

# ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ MONTE CARLO \*

Υπό

Δρος ΧΡΗΣΤΟΥ Μ. ΖΙΩΓΑΝΑ

Γεωπόνου-Γεωργοοικονομολόγου, M. Sc, Ph. D.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἡ παρούσα εργασία αποσκοπεί στό να παρουσιάσει στό Ελληνικό κοινό μιά νέα σχετικά μέθοδο προγραμματισμού τών γεωργικών εκμεταλλεύσεων μέ τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και μάλιστα μιά εφαρμογή αυτής σε δεδομένα της χώρας μας. Ἡ μέθοδος αυτή, πού έχει εφαρμοστεί αρκετά μέχρι τώρα, είναι γνωστή πλέον ως προσομοίωση Monte Carlo.

Είναι γεγονός, διτι κατά τή διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών περίπου ή επιστήμη τής οικονομικής τής διαχειρίσεως των γεωργικών εκμεταλλεύσεων ἔχει επηρεαστεί σημαντικά από δύο τομείς εξέλιξεων :

α) τόν διαρκώς αυξανόμενο ποσοτικό (μαθηματικό) προσανατολισμό τής οικονομικής θεωρίας και αναλύσεως και β) τή ραγδαία εξέλιξη τής τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Ἡ συγκεκριμένη εφαρμογή ἐδώ αναφέρεται στή μέση γεωργική εκμετάλλευση ενός δείγματος 11 εκμεταλλεύσεων οικογενειακής μορφής και μέσου μεγέθους, γενικά σε αρκετό βαθμό αντιπροσωπευτικών, τής πεδινής ζώνης τοῦ Νομού Ἰωαννίνων, μέ σύνθεση αποκλειστικά ἀπό κλάδους φυτικής παραγωγής. Τα τεχνικοοικονομικά στοιχεία είναι τοῦ ἔτους 1976, οπότε τα αποτελέσματα ἔχουν μικρή και εντελώς ενδεικτική ἀξία για σήμερα. Ὡστόσο, ἐδώ κυρίως μας ενδιαφέρει ή

\* Για τήν εφαρμογή της μεθόδου Monte Carlo χρησιμοποιήθηκε ὁ ηλεκτρονικός υπολογιστής τοῦ Wye College (Πανεπιστήμιο Λονδίνου).

απόδειξη και παρουσίαση της μεθόδου έρευνας με συγκεκριμένο παράδειγμα αναδιοργανώσεως γεωργικών εκμεταλλεύσεων.

## Η ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΓΕΝΙΚΑ

Γενικά προσομοίωση (simulation) είναι ή παρουσίαση ενός πραγματικού συστήματος με κάποιο τύπο υποδείγματος (model). Ή προσομοίωση αποτελεί μια αφαίρεση (abstraction), ή αποχωρισμό, από την πραγματικότητα και χρησιμοποιείται για την περιγραφή μεθόδων επιλύσεως προβλημάτων με τή σύνταξη ενός υποδείγματος και με τήν παρατήρηση της αντιδράσεως του κάτω από διάφορες συνθήκες (Webster, 1970).

-

Τά κύρια χαρακτηριστικά τής προσομοιώσεως έχουν ως έξης :  
α) λίγες είναι οί εξαρχές (a priori) υποθέσεις· β) πρόκειται μάλλον για εξερεύνηση (exploration) περιπτώσεων προγραμματισμού παρά για απευθείας αριστοποίηση· και γ) ό ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι απαραίτητος.

### Π λ ε ο ν ε κ τ ή μ α τ α

α) Είναι δυνατή ή ανάλυση πολύπλοκων καταστάσεων, όπου συνήθως ή αριστοποίηση είναι δύσκολη· και β) οί διαχρονικές αλλαγές εύχεραίνουν τήν παρατήρηση τής επιδράσεως πολλών εναλλακτικών λύσεων.

### Μ ε ι ο ν ε κ τ ή μ α τ α

α) Συχνά είναι δύσκολο να ελεγχθούν οί υποθέσεις τοῦ υποδείγματος· β) χρειάζεται πολύς χρόνος για να γίνει ή σύνταξη τοῦ υποδείγματος· γ) συνήθως τά υποδείγματα είναι πολύ εξειδικευμένα και επομένως έχουν συγκεκριμένο και περιορισμένο ενδιαφέρον για τήν εφαρμογή τους· δ) δέν υπάρχει ενα συγκεκριμένο πλαίσιο, στό όποιο νά στηρίζεται ή σύνταξη του υποδείγματος, άλλα υπάρχει ολοκληρωτική εξάρτηση από τήν επιδεξιότητα του μελετητή, και ε) όσο πίο πολύπλοκο αποβαίνει ενα υπόδειγμα, τόσο πίο δύσκολο είναι στό νά έχει ισχύ για τήν επίλυση ενός προβλήματος και για τήν κατανόηση τών αποτελεσμάτων.

Συνοπτικά, θά μπορούσε νά λεχθεί, ότι ή προσομοίωση γενικά ως μέθοδος προγραμματισμού είναι μια εύκαμπτη και επαναληπτική διαδικασία, πού έξερευ-

να ένα πρόβλημα, συνίσταται δέ συνήθως στα έξης βασικά στάδια μελέτης (Miller και Halter, 1973· Anderson, 1974) :

1) αναγνώριση και διαμόρφωση του προβλήματος, πράγμα πού αποτελεί την εξειδίκευση των σκοπών και της μελέτης.

2) ανάλυση του υπο μελέτη συστήματος·

3) σύνταξη του μαθηματικού υποδείγματος·

4) εφαρμογή του υποδείγματος, έλεγχο και τελειοποίηση του·

5) ερμηνεία των αποτελεσμάτων μέ συμμετοχή και συνεργασία του υπευθύνου να πάρει τίς αποφάσεις.

Ή μεθοδολογία της προσομοίωσης έχει εφαρμοστεί στή γεωργία, στή βιολογία, στην αύξηση της εκμεταλλεύσεως — επιχειρήσεως μέ διαφορετικό κεφάλαιο και μεθόδους επεκτάσεως, στην επιχειρησιακή έρευνα, στή διαχείριση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, κλπ.

Πρέπει να σημειωθεί, διτι ή προσομοίωση Monte Carlo, πού εξετάζουμε στή συνέχεια, είναι ένας εξειδικευμένος τύπος μεθοδολογίας της προσομοίωσης γενικά, πού περιγράψαμε παραπάνω.

## Η ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ MONTE CARLO

### 1. Ίστορικό

Ή καταγωγή της προσομοίωσης Monte Carlo είναι Σκανδιναβική. Ή πρώτη εφαρμογή της στον προγραμματισμό γεωργικών εκμεταλλεύσεων έγινε στή Σουηδική γλώσσα από τους Lindgren, ατομικό φυσικό, και Carlsson, γεωργοοικονομολόγο, στην Uppsala της Σουηδίας (Lindgren και Carlsson, 1966). Οί δύο επιστήμονες σε συνεργασία ανέπτυξαν ένα πρόγραμμα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και δημοσίευσαν τα αποτελέσματα (το 1966). Λίγο αργότερα τό ίδιο έτος στην Κοπεγχάγη ό Stryg δανείστηκε τό Σουηδικό πρόγραμμα και τό χρησιμοποίησε για τόν προγραμματισμό μιας Δανέζικης γεωργικής εκμεταλλεύσεως. Ή δημοσιευθείσα σχετική εργασία του (Stryg, 1967) υπήρξε ή πρώτη στην Ήγγλική γλώσσα σέ ό,τι άφορα τόν προγραμματισμό γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Τό ίδιο έτος πάντως δημοσιεύτηκε και ή πρώτη Βρετανική εργασία (Hardaker, 1967).

Ύστερα από τό ξεκίνημα αυτό της μεθόδου, μέχρι σήμερα έχει διαδοθεί και εφαρμοστεί αρκετά σέ διεθνή κλίμακα.

## 2. Χαρακτηριστικά

Το δίλημμα μιας μεθόδου προγραμματισμού είναι, ότι πρέπει να δίνει λύσεις αρκετά εξειδικευμένες για μια συγκεκριμένη γεωργική εκμετάλλευση και συγχρόως αρκετά γενικές για πολλές ομοειδείς γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Ή μέθοδος του γραμμικού προγραμματισμού, ή οποία δίνει πάντοτε τή μια και μοναδική άριστη λύση, δύσκολα μπορεί να τό πετύχει αυτό και ίσως μόνο μέ παραλλαγές του προγραμματισμού για διαφορετικές καταστάσεις. Ή μέθοδος Monte Carlo ανταποκρίνεται πολύ περισσότερο στο παραπάνω δίλημμα. Γενικότερα, ή μέθοδος αυτή μπορεί να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά διάφορα προβλήματα του γραμμικού προγραμματισμού σέ ό,τι άφορα τήν πρακτική εφαρμογή σε διάφορες γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Φαίνεται λοιπόν, ότι είναι μια επιπλέον χρήσιμη εναλλακτική μέθοδος πέραν των συνήθων μεθόδων μαθηματικού προγραμματισμού, πού μάλιστα βρήκε σχετικά αρκετή εφαρμογή τα τελευταία χρόνια (Thompson, 1967" Donaldson και Webster, 1968- Hardaker, 1979).

Ή μέθοδος αυτή συνίσταται σέ υποδείγματα, τα όποια λειτουργούν μέ τή χρήση τυχαίων αριθμών, γι' αυτό ορισμένοι τήν ονομάζουν «μέθοδο των τυχαίων αριθμών» (Donaldson και Webster, 1968- Carlsson et al, 1969). Κατά τή μελέτη του προγραμματισμού των γεωργικών εκμεταλλεύσεων γίνεται εξερεύνηση και αναζήτηση του μεγίστου (των μεγίστων) ή της περιοχής (των περιοχών) κοντά στο μέγιστο (στα μέγιστα) μιας συναρτήσεως μέ πολλές μεταβλητές κάτω από συγκεκριμένους περιορισμούς. Μέ τή διαδικασία της τυχαίας επιλογής επιλέγονται κλάδοι παραγωγής και επίπεδα αυτών, πού συνιστούν μια σειρά σχεδίων γεωργικών εκμεταλλεύσεων κάτω από διάφορους εξειδικευμένους περιορισμούς (Carlsson et al, 1969).

Ή τεχνική έχει γίνει αποδεκτή τάχιστα και έχει αναπτυχθεί και δοκιμαστεί στον προγραμματισμό των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, επειδή έχει αρκετά εμφανή πλεονεκτήματα σέ σύγκριση μέ τό γραμμικό προγραμματισμό. Βασικά έχει τή δυνατότητα επιλογής σχεδίων εκμεταλλεύσεως κοντά στο άριστο του γραμμικού προγραμματισμού και παρακάμπτει τήν υπόθεση παραδοχής σταθερών δεδομένων του ενός και μοναδικού άριστου σχεδίου εκμεταλλεύσεως πού δίνει ή λύση του γραμμικού προγραμματισμού (Donaldson και Webster, 1968· Webster, 1970).

Ή χρήση της προσομοιώσεως Monte Carlo στον προγραμματισμό της εκμεταλλεύσεως περιλαμβάνει διατήρηση βασικά τής μήτρας (matrix) του γραμμικού προγραμματισμού, κατάργηση των υποθέσεων τής γραμμικότητας και τής προσθετικότητας και στήριξη μάλλον σέ άπλες αριθμητικές παρά σέ πολύπλοκες μαθηματικές μεθόδους λύσεως. Ή σύνταξη του προγράμματος για τον ήλεκτρο-

νικά υπολογιστή είναι ευκολότερη σε σύγκριση με τις μεθόδους μαθηματικού προγραμματισμού (Barnard και Nix, 1979).

"Ένα ακόμη σημείο είναι, ότι εγκαταλείπεται ή ιδέα και ή ανάγκη της μιας μοναδικής λύσεως του γραμμικού προγραμματισμού, ή οποία λύση άλλωστε είναι άπλως πιθανή και όχι βέβαιη. Έξάλλου, με την κατάργηση των υποθέσεων της γραμμικότητας και της προσθετικότητας ή επιφάνεια παραγωγής μπορεί να περιέχει μιά σειρά από πολλά ύπο-άριστα. Σχετικό είναι να σημειωθεί έδω, ότι ή μέθοδος συνίσταται στην εκτίμηση πολλών σημείων (λύσεων) και στην παρουσίαση των καλύτερων (Webster, 1970).

### 3. Χρησιμοποίηση και αξία

Είναι ενδιαφέρον τώρα να επισημανθούν τα κύρια σημεία, στα όποια ή μέθοδος της προσομοίωσης Monte Carlo βρίσκει πολύ ικανοποιητική εφαρμογή και δίνει πολύ ρεαλιστικές λύσεις σε σύγκριση με το γραμμικό προγραμματισμό κυρίως και με άλλες μεθόδους μαθηματικού προγραμματισμού.

Ο γραμμικός προγραμματισμός έχει ως αποκλειστικό σκοπό τή μεγιστοποίηση του κέρδους της εκμεταλλεύσεως, παίρνοντας υπόψη φυσικά τις επιτρεπόμενες παραγωγικές δυνατότητες και τους επιβαλλόμενους περιορισμούς του γεωργού. Συχνά όμως οί γεωργοοικονομολόγοι δέχονται ερεθίσματα και αναγνωρίζουν ότι τό κέρδος δέν είναι τό μόνο κίνητρο του γεωργού κατά τήν άσκηση τής γεωργίας. Οί γεωργοί μπορεί να αποβλέπουν μάλλον στη μεγιστοποίηση κάποιας άλλης ωφέλειας και όχι ακριβώς του κέρδους (Donaldson και Webster, 1967· Hardaker, 1967· Webster, 1968" Barnard και Nix, 1979). Από αυτή τήν άποψη ή προσομοίωση Monte Carlo είναι ελκυστική, άφοϋ οί σύμβουλοι των γεωργών θά ήθελαν συχνά να γνωρίζουν σχέδια εκμεταλλεύσεων με διάφορους συνδυασμούς κλάδων παραγωγής, πού τό οικονομικό αποτέλεσμα τους να μή φθάνει στο άριστο σχέδιο άλλα να τό πλησιάζει. Διότι τέτοια σχέδια δίνουν τήν ευχέρεια νά ληφθοϋν υπόψη περιορισμοί υποκειμενικής φύσεως. Μπορεί δηλαδή ο γεωργός νά επιλέξει κλάδους παραγωγής πού προτιμά.

Έπίσης ή μέθοδος αυτή μπορεί νά επιτρέπει τήν επιλογή στο σχέδιο τής εκμεταλλεύσεως ενός μέγιστου αριθμού κλάδων παραγωγής και ενός ελάχιστου μεγέθους κάθε κλάδου παραγωγής, αποφεύγοντας μικρά μεγέθη, πού μπορεί νά εμφανίζει ή λύση του γραμμικού προγραμματισμού.

Τελικά λοιπόν τα πολλά εναλλακτικά σχέδια εκμεταλλεύσεως (συνήθως 20), πού προτείνει ή μέθοδος, επιτρέπουν και διευκολύνουν τον αποφασίζοντα γεωργό

να επιλέξει όποιο σχέδιο επιθυμεί ανάλογα μέ τις υποκειμενικές του προτιμήσεις, ορθολογικά ή όχι, άρκεϊ να είναι διατεθειμένος να δεχτεί τό οικονομικό αποτέλεσμα του συγκεκριμένου σχεδίου της επιλογής του. Λήψη αποφάσεων βασισμένη στη λύση τής μεθόδου Monte Carlo ίσως είναι ειδικού ενδιαφέροντος άπό την πλευρά «τής θεωρίας τής συμπεριφοράς τής επιχειρήσεως» ( «the behavioural theory of the firm» ).

Πέραν των υποκειμενικών προτιμήσεων — περιορισμών, ή μέθοδος διευκολύνει τόν σχετικά εύκολο χειρισμό πολλών φυσικών σχέσεων, τις όποιες άλλες μέθοδοι προγραμματισμού αδυνατούν να αντιμετωπίσουν ικανοποιητικά. Σημειώνεται, ότι γίνεται χρησιμοποίηση μόνο ολόκληρων (ακέραιων) μονάδων και όχι υποδιαιρέσεων (Donaldson και Webster, 1967- Barnard και Nix, 1979). Άντιμετωπίζεται λοιπόν τό αδιαίρετο του μεγέθους ορισμένων συντελεστών παραγωγής, όπως είναι λ.χ. ενα μηχανήμα, ενα κτίριο κλπ., πού δεν μπορεί να διασπαστεί σε τμήματα για να συμβαδίσει μέ τις απαιτήσεις για περισσότερες μονάδες παραγόμενου προϊόντος. Δηλαδή ή τεχνική εύχεραίνει τήν επιλογή κλάδων παραγωγής διάφορου μεγέθους ανάλογα μέ τις διαθέσιμες αδιαίρετες μονάδες συντελεστών παραγωγής, πράγμα πού έχει ως αποτέλεσμα ότι τό κέρδος τής εκμεταλλεύσεως είναι αυξημένο και ανταποκρίνεται σε μειωμένο κόστος τής παραγόμενης μονάδας προϊόντος καθώς τό επίπεδο παραγωγής αυξάνει.

Έπίσης και άλλα παρόμοια προβλήματα πέραν τών παραπάνω είναι δυνατόν να βρουν τή λύση τους, όπως μή γραμμικές συσχετίσεις παραγωγής και επιδράσεις κλίμακας (Donaldson' και Webster, 1968).

Σέ αντιπαράθεση αυτών τών πλεονεκτημάτων τής μεθόδου Monte Carlo μπορεί να χρησιμοποιηθεί ίσως ό γραμμικός προγραμματισμός. Άλλα τότε είναι ανάγκη να γίνουν προσαρμογές τών δεδομένων στην προσπάθεια αντιμετώπισεως τού ενός ή του άλλου προβλήματος, όπως επίσης μπορεί νά επαναληφθεί ή διαδικασία τής λύσεως μέ τή χρησιμοποίηση διαφορετικών συντελεστών, ποτέ όμως δέν θά δοθεί ιδεώδης λύση.

#### 4. Β α σ ι κ ό ς μ η χ α ν ι σ μ ό ς

Ό προγραμματισμός μέ τήν προσομοίωση Monte Carlo είναι πιό κατανοητός άπό τό γραμμικό προγραμματισμό, διότι αποφεύγεται ή διαδικασία τής simplex λύσεως. Η λύση πάντως είναι δυνατή μόνο μέ τή χρήση ηλεκτρικού υπολογιστή, πού δίνει ενα δείγμα όλων τών εφικτών σχεδίων και επιλέγει ενα μικρότερο δείγμα συνήθως 20 σχεδίων μέ τό ψηλότερο δυνατό κέρδος (Donaldson και Webster, 1968· Dent και Byrne, 1969).

Όπως ήδη αναφέρθηκε προηγουμένως, συχνά οι γεωργοί θέλουν να λάβουν υπόψη περισσότερους από ένα αντικειμενικούς σκοπούς για τη λήψη αποφάσεων. Μέ την υπό εξέταση τεχνική κάθε βασικός αντικειμενικός σκοπός διατυπώνεται σε μια ξεχωριστή αντικειμενική συνάρτηση. Οι αντικειμενικές συναρτήσεις εδώ μπορεί να είναι σχεδόν αυθαίρετης μορφής και αριθμού, διότι υπολογίζονται μετά τον καθορισμό των μεγεθών των κλάδων παραγωγής. Η ουσία βέβαια είναι, ότι ο προγραμματισμός συνίσταται σε τυχαία δειγματοληψία από όλα τα εφικτά σχέδια εκμεταλλεύσεων μέσα στα όρια των περιορισμών μιας συγκεκριμένης εκμεταλλεύσεως.

Η σειρά των διάφορων σταδίων λύσεως του προβλήματος με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, μετά την προετοιμασία της μήτρας κατά το πρότυπο και την έννοια του γραμμικού προγραμματισμού, είναι η εξής :

1. Ανάγνωση των δεδομένων τής μήτρας.
2. Επιλογή κλάδων παραγωγής με χρήση τυχαίων αριθμών.
3. Επιλογή μεγεθών κλάδων παραγωγής με χρήση τυχαίων αριθμών.
4. Έλεγχος μεγεθών κλάδων παραγωγής με βάση τους διαθέσιμους συντελεστές παραγωγής και τους περιορισμούς :

α) αν τό μέγεθος είναι μεγαλύτερο του επιτρεπόμενου μεγίστου, τότε γίνεται μείωση στο επίπεδο αυτό.

β) αν τό μέγεθος είναι μικρότερο του επιτρεπόμενου ελαχίστου, τότε γίνεται μείωση στο μηδέν.

5. Ύπολογισμός διαθέσιμων συντελεστών παραγωγής και περιορισμών πού πλεονάζουν.

6. Έχει φθάσει ο αριθμός των κλάδων παραγωγής στο σχέδιο εκμεταλλεύσεως τον προκαθορισμένο και εξειδικευμένο αριθμό ;

α) "Αν ναι, συνεχίζεται ή διαδικασία στο επόμενο στάδιο 7.

β) "Αν όχι, επανέρχεται ή διαδικασία πίσω στο στάδιο 2.

7. Επαύξηση μεγεθών των κλάδων παραγωγής μέχρι τό μέγιστο μέσα στα όρια των διαθέσιμων συντελεστών παραγωγής και των περιορισμών.

8. Ύπολογισμός συνολικού ακαθάριστου κέρδους (ως μέτρο του κέρδους) και των συντελεστών παραγωγής πού τελικά πλεονάζουν.

9. Διατήρηση σχεδίου, αν τό ακαθάριστο κέρδος είναι μεγαλύτερο άπ' τό ελάχιστο των 20 σχεδίων πού ήδη βρέθηκαν.

10. Έπανάληψη των παραπάνω σταδίων σε μεγάλο αριθμό σχεδίων (συνήθως 2.000) και παρουσίαση — τύπωση των αποτελεσμάτων των 20 κορυφαίων σχεδίων.

Για τον παραπάνω μηχανισμό της μεθόδου (Donaldson και Webster, 1968) στον προγραμματισμό των γεωργικών εκμεταλλεύσεων επισημαίνονται οι έξης βασικές παρατηρήσεις :

- α) Αυτομάτως επιλέγονται ακέραιοι αριθμοί μεγεθών (όχι υποδιαιρέσεις).
- β) Μπορούν να τίθενται περιορισμοί (μέγιστα και ελάχιστα) κλάδων παραγωγής και συντελεστών παραγωγής.
- γ) Αντιμετωπίζονται μή γραμμικές σχέσεις μεταξύ συντελεστού παραγωγής και προϊόντος.
- δ) Η τελική λύση δίνει τα 20 κορυφαία σχέδια εκμεταλλεύσεων από όλες τις επαναλήψεις (2.000 σχέδια), τα όποια είναι ύπο-άριστα και συνήθως λίγο υπολείπονται του άριστου σχεδίου του γραμμικού προγραμματισμού όσον αφορά τό συνολικό ακαθάριστο κέρδος. Έξαλλου, αν και ό γραμμικός προγραμματισμός δίνει τό άριστο σχέδιο μέ τό μέγιστο συνολικό ακαθάριστο κέρδος, αυτό δέν σημαίνει ότι οπωσδήποτε επιτυγχάνεται τό μέγιστο κέρδος λαμβάνοντας υπόψη τό επίπεδο των σταθερών δαπανών.

Τα 20 τελικά σχέδια εκμεταλλεύσεως μπορεί ό γεωργός, ο οποίος καλείται νά πάρει αποφάσεις, νά τά δει υποκειμενικά και νά επιλέξει όποιο σχέδιο βρίσκει καλύτερο κατά τις προτιμήσεις του.

## ΜΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

### 1. Σύνταξη τής μήτρας

Στή σύνταξη τής μήτρας τής προσομοιώσεως Monte Carlo ακολουθείται βασικά ή ίδια λογική μέ τή μήτρα τοῦ γραμμικού προγραμματισμού. Στον Πίνακα 1 φαίνεται ή μήτρα, ή όποια βασικά περιέχει : διαθέσιμους συντελεστές παραγωγής και περιορισμούς, κλάδους παραγωγής για επιλογή, ακαθάριστα κέρδη κλάδων παραγωγής και απαιτήσεις σέ συντελεστές παραγωγής. Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, ή εφαρμογή τής μεθόδου γίνεται σέ γεωργικές εκμεταλλεύσεις τοῦ Νομού Ίωαννίνων. Οί δέ λεπτομέρειες και επεξηγήσεις συντάξεως τής μήτρας είναι ίδιες μέ προηγούμενη εργασία (Ζιωγάνας, 1980).

Πέραν όμως αυτών των δεδομένων (Πίνακας 1) χρειάζονται επιπλέον ορισμένα πρόσθετα στοιχεία σέ σύγκριση μέ τό γραμμικό προγραμματισμό, τα όποια βοηθούν στη στάθμιση της διαδικασίας επιλογής. Αυτά φαίνονται κάτω από τό βασικό κορμό της μήτρας (επίσης στον Πίνακα 1).

## 2. 'Αποτελέσματα

Ό ηλεκτρονικός υπολογιστής παρουσίασε τά 20 κορυφαία σχέδια εκμεταλλεύσεως του Πίνακα 2, κατά σειρά μάλιστα ύψους συνολικού ακαθάριστου κέρδους—αρχίζοντας άπ' τό μεγαλύτερο καί καταλήγοντας στό μικρότερο. Οί περιορισμοί πού πλεονάζουν δέν παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη. Τά 20 σχέδια είναι λίγο ή πολύ διαφορετικά μεταξύ τους ως προς τη σύνθεση κλάδων παραγωγής καί, κατά συνέπεια, ως προς τό ύψος του συνολικού ακαθάριστου κέρδους της εκμεταλλεύσεως.

Περαιτέρω, ενδιαφέρον παρουσιάζει ή συγκριτική παρουσίαση αποτελεσμάτων σχεδίων εκμεταλλεύσεως της μεθόδου Monte Carlo, υφιστάμενου σχεδίου καθώς καί άριστου σχεδίου του γραμμικού προγραμματισμού, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3. Ό μέσος όρος τών 20 σχεδίων Monte Carlo σέ σύγκριση μέ τό υφιστάμενο σχέδιο παρουσιάζει σημαντικές διαφορές ως προς τό συνδυασμό των κλάδων παραγωγής, ενώ δίνει ακαθάριστο κέρδος αυξημένο μόνο κατά 0,28%. Σέ σύγκριση όμως μέ τό άριστο σχέδιο έχει μικρές διαφορές ως προς τό συνδυασμό τών κλάδων παραγωγής καί μειωμένο ακαθάριστο κέρδος κατά 2,72%' ακόμη, στή σειρά τών 20 σχεδίων ή μείωση του ακαθάριστου κέρδους κυμαίνεται από 2,38% (1ο σχέδιο) μέχρι 2,98% (20ό σχέδιο).

Τά σχέδια Monte Carlo στό συγκεκριμένο παράδειγμα μας είναι ύπο-άριστα καί λίγο απέχουν άπό τό άριστο σχέδιο τοῦ γραμμικού προγραμματισμού. Κατά πόσο αυτή ή προσέγγιση είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη εξαρτάται γενικά άπό τις επαναλήψεις (runs) στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, τήν πολυπλοκότητα της μήτρας καί τήν επίδραση τών ακέραιων μεγεθών (Barnard καί Nix, 1979). Βεβαίως είναι γεγονός, διτι στή συγκεκριμένη περίπτωση, πού τά 20 κορυφαία σχέδια είναι όλα πολύ όμοια μεταξύ τους καί κοντά στή λύση τοῦ γραμμικού προγραμματισμού, ή μέθοδος δίνει μικρή δυνατότητα επιλογής μεταξύ τών σχεδίων αυτών. Ωστόσο τό πλεονέκτημα τής μεθόδου γενικά διαφαίνεται καί κατά τή δυνατότητα επιλογής μεταξύ πολλών εναλλακτικών λύσεων καί κατά τή χρήση ακέραιων μονάδων.



Συνέχεια πίνακος 3

Συσσωρευτική συχνότητα	11	22	33	44	55	66	77	88	100
Ελάχιστα μεγέθη κλάδων παραγωγής (στρ.)	0	0	0	0	0	2	0	4	0
Μέγιστα μεγέθη κλάδων παραγωγής (στρ.)	2	56	56	56	4	2	4	4	56

\* Αριθμός επαναλήψεων: 2.000

Μέγιστος αριθμός κλάδων παραγωγής προς επίλογη σε κάθε σχέδιο εκμεταλλεύσεως: 9

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΜΟΝΤΕ-ΚΑΡΛΟ—20 ΚΟΡΥ-ΦΑΙΑ ΣΧΕΔΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΑΠΟ 2.000 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Αριθμός σχεδίου	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ακαθάρ. κέρδος (δρχ.)	223.182	223.129	223.076	222.839	222.786	222.733	222.496	222.443	222.415	222.390
Κλάδοι παραγωγής (στρ.)										
1. Κριθάρι	11	12	13	11	12	13	11	12	10	13
2. Καπνός	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3. Μηδική	30	30	30	29	29	29	28	28	30	28
4. Καλαμπόκι	0	0	0	1	1	1	2	2	0	2
5. Αμπέλι	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6. Κοφτολείβαδο	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7. Πατάτα	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8. Ροδακινιά	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9. Σιτάρι	2	1	0	2	1	0	2	1	2	0

Συνέχεια πίνακος 2

Αριθμός σχεδίου	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ακαθάρ. κέρδος (δρχ.)	222.362	222.309	222.153	222.100	222.072	222.047	222.019	221.966	221.915	221.810
Κλάδοι παραγωγ. (στρέμ.)										
1. Κριθάρι	11	12	11	12	10	13	11	12	10	11
2. Καπνός	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3. Μηδική	30	30	27	27	29	27	29	29	30	26
4. Καλαμπόκι	0	0	3	3	1	3	1	1	0	4
5. Αμπέλι	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6. Κορφολεβιάδα	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0
7. Πατάτα	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8. Ροδάκινα	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9. Στάρι	1	0	2	1	2	0	1	0	2	2

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ MONTE CARLO ΜΕ ΤΟ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΑΙ ΤΟ ΑΡΙΣΤΟ ΣΧΕΔΙΟ ΤΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Σχέδιο εκμεταλλεύσεως	Μέσος όρος των 20 σχεδίων Monte Carlo	Υφιστάμενο σχέδιο	Αριστο σχέδιο γραμ. προγραμματισμού (1)
Ακαθάριστο κέρδος (δραχ.)	222.412	221.801	228.633
Κλάδοι παραγωγής (στρέμ.)			
1. Κριθάρι	11,5	12,5	11,9
2. Καπνός	3,0	3,4	2,8
3. Μηδική	28,8	23,5	29,2
4. Καλαμπόκι	1,3	7,2	1,3
5. Άμπέλι	2,0	2,0	2,0
6. Κοφτολειβαδο	0,3	3,0	0,3
7. Πατάτα	3,0	2,5	4,0
8. Ροδακινιά	4,0	4,0	4,0
9. Σιτάρι	1,1	4,3	2,0

(1) Ζιωγάνας, 1980

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Φαίνεται, ότι ο προγραμματισμός και η αναδιοργάνωση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων με την μέθοδο της προσομοιώσεως Monte Carlo έχει αξιόλογες δυνατότητες από απόψεως πρακτικής εφαρμογής, μολοντί δέν έχει ακόμη δοκιμαστεί επαρκώς μέχρι σήμερα στην πράξη για τη βελτίωση συγκεκριμένων περιπτώσεων εκμεταλλεύσεων. Θα ήταν πολύ σκόπιμο λοιπόν να συνοψίσουμε τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου (Barnard και Nix, 1979-Donaldson και Webster, 1967).

Π λ ε ο ν ε κ τ ή μ α τ α

α) Η τεχνική χειρίζεται ολόκληρα (ακέραια) μεγέθη συντελεστών παραγωγής και κλάδων παραγωγής, καθώς επίσης μή γραμμικές και μή προσθετικές (μή ανεξάρτητες) συσχετίσεις εισροών και εκροών και διάφορες επιδράσεις κλίμακας.

β) Ο γεωργός έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ πολλών εναλλακτικών υπο-αρίστων σχεδίων εκμεταλλεύσεως (συνήθως 20 κορυφαίων σχεδίων), ανάλογα με τις προσωπικές του προτιμήσεις και τους υποκειμενικούς του περιορισμούς.

γ) Πρόκειται περί τεχνικής, πού στηρίζεται σε σχετικά άπλες υπολογιστικές διαδικασίες και όχι σε πολύπλοκες μαθηματικές μεθόδους, ώστε να γίνεται εύκολα κατανοητή.

### Μειονεκτήματα

α) Η προσομοίωση Monte Carlo απαιτεί λεπτομερή τεχνικο-οικονομικά στοιχεία όπως και ο γραμμικός προγραμματισμός. Τα αποτελέσματα είναι τόσο ισχυρά όσο ισχυρά (δηλαδή ακριβή και αξιόπιστα) είναι τα χρησιμοποιούμενα στοιχεία.

β) Είναι τεχνική «σπατάλη» σε χρόνο και κόστος ηλεκτρονικού υπολογιστή σε σύγκριση με το γραμμικό προγραμματισμό, εκτός αν στη δεύτερη περίπτωση γίνονται πολλές επαναλήψεις (re - runs). 'Ακόμη απαιτεί γενικά περισσότερο χρόνο απασχολήσεως και κόστους σε σύγκριση με τις μεθόδους του προϋπολογισμού και του άπλοϋ προγραμματισμού.

γ) Δέν είναι τεχνική μεγιστοποίησης. Οί λύσεις είναι τυχαία εφικτά σχέδια εκμεταλλεύσεως (συνήθως 20), πού πλησιάζουν τό άριστο (ύπο-άριστα σχέδια), άλλα μάλλον ποτέ δέν δίνουν τό μοναδικό άριστο σχέδιο. Αυτό βέβαια δέν μπορεί πάντοτε νά θεωρείται μειονέκτημα, για δύο κυρίως λόγους : πρώτο, γιατί τα καλύτερα σχέδια τής προσομοίωσης δίνουν ακαθάριστο κέρδος πού υπολείπεται συνήθως όχι περισσότερο από 3% τής μοναδικής λύσεως του γραμμικού προγραμματισμού και δεύτερο, αν και τό άριστο σχέδιο του γραμμικού προγραμματισμού μεγιστοποιεί τό ακαθάριστο κέρδος, εν τούτοις δέν αντιπροσωπεύει υποχρεωτικά πάντοτε τό σχέδιο μέτό μέγιστο κέρδος, δηλ. αφού αφαιρεθούν από τό ακαθάριστο κέρδος οί σταθερές δαπάνες.

δ) Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής δέν δίνει ορισμένα υποπροϊόντα κατά τήν παρουσίαση των αποτελεσμάτων τής λύσεως του προβλήματος, όπως αξία όριακού προϊόντος, εύρος ακαθάριστου κέρδους και καθαρό όριακό κόστος ευκαιρίας, πράγμα πού συμβαίνει όμως κατά τή λύση του γραμμικού προγραμματισμού και είναι γεγονός, δι τα υποπροϊόντα αυτά αποτελούν χρήσιμες συμπληρωματικές πληροφορίες για τήν ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Κάνοντας κριτική των παραπάνω «υπέρ» και «κατά» τής μεθόδου, θα μπορούσαμε νά ποϋμε, δι τα μεν πλεονεκτήματα είναι σαφώς όσα αναφέρθηκαν, από

τα μειονεκτήματα όμως τα συνήθως πραγματικά είναι μάλλον τα β και δ, πού και αυτά όμως στο μέλλον ίσως να αντιμετωπιστούν μέχρι ένα ικανοποιητικό βαθμό με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Γενικότερα, μπορεί ή μέθοδος να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά ορισμένες αδυναμίες του γραμμικού προγραμματισμού σέ ό,τι άφορα τήν πρακτική εφαρμογή σε διάφορες γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

Είναι αλήθεια βέβαια, ότι χρειάζεται γενικά περισσότερη εργασία γύρω απ' τή μεθοδολογία και τήν πρακτική εφαρμογή, προκειμένου να καταστεί δυνατόν να γίνει μια τελική κρίση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων αυτής της μεθόδου.

Πιστεύεται, ότι ή παρουσίαση της προσομοιώσεως Monte Carlo σέ τοῦτο το άρθρο παρουσιάζει ενδιαφέρον καί ρίχνει αρκετό φως σέ προβλήματα προγραμματισμοῦ των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, αν μάλιστα ληφθεί υπόψη, ότι ή σύνταξη του υποδείγματος είναι πολύ εύκαμπτη καί επιτρέπει την ανάπτυξη του προς διάφορες κατευθύνσεις.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Anderson, J.R. (1974) : «Simulation : Methodology and Application in Agricultural Economics», Review of Marketing and Agricultural Economics, 42 (1).
2. Barnard, C. S. and Nix, J.S. (1979) : «Farm Planning and Control», Cambridge University Press.
3. Carlsson, M., Hovmark, B. and Lindgren, I. (1969) : «A Monte Carlo Method for the Study of Farm Planning Problems», Review of Marketing and Agricultural Economics, 37 (2).
4. Dent, J.B. and Byrne, P.F. (1969) : «Investment Planning by Monte Carlo Simulation», Review of Marketing and Agricultural Economics, 37 (2).
5. Donaldson, G.F. and Webster, J.P.G. (1967) : «A Simulation Approach to the Selection and Combination of Farm Enterprises», The Farm Economist, 11 (6).
6. Donaldson, G.F. and Webster, J.P.G. (1968) : «An Operating Procedure for Simulation Farm Planning- -Monte Carlo Method», Wye College (University of London).
7. Hardaker, J.B. (1967) : «The Use of Simulation Techniques in Farm Management Research», The Farm Economist, 11 (4).
8. Hardaker, J.B. (1979) : «A Review of Some Farm Management Research Methods for Small Farm Development in LDCs», Journal of Agricultural Economics, 30 (3).

9. Lindgren, I. and Carlsson, M. (1966): «Fôretagsekonomisk Planering med Monte Carlo Metod», *Erhvervsøkonomisk Tidsskrift*, 30 (2).
10. Miller, S.F. and Halter, A.N. (1973) : «Systems—Simulation in a Practical Policy — Making Setting : The Venezuelan Cattle Industry», *American Journal of Agricultural Economics*, 55.
11. Stryg, P.E. (1967) : «Application of the Monte Carlo Method and Linear Programming in Farm Planning», In: *Royal Veterinary and Agricultural College Yearbook*, Copenhagen.
12. Thompson, S.C. (1967) : «An Approach to Monte Carlo Programming», Study No. 5, University of Reading, Dept. of Agriculture, Farm Management Section.
13. Webster, J.P.G. (1968) : «Simulation Farm Planning — Monte Carlo Method», *Farm Management*, 1 (4).
14. Webster, J.P.G. (1970) : «A Study of Alternative Techniques of Farm Planning with Special Reference to Linear Programming and Simulation Methods», Ph. D. thesis, Wye College (University of London).
15. Ζιωγάνας, Χ. (1980) : «'Αναδιοργάνωση γεωργικών εκμεταλλεύσεων με εφαρμογή του γραμμικού προγραμματισμού», *Άγροτική (επιστημονικές εκδόσεις)*, τεύχος 12.