

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (MORTALITY)

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θα ήταν ίσως αναμενόμενο η παρουσίαση της γεννητικότητας να προηγηθεί εκείνης της θνησιμότητας εφ' όσον η γέννηση σαν φυσικό γεγονός προηγείται του θανάτου. Η παρουσίαση εδώ είναι αντίστροφη για δύο λόγους. Ο πρώτος αφορά το γεγονός ότι η προσέγγιση της θνησιμότητας σαν δημογραφικό φαινόμενο είναι ευκολότερη από την γεννητικότητα αφού στη πρώτη εμπλέκονται λιγότεροι παράγοντες που την επηρεάζουν - ο θάνατος δεν αποτελεί συνήθως επιλογή, στη γέννηση αντίθετα εμπλέκεται σε μεγάλο βαθμό ο υποκειμενικός παράγοντας, η θέληση δηλαδή των ατόμων να αποκτήσουν παιδιά. Ο δεύτερος λόγος συνδέεται με το γεγονός ότι η μελέτη της αναπαραγωγής ενός πληθυσμού προϋποθέτει τη μέτρηση της θνησιμότητας στην οποία υπόκειται ο πληθυσμός αυτός.

Η θνησιμότητα, όπως και όλες οι άλλες πληθυσμιακές συνιστώσες, διαφοροποιείται κατά φύλο, ηλικία και σύμφωνα με πληθώρα άλλων βιολογικών, κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών του πληθυσμού όπως: η φυλή, η κληρονομικότητα, η οικογενειακή κατάσταση, ο τόπος διαμονής, το κάπνισμα, η διατροφή, η κατανάλωση αλκοόλ, οι συνθήκες κατοικίας, η ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, οι κλιματολογικές συνθήκες.

Οι μετρήσεις θνησιμότητας είναι αναγκαίες στη δημογραφική έρευνα (ανάλυση θνησιμότητας, κατασκευή πινάκων επιβίωσης, ανάλυση γεννητικότητας, πληθυσμιακές προβολές κ.α.), στην έρευνα (Βιοστατιστική, Επιδημιολογία κ.α.), στο δημόσιο τομέα (κρατικοί σχεδιασμοί, κοινωνική ασφάλιση κ.α.) και στον ιδιωτικό τομέα (ασφαλιστικός κλάδος, φαρμακοβιομηχανία κ.α.).

2.2. ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΑΙΤΙΕΣ ΘΑΝΑΤΟΥ

Ένας από τους σημαντικότερους πίνακες, που δημοσιεύεται από τις εθνικές στατιστικές υπηρεσίες πολλών χωρών σε ετήσια βάση, αφορά στοιχεία που αναφέρονται σε αριθμούς θανάτων κατά φύλο, ηλικία και αιτία θανάτου.

Η ταξινόμηση των θανάτων κατά αιτία γίνεται βάσει του δημοσιεύματος του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, ΠΟΥ (World Health Organization, WHO): "Manual of the International Statistical Classification of Diseases, Injuries and

Causes of Death” γνωστό σαν I.C.D. Αυτό το δημοσίευμα περιέχει μια κατάσταση 50 βασικών ομάδων αιτιών θανάτου, η οποία ανανεώνεται και συμπληρώνεται τακτικά.

Βιολογικοί παράγοντες όπως το φύλο, η ηλικία, η φυλή, η κληρονομικότητα (τα δύο τελευταία καθορίζουν βιολογικές προδιαθέσεις) μπορεί να επηρεάσουν τη θνησιμότητα από τις διάφορες αιτίες θανάτου. Επίσης άλλοι παράγοντες που η επίδραση τους συνήθως διερευνάται σε μελέτες που αφορούν ειδική κατά αιτία θνησιμότητα είναι οικολογικοί, κλιματολογικοί, η διατροφή, η απασχόληση κλπ.

Χρειάζεται προσοχή σε συμπεράσματα που αφορούν διαχρονικές μεταβολές θνησιμότητας από κάποια συγκεκριμένη αιτία καθώς είναι πιθανό η μεταβολή που παρατηρείται να αποτελεί απλά αποτέλεσμα της βελτίωσης των διαγνωστικών μέσων.

Χρονολογικές σειρές στατιστικών δεδομένων θνησιμότητας κατά φύλο και αιτίες θανάτου των χωρών μελών του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Η.Π.Α., Καναδάς, χώρες της Ευρώπης, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία και Ιαπωνία και κάποιες χώρες της Λατινικής Αμερικής) αποτελούν τις βάσεις δεδομένων του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο στη διεύθυνση: <http://infoserver.ciesin.org/IC/who/MortalityDatabase.html>

2.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

➤ **Ο Ακαθάριστος Συντελεστής Θνησιμότητας (Crude Death Rate),**

ο οποίος υπολογίζεται σαν τον λόγο του συνόλου των θανάτων (D) προς το μέσο πληθυσμό της χρονικής περιόδου αναφοράς (\bar{P}). Πολλαπλασιασμένος με το 1000 εκφράζει το μέσο αριθμό θανάτων στα 1000 άτομα του πληθυσμού:

$${}^t A\Sigma\Theta = \frac{{}^t D}{\bar{P}}$$

➤ **Ο ειδικός κατά ηλικία Συντελεστής Θνησιμότητας (Age-specific Mortality Rate),**

ο οποίος υπολογίζεται από τον λόγο του αριθμού θανάτων ατόμων ηλικίας [x, x+n) που συνέβησαν το έτος t, προς το μέσο πληθυσμό ατόμων του ίδιου διαστήματος ηλικίας το ίδιο έτος (${}^t \bar{P}_x$).

$${}^t m_x = \frac{{}^n D_x}{{}^t \bar{P}_x}$$

Πολλαπλασιασμένος με το 1000 εκφράζει το μέσο αριθμό θανάτων στα 1000 άτομα του πληθυσμού ηλικιών του διαστήματος [x, x+n):

Σημείωση: Εδώ ο δείκτης κάτω αριστερά ${}_nD_nP$, δεν αναφέρεται στη γενεά αλλά στο εύρος του διαστήματος ηλικιών. Ο συντελεστής αναφέρεται σε δεδομένα περιόδου (συνήθως ενός έτους).

2.4. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΘΑΝΑΤΟΥ (Probability of dying, risk of death)

Ας θεωρήσουμε ένα κλειστό πληθυσμό, έναν πληθυσμό δηλαδή που δεν εμφανίζει μεταναστευτική κίνηση, αλλά μεταβάλλεται μόνο από την επίδραση των φυσικών συμβάντων. Ας υποθέσουμε επίσης ότι σε αυτό τον πληθυσμό 120 άτομα έκλεισαν τα 58 την 1-1-2002 και ακόμα ότι την 1-1-2003 έχουν επιβιώσει οι 112 από αυτούς. Άρα από τους 120 που ήταν εκτεθειμένοι στον κίνδυνο είχαμε 8 συμβάντα. Κατά συνέπεια, για κάθε έναν από τους 120, η πιθανότητα θανάτου το έτος 2002 θα ισούται με:

$${}^{2002}q_{58} = \frac{8}{120} = 0,67$$

Αν θεωρήσουμε ότι οι 8 θάνατοι επήλθαν ομοιόμορφα μέσα στο 2002 τότε μέχρι το μέσον του έτους 2002 θα έχουν συμβεί 4 θάνατοι. Κατά συνέπεια, ο πληθυσμός ηλικίας 58 του μέσου του έτους θα είναι:

$${}^{2002}\bar{P}_{58} = 120 - 4 = 116$$

Γενικά λοιπόν η πιθανότητα θανάτου για την ηλικία x θα ισούται με:

$${}^tq_x = \frac{{}^tD_x}{{}^t\bar{P}_x + \frac{1}{2}{}^tD_x}$$

Αν υπολογίσουμε τον ειδικό κατά ηλικία συντελεστή θνησιμότητας για τον πληθυσμό του παραδείγματος, έχουμε:

$${}^{2002}m_{58} = \frac{8}{116} = 0,069$$

Η διαφορά του ειδικού κατά ηλικία συντελεστή θνησιμότητας με την πιθανότητα θανάτου, οφείλεται στο ότι το πρώτο μέτρο αναφέρεται στον πληθυσμό ηλικίας x του μέσου του έτους t (μέσο πληθυσμό), ενώ η πιθανότητα θανάτου αναφέρεται στον πληθυσμό ηλικίας x της αρχής του έτους t (τον πληθυσμό που εκτίθεται στον κίνδυνο του θανάτου κατά την διάρκεια του έτους t).

2.5. ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΗΛΙΚΙΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΘΑΝΑΤΟΥ

Αν υποθέσουμε ότι οι θάνατοι ατόμων ηλικίας x του έτους t είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι κατά την διάρκεια του έτους, η πιθανότητα θανάτου στην ηλικία x ισούται με:

$${}^tq_x = \frac{{}^tD_x}{{}^t\bar{P}_x + \frac{1}{2} {}^tD_x}$$

Αν διαιρέσουμε τη σχέση αυτή με το μέσο πληθυσμό στην ηλικία x , ${}^t\bar{P}_x$, τότε

$${}^tq_x = \frac{\frac{{}^tD_x}{{}^t\bar{P}_x}}{\frac{{}^t\bar{P}_x}{{}^t\bar{P}_x} + \frac{1}{2} \frac{{}^tD_x}{{}^t\bar{P}_x}}$$

Επειδή όμως $\frac{{}^tD_x}{{}^t\bar{P}_x} = {}^tm_x$

αντικαθιστώντας θα έχουμε:

$${}^tq_x = \frac{{}^tm_x}{1 + \frac{1}{2} {}^tm_x} \Rightarrow {}^tq_x = \frac{2 {}^tm_x}{2 + {}^tm_x}$$

Αυτός ο τελευταίος τύπος είναι ο κλασικός τύπος για τον υπολογισμό της πιθανότητας θανάτου, από τον αντίστοιχο ειδικό κατά ηλικία συντελεστή θνησιμότητας, που υπολογίζεται από τα εμπειρικά δεδομένα (δεδομένα απογραφών και της φυσικής και μεταναστευτικής κίνησης του πληθυσμού).

Να σημειωθεί ότι ο τύπος αυτός είναι προσεγγιστικός αφού στηρίζεται στην υπόθεση της ομοιόμορφης κατανομής των συμβάντων μέσα σε κάθε διάστημα ηλικίας $[x, x+1)$. Η υπόθεση όμως αυτή είναι επαρκώς ρεαλιστική για τις περισσότερες ηλικίες, με εξαίρεση την ηλικία μηδέν και τις πολύ μεγάλες ηλικίες. Η πιθανότητα θανάτου για την ηλικία μηδέν εκτιμάται με εναλλακτικό τρόπο που θα δούμε στη συνέχεια. Όσον αφορά τις ηλικίες από 85 και άνω, λόγω των λανθασμένων δηλώσεων ηλικιών των θανόντων σε αυτό το ηλικιακό διάστημα ο αριθμός θανάτων δίνεται αθροιστικά για το σύνολο τους. Έτσι η πιθανότητα θανάτου δεν έχει κανένα πρόβλημα να υπολογιστεί γιατί θα είναι απλούστατα ίση

με την μονάδα (το ενδεχόμενο κάποιος θνητός συγκεκριμένης ηλικίας να πεθάνει κάποτε στο μέλλον αποτελεί δυστυχώς ένα βέβαιο γεγονός).

2.6. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ ΣΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΘΑΝΑΤΟΥ

Εκτός της υπόθεσης της ομοιόμορφης κατανομής θανάτων μέσα στο έτος αναφοράς (κάτι αβέβαιο!), μια άλλη πηγή συστηματικού σφάλματος στον υπολογισμό της πιθανότητας θανάτου προέρχεται από το γεγονός ότι αυτοί που πεθαίνουν σε ηλικία x κατά την διάρκεια κάποιου έτους δεν ήταν όλοι ηλικίας x ετών στην αρχή του έτους αυτού. Έτσι υπάρχει αναντιστοιχία αριθμητή και παρονομαστή στο λόγο με τον οποίο ορίζεται η πιθανότητα θανάτου. Το πλήθος ατόμων που περιλαμβάνονται στον αριθμητή δεν αποτελεί υποσύνολο του πληθυσμιακού συνόλου που αναφέρονται στον παρονομαστή του κλάσματος αυτού.

2.7. ΒΡΕΦΙΚΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

Βρεφική ηλικία θεωρούνται οι 12 πρώτοι μήνες ζωής. Η ηλικία αυτή αναφέρεται στην δημογραφική ορολογία ως ηλικία 0 ή ηλικιακό διάστημα $[0,1)$. Ακριβής ηλικία μηδέν είναι η ηλικία κατά τη στιγμή της γέννησης.

Το επίπεδο της νεογνικής και βρεφικής θνησιμότητας αντανακλά εντονότατα το επίπεδο ανάπτυξης μιας χώρας. Ο υπολογισμός του ειδικού συντελεστή βρεφικής θνησιμότητας διαφοροποιείται από τον υπολογισμό των ειδικών συντελεστών των άλλων ηλικιών. Θα μπορούσε να μετρηθεί από το λόγο του αριθμού θανάτων ατόμων ηλικίας μηδέν προς τον πληθυσμό ηλικίας μηδέν του μέσου του έτους. Όμως ο πληθυσμός ηλικίας μηδέν εκτός του έτους απογραφής υπολογίζεται από στοιχεία γεννήσεων. Έτσι ο ειδικός συντελεστής βρεφικής θνησιμότητας του έτους t συνήθως υπολογίζεται από το λόγο του αριθμού θανάτων ατόμων ηλικίας μηδέν του έτους t (tD_0) προς τον αριθμό των γεννήσεων ζώντων (tB) του ίδιου έτους:

$${}^tq_0 = \frac{{}^tD_0}{{}^tB}$$

Με αυτό τον τρόπο βέβαια, αυτό που στην ουσία υπολογίζεται είναι η πιθανότητα θανάτου, εφ' όσον ο παρονομαστής του κλάσματος είναι ο εκτεθειμένος στον κίνδυνο του θανάτου πληθυσμός ατόμων ηλικίας μηδέν μέσα στο έτος (τα άτομα ακριβούς ηλικίας 0). Ακόμα να σημειωθεί ότι αυτός ο τρόπος υπολογισμού ενέχει συστηματικό σφάλμα, εφόσον οι θάνατοι ατόμων ηλικίας 0 το έτος t δεν αναφέρονται μόνο στις γεννήσεις του έτους t αλλά και σε όσους

γεννήθηκαν το προηγούμενο έτος $t-1$, και πέθαναν πριν τα γενέθλια τους το έτος t , ήταν λοιπόν τη στιγμή του θανάτου τους ακόμα ηλικίας 0.

Έτσι έχουμε:

$${}^t q_0 = \frac{{}^t D_0}{{}^t B} = \frac{{}^t D_0 + {}^{t-1} D_0}{{}^t B}$$

ενώ ο σωστότερος τρόπος υπολογισμού θα ήταν:

$${}^t q_0 = \frac{{}^t D_0}{{}^t B} = \frac{{}^t D_0 + {}^{t+1} D_0}{{}^t B}$$

Αυτό όμως είναι η πιθανότητα θανάτου ατόμων ηλικίας μηδέν της γενεάς του έτους t και για να υπολογιστεί απαιτούνται τα στοιχεία θανάτων να παρέχονται όχι μόνο κατά ηλικία αλλά και κατά το έτος γέννησης θανόντος. Ο περιορισμός όμως για τον υπολογισμό αυτής της πιθανότητας είναι ότι μόνο σε εξαιρετικά ελάχιστες χώρες τα εμπειρικά δεδομένα παρέχονται σε αυτή την αναλυτική μορφή, ενώ στις περισσότερες χώρες παρέχονται μόνο κατά ηλικία. Αξίζει να παρατηρηθεί ότι όπως φαίνεται από την σύγκριση των δύο προηγούμενων εκφράσεων αυτό που στην ουσία συμβαίνει στον κλασικό υπολογισμό της πιθανότητας θανάτου για την ηλικία 0, είναι ότι αντικαθίσταται το ${}^{t+1} D_0$ με το ${}^{t-1} D_0$. Δηλαδή αντικαθίσταται ο αριθμός συμβάντων αυτών που γεννήθηκαν το έτος t και πέθαναν πριν τα γενέθλιά τους το έτος $t+1$, σε ηλικία μηδέν, με τον αριθμό συμβάντων αυτών που γεννήθηκαν το έτος $t-1$ και πέθαναν πριν τα γενέθλιά τους το έτος t , σε ηλικία μηδέν. Αν όμως θεωρήσουμε ότι το μέγεθος και η κατά ηλικία σύνθεση του πληθυσμού καθώς και η μορφή και η ένταση της κατά ηλικία θνησιμότητας δε διαφοροποιείται σημαντικά από ένα ημερολογιακό έτος στο επόμενο, τότε το προσεγγιστικό σφάλμα του κλασικού τύπου υπολογισμού μπορεί να θεωρηθεί μη σημαντικό. Εναλλακτικά, στην κοινή περίπτωση που τα εμπειρικά δεδομένα θανάτων δίνονται μόνο κατά ηλικία τότε το q_0 μπορεί να προσεγγιστεί έμμεσα, αφού προηγούμενα υπολογιστεί ένας συντελεστής διαχωρισμού ϕ . Ο συντελεστής αυτός υπολογίζεται από αναλυτικά δεδομένα κάποιου τυπικού πληθυσμού. Ο τυπικός πληθυσμός θα μπορούσε να είναι ο πληθυσμός κάποιου προηγούμενου έτους (t') ή ο πληθυσμός κάποιας άλλης χώρας, για το οποίο υπάρχουν στοιχεία θανάτων σε αναλυτική μορφή (δεδομένα και κατά έτος γέννησης και κατά ηλικία):

$$\phi = \frac{{}^{t'} D_0}{{}^{t'} D_0} = \frac{{}^{t'} D_0}{{}^{t'} D_0 + {}^{t'+1} D_0}$$

όπου:

${}^t D_0$ οι θάνατοι ατόμων ηλικίας 0, της γενιάς t' που συνέβησαν το έτος t' (το ίδιο έτος της γέννησης τους),

${}^t D_0$ ο συνολικός αριθμός θανάτων ατόμων ηλικίας 0 της γενιάς t' (συνέβησαν τα έτη t' ή $t'+1$),

${}^{t+1} D_0$ οι θάνατοι ατόμων ηλικίας 0, της γενιάς t' που συνέβησαν το έτος $t'+1$ (τα άτομα αυτά πέθαναν πριν τα πρώτα τους γενέθλια το έτος $t'+1$).

Έτσι ο αριθμητής του συντελεστή θνησιμότητας ατόμων ηλικίας 0 το έτος t , υπολογίζεται σαν σταθμικός μέσος των ${}^t D_0$ και ${}^{t+1} D_0$ με συντελεστή στάθμισης τα ϕ και $(1-\phi)$:

$${}^t q_0 = \frac{\phi {}^t D_0 + (1-\phi) {}^{t+1} D_0}{{}^t B}$$

όπου,

${}^t D_0$ οι θάνατοι ατόμων ηλικίας 0 το έτος t ,

${}^{t+1} D_0$ οι θάνατοι ατόμων ηλικίας 0 το έτος $t+1$ και

${}^t B$ οι γεννήσεις ζώντων το έτος t .

Οι συντελεστές βρεφικής θνησιμότητας των διαφόρων χωρών έχουν εμφανίσει θεαματική μείωση διαχρονικά. Ο Πίνακας 2.1 παρουσιάζει τιμές των συντελεστών κάποιων επιλεγμένων χωρών.

Πίνακας 2.1: Συντελεστής βρεφικής θνησιμότητας

ΧΩΡΑ	ΕΤΟΣ	q ₀
ΑΓΓΛΙΑ	1662	300
	1901	151
	1971	18
	1999	5,9
ΣΟΥΗΔΙΑ	1700	200
	1930	50
	1978	8
	1980	6,9
	1999	3,6
ΕΛΛΑΔΑ***	1956	51
	1966	40
	1976	27,5
	1987	11,4
	1999	6,3
ΙΣΛΑΝΔΙΑ	1999	2,6*
ΑΦΓΑΝΙΣΤΑΝ	1999	149,8**

*Το χαμηλότερο του κόσμου

** Το υψηλότερο του κόσμου

*** Οι δείκτες αυτοί πρέπει να αντιμετωπιστούν με κάποια επιφύλαξη γιατί ενέχουν συστηματικού σφάλματος. Πολλοί θάνατοι αμέσως μετά την γέννηση, ιδιαίτερα στην επαρχία, δεν δηλώνονται ούτε σαν γέννηση ζώντος, ούτε σαν θάνατος στην ηλικία 0, με αποτέλεσμα να παραποιείται η τιμή του δείκτη. Το πρόβλημα αυτό με την πάροδο του χρόνου τείνει να εκλείψει.

2.7. ΝΕΟΓΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΕΝΝΗΤΙΚΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

Έχει παρατηρηθεί στους ανθρώπινους πληθυσμούς ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των θανάτων του πρώτου έτους ζωής επέρχεται τις πρώτες εβδομάδες ζωής. Στις περισσότερο ανεπτυγμένες χώρες σήμερα το 40% περίπου των θανάτων του πρώτου ηλικιακού έτους επέρχονται την πρώτη μέρα ζωής ενώ περίπου το 70% αυτών επέρχονται τις πρώτες τέσσερις εβδομάδες.

Για τις ανάγκες λοιπόν της μέτρησης της περιγεννητικής και νεογνικής θνησιμότητας συνήθως υπολογίζονται οι εξής συντελεστές:

➤ **Συντελεστής πρώιμης νεογνικής θνησιμότητας:** ο λόγος των θανάτων της πρώτης εβδομάδας ζωής προς τις γεννήσεις του ημερολογιακού έτους αναφοράς.

➤ **Συντελεστής όψιμης νεογνικής θνησιμότητας:** ο λόγος των θανάτων της 2ης, 3ης και 4ης εβδομάδας ζωής προς τις γεννήσεις του ημερολογιακού έτους αναφοράς.

➤ **Συντελεστής νεογνικής θνησιμότητας:** Το άθροισμα των δύο προηγούμενων.

➤ **Συντελεστής περιγεννητικής θνησιμότητας:** Ο λόγος των γεννήσεων νεκρών και θανάτων της πρώτης εβδομάδας ζωής προς τις γεννήσεις του ημερολογιακού έτους αναφοράς.

2.8 ΜΟΡΦΗ ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΚΑΤΑ ΗΛΙΚΙΑ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Στο διάγραμμα 2.1 εμφανίζονται οι ειδικοί κατά ηλικία συντελεστές θνησιμότητας δύο διαφορετικών πληθυσμών, δύο διαφορετικά ημερολογιακά έτη. Είναι εμφανές ότι η εξέλιξη αυτή, η οποία είναι τυπική για όλους τους ανθρώπινους πληθυσμούς, εμφανίζει μια πολυπλοκότητα στη μορφή της. Θα μπορούσε να μελετηθεί καλύτερα αν χωρίζαμε το διάστημα ηλικίας σε τρία μέρη:

➤ Νεογνική, βρεφική και παιδική θνησιμότητα

Η ειδική κατά ηλικία θνησιμότητα από την γέννηση μέχρι την αρχή της εφηβείας (περίπου την ηλικία δέκα ετών) εμφανίζει μια φθίνουσα εκθετική εξέλιξη με πολύ έντονο ρυθμό μείωσης. Η θνησιμότητα της ηλικίας μηδέν είναι πολύ υψηλή, αντιστοιχεί σε επίπεδα θνησιμότητας των ηλικιών 40-60 στους σύγχρονους πληθυσμούς των ανεπτυγμένων χωρών, ενώ σε πληθυσμούς των υπό ανάπτυξη χωρών μπορεί να ξεπερνά τη θνησιμότητα της ηλικίας 80. Το τόσο υψηλό επίπεδο θνησιμότητας για το εύρος αυτών των ηλικιών οφείλεται κατά κύριο λόγο στην περιγεννητική και νεογνική θνησιμότητα. Γύρω στην ηλικία 10, το επίπεδο θνησιμότητας αγγίζει την ελάχιστη τιμή του.

➤ Θνησιμότητα νεαρών ενηλίκων

Στο διάστημα ηλικιών από τα 10 μέχρι τα 30 περίπου, η μορφή της κατά ηλικία θνησιμότητας εμφανίζει μια περισσότερο ή λιγότερο έντονη ανωμαλία γνωστή στην βιβλιογραφία με τον όρο: “accident hump” (καμπύλη ατυχημάτων). Οφείλεται κατά κύριο λόγο στη θνησιμότητα από αιτίες όπως: νεοπλάσματα, καρδιακά, (παλαιότερα φυματίωση και άλλες επιδημίες), ατυχήματα (εργατικά, τροχαία κ.α.) και επηρεάζεται από όλους εκείνους τους κινδύνους στους οποίους εκτίθενται οι έφηβοι και οι νεαροί ενήλικες λόγω της αυξημένης φυσικής και κοινωνικής δραστηριότητας.

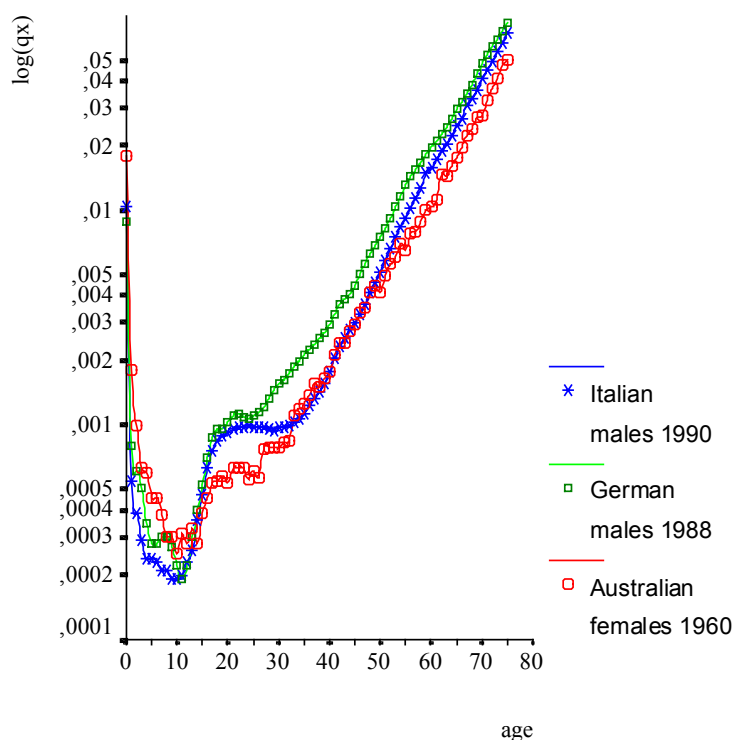
Η θνησιμότητα αυτών των ηλικιών επηρεάζεται γενικά από διάφορους κοινωνικούς και περιβαλλοντολογικούς παράγοντες όπως τον τρόπο ζωής, την απασχόληση κ.λ.π. και διαφοροποιείται σημαντικά κατά φύλο. Η εμπειρική

παρατήρηση έχει δείξει ότι η καμπύλη αυτή εμφανιζόταν εντονότερα στους ανδρικούς πληθυσμούς τουλάχιστον σε ότι αφορά τις ανεπτυγμένες χώρες τα προηγούμενα χρόνια, αλλά συναντάται ακόμη και σήμερα στους περισσότερους πληθυσμούς. Ο λόγος είναι κύρια η αυξημένη δραστηριότητα των ανδρών σε σχέση με τις γυναίκες. Αυτή η διαφοροποίηση στους σύγχρονους πληθυσμούς των ανεπτυγμένων χωρών τείνει να εκλείψει. Στους γυναικείους πληθυσμούς αυτή η καμπύλη ήταν σχεδόν ανύπαρκτη στο παρελθόν, ενώ εμφανίζεται πλέον έντονη σε νεότερους πληθυσμούς, κύρια λόγω της ένταξης των γυναικών στην αγορά εργασίας.

➤ *Θνησιμότητα ωρίμων ενηλίκων*

Η ειδική κατά ηλικία θνησιμότητα των ωρίμων ενηλίκων, μετά από την ηλικία 30 ετών περίπου, εμφανίζει εξέλιξη αύξουσα εκθετική, με ρυθμό που διαφοροποιείται μεταξύ πληθυσμών και φύλων. Στις ηλικίες αυτές η διαδικασία της φυσικής γήρανσης δρα με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό για να αγγίξει την μέγιστη τιμή της στην μεγαλύτερη ηλικία που εμφανίζεται στον πληθυσμό. Ο ρυθμός αύξησης των επιπέδων θνησιμότητας είναι εντονότερος σε χρονολογικά νεότερους πληθυσμούς, σε γυναικείους πληθυσμούς και σε πληθυσμούς αναπτυγμένων χωρών. Αιτία αυτής της διαφοροποίησης αποτελεί το γεγονός ότι αν και τα κατά ηλικία επίπεδα θνησιμότητας διαφοροποιούνται μεταξύ των διαφόρων πληθυσμών, το ανώτατο όριο ζωής παραμένει αμετακίνητο σε όλους τους πληθυσμούς. Η εξέλιξη της ιατρικής και η ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου επιφέρει μείωση της κατά ηλικία θνησιμότητας στους διάφορους πληθυσμούς, έτσι ώστε όλο και μεγαλύτερο μέρος των πληθυσμών αυτών να περνά στη γήρανση. Εν τούτοις παρά τις εξελίξεις, δεν έχει κατορθωθεί να αυξηθεί η ανώτατη διάρκεια ζωής. Έτσι όσο χαμηλότερα είναι τα κατά ηλικία επίπεδα θνησιμότητας ενός πληθυσμού, τόσο ταχύτερα αυξάνεται η θνησιμότητα στις μεγάλες ηλικίες.

Διάγραμμα 2.1. Ειδική κατά ηλικία θνησιμότητα

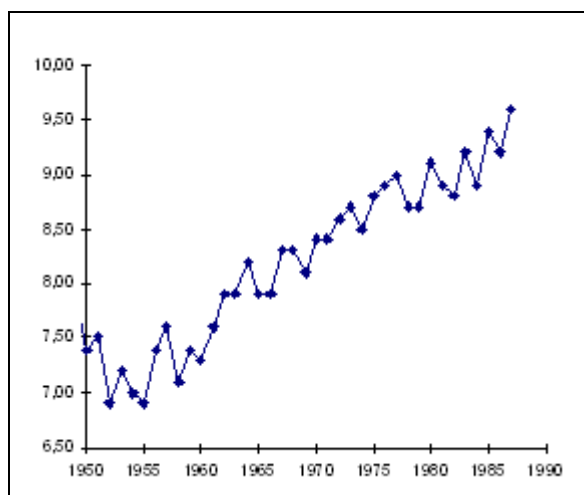


2.9. ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ (Standardization methods)

Οι ακαθάριστοι συντελεστές θνησιμότητας για το έτος 1999 ήταν για διάφορες χώρες οι εξής: Σουηδία 11, Ελλάδα 10, Δανία 11, Αλβανία 5, Μονακό 17. Βάσει αυτών των τιμών, η θνησιμότητα των περισσότερο αναπτυγμένων χωρών (Σουηδία, Μονακό) εμφανίζεται σε υψηλότερα επίπεδα από εκείνη της Ελλάδας, ενώ ακόμη και ο συντελεστής της Αλβανίας είναι δραματικά μικρότερος εκείνων των ανεπτυγμένων χωρών.

Ένα άλλο αξιοπερίεργο εμπειρικό εύρημα είναι ότι η θνησιμότητα των Ελλήνων βάσει του ακαθάριστου συντελεστή, όπως αυτή αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 2.2, διαχρονικά αυξάνεται σταθερά.

Διάγραμμα 2.2 Ακαθάριστος συντελεστής θνησιμότητας του Ελληνικού Πληθυσμού



Εν τούτοις είναι γνωστό ότι τα κατά ηλικία επίπεδα θνησιμότητας της Ελλάδας έχουν διαχρονικά δραματικά μειωθεί. Αιτία αυτού του οξύμωρου φαινομένου είναι ότι η ηλικιακή σύνθεση του πληθυσμού έχει μεταβληθεί έντονα μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα. Ο πληθυσμός της Ελλάδας διαχρονικά ωριμάζει. Η κατά ηλικία σύνθεση του πληθυσμού διαμορφώνεται υπέρ των μεγάλων ηλικιών, η μέση ηλικία του πληθυσμού αυξάνεται σαν αποτέλεσμα της διαχρονικής μείωσης των κατά ηλικία επιπέδων θνησιμότητας και των επιπέδων γεννητικότητας.

Επίσης το γεγονός ότι ο ακαθάριστος συντελεστής θνησιμότητας της Αλβανίας εμφανίζεται πολύ μικρότερος από τους αντίστοιχους των περισσότερων αναπτυγμένων χωρών οφείλεται στη διαφορετική κατά ηλικία σύνθεση των πληθυσμών. Οι περισσότερο αναπτυγμένες χώρες εμφανίζουν εντονότερα φαινόμενα δημογραφικής γήρανσης λόγω μεγαλύτερης διαχρονικής αύξησης της προσδοκώμενης ζωής και πτώσης των επιπέδων γεννητικότητας. Έτσι, σε σχέση με την Αλβανία, στους πληθυσμούς αυτούς πολύ μεγαλύτερο μέρος τους είναι ηλικιωμένοι.

Από αυτά τα παραδείγματα γίνεται εμφανές ότι οι ακαθάριστοι συντελεστές θνησιμότητας είναι ακατάλληλα μέτρα για συγκρίσεις θνησιμότητας μεταξύ πληθυσμών όταν αυτοί οι πληθυσμοί εμφανίζουν διαφορετική κατά ηλικία σύνθεση. Οι ειδικοί κατά ηλικία συντελεστές θνησιμότητας είναι κατάλληλα μέτρα, αυτοί όμως είναι τόσο πολλοί όσες και οι ηλικίες στον πληθυσμό (ή όσες οι ομάδες ηλικιών στις οποίες αναφέρονται) και αυτό κάνει τις συγκρίσεις πολύπλοκες.

Είναι προφανές ότι κάποιο κατάλληλο μέτρο, που θα αναφέρεται στο σύνολο του πληθυσμού, είναι αναγκαίο για συγκρίσεις θνησιμότητας μεταξύ πληθυσμών ή για διαχρονικές συγκρίσεις θνησιμότητας κάποιου πληθυσμού.

2.9.1. Άμεση Τυποποίηση (Direct standardization)

Ας θεωρήσουμε ένα παράδειγμα. Τα εμπειρικά δεδομένα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.2 αφορούν τον πληθυσμό της Ν. Ζηλανδίας το έτος 1966.

Πίνακας 2.2. Δημογραφικά δεδομένα του πληθυσμού της Ν. Ζηλανδίας

(1)	Μαορί				Έποικοι			
	(2)*	(3)	(4)	(5)	(6)*	(7)	(8)	(9)
x	${}_n\bar{P}_x$	${}_n\bar{P}_x\%$	${}_nD_x$	${}_nm_x$	${}_n\bar{P}_x$	${}_n\bar{P}_x\%$	${}_nD_x$	${}_nm_x$
0	39,5	20	294	7,44	267,1	11	1047	3,92
5	61,7	30	56	0,91	505,0	20	197	0,39
15	34,7	17	53	1,53	401,3	16	393	0,98
25	43,7	22	154	3,52	597,0	24	973	1,63
45	17,6	9	368	20,90	487,1	20	4890	10,04
65+	3,9	2	365	93,59	219,2	9	15015	68,50
	201,1	100	1290	6,41	2475,7	100		9,09

* σε χιλιάδες

Πηγή: Pollard et. al. 1987

όπου :

${}_n\bar{P}_x$ ο μέσος πληθυσμός ηλικιών $[x, x+n)$ σε χιλιάδες ατόμων,

${}_n\bar{P}_x\%$ η κατά ομάδες ηλικιών ποσοστιαία, σύνθεση του πληθυσμού,

${}_nD_x$ ο αριθμός θανάτων ατόμων ηλικιών του διαστήματος $[x, x+n)$,

${}_nm_x$ ο ειδικός συντελεστής θνησιμότητας της ομάδας ηλικιών $[x, x+n)$.

Θεωρώντας τις τιμές στις στήλες (5) και (9) του Πίνακα 2.2, παρατηρούμε ότι ενώ οι ειδικοί κατά ηλικία συντελεστές θνησιμότητας των εποίκων είναι συστηματικά πολύ χαμηλότεροι από τους αντίστοιχους των Μαορί για όλες τις ομάδες ηλικιών, οι ακαθάριστοι συντελεστές θνησιμότητας συνδέονται με αντίθετη σχέση. Ακόμα συγκρίνοντας τις τιμές στις στήλες (3) και (7) του Πίνακα 2.2 παρατηρούμε ότι η κατά ηλικία σύνθεση των δύο πληθυσμών διαφέρει αισθητά. Οι Μαορί είναι πολύ νεότερος πληθυσμός σε σχέση με τους άποικους.

Γνωρίζουμε όμως ότι ο ακαθάριστος συντελεστής θνησιμότητας (ΑΣΘ) ορίζεται από τη σχέση:

$${}^t A\sigma\Theta = \frac{{}^t D}{{}^t \bar{P}} \Rightarrow {}^t A\sigma\Theta = \frac{\sum_x {}^t D_x}{\sum_x {}^t \bar{P}_x}$$

αλλά

$${}^t m_x = \frac{{}^t D_x}{{}^t \bar{P}_x} \Rightarrow {}^t D_x = {}^t \bar{P}_x {}^t m_x$$

Άρα,

$${}^t A\sigma\Theta = \frac{\sum_x {}^t \bar{P}_x {}^t m_x}{\sum_x {}^t \bar{P}_x} \Rightarrow {}^t A\sigma\Theta = \sum_x {}^t m_x \left(\frac{{}^t \bar{P}_x}{\bar{P}} \right)$$

Σε αυτή την τελευταία έκφραση είναι εμφανές ότι το Ακαθάριστος Συντελεστής Θνησιμότητας (ΑΣΘ) αποτελεί σταθμικό μέσο των επί μέρους ειδικών συντελεστών ${}^t m_x$ με συντελεστές στάθμισης τα αντίστοιχα ποσοστά πληθυσμού της κάθε ομάδας ηλικίας. Κατά συνέπεια, οι ΑΣΘ των δύο πληθυσμών είναι σταθμικοί μέσοι των επί μέρους ${}^t m_x$ του κάθε πληθυσμού **με διαφορετικούς συντελεστές στάθμισης** (τα αντίστοιχα μεγέθη του κάθε πληθυσμού) και ως εκ τούτου μη συγκρίσιμοι μεταξύ τους. Για να γίνουν συγκρίσιμα τα δύο αυτά μέτρα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν **κοινοί συντελεστές στάθμισης** στον υπολογισμό τους. Σαν τέτοιοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τα πληθυσμιακά μεγέθη του συνολικού πληθυσμού της Ν. Ζηλανδίας.

Θεωρούμε λοιπόν τον συνολικό πληθυσμό της χώρας σαν **τυπικό (ή πρότυπο) πληθυσμό**. Υπολογίζουμε με αυτόν τον τρόπο έναν τυποποιημένο συντελεστή θνησιμότητας για τον κάθε πληθυσμό, σαν ένα συνολικό συντελεστή θνησιμότητας που θα χαρακτήριζε τον πρότυπο πληθυσμό εάν σε αυτόν αντιστοιχούσαν, για την κάθε ομάδα ηλικιών, οι ειδικοί συντελεστές θνησιμότητας του υπό εξέταση πληθυσμού.

Ο **Τυποποιημένος Συντελεστής Θνησιμότητας**, (ΤΣΘ), είναι ο λόγος του “αναμενόμενου” αριθμού θανάτων του τυπικού πληθυσμού, αν ο πληθυσμός αυτός βίωνε τα ίδια κατά ηλικία επίπεδα θνησιμότητας με αυτά του υπό εξέταση πληθυσμού, προς το συνολικό μέγεθος του τυπικού πληθυσμού.

Έτσι για τον συνολικό πληθυσμό της Ν. Ζηλανδίας έχουμε τον πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3. Δημογραφικά δεδομένα συνολικού πληθυσμού Ν. Ζηλανδίας, για το έτος 1966

x	${}_n\bar{P}_x^{(S)}$	${}_nD_x^{(S)}$	${}_nm_x^{(S)}$
0	306,6	1341	4,37
5	567,7	253	0,45
15	436,0	446	1,02
25	640,7	1127	1,76
45	504,7	5258	10,42
65+	223,1	15380	68,94
	2676,8	23805	8,89

(S): Standard population - τυπικός ή πρότυπος πληθυσμός

Τυποποιημένοι συντελεστές θνησιμότητας για κάθε ένα από τους δύο υποπληθυσμούς της Ν. Ζηλανδίας, θα υπολογιστούν από τη σχέση:

$${}^tT\Sigma\Theta = \frac{\sum_x {}^t\bar{P}_x^{(S)} {}^t m_x}{\sum_x {}^t\bar{P}_x^{(S)}}$$

Κάνοντας χρήση των πινάκων 2.2 και 2.3, ο τυποποιημένος συντελεστής των Μαορί είναι:

$${}^tT\Sigma\Theta^{(M)} = \frac{306,6 \cdot 7,44 + 565,7 \cdot 0,91 + \dots + 223,1 \cdot 93,59}{2676,8} = 13,88$$

και αντιστοίχως των εποίκων:

$${}^tT\Sigma\Theta^{(E)} = \frac{306,6 \cdot 3,92 + 565,7 \cdot 0,39 + \dots + 223,1 \cdot 68,50}{2676,8} = 8,68$$

Παρατηρούμε ότι ενώ ο ΑΣΘ των Μαορί (=6.41) εμφανίζεται μικρότερος από τον ΑΣΘ των εποίκων (=9.09), οι αντίστοιχοι τυποποιημένοι συντελεστές συνδέονται με αντίθετη σχέση. ($T\Sigma\Theta^{(M)} = 13.88 > T\Sigma\Theta^{(E)} = 8.68$).

Αυτοί οι τελευταίοι δίνουν πιο σωστή εικόνα της σχέσης των γενικών επιπέδων θνησιμότητας των δύο πληθυσμών, η οποία συμπίπτει με εκείνη που εμφανίζουν οι επί μέρους ειδικοί κατά ηλικία συντελεστές των δύο πληθυσμών.

2.9.2. Έμμεση Τυποποίηση (Indirect standardization)

Στο παράδειγμά μας υπολογίσαμε τους τυποποιημένους συντελεστές θνησιμότητας των δύο πληθυσμών ως σταθμικούς μέσους των επί μέρους ${}_nm_x$ του κάθε πληθυσμού με κοινούς συντελεστές στάθμισης, τα πληθυσμιακά μεγέθη του τυπικού πληθυσμού κατά ομάδες ηλικιών .

Είναι προφανές ότι για αυτούς τους υπολογισμούς απαιτείται η γνώση των ειδικών κατά ηλικία συντελεστών θνησιμότητας του υπό εξέταση πληθυσμού (${}_n m_x$). Αν αυτοί είναι άγνωστοι και αν το μόνο στοιχείο θνησιμότητας που είναι δεδομένο για τον κάθε πληθυσμό είναι ο συνολικός αριθμός θανάτων των πληθυσμών αυτών, ο τυποποιημένος συντελεστής θνησιμότητας μπορεί εναλλακτικά να υπολογιστεί από την έκφραση:

$$T\Sigma\Theta = \frac{D}{\sum_x {}_n \bar{P}_x {}_n m_x^{(S)}} \cdot A\Sigma\Theta^{(S)}$$

όπου:

D ο συνολικός αριθμός θανάτων του υπό εξέταση πληθυσμού,

${}_n \bar{P}_x$ ο μέσος πληθυσμός ηλικιών $[x, x+n)$ του υπό εξέταση πληθυσμού,

${}_n m_x^{(S)}$ ο ειδικός συντελεστής θνησιμότητας της ομάδας ηλικιών $[x, x+n)$ του τυπικού πληθυσμού και

$A\Sigma\Theta^{(S)}$ ο ακαθάριστος συντελεστής θνησιμότητας του τυπικού πληθυσμού.

Παρατηρούμε ότι αυτός ο συντελεστής υπολογίζεται σαν ο ακαθάριστος συντελεστής θνησιμότητας του τυπικού (πρότυπου) πληθυσμού πολλαπλασιασμένος με το λόγο του πραγματικού συνολικού αριθμού θανάτων του υπό εξέταση πληθυσμού προς τον “αναμενόμενο” συνολικό αριθμό θανάτων του υπό εξέταση πληθυσμού, αν θεωρήσουμε ότι αυτός υπόκειται στην ίδια ειδική κατά ηλικία θνησιμότητα με τον τυπικό πληθυσμό. Ο λόγος αυτός θα ισούται με τη μονάδα αν η θνησιμότητα του πληθυσμού για τον οποίο υπολογίζεται είναι ίση με εκείνη του πρότυπου πληθυσμού. Θα είναι μικρότερος της μονάδας αν η θνησιμότητα του πληθυσμού για τον οποίο υπολογίζεται είναι μικρότερη από εκείνη του πρότυπου πληθυσμού. Τέλος, θα είναι μεγαλύτερος της μονάδας στην αντίθετη περίπτωση. Έτσι ο $T\Sigma\Theta$ του εκάστοτε πληθυσμού θα ξεπερνά ή θα υπολείπεται του $A\Sigma\Theta$ του τυπικού πληθυσμού ανάλογα με τη σχέση των γενικών επιπέδων θνησιμότητας των δύο πληθυσμών.

Για το παράδειγμα μας:

$${}^t T\Sigma\Theta^{(M)} = \frac{1290}{39,5 \cdot 4,37 + 61,7 \cdot 0,5 + \dots + 3,9 \cdot 68,94} \cdot 8,89 = 15,00$$

και

$${}^t T\Sigma\Theta^{(E)} = \frac{22515}{267,1 \cdot 4,37 + 504,0 \cdot 0,5 + \dots + 219,2 \cdot 68,9} \cdot 8,89 = 8,67$$

Βάσει αυτού του τρόπου υπολογισμού βλέπουμε ότι το αποτέλεσμα συμπίπτει με αυτό της άμεσης (ευθείας) τυποποίησης, δηλαδή ο τυποποιημένος συντελεστής θνησιμότητας των Μαορί εμφανίζεται πολύ ψηλότερος από τον αντίστοιχο των εποίκων.

2.9.3. Σχόλια

Οι τυποποιημένοι συντελεστές δεν αποτελούν καθαρά μέτρα θνησιμότητας του πληθυσμού στον οποίο αναφέρονται, αφού για τον υπολογισμό τους δε χρησιμοποιούνται μόνο στοιχεία του πληθυσμού αυτού, αλλά και στοιχεία του πρότυπου πληθυσμού. Εν τούτοις λόγω της ομοιογένειας τους είναι κατάλληλοι για συγκρίσεις θνησιμότητας μεταξύ πληθυσμών.

Πρέπει ακόμα να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει κάποιος γενικά αποδεκτός τρόπος επιλογής τυπικού πληθυσμού. Ο ερευνητής είναι ελεύθερος κατά την κρίση του να επιλέξει κάποιο πληθυσμό που θα χρησιμοποιηθεί σαν πρότυπος. Αυτός θα μπορούσε να είναι κάποιος γενικός πληθυσμός (κάποιος που οι πληθυσμοί τους οποίους θέλουμε να συγκρίνουμε αποτελούν υποσύνολα του) ή ακόμα, ο ένας από αυτούς τους πληθυσμούς ή κάποιος τρίτος ανεξάρτητος πληθυσμός.

Η επιλογή πρότυπου πληθυσμού επηρεάζει βέβαια έντονα την τιμή των τυποποιημένων συντελεστών, πολύ σπάνια όμως την κατεύθυνση της μεταξύ τους σχέσης.