

Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ



ΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΘΕΟΔΟΣΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΕΠΟΠΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΡΟΥ ΑΛΙΚΗ

ΘΕΜΑ

Η ΧΡΗΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.

ΠΑΤΡΑ 2017

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αναφέρεται στο γραμμικό μοντέλο στον τομέα της Γεωργίας. Πιο βασικά στο οικονομετρικό μοντέλο για την βελτιστοποίηση του κέρδους.

Μέσω του συγκεκριμένου θέματος μπορώ να αξιοποιήσω και να εφαρμόσω τις γνώσεις μου αλλά και να τις διευρύνω. Η παρούσα πτυχιακή στοχεύει στη εύρεση τρόπων βελτιστοποίησης του κέρδους στον πρωτογενή τομέα παραγωγής.

Ένα κύριο παράδειγμα που έχει εφαρμογή η παραπάνω θεωρία είναι στην εκτίμηση των μεταβολών στην εξίσωση της προσφοράς για τα γεωργικά προϊόντα, αφού θα παραθέσω παραδείγματα για τον τομέα της γεωργίας.

Ευχαριστώ θερμά τους παρακάτω συντελεστές για την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας:

- Την κυρία Παναγιωτάρου Αλίκη, καθηγήτρια του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων ΑΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος για την άμεση και κατανοητή συνεργασία που είχα για την εκτέλεση όλων των σταδίων μέχρι την παρουσίαση της πτυχιακής. Καθώς και για την άριστη επικοινωνία στην επίλυση θεμάτων που είχαμε κατά την διάρκεια της συνεργασίας μας για την καλύτερη διατύπωση και το αποτέλεσμα της πτυχιακής μου εργασίας.
- Την βιβλιοθήκη του ΑΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος όπου παρείχε τα απαραίτητα βιβλία για την συλλογή πληροφοριών σχετικά με την μελέτη της πτυχιακής μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	6
1.1 Γενικά στοιχεία	6
1.2 Μαθηματικός τύπος	8
1.3 Βασικοί ορισμοί	9
1.4 Θεμελιώδης αρχές του γραμμικού προγραμματισμού	9
1.5 Εξέλιξη της μεθόδου	12
1.6 Τομείς εφαρμογών	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ο ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	16
2.1 Κατάρτιση αγροτικών προϊόντων	16
2.2 Ο ρόλος της γεωργίας	17
2.3 Ο τομέας της γεωργίας σε διεθνές επίπεδο	19
2.4 Ο τομέας της γεωργίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση	21
2.5 Ο αγροτικός τομέας στην Ελλάδα	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕ ΑΓΡΟΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	29
3.1 Οικονομική αξιολόγηση μίας αγροτικής εκμετάλλευσης	29
3.2 Οικονομικά αποτελέσματα	32
3.3 Οικονομική της παραγωγής γεωργικών προϊόντων	34
3.4 Οικονομική ανάλυση και γραμμικά μοντέλα	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ	37
4.1 Βήματα σχεδιασμού	37
4.2 Κατασκευή μοντέλου	39
4.3 Εφαρμογή μοντέλου	41
4.3.1 Γραφική επίλυση προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού	41
4.3.2 Μέθοδος Simplex	42
4.3.3 Πρόγραμμα LINDO	44
4.3.4 Πρόγραμμα QSB	47
4.3.5 Πρόγραμμα Microsoft Excel	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	58
5.1 Μελέτη Περίπτωσης 1: Οινοποιείο	58
5.2 Μελέτη Περίπτωσης 2: Παραγωγός μήλων	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	80

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση γραμμικού μοντέλου στον τομέα της γεωργίας είναι πολύ σημαντική. Και αυτό γιατί με δεδομένους τους πόρους μιας αγροτικής επιχείρησης μπορεί να επιτευχθεί η μεγιστοποίηση των κερδών της ή ακόμα η ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής. Ωστόσο δεν είναι μόνο αυτά τα δύο κριτήρια για τα οποία ενδιαφέρεται ο αγρότης. Έτσι, εξίσου σημαντικά κριτήρια είναι η ελαχιστοποίηση της εργασίας, η ελαχιστοποίηση των λιπασμάτων αλλά και η ελαχιστοποίηση της χρήσης νερού.

Ο τομέας της γεωργίας αποτελεί βασικό πυλώνα της εθνικής οικονομίας αφού συμβάλλει στην δημιουργία εισοδημάτων αλλά βοηθά και στη βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου. Σήμερα, ο αγροτικός τομέας της Ελλάδας διαμορφώνεται από τις ρυθμίσεις της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) αλλά και από το πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης 2014 – 2020. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση παίζει και η έντονη ύφεση που συνεχίζει να πλήττει τις οικονομίες του συνόλου των χωρών της Νότιας Ευρώπης, μεταξύ αυτών και η Ελλάδα.

Η παρούσα πτυχιακή, λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, έχει ως σκοπό να παρουσιάσει και να εφαρμόσει γραμμικά μοντέλα σε δύο αγροτικές επιχειρήσεις με τη χρήση των προγραμμάτων LINDO και Microsoft Excel αντίστοιχα. Στόχος είναι να μεγιστοποιηθεί το κέρδος κάθε μιας αλλά και να προσδιοριστεί ο βέλτιστος συνδυασμός παραγωγής. Βέβαια, τα μοντέλα θα λάβουν υπόψη και τους περιορισμούς κάτω από τους οποίους γίνεται η παραγωγή. Η δομή της πτυχιακής είναι η εξής: στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφονται τα γραμμικά μοντέλα και ο γραμμικός προγραμματισμός, στο δεύτερο περιγράφεται ο αγροτικός τομέας καθώς επίσης δίνονται και κάποια στατιστικά στοιχεία, στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η οικονομική αξιολόγηση σε αγροτικό επίπεδο καθώς και οι τρόποι που αυτή πραγματοποιείται σε μία αγροτική εκμετάλλευση, στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται το μοντέλο αγροτικού προγραμματισμού και στο πέμπτο περιγράφονται οι δύο μελέτες περίπτωσης. Τέλος περιγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις μελέτες περίπτωσης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο γραμμικός προγραμματισμός αποτελεί ένα κλάδο της επιστήμης που έχει ως αντικείμενο την λήψη αποφάσεων μέσω της εύρεσης βέλτιστων λύσεων. Γι αυτό το λόγο είναι ένα σημαντικό εργαλείο διοίκησης αφού βοηθά στη λήψη των βέλτιστων στρατηγικών αποφάσεων. Οι επιχειρήσεις με αυτόν τον τρόπο μπορούν να ανταπεξέλθουν στο σύγχρονο, απαιτητικό και ανταγωνιστικό περιβάλλον μέσα στο οποίο δρουν.

Πιο συγκεκριμένα, Γραμμικός Προγραμματισμός είναι το σύνολο των υπολογιστικών τεχνικών για τον προσδιορισμό του μέγιστου ή του ελάχιστου μιας γραμμικής συνάρτησης της οποίας οι μεταβλητές απαιτείται να ικανοποιούν ένα σύστημα γραμμικών ανισοεξισώσεων. Τέτοιας μορφής προβλήματα αναφέρονται στον τρόπο αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων ενός συστήματος έτσι ώστε οι απαιτήσεις του συστήματος να ικανοποιούνται και η απόδοση του να βελτιστοποιείται. Η λήψη αποφάσεων σχετικά με το βέλτιστο τρόπο λειτουργίας δεν γίνεται με το ίδιο το σύστημα αλλά με ένα μοντέλο. Το μοντέλο είναι μία αναπαράσταση του πραγματικού συστήματος. Η εφαρμογή του γραμμικού προγραμματισμού για τη βελτιστοποίηση ενός συστήματος, προϋποθέτει την περιγραφή του με ένα μαθηματικό μοντέλο αυτό σημαίνει ότι η μοντελοποίηση του συστήματος επιτυγχάνεται με μαθηματικές σχέσεις. Η μαθηματική μοντελοποίηση οδηγεί στην βελτιστοποίηση μίας συνάρτησης της οποίας οι περιορισμοί περιγράφονται με ανισοεξισώσεις. Η συνάρτηση της αντικειμενικής συνάρτησης είναι ένα κριτήριο ή μέτρο απόδοσης του συστήματος (Μπότσαρης, 2004).

Το γραμμικό μοντέλο στην μαθηματική του μορφή, επιχειρεί να βελτιστοποιήσει μία ή περισσότερες γραμμικές συναρτήσεις άγνωστων μεταβλητών, των οποίων το πεδίο τιμών οριοθετείται από γραμμικούς περιορισμούς (Σίσκος, 1999). Οι περιορισμοί αυτοί είναι οι φυσικοί περιορισμοί του υπό μελέτη συστήματος. Το μοντέλο χαρακτηρίζεται ως γραμμικό όταν οι προς βελτιστοποίηση συνάρτηση και οι ανισοεξισώσεις του μοντέλου είναι γραμμικές ως προς τις μεταβλητές και τότε το μοντέλο ονομάζεται μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού (Μπότσαρης, 2004).

Στην γεωργία, τα γραμμικά μοντέλα άρχισαν να εφαρμόζονται τη δεκαετία του 1950. Μπορούν να εφαρμοστούν σε αγροτικά συστήματα διαφορετικού μεγέθους, παραγωγής, κατεύθυνσης και δομής (Andreea et al., 2012). Ο Waugh, ήταν ο πρώτος

ο οποίος πρότεινε τη χρήση τους στην γεωργία και συγκεκριμένα στην εύρεση του καλύτερου δυνατού μίγματος ζωοτροφών που ελαχιστοποιεί το κόστος. Στην περίπτωση αυτή, η αντικειμενική συνάρτηση αντιπροσωπεύει την ελαχιστοποίηση του κόστους και οι περιορισμοί αφορούν τους διαθέσιμους πόρους της επιχείρησης και οι εξισώσεις των περιορισμών έχουν αντίθετη φορά από αυτούς στη μεγιστοποίηση. Ο Heady πρότεινε τη χρήση των γραμμικών μοντέλων για τον προσδιορισμό της καλύτερης καλλιέργειας σε ένα αγρόκτημα. Η αντικειμενική συνάρτηση αντιπροσωπεύει το μικτό περιθώριο κέρδους ενώ οι περιορισμοί αφορούν την διαθεσιμότητα των πόρων όπως η γη, η εργασία, τα μηχανήματα και το κεφάλαιο κίνησης. Πεδία εφαρμογών του γραμμικού προγραμματισμού αποτελούν και η δασοκομία, η κτηνοτροφία και η αλιεία (Sofi et al., 2015). Από το 1982 άρχισε να εφαρμόζεται και στις αναπτυσσόμενες χώρες από τους Montazeni και Wright (Andreea et al., 2012).

Στην Ελλάδα, υπάρχουν μελέτες για τη χρήση γραμμικών μοντέλων στην γεωργία. Το 1985 ο Ζιόγανας χρησιμοποίησε το γραμμικό μοντέλο σε φάρμες με πρόβατα στην περιοχή της Ηπείρου με σκοπό την μεγιστοποίηση του επιπέδου του εισοδήματος των αγροτών. Ο Ροζάκης (2011), εφάρμοσε το γραμμικό μοντέλο με σκοπό την μεγιστοποίηση των κερδών σε αγροτικές εκμεταλλεύσεις παραγωγής δημητριακών, στην περιοχή της Κωπαΐδας. Επίσης, ο Τζιμόπουλος (2011) χρησιμοποίησε το γραμμικό μοντέλο για την εύρεση του βέλτιστου σχεδίου καλλιέργειας ενός συνδυασμού οπωροκηπευτικών, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Από τα παραπάνω, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο γραμμικός προγραμματισμός είναι η καλύτερη μεθοδολογία για την συστηματική μελέτη και του αγροτικού τομέα. Λαμβάνει υπόψη της τους παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα την αγροτική παραγωγή οδηγώντας σε ένα ασφαλέστερο αποτέλεσμα. Αυτό έχει αποδειχθεί μέσα από ένα σύνολο εμπειρικών ερευνών τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο και σε διεθνές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

1.1 Γενικά στοιχεία

Το γραμμικό μοντέλο ουσιαστικά είναι μία μαθηματική εξίσωση ή αλλιώς ένα μοντέλο που περιγράφει τη φύση της σχέσης που υφίσταται μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών. Για την κατασκευή αυτής της εξίσωσης θα πρέπει να υπάρχει κάποια γνώση της φύσης της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών. Επίσης για την κατασκευή ενός γραμμικού μοντέλου θα πρέπει οι μεταβλητές του να εκφράζουν μία γραμμική σχέση μεταξύ τους. Αυτό πρακτικά ότι όταν η τιμή της μίας μεταβλητής αυξάνεται ή μειώνεται τότε θα αυξάνεται ή θα μειώνεται η τιμή της άλλης μεταβλητής. Το πώς μεταβάλλεται μία μεταβλητή Y σε σχέση με μία ή περισσότερες μεταβλητές X_1, X_2, \dots, X_n αυτό ουσιαστικά απεικονίζει ένα γραμμικό μοντέλο. Αυτό με τη σειρά του, σημαίνει ότι οι μεταβλητές X και Y έχουν γραμμική σχέση μεταξύ τους και άρα το μοντέλο ονομάζεται γραμμικό μοντέλο (linear model). η γραμμική αυτή σχέση στην απλούστερη μορφή της εκφράζεται ως εξής:

$$Y = a + \beta X$$

όπου a και β είναι σταθερές

Ο χαρακτηρισμός του μοντέλου ως γραμμικό αναφέρεται στις παραμέτρους και όχι στις μεταβλητές. Η μελέτη γραμμικών μοντέλων είναι χρήσιμη και για την πρόβλεψη της τυχαίας μεταβλητής Y για μία δοθείσα τιμή της X . Στην περίπτωση που η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής Y καθορίζεται αποκλειστικά από την τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής (της μεταβλητής στο δεξί μέρος της εξίσωσης) τότε το μοντέλο ονομάζεται ντετερμινιστικό (deterministic model). Στην πράξη όμως είναι δύσκολο να υπάρξει τέλεια γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών γι αυτό το λόγο τα περισσότερα γραμμικά μοντέλα περιλαμβάνουν το στοιχείο της τυχαιότητας, που συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα «ε». Το γραμμικό αυτό μοντέλο αποτελεί και την αντικειμενική συνάρτηση στα προβλήματα του γραμμικού προγραμματισμού που πρέπει είτε να μεγιστοποιηθεί είτε να ελαχιστοποιηθεί, ανάλογα με τον στόχο. Ο στόχος μπορεί να αφορά τη μεγιστοποίηση του κέρδους ή την ελαχιστοποίηση του κόστους ή την καλύτερη αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού ή την κατάλληλη

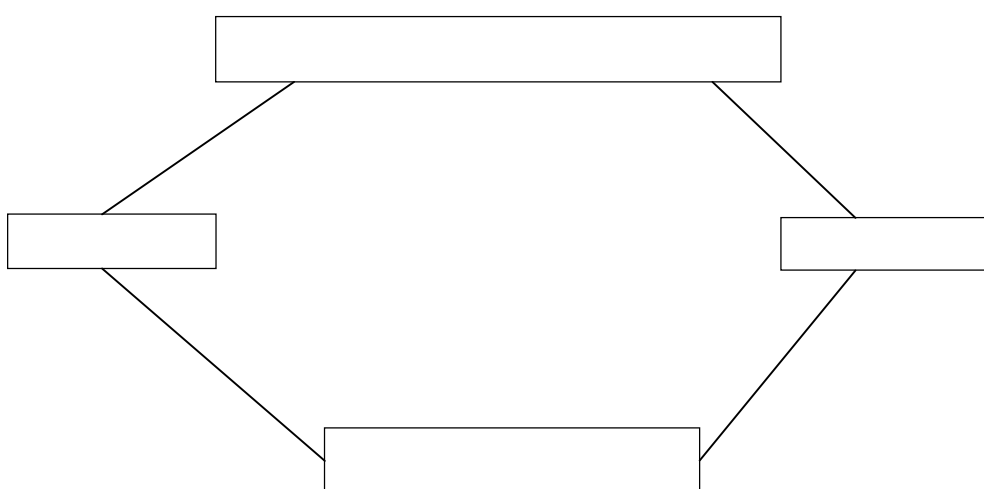
χρήση λιπασμάτων και νερού. Σε αυτή τη περίπτωση οι μεταβλητές που συμβολίζονται με το γράμμα X ονομάζονται μεταβλητές απόφασης και είναι τα δομικά στοιχεία του προβλήματος που μπορεί να επηρεάσει ο αναλυτής. Μεταβλητές απόφασης για παράδειγμα, μπορεί να είναι οι ποικιλίες που παράγει ένας παραγωγός.

Έτσι κατά τον γραμμικό προγραμματισμό γίνεται αναζήτηση των τιμών των μεταβλητών απόφασης που θα βελτιστοποιήσουν το κριτήριο απόδοσης και συγκεκριμένα την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης.

Ωστόσο, η αντικειμενική συνάρτηση θα πρέπει να βελτιστοποιηθεί κάτω από τις συνθήκες λειτουργίας του υπό μελέτη συστήματος. Οι συνθήκες αυτές αποτελούν τους περιορισμούς του προβλήματος. Τέτοιοι μπορεί να είναι για παράδειγμα ο περιορισμός των πρώτων υλών, η καλλιεργούμενη έκταση και το εργατικό δυναμικό. Οι περιορισμοί εκφράζονται ως συναρτήσεις των μεταβλητών απόφασης οι οποίοι επιβάλλουν όρια στις τιμές τους και συνεπώς και στην τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης. Επομένως εκφράζονται ως συναρτήσεις ανισοτήτων. Οι περιορισμοί αλλά και η αντικειμενική συνάρτηση εκφράζονται σαν γραμμικές συναρτήσεις των μεταβλητών. Οι παράμετροι (parameters) ή αλλιώς συντελεστές ή σταθερές είναι τα γνωστά και μετρήσιμα στοιχεία σε ένα μοντέλο ή τα εκτιμώμενα εκ των προτέρων στοιχεία (Μπάτης, 2004).

Τα παραπάνω αποτελούν και τα δομικά στοιχεία μοντελοποίησης ενός μαθηματικού προβλήματος, και τα οποία παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα (Μπάτης, 2004):

Σχήμα 1.1: Δομικά στοιχεία μοντελοποίησης



1.2 Μαθηματικός τύπος

Το γραμμικό μοντέλο είναι της μορφής (Μπάτης, 2004):

Βελτιστοποίηση (max ή min) της αντικειμενικής συνάρτησης (objective function)

$$z = (c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots c_nx_n)$$

κάτω από τους περιορισμούς

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots a_{1n}x_n [\leq, \geq, =] b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots a_{2n}x_n [\leq, \geq, =] b_2$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots a_{mn}x_n [\leq, \geq, =] b_m$$

$$x_1, x_2, x_3 \dots x_n \geq 0$$

όπου

m: το πλήθος των περιορισμών του προβλήματος (πόροι, ζήτηση, απαιτήσεις)

n: πλήθος ανταγωνιζόμενων δραστηριοτήτων (π.χ. ποσότητες παραγωγής τριών ποικιλιών σταφυλιών)

x_j : επίπεδο δραστηριότητας (μεταβλητές απόφασης), $j = 1, 2, 3, \dots, n$ (π.χ. η ποσότητα παραγόμενου προϊόντος 1)

z: το συνολικό μέτρο απόδοσης (τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης)

c_j : ο αντικειμενικός συντελεστής της x_j (π.χ. μοναδιαίο περιθώριο κέρδους της δραστηριότητας j) $j = 1, 2, 3, \dots, n$

b_i : το δεξιό μέλος του περιορισμού i (π.χ. ποσότητα διαθέσιμου πόρου i) $i = 1, 2, \dots, n$

a_{ij} : τεχνολογικός συντελεστής (π.χ. η ποσότητα που απαιτείται από τον πόρο i για να παραχθεί μία μονάδα του προϊόντος j) $j = 1, 2, \dots, n$ και $i = 1, 2, \dots, n$.

1.3 Βασικοί ορισμοί

Από την επίλυση της αντικειμενικής συνάρτησης θα προκύψει η λύση του προβλήματος που επιθυμείται. Με τον όρο λύση ορίζεται κάθε προσδιορισμός τιμών για τις μεταβλητές απόφασης (x_1, x_2, x_n), άσχετα με το αν είναι μία επιθυμητή ή ακόμη και επιτρεπτή επιλογή. Επομένως όσον αφορά τον όρο λύση στον γραμμικό προγραμματισμό προκύπτουν διάφοροι όροι. Παρακάτω δίνονται οι βασικοί ορισμοί (Τσαγκάρης, 2016):

Εφικτή λύση (*feasible solution*): είναι η λύση που ικανοποιεί όλους τους περιορισμούς. Ένα πρόβλημα μπορεί να μην έχει εφικτές λύσεις. Όταν υπάρχουν εφικτές λύσεις τότε από την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης θα προκύψει η βέλτιστη. Στην γραφική απεικόνιση ενός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού η περιοχή των εφικτών λύσεων ονομάζεται και εφικτή περιοχή.

Βέλτιστη λύση (*optimal solution*): είναι η εφικτή λύση που δίνει την επιθυμητή τιμή στην αντικειμενική συνάρτηση. Πιο επιθυμητή είναι είτε η μέγιστη είτε η ελάχιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης και προκύπτει από τον αντικειμενικό στόχο του προβλήματος που μπορεί να είναι μεγιστοποίηση ή ελαχιστοποίηση. Έτσι μία βέλτιστη λύση μεγιστοποιεί ή ελαχιστοποιεί την αντικειμενική συνάρτηση σε ολόκληρη την εφικτή περιοχή. Συνήθως ένα πρόβλημα έχει μία βέλτιστη λύση. Πάραυτα είναι δυνατό να έχει πολλές βέλτιστες λύσεις δηλαδή άπειρες λύσεις.

Εκτός από τις παραπάνω περιπτώσεις υπάρχει η πιθανότητα ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού να μην έχει καμία βέλτιστη λύση. Αυτό συμβαίνει μόνο είτε όταν δεν υπάρχει καμία εφικτή λύση είτε οι περιορισμοί δεν εμποδίζουν την αύξηση/ μείωση της τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης προς την επιθυμητή κατεύθυνση (Τσαγκάρης, 2016).

1.4 Θεμελιώδης αρχές του γραμμικού προγραμματισμού

Για να χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού θα πρέπει να ελεγχθεί αν αυτό μπορεί να εκφραστεί με τη μορφή γραμμικών σχέσεων (συναρτήσεων). Για να γίνει αυτό θα πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω υποθέσεις ή θεμελιώδης αρχές (Μπάτης, 2004):

1. Αρχή της αναλογικότητας (*proportionality*)

Επειδή η αντικειμενική συνάρτηση είναι γραμμική αυτό σημαίνει ότι η συνεισφορά κάθε μεταβλητής απόφασης στη συνολική τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης από μία μεταβλητή απόφασης είναι ανάλογη (γραμμικά) της τιμής που παίρνει η εν λόγω μεταβλητή.

2. Αρχή της αθροιστικότητας (*additivity*)

- a) Όσον αφορά την αντικειμενική συνάρτηση αυτό σημαίνει ότι η συνεισφορά κάθε μεταβλητής απόφασης στην τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης είναι ανεξάρτητη από τις τιμές που παίρνουν οι άλλες μεταβλητές απόφασης.
- b) Όσον αφορά τους περιορισμούς, η αθροιστικότητα σημαίνει ότι η κατανάλωση από μία μεταβλητή απόφασης ενός πόρου στο αριστερό μέλος ενός περιορισμού είναι ανεξάρτητη από τις τιμές που παίρνουν οι άλλες μεταβλητές. Αυτό σημαίνει ότι το μοντέλο θα είναι γραμμικό και ως προς την αντικειμενική συνάρτηση αλλά και ως προς τους περιορισμούς.

3. Αρχή της διαιρετότητας (*divisibility*)

Όλες οι μεταβλητές θεωρούνται συνεχείς δηλ. μπορούν να πάρουν κλασματικές τιμές. Η αρχή αυτή εξασφαλίζει την δυνατότητα επίλυσης του προβλήματος με τη μέθοδο simplex. Αν η λύση έχει κλασματικές τιμές αυτές μπορούν να στρογγυλοποιηθούν σε ακέραιες τιμές.

4. Αρχή της προσδιοριστικότητας (*certainty*)

Οι τιμές των παραμέτρων του προβλήματος θεωρούνται γνωστές σταθερές. Η αρχή αυτή διασφαλίζει την επίλυση του προβλήματος με τη μέθοδο simplex αφού είναι απαραίτητο όλες οι παράμετροι να είναι γνωστές. Σε πραγματικά προβλήματα όμως η αρχή αυτή μπορεί να μην ικανοποιείται. Οι τιμές των παραμέτρων εμπεριέχουν αναπόφευκτα κάποιο βαθμό αβεβαιότητας αφού συχνά προκύπτουν από προβλέψεις μελλοντικών καταστάσεων. Γι αυτό το λόγο είναι πολύ σημαντικό μετά την εύρεση της βέλτιστης λύσης να γίνεται ανάλυση ευαισθησίας.

Συνδυασμός των παραπάνω κατηγοριοποιήσεων οδηγεί στο παρακάτω σχήμα. Το σχήμα αυτό απεικονίζει τον πλούτο του επιστημονικού αντικειμένου του μαθηματικού προγραμματισμού. Φυσικά, η ίδια κατηγοριοποίηση μοντέλων που γίνεται για τον γραμμικό προγραμματισμό ισχύει για τον πολυκριτήριο και τον μη

γραμμικό προγραμματισμό. Οι σχετικές θεωρίες δεν έχουν ακόμα εμβαθύνει με ρυθμούς ανάλογους του κλασικού γραμμικού προγραμματισμού (Σίσκος Γ, 1999).

Σχήμα 1.1: Κατηγοριοποίηση προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού



Πηγή: Σίσκος, 1999

1.5 Εξέλιξη της μεθόδου

Αρχικά, τα γραμμικά μοντέλα δημιουργήθηκαν για στρατιωτικούς σκοπούς και συγκεκριμένα για την επιλογή της καλύτερης στρατηγικής. Ωστόσο τα μοντέλα αυτά δεν άργησαν να υιοθετηθούν από μεγάλες εμπορικές επιχειρήσεις. Με τον ίδιο τρόπο επεκτάθηκε η χρήση τους και σε άλλους όπως η γεωργία, οι πετρελαιοχημικές επιχειρήσεις, οι μεταφορές, η επικοινωνία και η χαλυβουργική. Με το πέρασμα των χρόνων και καθώς η τεχνολογία των υπολογιστών εξελίσσεσαι, οι επιχειρήσεις αλλά και οι κυβερνήσεις άρχισαν να χρησιμοποιούν τον γραμμικό προγραμματισμό, για την επιτυχή ανάπτυξη και επίλυση γραμμικών μοντέλων δύσκολων προβλημάτων. Σήμερα, τα μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού έχουν πολλαπλές εφαρμογές. Έτσι υπάρχουν τα τραπεζικά μοντέλα, τα χρηματοοικονομικά μοντέλα, τα μοντέλα στρατηγικής διοίκησης, τα μοντέλα σχεδιασμού παραγωγής, τα μοντέλα σχεδιασμού του εργατικού δυναμικού, τα διαδικτυακά μοντέλα, τα μοντέλα στον αγροτικό τομέα, τα μοντέλα στον αγροτικό τομέα, τα μοντέλα εφοδιαστικής αλυσίδας, τα μοντέλα επιλογής χαρτοφυλακίου κτλ. Ένα δείγμα επιτυχούς εφαρμογής των γραμμικών μοντέλων είναι το εξής (Lawewnce et al., 2002):

- Αεροναυπηγική
- Επέκταση τηλεπικοινωνιακών δικτύων
- Έλεγχος της μόλυνσης του περιβάλλοντος
- Υγεία
- Επιλογή τραπεζικού χαρτοφυλακίου
- Γεωργία
- Προστασία από φωτιές
- Αμυντική προστασία
- Σχεδιασμός χρήσης της γης
- Παραγωγή γαλακτοκομικών
- Στρατιωτική εφαρμογή

Αυτές οι εφαρμογές είναι ελάχιστες σε σύγκριση με τα αμέτρητα πεδία εφαρμογής των γραμμικών μοντέλων. Επιπλέον εφαρμογές περιλαμβάνουν την ανάλυση της κυκλοφορίας, την επιλογή κατάλληλου προσωπικού στον τομέα της υγείας, εφαρμογές φυσικού αερίου, τα χημικά, τη παραγωγή χαρτιού και στην ανακύκλωση, σε εκπαιδευτικά προγράμματα, την επιλογή εργατικού δυναμικού, τον τομέα των

κατασκευών, τον τουρισμό, τον προγραμματισμό αθλητικών δραστηριοτήτων, τον κυβερνητικό σχεδιασμό. Κάθε χρόνο εκατοντάδες νέες εφαρμογές εμφανίζονται σε διάφορες επιστημονικές μελέτες, κάτι που δείχνει πόσο σημαντικά είναι τα γραμμικά μοντέλα και ο γραμμικός προγραμματισμός στις μέρες μας (Lawrence, 2002).

1.6 Τομείς Εφαρμογών

Όπως προαναφέρθηκε είναι πάρα πολλοί οι νέοι τομείς στους οποίους έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς τα γραμμικά μοντέλα. Παρακάτω αναλύονται ενδεικτικά μερικοί από αυτούς.

1. Σχεδιασμός παραγωγής

Στον σχεδιασμό παραγωγής τα γραμμικά μοντέλα χρησιμοποιούνται με σκοπό την λήψη της βέλτιστης απόφασης παραγωγής η οποία χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τους περιορισμένους πόρους της επιχείρησης. Ο καθορισμός του επιπέδου παράγωγης, ο σχεδιασμός του ωραρίου των εργατών αλλά και των υπερωριών, ο καθορισμός αποδοτικού κόστους αγοράς επιπλέον πόρων που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη διαδικασία της παραγωγής είναι οι πιο σημαντικές αποφάσεις που δίνουν τα γραμμικά μοντέλα στον τομέα της παραγωγής (Lawrence, 2002).

2. Επιλογή χαρτοφυλακίου (portfolio)

Στον συγκεκριμένο τομέα έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμα μοντέλα για διαφορετικές οικονομικές συναλλαγές. Αυτά τα μοντέλα λαμβάνουν υπόψη μακροπρόθεσμους και βραχυπρόθεσμους επενδυτικούς στόχους, τη ρευστότητα, τον υπολογισμό του ρίσκου και της μεταβλητότητας. Πολλά από τα μοντέλα δεν είναι γραμμικά από τη φύση τους σε αυτόν τον τομέα (Lawrence, 2002).

3. Δημόσιος τομέας

Τόσο οι κυβερνήσεις όσο οι περιφέρειες και οι δήμοι είναι υποχρεωμένοι να καταναείμουν τους διαθέσιμους πόρους τους για το κοινό καλό. Πολύ συχνά οι πολιτικές πιέσεις και διαμάχες προκαλούν τις κυβερνήσεις να κάνουν περισσότερα από όσα τους επιτρέπουν οι διαθέσιμοι πόροι που έχουν στην κατοχή τους. Έτσι προκύπτουν αρκετές αποφάσεις που θα πρέπει να λάβουν για να πετύχουν αυτό. Μία από αυτές είναι η απόφαση επίτευξης μίας υποομάδας από το σύνολο των στόχων που ζητούν οι ομάδες πίεσης να κάνουν οι πολιτικοί. Μία άλλη απόφαση μπορεί να

έχει να κάνει με τον περιορισμό όλων των στόχων που θέτουν οι ομάδες πίεσης καθώς και την ιεράρχηση αυτών (Lawrence, 2002).

4. Εφοδιαστική αλυσίδα

Τα μοντέλα αυτά έχουν να κάνουν με το λαμβάνουν ταυτόχρονα δύο διαφορετικά και σημαντικά κριτήρια και να επιλέγουν την καλύτερη δυνατή λύση συνδυασμού τους. Το ένα κριτήριο είναι η κατασκευή ποιοτικών προϊόντων και το άλλο είναι η μεταφορά των προϊόντων αυτών στους καταναλωτές. Μία τυπική εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα υποστηρικτικό σύστημα το οποίο θεωρεί την απόκτηση πρώτων υλών για την παραγωγή προϊόντων, την κατασκευή, αποθήκευση και τη μεταφορά των τελικών προϊόντων ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαδικασιών. Δεν θεωρεί την κάθε διαδικασία ως ένα ξεχωριστό σύστημα. Σε αυτόν τον τομέα υπάρχουν πολυάριθμα μοντέλα. Τέτοια είναι τα μοντέλα πρόβλεψης, τα μοντέλα σχεδιασμού, τα μοντέλα δικτύου, τα κατασκευαστικά μοντέλα, τα μοντέλα καταγραφής εμπορευμάτων κτλ. Το αντικείμενο κάθε ενός από αυτά τα μοντέλα είναι η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους του συστήματος, διατηρώντας παράλληλα τα κατάλληλα επίπεδα παραγωγής και μεταφοράς των κατάλληλων ποσοτήτων στις σωστές τοποθεσίες μέσα σε ένα χρονικά αποτελεσματικό πλαίσιο. Ο ρόλος των εφοδιαστικών αλυσίδων είναι τόσο σημαντικός αφού μπορεί να καθορίσει τον ανταγωνισμό της αγοράς (Lawrence, 2002).

5. Γεωργία

Οι αγρότες το κύριο ερώτημα στο οποίο θέλουν να δώσουν απάντηση είναι ποιες δραστηριότητες πρέπει να επιλέξουν με βάση των προϋπολογισμό τους. Ο προϋπολογισμός κάθε αγρότη είναι αυτός που θα καθορίσει τις ποσότητες των εισροών που απαιτούνται για την παραγωγή ενός προϊόντος αλλά επίσης θα του καθορίσει και την έκταση γης που θα χρειαστεί για τις καλλιεργητικές ή κτηνοτροφικές του δραστηριότητες. Γι αυτό το λόγο τα γραμμικά μοντέλα επεκτάθηκαν προκειμένου να είναι σε θέση να παρέχουν συμβουλές σε τοπικό ή διεθνές επίπεδο στους αγρότες. Υπάρχουν πολυάριθμα μοντέλα για τον σκοπό αυτό. Μερικά από αυτά είναι: αγροτικοεμπορικό μοντέλο, περιβαλλοντικό μοντέλο, μοντέλο διαχείρισης νερού, μοντέλα καταλληλότητας εδάφους προς καλλιέργεια, μοντέλα επένδυσης σε υποδομές, μοντέλα μεγιστοποίησης κέρδους, μοντέλου μίγματος ζωοτροφών. Στατιστικώς σημαντικοί παράγοντες σε ένα μοντέλο είναι η ετερογένεια μεταξύ των προϊόντων, η αβεβαιότητα των τιμών της αγοράς, το ρίσκο παράγωγης και οι καιρικές συνθήκες. Τα τελευταία χρόνια που η συμβολαιακή

γεωργία έχει αντικαταστήσει τις συναλλαγές της ανοιχτής οικονομίας, ανοίγεται ο δρόμος προς τη δημιουργία ακόμα περισσότερων μοντέλων στον συγκεκριμένο τομέα (Just, 2007).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ο ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1 Κατάρτιση αγροτικών προϊόντων

Προκειμένου να γίνει κατανοητός ο αγροτικός τομέας θα πρέπει πρώτα να γίνει μία σύντομη αναφορά για το αγροτικό προϊόν και την αγροτική παραγωγή. Έτσι, αγροτικό προϊόν είναι η παραγωγή γεωργικών ειδών, ωμών ή επεξεργασμένων τα οποία εμπορεύονται με σκοπό την κατανάλωση από ανθρώπους (FAO). Επίσης αγροτικό προϊόν είναι η ποσότητα και τα είδη παραγωγής που σκοπό έχουν την κάλυψη των αναγκών των ανθρώπων σε θρεπτικά συστατικά και ενέργεια εντός μίας χρονικής περιόδου (Markowitz, 1959).

Μία αγροτική παραγωγή μπορεί να αποτελείται από πολλά είδη προϊόντων τα οποία συνήθως χορηγούνται σε ένα σύνολο. Τα προϊόντα αυτά θα πρέπει να είναι υγιεινά, χωρίς βλαβερές ουσίες, να μην έχουν προσβληθεί από ασθένειες και παράσιτα και να συμβάλλουν στην υγεία και ευεξία του ανθρώπινου οργανισμού. Για να παράγει, λοιπόν, ο αγρότης ένα υγιεινό και ποιοτικό προϊόν θα πρέπει να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα λιπάσματα ή να μην χρησιμοποιεί καθόλου (βιολογική καλλιέργεια) και να εφαρμόζει τις κατάλληλες καλλιεργητικές μεθόδους (όργωμα). Τα προϊόντα τα οποία παράγονται κάτω από φιλικές συνθήκες προς τον ανθρώπινο οργανισμό, δηλ. χωρίς πολλά λιπάσματα και φυτοφάρμακα, έχουν περισσότερα θρεπτικά συστατικά και πωλούνται σε υψηλότερη τιμή από τα υπόλοιπα. Τα προϊόντα αυτά είναι πιο ακριβά από τα υπόλοιπα, διότι η παραγωγή τους δεν μπορεί να γίνει όλες τις εποχές του χρόνου αφενός και αφετέρου η αποθήκευσή τους απαιτεί περισσότερα κεφάλαια. Κατά συνέπεια ο ανταγωνισμός στον κλάδο μπορεί να είναι έντονος κάτι το οποίο πιέζει συνήθως το κόστος παραγωγής προς τα κάτω και την ποιότητα προς τα πάνω, δεδομένου ότι οι επιχειρήσεις που ασχολούνται με την παραγωγή και εμπορία αγροτικών προϊόντων είναι πολυάριθμες (Markowitz, 1959).

Ωστόσο ο ανταγωνισμός δεν είναι μόνο μεταξύ των παραγωγών αγροτικών προϊόντων αλλά είναι και μεταξύ των υποκατάστατων αυτών όπως είναι οι συμπυκνωμένες τροφές. Οι εναλλακτικές χρήσεις των τροφών αυτών μπορούν θεωρητικά να προκαλέσουν αύξηση του κόστους για την γεωργία και αυτό διότι η αύξηση της ζήτησής τους θα επιφέρει μείωση των προσφερόμενων για τη γεωργία, ποσοτήτων. Αυτό το φαινόμενο δεν συναντάται συχνά στις ανεπτυγμένες χώρες, αφού σε αυτές οι καταναλωτές προτιμούν σχεδόν πάντα την κατανάλωση αγροτικής

πρωτεΐνης έναντι της κατανάλωσης τροφών φυτικής προέλευσης με μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Επιπρόσθετα, οι καλλιέργειες που αναπτύσσονται για καλλιεργητική χρήση, συχνά βασίζονται, σε διαφορετικές ποικιλίες που ενώ είναι κατάλληλες για την κτηνοτροφία δεν είναι κατάλληλες για κατανάλωση από τον άνθρωπο (Markowitz, 1959).

Κατά την κατάρτιση αγροτικών προϊόντων, ο υπεύθυνος καλλιέργειας, που συνήθως είναι ο παραγωγός, μεριμνά ώστε να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή τα οικονομικότερα λιπάσματα και να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη ποσότητα παραγωγής.

Έτσι τα στάδια που συνήθως ακολουθεί ο υπεύθυνος παραγωγής είναι τα έξης (Markowitz, 1959):

- i. Επιλογή περιοχής για καλλιέργεια
- ii. Καθορισμός της ποσότητας παραγωγής
- iii. Καθορισμός του κατάλληλου μέσου για την καλλιέργεια (π.χ. νερό, γεώτρηση, πηγάδια, έδαφος)
- iv. Επιλογή των κατάλληλων λιπασμάτων
- v. Οικονομική αξιολόγηση των λιπασμάτων
- vi. Σωστή καλλιέργεια των αγροτικών προϊόντων
- vii. Έλεγχος της αποτελεσματικότητας παραγωγής
- viii. Υγεία των αγροτικών ειδών
- ix. Παραγωγικότητα του χωραφιού
- x. Ομαλή ανάπτυξη καλλιέργειας
- xi. Απαιτούμενη και κανονική ανάπτυξη των σπόρων

Όλα τα παραπάνω στάδια μπορεί να είναι το θέμα μελέτης προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού στην γεωργία και τα επιμέρους στοιχεία που περιέχει κάθε ένα μπορεί να αποτελέσουν τις μεταβλητές που θα εισαχθούν στο οικονομετρικό μοντέλο.

2.2 Ο ρόλος της γεωργίας

Η αγροτική οικονομία παίζει σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή οικονομετρικών μοντέλων. Τα γραμμικά μοντέλα, χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν για την εύρεση των βέλτιστων σχεδίων παραγωγής. Καθορίζουν την ποσότητα των εισροών που

απαιτούνται για την παραγωγή τελικών προϊόντων λαμβάνοντας ως περιορισμούς την έκταση γης που χρησιμοποιείται στη διαδικασία παραγωγής. Αυτά τα μοντέλα παρείχαν ενός είδους πληροφόρησης και συμβουλής προς τους παραγωγούς ως ποιο σχέδιο παραγωγής είναι το βέλτιστο (Just, 2007).

Τα μοντέλα στον αγροτικό τομέα, επεκτάθηκαν με τη πάροδο των ετών ώστε να παρέχουν καλύτερες συμβουλές λαμβάνοντας υπόψη την περιοχή και τη χώρα αφού από περιοχή σε περιοχή και από χώρα σε χώρα διαφέρουν τα εξής: η νομοθεσία εμπορίας αγροτικών προϊόντων, η πολιτική προστασίας του περιβάλλοντος, η σύσταση του εδάφους, η πολιτική διάθεσης νερού, οι δημόσιες επενδύσεις στις υποδομές όπως δίκτυα παροχής νερού και συστήματα άρδευσης, οι κλιματικές και καιρικές συνθήκες (Just, 2007).

Επιπλέον, η αγροτική οικονομία έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και εφαρμογή των οικονομετρικών μοντέλων. Από τη μία ένα πλήθος ανταγωνιστικών και αγορών και από την άλλη η εγκατάλειψη του αγροτικού τομέα από τις δημόσιες επενδύσεις έκαναν τον τομέα της γεωργίας ένα έτοιμο πεδίο για την εφαρμογή νέων τεχνικών ανάλυσης. Τα μοντέλα άρχισαν να καλύπτουν ολοένα και περισσότερους παράγοντες όπως η ετερογένεια το ρίσκο και η αβεβαιότητα. Έτσι δικαίως ο τομέας της γεωργίας θεωρείται ένα έτοιμο εργαστήριο μελέτης των νέων εξελίξεων και τεχνολογιών (Just, 2007).

Ο γραμμικός προγραμματισμός ίσως είναι το πιο σημαντικό και καλύτερα μελετημένο εργαλείο για την βελτιστοποίηση ενός προβλήματος. Χρησιμοποιείται από όλους τους τύπους των επιχειρήσεων στη διαδικασία λήψης των αποφάσεων στον τομέα της γεωργίας. Οι αποφάσεις αυτές έχουν διευρυνθεί και αφορούν την επιλογή διαφορετικών μεθόδων παραγωγής, νέων μηχανημάτων, διανομής και διαφήμισης του τελικού προϊόντος. Σήμερα, πάρα πολλά είναι τα πραγματικά προβλήματα ενός παραγωγού που μπορούν να μετασχηματιστούν σε ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού και να δώσουν τη βέλτιστη λύση (Sofi, 2015).

Ο τομέας της γεωργίας είναι ένας πολύ ιδιαίτερος τομέας καθώς ο σχεδιασμός της παραγωγής δεν είναι εύκολος επειδή εξαρτάται από διάφορους απρόβλεπτους παράγοντες όπως είναι ο βιολογικός κύκλος ζωής ενός προϊόντος, οι κλιματικές συνθήκες, οι κοινωνικοοικονομικές συνθήκες και οι αγορές των αγροτικών προϊόντων. Τα μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού ως εργαλεία βελτιστοποίησης

έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται προκειμένου να είναι σε θέση να βοηθήσουν τον σχεδιασμό της παραγωγής στον αγροτικό τομέα. Ουσιαστικά, τα γραμμικά μοντέλα συνεισφέρουν τόσο στην επιστημονική κοινότητα όσο και στις διάφορες ομάδες που εμπλέκονται στην γεωργία (αγρότες, νομοθέτες κ.α.). Επομένως, τα αγροτικά γραμμικά μοντέλα είναι ευέλικτα και μπορούν πολύ εύκολα να προσαρμοστούν σε νέες συνθήκες και να προβλέψουν τυχόν επιπλοκές (Martinho, 2014).

2.3 Ο τομέας της γεωργίας σε διεθνές επίπεδο

Η διεθνής αγροτική οικονομία συνοπτικά, χαρακτηρίζεται από τις παρακάτω συνθήκες:

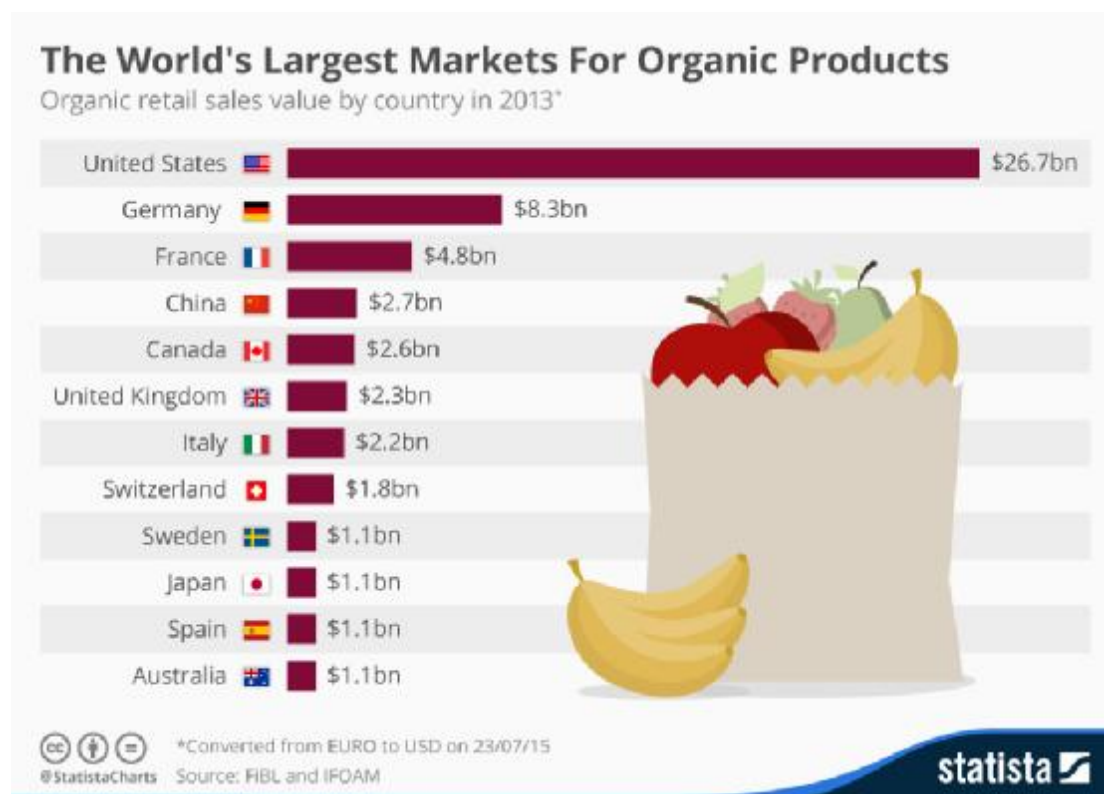
- a. Άρση ή μείωση των εμπορικών εμποδίων και συναλλαγών
- b. Μείωση του κόστους των διεθνών μεταφορών
- c. Αύξηση της ταχύτητας συγκέντρωσης και μετάδοσης των πληροφοριών καθώς και μείωση του κόστους αυτών
- d. Διεθνοποίηση των επιχειρήσεων
- e. Εναρμόνιση των διεθνών προδιαγραφών

Όλες αυτές οι συνθήκες οδηγούν στην αύξηση του διεθνούς εμπορικού ανταγωνισμού αλλά και στον ανταγωνισμό μεταξύ των περιοχών για προσέλκυση επενδύσεων. Η διεθνής τάση στην κατανάλωση αγροτικών προϊόντων, σύμφωνα με εκτιμήσεις, φαίνεται να είναι τα βιολογικά προϊόντα τα οποία είναι και διεθνώς αναγνωρισμένα από αξιόπιστους φορείς (Σχήμα 2.1). Επίσης τα προϊόντα αυτά είναι επώνυμα με ταυτότητα αφού αναγράφουν σε ετικέτες πολύτιμες πληροφορίες για τον καταναλωτή. Έτσι από τις ετικέτες αυτές, ο τελικός καταναλωτής μπορεί να πληροφορηθεί πλήρως για το προϊόν σχετικά με την ημερομηνία παραγωγής και λήξης, τη χώρα παραγωγής, τον τρόπο παραγωγής και επεξεργασίας (τυποποιημένο προϊόν), διεθνές πιστοποιήσεις και βραβεία. Η αναγραφή όλων των παραπάνω πληροφοριών σε ετικέτες είναι πολύ σημαντική για την ανταγωνιστικότητα του προϊόντος σε διεθνές επίπεδο. Εξίσου σημαντικό ρόλο στην ανταγωνιστικότητα ενός αγροτικού προϊόντος σε διεθνές επίπεδο είναι και η συσκευασία καθώς και η χρήση συστημάτων διασφάλισης ποιότητας (HACCP). Επομένως ο αγροτικός τομέας θα πρέπει να είναι σε θέση να παράγει προϊόντα ποιότητας τα οποία θα είναι

συμμορφωμένα σε πρότυπα και στάνταρ που προσδοκούν οι σύγχρονοι καταναλωτές. Η χρήση των γραμμικών μοντέλων μπορεί να επιφέρει τα αποτελέσματα που προσδοκούν οι αγρότες.

Ακόμη, έχει παρατηρηθεί τόσο σε διεθνές όσο και εγχώριο επίπεδο μία αύξηση της ζήτησης για επώνυμα, ποιοτικά παραδοσιακά και τοπικά προϊόντα είτε βιολογικά είτε πιστοποιημένα, τα οποία αντανακλούν την στροφή του καταναλωτικού κοινού προς υγιεινότερα διατροφικά πρότυπα. Σημαντικοί παράγοντες διαφοροποίησης των αγροτικών προϊόντων και άρα δημιουργίας ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος είναι οι ιδιαίτεροι τρόποι παραγωγής ενός προϊόντος σε μία χώρα, η διάθρωση της γεωργίας και κτηνοτροφίας, η παράδοση ακόμα και ο τουρισμός όλων των μορφών. Αυτοί οι παράγοντες θα πρέπει να ενσωματωθούν σε γραμμικά μοντέλα σε περίπτωση μελέτης του εν λόγω τομέα.

Σχήμα 2.1: Η παγκόσμια αγορά βιολογικών προϊόντων



Πηγή: FIBL και IFOAM

2.4 Ο τομέας της γεωργίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η ΚΑΠ συμβάλλει στον εκσυγχρονισμό του αγροτικού τομέα αλλά και στην αύξηση της παραγωγής. Αντιπροσωπεύει περίπου το ήμισυ του προϋπολογισμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην Ευρώπη οι γεωργικές εκτάσεις αγγίζουν το ήμισυ της συνολικής έκτασής της. Ωστόσο οι αγρότες αντιπροσωπεύουν μόνο το 4,7% του ενεργού πληθυσμού της Ευρώπης. Ο αγροτικός τομέας θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους τομείς της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα χαρακτηριστικά του αγροτικού τομέα στην Ε.Ε. συνοψίζονται στα εξής:

- Ø Αύξηση της συνολικής έκτασης της βιολογικής καλλιέργειας
- Ø Βελτίωση της ανταγωνιστικότητας στις παγκόσμιες αγορές
- Ø Βελτίωση των σχέσεων θεμιτού εμπορίου με τις αναπτυσσόμενες χώρες
- Ø Ενίσχυση των μηχανισμών σήμανσης της ποιότητας για να είναι ανταγωνιστικά στις παγκόσμιες αγορές
- Ø Προώθηση της καινοτομίας στους τομείς της παραγωγής και της μεταποίησης των τροφίμων με στόχο τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Τα παλαιότερα χρόνια οι πολιτικές της Ε.Ε. για την γεωργία αφορούσαν κυρίως την αγροτική παραγωγή. Σήμερα οι πολιτικές αυτές στράφηκαν στην αναγνώριση της διαφορετικότητας και του πολυδιάστατου ρόλου της γεωργίας. Έτσι η τροποποιημένη ΚΑΠ (Κοινή Αγροτική Πολιτική) του 2013 στόχευσε στα εξής:

- Προστασία του περιβάλλοντος
- Έρευνα και διάδοση γνώσεων
- Δικαιότερο σύστημα ενισχύσεων προς τους αγρότες
- Ενίσχυση της θέσης των γεωργών στην εφοδιαστική αλυσίδα

Εκτός από την Κοινή Αγροτική Πολιτική, ο αγροτικός τομέας της Ευρώπης διαμορφώνεται και από το πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης 2014 – 2020. Το κάθε κράτος μέλος και οι περιφέρειες καταρτίζουν τα δικά τους προγράμματα αγροτικής ανάπτυξης με βάση τις ανάγκες των εδαφών τους και με τουλάχιστον τέσσερις από

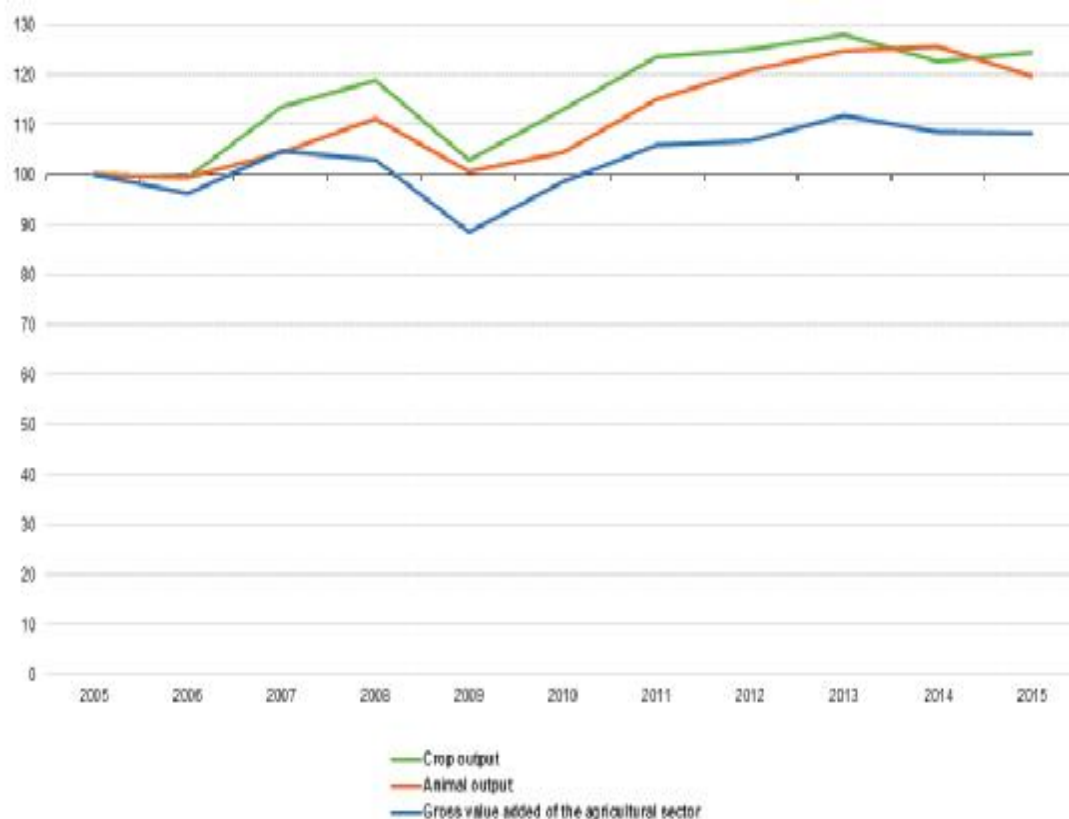
τις συνολικά έξι κοινές προτεραιότητες της Ε.Ε.. Το πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Προώθηση της μεταφοράς γνώσεων
- Βελτίωση της βιωσιμότητας όλων των τύπων γεωργίας
- Προώθηση της οργάνωσης της αλυσίδας τροφίμων
- Ενίσχυση των οικοσυστημάτων
- Αύξηση της αποδοτικότητας των πόρων που θα είναι ανθεκτικοί στην κλιματική αλλαγή
- Προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης στις αγροτικές περιοχές

Τα νέα μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού μπορούν να συνυπολογίσουν τις πολιτικές και την εκάστου νομοθεσίας και την ζήτηση των προϊόντων.

Ένας σημαντικός πυλώνας της ΚΑΠ είναι να παρέχει στους αγρότες ένα καλό βιοτικό επίπεδο με ταυτόχρονη προώθηση πιο ανταγωνιστικής και βιώσιμης γεωργίας. Παρά το γεγονός ότι η έννοια αυτή δεν ορίζεται ρητά στο πλαίσιο της ΚΑΠ, μία σειρά από δείκτες συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης του εισοδήματος από γεωργικές δραστηριότητες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσδιοριστεί η πρόοδος που σημειώνεται προς την επίτευξη του στόχου αυτού. Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται οι επιπτώσεις των πρόσφατων αλλαγών στην γεωργική παραγωγή, στην ακαθάριστη προστιθέμενη αξία του γεωργικού τομέα, του εισοδήματος από γεωργικές δραστηριότητες και της μεταβολής των επιδοτήσεων στον γεωργικό τομέα την περίοδο 2005 – 2015.

Σχήμα 2.2: Γεωργική παραγωγή και ακαθάριστη προστιθέμενη αξία, Ε.Ε. – 28, 2005 – 2015 (2005 = 100)

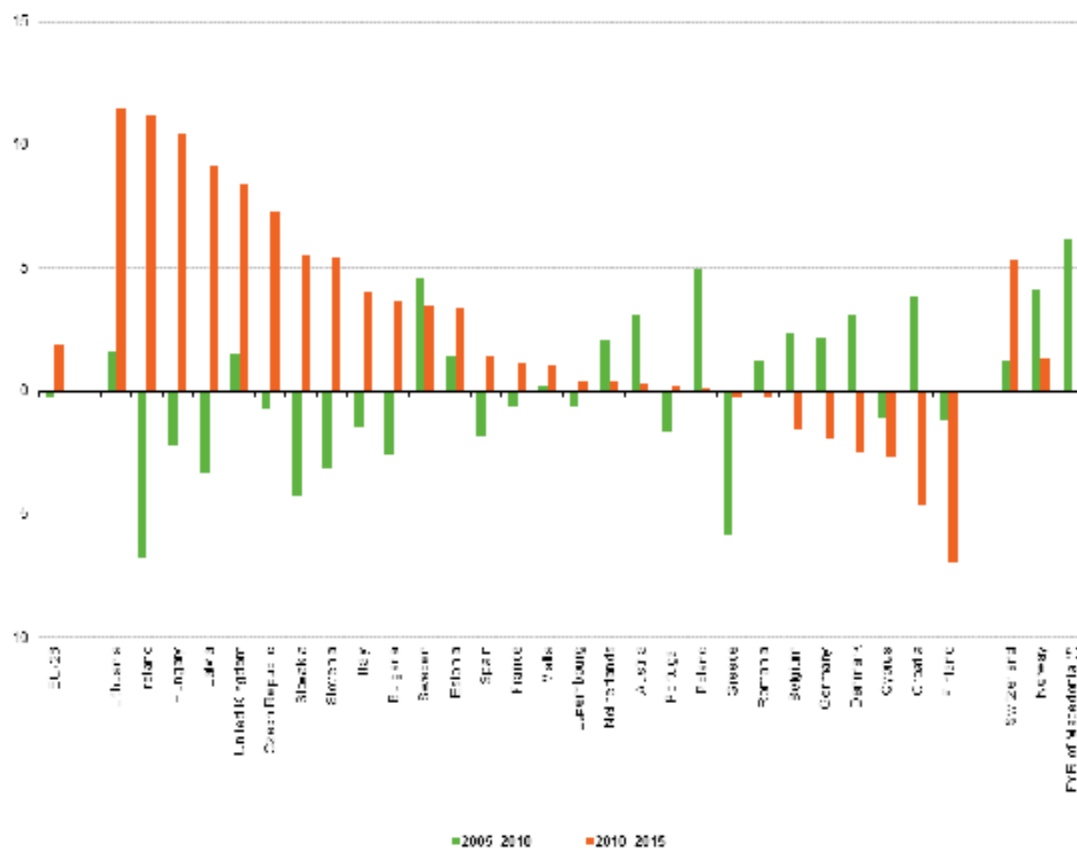


Note: Break in series: 2014.
Source: Eurostat (online data code: aaid_eaa05)

Πηγή: Eurostat

Οι τιμές δείχνουν μία ύφεση της γεωργικής παραγωγής το 2009, στην αρχή της παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής και οικονομικής κρίσης, που ακολουθείται από μία ανοδική πορεία μέχρι το 2012 και το 2013 και στη συνέχεια ακολουθείται από μία καθοδική πορεία μέχρι το 2015. Η ακαθάριστη αξία φυτικής αγροτικής παραγωγής μειώθηκε το 2009 σε 177,2 δις ευρώ. Ακολουθήθηκε από τέσσερα χρόνια συνεχόμενης ανάπτυξης μέχρι το 2013 όποτε και έφτασε τα 22.100 εκατ. ευρώ, όταν το 2014 μειώθηκε κατά 4,1% ενώ το 2015 αυξήθηκε κατά 1,5%. Η ακαθάριστη αξία ζωικής παραγωγής ήταν χαμηλά το 2009 αλλά στη συνέχεια αυξήθηκε επί πέντε συναπτά έτη μέχρι το 2014. Το 2015 υπήρξε σημαντική πτώση της ζωικής παραγωγής.

Σχήμα 2.3: Μεταβολή της ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας του αγροτικού τομέα το έτος 2005 – 2010 και 2010 – 2015 (μέσος ετήσιος ρυθμός μεταβολής %)



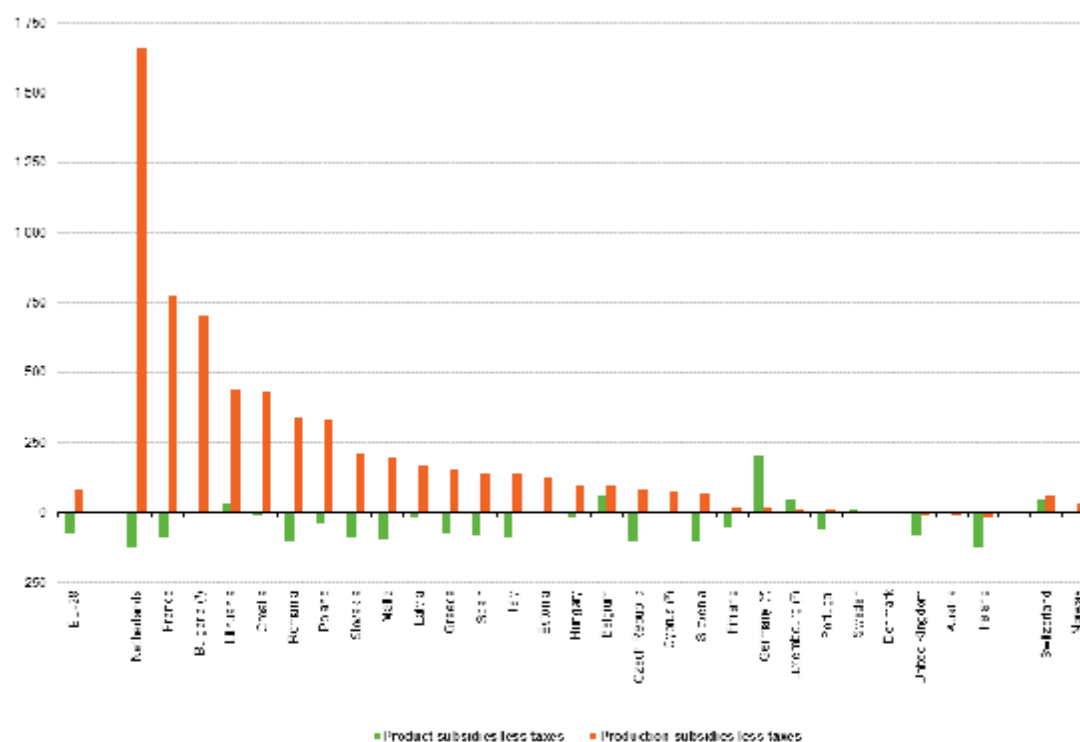
(*) 2010-2015, not available
 Source: Eurostat (online data code: ssa_ess01)

Πηγή: Eurostat

Συγκρίνοντας τις δύο πενταετείς περιόδους φαίνεται ότι δεν υπήρξε σχεδόν καμία αλλαγή στη προστιθέμενη αξία. Οι 17 από τις συνολικά 28 χώρες – μέλη σημείωσαν τον υψηλότερο μέσο ρυθμό μεταβολής την περίοδο 2010 – 2015 σε σύγκριση, με την περίοδο 2005 – 2010. Και 15 από τα κράτη μέλη σημείωσαν αρνητικό μέσο ετήσιο ρυθμό μεταβολής σε μία από τις δύο περιόδους. Από τα κράτη – μέλη με αρνητικό ετήσιο ρυθμό μεταβολής και στις δύο περιόδους παρουσίασαν η Ελλάδα, η Φινλανδία και η Κύπρος.

Από συνολικά όλα τα κράτη – μέλη σε έντεκα από αυτά ο δείκτης εισοδήματος από γεωργική δραστηριότητα αυξήθηκε με ταχύτερο ρυθμό από το 2010 έως το 2015 από ότι είχε μεταξύ 2005 – 2010. Η συντριπτική πλειοψηφία αυτών ήταν ανατολικά ή νότια κράτη μέλη συμπεριλαμβανομένων και της Λιθουανίας, του Λουξεμβούργου και της Ιρλανδίας. Τα υψηλότερα ποσοστά καταγράφηκαν στη Λιθουανία (7.7% ετησίως), στην Ουγγαρία (8.9% ετησίως) και τη Βουλγαρία (9.7% ετησίως). Αντιθέτως, υπήρχαν εννέα κράτη μέλη όπου το γεωργικό εισόδημα μειώθηκε κατά την περίοδο 2010 – 2015. Οι μεγαλύτερες μειώσεις στο εισόδημα καταγράφηκαν στη Γερμανία (-4.7% ετησίως), στη Δανία (- 5.2% ετησίως) και στη Φιλανδία (- 9.9% ετησίως).

Σχήμα 2.6: Μεταβολή των επιδοτήσεων στον γεωργικό τομέα 2005 – 2015 (%)



(*) Product subsidies less taxes: zero in 2005.
 (†) Product subsidies less taxes: zero in 2005 and 2015.
 (‡) Product subsidies less taxes: negative in 2005 and 2015.
 Source: Eurostat (online data code: agri_wast01)

Πηγή: Eurostat

Στην Γερμανία και το Λουξεμβούργο, οι επιδοτήσεις προϊόντων ήταν αρνητικές τόσο το 2005 όσο και το 2015. Σημειώνεται ότι μερικά από τα κράτη – μέλη της Ε.Ε. δεν έχουν οποιοδήποτε προϊόν το 2005 και δεν θα μπορούσε να έχει υπολογιστεί ποσοστό μεταβολής, τέτοια είναι η Βουλγαρία και η Κύπρος. Σε άλλα κράτη μέλη οι

επιδοτήσεις αγροτικών προϊόντων έχουν εξαφανιστεί εντελώς κατά τη διάρκεια της υπό εξέτασης περιόδου τέτοια είναι η Τσέχικη Δημοκρατία, η Ρουμανία και η Σλοβενία. Στην Ιρλανδία, τις Κάτω Χώρες και την Αυστρία οι επιδοτήσεις προϊόντων διαμορφώνονται από μία θετική τιμή σε μία αρνητική τιμή εξηγώντας έτσι τον αρνητικό ρυθμό μεταβολής τους που ήταν μεγαλύτερη από 100%. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, την Αυστρία και την Ιρλανδία το επίπεδο των επιδοτήσεων στην παραγωγή αγροτικών προϊόντων μειώθηκε ενώ δεν υπήρξε καμία σημαντική αλλαγή στην Δανία. Αντίθετα, το υψηλότερα ποσοστά μεταβολής για τις επιδοτήσεις παραγωγής καταγράφηκαν στην Ολλανδία, τη Βουλγαρία και τη Γαλλία. Στο ήμισυ των κρατών – μελών της Ε.Ε., οι επιδοτήσεις παραγωγής διπλασιάστηκαν σε μέγεθος, κατά τη διάρκεια της υπό εξέτασης περιόδου.

2.5 Ο αγροτικός τομέας της Ελλάδας

Η πρωτογενής παραγωγή αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της Ελληνικής οικονομίας. Ο αγροτικός τομέας έχει σχεδόν διπλάσιο ποσοστό συμβολής στην εθνική ΑΠΑ (Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία) από τον μέσο όρο της Ε.Ε. – 28 και μεγαλύτερο όλων των μεσογειακών οικονομιών. Επιπλέον οι εξαγωγές αγροτικών προϊόντων τα τελευταία χρόνια παρουσίασαν αυξητική τάση παρόλο τις δυσμενείς οικονομικές συνθήκες των τελευταίων ετών.

Ωστόσο, πέρα από την οικονομική κρίση των τελευταίων ετών ο ελληνικός αγροτικός τομέας παρουσιάζει σημαντικά διαθρωτικά προβλήματα τα οποία προϋπήρχαν της κρίσης. Σε αυτά συγκαταλέγονται το υψηλό κόστος παραγωγής, η μειωμένη ανταγωνιστικότητα, ο κακός τεχνολογικός εξοπλισμός, η συνεχόμενη αύξηση της φορολογίας τα οποία επηρεάζουν αρνητικά το αγροτικό εισόδημα.

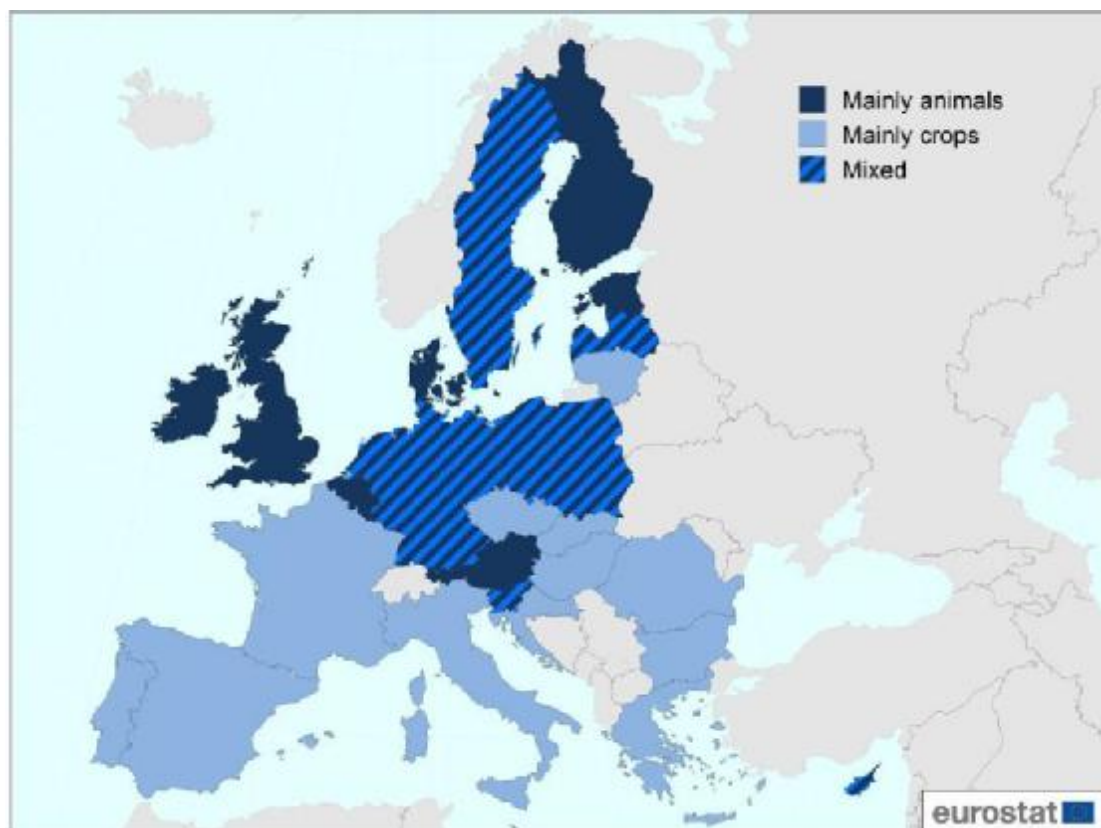
Στο διάστημα λοιπόν, των τελευταίων ετών η ευρωπαϊκή και κατά συνέπεια και η ελληνική γεωργία κινήθηκαν σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Μέσα σε αυτό το περιβάλλον κινήθηκε και η ΚΑΠ (Κοινή Αγροτική Πολιτική) από την ριζική αλλαγή των στοχεύσεων της κυρίως μετά το 2013.

Συνοψίζοντας, τα προβλήματα στην ελληνική γεωργία, ο μεγάλος ανταγωνισμός που υπάρχει στον ευρωπαϊκό και διεθνή χώρο, οι ταχύρυθμες μεταβολές στα διάφορα περιβάλλοντα των οικονομικών μονάδων καθώς και η δυσκολία των προβλημάτων

που αντιμετωπίζουν σήμερα οι επιχειρήσεις, καθιστούν αναγκαία την προσπάθεια να αποφύγουν την σπατάλη και επιβάλλουν την άμεση χρήση και ανάπτυξη όλων των σχετικών με την λήψη βέλτιστων αποφάσεων (Κουνέτας, 2015). Ο γραμμικός προγραμματισμός έτσι αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για τις επιχειρήσεις προκειμένου να είναι σε θέση να προσδιορίζουν το κέρδος τους και να γίνονται πιο ανταγωνιστικές τόσο σε εθνικό όσο και διεθνές επίπεδο.

Όσον αφορά τα στατιστικά στοιχεία για τον αγροτικό τομέα, στο παρακάτω σχήμα δίνεται η γεωργική παραγωγή της Ελλάδας μεταξύ των υπολοίπων χωρών μελών της Ε.Ε.. Η γεωργική παραγωγή της Ελλάδας αποτελείται κυρίως από φυτική παραγωγή. Στην φυτική παραγωγή τα σιτηρά καταλαμβάνουν το 8% της αξίας της παραγωγής, ενώ τα οπωροκηπευτικά φθάνουν το 39% της αξίας της παραγωγής.

Σχήμα 2.7: Ο χάρτης της γεωργικής παραγωγής (ζωική, φυτική, μικτή) της Ε.Ε. το 2014



Πηγή: Eurostat

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕ ΑΓΡΟΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

3.1 Οικονομική αξιολόγηση μίας αγροτικής εκμετάλλευσης

Η οικονομική αξιολόγηση μίας αγροτικής επιχείρησης ουσιαστικά είναι η μέτρηση του πόσο επαρκή και πόσο αποτελεσματικό είναι το υπάρχον σύστημα επίτευξης των στόχων του σχεδιασμού της επιχείρησης, σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Στην απλούστερη μορφή, ο στόχος είναι η επίτευξη του μέγιστου δυνατού κέρδους στην παραγωγή που προκύπτει από τις αγροτικές δραστηριότητες καθώς και μείωση του συνολικού κόστους παραγωγής (FAO).

Η βέλτιστη παραγωγή αγροτικών προϊόντων επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο συνδυασμό ενός αριθμού παραγόντων. Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι ο γονότυπος των αγροτικών ειδών, οι σπόροι, η καλλιέργεια, η ποιότητα, το έδαφος και οι καλλιεργητικές φροντίδες. Όταν το αγροτικό κεφάλαιο καλλιεργείται σωστά με όλα τα απαραίτητα υλικά, όπως είναι τα λιπάσματα, το νερό και το έδαφος τότε επιτυγχάνεται υψηλή αποδοτικότητα και για μεγάλο χρονικό διάστημα (Heady, 1954).

Καθοριστικό ρόλο για την διατήρηση και επίτευξη υψηλής αποδοτικότητας παίζουν και οι καιρικές συνθήκες. Οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν το κόστος παραγωγής καθιστώντας τον ανταγωνιστικό ή μη (Heady, 1954). Οι κλιματικές συνθήκες αλλά και ο καιρός επηρεάζουν αρνητικά το κόστος παραγωγής. Ωστόσο αυτοί οι παράγοντες δεν μπορούν να προβλεφθούν και γι αυτό ανήκουν στους απρόβλεπτους και αβέβαιους παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος παραγωγής.

Το κόστος παραγωγής αγροτικών προϊόντων αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού κόστους παραγωγής μίας καλλιέργειας σε μία αγροτική επιχείρηση. Έτσι το κόστος παραγωγής είναι αυτό που προσπαθούν να βελτιώσουν (ελαχιστοποιήσουν) οι υπεύθυνοι παραγωγής. Στον γραμμικό προγραμματισμό ο στόχος της αντικειμενικής συνάρτησης του κόστους είναι η ελαχιστοποίησή της. Ωστόσο, σε μία πραγματική αγροτική επιχείρηση η ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής δεν είναι μία εύκολη υπόθεση καθώς ένα σύγχρονο αγροτικό προϊόν πρέπει να είναι ισόρροπο, να διευκολύνει την καλλιέργεια εξασφαλίζοντας την καλύτερη δυνατή χρήση λιπασμάτων. Τέλος τόσο η καλλιέργεια όσο και η χρήση

λιπασμάτων πρέπει να γίνεται με τον οικονομικότερο τρόπο επιτρέποντας την κατάρτιση αγροτικών προϊόντων χαμηλού κόστους.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι παράγοντες που αποτελούν το κόστος παραγωγής σε μία αγροτική επιχείρηση.

Πίνακας 3.1: Στοιχεία κόστους παραγωγής

ΑΜΕΣΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ	ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΟΣΤΗ
Αγορά σπόρων	Χρήση νερού
Λιπάσματα	Επισκευές του εξοπλισμού κεφαλαίου
Μεταφορές	Φόροι ακίνητης περιουσίας
Αμοιβή Εργατικού δυναμικού	
Καύσιμα	
Κόστος αποθήκευσης	

Πηγή: FAO

Ωστόσο υπάρχουν μερικά χαρακτηριστικά μίας αγροτικής εκμετάλλευσης που θα πρέπει να αναλυθούν προκειμένου να αξιολογηθεί η οικονομική κατάσταση της. Αυτό συμβαίνει κυρίως σε οικογενειακές αγροτικές εκμεταλλεύσεις όπου η εργασία κυρίως δίνεται από τα μέλη της οικογένειας και λιγότερο από εργάτες. Επιπλέον μία αγροτική εκμετάλλευση μπορεί να παράγει αρκετά αγροτικά προϊόντα όπου η εισροή σε μία δραστηριότητα να είναι η εκροή μίας άλλης αγροτικής δραστηριότητας. Για παράδειγμα σε μία αγροτική εκμετάλλευση παραγωγής μύρας, τα υποπροϊόντα που παράγονται από την διαδικασία της ζύμωσης να χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή σε αγελάδες. Η εργασία στην ελληνική γεωργική εκμετάλλευση είναι οικογενειακής μορφής όπου συνήθως ο σύζυγος έχει τον πρώτο λόγο και ακολουθούν η σύζυγος και τα τέκνα. Ανάλογα με τη μορφή της εκμετάλλευσης προκύπτει εξειδίκευση ανάμεσα στα μέλη της οικογένειας με τις πιο βαριάς μορφής εργασίες να τις αναλαμβάνει ο σύζυγος (καλλιέργεια χωραφιού) και αυτές που απαιτούν λεπτούς χειρισμούς η σύζυγος και τα παιδιά (π.χ. διαλογή και συσκευασία). Κατά τη διάρκεια μίας παραγωγικής διαδικασίας στη γεωργία εποχιακά προκύπτουν αυξημένες ανάγκες για εργασία. Τότε συνήθως απασχολούνται εποχιακά αμειβόμενοι εργάτες προκειμένου να ικανοποιηθεί ο περιοριστικός παράγοντας του χρόνου για την εκτέλεση των απαιτούμενων εργασιών (Βλότζος, 2015).

Για την επαρκή οικονομική αξιολόγηση μίας αγροτικής εκμετάλλευσης θα πρέπει να καταγραφούν και οι εισροές σε χρήμα που δέχεται ο παραγωγός. Τέτοιες εισροές

μπορεί να είναι οι επιχορηγήσεις από την Ε.Ε. καθώς και τα επιδόματα έκτακτης ανάγκης τα οποία χορηγούνται στους αγρότες από την κυβέρνηση. Τα επιδόματα έκτακτης ανάγκης συνήθως χορηγούνται, όπως λέει και το όνομά τους σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης όπως είναι οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις ή σε ασυνήθιστα κακές καιρικές συνθήκες. Επίσης τέτοιους είδους επιδόματα δίνονται στους παραγωγούς όταν οι τελευταίοι αντιμετωπίζουν πολύ χαμηλές τιμές στην αγορά αγροτικών προϊόντων (FAO).

Επομένως θα πρέπει να βρεθούν τρόποι υπολογισμού όλων των παραπάνω παραγόντων ώστε η οικονομική αξιολόγηση μίας αγροτικής εκμετάλλευσης να απεικονίζει την πραγματική κατάσταση που προκύπτει από τις αγροτικές δραστηριότητες.

Εκτός από το κόστος παραγωγής που πρέπει να ελαχιστοποιηθεί, προκειμένου το αγροτικό προϊόν να είναι ανταγωνιστικό στην αγορά, οι υπεύθυνοι παραγωγής θα πρέπει να εξασφαλίζουν ότι τα προϊόντα αυτά είναι ποιοτικά και ασφαλή για κατανάλωση, να είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Επίσης θα πρέπει όλες οι καλλιεργητικές διαδικασίες να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον, σύμφωνα με τις οδηγίες της καινούργιας ΚΑΠ. Επομένως οι μελέτες γραμμικού προγραμματισμού που γίνονται στον αγροτικό τομέα, συνήθως αναφέρονται στην μεγιστοποίηση του κέρδους χωρίς ωστόσο αυτό να αποτελεί και κανόνα αφού υπάρχουν πάρα πολύ παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή και είναι αναγκαίο να παρθούν οι βέλτιστες αποφάσεις και για αυτές (Heady, 1954).

Συμπερασματικά, τίθεται το ερώτημα της επαρκούς μέτρησης όλων αυτών των παραγόντων. Αυτό συμβαίνει με τα οικονομικά αποτελέσματα μίας αγροτικής εκμετάλλευσης τα οποία δίνουν μία συνοπτική εικόνα της οικονομικής κατάστασης της εκμετάλλευσης και συνυπολογίζουν όλα τα παραπάνω. Έτσι λοιπόν, τα οικονομικά αποτελέσματα αποτελούν τον τρόπο οικονομικής αξιολόγησης μίας αγροτικής εκμετάλλευσης.

3.2 Οικονομικά αποτελέσματα

Τα οικονομικά αποτελέσματα μίας αγροτικής εκμετάλλευσης χρησιμοποιούνται ως τρόποι οικονομικής αξιολόγησης μιας αγροτικής εκμετάλλευσης. Ως οικονομικά αποτελέσματα ορίζονται τα αποτελέσματα της παραγωγικής διαδικασίας ενός έτους εκφρασμένα σε οικονομικούς όρους. Αποτελούν την απόδειξη επιτυχίας ή αποτυχίας της παραγωγικής διαδικασίας και διευκρινίζεται η συμβολή κάθε κλάδου παραγωγής στο τελικό οικονομικό αποτέλεσμα. Αποκαλύπτουν με αυτό τον τρόπο, τους κλάδους παραγωγής που αποδίδουν καλύτερα σε σύγκριση με κάποιους άλλους αλλά και το ποιοι κλάδοι της παραγωγής θέλουν περαιτέρω βελτίωση. Επίσης εντοπίζονται οι υπερβάσεις δαπανών σε συγκεκριμένους κλάδους. Τα οικονομικά αποτελέσματα υπολογίζουν με ακρίβεια το τελικό οικονομικό αποτέλεσμα της αγροτικής εκμετάλλευσης (Κοντογεώργος, 2016).

Για τον υπολογισμό όλων των οικονομικών αποτελεσμάτων σε μία αγροτική εκμετάλλευση είναι απαραίτητη η λογιστική παρακολούθηση όλων των παραγωγικών δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται μέσα σε ένα έτος. Για να είναι ακριβή τα οικονομικά αποτελέσματα θα πρέπει να τηρείται ακρίβεια στην καταγραφή όλων των παραγωγικών δραστηριοτήτων αλλά και των μεταβολών στα περιουσιακά στοιχεία. Η ανάλυση των οικονομικών αποτελεσμάτων μπορεί να γίνει είτε κατά κλάδο παραγωγής είτε για το σύνολο της εκμετάλλευσης. Τα οικονομικά αποτελέσματα μίας αγροτικής εκμετάλλευσης περιλαμβάνουν την ακαθάριστη πρόσοδο, το κόστος παραγωγής, το κέρδος, το ακαθάριστο κέρδος, το αγροτικό εισόδημα, το αγροτικό οικογενειακό εισόδημα, η έγγειος πρόσοδος, το εισόδημα από εργασία, η πρόσοδος κεφαλαίου, το εισόδημα εκτός αγροτικής εκμετάλλευσης και το κοινωνικό εισόδημα (Κοντογεώργος, 2016).

Η ακαθάριστη πρόσοδος εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες και είναι η συνολική αξία όλων των παραχθέντων μέσα σε μία αγροτική εκμετάλλευση. Περιλαμβάνει τυχόν επιδοτήσεις για έκτακτες ανάγκες αλλά και αποζημιώσεις που προέρχονται από διάφορες πηγές και αφορούν τις αγροτικές δραστηριότητες. Επίσης περιλαμβάνει την αξία των προϊόντων που δόθηκαν ως αμοιβή σε εργασία προς τρίτους, όλη την αξία των πωληθέντων προϊόντων αλλά και αυτών που μένουν αδιάθετα στο τέλος του έτους (Κοντογεώργος, 2016).

Το κόστος παραγωγής είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο σε μία αγροτική εκμετάλλευση αφού επιτρέπει τη συνέχιση ή μη της ύπαρξης της συγκεκριμένης παραγωγικής διαδικασίας καθώς και τη μέτρηση της ανταγωνιστικότητας του προϊόντος στην αγορά (Βλότζος, 2015). Θα πρέπει να υπολογιστεί με ακρίβεια και περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες σε υλικά (λιπάσματα, νερό), τις αμοιβές των παραγωγικών συντελεστών (εργατικό δυναμικό, το ενοίκιο του εδάφους και η αξία του μεταβλητού και σταθερού κεφαλαίου), τις επιπτώσεις δυσμενών συνθηκών (ακραία καιρικά φαινόμενα) σε όλη την διαδικασία παραγωγής αγροτικών προϊόντων. Εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα προϊόντος.

Ο επιχειρηματίας αγρότης επιδιώκει τη μεγιστοποίηση του οικονομικού αποτελέσματος. Το κέρδος σε μία αγροτική εκμετάλλευση είναι αποτέλεσμα του πετυχημένου συνδυασμού των παραγωγικών συντελεστών (εργασία, έδαφος και κεφάλαιο), ώστε η οικονομική απόδοση κάθε συντελεστή να καλύπτει το κόστος παραγωγής αλλά να αφήνει και ένα επιπλέον οικονομικό ποσό. Από την άλλη το ακαθάριστο κέρδος περιλαμβάνει τις αμοιβές των τριών συντελεστών παραγωγής και το καθαρό κέρδος (Βλότζος, 2015).

Το αγροτικό εισόδημα περιλαμβάνει το ενοίκιο του εδάφους (τεκμαρτό ή πραγματικό), την αμοιβή της εργασίας (οικογενειακής ή ξένης) και του κέρδους της εκμετάλλευσης. Επίσης περιλαμβάνει και την αμοιβή του κεφαλαίου δηλαδή τους τόκους κεφαλαίου. Το αγροτικό εισόδημα υπολογίζεται αν από την ακαθάριστη πρόσοδο αφαιρεθούν οι δαπάνες που αφορούν την αγορά των σπόρων, λιπασμάτων, καυσίμων, μηχανημάτων κτλ. Αποτελεί το πιο σημαντικό οικονομικό αποτέλεσμα μίας αγροτικής εκμετάλλευσης και τη βάση για σύγκριση της οικονομικότητας μεταξύ δύο ή περισσότερων αγροτικών εκμεταλλεύσεων. Καθορίζει το ελάχιστο μέγεθος της αγροτικής εκμετάλλευσης για την εξασφάλιση ενός καλού βιοτικού επιπέδου στην αγροτική οικογένεια. Από την άλλη το αγροτικό οικογενειακό εισόδημα είναι οι αμοιβές των συντελεστών παραγωγής οι οποίοι ανήκουν στην αγροτική εκμετάλλευση και την οικογένεια που τη διαχειρίζεται. Το οικογενειακό εισόδημα ενδιαφέρει τον γεωργό γιατί δείχνει το μέγεθος της ωφέλειας που απολαμβάνει ο αγρότης και η οικογένειά του από την λειτουργία της αγροτικής εκμετάλλευσης. Είναι και αυτό ένα σημαντικό οικονομικό αποτέλεσμα αφού αν η αγροτική εκμετάλλευση δεν πετύχει κέρδος για οποιοδήποτε λόγο, αυτό δεν αποτελεί ένδειξη αποτυχίας της παραγωγικής δραστηριότητας της αγροτικής εκμετάλλευσης,

αρκεί να υπάρχει αγροτικό εισόδημα που να προέρχεται από τις αμοιβές των συντελεστών παραγωγής (Κοντογεώργος, 2016).

Η έγγειος πρόσοδος είναι η αμοιβή του εδάφους είτε πρόκειται για την καταβολή ενοικίου είτε του τεκμαρτού ενοικίου. Η έγγειος πρόσοδος έχει σημασία γιατί ουσιαστικά χρησιμοποιείτε ως αντικειμενική βάση για τον καθορισμό του ενοικίου ενός χωραφίου αλλά και τον υπολογισμό της παραγωγικής αξίας αυτού (Κοντογεώργος, 2016).

Το εισόδημα της εργασίας αλλά και το εισόδημα του κεφαλαίου είναι οι αμοιβές των παραγωγικών συντελεστών εργασία και κεφάλαιο αντίστοιχα. Οι αμοιβές αυτές μπορεί να αφορούν πληρωμές εργασίας προς τρίτους (εποχική ή μόνιμη) από τη μία και από την άλλη είναι οι τόκοι κεφαλαίων. Το εισόδημα κεφαλαίου περιλαμβάνει και όλα τα περιουσιακά στοιχεία της εκμετάλλευσης μαζί με το έδαφος (Κοντογεώργος, 2016).

Το εισόδημα εκτός εκμετάλλευσης αλλά και το κοινωνικό εισόδημα δεν αφορούν άμεσα την αγροτική εκμετάλλευσης, καθώς δεν είναι αποτελέσματα της παραγωγικής διαδικασίας αλλά δείχνουν μία συνολική εικόνα για τη διαβίωση των αγροτών μίας περιοχής (Κοντογεώργος, 2016).

3.3 Οικονομική της παραγωγής γεωργικών προϊόντων και γραμμικός προγραμματισμός

Η οικονομική της παραγωγής γεωργικών προϊόντων μελετά την εφαρμογή των παραπάνω οικονομικών αποτελεσμάτων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, ως προς τη χρήση των διαθέσιμων συντελεστών παραγωγής για την παραγωγή φυτικών και ζωικών προϊόντων. Αντικείμενο της οικονομικής της παραγωγής είναι η διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των συντελεστών παραγωγής και οι σχέσεις μεταξύ των προϊόντων. Σκοπός της οικονομικής της παραγωγής είναι η βέλτιστη χρήση των περιορισμένων ποσοτήτων των διαθέσιμων συντελεστών παραγωγής με στόχο τη διαρκή μεγέθυνση του οικογενειακού αγροτικού εισοδήματος αλλά και του γεωργικού εισοδήματος σε εθνικό επίπεδο, την συνεχόμενη κερδοφορία αλλά και τη μείωση του κόστους παραγωγής. Βασικό ζητούμενο είναι η αύξηση της ποσότητας

αγροτικών προϊόντων και ταυτόχρονης συρρίκνωσης του κόστους παραγωγής (Βλότζος, 2015).

Η οικονομική της παραγωγής γεωργικών προϊόντων περιλαμβάνει και την ανάλυση των συντελεστών παραγωγής σε μία αγροτική εκμετάλλευση. Οι συντελεστές παραγωγής είναι τρεις: η εργασία, το κεφάλαιο και το έδαφος. Σε ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού οι παραγωγικοί συντελεστές μπορεί να απεικονίζονται ως οι περιορισμοί του συστήματος το οποίο μελετάται. Και αυτό διότι οι συντελεστές παραγωγής σε μία αγροτική εκμετάλλευση είναι συγκεκριμένοι και περιορισμένοι. Ο παραγωγικός συντελεστής έδαφος ορίζεται ως εκείνο το κομμάτι γης, το οποίο μετά την επίδραση του κλίματος και των μηχανικών μέσων καλλιέργειας, χρησιμεύει σαν πηγή θρεπτικών συστατικών και σαν μέσο στήριξή τους (Βλότζος, 2015). Οι οικονομικές ιδιότητες του εδάφους είναι το αμετάθετο, το ανεπαύξητο και το άφθαρτο του εδάφους. Οι οικονομικές αυτές ιδιότητες του εδάφους επηρεάζουν την τελική επιλογή των καλλιεργειών και τον τρόπο καλλιέργειας των φυτών ή την επιλογή και τον τρόπο εκτροφής των ζώων. Η εργασία είναι η καταβαλλόμενη εργασία από ανθρώπους ή από ζώα για την παραγωγή γεωργικών προϊόντων. Το εργατικό δυναμικό είναι κυρίως οικογενειακό σε μικρές εκμεταλλεύσεις ενώ υπάρχει και το εποχιακό δυναμικό το οποίο χρησιμοποιείται για συγκεκριμένες ανάγκες που προκύπτουν σε μία καλλιεργητική περίοδο που το οικογενειακό δυναμικό δεν μπορεί να τις ικανοποιήσει. Η αμοιβή της εργασίας μπορεί να είναι σε είδος ή σε χρήμα. Το κεφάλαιο είναι ο τρίτος παραγωγικός συντελεστής και είναι όλα τα υλικά μέσα και αγαθά που χρησιμοποιεί ο παραγωγός για τη παραγωγή αγροτικών προϊόντων.

3.4. Οικονομική ανάλυση και γραμμικά μοντέλα

Τα οικονομικά αποτελέσματα μίας αγροτικής εκμετάλλευσης είναι ποσοτικοποιημένα και μετρήσιμα αποτελέσματα που είναι απαραίτητα για τον γεωργό προκειμένου να μπορεί να λάβει τις βέλτιστες αποφάσεις. Η οικονομική της παραγωγής είναι η βέλτιστη χρησιμοποίηση των περιορισμένων πόρων μίας αγροτικής εκμετάλλευσης. Ο γραμμικός προγραμματισμός και τα γραμμικά μοντέλα στην γεωργία δεν είναι τίποτα άλλο από συνδυασμοί των διαθέσιμων πόρων μίας εκμετάλλευσης που χρησιμοποιούνται προκειμένου να δώσουν τη βέλτιστη απάντηση στο ερώτημα του παραγωγού για μείωση του κόστους ή αύξηση του κέρδους. Επομένως τα οικονομικά

αποτελέσματα και η οικονομική της παραγωγής, που δίνουν μία ολοκληρωμένη εικόνα, συνδέονται άμεσα με τα μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού. Θα πρέπει να έχει προηγηθεί η οικονομική αξιολόγηση της αγροτικής εκμετάλλευσης της κατασκευής και εφαρμογής γραμμικών μοντέλων.

Εκτός από τα οικονομικά αποτελέσματα, τα οικονομικά προβλήματα εκφράζονται με γραμμικές σχέσεις. Η καμπύλη του κόστους σε σχήμα U, οι καμπύλες ζήτησης και προσφοράς και η συνάρτηση παραγωγής αποτελούν παραδείγματα γραμμικών σχέσεων (Dorfman, 1958).

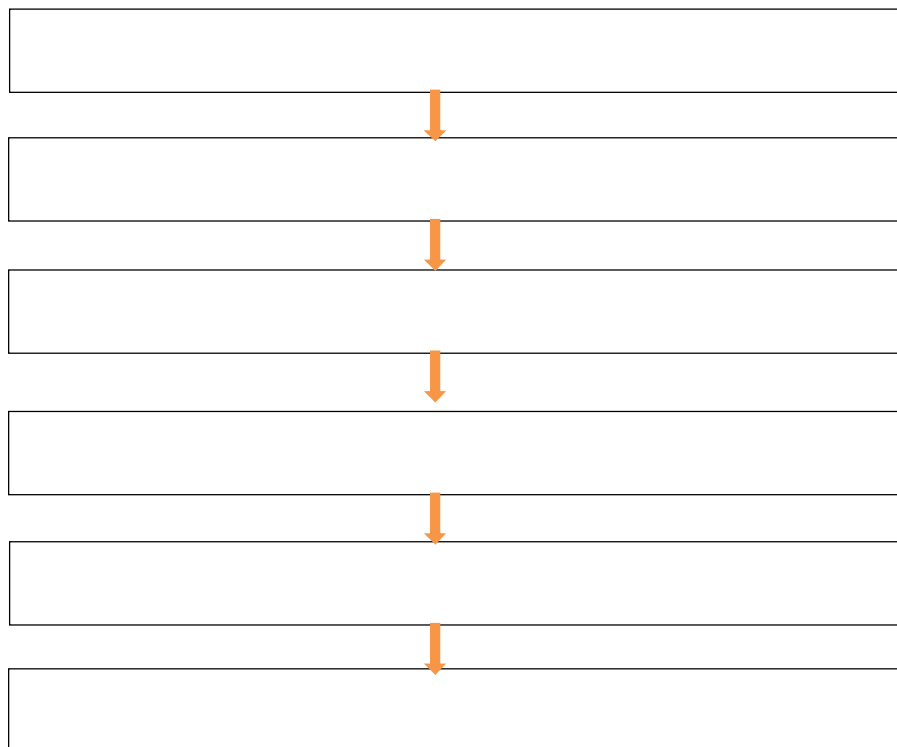
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

4.1 Βήματα σχεδιασμού

Για να κατασκευαστεί ένα γραμμικό μοντέλο με την αντικειμενική συνάρτηση και τους περιορισμούς θα πρέπει να συγκεντρωθούν όλες οι πληροφορίες για το έδαφος, το τοπικό κλίμα και την τοποθεσία του αγροκτήματος. Σήμερα υπάρχουν πολλοί τρόποι για την συλλογή πληροφοριών σχετικά με το έδαφος και τις κλιματικές συνθήκες όπως είναι οι ηλεκτρονικές πλατφόρμες δημοσίων φορέων. Επίσης θα πρέπει να συλλεχθούν πληροφορίες σχετικά με τη νομοθεσία, τις αγορές αγροτικών προϊόντων και τους τρόπους οικονομικής στήριξης των αγροκτημάτων (τράπεζες, δήμοι, περιφέρειες κ.α.). Ύστερα θα πρέπει να συγκεντρωθούν όλες αυτές οι πληροφορίες, να συγκριθούν, να αναλυθούν και να προσαρμοστούν στα μεγέθη των αγροτικών παραγωγών.

Για να είναι καλό ένα γραμμικό μοντέλο θα πρέπει πρώτα να ακολουθηθούν κάποια βήματα μέχρι να είναι έτοιμο να εφαρμοστεί σε ένα αγρόκτημα. Τα βήματα αυτά απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα ροής (Martihno, 2014):

Σχήμα 4.1: Διάγραμμα ροής βημάτων σχεδιασμού γραμμικού μοντέλου στον αγροτικό τομέα



Πιο αναλυτικά:

1. Συλλογή πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον: περιλαμβάνονται όλες οι πληροφορίες που έχουν να κάνουν με το έδαφος, τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην υπό εξέταση περιοχή που βρίσκεται το αγρόκτημα. Σήμερα υπάρχουν πολλοί τρόποι συλλογής αυτών των πληροφοριών. Ένας από αυτούς είναι οι ηλεκτρονικές πλατφόρμες δημοσίων φορέων. Ωστόσο, σε μερικές περιπτώσεις που είναι δύσκολη η συγκέντρωση τέτοιου είδους πληροφοριών, τότε αυτές μπορούν να συλλεχθούν μέσω αλγορίθμων οι οποίοι βασίζονται σε δεδομένα διαθέσιμα σε δημόσιες ηλεκτρονικές πλατφόρμες. Επιπλέον χρησιμοποιούνται γεωγραφικοί χάρτες οι οποίοι παρέχουν οπτικά, πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες του περιβάλλοντος και αποτελούν ένα πολύ καλό εργαλείο (Martihno, 2014).
2. Συλλογή πληροφοριών σχετικά με το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον: περιλαμβάνονται όλες οι πληροφορίες σχετικά με την οικονομική στήριξη των αγροκτημάτων (τράπεζες, δημόσιοι φορείς), τη νομοθεσία αλλά και τις αγορές αγροτικών προϊόντων (Martihno, 2014).
3. Συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις αγροτικές δραστηριότητες: περιλαμβάνονται όλες οι πληροφορίες σχετικά με τα κόστη και τα έσοδα ως αποτελέσματα της παραγωγικής δραστηριότητας αλλά και γενικά της λειτουργίας ενός αγροκτήματος. Σκοπός είναι να επιλεγθούν εκείνες οι δραστηριότητες που έχουν το χαμηλότερο κόστος (Martihno, 2014).
4. Ανάλυση όλων των πληροφοριών: στο βήμα αυτό αναλύονται όλες οι πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί. Είναι ένα πολύ σημαντικό στάδιο καθώς θα πρέπει να επιλεγθούν και να αναλυθούν μόνο οι πληροφορίες εκείνες που σημαντικές με το υπό εξέταση ζήτημα (Martihno, 2014).
5. Συσχέτιση όλων των πληροφοριών: αφού επιλεγθούν και αναλυθούν οι πιο σημαντικές πληροφορίες αυτές στη συνέχεια συσχετίζονται μεταξύ τους δηλαδή δείχνεται η σχέση που έχουν μεταξύ τους και το πώς η μία επηρεάζει την άλλη ή μία πληροφορία είναι αποτέλεσμα μίας άλλης. Οι πληροφορίες πρέπει να αλληλοσυνδέονται π.χ. το ύψος της αγροτικής παραγωγής επηρεάζεται τόσο από τις κλιματικές συνθήκες όσο και από την οικονομική στήριξη από εξωτερικούς φορείς για την αγορά σπόρων, λιπασμάτων κτλ. (Martihno, 2014).

6. Κατασκευή μοντέλου: το μοντέλο αποτελείται από μία αντικειμενική συνάρτηση αλλά και από τους περιορισμούς της. Η αντικειμενική συνάρτηση κατασκευάζεται με βάση την απόφαση που θέλει να βελτιστοποιήσει ο παραγωγός και είναι είτε μεγιστοποίηση είτε ελαχιστοποίηση. Οι ανισώσεις των περιορισμών κατασκευάζονται με βάση τις πληροφορίες που έχουν συγκεντρωθεί και αφορούν το περιβάλλον, το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον και τις αγροτικές δραστηριότητες (Martihno, 2014).

4.2 Κατασκευή μοντέλου

Ο Burrel (1995) ορίζει το αγροτικό μοντέλο ως ένα ποσοτικοποιημένο πλαίσιο για την διαχείριση των διαφορετικών τύπων πληροφόρησης, δομής και λειτουργίας του αγροτικού τομέα. Τα μοντέλα αυτά ενσωματώνουν την επίδραση των πολιτικών και των τεχνολογικών αλλαγών σε σχέση με τους πόρους και τις τιμές της αγοράς. Οι απαιτήσεις για την κατασκευή μοντέλων στον αγροτικό τομέα καθορίζονται από την ζήτηση. Τα νέα μέτρα που αναφέρονται στην ΚΑΠ διαφέρουν τόσο από περιοχή σε περιοχή όσο και από τύπο και το μέγεθος των επιχειρήσεων. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να κατασκευάζονται υπομοντέλα στον αγροτικό τομέα για κάθε επιχείρηση και καταναλωτή ή για όλη την οικονομία. Αυτά τα υπομοντέλα θα πρέπει να αλληλοσυνδέονται και να επιλύονται ταυτόχρονα λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές επιδράσεις των αλλαγών στη ζήτηση και την προσφορά της αγοράς (Helming, 2005).

Οι Hazell και Norton (1986) παραθέτουν πέντε βασικά στοιχεία τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την κατασκευή ενός αγροτικού μοντέλου. Αυτά τα στοιχεία είναι τα παρακάτω (Helming, 2005):

1. Περιγραφή της συμπεριφοράς των καταναλωτών: αφορά πληροφορίες με τον τρόπο που αποφασίζουν οι παραγωγοί ή οι υπεύθυνοι παραγωγής να σχεδιάσουν την παραγωγή τους ακόμα και το πώς και που παράγουν. Τα περισσότερα μοντέλα υποθέτουν μία συμπεριφορά ανάλογη με την μεγιστοποίηση των κερδών από πλευράς των παραγωγών. Τα μοντέλα που κατασκευάζονται στον αγροτικό τομέα, υποθέτουν ότι ο παραγωγός ακολουθεί μία πολιτική παραγωγής που έχει ως στόχο να μεγιστοποιήσει τα κέρδη του ανεξάρτητα αν αυτό ισχύει στην πραγματικότητα ή όχι. Προκειμένου τα μοντέλα να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα θα πρέπει

να στοχεύουν και στην ελαχιστοποίηση του ρίσκου από την πλευρά των παραγωγών

2. Περιγραφή της τεχνολογίας ή των συνθηκών κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται η παραγωγή. Εξαιτίας της ετερογένειας του αγροτικού τομέα αλλά και εξαιτίας του ότι τα περισσότερα αγροτικά προϊόντα σχετίζονται με την προσφορά και την ζήτηση της αγοράς θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών προϊόντων για την κατασκευή του μοντέλου. Για να επεκταθεί περαιτέρω η ικανότητα ενός μοντέλου να περιγράφει την πραγματικότητα θα πρέπει να παράγεται ο ίδιος τύπου προϊόντος κάτω από διαφορετικές σχέσεις πόρων και τελικών προϊόντων. Αυτό είναι απαραίτητο για δύο λόγους κυρίως. Ο πρώτος είναι για την καλύτερη παρατήρηση των διαφορών στις ικανότητες παραγωγής ανά περιοχή και επιχείρηση. Ο δεύτερος λόγος είναι για την διατήρηση της ευελιξίας του μοντέλου προκειμένου να ανταποκρίνεται στις αλλαγές των τιμών.
3. Περιγραφή του διαθέσιμου κεφαλαίου, γης και εργασίας
4. Περιγραφή του περιβάλλοντος της αγοράς. Θα πρέπει να καθορίζονται οι εισροές και οι εκροές που είναι διαθέσιμες σε σταθερές τιμές (πλήρως ελαστική ζήτηση και προσφορά). Καθώς επίσης οι τομείς της αγοράς αγροτικών προϊόντων που χαρακτηρίζονται ανελαστικές και ποιες όχι και ποιοι τομείς της γεωργίας χαρακτηρίζονται ανελαστικοί και ποιοι όχι. Στην περίπτωση αναφοράς στη διεθνή αγορά αγροτικών προϊόντων οι τιμές των εισροών και των εκροών θα πρέπει να περιγράφονται από τις συναρτήσεις εισαγωγές – προσφορά και εξαγωγές – ζήτηση.
5. Περιγραφή του νομικού περιβάλλοντος. Οι νομικές μεταβλητές σε ένα μοντέλο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Το μοντέλο θα πρέπει να χρησιμοποιεί μεταβλητές που έχουν προκαθοριστεί από τους νομοθέτες και τα νομοθετικά ιδρύματα μιας χώρας. Οι μεταβλητές αυτές στο μοντέλο είναι σταθερές.

Έτσι για την κατασκευή ενός συγκεκριμένου οικονομετρικού μοντέλου τα παραπάνω στοιχεία καθορίζουν και οριοθετούν τις ιδιαιτερότητες του εκάστου προβλήματος που θα πρέπει να επιλυθεί μέσω το γραμμικού προγραμματισμού.

4.3 Εφαρμογή μοντέλου

Εφόσον έχει κατασκευαστεί το μοντέλο που αποτελείται από την αντικειμενική συνάρτηση και τους περιορισμούς σειρά έχει η εφαρμογή του προκειμένου να δοθεί μία λύση, μία απάντηση στο ερώτημα του παραγωγού. Ανάλογα με την λύση που θα δοθεί θα παρθεί και η αντίστοιχη απόφαση. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να εφαρμοστεί ένα γραμμικό μοντέλο. Κάποιο από αυτούς είναι η γραφική επίλυση, η μέθοδος simplex, η χρήση του Excel, η μέθοδος LINDO και η μέθοδος QSB. Οι τρόποι αυτοί επίλυσης ενός γραμμικού μοντέλου περιγράφονται παρακάτω.

4.3.1 Γραφική λύση προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού

Με τη μέθοδο της γραμμικής απεικόνισης λύνονται προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού τα οποία έχουν 2 ή 3 μεταβλητές απόφασης. Προβλήματα με δύο μεταβλητές απόφασης υλοποιούνται στο επίπεδο (δύο διαστάσεις) ενώ εκείνα με 3 μεταβλητές υλοποιούνται στο χώρο (τρεις διαστάσεις).

Η γραφική λύση αποτελείται από τρία βασικά βήματα. Αυτά είναι:

1. Σχεδιασμός όλων των περιορισμών γραφικά
2. Εύρεση εφικτής λύσης
3. Εύρεση βέλτιστης λύσης

Η εύρεση της βέλτιστης λύσης μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι η προσέγγιση της απαρίθμησης και ελέγχου όλων των ακραίων σημείων της εφικτής περιοχής. Όταν εντοπιστούν οι συντεταγμένες όλων των ακραίων σημείων (κορυφές) επιλέγεται εκείνη που μεγιστοποιεί ή ελαχιστοποιεί την αντικειμενική συνάρτηση. Ο δεύτερος τρόπος είναι η προσέγγιση της χάραξης των καμπυλών ίσου κέρδους ή ίσου κόστους της αντικειμενικής συνάρτησης. Το σημείο όπου εφάπτεται η καμπύλη ίσου κέρδους ή ίσου κόστους με την εφικτή περιοχή πριν την εγκαταλείψει είναι εκείνη που μεγιστοποιεί ή ελαχιστοποιεί την αντικειμενική συνάρτηση.

Για την καλύτερη κατανόηση της γραφικής λύσης προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού είναι αναγκαίο να δοθούν οι εξής ορισμοί:

Περιοριστική ευθεία είναι η ευθεία που αντιστοιχεί σε κάποιο περιορισμό του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού

Κορυφή ή ακραίο σημείο είναι το σημείο που τέμνονται δύο περιοριστικές ευθείες

Εφικτή περιοχή είναι η κυρτή περιοχή των εφικτών λύσεων που σχηματίζεται από τις περιοριστικές ευθείες

Εφικτή λύση (ακραίου σημείου) είναι μία κορυφή της εφικτής περιοχής

Γειτονικές εφικτές λύσεις (ακραίου σημείου) είναι αυτές που συνδέονται με μία ακμή (σύνορο) της εφικτής περιοχής

Βασική λύση (λύση ακραίου σημείου) είναι μία λύση που αντιστοιχεί σε κορυφή

Βασική εφικτή λύση είναι μία βασική λύση που αντιστοιχεί σε κορυφή της εφικτής περιοχής

Άριστη (βέλτιστη) λύση είναι η βασική εφικτή λύση ακραίου σημείου (κορυφή της εφικτής περιοχής) που δίνει τη βέλτιστη τιμή στην αντικειμενική συνάρτηση

4.3.2 Μέθοδος Simplex

Η μέθοδος simplex είναι μία αλγεβρική επαναληπτική διαδικασία η οποία επιλύει κάθε πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού σε ένα πεπερασμένο πλήθος βημάτων. Πιο συγκεκριμένα, η μέθοδος simplex είναι μία επαναληπτική μέθοδος επίλυσης προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού μέχρι να βρεθεί μία βέλτιστη λύση. Βασίζεται στη συστηματική δημιουργία βασικών δυνατών λύσεων και τον έλεγχο της οριστικότητας τους. Με αυτή την επαναληπτική διαδικασία επιτυγχάνονται εφικτές λύσεις με ένα συστηματικό τρόπο (Λουκάκης, 1994).

Μερικά παραδείγματα εφαρμογής της μεθόδου αυτής είναι η κατανομή της εργασίας και των πόρων, ο καθορισμός του άριστου μίγματος προϊόντων, η κατάρτιση διαιτολογίου βασικών τροφών. Εφαρμόζεται τόσο σε κανονικά προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού αλλά και σε προβλήματα που δεν είναι σε κανονική μορφή. Όταν εφαρμόζεται σε προβλήματα σε κανονική μορφή, τότε τα βήματα εφαρμογής της μεθόδου είναι τα εξής:

1. Αναγωγή των περιορισμών σε εξισώσεις από ανισότητες. Αυτό επιτυγχάνεται με την εισαγωγή νέων μη αρνητικών μεταβλητών, οι οποίες ονομάζονται

χαλαρές μεταβλητές και εκφράζουν την αντικειμενική συνάρτηση σε κατάλληλη μορφή.

2. Κατασκευή του αρχικού πίνακα simplex
3. Εφαρμογή του ελέγχου της μέγιστης λύσης. Αν η βασική εφικτή λύση είναι μέγιστη τότε το πρόβλημα έχει λυθεί. Αν όχι τότε συνεχίζει στο επόμενο βήμα
4. Κατασκευή ενός νέου πίνακα simplex ακολουθώντας την εξής διαδικασία:
 - a. Επιλογή της στήλης άξονα
 - b. Επιλογή της σειράς άξονα
5. Επανάληψη του βήματος 3

Στην περίπτωση που το πρόβλημα είναι σε μη κανονική μορφή τότε τα βήματα εφαρμογής της μεθόδου αυτής είναι τα παρακάτω:

1. Αν το πρόβλημα αφορά ελαχιστοποίηση της z τότε γίνεται μετατροπή σε πρόβλημα μεγιστοποίησης της $-z$
2. Αν οι περιορισμοί είναι της μορφής β τότε $\beta \geq 0$ και τότε πολλαπλασιάζονται οι περιορισμοί επί του -1
3. Αν δεν εμφανιστεί αρνητικός αριθμός στην τελευταία στήλη εκτός από το τελευταίο στοιχείο της, τότε ακολουθείται το βήμα 6 διαφορετικά συνεχίζονται τα επόμενα βήματα με τη σειρά
4. Μετατρέπεται σε θετικό αριθμό ο αρνητικούς αριθμούς. Η διαδικασία μετατροπής γίνεται ως εξής:
 - a. Επιλέγεται ένα αρνητικό στοιχείο που βρίσκεται στην ίδια σειρά με τον αριθμό της τελευταίας στήλης. Η στήλη του θα γίνει στήλη οδηγός
 - b. Υπολογίζονται όλοι οι λόγοι και αυτών που αντιστοιχούν σε αρνητικούς αριθμούς της στήλης οδηγός. Τότε η σειρά οδηγός θα είναι αυτή με τον μικρότερο θετικό λόγο
 - c. Εφαρμόζεται η διαδικασία οδήγησης γύρω από τον οδηγό
5. Επαναλαμβάνεται το βήμα 3 έως ότου να μην υπάρχει άλλη αρνητική καταχώρηση στην τελευταία στήλη
6. Ο πίνακας που προκύπτει είναι σε κανονική μορφή και εφαρμόζεται η μέθοδος αυτή για προβλήματα σε κανονική μορφή.

4.3.3 Πρόγραμμα LINDO

Το πρόγραμμα LINDO (Linear Interactive Discrete Optimizer) είναι ένα λογισμικό πακέτο που χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού, ακέραιου προγραμματισμού και μη γραμμικού προγραμματισμού αλλά και του στοχαστικού και παγκόσμιου προγραμματισμού. Επιλύει λοιπόν όλες αυτές τις μορφές προβλημάτων προγραμματισμού. Ανοίγοντας το πρόγραμμα LINDO από τον υπολογιστή, αρχικά δηλώνονται οι μεταβλητές απόφασης. Η εφαρμογή περιλαμβάνει τα εξής σημαντικά στοιχεία.

- Πρώτον στη LINDO, από τη στιγμή που θα εισαχθεί μία μεταβλητή στο μοντέλο είναι υπαρκτή. Το μόνο που απαιτείται είναι να εισαχθεί στη φόρμουλα
- Δεύτερον, το πρόγραμμα ερμηνεύει το σύμβολο «<» ως λιγότερο από ή ίσο με και όχι μόνο λιγότερο από
- Τρίτον, η αντικειμενική συνάρτηση δεν πρέπει να περιέχει σταθερές
- Τέταρτον, όλες οι μεταβλητές πρέπει να εμφανίζονται στην αριστερή πλευρά των περιορισμών ενώ οι αριθμητικές τιμές πρέπει να αναγράφονται στη δεξιά πλευρά των περιορισμών
- Πέμπτον, όλες οι μεταβλητές υποτίθεται ότι είναι θετικές. Ως εκ τούτου δεν εισέρχονται οι αρνητικοί περιορισμοί

Εφόσον εισαχθούν οι μεταβλητές στο μενού υπάρχει η εντολή επίλυση με δυνατότητα ανάλυσης ευαισθησίας στο παράθυρο διαλόγου. Έτσι δίνεται η βέλτιστη λύση του προβλήματος καθώς και πίνακας με ανάλυση ευαισθησίας. Παρακάτω δίνεται ενδεικτικά μία λύση ενός προβλήματος που έχει λυθεί με το πρόγραμμα αυτό.

Πίνακας 4.2: Λύση με το πρόγραμμα LINDO

```

LINDO
File Edit Solve Reports Window Help
C:\Andreas\Classes\IOPERA-1\ORIMAT-1\askiseis\ch03\532.LTX
max 0.154x1+0.192x2+0.187x3+0.135x4+0.178x5+0.163x6
st
1) x1+x2+x3+x4+x5+x6<90000
2) x1+x2<45000
3) x3+x4<45000
4) -0.8x1 + 0.2x2<0
5) 0.2x3-0.8x4<0
6) -0.1x1+0.9x2-0.1x3-0.1x4<0
7)-0.25x1-0.25x2+x5+x6<0
end

```

Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα με το πρόγραμμα

LINDO results (1)

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 6
 OBJECTIVE FUNCTION VALUE
 1) 15400.80

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	27900.000000	0.000000
X2	8100.000000	0.000000
X3	36000.000000	0.000000
X4	9000.000000	0.000000
X5	9000.000000	0.000000
X6	0.000000	0.015000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
1)	0.000000	0.161840
2)	9000.000000	0.000000
3)	0.000000	0.018560
4)	20700.000000	0.000000
5)	0.000000	0.052000
6)	0.000000	0.038000
7)	0.000000	0.016160

Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Πίνακας 4.4: Ανάλυση ευαισθησίας

LINDO results (2)

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	0.154000	0.022444	0.224778
X2	0.192000	0.202000	0.038000
X3	0.187000	INFINITY	0.023200
X4	0.135000	0.052000	0.092800
X5	0.178000	0.092800	0.015000
X6	0.163000	0.015000	INFINITY

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES	
		ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
1	90000.000000	11250.000000	36964.285156
2	45000.000000	INFINITY	9000.000000
3	45000.000000	31363.634766	11250.000000
4	0.000000	INFINITY	20700.000000
5	0.000000	9000.000000	36000.000000
6	0.000000	20700.000000	8100.000000
7	0.000000	36964.285156	11250.000000

Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Το πρόγραμμα αυτό είναι ευρέως γνωστό και έχει χρησιμοποιηθεί από χιλιάδες επιχειρήσεις, σε παγκόσμιο επίπεδο, με σκοπό την μεγιστοποίηση του κέρδους και την ελαχιστοποίηση του κόστους και τη λήψη των βέλτιστων αποφάσεων σχετικά με τον σχεδιασμό της παραγωγής, τις μεταφορές, τα χρηματοοικονομικά, την κατανομή του χαρτοφυλακίου, την κατάρτιση του προϋπολογισμού του κεφαλαίου, τον προγραμματισμό, την απογραφή και την κατανομή των πόρων, του μίγματος ζωοτροφών και πολλές άλλες.

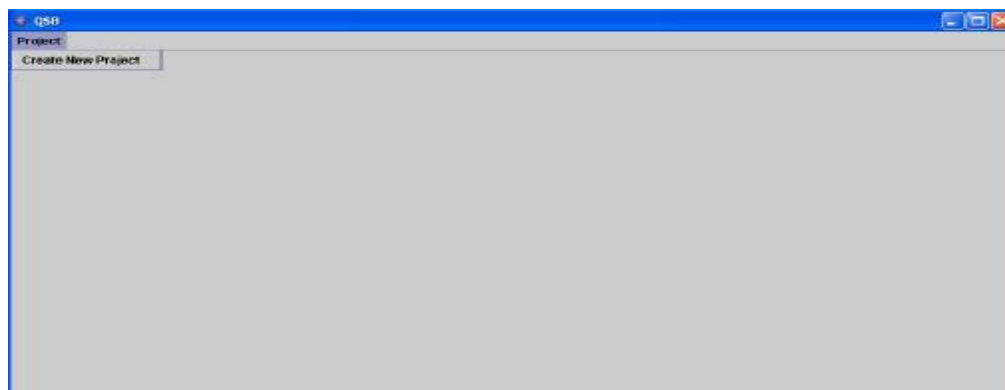
Ένα νέο λογισμικό που έχει δημιουργήσει η LINDO είναι το “What’sBest” το οποίο είναι ένα πρόσθετο πρόγραμμα για τον γραμμικό, ακέραιο και μη γραμμικό προγραμματισμό καθώς και για την βελτιστοποίηση. Το πλεονέκτημα του λογισμικού αυτού είναι η εύκολη χρήση και η εφαρμογή του σε ένα μεγάλο εύρος προβλημάτων προγραμματισμού. Το μειονέκτημα του είναι ότι η εφαρμογή του περιορίζεται μόνο σε προβλήματα προγραμματισμού και μόνο για να δώσει τη βέλτιστη λύση σε ένα τέτοιο πρόβλημα.

4.3.4 Πρόγραμμα QSB

Το πρόγραμμα QSB (Quantitative Systems for Business) είναι και αυτό ένα λογισμικό πακέτο ή αλλιώς ένα υπολογιστικό εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται για την επίλυση ενός μεγάλου εύρους προβλημάτων και περιλαμβάνει αλγόριθμους για την επίλυση αυτών των προβλημάτων που εφαρμόζονται στην Επιχειρησιακή Έρευνα και τη Διοικητική Επιστήμη (OR / MS). Επομένως χρησιμοποιείται και για την επίλυση προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού και ανάλυσης ευαισθησίας. Δημιουργήθηκε από τον Yih-Long Chang, καθηγητή του Πανεπιστημίου του Τεννεσί με σκοπό την εφαρμογή του αποκλειστικά στον τομέα της υγείας. Το WinQSB δημιουργήθηκε για την εφαρμογή του και σε άλλους τομείς. Το WinQSB είναι μία έκδοση για Windows λογισμικό, η οποία έχει ως στόχο να κάνει πιο εύκολο το έργο της λήψης των αποφάσεων στις επιχειρήσεις. Το πρόγραμμα χωρίζεται σε ενότητες, ανάλογα με το είδος της απόφασης που θα λάβει. Είναι ένα ιδανικό εργαλείο για ιδιοκτήτες μικρών επιχειρήσεων οι οποίες μεγαλώνουν και εξελίσσονται με ταχύς ρυθμούς. Το πλεονέκτημα αυτού του προγράμματος είναι ότι διαθέτει περισσότερες εντολές από το LINDO και δεν εφαρμόζεται μόνο για να δώσει τη βέλτιστη λύση μόνο σε ένα πρόγραμμα. Ένα παράδειγμα επίλυσης ενός προβλήματος με το λογισμικό αυτό περιγράφεται παρακάτω.

Αρχικά ανοίγεται η εφαρμογή από τον υπολογιστή. Το πρόβλημα θα πρέπει να μορφοποιηθεί σε γραμμικό μοντέλο.

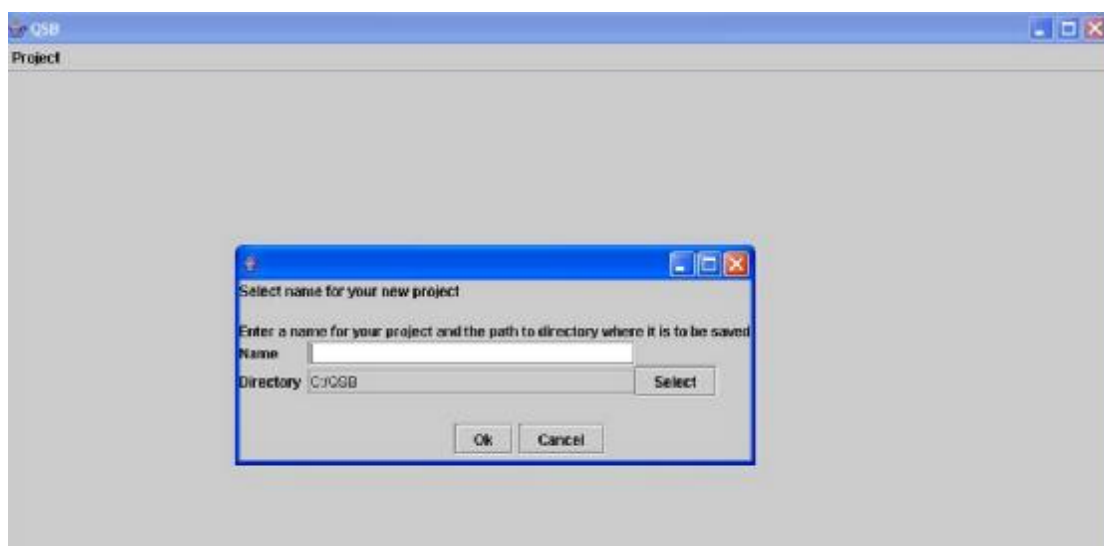
Πίνακας: 4.5: Έναρξη εφαρμογής



Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Στη συνέχεια, θα πρέπει να δοθεί ένα όνομα για το καινούργιο πρόβλημα.

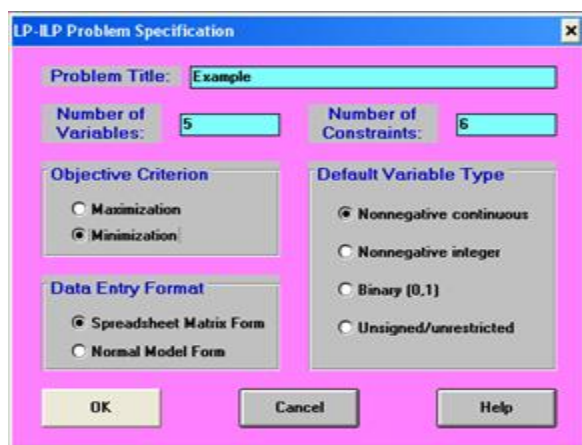
Πίνακας 4.6: Μετονομασία φακέλου



Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Έπειτα εισάγονται τα δεδομένα του γραμμικού μοντέλου. Όλοι οι περιορισμοί πρέπει να έχουν μεταβλητές στην αριστερή πλευρά μία σταθερά στην δεξιά. Ύστερα από το λογισμικό WinQSB επιλέγεται η εντολή “Linear and Integer Programming”. Στο παράθυρο διαλόγου ζητούνται να γραφτούν ο αριθμός των μεταβλητών και ο αριθμός των σταθερών. Επίσης ζητείται να επιλεγθούν αν πρόκειται για πρόβλημα μεγιστοποίησης ή ελαχιστοποίησης, ο τύπος των μεταβλητών (γραμμικός) καθώς και ο τρόπος απεικόνισης των αποτελεσμάτων (υπολογιστικό φύλλο).

Πίνακας 4.7: Προδιαγραφές του προβλήματος με το λογισμικό WinQSB.



Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Στο επόμενο παράθυρο διαλόγου θα πρέπει να μετονομαστούν οι μεταβλητές του προβλήματος. Από το μενού επιλέγονται οι εντολές “Variable Names” και “Edit” και με αυτό τον τρόπο δίνονται νέα ονόματα στις μεταβλητές. Σε αυτό το βήμα εισάγονται οι περιορισμοί και η αντικειμενική συνάρτηση. Τα κελιά του υπολογιστικού φύλλου περιέχουν τους συντελεστές κάθε μεταβλητής απόφασης της αντικειμενικής συνάρτησης και κάθε σταθερά (z).

Πίνακας 4.8: Μετονομασία μεταβλητών του προβλήματος

Variable ->	x14	x24	x34	x45	x46	Direction	R. H. S.
Minimize	2	4	5	8	9		
C1	1					<=	50
C2		1				<=	60
C3			1			<=	40
C4				1		=	35
C5					1	=	25
C6	1	1	1	-2	-2	=	0
LowerBound	0	0	0	0	0		
UpperBound	M	M	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous		

Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Αφού περαστούν τα στοιχεία, το επόμενο βήμα είναι η επίλυση του προβλήματος για αυτό από το μενού επιλέγεται η εντολή “Solve the problem”.

Πίνακας 4.9: Επίλυση του προβλήματος

Linear and Integer Programming	
File	Edit
Format	Solve and Analyze
Results	Utilities
Example	
Minimize	2x14+4x24+5x34+8x45+9x46
	OBJ/Constraint/VariableType/Bound
Minimize	2x14+4x24+5x34+8x45+9x46
C1	1x14<=50
C2	1x24<=60
C3	1x34<=40
C4	1x45=35
C5	1x46=25
C6	1x14+1x24+1x34-2x45-2x46=0
Integer:	
Binary:	
Unrestricted:	
x14	>=0, <=M
x24	>=0, <=M
x34	>=0, <=M
x45	>=0, <=M
x46	>=0, <=M

Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Έτσι το τελικό αποτέλεσμα δίνεται στον τελικό πίνακα μαζί με μία έκθεση βελτιστοποίησης.

Πίνακας 4.10: Τελικός πίνακας αποτελέσματος

14:42:59 Tuesday December 27 2005								
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c _j	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c _j	Allowable Max. c _j	
1	x14	50.0000	2.0000	100.0000	0	basic	-M	5.0000
2	x24	60.0000	4.0000	240.0000	0	basic	-M	5.0000
3	x34	10.0000	5.0000	50.0000	0	basic	4.0000	M
4	x45	35.0000	8.0000	280.0000	0	basic	-M	M
5	x46	25.0000	9.0000	225.0000	0	basic	-M	M
Objective Function		[Min.] =	895.0000					
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	C1	50.0000	<=	50.0000	0	-3.0000	20.0000	60.0000
2	C2	60.0000	<=	60.0000	0	-1.0000	30.0000	70.0000
3	C3	10.0000	<=	40.0000	30.0000	0	10.0000	M
4	C4	35.0000	=	35.0000	0	18.0000	30.0000	50.0000
5	C5	25.0000	=	25.0000	0	19.0000	20.0000	40.0000
6	C6	0	=	0	0	5.0000	-10.0000	30.0000

Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Από την άλλη ο πίνακας αποτελεσμάτων από το λογισμικό QSB+ (Quality System Basics Plus) είναι της εξής μορφής:

Πίνακας 4.11: Επίλυση με το πρόσθετο QSB+

```

---QSB+----- Solution Summary for case study 1-----
| Variable | Variable |      | Opportuni-| Minimum | Current | Maximum |
| Number  | Name     | Solution | ty Cost | Obj. Coef. | Obj. Coef. | Obj. Coef. |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1      | X1      | 27900 | 0      | -.070777 | .154      | .1764444 |
| 2      | X2      | 8100  | 0      | .154      | .192      | .394      |
| 3      | X3      | 36000 | 0      | .1638     | .187      | M        |
| 4      | X4      | 9000  | 0      | 0.042199 | .135      | .187      |
| 5      | X5      | 9000  | 0      | .163      | .178      | .2708001 |
| 6      | X6      | 0      | .015   | -M        | .163      | .178      |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Maximized OBJ = 15400.8 Iteration = 7 Elapsed CPU seconds = 0 |
|-----|-----|-----|-----|-----|
|----- Constraint Summary for Ενότητα 3.2 -----|
| Constraint|Constraint| Shadow | Surplus | Minimum | Current | Maximum |
| Number   | Status   | Price  |         | R. H. S. | R. H. S. | R. H. S. |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1      | Tight (<)| .16184 | 0      | 53035.71 | 90000   | 101250   |
| 2      | Loose (<)| 0      | 9000   | 36000    | 45000   | M        |
| 3      | Tight (<)| 0.018560 | 0      | 33750    | 45000   | 76363.63 |
| 4      | Loose (<)| 0      | 20700  | -20700   | 0       | M        |
| 5      | Tight (<)| .052   | 0      | -36000   | 0       | 9000     |
| 6      | Tight (<)| .038   | 0      | -8100    | 0       | 20700    |
| 7      | Tight (<)| .01616 | 0      | -11250   | 0       | 36964.29 |

```

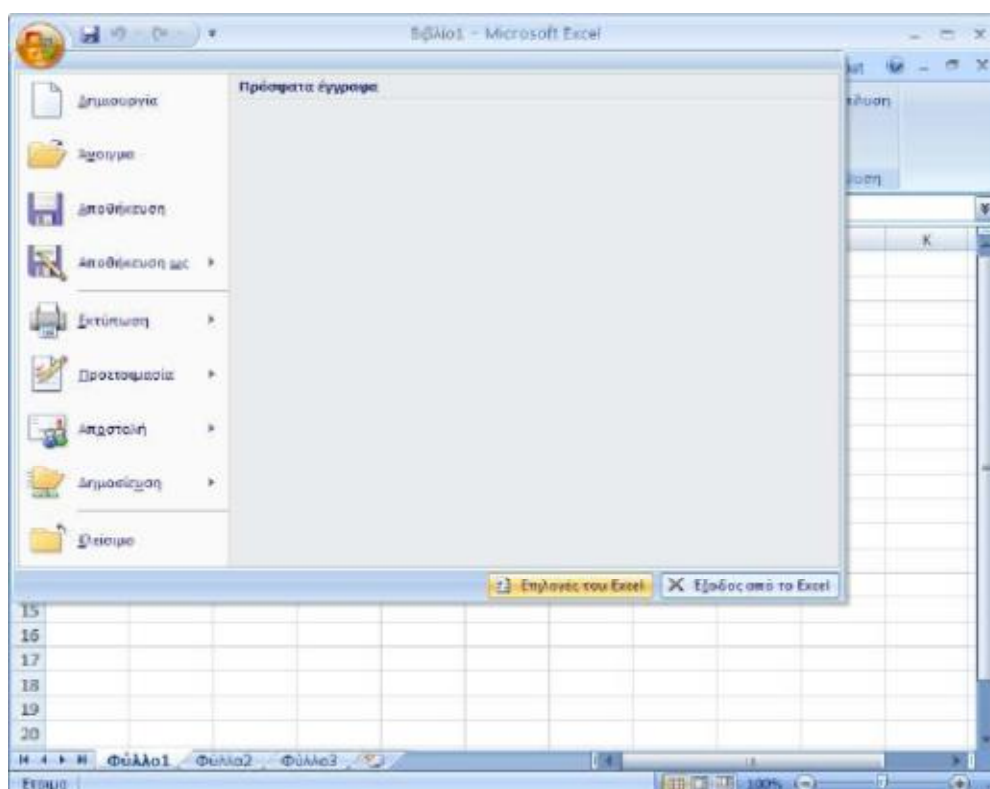
Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

4.3.5 Χρήση του EXCEL

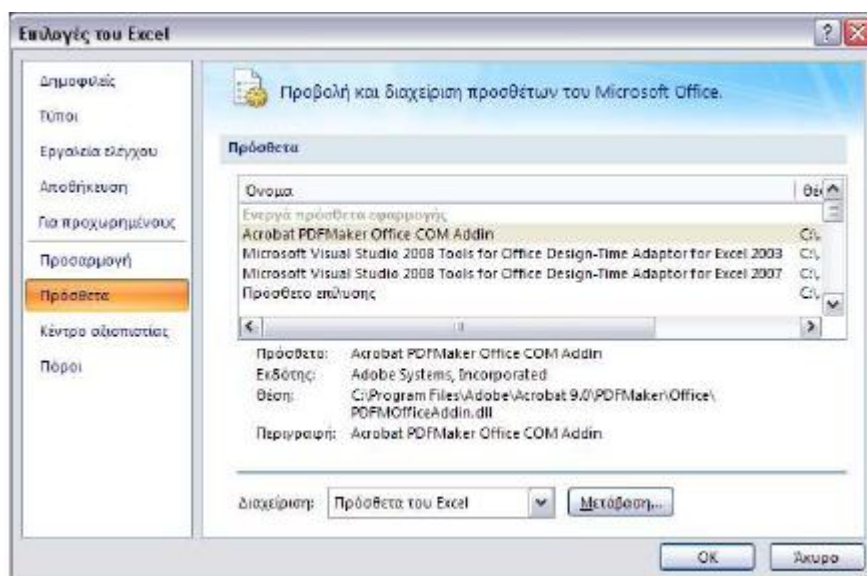
Το Excel είναι επίσης ένα πολύ καλό λογισμικό επίλυσης προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού αλλά και ανάλυσης ευαισθησίας. Η διαδικασία επίλυσης ξεκινά από ένα υπολογιστικό φύλλο του Excel. Πρώτα θα πρέπει να έχει περαστεί το πρόσθετο Solver του Excel προκειμένου να μπορέσει να επιλυθεί το πρόβλημα. Έτσι στο υπολογιστικό φύλλο, γράφονται αναλυτικά και σε πίνακες όλα τα στοιχεία του γραμμικού μοντέλου, η αντικειμενική συνάρτηση και οι περιορισμοί. Έτσι κάθε κελί αναπαριστά και μία τιμή μίας συγκεκριμένης μεταβλητής του προβλήματος είτε είναι από την αντικειμενική συνάρτηση (ένας πίνακας) είτε από τους περιορισμούς (δεύτερος πίνακας).

Έτσι αρχικά γίνεται εισαγωγή του προσθέτου solver. Αυτό γίνεται με τα εξής παρακάτω βήματα:

Πίνακας 4.12: Εύρεση του solver



Πίνακας 4.13: Πρόσθετα



Πίνακας 4.14: Πρόσθετο επίλυσης



Εφόσον εισαχθεί ο solver για την επίλυση γραμμικών μοντέλων με τον παραπάνω τρόπο τότε η διαδικασία ξεκινά με την εισαγωγή της αντικειμενικής συνάρτησης καθώς και των περιορισμών.

Πίνακας 4.15: Εισαγωγή μεταβλητών του προβλήματος

3.2 Επιλογή χαρτοφυλακίου "Finance A.E."							
	Αντικειμενικοί συντελεστές	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	
Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσό)	27.900,00	8.100,00	-36.000,00	9.000,00	9.000,00	0,00	Συνολική προσδοκώμενη απόδοση 15.400,00
Προσδοκώμενη ετήσια απόδοση	0,15	0,19	0,19	0,14	0,18	0,16	Τμή αντικειμενικής
	Αντικειμενικοί συντελεστές						
Περιορισμοί	Τεχνολογικοί συντελεστές						
Συνολικό διαθέσιμο ποσό	1	1	-1	1	1	1	90000 ≤ 90000
Ποσό στις μετοχές του κατασκευαστικού κλάδου	1	1					36000 ≤ 45000
Ποσό στις μετοχές του κλάδου τροφίμων			1	1			45000 ≤ 45000
Ανολογία στη μετοχή μεγ. απόδοσης	-0,8	0,2					-20700 ≤ 0
Ανολογία στη μετοχή μεγ. απόδοσης τροφίμων και			0,2	-0,8			0 ≤ 0
Ανολογία στη μετοχή Β κατασκευαστικού	-0,1	0,9	-0,1	-0,1			0 ≤ 0
Περιορισμός Αμοιβαίων	-0,25	-0,25			1	1	0 ≤ 0
							Αριστερό μέλος Φορέ Δεξιό μέλος

Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

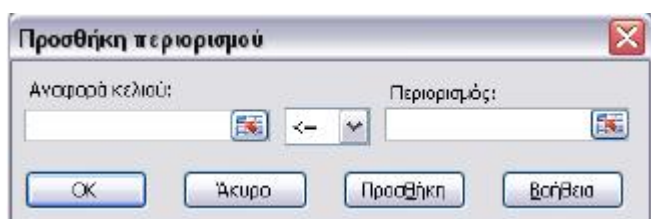
Αφού γραφτεί αναλυτικά το μοντέλο από το μενού από την καρτέλα δεδομένα επιλέγεται η εντολή Επίλυση και ανοίγει ένα νέο παράθυρο διαλόγου Παράμετροι και Επίλυση. Στο παράθυρο αυτό επιλέγεται η ένδειξη μέγιστο ή ελάχιστο κ ύστερα επιλέγονται πρώτα η περιοχή που περιέχει την αντικειμενική συνάρτηση και ύστερα η περιοχή των περιορισμών.

Πίνακας 4.16: Παράμετροι επίλυσης

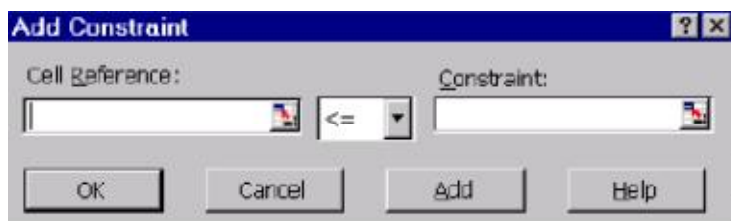
Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Στο κουτί «κελί προορισμού» πληκτρολογείται η αναφορά κελιού για την αντικειμενική συνάρτηση. Αν το πρόβλημα είναι μεγιστοποίηση τότε επιλέγεται το μέγιστο. Αν το πρόβλημα είναι ελαχιστοποίηση τότε επιλέγεται το ελάχιστο. Αν η αντικειμενική συνάρτηση έχει μία συγκεκριμένη τιμή τότε πληκτρολογείται η τιμή αυτή. Στο πεδίο «με αλλαγή κελιών» πληκτρολογούνται οι αναφορές των κελιών για κάθε μία από τις μεταβλητές απόφασης. Οι αναφορές διαχωρίζονται με κόμμα. Αυτά τα κελιά πρέπει να σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τον στόχο. Το solver μπορεί να προσπαθήσει να βρει την θέση των μεταβλητών πατώντας το κουμπί «υπόθεση». Στο πεδίο «περιορισμοί» προσθέτονται όλοι οι περιορισμοί του προβλήματος. Οι περιορισμοί εισάγονται ένας κάθε φορά. Πατώντας το κουμπί προσθήκη εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο διαλόγου.

Πίνακας 4.17α: Προσθήκη περιορισμών



Πίνακας 4.17β: Προσθήκη περιορισμών 2



Στο πεδίο «αναφορά κελιού» επιλέγεται το κουτί αναφοράς που περιέχει τον περιορισμό. Στο μεσαίο κουτί επιλέγεται η κατάλληλη φορά του περιορισμού. Και στο κουτί περιορισμός πληκτρολογείται η δεξιά πλευρά του περιορισμού. Πατώντας το OK γίνεται επανάληψη και εισάγονται οι περιορισμοί ένας ένας.

Πίνακας 4.18: Παράμετροι επίλυσης



Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

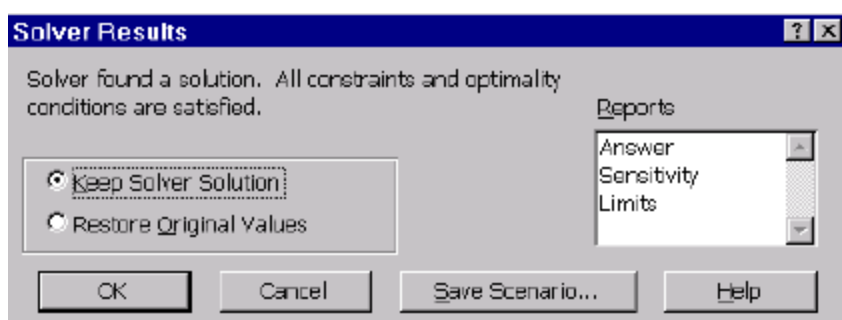
Έτσι εφόσον έχει περαστεί το μοντέλο πατώντας το κουτί «επίλυση» βγαίνει το παρακάτω παράθυρο διαλόγου.

Πίνακας 4.19α: Αποτελέσματα επίλυσης



Το κουτί «διατήρηση της λύσης της επίλυσης» σημαίνει ότι έχουν αλλάξει οι τιμές για τις μεταβλητές απόφασης με τις αντίστοιχες αλλαγές στα κουτάκια όπου ορίζεται η αντικειμενική συνάρτηση και οι ανισότητες.

Πίνακας 4.19β: Αποτελέσματα επίλυσης 2



Με το παραπάνω παράθυρο διαλόγου δίνεται η δυνατότητα να δημιουργηθούν εκθέσεις από το πεδίο «αναφορές» στο άλλο φύλλο εργασίας.

Έτσι για την κατοχύρωση των τιμών της αντικειμενικής συνάρτησης αλλά και των περιορισμών προκύπτουν τα εξής κουτάκια στο solver:

- «Ορισμός κελιού προορισμού»: καθορίζει το κελί προορισμού, το οποίο πρέπει να έχει μία συγκεκριμένη τιμή, να μεγιστοποιηθεί ή να ελαχιστοποιηθεί. Το κελί αυτό πρέπει να περιέχει ένα τύπο.
- «Ίσο με»: καθορίζει αν το κελί προορισμού πρέπει να μεγιστοποιηθεί ή να ελαχιστοποιηθεί ή να εξισωθεί με μία συγκεκριμένη τιμή
- «Ορισμός κελιού προορισμού»: καθορίζει τα κελιά, τα οποία μπορούν να μεταβάλλονται όσο ικανοποιούνται οι περιορισμοί του προβλήματος, μέχρι το κελί που ορίζεται στο πλαίσιο «κελί προορισμού» να καταλήξει στο στόχο του. Τα ρυθμιζόμενα κελιά πρέπει να σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα προς το κελί προορισμού.

Τέλος, με την εντολή επίλυση, σε έναν πίνακα αναφέρονται όλες οι πληροφορίες του προβλήματος μαζί με τη βέλτιστη λύση. Επίσης ένας ακόμα πίνακας δίνει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας του προβλήματος.

Πίνακας 4.20: Αποτελέσματα προβλήματος

A	B	C	D	E	F	G
6	Κελί περιορισμού (Μέγιστο)					
7	Κελί	Όνομα	Αρχική τιμή	Τελική τιμή		
8	\$J\$3	Z Συνολική προσδοκώμενη απόδοση	15.400,80	15.400,80		
9						
10						
11	Ρυθμιζόμενα κελιά					
12	Κελί	Όνομα	Αρχική τιμή	Τελική τιμή		
13	\$B\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Αντικειμενικοί συντελεστές	27.900,00	27.900,00		
14	\$C\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Β	8.100,00	8.100,00		
15	\$D\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Γ	36.000,00	36.000,00		
16	\$E\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Δ	9.000,00	9.000,00		
17	\$F\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Ε	9.000,00	9.000,00		
18	\$G\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Ζ	0,00	0,00		
19						
20						
21	Περιορισμοί					
22	Κελί	Όνομα	Τιμή κελιού	Τύπος	Κατάσταση	Απόκλιση
23	\$H\$12	Συνολικό διαθέσιμο ποσό	90000	\$H\$12<=\$J\$12	Υποχρεωτικός	0
24	\$H\$13	Ποσό στις μετοχές του κατασκευαστικού κλάδου	36000	\$H\$13<=\$J\$13	Μη υποχρεωτικός	9000
25	\$H\$14	Ποσό στις μετοχές του κλάδου τροφίμων και ποτών	45000	\$H\$14<=\$J\$14	Υποχρεωτικός	0
26	\$H\$15	Αναλογία στη μετοχή μεγ. απόδοσης κατασκευαστικού	-20700	\$H\$15<=\$J\$15	Μη υποχρεωτικός	20700
27	\$H\$16	Αναλογία στη μετοχή μεγ. απόδοσης τροφίμων και ποτών	0	\$H\$16<=\$J\$16	Υποχρεωτικός	0
28	\$H\$17	Αναλογία στη μετοχή Β κατασκευαστικού	0	\$H\$17<=\$J\$17	Υποχρεωτικός	0
29	\$H\$18	Περιορισμός Αμοιβαίων	0	\$H\$18<=\$J\$18	Υποχρεωτικός	0

Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

Πίνακας 4.21: Ανάλυση ευαισθησίας

A	B	C	D	E	F	G	H
4							
5							
6	Ρυθμιζόμενα κελιά						
7	Κελί	Όνομα	Τελική τιμή	Μειωμένο κόστος	Αντικειμενικός συντελεστής	Επιτρεπόμενη αύξηση	Επιτρεπόμενη μείωση
8	\$B\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Αντικειμενικοί συντελεστές	27.900,00	0,00	0,154	0,022444444	0,224777778
9	\$C\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Β	8.100,00	0,00	0,192	0,202	0,038
10	\$D\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Γ	36.000,00	0,00	0,187	1E+30	0,0232
11	\$E\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Δ	9.000,00	0,00	0,136	0,052	0,0928
12	\$F\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Ε	9.000,00	0,00	0,178	0,0928	0,01500005
13	\$G\$4	Επενδυτικό σχέδιο Μεταβλητές (ποσά) Ζ	0,00	-0,02	0,163000004	0,015000051	1E+30
14							
15							
16	Περιορισμοί						
17	Κελί	Όνομα	Τελική τιμή	Σκιάδης τιμή	Περιορισμός R.H. Side	Επιτρεπόμενη αύξηση	Επιτρεπόμενη μείωση
18	\$H\$12	Συνολικό διαθέσιμο ποσό	90000	0,16184	90000	11250	36964,28571
19	\$H\$13	Ποσό στις μετοχές του κατασκευαστικού κλάδου	36000	0	45000	1E+30	9000
20	\$H\$14	Ποσό στις μετοχές του κλάδου τροφίμων και ποτών	45000	0,01856	45000	31363,63636	11250
21	\$H\$15	Αναλογία στη μετοχή μεγ. απόδοσης κατασκευαστικού	-20700	0	0	1E+30	20700
22	\$H\$16	Αναλογία στη μετοχή μεγ. απόδοσης τροφίμων και ποτών	0	0,052	0	9000	36000
23	\$H\$17	Αναλογία στη μετοχή Β κατασκευαστικού	0	0,038	0	20700	8100
24	\$H\$18	Περιορισμός Αμοιβαίων	0	0,01616	0	36964,28571	11250
25							
26							
27							

Πηγή: <https://drive.google.com/file/d/0B6nkaaXD7AKCZDNueC1iOG92NTA/view>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

5.1 Μελέτη περίπτωσης 1: Οινοποιείο

ΣΚΟΠΟΣ: Ο σκοπός της παρούσας μελέτης περίπτωσης είναι η εφαρμογή γραμμικού μοντέλου σε ένα οινοποιείο. Αυτό θα γίνει με την χρήση του Microsoft Excel.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:

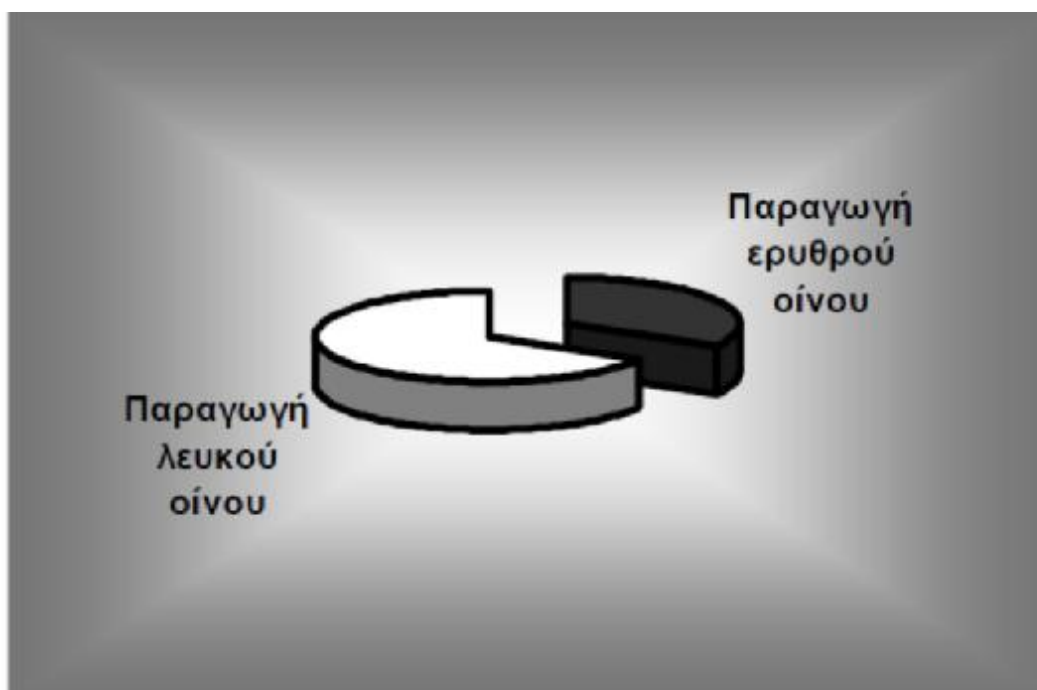
- Πρόβλημα: Ένα οινοποιείο παράγει δύο τύπους οίνου τον λευκό και το ερυθρό. Η ζήτηση της αγοράς κρασιού περιορίζει την παραγωγή του λευκού οίνου σε 8 τόνους το χρόνο και του ερυθρού σε 6 τόνους το χρόνο.

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΣΤΑΦΥΛΙΩΝ	ΛΕΥΚΟΣ ΟΙΝΟΣ (ΤΟΝΟΙ)	ΕΡΥΘΡΟΣ ΟΙΝΟΣ (ΤΟΝΟΙ)	ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ (ΤΟΝΟΙ/ΧΡΟΝΟ)
ΡΟΔΙΤΗΣ	1	2	15
ΑΓΙΩΡΓΙΤΙΚΟ	2	1	18
ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ	4	3	

Για την παραγωγή των δύο τύπων οίνου χρησιμοποιούνται δύο ποικιλίες σταφυλιών, το ΡΟΔΙΤΗΣ και το ΑΓΙΩΡΓΙΤΙΚΟ. Οι ποσότητες των ποικιλιών και τα οικονομικά στοιχεία δίνονται στον παραπάνω πίνακα. Έτσι για την παραγωγή 1 τόνου λευκού οίνου απαιτούνται 1 τόνος ΡΟΔΙΤΗΣ και 2 τόνοι ΑΓΙΩΡΓΙΤΙΚΟ ενώ για την παραγωγή 1 τόνου ερυθρού οίνου απαιτούνται 2 τόνοι ΡΟΔΙΤΗ και 1 τόνος ΑΓΙΩΡΓΙΤΙΚΟ. Η πώληση ενός τόνου λευκού οίνου δίνει καθαρό κέρδος 4.000 ευρώ ενώ η πώληση ενός τόνου ερυθρού οίνου δίνει 3.000 ευρώ.

- Περιορισμοί: Η παρούσα μελέτη δεν λαμβάνει υπόψη της περιβαλλοντικούς, κλιματικούς και εδαφικούς περιορισμούς
- Τρόπος επίλυσης: γίνεται με τη χρήση του Excel και συγκεκριμένα του εργαλείου solver.

Σχήμα 5.1: Κατανομή της πίτας παραγωγής



ΕΠΙΛΥΣΗ:

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΑΠΟΦΑΣΗΣ:

Το πρόβλημα που απασχολεί τον ιδιοκτήτη του οινοποιείου είναι ο προσδιορισμός εκείνης της κατανομής της παραγωγής στους δύο τύπους οίνου ώστε να μεγιστοποιείται το συνολικό ετήσιο κέρδος από τις πωλήσεις. Άρα το αντικείμενο της απόφασης ορίζεται ως πρόβλημα υπολογισμού του ύψους της ετήσιας παραγωγής των δύο τύπων οίνου που μεγιστοποιούν τα κέρδη της επιχείρησης.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ:

X_1 : ετήσια παραγωγή λευκού οίνου (τόνοι/χρόνος)

X_2 : ετήσια παραγωγή ερυθρού οίνου (τόνοι/ χρόνο)

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ:

Περιορισμοί ζήτησης:

$X_1 \leq 8$ τόνοι λευκού/ έτος

$X_2 \leq 6$ τόνοι ερυθρού / έτος

Τεχνολογικοί περιορισμοί:

Οι τεχνολογικοί περιορισμοί οφείλονται στην ετήσια διαθεσιμότητα των ποικιλιών σταφυλιού. Για την ποικιλία ΡΟΔΙΤΗΣ κ ΑΓΙΩΡΓΙΤΙΚΟ ισχύει:

$$X_1 + 2X_2 \leq 15 \text{ τόνοι ΡΟΔΙΤΗΣ ανά έτος}$$

$$2X_1 + X_2 \leq 18 \text{ τόνοι ΑΓΙΩΡΓΙΤΙΚΟ ανά έτος}$$

Φυσικοί περιορισμοί:

Τα μεγέθη X_1 και X_2 δεν μπορούν να πάρουν αρνητικές τιμές:

$$X_1 \geq 0 \text{ τόνοι λευκού / έτους}$$

$$X_2 \geq 0 \text{ τόνοι ερυθρού / έτος}$$

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ:

Το κριτήριο βελτιστοποίησης είναι το συνολικό ετήσιο κέρδος από τις πωλήσεις των προϊόντων. Έτσι η αντικειμενική συνάρτηση βάση των μεταβλητών απόφασης γράφεται:

$$\max z = 4 X_1 + 3 X_2$$

ΣΥΝΟΨΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Το τελικό μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού διαμορφώνεται ως ακολούθως:

$$\max z = 4 X_1 + 3 X_2$$

υπό τους περιορισμούς:

$$X_1 \leq 8$$

$$X_2 \leq 6$$

$$X_1 + 2X_2 \leq 15$$

$$2X_1 + X_2 \leq 18$$

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

Η επίλυση του προβλήματος θα γίνει με τη χρήση του EXCEL solver. Παρακάτω αναλύονται λεπτομερώς τα βήματα.

Το πρώτο βήμα είναι η εισαγωγή των πληροφοριών σχετικά με το μοντέλο. Δηλαδή εισάγονται οι μεταβλητές της αντικειμενικής συνάρτησης αλλά και οι περιορισμοί.

Πίνακας 5.2: Εισαγωγή των δεδομένων στο excel

	A	B	C	D	E
1	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 1: ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ				
2	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ				
3	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΥΚΟ ΟΙΝΟ	ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ ΕΡΥΘΡΟΥ ΟΙΝΟΥ		
4		4	3		
5					
6					
7	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ				
8	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΡΟΔΙΤΗΣ	1	2	≤	15
9	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΑΠΟΡΡΙΠΤΙΚΟ	2	1	≤	18
10	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ ΟΙΝΟΥ	1		≤	8
11	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΥΘΡΟΥ ΟΙΝΟΥ		1	≤	6
12	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΥΚΟ ΟΙΝΟ	1		≥	0
13	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΡΥΘΡΟ ΟΙΝΟ		1	≥	0
14					
15					
16			ΤΙΜΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ		
17					

Στο επόμενο βήμα από το μενού δεδομένα επιλέγεται η εντολή επίλυση. Στο παράθυρο διαλόγου που ανοίγεται θα οριστεί η περιοχή στόχος. Το κελί αυτό είναι το C₁₇ και εμπεριέχει ένα τύπο.

- Η αντικειμενική συνάρτηση αναπαριστάται από τον τύπο: $= 4*B_5 + 3*C_5$.
- Επίσης επιλέγεται η περιοχή των μεταβλητών απόφασης η οποία είναι η B₅:C₅. Οι μεταβλητές απόφασης x₁ και x₂ αναπαριστώνται από τα κελιά B₅ και C₅ αντίστοιχα.
- Εισάγονται και οι περιορισμοί. Από το μενού επιλέγεται η εντολή «Προσθήκη» και εισάγεται ένας, ένας οι περιορισμοί.

Πίνακας 5.4: Εισαγωγή περιορισμών

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ 1: ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ					
ΜΕΤΑΒΑΝΤΕΣ		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ			
	ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΥΚΟ ΟΙΝΟ	ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ ΕΡΥΘΡΟΥ ΟΙΝΟΥ			
B	4	3			
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ					
8	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΡΟΔΙΤΗΣ	1	2	≤	15
9	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΔΑΦΝΟΡΡΩΤΙΚΟ	2	1	≤	18
10	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ ΟΙΝΟΥ	1		≤	8
11	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΥΘΡΟΥ ΟΙΝΟΥ		1	≤	6
12	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΥΚΟ ΟΙΝΟ	1		≥	0
13	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΡΥΘΡΟ ΟΙΝΟ		1	≥	0
		ΤΙΜΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ		0	
		ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ		0	
		=B9*B5+C9*C5			

Οι περιορισμοί παίρνουν την εξής μορφή στο φύλλο του excel:

$$B_5 + 2 * C_5 \leq 15$$

$$2 * B_5 + C_5 \leq 18$$

$$B_5 \leq 8$$

$$C_5 \leq 6$$

$$B_5 \geq 0$$

$$C_5 \geq 0$$

Πίνακας 5.5: Εισαγωγή περιορισμών

	A	B	C	D	E	F	G
2		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ					
3	ΜΕΤΑΒΗΤΕΣ	ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΥΚΟ ΟΙΝΟ	ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ ΕΡΩΦΡΟΥ ΟΙΝΟΥ				
4		4	3				
5							
6							
7		ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ					
8	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΣΙΤΗΤΑΣ ΡΟΣΗΣ	1	2	≤	15		
9	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΣΙΤΗΤΑΣ ΛΕΥΚΟΥ	2	1	≤	18		
10	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ ΟΙΝΟΥ	1		≤	8		
11	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΩΦΡΟΥ ΟΙΝΟΥ		1	≤	6		
12	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΥΚΟ ΟΙΝΟ	1		≥	0		
13	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΡΩΦΡΟ ΟΙΝΟ		1	≥	0		
14							
15							
16			ΤΙΜΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ				
17				0			
18			ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ				
19				0			
20				0			
21				0			
22				0			
23				0			

Έτσι αφού έχουν καταγραφεί όλοι οι περιορισμοί τότε θα πρέπει στη εντολή δεδομένα πάνω δεξιά πρέπει να εμφανίζεται το εικονίδιο της επίλυσης.

Πίνακας 5.6: Εντολή «επίλυσης» του προβλήματος

Παράμετροι Επίλυσης

Όραση στόχου:

Τμή του:

Λήψη εξωτερικών δεδομένων από άλλες πηγές
 Εισαγωγή δεδομένων από άλλα αρχεία προέλευσης δεδομένων
 Πιέστε το πλήκτρο F1 για παρασάφηση βοήθειας.

Συνάρτηση με τους περιορισμούς

\$C\$19 <= 15
 \$C\$20 <= 18
 \$C\$21 <= 8
 \$C\$22 <= 6
 \$C\$23 >= 0
 \$C\$24 >= 0

Καταστήστε τις μεταβλητές που δεν έχουν περιορισμούς μη αρνητικές

Επιλέξτε μια μέθοδο επίλυσης:

Μέθοδος επίλυσης
 Επιλέξτε το μη γραμμικό GRG μηχανισμό για προβλήματα της Επίλυσης που είναι αμείωτα μη γραμμικά.
 Επιλέξτε το μηχανισμό LP Simplex για γραμμικά προβλήματα της Επίλυσης και επιλέξτε το μηχανισμό Evolutionary για προβλήματα της Επίλυσης που δεν είναι αμείωτα.

Επίλυση

	C	D	E
1	ΠΕΙ		
2	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ		
3	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ Τ		
4	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗ		
5	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗ		
6	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΣ		
7	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΡ		
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			

Ο παραπάνω πίνακας είναι το ολοκληρωμένο μοντέλο έχοντας εισαχθεί όλοι οι μεταβλητές και το επόμενο βήμα είναι να επιλεχθεί η εντολή «Επίλυση» που θα δώσει το τελικό αποτέλεσμα.

Πίνακας 5.9: Αποτελέσματα επίλυσης

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

	A	B	C	D
2		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ		
3	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ			
4				
5				
6				
7	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ			
8	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΡΟΔΙΤΗΣ			≤
9	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΑΓΙΟΡΓΙΤΙΚΟ			≤
10	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ ΟΙΝΟΥ			≤
11	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΥΘΡΟΥ ΟΙΝΟΥ			≤
12	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΥΚΟ ΟΙΝΟ			≥
13	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΡΥΘΡΟ ΟΙΝΟ			≥
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				0
22				0
23				0

The dialog box 'Αποτελέσματα Επίλυσης' (Solve Results) is open, showing the following text:

Η Επίλυση εντόπισε μια λύση. Όλοι οι περιορισμοί και οι βέλτιστες συνθήκες ικανοποιούνται.

Αναφορές: Απένανση βαθμός ασφαλείας Όρια

Διατήρηση λύσης της Επίλυσης

Επιστροφή αρχικών τιμών

Επιστροφή στο παράθυρο διαλόγου "Παράμετροι Επίλυσης"

Διαφορές διάταξης

OK Cancel Αποθήκευση σεναρίου...

Η Επίλυση εντόπισε μια λύση. Όλοι οι περιορισμοί και οι βέλτιστες συνθήκες ικανοποιούνται.

Όταν χρησιμοποιείται ο μηχανισμός GRG, η Επίλυση έχει εντοπίσει τουλάχιστον μια τοπική βέλτιστη λύση. Όταν χρησιμοποιείται η επιλογή Σίγουρη LP, σημαίνει ότι η Επίλυση έχει εντοπίσει μια καθολική βέλτιστη λύση.

Από το παραπάνω σχήμα συμπεραίνεται ότι έχει βρει το σύστημα λύση όπου όλοι οι περιορισμοί και οι βέλτιστες συνθήκες ικανοποιούνται.

Πίνακας 5.10: Τελικά αποτελέσματα

	A	B	C	D	E
1					
2		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ			
3	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΥΚΟ ΟΙΝΟ	ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ ΕΡΥΘΡΟΥ ΟΙΝΟΥ		
4		0	0		
5		7	4		
6					
7	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ				
8	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΡΟΔΙΤΗΣ	1	2	≤	15
9	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΑΓΙΩΡΙΤΙΚΟ	2	1	≤	18
10	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ ΟΙΝΟΥ	1		≤	8
11	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΥΘΡΟΥ ΟΙΝΟΥ		1	≤	6
12	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΛΕΥΚΟ ΟΙΝΟ	1		≥	0
13	ΜΗ ΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΡΥΘΡΟ ΟΙΝΟ		1	≥	0
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

Ο τελευταίος πίνακας δίνει τα τελικά αποτελέσματα και αυτά είναι τα εξής:

Η βέλτιστη λύση της αντικειμενικής συνάρτησης είναι το 40 με μεταβλητές απόφασης $X_1 = 7$ και $X_2 = 4$. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το οινοποιείο θα πρέπει να παράγει 7 τόνους λευκού οίνου ετησίως και 4 τόνους ερυθρού οίνου ετησίως με μέγιστο κέρδος τις 40.000 ευρώ. Το οινοποιείο απορροφά το 100% των αποθεμάτων των σταφυλιών, δεν καλύπτει όμως τη ζήτηση της αγοράς λόγω έλλειψης πρόσθετων αποθεμάτων.

5.2 Μελέτη Περίπτωση 2: Παραγωγός μήλων

ΣΚΟΠΟΣ: Ο σκοπός της παρούσας μελέτης περίπτωσης είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους ενός παραγωγού μήλων στη περιοχή της Μεσσηνίας. Το ερώτημα που θέτει ο παραγωγός είναι το πόσα κιλά μήλα θα πρέπει να παράγει από κάθε ποικιλία προκειμένου να πετύχει το μέγιστο δυνατό κέρδος στην παραγωγή του.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:

- Πρόβλημα: Ένας παραγωγός μήλων παράγει 3 διαφορετικές ποικιλίες. Αυτές είναι η D'Arcy Spice, η Anisa και Red Delicious. Οι χρόνοι που απαιτούνται

για τη συγκομιδή, τη διαλογή και τη συσκευασία, κάθε μίας ποικιλίας δίνονται στο παρακάτω πίνακα.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ Α'	ΠΟΙΚΙΛΙΑ Β'	ΠΟΙΚΙΛΙΑ Γ'	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΣ ΧΡΟΝΟΣ
Συγκομιδή	1	2	3/2	13.000
Διαλογή	2/3	2/3	1	4.600
Συσκευασία	1/2	1/3	1/2	2.400
ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΕΡΔΟΣ (ευρώ)	11	16	15	-

Για την Ποικιλία Α' απαιτούνται οι εξής χρόνοι καθημερινά: για τη συγκομιδή απαιτείται 1 ώρα του συνολικά διαθέσιμου χρόνου, για την διαλογή απαιτείται 2 ώρες του συνολικά διαθέσιμου χρόνου και για την συσκευασία τα 3/2 του συνολικά διαθέσιμου χρόνου. Η ποικιλία Α' δίνει κέρδος 11 ευρώ. Για την ποικιλία Β' για την συγκομιδή απαιτούνται τα 2/3 του συνολικά διαθέσιμου χρόνου, για την διαλογή επίσης τα 2/3 του συνολικά διαθέσιμου χρόνου και για την συσκευασία 1 ώρα. Η ποικιλία Β' έχει μοναδιαίο κέρδος τα 16 ευρώ. Τέλος για την ποικιλία Γ' για τη συγκομιδή απαιτούνται το 1/2 του συνολικά διαθέσιμου χρόνου, για τη διαλογή το 1/3 από το συνολικά διαθέσιμο χρόνο και για τη συσκευασία το 1/2 του συνολικά διαθέσιμου χρόνου. Η ποικιλία Γ' έχει μοναδιαίο κέρδος τα 15 ευρώ.

- Περιορισμοί: Η παρούσα μελέτη δεν λαμβάνει υπόψη της περιβαλλοντικούς, κλιματικούς, νομοθετικούς και εδαφικούς περιορισμούς
- Τρόπος Επίλυσης: Προκειμένου να δοθεί η απάντηση στο ερώτημα του παραγωγού θα κατασκευαστεί ένα μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης το οποίο θα επιλυθεί με τη χρήση του λογισμικού LINDO.

ΕΠΙΛΥΣΗ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

Το πρόβλημα που απασχολεί τον παραγωγό είναι ο προσδιορισμός εκείνης της ποσότητας μήλων από κάθε ποικιλία που μεγιστοποιεί το κέρδος του.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

X_1 : η ποσότητα (κιλά) μήλα της ποικιλίας Α' (D'Arcy Spice)

X_2 : η ποσότητα (κιλά) μήλα της ποικιλίας Β' (Anisa)

X_3 : η ποσότητα (κιλά) μήλα της ποικιλίας Γ' (Red Delicious)

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Περιορισμός χρόνου στη διαδικασία συγκομιδής

$$X_1 + 2X_2 + 3/2X_3 \leq 13.000$$

Περιορισμός χρόνου στη διαδικασία διαλογής

$$2/3X_1 + 2/3X_2 + X_3 \leq 4.600$$

Περιορισμός χρόνου στη διαδικασία συσκευασίας

$$1/2X_1 + 1/3X_2 + 1/2X_3 \leq 2.400$$

Φυσικοί περιορισμοί

Οι ποσότητες των μήλων δεν μπορούν να πάρουν αρνητικές τιμές συνεπώς:

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

$$X_3 \geq 0$$

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ

Το κριτήριο βελτιστοποίησης είναι το συνολικά ετήσιο κέρδος από τις πωλήσεις των μήλων. Έτσι η αντικειμενική συνάρτηση, με βάση τις μεταβλητές απόφασης είναι της μορφής:

$$\text{Κέρδος} = P = 11X_1 + 16X_2 + 15X_3$$

ΣΥΝΟΨΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Το τελικό μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού συνοψίζεται στα εξής:

$$\text{Max } P = 11X_1 + 16X_2 + 15X_3$$

Υπό τους περιορισμούς

$$X_1 + 2X_2 + 3/2X_3 \leq 13.000$$

$$2/3X_1 + 2/3X_2 + X_3 \leq 4.600$$

$$1/2X_1 + 1/3X_2 + 1/2X_3 \leq 2.400$$

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

$$X_3 \geq 0$$

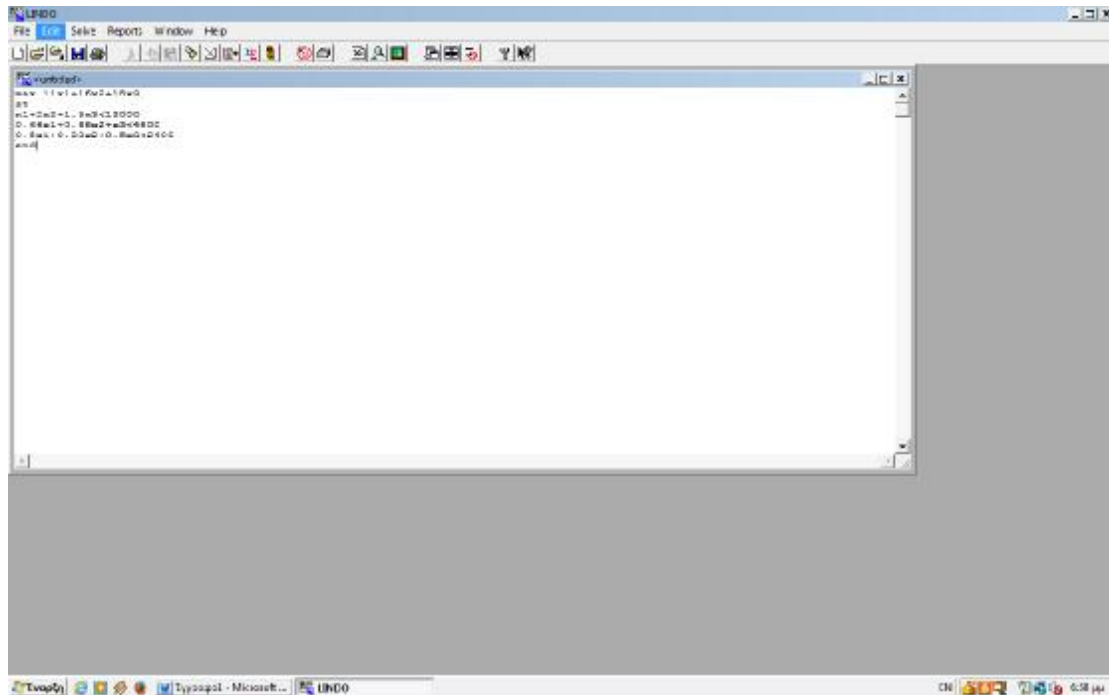
Η επίλυση του προβλήματος θα γίνει με τη χρήση του LINDO. Παρακάτω αναλύονται λεπτομερώς τα βήματα.

Το πρώτο βήμα είναι η εισαγωγή των πληροφοριών σχετικά με το μοντέλο. Δηλαδή εισάγονται οι μεταβλητές της αντικειμενικής συνάρτησης αλλά και οι περιορισμοί.

Όταν ανοιχθεί η εφαρμογή LINDO classic, το πρώτο βήμα είναι να εισαχθούν τα δεδομένα του προβλήματος. Αυτά είναι η αντικειμενική συνάρτηση αλλά και οι περιορισμοί. Το LINDO δέχεται τόσο τα κεφαλαία όσο και τα πεζά γράμματα. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα οι περιορισμοί να γραφτούν με τα ονόματά τους εφόσον δεν ξεπερνούν σε αριθμό τους οκτώ. Δηλώνεται η αντικειμενική συνάρτηση μαζί με το max ή min στην αρχή, αν πρόκειται για μεγιστοποίηση ή ελαχιστοποίηση αντίστοιχα. Έπειτα γράφονται κανονικά οι ανισότητες των περιορισμών. Πριν τους περιορισμούς πρέπει να γραφτεί η εντολή subject to ή st, για συντομία, προκειμένου το πρόγραμμα να αντιληφθεί ότι θα ακολουθήσουν οι περιορισμοί. Οι περιορισμοί γράφονται κανονικά ως ανισότητες. Το πρόγραμμα δέχεται τα σύμβολα <, > και =. Επίσης οι αριθμητικοί τελεστές που αναγνωρίζει το πρόγραμμα είναι +, -. Για τις ανισοτικές σχέσεις των μορφών \geq , \leq αρκεί να γραφτούν >,<. Το πρόγραμμα επίσης δεν αντιλαμβάνεται κεφαλαία, πεζά και τα μετατρέπει όλα σε κεφαλαία. Επίσης οι περιορισμοί μη αρνητικότητας δεν είναι υποχρεωτικοί να γραφτούν καθώς το

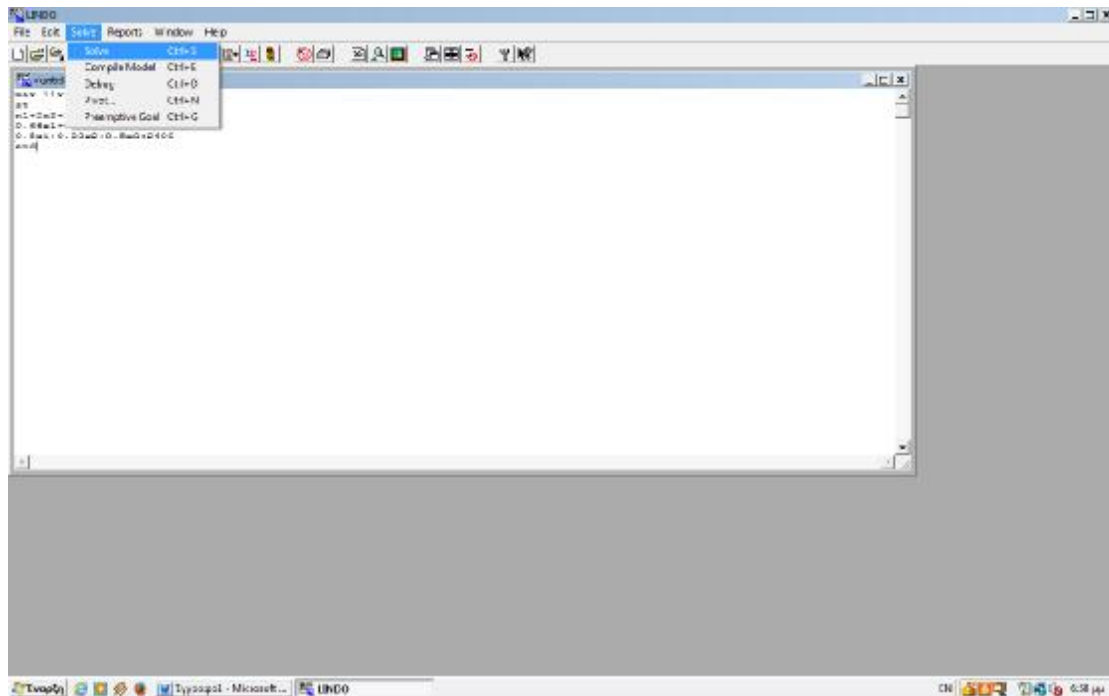
πρόγραμμα τους λαμβάνει υπόψη έτσι και αλλιώς. Στο τέλος γράφεται η εντολή end, προκειμένου να δηλωθεί ότι το μοντέλο έχει γραφτεί και είναι έτοιμο προς επίλυση.

Πίνακας 5.11: Εισαγωγή μοντέλου



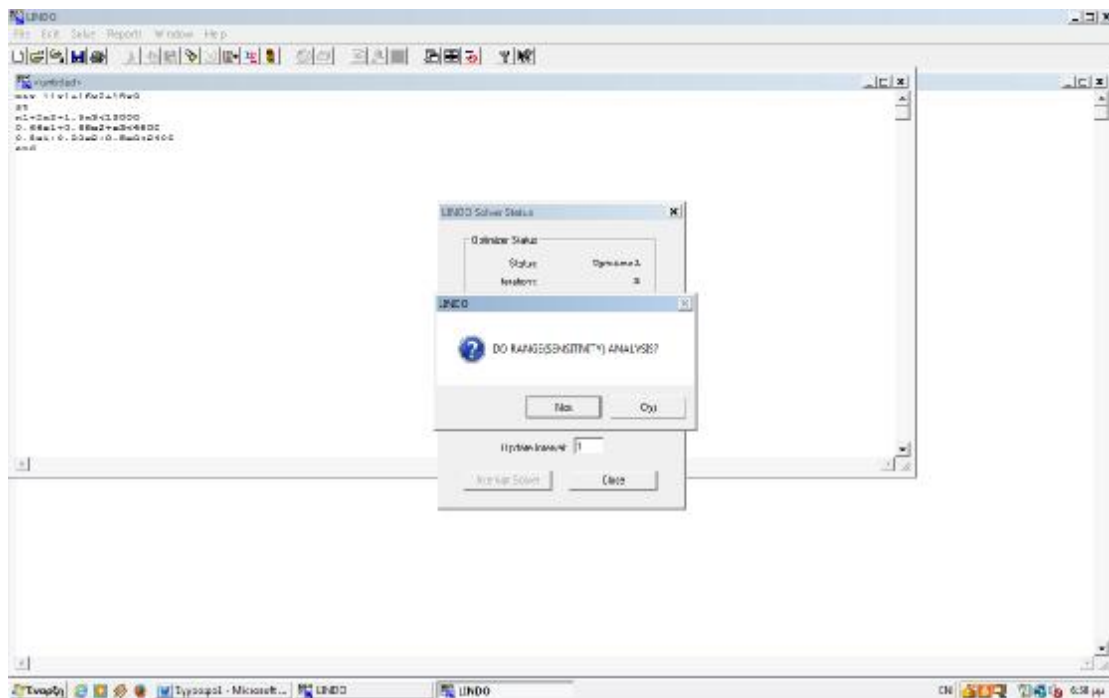
Στο επόμενο βήμα επιλέγεται από το μενού η εντολή solve προκειμένου το πρόγραμμα να επιλύσει το πρόβλημα.

Πίνακας 5.12: Εντολή επίλυσης

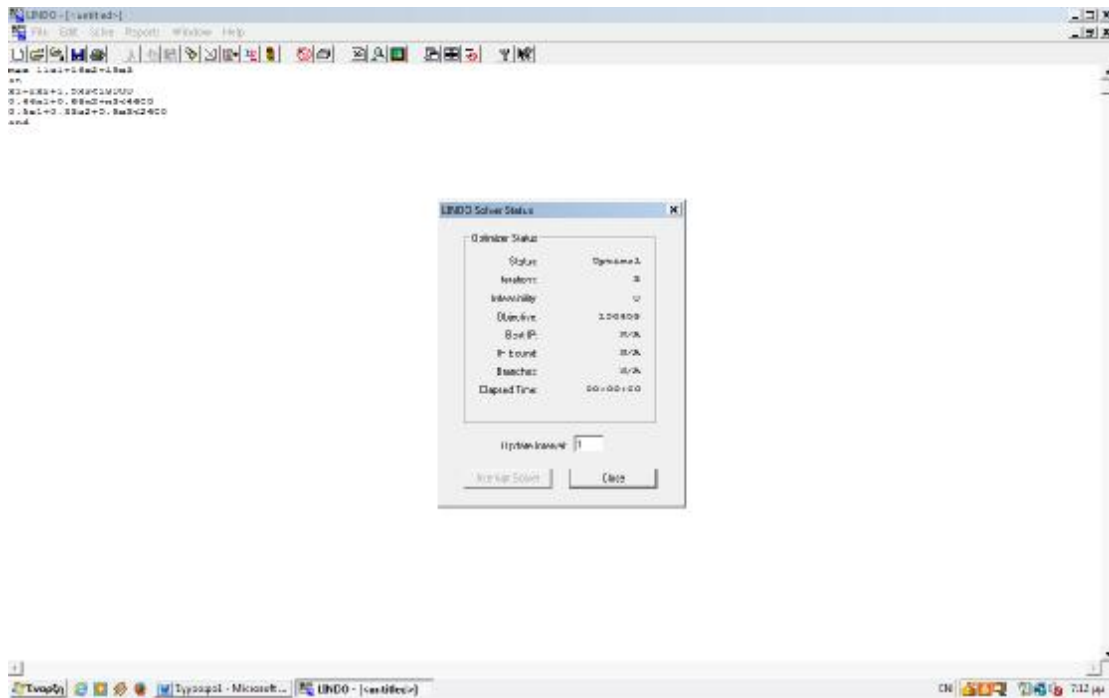


Το πρόγραμμα μετά την εντολή solve ανοίγει δύο παράθυρα διαλόγου. Το πρώτο ρωτά τον χρήστη αν θέλει να γίνει και ανάλυση ευαισθησίας. Το δεύτερο παρουσιάζει συνοπτικά τη λύση, την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης αλλά και ο αριθμός των βημάτων που ακολουθήθηκαν μέχρι να βρεθεί η βέλτιστη λύση.

Πίνακας 5.13: Άνοιγμα παραθύρων διαλόγων για την λύση

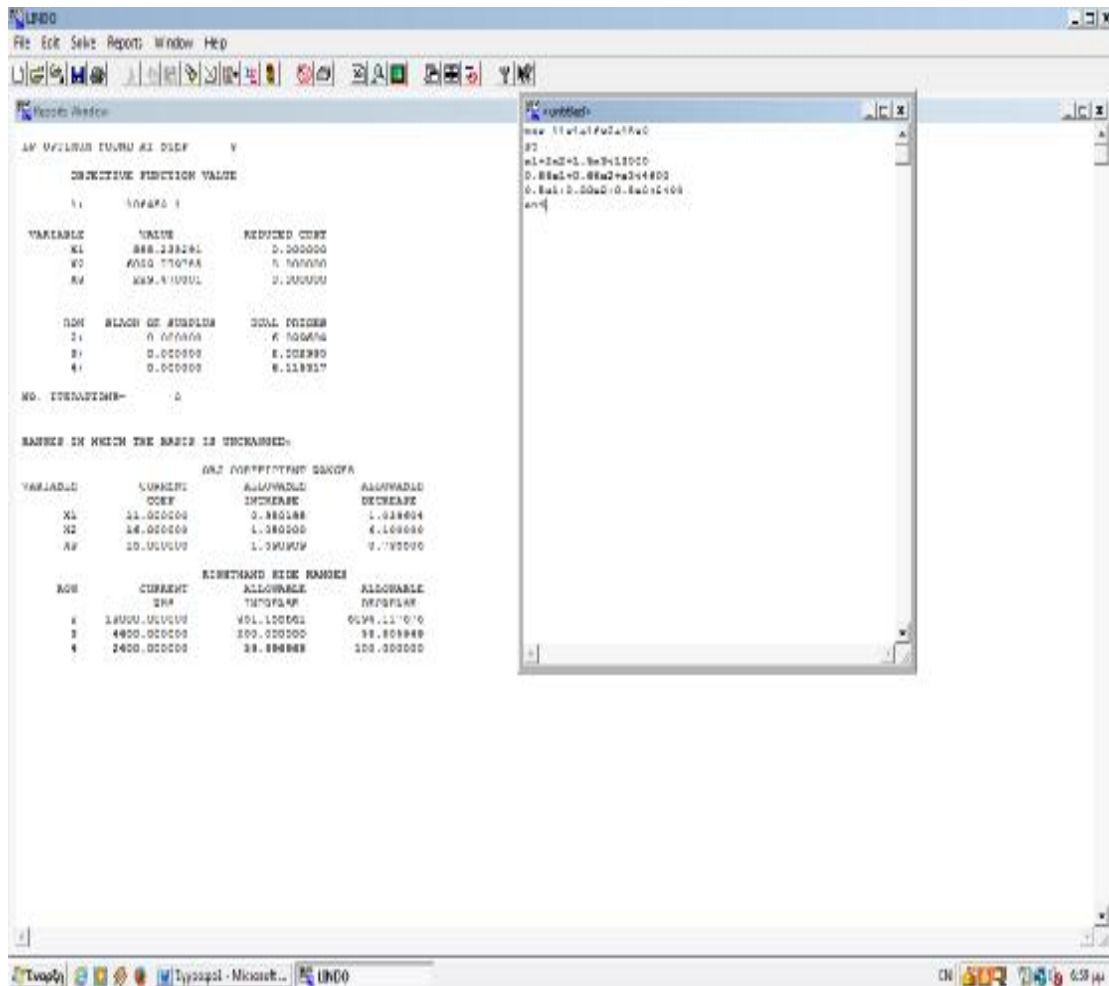


Πίνακας 5.14: Συνοπτικό αποτέλεσμα της αντικειμενικής συνάρτησης



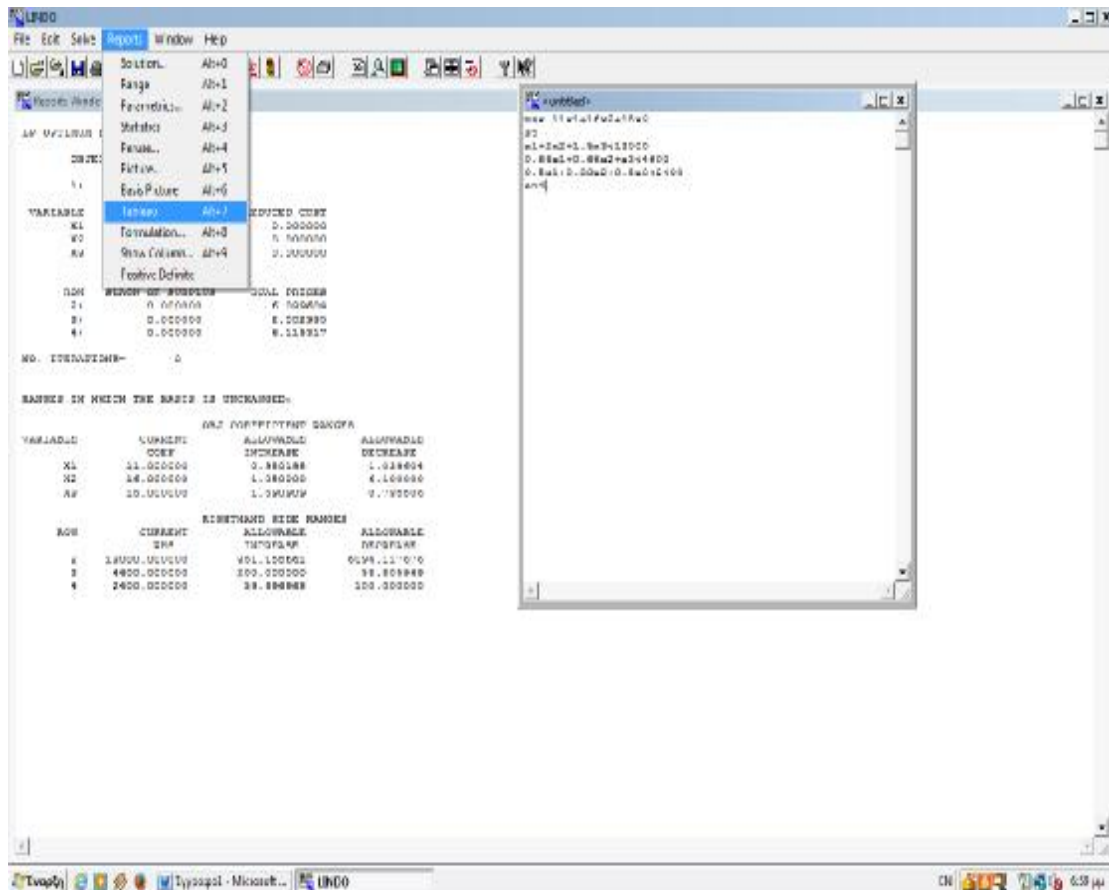
Έτσι τελικά υπάρχουν δύο παράθυρα διαλόγου. Το δεξί είναι αυτό που περιέχει τα δεδομένα του προβλήματος και το αριστερό αυτό που περιέχει τη λύση του προβλήματος. Στο αριστερό αρχικά δίνεται η βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης. Ο πρώτος πίνακας δίνει τις τιμές των μεταβλητών απόφασης που δίνουν τη βέλτιστη λύση. Ο επόμενος πίνακας δίνει πληροφορίες σχετικά με τους περιορισμούς. Στον τελευταίο πίνακα δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας. Στα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας διακρίνονται οι επιτρεπόμενες αυξομειώσεις στους συντελεστές κέρδους που δεν αυξομειώνουν τη βέλτιστη λύση και τις αυξομειώσεις στις ποσότητες των περιορισμών που δεν οδηγούν σε αλλαγή των βασικών μεταβλητών. Και στις δύο περιπτώσεις τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν την τρέχουσα τιμή, την επιτρεπόμενη αύξηση και την επιτρεπόμενη μείωση των τιμών.

Πίνακας 5.15: Βέλτιστη λύση και ανάλυση ευαισθησίας



Το επόμενο βήμα είναι προαιρετικό και εφαρμόζεται προκειμένου το πρόγραμμα να εμφανίσει τον πίνακα ταμπλό της μέθοδος simplex. Έτσι από το μενού επιλέγεται η εντολή reports και στη συνέχεια η εντολή tableau και εμφανίζεται ένας ακόμα πίνακας στο τέλος. Το πρόγραμμα εκτέλεσε τρία βήματα μέχρι να φθάσει στη βέλτιστη απόφαση.

Πίνακας 5.16: Εντολή εύρεσης ταμπλό επίλυσης με τη simplex



Συνοπτικά, από τα αποτελέσματα που δίνει το πρόγραμμα στο ερώτημα του παραγωγού δίνονται οι εξής πληροφορίες. Η βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης είναι 106.453 που αυτό σημαίνει ότι παραγωγός έχει κέρδος 106.453 ευρώ ετησίως. Οι τιμές των μεταβλητών απόφασης είναι: $X_1 = 588$, $X_2 = 6.033$ και $X_3 = 229$. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι παραγωγός θα έχει μέγιστο κέρδος στην παραγωγή του αν παράγει 588 κιλά μήλα της ποικιλίας Α', 6.033 κιλά μήλα της ποικιλίας Β' και 229 κιλά μήλα της ποικιλίας Γ'.

Πίνακας 5.17: Τελικά αποτελέσματα

UNDO

File Edit Select Report Window Help

Report Window

AM WILSON TUNRU KI DIFP V

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 100000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	888.232261	0.000000
X2	4050.770748	0.000000
X3	889.110001	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
1	0.000000	4.000000
2	0.000000	8.000000
3	0.000000	8.118927

NO. ITERATIONS= 0

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	RHS COEFFICIENT RANGES		
	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	11.000000	0.880188	1.018804
X2	18.000000	1.380500	4.109000
X3	10.000000	1.000000	0.000000

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
1	18000.000000	101.100000	0.000000
2	4800.000000	100.000000	98.809999
3	2400.000000	38.889999	100.000000

THE TABLEAU

ROW (BASE)		X1	X2	X3	ROW	THETA
1	RHS	0.000	0.000	0.000	1	0.000
2	X3	0.000	1.000	0.000	2	-1.000
3	X2	0.000	0.000	1.000	3	0.000
4	X1	1.000	0.000	0.000	4	-1.000

ROW	OBJ	VALUE
1	RHS	0.118927
2	X1	888.232261
3	X2	4050.770748
4	X3	889.110001

UNDO

Report Window

new 11/14/14/14/14

21

nl=2n2+1.8n3+11000

0.88n1+0.88n2+4800

0.88n1+0.00n2+0.88n3+100

end

7/28/14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο γραμμικός προγραμματισμός ασχολείται με το πρόβλημα κατανομής των περιορισμένων πόρων ενός συστήματος σε ανταγωνιζόμενες δραστηριότητες και αναζητά μεταξύ όλων των εναλλακτικών σχεδιασμών εκείνο, ο οποίος θα οδηγήσει στο άριστο αποτέλεσμα. Είναι ένα πολύ χρήσιμο και ευέλικτο εργαλείο το οποίο προσαρμόζεται εύκολα ανάλογα με το είδος του προϊόντος, το είδος της επιχείρησης, την χώρα, τα νομοθετικά μέτρα που διέπουν τον τομέα που εφαρμόζεται.

Ο αγροτικός τομέας είναι ένας πολύ σημαντικός τομέας της οικονομίας μίας χώρας. Διέπεται από κανονισμούς που καθορίζουν τόσο οι εγχώριες αγορές όσο και οι διεθνής. Ο ελληνικός αγροτικός τομέας διέπεται από τους κανονισμούς της ΚΑΠ και των προγραμμάτων Αγροτικής Ανάπτυξης. Οι τάσεις της αγοράς στον αγροτικό τομέα δείχνουν μία αύξηση στα βιολογικά και παραδοσιακά προϊόντα.

Η οικονομική της παραγωγής γεωργικών προϊόντων και ο γραμμικός προγραμματισμός συνδέονται άμεσα. Πολλές οικονομικές συναρτήσεις όπως η συνάρτηση κόστους και η συνάρτηση παραγωγής αλλά και οι συναρτήσεις προσφοράς και ζήτησης συνδέονται με γραμμικές σχέσεις. Τα οικονομικά αποτελέσματα περιλαμβάνουν μεταξύ των άλλων το κόστος παραγωγής αλλά και το κέρδος του παραγωγού τα οποία χρησιμοποιούνται πολλές φορές ως αντικειμενικές συναρτήσεις σε ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού.

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι επίλυσης προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού. Οι περισσότεροι από αυτούς είναι με την χρήση λογισμικών. Τα πιο γνωστά λογισμικά είναι με το εργαλείο solver του Microsoft Excel, το LINDO, το QSB. Από την άλλη πλευρά υπάρχουν και οι γραφικοί τρόποι επίλυσης προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού όπως είναι η γραφική μέθοδος επίλυσης και η μέθοδος simplex με τη χρήση των πινάκων.

Η παρούσα μελέτη ασχολείται με 2 αγροτικές επιχειρήσεις οι οποίες θα πρέπει να επιλεγούν μεταξύ των εναλλακτικών τους προϊόντων (διαφορετικές ποικιλίες του ίδιου προϊόντος) την καλύτερη, εκείνη η οποία θα μεγιστοποιήσει το κέρδος τους. Τα κύρια συστατικά του προβλήματος Γραμμικού Προγραμματισμού είναι οι μεταβλητές απόφασης (ποικιλίες), οι περιορισμοί (τεχνολογικοί κτλ) που θα πρέπει να ενσωματώσουμε στις μεταβλητές (ροδίτης και αγιοργίτικο για το οινοποιείο και 5

ποικιλίες μήλων D' ArcySpice, Anisa & Red Delicious για το παραγωγό μήλων). Η ενσωμάτωση θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες του εκάστου προβλήματος και να επιτευχθεί ο αντικειμενικός στόχος τους δηλ. η μεγιστοποίηση του κέρδους. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την μελέτη περίπτωσης του οινοποιείου είναι το εργαλείο Solver του Microsoft Excel 2010. Τα δεδομένα του προβλήματος εισάγονται στο λογισμικό με την μορφή εξισώσεων σε κάθε κελί. Έτσι προκύπτουν κελιά με εξισώσεις που περιλαμβάνουν την αντικειμενική συνάρτηση και τους περιορισμούς. Οι τιμές τους αρχικά είναι μηδενικές αλλά μόλις δοθεί η εντολή επίλυσης, το σύστημα, δίνει τη βέλτιστη λύση τόσο για την αντικειμενική συνάρτηση όσο και για τους περιορισμούς. Η δεύτερη μελέτη περίπτωσης αφορά ένα παραγωγό μήλων ο οποίος παράγει τρεις διαφορετικές ποικιλίες μήλων. Η επίλυση του προβλήματος γίνεται με τη χρήση του LINDO 6. Εδώ τα δεδομένα εισάγονται κανονικά όπως είναι στο μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού. Έτσι ξεκινά με την πληκτρολόγηση του max με την αντικειμενική συνάρτηση. Οι περιορισμοί γράφονται στις πιο κάτω σειρές αφού πρώτα προηγηθεί η πληκτρολόγηση της εντολής subject to ή για συντομία st.

Πιο αξιόπιστα αποτελέσματα έβγαλε το λογισμικό LINDO χωρίς αυτό να σημαίνει ότι το excel δεν είναι τόσο. Επιπλέον το LINDO είναι πολύ εύκολο στην χρήση του ενώ το excel όχι. Ωστόσο ένα σημαντικό μειονέκτημα που έχει το λογισμικό LINDO είναι ότι δεν δέχεται κλασματικές τιμές, αλλά μόνο δεκαδικές. Επειδή στο ένα παράδειγμα υπάρχουν κλασματικές τιμές αυτές έπρεπε να μετατραπούν σε δεκαδικές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι τελικές τιμές να προσεγγίζουν τις πραγματικές τελικές τιμές υπάρχει δηλαδή μια μικρή απόκλιση. Και τα δυο λογισμικά είναι εξίσου καλά και ανταποκρίνονται πολύ καλά στα γραμμικά μοντέλα. Πιο αξιόπιστο ίσως, λόγω του παραπάνω λόγου φαίνεται να είναι το excel..

Στο πρόβλημα μεγιστοποίησης, άριστη ή βέλτιστη λύση ονομάζεται κάθε εφικτή λύση η οποία μεγιστοποιεί την αντικειμενική συνάρτηση. Για το οινοποιείο η βέλτιστη λύση είναι η $z = 40$ και για το παραγωγό μήλων είναι η $P = 106.453\text{€}$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Andreea I.F., Andria T.R., (2012) “Linear programming in agriculture: Case study of development south Moutemia

Just E. Richard (2007) “Mathematical modelling in agricultural economics”, Vol. 2, Mathematical modelling, agricultural economics

Knickel K., Brunon G., Rand S., Proost J. (2008) “Towards a better conceptual framework for innovation processes in agriculture and rural development: from linear models to systemic approaches”. 8th European IFSA Symposium, 6-10 July 2008, Clermont – Ferrand (France)

Lawrence J.A., Pasternack B.A. (2002) “Applied Management science: Modelling, spreadsheet analysis and communication for decision making”, 2nd edition, ch.3, pgs 114-115

Markowitz H. (1959) “Portfolio selection: Efficient Diversification of Investments”. Cowles Foundation for research in economics, Yale University

Martinho P.D. (2014): “A model for the agricultural planning at farm level for the European Union countries”. Agricultural school, Polytechnic institute of Viseau, Portugal

Rozakis S. (2011) “Impacts of flatter rate and environmental top-ups in Greece: A novel mathematical modelling approach”, Agricultural Economics Review, Vol. 12, No 2, pg 30-39

Sofi N.A., Ahmed A., Ahmed M., Bhat B.A. (2015) “Decision making in agriculture: A linear programming approach”, Modern Scientific Press Company, Florida, USA

Tzimopoulos (2011) “Irrigation network planning using linear programming”, Proceedings of the 12th International Conference on Environment Science and Technology, Rhodes Greece, 8 – 10 September 2011

Ziogas C. (1985) “The use of parametrics linear programming technique for the determination of viable party and optimum sizes of farms”, PhD thesis, Wye College, University of London

Helming J.F.M. (2005) “A model of Dutch agriculture based on positive Mathematical Programming with regional and environmental applications”, PhD thesis, Wageningen University

Βλότζος Γ. (2015) «Αρχές Αγροτικής οικονομίας και Διοίκηση Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής παραγωγής και διοίκηση γεωργικών εκμεταλλεύσεων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κοντογεώργος Α. (2016) «Τα οικονομικά αποτελέσματα», Πανεπιστημιακή διάλεξη, Μάθημα Αγροτικής Οικονομίας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων Αγροτικών Προϊόντων και Τροφίμων, Πανεπιστήμιο Πατρών

Κουνέτας Κ. Χατζησταμούλου Ν. (2015): «Εισαγωγή στην επιχειρησιακή έρευνα και στον γραμμικό προγραμματισμό. Λύσεις προβλημάτων με το πρόγραμμα R”

Μπάτης Ν., Γκανάς Ι., Γεωργίου Α. «Σημειώσεις στο μάθημα επιχειρησιακής έρευνας (2003-2004), Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων και Οργανισμών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Μπότσαρης Χ., Τσάντας Ν., Γεωργίου Α. (2004) «Σημειώσεις Γραμμικού Προγραμματισμού», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Μάθημα Επιχειρησιακής έρευνας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων και Οργανισμών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Σίσκος Γ. (1998), «Γραμμικός Προγραμματισμός», Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.

Τσαγκάρης Χρήστος (2016), «Σημειώσεις στην Επιχειρησιακή έρευνα», Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Μαθηματικών.