

Το κείμενο που ακολουθεί είναι απόσπασμα από το βιβλίο του Β. Κοτζαμάνη, *Στοιχεία Δημογραφίας*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, 2009, σσ. 95-99.

IV.5 Υποδείγματα πληθυσμού: στάσιμος και σταθερός πληθυσμός

Η εξέταση των πολύπλοκων σχέσεων που συνδέουν τα δημογραφικά φαινόμενα με τους πληθυσμούς στους οποίους αυτά συμβαίνουν και τους οποίους επηρεάζουν, διευκολύνεται σημαντικά με τη δημιουργία ορισμένων υποδειγμάτων- μοντέλων πληθυσμού. Τα κυριότερα εξ αυτών είναι το μοντέλο του στάσιμου (*J. Graunt, 1662 και E. Halley, 1693*) και αυτό του σταθερού πληθυσμού (*J. Lotka, 1907*). Τα μοντέλα αυτά χρησιμεύουν στην επισήμανση και διερεύνηση των αποκλίσεων ανάμεσα στις ιδανικές και τις πραγματικές καταστάσεις και χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της δομής των πληθυσμών και των δημογραφικών φαινομένων, για τη συμπλήρωση ελλιπών στατιστικών σειρών, τη βελτίωση σφαλμάτων των στατιστικών δεδομένων ως και για τις δημογραφικές προβολές που είναι αναγκαίες για τη λήψη μέτρων πληθυσμιακής πολιτικής.

Ο στάσιμος και ο σταθερός πληθυσμός αποτελούν τα πιο σημαντικά υποδείγματα και είναι εξαιρετικά ενδιαφέροντα τόσο όσο αφορά το θεωρητικό τους υπόβαθρο όσο και την ευρύτητα των εφαρμογών τους στην ανάλυση και συμπλήρωση προβληματικών δημογραφικών σειρών, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η πιο γνωστή εφαρμογή, που στηρίζεται στη θεωρία του στάσιμου πληθυσμού, είναι οι πίνακες επιβίωσης τους οποίους έχουμε ήδη παρουσιάσει.

IV.5.1 Στάσιμος πληθυσμός

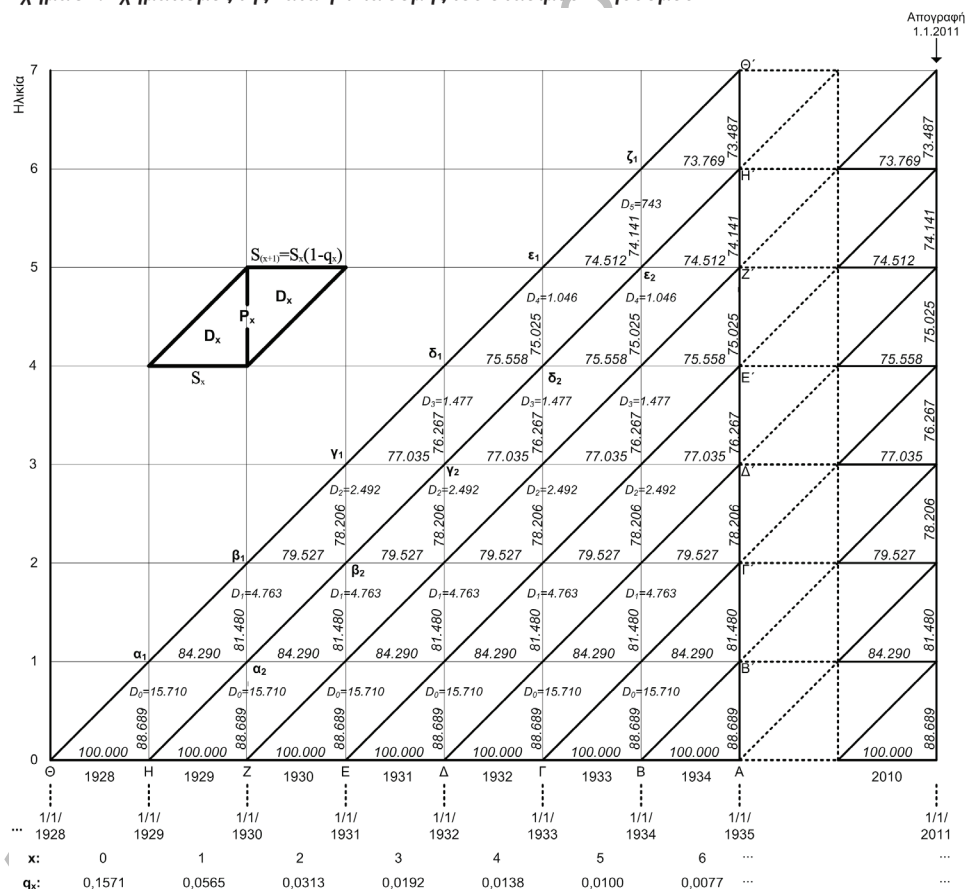
Ας υποθέσουμε, για παράδειγμα, με τη βοήθεια του διαγράμματος του Lexis, ότι έχουμε 10.000 άτομα που γεννήθηκαν το 1928 (βλ. "ρίζα" του πίνακα επιβίωσης). Η διαχρονική πορεία των ατόμων της γενεάς αυτής εμφανίζεται στο διαγώνιο διάδρομο (ΘΘ'ΗΗ') του παραρτηρούμενου διαγράμματος του Lexis (**Σχήμα 32**). Οι επιζώντες στην αρχή κάθε ακριβούς ηλικίας εκτίθενται στον "κίνδυνο" να αποβιώσουν, κίνδυνο που δίδεται από τις πιθανότητες θανάτου (q_x) που τοποθετούνται κάτω από το σχήμα. Στα οριζόντια διανύσματα (ΘΗ, α1α2, β1β2...) τοποθετείται ο πληθυσμός στις ακριβείς ηλικίες x (l_x), και στα κάθετα διανύσματα (Ηα1, α2β1, ...) ο πληθυσμός σε συμπληρωμένα έτη x (L_x) στην 1/1 κάθε ημερολογιακού έτους. Ας υποθέσουμε ότι αυτό που ισχύει για την γενεά του 1928 ισχύει και για τις

επόμενες γενεές (ο αριθμός των γεννήσεων και οι πιθανότητες θανάτου ανά ηλικιακή ομάδα παραμένουν αμετάβλητες) και ότι μερικές δεκαετίες αργότερα (π.χ. την 1/1/2011) διεξάγεται μια γενική απογραφή πληθυσμού. Ο απογραφόμενος πληθυσμός θα έχει προφανώς τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτά των γενεών που τον απαρτίζουν και, στην περίπτωση αυτή, τα δομικά χαρακτηριστικά του, καθώς η θνησιμότητα και η γονιμότητα έχουν παραμείνει επί μακρόν σταθερές, θα ταυτίζονται με τα συγχρονικά ενώ η κατά ηλικία δομή και το μέγεθός του θα μείνουν αμετάβλητα.

Ο στάσιμος πληθυσμός, επομένως, είναι ένας πληθυσμός που παραμένει διαχρονικά αμετάβλητος τόσο όσον αφορά το μέγεθος όσο και την ηλικιακή του δομή, ένας πληθυσμός με σταθερά Αδρά ποσοστά γεννητικότητας και γονιμότητας (και επομένως και σταθερό φυσικό ισοζύγιο). Ο πληθυσμός αυτός έχει ορισμένα χαρακτηριστικά που τον συσχετίζουν τόσο με τις γεννήσεις όσο και με την εφαρμογή του πίνακα θνησιμότητας κατά τη δημιουργία του.

Ειδικότερα (Σχήμα 33), αν:

Σχήμα 32: Σχηματισμός της κατά ηλικία δομής του στάσιμου πληθυσμού*



* Τα δεδομένα του γραφήματος έχουν ληφθεί από τον πίνακα θνησιμότητας της Ελλάδας (άρρενες) για το 1928 (ΕΣΥΕ, 1964)

S_0 (ή άλλως N)= ο διαχρονικά σταθερός ετήσιος αριθμός των γεννήσεων

D_x = ο διαχρονικά σταθερός ετήσιος αριθμός των θανάτων σε κάθε ηλικία

D = ο διαχρονικά σταθερός συνολικός ετήσιος αριθμός των θανάτων

S_x = οι επιβιώσαντες στις διαδοχικές ακριβείς ηλικίες στα διαδοχικά ημερολογιακά έτη το πλήθος των οποίων παραμένει διαχρονικά σταθερό

P_x (ή άλλως L_x)= οι επιβιώσαντες στις διαδοχικές ηλικίες την 1/1 των διαδοχικών ημερολογιακών ετών, το πλήθος των οποίων παραμένει επίσης διαχρονικά σταθερό

N =ο συνολικός πληθυσμός (διαχρονικά σταθερός), και επομένως $N = S_0 = D$

P = ο διαχρονικά σταθερός συνολικός πληθυσμός

TBN = ο Αδρός δείκτης γεννητικότητας που ισούται με το άθροισμα των γεννήσεων δια του πληθυσμού ($\frac{S_0}{P} = \frac{N}{P} = \frac{D}{P}$)

Τότε, ο πληθυσμός των ατόμων ηλικίας 0 σε συμπληρωμένα έτη (P_0) ισούται με

$\frac{S_0 + S_1}{2}$, αυτός των ατόμων ηλικίας ενός έτους (P_1) σε συμπληρωμένα πάντοτε έτη με

$\frac{S_1 + S_2}{2}$ κ.ο.κ και ως εκ τούτου ο συνολικός πληθυσμός (P) σε ένα οποιοδήποτε ημερολο-

γιακό έτος ισούται προφανώς με το άθροισμα του πληθυσμού των ατόμων ηλικίας 0, 1, 2, ... w ετών (σε συμπληρωμένα έτη), ήτοι $P = \sum_{x=0}^w P_x$ και

$$P = \frac{S_0 + S_1}{2} + \frac{S_1 + S_2}{2} + \dots + \frac{S_{w-1} + S_w}{2} = \frac{S_0 + 2(S_1 + S_2 + \dots + S_{w-1}) + S_w}{2} \Rightarrow P = \frac{S_0}{2} + \sum_{x=1}^w S_x$$

Επειδή ο Αδρός Δείκτης Γεννητικότητας $TBN = \frac{S_0}{P}$, τότε

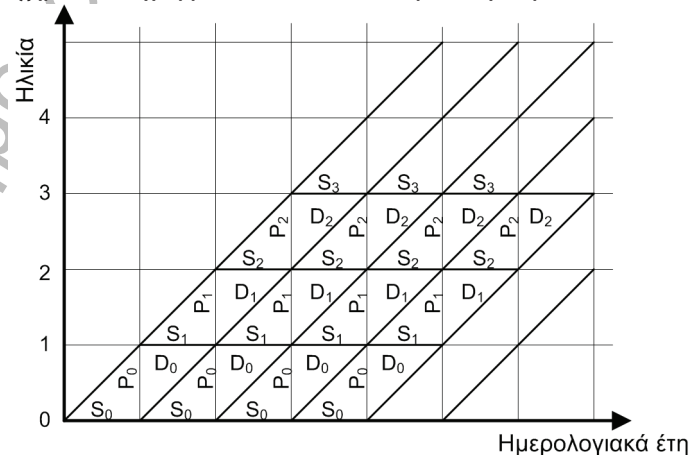
$$TBN = \frac{S_0}{P} = \frac{S_0}{\frac{S_0}{2} + \sum_{x=1}^w S_x} = \frac{1}{0,5 + \frac{\sum_{x=1}^w S_x}{S_0}}$$

Επειδή όμως ο διαιρέτης του κλάσματος ταυτίζεται με τη μέση προσδοκώμενη ζωή στη γέννηση του πληθυσμού μας έχουμε $TBN = \frac{1}{e_0}$. Γνωρίζουμε όμως ότι $TBN = \frac{N}{P}$ και ως εκ τούτου

$$\frac{1}{e_0} = \frac{N}{P} \Rightarrow P = N * e_0$$

Σχήμα 33: Διάγραμμα του Lexis ενός στάσιμου πληθυσμού

γνωρίζοντας επίσης ότι $S_0=N \Rightarrow P = S_0 \times e_0$
 Επομένως, επειδή η γεννητικότητα και η θνησιμότητα (δηλαδή οι γεννήσεις και η μέση προσδοκώμενη ζωή κατά τη γέννηση) στον στάσιμο πληθυσμό δεν μεταβάλλονται διαχρονικά, ο πληθυσμός αυτός προκύπτει ως το γι-



νόμενο των γεννήσεων επι τη μέση προσδοκώμενη ζωή κατά τη γέννηση (e_0). Ως εκ τούτου, η ηλικιακή πυραμίδα αυτού προκύπτει από την εφαρμογή ενός πίνακα επιβίωσης σε ένα σταθερό αριθμό γεννήσεων.

Εκ των προαναφερθέντων, καθίσταται προφανές ότι, στην περίπτωση ελλίων ή προβληματικών δεδομένων οι πρότερες συσχετίσεις των βασικών δημογραφικών παραμέτρων (ΑΔΓ, ΑΔΘ, e_0 , ηλικιακή σύνθεση του πληθυσμού) επιτρέπουν να εκτιμηθεί μια δημογραφική παράμετρος σε συνάρτηση με κάποια άλλη. Είναι, επίσης, προφανές, ότι σε κάθε πίνακα θνησιμότητας μπορούμε να αντιστοιχίσουμε και έναν στάσιμο πληθυσμό. Στον πίνακα θνησιμότητας π.χ. της Γαλλίας για το 1984-1986 αντιστοιχεί ο στάσιμος πληθυσμός του παρατιθέμενου πίνακα (**Πινάκας 14**). Η ηλικιακή δομή του πληθυσμού αυτού είναι ανεξάρτητη του πλήθους των γεννήσεων (740.000 κατά μέσο όρο ετησίως το 1984-1986) και ένας τέτοιος πληθυσμός σταθεροποιούμενος θα έχει 28% νέους κάτω των 25 ετών, 50% ηλικίας 20-59 ετών και 22% 60 ετών και άνω. Τα δεδομένα του πίνακα αυτού προκύπτουν από τις κάτωθι συναρτήσεις:

$$P(x \text{ και } \acute{\alpha}\nu\omega) = S_x \times e_x$$

$$P(x, x+a) = P_{x+a} - P_x$$

$$P = N \times e_0 = 740.000 \times 75 = 55.500.000$$

Πινάκας 14: Στάσιμος πληθυσμός που αντιστοιχεί στον πίνακα θνησιμότητας της Γαλλίας των ετών 1984-1986

Ηλικία x	Δεδομένα		Υπολογισμοί		Αποτελέσματα	
	Επιβιώσαντες στην ακριβή ηλικία x	Μέση προσδοκώμενη ζωή στην ηλικία x	Πληθυσμός ηλικίας x και άνω	Πληθυσμός ανά μεγάλες ηλικιακές ομάδες	Κατανομή του πληθυσμού ανά ηλικία (%)	Ηλικιακές ομάδες
0	100	75	7.500	}2.100	28	0-19
20	98	55	5.400			
60	85	20	1700	}1.700	22	60+
				7.500	100	Σύνολο

Πηγή: a. Fouquet., A. Vinocur (1990)

IV.5.2 Σταθερός πληθυσμός

Ο σταθερός πληθυσμός είναι ένας κλειστός πληθυσμός με θετική ή αρνητική φυσική μεταβολή, που βιώνει μεν για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα σταθερές συνθήκες θνησιμότητας και γονιμότητας, αλλά του οποίου ο ετήσιος αριθμός των γεννήσεων μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό. Ο πληθυσμός αυτός καταλήγει να αποκτήσει μια σταθερή ηλικιακή δομή (σταθερή ποσοστιαία κατανομή των ηλικιών του ομάδων) αν και μεταβάλλεται ετησίως με έναν σταθερό ρυθμό. Όμως, ενώ ο στάσιμος πληθυσμός, που αποτελεί μια ειδική περίπτωση του σταθερού πληθυσμού, δημιουργείται όταν σε ένα δεδομένο σταθερό αριθμό γεννήσεων εφαρμόσουμε έναν πίνακα επιβίωσης, ο σταθερός πληθυσμός προκύπτει από την εφαρμογή ενός πίνακα επιβίωσης σε ένα μεταβαλλόμενο με σταθερό ρυθμό αριθμό γεννήσεων.

Ειδικότερα, αποδεικνύεται ότι ο ρυθμός μεταβολής των γεννήσεων σε έναν τέτοιο πληθυσμό ταυτίζεται με το συνολικό ρυθμό μεταβολής του πληθυσμού αυτού. Ο ρυθμός αυτός ονομάζεται από τον Lotka⁴⁹ (που θεωρεί ότι η ηλικιακή δομή των ανθρώπινων πληθυσμών μεταβάλλεται διαχρονικά, αλλά με συγκεκριμένο τρόπο, τείνοντας προς μια οριακά σταθερή δομή η οποία συγκυριακά δύναται να διαταραχθεί από διάφορα γεγονότα), *πραγματικό ή ενδογενές ποσοστό φυσικής μεταβολής*, συμβολίζεται με r , και υπολογίζεται ως:

$$r = \sqrt[a]{R_0} - 1$$

Όπου:

R_0 = Το ακαθάριστο (αδρό) ποσοστό αναπαραγωγής

r = το ετήσιο ποσοστό φυσικής μεταβολής

a = η μέση ηλικία των μητέρων στη γέννηση των παιδιών τους

τέλος, σε ένα σταθερό πληθυσμό η σχέση ανάμεσα στο συνολικό πληθυσμό την 1/1 του

έτους t και την 1/1 του έτους $t+1$ δίδεται ως $P^{t+1} = (1+r) * P^t$

και ο Αδρός δείκτης γεννητικότητα στο έτος t υπολογίζεται ως:

$$TBN_t = \frac{2N}{P^t \times (2+r)}$$

Συνοπτικά, τα χαρακτηριστικά ενός σταθερού πληθυσμού είναι:

- α) Το ενδογενές ή πραγματικό ποσοστό φυσικής μεταβολής r και ο Αδρός δείκτης θνησιμότητας είναι μεγέθη ανεξάρτητα από το χρόνο
- β) Οι γεννήσεις και το μέγεθός του πληθυσμού μεταβάλλονται με τον ίδιο ρυθμό r
- γ) Η σταθερή ποσοστιαία κατά ηλικία σύνθεσή του είναι ανεξάρτητη από το χρόνο, από το αρχικό μέγεθος και την αρχική δομή του πληθυσμού
- δ) ο πληθυσμός αυτός μεταβάλλεται διαχρονικά ως προς το μέγεθός του και διατηρεί αμετάβλητη την ποσοστιαία κατά ηλικία δομή του (υπενθυμίζουμε ότι ο στάσιμος μένει αμετάβλητος και ως προς τα δύο προαναφερθέντα μεγέθη)

Είναι προφανές ότι, με βάση τα προαναφερθέντα, εάν πληθυσμοί με διαφορετικές ηλικιακές δομές το έτος εκκίνησης υπόκεινται επί μακρόθεν σε ταυτόσημες συνθήκες θνησιμότητας και γονιμότητας, τείνουν να αποκτήσουν ταυτόσημη ηλικιακή δομή στην οποία πλέον δεν θα διακρίνεται κανένα ίχνος των αρχικών τους ηλικιακών δομών. Τα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά θα είναι κοινά και σταθερά, η μόνη μεταβλητή που θα «παίζει» είναι το *ενδογενές ποσοστό φυσικής αύξησης*. Τέλος, οφείλουμε να υπενθυμίσουμε ότι στη δημογραφία η χρήση της «πλασματικής γενεάς» εντάσσεται στα πλαίσια της υπόθεσης αυτής για τη διατήρηση και στο μέλλον των συνθηκών που ισχύουν για τη θνησιμότητα και τη γονιμότητα το συγκεκριμένο ημερολογιακό έτος.

Οι εφαρμογές του σταθερού πληθυσμού προέρχονται από την ιδιότητα ότι κάθε ανθρώπινος πληθυσμός θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ισοδύναμος προς κάποιον συγκεκριμένο σταθερό πληθυσμό αν οι ανά ηλικία δείκτες γονιμότητας και θνησιμότητας παρέμεναν αμετάβλητες για ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα. Με τον τρόπο αυτόν σε κάθε κλειστό πληθυσμό σταθερών προτύπων γονιμότητας και θνησιμότητας αντιστοιχεί και μια θεωρητική κατασκευή σταθερού πληθυσμού.