Morin et al., 2015)**

Το επάνω μέρος του τραπεζιού είναι επικαλυμμένο με υλικό αντικραδασμικής προστασίας για την εξάλειψη της συμπίεσης μαλακών ιστών των χειριστών 1 και 2.



Το κάτω χείλος από τη δεξιά πλευρά του πάγκου αφαιρέθηκε πλήρως, επειδή δεν είναι απαραίτητο για τις εργασίες που πρέπει να εκτελέσει ο χειριστής 1. Η αφαίρεσή του επιτρέπει στον χειριστή 1 να σταθεί πιο κοντά στον πάγκο.

Ο χειριστής 1 που σηκώνει τις ράβδους και συνδέει τους γωνιακούς βραχίονες με τα μεταλλικά κλιπ, εκτελεί λιγότερες κινήσεις κλίσης προς τα εμπρός.

Ακόμη, στρογγυλοποιήθηκε η κάτω προεξοχή στην αριστερή πλευρά του πάγκου, ώστε να αποφευχθούν πιθανοί πόνοι και τραυματισμοί, αφού δεν υφίστανται αιχμηρές άκρες.

**Πίνακας 2.2: Κλειδί για τη χρήση της βαθμολογίας επικινδυνότητας για τον προσδιορισμό της προτεραιότητας εργασίας**

Job Hazard Score	Priority
0-9	Low
10-29	Medium
30-49	High
50+	Very High

(Πηγή: Morin et al., 2015)

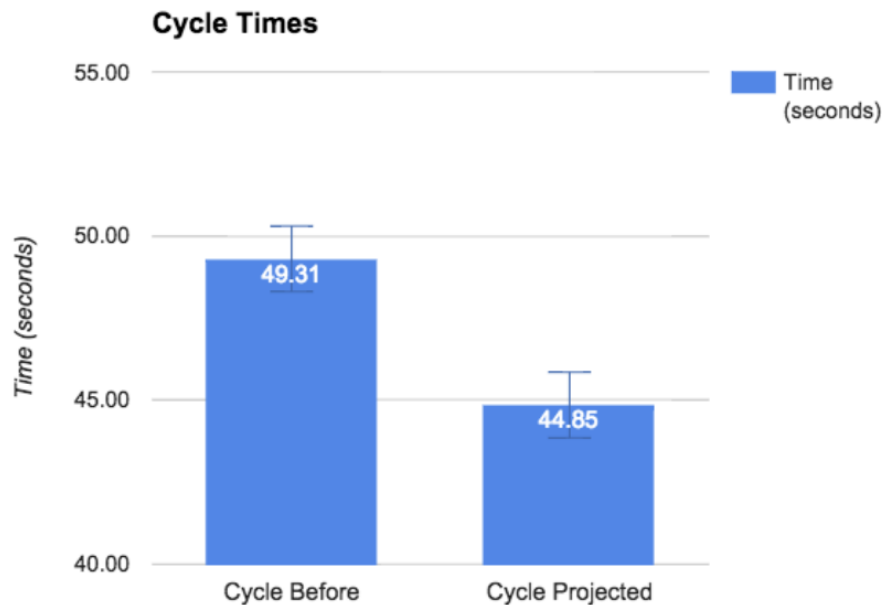
Ο επανασχεδιασμένος σταθμός εργασίας με το σύστημα δύο συρόμενων κάδων σε ράμπα και οι λοιπές βελτιώσεις που εφαρμόστηκαν φαίνεται να έχουν επιφέρει σημαντική μείωση των κινδύνων για τους εργαζομένους.

Ο χρήστης 1 φαίνεται να επωφελήθηκε πολύ από τις αλλαγές με μείωση της βαθμολογίας κινδύνου κατά 24%. Η εξάλειψη της συμπίεσης των μαλακών ιστών, η κάμψη και η συστολή της πλάτης, καθώς και η πιο φυσιολογική θέση των χεριών και του λαιμού συνέβαλαν σε αυτή τη μείωση.

Επίσης, ο χρήστης 2 επωφελήθηκε από τις βελτιώσεις με μείωση της βαθμολογίας κινδύνου κατά 11,76%. Οι ίδιοι λόγοι που εφάρμοσαν στον χρήστη 1, όπως η εξάλειψη της συμπίεσης και η πιο φυσιολογική θέση του σώματός του, συνέβαλαν σε αυτή τη μείωση.

Επιπλέον, ο χρόνος αναπλήρωσης μειώθηκε, καθώς η εξάλειψη του βήματος αναπλήρωσης συνέβαλε στην εξοικονόμηση περίπου 51 δευτερολέπτων ανά βάρδια. Αυτό βελτιώνει την αποδοτικότητα της διαδικασίας εργασίας.

Συνολικά, οι αλλαγές στον σταθμό εργασίας έχουν επιφέρει σημαντική βελτίωση στην εργονομία και την ασφάλεια των εργαζομένων, μειώνοντας τους κινδύνους και βελτιώνοντας την απόδοσή τους.



**Διάγραμμα 2.2: Ο συνολικός χρόνος κύκλου μειώνεται και εξοικονομούνται 3,51 δευτερόλεπτα. Προβλεπόμενη εξοικονόμηση: 5,40 δευτερόλεπτων (Πηγή: Morin et al., 2015)**

### **2.3.8 Ανάλυση του κόστους της εργονομικής παρέμβασης**

Η ανάλυση του κόστους της εργονομικής παρέμβασης φαίνεται ότι δικαιολογεί τις δαπάνες που πραγματοποιήθηκαν για τις βελτιώσεις στον σταθμό εργασίας.

Ο νέος εκτυπωτής γραμμωτού κώδικα που αγοράστηκε για 855\$ βελτίωσε το χρονικό κύκλο εργασίας, επιτρέποντας την αυτόματη αφαίρεση των ετικετών, και αυτό φαίνεται να δικαιολογεί το κόστος.

Επίσης, η προσθήκη του διανομέα που κοστίζει 67\$ βελτίωσε επίσης το χρονικό κύκλο, συμβάλλοντας στη μείωση του κόστους. Αυτές οι εξοικονομήσεις εκτιμώνται ετησίως με βάση την παραγωγικότητα των εργαζομένων.

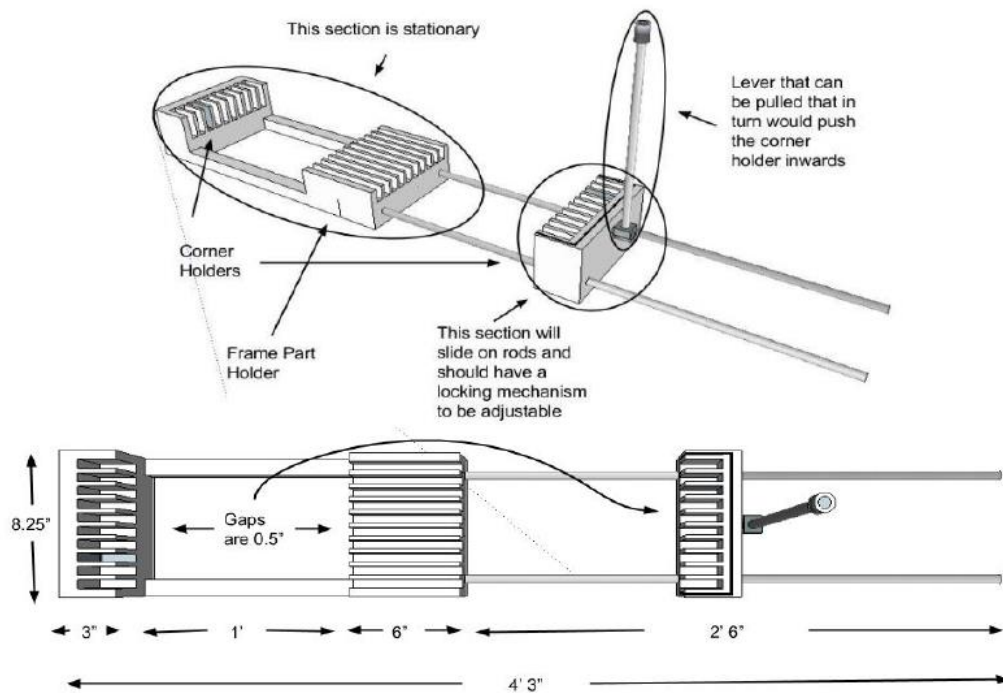
Συνολικά, το κόστος των βελτιώσεων (922\$) δικαιολογείται από την αυξημένη παραγωγή και η περίοδος αποπληρωμής των δαπανών προβλέπεται να είναι σχετικά σύντομη.

Επιπλέον, οι μελλοντικές βελτιώσεις στη διαδικασία εργασίας μπορούν να συμβάλλουν περαιτέρω στην εξοικονόμηση χρόνου και τη βελτίωση της εργονομίας.

Η συνεχής εξέταση και βελτίωση των εργασιακών διαδικασιών είναι σημαντική.



Συνολικά, ο επανασχεδιασμός του σταθμού εργασίας φαίνεται να δικαιολογεί τις επενδύσεις που πραγματοποιήθηκαν, μειώνοντας τους κινδύνους και βελτιώνοντας την αποδοτικότητα της εργασίας.



**Σχήμα 2.15: Το σχέδιο του μηχανισμού**  
(Πηγή: Morin et al., 2015)

## **Κεφάλαιο 3: Μέθοδοι εκτίμησης των κινδύνων που σχετίζονται με την εργονομία**

### **3.1 Εισαγωγή στις μεθόδους εργονομικής ανάλυσης**

Στην ενότητα αυτή θα επιχειρηθεί η παρουσίαση των κυριότερων μεθοδολογιών που αξιοποιούνται, προκειμένου να εκτιμηθούν σχετικοί εργονομικοί κίνδυνοι. Πρέπει να σημειωθεί ότι υφίστανται κι άλλες μεθοδολογίες, όπως η μεθοδολογία Wisha (RCW Dispositions, 2021).

Πρόκειται για μια μεθοδολογία που φέρει παρόμοια λογική με των μεθοδολογιών των παρακάτω ενότητων.

### **3.2 Μέθοδος OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System)**

Η μέθοδος OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) αποτελεί μια απλή και αποτελεσματική προσέγγιση για την αξιολόγηση του φυσικού φόρτου που επιβαρύνει το σώμα κατά την εκτέλεση εργασιών. Αυτή η μέθοδος αναπτύχθηκε από τους Karhu και συνεργάτες του το 1981 και έχει υποστεί εκτενείς ελέγχους για την αξιοπιστία της. Σήμερα, χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές χώρες.

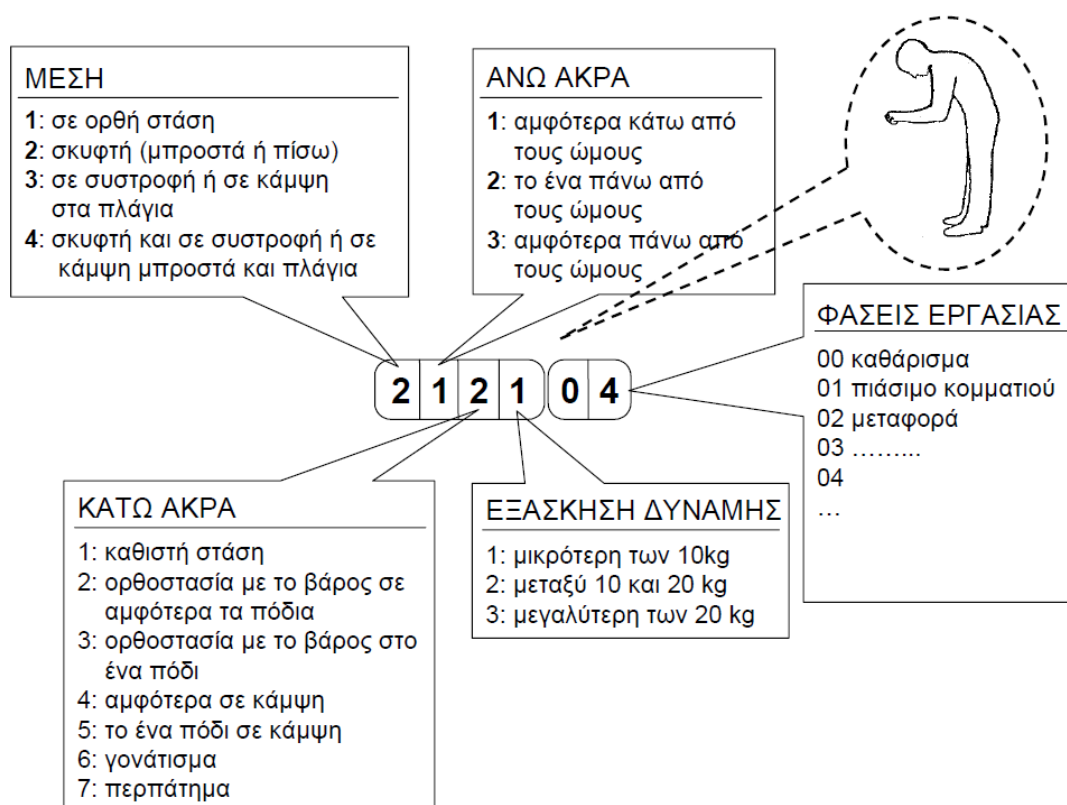
Η μέθοδος OWAS βασίζεται σε μια συστηματική ανάλυση της εργασίας μέσω παρατηρήσεων και στην απλή αλλά αποτελεσματική κατηγοριοποίηση των σωματικών στάσεων. Αναλύοντας τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου, ειδικοί μαζί με τους εργαζομένους μπορούν να αναπτύξουν μέτρα για την ελαχιστοποίηση του φυσικού φόρτου που οφείλεται σε ακατάλληλες σωματικές στάσεις κατά την εργασία. Τα βασικά στοιχεία της μεθόδου OWAS περιλαμβάνουν την κατηγοριοποίηση των σωματικών στάσεων, τις συστηματικές παρατηρήσεις για τη συλλογή δεδομένων, και την αξιολόγηση των στάσεων. Η διαδικασία αξιολόγησης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

Στάδιο 1: Εντοπίζονται οι επιμέρους εργασίες ή δραστηριότητες που επιθυμούμε να αξιολογήσουμε όσον αφορά το φυσικό φόρτο του σώματος.

Στάδιο 2: Για κάθε επιμέρους εργασία, εντοπίζονται οι σωματικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται και που επιβάλλουν διάφορες σωματικές στάσεις. Οι στάσεις κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το μέρος του σώματος που επηρεάζουν και τη δύναμη που ασκείται.

Στάδιο 3: Δημιουργούνται τετραψήφιοι κωδικοί για κάθε εργασία, υπολογίζονται οι συχνότητες εμφάνισης τους και το ποσοστό του συνολικού χρόνου εργασίας που καλύπτουν. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να συλλεχθούν με δύο τρόπους: μέσω συστηματικών παρατηρήσεων ή βιντεοσκόπησης, αλλά και μέσω στιγμιαίων

παρατηρήσεων.



**Εικόνα 3.1: Διάγραμμα δημιουργίας κωδικών για κάθε φάση εργασίας**

(Πηγή: Μαρμαράς, 2003)

- Στάδιο 4: Σχεδιάζονται πίνακες με τα συλλεγόμενα δεδομένα της ανάλυσης. Στους πίνακες αυτούς για κάθε επιμέρους εργασία φαίνονται: (1) οι φάσεις εργασίας και ο κωδικός τους αριθμός, (2) ο τετραψήφιος κωδικός που περιγράφει τη στάση που λαμβάνει ο εργαζόμενος και η εξασκούμενη δύναμη, (3) ο αριθμός επαναλήψεων της κάθε φάσης, και (4) το ποσοστό του χρόνου που αντιπροσωπεύει η κάθε φάση έναντι του συνολικού χρόνου εργασίας.

- Στάδιο 5: Η αξιολόγηση των στάσεων υλοποιείται με την βοήθεια των πινάκων που ακολουθούν. Όταν η αξιολογούμενη επιμέρους εργασία περιλαμβάνει εξάσκηση δύναμης, χρησιμοποιείται ο Πίνακας 3.1, ο οποίος όμως δεν λαμβάνει υπόψη του το ποσοστό του χρόνου για το οποίο ο εργαζόμενος λαμβάνει τις αντίστοιχες στάσεις. Ο Πίνακας 3.2 χρησιμοποιείται όταν η αξιολογούμενη επιμέρους εργασία εκτελείται συχνά, δεν εξασκείται σημαντική δύναμη και λαμβάνει υπόψη το ποσοστό του χρόνου που ο εργαζόμενος λαμβάνει την αντίστοιχη στάση. Στην πράξη, συνήθως αξιολογούνται οι επιμέρους εργασίες με τη χρήση και των δύο πινάκων. Έπειτα από τη διαδικασία αξιολόγησης ακολουθεί ο εντοπισμός κατηγοριών δράσης.

**Πίνακας 3.1: Δεν λαμβάνεται υπόψη η διάρκεια της εργασίας**

		1			2			3			4			5			6			7		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	3	2	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

ΜΕΣΗ

ΑΝΩ ΑΚΡΑ

ΚΑΤΩ ΑΚΡΑ

ΕΞ. ΔΥΝΑΜΗΣ

**ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΡΑΣΗΣ**

- 1 δεν χρειάζονται μέτρα
- 2 διορθωτικά μέτρα στο εγγύς μέλλον
- 3 διορθωτικά μέτρα όσο το δυνατόν γρηγορότερα
- 4 διορθωτικά μέτρα αμέσως

(Πηγή: Μαρμαράς, 2003; Λάϊος & Γιαννακούρου-Σιουτάρη, 2003)

**Πίνακας 3.2: Λαμβάνεται υπόψη η διάρκεια της εργασίας, όχι όμως η εξάσκηση δύναμης**

ΜΕΣΗ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	
	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	
	4	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	
ΑΝΩ ΑΚΡΑ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	
	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	
	4	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	
ΚΑΤΩ ΑΚΡΑ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
	3	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	
	4	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	
	5	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	
	6	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	
	7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
% χρόνου εργασίας		0	20	40	60	80	100					

**ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΡΑΣΗΣ**

- 1 δεν χρειάζονται μέτρα
- 2 διορθωτικά μέτρα στο εγγύς μέλλον
- 3 διορθωτικά μέτρα όσο το δυνατόν γρηγορότερα
- 4 διορθωτικά μέτρα αμέσως

(Πηγή: Μαρμαράς, 2003; Λάϊος & Γιαννακούρου-Σιουτάρη, 2003)

### 3.3 Μέθοδος RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Η μέθοδος RULA (Rapid Upper Limb Assessment) αναπτύχθηκε από τους McAtamney & Corlett (1993) με σκοπό τη χρήση της σε εργονομικές έρευνες σε εργασιακούς χώρους, ιδίως εκεί όπου αναφέρονται συχνά προβλήματα των άνω άκρων. Η RULA αξιολογεί τον φόρτο που δέχεται το σώμα, με έμφαση στον λαιμό, τον κορμό και τα άνω άκρα.

Αξιόπιστες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τη μέθοδο RULA σε ομάδες ατόμων που διαχειρίζονται βίντεο και σε χρήστες ραπτομηχανών. Η αξιολόγηση με αυτή τη μέθοδο είναι γρήγορη και παρέχει αποτελέσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη αποτελεσματικών λύσεων για τη μείωση ή ακόμη και την εξάλειψη των κινδύνων. Η μέθοδος RULA συνήθως ενσωματώνεται σε μια ευρύτερη εργονομική μελέτη, όπως αρχικά αναπτύχθηκε από τους McAtamney & Corlett (1993).

Η διαδικασία RULA αποτελείται από τρία βήματα:

**Βήμα 1: Παρατήρηση και επιλογή της αξιολογούμενης στάσης:** Στην αξιολόγηση επιλέγετε μια συγκεκριμένη δραστηριότητα στον χώρο εργασίας για παρατήρηση, με έμφαση στις στάσεις που λαμβάνουν οι εργαζόμενοι. Είναι σημαντικό να παρατηρήσετε τις στάσεις που διαδέχονται και να επιλέξετε την πλέον αντιπροσωπευτική. Ανάλογα με τη μελέτη, μπορεί να γίνει επιλογή βάσει της στάσης που είναι πιο διαδεδομένη ή επώδυνη για την υγεία των εργαζομένων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι προτιμότερο να παρακολουθείτε τις στάσεις σε τακτικά διαστήματα, ιδίως αν ο χώρος εργασίας περιλαμβάνει ποικιλία στάσεων.

**Βήμα 2: Αξιολόγηση και καταγραφή της στάσης του σώματος:** Αξιολογείτε τη στάση του σώματος για τον αριστερό, το δεξί ή και τους δύο ώμους, λαμβάνοντας υπόψη τη θέση των χεριών, των βραχιόνων και των καρπών. Η αξιολόγηση γίνεται με βάση τον πίνακα αξιολόγησης, κατά τον οποίο ανατίθενται βαθμοί για κάθε παράγοντα.

Έπειτα, υπολογίζεται η συνολική βαθμολογία για τα άνω άκρα. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τον λαιμό, τον κορμό και τα κάτω άκρα.

**Βήμα 3: Επίπεδο Δράσης:** Η τελική βαθμολογία συγκρίνεται με έναν κατάλογο δράσεων για τη λήψη μέτρων. Ανάλογα με το επίπεδο δράσης που αντιστοιχεί στην τελική βαθμολογία, κρίνεται αν χρειάζονται μέτρα για τη βελτίωση των εργασιακών συνθηκών.

### **- Ταχεία αξιολόγηση άνω άκρων (Rapid Upper Limb Assessment - RULA)**

Η μέθοδος "Ταχεία Αξιολόγηση Άνω Άκρων" (Rapid Upper Limb Assessment - RULA) αναπτύχθηκε για την εργονομική αξιολόγηση χώρων εργασίας όπου υπάρχουν προβλήματα ή υποψίες για διαταραχές στους άνω άκρους. Αυτή η μέθοδος επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της ορθοστατικής δύναμης στους άνω άκρους, επιδίδοντας ιδιαίτερη προσοχή στον αυχένα, την άνω πλάτη και τη μυϊκή δραστηριότητα που μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμούς και μυοσκελετικά προβλήματα.

Η RULA είναι ένα γρήγορο εργονομικό εργαλείο αξιολόγησης που απαιτεί ελάχιστη εκπαίδευση και δεν απαιτεί εξειδικευμένα όργανα. Σκοπός της είναι να δημιουργήσει ένα βαθμολογικό σύστημα βασισμένο σε παρατηρήσεις, περιλαμβάνοντας επαναλήψεις, στάσεις, γωνίες αρθρώσεων και ασκούμενη μυϊκή δύναμη. Αυτό το σύστημα βαθμολόγησης χρησιμοποιείται στη συνέχεια για να καθορίσει το επίπεδο έκθεσης και τα απαιτούμενα μέτρα αντιμετώπισης.

Η RULA χρησιμοποιείται ως μέρος ευρύτερης εργονομικής μελέτης και μπορεί να εφαρμοστεί προτού και μετά από την υιοθέτηση μέτρων ελέγχου για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους.

Οι αξιολογήσεις RULA περιλαμβάνουν την παρατήρηση των άνω άκρων και των σωματικών στάσεων ενός εργαζομένου κατά τη διάρκεια της εργασίας. Η αξιολόγηση επικεντρώνεται στη διάρκεια, τις γωνίες των αρθρώσεων, την ασκούμενη δύναμη και τη συχνότητα της εργασίας. Οι στάσεις που αξιολογούνται χωρίζονται σε δύο ομάδες: ομάδα Α που περιλαμβάνει τα άνω άκρα και ομάδα Β που περιλαμβάνει τον κορμό και τα κάτω άκρα.

Με βάση αυτές τις αξιολογήσεις, χρησιμοποιούνται πίνακες βαθμολόγησης για τον προσδιορισμό της τελικής βαθμολογίας. Στη συνέχεια, αυτή η βαθμολογία συγκρίνεται με έναν κατάλογο συστάσεων για μέτρα αντιμετώπισης των εργονομικών προβλημάτων.

Η RULA παρέχει αναλυτικές οδηγίες για τη χρήση της και είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση και τη βελτίωση των εργονομικών συνθηκών στον χώρο εργασίας.

**RULA Employee Assessment Worksheet** Version 1.0 RULA is a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993; 24(2): 91-99

### A. Arm and Wrist Analysis

**Step 1: Locate Upper Arm Position:**

**Step 2: Adjust...**  
 If shoulder is twisted: +1  
 If upper arm is extended: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 3: Locate Lower Arm Position:**

**Step 4: Adjust...**  
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**Step 5: Locate Wrist Position:**

**Step 6: Adjust...**  
 If wrist is bent from midline: Add +1

**Step 7: Wrist Twist:**  
 If wrist is twisted in mid-range: +1  
 If wrist is in or near end of range: +2

**Step 8: Look-up Posture Score in Table A:**  
 Using values from steps 1-7 above, locate score in Table A.

**Step 9: Add Muscle Use Score:**  
 If person usually rests (1 or less): 0  
 Or if action repeated occurs <10 per minute: +1

**Step 10: Add Force/Load Score:**  
 If load < 4.4 lbs (2000g): 0  
 If load 4.4 to 22 lbs (2000g to 10000g): +1  
 If load 22 to 33 lbs (10000g to 15000g): +2  
 If more than 33 lbs or repeated or chronic: +3

**Step 11: Find Row in Table C:**  
 Add values from steps 8-10 above. Find row in Table C.

### SCORES

**Table A: Wrist Posture Score**

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture			
		0	1	2	3
1	1	1	2	3	4
2	2	2	3	4	5
3	3	3	4	5	6
4	4	4	5	6	7
5	5	5	6	7	8
6	6	6	7	8	9

**Table B: Neck, Trunk and Leg Score**

Neck	Trunk Posture				Leg
	0	1	2	3	
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9
6	6	7	8	9	10

**Table C: Neck, Trunk and Leg Score**

Neck	Trunk				Leg
	0	1	2	3	
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9
6	6	7	8	9	10

**Scoring:** (Total score from Table C)  
 1 or 2 = acceptable posture  
 3 or 4 = further investigation, change may be needed  
 5 or 6 = further investigation, change likely  
 7 = investigate and implement change

### B. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 9: Locate Neck Position:**

**Step 10: Adjust...**  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: +1

**Step 11: Locate Trunk Position:**

**Step 12: Adjust...**  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: +1

**Step 13: Legs:**  
 If legs and feet are supported: +1  
 If not: +2

**Step 14: Look-up Posture Score in Table B:**  
 Using values from steps 9-13 above, locate score in Table B.

**Step 15: Add Muscle Use Score:**  
 If person usually rests (1 or less): 0  
 Or if action repeated occurs <10 per minute: +1

**Step 16: Add Force/Load Score:**  
 If load < 4.4 lbs (2000g): 0  
 If load 4.4 to 22 lbs (2000g to 10000g): +1  
 If load 22 to 33 lbs (10000g to 15000g): +2  
 If more than 33 lbs or repeated or chronic: +3

**Step 17: Find Column in Table C:**  
 Add values from steps 14-16 above. Find Column in Table C.

**Task name:** \_\_\_\_\_ **Estimate:** \_\_\_\_\_ **Date:** \_\_\_\_\_

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in RULA. © 1994 Reed Consulting, Inc. Published by Practical Ergonomics. <http://www.practicalergonomics.com> (204) 444-0607

Εικόνα 3.2: Φύλλο αξιολόγησης με την μέθοδο RULA

(Πηγή: McAtamney & Corlett, 1993)

### 3.4 Μέθοδος ταχείας αξιολόγησης ολόκληρου του σώματος (Rapid Entire Body Assessment - REBA)

Η μέθοδος "Ταχεία Αξιολόγηση Ολόκληρου του Σώματος" (Rapid Entire Body Assessment - REBA) αναπτύχθηκε για την εργονομική αξιολόγηση χώρων εργασίας, όπου υπάρχουν προβλήματα που σχετίζονται με τον μυοσκελετικό σώματος του εργαζομένου λόγω των εργασιακών κινδύνων. Η μέθοδος REBA εξετάζει τις κρίσιμες εργασίες σε ένα έργο και αξιολογεί τους παράγοντες που σχετίζονται με τη στάση του σώματος.

Για κάθε εργασία, η μέθοδος αξιολογεί τη στάση του σώματος και αναθέτει βαθμολογίες. Το REBA είναι ένα εργονομικό εργαλείο αξιολόγησης που απαιτεί ελάχιστη εκπαίδευση και δεν απαιτεί κανένα εξειδικευμένο όργανο. Αναπτύχθηκε για να αξιολογήσει τόσο τον εργαζόμενο όσο και το εργασιακό του περιβάλλον, παρόμοια με τη μέθοδο RULA.

Η γενική σκοπιμότητα της μεθόδου αξιολόγησης REBA είναι παρόμοια με της RULA, καθώς κρίνει τα προβλήματα που προκύπτουν από την εργασία, βαθμολογώντας την

επανάληψη, τη στάση και τη μυϊκή δύναμη για όλο το σώμα. Οι τελικές βαθμολογίες συγκρίνονται με πρότυπα ή άλλες εργασίες.

Για την εκτέλεση της αξιολόγησης REBA, γίνονται παρατηρήσεις της στάσης του σώματος, των τμημάτων που χρησιμοποιούνται συχνά και των ακραίων γωνιών άρθρωσης, διάρκειας εργασίας και ασκούμενης δύναμης.

Για να επιλέξετε τις στάσεις που θα αξιολογηθούν στη μέθοδο REBA, το σώμα χωρίζεται σε δύο ομάδες. Η ομάδα Α περιλαμβάνει τα πόδια, τον κορμό και το αυχενικό τμήμα της σπονδυλικής στήλης, ενώ η ομάδα Β περιλαμβάνει τους κάτω βραχίονες, τους βραχίονες και τους καρπούς. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις, υπολογίζονται τελικές βαθμολογίες από τον Πίνακα C. Αυτές οι τελικές βαθμολογίες αντιστοιχούν σε συστάσεις για τη βελτίωση των εργονομικών συνθηκών στον χώρο εργασίας.

Η μέθοδος REBA αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση και τη βελτίωση των εργονομικών συνθηκών στον χώρο εργασίας και παρέχει λεπτομερείς οδηγίες για τη χρήση της.



Πίνακας 3.3: Πίνακες Α, Β, C για την μέθοδο REBA

Table A		Trunk				
		1	2	3	4	5
Neck = 1	Legs					
	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
Neck = 2	Legs					
	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
Neck = 3	Legs					
	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

Table B		Upper Arm					
		1	2	3	4	5	6
Lower Arm = 1	Wrist						
	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
Lower Arm = 2	Wrist						
	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

Table C		Score A											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Score B	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

REBA Decision

REBA Score	Risk Level
1	Negligible
2 - 3	Low
4 - 7	Medium
8 - 10	High
11 - 15	Very High

(Πηγή: Hignett & McAtamney, 2000)

Task			Analyst		
<b>Group A</b>			<b>Group B</b>		
Posture/Range	Score	Total	Posture/Range	Score	Total: Left and Right
<b>Trunk</b>			<b>Upper Arms (Shoulders)</b>		
Upright	1	If back is twisted or tilted to side: +1	Flexion: 0-20° Extension: 0-20°	1	L      R Arm Abducted / Rotated: +1 Shoulder Raised: +1 Arm Supported: -1
Flexion: 0-20° Extension: 0-20°	2		Flexion: 20-45° Extension: >20°	2	
Flexion: 20-60° Extension: >20°	3		Flexion: 45-90°	3	
Flexion: >60°	4		Flexion: >90°	4	
<b>Neck</b>			<b>Lower Arms (Elbows)</b>		
Flexion: 0-20°	1	If neck is twisted or tilted to side: +1	Flexion: 60-100°	1	No Adjustments
Flexion: >20° Extension: >20°	2		Flexion: <60° Flexion: >100°	2	
<b>Legs</b>			<b>Wrists</b>		
Bilateral Wt Bearing; Walk; Sit	1	Knee(s) Flexion 30-60°: +1 Knee(s) Flexion >60°: +2	Flexion: 0-15° Extension: 0-15°	1	L      R Wrist Deviated / Twisted: +1
Unilateral Wt Bearing; Unstable	2		Flexion: >15° Extension: >15°	2	
<b>Score from Table A</b>			<b>Score from Table B</b>		
<b>Load / Force</b>			<b>Coupling</b>		
< 5 kg < 11 lb	0	Shock or Rapid Buildup: +1	Good	0	L      R No Adjustments
5 - 10 kg 11 - 22 lb	1		Fair	1	
> 10 kg > 22 lb	2		Poor	2	
<b>Score A [Table A + Load/Force Score]</b>			Unacceptable	3	
<b>Activity</b>			<b>Score B [Table B + Coupling Score]</b>		
One or more body parts are static for longer than 1 minute	+1	L      R Activity Score REBA Score [Score C + Activity Score]	L      R		
Repeat small range motions, more than 4 per minute	+1		L      R		
Rapid large changes in posture or unstable base	+1		L      R		

Εικόνα 3.3: Φύλλο αξιολόγησης μεθόδου REBA

(Πηγή: Hignett &amp; McAtamney, 2000)

### 3.5 Εφαρμογή του δείκτη Moore-Garg

Ο Δείκτης Moore-Garg αποτελεί μια προτεινόμενη μέθοδος για την αξιολόγηση του κινδύνου διαταραχών των περιφερικών άνω άκρων στο πλαίσιο των εργασιών. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για την ανάλυση των κινδύνων που σχετίζονται με την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών στον τομέα της βιομηχανικής υγιεινής. Ο Δείκτης

Moore-Garg είναι μια ημιποσοτική μέθοδος ανάλυσης που συνδυάζει τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές πτυχές.

Ο υπολογισμός της βαθμολογίας στη μέθοδο Moore-Garg βασίζεται σε πολλαπλασιαστικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ ποικίλων μεταβλητών εργασίας. Αυτές οι μεταβλητές είναι συμβατές με τις φυσιολογικές, εργονομικές και επιδημιολογικές αρχές που έχουν αποδεχτεί. Η μέθοδος αυτή δεν περιορίζεται σε ποσοτική αξιολόγηση, αλλά περιλαμβάνει και ποιοτικές πτυχές.

Ο Δείκτης Moore-Garg χρησιμοποιείται για την εξέταση εργασιών και όχι για την αξιολόγηση της ατομικής απόδοσης. Αναγνωρίζει και προβλέπει τον κίνδυνο εμφάνισης διαταραχών στους περιφερικούς άνω άκρους των εργαζομένων καθώς κατά τον υπολογισμό του λαμβάνει υπόψη την τοπική μυϊκή κόπωση ως παράγοντα κινδύνου.

Η αξιολόγηση του δείκτη Moore-Garg γίνεται με τον χωρισμό του καθήκοντος σε ξεχωριστά καθήκοντα και την αξιολόγηση της κάθε εργασίας για έξι μεμονωμένους παράγοντες κινδύνου. Οι αυτοί παράγοντες περιλαμβάνουν τη στάση του χεριού και του καρπού, τη συχνότητα της εργασίας, τη διάρκειά της ανά ημέρα, τις επαναλήψεις ανά λεπτό και την ένταση και διάρκεια της άσκησης. Ο δείκτης Moore-Garg υπολογίζεται ως το γινόμενο των έξι αυτών αξιολογήσεων.

Η τελική βαθμολογία που προκύπτει χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του επιπέδου σοβαρότητας του κινδύνου σύμφωνα με τον Δείκτη Moore-Garg. Ο δείκτης με την ονομασία Moore-Garg είναι μια προτεινόμενη μέθοδος για την ανάλυση των καθηκόντων για τον κίνδυνο διαταραχών των περιφερικών άνω άκρων και παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.4 (Moore & Garg, 1995)

### Moore-Garg Strain Index

Job / Task:

Date:

Analyst:

SI Score Interpretation  
 < 3 Safe  
 3-5 Uncertain  
 5-7 Some Risk  
 > 7 Hazardous  
 Product of all multipliers

SI = **0.0**

Variable	Rating Criterion	Observation	Variable Multiplier	Enter Multiplier
Intensity of Exertion (BS is Borg Scale)	Light	Light: Barely noticeable or relaxed effort (BS: 0-2)	1	
	Somewhat Hard	Somewhat Hard: Noticeable or definite effort (BS: 3)	3	
	Hard	Hard: Obvious effort; Unchanged facial expression (BS: 4-5)	6	
	Very Hard	Very Hard: Substantial effort; Changes expression (BS: 6-7)	9	
	Near Maximal	Near Maximal: Uses shoulder or trunk for force (BS: 8-10)	13	
Duration of Exertion (% of Cycle)	< 10%		0.5	
	10-29%		1.0	
	30-49%		1.5	
	50-79%		2.0	
	> 80%		3.0	
Efforts Per Minute	< 4		0.5	
	4 - 8		1.0	
	9 - 14		1.5	
	15 - 19		2.0	
	> 20		3.0	
Hand/Wrist Posture	Very Good	Perfectly Neutral	1.0	
	Good	Near Neutral	1.0	
	Fair	Non-Neutral	1.5	
	Bad	Marked Deviation	2.0	
	Very Bad	Near Extreme	3.0	
Speed of Work	Very Slow	Extremely relaxed pace	1.0	
	Slow	Taking one's own time	1.0	
	Fair	Normal speed of motion	1.0	
	Fast	Rushed, but able to keep up	1.5	
	Very Fast	Rushed and barely/unable to keep up	2.0	
Duration of Task Per Day (hours)	<1		0.25	
	1 - 2		0.50	
	2 - 4		0.75	
	4 - 8		1.00	
	> 8		1.50	

**Figure 3: Δείκτης Moore-Garg**  
**(Πηγή: Moore & Garg, 1995)**

## **Κεφάλαιο 4: Μελέτη και αξιολόγηση περιπτώσεων εργονομίας**

### **4.1 Εργονομική ανάλυση και αξιολόγηση των ταμείων των σε σούπερ μάρκετ πριν και μετά από τον βιομηχανικό επανασχεδιασμό τους**

Στην παρούσα ενότητα θα περιγραφεί η εργονομική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στα ταμεία ενός σούπερ μάρκετ για να αξιολογηθούν οι κινήσεις, οι χρονικές, και ηλεκτρομυογραφικές μεταβολές, τόσο σε καθιστή όσο και σε όρθια θέση, μετά τον επανασχεδιασμό ενός ταμείου.

Η καινοτομία ενός πρωτότυπου πάγκου ταμείου έγκειται σε έναν κατάλληλο τροχό τοποθετημένο στην περιοχή που μαζεύονται τα προϊόντα για να τοποθετηθούν στις σακούλες. Ο τροχός αυτός είναι κατάλληλα σχεδιασμένος, ώστε να αποτρέπει τον υπάλληλο του ταμείου να μεταφέρει χειροκίνητα τα προϊόντα κατά μήκος της περιοχής συλλογής των προϊόντων και τοποθέτησής τους σε σακούλες.

Η αξιολόγηση των κινήσεων βασίστηκε στο εύρος κινήσεων (Range of Motions - RoM) του άνω άκρου και του κορμού. Οι ηλεκτρομυογραφικές παράμετροι που αξιολογήθηκαν ήταν οι μέσες και μέγιστες μυϊκές ενεργοποιήσεις.

Τρεις παράγοντες λήφθηκαν υπόψη:

- ο σχεδιασμός (πριν και μετά τον επανασχεδιασμό),
- η στάση (όρθια ή καθιστή) και
- ο χώρος στο ταμείο που μαζεύονται τα προϊόντα (εμπρός ή οπίσθιος).

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι των εύρος των τιμών των κινήσεων (RoM) του άνω άκρου και του κορμού είναι μικρότερο κατόπιν της εργονομικής παρέμβασης στην όρθια θέση. Ακόμη, τα μοτίβα της μέσης και της μέγιστης μυϊκής ενεργοποίησης είναι παρόμοια. Προέκυψαν, επίσης, διαφορές σχετικά με τον χώρο στο ταμείο που μαζεύονται τα προϊόντα, ο οποίος απελευθερώθηκε.

Η τοποθέτηση του ειδικού τροχού συνιστά ένα εξαιρετικό βοήθημα για τη μείωση της εμβιομηχανικής υπερφόρτωσης της ανθρώπινης κίνησης στα ταμεία. Ακόμη, η μελέτη της όρθιας θέσης προκύπτει ότι είναι συμφέρουσα.

Εφαρμόστηκαν συστήματα ηλεκτρομυογραφίας (EMG) και οπτοηλεκτρονικής ανάλυσης της κίνησης. Πρόκειται για χρήσιμα συστήματα για την ποσοτική εκτίμηση των επιπτώσεων του επανασχεδιασμού του εμβιομηχανικού κινδύνου του χώρου εργασίας.

Όπως θα προκύψει από τα αποτελέσματα, ο τοποθετημένος τροχός μειώνει τον εμβιομηχανικό κίνδυνο υπερφόρτωσης της ανθρώπινης κίνησης στους ταμίες και αυξάνει τον χρόνο ανάπαυσης.

Απαντώνται πολυάριθμες αναφορές στη βιβλιογραφία που κάνουν αναφορές σε σοβαρές μυοσκελετικές διαταραχές, επαναλαμβανόμενους τραυματισμούς και διαταραχές σωρευτικών τραυμάτων. Ομοίως υφίστανται εξειδικευμένες αναφορές για τους εργαζόμενους στα ταμεία των σούπερ μάρκετ (Baron et al., 1991; Harber et al., 1992; Bonfiglioli et al., 2007). Πολλοί ερευνητές έχουν πραγματοποιήσει σχετική εργονομική αξιολόγηση σε ταμεία των σούπερ μάρκετ. Μερικές από αυτές τις έρευνες βασίστηκαν σε ποιοτικές μεθόδους (Takala et al. 2010), όπως είναι η ανάλυση βίντεο και τα ερωτηματολόγια (Baron & Habes 1992; Hinnen et al., 1992; Harber et al. 1993; Grant et al. 1994; Carrasco et al., 1995).

Σε άλλες έρευνες έχουν χρησιμοποιηθεί εκτός από βίντεο, ηλεκτρονική τρισδιάστατη ανάλυση και ηλεκτρομυογραφία για την αξιολόγηση των επιπτώσεων του χειρισμού προϊόντων διαφορετικών βαρών, των διαφορετικών διατάξεων των ταμείων (θέση ζυγαριάς, σχεδιασμός μετρητή και μεταφορικής ταινίας και τύπος σαρωτή) και της μονότονης εργασίας στο ταμείο, την κίνηση και τον πόνο (Johansson et al., 1998, Sandsjo et al., 2000, Lehman et al., 2001, Rodacki et al., 2006, 2010, Spielholz et al., 2008).

Οι διάφορες διαταραχές οφείλονται κυρίως στον υψηλό βαθμό επαναληψιμότητας της εργασίας στο ταμείο που προκύπτει από τις βάρδιες μεγάλης διάρκειας και σχετίζονται με εργονομικούς παράγοντες, όπως ο σχεδιασμός συστημάτων ταμείου με σαρωτές λείζερ (Wilson & Grey, 1984) ή ακόμη στο ψυχοφυσιολογικό στρες κλπ. (Lundberg et al., 1999).

Πιθανοί παράγοντες μυοσκελετικών κινδύνων είναι οι επαναλαμβανόμενες κινήσεις των άνω άκρων, τα στατικά φορτία, οι άβολες στάσεις και η επαναλαμβανόμενη ανύψωση φορτίων κατά τις ώρες εργασίας (Bjelle et al. 1979, Hagberg & Wegman 1987, Lannersten & Harms-Ringdahl, 1990).

Συνυπολογίζοντας τα δεδομένα που αναφέρονται σε σχετική βιβλιογραφία, ο καλύτερος σχεδιασμός ταμείου, μεταξύ αυτών που αναλύθηκαν, βρέθηκε ότι ήταν εκείνος με τη θέση της ζυγαριάς να είναι τοποθετημένη μετωπικά και με το ταμείο να είναι αντίθετα προς τον πελάτη, φέροντας οπτικό σαρωτή. Επιπλέον, η όρθια στάση βρέθηκε ότι μειώνει σημαντικά τη μυϊκή δραστηριότητα και την καταπόνηση των αρθρώσεων στους ώμους και τα άνω άκρα, αν και η ιδανική λύση είναι πιθανότατα η εναλλαγή μεταξύ ορθοστασίας και καθίσματος, σύμφωνα με όσα αναφέρουν ο Ryan (1989) και οι Lannersten & Harms-Ringdahl (1990).

Ακόμη, σε έκθεση αναφορικά με την πρόληψη μυοσκελετικών διαταραχών που σχετίζονται με την εργασία που δημοσιεύθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό για την

Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία (EU-OSHA, 2008) φαίνεται ξεκάθαρα ότι η εργασία σε καθιστή θέση τείνει να αυξάνει τη μυϊκή καταπόνηση στους ώμους και την πλάτη, επειδή τα άνω άκρα υποβάλλονται σε μεγαλύτερη προσπάθεια το επίπεδο του ώμου και η στρέψη του κορμού είναι πιο συχνή. Αντίθετα, στην όρθια θέση, το φορτίο στο λαιμό και την πλάτη αυξάνεται, λόγω του γεγονότος ότι ο ταμίας κοιτάζει προς τα κάτω τις περισσότερες φορές και σκύβει συχνά.

Οδηγίες για την εργονομία των πάγκων των ταμείων έχουν δημοσιευτεί τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ευρώπη. Παρόλο που οι κατευθυντήριες γραμμές του EU-OSHA (2008) παρέχουν συστάσεις για τη σωστή διάταξη των ταμείων (αναφορικά με την τοποθεσία των κοινώς χρησιμοποιούμενων αντικειμένων, τις μεταφορικές ταινίες και τη δυνατότητα προσαρμογής του ύψους του σημείο ελέγχου), οι εν λόγω συστάσεις τείνουν να είναι περισσότερο ποιοτικές παρά ποσοτικές.

Το πρότυπο UNI EN ISO 14738 (UNI, 2009) παρέχει αντ' αυτού ποσοτικές προδιαγραφές, αν και αναφέρεται σε σταθμούς εργασίας γενικά και δεν εστιάζει ιδιαίτερα στις συσκευές ταμείου.

Επιπλέον, οι προαναφερθείσες οδηγίες δεν λαμβάνουν υπόψη όλους τους εμβιομηχανικούς παράγοντες κινδύνου, ούτε έχουν ενημερωθεί, ώστε να αντικατοπτρίζουν την τεχνολογική πρόοδο που έχει σημειωθεί στον τομέα των ταμείων. Αν και η βιβλιογραφία περιέχει πολυάριθμες συστάσεις για τον επανασχεδιασμό των χώρων εργασίας με τέτοιο τρόπο, ώστε να μειωθούν οι κύριες αιτίες τραυματισμού των ταμείων, η εφαρμογή και ο έλεγχος τέτοιων τροποποιήσεων λείπει.

Υφίστανται αρκετές αποκλίσεις μεταξύ των εμπορικών ταμείων και των βιομηχανικά ασφαλών σχεδίων. Η δοκιμή των αλλαγών που έγιναν σε πρωτότυπα πριν από το εμπορικό στάδιο θεωρείται ως δικαιολογημένη, προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα τραυματισμών στην εργασία.

Ο στόχος της ανάλυσης της μελέτης στην παρούσα ενότητα είναι να παρασχεθεί μια εμβιομηχανική εργονομική αξιολόγηση των ταμείων σύμφωνα τις αλλαγές που προκαλούνται στο χρόνο, τις μεταβλητές κίνησης και τα ηλεκτρομυογραφικά δεδομένα.

Η καινοτομία αυτού του πρωτοτύπου είναι ο ειδικός τροχός που τοποθετείται στον χώρο που μαζεύονται τα προϊόντα στο ταμείο. Η διορθωτική παρέμβαση βασίστηκε στην υπόθεση ότι ο τροχός απαλλάσσει τον ταμία από το να χρειάζεται να σπρώξει χειροκίνητα τα προϊόντα κατά μήκος της περιοχής των προϊόντων. Η περιγραφείσα

έρευνα διεξήχθη χρησιμοποιώντας οπτοηλεκτρονικές και ηλεκτρομυογραφικές τεχνικές (Draicchio et al., 2012).

#### **4.1.1 Περιγραφή της μεθοδολογίας**

Μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν δέκα (10) ταμίες (γυναίκες) που διέθεταν εργασιακή εμπειρία άνω των δύο (2) ετών. Ο μέσος όρος ηλικίας, ύψους και βάρους τους ήταν 38 ετών, 163 cm και 58 κιλά, αντίστοιχα.

Οι ταμίες εκτέλεσαν εθελοντικά τις δοκιμές της μελέτης στο εργαστήριο. Καμία από τις συμμετέχουσες ταμίες δεν είχε ιστορικό μυοσκελετικών διαταραχών ή νευρολογικών παθήσεων ούτε είχε λάβει πρόσφατη φαρμακευτική αγωγή.

Η περιγραφείσα μελέτη είναι εγκεκριμένη από την τοπική επιτροπή δεοντολογίας και σύμφωνη με τις δηλώσεις του Ελσίνκι (Draicchio et al., 2012).

#### **4.1.2 Περιγραφή του ταμείου του σούπερ μάρκετ**

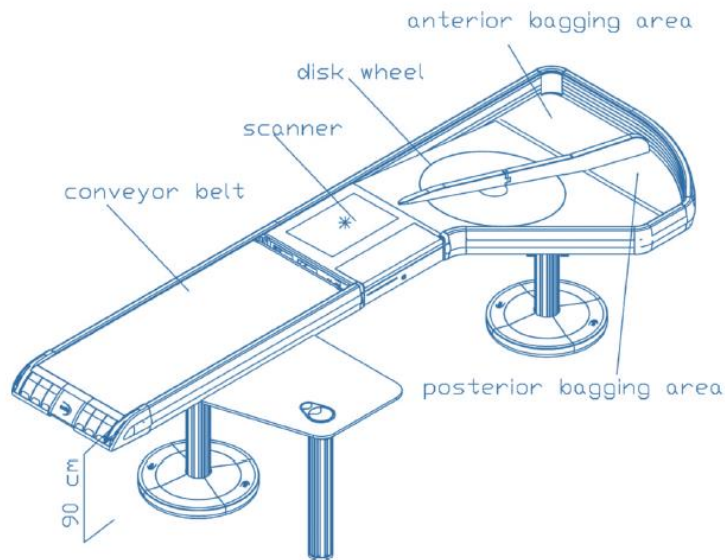
Στο ταμείο που μελετήθηκε, η εκφόρτωση των προϊόντων των πελατών γινόταν από αριστερά προς τα δεξιά μέσω ενός ιμάντα μεταφοράς και με τη χρήση οπτικού σαρωτή (Εικόνα 4.1). Το σταντ ελέγχου σχεδιάστηκε για να είναι ο υπάλληλος σε είτε σε όρθια είτε σε καθιστή θέση εργασίας.

Το πρότυπο UNI EN ISO 14738 (UNI, 2009) συνιστά εύρος 86,7-110,5cm και 79,5-132,7cm για το ύψος ενός σταθμού εργασίας σε όρθια και καθιστή θέση, αντίστοιχα.

Επιπλέον, ένα εθνικό πρότυπο που είναι ειδικό για τα ταμεία και συγκεκριμένα το ΟΝ Α5910/2004 (FNA, 2004), ορίζει το ύψος των πάγκων ελέγχου στα 90cm. Προκειμένου να ικανοποιηθούν και τα δύο ανωτέρω πρότυπα, το ύψος του σταντ ελέγχου σχεδιάστηκε να είναι σε ύψος 90cm. Το ύψος και η πλάτη του καθίσματος ήταν ρυθμιζόμενα.

Ζητήθηκε από τους υπαλλήλους να επιλέξουν το ύψος του καθίσματος που θεωρούσαν πιο άνετο. Αφού επαληθεύτηκε η καταλληλότητα του επιλεγμένου ύψους από έμπειρο εργονόμο, το ύψος αυτό διατηρήθηκε στην καθιστή θέση. Το εύρος της δυνατότητας ρύθμισης των καθισμάτων καθορίστηκε με βάση το πρότυπο UNI EN ISO 14738. Το συρτάρι μετρητών και το πληκτρολόγιο της ταμειακής μηχανής τοποθετήθηκαν πάνω από το σαρωτή και μπροστά από το ταμείο.





**Εικόνα 4.1: Σταντ ελέγχου των προϊόντων στο ταμείο**  
(Πηγή: Draicchio et al., 2012)

Όπως προαναφέρθηκε, ο επανασχεδιασμός της θέσης εργασίας συνίστατο στην τοποθέτηση ενός τροχού στην περιοχή τοποθέτησης και αποθήκευσης των προϊόντων. Η περιστροφή του τροχού θα συγχρονιζόταν με την κίνηση του ιμάντα μεταφοράς των προϊόντων. Και οι δύο κινήσεις λάμβαναν χώρα με τη βοήθεια ενός φωτοκύτταρου τοποθετημένου στο άκρο του μεταφορικού ιμάντα.

Η καταγραφή και λήψη των κινήσεων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας ένα στερεο-φωτογραμμετρικό σύστημα οκτώ υπέρυθρων βιντεοκάμερων τύπου Smart - e. Τοποθετήθηκαν κατάλληλοι αισθητήρες σε εμφανή οστέινα σημεία του σώματος των υπαλλήλων, σύμφωνα με τις συστάσεις της Διεθνούς Εταιρείας Βιομηχανικής (International Society of Biomechanics - ISB) (Wu et al., 2002; Wu et al., 2005). Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκαν πάνω από το αριστερό και το δεξιό άκρο του ώμου, την ακανθώδη απόφυση του 7<sup>ου</sup> αυχενικού και του 8<sup>ου</sup> θωρακικού σπονδύλου, του αριστερού και δεξιού ωλεκράνου, της αριστερής και δεξιάς στυλοειδούς απόφυσης της ωλένης και του αριστερού και δεξιού οπίσθιου άνω λαγονίου της σπονδυλικής στήλης. Πριν την πρώτη λήψη των δεδομένων, εκτελέστηκε η διαδικασία βαθμονόμησης με βάση τα ακόλουθα δύο (2) βήματα (Draicchio et al., 2012):

- **1<sup>ο</sup> βήμα:** τρεις ορθογώνιοι άξονες τοποθετήθηκαν στο κέντρο του εργαστηρίου, ώστε να οριστεί το σύστημα των συντεταγμένων αναφοράς.

- **2<sup>ο</sup> βήμα:** καταγράφηκε για περίπου 1 λεπτό η κίνηση ενός ραβδίου στον χώρο της εργασίας. Τα δεδομένα που αποκτήθηκαν, ψηφιοποιήθηκαν με ρυθμό δειγματοληψίας 120 Hz.

Η χωρική ακρίβεια ήταν 50,2mm στις διαστάσεις του συστήματος συντεταγμένων αναφοράς x, y και z. Τα επιφανειακά μυοηλεκτρικά σήματα αποκτήθηκαν με ρυθμό δειγματοληψίας 1KHz, χρησιμοποιώντας ηλεκτρομυογράφο επιφάνειας μετάδοσης Wi-Fi των 16 καναλιών.

Επίσης, πραγματοποιήθηκε η διαδικασία φιλτραρίσματος και αφαίρεσης του θορύβου πριν την επεξεργασία.

Οι χαμηλότερες και ανώτερες συχνότητες αποκοπής του φίλτρου Hamming ήταν 10 Hz και 400 Hz, αντίστοιχα, ενώ ο λόγος απόρριψης κοινού τρόπου λειτουργίας (CMRR - Common Mode Rejection Ratio) ήταν 100 dB.

Μετά την προετοιμασία του δέρματος, τοποθετήθηκαν αμφίπλευρα πάνω από το δικέφαλο, τον τρικέφαλο, τον πρόσθιο δελτοειδή, τον μείζονα θωρακικό, τη ραχιαία, οσφυϊκή, θωρακική και αυχενική περιοχή κατάλληλα ηλεκτρόδια Ag/AgCl από ηλεκτροαγώγιμο τζελ (με διάμετρο 1 cm και απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων 2 cm). Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στις μυϊκές ίνες, σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές συστάσεις για την ηλεκτρομυογραφία επιφανειών (SENIAM) (Hermens et al., 1999). Προκειμένου να προκληθεί η μέγιστη εκούσια ισομετρική σύσπαση (MCVi) από κάθε μυ, πραγματοποιήθηκαν έξι (6) ισομετρικές ασκήσεις, ακολουθώντας τις ενδείξεις SENIAM (Hermens et al., 1999).

#### **4.1.3 Πειραματική πορεία**

Η εμβιομηχανική αξιολόγηση των ταμείων κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης της εργασίας στο ταμείο βασίστηκε σε μια σειρά εργασιών σάρωσης. Τρεις παράγοντες ελήφθησαν υπόψη (Draicchio et al., 2012):

- (i) ο σχεδιασμός (πριν και μετά τον επανασχεδιασμό)
- (ii) η θέση στο ταμείου (όρθια ή καθιστή)·
- (iii) ο χώρος για την εναπόθεση των προϊόντων (εμπρός ή πίσω).

Οι οκτώ (8) πιθανές διαμορφώσεις είχαν ως εξής (Draicchio et al., 2012):

A: μετά από επανασχεδιασμό, όρθια θέση, πρόσθιος χώρος για τα προϊόντα.

B: μετά από επανασχεδιασμό, όρθια θέση, πίσω περιοχή για τα προϊόντα.

C: πριν από τον επανασχεδιασμό, όρθια θέση, πρόσθιος χώρος για τα προϊόντα.

D: πριν από τον επανασχεδιασμό, όρθια θέση, πίσω περιοχή για τα προϊόντα.

E: μετά από επανασχεδιασμό, καθιστή θέση, πρόσθια περιοχή για τα προϊόντα.

F: μετά από επανασχεδιασμό, καθιστή θέση, πίσω περιοχή για τα προϊόντα.

G: πριν από τον επανασχεδιασμό, θέση καθίσματος, μπροστινή περιοχή για τα προϊόντα.

H: πριν από τον επανασχεδιασμό, καθιστή θέση, πίσω περιοχή για τα προϊόντα.

Πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) σαρώσεις για κάθε πειραματική διαμόρφωση. Η κάθε διαδικασία σάρωσης συνίστατο στην επιλογή δέκα τεσσάρων (14) προϊόντων διαφορετικών σχημάτων και μεγεθών από τον εισερχόμενο ιμάντα μεταφοράς στα αριστερά του ταμείου, στη σάρωση και στη συνέχεια στην απελευθέρωσή τους σε μία από τις δύο περιοχές αποθήκευσης στη δεξιά πλευρά. Χρησιμοποιήθηκε μόνο οριζόντιος σαρωτής.

Τα προϊόντα ήταν σαλάτα, ψωμί, ζαμπόν, τσάι, βαμβάκι, οδοντόβουρτσα, ζυμαρικά, ζάχαρη, χαρτοπετσέτες, πανί δαπέδου, χυμός φρούτων, χαρτί υγείας, απορρυπαντικό πλυντηρίου ρούχων και ένα πακέτο με έξι μπουκάλα νερού (Draicchio et al., 2012).

Τα βάρη των διαφόρων αντικειμένων αναφέρονται στον Πίνακα 4.1

**Πίνακας 4.1: Τα βάρη των προϊόντων**

Products	Weights (g)
Salad	481
Bread	425
Ham	192
Tea	66
Cotton buds	55
Toothbrush	29
Pasta	1170
Sugar	1220
Napkins	245
Floor cloth	143
Juice fruit	1181
Toilet paper	955
Washing-machine detergent	3300
Water pack (6 bottles)	9200

**(Πηγή: Draicchio et al., 2012)**

Σε κάθε επανάληψη της διαδικασίας, τα αντικείμενα τοποθετούνταν στον μεταφορικό ιμάντα στην ίδια θέση.

Ζητήθηκε από τις ταμίες να εκτελούν κάθε δοκιμή με ταχύτητα επιλεγμένη από τους ίδιους. Την ημέρα πριν από την έναρξη των επίσημων μετρήσεων, οι ταμίες πραγματοποίησαν μια συνεδρία πρακτικής διάρκειας μίας ώρας για να εξοικειωθούν με την πειραματική διαδικασία.

Οι πειραματικές διαμορφώσεις εκτελέστηκαν με τυχαία αντιστοιχισμένη σειρά. Τέλος, επιτράπηκε ανάπαυση ενός (1) λεπτού μεταξύ των ομάδων που συμμετείχαν στις τρεις εργασίες που σαρώνονταν, προκειμένου να αποφευχθεί η μυϊκή κόπωση (Draicchio et al., 2012).

#### **4.1.4 Ανάλυση των δεδομένων**

Μετά την εφαρμοζόμενη διαδικασία παρακολούθησης, γίνεται η αντιστοίχιση μιας ετικέτας σε κάθε αισθητήρα (δείκτη). Τα δεδομένα υποβάλλονται σε επεξεργασία χρησιμοποιώντας το λογισμικό Analyzer. Κάθε διαδικασία σάρωσης ξεκινούσε από τη στιγμή που η κάθε ταμίας ακουμπούσε το πρώτο αντικείμενο και διαρκούσε έως τη στιγμή που ακουμπούσε το τελευταίο προϊόν που είχε τοποθετηθεί στο χώρο που μαζεύονται όλα τα προϊόντα (Draicchio et al., 2012).

Κατ' αυτόν τον τρόπο, η διάρκεια της κάθε σάρωσης του βίντεο ορίστηκε στους 14 κύκλους, όπου ήταν ο χρόνος ανάμεσα στη χρονική στιγμή κατά την οποία η ταμίας άπλωνε το χέρι για να πιάσει ένα αντικείμενο στον μεταφορικό ιμάντα και έως τη χρονική στιγμή κατά την οποία απελευθερωνόταν το αντικείμενο (προϊόν) με κατεύθυνση την περιοχή, όπου μαζεύονται τα προϊόντα προς αγορά.

Οι στιγμές κατά τις οποίες η κάθε ταμίας άπλωνε το χέρι της για να προσεγγίσει το κάθε αντικείμενο και το άφηνε μετά τη σάρωση, υπολογίστηκαν με βάση τις θέσεις των ωλένιων δεικτών.

Επιλέχθηκε ο άξονας z του τοπικού καρτεσιανού συστήματος συντεταγμένων, ώστε να συμπίπτει με την κατεύθυνση της ροής του αντικειμένου. Η αρχή (ή το τέλος) του κάθε κύκλου κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της σάρωσης ορίστηκε ως η στιγμή κατά την οποία η θέση του αριστερού (ή του δεξιού) ωλένιου δείκτη ήταν στο ελάχιστο (ή στο μέγιστο) σημείο κατά μήκος του άξονα z.

Τα δεδομένα κανονικοποιήθηκαν στη διάρκεια ενός κύκλου και μειώθηκαν στα 100 δείγματα, εφαρμόζοντας πολυωνυμικές εξισώσεις. Οι χρονικοί παράμετροι αξιολογήθηκαν, αναλύοντας το μέσο κύκλο και το συνολικό χρόνο της διαδικασίας της σάρωσης.

Η αξιολόγηση των κινήσεων βασίστηκε στο εύρος των κινήσεων του αγκώνα, του ώμου και του κορμού στο οβελιαίο, μετωπιαίο και εγκάρσιο ανατομικό επίπεδο. Έτσι, διερευνήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι άρθρωσης (Draicchio et al., 2012).:

- στο οβελιαίο επίπεδο: η κάμψη-έκταση του δεξιού και αριστερού αγκώνα, του δεξιού και αριστερού ώμου και του κορμού.
- στο εγκάρσιο επίπεδο: δεξιός και αριστερός αγκώνας (κάμψη-έκταση), οριζόντια απαγωγή του δεξιού και αριστερού ώμου, περιστροφή κορμού.
- στο μετωπιαίο επίπεδο: δεξιός και αριστερός ώμος απαγωγή-προσαγωγή και πλάγια κάμψη.

Οι ηλεκτρομυογραφικές παράμετροι που επιλέχθηκαν ήταν οι μέσες και μέγιστες μυϊκές ενεργοποιήσεις. Η μυϊκή ενεργοποίηση προήλθε από το ηλεκτρομυογραφικό

σήμα, την ενοποίηση του χρόνου με ένα κινητό παράθυρο (πλάτους 125 ms), το φιλτράρισμα των συχνοτήτων της ζώνης χαμηλής διέλευσης στα 5 Hz και την κανονικοποίηση σε σχέση με την μέγιστη τιμή εκούσιας ισομετρικής σύσπασης (MCVi). Έτσι, οι μυϊκές ενεργοποιήσεις εκφράστηκαν ως ποσοστό της μέγιστης τιμής της εκούσιας ισομετρικής σύσπασης (MCVi).

Η κάθε μεταβλητή μετρήθηκε κατά τη διάρκεια των 14 κύκλων. Ο μέσος χρόνος κύκλου ορίστηκε ως η μέση διάρκεια και των 14 κύκλων. Η τιμή RoM για κάθε κύκλο ορίστηκε ως η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής των γωνιών της άρθρωσης εντός του αντίστοιχου κύκλου. Η τιμή RoM για την εργασία σάρωσης ορίστηκε ως τη μέση τιμή RoM στους 14 κύκλους.

Οι μέσες (μέγιστες) μυϊκές ενεργοποιήσεις για κάθε κύκλο ορίστηκαν ως ο μέσος όρος των μέγιστων ριμών στην αντίστοιχη καμπύλη του κύκλου. Οι μέσες (μέγιστες) μυϊκές ενεργοποιήσεις εργασίας σάρωσης υπολογίστηκαν ως ο μέσος όρος του μέσου όρου των 14 κύκλων.

Στη συνέχεια, ο μέσος όρος των τριών εργασιών σάρωσης υπολογίστηκε για κάθε διαμόρφωση. Ο συνολικός χρόνος σάρωσης ορίστηκε ως η μέση διάρκεια των εργασιών σάρωσης. Τέλος, υπολογίστηκε και ο μέσος όρος και των 10 υπαλλήλων ανά κάθε διαμόρφωση.

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση λογισμικού PASW (πρώην SPSS). Για κάθε πειραματική διαμόρφωση, υπολογίστηκε ο μέσος όρος όλων των χρονικών παραμέτρων, των παραμέτρων κίνησης και των ηλεκτρομυογραφικών παραμέτρων. Εφαρμόστηκε το τεστ Shapiro-Wilk, προκειμένου να επαληθευτεί η αρχική υπόθεση ότι το δείγμα που αποκτήθηκε (σε σχέση με τις παραμέτρους που υπολογίστηκαν) προήλθε από την ορθή κατανομή του πληθυσμού.

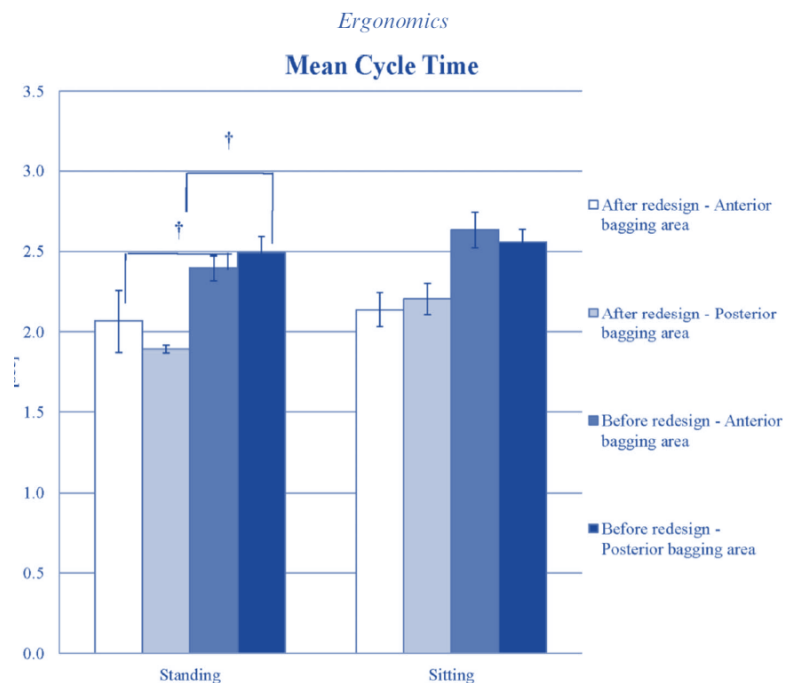
Πραγματοποιήθηκε, επίσης, η τριμερής ανάλυση διακύμανσης (με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ANOVA) για να διερευνηθούν οι επιδράσεις στις μεταβλητές των παραγόντων καθώς και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν τα λεγόμενα παραμετρικά ζεύγη t-tests για την ανίχνευση τυχόν σημαντικών διαφορών μεταξύ των διαμορφώσεων.

Τέλος, οι τιμές που ευρέθησαν μικρότερες από 0,05 θεωρήθηκαν ως στατιστικά σημαντικές.

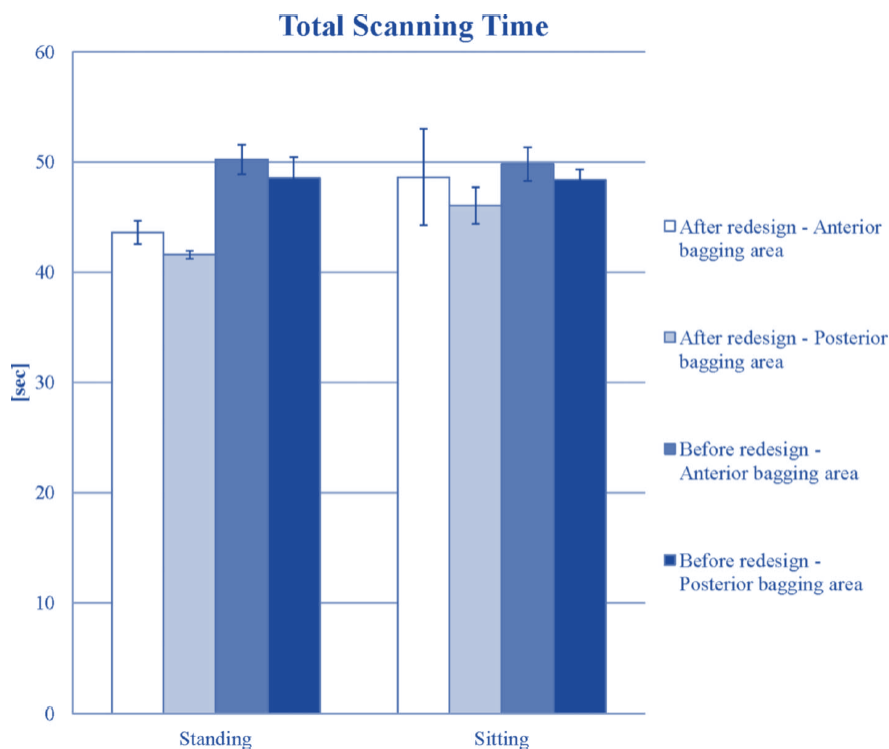
#### 4.1.5 Αποτελέσματα

Το test Shapiro-Wilk έδειξε ότι όλες οι μεταβλητές που εξετάστηκαν ήταν με κανονική κατανομή. Τα αποτελέσματα ANOVA αναφέρονται στον χρόνο, την κίνηση και τα ηλεκτρομυογραφικά δεδομένα.

Οι παράγοντες που αφορούν στη θέση και στη σχεδίαση επηρέασαν σημαντικά τον μέσο χρόνο κύκλου, ενώ ο συνολικός χρόνος σάρωσης επηρεάστηκε μόνο από τον επανασχεδιασμό (Διαγράμματα 4.1 και 4.2) (Draicchio et al., 2012).



**Διάγραμμα 4.1: Μέσος χρονικός εργονομικός κύκλος**  
(Πηγή: Draicchio et al., 2012)



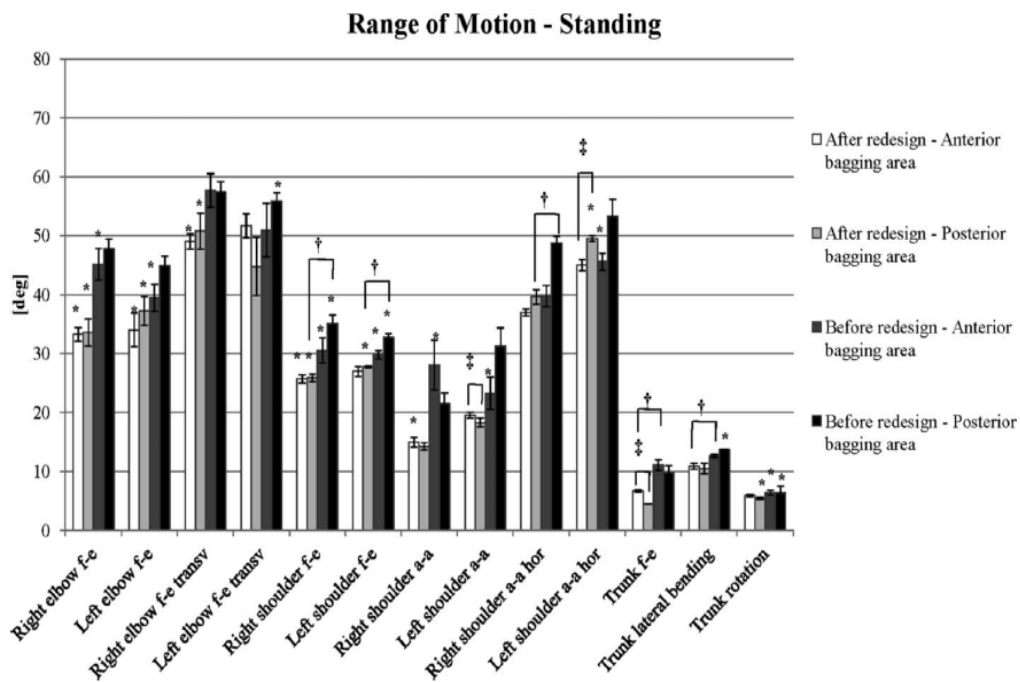
**Διάγραμμα 4.2: Συνολικός χρόνος σάρωσης**  
(Πηγή: Draicchio et al., 2012)

Επιπλέον, ανιχνεύθηκαν οι σημαντικές επιδράσεις των παραγόντων θέσης και σχεδίασης για όλες σχεδόν τις παραμέτρους κίνησης. Ο σχεδιασμός δεν είχε καμία επίδραση στην κάμψη-έκταση του αριστερού αγκώνα στο εγκάρσιο επίπεδο ή στην περιστροφή του κορμού, ενώ η απαγωγή-προσαγωγή του δεξιού ώμου και η δεξιά και αριστερή οριζόντια απαγωγή-προσαγωγή δεν επηρεάστηκαν από τη θέση.

Σημαντική επίδραση της θέσης παρατηρήθηκε για όλες τις μέσες μυϊκές ενεργοποιήσεις, αλλά για τον δεξιό δικέφαλο, ενώ η σχεδίαση και η περιοχή που τοποθετούνται τα προϊόντα δεν επηρέασαν ουσιαστικά τους μυς του αριστερού βραχίονα ή τους δεξιούς και αριστερούς θωρακικούς μύες. Οι μέγιστες μυϊκές ενεργοποιήσεις διέφεραν σημαντικά όταν άλλαζε η θέση και ενεργοποιούνταν ο τροχός. Ακόμη, διαπιστώθηκαν ελάχιστες αξιολογήσιμες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραμέτρων που αφορούσαν στις ηλεκτρομυογραφικές μεταβλητές.

#### **- Αποτελέσματα που αφορούν στην κίνηση**

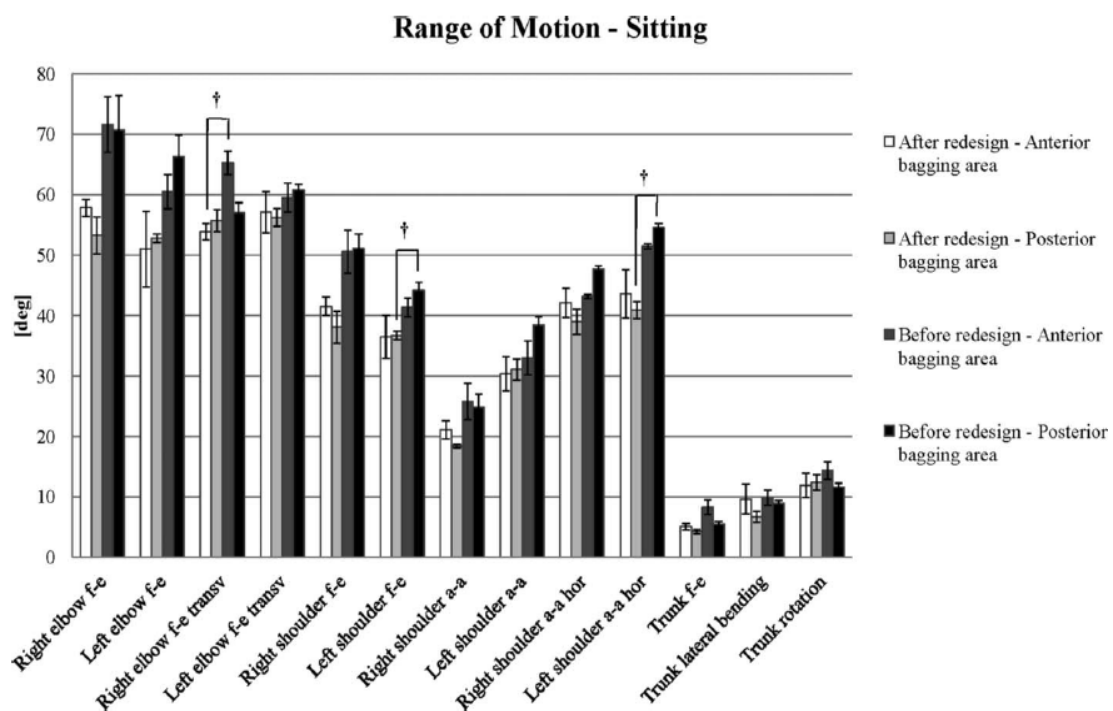
Τα Διαγράμματα 4.3 και 4.4 δείχνουν τις μέσες τιμές των τιμών των RoMs (εκφρασμένες σε μοίρες) σε όρθια και καθιστή θέση αντίστοιχα, καθώς και τα αποτελέσματα της εκ των υστέρων δοκιμής.



**Διάγραμμα 4.3: Μέσο εύρος κινήσεων (Στάση καθίσματος)**

(Πηγή: Draicchio et al., 2012)

### *Ergonomics*



**Διάγραμμα 4.4: Μέσο εύρος κινήσεων (Ορθια στάση)**

(Πηγή: Draicchio et al., 2012)

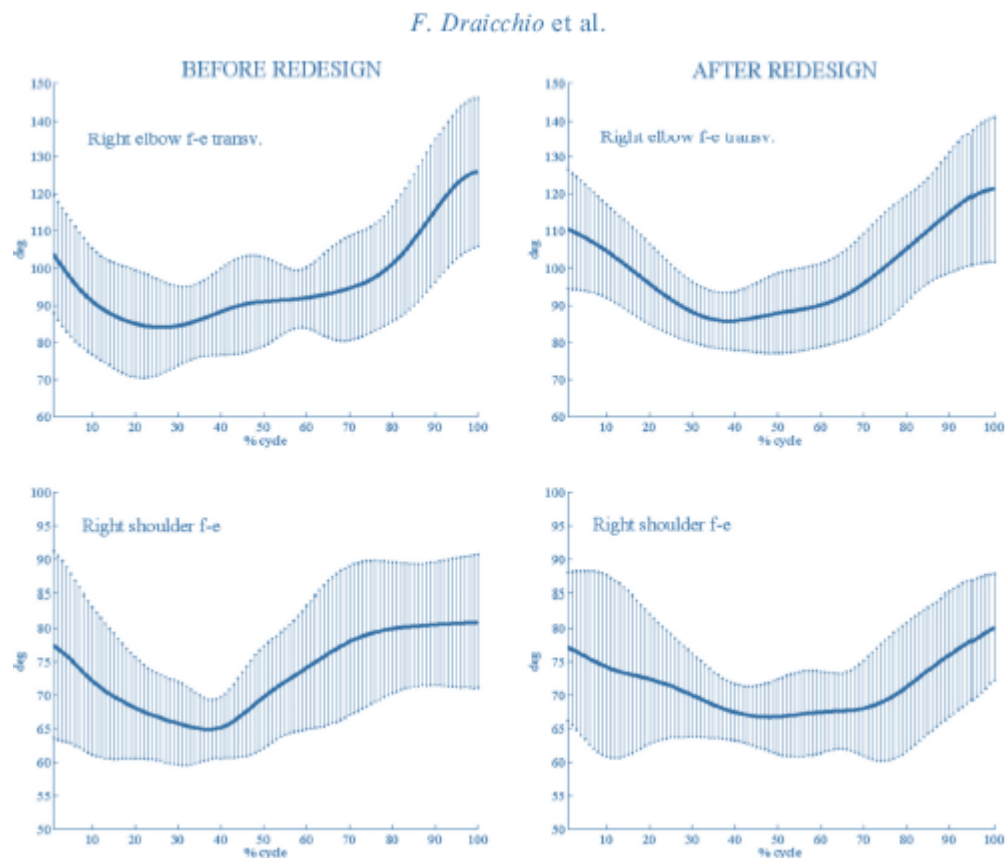
- Πριν και μετά τον επανασχεδιασμό



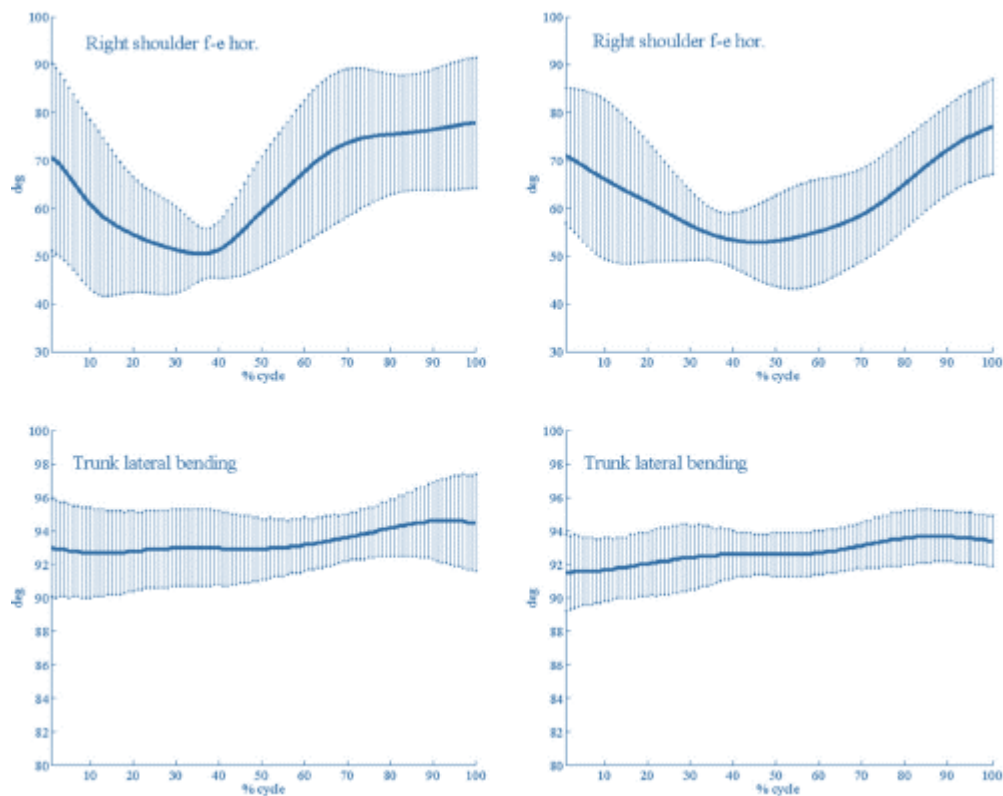
Στο σενάριο που οι ταμίες εργάζονταν σε όρθια θέση και χρησιμοποιούσαν την οπίσθια περιοχή για την εναπόθεση των προϊόντων, ο επανασχεδιασμός (δηλαδή η ενεργοποίηση του τροχού) μείωσε την κάμψη-έκταση του δεξιού και αριστερού ώμου καθώς και την οριζόντια απαγωγή-προσαγωγή του δεξιού ώμου (Draicchio et al., 2012). Όταν χρησιμοποιήθηκε η μπροστινή περιοχή για τα προϊόντα, ο επανασχεδιασμός μείωσε την πλάγια κάμψη του κορμού.

Όταν οι ταμίες εργάζονταν σε καθιστή θέση και χρησιμοποιούσαν την πίσω περιοχή για τα προϊόντα, η ενεργοποίηση του τροχού μείωσε την κάμψη του αριστερού ώμου- επέκταση και την οριζόντια απαγωγή – προσαγωγή.

Όταν χρησιμοποιήθηκε η πρόσθια περιοχή για την τοποθέτηση των προϊόντων στις σακούλες, ο επανασχεδιασμός μείωσε την οριζόντια κάμψη-έκταση του δεξιού αγκώνα. Το Διάγραμμα 4.5α και 4.5β απεικονίζουν τις γωνίες του αγκώνα, του ώμου και του κορμού στο ταμείο πριν και μετά τον επανασχεδιασμό του (Draicchio et al., 2012).



**Διάγραμμα 4.5α: Πριν και μετά τον επανασχεδιασμό του ταμείου: οι γωνίες του αγκώνα, του ώμου και του κορμού στο ταμείο**  
(Πηγή: Draicchio et al., 2012)



**Διάγραμμα 4.5β: Πριν και μετά τον επανασχεδιασμό του ταμείου: οι γωνίες του αγκώνα, του ώμου και του κορμού στο ταμείο**  
(Πηγή: Draicchio et al., 2012)

#### - Σύγκριση όρθιας στάσης και καθιστής στάσης

Οι τιμές RoM ήταν γενικά υψηλότερες στην καθιστή θέση σε σχέση με την όρθια θέση, με εξαίρεση τις περιπτώσεις της κάμψης-έκτασης, της πλάγιας κάμψης του κορμού και της οριζόντιας απαγωγής του αριστερού και του δεξιού ώμου.

Ειδικότερα, το εύρος της κάμψης του αγκώνα και του ώμου και η περιστροφή του κορμού ήταν σημαντικά υψηλότερες όταν οι ταμίες εργάζονταν σε καθιστή θέση, ανεξάρτητα από το αν ο τροχός ήταν ενεργοποιημένος ή απενεργοποιημένος και την περιοχή αποσκευών που χρησιμοποιήθηκε.

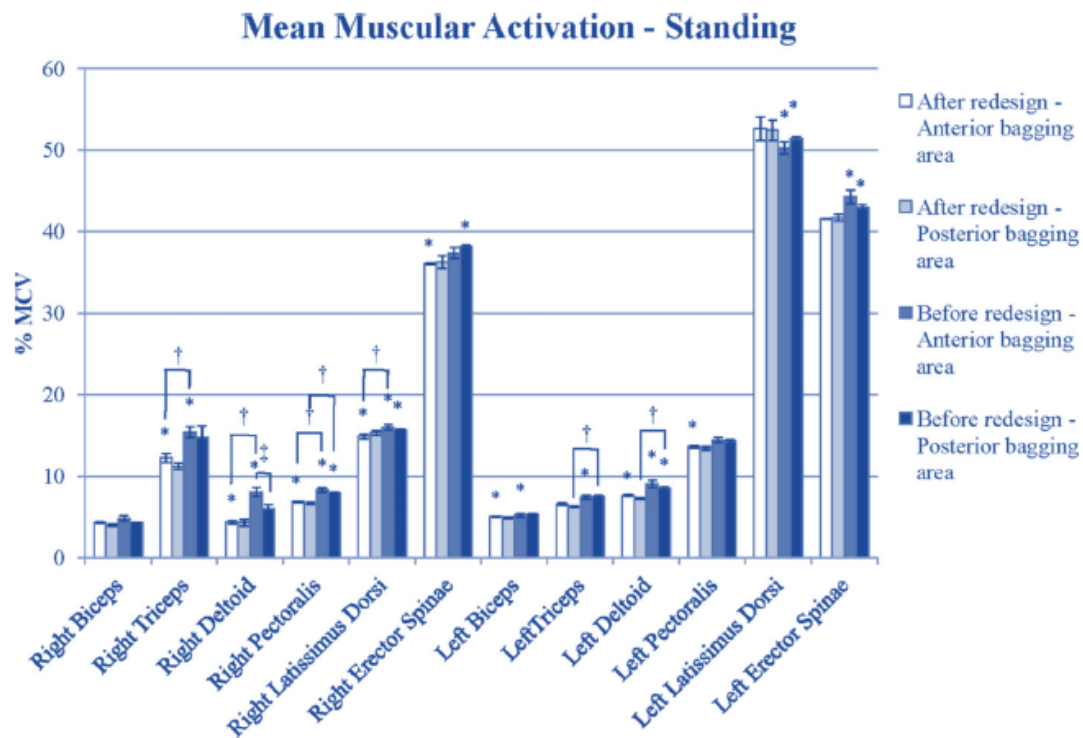
#### - Μπροστινή έναντι οπίσθιας περιοχής τοποθέτησης των προϊόντων στις σακούλες

Κατά τη σύγκριση των δύο διαφορετικών περιοχών για την τοποθέτηση των προϊόντων, οι ουσιαστικές - σημαντικές διαφορές που προέκυψαν ήταν στην όρθια θέση με τον τροχό αναμμένο. Συγκεκριμένα, η χρήση της οπίσθιας περιοχής για τις σακούλες των προϊόντων μείωσε την απαγωγή-προσαγωγή του αριστερού ώμου και την κάμψη-έκταση του κορμού, αλλά αύξησε την οριζόντια απαγωγή-προσαγωγή του αριστερού ώμου (Draicchio et al., 2012).

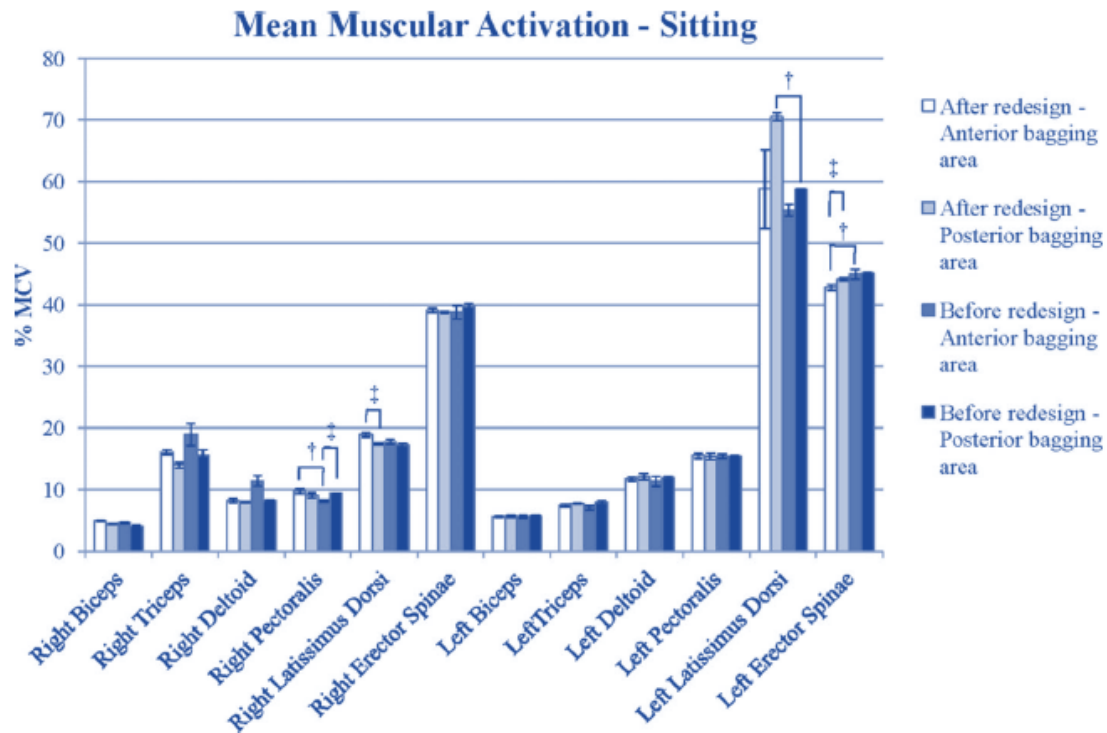
#### - Αποτελέσματα μέσης μυϊκής ενεργοποίησης

Τα Διαγράμματα 4.6 και 4.7 δείχνουν τις μέσες τιμές της μυϊκής ενεργοποίησης τόσο στην όρθια όσο και στην καθιστή θέση ως ποσοστό του MCVi, καθώς και τα αποτελέσματα της δοκιμασίας εκ των υστέρων (Draicchio et al., 2012).

### *Ergonomics*



**Διάγραμμα 4.6: Μέσες μυϊκές ενεργοποιήσεις – Όρθια θέση**  
(Πηγή: Draicchio et al., 2012)



**Διάγραμμα 4.7: Μέσες μυϊκές ενεργοποιήσεις – Καθιστή θέση**

(Πηγή: Draicchio et al., 2012)

#### **- Πριν και μετά το σχεδιασμό**

Όταν η πρόσθια περιοχή για τις σακούλες των προϊόντων χρησιμοποιήθηκε σε όρθια θέση, ο επανασχεδιασμός μείωσε σημαντικά την ενεργοποίηση του δεξιού τρικεφάλου, του δελτοειδή, του θωρακικού και της πλάτης.

Όταν χρησιμοποιήθηκε η οπίσθια περιοχή για τις σακούλες των προϊόντων, ο επανασχεδιασμός μείωσε την ενεργοποίηση του δεξιού θωρακικού, του αριστερού τρικεφάλου και του δελτοειδή.

Όταν οι ταμίες δούλευαν σε καθιστή θέση και χρησιμοποιούσαν την πρόσθια περιοχή για τις σακούλες των προϊόντων, η ενεργοποίηση του τροχού επέτεινε την ενεργοποίηση του δεξιού θωρακικού και μείωσε την ενεργοποίηση της σπονδυλικής στήλης.

Όταν χρησιμοποιήθηκε η οπίσθια περιοχή για τις σακούλες των προϊόντων, η ενεργοποίηση του αριστερού μέρους της πλάτης ήταν σημαντικά χαμηλότερη με τον τροχό του δίσκου απενεργοποιημένο (Draicchio et al., 2012).

#### **- Σύγκριση όρθιας στάσης και καθιστής στάσης**

Σχεδόν όλες οι μέσες τιμές της μυϊκής ενεργοποίησης ήταν χαμηλότερες στην όρθια θέση απ' ό,τι στην καθιστή θέση, αν και η διαφορά ήταν σημαντική μόνο για τους δεξιούς τρικεφάλους, το δελτοειδή, τους θωρακικούς μύες, το ραχιαίο και την σπονδυλική στήλη, καθώς και για τον αριστερό δικέφαλο, το δελτοειδή και την πλάτη.

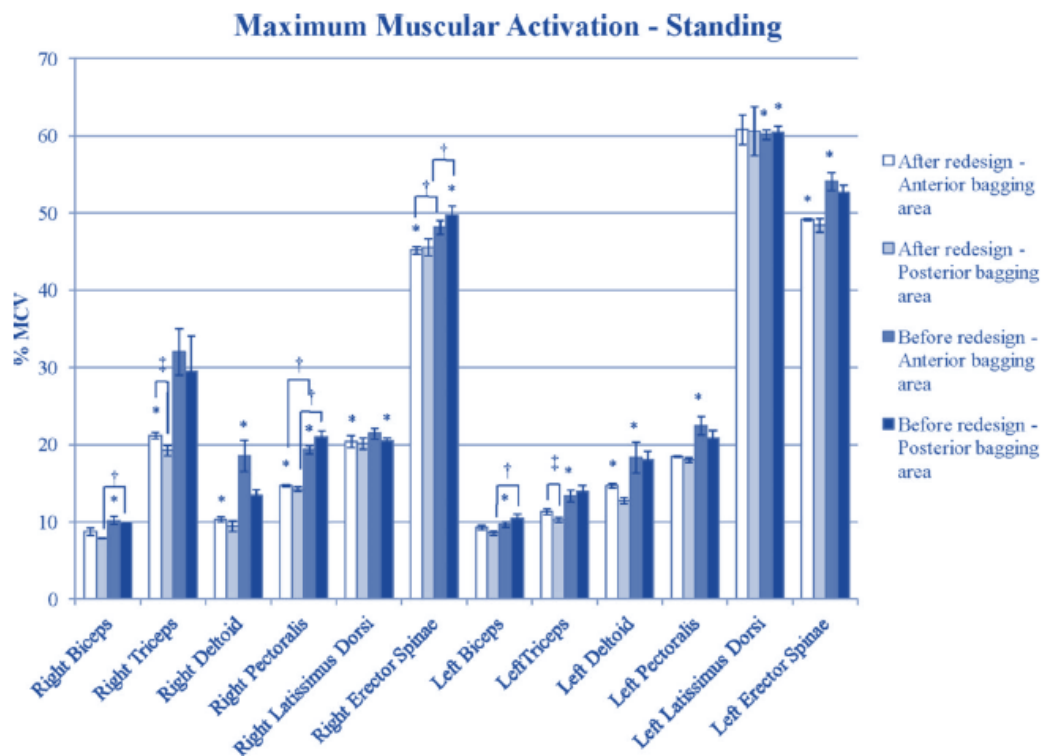
Όταν ο τροχός ήταν ενεργοποιημένος και χρησιμοποιήθηκε η οπίσθια περιοχή για τα προϊόντα, δεν υπήρχε στατιστική διαφορά μεταξύ της όρθιας και της καθιστή θέσης (Draicchio et al., 2012).

#### - Μπροστινή έναντι οπίσθιας περιοχής τοποθέτησης των προϊόντων στις σακούλες

Όταν η χρήση της πρόσθιας περιοχής τοποθέτησης των προϊόντων συγκρίθηκε με αυτή της αντίστοιχης οπίσθιας περιοχής, η μόνη σημαντική διαφορά που προέκυψε στην όρθια θέση ήταν στον δεξιό δελτοειδή με τον τροχό να μην είναι σε λειτουργία. Στην καθιστή θέση προέκυψαν διαφορές στο δεξιό θωρακικό μυ με τον τροχό να μη λειτουργεί και με τον τρόπο σε λειτουργία, στο δεξιό μέρος της πλάτης και στη σπονδυλική στήλη (Draicchio et al., 2012).

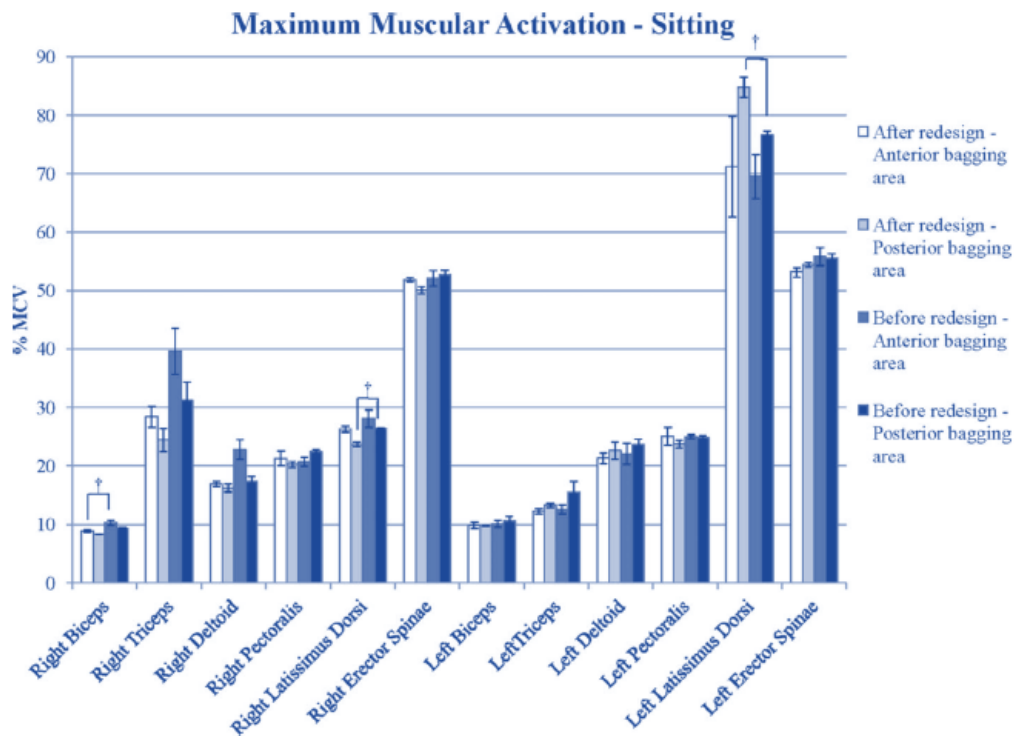
#### - Αποτελέσματα μέγιστης μυϊκής ενεργοποίησης

Τα Διαγράμματα 4.8 και 4.9 δείχνουν τις μέγιστες τιμές μυϊκής ενεργοποίησης σε όρθια και καθιστή θέση, καθώς και τα αποτελέσματα της δοκιμασίας κατόπιν του νέου σχεδιασμού (Draicchio et al., 2012).



**Διάγραμμα 4.8: Μέγιστες μυϊκές ενεργοποιήσεις – Όρθια στάση**

(Πηγή: Draicchio et al., 2012)



**Διάγραμμα 4.9: Μέγιστες μυϊκές ενεργοποιήσεις – Καθιστή στάση**

(Πηγή: Draicchio et al., 2012)

#### **- Πριν και μετά το σχεδιασμό**

Όταν οι ταμίες δούλευαν σε όρθια θέση και χρησιμοποιούσαν τον πρόσθιο χώρο για τα προϊόντα, ο επανασχεδιασμός του ταμείου μείωσε την ενεργοποίηση του δεξιού θωρακικού και της σπονδυλικής στήλης.

Όταν χρησιμοποιήθηκε η οπίσθια περιοχή για τα προϊόντα σε όρθια θέση, ο επανασχεδιασμός μείωσε την ενεργοποίηση του δεξιού δικεφάλου, του θωρακικού, της σπονδυλικής στήλης και του αριστερού δικεφάλου.

Στην καθιστή θέση, ο επανασχεδιασμός μείωσε την ενεργοποίηση του δεξιού δικεφάλου όταν χρησιμοποιήθηκε η πρόσθια περιοχή και του δεξιού πλατύ ραχιαίου όταν χρησιμοποιήθηκε ο οπίσθιος χώρος των προϊόντων. Αντίθετα, η ενεργοποίηση του αριστερού μέρους της πλάτης αυξήθηκε όταν χρησιμοποιήθηκε η οπίσθια περιοχή για τις σακούλες με τον τροχό σε λειτουργία (Draicchio et al., 2012).

#### **- Σύγκριση όρθιας στάσης και καθιστής στάσης**

Οι μέγιστες τιμές μυϊκής ενεργοποίησης ήταν υψηλότερες στην καθιστή θέση για τον δεξιό δικέφαλο, τρικέφαλο, δελτοειδή, θωρακικό, ραχιαίο πλατύ και την σπονδυλική στήλη, καθώς και για τον αριστερό δικέφαλο, τον τρικέφαλο δελτοειδή, τον θωρακικό, τον ραχιαίο πλατύ και την σπονδυλική στήλη (Draicchio et al., 2012).

#### **- Μπροστινή έναντι οπίσθιας περιοχής τοποθέτησης των προϊόντων στις σακούλες**

Όταν συγκρίθηκαν οι μπροστινές και οι οπίσθιες περιοχές τοποθέτησης των προϊόντων στις σακούλες, οι μόνες σημαντικές διαφορές που προέκυψαν ήταν η ενεργοποίηση του τρικέφαλου στην όρθια θέση με τον τροχό σε λειτουργία δεξιά και αριστερά. Σε όρθια θέση ενεργοποιήθηκε ο αριστερός θωρακικός μυς με τον τροχό να μην λειτουργεί (Draicchio et al., 2012).

#### **4.1.6 Συμπεράσματα - συζήτηση περί της εργονομικής αξιολόγησης των ταμείων σούπερ μάρκετ**

Βάσει των παρατηρήσεων και της συζήτησης που αναφέρετε σχετικά με την εργονομική αξιολόγηση των ταμείων σούπερ μάρκετ, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Ανάγκη για ενημέρωση: Το γεγονός ότι η πλειονότητα των εργονομικών μελετών βασίζονται σε απαρχαιωμένα ερωτηματολόγια ή σε αναλύσεις βίντεο αναδεικνύει την ανάγκη για ενημέρωση και βελτίωση των μεθόδων αξιολόγησης εργονομίας στον τομέα των ταμείων σούπερ μάρκετ.
2. Ποσοτική έναντι ποιοτικής μεθοδολογίας: Η αναφορά στη χρήση τρισδιάστατων και ηλεκτρομυογραφικών τεχνικών για την αξιολόγηση της εργονομίας αντιπροσωπεύει μια βελτιωμένη ποσοτική προσέγγιση. Αυτή η προσέγγιση προσφέρει πιο ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τη μυϊκή δραστηριότητα και τους κινδύνους διαταραχών στη μέση.
3. Το RoM ως αξιόπιστος δείκτης: Η χρήση του εύρους κίνησης (RoM) ως αξιόπιστου δείκτη εμβιομηχανικού κινδύνου είναι σημαντική για την αξιολόγηση των κινδύνων σχετικά με τις διαταραχές της μέσης. Αυτό μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη προβλημάτων υγείας των εργαζομένων.
4. Χρήση της επιφανειακής ηλεκτρομυογραφίας: Η επιφανειακή ηλεκτρομυογραφία αναδεικνύεται ως μια μη επεμβατική τεχνική που μπορεί να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη μυϊκή δραστηριότητα των εργαζομένων κατά τη διάρκεια εργασίας.
5. Ανάγκη για εργονομικές βελτιώσεις: Οι αξιολογήσεις των διάφορων κινήσεων των εργαζομένων στα ταμεία αποκαλύπτουν την ανάγκη για εργονομικές βελτιώσεις στον χώρο των ταμείων. Η εισαγωγή του τροχού σαρωτή μείωσε τους χρόνους εργασίας και αύξησε τον χρόνο ανάπαυσης, διατηρώντας παράλληλα την παραγωγικότητα.

Συνοψίζοντας, η μελέτη αυτή επισημαίνει τη σημασία της βελτίωσης της εργονομίας στα ταμεία σούπερ μάρκετ μέσω προηγμένων μεθόδων αξιολόγησης και αναδεικνύει την ανάγκη για την συνεχή παρακολούθηση και βελτίωση των εργασιακών συνθηκών

προκειμένου να προστατεύονται η υγεία και η ασφάλεια των εργαζομένων. Βασιζόμενοι στις παρατηρήσεις και τη συζήτηση που παρέχετε σχετικά με την εργονομία στα ταμεία των σούπερ μάρκετ, είναι σαφές ότι υπάρχουν αρκετά σημαντικά συμπεράσματα:

1. Ορθή θέση και εξοικονόμηση χρόνου: Επισημαίνετε ότι η όρθια θέση αποτελεί την πιο αποτελεσματική θέση για τους ταμίες, προσφέροντας τη δυνατότητα εξοικονόμησης χρόνου και αύξησης του χρόνου ανάπαυσης.
2. Πρόνοια για την υγεία των εργαζομένων: Αναφέρετε ότι η μετάβαση από τη θέση Β στη θέση C επιφέρει αυξημένο χρόνο ανάπαυσης για τους ταμίες, βοηθώντας έτσι στη διατήρηση της υγείας τους και την πρόληψη της κόπωσης.
3. Βελτίωση της ποιότητας της εργασίας: Ο επανασχεδιασμός των ταμείων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των κινητικών παραμέτρων και των ηλεκτρομυογραφικών παραμέτρων, πράγμα που μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα της εργασίας των ταμιών.
4. Προτεραιότητα στην όρθια θέση: Συμφωνώντας με τον Lehman (1998), επισημαίνετε ότι η όρθια θέση πρέπει να είναι η προτιμώμενη θέση για τους ταμίες, με περιοδικές περιόδους καθίσματος για την αποφυγή κόπωσης.
5. Εναλλαγή των περιοχών τοποθέτησης: Υποδεικνύετε ότι οι δύο περιοχές τοποθέτησης προϊόντων (πρόσθια και οπίσθια) πρέπει να χρησιμοποιούνται εναλλάξ για τη μείωση της κόπωσης των μυών και τη βελτίωση της εργονομίας.

Τα παραπάνω συμπεράσματα υπογραμμίζουν την ανάγκη για τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας και της εργονομίας στα ταμεία των σούπερ μάρκετ προκειμένου να προστατευθεί η υγεία και η ευημερία των εργαζομένων και να αυξηθεί η παραγωγικότητα. Καταλαβαίνω τα σημεία που έθεσες και τα μειονεκτήματα που αναδείχθηκαν στην εργονομική μελέτη για τα ταμεία των σούπερ μάρκετ. Παρόλο που υπήρχαν περιορισμοί στον αριθμό των αξιολογηθέντων ταμιών, φαίνεται ότι οι εξεταζόμενοι ταμίες ήταν αντιπροσωπευτικοί του γενικού πληθυσμού των ταμιών που χρησιμοποιούνται σε άλλες μελέτες.

Όσον αφορά την εξάσκηση των υπαλλήλων, πρέπει να τονίσουμε ότι η εξειδικευμένη κατάρτιση μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για την αντιμετώπιση των εμβιομηχανικών κινδύνων και την ενίσχυση της εργονομίας στον χώρο εργασίας.

Σε ό,τι αφορά τους μύες της σπονδυλικής στήλης και της πλάτης, που ενδεχομένως ενεργοποιούνται περισσότερο από ό,τι θα αναμενόταν για το βάρος των προϊόντων, μπορεί να συμβαίνει αυτό λόγω των δυνητικά περίπλοκων κινητικών κινήσεων που απαιτούνται για τη σάρωση και την τοποθέτηση των προϊόντων. Είναι σημαντικό να



εξετάσουμε περαιτέρω τον λόγο αυτής της ενίσχυσης των μυών και να εξετάσουμε πιθανούς τρόπους μείωσής της.

Το γεγονός ότι ο επανασχεδιασμός ενδέχεται να περιορίσει αρχικά τα οφέλη, όπως τονίσατε, υπογραμμίζει τη σημασία της εκπαίδευσης και της προετοιμασίας των υπαλλήλων για τις νέες συνθήκες εργασίας. Επιπλέον, είναι σημαντικό να διατηρηθούν οι βελτιώσεις με την πάροδο του χρόνου, καθώς οι υπάλληλοι προσαρμόζονται στο νέο σύστημα.

Τέλος, η εναλλαγή της ορθοστάσης με την καθιστή στάση αναδεικνύεται ως σημαντική πρακτική για την πρόληψη της κόπωσης και τη διατήρηση της εργονομίας. Αυτή η προσέγγιση δείχνει τη σημασία της ποικιλίας στις στάσεις εργασίας και της διατήρησης της υγείας των εργαζομένων.

Συνοψίζοντας, οι εργονομικές βελτιώσεις που εξετάστηκαν στη μελέτη είναι σημαντικές για την προστασία της υγείας των ταμιών και την αύξηση της αποτελεσματικότητάς τους. Ωστόσο, είναι αναγκαίο να διερευνηθούν περαιτέρω και να παρακολουθηθούν με τον χρόνο για τη βελτίωση των εργονομικών συνθηκών στα ταμεία των σούπερ μάρκετ.

## **4.2 Εργονομική ανάλυση της εταιρίας Electrolux**

### **4.2.1 Εισαγωγικά στοιχεία**

Ο κύριος στόχος για τα συστήματα παραγωγής είναι η συνεχής έρευνα νέων τεχνολογιών και λύσεων για την εφαρμογή λιτών προτύπων και διαδικασιών που επιφέρουν ευελιξία κατά μήκος των γραμμών παραγωγής και συναρμολόγησης.

Μια σημαντική προσέγγιση είναι η ανάλυση της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης στο χώρο της εργασίας και των δραστηριοτήτων που έχουν ανατεθεί στους εργαζόμενους. Με άλλα λόγια, ο σκοπός είναι η μελέτη όλων των εργονομικών πτυχών.

Ωστόσο, οι απαιτήσεις για μεγαλύτερη ευελιξία και για μειωμένο χρόνο στη διάθεση των προϊόντων στην αγορά, συνεπάγονται και την ταχύτερη και πιο εύκολη ικανότητα ανάλυσης των επιπτώσεων των διαδικασιών για την παραγωγή νέων προϊόντων σε συνδυασμό με την κατάσταση της υγείας των εργαζομένων. Η εν λόγω μελέτη και ανάλυση απαιτείται να διεξάγεται πριν από την πρώτη δοκιμή της παραγωγής.

Στην παρούσα ενότητα θα αναλυθεί σε εργονομικό επίπεδο η γνωστή εταιρία ηλεκτρικών ειδών Electrolux (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

Η εταιρία συμμετέχει στο χρηματοδοτούμενο από την ΕΕ έργο με τίτλο Interact. Σκοπός του προγράμματος είναι η ανάπτυξη και υιοθέτηση ενός φιλικού εργαλείου προς το χρήστη, το οποίο προσομοιώνει τη διαδικασία κατασκευής. Ακόμη, εξάγει μια ακριβή εργονομική ανάλυση πριν την παραγωγή και διάθεση των προϊόντων.

Στην διαδικασία της εργονομικής ανάλυσης εξετάζονται οι εργασίες χειρισμού των συσκευών και των χρησιμοποιούμενων υλικών, φτάνοντας στο στάδιο των προτάσεων για την ανακαίνιση ή την αναβάθμιση των σταθμών συναρμολόγησης.

Στόχος είναι ο εντοπισμός και η πρόληψη των πιθανών εργονομικών κινδύνων που αφορούν σε συγκεκριμένες κινήσεις των εργαζομένων (συλλογή, χειρισμός, φόρτωση κλπ.), καθώς επίσης και η πρόταση εναλλακτικών λύσεων. Οι διαδικασίες αυτές γίνονται με την εφαρμογή της μεθόδου NIOSH και του δείκτη OCRA.

Να σημειωθεί ότι αρχικά η διεξαγωγή της έρευνας είναι εντός ενός "εικονικού κόσμου" με τη χρήση τρισδιάστατων σχεδίων (3D). Δηλαδή γίνεται η προσομοίωση οποιασδήποτε εργασίας και η λήψη της αντίστοιχης εργονομικής αξιολόγησης.

Επίσης, όπως αναφέρθηκε στην Ενότητα 4.2 είναι δυνατή η εργονομική ανάλυση των υφιστάμενων δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση τυποποιημένων καμερών (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

#### ***4.2.2 Πληροφορίες για την εταιρία Electrolux***

Η Electrolux θεωρείται ο παγκόσμιος ηγέτης στις οικιακές συσκευές. Βασίζεται στη βαθιά γνώση των προτιμήσεων των καταναλωτών, ενώ παράλληλα αναπτύσσει στενή συνεργασία με επαγγελματίες-χρήστες.

Η Electrolux αναζητά και βρίσκει προσεκτικά σχεδιασμένες, καινοτόμες λύσεις για νοικοκυριά και επιχειρήσεις, με προϊόντα όπως ψυγεία, πλυντήρια πιάτων, πλυντήρια ρούχων, κουζίνες, ηλεκτρικές σκούπες, κλιματιστικά και μικρές οικιακές συσκευές.

Ο Όμιλος πουλά περισσότερα από 50 εκατομμύρια προϊόντα σε πελάτες σε περισσότερες από 150 αγορές κάθε χρόνο (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

Μέσω της κερδοφόρας ανάπτυξης, των καινοτόμων προϊόντων, της λειτουργικής αριστείας και των αφοσιωμένων εργαζομένων, η Electrolux δημιουργεί τις προϋποθέσεις για να επιτύχει το όραμά της να γίνει η καλύτερη εταιρεία συσκευών στον κόσμο.

Οι αξίες της Electrolux είναι (Del Fabbro & Santarossa, 2016):

- Πάθος για καινοτομία
- Εμμονή με τον πελάτη
- Οδηγός των αποτελεσμάτων.

Ένα πολύ ζωντανό μέρος της εταιρείας Electrolux, είναι η Electrolux Professional η οποία είναι ο μοναδικός προμηθευτής παγκοσμίως που προσφέρει μια πλήρη γκάμα προϊόντων υψηλής απόδοσης για επαγγελματικές κουζίνες και συστήματα πλυντηρίων ρούχων με την ίδια μάρκα.

Οι 2.000 συνεργάτες για το service σε 140 χώρες διασφαλίζουν ότι ο αποδοτικός σε πόρους εξοπλισμός, δύναται να οδηγήσει στην καινοτομία και στο βελτιωμένο σχεδιασμό, καταφέροντας να συμβάλλει στην βελτίωση της καθημερινής επιχειρηματικής δραστηριότητας των πελατών της εταιρίας.

Η οργάνωση των διαδικασιών εργασίας ακολουθεί το εργονομικό μοντέλο Lean. Το σύστημα παραγωγής και διαχείρισης που χρησιμοποιείται ονομάζεται EPS (Σύστημα Παραγωγής Electrolux). Έχει καθιερωθεί για τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της εταιρίας στην αγορά. Ωστόσο, είναι υποχρεωμένη να αναδιοργανώνει διαρκώς το σύστημα παραγωγής της εφόσον επιθυμεί να παραμείνει ανταγωνιστική.

Το σύστημα παραγωγής και διαχείρισης EPS έχει επικεντρωθεί στη συνεχή βελτίωση και στη συμμετοχή όλων των εργαζομένων της εταιρείας, προκειμένου να μειώσει ή να εξαλείψει τις δραστηριότητες που δεν έχουν αξία ("muda") (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

Η Electrolux Professional έχει επαναπροσδιορίσει την οργάνωση παραγωγής της με βάση τις αρχές που έχουν ήδη υιοθετηθεί από άλλες εταιρείες ειδικά στην Ιαπωνία. Χρησιμοποιεί τα εργαστήρια Kaizen, ώστε να επιτύχει τη διάδοση των ιδεών της και να διδάξει νέες τεχνικές προς την κατεύθυνση της αλλαγής της νοοτροπίας των ανθρώπων.

Πρώτη προτεραιότητα της Electrolux είναι η ασφάλεια (Safety First) των εργαζομένων. Αυτό σημαίνει ότι οποιαδήποτε δραστηριότητα αναλυθεί έχει σκοπό την αποφυγή ατυχημάτων ή τραυματισμών. Δεδομένου ότι δίνεται έμφαση στον τομέα αυτόν, παρατηρείται μείωση του αριθμού των τραυματισμών. Παρόλα αυτά είναι αυξημένες οι ενδείξεις για την εμφάνιση επαγγελματικών ασθενειών. Στο πλαίσιο η Electrolux προσπαθεί να εφαρμόζει τις βέλτιστες μεθοδολογίες πρόληψης των ασθενειών. Κατ' αυτόν τον τρόπο, εκτελούνται πολλαπλές αναλύσεις στους χώρους εργασίας όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, χωρίς να παραμελείται η ασφάλεια των εργαζομένων στις εργονομικές μελέτες.

Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι η γήρανση των εργαζομένων είναι σημαντική και διαρκώς αυξάνεται. Το ακόλουθο γράφημα δείχνει την κατανομή της ηλικίας στο εργατικό δυναμικό: ο πραγματικός μέσος όρος είναι περίπου 48 έτη.

Ακριβώς γι' αυτό το λόγο, περίπου το 24% των εργαζομένων της εταιρίας αλλάζουν καθήκοντα κατά τη διάρκεια του έτους (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

### **4.2.3 Εργονομική ανάλυση**

Συνήθως, στην εργονομική ανάλυση δίνεται προτεραιότητα στις γραμμές συναρμολόγησης. Ωστόσο, η Electrolux ξεκίνησε την εργονομική της ανάλυση, προκειμένου να αυξήσει την εργονομία της στις δραστηριότητες της αποθήκης της.

Η ακολουθούμενη εργονομική της στρατηγική συνίσταται στο πρόγραμμα με τίτλο: "Zero time rump-up".

Κρίσιμο σημείο της ανάλυσης είναι η συνεχής εργονομική βελτίωση των χώρων εργασίας, η αποτελεσματικότητα στις διάφορες λειτουργίες και προφανώς η διασφάλιση της ασφάλειας των εργαζομένων (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

Επίσης, στις χειροκίνητες διαδικασίες (π.χ. στις γραμμές συναρμολόγησης) έχουν διερευνηθεί λύσεις που εφαρμόζονται στο πλαίσιο του συστήματος ESP σε εφοδιαστικές λειτουργίες (π.χ. στην αποθήκη). Εντούτοις, οι λύσεις αυτές εξακολουθούν να μην είναι ιδιαίτερα σαφείς, παρά το γεγονός ότι είναι ψηφιακές.

Οι χειρωνακτικές εργασίες για την αποθήκευση, το χειρισμό και τη συλλογή των εξαρτημάτων, καθώς και η ανθρώπινη αλληλεπίδραση με το βοηθητικό εξοπλισμό και τα οχήματα μεταφοράς (τρένα-καροτσάκια) απαιτούν επίσης την υιοθέτηση των κατάλληλων εργαλείων και υπηρεσιών προσομοίωσης. Αυτά προκύπτουν βάσει της ανθρώπινης εμπειρίας και της διαθέσιμης διάταξης του εξοπλισμού. Με αυτόν τον τρόπο, βελτιστοποιούνται οι λειτουργίες και οι στρατηγικές διαχείρισης της αποθήκης για την γρήγορη εκπλήρωση των εισερχόμενων αιτημάτων από τις γραμμές συναρμολόγησης.

Η εργονομική ανάλυση διεξήχθη πιλοτικά στο εργοστάσιο πλυντηρίων πιάτων, Vallenoncello (Ιταλία). Συγκεκριμένα μελετήθηκε ο χώρος συλλογής, αποθήκευσης και χειρισμού όλων των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται για τα επαγγελματικά πλυντήρια πιάτων.

Τα διάφορα εξαρτήματα και υλικά παραδίδονται από διάφορους προμηθευτές με διαφορετικούς τρόπους συσκευασίας, ανάλογα με τη διάσταση, το σχήμα, το βάρος κ.λπ. Επίσης, όταν ένα ή περισσότερα είδη εισέρχονται στην αποθήκη για πρώτη φορά, καταχωρείται και αναλύεται από την Ομάδα Διαχείρισης Υλικών (Material Management Team - MMT), για τον καθορισμό του μελλοντικού τρόπου χειρισμού, της τοποθέτησης και της μετέπειτα μεταφοράς του.

Οι Εικόνες 4.2, 4.3 και 4.4 δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο αποθηκεύονται οι διαφορετικοί τύποι αντικειμένων κατά μήκος των ραφιών της αποθήκης, ανάλογα με τη διάστασή τους, τον όγκο, την καθορισμένη συσκευασία και τη συχνότητα συλλογής (Del Fabbro & Santarossa, 2016).



**Εικόνα 4.2: Αποθήκη - Χώρος συλλογής**  
**(Πηγή: Del Fabbro & Santarossa, 2016)**

Τοποθετώντας όλα τα εξαρτήματα σε απόθεμα, σύμφωνα με τον ημερήσιο προγραμματισμό παραγωγής, επιλέγονται, παραλαμβάνονται και μεταφορτώνονται σε συγκεκριμένα καροτσάκια από τους χειριστές της αποθήκης, για την παράδοσή τους στην καθορισμένη γραμμή συναρμολόγησης, ακολουθώντας το έγγραφο: "Picking list".

Τα καροτσάκια σχηματίζουν κατά κάποιο τρόπο τους συρμούς ενός τρένου. Επιλέγονται και σχεδιάζονται από την Ομάδα Διαχείρισης Υλικών, προκειμένου να εγγυώνται την άνετη και πρακτική διαδικασία φόρτωσης και μεταφόρτωσης για τον κάθε χειριστή.



**Εικόνα 4.3: Συρμοί καροτσιών για την ανακατασκευή των εξαρτημάτων κατά μήκος των γραμμών συναρμολόγησης  
(Πηγή: Del Fabbro & Santarossa, 2016)**

Quantities	Material	Unit	Material	Unit
1000	COMPONENTE DI RICAMBIO	10	COMPONENTE	10
1000	COMPONENTE DI RICAMBIO	10	COMPONENTE	10
1000	COMPONENTE DI RICAMBIO	10	COMPONENTE	10
1000	COMPONENTE DI RICAMBIO	10	COMPONENTE	10
1000	COMPONENTE DI RICAMBIO	10	COMPONENTE	10

**Εικόνα 4.4: Εκτύπωση λίστας διαλογής των υλικών  
(Πηγή: Del Fabbro & Santarossa, 2016)**

Παρά το γεγονός ότι η ροή του χειρισμού των υλικών φαίνεται να είναι σχετικά λειτουργική και με δεδομένο ότι έχει εφαρμοστεί επί αρκετά χρόνια, επικρατεί η κοινή αντίληψη της ομάδας διαχείρισης των υλικών ότι υπάρχουν περιθώρια βελτιστοποίησης.

Επιπλέον, κρίνεται ότι υπάρχουν περιθώρια, ώστε η διαχείριση να είναι ακόμα πιο εύελικτη, με δεδομένο ότι απαιτούνται συχνά απρόσμενες και συγκεκριμένες τροποποιήσεις.

Οι προσπάθειες που απαιτούνται για τον ορισμό και την εφαρμογή των ενεργειών είναι εξαιρετικά χρονοβόρες και επηρεάζονται υπερβολικά από την ανθρώπινη λειτουργικότητα και εμπειρία.

Στην κατεύθυνση αυτή, η εταιρία Electrolux, προκειμένου να καταστεί πιο παραγωγική και αποτελεσματική στις ποικίλες υλικοτεχνικές της λειτουργίες, σκοπεύει να εισαγάγει τη χρήση της τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, θα χρησιμοποιηθούν ηλ. υπολογιστές, ώστε να υποστηριχθεί η κατά το δυνατόν βελτιστοποίηση των διαδικασιών της.

Ξεκινώντας από την παρατήρηση των ανθρώπινων καθηκόντων των εργαζομένων, προσομοιώνονται και αναλύονται οι όσο το δυνατόν πιο κατάλληλες λειτουργικές συνθήκες για τους χειριστές και κατ' επέκταση για ολόκληρη τη διαδικασία (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

Η προσομοίωση καλύπτει διάφορες πτυχές που σχετίζονται με το χειρισμό του υλικού, από την απλή συλλογή ενός αντικειμένου έως τον κατάλληλο σχεδιασμό των καροτσιών, ώστε να διευκολύνει την ορθή και γρήγορη μεταφόρτωση των αντικειμένων.

Επίσης, η προσομοίωση και τα εφαρμοζόμενα εργαλεία πρέπει να είναι σε θέση να καλύπτουν πτυχές που σχετίζονται με τον άνθρωπο όπως: η εργονομία, η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα. Επίσης, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι πιθανοί περιβαλλοντικοί περιορισμοί, ο βοηθητικός εξοπλισμός και οι υποδομές που επηρεάζουν την ανθρώπινη λειτουργικότητα.

Η πιλοτική ιδέα, λοιπόν, έχει ως στόχο να αναλυθεί η χειρωνακτική δραστηριότητα της συλλογής από την αποθήκευση και τη φόρτωση στο κατάλληλο καροτσάκι. Η παρακολούθηση των τρεχουσών ανθρώπινων εργασιών και η λειτουργική τους ακολουθία θα είναι το πρώτο βήμα της ανάλυσης.

Η προσομοίωση του προτεινόμενου σεναρίου, με την υιοθέτηση των εργαλείων που αναπτύχθηκαν μαζί με τα δεδομένα που συλλέγονται, θα μπορεί να δώσει μια σειρά από λύσεις και προτάσεις για τη βελτιστοποίηση των εργασιών που παρακολουθούνται.

Τέλος, η Ομάδα Διαχείρισης Υλικών θα είναι υπεύθυνη για τη σύγκριση, αξιολόγηση, τροποποίηση και επιλογή μεταξύ των δύο σεναρίων (πραγματικό σενάριο έναντι της προσομοίωσης) για την καλύτερη διαμόρφωση και την διευθέτηση της σειράς των εργασιών από τους χειριστές (δηλαδή για την τήρηση των αρχών εργονομίας) και για τις λειτουργίες της αποθήκης, ήτοι την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας των δραστηριοτήτων.

Το προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης ασφάλειας και υγείας στο χώρο εργασίας αφορά στην πλήρη συμμόρφωση με τους κώδικες ασφαλείας, στην αξιολόγηση των κινδύνων και στην μείωση και διαχείρισή τους, δεδομένου ότι επηρεάζουν τεχνικούς παράγοντες, καθώς επίσης και παράγοντες που συνδέονται με την οργάνωση της εργασίας.

Η ανάλυση της αξιολόγησης κινδύνων αποτελεί το θεμελιώδες εργαλείο που επιτρέπει στον εργοδότη να εντοπίσει τα απαραίτητα μέτρα πρόληψης και προστασίας και να προγραμματίσει την εφαρμογή τους, καθώς και τη βελτίωση και τον έλεγχό τους, ώστε να επαληθεύσει την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα των ενεργειών που έγιναν (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

Μεταξύ των κύριων κινδύνων που πρέπει να αξιολογηθούν σε χώρους εργασίας που σχετίζονται με τη συναρμολόγηση υλικών, είναι, όπως είναι ήδη γνωστό και ο κίνδυνος μη εργονομικών στάσεων και κινήσεων των εργαζομένων.

Η αξιολόγηση των εργονομικών κινδύνων γίνεται στη βάση του προτύπου ISO 11228: «Εργονομία – Χειροκίνητος χειρισμός», όπου διακρίνεται σε τρία (3) μέρη (Del Fabbro & Santarossa, 2016):

Μέρος 1: Ανύψωση και μεταφορά: χρησιμοποιώντας την εξίσωση ανύψωσης NIOSH

Μέρος 2: Σπρώξιμο και τράβηγμα: χρησιμοποιώντας τη μέθοδο SNOOK e CIRIELLO

Μέρος 3: χειρισμός χαμηλών φορτίων με υψηλή συχνότητα: χρησιμοποιώντας τη βαθμολογία με το δείκτη OCRA.

Αυτού του είδους οι αξιολογήσεις είναι πολύ σημαντικές καθώς, στην Ιταλία που έχει έδρα το εργοστάσιο, οι μυοσκελετικές παθήσεις που σχετίζονται με την εργασία αποτελούν ένα αναδυόμενο πρόβλημα λόγω της γήρανσης του εργαζόμενου πληθυσμού και εξαιτίας της ευρύτερης υιοθέτησης λανθασμένων τρόπων ζωής (σωματική αδράνεια, ανεπαρκής διατροφή, αβεβαιότητα για την εργασία κλπ.).

Το ζήτημα είναι προφανές καθώς οι γνωστοποιήσεις ασθενειών που σχετίζονται με την εργασία υπερτερούν σε σχέση με τα εργατικά ατυχήματα και τους τραυματισμούς.

Επίσης, οι εργάτες που εκτελούν χειρωνακτικές εργασίες (οι λεγόμενοι "blue-collars") έχουν διαρκώς αυξημένη ηλικία συνταξιοδότησης. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, δεδομένου ότι οι εργοδότες οφείλουν να μεριμνούν για την βέλτιστη εργονομική ανάλυση και να σχεδιάζουν εργονομικούς χώρους εργασίας χωρίς κινδύνους.

Στο εργοστάσιο της Electrolux, οι γνώσεις για την εργονομική αξιολόγηση ανήκουν στο Τμήμα Μηχανικών Διεργασιών και στο Τμήμα Υγείας & Ασφάλειας. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα στοιχεία που καθιστούν απαραίτητη τη χρήση ειδικευμένων εξωτερικών συμβούλων.



Κυρίως η εφαρμογή του δείκτη OCRA είναι δύσκολη λόγω των μακρών κύκλων εργασίας (περισσότεροι από 10 λεπτά κατά μέσο όρο) και της μεγάλης διακύμανσης στην παραγωγή μεικτών μοντέλων.

Το πλαίσιο είναι τόσο διαφορετικό από τα εργοστάσια της Εγχώριας Επιχειρηματικής Μονάδας, όπου ο χρόνος κύκλου είναι μικρότερος από 1 λεπτό και η διακύμανση του μεικτού μοντέλου δεν είναι τόσο υψηλή.

Τα κύρια ζητήματα για την πραγματοποίηση αυτής της ανάλυσης είναι (Del Fabbro & Santarossa, 2016):

- ο σχεδιασμός του νέου χώρου συναρμολόγησης.
- η τροποποίηση της διαδικασίας συναρμολόγησης λόγω της ενδεχόμενης αλλαγής του προϊόντος ή των προϊόντων.
- οι εμπειρίες Kaizen στο χώρο συναρμολόγησης-εργασίας και εν γένει σε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν την πλήρη αλυσίδα διοίκησης.
- η επικαιροποίηση της αξιολόγησης των κινδύνων.

Επίσης, τα κύρια προβλήματα είναι:

- 1) για την επιθεώρηση των χώρων εργασίας και την παρακολούθηση της ανάλυσης για τον καθορισμό του σωστού δείκτη κινδύνου απαιτούνται υψηλές επενδύσεις όσον αφορά τις ώρες εργασίας,
- 2) Η πλήρης χαρτογράφηση των χώρων εργασίας είναι ανέφικτη, καθώς υπάρχουν συχνές αλλαγές που προκαλούν καθημερινές μεταβολές στο περιεχόμενο της εργασίας που ανατίθεται στους εργαζόμενους της γραμμής παραγωγής,
- 3) η ανάλυση είναι προτιμότερο να πραγματοποιείται μέσω της ανάλυσης πραγματικών καταστάσεων (και όχι εικονικών). Δηλαδή, θα πρέπει να γίνεται με τη συμμετοχή των ανθρώπων και των φυσικών αντικειμένων,
- 4) επειδή η ανάλυση διενεργείται συχνά στον υπεύθυνο - χειριστή του σταθμού εργασίας, ενδέχεται η αξιολόγηση να επηρεάζεται από την ανθρωπομετρία του ατόμου που αναλύεται (π.χ.: ψηλοί έναντι κοντών ανθρώπων κ.λπ.),
- 5) τα αποτελέσματα της αξιολόγησης επηρεάζονται από την εμπειρία του/των ατόμου/ων που διενεργεί/ούν την ανάλυση.

Μπροστά στα αδύναμα σημεία που προαναφέρθηκαν, έχει ενδιαφέρον και αξίζει να πραγματοποιηθεί ένα εργονομικό εργαλείο αυτόματης διαδικασίας που θα μπορούσε να εγγραφεί τις ακόλουθες επιδόσεις (Del Fabbro & Santarossa, 2016):

- Άμεση απόδοση: είναι πολύ σημαντικό να επέρχονται απευθείας αποτελέσματα και να είναι δυνατή η σύγκριση διαφορετικών λύσεων ή προτάσεων χωρίς να σπαταλάται χρόνος.

- Υψηλή κάλυψη: Η έννοια «Πρώτα η ασφάλεια» ωθεί την εταιρεία να επεκτείνει τις αναλύσεις της όχι μόνο σε «επείγουσες» καταστάσεις, αλλά σε κάθε χώρο εργασίας.
- Αποδοτικότητα κόστους: Εάν απαιτείται να αυξηθεί και να επεκταθεί η ανάλυση, είναι προφανώς και υποχρεωτική η μείωση του κόστους σε κάθε αυτοψία και έλεγχο, προκειμένου να διατηρηθεί και να αυξηθεί η συνολική απόδοση του συστήματος.
- Η ανάλυση είναι εφικτή και με «εικονικά» αντικείμενα: Ο στόχος της εταιρείας Electrolux είναι να αποτρέψει οποιοδήποτε πρόβλημα πριν από την έναρξη της παραγωγής και -εφόσον είναι δυνατόν- να ανακαλύψει μια ολοκληρωμένη βελτιστοποίηση. Μέρος αυτής της διαδικασίας είναι επίσης η ανάλυση του χώρου εργασίας και του χειρισμού των υλικών, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού συγκεκριμένου χώρου και της θέσης εντός της αποθήκης.
- Τυπικά και αντικειμενικά δεδομένα εξόδου: όλες οι αναλύσεις είναι συνεκτικές και επαναλαμβανόμενες. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση απαιτείται μεγάλη εμπειρία για να ληφθούν τα σωστά αποτελέσματα από οποιεσδήποτε αναλύσεις. Είναι σαφές ότι στο μέλλον ο στόχος της Electrolux είναι να γίνονται αυτές οι αναλύσεις από υπαλλήλους της (εσωτερικά). Αν είναι δυνατόν να γίνεται κατά τη φάση του σχεδιασμού και με δεδομένα που προκύπτουν από επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και επομένως αποτελέσματα. Αυτό θα είναι δυνατό μόνο με την εφαρμογή ενός τυπικού αυτοματοποιημένου εργαλείου, όπως το λεγόμενο project με τίτλο: "Ψηφιακό ανθρώπινο μοντέλο" (Digital Human Model – DHM).

Στόχος του μοντέλου DHM είναι η εκπλήρωση όλων των παραπάνω στόχων. Για την πρόβλεψη γίνονται προσομοιώσεις ενός ψηφιακού ανθρώπινου μοντέλου, οι οποίες μεταφέρουν τις εργασίες σημασιολογικού χειρισμού σε στοιχεία της ανθρώπινης κίνησης. Οι ανθρώπινες κινήσεις, προσομοιώνουν στη συνέχεια τις εργασίες κατασκευής και χειρισμού.

Η έξοδος πρέπει να είναι ένα εργαλείο λογισμικού και υλικού, γρήγορο και αποτελεσματικό, ικανό να παρέχει ακριβή αξιολόγηση δυνητικά όλων των πραγματικών καταστάσεων της εγκατάστασης.

Δύο ακόμη χαρακτηριστικά είναι σημαντικά: η σύγκριση διαφορετικών προτάσεων, παρέχοντας στον μηχανικό διεργασίας όλες τις σχετικές πληροφορίες, ώστε να γίνει η τελική επιλογή (ή να γίνει εκ νέου αξιολόγηση, προβαίνοντας σε νέα πρόταση).

Ο σκοπός είναι η δημιουργία των συνθηκών για την εργασία σε ένα πλήρως εικονικό περιβάλλον, πριν κυκλοφορήσει οποιοδήποτε προϊόν ή λάβει χώρα οποιαδήποτε διαδικασία.

Τέλος, οι αυτοματοποιημένες λύσεις είναι ήδη διαθέσιμες στην αγορά και τα μόνα ζητήματα που υφίστανται είναι οι πόροι (δηλ. απαιτούνται ηλ. υπολογιστές μεγάλης επεξεργαστικής ισχύος και χωρητικότητας). Παράλληλα, απαιτείται και εξειδίκευση και ικανότητα για την εκτέλεση των προσομοιώσεων και τη διαχείριση τόσο πολύπλοκων εργαλείων. Επίσης, ο χρόνος που απαιτείται για να ληφθούν τα αποτελέσματα είναι συνήθως αρκετά μεγάλος. Συγκεκριμένα, απαιτούνται αρκετές ημέρες για την εκτέλεση οποιασδήποτε διαδικασίας προσομοίωσης (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

#### **4.2.4 Συμπεράσματα εργονομικής ανάλυσης της Electrolux**

Στο εν λόγω project εργονομικής ανάλυσης, οι κύριοι στόχοι καθορίστηκαν με σαφήνεια. Ταυτόχρονα ήταν επίσης σαφές ότι ήταν ιδιαίτερα απαιτητικοί και χρειαζόταν μεγάλη προσπάθεια.

Με τη βοήθεια οπτικών αισθητήρων χαμηλού κόστους (βιντεοκάμερες) και το συνδυασμό τους με την ανάπτυξη ενός λογισμικού εργαλείο, λαμβάνονται δεδομένα εργονομικής ανάλυσης και εξάγεται η βαθμολογία της υπάρχουσας εργονομικής κατάστασης.

Είναι επίσης δυνατό να συγκριθούν παρόμοιες καταστάσεις.

Η ολοκληρωμένη προσέγγιση θεωρείται ιδιαίτερα δύσκολη. Ο πυρήνας της λύσης ξεκινά από την φυσική κίνηση στην προσομοίωση μιας λειτουργίας εντός ενός πλήρως εικονικού κόσμου με την προϋπόθεση ότι οι κινήσεις είναι φυσικές.

Έχουν διεξαχθεί πολλές δοκιμές και έχουν τεθεί σε εφαρμογή πολλές νέες λύσεις-αλγόριθμοι, αλλά μέχρι τώρα τα αποτελέσματα είναι αποδεκτά μόνο εάν περιορίζονται σε μερικές συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Επομένως, απαιτείται ο συντονισμός των ειδικών εργονόμων, ώστε να επιτευχθεί η ολοκλήρωση και καθολικοποίηση των λύσεων.

Τέλος, είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι μέρος της πολυπλοκότητας της εργασίας είναι το γεγονός ότι το ανθρώπινο σώμα πρέπει να προσομοιωθεί με πολλές αρθρώσεις, συμπεριλαμβανομένης μιας λεπτομερέστατης περιγραφής των χεριών. Στην πραγματικότητα, η τεχνική της λήψης εικόνων και κινήσεων προσομοίωσης δεν συμβάλλουν επαρκώς στην εργονομική αξιολόγηση (Del Fabbro & Santarossa, 2016).

## Συμπεράσματα - Συζήτηση

Η πλειοψηφία των εργονομικών μελετών στηρίζονταν αρχικώς στην κατασκευή απαρχαιωμένων ερωτηματολογίων. Εν συνεχεία, με την πρόοδο της τεχνολογίας διεξάγονταν αναλύσεις βίντεο, που ωστόσο δεν ήταν ιδιαίτερα ακριβείς ούτε ήταν επαναλαμβανόμενες.

Πλέον, οι πλέον προηγμένες μελέτες που εφαρμόζονται θεωρούνται οι τρισδιάστατες και ηλεκτρομυογραφικές τεχνικές και η εφαρμογή προηγμένων μεθόδων εκτίμησης κινδύνων που προσδίδουν ακρίβεια στην εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με τις εργονομικές πτυχές που επικρατούν σε μια εταιρία.

Επίσης, η αξιολόγηση των κινήσεων των εργαζομένων συνιστά έναν ιδιαίτερα αξιόπιστο δείκτη για τον προσδιορισμό των εμβιομηχανικών κινδύνων.

Ακόμη, συνήθως ο επανασχεδιασμός των σταθμών εργασίας δύναται να μειώσει το χρόνο σάρωσης που απαιτείται για τη σάρωση των προϊόντων, προσφέροντας κατ' αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα για την αύξηση του χρόνου ανάπαυσης των υπαλλήλων και παράλληλα διατηρώντας την ίδια παραγωγικότητα.

Επιπλέον, προκύπτει ότι απαιτούνται νέες μελέτες στο μέλλον, προκειμένου να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις των προγραμμάτων εκπαίδευσης των υπαλλήλων.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία που αφορά στην εργονομία, προκύπτει ότι η μελέτη για τον ανασχεδιασμό ενός σταθμού εργασίας σε μια επιχείρηση περιλαμβάνει την αξιολόγηση θεωρητικών μοντέλων προσέγγισης εργονομικών ζητημάτων. Ακόμη, είναι εξαιρετικά πλούσια η βιβλιογραφία που αναφέρεται στην αντιμετώπιση εργονομικών προβλημάτων που έχουν απήχηση αφενός σε μία περιορισμένη ομάδα ανθρώπων, όπως η αντιμετώπιση εργονομικών κινδύνων του προσωπικού μιας μονάδας παραγωγής και αφετέρου σε μαζικότερες ομάδες καταναλωτών όπως ο εργονομικός σχεδιασμός ενός μαζικά παραγόμενου προϊόντος.

Οι μέθοδοι διερεύνησης των εργονομικών κινδύνων που μελετήθηκαν παρουσιάζουν ενδιαφέρον, δεδομένου ότι πέραν των εργαλείων που εφαρμόζονται συνιστούν σχετικούς οδηγούς για την προσέγγιση και αντιμετώπιση των εργονομικών ζητημάτων. Οι μέθοδοι εργονομικής ανάλυσης συμβάλλει στην όσο το δυνατόν πιο αναλυτική προσέγγιση συγκεκριμένων εργονομικών προβλημάτων και περιορίζει κατά το δυνατόν την υποκειμενικότητα συνδέεται συχνά με την αξιολόγηση των κινδύνων και των ρίσκων από την μεριά του ερευνητή και σε συνδυασμό με τη χρήση του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για την μέτρηση.

Ανεξαρτήτως της επιλογής της μεθόδου εργονομικής ανάλυσης, προκειμένου να προσεγγιστεί ένα εργονομικό ζήτημα, για τη διεξαγωγή μετρήσεων αποτελεί

καταλυτικό παράγοντα η αλληλεπίδραση του ερευνητή με το άτομο που εκτίθεται στον εν κίνδυνο. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η ευκαιρία για την εξαγωγή όσο το δυνατόν πιο αξιοποιήσιμων δεδομένων.

Επιπλέον, πρέπει να τονιστεί ότι η χρήση των μεθόδων εργονομίας εμπεριέχει το στοιχείο της υποκειμενικότητας του κάθε συμμετέχοντα εργαζομένου, ο οποίος εκτίθεται σε ενδεχόμενους κινδύνους κατά τη διάρκεια της εργασίας του.

Επιπροσθέτως, η υιοθέτηση προγραμμάτων για την ασφάλεια του προσωπικού που απασχολείται στη βιομηχανία δεν συνεπάγεται σε όλες τις περιπτώσεις την αναζήτηση λύσεων που απαιτούν μακροχρόνιο σχεδιασμό και σημαντικό κόστος. Είναι δε ιδιαίτερα σημαντικό να παραθέσουμε ότι τα οφέλη που προκύπτουν από την υιοθέτηση των λύσεων αυτών είναι σημαντικά, δεδομένου ότι η εφαρμογή εργονομικών προγραμμάτων και επεμβάσεων μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης εργονομικών ασθενειών.

Τέλος, ελαχιστοποιούνται τα κόστη περίθαλψης των εργαζομένων που έχουν υποστεί εργονομική ασθένεια. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τη μέριμνα οφείλουν να επωμίζονται οι επιχειρήσεις, ώστε τελικώς να εξασφαλίζεται ο εργονομικός σχεδιασμός στις διάφορες θέσεις και χώρους εργασίας. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια και την μείωση των σφαλμάτων των εργαζομένων και κατ' επέκταση την αύξηση της παραγωγικότητας που αποτελεί και τον απώτερο στόχο όλων των επιχειρήσεων.

## Βιβλιογραφία

1. Grandjean, E. (1980) Fitting the task to the man: An ergonomic approach. London: Taylor & Francis.
2. Reyes, T. (2003) Sitting healthy while working with computers. The Philippine star.
3. Henry, J. T. (2004) A study of psychosocial work factors and ergonomic risk factors and how they affect worker stress and musculoskeletal discomfort in assembly workers within a manufacturing (sic) environment. Educational doctorate thesis, Clemson University.
4. Διεθνής Ένωση Εργονομίας (2000) Τι είναι Εργονομία; Διαθέσιμο στο: <http://www.ergonomics.gr/index.php/el/2017-02-03-17-25-35> [Ανακτήθηκε στις 10.07.22]
5. Roberts, A.D. & Mottershead, J.E. (1990) Contact stress analysis. Philadelphia, PA: IOP Publishing.
6. Karkoszka, T. & Honorowicz, J. (2009) Kaizen philosophy a manner of continuous improvement of processes and products, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 35, Issue 2. Διαθέσιμο στο: [https://www.researchgate.net/publication/42368480\\_Kaizen\\_philosophy\\_a\\_manner\\_of\\_continuous\\_improvement\\_of\\_processes\\_and\\_products/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/42368480_Kaizen_philosophy_a_manner_of_continuous_improvement_of_processes_and_products/citation/download) [Ανακτήθηκε στις 14.07.22]
7. Kapellusch, J. M. (2008) A large scale prospective cohort study of carpal tunnel syndrome, Milwaukee, WI: University of Wisconsin.
8. McAtamney, L., Corlett, E. N. & University of Nottingham (1992) Reducing the risks of work related upper limb disorders: A guide and methods. Nottingham, England: Institute for Occupational Ergonomics, University of Nottingham.
9. Hignett, S., & McAtamney, L. (2000) Rapid entire body assessment (REBA), Applied ergonomics, 31(2), pp. 201–205, doi: [10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
10. Gundeep, S. (2013) An Ergonomic Analysis of the Current Packaging Process at Company XYZ. Διαθέσιμο στο: <http://www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2013/2013singhg.pdf> [Ανακτήθηκε στις 10.07.22]
11. Chengular, S. N., Rodgers, S. H., & Vernard, T. E. (2004) Kodak's ergonomic design for people at work. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
12. Putz-Anderson, V. (1988) Cumulative trauma disorders: Manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs. New York, NY: Taylor & Francis.

13. Spaulding, S. J. (2005) Meaningful motion: Biomechanics for occupational therapists, Edinburgh, England, Elsevier/Churchill Livingstone.
14. Garg, A. (2012) The WISTAH hand study: A prospective cohort study of distal upper extremity musculoskeletal disorders. London, England: BioMed Central Ltd.
15. NJ.gov (2003) Cumulative Trauma Disorders, OFFICIAL SITE OF THE STATE OF NEW JERSEY. Διαθέσιμο στο: <https://www.nj.gov/health/workplacehealthandsafety/documents/peosh/ctdib.pdf> [Ανακτήθηκε στις 18.07.22]
16. Eurostat (2020) Self-reported work-related health problems and risk factors - key statistics. Διαθέσιμο στο: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Self-reported\\_work-related\\_health\\_problems\\_and\\_risk\\_factors\\_-\\_key\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Self-reported_work-related_health_problems_and_risk_factors_-_key_statistics) [Τελευταία πρόσβαση στις 15.07.22]
17. Μαρμαράς, Ν. (2010) Εισαγωγή Στην Εργονομία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.
18. Simoneau, S., St-Vincent, M. & Chicoine, D. (1996) Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) A better understanding for more effective prevention. Διαθέσιμο στο: <http://www.ospedalesicuro.eu/storia/materiali/doc/WMSDs.pdf> [Ανακτήθηκε στις 20.07.22]
19. Anderson, J.C., Rungtusanatham, M. & Schroeder, R.G. (1994) A Theory of Quality Management Underlying the Deming Management Method, The Academy of Management Review, Vol. 19, No. 3, Special Issue: "Total Quality", pp. 472-509, Academy of Management. Διαθέσιμο στο: <http://www.jstor.org/stable/258936> [Ανακτήθηκε στις 19.07.22]
20. Anderson, J.C. (1994) Εισαγωγή Στην Εργονομία, Σημειώσεις Ν. Μαρμαρά, σ. 42, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.
21. Corlett, N., Wilson, J., & Manenica, L. (1986) The Ergonomics Of Working Postures, Taylor & Francis.
22. Ανεξάρτητη Αρχή Επιθεώρησης Εργασίας (χ.η.) Εξασφάλιση της Υγείας και της Ασφάλειας των Εργαζομένων. Διαθέσιμο στο: <https://www.sepe.gov.gr/asfaleia-kai-ygeia/ergodotes-asfaleia-kai-ygeia/genikes-ypochreoseis-ergodoton/exasfalisi-tis-ygeias-kai-tis-asfaleias-ton-ergazomenon/> [Τελευταία πρόσβαση στις 20.07.22]

23. Strasser, H. (2021) Compatibility as guiding principle for ergonomics work design and preventive occupational health and safety. *Z. Arb. Wiss*, Springer. <https://doi.org/10.1007/s41449-021-00243-0>
24. Strasser, H & Zink, K. (2007) Modular course provision for professional ergonomists with micro- and macro-ergonomic design competency in the system “human being-technology-organization, *Theor Issues Ergonomics Sci* 8(4), pp. 349–363.
25. Strasser, H. (1998) Tasks and objectives of ergonomics in academic training and research. In: Scott PA, Bridger RS, Charteris J (eds) *Global ergonomics—proceedings of the Cape Town ergonomics conference*. Elsevier, Amsterdam, pp. 791–794.
26. Strasser, H. (2000) European Ergonomist—quantity and quality of ergonomics education and experience as well as certification procedures according to CREE and Germany’s education system, In: Podgorski D, Karwowski W (eds) *Ergonomics and safety for global business quality and productivity*. Central Institute for Labor Protection, Warsaw, pp. 63–70.
27. IEA - International Ergonomics Association (2006) Core competencies in ergonomics. In: Karwowski W (ed) *International encyclopedia of human factors and ergonomics*, 2nd edn. CRC Press, Taylor & Francis, pp. 19–26.
28. N. N. (1998a) Core Competency for Practitioners in Ergonomics. IEA (International Ergonomics Association), Professional Practice & Education Committee.
29. N. N. (1998b) Working Paper for Development of Practice Criteria and Levels of Certification in Professional Ergonomics. Joint Committee on Ergonomics-Affiliated Occupational Practices (JCEOP), Bellingham, Washington/USA, pp. 227–2811.
30. Δριβάλου, Σ. (χ.η.) Μίκρο- και Μάκρο-εργονομική προσέγγιση της εργασίας σε κρίσιμες υποδομές. Διαθέσιμο στο: [http://www.ituniontt.gr/cd\\_files/02.proforikes/pa085.pdf](http://www.ituniontt.gr/cd_files/02.proforikes/pa085.pdf) [Ανακτήθηκε στις 08.08.22]
31. Imada, A.S. (1991) The rationale and tools of participatory ergonomics, In: Noro, K & Imada, A.S. (eds) *Participatory ergonomics*. Taylor & Francis, London, pp. 30–51.



32. Karwowski, W. (ed) (2006) International encyclopedia of ergonomics and human factors. Part I – part XIII, 2nd edn. Taylor & Francis, London, New York, pp. 1–13.606.
33. Strasser, H. (1994a) Reducing prevalence of occupational diseases and physiological costs by obeying the rule of compatibility in work design, In: Aghazadeh F (ed) Advances in industrial ergonomics and safety VI. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia, pp. 151–158.
34. Strasser, H. (1994b) Ergonomic efforts aiming at compatibility in work design for realizing preventive occupational health and safety, In: Mc Fadden S, Innes SL, Hill, M. (eds) Proceedings of the 12th Congress of the International Ergonomics Association, vol4, Human Factors Association of Canada, Toronto, p. 469.
35. Strasser, H. (1995a) Ergonomic efforts aiming at compatibility in work design for realizing preventive occupational health and safety. *Int J Ind Ergon*, 16(3), pp. 211–235.
36. Strasser, H. (1995b) Kompatibilität als Ziel der ergonomischen Arbeitsgestaltung von Mensch-Maschine-Systemen. *Zentralbl Arbeitsmed ArbeitsschutzErgonomie*, 45(1), pp. 6–21.
37. BK 2103 (2005) Erkrankungen durch Erschütterung bei Arbeit mit Druckluftwerkzeugen oder gleichartig wirkenden Werkzeugen oder Maschinen. *BArbBl*. 3.
38. BK 2104 (1979) Vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen an den Händen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederauftreten der Krankheit ursächlich waren oder sein können. *BArbBl*. 7/8.
39. DIN EN 2137-2 (1999) Text and Office Systems—Keyboards—Part 2: German Keyboard for Data and Text Processing: Key Arrangement and Allocation of Graphic Characters to Keys, German Institute for Standardization, Beuth Verlag, Berlin, Germany.
40. ISO 9241-4 (1998) Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)—Part 4: Keyboard Requirements, International Organization for Standardization.
41. Keller, E., Fleischer, R., Strasser, H. (2004) Estimated and experienced subjective assessment of the ergonomic quality of a keyboard. *Occupat Ergonom* 4(2), pp. 121–131.

42. Strasser, H., Fleischer, R. & Keller, E. (2004) Muscle strain of the hand-arm-shoulder system during typing at conventional and ergonomic keyboards. OER 4(2), pp. 105–119.
43. Silver Line by Andersen (2014) The Silver Line Story: Our Commitment. Διαθέσιμο στο: <http://www.silverlinewindows.com/silverline-vinyl-windows> [Ανακτήθηκε στις 11.08.22]
44. Business Wire (2006) Andersen Corporation to Purchase Silver Line Building Products. Διαθέσιμο στο: <http://www.businesswire.com/news/home/20060524005564/en/Andersen-Corporation-Purchase-Silver-Line-Building-Products#.VZ8gwMZViko> [Ανακτήθηκε στις 10.08.22]
45. National Health Service UK (2013) Repetitive Strain Injury. Διαθέσιμο στο: <http://www.nhs.uk/conditions/Repetitivestrain-injury/Pages/Introduction.aspx> [Ανακτήθηκε στις 12.08.22]
46. United States Environmental Protection Agency (2015) Lean Thinking and Methods. Διαθέσιμο στο: <http://www.epa.gov/lean/environment/methods/fives.htm> [Ανακτήθηκε στις 14.08.22]
47. Lean Manufacturing Tools (2015) What is 5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke,” Lean Manufacturing Tools. Διαθέσιμο στο: <http://leanmanufacturingtools.org/192/whatis-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke/> [Ανακτήθηκε στις 11.08.22]
48. American National Standards Institute (1994) Ergonomic Guidelines for the Design, Installation and Use of Machine Tools, ANSI Technical Report.
49. Leankaizen Limited (2014) How to Balance Your Process Using Takt Time and Cycle Time. Διαθέσιμο στο: <http://www.leankaizen.co.uk/takt-time-vscycle-time.html> [Ανακτήθηκε στις 10.08.22]
50. Lean Manufacturing Tools (2015) Value-Add vs Non-Value Adding Processes. Διαθέσιμο στο: <http://leanmanufacturingtools.org/89/valueadd-vs-non-value-adding-processes> [Ανακτήθηκε στις 20.08.22]
51. Systems2Win (2015) Muda -- 7 Types of Waste, Continuously Improving Tools For Continuous Improvement. Διαθέσιμο: στο <http://www.systems2win.com/LK/lean/7wastes.htm> [Ανακτήθηκε στις 16.08.22]
52. Illinois Manufacturing Excellence Center - IMEC (2015) Solutions Source: Eliminate Non-Value Added Effort Through Lean Manufacturing. Διαθέσιμο στο:

- <http://www.imec.org/SS-Eliminate-Non-Value-Added-Effort.cfm> [Ανακτήθηκε στις 16.08.22]
53. Safrit, M. (2015) Basics of the Two-Bin Kanban System, Falcon Fastening Solutions. Διαθέσιμο στο: <http://falconfastening.com/leanlearning/inventory-management/basics-of-the-two-bin-kanban-system> [Ανακτήθηκε στις 17.08.22]
  54. Morin, V., Patel, A., Romero, D. & Sohn, A. (2015) 5S Lean Manufacturing Work Station Design in Silver Line. Διαθέσιμο στο: <https://soe.rutgers.edu/sites/default/files/imce/pdfs/GSET2015-5SLean.pdf> [Ανακτήθηκε στις 20.08.22]
  55. American Academy of Orthopedic Surgeons (2007) Soft Tissue Injuries, Ortho Info. Διαθέσιμο στο: <http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=A00304> [Τελευταία πρόσβαση στις 19.08.22]
  56. Galsworth, G.D (2010) The Visual Workplace: Do You Speak Excellence? Quality Digest. Διαθέσιμο στο: <http://www.qualitydigest.com/inside/twittered/visual-workplace.html> [Ανακτήθηκε στις 21.08.22]
  57. Occupational Safety and Health Administration (2015) Muscle and Joint Problems from Awkward Postures and Repetitive Motions, United States Department of Labor. Διαθέσιμο στο: <https://www.osha.gov/SLTC/nailsalons/musclestrains.html> [Ανακτήθηκε στις 20.08.22]
  58. RCW Dispositions (2021) Washington Industrial Safety and Health Act, Washington Department of Labor and Industries, Chapter 49.17 RCW. Διαθέσιμο στο: <https://app.leg.wa.gov/rcw/default.aspx?cite=49.17&full=true> [Ανακτήθηκε στις 29.08.22]
  59. Karhu, O., Härkönen, R., Sorvali, P. & Vepsäläinen, P. (1981) Observing working postures in industry: Examples of OWAS application, Applied Ergonomics, Volume 12, Issue 1, pp. 13-17, [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(81\)90088-0](https://doi.org/10.1016/0003-6870(81)90088-0).
  60. Μαρμαράς, Ν. & Ναθαναήλ, Δ. (2003) Εισαγωγή στην Εργονομία. Διαθέσιμο στο: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/514> [Ανακτήθηκε στις 26.08.22]
  61. Λάιος, Λ. & Γιαννακούρου-Σιουτάρη, Μ. (2003) Σύγχρονη εργονομία, Εκδόσεις Παπασωτηρίου
  62. McAtamney, L & Corlett, N. (1993) A survey method for investigation of work-related
  63. upper limb disorders, Applied Ergonomics, 24(2), pp. 91-99, [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)

64. Hignett, S. & McAtamney, L. (2000) Rapid entire body assessment (REBA), *Applied ergonomics*, 31(2), pp. 201–205. [https://doi.org/10.1016/s0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/s0003-6870(99)00039-3)
65. Moore, J.S. & Garg, A. (1995) The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity; disorders *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 56: pp. 443–458.
66. Garg, A., Moore, J. S., & Kapellusch, J. M. (2017) The Revised Strain Index: an improved upper extremity exposure assessment model. *Ergonomics*, 60(7), pp. 912–922. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1237678>.
67. Baron, S.L., Milliron, M., Habes, D.J., & Fidler, A. (1991) NIOSH health hazard evaluation report. HETA 88-344-2092, Shoprite supermarkets. Cincinnati, OH.
68. Harber, P., Pena, L.F., Bland, G., and Beck, J. (1992) Upper extremity symptoms in supermarket workers. *American Journal of Industrial Medicine*, 22 (6), pp. 873–884.
69. Bonfiglioli, R., Mattioli, S., Fiorentini, C., Graziosi, F., Curti, S., & Violante, F.S. (2007) Relationship between repetitive work and the prevalence of carpal tunnel syndrome in part-time and full-time female supermarket cashiers: a quasi-experimental study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 80 (3), pp. 248–253.
70. Wilson, J.R. & Grey, S.M. (1984) Reach requirements and job attitudes at laser-scanner checkout systems. *Ergonomics*, 27 (12), pp. 1247–1266.
71. Lundberg, U., Dohns, I.E., Melin, B., Sandsjö, L., Palmerud, G., Kadefors, R., Ekström, M. & Parr, D. (1999) Psychophysiological stress responses, muscle tension, and neck and shoulder pain among supermarket cashiers. *Journal of Occupational Health and Psychology*, 4 (3), pp. 245–255.
72. Bjelle, A., Hagberg, M. & Michaelsson, G. (1979) Clinical and ergonomic factors in prolonged shoulder pain among industrial workers. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 5 (3), pp. 205–210.
73. Hagberg, M. & Wegman, D.H. (1987) Prevalence rates and odds ratios of shoulder-neck diseases in different occupational groups. *British Journal of Industrial Medicine*, 44 (9), pp. 602–610.
74. Lannersten, L. & Harms-Ringdahl, K. (1990) Neck and shoulder muscle activity during work with different cash register systems. *Ergonomics*, 33 (1), pp. 49–65.
75. Takala, E.P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G.A., Mathiassen, S.E. & Neumann, P. (2010) Systematic evaluation of observational methods assessing

- biomechanical exposures at work. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 36 (1), pp. 3–24.
76. Baron, S.L. & Habes, D.J. (1992) Occupational musculoskeletal disorders among supermarket cashiers. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 18 (Suppl. 2), pp. 127–129.
  77. Hinnen, U., Läubli, T., Guggenbuhl, U. & Krueger, H. (1992) Design of checkout systems including laser scanners for sitting work posture. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 18 (3), pp. 186–194.
  78. Grant, K.A., Habes, D.J., & Baron, S.L. (1994) An ergonomics evaluation of cashier work activities at checker-unload workstations. *Applied Ergonomics*, 25 (5), pp. 310–318.
  79. Carrasco, C., Coleman, N. & Healey, S. (1995) Packing products for customers. *Applied Ergonomics*, 26 (2), pp. 101–108.
  80. Johansson, A., Johansson, G., Lundqvist, P., Akesson, I., Odenrick, P. & Akselsson, R. (1998) Evaluation of a workplace redesign of a grocery checkout system. *Ergonomics and Aerosol Technology*, 29 (4), pp. 261–266.
  81. Sandsjö, L., Melin, B., Rissen, D., Dohns, I., and Lundberg, U. (2000) Trapezius muscle activity, neck and shoulder pain, and subjective experiences during monotonous work in women. *European Journal of Applied Physiology*, 83 (2–3), pp. 235–238.
  82. Rodacki, A.L.F., Vieira, J.E.A., Okimoto, M.L.L.R., Fowler, N.E. & Rodacki, C.N. (2006) The effect of handling products of different weights on trunk kinematics of supermarket cashiers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36 (2), pp. 129–134.
  83. Spielholz, P., Howard, N., Carcamo, E & Coulter, B. (2008) Field evaluation of a new grocery checkstand design. *Applied Ergonomics*, 39 (1), pp. 87–91.
  84. Ryan, G.A. (1989) The prevalence of musculoskeletal symptoms in supermarket workers. *Ergonomics*, 32 (4), pp. 359–371.
  85. EU OSHA - European Agency for Safety and Health at Work (2008) Work-related musculoskeletal disorders: prevention report, Fachnormenausschuß.
  86. FNA 130 (2004) Lager und Ladeneinrichtungen, Cashier's work-place (Check out) – Requirements, ÖNORM A5910.
  87. UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione (2009) Safety of machinery: anthropometric requirements for the design of workstations at machinery, Norma UNI EN ISO 14738.

88. Wu, G., Siegler, S., Allard, P., Kirtley, C., Leardini, A. & Rosenbaum, D. (2002) Isb recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion. Part i: ankle, hip and spine. *Journal of Biomechanics*, 35 (4), pp. 543–548.
89. Wu, G., van der Helmb, F.C.T., Veeger, H.E.J., Makhsouse, M., Van, Royf, P. & Angling, C. (2005) Isb recommendations on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion. Part ii: shoulder, elbow, wrist and hand. *Journal of Biomechanics*, 38 (5), pp. 981–992.
90. Hermens, H.J., Freriks, B., Merletti, R., Stegeman, D., Block, J. & Rau, G. (1999) *European Recommendations for Surface Electromiography*. Enschede, the Netherlands: RRD Publishers. SENIAM Project Roessingh Research and Development.
91. Ehara, Y., Fujimoto, H., Miyazaki, S., Tanaka, S., and Yamamoto, S. (1995) Comparison of the performance of 3D camera systems. *Gait & Posture*, 3 (3), pp. 166–169.
92. Thies, S.B., Tresadern, P., Kenney, L., Howard, D., Goulermas, J.Y. & Smith, C. (1997) Comparison of linear accelerations from three measurement systems during “reach & grasp”. *Medical Engineering & Physics*, 29 (9), pp. 967–972.
93. Richards, J.G. (1999) The measurement of human motion: a comparison of commercially available systems. *Human Movement Science*, 18 (5), pp. 589–602.
94. Chiari, L., Della Croce, U. & Leardini, A. (2005) Human movement analysis using stereophotogrammetry. Part 2: Instrumental errors. *Gait & Posture*, 21 (2), pp. 197–211.
95. Marras, W.S., Lavender, S.A., Leurgans, S.E., Rajulu, S.L., Allread, W.G., & Fathallah, F.A. (1993) The role of dynamic three-dimensional trunk motion in occupationally-related low back disorders. *Spine*, 18 (5), pp. 617–628.
96. Webster, J.G. (2006) *Encyclopedia of medical devices and instrumentation*, 2<sup>nd</sup> Edition, New York: Wiley-Interscience.
97. Looze, M.P., Bosch, T. & van Rhijn, J.W. (2010) Increasing short-term output in assembly work. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 20 (5), pp. 470–477.
98. Shinnar, A., Indelicato, J., Altimari, M. & Shinnar, S. (2004) Survey of ergonomic features of supermarket cash registers, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34 (6), pp. 535–541.

- 99.** Draicchio, F., Trebbi, M., Mari, S., Forzano, F., Serrao, M., Sicklinger, A., Silvetti, A., Iavicoli, S., & Ranavolo, A. (2012) Biomechanical evaluation of supermarket cashiers before and after a redesign of the checkout counter. *Ergonomics*, 55(6), pp. 650–669, <https://doi.org/10.1080/00140139.2012.659762>
- 100.** Del Fabbro, E. & Santarossa, D. (2016) Ergonomic Analysis in Manufacturing Process. A Real Time Approach, *Procedia CIRP*, Volume 41, pp. 957-962, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.056>.