



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

υπό

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΣ ΠΕΤΡΙΔΗ

Μεταπτυχιακή Εργασία

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

Βόλος, 2025

© 2025 Παναγιώτα Πετρίδη

Η έγκριση της μεταπτυχιακής 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. Στυλιανός Κουκούμιαλος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δεύτερος Εξεταστής	Δρ. Γεώργιος Κοζανίδης Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τρίτος Εξεταστής	Δρ. Γεώργιος Λυμπερόπουλος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Με αφορμή την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Στυλιανό Κουκούμιαλο, για την πολύτιμη βοήθειά του, τις συμβουλές του σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο, καθώς και για την άψογη συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής. Στη συνέχεια θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους και συμφοιτητές μου για τη συνεχή συμπαράσταση, την ψυχολογική υποστήριξη και την ενθάρρυνση στις δύσκολες στιγμές, καθώς η συντροφικότητα και η αλληλοβοήθεια έκαναν αυτή τη διαδρομή πιο ευχάριστη. Τέλος, θα ήθελα εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου, την αγάπη και την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου, για την στήριξη, την κατανόηση και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Ιδιαίτερα θέλω να ευχαριστήσω την αδερφή μου Αγγελική, η οποία στάθηκε δίπλα μου με αστείρευτη υπομονή, σε όλες τις δυσκολίες που αντιμετώπισα στη διάρκεια συγγραφής της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κώστα Τσάκωνα, υπεύθυνο παραγωγής στη γαλακτοβιομηχανία «Φάρμα Ηλείας», ο οποίος μου παρείχε όλες τις πληροφορίες που ήταν απαραίτητες για την επιτυχή ολοκλήρωση της προσομοίωσης και κατά συνέπεια της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης τον ευχαριστώ για το ενδιαφέρον που έδειξε και για το χρόνο που διέθεσε για την επίλυση αποριών και όχι μόνο.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΠΕΤΡΙΔΗ

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2025

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Στυλιανός Κουκούμιαλος,
Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Περίληψη

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τη μελέτη και την προσομοίωση της παραγωγικής διαδικασίας γιαουρτιού, μέσω της χρήσης του προγράμματος Arena. Πιο συγκεκριμένα, αναλύεται και εξετάζεται η γραμμή παραγωγής στη γαλακτοβιομηχανία «Φάρμα Ηλείας», προκειμένου να εντοπιστούν αδυναμίες και να αναπτυχθούν προτάσεις για βελτίωση. Μελετώνται πιθανές αλλαγές στη γραμμή παραγωγής με σκοπό την αύξηση της αποδοτικότητας, την αύξηση των παραγόμενων ποσοτήτων και τη μείωση των χρόνων αναμονής και επεξεργασίας.

Αρχικά γίνεται αναφορά στην προσομοίωση, ως μέθοδος βελτιστοποίησης παραγωγικών συστημάτων και παρουσιάζεται το λογισμικό Arena και οι δυνατότητες που παρέχει. Στη συνέχεια γίνεται επισκόπηση των κύριων γαλακτοβιομηχανιών της χώρας και των προϊόντων που παράγουν, με εκτενέστερη αναφορά στη «Φάρμα Ηλείας». Η εργασία επικεντρώνεται αρκετά στην παρουσίαση του γιαουρτιού, καθώς αποτελεί το βασικό προϊόν μελέτης στην παρούσα έρευνα και αναφέρεται λεπτομερώς η παραγωγική του διαδικασία. Με τη βοήθεια του προγράμματος Arena κατασκευάζεται ένα μοντέλο προσομοίωσης με όλα τα στάδια της παραγωγής του γιαουρτιού, όπως ακριβώς εκτελούνται στη «Φάρμα Ηλείας». Μετά τη μοντελοποίηση, παράγονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα και αναλύονται μέσω στατιστικών εργαλείων για την εκτίμηση της απόδοσης του συστήματος. Στην έρευνα αυτή, εξετάζονται δύο διαφορετικά σενάρια, τα οποία υπέδειξε η εταιρεία μέσα από προβλήματα που έχουν προκύψει στα στάδια παραγωγής, για να διαπιστωθεί εάν μπορεί να επιτευχθεί βελτιστοποίηση ή όχι του συγκεκριμένου παραγωγικού συστήματος. Στο τέλος γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων της υπάρχουσας παραγωγής και των υποθετικών σεναρίων και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και προτάσεις για την πρακτική εφαρμογή της βελτιστοποίησης.

Λέξεις-κλειδιά: προσομοίωση, λογισμικό Arena, γαλακτοβιομηχανία, γιαούρτι, γραμμή παραγωγής, βελτιστοποίηση παραγωγής.

SIMULATION OF YOGHURT PRODUCTION PROCESS USING A SIMULATION PROGRAM

PANAGIOTA PETRIDI

Department of Mechanical Engineering, University of Thessaly, 2025

Supervisor: Dr Stylianos Koukoumialos
Professor University of Thessaly

Abstract

This paper deals with the study and simulation of the yoghurt production process, using the Arena program. More specifically, the production line in the dairy company “Farma Ilias” is analyzed and examined in order to identify weaknesses and develop suggestions for improvement. Possible changes in the production line are studied in order to increase efficiency, increase the quantities produced and reduce waiting and processing times.

First, simulation is mentioned as a method for optimizing production systems and the Arena software and its capabilities are presented. Then an overview of the main dairy farms in the country and the products they produce is given, with a more extensive reference to “Farma Ilias”. The paper focuses a lot on the presentation of yoghurt, as it is the main product of study in this research and its production process is mentioned in detail. With the help of the program Arena, a simulation model is constructed with all the stages of yoghurt production exactly as they are carried out at “Farma Ilias”. After modeling, the corresponding results are produced and analyzed through statistical tools to evaluate the performance of the system. In this research, three different scenarios, suggested by the company through problems that have arisen in the production stages, are examined to determine whether or not optimization of the specific production system can be achieved. At the end, the results of the existing production and the hypothetical scenarios are compared and the conclusions and recommendations for the practical application of the optimization are presented.

Key words: simulation, Arena software, dairy industry, yoghurt, production line, production optimization.

Πίνακας περιεχομένων

Κατάλογος Εικόνων	ix
Κατάλογος Πινάκων	x
Κατάλογος Γραφημάτων	xi
Κεφάλαιο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Κίνητρο και Υπόβαθρο	1
1.2 Σκοπός και Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας	1
1.3 Παρουσίαση της Δομής της Διπλωματικής Εργασίας	2
Κεφάλαιο 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	3
2.1 Ορισμός Προσομοίωσης	3
2.2 Είδη Προσομοίωσης.....	3
2.3 Μοντέλα Προσομοίωσης	4
2.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Προσομοίωσης	5
2.5 Εφαρμογές της Προσομοίωσης.....	6
2.6 Φάσεις Προσομοίωσης.....	7
2.7 Rockwell Arena	7
2.7.1 Γενικά	7
2.7.2 Παρουσίαση Περιβάλλοντος	8
2.7.3 Μέτρα Απόδοσης.....	10
Κεφάλαιο 3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	11
3.1 Ιστορική Αναδρομή.....	11
3.2 Παρουσίαση Γαλακτοβιομηχανιών	12
3.3 Θεσμικό Πλαίσιο	13
3.4 Παρουσίαση Βασικών Γαλακτοκομικών Προϊόντων	14
3.5 Η «Φάρμα Ηλείας» - Λίγα Λόγια.....	15
Κεφάλαιο 4. ΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	17
4.1 Ορισμός.....	17
4.2 Ιστορική Αναδρομή.....	17
4.3 Είδη και Τύποι Γιαουρτιού.....	17
4.4 Διατροφική Αξία	19
4.5 Η Αγορά του Γιαουρτιού – Πωλήσεις και Εξαγωγές	20
4.6 Παραγωγική Διαδικασία Γιαουρτιού	22
4.6.1 Παραδοσιακή Μέθοδος Παραγωγής.....	22
4.6.2 Σύγχρονη Μέθοδος Παραγωγής	23
4.6.3 Παραγωγή Γιαουρτιού στη «Φάρμα Ηλείας».....	26

Κεφάλαιο 5. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ARENA.....	31
5.1 Εισαγωγή.....	31
5.2 Αποτελέσματα Προσομοίωσης	32
Κεφάλαιο 6. ΜΕΛΕΤΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	36
6.1 Εισαγωγή.....	36
6.2 Σενάριο Ι – Αύξηση Ζήτησης Κατά 15% και Αντικατάσταση Παστεριωτή, Κορυφολόγου και Συσκευαστικής Μηχανής.....	36
6.3 Σενάριο ΙΙ – Αύξηση Ζήτησης Κατά 15% και Αλλαγή Ημερήσιου Χρόνου Λειτουργίας από 6 Ώρες σε 8 Ώρες	41
Κεφάλαιο 7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	45
7.1 Σύγκριση Αποτελεσμάτων	45
7.2 Συμπεράσματα.....	49
7.3 Επεκτάσεις Διπλωματικής Εργασίας	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	54

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Αρχική Οθόνη Arena	8
Εικόνα 2.2: Flowchart Modules.....	9
Εικόνα 2.3: Data Modules.....	9
Εικόνα 3.1: Το λογότυπο της «Φάρμα Ηλείας».....	15
Εικόνα 3.2: Τα κύρια προϊόντα της «Φάρμα Ηλείας»	16
Εικόνα 4.1: Μερίδια αγοράς στο γιαούρτι έτους 2018.....	20
Εικόνα 4.2: Εγχώρια παραγωγή γιαουρτιού 1996-2017	21
Εικόνα 4.3: Εξαγωγές γαλακτοκομικών προϊόντων 2010-2017	22
Εικόνα 4.4: Διάγραμμα ροής παραγωγής γιαουρτιού	26
Εικόνα 4.5: Πλήρες στραγγιστό γιαούρτι 10% λιπαρά "Φάρμα Ηλείας"	27
Εικόνα 4.6: Λειτουργία Κορυφολόγου	28
Εικόνα 4.7: Παραλαβή φρέσκου γάλακτος	28
Εικόνα 4.8: Συσκευαστική μηχανή	29
Εικόνα 4.9: Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας γιαουρτιού στη "Φάρμα Ηλείας"	30
Εικόνα 5.1: Μοντέλο προσομοίωσης της παραγωγικής διαδικασίας γιαουρτιού	31
Εικόνα Π.1: Μοντέλο Προσομοίωσης.....	54
Εικόνα Π.2: Προσομοίωση από την άφιξη του βυτιοφόρου μέχρι την ενεργοποίηση ροής του ομογενοποιητή.....	56
Εικόνα Π.3: Προσομοίωση από το στάδιο της ομογενοποίησης μέχρι την αποθήκευση του γιαουρτιού	58
Εικόνα Π.4: Προσομοίωση δεξαμενών με tank modules, παγολεκάνη-παστεριωτής- κορυφολόγος	59
Εικόνα Π.5: Προσομοίωση δεξαμενών με tank modules, βραστήρας-ομογενοποιητής- 2ος παστεριωτής-τελικό σιλό-συσκευαστική μηχανή	59
Εικόνα Π.6: Ρυθμίσεις γλώσσας SIMAN	60
Εικόνα Π.7: Ρυθμίσεις στατιστικών παραμέτρων για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων	60
Εικόνα Π.8: Ρυθμίσεις βασικών παραμέτρων προσομοίωσης	61

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 5.1: Συνολική χρήση των δεξαμενών στην υπάρχουσα παραγωγή.....	32
Πίνακας 5.2: Συνολικός χρόνος ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής στην υπάρχουσα παραγωγή	33
Πίνακας 5.3: Συνολικός χρόνος σε κάθε στάδιο επεξεργασίας στην υπάρχουσα παραγωγή	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Πίνακας 5.4: Χρόνοι αναμονής στα στάδια επεξεργασίας στην υπάρχουσα παραγωγή	34
Πίνακας 5.5: Ποσότητα γάλακτος που εισήλθε στο σύστημα και ποσότητα γιαουρτιού που παράχθηκε στην υπάρχουσα παραγωγή	35
Πίνακας 6.1: Συνολική χρήση των δεξαμενών στο σενάριο I	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Πίνακας 6.2: Συνολικός χρόνος ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής στο Σενάριο I.....	38
Πίνακας 6.3: Συνολικός χρόνος σε κάθε στάδιο επεξεργασίας στο σενάριο I	38
Πίνακας 6.4: Χρόνοι αναμονής στα στάδια επεξεργασίας στο σενάριο I.....	39
Πίνακας 6.5: Ποσότητα γάλακτος που εισήλθε στο σύστημα και ποσότητα γιαουρτιού που παράχθηκε στο σενάριο I	40
Πίνακας 6.6: Συνολική χρήση των δεξαμενών στο σενάριο II.....	41
Πίνακας 6.7: Συνολικός χρόνος ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής στο σενάριο II.....	42
Πίνακας 6.8: Συνολικός χρόνος σε κάθε στάδιο επεξεργασίας στο σενάριο II	42
Πίνακας 6.9: Χρόνοι αναμονής στα στάδια επεξεργασίας στο σενάριο II.....	43
Πίνακας 6.10: Ποσότητα γάλακτος που εισήλθε στο σύστημα και ποσότητα γιαουρτιού που παράχθηκε στο σενάριο II	44
Πίνακας 7.1: Σύγκριση συνολικής χρήσης δεξαμενών	45
Πίνακας 7.2: Σύγκριση συνολικού χρόνου παραγωγής	47
Πίνακας 7.3: Σύγκριση χρόνων στα στάδια επεξεργασίας.....	47
Πίνακας 7.4: Σύγκριση ποσοτήτων γάλακτος και γιαουρτιού	48

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 5.1: Παρουσίαση συνολικής χρήσης δεξαμενών στην υπάρχουσα παραγωγή	32
Γράφημα 5.2: Παρουσίαση συνολικού χρόνου ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής.....	33
Γράφημα 5.3: Παρουσίαση συνολικού χρόνου σε κάθε στάδιο επεξεργασίας	34
Γράφημα 5.4: Παρουσίαση ποσοτήτων γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και ποσοτήτων γιαουρτιού που παράχθηκαν	35
Γράφημα 6.1: Παρουσίαση συνολικής χρήσης δεξαμενών σενάριο I	37
Γράφημα 6.2: Παρουσίαση συνολικού χρόνου ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής Σενάριο I.....	38
Γράφημα 6.3: Παρουσίαση συνολικού χρόνου σε κάθε στάδιο επεξεργασίας Σενάριο I	39
Γράφημα 6.4: Παρουσίαση ποσοτήτων γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και ποσοτήτων γιαουρτιού που παράχθηκαν Σενάριο I	40
Γράφημα 6.5: Παρουσίαση συνολικής χρήσης δεξαμενών Σενάριο II	41
Γράφημα 6.6: Παρουσίαση συνολικού χρόνου ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής Σενάριο II.....	42
Γράφημα 6.7: Παρουσίαση συνολικού χρόνου σε κάθε στάδιο επεξεργασίας Σενάριο II	43
Γράφημα 6.8: Παρουσίαση ποσοτήτων γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και ποσοτήτων γιαουρτιού που παράχθηκαν Σενάριο II	44
Γράφημα 7.1: Παρουσίαση και σύγκριση συνολικής χρήσης δεξαμενών	46
Γράφημα 7.2: Παρουσίαση και σύγκριση συνολικού χρόνου παραγωγής	47
Γράφημα 7.3: Παρουσίαση και σύγκριση συνολικού χρόνου σε κάθε στάδιο επεξεργασίας	48
Γράφημα 7.4: Παρουσίαση και σύγκριση συνολικών ποσοτήτων γάλακτος και γιαουρτιού	49

1.1 Κίνητρο και Υπόβαθρο

Η γαλακτοβιομηχανία, αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς κλάδους στον τομέα των τροφίμων και η συνεισφορά της, τόσο σε επίπεδο διατροφής, όσο και σε επίπεδο οικονομίας, ιδίως για τις αγροτικές περιοχές, θεωρείται ύψιστης σημασίας. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα, αποτελούν μέρος μιας ισορροπημένης καθημερινής διατροφής και συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη ενός οργανισμού, καθώς περιέχουν ασβέστιο, πρωτεΐνες και βιταμίνες. Στη σύγχρονη πραγματικότητα, οι απαιτήσεις σε μία γαλακτοβιομηχανία αυξάνονται αφενός μεν λόγω της τεχνολογικής προόδου, η οποία απαιτεί τη χρήση σύγχρονων και καινοτόμων μέσων, και αφετέρου δε λόγω των αναγκών των καταναλωτών, οι οποίοι απαιτούν ανταγωνιστικές τιμές και ασφάλεια των προϊόντων που αγοράζουν. Η γαλακτοβιομηχανία καλείται να βρεθεί αντιμέτωπη με διάφορες και πολλαπλές προκλήσεις, όπως η παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας και παράλληλα ο έλεγχος του κόστους, οι οποίες αν αντιμετωπιστούν σωστά, θα αποφέρουν το ανάλογο αποτέλεσμα. Έτσι, στοχεύουν στην βελτιστοποίηση των παραγωγικών τους διαδικασιών, προκειμένου να ανταπεξέλθουν με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος και να επωφεληθούν από το μέγιστο δυνατό κέρδος. Η βελτιστοποίηση μπορεί να επιτευχθεί με την προσομοίωση της παραγωγικής διαδικασίας προκειμένου να βελτιωθεί η αποδοτικότητα των γραμμών παραγωγής, μειώνοντας το κόστος και αυξάνοντας την παραγωγικότητα. Η προσομοίωση επιτυγχάνεται με εξειδικευμένα εργαλεία, όπως το Arena, το οποίο προσφέρει τη δυνατότητα ανάλυσης των διαδικασιών και των αλληλεπιδράσεων διαφόρων παραγόντων όπως ο χρόνος παραγωγής ή η ζήτηση.

1.2 Σκοπός και Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η μελέτη και η προσομοίωση της παραγωγικής διαδικασίας ενός από τα βασικότερα προϊόντα μιας γαλακτοβιομηχανίας, του γιαουρτιού. Το γιαούρτι αποτελεί βασικό συστατικό της καθημερινής διατροφής με αποτέλεσμα την ολοένα και συνεχώς αύξηση της ζήτησής του. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό οι διαδικασίες της παραγωγής να γίνονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη ποιότητα. Η παραγωγή του γιαουρτιού έχει διάφορα στάδια όπως η παστερίωση του γάλακτος, η ζύμωση, η συσκευασία, η αποθήκευση κ.λπ. Για την καλύτερη κατανόηση των διαδικασιών της παραγωγής καθώς και για την αντιμετώπιση πιθανών προκλήσεων που μπορεί να εμφανιστούν, χρησιμοποιείται το εργαλείο της προσομοίωσης. Η εργασία επικεντρώνεται στη σχεδίαση, ανάπτυξη και ανάλυση της μοντέλου προσομοίωσης για την παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού, το οποίο θα καλύπτει τα βασικά στάδια παραγωγής. Επίσης, μελετώνται πιθανά σενάρια, χωρίς να επηρεάζεται η πραγματική παραγωγή, έτσι ώστε να εντοπιστούν

αδύνατα σημεία στην παραγωγή μειώνοντας το κόστος και το χρόνο παραγωγής. Για τη βελτιστοποίηση και την ανάλυση διαδικασιών παραγωγής, χρησιμοποιείται το πρόγραμμα Arena, το οποίο παρέχει ένα εύχρηστο περιβάλλον για τη δημιουργία μοντέλων προσομοίωσης μέσω γραφικών. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης προσφέρουν πληροφορίες για την αύξηση της παραγωγικότητας, για την καλύτερη διαχείριση πόρων στη γαλακτοβιομηχανία καθώς και για την εξοικονόμηση κόστους και χρόνου. Έτσι επιτρέπουν στους υπεύθυνους παραγωγής να κάνουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με τη διαχείριση της παραγωγής και να εντοπίζουν σημεία προς βελτίωση.

1.3 Παρουσίαση της Δομής της Διπλωματικής Εργασίας

Η δομή της εργασίας αρχικά περιλαμβάνει το εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο, το οποίο εξηγεί τα κίνητρα και το υπόβαθρό της, το αντικείμενο που πραγματεύεται καθώς και τον σκοπό για τον οποίο εκπονήθηκε.

Στο κεφάλαιο 2, γίνεται αναφορά στην έννοια της προσομοίωσης και παρουσιάζονται τα είδη, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, οι εφαρμογές της σε διάφορους τομείς και οι φάσεις που την καθορίζουν. Αναφορά γίνεται επίσης και στο λογισμικό Rockwell Arena παρουσιάζοντας το βασικό περιβάλλον και τις λειτουργίες του.

Στο κεφάλαιο 3, παρουσιάζονται οι βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων μέσα από μια ιστορική αναδρομή και στη συνέχεια αναφέρονται γνωστές γαλακτοβιομηχανίες, το θεσμικό πλαίσιο που τις διέπει καθώς και τα παραγόμενα γαλακτοκομικά προϊόντα, με έμφαση κυρίως στην εταιρεία «Φάρμα Ηλείας».

Το κεφάλαιο 4 αφορά το γιαούρτι και περιγράφονται τα είδη του το απαρτίζουν, η διατροφική του αξία, η παραγωγική διαδικασία τόσο βιομηχανικού όσο και του παραδοσιακού γιαουρτιού αλλά και η παραγωγική διαδικασία που ακολουθεί η «Φάρμα Ηλείας».

Στο 5^ο κεφάλαιο πραγματοποιείται η προσομοίωση της γραμμής παραγωγής γιαουρτιού με το πρόγραμμα Arena Simulation. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται τα δεδομένα που έχουν ληφθεί από την γαλακτοβιομηχανία και χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο προσομοίωσης και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μέσα από πίνακες και γραφήματα.

Στο κεφάλαιο 6, μελετώνται δύο διαφορετικά σενάρια στην παραγωγική διαδικασία, μετά από την υπόδειξη κάποιων προβλημάτων που αντιμετωπίζει η επιχείρηση. Μέσα από την προσομοίωση των σεναρίων αυτών, λαμβάνονται εκ νέου αποτελέσματα για την βελτίωση ή όχι της γραμμής παραγωγής.

Τέλος, στο 7^ο κεφάλαιο συγκρίνονται τα αποτελέσματα της παρούσας παραγωγικής διαδικασίας και των δύο σεναρίων και παρουσιάζονται τα ανάλογα συμπεράσματα καθώς και προτάσεις με περαιτέρω βελτίωση.

2.1 Ορισμός Προσομοίωσης

Η προσομοίωση αναφέρεται στην αναπαράσταση ή τη μίμηση των σημαντικών χαρακτηριστικών μιας διαδικασίας. Σαν όρος εμφανίζεται για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1960. Ωστόσο, πρόκειται για έναν γενικό όρο καθώς έχει πολλά πεδία εφαρμογών. Κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, η μέθοδος της προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκε από τον John Von Neuman και τον Stanislaw Ulam για τη λύση προβλημάτων διάχυσης νετρονίων [1].

Η προσομοίωση αποτελεί κλάδο της επιχειρησιακής έρευνας και για αυτό διατηρεί τα βασικά της γνωρίσματα. Κατά τη μελέτη ενός συστήματος, σκοπός είναι η μοντελοποίησή του και η κατάληξη σε ένα αποτέλεσμα που θα χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίησή του. Ορισμένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της προσομοίωσης είναι τα έγκυρα δεδομένα εισόδου που αφορούν το προς μοντελοποίηση σύστημα, η επιλογή των χαρακτηριστικών του συστήματος, η χρήση προσεγγίσεων και υποθέσεων που μπορεί να απλοποιούν το σύστημα και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων που θα εξαχθούν [2].

2.2 Είδη Προσομοίωσης

Η προσομοίωση ταξινομείται στα παρακάτω είδη: συνεχής προσομοίωση, κατανεμημένη προσομοίωση, προσομοίωση βασισμένη σε υπόθεση, προσομοίωση βασισμένη σε αριθμητικά δεδομένα και προσομοίωση διακεκριμένων γεγονότων.

Στη συνεχή προσομοίωση, κατά τη διάρκεια της μοντελοποίησης, οι μεταβλητές μεταβάλλονται συνεχώς σε σχέση με το χρόνο. Χρησιμοποιούνται διαφορικές εξισώσεις για τους ρυθμούς αλλαγής των μεταβλητών σε σχέση με το χρόνο. Οι εξισώσεις είναι εύκολο να λυθούν αν είναι απλές και να δώσουν τις τιμές των μεταβλητών για όλες τις τιμές του χρόνου σαν συνάρτηση των τιμών των μεταβλητών στο χρόνο μηδέν. Για την κατασκευή συνεχών μοντέλων προσομοίωσης χρησιμοποιούνται γλώσσες προσομοίωσης όπως η CSSL-IV και η ACSL [2].

Στην κατανεμημένη προσομοίωση μπορούν να συνδεθούν μαζί ανεξάρτητοι υπολογιστές σχηματίζοντας παράλληλα ή κατανεμημένα υπολογιστικά συστήματα. Σε αυτά τα συστήματα τα διάφορα τμήματα της υπολογιστικής εργασίας κατανέμονται σε διαφορετικούς επεξεργαστές που δουλεύουν παράλληλα και αυτό οδηγεί σε ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου εκτέλεσης της εργασίας. Το πλεονέκτημα της κατανεμημένης προσομοίωσης είναι ότι υπάρχει ένα σύστημα για πέρασμα μηνυμάτων στους επεξεργαστές, όπου κάθε μήνυμα μεταφέρει μια χρονική επιγραφή. Αντίθετα, το μειονέκτημα που έχει, είναι ότι μπορεί να υπάρξει αδιέξοδο καθώς και οι δύο επεξεργαστές πρέπει να περιμένουν ένα μήνυμα ο ένας από τον άλλον πριν μπορέσουν να προχωρήσουν [2].

Στην προσομοίωση βασισμένη σε υπόθεση υπάρχει ένα σενάριο όπου διαδραματίζεται από την αρχή μέχρι το τέλος στο περιβάλλον της προσομοίωσης και ο χρήστης πρέπει να πάρει αποφάσεις σχετικά με την πορεία της προσομοίωσης. Συνήθως υπάρχουν μονοπάτια με εναλλακτικές διόδους. Ο χρήστης θα ακολουθήσει ένα μονοπάτι και η πορεία της υπόθεσης ακολουθεί τη διαδρομή ενός διακλαδωμένου δέντρου που βασίζεται στις αποφάσεις του χρήστη. Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, ο χρήστης λαμβάνει τις απαραίτητες πληροφορίες από το σύστημα που θα του χρειαστούν για μελλοντικές αποφάσεις [2].

Με την προσομοίωση βασισμένη σε αριθμητικά δεδομένα ο χρήστης μπορεί να λάβει αποφάσεις εισάγοντας αριθμητικά στοιχεία καθώς και χρησιμοποιώντας μοχλούς και διάφορα μηχανήματα. Οι αποφάσεις αξιολογούνται, στη συνέχεια υπολογίζονται τα αποτελέσματα και τέλος παρουσιάζονται σε γραφήματα. Το συγκεκριμένο είδος προσομοίωσης, συναντάται σε μία ολόκληρη επιχείρηση ή σε ένα μέρος αυτής ή σε διάφορες λειτουργίες της [2].

Στην προσομοίωση διακεκριμένων γεγονότων υπάρχει ένα σύστημα το οποίο εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου, δηλαδή αναπαρίσταται σαν μια χρονική σειρά γεγονότων. Οι μεταβλητές κατάστασης, μεταβάλλονται στιγμιαία σε διακεκριμένες χρονικές στιγμές και έτσι το σύστημα μπορεί να αλλάζει μόνο σε μετρητό αριθμό σημείων στο χρόνο. Επειδή ο χρήστης πρέπει να παρακολουθεί την τιμή του χρόνου προσομοίωσης, υπάρχει ένας μηχανισμός που ονομάζεται ρολόι προσομοίωσης και δίνει την τρέχουσα τιμή του χρόνου προσομοίωσης. Για να προχωρήσει το ρολόι βασίζεται σε μια μέθοδο που ονομάζεται «να προχωρήσει ο χρόνος στο επόμενο γεγονός». Το ρολόι, λαμβάνει αρχική τιμή μηδέν και υπολογίζονται οι χρόνοι για τα γεγονότα που πρόκειται να συμβούν. Έπειτα, το ρολόι δείχνει το χρόνο του πιο κοντινού γεγονότος και γίνονται ενημερώσεις στο σύστημα. Το ρολόι συνεχίζει με τον ίδιο τρόπο, δείχνοντας τον επόμενο χρόνο του πιο κοντινού γεγονότος μέχρις ότου να υπάρξει τερματισμός της προσομοίωσης. Για τον τερματισμό της προσομοίωσης απαραίτητη είναι κάποια συνθήκη του τύπου «τερματισμός της προσομοίωσης στο χρόνο t » ή «τερματισμός μετά από την επεξεργασία n αριθμού γεγονότων» [2].

2.3 Μοντέλα Προσομοίωσης

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η διάκριση των μοντέλων προσομοίωσης όπως φαίνεται παρακάτω:

- Στατικά και Δυναμικά Μοντέλα: Η βασική διαφορά τους έγκειται στην ύπαρξη του χρόνου ή όχι. Στα στατικά μοντέλα ο χρόνος δεν υπάρχει καθώς αναπαριστούν ένα σύστημα μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ενώ τα δυναμικά μοντέλα αναπαριστούν ένα σύστημα που εξελίσσεται μέσα στο χρόνο. Τα μοντέλα που μελετώνται στις προσομοιώσεις είναι κυρίως δυναμικά [4].

- Ντετερμινιστικά και Στοχαστικά Μοντέλα: Σε αυτή την περίπτωση, η διαφορά των μοντέλων αφορά τις εισόδους. Πιο συγκεκριμένα, όταν η είσοδος δεν περιλαμβάνει τυχαία τμήματα και είναι καθορισμένη, το μοντέλο ονομάζεται ντετερμινιστικό. Από την

άλλη, όταν υπάρχουν μοντέλα με είσοδο τυχαίες μεταβλητές ονομάζονται στοχαστικά [4].

- Συνεχούς και Διακριτού Χρόνου Μοντέλα: Στα μοντέλα συνεχούς χρόνου υπάρχει δυνατότητα μεταβολής του συστήματος καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, ενώ στα μοντέλα διακριτού χρόνου οι μεταβολές συμβαίνουν σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Τα περισσότερα συστήματα προσομοιώνονται με μοντέλα διακριτού χρόνου, ωστόσο υπάρχουν και μοντέλα που περιλαμβάνουν τόσο συνεχή όσο και διακριτά υπομοντέλα [4].

2.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Προσομοίωσης

Η μέθοδος της προσομοίωσης, χαρακτηρίζεται τόσο από πλεονεκτήματα όσο και από μειονεκτήματα. Αναλύοντας σε πρώτη φάση τα πλεονεκτήματα, το κυριότερο είναι ότι μέσω της προσομοίωσης και χάρη στις δυνατότητες των Η/Υ, τα πειράματα μπορούν να εκτελεστούν σε μικρό χρονικό διάστημα και να δώσουν τη βέλτιστη λύση. Για παράδειγμα, σε μία γραμμή παραγωγής η οποία διαρκεί έναν ολόκληρο χρόνο, η εκτέλεση του μοντέλου που αναπαριστά τη λειτουργία της, πραγματοποιείται εντός κάποιων ωρών. Επίσης η προσομοίωση δίνει τη δυνατότητα δοκιμών πάνω στο μοντέλο καθώς υπάρχει καλύτερος έλεγχος σε σχέση με το πραγματικό περιβάλλον όπου για λόγους ασφαλείας ή λόγω μεγέθους του συστήματος, ο πειραματισμός πάνω στο ίδιο το σύστημα καθίσταται δύσκολος έως και σχεδόν αδύνατος. Τα μοντέλα που παράγονται μπορούν να αναπαρασταθούν με λογικά διαγράμματα αλλά και γραφικά, πράγμα το οποίο διευκολύνει την κατανόηση του συστήματος από πλευράς προσωπικού. Παρόλο που η προσομοίωση δεν απαιτεί ισχυρές μαθηματικές γνώσεις από την πλευρά του χρήστη σε σχέση με άλλες τεχνικές, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του μοντέλου απαιτείται και η ανάλογη γνώση.

Στα πλεονεκτήματα προστίθεται και το γεγονός ότι η προσομοίωση είναι μία οικονομική μέθοδος καθώς μέσω αυτής αποφεύγονται μεγάλες δαπάνες για πραγματικές δοκιμές και παράλληλα υπάρχει καλύτερη μελέτη των συστημάτων με μακρόχρονη εξέλιξη, όπως είναι τα οικονομικά συστήματα, σε πολύ μικρότερο χρόνο [1],[2].

Από την άλλη, τα μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν την προσομοίωση, είναι αρχικά το ότι χρειάζεται αρκετός χρόνος και προσπάθεια για να αναπτυχθεί ένα μοντέλο και να προσομοιώσει ένα σύστημα [3]. Επίσης, τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν κατά την προσομοίωση πρέπει να είναι ακριβή και αξιόπιστα, διαφορετικά θα δώσουν λάθος αποτελέσματα και πληροφορίες για το σύστημα που μελετάται. Επειδή σε ένα πραγματικό σύστημα συμβαίνουν απρόβλεπτα και τυχαία γεγονότα, στο μοντέλο προσομοίωσης χρησιμοποιούνται τυχαίες τιμές με αποτέλεσμα να παράγονται τυχαία αποτελέσματα [4].

Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι πως οι λύσεις που δίνει η προσομοίωση δεν είναι απλές και εύκολες. Αντιθέτως, είναι πολύπλοκες και χρειάζονται μελέτη εις βάθος από την πλευρά του χρήστη έτσι ώστε να αναλυθούν όλοι οι τρόποι που οδηγούν σε

βελτιστοποίηση του προς μελέτη συστήματος. Εκτός από αυτό, η προσομοίωση δε δίνει από μόνη της τη λύση στο πρόβλημα, δηλαδή δεν αρκεί απλώς η μοντελοποίηση. Η μοντελοποίηση έχει να κάνει με τη μελέτη διαφορετικών σεναρίων πάνω σε ένα σύστημα και για να επιλυθεί το πρόβλημα απαιτείται και η συμμετοχή του μελετητή [4].

2.5 Εφαρμογές της Προσομοίωσης

Η προσομοίωση έχει πολλές εφαρμογές καθώς χρησιμοποιείται για τη μελέτη συστημάτων σε φυσικές, βιολογικές και κοινωνικές διαδικασίες. Πολλοί οργανισμοί στρέφονται στην προσομοίωση καθώς οι παραδοσιακές μέθοδοι δεν επαρκούν για το σχεδιασμό των πολύπλοκων συστημάτων που αναπτύσσονται παράλληλα με την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Ένα μοντέλο προσομοίωσης δύναται να χρησιμοποιηθεί στον κλάδο της βιομηχανίας με σκοπό το σχεδιασμό μίας γραμμής παραγωγής, την ανάλυση της λειτουργίας μιας εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και για το σχεδιασμό διαχείρισης υλικών και αποθεμάτων. Στις επιχειρήσεις η προσομοίωση μπορεί να φανεί χρήσιμη σε θέματα κοστολόγησης, σε στρατηγικές πώλησης και προώθησης προϊόντων καθώς και στη διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού.

Ένας άλλος κλάδος στον οποίο βρίσκει εφαρμογή η προσομοίωση, είναι η πολιτική καθώς δίνει τη δυνατότητα διαχείρισης συστημάτων περίθαλψης, πρόβλεψης χαρακτηριστικών ενός πληθυσμού καθώς και διαχείριση ελέγχου κυκλοφορίας. Επίσης, στην κοινωνιολογία στην οποία παρατηρούνται ακραία κοινωνικά φαινόμενα τα οποία είναι ούτως ή άλλως στοχαστικά, η προσομοίωση είναι η πλέον κατάλληλη και αποδοτικότερη μέθοδος μελέτης αυτών.

Στον τομέα της υγείας έχουν αναπτυχθεί μοντέλα που αφορούν διαδικασίες όπως είναι ο εμβολιασμός μικρών παιδιών σε ένα μικρό κέντρο υγείας το οποίο εξυπηρετεί ασθενείς που ανήκουν σε χαμηλές οικονομικά τάξεις με σκοπό την ευελιξία και την εξυπηρέτηση και άλλων τομέων του κέντρου υγείας. Ένα άλλο μοντέλο αφορά τη διαδικασία που ακολουθείται κατά τον τοκετό μέσα στην αίθουσα αναλύοντας τους διάφορους χρόνους εξυπηρέτησης, με σκοπό τη βελτίωση του χρονοπρογραμματισμού των γιατρών.

Η προσομοίωση χρησιμοποιείται και σε στρατιωτικά περιβάλλοντα. Στις στρατιωτικές υπηρεσίες και κυρίως στις μεταφορές χρησιμοποιούνται πολλά δίκτυα που έχουν να κάνουν με διάφορους πελάτες και παρόχους και αρκετά είδη αγαθών και υπηρεσιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των εξόδων, την καθυστέρηση των διαδικασιών καθώς και την έλλειψη εμπιστοσύνης για την παροχή κάθε είδους αγαθού και υπηρεσίας. Η προσομοίωση ενός τέτοιου δικτύου, βοηθά στο να δείξει ποιες θα είναι οι επιπτώσεις ποσοτικά στη μεταφορά και στο κόστος υλικών, στο χρόνο παράδοσης – παραλαβής αυτών καθώς και στην ποιότητα των υπηρεσιών που προσφέρονται. Επίσης, ένα μοντέλο προσομοίωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση του κύκλου επισκευής ενός πολεμικού αεροσκάφους. Μέσα από τη συγκεκριμένη προσομοίωση, δίνονται αποτελέσματα για το χρόνο επισκευής του αεροσκάφους και πώς μπορεί να επιτευχθεί η μείωση του χρόνου αυτού.

Αξιοσημείωτη είναι και η χρήση της προσομοίωσης στις τηλεπικοινωνίες. Σε ένα τηλεφωνικό κέντρο, οι χρόνοι αναμονής στις ουρές καθώς και ο ρυθμός εγκατάλειψης του τηλεφωνικού κέντρου από τους πελάτες δίνουν την απόδοση του κέντρου. Ο σχεδιασμός ενός μοντέλου προσομοίωσης, προσομοιώνει τα συστήματα ουρών και δίνει στατιστικά στοιχεία σχετικά με την απόδοση και με διάφορους άλλους παράγοντες [2],[3],[4].

2.6 Φάσεις Προσομοίωσης

Η προσομοίωση αποτελείται από τρεις φάσεις οι οποίες αναλύονται παρακάτω. Η πρώτη φάση αφορά την κατασκευή του μοντέλου προσομοίωσης. Σε αυτή τη φάση, πρέπει να καθοριστούν οι στόχοι της προσομοίωσης όπως και οι παράγοντες που επηρεάζουν το σύστημα. Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι χρονοδιαγράμματα, πόροι ή συσχετίσεις μεταξύ μεταβλητών. Επίσης, πρέπει να καθοριστούν οι μαθηματικές εξισώσεις και τα στατιστικά εργαλεία για την αναπαράσταση των διαδικασιών του συστήματος, έτσι ώστε να γίνει η σχεδιάσή του μέσα από τη λεπτομερή αναπαράσταση των διεργασιών και των πόρων του συστήματος [2].

Η δεύτερη φάση αφορά την εκτέλεση του μοντέλου προσομοίωσης όπου το μοντέλο υπολογίζει τις εξόδους με βάση τις εισόδους που έχει λάβει από τον χρήστη. Κατά την εκτέλεση του μοντέλου, είναι σημαντική η διαχείριση αλλαγών και σεναρίων, καθώς μπορεί να απαιτηθεί κάποια προσαρμογή στα δεδομένα εισόδου για κάλυψη διαφορετικών σεναρίων [2].

Η τρίτη φάση αφορά την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την εκτέλεση του μοντέλου. Σε αυτή την περίπτωση, μπορεί να υπάρξει σύγκριση διαφορετικών σεναρίων, συγκρίνοντας τα αποτελέσματά τους για να εξακριβωθούν οι πιο αποδοτικές επιλογές. Η ανάλυση των στατιστικών δεδομένων είναι πολύ σημαντική καθώς μέσα από χαρακτηριστικά όπως είναι ο μέσος όρος ή η διακύμανση μπορούν να εντοπιστούν πιθανές τάσεις και να εξαχθούν συμπεράσματα για το υπό μελέτη σύστημα [2].

2.7 Rockwell Arena

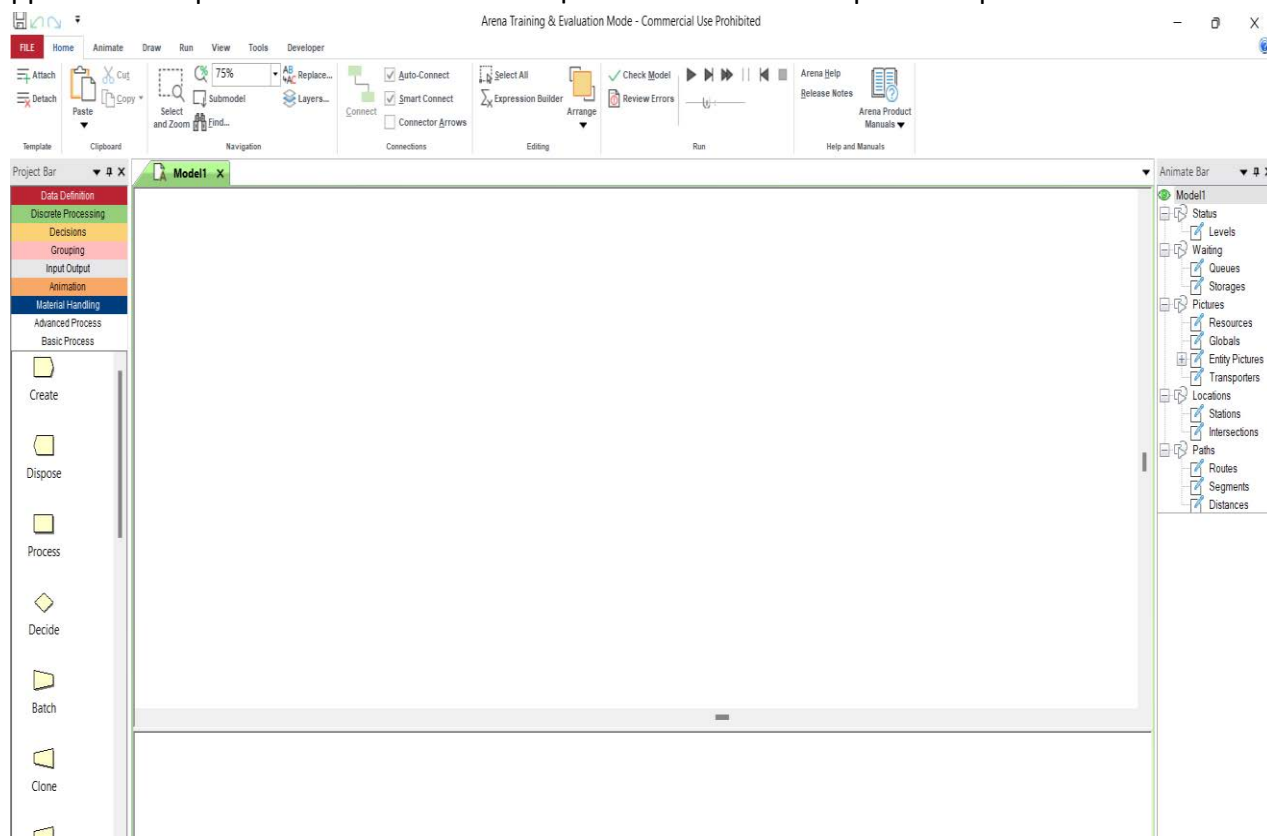
2.7.1 Γενικά

Το Rockwell Arena είναι μία εφαρμογή του λειτουργικού συστήματος Microsoft Windows που αναπτύχθηκε από την αμερικάνικη εταιρεία Systems Modeling Corporation, η οποία έχει εξαγορασθεί από την Rockwell Software. Πρόκειται για ένα λογισμικό προσομοίωσης το οποίο χρησιμοποιείται για να μοντελοποιήσει συστήματα διακριτών γεγονότων. Η αναπαράσταση αυτών των συστημάτων, γίνεται σαν μια σειρά γεγονότων που συμβαίνουν σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Επίσης προσομοιώνονται συστήματα παραγωγής τα οποία χαρακτηρίζονται από κίνηση, αποθήκευση και επεξεργασία προϊόντων ή από συστήματα εξυπηρέτησης όπου οι εξυπηρετούμενοι δημιουργούν ουρές μπροστά από τα σημεία εξυπηρέτησης. Πέρα από την παραγωγή, το Arena χρησιμοποιείται και για τη μελέτη πολύπλοκων διαδικασιών

και τη βελτιστοποίηση λειτουργιών σε τομείς όπως η εφοδιαστική αλυσίδα ή η υγειονομική περίθαλψη. Επίσης, συνδυάζει την ευκολία χρήσης που συναντάται στους προσομοιωτές υψηλού επιπέδου με την ευελιξία των γλωσσών προσομοίωσης. Αυτό επιτυγχάνεται παρέχοντας εναλλακτικά πρότυπα γραφικών μονάδων προσομοίωσης και ανάλυσης που μπορούν να συνδυαστούν για να δημιουργηθεί μια ποικιλία μοντέλων προσομοίωσης. Έτσι, ένας χρήστης μπορεί να προσομοιώνει συστήματα χωρίς να χρειάζεται να γραφεί κάποιος κώδικας προγραμματισμού, επιλέγοντας τις κατάλληλες μονάδες σχεδίασης (modules) διαφόρων σχημάτων και με διαφορετικές λογικές και λειτουργίες η κάθε μία, και συνδέοντάς τες με τέτοιο τρόπο ώστε να αναπαριστούν το προς μελέτη σύστημα. Κατά τη δημιουργία ενός μοντέλου, το Arena χρησιμοποιεί επεξεργαστή και γλώσσα προσομοίωσης SIMAN (Simulation and Analysis) [5].

2.7.2 Παρουσίαση Περιβάλλοντος

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το βασικό περιβάλλον του Arena, στο οποίο εφαρμόζεται η μοντελοποίηση των συστημάτων, συνοδευόμενο από τις αντίστοιχες εικόνες που υποδεικνύουν τις βασικές λειτουργίες του. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η αρχική οθόνη του γραφικού περιβάλλοντος εκεί όπου ο χρήστης δημιουργεί και επεξεργάζεται το προς μελέτη σύστημα. Στα αριστερά φαίνεται η εργαλειοθήκη των modules (project bar), στο κέντρο το κύριο παράθυρο (model window – flowchart view) όπου γίνεται η σχεδίαση του μοντέλου και ακριβώς κάτω από το κύριο παράθυρο βρίσκεται το spreadsheet view εκεί όπου φαίνονται όλα τα δεδομένα του μοντέλου.

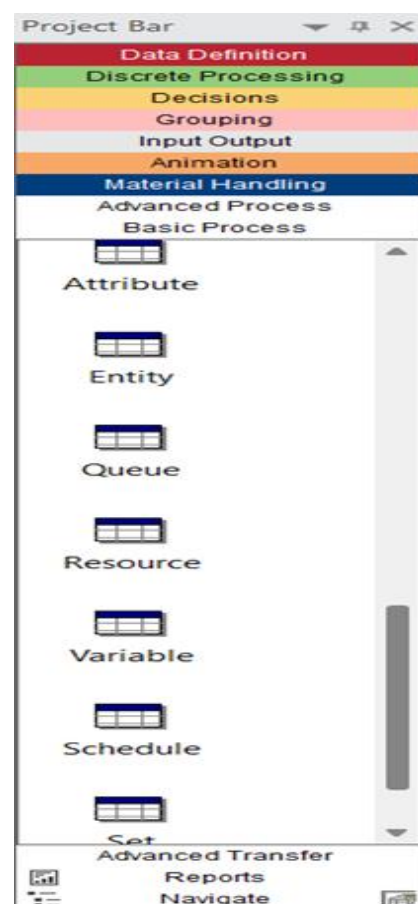


Εικόνα 2.1: Αρχική Οθόνη Arena

Το Project bar χωρίζεται σε δύο μέρη. Το ένα μέρος είναι οι ομάδες εργαλείων που ονομάζονται Panels και το άλλο μέρος είναι τα πλαίσια Reports και Navigate. Μέσα από το Reports υπάρχει πρόσβαση στα αποτελέσματα της προσομοίωσης και μέσα από το Navigate παρουσιάζονται οι διάφορες όψεις ενός ομοιώματος. Στα Panels περιλαμβάνονται τα βασικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη ροή των εργασιών τα οποία ονομάζονται modules. Τα modules χωρίζονται σε δύο κατηγορίες οι οποίες είναι τα Flowchart modules και τα Data modules. Τα Flowchart modules είναι αυτά τα οποία εισάγονται στο Flowchart view και συνδέονται μεταξύ τους δημιουργώντας την αναπαράσταση του μοντέλου που εξελίσσεται στο χρόνο. Στο panel Basic Process, ανήκουν τα βασικότερα Flowchart modules τα οποία είναι: Create, Process, Dispose, Decide, Batch, Separate, Assign και Record. Τα Data modules δεν χρησιμοποιούνται στο Flowchart view, αλλά επεξεργάζονται στο Spreadsheet view και προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά διαφόρων στοιχείων του συστήματος όπως είναι οι οντότητες (entities), οι πόροι (resources) και οι ουρές αναμονής (queues). Επίσης ορίζουν μεταβλητές και άλλους τύπους αριθμητικών τιμών και εκφράσεων που αφορούν ολόκληρο το μοντέλο. Τα βασικότερα Data modules τα οποία συναντώνται στο panel Basic Process είναι τα εξής: Attribute, Entity, Queue, Resource, Variable, Schedule και Set. Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζεται το Project bar με τα διάφορα Panels και τα αντίστοιχα modules. Στην αριστερή εικόνα φαίνονται τα Flowchart modules και στη δεξιά εικόνα φαίνονται τα Data modules [5],[6].



Εικόνα 2.2: Flowchart Modules



Εικόνα 2.3: Data Modules

2.7.3 Μέτρα Απόδοσης

Ένα από τα πιο βασικά και σημαντικά χαρακτηριστικά του Rockwell Arena είναι τα μέτρα απόδοσης, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα αξιολόγησης της λειτουργίας του συστήματος που προσομοιώνεται. Τα μέτρα απόδοσης βοηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αποδοτικότητα και τη χρήση των πόρων, τους χρόνους αναμονής και επεξεργασίας καθώς και άλλων παραμέτρων ενός συστήματος. Με βάση τις πληροφορίες που παρέχουν, μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Total Production: το μέτρο αυτό δίνει το συνολικό αριθμό μονάδων που παράγονται στη μονάδα του χρόνου και ιδανικά πρέπει να αντιστοιχεί σε μεγάλο αριθμό.
2. Average Waiting Time in Queue: πρόκειται για το μέσο χρόνο αναμονής σε μία ουρά και ιδανικά πρέπει να αντιστοιχεί σε μικρό αριθμό.
3. Maximum Waiting Time in Queue: πρόκειται για το μέγιστο χρόνο αναμονής σε μία ουρά και ιδανικά πρέπει να αντιστοιχεί σε μικρό αριθμό.
4. Average Number of Parts Waiting in Queue: πρόκειται για το μέσο αριθμό τεμαχίων που περιμένουν σε μία ουρά και ιδανικά πρέπει να αντιστοιχεί σε μικρό αριθμό.
5. Max Number of Parts Waiting in Queue: πρόκειται για το μέγιστο αριθμό τεμαχίων που περιμένουν σε μία ουρά και ιδανικά πρέπει να αντιστοιχεί σε μικρό αριθμό.
6. Average and Maximum Flow Time: πρόκειται για τον μέσο και τον μέγιστο χρόνο παραμονής στο σύστημα και καταγράφει το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη στιγμή που ένα προϊόν εισέρχεται στο σύστημα μέχρι τη στιγμή που εξέρχεται. Ιδανικά πρέπει να αντιστοιχεί σε μικρό αριθμό.
7. Utilization of the Machine: αφορά το ποσοστό του χρόνου που δουλεύει μία μηχανή και οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 1. Ιδανικά η τιμή πρέπει να προσεγγίζει το 1 [7].

Κεφάλαιο 3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

3.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορία των γαλακτοκομικών προϊόντων συναντάται για πρώτη φορά στην αρχαιότητα, καθώς η κτηνοτροφία και η παραγωγή αυτού του είδους προϊόντων ήταν στενά συνδεδεμένες με την καθημερινή ζωή. Οι περισσότεροι άνδρες, ήταν ποιμένες που ασχολούνταν κυρίως με πρόβατα και κατσίκες που τους προσέφεραν κρέας, γάλα και τυριά για κατανάλωση καθώς και μαλλί και δέρμα για ρούχα ή άλλες χρήσεις. Ωστόσο, υπήρχαν και αγελάδες, οι οποίες χρησίμευαν κυρίως ως ζώα εργασίας. Στο έργο του Ομήρου, υπάρχουν αναφορές για κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων και για την ανάδειξη του αντίστοιχου τομέα [8].

Κατά τον 14^ο και 15^ο αιώνα αναπτύσσεται σταδιακά ο κλάδος των γαλακτοκομικών προϊόντων, με αποτέλεσμα τον 17^ο-18^ο αιώνα να συγκροτηθούν τα «τσελιγκάτα», τα οποία ήταν κοινότητες από οικογένειες κτηνοτρόφων που ζούσαν και εργάζονταν μαζί, με σκοπό την παραγωγή γάλακτος, τυριού και μαλλιού. Τα «τσελιγκάτα», επειδή αποτελούνταν από χιλιάδες αιγοπρόβατα, κατάφεραν να δημιουργήσουν, κυρίες στις αγροτικές περιοχές, μια εξαιρετική οικονομία και ανάπτυξη. Επίσης, μέρος του τσελιγκάτου αποτελούσε και το τυροκομείο, το οποίο πρωτοεμφανίστηκε εκείνη την εποχή ως βιοτεχνία [8].

Κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης, η Ελλάδα δεν ακολούθησε τις τάσεις της εκβιομηχάνισης στον τομέα των γαλακτοκομικών προϊόντων, κυρίως γιατί την ενδιέφεραν οι υποδομές και οι βιομηχανίες τροφίμων ήταν ελάχιστον σημασίας. Επίσης, το γεγονός ότι μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα ο πληθυσμός της Ελλάδας ήταν κυρίως αγροτικός, έπαιξε σημαντικό ρόλο στην καθυστέρηση της γαλακτοβιομηχανίας. Τα προϊόντα που παράγονταν εξυπηρετούσαν κυρίως τις κλειστές αγροτικές κοινωνίες. Με την έναρξη της αστικοποίησης και τη μετακίνηση πληθυσμού στις πόλεις, ξεκίνησε παράλληλα και η εκβιομηχάνιση των γαλακτοκομικών προϊόντων. Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για προϊόντα όπως το γάλα, το τυρί και το γιαούρτι και η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού στα αστικά κέντρα, οδήγησε στη δημιουργία συνεταιρισμών και μεγάλων γαλακτοβιομηχανιών στη χώρα [9].

Η πρώτη βιομηχανία στην Ελλάδα, ιδρύθηκε το 1934 στην Αθήνα και έφερε το όνομα ΕΒΓΑ. Κύριο προϊόν της ΕΒΓΑ, ήταν το παστεριωμένο γάλα από αγελαδινό γάλα. Κατά τη δεκαετία του 1950, εμφανίζονται τα δύο πρώτα εργοστάσια στη χώρα. Το πρώτο ήταν στον Ασπρόπυργο και έφερε το όνομα ΑΣΠΡΟ και το δεύτερο στην Αθήνα και έφερε το όνομα ΑΣΤΥ. Στη συνέχεια ακολουθούν τα συνεταιριστικά ΑΓΝΟ στη Θεσσαλονίκη, ΕΒΟΛ στο Βόλο και Πρώτο στην Πάτρα. Το ΑΓΝΟ, συγκέντρωνε γάλα από 5000 παραγωγούς και κυριαρχούσε στη Βόρεια Ελλάδα. Σημαντικός ήταν και ο ρόλος της Δωδώνης στα Ιωάννινα, όπου μέχρι και σήμερα θεωρείται το μεγαλύτερο

εργοστάσιο στην αξιοποίηση αιγοπρόβειου γάλακτος στην Ευρώπη. Ωστόσο, μετά την ένταξη της χώρας στην τότε ΕΟΚ, τα περισσότερα εργοστάσια δεν επέζησαν καθώς δεν κατάφεραν να αντιμετωπίσουν ανταγωνιστικά τα εισαγόμενα γαλακτοκομικά προϊόντα [8].

3.2 Παρουσίαση Γαλακτοβιομηχανιών

Στον τομέα της βιομηχανίας γαλακτοκομικών προϊόντων συναντάται μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων. Ορισμένες από αυτές είναι μεγάλες βιομηχανίες και άλλες είναι συνεταιρισμοί οι οποίοι δραστηριοποιούνται σε τοπικό επίπεδο. Στις μεγάλες βιομηχανίες κατατάσσονται οι εξής: ΝΟΥΝΟΥ (FrieslandCampina Hellas), ΜΕΒΓΑΛ, Δέλτα, ΦΑΓΕ, Όλυμπος, Κρι-Κρι, Δωδώνη, Φάρμα Κουκάκη, ΕΒΓΑ, ΝΕΟΓΑΛ και ΕΒΟΛ. Στις μικρότερες εταιρείες συμπεριλαμβάνονται: Όμηρος, ΣΕΡΓΑΛ, Ροδόπη, Κολιός, Αμερικανική Γεωργική Σχολή, ΘΕΣ-ΓΑΛΑ, Στάμου ΑΒΕΕ, Φάρμα Ηλείας και Βιομηχανία Γάλακτος Χίου. Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται και αναλύονται ορισμένες από τις σημαντικότερες εταιρείες του κλάδου [9].

Η ΦΑΓΕ Α.Ε. ιδρύθηκε το 1926 στην Αθήνα ως οικογενειακή επιχείρηση και έχει έδρα την Μεταμόρφωση Αττικής. Τα αρχικά ΦΑΓΕ σημαίνουν «Φιλίππου Αδελφοί Γαλακτοκομικές Επιχειρήσεις». Τα κύρια προϊόντα είναι το γιαούρτι, το γάλα και το παγωτό με το πιο δημοφιλέστερο να είναι το γιαούρτι Total. Η ΦΑΓΕ εξάγει τα προϊόντα της σε πάνω από 40 χώρες και δραστηριοποιείται ακόμα και στις Ηνωμένες Πολιτείες [10],[11].

Η Δέλτα Α.Ε. ιδρύθηκε το 1952 στην Αθήνα ως οικογενειακή επιχείρηση παραγωγής γιαουρτιού και διάθεσης γάλακτος και έχει έδρα τον Άγιο Στέφανο Αττικής. Σήμερα εκτός από γάλα και γιαούρτι παράγει προϊόντα όπως χυμούς και τσάι, φυτικά προϊόντα, βρεφικές τροφές, τυροκομικά προϊόντα και επιδόρπια γιαουρτιού. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η Δέλτα συμμετέχει ενεργά σε πρωτοβουλίες βιωσιμότητας και στήριξης της ελληνικής κτηνοτροφίας [12],[13].

Η ΜΕΒΓΑΛ Α.Ε. ιδρύθηκε το 1950 στη Μακεδονία και αρχικά ασχολήθηκε με τη συλλογή γάλακτος και στη συνέχεια με την παραγωγή φέτας και κασεριού. Το 1978 η ΜΕΒΓΑΛ γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη λόγω της παραγωγής γιαουρτιού ευρωπαϊκού τύπου και το 1985 είναι η πρώτη βιομηχανία που κυκλοφορεί τυποποιημένα προϊόντα και εξάγει ελληνικά γιαούρτια και τυριά [14].

Η ΝΟΥΝΟΥ είναι μάρκα προϊόντων της FrieslandCampina Hellas, μέλος της ολλανδικής πολυεθνικής FrieslandCampina. Στην Ελλάδα εμφανίζεται πριν από το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, το 1929, όταν κιβώτια με ζαχαρούχο γάλα με όνομα La ΝΟΥΝΟΥ προορίζονταν για το στρατό. Το 1983 ιδρύθηκε η θυγατρική της Friesland στην Ελλάδα η οποία πέτυχε μεγάλη ανάπτυξη με βασικό προϊόν το συμπυκνωμένο κονσερβοποιημένο γάλα ή αλλιώς γάλα εβαπορέ. Το 2003 ιδρύεται το Πρότυπο Εργοστάσιο ΝΟΥΝΟΥ στην Πάτρα [15].

Η ΕΒΓΑ ιδρύθηκε το 1934 και έχει έδρα την Αθήνα. Ήταν η πρώτη γαλακτοβιομηχανία που κυκλοφόρησε το παγωτό ξυλάκι με γεύση βανίλια και είχε

μεγάλη απήχηση στην αγορά. Επίσης ήταν η πρώτη που παρήγαγε παστεριωμένο γάλα, τυποποιημένο παγωτό, γιαούρτι σε κεσεδάκια και βούτυρο σε πακέτο. Το 1950 αναπτύχθηκε σημαντικά και επεκτάθηκε μέσα από εκατοντάδες γαλακτοπωλεία και ζαχαροπλαστεία. Το 1964 η ΕΒΓΑ κατέγραψε μία σημαντική καινοτομία καθώς έγινε μία από τις πρώτες γαλακτοβιομηχανίες στην Ευρώπη που αντικατέστησε τις γυάλινες συσκευασίες γάλακτος με πλαστικές μίας χρήσης [16].

Η Όλυμπος ιδρύθηκε το 1965 στη Λάρισα και μάζευε γάλα από τις κοντινές φάρμες. Στις αρχές της πορείας της, δραστηριοποιούνταν κυρίως στην περιοχή του Νομού Λάρισας και στο Νομό Πιερίας. Το 2000, άλλαξε ιδιοκτησία και η έδρα της μεταφέρθηκε στα Τρίκαλα. Από το 2001 και μετά, τα προϊόντα της Όλυμπος διατίθενται σε όλη την Ελλάδα και πρωτοπορεί καθώς είναι η πρώτη στη χώρα που διαθέτει το φρέσκο γάλα σε διάφανη φιάλη. Πέρα από τα γαλακτοκομικά προϊόντα, το 2005, παράγει τους πρώτους χυμούς της, οι οποίοι έχουν μεγάλη απήχηση στο καταναλωτικό κοινό [17].

3.3 Θεσμικό Πλαίσιο

Από το 2014 και έπειτα, το θεσμικό πλαίσιο για τις γαλακτοβιομηχανίες φαίνεται να παραμένει το ίδιο, έχοντας τόσο θετικές όσο και αρνητικές πτυχές για αυτές και για τους παραγωγούς. Η ιστορία της Ελληνικής νομοθεσίας στον τομέα αυτό ξεκινά το 1959, με ένα βασιλικό διάταγμα, το οποίο θέσπιζε την υποχρέωση για κτηνιατρικό και υγειονομικό έλεγχο στο παραγόμενο γάλα. Το 1987 έγινε η πρώτη αλλαγή καθώς τέθηκε σε ισχύ ο κανονισμός 1898/87 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σύμφωνα με τον οποίο προστατεύονταν η ονομασία του γάλακτος και των λοιπών γαλακτοκομικών προϊόντων. Ωστόσο αργότερα, στο διάστημα 2002 έως και 2019, διαμορφώθηκε περαιτέρω το θεσμικό πλαίσιο μέσα από διάφορες υπουργικές αποφάσεις, επηρεάζοντας έτσι τις διαδικασίες παραγωγής, μεταποίησης και εμπορίας γάλακτος [9].

Οι κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελληνικής Δημοκρατίας έχουν δημιουργήσει ένα εκτεταμένο πλαίσιο που ρυθμίζει τη λειτουργία του τομέα των γαλακτοβιομηχανιών και της αγοράς του γάλακτος γενικότερα. Οι διατάξεις αυτές, αφορούν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων που έχουν να κάνουν με την υγεία των ζώων, την υγιεινή κατά το άρμεγμα, τη συγκέντρωση και τη μεταφορά του γάλακτος καθώς και την υγιεινή του προσωπικού που εργάζεται στις γαλακτοβιομηχανίες. Επίσης, καθορίζονται οι προδιαγραφές για τις κτιριακές εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται σε όλη την παραγωγική διαδικασία [9].

Οι αλλαγές που εφαρμόστηκαν στο θεσμικό πλαίσιο των γαλακτοβιομηχανιών μετά το 2014, αρχικά αφορούν την αύξηση της διάρκειας ζωής του φρέσκου γάλακτος, η οποία αρχικά αυξήθηκε από πέντε σε επτά ημέρες και αργότερα έφτασε τις έντεκα ημέρες από την ημέρα παραγωγής. Η δεύτερη αλλαγή είχε να κάνει με την κατάργηση της υποχρεωτικής αναγραφής της χώρας προέλευσης του γάλακτος στα γαλακτοκομικά προϊόντα, πράγμα το οποίο βρήκε αντίθετους του Έλληνες παραγωγούς. Για το λόγο αυτό, το 2019, ο νόμος επανήλθε και περιλάμβανε πρόσθετες απαιτήσεις. Οι

απαιτήσεις αυτές, αφορούσαν την υποχρέωση αναγραφής της χώρας όπου έγινε το άρμεγμα, της χώρας όπου έγινε η επεξεργασία και της χώρας όπου έγινε η τελική συσκευασία, πάνω στις ετικέτες των γαλακτοκομικών προϊόντων. Τέλος, τα γαλακτοκομικά προϊόντα που παράγονται από ελληνικό γάλα, έπρεπε να φέρουν υποχρεωτικά το ελληνικό σήμα, για λόγους διαφάνειας και ταυτότητας των ελληνικών προϊόντων [9].

3.4 Παρουσίαση Βασικών Γαλακτοκομικών Προϊόντων

Οι γαλακτοβιομηχανίες παράγουν πληθώρα γαλακτοκομικών προϊόντων τα οποία προσαρμόζονται και εξελίσσονται ανάλογα με τις ανάγκες των καταναλωτών. Αυτή η ποικιλία εξυπηρετεί τόσο τις καθημερινές διατροφικές απαιτήσεις όσο και τις ιδιαίτερες προτιμήσεις ή διατροφικές ιδιαιτερότητες. Παράλληλα, οι καινοτομίες στην παραγωγή και τη συσκευασία τους προσαρμόζονται στις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά, όπως οι τάσεις για υγιεινή διατροφή, τα προϊόντα με χαμηλά λιπαρά ή χωρίς λακτόζη και οι βιώσιμες πρακτικές. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι βασικές κατηγορίες προϊόντων και τα χαρακτηριστικά τους. Τα κυριότερα είναι: γάλα, γιαούρτι, τυρί, βούτυρο, κρέμα γάλακτος, κεφίρ και επιδόρπια γάλακτος (κρέμες, ρυζόγαλο).

Σύμφωνα με τον κώδικα τροφίμων και ποτών, «γάλα είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς, χωρίς διακοπή αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης. Με τον όρο “γάλα” απλά, χωρίς να συνοδεύεται αυτό από κάποιο επίθετο, νοείται αποκλειστικά και μόνο το γάλα το οποίο προέρχεται από αγελάδα, είναι νωπό, είναι πλήρες, δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση και δεν περιέχει άλλες ύλες που έχουν προστεθεί από έξω». Εάν το γάλα δεν προέρχεται από αγελάδα, τότε χαρακτηρίζεται ως γάλα κατσίκας ή γάλα προβάτου ή γάλα βουβάλου ή γάλα ανάμικτο προβάτου – κατσίκας. Σε περίπτωση που δεν είναι νωπό, αναφέρεται είτε ως παστεριωμένο ή ως αποστεριωμένο ή ως κατάψυξης. Τέλος, αν δεν είναι πλήρες χαρακτηρίζεται ως αποβουτυρωμένο, ημιαποβουτυρωμένο ή μερικά αποβουτυρωμένο [18].

Ως τυριά από γάλα με ωρίμανση, ορίζονται «τα προϊόντα ωρίμανσης του πήγματος (στάλπης) που είναι απαλλαγμένο από το τυρόγαλα στον επιθυμητό κάθε φορά βαθμό και τα οποία παρασκευάστηκαν, με την επενέργεια πυτιάς ή άλλων ενζύμων που δρουν ανάλογα σε γάλα (νωπό ή παστεριωμένο, αγελάδος, προβάτου, κατσίκας, βουβάλου και μίγματα αυτών) ή σε μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα ή σε μίγμα αυτών ή/και σε μίγματα αυτών με κρέμα γάλακτος. Οι κατηγορίες τυριών είναι τα πολύ σκληρά, τα σκληρά, τα ημίσκληρα και τα μαλακά» [18].

Επίσης, με βάση τον κώδικα τροφίμων και ποτών «ο όρος βούτυρο ή βούτυρο γάλακτος αναφέρεται στο προϊόν το οποίο λαμβάνεται με κτύπημα γάλακτος ή αφρογάλακτος ή μίγματός τους είτε όπως έχουν είτε μετά από οξύνιση, με βιολογικό όμως και μόνο τρόπο και έχει λιποπεριεκτικότητα τουλάχιστον 80%» [18].

Η κρέμα γάλακτος είναι ένα προϊόν το οποίο σχηματίζεται από τη λιπαρή στιβάδα που υπάρχει στην κορυφή ενός περιέκτη γάλακτος άνευ ομογενοποίησης καθώς τα λίπη έχουν μικρότερη πυκνότητα και ανεβαίνουν στην κορυφή. Χρησιμοποιείται κυρίως στη μαγειρική ως συστατικό πολλών τροφίμων, τόσο γλυκών όσο και αλμυρών [19].

Το κεφίρ πρόκειται για ένα γαλακτοκομικό προϊόν το οποίο περιέχει προβιοτικά, δηλαδή ωφέλιμα βακτήρια για την υγεία του εντέρου. Φτιάχνεται κατά τη ζύμωση του γάλακτος από αγελάδες, κατσίκες ή πρόβατα. Είναι ωφέλιμο για την υγεία καθώς βοηθά στην πέψη και στην λειτουργία του εντέρου [20].

Ως επιδόρπιο γάλακτος «χαρακτηρίζεται προϊόν έτοιμο προς βρώση που παρασκευάζεται από μία ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που προβλέπονται από το άρθρο 80 του Κώδικα Τροφίμων ή που παρασκευάζεται από προϊόντα γάλακτος ή και συστατικά γάλακτος ή και μαγιά και στις δύο περιπτώσεις τα παραπάνω προϊόντα γάλακτος ή το γάλα σε αναλογία 75% τουλάχιστον κατά βάρος του τελικού προϊόντος αναγόμενο σε νωπό γάλα». Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι κρέμες (βανίλια, σοκολάτα, καραμέλα), το ρυζόγαλο, διάφορες πουτίγκες, παγωτά και διάφορα γλυκά [18].

3.5 Η «Φάρμα Ηλείας» - Λίγα Λόγια

Η «Φάρμα Ηλείας» πρόκειται για μία γαλακτοκομική εταιρεία με έδρα το χωριό Καβάσιλα του νομού Ηλείας, η οποία δημιουργήθηκε το 2008 και ανέπτυξε την παραγωγική της δραστηριότητα το Σεπτέμβριο του 2010 έως και σήμερα. Ιδιοκτήτες είναι ο κ. Διονύσιος Μαρίνος και ο κ. Κώστας Τσάκωνας. Ο κ. Μαρίνος, είναι κτηνοτρόφος και ο κύριος προμηθευτής γάλακτος, καθώς διατηρεί παράλληλα δική του κτηνοτροφική μονάδα. Ο κ. Τσάκωνας είναι γεωπόνος, με πολυετή εμπειρία στο χώρο των γαλακτοβιομηχανιών, καθώς κατείχε σε αυτές θέσεις υψηλής ευθύνης [21].



Εικόνα 3.1: Το λογότυπο της «Φάρμα Ηλείας» [21]

Το κύριο προϊόν της εταιρείας είναι το γάλα, το οποίο φτάνει στις εγκαταστάσεις της από την κτηνοτροφική μονάδα που βρίσκεται σε μικρή απόσταση από αυτήν, με αποτέλεσμα τη γρήγορη παστερίωση και εμφιάλωσή του, έτσι ώστε να διατηρείται φρέσκο και να μη χάνει τα θρεπτικά συστατικά του. Εκτός από την διαχείριση της κτηνοτροφικής μονάδας, ο κ. Μαρίνος καλλιεργεί περίπου 1500 στρέμματα αποκλειστικά για τροφές των ζώων, προκειμένου να διασφαλίζει μία υψηλή ποιότητα

για το γάλα. Οι εγκαταστάσεις της επιχείρησης περιλαμβάνουν χώρο 1000 τ.μ. και διαθέτουν σύγχρονο εξοπλισμό και σύγχρονους ψυκτικούς θαλάμους για τη διατήρηση των προϊόντων. Επίσης, η «Φάρμα Ηλείας», έχει στην κατοχή της οχήματα και το αντίστοιχο εργατικό δυναμικό, τα οποία διευκολύνουν τη διακίνηση των προϊόντων της προς τα σημεία πώλησης, πετυχαίνοντας με αυτόν τον τρόπο την εμπορική της πολιτική [21].

Μπορεί το γάλα να είναι το βασικό προϊόν της εταιρείας, ωστόσο με βάση αυτό παράγεται πληθώρα άλλων προϊόντων άριστης ποιότητας, αυθεντικής γεύσης και υψηλής διατροφικής αξίας. Τα προϊόντα της «Φάρμα Ηλείας» χωρίζονται στις εξής τέσσερις κατηγορίες: γάλατα, γιαούρτια, επιδόρπια και κεφίρ. Τα γάλατα περιλαμβάνουν φρέσκο παστεριωμένο γάλα με 3,5% λιπαρά (1 L), φρέσκο παστεριωμένο γάλα με 1,5% λιπαρά (1 L) και φρέσκο αγελαδινό παστεριωμένο σοκολατούχο γάλα με 0,3% λιπαρά (0,5 L). Στην κατηγορία γιαούρτια περιλαμβάνονται το στραγγιστό αγελαδινό γιαούρτι με 2% λιπαρά σε συσκευασίες των 500 gr, του 1 kg και των 5 kg, το παραδοσιακό αγελαδινό γιαούρτι με 3,7% λιπαρά (200 gr) και το στραγγιστό αγελαδινό γιαούρτι με 10% λιπαρά (1 kg). Τα επιδόρπια περιλαμβάνουν το ρυζόγαλο (200 gr), την κρέμα σοκολάτα (200 gr) και την κρέμα βανίλια (200 gr) και τέλος τα κεφίρ περιλαμβάνουν κεφίρ με 1,5% λιπαρά (0,5 L), κεφίρ με φράουλα με 0,8% λιπαρά (0,5 L) και κεφίρ με φρούτα του δάσους με 0,8% λιπαρά (330 ml) [21].



Εικόνα 3.2: Τα κύρια προϊόντα της «Φάρμα Ηλείας» [21]

Κεφάλαιο 4. ΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ

4.1 Ορισμός

Σύμφωνα με το άρθρο 82 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, ως γιαούρτι «χαρακτηρίζεται το γαλακτοκομικό προϊόν το οποίο παράγεται από τη ζύμωση και πήξη του γάλακτος, με τη χρήση υποχρεωτικά των καλλιεργητών – εκκινητών *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, ώστε το τελικό ζυμωμένο προϊόν να περιέχει τουλάχιστον 10 cfu/g προϊόντος μέχρι την ημερομηνία ανάλωσής του. Ως πρώτη ύλη του γιαουρτιού χρησιμοποιείται το γάλα και δεν επιτρέπεται η χρήση ολικά αφυδατωμένου γάλακτος ή παραγώγων του γάλακτος σε μορφή σκόνης. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στο γιαούρτι από αγελαδινό ή γίδινο γάλα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,2% και από πρόβειο γάλα τουλάχιστον 5,5%» [18].

4.2 Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορία του γιαουρτιού, ξεκινάει περίπου 4000 χρόνια πριν, όταν νομαδικοί λαοί της Μέσης Ανατολής, ανακάλυψαν τυχαία τη διαδικασία της ζύμωσης. Προκειμένου να διατηρήσουν το γάλα τους, το αποθήκευαν σε δοχεία φτιαγμένα από έντερα ζώων, με αποτέλεσμα να έρχεται σε επαφή με τα γαστρικά υγρά και να προκαλείται η πήξη και η όξυνσή του. Η λέξη γιαούρτι έχει τις ρίζες της στην τούρκικη λέξη *yogurtmak* που σημαίνει ζύμωση και θεωρείται ότι εμφανίστηκε για πρώτη φορά τον 8^ο αιώνα. Οι Τούρκοι ήταν πρώτοι που ανακάλυψαν τα οφέλη του γιαουρτιού και το χορηγούσαν ως φάρμακο κυρίως για την αντιμετώπιση κραμπών και εγκαυμάτων [22]. Επίσης θεωρείται ότι το γιαούρτι πρωτοεμφανίστηκε σε λαούς των Βαλκανίων και επιπλέον ότι η εισβολή Ασιατών σε Ρωσία και Ευρώπη, συνέβαλε στη γρήγορη εξάπλωση του προϊόντος σε πολλά μέρη του κόσμου [23]. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, εμφανίστηκε το βακτήριο *Bacillus bulgaricus* το οποίο μέχρι και σήμερα χρησιμοποιείται στην παραγωγή γιαουρτιού. Μέχρι τότε, το γιαούρτι πωλούνταν ως φάρμακο στα φαρμακεία. Η πρώτη φορά που το γιαούρτι σημείωσε επιτυχία ως τρόφιμο, ήταν στη Βαρκελώνη μαζί με τη μαρμελάδα. Το πρώτο εργοστάσιο γιαουρτιού χρονολογείται το 1932 στη Γαλλία και το 1941 στις ΗΠΑ [22].

4.3 Είδη και Τύποι Γιαουρτιού

Το γιαούρτι είναι ένα προϊόν με πλούσια ποικιλομορφία και για αυτό διαφοροποιείται ανάλογα με τη σύσταση, τα πρόσθετα συστατικά, τη διαδικασία παραγωγής, την περιεκτικότητα σε λιπαρά και την προέλευση του γάλακτος. Εντάσσεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες οι οποίες είναι το απλό γιαούρτι με καλλιέργεια και το βιολογικό ή προβιοτικό γιαούρτι. Το απλό γιαούρτι με καλλιέργεια, είναι αυτό το οποίο αναφέρθηκε στον ορισμό παραπάνω. Το προβιοτικό γιαούρτι, δημιουργείται με καλλιέργεια ζωντανών προβιοτικών μικροοργανισμών, των *Bifidobacteria* και *Lactobacillus acidophilus* [28]. Επίσης υπάρχει το παραδοσιακό γιαούρτι, το οποίο,

σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, «είναι το γιαούρτι που παρασκευάζεται με την παραδοσιακή μέθοδο ώστε να φέρει υμένα (πέτσα) στην επιφάνειά του. Προκύπτει από την πήξη αποκλειστικά νωπού ή παστεριωμένου γάλακτος που δεν έχει υποστεί τροποποίηση της φυσικής του σύνθεσης με μόνη εξαίρεση τη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας, έως του σημείου που είναι τεχνικά επιτεύξιμη η δημιουργία υμένα» [18].

Με βάση την περιεκτικότητα σε λίπος, υπάρχουν τρία είδη γιαουρτιού τα οποία είναι το κανονικό γιαούρτι, το γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά και το γιαούρτι χωρίς λιπαρά. Το κανονικό γιαούρτι, περιέχει τουλάχιστον 3,25% λιπαρά και στην παρασκευή του χρησιμοποιείται πλήρες γάλα. Το γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά, περιέχει από 0,51% έως 2% λιπαρά και παρασκευάζεται από γάλα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά. Τέλος το γιαούρτι χωρίς λιπαρά, έχει από 0% έως 0,5% λιπαρά και παρασκευάζεται από αποβουτυρωμένο γάλα [28].

Το γιαούρτι επίσης χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τη φυσική του κατάσταση και αυτές είναι η στερεή μορφή, ημιστερεή μορφή και ρευστή μορφή. Στη στερεή μορφή, ανήκει το μη αναμιγμένο γιαούρτι που ψύχεται και επώζεται στην τελική συσκευασία. Το γιαούρτι με ημιστερεή μορφή, είναι το αναμεμιγμένο γιαούρτι το οποίο παράγεται με επώαση του μίγματος σε δεξαμενή και ανάδευση πριν την ψύξη και τη συσκευασία. Στη ρευστή μορφή το γιαούρτι ομογενοποιείται έτσι ώστε να μειωθεί το μέγεθος των σωματιδίων που δημιουργεί την υδροκολλοειδή κατανομή και τη σταθεροποίηση του εναιωρήματος της πρωτεΐνης [28].

Ανάλογα με το γευστικό προφίλ, υπάρχουν αρκετά είδη γιαουρτιού, τα οποία προκύπτουν από τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των καταναλωτών και εξελίσσονται με βάση αυτές. Είναι το γιαούρτι με φρούτα (μήλο, κεράσι, βερίκοκο, φράουλα, ροδάκινο κ.λπ.), με μέλι, με σοκολάτα, με καραμέλα, με δημητριακά, με ξηρούς καρπούς και οτιδήποτε άλλο μπορεί να αυξήσει τη γλυκύτητα του συγκεκριμένου προϊόντος [28].

Άλλοι τύποι γιαουρτιού είναι το κατεψυγμένο γιαούρτι, το αποξηραμένο γιαούρτι, το αριάνι (ρευστό γιαούρτι) και το φυτικό γιαούρτι. Το κατεψυγμένο γιαούρτι, πρόκειται για παγωτό με γιαούρτι και προκύπτει από την ανάμιξη γιαουρτιού, σε ποσοστό 10% με 20%, με παγωτό που παρασκευάζεται από άπαχο γάλα [29]. Το αποξηραμένο γιαούρτι ή αλλιώς σκόνη γιαουρτιού, παράγεται μέσω ζύμωσης άπαχου γάλακτος χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες καλλιέργειες βακτηρίων γιαουρτιού, μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο οξύτητας (pH). Στη συνέχεια το προϊόν ξηραίνεται με κατάψυξη. Επίσης, η ανάμιξη σκόνης γιαουρτιού δημιουργείται ως συνδυασμός άπαχου γάλακτος, ορού γάλακτος, συμπυκνωμένων πρωτεϊνών ορού γάλακτος, γαλακτοκομικών στερεών, αποβουτυρωμένου ξηρού γάλακτος και γαλακτικού οξέος [28]. Όσον αφορά το αριάνι, πρόκειται για να ένα υγρό γαλακτοκομικό προϊόν που δημιουργείται αναμειγνύοντας γιαούρτι και νερό σε ίσες ποσότητες (1:1). Η παραγωγή του είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην Τουρκία [29]. Τέλος, το φυτικό γιαούρτι είναι μία εναλλακτική επιλογή γιαουρτιού που δεν περιέχει ζωικά συστατικά. Αντί για το παραδοσιακό γάλα από αγελάδες, κατσίκες ή πρόβατα, παρασκευάζεται από φυτικές

πρώτες ύλες, όπως γάλα σόγιας, αμυγδάλου, καρύδας, βρώμης ή φουντουκιού. Απευθύνεται κυρίως σε όσους ακολουθούν vegan διατροφή, έχουν δυσανεξία στη λακτόζη ή παρουσιάζουν αλλεργίες σε γαλακτοκομικά προϊόντα [28].

4.4 Διατροφική Αξία

Το γιαούρτι θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά τρόφιμα, καθώς περιέχει βασικά θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για την καλή υγεία του ανθρώπινου οργανισμού. Γενικότερα τα προϊόντα τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση του γάλακτος, συμβάλλουν στη μείωση της λακτόζης του γάλακτος, στην αύξηση των πρωτεϊνών, του ασβεστίου καθώς και της βιταμίνης B12. Πιο αναλυτικά, η λακτόζη είναι υδατάνθρακας που βρίσκεται στο γάλα και διασπάται από το ένζυμο λακτάση το οποίο βρίσκεται στο έντερο. Τα άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη, δεν έχουν αρκετή ποσότητα λακτάσης προκειμένου να διασπαστεί η λακτόζη κατά την πέψη, με αποτέλεσμα να πάσχουν από γαστρεντερικά προβλήματα. Έρευνες έχουν δείξει ότι το γιαούρτι μπορεί να καταναλωθεί από άτομα με δυσανεξία, καθώς η λακτόζη που περιέχει είναι φυσικώς λιγότερη από το γάλα και είναι ανεκτή [24].

Το γιαούρτι συμβάλλει στην υγιή ανάπτυξη των οστών καθώς έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο, πρωτεΐνες, φώσφορο, μαγνήσιο, μαγγάνιο και βιταμίνες σε αντίθεση με άλλες τροφές. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η ημερήσια πρόσληψη ασβεστίου στους άνδρες ανέρχεται στα 1000 mg και στις γυναίκες στα 1200 mg και ένα κεσεδάκι γιαούρτι περιέχει περίπου 250 mg ασβεστίου. Έτσι, οι περισσότερες χώρες, συστήνουν το γιαούρτι και γενικά τα γαλακτοκομικά προϊόντα ως βασική πηγή ασβεστίου [24].

Σημαντική είναι επίσης η συμβολή του γιαουρτιού στον έλεγχο και τη διαχείριση του σωματικού βάρους. Όταν ακολουθείται μία διατροφή ελεγχόμενων θερμίδων, η κατανάλωση γιαουρτιού βοηθά στην απώλεια βάρους, κυρίως γύρω από την περιοχή της κοιλιάς, καθώς το λίπος στην περιοχή του κορμού του σώματος ενέχει κινδύνους για την υγεία. Σε αυτό πιθανώς οφείλεται το ασβέστιο που βρίσκεται στο γιαούρτι. Επίσης, η πρόσληψη πρωτεΐνης μέσα από το γιαούρτι, συμβάλλει στον κορεσμό και στη διατήρηση της μυϊκής μάζας, με αποτέλεσμα τη μείωση σωματικού βάρους [24].

Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι η πρόσληψη κορεσμένου λίπους από την κατανάλωση γιαουρτιού και γενικά γαλακτοκομικών προϊόντων, μειώνει τον κίνδυνο εκδήλωσης της καρδιαγγειακής νόσου, σε αντίθεση με άλλες τροφές, όπως είναι το κρέας, όπου η πρόσληψη κορεσμένου λίπους οδηγεί σε αύξηση του κινδύνου. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα, όταν καταναλώνονται σε ημερήσια βάση (200-300 ml/μέρα), μειώνουν την αρτηριακή πίεση και τη σκλήρυνση των αγγείων καθώς και την πιθανότητα εκδήλωσης εγκεφαλικού επεισοδίου [24].

4.5 Η Αγορά του Γιαουρτιού – Πωλήσεις και Εξαγωγές

Η εγχώρια αγορά γιαουρτιού κατά την περίοδο 2016-2018 παρουσίασε αύξηση της τάξης του 5%, με το έτος 2018 να αποτελεί μία πλεονεκτική χρονιά καθώς ο όγκος του γιαουρτιού αυξήθηκε σε κατά 3% και η αξία του κατά 2,1%. Ωστόσο, την περίοδο 2019-2021 καταγράφηκε μείωση με μέσο ετήσιο ρυθμό 6%. Παρακάτω, φαίνεται το μερίδιο αγοράς στο γιαούρτι, που κατείχαν το 2018 γνωστές γαλακτοβιομηχανίες [25],[26].



Εικόνα 4.1: Μερίδια αγοράς στο γιαούρτι έτους 2018 [26]

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την εγχώρια παραγωγή βιομηχανικού γιαουρτιού σε τόνους, από το 1996 έως και το 2017. Σε αυτό το διάστημα, η παραγωγή γιαουρτιού αναπτυσσόταν με ρυθμό 4,2% και υπήρξε στασιμότητα από το 2007 έως το 2010, ενώ η αύξηση επανήλθε το 2013 με ρυθμό 9,5% [26].

Έτος	Ποσότητα σε τόνους
1996	76.000
1997	85.400
1998	94.000
1999	93.500
2000	100.000
2001	101.500
2002	101.041
2003	104.765
2004	110.000
2005	108.000
2006	114.500
2007	103.372
2008	102.289
2009	97.148
2010	95.237
2011	95.883
2012	95.467
2013	98.851
2014	116.028
2015	118.181
2016	134.259
2017	142.049

Εικόνα 4.2: Εγχώρια παραγωγή γιαουρτιού 1996-2017 [26]

Αξιοσημείωτη ωστόσο είναι και η αύξηση στις εξαγωγές του γιαουρτιού το διάστημα 2020-2021 σε ποσοστό 76%-78% επί του συνόλου της ποσότητας των γαλακτοκομικών προϊόντων, πράγμα που αναδεικνύει το γιαούρτι σε προϊόν με τις περισσότερες εξαγωγές σε σχέση με τα υπόλοιπα γαλακτοκομικά [25]. Ο πίνακας που ακολουθεί, παρουσιάζει τις εξαγωγές γαλακτοκομικών προϊόντων την περίοδο 2010-2017 και είναι εμφανές ότι το γιαούρτι είναι το κύριο προϊόν εξαγωγής. Για το έτος 2017, οι εξαγωγές σε γιαούρτι ανήλθαν σε € 137.566.582 ή αλλιώς στο 81,2% της συνολικής αξίας των εξαγόμενων γαλακτοκομικών προϊόντων. Επίσης η ποσότητα σε τόνους εκείνη τη χρονιά ανήλθε σε 65.936, δηλαδή στο 78% της συνολικής εξαγόμενης ποσότητας. Οι κυριότερες χώρες στις οποίες εξάγεται το γιαούρτι και γενικότερα τα γαλακτοκομικά, είναι η Ιταλία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Κύπρος, η Αυστρία, η Βουλγαρία και οι Κάτω Χώρες [26].

Κατηγορία Προϊόντος	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Σύνολο γάλακτος	3.110	2.924	2.660	2.954	7.548	12.566	4.961	9.337
Κρέμα γάλακτος (UHT)	524	241	462	815	471	237	1.022	232
Σύνολο γιαουρτιού	23.087	24.924	27.849	34.320	44.696	56.009	62.746	65.936
Άλλα νωπά προϊόντα γάλακτος	2.925	797	893	678	544	675	1.014	4.160
Ορός γάλακτος & άλλα προϊόντα	11.822	10.095	6.474	7.579	6.900	3.824	1.589	4.204
Σύνολο βουτύρου	156	127	101	326	282	361	523	675
Γενικό Σύνολο (σε τόνους)	41.624	39.108	38.439	46.672	60.441	73.672	71.855	84.544

Εικόνα 4.3: Εξαγωγές γαλακτοκομικών προϊόντων 2010-2017 [26]

Το Φεβρουάριο του 2023, πραγματοποιήθηκε έρευνα από την Επιτροπή Ανταγωνισμού σχετικά με τις συνθήκες ανταγωνισμού που επικρατούν στην αγορά γιαουρτιού. Η περίοδος αναφοράς περιλάμβανε 52 εβδομάδες και πιο συγκεκριμένα από 01/02/22 έως 01/02/23. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι πωλήσεις γιαουρτιού από τα σούπερ μάρκετ ανέρχονται σε € 133.400.000 και η μέση τιμή πώλησης φτάνει τα 3,02€/kg. Σχετικά με το σύνολο των πωλήσεων σε αξία, τα μερίδια αγοράς στα γνωστά σούπερ μάρκετ μοιράζονται ως εξής:

- ΣΚΛΑΒΕΝΙΤΗΣ (30%-40%)
- AB-Βασιλόπουλος (15%-20%)
- Lidl (10%-20%)
- My Market (5%-10%)
- Γαλαξίας (5%-10%)

Οι προμηθευτές γιαουρτιού φτάνουν σε αριθμό τους 71. Η γαλακτοβιομηχανία «ΚΡΙ ΚΡΙ», η «ΦΑΓΕ» και τα «ΕΛΛ. ΓΑΛΑΚΤΟΜΕΙΑ» είναι οι τρεις πρώτες με τα μεγαλύτερα μερίδια αγοράς στις πωλήσεις βάσει αξίας. Στη συνέχεια ακολουθούν η «FRIESLANDCAMPINA», «NUMIL», «EVROFARMA», «Naablater», «ΣΕΡΓΑΛ», «ΣΤΑΜΟΥ», «ΚΟΥΚΑΚΗ» και «ΜΕΒΓΑΛ» με ένα μικρό ποσοστό που κυμαίνεται από 0% έως 5%[27].

4.6 Παραγωγική Διαδικασία Γιαουρτιού

4.6.1 Παραδοσιακή Μέθοδος Παραγωγής

Η παραγωγή του γιαουρτιού με την παραδοσιακή μέθοδο, ξεκινούσε αρχικά με τον βρασμό του γάλακτος, έτσι ώστε να μειωθεί ο όγκος του και να φτάσει στα 2/3 του αρχικού. Στη συνέχεια, το βρασμένο γάλα, μοιραζόταν σε κύπελα και ακολουθούσε η ψύξη του στους 30-40°C. Σειρά είχε η προσθήκη γιαουρτιού, το οποίο προερχόταν από προηγούμενη παραγωγή, προκειμένου να ξεκινήσει η ζύμωση. Το παραγόμενο μείγμα, αφηνόταν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, μέχρις ότου να πήξει και να σταθεροποιηθεί και στη συνέχεια αποθηκευόταν σε ψύξη [22].

Ωστόσο, η μέθοδος αυτή, παρουσιάζει βασικά μειονεκτήματα. Αρχικά η χρήση μαγιάς από προηγούμενη παραγωγή δημιουργεί ανισορροπία στους μικροοργανισμούς *Streptococcus Thermophilus* και *Lactobacillus Bulgaricus* με αποτέλεσμα να επηρεάζεται αρνητικά η ζύμωση και η ποιότητα του τελικού προϊόντος. Επίσης, η χαμηλή θερμοκρασίας επώασης, οδηγεί στην επιβράδυνση της οξίνισης του γάλακτος, πράγμα το οποίο δημιουργεί προβλήματα όπως είναι ο διαχωρισμός του ορού (συναίρεση). Τέλος, μέσω της παραδοσιακής μεθόδου, δεν είναι δυνατός ο έλεγχος της περιεκτικότητας σε γαλακτικό οξύ, κυρίως λόγω της έλλειψης παρακολούθησης κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, που μπορεί να οφείλεται είτε σε απουσία εξειδικευμένων εργαλείων ή σε έλλειψη σταθερών συνθηκών επώασης ή στους διαδοχικούς εμβολιασμούς από γιαούρτι προηγούμενης παραγωγής [22].

4.6.2 Σύγχρονη Μέθοδος Παραγωγής

Στη σύγχρονη μέθοδο παραγωγής γιαουρτιού ή αλλιώς στη βιομηχανική παραγωγή γιαουρτιού, το γάλα φτάνει στη γαλακτοβιομηχανία από τις φάρμες, μέσα σε κατάλληλα βυτιοφόρα έτσι ώστε να διατηρείται φρέσκο και αναλλοίωτο. Πρόκειται για νωπό και ανεπεξέργαστο γάλα, στο οποίο είναι πολύ πιθανό να περιέχονται σωματικά κύτταρα και κυρίως επιθηλιακά από το μαστό του ζώου. Επίσης, το νωπό γάλα, μπορεί να περιέχει τρίχες ζώων, ίχνη από χόμα, κομμάτια φύλλων αλλά και σπόρων από την τροφή των ζώων καθώς ακόμα και μολυσμένο νερό. Όλα τα παραπάνω συμβάλλουν θετικά στην ανάπτυξη βακτηρίων, η οποία προκαλεί μεταβολές στο γάλα, καθώς ευθύνεται για την οξίνιση του γάλακτος. Η πρώτη επεξεργασία στην οποία υπόκειται το γάλα είναι ο καθαρισμός, δηλαδή το να αφαιρεθούν οι προσμίξεις που πρόκειται να το μολύνουν. Ο καθαρισμός του γάλακτος γίνεται αρχικά με το φιλτράρισμα και χρησιμοποιούνται ειδικά υφασμάτινα φίλτρα ή μεταλλικά κόσκινα. Στη συνέχεια, μέσω της διαδικασίας φυγοκέντρωσης, απομακρύνονται τα σωματικά επιθηλιακά κύτταρα των ζώων που μπορεί να περιέχονται στο γάλα. Έπειτα, το γάλα αποθηκεύεται σε σιλό, το πολύ για 48 ώρες και σε θερμοκρασία 4°C, καθώς η πιθανότητα αύξησης των βακτηρίων σε αυτή τη θερμοκρασία είναι χαμηλή. Εάν το γάλα χρειαστεί να μείνει για περισσότερο από 48 ώρες σε σιλό, τότε απαιτείται η θέρμανσή του στους 65°C για 15 s και στη συνέχεια η ψύξη του στους 4°C. Επίσης, κατά τη διάρκεια παραμονής του γάλακτος στα σιλό, είναι σημαντικό να ελέγχεται τακτικά η θερμοκρασία και το pH του [22].

Το επόμενο στάδιο στην παραγωγική διαδικασία γιαουρτιού, είναι η τυποποίηση λιπαρών του γάλακτος και κατ' επέκταση η τυποποίηση λιπαρών του γιαουρτιού. Η τυποποίηση των λιπαρών, επιτυγχάνεται με την αφαίρεση λιπαρών με ειδικά μηχανήματα που ονομάζονται αποκορυφωτές. Μέσα από την περιστροφή των μηχανημάτων, διαχωρίζονται τα λιπαρά από το γάλα, με αποτέλεσμα τα λιπαρά που είναι ελαφρύτερα να παραμένουν στο κέντρο και το γάλα να συγκεντρώνεται προς την περιφέρεια. Έτσι δημιουργούνται δύο μίγματα όπου το ένα είναι γάλα με χαμηλά ή καθόλου λιπαρά και το άλλο είναι κρέμα με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά. Στη

συνέχεια, τα δύο μίγματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξεχωριστά ή ανάλογα με τα λιπαρά που πρέπει να περιέχονται στο γιαούρτι, μπορούν να αναμιχθούν σε συγκεκριμένες αναλογίες [22].

Αφού ολοκληρωθεί η τυποποίηση των λιπαρών, συνέχεια έχει η τυποποίηση στερεών υπολειμμάτων άνευ λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.). Τα στερεά υπολείμματα άνευ λίπους είναι συστατικά όπως πρωτεΐνες, λακτόζη και μεταλλικά στοιχεία, τα οποία πρέπει βάσει νομοθεσίας να περιέχονται στο τελικό προϊόν σε ποσοστό τουλάχιστον 8,2%. Ωστόσο είναι στην ευχέρεια της γαλακτοβιομηχανίας να αυξήσει το ποσοστό ανάλογα με τα αποτελέσματα που θέλει να πετύχει στο τελικό προϊόν. Μέσω της συγκεκριμένης τυποποίησης επιτυγχάνεται η κατάλληλη υφή και γεύση του γιαουρτιού καθώς και η σταθερότητα του πηγματος. Η διαδικασία της τυποποίησης των Σ.Υ.Α.Λ. πραγματοποιείται με μεθόδους όπως ο βρασμός, η προσθήκη σκόνης γάλακτος, προσθήκη σκόνης βουτυρογάλακτος, προσθήκη σκόνης ή συμπυκνώματος ορού γάλακτος, η προσθήκη καζεϊνών σε στερεή μορφή, η εξάτμιση υπό κενό και η υπερδιήθηση και αντίστροφη ώσμωση [22].

Η παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού συνεχίζεται με την ομογενοποίηση. Η ομογενοποίηση είναι η διαδικασία κατά την οποία μειώνεται το μέγεθος των λιποσφαιρίων του γάλακτος, μέσω της υψηλής πίεσης από μηχανήματα που ονομάζονται ομογενοποιητές, με στόχο την ομοιόμορφη κατανομή των λιπιδίων σε όλη την ποσότητα γάλακτος. Το γάλα, αφού εισέλθει στον ομογενοποιητή και υποστεί πίεση η οποία λαμβάνει τιμή 10-25 MPa, στη συνέχεια διαπερνά μία μικρή βαλβίδα και εξέρχεται σε χώρο όπου υπόκειται ατμοσφαιρική πίεση. Επίσης, προκειμένου να υλοποιηθεί σωστά η παραπάνω διαδικασία, η θερμοκρασία του γάλακτος πρέπει να κυμαίνεται από 55°C έως 80°C καθώς στο κρύο γάλα τα λιπαρά βρίσκονται σε στερεά μορφή και δεν ομογενοποιούνται εύκολα. Το αποτέλεσμα είναι να μειωθεί η διάμετρος των λιποσφαιρίων και να αυξηθεί το πλήθος τους και η επιφάνεια που καλύπτουν. Η ομογενοποίηση βοηθά στο να δημιουργηθεί μία κρεμώδη υφή στο γιαούρτι με λευκότερο χρώμα, να βελτιωθεί η πήξη κατά τη ζύμωση και εξασφαλίζει σταθερότητα του γιαουρτιού κατά την αποθήκευση [22].

Το επόμενο στάδιο στην παραγωγή γιαουρτιού είναι η θερμική κατεργασία ή αλλιώς παστερίωση. Η παστερίωση αποτελεί σημαντική διαδικασία στην παραγωγή γιαουρτιού, καθώς μέσω αυτής εξουδετερώνονται όλοι επιβλαβείς μικροοργανισμοί χωρίς το γάλα να χάσει τα θρεπτικά του συστατικά. Επίσης συμβάλλει στην απενεργοποίηση ενζύμων, στην ενίσχυση ή την αναστολή των βακτηρίων που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια οξυγαλακτικών προϊόντων, στη μετουσίωση των πρωτεϊνών ορού και στην αλλαγή των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων των συστατικών του γάλακτος, που διαμορφώνουν το γιαούρτι. Κατά την παραγωγή του γιαουρτιού, η θερμική επεξεργασία του γάλακτος, πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες και έχει μεγαλύτερη διάρκεια σε σχέση με αυτήν του απλού γάλακτος. Αυτό συμβαίνει διότι πρέπει να καταστραφούν όλοι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, τα βλαστικά κύτταρα και ενδογενή ένζυμα. Η ιδανική θερμοκρασία για την παστερίωση του γάλακτος είναι στους

85-90°C και για χρονικό διάστημα περίπου 10 λεπτών καθώς επιφέρει τον ελάχιστο δυνατό διαχωρισμό ορού που εξασφαλίζει καλύτερη ποιότητα στο τελικό γιαούρτι [22].

Μετά το πέρας της παστερίωσης, σειρά έχει ο εμβολιασμός και η ζύμωση του γάλακτος. Αρχικά, το γάλα ψύχεται στους 40°C με 45°C και στη συνέχεια εμβολιάζεται με τους μικροοργανισμούς *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*, σε αναλογία 1:1 ώστε να υπάρχει ισορροπία και να ξεκινήσει η διαδικασία της ζύμωσης. Για να γίνει η ζύμωση, το γάλα τοποθετείται σε κύπελα ή σε δεξαμενές και παραμένει εκεί για περίπου 4 ώρες. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, οι μικροοργανισμοί μετατρέπουν τη λακτόζη του γάλακτος σε γαλακτικό οξύ, μειώνοντας έτσι το pH του γάλακτος και καθιστώντας το όλο και πιο όξινο. Η ποσότητα της καλλιέργειας εκκίνησης που συνήθως προστίθεται είναι 2 g ανά 100 mL και είναι σημαντική, καθώς η προσθήκη λιγότερης ή περισσότερης ποσότητας θα επιφέρει ανάλογα αποτελέσματα. Η μικρότερη ποσότητα αυξάνει το χρονικό διάστημα της ζύμωσης και μειώνει τη σταθερότητα του πηγματος. Επίσης, η επιπλέον ποσότητα μπορεί να προκαλέσει γρήγορη αύξηση της οξύτητας και μείωση της ικανότητας ενυδάτωσης των πρωτεϊνών [22].

Το γάλα, αφού υποστεί ζύμωση και φτάσει στην αντίστοιχη τιμή pH ανάλογα με το είδος του παραγόμενου γιαουρτιού, στη συνέχεια ψύχεται σε θερμοκρασία μικρότερη των 40°C-45°C και συγκεκριμένα σε θερμοκρασία περίπου 5°C. Αυτό είναι απαραίτητο να συμβεί, διότι όσο περισσότερο παραμένει στους 40°C-45°C τόσο περισσότερο ζυμώνεται και αυξάνεται υπερβολικά η οξύτητα. Σε μια γαλακτοβιομηχανία, η ψύξη του ζυμωμένου γάλακτος ακολουθεί δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, πραγματοποιείται η ανάδευση του γάλακτος εντός της δεξαμενής προκειμένου να ομογενοποιηθεί και στη συνέχεια μεταφέρεται σε ειδικούς θαλάμους και ψύχεται στους 20°C. Σε αυτό το σημείο γίνεται και η προσθήκη φρούτων ή αρωματικών ή ξηρών καρπών, αν απαιτείται με βάση τις προδιαγραφές του τελικού προϊόντος, επειδή η προσθήκη τους σε υψηλότερη θερμοκρασία θα οδηγούσε στη μείωση του ιξώδους και στην εμφάνιση κοκκώδους υφής. Στο δεύτερο στάδιο, το ζυμωμένο γάλα τοποθετείται σε κύπελλα τα οποία με τη σειρά τους τοποθετούνται στο ψυγείο στους 5°C. Τα κύπελλα παραμένουν στο ψυγείο για 1 ή 2 ημέρες και αφού το πηγμα παραμένει σταθερό, βελτιώνεται το ιξώδες του γιαουρτιού [22].

Το τελευταίο στάδιο στην παραγωγική διαδικασία γιαουρτιού, είναι η συσκευασία του, δηλαδή η τοποθέτηση του γιαουρτιού σε κύπελλα, όπως προαναφέρθηκε παραπάνω. Η συσκευασία που θα χρησιμοποιηθεί παίζει σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του τελικού προϊόντος καθώς και στην ασφάλεια του καταναλωτή. Για το λόγο αυτό, οι συσκευασίες που τελικά χρησιμοποιούνται πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις οι οποίες είναι η αντοχή σε μηχανικές πιέσεις και περιβαλλοντικές συνθήκες, η προστασία του προϊόντος από το φως ή τις οσμές και το υλικό της συσκευασίας να είναι φιλικό προς το περιβάλλον, μη τοξικό και κατασκευασμένο από αδρανές υλικό που δεν αντιδρά με το προϊόν. Τα κύπελλα που χρησιμοποιούνται κυρίως στη γαλακτοβιομηχανία προέρχονται από

πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), πολυπροπυλένιο (PP), πολυστυρένιο (PS) και πολυαιθυλένιο (PE) και το μέγεθος ενός κυπέλου συνήθως είναι γύρω στα 250 g [22].

ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ



ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΜΕΘΟΔΟΣ



Εικόνα 4.4: Διάγραμμα ροής παραγωγής γιαουρτιού [22]

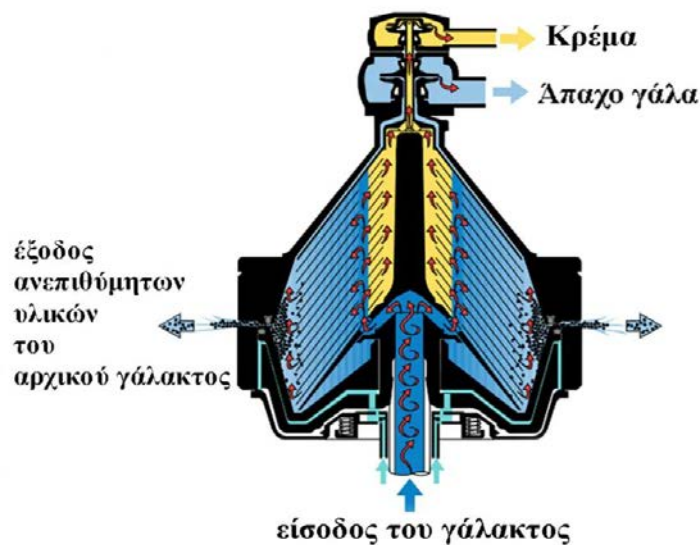
4.6.3 Παραγωγή Γιαουρτιού στη «Φάρμα Ηλείας»

Η «Φάρμα Ηλείας» παράγει τρία διαφορετικά είδη γιαουρτιού, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 3. Το γιαούρτι το οποίο μελετάται σε αυτή την περίπτωση και προσομοιώνεται η παραγωγική του διαδικασία, είναι το πλήρες στραγγιστό γιαούρτι με 10% λιπαρά σε συσκευασία του 1 kg. Η συγκεκριμένη παραγωγή παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με τη βιομηχανική παραγωγή που αναφέρεται παραπάνω και που ακολουθούν οι περισσότερες γαλακτοβιομηχανίες. Ωστόσο, υπάρχουν μικρές διαφορές σε κάποια σημεία της παραγωγής, που μπορεί να αφορούν είτε τη σειρά με την οποία γίνονται κάποιες διεργασίες είτε την επανάληψη κάποιων σταδίων επεξεργασίας.



Εικόνα 4.5: Πλήρες στραγγιστό γιαούρτι 10% λιπαρά "Φάρμα Ηλείας" [21]

Στη «Φάρμα Ηλείας» η παραλαβή του γάλακτος γίνεται σε καθημερινή βάση με κατάλληλα βυτιοφόρα που διαθέτει η ίδια η εταιρεία. Το γάλα συλλέγεται κυρίως από τη φάρμα του κ. Μαρίνου, όπως αναφέρεται παραπάνω στο κεφάλαιο 3, αλλά και από άλλες μικρές τοπικές φάρμες της περιοχής. Στο σημείο αυτό, πρέπει να επισημανθεί πως το γάλα που παραλαμβάνεται κάθε πρωί, αφορά όλες τις χρήσεις και στη συνέχεια ποσότητα αυτού του γάλακτος εισέρχεται στη γραμμή παραγωγής του γιαουρτιού. Αρχικά, από το βυτιοφόρο μεταφέρεται με κατάλληλη σωλήνα στην παγολεκάνη προκειμένου στη συνέχεια να πραγματοποιηθεί η παστερίωση και να ξεκινήσει ο καθαρισμός του. Η παστερίωση πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 71°C, στον παστεριωτή, έτσι ώστε να εξουδετερωθούν όλοι οι επιβλαβείς μικροοργανισμοί που μπορεί να περιέχονται. Ο καθαρισμός γίνεται με τη διαδικασία της φυγοκέντρωσης με τη χρήση κορυφολόγου ή αλλιώς αποκορυφωτή. Παράλληλα με τον καθαρισμό, πραγματοποιείται και η τυποποίηση λίπους, στον ίδιο κορυφολόγο. Κατά την τυποποίηση λίπους, διαχωρίζεται το γάλα από τα λιπαρά του και έτσι δημιουργείται το γάλα χωρίς λιπαρά και η κρέμα γάλακτος. Η κρέμα γάλακτος αποθηκεύεται για να χρησιμοποιηθεί αργότερα στην παραγωγή γιαουρτιού αλλά και στην παραγωγή κάποιου άλλου προϊόντος με περισσότερα λιπαρά.



Εικόνα 4.6: Λειτουργία Κορυφολόγου [30]



Εικόνα 4.7: Παραλαβή φρέσκου γάλακτος στη «Φάρμα Ηλείας» [21]

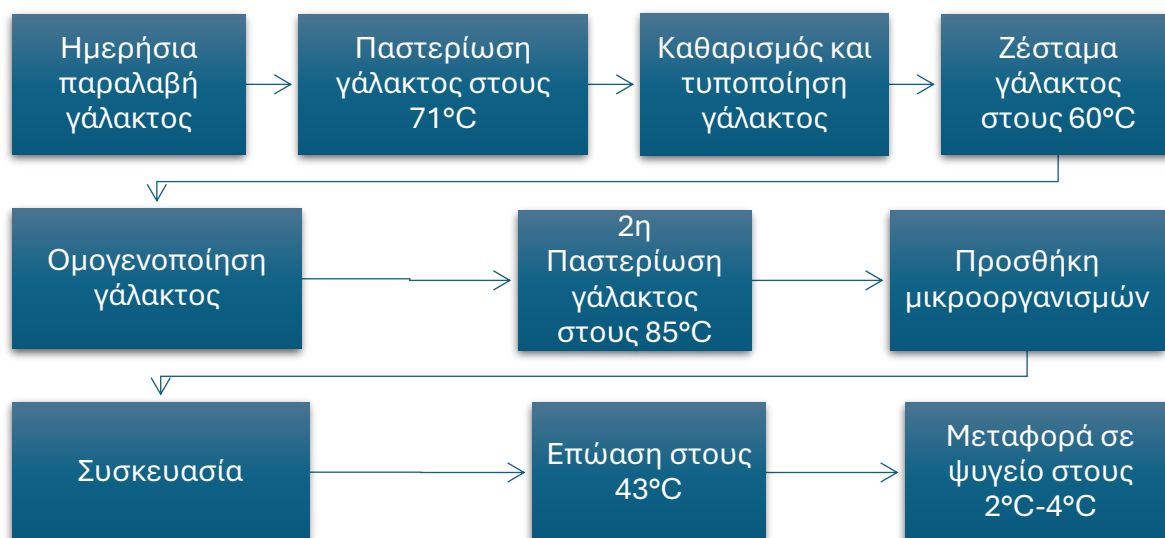
Στη συνέχεια, το γάλα χωρίς λιπαρά που πρόκειται να μετατραπεί σε γιαούρτι, περνά στη γραμμή παραγωγής γιαουρτιού και καταλήγει σε βραστήρα σε θερμοκρασία 60°C. Στον βραστήρα ζεσταίνεται για να είναι πιο εύκολη η μετουσίωση της κρέμας γάλακτος και των πρωτεϊνών. Στο σημείο αυτό προστίθεται η κρέμα γάλακτος, ανάλογα με τη λιποπεριεκτικότητα του γιαουρτιού που η επιχείρηση επιθυμεί να παράξει, καθώς και οι πρωτεΐνες. Στο επόμενο στάδιο, το γάλα από τον βραστήρα κατευθύνεται στον ομογενοποιητή προκειμένου να κατανεμηθούν ομοιόμορφα τα λιπαρά στο γάλα και να μη συσσωματώνονται στην κορυφή δημιουργώντας υμένα. Αφού γίνει η ομογενοποίηση, σειρά έχει η παστερίωση. Το γάλα περνά από τον ομογενοποιητή στον παστεριωτή και η παστερίωση πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 85°C. Είναι η δεύτερη παστερίωση στην οποία υποβάλλεται το γάλα και στόχο έχει την εξουδετέρωση

πιθανών βλαβερών μικροοργανισμών, την ενίσχυση της υφής και της γεύσης και τελικά την βέλτιστη ποιότητα του γιαουρτιού που πρόκειται να παραχθεί.

Στο επόμενο στάδιο, το γάλα από τον παστεριωτή πηγαίνει στο τελικό σιλό όπου γίνεται η προσθήκη καλλιέργειας. Εκεί εμβολιάζεται με τους μικροοργανισμούς *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus* και στη συνέχεια μέσω σωλήνα μεταφέρεται στη συσκευαστική μηχανή για να τοποθετηθεί σε κεσεδάκια του ενός κιλού. Τα κεσεδάκια με το γάλα μεταφέρονται στο θάλαμο επώασης, προκειμένου να γίνει η ζύμωση και το γάλα να μετατραπεί σε γιαούρτι. Στο θάλαμο επώασης παραμένουν για 4 ώρες, σε θερμοκρασία 43°C μέχρις ότου το pH φτάσει να είναι ίσο με τιμή 4,7. Όταν γίνει αυτό, μεταφέρονται από το θάλαμο επώασης στα ψυγεία και παραμένουν για μία μέρα σε θερμοκρασία 2°C-4°C. Την αμέσως επόμενη ημέρα, η εταιρεία ξεκινά τη διανομή του προϊόντος με κατάλληλα οχήματα που η ίδια διαθέτει.



Εικόνα 4.8: Συσκευαστική μηχανή [21]



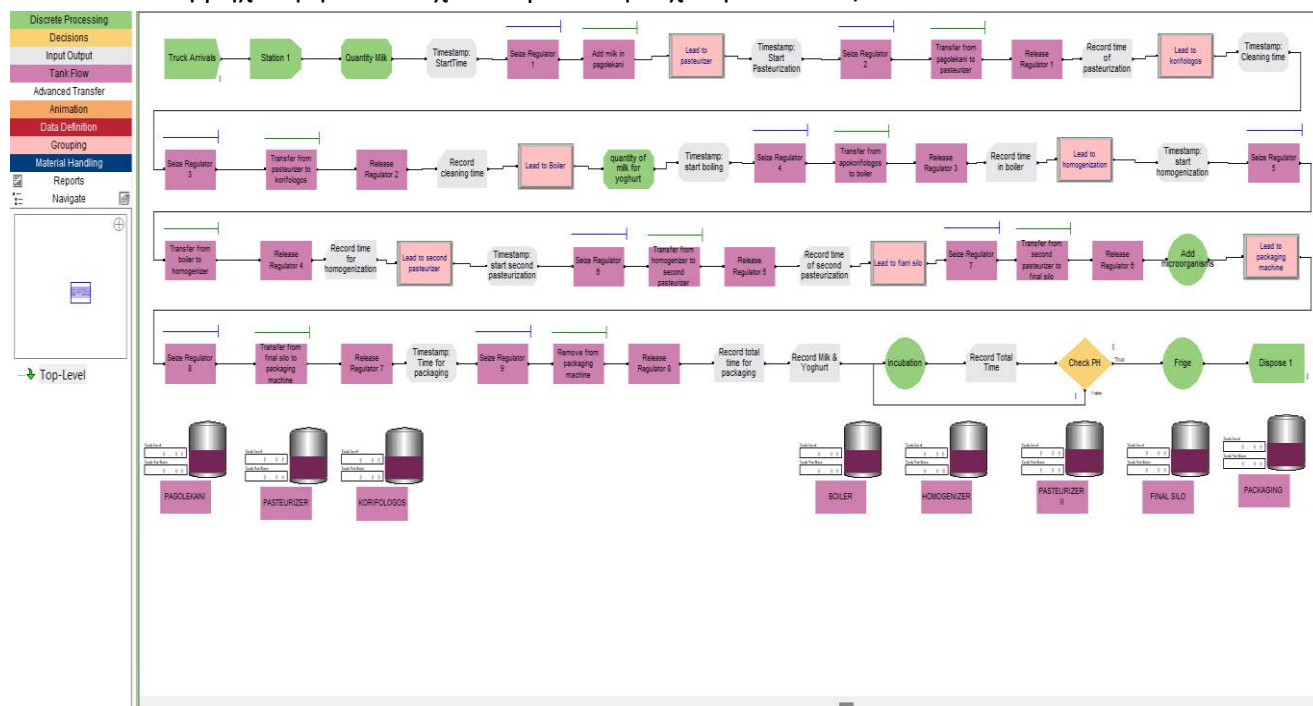
Εικόνα 4.9: Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας γιαουρτιού στη "Φάρμα Ηλείας"

Κεφάλαιο 5. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ARENA

5.1 Εισαγωγή

Μετά από την παρουσίαση στο προηγούμενο κεφάλαιο της παραγωγικής διαδικασίας γιαουρτιού της γαλακτοβιομηχανίας «Φάρμα Ηλείας», στο σημείο αυτό αναλύονται και μελετώνται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την προσομοίωση της. Η προσομοίωση πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Arena και στόχο είχε την εξέταση της λειτουργίας της γραμμής παραγωγής, δηλαδή την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των πόρων (μηχανές), την αξιολόγηση της παραγωγικής ικανότητας (παραγόμενες ποσότητες), την αξιολόγηση των χρόνων αναμονής στα διάφορα στάδια παραγωγής και των εντοπισμό πιθανών σημείων συμφόρησης.

Πιο αναλυτικά, η προσομοίωση αφορά τη γραμμή παραγωγής πλήρες στραγγιστού γιαουρτιού συσκευασίας 1 kg, η οποία εκτελείται καθημερινά με διάρκεια 6 ώρες, από τις 08:00 έως τις 14:00 και η προσομοίωση πραγματοποιήθηκε για το διάστημα ενός μήνα (30 ημέρες). Το γάλα φτάνει στη γαλακτοβιομηχανία μία φορά τη μέρα και σε ποσότητα που ακολουθεί την ομοιόμορφη κατανομή $U(7500, 8500)$ L. Το γάλα αυτό αφορά όλες τις χρήσεις και το γάλα που συνεχίζει στη γραμμή παραγωγής γιαουρτιού ανέρχεται στα 3000 L. Όλα τα μηχανήματα (παστεριωτής, ομογενοποιητής, κορυφολόγος, βραστήρας) έχουν ονομαστική ταχύτητα 5000 L/h εκτός από τη συσκευαστική μηχανή η οποία έχει ονομαστική ταχύτητα 2500 L/h.



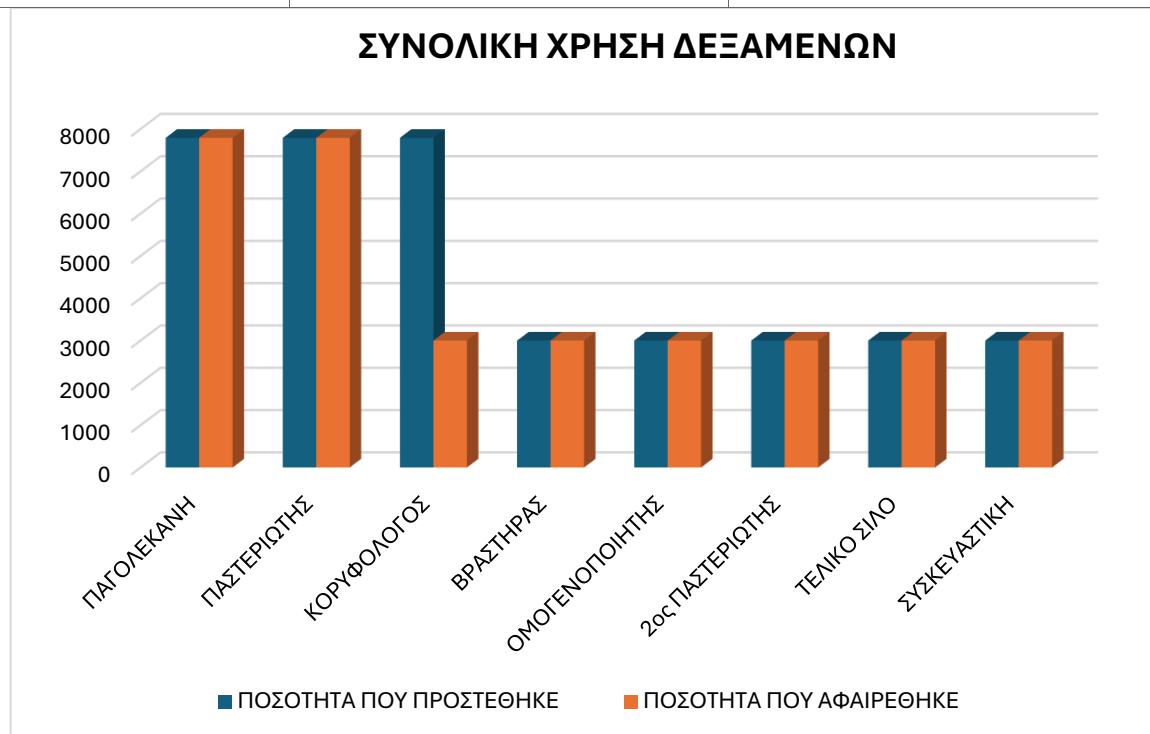
Εικόνα 5.1: Μοντέλο προσομοίωσης της παραγωγικής διαδικασίας γιαουρτιού

5.2 Αποτελέσματα Προσομοίωσης

Στο σημείο αυτό, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την προσομοίωση της τρέχουσας παραγωγικής διαδικασίας γιαουρτιού στη «Φάρμα Ηλείας». Οι παρακάτω πίνακες αναφέρονται σε ποσότητες που δέχτηκαν οι δεξαμενές, σε χρόνους παραγωγής, σε χρόνους αναμονής καθώς σε συνολικές παραχθείσες ποσότητες γιαουρτιού και ποσότητες γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα. Πιο αναλυτικά, στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η συνολική χρήση των δεξαμενών κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, δηλαδή πόση ποσότητα εισήλθε στις δεξαμενές και πόση ποσότητα αφαιρέθηκε και προχώρησε στο επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας.

Πίνακας 5. 1: Συνολική χρήση των δεξαμενών στην υπάρχουσα παραγωγή

ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΕΘΗΚΕ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΑΦΑΙΡΕΘΗΚΕ
ΠΑΓΟΛΕΚΑΝΗ	7792,5	7792,5
ΠΑΣΤΕΡΙΩΤΗΣ	7792,5	7792,5
ΚΟΡΥΦΟΛΟΓΟΣ	7792,5	3000
ΒΡΑΣΤΗΡΑΣ	3000	3000
ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΤΗΣ	3000	3000
2 ^{ος} ΠΑΣΤΕΡΙΩΤΗΣ	3000	3000
ΤΕΛΙΚΟ ΣΙΛΟ	3000	3000
ΣΥΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ	3000	3000



Γράφημα 5.1 Παρουσίαση συνολικής χρήσης δεξαμενών στην υπάρχουσα παραγωγή

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η ροή του γάλακτος είναι ομαλή χωρίς σημαντικές απώλειες και αυτό φαίνεται τόσο από την ποσότητα του γάλακτος που εισέρχεται όσο και από την ποσότητα του γάλακτος που εξέρχεται από τις δεξαμενές. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως στον κορυφολόγο παραμένουν 4792,5 λίτρα γάλακτος, καθώς στην γραμμή παραγωγής γιαουρτιού συνεχίζουν μόνο τα 3000 λίτρα και τα υπόλοιπα αποθηκεύονται για άλλες χρήσεις.

Οι πίνακες που ακολουθούν αποτυπώνουν τους συνολικούς χρόνους σε κάθε στάδιο επεξεργασίας του γάλακτος, αλλά και τους συνολικούς χρόνους αναμονής, ελέγχων, μεταφοράς και παραγωγής.

Πίνακας 5. 2: Συνολικός χρόνος ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής στην υπάρχουσα παραγωγή

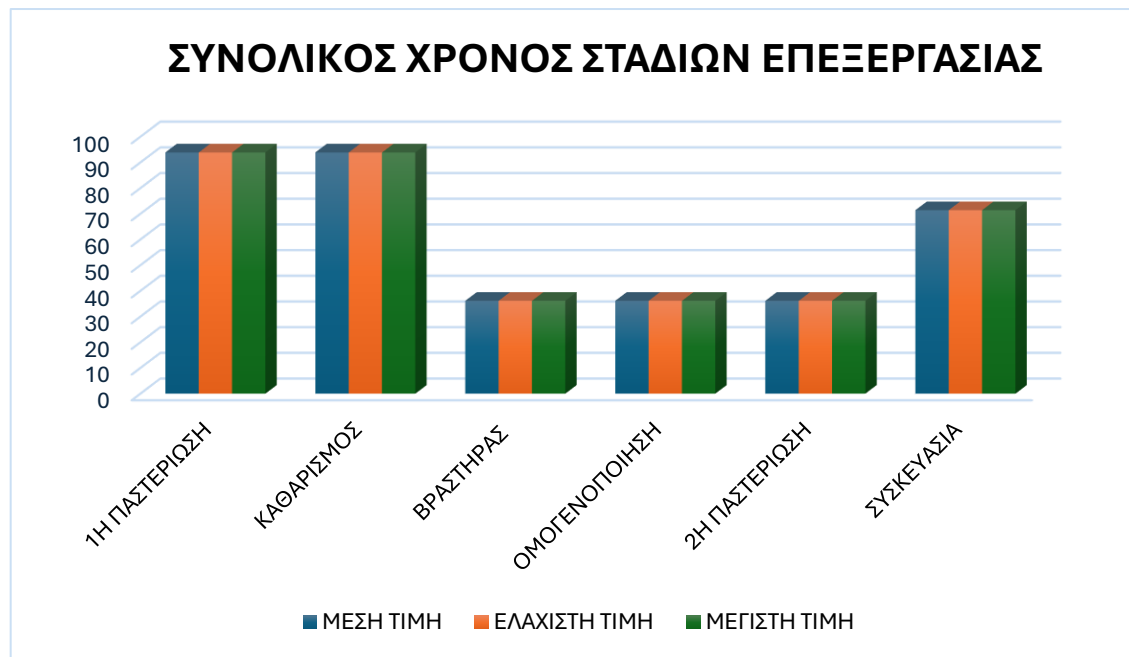
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
ΕΛΕΓΧΩΝ	0	0	0
ΑΝΑΜΟΝΗΣ	0	0	0
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	0,143	0	6
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	136,6	19,4	253,73

Πίνακας 5. 3: Συνολικός χρόνος σε κάθε στάδιο επεξεργασίας στην υπάρχουσα παραγωγή

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
1 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	93,51	93,51	93,51
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	93,51	93,51	93,51
ΒΡΑΣΤΗΡΑΣ	36	36	36
ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ	36	36	36
2 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	36	36	36
ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	72	72	72



Γράφημα 5.2: Παρουσίαση συνολικού χρόνου ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής



Γράφημα 5.3: Παρουσίαση συνολικού χρόνου σε κάθε στάδιο επεξεργασίας

Σύμφωνα με τα παραπάνω γραφήματα και τις τιμές στους πίνακες, οι συνολικοί χρόνοι ελέγχου, αναμονής και μεταφοράς είναι μηδαμινοί εκτός από τον συνολικό χρόνο παραγωγής, ο οποίος έχει μέση τιμή 136,6 λεπτά και παρουσιάζει διακύμανση από 19,4 λεπτά έως 253,73 λεπτά. Όσον αφορά τους υπόλοιπους χρόνους, παρατηρείται μεγαλύτερος χρόνος κατά την πρώτη παστερίωση και τον καθαρισμό και στη συνέχεια ακολουθεί ο χρόνος της συσκευασίας.

Πίνακας 5. 4: Χρόνοι αναμονής στα στάδια επεξεργασίας στην υπάρχουσα παραγωγή

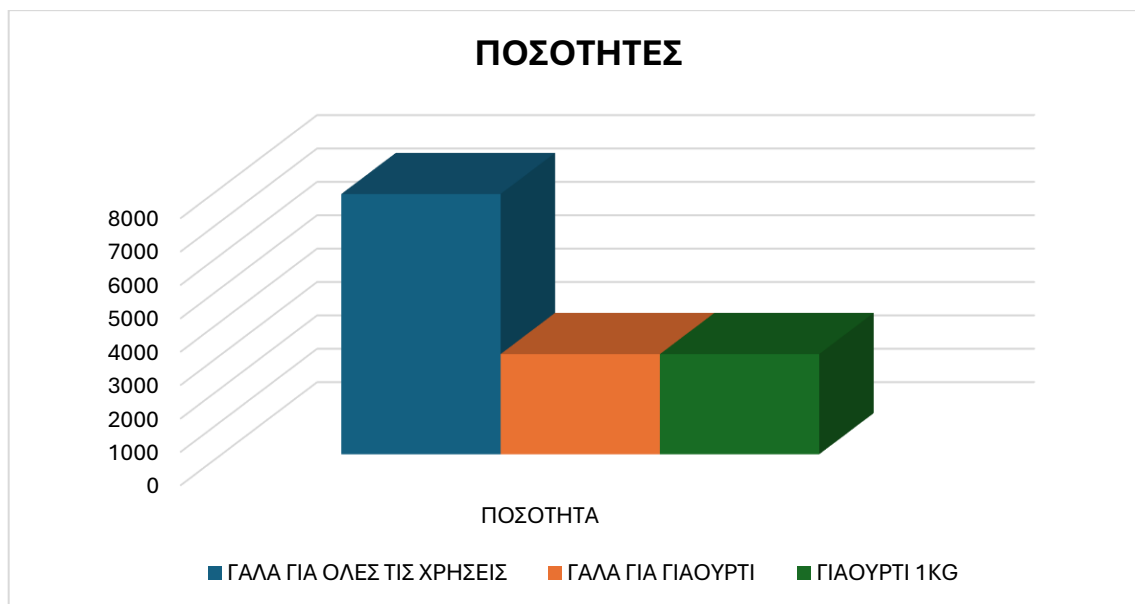
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
ΠΡΙΝ ΤΗΝ 1 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΗ 2 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	0	0	0

Όλοι οι χρόνοι αναμονής, πριν από κάθε στάδιο επεξεργασίας, είναι μηδενικοί. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει συμφόρηση και δε δημιουργούνται ουρές αναμονής.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ποσότητες του γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και αφορούσαν όλες τις χρήσεις, οι ποσότητες του γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και αφορούσαν μόνο τη γραμμή παραγωγής γιαουρτιού καθώς και οι ποσότητες του γιαουρτιού που παράχθηκαν σε κεσεδάκια του 1 kg.

Πίνακας 5. 5: Ποσότητα γάλακτος που εισήλθε στο σύστημα και ποσότητα γιαουρτιού που παράχθηκε στην υπάρχουσα παραγωγή

	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
ΓΑΛΑ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	7792,5
ΓΑΛΑ ΓΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	3000
ΓΙΑΟΥΡΤΙ 1KG	3000



Γράφημα 5.4: Παρουσίαση ποσοτήτων γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και ποσοτήτων γιαουρτιού που παράχθηκαν

Από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι η ποσότητα γάλακτος που εισέρχεται στη γαλακτοβιομηχανία ανέρχεται στα 7792,5 λίτρα, και η ποσότητα γάλακτος που χρησιμοποιείται για γιαούρτι ανέρχεται στα 3000 λίτρα. Η παραγωγή γιαουρτιού ανέρχεται στα 3000 κιλά ή αλλιώς 3000 κεσεδάκια 1 kg γιαούρτι.

Κεφάλαιο 6. ΜΕΛΕΤΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

6.1 Εισαγωγή

Αφού παρουσιάσθηκαν τα αποτελέσματα από την προσομοίωση της υπάρχουσας γραμμής παραγωγής γιαουρτιού στη γαλακτοβιομηχανία «Φάρμα Ηλείας», στο κεφάλαιο αυτό μελετώνται, αναλύονται και παρουσιάζονται δύο υποθετικά σενάρια αλλαγών στην παραγωγική διαδικασία. Το πρώτο σενάριο αφορά την αύξηση της ζήτησης κατά 15% οπότε αυξάνεται τόσο το εισερχόμενο γάλα στη γαλακτοβιομηχανία, όσο και το γάλα που προορίζεται για γιαούρτι. Αυτό σημαίνει ότι το εισερχόμενο γάλα ακολουθεί την ομοιόμορφη κατανομή $U(8625, 9775)$ L και η ποσότητα γάλακτος που προορίζεται για γιαούρτι ανέρχεται στα 3450 L. Παράλληλα με την αύξηση της ζήτησης πραγματοποιείται και αντικατάσταση του παστεριωτή, του κορυφολόγου και της συσκευαστικής μηχανής με την αγορά καινούριων μηχανημάτων με διπλάσια ονομαστική ταχύτητα. Πιο συγκεκριμένα, η ταχύτητα του παστεριωτή και του κορυφολόγου αυξάνονται από 5000 L/h σε 10000 L/h και η ταχύτητα της συσκευαστικής μηχανής αυξάνεται από 2500 L/h σε 5000 L/h. Η αλλαγή αυτή γίνεται επειδή στην υπάρχουσα παραγωγική διαδικασία παρατηρούνται μεγαλύτεροι χρόνοι στο στάδιο της πρώτης παστερίωσης, του καθαρισμού και της συσκευασίας. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση των συγκεκριμένων χρόνων και κατ' επέκταση του συνολικού χρόνου παραγωγής.

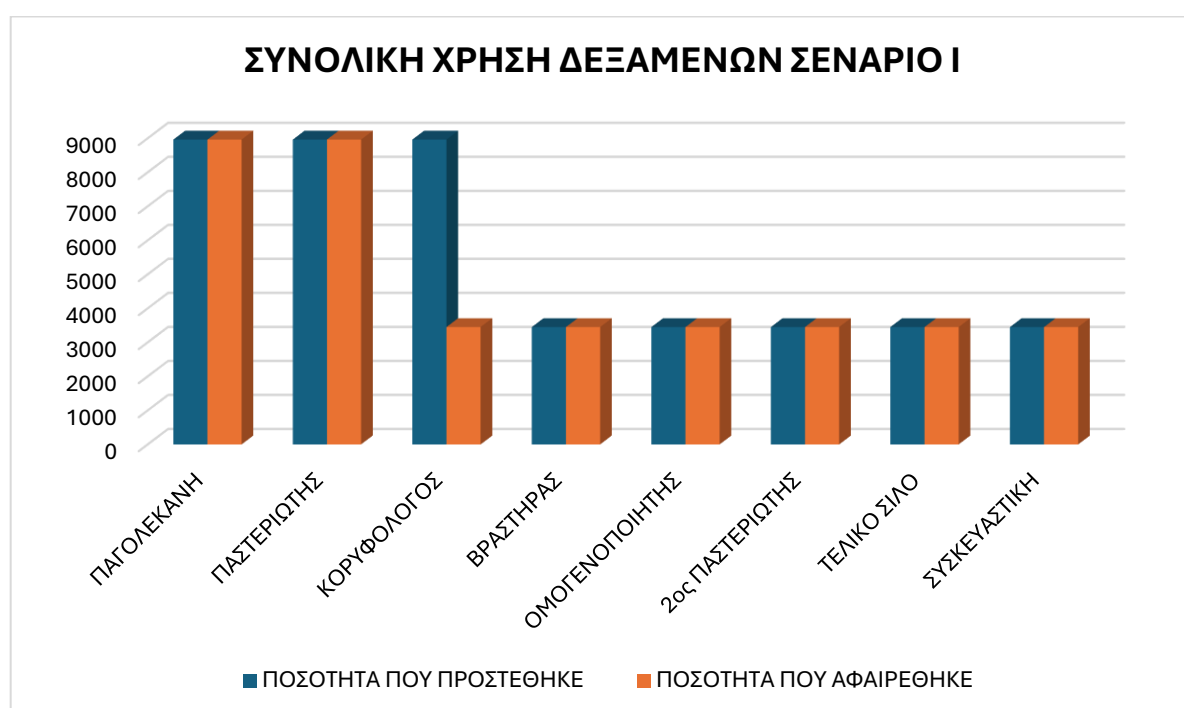
Το δεύτερο σενάριο αφορά την αύξηση της ζήτησης κατά 15% οπότε αυξάνεται τόσο το εισερχόμενο γάλα στη γαλακτοβιομηχανία, όσο και το γάλα που προορίζεται για γιαούρτι. Αυτό σημαίνει ότι το εισερχόμενο γάλα ακολουθεί την ομοιόμορφη κατανομή $U(8625, 9775)$ L και η ποσότητα γάλακτος που προορίζεται για γιαούρτι ανέρχεται στα 3450 L. Παράλληλα με την αύξηση της ζήτησης, πραγματοποιείται και αλλαγή του ημερήσιου χρόνου λειτουργίας της γαλακτοβιομηχανίας από 6 ώρες σε 8 ώρες. Οι αλλαγές αυτές αποτυπώνονται ξεχωριστά η κάθε μία στο μοντέλο προσομοίωσης. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την προσομοίωση των δύο υποθετικών σεναρίων, συγκεντρώνονται παρακάτω σε πίνακες και γραφήματα.

6.2 Σενάριο I – Αύξηση Ζήτησης Κατά 15% και Αντικατάσταση Παστεριωτή, Κορυφολόγου και Συσκευαστικής Μηχανής

Στο συγκεκριμένο σενάριο εξετάζεται από την εταιρεία μία πιθανή αύξηση της ζήτησης και η αγορά ενός παστεριωτή, ενός κορυφολόγου και μίας καινούριας συσκευαστικής μηχανής, με διπλάσια ονομαστική ταχύτητα σε σχέση με τα ήδη υπάρχοντα μηχανήματα. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται παρακάτω.

Πίνακας 6. 1: Συνολική χρήση των δεξαμενών στο σενάριο I

ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΕΘΗΚΕ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΑΦΑΙΡΕΘΗΚΕ
ΠΑΓΟΛΕΚΑΝΗ	8961	8961
ΠΑΣΤΕΡΙΩΤΗΣ	8961	8961
ΚΟΡΥΦΟΛΟΓΟΣ	8961	3450
ΒΡΑΣΤΗΡΑΣ	3450	3450
ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΤΗΣ	3450	3450
2 ^{ος} ΠΑΣΤΕΡΙΩΤΗΣ	3450	3450
ΤΕΛΙΚΟ ΣΙΛΟ	3450	3450
ΣΥΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ	3450	3450



Γράφημα 6.1: Παρουσίαση συνολικής χρήσης δεξαμενών σενάριο I

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η ροή του γάλακτος είναι ομαλή χωρίς σημαντικές απώλειες και αυτό φαίνεται τόσο από την ποσότητα του γάλακτος που εισέρχεται όσο και από την ποσότητα του γάλακτος που εξέρχεται από τις δεξαμενές. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως στον κορυφολόγο παραμένουν 5511 λίτρα γάλακτος, καθώς στην γραμμή παραγωγής γιαουρτιού συνεχίζουν μόνο τα 3450 λίτρα και τα υπόλοιπα αποθηκεύονται για άλλες χρήσεις.

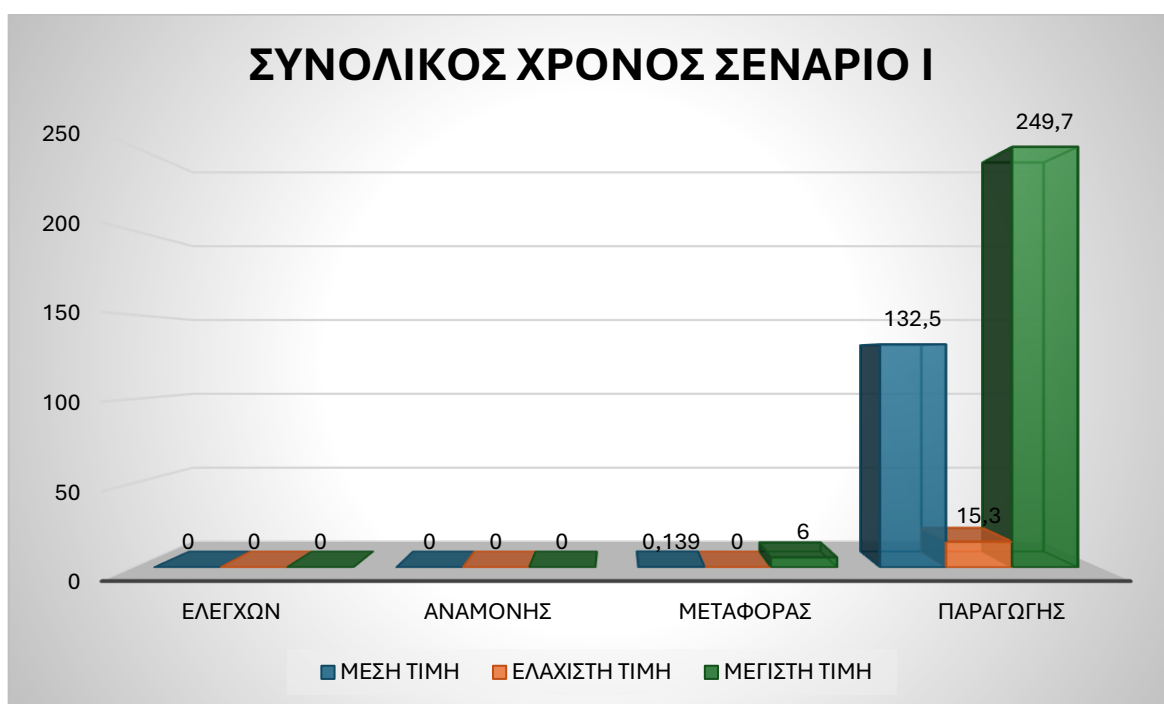
Οι πίνακες που ακολουθούν αποτυπώνουν τους συνολικούς χρόνους σε κάθε στάδιο επεξεργασίας του γάλακτος, αλλά και τους συνολικούς χρόνους αναμονής, ελέγχων, μεταφοράς και παραγωγής.

Πίνακας 6. 2: Συνολικός χρόνος ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής στο σενάριο I

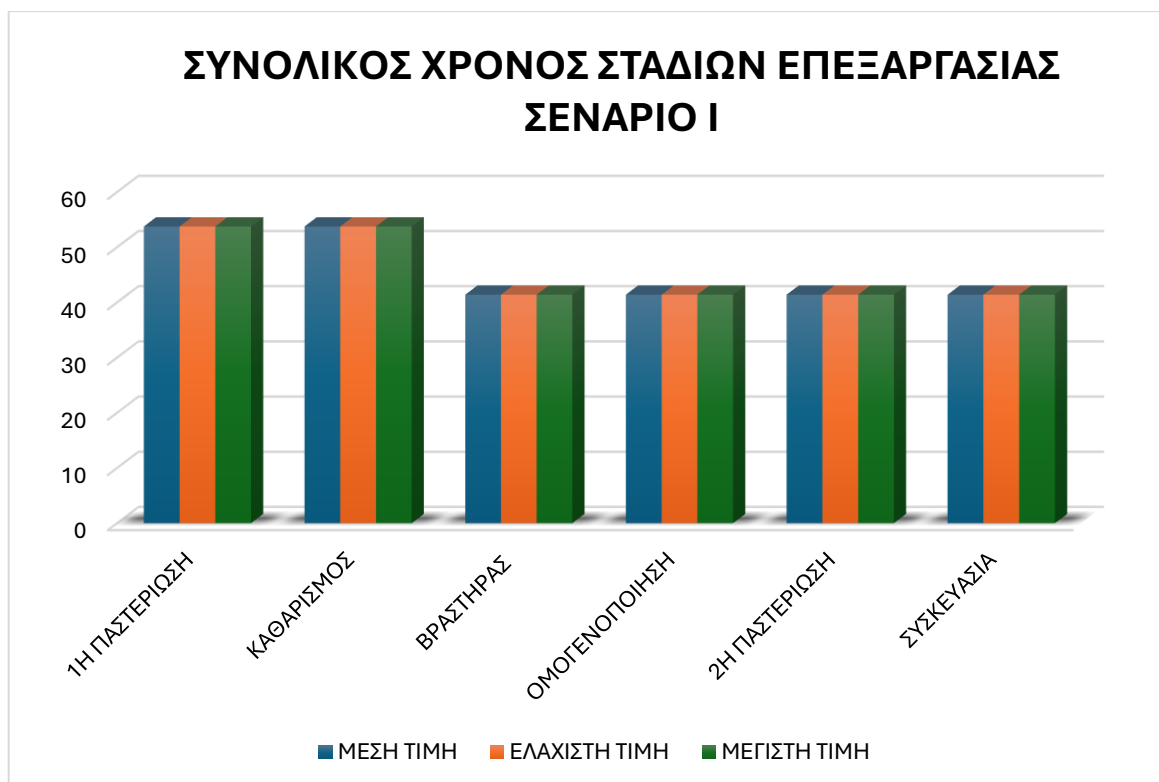
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
ΕΛΕΓΧΩΝ	0	0	0
ΑΝΑΜΟΝΗΣ	0	0	0
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	0,139	0	6
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	132,5	15,3	249,7

Πίνακας 6. 3: Συνολικός χρόνος σε κάθε στάδιο επεξεργασίας στο σενάριο I

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
1 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	53,76	53,76	53,76
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	53,76	53,76	53,76
ΒΡΑΣΤΗΡΑΣ	41,4	41,4	41,4
ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ	41,4	41,4	41,4
2 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	41,4	41,4	41,4
ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	41,4	41,4	41,4



Γράφημα 6.2: Παρουσίαση συνολικού χρόνου ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής Σενάριο I



Γράφημα 6.3: Παρουσίαση συνολικού χρόνου σε κάθε στάδιο επεξεργασίας Σενάριο Ι

Σύμφωνα με τα παραπάνω γραφήματα και τις τιμές στους πίνακες, οι συνολικοί χρόνοι ελέγχου, αναμονής και μεταφοράς είναι μηδαμινοί εκτός από τον συνολικό χρόνο παραγωγής, ο οποίος έχει μέση τιμή 132,5 λεπτά και παρουσιάζει μείωση σε σχέση με το χρόνο στην υπάρχουσα παραγωγή. Όσον αφορά τους υπόλοιπους χρόνους, παρατηρείται μεγαλύτερος χρόνος κατά την πρώτη παστερίωση και τον καθαρισμό αλλά έχει μειωθεί σε σχέση με την υπάρχουσα παραγωγική διαδικασία από 93,51 λεπτά σε 53,76 λεπτά. Στη συνέχεια ακολουθούν στις ίδιες τιμές ο χρόνος στον βραστήρα, ο χρόνος στην ομογενοποίηση, ο χρόνος στη δεύτερη παστερίωση και ο χρόνος κατά τη συσκευασία (41,4 λεπτά). Αξίζει να σημειωθεί, πως ο συνολικός χρόνος για τη συσκευασία έχει μειωθεί από 72 λεπτά (υπάρχουσα παραγωγή) σε 41,4 λεπτά, ενώ ο χρόνος στον βραστήρα, στον ομογενοποιητή και στον δεύτερο παστεριωτή έχουν αυξηθεί από 36 λεπτά (υπάρχουσα παραγωγή) σε 41,4 λεπτά λόγω της αυξημένης ροής γάλακτος.

Πίνακας 6. 4: Χρόνοι αναμονής στα στάδια επεξεργασίας στο σενάριο Ι

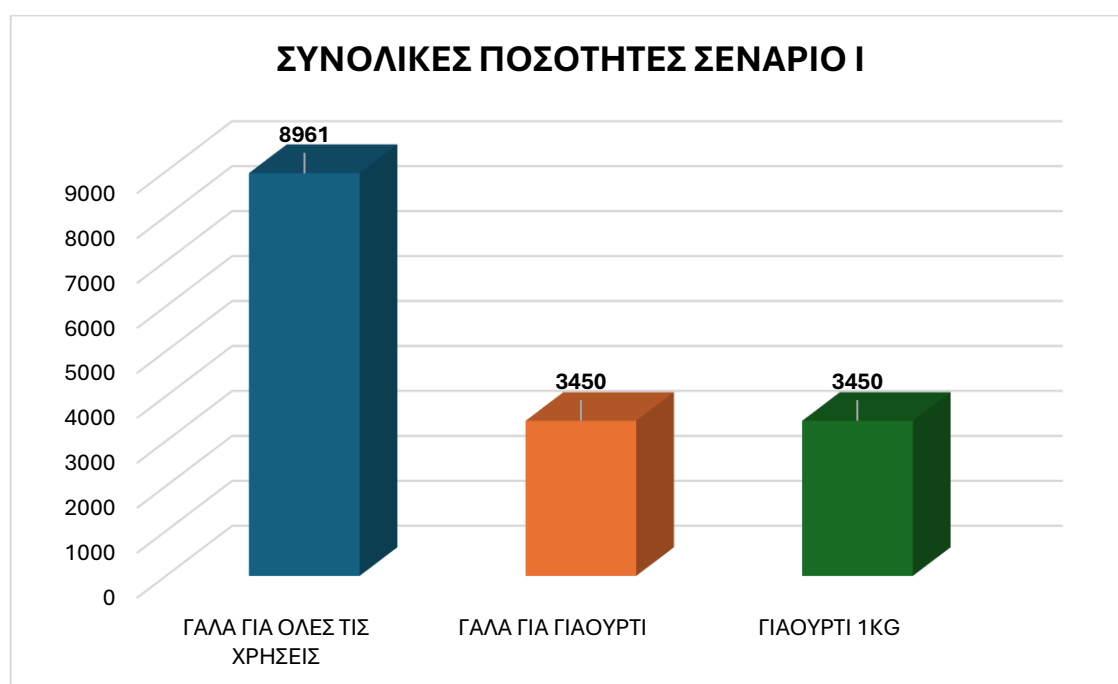
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
ΠΡΙΝ ΤΗΝ 1 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΗ 2 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	0	0	0

Οι χρόνοι αναμονής πριν από κάθε στάδιο επεξεργασίας παραμένουν μηδενικοί, συνεπώς δεν παρατηρούνται ουρές αναμονής και καμία συμφόρηση στην παραγωγική διαδικασία.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ποσότητες του γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και αφορούσαν όλες τις χρήσεις, οι ποσότητες του γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και αφορούσαν μόνο τη γραμμή παραγωγής γιαουρτιού καθώς και οι ποσότητες του γιαουρτιού που παράχθηκαν σε κεσεδάκια του 1 kg.

Πίνακας 6. 5: Ποσότητα γάλακτος που εισήλθε στο σύστημα και ποσότητα γιαουρτιού που παράχθηκε στο σενάριο Ι

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	
ΓΑΛΑ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	8961
ΓΑΛΑ ΓΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	3450
ΓΙΑΟΥΡΤΙ 1KG	3450



Γράφημα 6.4: Παρουσίαση ποσοτήτων γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και ποσοτήτων γιαουρτιού που παράχθηκαν Σενάριο Ι

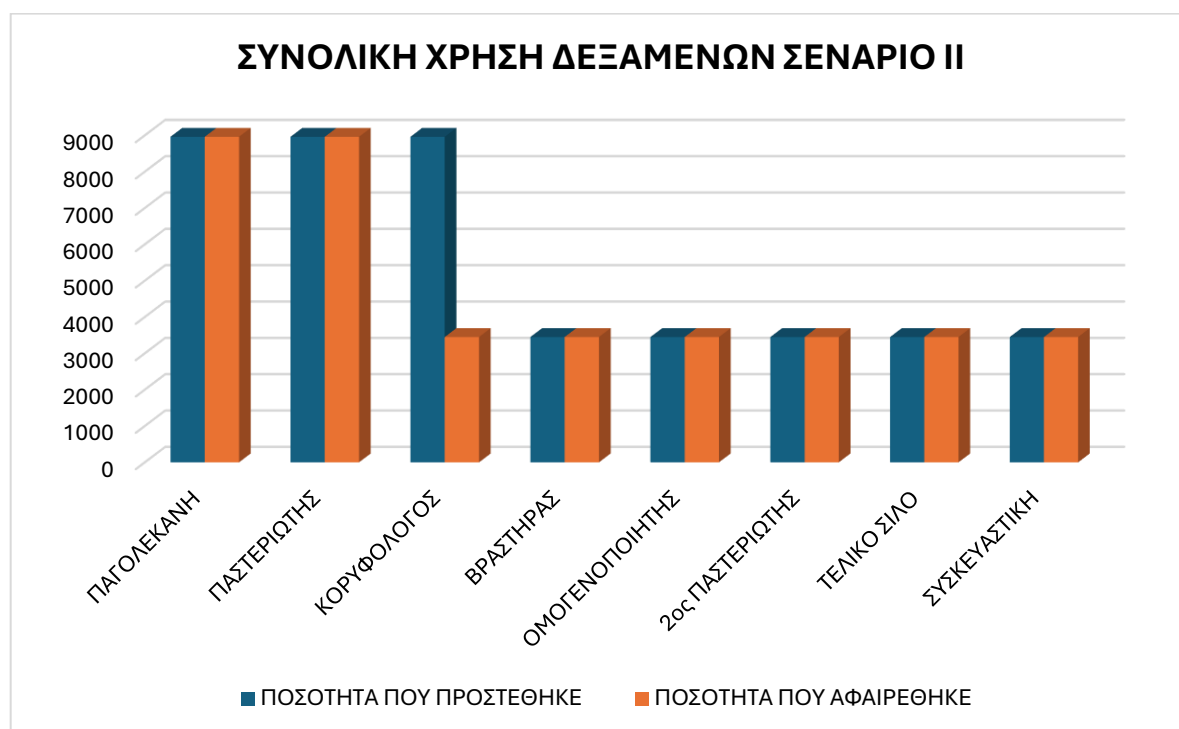
Σε αυτή την περίπτωση, αυτό που παρατηρείται στις τιμές των ποσοτήτων είναι η αύξησή τους σε σχέση με την υπάρχουσα παραγωγική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα η ποσότητα γάλακτος για όλες τις χρήσεις αυξήθηκε από 7792,5 λίτρα σε 8961 λίτρα, η ποσότητα γάλακτος για γιαούρτι αυξήθηκε από 3000 λίτρα σε 3450 λίτρα και η ποσότητα του γιαουρτιού που παράγεται αυξήθηκε από 3000 κιλά σε 3450 κιλά.

6.3 Σενάριο II – Αύξηση Ζήτησης Κατά 15% και Αλλαγή Ημερήσιου Χρόνου Λειτουργίας από 6 Ώρες σε 8 Ώρες

Στο σενάριο αυτό εξετάζεται η αύξηση της ζήτησης κατά 15% και η επέκταση του ωραρίου από σε 6 ώρες 8 ώρες. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του υποθετικού αυτού σεναρίου, αναλύονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 6. 6: Συνολική χρήση δεξαμενών σενάριο II

ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΕΘΗΚΕ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΑΦΑΙΡΕΘΗΚΕ
ΠΑΓΟΛΕΚΑΝΗ	8961	8961
ΠΑΣΤΕΡΙΩΤΗΣ	8961	8961
ΚΟΡΥΦΟΛΟΓΟΣ	8961	3450
ΒΡΑΣΤΗΡΑΣ	3450	3450
ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΤΗΣ	3450	3450
2 ^{ος} ΠΑΣΤΕΡΙΩΤΗΣ	3450	3450
ΤΕΛΙΚΟ ΣΙΛΟ	3450	3450
ΣΥΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ	3450	3450



Γράφημα 6.5: Παρουσίαση συνολικής χρήσης δεξαμενών Σενάριο II

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η ροή του γάλακτος είναι ομαλή χωρίς σημαντικές απώλειες και αυτό φαίνεται τόσο από την ποσότητα του γάλακτος που εισέρχεται όσο και από την ποσότητα του γάλακτος που εξέρχεται από τις δεξαμενές. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως στον κορυφολόγο παραμένουν 5511 λίτρα γάλακτος, καθώς στην γραμμή παραγωγής γιαουρτιού συνεχίζουν μόνο τα 3450 λίτρα και τα υπόλοιπα αποθηκεύονται για άλλες χρήσεις.

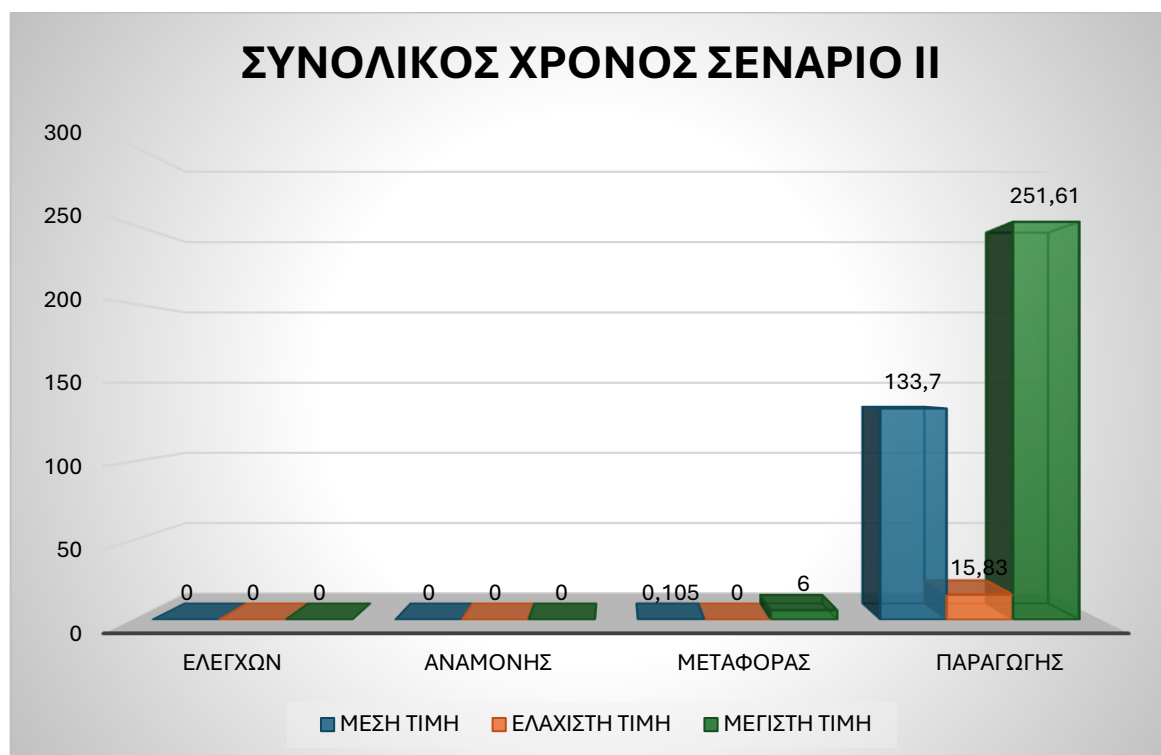
Οι πίνακες που ακολουθούν αποτυπώνουν τους συνολικούς χρόνους σε κάθε στάδιο επεξεργασίας του γάλακτος, αλλά και τους συνολικούς χρόνους αναμονής, ελέγχων, μεταφοράς και παραγωγής.

Πίνακας 6. 7: Συνολικός χρόνος ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής στο σενάριο II

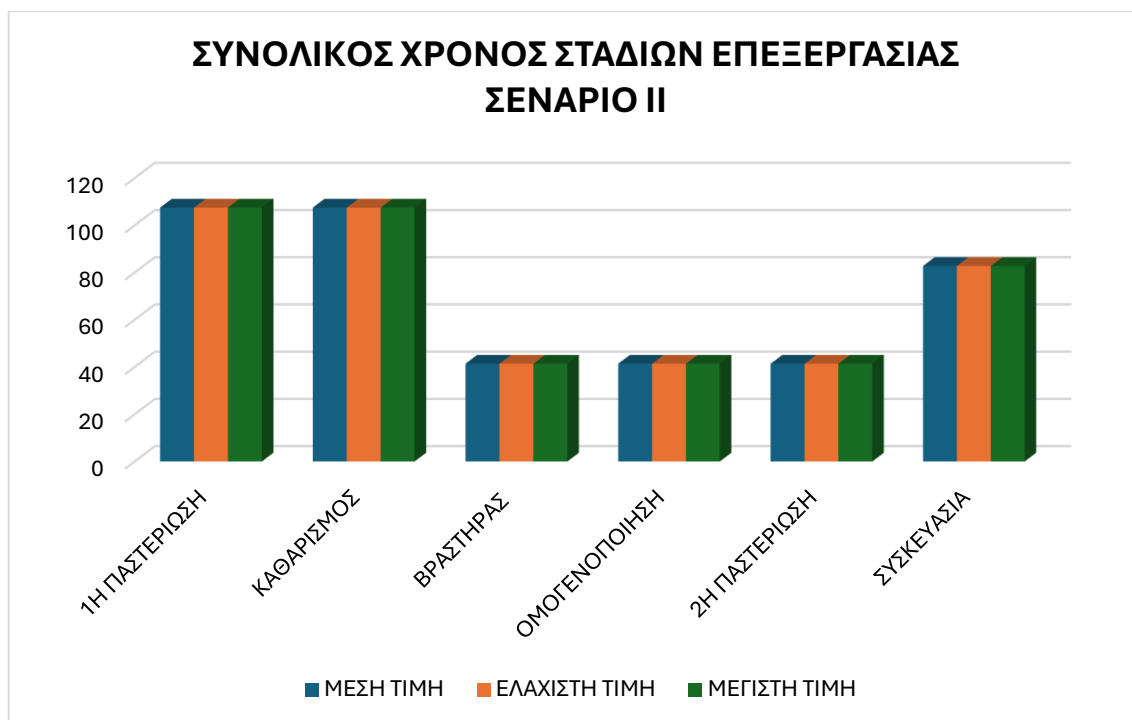
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
ΕΛΕΓΧΩΝ	0	0	0
ΑΝΑΜΟΝΗΣ	0	0	0
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	0,105	0	6
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	133,7	15,83	251,61

Πίνακας 6. 8: Συνολικός χρόνος σε κάθε στάδιο επεξεργασίας στο σενάριο II

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
1 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	107,5	107,5	107,5
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	107,5	107,5	107,5
ΒΡΑΣΤΗΡΑΣ	41,4	41,4	41,4
ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ	41,4	41,4	41,4
2 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	41,4	41,4	41,4
ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	82,8	82,8	82,8



Γράφημα 6.6: Παρουσίαση συνολικού χρόνου ελέγχων-αναμονής-μεταφοράς-παραγωγής Σενάριο II



Γράφημα 6.7: Παρουσίαση συνολικού χρόνου σε κάθε στάδιο επεξεργασίας Σενάριο II

Σύμφωνα με τα παραπάνω γραφήματα και τις τιμές στους πίνακες, οι συνολικοί χρόνοι ελέγχου, αναμονής και μεταφοράς είναι μηδαμινοί εκτός από τον συνολικό χρόνο παραγωγής, ο οποίος έχει μέση τιμή 133,7 λεπτά και παρουσιάζει διακύμανση από 15,83 λεπτά έως 251,61 λεπτά. Σε αυτή την περίπτωση, με την αύξηση της ζήτησης και του ημερήσιου χρόνου παραγωγής, μειώνεται ο συνολικός χρόνος παραγωγής από 136,6 λεπτά σε 133,7 λεπτά. Όσον αφορά τους υπόλοιπους χρόνους, παρατηρείται μεγαλύτερος χρόνος κατά την πρώτη παστερίωση και τον καθαρισμό και στη συνέχεια ακολουθεί ο χρόνος της συσκευασίας. Επίσης, με την εφαρμογή του σεναρίου II, οι χρόνοι σε κάθε στάδιο επεξεργασίας αυξάνονται καθώς τα μηχανήματα πλέον επεξεργάζονται περισσότερη ποσότητα γάλακτος.

Πίνακας 6. 9: Χρόνοι αναμονής στα στάδια επεξεργασίας στο σενάριο II

ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ
ΠΡΙΝ ΤΗΝ 1 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΗ 2 ^Η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	0	0	0
ΠΡΙΝ ΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	0	0	0

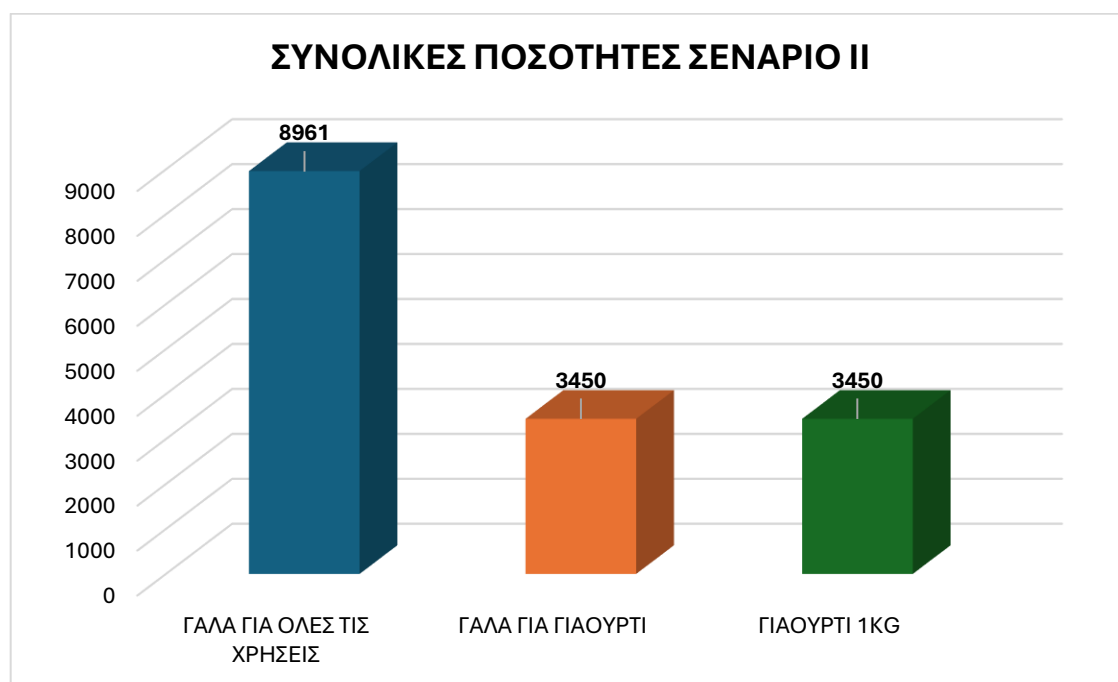
Οι χρόνοι αναμονής πριν από κάθε στάδιο επεξεργασίας παραμένουν μηδενικοί, συνεπώς δεν παρατηρούνται ουρές αναμονής και καμία συμφόρηση στην παραγωγική διαδικασία.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ποσότητες του γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και αφορούσαν όλες τις χρήσεις, οι ποσότητες του γάλακτος που

εισήλθαν στο σύστημα και αφορούσαν μόνο τη γραμμή παραγωγής γιαουρτιού καθώς και οι ποσότητες του γιαουρτιού που παράχθηκαν σε κεσεδάκια του 1 kg.

Πίνακας 6. 10: Ποσότητα γάλακτος που εισήλθε στο σύστημα και ποσότητα γιαουρτιού που παράχθηκε στο σενάριο II

	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
ΓΑΛΑ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	8961
ΓΑΛΑ ΓΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	3450
ΓΙΑΟΥΡΤΙ 1KG	3450



Γράφημα 6.8: Παρουσίαση ποσοτήτων γάλακτος που εισήλθαν στο σύστημα και ποσοτήτων γιαουρτιού που παράχθηκαν Σενάριο II

Σε αυτή την περίπτωση, αυτό που παρατηρείται στις τιμές των ποσοτήτων είναι η αύξησή τους σε σχέση με την υπάρχουσα παραγωγική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα η ποσότητα γάλακτος για όλες τις χρήσεις αυξήθηκε από 7792,5 λίτρα σε 8961 λίτρα, η ποσότητα γάλακτος για γιαούρτι αυξήθηκε από 3000 λίτρα σε 3450 λίτρα και η ποσότητα του γιαουρτιού που παράγεται αυξήθηκε από 3000 κιλά σε 3450 κιλά.

Κεφάλαιο 7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

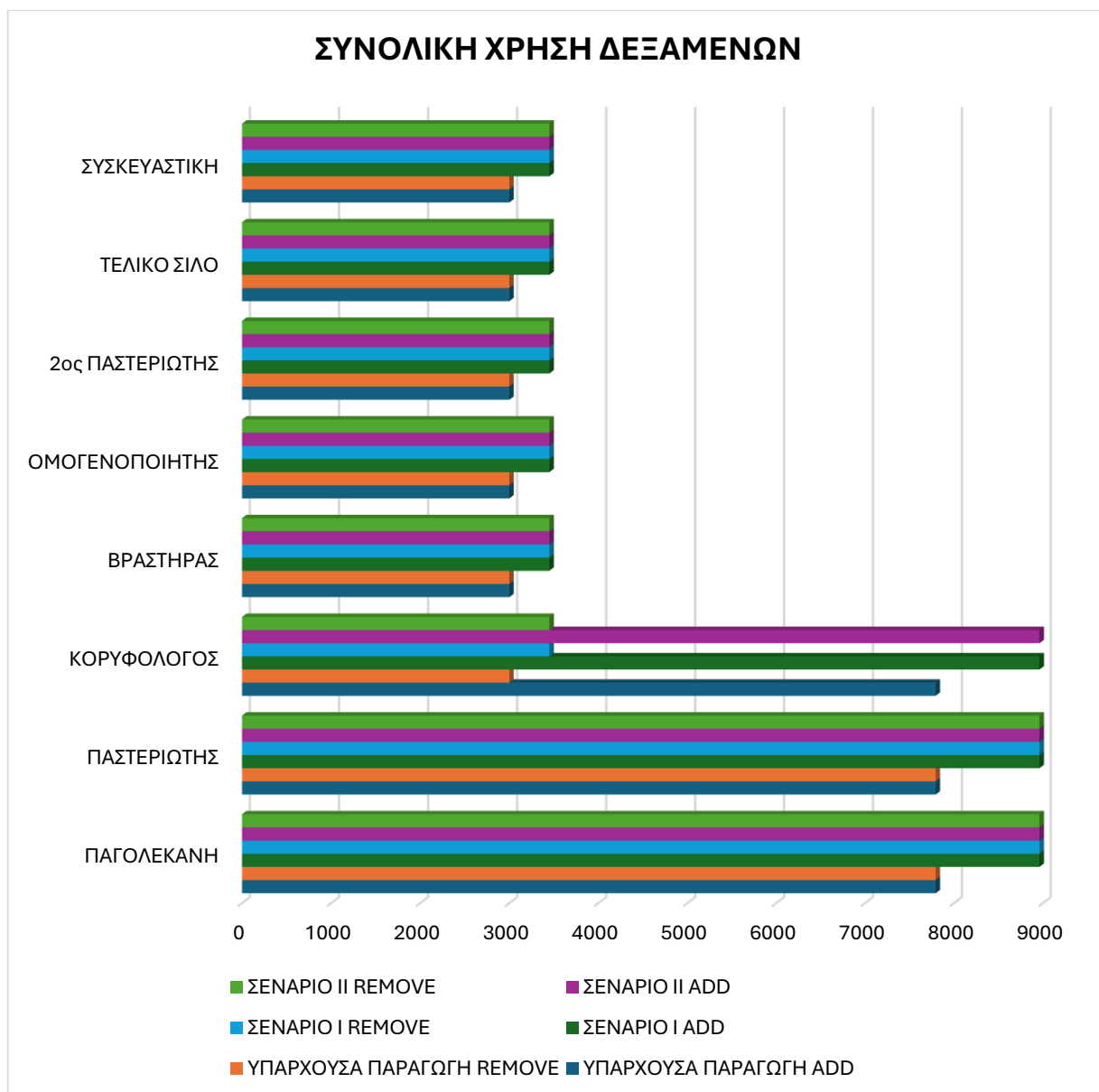
7.1 Σύγκριση Αποτελεσμάτων

Μετά από τη μελέτη στο Κεφάλαιο 6 των δύο υποθετικών σεναρίων στην παραγωγική διαδικασία γιαουρτιού, κρίνεται σκόπιμο σε αυτό το σημείο να υπάρξει σύγκριση μεταξύ της υπάρχουσας παραγωγικής διαδικασίας και των δύο σεναρίων, σχετικά με τους χρόνους και τις ποσότητες παραγωγής. Η σύγκριση αφορά κυρίως τα σημεία στα οποία εντοπίστηκαν εμφανείς διαφορές. Η παρουσίαση των συγκρίσεων γίνεται μέσα από τη χρήση πινάκων και γραφημάτων όπως φαίνεται και στη συνέχεια.

Αρχικά, η πρώτη σύγκριση αφορά την ποσότητα γάλακτος που εισήλθε και στη συνέχεια αφαιρέθηκε από την κάθε δεξαμενή – μηχανήμα. Στον πίνακα που ακολουθεί, καταγράφονται οι τιμές σε κάθε δεξαμενή στην υπάρχουσα παραγωγική διαδικασία, στο πρώτο σενάριο και στο δεύτερο σενάριο.

Πίνακας 7. 1: Σύγκριση συνολικής χρήσης δεξαμενών

	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ		ΣΕΝΑΡΙΟ I		ΣΕΝΑΡΙΟ II	
	ADD	REMOVE	ADD	REMOVE	ADD	REMOVE
ΠΑΓΟΛΕΚΑΝΗ	7792,5	7792,5	8961	8961	8961	8961
ΠΑΣΤΕΡΙΩΤΗΣ	7792,5	7792,5	8961	8961	8961	8961
ΚΟΡΥΦΟΛΟΓΟΣ	7792,5	3000	8961	3450	8961	3450
ΒΡΑΣΤΗΡΑΣ	3000	3000	3450	3450	3450	3450
ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΤΗΣ	3000	3000	3450	3450	3450	3450
2 ^{ος} ΠΑΣΤΕΡΙΩΤΗΣ	3000	3000	3450	3450	3450	3450
ΤΕΛΙΚΟ ΣΙΛΟ	3000	3000	3450	3450	3450	3450
ΣΥΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ	3000	3000	3450	3450	3450	3450



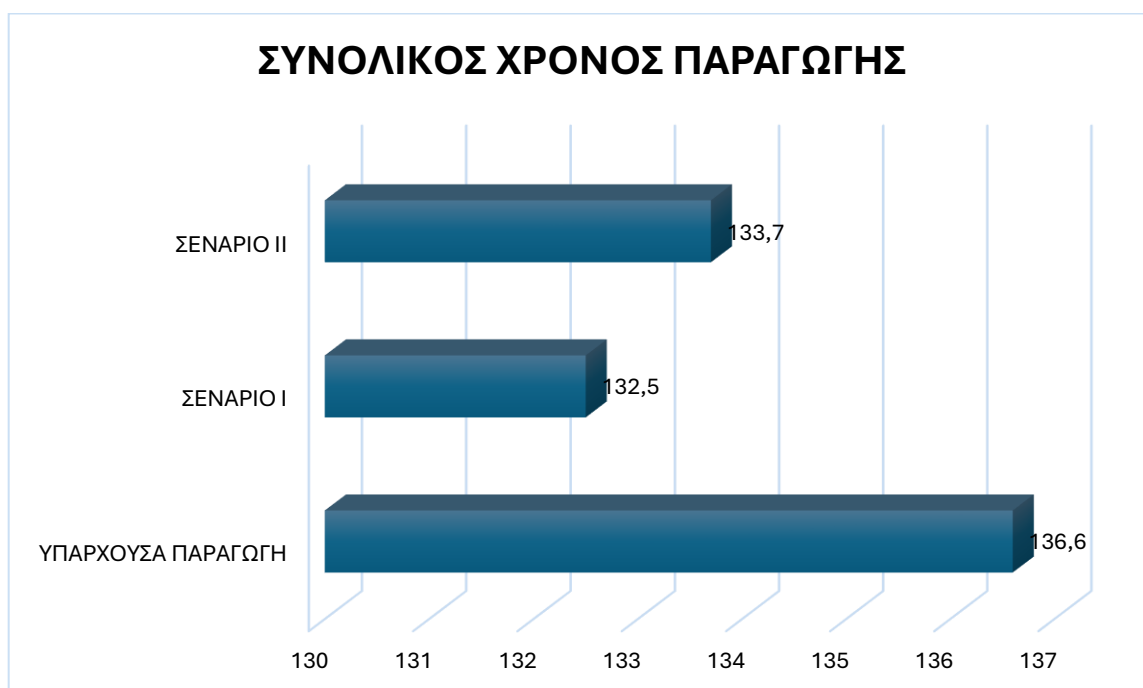
Γράφημα 7.1: Παρουσίαση και σύγκριση συνολικής χρήσης δεξαμενών

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία, παρατηρείται ότι η ποσότητα γάλακτος που εισέρχεται και εξέρχεται από τις δεξαμενές αυξάνεται στα σενάρια I και II. Όμως, σε όλες τις περιπτώσεις, η ποσότητα που προστίθεται σε ένα μηχάνημα είναι η ίδια με αυτήν που αφαιρείται εκτός από τον κορυφολόγο. Αυτό συμβαίνει διότι μετά τον κορυφολόγο συνεχίζει μόνο η ποσότητα γάλακτος που πρόκειται να μετατραπεί σε γιαούρτι.

Στη συνέχεια συγκρίνεται ο συνολικός χρόνος παραγωγής της υπάρχουσας παραγωγικής διαδικασίας, του σεναρίου I και του σεναρίου II.

Πίνακας 7. 2: Σύγκριση συνολικού χρόνου παραγωγής

	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΣΕΝΑΡΙΟ Ι	ΣΕΝΑΡΙΟ ΙΙ
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	136,6	132,5	133,7



Γράφημα 7.2: Παρουσίαση και σύγκριση συνολικού χρόνου παραγωγής

Σε αυτό το σημείο, ο μικρότερος χρόνος παραγωγής παρατηρείται στο σενάριο Ι και ο μεγαλύτερος χρόνος παραγωγής παρατηρείται στην υπάρχουσα παραγωγή. Ωστόσο και στο σενάριο ΙΙ παρατηρείται μείωση του συνολικού χρόνου παραγωγής σε σχέση με την υπάρχουσα παραγωγή.

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι χρόνοι σε κάθε στάδιο επεξεργασίας τόσο στην υπάρχουσα παραγωγική διαδικασία όσο και στα σενάρια Ι και ΙΙ.

Πίνακας 7. 3: Σύγκριση χρόνων στα στάδια επεξεργασίας

	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΣΕΝΑΡΙΟ Ι	ΣΕΝΑΡΙΟ ΙΙ
1^η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	93,51	53,76	107,5
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	93,51	53,76	107,5
ΒΡΑΣΤΗΡΑΣ	36	41,4	41,4
ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ	36	41,4	41,4
2^η ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	36	41,4	41,4
ΣΥΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ	72	41,4	82,8

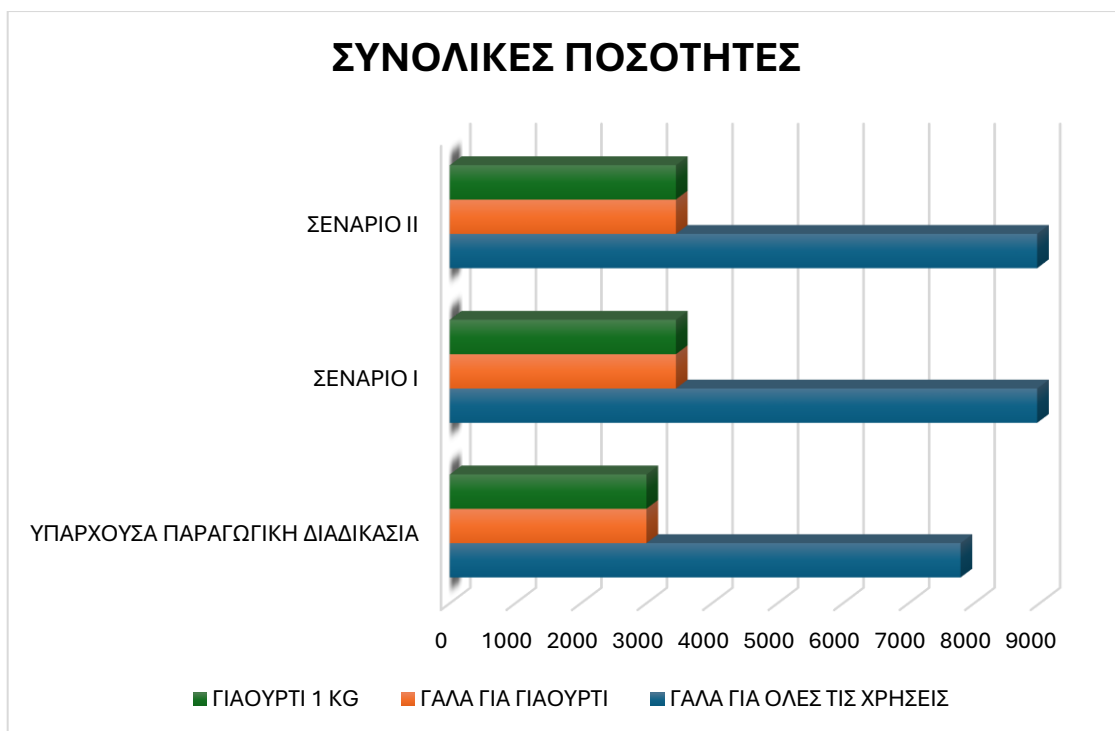


Γράφημα 7.3: Παρουσίαση και σύγκριση συνολικού χρόνου σε κάθε στάδιο επεξεργασίας

Μέσα από την παραπάνω σύγκριση, παρατηρείται ότι στην πρώτη παστερίωση και στον καθαρισμό ο χρόνος είναι μεγαλύτερος στο σενάριο II και μικρότερος στο σενάριο I. Όταν το γάλα βρίσκεται στον βραστήρα, στον ομογενοποιητή και στον δεύτερο παστεριωτή, παρατηρείται μεγαλύτερος και ίδιος χρόνος στα σενάρια I και II, σε σχέση με την υπάρχουσα παραγωγή. Τέλος, στη συσκευαστική μηχανή, ο μικρότερος χρόνος παρατηρείται στο σενάριο I και ο μεγαλύτερος χρόνος στο σενάριο II. Στον επόμενο και τελευταίο πίνακα παρουσιάζονται οι μεταβολές που υπήρξαν στις τιμές των ποσοτήτων του γάλακτος και του γιαουρτιού που παράγεται.

Πίνακας 7. 4: Σύγκριση ποσοτήτων γάλακτος και γιαουρτιού

	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΣΕΝΑΡΙΟ I	ΣΕΝΑΡΙΟ II
ΓΑΛΑ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	7792,5	8961	8961
ΓΑΛΑ ΓΙΑ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	3000	3450	3450
ΓΙΑΟΥΡΤΙ 1 KG	3000	3450	3450



Γράφημα 7.4: Παρουσίαση και σύγκριση συνολικών ποσοτήτων γάλακτος και γιαουρτιού

Αυτό που παρατηρείται είναι ότι το γάλα για όλες τις χρήσεις, το γάλα που προορίζεται για το γιαούρτι και η ποσότητα του γιαουρτιού που παράγεται αυξάνονται με την εφαρμογή του σεναρίου I και του σεναρίου II κατά 15%, όπως ακριβώς και η ζήτηση.

7.2 Συμπεράσματα

Από τη σύγκριση των παραπάνω αποτελεσμάτων, τα οποία προέκυψαν από την προσομοίωση της υπάρχουσας γραμμής παραγωγής και δύο υποθετικών σεναρίων, προέκυψαν βασικά συμπεράσματα σχετικά με τη λειτουργία της παραγωγής της «Φάρμα Ηλείας» και τη βελτιστοποίηση της απόδοσής της. Σχετικά με την τρέχουσα παραγωγή, φαίνεται πως λειτουργεί ικανοποιητικά και κοντά στο μέγιστο δυναμικό της, καθώς δεν υπάρχουν χρόνοι αναμονής και καθυστερήσεις, η ροή του γάλακτος είναι απρόσκοπτη και παράγεται η απαιτούμενη ποσότητα γιαουρτιού. Ωστόσο η παραγωγή μπορεί να βελτιωθεί και να επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα.

Με την εφαρμογή του σεναρίου I με την αύξηση της ζήτησης και την αντικατάσταση του παστεριωτή, του κορυφολόγου και της συσκευαστικής μηχανής με καινούρια μηχανήματα με την διπλάσια ταχύτητα, μειώνεται ο συνολικός χρόνος παραγωγής χωρίς να απαιτείται επιπλέον εργατικό δυναμικό, μειώνεται ο χρόνος επεξεργασίας στον παστεριωτή, στον κορυφολόγο και στη συσκευαστική μηχανή και αυξάνεται η ποσότητα του παραγόμενου γιαουρτιού. Έτσι φαίνεται πως το σενάριο αυτό είναι αποδοτικό και βελτιώνει βασικά σημεία της παραγωγής.

Από την άλλη, το δεύτερο σενάριο με την αύξηση της ζήτησης και την αλλαγή του ημερήσιου χρόνου παραγωγής, μειώνει τον συνολικό χρόνο παραγωγής και αυξάνει την παραγόμενη ποσότητα γιαουρτιού. Ωστόσο, με την αύξηση του ημερήσιου χρόνου παραγωγής αυξάνονται όλοι οι χρόνοι επεξεργασίας σε κάθε στάδιο επεξεργασίας

καθώς πλέον τα μηχανήματα πρέπει να επεξεργαστούν μεγαλύτερη ποσότητα γάλακτος με την ίδια ονομαστική ταχύτητα. Το σενάριο αυτό, βελτιώνει κάποια σημεία στην παραγωγή, αλλά δεν επιφέρει το καλύτερο αποτέλεσμα.

Συνεπώς, από τα δύο παραπάνω σενάρια, είναι προτιμότερο και αποδοτικότερο το σενάριο Ι με την αύξηση της ζήτησης και την αντικατάσταση του παστεριωτή, του κορυφολόγου και της συσκευαστικής μηχανής, γιατί έχει περισσότερα οφέλη για την παραγωγική διαδικασία του γιαουρτιού. Όμως, και στα δύο σενάρια, παρόλο που ο χρόνος παραγωγής μειώνεται σε σχέση με την υπάρχουσα παραγωγική διαδικασία, η διαφορά στον χρόνο δε δύναται να αξιοποιηθεί περαιτέρω. Για παράδειγμα, αν η γραμμή παραγωγής χρησιμοποιούνταν και για κάποιο άλλο προϊόν, τότε η διαφορά χρόνου θα μπορούσε να αξιοποιηθεί στην παραγωγή του άλλου προϊόντος.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί και η συμβολή του προγράμματος Arena στην προσπάθεια βελτιστοποίησης μέσω προσομοίωσης της παραγωγικής διαδικασίας. Το Arena αποδείχθηκε ένα χρήσιμο εργαλείο καθώς κατάφερε να προσομοιώσει την παραγωγική διαδικασία με ακρίβεια και να αναλυθούν στη συνέχεια τα αντίστοιχα αποτελέσματα. Επέτρεψε την προσομοίωση δύο υποθετικών σεναρίων και την αξιολόγησή τους, παρέχοντας έτσι σημαντικές πληροφορίες στη γαλακτοβιομηχανία σχετικά με τα σημεία της παραγωγής που χρήζουν βελτίωσης. Ουσιαστικά βοήθησε στη λήψη αποφάσεων στην παραγωγική διαδικασία, που σε άλλη περίπτωση θα απαιτούσε δαπανηρές δοκιμές στην πραγματική παραγωγή. Στη συγκεκριμένη περίπτωση που μελετάται, η λήψη αποφάσεων θα μπορούσε να αφορά την αγορά ή όχι καινούριων μηχανημάτων. Συμπερασματικά προσφέρει μία προγνωστική προσέγγιση για τη βελτίωση των παραγωγικών διαδικασιών και την προσαρμογή τους στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της βιομηχανίας.

7.3 Επεκτάσεις Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία, με βάση τη μελέτη που έχει προηγηθεί, μπορεί να επεκταθεί με τη χρήση περισσότερων στοιχείων, με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Μελέτη επιπλέον διαφορετικών σεναρίων με αλλαγές στον υπάρχων εξοπλισμό όπως η ολική αντικατάστασή του ή η προσθήκη καινούριων μηχανημάτων,
- Μελέτη σχετικά με την αύξηση της εισροής του γάλακτος ή την παραγωγή καινούριων προϊόντων γάλακτος ή ακόμη και τη δημιουργία καινούριων συσκευασιών,
- Μελέτη και ανάλυση της εφοδιαστικής αλυσίδας της εταιρείας με την προσθήκη της αποθήκευσης, της διανομής και της μεταφοράς προϊόντων στην προσομοίωση,
- Μελέτη σε σχέση με άλλες γαλακτοβιομηχανίες σχετικά με τις βέλτιστες πρακτικές που χρησιμοποιούν, έτσι ώστε να διαπιστωθεί η θέση της εταιρείας στην αγορά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Κεμετζής, Γ. (2008) *Προσομοίωση στη διοίκηση με το λογισμικό Rockwell Arena*, Πτυχιακή Εργασία, Σχολή Θετικών Επιστημών – Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- [2] Τσεκουράς, Γ. (2013) *Περιγραφή λογισμικού Arena και προσομοίωση διαδικασιών σε νοσοκομείο*, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων και Οργανισμών, Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου.
- [3] Χριστοπούλου, Α. (2014) *Μοντελοποίηση και προσομοίωση διαδικασίας παραγγελιών σε σύστημα παραγωγής με χρήση SIMUL8*, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- [4] Κασσιμάτης, Π. (2010) *Μελέτη σεναρίου επέκτασης αεροδρομίου (επιβατικός σταθμός – σημεία ελέγχου επιβατών / χειραποσκευών) με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης επιχειρησιακών διαδικασιών Arena*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- [5] Kelton, W.D., Sadowski, R.P. and Zupick N.B. *Simulation with Arena*, 6th Edition, McGraw Hill Education, New York, 2015.
- [6] Γκίκας, Α. Μ. (2018) *Προσομοίωση συστημάτων παραγωγής με αβεβαιότητα στη ζήτηση και σταθερά κόστη παραγγελιών*, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Στρατιωτικών Επιστημών και Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Στρατιωτική Σχολή Ευελπίδων και Πολυτεχνείο Κρήτης.
- [7] Σημειώσεις μαθήματος: *Προσομοίωση Επιχειρησιακών Συστημάτων*, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2021.
[<https://eclass.aegean.gr/modules/document/index.php?course=211226&openDir=/60340634e1Ms> , ανακτήθηκε 13/01/2025].
- [8] Χαλκιά, Α. (2012) *Βιομηχανικός εξοπλισμός γαλακτοκομικών προϊόντων*, Πτυχιακή Εργασία, Σχολή Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων, Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.
- [9] Γιώτας, Α. (2022) *Η γαλακτοβιομηχανία στην Ελλάδα: σύγκριση αγροτικών συνεταιρισμών και ιδιωτικών επιχειρήσεων*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- [10] Ιστοσελίδα της Wikipedia,
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%91%CE%93%CE%95_%CE%91.%CE%95, ανακτήθηκε 20/12/2024].
- [11] Ιστοσελίδα της ΦΑΓΕ,
[https://gr.fage/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAsaS7BhDPArisAAX5cSC2cWTsH-F5HHi6aFE-6Nd4jBq3feuMFCJHeyq68PHx-H06aIHBMOEaAhHVEALw_wcB, ανακτήθηκε 20/12/2024].
- [12] Ιστοσελίδα της Wikipedia,
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AD%CE%BB%CF%84%CE%B1_%CE%91.%CE%95, ανακτήθηκε, 20/12/2024].

- [13] Ιστοσελίδα της ΔΕΛΤΑ, [<https://www.delta.gr/>, ανακτήθηκε 20/12/2024].
- [14] Ιστοσελίδα της ΜΕΒΓΑΛ, [<https://mevgal.gr/%ce%b7-%ce%b5%cf%84%ce%b1%ce%b9%cf%81%ce%b5%ce%af%ce%b1/%ce%b7-%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%bf%cf%81%ce%af%ce%b1-%ce%bc%ce%b1%cf%82-70-%cf%87%cf%81%cf%8c%ce%bd%ce%b9%ce%b1/>, ανακτήθηκε 20/12/2024].
- [15] Ιστοσελίδα της ΝΟΥΝΟΥ, [<https://www.nounou.gr/90kai-xronia-stin-ellada>, ανακτήθηκε 20/12/2024].
- [16] Ιστοσελίδα της Wikipedia, [<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%92%CE%93%CE%91>, ανακτήθηκε 20/12/2024].
- [17] Ιστοσελίδα του ΟΛΥΜΠΟΣ, [<https://www.olympos.gr/etairia/i-istoria-mas/>, ανακτήθηκε 20/12/2024].
- [18] Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, (1987) [<https://ministryofjustice.gr/wp-content/uploads/2019/10/%CE%9A%CF%8E%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CF%82-%CE%A4%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%AF%CE%BC%CF%89%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%A0%CE%BF%CF%84%CF%8E%CE%BD.pdf> , ανακτήθηκε 23/12/2024].
- [19] Ιστοσελίδα της Wikipedia, [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%81%CE%AD%CE%BC%CE%B1_%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%BF%CF%82, ανακτήθηκε 23/12/2024].
- [20] Γεωργίου, Β. Κεφίρ: Τι είναι και ποια τα οφέλη του, [<https://www.wecare.gr/thecareblog/%CE%BA%CE%B5%CF%86%CE%B9%CF%81-%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B1-%CE%BF%CF%86%CE%B5%CE%BB%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85.htm>, ανακτήθηκε 23/12/2024].
- [21] Ιστοσελίδα της Φάρμα Ηλείας, [<https://farmailias.gr/>, ανακτήθηκε 20/01/25]
- [22] Κουβέλης, Α. (2020) *Παραγωγή συνεκτικού γιαουρτιού με συμβατικές και καινοτόμες μεθόδους και μελέτη της επίδρασής τους στη ζύμωση και στις ιδιότητές του*, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- [23] Γαυγίδη, Γ. (2020) *Εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας διαφόρων ειδών ρυζιού, ζυμαρικών και γιαουρτιού*, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- [24] Μπλέκου, Μ. (2017) *Παραγωγή συνεκτικού, αναμεμιγμένου και στραγγιστού γιαουρτιού και μελέτη των ιδιοτήτων τους*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- [25] ICAP CRIF (2022) *Μελέτη της ICAP CRIF για τον κλάδο των Γαλακτοκομικών Προϊόντων*, Δελτίο Τύπου, Αθήνα
[https://dir.icapcrif.com/mailimages/PublishingServer/PR_ICAP-

CRIF/2022/PR_ICAP-

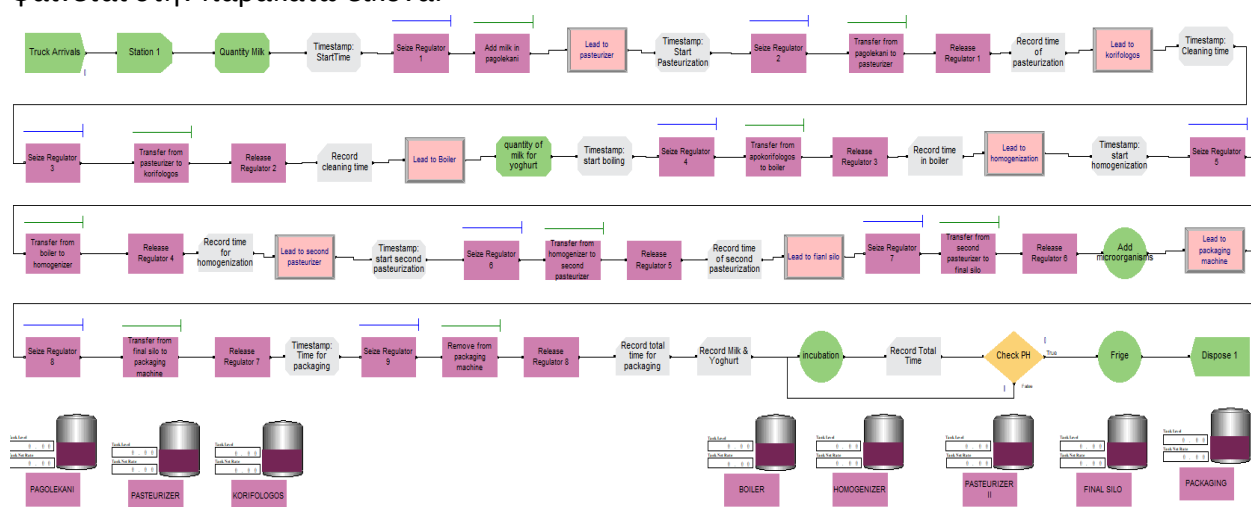
CRIF_%CE%93%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1/PR_ICAP%20CRIF_%CE%93%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%9F%CE%9A%CE%9F%CE%9C%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%99%CE%9F%CE%9D%CE%A4%CE%91.pdf, ανακτήθηκε 25/01/2025].

- [26] Φέκας, Ευ. (2020) *Μια ανάλυση των εξαγωγών του ελληνικού στραγγιστού γιαουρτιού – Μελέτη της περίπτωσης ΚΡΙ ΚΡΙ ΑΒΕΕ*, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- [27] Ιστοσελίδα thessaliaeconomy.gr, (2024) *Τα μερίδια αγοράς στο γιαούρτι*, [<https://www.thessaliaeconomy.gr/blog/galaktoviomixania/ta-meridia-agoras-sto-giaourgiti>, ανακτήθηκε 27/01/2025].
- [28] Δημητρέλλου, Δ. (2017) *Παρασκευή γιαουρτιού με χρήση ακινητοποιημένων γαλακτοβακίλλων*, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου.
- [29] Σκαρπέλος, Λ. (2019) *Μελέτη της επίδρασης εκχυλισμάτων γύρης στη δομή πηγμάτων τύπου γιαουρτιού*, Πτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- [30] Ιστοσελίδα Athan Kouris, [<https://kouris.net.gr/%CE%BA%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%BF%CF%82-%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%BF%CF%82/>], ανακτήθηκε 20/01/2025].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ARENA

Στο συγκεκριμένο παράρτημα, παρουσιάζεται αναλυτικά το μοντέλο προσομοίωσης, όπως ακριβώς αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το Rockwell Arena Simulation και συγκεκριμένα η έκδοση 16.20.00. Στη συνέχεια παρουσιάζονται βήμα-βήμα όλες οι εντολές και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, για την αναπαράσταση της παραγωγικής διαδικασίας του γιαουρτιού όπως αυτή φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



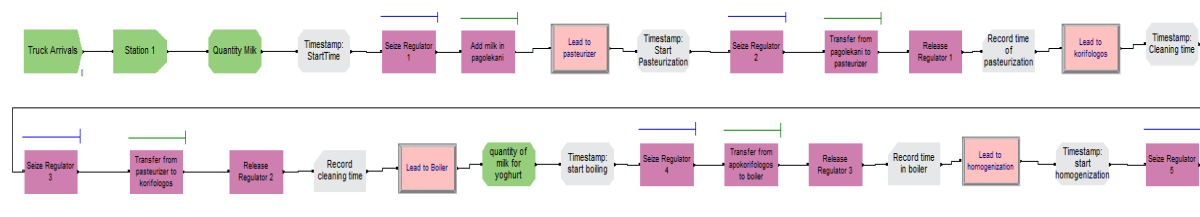
Εικόνα Π.1: Μοντέλο Προσομοίωσης

Αρχικά το μοντέλο δέχεται ως οντότητα το βυτιοφόρο (entity truck), το οποίο φτάνει στη γαλακτοβιομηχανία μεταφέροντας γάλα για να αποθηκευτεί στη συνέχεια στην παγολεκάνη. Παρακάτω αναλύονται όλες οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν και η σημασία της κάθε μίας. Πιο αναλυτικά:

- Χρήση **CREATE MODULE** με όνομα **Truck Arrivals**, έτσι ώστε να γίνει η εισαγωγή του βυτιοφόρου στο σύστημα. Στο πεδίο entity type ορίζεται truck και επειδή το βυτιοφόρο φτάνει στη γαλακτοβιομηχανία μία φορά την ημέρα, ο χρόνος μεταξύ αφίξεων (time between arrivals) ορίζεται σε 24 ώρες ή 1440 λεπτά.
- Χρήση **STATION MODULE** με όνομα **Station 1** για να δηλωθεί η στάθμευση του βυτιοφόρου.
- Χρήση **ASSIGN MODULE** με όνομα **Quantity Milk** έτσι ώστε να δηλωθεί η ποσότητα του γάλακτος που εισέρχεται και αφορά όλες τις χρήσεις. Πρόκειται για μεταβλητή (q_m) με ομοιόμορφη κατανομή U (7500,8500).
- Χρήση **TIMESTAMP MODULE** με όνομα **StartTime** έτσι ώστε να δηλωθεί η χρονική στιγμή έναρξης της παραγωγικής διαδικασίας.

- Χρήση **SEIZE REGULATOR MODULE** με όνομα **Seize Regulator 1** έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ροή στην παγολεκάνη που θα υποδεχτεί το γάλα.
- Χρήση **FLOW MODULE** με όνομα **Add milk in pagolekani** έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η προσθήκη του γάλακτος από το βυτιοφόρο στην παγολεκάνη.
- Χρήση **LEAVE MODULE** με όνομα **Lead to pasteurizer** έτσι ώστε να δηλωθεί η σύνδεση της παγολεκάνης με τον παστεριωτή μέσω σωλήνα για να μεταφερθεί το γάλα στον παστεριωτή. Η μεταφορά μέσω του σωλήνα διαρκεί ένα λεπτό.
- Χρήση **TIMESTAMP MODULE** με όνομα **Start Pasteurization** έτσι ώστε να δηλωθεί η χρονική στιγμή έναρξης της πρώτης παστερίωσης του γάλακτος.
- Χρήση **SEIZE REGULATOR MODULE** με όνομα **Seize Regulator 2** έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ της παγολεκάνης και του παστεριωτή.
- Χρήση **FLOW MODULE** με όνομα **Transfer from pagolekani to pasteurizer** έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η μεταφορά του γάλακτος από την παγολεκάνη στον παστεριωτή.
- Χρήση **RELEASE REGULATOR MODULE** με όνομα **Release Regulator 1** έτσι ώστε να απενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ της παγολεκάνης και του παστεριωτή.
- Χρήση **RECORD MODULE** με όνομα **Record time of pasteurization** έτσι ώστε να γίνει καταγραφή του χρόνου που απαιτήθηκε για την πρώτη παστερίωση.
- Χρήση **LEAVE MODULE** με όνομα **Lead to korifologos** έτσι ώστε να δηλωθεί η σύνδεση του παστεριωτή με τον κορυφολόγο μέσω σωλήνα για να μεταφερθεί το γάλα στον κορυφολόγο. Η μεταφορά μέσω του σωλήνα διαρκεί ένα λεπτό.
- Χρήση **TIMESTAMP MODULE** με όνομα **Cleaning time** έτσι ώστε να δηλωθεί η χρονική στιγμή έναρξης του καθαρισμού στον κορυφολόγο.
- Χρήση **SEIZE REGULATOR MODULE** με όνομα **Seize Regulator 3** έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του παστεριωτή και του κορυφολόγου.
- Χρήση **FLOW MODULE** με όνομα **Transfer from pasteurizer to korifologos** έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η μεταφορά του γάλακτος από τον παστεριωτή στον κορυφολόγο.
- Χρήση **RELEASE REGULATOR MODULE** με όνομα **Release Regulator 2** έτσι ώστε να απενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του παστεριωτή και του κορυφολόγου.
- Χρήση **RECORD MODULE** με όνομα **Record cleaning time** έτσι ώστε να γίνει καταγραφή του χρόνου που απαιτήθηκε για καθαρισμό.
- Χρήση **LEAVE MODULE** με όνομα **Lead to boiler** έτσι ώστε να δηλωθεί η σύνδεση του κορυφολόγου με τον βραστήρα μέσω σωλήνα για να μεταφερθεί το γάλα στον βραστήρα. Η μεταφορά μέσω του σωλήνα διαρκεί ένα λεπτό.
- Χρήση **ASSIGN MODULE** με όνομα **quantity of milk for yoghurt** έτσι ώστε να δηλωθεί η ποσότητα γάλακτος που συνεχίζει να γίνει γιαούρτι. Πρόκειται για μεταβλητή (q_y) με τιμή 3000.

- Χρήση **TIMESTAMP MODULE** με όνομα **start boiling** έτσι ώστε να δηλωθεί η χρονική στιγμή έναρξης του βραστήρα και κατά συνέπεια η στιγμή που θα ξεκινήσει να βράζει το γάλα.
- Χρήση **SEIZE REGULATOR MODULE** με όνομα **Seize Regulator 4** έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του κορυφολόγου και του βραστήρα.
- Χρήση **FLOW MODULE** με όνομα **Transfer from korifologos to boiler** έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η μεταφορά του γάλακτος από τον κορυφολόγο στον βραστήρα.
- Χρήση **RELEASE REGULATOR MODULE** με όνομα **Release Regulator 3** έτσι ώστε να απενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του κορυφολόγου και του βραστήρα.
- Χρήση **RECORD MODULE** με όνομα **Record time in boiler** έτσι ώστε να γίνει καταγραφή του χρόνου που απαιτήθηκε για το βράσιμο του γάλακτος.
- Χρήση **LEAVE MODULE** με όνομα **Lead to homogenization** έτσι ώστε να δηλωθεί η σύνδεση του βραστήρα με τον ομογενοποιητή μέσω σωλήνα, για να μεταφερθεί το γάλα στον ομογενοποιητή. Η μεταφορά μέσω του σωλήνα διαρκεί ένα λεπτό.
- Χρήση **TIMESTAMP MODULE** με όνομα **start homogenization** έτσι ώστε να δηλωθεί η χρονική στιγμή έναρξης της ομογενοποίησης του γάλακτος.
- Χρήση **SEIZE REGULATOR MODULE** με όνομα **Seize Regulator 5** έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του βραστήρα και του ομογενοποιητή.

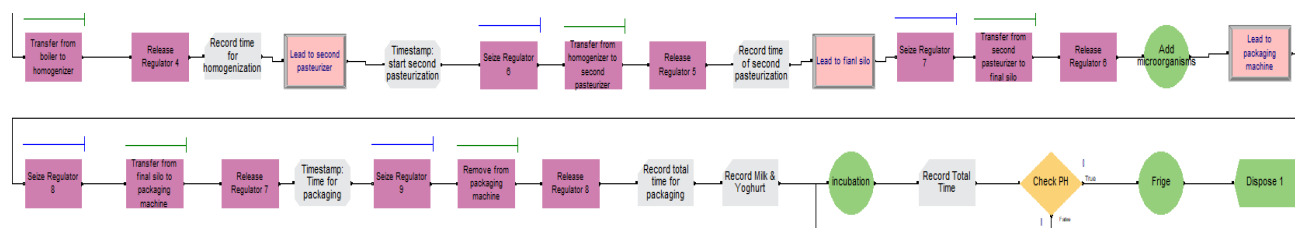


Εικόνα Π.2: Προσομοίωση από την άφιξη του βυτιοφόρου μέχρι την ενεργοποίηση ροής του ομογενοποιητή

- Χρήση **FLOW MODULE** με όνομα **Transfer from boiler to homogenizer** έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η μεταφορά του γάλακτος από τον βραστήρα στον ομογενοποιητή.
- Χρήση **RELEASE REGULATOR MODULE** με όνομα **Release Regulator 4** έτσι ώστε να απενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του βραστήρα και του ομογενοποιητή.
- Χρήση **RECORD MODULE** με όνομα **Record time for homogenization** έτσι ώστε να γίνει καταγραφή του χρόνου που απαιτήθηκε για την ομογενοποίηση του γάλακτος.
- Χρήση **LEAVE MODULE** με όνομα **Lead to second pasteurizer** έτσι ώστε να δηλωθεί η σύνδεση του ομογενοποιητή με τον δεύτερο παστεριωτή μέσω σωλήνα, για να μεταφερθεί το γάλα στον παστεριωτή. Η μεταφορά μέσω του σωλήνα διαρκεί ένα λεπτό.
- Χρήση **TIMESTAMP MODULE** με όνομα **start second pasteurization** έτσι ώστε να δηλωθεί η χρονική στιγμή έναρξης της δεύτερης παστερίωσης του γάλακτος.
- Χρήση **SEIZE REGULATOR MODULE** με όνομα **Seize Regulator 6** έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του ομογενοποιητή και του δεύτερου παστεριωτή.

- Χρήση **FLOW MODULE** με όνομα **Transfer from homogenizer to second pasteurizer** έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η μεταφορά του γάλακτος από τον ομογενοποιητή στον δεύτερο παστεριωτή.
- Χρήση **RELEASE REGULATOR MODULE** με όνομα **Release Regulator 5** έτσι ώστε να απενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του ομογενοποιητή και του δεύτερου παστεριωτή.
- Χρήση **RECORD MODULE** με όνομα **Record time of second pasteurization** έτσι ώστε να γίνει καταγραφή του χρόνου που απαιτήθηκε για την δεύτερη παστερίωση του γάλακτος.
- Χρήση **LEAVE MODULE** με όνομα **Lead to final silo** έτσι ώστε να δηλωθεί η σύνδεση του δεύτερου παστεριωτή με το τελικό σιλό μέσω σωλήνα, για να μεταφερθεί το γάλα στο τελικό σιλό όπου θα γίνει η προσθήκη καλλιέργειας. Η μεταφορά μέσω του σωλήνα διαρκεί ένα λεπτό.
- Χρήση **SEIZE REGULATOR MODULE** με όνομα **Seize Regulator 7** έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του δεύτερου παστεριωτή και του τελικού σιλό.
- Χρήση **FLOW MODULE** με όνομα **Transfer from second pasteurizer to final silo** έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η μεταφορά του γάλακτος από τον δεύτερο παστεριωτή στο τελικό σιλό.
- Χρήση **RELEASE REGULATOR MODULE** με όνομα **Release Regulator 6** έτσι ώστε να απενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του δεύτερου παστεριωτή και του τελικού σιλό.
- Χρήση **DELAY MODULE** με όνομα **Add microorganisms** έτσι ώστε να δηλωθεί η προσθήκη καλλιέργειας – μικροοργανισμών (*Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*), η οποία διαρκεί δύο λεπτά.
- Χρήση **LEAVE MODULE** με όνομα **Lead to packaging machine** έτσι ώστε να δηλωθεί η σύνδεση του τελικού σιλό με τη συσκευαστική μηχανή μέσω σωλήνα, για να μεταφερθεί το γάλα στη συσκευαστική μηχανή όπου θα γίνει η συσκευασία σε κεσεδάκια. Η μεταφορά μέσω του σωλήνα διαρκεί ένα λεπτό.
- Χρήση **SEIZE REGULATOR MODULE** με όνομα **Seize Regulator 8** έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του τελικού σιλό και της συσκευαστικής μηχανής.
- Χρήση **FLOW MODULE** με όνομα **Transfer from final silo to packaging machine** έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η μεταφορά του γάλακτος από το τελικό σιλό στη συσκευαστική μηχανή.
- Χρήση **RELEASE REGULATOR MODULE** με όνομα **Release Regulator 7** έτσι ώστε να απενεργοποιηθεί η ροή μεταξύ του τελικού σιλό και της συσκευαστικής μηχανής.
- Χρήση **TIMESTAMP MODULE** με όνομα **Time for packaging** έτσι ώστε να δηλωθεί η χρονική στιγμή έναρξης της συσκευασίας.
- Χρήση **SEIZE REGULATOR MODULE** με όνομα **Seize Regulator 9** έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί ξανά η ροή της συσκευαστικής μηχανής.
- Χρήση **FLOW MODULE** με όνομα **Remove from packaging machine** έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η αφαίρεση του γάλακτος από τη συσκευαστική μηχανή και να περάσει στα κεσεδάκια.

- Χρήση **RELEASE REGULATOR MODULE** με όνομα **Release Regulator 8** έτσι ώστε να απενεργοποιηθεί η ροή της συσκευαστικής μηχανής.
- Χρήση **RECORD MODULE** με όνομα **Record total time for packaging** έτσι ώστε να γίνει καταγραφή του χρόνου που απαιτήθηκε για τη συσκευασία.
- Χρήση **RECORD MODULE** με όνομα **Record Milk & Yoghurt** έτσι ώστε να γίνει καταγραφή της συνολικής ποσότητας γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε και της συνολικής ποσότητας γάλακτος που παράχθηκε.
- Χρήση **DELAY MODULE** με όνομα **incubation** έτσι ώστε να δηλωθεί η επώαση του γιαουρτιού στους 42-43 μέσα στον θάλαμο. Η επώαση διαρκεί 4 ώρες.
- Χρήση **RECORD MODULE** με όνομα **Record Total Time** έτσι ώστε να γίνει καταγραφή του χρόνου που απαιτήθηκε για την παραγωγή του γιαουρτιού.
- Χρήση **DECIDE MODULE** με όνομα **Check pH** έτσι ώστε να γίνει έλεγχος αν το pH του γιαουρτιού έχει φτάσει στην τιμή 4,7.
- Χρήση **DELAY MODULE** με όνομα **Frige** έτσι ώστε να δηλωθεί η διατήρηση του γιαουρτιού στο ψυγείο στους 2-4 για 24 ώρες.
- Χρήση **DISPOSE MODULE** με όνομα **Dispose 1** έτσι ώστε να δηλωθεί το τέλος της ανωτέρω διαδικασίας.

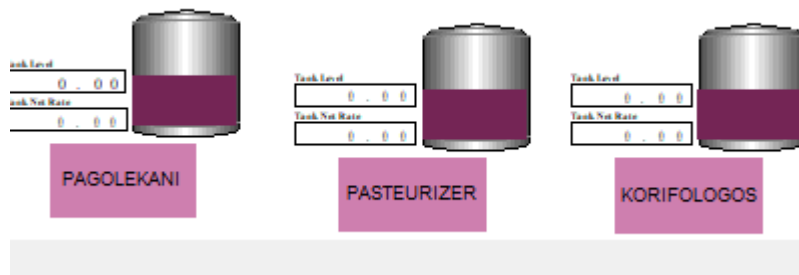


Εικόνα Π.3: Προσομοίωση από το στάδιο της ομογενοποίησης μέχρι την αποθήκευση του γιαουρτιού

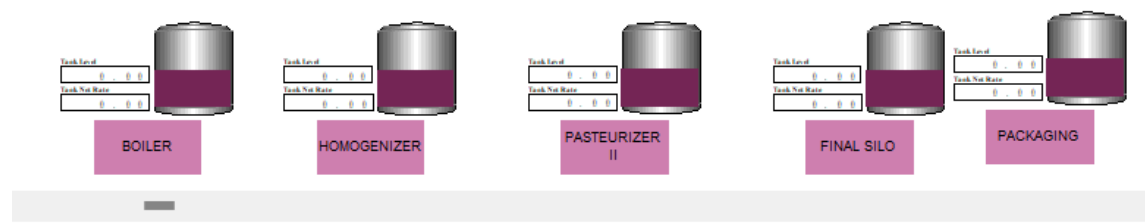
Επίσης, εκτός από τα παραπάνω modules που αναπαριστούν όλη τη ροή, χρησιμοποιήθηκαν και κάποια ακόμα, τα οποία υποδηλώνουν τις δεξαμενές – μηχανήματα επεξεργασίας του γάλακτος και είναι τα εξής:

- Χρήση **TANK MODULE** με όνομα **PAGOLEKANI** έτσι ώστε να δηλωθεί η παγολεκάνη, η χωρητικότητά της και η ροή ανά λεπτό. Η χωρητικότητα είναι 10000 λίτρα και η ροή 5000 λίτρα ανά ώρα.
- Χρήση **TANK MODULE** με όνομα **PASTEURIZER** έτσι ώστε να δηλωθεί ο παστεριωτής, η χωρητικότητά του και η ροή ανά λεπτό. Η χωρητικότητα είναι 10000 λίτρα και η ροή 5000 λίτρα ανά ώρα.
- Χρήση **TANK MODULE** με όνομα **KORIFOLOGOS** έτσι ώστε να δηλωθεί ο κορυφολόγος, η χωρητικότητά του και η ροή ανά λεπτό. Η χωρητικότητα είναι 10000 λίτρα και η ροή 5000 λίτρα ανά ώρα.
- Χρήση **TANK MODULE** με όνομα **BOILER** έτσι ώστε να δηλωθεί ο βραστήρας, η χωρητικότητά του και η ροή ανά λεπτό. Η χωρητικότητα είναι 10000 λίτρα και η ροή 5000 λίτρα ανά ώρα.

- Χρήση **TANK MODULE** με όνομα **HOMOGENIZER** έτσι ώστε να δηλωθεί ο ομογενοποιητής, η χωρητικότητά του και η ροή ανά λεπτό. Η χωρητικότητα είναι 10000 λίτρα και η ροή 5000 λίτρα ανά ώρα.
- Χρήση **TANK MODULE** με όνομα **PASTEURIZER II** έτσι ώστε να δηλωθεί ο δεύτερος παστεριωτής, η χωρητικότητά του και η ροή ανά λεπτό. Η χωρητικότητα είναι 10000 λίτρα και η ροή 5000 λίτρα ανά ώρα.
- Χρήση **TANK MODULE** με όνομα **FINAL SILO** έτσι ώστε να δηλωθεί το τελικό σιλό, η χωρητικότητά του και η ροή ανά λεπτό. Η χωρητικότητα είναι 10000 λίτρα και η ροή 5000 λίτρα ανά ώρα.
- Χρήση **TANK MODULE** με όνομα **PACKAGING** έτσι ώστε να δηλωθεί η συσκευαστική, η χωρητικότητά της και η ροή ανά λεπτό. Η χωρητικότητα είναι 10000 λίτρα και η ροή 2500 λίτρα ανά ώρα.



Εικόνα Π.4: Προσομοίωση δεξαμενών με tank modules, παγολεκάνη-παστεριωτής-κορυφολόγος



Εικόνα Π.5: Προσομοίωση δεξαμενών με tank modules, βραστήρας-ομογενοποιητής-2ος παστεριωτής-τελικό σιλό-συσκευαστική μηχανή

Τέλος, παρουσιάζονται οι βασικές ρυθμίσεις εκτέλεσης του μοντέλου (Run Settings) μέσα από εικόνες, όπως φαίνεται παρακάτω.

Customize the report settings for the current model.

Display Default Report At The End Of The Simulation

- ☐ Always
☐ Never
☒ Prompt me

Default Report:

Display SIMAN Summary Report (.out file) Using:

Report Database

- ☒ Disable Generation Of Report Database

When the report database is disabled, only the SIMAN summary report can be displayed.
All other reports can not be displayed as they require the generation of the report database.

Εικόνα Π.6: Ρυθμίσεις γλώσσας SIMAN

Establish the project settings for the current model. Settings include the project title and analyst name to be displayed on reports, as well as which types of statistics may be collected.

Project Information

Project Title:

Analyst Name:

Project Description:

Statistics Collection

- ☐ Costing ☒ Queues ☒ Transporters ☒ Tanks ☒ Entities ☒ Processes ☒ Conveyors
☒ Resources ☒ Stations ☒ Activity Areas

Εικόνα Π.7: Ρυθμίσεις στατιστικών παραμέτρων για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων

Establish replication-related options for the current model. Settings include the number of simulation replications to be run, the length of the replication, the start date and time of the simulation, warm-up time length, time units, and the type of initialization to be performed between replications.

Replication Parameters

Number of Replications:

Start Date and Time:

Warm-up Period: Minutes

Replication Length: Days

Hours Per Day:

Terminating Condition:

Base Time Units: Minutes

Parallel Replications

☐ Run Replications in Parallel ☐ Disable Parallel Replications Status Dialog

Number of Parallel Processes:

Parallel Replication Input Data Files:

Data File
Add

Εικόνα Π.8: Ρυθμίσεις βασικών παραμέτρων προσομοίωσης

Στην Εικόνα Π.6 επιλέγεται η γλώσσα προσομοίωσης SIMAN για την αναφορά αποτελεσμάτων σε σημειωματάριο. Στην Εικόνα Π.7 επιλέγονται οι στατιστικές παράμετροι που θα παρουσιαστούν στα αποτελέσματα. Τέλος, σύμφωνα με την Εικόνα Π.8 η προσομοίωση πραγματοποιήθηκε για το διάστημα 30 ημερών (Replication Length) και κάθε ημέρα παραγωγής αντιστοιχεί σε 6 ώρες (Hours Per Day).