



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μοντελοποίηση παραγωγικής διαδικασίας και ανάλυση
χρονικού προγραμματισμού μονάδας παραγωγής
χαλουμιού**

ΖΗΝΩΝΟΣ ΟΝΗΣΙΦΟΡΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

**Μοντελοποίηση παραγωγικής διαδικασίας και ανάλυση χρονικού
προγραμματισμού μονάδας παραγωγής χαλουμιού**

Ζήνωνος Ονησίφορος

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης (ATEI)
Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 54101 Θεσσαλονίκη ΤΘ 14561

Υποβολή Πτυχιακής διατριβής που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για
την απονομή Πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΤΕΙ
Θεσσαλονίκης.

Φεβρουάριος 2012

Εισηγητής: Κουλούρης Αλέξανδρος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στον καθηγητή της σχολής Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Δρ. Αλέξανδρο Κουλούρη για τις πολύτιμες συμβουλές, την υπομονή, και την συμπαράστασή του σε κάθε βήμα της εργασίας αυτής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ιδιοκτήτες και το προσωπικό της γαλακτοβιομηχανίας PITTAS DAIRY INDUSTRIES που εδρεύει στη Κύπρο με τη βοήθεια, την πολύ καλή συνεργασία στη βιομηχανία και τις συμβουλές τους συνέβαλαν στη σύνταξη πληροφοριών σχετικά με τμήμα της εργασίας αυτής.

Μοντελοποίηση παραγωγικής διαδικασίας και ανάλυση χρονικού προγραμματισμού μονάδας
παραγωγής χαλουμιού

Ζήνωνος Ονησίφορος

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης (ΑΤΕΙ)
Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 54101 Θεσσαλονίκη ΤΘ 14561

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη του χρονικού προγραμματισμού της παραγωγικής διαδικασίας μονάδας παραγωγής χαλουμιού πραγματοποιείται με βάση ανάλυση πραγματικών συνθηκών λειτουργίας και προσομοιάζεται με το πρόγραμμα SchedulePro® σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η βελτιστοποίηση της λειτουργίας της μονάδας με τον εντοπισμό των περιοριστικών διεργασιών και συσκευών, τον υπολογισμό της δυναμικότητας της μονάδας και την εύρεση μεθόδων για τον προσδιορισμό και την αποτελεσματική χρήση της δυναμικότητας του διαθέσιμου μηχανολογικού εξοπλισμού καθώς επίσης την βελτιστοποίηση του ημερήσιου και εβδομαδιαίου πλάνου παραγωγής της μονάδας. Στο κεφάλαιο 2 το πρόβλημα του χρονικού προγραμματισμού αναλύεται διεξοδικά με έμφαση στη βιομηχανία τροφίμων και πιο ειδικά στην υπό μελέτη μονάδα. Στο κεφάλαιο 3 γίνεται η περιγραφή των προϊόντων και της λειτουργίας της μονάδας. Στο κεφάλαιο 4 αναλύονται οι στόχοι της υφιστάμενης εργασίας. Το λογισμικό SchedulePro και η λειτουργία του παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 5 ενώ η μεθοδολογία ανάπτυξης του μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας για τη μονάδα παραγωγής χαλουμιού παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 6. Στο ίδιο κεφάλαιο διερευνάται και η λειτουργικότητα του μοντέλου με την παράθεση και ανάλυση υποθετικών σεναρίων χρονικού προγραμματισμού. Η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα του κεφαλαίου 7 και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο κεφάλαιο 8.

Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται καταγραφή της λειτουργίας της μονάδας, των προϊόντων που παράγει και περιγραφή των διεργασιών που εμπλέκονται στην παραγωγή τους. Για κάθε στάδιο παραγωγής καταγράφεται ο χρόνος λειτουργίας και οι απαιτήσεις σε μηχανολογικό εξοπλισμό. Η συλλογή αυτών των στοιχείων γίνεται είτε με τη βοήθεια του ειδικευμένου προσωπικού της μονάδας είτε μέσω μετρήσεων και καταγραφών κατά την διάρκεια της πραγματικής λειτουργίας στη μονάδα. Τα στοιχεία αυτά εισάγονται στο λογισμικό SchedulePro® το οποίο επιτρέπει την ανάλυση του χρονικού προγραμματισμού της λειτουργίας μονάδων που λειτουργούν κατά παρτίδες όπως η συγκεκριμένη μονάδα. Με την ανάπτυξη ενός λεπτομερούς μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας γίνεται εφικτή η γρήγορη και αποτελεσματική αξιολόγηση διαφορετικών σεναρίων ημερήσιας παραγωγής με βάση το δελτίο παραγγελιών της μονάδας. Τα σενάρια αυτά μπορεί να προκύπτουν είτε αυτόματα από τον σχεδιαστικό αλγόριθμο του προγράμματος, είτε σε συνεργασία με τον χρήστη. Μέσα από αυτή την διαδικασία πειραματισμού με διαφορετικά σενάρια γίνεται δυνατή η επιλογή του καλύτερου δυνατού σεναρίου το οποίο να έχει και την αποδοχή του υπεύθυνου της παραγωγής. Παρεκτροπές από το προγραμματισμένο σενάριο παραγωγής κατά την διάρκεια της εκτέλεσής του μπορούν εύκολα να εισαχθούν στο μοντέλο παραγωγής κι έτσι να επικαιροποιείται το πρόγραμμα παραγωγής με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά και με επιτυχία έκτακτες καταστάσεις. Η επιτυχής ολοκλήρωση αυτής της μελέτης θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας συστηματικής διαδικασίας για την επίλυση προβλημάτων χρονικού προγραμματισμού σε παρόμοιες μονάδες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	3
2.1	ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	3
2.1.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	3
2.1.2	ΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	4
2.2	Η ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ – ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ.....	4
2.3	ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	8
2.4	ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ	15
2.4.1	ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ	15
2.4.2	ΕΠΙΠΕΔΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ	16
2.4.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ	16
2.4.4	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΣΑΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΟΠΛΟ ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΣΑΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	17
3.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ	18
3.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.....	18
3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ.....	20
3.2.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΤΥΡΟΚΟΜΗΣΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ.....	21
3.2.2	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ (CIP) ΓΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΤΥΡΟΚΟΜΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ..	29
3.2.3	ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΥΡΟΚΟΜΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	30
4.	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	31
5.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SchedulePro®.....	31
5.1	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	32
5.2	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ.....	38
6.	ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ ΣΤΟ SchedulePro®	40
6.1	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	40
6.1.1	ΥΛΙΚΑ/ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	40
6.2	ΤΡΟΠΟΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ (ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ).....	40
6.2.1	ΠΡΟΪΟΝΤΑ.....	41
6.2.2	ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΟΡΩΝ (EQUIPMENT/STORAGE/STAFF).	43
6.2.3	ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΑΓΩΝ (RECIPES)	44

6.2.4	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΧΡΟΝΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SCHEDULEPRO.....	68
6.2.5	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΧΡΟΝΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	72
6.3	ΣΕΝΑΡΙΑ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ.....	73
6.3.1	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ, ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ	73
	ΜΟΝΑΔΑΣ	73
6.3.2	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	112
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	117
8.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	118
9.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	119

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Εμπορικά Πακέτα Χρονικού Προγραμματισμού (Παπαντωνίου , 2000)	7
Πίνακας 2. Ακαδημαϊκά Πρωτότυπα Χρονικού Προγραμματισμού (Παπαντωνίου , 2000)	8
Πίνακας 3. Παραδείγματα δυναμικότητας παραγωγικών μονάδων.	15
Πίνακας 4. Χωρητικότητα δεξαμενών μονάδας παραγωγής χαλουμιού	22
Πίνακας 5. Εβδομαδιαίο πρόγραμμα παραγωγής χαλουμιού.	43
Πίνακας 6. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE 0,2 KG	45
Πίνακας 7. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE 0,2 KG	46
Πίνακας 8. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE 0,225 KG	48
Πίνακας 9. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE 0,225 KG	49
Πίνακας 10. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI ORIGINAL 0,2 KG.....	51
Πίνακας 11. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI ORIGINAL 0,2 KG.....	52
Πίνακας 12. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG.....	54
Πίνακας 13. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG.....	55
Πίνακας 14. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 KG.....	57
Πίνακας 15. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 KG.....	58
Πίνακας 16. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 KG.....	60
Πίνακας 17. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 KG.....	61
Πίνακας 18. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 KG.....	63
Πίνακας 19. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 KG.....	64
Πίνακας 20. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 KG.....	66
Πίνακας 21. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 KG.....	67
Πίνακας 22. Συνολικός Χρόνος εκτέλεσης των συνταγών SchedulePro.	69
Πίνακας 23. Χρόνοι παραγωγής 16/05/2011 σύμφωνα με το λογισμικό SchedulePro (Gantt chart	70
Πίνακας 24. Πραγματικοί χρόνοι παραγωγής στη μονάδα παραγωγής χαλουμιού.	71
Πίνακας 25. Δυναμικότητα καλουπιών 0.200 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese 0,2 kg.....	74
Πίνακας 26. Δυναμικότητα καλουπιών 0.200 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi original 0,2 kg.	79
Πίνακας 27. Δυναμικότητα καλουπιών 0.200 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese light 12% 0,2 kg.....	84
Πίνακας 28. Δυναμικότητα καλουπιών 0.200 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese light 16% 0,2 kg.....	88

Πίνακας 29. Δυναμικότητα καλουπιών 0.225 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese 0,225 kg.	93
Πίνακας 30. Δυναμικότητα καλουπιών 0.225 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi original 0,225 kg.	97
Πίνακας 31. Δυναμικότητα καλουπιών 0.225 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese light 12% 0,225 kg.	102

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Φρέσκο χαλούμι.	19
Εικόνα 2. Χαλούμι ψημένο σε ψησταριά.	19
Εικόνα 3. Κορυφολόγος-Καθαριστής.	23
Εικόνα 4. Πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας σε τυροκομική μονάδα.	24
Εικόνα 6. Διάταξη τυρολέβητων τυροκομικής μονάδας.	25
Εικόνα 7. Μεταλλικά καλούπια τυροκομικής μονάδας.	26
Εικόνα 8. Πρέσσα πιεστηρίου μονάδας παραγωγής χαλουμιού.	28
Εικόνα 9. Χαρακτηριστική μορφή διπλωμένου χαλουμιού.	28
Εικόνα 10. Ξηρό αλάτισμα χαλουμιού και δίπλωμα χαλουμιού.	29
Εικόνα 11. Διεπιφάνεια προγράμματος SchedulePro®.	32
Εικόνα 12. Δημιουργία καμπάνιας στο λογισμικό SchedulePro.	48
Εικόνα 13. Καθορισμός δυναμικότητας καλουπιών στο λογισμικό SchedulePro.	74
Εικόνα 14. Διαμόρφωση χρόνου και ημερομηνίας έναρξης καμπάνιας.	115

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Παραγωγική διαδικασία παρασκευής χαλουμιού σε βιομηχανικό επίπεδο.	19
Σχήμα 2. Γενικό πλάνο διαγράμματος ροής παραγωγικής διαδικασίας μονάδας παραγωγής χαλουμιού.	20
Σχήμα 3. Τρισδιάστατη δομή μεταλλικού καλουπιού για χαλούμι μονάδας τυροκόμησης.	26
Σχήμα 4. Καλούπι μονάδας παραγωγής χαλουμιού.	26
Σχήμα 5. Γράφημα Gantt από το λογισμικό πρόγραμμα SchedulePro®.	39
Σχήμα 6. Διάγραμμα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (Equipment/Staff Occupancy Profile)	39
Σχήμα 7. Διάγραμμα χρήσης εξοπλισμού (Capacity Usage of Equipment)για τον εξοπλισμό καλουπιών 0,200 kg.	40
Σχήμα 8. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE 0,2 KG.	47
Σχήμα 9. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE 0,225 KG.	50

Σχήμα 10. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI ORIGINAL 0,2 KG.	53
Σχήμα 11. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG.	56
Σχήμα 12. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 KG.	59
Σχήμα 13. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 KG.	62
Σχήμα 14. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 KG.	65
Σχήμα 15. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 KG.	68
Σχήμα 16. Γράφημα Χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese 0,200 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,200 kg.	75
Σχήμα 17. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (<i>Equipment/Staff OccurpencyProfile</i>) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,200 kg (<i>Capacity Usage of Equiirment</i>) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.....	78
Σχήμα 18. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi original 0,200 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,200 kg.	79
Σχήμα 19. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (<i>Equipment/Staff Occurpency Profile</i>) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,200 kg (<i>Capacity Usage of Equiirment</i>) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.....	82
Σχήμα 20. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese light 12% 0,200 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,200 kg.	84
Σχήμα 21. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (<i>Equipment/Staff Occurpency Profile</i>) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,200 kg (<i>Capacity Usage of Equiirment</i>) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.....	87
Σχήμα 22. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese light 16% 0,200 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,200 kg.	89
Σχήμα 23. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (<i>Equipment/Staff Occurpency Profile</i>) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,200 kg (<i>Capacity Usage of Equiirment</i>) για δυναμικότητα 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.....	92
Σχήμα 24. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese 0,225 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,225 kg.	93
Σχήμα 25. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (<i>Equipment/Staff Occurpency Profile</i>) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,225 kg (<i>Capacity Usage of Equiirment</i>) για δυναμικότητα 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.....	96
Σχήμα 26. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi original 0,225 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,225 kg.	98
Σχήμα 27. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (<i>Equipment/Staff Occurpency Profile</i>) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,225 kg (<i>Capacity Usage of Equiirment</i>) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.	101

Σχήμα 28 .Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese light 12% 0,225 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,225 kg.	102
Σχήμα 29. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (<i>Equipment/Staff Occurancy Profile</i>) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,225 kg (<i>Capacity Usage of Equipment</i>) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.....	105
Πίνακας 32. Δυναμικότητα καλουπιών 0.225 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese light 16% 0,225 kg.....	106
Σχήμα 30. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese light 16% 0,225 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,225 kg.	107
Σχήμα 31. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (<i>Equipment/Staff Occurancy Profile</i>) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,225 kg (<i>Capacity Usage of Equipment</i>) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.....	110
Πίνακας 33. Μέγιστη δυναμικότητα της μονάδας σε kg χαλουμιού ανά ημέρα για τα 8 προϊόντα.	112
Σχήμα 32. Διάγραμμα πλάνου ημερήσιας παραγωγής 24/05/2011 όπως πραγματοποιήθηκε στη μονάδα.	113
Σχήμα 33. Διάγραμμα πλάνου ημερήσιας παραγωγής 24/05/2011 όπως διαμορφώθηκε με τη μέθοδο “σύροντας και αποθέτοντας” (<i>drag and drop</i>).	115
Σχήμα 34. Διάγραμμα πλάνου ημερήσιας παραγωγής 24/05/2011 όπως προγραμματίστηκε μέσω του αυτόματου προγραμματισμού.	116

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιομηχανία τροφίμων είναι βιομηχανία που στηρίζεται στη παράδοση για την παραγωγή των προϊόντων της και δύσκολα ενσωματώνει νέες μεθόδους. Παρόλ' αυτά οι σύγχρονες τάσεις της αγοράς για καινοτομία στην ανάπτυξη και προώθηση νέων προϊόντων δεν την αφήνουν ανεπηρέαστη. Η ανάγκη για καινοτομία με την σειρά της επιτάσσει ευέλικτες παραγωγικές διαδικασίες που να μπορούν να ενσωματώνουν και να εξυπηρετούν τα νέα προϊόντα και τις απαιτήσεις του πελάτη. Η τάση για μεγαλύτερη ποικιλομορφία στα προϊόντα, η ανάγκη για τρόφιμα με μεγάλο χρόνο διατήρησης (shelf-life), η σωστή και έγκαιρη εξυπηρέτηση των πελατών, οι ειδικές προσφορές που απαιτούν μεγάλες ποσότητες προϊόντος σε μικρό χρόνο, οι ειδικές παραγγελίες για εξαγωγές, ο οικονομικός ανταγωνισμός μεταξύ των βιομηχανιών, η διατήρηση της σταθερής και υψηλής ποιότητας των προϊόντων και η εξυπηρέτηση του καταναλωτή, είναι παράγοντες που συνηγορούν στην ανάγκη για παραγωγική ευελιξία. Η γρήγορη ανταπόκριση της βιομηχανίας στις διαμορφούμενες συνθήκες της αγοράς απαιτεί τον αποτελεσματικό και γρήγορο χρονικό προγραμματισμό των παραγωγικών δραστηριοτήτων των μονάδων.

Παρά την ύπαρξη αυτοματοποιημένων λύσεων προγραμματισμού που υπάρχουν σήμερα, το ημερήσιο ή εβδομαδιαίο πλάνο παραγωγής διαμορφώνεται με βάση τις γνώσεις και την εμπειρία του υπεύθυνου παραγωγής. Ο υπεύθυνος παραγωγής δαπανά μόνο ένα 10-20% του χρόνου του ασχολούμενος με το –στενά ορισμένο– καθήκον του χρονικού προγραμματισμού, ενώ τον υπόλοιπο χρόνο του τον δαπανά προσπαθώντας να αναγνωρίσει περιορισμούς του προβλήματος και διαπραγματευόμενός με τα εμπλεκόμενα μέρη (εργαζόμενοι, προμηθευτές κ.α.). Το γεγονός αυτό έρχεται να υποστηρίξει τα εμπειρικά δεδομένα που δείχνουν τον υπεύθυνο προγραμματισμού παραγωγής να ασχολείται με το πώς θα ικανοποιήσει τους περιορισμούς βγάζοντας ένα αποδεκτό πρόγραμμα παραγωγής, και όχι με το πώς θα το βελτιστοποιήσει.

Χωρίς να υποκαθιστά τον ανθρώπινο παράγοντα, ένα σχεδιαστικό μοντέλο της παραγωγικής διαδικασίας θα μπορούσε να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο στην ανάλυση εναλλακτικών σεναρίων βραχυπρόθεσμου ή μακροπρόθεσμου προγραμματισμού και την επιλογή του καταλληλότερου. Θα μπορούσε επίσης να υποβοηθήσει στην αντιμετώπιση σε πραγματικό χρόνο προβλημάτων της παραγωγής που προέρχονται από έκτακτα περιστατικά (π.χ. βλάβες εξοπλισμού) ή αλλαγή στις προτεραιότητες της παραγωγής (π.χ. εισαγωγή μιας επείγουσας παραγγελίας) καθώς επίσης και να εντοπίσει πιθανές λύσεις στα προβλήματα της παραγωγής σε σχέση με τη δυναμικότητα του εξοπλισμού της μονάδας ή ακόμη να επεμβαίνει στο προγραμματισμένο πλάνο και να το βελτιώνει όπου κρίνεται απαραίτητο, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της συνολικής παραγωγικής διαδικασίας.

Ως «μοντέλο» νοείται η αναπαράσταση ενός παραγωγικού συστήματος με σκοπό την περιγραφή του, την κατανόηση της δομής και λειτουργίας του, την πρόβλεψη της συμπεριφοράς του στις επιδράσεις του με το περιβάλλον ή την δοκιμή εναλλακτικών σχεδίων δράσης πριν από την τελική επιλογή και την εφαρμογή τους στο σύστημα. Οι πτυχές του συστήματος που αναπαριστώνται στο μοντέλο εξαρτώνται από τον σκοπό που καλείται να επιτελέσει το μοντέλο. Έτσι, ένα μοντέλο της παραγωγικής διαδικασίας με σκοπό τον χρονικό προγραμματισμό θα πρέπει να εμπεριέχει όλα τα στοιχεία που αφορούν τις χρονικές παραμέτρους των διαδικασιών που εκτελούνται στην μονάδα (διάρκεια, αλληλουχία) και τους πόρους (συσκευές, ανθρώπινο δυναμικό κλπ) που πρέπει να είναι διαθέσιμοι για την εκτέλεσή τους. Στη διοίκηση παραγωγικών συστημάτων είναι συχνή η χρήση των μοντέλων στην διαδικασία λήψης αποφάσεων για όλες τις λειτουργίες ενός συστήματος. Τα παραγωγικά συστήματα χαρακτηρίζονται συχνά από μεγάλο βαθμό πολυπλοκότητας, που χαρακτηρίζει και το περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργούν. Τα μοντέλα βοηθούν στην κατανόηση τους. Από την άλλη μεριά, οι αποφάσεις ενός παραγωγικού συστήματος έχουν σημαντικό κόστος και επηρεάζουν την απόδοση ή και την επιβίωση τους. Είναι επομένως εξαιρετικά χρήσιμος ο ρόλος ενός μοντέλου, αφού με αυτό μπορεί να δοκιμαστούν διάφορες πιθανές εναλλακτικές στρατηγικές που μπορεί να οδηγούν και σε αρνητικά αποτελέσματα και να αποφευχθούν εκείνες που οδηγούν σε τέτοια αποτελέσματα.

Η διαδικασία παραγωγής ενός μοντέλου παραγωγικής διαδικασίας και η διερεύνηση της χρησιμότητάς του για τον αποτελεσματικό χρονικό προγραμματισμό της μονάδας είναι το αντικείμενο αυτής της εργασίας. Μια μονάδα παραγωγής χαλουμιού θα χρησιμοποιηθεί ως μονάδα αναφοράς. Το μοντέλο θα αναπτυχθεί με την βοήθεια του λογισμικού SchedulePro της εταιρίας Intelligen, Inc.

Στο κεφάλαιο 2 το πρόβλημα του χρονικού προγραμματισμού αναλύεται διεξοδικά με έμφαση στη βιομηχανία τροφίμων και πιο ειδικά στην υπό μελέτη μονάδα. Στο κεφάλαιο 3 γίνεται η περιγραφή των προϊόντων και της λειτουργίας της μονάδας. Στο κεφάλαιο 4 αναλύονται οι στόχοι της υφιστάμενης εργασίας. Το λογισμικό SchedulePro και η λειτουργία του παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 5 ενώ η μεθοδολογία ανάπτυξης του μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας για τη μονάδα παραγωγής χαλουμιού παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 6. Στο ίδιο κεφάλαιο διερευνάται και η λειτουργικότητα του μοντέλου με την παράθεση και ανάλυση υποθετικών σεναρίων χρονικού προγραμματισμού. Η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα του κεφαλαίου 7 και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο κεφάλαιο 8.

Σκοπός της μελέτης είναι η βελτιστοποίηση της λειτουργίας της μονάδας με τον εντοπισμό των περιοριστικών διεργασιών και συσκευών, τον υπολογισμό της δυναμικότητας της μονάδας και την εύρεση μεθόδων για την πιο αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου μηχανολογικού εξοπλισμού καθώς και τη βελτιστοποίηση του βραχυπρόθεσμου πλάνου παραγωγής.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Προγραμματισμός είναι το σχέδιο εκτέλεσης ενός πλήθους δραστηριοτήτων οι οποίες δεσμεύουν πόρους (χρήμα, χρόνο, μηχανές, συστήματα μεταφοράς, ανθρώπινο δυναμικό κλπ.). Στα συστήματα παραγωγής οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν μεταφορά προϊόντων σε διάφορα στάδια παραγωγής, κατεργασίες που εκτελούνται από μηχανές, συσκευές και εργαζόμενους, προετοιμασία μηχανών (αλλαγές εργαλείων κοπής, φόρτωση/εκφόρτωση κομματιών, πλύση και καθαρισμός συσκευών κλπ.). Στόχος του προγράμματος παραγωγής είναι ο συνδυασμός των ακόλουθων:

- (α) αύξηση παραγωγικότητας
- (β) ικανοποίηση πελατών - έγκαιρη παράδοση προϊόντων - ποιότητα
- (γ) ελαχιστοποίηση κόστους παραγωγής.

Το πρόβλημα του προγραμματισμού περιπλέκεται λόγω του πλήθους περιορισμών οι οποίοι συνδέουν πόρους και δραστηριότητες. Τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν τον κανόνα σε πραγματικά συστήματα και η επίλυση του προβλήματος παρουσιάζει αξεπέραστες μαθηματικές δυσκολίες (Κουϊκόγλου, 2007).

Ο χρονικός προγραμματισμός είναι ένα πρόβλημα όπου ο λύτης προσπαθεί να βρει τη βέλτιστη ανάθεση εντολών παραγωγής σε μηχανές στο χρόνο, με απώτερο σκοπό να βελτιστοποιήσει ως προς κάποιο συνδυασμό των ακόλουθων στόχων – οι οποίοι πολλές φορές μπορεί να είναι αντικρουόμενοι:

- ✚ Ικανοποίηση χρόνων παράδοσης
- ✚ Ομαδοποίηση Παραγγελιών
- ✚ Αξιοποίηση Μηχανών
- ✚ Ελαχιστοποίηση αποθεμάτων (Work in Progress, WIP)
- ✚ Ελαχιστοποίηση των χρόνων εξάρμωσης (Παπαντωνίου & Μαρμαράς, 2005).

Για την επίλυση ενός προβλήματος χρονικού προγραμματισμού, απαιτούνται κατ' αρχήν πληροφορίες σχετικά με τις απαιτήσεις για παραγωγή προϊόντων, όπως προκύπτουν από τις προβλέψεις ή/και τις παραγγελίες των πελατών.

Το πρόβλημα του χρονικού προγραμματισμού παραγωγής πρέπει να λυθεί χωρίς να αγνοηθούν οι περιορισμοί του συστήματος, που αφορούν τη δυναμικότητα (διαθέσιμος παραγωγικός εξοπλισμός), την ακολουθία των δραστηριοτήτων που ορίζει η υπάρχουσα τεχνολογία, τις απαιτήσεις για συντήρηση των μηχανών, και τα δεδομένα του συγκεντρωτικού προγράμματος παραγωγής για το συνολικό επίπεδο της παραγωγής, του ανθρώπινου δυναμικού και των αποθεμάτων (Πάππης, 2006).

Η διαδικασία αυτή είναι φανερό ότι διευκολύνεται με τη χρήση ενός κατάλληλου μοντέλου. Η διαμόρφωση ενός τέτοιου μοντέλου περιλαμβάνει:

- ✚ Τον προσδιορισμό των ελεγχόμενων μεταβλητών του συστήματος (π.χ. αριθμός εργαζομένων, ύψος παραγωγής, επίπεδο αποθεμάτων) καθώς και των παραμέτρων του περιβάλλοντος που επηρεάζουν το σύστημα στο συγκεκριμένο πρόβλημα, για το οποίο απαιτείται λήψη απόφασης (π.χ. ζήτηση προϊόντων).

✚ Τον προσδιορισμό των σταθερών χαρακτηριστικών του συστήματος (π.χ. ανάλυση πρώτων υλών, εργασίας και ενέργειας ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος, διαθέσιμοι πόροι).

✚ Τον προσδιορισμό των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών και σταθερών του συστήματος, που περιγράφουν τη λειτουργία του συστήματος υπό τους περιορισμούς του περιβάλλοντος, των διαθέσιμων πόρων, της διάρθρωσης του συστήματος και της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας.

✚ Τον προσδιορισμό της αντικειμενικής συνάρτησης (objective function), δηλαδή μιας συνάρτησης των ελεγχόμενων μεταβλητών που περιγράφει την απόδοση του συστήματος που θέλει να βελτιστοποιήσει η διοίκηση (π.χ. κέρδος, κόστος).

Η διαμόρφωση του μοντέλου είναι δύσκολο έργο που αν αποτύχει, οδηγεί φυσικά στη λήψη λαθεμένων αποφάσεων. Ο αναλυτής ενός συστήματος διατρέχει τον κίνδυνο να βρει τη σωστή λύση σε λάθος πρόβλημα (αν το μοντέλο δεν είναι ορθή αναπαράσταση του συστήματος αλλά η μέθοδος βελτιστοποίησης της αντικειμενικής συνάρτησης είναι ορθή) ή λάθος λύση σε σωστό πρόβλημα (αν συμβαίνει το αντίθετο) (Πάππης, 2008).

2.1.2 ΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Στη γενική περίπτωση, το πρόβλημα το χρονικού προγραμματισμού παραγωγής μπορεί να εκφραστεί με μια συμβολογραφία που περιλαμβάνει τέσσερις παραμέτρους $n/m/A/B$, όπου:

✚ n : είναι ο αριθμός των εργασιών,

✚ m : είναι ο αριθμός των επεξεργαστών (μηχανών),

✚ A : περιγράφει τον τρόπο ή κανόνα ροής των εργασιών στο χώρο των επεξεργαστών. Αν $m = 1$, η θέση του A αφήνεται κενή. Διαφορετικά στη θέση του A τίθεται:

F: στην περίπτωση του συστήματος συνεχούς ροής (flow-shop), όταν όλες οι εργασίες εκτελούνται στους επεξεργαστές ακολουθώντας την ίδια ακριβώς πορεία (πρώτα στον επεξεργαστή 1, μετά στον επεξεργαστή 2 κ.ο.κ.)

✚ P: όπως στην προηγούμενη περίπτωση, με το πρόσθετο περιορισμό ότι σε κάθε επεξεργαστή οι εργασίες εκτελούνται με την ίδια ακριβώς σειρά (στον επεξεργαστή x πρώτα θα εκτελεσθεί η εργασία 1, μετά η εργασία 2 κ.ο.κ.)

✚ G: στην περίπτωση του συστήματος παραγωγής κατά παραγγελία (job-shop), όπου δεν υπάρχουν περιορισμοί στη μορφή τεχνολογικών περιορισμών,

✚ B: αφορά τον δείκτη απόδοσης, με τον οποίο αξιολογείται ένα πρόγραμμα παραγωγής.

Έτσι, $n/2/G/N_T$ σημαίνει n εργασίες, 2 επεξεργαστές, πρόβλημα συστήματος κατά παραγγελία, όπου δείκτης απόδοσης είναι ο αριθμός N_T των αργοπορημένων εργασιών.

Σε πιο σύνθετες περιπτώσεις προβλημάτων χρησιμοποιούνται συμβολογραφίες που περιλαμβάνουν μεγαλύτερο αριθμό παραμέτρων (Πάππης, 2006). Στη βιομηχανία τροφίμων τα συστήματα παραγωγής που απαντώνται σχεδόν κατά κανόνα είναι αυτά του τύπου συνεχούς ροής (Κουλούρης, 2010).

2.2 Η ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ – ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Η Επιχειρησιακή Έρευνα αποτελεί μια χρήσιμη προσέγγιση για την επιστημονική τεκμηρίωση των αποφάσεων στη διοίκηση συστημάτων. Η μέθοδος που τη χαρακτηρίζει είναι η ανάπτυξη επιστημονικού μοντέλου για το σύστημα που μελετάται, που περιλαμβάνει μετρήσιμες τυχαίων παραγόντων, με το οποίο προβλέπονται και συγκρίνονται τα αποτελέσματα εναλλακτικών αποφάσεων, στρατηγικών και ελέγχων.

Ο σκοπός της είναι να βοηθήσει τη διοίκηση να καθορίσει την πολιτική και τις ενέργειές της επιστημονικά (κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο).

Βασικό στοιχείο της προσέγγισης αυτής είναι η συγκρότηση ομάδων με διεπιστημονική σύνθεση που είναι απαραίτητη για να αντιμετωπιστούν τα σύνθετα προβλήματα της πράξης. Πράγματι, τα περισσότερα προβλήματα που αντιμετωπίζονται στον πραγματικό κόσμο έχουν ταυτόχρονα περισσότερες από μια όψεις: έχουν ταυτόχρονα διαστάσεις τεχνικές, οικονομικές, νομικές, κοινωνικές, ψυχολογικές κλπ. Για την επίλυση τους, επομένως, χρειάζεται η συνεργασία περισσότερων από μια επιστημονικών ειδικοτήτων. Επίσης, χρειάζεται η συνεργασία των χρηστών του συστήματος και, γενικά, των φορέων που θα υλοποιήσουν ή θα επηρεαστούν από τη λύση.

Βασικό, επίσης, στοιχείο της προσέγγισης της Επιχειρησιακής Έρευνας είναι η διαμόρφωση ενός μαθηματικού μοντέλου του προβλήματος του οποίου επιδιώκεται η λύση. Ανάλογα με τον τύπο των προβλημάτων που αντιμετωπίζονται στην πράξη έχουν μελετηθεί διάφορα μοντέλα και έχουν αναπτυχθεί αντίστοιχες τεχνικές για τη βελτιστοποίησή τους. Μερικές από αυτές τις τεχνικές αναφέρονται στη συνέχεια.

1. Μαθηματικός Προγραμματισμός (Mathematical Programming)

Σύνολο μαθηματικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται για τη βέλτιστη επίλυση προβλημάτων κατανομής πόρων σε διάφορες δραστηριότητες. Τα προβλήματα αυτά προκύπτουν όταν οι διαθέσιμοι πόροι (κεφάλαια, πρώτες ύλες, μηχανολογικός εξοπλισμός κλπ) είναι περιορισμένοι. Με τις τεχνικές του Μαθηματικού Προγραμματισμού οι διαθέσιμοι πόροι κατανέμονται σε μια σειρά από δραστηριότητες με τρόπο που να προκύπτει η μέγιστη ωφέλεια. Στις τεχνικές αυτές περιλαμβάνονται ο **Γραμμικός Προγραμματισμός** (γραμμικές σχέσεις μεταβλητών), ο **Τετραγωνικός Προγραμματισμός** (οι μεταβλητές εμφανίζονται με τα τετράγωνα τους στις σχέσεις που τις συνδέουν), ο **Ακέραιος Προγραμματισμός** (οι μεταβλητές πρέπει, όλες ή μερικές από αυτές, να παίρνουν ακέραιες τιμές) και ο **Στοχαστικός Προγραμματισμός** (για προβλήματα όπου οι σχέσεις των μεταβλητών είναι πιθανολογικές).

2. Θεωρία Αναμονής (Queuing Theory)

Στατιστική θεωρία με την οποία αντιμετωπίζονται προβλήματα εξυπηρέτησης σειρών αναμονής. Τέτοια προβλήματα εμφανίζονται συχνά στις υπηρεσίες (θυρίδες ταμείων, τηλεφωνικά κέντρα, ιατρεία, συνεργία αυτοκινήτων, αποθήκες εργοστασίων κλπ.). Σε ένα τυπικό πρόβλημα αναμονής δεδομένα είναι ο νόμος της άφιξης των πελατών στο σύστημα και του χρόνου εξυπηρέτησης τους καθώς και ο κανόνας προτεραιότητας στην εξυπηρέτηση τους και ζητείται η δυναμικότητα του συστήματος (πλήθος σταθμών εξυπηρέτησης) ώστε να βελτιστοποιείται η λειτουργία του με κριτήριο το συνολικό κόστος.

3. Προσομοίωση (Simulation)

Τεχνική που χρησιμοποιείται για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων αποφάσεων, ιδίως όταν δεν μπορούν να λυθούν με μαθηματική ανάλυση. Η επίλυση ενός τέτοιου προβλήματος πραγματοποιείται με την κατασκευή ενός μοντέλου που αναπαριστάνει τη λογική δομή του προβλήματος. Το μοντέλο εισάγεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και δοκιμάζεται σε σχέση με διάφορους εναλλακτικούς τρόπους δράσης. Η μελέτη του προβλήματος πραγματοποιείται συνήθως με την χρησιμοποίηση τυχαίων αριθμών που παράγονται τον υπολογιστή με την τεχνική

Monte Carlo. Οι τυχαίοι αυτοί αντιστοιχούν σε πιθανότητες εμφάνισης συγκεκριμένων τιμών των εισροών του συστήματος.

4. Έλεγχος Αποθεμάτων (Inventory Control)

Αφορά προβλήματα διαχείρισης αποθεμάτων, π.χ. πρώτων υλών, έτοιμων προϊόντων, ανθρώπινου δυναμικού, χρηματικών πόρων κ.λπ. Στα προβλήματα αυτά είναι δεδομένη η συνάρτηση ζήτησης ενός αγαθού, η συνάρτηση κατανομής πιθανότητας του χρόνου παράδοσης, η συνάρτηση των δαπανών του αποθέματος και η μέθοδος διαχείρισής του (π.χ. ότι η παραγγελία για αναπλήρωση του αποθέματος δίνεται κατά σταθερά χρονικά διαστήματα ή όταν το απόθεμα φτάσει σε ένα προκαθορισμένο ύψος) και ζητούνται οι οδηγίες διαχείρισης του αποθέματος, δηλαδή πότε και πόσο πρέπει να παραγγελθεί.

5. Θεωρία Παιγνίων (Game Theory)

Εξετάζει τα προβλήματα ανταγωνισμού, δηλαδή ύπαρξης δυο ή περισσότερων μερών με αντικρουόμενα συμφέροντα. Στα προβλήματα αυτά οι ανεξάρτητες μεταβλητές σε ένα πρόβλημα αποφάσεων για κάθε μέρος ελέγχονται από τα υπόλοιπα μέρη, που αντιμετωπίζουν το ίδιο πρόβλημα απόφασης και επιδιώκουν να το λύσουν προς το συμφέρον τους. Έτσι ο όρος «παίγνιο» αντιστοιχεί σε μια ανταγωνιστική κατάσταση, ενώ «παίκτες» είναι οι ανταγωνιστές, καθένας από τους οποίους έχει να επιλέξει από ένα αριθμό εναλλακτικών τρόπων δράσης. Λύση του προβλήματος είναι η εύρεση της καλύτερης στρατηγικής για κάθε παίκτη και της αξίας του παιγνίου, δηλαδή των κερδών και ζημιών που προκύπτουν για καθένα.

6. Θεωρία Αντικατάστασης (Replacement Theory)

Αφορά προβλήματα αντικατάστασης και συντήρησης μηχανολογικού εξοπλισμού. Τέτοια προβλήματα εμφανίζονται στη βιομηχανία, όπου η απόδοση του μηχανικού εξοπλισμού μειώνεται με τη χρήση είτε απόλυτα είτε σχετικά, σε σύγκριση με πιο σύγχρονο εξοπλισμό. Τέτοια είναι και τα προβλήματα αστοχίας του εξοπλισμού, δηλαδή βλάβης που συμβαίνει σε χρόνους όχι γνωστούς από πριν εξαιτίας της περιορισμένης διάρκειας ζωής ενός συστήματος μερών του. Το ζητούμενο σε αυτά τα προβλήματα είναι να βρεθεί ο χρόνος αντικατάστασης του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού με καινούριο.

7. Θεωρία Δικτύων (Network Theory)

Αφορά προβλήματα που μπορούν να εξομοιωθούν με δίκτυα, δηλαδή σύνολα κόμβων που διασυνδέονται με προσανατολισμένα τόξα. Με τα δίκτυα παριστάνονται δραστηριότητες που συσχετίζονται λογικά μεταξύ τους και έχουν κάποιο κόστος και κάποια διάρκεια. Με τη **«μέθοδο του κρίσιμου δρόμου»** (Critical Path Method), που χρησιμοποιεί στοιχεία της θεωρίας, λύνονται προβλήματα χρονικού προγραμματισμού σύνθετων έργων που εμφανίζονται στις κατασκευές, στην έρευνα και ανάπτυξη (R & D), στην προπαρασκευή προσφορών σε διαγωνισμούς, στην προώθηση νέων προϊόντων, στην κατανομή του χρόνου ηλεκτρονικών υπολογιστών κλπ. Βασική υπόθεση είναι ο χρόνος εκτέλεσης των επιμέρους δραστηριοτήτων του έργου μπορούν να προβλεφθούν με ακρίβεια. Αν δεν συμβαίνει αυτό, χρησιμοποιείται η μέθοδος **PERT** (Project Evaluation and Review Technique), όπου χρησιμοποιούνται πιθανολογικές εκτιμήσεις για τη διάρκεια εκτέλεσης των δραστηριοτήτων. Με τις μεθόδους αυτές προσδιορίζεται ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του έργου και οι κρίσιμες δραστηριότητες, δηλαδή

εκείνες από την έγκαιρη εκτέλεση των οποίων εξαρτάται η τήρηση του ελάχιστου χρόνου. Γενικότερα, με τις μεθόδους αυτές είναι δυνατή η παρακολούθηση και ο έλεγχος της προόδου ενός έργου με τρόπο που να ελαχιστοποιείται το κόστος του.

8. Πολυκριτηριακή Λήψη Αποφάσεων (Multicriteria Decision Making)

Η προσέγγιση αυτή εφαρμόζεται σε προβλήματα όπου η λύση πρέπει να βασιστεί σε ένα σύνολο κριτηρίων (multicriteria decision making) ή να διαθέτει ένα σύνολο ιδιοτήτων (multiattribute decision making) ή να εξασφαλίζει την κάλυψη ενός συνόλου στόχων (multiobjective decision making) που εκφράζονται ποσοτικά ή/και ποιοτικά. Κάθε εναλλακτική λύση ικανοποιεί κάθε κριτήριο (ή διαθέτει κάθε ιδιότητα ή καλύπτει κάθε στόχο) σε διαφορετικό βαθμό. Η αξιολόγηση των λύσεων γίνεται με τη βοήθεια μιας συνάρτησης με την οποία σε κάθε κριτήριο (ή ιδιότητα ή στόχο) αποδίδεται ένας αντίστοιχος συντελεστής βαρύτητας και γίνεται η σύνθεση ώστε να προκύψει η βέλτιστη λύση.

9. Ευρετικές Μέθοδοι (Heuristics)

Πρόκειται για μεθόδους που εφαρμόζονται ειδικά για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος, συνήθως αρκετά σύνθετου και, πάντως, τέτοιου που η αντιμετώπισή του να είναι είτε αδύνατη είτε ασύμφορη με άλλες προσεγγίσεις. Με τις ευρετικές προσεγγίσεις προσδιορίζονται ικανοποιητικές (υποβέλτιστες) λύσεις. Η εύρεση μιας τέτοιας μεθόδου εξαρτάται από την εμπειρία και την ικανότητα του αναλυτή, ο οποίος αξιοποιεί τα ειδικά χαρακτηριστικά του προβλήματος ώστε η λύση να προκύπτει σύντομα και να αποτελεί βελτίωση σε σχέση με τυχόν αποτελέσματα που ήδη υπάρχουν από προηγούμενες προσεγγίσεις (Πάππης, 2008).

Τα τελευταία είκοσι χρόνια έχουν αναπτυχθεί πλήθος από συστήματα προγραμματισμού όλων των τύπων (γενικά ή επικεντρωμένα σε διάφορους τομείς: εργοστάσια, κρατήσεις ξενοδοχείων κ.λπ.) τόσο από εμπορικούς οίκους λογισμικού όσο και από ακαδημαϊκούς (Παπαντωνίου., 2000). Στους Πίνακες 1 και 2 παρατίθενται τα γνωστότερα συστήματα προγραμματισμού:

Πίνακας 1. Εμπορικά Πακέτα Χρονικού Προγραμματισμού (Παπαντωνίου , 2000)

ΣΥΣΤΗΜΑ	ΕΤΑΙΡΙΑ	ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ
MS Project	Microsoft	Προγραμματισμός Έργων
Primavera	Primavera Systems	Προγραμματισμός Έργων
Provisa	AT&T Iste	Job shop scheduling
Rhythm	I2 Technologies	Job shop scheduling
TESS	Taylor Industrial Software	Job shop scheduling
MIMI	Cheesepeak Decision Sc.	Μέσο-&Βραχυ- πρόθεσμος Προγρ.
NAK	Tayson & Multimedia Imaging	Timetabling
Schedule Soft	ScheduleSoft Corp.	Sch. Εργατικού Δυναμικού
TeleCenter System	TCS Management Group	Sch. Εργατικού Δυναμικού
Totalview	IEX Corp.	Sch.ΕργατικούΔυναμικού
SchedulePro	Intelligen	Προγρ. Πεπερασμένης Δυναμικότητας

Πίνακας 2. Ακαδημαϊκά Πρωτότυπα Χρονικού Προγραμματισμού (Παπαντωνίου , 2000)

ΣΥΣΤΗΜΑ	ΙΔΡΥΜΑ
ASAP	University of Nottingham
CUISE	Columbia University
ISIS	Carnegie-Mellon University
L1	Universitaet Dortmund
OPAL	Universite Paul Sabatier
OPIS	Carnegie-Mellon University
PRS	Cornell University
QRP	Clemson University
SCHED-STAR	Carnegie-Mellon University
SONIA	Universite de Paris-Sud
TOSCA	University of Edinburgh
TTA	Universidad Catolica de Chile
LiSA	Universitaet Magdeburg

2.3 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Ο προγραμματισμός παραγωγής έχει μελετηθεί ευρέως και σε διάφορους ερευνητικούς τομείς για την παραγωγή και την διοίκηση επιχειρήσεων, όπως η επιχειρησιακή έρευνα (Operations Research, OR), η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI), και οι γνωστικές επιστήμες (Cognitive Sciences, CS). Αυτοί οι ερευνητικοί τομείς περιλαμβάνουν στοιχεία όπως τη μοντελοποίηση, την ανάλυση, και τη προσομοίωση της σχετικής διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Με τον προγραμματισμό παραγωγής εστιάζουμε σε θέματα όπως αλγοριθμικές προσεγγίσεις, οργανωτικά προβλήματα, καθώς και ανάλυση των συστημάτων πληροφοριών.

Παρ' όλη αυτή την έρευνα στο προγραμματισμό παραγωγής, η χρήση των συστημάτων και μεθόδων προγραμματισμού παραμένουν σπάνιες. Αυτή, επίσης, είναι η περίπτωση και στη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων, όπου τα ειδικά χαρακτηριστικά τα βιομηχανίας κάνουν το προγραμματισμό ένα σημαντικό αλλά δύσκολο πρόβλημα (Akkerman & Van Donk, 2007).

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, η αγορά τροφίμων και ποτών έχει γίνει πολύ δυναμική και πολύ ανταγωνιστική. Υπάρχει ένα πολύ ευρύ φάσμα από προϊόντα τροφίμων φυτικής και ζωικής προέλευσης που αντιστοιχούν στη μεγάλη ποικιλομορφία των καταναλωτικών προτιμήσεων και των τάσεων κατανάλωσης. Για να ανταπεξέλθει στις νέες προκλήσεις καθώς επίσης και για να προσαρμόσει την επιχειρησιακή διαδικασία στους μεταβαλλόμενους όρους και τους κανονισμούς της αγοράς, η βιομηχανία τροφίμων πρέπει να στραφεί σε νέες μεθόδους που στοχεύουν στον έλεγχο όλων των επιπέδων στο σύστημα παραγωγής.

Ήδη έχουν προταθεί πολλές προσεγγίσεις για να λύσουν αυτό το πρόβλημα και ειδικά το πρόβλημα του προγραμματισμού. Αλλά φαίνεται ότι η πλειοψηφία αυτών των λύσεων δεν είναι αρκετά γενική και όχι ιδιαίτερα χρήσιμη στο περιβάλλον βιομηχανιών τροφίμων φυτικής προέλευσης. Πράγματι, το περιβάλλον αυτών των βιομηχανιών είναι πολύ δυναμικό εξαιτίας των αρχικών και τελικών προϊόντων που έχουν συχνά σύντομη επεξεργασία παραγωγής και σύντομο κύκλο ζωής (Gargouri et al., 2002).

Επιπλέον, το περιβάλλον προγραμματισμού στα τρόφιμα είναι περίπλοκο λόγω της συχνής αλλαγής των προϊόντων και των αυξημένων αλλαγών στο σύστημα παραγωγής. Μαζί με τη μη δομημένη φύση του προγραμματισμού, αυτό στην πράξη οδηγεί σε καταστάσεις που είναι πολύ δύσκολο να αναλυθούν. Για αυτόν τον λόγο, χρειαζόμαστε δομημένες μεθοδολογίες για να αναλύσουμε τα προβλήματα του προγραμματισμού που συνδέονται με τις συγκεκριμένες περιστάσεις (Akkerman & Van Donk, 2007).

Στην εποχή της παγκοσμιοποίησης και με τα ανά το κόσμο κράτη να έχουν όλο και μικρότερη επιρροή στην οικονομική ζωή «αφήνοντας την αγορά να αποφασίσει», κάθε είδους μονοπωλιακές ή «προστατευόμενες» καταστάσεις τείνουν να εξαφανιστούν. Οι επιχειρήσεις πρέπει να ανταποκριθούν σε ένα πλήθος από νέες τάσεις / απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού, όπως:

- + περισσότερη ποιότητα
- + μεγαλύτερη ποικιλία πιο εξατομικευμένα προϊόντα (customized ή ακόμα και one-of-a-kind)
- + μείωση του κύκλου ζωής των προϊόντων.

Ταυτόχρονα, οι εταιρίες έχουν να αντιμετωπίσουν:

- + συχνότερη ανανέωση εξοπλισμού
- + αύξηση του κόστους εργασίας
- + αυστηρότερη νομοθεσία προστασίας του περιβάλλοντος (αλλά και πολλές φορές υπερκάλυψη της νομοθεσίας για λόγους μάρκετινγκ)
- + συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες αγοράς
- + μη-σταθερό νομοθετικό πλαίσιο.

Όλα τα παραπάνω καθιστούν ανεδαφικό το να έχει μια εταιρία ένα απλό στόχο, όπως π.χ. μείωση του κόστους ή υψηλή ποιότητα, αλλά επιβάλλεται να ακολουθήσει ένα σύνθετο στόχο που θα προσπαθεί να επιτύχει σε διάφορους βαθμούς την υψηλή ποιότητα, τη μείωση του κόστους, τους καλούς και προπάντων συνεπείς χρόνους παράδοσης και το σύντομο χρόνο ανάπτυξης και διοχέτευσης νέων προϊόντων στην αγορά. Σε μια έρευνα ανάμεσα στις πιο επιτυχημένες εταιρίες παγκοσμίως διαπιστώθηκε πως η επιτυχία βασίζεται στο τρίπτυχο «*ποιότητα, τιμή και χρόνος*», ενώ πολλές αναφέρουν και το σχετιζόμενο με την επιχείρηση «*πρωτοπορία, ευκινησία και ικανότητα εκμάθησης*». Επίσης η τάση της αγοράς για μετατόπιση από την ομοιογένεια στην ποικιλία δεν επιτρέπει στην επιχείρηση να ακολουθήσει μια ενιαία στρατηγική όσο αφορά τα προϊόντα που παράγει και έτσι πρέπει να έχει μια γκάμα διαφορετικών ακόμα και αντικρουόμενων, στρατηγικών για να επιτύχει στην αγορά (Παπαντωνίου, 2000).

Οι επιχειρήσεις για να οργανώνουν, να προγραμματίζουν, να ελέγχουν και, γενικά, να διαχειρίζονται τις δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας, από την προμήθεια των πρώτων υλών μέχρι την παράδοση των προϊόντων τους στην τελική κατανάλωση χρησιμοποιούν κάποια συστήματα διαχείρισης, τα οποία είναι:

- + Ο Προγραμματισμός Παραγωγικών Πόρων (MRP II)
- + Ο Προγραμματισμός Επιχειρησιακών Πόρων (ERP)
- + Το σύστημα «Just In Time» (JIT)
- + Η λιτή παραγωγή.

Τα συστήματα αυτά είτε εκφράζουν διαφορετικές προσεγγίσεις στο πρόβλημα της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, είτε αποτελούν εξέλιξη και ολοκληρώνουν κάποιο άλλο (πχ. ο Προγραμματισμός Επιχειρησιακών Πόρων ολοκληρώνει τον Προγραμματισμό Παραγωγικών Πόρων). Ορισμένα έχουν ισχυρή πληροφοριακή βάση (ERP, MRP II), ενώ άλλα έχουν περισσότερο ποιοτικά χαρακτηριστικά (JIT, Λιτή Παραγωγή). Καθένα έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

έναντι των άλλων, ενώ για την επιλογή και εγκατάστασή τους πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και οι συγκεκριμένες ανάγκες και δυνατότητες της επιχείρησης (Πάππης, 2006).

Η δυσκολία του να καλυφθούν όλες αυτές οι απαιτήσεις έχει οδηγήσει όλο και πιο πολλές επιχειρήσεις στο να αναζητούν τρόπους να βελτιστοποιήσουν τις εργασίες που κάνουν τα διάφορα τμήματα τους ξεκινώντας συνήθως από το λογιστικό τμήμα και κάνοντας μετά και το μεγάλο βήμα για τη μηχανοργάνωση της παραγωγής εγκαθιστώντας καταρχάς συστήματα MRP (Material Requirements Planning) (Παπαντωνίου, 2000).

Ο Σχεδιασμός απαιτήσεων πρώτων υλών και υλικών (Material Requirements Planning = MRP) είναι μια ολοκληρωμένη τεχνική σχεδιασμού και ελέγχου η οποία προγραμματίζει τις πρώτες ύλες, τα υλικά και τα ενδιάμεσα προϊόντα που χρειάζονται για να δημιουργηθεί ένα προϊόν. Αυτό γίνεται με ένα κατάλληλο πρόγραμμα υπολογιστή, το οποίο αξιοποιεί πληροφορίες από την παραγωγή και τα αποθέματα για τον προγραμματισμό και την τοποθέτηση των παραγγελιών. Η μέθοδος δίνει τη δυνατότητα στη διεύθυνση της επιχείρησης να συνδυάζει ένα μεγάλο αριθμό διασυνδεόμενων αποφάσεων σχετιζόμενων με την τοποθέτηση παραγγελιών, τον προγραμματισμό, το χειρισμό και τη χρησιμοποίηση αποθεμάτων υλών και υλικών που συμβάλλουν στη δημιουργία του τελικού προϊόντος. Οι εισροές του συστήματος είναι οι ακόλουθες:

- ✚ Το «γενικό χρονοδιάγραμμα παραγωγής» (master production schedule): Το master production schedule βασίζεται σε προβλέψεις της ζήτησης και των παραγγελιών και δείχνει τις ποσότητες έτοιμων τελικών προϊόντων που είναι να παραχθούν σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

- ✚ Ο «κατάλογος απαιτούμενων υλών και υλικών» (bill of materials): Περιλαμβάνει τις ύλες και τα υλικά που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί η κάθε μια από τις επιμέρους παραγωγικές φάσεις για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος.

- ✚ Το «αρχείο αποθεμάτων» (inventory records file): Αυτό προσδιορίζει την παρούσα διαθεσιμότητα των απαιτούμενων συστατικών υλών και υλικών, όπως επίσης και το χρόνο αναπλήρωσής τους. Το «αρχείο αποθεμάτων» πληροφορεί το σύστημα για το πόσες συστατικές ύλες και υλικά είναι διαθέσιμα στις χρονικές στιγμές που έχουν προγραμματισθεί για χρήση.

Η τεχνική MRP έχει υιοθετηθεί με αυξανόμενο ρυθμό, τα τελευταία χρόνια, κυρίως από επιχειρήσεις κατασκευής μεταφορικού εξοπλισμού, ηλεκτρικών συσκευών και διάφορων οργάνων που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία. Δεν είναι τόσο δημοφιλής από εταιρίες που έχουν συνεχή διαδικασία παραγωγής (π.χ. εταιρίες πετρελαιοειδών, χαρτιού, ξύλου κ.λπ.). Μια εξέλιξη της τεχνικής MRP είναι η μέθοδος MRP II (Manufacturing Resource Planning). Η τελευταία επεκτείνει την τεχνική MRP δημιουργώντας διασυνδέσεις με τις προμήθειες, το λογιστήριο, τις πωλήσεις, την τεχνική υπηρεσία και άλλες επιχειρησιακές λειτουργίες.

Η μετεξέλιξη ωστόσο και σημαντική βελτίωση των τεχνικών MRP και MRPII είναι το σύστημα ERP (Enterprise Resource Planning system), δηλαδή το σύστημα Σχεδιασμού Επιχειρησιακών Πόρων. Το ERP είναι ένα επιχειρησιακό διοικητικό σύστημα το οποίο περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο και κατανοητό λογισμικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αν εφαρμοσθεί σωστά, για τη διοίκηση και την ολοκλήρωση όλων των επιχειρησιακών λειτουργιών. Στο σύστημα περιλαμβάνονται συνήθως εφαρμογές και εργαλεία για τη λογιστική και τα χρηματοοικονομικά της επιχείρησης, τις πωλήσεις και τη διανομή, τη διαχείριση των αποθεμάτων, το σχεδιασμό παραγωγής, την εφοδιαστική αλυσίδα, τους πελάτες, τους ανθρώπινους πόρους της επιχείρησης κ.ά. (Σαρμανιώτης, 2005).

Τα συστήματα ERP είναι ευέλικτα, δηλαδή μπορούν να προσαρμόζονται στις ανάγκες τα επιχείρησης όπου εγκαθίσταται, και κατά κανόνα είναι σπονδυλωτά, δηλαδή αποτελούνται από επιμέρους υποσυστήματα (προγράμματα λογισμικού) ή σπονδύλους. Κάθε σπόνδυλος αντιστοιχεί συνήθως σε ένα από τα βασικά τμήματα μιας επιχείρησης και εκτελεί δραστηριότητες που σχετίζονται με το τμήμα. Οι κυριότεροι σπόνδυλοι αφορούν τις εξής λειτουργίες:

- ✚ Προγραμματισμός Παραγωγής: Έχει ως σκοπό να υποστηρίξει την αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων και την οργάνωση της παραγωγής (διενέργεια προβλέψεων των πωλήσεων, καταγραφή παραγγελιών, εκπόνηση προγράμματος παραγωγής, έκδοση εντολών παραγωγής, προγραμματισμός απαιτούμενων υλικών, προγραμματισμός δυναμικότητας, προγραμματισμός συντήρησης).

- ✚ Προμήθειες: Έχει ως σκοπό να υποστηρίξει τις προμήθειες υλικών (αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτών, διαπραγμάτευση τιμών, ανάθεση παραγγελιών, κοστολόγηση).

- ✚ Έλεγχος Αποθηκών: Έχει ως αντικείμενο τη διαχείριση αποθεμάτων (προσδιορισμός αναγκών, έκδοση διαχειριστικών οδηγιών για το είδος, την ποσότητα και το χρόνο παραγγελίας, παρακολούθηση κινήσεων, έκδοση αναφορών).

- ✚ Πωλήσεις: Έχει ως αντικείμενο την υποστήριξη των πωλήσεων (λήψη παραγγελιών, προγραμματισμός διανομών, αποστολή, τιμολόγηση).

- ✚ Οικονομικά: Έχει ως αντικείμενο τη συλλογή πληροφοριών από τα διάφορα τμήματα της επιχείρησης (παραγωγή, προμήθειες, πωλήσεις, ανθρώπινο δυναμικό) για την ενημέρωση των λογαριασμών της Γενικής και Ειδικής Λογιστικής και την έκδοση σχετικών αναφορών (ισολογισμοί, περιοδικές δηλώσεις, άλλες κινήσεις).

- ✚ Ανθρώπινο Δυναμικό: Έχει ως αντικείμενο την υποστήριξη της διοίκησης του προσωπικού της επιχείρησης με την τήρηση αρχείων προσωπικών και επαγγελματικών στοιχείων των εργαζομένων (αξιολόγηση, παρουσίες, προαγωγές, πληρωμές).

Οι σπόνδυλοι ενός συστήματος ERP επικοινωνούν μεταξύ τους, ώστε η καταγραφή ενός στοιχείου σε έναν από αυτούς να συνεπάγεται την αυτόματη ενημέρωση ενός ή περισσότερων άλλων σπονδύλων. Άλλωστε, ένα σύστημα ERP μπορεί να περιλαμβάνει και άλλους σπονδύλους, εκτός από τους προαναφερόμενους. Ή μπορεί να περιλαμβάνει εντελώς διαφορετικούς, ανάλογα με το είδος της επιχείρησης στο οποίο έχει εφαρμογή. Εξάλλου, η σπονδυλωτή δομή των συστημάτων ERP επιτρέπει στην επιχείρηση να το εγκαταστήσει τμηματικά και σε βάθος χρόνου ενώ παράλληλα να λειτουργεί κανονικά (Πάπτης, 2006).

Τα πακέτα ERP είναι εξαρχής σχεδιασμένα για να μπορούν να τροποποιηθούν σε κάποιο βαθμό ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες κάθε επιχείρησης (customization), ενώ πολλά από αυτά βγαίνουν σε διαφορετική έκδοση για κάθε κλάδο της βιομηχανίας δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στην επιχείρηση να αναδιοργανωθεί με βάση την ενσωματωμένη στο πακέτο τεχνογνωσία (να ακολουθήσει τις «best business practices»).

Επιγραμματικά, μπορούμε να πούμε πως μια επιτυχημένη εγκατάσταση ενός ERP συστήματος σε μια επιχείρηση οδηγεί σε:

- ✚ Μείωση του μέσου επιπέδου αποθεμάτων και του σχετικού με αυτά κόστους (αυτός ήταν άλλωστε ένας από τους στόχους των MRP συστημάτων).

- ✚ Μείωση του manufacturing lead time.

- ✚ Αύξηση παραγωγικότητας.

- ✚ Καλύτερη διαχείριση των ανθρωπίνων πόρων.

- ✚ Αποτελεσματικότερες προβλέψεις της ζήτησης των προϊόντων.

- ✚ Αποτελεσματικότερη διαχείριση της ποιότητας.
- ✚ Βελτιωμένο έλεγχο κόστους.
- ✚ Ευκολότερη εφαρμογή διεθνών προτύπων (π.χ. ISO 9000).
- ✚ Ικανότητα για εφαρμογή αυστηρότερης πολιτικής σε ότι αφορά τις δεσμεύσεις της εταιρίας στους πελάτες (ταχύτεροι και προπαντός σταθερότεροι χρόνοι παράδοσης, σταθερή ποιότητα)
- ✚ Ευκολότερη προσαρμογή σε αλλαγές των επιχειρησιακών διαδικασιών και των συνθηκών της αγοράς.

Αντίθετα, σε επιχειρήσεις που δε χρησιμοποιούν τέτοια συστήματα (ή η εγκατάστασή τους ήταν αποτυχημένη) παρατηρήθηκε κακή εξυπηρέτηση πελατών, πλεονάζοντα αποθέματα, μικρή παραγωγικότητα εργαζομένων ή/και εξοπλισμού και απασχόληση μεγάλου μέρους του ανθρώπινου δυναμικού σε δουλειές «πυρόσβεσης» των προβλημάτων που συχνά προκύπτουν (fire fighting).

Πολλές εταιρίες έχουν οδηγηθεί στο να επανεξετάσουν τον μέχρι τώρα τρόπο λειτουργίας τους και να υιοθετήσουν πιο ευέλικτα μοντέλα λειτουργίας. Η ευελιξία αυτή πρέπει να αντανακλάται και στο σύστημα ERP της επιχείρησης, από το οποίο απαιτούνται πλέον:

- ✚ Ευέλικτη δομή: Στο νέο περιβάλλον οι συνεχείς αλλαγές είναι το μοναδικό στοιχείο που δεν θα αλλάζει. Η προσαρμοστικότητα επιβάλλεται να είναι άμεση.
- ✚ Modular & Open(Σπονδυλωτή και ανοικτή) Αρχιτεκτονική: Το σύστημα πρέπει να δέχεται πρόσθετες παραγγελίες ενώ είναι επιθυμητή η δυνατότητα λειτουργίας του σε όσο το δυνατό περισσότερες πλατφόρμες.
- ✚ Υποστήριξη για προσαρμοσμένη (customized) παραγωγή: Ήδη υπάρχει πλήθος συστημάτων ERP αλλά και ομάδα πακέτων που υποστηρίζουν «διαμορφώσεις», οι οποίες βοηθούν στη διαχείριση του μεγάλου πλήθους των διαφορετικών παραλλαγών κάθε προϊόντος.
- ✚ Υποστήριξη Just-in-Time και configure-to-order: Μολονότι η εκμετάλλευση της μόδας του JIT από τους σύμβουλους επιχειρήσεων έχει κάνει πολλές επιχειρήσεις να το βλέπουν με επιφυλάξεις, η ανάγκη για ελαχιστοποίηση των αποθεμάτων και των σχετικών με αυτά κινήσεων είναι μεγαλύτερος από ποτέ. Τα συστήματα πρέπει να υποστηρίζουν όλες τις λειτουργίες του JIT.
- ✚ Υποστήριξη on-line Διασύνδεσης με άλλα Συστήματα: Απαραίτητο για τη σωστή εφαρμογή του JIT (για σύνδεση με προμηθευτές, πελάτες), έχει λάβει τρομερή σημασία καθώς αποτελεί τον πυρήνα του μεγάλου στοιχήματος για τις επιχειρήσεις που τροφοδοτούν απευθείας την αγορά: του e-business.
- ✚ Ευκολία στη Χρήση: Δε σημαίνει σε καμία περίπτωση απλοποιημένο / απλοϊκό σύστημα, αλλά σύστημα με τις δυνατότητες που χρειάζεται πραγματικά ο χρήστης δοσμένες εύληπτα έτσι ώστε να αυξηθεί η παραγωγικότητα του (Παπαντωνίου, 2000).

Όμως τα συστήματα ERP δεν είναι απαλλαγμένα από μειονεκτήματα, ενώ σημαντικά προβλήματα μπορούν να εμφανιστούν κατά τη λειτουργία τους. Σοβαρό μειονέκτημα αποτελεί το υψηλό κόστος της εγκατάστασης του συστήματος, η οποία μπορεί να διαρκέσει από ένα μέχρι τρία χρόνια. Ένας τυπικός προϋπολογισμός είναι μερικές δεκάδες εκατομμύρια ευρώ. Επιχειρήσεις μικρού ή μεσαίου μεγέθους είναι συχνά δύσκολο να ανταπεξέλθουν σ' αυτό το κόστος. Γι' αυτό οι προμηθευτές των συστημάτων ERP προωθούν σε τέτοιους πελάτες τους λογισμικό με μικρότερες δυνατότητες, που όμως αποτελεί φθηνότερη λύση. Αλλά και οι αλλαγές που είναι υποχρεωμένη να κάνει η επιχείρηση λόγω της εισαγωγής και εγκατάστασης ενός συστήματος ERP, δηλαδή η μετάβαση από το παλιό στο νέο σύστημα, έχουν σημαντικό κόστος γι' αυτήν, αφού συνεπάγονται απασχόληση πόρων της επιχείρησης κατά το διάστημα της μετάβασης. Γενικότερα, εκτός από το

εμφανές κόστος αγοράς του συστήματος από την προμηθεύτρια εταιρία, υπάρχει ένα αφανές κόστος που συνδέεται με την εγκατάσταση ενός συστήματος ERP και συνδέεται με την εκπαίδευση, την κατάρτιση και την ενδεχόμενη αντικατάσταση μέρους του προσωπικού, τις δοκιμές, τη μεταφορά και μετατροπή δεδομένων από το σύστημα που προϋπήρχε, την παραμετροποίηση των εφαρμογών, τους τεχνικούς συμβούλους και την αναπόφευκτη μείωση της παραγωγικότητας στο διάστημα κατά και αμέσως μετά από την εγκατάσταση του συστήματος. Άλλωστε η εγκατάσταση/αναβάθμιση του συστήματος δεν σταματάει ποτέ, αφού είναι ανάγκη να ανανεώνεται και να επεκτείνεται συνεχώς.

Τέλος, προβλήματα μπορούν να προκύψουν κατά τη λειτουργία του συστήματος από την αντίσταση που είναι δυνατόν να αναπτυχθεί είτε εξωτερικά, από τους συνεργάτες της επιχείρησης – χρήστη του συστήματος στην εφοδιαστική αλυσίδα, που μπορεί να αρνηθούν να μοιραστούν με αυτήν ευαίσθητες εσωτερικές πληροφορίες τους, είτε εσωτερικά, από το προσωπικό της επιχείρησης που μπορεί να φοβάται τις επιπτώσεις των αλλαγών που φέρνει το νέο σύστημα στις συνθήκες απασχόλησής τους ή που δεν έχει πειστεί για την ωφελιμότητά τους. Επίσης μπορεί να εμφανιστούν προβλήματα συμβατότητας του συστήματος με τα συστήματα των συνεργατών της επιχείρησης – χρήστη. Ένα άλλο πρόβλημα αποτελεί η αδρανοποίηση του συστήματος που μπορεί να προκύψει από τη διακοπή της συνεργασίας ενός τμήματος με το υπόλοιπο σύστημα (π.χ. θέση ενός τμήματος εκτός λειτουργίας λόγω τοπικής βλάβης ή λόγω απεργίας του προσωπικού).

Συνοψίζοντας, παρά την πολύ μεγάλη εξάπλωση των εφαρμογών ανά τον κόσμο και παρά την ύπαρξη προφανών πλεονεκτημάτων, υπάρχουν επίσης σημαντικά μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τα συστήματα ERP και η σχέση κόστους – οφέλους από την εφαρμογή τους δεν είναι πλήρως αποσαφηνισμένη. Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι οι εφαρμογές ERP μέχρι τώρα έχουν παραγάγει λιγότερα από τα αναμενόμενα επιχειρησιακά οφέλη (Πάππης, 2006).

Το σύστημα ελέγχου αποθεμάτων Just-In-Time (JIT) επιδιώκει μια ιδανική κατάσταση κατά την οποία οι παραχθείσες ποσότητες προϊόντων είναι ίσες με τις ποσότητες που είναι έτοιμες για παράδοση στους πελάτες. Η κατάσταση αυτή ελαχιστοποιεί το κόστος διατήρησης των αποθεμάτων και όλα τα έξοδα αποθήκευσης και μεταφοράς των αποθεμάτων από τις αποθήκες στο χώρο παραγωγής. Οι πρώτες ύλες, τα υλικά και τα ενδιάμεσα προϊόντα αγοράζονται πιο συχνά και σε μικρότερες ποσότητες, «ακριβώς στο χρόνο» (Just-In-Time) που είναι να χρησιμοποιηθούν. Τα έτοιμα προϊόντα παράγονται και παραδίδονται στους πελάτες «ακριβώς στο χρόνο» (Just-In-Time) που είναι να πωληθούν. Οι οικονομίες από το σύστημα ελέγχου αποθεμάτων JIT μπορεί να είναι εντυπωσιακές. Ωστόσο, το σύστημα για να είναι αποτελεσματικό απαιτεί λεπτομερειακό «timing» και συντονισμό και εντός του συστήματος «παραγωγικών» δραστηριοτήτων (operations system) και μεταξύ της επιχείρησης και των προμηθευτών της, αλλά και των πελατών της (Σαρμανιώτης, 2005).

Στο νέο σύστημα οργάνωσης τα αποθέματα αντιμετωπίζονται ως βασικό και ουσιώδες πρόβλημα. Η διατήρηση αποθέματος σε μια επιχείρηση συνεπάγεται την επιβάρυνση της από το κόστος του δεσμευμένου σε αποθέματα κεφαλαίου, το κόστος απόσβεσης και συντήρησης χώρων αποθήκευσης (ή ενοικίασης τους αν δεν διατίθενται από την επιχείρηση), το κόστος φύλαξης, διαχείρισης, φθοράς ή αλλοίωσης των αποθηκευμένων προϊόντων κ.λπ. Γι' αυτό και η οργάνωση των παραγωγικών διαδικασιών με τρόπο ώστε να λειτουργούν με το ελάχιστο δυνατό απόθεμα, που θα εξασφαλίζει τη συνεχή λειτουργία της επιχείρησης και την ικανοποίηση των πελατών, είναι κρίσιμο ζητούμενο της διοίκησης.

Οι στόχοι ενός συστήματος JIT μπορούν να διατυπωθούν ως εξής:

- ✚ Μηδενικά ελαττωματικά προϊόντα.
- ✚ Μηδενικά αποθέματα.
- ✚ Μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας της παραγωγής.
- ✚ Παροχή του υψηλότερου επιπέδου εξυπηρέτησης πελατών.
- ✚ Μηδενικός χρόνος προετοιμασίας της παραγωγής.
- ✚ Παρτίδες ελάχιστου μεγέθους.
- ✚ Μηδενικοί χρόνοι μετακινήσεων.
- ✚ Καμία βλάβη.
- ✚ Μηδενικοί χρόνοι υστέρησης.
- ✚ Βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος.

Για επιτυχή εφαρμογή του συστήματος σε μια επιχείρηση απαιτούνται, με βάση και όσα αναφέρθηκαν ήδη, δέσμευση και αποφασιστική υποστήριξη της διοίκησης, εκπαίδευση και ενεργή συμμετοχή των εργαζομένων, ευελιξία στην εργασία και στις παραγωγικές διαδικασίες με μείωση του χρόνου υστέρησης και ετοιμασίας της παραγωγής και του μεγέθους παρτίδων, αυστηρός ποιοτικός έλεγχος σε κάθε στάδιο της παραγωγής, μελετημένες διαδικασίες προμήθειας, παραγωγής και διάθεσης, άριστη επικοινωνία, οργάνωση του χώρου εργασίας, συντήρηση του εξοπλισμού και συσκευών, αξιοπιστία των μεταφορών εντός και εκτός της επιχείρησης, μείωση του αριθμού των προμηθευτών και συμφωνίες προμήθειας με μακροχρόνιο χαρακτήρα.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος JIT το έχουν καταστήσει διεθνές πρότυπο οργάνωσης των παραγωγικών συστημάτων, και το σύστημα αυτό έχουν υιοθετήσει και το εφαρμόζουν πολλές επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο και ιδιαίτερα στον πιο ανεπτυγμένο βιομηχανικά.

Τα συστήματα JIT δεν είναι απαλλαγμένα από προβλήματα, που εμφανίζονται όταν η ζήτηση είναι άστατη ή όταν το κόστος μη έγκαιρης ικανοποίησης της ζήτησης είναι σημαντικό, προβλήματα που δεν εμφανίζονται όταν τηρούνται υψηλά επίπεδα αποθεμάτων. Τα συστήματα JIT, μειώνουν τα επίπεδα αποθεμάτων στο σημείο που να υπάρχουν πολύ λίγα ή/και καθόλου αποθέματα ασφαλείας, ενώ κάποια έλλειψη σε ένα υλικό μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την παραγωγή ή/και τη διανομή του προϊόντος.

Ένα άλλο πρόβλημα που μπορεί να παρουσιαστεί σχετίζεται με τη λειτουργία των προμηθειών. Αν δεν υπάρχουν προμηθευτές των απαραίτητων υλικών και εξαρτημάτων σε μικρή απόσταση από το παραγωγικό σύστημα είναι πιθανό να προκύψουν προβλήματα που θα οδηγήσουν σε ελλείψεις και αποδιοργάνωση του προγράμματος παραγωγής και θα ανατρέψουν στην πράξη την λειτουργία του συστήματος JIT. Όσο πιο μακριά βρίσκονται οι προμηθευτές, τόσο ο χρόνος παραδόσεων γίνεται περισσότερο αβέβαιος και λιγότερο προβλέψιμος, ενώ αυξάνεται το κόστος μεταφοράς και η αστάθεια των παραλαβών λόγω εξωτερικών συνθηκών (π.χ. καιρικές συνθήκες, απεργίες κ.λπ.).

Η επιτυχία του συστήματος JIT εξαρτάται και από την ικανότητα του προμηθευτή να παράγει και στη συνέχεια να προμηθεύει τα υλικά ή τα εξαρτήματα σε συνδυασμό με το πρόγραμμα παραγωγής της εταιρίας. Στην πράξη, είναι δυνατόν να εμφανιστεί πρόβλημα συντονισμού των προγραμμάτων παραγωγής του προμηθευτή και του πελάτη του (επιχείρηση που εφαρμόζει σύστημα JIT) (Πάππης, 2006).

2.4 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ-ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ

Ο σχεδιασμός της δυναμικότητας ενός παραγωγικού συστήματος αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα θέματα του χρονικού προσδιορισμού μιας παραγωγικής διαδικασίας. Η δυναμικότητα, ή αλλιώς, η παραγωγική ικανότητα ενός παραγωγικού συστήματος είναι η οριακή ικανότητά του να παράγει προϊόντα ή υπηρεσίες σε μια χρονική περίοδο. Είναι, δηλαδή, η μέγιστη ποσότητα των τελικών προϊόντων ή υπηρεσιών που μπορεί να παράγει το σύστημα σε ορισμένη χρονική περίοδο. Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατόν να γίνει χρήση κοινής φυσικής μονάδας για τη μέτρηση της ποσότητας του τελικού προϊόντος, δυναμικότητα θεωρείται η μέγιστη ποσότητα του κρίσιμου πόρου που διαθέτει το σύστημα στη μονάδα του χρόνου. Η δυναμικότητα ενός παραγωγικού συστήματος μπορεί να μετρηθεί με φυσικές μονάδες προϊόντων ή υπηρεσιών που παράγει το σύστημα (π.χ. τόνοι ενός προϊόντος, αριθμός / πλήθος προϊόντων) στη μονάδα του χρόνου που χαρακτηρίζει το σύστημα (π.χ. σε μια βάρδια, σε μια ημέρα) ή με μονάδες του κρίσιμου πόρου (π.χ. ανθρωπόωρες) (βλ. Πίνακα 3).

Πίνακας 3. Παραδείγματα δυναμικότητων παραγωγικών μονάδων.

Παραγωγική Μονάδα	Μονάδα Μέτρησης	Μετρούμενο Μέγεθος
Εργοστάσιο Λαμπτήρων	Λαμπτήρες/μήνα	Τελικό προϊόν
Χαλυβουργία	Τόνοι/ μέρα	Τελικό προϊόν
Ελαιτριβείο	Λίτρα/μέρα	Τελικό προϊόν
Ενεργειακός σταθμός	Megawatts	Τελικό προϊόν
Αρτοποιεία	Τόνοι/έτος	Τελικό προϊόν
Χαρτοποιία	Τόνοι/ μέρα	Τελικό προϊόν
Ξενοδοχείο	Αριθμός κλινών	Κρίσιμος πόρος
Αεροσκάφος	Ώρες Πτήσης/Μήνα	Κρίσιμος πόρος

2.4.1 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το πρόβλημα του καθορισμού της δυναμικότητας ενός συστήματος προκύπτει κατά τη φάση του αρχικού σχεδιασμού του συστήματος, σύμφωνα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τους σκοπούς του συστήματος ή μετά την εγκατάσταση του συστήματος. Στην δεύτερη περίπτωση, η δυναμικότητα του συστήματος θα υποστεί περιοδική αναθεώρηση, αφού τα δεδομένα μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Για παράδειγμα, σχεδιάζεται ένα σύστημα με σκοπό να καλύψει μια συγκεκριμένη ζήτηση, αν στη συνέχεια, για κάποιο λόγο, αυξηθεί η ζήτηση, τότε θα πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα αναπροσαρμογής της δυναμικότητας του συστήματος, ώστε να καλύψει την ζήτηση. Και στις δύο περιπτώσεις, πάντως, η σημαντικότερη παράμετρος που καθορίζει τον σχεδιασμό της δυναμικότητας είναι η ζήτηση που καλείται να ικανοποιεί το σύστημα. Έτσι, τα διάφορα στοιχεία της ζήτησης επηρεάζουν έντονα αντίστοιχα στοιχεία της δυναμικότητας. Ειδικότερα, η ποσότητα, ο χρόνος, η ποιότητα και ο τόπος ζήτησης των προϊόντων ενός συστήματος αποτελούν βασικές παραμέτρους που λαμβάνονται υπ' όψη κατά τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τα χαρακτηριστικά του συστήματος.

2.4.2 ΕΠΙΠΕΔΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Προβλήματα που σχετίζονται με τη δυναμικότητα συστημάτων εμφανίζονται και στα τρία επίπεδα λήψης αποφάσεων, στο στρατηγικό, το τακτικό και το λειτουργικό.

Στρατηγικό επίπεδο

Το πρόβλημα αφορά στο σχεδιασμό της δυναμικότητας σε μακροχρόνια βάση (5 – 10 χρόνια) και με δεδομένα που αφορούν προβλεπόμενες μακροπρόθεσμες εξελίξεις στη ζήτηση. Επειδή ο σχεδιασμός βασίζεται σε προβλέψεις για μελλοντικά γεγονότα που συχνά έχουν έντονο το στοιχείο της αβεβαιότητας, οι σχετικές αποφάσεις συνδέονται με σημαντικούς επιχειρηματικούς κινδύνους. Στο επίπεδο αυτό οι αποφάσεις που λαμβάνονται συνεπάγονται δέσμευση σημαντικών πόρων του συστήματος που επενδύονται σε πάγιες εγκαταστάσεις.

Τακτικό Επίπεδο

Το πρόβλημα αφορά μεσοπρόθεσμη και περιορισμένη προσαρμογή της δυναμικότητας (1 – 2 χρόνια) και προκύπτει από εποχιακές διακυμάνσεις της ζήτησης, ή από έκτακτες ανάγκες της αύξησης της παραγωγής λόγω τυχαίας, δηλαδή μη συστηματικής, αύξησης της ζήτησης. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται στο επίπεδο αυτό δεν συνεπάγονται δέσμευση σημαντικών πόρων του συστήματος. Το πρόβλημα της προσαρμογής της δυναμικότητας λύνεται με χρήση αποθεμάτων (δημιουργία αποθεμάτων κατά την περίοδο με τη χαμηλή ζήτηση και διάθεση του κατά την περίοδο της μεγάλης ζήτησης), χρήση μεταβλητής εργατικής δύναμης (εποχιακή απασχόληση προσωπικού), υπερωριών, δεύτερης και τρίτης βάρδιας, εργασίας στις αργίες ή προσφυγή σε εξωτερικούς υπεργολάβους (φασόν). Συνήθως, οι λύσεις αυτές συνεπάγονται αυξημένο λειτουργικό κόστος. Οι αποφάσεις που αφορούν την προσαρμογή της δυναμικότητας στο τακτικό επίπεδο βασίζονται σε προβλέψεις που χαρακτηρίζονται σε πολύ μικρότερο βαθμό από το στοιχείο της αβεβαιότητας. Γι αυτό και ο επιχειρηματικός κίνδυνος είναι μικρότερος σε σχέση με τις αποφάσεις που λαμβάνονται στο στρατηγικό επίπεδο.

Λειτουργικό Επίπεδο

Το πρόβλημα αφορά σε μικρές προσαρμογές της παραγωγικής ικανότητας με καλύτερη αξιοποίηση των πόρων που ήδη διαθέτει το σύστημα. Προκύπτει όταν βραχυπρόθεσμες τυχαίες μεταβολές στη ζήτηση ή όταν τυχαίοι παράγοντες (π.χ εμφάνιση μοπτιλιαρίσματος) δημιουργούν την ανάγκη ανταπόκρισης του συστήματος στις ανάγκες της ζήτησης. Τέτοια φαινόμενα εμφανίζονται σε βραχυπρόθεσμη βάση (στη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας ή μιας εβδομάδας).

2.4.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Όταν πρόκειται να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με το σχεδιασμό της δυναμικότητας στο στρατηγικό επίπεδο, ακολουθείται διαδικασία που περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα

1. Πρόβλεψη της ζήτησης:

Γίνεται με τη χρήση διάφορων μεθόδων που χαρακτηρίζονται από διαφορετικό βαθμό ακρίβειας, κόστος και απαιτήσεις σε στοιχεία. Τέτοιες μέθοδοι είναι:

- A. Μοντέλα χρονοσειρών (κινούμενοι μέσοι, εκθετικοί κινούμενοι μέσοι, σειρές Fourier).
- B. Αιτιακές μέθοδοι (Ανάλυση συσχέτισης, Οικονομετρικά μοντέλα).

Γ. Προγνωστικές μέθοδοι (Delphi, Έρευνα αγοράς, Ανάλυση αναλόγων και κύκλου ζωής).

2. Προσδιορισμός απαιτήσεων δυναμικότητας:

Οι απαιτήσεις δυναμικότητας προσδιορίζονται με βάση τις προβλέψεις για τις μεταβολές της ζήτησης και καθορίζονται ποσοτικά (μέγεθος της απαιτούμενης δυναμικότητας) και χρονικά (ο χρόνος κατά τον οποίο αυτή θα απαιτηθεί).

3. Διαμόρφωση εναλλακτικών σχεδίων:

Κάθε εναλλακτικό σχέδιο αναφέρεται σε ένα διαφορετικό τρόπο εγκατάστασης της απαιτούμενης δυναμικότητας.

4. Αξιολόγηση εναλλακτικών σχεδίων :

Στο βήμα αυτό εκτελείται η οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση των εναλλακτικών σχεδίων χρησιμοποιώντας κάποια μεθόδων αξιολόγησης επενδύσεων. Δύο από τις πλέον χρησιμοποιούμενες μεθόδους αξιολόγησης είναι η μέθοδος της καθαρής παρούσας άξιας (net present value) και τα δέντρα αποφάσεων (decision tree).

2.4.4 ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΣΑΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΟΠΛΟ ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΣΑΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

Η αύξηση της δυναμικότητας είναι μια από τις πλέον σημαντικές αποφάσεις στο μάνατζμεντ της σύγχρονης επιχείρησης μια και είναι από τις μακροπρόθεσμες αποφάσεις που απαιτούν συνήθως μεγάλο χρόνο υλοποίησης και σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίων. Μπορεί να γίνει ένα πανίσχυρο στρατηγικό όπλο αλλά και να αφανίσει μια επιχείρηση. Μεγάλη δυναμικότητα μπορεί να οδηγήσει σε σπατάλη πόρων, ενώ μικρή μπορεί να δημιουργεί προβλήματα απώλειας εσόδων από πελάτες που πάνε σε ανταγωνιστές. Ταυτόχρονα η απόφαση αυτή επηρεάζει και τον κλάδο της επιχείρησης. Όταν για παράδειγμα πολλοί ανταγωνιστές αποφασίσουν να αυξήσουν τη δυναμικότητα τους ταυτόχρονα, αυξάνουν τη συνολική δυναμικότητα του κλάδου και μειώνουν τις προοπτικές κερδοφορίας του, πέραν βέβαια του ότι προκαλούν αύξηση της ζήτησης και των τιμών για τους προμηθευτές της δυναμικότητας αυτής. Ας σταθούμε για λίγο εδώ σε μερικά στοιχεία στην πολύπλευρη απόφαση αυτή από την άποψη του χρονικού σημείου της αύξησης και του μεγέθους της. Στην απόφαση αυτή υπάρχουν δύο άκρα: στο ένα είναι η στρατηγική επέκτασης με μεγάλες αλλά λίγες αυξήσεις και στο άλλο η στρατηγική στάσης αναμονής με συχνότερες, μικρότερες αυξήσεις. Η **στρατηγική επέκτασης** έχει ως σκοπό να προηγείται η επιχείρηση της ζήτησης. Μπορεί μεν να δημιουργεί κάποια μεγάλη περίσσεια δυναμικότητα αρχικά για την επιχείρηση αλλά ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί την πιθανότητα απώλειας πωλήσεων και εσόδων. Μία επιχείρηση μπορεί να εκμεταλλευθεί την επέκταση για να αποκτήσει οικονομίες κλίμακας και να χαμηλώσει τις τιμές των προϊόντων της για να κερδίσει μερίδια αγοράς. Μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις η αύξηση χρησιμοποιείται ως ανταγωνιστικό όπλο: μπορεί να είναι μεγάλη και προληπτική για να αναγκάσει τους ανταγωνιστές να χάσουν κάποιο μερίδιο αγοράς παρά να διακινδυνεύσουν να αυξήσουν τη δυναμικότητα του κλάδου συνολικά ακολουθώντας την ίδια τακτική. Η **στρατηγική στάσης αναμονής** είναι συντηρητική και ελαχιστοποιεί κινδύνους, ιδιαίτερα όταν αφορά κλάδους στους οποίους η πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης δεν είναι

καλή ή η τεχνολογία εξελίσσεται ταχύτατα ή οι κινήσεις των ανταγωνιστών δεν είναι εύκολο να προβλεφθούν. Η στρατηγική αυτή συχνά ακολουθείται από μάντζερ με πολύ βραχυπρόθεσμους ορίζοντες και έχει ως σκοπό την επίτευξη βραχυπρόθεσμων αποτελεσμάτων και την αποφυγή κάποιου μεγάλου λάθους. Ανάμεσα στα δύο άκρα υπάρχουν βέβαια πολλές άλλες επιλογές και συνδυασμοί, όπως πχ η επέκταση ακολουθώντας το παράδειγμα ενός ανταγωνιστή, οπότε εξουδετερώνεται το οποιοδήποτε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα του πρωτοπόρου αλλά ταυτόχρονα δημιουργείται και μεγάλη περίσσεια δυναμικότητα στον κλάδο.

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ

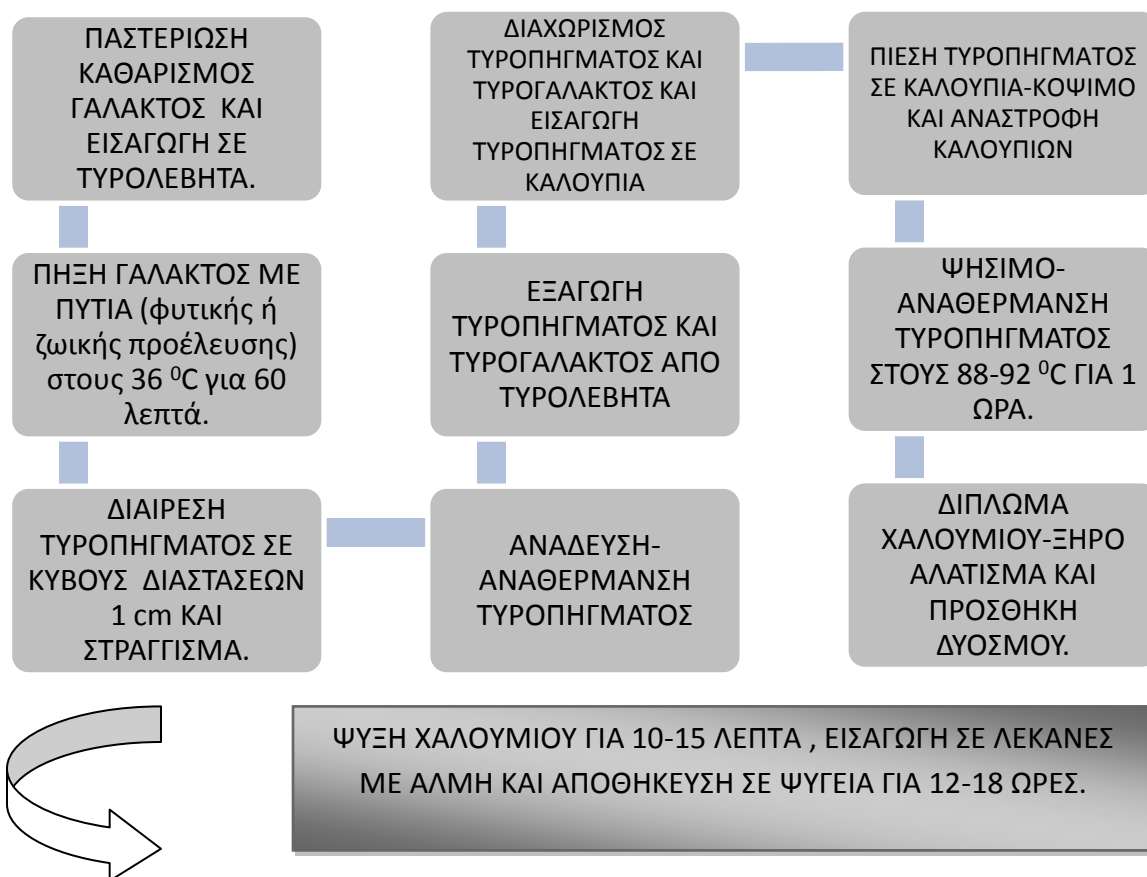
3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

Το χαλούμι είναι ημίσκληρο τυρί άλμης με 40-43% υγρασία επί ξηρής ουσίας με χώρα καταγωγής το νησί της Κύπρου. Παρασκευάζεται από γιδινό, πρόβειο, ή μείγμα γιδινού και πρόβειου με ή χωρίς την προσθήκη αγελαδινού γάλακτος (Εικόνα 1) (Μπίντσης, 2008). Παραδοσιακά το χαλούμι παρασκευαζόταν οικοτεχνικά, στις στάνες των κτηνοτρόφων ή σε πρόχειρα τυροκομεία, με εμπειρικό τρόπο, ωστόσο σήμερα οι μεγαλύτερες ποσότητες χαλουμιού παρασκευάζονται σε μεγάλα τυροκομεία με τυποποιημένη και αυτοματοποιημένη τεχνολογία, σταθεροποιώντας έτσι την ποιότητα του. Λόγω της μεγάλης ζήτησης του από αγορές του εξωτερικού, στο μείγμα γάλακτος που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του τυριού, προστίθεται σε σημαντικές ποσότητες αγελαδινό γάλα (Μπίντσης, 2008). Γεγονός που αποτελεί τη βασική διαφορά μεταξύ παραγωγής παραδοσιακού και βιομηχανοποιημένου χαλουμιού. Το παραδοσιακό χαλούμι είναι διπλωμένο σε σχήμα πετάλου ή μισοφέγγαρου με βάρος περίπου 300 gr, ενώ το βιομηχανοποιημένο έχει το ίδιο βάρος, είναι διπλωμένο αλλά έχει ορθογώνιο σχήμα. Το εσωτερικό του τυριού έχει λευκό έως κιτρινωπό χρώμα, χωρίς επιδερμίδα και χωρίς τρύπες. Η υφή του είναι ημίσκληρη, ελαστική, συμπαγής που κόβεται εύκολα. Το σώμα του αποτελείται από εμφανείς στρώσεις ή επίπεδα και ανοίγει σε “φύλλα” (όπως ένα κρεμμύδι) (Μπίντσης, 2008). Το φρέσκο χαλούμι είναι ένα μοναδικό τυρί που χαρακτηρίζεται από την ιδιότητά του να μην λιώνει κατά το ψήσιμό του σε τηγάνι και ψησταριά (Εικόνα 2). Το χαλούμι μπορεί να καταναλωθεί φρέσκο, δηλαδή μετά από 18 ώρες παραμονής του στην άλμη ή ώριμο αφού αφεθεί στην άλμη για ωρίμανση 2 μηνών (Μπίντσης, 2008).



Εικόνα 1. Φρέσκο χαλούμι.

Εικόνα 2. Χαλούμι ψημένο σε ψησταριά.



Σχήμα 1. Παραγωγική διαδικασία παρασκευής χαλουμιού σε βιομηχανικό επίπεδο.

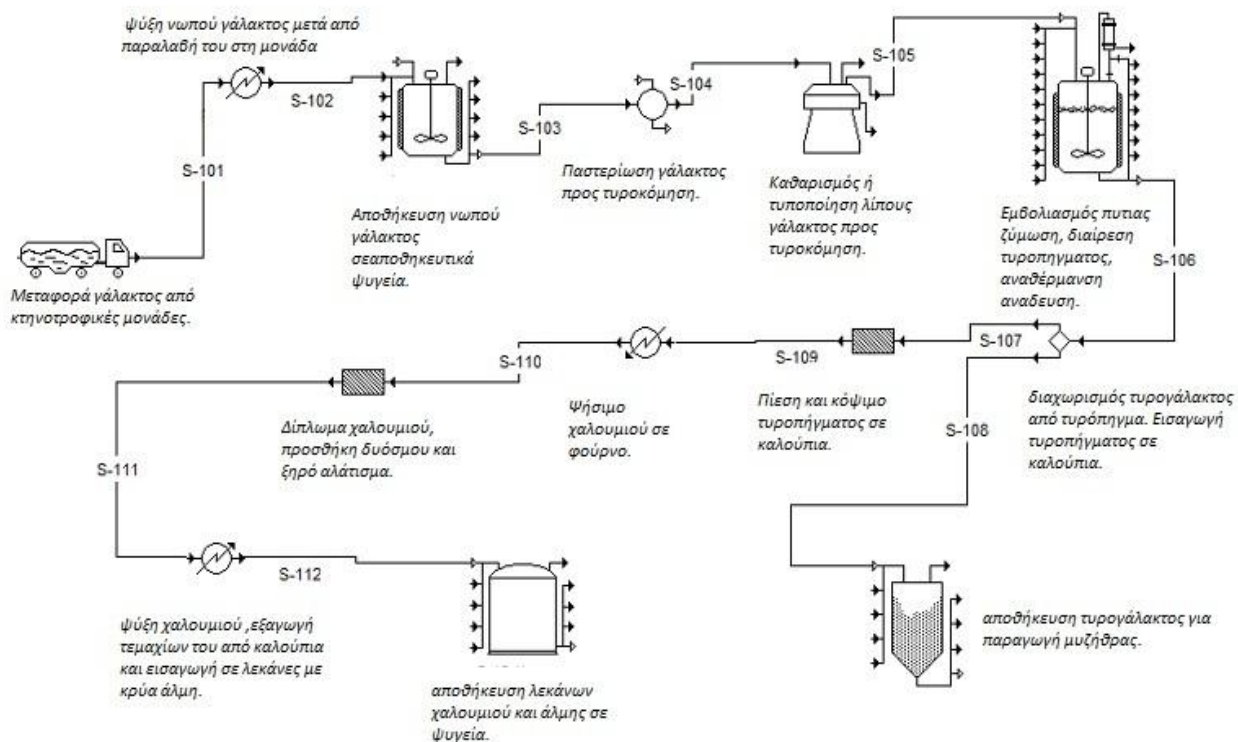
3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ

Τα στάδια παραγωγικής διαδικασίας χαλούμιου στη βιομηχανία (Σχήμα 1) είναι τα ακόλουθα:

Μία βιομηχανική μονάδα παραγωγής χαλούμιου αποτελείται από το χώρο παραλαβής του γάλακτος, το χημείο, το μικροβιολογικό τμήμα, το λεβητοστάσιο, τη μονάδα παραγωγής ψύξης, το χώρο προεπεξεργασίας και καθαρισμού γάλακτος, το τμήμα τυροκόμησης γάλακτος, το χώρο ψησίματος του προϊόντος, το τμήμα παρασκευής άλμης, το τμήμα ξηρού αλατίσματος και προσθήκης αρωματικών , το τμήμα ψύξης του προϊόντος και τους αποθηκευτικούς χώρους (ψυγεία). Σχεδόν σε όλα τα στάδια τυροκόμησης η διαδικασία είναι αυτοματοποιημένη ή μηχανοποιημένη όμως σε όλες τις περιπτώσεις χρειάζεται και η βοήθεια του ανθρώπινου παράγοντα (Ανυφαντάκης, 2004).

Για την διακίνηση του γάλακτος χρησιμοποιούνται σωλήνες και αντλίες από ανοξείδωτο χάλυβα με την βοήθεια των οποίων αυτό κινείται σε κλειστό κύκλωμα από τον χώρο παραλαβής στον παστεριωτήρα και στη συνέχεια στην επιθυμητή θερμοκρασία στους τυρολέβητες (Ανυφαντάκης, 2004).

Για τη θέρμανση ή ψύξη του γάλακτος χρησιμοποιούνται ατμολέβητες ή ψυκτικά μηχανήματα, αντίστοιχα, ενώ για την παρασκευή χαλούμιου χρησιμοποιούνται εξελιγμένοι τεχνολογικά τυρολέβητες με τους οποίους διασφαλίζεται η εφαρμογή της ενδεδειγμένης τεχνολογίας. Ένα γενικό πλάνο μιας τυπικής γραμμής παραγωγής χαλούμιου όπως σχεδιάστηκε στον προσομοιωτή διεργασιών SuperPro Designer φαίνεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Γενικό πλάνο διαγράμματος ροής παραγωγικής διαδικασίας μονάδας παραγωγής χαλούμιου.

3.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΤΥΡΟΚΟΜΗΣΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα από τυροκομική μονάδα στην Κύπρο. Η ακόλουθη περιγραφή του μηχανολογικού εξοπλισμού αφορά την μονάδα PITTAS DAIRY INDUSTRIES.

Λεβητοστάσιο-Μηχανοστάσιο

Η μονάδα για να πραγματοποιήσει όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας προαπαιτεί εγκατάσταση παραγωγής ατμού με δυναμικότητα ίση προς τον όγκο γάλακτος το οποίο επεξεργάζεται, δηλαδή 130-150 τόνους γάλακτος ημερησίως. Για ένα μεγάλο μέρος του εξοπλισμού (όπως για παράδειγμα ο πλακοειδής παστεριωτήρας, ο τυρολέβητας με διπλά τοιχώματα με ατμό, ο φούρνος με διπλά τοιχώματα με ατμό στον οποίο γίνεται η θέρμανση του τυροπήγματος μετά την πίεση και το καλούπωμα του) απαιτείται ατμός για την θέρμανση του γάλακτος ή του προϊόντος. Επίσης ο ατμός χρησιμοποιείται για να αποστειρωθούν τα γαλακτοδοχεία, οι σωληνώσεις του εργοστασίου, οι τυρολέβητες, τα δοχεία στα οποία θα περιέχεται η άλμη και θα αποθηκευτεί το χαλούμι για 18 ώρες μετά την ψύξη του καθώς και διάφορα μαχαίρια τα οποία χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία (Ανυφαντάκης, 2004).

Μονάδα παραγωγής ψύξης

Η ψύξη του γάλακτος, η ψύξη της άλμης και η ρύθμιση της θερμοκρασίας στους θαλάμους ωρίμανσης και διατήρησης των χαλούμιών επιτυγχάνεται με ψυκτικά συγκροτήματα τα οποία ψύχουν το γάλα ή την άλμη σε χαμηλές θερμοκρασίες με τη βοήθεια πλακοειδών εναλλάκτων θερμότητας και μετά τα διατηρούν ψυχρά σε μεμονωμένες δεξαμενές (Ανυφαντάκης, 2004).

Χώρος παραλαβής του γάλακτος

Η μονάδα διαθέτει χώρο στον οποίο παραλαμβάνεται το γάλα το οποίο καταφθάνει με φορτηγά ψυγεία από όλο το νησί από κτηνοτρόφους. Η μονάδα λαμβάνει δείγματα από κάθε φορτίο γάλακτος που φθάνει και αφού γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι από το χημείο της μονάδας και πιστοποιηθεί ότι πληροί τις προϋποθέσεις από πλευράς νομοθεσίας και τους εσωτερικούς κανονισμούς ποιότητας της μονάδας παραλαμβάνεται από τον υπεύθυνο παραλαβής γάλακτος. Η μεταφορά του γάλακτος από τον χώρο παραλαβής γίνεται με αντλίες. Το γάλα ζυγίζεται με ένα ηλεκτρονικό σύστημα και αφού περάσει από ένα πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας και ψυχθεί στους 0-4 °C καταλήγει στις δεξαμενές αποθήκευσης. Οι δεξαμενές τις οποίες διαθέτει η μονάδα είναι ψυγεία, τα οποία συμβολίζονται με γράμματα από το ελληνικό αλφάβητο και είναι εννέα στον αριθμό, με διαφορετικές χωρητικότητες το καθένα οι οποίες αναγράφονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Χωρητικότητα δεξαμενών μονάδας παραγωγής χαλουμιού

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ kg ΓΑΛΑΚΤΟΣ
A	75000
B	75000
Z	35000
Λ	29000
H	20000
Θ	16000
K	16000
Δ	18500
M	6000

Οι δεξαμενές αποθήκευσης γάλακτος αποτελούνται από ανοξείδωτο χάλυβα περιέχουν νωπό γάλα, δηλαδή γάλα το οποίο δεν έχει δεχθεί καμία επεξεργασία πέρα από την ψύξη του. Το κάθε είδος γάλακτος (πρόβειο, γιδινό και αγελαδινό) συγκεντρώνεται ξεχωριστά στις δεξαμενές. Όταν το γάλα θα οδηγηθεί προς τυροκόμηση τότε χρησιμοποιούνται οι δεξαμενές A και B μέσα στις οποίες γίνεται η μίξη των τύπων γάλακτος ανάλογα με την αναλογία που απαιτεί ο τυροκόμος. Στο χώρο παραλαβής γάλακτος υπάρχει πλυντική μηχανή γαλακτοδοχείων καθώς επίσης και σύστημα πλύσης των δεξαμενών-ψυγείων της μονάδας και των φορτηγών (Ζαρμπούτης, 1994) .

Μέσα διακίνησης γάλακτος στη μονάδα τυροκόμησης

Η διακίνηση του γάλακτος επιτυγχάνεται με τη βοήθεια σωληνώσεων εφοδιασμένων με απαιτούμενους συνδέσμους, κρουνούς και αντλίες τα οποία αποτελούνται από ανοξείδωτο χάλυβα (Ανυφαντάκης, 2004).

Χώρος προεπεξεργασίας γάλακτος προς τυροκόμηση

Το τμήμα αυτό αποτελούν δύο πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας, μια δεξαμενή και δύο φυγοκεντρητήρες (κορυφολόγοι - καθαριστές) (Εικόνα 3). Στο τμήμα αυτό επιτελείται ο καθαρισμός του γάλακτος από ξένες ύλες, η προθέρμανσή του η παστερίωσή του και τέλος η ψύξη του σε θερμοκρασία 36 °C όπου θα γίνει η πήξη του. Το γάλα περνά από τον πλακοειδή εναλλάκτη και προθερμαίνεται στους 25 °C (θερμοκρασία στην οποία μπορεί μετά να γίνει ο διαχωρισμός του λίπους του ή ο καθαρισμός του από ξένες ύλες) και μετά ακολουθεί ο καθαρισμός του. Από το γάλα αυτό θα παραχθεί τελικό προϊόν με 25% λιπαρά. Αν το επιθυμητό ποσοστό λίπους στο τελικό προϊόν είναι 12 ή 16% το γάλα θα πρέπει να υποβληθεί σε αποκορύφωση(Ζαρμπούτης, 1994) .

Κορυφολόγοι-καθαριστές: Οι συσκευές αυτές κάνουν ταυτόχρονα καθαρισμό και αποκορύφωση του γάλακτος και με αυτό τον τρόπο γίνεται και η τυποποίηση της λιποπεριεκτικότητας του χαλουμιού με τη βοήθεια μαθηματικών πράξεων που γίνονται από τον υπεύθυνο παραγωγής της μονάδας. Συνδυάζει τις αρχές λειτουργίας ενός κορυφολόγου και ενός καθαριστή με τη διαφορά ότι έχει ένα πιο σύγχρονο και εξελιγμένο τύμπανο το οποίο του παρέχει τη δυνατότητα να συνδυάζει τις δύο βασικές αρχές λειτουργίας των δύο. Ο κορυφολόγος υποβάλλει το γάλα σε φυγοκέντρωση οπότε τα βαρύτερα συστατικά του (νερό, πρωτεΐνες, λακτόζη) κινούνται προς την

περιφέρεια και τα ελαφρότερα (λίπος) προς τον άξονα περιστροφής των δίσκων. Λαμβάνονται έτσι δύο φάσεις, το άπαχο γάλα που περιέχει ελάχιστο λίπος (0.05%-0.1%) και τη κρέμα που είναι προϊόν πλούσιο σε λίπος (60-70%). Ο καθαριστής λειτουργεί σχεδόν με τον ίδιο τρόπο με βασική διαφορά ότι οι δίσκοι του τυμπάνου του δεν φέρουν οπές και η τροφοδότηση τους με γάλα γίνεται από την περιφέρεια. Αυτό έχει ως συνέπεια το λίπος να μη διαχωρίζεται από τα άλλα συστατικά που κινούνται προς τον άξονα περιστροφής, ενώ οι ακαθαρσίες κινούνται προς την περιφέρεια και συγκεντρώνονται σε ειδικό χώρο από όπου απομακρύνονται αυτόματα και έτσι η συσκευή πρέπει να σταματά τη λειτουργία της για να καθαρίζεται από τις ακαθαρσίες σχεδόν σε κάθε παρτίδα. Η δυναμικότητα των δύο κορυφολόγων καθαριστών της μονάδας είναι 15000 kg γάλακτος ανά ώρα και 10000 kg γάλακτος ανά ώρα (εφεδρικός).



Εικόνα 3. Κορυφολόγος-Καθαριστής.

Παστερίωση

Μετά τον καθαρισμό του γάλακτος και την τυποποίηση της λιποπεριεκτικότητας του ακολουθεί η παστερίωση του γάλακτος η οποία γίνεται σε πλακοειδή εναλλάκτες θερμότητας (παστεριωτήρες) (Εικόνα 4.). Η παστερίωση του γάλακτος στη μονάδα επιτελείται από ένα παστεριωτήρα δυναμικότητας 15000 kg γάλακτος ανά ώρα και σε εφεδρικό παστεριωτήρα με δυναμικότητα 10000 kg γάλακτος ανά ώρα. Η παστερίωση του γάλακτος γίνεται στους 72 °C για 15 δευτερόλεπτα (παστερίωση υψηλής θερμοκρασίας, χαμηλού χρόνου, HTST). Οι παστεριωτήρες της μονάδας φέρουν όργανα ελέγχου της επάρκειας της παστερίωσης και σε περιπτώσεις που αυτή δεν είναι σωστή, το γάλα επανέρχεται στη δεξαμενή του απαστεριωτού γάλακτος για να παστεριωθεί εκ νέου. Μετά την παστερίωση ακολουθεί ψύξη του γάλακτος σε θερμοκρασία 36 °C σε πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας. Σε αυτό το στάδιο το χημείο της μονάδας λαμβάνει δείγμα για έλεγχο επαρκούς παστερίωσης του γάλακτος, της οξύτητας του καθώς και ποσοτικής μέτρησης της περιεκτικότητας του σε λίπος, πρωτεΐνη, λακτόζη, σύνολο διαλυτών στερεών και καζεΐνης. Οι

παστεριωτήρες της μονάδας έχουν ένα συγκεκριμένο αριθμό λεπτών μεταλλικών πλακών οι οποίες φέρουν στην επιφάνεια τους αυλακώσεις ή προεξοχές έτσι ώστε η ροή του γάλακτος να είναι τυρβώδης και να κατανέμεται ομοιόμορφα η θερμότητα σε όλη τη μάζα του. Οι πλάκες είναι συναρμολογημένες σε ένα σκελετό σε πολύ κοντινή απόσταση η μια από την άλλη έτσι ώστε να διασφαλίζεται πάντοτε ροή από τη μια πλευρά του θερμού νερού και από την άλλη αλλά κατά αντίστροφη φορά του γάλακτος (Ανυφαντάκης, 2004).



Εικόνα 4. Πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας σε τυροκομική μονάδα.

Τυροκόμηση γάλακτος σε Τυρολέβητες- τυροπαρασκευαστές

Οι τυρολέβητες (Εικόνα 6.) που διαθέτει η τυροκομική μονάδα είναι τρεις σε αριθμό και είναι σχεδιασμένοι αποκλειστικά για το συγκεκριμένο προϊόν του χαλουμιού (τυρολέβητες ημίσκληρων τυριών). Αποτελούνται από μια δεξαμενή διπλών τοιχωμάτων με νερό το οποίο ζεσταίνεται με ατμό (για την αναθέρμανση του τυροπήγματος) καθώς επίσης και μηχανικό σύστημα ανάδευσης και διαίρεσης του τυροπήγματος. Οι τρεις τυρολέβητες είναι υπερυψωμένοι σε σχήμα κυλίνδρου, κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα χωρητικότητας 8000 kg γάλακτος. Μετά την προεπεξεργασία του το γάλα εισέρχεται στη θερμοκρασία πήξης του μέσα στον τυρολέβητα και ακολουθεί προσθήκη πυτιάς, ζύμωση, πήξη του γάλακτος, αναθέρμανση του τυροπήγματος στους 42°C, διαίρεσή του και έπειτα ανάδευσή του μέχρι τον επιθυμητό χρόνο που ορίζει ο τυροκόμος. Ακολουθεί η εξαγωγή του τυροπήγματος και του ορού γάλακτος (τυρόγαλο) από τον τυρολέβητα με τη βοήθεια αντλίας που είναι συνδεδεμένη στην ειδική οπή που υπάρχει στον πυθμένα του τυρολέβητα και καταλήγει σε ένα κεντρικό διανομέα πήγματος που βρίσκεται συνδεδεμένος με το πιεστήριο όπου θα γίνει το καλούπωμα και η πίεση του τυροπήγματος. Οι τυροκόπτες (Εικόνα 5.) που χρησιμοποιούνται για τη διαίρεση του τυροπήγματος αποτελούνται από ένα μεταλλικό πλαίσιο στο οποίο είναι προσαρμοσμένες λεπτές μεταλλικές λεπίδες σε συγκεκριμένες αποστάσεις και διαιρούν το τυρόπηγμα με ήπια κίνηση για να μην προκαλούν πρόσθετο

τεμαχισμό. Ο αναδευτήρας είναι τοποθετημένος κατά την είσοδο του γάλακτος στη δεξαμενή και το αναδύει συνεχώς ώστε να διασφαλίζεται η ομοιογένεια του, η ομοιόμορφη διασκόρπιση της ποσότητας της πυτιάς καθώς και η σωστή ανάδευση κατά την αναθέρμανση του τυροπήγματος. Οι τυρολέβητες πλένονται μετά από κάθε χρήση δηλαδή μετά από κάθε παρτίδα χαλουμιού με νερό (Ανυφαντάκης, 2004).



Εικόνα 5. Εσωτερικό τυρολέβητα μονάδας παραγωγής χαλουμιού με τυροκόπτες.

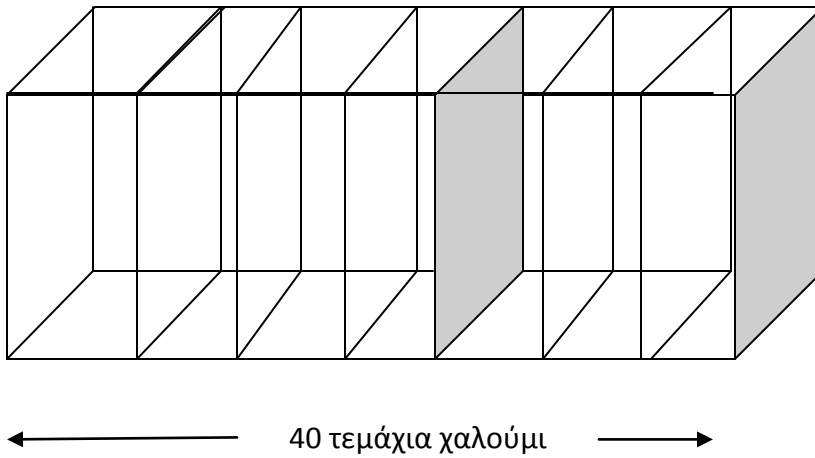
Εικόνα 6. Διάταξη τυρολέβητων τυροκομικής μονάδας.

Μεταλλικά καλούπια χαλουμιού

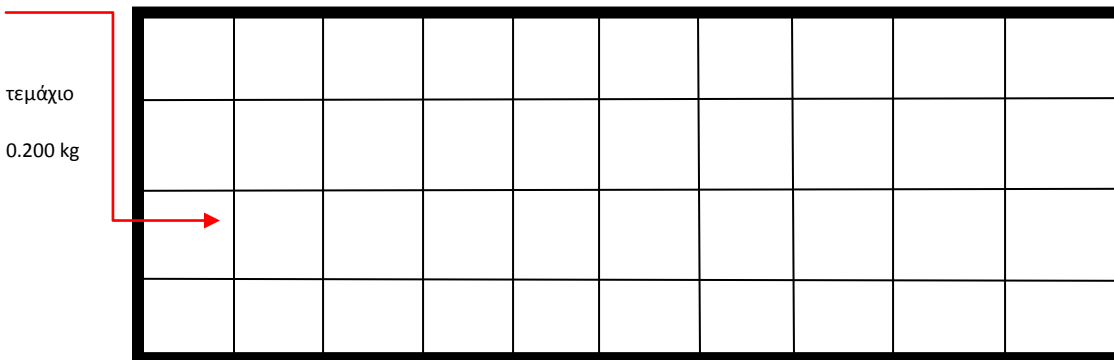
Προκειμένου να δοθεί στο χαλούμι το επιθυμητό σχήμα και μέγεθος αλλά και για να αποβάλει το τυρόπηγμα μέρος του τυρογάλακτος που περιέχει μετά τη διαίρεση του, τοποθετείται σε μεταλλικά καλούπια από ανοξείδωτο χάλυβα (Εικόνα 7.). Τα πλεονεκτήματα των καλουπιών από ανοξείδωτο χάλυβα είναι ότι καθαρίζονται πιο εύκολα, δεν σκουριάζουν και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Το μειονέκτημα τους έναντι των καλουπιών από πλαστικές ύλες είναι ότι έχουν μεγαλύτερο κόστος αγοράς. Η μονάδα χρησιμοποιεί ορθογώνια παραλληλεπίπεδα καλούπια που αντέχουν στις υψηλές πιέσεις, Τα 40 τεμάχια ανά καλούπι αντιστοιχούν σε 9kg χαλουμιού για τα καλούπια των 0,225kg και 8kg χαλουμιού για τα καλούπια των 0,200kg Τα σχήματα και η δομή των καλουπιών της τυροκομικής μονάδας χαλουμιού φαίνονται στα Σχήματα 3. και 4. και στην Εικόνα 7.



Εικόνα 7. Μεταλλικά καλούπια τυροκομικής μονάδας.



Σχήμα 3. Τρισδιάστατη δομή μεταλλικού καλουπιού για χαλούμι μονάδας τυροκόμησης.



Σχήμα 4. Καλούπι μονάδας παραγωγής χαλουμιού

Τα καλούπια αυτά στοιβάζονται σε πλαίσια από ανοξείδωτο χάλυβα που έχουν χωρητικότητα 10 καλουπιών.

Η πορεία του τυροπήγματος από τον τυρολέβητα έχει ως εξής: μέσω μιας αντλίας το τυρόπηγμα μεταφέρεται σε ένα κεντρικό διανομέα όπου αποβάλλεται από αυτόν σε μια ειδική τυροτράπεζα με φίλτρα (διάτρητος μεταλλικός περιστρεφόμενος τάπητας) για να αποβάλλεται το τυρόγαλα και

να οδηγείται το τυρόπηγμα στα καλούπια (μηχανικό στραγγιστήρι τυροπήγματος) . Το τυρόπηγμα μετά με τη βοήθεια εργάτη μεταφέρεται στα μεταλλικά πλαίσια που περιέχουν τα καλούπια και σπρώχνεται με τη βοήθεια κυλιόμενων ράβδων στο πιεστήριο. Με τη βοήθεια ηλεκτρονικής ζυγαριάς σε κάθε μεταλλικό κουτί διασφαλίζεται μια ποσότητα πήγματος η οποία μετά το ψήσιμο θα δώσει το επιθυμητό πάχος στο χαλούμι. Τα μεταλλικά πλαίσια έχουν διάτρητα τοιχώματα και έτσι όταν πιέζονται τα στοιβαγμένα καλούπια να εξέρχεται και άλλο ποσοστό τυρογάλακτος από το τυρόπηγμα (Ανυφαντάκης, 2004).

Η δυναμικότητα των καλουπιών κατέχει πολύ σημαντικό ρόλο στη παραγωγική διαδικασία της μονάδας αφού λαμβάνει μέρος στα στάδια της εξαγωγής του τυροπήγματος, πίεσης και κοψίματος πιεσμένου τυροπήγματος, ψησίματος του τυροπήγματος για δημιουργία χαλουμιού, ξηρού αλατίσματος διπλώματος και προσθήκης αρωματικών καθώς και στη τελική ψύξη του (Κυριακόπουλος, 1995).

Πιεστήριο

Η πίεση στη περίπτωση του χαλουμιού δεν του δίνει το τελικό του σχήμα, αλλά βοηθάει στην αφαίρεση του τυρογάλακτος από το τυρόπηγμα σε κάποιο ποσοστό, του δίνει μια πιο στερεή και συνεκτική δομή καθώς βοηθά στο να αποκτήσει τη σωστή υγρασία. Η μονάδα διαθέτει ένα πιεστήριο το οποίο περιλαμβάνει μια πρέσα (Εικόνα 8.) από ανοξείδωτο χάλυβα με δυναμικότητα 1000 kg σε τελικό προϊόν ανά ώρα. Ο βαθμός πίεσης, ο χρόνος πίεσης, η οξύτητα του γάλακτος και η θερμοκρασία διατηρούνται σε σταθερά επίπεδα, καθορισμένα από την μονάδα έτσι ώστε να λαμβάνεται το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα στο τελικό προϊόν. Ο βαθμός πίεσης ελέγχεται με δυναμόμετρο και καθορίζεται από τον τυροκόμο. Τα μεταλλικά πλαίσια γεμισμένα με τυρόπηγμα σε καλούπια προχωρούν πάνω στην τυροτράπεζα και πιέζονται, στο τέλος αυτής αφαιρείται το μεταλλικό κιβώτιο και με τη βοήθεια λεπίδας η οποία περνάει ανάμεσα στα καλούπια κόβεται το τυρόπηγμα και αναστρέφεται χωρίς όμως να εξαχθεί από το καλούπι. Τα καλούπια στοιβάζονται και πάλι σε δεκάδες και τοποθετούνται σε κιβώτια χωρίς τοιχώματα (panels), κατασκευή που παραπέμπει σε ράφια, για να ακολουθήσει το ψήσιμο(Ανυφαντάκης, 2004).



Εικόνα 8. Πρέσσα πιεστηρίου μονάδας παραγωγής χαλουμιού.

Ψήσιμο- αναθέρμανση χαλουμιού.

Τα καλούπια αφού τοποθετηθούν σε panel εισέρχονται σε φούρνους που περιέχουν νερό και ορό γάλακτος σε θερμοκρασία 88-92 °C. Η θερμοκρασία ρυθμίζεται με ατμό. Η μονάδα διαθέτει δύο φούρνους οι οποίοι έχουν χωρητικότητα 1300 kg (με συγκεκριμένη διάταξη των panels). Το ψήσιμο έχει διάρκεια η οποία καθορίζεται από τον τυροκόμο για κάθε τύπο προϊόντος (για κάθε συνταγή). Συνήθως το χαλούμι που παράγεται από πρόβειο γάλα ψήνεται για περισσότερη ώρα. Είναι πολύ σημαντικός ο χρόνος ψησίματος στο χρώμα του χαλουμιού αφού εάν αφεθεί στο φούρνο για περισσότερη ώρα τότε το λευκό του χρώμα γίνεται πορτοκαλί ενώ εάν αφεθεί λιγότερο χρόνο το εσωτερικό του είναι γκρίζο και σκληρό .

Δίπλωμα ψημένου χαλουμιού-ξηρό αλάτισμα-προσθήκη δυόσμου

Στο τμήμα αυτό επιτελούνται τρεις λειτουργίες. Μόλις το ψημένο χαλούμι εξαχθεί από το φούρνο τότε κάθε τεμάχιο χαλουμιού ενόσω είναι ακόμη μαλακό, διπλώνεται στη μέση προσεκτικά όπως φαίνεται και στην Εικόνα 9. χωρίς να δημιουργηθούν ρωγμές ή σπασίματα και στη μέση του τοποθετούνται ξηρά φύλλα δυόσμου τα οποία έχουν από πριν αποστειρωθεί. Έπειτα προστίθεται αλάτι με το χέρι (ξηρό αλάτισμα) (Εικόνα 10.). Όλες οι πιο πάνω διαδικασίες συντελούνται ενώ ακόμη το χαλούμι βρίσκεται σε καλούπια, έτσι αυτά μετά τοποθετούνται ξανά σε δεκάδες στα ειδικά τελάρα (κουτιά) χωρίς τοιχώματα και προορίζονται για ψύξη. Οι διαδικασίες αυτές πραγματοποιούνται σε ειδικές τυροτράπεζες από ανοξείδωτο χάλυβα (Ζαρμπούτης, 1994).



Εικόνα 9. Χαρακτηριστική μορφή διπλωμένου χαλουμιού.

Το αλάτισμα του χαλουμιού βοηθάει στη βελτίωση της γεύσης του και σε συνδυασμό με την ωρίμανση του στην άλμη αποτελεί ένα από τα βασικά συντηρητικά του (Ανυφαντάκης, 2004).



Εικόνα 10. Ξηρό αλάτισμα χαλουμιού και δίπλωμα χαλουμιού.

Ψύξη χαλουμιού

Η ψύξη του προϊόντος πραγματοποιείται σε δεξαμενές ψύξης με διπλά τοιχώματα με τη βοήθεια κρύου νερού που ρέει στα τοιχώματα. Οι δεξαμενές περιέχουν κρύο νερό με κρύο τυρόγαλα και έχουν χωρητικότητα 1500 kg χαλουμιού. Η μονάδα έχει διαθέσιμη μόνο μια δεξαμενή αυτού του είδους. Έτσι τα τελάρα με τις δεκάδες των καλουπιών τοποθετούνται μέσα στη δεξαμενή με το κρύο νερό για ορισμένο χρονικό διάστημα ανάλογα με το είδος του χαλουμιού που πρόκειται να ψυχθεί και μετά βγαίνει από τα καλούπια με τη βοήθεια ανατροπέα και εισάγεται σε λεκάνες που περιέχουν άλμη συγκεκριμένης πυκνότητας και αποθηκεύεται σε ψυγεία για 12 με 18 ώρες (Κυριακόπουλος, 1995).

3.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ (CIP) ΓΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ ΤΥΡΟΚΟΜΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Για την καθαριότητα του εξοπλισμού μιας βιομηχανίας χρησιμοποιούνται χειρονακτικές και αυτόματες μέθοδοι. Τα τελευταία χρόνια, ο καθαρισμός γίνεται κυρίως με αυτόματα συστήματα, γνωστά ως συστήματα κλειστού κυκλώματος (cleaning in place: CIP), που περιλαμβάνει όλα τα στάδια του καθαρισμού και εξυγιάνσεως που πραγματοποιούνται με την κυκλοφορία διαλυμάτων σε όλα τα σημεία κυκλοφορίας του τροφίμου, χωρίς να απαιτείται η αποσυναρμολόγηση των μηχανημάτων. Τα αποτελέσματα του CIP εξαρτώνται από τις επιφάνειες του μηχανολογικού εξοπλισμού, τον χρόνο έκθεσης, την θερμοκρασία και την συγκέντρωση του διαλύματος που κυκλοφορεί. Γενικά, ο καθαρισμός είναι μια χημική και μηχανολογική διαδικασία. Σε βιομηχανία επεξεργασίας γαλακτοκομικών προϊόντων οι επιφάνειες, οι σωληνώσεις και οι αντλίες των μηχανημάτων καθαρίζονται τουλάχιστον κάθε 24 ώρες (Othmer, 1995; Μάντης, 1993). Τα προγράμματα καθαρισμού CIP διαφέρουν ανάλογα με τις επιφάνειες του κυκλώματος αν είναι θερμαινόμενες ή όχι. Στην περίπτωση που υπάρχουν θερμαινόμενες επιφάνειες τότε το πρόγραμμα καθαρισμού ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

- Έκπλυση με θερμό νερό 75-80 οC για χρονικό διάστημα περίπου 5min

- Κυκλοφορία διαλύματος αλκαλικού απορρυπαντικού θερμοκρασίας 75 οC για χρονικό διάστημα περίπου 20 min.
- Έκπλυση με νερό 40-50 οC.
- Κυκλοφορία διαλύματος οξέος (νιτρικό οξύ) για 15min σε θερμοκρασία 70 οC.
- Βαθμιαία ψύξη με νερό για 8min. Το νερό πρέπει να μην περιέχει μικροοργανισμούς.

Στην περίπτωση που το κύκλωμα δεν έχει θερμαινόμενες επιφάνειες στο πρόγραμμα καθαρισμού, τότε δεν χρησιμοποιείται διάλυμα οξέος και ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

- Έκπλυση με νερό για 3min
- Κυκλοφορία διαλύματος αλκαλικού απορρυπαντικού θερμοκρασίας 75οC για περίπου 6min.
- Έκπλυση με νερό θερμοκρασίας 90οC για 3 min περίπου.(Μάντης,1993)

Τα προγράμματα καθαρισμού CIP περιλαμβάνουν σωληνώσεις, αντλίες, αλληλοσυνδέσεις με βαλβίδες οι οποίες κατευθύνουν την ροή σε κατάλληλες εγκαταστάσεις. Ο έλεγχος του κυκλώματος περιλαμβάνει τον έλεγχο από παρεμβολές μεταξύ των γραμμών έως των βαλβίδων, που κατευθύνουν τα διαλύματα καθαρισμού και το νερό, στις γραμμές που περνάει το τρόφιμο και στις γραμμές του αέρα οι οποίες ελέγχουν την κίνηση των βαλβίδων. Ο προγραμματιστής ελέγχει τον χρόνο και την ροή του αέρα στις βαλβίδες σε ένα καθορισμένο πρόγραμμα. (Othmer, 1995)

3.2.3 ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΥΡΟΚΟΜΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Το κυριότερο ζήτημα χρονικού προσδιορισμού της μονάδας είναι με βάση τη δυναμικότητα των μηχανημάτων και γενικότερα του εξοπλισμού που διαθέτει να είναι σε θέση να εξυπηρετεί τους πελάτες της σε εξωτερικό και εσωτερική αγορά. Οι στόχοι της μονάδας είναι η σχεδίαση του χρονικού προγραμματισμού στη γραμμή παραγωγής, προκειμένου να επιτευχθεί:

- ✚ Τήρηση ημερήσιου αριθμού των εργατών σε συνεχείς βάρδιες όσο το δυνατόν στη γραμμή παραγωγής.
- ✚ Μείωση νεκρού χρόνου παραγωγής μεταξύ των παρτίδων χαλουμιού που παράγονται ημερησίως.
- ✚ Δημιουργία προκαθορισμένων χρόνων καθαριότητας/απολύμανσης και συντήρησης του τμήματος.
- ✚ Πρόβλεψη και μείωση χρόνου αναμονής των παραγγελιών.
- ✚ Ομαδοποίηση παραγγελιών.
- ✚ Αξιοποίηση δυναμικότητας μηχανημάτων.
- ✚ Ελαχιστοποίηση αποθεμάτων αποθήκης.
- ✚ Αύξηση παραγωγής με σταθερή ποιότητα.
- ✚ Μείωση κόστους.
- ✚ Επιθυμητή Ημερομηνία Παράδοσης Παραγγελιών (Due Date).
- ✚ Αμεσότητα παραγωγής σε περίπτωση επείγουσας παραγγελίας.

4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη και διερεύνηση της χρησιμότητας ενός μοντέλου παραγωγικής διαδικασίας για τον ευέλικτο, αποτελεσματικό και, κατά το δυνατόν, βέλτιστο χρονικό προγραμματισμό της παραγωγής σε μια μονάδα παραγωγής χαλουμιού. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε αφορά τη τυροκομική μονάδα της εταιρίας Pittas Dairy Industries που εδρεύει στη Λευκωσία της Κύπρου. Η συγκεκριμένη μονάδα παράγει μια σειρά από τελικά προϊόντα. Με βάση τις προτεραιότητες της μονάδας και για λόγους περιορισμού της πολυπλοκότητας της ανάλυσης, κρίθηκε σκόπιμο η παρούσα μελέτη να επικεντρωθεί μόνο στα προϊόντα χαλουμιού.

Στα πλαίσια της εργασίας εκτελέστηκαν τα ακόλουθα στάδια ανάλυσης και μελέτης:

- ✚ Καταγράφηκε μέσω επί τόπου μετρήσεων ο κανονικός ρυθμός εκτέλεσης όλων των διαδικασιών που απαιτούνται για την παραγωγή των επιλεγμένων 8 προϊόντων χαλουμιού.
- ✚ Μελετήθηκε και καταγράφηκε η διαδικασία που ακολουθεί η μονάδα για τον χρονικό προγραμματισμό της παραγωγής από την στιγμή λήψης των παραγγελιών μέχρι την αποθήκευση των τελικών προϊόντων.
- ✚ Αναπτύχθηκε μοντέλο της παραγωγικής διαδικασίας στο SchedulePro το οποίο περιλάμβανε καταγραφή όλων των πόρων που απαιτούνται για την παραγωγή των προϊόντων χαλουμιού όπως και των συνταγών παραγωγής που ακολουθούνται για καθένα από τα 8 προϊόντα.
- ✚ Αξιολογήθηκε το μοντέλο παραγωγής με βάση τα καταγεγραμμένα αποτελέσματα της μονάδας για μια εβδομάδα παραγωγής
- ✚ Εκτιμήθηκε η χρησιμότητα του μοντέλου με την μελέτη υποθετικών σεναρίων παραγωγής .

5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SchedulePro®

Το SchedulePro® είναι ένα λογισμικό εργαλείο προσομοίωσης της παραγωγικής διαδικασίας μονάδων ασυνεχούς ή ημι-συνεχούς λειτουργίας με έμφαση στον χρονικό προγραμματισμό. Μερικές χαρακτηριστικές εφαρμογές του SchedulePro® περιλαμβάνουν:

- Βραχυπρόθεσμος/μακροπρόθεσμος προγραμματισμός παραγωγής
- Ανάλυση ικανότητας παραγωγής
- Ταυτοποίηση και εξάλειψη περιοριστικών διεργασιών/πόρων (debottlenecking)
- Μείωση του κύκλου χρόνου παραγωγής

Το SchedulePro® χρησιμοποιεί την έννοια της συνταγής για την απεικόνιση της διαδικασίας παραγωγής κάθε προϊόντος της μονάδας. Για την εκτέλεση κάθε συνταγής το SchedulePro® αναγνωρίζει και παρακολουθεί την χρήση πόρων όπως συσκευών, προσωπικού, πρώτων υλών και βοηθητικών παροχών, αποθηκευτικών χώρων κλπ. Ο χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής επιτυγχάνεται με την ανάθεση των διαθέσιμων πόρων στις συνταγές που εκτελούνται ανά πάσα στιγμή στην μονάδα. Στην διαθεσιμότητα των πόρων συνυπολογίζονται και διακοπές λόγω αργιών

ή προγραμματισμένης συντήρησης. Η ανάθεση των πόρων γίνεται αυτόματα από το SchedulePro με βάση την σειρά προτεραιότητας των παρτίδων χωρίς να μεσολαβεί κάποιος αλγόριθμος βελτιστοποίησης. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να διαμορφώσει το τελικό πρόγραμμα παραγωγής εισάγοντας όλες τις επιθυμητές αλλαγές και παρακάμπτοντας την προτεινόμενη από το πρόγραμμα λύση (Intelligen Inc. 2007).

Συνοπτικά το SchedulePro[®] (Εικόνα 11.) είναι ένα εργαλείο το οποίο μπορεί να βοηθήσει στην οργάνωση της καθημερινής παραγωγής και να χρησιμοποιηθεί για την βελτιστοποίηση της λειτουργίας της. Στη διαμόρφωση του προγράμματος παραγωγής, η συμβολή ατόμων που είναι υπεύθυνα στην μονάδα για την παραγωγή μπορεί να είναι πολύ ουσιαστική με το να υποδείξουν προβλήματα που έχουν εντοπίσει ή ιδέες που έχουν επεξεργαστεί για την επίλυση αυτών των προβλημάτων (Κουλούρης, 2008).

The screenshot shows the SchedulePro software interface. On the left, there is a tree view of the 'SchedulePro Project' containing various recipes and materials. The main window displays a table of recipes with the following data:

Recipe	Description	Main Product	Batch Size	Batch Time
HALLOUMI CHEESE 0,200 Kg	This kind of traditional cheese is pr	BLEND MILK	8000.00 L	5.57 h
HALLOUMI CHEESE 0,225 Kg	This kind of traditional cheese is pr	BLEND MILK	8000.00 L	5.35 h
HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,200 Kg	This kind of traditional cheese is pr	BLEND MILK light	6000.00 L	3.67 h
HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2	This kind of traditional cheese is pr	BLEND MILK light	6000.00 L	3.75 h
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,200 Kg	This kind of traditional cheese is pr	BLEND MILK light	8000.00 L	4.50 h
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2	This kind of traditional cheese is pr	BLEND MILK light	8000.00 L	4.45 h
HALLOUMI CYPRUS TRADITIONAL	This kind of traditional cheese is pr	sheep milk	3000.00 L	3.80 h
HALLOUMI ORIGINAL 0,200 Kg	This kind halloumi cheese is produc	sheep milk	6000.00 L	5.08 h
HALLOUMI ORIGINAL 0,225 Kg	This kind halloumi cheese is produc	sheep milk	6000.00 L	4.93 h

Εικόνα 11. Διεπιφάνεια προγράμματος SchedulePro[®]

5.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Με τον όρο παραγωγή ορίζεται κάθε οργανωμένη δραστηριότητα που έχει σκοπό τη μετατροπή των πόρων (*resources*) σε χρήσιμα για τον άνθρωπο προϊόντα (*products*) (Αυλωνίτης, 2006).

Η ένταξη ενός προβλήματος προγραμματισμού στο SchedulePro[®] περιλαμβάνει την δήλωση των διαθέσιμων πόρων, τις εκτελούμενες συνταγές, και ένα σχέδιο/πρόγραμμα για το ποιές καμπάνιες πρέπει να εκτελεστούν στην μονάδα στο επιθυμητό χρονικό διάστημα με βάση τις παραγγελίες προϊόντων.

Πόροι (Resources):

Ο όρος *Πόρος (resources)* περιλαμβάνει το ανθρώπινο δυναμικό, τα υλικά, το κεφάλαιο, τον εξοπλισμό, την ενέργεια και την τεχνογνωσία που μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε ένα σύστημα παραγωγής ως *εισροές (input)*. Οι εισροές μπορούν να διακριθούν στις κύριες εισροές, δηλαδή σε εκείνες που θα μετασχηματισθούν μέσω μιας παραγωγικής διαδικασίας, και σε εκείνες που βοηθούν στο μετασχηματισμό, των κύριων εισροών, δηλαδή το ανθρώπινο δυναμικό, τα μηχανήματα κλπ. Οι εισροές μετατρέπονται μέσω της παραγωγικής διαδικασίας σε *εκροές (output)* (Αυλωνίτης, 2006).

Οι πόροι χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση *συνταγών (Recipes)* προϊόντων. Οι διαθέσιμοι πόροι ανήκουν σε μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις/μονάδες παραγωγής (*Facilities*). Κάθε μονάδα ή δηλούμενος πόρος μέσα σε αυτήν διαθέτει ημερολόγιο όπου μπορούν να καταγραφούν τα χρονικά διαστήματα προγραμματισμένης διακοπής λειτουργίας.

Συνταγή (Recipes) :

Το SchedulePro[®] είναι ειδικά σχεδιασμένο για το χειρισμό παραγωγής που εκτελείται σε παρτίδες. Ο χρονικός προγραμματισμός μονάδων που λειτουργούν κατά παρτίδες διαφοροποιείται από το γενικότερο πρόβλημα χρονικού προγραμματισμού σε δύο βασικά σημεία:

α) η παραγωγική διαδικασία είναι κυκλικά επαναλαμβανόμενη. Για την παραγωγή μιας καμπάνιας μπορεί να απαιτούνται πολλές παρτίδες, ώστε η διαδικασία παραγωγής να επαναλαμβάνεται ξανά και ξανά.

β) η συνταγή παραγωγής περιλαμβάνει πολλά στάδια των οποίων ο χρόνος ολοκλήρωσης μπορεί να είναι ανεξάρτητος από τον αριθμό των διαθέσιμων πόρων. Μια διεργασία με χημική αντίδραση, για παράδειγμα, θα έχει την ίδια χρονική διάρκεια για την διεκπεραίωση της, είτε υπάρχουν δύο είτε τέσσερις χειριστές στο μηχάνημα.

Η ενότητα αυτή παρέχει μια γενική κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του SchedulePro[®].

Οργάνωση των Συνταγών (Recipe Organization):

Το SchedulePro[®] χρησιμοποιεί την έννοια της συνταγής που αντιπροσωπεύει το πρότυπο ή την περιγραφή του πώς φτιάχνεται (δημιουργείται) μία παρτίδα ενός προϊόντος.

Οι συνταγές αποτελούνται από *κλάδους (branches)* και *τμήματα (sections)* σε συμφωνία με το συγγενές πρόγραμμα προσομοίωσης παραγωγής SuperPro Designer[®]. Τα τμήματα της συνταγής έχουν ως σκοπό να προσομοιάζουν διακριτά και αναγνωρίσιμα κομμάτια μιας διαδικασίας όπως πχ ένα τμήμα εμφιάλωσης ή ένα τμήμα συσκευασίας.

Τα τμήματα αποτελούνται από *διαδικασίες (unit procedures)*. Ως διαδικασία νοείται κάθε αυτοτελές τμήμα της παραγωγικής διεργασίας που επιτελείται εξ ολοκλήρου σε μία συσκευή πρωτογενούς εξοπλισμού καθ' όλη την διάρκειά της. Μια διαδικασία μπορεί να χωριστεί περαιτέρω σε *ενέργειες (operations)*. Οι ενέργειες περιγράφουν διακριτά επιμέρους βήματα τα οποία εκτελούνται διαδοχικά στην ίδια συσκευή και διαφέρουν ως προς την λειτουργία τους και τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, μια διαδικασία σε έναν αντιδραστήρα μπορεί να περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενέργειες: φόρτωμα του υλικού στον αντιδραστήρα, ανάμειξη, θέρμανση, αντίδραση και άδειασμα του αντιδραστήρα. Πέρα από την χρήση της πρωτεύουσας συσκευής, οι ενέργειες μπορεί να απαιτούν για την εκτέλεσή τους και άλλους πόρους, όπως *εργατικό δυναμικό (labor)*, *υλικά (materials)*, *βοηθητικές παροχές (utilities)*, *βοηθητικό εξοπλισμό (auxiliary equipment)* και *συγκεκριμένο προσωπικό (staff)*.

Ως προς την χρονική διάρκεια εκτέλεσής τους, οι ενέργειες ανήκουν σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες:

Σταθερού χρόνου (προεπιλογή) (Fixed duration): Η χρονική διάρκεια των ενεργειών (operations) είναι δεδομένη και εισάγεται από τον χρήστη.

Σταθερού ρυθμού (Rate based duration): Η διεργασία εκτελείται με συγκεκριμένο ρυθμό κι επομένως η διάρκειά της εξαρτάται από την ποσότητα του υλικού προς επεξεργασία. Για παράδειγμα, η διάρκεια φόρτωσης μιας δεξαμενής με υλικό εξαρτάται είναι ανάλογη του ποσού του υλικού προς φόρτωση. Ο ρυθμός με τον οποίο επιτελείται μια τέτοια διεργασία μπορεί να είναι σταθερός ή να εξαρτάται από την συσκευή στην οποία επιτελείται.

Εξαρτημένης διάρκειας (Dependent duration): Η διάρκεια είναι ίση με μιας άλλης ενέργεια ή μια σειράς ενεργειών.

Ως προς τον χρόνο έναρξης της εκτέλεσης μιας ενέργειας μπορούμε να αναγνωρίσουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- ✚ Ταυτόχρονη έναρξη με την έναρξη της παρτίδας.
- ✚ Ταυτόχρονη έναρξη με την έναρξη μιας άλλης ενέργειας.
- ✚ Έναρξη ταυτόχρονη με το τέλος μιας άλλης ενέργειας.
- ✚ Λήξη ταυτόχρονη με το τέλος μιας άλλης ενέργειας.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις υπάρχει η δυνατότητα χρονικής μετατόπισης (time shift) της ενέργειας σε σχέση με το σημείο αναφοράς της (πχ την έναρξη μιας άλλης ενέργειας). Η μετατόπιση αυτή μπορεί να είναι σταθερή (fixed) οπότε εφαρμόζεται πάντα, ή ευέλικτη (flexible) στην οποία περίπτωση χρησιμοποιείται μόνο εφόσον υπάρχει ανάγκη να καθυστερήσει η ενέργεια αυτή αν οι πόροι που απαιτεί δεν είναι διαθέσιμοι. Για παράδειγμα, μια ενέργεια καθαρισμού CIP μπορεί να δηλωθεί ότι έχει ευέλικτη μετατόπιση 6 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι αν κατά τον προγραμματισμό της ενέργειας αυτής η συσκευή CIP που απαιτείται δεν είναι διαθέσιμη, η ενέργεια μπορεί να καθυστερήσει μέχρι 6 ώρες το ανώτερο ωστόσο η συσκευή απελευθερωθεί από τις άλλες ενέργειες που προηγήθηκαν και την χρησιμοποιούν. Φυσικά, αν η συσκευή είναι άμεσα διαθέσιμη τότε η ενέργεια μπορεί να εκτελεστεί χωρίς καθυστέρηση σε σχέση με το σημείο αναφοράς της. Η δυνατότητα χρήσης οποιασδήποτε ενδιάμεσης τιμής καθυστέρησης ανάμεσα στο μηδέν και την μέγιστη δηλωθείσα τιμή είναι που χαρακτηρίζει αυτή την καθυστέρηση ως “ευέλικτη”. Πέρα από τους πόρους που η διαδικασία χρησιμοποιεί, η κάθε ενέργεια μέσα στην διαδικασία μπορεί να απαιτήσει κάποιους από τους ακόλουθους πόρους:

- ✚ Βοηθητικό εξοπλισμό (auxiliary equipment)
- ✚ Υλικά (Materials) (εισερχόμενα –πρώτες ύλες- ή εξερχόμενα –προϊόντα ή απόβλητα-)
- ✚ Βοηθητικές παροχές (Utilities) (θέρμανση / ψύξη, ενέργεια)
- ✚ Εργατικό δυναμικό ανά ειδικότητα (Labor)
- ✚ Εργάτες/προσωπικό (Staff) (για τον προγραμματισμό εργασίας ατόμων)
- ✚ Αποθηκευτικούς χώρους (Storage Units)

Οι Πόροι των Συνταγών (*Recipe Resources*) :

Οι πόροι στο SchedulePro[®] αντιπροσωπεύουν τα φυσικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση μιας συνταγής και την παραγωγή μιας παρτίδας προϊόντος. Τα είδη των πόρων που αναγνωρίζει το SchedulePro[®] είναι τα ακόλουθα:

Μηχανολογικός Εξοπλισμός (*Equipment*):

Αντιπροσωπεύει το σύνολο των βασικών ή βοηθητικών συσκευών/μηχανημάτων (πχ, δεξαμενή, συσκευαστική μηχανή, συσκευή CIP) της μονάδας με την βοήθεια των οποίων εκτελούνται οι διεργασίες. Από άποψη σχεδιασμού, ένα στοιχείο εξοπλισμού είναι ένας μη αναλώσιμος επαναχρησιμοποιήσιμος πόρος.

Όπως προαναφέρθηκε, κάθε διαδικασία εξ ορισμού απαιτεί μία συσκευή για την εκτέλεσή της ενώ, προαιρετικά, κάθε ενέργεια μπορεί να απαιτήσει μια πρόσθετη μονάδα βοηθητικού εξοπλισμού. Κάθε συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σαν κύριος είτε σαν βοηθητικός εξοπλισμός. Για κάθε διαδικασία ή ενέργεια που απαιτεί μηχανολογικό εξοπλισμό μπορεί να δηλωθεί μια ταξινομημένη λίστα (pool) από εναλλακτικές συσκευές που θα μπορούσαν ισοδύναμα να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεσή της. Κατά τον χρονικό προγραμματισμό της διεργασίας, το SchedulePro[®] θα επιλέξει την πρώτη διαθέσιμη συσκευή για κάθε διαδικασία/ενέργεια διατρέχοντας την λίστα των υποψήφίων συσκευών από πάνω προς τα κάτω

Η δυναμικότητα/μέγεθος κάθε συσκευής και/ή ο ρυθμός λειτουργίας της μπορούν προαιρετικά να δηλωθούν στο SchedulePro[®]. Η πληροφορία για την δυναμικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξαιρεθούν από την λίστα υποψήφίων συσκευών αυτές που λόγω μεγέθους είναι ακατάλληλες.

Η πληροφορία για τον ρυθμό λειτουργίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστεί η χρονική διάρκεια εκτέλεσης ενεργειών που έχουν δηλωθεί σαν σταθερού ρυθμού Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να οριστεί μια συσκευή ως 'πολλαπλών χρήσεων' υποδηλώνοντας με αυτόν τον τρόπο την ικανότητά της να εκτελεί πολλές ταυτόχρονες λειτουργίες στα πλαίσια της ίδιας ή διαφορετικών συνταγών. Για παράδειγμα, ένας καταψύκτης μπορεί να ψύχει ταυτόχρονα πολλά καρότσια διαφορετικών προϊόντων από διαφορετικές παρτίδες. Για καλύτερη οργάνωση, ο μηχανολογικός εξοπλισμός όπως και οι υπόλοιποι πόροι (εκτός υλικών) ομαδοποιούνται σε εγκαταστάσεις/μονάδες (*facilities*).

Χώροι εργασίας (*Work Area*):

Οι χώροι εργασίας είναι χώροι (πχ, εργαστήρια) που δεσμεύονται κατά την διάρκεια εκτέλεσης μιας διαδικασίας με σκοπό την εκτέλεση παράλληλων εργασιών (πχ, εργαστηριακών μετρήσεων). Όπως και με τις συσκευές, οι χώροι εργασίας μπορεί να δηλωθούν σαν 'πολλαπλών χρήσεων' οπότε υπάρχει η δυνατότητα παράλληλης χρήσης τους από πολλές διαδικασίες. Ο ορισμός χώρων εργασίας για κάθε διαδικασία είναι προαιρετικός.

Υλικά (*Materials*):

Τα υλικά στο SchedulePro[®] είναι ένας μη επαναχρησιμοποιήσιμος πόρος. Διακρίνονται δύο είδη υλικών: αυτά που μετρούνται χύδην (κατά μάζα ή όγκο) και αυτά που μετρούνται σε αριθμό μεμονωμένων οντοτήτων/μονάδων.

Τα υλικά χρησιμοποιούνται για τον ορισμό ρευμάτων που εισέρχονται ή εξέρχονται από μια συσκευή σαν αποτέλεσμα της εκτέλεσης μιας λειτουργίας. Τα ρεύματα μπορούν να συσχετιστούν με δεξαμενές ή μονάδες αποθήκευσης (*storage units*) από τις οποίες προέρχονται ή στις οποίες

καταλήγουν. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται δυνατή η παρακολούθηση και απογραφή των υλικών που υπάρχουν στις δεξαμενές/αποθήκες ώστε να προγραμματίζεται κατάλληλα η πλήρωση ή το άδειασμα τους. Μέγιστα όρια μπορούν επίσης να οριστούν στον ρυθμό διάθεσης/απόθεσης κάποιου υλικού από τις δεξαμενές ή αποθήκες. Τα όρια αυτά δρουν σαν περιορισμοί στον χρονικό προγραμματισμό των διεργασιών της μονάδας

Εργατικό δυναμικό κατά ειδικότητα (Labor):

Ένας από τους τρόπους που μπορεί να δηλωθεί το εργατικό δυναμικό στο SchedulePro[®] είναι κατά ειδικότητα (ο άλλος τρόπος είναι κατά άτομο όπως φαίνεται πιο κάτω). Για κάθε τύπο ειδικότητας, ο χρήστης μπορεί να ορίσει τον μέγιστο αριθμό ατόμων της ειδικότητας αυτής που είναι διαθέσιμα στην μονάδα. Μέσα από το ημερολόγιο της κάθε ειδικότητας μπορούν να οριστούν αποκλίσεις από την δηλωθείσα τιμή όπως, για παράδειγμα, διαφοροποιήσεις στην διαθεσιμότητα ανά βάρδια. Στον χρήστη δίνεται η δυνατότητα να δηλώσει πόσα άτομα απαιτούνται ανά ειδικότητα για την εκτέλεση κάθε ενέργειας.

Εργάτες/ Προσωπικό (Staff):

Εδώ το εργατικό δυναμικό της μονάδας δηλώνεται κατά άτομα. Για κάθε ενέργεια ο χρήστης μπορεί να ορίσει μια ταξινομημένη λίστα (pool) ατόμων στα οποία θα μπορούσε να ανατεθεί όπως και τον αριθμό των ατόμων που απαιτούνται. Όταν γίνεται ο χρονικός προγραμματισμός της μονάδας, το SchedulePro[®] επιλέγει από την λίστα τον αντίστοιχο αριθμό διαθέσιμων ατόμων που μπορούν να εκτελέσουν την εργασία.

Βοηθητικές Παροχές (Utilities):

Βοηθητικές παροχές στο SchedulePro[®] είναι μη επαναχρησιμοποιήσιμοι πόροι που δεν μπορούν να αποθηκευτούν ή να απογραφούν. Στις βοηθητικές παροχές περιλαμβάνονται τα θερμαντικά/ψυκτικά μέσα (πχ, ατμός, νερό ψύξης) και η ηλεκτρική ενέργεια. Σε κάθε ενέργεια μπορεί να δηλωθεί ο ρυθμός κατανάλωσης όλων των βοηθητικών παροχών που απαιτούνται για την εκτέλεσή της. Όπως και με το εργατικό δυναμικό, υπάρχει η δυνατότητα ορισμού ενός μέγιστου ρυθμού διάθεσης μιας βοηθητικής παροχής στην μονάδα.

Χρονικός Προγραμματισμός (Scheduling):

Μετά τον ορισμό των συνταγών που εκτελούνται στη μονάδα για την παραγωγή προϊόντων και των πόρων που είναι διαθέσιμοι για την εκτέλεσή τους, ο χρήστης είναι έτοιμος να προχωρήσει στον χρονικό προγραμματισμό της λειτουργίας της μονάδας με βάση τις παραγγελίες προϊόντων.

Το SchedulePro[®] χρησιμοποιεί τις ακόλουθες έννοιες για τον καθορισμό του προγράμματος παραγωγής:

Καμπάνιες (Campaigns):

Μια καμπάνια είναι μια σειρά από παρτίδες για συγκεκριμένο προϊόν (κι επομένως συγκεκριμένη συνταγής). Για τον ορισμό μιας καμπάνιας επομένως απαιτείται η επιλογή της συνταγής, ο απαιτούμενος αριθμός των παρτίδων (με βάση το μέγεθος της παραγγελίας) και πληροφορία για το χρονικό σημείο εκτέλεσης της καμπάνιας. Για το τελευταίο το SchedulePro[®] παρέχει μια σειρά από επιλογές οι οποίες είναι:

- ✚ καθορισμός ακριβούς χρόνου έναρξης.
- ✚ καθορισμός ακριβούς χρόνου λήξης.

✚ καθορισμός χρόνου έναρξης σε σχέση με την έναρξη ή λήξη μιας άλλης καμπάνιας.

Προαιρετικά, για κάθε καμπάνια μπορούν να οριστούν διεργασίες που προηγούνται της έναρξης ή έπονται της λήξης της. Παράδειγμα τέτοιων διεργασιών είναι ο καθαρισμός της γραμμής παραγωγής πριν την αλλαγή προϊόντος.

Παρτίδες (*Batches*):

Μια παρτίδα αντιπροσωπεύει την εκτέλεση μιας συνταγής σε συγκεκριμένο χρόνο και με την χρήση συγκεκριμένων πόρων. Σε πλήρη αντιστοιχία προς την συνταγή από την οποία πηγάει, μια παρτίδα έχει καταχωρήσεις για κάθε διαδικασία και ενέργεια που περιλαμβάνει η συνταγή με καθορισμένους όμως χρόνους έναρξης και λήξης και καθορισμένους πόρους. Η ουσία επομένως του προβλήματος του χρονικού προγραμματισμού είναι ο πλήρης καθορισμός των παρτίδων με βάση τις δηλωμένες καμπάνιες χωρίς να υπάρχουν επικαλύψεις στην χρήση των πόρων.

Αυτόματος Χρονικός Προγραμματισμός (*Automatic Scheduling*):

Κατά την δημιουργία ενός πλάνου παραγωγής, το SchedulePro® προγραμματίζει κάθε καμπάνια χωριστά και σύμφωνα με την σειρά που έχουν εισαχθεί στη λίστα από τον χρήστη. Με αυτό τον τρόπο, η υψηλή θέση μιας καμπάνιας στην λίστα ερμηνεύεται σαν «υψηλή προτεραιότητα» κι επομένως οι διαθέσιμοι πόροι πρέπει να τις δοθούν κατά προτεραιότητα.

Ο χρόνος έναρξης μιας καμπάνιας προσδιορίζεται με βάση την αντίστοιχη επιλογή του χρήστη. Οι παρτίδες μέσα στην καμπάνια προγραμματίζονται κατ' αλληλουχία. Για τον προγραμματισμό των παρτίδων, μια σημαντική παράμετρος είναι αυτή του κύκλου χρόνου παραγωγής (*cycle time*) που μετρά την χρονική απόσταση μεταξύ της έναρξης δύο διαδοχικών παρτίδων. Είναι επιθυμητό ο κύκλος χρόνου να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος ούτως ώστε η συνολική διάρκεια εκτέλεσης της καμπάνιας να είναι η μικρότερη δυνατή. Το SchedulePro® κάνει μια εκτίμηση του ελάχιστου κύκλου χρόνου παραγωγής με βάση τους χρόνους εκτέλεσης των διαδικασιών της συνταγής και τις διαθέσιμες συσκευές ή μηχανήματα. Όσο περισσότερες συσκευές είναι διαθέσιμες για μια καμπάνια τόσο μειώνεται ο κύκλος χρόνου αφού οι παρτίδες μπορούν να αυτονομηθούν μεταξύ τους αξιοποιώντας όλο το εύρος των διαθέσιμων συσκευών. Η χρονική έναρξη της κάθε παρτίδας στο SchedulePro® τοποθετείται με βάση τον εκτιμώμενο ελάχιστο κύκλο χρόνου παραγωγής. Όλες οι διαδικασίες και ενέργειες που περιλαμβάνονται στην συνταγή που αντιστοιχεί στην παρτίδα προγραμματίζονται σε σχέση με τον χρόνο έναρξης της παρτίδας και χρησιμοποιούν τους προεπιλεγμένους πόρους που είναι απαραίτητοι για την εκτέλεσή τους. Είναι πιθανόν όμως οι πόροι αυτοί να μην είναι διαθέσιμοι την αντίστοιχη χρονική περίοδο είτε γιατί χρησιμοποιούνται από κάποιες άλλες παρτίδες υψηλότερης προτεραιότητας, είτε γιατί η χρήση τους για το συγκεκριμένο διάστημα είναι απαγορευτική λόγω συντήρησης, αργίας κλπ. Σε αυτές τις περιπτώσεις το SchedulePro® προσπαθεί να επιλύσει την διαφορά χρησιμοποιώντας έναν από τους κάτωθι μηχανισμούς:

✚ επιλογή, από την λίστα των συμβατών πόρων, εναλλακτικού πόρου που να είναι διαθέσιμος.

✚ χρονική μετάθεση της διαδικασίας/ενέργειας που έχει το πρόβλημα χρησιμοποιώντας την ευέλικτη μετατόπιση (*flexible shift*), αν είναι διαθέσιμη.

✚ χρονική μετάθεση όλης της παρτίδας στο πλησιέστερο χρονικό σημείο στο οποίο όλοι οι απαιτούμενοι πόροι είναι διαθέσιμοι.

Ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία, το SchedulePro® καταλήγει σε ένα προτεινόμενο πρόγραμμα παραγωγής για τις εισαχθείσες καμπάνιες. Να σημειωθεί ότι το είδος των διαφορών που θα κληθεί το SchedulePro® να επιλύσει εξαρτάται από τις επιλογές του χρήστη. Εξ ορισμού, το SchedulePro® θεωρεί ως παραβιάσεις τις επικαλύψεις στην χρήση συσκευών και προσωπικού όπως και τις επικαλύψεις με 'νεκρούς χρόνους' λειτουργίας. Συμπληρωματικά, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει σαν περιορισμούς που πρέπει να τηρηθούν τα ανώτατα όρια στην χρήση εργατικού δυναμικού κατά ειδικότητα, βοηθητικών παροχών, αποθηκευτικής ικανότητας κλπ. Στην φάση του αυτόματου προγραμματισμού, το SchedulePro® προσπαθεί να δημιουργήσει ένα εφικτό και κατά το δυνατόν βέλτιστο πρόγραμμα παραγωγής ικανοποιώντας όλους τους αποδεκτούς περιορισμούς.

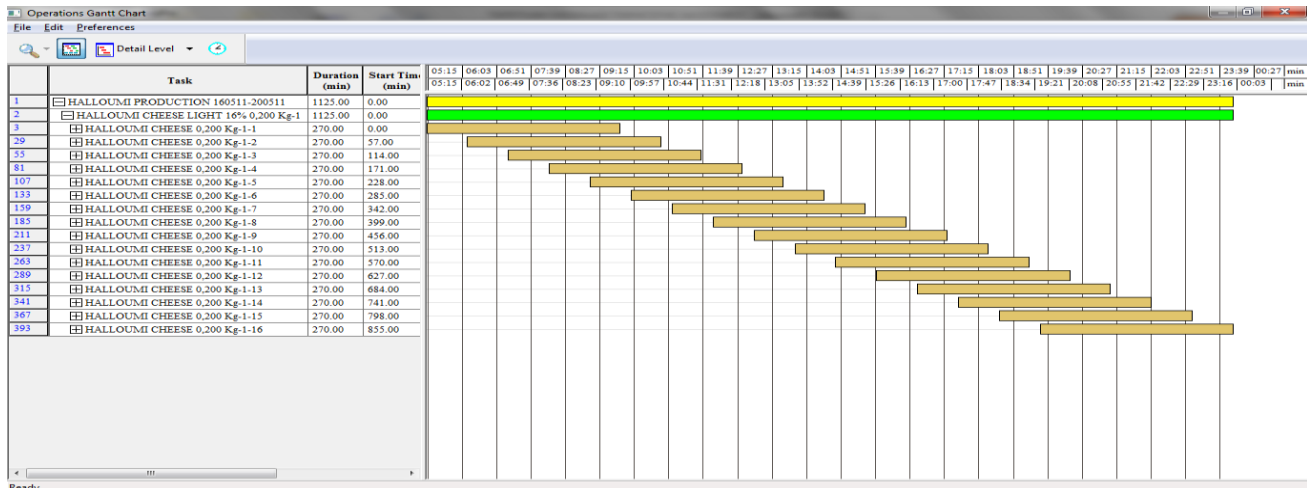
Χρονικός Προγραμματισμός από τον Χρήστη (*User Scheduling*):

Το προτεινόμενο από το SchedulePro® πρόγραμμα παραγωγής είναι η βάση για την δημιουργία του τελικού προγράμματος από τον χρήστη. Ο χρήστης μπορεί να κληθεί να επιλύσει παραβιάσεις περιορισμών που δεν ήταν δυνατόν να επιλυθούν από τον σχεδιαστικό αλγόριθμο και να εισάγει τις δικές του προτιμήσεις στην επιλογή πόρων και την χρονική έναρξη των παρτίδων. Ακόμα πιο σημαντική μπορεί να είναι η συμβολή του στην επικαιροποίησή του προγράμματος παραγωγής καθ' όλη την διάρκεια της εξέλιξης του. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης, παρακολουθώντας την πραγματική παραγωγή στην μονάδα, μπορεί να διαπιστώσει αποκλίσεις από το σχεδιασμένο πρόγραμμα (πχ, μεγαλύτεροι χρόνοι εκτέλεσης για κάποιες διεργασίες, καθυστερήσεις στην έναρξη παρτίδων, μη διαθεσιμότητα κάποιας συσκευής λόγω μηχανικού προβλήματος), να τις εισάγει στο SchedulePro® και να ζητήσει την ανανέωση του μελλοντικού προγράμματος παραγωγής με βάση τα νέα δεδομένα. Με αυτό τον τρόπο, ο χρήστης γίνεται ένα ενεργό μέλος στην δημιουργία ενός εφικτού και επικαιροποιημένου προγράμματος παραγωγής και όχι ένας παθητικός αποδέκτης λύσεων που παραρίχθηκαν αυτόματα από κάποιο "έξυπνο" αλγόριθμο.

5.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ

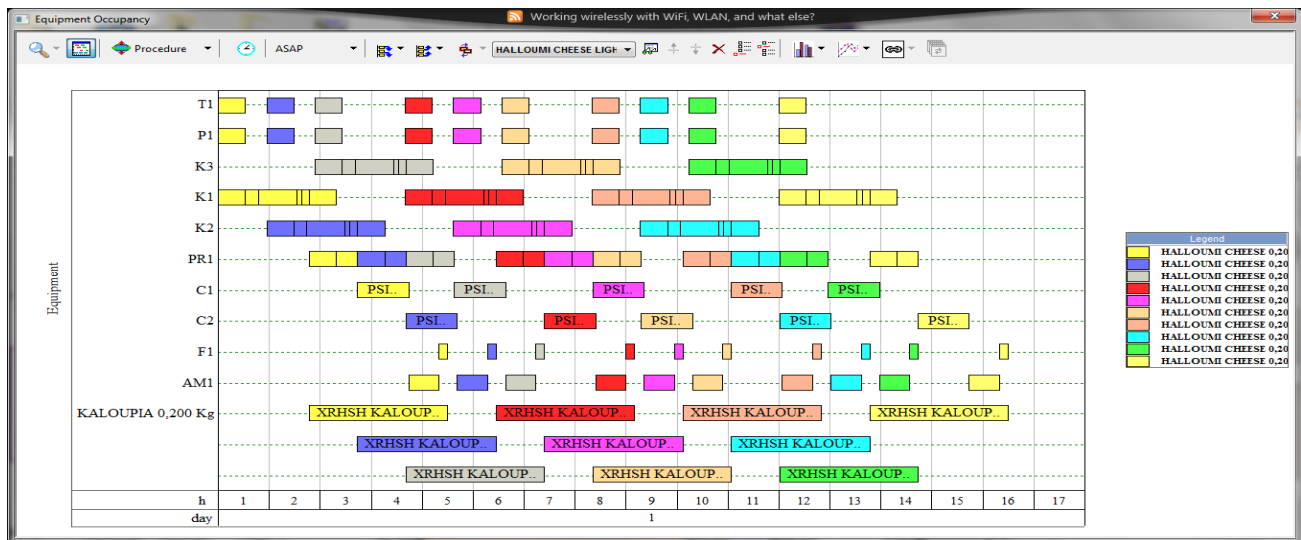
Για την καλύτερη παρακολούθηση του χρονικού προγραμματισμού, το SchedulePro® δίνει την δυνατότητα απεικόνισης των αποτελεσμάτων σε μια σειρά από γραφήματα. Πιο συγκεκριμένα, το SchedulePro® παρέχει τους ακόλουθους τύπους διαγραμμάτων:

Γράφημα Gantt (*Operation Gantt Chart*) – (Σχήμα 6.) απεικονίζει γραφικά την χρονική εξέλιξη των διαδικασιών για την ολοκλήρωση της παραγωγής μιας συνταγής ή σχεδιασμένων παρτίδων.



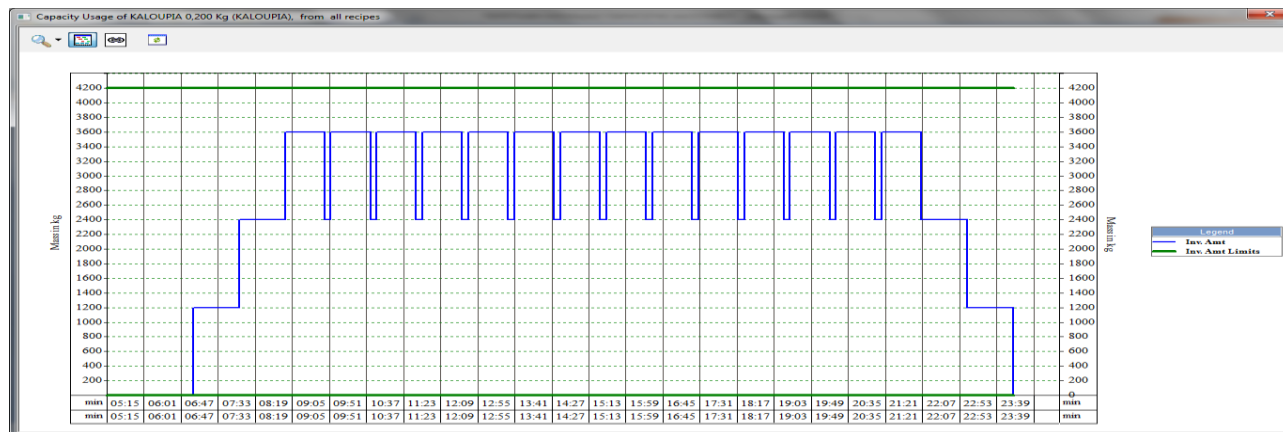
Σχήμα 5. Γράφημα Gantt από το λογισμικό πρόγραμμα SchedulePro®

Διάγραμμα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occupancy Profile*) - εμφανίζει τις χρονικές περιόδους (Σχήμα 7.) κατά τις οποίες οι συσκευές, χώροι εργασίας και το προσωπικό εκτελούν κάποιες λειτουργίες στα πλαίσια της εκτέλεσης των παρτίδων. Οποιαδήποτε παραβίαση περιορισμού (πχ, χρονική επικάλυψη λειτουργιών) σε σχέση με τους παραπάνω πόρους αυτούς θα φανεί στο διάγραμμα αυτό. Με αυτό τον τρόπο το διάγραμμα απασχόλησης εξοπλισμού/προσωπικού μπορεί να γίνει η βάση για την επίλυση προβλημάτων όπως και την διαρκή ανανέωση του πλάνου παραγωγής.



Σχήμα 6. Διάγραμμα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occupancy Profile*)

Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού (*Capacity Usage of Equipment*)- (Σχήμα 8.) εμφανίζει σε σχέση με τη χρονική διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας την χρήση του εξοπλισμού της μονάδας. Με τη χρήση του διαγράμματος αυτού μπορεί να ελεγχθεί κατά πόσο η μονάδα χρησιμοποιεί όλη τη δυναμικότητα του εξοπλισμού της καθώς επίσης και αν η μονάδα έχει περισσότερη δυναμικότητα σε εξοπλισμό από ότι απαιτείται ή το αντίθετο, εάν η δυναμικότητα της μονάδας δεν είναι αρκετή.



Σχήμα 7. Διάγραμμα χρήσης εξοπλισμού (Capacity Usage of Equipment)για τον εξοπλισμό καλουπιών 0,200 kg.

Το SchedulePro® παρέχει επίσης διάφορους τύπους αναφορών (*reports*) για την υποβολή παρουσιάσεων των αποτελεσμάτων του χρονικού προγραμματισμού.

Όλες οι αναφορές παράγονται σε μορφή αρχείων HTML (Intelligen Inc. 2007).

6. ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ ΣΤΟ SchedulePro®

6.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

6.1.1 ΥΛΙΚΑ/ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Ηλεκτρονικό χρονόμετρο για την καταμέτρηση του πρότυπου χρόνου, εργασία σε υπολογιστικά φύλλα μελέτης εργασίας της βιομηχανίας.
- Ηλεκτρονικός φορητός υπολογιστής, SONY VAIO, εγκατεστημένο λειτουργικό σύστημα: Windows7 ,με επεξεργαστή: AMD Turion™ 64 X2 Mobile Technology TL-60, 2 GHz, 1 MB L2 cache, για την λειτουργία του λογισμικού συστήματος SchedulePro® Version 3.6 και την εισαγωγή των δεδομένων για την δημιουργία του μοντέλου.

6.2 ΤΡΟΠΟΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ (ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ)

Η μονάδα Pittas Dairy Industries, στην οποία έγινε η μελέτη εδρεύει στην Λευκωσία της Κύπρου και εφαρμόζει σύστημα διαχείρισης ποιότητας σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9002 του διεθνούς οργανισμού προτύπων με πεδίο εφαρμογής τον σχεδιασμό, ανάπτυξη, παραγωγή, εμπορία και διανομή τυροκομικών προϊόντων. Εφαρμόζει το πιστοποιημένο σύστημα HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) στην παραγωγική διαδικασία σύμφωνα με το πρότυπο της Κυπριακής Νομοθεσίας περί Τροφίμων και Ποτών.

Η μονάδα ανήκει στη κατηγορία των συστημάτων παραγωγής κατά παραγγελία. Για τον προγραμματισμό της παραγωγής, έχουν καθοριστεί συγκεκριμένες ημέρες της εβδομάδας για την λήψη μιας συνολικής παραγγελίας. Οι παραγγελίες, λαμβάνονται καθημερινά και έχουν χρόνο παράδοσης 21 ημερών για τις εξαγωγές ενώ οι παραγγελίες για εσωτερική αγορά λαμβάνονται

κάθε Πέμπτη και με την λήψη της παραγγελιάς μέχρι και την διεκπεραίωσή της δίνεται ένα χρονικό πλαίσιο 10 εργάσιμων ημερών. Η λαμβανόμενη παραγγελία καταγράφεται από τους υπεύθυνους προγραμματισμού παραγωγής και σε συνεννόηση με τον διευθυντή παραγωγής της εταιρίας γίνονται οι απαραίτητοι σχεδιασμοί για την εκτέλεσή της. Η μονάδα δεν διαθέτει κάποιο λογισμικό σύστημα με το οποίο να λειτουργεί ώστε να σχεδιάζεται η παραγωγή και έτσι ο προγραμματισμός της ημερήσιας και εβδομαδιαίας παραγωγής γίνεται αποκλειστικά με τη χρήση του ανθρώπινου παράγοντα. Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας των παραγγελιών είναι ο καθορισμός των ποσοτήτων ανά προϊόν που πρέπει και είναι εφικτό να παραχθούν στη μονάδα παραγωγής χαλουμιού την εβδομάδα που ακολουθεί. Οι υπεύθυνοι παραγωγής καθορίζουν με βάση την εμπειρία τους τι πρέπει να παραχθεί ανά ημέρα και βάρδια και εκδίδουν τις εντολές παραγωγής.

Η ύπαρξη ενός λεπτομερούς μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας θα μπορούσε να υποβοηθήσει πρώτον στην αξιολόγηση του κατά πόσον είναι εφικτό το πρόγραμμα παραγωγής που υπολογίζεται από τους υπεύθυνους παραγωγής και κατά δεύτερον, στον βέλτιστο καταμερισμό των εντολών παραγωγής ανά ημέρα. Σε αυτά τα πλαίσια αποφασίστηκε η καταγραφή του μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας στο SchedulePro[®] ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση της παραγωγικής δυναμικότητας της μονάδας, και η ανάπτυξη εφικτών εβδομαδιαίων και ημερήσιων προγραμμάτων παραγωγής με βάση τις παραγγελίες ανά προϊόν όπως υπολογίζονται από τους υπεύθυνους προγραμματισμού παραγωγής.

Κατά την ανάπτυξη του μοντέλου έγιναν οι λογικές (με βάση την εμπειρία στην μονάδα) παραδοχές ότι καθημερινά υπάρχουν επαρκείς ποσότητες γάλακτος σε κατάλληλη αναλογία αγελαδινού/πρόβειου/αιγινού για κάθε παρτίδα και επαρκές εργατικό δυναμικό σε όλα τα στάδια της παραγωγής έτσι ώστε να μην επηρεάζουν οι τρεις αυτοί παράγοντες αρνητικά τον χρόνο κάλυψης της παραγγελίας. Με βάση τα παραπάνω έγινε η ανάλυση και καταγραφή των διεργασιών για 8 προϊόντα Χαλουμιού στο λογισμικό σύστημα SchedulePro. Στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζονται τα βήματα ανάπτυξης του μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας.

6.2.1 ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Τα προϊόντα στα οποία εστιάζεται η μελέτη και εισήχθησαν στο SchedulePro είναι τα εξής:

- ✚ Χαλούμι από μείγμα πρόβειου, αιγινού και αγελαδινού γάλακτος με βάρος 200 γρ. (όνομα συνταγής- Schedule Pro recipe *HALLOUMI CHEESE 0,2 kg*. Ποσότητα γάλακτος παρτίδας 8Τ.
- ✚ Χαλούμι από μείγμα πρόβειου, αιγινού και αγελαδινού γάλακτος με βάρος 225 γρ. (όνομα συνταγής-Schedule Pro recipe *HALLOUMI CHEESE 0,225 kg*. Ποσότητα γάλακτος παρτίδας 8Τ.
- ✚ Χαλούμι από πρόβειο γάλα με βάρος 200 γρ. (όνομα συνταγής- recipe *HALLOUMI ORIGINAL 0,2 kg*. Ποσότητα γάλακτος παρτίδας 6Τ.
- ✚ Χαλούμι από πρόβειο γάλα με βάρος 225 γρ. (όνομα συνταγής- recipe *HALLOUMI ORIGINAL 0,225 kg*. Ποσότητα γάλακτος παρτίδας 6Τ.

✚ Χαλούμι με ποσοστό λιπαρών 16% από μείγμα πρόβειου, αιγινού και αγελαδινού γάλακτος με βάρος 200 γρ. (όνομα συνταγής- recipe *HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 kg*. Ποσότητα γάλακτος παρτίδας 8Τ.

✚ Χαλούμι με ποσοστό λιπαρών 16% από μείγμα πρόβειου, αιγινού και αγελαδινού γάλακτος με βάρος 225 γρ. (όνομα συνταγής- recipe *HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 kg*. Ποσότητα γάλακτος παρτίδας 8Τ.

✚ Χαλούμι με ποσοστό λιπαρών 12% από μείγμα πρόβειου, αιγινού και αγελαδινού γάλακτος με βάρος 200 γρ. (όνομα συνταγής- recipe *HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 kg*. Ποσότητα γάλακτος παρτίδας 6Τ.

✚ Χαλούμι με ποσοστό λιπαρών 12% από μείγμα πρόβειου, αιγινού και αγελαδινού γάλακτος με βάρος 225 γρ. (όνομα συνταγής- recipe *HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 kg*. Ποσότητα γάλακτος παρτίδας 6Τ.

Όλα τα παραπάνω προϊόντα, ακολουθούν μια κοινή παραγωγική διαδικασία (Ενότητα 4.2, Σχήμα 2.), όμως ο χρόνος παραγωγής για κάθε προϊόν είναι διαφορετικός. Παράγοντες που καταστούν αυτά τα προϊόντα διαφορετικά είναι ο τύπος γάλακτος που χρησιμοποιείται σε κάθε παρτίδα, η αρχική ποσότητα γάλακτος που χρησιμοποιείται για την κάθε παρτίδα (8 τόνοι γάλακτος ή 6 τόνοι γάλακτος), το είδος του καλουπιού που χρησιμοποιείται, οι ενέργειες του τυροκόμου σε πήξη, διαίρεση, αναθέρμανση τυροπήγματος, και η οξύτητα του γάλακτος. Η μονάδα χρησιμοποιεί περίπου 115 τόνους γάλακτος ημερησίως για την παραγωγή χαλουμιού.

Με την λήψη της παραγγελίας καθορίζεται ένα εβδομαδιαίο πρόγραμμα παραγωγής από τους υπεύθυνους παραγωγής. Το πρόγραμμα παραγωγής σταδιακά μπορεί να αλλάζει ανάλογα με την αναγκαιότητα κάλυψης άλλων επειγόντων παραγγελιών. Ένα τυπικό εβδομαδιαίο πρόγραμμα φαίνεται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Εβδομαδιαίο πρόγραμμα παραγωγής χαλουμιού.

ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ 20/12/11-24/12/11					
ΤΥΠΟΣ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
	20/12/11	21/12/11	22/12/11	23/12/11	24/12/11
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΤΙΔΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΤΙΔΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΤΙΔΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΤΙΔΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΤΙΔΩΝ
HALLOUMI ORIGINAL 0,2 KG	-	-	-	-	1
HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG	1	1	1	3	-
HALLOUMI CHEESE 0,2 KG	-	-	-	-	3
HALLOUMI CHEESE 0,225 KG	10	11	12	10	9
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2KG	4	-	-	-	3
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225KG	-	-	-	-	-
HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2KG	-	3	3	3	-
HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225KG	-	-	-	-	-

6.2.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΟΡΩΝ (EQUIPMENT/STORAGE/STAFF).

Ένας σημαντικός και συνήθης περιορισμός των συστημάτων σχεδιασμού χρονικού προγραμματισμού είναι η επάρκεια του μηχανολογικού εξοπλισμού. Είναι επομένως απαραίτητη η καταγραφή και ανάλυση διαθεσιμότητας όλων των σχετικών πόρων της μονάδας. Το υπό μελέτη εργοστάσιο λειτουργεί από τις 5:00 το πρωί έως της 02:00 το βράδυ από Δευτέρα έως και Παρασκευή. Το Σαββατοκύριακο παραμένει κλειστό. Σε περιόδους έντονης παραγωγικότητας λειτουργεί και το Σάββατο.

Ως προς τον μηχανολογικό εξοπλισμό, η μονάδα διαθέτει:

- ✚ 2 παστεριωτήρες με δυναμικότητα 15000 και 10000 λίτρα γάλακτος ανά ώρα αντίστοιχα όπου ο δεύτερος χρησιμοποιείται σαν εφεδρικός, με υλικό κατασκευής από ανοξείδωτο χάλυβα. Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: P1 και P2 αντίστοιχα.
- ✚ 2 κορυφολόγους καθαριστές με 15000 και 10000 λίτρα γάλακτος ανά ώρα αντίστοιχα όπου ο δεύτερος χρησιμοποιείται σαν εφεδρικός, με υλικό κατασκευής από ανοξείδωτο χάλυβα. Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: S1 και S2 αντίστοιχα.
- ✚ 3 τυρολέβητες με ενσωματωμένους τυροκόπτες και αναδευτήρες με χωρητικότητα 8000 λίτρων γάλακτος με υλικό κατασκευής από ανοξείδωτο χάλυβα. Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: K1, K2 και K3.
- ✚ 1 τυροτράπεζα με φίλτρο τυροπήγματος και πιεστήριο δυναμικότητας 1500 κιλών ανά ώρα. Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: PR1.

✚ 2 φούρνους για ψήσιμο χαλουμιού με χωρητικότητα 1500 κιλών ο κάθε ένας με υλικό κατασκευής από ανοξείδωτο χάλυβα. Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: C1 και C2.

✚ 1 τυροτράπεζα για ξηρό αλάτισμα, δίπλωμα και προσθήκη δυόσμου με υλικό κατασκευής από ανοξείδωτο χάλυβα. Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: AM1

✚ 1 δεξαμενή ψύξης χαλουμιού χωρητικότητας 1500 κιλών τελικού προϊόντος με υλικό κατασκευής από ανοξείδωτο χάλυβα. Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: FR1

✚ Καλούπια τυροπήγματος 0,2 kg δυναμικότητας 1500 kg με υλικό κατασκευής από ανοξείδωτο χάλυβα. Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: ΚΑΛΟΥΡΙΑ 0.200KG.

✚ Καλούπια τυροπήγματος 0,225 kg δυναμικότητας 3000 kg με υλικό κατασκευής από ανοξείδωτο χάλυβα. Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: ΚΑΛΟΥΡΙΑ 0.225KG

✚ 2 Αποθηκευτικά ψυγεία χωρητικότητας 8000 κιλών χαλουμιού και 12000 κιλών χαλουμιού (σε λεκάνες με άλμη). Κωδικός συσκευής (όνομα) στο SchedulePro: -

Ως προς τους κανόνες ορθής υγιεινής, απολύμανσης των χώρων επεξεργασίας τροφίμων και προληπτικής συντήρησης του μηχανολογικού εξοπλισμού σε συμφωνία με το πρότυπο ISO 9002 τηρεί:

✚ Ημερήσιο πρόγραμμα καθαρισμού και απολύμανσης όλου του τμήματος συσκευασίας

✚ Ημερήσιο πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης για τον έλεγχο της ομαλής λειτουργίας του μηχανολογικού εξοπλισμού.

Οι καθαρισμοί και οι συντηρήσεις του τμήματος πραγματοποιούνται μέσα σε 1 ώρα ανά 16 ώρες λειτουργίας της τυροκομικής μονάδας και απασχολούν το αντίστοιχο εργατικό δυναμικό που αξιοποιείται στην βάρδια.

6.2.3 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΑΓΩΝ (RECIPES)

Στο SchedulePro®, κύρια ενέργεια για την ανάπτυξη του μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας είναι η καταγραφή των συνταγών. Η καταγραφή της κάθε συνταγής έγινε με την παρατήρηση των διεργασιών που απαιτούνται για κάθε ένα από τα προϊόντα χαλουμιού. Η διαδικασία παραγωγής του χαλουμιού γίνεται όπως αναφέρθηκε στα κεφάλαια 4.1 έως 4.2 και αφορούν τα διαγράμματα ροής που απεικονίζονται στα Σχήματα 1. και 2.

Οι χρόνοι για την μοντελοποίηση των συνταγών απορρέουν από ειδικά φύλλα καταμέτρησης (όπως αναφέρεται στην επόμενη ενότητα) του χρόνου εργασίας της εταιρίας και την χρησιμοποιούμενη αποδοτικότητα κάθε μηχανής για τη συγκεκριμένη στιγμή καταγραφής του έργου. Οι δυναμικότητες κάθε εξοπλισμού αναφέρθηκαν τόσο στην Ενότητα 4 όσο και στο υποκεφάλαιο 7.2.3. Η ανάλυση των συνταγών για κάθε προϊόν Χαλουμιού, στο SchedulePro έγινε με βάση τις δυναμικότητες των συσκευών, ιστορικά δεδομένα της μονάδας Pittas Dairy Industries διαμέσου προσωπικής επικοινωνίας με προσωπικό της εταιρίας. Μια συνοπτική μορφή του μοντέλου παρουσιάζεται παρακάτω:

HALLOUMI CHEESE 0,200 KG: Η αλληλουχία των διαδικασιών φαίνεται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE 0,2 KG

Διαδικασία (Procedure)	Περιγραφή (Description)	Κύριος Εξοπλισμός (Main Equipment)
SEPARATION	Αποκορύφωση και καθαρισμός του γάλακτος	T1
PASTEURIZATION	Παστερίωση του γάλακτος	P1
COAGULATION-FERMENT	Διαδικασία τυροκόμησης γάλακτος η οποία περιλαμβάνει εισαγωγή γάλακτος στο τυρολέβητα, τη πήξη με πυτιά, ζύμωση, τη διαίρεση του τυροπήγματος, αναθέρμανση τυροπήγματος με ταυτόχρονη ανάδευση και εξαγωγή από τυρολέβητα.	K1,K2,K3
PRESSURE-CUTTING	Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών.	PR1
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού σε φούρνο.	C1,C2
MINT AND SALT	Ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου και δίπλωμα χαλουμιού.	AM1
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού και αποθήκευση	FR1
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	KALOUPIA 0,200 KG

Η ανάλυση των διαδικασιών και ο καταμερισμός του χρόνου της συνταγής φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE 0,2 KG

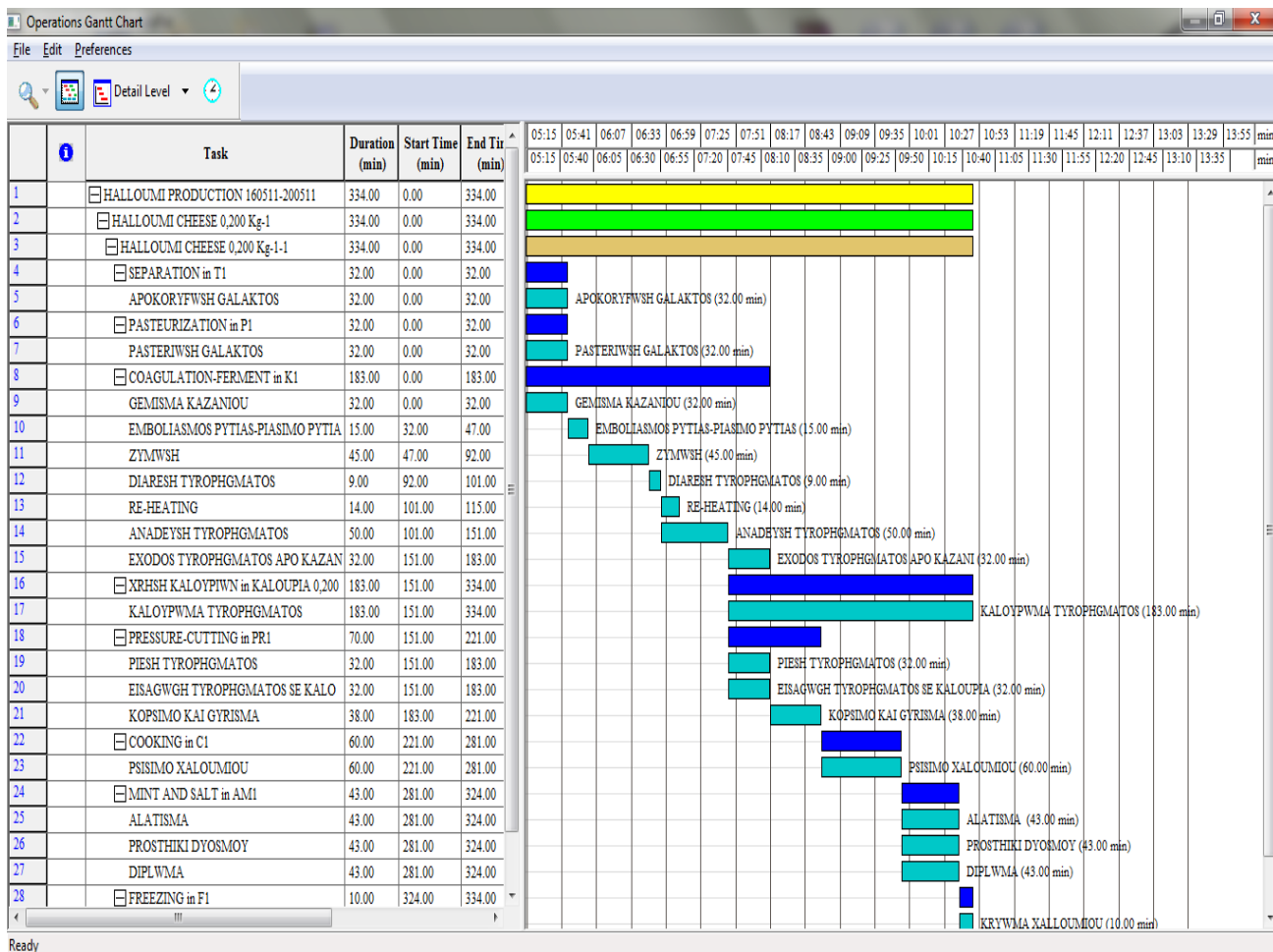
Διεργασία	Ενέργεια (Operation)	Διάρκεια (Duration)	Έναρξη (Start Link)	Βοηθητικός Εξοπλισμός (Aux. Equip.)
SEPARATION	Αποκορύφωση γάλακτος	32 min.	Εκκίνηση παρτίδας	S2
PASTEURIZATION	Παστερίωση γάλακτος	32 min.	Εκκίνηση παρτίδας	P2
COAGULATION-FERMENT	Γέμισμα τυρολέβητα	32 min.	Παστερίωση γάλακτος	-
	Εμβολιασμός πυτιάς- πιάσιμο πυτιάς (πήξη)	15 min.	Τέλος γέμισμα τυρολέβητα	
	Ζύμωση-ηρεμία	45 min.	Τέλος πήξης	
	Διαίρεση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος ζύμωσης	
	Ανάδευση τυροπήγματος	50 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Αναθέρμανση τυροπήγματος	14 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Έξοδος τυροπήγματος από τυρολέβητα	32 min.	Τέλος αναθέρμανσης τυροπήγματος	
PRESSURE-CUTTING	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	32 min.	Τέλος αναθέρμανσης τυροπήγματος	-
	Πίεση τυροπήγματος	32 min.	Τέλος εξόδου τυροπήγματος από καλούπια	
	Κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφή καλουπιών	38 min.	Πίεση τυροπήγματος	
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού	60 min.	Τέλος κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφής καλουπιών	-
MINT AND SALT	Ξηρό Αλάτισμα	43 min.	Ψήσιμο χαλουμιού	-
	Προσθήκη δυόσμου	43 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
	Δίπλωμα	43 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού	10 min.	Δίπλωμα	-
XRHSH KALOUIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	183 min.	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	-

Με την εισαγωγή των χρόνων διεκπεραίωσης των ενεργειών κάθε διεργασίας δημιουργείται η εκτέλεση μιας καμπάνιας του προϊόντος για μια παρτίδα (Εικόνα 12.) και το SchedulePro, δημιουργεί ένα γράφημα Gantt για τη συγκεκριμένη παρτίδα. Έτσι προσομοιώνεται στο γράφημα (με προσαρμοσμένο τύπο γραφήματος σωρευμένων ράβδων και πίνακα με την ανάλυση των χρόνων σε κάθε διεργασία) η απεικόνιση των ενεργειών, η διάρκεια και η ιεραρχία των εργασιών.

Στο Σχήμα 8 απεικονίζεται το γράφημα Gantt για μία παρτίδα HALLOUMI CHEESE 0,2 KG. Σαν σημείο μπουτλιαρίσματος (bottleneck) του συγκεκριμένου προϊόντος, υπολογίζεται από το σύστημα η διεργασία XRHSH KALOYPIWN - KALOYPWMA TYROPHGMATOS (Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών στο πιεστήριο PR1, ψήσιμο, ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου, δίπλωμα και ψύξη χαλουμιού) . Στην ουσία ο χρόνος της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι ο χρόνος που καθορίζει τον ρυθμό της παραγωγής.

Ο υπολογιζόμενος χρόνος (Estimated Batch Time), από το σύστημα, για την ολοκλήρωση της παρτίδας HALLOUMI CHEESE 0,2 KG είναι 5,57 h

Ο χρόνος κύκλου για την έναρξη της επόμενης παρτίδας, (Estimated Cycle Time) είναι 1,17h



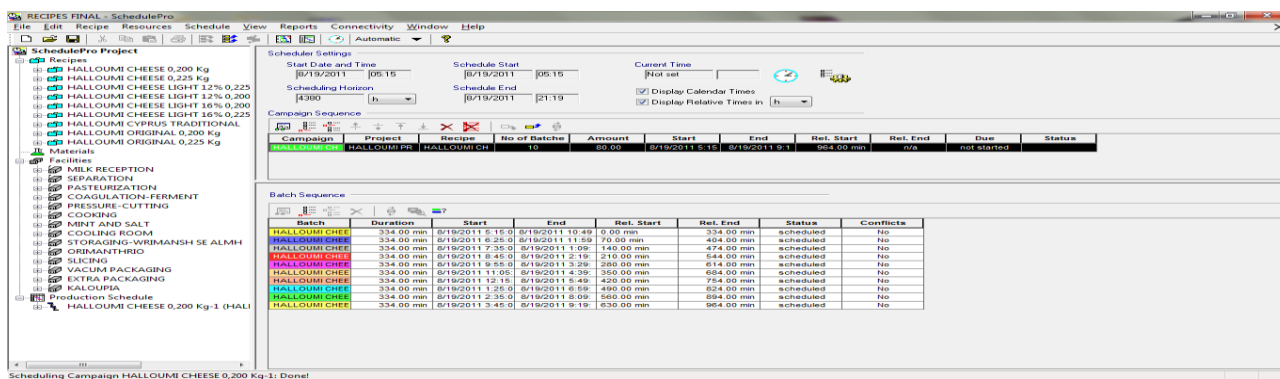
Σχήμα 8. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE 0,2 KG.

HALLOUMI CHEESE 0,225 KG: Η αλληλουχία των διαδικασιών φαίνεται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE 0,225 KG

Διαδικασία (Procedure)	Περιγραφή (Description)	Κύριος Εξοπλισμός (Main Equipment)
SEPARATION	Αποκορύφωση και καθαρισμός του γάλακτος	T1
PASTEURIZATION	Παστερίωση του γάλακτος	P1
COAGULATION-FERMENT	Διαδικασία τυροκόμησης γάλακτος η οποία περιλαμβάνει εισαγωγή γάλακτος στο τυρολέβητα, τη πήξη με πυτιά, ζύμωση, τη διαίρεση του τυροπήγματος, αναθέρμανση τυροπήγματος με ταυτόχρονη ανάδευση και εξαγωγή από τυρολέβητα.	K1,K2,K3
PRESSURE-CUTTING	Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαιρία και αναστροφή καλουπιών.	PR1
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού σε φούρνο.	C1,C2
MINT AND SALT	Ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου και δίπλωμα χαλουμιού.	AM1
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού και αποθήκευση	FR1
XRHSH KALOUIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	KALOUIPIA 0,225 KG

Η ανάλυση των διαδικασιών και ο καταμερισμός του χρόνου της συνταγής φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 9.



Εικόνα 12. Δημιουργία καμπάνιας στο λογισμικό SchedulePro.

Πίνακας 9. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE 0,225 KG

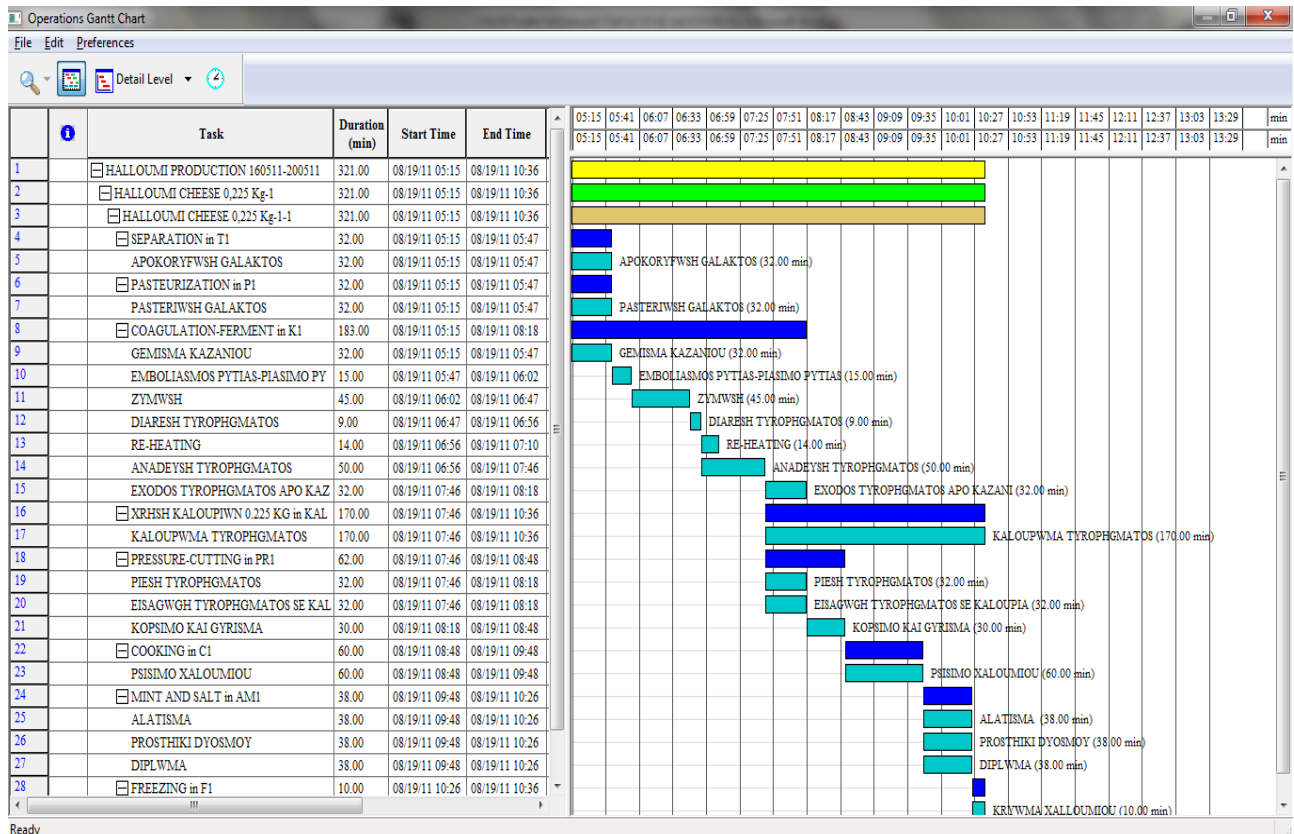
Διεργασία	Ενέργεια (Operation)	Διάρκεια (Duration)	Έναρξη (Start Link)	Βοηθητικός Εξοπλισμός (Aux. Equip.)
SEPARATION	Αποκορύφωση γάλακτος	32 min.	Εκκίνηση παρτίδας	S2
PASTEURIZATION	Παστερίωση γάλακτος	32 min.	Εκκίνηση παρτίδας	P2
COAGULATION-FERMENT	Γέμισμα τυρολέβητα	32 min.	Παστερίωση γάλακτος	-
	Εμβολιασμός πυτιάς- πιάσιμο πυτιάς (πήξη)	15 min.	Τέλος γέμισμα τυρολέβητα	
	Ζύμωση-ηρεμία	45 min.	Τέλος πήξης	
	Διάρθρωση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος ζύμωσης	
	Ανάδευση τυροπήγματος	50 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Αναθέρμανση τυροπήγματος	14 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Έξοδος τυροπήγματος από τυρολέβητα	32 min.	Τέλος αναθέρμανσης τυροπήγματος	
PRESSURE-CUTTING	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	32 min.	Τέλος αναθέρμανσης τυροπήγματος	-
	Πίεση τυροπήγματος	32 min.	Τέλος εξόδου τυροπήγματος από καλούπια	
	Κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφή καλουπιών	30 min.	Πίεση τυροπήγματος	
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού	60 min.	Τέλος κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφής καλουπιών	-
MINT AND SALT	Ξηρό Αλάτισμα	38 min.	Ψήσιμο χαλουμιού	-
	Προσθήκη δυόσμου	38 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
	Δίπλωμα	38 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού	10 min.	Δίπλωμα	-
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	170 min.	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	-

Στο Σχήμα 9 απεικονίζεται το γράφημα Gantt για μία παρτίδα HALLOUMI CHEESE 0,225 KG. Σαν σημείο μπουτλιαρίσματος (bottleneck) του συγκεκριμένου προϊόντος, ορίζεται από το σύστημα η διεργασία XRHSH KALOUPIWN - KALOUPIWN TYROPHGMATOS (Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή

καλουπιών στο πιεστήριο PR1, ψήσιμο, ξηρό αλάτισμα, προσθήκη дуόσμου, δίπλωμα και ψύξη χαλουμιού) . Στην ουσία ο χρόνος της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι ο χρόνος που καθορίζει τον ρυθμό της παραγωγής.

Ο υπολογιζόμενος χρόνος (Estimated Batch Time), από το σύστημα, για την ολοκλήρωση της παρτίδας HALLOUMI CHEESE 0,225 KG είναι 5,35 h

Ο κυκλικός χρόνος για την έναρξη της επόμενης παρτίδας, (Estimated Cycle Time) είναι 1,03h



Σχήμα 9. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE 0,225 KG.

HALLOUMI ORIGINAL 0,200 KG: Η στράτευση των διαδικασιών φαίνεται στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI ORIGINAL 0,2 KG

Διαδικασία (Procedure)	Περιγραφή (Description)	Κύριος Εξοπλισμός (Main Equipment)
SEPARATION	Αποκορύφωση και καθαρισμός του γάλακτος	T1
PASTEURIZATION	Παστερίωση του γάλακτος	P1
COAGULATION-FERMENT	Διαδικασία τυροκόμησης γάλακτος η οποία περιλαμβάνει εισαγωγή γάλακτος στο τυρολέβητα, τη πήξη με πυτιά, ζύμωση, τη διαίρεση του τυροπήγματος, αναθέρμανση τυροπήγματος με ταυτόχρονη ανάδευση και εξαγωγή από τυρολέβητα.	K1,K2,K3
PRESSURE-CUTTING	Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών.	PR1
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού σε φούρνο.	C1,C2
MINT AND SALT	Ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου και δίπλωμα χαλουμιού.	AM1
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού και αποθήκευση	FR1
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	KALOUPIA 0,200 KG

Η ανάλυση των διαδικασιών και ο καταμερισμός του χρόνου της συνταγής φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 11.

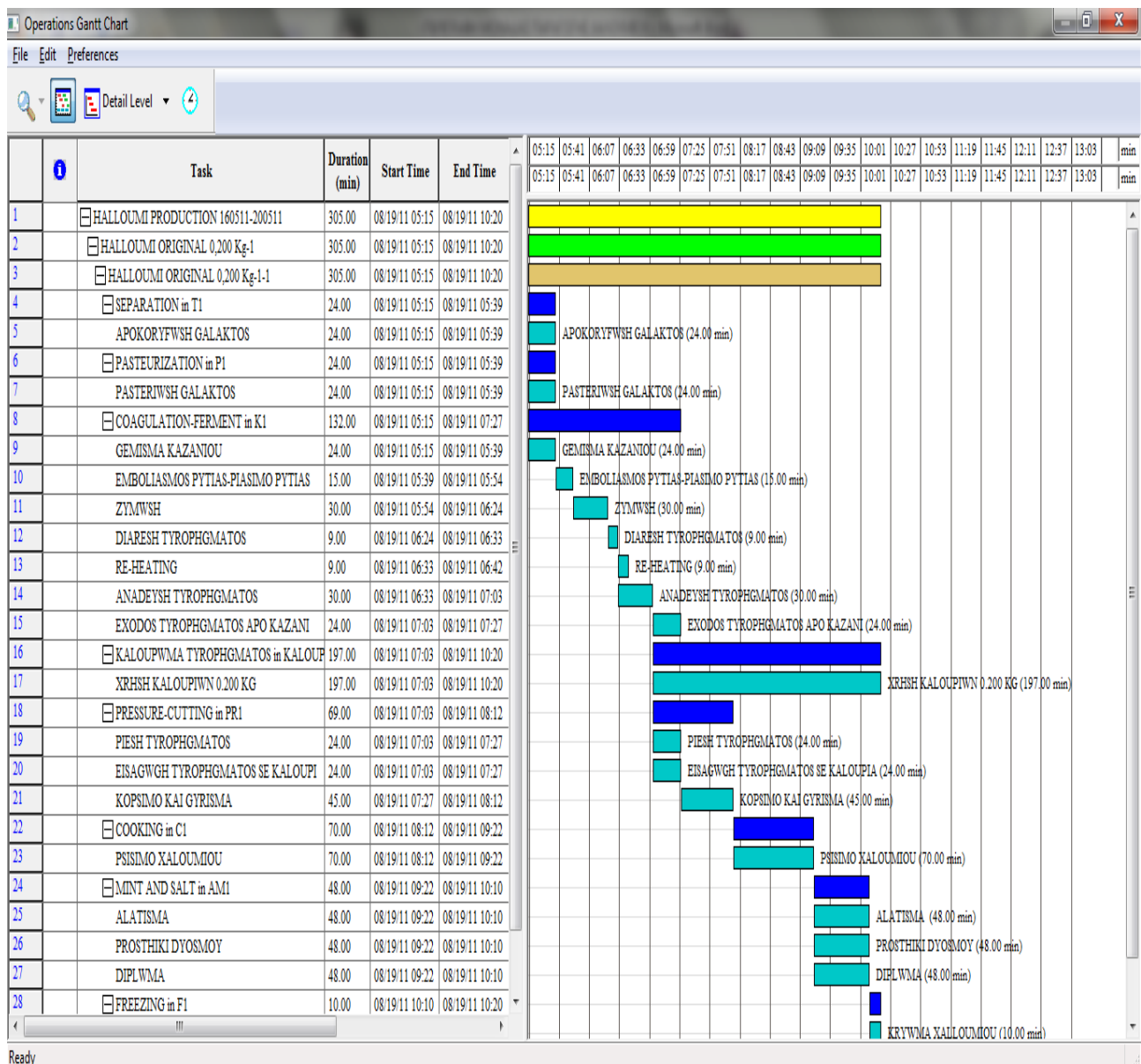
Πίνακας 11. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI ORIGINAL 0,2 KG

Διεργασία	Ενέργεια (Operation)	Διάρκεια (Duration)	Έναρξη (Start Link)	Βοηθητικός Εξοπλισμός (Aux. Equip.)
SEPARATION	Αποκορύφωση γάλακτος	24 min.	Εκκίνηση παρτίδας	S2
PASTEURIZATION	Παστερίωση γάλακτος	24 min.	Εκκίνηση παρτίδας	P2
COAGULATION-FERMENT	Γέμισμα τυρολέβητα	24 min.	Παστερίωση γάλακτος	-
	Εμβολιασμός πυτιάς- πιάσιμο πυτιάς (πήξη)	15 min.	Τέλος γέμισμα τυρολέβητα	
	Ζύμωση-ηρεμία	30 min.	Τέλος πήξης	
	Διάρθρωση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος ζύμωσης	
	Ανάδευση τυροπήγματος	30 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Αναθέρμανση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Έξοδος τυροπήγματος από τυρολέβητα	24 min.	Τέλος αναθέρμανσης τυροπήγματος	
PRESSURE-CUTTING	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	24 min.	Τέλος αναθέρμανσης τυροπήγματος	-
	Πίεση τυροπήγματος	24 min.	Τέλος εξόδου τυροπήγματος από καλούπια	
	Κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφή καλουπιών	45 min.	Πίεση τυροπήγματος	
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού	70 min.	Τέλος κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφής καλουπιών	-
MINT AND SALT	Ξηρό Αλάτισμα	48 min.	Ψήσιμο χαλουμιού	-
	Προσθήκη δυόσμου	48 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
	Δίπλωμα	48 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού	10 min.	Δίπλωμα	-
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	197 min.	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	-

Στο Σχήμα 10 απεικονίζεται το γράφημα Gantt για μία παρτίδα HALLOUMI ORIGINAL 0,2 KG. Σαν σημείο μπουτυλιάριατος (bottleneck) του συγκεκριμένου προϊόντος, ορίζεται από το σύστημα η διεργασία ΧΡΗSH ΚΑΛΟΥΠΩΝ - ΚΑΛΟΥΡΩΜΑ ΤΥΡΟΦΗΓΜΑΤΟΣ (Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών στο πιεστήριο PR1, ψήσιμο, ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου, δίπλωμα και ψύξη χαλουμιού) . Στην ουσία ο χρόνος της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι ο χρόνος που καθορίζει τον ρυθμό της παραγωγής.

Ο υπολογιζόμενος χρόνος (Estimated Batch Time), από το σύστημα, για την ολοκλήρωση της παρτίδας HALLOUMI ORIGINAL 0,2 KG είναι 5,08 h

Ο κυκλικός χρόνος για την έναρξη της επόμενης παρτίδας, (Estimated Cycle Time) είναι 1,08h



Σχήμα 10. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI ORIGINAL 0,2 KG.

HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG: Η στράτευση των διαδικασιών φαίνεται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG

Διαδικασία (Procedure)	Περιγραφή (Description)	Κύριος Εξοπλισμός (Main Equipment)
SEPARATION	Αποκορύφωση και καθαρισμός του γάλακτος	T1
PASTEURIZATION	Παστερίωση του γάλακτος	P1
COAGULATION-FERMENT	Διαδικασία τυροκόμησης γάλακτος η οποία περιλαμβάνει εισαγωγή γάλακτος στο τυρολέβητα, τη πήξη με πυτιά, ζύμωση, τη διαίρεση του τυροπήγματος, αναθέρμανση τυροπήγματος με ταυτόχρονη ανάδευση και εξαγωγή από τυρολέβητα.	K1,K2,K3
PRESSURE-CUTTING	Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών.	PR1
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού σε φούρνο.	C1,C2
MINT AND SALT	Ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου και δίπλωμα χαλουμιού.	AM1
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού και αποθήκευση	FR1
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	KALOUPIA 0,225 KG

Η ανάλυση των διαδικασιών και ο καταμερισμός του χρόνου της συνταγής φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 13.

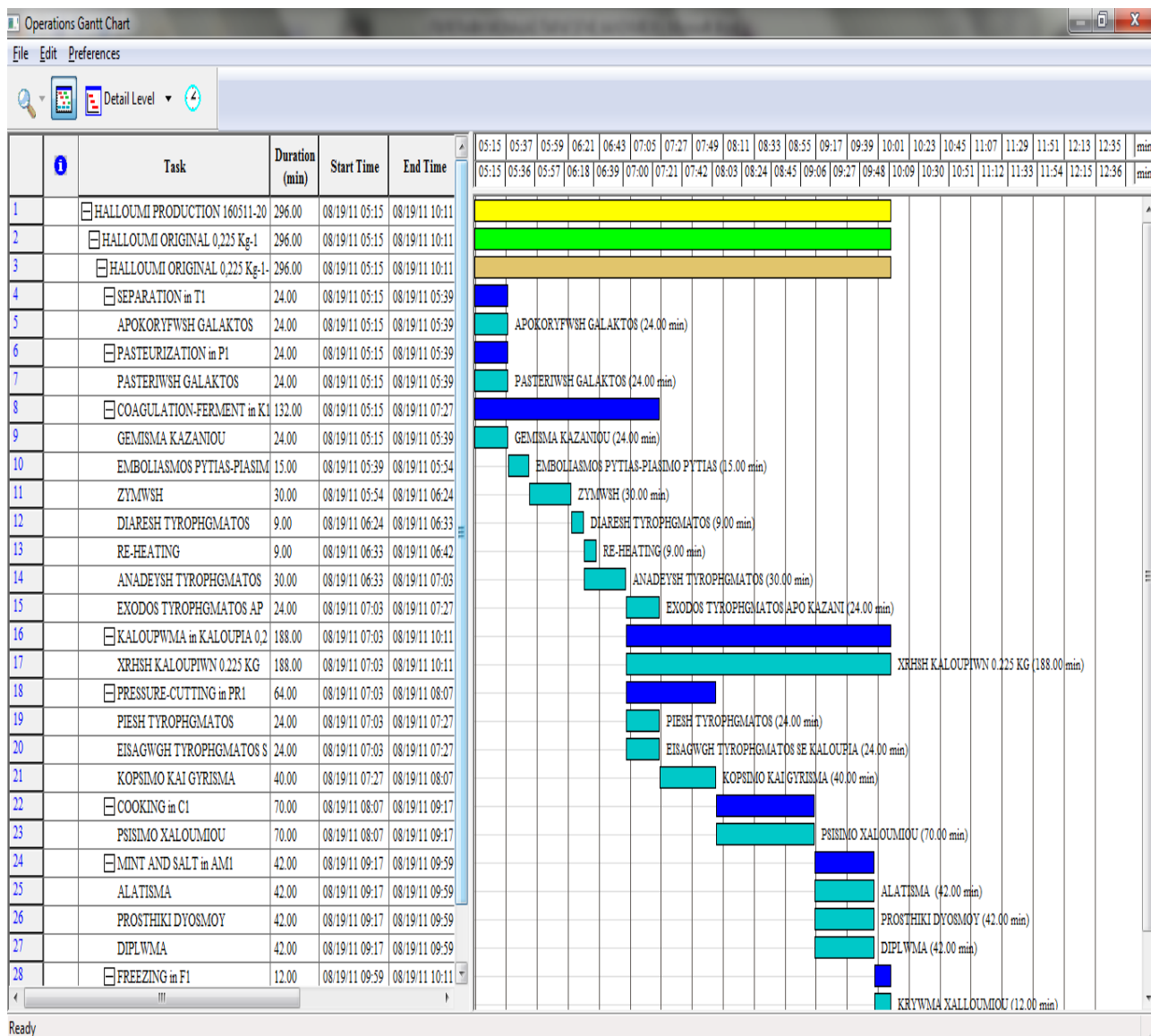
Πίνακας 13. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG

Διεργασία	Ενέργεια (Operation)	Διάρκεια (Duration)	Έναρξη (Start Link)	Βοηθητικός Εξοπλισμός (Aux. Equip.)
SEPARATION	Αποκορύφωση γάλακτος	24 min.	Εκκίνηση παρτίδας	S2
PASTEURIZATION	Παστερίωση γάλακτος	24 min.	Εκκίνηση παρτίδας	P2
COAGULATION-FERMENT	Γέμισμα τυρολέβητα	24 min.	Παστερίωση γάλακτος	-
	Εμβολιασμός πυτιάς- πιάσιμο πυτιάς (πήξη)	15 min.	Τέλος γέμισμα τυρολέβητα	
	Ζύμωση-ηρεμία	30 min.	Τέλος πήξης	
	Διάρθρωση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος ζύμωσης	
	Ανάδευση τυροπήγματος	30 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Αναθέρμανση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Έξοδος τυροπήγματος από τυρολέβητα	24 min.	Τέλος αναθέρμανσης τυροπήγματος	
PRESSURE-CUTTING	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	24 min.	Τέλος αναθέρμανσης τυροπήγματος	-
	Πίεση τυροπήγματος	24 min.	Τέλος εξόδου τυροπήγματος από καλούπια	
	Κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφή καλουπιών	40 min.	Πίεση τυροπήγματος	
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού	70 min.	Τέλος κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφής καλουπιών	-
MINT AND SALT	Ξηρό Αλάτισμα	42 min.	Ψήσιμο χαλουμιού	-
	Προσθήκη δυόσμου	42 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
	Δίπλωμα	42 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού	10 min.	Δίπλωμα	-
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	188 min.	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	-

Στο Σχήμα 11 απεικονίζεται το γράφημα Gantt για μία παρτίδα HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG. Σαν σημείο μπουτυλιάριατος (bottleneck) του συγκεκριμένου προϊόντος, ορίζεται από το σύστημα η διεργασία ΧΡΗSH ΚΑΛΟΥΠΩΝ - ΚΑΛΟΥΡΩΜΑ ΤΥΡΟΦΗΓΜΑΤΟΣ (Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών στο πιεστήριο PR1, ψήσιμο, ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου, δίπλωμα και ψύξη χαλουμιού) . Στην ουσία ο χρόνος της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι ο χρόνος που καθορίζει τον ρυθμό της παραγωγής.

Ο υπολογιζόμενος χρόνος (Estimated Batch Time), από το σύστημα, για την ολοκλήρωση της παρτίδας HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG είναι 4,93 h

Ο κυκλικός χρόνος για την έναρξη της επόμενης παρτίδας, (Estimated Cycle Time) είναι 1,07h



Σχήμα 11. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI ORIGINAL 0,225 KG.

HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 KG: Η αλληλουχία των διαδικασιών φαίνεται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 KG

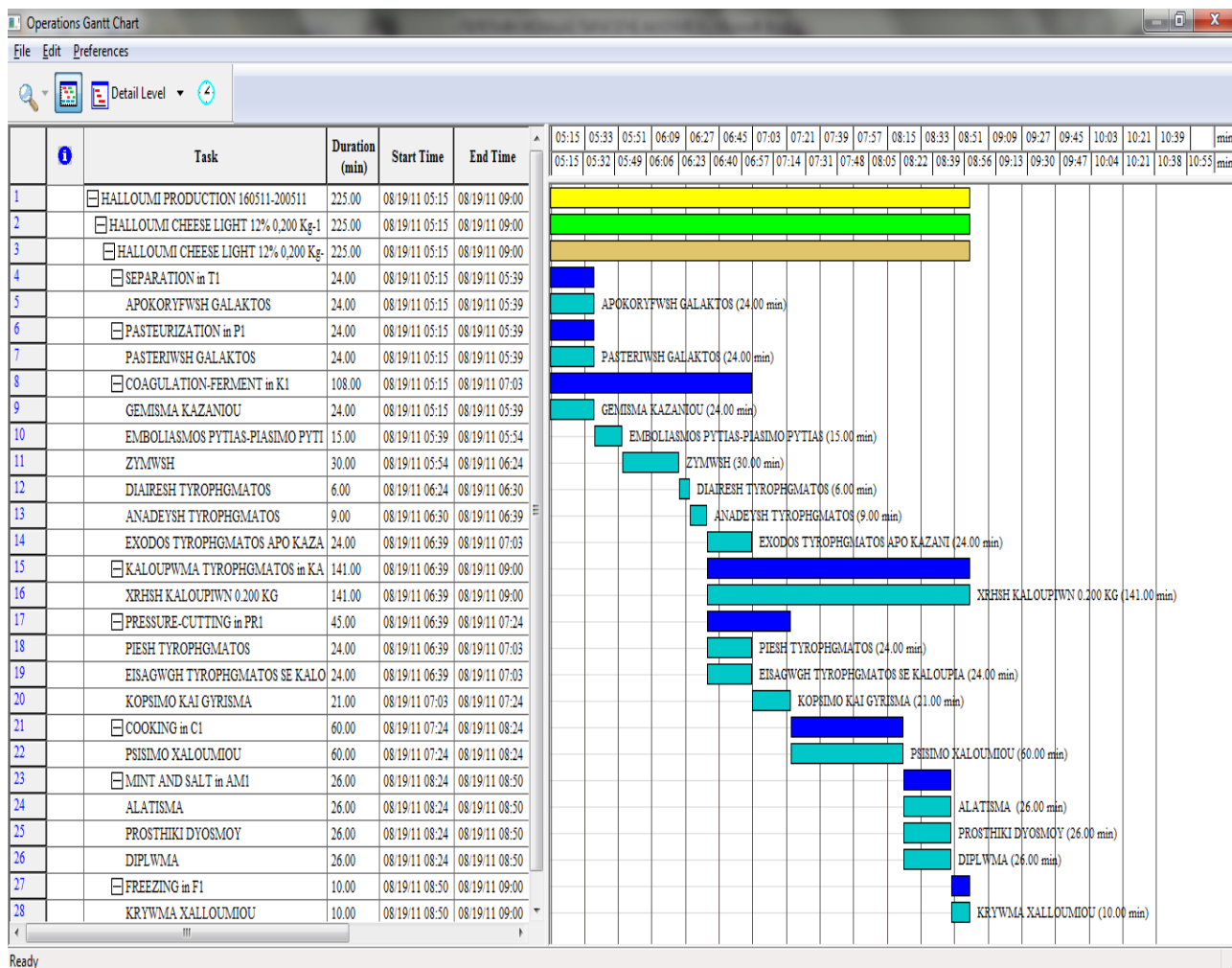
Διαδικασία (Procedure)	Περιγραφή (Description)	Κύριος Εξοπλισμός (Main Equipment)
SEPARATION	Αποκορύφωση και καθαρισμός του γάλακτος	T1
PASTEURIZATION	Παστερίωση του γάλακτος	P1
COAGULATION-FERMENT	Διαδικασία τυροκόμησης γάλακτος η οποία περιλαμβάνει εισαγωγή γάλακτος στο τυρολέβητα, τη πήξη με πυτιά, ζύμωση, τη διαίρεση του τυροπήγματος, ανάδευση και εξαγωγή τυροπήγματος από τυρολέβητα.	K1,K2,K3
PRESSURE-CUTTING	Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών.	PR1
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού σε φούρνο.	C1,C2
MINT AND SALT	Ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου και δίπλωμα χαλουμιού.	AM1
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού και αποθήκευση	FR1
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	KALOUPIA 0,2 KG

Η ανάλυση των διαδικασιών και ο καταμερισμός του χρόνου της συνταγής φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 15.

Πίνακας 15. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 KG

Διεργασία	Ενέργεια (Operation)	Διάρκεια (Duration)	Έναρξη (Start Link)	Βοηθητικός Εξοπλισμός (Aux. Equip.)
SEPARATION	Αποκορύφωση γάλακτος	24 min.	Εκκίνηση παρτίδας	S2
PASTEURIZATION	Παστερίωση γάλακτος	24 min.	Εκκίνηση παρτίδας	P2
COAGULATION-FERMENT	Γέμισμα τυρολέβητα	24 min.	Παστερίωση γάλακτος	-
	Εμβολιασμός πυτιάς- πιάσιμο πυτιάς (πήξη)	15 min.	Τέλος γέμισμα τυρολέβητα	
	Ζύμωση-ηρεμία	30 min.	Τέλος πήξης	
	Διάρθρωση τυροπήγματος	6 min.	Τέλος ζύμωσης	
	Ανάδευση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Έξοδος τυροπήγματος από τυρολέβητα	24 min.	Τέλος ανάδευσης τυροπήγματος	
PRESSURE-CUTTING	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	24 min.	Τέλος ανάδευσης τυροπήγματος.	-
	Πίεση τυροπήγματος	24 min.	Τέλος εξόδου τυροπήγματος από καλούπια	
	Κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφή καλουπιών	21 min.	Πίεση τυροπήγματος	
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού	60 min.	Τέλος κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφής καλουπιών	-
MINT AND SALT	Ξηρό Αλάτισμα	26 min.	Ψήσιμο χαλουμιού	-
	Προσθήκη δυόσμου	26 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
	Δίπλωμα	26 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού	10 min.	Δίπλωμα	-
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	141 min.	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	-

Στο Σχήμα 12 απεικονίζεται το γράφημα Gantt για μία παρτίδα HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 KG. Σαν σημείο μπουτιλιαρίσματος (bottleneck) του συγκεκριμένου προϊόντος, ορίζεται από το σύστημα η διεργασία XRHSH KALOUIWN - KALOUPWMA TYROPHGMATOS (Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών στο πιεστήριο PR1, ψήσιμο, ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου, δίπλωμα και ψύξη χαλουμιού) . Στην ουσία ο χρόνος της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι ο χρόνος που καθορίζει τον ρυθμό της παραγωγής. Ο υπολογιζόμενος χρόνος (Estimated Batch Time), από το σύστημα, για την ολοκλήρωση της παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 KG είναι 3,75 h Ο κυκλικός χρόνος για την έναρξη της επόμενης παρτίδας, (Estimated Cycle Time) είναι 0,75 h.



Σχήμα 12. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,2 KG.

HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 KG: Η στράτευση των διαδικασιών φαίνεται στον Πίνακα 16.

Πίνακας 16. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 KG

Διαδικασία (Procedure)	Περιγραφή (Description)	Κύριος Εξοπλισμός (Main Equipment)
SEPARATION	Αποκορύφωση και καθαρισμός του γάλακτος	T1
PASTEURIZATION	Παστερίωση του γάλακτος	P1
COAGULATION-FERMENT	Διαδικασία τυροκόμησης γάλακτος η οποία περιλαμβάνει εισαγωγή γάλακτος στο τυρολέβητα, τη πήξη με πυτιά, ζύμωση, τη διαίρεση του τυροπήγματος, ανάδευση και εξαγωγή τυροπήγματος από τυρολέβητα.	K1,K2,K3
PRESSURE-CUTTING	Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών.	PR1
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού σε φούρνο.	C1,C2
MINT AND SALT	Ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου και δίπλωμα χαλουμιού.	AM1
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού και αποθήκευση	FR1
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	KALOUPIA 0,225 KG

Η ανάλυση των διαδικασιών και ο καταμερισμός του χρόνου της συνταγής φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 17.

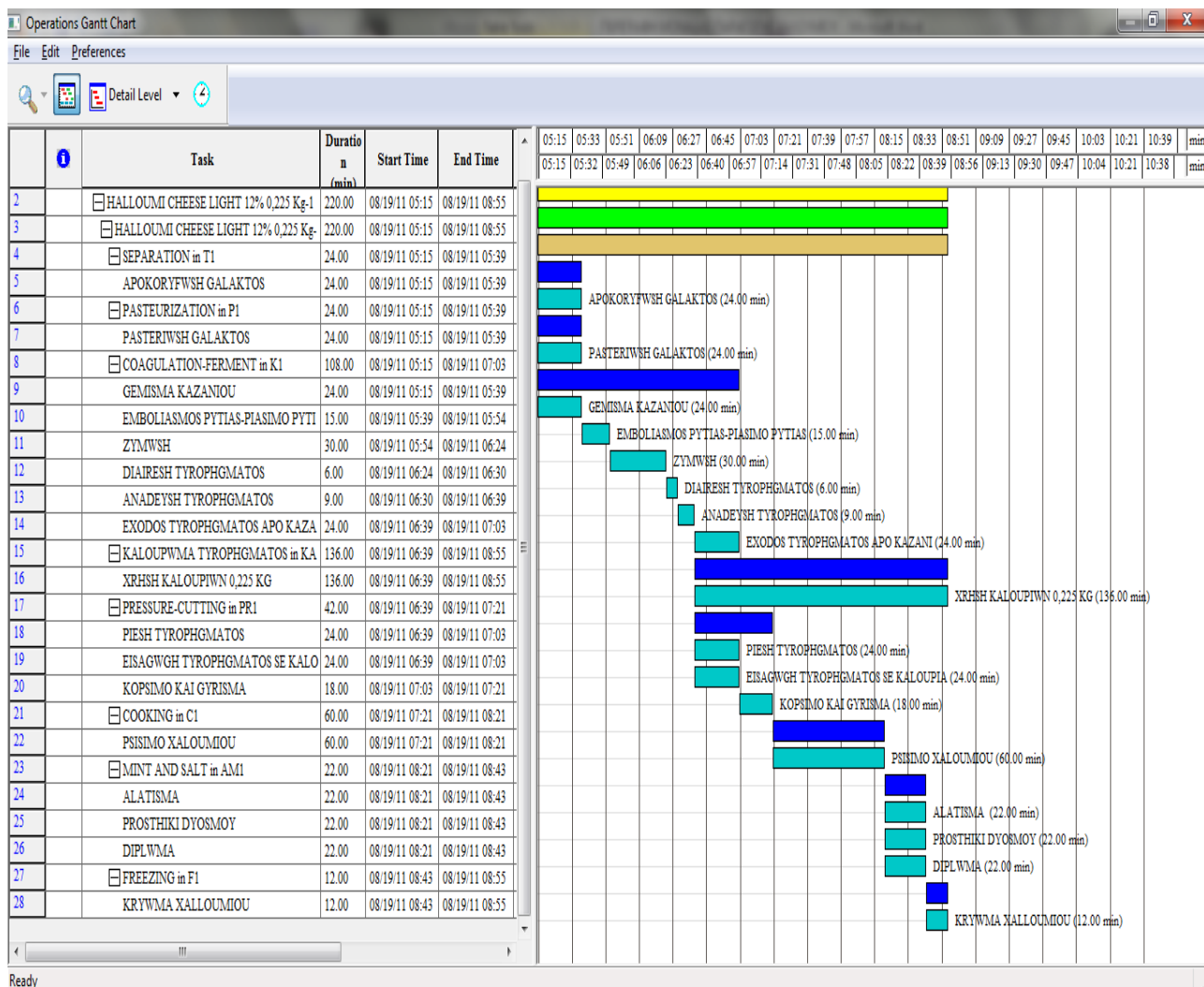
Πίνακας 17. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 KG

Διεργασία	Ενέργεια (Operation)	Διάρκεια (Duration)	Έναρξη (Start Link)	Βοηθητικός Εξοπλισμός (Aux. Equip.)
SEPARATION	Αποκορύφωση γάλακτος	24 min.	Εκκίνηση παρτίδας	S2
PASTEURIZATION	Παστερίωση γάλακτος	24 min.	Εκκίνηση παρτίδας	P2
COAGULATION-FERMENT	Γέμισμα τυρολέβητα	24 min.	Παστερίωση γάλακτος	-
	Εμβολιασμός πυτιάς- πιάσιμο πυτιάς (πήξη)	15 min.	Τέλος γέμισμα τυρολέβητα	
	Ζύμωση-ηρεμία	30 min.	Τέλος πήξης	
	Διάρθρωση τυροπήγματος	6 min.	Τέλος ζύμωσης	
	Ανάδευση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Έξοδος τυροπήγματος από τυρολέβητα	24 min.	Τέλος ανάδευσης τυροπήγματος	
PRESSURE-CUTTING	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	24 min.	Τέλος ανάδευσης τυροπήγματος.	-
	Πίεση τυροπήγματος	24 min.	Τέλος εξόδου τυροπήγματος από καλούπια	
	Κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφή καλουπιών	18 min.	Πίεση τυροπήγματος	
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού	60 min.	Τέλος κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφής καλουπιών	-
MINT AND SALT	Ξηρό Αλάτισμα	22 min.	Ψήσιμο χαλουμιού	-
	Προσθήκη δυόσμου	22 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
	Δίπλωμα	22 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού	10 min.	Δίπλωμα	-
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	136 min.	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	-

Στο Σχήμα 13 απεικονίζεται το γράφημα Gantt για μία παρτίδα HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 KG. Σαν σημείο μπουτυλιάριατος (bottleneck) του συγκεκριμένου προϊόντος, ορίζεται από το σύστημα η διεργασία XRHSH KALOUPIWN - KALOUPWMA TYROPHGMATOS (Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών στο πιεστήριο PR1, ψήσιμο, ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου, δίπλωμα και ψύξη χαλουμιού) . Στην ουσία ο χρόνος της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι ο χρόνος που καθορίζει τον ρυθμό της παραγωγής.

Ο υπολογιζόμενος χρόνος (Estimated Batch Time), από το σύστημα, για την ολοκλήρωση της παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 KG είναι 3,67 h

Ο κυκλικός χρόνος για την έναρξη της επόμενης παρτίδας, (Estimated Cycle Time) είναι 0,70 h.



Σχήμα 13. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 KG.

HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 KG: Η αλληλουχία των διαδικασιών φαίνεται στον Πίνακα 18.

Πίνακας 18. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 KG

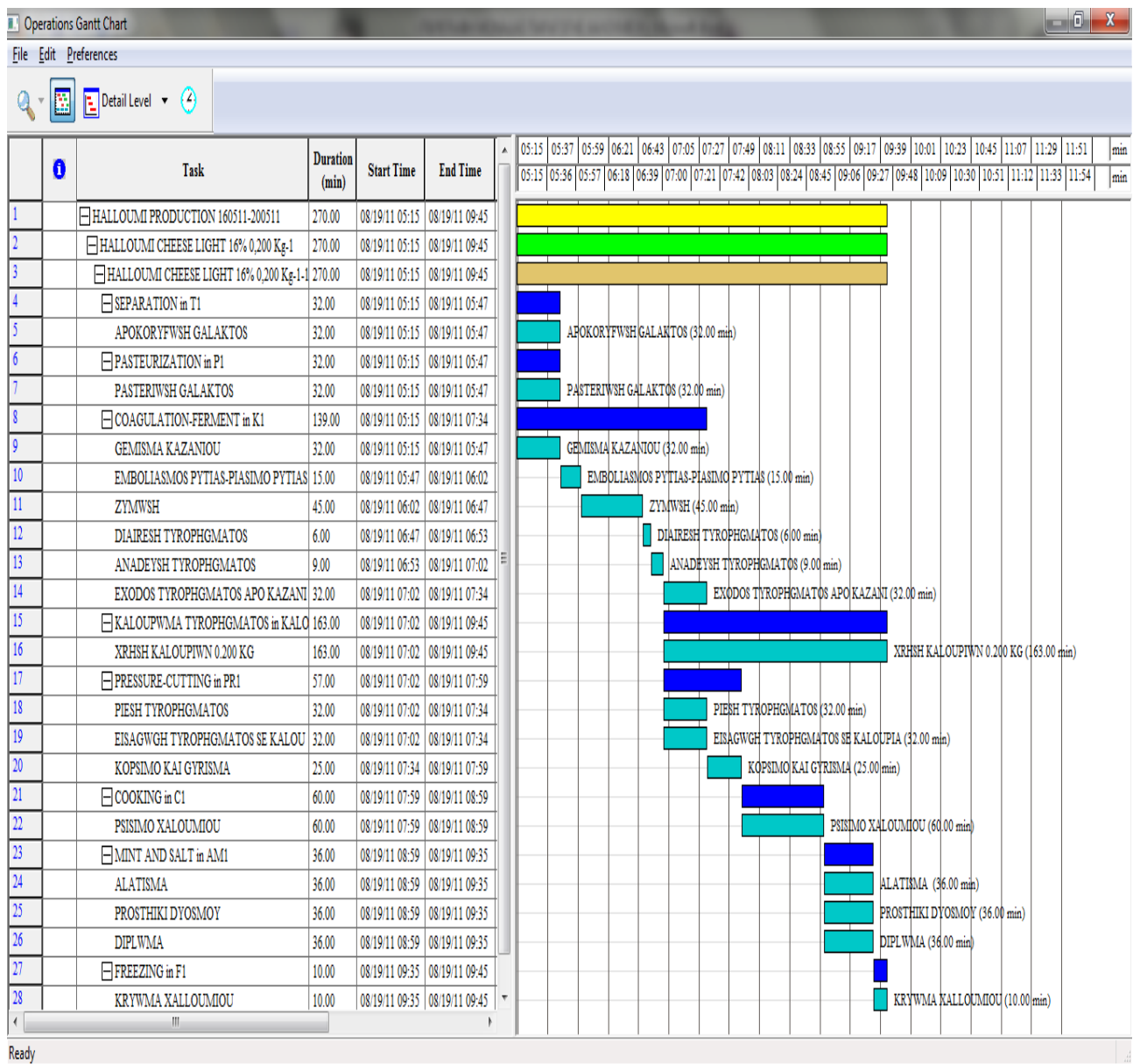
Διαδικασία (Procedure)	Περιγραφή (Description)	Κύριος Εξοπλισμός (Main Equipment)
SEPARATION	Αποκορύφωση και καθαρισμός του γάλακτος	T1
PASTEURIZATION	Παστερίωση του γάλακτος	P1
COAGULATION-FERMENT	Διαδικασία τυροκόμησης γάλακτος η οποία περιλαμβάνει εισαγωγή γάλακτος στο τυρολέβητα, τη πήξη με πυτιά, ζύμωση, τη διαίρεση του τυροπήγματος, ανάδευση και εξαγωγή τυροπήγματος από τυρολέβητα.	K1,K2,K3
PRESSURE-CUTTING	Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών.	PR1
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού σε φούρνο.	C1,C2
MINT AND SALT	Ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου και δίπλωμα χαλουμιού.	AM1
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού και αποθήκευση	FR1
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	KALOUPIA 0,2 KG

Η ανάλυση των διαδικασιών και ο καταμερισμός του χρόνου της συνταγής φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 19.

Πίνακας 19. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 KG

Διεργασία	Ενέργεια (Operation)	Διάρκεια (Duration)	Έναρξη (Start Link)	Βοηθητικός Εξοπλισμός (Aux. Equip.)
SEPARATION	Αποκορύφωση γάλακτος	32 min.	Εκκίνηση παρτίδας	S2
PASTEURIZATION	Παστερίωση γάλακτος	32 min.	Εκκίνηση παρτίδας	P2
COAGULATION-FERMENT	Γέμισμα τυρολέβητα	32 min.	Παστερίωση γάλακτος	-
	Εμβολιασμός πυτιάς- πιάσιμο πυτιάς (πήξη)	15 min.	Τέλος γέμισμα τυρολέβητα	
	Ζύμωση-ηρεμία	45 min.	Τέλος πήξης	
	Διάρθρωση τυροπήγματος	6 min.	Τέλος ζύμωσης	
	Ανάδευση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Έξοδος τυροπήγματος από τυρολέβητα	32 min.	Τέλος ανάδευσης τυροπήγματος	
PRESSURE-CUTTING	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	32 min.	Τέλος ανάδευσης τυροπήγματος.	-
	Πίεση τυροπήγματος	32 min.	Τέλος εξόδου τυροπήγματος από καλούπια	
	Κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφή καλουπιών	25 min.	Πίεση τυροπήγματος	
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού	60 min.	Τέλος κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφής καλουπιών	-
MINT AND SALT	Ξηρό Αλάτισμα	36 min.	Ψήσιμο χαλουμιού	-
	Προσθήκη δυόσμου	36 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
	Δίπλωμα	36 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού	10 min.	Δίπλωμα	-
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	163 min.	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	-

Στο Σχήμα 14 απεικονίζεται το γράφημα Gantt για μία παρτίδα HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 KG. Σαν σημείο μπουτυλιάριατος (bottleneck) του συγκεκριμένου προϊόντος, ορίζεται από το σύστημα η διεργασία XRHSH KALOUIWN - KALOUPWMA TYROPHGMATOS (Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών στο πιεστήριο PR1, ψήσιμο, ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου, δίπλωμα και ψύξη χαλουμιού). Στην ουσία ο χρόνος της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι ο χρόνος που καθορίζει τον ρυθμό της παραγωγής. Ο υπολογιζόμενος χρόνος (Estimated Batch Time), από το σύστημα, για την ολοκλήρωση της παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 KG είναι 4,50 h Ο κυκλικός χρόνος για την έναρξη της επόμενης παρτίδας, (Estimated Cycle Time) είναι 0,95 h.



Σχήμα 14. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,2 KG.

HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 KG: Η αλληλουχία των διαδικασιών φαίνεται στον Πίνακα 20.

Πίνακας 20. Διεργασίες για παραγωγή συνταγής HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 KG

Διαδικασία (Procedure)	Περιγραφή (Description)	Κύριος Εξοπλισμός (Main Equipment)
SEPARATION	Αποκορύφωση και καθαρισμός του γάλακτος	T1
PASTEURIZATION	Παστερίωση του γάλακτος	P1
COAGULATION-FERMENT	Διαδικασία τυροκόμησης γάλακτος η οποία περιλαμβάνει εισαγωγή γάλακτος στο τυρολέβητα, τη πήξη με πυτιά, ζύμωση, τη διαίρεση του τυροπήγματος, ανάδευση και εξαγωγή τυροπήγματος από τυρολέβητα.	K1,K2,K3
PRESSURE-CUTTING	Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών.	PR1
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού σε φούρνο.	C1,C2
MINT AND SALT	Ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου και δίπλωμα χαλουμιού.	AM1
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού και αποθήκευση	FR1
XRHSH KALOUPIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	KALOUPIA 0,225 KG

Η ανάλυση των διαδικασιών και ο καταμερισμός του χρόνου της συνταγής φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 21.

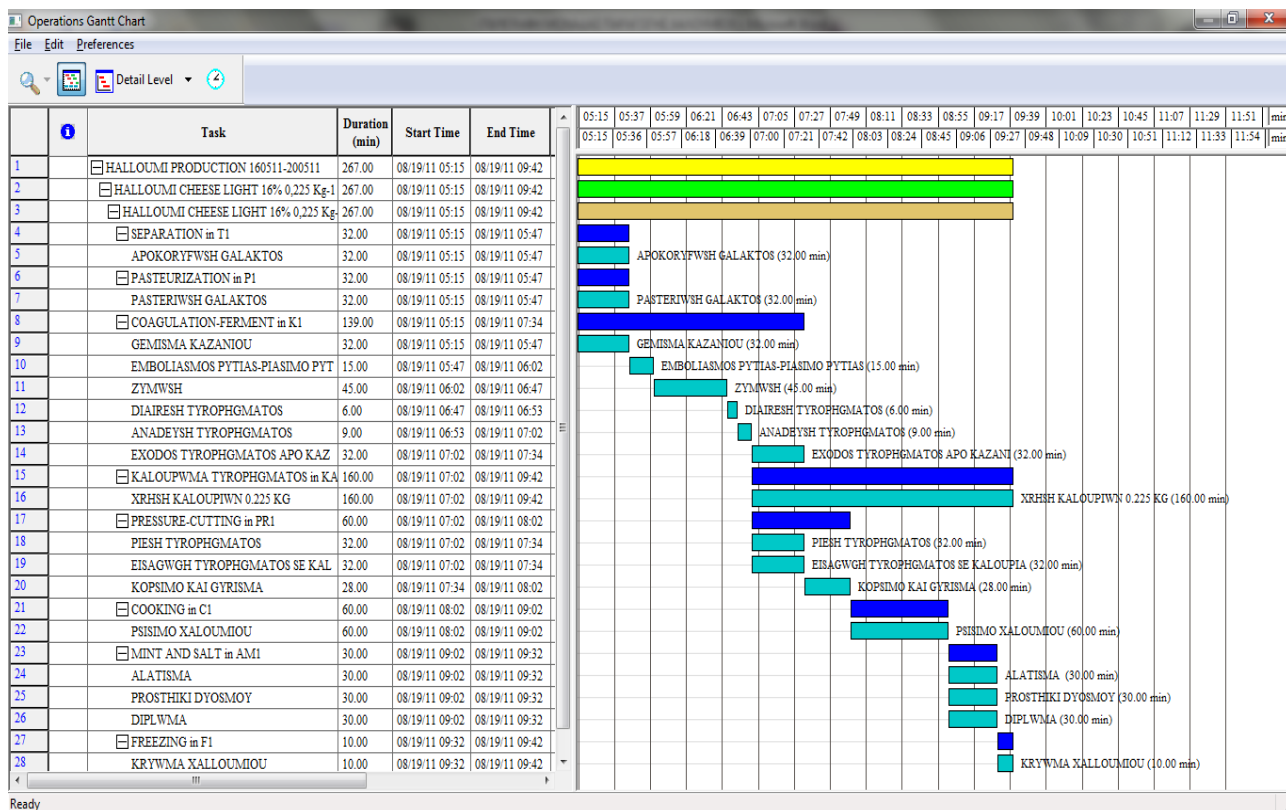
Πίνακας 21. Ενέργειες των διαδικασιών για HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 KG

Διεργασία	Ενέργεια (Operation)	Διάρκεια (Duration)	Έναρξη (Start Link)	Βοηθητικός Εξοπλισμός (Aux. Equip.)
SEPARATION	Αποκορύφωση γάλακτος	32 min.	Εκκίνηση παρτίδας	S2
PASTEURIZATION	Παστερίωση γάλακτος	32 min.	Εκκίνηση παρτίδας	P2
COAGULATION-FERMENT	Γέμισμα τυρολέβητα	32 min.	Παστερίωση γάλακτος	-
	Εμβολιασμός πυτιάς- πιάσιμο πυτιάς (πήξη)	15 min.	Τέλος γέμισμα τυρολέβητα	
	Ζύμωση-ηρεμία	45 min.	Τέλος πήξης	
	Διάρθρωση τυροπήγματος	6 min.	Τέλος ζύμωσης	
	Ανάδευση τυροπήγματος	9 min.	Τέλος διαίρεσης τυροπήγματος	
	Έξοδος τυροπήγματος από τυρολέβητα	32 min.	Τέλος ανάδευσης τυροπήγματος	
PRESSURE-CUTTING	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	32 min.	Τέλος ανάδευσης τυροπήγματος.	-
	Πίεση τυροπήγματος	32 min.	Τέλος εξόδου τυροπήγματος από καλούπια	
	Κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφή καλουπιών	28 min.	Πίεση τυροπήγματος	
COOKING	Ψήσιμο χαλουμιού	60 min.	Τέλος κόψιμο τυροπήγματος και αναστροφής καλουπιών	-
MINT AND SALT	Ξηρό Αλάτισμα	30 min.	Ψήσιμο χαλουμιού	-
	Προσθήκη δυόσμου	30 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
	Δίπλωμα	30 min.	Ξηρό Αλάτισμα	
FREEZING	Κρύωμα χαλουμιού	10 min.	Δίπλωμα	-
XRHSH KALOUIWN	Η διαδικασία αυτή προσομοιάζει τη χρήση των καλουπιών τυροπήγματος στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.	160 min.	Εισαγωγή τυροπήγματος σε καλούπια	-

Στο Σχήμα 15 απεικονίζεται το γράφημα Gantt για μία παρτίδα HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 KG. Σαν σημείο μπουτυλιάριατος (bottleneck) του συγκεκριμένου προϊόντος, ορίζεται από το σύστημα η διεργασία XRHSH KALOUIWN - KALOUPWMA TYROPHGMATOS (Διαδικασία εισαγωγής τυροπήγματος σε καλούπια, πίεσης τυροπήγματος, κόψιμο με μαχαίρια και αναστροφή καλουπιών στο πιεστήριο PR1, ψήσιμο, ξηρό αλάτισμα, προσθήκη δυόσμου, δίπλωμα και ψύξη χαλουμιού). Στην ουσία ο χρόνος της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι ο χρόνος που καθορίζει τον ρυθμό της παραγωγής.

Ο υπολογιζόμενος χρόνος (Estimated Batch Time), από το σύστημα, για την ολοκλήρωση της παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 KG είναι 4,45 h

Ο κυκλικός χρόνος για την έναρξη της επόμενης παρτίδας, (Estimated Cycle Time) είναι 1 h.



Σχήμα 15. Γράφημα Gantt για την εκτέλεση μιας παρτίδας HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 KG.

6.2.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΧΡΟΝΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SCHEDULEPRO

Τα συγκεντρωτικά δεδομένα του μοντέλου της παραγωγής για όλες τις συνταγές των προϊόντων εμφανίζονται στον Πίνακα 22 όπου παρουσιάζονται οι χρόνοι παραγωγής και χρόνοι κύκλου ανά παραγόμενη συνταγή. Από το πίνακα αυτό παρατηρούμε ποια συνταγή καταναλώνει περισσότερο χρόνο για να γίνει και πόσος χρόνος χρειάζεται για την αλλαγή σε μία επόμενη “παρτιδοποίηση” (κυκλικός χρόνος). Για την πιστοποίηση του μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας γίνεται

σύγκριση των πραγματικών χρόνων παραγωγής μίας τυπικής ημέρας (16-05-2011) με αυτούς που παράγονται από το SchedulePro.

Πίνακας 22. Συνολικός Χρόνος εκτέλεσης των συνταγών SchedulePro.

Recipe (Συνταγή)	Description (Περιγραφή)	Πρώτη ύλη	Batch Size (μέγεθος παρτίδας)	Batch Time (χρόνος παρτίδας)	Cycle Time (κυκλικός χρόνος)
HALLOUMI CHEESE 0,200 Kg	This kind of traditional cheese is produced from fresh pasteurized blend of cow, goat and sheep's milk. It also contains some other ingredients such as salt, mint and non animal rennet.	BLEND MILK	8000.00 L	5.57 h	1.17 h
HALLOUMI CHEESE 0,225 Kg	This kind of traditional cheese is produced from fresh pasteurized blend of cow, goat and sheep's milk. It also contains some other ingredients such as salt, mint and non animal rennet.	BLEND MILK	8000.00 L	5.35 h	1.03 h
HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 Kg	This kind of traditional cheese is produced from fresh pasteurized reduced fat blend of cow, goat and sheep's milk. It also contains some other ingredients such as salt, mint and non animal rennet.	BLEND MILK light	6000.00 L	3.67 h	0.70 h
HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,200 Kg	This kind of traditional cheese is produced from fresh pasteurized reduced fat blend of cow, goat and sheep's milk. It also contains some other ingredients such as salt, mint and non animal rennet.	BLEND MILK light	6000.00 L	3.75 h	0.75 h
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,200 Kg	This kind of traditional cheese is produced from fresh pasteurized reduced fat blend of cow, goat and sheep's milk. It also contains some other ingredients such as salt, mint and non animal rennet.	BLEND MILK light	8000.00 L	4.50 h	0.95 h
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 Kg	This kind of traditional cheese is produced from fresh pasteurized reduced fat blend of cow, goat and sheep's milk. It also contains some other ingredients such as salt, mint and non animal rennet.	BLEND MILK light	8000.00 L	4.45 h	1.00 h
HALLOUMI ORIGINAL 0,200 Kg	This kind halloumi cheese is produced from fresh pasteurized sheep's milk. It also contains some other ingredients such as salt, mint and non animal rennet. It's weight is 0,225g.	sheep milk	6000.00 L	5.08 h	1.15 h
HALLOUMI ORIGINAL 0,225 Kg	This kind halloumi cheese is produced from fresh pasteurized sheep's milk. It also contains some other ingredients such as salt, mint and non animal rennet .It's weight is 0,225g.	sheep milk	6000.00 L	4.93 h	1.07 h

Πίνακας 23. Χρόνοι παραγωγής 16/05/2011 σύμφωνα με το λογισμικό SchedulePro (Gantt chart report)

ΧΡΟΝΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ SCHEDULE PRO PROJECT			
Είδος προϊόντος και αριθμός παρτίδας	Duration (min)/ χρόνος παραγωγής	Start Time/ ώρα έναρξης παρτίδας	End Time/ ώρα λήξης παρτίδας
HALLOUMI PRODUCTION /ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ 16/05/11	1230	4:19	0:49
HALLOUMI ORIGINAL 0,200 Kg-1	374	4:19	10:33
SHAL-1	305	4:19	9:24
SHAL-2	305	5:28	10:33
HALLOUMI CHEESE 0,225 Kg-1	321	5:54	11:15
HAL-3	321	5:54	11:15
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 Kg-1	447	7:40	15:07
HLLT 16%-4	267	7:40	12:07
HLLT 16%-5	267	8:40	13:07
HLLT 16%-6	267	9:40	14:07
HLLT 16%-7	267	10:40	15:07
HALLOUMI CHEESE 0,225 Kg-2	817	11:12	0:49
HAL-8	321	11:12	16:33
HAL-9	321	12:14	17:35
HAL-10	321	13:16	18:37
HAL-11	321	14:18	19:39
HAL-12	321	15:20	20:41
HAL-13	321	16:22	21:43
HAL-14	321	17:24	22:45
HAL-15	321	18:26	23:47
HAL-16	321	19:28	0:49

Στον Πίνακα 23. (Gantt chart report) καταγράφονται οι τιμές της χρονικής διάρκειας κάθε παρτίδας (σύνολο 16 παρτίδες), η ώρα έναρξης και τέλους της για συγκεκριμένα προϊόντα (recipies) της μονάδας όπως υπολογίστηκαν από το (16-05-2011). Στον Πίνακα 24. καταγράφονται οι πραγματικοί χρόνοι της ίδιας ημέρας για 16 παρτίδες προϊόντος όπως χρονομετρήθηκαν στην παραγωγή και καταγράφηκαν στα φύλλα παραγωγής της μονάδας.

Πίνακας 24. Πραγματικοί χρόνοι παραγωγής στη μονάδα παραγωγής χαλουμιού.

ΧΡΟΝΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΜΕΡΑΣ ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ (πραγματικοί χρόνοι)		
Είδος Προϊόντος και αριθμός παρτίδας	PRODUCTION START TIME/ ώρα έναρξης παρτίδας	PRODUCTION END TIME/ ώρα λήξης παρτίδας
HALLOUMI PRODUCTION/ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ 16/05/11	4:19	0:35
HALLOUMI ORIGINAL 0,200 Kg-1		
SHAL-1	4:19	9:40
SHAL-2	5:05	10:40
HALLOUMI CHEESE 0,225 Kg-1		
HAL-3	5:26	11:40
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 Kg-1		
HLLT 16%-4	7:18	12:20
HLLT 16%-5	8:21	13:20
HLLT 16%-6	9:33	14:15
HLLT 16%-7	10:40	15:10
HALLOUMI CHEESE 0,225 Kg-2		
HAL-8	11:47	16:40
HAL-9	12:29	17:40
HAL-10	13:41	18:40
HAL-11	14:36	19:40
HAL-12	15:18	20:40
HAL-13	16:20	21:40
HAL-14	17:22	22:35
HAL-15	18:21	23:35
HAL-16	19:19	0:35

Από τους Πίνακες 24. και 25. στην στήλη της ώρας έναρξης και λήξης της παρτίδας αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι υπάρχει πολύ μικρή απόκλιση του μοντέλου σε σχέση με τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας της μονάδας. Ο λόγος για τον οποίο δεν υπάρχει ταύτιση των τιμών είναι ότι είναι ότι οι καταγεγραμμένες στο μοντέλο τιμές αναφέρονται σε τυπικές χρονομετρήσεις, χωρίς να έχουν ληφθεί υπόψη παράγοντες που ευνοούν ή δυσχεραίνουν την διαδικασία παραγωγής (πχ εμπειρία τυροκόμου στην πήξη του γάλακτος και ηρεμία του τυροπήγματος, τεχνικές διαίρεσης τυροπήγματος, χρόνοι αναθέρμανσης, δυσκολίες στο κόψιμο με μαχαίρια κτλ)

και οι οποίοι διαφοροποιούν στην μονάδα τους χρόνους εκτέλεσης κάθε παρτίδας. Επίσης με βάση τον Πίνακα 23. μπορεί να γίνει σύγκριση του κυκλικού χρόνου ενός προϊόντος μέσω SchedulePro σε σχέση με τον πραγματικό χρόνο (duration) του ίδιου όπως χρονομετρήθηκε στη μονάδα. Για παράδειγμα η συνταγή HALLOUMI CHEESE 0.225 KG που αντιστοιχεί στην 3^η παρτίδα της ημέρας έχει κυκλικό χρόνο 321 min δηλαδή 5.35 h και πραγματικό κυκλικό χρόνο 4.93 h. Η απόκλιση του μοντέλου από την πραγματική τιμή προκαλείται λόγω των προαναφερθέντων αιτιών.

6.2.5 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΧΡΟΝΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η μέτρηση του χρόνου εργασίας ανά βήμα παραγωγής είναι απαραίτητη για τους εξής λόγους:

- ✚ Τον προγραμματισμό των εργασιών και τον προσδιορισμό της παραγωγής.
- ✚ Τον προσδιορισμό του αντικειμενικού χρόνου εκτέλεσης της εργασίας ώστε να μπορούν να αξιολογηθούν οι εργαζόμενοι, αλλά και να έχουν έναν πρότυπο χρόνο εργασίας για την ολοκλήρωση της εργασίας τους.
- ✚ Την εύρεση του απαιτούμενου εξοπλισμού και εργατικού δυναμικού στη εκτέλεση του έργου.
- ✚ Την αξιολόγηση για την παραγωγή ή όχι ενός προϊόντος.
- ✚ Τον προσδιορισμό της τιμής του παραγόμενου προϊόντος.
- ✚ Τον προσδιορισμό της αμοιβής της εργασίας.
- ✚ Τον καθορισμό της τιμής προσφοράς για την ανάληψη συγκεκριμένης παραγγελίας ή εκτέλεσης έργου (Αυλωνίτης, 2006).

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης η καταγραφή του χρόνου εργασίας έγινε με σκοπό τον υπολογισμό μιας μέσης διάρκειας κάθε σταδίου της παραγωγικής διαδικασίας ώστε να είναι εφικτός ο χρονικός προγραμματισμός του.

Για την εκτίμηση του χρόνου εκτέλεσης μιας εργασίας εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι ανάλογα με την επιδιωκόμενη ακρίβεια και το κόστος εφαρμογής τους. Οι μέθοδοι αυτοί είναι: α) η μελέτη χρόνου εργασίας με συνεχή παρατήρηση και β) η δειγματοληπτική μελέτη χρόνου. Στη μονάδα στην οποία βασίζεται και το σχεδιαστικό μοντέλο υπάρχουν στάδια με σταθερούς χρόνους εκτέλεσης όπως για παράδειγμα η παστερίωση, η αποκορύφωση, η τυροκόμηση, το ψήσιμο και η ψύξη του χαλουμιού. Τα στάδια που περιλαμβάνουν χειρωνακτική εργασία με τη συμμετοχή συσκευών, είναι η πίεση του τυροπήγματος και η εισαγωγή του σε καλούπια καθώς και το στάδιο ξηρού αλατίσματος, προσθήκης δυόσμου και διπλώματος στα οποία οι μετρήσεις έγιναν με ηλεκτρονικό χρονόμετρο για κάθε συνταγή (μέθοδος μελέτης χρόνου εργασίας με συνεχή παρατήρηση Κεφάλαιο 7.2.4.1). Ο χρόνος εργασίας στα στάδια με σταθερούς χρόνους υπολογίστηκε με βάση ιστορικά δεδομένα (φύλλα παραγωγής) της εταιρίας και διαμέσου προσωπικής επικοινωνίας με προσωπικό της μονάδας (τυροκόμους, υπεύθυνο παραγωγής, χημικό μηχανικό, εργάτες κτλ).

6.2.5.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΧΡΟΝΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΣΥΝΕΧΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η μέτρηση εργασίας με συνεχή παρατήρηση στηρίζεται στη συνεχή μέτρηση του κύκλου εργασίας με άμεση παρατήρηση. Χρησιμοποιείται ηλεκτρονικό χρονόμετρο και ένα ειδικού τύπου φύλλο εργασίας, όπου γίνεται η καταγραφή των μετρήσεων. Η χρονομέτρηση των επιμέρους εργασιών μπορεί να γίνεται συνεχώς οπότε για τον υπολογισμό του χρόνου εργασίας αφαιρούνται οι χρόνοι

όλων των προηγούμενων εργασιών. Ένας απλός τρόπος ήταν η μηδένιση του χρονομέτρου με την έναρξη της κάθε εργασίας έτσι, ώστε ο χρόνος που δείχνει το χρονόμετρο να είναι η τελική ένδειξη που καταγράφεται στο φύλλο παρατηρήσεων.

6.3 ΣΕΝΑΡΙΑ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ

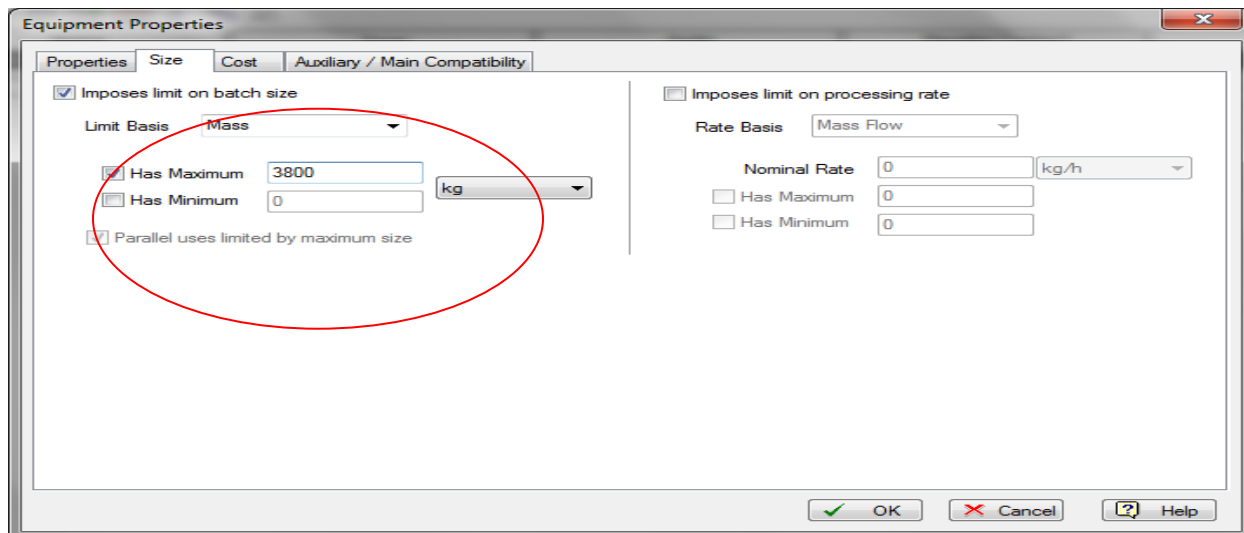
6.3.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ, ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Μία σημαντική ωφέλεια που μπορεί να προκύψει από την χρήση ενός μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας στον χρονικό προγραμματισμό της παραγωγής είναι η εκτίμηση της δυναμικότητας της μονάδας, ο εντοπισμός των περιοριστικών πόρων και η αξιολόγηση διαφορετικών λύσεων για ενδεχόμενη αύξηση της δυναμικότητας. Αυτές οι λύσεις μπορεί να έχουν αναπτυχθεί αυτόματα από τον αλγόριθμο του λογισμικού εργαλείου που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό ή να έχουν διαμορφωθεί με την συνέργεια του χρήστη.

Όπως αναφέρθηκε στην Ενότητα 7.2.3. κατά την καταγραφή των συνταγών και την εφαρμογή τους στη μονάδα παρατηρήθηκε ότι το στάδιο XRHSH KALOUPIWN αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στην όλη παραγωγική διαδικασία (*bottleneck procedure*) στο γράφημα Gantt. Ο παράγοντας αυτός ουσιαστικά ρυθμίζει το συνολικό χρόνο εκτέλεσης μιας καμπάνιας άρα η ανάγκη για βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας επιβάλλει τη μείωση του χρόνου εκτέλεσης της. Το γεγονός αυτό επιτεύχθηκε μέσω δοκιμών (σενάρια) που πραγματοποιήθηκαν με το μοντέλο που σχεδιάστηκε στο SchedulePro και αναλύονται παρακάτω.

Για τα προϊόντα που θεωρήθηκαν στην μελέτη αυτή, η μονάδα χρησιμοποιεί δύο τύπους καλουπιών: 0,2kg και 0,225kg. Η μη διαθεσιμότητα του κατάλληλου τύπου καλουπιών οδηγεί συχνά την μονάδα σε αναπροσαρμογή του προγράμματος παραγωγής με συνηθέστερη την κυκλική εναλλαγή ανάμεσα σε προϊόντα των 0,2kg και 0,225kg ώστε η έλλειψη καλουπιών να μην εμποδίζει την ομαλή παραγωγή. Στο σενάριο αυτό θα εξετασθεί ποιά είναι η ελάχιστη απαιτούμενη δυναμικότητα καλουπιών (σε kg χαλουμιού) ώστε τα καλούπια να μην αποτελούν ρυθμιστικό παράγοντα στην διαμόρφωση και εκτέλεση της παραγωγικής διαδικασίας. Με βάση την δυναμικότητα αυτή θα αποφασιστεί το αν απαιτείται η αγορά νέων καλουπιών και σε τι ποσότητα. Η ανάλυση της απαιτούμενης δυναμικότητας καλουπιών θα γίνει για κάθε προϊόν χωριστά με βάση το μοντέλο της παραγωγικής διαδικασίας που αναπτύχθηκε στο SchedulePro®. Για κάθε προϊόν θα ελεγχθεί ο χρόνος κύκλου και εκτέλεσης μίας καμπάνιας 10 παρτίδων που αντιστοιχεί προσεγγιστικά στον μέγιστο αριθμό παρτίδων που μπορεί να εκτελεστεί σε μία ημέρα. Με αυτό τον τρόπο ελέγχεται η δυνατότητα της μονάδας να ανταποκριθεί στο πιο δυσμενές (ως προς την χρήση των καλουπιών και των υπόλοιπων πόρων) σενάριο της παραγωγής ενός μοναδικού προϊόντος. Για κάθε προϊόν θα εξετασθεί ο χρόνος εκτέλεσης της καμπάνιας των 10 παρτίδων για δυναμικότητα καλουπιών 1200, 2400, 3600, 3800, 4000 και 4200 kg και με βάση τα δεδομένα αυτά θα υπολογιστεί ανά προϊόν η απαιτούμενη δυναμικότητα. Η μέγιστη απαιτούμενη δυναμικότητα για όλα τα προϊόντα που απαιτούν τον ίδιο τύπο καλουπιού θα προκριθεί σαν η πιο κατάλληλη για να εξασφαλιστεί ότι τα καλούπια του τύπου αυτού δεν θα αποτελέσουν

περιοριστικό παράγοντα στον προγραμματισμό της παραγωγής. Η ανάλυση θα γίνει χωριστά για τα καλούπια των 0,2kg και 0,225kg.

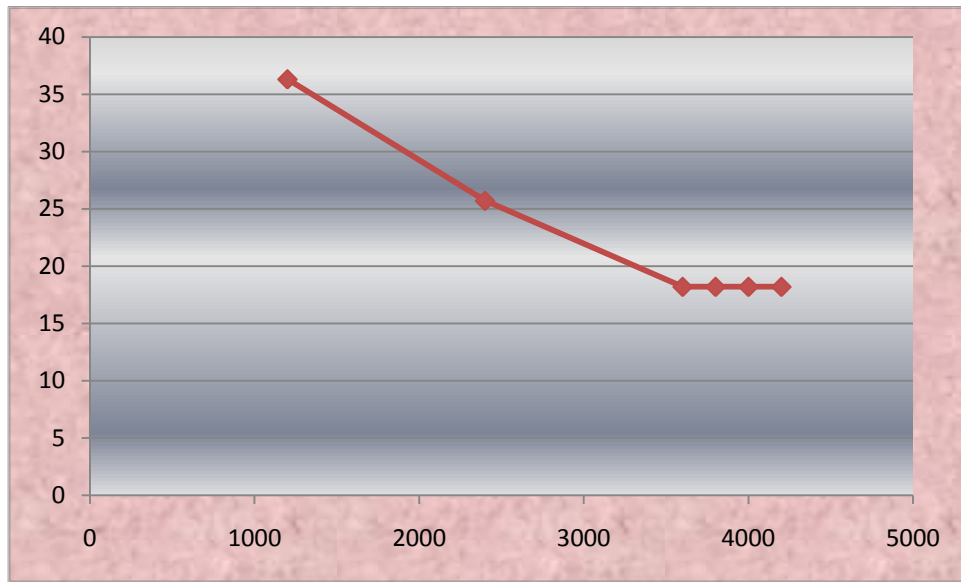


Εικόνα 13. Καθορισμός δυναμικότητας καλούπιών στο λογισμικό SchedulePro.

Συνταγή: HALLOUMI CHEESE 0.200 KG

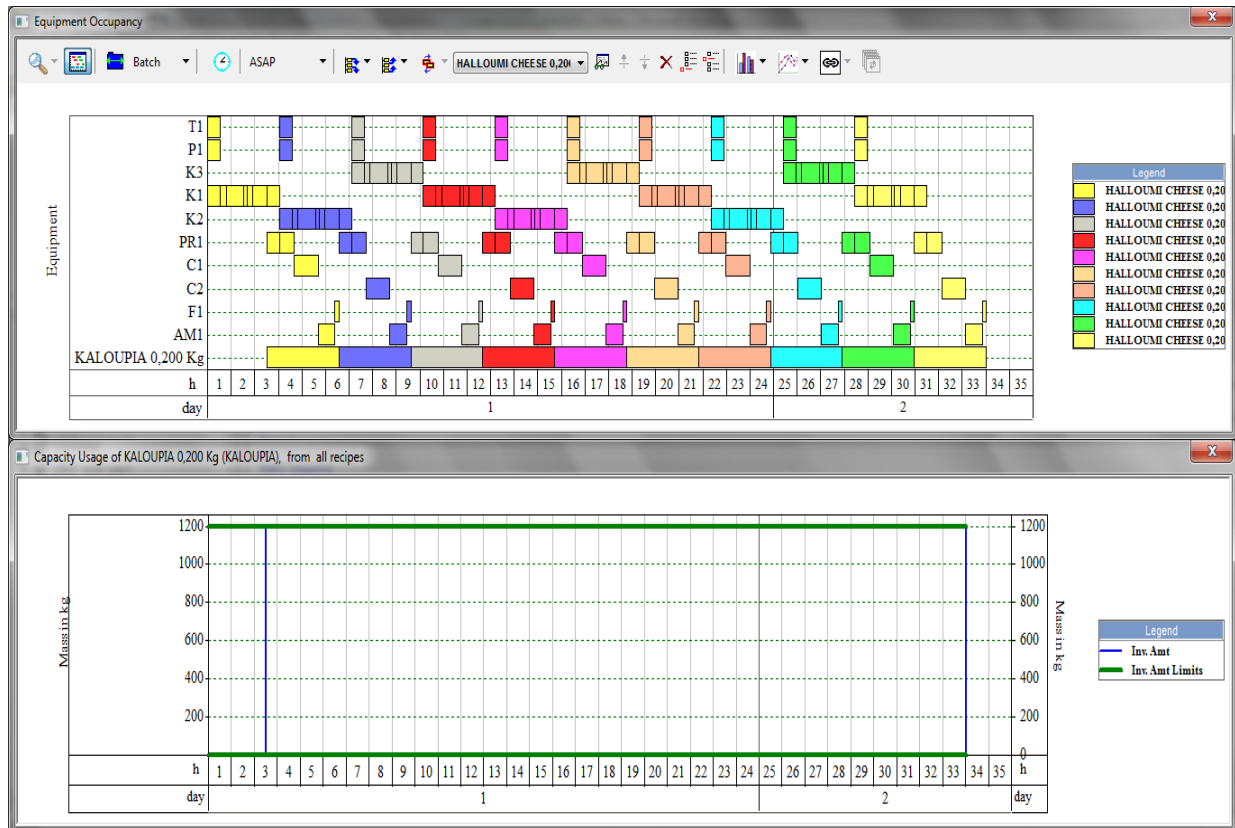
Πίνακας 25. Δυναμικότητα καλούπιών 0.200 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese 0,2 kg.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ 0.200 KG / Kg	ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ HALLOUMI CHEESE 0.200 KG /h
1200	34.1
2400	21.8
3600	17.1
3800	17.1
4000	17.1
4200	17.1

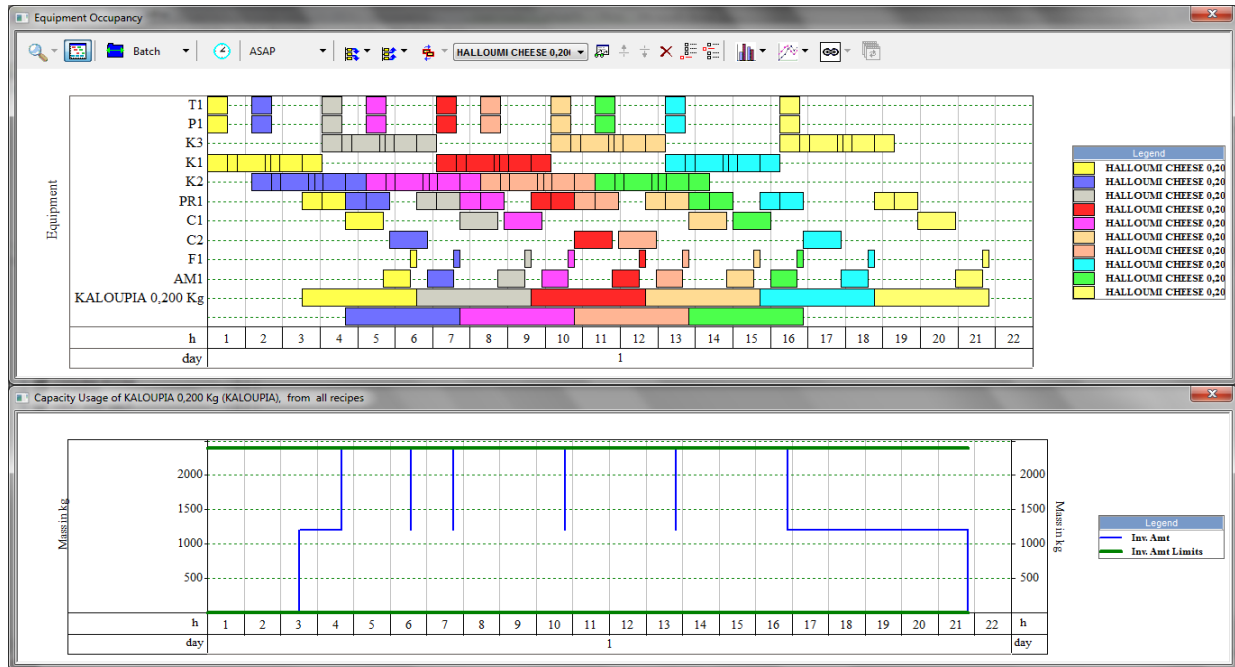


Σχήμα 16. Γράφημα Χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese 0,200 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,200 kg.

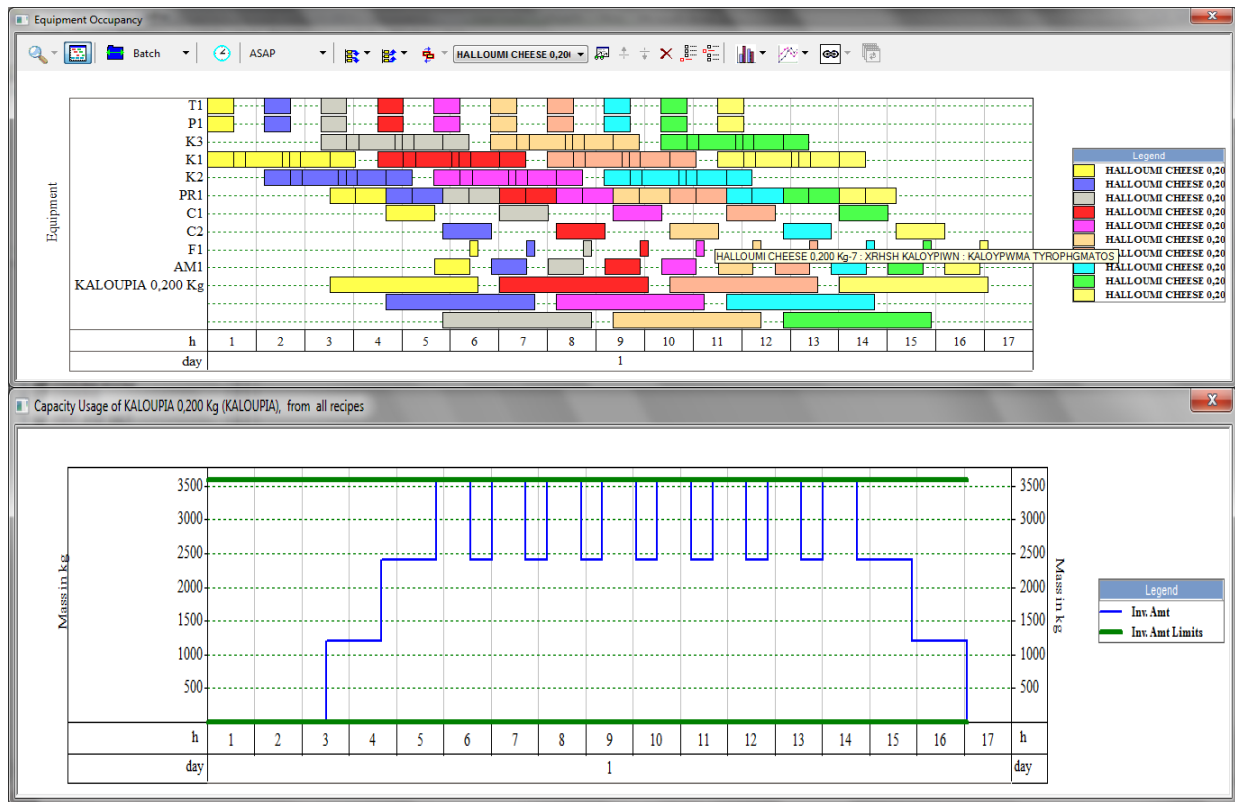
1200 kg



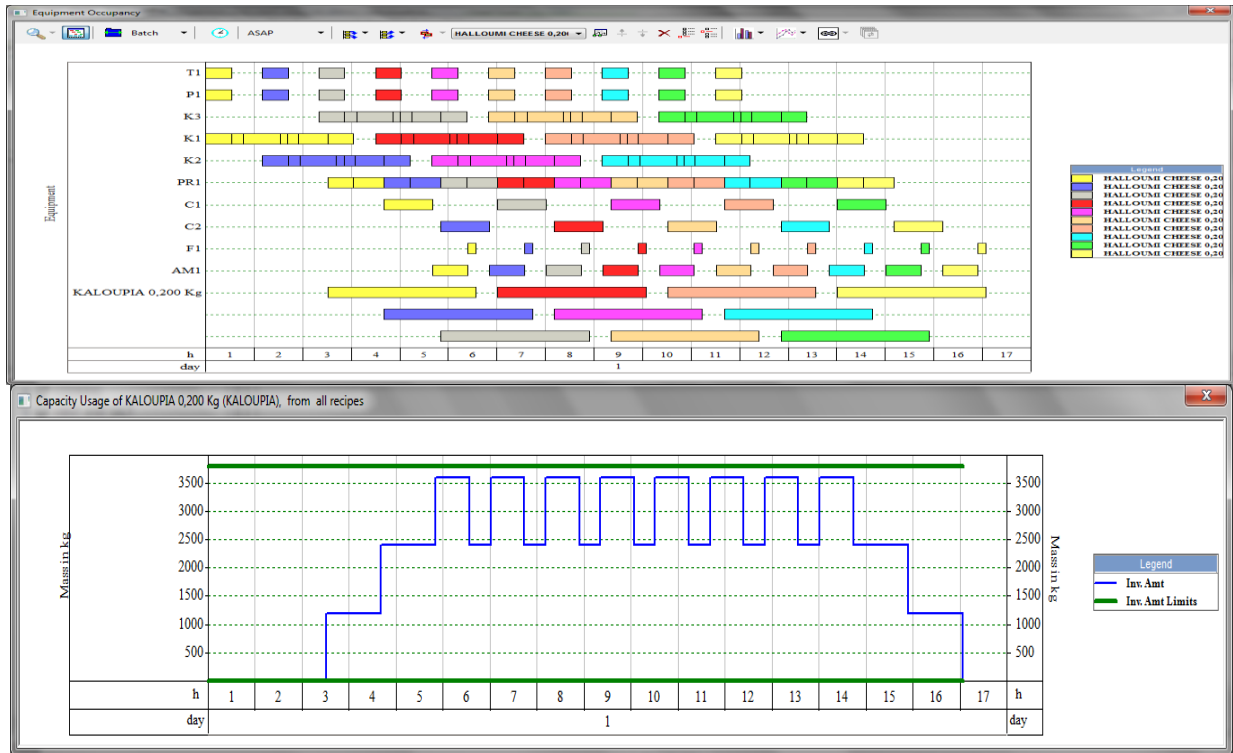
2400 kg



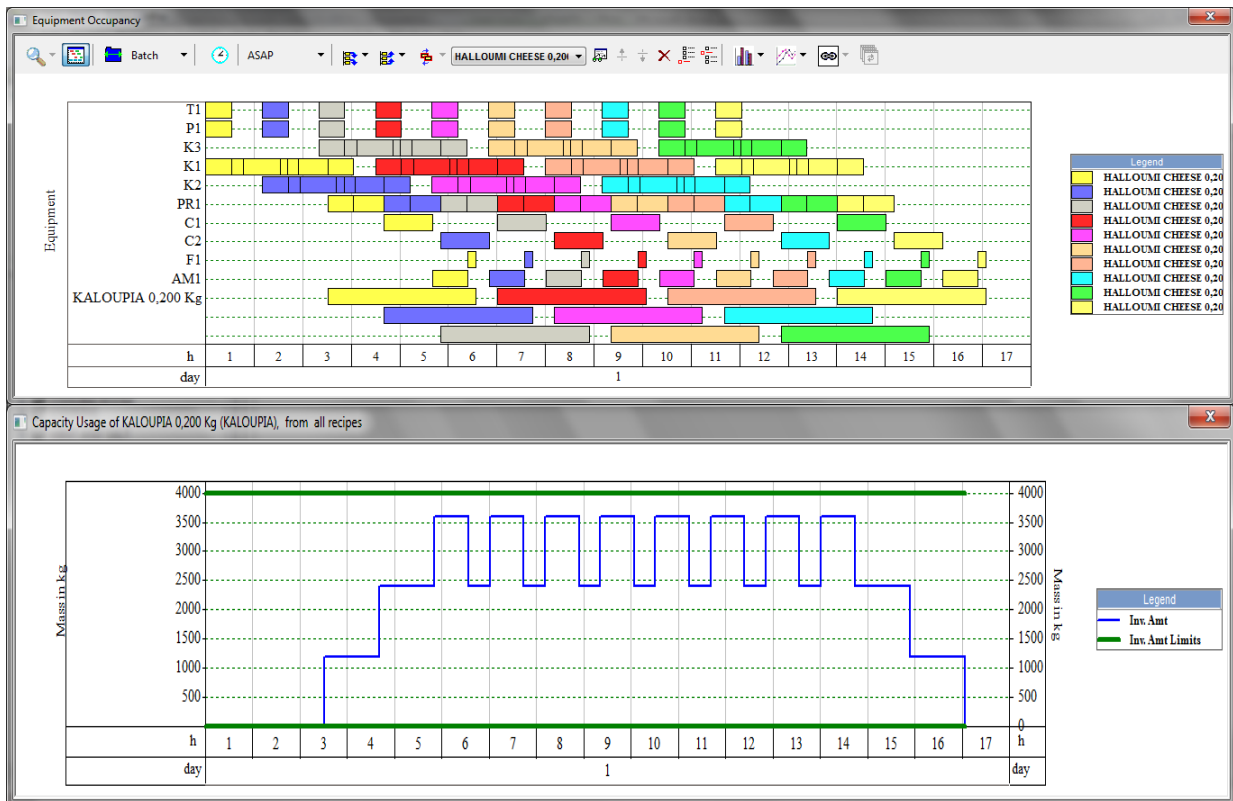
3600 kg



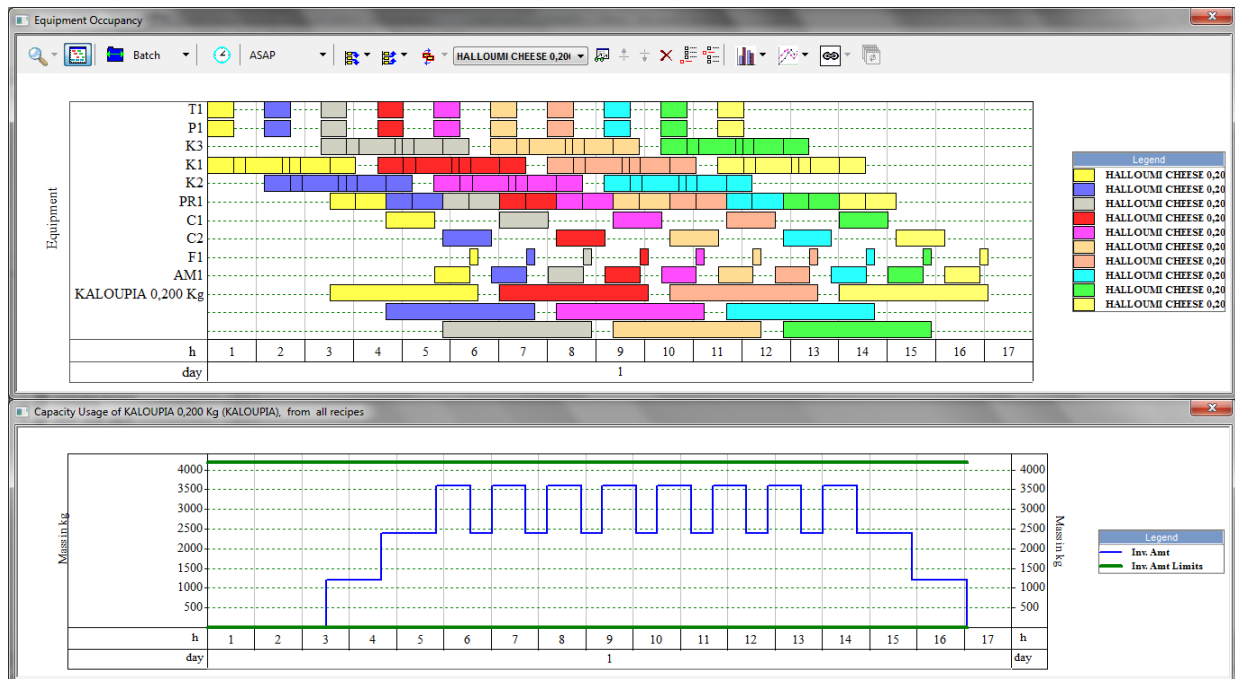
3800 kg



4000 kg



4200 kg



Σχήμα 17. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occupancy Profile*) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,200 kg (*Capacity Usage of Equipment*) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ 10 ΠΑΡΤΙΔΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

Στον Πίνακα 25. και στο Σχήμα 16. παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης της καμπάνιας 10 παρτίδων του προϊόντος HALLOUMI CHEESE 0,200 kg για διαφορετική δυναμικότητα καλουπιών. Εύκολα διακρίνεται ότι η αύξηση της δυναμικότητας μέχρι τα 3600 kg προκαλεί σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης ενώ περαιτέρω αύξηση δεν έχει κάποια επίπτωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα καλούπια αποτελούν τον περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής για δυναμικότητα μέχρι 3600kg ενώ για μεγαλύτερες δυναμικότητες αναδεικνύονται άλλα στάδια ως περιοριστικοί παράγοντες.

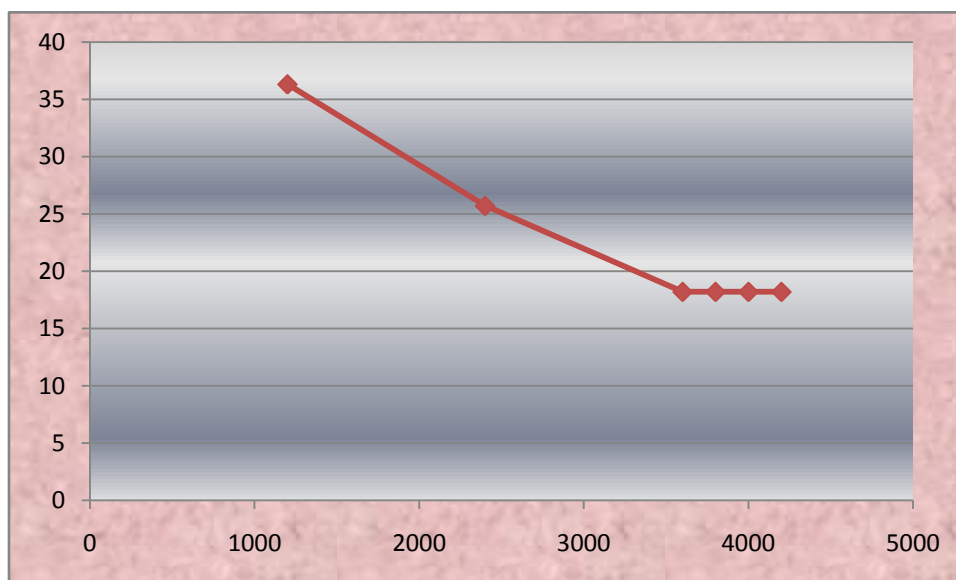
Τα παραπάνω καταδεικνύονται στο Σχήμα 17. όπου για διαφορετικές δυναμικότητες παρουσιάζονται το διάγραμμα χρήσης των παραγωγικών πόρων (*Equipment Occurance Chart*) και το διάγραμμα χρήσης της δυναμικότητας των καλουπιών 0,200 kg (*Capacity Usage*). Πιο συγκεκριμένα, για δυναμικότητα 1200 kg, τα καλούπια είναι εμφανώς ο περιοριστικός παράγοντας που καθορίζει τον χρόνο κύκλου της μονάδας. Η εκμετάλλευση της δυναμικότητας των 1200 kg είναι σταθερή και πλήρης. Παρόμοια είναι και η εικόνα για την δυναμικότητα των 2400 kg. Όταν όμως η δυναμικότητα αυξηθεί στα 3600kg παρατηρούνται κενά στην χρήση των καλουπιών και όχι πλήρης εκμετάλλευση της δυναμικότητας αυτής. Αυτό είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι έχει αναδειχθεί άλλος περιοριστικός παράγοντας στον προγραμματισμό της παραγωγής. Το νέο περιοριστικό στάδιο είναι το PR1 (PRESSURE AND CUTTING) για το οποίο όπως

φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα δεν υπάρχουν κενά στην εκτέλεσή του ανάμεσα σε διαδοχικές παρτίδες. Με δεδομένο τον νέο περιοριστικό παράγοντα, οποιαδήποτε αύξηση στην δυναμικότητα των καλουπιών δεν αναμένεται να έχει κάποια θετική επίπτωση στον χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας. Αυτό επαληθεύεται με τα διαγράμματα για δυναμικότητα 3800kg και άνω, στα οποία φαίνεται ότι ο χρόνος εκτέλεσης παραμένει ο ίδιος ενώ το ποσοστό εκμετάλλευσης της δυναμικότητας των καλουπιών πέφτει. Εξάγεται επομένως το συμπέρασμα ότι για την εξυπηρέτηση του προϊόντος HALLOUMI CHEESE 0,200 kg είναι επαρκής μία δυναμικότητα καλουπιών 3600kg.

Συνταγή: HALLOUMI ORIGINAL 0.200 KG

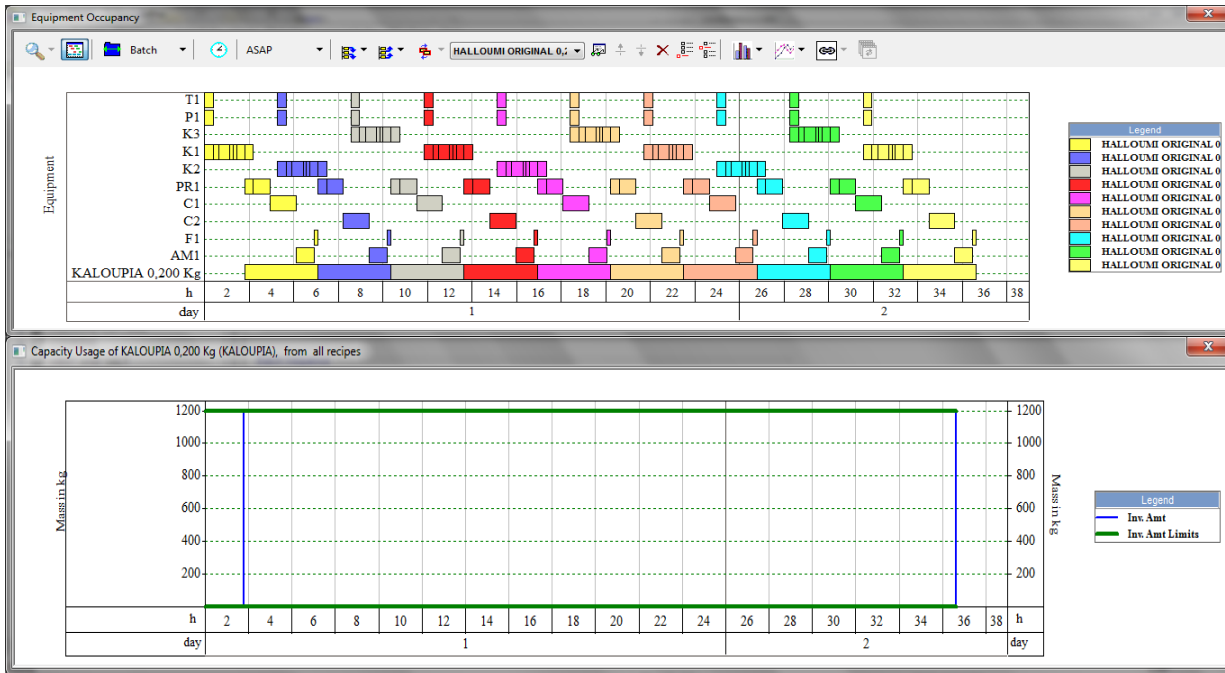
Πίνακας 26. Δυναμικότητα καλουπιών 0.200 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi original 0,2 kg.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ 0.200 KG / Kg	ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ HALLOUMI ORIGINAL 0.200 KG /h
1200	36.3
2400	25.7
3600	18.2
3800	18.2
4000	18.2
4200	18.2

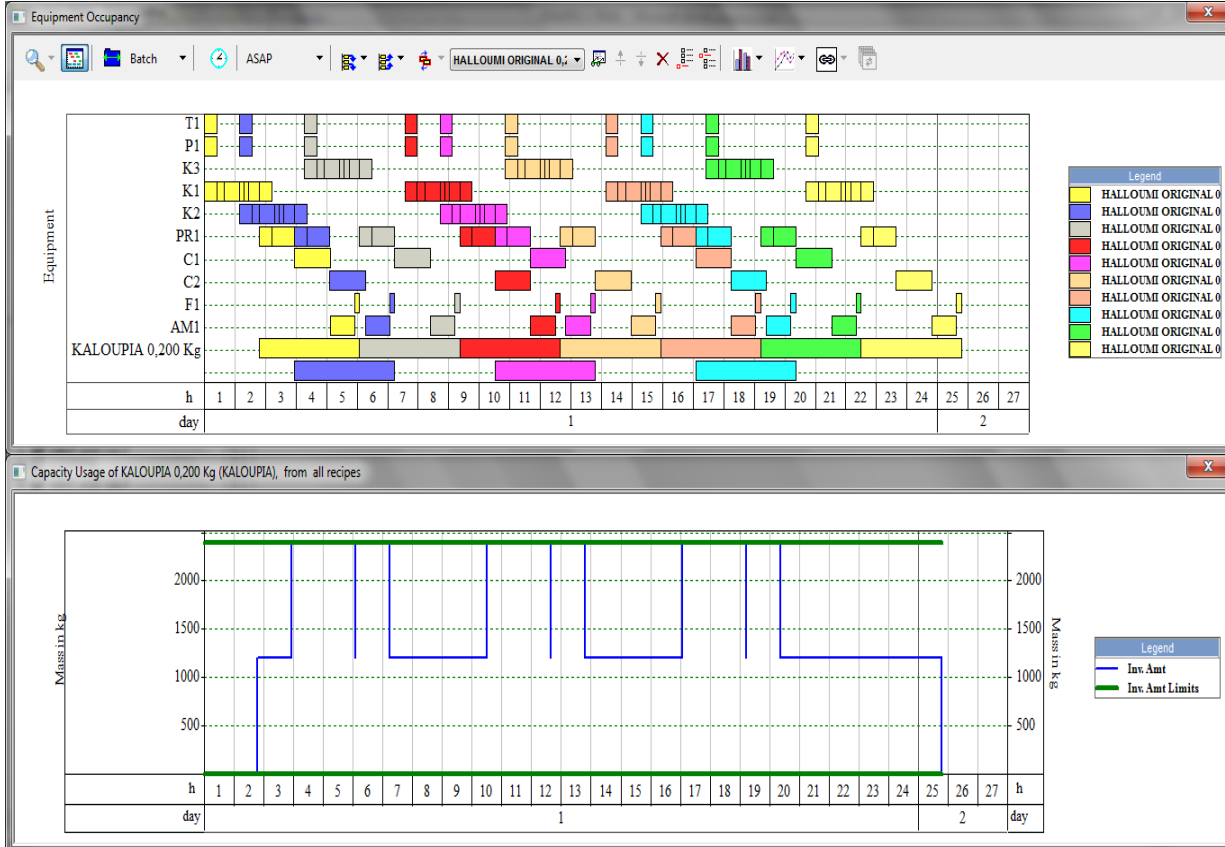


Σχήμα 18. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi original 0,200 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,200 kg.

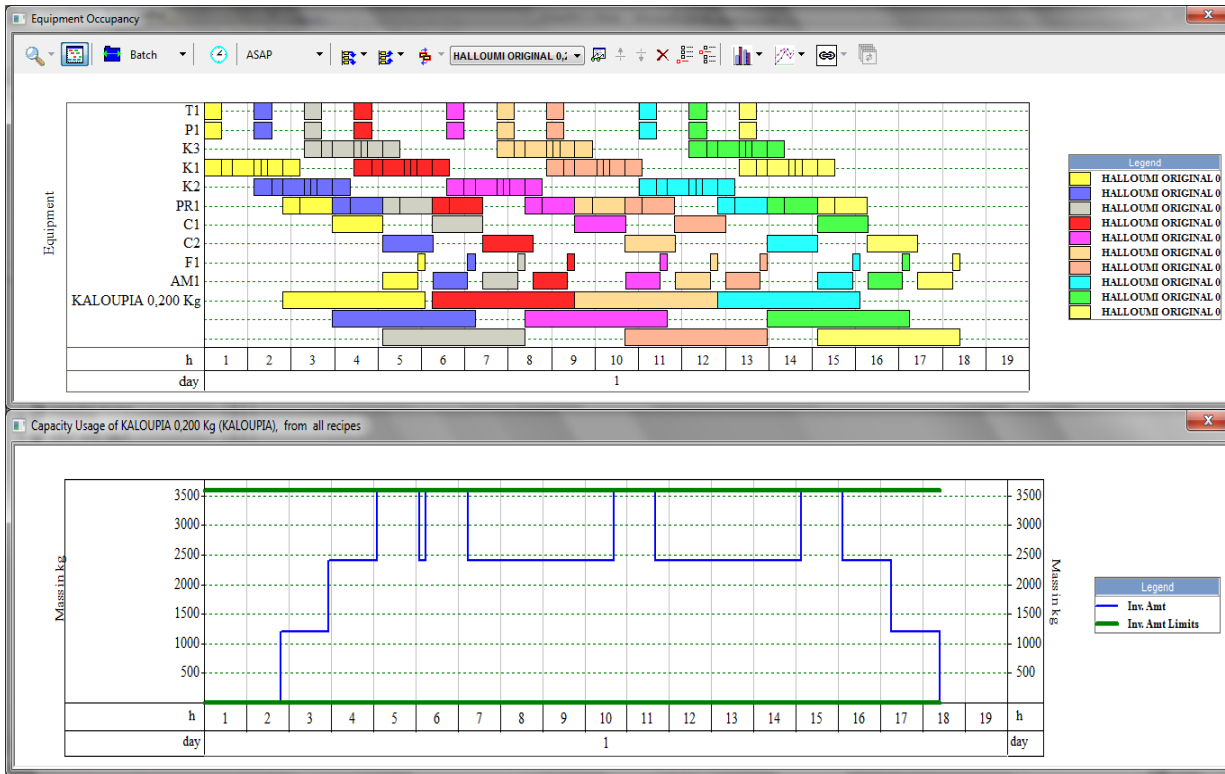
1200kg



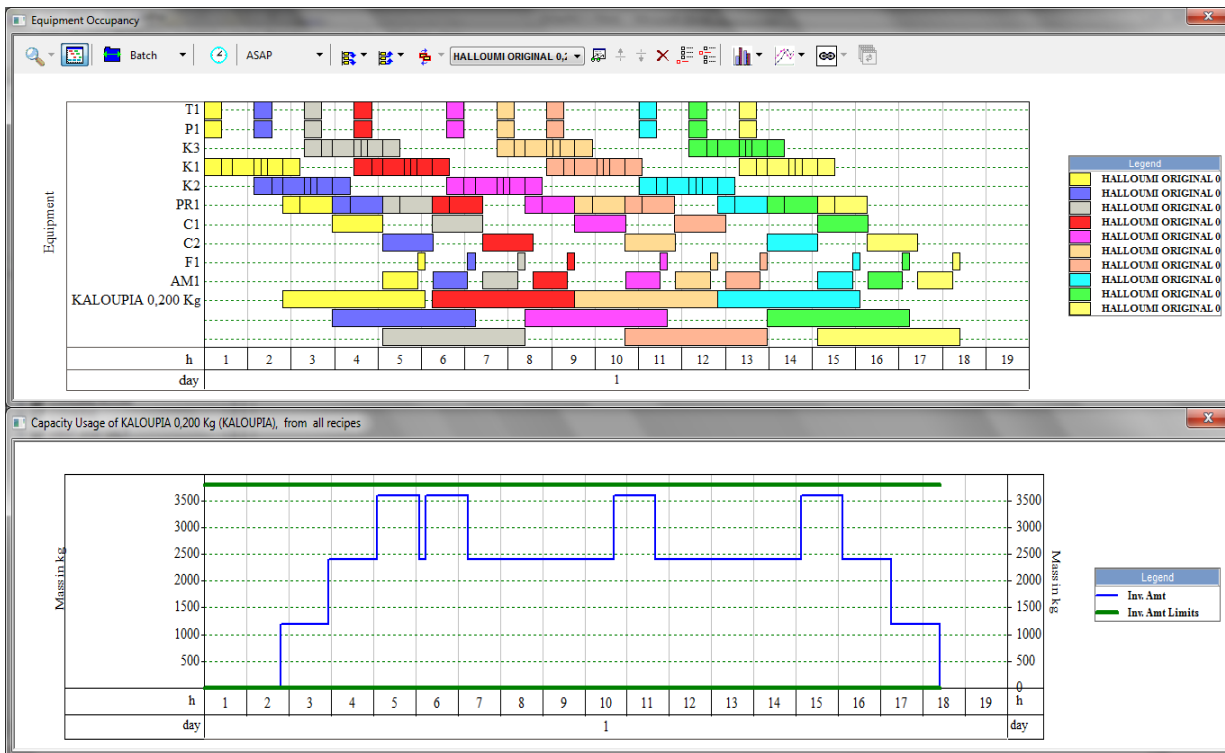
2400 kg



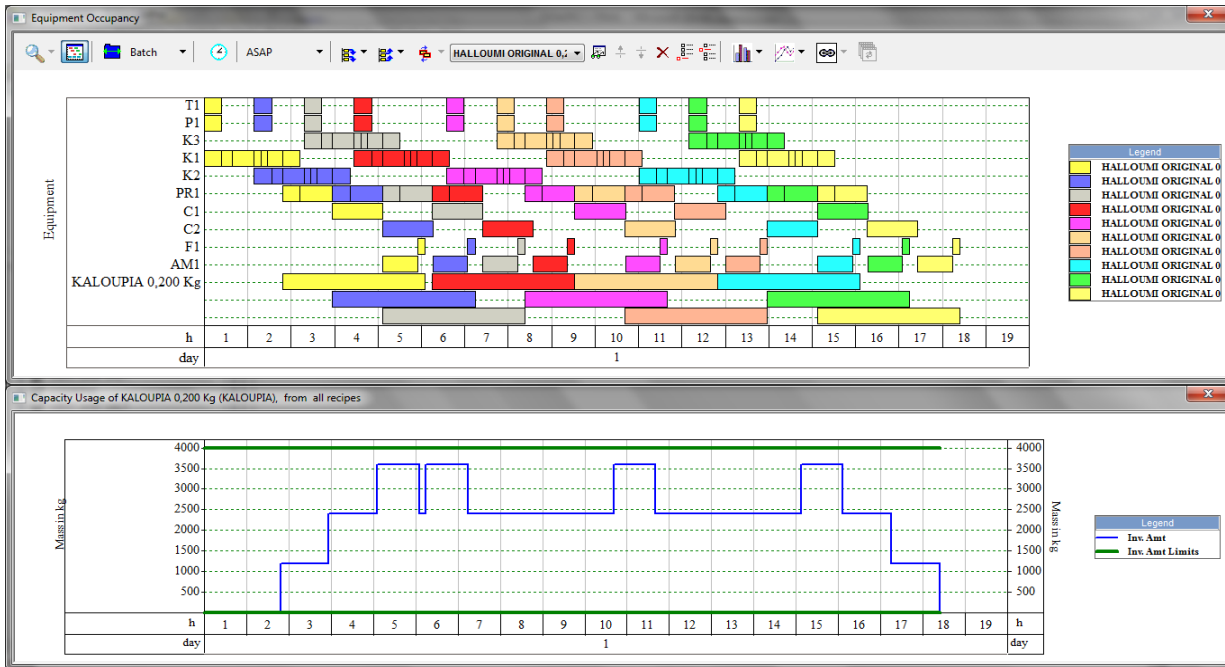
3600 kg



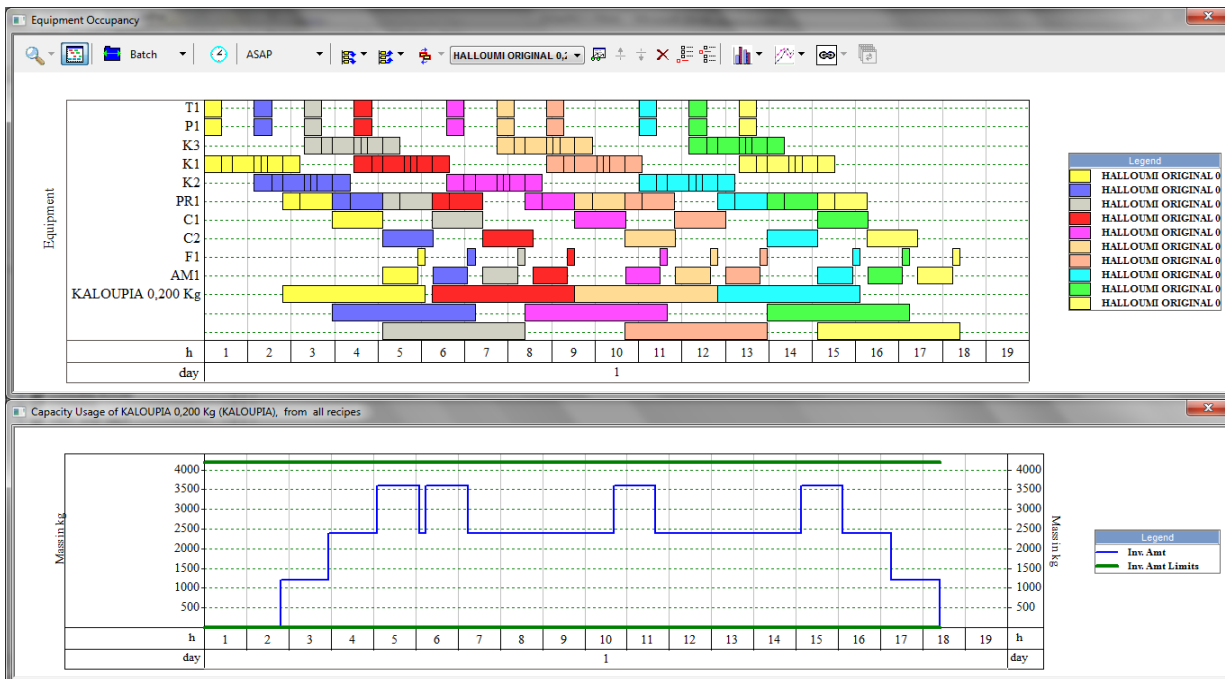
3800 kg



4000 kg



4200 kg



Σχήμα 19. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occupancy Profile*) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,200 kg (*Capacity Usage of Equipment*) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ 10 ΠΑΡΤΙΔΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

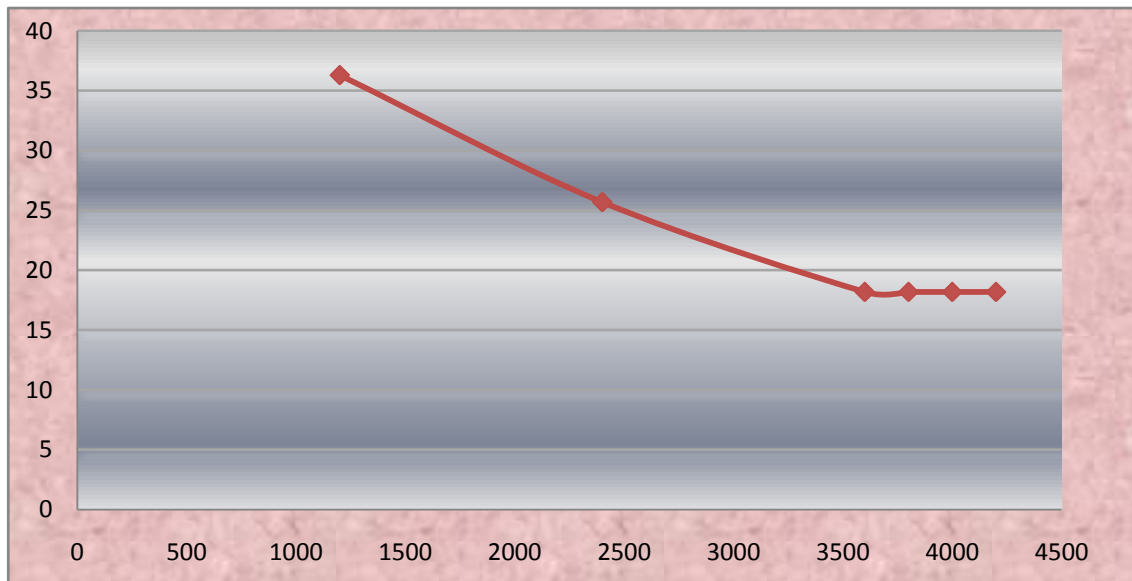
Στον Πίνακα 26. και στο αντίστοιχο Σχήμα 18. παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης της καμπάνιας 10 παρτίδων του προϊόντος HALOUMI ORIGINAL 0,200 kg για διαφορετική δυναμικότητα καλουπιών. Εύκολα διακρίνεται ότι η αύξηση της δυναμικότητας μέχρι τα 3600 kg προκαλεί σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης ενώ περαιτέρω αύξηση δεν έχει κάποια επίπτωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα καλούπια αποτελούν τον περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής για δυναμικότητα μέχρι 3600kg ενώ για μεγαλύτερες δυναμικότητες αναδεικνύονται άλλα στάδια ως περιοριστικοί παράγοντες.

Τα παραπάνω καταδεικνύονται στο Σχήμα 19. όπου για διαφορετικές δυναμικότητες παρουσιάζονται το διάγραμμα χρήσης των παραγωγικών πόρων (Equipment Occurance Chart) και το διάγραμμα χρήσης της δυναμικότητας των καλουπιών 0,200 kg (Capacity Usage). Πιο συγκεκριμένα, για δυναμικότητα 1200 kg, τα καλούπια είναι εμφανώς ο περιοριστικός παράγοντας που καθορίζει τον χρόνο κύκλου της μονάδας. Η εκμετάλλευση της δυναμικότητας των 1200 kg είναι σταθερή και πλήρης. Παρόμοια είναι και η εικόνα για την δυναμικότητα των 2400 kg. Όταν όμως η δυναμικότητα αυξηθεί στα 3600kg παρατηρούνται κενά στην χρήση των καλουπιών και όχι πλήρης εκμετάλλευση της δυναμικότητας αυτής. Αυτό είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι έχει αναδειχθεί άλλος περιοριστικός παράγοντας στον προγραμματισμό της παραγωγής. Το νέο περιοριστικό στάδιο είναι το PR1 (PRESSURE AND CUTTING) για το οποίο όπως φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα δεν υπάρχουν κενά στην εκτέλεσή του ανάμεσα σε διαδοχικές παρτίδες. Με δεδομένο τον νέο περιοριστικό παράγοντα, οποιαδήποτε αύξηση στην δυναμικότητα των καλουπιών δεν αναμένεται να έχει κάποια θετική επίπτωση στον χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας. Αυτό επαληθεύεται με τα διαγράμματα για δυναμικότητα 3800kg και άνω, στα οποία φαίνεται ότι ο χρόνος εκτέλεσης παραμένει ο ίδιος ενώ το ποσοστό εκμετάλλευσης της δυναμικότητας των καλουπιών πέφτει. Εξάγεται επομένως το συμπέρασμα ότι για την εξυπηρέτηση του προϊόντος HALLOUMI ORIGINAL 0,200 kg είναι επαρκής μία δυναμικότητα καλουπιών 3600kg.

Συνταγή: HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0.200 KG

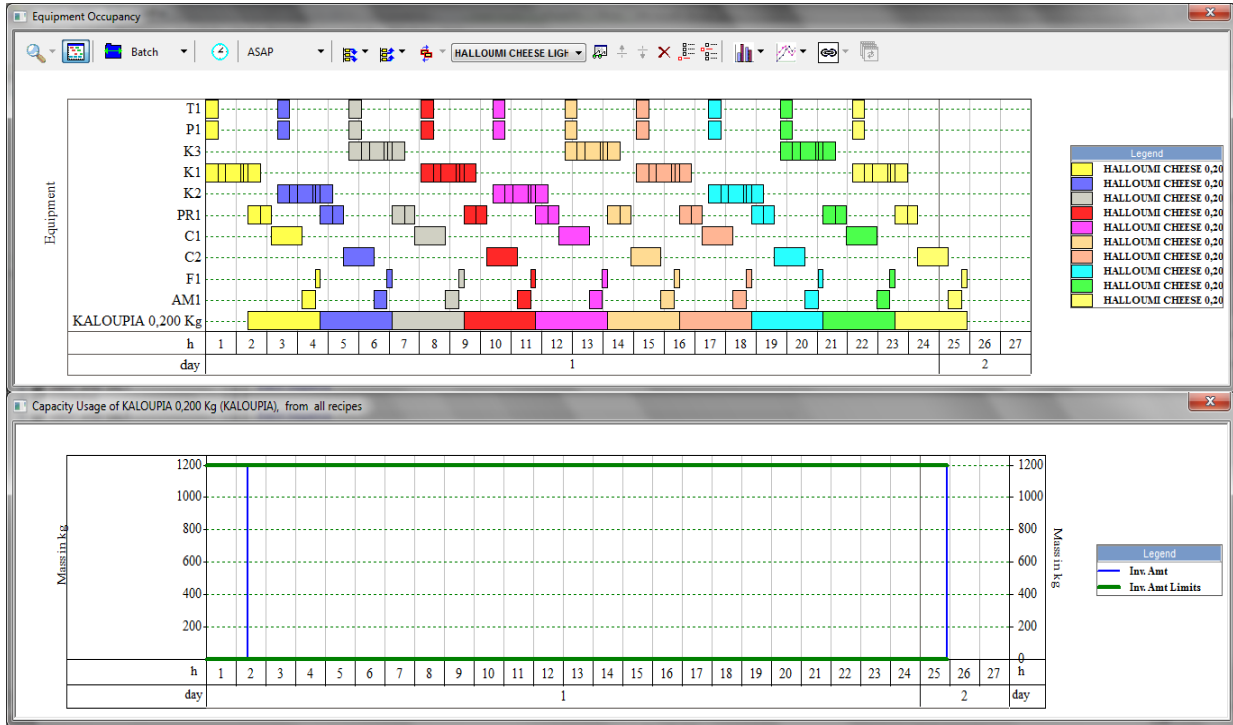
Πίνακας 27. Δυναμικότητα καλουπιών 0.200 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese light 12% 0,2 kg.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ 0.200 KG / Kg	ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0.200 KG /h
1200	25.8
2400	17.9
3600	14.1
3800	14.1
4000	14.1
4200	14.1

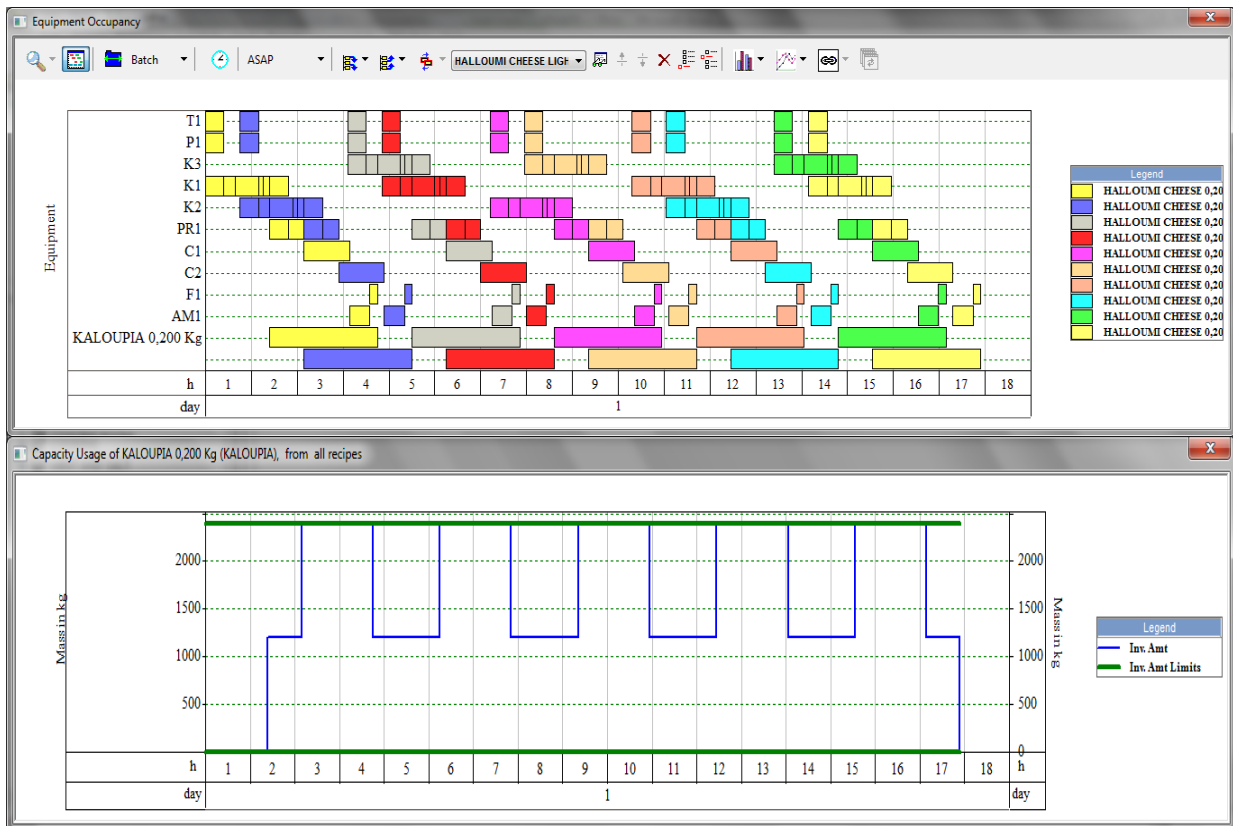


Σχήμα 20. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese light 12% 0,200 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,200 kg.

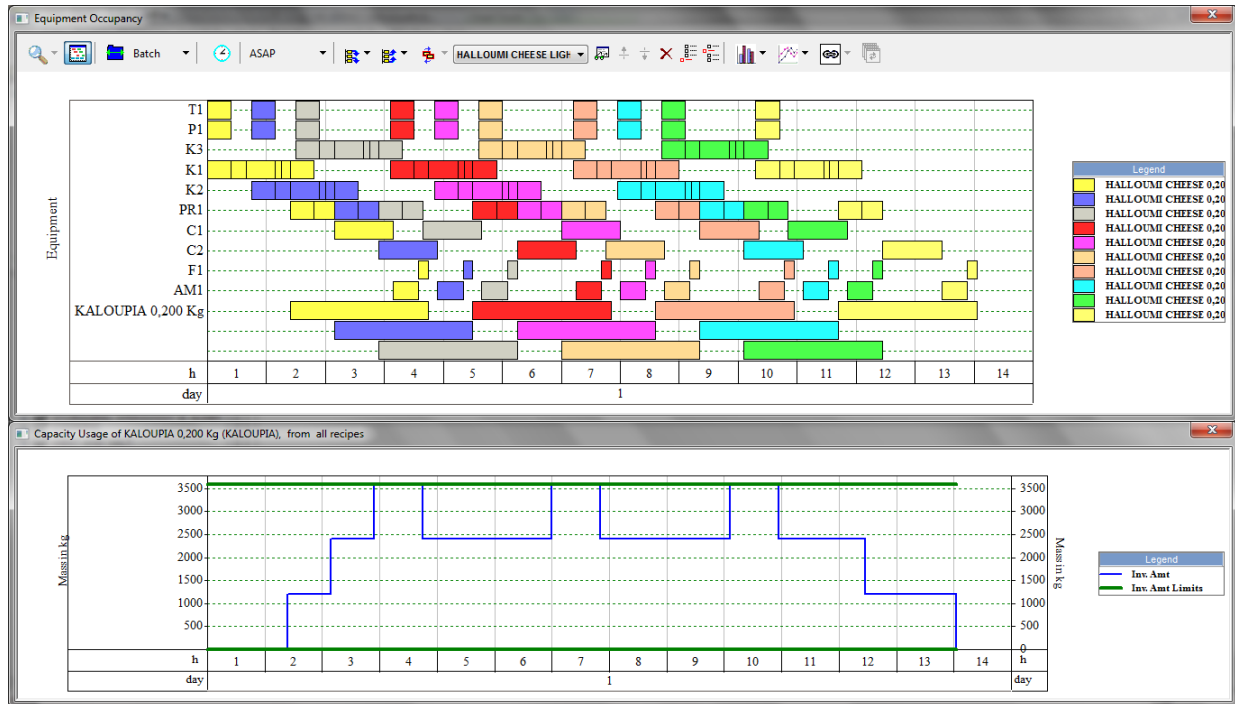
1200 kg



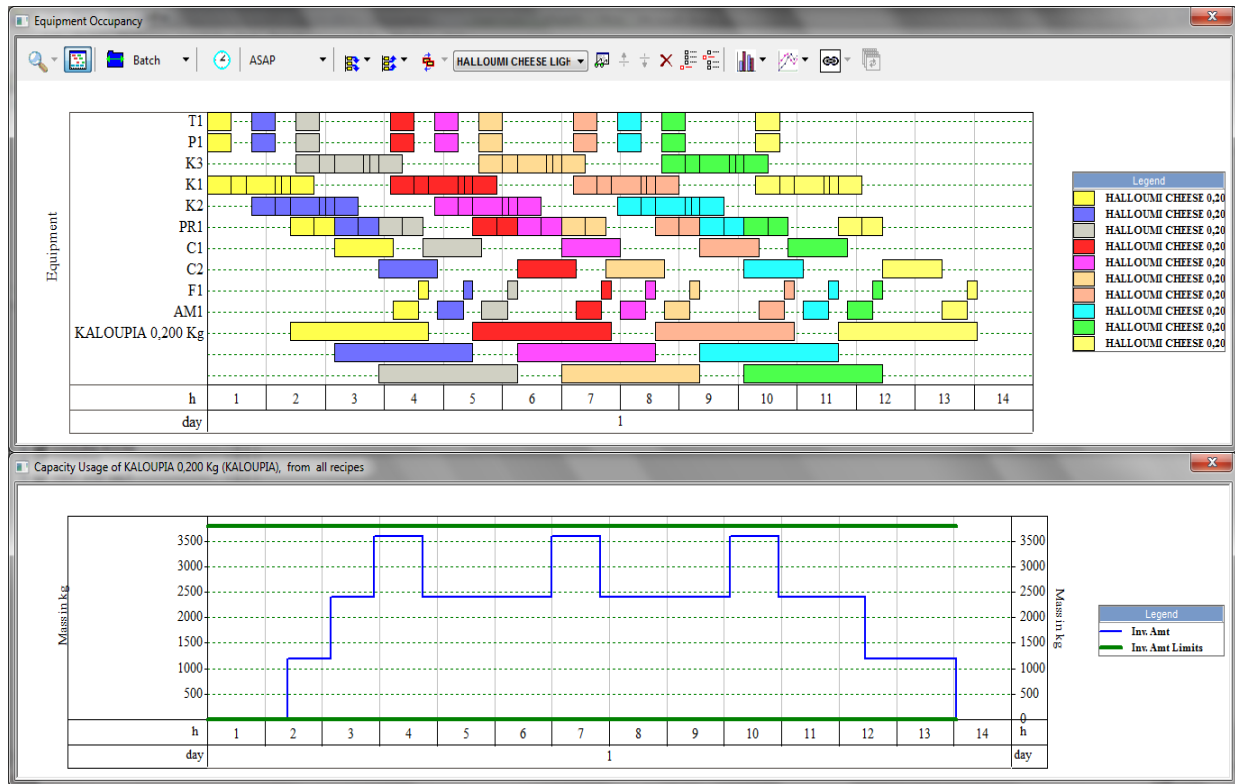
2400 kg



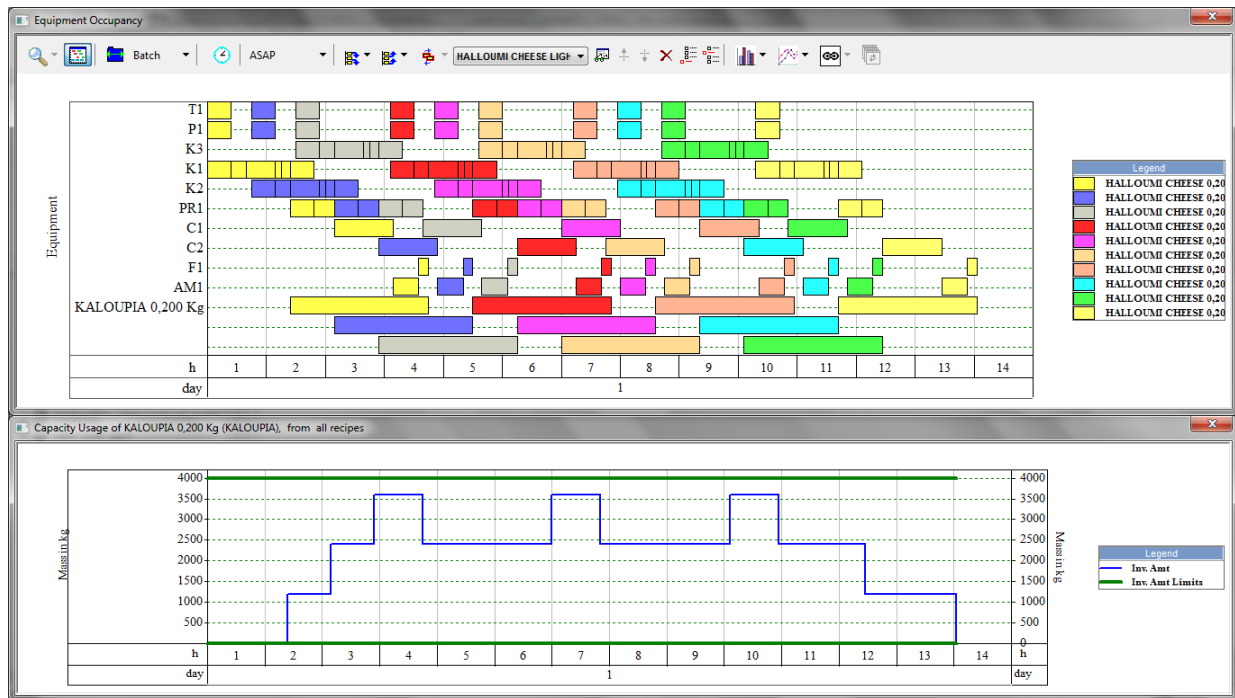
3600 kg



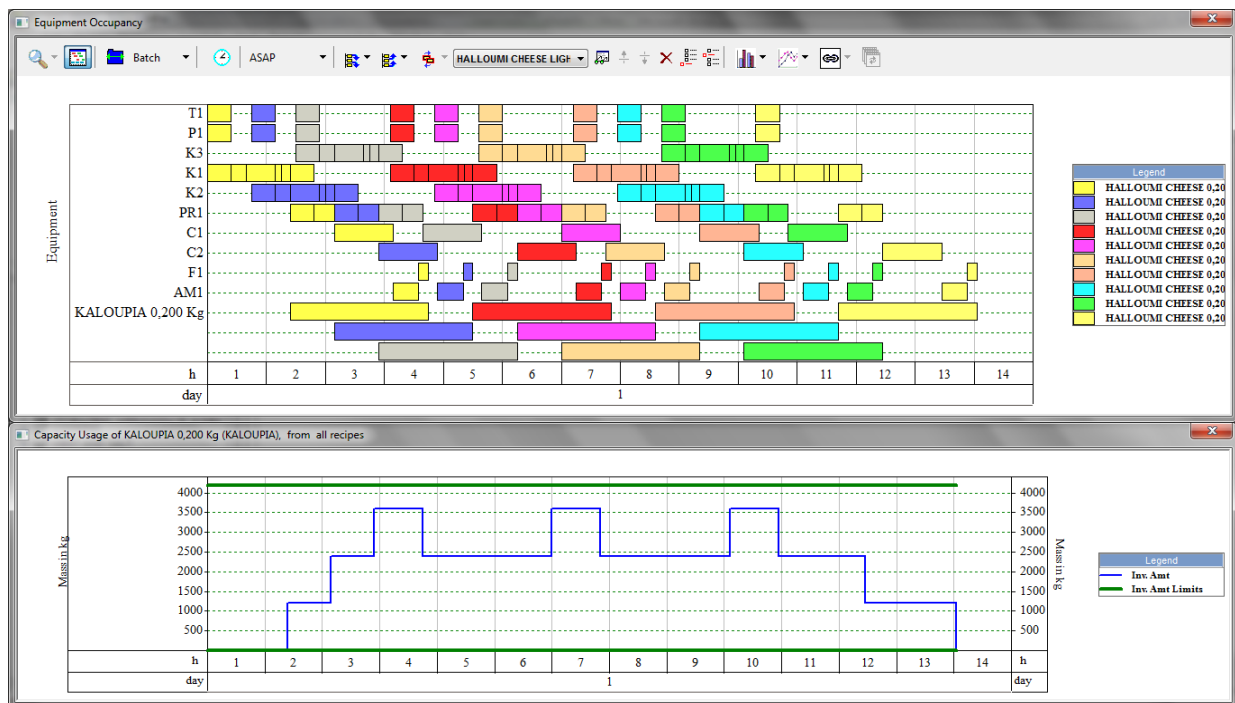
3800 kg



4000 kg



4200 kg



Σχήμα 21. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occupancy Profile*) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,200 kg (*Capacity Usage of Equipment*) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ 10 ΠΑΡΤΙΔΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

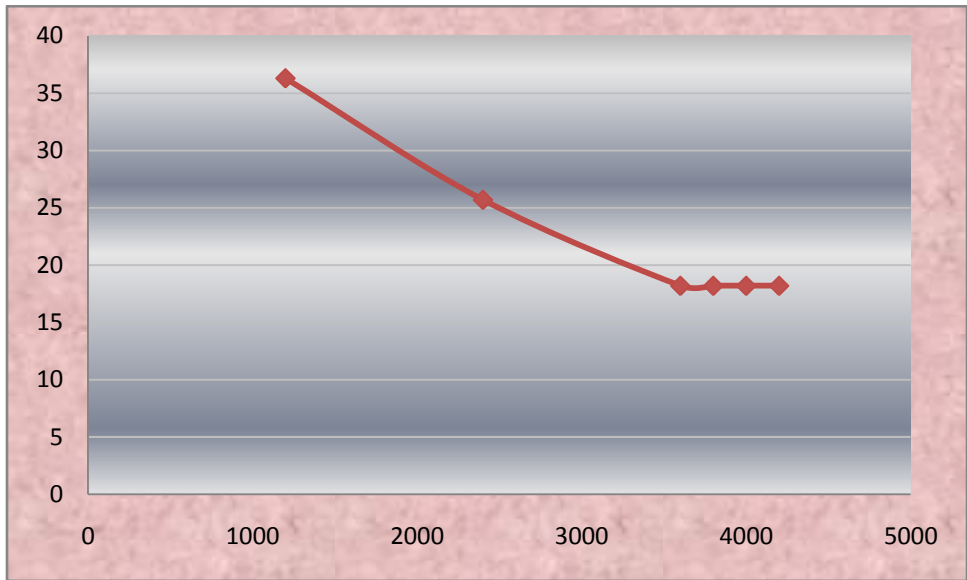
Στον Πίνακα 27. και στο αντίστοιχο Σχήμα 20. παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης της καμπάνιας 10 παρτίδων του προϊόντος HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,200 kg για διαφορετική δυναμικότητα καλουπιών. Εύκολα διακρίνεται ότι η αύξηση της δυναμικότητας μέχρι τα 3600 kg προκαλεί σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης ενώ περαιτέρω αύξηση δεν έχει κάποια επίπτωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα καλούπια αποτελούν τον περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής για δυναμικότητα μέχρι 3600kg ενώ για μεγαλύτερες δυναμικότητες αναδεικνύονται άλλα στάδια ως περιοριστικοί παράγοντες.

Τα παραπάνω καταδεικνύονται στο Σχήμα 21. όπου για διαφορετικές δυναμικότητες παρουσιάζονται το διάγραμμα χρήσης των παραγωγικών πόρων (Equipment Occurance Chart) και το διάγραμμα χρήσης της δυναμικότητας των καλουπιών 0,200 kg (Capacity Usage). Πιο συγκεκριμένα, για δυναμικότητα 1200 kg, τα καλούπια είναι εμφανώς ο περιοριστικός παράγοντας που καθορίζει τον χρόνο κύκλου της μονάδας. Η εκμετάλλευση της δυναμικότητας των 1200 kg είναι σταθερή και πλήρης. Παρόμοια είναι και η εικόνα για την δυναμικότητα των 2400 kg. Όταν όμως η δυναμικότητα αυξηθεί στα 3600kg παρατηρούνται κενά στην χρήση των καλουπιών και όχι πλήρης εκμετάλλευση της δυναμικότητας αυτής. Αυτό είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι έχει αναδειχθεί άλλος περιοριστικός παράγοντας στον προγραμματισμό της παραγωγής. Το νέο περιοριστικό στάδιο είναι το PR1 (PRESSURE AND CUTTING) για το οποίο όπως φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα δεν υπάρχουν κενά στην εκτέλεσή του ανάμεσα σε διαδοχικές παρτίδες. Με δεδομένο τον νέο περιοριστικό παράγοντα, οποιαδήποτε αύξηση στην δυναμικότητα των καλουπιών δεν αναμένεται να έχει κάποια θετική επίπτωση στον χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας. Αυτό επαληθεύεται με τα διαγράμματα για δυναμικότητα 3800kg και άνω, στα οποία φαίνεται ότι ο χρόνος εκτέλεσης παραμένει ο ίδιος ενώ το ποσοστό εκμετάλλευσης της δυναμικότητας των καλουπιών πέφτει. Εξάγεται επομένως το συμπέρασμα ότι για την εξυπηρέτηση του προϊόντος HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,200 kg είναι επαρκής μία δυναμικότητα καλουπιών 3600kg.

Συνταγή: HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0.200 KG

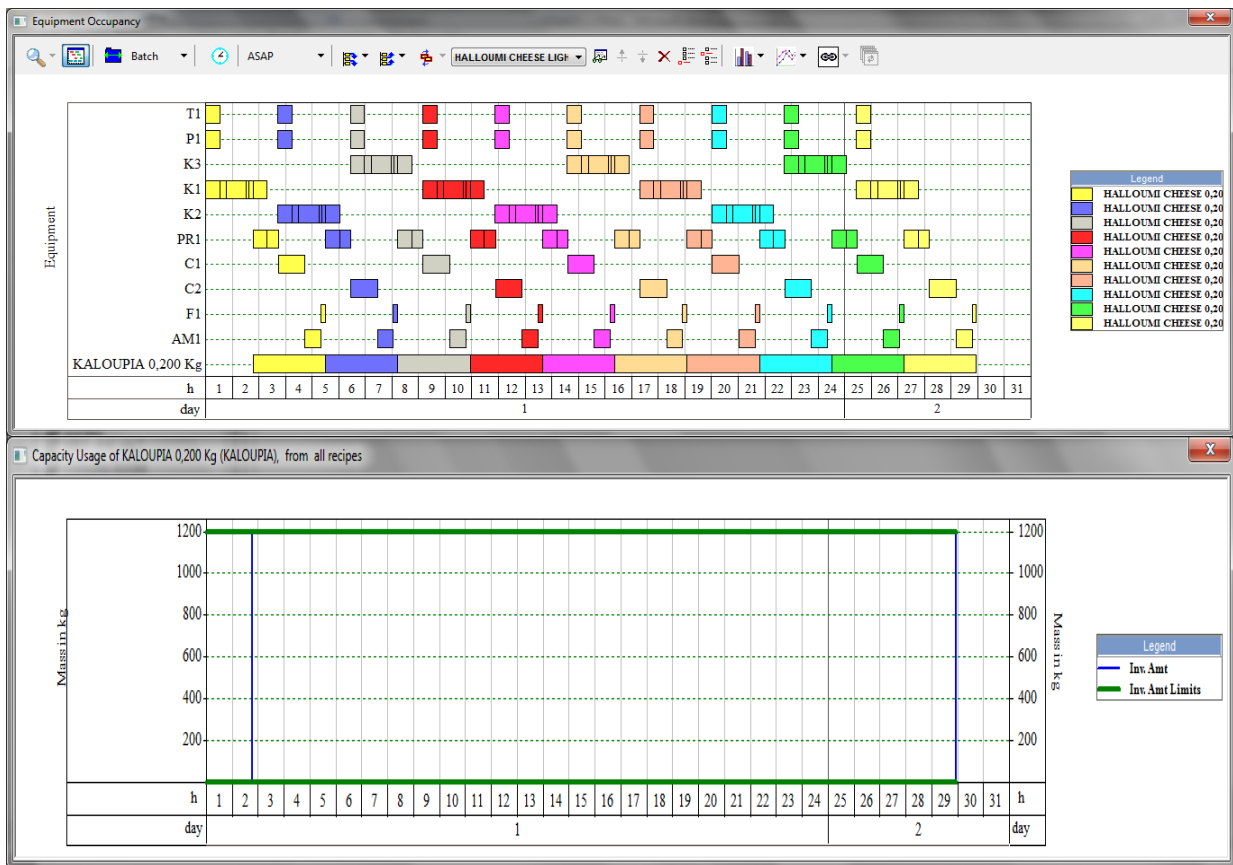
Πίνακας 28. Δυναμικότητα καλουπιών 0.200 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese light 16% 0,2 kg.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ 0.200 KG / Kg	ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0.200 KG /h
1200	29.9
2400	21.1
3600	16.4
3800	16.4
4000	16.4
4200	16.4

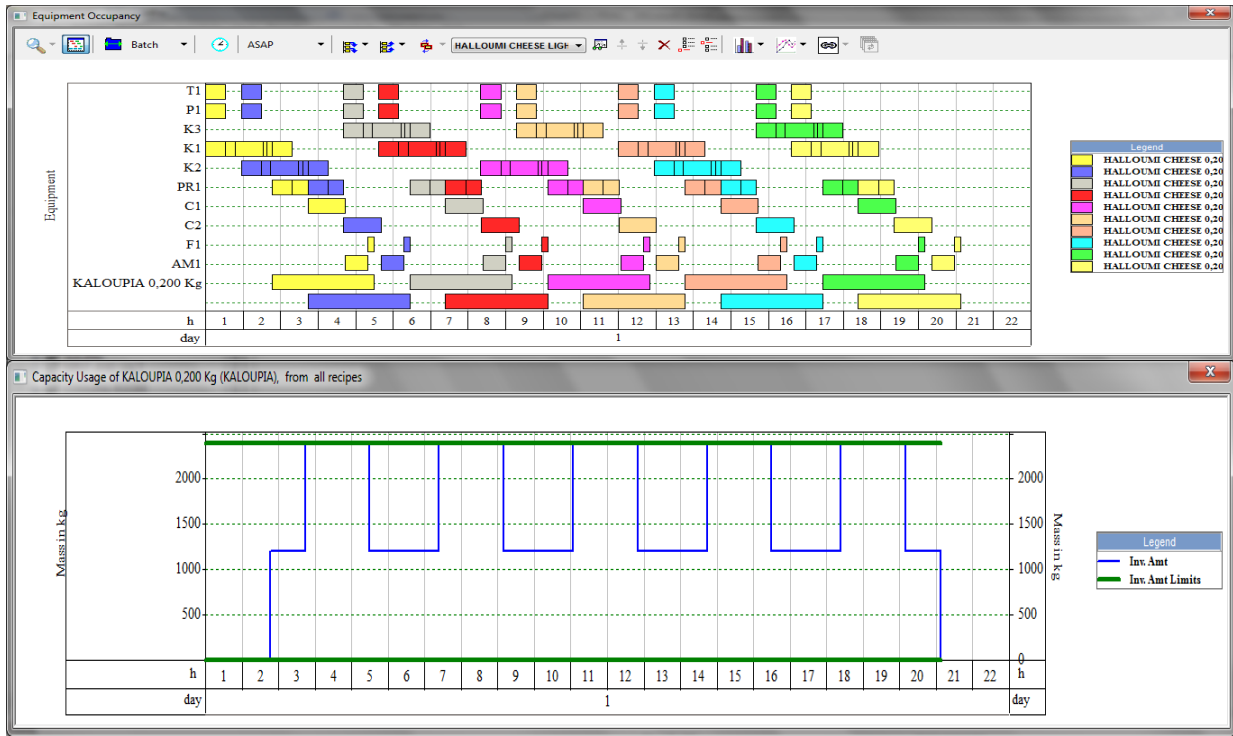


Σχήμα 22. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese light 16% 0,200 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,200 kg.

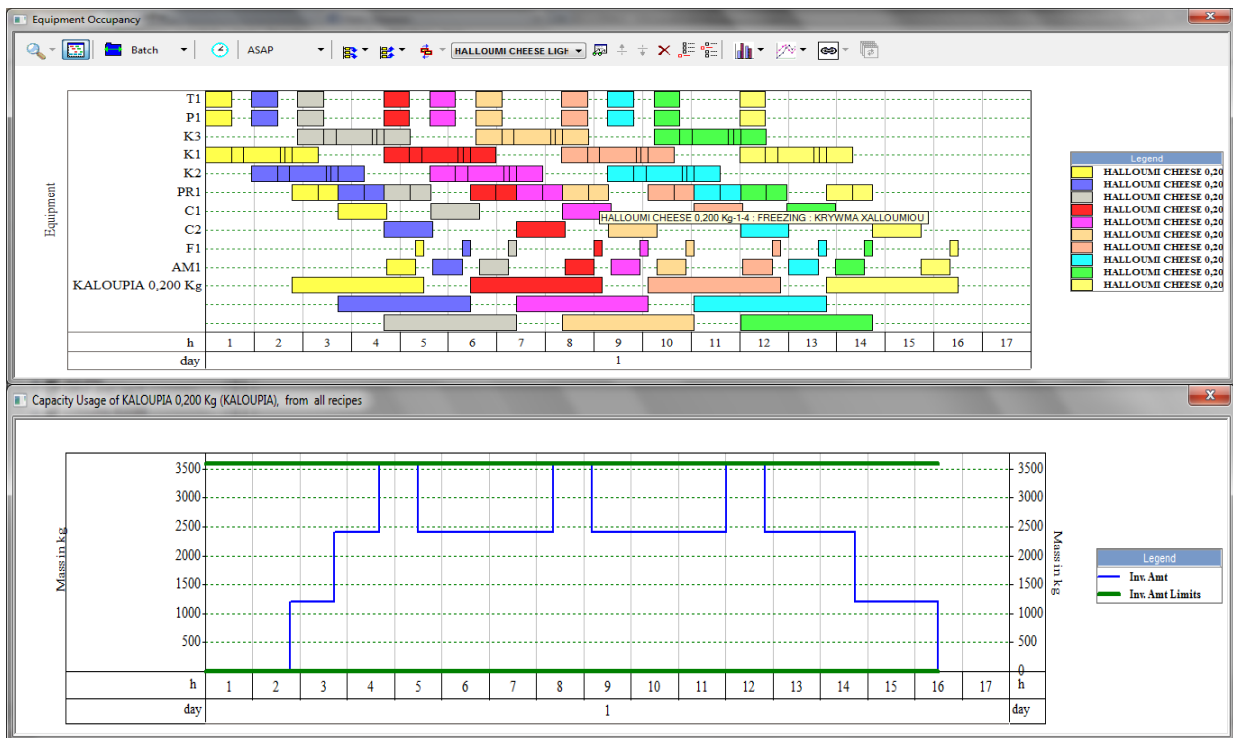
1200 kg



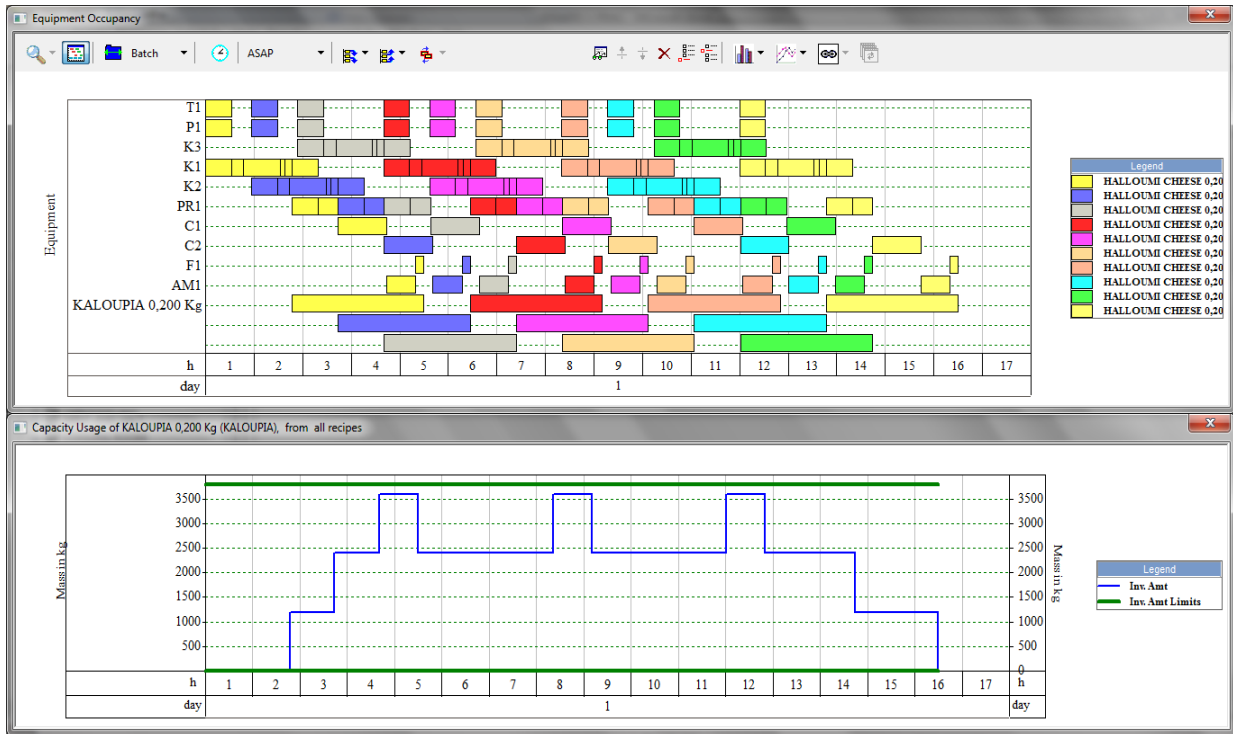
2400 kg



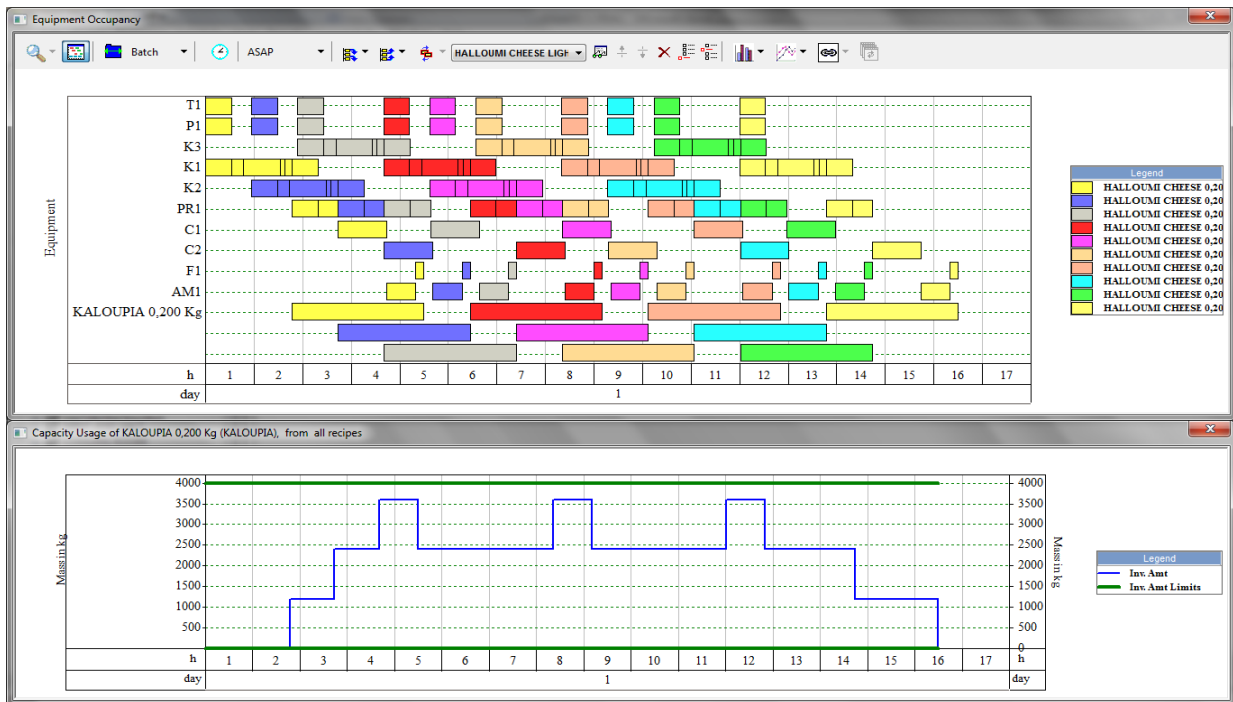
3600kg



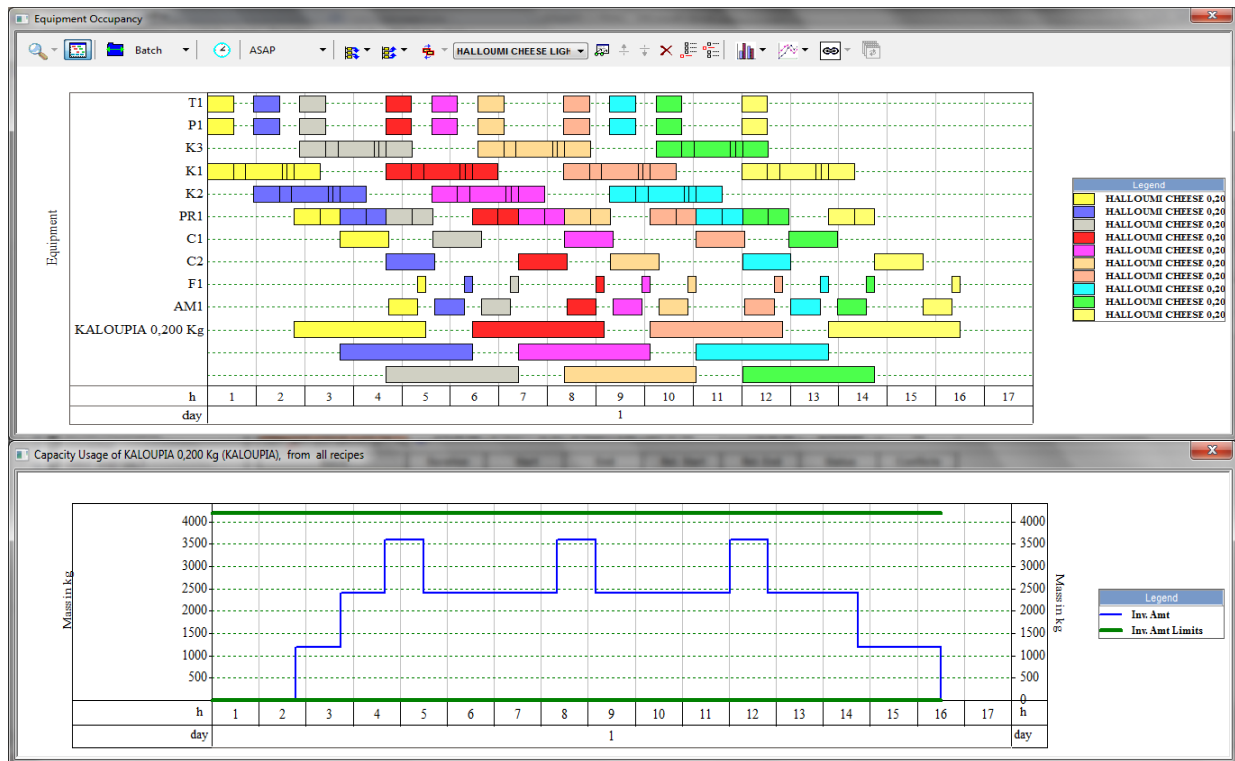
3800 kg



4000 kg



4200 kg



Σχήμα 23. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occupancy Profile*) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,200 kg (*Capacity Usage of Equipment*) για δυναμικότητα 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ 10 ΠΑΡΤΙΔΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

Στον Πίνακα 28. και στο αντίστοιχο Σχήμα 22. παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης της καμπάνιας 10 παρτίδων του προϊόντος HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,200 kg για διαφορετική δυναμικότητα καλουπιών. Εύκολα διακρίνεται ότι η αύξηση της δυναμικότητας μέχρι τα 3600 kg προκαλεί σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης ενώ περαιτέρω αύξηση δεν έχει κάποια επίπτωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα καλούπια αποτελούν τον περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής για δυναμικότητα μέχρι 3600kg ενώ για μεγαλύτερες δυναμικότητες αναδεικνύονται άλλα στάδια ως περιοριστικοί παράγοντες.

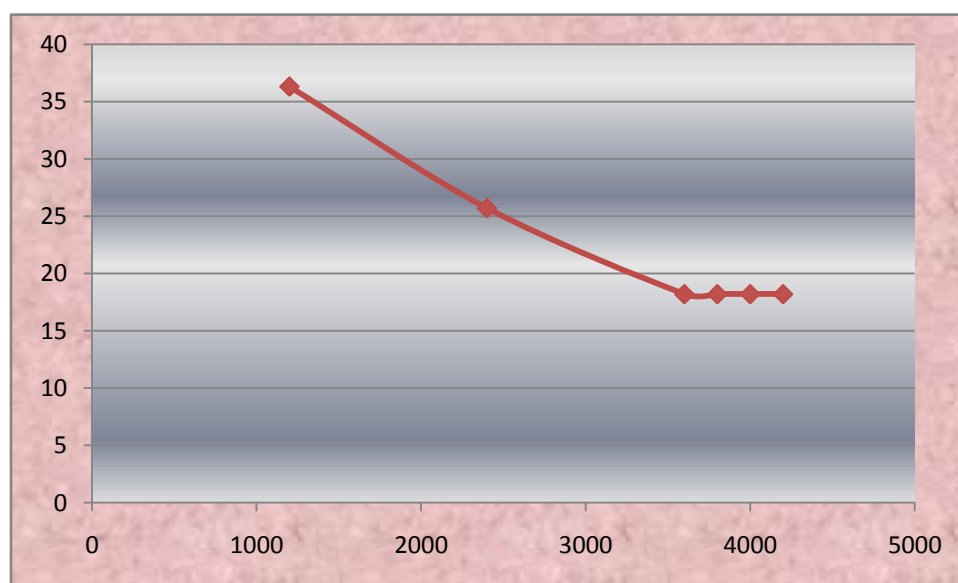
Τα παραπάνω καταδεικνύονται στο Σχήμα 23. όπου για διαφορετικές δυναμικότητες παρουσιάζονται το διάγραμμα χρήσης των παραγωγικών πόρων (*Equipment Occupancy Chart*) και το διάγραμμα χρήσης της δυναμικότητας των καλουπιών 0,200 kg (*Capacity Usage*). Πιο συγκεκριμένα, για δυναμικότητα 1200 kg, τα καλούπια είναι εμφανώς ο περιοριστικός παράγοντας που καθορίζει τον χρόνο κύκλου της μονάδας. Η εκμετάλλευση της δυναμικότητας των 1200 kg είναι σταθερή και πλήρης. Παρόμοια είναι και η εικόνα για την δυναμικότητα των 2400 kg. Όταν όμως η δυναμικότητα αυξηθεί στα 3600kg παρατηρούνται κενά στην χρήση των καλουπιών και όχι πλήρης εκμετάλλευση της δυναμικότητας αυτής. Αυτό είναι ενδεικτικό του

γεγονότος ότι έχει αναδειχθεί άλλος περιοριστικός παράγοντας στον προγραμματισμό της παραγωγής. Το νέο περιοριστικό στάδιο είναι το PR1 (PRESSURE AND CUTTING) για το οποίο όπως φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα δεν υπάρχουν κενά στην εκτέλεσή του ανάμεσα σε διαδοχικές παρτίδες. Με δεδομένο τον νέο περιοριστικό παράγοντα, οποιαδήποτε αύξηση στην δυναμικότητα των καλουπιών δεν αναμένεται να έχει κάποια θετική επίπτωση στον χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας. Αυτό επαληθεύεται με τα διαγράμματα για δυναμικότητα 3800kg και άνω, στα οποία φαίνεται ότι ο χρόνος εκτέλεσης παραμένει ο ίδιος ενώ το ποσοστό εκμετάλλευσης της δυναμικότητας των καλουπιών πέφτει. Εξάγεται επομένως το συμπέρασμα ότι για την εξυπηρέτηση του προϊόντος HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,200 kg είναι επαρκής μία δυναμικότητα καλουπιών 3600kg.

Συνταγή: HALLOUMI CHEESE 0.225 KG

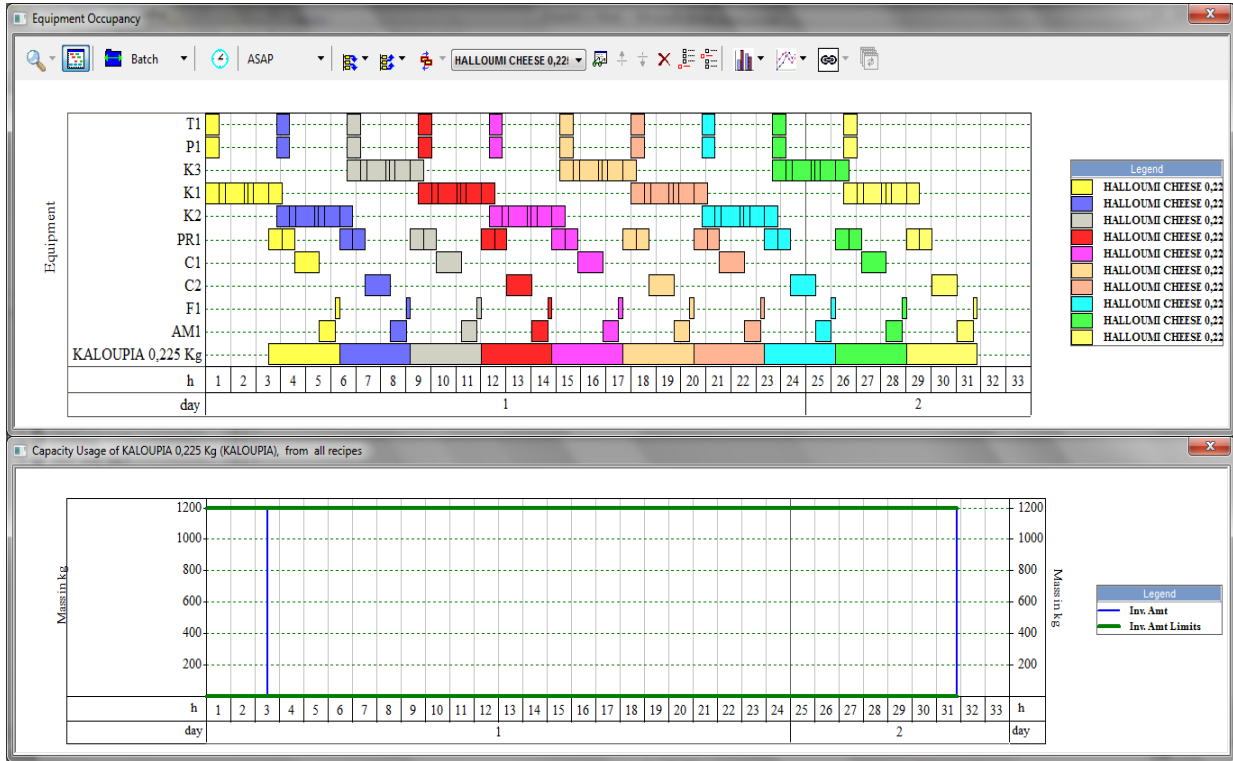
Πίνακας 29. Δυναμικότητα καλουπιών 0.225 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese 0,225 kg.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ 0.225 KG / Kg	ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ HALLOUMI CHEESE 0.225 KG /h
1200	31.8
2400	22.8
3600	15.6
3800	15.6
4000	15.6
4200	15.6

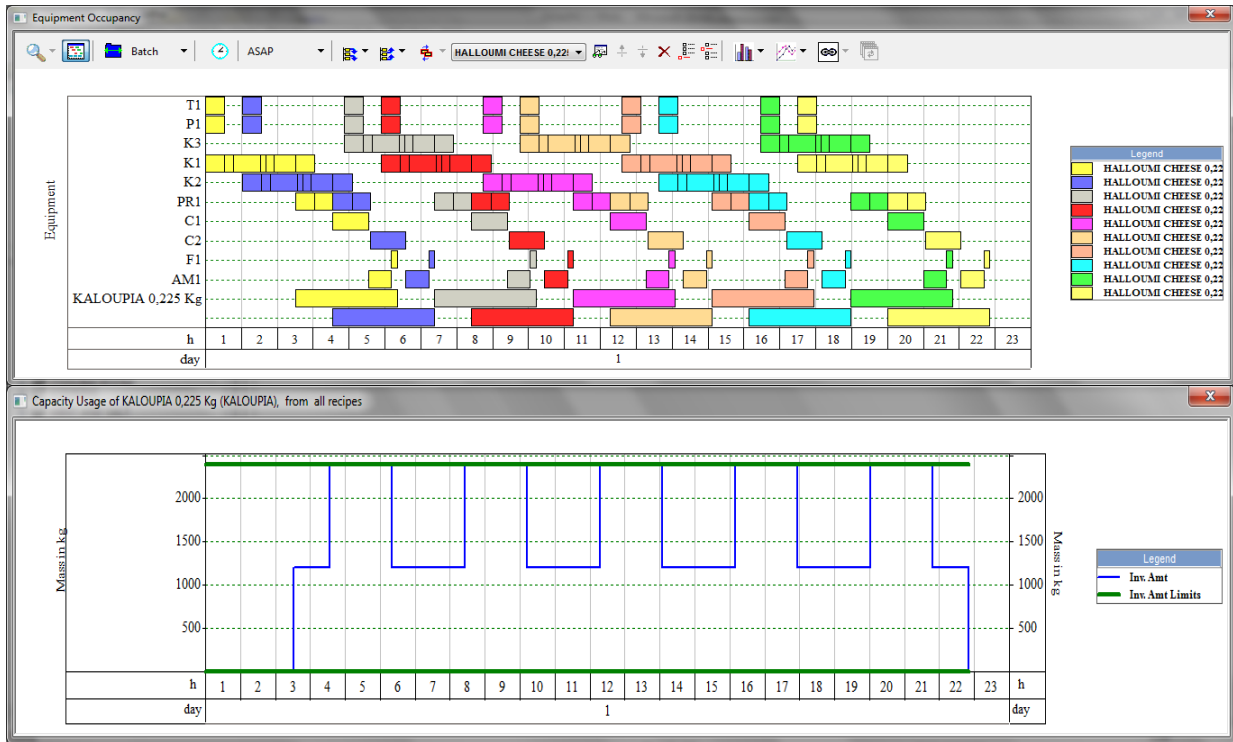


Σχήμα 24. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese 0,225 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,225 kg.

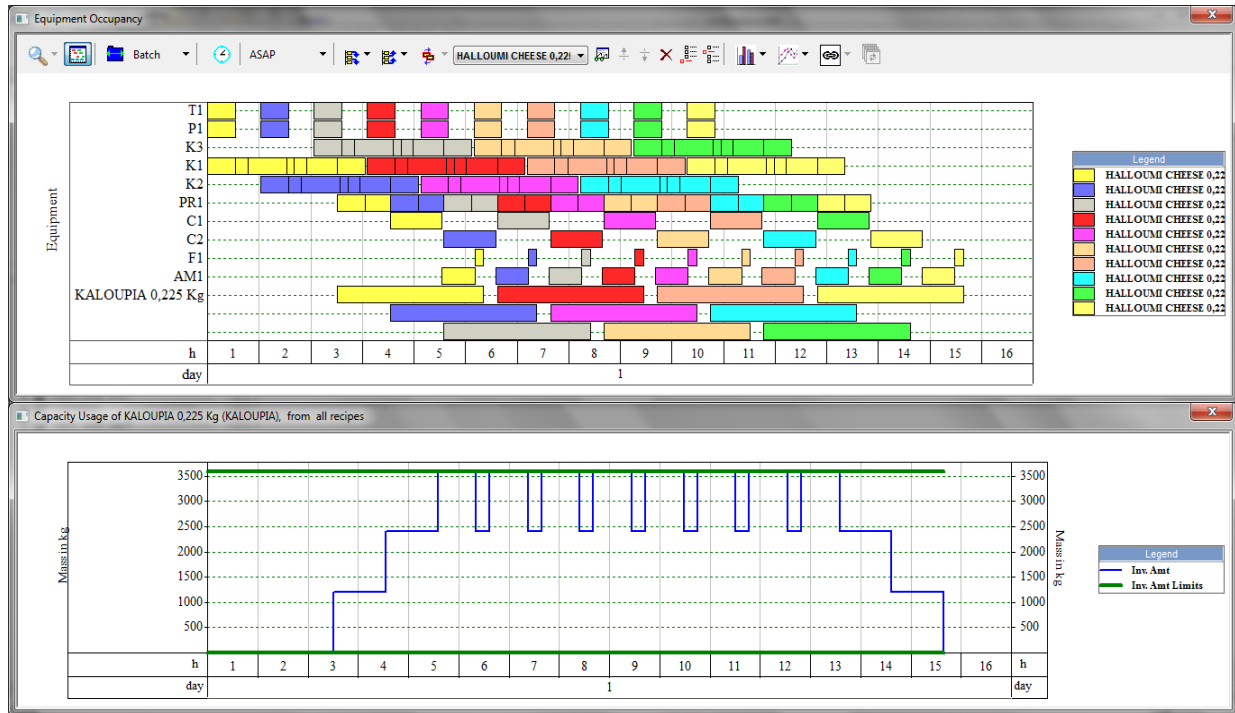
1200 kg



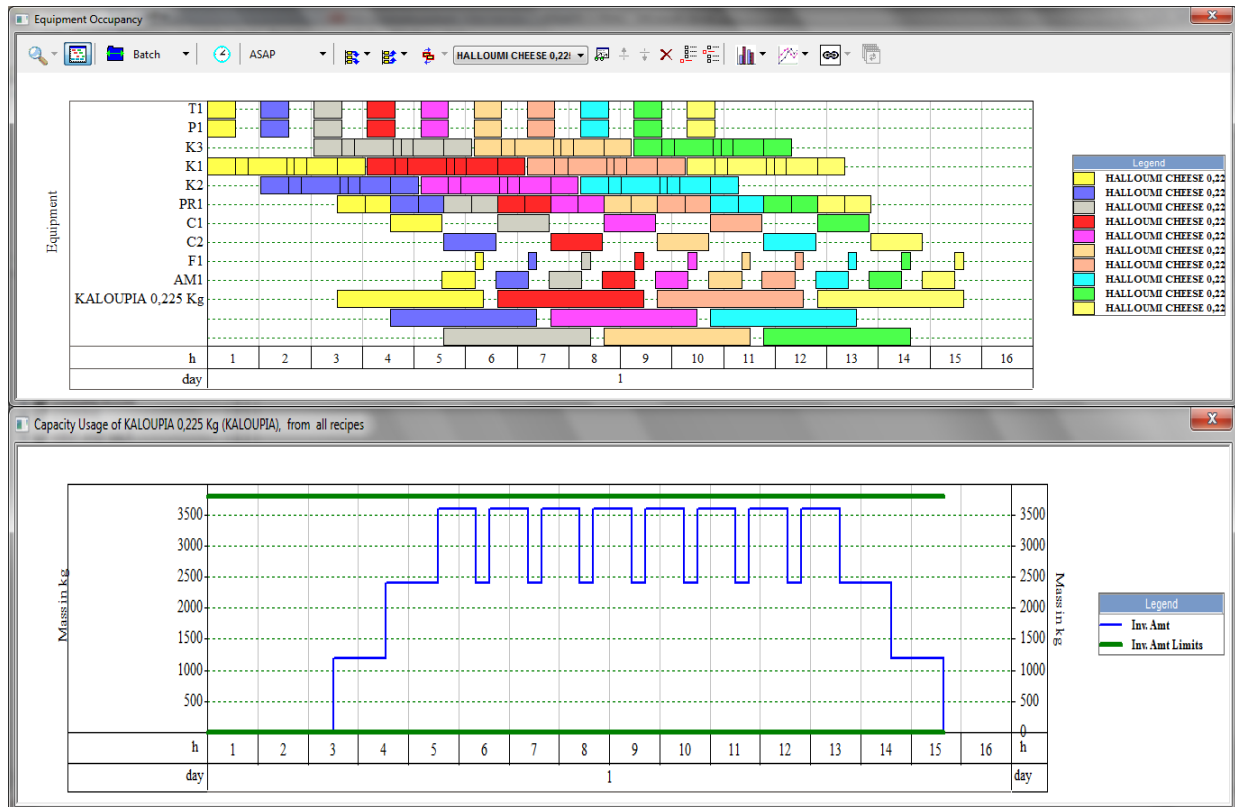
2400 kg



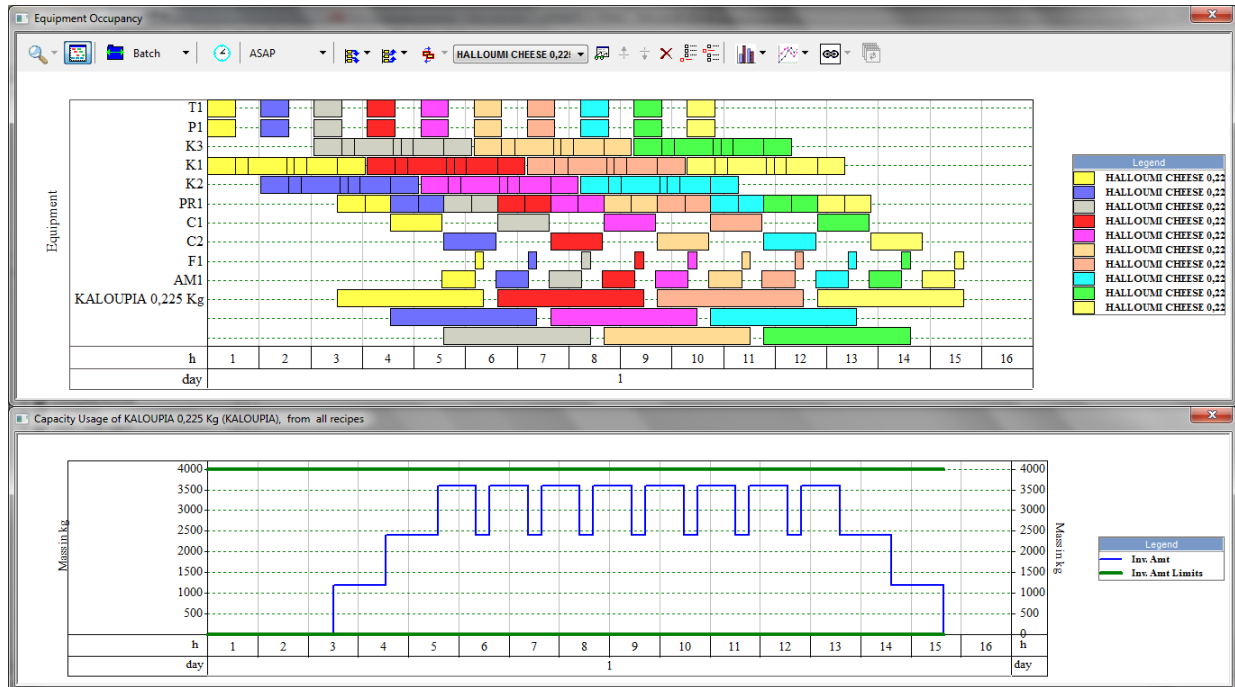
3600 kg



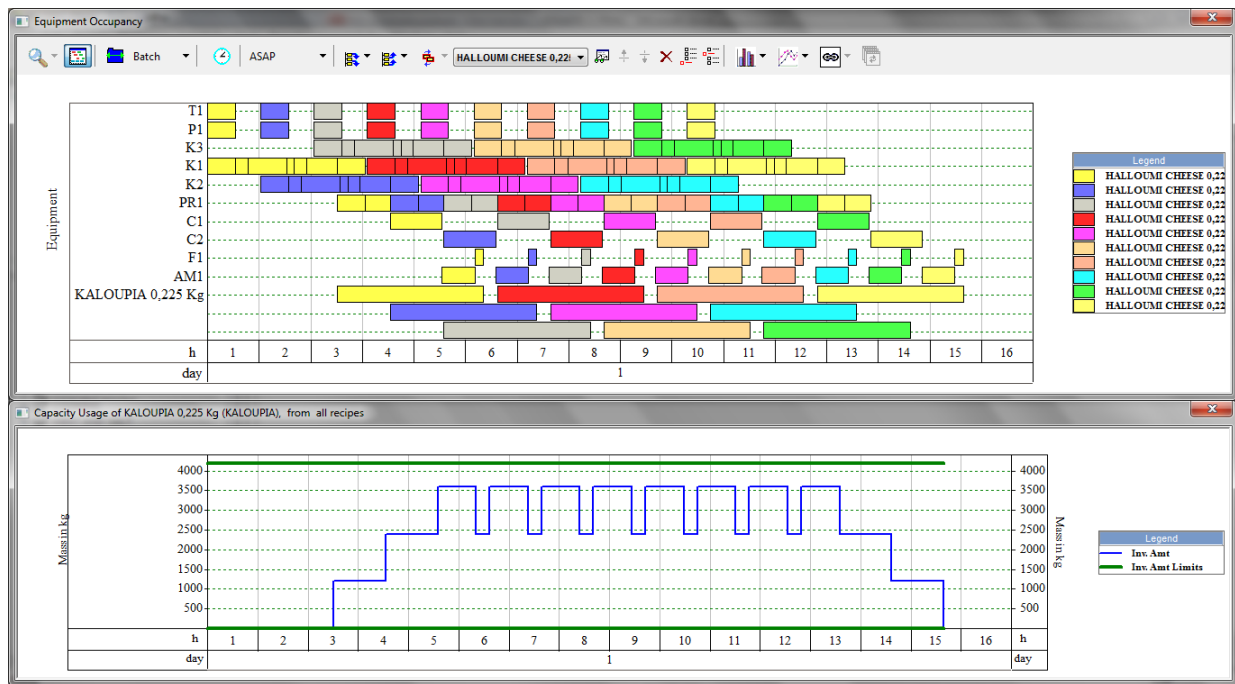
3800 kg



4000 kg



4200 kg



Σχήμα 25. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occupancy Profile*) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,225 kg (*Capacity Usage of Equipment*) για δυναμικότητα 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ 10 ΠΑΡΤΙΔΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

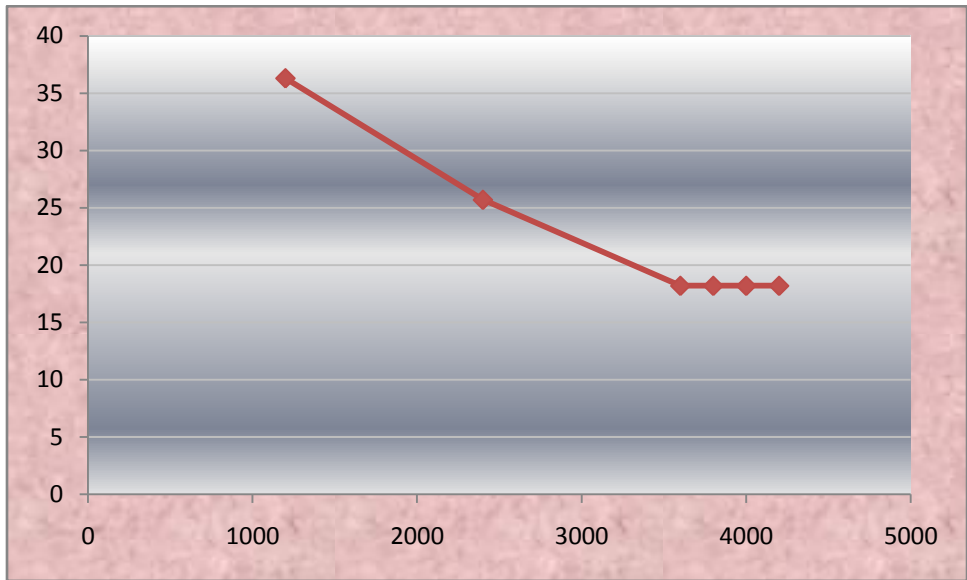
Στον Πίνακα 29. και στο αντίστοιχο Σχήμα 24. παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης της καμπάνιας 10 παρτίδων του προϊόντος HALOUMI CHEESE 0,225 kg για διαφορετική δυναμικότητα καλουπιών. Εύκολα διακρίνεται ότι η αύξηση της δυναμικότητας μέχρι τα 3600 kg προκαλεί σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης ενώ περαιτέρω αύξηση δεν έχει κάποια επίπτωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα καλούπια αποτελούν τον περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής για δυναμικότητα μέχρι 3600kg ενώ για μεγαλύτερες δυναμικότητες αναδεικνύονται άλλα στάδια ως περιοριστικοί παράγοντες.

Τα παραπάνω καταδεικνύονται στο Σχήμα 25. όπου για διαφορετικές δυναμικότητες παρουσιάζονται το διάγραμμα χρήσης των παραγωγικών πόρων (Equipment Occurance Chart) και το διάγραμμα χρήσης της δυναμικότητας των καλουπιών 0,225 kg (Capacity Usage). Πιο συγκεκριμένα, για δυναμικότητα 1200 kg, τα καλούπια είναι εμφανώς ο περιοριστικός παράγοντας που καθορίζει τον χρόνο κύκλου της μονάδας. Η εκμετάλλευση της δυναμικότητας των 1200 kg είναι σταθερή και πλήρης. Παρόμοια είναι και η εικόνα για την δυναμικότητα των 2400 kg. Όταν όμως η δυναμικότητα αυξηθεί στα 3600kg παρατηρούνται κενά στην χρήση των καλουπιών και όχι πλήρης εκμετάλλευση της δυναμικότητας αυτής. Αυτό είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι έχει αναδειχθεί άλλος περιοριστικός παράγοντας στον προγραμματισμό της παραγωγής. Το νέο περιοριστικό στάδιο είναι το PR1 (PRESSURE AND CUTTING) για το οποίο όπως φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα δεν υπάρχουν κενά στην εκτέλεσή του ανάμεσα σε διαδοχικές παρτίδες. Με δεδομένο τον νέο περιοριστικό παράγοντα, οποιαδήποτε αύξηση στην δυναμικότητα των καλουπιών δεν αναμένεται να έχει κάποια θετική επίπτωση στον χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας. Αυτό επαληθεύεται με τα διαγράμματα για δυναμικότητα 3800kg και άνω, στα οποία φαίνεται ότι ο χρόνος εκτέλεσης παραμένει ο ίδιος ενώ το ποσοστό εκμετάλλευσης της δυναμικότητας των καλουπιών πέφτει. Εξάγεται επομένως το συμπέρασμα ότι για την εξυπηρέτηση του προϊόντος HALLOUMI CHEESE 0,225 kg είναι επαρκής μία δυναμικότητα καλουπιών 3600kg.

Συνταγή: HALLOUMI ORIGINAL 0.225 KG

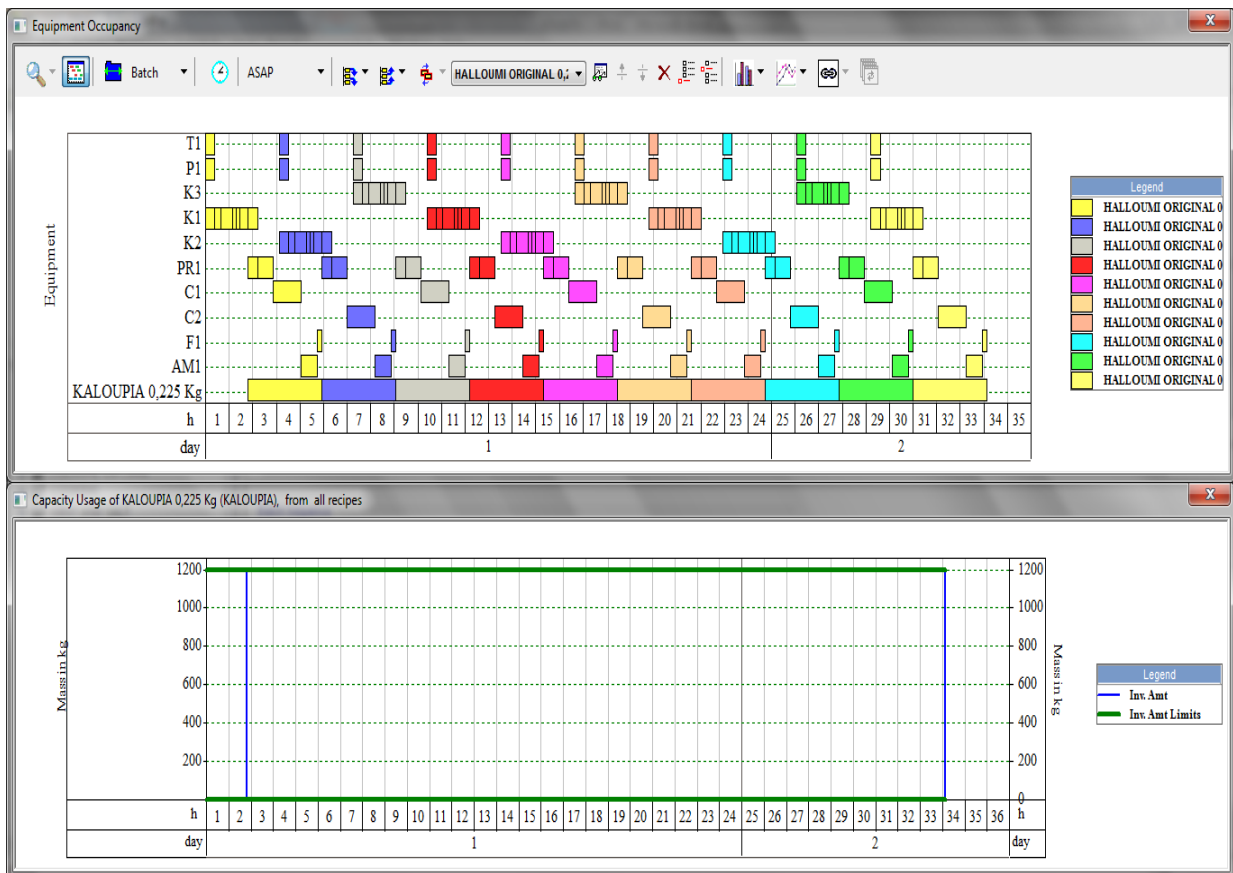
Πίνακας 30. Δυναμικότητα καλουπιών 0.225 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi original 0,225 kg.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ 0.225 KG / Kg	ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ HALLOUMI ORIGINAL 0.225 KG /h
1200	34.1
2400	24.8
3600	18.4
3800	18.4
4000	18.4
4200	18.4

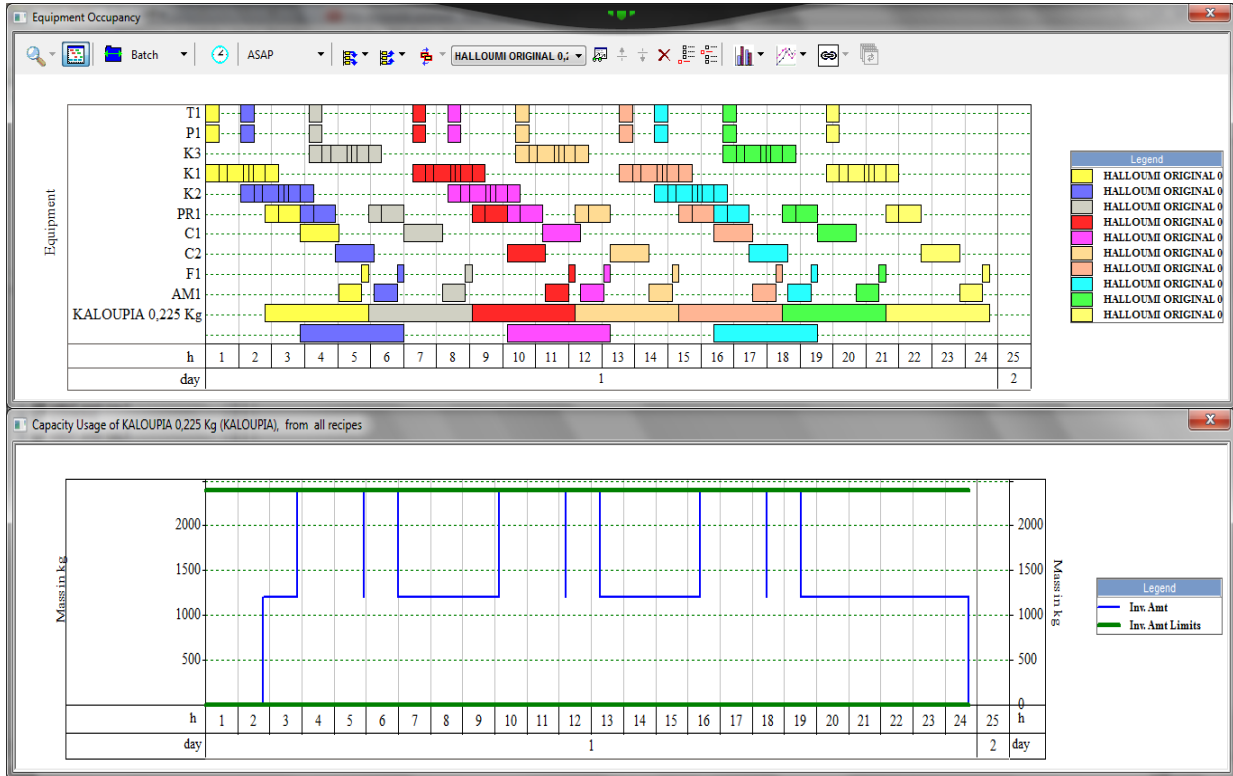


Σχήμα 26. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi original 0,225 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,225 kg.

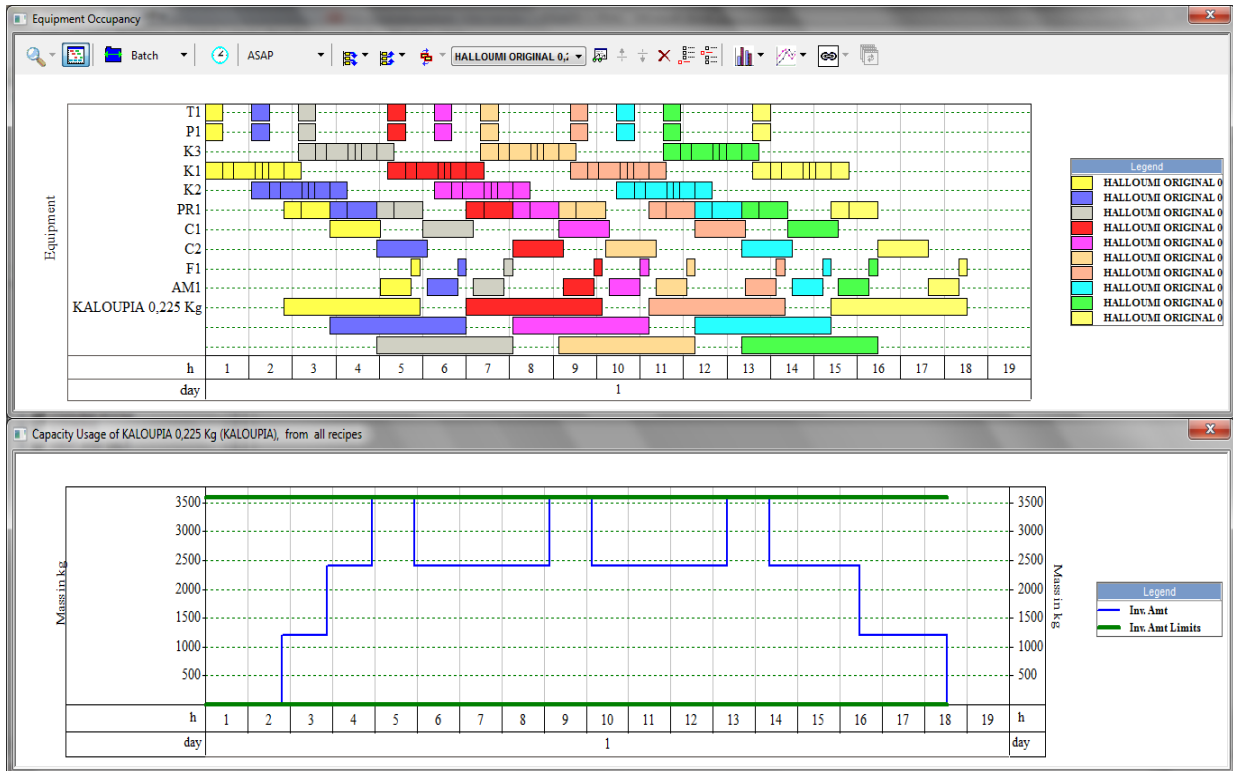
1200 kg



2400 kg



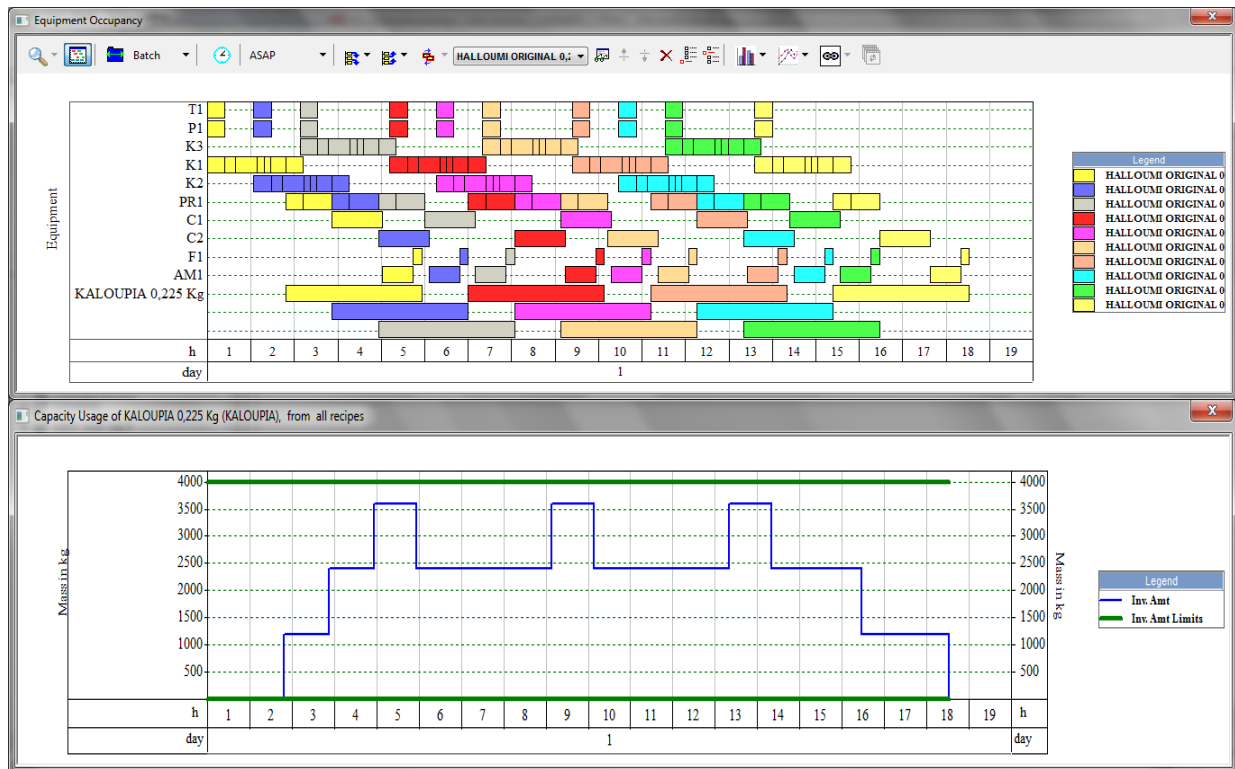
3600 kg



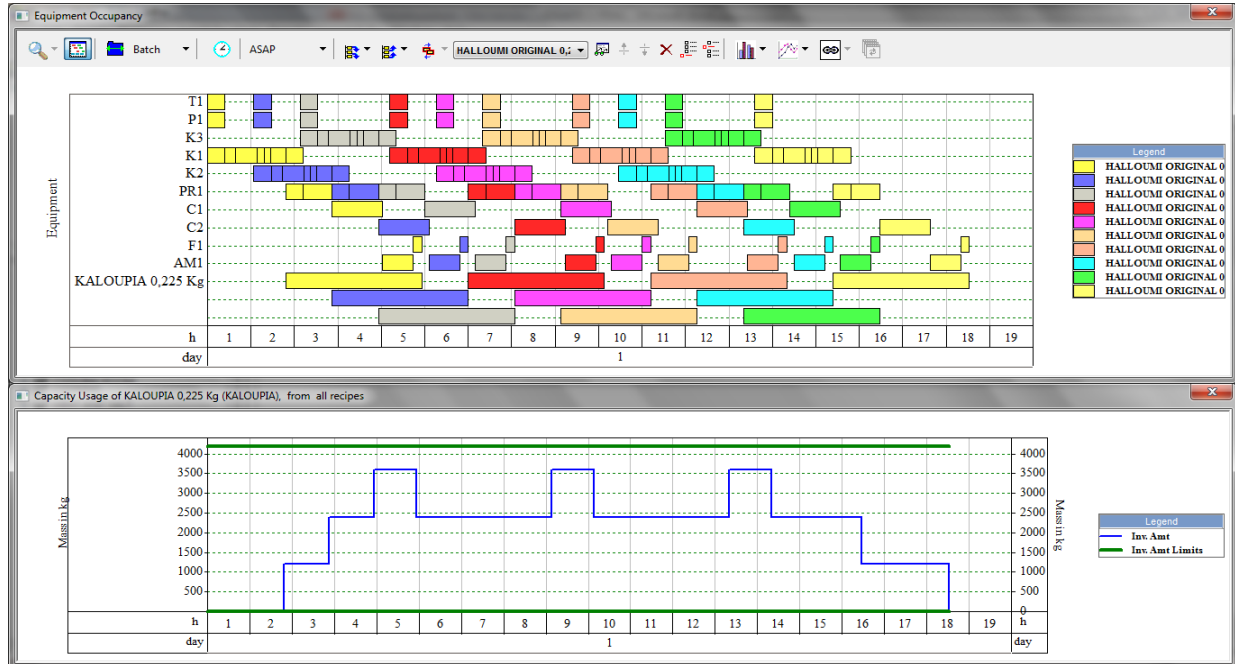
3800 kg



4000 kg



4200 kg



Σχήμα 27. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occupancy Profile*) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,225 kg (*Capacity Usage of Equipment*) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ 10 ΠΑΡΤΙΔΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

Στον Πίνακα 30. και στο αντίστοιχο Σχήμα 26. παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης της καμπάνιας 10 παρτίδων του προϊόντος HALLOUMI ORIGINAL 0,225 kg για διαφορετική δυναμικότητα καλουπιών. Εύκολα διακρίνεται ότι η αύξηση της δυναμικότητας μέχρι τα 3600 kg προκαλεί σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης ενώ περαιτέρω αύξηση δεν έχει κάποια επίπτωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα καλούπια αποτελούν τον περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής για δυναμικότητα μέχρι 3600kg ενώ για μεγαλύτερες δυναμικότητες αναδεικνύονται άλλα στάδια ως περιοριστικοί παράγοντες.

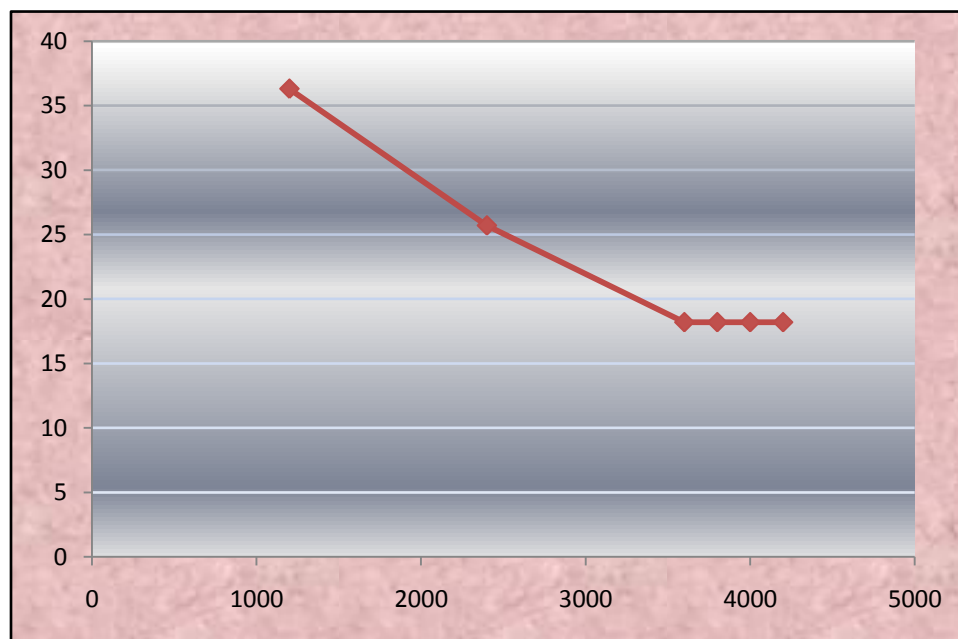
Τα παραπάνω καταδεικνύονται στο Σχήμα 27. όπου για διαφορετικές δυναμικότητες παρουσιάζονται το διάγραμμα χρήσης των παραγωγικών πόρων (*Equipment Occupancy Chart*) και το διάγραμμα χρήσης της δυναμικότητας των καλουπιών 0,225 kg (*Capacity Usage*). Πιο συγκεκριμένα, για δυναμικότητα 1200 kg, τα καλούπια είναι εμφανώς ο περιοριστικός παράγοντας που καθορίζει τον χρόνο κύκλου της μονάδας. Η εκμετάλλευση της δυναμικότητας των 1200 kg είναι σταθερή και πλήρης. Παρόμοια είναι και η εικόνα για την δυναμικότητα των 2400 kg. Όταν όμως η δυναμικότητα αυξηθεί στα 3600kg παρατηρούνται κενά στην χρήση των καλουπιών και όχι πλήρης εκμετάλλευση της δυναμικότητας αυτής. Αυτό είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι έχει αναδειχθεί άλλος περιοριστικός παράγοντας στον προγραμματισμό της παραγωγής. Το νέο περιοριστικό στάδιο είναι το PR1 (PRESSURE AND CUTTING) για το οποίο όπως

φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα δεν υπάρχουν κενά στην εκτέλεσή του ανάμεσα σε διαδοχικές παρτίδες. Με δεδομένο τον νέο περιοριστικό παράγοντα, οποιαδήποτε αύξηση στην δυναμικότητα των καλουπιών δεν αναμένεται να έχει κάποια θετική επίπτωση στον χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας. Αυτό επαληθεύεται με τα διαγράμματα για δυναμικότητα 3800kg και άνω, στα οποία φαίνεται ότι ο χρόνος εκτέλεσης παραμένει ο ίδιος ενώ το ποσοστό εκμετάλλευσης της δυναμικότητας των καλουπιών πέφτει. Εξάγεται επομένως το συμπέρασμα ότι για την εξυπηρέτηση του προϊόντος HALLOUMI ORIGINAL 0,225 kg είναι επαρκής μία δυναμικότητα καλουπιών 3600kg.

Συνταγή: HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0.225 KG

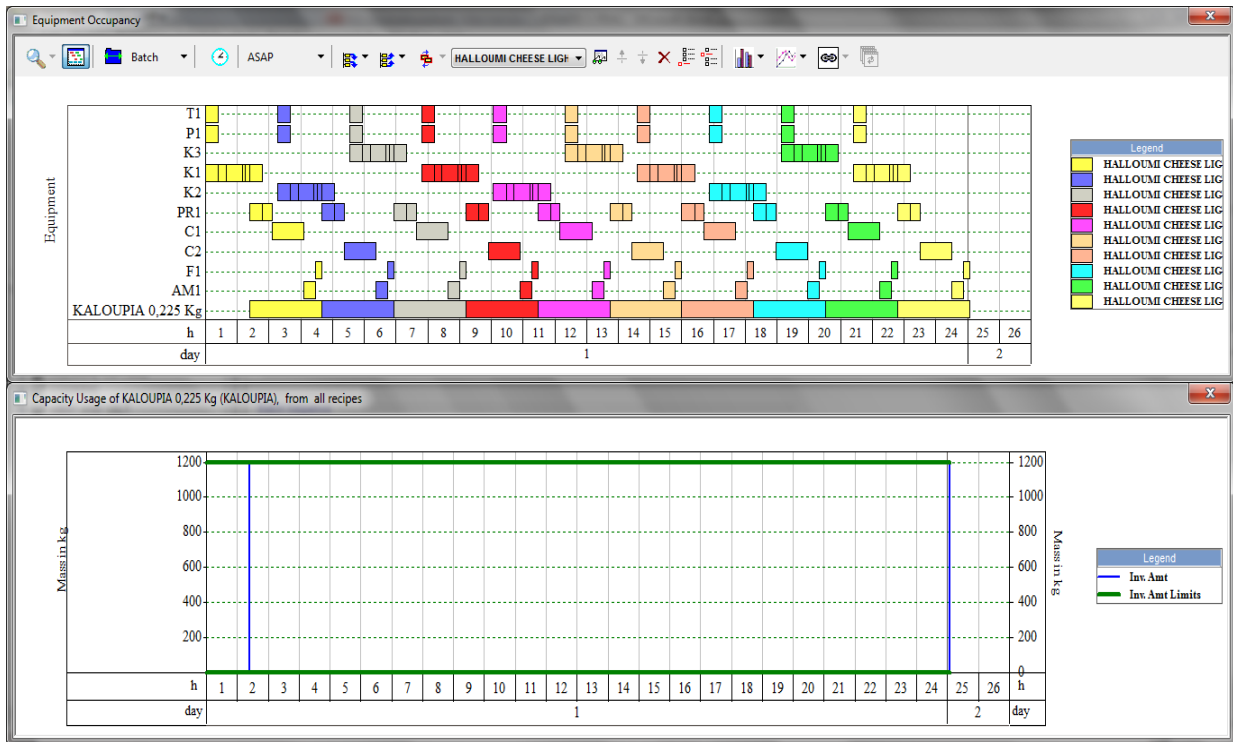
Πίνακας 31. Δυναμικότητα καλουπιών 0.225 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese light 12% 0,225 kg.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ 0.225 KG / Kg	ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0.225 KG /h
1200	25.1
2400	17.3
3600	13.5
3800	13.5
4000	13.5
4200	13.5

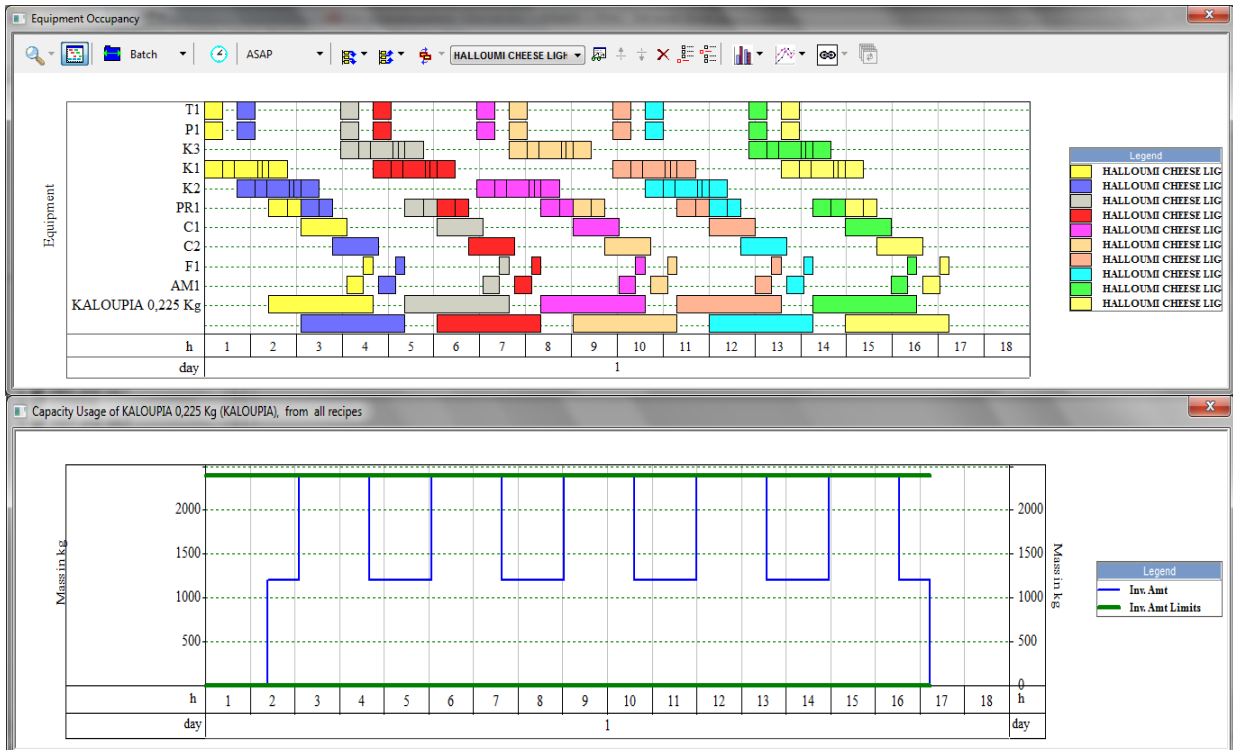


Σχήμα 28.Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese light 12% 0,225 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,225 kg.

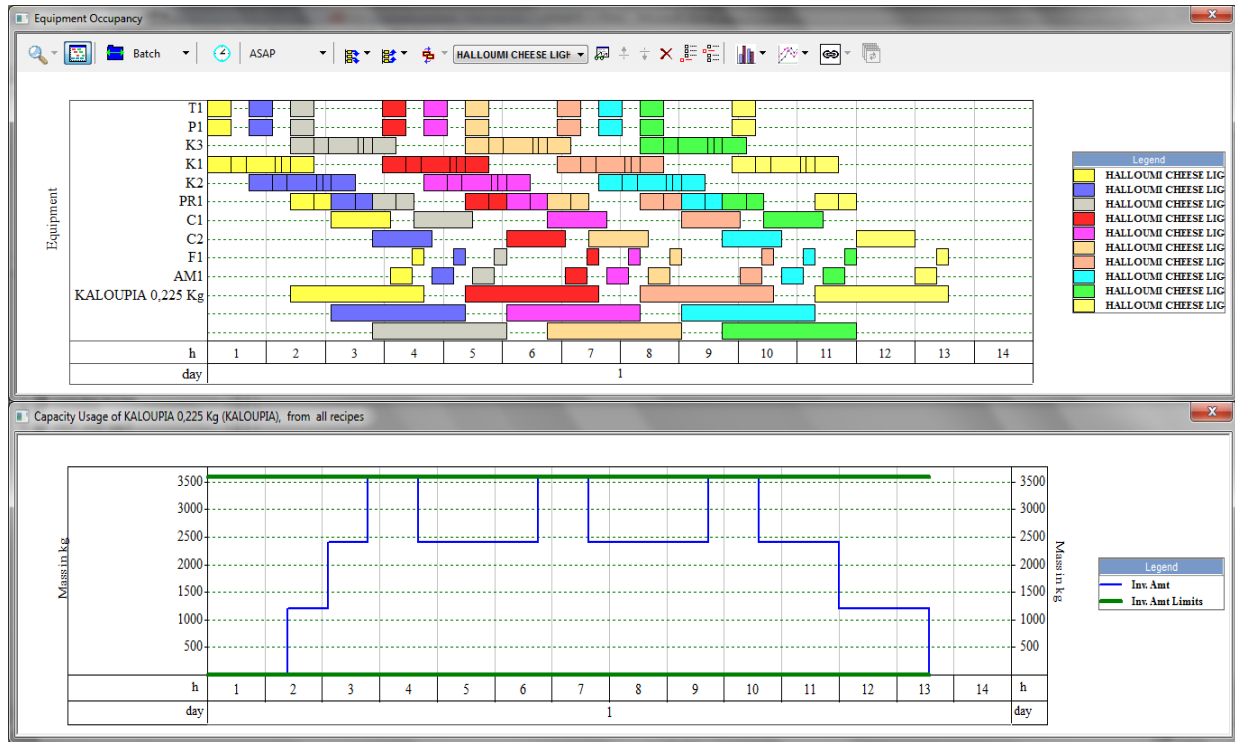
1200 kg



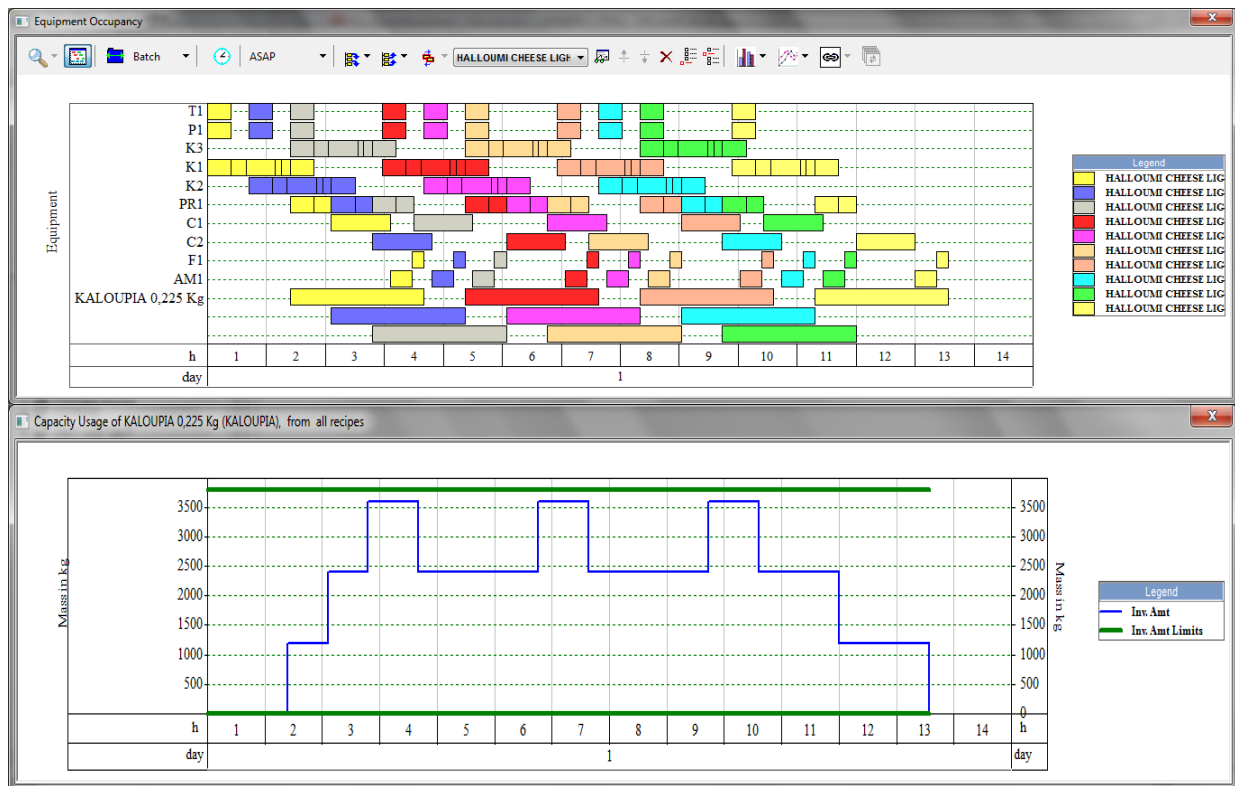
2400 kg



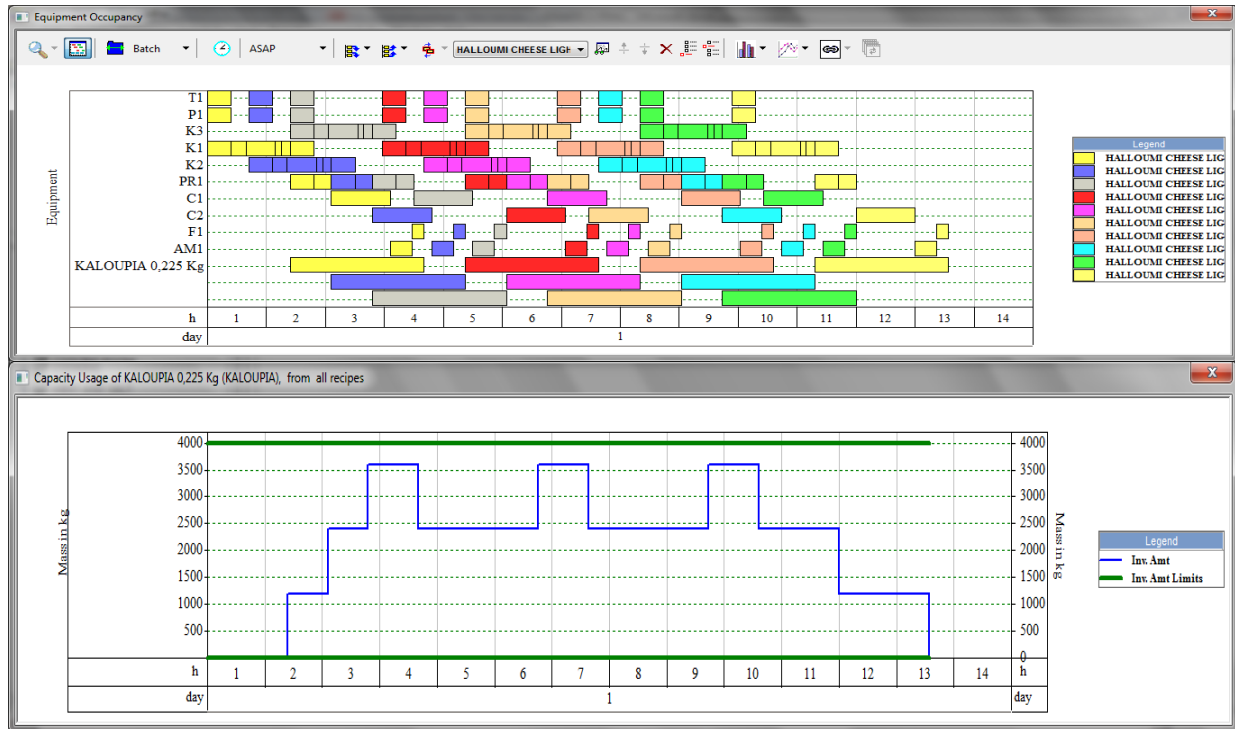
3600 kg



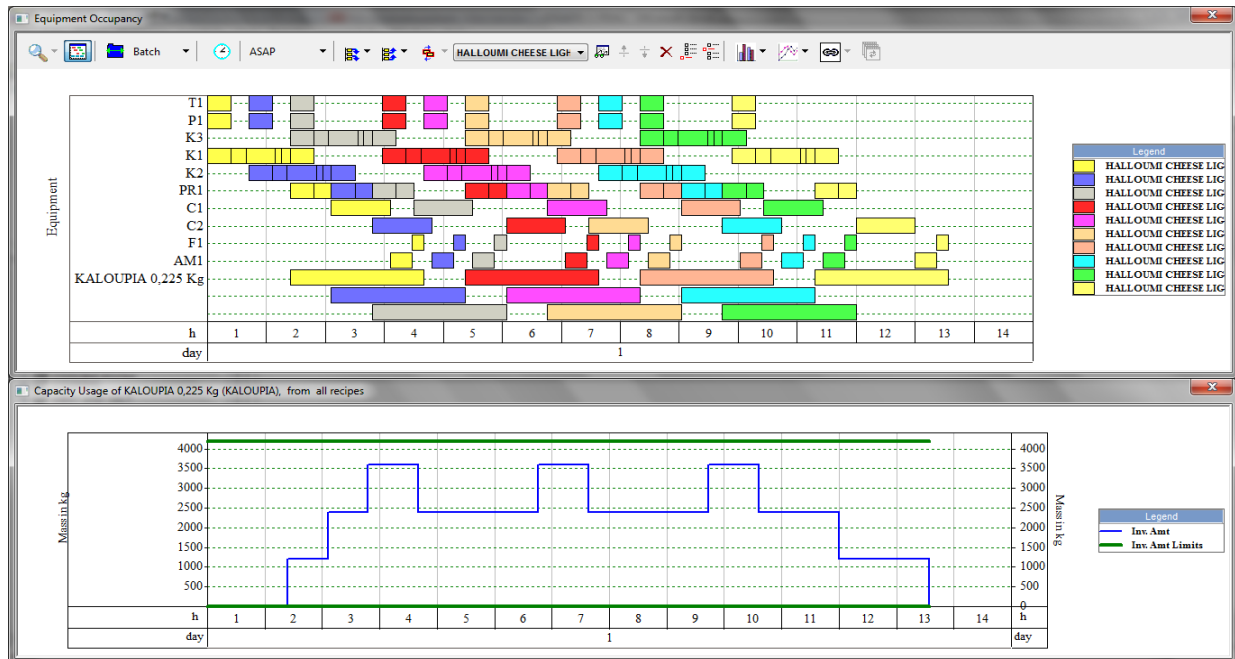
3800 kg



4000 kg



4200 kg



Σχήμα 29. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occupancy Profile*) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,225 kg (*Capacity Usage of Equipment*) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ 10 ΠΑΡΤΙΔΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

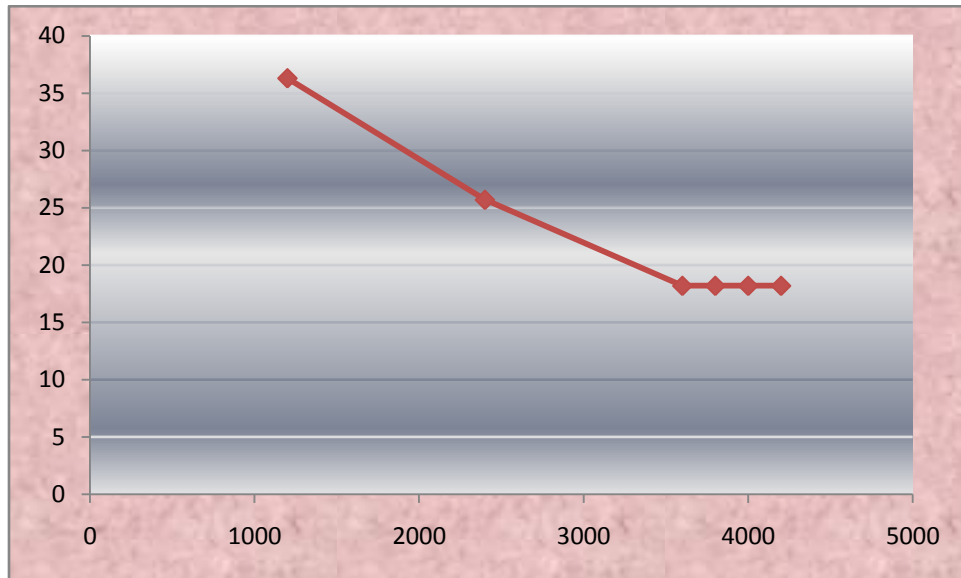
Στον Πίνακα 31. και στο αντίστοιχο Σχήμα 28. παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης της καμπάνιας 10 παρτίδων του προϊόντος HALOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 kg για διαφορετική δυναμικότητα καλουπιών. Εύκολα διακρίνεται ότι η αύξηση της δυναμικότητας μέχρι τα 3600 kg προκαλεί σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης ενώ περαιτέρω αύξηση δεν έχει κάποια επίπτωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα καλούπια αποτελούν τον περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής για δυναμικότητα μέχρι 3600kg ενώ για μεγαλύτερες δυναμικότητες αναδεικνύονται άλλα στάδια ως περιοριστικοί παράγοντες.

Τα παραπάνω καταδεικνύονται στο Σχήμα 29. όπου για διαφορετικές δυναμικότητες παρουσιάζονται το διάγραμμα χρήσης των παραγωγικών πόρων (Equipment Occurance Chart) και το διάγραμμα χρήσης της δυναμικότητας των καλουπιών 0,225 kg (Capacity Usage). Πιο συγκεκριμένα, για δυναμικότητα 1200 kg, τα καλούπια είναι εμφανώς ο περιοριστικός παράγοντας που καθορίζει τον χρόνο κύκλου της μονάδας. Η εκμετάλλευση της δυναμικότητας των 1200 kg είναι σταθερή και πλήρης. Παρόμοια είναι και η εικόνα για την δυναμικότητα των 2400 kg. Όταν όμως η δυναμικότητα αυξηθεί στα 3600kg παρατηρούνται κενά στην χρήση των καλουπιών και όχι πλήρης εκμετάλλευση της δυναμικότητας αυτής. Αυτό είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι έχει αναδειχθεί άλλος περιοριστικός παράγοντας στον προγραμματισμό της παραγωγής. Το νέο περιοριστικό στάδιο είναι το PR1 (PRESSURE AND CUTTING) για το οποίο όπως φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα δεν υπάρχουν κενά στην εκτέλεσή του ανάμεσα σε διαδοχικές παρτίδες. Με δεδομένο τον νέο περιοριστικό παράγοντα, οποιαδήποτε αύξηση στην δυναμικότητα των καλουπιών δεν αναμένεται να έχει κάποια θετική επίπτωση στον χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας. Αυτό επαληθεύεται με τα διαγράμματα για δυναμικότητα 3800kg και άνω, στα οποία φαίνεται ότι ο χρόνος εκτέλεσης παραμένει ο ίδιος ενώ το ποσοστό εκμετάλλευσης της δυναμικότητας των καλουπιών πέφτει. Εξάγεται επομένως το συμπέρασμα ότι για την εξυπηρέτηση του προϊόντος HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 kg είναι επαρκής μία δυναμικότητα καλουπιών 3600kg.

Συνταγή: HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0.225 KG

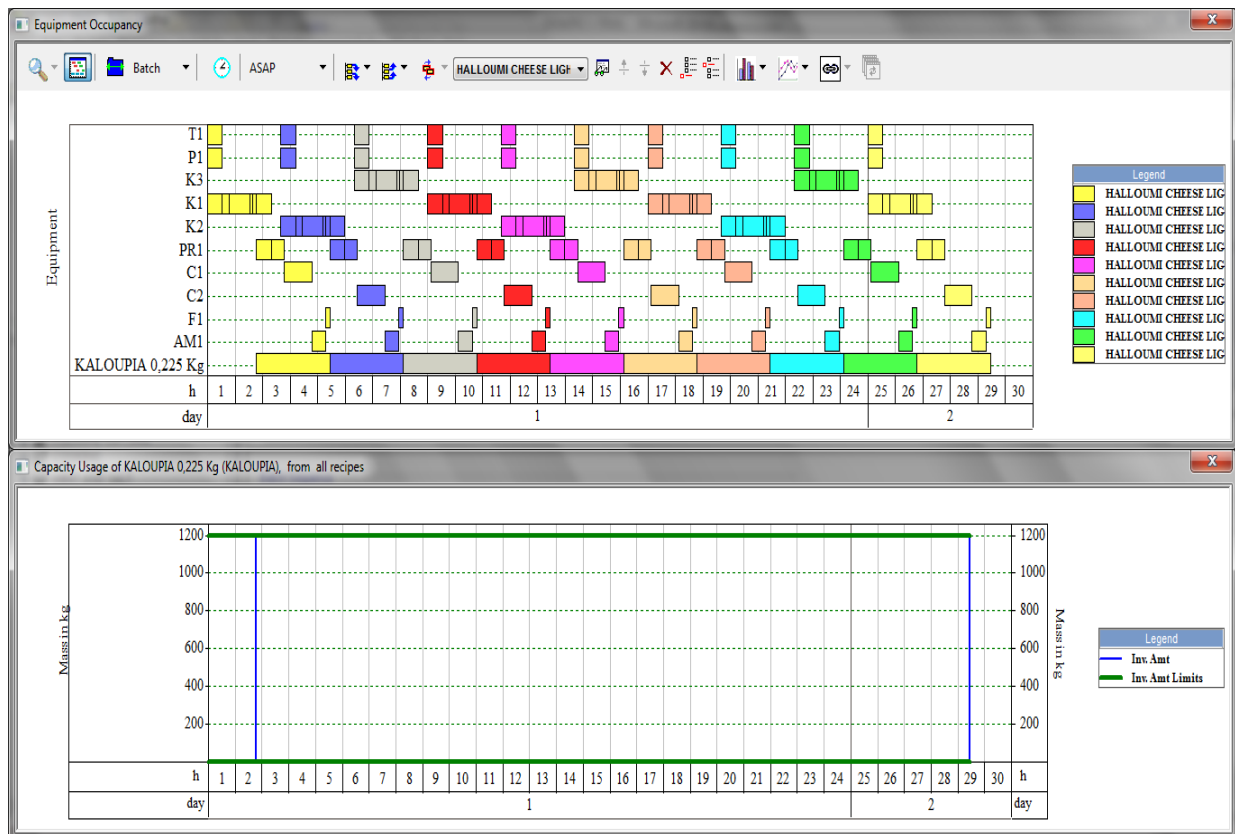
Πίνακας 32. Δυναμικότητα καλουπιών 0.225 KG ως προς το χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας για τη συνταγή halloumi cheese light 16% 0,225 kg.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ 0.225 KG / Kg	ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0.225 KG /h
1200	29.5
2400	21.1
3600	16.4
3800	16.4
4000	16.4
4200	16.4

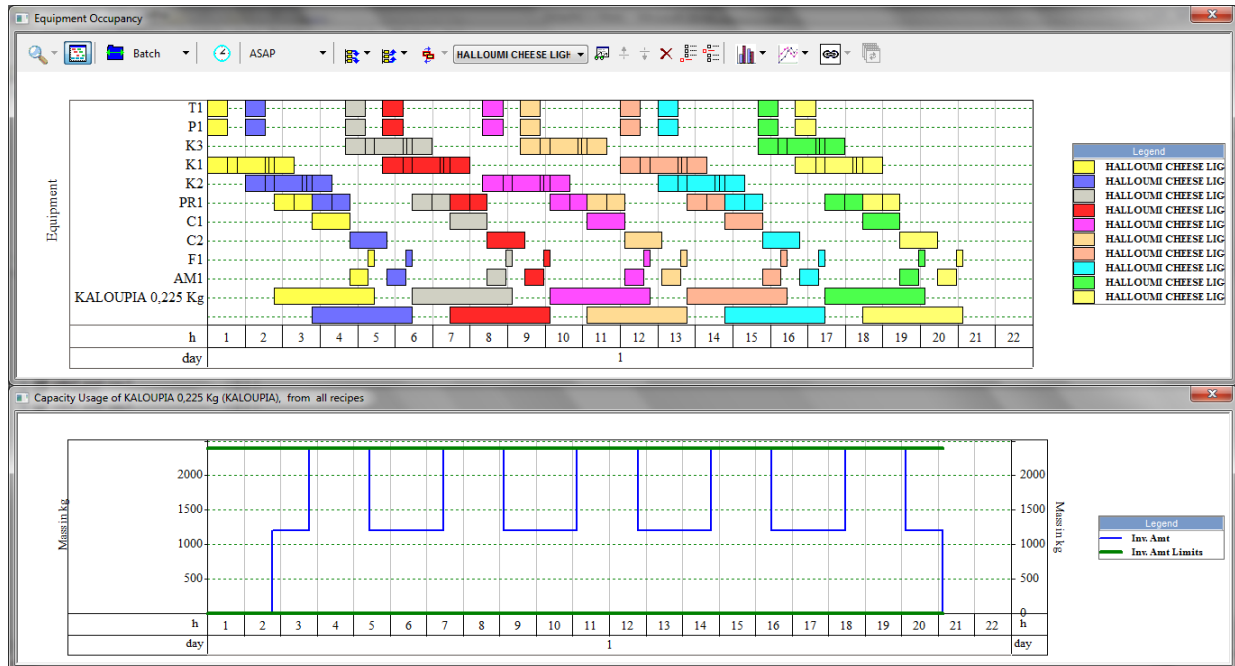


Σχήμα 30. Γράφημα χρόνου εκτέλεσης καμπάνιας halloumi cheese light 16% 0,225 kg ως προς τη δυναμικότητα των καλουπιών 0,225 kg.

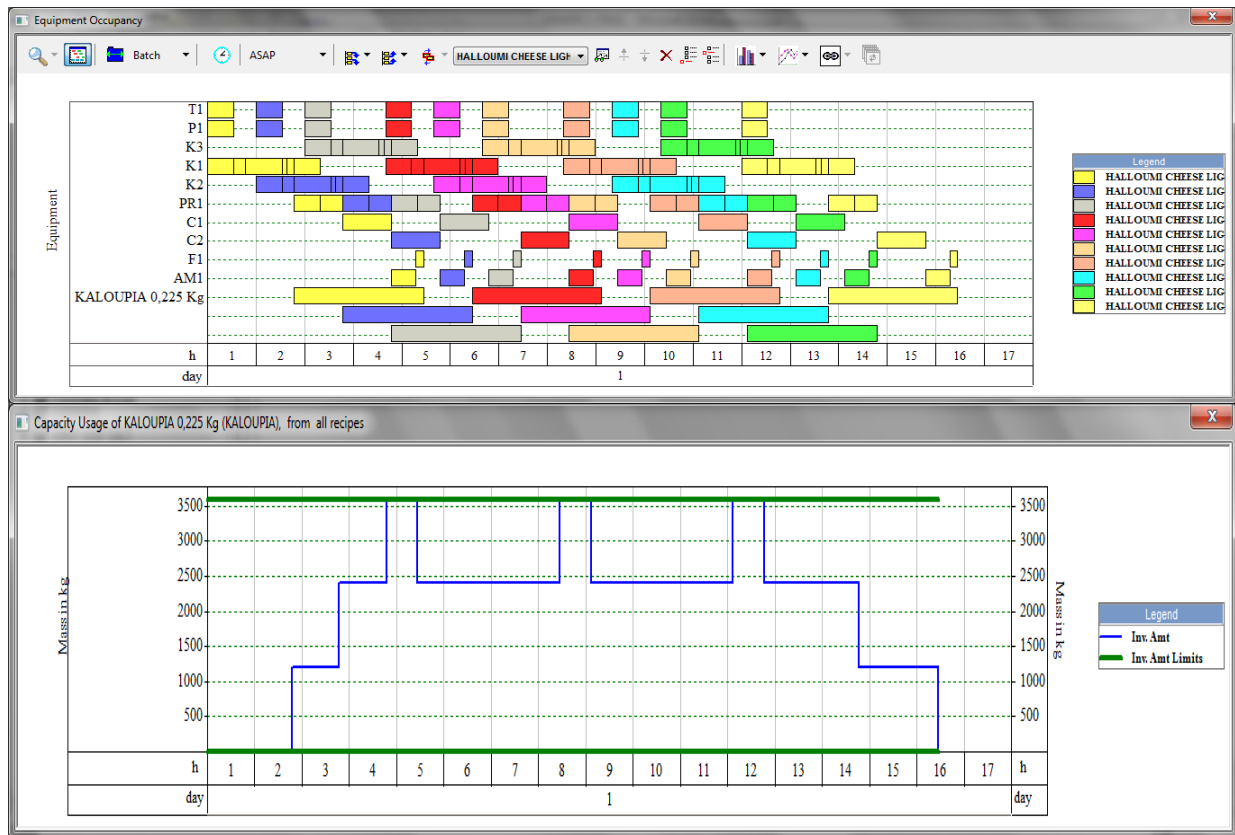
1200 kg



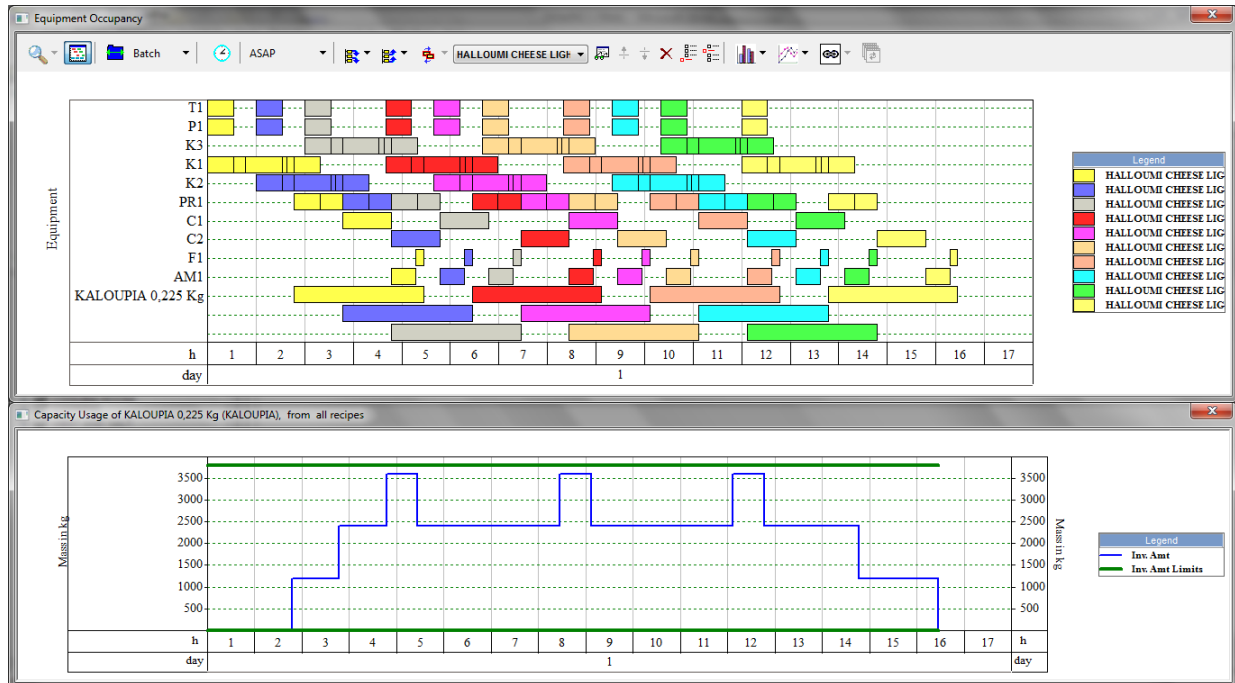
2400 kg



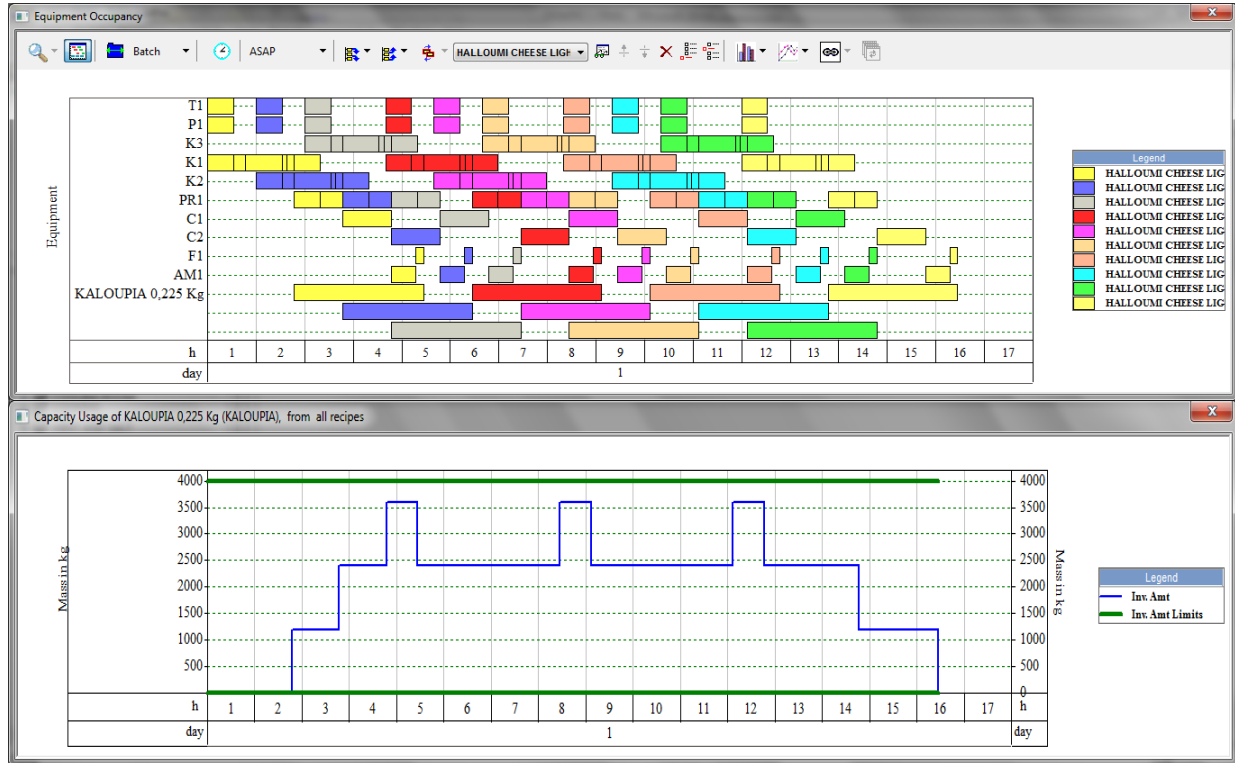
3600 kg



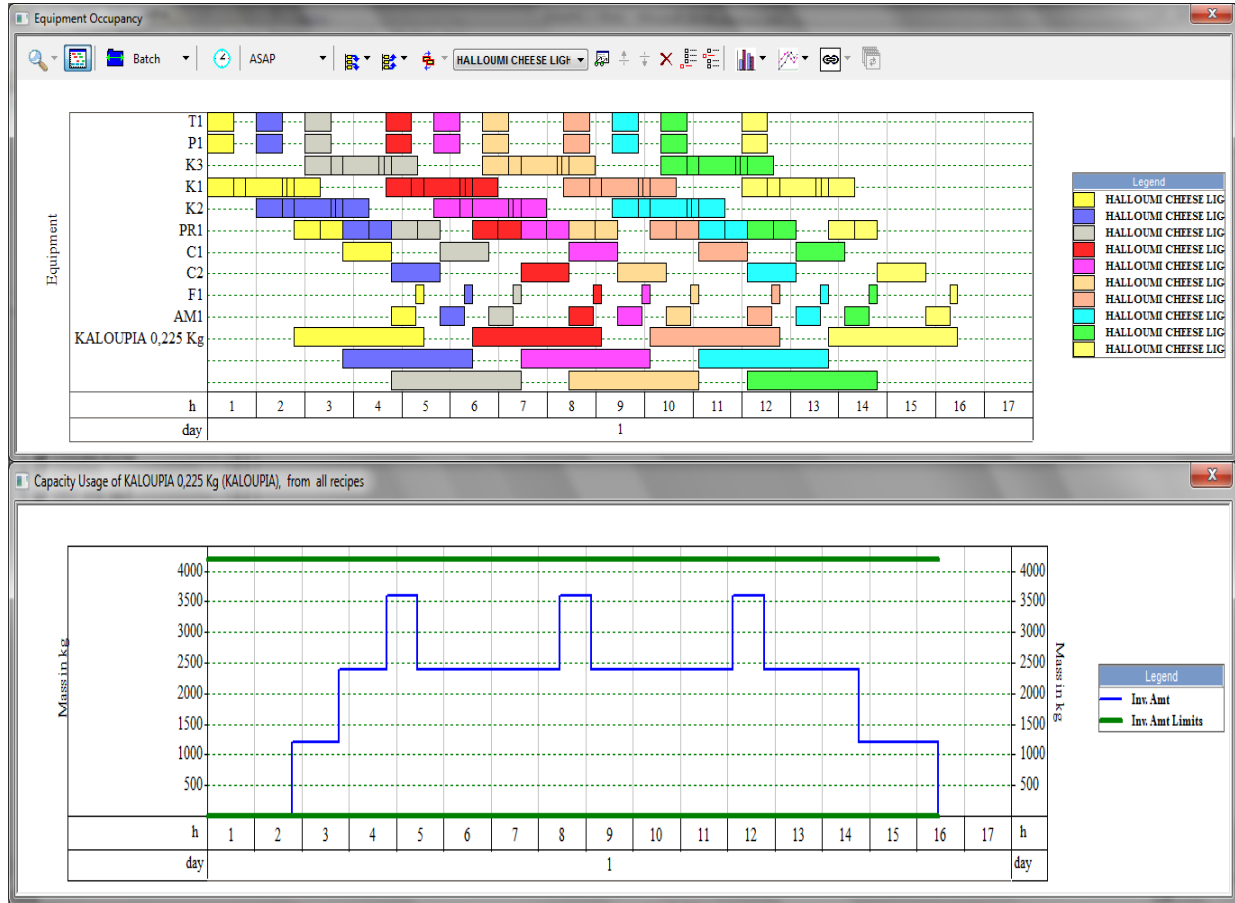
3800 kg



4000 kg



4200 kg



Σχήμα 31. Διαγράμματα Απασχόλησης Εξοπλισμού/Προσωπικού (*Equipment/Staff Occurancy Profile*) και Διαγράμματα χρήσης εξοπλισμού για καλούπια 0,225 kg (*Capacity Usage of Equipment*) δυναμικότητας 1200, 2400, 3600, 3800, 4000, 4200 Kg.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΜΠΑΝΙΑΣ 10 ΠΑΡΤΙΔΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

Στον Πίνακα 32. και στο αντίστοιχο Σχήμα 30. παρουσιάζεται ο χρόνος εκτέλεσης της καμπάνιας 10 παρτίδων του προϊόντος HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 kg για διαφορετική δυναμικότητα καλουπιών. Εύκολα διακρίνεται ότι η αύξηση της δυναμικότητας μέχρι τα 3600 kg προκαλεί σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης ενώ περαιτέρω αύξηση δεν έχει κάποια επίπτωση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα καλούπια αποτελούν τον περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής για δυναμικότητα μέχρι 3600kg ενώ για μεγαλύτερες δυναμικότητες αναδεικνύονται άλλα στάδια ως περιοριστικοί παράγοντες.

Τα παραπάνω καταδεικνύονται στο Σχήμα 31. όπου για διαφορετικές δυναμικότητες παρουσιάζονται το διάγραμμα χρήσης των παραγωγικών πόρων (*Equipment Occurancy Chart*) και το διάγραμμα χρήσης της δυναμικότητας των καλουπιών 0,225 kg (*Capacity Usage*). Πιο συγκεκριμένα, για δυναμικότητα 1200 kg, τα καλούπια είναι εμφανώς ο περιοριστικός

παράγοντας που καθορίζει τον χρόνο κύκλου της μονάδας. Η εκμετάλλευση της δυναμικότητας των 1200 kg είναι σταθερή και πλήρης. Παρόμοια είναι και η εικόνα για την δυναμικότητα των 2400 kg. Όταν όμως η δυναμικότητα αυξηθεί στα 3600kg παρατηρούνται κενά στην χρήση των καλουπιών και όχι πλήρης εκμετάλλευση της δυναμικότητας αυτής. Αυτό είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι έχει αναδειχθεί άλλος περιοριστικός παράγοντας στον προγραμματισμό της παραγωγής. Το νέο περιοριστικό στάδιο είναι το PR1 (PRESSURE AND CUTTING) για το οποίο όπως φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα δεν υπάρχουν κενά στην εκτέλεσή του ανάμεσα σε διαδοχικές παρτίδες. Με δεδομένο το νέο περιοριστικό παράγοντα, οποιαδήποτε αύξηση στην δυναμικότητα των καλουπιών δεν αναμένεται να έχει κάποια θετική επίπτωση στον χρόνο εκτέλεσης της καμπάνιας. Αυτό επαληθεύεται με τα διαγράμματα για δυναμικότητα 3800kg και άνω, στα οποία φαίνεται ότι ο χρόνος εκτέλεσης παραμένει ο ίδιος ενώ το ποσοστό εκμετάλλευσης της δυναμικότητας των καλουπιών πέφτει. Εξάγεται επομένως το συμπέρασμα ότι για την εξυπηρέτηση του προϊόντος HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 kg είναι επαρκής μία δυναμικότητα καλουπιών 3600kg.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα παραπάνω συνάγεται ότι δυναμικότητα καλουπιών ίση με 3600kg και για τους δύο τύπους (0,200 και 0,225kg) είναι επαρκής ώστε τα καλούπια να μην αποτελούν περιοριστικό παράγοντα στην εκτέλεση των παρτίδων. Αν η μονάδα διαθέτει καλούπια με την παραπάνω δυναμικότητα θα μπορεί να προγραμματίσει την ημερήσια παραγωγή για οποιαδήποτε αλληλουχία προϊόντων. Επιπλέον η παραπάνω ανάλυση καταδεικνύει και τους απαιτούμενους ελάχιστους χρόνους κύκλου για διαφορετικές δυναμικότητες καλουπιών. Οι χρόνοι αυτοί (Πίνακας 33.) εκφράζουν το πόσο συχνά θα πρέπει να ξεκινάει μία νέα παρτίδα χαλουμιού ώστε (κάτω από ομαλές συνθήκες) να μην χρειάζεται να σταματήσει η παραγωγή σε ένα στάδιο λόγω έλλειψης κάποιου πόρου σε επόμενο στάδιο. Η υιοθέτηση αυτών των χρόνων από την μονάδα εγγυάται την ομαλή διεξαγωγή της παραγωγής και την διασφάλιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Ταυτόχρονα, οι ελάχιστοι χρόνοι κύκλου μεγιστοποιούν και την χρήση των πόρων κι επομένως και της δυναμικότητας της μονάδας. Στον Πίνακα 33. φαίνεται η μέγιστη δυναμικότητα της μονάδας σε kg χαλουμιού ανά μέρα για τα 8 προϊόντα.

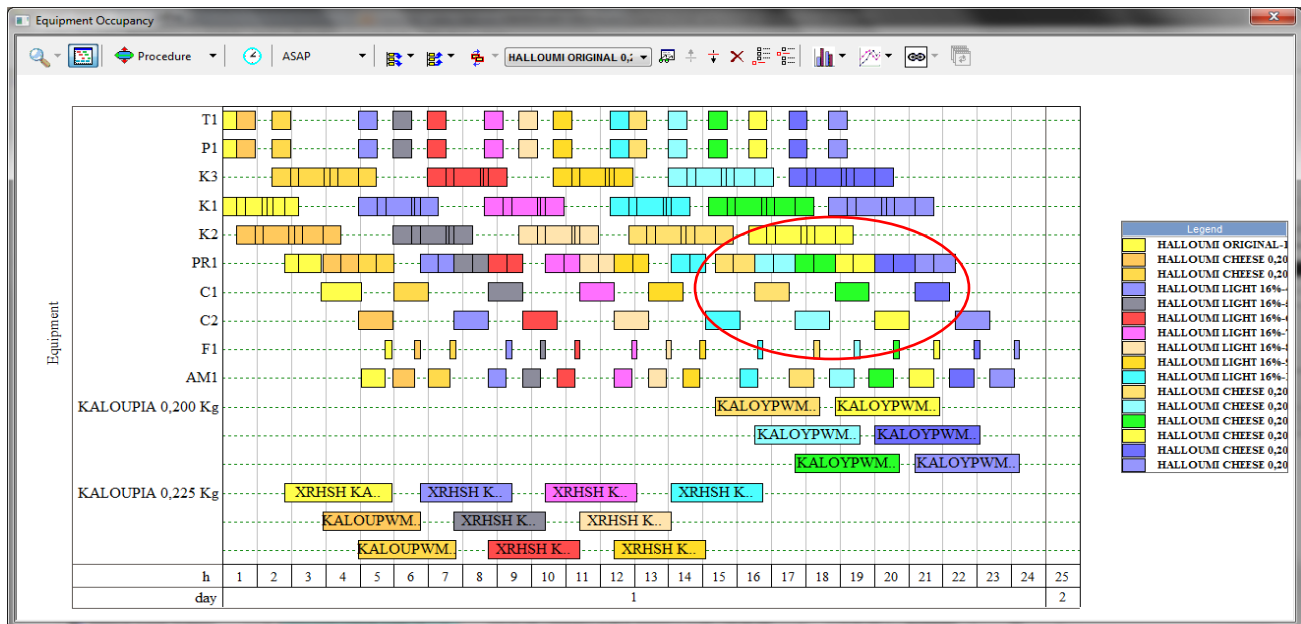
Πίνακας 33. Μέγιστη δυναμικότητα της μονάδας σε kg χαλουμιού ανά ημέρα για τα 8 προϊόντα.

ΣΥΝΤΑΓΗ (recipe)	ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ σε h	ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΧΑΛΟΥΜΙΟΥ ΣΕ KG ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ
HALLOUMI CHEESE 0,200 Kg	1.17	13675.2
HALLOUMI CHEESE 0,225 Kg	1.03	15533.9
HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,225 Kg	0.70	22857.1
HALLOUMI CHEESE LIGHT 12% 0,200 Kg	0.75	14933.3
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,200 Kg	1	12800
HALLOUMI CHEESE LIGHT 16% 0,225 Kg	0.95	13473.6
HALLOUMI ORIGINAL 0,200 Kg	1.15	16695.6
HALLOUMI ORIGINAL 0,225 Kg	1.07	17943.9

6.3.2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Με την βοήθεια ενός μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας και την οπτικοποίηση του προγράμματος παραγωγής που το μοντέλο επιτρέπει είναι δυνατή η οργάνωση της παραγωγής κατά τον πιο ομαλό και κατά το δυνατόν βέλτιστο τρόπο με την πρόληψη και αποφυγή δυσλειτουργιών στον προγραμματισμό της παραγωγής. Είναι επίσης εύκολη η επικαιροποίησή του προγράμματος παραγωγής όταν οι συνθήκες αλλάζουν (πχ. κάποιο μηχάνημα τίθεται εκτός λειτουργίας ή υπάρχει μία έκτακτη παραγγελία). Τα παραπάνω θα δειχθούν με την βοήθεια του πλάνου παραγωγής μίας τυπικής μέρας στην μονάδα, την 24/05/2011.

Το πλάνο παραγωγής όπως πραγματοποιήθηκε στη γαλακτοκομική μονάδα στις 24/05/2011 με βάση τα φύλλα του ελέγχου της ημερήσιας παραγωγής χαλουμιού της μονάδας ξεκίνησε στις 04:15 και ολοκληρώθηκε στις 03:44 της επόμενης ημέρας. Ολόκληρη η παραγωγή της ημέρας παρουσιάζεται στο Σχήμα 32. όπου η ώρα έναρξης κάθε παρτίδας αντιστοιχεί στην πραγματική ώρα έναρξης που πραγματοποιήθηκε στη μονάδα.



Σχήμα 32. Διάγραμμα πλάνου ημερήσιας παραγωγής 24/05/2011 όπως πραγματοποιήθηκε στη μονάδα.

Στο Σχήμα 32. εύκολα μπορεί να παρατηρηθεί ότι υπάρχουν δυσλειτουργίες και προβλήματα μεταξύ των σταδίων για την εκτέλεση της ημερήσιας παραγωγής. Για παράδειγμα, κάποιες παρτίδες ξεκινάνε πολύ κοντά η μία με την άλλη ενώ άλλες ξεκινάνε πολύ αργότερα. Όταν οι παρτίδες ξεκινάνε σε διαστήματα που είναι μικρότερα από τον χρόνο κύκλου, κάποια στάδια χρειάζεται να περιμένουν και έτσι δημιουργούνται καθυστερήσεις. Για παράδειγμα, στο στάδιο πίεσης τυροπήγματος (Pressure & Cutting) PR1 παρατηρείται πολλές φορές συμφόρηση με αποτέλεσμα να μην προλαβαίνουν τις παρτίδες και έτσι να δημιουργούνται περαιτέρω προβλήματα στην παραγωγή κυρίως στην ποιότητα του προϊόντος. Επίσης υπάρχουν μεγάλα κενά σε κάποια στάδια γεγονός που δείχνει ότι υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης του χρόνου εκτέλεσης του συγκεκριμένου πλάνου.

Το πρόγραμμα παραγωγής στις 24/05/2011 όπως αναλύθηκε πιο πάνω θα εξεταστεί σε δύο περιπτώσεις κατά τις οποίες θα αξιοποιηθεί το μοντέλο του SchedulePro για να βελτιωθεί το υφιστάμενο πλάνο. Στην πρώτη περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί ο συνεργικός προγραμματισμός και στη δεύτερη ο αυτόματος προγραμματισμός.

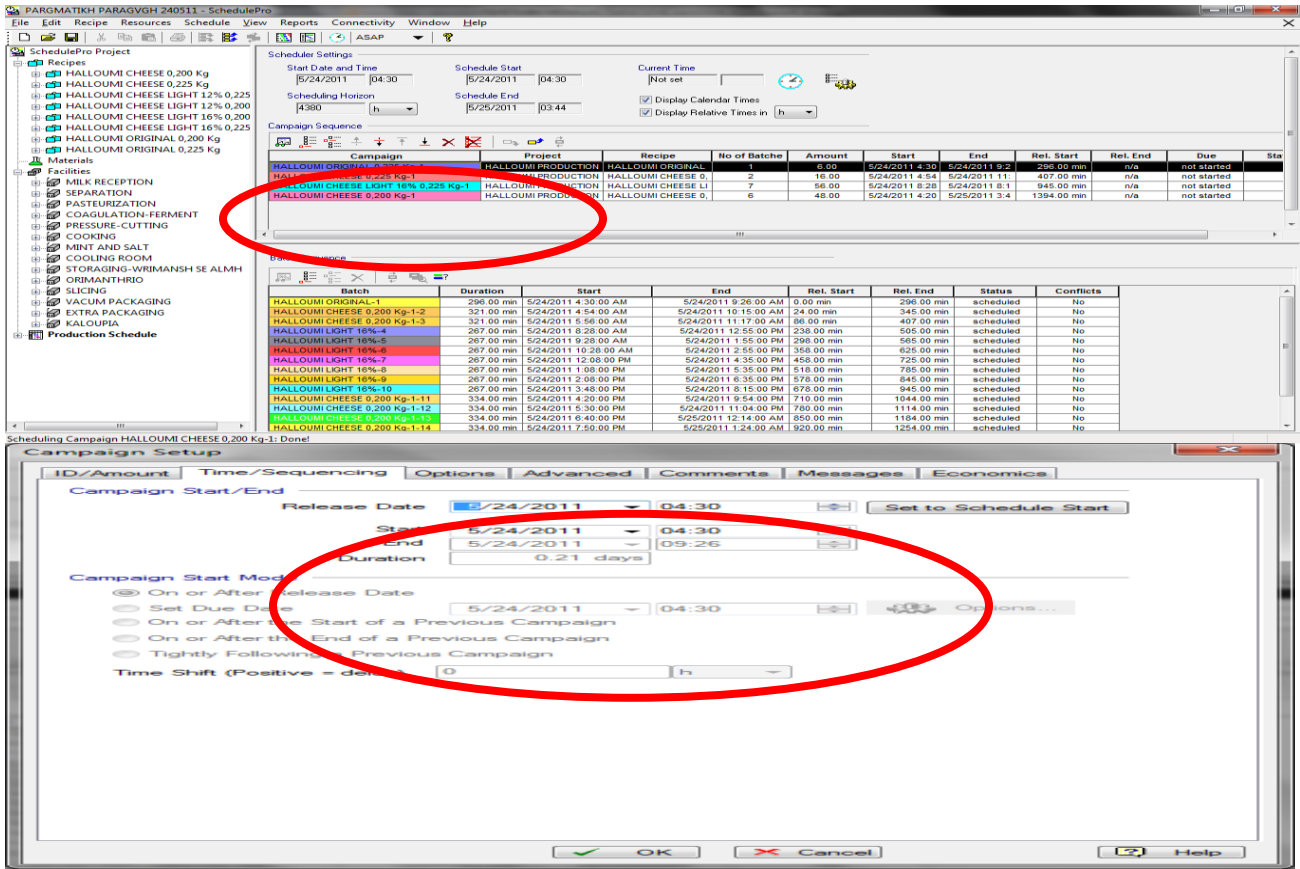
Συνεργικός προγραμματισμός

Στην ημερήσια παραγωγή μπορεί να υπάρχουν περιορισμοί που είναι δύσκολο να απεικονιστούν στην αλγοριθμική 'γλώσσα' κι επομένως να ενταχθούν στο μοντέλο της διαδικασίας. Αυτοί οι περιορισμοί είναι υπαρκτοί όμως, όπως και οι προτιμήσεις του προγραμματιστή, και θα πρέπει να μπορούν να ικανοποιηθούν μέσα από το χρονοδιάγραμμα παραγωγής. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι επιθυμητό ο χρήστης να έχει την δυνατότητα να παρέμβει στην διαμόρφωση του τελικού προγράμματος παραγωγής με βάση το προτεινόμενο από τον αυτόματο αλγόριθμο προγραμματισμού. Το SchedulePro παρέχει την δυνατότητα στον χρήστη να αλλάξει οποιαδήποτε απόφαση που οδήγησε στο προτεινόμενο πρόγραμμα. Ο χρήστης για παράδειγμα μπορεί να

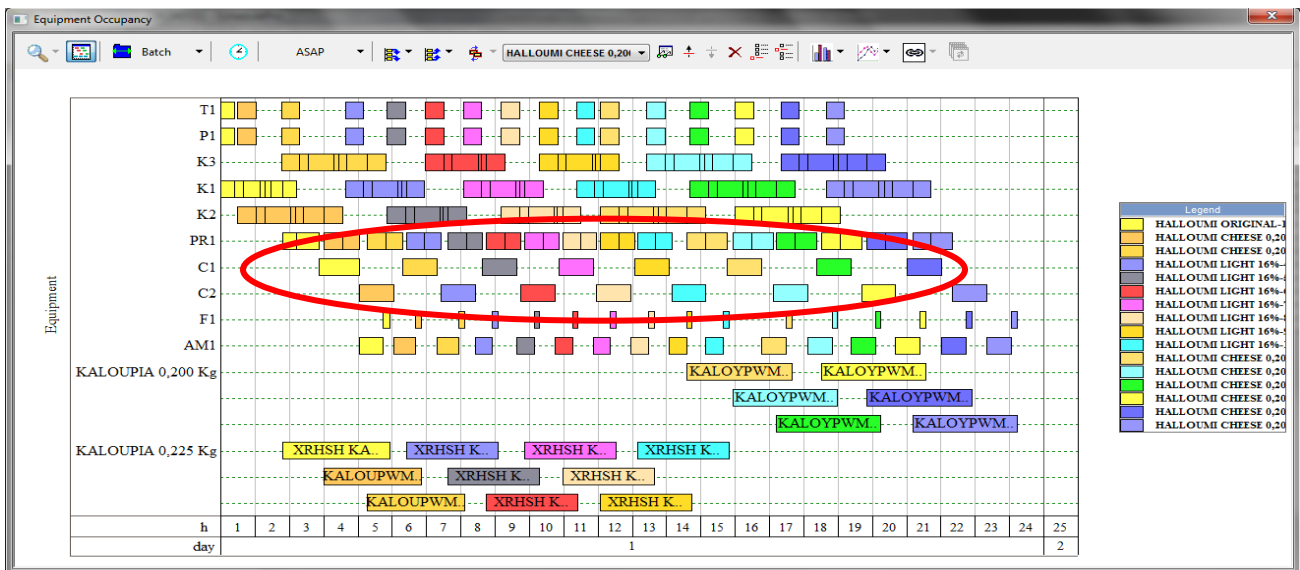
αλλάζει τον χρόνο έναρξης μιας παρτίδας ή όλης της καμπάνιας, τις συσκευές ή το προσωπικό που έχουν επιφορτιστεί με την εκτέλεση κάποιων εργασιών κλπ. Ο ρόλος του αυτόματου αλγόριθμου στις αλλαγές που κάνει ο χρήστης είναι να παρακολουθεί και να ενημερώνει τον χρήστη αν οι αλλαγές αυτές προκαλούν παραβίαση κάποιων περιορισμών, όπως για παράδειγμα την ταυτόχρονη χρήση της ίδιας συσκευής από δύο διαφορετικές διεργασίες ή η ύπαρξη σταδίου στη παραγωγή που να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την εκτέλεση της καμπάνιας (πχ στο στάδιο πίεσης του τυροπήγματος όπου μπορεί να καθυστερεί την υπόλοιπη παραγωγή). Ο χρήστης μπορεί να επιτρέψει στον αλγόριθμο του SchedulePro να επιλύσει τοπικά τέτοιου είδους παραβιάσεις που προκαλούνται από τις πράξεις του. Με αυτόν τον τρόπο το τελικό πρόγραμμα παραγωγής μπορεί να προκύψει με την συνέργεια του χρήστη και του αλγορίθμου και να ικανοποιεί στο τέλος όλες τις προτιμήσεις και περιορισμούς που θέτει ο χρήστης.

Με την βοήθεια των εύχρηστων εικονιδίων “κουμπιών” (Εικόνα 14. μέσα στην κυκλική κόκκινη ένδειξη της εργαλειοθήκης (tool bar) που διαθέτει το SchedulePro) το υπάρχον πρόγραμμα μπορεί εύκολα να διαμορφωθεί, αλλάζοντας την ημερομηνία και ώρα έναρξης των προγραμματισμένων παρτίδων και εκ νέου επίλυση του προβλήματος. Εναλλακτικά, ο χρήστης μπορεί να δράσει τελείως ανεξάρτητα από τον σχεδιαστικό αλγόριθμο και να διαμορφώσει την λύση «σύροντας-και αποθέτοντας» (drag-and-drop) κάθε παρτίδα στο επιθυμητό χρονικό διάστημα. Έτσι μια παρτίδα που προγραμματίστηκε να ξεκινήσει στις 8:00 μπορεί να μεταφερθεί από τον χρήστη στις 9:00 ώστε να εκτιμηθεί η εφικτότητα του εναλλακτικού αυτού σχεδίου.

Με την αλληλεπίδραση των αλγορίθμων SchedulePro και τη γνωσιακή ικανότητα του χρήστη μπορεί εύκολα να διαμορφωθεί και να αναδιαμορφωθεί το υπάρχον ημερήσιο πρόγραμμα παραγωγής. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 33. η ζητούμενη παραγωγή έχει ολοκληρωθεί μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα σε σχέση με το αρχικό του Σχήματος 32. όμως με βάση τις διορθώσεις που έγιναν (κόκκινες ενδείξεις στο Σχήμα 33.) στο στάδιο κυρίως της πίεσης του τυροπήγματος υπάρχει καλύτερη κατανομή του χρόνου στο πρόγραμμα της παραγωγής χωρίς κάποιο στάδιο να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα έτσι δεν υπάρχει υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος ούτε δημιουργούνται καθυστερήσεις. Επίσης δεν υπάρχουν μεγάλα κενά μεταξύ των σταδίων παραγωγής



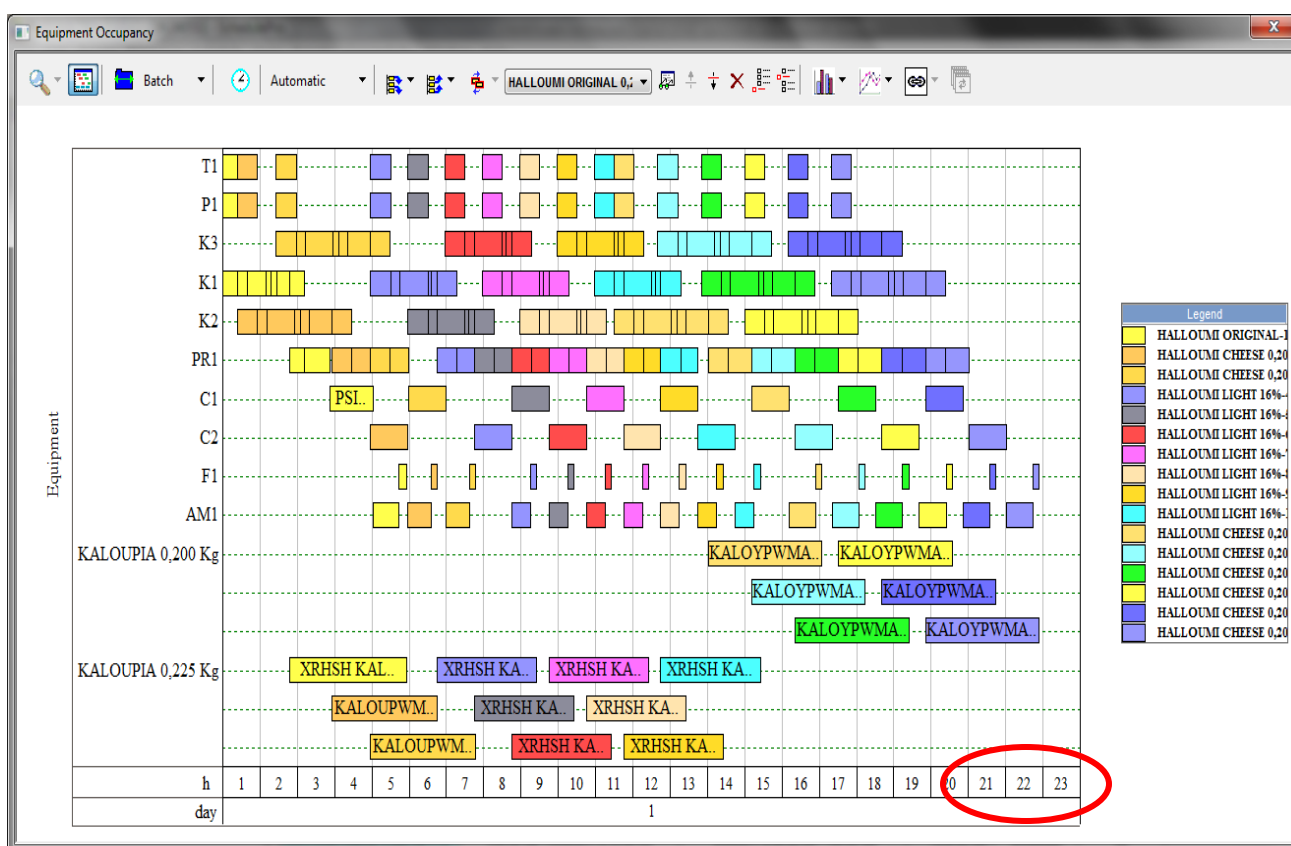
Εικόνα 14. Διαμόρφωση χρόνου και ημερομηνίας έναρξης καμπάνιας.



Σχήμα 33. Διάγραμμα πλάνου ημερήσιας παραγωγής 24/05/2011 όπως διαμορφώθηκε με τη μέθοδο “σύροντας και αποθέτοντας” (drag and drop).

Η δεύτερη περίπτωση είναι ο *αυτόματος προγραμματισμός* όπου θα επιτραπεί στον αλγόριθμο του SchedulePro να βρει μια διαφορετική λύση στην κατεύθυνση της ελαχιστοποίησης του χρόνου περάτωσης της παραγωγής για τη συγκεκριμένη ημερομηνία. Για να επιτευχθεί αυτό εισάγεται ως επιθυμητός χρόνος έναρξης εκτέλεσης κάθε καμπάνιας η αρχή της ημέρας παραγωγής. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό (όπως είναι και το πιο πιθανό σενάριο) τότε το SchedulePro θα υποχρεωθεί να καθυστερήσει την έναρξη εκτέλεσης κάποιων παρτίδων κάτω όμως από τον περιορισμό της ελάχιστης απόκλισης από τον επιθυμητό χρόνο έναρξης παραγωγής της παρτίδας. Υπό αυτή την διάταξη, το SchedulePro παράγει την βέλτιστη (με βάση τις δυνατότητες του αλγορίθμου του) λύση που ελαχιστοποιεί τον συνολικό χρόνο παραγωγής.

Στο γράφημα 18 παρουσιάζεται η λύση που προτείνεται από τον αυτόματο αλγόριθμο του SchedulePro και που δείχνει ότι η ολοκλήρωση της ημερήσιας παραγωγής είναι εφικτή μέσα σε 22.9 ώρες αντί των 24.2 ωρών του αρχικού σχεδίου.



Σχήμα 34. Διάγραμμα πλάνου ημερήσιας παραγωγής 24/05/2011 όπως προγραμματίστηκε μέσω του αυτόματου προγραμματισμού.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι με τη βοήθεια ενός μοντέλου παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά το πρόγραμμα παραγωγής και να δοθούν λύσεις σε προβλήματα που μπορεί να προκύπτουν, αφού είναι εφικτό να βελτιωθεί ο χρόνος εκτέλεσης της

ημερήσιας παραγωγής της μονάδας καθώς επίσης και να γίνει καλύτερη κατανομή του χρόνου ανάμεσα στις παρτίδες χωρίς να υπάρχουν περιορισμοί που να υποβαθμίζουν τη ποιότητα του προϊόντος.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας μελετήθηκε ο χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής μονάδας παραγωγής χαλουμιού με την βοήθεια μοντέλου παραγωγικής διαδικασίας που αναπτύχθηκε στο λογισμικό SchedulePro. Το μοντέλο παραγωγής καταγράφει τις συσκευές, τη δυναμικότητα τους και όλους τους λοιπούς πόρους που είναι διαθέσιμοι στη μονάδα αλλά και τις διεργασίες που χρησιμοποιούν αυτούς τους πόρους και που είναι απαραίτητες για την παραγωγή των προϊόντων. Σε αυτά τα πλαίσια, ο προγραμματισμός της παραγωγής ανάγεται στην εύρεση του κατάλληλου χρόνου για την εκτέλεση των απαραίτητων διεργασιών και των πόρων που είναι διαθέσιμοι την αντίστοιχη χρονική περίοδο για την εκτέλεσή τους.

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους μπορεί να προσεγγιστεί η επίλυση του προβλήματος του χρονικού προγραμματισμού με κυρίαρχες τις μεθόδους που αφορούν την αναγωγή του προβλήματος σε μαθηματική βελτιστοποίηση. Όπως πιστοποιείται όμως και από την χαμηλή διείσδυση τέτοιων λύσεων στην βιομηχανία τροφίμων, οι μέθοδοι αυτοί κρίνονται ακατάλληλες για την βιομηχανία γιατί απαιτούν σημαντική μαθηματική δεινότητα στην διαμόρφωση του προβλήματος και δεν δίνουν πολλά περιθώρια για παρεμβάσεις στην λύση που παράγουν. Μια πιο κατάλληλη προσέγγιση του προβλήματος θα επέτρεπε στον χρήστη κατά πρώτον, να μπορεί εύκολα να διαμορφώσει το πρόβλημα χρησιμοποιώντας την 'γλώσσα' της παραγωγής και κατά δεύτερον, να μπορεί να επεμβαίνει και να διαμορφώνει την τελική λύση ακόμα και αγνοώντας την προτεινόμενη αλγοριθμική λύση. Το λογισμικό SchedulePro ενσωματώνει αυτή την αντίληψη και γι' αυτό χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή.

Όπως καταδείχτηκε από την παράθεση των σεναρίων προγραμματισμού, τα οφέλη από την ύπαρξη ενός μοντέλου της παραγωγικής διαδικασίας είναι πολλαπλά. Το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν σχεδιαστικό εργαλείο για την διερεύνηση πιθανών ωφελημάτων ή ανεπιθύμητων συνεπειών που θα μπορούσαν να προκύψουν από αλλαγές στην παραγωγική διαδικασία ή τον εξοπλισμό της μονάδας. Για παράδειγμα, η μονάδα μπορεί να αναλύσει την παραγωγικότητα με την προσθήκη νέων μηχανημάτων ή συσκευών και να διερευνήσει αν αξίζει τον κόπο να προβεί σε πάγια επένδυση και, αν ναι, ποιιά συσκευή να αγοραστεί.

Πέρα από τα πλαίσια του μακροχρόνιου σχεδιασμού, η ύπαρξη ενός μοντέλου παραγωγής υποβοηθάει τον βραχυχρόνιο προγραμματισμό της πραγματικής παραγωγής (ημερήσιο και εβδομαδιαίο πρόγραμμα παραγωγής), επιτρέποντας τον εύκολο πειραματισμό με εναλλακτικά σενάρια και την επιλογή του βέλτιστου. Σήμερα, στις περισσότερες βιομηχανίες τροφίμων οι ημερήσιες ή εβδομαδιαίες εντολές παραγωγής εκδίδονται από κάποιον υπεύθυνο της παραγωγής ο οποίος επαφίεται στην εμπειρία του για την λήψη αποφάσεων σε σχέση με την παραγωγή. Χωρίς να τον υποκαθιστά, το μοντέλο παραγωγής επιτρέπει στον έμπειρο προγραμματιστή να σχηματοποιήσει και να αναλύσει πολύ περισσότερες διαφορετικές λύσεις απ' ότι θα μπορούσε με μια καθαρά νοητική διαδικασία. Είναι πιθανόν η αυτοματοποιημένη λύση που παράγει ο σχεδιαστικός αλγόριθμος του μοντέλου να είναι αποδεκτή και να μην χρειάζεται παραπέρα πειραματισμός. Είναι επίσης πιθανό η τελικά αποδεκτή λύση να προέλθει από την

αυτοματοποιημένη μετά από παρεμβάσεις του έμπειρου υπεύθυνου παραγωγής της μονάδας. Είναι τέλος πιθανόν ο χρήστης του μοντέλου να αγνοήσει τελείως την αυτόματα προτεινόμενη λύση και να διαμορφώσει μία τελείως δική του με βάση την γνώση και εμπειρία του. Σε κάθε περίπτωση, όμως, η παραγωγή και ανάλυση εναλλακτικών λύσεων γίνεται με μεγάλη άνεση και ευκολία πάνω στο μοντέλο παραγωγής και οι πιθανότητες να βρεθεί μια ικανοποιητική (αν όχι βέλτιστη) λύση σε μικρό χρονικό διάστημα αυξάνουν σημαντικά.

Η χρησιμότητα του μοντέλου δεν περιορίζεται όμως στην φάση του σχεδιασμού αλλά μπορεί να επεκταθεί και στην φάση της παραγωγής. Είναι γνωστό ότι, σχεδόν πάντοτε, η πραγματική εκτέλεση της παραγωγής παρεκκλίνει σε μικρό ή μεγάλο βαθμό από τα πλάνα παραγωγής. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε ανωμαλίες στην διαθεσιμότητα των πόρων (βλάβες σε μηχανές, ασθένειες προσωπικού κλπ), καθυστερήσεις στον χρόνο εκτέλεσης κάποιων ενεργειών ή σε αλλαγή των προτεραιοτήτων με βάση τις οποίες δημιουργήθηκε το αρχικό πλάνο (π.χ. εισαγωγή προς εκτέλεση μιας μη προβλεπόμενης αλλά επείγουσας παραγγελίας). Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, η ύπαρξη του μοντέλου παραγωγής και η ανάπτυξη του πλάνου παραγωγής πάνω σε αυτό επιτρέπει την γρήγορη επικαιροποίησή του υπό το βάρος έκτακτων περιστατικών ώστε να αναλυθεί η αποτελεσματικότητα του προγράμματος παραγωγής και να εκτιμηθούν οι αλλαγές που απαιτούνται σε σχέση με το αρχικό πλάνο.

8. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η χρησιμότητα ενός μοντέλου παραγωγής είναι ευθεία συνάρτηση της ακρίβειας και συνέπειάς του. Είναι επομένως απαραίτητο το μοντέλο, παρά τις αναπόφευκτες παραδοχές που ενσωματώνει, να μπορεί να προσομοιάζει στην επιθυμητή ακρίβεια την πραγματική παραγωγική διαδικασία και να απεικονίζει όλες τις κρίσιμες λειτουργίες και πόρους της μονάδας. Σε αυτά τα πλαίσια, αντικείμενο περαιτέρω μελέτης θα μπορούσε να γίνει η συστηματοποίηση της διαδικασίας για την συλλογή όλων των πληροφοριών που είναι απαραίτητες για την σωστή απεικόνιση της παραγωγής και την ενσωμάτωσή τους στο μοντέλο παραγωγής.

Σήμερα, οι βιομηχανίες τροφίμων έχουν υιοθετήσει σε μεγάλο βαθμό λογισμικά πακέτα διαχείρισης των χρηματοοικονομικών, ανθρώπινων πόρων, έργων κλπ σε όλο το φάσμα δραστηριοτήτων της επιχείρησης. Έστω κι αν αποτελεί μία από τις λιγότερο χρησιμοποιούμενες λειτουργίες των πακέτων αυτών, η διαδικασία παραγωγής ανήκει στις δραστηριότητες που καλύπτουν τα πακέτα αυτά. Τα μοντέλα παραγωγής που ενσωματώνουν είναι ικανά να προσομοιάσουν τις ανάγκες σε πρώτες ύλες και τον προγραμματισμό λειτουργίας κάποιων βασικών συσκευών, δεν είναι όμως επαρκή για να αποτελέσουν την βάση για τον ημερήσιο λεπτομερή προγραμματισμό της μονάδας, γι' αυτό και απαιτείται κάποιο πιο κατάλληλο εργαλείο όπως το SchedulePro που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία. Παρ' όλα αυτά όμως, η επικοινωνία ανάμεσα στα προγράμματα διαχείρισης πόρων και έργων και του λογισμικού χρονικού προγραμματισμού θα ήταν ιδιαίτερα υποβοηθητική καθώς θα επέτρεπε την αυτόματη ανταλλαγή πληροφοριών και θα εξάλειφε την ανάγκη εισαγωγής των ίδιων δεδομένων και στα δύο συστήματα. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.

Τέλος, η χρησιμότητα του μοντέλου της μονάδας παραγωγής χαλουμιού που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι περιορισμένη δεδομένου ότι για λόγους απλοποίησης της ανάλυσης και της παρουσίασης των αποτελεσμάτων δεν ενσωματώθηκαν στο μοντέλο όλα τα προϊόντα που

παράγει η μονάδα αλλά μόνο το χαλούμι με τις διάφορες παραλλαγές του. Ένα πιο πλήρες μοντέλο θα μπορούσε να έχει άμεση χρήση στη μονάδα κι επομένως η χρησιμότητά του θα μπορούσε να εκτιμηθεί κάτω από πραγματικές συνθήκες λειτουργίας και όχι με τα υποθετικά σενάρια που αναπτύχθηκαν εδώ.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- 📖 Akkerman R. & Van Donk D.(2007), “Analyzing scheduling in the food-processing industry: structure and tasks”, Category: Original Article, “Journal Cognition, Technology & Work”, Springer London
- 📖 C. A. Siletti and D. Petrides (2003), *Overcoming Barriers to Batch Process Scheduling*, p. 375-378, Proceedings of FOCAPO
- 📖 Intelligen, Inc.(2007), “Getting started”, In: “SchedulePro® A Finite Capacity Scheduling Tool for Batch and Semi-Continuous Process Manufacturing User’s Guide”, p.12-16, Now Jersey, USA
- 📖 Othmer, K. (1995), “Milk and milk products”, in *Encyclopedia of chemical technology*, 4th edition, Vol.16, p.702,718-741, John Willey and Sons Inc., Canada
- 📖 Puigjaner L., Heyen G.(2006), “Production Scheduling” In: “Computer Aided process and product engineering” 2 Volumes, Hardcover, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Weinheim, p. 481-488
- 📖 Zweben M., Fox M.S.(1994), “Scheduling Methodologies” ,“ISIS: a Retrospective”,“OPIS: a methodology and Architecture for Reactive Scheduling” In: “Intelligent Scheduling”, p. 1, 29-33, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California

Ελληνική

- 📖 Ανυφαντάκης, Ε. (2004) *Τυροκομία, Χημεία-Φυσικοχημεία-Μικροβιολογία*, Β΄ έκδοση σελ. 296-329, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.
- 📖 Αυλωνίτης Σ. (2006), “Εισαγωγικές έννοιες και ορισμοί”, “Σχεδιασμός και Μέτρηση της Εργασίας”, “Σχεδιασμός της Παραγωγικής Διαδικασίας” στο “ Οργάνωση και διοίκηση παραγωγής”, σελ. 12, 15,77,175-182, Εκδόσεις Έλλην, Αθήνα
- 📖 Δερβιτσιώτης Κ. (1999), “Μέτρηση Εργασίας”, “Χρονικός Προγραμματισμός της Παραγωγής” In: “Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διοίκηση Παραγωγής”, σελ. 368-380,455-452, Ιδιωτική Έκδοση, Αθήνα
- 📖 Ζαρμπούτης Γ. Β. (1994), “Γαλακτοκομία” , σελ 43-58, 85-99, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα
- 📖 Κυριακόπουλος Π. Ι. (1995) “ Η τυροκομία στην πράξη, σελ. 54-79, Εκδόσεις ΤΡΙΑΙΝΑ
- 📖 Μάντης, Α.Ι. (1993), “Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του”, 2η έκδοση, κεφ.1, 2, 4, 6, 9, 12, 15, Εκδοτικός οίκος αδελφών Κυριακίδη Α.Ε., Θεσσαλονίκη.
- 📖 Μπίντσης Θ., Παπαδήμας Φ. (2007) “Τυρί- Τεχνολογία Γάλακτος-Τυροκομία-Παρουσίαση τυριών, σελ. 411-416, Εκδόσεις Ψυχάλου, Αθήνα
- 📖 Μπότσαρη Χ., (1998), “Γραμμικός Προγραμματισμός” In “Επιχειρησιακή Έρευνα μέθοδοι & προβλήματα”, σελ. 26-27, Εκδόσεις Παν. Πατρών, Πάτρα

📖 Παπαντωνίου Β. (2000), “Ελαχιστοποίηση του Χρόνου Set-up στο Πλαίσιο Προγραμματισμού Παραγωγής ERP Συστήματος”, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχανολόγων-Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο, Αθήνα

📖 Πάππης Κ.(1995), “Συγκεντρωτικός Προγραμματισμός Παραγωγής”, “Χρονικός Προγραμματισμός Παραγωγής σε Συστήματα JOB-SHOP” In: “Προγραμματισμός Παραγωγής”,σελ. 99-118,139-141, 143-158, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα,

📖 Πάππης Κ.(2008), “ Θεωρία Συστημάτων και λήψη αποφάσεων”, “Μέτρηση Εργασίας” In: “Διοίκηση παραγωγής, ο σχεδιασμός παραγωγικών συστημάτων”, σελ. 40-41, 44-45, 181-190, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα

Διαδικτυακές πηγές

- 🌐 <http://www.wikipedia.org>
- 🌐 <http://www.cheese.com>
- 🌐 <http://www.cheesenet.gr>
- 🌐 <http://www.halloumicheese.com>
- 🌐 <http://www.agrometal.cu>
- 🌐 <http://www.21food.com>
- 🌐 <http://used-dairyequipment.com>
- 🌐 <http://www.google.com>
- 🌐 <http://www.academics.epu.ntua.gr>

Προσωπική επικοινωνία

- 👤 Ζήνωνος Α. (2012) Διευθυντής Πωλήσεων γαλακτοβιομηχανίας ΠΗΤΤΑΣ, Λεμεσός, Κύπρος.
- 👤 Κουλούρης Α. (2012), Δρ. Χημικός Μηχανικός, Καθηγητής Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων, ΑΤΕΙ, Θεσσαλονίκη
- 👤 Ολυμπίου Α. (2011), Τεχνολόγος Τροφίμων Γεωπονικής Πανεπιστημίου Αθηνών –Χημικός γαλακτοβιομηχανίας ΠΗΤΤΑΣ
- 👤 Πήττας Α. (2011), Τεχνολόγος Τροφίμων, Γενικός Διευθυντής γαλακτοβιομηχανίας ΠΗΤΤΑΣ, Λευκωσία, Κύπρος.
- 👤 Πήττας Γ. (2011), Τεχνολόγος Τροφίμων, Γενικός διευθυντής γαλακτοβιομηχανίας Πήττας.
- 👤 Χατζηπέτρου Α. (2011) Διευθυντής Ποιοτικού Ελέγχου γαλακτοβιομηχανίας ΠΗΤΤΑΣ, Λευκωσία, Κύπρος.