

ὕποδείγματα γιά τήν κινητικότητα πληθυσμῶν

Συνοπτική περιγραφή καί κριτική ἀνάλυση

τοῦ

Γιώργου Ν. Τζιαφέτα

Δρα Κυβερνητικῆς τοῦ Τεχνικοῦ
Πανεπιστημίου τοῦ Βερολίνου
Ἐπιμελητῇ τοῦ Ε.Μ. Πολυτεχνείου

Ἡ ἐφαρμογή καθορισμένης κοινωνικο-οἰκονομικῆς πολιτικῆς σέ ὀρισμένο πληθυσμιακό χώρο προϋποθέτει τή γνώση ἢ τουλάχιστον τήν πρόγνωση τῆς κατανομῆς τοῦ πληθυσμοῦ γιά τόν χρόνο ἐφαρμογῆς τῆς πολιτικῆς αὐτῆς. Εἶναι προφανές, ὅτι ὁ προβληματισμός γίνεται πιά ὀξύς σέ περιπτώσεις σχετικά μεγάλων κοινωνικο-οἰκονομικῶν ἀνακατατάξεων, ὅπως συμβαίνει στίς ἀναπτυσσόμενες χώρες πού διέφυγαν ἀπό τό στάδιο τῆς ὑποαναπτύξεως καί μεθοδεύουν τήν εἰσοδοστήν κοινωνία τῶν ἀναπτυχθεισῶν χωρῶν. Τό χαρακτηριστικό αὐτό παρουσιάζει ὁ ἐλλαδικός χώρος, ἰδίως στίς μέρες μας πού προετοιμάζεται ἡ εἰσοδος στήν Εὐρωπαϊκή Οἰκονομική Κοινότητα.

Ὁ προβληματισμός ἐμφανίζεται κατὰ διττό τρόπο. Συνήθως εἶναι γνωστή ἡ ἀκριβής ἢ ἡ ἐπιθυμητή κατανομή τοῦ πληθυσμοῦ, ἀλλά δέν ἔχουν ἀκόμη καθοριστεῖ ὄχι μόνο οἱ παράγοντες ἐκεῖνοι πού θά ὀδηγήσουν σέ πληθυσμιακές μεταβολές στήν ἐπιζητούμενη κατανομή, ἀλλά ἐπί πλέον ὁ τρόπος μέ τόν ὁποῖο θά λειτουργήσουν. Εἶναι φανερό ὅτι ὁ καθορισμός τῶν παραγόντων αὐτῶν θά θέσει τά θεμέλια τῆς πολιτικῆς πού πρόκειται νά ἐφαρμοσθεῖ.

Συνά ὁ προβληματισμός ἐμφανίζεται πιά ἀπλός στήν ἀντίστροφη μορφή του. Ἐάν εἶναι γνωστοί οἱ παράγοντες πού ἐπηρεάζουν τήν κινητικότητα τοῦ πληθυσμοῦ, τότε ἐπιζητεῖται ὁ προσδιορισμός τῆς μελλοντικῆς κατανομῆς. Στήν περίπτωση αὕτη ἀπαιτεῖται συνήθως περισσότερο μαθηματική ἐπεξεργασία, παρά διερευνητική διεργασία.

Στή συνέχεια, δίνεται μία συνοπτική περιγραφή ὑποδειγμάτων πού ἔχουν προταθεῖ καί στά ὁποῖα γενικά ἀναλαμβάνεται ἡ προσπάθεια προσδιορισμοῦ τῶν παραγόντων πού ὑπεισέρχονται, καθῶς καί τοῦ ποσοτικοῦ καθορισμοῦ.

Παράλληλα, παρατίθεται σύντομη κριτική ἀνάλυση, στήν ὁποία ἀναφέρονται τά σημαντικότερα πλεονεκτήματα καί μειονεκτήματα τῆς προτεινόμενης μεθοδολογίας.

Ὅπως ἤδη ἀναφέρθηκε, ἡ ἐργασία αὕτη ἔχει ἰδιαίτερη σημασία γιά τόν ἀντίστοιχο προβληματισμό στόν ἐλλαδικό χώρο, ὅπου ἡ ἐφαρμογή τῆς ἴδιας ἢ παραπλήσιας μεθοδολογίας θά ὀδηγήσει σέ θετικά συμπεράσματα.

1. ὑποδείγματα βαρύτητας καί δυναμικοῦ

Ἦδη, ἀπό τόν περασμένο αἰῶνα ἔγιναν προσπάθειες νά εἰσαχθοῦν μαθηματικά ὑποδείγματα γιά τή μελέτη τῶν κοινωνικῶν φαινομένων ἢ γενικότερα τῶν ἀνθρωπιστικῶν φαινομένων¹, τά ὁποῖα

1. Ἀνθρωπιστικές ἐπιστήμες, κατὰ μετάφραση τῶν ἑθνικῶν ὀρων Humanwissenschaften, θεωροῦνται ἐκεῖνοι οἱ ἐπιστημονικοί κλάδοι, οἱ ὁποῖοι ἔχουν σάν κύριο ἀντικείμενο μελέτης

επιτρέπουν θεώρηση ανάλογη με τη θεώρηση των φυσικών. Παρά τις αντιδράσεις που προκάλεσε αυτή η προσπάθεια, και που συνεχίζονται και στίς μέρες μας² έγιναν σημαντικές εργασίες σχετικά με το θέμα αυτό, που αποτέλεσαν βασικό παράγοντα για την εξέλιξη των ανθρωπιστικών επιστημών. 'Αν περιοριστούμε στη δημογραφία ή βιομετρία και ειδικότερα στα προβλήματα της κινητικότητας του πληθυσμού, μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι η εργασία του Ravenstein³ αποτέλεσε τον θεμέλιο λίθο για τη συστηματική μελέτη του προβλήματος και για την εισαγωγή της νέας μεθοδολογίας. Οι νόμοι της μεταναστεύσεως του Ravenstein, όπως ονομάστηκαν τα συμπεράσματα των εργασιών του, προέκυψαν από την ανάλυση των στατισικών δεδομένων στη Μ. Βρετανία και συνοψίζονται στίς ακόλουθες προτάσεις:

1) Τό πλήθος των μεταναστών που εισέρχονται σε καθορισμένο κέντρο απορροφήσεως πληθυσμού αυξάνει ανάλογα με τον πληθυσμό του χώρου προελεύσεως των μεταναστών και αντίστροφα, ανάλογα με την απόσταση των δύο χώρων. 'Η πρόταση μπορεί να γραφεί ως εξής:

$$M_{\kappa\lambda} = K P_{\kappa} D_{\kappa\lambda}^{-a} \quad (1.1)$$

όπου

$M_{\kappa\lambda}$: τό πλήθος των μεταναστών από τόν χώρο κ πρός τόν χώρο λ.

$D_{\kappa\lambda}$: ή απόσταση μεταξύ των χώρων κ και λ.

a : καθορισμένη παράμετρος, χαρακτηριστική γιά τούς χώρους κ και λ.

K : σταθερά.

2) 'Η μεγάλη πλειοψηφία των μεταναστών κινείται προς τά μεγάλα βιομηχανικά και έμπορικά κέντρα.

'Εάν ληφθεί σάν μέτρο σημαντικότητας τό κέντρον ό πληθυσμός του, τότε προκύπτει ή γενοικυμένη μαθηματική έκφραση του υποδείγματος, στήν ακόλουθη μορφή:

$$M_{\kappa\lambda} = K P_{\kappa} P_{\lambda} D_{\kappa\lambda}^{-a} \quad (1.2)$$

όπου

P_{λ} : ό πληθυσμός του κέντρου υποδοχής.

'Η μαθηματική έκφραση (1.2), γνωστή και σάν σχέση του Pareto, αποτελεί ή βάση γιά τη θεμε-

τή συμπεριφορά του ανθρώπινου παράγοντα σε καθορισμένο σύνολο. 'Ετσι θεωρούνται σάν ανθρωπιστικές επιστήμες κατά κύριο λόγο ή κοινωνιολογία, ή ψυχολογία, ή βιομετρία κ.ά.

2. Σχετικά με τό πρόβλημα που έχει τεθεί γιά την εισαγωγή ειδικών μαθηματικών μεθόδων στίς ανθρωπιστικές επιστήμες, βλέπε στήν εργασία Γ. Τζιωφάτας (24).

3. Τό πρότυπο δημοσιεύτηκε στό *Journal of the Royal Statistical Society*, vol. 48, σ. 167-219 and vol. 52 (1889), σ. 241-289.

λίωση των ονομαζόμενων υποδειγμάτων βαρύτητας, λόγω της εμφανιζόμενης αναλογίας προς τούς νόμους του φυσικού κόσμου. Τό σημείο αυτό αποτελεί ένα από τά βασικότερα κίνητρα γιά τη δημιουργία της κοινωνικής φυσικής σάν ιδιαίτερου κλάδου της κοινωνιολογίας. Οί κυριότεροι εκπρόσωποι της Stewart και Warntz (26) θεωρούν ότι πολλοί από τούς νόμους οί όποιοι ισχύουν γιά την άλληλεπίδραση κοινωνικών στοιχείων, όπως π.χ. στή μεταναστευση, θά μπορούσαν να προσδιορισθούν μόνο αν ή έρευνα βασίζοταν σε μεγάλες ομάδες κοινωνικών στοιχείων, όπως ακριβώς συνέβη με την έρευνα που έγινε γιά τίς φυσικές επιστήμες. 'Ετσι, εφόσον γίνουν γνωστοί οί βασικοί νόμοι, θά είναι επιτρεπτό να εισαχθούν μέθοδοι της μικρο-ανάλυσεως.

'Από τά υποδείγματα βαρύτητας προκύπτουν εύκολα τά υποδείγματα δυναμικού. 'Επομένως εξόρισμού και από ή σχέση (1.2) προκύπτει:

$$V_{\kappa} = \frac{\sum M_{\kappa\lambda}}{P_{\kappa}} = K \sum_{\lambda} P_{\lambda} D_{\kappa\lambda}^{-a} \quad (1.3)$$

όπου όρίζεται σάν δυναμικό στό χώρο κ και θεωρείται ότι δίνει τόν μέσο αριθμό ύπαρχουσών άλληλεπιδράσεων κάθε άτομου του χώρου κ προς τά άτομα των υπόλοιπων χώρων.⁴

Στό γενικευμένο υπόδειγμα θεωρείται ότι τό δυναμικό κάθε άτομου ή κοινωνικού παράγοντα δημιουργείται ομοιόμορφα από όλες τίς κοινωνικές ομάδες του χώρου κ. 'Αν ληφθεί υπόψη ή κοινωνική κατανομή κάθε παράγοντα, τότε όρίζεται τό δυναμικό του. Π.χ. γιά τόν προσδιορισμό του κατά κεφαλή εισοδήματος λαμβάνονται:⁵

$$V'_{\kappa} = K' \sum_{\lambda} W_{\lambda} P_{\lambda} D_{\kappa\lambda}^{-a} = K' \sum_{\lambda} W'_{\lambda} D_{\kappa\lambda}^{-a} \quad (1.4)$$

όπου:

W_{λ} : τό κατά κεφαλή εισόδημα στό χώρο κ.

W'_{λ} : τό όλικό εισόδημα στό χώρο κ.

Είναι φανερό ότι με την εισαγωγή της έννοιας του δυναμικού γιά τη μελέτη της κινητικότητας του πληθυσμού δίνεται ένα κατάλληλο μέτρο γιά τη συγκριτική ανάλυση, ιδιαίτερα στήν περίπτωση της μελέτης του φαινομένου κατά τό όποιο παρατηρούνται αποκλίσεις από τόν νόμο του Pareto, γι' αυτό είναι αναγκαίο να αναζητηθούν τυποποιημένες εκφράσεις της σχέσεως (1.2), καθώς και οί επιπλέον παράγοντες οί όποιοι επιδρούν στήν κινητικότητα των πληθυσμών. Γιά την κά-

4. Σχετικά με τά υποδείγματα δυναμικού παρατίθεται ιδιαίτερο κεφάλαιο στήν εργασία του W. Isard (7).

5. Βλέπε Σ. Αιο (1).

λυση τέτοιων μειονεκτημάτων δόθηκαν από τον Stouffer(21) τροποποιημένες εκφράσεις των υποδειγμάτων βαρύτητας, στις οποίες το μέτρο της απόστασεως μεταξύ των δύο θεωρούμενων χώρων δεν αποτελεί πλέον παράγοντα επηρεασμού. Αντίθετα, η απόσταση αυτή θεωρείται συνάρτηση εξαρτώμενη γενικά από τις υπάρχουσες ευκαιρίες μεταξύ των χώρων,⁶ ή από τις προσφερόμενες δυνατότητες για μετανάστευση.

Σύμφωνα με την άποψη του Stouffer, θεωρήθηκε αρχικά ότι το πλήθος των μετακινούμενων ατόμων σε μία ορισμένη απόσταση από κάποιο χώρο είναι εθέως ανάλογο προς τις υπάρχουσες ευκαιρίες. Έτσι λαμβάνεται:

$$M_{K(\lambda)} = K' \frac{P(\lambda)}{\sum_{\eta=1}^{\lambda} P(\eta)} = K \frac{P_K P(\lambda)}{\sum_{\eta=1}^{\lambda} P(\eta)} \quad (1.5)$$

όπου $P(\eta)$ ($\eta = 1, 2, \dots, \lambda$) δίνει τον πληθυσμό του χώρου σε απόσταση η .

Τελικά, στο πρώτο υπόδειγμα του Stouffer λαμβάνεται σαν μέτρο των προσφερόμενων ευκαιριών, σε ένα ορισμένο χώρο, το πλήθος των εισερχόμενων μεταναστών. Έτσι προκύπτει:

$$M_{K(\lambda)} = K \frac{M_{\lambda}}{M_{\eta(K)}} \quad (1.6)$$

όπου:

M_{λ} : το συνολικό πλήθος των εισερχόμενων μεταναστών στους χώρους οι οποίοι βρίσκονται σε απόσταση λ από τον χώρο K .

$M_{\eta(K)}$: το συνολικό πλήθος των εισερχόμενων μεταναστών στους χώρους που βρίσκονται σε απόσταση ($\eta = 1, 2, \dots, \lambda-1$) από τον χώρο K .

Βασικό μειονέκτημα του πρώτου υποδείγματος του Stouffer αποτελεί το ακαθόριστο της διεύθυνσης της κινητικότητας του πληθυσμού προς καθορισμένο σημείο. Το μειονέκτημα όμως αυτό αναιρείται με την παράθεση δεύτερου υποδείγματος. Έτσι, το πλήθος αυτών που μεταναστεύουν από τον χώρο K προς τον χώρο λ θεωρείται αντίστροφως ανάλογο προς το πλήθος των προσφερόμενων ευκαιριών από τους παρεμβαλλόμενους χώρους μεταξύ K και λ . Σε μία πρώτη θεώρηση, το πλήθος αυτό θεωρείται ανάλογο προς το πλήθος των μεταναστών που εισέρχονται στους χώρους μεταξύ K και λ , οι οποίοι βρίσκονται σε κύκλο με

κέντρο το μέσο της απόστασεως $K\lambda$ και άκτινα το μισό της απόστασεως αυτής. Επιπλέον εισάγεται από τον Stouffer ο ονομαζόμενος παράγοντας άπωθσεως, ο οποίος δημιουργείται από τους εξερχόμενους μετανάστες όλων των περιοχών που βρίσκονται πλησιέστερα στην περιοχή λ απ' ότι στην περιοχή K . Έτσι τελικά λαμβάνεται κατά το δεύτερο υπόδειγμα του Stouffer:

$$M_{K\lambda} = K \frac{(M_K) (M_{\lambda})}{(M_{n(K-\lambda)}) (M_{n.(\lambda)})} \quad (1.7)$$

όπου:

M_K : το πλήθος των μεταναστών που εξέρχονται από το χώρο K .

M_{λ} : το πλήθος των μεταναστών που εισέρχονται στο χώρο λ .

$M_{n(K-\lambda)}$: το πλήθος των μεταναστών που εισέρχονται σε χώρους μεταξύ K και λ .

$M_{n.(\lambda)}$: το πλήθος των μεταναστών που εξέρχονται από τους n χώρους, οι οποίοι βρίσκονται πλησιέστερα προς τον λ απ' ότι προς τον χώρο K .

Είναι φανερό, ότι τα αποτελέσματα των υποδειγμάτων του Stouffer είναι ικανοποιητικά, όταν διατίθενται για κάθε χώρο τα πλήθη των εισερχόμενων και εξερχόμενων μεταναστών. Αντίθετα, τα υποδείγματα μειονεκτούν ως προς τον περιγραφικό χαρακτήρα,⁷ ο οποίος αποκλείει περαιτέρω επεξηγηματική έρμηνεία του φαινομένου.

2. περιγραφικά υποδείγματα

Για την κάλυψη των μειονεκτημάτων των υποδειγμάτων βαρύτητας δόθηκαν από μελετητές υποδείγματα τα οποία, στηριζόμενα πολλές φορές στη βασική σχέση του Pareto, εισάγουν επιπλέον παράγοντες κυρίως οικονομικής φύσεως.

Στο υπόδειγμα που προτάθηκε από τον Nelson(15) γίνεται προσπάθεια να διατυπωθεί ακριβέστερη σχέση αναφορικά με τον όρισμό του πληθους των μεταναστών. Έτσι, κατά την έρευνα επί της κινητικότητας του πληθυσμού στις διάφορες

7. Στα περιγραφικά υποδείγματα πρέπει να αναφερθεί και το υπόδειγμα που προτάθηκε από τον Wolpert (27), παρ' όλο που έχει μικρή σχέση με τα υποδείγματα δυναμικού. Βασική έννοια στο εν λόγω υπόδειγμα αποτελεί η έννοια της ωφέλειμότητας κάθε περιοχής, που αντανακλάται στην κινητικότητα του πληθυσμού. Έπιπλέον, θεωρείται ότι οι εναλλαγές κινητικότητας εξαρτώνται από το επίπεδο ικανοποιητικότητας και από το δίκτυο πληροφοριοδοτήσεως που διατίθεται για την εκτίμηση της ωφέλειμότητας της περιοχής για κάθε φάση του «ζωικού κύκλου» (Εκπαίδευση, εισόδος στην αγορά εργασίας, γάμος κτλ.). Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των εννοιών αυτών λαμβάνονται τα έμπειρικά στατιστικά δεδομένα για την κινητικότητα του πληθυσμού.

6. Στο πρωτότυπο αναφέρονται υπό τον όρο Intervening Opportunities.

πολιτείες των ΗΠΑ κατά την περίοδο 1935-40, διαπιστώθηκε αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού κατά 1%, που αντιστοιχεί σε αύξηση της πυκνότητας των εισερχομένων μεταναστών κατά 0,862% και της πυκνότητας των εξερχομένων⁸ μεταναστών κατά 0,826%. Ο Nelson λοιπόν κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, εφόσον οι δείκτες διαφέρουν σημαντικά από τη μονάδα, δεν μπορεί να θεωρηθεί η κινητικότητα ανάλογη προς την πυκνότητα του πληθυσμού. Επιπλέον, η χρησιμοποίηση ποσοστών κινητικότητας⁹ αποκλείει τους περισσότερους άλλους δλους τους παράγοντες μεταβολής που προέρχονται από την αλλαγή στην κατανομή του πληθυσμού. Εάν θεωρηθεί ότι θετικές ή αρνητικές επιδράσεις από την εισαγωγή του παράγοντα μεταβολής της πληθυσμιακής κατανομής επηρεάζουν κατά το ίδιο ποσοστό την κινητικότητα προς τα έξω ή έσω, τότε μπορεί κατά Nelson να γραφεί η σχέση:

$$M_{\kappa\lambda} = P_{\kappa}^{\psi_1} P_{\lambda}^{\psi_2} \cdot U = P_{\kappa}^{0.862} \cdot P_{\lambda}^{0.826} \cdot U \quad (2.1)$$

όπου

P_{κ} , P_{λ} παριστάνουν τα αντίστοιχα ποσοστά πυκνότητας και U ανεξάρτητη μεταβλητή ασυσχέτιστη προς τα P_{κ} και P_{λ} .

Ο βασικός προβληματισμός κατά Nelson έγκειται στην έρμηνεία της έκφρασης (2.1), όπου η κινητικότητα και πυκνότητα πληθυσμού είναι πολυπλοκότερη από μιá γραμμική όμογενή εξίσωση. Τήν έρμηνεία αυτού του γεγονότος ο Nelson τή δίνει με την εισαγωγή ενός πολλαπλασιαστικού παράγοντα στο βασικό υπόδειγμα βαρύτητας, που αντικατοπτρίζει τις προσωπικές σχέσεις του ατόμου που μεταναστεύει, προς άτομα άλλων περιοχών.¹⁰

Για την ανάλυση του πολλαπλασιαστικού παράγοντα χρησιμοποιήθηκαν παλινδρομικά υποδείγματα με εξαρτημένη μεταβλητή την κινητικότητα των πληθυσμών, που εκφράζει κατά Nelson το πλήθος των σχέσεων των ατόμων μεταξύ των χώρων κ και λ.

Έτσι, ξεκινώντας από το βασικό υπόδειγμα:

$$\log M_{\kappa\lambda} = \gamma \log X_{\tau} + \beta R_{\kappa\lambda} \quad (2.2)$$

8. Εάν πυκνότητα των μεταναστών που εισέρχονται ή εξέρχονται ορίζεται ο λόγος του όλικού πλήθους των μεταναστών που εισέρχονται ή εξέρχονται, προς το έμβαδόν της θεωρούμενης περιοχής.

9. Εάν ποσοστό κινητικότητας ορίζεται ο λόγος του πλήθους αυτών που μεταναστεύουν (εισερχόμενοι ή εξερχόμενοι) προς τον πληθυσμό της περιοχής.

10. «Relatives and Friends Multiplier».

όπου:

$M_{\kappa\lambda}$: τό πλήθος των μεταναστών από τό χώρο κ προς τον χώρο λ κατά τό χρονικό διάστημα τ.

X_{τ} : κοινωνικο-οικονομική ανεξάρτητη μεταβλητή.

$R_{\kappa\lambda}$: τό πλήθος των προσωπικών σχέσεων των ατόμων του χώρου κ προς άτομα του χώρου λ κατά τό χρονικό διάστημα τ.

Θεωρείται ότι:

$$\log R_{\kappa\lambda} = a \log M_{\kappa\lambda(\tau-1)} \quad (2.3)$$

όποτε προκύπτει:

$$\begin{aligned} \log M_{\kappa\lambda} &= \gamma [\log X_{\tau} + a\beta X_{\tau-1} + \dots + a^{\tau-1} \beta^{\tau} X_0] = \\ &= \gamma \log X_{\tau} [1 + a\beta + \dots + a^{\tau-1} \beta^{\tau-1}] \end{aligned} \quad (2.4)$$

όπου:

$\delta_{\sigma} (\sigma = 1, 2, \dots, \tau)$: οι συντελεστές συσχέτισης των X_{σ}

και $X_{\sigma-1}$

Εάν $\delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{\tau} = \delta$, προκύπτει τελικά

$$\log M_{\kappa\lambda} = \frac{1}{1 - a\beta\delta} \gamma \log X_{\tau} \quad (2.5)$$

για μεγάλες τιμές του τ.

Από την τελική σχέση (2.5) προκύπτει άμέσως ότι δεν είναι δυνατόν να θεωρηθούν σάν ανεξάρτητες μεταβλητές διαφορές οικονομικών παραγόντων, π.χ. διαφορές μισθοδοσίας, συντελεστές άνεργίας μεταξύ περιοχών κτλ., αφού η συσχέτιση των $(\Delta X)_{\kappa}$ και $(\Delta X)_{\lambda}$ είναι -1, ενώ γενικά θεωρείται $R_{\kappa\lambda} = R_{\lambda\kappa}$.

Αντίθετα, αν τά μέτρα των θεωρούμενων μεταβλητών είναι τά ίδια ως προς M_{κ} και M_{λ} , που σημαίνει συντελεστή συσχέτισης +1, τότε ο πολλαπλασιαστικός παράγοντας λαμβάνει σχετικά μεγάλες τιμές. Παράδειγμα τέτοιων μεταβλητών αποτελεί ή απόσταση μεταξύ των θεωρούμενων περιοχών, ή όρισμένος δείκτης βιομηχανικής ομοιότητας. Τελικά, ή ένδιάμεση περίπτωση κατά την οποία ο συντελεστής συσχέτισης λαμβάνει μηδενικές τιμές σημαίνει ότι ή ανεξάρτητη μεταβλητή επί της M_{κ} είναι ασυσχέτιστη με την ίδια μεταβλητή επί της M_{λ} . Παραδείγματα τέτοιων μεταβλητών αποτελούν π.χ. ή εισοδηματική κατάσταση, τό επίπεδο άνεργίας κτλ. Στην περίπτωση αυτή ο πολλαπλασιαστικός παράγοντας είναι πραγ-

ματικός, αλλά οπωσδήποτε μικρότερος από την προηγούμενη περίπτωση.

Τα άποτελέσματα της έμπειρικής ανάλυσεως για στατιστικά δεδομένα της περιόδου 1935-40 στις πολιτείες των ΗΠΑ πλησιάζουν αρκετά προς τη θεωρητική πρόβλεψη, όπως φαίνεται από τον ακόλουθο πίνακα (2.1). Έτσι, εφόσον ή υπόθεση των προσωπικών σχέσεων επαληθεύεται έμπειρικά, αντικρούεται αυτόματα ή υπόθεση ότι ή κινητικότητα του πληθυσμού εμφανίζεται σαν διαδικασία μεγιστοποιήσεως του εισοδήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

Μεταβλητή X	Θεωρητ. συσχέτ.	Συντελ. συσχέτ. της X επί της Μκλ
log (άπόσταση)	+1	-0.568
log (δείκτης βιομ. ομοιότητας)	+1	0.638
log (άνεργία στο χώρο λ)=(log Uλ)	0	-0.205
log (εισόδημα στο χώρο λ)=(log Yλ)	0	0.139
Uλ-Uκ	-1	-0.077
logYλ-logYκ	-1	-0.074

Ανάλογο προς το υπόδειγμα που προαναφέρθηκε είναι και το υπόδειγμα που πρότεινε ο Sommermejer (19). Ξεκινώντας από το βασικό υπόδειγμα δυναμικού εισάγει στη συνέχεια τους επαναλαμβανόμενους παράγοντες έλξεως, όπως το μέσο εισόδημα, ο δείκτης άνεργίας, ο βαθμός αστικοποιήσεως, οι επιφάνειες πρασίνου ανά κάτοικο κ.ά. Σέ μία μαθηματική έκφραση το υπόδειγμα έχει τή μορφή:

(2.6)

$$M_{κλ} = \frac{1}{2} P_{κλ} D_{κλ}^{-α} (1 + β G_{κλ})^{-1} \sum_{μ} \{ \sigma_{ομ} + \sigma_{ρμ} (\bar{F}_{μλ} - \bar{F}_{μκ}) \}$$

(2.7)

$$M_{κλ} = \frac{1}{2} P_{κλ} D_{κλ}^{-α} (1 + β G_{κλ})^{-1} \sum_{μ} \{ \sigma_{ομ} - \sigma_{ρμ} (\bar{F}_{μλ} - \bar{F}_{μκ}) \}$$

άπ' όπου προκύπτει ότι:

$$M_{κλ} + M_{λκ} = P_{κλ} D_{κλ}^{-α} (1 + β G_{κλ})^{-1} \sum_{μ} \sigma_{ομ}$$

όπου

$G_{κλ}$: οι διαφορές στην κατανομή του πληθυσμού κατά θρήσκευμα, που θεωρούνται αντιπροσωπευτικές για την κοινωνική άποσταση μεταξύ των χώρων κ και λ.

$F_{μκ}$: ή μέση τιμή του παράγοντα έλξεως μ για όλους τους κατοίκους.

$\beta \sigma_{ομ}$: σταθερές.

Κατά τήν εφαρμογή του υπόδειγματος από τον Sommermejer στις όλλανδικές επαρχίες, άποδείχτηκε ότι ο παράγοντας της άστικοποιήσεως του πληθυσμού είναι ο σπουδαιότερος άπ' όλους όσους επενεργούν. Αυτό άποτελεί έξειδικευμένο συμπέρασμα για τήν έρευνθηείσα περιοχή.

Εκτός από τά προαναφερθέντα περιγραφικά υπόδειγματα, δόθηκαν από έρευνητές υπόδειγματα τά όποια βασίζονται σέ οικονομικές θεωρίες. Έτσι, τό φαινόμενο της κινητικότητας θεωρείται σαν διαδικασία προσαρμογής του πληθυσμού προς τον προσφερόμενο οικονομικό χώρο και έρευνάται ιδιαίτερα, έάν ή διαδικασία αυτή μπορεί να θεωρηθεί σαν προσπάθεια εξισώσεως των εισοδημάτων. Στην πραγματικότητα, τό πρόβλημα δέν τίθεται μόνο υπό τή μορφή της εισοδηματικής/διαφοράς,¹¹ αλλά επιπλέον υπό τή μορφή διαφορών στη δυνατότητα άπασχολήσεως.¹² Η θέση, υπό τήν πρώτη μορφή, προϋποθέτει πλήρη άπασχόληση και άνταγωνισμό. Μόνο στην περίπτωση αυτή μπορεί να θεωρηθεί ότι ή κινητικότητα του πληθυσμού είναι άποτέλεσμα των εμφανιζόμενων εισοδηματικών διαφορών. Έτσι, ή προσφορά εργασίας κατανέμεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να πετύχει τή μεγαλύτερη παραγωγικότητα. Αντίθετα, ή δεύτερη θέση άποκλείει πλήρη άνταγωνισμό μέ τήν εισαγωγή της έννοιας του χώρου, που σημαίνει δυνατότητα μονοπωλίων, δηλαδή δυνατότητα άνεργίας.

Γιά τήν έρευνα τέτοιων θέσεων δόθηκε από τον Sjaastad (18) υπόδειγμα, που εξετάζει τή σχέση του φαινομένου της κινητικότητας προς τήν εισοδηματική κατάσταση ή τήν άνεργία. Στη γενικευμένη έκφραση τό υπόδειγμα έχει τή μορφή:

$$M_{κλ} = F(L, Y, \frac{\Delta Y}{Y}, S, U) \quad (2.8)$$

όπου:

$M_{κλ}$: ο δείκτης της κινητικότητας, δηλαδή ο λόγος της διαφοράς μεταξύ εισερχομένων και έξερχομένων προς τον όλικό πληθυσμό.

Y : τό κατά κεφαλή εισόδημα.

L : ο λόγος του άγροτικού προς τον όλικό πληθυσμό.

$\Delta Y/Y$: ο δείκτης του κατά κεφαλή εισοδήματος.

S : ή μέση διάρκεια σχολικής έκπαιδεύσεως σέ έτη.

U : ο δείκτης άνεργίας.

Η εφαρμογή του υπόδειγματος στις πολιτείες των ΗΠΑ για τή χρονική περίοδο 1940-50 άπέδειξε ότι ή κινητικότητα εξαρτάται κατά βάση από τό κατά κεφαλή εισόδημα. Επιπλέον, ή

11. Income Thesis.

12. Job Vacancy Thesis.

εφαρμογή του υποδείγματος σε τρεις ομάδες ηλικίας απέδειξε, ότι, εάν η μεταβλητή Y ήταν σημαντική για τους μεταναστεύοντες σε ηλικία μεταξύ 15-24 ετών, ήταν οπωσδήποτε λιγότερο σημαντική για τους μεταναστεύοντες σε ηλικία μεταξύ 25-44 ετών και άσημαντη για την τρίτη ομάδα από την ηλικία των 45 ετών και πάνω.

Της ίδιας μορφής θεωρείται και το υπόδειγμα που πρότεινε ο Tarver(22), και που εφαρμόστηκε στη μελέτη της κινητικότητας του πληθυσμού μεταξύ των κεντρικών περιοχών των μεγάλων πόλεων των ΗΠΑ και των περιφερειακών κατοικήσιμων ζωνών. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης αντικεινται βασικά προς το αποτέλεσμα της έρευνας του Sjaastad. Αυτό ήταν άλλωστε φυσικό έπακόλουθο, αφού τα κινητικά φαινόμενα που διευρυνούνται είναι διαφορετικά. Έτσι, κατά τον Tarver, αποδείχτηκε ότι η κινητικότητα του πληθυσμού εξαρτάται κυρίως από κάποιο σταθερό παράγοντα, χαρακτηριστικό για κάθε πληθυσμό ή συγκεκριμένη ομάδα. Κατόπιν αποδείχθηκε, ότι πιο μικρή επίδραση ασκούν, κατά σειρά, το ποσοστό των απασχολούμενων στη βιομηχανία και το επίπεδο μορφώσεως.

Αντίθετα προς τα συμπεράσματα ανάλυσης κατά Tarver, οι Kaun και Fechter(8) θεώρησαν ότι η ανάλυση του δείκτη κινητικότητας κατά παράγωγα θα ήταν ο ιδεωδέστερος τρόπος για τη μελέτη του φαινομένου. Σύμφωνα με το υπόδειγμα που προτάθηκε, αποδείχθηκε ότι αύξηση του δείκτη των απασχολούμενων, εκτός των άγροτων, αποτελεί το κυριότερο αίτιο της κινητικότητας.

Η σημασία του δείκτη ανεργίας εξηγείται από το υπόδειγμα που πρότεινε ο Blanco(2). Έτσι, κατά την έρευνα της κινητικότητας του πληθυσμού μεταξύ των πολιτειών των ΗΠΑ κατά τα έτη 1950-57, αποδείχθηκε ότι το 85% της μεταβολής της κινητικότητας προέρχεται από τη μεταβολή στον δείκτη της ανεργίας. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι το υπόδειγμα που προτάθηκε από τον Dretakis(5) για τη μελέτη της κινητικότητας του οικονομικά δρόντος πληθυσμού μεταξύ Δ. Γερμανίας και μεσογειακών χωρών, στις οποίες συγκαταλέγεται και η Ελλάδα. Έτσι, ο Dretakis θεώρησε κατ' αρχή το πλήθος των ατόμων που εισέρχονται στη Δ. Γερμανία και δρουν οικονομικά, με τη μεταβλητή Y_1 σαν έκθετική συνάρτηση του πλήθους των εξερχόμενων Z_1 της μορφής:

$$\log Y_1 = a \sum_{p=0}^{\infty} (1-\lambda)^p \log z_{1-p-1} + V_1 \quad (2.9)$$

Με την εισαγωγή ανεξάρτητων μεταβλητών, όπως ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής της Δ. Γερμανίας $X_{1,1}$ και το πλήθος των απασχολούμενων στη Δ. Γερμανία $X_{1,2}$, αποδείχθηκε ότι σημαντική ήταν μόνο η δεύτερη $X_{1,2}$.

Έτσι το υπόδειγμα έλαβε την τελική μορφή

$$\log Y_1 = a \sum_{p=0}^{\infty} (1-\lambda)^p \log z_{1-p-1} + a \sum_{p=0}^{\infty} (1-\lambda)^p \log X_{1-p-2} + V_1 \quad (2.10)$$

Το βασικό συμπέρασμα που μπορεί να προκύψει απ' όλα τα υποδείγματα που προτάθηκαν και που αποσκοπούν στην εξήγηση της κινητικότητας του πληθυσμού με βάση τις οικονομικές θεωρίες είναι, ότι τα αποτελέσματα κάθε έρευνας παρουσιάζουν μια εξειδικευμένη κατάσταση. Έπομένως, η εφαρμογή του υποδείγματος σε όρισμένη εποχή, σε όρισμένο χώρο και σε όρισμένο πληθυσμό, μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικό αποτέλεσμα.

3. στατικά πιθανοθεωρητικά υποδείγματα

Το βασικό πλεονέκτημα που προκύπτει από την εισαγωγή πιθανοθεωρητικών μεθόδων για την περιγραφή της κινητικότητας του πληθυσμού ανάγεται στη δυνατότητα περιγραφής, ανάλυσης και προγνώσεως του φαινομένου με προϋποθέσεις άβυσθιότητας. Έτσι, υπάρχει πλέον η δυνατότητα να θεωρηθούν μικρο-υποδείγματα που βασίζονται στην προσωπική συμπεριφορά κάθε ατόμου του πληθυσμού και όχι στην ομαδική συμπεριφορά του συνολικού πληθυσμού. Αυτό αποτελεί ήδη προχωρημένη διαδικασία έρευνας, που είναι εφαρμόσιμη, όταν είναι γνωστοί σε γενικά πλαίσια οι βασικοί νόμοι που διέπουν τον πληθυσμό.

Εκκινώντας από τα υποδείγματα βαρύτητας και δυναμικού, υπάρχει πάντα η δυνατότητα να δοθεί ανάλογη πιθανοθεωρητική έκφραση αυτών των υποδειγμάτων. Π.χ. στο υπόδειγμα (1.2) το πλήθος M_k των μεταναστών από τον χώρο k προς τον χώρο λ μπορεί να θεωρηθεί ίσο προς τον πληθυσμό του χώρου k , πολλαπλασιασμένο άρηνος με την πιθανότητα K_1 να εξέλθει από τον χώρο k και αφαιρέσει με την πιθανότητα K_2 να εισέλθει στον χώρο λ . Εάν ληφθεί υπόψη, ότι η πιθανότητα να εισέλθει στο χώρο λ εξαρτάται εθώς από τον πληθυσμό P_λ και από το αντίστροφο της αποστάσεως $D_{k\lambda}$ υψωμένης σε δύναμη α , τότε προκύπτει άμέσως η ανάλογη πιθανοθεωρητική έκφραση του υποδείγματος.

Η έννοια της πιθανότητας, που έχει εισαχθεί στα εν λόγω υποδείγματα, μπορεί να ερμηνευθεί κατά διττό τρόπο. Έτσι, στην πρώτη περίπτωση, η πιθανότητα K_1 παριστάνει το ποσοστό του πληθυσμού που εξέρχεται από τον χώρο k , ενώ στη δεύτερη περίπτωση παριστάνει την πιθανότητα ένα άτομο που διαλέχτηκε τυχαία από τον πληθυσμό να βγει από τον χώρο k .

Σε στενή σχέση με τα υποδείγματα βαρύτητας

βρίσκεται καὶ τὸ ἀνάλογο πιθανοθεωρητικὸ πού πρότεινε ὁ Kuldorf(10) καὶ πού θεώρησε τὴ λογαριθμοκανονικὴ κατανομὴ γιὰ τὴν ἀνάλυση τῆς σχέσεως μεταξὺ κινητικότητας καὶ ἀποστάσεως $D_{κλ}$ μὲ τὴν ἀκόλουθη μορφή:

$$M_{κλ} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \cdot \frac{1}{D_{κλ}} \exp\left(-\frac{(\log D_{κλ} - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (3.1)$$

ὅπου:

$M_{κλ}$: ἐκφράζει τὴν πιθανότητα μεταναστεύσεως καὶ

$D_{κλ}$: τὴν ἀπόσταση μεταξὺ τῶν χώρων κ καὶ λ.

Γιὰ τὸν προσδιορισμὸ τέτοιων σχέσεων μεταξὺ κινητικότητας καὶ ἀποστάσεως δόθηκε ἀπὸ τὸν Thomlinson τὸ ἀκόλουθο ὑπόδειγμα:

$$P_{κλ:p} = \frac{\int_{\gamma}^{\delta} \int_a^{\beta} S_{κ;\chi\gamma} D_{\chi\gamma} d\chi d\gamma}{2\pi p \int_{\gamma}^{\delta} \int_a^{\beta} D_{\chi\gamma} d\chi d\gamma} \quad (3.2)$$

ὅπου:

$P_{κλ:p}$: ἡ πιθανότητα μεταναστεύσεως ἀπὸ τὸν χώρο κ στὸν χώρο λ μὲ τὴν πρὸϋπόθεση ὅτι διανύθηκε ἀπόσταση p.

$D_{\chi\gamma}$: ἡ πυκνότητα τοῦ πληθυσμοῦ μὲ συντεταγμένες χ, γ στὸν χώρο κ (χε(α,β), γε(γ,δ)).

Τὸ μήκος τοῦ χώρου κ, τοῦ ὁποῦ προκύπτει ἀπὸ τὴν χάραξη κύκλου μὲ κέντρο χ, γ καὶ ἀκτίνα p.

Ἡ ἐφαρμογὴ τέτοιων ὑποδειγμάτων ὁδηγεῖ ὅπωςδήποτε σὲ προσεγγιστικοὺς ὑπολογισμούς, πού, ὅπως ἀποδείχθηκε στὴν πράξη, ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴ γεωγραφικὴ κατανομὴ τοῦ πληθυσμοῦ.

Κατὰ τὴν τελευταία εἰκοσαετία, ἡ χρησιμοποίηση ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν ἔδωσε τὴ δυνατότητα ἀναπτύξεως ὑποδειγμάτων πού απαιτοῦν μεγάλους ἀριθμητικούς ὑπολογισμούς.¹³ Ἔτσι, στὸ ὑπόδειγμα πού προτάθηκε ἀπὸ τὸν Morrill προσδιορίζεται γιὰ κάθε ἄτομο ἡ πιθανότητα μεταναστεύσεως ἀπὸ τὸν χώρο κ πρὸς τὸν χώρο λ σάν συνάρτηση τῶν προσωπικῶν ιδιοτήτων, π.χ. ἡλικία, ἐπάγγελμα, τόπος κατοικίας κ.ἄ. καὶ τῶν ιδιοτήτων τῶν χώρων κ καὶ λ, ὅπως π.χ. πληθυσμός, κατὰ κεφαλὴν εἰσόδημα, κ.ἄ.

Παρά τὴ δυνατότητα πού παρέχουν οἱ ηλεκτρονικοὶ ὑπολογιστὲς στοὺς ὑπολογισμούς, δὲν εἶναι εὐκόλη ἡ ἐφαρμογὴ τέτοιων ὑποδειγμάτων γιὰτί λείπουν στατιστικὰ δεδομένα.

Συγγενικὸ μὲ τὰ ὑποδείγματα πού ἔχουν ἀναφερθεῖ θεωρεῖται αὐτὸ πού πρότεινε ὁ Porter (16),

ἀπὸ τὴν ἀποψη ὅτι ἀποσκοπεῖ στὸν προσδιορισμὸ τῆς πιθανότητας μεταναστεύσεως μὲ βάση χαρακτηριστικὲς ιδιότητες τῶν χώρων κ καὶ λ.

Συγκεκριμένα θεωρεῖται τὸ ὑπόδειγμα:

$$M_{κλ} = K P_{κ} \sum_{\mu=1}^{\infty} P_{κλ}(\mu) \Pi(\mu) + K P_{λ} \sum_{\nu=1}^{\infty} P_{κλ}(\nu) \Pi(\nu) \quad (3.3)$$

ὅπου:

K : Ὁ μέσος δείκτης προσφοράς ἐργατικῶν θέσεων, δηλαδὴ ὁ λόγος τῶν ἐλευθέρων θέσεων πού ὑπάρχουν, πρὸς τὸν ὀλικὸ ἀπασχολούμενο πληθυσμό.

μ : Τὸ πλῆθος τῶν προσφερόμενων ἐργατικῶν θέσεων.

ν : Τὸ πλῆθος τῶν ἀτόμων πού ἀναζητοῦν ἐργατικὴ θέση.

$\Pi(\mu)$: Ἡ πιθανότητα ὥστε νὰ πλεονάζει ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν πού ἐπιζητοῦν ἐργατικὴ θέση κατὰ μ μονάδες.

$\Pi(\nu)$: Ἡ πιθανότητα ὥστε νὰ πλεονάζει ἡ προσφορὰ ἐργατικῶν θέσεων κατὰ ν μονάδες.

$P_{κλ}(\mu)$: Ἡ πιθανότητα, ὥστε γιὰ μ προσφερόμενες θέσεις ἓνα ἄτομο νὰ μεταναστεύσει ἀπὸ τὸν χώρο κ στὸν χώρο λ.

$P_{κλ}(\nu)$: Ἡ πιθανότητα, ὥστε γιὰ ν ἄτομα πού ἀναζητοῦν ἐργασία, νὰ δοθεῖ σὲ ἄτομο προερχόμενο ἀπὸ τὸν χώρο κ μία ἐλεύθερη θέση στὸν χώρο λ.

Ἐάν $F_{ρκ}$ παριστάνει τὸ ποσοστὸ τοῦ ὀλικοῦ πληθυσμοῦ T , πού διαμένει σὲ κύκλο ἀκτίνας ρ καὶ κέντρου κ, τότε ἡ πιθανότητα $P_{κλ}(\nu)$ λαμβάνεται ἴση μὲ:

$$\nu \frac{P_{κ}}{T} (1 - F_{ρκ})^{\nu-1}$$

ὁπότε τελικὰ προκύπτει:

$$M_{κλ} = K \frac{P_{κ} P_{λ}}{T} \left\{ \frac{1}{1 - \gamma(1 - F_{ρλ})} + \frac{1}{1 - \gamma(1 - F_{ρκ})} \right\} \quad (3.4)$$

ὅπου:

γ : παράμετρος πού ἔχει εἰσαχθεῖ γιὰ τὸν ὑπολογισμό τῶν πιθανοτήτων $\Pi(\mu)$, $\Pi(\nu)$.

Οὐσιαστικὰ γιὰ τὸν ὑπολογισμό αὐτῶν θεωρήθηκε ἡ ιδιότητα τοῦ Μάρκωφ, πού γιὰ τὴ σημασία της θὰ δοθεῖ ἐκτενέστερη ἀνάλυση στὴν ἐπόμενη παράγραφο τῶν στοχαστικῶν ὑποδειγμάτων.

Τὸ ὑπόδειγμα τοῦ Porter ἐφαρμόστηκε σὲ στατιστικὰ δεδομένα στὴ Σουηδία καὶ τὰ ἀποτελέσματα ἦταν ικανοποιητικὰ. Ὅρισμένες ἀποκλίσεις πού ἐμφανίστηκαν ὁδηγοῦν στὴν ἀνάγκη εἰσαγωγῆς νέων μεταβλητῶν.

Μιά ἀξιοσημείωτη ὁμάδα πιθανοθεωρητικῶν ὑποδειγμάτων εἶναι αὐτὰ πού ἀνήκουν στὸν σχετικὰ νεώτερο κλάδο τῆς θεωρίας τῶν ἀποφάσεων,

13. Βλέπε π.χ. Price (17), Morrill (13).

από τα όποια πίο αντιπροσωπευτικό θεωρείται αυτό που προτάθηκε από τον Wilber (26). Σάν βάση για την ανάπτυξη τέτοιων υποδειγμάτων θεωρήθηκε το υπόδειγμα του Bayes στην κλασική μορφή:

$$P(H/S) = \frac{P(H \cap S)}{P(S)} \quad (3.5)$$

Κατά Wilber, το γεγονός H παριστάνει τις ειδικές καταστάσεις κινητικότητας [H_1 : καμιά μεταβολή, H_k ($k = 2, \dots, 5$): μετανάστευση σε χώρες σε διάφορες αποστάσεις] και αντιπροσωπεύει γενικότερα τον χώρο στον οποίο θα κινηθεί ένα όρισμένο πλήθος ατόμων. Παρόμοια το γεγονός S παριστάνει γενικά τη φύση του κινούμενου πληθυσμού, έδω την ηλικία της μετακινούμενης ομάδας.

Τελικά για τον προσδιορισμό της αναμενόμενης τιμής της ωφελιμότητας λαμβάνεται εξ' ορισμού:

$$E(U) = \sum_k (H_k / S_k) U_k \quad (3.6)$$

όπου U_k η ωφελιμότητα για απόσταση k .

Για τον προσδιορισμό της ωφελιμότητας μεταξύ κινητικότητας και ηλικίας θεωρείται ο πίνακας A , τα στοιχεία του οποίου δίνουν το μέσο έτησιο εισόδημα κατά ηλικία και κατάσταση κινητικότητας. Οί υπό συνθήκη πιθανότητες της όρισμένης κινητικής καταστάσεως περιέχονται στον πίνακα B , ο όποιος, σε συνδυασμό με τον πίνακα A , επιτρέπει τον προσδιορισμό της ωφελιμότητας *a priori* και *a posteriori*. 'Η εφαρμογή του υποδείγματος σε στατιστικά δεδομένα στις ΗΠΑ έδωσε το εκπληκτικό αποτέλεσμα, ότι η άκίνησία αποτρέπει την ωφελιμότερη πράξη, έφθονον η ωφελιμότητα λαμβάνεται με τη μορφή χρηματικών εισοδημάτων.

Όπωςόποτε, η ανάπτυξη υποδειγμάτων τέτοιας μορφής είναι αξιοσημείωτη και δέν έχει ακόμη διευκρινισθεί η πλήρης αξία της μεθοδολογίας αυτής.

4. στοχαστικά υποδείγματα

Τά στοχαστικά υποδείγματα ανήκουν εξ' ορισμού στον κύκλο των πιθανοθεωρητικών και διαχωρίζονται από τά ονομαζόμενα στατικά ή κλασικά με την εισαγωγή του παραμετρικού χώρου, ο όποιος εκφράζει τον χρόνο στην περίπτωση των δημογραφικών υποδειγμάτων. Πρακτικά, κατά τη μεθοδολογία αυτή, κατασκευάζονται υποδείγματα, τά όποια παρέχουν τη δυνατότητα μελέτης του φαινομένου της κινητικότητας πληθυσμών κατά τη χρονική εξέλιξη.

'Η πρώτη εργασία με βάση τη θεωρία των στοχαστικών ανέλιξεων δόθηκε από τούς Blumen, Kogan και McCarthy(3) πριν είκοσι χρόνια περίπου για τη μελέτη της κινητικότητας του εργαζόμενου πληθυσμού στις ΗΠΑ. 'Η προσπάθεια υπήρξε πρωτοποριακή, ύνοιξε έντελώς νέους όρίζοντες για τη μελέτη όχι μόνο φαινομένων κινητικότητας αλλά γενικά για δλόκληρη την κοινωνιολογία. 'Ηδη είχε καλυφθεί η διερευνητική εργασία των προβλημάτων με τη μακρο-ανάλυση και ήταν άμεση η ανάγκη εισαγωγής μεθόδων, που θά επιτρέπουν τη μικρο-ανάλυση.¹⁴

Από τά πρώτα στοχαστικά υποδείγματα θεωρείται αυτό που δόθηκε από τον De Cani (4). 'Ο βασικός προβληματισμός είναι ο προσδιορισμός της κατανομής του πληθυσμού, που έχει τη δυνατότητα να κινείται μεταξύ δύο χώρων, σάν συνάρτηση του χρόνου. 'Ετσι, αν ο δόλικός πληθυσμός στις περιόδους A και B είναι N κατά τη χρονική στιγμή t_0 , τότε ο πληθυσμός του χώρου A είναι χ_0 και του χώρου B είναι $(N - \chi_0)$. Οί βασικές προϋποθέσεις του υποδείγματος είναι:

α) 'Η πιθανότητα να αυξηθεί ο πληθυσμός του χώρου A κατά μία μονάδα κατά τη διάρκεια η χρονικών περιόδων είναι ανάλογη του πληθυσμού $N - \chi$ του χώρου B και της μεταβλητής η , δηλαδή:

$$P(\chi \rightarrow \chi + 1 / \eta) = \lambda (N - \chi) \eta + 0(\eta)$$

όπου λ σταθερά και $0(\eta)$ δυνάμεις της μεταβλητής η μεγαλύτερες της μονάδας.

β) 'Η πιθανότητα να μειωθεί ο πληθυσμός του χώρου A κατά μία μονάδα κατά τη διάρκεια η περιόδων είναι ανάλογη του πληθυσμού χ του χώρου A και της μεταβλητής η , δηλαδή:

$$P(\chi \rightarrow \chi - 1 / \eta) = \mu \chi \eta + 0(\eta)$$

όπου μ σταθερά.

γ) 'Η πιθανότητα να μεταβληθεί ο πληθυσμός του χώρου A από χ σε ψ μονάδες για $\psi \neq \chi + 1$, $\chi - 1$ τείνει προς τό μηδέν, όταν η θεωρούμενη χρονική διάρκεια τείνει προς τό μηδέν, δηλαδή:

$$P(\chi \rightarrow \psi / \eta) = 0(\eta)$$

Με βάση τις υποθέσεις αυτές, πού σε πολλά σημεία δέν εκφράζουν πλήρως την πραγματικότητα, λαμβάνεται τό σύστημα των διαφορικών εξισώσεων του Kolmogoroff για την πιθανότητα

14. Με τον όρο μικρο-ανάλυση αποδίδεται ο όρος *micro-prozesse*, ο όποιος καλύπτει τό μέρος της έρευνας τό όποιο στηρίζεται στη μελέτη της συμπεριφοράς των μονάδων του έρευνώμενου χώρου.

$P_{\lambda}(t)$, ώστε ο πληθυσμός του χώρου Α κατά τη χρονική στιγμή t να είναι χ . Για $N=1$ προκύπτει η απλοποιημένη μορφή του συστήματος:

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t) \quad (4.1)$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\mu P_1(t) + \lambda P_0(t)$$

Αφού στην περίπτωση αυτή χ_0 λαμβάνει τις τιμές 0,1. Για το σύστημα των διαφορικών εξισώσεων που προέκυψε και πού εκφράζει τη συμπεριφορά ενός ατόμου, λαμβάνεται λύση με την εισαγωγή των γεννητριών συναρτήσεων $G(\zeta, t)$. Τελικά, αν ληφθεί υπόψη ότι η συμπεριφορά N ατόμων εκφράζεται από το γινόμενο γεννητριών συναρτήσεων της αυτής μορφής, προκύπτει στην οριακή περίπτωση:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} G(\zeta, t) = \left(\frac{\lambda\zeta + \mu}{\lambda + \mu} \right)^N \quad (4.2)$$

Από τη σχέση αυτή προκύπτουν εύκολα οι οριακές παράμετροι της κατανομής με τη μορφή:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} G(\chi/t) = \frac{N\lambda}{\lambda + \mu}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} G(\chi/t) = \frac{N\lambda\mu}{(\lambda + \mu)^2}$$

Η πρώτη παράμετρος εκφράζει την οριακή κατάσταση της μέσης τιμής του πληθυσμού και η δεύτερη τη διασπορά. Οι παράμετροι προκύπτουν εύκολα, και για οποιαδήποτε χρονική στιγμή, από τις αντίστοιχες γεννητρίες συναρτήσεις. Αντίθετα, γίνεται εξαιρετικά δύσκολος ο υπολογισμός της κατανομής της πιθανότητας $P_{\lambda}(t)$, πού δίνει την πλήρη λύση του προβλήματος.

Γίνεται φανερό, και αυτό ήταν η αιτία της αναλυτικότερης παραθέσεως του υποδείγματος του De Cani, ότι η ανάπτυξη στοχαστικών υποδείγμάτων πού βασίζονται σε απλοποιημένες κατά το μάλλον ή ήττον ιδεατές υποθέσεις, όπως π.χ. η σταθερότητα των παραμέτρων μ και λ , δημιουργεί ήδη βασικές δυσκολίες κατά τη μαθηματική επεξεργασία, η οποία σε πολλά τουλάχιστον σημεία είναι ανυπερβλήσιμη. Επιπλέον, προς το παρόν τουλάχιστον, είναι δυσκολώτατος οποιοσδήποτε στατιστικός έλεγχος των υποθέσεων πού τέθηκαν και

άποτελεί το δεύτερο και εξίσου βασικό σκέλος της όλης ανάλυσεως.

Ολόκληρη γενικά η μεθοδολογία γίνεται πού απλή εφόσον ο παραμετρικός χώρος, ο οποίος εκφράζει τον χρόνο, και ο χώρος των καταστάσεων της ανέλιξεως, θεωρηθούν διακριτές μεταβλητές. Στην ουσία εξετάζεται η ανάπτυξη υποδειγμάτων με βάση τη θεωρία των αναλύσεων του Μάρκοφ. Σε υποδείγματα τέτοιας μορφής τίθεται σάν βασική προϋπόθεση ή ισχύς της ιδιότητας του Μάρκοφ.¹⁵ Κατά την προϋπόθεση αυτή απαιτείται να είναι ή πιθανότητα μεταναστεύσεως από τον χώρο κ στον χώρο λ , κατά ορισμένη χρονική στιγμή, ανεξάρτητη από οποιαδήποτε άλλη προηγούμενη στιγμή, εκτός ίσως από την άμεσως προηγούμενη. Η πιθανότητα μεταναστεύσεως εκφράζεται συνήθως με τις επανομαζόμενες δόσεις. Έτσι, αν $N_{\kappa t}$ είναι ο πληθυσμός του χώρου κ κατά τη χρονική στιγμή t και $M_{\lambda \kappa t}$ και αυτοί πού μεταναστεύουν από τον χώρο κ προς τον χώρο λ κατά το χρονικό διάστημα $(t, t+1)$, τότε ορίζεται σάν δόση κινητικότητας ή ποσότητα:

$$P_{\kappa \lambda}(t) = \frac{M_{\lambda \kappa t}}{N_{\kappa t}} \quad (4.3)$$

Σύμφωνα με αυτά πού αναφέρθηκαν, αντιστοιχεί σε μία μικρο-ανέλιξη,¹⁶ πού εκφράζει την πιθανότητα κινήσεως μιάς μονάδας του πληθυσμού, μία μακρο-ανέλιξη, πού εκφράζει το ποσοστό κινήσεως του πληθυσμού.

Μία πρώτη απλοποιημένη μορφή υποδειγμάτων θέτει την προϋπόθεση της σταθερότητας των δόσεων $P_{\lambda \kappa}$, οι οποίες θεωρούνται ανεξάρτητες του χρόνου. Η προϋπόθεση αυτή επιτρέπει την εφαρμογή στατιστικών μεθόδων γιά την εκτίμηση των παραμέτρων $P_{\lambda \kappa}$ και τον έλεγχο της υποθέσεως αυτής.

Έτσι, προκύπτει¹⁷ ή καλύτερη προσέγγιση με τη μορφή:

$$\hat{P}_{\kappa \lambda} = \frac{\sum_t M_{\lambda \kappa t}}{\sum_t N_{\kappa t}} \quad (4.4)$$

ενώ γιά τον έλεγχο λαμβάνεται ή συνάρτηση

$$\Lambda = \log L^{-2} = \left[\prod_{t=1}^v \prod_{\kappa=1}^2 \prod_{\lambda=1}^3 \left(\frac{P_{\kappa \lambda}}{P_{\kappa \lambda t}} \right)^{M_{\kappa \lambda t}} \right]^{-2} \quad (4.5)$$

15. Ο όρος μαρκοβιανά υποδείγματα προήλθε από την ισχύ της ιδιότητας του Μάρκοφ.

16. Στην περίπτωση αυτή οι Kemeny και Snell (9) μιλούν γιά Individuell Process και Collectiv Process.

17. Γιά τη στατιστική ανάλυση λύσεων του Μάρκοφ, βλέπε Anderson, στο *Mathematical Thinking in Social Sciences*, Lazarsfeld (ed.) (1954).

ή όποια ακολουθεί την χ^2 κατανομή με (v_1-1) $(v_2-1)v_3$ βαθμούς έλευθερίας.

Τό υπόδειγμα δίνεται πιό εύκολα με τη μορφή πινάκων.¹⁸ Έτσι, ή κατανομή του πληθυσμού $N(t+1)$ κατά τη χρονική στιγμή $t+1$ εκφράζεται από ένα διάνυσμα-στήλη σάν γινόμενο του πίνακα $N(t)$, δηλαδή:

$$N(t+1) = PN(t) = P^{t+1} N(0) \quad (4.6)$$

Από τόν όρισμό του πίνακα P προκύπτουν πολύ ένδιαφέροντα συμπεράσματα. Κατ' αρχή ό πίνακας P συγκλίνει προς ένα σταθερό πίνακα A , του όποιου όλες οι γραμμές είναι ίδιες, δηλαδή ένα διάνυσμα a . Τό διάνυσμα προκύπτει σάν λύση του συστήματος $aP=a$ και εκφράζει τη σταθερή όριακή κατανομή του πληθυσμού ανεξάρτητα από την άρχική κατανομή. Ύπηρξαν έρευνήτες,¹⁹ οι όποιοι θεώρησαν τη σταθερή κατανομή σάν τό άποτέλεσμα της επιδράσεως των κοινωνικο-οικονομικών παραγόντων στόν πληθυσμό και την πήραν σάν μέτρο αυτών των παραγόντων.

Η γενική θεωρία των άλύσεων του Μάρκωφ επιτρέπει έπιπλέον τόν υπολογισμό άρκετά χρησίμων μεγεθών. Έτσι, παίρνεται π.χ. ό διανυόμενος δρόμος μεταξύ δύο χώρων ή ένα μέτρο της όνομαζόμενης κοινωνικής άποστάσεως μεταξύ δύο χώρων με τη βοήθεια του πίνακα

$$S = (I - Z + UZ_{\delta\gamma})D \quad (4.7)$$

όπου:

- Z : ό βασικός πίνακας $Z = (I - P + A)^{-1}$
 I : ό μοναδιαίος πίνακας
 U : πίνακας του όποιου τά στοιχεία είναι μονάδα
 $Z_{\delta\gamma}$: ό διαγώνιος πίνακας Z
 D : ό διαγώνιος πίνακας με στοιχεία $\frac{1}{a_{ij}}$ ($i=j$)

Στήν ομάδα των μάρκοβιανών υποδειγμάτων περιλαμβάνεται και τό υπόδειγμα του Mahlich(11), στό όποιο, παράλληλα με τη θεωρία άλύσεων του Μάρκωφ, εισάγονται προτάσεις από τη θεωρία των πληροφοριών. Η εφαρμογή του υποδείγματος στίς χώρες της Δ. Γερμανίας έδωσε ίκανοποιητικά άποτελέσματα.

Η προϋπόθεση για τη σταθερότητα του πίνακα των πιθανοτήτων μεταναστεύσεως P περιορίζει ουσιαστικά την πραγματική μορφή του προβλη-

ματισμού. Για νά άποφευχθούν οι δυσκολίες, προτάθηκαν όρισμένες έναλλακτικές υποθέσεις. Έτσι, στό περίφημο Cornell Model of Internal Migration των McGinnis και Pilger(12) έχουμε τά έπόμενα άξιώματα:

α) Η πιθανότητα νά βρίσκεται άτομο χ κατά τη χρονική στιγμή t και πριν από η χρονικές περιόδους στόν χώρο λ , με την προϋπόθεση ότι κατά τη χρονική στιγμή $t-1$ και πριν από δ χρονικές περιόδους βρισκόταν στόν χώρο κ , είναι ανεξάρτητη από όποιαδήποτε άλλη πληροφορία ξ για τό χ πριν από τη χρονική στιγμή t , δηλαδή:

$$\begin{aligned} \delta P_{\kappa\lambda}(t) &= P(\chi(t) \in \eta S_{\lambda} / \chi(t-1) \in \delta S_{\kappa}) \\ &= P(\chi(t) \in \eta S_{\lambda} / \chi(t-1) \in \delta S_{\kappa} \text{ και } \xi) \end{aligned}$$

β) Τίθεται άξιοματικά ή ισχύς της ιδιότητας του Μάρκωφ, δηλαδή:

$$P(\chi(t) \in \eta S_{\lambda} / \chi(t-1) \in \delta S_{\kappa}) = 0$$

$$\text{έναν} \quad \kappa = \lambda \quad \text{και} \quad \eta \neq \delta + 1$$

$$\kappa \neq \lambda \quad \text{και} \quad \eta \neq 1$$

γ) Ό πίνακας πιθανοτήτων $\delta P(t)$ είναι ανεξάρτητος της παραμέτρου t , αλλά εξαρτάται από την παράμετρο δ , δηλαδή παραμένει σταθερή για όλα τά άτομα με την ίδια διάρκεια παραμονής.

$$\delta) \quad \delta P_{\kappa\kappa} < \delta + 1 P_{\kappa\kappa} \leq 1$$

Η ισχύς της παραπάνω σχέσεως χαρακτηρίζεται από τό άξίωμα της διατηρήσεως της άθροιστικής άδρανείας,²⁰ τό όποιο σημαίνει ότι ή πιθανότητα νά παραμείνει άτομο στό χώρο κ αύξάνεται με τη χρονική διάρκεια παραμονής σε αυτόν τόν χώρο.

$$\epsilon) \quad \delta P_{\kappa\lambda} = 1 P_{\kappa\lambda} \frac{1 - \delta P_{\kappa\kappa}}{1 - 1 P_{\kappa\lambda}}$$

Τό πέμπτο άξίωμα όρίζει τελικά την πιθανότητα μεταναστεύσεως άτόμου από τόν χώρο κ , έφόσον παρέμεινε δ περιόδους, προς τόν χώρο λ .

Παρ' ό,τι έχουν τεθεί ισχυρές προϋποθέσεις στό υπόδειγμα για την ισχύ των όποιων έγιναν έντο-

18. Ένδιαφέρουσα είναι ή εφαρμογή μάρκοβιανών υποδειγμάτων από τους Tarver και Gurley (23).

19. Muhsam (14).

20. Ό όρος αναφέρεται στη βιβλιογραφία σάν Cumulative Inertia.

νες διαλογικές συζητήσεις, είναι ενδιαφέρον να παρατεθούν ορισμένα συμπεράσματα της ανάλυσης, τα οποία γενικά δεν εμφανίζουν λογικές άντινομίες.

α) Ένα άτομο, πού παρέμεινε αρκετά σε ορισμένο χώρο, απορροφάται τελικά από αυτόν, δηλαδή:

$$\lim_{\delta \rightarrow \infty} P = 1$$

β) Το υπόδειγμα δεν είναι στατική άλυσίδα του Μάρκοφ, δηλαδή:

$$\exists \tau_1 \neq \tau_2 \quad \text{ώστε} \quad P(\tau_1) \neq P(\tau_2)$$

γ) Ορίζεται ο όριακός πίνακας $\lim_{\tau \rightarrow \infty} P(\tau)$ όπου:

$$P(\tau) = (P_{\kappa\lambda}(\tau)) = \left(\sum_{\delta} W_{\delta} P_{\kappa\delta} \right)$$

όπου δW_{κ} η πιθανότητα παραμονής στο χώρο κ κατά τη διάρκεια δ χρονικών περιόδων. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν αρχικές συνθήκες που επιτρέπουν τη σύγκλιση του πίνακα $P(\tau)$ και γι' αυτό το λόγο την ύπαρξη σταθερής όριακής κατανομής του πληθυσμού.

Παράλληλα προς το υπόδειγμα που προαναφέραμε, αναπτύχθηκαν τα επονομαζόμενα ημιμαρκοβιανά υποδείγματα,²¹ όπου η πιθανότητα μεταναστεύσεως από τον χώρο κ προς τον χώρο λ εξαρτάται από τον χρόνο παραμονής πριν από τη μετανάστευση. Έτσι, οι προϋπάρχουσες πληροφορίες για την κινητικότητα του πληθυσμού επανξάνονται με την εισαγωγή της συναρτήσεως κατανομής του χρόνου παραμονής, δηλαδή:

$$F_{\kappa\lambda}(\tau) = P(T_t \leq \tau / X_t = \kappa, X_{t+1} = \lambda) \quad (4.8)$$

Η συνάρτηση κατανομής $F_{\kappa\lambda}(\tau)$ είναι δυνατόν να οριστεί έμμεσα, αν οριστεί προηγουμένως η πιθανότητα $Q_{\kappa\lambda}(\tau)$, ώστε ένα άτομο από τον χώρο κ, το αργότερο μετά από χρόνο τ, να εισέλθει στον χώρο λ, δηλαδή

$$Q_{\kappa\lambda}(\tau) = P(X_{t+1} = \lambda, T_t \leq \tau / X_t = \kappa) \quad (4.9)$$

όποτε ορίζεται:

$$F_{\kappa\lambda}(\tau) = \frac{Q_{\kappa\lambda}(\tau)}{P_{\kappa\lambda}} \quad (4.10)$$

όπου $P_{\kappa\lambda}$ η πιθανότητα μεταναστεύσεως από τον χώρο κ προς τον χώρο λ.

Από τα προηγούμενα είναι εύκολο να εισαχθεί το άξιομα της άθροιστικής αδράνειας. Έτσι άπαιτείται η συνάρτηση:

$$r(\tau) = \frac{f_{\kappa\lambda}(\tau)}{1 - F_{\kappa\lambda}(\tau)} \quad (4.11)$$

όπου $f_{\kappa\lambda}(\tau)$ η συνάρτηση συχνότητας από την $F_{\kappa\lambda}(\tau)$, να είναι μη φθίνουσα συνάρτηση της μεταβλητής τ.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός, ότι κατά την επεξεργασία των υποδειγμάτων μπορούν να υπολογισθούν πολύ ενδιαφέροντα μεγέθη, όπως η πιθανότητα μεταναστεύσεως $\gamma_{\kappa\lambda}(v, \tau)$, ώστε ένα άτομο να βρίσκεται στον χώρο λ κατά τη χρονική στιγμή τ, με την προϋπόθεση, ότι κατά τη χρονική στιγμή $\tau=0$ βρισκόταν στον χώρο κ και ύστερα κινήθηκε ν φορές μεταξύ των δυνατών χώρων μεταναστεύσεως.

Παρόμοια υπολογίζεται η πιθανότητα $e_{\kappa\lambda}(v, \tau)$, η οποία εκφράζει ουσιαστικά την πιθανότητα για τη διάρκεια τ της μεταβάσεως από τον χώρο κ προς τον χώρο λ. Εύκολα υπολογίζονται ή μέση τιμή και η διασπορά του τυχαίου μεγέθους ε. Τέλος υπολογίζεται η πιθανότητα $U_{\kappa\lambda}(v, \tau)$, ώστε άτομο πού βρίσκεται κατά τη χρονική στιγμή τ στον χώρο λ, έφθονον κατά τη χρονική στιγμή $\tau=0$ βρισκόταν στον χώρο κ να βρεθεί συνολικά ν φορές στον χώρο λ.

Είναι πιά φανερό ότι η εισαγωγή της συναρτήσεως $F_{\kappa\lambda}(\tau)$ επεκτείνει κατά πολύ τις πληροφορίες πού μάς παρέχονται για την κινητικότητα του πληθυσμού. Αυτό αποτελεί και το πίο μεγάλο πλεονέκτημα των ημιμαρκοβιανών υποδειγμάτων, τα οποία μπορούν χωρίς περιορισμό να συμπεριλάβουν και τον περιορισμό πού θέτει το άξιομα της άθροιστικής αδράνειας.

Επίλογος

Τελειώνοντας την παράθεση των κυριότερων υποδειγμάτων για την ανάλυση φαινομένων της κινητικότητας πληθυσμών πρέπει να τονίσουμε ότι πολλά από αυτά παρέμειναν απλώς μόνο θεωρητικές κατασκευές, γιατί λείπουν στατιστικά δεδομένα. Δυστυχώς, η συγκέντρωση στατιστικού υλικού είναι όχι μόνο πολυδάπανη αλλά και δυσχερής,

21. Για τη θεωρία των ημιμαρκοβιανών υποδειγμάτων, βλέπε Ginsberg(6) και Tzafetas(24).

σε χώρες με μεγάλο πληθυσμό ή σε χώρες από τις οποίες λείπει ή διοικητική διάρθρωση.

Η έλλειψη των στατιστικών δεδομένων είχε ανασταλτική επίδραση όχι μόνο στα υπάρχοντα θεωρητικά υποδείγματα αλλά γενικότερα σε όλη τη θεωρητική μελέτη. Δεν είναι καν δυνατό να αναπτυχθούν νέα υποδείγματα, όταν δεν είναι τεκμηριωμένο κατά πόσο αυτά που υπάρχουν οδηγούν σε λογικά συμπεράσματα ή επιλύουν σημεία του προβληματισμού που τίθεται.

Ελπίζεται το κενό αυτό να καλυφθεί σύντομα στον ελληνικό χώρο, ώστε να γίνει δυνατή ή μελέτη της κινητικότητας του πληθυσμού και βάσει αυτού να αναλυθούν ακόμη πολυπλοκότερα κοινωνικο-οικονομικά προβλήματα άμεσου ενδιαφέροντος για τη χάραξη όρθης πολιτικής, τά οποία, όπως αναφέρθηκε, επηρεάζουν την κινητικότητα του πληθυσμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) Ajo, R., *Contributions to Social Physics*, Lund Studies in Geography, Series B, Nr 11 (1953).
- (2) Blanco, C., «The Determinants of Interstate Population Movements», *Journal of Reg. Science*, Vol. 5, p. 77-84 (1963).
- (3) Blumen I., M. Kogan and P. J. McCarthy, *The Industrial Mobility of Labor as a Probability Process*, Cornell University, Ithaca, N. York (1955).
- (4) De Cani, J.S., «On the Contribution of Stochastic Models of Population Growth and Migration», *Journal of Reg. Science*, Vol. 3, p. 1-13 (1961).
- (5) Drettakis, E.G., «Distributed Lag Models for the Quarterly Migration Flows of West Germany 1962-72», *Journal of the Royal Stat. Society*, series A, Vol. 139, p. 365-373 (1976).
- (6) Ginsberg, R., «Critique of Probabilistic Models-Application of the Semi-markov Model to Migration», *Journal of Math. Sociology*, Vol. 2, p. 63-82 (1972).
- (7) Isard, N., *Methods of Regional Analysis*, Chapter II, N. York (1960).
- (8) Kaun, D.E. and Fechter, «Metropolitan Area Intercounty Migration Rates», *Industrial and Labor Relations Review*, Vol. 19, Nr 2, p. 273-279 (1966).
- (9) Kemeny, J. and J. L. Snell, *Finite Markov Chains*, Princeton, N. York (1960).
- (10) Kulldorf, G., *Migration Probabilities*, Lund Studies in Geography, Nr. 14 (1955).
- (11) Maehlich, W., *Analyse und Prognose räumlicher Bevölkerungsverteilungen und ihrer Veränderungen*, Duncker und Humblot, Berlin (1975).
- (12) McGinnis, R., «A Stochastic Model of Social Mobility», *Amer. Soc. Review*, p. 712-722 (1968).
- (13) Morill, R.L., «The Development of Models of Migration and the Role of Electronic Processing Machines», *Les déplacements humains*, ed. J. Sutter (1963).
- (14) Muhsam, H.V., «Duration of Residence and Prospective Migration — The Evaluation of Stochastic Model», *Demography*, Vol. 4, p. 553-561 (1967).
- (15) Nelson, P., «Migration Real Income and Information», *Journal of Reg. Science*, Nr. 1 (1959/2).
- (16) Porter, R., «Approach to Migration through its Mechanism», *Geografiska Annaler*, 38, p. 317-343 (1956).
- (17) Price, D.O., «A Mathematical Model of Migration, Suitable for Simulation on the Electronic Computer», *Proceedings of the International Population Conference*, Wien 1959, p. 665-673.
- (18) Sjaastad, L.A., «The Relationship between Migration and Income in the United States», *Papers of the Reg. Science Association*, Vol. VI, p. 37-64 (1960).
- (19) Sommermeijer, N.H., «Een Analyse van de binnenlandse Migratie in Nederland tot 1947 en van 1948-1957», *Statistische en Economische onderzoekingen* (1961), p. 115-174.
- (20) Stewart, J.Q., and W. Wamitz, «Physics of Population Distribution», *Journal of Reg. Science I*, p. 59-123 (1958).
- (21) Stouffer, J.Q., «Empirical Mathematical Rules Concerning the Distribution», *Geographical Review*, Vol. 37, (1947).
- (22) Tarver, J.D., «Metropolitan Area Intercounty Migration Rates — A Test of Labor Market Theory», *Industrial and Labor Relations Review*, Vol. 18, Nr. 2, p. 213-223 (1965).
- (23) Tarver, J.D. and W.R. Gurley, «A Stochastic Analysis of Geographic Mobility and Population Projections of the Census Division», *Demography* 2, p. 134-139 (1965).
- (24) Tziafetas, G., *Stochastische Modelle von Wanderungsbewegungen*, Dissertation TU Berlin (1975).
- (25) Tziafetas, G., «Zur Anwendung der Theorie der Stochastischen Prozessen in der Sozialwissenschaft und insbesondere in der Demometrie», *Greek Review of Social Research*, Nr. 26-27, p. 103-109 (1976).
- (26) Wilber, G.L., «Bayesian Model for Migration Decisions in a Population», *Paper at the Pop. Association of America*, Chicago (1965).
- (27) Wolpert, J., «Behavioral Aspects of the Decision to Migrate», *Papers of the Reg. Science Ass.*, Nr. 15 (1965), p. 159-169.
- (28) Zipf, G.K., «The $P_1/P_2/D$ Hypothesis», *Amer. Sociol. Review*, Vol. II (1946), p. 677-686.