



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΠΙΠΛΩΝ ΜΠΑΝΙΟΥ

υπό

ΣΤΑΘΑ ΒΑΙΟΥ

Διπλωματική Εργασία

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για
την απόκτηση του Διπλώματος Μηχανολόγου Μηχανικού

Βόλος, 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΠΙΠΛΩΝ ΜΠΑΝΙΟΥ

υπό

ΣΤΑΘΑ ΒΑΙΟΥ

Διπλωματική Εργασία

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για
την απόκτηση του Διπλώματος Μηχανολόγου Μηχανικού

Βόλος, 2025

© 2017 Στάθας Βάιος

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων)	Δρ. Γεώργιος Λυμπερόπουλος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
---------------------------------	---

Δεύτερος Εξεταστής	Δρ. Γεώργιος Σαχαρίδης Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
--------------------	---

Τρίτος Εξεταστής	Δρ. Δημήτριος Παντελής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
------------------	---

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, Καθηγητή κ. Γεώργιο Λυμπερόπουλο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της εργασίας μου.

Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μου, Καθηγητές κκ. Σαχαρίδη Γεώργιο, Παντελή Δημήτριο για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Nikolaidis Machines και συγκεκριμένα τους κυρίους Παναγιώτη και Οδυσσέα Νικολαΐδη για την άμεση παροχή πληροφοριών σχετικά με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που απαιτείται σε μια τέτοια μονάδα καθώς και την πρόσβαση που μου παρείχαν σε τρισδιάστατα αρχεία μηχανημάτων με σκοπό την ρεαλιστική απεικόνιση του χώρου παραγωγής.

Τέλος, είμαι ευγνώμων στους φίλους μου και στους γονείς μου, για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΠΙΠΛΩΝ ΜΠΑΝΙΟΥ

ΣΤΑΘΑΣ ΒΑΙΟΣ

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2025

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Γεώργιος Λυμπερόπουλος,
Καθηγητής Στοχαστικών Μεθόδων στη Διοίκηση Παραγωγής

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την ανάπτυξη και προσομοίωση μιας εργοστασιακής μονάδας παραγωγής επίπλων μπάνιου, με στόχο τη μελέτη και αξιολόγηση της παραγωγικής διαδικασίας καθώς και τον τεχνοοικονομικό σχεδιασμό της.

Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Tecnomatix Plant Simulation , μέσω του οποίου αναπτύχθηκε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο που αναπαριστά τις βασικές γραμμές παραγωγής, τις ροές υλικών και τις λειτουργικές διεργασίες του εργοστασίου.

Στο πλαίσιο της προσομοίωσης πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί βασικών δεικτών απόδοσης, όπως οι ρυθμοί παραγωγικότητας, οι χρόνοι αναμονής και τα επίπεδα χρησιμοποίησης των πόρων. Τα αποτελέσματα της μελέτης αναδεικνύουν κρίσιμα σημεία συμφόρησης και παρέχουν χρήσιμες κατευθύνσεις για τη βελτιστοποίηση της παραγωγικής ικανότητας και τη μείωση των καθυστερήσεων.

Μας δόθηκε η ευκαιρία να αναλύσουμε και να συγκρίνουμε την παραγωγικότητα που μας προσδίδουν διάφορες μηχανές, διαφόρων εταιριών. Επιπρόσθετα κάναμε αναλυτική κοστολόγηση του έργου, όσο αφορά το κτιριακό κομμάτι και τον μηχανολογικό εξοπλισμό.

Χρησιμοποιήθηκαν τα εξής λογισμικά:

- Tecnomatix Plant Simulation X
- Sketchup

Συνολικά, η εργασία αναδεικνύει τη συμβολή των εργαλείων προσομοίωσης στη λήψη στρατηγικών και επιχειρησιακών αποφάσεων στον τομέα της βιομηχανικής παραγωγής.

SIMULATION OF A BATHROOM FURNITURE PRODUCTION FACTORY UNIT

STATHAS VAIOS

Department of Mechanical Engineering, University of Thessaly, 2025

Supervising Professor: Dr. Georgios Lymberopoulos,

Professor of Stochastic Methods in Production Management

Abstract

This thesis aims to develop and simulate a bathroom furniture production plant, with the aim of studying and evaluating the production process as well as its techno-economic design.

For this purpose, the Tecnomatix Plant Simulation software was used, through which a comprehensive model was developed that represents the main production lines, material flows and operational processes of the factory.

The simulation included calculations of key performance indicators, such as productivity rates, waiting times and resource utilization levels. The results of the study highlight critical bottlenecks and provide useful guidance for optimizing production capacity and reducing delays.

We were given the opportunity to analyze and compare the productivity of various machines from various companies. In addition, we made an analytical cost estimate of the project, regarding the building part and the mechanical equipment.

The following software was used:

- Tecnomatix Plant Simulation X
- Sketchup

Overall, the work highlights the contribution of simulation tools to strategic and operational decision-making in the field of industrial production.

Περιεχόμενα

1. Κεφάλαιο πρώτο Εισαγωγή.....	1
1.1 Βιομηχανικός σχεδιασμός.....	1
1.2 Ιστορικά Στοιχεία.....	2
1.2 Δομή Εργασίας.....	3
2. Κεφάλαιο Δεύτερο: Ανάλυση λογισμικών.....	4
2.1 Sketchup.....	4
2.2 Tecnomatix plant simulation.....	4
3. Κεφάλαιο Τρίτο: Περιγραφή μονάδας και εξοπλισμού.....	5
3.1 Γενική περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας.....	5
3.2 Ανάλυση τομέων ενός τέτοιου εργοστασίου.....	5
3.3 Ανάλυση μηχανολογικού εξοπλισμού.....	10
3.3.1 Τεμαχιστικές μηχανές.....	10
3.3.2 Συγκολλητικές περιθωρίων.....	11
3.3.3 CNC μηχανήματα.....	14
3.3.4 Πάγκοι εργασίας.....	15
3.3.5 Εξοπλισμός διακίνησης και αποθήκευσης.....	15
4. Κεφάλαιο Τέταρτο: Διαμόρφωση της μονάδας με λογισμικά.....	18
4.1 Λογισμικό Sketchup.....	18
4.2 Λογισμικό Tecnomatix plant simulation.....	21
4.2.1 Βιομηχανικό μεταλλικό κτίριο	21
4.2.2 Χώρος γραφείων κτιρίου.....	24
4.2.3 Εισαγωγή ραφιών.....	24
4.2.4 Πάγκοι εργασίας.....	26
4.2.5 Τεμαχιστικές μηχανές.....	28
4.2.6 Συγκολλητικές μηχανές.....	29
4.2.7 Cnc-διατρητικές μηχανές.....	31
4.2.8 Εξοπλισμός διακίνησης.....	32
4.2.9 Βοηθητικός εξοπλισμός λειτουργίας.....	34
4.2.10 Τρισδιάστατα αρχεία.....	37
4.2.11 Τελική απεικόνιση μονάδας.....	38
5. Κεφάλαιο Πέμπτο: Χρόνοι παραγωγικότητας και αποτελέσματα.....	40
5.1 Ανάλυση του λογισμικού στην εύρεση παραγωγικότητας.....	40
5.2 Χρόνοι παραγωγής μηχανημάτων.....	42
5.2.1 Πηγή τροφοδοσίας (Γραφείο)	42
5.2.2 Τεμαχιστικά μηχανήματα.....	43
5.2.3 Συγκολλητικές μηχανές.....	45
5.2.4 Cnc-Διατρητικές μηχανές.....	46
5.2.5 Μοντάρισμα επίπλων.....	47
6. Κεφάλαιο Έκτο: Συμπεράσματα παραγωγικότητας	48
6.1 Υπολογισμός παραγωγικότητας στο Tecnomatix.....	48

6.2 Φόρτος εργασίας και ανταπόκριση της μονάδας παραγωγής.....	50
6.2.1 1η περίοδος/ Ιανουάριος- Απρίλιος.....	51
6.2.2 2η περίοδος/ Μάιος-Σεπτέμβριος.....	52
6.2.3 3η περίοδος/ Οκτώβριος-Δεκέμβριος.....	53
6.2.4 Γενικά συμπεράσματα παραγωγικής διαδικασίας.....	54
7. Κεφάλαιο Έβδομο: Κοστολόγηση του Έργου.....	55
7.1 Κοστολόγιο Βιομηχανικού κτιρίου.....	55
7.2 Κοστολόγιο μηχανολογικού εξοπλισμού.....	57
7.3 Απόσβεση κτιριακού και μηχανολογικού εξοπλισμού.....	59
8. Βιβλιογραφία.....	60
8.1 Βιβλία-διπλωματικές.....	60
8.2 Ιστοσελίδες.....	60

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 3.2 Ειδικά διαμορφωμένος χώρος αποθήκευσης πάνελ

Εικόνα 3.3 Χρήση τεμαχιστικής μηχανής

Εικόνα 3.4 Τεμάχιο στην διαδικασία της συγκόλλησης

Εικόνα 3.5 Τεμάχιο στην διαδικασία της διάτρησης

Εικόνα 3.6 Συναρμολόγηση επίπλων

Εικόνα 3.7 Συσκευασία επίπλων

Εικόνα 3.8 Αποθήκευση έτοιμων προϊόντων σε ράφια DEXION

Εικόνα 3.9 Προϊόντα σε παλέτα έτοιμα για αποστολή

Εικόνα 3.10 Φωτογραφίες τεμαχιστικής Hermes 70 cnc

Εικόνα 3.11 Φωτογραφίες συγκολλητικής Tempora 45.03L

Εικόνα 3.12 Φωτογραφίες συγκολλητικής Tempora F1000

Εικόνα 3.13 Φωτογραφίες από cnc μηχάνημα H200R

Εικόνα 3.14 Πάγκος εργασίας

Εικόνα 4.1 Import graphics Tecnomatix

Εικόνα 4.2 Μετατροπή αρχείου κομπρεσέρ αέρα

Εικόνα 4.3 Διάφορες Εργασίες στο SketchUp

Εικόνα 4.4 Logo λογισμικού SketchUp

Εικόνα 4.5 Interface εκκίνησης λογισμικού Plant Simulation

Εικόνα 4.6 Επιλογή τοιχίων για την περιμετρική θέσπιση ορίων

Εικόνα 4.7 Τελικές διαστάσεις κτιρίου

Εικόνα 4.8 Όψεις βιομηχανικού χώρου

Εικόνα 4.9 Δημιουργία γραφείων

Εικόνα 4.10 Εισαγωγή ραφιών στο λογισμικό

Εικόνα 4.11 Εισαγωγή πάγκων εργασίας και χειριστών

Εικόνα 4.12 Εισαγωγή και απεικόνιση τεμαχιστικών μηχανών

Εικόνα 4.13 Εισαγωγή και απεικόνιση συγκολλητικών μηχανών

Εικόνα 4.14 Εισαγωγή και απεικόνιση των Cnc-διατρητικών

Εικόνα 4.15 Φωτογραφίες εισαγωγής περονοφόρου

Εικόνα 4.16 Φωτογραφίες εισαγωγής ηλεκτρικού παλετοφόρου

Εικόνα 4.17 Διαδικασία set up ηλεκτρολογικού πίνακα 250A

Εικόνα 4.18 Διαδικασία set up βιομηχανικού κομπρεσέρ με φίλτρο και αεριοφυλάκιο

Εικόνα 4.19 Δημιουργία προσομοιωτών μηχανημάτων

Εικόνα 4.20 Τελική κάτοψη κτιρίου με τις ροές εργασίας

Εικόνα 4.21 Πλάγια όψη κτιρίου

Εικόνα 4.22 Δεύτερη πλάγια όψη κτιρίου

Εικόνα 5.1 Χρήση τεμαχιστικής μηχανής

Εικόνα 5.2 Interface λογισμικού σε είσοδο δεδομένων

Εικόνα 5.3 Ορισμός εισόδου τεμαχίων στην παραγωγή

Εικόνα 5.4 Εισαγωγή χρόνων τεμαχιστικής

Εικόνα 5.5 Χρόνοι κατεργασιών συγκολλητικής

Εικόνα 5.6 Διαμόρφωση χρόνων στα cnc μηχανήματα

Εικόνα 5.7 Διαμόρφωση χρόνων στους πάγκους μονταρίσματος.

Εικόνα 6.1 Interface της εξόδου παραγωγής.

Εικόνα 6.2 Ρύθμιση ωραρίου εργασίας

Εικόνα 6.3 Μετρητής τεμαχίων εξόδου

Εικόνα 6.4 Αποτελέσματα προσομοίωσης πρώτης περιόδου

Εικόνα 6.5 Αποτελέσματα προσομοίωσης δεύτερης περιόδου

Εικόνα 6.6 Αποτελέσματα προσομοίωσης τρίτης περιόδου

Εικόνα 6.7 Παραγωγική διαδικασία

Εικόνα 7.1 Τυπικό Βιομηχανικό κτίριο

Μονάδες μέτρησης

Μονάδα

Περιγραφή

Τμχ

Τεμάχιο

Αγγλικά Ακρωνύμια

Ακρωνύμιο

Περιγραφή

CNC Computer Numerical Control (ηλεκτρονικά καθοδηγούμενες μηχανές)

1. Εισαγωγή

1.1 Βιομηχανικός σχεδιασμός

Ο βιομηχανικός σχεδιασμός αποτελεί έναν από τους βασικότερους άξονες της σύγχρονης βιομηχανικής ανάπτυξης, καθώς καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα μιας παραγωγικής μονάδας. Η έννοια του βιομηχανικού σχεδιασμού δεν περιορίζεται μόνο στη χωροταξική οργάνωση ενός εργοστασίου ή στην επιλογή των μηχανών, αλλά περιλαμβάνει ένα σύνολο διαδικασιών που σχετίζονται με τη διαχείριση πόρων, τη βελτιστοποίηση των ροών παραγωγής και την επίτευξη υψηλών επιπέδων ποιότητας. Μέσα από αυτή την συνολική προσέγγιση, ο βιομηχανικός σχεδιασμός μετατρέπεται σε απαραίτητο εργαλείο που μπορεί να προσδώσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε μια επιχείρηση.

Η αναγκαιότητα του βιομηχανικού σχεδιασμού αναδεικνύεται μέσα από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν σήμερα οι βιομηχανίες. Η αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης, η ανάγκη για διαφοροποιημένα προϊόντα, η ανάγκη για custom λύσεις, οι πιέσεις για μείωση του κόστους και οι απαιτήσεις για περιβαλλοντική συμμόρφωση δημιουργούν ένα πλαίσιο στο οποίο οι επιχειρήσεις οφείλουν να λειτουργούν με μέγιστη αποδοτικότητα και ελάχιστη σπατάλη πόρων. Ένα εργοστάσιο που δεν είναι σωστά σχεδιασμένο ενδέχεται να παρουσιάζει καθυστερήσεις, σημεία συμφόρησης, υπερκατανάλωση ενέργειας και αυξημένα κόστη παραγωγής, γεγονός που οδηγεί σε μειωμένη ανταγωνιστικότητα. Αντίθετα, ο προσεκτικός σχεδιασμός των διαδικασιών και της διάταξης της παραγωγής επιτρέπει τη δημιουργία συστημάτων που μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες της αγοράς με ταχύτητα και ευελιξία.

Οι σύγχρονες λύσεις στον τομέα του βιομηχανικού σχεδιασμού βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στη χρήση ψηφιακών εργαλείων και προσομοιώσεων. Μέσω της ψηφιακής αναπαράστασης μιας βιομηχανικής μονάδας, οι μηχανικοί έχουν τη δυνατότητα να μελετήσουν εναλλακτικά σενάρια λειτουργίας, να αξιολογήσουν την απόδοση διαφορετικών διατάξεων και να εντοπίσουν κρίσιμα σημεία που επηρεάζουν την παραγωγικότητα. Λογισμικά όπως το Tecnomatix Plant Simulation και το AnyLogic επιτρέπουν τη δημιουργία ακριβών προσομοιωτών μοντέλων, στα οποία ενσωματώνονται οι πραγματικοί χρόνοι επεξεργασίας, οι ροές υλικών, οι ενδιάμεσες αποθήκες και η χρήση των μηχανών. Με αυτόν τον τρόπο, ο σχεδιασμός μεταφέρεται από το θεωρητικό επίπεδο στο πρακτικό πεδίο της ανάλυσης και της βελτιστοποίησης, μειώνοντας τον κίνδυνο λανθασμένων αποφάσεων.

Τέλος, η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση, γνωστή ως Industry 4.0, έχει φέρει στο προσκήνιο νέες τεχνολογίες που ενισχύουν τον βιομηχανικό σχεδιασμό. Η χρήση του Internet of Things (IoT), των big data, της τεχνητής νοημοσύνης και των συστημάτων αυτόματου ελέγχου επιτρέπει τη δημιουργία έξυπνων εργοστασίων, στα οποία οι διαδικασίες παρακολουθούνται και βελτιστοποιούνται σε πραγματικό χρόνο. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στον σχεδιασμό καθιστά τις βιομηχανικές μονάδες πιο ευέλικτες, αποδοτικές και προσαρμοστικές στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς.

Συνοψίζοντας, ο βιομηχανικός σχεδιασμός σήμερα αποτελεί αναγκαιότητα και όχι επιλογή για κάθε παραγωγική μονάδα που επιθυμεί να παραμείνει ανταγωνιστική. Οι σύγχρονες λύσεις, βασισμένες σε ψηφιακά εργαλεία προσομοίωσης και σε τεχνολογίες της Industry 4.0, προσφέρουν τη δυνατότητα δημιουργίας αποδοτικών, ευέλικτων και βιώσιμων παραγωγικών συστημάτων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εντάσσεται σε αυτό το πεδίο, καθώς επικεντρώνεται στην προσομοίωση μιας εργοστασιακής μονάδας παραγωγής επίπλων μπάνιου, με στόχο όχι μόνο την αξιολόγηση της παραγωγικότητας αλλά και την εκτίμηση του κόστους. Μέσα από αυτή τη μελέτη επιχειρείται να αναδειχθεί πώς ο βιομηχανικός σχεδιασμός και τα εργαλεία προσομοίωσης συμβάλλουν στη δημιουργία πιο αποτελεσματικών και οικονομικά βιώσιμων βιομηχανικών συστημάτων.

1.2 Ιστορικά στοιχεία

Η αρχή του βιομηχανικού σχεδιασμού εντοπίζεται στην περίοδο της Βιομηχανικής Επανάστασης (18ος – 19ος αιώνας), όταν οι πρώτες μηχανές και οι γραμμές παραγωγής άρχισαν να αντικαθιστούν την παραδοσιακή χειροτεχνία. Τότε, η βασική πρόκληση ήταν η μετάβαση από την ατομική παραγωγή σε μαζική κλίμακα, γεγονός που απαίτησε νέες μεθόδους οργάνωσης εργοστασίων και βελτίωσης της παραγωγικότητας.

Στις αρχές του 20ού αιώνα, η συμβολή του Frederick Taylor με την Επιστημονική Διοίκηση (Scientific Management) και του Henry Ford με την εισαγωγή της γραμμής συναρμολόγησης έθεσαν τα θεμέλια για τον σύγχρονο βιομηχανικό σχεδιασμό. Η έμφαση δόθηκε στην τυποποίηση των διαδικασιών, στη μείωση των περιττών κινήσεων και στην επίτευξη οικονομικών κλίμακας. Το αποτέλεσμα ήταν η

δημιουργία μαζικής παραγωγής, που άλλαξε ριζικά τον τρόπο λειτουργίας των βιομηχανιών.

Από τη δεκαετία του 1980 και μετά, η ανάπτυξη των υπολογιστών και των πληροφοριακών συστημάτων έφερε επανάσταση στον βιομηχανικό σχεδιασμό. Εργαλεία CAD/CAM και λογισμικά προσομοίωσης επέτρεψαν τον ακριβή σχεδιασμό γραμμών παραγωγής και τη μελέτη εναλλακτικών σεναρίων χωρίς να απαιτείται φυσική δοκιμή. Η χρήση αυτών των τεχνολογιών οδήγησε σε σημαντική μείωση κόστους και χρόνου υλοποίησης.

Σήμερα, στην εποχή της Industry 4.0, ο βιομηχανικός σχεδιασμός βασίζεται σε ψηφιακά δίδυμα (digital twins), big data, τεχνητή νοημοσύνη και συστήματα αυτοματισμού. Οι βιομηχανικές μονάδες σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι έξυπνες, ευέλικτες και προσαρμοστικές στις απαιτήσεις της αγοράς, ενώ παράλληλα να πληρούν αυστηρά κριτήρια βιωσιμότητας και περιβαλλοντικής ευθύνης.

1.3 Δομή Εργασίας

- (1) Πρώτο Κεφάλαιο: Εισαγωγή
- (2) Δεύτερο Κεφάλαιο: Ανάλυση λογισμικών
- (3) Τρίτο Κεφάλαιο: Περιγραφή μονάδας και εξοπλισμού
- (4) Τέταρτο Κεφάλαιο: Διαμόρφωση της μονάδας στα λογισμικά
- (5) Πέμπτο Κεφάλαιο: Χρόνοι παραγωγικότητας και αποτελέσματα
- (6) Έκτο Κεφάλαιο: Συμπεράσματα παραγωγικότητας
- (7) Έβδομο Κεφάλαιο: Κοστολόγηση του Έργου

2. Ανάλυση λογισμικών

2.1 Sketchup

Το Sketchup είναι ένα λογισμικό τρισδιάστατης μοντελοποίησης (3D modeling), ιδιαίτερα δημοφιλές για την απλότητά του και τη φιλικότητα προς τον χρήστη. Χρησιμοποιείται ευρέως από αρχιτέκτονες, μηχανικούς, σχεδιαστές εσωτερικών χώρων, ξυλουργούς, αλλά και ερασιτέχνες που θέλουν να δημιουργήσουν γρήγορα και εύκολα 3D σχέδια.

Το Sketchup αποτέλεσε σημαντικό εργαλείο στην εκτέλεση της διπλωματικής εργασίας. Παρακάτω στην εκτέλεση του λογισμικού Tecnomatix παρατηρούμε όλο τον μηχανολογικό εξοπλισμό σε 3d αρχεία τα οποία μετατράπηκαν μέσω του συγκεκριμένου λογισμικού. Διάφορες εταιρίες παρείχαν για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας 3d αρχεία των μηχανημάτων. Δυστυχώς ο τύπος αυτών των αρχείων δεν εισέρχεται στο λογισμικό προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε με αποτέλεσμα να γεννηθεί η ανάγκη εύρεσης ενός ικανού προγράμματος για την μετατροπή των καταλήξεων των αρχείων σε ενδεδειγμένα προς χρήση του λογισμικού σχεδίασης. Σε συνδυασμό με την μετατροπή των αρχείων πραγματοποιήθηκαν κάποιες αισθητικές παρεμβάσεις στην εξωτερική εμφάνιση των μηχανημάτων (κατά κύριο λόγο χρωματικές).

2.2 Tecnomatix plant simulation

Το Tecnomatix Plant Simulation της Siemens αποτελεί ένα από τα πιο εξελιγμένα λογισμικά προσομοίωσης παραγωγικών διαδικασιών και βιομηχανικών συστημάτων. Πρόκειται για ένα εργαλείο που επιτρέπει τη δημιουργία ψηφιακών μοντέλων εργοστασίων, γραμμών παραγωγής και συστημάτων εφοδιαστικής αλυσίδας, με σκοπό την ανάλυση, τη βελτιστοποίηση και την υποστήριξη λήψης αποφάσεων.

Με τη χρήση του λογισμικού, οι μηχανικοί και οι σχεδιαστές μπορούν να αναπαραστήσουν με ακρίβεια τις ροές υλικών, τα μηχανήματα, τους σταθμούς εργασίας και τις αποθήκες, καθώς και να εισάγουν πραγματικά δεδομένα σχετικά με χρόνους επεξεργασίας, ρυθμούς παραγωγής ή περιορισμούς χωρητικότητας. Έτσι, είναι δυνατή η αξιολόγηση κρίσιμων δεικτών απόδοσης όπως η παραγωγικότητα, η αξιοποίηση των πόρων, οι χρόνοι αναμονής και το συνολικό κόστος λειτουργίας.

Επιπλέον, το λογισμικό υποστηρίζει τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, δίνοντας στον χρήστη τη δυνατότητα να παρακολουθεί την παραγωγική διαδικασία σε ρεαλιστικό περιβάλλον. Η οπτικοποίηση αυτή συμβάλλει τόσο στην καλύτερη

κατανόηση του συστήματος όσο και στην επικοινωνία των αποτελεσμάτων προς τη διοίκηση μιας επιχείρησης.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε ένα ψηφιακό μοντέλο εργοστασιακής μονάδας παραγωγής επίπλων μπάνιου με τη χρήση του λογισμικού Tecnomatix Plant Simulation. Το μοντέλο περιλαμβάνει τη διαμόρφωση των γραμμών παραγωγής, την αναπαράσταση των ροών υλικών και την παραμετροποίηση των σταδίων κατεργασίας, με βάση πραγματικά δεδομένα. Μέσω της προσομοίωσης πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί βασικών δεικτών απόδοσης, όπως η παραγωγικότητα, οι χρόνοι αναμονής και η αξιοποίηση του εξοπλισμού, ενώ επιπλέον έγινε εκτίμηση του κόστους λειτουργίας και ανάλυση εναλλακτικών σεναρίων βελτίωσης. Η εργασία κατέδειξε τις δυνατότητες που προσφέρει η χρήση προσομοιωτών εργαλείων στη λήψη τεχνικών και οικονομικών αποφάσεων, επιβεβαιώνοντας τη σημασία τους στον βιομηχανικό σχεδιασμό.

3. Περιγραφή μονάδας και εξοπλισμού

3.1 Γενική περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας

Το παρακάτω εργοστάσιο που θα δούμε την δημιουργία του, αφορά ένα εργοστάσιο παραγωγής επίπλων μπάνιου. Ένα εργοστάσιο επίπλων μπάνιου αποτελείται από διάφορους τομείς που συνδέονται μεταξύ τους για την δημιουργία του τελικού προϊόντος προς πώληση. Παρακάτω θα δούμε τα βασικούς τομείς ενός τέτοιου εργοστασίου:

3.2 Ανάλυση τομέων ενός τέτοιου εργοστασίου

- Τομέας αποθήκευσης βασικών πρώτων υλών (πάνελ ξυλείας)
- Τομέας τεμαχισμού πάνελ ξυλείας
- Τομέας συγκόλλησης περιθωρίων πάνελ (PVC)
- Τομέας διατρήσεων και κατεργασιών (CNC)
- Τομέας συναρμολόγησης επίπλων
- Τομέας συσκευασίας
- Τομέας αποθήκευσης
- Τομέας παλετοποίησης και αποστολής

1. Τομέας αποθήκευσης βασικών πρώτων υλών

Καθημερινά ένα εργοστάσιο για να μπορέσει να παράγει προϊόντα απαιτεί μεγάλες ποσότητες πρώτων υλών οι οποίες μεταφέρονται συνήθως με φορτηγά και εκφορτώνονται με περνοφόρα οχήματα. Στην περίπτωση ενός εργοστασίου παραγωγής επίπλων μπάνιου βασική πρώτη ύλη αποτελεί η ξυλεία που βρίσκεται στην μορφή πάνελ. Έτσι κάθε εργοστάσιο αυτού του είδους έχει τουλάχιστον ένα χώρο εκφόρτωσης φορτηγών καθώς και ειδικά διαμορφωμένα ράφια τα οποία μπορούν να <<φιλοξενήσουν>> τα πάνελ έως ότου οδηγηθούν στο στάδιο του τεμαχισμού.



Εικόνα 3.2 Ειδικά διαμορφωμένος χώρος αποθήκευσης πάνελ [1]

2. Τομέας τεμαχισμού πάνελ ξυλείας

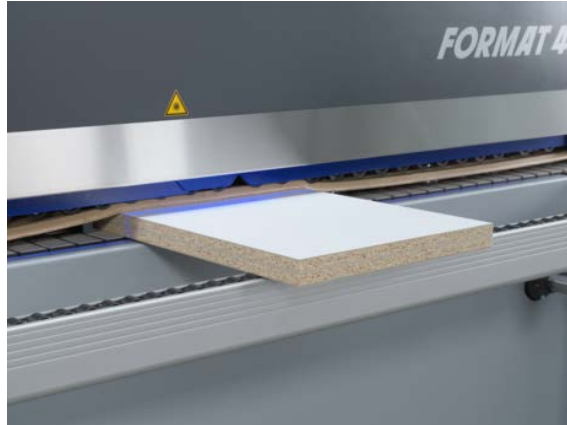
Το δεύτερο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας αφορά των τεμαχισμό των πάνελ στις διαστάσεις που απαιτούνται για την κατασκευή του τελικού επίπλου. Αποτελεί μια ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία καθώς η <<σωστή>> κοπή (ακριβείς διαστάσεις, καθαρό φινίρισμα) αποτελεί βασικό στοιχείο για τις κατεργασίες που ακολουθούν. Για την διαχείριση των διαστάσεων, των χαρτών κοπής καθώς και της διαχείρισης της ξυλείας υπάρχουν λογισμικά τα οποία αναλαμβάνουν όλη την διαχείριση της διαδικασίας.



Εικόνα 3.3 Χρήση τεμαχιστικής μηχανής [2]

3. Τομέας συγκόλλησης περιθωρίων πάνελ (PVC)

Αμέσως μετά τον τεμαχισμό ακολουθεί η διαδικασία της συγκόλλησης περιθωρίων, καθώς τα περισσότερα τεμάχια απαιτούν την διαδικασία της συγκόλλησης(όχι όλα καθώς εξαρτάται από την τοποθέτηση τους στο τελικό έπιπλο). Η συγκόλληση είναι εξίσου σημαντική ιδιαίτερα σε μονάδες κατασκευής επίπλων μπάνιου διότι αναζητείται η πλήρης αδιαβροχοποίηση.



Εικόνα 3.4 Τεμάχιο στην διαδικασία της συγκόλλησης [3]

4. Τομέας διατρήσεων και κατεργασιών (CNC)

Η διάτρηση δημιουργεί στα τεμάχια τις καθοδηγούμενες οπές που χρειάζονται για την μετέπειτα συναρμολόγηση τους. Στις μέρες μας αυτή την εργασία την αναλαμβάνουν ηλεκτρονικά καθοδηγούμενες μηχανές τροφοδοτούμενες από σχεδιαστικά προγράμματα σχεδίασης για να επιτευχθεί ακρίβεια και επαναληψιμότητα.



Εικόνα 3.5 Τεμάχιο στην διαδικασία της διάτρησης [3]

5. Τομέας συναρμολόγησης επίπλων

Η συναρμολόγηση βασίζεται στην εμπειρία του προσωπικού μια τέτοιας μονάδας, γιατί κατά κύριο λόγο πραγματοποιείται από ανθρώπινο δυναμικό και όχι από μηχανήματα. Σε τέτοιου είδους μονάδες η ολοκλήρωση της συναρμολόγησης περιλαμβάνει και τον τεχνικό έλεγχο του προϊόντος.



Εικόνα 3.6 Συναρμολόγηση επίπλων [2]

6. Τομέας συσκευασίας

Η συσκευασία των επίπλων αποτελεί το τελευταίο στάδιο της παραγγελίας και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή για να αποφευχθούν τυχόν χτυπήματα και σπασίματα.



Εικόνα 3.7 Συσκευασία επίπλων [4]

7. Τομέας αποθήκευσης

Τα έτοιμα προϊόντα μετά την συσκευασία τους ακολουθούνται σε ράφια πρόχειρης αποθήκευσης έως ότου αναχωρήσουν από το εργοστάσιο ώστε να παραδοθούν σε πελάτες.



Εικόνα 3.8 Αποθήκευση έτοιμων προϊόντων σε ράφια DEXION [10]

8. Τομέας παλετοποίησης και αποστολής

Κατά την ολοκλήρωση της παραγγελίας τα προϊόντα συλλέγονται τοποθετούνται σε παλέτα και αποστέλλονται



Εικόνα 3.9 Προϊόντα σε παλέτα έτοιμα για αποστολή [2]

3.3 Ανάλυση μηχανολογικού εξοπλισμού

3.3.1 Τεμαχιστικές μηχανές

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, η τεμαχιστική μηχανή εντάχθηκε στο προσομοιωτικό μοντέλο ως ο βασικός εξοπλισμός του τομέα κοπής πάνελ ξυλείας. Τα βασικά μηχανολογικά μέρη μιας τέτοιας μηχανής είναι τρία κύρια μοτέρ ένα της κύριας κοπής, ένα της πρόκοψης και ένα της ώθησης του πάνελ. Η μηχανή που χρησιμοποιήθηκε είναι πλήρως ηλεκτρικά καθοδηγούμενη. Μέσω του λογισμικού Tecnomatix ορίστηκαν οι χρόνοι κατεργασίας, οι ρυθμοί τροφοδοσίας και οι πιθανές καθυστερήσεις, ώστε να προσεγγιστεί με ακρίβεια η λειτουργία της. Η αποδοτικότητα της μηχανής αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα για τον συνολικό ρυθμό παραγωγής, ενώ από την ανάλυση προέκυψαν κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με την αξιοποίησή της. Τέλος, εξετάστηκαν εναλλακτικά σενάρια λειτουργίας, που επέτρεψαν τη βελτίωση της παραγωγικότητας και τον περιορισμό των απωλειών υλικού. Τα βασικά μηχανολογικά μέρη μιας τέτοιας μηχανής είναι τρία κύρια μοτέρ ένα της κύριας κοπής, ένα της πρόκοψης και ένα της ώθησης του πάνελ. Η συγκεκριμένη μηχανή εντάχθηκε στο σχέδιο 2 φορές για την κάλυψη της παραγωγής. Παρακάτω θα δούμε κάποια βασικά στοιχεία της μηχανής:





Εικόνα 3.10 Φωτογραφίες τεμαχιστικής Hermes 70 cnc [5]

3.3.2 Συγκολλητικές περιθωρίων

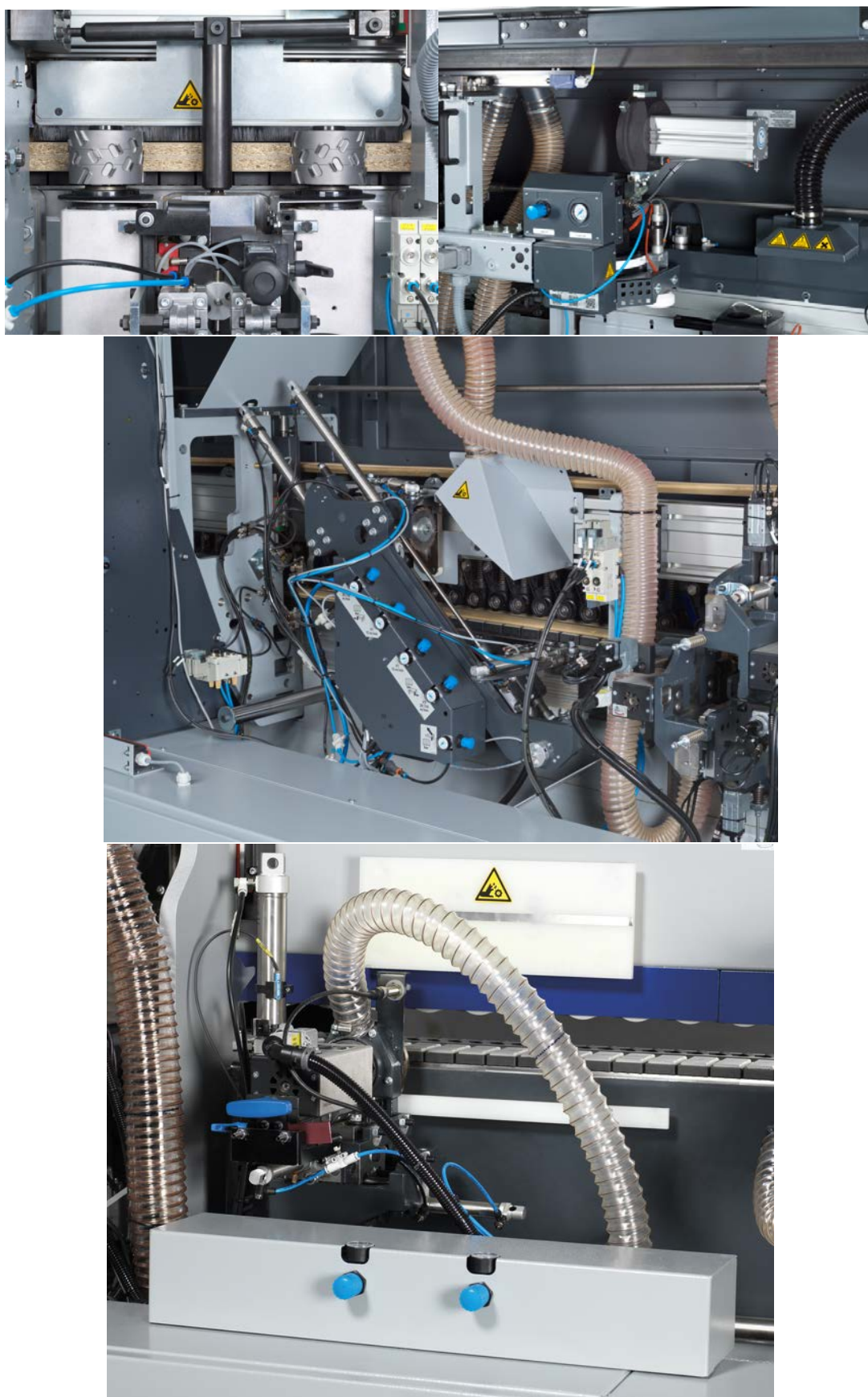
Οι συγκολλητικές μηχανές περιθωρίων (edge banding) χρησιμοποιούνται για την επένδυση των ακμών των τεμαχισμένων πάνελ με ταινίες PVC ή καπλαμά, ώστε να βελτιωθεί η αισθητική και η αντοχή τους. Το τεμάχιο μετά την διαδικασία του τεμαχισμού εισέρχεται στην συγκολλητική μηχανή, όπου εκεί πραγματοποιείται ένα σύνολο εργασιών, ώστε το κομμάτι στην έξοδο από την μηχανή να έχει πραγματοποιηθεί η συγκόλληση των ακμών του και να έχει ένα αρκετά καλό εξωτερικό φινίρισμα. Στο προσομοιωτικό μοντέλο της διπλωματικής, χρησιμοποιήθηκαν δύο ειδών συγκολλητικές μηχανές και αναπαραστάθηκαν με παραμέτρους που αφορούν τον χρόνο επεξεργασίας, την τροφοδοσία και τα πιθανά σημεία αναμονής. Η πρώτη μηχανή έχει feed rate 9m/min και δεν διαθέτει σύστημα επιστροφής καθώς το συνολικό της μήκος δεν ξεπερνά τα 5 m.



Εικόνα 3.11 Φωτογραφίες συγκολλητικής Tempora 45.03L

Η δεύτερη συγκολλητική μηχανή έχει συνολικό μήκος είναι 8.3 μέτρα, η ταχύτητα της αγγίζει τα 20 m/min. Οι δυο μηχανές έχουν πανομοιότυπο μενού πράγμα που σημαίνει πως οι χειριστές μπορεί να είναι εναλλάξιμοι. Η πρώτη και πιο μικρή μηχανή τοποθετείται με σκοπό την χρήση της σε ιδιαίτερα τεμάχια και κατασκευές ενώ η δεύτερη δεδομένων των δυνατοτήτων της για παραγωγή θα χρησιμοποιηθεί για μαζική παραγωγή ορισμένων κωδικών παραγωγής.





Εικόνα 3.12 Φωτογραφίες συγκολλητικής Tempora F1000 [3]

3.3.3 CNC μηχανήματα

Τα CNC μηχανήματα (Computer Numerical Control) αποτελούν βασικό εξοπλισμό στη σύγχρονη βιομηχανία ξυλουργικών προϊόντων, καθώς επιτρέπουν την εκτέλεση πολύπλοκων κατεργασιών με υψηλή ακρίβεια και ταχύτητα. Χρησιμοποιούνται για τρυπήματα, φρεζαρίσματα, κοπές ειδικών μορφών και καμπύλων, αντικαθιστώντας σε μεγάλο βαθμό τις παραδοσιακές χειροκίνητες διαδικασίες. Στο προσομοιωτικό μοντέλο της διπλωματικής, τα CNC μηχανήματα εντάχθηκαν με συγκεκριμένους χρόνους επεξεργασίας και ρυθμούς παραγωγής, ώστε να αποτυπωθεί ο ρόλος τους στη συνολική γραμμή παραγωγής. Στο μοντέλο που δημιουργήθηκε εντάχθηκαν 2 πανομοιότυπες μηχανές με πολύ μικρές διαφορές στα χαρακτηριστικά τους για να μπορέσουν να καλύψουν την παραγωγικότητα του εργοστασίου. Παρακάτω θα δούμε κάποιες σχετικές εικόνες με τις συγκεκριμένες μηχανές.



Εικόνα 3.13 Φωτογραφίες από cnc μηχανήμα H200R [3]

3.3.4 Πάγκοι εργασίας

Οι πάγκοι μονταρίσματος αποτελούν τον τελικό σταθμό της παραγωγικής διαδικασίας, όπου συναρμολογούνται τα τεμαχισμένα και κατεργασμένα μέρη των επίπλων. Σε αυτούς πραγματοποιείται ο έλεγχος εφαρμογής, η τοποθέτηση εξαρτημάτων και η τελική διαμόρφωση του προϊόντος. Η εργονομία και η σωστή διάταξη των πάγκων συμβάλλουν στη μείωση του χρόνου συναρμολόγησης και στην αύξηση της αποδοτικότητας. Κάθε πάγκος θα πρέπει να είναι εξοπλισμένος με όλα τα απαραίτητα υποεξαρτήματα που απαιτεί το τελικό προϊόν (βίδες, μεντεσέδες, καβίλιες κλπ.) καθώς και με τα απαραίτητα εργαλεία (δραπενοκατσάβιδο, καρφωτικό κλπ.). Επιπρόσθετα κατά την ολοκλήρωση του μοντάζ ενός επίπλου πραγματοποιείται και η διαδικασία της συσκευασίας του, αυτό απαιτεί επιπλέον ο πάγκος να είναι εξοπλισμένος με όλα τα απαραίτητα μικρομηχανήματα συσκευασίας (πχ εκτυλικτήρας ταινίας). Παρακάτω θα δούμε μια σχετική εικόνα ενός τέτοιου πάγκου εργασίας.



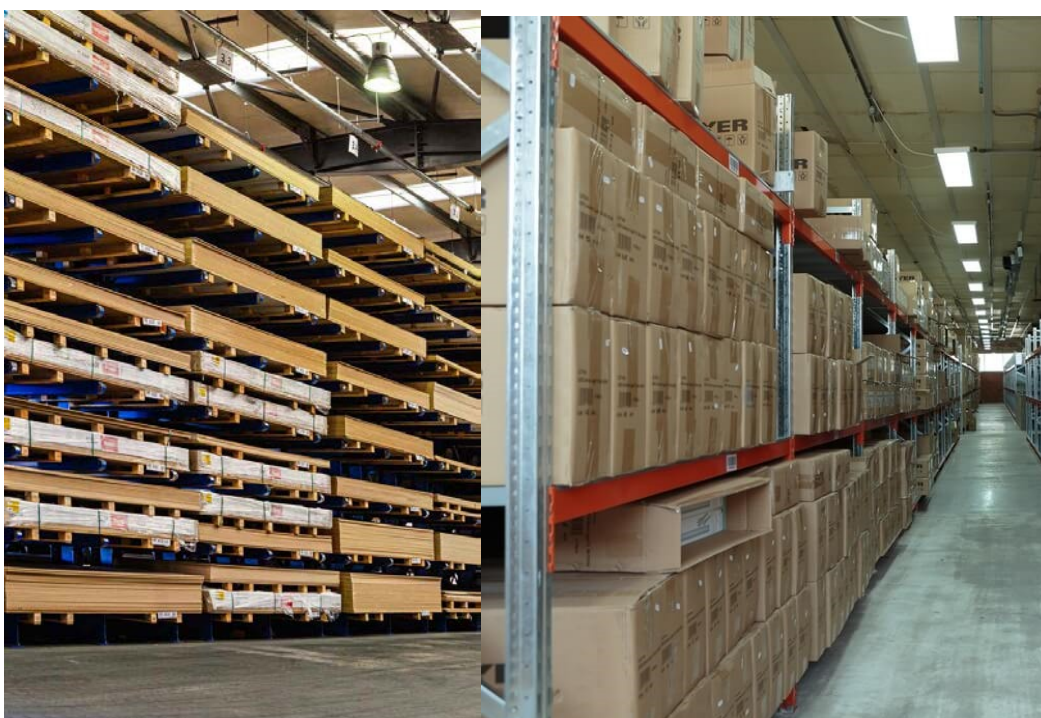
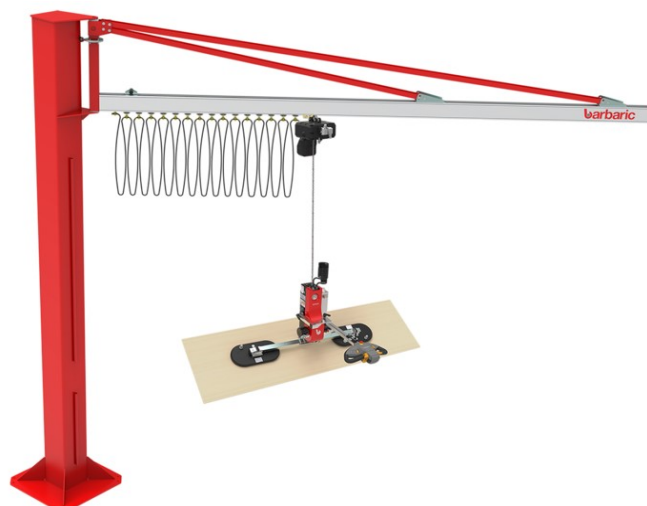
Εικόνα 3.14 Πάγκος εργασίας [6]

3.3.5 Εξοπλισμός διακίνησης και αποθήκευσης

Ο εξοπλισμός διακίνησης και αποθήκευσης σε μια μονάδα παραγωγής επίπλων μπάνιου περιλαμβάνει καρότσια, ανυψωτικά παλετοφόρα, περονοφόρα και ράφια αποθήκευσης, που εξυπηρετούν τη ροή υλικών και ημιτελών προϊόντων. Η σωστή οργάνωση της εσωτερικής εφοδιαστικής μειώνει τους χρόνους μεταφοράς και περιορίζει τα φαινόμενα συμφόρησης στην παραγωγή. Οι ενδιάμεσες αποθήκες εξασφαλίζουν την ομαλή τροφοδοσία των μηχανημάτων με πρώτες ύλες, ενώ παράλληλα επιτρέπουν την προσωρινή αποθήκευση προϊόντων σε εξέλιξη. Η

μονάδα που σχεδιάστηκε περιλαμβάνει ένα περνοφόρο ανυψωτικής ικανότητας 5 τόνων για μεταφορά των πάνελ και τροφοδοσία των τεμαχιστικών μηχανών, ένα ηλεκτρικό παλετοφόρο ανυψωτικής ικανότητας 1.5 τόνων για την μεταφορά των παλετοποιημένων προϊόντων, 20 καρότσια ενδιάμεσης μεταφοράς μεταξύ των μηχανών καθώς και 2 ανυψωτικά vacuum όπου διευκολύνουν την ανύψωση των πάνελ από την παλέτα επάνω σε κάθε τεμαχιστική μηχανή. Επιπλέον σε μεγάλο μέρος του κτιρίου τοποθετήθηκαν ράφια cantilever(αποθήκευση πάνελ) και ράφια Dexion(αποθήκευση υλικών και έτοιμων προϊόντων) Στο τελικό στάδιο της φόρτωσης για να μπορέσει να ευθυγραμμιστεί το ύψος ενός φορτηγού με το κτίριο για την φόρτωση των παλετών τοποθετήθηκε μια ηλεκτρική ράμπα μεταβλητής κλίσεως. Παρακάτω θα δούμε κάποιες σχετικές εικόνες του εξοπλισμού.





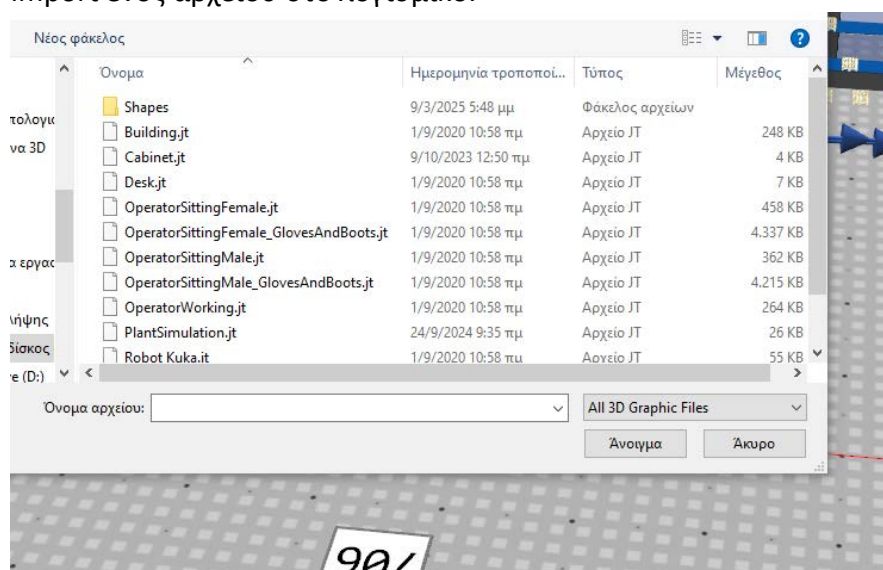
Εικόνα 3.15 Φωτογραφίες εξοπλισμού διακίνησης-αποθήκευσης. [7],[8],[9],[10]

4. Διαμόρφωση της μονάδας στα λογισμικά

4.1 Λογισμικό Sketchup

Το SketchUp είναι ένα ευρέως διαδεδομένο λογισμικό τρισδιάστατης μοντελοποίησης, που χρησιμοποιείται σε τομείς όπως η αρχιτεκτονική, ο βιομηχανικός σχεδιασμός και η παραγωγή επίπλων. Το πλεονέκτημά του είναι η ευκολία στη χρήση και η δυνατότητα δημιουργίας και επεξεργασίας 3D μοντέλων με ακρίβεια και ταχύτητα. Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, το SketchUp αξιοποιήθηκε για τη μετατροπή και επεξεργασία εικόνων που σχετίζονται με τη διαμόρφωση της εργοστασιακής μονάδας. Μέσω του λογισμικού πραγματοποιήθηκε η αλλαγή μορφής σε ορισμένα αρχεία, ώστε να είναι συμβατά με το προσομοιωτικό μοντέλο που δημιουργήθηκε στο Tecnomatix. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε για αισθητικές βελτιώσεις, όπως η τροποποίηση χρωμάτων και η απλοποίηση ορισμένων γεωμετριών, με στόχο μια πιο καθαρή και ευανάγνωστη απεικόνιση. Με αυτόν τον τρόπο, το SketchUp λειτούργησε συμπληρωματικά, βελτιώνοντας την οπτική παρουσίαση των στοιχείων και διευκολύνοντας την ένταξή τους στη συνολική μελέτη. Παρακάτω θα κάνουμε μια σύντομη ανάλυση χρήσης του προγράμματος. Το πρόγραμμα υπάρχει διαθέσιμο για λήψη και εγκατάσταση σε Η/Υ για πανεπιστημιακή χρήση και χρήση ορισμένου χρονικού διαστήματος.

Το λογισμικό Tecnomatix Plant Simulation για την πλήρη απεικόνιση ενός μηχανήματος, απαιτεί κατά κύριο λόγο αρχεία κατάληξης step,jt (παίρνει περισσότερα αλλά δεν υπάρχει απόλυτη συμβατότητα). Παρακάτω μια εικόνα import ενός αρχείου στο λογισμικό.



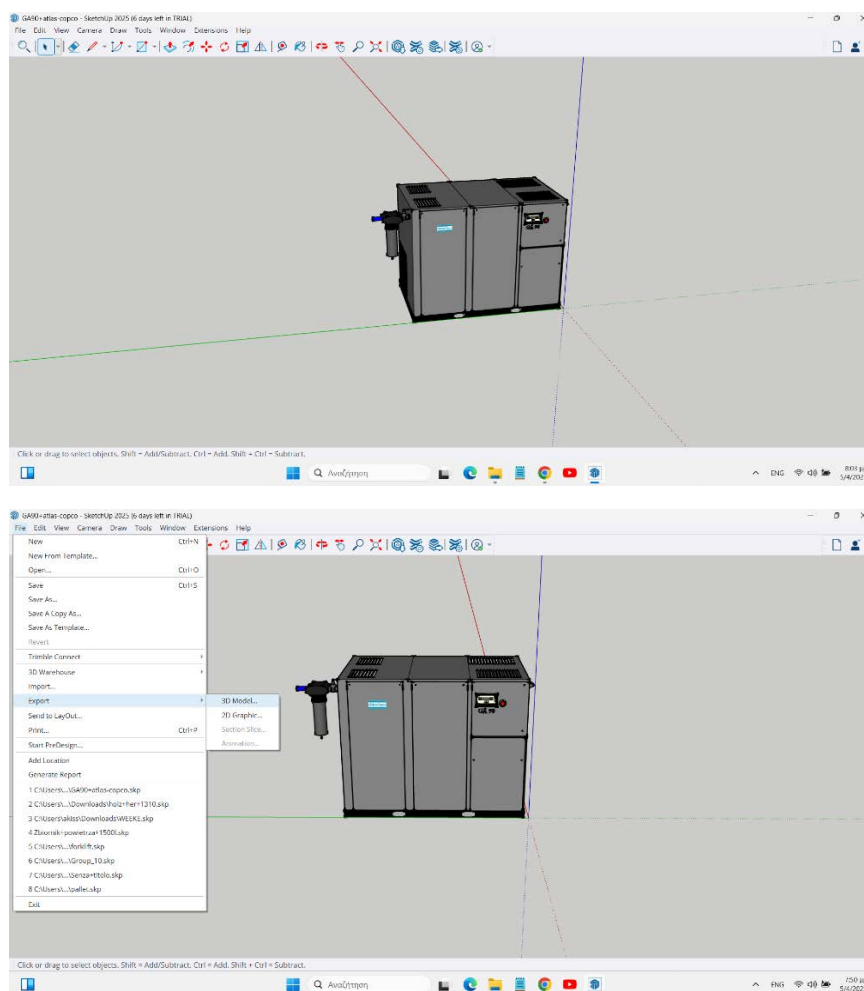
Εικόνα 4.1 Import graphics Tecnomatix

Έτσι λοιπόν έρχεται το λογισμικό SketchUp που έχει την δυνατότητα εισόδου διαφόρων τύπου αρχείων και εξόδου πολύ συγκεκριμένων και συμβατών με το λογισμικό προσομοίωσης.

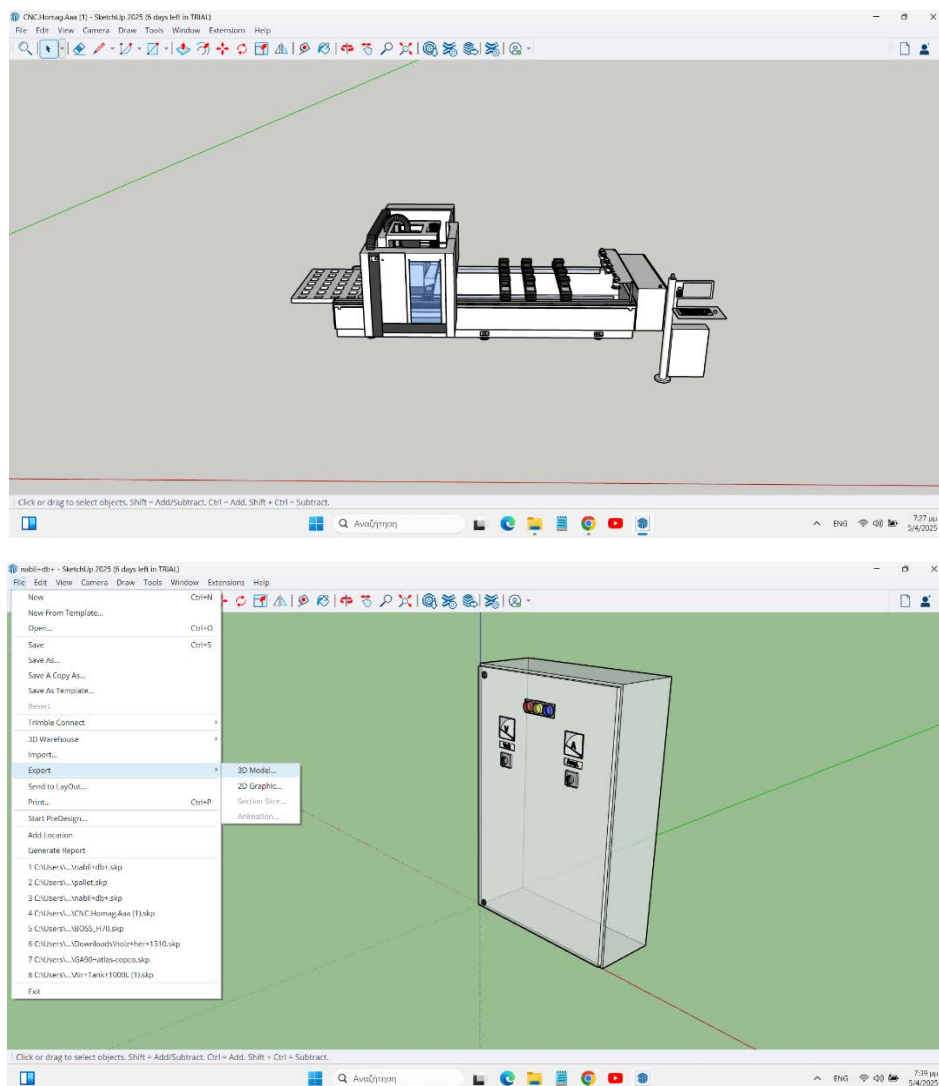
Αρχικά η εύρεση των αρχείων του μηχανολογικού εξοπλισμού έγινε από βιβλιοθήκες λογισμικών 3d μηχανημάτων καθώς και από προμηθευτές μηχανολογικού εξοπλισμού τέτοιου είδους.

Τα περισσότερα αρχεία του εξοπλισμού υπήρξαν σε μορφή WRL, που είναι μια μορφή μια αναγνωρίσιμη από το λογισμικό Tecnomatix. Μετά την επιλογή όλου του εξοπλισμού που προαναφέρθηκε καθώς ακόμη και μερικών επιμέρων στοιχείων που απαιτούνται για την λειτουργία μιας βιομηχανικής μονάδας επίπλων (πχ Κομπρεσέρ αέρα, αεριοφυλάκιο και ηλεκτρολογικός πίνακας) έπρεπε να πραγματοποιηθεί η μετατροπή σε ευανάγνωστες καταλήξεις αρχείων από το λογισμικό βελτιστοποίησης.

Παρακάτω ακολουθούν μερικά παραδείγματα



Εικόνα 4.2 Μετατροπή αρχείου κομπρεσέρ αέρα



Εικόνα 4.3 Διάφορες Εργασίες στο SketchUp

Όπως προαναφέραμε στην πληθώρα του ο μηχανολογικός εξοπλισμός απαιτήσε κάποιες τροποποιήσεις οι οποίες έγιναν με την χρήση του λογισμικού. Οι αλλαγές αυτές περιεγράφηκαν περιληπτικά διότι σχεδόν σε κάθε περίπτωση απαιτήθηκε παρόμοια διαδικασία.

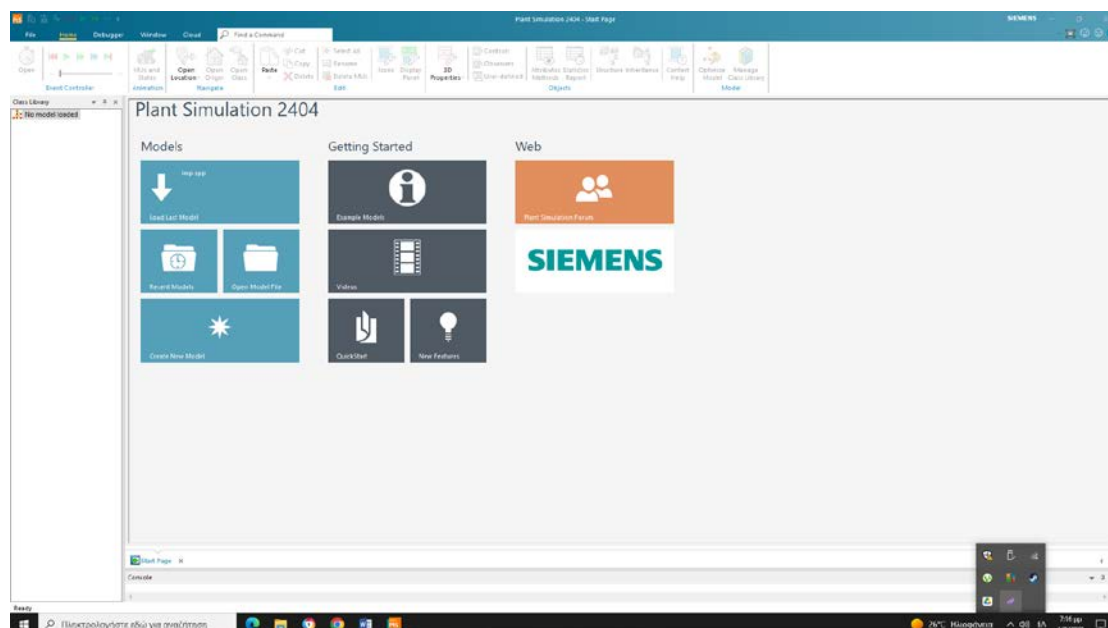


Εικόνα 4.4 Logo λογισμικού SketchUp

4.2 Λογισμικό Tecnomatix plant simulation

Εισαγωγή στο λογισμικό

Το στήσιμο του προσομοιωτικού μοντέλου πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό Tecnomatix Plant Simulation, με στόχο την αποτύπωση της λειτουργίας της εργοστασιακής μονάδας παραγωγής επίπλων μπάνιου. Αρχικά δημιουργήθηκε η βασική δομή της γραμμής παραγωγής και προστέθηκαν τα απαραίτητα στοιχεία εξοπλισμού. Στη συνέχεια εισήχθησαν δεδομένα που αφορούσαν χρόνους κατεργασίας, ροές υλικών και χωρητικότητες. Το μοντέλο διαμορφώθηκε ώστε να προσομοιώνει ρεαλιστικά τις λειτουργίες του εργοστασίου. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκε ένα εργαλείο που επέτρεψε την ανάλυση και αξιολόγηση της παραγωγικής διαδικασίας. Παρακάτω θα αρχίσουμε την αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας.

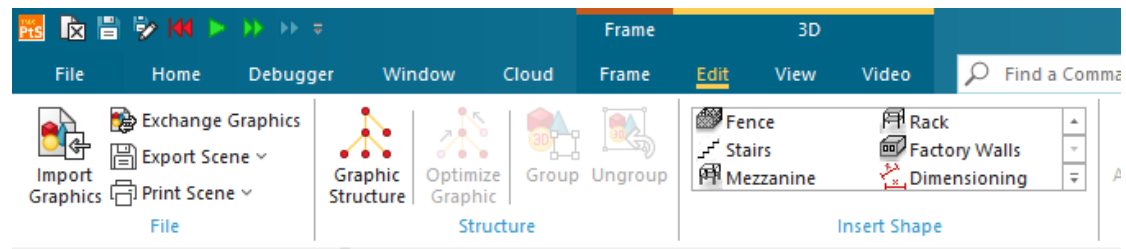


Εικόνα 4.5 Interface εκκίνησης λογισμικού Plant Simulation

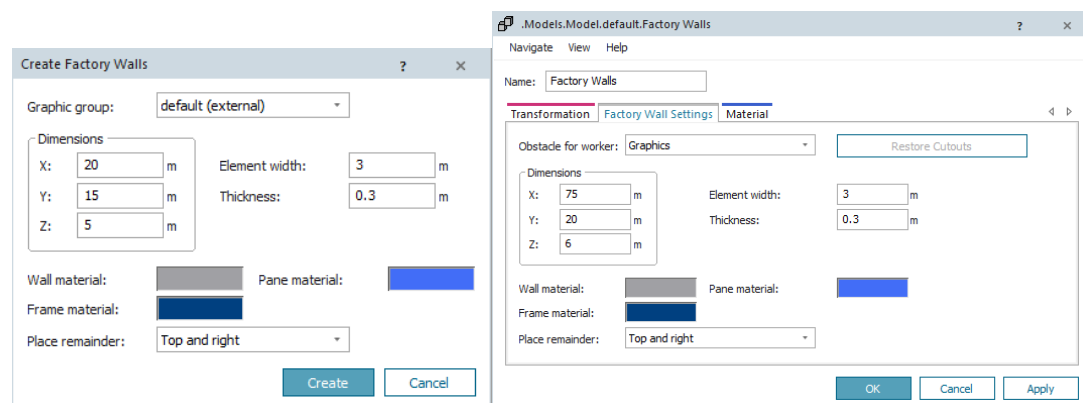
4.2.1 Βιομηχανικό μεταλλικό κτίριο

Για να μπορέσει να στηθεί μια παραγωγική μονάδα απαιτείται ένας ανάλογος βιομηχανικός χώρος που πληροί όλες τις βασικές και χωροταξικές λειτουργίες. Με ένα πρόχειρο υπολογισμό, ο οποίος στην συνέχεια αποδείχθηκε ορθός απαιτείται ένα κτίριο διαστάσεων 20 (width)x75(length)x6(height). Ένα τέτοιο κτίριο είναι ικανό να φιλοξενήσει 120 τετραγωνικά μέτρα γραφείων και 1380 τετραγωνικά

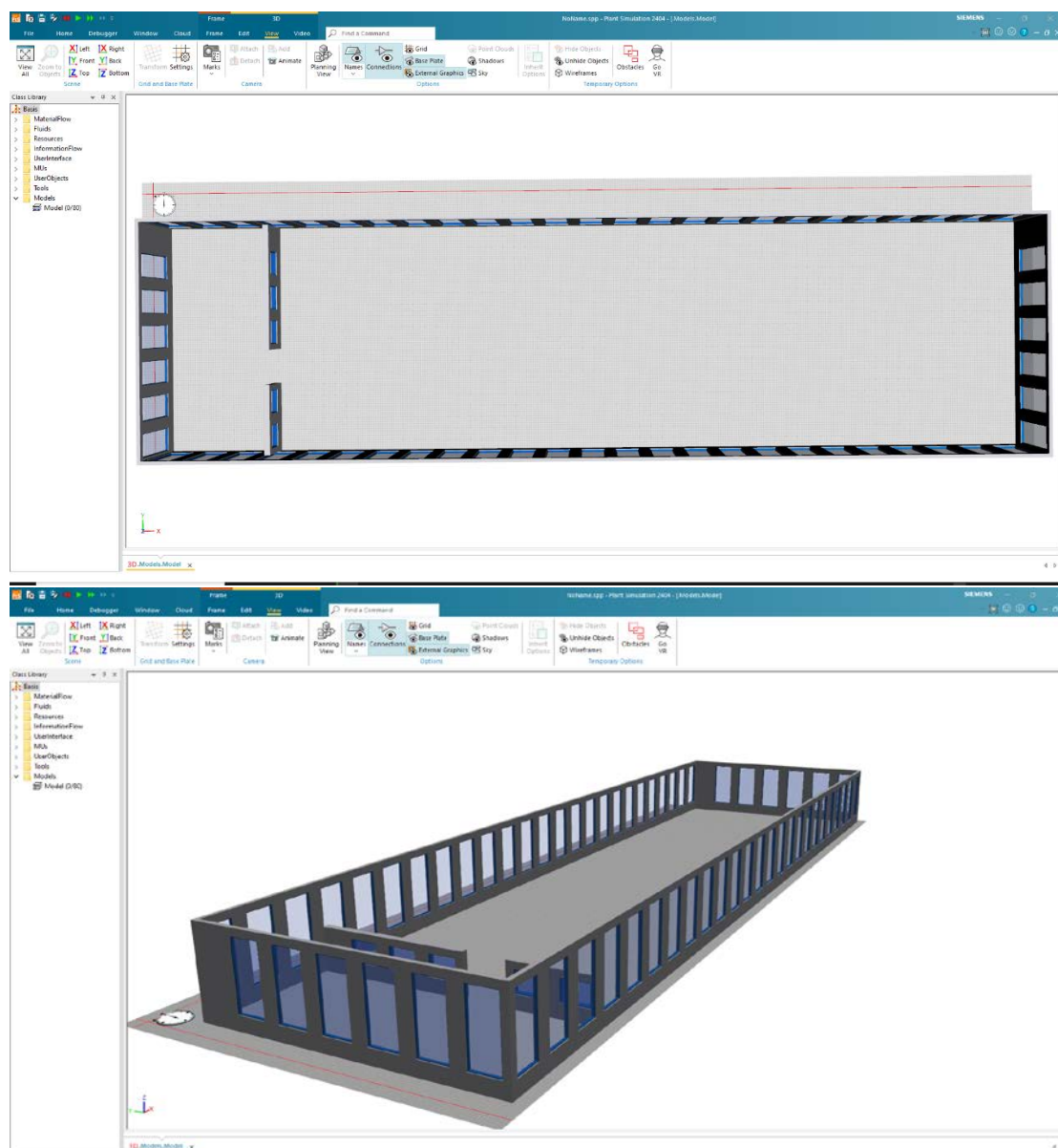
μέτρα χώρου παραγωγής. Τα 120 τετραγωνικά των γραφείων μπορούν να φιλοξενήσουν 8 θέσεις γραφείου, ποσό το οποίο υπερκαλύπτει τον αριθμό εργαζόμενων γραφείου για να στηθεί η παραγωγική διαδικασία. Τα 1380 τετραγωνικά χώρου παραγωγής μπορούν να υποστηρίξουν όλο τον μηχανολογικό εξοπλισμό που προαναφέρθηκε και να δημιουργήσουν περίπου 25 θέσεις εργασίας. Αναλυτικά θα δούμε την αρχική σχεδίαση του μεταλλικού κτιρίου.



Εικόνα 4.6 Επιλογή τοιχίων για την περιμετρική θέσπιση ορίων



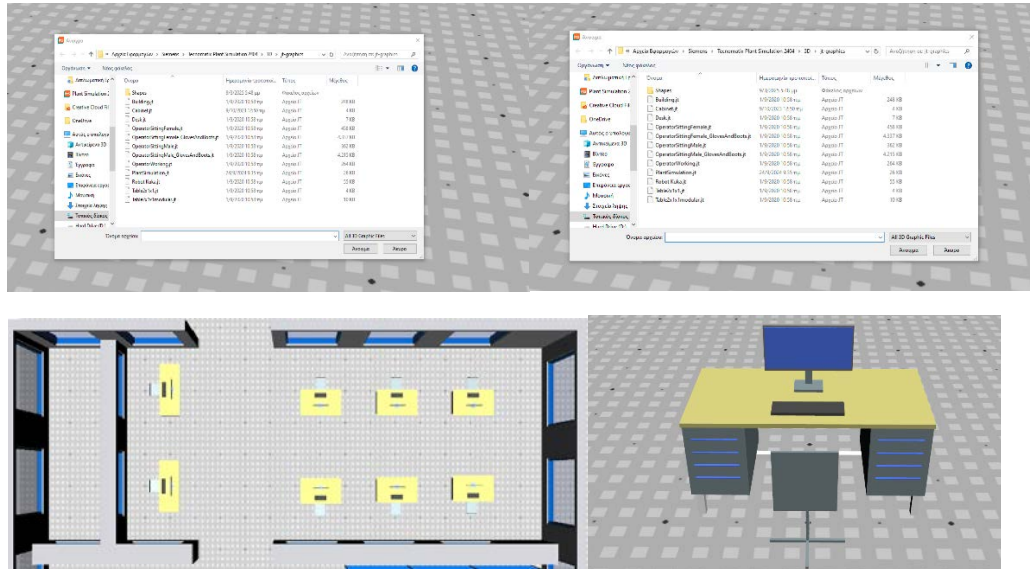
Εικόνα 4.7 Τελικές διαστάσεις κτιρίου



Εικόνα 4.8 Όψεις βιομηχανικού χώρου

4.2.2 Χώρος γραφείων κτιρίου

Όπως προαναφέραμε θα υπάρχουν 8 θέσεις γραφείων, αναλυτικά τα βήματα, υπήρχε στο λογισμικό έτοιμο 3d αρχείο γραφείου



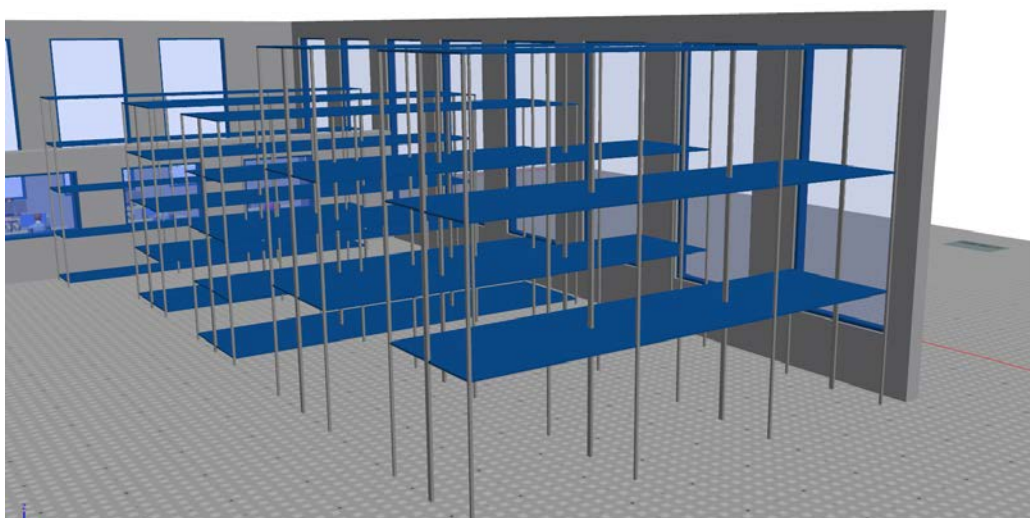
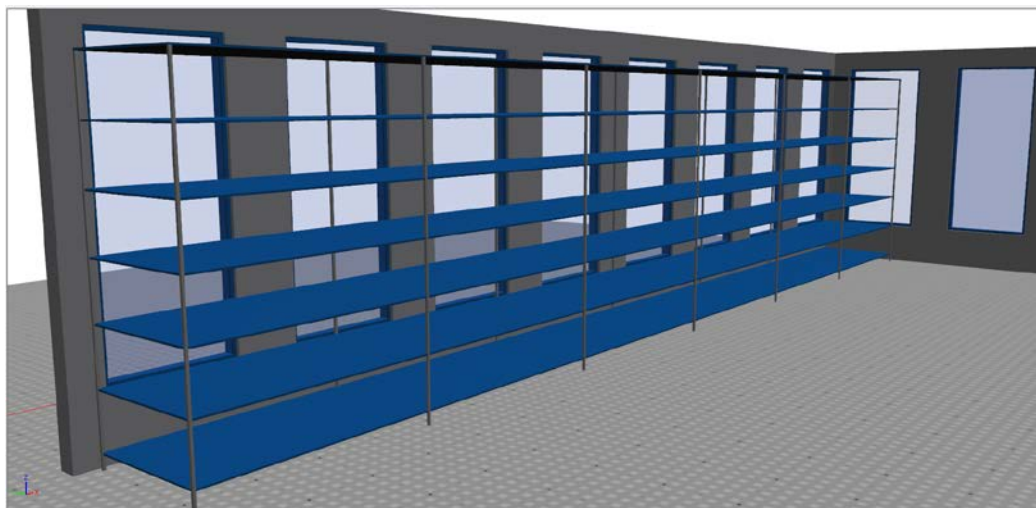
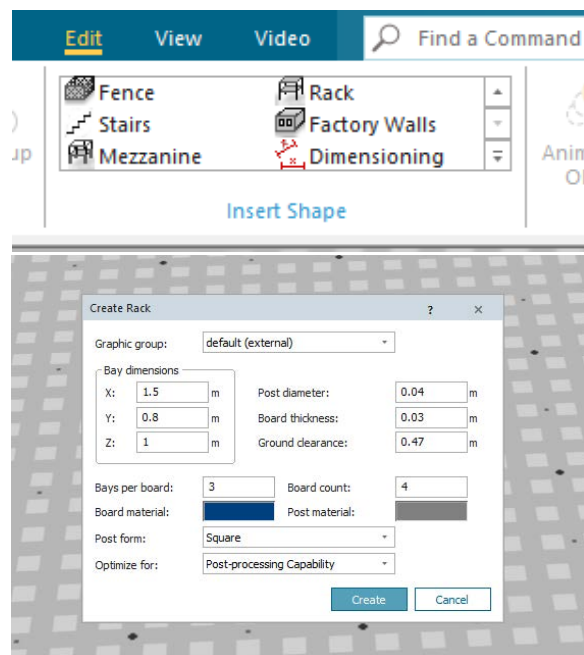
Εικόνα 4.9 Δημιουργία γραφείων

4.2.3 Εισαγωγή ραφιών

Τα ράφια αποθήκευσης αποτελούν βασικό στοιχείο της εσωτερικής εφοδιαστικής μιας εργοστασιακής μονάδας. Χρησιμοποιούνται για την τακτοποίηση και προσωρινή αποθήκευση πάνελ ξυλείας, ημιέτοιμων και τελικών προϊόντων, εξασφαλίζοντας την ομαλή τροφοδοσία των μηχανών. Η σωστή διάταξή τους διευκολύνει την παραγωγική διαδικασία. Στο προσομοιωτικό μοντέλο της διπλωματικής τα ράφια ενσωματώθηκαν και χωρίστηκαν σε 3 βασικές κατηγορίες:

- Ράφια αποθήκευσης πάνελ.
- Ράφια αποθήκευσης πρώτων υλών.
- Ράφια αποθήκευσης έτοιμων προϊόντων πριν την αποστολή τους.

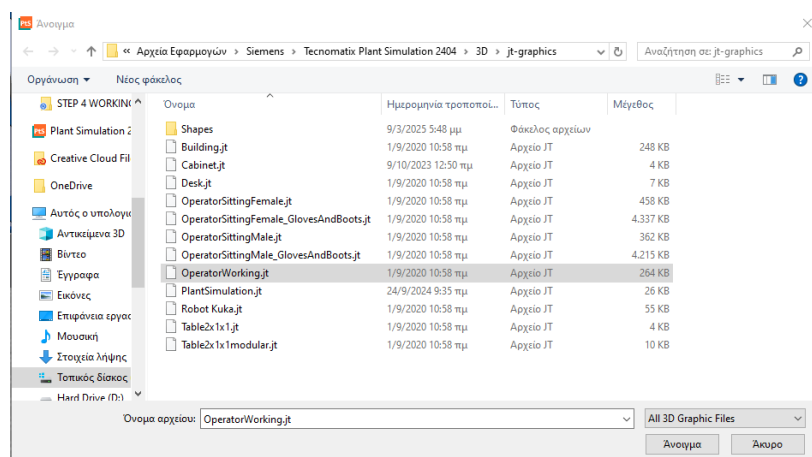
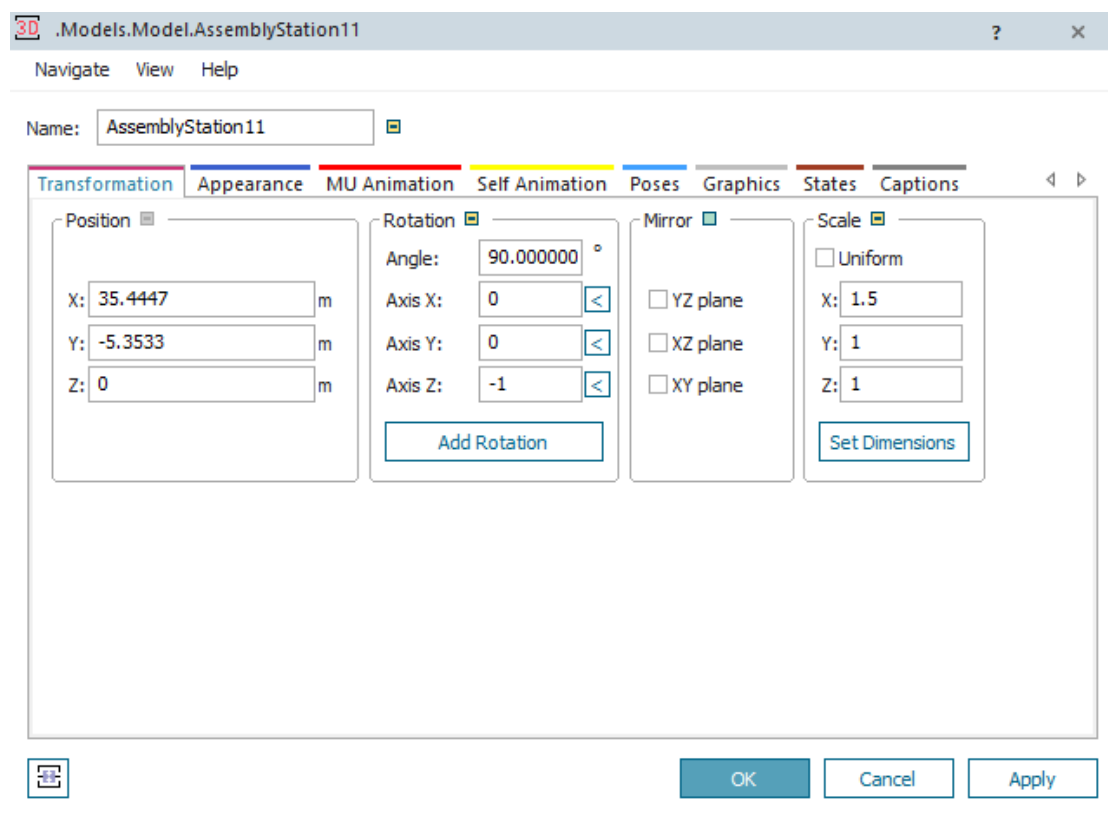
Εισαγωγή στο λογισμικό

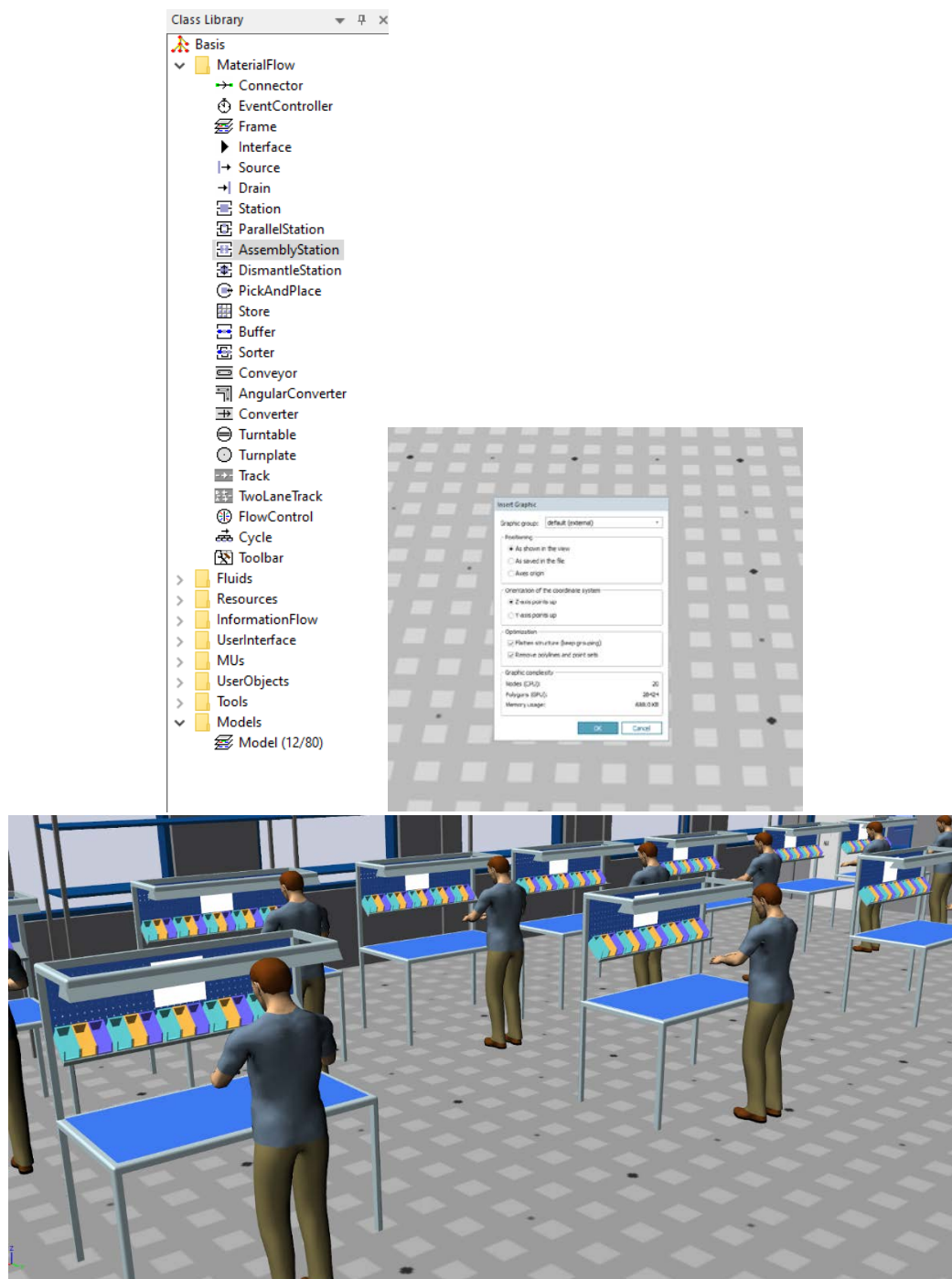


Εικόνα 4.10 Εισαγωγή ραφιών στο λογισμικό

4.2.4 Πάγκοι εργασίας

Οι πάγκοι μονταρίσματος αποτελούν τον τελικό σταθμό της παραγωγικής διαδικασίας, συναρμολογούνται τα τεμαχισμένα μέρη των επίπλων. Σε αυτούς πραγματοποιείται η τοποθέτηση εξαρτημάτων, η τελική διαμόρφωση του προϊόντος, ο ποιοτικός έλεγχος προϊόντων καθώς και η συσκευασία επίπλων. Κατά βάση οι πάγκοι εργασίας κατασκευάζονται κατόπιν ειδικής παραγγελίας δεδομένων αναγκών της επιχείρησης. Αρκετοί πάγκοι μεταξύ τους διαφέρουν δεδομένων της θέσης που τοποθετούνται και της εργασίας που εκτελούν. Παρακάτω θα δούμε συνολικά την διαδικασία ενσωμάτωσης των πάγκων στην παραγωγική διαδικασία.

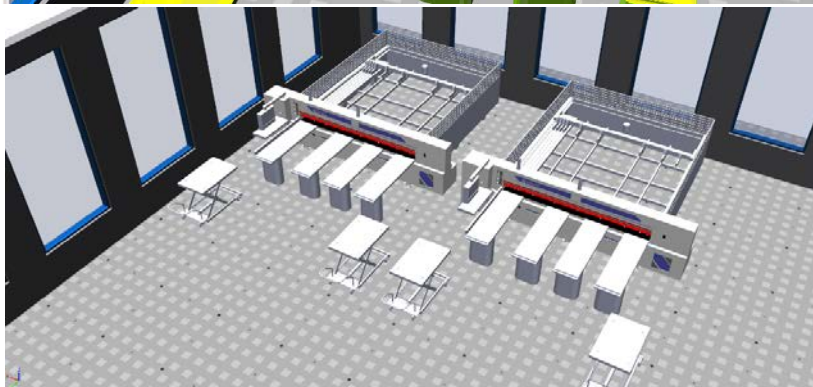
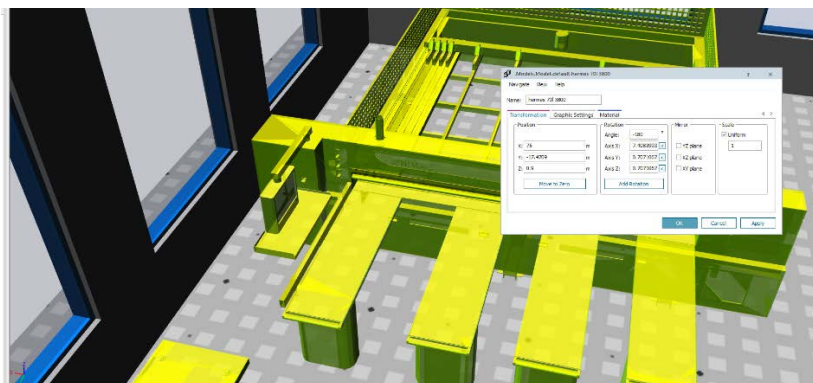
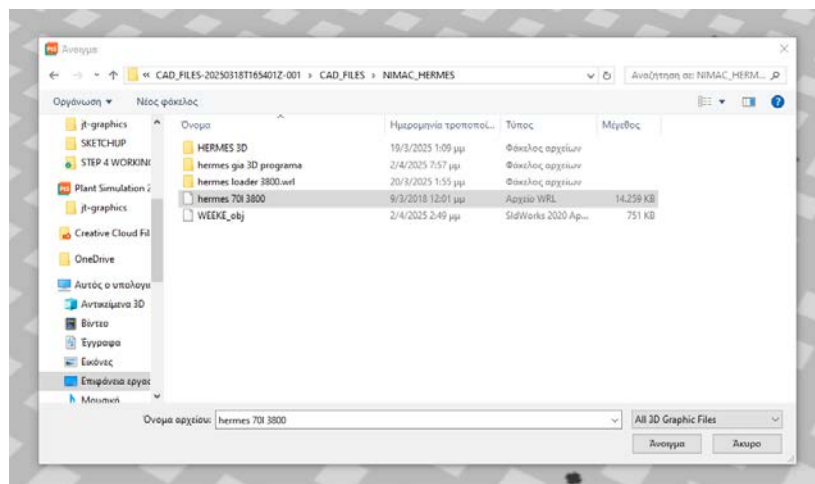


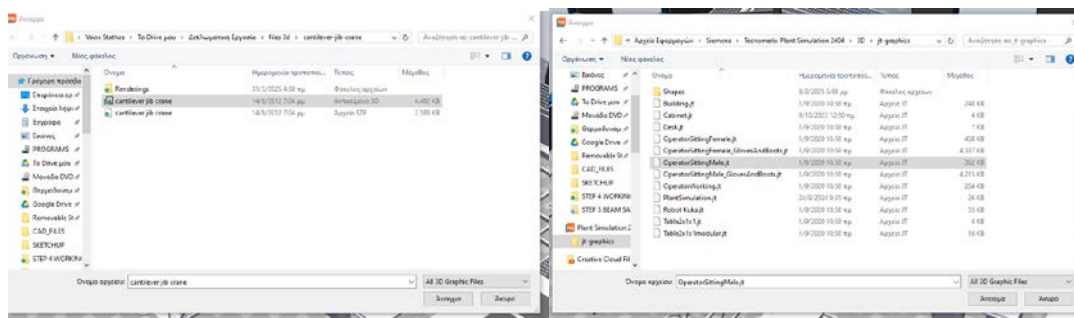


Εικόνα 4.11 Εισαγωγή πάγκων εργασίας και χειριστών

4.2.5 Τεμαχιστικές μηχανές

Όπως προαναφέρθηκε οι Τεμαχιστικές μηχανές θα εκτελούν το 2^ο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας όπου είναι ο τεμαχισμός των πάνελ στις επιθυμητές διαστάσεις για την κατασκευή του τελικού επίπλου. Η τροφοδοσία των πάνελ γίνεται από το μπροστινό μέρος με την χρήση Vacuum. Η διάταξη που επιλέχθηκε για την τοποθέτηση των μηχανών στο κτίριο είναι ακριβώς απέναντι από τα ράφια αποθήκευσης των πάνελ για να αποφευχθεί μεγάλες μετακινήσεις με χρήση περνοφόρων μέσα στο κτίριο. Αυτό μας οδηγεί σε μείωση νεκρών χρόνων μεταφοράς πάνελ καθώς και σε πρόληψη αποφυγής ατυχημάτων δεδομένων του όγκου και της επικινδυνότητας. Παρακάτω θα δούμε την εισαγωγή των μηχανών καθώς και των vacuum για την τελική ανύψωση του υλικού στην μηχανή.





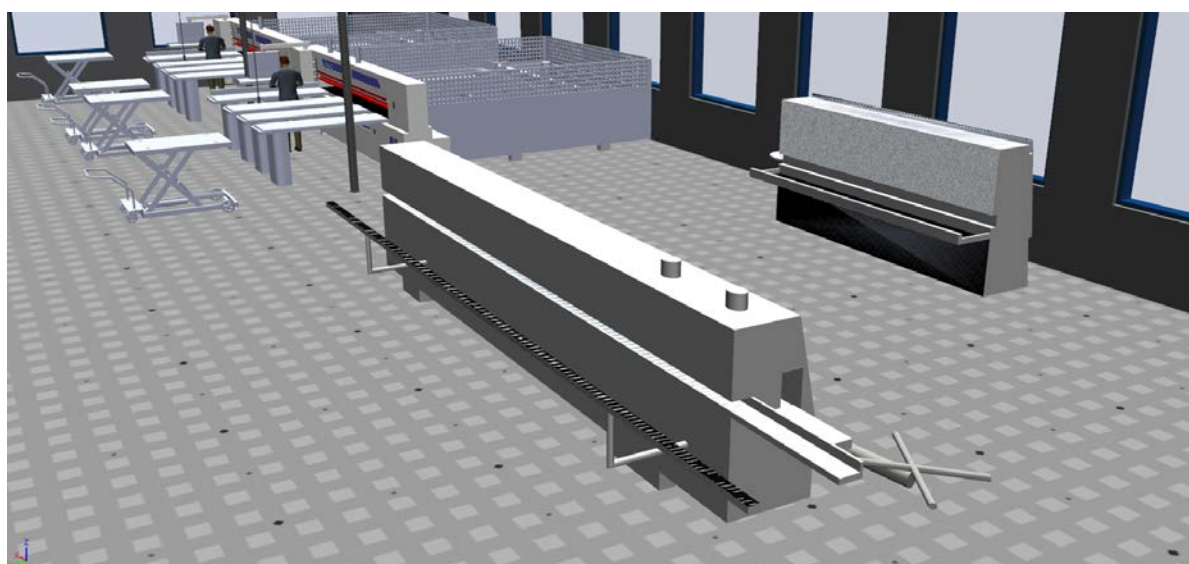
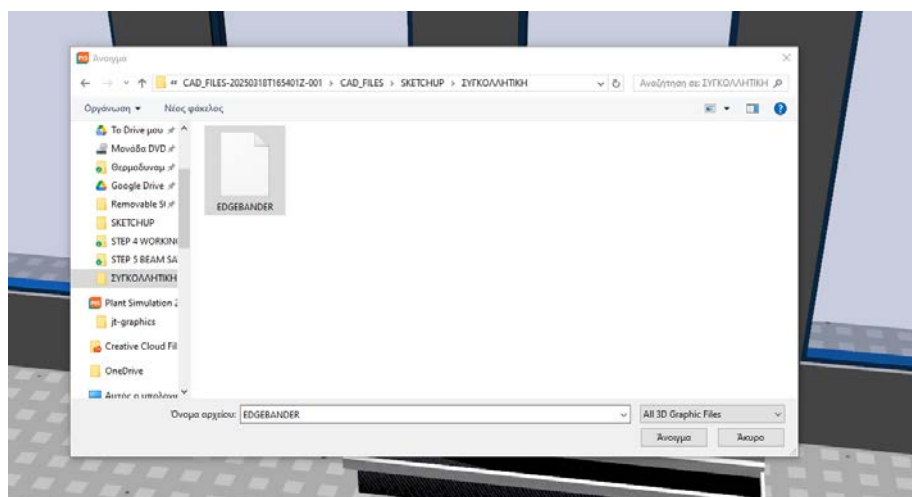
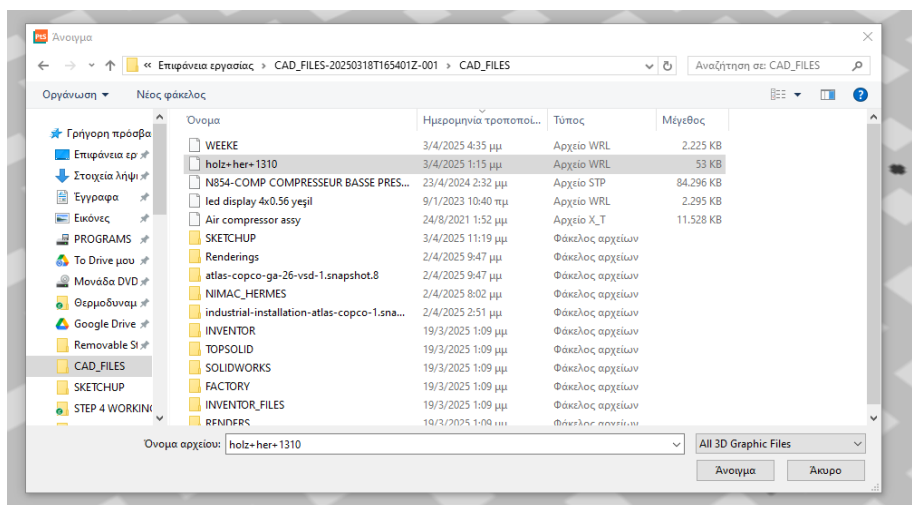
Εικόνα 4.12 Εισαγωγή και απεικόνιση τεμαχιστικών μηχανών

4.2.6 Συγκολλητικές μηχανές

Το αμέσως επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας είναι η συγκόλληση των περιθωρίων του πάνελ που έχει κοπεί σε ακριβείς διαστάσεις. Έτσι θα πρέπει η τοποθέτηση των συγκολλητικών να γίνει πολύ κοντά σε σχέση με τις τεμαχιστικές για την βελτίωση των χρόνων. Η μεταφορά των πάνελ κάθε επίπλων σε κάθε στάδιο της παραγωγής πραγματοποιείται είτε με ειδικά διαμορφωμένα καρότσια είτε με κάποιου είδους παλετοφόρο. Επισημαίνουμε ότι εντάξαμε δύο διαφορετικές συγκολλητικές μηχανές με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά

- Tempora 45.03L, ταχύτητα 9m/min, μήκος 4,75m, χειροκίνητη επιστροφή τεμαχίων
- Tempora F1000, ταχύτητα 20 m/min, μήκος 8,3m, χειροκίνητη επιστροφή τεμαχίων

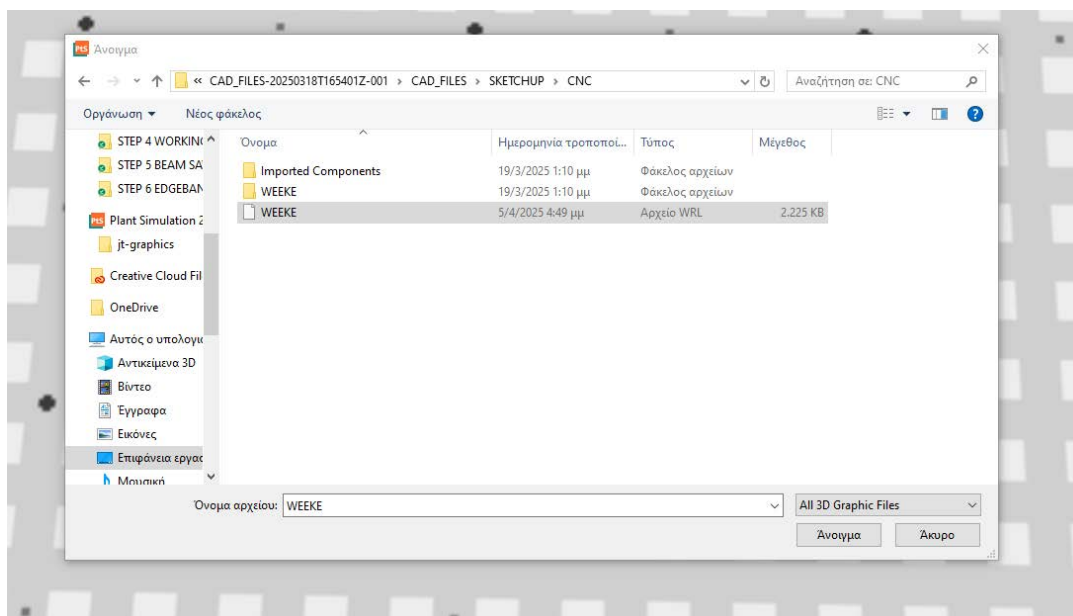
Παρακάτω θα δούμε την προσθήκη των μηχανών

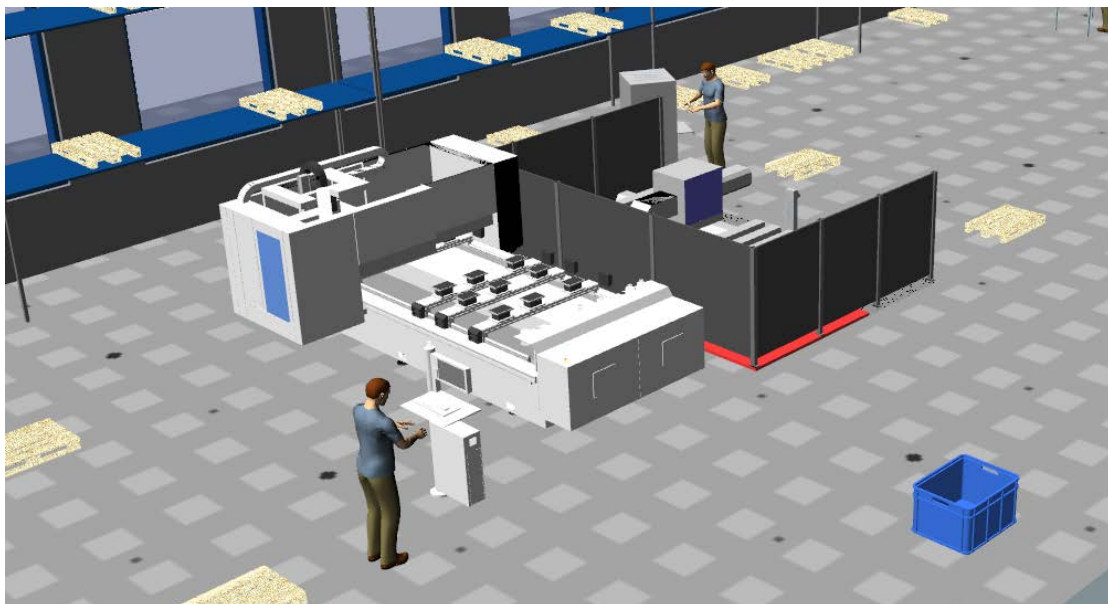
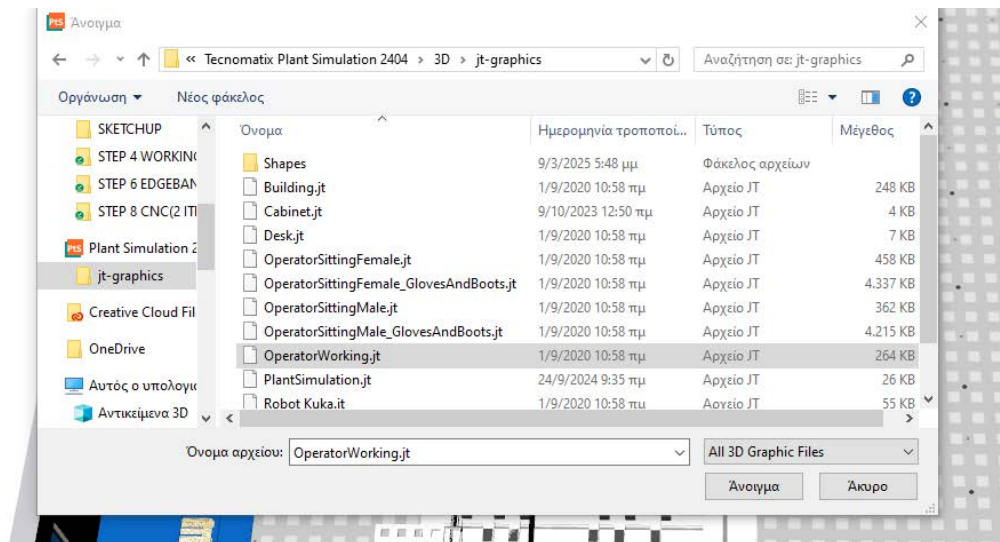


Εικόνα 4.13 Εισαγωγή και απεικόνιση συγκολλητικών μηχανών

4.2.7 Cnc-διατρητικές μηχανές

Το αμέσως επόμενο στάδιο μετά την συγκόλληση είναι η δημιουργία όλων των κατεργασιών που απαιτεί κάθε πάνελ για να βρίσκεται στην τελική του μορφή πριν την διαδικασία της συναρμολόγησης. Οι πληροφορίες για τις κατεργασίες που θα υποβληθεί το κομμάτι μεταφέρονται μέσω μιας <<γέφυρας>> του σχεδιαστικού προγράμματος και του controller της μηχανής, και η δε αναγνώριση του τεμαχίου γίνεται μέσω ενός αναγνωριστικού barcode που υπάρχει στις ετικέτες κάθε τεμαχίου. Μια τέτοιους είδους μηχανή φέρει διαφόρων ειδών κοπτικά εργαλεία όπου μπορούν να ανταπεξέλθουν σε όλες τις κατεργασίες που ζητούνται. Επιλέχθηκαν δυο πανομοιότυπες μηχανές με ίδιους χρόνους set up και συνολικής κατεργασίας. Παρακάτω θα δούμε την διαδικασία εισαγωγής στο λογισμικό προσομοίωσης.



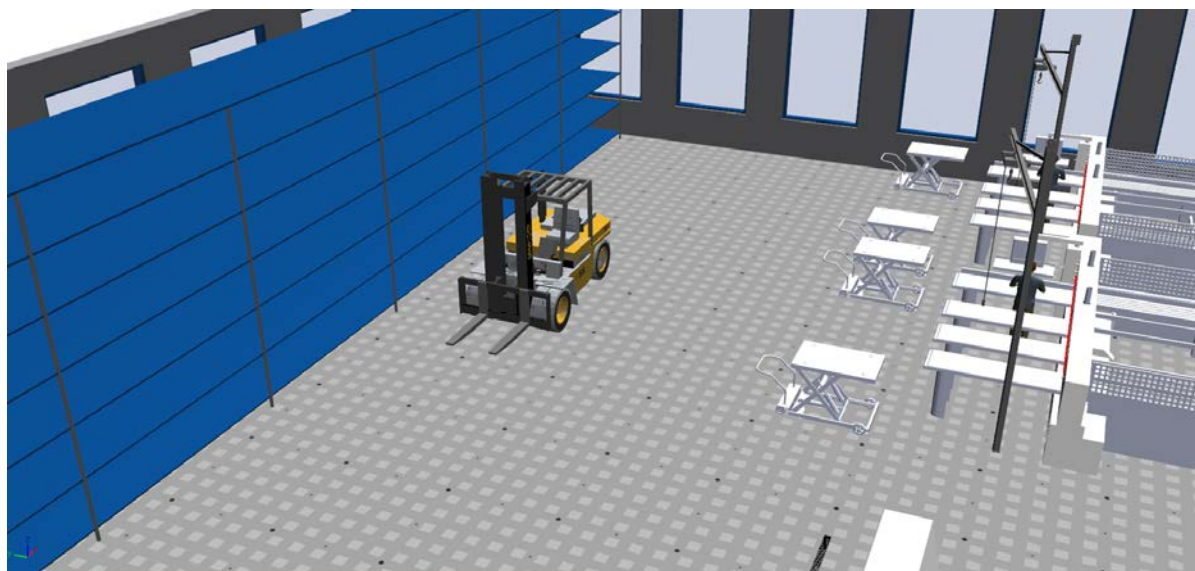
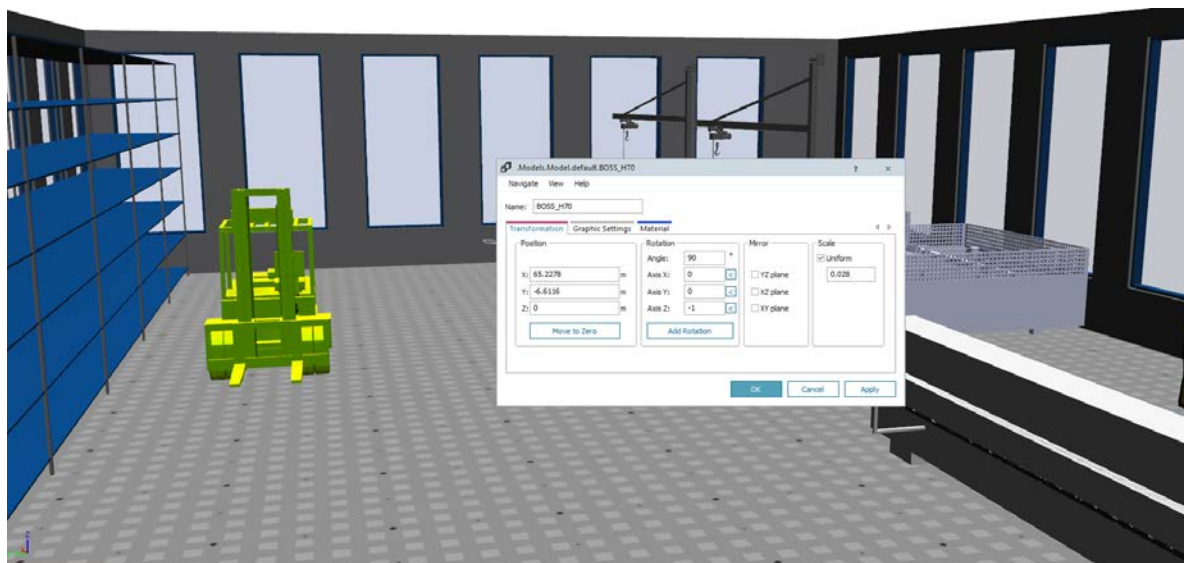


Εικόνα 4.14 Εισαγωγή και απεικόνιση των Cnc-διατρητικών

4.2.8 Εξοπλισμός διακίνησης

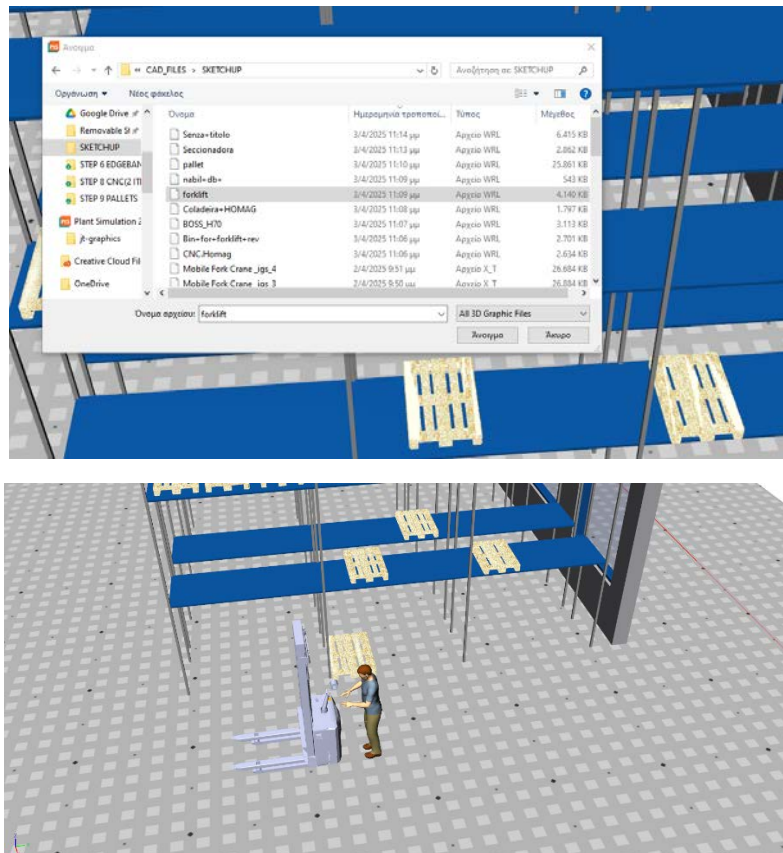
Τα βασικά στοιχεία για να επιλέξουμε τον εξοπλισμό διακίνησης είναι η αξιοπιστία σε καθημερινή αδιάκοπη χρήση καθώς και ο σωστός υπολογισμός του βάρους κάθε μεταφερομένης ποσότητας, ώστε να διαστασιολογήσουμε σωστά τα μηχανήματα ανύψωσης και μεταφοράς. Παρακάτω αναλύεται ο εξοπλισμός και εισάγονται στο λογισμικό.

- Περονοφόρο Linde ανυψωτικής ικανότητας 5tn (μεταφορά πάνελ)



Εικόνα 4.15 Φωτογραφίες εισαγωγής περονοφόρου

- Ηλεκτρικό παλετοφόρο Atlas Lift



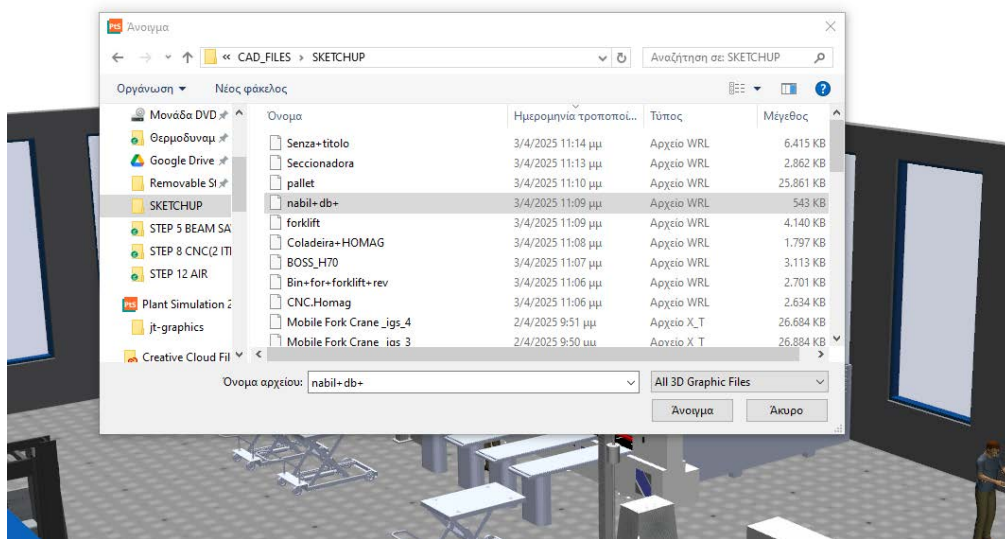
Εικόνα 4.16 Φωτογραφίες εισαγωγής ηλεκτρικού παλετοφόρου

4.2.9 Βοηθητικός εξοπλισμός λειτουργίας

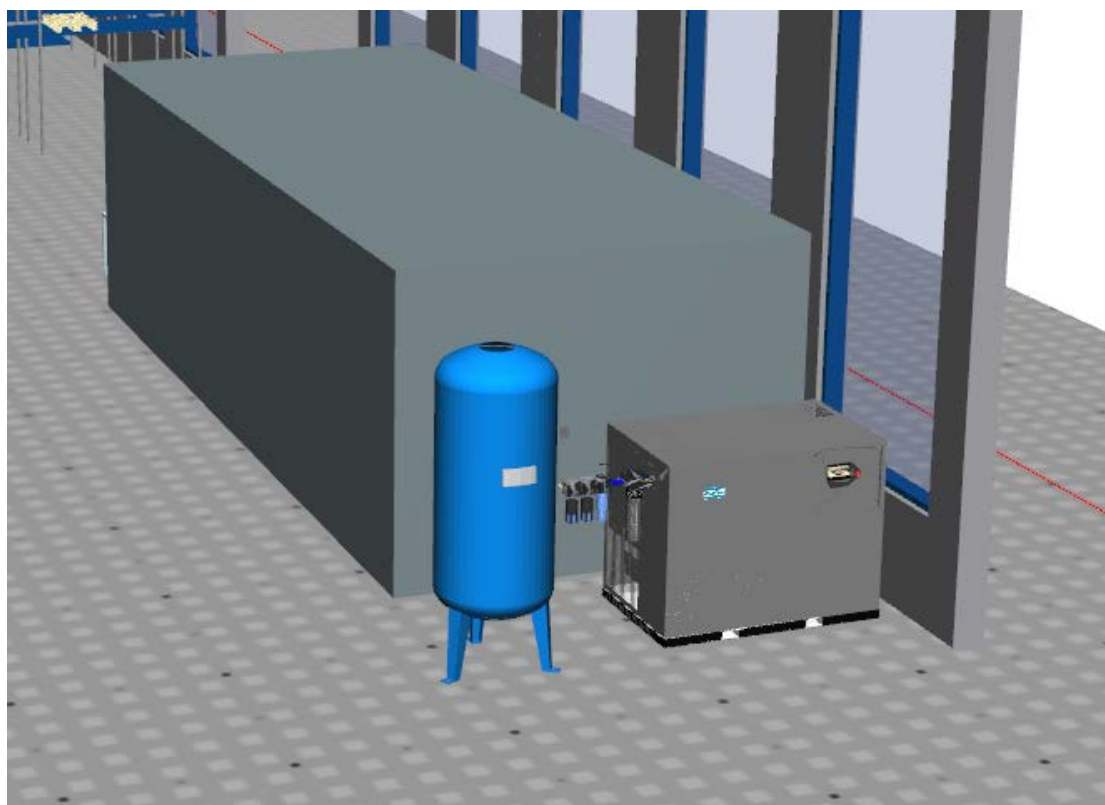
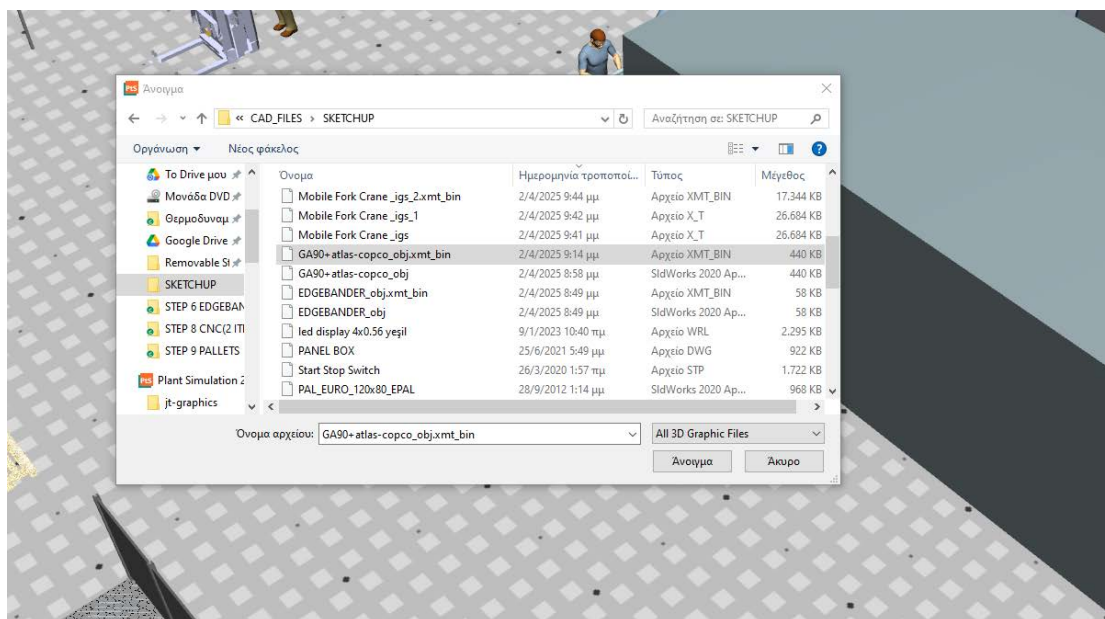
Μια μονάδα παραγωγής επίπλων μπάνιου πέρα από τον κύριο μηχανολογικό εξοπλισμό απαιτεί πολλά δευτερεύοντα στοιχεία για να μπορέσει να λειτουργήσει. Μηχανήματα όπως είναι η τεμαχιστική, η συγκολλητική κ.λπ. απαιτούν μεγάλη ισχύ ηλεκτρικού ρεύματος καθώς και μεγάλη παροχή πεπιεσμένου αέρα. Έτσι στον χώρο θα πρέπει να υπάρξουν

- Βιομηχανικός ηλεκτρολογικός πίνακας διαμερισμού της ηλεκτρικής ισχύος και προστασίας του εξοπλισμού από υπέρταση-υπόταση
- Βιομηχανικό κομπρεσέρ 20kw με αεριοφυλάκιο 1000ltr

Ενσωμάτωση στον βιομηχανικό χώρο



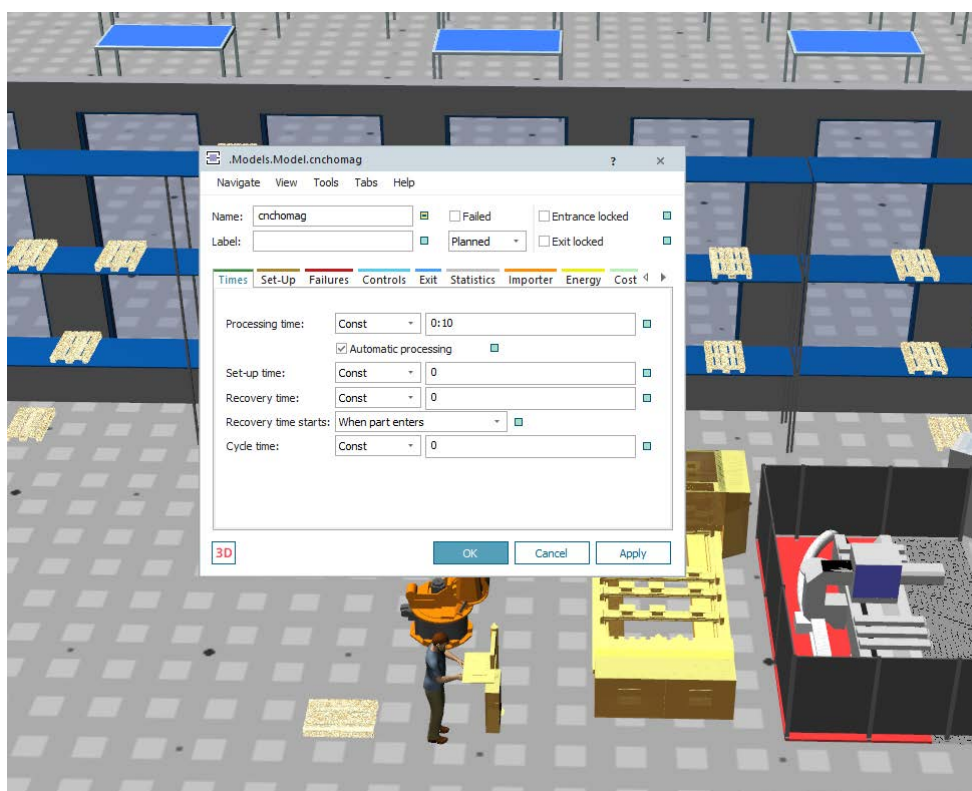
Εικόνα 4.17 Διαδικασία set up ηλεκτρολογικού πίνακα 250A

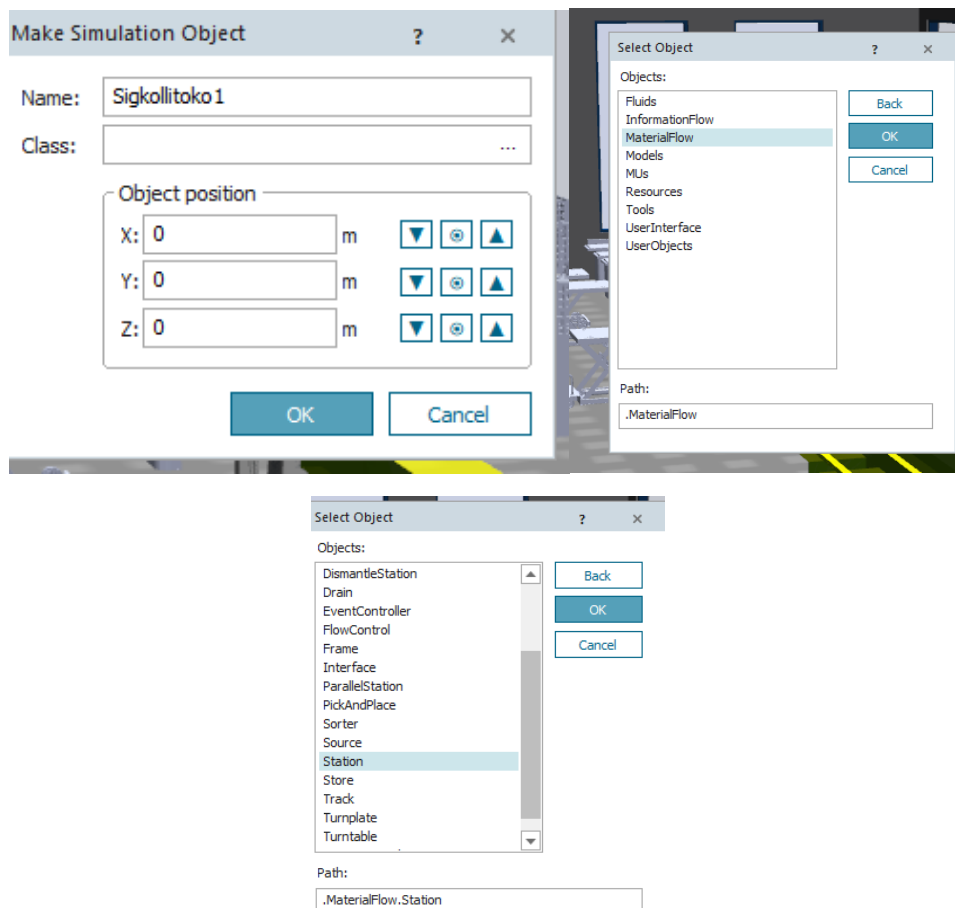


Εικόνα 4.18 Διαδικασία set up βιομηχανικού κομπρεσέρ με φίλτρο και αεριοφυλάκιο

4.2.10 Τρισδιάστατα αρχεία

Το λογισμικό της Siemens που χρησιμοποιήθηκε διαθέτει αρκετά basic simulation objects (μοντέλα μηχανών τα οποία είναι έτοιμα να δεχθούν χρόνους παραγωγής, χρόνους set up, κοστολόγια κ.λπ.). Δυστυχώς όμως η μονάδα που σχεδιάστηκε χρησιμοποιεί εξειδικευμένο μηχανολογικό εξοπλισμό, έτσι οδηγηθήκαμε στην αναζήτηση συγκεκριμένου μηχανολογικού εξοπλισμού. Όπως προαναφέρθηκε υπήρξε πρόβλημα στην εισαγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων στο λογισμικό λόγω ασυμβατότητας των αρχείων. Στο συγκεκριμένο πρόβλημα δόθηκε επίλυση με την χρήση ενός τρίτου λογισμικού. Κατά την προσθήκη των μηχανημάτων στον χώρο το λογισμικό εκλάμβανε τα μηχανήματα ως απλά object με αποτέλεσμα να υπάρχουν στον χώρο ως απλά αντικείμενα. Μετά από αρκετό ψάξιμο το οποίο αποδείχθηκε βάσιμο, βρέθηκε τρόπος μετατροπής των τρισδιάστατων αντικειμένων σε μηχανολογικό εξοπλισμό όπου μπορεί να προσομοιωθεί πλήρως να λάβει πληροφορίες σχετικά με το στήσιμο και να μας δώσει συγκρίσιμα δεδομένα. Παρακάτω θα δούμε κάποια βήματα της διαδικασίας αυτής.

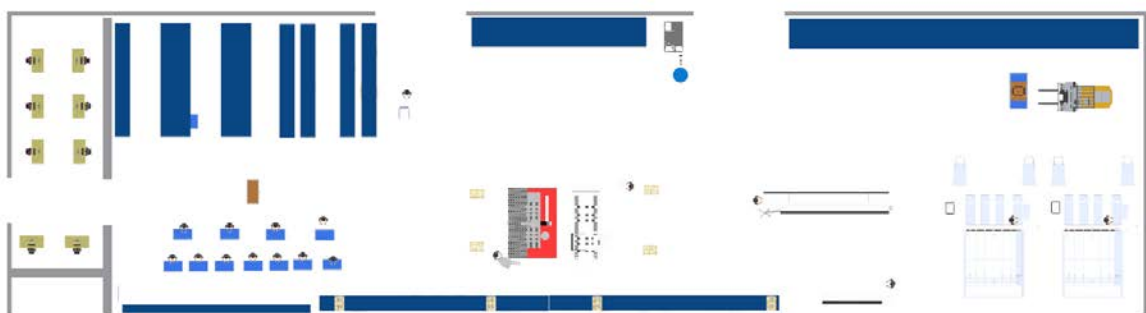




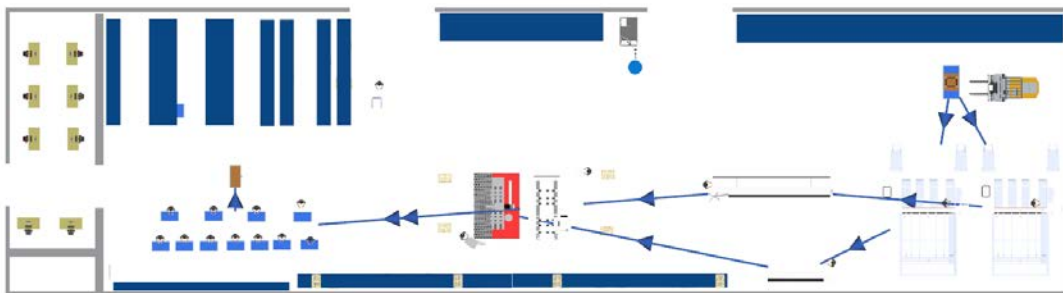
Εικόνα 4.19 Δημιουργία προσομοιωτών μηχανημάτων

4.2.11 Τελική απεικόνιση μονάδας

Παρακάτω θα δούμε κάποιες εικόνες της μονάδας.



Εικόνα 4.20 Τελική κάτοψη κτιρίου



Εικόνα 4.20 Τελική κάτοψη κτιρίου με τις ροές εργασίας



Εικόνα 4.21 Πλάγια όψη κτιρίου



Εικόνα 4.22 Δεύτερη πλάγια όψη κτιρίου

5. Χρόνοι παραγωγικότητας και αποτελέσματα

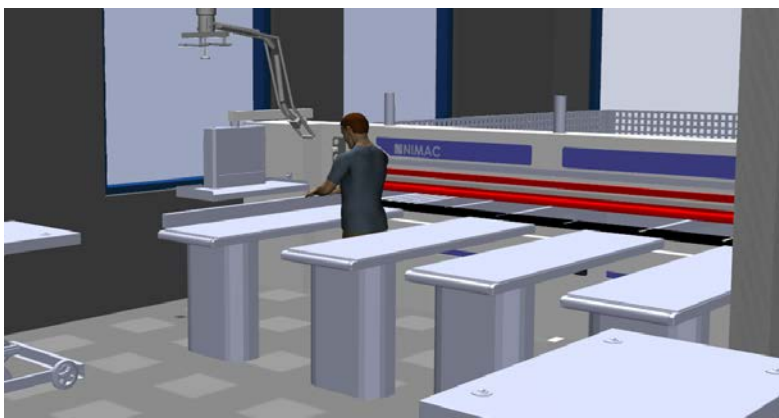
5.1 Ανάλυση του λογισμικού στην εύρεση παραγωγικότητας

Αμέσως μετά την τρισδιάστατη απεικόνιση της παραγωγικής μονάδας τα βλήματα στράφηκαν στην σύνδεση των παραγωγικών διαδικασιών και στην εύρεση της πιο αποδοτικής διάταξης. Βοηθητικά μηχανήματα όπως κομπρεσέρ παλετοφόρο και περονοφόρο δεν θα λάβουν χώρα στην μελέτη μας δεδομένης της μικρότερης και βοηθητικής χρήσης που έχουν στην μονάδα. Θεωρούμε ότι σε όλα τα βοηθητικά μηχανήματα έχουμε δεύτερο εφεδρικό για να έχουμε συνεχή διαθεσιμότητα σε περίπτωση βλάβης.

Ανακεφαλαιώνοντας σε εξοπλισμό έχουμε:

- Τμήμα τεμαχισμού, 2 πανομοιότυπες τεμαχιστικές
- Τμήμα συγκόλλησης, 2 διαφορετικές συγκολλητικές μηχανές
- Τμήμα διάτρησης, 2 πανομοιότυπα cnc
- Τμήμα συναρμολόγησης, αποτελείται από ανθρώπινο δυναμικό που έχει ως αποτέλεσμα με την αύξηση των εργαζομένων αυξάνεται η παραγωγικότητα για την αντιστάθμιση του χρόνου παραγωγής.

Συνοψίζοντας όλα τα παρακάτω έχουμε την δημιουργία δύο γραμμών παραγωγής όπου θα τροφοδοτούνται από κοινή πηγή (εργασίες που προωθεί το γραφείο) θα διαχωρίζονται στις τεμαχιστικές (βάσει των χρωματικών αποχρώσεων των πάνελ δηλαδή κάθε τεμαχιστική θα τεμαχίζει συγκεκριμένους κωδικούς πάνελ), στην συνέχεια θα ακολουθούνται σε συγκεκριμένη συγκολλητική και cnc έως ότου οδηγηθούν σε κοινή σειρά αναμονής στο μοντάζ.



Εικόνα 5.1 Χρήση τεμαχιστικής μηχανής

- Γραμμή παραγωγής Νο1 (με κωδικές ονομασίες στο Tecnomatix)



- Γραμμή παραγωγής Νο2 (με κωδικές ονομασίες στο Tecnomatix)



5.2 Χρόνοι παραγωγής μηχανημάτων

Σε αυτή την φάση της εργασίας θα ασχοληθούμε με την προσθήκη χρόνων κατεργασίας των τεμαχίων, χρόνος που απαιτεί κατά μέσο όρο ένα μηχάνημα να προβεί στην ολοκλήρωση της εργασίας του. Η εισαγωγή της εργασίας καθώς και η μέτρηση της παραγωγικότητας θα γίνει με βάση πόσα τεμάχια πάνελ (όχι τελικά έπιπλα) μπορούν να υποστηρίξουν οι γραμμές παραγωγής. Επίσης οι μετρήσεις παραγωγής θα γίνουν σε οκτάωρη εργασία.

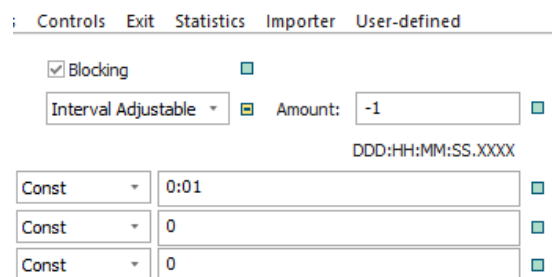
5.2.1 Πηγή τροφοδοσίας (Γραφείο)

Η τροφοδοσία των εργασιών των μηχανών γίνεται από την ροή και τον φόρτο εργασίας που υπάρχει στην μονάδα. Παρακάτω θα δούμε την ανάλυση του import εργασιών στο λογισμικό. Όπως προαναφέρθηκε ο ορισμός τους όγκου εργασιών και κατά συνέπεια των υπολογισμών παραγωγικότητας έγινε με βάση τα πάνελ μιας μέσης διάστασης.

Έπειτά από αναλύσεις και με το λογισμικό, το οποίο για να εισάγει χρόνους με κατανομές (διαδικασία στατιστικής ανάλυσης). Μια μέση λύση είναι η χρήση της κατανομής σταθερής τυχαίας μεταβλητής (const), ώστε χρησιμοποιώντας διάφορες σταθερές τιμές εισόδου τεμαχίων στην παραγωγή να είναι εύκολα αντιληπτή και συγκρίσιμη η απόδοση του εξοπλισμού.

Στην πηγή τροφοδοσίας επιλέχθηκε η χρήση μέσης τιμής (ανάλυση εποχικότητας) με χρονικό εισόδου τεμαχίου κάθε σαρανταπέντε (45) δευτερόλεπτο.

➤ Επεξήγηση εισόδου δεδομένων χρόνων κατεργασιών

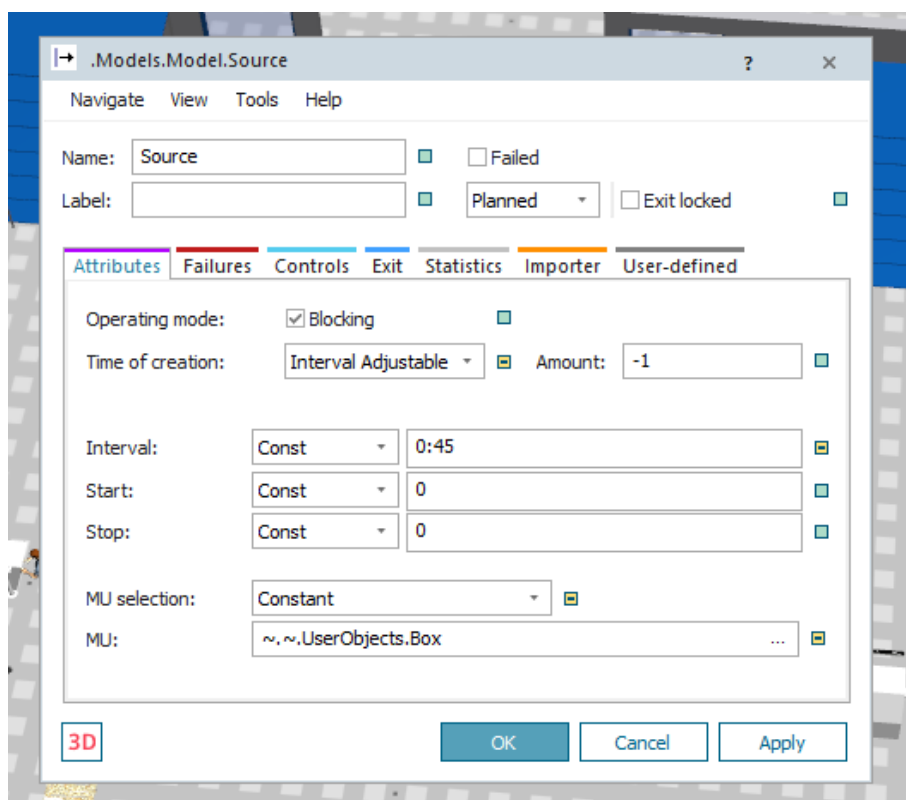


Εικόνα 5.2 Interface λογισμικού σε είσοδο δεδομένων

- Αριστερά ορίζεται η κατανομή την οποία χρησιμοποιείται (const)
- Δίπλα στο άλλο κελί τοποθετείται ο χρόνος (στην προκειμένη περίπτωση, χρόνος εισόδου τεμαχίων)

Το χρονικό πλαίσιο ορίζεται δεξιά πάνω και έχει ως εξής:

Ημέρες : Ώρες : Λεπτά : Δευτερόλεπτα



Εικόνα 5.3 Ορισμός εισόδου τεμαχίων στην παραγωγή

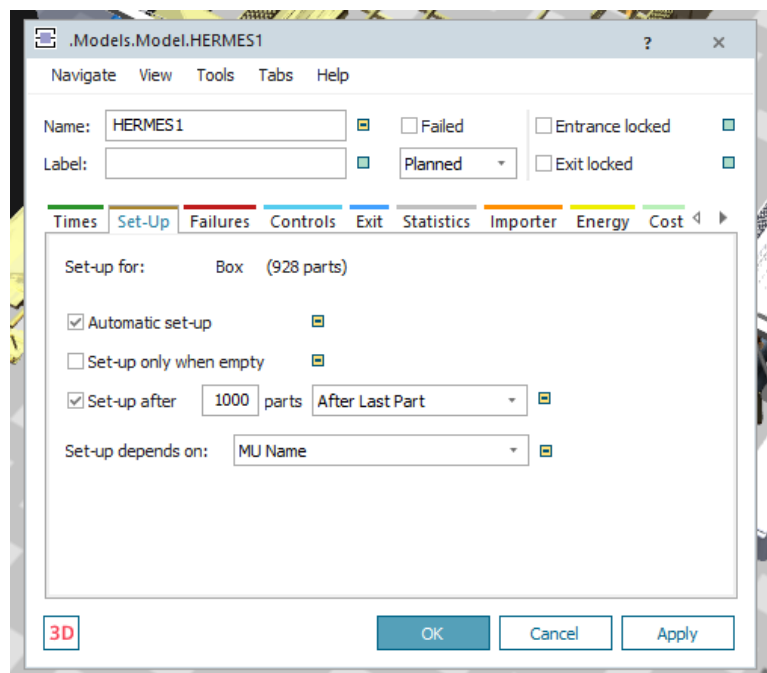
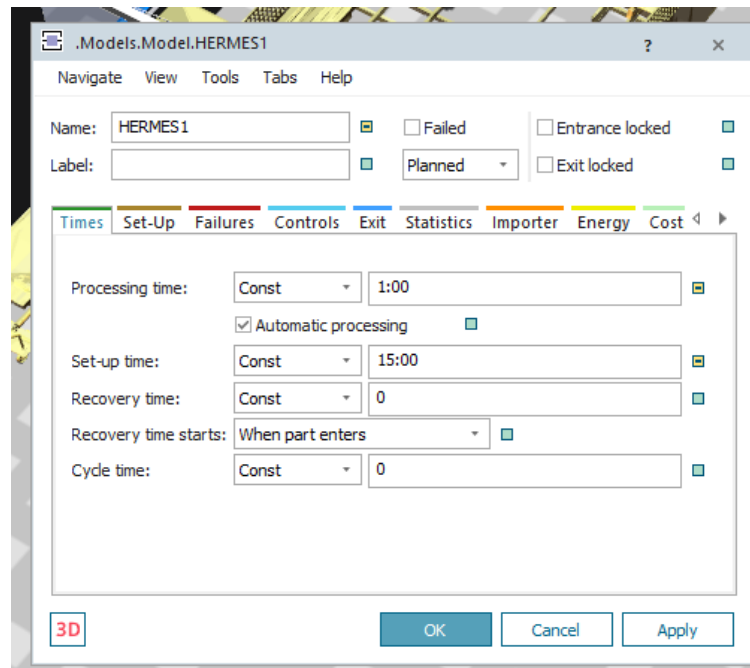
5.2.2 Τεμαχιστικά μηχανήματα

Ο τεμαχισμός αποτελεί το πρώτο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας τροφοδοτώντας τον υπόλοιπο μηχανολογικό εξοπλισμό με εργασίες. Έτσι λοιπόν θα πρέπει να διατηρεί μια ισορροπία βγάζοντας εις πέρα τις εργασίες που ανατίθενται από το γραφείο αλλά ταυτόχρονα θα πρέπει να τροφοδοτεί τον υπόλοιπο μηχανολογικό εξοπλισμό.

- Το χρονικό διάστημα κατεργασίας ενός τεμαχίου μετά από μελέτη προέκυψε αντιστοιχεί σε ένα λεπτό ανά τεμάχιο
- Οι τεμαχιστικές μηχανές εξαιτίας της υπερβολικής σκόνης απαιτούν κάθε κάποιες ώρες ένα τυπικό καθαρισμό καθώς και μια τυπική επίβλεψη και συντήρηση. Η συντήρηση αυτή περιλαμβάνει ένα τυπικό εξωτερικό οπτικό έλεγχο καθώς και πλήρωση λιπαντικών σε κάποια συστήματα που το απαιτούν στα μηχανήματα. Ο χρόνος αυτής της διαδικασίας ορίστηκε δεκαπέντε (15) λεπτά, με την διαδικασία να επαναλαμβάνεται κάθε 1000 τεμάχια που βγαίνουν από την μηχανή (παραγωγή περίπου μίας παραγωγικής ημέρας)

- Επίσης στον χρόνο επεξεργασίας λήφθηκε υπόψιν οι πιθανές βλάβες μιας τέτοιας μηχανής. Αυτές ορίστηκαν στον χρόνο του set up καθώς μια τέτοια βλάβη επιλύεται επιτόπου και σε διαφορετική περίπτωση επιλύεται εντός μιας ώρας και αναπληρώνεται η παραγωγική διαδικασία.

Παρακάτω θα δούμε κάποια από τα βήματα εισαγωγής όλων των δεδομένων στο λογισμικό



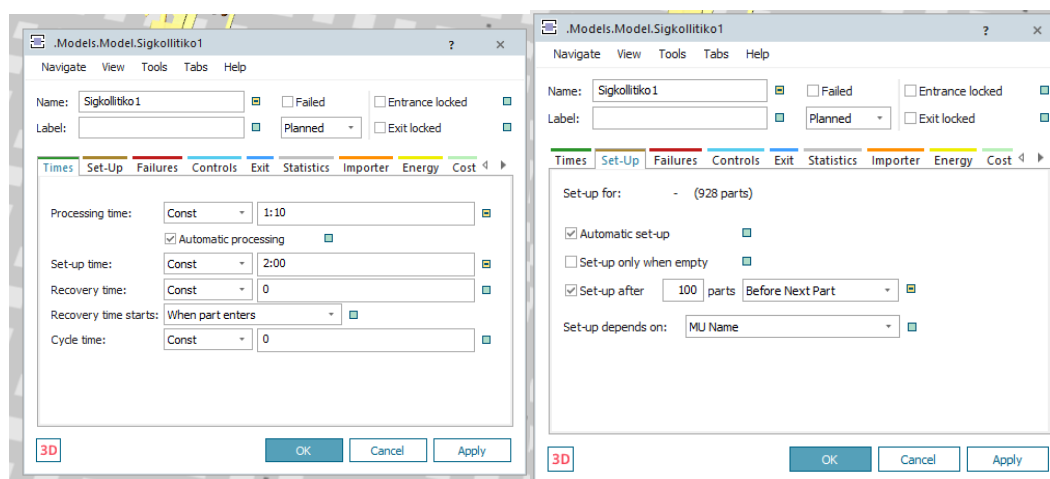
Εικόνα 5.4 Εισαγωγή χρόνων τεμαχιστικής

5.2.3 Συγκολλητικές μηχανές

Οι συγκολλητικές μηχανές αποτελούν το αμέσως επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας. Επιθυμούμε γενικά οι χρόνοι κατεργασιών να είναι κοντά στους χρόνους τεμαχισμού. Δυστυχώς όμως η διεργασία της συγκόλλησης είναι πιο χρονοβόρα διότι μια συγκολλητική μηχανή σε αντίθεση με μία τεμαχιστική μηχανή έχει 3-4 φορές περισσότερα group (μονάδες κατεργασιών) τα οποία απαιτούν μεγάλους χρόνους ρυθμίσεων ώστε το τεμάχιο κατά την ολοκλήρωση της κατεργασίας να έχει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Συνολικά σε χρόνους στις συγκολλητικές μηχανές έχουμε τα εξής:

- Χρόνος κατεργασίας στην πρώτη συγκολλητική 1:10
- Χρόνος κατεργασίας στην δεύτερη συγκολλητική 1:20(λόγω της πιο αργής ταχύτητας της)
- Οι χρόνοι Set up που ορίστηκαν σε κάθε μηχανή είναι δύο λεπτά κάθε 100 τεμάχια (γίνεται στο τέλος των 100 τεμαχίων)



Εικόνα 5.5 Χρόνοι κατεργασιών συγκολλητικής

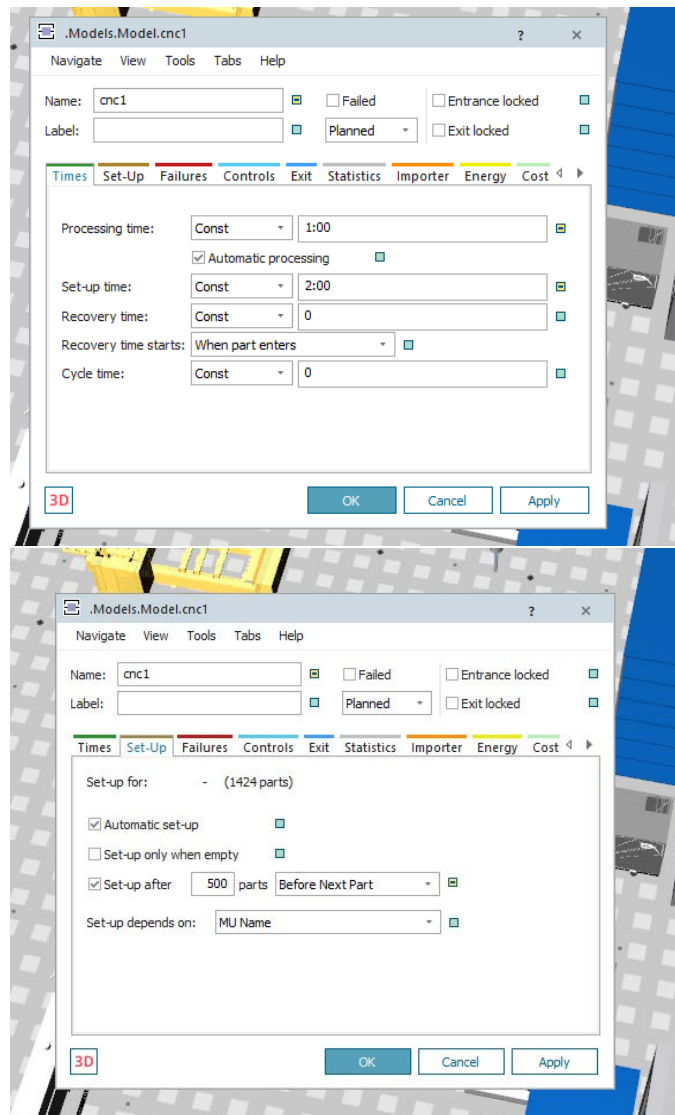
5.2.3 Cnc-Διατρητικές μηχανές

Τα cnc-πολυτρύπανα είναι μηχανές οι οποίες μετά την διαδικασία της συγκόλλησης διαμορφώνουν το τεμάχιο στην τελική του μορφή ώστε να μπορεί να προχωρήσει στο στάδιο του μοντάζ.

Στα cnc θέσαμε τα παρακάτω χρονικά πλαίσια:

- Το τεμάχιο απαιτεί κατά μέσο όρο 1 λεπτό κατεργασίας
- Το cnc απαιτεί κάθε περίπου 500 τεμάχια (με την ολοκλήρωση τους), ένα τυπικό καθάρισμα και μια εποπτεία του εξοπλισμού για τυχόν βλάβη που μπορεί να προκύψει.

Παρακάτω απεικονίζονται οι διαδικασίες στο λογισμικό.



Εικόνα 5.6 Διαμόρφωση χρόνων στα cnc μηχανήματα

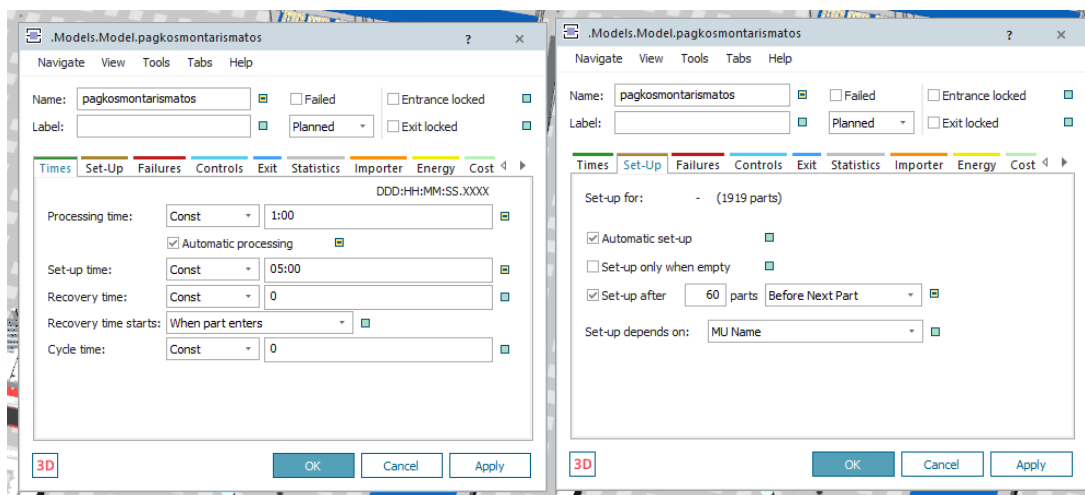
5.2.4 Μοντάρισμα επίπλων

Το μοντάζ των επίπλων αποτελεί το τελευταίο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας. Μαζί με το μοντάρισμα πραγματοποιείται ο τελικός ποιοτικός έλεγχος του επίπλου καθώς και η συσκευασία. Έτσι το μοντάρισμα καθίσταται μια χρονοβόρα διαδικασία η οποία δημιουργεί αρκετές θέσεις εργασίας, εξου και η πληθώρα των πάγκων εργασίας που έχουν δημιουργηθεί και αποτυπωθεί στο λογισμικό.

Συνολικά οι χρόνοι δομήθηκαν ως εξής:

- Κάθε τεμάχιο απαιτεί περίπου 30 δευτερόλεπτα κατά μέσο όρο αν πολλαπλασιάσουμε τον χρόνο κατεργασίας με τους πάγκους μονταρίσματος που τοποθετήθηκαν.
- Κάθε περίπου 60 τεμάχια απαιτείται ένας εφοδιασμός πρώτων υλών (βίδες μεντεσέδες κλπ) το οποίο διαρκεί περίπου 5 λεπτά

Παρακάτω οι σχετικές εικόνες:



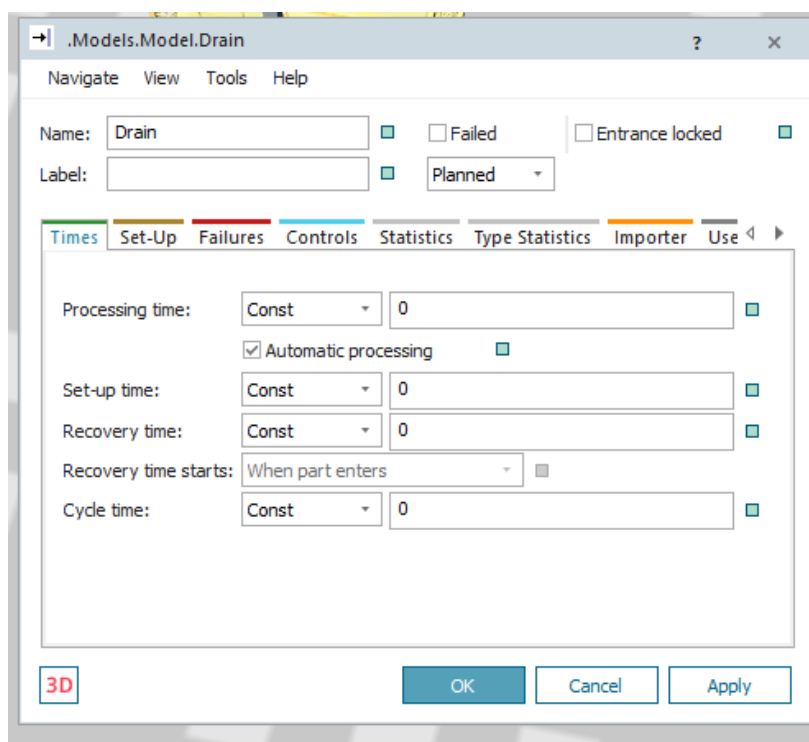
Εικόνα 5.7 Διαμόρφωση χρόνων στους πάγκους μονταρίσματος.

6. Συμπεράσματα παραγωγικότητας

Στη διπλωματική εργασία αναπτύχθηκε και εξετάστηκε ένα βασικό σενάριο λειτουργίας, στο οποίο οι μηχανές της παραγωγικής γραμμής συνδέθηκαν μεταξύ τους με κατάλληλο τρόπο ώστε να αναπαρασταθεί η πραγματική ροή εργασιών. Η σύνδεση περιλάμβανε τον καθορισμό της σειράς κατεργασιών και των ενδιάμεσων σταθμών, ώστε τα τεμαχισμένα πάνελ να οδηγούνται διαδοχικά στις αντίστοιχες μηχανές επεξεργασίας. Μέσω του Tecnomatix Plant Simulation ορίστηκαν οι χρόνοι επεξεργασίας, οι καθυστερήσεις και οι ουρές αναμονής, δίνοντας μια ρεαλιστική εικόνα της παραγωγής. Το σενάριο αυτό επέτρεψε τον υπολογισμό της παραγωγικότητας και την εκτίμηση της αξιοποίησης των μηχανών, ενώ ανέδειξε κρίσιμα σημεία που επηρεάζουν τη ροή. Τα αποτελέσματα αποτέλεσαν τη βάση για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την απόδοση της μονάδας.

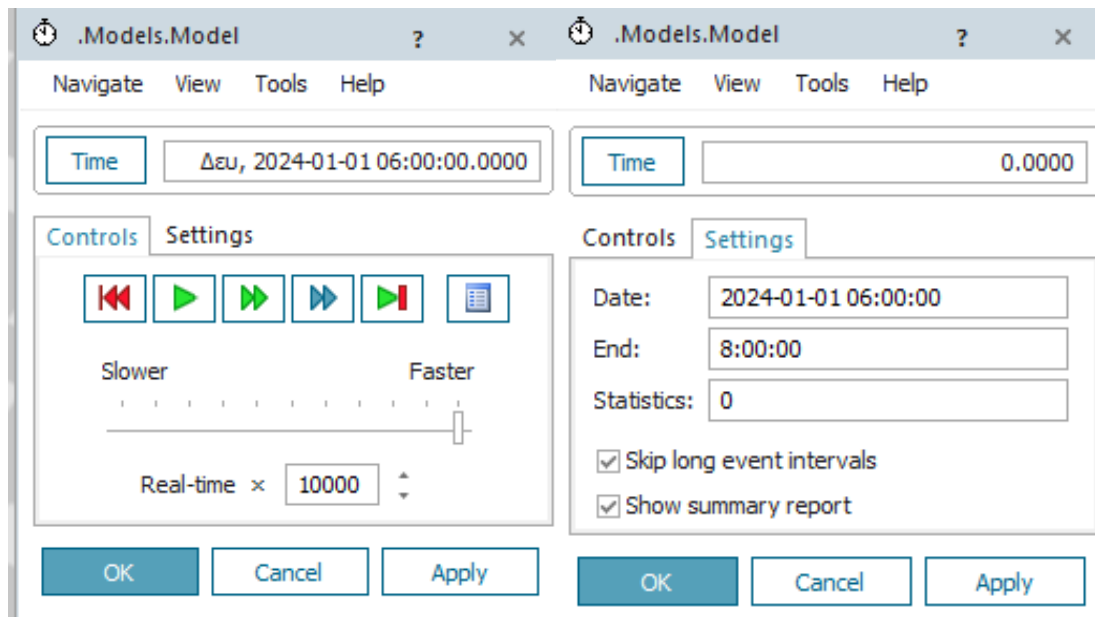
6.1 Υπολογισμός παραγωγικότητας στο Tecnomatix

Το λογισμικό στην αρχή έχει ένα σύστημα τροφοδοσίας τεμαχίων στην μονάδα και ένα σύστημα καταμέτρησης των ολοκληρωμένων τεμαχίων, το οποίο είναι στο automatic processing καθώς ότι ετοιμάζεται τοποθετείται κατευθείαν στα ράφια, παρακάτω μια σχετική εικόνα.



Εικόνα 6.1 Interface της εξόδου παραγωγής.

Το λογισμικό Tecnomatix μας δίνει την δυνατότητα προσομοίωσης όλου του εξοπλισμού που έχουμε σε πραγματικούς χρόνους καθώς έχει και την δυνατότητα προσθήκης βαρδιών εργαζομένων, συγκεκριμένων χειριστών σε κάθε μηχανή, δημιουργία πιθανών βλαβών που μπορεί να προκύψουν κατά την λειτουργία της μονάδας, καθώς και καθορισμός ωραρίων. Παρακάτω βλέπουμε τις ρυθμίσεις που μπορούμε να κάνουμε από το λογισμικό ώστε να πάρουμε τα στατιστικά της προσομοίωσης.



Εικόνα 6.2 Ρύθμιση ωραρίου εργασίας

Με βάση τα δικά μας δεδομένα η μέτρηση της παραγωγικότητας θέλουμε να γίνει σε οκτάωρη βάση (ωράριο εργοστασίου). Έτσι η ρύθμιση της παραγωγικότητας γίνεται με βάση τις ώρες που θέλουμε να παράγουμε. Η μονάδα μέτρησης στην προκειμένη περίπτωση είναι τα παραγόμενα τεμάχια ανά οκτάωρη βάρδια παραγωγής. Το λογισμικό μας δίνει την δυνατότητα τοποθέτησης ενός μετρητή στην έξοδο των τεμαχίων από την μονάδα ώστε να μπορούμε να μετράμε τα τεμάχια που μπορούν να παραχθούν στις ώρες που έχουμε ορίσει να προσομοιώσουμε το σύστημα. Παρακάτω σχετική εικόνα του μετρητή



Εικόνα 6.3 Μετρητής τεμαχίων εξόδου

6.2 Φόρτος εργασίας και ανταπόκριση της μονάδας παραγωγής

Οι εργοστασιακές μονάδες παραγωγής επίπλων μπάνιου χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη εποχικότητα στη ζήτηση, καθώς η ανακαίνιση και η κατασκευή νέων κατοικιών παρουσιάζουν αυξομειώσεις μέσα στο έτος. Οι περίοδοι υψηλής ζήτησης, συνήθως την άνοιξη και το καλοκαίρι, οδηγούν σε αυξημένο φόρτο εργασίας, που απαιτεί μεγαλύτερη ευελιξία στην παραγωγική διαδικασία. Αντίθετα, οι μήνες χαμηλής ζήτησης δημιουργούν την ανάγκη για καλύτερο προγραμματισμό των πόρων, ώστε να αποφεύγεται η υποαπασχόληση μηχανών και προσωπικού. Σε αυτές τις συνθήκες, η σωστή οργάνωση των γραμμών παραγωγής και η δυνατότητα γρήγορης προσαρμογής των ρυθμών κατεργασίας αποτελούν κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας. Επιπλέον, οι εποχικές διακυμάνσεις επηρεάζουν και τη διαχείριση αποθεμάτων, καθώς απαιτείται η δημιουργία αποθεματικού προϊόντων πριν τις περιόδους αιχμής. Για να μπορέσει να βρεθεί η απαιτούμενη είσοδος σε κάθε περίοδο εποχικότητας πραγματοποιήθηκε μια μελέτη η οποία μας έδωσε τα εξής αποτελέσματα:

- 1^η περίοδος/ Ιανουάριος- Απρίλιος
Χαμηλός φόρτος εργασίας
Ένα τεμάχιο κάθε ένα λεπτό
- 2^η περίοδος/ Μάιος-Σεπτέμβριος
Υψηλός φόρτος εργασίας
Ένα τεμάχιο κάθε τριάντα δευτερόλεπτα
- 3^η περίοδος/ Οκτώβριος-Δεκέμβριος
Μεσαίος φόρτος εργασίας
Ένα τεμάχιο κάθε πενήντα δευτερόλεπτα

Για αυτό τον λόγο στον ορισμό χρόνων παραγωγικότητας τέθηκε ο χρόνος σαρανταπέντε δευτερόλεπτα ως μέση τιμή. Ο χρόνος αυτός προέκυψε από τις εποχικές ανάγκες της μονάδας παραγωγής, καταφέροντας να καλύψει ένα μέσο εύρος. Για να μπορέσουμε όμως να καλύψουμε όλες τις περιόδους δεδομένης της έκτασης της παραγωγικής μονάδας καθώς και της ζήτησης του πελατολογίου θα αναλύσουμε ξεχωριστά για κάθε εποχικότητα την απόδοση του συστήματος.

Ο στόχος που τίθεται για την βιωσιμότητα του έργου είναι η διαφορά του αριθμού εξόδου των τεμαχίων σχετικά με τον αριθμό εισόδου να μην υπερβαίνει τις 50 μονάδες.

6.2.1 1^η περίοδος/ Ιανουάριος- Απρίλιος

- Είσοδος τεμαχίων ανά 1 λεπτό

Παρακάτω προσομοιώθηκε το μοντέλο και παρατηρούνται τα εξής στατιστικά όλης της μονάδας καθώς και τα στατιστικά της πηγής εισόδου που μας ενδιαφέρει. Για τον υπολογισμό αυτό θα τέθηκαν 168 ώρες προσομοίωσης (1 μήνα με 21 εργάσιμες και 8 ώρες την ημέρα)

Resource Statistics - Resource Statistics

Object	Working	Set-up	Waiting	Blocked	Powering up/down	Failed	Stopped	Paused	Unplanned	Portion
HERMES1	49.98%	0.89%	42.22%	6.91%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Sigkollitiko1	58.30%	1.01%	34.26%	6.43%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
sigkollitiko2	66.69%	1.01%	27.11%	5.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
cnc1	50.49%	0.22%	40.09%	9.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
cnc2	50.01%	0.00%	43.16%	6.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
HERMES2	50.02%	0.89%	41.72%	7.36%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
pagkosmontarismatos	49.99%	8.33%	41.68%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Source	0.00%	0.00%	89.99%	10.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Drain	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
AssemblyStation1	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Portions of the States

Εικόνα 6.4 Αποτελέσματα προσομοίωσης πρώτης περιόδου

Παρατηρούμε τα εξής:

- ✓ Στο σύνολο των μηχανών βρίσκονται σε εργασία περίπου το μισό χρονικό διάστημα της προσομοίωσης, πράγμα που σημαίνει ότι σε περιόδους υψηλότερης ζήτησης θα μπορούν να ανταπεξέλθουν
- ✓ Η πηγή έδωσε 10.080 τεμάχια και στην έξοδο βγήκαν 10.077 τεμάχια κάτι που σημαίνει ότι το σύστημα ανταποκρίθηκε άψογα.

6.2.2 2η περίοδος/ Μάιος-Σεπτέμβριος

- Είσοδος τεμαχίων ανά 30 δευτερόλεπτα

Στο ίδιο μοτίβο με την προηγούμενη προσομοίωση πραγματοποιήθηκε και αυτή. Δηλαδή το σύστημα προσομοιώθηκε για 168 ώρες. Παρακάτω επισημαίνονται και σχολιάζονται τα στατιστικά στοιχεία του συστήματος.

Resource Statistics - Resource Statistics

Object	Working	Set-up	Waiting	Blocked	Powering up/down	Failed	Stopped	Paused	Unplanned	Portion
HERMES1	66.09%	1.04%	0.00%	32.87%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Sigkollitiko1	77.09%	1.33%	1.03%	20.54%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
sigkollitiko2	88.15%	1.33%	1.04%	9.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
cnc1	67.18%	0.28%	3.00%	29.54%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
cnc2	66.10%	0.00%	23.59%	10.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
HERMES2	66.12%	1.04%	0.00%	32.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
pagkosmontarismatos	66.07%	11.04%	22.89%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Source	0.00%	0.00%	0.01%	99.99%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Drain	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
AssemblyStation1	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Portions of the States

Εικόνα 6.5 Αποτελέσματα προσομοίωσης δεύτερης περιόδου

Παρατηρούμε τα εξής:

- ✓ Στο σύνολο των μηχανών βρίσκονται σε εργασία περίπου στο 75% του διαστήματος της προσομοίωσης, πράγμα που σημαίνει ότι σε περίοδο υψηλής ζήτησης το σύστημα ανταποκρίθηκε άψογα, δίνοντας περιθώρια για διαχείριση μεγαλύτερου φόρτου εργασίας
- ✓ Η πηγή έδωσε 13.328 τεμάχια και στην έξοδο βγήκαν 13.320 τεμάχια κάτι που σημαίνει ότι το σύστημα δεν κατάφερε να παράξει μόλις 8 τεμάχια δεδομένου του ορίου βιωσιμότητας που είναι στα 50.

6.2.3 3η περίοδος/ Οκτώβριος-Δεκέμβριος

- Είσοδος τεμαχίων ανά πενήντα (50) δευτερόλεπτα

Περίπου στο ίδιο μοτίβο με την προηγούμενη προσομοίωση πραγματοποιήθηκε και αυτή. Το σύστημα προσομοιώθηκε για 168 ώρες. Παρακάτω επισημαίνονται και σχολιάζονται τα στατιστικά στοιχεία του συστήματος.

Object	Working	Set-up	Waiting	Blocked	Powering up/down	Failed	Stopped	Paused	Unplanned	Portion
HERMES1	59.93%	1.04%	24.32%	14.71%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Sigkollitiko1	69.90%	1.21%	17.57%	11.32%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
sigkollitiko2	79.91%	1.21%	11.31%	7.57%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
cnc1	60.62%	0.26%	22.73%	16.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
cnc2	59.93%	0.00%	31.19%	8.89%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
HERMES2	59.95%	1.04%	22.59%	16.42%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
pagkosmontarismatos	59.91%	10.02%	30.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Source	0.00%	0.00%	67.50%	32.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Drain	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
AssemblyStation1	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Portions of the States

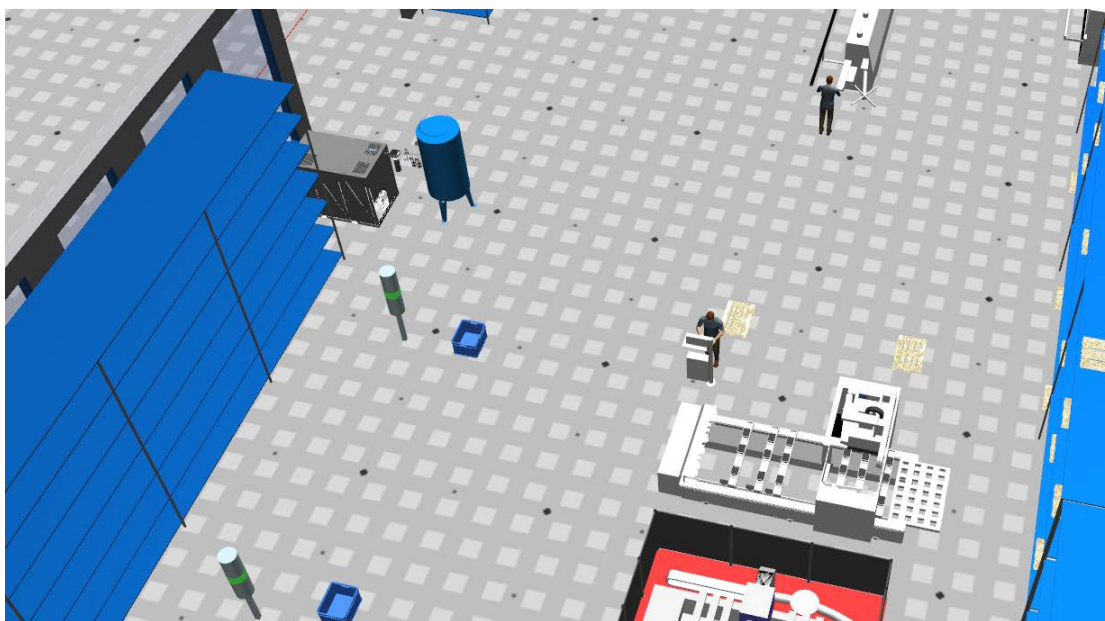
Εικόνα 6.6 Αποτελέσματα προσομοίωσης τρίτης περιόδου

Παρατηρούμε τα εξής:

- ✓ Στο σύνολο του μηχανολογικού εξοπλισμού βρίσκονται σε εργασία περίπου στο 60% του διαστήματος της προσομοίωσης, σε μια περίοδο μεσαίας ζήτησης δίνοντας μας περιθώρια περαιτέρω ανάπτυξης
- ✓ Η πηγή έδωσε 12.085 τεμάχια και στην έξοδο βγήκαν 12.077 τεμάχια κάτι που σημαίνει ότι το σύστημα δεν κατάφερε να παράξει μόλις 8 τεμάχια. Η εξέλιξη αυτή είναι πολύ ικανοποιητική με αυτό τον ρυθμό παραγωγής.

6.2.4 Γενικά συμπεράσματα παραγωγικής διαδικασίας

Από την προσομοίωση της εργοστασιακής μονάδας στο Tecnomatix Plant Simulation προκύπτει ότι ο υπάρχων εξοπλισμός καλύπτει πλήρως τις παραγωγικές απαιτήσεις σε όλες τις περιόδους εποχικότητας. Οι μηχανές παρουσίασαν μεσαίο προς υψηλό βαθμό χρήσης χωρίς να φτάνουν στα όρια υπερφόρτωσης, γεγονός που καταδεικνύει ότι η μονάδα διαθέτει επαρκή παραγωγική ικανότητα για να ανταποκριθεί στις τρέχουσες ανάγκες. Επιπλέον, η ανάλυση έδειξε ότι υπάρχει διαθέσιμη παραγωγική δυναμικότητα (φόρτωση της μονάδας με περισσότερες εργασίες), η οποία θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για ακόμη μεγαλύτερο όγκο παραγωγής, εφόσον αυξηθεί η ζήτηση στην αγορά. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η μονάδα μπορεί να υποστηρίξει στρατηγικές ανάπτυξης, όπως η διεύρυνση του προϊόντος ή η κάλυψη νέων πελατών, χωρίς την άμεση ανάγκη πρόσθετων επενδύσεων σε εξοπλισμό. Η δυνατότητα αυτή προσδίδει σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, καθώς εξασφαλίζει ευελιξία και ανθεκτικότητα σε περιόδους αιχμής, ενώ παράλληλα μειώνει τις καθυστερήσεις και την πιθανότητα απώλειας παραγγελιών, γεγονός που αντιμετωπίζουν καθημερινά πολλές παραγωγές. Συνεπώς, το συμπέρασμα είναι ότι η υφιστάμενη γραμμή παραγωγής δεν επαρκεί μόνο για την κάλυψη των σημερινών εποχικών διακυμάνσεων, αλλά διαθέτει και περιθώρια για περαιτέρω αύξηση της παραγωγικότητας.



Εικόνα 6.7 Παραγωγική διαδικασία

7. Κοστολόγηση του Έργου

7.1 Κοστολόγιο Βιομηχανικού κτιρίου

Το ορθό βιομηχανικό κτίριο έχει άμεση επίδραση στην κοστολόγηση μιας μονάδας, καθώς επηρεάζει τόσο τα αρχικά έξοδα κατασκευής όσο και τα λειτουργικά κόστη σε βάθος χρόνου. Η σωστή διαμόρφωση του χώρου(διαστασιολογικά) μπορεί να μειώσει τις εσωτερικές μεταφορές, να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση και να περιορίσει τις απώλειες παραγωγικού χρόνου, συμβάλλοντας έτσι σε χαμηλότερο κόστος λειτουργίας. Αντίθετα, ένα κτίριο που δεν είναι μελετημένο ορθά μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες δαπάνες συντήρησης, κατανάλωσης ενέργειας και αναδιοργανώσεων στο μέλλον. Συνεπώς, η επιλογή και ο σχεδιασμός του κατάλληλου βιομηχανικού κτιρίου δεν αποτελούν μόνο τεχνικό ζήτημα, αλλά και καθοριστικό οικονομικό παράγοντα, που επηρεάζει άμεσα την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα της επιχείρησης. Η μελέτη του εξοπλισμού που αναλύθηκε απαιτεί ένα βιομηχανικό κτίριο με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Διαστάσεις 75(μήκος) χ 20(πλάτος) χ 6(ύψος)
- Βιομηχανικό εποξειδικό δάπεδο σε όλη την επιφάνεια
- Δύο βιομηχανικά ρολά (πόρτες)
- Γραφεία συνολικού εμβαδού 120m²
- Τουαλέτες προσωπικού-επισκεπτών
- Αποδυτήρια εργαζομένων
- Παράθυρα-εξαερισμό
- Βιομηχανικές ράμπες φόρτωσης
- Χώρο αποθήκευσης ανταλλακτικών.



Εικόνα 7.1 Τυπικό Βιομηχανικό κτίριο

Αναλυτικό κοστολόγιο κτιρίου

Εργασία	Κόστος
Εκσκαφές	20000
Θεμελίωση μεταλλικού κτιρίου	120000
Μεταλλικό κτίριο	300000
Πάνελ	60000
Πόρτες-Παράθυρα	40000
Οικοδομικές εργασίες εσωτερικά	40000
Ηλεκτρολογικές εργασίες	100000
Πυροσβεστικός εξοπλισμός	30000
Δίκτυο πεπιεσμένου αέρα	10000
Διαμόρφωση γραφείου	10000
Ράμπες φόρτωσης	7000
Διαμόρφωση περιβάλλον χώρου	25000
Η/Μ μελέτες	15000
Έκδοση οικοδομικής άδειας	10000
Σύνολο	787.000

Το συνολικό κόστος των κτιριακών εγκαταστάσεων ανέρχεται στις 787.000 ευρώ και ο θεωρητικός χρόνος απόσβεσης παρόμοιων βιομηχανικών μονάδων ορίζεται στα είκοσι χρόνια. Ο Χρόνος υπολογίζεται για να μπορέσει να οριστεί το ετήσιο κόστος επένδυσης των κτιριακών εγκαταστάσεων.

7.2 Κοστολόγιο μηχανολογικού εξοπλισμού

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός αποτελεί τον πυρήνα της παραγωγικής μονάδας, καθώς καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την παραγωγικότητα, την ποιότητα και το συνολικό κόστος λειτουργίας. Για τον υπολογισμό του κόστους εξετάστηκαν οι βασικές κατηγορίες μηχανών που ενσωματώνονται στη γραμμή παραγωγής επίπλων μπάνιου, όπως η τεμαχιστική μηχανή, οι συγκολλητικές ακμών, τα CNC μηχανήματα καθώς και ο εξοπλισμός συναρμολόγησης και διακίνησης.

Η κοστολόγηση περιλαμβάνει τόσο το αρχικό κόστος αγοράς κάθε μηχανής όσο και τα πάγια έξοδα εγκατάστασης (μεταφορά, τοποθέτηση, διασύνδεση με την ηλεκτρομηχανολογική υποδομή). Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη τα λειτουργικά κόστη (κατανάλωση ενέργειας, συντήρηση, αναλώσιμα) που επηρεάζουν σε βάθος χρόνου τη συνολική οικονομική απόδοση της μονάδας.

Η ανάλυση του κόστους ανά κατηγορία εξοπλισμού είναι απαραίτητη για την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων σχετικά με τη βιωσιμότητα της παραγωγικής διαδικασίας. Μέσα από το κοστολόγιο καθίσταται δυνατή η σύγκριση εναλλακτικών σεναρίων επένδυσης, καθώς και η εκτίμηση της περιόδου απόσβεσης των μηχανών.

Αναλυτικό κοστολόγιο εξοπλισμού

Μηχάνημα	Κόστος
Τεμαχιστική μηχανή	85.000/τμχ (2τμχ)
Τοποθέτηση τεμαχιστικής	3.000/τμχ (2τμχ)
Συγκολλητικό 1	160.000
Τοποθέτηση συγκολλητικού 1	2.500
Συγκολλητικό 2	70.000
Τοποθέτηση συγκολλητικού 2	1.000
Cnc 1	160.000
Τοποθέτηση Cnc 1	4.000
Cnc 2	120.000

Τοποθέτηση Cnc 2	4.000
Πάγκοι Εργασίας	200/τμχ (11 τμχ)
Τοποθέτηση πάγκων (συνολικά)	1.000
Κομπρεσέρ	17.000
Αεριοφυλάκιο	1.500
Ράφια Dexion	15.500
Ράφια Cantilever (ξυλείας)	32.500
Ηλεκτρικό παλετοφόρο	7.500
Περιοφόρο ηλεκτρικό	75.000
Καρότσια μεταφοράς	50/τμχ (20 τμχ)
Απορροφητικό σιλό σκόνης	35.000
Σετ εργαλείων επισκευών βλαβών	10.0000
Έξοδα διαμονής τεχνικών εγκατάστασης	2.000
Έξοδα μεταφοράς εξοπλισμού	15.000
Vacuum ξυλείας	15.000/ τμχ (2τμχ)
Σύνολο	940.700

Το σύνολο των μηχανημάτων όπως αναφέρεται ανέρχεται στα 940.700 ευρώ και περιλαμβάνει το σύνολο του εξοπλισμού. Σε αυτό το ποσό περιλαμβάνονται όλα τα έξοδα της τοποθέτησης καθώς και διαφόρων μικροεξόδων ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών. Η απόσβεση του μηχανολογικού εξοπλισμού πραγματοποιείται σε τέτοιου είδους επενδύσεις γίνεται εντός δεκαετίας.

7.3 Απόσβεση κτιριακού και μηχανολογικού εξοπλισμού

Η απόσβεση του κτιριακού και μηχανολογικού εξοπλισμού αποτελεί σημαντικό οικονομικό μέγεθος, καθώς αποτυπώνει τη σταδιακή μείωση της αξίας τους λόγω φθοράς και χρήσης. Για τον υπολογισμό της χρησιμοποιούνται συνήθως μέθοδοι όπως η σταθερή (γραμμική) απόσβεση, η οποία κατανέμει το κόστος σε ισόποσες ετήσιες δόσεις. Στην περίπτωση της εξεταζόμενης μονάδας, υπολογίστηκε η απόσβεση τόσο για το βιομηχανικό κτίριο(20 χρόνια διάρκεια) όσο και για τις βασικές κατηγορίες μηχανών(10 χρόνια διάρκεια), με βάση τη διάρκεια ζωής τους. Η ανάλυση αυτή επιτρέπει την εκτίμηση του πραγματικού ετήσιου κόστους χρήσης της υποδομής και συνδέεται άμεσα με τη συνολική οικονομική βιωσιμότητα του έργου.

Συνολικά έχουμε τα εξής:

1. Βιομηχανικό κτίριο

- Κόστος 787.000 ευρώ
- Διάρκεια ζωής 20 χρόνια
- Ετήσιο κόστος απόσβεσης 39.350 ευρώ

2. Μηχανολογικός εξοπλισμός

- Κόστος 940.700 ευρώ
- Διάρκεια ζωής 10 χρόνια
- Ετήσιο κόστος απόσβεσης 94.700 ευρώ

Συνολικά μια τέτοιου είδους επένδυσης απαιτεί ετήσιες αποσβέσεις της τάξεως των 134.050. Έτσι θα πρέπει λαμβάνοντας ορθά όλα τα δεδομένα των παραγωγικών ρυθμών καθώς και της ζήτησης των παραγόμενων προϊόντων να αποφασισθεί η βιωσιμότητα του επενδυτικού πλάνου.

8. Βιβλιογραφία

8.1 Βιβλία-διπλωματικές

- [1] Χαραλαμπίδης, Ι. (2015). Διοίκηση Παραγωγής και Λειτουργιών. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- [2] Σιώμκος, Γ. (2002). Οργάνωση και Διοίκηση Επιχειρήσεων. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
- [3] Wallace Hoop & Mark Spearman – Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management
- [4] Π. Νταλίδης, Διπλωματική Εργασία: Σχεδιασμός Εργοστασίου Κεραμικών μέσω Λογισμικού Τρισδιάστατης Απεικόνισης, Επιλογή του Βασικού Μηχανολογικού Εξοπλισμού, Ξάνθη: Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2015.

8.2 Ιστοσελίδες

- [1] <https://steropal.gr/en/>
- [2] <https://impact-bath.gr/>
- [3] <https://www.felder-group.com/en-us>
- [4] <https://www.eddapack.com/>
- [5] <https://nimacgroup.eu/el/>
- [6] <https://unimac.gr/>
- [7] <https://www.vamvacas.gr/>
- [8] <https://www.linde-mh.gr/el/>
- [9] <https://www.barbaric.at/en/>
- [10] <https://dimitroulakos.gr/>
- [11] <https://3dwarehouse.sketchup.com/>