

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μεσοπρόθεσμος προγραμματισμός παραγωγής σε βιομηχανία
παραγωγής τυροκομικών προϊόντων με την χρήση στοχαστικού
γραμματικού προγραμματισμού**

Μαρία Πουλημένου

Επιβλέπων καθηγητής :
Ευστράτιος Ιωαννίδης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κύριο Ιωαννίδη Ευστράτιο για όλη τη βοήθεια και την καθοδήγηση κατά τη διεξαγωγή της εργασίας αυτής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου που βρίσκονταν δίπλα μου σε όλη μου την φοιτητική πορεία στο Πολυτεχνείο Κρήτης, στηρίζοντας με.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ	6
1.2. ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	9
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	9
2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	9
2.2. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ	15
2.2.1. ΓΡΑΒΙΕΡΑ.....	16
2.2.2. ΚΡΗΤΙΚΟ ΜΑΛΑΚΟ ΤΥΡΙ.....	17
2.2.3. ΜΥΖΗΘΡΑ ΓΛΥΚΕΙΑ- ΜΥΖΗΘΡΑ ΝΩΠΗ – ΑΘΟΤΥΡΟΣ.....	18
2.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	20
2.4. ΔΙΑΝΟΜΗ- ΔΙΑΘΕΣΗ	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	23
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	23
3.1. ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΓΑΛΑΤΟΣ	23
1.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΩΝ ΕΤΩΝ.....	27
3.2. ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΕΤΟΥΣ.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	31
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΩΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ.....	31
4.1. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	31
4.2. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	32
4.3. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο	35
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	35
5.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ	35
5.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ	42
5.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΤΕΡΜΙΝΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	46
5.4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική πραγματοποιήθηκε για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα του μεσοπρόθεσμου προγραμματισμού παραγωγής για μια βιομηχανία παραγωγής τυροκομικών προϊόντων .

Βασικό και κύριο μέλημα της εταιρίας είναι η κάλυψη της ζήτησης ανά πάσα στιγμή και η ικανοποίηση των αναγκών των πελατών της. Για τον λόγο αυτό, έχει δημιουργήσει ένα σύστημα παραγωγής και αποθήκευσης προϊόντων, ώστε ανά πάσα στιγμή να μπορεί να ικανοποιεί τυχόν νέα επίπεδα ζήτησης. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της παραγωγής τυροκομικών είναι η εποχική διακύμανση της προσφοράς του γάλακτος , που δημιουργεί την ανάγκη για ένα καλά σχεδιασμένο πρόγραμμα παραγωγής.

Με την χρήση εργαλείων από την θεωρία του Στοχαστικού Γραμμικού Προγραμματισμού εκτιμήθηκαν τα βέλτιστα επίπεδα παραγωγής ανά χρονική περίοδο, ώστε να εξασφαλισθεί η ομαλή λειτουργία της εταιρίας και η οικονομική της επιβίωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βελτιστοποίηση είναι ένα σημαντικό ζήτημα για όλες τις θετικές επιστήμες, καθώς και για άλλους επιστημονικούς κλάδους. Συνήθως, είτε γίνεται αναφορά σε βελτιστοποίηση απόδοσης, είτε συναρτήσεων, είτε άλλων παραμέτρων βελτιστοποίησης. Η μεγάλη ανάπτυξη της βελτιστοποίησης επήλθε με την εισαγωγή των υπολογιστών, την δεκαετία του '40.

Η διαδικασία της βελτιστοποίησης αποτελεί ένα εργαλείο χρήσιμο σε όλους τους κλάδους των επιστημών και της τεχνολογίας. Κάποιες από τις εφαρμογές της είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους αλλά και η ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής κάποιας επιχείρησης. Στα προβλήματα βελτιστοποίησης, κατασκευάζεται μία συνάρτηση-εκπρόσωπος του προβλήματος, η οποία ονομάζεται αντικειμενική συνάρτηση και χρησιμοποιείται ως μέτρο σύγκρισης των πιθανών λύσεων, λαμβάνοντας υπόψιν και κάποιους περιορισμούς. Οι περιορισμοί αυτοί προκύπτουν κυρίως από το περιβάλλον της επιχείρησης ή τα μέσα τα οποία διαθέτει. Σκοπός μας είναι να εντοπίσουμε τις τιμές των μεταβλητών στις οποίες η αντικειμενική συνάρτηση λαμβάνει την μέγιστη ή ελάχιστη τιμή, σε ένα πεδίο ορισμού.

1.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ

Ο γραμμικός προγραμματισμός (linear programming) αποτελεί αναμφίβολα το δημοφιλέστερο μοντέλο στο χώρο της επιχειρησιακής έρευνας αλλά και της διοικητικής επιστήμης (management science) γενικότερα. Η μεγάλη επιτυχία που είχαν σε εφαρμογές του σε προβλήματα λήψης αποφάσεων των ιδιωτικών και δημόσιων επιχειρήσεων και οργανισμών αποδίδεται, από τη μια πλευρά στα επιτεύγματα της έρευνας μαθηματικών και οικονομολόγων σε θεωρητικό επίπεδο και από την άλλη πλευρά στην επαναστατική ανέλιξη της πληροφορικής επιστήμης και τεχνολογίας. Κυριαρχεί σήμερα η αντίληψη ότι, τρεις στις τέσσερις εφαρμογές μοντέλων επιχειρησιακής έρευνας σε πραγματικά προβλήματα διοίκησης παραπέμπουν στο γραμμικό προγραμματισμό (Γ.Π.).

Ο Γ.Π. χρησιμοποιείται από τους επιχειρησιακούς ερευνητές ή τους αναλυτές προβλημάτων απόφασης για τη προσέγγιση προβλημάτων κατανομής περιορισμένων πόρων ή μέσων σε εναλλακτικές και ανταγωνιστικές μεταξύ τους δραστηριότητες κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Προβλήματα απόφασης αυτής της μορφής είναι, για παράδειγμα, η κατανομή εργατικού δυναμικού, τεχνολογικού εξοπλισμού και πρώτων υλών σε διάφορες παραγωγικές διαδικασίες, η κατανομή κεφαλαίου σε διάφορα επενδυτικά προγράμματα, η ανάθεση σε περιορισμένο προσωπικό διαφόρων υπηρεσιών, η κατανομή καλλιεργήσιμης γης σε διάφορες αγροτικές δραστηριότητες, κ.λπ.

Επιδιωκόμενο αποτέλεσμα αυτών των αποφάσεων (κριτήρια απόφασης) μπορεί να αφορά τη μεγιστοποίηση του συνολικού κέρδους από πωλήσεις, την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους παραγωγής, τη μεγιστοποίηση της απασχόλησης, την ελαχιστοποίηση των ωρών εργασίας κλπ.

Μαθηματικός ορισμός Γ.Π.

Στη μαθηματική γλώσσα, ο Γ.Π. είναι ένα μαθηματικό μοντέλο στο οποίο επιχειρείται η βελτιστοποίηση (κριτήρια βελτιστοποίησης) αγνώστων πραγματικών μεταβλητών των οποίων το πεδίο τιμών οριοθετείται έμμεσα από γραμμικούς περιορισμούς (ανισοεξισώσεις) συναρτήσεις των μεταβλητών αυτών. Οι άγνωστες μεταβλητές προσδιορίζουν (μοντελοποιούν) το αντικείμενο απόφασης του προβλήματος και ονομάζονται για το σκοπό αυτό **μεταβλητές απόφασης** (decision variables).

Η θεωρία του Γ.Π. μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 70, εξελίχθηκε ως μεθοδολογία βελτιστοποίησης ενός και μόνου κριτηρίου απόφασης με την ονομασία αντικειμενική συνάρτηση (objective function). Όμως, η πολυπλοκότητα των συστημάτων απόφασης καθώς και οι συνθήκες ανταγωνιστικότητας κάτω από τις οποίες παίρνονται οι αποφάσεις καθιστούν τη προσέγγιση αυτή κάθε άλλο παρά ρεαλιστική. Γι' αυτό και αναπτύχθηκε η θεωρία του Γ.Π. με πολλαπλά κριτήρια απόφασης (πολυκριτήριος Γ.Π.) Από την άλλη πλευρά πάλι, αυτή η γενίκευση δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί χωρίς τα αποτελέσματα που έφερε ο κλασικός μονοκριτήριος Γ.Π.

1.2. ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Η αβεβαιότητα αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των μη διακριτών συστημάτων παραγωγής. Συνεπώς η ακρίβεια των πλάνων παραγωγής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις αβεβαιότητες του παρόντος. Οι αβεβαιότητες προέρχονται κυρίως από 3 παράγοντες : τη ζήτηση, τη διαδικασία , το σφάλμα και κάποιες φορές από το χώρο εργασίας και το κόστος. Λαμβάνοντας υπόψιν αυτές τις αβεβαιότητες θα καταλήξουμε σε πιο ρεαλιστικές αποφάσεις πλάνων παραγωγής. Δυστυχώς , η ενσωμάτωση της στοχαστικότητας στις παραμέτρους του συστήματος δεν είναι εύκολο εγχείρημα όσον αφορά την μοντελοποίηση και τη λύση.

Το κύριο διάγραμμα παραγωγής βασίζεται σε ντετερμινιστική υπόθεση. Αυτή η υπόθεση είναι σπάνια αληθής. Για να διαχειριστούμε αυτή την αβεβαιότητα μπορούμε να μοντελοποιήσουμε την αβεβαιότητα της ζήτησης εισάγοντας τυχαίες τιμές ζήτησης στο προσομοιωτικό μοντέλο (simulation model).

Βασισμένο σε μια θεωρητική συζήτηση , το αναλυτικό στοχαστικό μοντέλο διαμορφώθηκε ως ένα ισοδύναμο ντετερμινιστικό πρόβλημα δύο φάσεων (two-stage linear program) . Τα περιοδικά χαρακτηριστικά του προβλήματος θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν δυναμικό προγραμματισμό ως υπολογιστικό αλγόριθμο , αλλά εξαιτίας του γνωστού προβλήματος αυτής της μεθόδου όσον αφορά τις μεγάλες διαστάσεις , το στοχαστικό πρόβλημα απαιτεί έναν δύο φάσεων διακριτό προσεγγιστικό σχηματισμό. Το πρόβλημα αρχικά σχηματίστηκε σε “wait and see” και “here and now” φάσεις και στη συνέχεια μετατράπηκε σε single large-scale LP μοντέλο.

Ο στοχαστικός γραμμικός προγραμματισμός (stochastic linear programming with simple recourse , SLPSR) , είναι μια μέθοδος μοντελοποίησης προβλημάτων βελτιστοποίησης που εμπεριέχουν αβεβαιότητα. Σε αντίθεση με τα ντετερμινιστικά προβλήματα , τα οποία διατυπώνονται με γνωστές παραμέτρους, τα προβλήματα που συναντάμε στην πραγματικότητα περιλαμβάνουν ορισμένες παραμέτρους, οι οποίες είναι άγνωστες κατά την λήψη μιας απόφασης. Όταν οι παράμετροι είναι άγνωστες και αβέβαιες , αλλά παίρνουν ένα συγκεκριμένο σύνολο δυνατών τιμών και οι κατανομές πιθανοτήτων των

τυχαίων παραμέτρων θεωρούνται δεδομένες ή μπορούν να εκτιμηθούν , τότε υπάρχει η δυνατότητα εύρεσης μιας εφικτής λύσης , η οποία χαρακτηρίζει κάθε πραγματοποίηση των τυχαίων μεταβλητών από έναν περιορισμένο αριθμό δυνατών αποτελεσμάτων και χρονικών περιόδων και θα βελτιστοποιεί μια δοσμένη αντικειμενική συνάρτηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Η διεθνής αγορά των γαλακτοκομικών προϊόντων είναι ανταγωνιστική , αναγκάζοντας τις εταιρείες γαλακτοκομικών προϊόντων να βελτιστοποιούν το κέρδος από την παραγωγή και τις πωλήσεις ,ώστε να διασφαλίσουν την επιβίωσή τους, αλλά και να καταφέρουν την αύξηση των κερδών τους. Η εταιρεία γαλακτοκομικών , η οποία μελετάμε, αντιμετωπίζει αβεβαιότητα όσον αφορά την προγραμματισμένη παραγωγή γαλακτοκομικών, εξαιτίας διαφόρων παραγόντων , όπως για παράδειγμα ο καιρός. Αυτή η αβεβαιότητα μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες απώλειες , εκτός αν κάποιες από τις αβεβαιότητες συμπεριληφθούν στο πλάνο παραγωγής.

Στην παρούσα εργασία διερευνάται το πρόβλημα του προγραμματισμού παραγωγής της εταιρείας τυροκομικών προϊόντων ,για χρονικό διάστημα ενός (1) έτους ,με ζήτηση που δεν είναι σταθερή , αλλά παρατηρούνται περιπτώσεις αυξομειώσης της τιμής αυτής. Το χρονικό διάστημα του ενός έτους έχει διαιρεθεί σε 24 υποδιαστήματα (περιόδους) , διάρκειας 15 ημερών το κάθε ένα . Επειδή η ζήτηση δεν είναι γνωστή , θα εξετασθούν διάφορες πιθανές τιμές σε κάθε περίοδο. Επίσης η ζήτηση από περίοδο σε περίοδο έχει διαφορετική τιμή.

Ο προγραμματισμός της παραγωγής είναι αναγκαίος λόγω της εποχικότητας. Φαινόμενα εποχικότητας εμφανίζονται όχι μόνο στην ζήτηση των προϊόντων , αλλά και στην προσφορά των πρώτων υλών. Η βιομηχανία μετά από σκέψη , κατέληξε στην χρήση αποκλειστικά φρέσκου γάλατος από τοπικούς παραγωγούς . Η εποχικότητα στην προσφορά αυτών των τύπων φρέσκου γάλατος είναι μεγάλη και κατά συνέπεια αυτό επηρεάζει σημαντικά τον προγραμματισμό της διαδικασίας παραγωγής σε τέτοιου είδους βιομηχανίες. Άλλα προβλήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψιν , κατά τη δημιουργία του πλάνου παραγωγής είναι η αναλωσιμότητα και η αλληλεπίδραση μεταξύ κάποιων προϊόντων .Υποπροϊόντα από κάποια διαδικασία παραγωγής χρησιμοποιούνται σαν πρώτες ύλες για άλλα προϊόντα. Τα προβλήματα αυτά, που υπάρχουν σε τέτοιου είδους βιομηχανίες ,κάνουν τον προγραμματισμό της παραγωγής ένα σημαντικό και ενδιαφέρον εργαλείο.

Οι αυστηρές αυτές προϋποθέσεις θα μπορούσαν να χαλαρώσουν με την αύξηση της πολυπλοκότητας του προβλήματος, αλλά το μοντέλο και η διαδικασία επίλυσης παραμένουν κατά βάση ίδια.

Κατά τη διαδικασία παραγωγής είναι λογικό να υπάρχουν καθυστερήσεις στο στάδιο της προετοιμασίας αλλαγής από το ένα στο άλλο προϊόν ή ακόμα και να υπάρξει κάποιο κόστος (πχ προσμίξεις υλικών στα παραγόμενα προϊόντα με υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο προηγούμενο προϊόν με αποτέλεσμα την απόρριψη αυτών που συνεπάγεται κόστος για την επιχείρηση , καθυστέρηση λόγω αλλαγής εξαρτημάτων ή καθαρισμού των μηχανών παραγωγής).

Συνεπώς στη διαδικασία κατάστρωσης του προγράμματος παραγωγής θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη οι χρόνοι και το κόστος προετοιμασίας.

Η εταιρεία παράγει διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα από τα οποία εξετάζονται τα ακόλουθα :

- 1 Γραβιέρα
- 2 Κρητικό Μαλακό Τυρί
- 3 Μυζήθρα Γλυκιά
- 4 Μυζήθρα Νωπή
- 5 Ανθότυρο

Οι πρώτες ύλες που θα χρειαστούν για την παραγωγή των παραπάνω τυριών είναι το αγελαδινό, το γιδινό και το πρόβειο γάλα. Θεωρούμε ότι οι ποσότητες οι οποίες χρειαζόμαστε και μπορούν να μας διατεθούν είναι γνωστές καθώς υπάρχει συνεργασία με σταθερούς προμηθευτές. Η παροχή πρώτων υλών , ωστόσο , παρουσιάζει εποχικότητα και υπάρχουν διακυμάνσεις στις προσφερόμενες ποσότητες ανάλογα την εποχή .

Οι τιμές της αγοράς για τον κάθε τύπο γάλατος παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα :

Τύπος γάλατος	Τιμή / κιλό
Αγελαδινό	0,48 €
Γιδινό	0,55€
Πρόβειο	0,99€

Για την παραγωγή θα χρειαστούμε :

1. Για την παραγωγή 1 κιλού γραβιέρας χρειαζόμαστε 7 κιλά γάλατος.
2. Για την παραγωγή 1 κιλού Κρητικού μαλακού τυριού χρειαζόμαστε 6 κιλά γάλατος.
3. Για την παραγωγή 1 κιλού κάθε είδους μυζήθρας χρειαζόμαστε 1,5 κιλά γάλατος.

Επιπλέον , για την παραγωγή των τυριών χρησιμοποιούνται βοηθητικές ύλες όπως είναι η πυτιά , καλλιέργειες , χλωριούχο ασβέστιο και αλάτι. Οι ποσότητες αυτών των υλών στην διαδικασία παραγωγής των τυριών είναι πάρα πολύ μικρές για αυτό και θα θεωρηθούν αμελητέες. Αναλυτικά :

1. Η πυτιά χρησιμεύει στην πήξη του γάλατος .
2. Η καλλιέργεια στην ανάπτυξη οξυγαλακτικών μυκήτων .
3. Το χλωριούχο ασβέστιο στην αναπλήρωση του ελεύθερου ασβεστίου , το οποίο διασπάται κατά την παστερίωση και το αλάτι ως μέσο συντήρησης.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια αναλυτικότερη περιγραφή του κάθε τυριού , όσον αφορά την ωρίμανση, τη διάρκεια ζωής , τη γεύση ,την υφή, αλλά και τη σύστασή τους.

Γραβιέρα Κρήτης

Θεωρείται ένα από τα πιο δημοφιλή τυριά της Ελλάδας και κατέχει περίοπτη θέση στις προτιμήσεις παγκοσμίως. Είναι γνωστή για τον παραδοσιακό τρόπο παρασκευής της από αιγοπρόβριο γάλα.

Υφή και χρώμα: Χαρακτηρίζεται ως ένα πολύ ανοιχτό κίτρινο ,σκληρό , επιτραπέζιο τυρί με ασύμμετρες τρύπες.

Γεύση : Ιδιαίτερα ευχάριστη , υπόγλυκη και ελαφρώς υφάλμυρη.

Ωρίμανση: Τουλάχιστον 3 μήνες.

Διάρκεια ζωής : 18 μήνες

Κρητικό Μαλακό Τυρί

Το Κρητικό μαλακό τυρί ,γνωστό και ως φέτα κατέχει σταθερή θέση στην καθημερινή διατροφή του Έλληνα . Παρασκευάζεται από αιγοπρόβριο γάλα και αγελαδινό. Ωριμάζει και διατηρείται στην άλμη.

Υφή και χρώμα: Χαρακτηρίζεται ως μαλακό τυρί με λίγες έως καθόλου οπές, χωρίς επικάλυψη.

Γεύση : Κατέχει χαρακτηριστική υφάλμυρη γεύση.

Σύνθεση: 70% πρόβριο γάλα, 20% γιδινό γάλα, 10% αγελαδινό γάλα νωπό ή αφυδατωμένο, οξυγαλακτική καλλιέργεια, πυτιά, χλωριούχο ασβέστιο , αλάτι.

Συνθήκες συντήρησης : Θερμοκρασία διατήρησης σε ψυκτικό θάλαμο :2 έως 6 βαθμούς C.

Χημικές ιδιότητες : Ελάχιστη περιεκτικότητα λίπους επί ξηρού :45% . Μέγιστη υγρασία :56%.

Διατροφική δήλωση ανα 100γρ:

Ενέργεια/Θερμίδες	1222kJ/ 294 kcal
Λιπαρά:	23,1g
Εκ των οποίων κορεσμένα:	17,0 g
Υδατάνθρακες :	5,4g
Εκ των οποίων σάκχαρα:	5,1g
Πρωτεΐνες:	16,25g
Αλάτι :	2,41g

Μυζήθρα Γλυκιά

Η μυζήθρα είναι μαλακό τυρί τυρογάλατος που έχει ξεχωριστή θέση στη λίστα με τα παραδοσιακά Κρητικά τυριά. Είναι γνωστή σε όλους , καθώς αποτελεί βασικό συστατικό του διάσημου Κρητικού γλυκού “καλιτσούνι”.

Υφή και Χρώμα : Χαρακτηρίζεται ως ένα μαλακό λευκό τυρί με αφράτη ,λεία υφή χωρίς οπές.

Γεύση: Ιδιαίτερα ευχάριστη, υπόγλυκη και ελαφρώς υφάλμυρη γεύση , με πλούσιο άρωμα αγνού γάλατος.

Σύνθεση: min 56% τυρόγαλα , min 18% πρόβριο γάλα , max 14% τυρόγαλα αφυδατωμένο , max 9% γιδινό γάλα , max 3% αγελαδινό γάλα , αλάτι .

Συνθήκες συντήρησης : Θερμοκρασία διατήρησης σε ψυκτικό θάλαμο 2 έως 6°C .

Χημικές Ιδιότητες: Ελάχιστη περιεκτικότητα λίπους επί ξηρού : 38%. Μέγιστη υγρασία : 70%.

Διατροφική δήλωση ανά 100g:

Ενέργεια / Θερμίδες:	750 kJ/180 kcal
Λιπαρά :	12,4g
Εκ των οποίων κορεσμένα:	8,8g
Υδατάνθρακες:	2,6g
Εκ των οποίων σάκχαρα:	2,2g
Πρωτεΐνες:	14,5g
Αλάτι:	0,66g

Μυζήθρα Νωπή (Ξυνομυζήθρα)

Η Κρητική μυζήθρα αποτελεί μια άλλη εκδοχή της γλυκιάς Κρητικής μυζήθρας με διαφορετική αλλά εξίσου υπέροχη γεύση. Συγκαταλέγεται και αυτή στην κατηγορία τυρογάλατος. Είναι γνωστή σε όλους καθώς αποτελεί βασικό συστατικό των διάσημων Κρητικών πιτών, όπως μυζηθρόπιτες, σαρικόπιτες και πολλές άλλες πίτες. Επίσης συνοδεύει συνήθως τον Κρητικό ντάκο.

Παρασκευάζεται από αιγοπρόβειο και αγελαδινό γάλα, καθώς και από τυρόγαλα.

Υφή και χρώμα : Χαρακτηρίζεται ως μαλακό λευκό τυρί, με κοκκώδη ως κρεμώδη επιφάνεια και έχει ακαθόριστο σχήμα.

Γεύση : Κατέχει μια στεγνή, υπόξινη γεύση.

Σύνθεση: min 56% τυρόγαλα, min 18% πρόβειο γάλα, max 14% τυρόγαλα αφυδατωμένο, max 9% γιδινό γάλα, max 3% αγελαδινό γάλα, αλάτι.

Συνθήκες συντήρησης: Θερμοκρασία διατήρησης σε ψυκτικό θάλαμο 2 έως 6°C.

Χημικές Ιδιότητες : Ελάχιστη περιεκτικότητα λίπους επί ξηρού: 38%. Μέγιστη υγρασία: 70%.

Διατροφική δήλωση ανά 100g:

Ενέργεια/Θερμίδες:	1034 kJ/ 249 kcal
Λιπαρά:	18,8g
Εκ των οποίων κορεσμένα:	14,0g
Υδατάνθρακες:	4,7g
Εκ των οποίων σάκχαρα:	3,9g
Πρωτεΐνες:	15,2g
Αλάτι:	1,92g

Ανθότυρο Ξηρός

Πρόκειται για ένα εξαιρετικό Κρητικό τυρί. Θα μπορούσαμε να το χαρακτηρίσουμε ως ξηρή Μυζήθρα και αυτό γιατί αποτελεί την ξηρή εκδοχή της γλυκιάς Μυζήθρας. Η βασική αιτία παραγωγής του ήταν η δημιουργία ενός τυριού λίγο πιο αλμυρού, το οποίο θα μπορούσε να τριφτεί. Ανήκει στην κατηγορία των τυριών τυρογάλατος. Παρασκευάζεται από αιγοπρόβειο και αγελαδινό γάλα, καθώς και τυρόγαλα. Αμέσως μετά την επεξεργασία του τοποθετείται σε ειδικά διαμορφωμένα ωριμαντήρια για μερικές εβδομάδες, ώστε να ξηραθεί και να στεγνώσει. Θεωρείται τυρί υψηλής ποιότητας.

Υφή και χρώμα: Είναι λευκό ημίσκληρο τυρί, χωρίς οπές, με τραχιά επιφάνεια και επικάλυψη κρούστας.

Γεύση: Χαρακτηρίζεται από έντονη, υφάλμυρη, βουτυρώδη γεύση.

Σύνθεση: min 56% τυρόγαλα, min 18% πρόβειο γάλα, max 14% τυρόγαλα αφυδατωμένο, max 9% γιδινό γάλα, max 3% αγελαδινό γάλα, αλάτι.

Συνθήκες συντήρησης: Θερμοκρασία διατήρησης σε ψυκτικό θάλαμο: 2 έως 6°C.

Χημικές Ιδιότητες: Ελάχιστη περιεκτικότητα λίπους επί ξηρού: 50%. Μέγιστη υγρασία 70%.

Διατροφική δήλωση ανά 100g:

Ενέργεια/Θερμίδες	1034 kJ/ 249 kcal
Λιπαρά:	33,1g
Εκ των οποίων κορεσμένα:	23,7g
Υδατάνθρακες:	8,4g
Εκ των οποίων σάκχαρα:	8,1g
Πρωτεΐνες:	17,1g
Αλάτι:	5,24g

Οι τιμές πωλήσεις των προϊόντων ανά κιλό, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Γραβιέρα	9,30 €
Κρητικό Μαλακό Τυρί	4,53 €
Μυζήθρα	3,91 €
Ξινομυζήθρα	3,40 €
Ανθότυρος	4,84 €

Για την αποθήκευση των προϊόντων υπάρχουν τρεις ισόχωρες αποθήκες, χωρητικότητας 300 τόνων η κάθε μια.

Στην πρώτη αποθήκη, αποθηκεύονται οι γραβιέρες, στην δεύτερη αποθήκη το ΚΜΤ και στην τρίτη αποθήκη αποθηκεύονται όλες οι μυζήθρες (μυζήθρα νωπή, μυζήθρα γλυκιά, ανθότυρο). Στις αποθήκες αυτές υπάρχει απόθεμα των παραπάνω προϊόντων και επικρατεί διαφορετική θερμοκρασία συντήρησης στην κάθε μια από αυτές.

Υπολογισμός αποθέματος :

Το απόθεμα υπολογίζεται στην αρχή κάθε περιόδου και αποτελείται από τον ακόλουθο τύπο.

Απόθεμα = άθροισμα αποθέματος προηγούμενης περιόδου+ τη παραγωγή του μήνα προ του χρόνου ωρίμανσης για κάθε προϊόν - ζήτηση για την προηγούμενη περίοδο

Το αρχικό απόθεμα , μας είναι γνωστό ώστε να μπορέσουμε να προχωρήσουμε στους υπολογισμούς.

Το προμηθευόμενο γάλα για την παραγωγή κάθε προϊόντος , σε κάθε χρονικό διάστημα , είναι αναγκαίο να χρησιμοποιείται όλο , ή τουλάχιστον το μεγαλύτερο μέρος του , καθώς η διαδικασία συντήρησης του είναι αδύνατη, εξαιτίας της μικρής διάρκειας ζωής του. Κατά συνέπεια , η ποσότητα γάλατος που χρησιμοποιούμε κατά την παραγωγική διαδικασία δεν θα πρέπει να ξεπερνά την ποσότητα την οποία έχουμε προμηθευτεί , αφού το απόθεμα είναι μηδενικό.

Η μέγιστη παραγωγή της μονάδας ανέρχεται στους 450 τόνους ανά οκτάωρο. Το διαθέσιμο απόθεμα , μαζί με το κομμάτι παραγωγής που μπορεί να διατεθεί προς πώληση θα πρέπει να καλύπτει τη ζήτηση.

Το απόθεμα που μπορεί να διατεθεί προς πώληση αποτελείται από το απόθεμα των προϊόντων που έχουν ήδη ωριμάσει. Τα προϊόντα αυτά θα πρέπει να έχουν πωληθεί μέσα στα 2/3 της διάρκειας ζωής τους .

<u>Τυρί</u>	<u>Διάρκεια ζωής</u>
Γραβιέρα	12 μήνες
Κμτ	8 μήνες
Ξυνομυζήθρα	8 μήνες
Γλυκιά μυζήθρα	15 μέρες
Ανθότυρο	6,5 μήνες

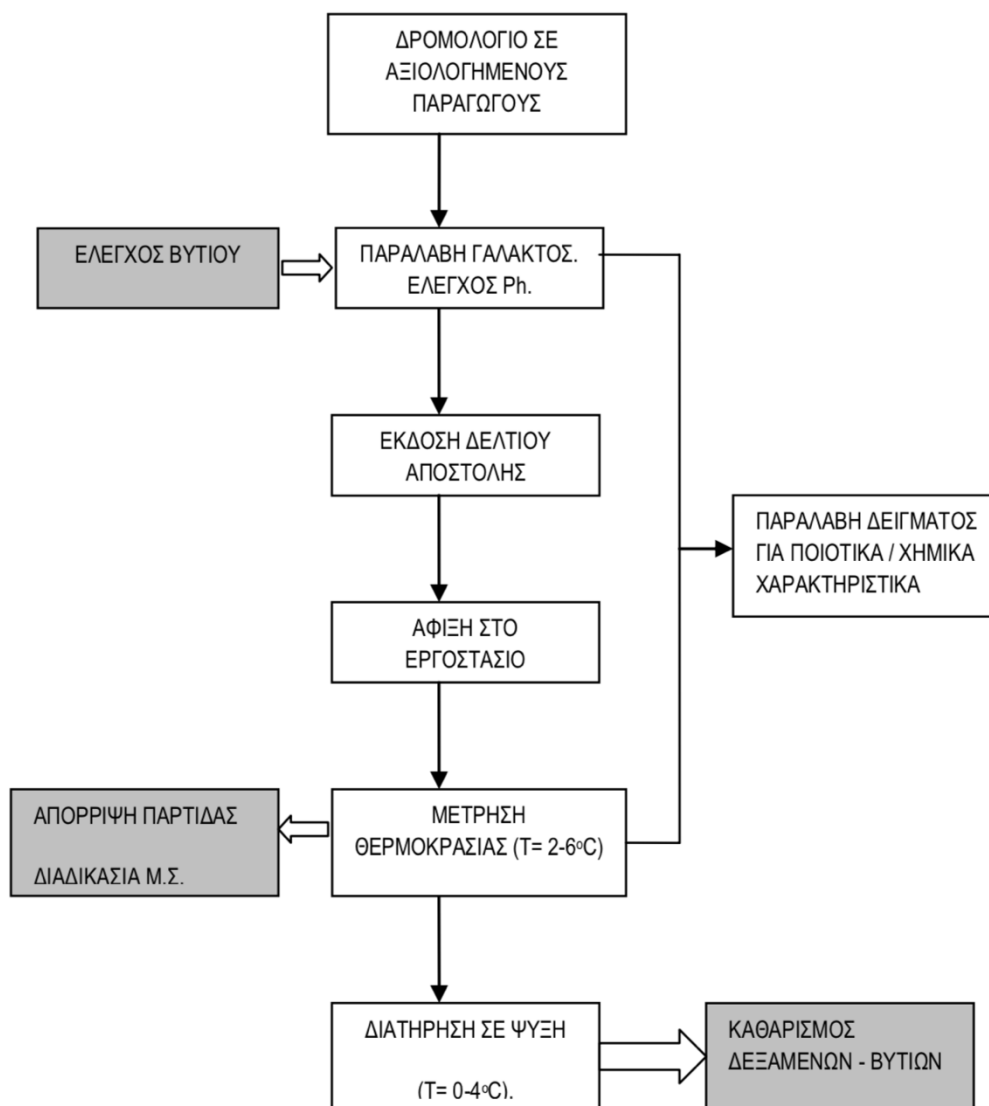
Για την ευελιξία στη λύση και για καλύτερη σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων υιοθετούμε έξι διαφορετικές αντικειμενικές συναρτήσεις .

Η πρώτη αφορά την ελαχιστοποίηση του αποθέματος , η δεύτερη αφορά τη μεγιστοποίηση του κέρδους, οι επόμενες δύο την ελαχιστοποίηση της πρώτης ύλης που δεν χρησιμοποιούμε και θα πεταχτεί, σε ποσότητα και σε οικονομικό κόστος. Τέλος , μια αντικειμενική θα αφορά την ελαχιστοποίηση του κόστους αποθέματος και μια ακόμα συνδυάζει την ελαχιστοποίηση του κόστους αποθέματος και της χαμένης πρώτης ύλης.

2.2. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

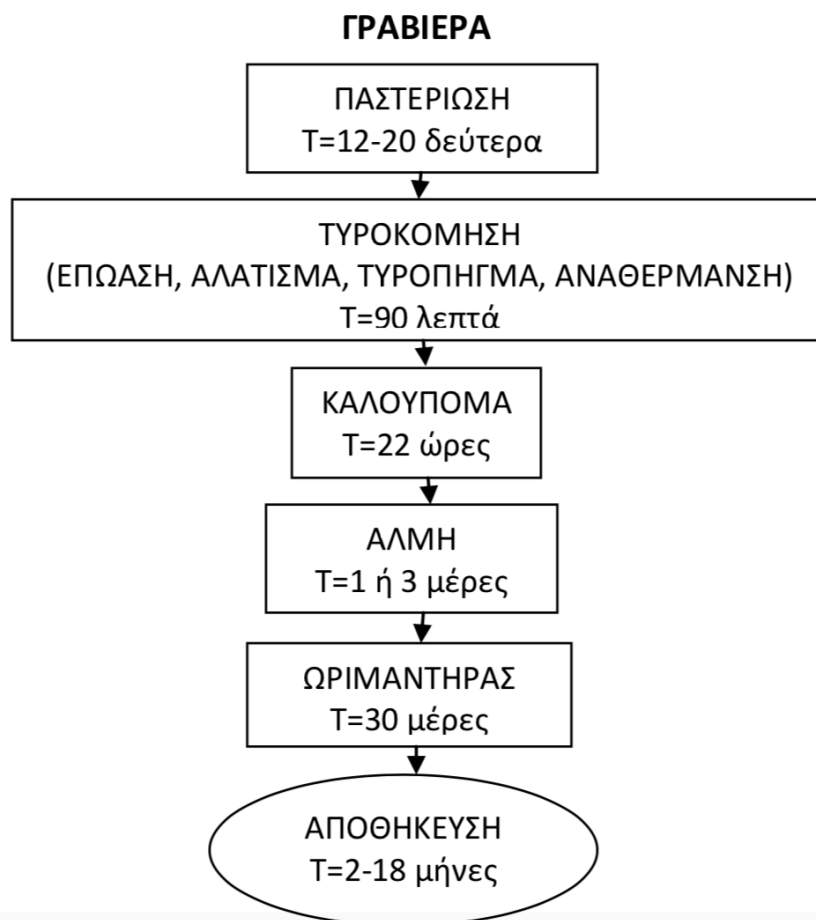
Το γάλα συλλέγεται στις εγκαταστάσεις της εταιρείας με ανοξείδωτα βυτία , τα οποία είναι και θερμομονωμένα , από τους σταθμούς συγκέντρωσης γάλατος . Οι σταθμοί γάλατος βρίσκονται σε προκαθορισμένα σημεία από την εταιρεία. Αφού γίνει η λιτρομέτρηση , γίνεται δειγματοληπτικός έλεγχος ,ως προς τα χημικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά , στο εργαστήριο της επιχείρησης. Οι έλεγχοι αυτοί αφορούν κυρίως τη μέτρηση του Ph και της θερμοκρασίας . Αν ο έλεγχος έχει θετικά αποτελέσματα , μεταφέρεται στις δεξαμενές-σιλό αποθήκευσης και στην συνέχεια οδηγείται προς επεξεργασία.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΓΑΛΑΤΟΣ



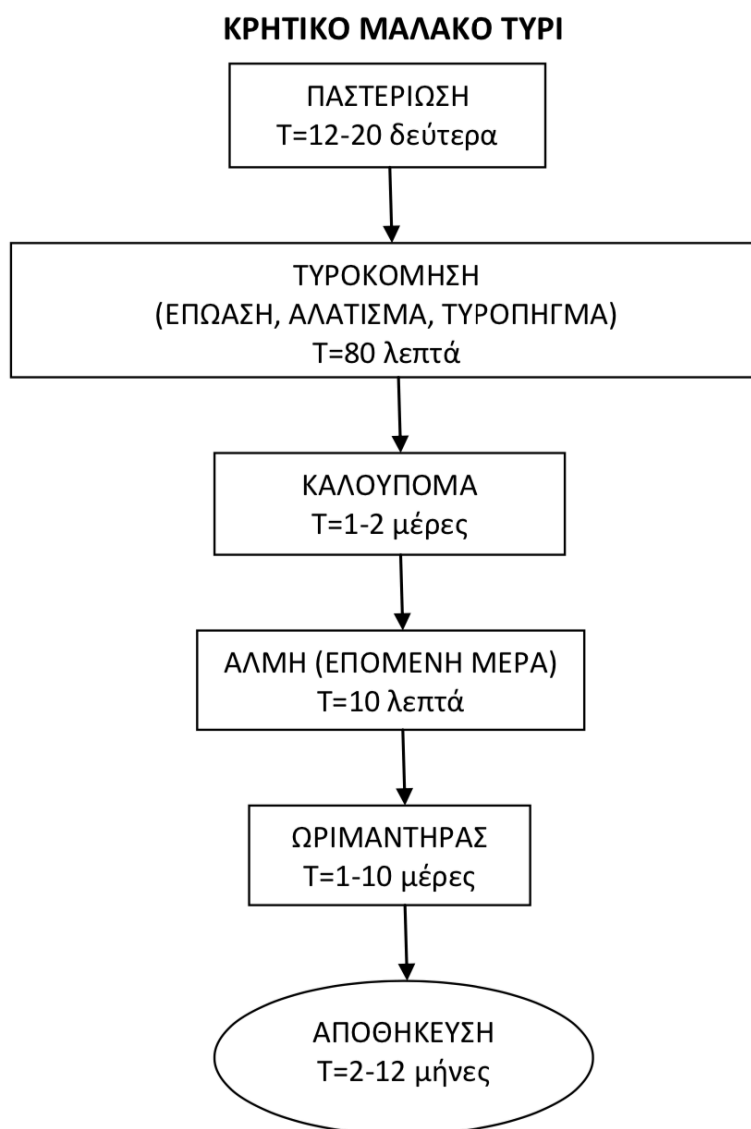
2.2.1. ΓΡΑΒΙΕΡΑ

Αφού πραγματοποιηθεί ο έλεγχος το γάλατος , το προϊόν οδηγείται με την βοήθεια της αντλίας του συγκροτήματος παραλαβής στον κορυφολόγο. Εκεί το γάλα φιλτράρεται και του αφαιρείται ορισμένη ποσότητα λίπους , εφόσον χρειάζεται. Έπειτα το προϊόν παστεριώνεται στον ειδικό παστεριωτή και οδηγείται στους τυροπαρασκευαστές. Οι τυροπαρασκευαστές αποτελούνται από δοχεία με διπλά τοιχώματα , στο εσωτερικό των οποίων εισέρχεται ατμός με σκοπό να επιτευχθούν οι απαραίτητες θερμοκρασίες στο γάλα . Ο σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι να γίνει η εισαγωγή της καλλιέργειας και της πυτιάς για την παραγωγή τυροπήγματος. Μετά από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα το τυρόπηγμα που έχει δημιουργηθεί μεταφέρεται , με την βοήθεια της αντλίας τροφοδοσίας στο συγκρότημα τυποποίησης τυριών. Εκεί η τυρομάζα μεταφέρεται σε καλούπια διαφορετικών μεγεθών ανάλογα με τις ανάγκες παραγωγής. Τα γεμάτα καλούπια μεταφέρονται με ταινιόδρομο στα πιεστήρια , όπου πραγματοποιείται η τελική μορφοποίηση του τυριού , ενώ ταυτόχρονα αποβάλλεται και ορός τυρογάλατος. Την επόμενη ημέρα τα τυριά μεταφέρονται σε διάλυμα άλμης (20%) στον θάλαμο άλμης , όπου παραμένουν για μια ως 3 ημέρες . Εν συνεχεία μεταφέρονται στους θαλάμους ωρίμανσης ,όπου παραμένουν για ένα μήνα περίπου, μέχρι να μεταφερθούν στους ψυκτικούς θαλάμους. Η παραμονή των προϊόντων στους θαλάμους αυτούς διαρκεί δύο μήνες το λιγότερο και μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας διατίθενται προς κατανάλωση.



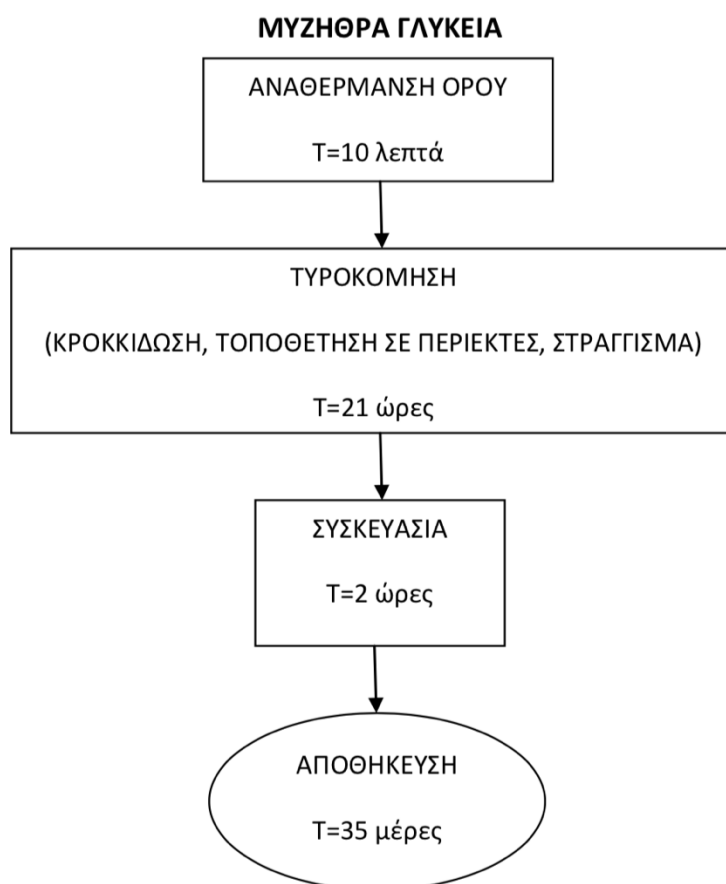
2.2.2. ΚΡΗΤΙΚΟ ΜΑΛΑΚΟ ΤΥΡΙ

Μέχρι τη διαδικασία της παστερίωσης, οι διαδικασίες που ακολουθούνται είναι ίδιες με αυτές της Γραβιέρας. Μετά την παστερίωση το γάλα μεταφέρεται στις πήχτρες μαλακού τυριού (δεξαμενές χωρητικότητας 1250 λίτρων). Εκεί προστίθεται η καλλιέργεια και η πυτιά και στη συνέχεια παράγεται το τυρόπηγμα, το οποίο εν συνεχεία μεταφέρεται σε καλούπια. Αφού στραγγιστούν καλά και γυριστούν τα τεμάχια μαλακού τυριού μεταφέρονται στο θάλαμο συσκευασίας. Εκεί συσκευάζονται σε ανοξείδωτα δοχεία ποικίλης χωρητικότητας με ταυτόχρονη προσθήκη άλμης, όπου παραμένουν στον ίδιο θάλαμο για την διαδικασία της ωρίμανσης για περίπου 10 μέρες. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της ωρίμανσης παραμένουν στους ψυκτικούς θαλάμους για δύο μήνες το ελάχιστο, μέχρι να διατεθούν προς κατανάλωση.

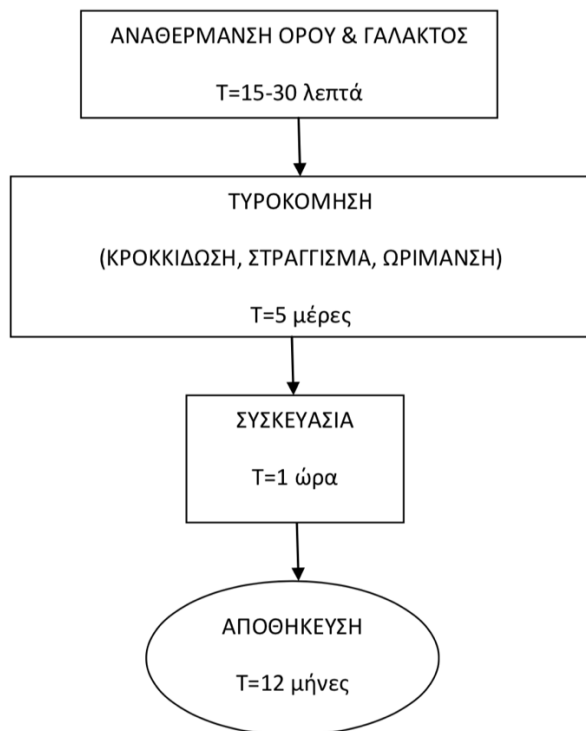


2.2.3. ΜΥΖΗΘΡΑ ΓΛΥΚΕΙΑ- ΜΥΖΗΘΡΑ ΝΩΠΗ – ΑΘΟΤΥΡΟΣ

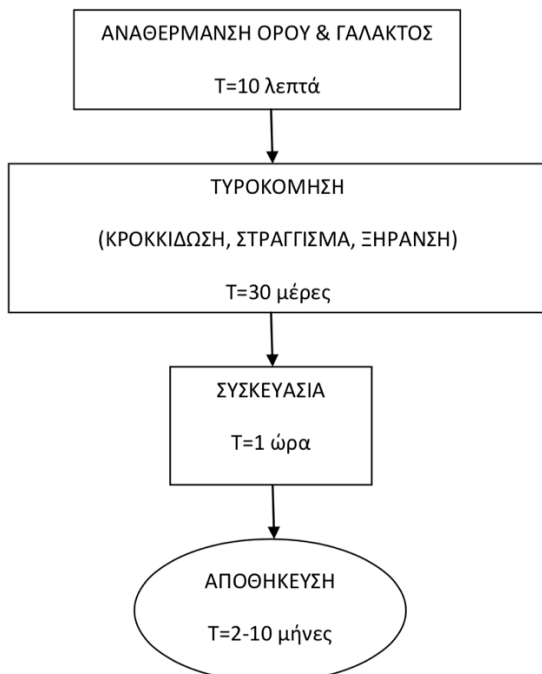
Κατά τη διαδικασία παραγωγής σκληρού ή μαλακού τυριού παράγεται ο οπός τυρογάλατος. Ο ορός αυτός συγκεντρώνεται ,μέσω των αντλιών , στη δεξαμενή συγκεντρώσεως και στη συνέχεια στους τυρολέβητες μυζήθρας , με χωρητικότητα 1250 λίτρα έκαστος. Αφού πραγματοποιηθεί η κατάλληλη θέρμανση της μάζας ,γίνεται η παραγωγή μυζήθρας στην κορυφή του τυρολέβητα. Στην συνέχεια οδηγείται σε καλούπια ,με τελική κατάληξη το ψυγείο μυζήθρας ,όπου εκεί στραγγίζει και έπειτα διατίθεται προς κατανάλωση . Η διαδικασία παραγωγής του ανθότυρου είναι η ίδια με την διαφορά ότι ο ανθότυρος αλατίζεται και ξηραίνεται για , περίπου, ένα μήνα πριν οδηγηθεί στους ψυκτικούς θαλάμους για δυο μήνες το λιγότερο. Έπειτα διατίθεται προς κατανάλωση. Το ίδιο ισχύει και για τη νωπή μυζήθρα. Η διαφορά με τη νωπή μυζήθρα είναι ότι δεν οδηγείται σε καλούπια αλλά σε τελάρα για 24 ώρες. Τέλος μεταφέρεται σε δοχεία χωρητικότητας 20 κιλών , όπου και πραγματοποιείται η ωρίμανση και μετά οδηγείται στην κατανάλωση.



ΜΥΖΗΘΡΑ ΝΩΠΗ



ΑΝΘΟΤΥΡΟΣ



2.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

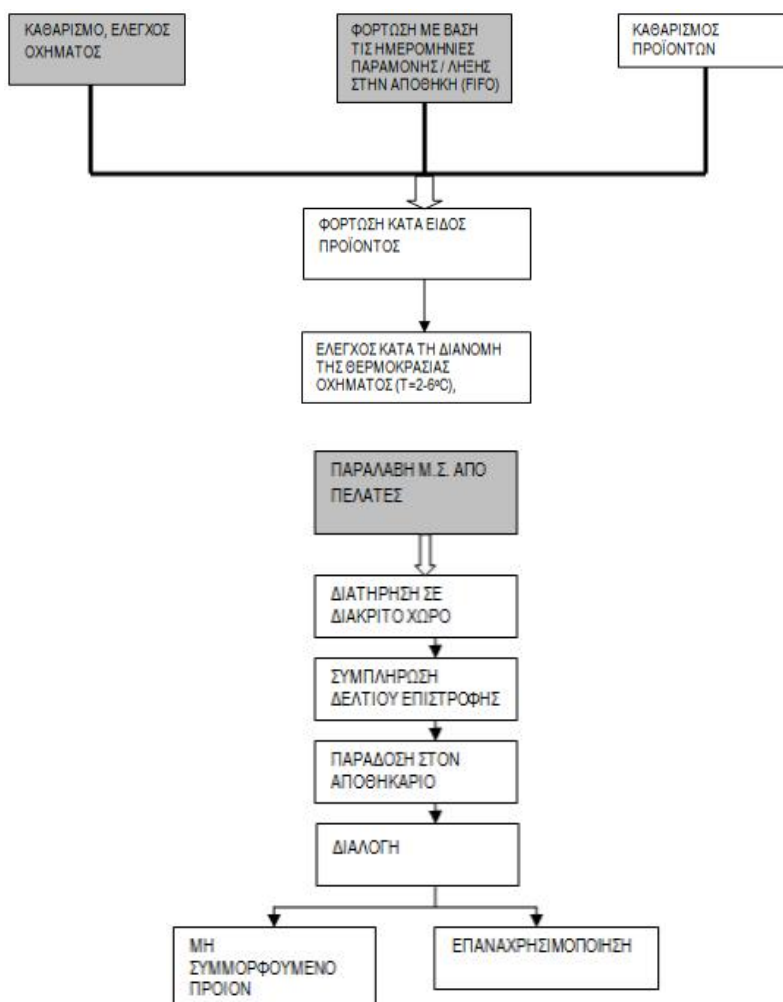
Ο μηχανολογικός εξοπλισμός της επιχείρησης αποτελείται από τις εξής μονάδες με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά .

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ-ΕΙΔΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΧΩΡ/ΤΑ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΙΣΧΥΣ (HP)	ΙΣΧΥΣ (KW)
1	Συγκρότημα παραλαβής γάλατος		1	9,5	
2	Δεξαμενές αποθήκευσης γάλατος με αναδευτήρα	3,15	3	4,9	
3	Παγολεκάνες	4,5	3	5,5	
4	Αποκορυφωτής γάλατος		1	15	
5	Συγκρότημα παστερίωσης γάλατος		1	9,5	
6	Βραστήρας γάλακτος με αναδευτήρα	2	1	2,75	
7	Μηχανή συσκευασίας γιαουρτιού		1	6,8	
8	Συγκρότημα παραγωγής στραγγιστού γιαουρτιού		1	16,86	
9	Μήλος άλεσης κολλοειδών		1	30	
10	Συσκευαστική μηχανή γιαουρτιού		1	15	
11	Μηχανή ομογενοποίησης υλικών γιαουρτιού		1	47,5	
12	Μηχανή διάλυσης πρώτων υλών γιαουρτιού		1	15	
13	Συγκρότημα μεταφοράς γιαουρτιού		1	8,5	
14	Δεξαμενή επώασης γιαουρτιού με αναδευτήρα	3	1	3,25	
15	Δεξαμενές παραγωγής μαλακού τυριού	10x1,25	10		
16	Αντλία μεταφοράς τυρογάλατος		1	5,5	
17	Πλυντήριο καλουπιών		1	16,32	
18	Τυροπαρασκευαστής με αναδευτήρα		4	8,8	
19	Αντλία τροφοδοσίας τυριού		1	7,5	
20	Αντλία μεταφοράς τυρογάλατος		1	5,5	
21	Συγκρότημα τυποποίησης τυριών		1	13	

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ-ΕΙΔΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΧΩΡ/ΤΑ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΙΣΧΥΣ (HP)	ΙΣΧΥΣ (KW)
22	Πιεστήριο σκληρών τυριών 4 ατμοσφαιρών		4	21,75	
23	Δεξαμενή συγκέντρωσης τυρογάλακτος με αναδευτήρα	15	1	3	
24	Τυρολέβητας μυζήθρας	10x1,25	14		
25	Ψυκτικός θάλαμος μυζήθρας		1	4	15
26	Ψυκτικό συγκρότημα θαλάμου μυζήθρας		1	10	
27	Θάλαμος άλμης		1	10	15
28	Θάλαμος ωρίμανσης και συσκευασίας μαλακών τυριών		1	12	15
29	Θάλαμος ωρίμανσης τυριών		1	10	15
30	Συσκευαστήριο με κλιματισμό		1	10	15
31	Μηχανή συσκευασίας τυριών		1	9,5	
32	Μηχανή τριμμένου τυριού		1	5,5	
33	Ψυκτικός θάλαμος αποθήκευσης προϊόντων		4	50	60
34	Ψυκτικός θάλαμος αποθήκευσης γιαουρτιού		1	12,5	15
35	Αεροσυμπιεστής		1	12,5	
36	Ατμολέβητας Α'		1	37	
37	Σιλό αποθήκευσης ελαιοπυρήνα	30	1		
38	Κοχλίας μεταφοράς και τροφοδοσίας ατμολεβήτων		1	3	
39	Ατμολέβητας Α' κατηγορίας diesel		1	30,1	
40	Δεξαμενή επώασης γιαουρτιού με αναδευτήρα		3	3,25	
	Σύνολο σε HP			498,10	150,00

2.4. ΔΙΑΝΟΜΗ- ΔΙΑΘΕΣΗ

Η πώληση των προϊόντων πραγματοποιείται σύμφωνα με τα πρότυπα της FIFO (First In First Out). Αυτό σημαίνει ότι διατίθενται προς πώληση κάθε φορά τα παλαιότερα προϊόντα , που βρίσκονται στην αποθήκη , σύμφωνα πάντα με τις ημερομηνίες παραμονής και λήξης τους. Αφού διατεθούν όλα τα παλαιότερα , διατίθενται και τα νεότερα προς πώληση. Αφού γίνει ο απαραίτητος καθαρισμός και έλεγχος του οχήματος για τη διανομή , πραγματοποιείται η φόρτωση των προϊόντων σύμφωνα με το είδος . Κατά τη διάρκεια της διανομής , γίνεται συνεχής έλεγχος της προβλεπόμενης θερμοκρασίας . Στη συνέχεια γίνεται η παραλαβή από τους πελάτες , ο έλεγχος από τον εκάστοτε υπεύθυνο ελέγχου προϊόντων και η τελική αποθήκευσή τους μέχρι τη διάθεση.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα ιστορικά δεδομένα που διαθέτουμε σχετικά με την προσφορά γάλατος, την ζήτηση και τα επίπεδα παραγωγής σε προηγούμενα έτη.

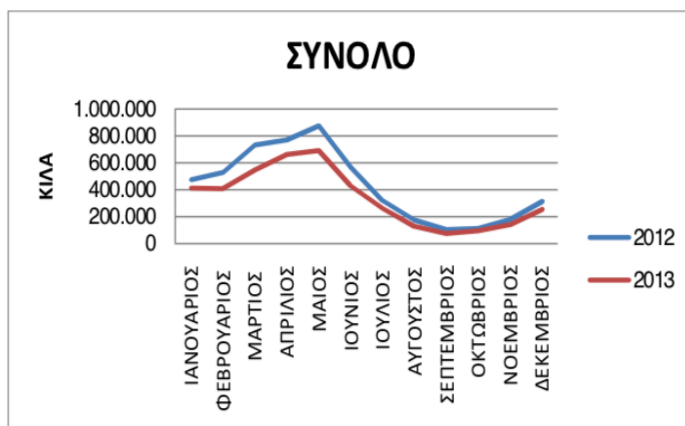
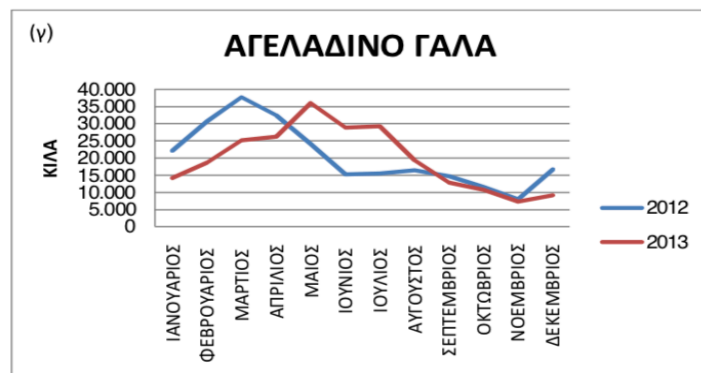
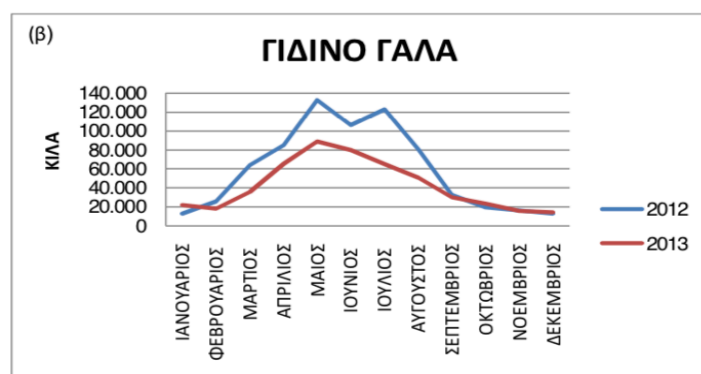
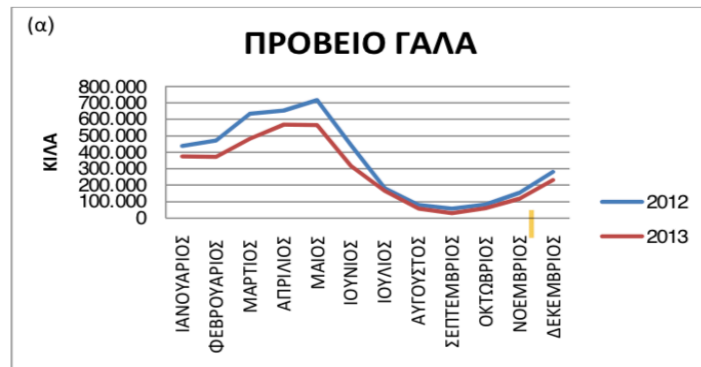
3.1. ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΓΑΛΑΤΟΣ

Η προσφορά γάλατος παρουσιάζει έντονη εποχιακή διακύμανση. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία η χρήση ενός μεσοπρόθεσμου προγράμματος παραγωγής .

ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΟ ΓΑΛΑ 2013		ΑΓΕΛΑΔΙΝΟ	ΓΙΔΙΝΟ	ΠΡΟΒΕΙΟ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1	6,400	11,123	192,887
	2	7,854	11,000	181,505
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	3	8,542	8,675	179,412
	4	10,172	9,368	193,000
ΜΑΡΤΙΟΣ	5	12,589	17,859	242,055
	6	12,584	17,762	240,880
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	7	13,589	32,778	280,582
	8	12,657	32,615	288,527
ΜΑΪΟΣ	9	17,872	45,784	277,689
	10	18,087	43,271	286,844
ΙΟΥΝΙΟΣ	11	15,746	39,471	161,311
	12	13,083	40,492	156,820
ΙΟΥΛΙΟΣ	13	14,099	32,440	88,523
	14	15,125	32,380	77,997
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	15	9,874	26,580	30,440
	16	9,418	23,853	28,230
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	17	6,574	16,700	15,699
	18	6,300	13,548	15,079

ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΟ ΓΑΛΑ 2013		ΑΓΕΛΑΔΙΝΟ	ΓΙΔΙΝΟ	ΠΡΟΒΕΙΟ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	19	5,871	11,540	29,885
	20	4,939	11,840	30,425
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	21	3,558	7,852	58,023
	22	3,750	7,964	60,123
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	23	4,459	7,452	110,092
	24	4,673	6,813	120,590

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια γραφήματα ενδεικτικά , ώστε να είναι περισσότερο διακριτές οι διακυμάνσεις οι οποίες έχουν ήδη αναφερθεί.



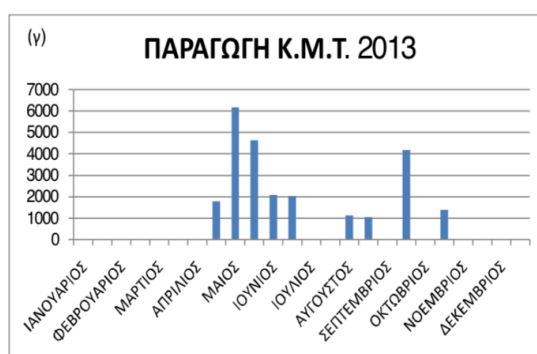
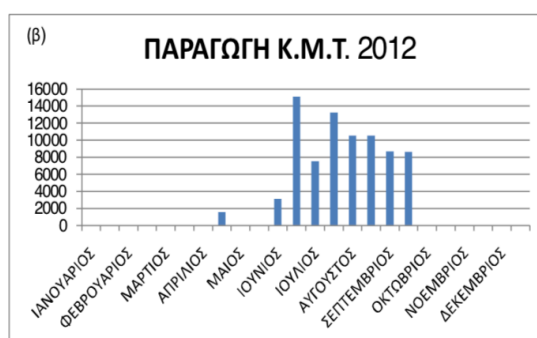
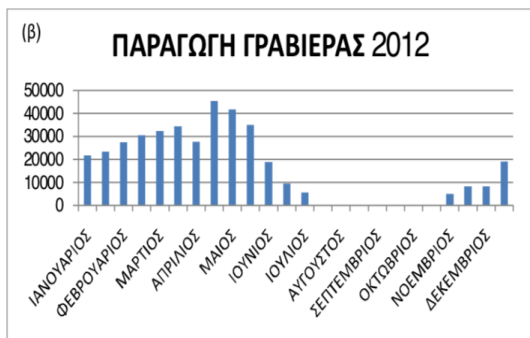
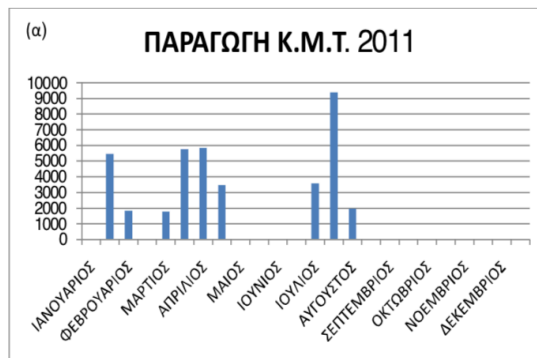
Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα το 2012 είχαμε παραλάβει μεγαλύτερη ποσότητα γάλατος σε σχέση με το 2013. Η διαφορά στην ποσότητα γάλατος οφείλεται στην όλο και αυξανόμενη δυσκολία που παρατηρείται για την εύρεση των απαιτούμενων ποσοτήτων γάλατος για την παραγωγή προϊόντων. Κατά συνέπεια αυτού , είναι δυνατόν να υπάρξουν αλλαγές στα διαφορετικά είδη τυροκομικών που παράγουμε κάθε χρόνο , όπως επίσης και στη σύσταση του κάθε προϊόντος.

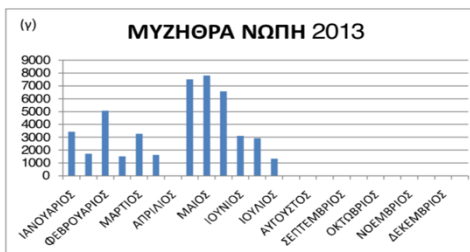
Συγκεκριμένα , στο πρόβειο γάλα παρατηρείται μια μικρή μείωση στους πρώτους μήνες του 2013. Στο γιδινό γάλα μια μείωση της τάξης των 30.000 kg κατά μέσο όρο τους καλοκαιρινούς μήνες. Τέλος, στο αγελαδινό η μέγιστη παραλαμβανόμενη ποσότητα έχει μετατεθεί από την άνοιξη στο καλοκαίρι. Στο σύνολο του γάλατος παρατηρείται ότι η κατανομή του γάλατος που παραλαμβάνεται είναι παρόμοια και για τις δύο χρονιές ,παρουσιάζοντας όμως μια μείωση της τάξης των 15000-20000 kg τους πρώτους 6 μήνες του χρόνου.

Συνολικά , από τα διαγράμματα είναι εμφανές ότι η μέγιστη προσφερόμενη ποσότητα γάλατος εμφανίζεται στους μήνες της άνοιξης , ενώ η ελάχιστη προσφερόμενη ποσότητα εμφανίζεται στους μήνες του φθινοπώρου.

1.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΩΝ ΕΤΩΝ

Η εποχικότητα στην παραγωγή τυροκομικών , όπως έχει ήδη αναφερθεί, αποτελεί το κύριο κώλυμα στην διαδικασία παραγωγής. Στα ακόλουθα διαγράμματα προηγούμενων ετών παρουσιάζεται ξεκάθαρα αυτή η εποχικότητα.





Όσον αφορά τη γραβιέρα η παραγωγή και για τα τρία έτη είναι παρόμοια και ως προς την κατανομή, αλλά και ως προς τις ποσότητες παραγωγής. Η μεγαλύτερη παραγωγή παρατηρείται στη γραβιέρα. Κατά συνέπεια, στη γραβιέρα παρατηρούνται οι μεγαλύτερες πωλήσεις και η μεγαλύτερη τιμή πώλησης.

Το κρητικό μαλακό τυρί (KMT) παρουσιάζει μεγάλες διαφορές στη κατανομή του κατά τη διάρκεια των 3 ετών.

Στη γλυκιά μυζήθρα παρατηρείται μια σταθερότητα στην κατανομή και τις ποσότητες παραγωγής, παρουσιάζοντας αύξηση στο μήνα Απρίλιο. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην μεγαλύτερη ζήτηση του συγκεκριμένου τυριού κατά τη διάρκεια του μήνα αυτού, λόγω της παραγωγής γλυκισμάτων που περιέχουν τυροκομικά προϊόντα. Οι σταθερές τιμές στην κατανομή οφείλονται στον αμελητέο χρόνο ωρίμανσης του προϊόντος και στη μικρή διάρκεια ζωής του.

Τέλος, η νωπή μυζήθρα και ο ανθότυρος έχουν παρόμοια κατανομή, με ελάχιστες διαφορές κατά την διάρκεια των 3 ετών. Ωστόσο, παρατηρείται πτώση στις παραγόμενες ποσότητες για τον κάθε μήνα.

3.2. ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΕΤΟΥΣ

Ως ζήτηση ενός προϊόντος/αγαθού ορίζεται η ποσότητα που επιθυμούν να αγοράσουν οι καταναλωτές από το προϊόν/αγαθό αυτό σε διάφορες τιμές. Από μόνη της η απλή επιθυμία ενός καταναλωτή για ένα προϊόν δεν αποτελεί ζήτηση. Χρειάζεται επιπλέον να διαθέτει και την αγοραστική δύναμη που απαιτείται για την αγορά του, ενώ η ζήτηση για ένα προϊόν αναφέρεται πάντοτε σε ορισμένη χρονική περίοδο.

Κατά κανόνα υπάρχει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της τιμής ενός προϊόντος και της ποσότητας που ζητείται, δηλαδή όταν αυξάνεται η τιμή μειώνεται η ζητούμενη ποσότητα, ενώ όταν μειώνεται η τιμή αυξάνεται η ποσότητα. Η αντίστροφη αυτή σχέση αναφέρεται συχνά στην οικονομική ορολογία ως νόμος της ζήτησης.

Για τα δεδομένα της παρούσας εργασίας η ζήτηση θεωρείται γνωστή εκ των προτέρων. Ακολουθεί ο πίνακας με την ανά δεκαπενθήμερο ζήτηση για κάθε προϊόν για το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα, με ένα ποσοστό απόκλισης 5% για κάθε δεκαπενθήμερο.

ΖΗΤΗΣΗ (+/- 5%) 0,05	ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΓΡΑΒΙΕΡΑ	K.M.T	ΜΥΖΗΘΡΑ	ΞΥΝΟΜΥΖΗΘΡΑ	ΑΝΘΟΤΥΡΟΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1	22,800	4,750	10,450	1,900	2,000
		24,000	5,000	11,000	2,000	2,000
		25,200	5,250	11,550	2,100	2,100
	2	18,050	3,325	8,550	2,375	1,900
		19,000	3,500	9,000	2,500	2,000
		19,950	3,675	9,450	2,625	2,100
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	3	16,150	2,850	11,400	4,750	4,750
		17,000	3,000	12,000	5,000	5,000
		17,850	3,150	12,600	5,250	5,250
	4	14,250	3,325	11,400	3,800	2,850
		15,000	3,500	12,000	4,000	3,000
		15,750	3,675	12,600	4,200	3,150
ΜΑΡΤΙΟΣ	5	9,500	3,325	12,350	2,375	0,475
		10,000	3,500	13,000	2,500	0,500
		10,500	3,675	13,650	2,625	0,525
	6	13,300	3,325	12,350	1,900	0,475
		14,000	3,500	13,000	2,000	0,500
		14,700	3,675	13,650	2,100	0,525
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	7	18,050	2,850	17,100	1,900	1,425
		19,000	3,000	18,000	2,000	1,500
		19,950	3,150	18,900	2,100	1,575
	8	15,200	3,325	19,000	1,900	1,425
		16,000	3,500	20,000	2,000	1,500
		16,800	3,675	21,000	2,100	1,575
ΜΑΙΟΣ	9	11,400	4,750	14,250	2,375	1,425
		12,000	5,000	15,000	2,500	1,500
		12,600	5,250	15,750	2,625	1,575
	10	17,100	5,700	10,450	2,375	1,900
		18,000	6,000	11,000	2,500	2,000
		18,900	6,300	11,550	2,625	2,100
ΙΟΥΝΙΟΣ	11	19,000	4,750	13,300	2,375	0,950
		20,000	5,000	14,000	2,500	1,000
		21,000	5,250	14,700	2,625	1,050
	12	19,950	3,800	15,200	2,850	1,900
		21,000	4,000	16,000	3,000	2,000
		22,050	4,200	16,800	3,150	2,100
ΙΟΥΛΙΟΣ	13	23,750	3,800	17,100	3,800	1,425
		25,000	4,000	18,000	4,000	1,500
		26,250	4,200	18,900	4,200	1,575
	14	20,900	5,225	13,300	3,800	1,425
		22,000	5,500	14,000	4,000	1,500
		23,100	5,775	14,700	4,200	1,575
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	15	19,950	7,125	12,350	3,800	1,425
		21,000	7,500	13,000	4,000	1,500
		22,050	7,875	13,650	4,200	1,575
	16	19,000	4,750	14,250	3,325	1,425
		20,000	5,000	15,000	3,500	1,500
		21,000	5,250	15,750	3,675	1,575
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	17	17,100	4,275	14,250	3,800	1,900
		18,000	4,500	15,000	4,000	2,000
		18,900	4,725	15,750	4,200	2,100
	18	13,300	3,325	13,300	3,325	1,425
		14,000	3,500	14,000	3,500	1,500
		14,700	3,675	14,700	3,675	1,575
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	19	9,500	2,850	14,250	2,850	1,900
		10,000	3,000	15,000	3,000	2,000
		10,500	3,150	14,250	3,150	2,100
	20	11,400	1,900	12,350	2,850	0,950
		12,000	2,000	13,000	3,000	1,000
		12,600	2,100	13,650	3,150	1,050
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	21	16,150	1,900	8,550	2,375	0,475
		17,000	2,000	9,000	2,500	0,500
		17,850	2,100	9,450	2,625	0,525
	22	19,950	1,425	8,075	1,900	0,950
		21,000	1,500	8,500	2,000	1,000
		22,050	1,575	8,925	2,100	1,050
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	23	38,000	5,700	11,400	3,325	1,900
		40,000	6,000	12,000	3,500	2,000
		42,000	6,300	12,600	3,675	2,100
	24	57,000	8,550	15,675	3,800	1,425
		60,000	9,000	16,500	4,000	1,500
		63,000	9,450	15,675	4,200	1,575

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΩΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το μαθηματικό μοντέλο που δημιουργήθηκε για την περιγραφή του προβλήματος στοχαστικού γραμμικού προγραμματισμού παραγωγής στην υπό μελέτη βιομηχανία.

4.1. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Στο δικό μας μοντέλο εξετάζουμε έναν ετήσιο πλάνο το οποίο είναι διαιρεμένο σε χρονικές περιόδους διάρκειας 15 ημερών. Επίσης η μεταβλητές απόφασης αφορούν την ποσότητα παραγωγής κάθε προϊόντος σε κάθε δεκαπενθήμερο. Οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθοι :

$x_{i,j}$: η ποσότητα των προϊόντων παραγωγής που πρέπει να παραχθεί για κάθε τύπο προϊόντος i το χρονικό διάστημα j .

$\pi_{k,j}$: προσφορά γάλατος τύπου k τη χρονική περίοδο j

c_k : μοναδιαίο κόστος γάλατος τύπου k

$d_{i,j,s}$: ζήτηση προϊόντων τύπου i τη χρονική περίοδο j υπό το σενάριο s

$q_{i,j,s}$: ποσότητα προϊόντος i του οποίου η αποτελεσματική διάρκεια ζωής έχει λήξει και έχει πουληθεί σε εκπτώτική τιμή την χρονική περίοδο j υπό το σενάριο s

$I_{i,j,s}$: επίπεδο αποθέματος του προϊόντος i στην αρχή της χρονικής περιόδου j υπό το σενάριο s

$L_{i,j,s}$: χαμένες πωλήσεις προϊόντων τύπου i κατά τη χρονική περίοδο j υπό το σενάριο s

p_s : πιθανότητα της ζήτησης του σεναρίου s

r_i : μοναδιαία τιμή πώλησης προϊόντος i

f_i : συντελεστής έκπτωσης για προϊόντα τύπου i που έχουν υπερβεί τη διάρκεια ζωής τους

ω_i : αριθμός χρονικών περιόδων που χρειάζονται για την

l_i : διάρκεια ζωής προϊόντων I σε χρονικά διαστήματα

$c_{k,i}$: ελάχιστη περιεκτικότητα γάλατος k ανά προϊόν i

m_i : ποσότητα πρώτης ύλης που χρειάζεται για να παραχθεί ένα κιλό προϊόντος i

w : ποσοστό ορού που περισεύει μετά από την χρήση της πρώτης ύλης για την παραγωγή τυριού .

h_i : μοναδιαίο αποθεματικό κόστος του προϊόντος i

b_i : μοναδιαίο κόστος χαμένων πωλήσεων του προϊόντος i

C_{Ii} : χωρητικότητα αποθέματος για προϊόντα i

C_P : μέγιστη ποσότητα πρώτης ύλης που μπορεί να επεξεργαστεί

J : αριθμός χρονικών περιόδων

I : αριθμός των διαφορετικών τύπων των προϊόντων

K : αριθμός των διαφορετικών τύπων γάλατος

S : αριθμός των διαφορετικών σεναρίων ζήτησης

4.2. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

1. Περιορισμοί χωρητικότητας της παραγωγής

Η ολική χωρητικότητα των πρώτων υλών που μπορούν να επεξεργαστούν σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο είναι περιορισμένη και αυτό εκφράζεται από τους περιορισμούς χωρητικότητας που ακολουθούν.

$$m_1 x_{1,j} + m_2 x_{2,j} + m_3 (x_{3,j} + x_{4,j} + x_{5,j}) \leq C_p, j = 1, 2, \dots, J$$

Σημειώνεται ότι i είναι 1 για τη γραβιέρα, 2 για το KMT, 3 για τη μυζήθρα, 4 για την ξυνομυζήθρα και 5 για τον ανθότυρο.

2. Περιορισμοί χωρητικότητας αποθέματος

Οι αποθηκευτικές εγκαταστάσεις έχουν συγκεκριμένη χωρητικότητα η οποία δεν είναι εφικτό να υπερβληθεί. Αυτό μας οδηγεί στη δημιουργία των περιορισμών της χωρητικότητας του αποθέματος.

$$I_{i,j,s} + x_{i,j-\omega_i} - d_{i,j,s} \leq C_{li}, \quad j = 1, 2, \dots, J, i = 1, 2, \dots, I$$

Και για τους τρεις τύπους μυζήθρας έχουμε :

$$\sum_{i=3}^5 (I_{i,j,s} + x_{i,j-\omega_i} - d_{i,j,s}) \leq C_{I3}, j = 1, 2, \dots, J, s = 1, 2, \dots, S$$

Όπου το επίπεδο του αποθέματος $I_{i,j,s}$ δίνεται από την εξίσωση:

$$I_{i,j,s} - L_{i,j,s} = I_{i,j-1,s} + x_{i,j-1-\omega_i} - d_{i,j-1,s} - q_{i,j-1,s} \\ j = 1, 2, \dots, J, i = 1, 2, \dots, I, s = 1, 2, \dots, S$$

Όπου το $q_{i,j,s}$ είναι η ποσότητα του προϊόντος i που έχει λήξει και έχει προδιατεθεί σε μειωμένη τιμή την περίοδο j , υπό το σενάριο s . Επίσης ως $L_{i,j,s}$ ορίζεται η ποσότητα του προϊόντος i που δεν μπορεί να ικανοποιηθεί την χρονική περίοδο j , υπό το σενάριο ζήτησης s και έτσι χάνεται. Αυτές οι ποσότητες μπορούν να εκτιμηθούν με τη χρήση των ακόλουθων εκφράσεων:

$$q_{i,j,s} = \max \left\{ 0, I_{i,j-l_i,s} + x_{i,j-1-\omega_i} - \sum_{n=0}^{l_i} d_{i,j-n,s} - \sum_{n=1}^{l_i} q_{i,j-n,s} \right\} \\ I_{i,j,s} = \max \{ 0, I_{i,j-1,s} + x_{i,j-1-\omega_i} - d_{i,j-1,s} - q_{i,j-1,s} \} \\ L_{i,j,s} = \max \{ 0, -I_{i,j-1,s} - x_{i,j-1-\omega_i} + d_{i,j-1,s} + q_{i,j-1,s} \}$$

Είναι προφανές ότι πάντα θετικό θα είναι είτε το $L_{i,j,s}$, είτε το $I_{i,j,s}$. Δεν γίνεται να είναι ταυτόχρονα θετικά και τα δύο. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραγγελίες που δεν έχουν ικανοποιηθεί χάνονται εντελώς.

Το αρχικό επίπεδο του αποθέματος $I_{i,0}$ στην αρχή του πλάνου παραγωγής είναι γνωστό. Σημαντικό είναι ότι τα προϊόντα δεν διατίθεται στην αγορά μέχρι να πραγματοποιηθεί η

ωρίμανση. Συνεπώς σε κάθε χρονική περίοδο η ποσότητα που προστίθεται στο απόθεμα θα είναι απαραίτητο να έχει ωριμάσει και να έχει παραχθεί ω_i χρονικές περιόδους πριν από τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

3. Περιορισμοί προμήθειας πρώτων υλών

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται είναι το φρέσκο γάλα (και για κάποια προϊόντα και ο ορός) , το οποίο δεν μπορεί να διανεμηθεί στη βιομηχανία νωρίτερα , παρά λίγες μέρες πριν την παραγωγή. Επιπλέον η προσφορά του φρέσκου γάλατος , και συγκεκριμένα του πρόβειου και του κατσικίσιου γάλατος , έχει μεγάλη εποχικότητα και κατά συνέπεια μεγάλη επιρροή στη διαδικασία παραγωγής της εξεταζόμενης περίπτωσης. Οι περιορισμοί που ικανοποιούν αυτήν την υπόθεση είναι :

$$\begin{aligned} m_1 x_{1,j} + m_2 x_{2,j} &\leq \pi_{2,j} + \pi_{3,j} , & j = 1, 2, \dots, J \\ c_{2,1} m_1 x_{1,j} + c_{2,2} m_2 x_{2,j} &\leq \pi_{2,j} , & j = 1, 2, \dots, J \\ m_3 (x_{3,j} + x_{4,j} + x_{5,j}) + m_1 x_{1,j} + m_2 x_{2,j} &\geq \pi_{1,j} + \pi_{2,j} + \pi_{3,j} , & j = 1, 2, \dots, J \\ m_3 (x_{3,j} + x_{4,j} + x_{5,j}) + (1 - w)(m_1 x_{1,j} + m_2 x_{2,j}) &\leq \pi_{1,j} + \pi_{2,j} + \pi_{3,j} , & j = 1, 2, \dots, J \end{aligned}$$

Σημειωτέων ότι k είναι 1 για το αγελαδινό γάλα , 2 για το πρόβειο γάλα και 3 για το κατσικίσιο γάλα .

4. Περιορισμοί μη αρνητικότητας

Οι μεταβλητές απόφασης θα πρέπει να είναι μη αρνητικές . Συνεπώς για $i=1,2,3,4,5$ και $j=1,2,\dots,24$ έχουμε:

$$x_{i,j} \geq 0$$

4.3. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ

Ένα από τα κωλύματα που αντιμετωπίζουμε σε αυτό το πρόβλημα του στοχαστικού γραμμικού προγραμματισμού είναι η έλλειψη αναλυτικών δεδομένων σχετικά με τις παραμέτρους του κόστους του συστήματος. Αυτό αυξάνει την δυσκολία της επιλογής αντικειμενικής συνάρτησης. Η ακόλουθη αντικειμενική συνάρτηση έχει σκοπό την μείωση του αποθέματος, το κόστος των χαμένων πωλήσεων και τα κόστη των ληγμένων προϊόντων.

$$X = \underset{x}{\operatorname{argmin}} \left\{ \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{s=1}^S [p_s h_i l_{i,j,s} + p_s b_i L_{i,j,s} + f_i r_i q_{i,j,s}] \right\}$$

Όπου:

- **X** ορίζεται ο πίνακας, οποίος περιέχει τις μεταβλητές απόφασης $x_{i,j}$, για $i=1,2,\dots,5$ και $j=1, 2, \dots, 24$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ

Τα αποτελέσματα του μοντέλου που αναπτύχθηκε για τα δεδομένα του συστήματος παρουσιάζονται παρακάτω. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι αριθμητικές ποσότητες είναι σε **τόνους** και σε **χιλιάδες ευρώ**.

Τα σενάρια τα οποία θα διερευνηθούν είναι τρία(3). Τα οποία θα βελτιστοποιηθούν αρχικά θεωρώντας τα όλα ισοπίθανα και στη συνέχεια ορίζοντας τις πιθανότητες 0,5 για το κεντρικό σενάριο και 0,25 για τα άλλα δύο. Οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ τους αφορούν αυξομειώσεις της ζήτησης, η οποία και δεν θεωρείται σταθερή, αλλά και αλλαγές σε ότι αφορά τις πιθανότητες που θα οριστούν σε κάθε σενάριο.

Έχοντας τρία διαφορετικά σενάρια στο πρόβλημα αυτό τρέχουμε το μοντέλο τρεις φορές και εναλλάσσοντας τους πίνακες ζήτησης και τις πιθανότητες. Από κάθε επανάληψη προκύπτει ένας πίνακας με τα αποτελέσματα της αντικειμενικής συνάρτησης και ένας πίνακας με τα αποτελέσματα των προϊόντων που θα πρέπει να παραχθούν ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της επιχείρησης.

Πρώτα θα πρέπει όμως να γίνει ο υπολογισμός ορισμένων μεταβλητών, ώστε να προχωρήσουμε στην βελτιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης.

Υπολογισμός $c_{k,i}$

$c_{k,i}$	Γραβιέρα	Φέτα	Μυζήθρα	Ξυνομυζήθρα	Ανθότυρο
1.αγελαδινό	-	-	0,1087	0,1087	0,1087
2.κατσικίσιο	1,368	1,851	0,3647	0,3647	0,3647
3.πρόβειο	5,472	4,319	0,7293	0,7293	0,7293

Υπολογισμός b_i

Προϊόντα	$b_i = 0,25 \times c_k$
1.	2,325
2.	1,133
3.	0,977
4.	0,85
5.	1,21

Υπολογισμός h_i

Προϊόντα	$h_i = a \times c_k, \quad a = 0,01$
1.	0,0617
2.	0,0529
3.	0,0277
4.	0,0277
5.	0,0277

Υπολογισμός m_i

Προϊόντα	m_i (kg)
1.	6,84
2.	6,17
3.	1,43
4.	1,43
5.	1,43

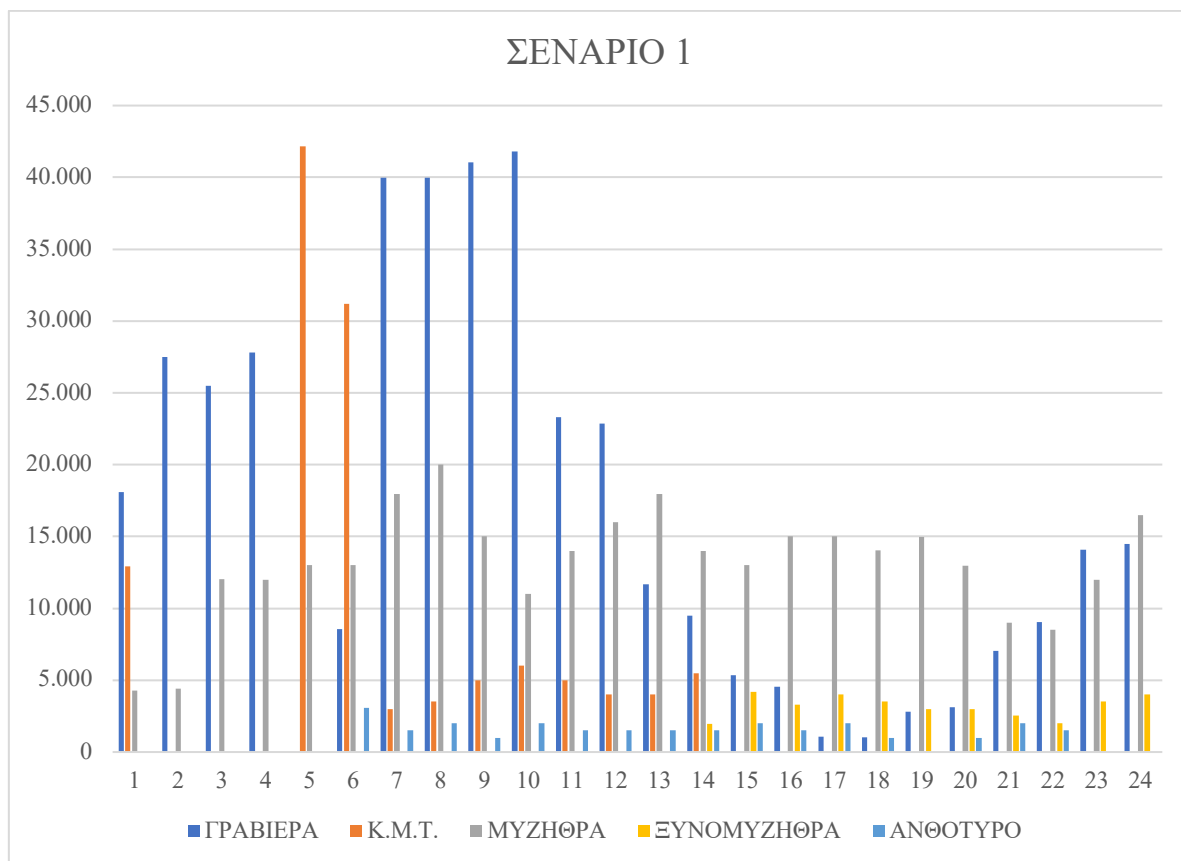
ΣΕΝΑΡΙΟ 1^ο

Στο Σενάριο 1ο εκτελούμε τη διαδικασία βελτιστοποίησης λαμβάνοντας υπόψιν την μέση ζήτηση (κεντρική εκτίμηση) που έχει δοθεί.. Βελτιστοποιώντας την αντικειμενική συνάρτηση προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα :

$$\operatorname{argmin}\left\{\sum_{j=1}^{24}\sum_{i=1}^5\sum_{s=1}^1[p_sh_iI_{i,j,s}+p_sb_iL_{i,j,s}+f_ir_iq_{i,j,s}]\right\}=11140.47272$$

Βελτιστοποιημένες τιμές των μεταβλητών απόφασης (Σενάριο 1^ο).

ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΓΡΑΒΙΕΡΑ	Κ. Μ. Τ.	ΜΥΖΗΘΡΑ	ΞΥΝΟΜΥΖΗΘΡΑ	ΑΝΘΟΤΥΡΟ
1	18.081	12.907	4.267	0.000	0.000
2	27.501	0.000	4.393	0.000	0.843
3	25.512	0.000	12.030	0.000	0.000
4	27.793	0.000	11.990	0.000	0.000
5	0.000	42.167	13.002	0.000	0.000
6	8.564	31.192	13.001	0.000	3.082
7	39.962	3.000	17.975	0.000	1.500
8	39.971	3.500	20.000	0.000	2.000
9	41.049	5.000	15.004	0.000	1.000
10	41.812	6.000	11.012	0.000	2.000
11	23.322	5.000	14.015	0.000	1.500
12	22.877	4.000	16.002	0.000	1.500
13	11.694	4.000	17.968	0.000	1.500
14	9.470	5.500	14.003	1.969	1.500
15	5.364	0.096	12.997	4.185	2.000
16	4.544	0.000	15.000	3.296	1.500
17	1.063	0.000	15.014	4.005	2.000
18	1.019	0.000	14.019	3.512	1.000
19	2.797	0.000	14.996	2.982	0.500
20	3.104	0.000	12.990	2.992	1.000
21	7.022	0.000	8.995	2.523	2.000
22	9.045	0.000	8.509	2.003	1.500
23	14.103	0.000	11.993	3.527	0.000
24	14.479	0.000	16.484	3.999	0.000



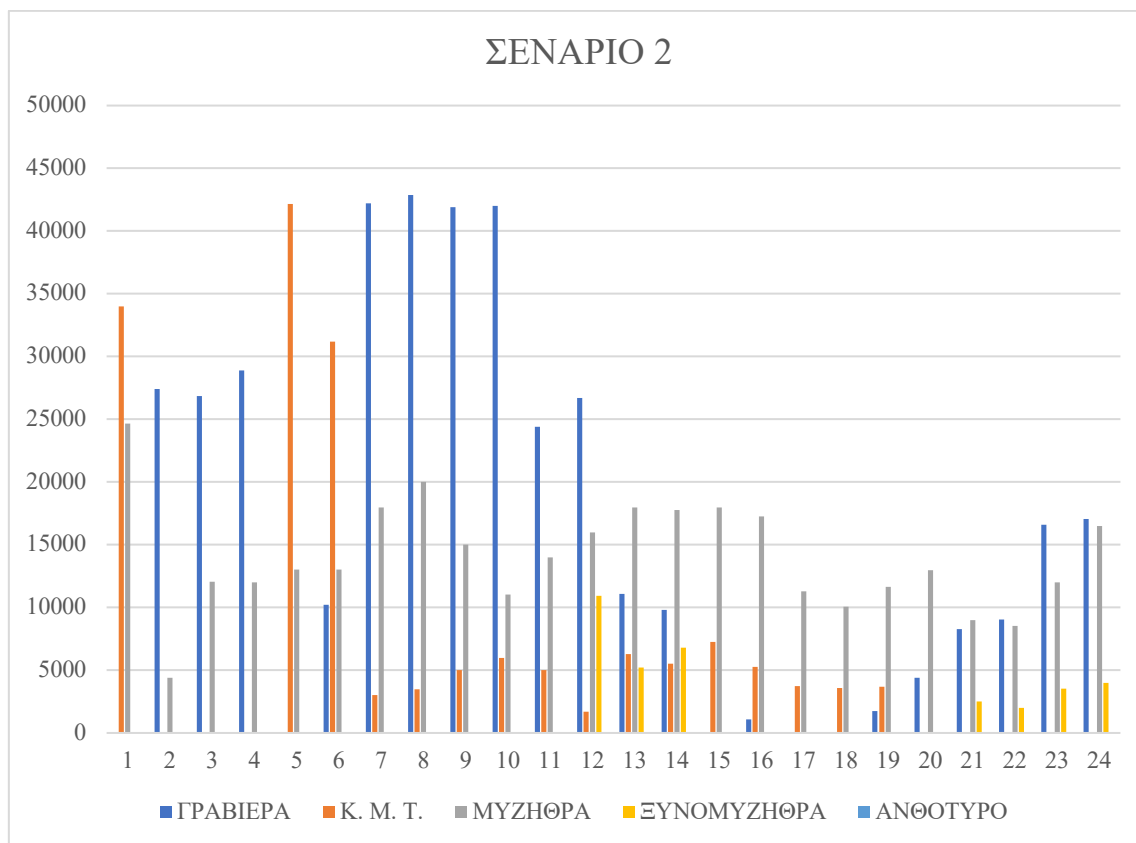
ΣΕΝΑΡΙΟ 2^ο

Στο Σενάριο 2^ο παρουσιάζεται η βελτιστοποίηση των μεταβλητών και τα αποτελέσματα της αντικειμενικής συνάρτησης, με μεταβολή της ζήτησης σε ποσοστό +5% από την εκτιμήτρια ζήτηση (κεντρική εκτίμηση) των προϊόντων. Εκτελώντας τη διαδικασία αυτή προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

$$\operatorname{argmin}\left\{\sum_{j=1}^{24}\sum_{i=1}^5\sum_{s=2}^2[p_sh_iI_{i,j,s}+p_sb_iL_{i,j,s}+f_ir_iq_{i,j,s}]\right\}=11675.81438$$

Βελτιστοποιημένες τιμές των μεταβλητών απόφασης (Σενάριο 2^ο).

ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ		ΓΡΑΒΙΕΡΑ	Κ. Μ. Τ.	ΜΥΖΗΘΡΑ	ΞΥΝΟΜΥΖΗΘΡΑ	ΑΝΘΟΤΥΡΟ
	1	0.000	34.002	24.668	0.000	0.000
	2	27.411	0.000	4.393	0.000	20.448
	3	26.870	0.000	12.030	0.000	0.000
	4	28.910	0.000	11.990	0.000	0.000
	5	0.000	42.167	13.002	0.000	0.000
	6	10.213	31.192	13.001	0.000	3.082
	7	42.194	3.000	17.975	0.000	1.500
	8	42.877	3.500	20.000	0.000	2.000
	9	41.925	5.000	15.004	0.000	1.000
	10	42.016	6.000	11.012	0.000	2.000
	11	24.397	5.000	14.015	0.000	1.500
	12	26.717	1.716	16.002	10.951	1.500
	13	11.095	6.284	17.968	5.199	1.500
	14	9.803	5.500	17.791	6.791	1.500
	15	0.000	7.248	17.954	0.000	2.000
	16	1.102	5.252	17.272	0.000	1.500
	17	0.000	3.738	11.273	0.000	2.000
	18	0.000	3.590	10.078	0.000	1.000
	19	1.736	3.672	11.661	0.000	0.500
	20	4.407	0.000	12.990	0.000	1.000
	21	8.262	0.000	8.995	2.523	2.000
	22	9.045	0.000	8.509	2.003	1.500
	23	16.592	0.000	11.993	3.527	0.000
	24	17.034	0.000	16.484	3.999	0.000



ΣΕΝΑΡΙΟ 3^ο

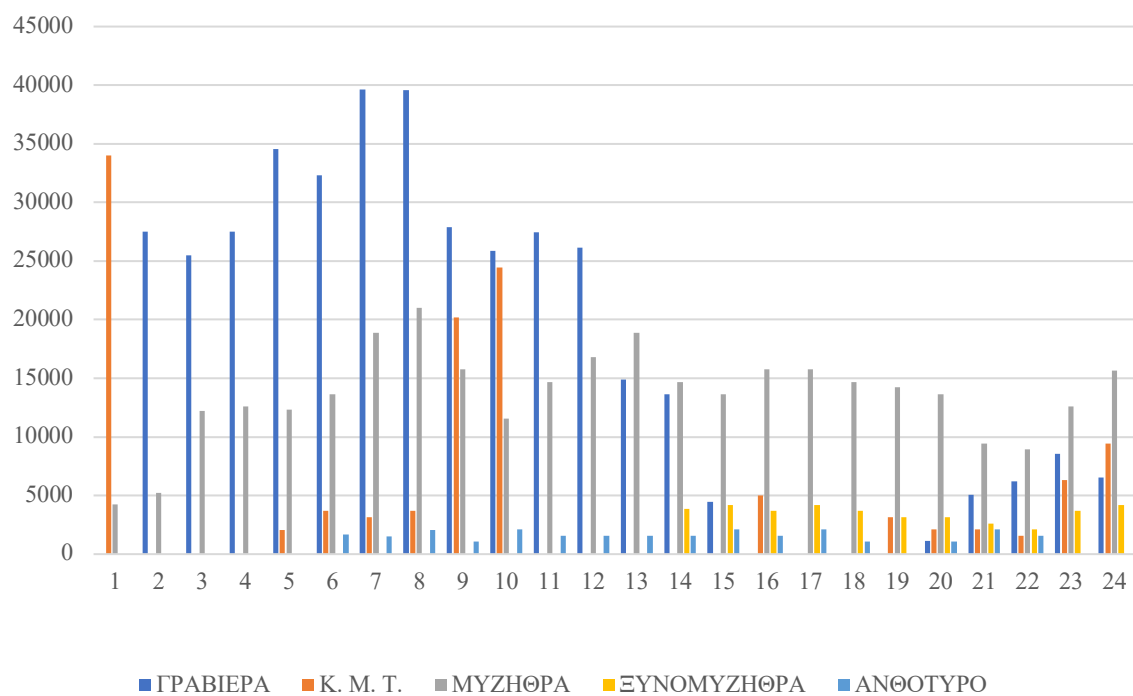
Στο Σενάριο 3^ο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης των μεταβλητών απόφασης και της αντικειμενικής συνάρτησης, με μεταβολή της ζήτησης σε ποσοστό -5% από την εκτιμήτρια ζήτηση (κεντρική εκτίμηση) των προϊόντων. Επίσης οι πιθανότητες είναι 0.5 και 0.25, με $f_i = 0.25$. Εκτελώντας τη διαδικασία αυτή προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

$$\operatorname{argmin}\left\{\sum_{j=1}^{24}\sum_{i=1}^5\sum_{s=3}^3[p_sh_iI_{i,j,s}+p_sb_iL_{i,j,s}+f_ir_iq_{i,j,s}]\right\}=11675.31681$$

Βελτιστοποιημένες τιμές των μεταβλητών απόφασης (Σενάριο 3^ο).

ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ		ΓΡΑΒΙΕΡΑ	Κ. Μ. Τ.	ΜΥΖΗΘΡΑ	ΞΥΝΟΜΥΖΗΘΡΑ	ΑΝΘΟΤΥΡΟ
	1	0.000	34.002	4.267	0.000	0.000
	2	27.501	0.000	5.236	0.000	0.000
	3	25.475	0.000	12.205	0.000	0.000
	4	27.511	0.000	12.600	0.000	0.707
	5	34.539	2.034	12.350	0.000	0.000
	6	32.314	3.675	13.650	0.000	1.668
	7	39.636	3.150	18.900	0.000	1.500
	8	39.589	3.675	21.000	0.000	2.082
	9	27.871	20.174	15.750	0.000	1.050
	10	25.879	24.429	11.550	0.000	2.100
	11	27.445	0.000	14.700	0.000	1.575
	12	26.119	0.000	16.800	0.000	1.575
	13	14.907	0.000	18.900	0.000	1.575
	14	13.614	0.000	14.700	3.863	1.575
	15	4.468	0.949	13.650	4.200	2.100
	16	0.000	5.000	15.750	3.675	1.575
	17	0.000	0.983	15.750	4.200	2.100
	18	0.000	0.965	14.700	3.675	1.050
	19	0.216	3.150	14.250	3.150	0.525
	20	1.118	2.100	13.650	3.150	1.050
	21	5.082	2.100	9.450	2.625	2.100
	22	6.212	1.575	8.925	2.100	1.575
	23	8.542	6.300	12.600	3.675	0.000
	24	6.509	9.450	15.675	4.200	0.000

ΣΕΝΑΡΙΟ 3



5.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ

Για να είναι εφικτή η βελτιστοποίηση και των τριών συστημάτων-σεναρίων με τις διαφορετικές τιμές του Z (ζήτησης) , πραγματοποιήθηκε βελτιστοποίηση της ολικής αντικειμενικής συνάρτησης. Αυτό πραγματοποιήθηκε ελαχιστοποιώντας το άθροισμα όλων των αντικειμενικών συναρτήσεων. Στην 1^η περίπτωση θεωρήθηκαν όλες οι αντικειμενικές συναρτήσεις ισοδύναμες και στη 2^η περίπτωση ορίσαμε στην κεντρική εκτίμηση πιθανότητα ίση με 0,5 και στις άλλες δυο πιθανότητα ίση με 0,25.

Λαμβάνοντας υπόψιν το τύπο της ολικής αντικειμενικής συνάρτησης , όπως έχει οριστεί στο Κεφάλαιο 4^ο, αλλά και τα σενάρια τα οποία είναι 3 , προκύπτει οι ακόλουθες περιπτώσεις.

Περίπτωση 1^η :

$$X = \operatorname{argmin} \left\{ \sum_{j=1}^{24} \sum_{i=1}^5 \sum_{s=1}^3 [p_s h_i l_{i,j,s} + p_s b_i l_{i,j,s} + f_i r_i q_{i,j,s}] \right\} = 12468.64829$$

Οι μεταβλητές της οποίας έχουν αναλυθεί στο Κεφάλαιο 4^ο .

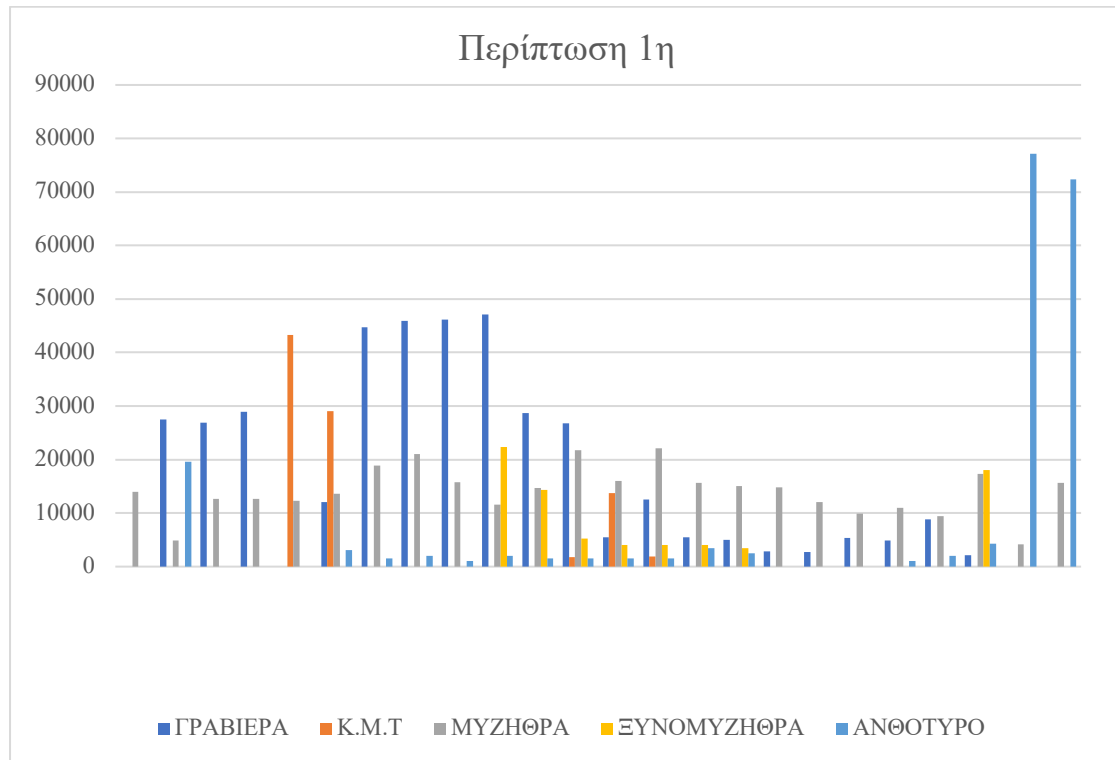
Σύμφωνα με τη βελτιστοποίηση της συνάρτησης αυτής ,που πραγματοποιήθηκε στο Open Solver του Excel ο πίνακας X διαμορφώνετε ως εξής :

Τα προϊόντα που πρέπει να παραχθούν υπό την διερεύνηση όλων των σεναρίων (ισοπίθανα)

ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΓΡΑΒΙΕΡΑ	Κ. Μ. Τ.	ΜΥΖΗΘΡΑ	ΞΥΝΟΜΥΖΗΘΡΑ	ΑΝΘΟΤΥΡΟ
1	0.000	0.000	14.030	0.000	0.000
2	27.501	0.000	4.841	0.000	19.646
3	26.870	0.000	12.600	0.000	0.000
4	28.910	0.000	12.600	0.000	0.000
5	0.000	43.319	12.350	0.000	0.000
6	12.087	29.006	13.650	0.000	3.082
7	44.766	0.000	18.900	0.000	1.500
8	45.877	0.000	21.000	0.000	2.000
9	46.210	0.000	15.750	0.000	1.000
10	47.159	0.000	11.550	22.326	2.000
11	28.683	0.000	14.700	14.376	1.500
12	26.717	1.716	21.717	5.236	1.500
13	5.498	13.746	15.996	4.000	1.500
14	12.486	1.922	22.103	4.000	1.500
15	5.436	0.000	15.634	4.000	3.400
16	5.041	0.000	15.000	3.500	2.504
17	2.803	0.000	14.862	0.000	0.000
18	2.693	0.000	12.008	0.000	0.596
19	5.337	0.000	9.862	0.000	0.500
20	4.916	0.000	10.968	0.000	1.000
21	8.783	0.000	9.450	0.000	2.000
22	2.077	0.000	17.350	18.000	4.305
23	0.000	0.000	4.175	0.000	77.160
24	0.000	0.000	15.675	0.000	72.376

Στην περίπτωση αυτή έχουν αθροιστεί οι αντικειμενικές συναρτήσεις και των 3 σεναρίων οι οποίες στην συνέχεια βελτιστοποιούνται ώστε να μας δώσουν την ολική βέλτιστη λύση.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται και το γράφημα των μεταβλητών απόφασης **X** που προκύπτουν ως βέλτιστη λύση.



Παρατηρείται ότι η λύση που προκύπτει από την ολική βελτιστοποίηση δεν είναι το ίδιο βέλτιστη με την λύση των αντικειμενικών των επιμέρους σεναρίων . Πιθανώς λόγω της αύξησης της πολυπλοκότητας της αντικειμενικής συνάρτησης δεν επιτεύχθηκε τόσο καλή σύγκλιση όπως στο κάθε σενάριο ξεχωριστά. Ωστόσο θεωρείται μια καλή λύση , λαμβάνοντας υπόψιν το χρόνο της διεκπεραίωσης της διαδικασίας , που σε αυτή την περίπτωση είναι μικρότερος από το χρόνο που χρειάζεται ώστε να πραγματοποιηθεί βελτιστοποίηση της κάθε αντικειμενικής συνάρτησης ξεχωριστά.

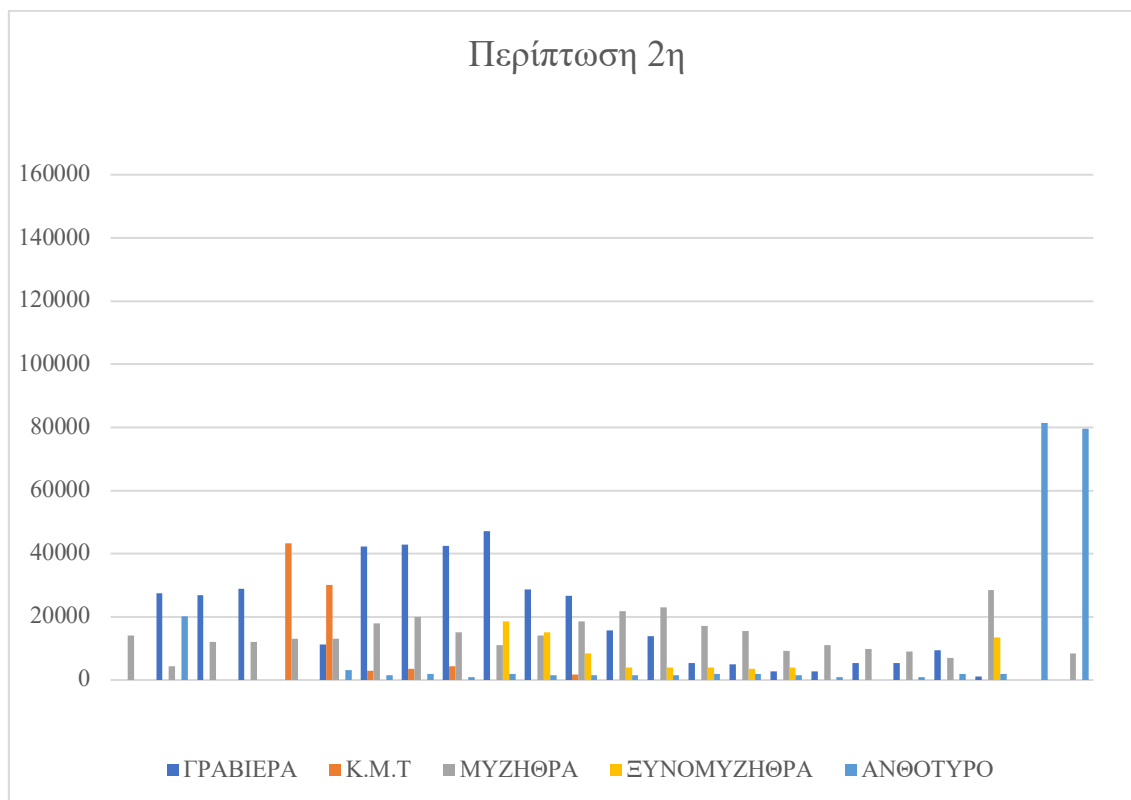
Περίπτωση 2^η :

$$X = \operatorname{argmin} \left\{ \sum_{j=1}^{24} \sum_{i=1}^5 \sum_{s=1}^3 [p_s h_i I_{i,j,s} + p_s b_i L_{i,j,s} + f_i r_i q_{i,j,s}] \right\} = 12291.7728$$

Στην αντικειμενική αυτή το Σενάριο 1^ο έχει πιθανότητα 0,5 και τα Σενάρια 2^ο και 3^ο έχουν πιθανότητα 0,25 έκαστος.

Τα προϊόντα που πρέπει να παραχθούν υπό την διερεύνηση όλων των σεναρίων (0,5 και 0,25)

	ΓΡΑΒΙΕΡΑ	KMT	ΜΥΖΗΘΡΑ	ΞΙΝΟΜΥΖΗΘΡΑ	ΑΝΘΟΤΥΡΟ
1	0	0	14.027	0	0
2	27.501	0	4.392	0	20.093
3	26.869	0	12.029	0	0
4	28.909	0	11.990	0	0
5	0	43.319	13.002	0	0
6	11.200	30.040	13.000	0	3.082
7	42.194	3.000	17.974	0	1.500
8	42.877	3.500	20.000	0	2.000
9	42.504	4.323	15.003	0	1.000
10	47.159	0	11.012	18.502	2.000
11	28.683	0	14.014	15.060	1.500
12	26.716	1.716	18.577	8.375	1.500
13	15.807	0	21.837	4.000	1.500
14	13.928	0	22.920	4.000	1.500
15	5.435	0	17.034	4.000	2.000
16	5.041	0	15.599	3.500	1.904
17	2.803	0	9.266	4.000	1.595
18	2.692	0	11.007	0.596	1.000
19	5.336	0	9.862	0	0.500
20	5.433	0	8.918	0	1.000
21	9.410	0	6.959	0	2.000
22	1.045	0	28.485	13.403	1.854
23	0	0	0	0	81.335
24	0	0	8.500	0	79.550



Επίσης , στην περίπτωση αυτή έχουν αθροιστεί οι αντικειμενικές συναρτήσεις και των 3 σεναρίων οι οποίες στην συνέχεια βελτιστοποιούνται ώστε να μας δώσουν την ολική βέλτιστη λύση. Αυτή τη φορά δεν θεωρούνται οι αντικειμενικές ισοπίθανες. Παρατηρείται ότι η λύση που προκύπτει από την ολική βελτιστοποίηση και σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι το ίδιο βέλτιστη με την λύση των αντικειμενικών των επιμέρους σεναρίων .

5.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Στα ντετερμινιστικά μοντέλα, το κύριο χαρακτηριστικό είναι η έλλειψη της τυχαιότητας-αβεβαιότητας. Συνεπώς, στην περίπτωση μας, το ντετερμινιστικό μοντέλο αφορά μόνο την κεντρική τιμή της ζήτησης και βελτιστοποιείται με αυτόν τον τρόπο.

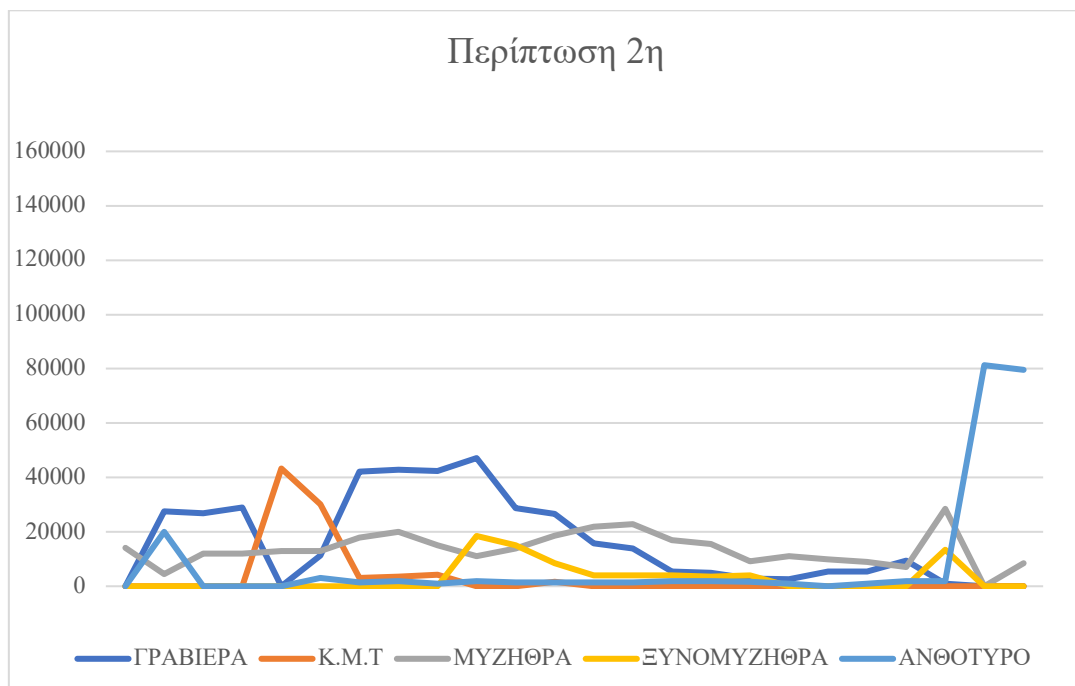
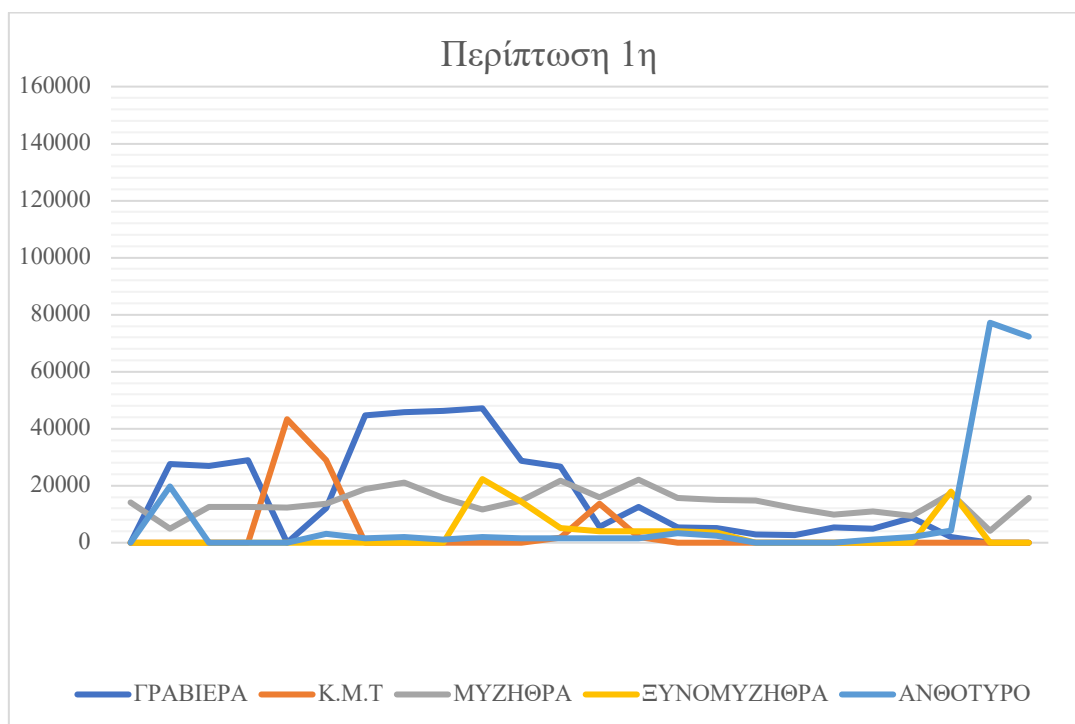
Στην ουσία το ντετερμινιστικό μοντέλο είναι ίδιο με το σενάριο 1^ο.

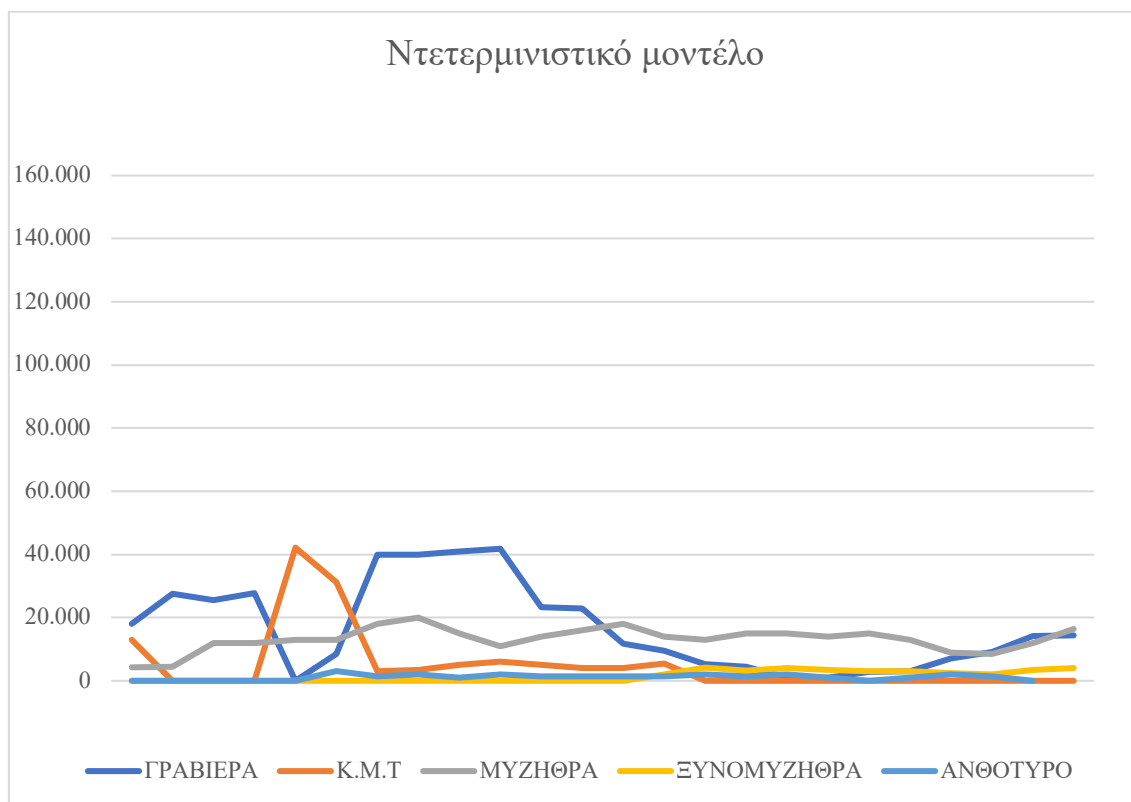
Τα αποτελέσματα του ντετερμινιστικού μοντέλου παραθέτονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας αποτελεσμάτων ντετερμινιστικού μοντέλου.

ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ		ΓΡΑΒΙΕΡΑ	Κ. Μ. Τ.	ΜΥΖΗΘΡΑ	ΞΥΝΟΜΥΖΗΘΡΑ	ΑΝΘΟΤΥΡΟ
	1	18.081	12.907	4.267	0.000	0.000
	2	27.501	0.000	4.393	0.000	0.843
	3	25.512	0.000	12.030	0.000	0.000
	4	27.793	0.000	11.990	0.000	0.000
	5	0.000	42.167	13.002	0.000	0.000
	6	8.564	31.192	13.001	0.000	3.082
	7	39.962	3.000	17.975	0.000	1.500
	8	39.971	3.500	20.000	0.000	2.000
	9	41.049	5.000	15.004	0.000	1.000
	10	41.812	6.000	11.012	0.000	2.000
	11	23.322	5.000	14.015	0.000	1.500
	12	22.877	4.000	16.002	0.000	1.500
	13	11.694	4.000	17.968	0.000	1.500
	14	9.470	5.500	14.003	1.969	1.500
	15	5.364	0.096	12.997	4.185	2.000
	16	4.544	0.000	15.000	3.296	1.500
	17	1.063	0.000	15.014	4.005	2.000
	18	1.019	0.000	14.019	3.512	1.000
	19	2.797	0.000	14.996	2.982	0.500
	20	3.104	0.000	12.990	2.992	1.000
	21	7.022	0.000	8.995	2.523	2.000
	22	9.045	0.000	8.509	2.003	1.500
	23	14.103	0.000	11.993	3.527	0.000
	24	14.479	0.000	16.484	3.999	0.000

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, συγκρίνοντας τα στοχαστικά με το ντετερμινιστικό παρατηρούμε ότι υπάρχουν μικρές διαφορές στις ποσότητες παραγωγής των τυριών, κυρίως στις αρχικές και στις τελικές χρονικές περιόδους που εξετάζουμε. Τα στοχαστικά μοντέλα ακολουθούν μια παρόμοια καμπύλη στις περισσότερες χρονικές περιόδους, όπως αυτό φαίνεται και στα παρακάτω διαγράμματα.





Σύμφωνα με τις καμπύλες , η απόκλιση των ποσοτήτων δεν είναι απαγορευτική. Συνεπώς είναι στην ευχέρεια της επιχείρησης ποιο μοντέλο θα ακολουθηθεί ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της επιχείρησης.

5.4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε το πρόβλημα το μεσοπρόθεσμου προγραμματισμού παραγωγής μιας βιομηχανίας που παράγει τυροκομικά προϊόντα.

Η ζήτηση των προϊόντων δεν είναι σταθερή , μεταβάλλετε ανάλογα με τις επιθυμίες των πελατών , όπως επίσης μεταβάλλετε ανάλογα και με την εποχή . Επίσης , παρουσιάζονται εποχιακές διακυμάνσεις και στην προσφορά του γάλατος . Όλα τα παραπάνω καθιστούν αναγκαία την ανάπτυξη , αλλά και τη χρήση μεσοπρόθεσμων προγραμμάτων παραγωγής για την βελτιστοποίηση της λειτουργίας της επιχείρησης .

Με τη βοήθεια της Θεωρίας του Στοχαστικού Γραμμικού Προγραμματισμού διαμορφώθηκε το κατάλληλο μαθηματικό μοντέλο , το οποίο περιλαμβάνει μια αντικειμενική συνάρτηση, περιορισμούς και 3 διαφορετικά σενάρια μοντελοποίησης. Από την αριθμητική επίλυση του μοντέλου παρατηρείται ότι τα αποτελέσματα διαφέρουν ανάλογα την ζήτηση του κάθε σεναρίου μοντελοποίησης. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκαν δύο περιπτώσεις ολικής βελτιστοποίησης και για τα 3 διαφορετικά σενάρια , συμπεριλαμβανομένων όλων των αντικειμενικών συναρτήσεων . Αυτό πραγματοποιήθηκε ελαχιστοποιώντας το άθροισμα των αντικειμενικών .Η πιθανότητα που θα επιλεγεί για το εκάστοτε σενάριο, έχει να κάνει με τις ανάγκες και τους στόχους της εταιρείας τη δεδομένη χρονική περίοδο. Στην παρούσα διπλωματική θεωρήσαμε ισοπίθανα τα σενάρια ζήτησης στην Περίπτωση 1η και στην Περίπτωση 2η οι τιμές των πιθανοτήτων ήταν 0.5 για το Σενάριο που αφορούσε την κεντρική ζήτηση και 0,25 για τα υπόλοιπα δύο Σενάρια αβεβαιότητας.

Η επιχείρηση θα πρέπει να παρουσιάζει ευελιξία κινήσεων και αποφάσεων , άμεση κατανόηση των αναγκών της και αλληλεπίδραση με το περιβάλλον της , λαμβάνοντας υπόψιν τυχών αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες των πελατών της , αλλά και στις παραγωγικές διαδικασίες των προμηθευτών της. Μόνο έτσι μπορεί να λειτουργεί ανταγωνιστικά απέναντι στους ανταγωνιστές της , αλλά και στην αγορά

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- M.A. Bakir, M.D. Byrne/Int. J. Production Economics 55 (1998) 87—96.
- Callarman and Hamlin,,,, T.E. Callarman, R.S. Hamlin, A comparasion of dynamic lot sizing rules for use in a single stage MRP system with demand uncertainty, International Journal of Operations and Production Management 4 (2) (1983) 39—48.
- Z. Guan , A.B. Philpott / Int. J. Production Economics 134 (2011) 289-299
- Β. Κουικόγλου, Ε. Γρηγορούδης, Η. Κοσματόπουλος, Οργάνωση Παραγωγής και Προγραμματισμός Έργων, διδακτικές σημειώσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 2010.
- Γ. Σίσκος, Γραμμικός Προγραμματισμός, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 2000
- Α. Σπυριδάκος , Επιχειρησιακή Έρευνα ,Διδακτικές σημειώσεις , Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά , Τεχνολογικού τομέα , Πειραιάς.

