

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

**ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ, ΤΗΣ
ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΓΗΡΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ:
2011-2051**

ΑΡΒΑΝΙΤΙΔΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Αναλογιστική Επιστήμη και Διοικητική Κινδύνου

Πειραιάς

Μάρτιος 2018

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίσθηκε από τη ΓΕΣ του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς στην υπ' αριθμό συνεδρίασή του σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Αναλογιστική Επιστήμη και Διοικητική Κινδύνου.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

Κλέων Τσίμπος (*Επιβλέπων*)

Γεωργία Βερροπούλου

Μπάγκαβος Χρήστος

UNIVERSITY OF PIRAEUS



DEPARTMENT OF STATISTICS AND INSURANCE SCIENCE
POSTGRAGUATE PROGRAM IN ACTUARIAL SCIENCE AND RISK
MANAGEMENT

**PROSPECTS OF MORTALITY, REPRODUCTIVITY AND AGING OF
THE POPULATION OF GREECE:
2011-2051**

ARVANITIDOU STAVROULA

MSc Dissertation

submitted to the Department of Statistics and Insurance Science of the University of
Piraeus in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of
Science in Actuarial Science and Risk Management

Piraeus

March 2018

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Κλέωνα Τσίμπο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της άριστης συνεργασίας μας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Καλλιόπη και Γιώργο, την αδερφή μου, Μαρία, και τον αγαπημένο μου, Γιάννη, για την στήριξη, την υπομονή και την αγάπη τους.

Στην Εύη

Περίληψη

Κατά τη διάρκεια ενός έτους μία νέα γενεά ατόμων δημιουργείται μέσω των γεννήσεων, ενώ ταυτόχρονα οι υπάρχουσες γενεές συρρικνώνονται μέσω των θανάτων. Αυτή η ανανεωτική δημογραφική διαδικασία ονομάζεται αναπαραγωγή και περιγράφει τον τρόπο ανάπλασης και αντικατάστασης του πληθυσμού από νέα μέλη, προκαλώντας τάση αύξησης, μείωσης ή σταθεροποίησης του μεγέθους του και μεταβολές της ηλικιακής του δομής.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της επίδρασης της αναπαραγωγικότητας και της θνησιμότητας πάνω στην κατά ηλικία δομή του πληθυσμού της Ελλάδας για το διάστημα 2011-2051, εξετάζοντας συνδυαστικά τη θνησιμότητα και την αναπαραγωγικότητα του πληθυσμού βάσει πινάκων επιβίωσης και του μοντέλου του σταθερού πληθυσμού. Για τους σκοπούς της μελέτης υιοθετούνται διαφορετικά σενάρια εξελίξεων γονιμότητας και θνησιμότητας του πληθυσμού και χρησιμοποιούνται επίσημα απογραφικά και ληξιαρχικά δεδομένα.

Abstract

Over a year a new generation of people is born due to births, while at the same time existing generations are shrinking because of deaths. This regenerative demographic process is called reproductivity and describes how a population is regenerated and replaced by new members, causing a tendency to increase, decrease or stabilization of its size, and changes to its age structure.

The aim of this dissertation is to study the effect of reproduction and mortality on the age structure of the population of Greece for the period 2011-2051 by combining the mortality and reproductivity of the population on the basis of life tables and the model of the Stable Population. Various scenarios of fertility and mortality developments of the population are adopted for the purpose of the study and official census population data and vital statistics are used.

Πίνακας Περιεχομένων

1.	Εισαγωγή	19
2.	Πίνακες Επιβίωσης	23
2.1.	Παρουσίαση Πλήρους Πίνακα Επιβίωσης	25
2.2.	Παρουσίαση Συνεπτυγμένου Πίνακα Επιβίωσης	29
2.3.	Κατασκευή Συνεπτυγμένου Πίνακα Επιβίωσης	33
3.	Το μοντέλο του Σταθερού Πληθυσμού	35
3.1.	Θεμελιώδεις αρχές της θεωρίας του Lotka.....	37
3.2.	Εξίσωση πληθυσμιακής ανανέωσης	39
3.3.	Δείκτες Γεννητικότητας (b) και Θνησιμότητας (d)	40
3.4.	Ηλικιακή διάρθρωση	41
3.5.	Μέτρα αντικατάστασης του πληθυσμού	41
3.6.	Μέση Διάρκεια Γενεάς	44
3.7.	Προσεγγιστικοί τύποι εκτίμησης παραμέτρων	45
4.	Σύγχρονες τάσεις του πληθυσμού της Ελλάδας: γονιμότητα, θνησιμότητα και γήρανση 1961 – 2011	49
4.1.	Δείκτης Ολικής Γονιμότητας.....	49
4.1.2.	Συμβολή κάθε ηλικιακής ομάδας στον δείκτη γονιμότητας.....	52
4.2.	Θνησιμότητα	54
4.3.	Γήρανση του πληθυσμού	57
5.	Εφαρμογή του σταθερού πληθυσμού στο διακριτό: δεδομένα και σενάρια	59
5.1.	Μακροχρόνια επίδραση μεταβολών γονιμότητας και θνησιμότητας στον πληθυσμό - μέσω τεχνικών δημογραφικών προβολών κατά ηλικία και φύλο	60
5.2.	Μακροχρόνια επίδραση μεταβολών γονιμότητας και θνησιμότητας στον πληθυσμό - μέσω υποδείγματος του σταθερού πληθυσμού.....	68
5.2.1.	Παρουσίαση υποθέσεων	69
6.	Εφαρμογή του σταθερού πληθυσμού στο διακριτό: αποτελέσματα.....	71
7.	Συμπεράσματα	82
7.1.	Προτεινόμενα μέτρα	82
8.	Βιβλιογραφία.....	86
	<i>Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία</i>	<i>86</i>
	<i>Ελληνική Βιβλιογραφία</i>	<i>87</i>
	<i>Online Documentation.....</i>	<i>87</i>

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1. Δείκτης TFR ανά ομάδα γόνιμων ηλικιών, Ελλάδα, 1961-2011.....	50
Πίνακας 2. Προβολές Πληθυσμού – Υποθέσεις, Ελλάδα, 2007-2050.....	63
Πίνακας 3. Προβολές Πληθυσμού – Αποτελέσματα, Ελλάδα, 2007-2050 (1η Ιανουαρίου, Πληθυσμός κατά φύλο και πενταετείς ομάδες ηλικιών –Ενδιάμεσο Σενάριο).....	65
Πίνακας 4. Προβολές Πληθυσμού – Αποτελέσματα - Ποσοστιαία κατανομή του προβαλλόμενου πληθυσμού στις μεγάλες ομάδες ηλικιών, Ελλάδα, 2007- 2050.....	66
Πίνακας 5. Σενάρια με μεταβαλλόμενη γονιμότητα και σταθερή θνησιμότητα.....	70
Πίνακας 6. Σενάρια με σταθερή γονιμότητα και μεταβαλλόμενη θνησιμότητα.....	71
Πίνακας 7. Αποτελέσματα σεναρίων με μεταβαλλόμενη γονιμότητα και σταθερή θνησιμότητα.....	72
Πίνακας 8. Αποτελέσματα σεναρίων με σταθερή γονιμότητα και μεταβαλλόμενη θνησιμότητα.....	76

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Δείκτης TFR, Ελλάδα, 1961-2011.....	51
Διάγραμμα 2. Ηλικιακή κατανομή TFR, Ελλάδα, 1961-2011.....	52
Διάγραμμα 3. Προσδοκώμενη Ζωή στις ηλικίες 0, 15 και 65, Ελλάδα, 1961-2011.....	56
Διάγραμμα 4. Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα, Ελλάδα, 1961-2011.....	58
Διάγραμμα 5. Προβολές Πληθυσμού – Αποτελέσματα - Ποσοστιαία κατανομή του προβαλλόμενου πληθυσμού στις μεγάλες ομάδες ηλικιών, Ελλάδα, 2007-2050.....	67
Διάγραμμα 6. Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα (Σενάρια 1, 2, 3, 4).....	73
Διάγραμμα 7. Πραγματικό Ποσοστό Ανάπτυξης Πληθυσμού (Σενάρια 1, 2, 3, 4).....	74
Διάγραμμα 8. Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής (Σενάρια 1, 2, 3, 4).....	74
Διάγραμμα 9. Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα (Σενάρια 5, 6, 7, 8).....	77
Διάγραμμα 10. Πραγματικό Ποσοστό Ανάπτυξης Πληθυσμού (Σενάρια 5, 6, 7, 8).....	78
Διάγραμμα 11. Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής (Σενάρια 5, 6, 7, 8).....	78
Διάγραμμα 12. Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα (Σενάρια 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).....	79
Διάγραμμα 13. Πραγματικό Ποσοστό Ανάπτυξης Πληθυσμού (Σενάρια 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).....	81
Διάγραμμα 14. Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής (Σενάρια 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).....	81

1. Εισαγωγή

Λίγα οικονομικά θέματα σήμερα παράγουν δημόσια συζήτηση όσο το ζήτημα της γήρανσης και της αναπόφευκτης αλλαγής του δημογραφικού προφίλ του παγκόσμιου πληθυσμού. Στις περισσότερες ανεπτυγμένες οικονομίες ο ρυθμός γήρανσης και θνησιμότητας του πληθυσμού αυξάνεται κατακόρυφα ενώ αντίθετα οι ρυθμοί αναπαραγωγής/γεννητικότητας μειώνονται δραματικά.

Ως έναν απλό ορισμό του δημογραφικού προβλήματος μπορούμε να δεχτούμε τις δυσχέρειες που δημιουργούνται λόγω της άνιση κατανομής και της μείωσης του πληθυσμού μιας χώρας (Πουλοπούλου, 1983).

Ο πληθυσμός μιας χώρας ιστορικά υπόκειται διαχρονικά σε μεταβολές μέσω της φυσικής κίνησης, δηλαδή των γεννήσεων και των θανάτων, όπως και της μεταναστευτικής κίνησης. Η εντονότερη μείωση του πληθυσμού που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα στην περίπτωση της Ελλάδας είναι πολύ-παραγοντική και σύνθετη. Μερικοί **παράγοντες** αυτής της μείωσης συνοψίζονται παρακάτω:

- Η αλλαγή του ρόλου της γυναίκας με την καθολική σχεδόν συμμετοχή της στην αγορά εργασίας επέφερε αλλαγές στις ηλικίες τεκνοποίησης και στο μοντέλο οικογένειας. Η αναβολή της τεκνοποίησης προς μεγαλύτερες ηλικίες (στα 33 έτη για τους άνδρες και στα 30 για τις γυναίκες) δημιούργησε έδαφος για βιολογικές δυσχέρειες (υπογονιμότητα/στειρότητα) στην σύλληψη

παιδιών (Λώλης Δ., 2001), μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τα επίπεδα γεννητικότητας.

- Η αύξηση του μέσου όρου ζωής λόγω της εξάλειψης των μεταδοτικών ασθενειών σε συνδυασμό με την πρόοδο της ιατρικής τεχνολογίας συνέβαλλε στην μείωση της νοσηρότητας και θνησιμότητας της πληθυσμιακής ομάδας των ανθρώπων ηλικίας άνω των 65 ετών.
- Η ραγδαία εκροή (αποδήμηση για οικονομικούς λόγους νέων από τις κατεχοχήν αναπαραγωγικές ομάδες ηλικιών) και εισροή (μετανάστευση λόγω βίαιου εκτοπισμού από χώρες της Ασίας και Μέσης Ανατολής) πληθυσμών δημιουργεί απρόβλεπτες ανακατατάξεις στη διάρθρωση του πληθυσμού κατά ηλικιακές ομάδες.
- Η εσωτερική μετανάστευση από την περιφέρεια στα αστικά κέντρα, όπου συνήθως επικρατούν πρότυπα μικρότερης πυρηνικής οικογένειας.

Οι **επιπτώσεις/συνέπειες** των εξελίξεων που περιγράφονται παραπάνω είναι και θα συνεχίσουν να είναι καταλυτικές σε μια σειρά από ζητήματα πέραν του δημογραφικού που επαφίονται επί της οικονομικής, κοινωνικής, εθνικής και πολιτικής σφαίρας (Πουλοπούλου, 1983). Παρακάτω παρατίθενται κάποιες από αυτές:

Οικονομικές επιπτώσεις:

- Μεταβολές στις ανάγκες χρηματοδότησης κοινωνικής ασφάλισης, υγείας και περίθαλψης, καθώς τα ποσοστά των ηλικιωμένων οι οποίοι χρειάζονται και χρησιμοποιούν υπηρεσίες αυξάνονται και οι ανάγκες τους καθίστανται όλο

- και περισσότερο σύνθετες (πολλαπλά νοσήματα, κοινωνικοί παράγοντες, απομόνωση κλπ.).
- Μεταβολές στο μοντέλο κατανάλωσης και αποταμίευσης, καθώς συρρικνώνονται οι πληθυσμιακές ομάδες που συμμετέχουν στην παραγωγή και τη χρηματοδότηση των παραπάνω υπηρεσιών, των λοιπών υπηρεσιών του κοινωνικού κράτους και όλων των τομέων της οικονομίας.
 - Αυτή η γήρανση του οικονομικά ενεργού πληθυσμού έχει επιπλέον σημαντικές επιπτώσεις στην αγορά εργασίας και το μοντέλο απασχόλησης, παραγωγής και οικονομικής ανάπτυξης η οποία με τη σειρά της αποσταθεροποιεί περισσότερο τις εισφορές προς τις συντάξεις, κοινωνικές δαπάνες και δαπάνες υγείας απαιτώντας συστήματα ασφάλισης και χρηματοδότησης που να ανταποκρίνονται στο ρυθμό μεταβολής του πληθυσμού
 - Μεταβολές στο προφίλ των δημοσίων και ιδιωτικών επενδύσεων για την κάλυψη των υγειονομικών και κοινωνικών αναγκών (νοσοκομεία, κλινικές, μετανοσοκομειακή φροντίδα, γηροκομεία) για να ανταποκριθούν στην αυξανόμενη ζήτηση (Πουλοπούλου, 1983)

Κοινωνικές επιπτώσεις:

Η αλλαγή της κατανομής των κοινωνικών βαρών για νέους και ηλικιωμένους προκαλεί αλλαγές στην κοινωνική συνοχή, εντείνοντας το χάσμα γενεών και την κοινωνική ανισότητα λόγω της αναλογικής επιρροής στη δημόσια και κοινωνική σφαίρα καθώς και στην επικρατούσα κουλτούρα, μοντέλο οικογένειας, εκπαίδευσης και εργασίας (Vaupel J., Edell A., 2017).

Εθνικές επιπτώσεις:

Η μείωση της αναλογίας του στρατεύσιμου πληθυσμού και γήρανση εστιασμένη κυρίως σε κρίσιμες εθνικά περιοχές, όπως η παραμεθόριος και τα νησιά απειλεί και θα συνεχίσει να απειλεί τη γεωπολιτική ισορροπία.

Πολιτικές επιπτώσεις:

Μειώνονται οι προοπτικές ανανέωσης στη στελέχωση πολιτικού σκηνικού και αντιπροσώπευσης καθώς και των οικονομικά ισχυρών σε θέσεις εξουσίας και διοίκησης (γεροντοκρατία). Κάτι τέτοιο συντελεί στην επικράτηση του συντηρητισμού και καθυστέρηση της προόδου, αντανακλώντας μια κοινωνία που γερνάει χωρίς καινούργιες ιδέες οργάνωσής της.

Η Ελλάδα είναι μια αυξανόμενα γηράσκουσα χώρα, καθώς οι πολίτες άνω των 65 ετών, που σήμερα αντιπροσωπεύουν το 21% του συνολικού πληθυσμού, το 2050 θα φτάσουν στο 30%-33%, ενώ ο πραγματικά οικονομικά ενεργός πληθυσμός αντίστοιχα θα μειωθεί σημαντικά (διαΝΕΟσις, 2016).

Στα παρακάτω κεφάλαια ακολουθεί δημογραφική ανάλυση με βάση το μοντέλο του σταθερού πληθυσμού η οποία καταδεικνύει τις προοπτικές θνησιμότητας, αναπαραγωγικότητας και της γήρανσης του πληθυσμού στην Ελλάδα κατά τα έτη 2011-2051, χρησιμοποιώντας αναλογιστικές μεθόδους. Διερευνώνται επίσης ερωτήματα αναφορικά με τον συνολικό πληθυσμό και την κατά ηλικία δομή του, διαχρονικά και στο άμεσο και απώτερο μέλλον.

2. Πίνακες Επιβίωσης

Στη Δημογραφική Ανάλυση, η θεωρητική ανάλυση και κατάρτιση των πινάκων επιβίωσης αποτυπώνουν πολύ παραστατικά τη φυσιολογία της θνησιμότητας ενός πληθυσμού μέσα από το σύνολο των συναρτήσεων που εμπεριέχονται σε αυτούς. Συγκεκριμένα, οι χρονολογικοί πίνακες επιβίωσης είναι το καταλληλότερο μέσο πραγματοποίησης πληθυσμιακών προβλέψεων και υλοποίησης διαχρονικών, διαπεριφερειακών και διατομεακών συγκρίσεων των επιπέδων και προτύπων θνησιμότητας του εκάστοτε υπό μελέτη πληθυσμού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το πρότυπο θνησιμότητας, με τον τρόπο που αποδίδεται σε έναν πίνακα επιβίωσης, αποτυπώνεται σε μία καθαρή μορφή χωρίς να λαμβάνει υπόψη του ή να επηρεάζεται από άλλα δημογραφικά φαινόμενα (π.χ. μετανάστευση) ή από την κατά ηλικία σύνθεση του πληθυσμού.

Ο χρονολογικός πίνακας επιβίωσης περιγράφει το ιστορικό επιβίωσης μιας πλασματικής (υποθετικής) γενεάς με αφετηρία μία σειρά πιθανοτήτων θανάτου που εκτιμώνται από τα τρέχοντα (συνήθως ετήσια) ληξιαρχικά και απογραφικά δεδομένα. Βασική υπόθεση για τη διαχρονική διάσταση αυτού του εργαλείου είναι ότι οι συναρτήσεις επιβίωσης που το συγκροτούν παραμένουν σταθερές για μεγάλο χρονικό διάστημα και ότι το συνολικό μέγεθος και η κατά ηλικία δομή του πληθυσμού παραμένουν διαχρονικά αμετάβλητα (στάσιμος πληθυσμός). Ένας τέτοιος πίνακας

επιβίωσης περιγράφει, δηλαδή, το τι θα συνέβαινε στα μέλη μιας γενεάς αν οι παρούσες συνθήκες θνησιμότητας παρέμεναν διαχρονικά αμετάβλητες.

Κατά την κατάρτιση ενός χρονολογικού πίνακα επιβίωσης υιοθετούνται επίσης οι εξής υποθέσεις:

- Ορίζεται η ρίζα του πίνακα ως μία δύναμη του 10 (π.χ. 10^3) που απεικονίζει ένα σταθερό αριθμό γεννήσεων, δηλαδή τον πληθυσμό l_0 στην αρχή του πρώτου χρόνου ζωής ($x=0$).
- Δεν υπάρχουν μεταναστευτικές εισροές και εκροές στη γενεά.
- Το μέγεθος της αρχικής γενεάς μειώνεται σταδιακά σύμφωνα με προκαθορισμένα και σταθερά διαχρονικά ηλικιακά πρότυπα, μέχρι να εκλείψουν όλα τα μέλη της γενεάς στην οριακή ηλικία ω ($l_\omega = 0$).
- Οι θάνατοι που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια μίας ηλικίας (μετά τα πρώτα δύο χρόνια) ισοκατανέμονται.
- Το συνολικό πλήθος θανάτων του πληθυσμού είναι ίσο με το συνολικό πλήθος γεννήσεων l_0 του πληθυσμού.
- Η γενεά που απεικονίζεται στον πίνακα επιβίωσης αφορά μόνο ένα φύλο, καθώς παρατηρούνται διαφορές στα πρότυπα και στα επίπεδα θνησιμότητας μεταξύ ανδρών και γυναικών.

Η επιρροή συνολικά της θνησιμότητας στον υπό μελέτη πληθυσμό εκφράζεται μέσα από συγκεκριμένες συναρτήσεις, οι τιμές των οποίων εκτιμώνται για το διάστημα από την αρχική ηλικία ($x=0$) μέχρι την οριακή ηλικία ($x=\omega$), δηλαδή για όλη τη ζωή των μελών της γενεάς.

Οι πίνακες στους οποίους οι συναρτήσεις εκφράζονται κατά ακέραια έτη ηλικιών (0, 1, 2, 3, ..., $\omega-1$) και αναφέρονται στην αρχή της κάθε ηλικίας (x) ονομάζονται πλήρεις ή αναλυτικοί πίνακες επιβίωσης και οι πίνακες στους οποίους οι συναρτήσεις εκφράζονται σε διαστήματα ηλικιών (<0, 1-4, 5-9, 10-14, ..., 80-84, 85+) ενός ή γενικότερα n ετών (συνήθως $n=5$) ονομάζονται συνεπτυγμένοι ή συνοπτικοί πίνακες επιβίωσης. Ακολουθεί η παρουσίαση των δεδομένων που συναντούμε σε έναν πλήρη πίνακα.

2.1. Παρουσίαση Πλήρους Πίνακα Επιβίωσης

1) Επιζώντες στην αρχή της ηλικίας x (l_x)

Η αρχική γενεά l_0 μειώνεται σταδιακά λόγω της επίδρασης της θνησιμότητας καταλήγοντας στην τιμή $l_\omega=0$. Η μείωση των επιζώντων σε κάθε ηλικία είναι συνεχής, αλλά δεν έχει σταθερό ρυθμό.

2) Θάνατοι κατά τη διάρκεια της ηλικίας x (d_x)

Ο αριθμός των θανάτων στη διάρκεια κάθε ηλικίας (d_x) αυξάνεται εξαιτίας της επίδρασης της θνησιμότητας, καθώς από την αρχή της ηλικίας x μέχρι την αρχή της ηλικίας $x+1$ πεθαίνουν d_x άτομα και ισχύουν οι σχέσεις

$$l_{x+1} = l_x - d_x$$

και

$$d_x = l_x - l_{x+1}$$

3) Πιθανότητα επιβίωσης κατά τη διάρκεια της ηλικίας x (p_x)

Η πιθανότητα επιβίωσης ενός ατόμου στη διάρκεια της ηλικίας x υπολογίζεται ως

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}$$

και εκφράζει την πιθανότητα που έχει το άτομο ηλικίας x να φτάσει από την αρχή της ηλικίας x στην αρχή της ηλικίας $x+1$.

4) Πιθανότητα θανάτου στη διάρκεια της ηλικίας x (q_x)

Τα ενδεχόμενα επιβίωσης και θανάτου είναι ασυμβίβαστα και συμπληρωματικά μεταξύ τους, οπότε και ισχύει η σχέση $p_x + q_x = 1$, όπου q_x είναι η πιθανότητα που έχει ένα άτομο που βρίσκεται στην αρχή της ηλικίας x να πεθάνει μέχρι την αρχή της ηλικίας $x+1$. Ισχύει

$$q_x = \frac{d_x}{l_x}$$

και προφανώς

$$p_x = 1 - q_x$$

5) Επιζώντες στο μέσο της ηλικίας x (L_x)

Ο αριθμός των ανθρωπο-ετών ζωής που πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της ηλικίας x από την αρχική γενεά l_0 ατόμων συμβολίζεται με L_x και αντιπροσωπεύει τον πληθυσμό του πίνακα επιβίωσης στο μέσο της ηλικίας x . Η συνάρτηση

$$L_x = l_x - a_x \cdot d_x$$

όπου a_x είναι ο χρόνος που έζησαν κατά μέσο όρο στη διάρκεια της ηλικίας x οι θανόντες d_x , εκφράζει την κατά ηλικία δομή του στάσιμου πληθυσμού. Σύμφωνα με την βασική παραδοχή των πινάκων επιβίωσης, οι θάνατοι μετά την ηλικία των 2 ετών ισοκατανέμονται, άρα για $x \geq 2$ είναι $a_x = 0,5$. Μετά από εμπειρικές έρευνες, για τα δύο πρώτα έτη ζωής κατά τα οποία η θνησιμότητα είναι υψηλή και ταχέως μεταβαλλόμενη (ειδικά κατά τη βρεφική ηλικία) χρησιμοποιούνται οι τιμές $a_0 = 0,75$ και $a_1 = 0,65$.

Αναλύοντας τις συναρτήσεις για τον υπολογισμό των ανθρωπο-ετών ζωής που πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια των ηλικιών x , 0 και 1 από την αρχική γενεά l_x , l_0 και l_1 ατόμων, αντίστοιχα, αυτές διαμορφώνονται ως εξής:

$$L_0 = l_0 - 0,75 \cdot d_0 = l_0 - 0,75 \cdot (l_0 - l_1) = 0,25 \cdot l_0 + 0,75 \cdot l_1$$

$$L_1 = l_1 - 0,65 \cdot d_1 = l_1 - 0,65 \cdot (l_1 - l_2) = 0,35 \cdot l_1 + 0,65 \cdot l_2$$

και για $x \geq 2$:

$$L_x = l_x - 0,5 \cdot d_x = l_x - 0,5 \cdot (l_x - l_{x+1}) = 0,5 \cdot (l_x + l_{x+1})$$

6) Συνολικός αριθμός ανθρωπο-ετών από την ηλικία x και άνω (T_x)

Η συνάρτηση T_x εκφράζει αθροιστικά το συνολικό μέγεθος του πληθυσμού του πίνακα επιβίωσης και υπολογίζεται από τον τύπο

$$T_x = \sum_x^{\omega} L_x = L_x + L_{x+1} + \dots + L_{\omega-1}$$

Επομένως, ισχύουν οι σχέσεις

$$T_x = L_x + T_{x+1} \quad \text{και} \quad L_x = T_x - T_{x+1}$$

7) Προσδοκώμενη Ζωή στην ηλικία x (e_x)

Η σημαντικότερη συνάρτηση του πίνακα επιβίωσης και παράλληλα το αντιπροσωπευτικότερο μέτρο εκτίμησης του μέσου επιπέδου θνησιμότητας του συνολικού πληθυσμού είναι η προσδοκώμενη ή αναμενόμενη ή μέση διάρκεια ζωής. Είναι ο λόγος μεταξύ του συνολικού αριθμού ανθρωπο-ετών από την ηλικία x και άνω προς τον αριθμό των επιζώντων στην αρχή της ηλικίας x , δηλαδή

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

Η συνάρτηση αυτή εκφράζει τον αριθμό των ετών που αναμένεται να ζήσει κατά μέσο όρο ένα άτομο που βρίσκεται στην αρχή της ηλικίας x , σύμφωνα με τις συνθήκες θνησιμότητας που επικρατούν βάσει του πίνακα επιβίωσης και με την προϋπόθεση ότι οι συνθήκες αυτές θα παραμείνουν σταθερές (αμετάβλητες) και στο μέλλον.

8) Κεντρικοί Δείκτες Θνησιμότητας κατά ηλικία (m_x)

Στον πραγματικό πληθυσμό οι κεντρικοί ειδικοί κατά ηλικία δείκτες θνησιμότητας (m_x) συνδέουν τους θανάτους (D_x) με τον πληθυσμό (P_x) στο μέσο του έτους. Σε περιπτώσεις που ο υπό μελέτη πληθυσμός είναι στάσιμος, τότε ισχύει $m_x = \dot{m}_x$. Ουσιαστικά, οι κεντρικοί δείκτες θνησιμότητας σε έναν πίνακα επιβίωσης συνδέουν τους θανάτους που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ηλικίας x με τους επιζώντες στο μέσο αυτής της ηλικίας και υπολογίζονται με τον εξής τύπο:

$$\dot{m}_x = \frac{d_x}{L_x}$$

2.2. Παρουσίαση Συνεπτυγμένου Πίνακα Επιβίωσης

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα εξετάσουμε τη θνησιμότητα του πληθυσμού βάσει ενός συνεπτυγμένου πίνακα επιβίωσης. Παρόλο που ο πλήρης πίνακας επιβίωσης έχει απλή δομή, σύλληψη και κατασκευή και παρουσιάζει ενδελεχώς το υπόψιν πρότυπο θνησιμότητας, στην πράξη η ανεπάρκεια και ανακρίβεια των διαθέσιμων ληξιαρχικών και πληθυσμιακών δεδομένων σε ακέραια έτη ηλικιών προκαλεί αρκετές δυσκολίες κατά τη χρήση τους. Με τη σύμπτυξη των διαθέσιμων πληροφοριών σε ομάδες ηλικιών επιτυγχάνεται η άμβλυνση των σφαλμάτων που εμπεριέχονται στα δημογραφικά στοιχεία και παράλληλα διευκολύνεται η διαδικασία κατασκευής του πίνακα επιβίωσης. Οι θετικές και αρνητικές επιδράσεις των σφαλμάτων τείνουν να εξισορροπούνται σε σημαντικό βαθμό και για αυτό οι δείκτες θνησιμότητας που αναφέρονται σε πενταετή διαστήματα ηλικιών απορροφούν, μέχρι ένα βαθμό τις τυχαίες και ακανόνιστες διακυμάνσεις και, ουσιαστικά, εκφράζουν τις μέσες συνθήκες θνησιμότητας των επιμέρους ηλικιών του κάθε διαστήματος.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα διαστήματα ηλικιών που προτιμώνται για την κατάρτιση ενός συνοπτικού πίνακα επιβίωσης αναφέρονται σε πενταετείς ομάδες ηλικιών, δηλαδή 5-9, 10-14, ..., 80-84 και 85+. Όμως, για τα πρώτα πέντε έτη ζωής, λόγω της κρισιμότητάς τους για την επιβίωση του ατόμου, προτιμάται ο διαχωρισμός είτε σε διαστήματα 0 και 1-4 είτε αναλυτικά για τις ηλικίες 0, 1, 2, 3 και 4. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι συναρτήσεις που συναντούμε σε έναν συνεπτυγμένο πίνακα επιβίωσης στα διαστήματα ηλικιών x έως $x+n$.

1) Θάνατοι στη διάρκεια διαστήματος ηλικιών (${}_n d_x$)

Ο αριθμός των θανάτων που εκτιμάται από την αρχή της ηλικίας x έως την αρχή της ηλικίας $x+n$ υπολογίζεται από τη διαφορά μεταξύ του αριθμού των επιζώντων στην αρχή των ηλικιών x και $x+n$ και εκφράζεται με τον τύπο:

$${}_n d_x = l_x - l_{x+n}$$

2) Πιθανότητα επιβίωσης στη διάρκεια διαστήματος ηλικιών (${}_n p_x$)

Η πιθανότητα επιβίωσης ενός ατόμου που βρίσκεται στην αρχή της ηλικίας x να ζήσει για τα επόμενα n χρόνια και να φτάσει στην αρχή της ηλικίας $x+n$ υπολογίζεται ως

$${}_n p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x}$$

ή

$${}_n p_x = p_x \cdot p_{x+1} \cdots p_{x+n-2} \cdot p_{x+n-1}$$

Για $n=\omega$ ισχύει ${}_{\infty} p_x = {}_{\omega-x} p_x = \frac{l_{\omega}}{l_x} = 0$, καθώς $l_{\omega} = 0$.

3) Πιθανότητα θανάτου στη διάρκεια διαστήματος ηλικιών (${}_n q_x$)

Όπως και για τους πλήρεις πίνακες επιβίωσης ισχύει αντίστοιχα η σχέση

$${}_n p_x + {}_n q_x = 1$$

όπου ${}_n q_x$ είναι η πιθανότητα που έχει ένα άτομο που βρίσκεται στην αρχή της ηλικίας x να πεθάνει μέχρι την αρχή της ηλικίας $x+n$. Ισχύει

$${}_n q_x = \frac{{}_n d_x}{l_x}$$

και

$${}_{\infty}q_x = {}_{\omega-x}q_x = \frac{\omega-xd_x}{l_x} = 1$$

αφού ${}_{\infty}d_x = {}_{\omega-x}d_x = l_x$

4) Επιζώντες στο μέσο διαστήματος ηλικιών (${}_nL_x$)

Ο πληθυσμός του πίνακα επιβίωσης στο μέσο διαστήματος ηλικιών x έως $x+n$ αποτυπώνεται με τη συνάρτηση ${}_nL_x = n \cdot l_{x+n} + {}_n a_x \cdot {}_n d_x$, όπου ${}_n a_x$ είναι ο χρόνος που έζησαν κατά μέσο όρο στη διάρκεια του διαστήματος ηλικιών x έως $x+n$ οι θανόντες ${}_n d_x$. Εάν υπάρχει η διαθεσιμότητα και ενός πλήρους πίνακα επιβίωσης είναι ασφαλέστερο να χρησιμοποιείται ο τύπος:

$${}_nL_x = \sum_x^{x+n-1} L_x$$

ώστε η υπόθεση ισοκατανομής των θανάτων να αναφέρεται σε κάθε μία ακέραιη ηλικία του διαστήματος χωριστά και όχι σε όλο το διάστημα συνολικά.

5) Συνολικός αριθμός ανθρωπο-ετών από την ηλικία x και άνω (T_x)

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η συνάρτηση T_x εκφράζει αθροιστικά το συνολικό μέγεθος του πληθυσμού του πίνακα επιβίωσης. Συγκεκριμένα, σε έναν συνεπτυγμένο πίνακα επιβίωσης υπολογίζεται από τον τύπο

$$T_x = \sum_x^{\omega} {}_nL_x$$

Ισχύουν οι σχέσεις

$$T_x = {}_{\infty}L_x = {}_{\omega-x}L_x \quad \text{και} \quad {}_nL_x = T_x - T_{x+n}$$

6) Προσδοκώμενη Ζωή στην ηλικία x (e_x)

Σε έναν συνεπτυγμένο πίνακα επιβίωσης οι διαφορές που παρουσιάζονται σχετικά με ένα αναλυτικό πίνακα όσον αφορά στην απεικόνιση των τιμών των e_x είναι αμελητέες. Ο τύπος που χρησιμοποιείται είναι ο εξής

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} = \frac{\sum_x^{\omega} nL_x}{l_x}$$

7) Κεντρικοί Δείκτες Θνησιμότητας στη διάρκεια διαστήματος ηλικιών (${}_n m_x$)

Στην περίπτωση του συνεπτυγμένου πίνακα επιβίωσης, ο κεντρικός δείκτης θνησιμότητας στη διάρκεια διαστήματος ηλικιών x έως $x+n$ υπολογίζεται με τον τύπο

$${}_n m_x = \frac{n d_x}{n L_x}$$

Αξίζει να σημειωθεί πως στις ανοιχτές ομάδες ηλικιών (x και άνω) ο δείκτης θνησιμότητας είναι αντίστροφος της προσδοκώμενης ζωής στη συγκεκριμένη ηλικία, δηλαδή είναι

$${}_{\infty} m_x = \frac{{}_{\infty} d_x}{{}_{\infty} L_x} = \frac{l_x}{T_x} = \frac{1}{e_x}$$

2.3. Κατασκευή Συνεπτυγμένου Πίνακα Επιβίωσης

Για την κατασκευή κάθε πίνακα επιβίωσης ακολουθείται μία απλή και σχετικά εύκολη υπολογιστική διαδικασία εκτιμήσεων των συναρτήσεων που αναλύθηκαν προηγουμένως. Ωστόσο, ο τρόπος με τον οποίο οι δείκτες θνησιμότητας του στάσιμου πληθυσμού σε έναν πίνακα επιβίωσης συνδέονται με τους αντίστοιχους δείκτες θνησιμότητας του πραγματικού πληθυσμού που μελετάται καθώς και ο τρόπος με τον οποίο το πλήρες ιστορικό επιβίωσης μίας γενεάς μπορεί να αποδοθεί χρησιμοποιώντας τα τρέχοντα δεδομένα μίας σύντομης χρονικής περιόδου αποτελούν δύο μεθοδολογικές δυσκολίες. Η πρώτη δυσκολία αντιμετωπίζεται με τον προσδιορισμό μιας μαθηματικής σχέσης με την οποία οι εμπειρικοί κεντρικοί δείκτες m_x μετατρέπονται σε πιθανότητες q_x και η δεύτερη με την υιοθέτηση της υπόθεσης στασιμότητας του πληθυσμού.

Η κλασική μέθοδος κατάρτισης ενός συνεπτυγμένου πίνακα επιβίωσης στηρίζεται στη βασική υπόθεση ότι οι θάνατοι του διαστήματος x έως $x+n$ ισοκατανέμονται και αποτελείται από τα παρακάτω βήματα.

1^ο βήμα: Υπολογισμός ειδικών κατά ηλικία δεικτών θνησιμότητας

Βάσει των τρέχοντων ληξιαρχικών και πληθυσμιακών στοιχείων υπολογίζονται οι ειδικοί κατά ηλικία δείκτες θανάτου με τη σχέση ${}_n m_x = \frac{{}_n D_x}{{}_n P_x}$, όπου ${}_n D_x$ είναι ο ετήσιος αριθμός θανάτων ηλικίας x έως $x+n$, και ${}_n P_x$ ο πληθυσμός της ίδιας ομάδας ηλικιών στο μέσο του έτους αναφοράς.

2ο βήμα: Μετατροπή των κεντρικών δεικτών θνησιμότητας σε πιθανότητες

Θανάτου

Θεωρώντας ότι ισχύει ${}_n m_x \approx {}_n \dot{m}_x$, δηλαδή οι εμπειρικοί κεντρικοί δείκτες θανάτου για τον πραγματικό πληθυσμό είναι ίσοι με τους αντίστοιχους του πίνακα επιβίωσης, ότι ο πληθυσμός είναι κλειστός και ότι στη διάρκεια του διαστήματος x έως $x+n$ οι θάνατοι ισοκατανέμονται, συνεπάγεται ότι πριν από $\frac{n}{2}$ έτη οι επιζώντες για το διάστημα αυτό στην αρχή της ηλικίας x θα ήταν ${}_n P_x + \frac{n}{2} \cdot {}_n D_x$. Από τα άτομα αυτά, μέσα σε διάστημα n ετών, πέθαναν $n \cdot {}_n D_x$ άτομα, επομένως η εμπειρική πιθανότητα

θανάτου υπολογίζεται ως εξής:
$${}_n \hat{q}_x = \frac{n \cdot {}_n D_x}{{}_n P_x + \frac{n}{2} \cdot {}_n D_x} = \frac{2 \cdot n \cdot {}_n m_x}{2 + n \cdot {}_n m_x}.$$

3ο βήμα: Εξομάλυνση των εμπειρικών πιθανοτήτων θανάτου

Για τα διαστήματα ηλικιών για τα οποία κρίνεται απαραίτητο, οι εμπειρικές πιθανότητες θανάτου ${}_n \hat{q}_x$ εξομαλύνονται με διάφορους κατά περίπτωση τρόπους όπως τεχνικές κινητών μέσων, γραφικές μεθόδους και δημογραφικές προσεγγίσεις μέσω προτύπων πινάκων επιβίωσης.

4ο βήμα: Εκτίμηση των συναρτήσεων του πίνακα

Το στοιχείο που εισάγεται πρώτο και βάσει αυτού καταρτίζεται όλος ο πίνακας επιβίωσης είναι οι διορθωμένες πιθανότητες θανάτου ${}_n q_x$. Παράλληλα επιλέγεται το μέγεθος του ύψους της ρίζας l_0 του πίνακα και στη συνέχεια υπολογίζονται οι συναρτήσεις του πίνακα εφαρμόζοντας διαδοχικά τις σχέσεις που αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

3. Το μοντέλο του Σταθερού Πληθυσμού

Την έννοια του σταθερού πληθυσμού (stable population) ως εργαλείο δημογραφικής μελέτης εισήγαγε για πρώτη φορά ο L. Euler το 1760 σε μία εργασία του για τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες που διαμορφώνει ένας πληθυσμός όταν βιώνει σταθερές διαχρονικά συνθήκες θνησιμότητας και γονιμότητας για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Ωστόσο, η ανάπτυξη της θεωρίας του σταθερού πληθυσμού καθώς και η εξειδίκευση των θεωρητικών και των εμπειρικών ηλικιακών δομών αποδίδεται στον Alfred J. Lotka.

Η εφαρμογή της θεωρίας του σταθερού πληθυσμού συναντάται κυρίως για την εκτιμητική δημογραφικών παραμέτρων και χαρακτηριστικών σε περιπτώσεις πληθυσμών για τους οποίους υπάρχει ελλιπής στατιστική πληροφόρηση (όπως πληθυσμοί αναπτυσσόμενων χωρών). Επίσης, η θεωρία αυτή εφαρμόζεται ευρύτατα στη διερεύνηση των επιδράσεων που ασκούν οι δημογραφικές συνιστώσες πάνω στην κατά ηλικία σύνθεση, το μέγεθος και την εν γένει ανάπτυξη των ανθρώπινων πληθυσμών.

Αναλυτικότερα, ο Lotka θεμελίωσε ότι ένας κλειστός πληθυσμός (με θετική ή αρνητική φυσική αύξηση) διαμορφώνει μια σταθερή (σε σχετικούς όρους) κατά ηλικία δομή, όταν υπόκειται για μια αρκετά μεγάλη χρονική περίοδο σε σταθερά, αμετάβλητα διαχρονικά, κατά ηλικία πρότυπα γονιμότητας και θνησιμότητας. Ένας τέτοιος πληθυσμός δεν έχει σταθερό μέγεθος, αλλά μεταβάλλεται με το ίδιο σταθερό

ποσοστό σε κάθε ηλικία αλλά και στο συνολικό του μέγεθος. Για αυτό το λόγο ονομάζεται σταθερός πληθυσμός.

Μετά από μελέτη της έννοιας του στάσιμου πληθυσμού μπορεί να διαπιστώσει κανείς πως αυτή εμπεριέχεται στην θεωρία του σταθερού πληθυσμού ως μία ειδική περίπτωση. Συγκεκριμένα, είναι η περίπτωση ενός σταθερού πληθυσμού με μηδενική φυσική αύξηση, δηλαδή αμετάβλητο αριθμό γεννήσεων (ρίζα του πίνακα). Ενώ, γενικότερα, ο σταθερός πληθυσμός προκύπτει από την εφαρμογή ενός πίνακα επιβίωσης πάνω σε έναν ετήσιο αριθμό γεννήσεων που μεταβάλλεται γεωμετρικά με σταθερό ποσοστό.

Ο Lotka τον ρυθμό μεταβολής (αύξησης ή μείωσης) του αριθμού των γεννήσεων τον ονομάζει πραγματικό ή ενδογενές ποσοστό φυσικής αύξησης και τον συμβολίζει με r . Ο ρυθμός αυτός αποδεικνύεται ότι είναι ο ίδιος με το ρυθμό μεταβολής του πληθυσμού, καθώς για έναν κλειστό πληθυσμό, κάτω από συνθήκες σταθερής γονιμότητας και θνησιμότητας οι γεννήσεις και ο πληθυσμός (κατά ηλικία και συνολικά) μεταβάλλονται γεωμετρικά με τον ίδιο σταθερό ρυθμό. Αξίζει να σημειωθεί πως σύμφωνα με τη θεωρία αυτή ο ρυθμός μεταβολής r είναι κοινός μεταξύ γυναικείου και ανδρικού πληθυσμού.

3.1. Θεμελιώδεις αρχές της θεωρίας του Lotka

Ο Lotka στη θεωρία του (1907) υποστηρίζει πως υπάρχει κάποια οριακή σταθερή δομή προς την οποία η πραγματική ηλικιακή δομή έχει την τάση να πλησιάζει, παρόλο που διαταράσσεται συχνά από σημαντικά ιστορικά γεγονότα. Επομένως, η ηλικιακή κατανομή των ανθρώπινων πληθυσμών μεταβάλλεται με το πέρασμα του χρόνου, αλλά οι μεταβολές αυτές δεν είναι ανεξέλεγκτες και απεριόριστες. Το θεμελιώδες δημογραφικό ερώτημα που προκύπτει είναι το εξής: «Δοθείσης της ηλικιακής δομής ενός κλειστού πληθυσμού σε κάποια αρχική χρονική στιγμή $\mathbf{0}$, της συνάρτησης επιβίωσης (πίνακα επιβίωσης), της πιθανότητας αναπαραγωγής σε κάθε γόνιμη ηλικία των γυναικών και της αναλογίας των φύλων κατά τη γέννηση, ζητείται να προσδιοριστεί και να εκτιμηθεί το μέγεθος και η κατά ηλικία σύνθεση του πληθυσμού σε κάθε επόμενο χρονικό σημείο \mathbf{t} , κάτω από την υπόθεση ότι οι αρχικές συνθήκες θνησιμότητας, γονιμότητας και μεταναστευτικής κίνησης (μηδενικής) θα παραμείνουν σταθερές διαχρονικά»

Για τον Lotka, η πληθυσμιακή διαδικασία εξετάζεται για κάθε ένα φύλο χωριστά. Ωστόσο, η αναπαραγωγή του πληθυσμού συνδέεται μόνο με τις γυναίκες στις γόνιμες ηλικίες 15-49 ετών και οι μαθηματικές εκφράσεις της πληθυσμιακής αναπαραγωγής περιορίζονται μόνο για τις γυναίκες αυτές.

Οι δημογραφικές συναρτήσεις που απαιτούνται για την απάντηση στο παραπάνω θεμελιώδες ερώτημα είναι οι εξής:

$F(x,t)$: ο πληθυσμός των γυναικών ηλικίας x έως $x+dx$ τη χρονική στιγμή t .

$F(t)$: το συνολικό μέγεθος του γυναικείου πληθυσμού τη χρονική στιγμή t .

$B(0), B(t)$: ο συνολικός αριθμός των γεννήσεων θηλέων τη χρονική στιγμή 0 και την αρχική χρονική στιγμή t αντίστοιχα. Για μεγάλες τιμές του t , ισχύει $B(t) = B(0) \cdot e^{rt}$ (γεωμετρική μεταβολή με σταθερό ρυθμό)

$p(x)$: η πιθανότητα επιβίωσης μιας γυναίκας από τη γέννησή της μέχρι την ηλικία x .

Ισχύει $p(x) = \frac{l(x)}{l(0)}$. Επομένως, η πιθανότητα αυτή είναι ανεξάρτητη του χρόνου.

$f(x)$: ο αριθμός γεννήσεων θηλέων ανά γυναίκα ηλικίας x έως $x+dx$, ο οποίος είναι διαχρονικά αμετάβλητος.

$c(x,t)$: η σχετική κατά ηλικία σύνθεση του γυναικείου πληθυσμού. Δηλαδή, η αναλογία των γυναικών ηλικίας x έως $x+dx$ στο σύνολο των γυναικών στον χρόνο t , που εκφράζεται με τη σχέση $c(x,t) = \frac{F(x,t)}{F(t)}$ (για όλο το φάσμα ηλικιών ισχύει $\int_0^{\infty} c(x,t) dx = 1$).

Σε αυτό το σημείο, ας σημειώσουμε πως οι συναρτήσεις που παρουσιάζονται παραπάνω αποτελούν συναρτήσεις πυκνότητας, καθώς ο αριθμός των γεννήσεων που πραγματοποιείται στο απειροστό διάστημα x έως $x + dt$ (όταν $t \rightarrow 0$) είναι $B(t)dt$. Επίσης, οι **γεννήσεις** που πραγματοποιούνται κατά το χρόνο t συνδέονται με τις γυναίκες που γεννήθηκαν x χρόνια πριν με τη σχέση:

$$B(t) = B(t-x) \cdot e^{rx} \quad \text{ή} \quad B(t-x) = B(t) \cdot e^{-rx}$$

Τέλος, ο πληθυσμός των γυναικών ηλικίας x έως $x+dx$ τη χρονική στιγμή t εκφράζεται με την σχέση $F(x,t)=B(t-x) \cdot p(x)$ ή $F(x,t)=B(t) e^{-rx} \cdot p(x)$.

3.2. Εξίσωση πληθυσμιακής ανανέωσης

Ξεκινώντας από τη σχέση

$$F(x,t)=B(t) \cdot e^{-rx} \cdot p(x)$$

που αναφέρθηκε προηγουμένως, πολλαπλασιάζοντας με $f(x)$, έχουμε

$$F(x,t) \cdot f(x) dx = B(t) \cdot e^{-rx} \cdot p(x) \cdot f(x) dx$$

Στη συνέχεια ολοκληρώνοντας για όλο το φάσμα των ηλικιών έχουμε

$$\int_0^{\infty} F(x,t) \cdot f(x) dx = \int_0^{\infty} B(t) \cdot e^{-rx} \cdot p(x) \cdot f(x) dx$$

Όμως, μέσω της σχέσης

$$\int_0^{\infty} F(x,t) \cdot f(x) dx = B(t)$$

οδηγούμαστε στο εξής:

$$B(t) = \int_0^{\infty} B(t) \cdot e^{-rx} \cdot p(x) \cdot f(x) dx$$

$$\Rightarrow \int_0^{\infty} e^{-rx} \cdot p(x) \cdot f(x) dx = 1$$

Η τελευταία αυτή διαφορική εξίσωση του Lotka συναντάται με την ονομασία «Εξίσωση Πληθυσμιακής Ανανέωσης» (Renewal Equation). Η εξίσωση ανανέωσης δηλώνει ουσιαστικά ότι μέσω των γεννήσεων σε ένα πληθυσμό επιτυγχάνεται η ανανέωσή του με νέα άτομα.

Η μοναδική πραγματική ρίζα r της εν λόγω εξίσωσης ονομάζεται πραγματικό ποσοστό ανάπτυξης του πληθυσμού, είναι ανεξάρτητη του χρόνου και εκφράζει τον ρυθμό με τον οποίο αυξάνονται ή μειώνονται οι γεννήσεις και το μέγεθος του σταθερού πληθυσμού.

3.3. Δείκτες Γεννητικότητας (b) και Θνησιμότητας (d)

Ο αδρός δείκτης γεννήσεων (b) του σταθερού πληθυσμού κατά το χρόνο t συμβολίζεται με $b(t)$ και εκφράζει το λόγο των γεννήσεων θηλέων προς τον συνολικό πληθυσμό θηλέων την ίδια χρονική στιγμή t :

$$b(t) = \frac{B(t)}{F(t)} = \frac{B(t)}{\int_0^{\infty} B(t-x) \cdot p(x) dx} \Rightarrow b(t) = \frac{B(t)}{\int_0^{\infty} B(t) \cdot e^{-rx} \cdot p(x) dx} \Rightarrow \mathbf{b(t) = \frac{1}{\int_0^{\infty} e^{-rx} \cdot p(x) dx}}$$

Επομένως, παρατηρούμε πως ο δείκτης γεννητικότητας του σταθερού πληθυσμού είναι ανεξάρτητος του χρόνου.

Ο αδρός δείκτης θανάτων (d) του σταθερού πληθυσμού κατά το χρόνο t εκτιμάται έμμεσα, λόγω της συμπληρωματικής σχέσης με το δείκτη γεννήσεων, από την σχέση $r = b - d \Leftrightarrow \mathbf{d = b - r}$

Επομένως, συμπεραίνουμε ότι και ο αδρός δείκτης θανάτων του σταθερού πληθυσμού δεν εξαρτάται από τη μεταβλητή του χρόνου.

3.4. Ηλικιακή διάρθρωση

Η σταθερή κατά ηλικία σύνθεση που χαρακτηρίζει ύστερα από ένα διάστημα τον πληθυσμό είναι ανεξάρτητη του χρόνου, ανεξάρτητη του αρχικού μεγέθους του και ανεξάρτητη της αρχικής δομής του. Αυτό προκύπτει από την ανάλυση της σχέσης

$$c(x,t) = \frac{F(x,t)}{F(t)}$$

μέσα από την εξίσωση της πληθυσμιακής ανανέωσης. Συγκεκριμένα, έχουμε:

$$c(x, t) = \frac{F(x,t)}{F(t)} \Rightarrow c(x,t) = \frac{B(t) \cdot e^{-rx} \cdot p(x)}{F(t)} \Rightarrow \mathbf{c(x,t) = b(t) \cdot e^{-rx} \cdot p(x)}.$$

3.5. Μέτρα αντικατάστασης του πληθυσμού

Η **συνάρτηση καθαρής τεκνοποίησης των γυναικών** ή **συνάρτηση καθαρής μητρότητας** εκφράζεται ως το γινόμενο της πιθανότητας επιβίωσης μίας γυναίκας από τη γέννησή της έως την ηλικία x και του αριθμού των γεννήσεων θηλέων ανά γυναίκα ηλικίας x έως $x+dx$. Δηλαδή, ορίζεται με τη σχέση $\phi(x)=p(x) \cdot f(x)$ και οι ροπές της από τη σχέση

$$R_n = \int_0^{\infty} x^n p(x) f(x) dx \quad \text{για } n = 0, 1, 2, \dots$$

Η μηδενικής τάξης ροπή (R_0) της συνάρτησης καθαρής μητρότητας ονομάζεται **Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής** (Net Reproduction Rate, *NRR*) και εκφράζει το κατά

πόσον μία γενεά γυναικών θα αντικατασταθεί από περισσότερες ή λιγότερες κόρες (γεννήσεις θηλέων) υπό σταθερές συνθήκες γονιμότητας και θνησιμότητας.

Εάν δεν λάβουμε υπόψη την επίδραση της θνησιμότητας των μελών της γενεάς των γυναικών (όπως στην περίπτωση του NRR) η ροπή μηδενικής τάξης (R_0) της συνάρτησης καθαρής μητρότητας μας δίνει τον ακαθάριστο δείκτη αναπαραγωγής (Gross Reproduction Rate, GRR). Εξαιτίας της επίδρασης της θνησιμότητας ισχύει πάντα $NRR < GRR$.

Η μέση ηλικία μητρότητας εκφράζεται με τη σχέση

$$\mu = \frac{R_1}{R_0}$$

και η διακύμανση της καθαρής συνάρτησης μητρότητας με τη σχέση

$$\sigma^2 = \frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2$$

Ο ρυθμός r με τον οποίο μεταβάλλονται οι γεννήσεις και το μέγεθος του σταθερού πληθυσμού, όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί τη λύση (ως προς r) της διαφορικής εξίσωσης της θεμελιώδους διαδικασίας πληθυσμιακής ανανέωσης του Lotka ($\int_0^\infty e^{-rx} \cdot p(x) \cdot f(x) dx = 1$). Με την εφαρμογή μαθηματικών μεθόδων, η λύση της εξίσωσης δίνεται μέσα από την παρακάτω σχέση και εκφράζει την εκτίμηση του πραγματικού ποσοστού φυσικής αύξησης του σταθερού πληθυσμού.

$$r = \frac{\frac{R_1}{R_0} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 - 2 \left[\frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 \right] \cdot \ln R_0}}{\frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2}$$

ή

$$r = \frac{\mu - \sqrt{\mu^2 - 2\sigma^2 \cdot \ln R_0}}{\sigma^2}$$

Γενικότερα, μέσα από τη σύγκριση της εξίσωσης πληθυσμιακής ανανέωσης $\int_0^\infty e^{-rx} \cdot p(x) \cdot f(x) dx = 1$ και της ροπής μηδενικής τάξης της συνάρτησης καθαρής μητρότητας $R_0 = \int_0^\infty p(x) f(x) dx$, αποδεικνύεται ότι στην περίπτωση που η γενεά γυναικών αντικαθίσταται από περισσότερα μέλη, δηλαδή ισχύει $NRR > 1$, τότε η πραγματική ρίζα r της διαφορικής εξίσωσης είναι θετική, γεγονός που σημαίνει αύξηση του πληθυσμού. Ισχύει και το αντίστροφο.

Επομένως μπορούμε να καταλήξουμε στα παρακάτω:

- εάν $R_0 > 1$ τότε $r > 0$ και ο πληθυσμός αυξάνεται
- εάν $R_0 < 1$ τότε $r < 0$ και ο πληθυσμός μειώνεται
- εάν $R_0 = 1$ τότε $r = 0$ και ο πληθυσμός παραμένει αμετάβλητος

Οι παραπάνω σχέσεις επιβεβαιώνουν με ακρίβεια τη διαφοροποίηση του σταθερού πληθυσμού από τον στάσιμο που διακρίναμε σε προηγούμενη ενότητα. Έτσι, καταλήγουμε πως ο σταθερός πληθυσμός μεταβάλλεται ως προς το μέγεθός του μέσα στο χρόνο αλλά διατηρεί αμετάβλητη την σχετική ηλικιακή δομή του, ενώ ο στάσιμος πληθυσμός δεν μεταβάλλεται διαχρονικά ούτε ως προς την κατά ηλικία δομή του αλλά ούτε και ως προς το μέγεθός του.

3.6. Μέση Διάρκεια Γενεάς

Η μέση διάρκεια γενεάς συμβολίζεται με T και εκφράζει το μέσο χρόνο (σε έτη) που απαιτείται σε έναν κλειστό πληθυσμό γυναικών που αναπτύσσεται με ρυθμό r να μεταβληθεί κατά R_0 (αναλογία γεννήσεων) υπό σταθερές συνθήκες γονιμότητας και θνησιμότητας. Υποθέτουμε, σύμφωνα με τις βασικές αρχές της θεωρίας του σταθερού πληθυσμού πως ο αριθμός των γεννήσεων αλλά και ο δείκτης αναπαραγωγής του πληθυσμού μεταβάλλονται γεωμετρικά μέσα στο χρόνο.

Συγκεκριμένα έχουμε ότι:

$$R_0 = e^{rT}$$

ή

$$T = \frac{1}{r} \cdot \ln R_0$$

Η τιμή του T δίνεται προσεγγιστικά μέσω των ροπών της καθαρής συνάρτησης μητρότητας από τη σχέση:

$$T = \frac{1}{2} \left[\frac{R_1}{R_0} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 - 2 \left[\frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 \right] \cdot \ln R_0} \right]$$

3.7. Προσεγγιστικοί τύποι εκτίμησης παραμέτρων

Βασική υπόθεση της θεωρίας του Lotka είναι πως η ηλικία είναι μία συνεχής τυχαία μεταβλητή. Ωστόσο, στο πλαίσιο της μελέτης ενός πληθυσμού που ο σκοπός μας είναι να οδηγηθούμε σε κάποια ασφαλή συμπεράσματα μέσω συγκεκριμένων υπολογισμών, δεν μπορούμε να εκλάβουμε την ηλικία ως συνεχή μεταβλητή. Επομένως, θεωρούμε την ηλικία ως διακριτή τυχαία μεταβλητή, τη χωρίζουμε σε διαστήματα/ ομάδες πέντε ετών και χρησιμοποιούμε κάποιες σχετικές προσεγγιστικές σχέσεις και εφαρμογές. Διατηρώντας τις υποθέσεις του κλειστού πληθυσμού, της μη μεταβλητότητας των κατά ηλικία δεικτών θνησιμότητας και γονιμότητας, καθώς και του σταθερού ρυθμού μεταβολής του πληθυσμού, χρησιμοποιούμε τους συμβολισμούς, τις συναρτήσεις και τις σχέσεις που περιγράφονται παρακάτω:

${}_5f'_x$: γεννήσεις θηλέων ανά γυναίκα στο διάστημα ηλικιών x έως $x+5$

${}_5L_x^f$: η συνάρτηση του πίνακα επιβίωσης για τον γυναικείο πληθυσμό

${}_5L_x^m$: η συνάρτηση του πίνακα επιβίωσης για τον ανδρικό πληθυσμό

${}_5N_x^f$: το μέγεθος του σταθερού πληθυσμού γυναικών στο διάστημα ηλικιών x έως $x+5$

${}_5N_x^m$: το μέγεθος του σταθερού πληθυσμού ανδρών στο διάστημα ηλικιών x έως $x+5$

s : ο λόγος των γεννήσεων αρρένων προς τις γεννήσεις θηλέων

b_f : ο δείκτης γεννητικότητας θηλέων ανά γυναίκα

b_m : ο δείκτης γεννητικότητας αρρένων ανά άνδρα

d_f : ο δείκτης θνησιμότητας θηλέων ανά γυναίκα

d_m : ο δείκτης θνησιμότητας αρρένων ανά άνδρα

Συνάρτηση καθαρής τεκνοποίησης: $\varphi(x) = p(x) \cdot f(x)$,

όπου $p(x)$ = η πιθανότητα επιβίωσης μιας γυναίκας από τη γέννησή της μέχρι την

ηλικία x , δηλαδή $p(x) = \frac{l(x)}{l(0)}$

και $f(x)$ = ο αριθμός γεννήσεων θηλέων ανά γυναίκα ηλικίας x έως $x + dx$ (ειδικός κατά ηλικία δείκτης γονιμότητας μόνο αναφορικά με τις γεννήσεις θηλέων).

Ροπές της συνάρτησης καθαρής μητρότητας:

Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα η ροπή τάξης n της συνάρτησης καθαρής μητρότητας έχει την εξής μορφή:

$$R_n = \int_0^{\infty} x^n p(x) f(x) dx, \text{ για } n = 0, 1, 2, \dots$$

Οι υπολογισμοί όμως θεωρώντας πως η ηλικία είναι διακριτή μεταβλητή γίνονται με τους εξής τύπους:

$$R_0 = \sum_{15}^{49} {}_5f_x' \cdot \frac{{}_5L_x^f}{l_0} \quad (= \text{NRR, δηλαδή ο Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής})$$

$$R_1 = \sum_{15}^{49} (x + 2,5) \cdot {}_5f_x' \cdot \frac{{}_5L_x^f}{l_0}$$

και

$$R_2 = \sum_{15}^{49} (x + 2,5)^2 \cdot {}_5f_x' \cdot \frac{{}_5L_x^f}{l_0}$$

Ενδογενές ποσοστό φυσικής αύξησης:

$$r = \frac{\frac{R_1}{R_0} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 - 2\left[\frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2\right] \cdot \ln R_0}}{\frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2}$$

Μέση διάρκεια γενεάς:

$$T = \frac{1}{2} \left[\frac{R_1}{R_0} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 - 2\left[\frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2\right] \cdot \ln R_0} \right]$$

Δομή σταθερού πληθυσμού γυναικών και ανδρών:

$${}_5N_x^f = e^{-r(x+2,5)} \frac{{}_5L_x^f}{l_0} \quad \text{και} \quad {}_5N_x^m = s \cdot e^{-r(x+2,5)} \frac{{}_5L_x^m}{l_0}$$

Δείκτες γεννητικότητας:

$$b_f = \frac{1}{\sum_0^\infty {}_5N_x^f} = \frac{1}{\sum_0^\infty \left[e^{-r(x+2,5)} \cdot \frac{{}_5L_x^f}{l_0} \right]}$$

$$b = \frac{1+s}{\sum_0^\infty {}_5N_x^f + \sum_0^\infty {}_5N_x^m} \quad \text{και} \quad b_m = 2 \cdot b - b_f$$

Δείκτες θνησιμότητας:

$$d_f = b_f - r, \quad d_m = b_m - r \quad \text{και} \quad d = b - r$$

Συνοπτικές σχέσεις:

$$R_0 = e^{rT} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{r} \ln R_0$$

$$\mu = \frac{R_1}{R_0} \quad (\text{μέση τιμή της συνάρτησης καθαρής τεκνοποίησης})$$

$$\sigma^2 = \frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 \quad (\text{διακύμανση της συνάρτησης καθαρής τεκνοποίησης})$$

$$\frac{l_T}{l_0} \cong \frac{NRR}{GRR} \quad \Rightarrow \quad l_T \cong l_0 \cdot \frac{NRR}{GRR} \quad \Rightarrow \quad NRR < GRR$$

4. Σύγχρονες τάσεις του πληθυσμού της Ελλάδας: γονιμότητα, θνησιμότητα και γήρανση 1961 – 2011

Στα πλαίσια της μελέτης των προοπτικών θνησιμότητας, αναπαραγωγικότητας και γήρανσης στην Ελλάδα για το διάστημα 2011-2051, κρίνεται σκόπιμο να προβούμε σε ανάλυση δεδομένων και εξαγωγή κάποιων σχετικών συμπερασμάτων που προκύπτουν από πίνακες επιβίωσης προηγούμενων περιόδων. Συγκεκριμένα, στη συνέχεια θα μελετήσουμε πίνακες επιβίωσης από το 1961 έως και το 2011.

4.1. Δείκτης Ολικής Γονιμότητας

Ο δείκτης ολικής γονιμότητας TFR δίνει τον αριθμό των παιδιών που αναμένεται να φέρει στον κόσμο μια πλασματική γενεά 1.000 γυναικών, αν ακολουθήσει το αναλυτικό πρότυπο γονιμότητας ενός ημερολογιακού έτους όπως αυτό αποτυπώνεται στο σύνολο των ειδικών κατά ηλικία δεικτών γονιμότητας ${}_5f_x$ (γεννήσεις τέκνων ανά γυναίκα στο διάστημα ηλικιών x έως $x+5$) χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της θνησιμότητας. Δηλαδή:

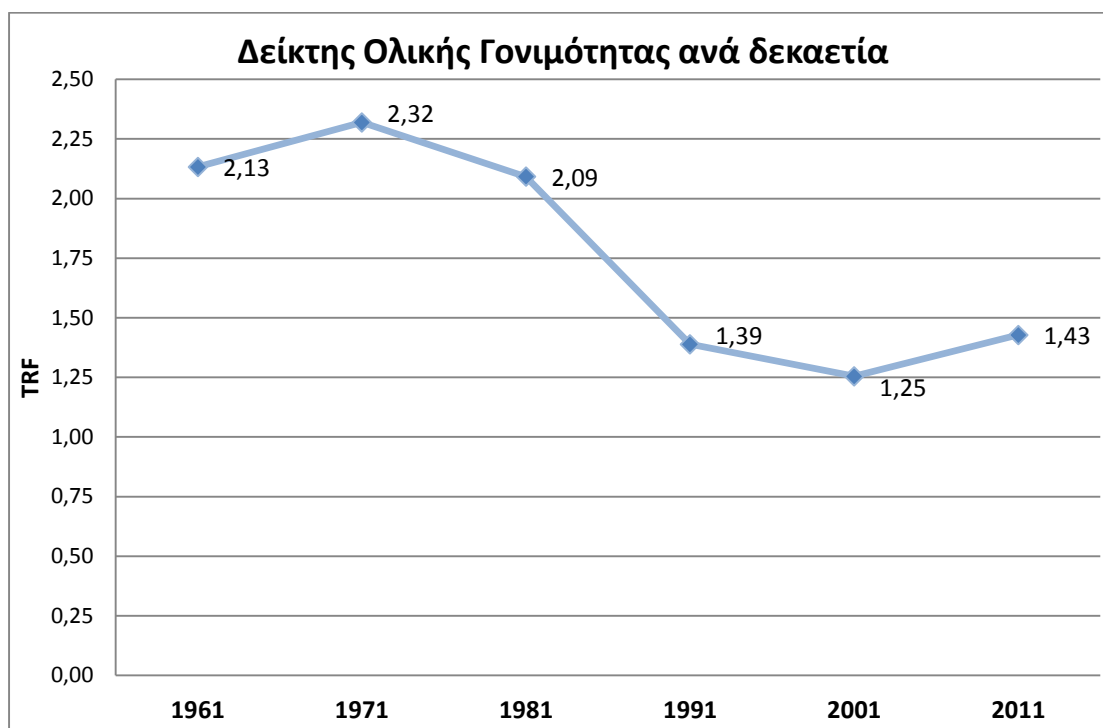
$$\text{TFR} = 5 \cdot \sum_{x=15}^{49} {}_5f_x$$

Διαιρώντας τον δείκτη TFR με το 1.000 μπορούμε να εκφράσουμε τον μέσο αριθμό παιδιών που αντιστοιχούν σε κάθε γυναίκα. Ο δείκτης ολικής γονιμότητας γίνεται εύκολα κατανοητός, καθώς αποδεδειγμένο από την ηλικιακή σύνθεση του

αναπαραγωγικού πληθυσμού, προσδίδοντας το ίδιο βάρος σε κάθε ηλικία, ιδιαίτερα όταν ενδιαφερόμαστε για το μέσο επίπεδο τεκνοποίησης ανά γυναίκα. Έτσι, με απλό και κατανοητό τρόπο, μπορούμε να προβούμε στην εξαγωγή συμπερασμάτων για τις τάσεις της γονιμότητας διαχρονικά. Παρακάτω παρατίθενται οι τιμές του δείκτη TFR (ανά γυναίκα) όπως προέκυψαν από τα Ληξιαρχικά και Απογραφικά Δεδομένα της Ελλάδας για το διάστημα 1961-2011.

Age groups	1961	1971	1981	1991	2001	2011
15-19	0,0778	0,1809	0,2446	0,0912	0,0560	0,0507
20-24	0,5012	0,6991	0,7386	0,4000	0,2256	0,2024
25-29	0,7163	0,7297	0,6241	0,4905	0,4183	0,4039
30-34	0,5168	0,4490	0,3218	0,2827	0,3709	0,4737
35-39	0,2432	0,2076	0,1277	0,1026	0,1530	0,2396
40-44	0,0686	0,0478	0,0307	0,0197	0,0276	0,0492
45-49	0,0086	0,0052	0,0040	0,0020	0,0035	0,0080
Total	2,1324	2,3194	2,0915	1,3887	1,2549	1,4276

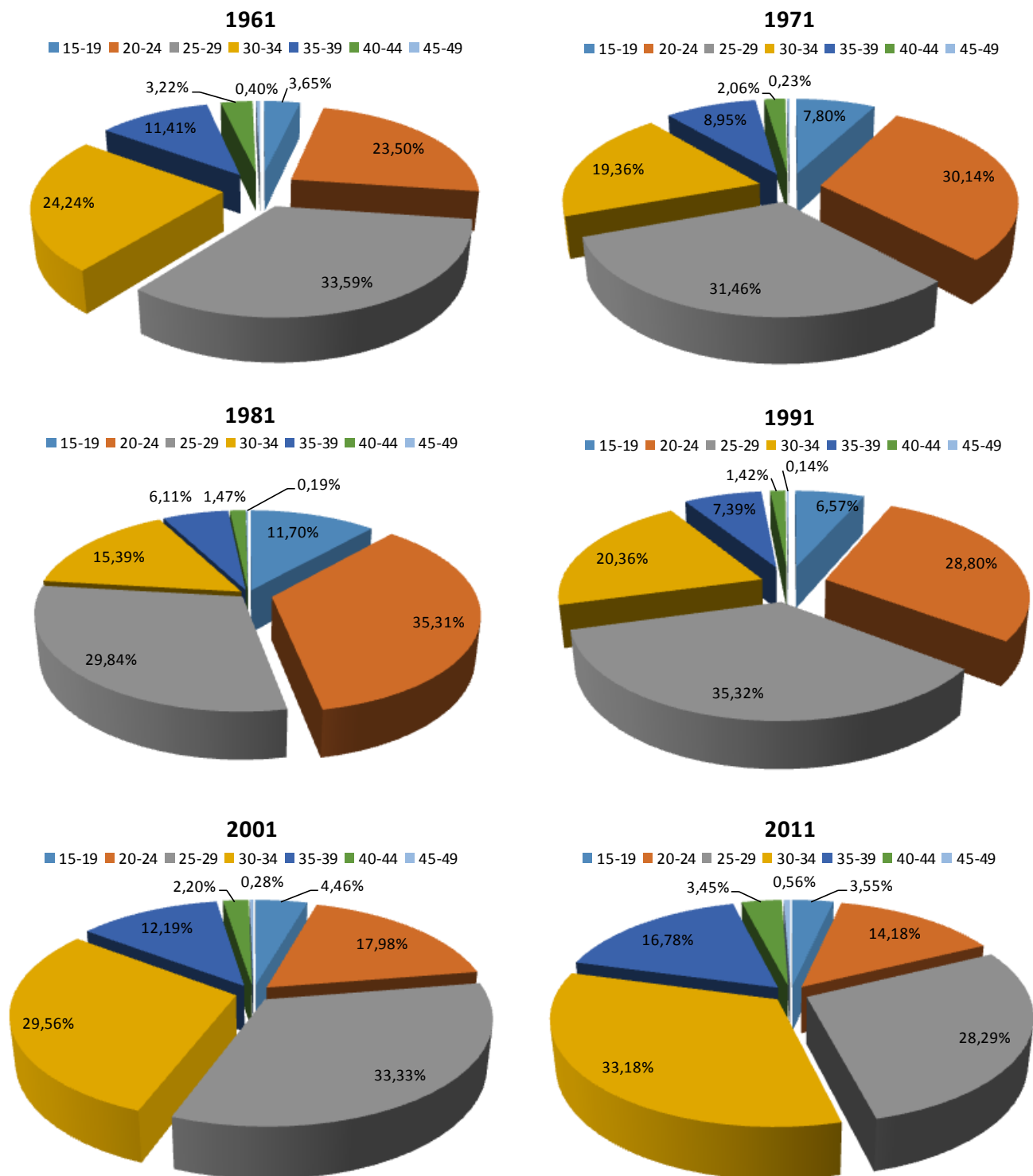
Πίνακας 1. Δείκτης TFR ανά ομάδα γόνιμων ηλικιών, Ελλάδα, 1961-2011



Διάγραμμα 1. Δείκτης TFR, Ελλάδα, 1961-2011

Μελετώντας, λοιπόν, το εν λόγω χρονικό διάστημα, γίνεται σαφές πως η τάση γονιμότητας του πληθυσμού της Ελλάδας μετά το 1971 είναι απόλυτα φθίνουσα μέχρι το 2001. Τις τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα, παρόλο που η χώρα σταθεροποιήθηκε πολιτικά και κοινωνικά σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια, οι γεννήσεις παιδιών ανά γυναίκα μειώθηκαν αισθητά, φτάνοντας στο πρώτο έτος του 21^{ου} αιώνα στο 1,25 ανά γυναίκα. Ωστόσο, το 2011 ο δείκτης ολικής γονιμότητας παρουσιάζει αύξηση τέτοια ώστε επανέρχεται στα επίπεδα του 1991 ξεπερνώντας τα κατά 0,04 μονάδες.

4.1.2. Συμβολή κάθε ηλικιακής ομάδας στον δείκτη γονιμότητας



Διάγραμμα 2. Ηλικιακή κατανομή TFR, Ελλάδα, 1961-2011

Όπως προκύπτει παρατηρώντας τα παραπάνω διαγράμματα οι γυναίκες των γόνιμων ηλικιών 20-34 συμβάλουν διαχρονικά και σταθερά με ποσοστό πάνω από 80% στο σύνολο των γεννήσεων τέκνων στην Ελλάδα με μόνη εξαίρεση το 2011 που το εν λόγω ποσοστό διαμορφώνεται στο 75,65%.

Αυτό που εμφανώς αλλάζει ανά δεκαετία είναι η κατανομή αυτού του ποσοστού γονιμότητας στις τρεις «γονιμότερες» ομάδες ηλικιών, 20-24, 25-29 και 30-34. Η τάση που αξίζει να σημειωθεί, σχετικά με τα παραπάνω ποσοστά, αφορά στην φανερή μείωση του ποσοστού συμβολής στο δείκτη ολικής γονιμότητας των γυναικών ηλικιών 20-24 από το 1981 και μετά, και στην παράλληλη αύξηση του αντίστοιχου ποσοστού των γυναικών ηλικιών 30-34.

Επίσης, από το 1981 και μετά η συμβολή της ηλικιακής ομάδας 35-39 αυξάνεται έντονα με αποτέλεσμα το 2011 να φτάσει να ανώτατα επίπεδά της, 16,78%. Τα ανώτατα επίπεδα συμβολής στη γονιμότητα παρατηρούνται επίσης στο 2011 και για τις γυναίκες ηλικιών 40-44 (3,45%) και 45-59 (0,56%) παρουσιάζοντας, σε σύγκριση με τις κατώτατες τιμές τους το 1981, αύξηση της τάξεως 175% και 195% αντίστοιχα.

Μελετώντας τις παραπάνω τάσεις προφανώς διαπιστώνουμε πως οφείλονται στην αλλαγή της κοινωνικής θέσης των γυναικών τις τελευταίες δεκαετίες. Με την πάροδο των ετών, έχουν καταστεί πιο ανεξάρτητες, καλύτερα ενημερωμένες από νεαρή ηλικία για θέματα αντισύλληψης, ενώ παράλληλα έχουν ίσες ευκαιρίες μόρφωσης με τους άνδρες και διεκδικούν καλύτερες θέσεις εργασίας σε σχέση με παλαιότερα. Επίσης, συμπληρωματικά με τα παραπάνω, μετά την είσοδο της χώρας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η σταδιακή ανατροπή παλαιών στερεοτύπων οδήγησε στο να μην είναι πλέον κατακριτέο μια γυναίκα να γίνεται μητέρα σε μεγάλη ηλικία, ενώ

παράλληλα κάτι τέτοιο υποστηρίχθηκε σημαντικά από τη ραγδαία εξέλιξη της ιατρικής επιστήμης.

4.2. Θνησιμότητα

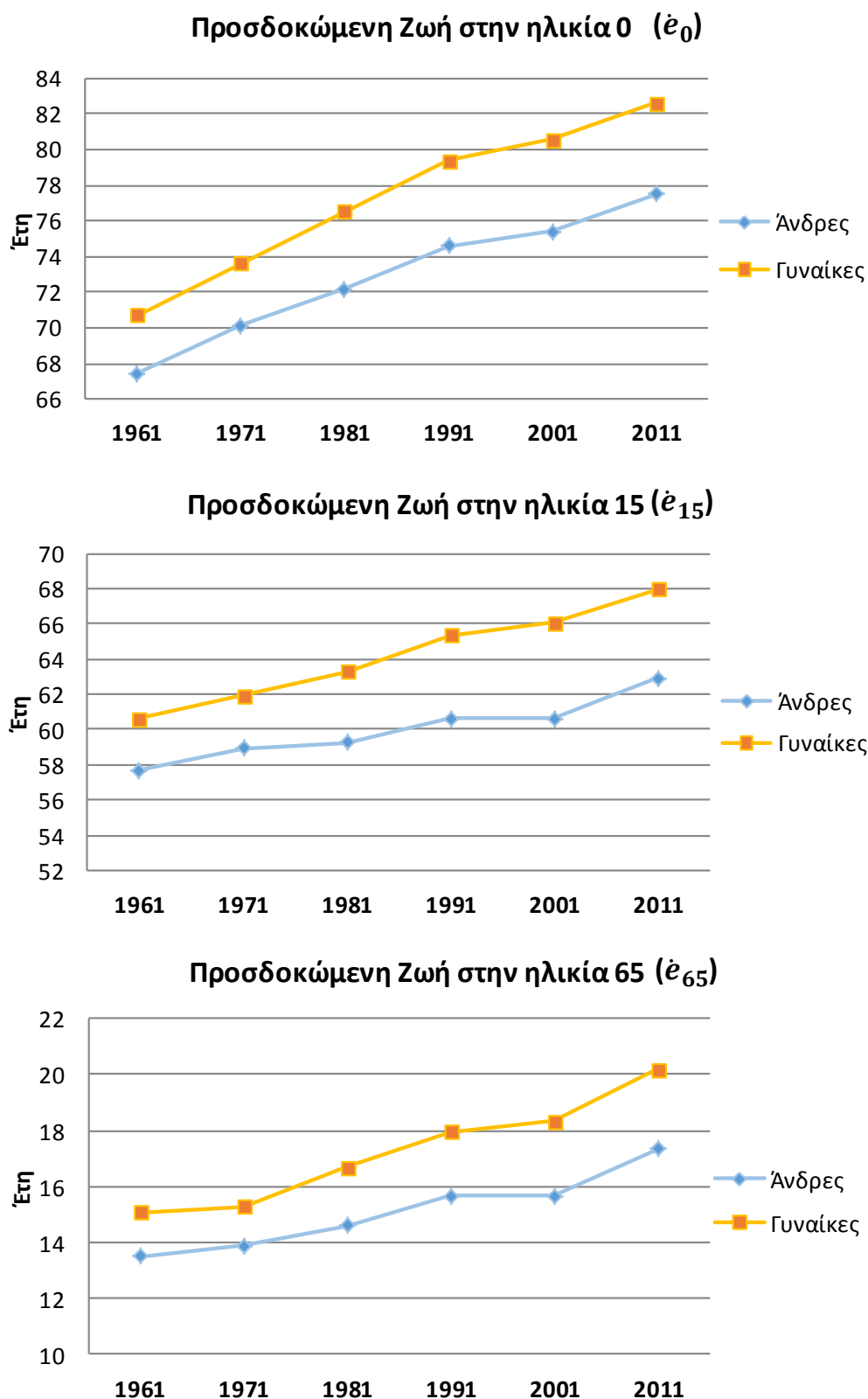
Όπως, έχει αναφερθεί και σε προηγούμενη ενότητα η συνάρτηση προσδοκώμενης ζωής αποτελεί πολύ σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση του πλήθους των ετών που αναμένεται να ζήσει κατά μέσο όρο ένα άτομο ηλικίας x , βάσει του πίνακα επιβίωσης.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των τιμών της τιμής της συνάρτησης αναμενόμενης ζωής ανά φύλο για τις κομβικές ηλικίες των 0, 15 και 65 ετών. Όπως προκύπτει από αυτά, αρχικά όσον αφορά στα άτομα ηλικίας 0, υπάρχει ραγδαία και διαρκής αύξηση του προσδόκιμου ζωής των νεογέννητων ατόμων από το 1961 έως το 2011. Συγκεκριμένα, για τις γυναίκες αυξήθηκε από 70,7 το 1961 σε 82,6 έτη το 2011, δηλαδή συνολικά σχεδόν 12 έτη, ενώ για τους άνδρες από 67,46 σε 77,5 έτη αντίστοιχα, δηλαδή περίπου 10 έτη. Αυτό προφανώς οφείλεται στη μείωση της βρεφικής θνησιμότητας και στη γενικότερη εξέλιξη των ιατρικών και παραϊατρικών επιστημών.

Με την πάροδο των ετών, επίσης αυξητική τάση ακολουθούν και τα πλήθη των ετών που αναμένεται να ζήσουν οι άνδρες και οι γυναίκες ηλικιών 15 και 65. Για το διάστημα 1961-2011, το προσδόκιμο ζωής των ανδρών ηλικίας 15 ετών, στην ηλικία δηλαδή που δυνητικά το άτομο εισέρχεται στο εργατικό δυναμικό της χώρας, αυξήθηκε συνολικά κατά 5,24 χρόνια και των γυναικών κατά 7,38 χρόνια. Επιπλέον, για την ηλικία των 65 ετών, που το άτομο συνταξιοδοτείται, ακολουθείται η ίδια

αυξητική τάση. Συγκεκριμένα, παρατηρούμε ότι οι άνδρες αυτής της ηλικίας στην Ελλάδα, το 2011 αναμένεται να ζήσουν κατά 3,84 χρόνια περισσότερο από ότι το 1961, ενώ οι γυναίκες κατά 5,11 χρόνια.

Γενικά, παρατηρούμε πως μεγάλη διαφορά του προσδόκιμου επιβίωσης μεταξύ ανδρών και γυναικών συντηρείται διαχρονικά για όλες τις ηλικίες, η οποία πιθανόν να οφείλεται σε διαφορές στον τρόπο ζωής και στην επαγγελματική ζωή μεταξύ των δύο φύλων. Επιπλέον, συμπεραίνουμε πως η γενική αύξηση του μέσου όρου ζωής, σε συνδυασμό με τη διαχρονική μείωση των γεννήσεων, φαίνεται πως οδηγεί αναπόφευκτα στην επιτάχυνση της γήρανσης του πληθυσμού της Ελλάδας. Επομένως, ελλείψει σημαντικών βελτιώσεων των αναπαραγωγικών μας συμπεριφορών, αλλαγών που δεν κρίνονται πιθανές κατά την οικονομική κρίση, το ποσοστό των ηλικιωμένων στον συνολικό πληθυσμό θα αυξάνεται σταδιακά τις επόμενες δεκαετίες στην Ελλάδα.



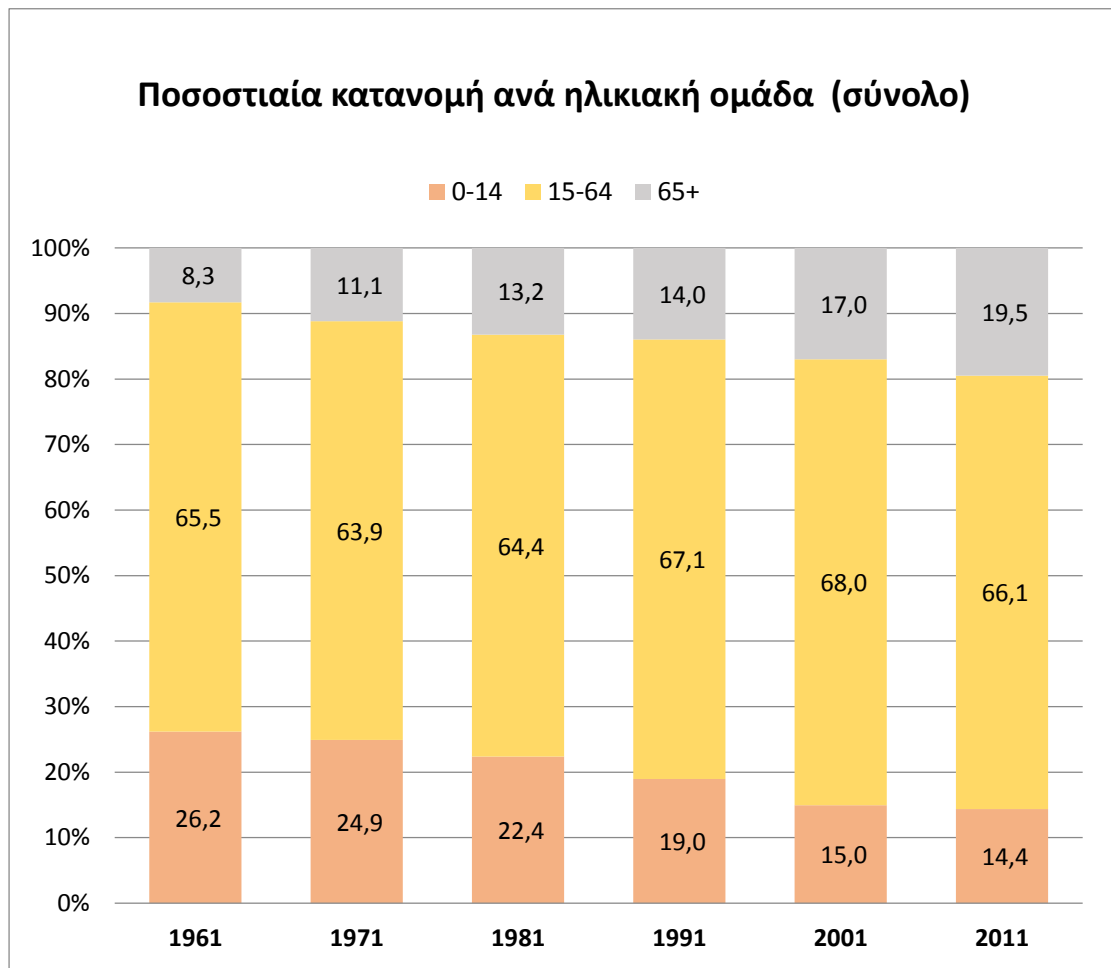
Διάγραμμα 3. Προσδοκώμενη Ζωή στις ηλικίες 0, 15 και 65, Ελλάδα, 1961-2011

4.3. Γήρανση του πληθυσμού

Μελετώντας τη διαχρονική ποσοστιαία κατανομή του πληθυσμού στις ηλικιακές ομάδες 0-14, 15-64, 65+ για το διάστημα 1961-2011 όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 4, παρακάτω, διαπιστώνεται εύκολα η ραγδαία γήρανση του πληθυσμού της Ελλάδας.

Είναι προφανές, ότι στη χώρα μας, η αύξηση του μέσου όρου προσδόκιμου ζωής, η οποία αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα, οδήγησε αναπόφευκτα και στην επιτάχυνση της γήρανσης του πληθυσμού.

Συνεπώς, αν δεν μεσολαβήσουν σημαντικές αλλαγές στην αναπαραγωγική συμπεριφορά των Ελλήνων (δηλαδή αύξηση της γονιμότητας), το ποσοστό των ηλικιωμένων στον συνολικό πληθυσμό θα συνεχίσει να αυξάνεται προοδευτικά μέσα στις επόμενες δεκαετίες, καθιστώντας την εν λόγω τάση μη αναστρέψιμη. Κρίνεται, λοιπόν, απαραίτητη η διαχείριση αυτής της δημογραφικής γήρανσης ώστε να αξιοποιηθεί προς όφελος της κοινωνίας το τεράστιο απόθεμα των ανθρώπινων πόρων που αντιπροσωπεύουν τα ηλικιωμένα άτομα.



Διάγραμμα 4. Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα, Ελλάδα, 1961-2011

5. Εφαρμογή του σταθερού πληθυσμού στο διακριτό: δεδομένα και σενάρια

Στο κεφάλαιο αυτό της εργασίας θα εξετάσουμε την ποσοτική επίδραση που έχουν μακροχρόνια οι μεταβολές των επιπέδων γονιμότητας και θνησιμότητας του πληθυσμού στην Ελλάδα χρησιμοποιώντας το μοντέλο του σταθερού πληθυσμού και υιοθετώντας εναλλακτικές υποθέσεις που διέπουν την θνησιμότητα και γονιμότητα του πληθυσμού της χώρας.

Το **βασικό επίπεδο θνησιμότητας** του πληθυσμού της Ελλάδας θα εκφράζεται με την προσδοκώμενη ζωή κατά τη γέννηση (e_0) και το **μέσο επίπεδο γονιμότητας** του πληθυσμού με τον δείκτη ολικής γονιμότητας (TFR). Τα ανωτέρω δημογραφικά μέτρα είναι καθιερωμένες στατιστικές, γνωστές σε όλους όσους ασχολούνται με τα θέματα των δημογραφικών και πληθυσμιακών αναλύσεων αλλά και ευρύτερα, οι περισσότεροι είναι εξοικειωμένοι με τις βασικές έννοιες της «**μέσης διάρκειας ζωής**» και του «**μέσου μεγέθους οικογένειας**». Επιπλέον, το μεγάλο πλεονέκτημα των δημογραφικών αυτών μέτρων είναι ότι εκφράζουν τα μέσα επίπεδα θνησιμότητας και γονιμότητας ανεξάρτητα όμως από άλλες πληθυσμιακές επιδράσεις όπως για παράδειγμα επιδράσεις από παρατηρούμενες διαφορές στην κατά ηλικία σύνθεση του πληθυσμού ή των πληθυσμών που μελετάμε.

5.1. Μακροχρόνια επίδραση μεταβολών γονιμότητας και θνησιμότητας στον πληθυσμό - μέσω τεχνικών δημογραφικών προβολών κατά ηλικία και φύλο

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία το θέμα αυτό έχει διερευνηθεί κατά το παρελθόν όχι όμως με βάση τη δομή και τις παραμέτρους του υποδείγματος του σταθερού πληθυσμού αλλά εφαρμόζοντας άλλου τύπου (είδους) αναλυτικών δημογραφικών μεθόδων και συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας τεχνικές δημογραφικών προβολών κατά ηλικία και φύλο. Οι προβολές αυτές διενεργούνται είτε στην περίπτωση ενός κλειστού πληθυσμού, δηλαδή ενός πληθυσμού που δεν επιδέχεται μεταναστευτικές εισροές και εκροές είτε και στην περίπτωση ενός «ανοικτού» πληθυσμού έτσι ώστε να διερευνηθεί συγκριτικά ο ρόλος και των τριών πληθυσμιακών συνιστωσών, δηλαδή της γονιμότητας, της θνησιμότητας και της μετανάστευσης.

Στις περιπτώσεις αυτές, υιοθετούνται εναλλακτικές υποθέσεις εξελίξεων της γονιμότητας και της θνησιμότητας του πληθυσμού και διεξάγονται οι πληθυσμιακές προβολές σε τρεις φάσεις:

- Πρώτον, διατηρώντας τους δείκτες γονιμότητας σταθερούς, σε έναν κλειστό πληθυσμό εφαρμόζονται διαφορετικά επίπεδα θνησιμότητας με μία σταδιακή αύξηση του προσδόκιμου επιβίωσης (δηλαδή σταδιακή μείωση του επιπέδου θνησιμότητας),
- Δεύτερον, το αντίστροφο, δηλαδή σε έναν κλειστό πληθυσμό η προσέγγιση επιτυγχάνεται διατηρώντας τη θνησιμότητα σταθερή, εφαρμόζονται διαφορετικά

επίπεδα γονιμότητας με μία σταδιακή αύξηση (ή εναλλακτικά μείωση) του μέσου μεγέθους οικογένειας (που εκφράζεται με την τιμή του TFR),

- Τρίτον, με σταθερές συνθήκες θνησιμότητας και γονιμότητας, εφαρμόζονται εναλλακτικές υποθέσεις καθαρής μετανάστευσης (η οποία ως γνωστόν εκφράζει το ισοζύγιο των μεταναστευτικών εισροών και εκροών το οποίο μπορεί προφανώς να είναι θετικό ή αρνητικό).

Με αυτό τον τρόπο προκύπτει η επίδραση του ενός ή του άλλου παράγοντα εφόσον η επίδραση των υπολοίπων παραγόντων υποθέτουμε ότι παραμένει διαχρονικά σταθερή. Τα αποτελέσματα των μεθοδολογικών αυτών χειρισμών έχουν δείξει ότι μακροχρόνια, η μεγαλύτερη επίδραση πάνω στην αύξηση και ιδίως στη γήρανση του πληθυσμού προέρχεται από τη γονιμότητα του πληθυσμού ενώ η θνησιμότητα διαδραματίζει, αν και σημαντικό, δευτερεύοντα ρόλο. Η επίδραση της μετανάστευσης αποδεικνύεται ότι είναι εμφανής και σημαντική μόνον συγκυριακά δηλαδή σε περιόδους όπου το φαινόμενο της μετανάστευσης και ιδίως της μεταναστευτικής εισροής είναι πολύ έντονο και αναλογικά μεγάλο σε σχέση με τον γηγενή πληθυσμό της χώρας (United Nations, 1975, Shryock et al, 2004). Χαρακτηριστικό παράδειγμα της τελευταίας αυτής δημογραφικής επίδρασης για την περίπτωση της Ελλάδας αποτελεί η δεκαετία του 1990 όπου η απρόσμενη και εξαιρετικά ογκώδης είσοδος οικονομικών και άλλων μεταναστών καθόρισαν σχεδόν εξ ολοκλήρου την αύξηση του πληθυσμού της χώρας ενώ ταυτόχρονα συνέβαλλαν στην επιβράδυνση της γήρανσης του πληθυσμού λόγω του ότι οι μετανάστες διαθέτουν μία νεανική ηλικιακή δομή σε σχέση με τον ελληνικό πληθυσμό (Tsimbos, 2006).

Μία παρόμοια περίπτωση περιγράφεται και από τις επίσημες προβολές πληθυσμού που διεξάγει η Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι διάφορες εναλλακτικές υποθέσεις των προβολών του πληθυσμού της Ελλάδας με διαφορετικές υποθέσεις και των τριών πληθυσμιακών συνιστωσών (γονιμότητας, θνησιμότητας, μετανάστευσης) υιοθετώντας απαισιόδοξα σενάρια χαμηλής γονιμότητας, μεσαία σενάρια γονιμότητας και αισιόδοξα σενάρια υψηλής γονιμότητας.

ΕΤΟΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ			ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΗ ΖΩΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΓΕΝΝΗΣΗ						ΚΑΘΑΡΗ ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ		
				Άρρενες			Θήλειες					
	Χ	Μ	Υ	Χ	Μ	Υ	Χ	Μ	Υ	Χ	Μ	Υ
2006	1,40	1,40	1,40	77,09	77,09	77,09	81,97	81,97	81,97	41.553	41.553	41.553
2007	1,40	1,41	1,41	77,19	77,26	77,33	82,05	82,10	82,16	40.613	43.221	45.826
2008	1,40	1,42	1,43	77,29	77,42	77,56	82,13	82,23	82,34	39.659	43.992	48.319
2009	1,40	1,43	1,46	77,39	77,59	77,79	82,21	82,36	82,52	38.722	44.407	50.089
2010	1,40	1,44	1,48	77,49	77,75	78,02	82,29	82,49	82,70	37.776	44.625	51.467
2011	1,40	1,45	1,50	77,56	77,91	78,27	82,35	82,62	82,89	36.828	44.712	52.584
2012	1,40	1,46	1,51	77,64	78,07	78,51	82,41	82,74	83,08	35.885	44.717	53.534
2013	1,40	1,46	1,53	77,71	78,22	78,75	82,46	82,86	83,28	34.945	44.647	54.358
2014	1,39	1,47	1,55	77,79	78,38	78,99	82,52	82,99	83,47	33.999	44.547	55.086
2015	1,39	1,48	1,57	77,86	78,54	79,24	82,58	83,11	83,66	33.056	44.400	55.732
2016	1,39	1,49	1,59	77,93	78,69	79,47	82,64	83,23	83,84	32.112	44.213	56.322
2017	1,39	1,50	1,61	78,01	78,85	79,71	82,70	83,35	84,03	31.165	44.009	56.854
2018	1,39	1,51	1,62	78,08	79,00	79,95	82,76	83,47	84,22	30.221	43.783	57.351
2019	1,39	1,51	1,64	78,16	79,16	80,19	82,81	83,60	84,41	29.275	43.537	57.801
2020	1,39	1,52	1,66	78,23	79,31	80,42	82,87	83,72	84,60	28.332	43.283	58.231
2021	1,39	1,53	1,67	78,30	79,46	80,66	82,93	83,84	84,78	27.390	43.012	58.631
2022	1,39	1,54	1,69	78,37	79,61	80,89	82,98	83,95	84,96	26.445	42.726	59.009
2023	1,39	1,54	1,70	78,44	79,76	81,12	83,04	84,07	85,15	25.500	42.425	59.350
2024	1,39	1,55	1,72	78,52	79,91	81,35	83,10	84,19	85,33	24.555	42.120	59.686
2028	1,39	1,56	1,73	78,59	80,06	81,58	83,15	84,31	85,51	23.610	41.811	60.000
2026	1,39	1,56	1,74	78,66	80,21	81,81	83,21	84,42	85,69	22.666	41.341	60.000
2027	1,38	1,57	1,76	78,73	80,35	82,03	83,26	84,54	85,87	21.717	40.864	60.000
2028	1,38	1,58	1,77	78,80	80,50	82,25	83,31	84,65	86,05	20.775	40.387	60.000
2029	1,38	1,58	1,78	78,86	80,64	82,48	83,37	84,77	86,23	19.833	39.921	60.000
2030	1,38	1,59	1,79	78,93	80,79	82,70	83,42	84,88	86,41	18.889	39.446	60.000
2031	1,38	1,59	1,80	79,00	80,93	82,92	83,48	85,00	86,58	17.950	38.973	60.000
2032	1,38	1,60	1,81	79,07	81,07	83,13	83,53	85,11	86,76	16.997	38.505	60.000
2033	1,38	1,60	1,82	79,13	81,21	83,35	83,58	85,22	86,93	16.054	38.025	60.000
2034	1,38	1,61	1,83	79,20	81,35	83,56	83,63	85,33	87,10	15.111	37.559	60.000
2035	1,38	1,61	1,84	79,27	81,48	83,78	83,69	85,44	87,28	14.167	37.084	60.000
2036	1,38	1,62	1,85	79,33	81,62	83,98	83,74	85,54	87,44	13.223	36.612	60.000
2037	1,38	1,62	1,86	79,39	81,75	84,19	83,79	85,65	87,61	12.278	36.136	60.000
2038	1,38	1,63	1,87	79,46	81,88	84,39	83,84	85,76	87,77	11.335	35.669	60.000
2039	1,38	1,63	1,88	79,52	82,01	84,59	83,88	85,86	87,94	10.390	35.192	60.000

2040	1,38	1,63	1,89	79,58	82,14	84,80	83,93	85,97	88,10	9.441	34.718	60.000
2041	1,38	1,64	1,89	79,64	82,27	84,98	83,98	86,06	88,25	8.501	34.251	60.000
2042	1,38	1,64	1,90	79,70	82,39	85,17	84,03	86,16	88,41	7.551	33.781	60.000
2043	1,38	1,64	1,91	79,76	82,51	85,36	84,07	86,26	88,56	6.606	33.307	60.000
2044	1,38	1,65	1,91	79,82	82,64	85,55	84,12	86,36	88,72	5.665	32.827	60.000
2045	1,38	1,65	1,92	79,88	82,76	85,74	84,17	86,46	88,87	4.722	32.366	60.000
2046	1,38	1,65	1,92	79,93	82,87	85,91	84,21	86,55	89,01	3.776	31.889	60.000
2047	1,38	1,65	1,93	79,98	82,98	86,08	84,25	86,63	89,15	2.832	31.418	60.000
2048	1,38	1,65	1,93	80,03	83,09	86,25	84,29	86,72	89,28	1.890	30.944	60.000
2049	1,38	1,66	1,93	80,09	83,20	86,41	84,33	86,81	89,42	943	30.474	60.000
2050	1,38	1,66	1,94	80,14	83,31	86,58	84,37	86,90	89,56	0	30.005	60.000

Πίνακας 2. Προβολές Πληθυσμού – Υποθέσεις, Ελλάδα, 2007-2050

Πιο συγκεκριμένα, σε αυτόν τον πίνακα παραθέτονται, αναλυτικά και ετησίως, όλες οι πιθανές υποθέσεις των προβολών του πληθυσμού της Ελλάδας για το χρονικό διάστημα από το 2006 έως το 2050, εφαρμόζοντας σενάρια με το μέσο επίπεδο γονιμότητας να κυμαίνεται από 1,38 μονάδες (χειρίστο σενάριο) έως 1,94 μονάδες (βέλτιστο σενάριο). Η προσδοκώμενη ζωή για τους άνδρες με το αισιόδοξο σενάριο φτάνει τα 86,58 έτη, ενώ για τις γυναίκες τα 89,56 έτη, και η καθαρή εισροή μετανάστευσης παίρνει τιμές από 0 έως 60.000. Στο έτος βάσης που είναι το 2006, ο δείκτης γονιμότητας ισούται με 1,40 μονάδες, ο προσδοκώμενος χρόνος ζωής κατά τη γέννηση για τους άνδρες ισούται με 77,09 έτη και για τις γυναίκες με 81,97 έτη και η καθαρή εισροή μετανάστευσης αντιστοιχεί σε 41.553 ανθρώπους.

Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί παρουσιάζεται η επίδραση της εφαρμογής του ενδιάμεσου σεναρίου (από τον Πίνακα 2) στο σύνολο του πληθυσμού της Ελλάδας κατά φύλο και πενταετείς ομάδες ηλικιών.

	2007			2010			2020		
	ΑΡΡΕΝΕΣ	ΘΗΛΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΟ	ΑΡΡΕΝΕΣ	ΘΗΛΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΟ	ΑΡΡΕΝΕΣ	ΘΗΛΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΣΥΝΟΛΟ	5.532.047	5.639.693	11.171.740	5.607.048	5.708.916	11.315.964	5.785.720	5.832.456	11.618.176
0-4	275.728	259.120	534.848	287.833	269.900	557.733	266.787	250.183	516.970
5-9	263.890	248.732	512.622	272.073	254.934	527.007	288.391	270.355	558.746
10-14	282.334	266.726	549.060	272.107	258.111	530.218	298.573	279.689	578.262
15-19	305.073	283.343	588.416	295.912	277.632	573.544	285.041	266.121	551.162
20-24	365.650	336.480	702.130	326.767	300.464	627.231	289.951	271.947	561.898
25-29	435.467	399.495	834.962	413.770	377.550	791.320	323.857	297.959	621.816
30-34	447.419	420.446	867.865	452.840	416.822	869.662	362.045	326.786	688.831
35-39	451.442	433.627	885.069	456.273	431.529	887.802	445.140	403.820	848.960
40-44	410.859	407.268	818.127	447.452	437.038	884.490	474.745	438.678	913.423
45-49	393.669	398.712	792.381	402.216	405.024	807.240	468.218	447.471	915.689
50-54	362.214	370.036	732.250	381.384	391.738	773.122	448.625	445.827	894.452
55-59	332.697	347.811	680.508	346.255	357.824	704.079	392.634	406.175	798.809
60-64	286.632	312.850	599.482	314.246	341.478	655.724	360.070	385.283	745.353
65-69	265.481	317.942	583.423	247.770	290.282	538.052	313.754	344.506	658.260
70-74	260.898	325.176	586.074	249.693	314.847	564.540	267.299	316.948	584.247
75-79	206.923	263.173	470.096	219.980	286.881	506.861	189.260	247.920	437.180
80-84	117.043	162.373	279.416	139.101	187.714	326.815	157.175	222.614	379.789
85-89	50.381	65.284	115.665	59.795	84.104	143.899	100.899	140.672	241.571
90+	18.247	21.099	39.346	21.581	25.044	46.625	53.256	69.502	122.758
	2030			2040			2050		
	ΑΡΡΕΝΕΣ	ΘΗΛΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΟ	ΑΡΡΕΝΕΣ	ΘΗΛΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΟ	ΑΡΡΕΝΕΣ	ΘΗΛΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΣΥΝΟΛΟ	5.860.029	5.838.969	11.698.998	5.874.126	5.800.332	11.674.458	5.810.248	5.689.366	11.499.614
0-4	245.928	230.621	476.549	253.221	237.467	490.688	250.549	234.970	485.519
5-9	256.029	240.001	496.030	251.214	235.501	486.715	259.745	243.519	503.264
10-14	276.950	259.448	536.398	255.016	238.906	493.922	261.148	244.691	505.839
15-19	300.602	280.890	581.492	266.973	249.438	516.411	260.772	243.737	504.509
20-24	315.296	292.698	607.994	291.945	271.070	563.015	268.151	249.061	517.212
25-29	311.525	285.271	596.796	324.099	297.932	622.031	287.625	264.341	551.966
30-34	323.720	296.850	620.570	345.282	314.886	660.168	318.237	290.470	608.707
35-39	354.613	323.067	677.680	339.170	307.756	646.926	348.116	317.539	665.655
40-44	384.179	347.954	732.133	343.957	315.914	659.871	362.724	331.471	694.195
45-49	457.158	419.288	876.446	366.760	337.443	704.203	349.888	320.379	670.267
50-54	476.008	447.351	923.359	387.413	356.672	744.085	347.401	323.759	671.160
55-59	457.797	448.403	906.200	448.280	420.601	868.881	361.514	339.618	701.132
60-64	426.167	439.112	865.279	454.559	441.386	895.945	372.229	353.080	725.309
65-69	359.943	392.715	752.658	423.570	435.030	858.600	417.888	409.315	827.203
70-74	312.546	360.968	673.514	375.834	414.328	790.162	405.778	418.779	824.557
75-79	247.712	300.285	547.997	291.869	347.537	639.406	350.888	389.830	740.718
80-84	178.049	233.771	411.820	218.624	276.287	494.911	272.845	325.936	598.781
85-89	95.560	132.234	227.794	135.442	172.826	308.268	169.855	211.566	381.421
90+	80.247	108.042	188.289	100.898	129.352	230.250	144.895	177.305	322.200

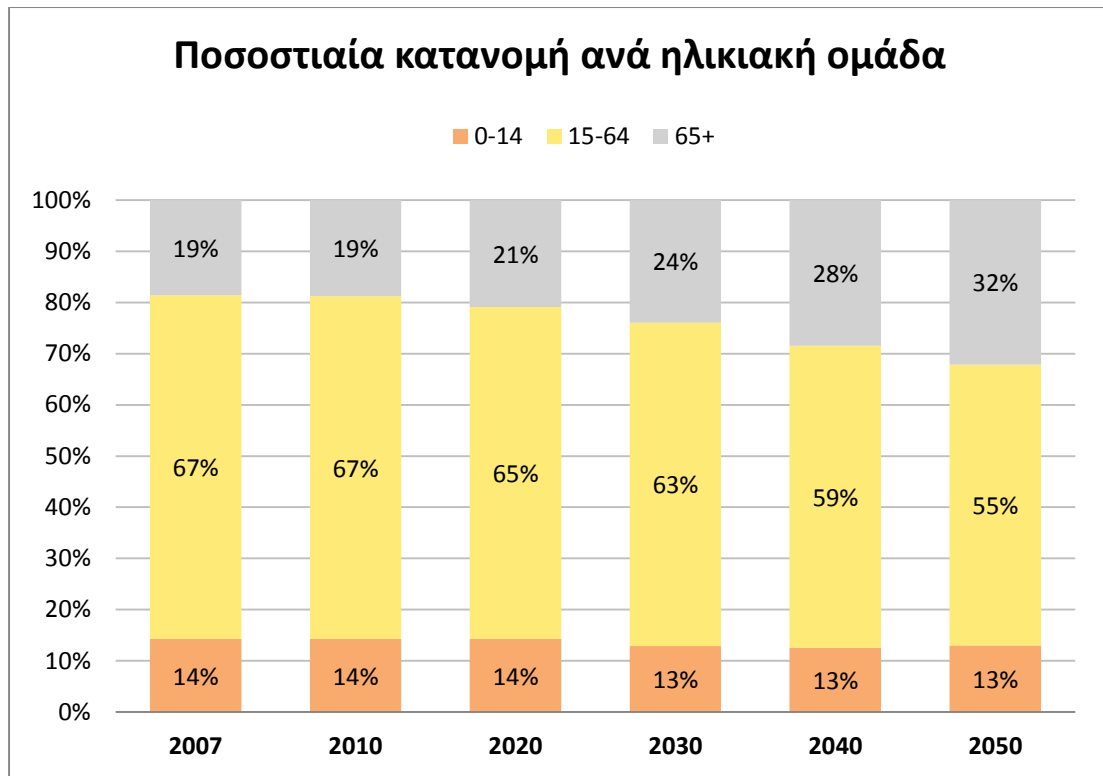
Πίνακας 3. Προβολές Πληθυσμού – Αποτελέσματα, Ελλάδα, 2007-2050 (1η Ιανουαρίου, Πληθυσμός κατά φύλο και πενταετείς ομάδες ηλικιών –Ενδιάμεσο Σενάριο)

Με μια πρώτη γενική ματιά, παρατηρούμε πως ακολουθώντας το σενάριο μεσαίας αισιοδοξίας, το σύνολο του πληθυσμού αυξάνεται σταδιακά από το 2007 (11.171.740) μέχρι το 2030, φτάνοντας την υψηλότερη τιμή των 11.698.998, και στη συνέχεια μειώνεται έως το 2050 που διαμορφώνεται σε 11.499.614 – ποσό υψηλότερο του 2007.

Ωστόσο, η χρησιμότερη πληροφορία που απορρέει από τα αποτελέσματα των προβολών για το ενδιάμεσο σενάριο γονιμότητας αφορά στις αλλαγές στην ηλικιακή δομή του πληθυσμού και απεικονίζεται στον Πίνακα 4 και στο Διάγραμμα 5 που ακολουθούν.

	2007	2010	2020	2030	2040	2050
0-14	14%	14%	14%	13%	13%	13%
15-64	67%	67%	65%	63%	59%	55%
65+	19%	19%	21%	24%	28%	32%

Πίνακας 4. Προβολές Πληθυσμού – Αποτελέσματα - Ποσοστιαία κατανομή του προβαλλόμενου πληθυσμού στις μεγάλες ομάδες ηλικιών, Ελλάδα, 2007- 2050



Διάγραμμα 5. Προβολές Πληθυσμού – Αποτελέσματα - Ποσοστιαία κατανομή του προβαλλόμενου πληθυσμού στις μεγάλες ομάδες ηλικιών, Ελλάδα, 2007-2050

Παρατηρούμε, λοιπόν, πως παρόλο πως για την ηλικιακή ομάδα 0-14 δεν σημειώνεται σπουδαία μεταβολή στην ποσοστιαία συμβολή της στο σύνολο του πληθυσμού (από 14% το 2007 καταλήγει στο 13% το 2050), για τις άλλες δύο μεγάλες ηλικιακές ομάδες δεν ισχύει το ίδιο. Σχετικά με την ηλικιακή (ενεργή επαγγελματικά) ομάδα 15-64, παρατηρείται συνεχής συρρίκνωση η οποία καταλήγει από ποσοστό 67% το 2007 σε 55% το 2050 (μείωση κατά 12 μονάδες). Όσον αφορά, τέλος, στην ηλικιακή ομάδα 65+, η αύξηση του προσδοκώμενου χρόνου ζωής από 77,09 για τους άνδρες και 81,97 για τις γυναίκες για το 2007 σε 83,31 και 86,90 αντίστοιχα για το 2050 (κατά το ενδιάμεσο σενάριο) φαίνεται πως οδηγεί σε διαμόρφωση του ποσοστού των ηλικιωμένων από 19% το 2007 σε 32% το 2050, αποτελώντας δηλαδή σχεδόν το 1/3 του πληθυσμού της Ελλάδας.

Συνεπώς, ακολουθώντας το σενάριο μεσαίας αισιοδοξίας, όσον αφορά στην γονιμότητα, το οποίο θέλει τον δείκτη TFR να κυμαίνεται ανάμεσα στο 1,40 και 1,66, η μελλοντική γήρανση του πληθυσμού της Ελλάδας κρίνεται έντονη και αναπόφευκτη.

5.2. Μακροχρόνια επίδραση μεταβολών γονιμότητας και θνησιμότητας στον πληθυσμό - μέσω υποδείγματος του σταθερού πληθυσμού

Κάτι ανάλογο θα επιχειρήσουμε και σε αυτή τη διπλωματική εργασία, αλλά χρησιμοποιώντας τη θεωρία του σταθερού πληθυσμού που αναπτύξαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο και διαφοροποιώντας κατάλληλα τις παραμέτρους του μοντέλου του σταθερού πληθυσμού.

Θα ξεκινήσουμε με την γονιμότητα και τη θνησιμότητα του πληθυσμού της Ελλάδας με βάση τις πιο πρόσφατες εκτιμήσεις. Υπενθυμίζεται ότι στην περίπτωση του μοντέλου του σταθερού πληθυσμού θεωρούμε ότι έχουμε μηδενικές μεταναστευτικές εισροές και εκροές (με άλλα λόγια δεχόμαστε κατ' αρχήν την περίπτωση του κλειστού πληθυσμού).

5.2.1. Παρουσίαση υποθέσεων

Στα πλαίσια αυτής της μελέτης, το σημείο αναφοράς μας είναι το έτος 2011 για το οποίο ο δείκτης ολικής γονιμότητας TFR ισούται με 1,41 και ο προσδοκώμενος χρόνος ζωής κατά τη γέννηση για τις γυναίκες είναι 82,91 έτη και για τους άνδρες 78,44 έτη. Ο λόγος φύλων κατά τη γέννηση, δηλαδή 105 γεννήσεις αρρένων προς 100 γεννήσεις θηλέων δείχνει πως ο μέσος όρος διάρκειας ζωής υπολογίζεται στα 80,62 έτη $((1,05*78,44+82,91)/2,05)$. Με βάση αυτά τα επίπεδα, υιοθετήθηκαν τα σενάρια που παρουσιάζονται παρακάτω, ξεκινώντας συμβολίζοντας το επίπεδο προσδοκώμενης ζωής με $k=1$ και το επίπεδο γονιμότητας με $w=1$, εκφράζοντας με αυτόν τον τρόπο την σταθερότητα στα επίπεδα του 2011. Πιο συγκεκριμένα, ακολουθήθηκαν δύο δέσμες υποθέσεων, με τον εξής τρόπο: αρχικά διατηρώντας τη θνησιμότητα σε σταθερά επίπεδα και στη συνέχεια κάνοντας το ίδιο για τη γονιμότητα.

Όσον αφορά στην πρώτη δέσμη σεναρίων, διατηρούμε την προσδοκώμενη ζωή κατά τη γέννηση (e_0) σταθερή (δηλαδή επίπεδο θνησιμότητας $k=1$) και συμβολίζουμε με w το επίπεδο γονιμότητας για το οποίο θα επιλέξουμε τις εξής τιμές:

- **w=1** : για την υπόθεση πως και η γονιμότητα παραμένει σταθερή στα επίπεδα του 2011
- **w=1,2** : για την υπόθεση πως η γονιμότητα αυξάνεται κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 2011
- **w=1,4** : για την υπόθεση πως η γονιμότητα αυξάνεται κατά 40% σε σχέση με τα επίπεδα του 2011

- **w=1,6** : για την υπόθεση πως η γονιμότητα αυξάνεται κατά 60% σε σχέση με τα επίπεδα του 2011

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα παραπάνω σενάρια.

Σενάριο 1		k=1	w=1	Σενάριο 2		k=1	w=1,2
e_0^A	e_0^F	e_0^{MO}	TFR	e_0^A	e_0^F	e_0^{MO}	TFR
78,44	82,91	80,62	1,41	78,44	82,91	80,62	1,69

Σενάριο 3		k=1	w=1,4	Σενάριο 4		k=1	w=1,6
e_0^A	e_0^F	e_0^{MO}	TFR	e_0^A	e_0^F	e_0^{MO}	TFR
78,44	82,91	80,62	1,97	78,44	82,91	80,62	2,26

Πίνακας 5. Σενάρια με μεταβαλλόμενη γονιμότητα και σταθερή θνησιμότητα

Κατά τη σύνθεση της δεύτερης δέσμης υποθέσεων συντηρούμε τις συνθήκες γονιμότητας στα επίπεδα του 2011 (TFR=1,41 και **w=1**). Για λόγους συμβολισμού παρουσιάζουμε με k το επίπεδο θνησιμότητας επιλέγοντας για αυτό τις εξής τιμές:

- **k=1** : για την υπόθεση πως εκτός από τη γονιμότητα και η θνησιμότητα παραμένει σταθερή στα επίπεδα του 2011
- **k=0,9** : για την υπόθεση πως η θνησιμότητα μειώνεται κατά 10% σε σχέση με τα επίπεδα του 2011
- **k=0,8** : για την υπόθεση πως η θνησιμότητα μειώνεται κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 2011
- **k=0,7** : για την υπόθεση πως η θνησιμότητα μειώνεται κατά 30% σε σχέση με τα επίπεδα του 2011

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα σενάρια αυτής της δέσμης υποθέσεων.

Σενάριο 5		k=1	w=1	Σενάριο 6		k=0,9	w=1
e_0^A	e_0^F	e_0^{MO}	TFR	e_0^A	e_0^F	e_0^{MO}	TFR
78,44	82,91	80,62	1,41	79,76	83,87	81,77	1,41

Σενάριο 7		k=0,8	w=1	Σενάριο 8		k=0,7	w=1
e_0^A	e_0^F	e_0^{MO}	TFR	e_0^A	e_0^F	e_0^{MO}	TFR
81,30	84,99	83,10	1,41	83,12	86,33	84,69	1,41

Πίνακας 6. Σενάρια με σταθερή γονιμότητα και μεταβαλλόμενη θνησιμότητα

6. Εφαρμογή του σταθερού πληθυσμού στο διακριτό: αποτελέσματα

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, η εφαρμογή των παραπάνω σεναρίων υλοποιήθηκε με τη χρήση Microsoft Excel, κατασκευάζοντας για την κάθε περίπτωση ένα συνεπτυγμένο πίνακα επιβίωσης. Στη συνέχεια, ο κάθε πίνακας επιβίωσης χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των παραμέτρων και τη μελέτη της δομής του σταθερού πληθυσμού που εξετάζουμε.

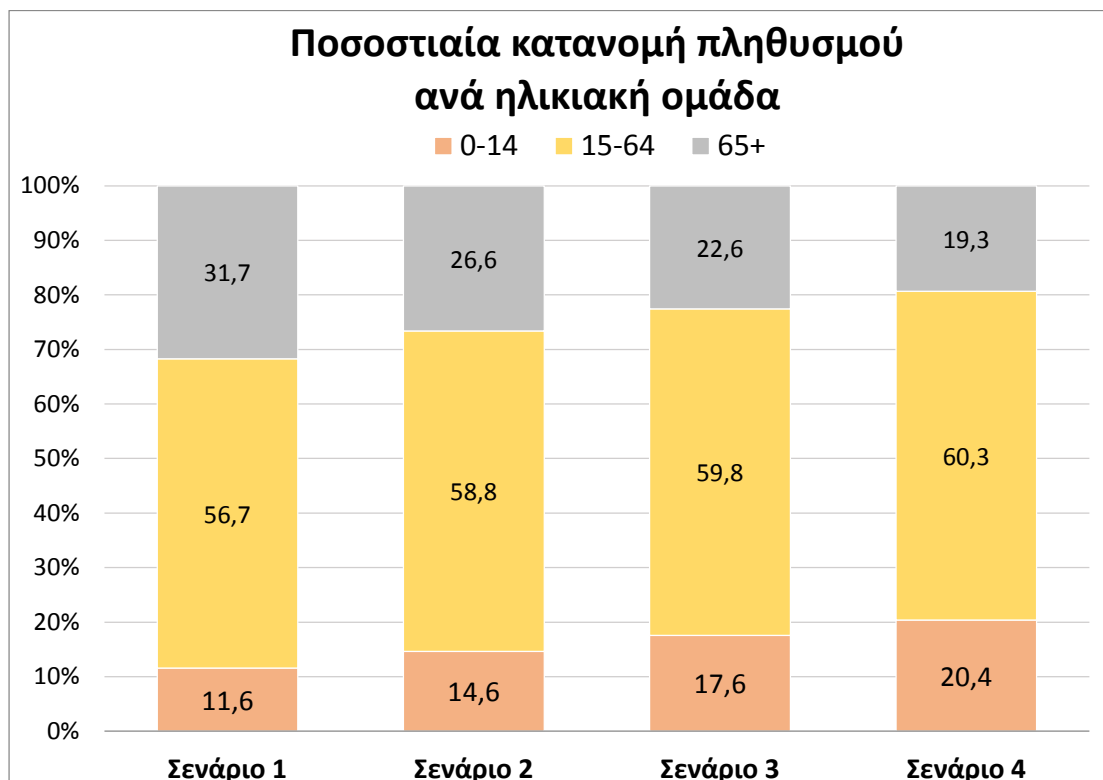
Στον Πίνακα 7 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής των σεναρίων της πρώτης ομάδας κατά την οποία τα επίπεδα θνησιμότητας δεν υπέστησαν καμία μεταβολή ενώ τα επίπεδα γονιμότητας υπέστησαν αυξήσεις της τάξης του 20%, 40% και 60% σε σχέση με τα επίπεδα του 2011 που είναι το έτος βάσης.

Σενάριο 1	k=1	w=1	TFR=1,41	Σενάριο 2	k=1	w=1,2	TFR=1,69
Percent distribution by broad age groups				Percent distribution by broad age groups			
Age	Females	Males	Both	Age	Females	Males	Both
0-14	11,1	12,0	11,6	0-14	14,2	15,1	14,6
15-64	55,3	58,2	56,7	15-64	57,5	60,0	58,8
65+	33,6	29,8	31,7	65+	28,3	24,9	26,6
$r = -0,01245$		$b = 0,00704$		$r = -0,00654$		$b = 0,00933$	
$T = 30,74365$		$d = 0,01949$		$T = 30,64342$		$d = 0,01586$	
$GRR = 0,68824$		$b(f) = 0,00677$		$GRR = 0,82589$		$b(f) = 0,00902$	
$NRR = 0,68206$		$b(m) = 0,00731$		$NRR = 0,81847$		$b(m) = 0,00963$	
$I(T)/I(0) = 0,99102$		$d(f) = 0,01922$		$I(T)/I(0) = 0,99102$		$d(f) = 0,01556$	
$I(T) = 99102$		$d(m) = 0,01976$		$I(T) = 99102$		$d(m) = 0,01617$	
Σενάριο 3	k=1	w=1,4	TFR=1,97	Σενάριο 4	k=1	w=1,6	TFR=2,26
Percent distribution by broad age groups				Percent distribution by broad age groups			
Age	Females	Males	Both	Age	Females	Males	Both
0-14	17,1	18,1	17,6	0-14	19,9	20,9	20,4
15-64	58,8	60,9	59,8	15-64	59,4	61,1	60,3
65+	24,1	21,0	22,6	65+	20,7	18,0	19,3
$r = -0,00151$		$b = 0,01164$		$r = 0,00287$		$b = 0,01394$	
$T = 30,55817$		$d = 0,01315$		$T = 30,48393$		$d = 0,01107$	
$GRR = 0,96354$		$b(f) = 0,01131$		$GRR = 1,10119$		$b(f) = 0,01359$	
$NRR = 0,95488$		$b(m) = 0,01198$		$NRR = 1,09130$		$b(m) = 0,01429$	
$I(T)/I(0) = 0,99102$		$d(f) = 0,01282$		$I(T)/I(0) = 0,99102$		$d(f) = 0,01072$	
$I(T) = 99102$		$d(m) = 0,01349$		$I(T) = 99102$		$d(m) = 0,01143$	

Πίνακας 7. Αποτελέσματα σεναρίων με μεταβαλλόμενη γονιμότητα και σταθερή θνησιμότητα

Το πρώτο πράγμα που μπορεί να παρατηρήσει κάποιος, σχετικά με τη διαμόρφωση της ηλικιακής δομής του πληθυσμού, είναι πως επηρεάζεται άμεσα από την αύξηση της γονιμότητας. Συγκεκριμένα, η αύξηση του μέσου αριθμού παιδιών που αντιστοιχούν σε κάθε γυναίκα από 1,41 σε 1,69, 1,97 και 2,26 επιφέρει μεγάλη μεταβολή στη διάρθρωση του πληθυσμού κατά τις μεγάλες ομάδες ηλικιών. Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι αυξάνεται το ποσοστό των ενεργών ηλικιών 15-64 από 56,7% σε 58,8%, 59,8% και 60,3% και αντίστοιχα μειώνεται το ποσοστό των ηλικιωμένων από το αρκετά μεγάλο 31,7% σε 26,6%, 22,6% και 19,3%.

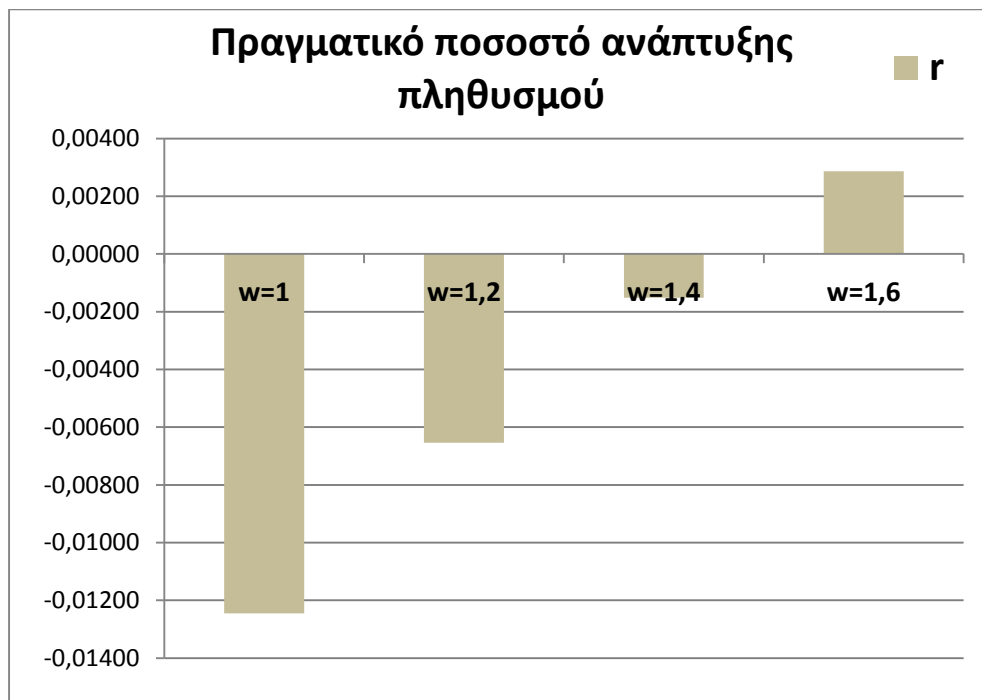
Συμπεραίνουμε, δηλαδή, πως μία αύξηση του ολικού δείκτη γονιμότητας σε σταθερές συνθήκες θνησιμότητας έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό ενός πληθυσμού νεότερου και κατ' επέκταση πιο υγιή και πιο ενεργού και παραγωγικού επαγγελματικά. Η ανακατανομή του πληθυσμού της Ελλάδας, σύμφωνα με τα παραπάνω σενάρια, απεικονίζεται παραστατικά στο κάτωθι Διάγραμμα 6.



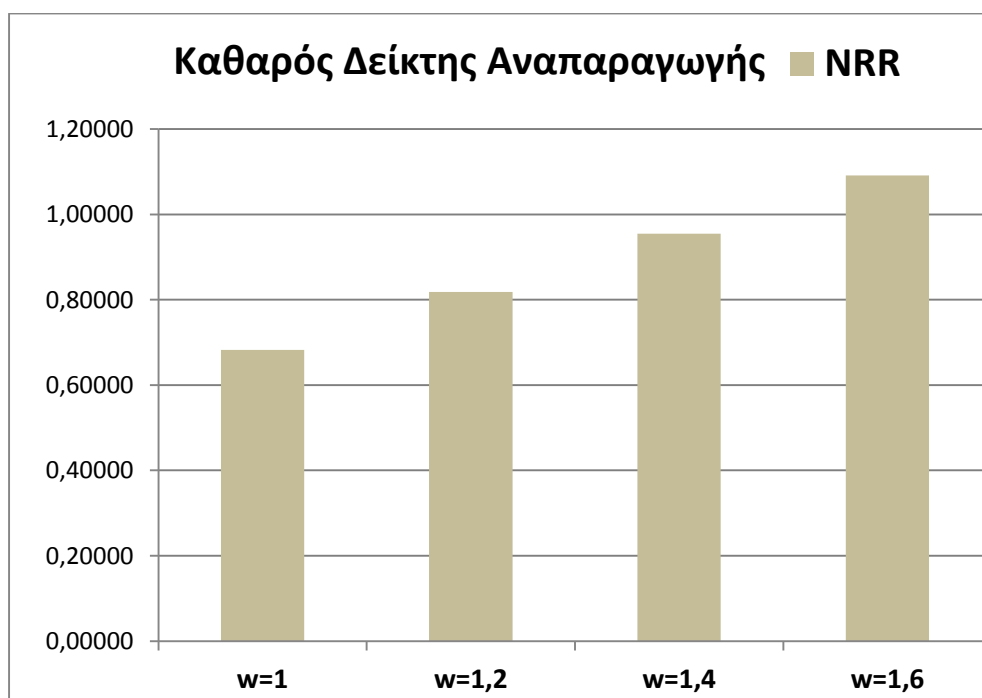
Διάγραμμα 6. Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα (Σενάρια 1, 2, 3, 4)

Όσον αφορά στην εξέλιξη του μεγέθους του συνολικού πληθυσμού της Ελλάδας, βλέπουμε πως ακολουθώντας το τέταρτο σενάριο, δηλαδή διατηρώντας σταθερή θνησιμότητα και αυξάνοντας τα επίπεδα γονιμότητας του 2011 κατά 60%, επιτυγχάνεται αύξηση του πληθυσμού. Πιο συγκεκριμένα, κάτω από αυτές τις συνθήκες παρατηρούμε πως υπερβαίνουμε το όριο αναπλήρωσης πληθυσμού και παρουσιάζεται τάση αύξησής του, καθώς το Πραγματικό Ποσοστό Ανάπτυξης

Πληθυσμού ξεπερνά το μηδέν ($r > 0$) και ο Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής ξεπερνά τη μονάδα ($NRR > 1$). Αυτό αποτυπώνεται πιο ξεκάθαρα στα διαγράμματα 7 και 8 που ακολουθούν.



Διάγραμμα 7. Πραγματικό Ποσοστό Ανάπτυξης Πληθυσμού (Σενάρια 1, 2, 3, 4)



Διάγραμμα 8. Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής (Σενάρια 1, 2, 3, 4)

Συμπεραίνουμε, δηλαδή, πως μία αύξηση της τάξης του 20% ή του 40% της γονιμότητας των Ελλήνων δεν είναι αρκετή για να επιτευχθεί αύξηση του ελληνικού πληθυσμού. Πρέπει σε κάθε γυναίκα να αντιστοιχούν τουλάχιστον δύο τέκνα κατά μέσο όρο, ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί αύξηση του πληθυσμού της Ελλάδας.

Στη συνέχεια, εφαρμόστηκαν τα σενάρια που περιλαμβάνονται στη δεύτερη δέσμη υποθέσεων. Σύμφωνα με αυτά, η γονιμότητα διατηρήθηκε σταθερή στα επίπεδα του 2011 και η θνησιμότητα μειώθηκε κατά 10%, 20% και 30% σε σχέση με τα επίπεδα του 2011. Τα ποσοτικά αποτελέσματα που παράχθηκαν εμφανίζονται στον Πίνακα 6 που ακολουθεί.

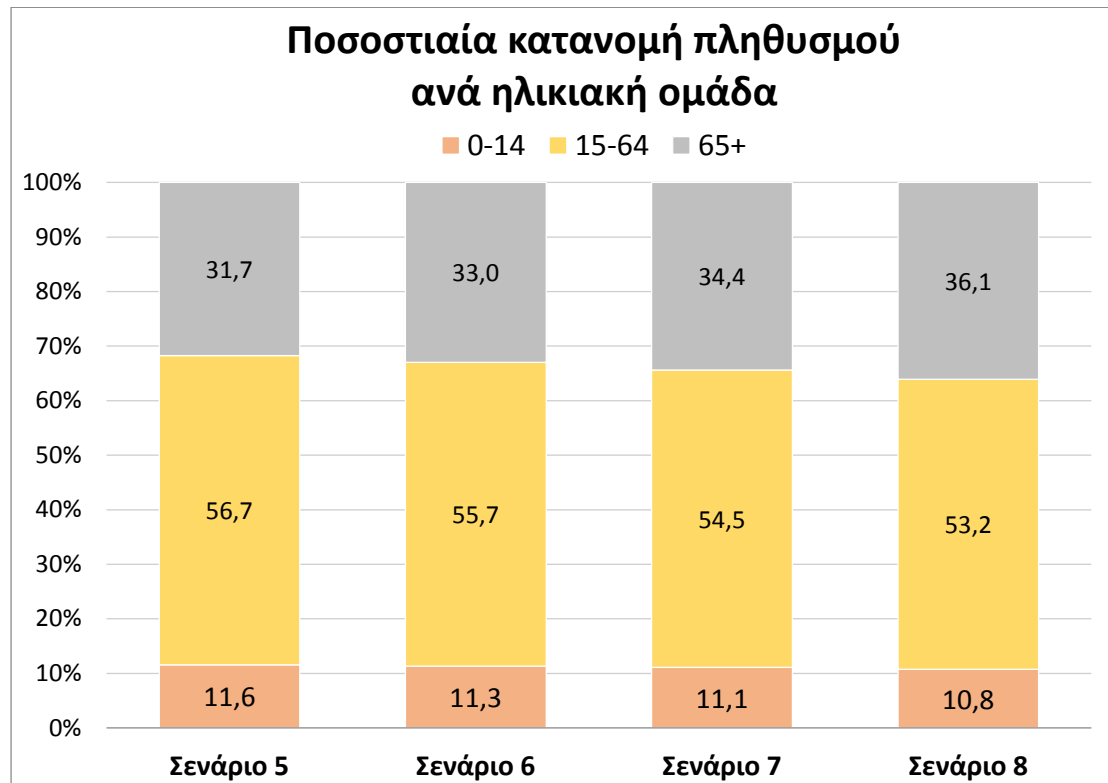
Σενάριο 5	k=1	w=1	TFR=1,41	Σενάριο 6	k=0,9	w=1	TFR=1,41
Percent distribution by broad age groups				Percent distribution by broad age groups			
Age	Females	Males	Both	Age	Females	Males	Both
0-14	11,1	12,0	11,6	0-14	10,9	11,7	11,3
15-64	55,3	58,2	56,7	15-64	54,5	57,0	55,7
65+	33,6	29,8	31,7	65+	34,6	31,3	33,0
$r = -0,01245$		$b = 0,00704$		$r = -0,01242$		$b = 0,00690$	
$T = 30,74365$		$d = 0,01949$		$T = 30,74443$		$d = 0,01932$	
$GRR = 0,68824$		$b(f) = 0,00677$		$GRR = 0,68824$		$b(f) = 0,00666$	
$NRR = 0,68206$		$b(m) = 0,00731$		$NRR = 0,68268$		$b(m) = 0,00714$	
$I(T)/I(0) = 0,99102$		$d(f) = 0,01922$		$I(T)/I(0) = 0,99191$		$d(f) = 0,01908$	
$I(T) = 99102$		$d(m) = 0,01976$		$I(T) = 99191$		$d(m) = 0,01956$	

Σενάριο 7	k=0,8	w=1	TFR=1,41	Σενάριο 8	k=0,7	w=1	TFR=1,41
Percent distribution by broad age groups				Percent distribution by broad age groups			
Age	Females	Males	Both	Age	Females	Males	Both
0-14	10,7	11,4	11,1	0-14	10,5	11,0	10,8
15-64	53,5	55,6	54,5	15-64	52,3	54,0	53,2
65+	35,8	33,0	34,4	65+	37,2	34,9	36,1
$r = -0,01239$		$b = 0,00674$		$r = -0,01236$		$b = 0,00656$	
$T = 30,74522$		$d = 0,01913$		$T = 30,74600$		$d = 0,01891$	
$GRR = 0,68824$		$b(f) = 0,00654$		$GRR = 0,68824$		$b(f) = 0,00639$	
$NRR = 0,68329$		$b(m) = 0,00694$		$NRR = 0,68391$		$b(m) = 0,00672$	
$I(T)/I(0) = 0,99281$		$d(f) = 0,01892$		$I(T)/I(0) = 0,99370$		$d(f) = 0,01875$	
$I(T) = 99281$		$d(m) = 0,01933$		$I(T) = 99370$		$d(m) = 0,01908$	

Πίνακας 8. Αποτελέσματα σεναρίων με σταθερή γονιμότητα και μεταβαλλόμενη θνησιμότητα

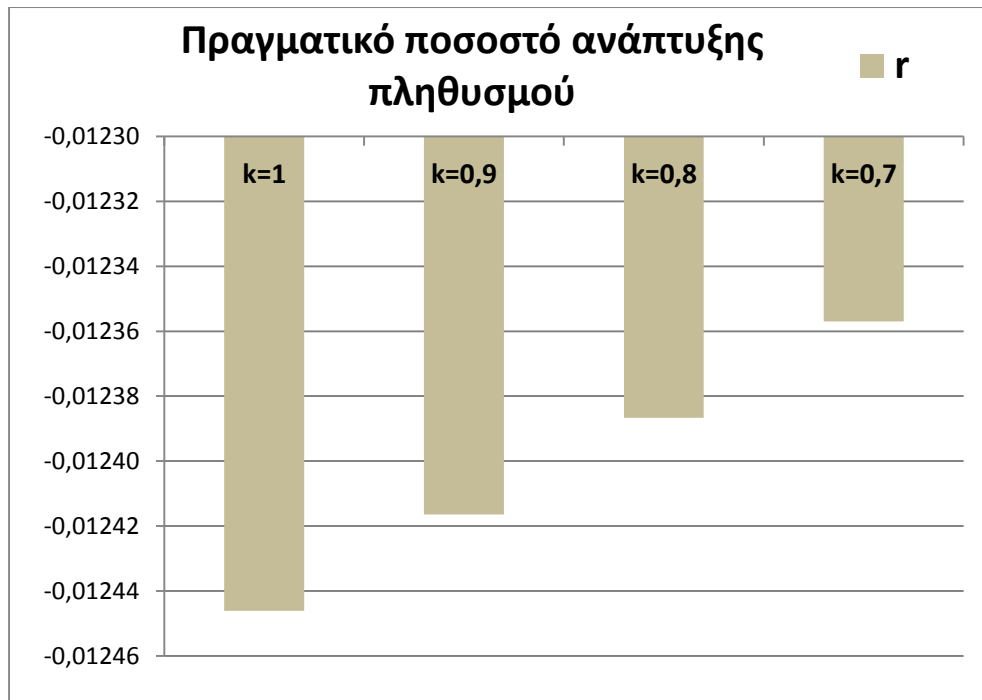
Αρχικά, παρατηρώντας την αναλογία που έχει η κάθε μεγάλη ομάδα ηλικιών ως προς το σύνολο του πληθυσμού της Ελλάδας σε κάθε ένα σενάριο που εφαρμόστηκε με σταθερή γονιμότητα και μειούμενη θνησιμότητα, δεν σημειώνουμε μεγάλες διαφοροποιήσεις. Ωστόσο, η διαμόρφωση της ηλικιακής δομής του πληθυσμού, παρόλο που δεν φαίνεται να επηρεάζεται σε πολύ σημαντικό βαθμό από τη μείωση της θνησιμότητας του πληθυσμού, επηρεάζεται τόσο ώστε να επιφέρει γήρανση του πληθυσμού. Συγκεκριμένα, η αύξηση του μέσου προσδοκώμενου χρόνου ζωής των Ελλήνων, σύμφωνα με τα σενάρια 5, 6, 7 και 8, από 80,62 (επίπεδα 2011) σε 81,77,

83,10 και 84,69 έτη (Πίνακας 6), μεταφράζεται σε συρρίκνωση της ομάδας ηλικιών 15-64 ετών από 56,7% σε 55,7%, 54,5% και 53,2% και διόγκωση του ποσοστού ηλικιωμένων άνω των 65 ετών από 31,7% σε 33%, 34,4% και 36,1% αντίστοιχα.

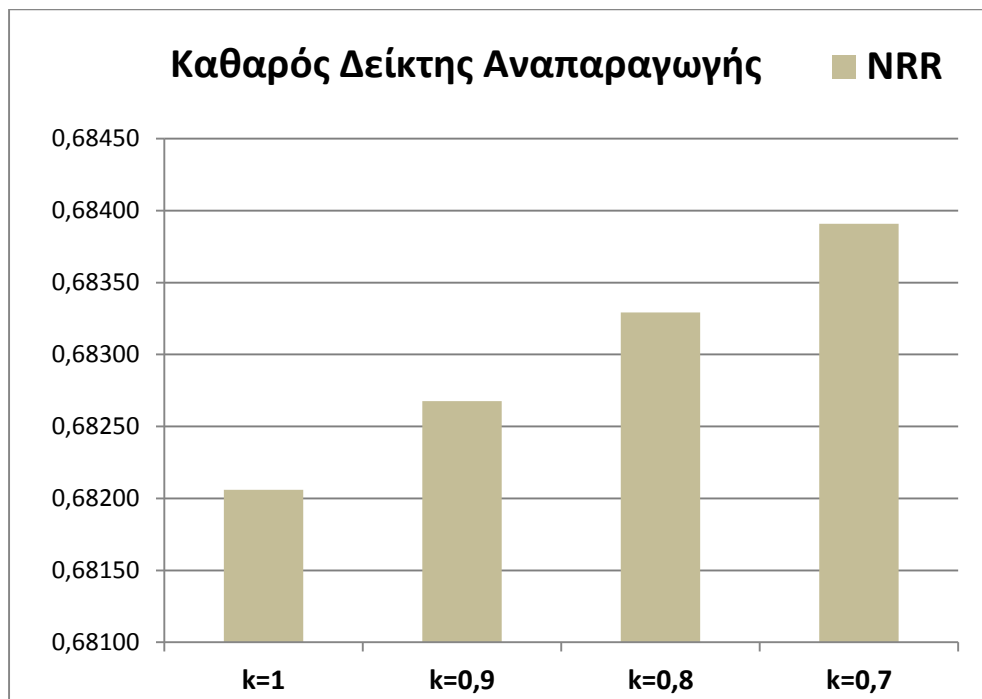


Διάγραμμα 9. Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα (Σενάρια 5, 6, 7, 8)

Επιπροσθέτως, μελετώντας αυτή την ομάδα σεναρίων συμπεραίνουμε ότι με τις συνθήκες σταθερής γονιμότητας και μείωσης της θνησιμότητας που εφαρμόστηκαν, δεν επιτυγχάνεται αύξηση του πληθυσμού της Ελλάδας. Το Πραγματικό Ποσοστό Ανάπτυξης Πληθυσμού δεν ξεπερνά το μηδέν ($r < 0$) και ο Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής δεν ξεπερνά τη μονάδα ($NRR < 1$) σε κανένα από τα τέσσερα σενάρια αυτής της δέσμης.

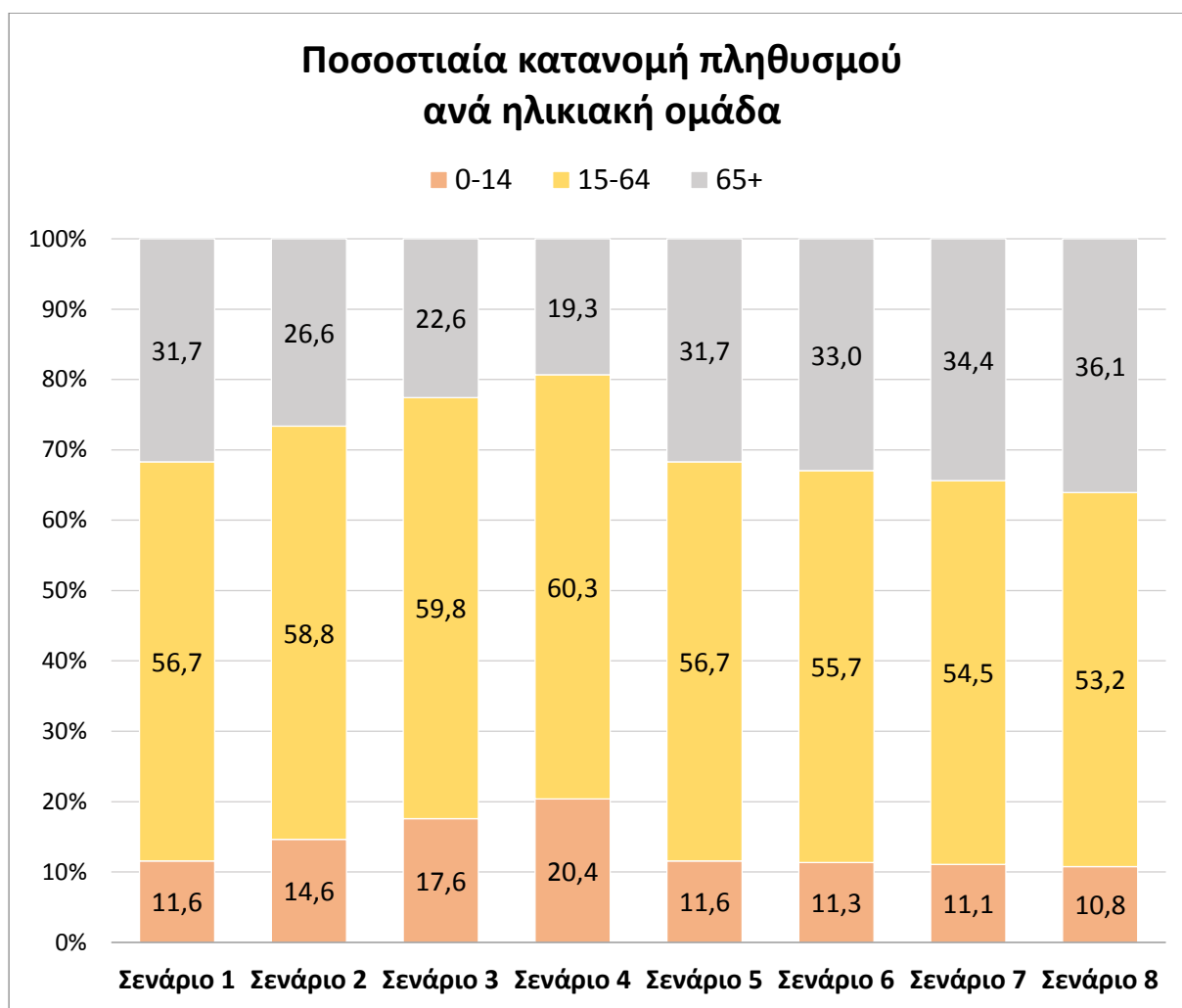


Διάγραμμα 10. Πραγματικό Ποσοστό Ανάπτυξης Πληθυσμού (Σενάρια 5, 6, 7, 8)



Διάγραμμα 11. Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής (Σενάρια 5, 6, 7, 8)

Συγκεντρωτικά, στο Διάγραμμα 12 απεικονίζεται η επίδραση του κάθε σεναρίου στην ηλικιακή δομή του πληθυσμού.

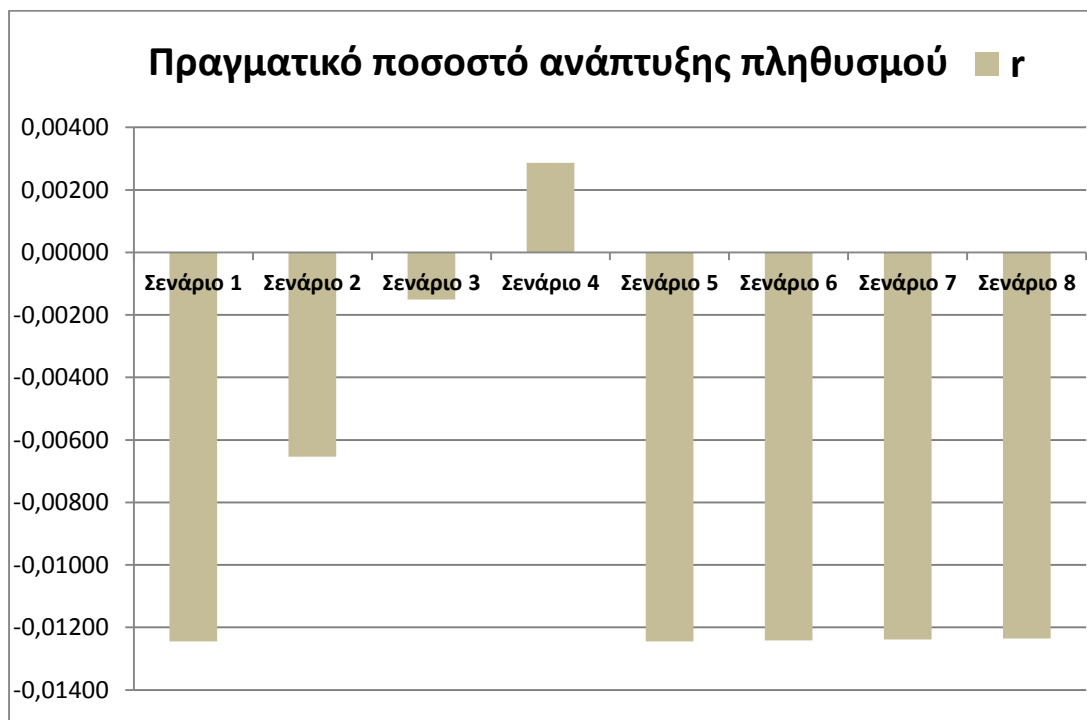


Διάγραμμα 12. Ποσοστιαία κατανομή πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα (Σενάρια 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)

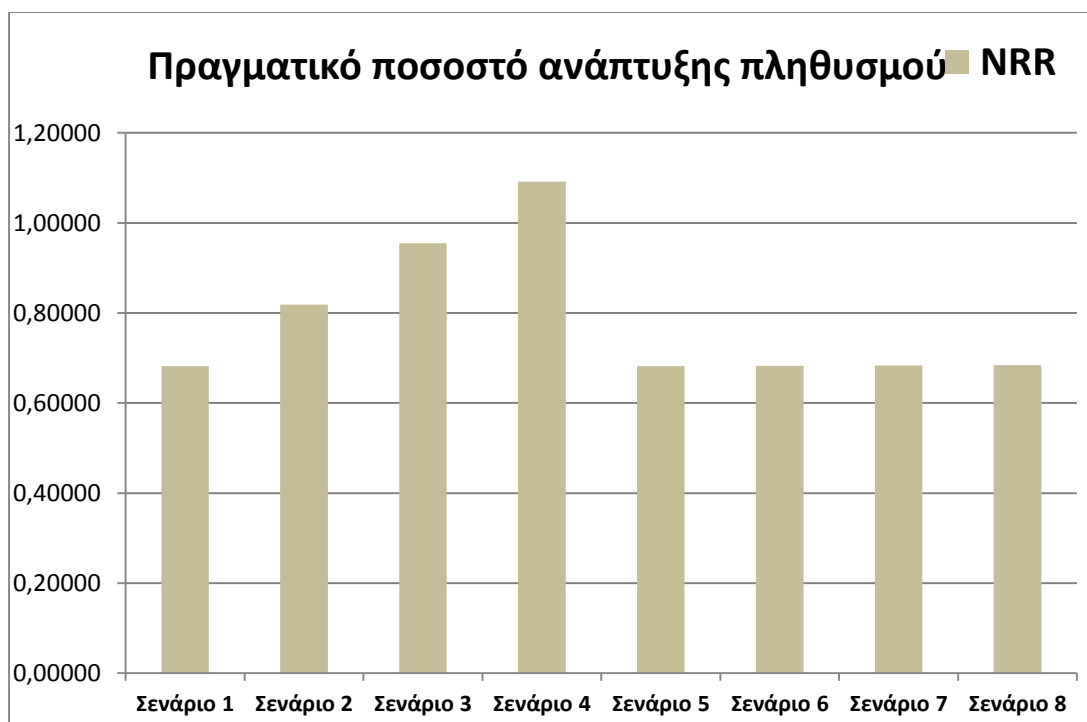
Μελετώντας το σύνολο των σεναρίων που εφαρμόστηκαν καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η αύξηση της γονιμότητας μπορεί να επιφέρει πολύ θετικά αποτελέσματα στη δομή του πληθυσμού της Ελλάδας μετατρέποντάς τον σε ένα νεότερο σύνολο ανθρώπων. Αντιθέτως, σε περίπτωση που η συμπεριφορά των Ελλήνων ως προς τη γονιμότητα δεν αλλάξει (σε σχέση με το 2011) και ταυτόχρονα η

θνησιμότητα μειωθεί (καθώς με την πάροδο των χρόνων τα ιατρικά επιτεύγματα συμβάλλουν όλο και περισσότερο σε αυτό) ο πληθυσμός της Ελλάδας θα αποτελεί ένα πλήθος ακόμα πιο γερασμένο. Επίσης, η Ελλάδα θα αποτελεί μια χώρα στην οποία μόλις σχεδόν ένας στους δύο θα είναι παραγωγικός και θα συνεισφέρει στην ανάπτυξη και την οικονομία της, χωρίς να υπάρχει τάση βελτίωσης αυτής της κατάστασης, καθώς η αύξηση του πλήθους των ηλικιωμένων βλέπουμε πως συνδυάζεται με παράλληλη μείωση των παιδιών της χώρας.

Επιπροσθέτως, όπως διακρίνεται σαφώς στα παρακάτω δύο διαγράμματα (13 και 14) μόνο με αύξηση της γονιμότητας μπορεί να υπάρξει τάση αύξησης ή αύξηση του συνολικού πληθυσμού. Η μείωση της θνησιμότητας, από μόνη της, βλέπουμε ξεκάθαρα πως δεν συνεισφέρει στην αύξηση του πληθυσμού της χώρας, όπως ίσως θα περίμενε κανείς.



Διάγραμμα 13. Πραγματικό Ποσοστό Ανάπτυξης Πληθυσμού (Σενάρια 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)



Διάγραμμα 14. Καθαρός Δείκτης Αναπαραγωγής (Σενάρια 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)

7. Συμπεράσματα

Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο σε συνδυασμό με τη διεθνή βιβλιογραφία διαπιστώνουμε ότι οι προοπτικές εξέλιξης του πληθυσμού της Ελλάδας και η μακροχρόνια επίδραση των μεταβολών γονιμότητας και θνησιμότητας στον πληθυσμό - ακόμη και στο θετικότερο σενάριο - θα απαιτήσουν τολμηρά και δραστικά μέτρα και πολιτικές για να αντιμετωπιστούν οι κρίσιμες επιπτώσεις της.

7.1. Προτεινόμενα μέτρα

Θεωρώντας τη συνέχιση της δημογραφικής γήρανσης αναπόφευκτη, κρίνεται αναγκαία η υιοθέτηση κατάλληλων πολιτικών σε επίπεδο πολιτείας αλλά και ιδιωτικής πρωτοβουλίας 1) για τη μείωση, κατά το δυνατόν, του ρυθμού της δημογραφικής γήρανσης και 2) για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων που κατ' επέκταση αυτή θα έχει σε μερίδες του πληθυσμού και στην παραγωγή και κατανομή πόρων, αγαθών και υπηρεσιών που αυτές οι πληθυσμιακές ομάδες παράγουν και καταναλώνουν επιμέρους και συνολικά.

Από την πλευρά του κράτους, ο σχεδιασμός πολιτικών σε συνεργασία με την κοινωνία πολιτών και με παράλληλη δημογραφική ενημέρωση και ενθάρρυνση δημόσιας συζήτησης για την οργάνωση της ζωής σε μια εποχή που όλοι ζούμε περισσότερα χρόνια θα πρέπει να εστιαστεί στις παρακάτω κατηγορίες:

1. **Πληθυσμιακός σχεδιασμός** - μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο πλάνο -, με στόχο την ενίσχυση της αναπαραγωγής και της παροχής κινήτρων στα έγγαμα ζευγάρια (για παράδειγμα ως τμήμα των επιμέρους πολιτικών που προτείνονται παρακάτω).
2. **Σχεδιασμός μεταναστευτικής πολιτικής** ως αντιστάθμιση των συνεπειών της χαμηλής γεννητικότητας και ως φορέας επίτευξης κοινωνικής συνοχής. Το θέμα αυτό καθίσταται ιδιαίτερα επίκαιρο με την εισροή προσφυγικού πληθυσμού τα τελευταία 2 χρόνια στην ΕΕ διαμέσου της Ελλάδας, καθώς και εκροής κατά την περίοδο της κρίσης για λόγους εργασίας και αναζήτησης καλύτερης ποιότητας ζωής.
3. **Μεταρρυθμίσεις στην κοινωνική ασφάλιση και συνταξιοδότηση**, με νέα μοντέλα εργασίας και παραγωγικότητας, όχι μόνο με αύξηση των ορίων συνταξιοδότησης, αλλά με καινούργια μοντέλα ευέλικτης συνταξιοδότησης, ώστε να επιτευχθεί ταυτόχρονη διατήρηση «δικτύου» ασφαλείας κοινωνικών δομών και τροποποιήσεις στη χρηματοδότηση και παροχή για την υγεία, την περίθαλψη και τις κοινωνικές υπηρεσίες αλλά και δικαιότερης κατανομής των κοινωνικών βαρών.
4. **Πολιτικές υπογεννητικότητας και πολιτικές για ανακοπή των ρυθμών πτώσης της γονιμότητας** (και ακόμη περισσότερο στην αναστροφή μεσοπρόθεσμα της τάσης αυτής), οι οποίες οφείλουν να είναι ενσωματωμένες και να αποτελούν οργανικό τμήμα μιας γενικότερης πολιτικής που θα έχει σαφείς στόχους για την υλοποίηση ενός συλλογικού κοινωνικού σχεδίου, το οποίο θα περιλαμβάνει τη στήριξη της οικογένειας,

την προστασία της μητρότητας/πατρότητας, υιοθεσίας και του οικογενειακού προγραμματισμού.

Παράλληλα, κρίνεται επιτακτικός ο κατάλληλος σχεδιασμός υπηρεσιών και προϊόντων από την πλευρά του ιδιωτικού τομέα, τόσο για να ανταποκριθεί στο οικονομικό ρίσκο και τις προκλήσεις που φέρνει η δημογραφική αυτή αλλαγή αλλά και για να συνεχίσει να παραμένει ανταγωνιστικός εξυπηρετώντας τις ανάγκες ενός πληθυσμιακού προφίλ που αλλάζει ραγδαία.

Επιπλέον, η εμβέλεια και η αποτελεσματικότητα των ληφθέντων μέτρων πολιτικής θα πρέπει να παρακολουθείται, να μετρείται και να αξιολογείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να διασφαλίζεται η υλοποίηση εκείνων των πρωτοβουλιών οι οποίες αποδεδειγμένα αποφέρουν αποτελέσματα.

Απαραίτητες, τέλος, θεωρούνται περαιτέρω έρευνες για την πραγματοποίηση πληθυσμιακών προβλέψεων και υλοποίησης διαχρονικών, διαπεριφερειακών και διατομεακών συγκρίσεων των επιπέδων και προτύπων θνησιμότητας, γονιμότητας και γήρανσης επιμέρους πληθυσμιακών υποσυνόλων. Επίσης, ανάλογες έρευνες κρίνονται απαραίτητες και για την επιβεβαίωση υποθέσεων που αφορούν στις επιπτώσεις της πληθυσμιακής γήρανσης σε διαφορετικά πληθυσμιακά υποσύνολα και συγκεκριμένους επιμέρους τομείς της οικονομικής και κοινωνικής ζωής για την καλύτερη κατανόηση των αιτιών και συνεπειών της δημογραφικής γήρανσης, ειδικότερων τρόπων σύλληψης, προσδιορισμού και επίλυσης των προβλημάτων που προκύπτουν εξαιτίας της και περισσότερο συγκεκριμένης διατύπωσης στόχων και σχεδιασμού πολιτικών.

Κλείνοντας, αξίζει να αναφερθεί η σημασία της κατανόησης και της θεώρησης της πληθυσμιακής γήρανσης όχι μόνο σαν μια πολιτική και οικονομική πρόκληση και ζήτημα προς επίλυση, αλλά εξίσου και σαν μια τεράστια επιτυχία της ανθρώπινης προόδου. Σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα η ανθρωπότητα κατόρθωσε να μεγιστοποιήσει τον προσδόκιμο μέσο όρο ζωής και να ελαττώσει τη θνησιμότητα σε απροσδόκητα – μερικές εκατονταετίες πριν – επίπεδα. Είναι λοιπόν στο χέρι μας να επιλύσουμε την πρόκληση αυτή συλλογικά, αντιμετωπίζοντας τις πολύπλευρες πιέσεις της δημογραφικής αλλαγής στους κοινωνικούς θεσμούς και πεποιθήσεις, μέσω ισχυροποίησης της συμμετοχής των πολιτών στο δημόσιο διάλογο, στην ανανέωση των πολιτειακών θεσμών και πολιτικών μέσω του πολιτικού συστήματος, της συμμετοχής σε δομές της κοινωνίας πολιτών και ιδιωτικών πρωτοβουλιών.

Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι η προσαρμογή στην πληθυσμιακή αλλαγή δεν θα πραγματοποιηθεί αυτόματα και «σε μια νύχτα», καθώς απαιτείται συνεχής μελέτη, διάλογος και ρεαλιστική συνολική κατανόηση του φαινομένου και της ιστορικής του διακύμανσης διαχρονικά, διάθεση και ανοχή στις μικρές αλλαγές και τον πειραματισμό για να παραμείνουν οι σημερινές γηράσκουσες κοινωνίες μας ακμάζουσες και να παρέχουν συνθήκες ευημερίας για όλους τους πολίτες που συμμετέχουν σε αυτές (Vaupel J., Edell A., 2017).

8. Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Coale A. J. and Demeny P. (1983). Regional Model Life Tables and Stable Populations, Second Edition, New York: Academic Press.

Coale, A J. (1957). New Method for Calculating Lotka's r -the Intrinsic Rate of Growth in a Stable Population, *Population Studies* 11(1): 92-94.

Harrison G.A. and Boyce A.J. (eds.) (1975). The Structure of Human Populations, Oxford: Oxford University Press.

Preston S. H., Heuveline P. and Guillot M. (2001). Measuring and Modelling Population Processes, Oxford: Blackwell Publishers.

Newell C. (1989). Methods and Models in Demography, London: Belhaven Press.

Pollard A.H., Yusuf, F. and Pollard G. N. (1981). Demographic Techniques, Sidney: Pergamon Press.

Pollard J. H. (1975). Mathematical models for the growth of human populations, Cambridge: Cambridge University Press.

Pressat R. (1972). Demographic Analysis, Methods, Results, Applications, London: Edward Arnold.

Siegel J. S. and Swanson D. A. (2004). The Methods and Materials of Demography, Elsevier Academic Press, Ch.17

Speigelman M. (1976). Introduction to Demography, Revised Edition, Massachusetts: Harvard University Press.

Tsimpos C. (2008). Immigrant and Native Fertility in Greece: New Estimates and Population Prospects (2005-2025), *Population Review*, Volume 47, Number 2: 67-84.

Vaupel James W, Edel A. (2017). How “new ageing” will change our lives, Green Book Ageing Society, Discussion Paper, Population Europe

Ελληνική Βιβλιογραφία

Παπαδάκης Μ και Τσίμπος Κ (2004). Δημογραφική Ανάλυση, Αρχές, Μέθοδοι, Υποδείγματα, Εκδ. Α Σταμούλη, Αθήνα, Κεφάλαιο 5 (σελ. 399– 412) και Παράρτημα Β (σελ. 465 – 474)

Ήρα Ήμκε Πουλοπούλου (1983). Δημογραφική γήρανση στην Ελλάδα, Επ. Κοιν. Ερ., Gr. R. So. Re.

Λώλης Δημήτριος (2001). Υπογεννητικότητα, το σημαντικότερο πρόβλημα της κοινωνίας, Παρισιανού Α.Ε.

Online Documentation

<https://www.dianeosis.org/research/demography/>

https://www.dianeosis.org/2016/10/demography_and_growth/

<https://www.dianeosis.org/research/demography/>

https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2016/10/EKTHESH_A_KEF_1_2_11_10.pdf

https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2016/09/parartima_ekthesis_a_dimografiko.pdf

https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2016/10/demographics_epiteliki_synopsi_14_10_16_final_version.pdf

<https://www.dikaiologitika.gr/eidhseis/koinonia/180699/i-giransi-tou-plithysmou-apeili-gia-tin-ellada-ta-epomena-xronia>

http://www.demography-lab.prd.uth.gr/1_REPORT%20PROJECTIONS_2015-50_GR_BK_2017.pdf

http://www.demography-lab.prd.uth.gr/TheReports/SECOND_REPORT.pdf

http://www.demography-lab.prd.uth.gr/TheReports/FINAL_REPORT.pdf