



Τμήμα: Διοίκηση Επιχειρήσεων

ΠΜΣ: «Εφαρμοσμένη Οικονομική»

**Τίτλος: «Ένα μακρο-οικονομικό μοντέλο αύξησης
του πληθυσμού»**

Ονοματεπώνυμο: ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΦΑΝΑΡΑΚΗ ΑΜ

Φοιτήτριας: M011622051

Επιβλέπων καθηγητής: ΖΑΧΕΙΛΑΣ ΛΟΥΚΑΣ

ΒΟΛΟΣ 2025

This page left blank intentionally

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους με στήριξαν και με βοήθησαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησής της.

Πρώτα και κύρια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Λουκά Ζαχείλα, για την πολύτιμη καθοδήγηση, τη συνεχή υποστήριξη και τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις του καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Η αφοσίωσή του και η προθυμία του να μοιραστεί τις γνώσεις του υπήρξαν καθοριστικές για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την βοήθεια και τις διευκολύνσεις που μου παρείχαν, καθώς και για το φιλικό και υποστηρικτικό περιβάλλον που δημιούργησαν.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην οικογένειά μου, για την αγάπη, την κατανόηση και την αδιάκοπη υποστήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Η πίστη τους σε μένα με ενίσχυσε σε κάθε δύσκολη στιγμή.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους φίλους και συμφοιτητές μου, που ήταν δίπλα μου σε κάθε βήμα, παρέχοντας τόσο ακαδημαϊκή όσο και συναισθηματική υποστήριξη.

Σε όλους εσάς, ένα μεγάλο ευχαριστώ.

Με εκτίμηση,

Φαναράκη Αλεξάνδρα

Πρόλογος

Η εποχή που γράφεται η παρούσα εργασία ονομάζεται από πολλούς ως η εποχή της πληροφορίας. Για τους ίδιους αλλά και κατά την γνώμη μας αποτελεί την καλύτερη εποχή για να ζει κάποιος από άποψη ευημερίας. Στην πανδημική κρίση του Covid-19 χρειάστηκε μόλις 11 μήνες για την ανάπτυξη ενός εμβολίου με σκοπό την αποσόβηση του κινδύνου. Πλέον ο άνθρωπος είναι ικανός να προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα σε ταχύτητες που δεν περιμέναμε ποτέ. Η διαδικασίες που αναπτύσσονται καθημερινά από την οργανωμένη κοινωνία έχει ως αποτέλεσμα την εξομάλυνση κινδύνων που θα προκαλέσουν την παραμικρή ενόχληση, ενώ κίνδυνοι που προκαλούν την ύπαρξη της ανθρωπότητας άμεσα δεν θεωρείται ρεαλιστικό σενάριο.

Ο άνθρωπος έχει εγκαθιδρύσει την ύπαρξή του στον πλανήτη Γη. Ο τρόπος με τον οποίο έδρασε δεν ήταν απλά λαμβάνοντας διαδικασίες προσαρμογής, αλλά θα λέγαμε διαδικασίες μετάλλαξης του περιβάλλοντός του. Αυτοκίνητα που σε οδηγούν στην δουλειά σου, επικοινωνία με άλλον άνθρωπο από χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά, χαλιναγώγηση καιρικών φαινομένων κ.α. υπήρχαν στο μάλλον κοντινό παρελθόν στην σφαίρα φαντασίας των ανθρώπων. Στο παρόν αρκεί το πάτημα ενός κουμπιού.

Κάτι που δεν έχει ξεκαθαριστεί από την ανθρώπινη κοινωνία είναι οι μεταβλητές που εμπεριέχουν και εμπεριέχονται στο σύστημα ύπαρξης της. Όσο περνούν τα χρόνια οι κάτοικοι της γης πληθαίνουν, αλλά δεν έχουν αποσαφηνιστεί ακριβώς τα όρια αυτής της προόδου. Το ερώτημα αυτό ταλανίζει την ανθρωπότητα για πολλά χρόνια και ενδεχομένως εμπεριέχει μία μορφή φιλοσοφικής διερεύνησης.

Απόψεις από αρχαία γραπτά περί ευλογίας των θεών προς τους κατοίκους έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού θεωρούνται ξεπερασμένες.

This page left blank intentionally

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
-------------	---

Πρόλογος	4
Περιεχόμενα	6
1. Εισαγωγή	8
2. Πληθυσμός και Εισαγωγικές Έννοιες	10
2.1 Δημογραφία	10
2.2 Πληθυσμός	11
2.3 Γονιμότητα και Γεννητικότητα	12
2.4 Θνησιμότητα	13
2.5 Δημογραφικό ζήτημα	13
2.6 Υπογεννητικότητα και Υπερπληθυσμός	15
3. Βασικά Οικονομικά Χαρακτηριστικά Πληθυσμού	17
3.1 Ζήτηση παιδιών	17
3.2 Γονιμότητα και κόστος ευκαιρίας	18
3.3 Δημογραφική Μετάβαση	19
4 Ιστορική Εξέλιξη	20
4.1 Αγροτική Επανάσταση	20
4.2 Βιομηχανική Επανάσταση	21
4.3 Κύριος λόγος αύξησης πληθυσμού	22
5 Νομοθετικό Πλαίσιο και πρακτικές	23
Πληθυσμός και η περίπτωση της Ελλάδας – Κείμενη	
5.1 Νομοθεσία	23
5.2 Υπόλοιπος κόσμος	26
5.3 Λόγοι ανάπτυξης των πολιτικών μείωσης της γονιμότητας	27
5.4 Πολιτικές μείωσης της γονιμότητας και αποτελέσματα	28
6 Μαθηματικά μοντέλα ενός είδους συνεχή	30
6.1 Μαθηματικά μοντέλα ενός είδους	30

6.1.1 Μαλθουσιανό Υπόδειγμα	30
6.1.2 Μαλθουσιανή Θεωρία	32
6.1.3 Νέο μαλθουσιανοί υποστηρικτές	32
6.1.4 Κατακριτές Μαλθουσιανής θεωρίας	33
6.2 Λογιστική Εξίσωση – συνεχή	35
6.3 Εκθετικό Υπόδειγμα	37
6.4 Το υπόδειγμα του Kremer	38
6.5 Το οικονομικο-δημογραφικό υπόδειγμα	40
6.6 Μοντέλο χρόνο-στέρησης	49
6.7 Υπόδειγμα Korotayev	50
7 Μαθηματικά μοντέλα ενός είδους διακριτά	53
7.1 Λογιστική εξίσωση διαφορών	54
7.2 Μοντέλο Hassel	56
8 Μαθηματικά μοντέλα δύο ειδών	58
8.1 Μοντέλο Lotka – Volterra	59
8.2 Υπόδειγμα Rosenzweig-MacArthur	60
9 Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες	64
Βιβλιογραφία	67
Ιστότοποι	69
Νόμοι-Προκηρύξεις-Αποφάσεις	70

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο πληθυσμός αποτελεί ένα μέγεθος αρκετά βασικό ως δείκτης. Η κατανόησή του από τον άνθρωπο αποτελεί μία εύκολη διαδικασία καθώς δεν αποτελεί «βαριά» έννοια ενώ ο τρόπος υπολογισμού του συνήθως είναι αρκετά εύκολος. Ο όρος συναντάται στις περισσότερες επιστήμες χωρίς όμως να υπάρχει ένας ενιαίος ορισμός για το σύνολο αυτών.

Το παράδοξο που προκύπτει είναι ότι ενώ φαίνεται μία απλή διαδικασία αποσαφήνισης των βασικών μηχανισμών που διέπουν τον παγκόσμιο πληθυσμό, δεν φαίνεται να έχει καταλήξει η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα σε κατασταλαγμένες απόψεις, υποδείγματα, μηχανισμούς.

Θεωρώντας ότι ο άνθρωπος ανήκει στο ζωικό βασίλειο θα αρκούσαν τα ήδη ανεπτυγμένα μαθηματικά μοντέλα για την εξήγηση της τεράστιας αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού που έλαβε χώρα τους τελευταίους αιώνες. Κάτι τέτοιο όμως δεν ισχύει. Οι διερωτήσεις που προκύπτουν είναι αρκετά λογικές και μπορούν να σταθούν επιστημονικά. Τι είναι αυτό που διαχωρίζει το ανθρώπινο είδος από τα υπόλοιπα, όσον αφορά το συνολικό πληθυσμό; Η οργάνωση σε κοινωνίες ή/και η διανοητική ανάπτυξη του ανθρώπινου είδους άλλαξε και τους μηχανισμούς οι οποίοι καθορίζουν το ύψος του πληθυσμού;

Τα ερωτήματα που μπορούμε να θέσουμε είναι αμέτρητα. Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη για μεγαλύτερη διερεύνηση. Για τους λόγους αυτούς μας δόθηκε το έναυσμα ώστε να αναλύσουμε το θέμα του παγκόσμιου πληθυσμού. Η επιστήμη που ασχολείται με το συγκεκριμένο αντικείμενο κατά το πλείστον είναι η επιστήμη της δημογραφίας.

Σκοπός της εργασίας είναι να αποδώσει όλα τα βασικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν τον πληθυσμό, ώστε να μεταβούμε πιο ομαλά στην ανάλυση. Επίσης υπάρχει η προσπάθεια πρότασης εξέλιξης ενός ήδη υφιστάμενου μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης του παγκόσμιου πληθυσμού. Μέσω της τριβής και των αποτελεσμάτων που θα δημιουργηθούν θα παράξει και χρήσιμα συμπεράσματα που ενδεχομένως να φανούν χρήσιμα σε μελλοντικές έρευνες.

Η εργασία διακρίνεται σε δύο τμήματα. Το Κεφάλαιο 1 αποτελεί το θεωρητικό-υφιστάμενο πλαίσιο, ενώ το δεύτερο αποτελεί μία μικρή ανάλυση σύμφωνα με το εξελιγμένο-υπόδειγμα μας. Στο Κεφάλαιο 2, παρουσιάζουμε και οριοθετούμε τις έννοιες που συναντάμε συχνά όταν αναφερόμαστε σε πληθυσμό ή που θα χρειαστούμε στην παρούσα εργασία. Σκοπός του είναι η όσο το δυνατό πιο ομαλή μετάβαση στο θέμα. Στο Κεφάλαιο 3, συντάσσουμε μία σύντομη οικονομική αναφορά για τα οικονομικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού ώστε να δημιουργηθεί η απαραίτητη γνώση αυτών αλλά και των επιλογών των ανθρώπων. Στο Κεφάλαιο 4, κάνουμε μία σύντομη ανασκόπηση των δεδομένων γύρω από την αύξηση του μεγέθους από την πρωτοεμφάνιση του ανθρώπινου γένους επισημαίνοντας / επιβεβαιώνοντας την ανάγκη για εμβάθυνση και σημασία του φαινομένου ή/και του μεγέθους του πληθυσμού. Στο Κεφάλαιο 5, παρουσιάζουμε το νομοθετικό πλαίσιο για τα Ελληνικά δεδομένα, ενώ μετέπειτα κάνουμε μία σύντομη αναφορά σε πολιτικές χωρών που είχαν ως σκοπό την μείωση του πληθυσμού. Το κεφάλαιο αυτό μας βοήθησε να αναλογιστούμε τις διαφορετικές απόψεις που υπάρχουν για τον πληθυσμό και την τάση που θα πρέπει να έχει, δηλαδή αύξηση ή μείωση, με σκοπό το κοινό καλό. Ταυτόχρονα μας δόθηκε η ευκαιρία να αφουγκραστούμε το πώς οι αρχές αντιλαμβάνονται τους μηχανισμούς που διέπουν το μέγεθος του πληθυσμού μέσα από

τις πολιτικές τους οι οποίες θα πρέπει να επεμβαίνουν σε αυτούς. Στο Κεφάλαιο 6, εντοπίζουμε και μεταφέρουμε τα κύρια μαθηματικά μοντέλα που έχουν ως σκοπό την ιχνηλάτηση της εξέλιξης του πληθυσμού. Επιπροσθέτως προσπαθούμε να βελτιώσουμε το μαθηματικό μοντέλο του Korotayev.

Στο Κεφάλαιο 7, παρουσιάζουμε τα δεδομένα που επιλέξαμε. Στο Κεφάλαιο 8, κάνουμε μία επισκόπηση της ανάλυσης καθώς και τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε. Στο Κεφάλαιο 9, εξάγουμε τα ευρήματα σύμφωνα με την ανάλυσή μας, ενώ στο τελευταίο Κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα συμπεράσματα μας και τις προτάσεις μας για μελλοντική διερεύνηση.

2. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Σύμφωνα με τους σκοπούς της συγγραφής της παρούσας εργασίας και στην προσπάθεια κατανόησης του αντικειμένου ανάλυσης της, καθίσταται επιτακτική ανάγκη η εννοιολογική προσέγγιση και ανάλυση κάποιων από τους όρους και τις έννοιες που θα συναντήσουμε στα επόμενα κεφάλαια. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζουμε την απόκτηση από την μεριά του αναγνώστη ενός ικανοποιητικού υπόβαθρου ώστε να μπορέσει να κατανοήσει πλήρως την ανασκόπησή μας.

2.1 Δημογραφία

Η εργασία έχει ως βασικό αντικείμενο ανάλυσης τον πληθυσμό για τον οποίο υπάρχει μεγάλη ιστορική ανασκόπηση στην βιβλιογραφία. Στα πλαίσια αυτά και ερευνώντας τον πληθυσμό, είναι αδύνατο να μην επικαλεστεί κανείς την επιστήμη της δημογραφίας. Η δεύτερη αποτελεί ουσιαστικά το ερευνητικό πεδίο το οποίο ασχολείται με τον πληθυσμό. Έτσι κρίνεται απαραίτητο η διασαφήνιση της δημογραφίας κατά τρόπο τέτοιο όπου θα αποτελέσει καλό έναυσμα για την εξερεύνηση της έννοιας του πληθυσμού. Η δημογραφία συναντάται σε πολλές επιστήμες έχοντας κάθε μία από αυτές διαφορετικούς σκοπούς και ανάγκες χρησιμοποίησης της δημογραφίας. Μερικές μόνο από αυτές είναι τα οικονομικά, η ανθρωπολογία, η ιατρική, η ιστορία, η βιολογία, η γεωργία κτλ. Η δημογραφία αποτελεί το κοινό σημείο όλων αυτών αλλά και άλλων πολλών επιστημών. Τα πρώτα ψήγματα της διερεύνησης των πληθυσμών και ως συνέπεια κατά πολλούς το πρώιμο στάδιο της επιστήμης της δημογραφίας παρατηρούνται από αρχαία χρόνια σε πολιτισμούς με μακράν ιστορία. Πιο συγκεκριμένα μπορούμε να βρούμε αναφορές του Πλάτωνα, του αρχαίου φιλοσόφου, με τους οποίους προέκυπταν οι ανησυχίες του σχετικά με την διοίκηση μιας πυκνοκατοικημένης πόλης ενώ και πολιτικές χειραγώγησης του πληθυσμού ως κύριο σκοπό την ανάπτυξη μιας πόλης (Πόλης-Κράτους) με τον άριστο αριθμό πολιτών, καθώς σύμφωνα με την θεωρία του επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη ευημερία για τους κατοίκους αλλά και το σύνολο. Ωστόσο ο όρος άργησε να κάνει την εμφάνισή του. Ο όρος Δημογραφία συναντάται για πρώτη φορά από τον Γάλλο βοτανολόγο Achille Guillard στο βιβλίο του «*Eléments de Statistique Humaine, ou Démographie Comparée*» όπου κατά τον ίδιο η δημογραφία περιγράφει «την φυσική και κοινωνική ιστορία της ανθρωπότητας». Αυτός ήταν και ο πρώτος ορισμός της δημογραφίας. Ενώ σαν επιστημονικό πεδίο όπως ήδη αναφέραμε, εντοπίζουμε της ρίζες του από τα αρχαία χρόνια, έχουν δοθεί πολλοί ορισμοί για το τι είναι δημογραφία ενώ έχουν υπάρξει αρκετές αναθεωρήσεις στα πλαίσια μιας συνεχούς αλλαγής του παγκόσμιου κοινωνικού-οικονομικού γίνεσθαι. Ακόμα επί σειρά ετών, οι ορισμοί ήταν αρκετοί χωρίς να υπάρχει ένας όπου να καταλήγει η επιστημονική κοινότητα ως ο πιο αντιπροσωπευτικός. Ετυμολογικά, ο όρος δημογραφία αποτελείται από τις λέξεις "δήμος" (= κάτοικοι, πληθυσμός) + "γραφή" (= περιγραφή, μέτρηση) όντας ουσιαστικά μια περιγραφή του πληθυσμού.

Οι Hauser & Duncan (1959) αναφέρουν πως δημογραφία είναι η επιστήμη που ασχολείται με όλα αυτά που αποτελούν συστατικά στοιχεία ή αποτελέσματα του μεγέθους, των χαρακτηριστικών, της κατανομής ή της εξέλιξης του πληθυσμού φωτογραφίζοντας κοινωνικές μεταβολές, την θνησιμότητα και την γεννητικότητα.

Κατά το Δημογραφικό λεξικό του R. Pressat, «Η Δημογραφία αναφέρεται στη μελέτη των πληθυσμών σε σχέση με την μεταλλαγή-αναπαραγωγή τους δια των γεννήσεων, θανάτων και μεταναστευτικών μετακινήσεων», ενώ για τον Ross (1985) είναι η «ποσοτική μελέτη των ανθρώπινων πληθυσμών». Ωστόσο στα πλαίσια της παρούσας εργασίας και όχι μόνο, θεωρούμε ότι καλύτερος και πληρέστερος ορισμός αποτελεί αυτός του λεξικού του ΟΗΕ (1977) όπου ορίζεται ως «η επιστήμη που μελετά του ανθρώπινους πληθυσμούς, πρωταρχικά όσον αφορά το μέγεθος, τη σύνθεση και την εξέλιξη τους», ενώ αξιολογεί και αναλύει τα φαινόμενα που επηρεάζουν έναν ανθρώπινο πληθυσμό ως προς την εξέλιξη και διαμόρφωσή του αλλά και των δομών του.

Μία προσωπική άποψη είναι ότι ο ορισμός ίσως είναι αρκετά προσηλωμένος σε αριθμητική προσέγγιση της επιστήμης της δημογραφίας. Κάθε ορισμός που έχει δοθεί, πέραν από τους δύο δημοφιλέστερους που αναφέρονται στην παρούσα εργασία, είναι άμεσα και στενά συνυφασμένοι με την μέτρηση ως προς τα βασικά χαρακτηριστικά, εξάγοντας το συμπέρασμα μιας ποσοτικής ανάλυσης ενός πληθυσμού. Στην σύγχρονη εποχή ίσως θα πρέπει να προστεθεί και η μέτρηση ή η προσπάθεια μέτρησης και διασαφήνισης των ποιοτικών παραμέτρων ενός πληθυσμού.

2.2 Πληθυσμός

Για την Δημογραφία, όπως είδαμε και ως μια νέα σχετικά επιστήμη, παρατηρείται ότι δεν είναι κατασταλαγμένη η επιστημονική κοινότητα σε έναν ορισμό όπου θα περικλείει όλο το εύρος της επιστήμης. Ο πληθυσμός αποτελεί μία πολυσυζητημένη έννοια. Στην βιβλιογραφία που εξετάσαμε, προστίθενται συνεχώς νέες έρευνες. Ενώ εν πρώτοις, η έννοια του πληθυσμού φαίνεται να μην είναι ιδιαίτερα δύσκολη, η επιστημονική κοινότητα δίνει πάνω από έναν ορισμό στην προσπάθειά της να μεταφέρει όλη την πληροφορία της έννοιας. Για την έννοια του πληθυσμού συνεχώς προστίθενται αναθεωρήσεις ώστε να μπορέσει να αποδοθεί με σαφήνεια και ακρίβεια, σύμφωνα πάντα και με το θεωρητικό πλαίσιο της κάθε επιστήμης που εμφανίζεται ο όρος. Μία φράση που συναντάμε συνεχώς, αποτελώντας ταυτοποίηση της επιστήμης της δημογραφίας, είναι η «επιστήμη του πληθυσμού». Έτσι η «επιστήμη του πληθυσμού» κατευθείαν μας προϊδεάζει από τον τίτλο για τον τομέα έρευνάς της. Ο πληθυσμός ως έννοια ωστόσο δεν εξετάζεται μόνο από την δημογραφία αλλά από πλήθος επιστημών όπως επιδημιολογία, κοινωνιολογία, βιολογία, γενετική, στατιστική, οικονομικά κ.α. Οι πληθυσμοί και τα συμπεράσματα που εξάγονται μέσω των αναλύσεων των επιστημών, δημιουργούν, αναγκάζουν και δίνουν τα κίνητρα της υιοθέτησης και εφαρμογής διαφόρων πολιτικών που σχετίζονται άμεσα με τους πληθυσμούς. Το εντυπωσιακό σχετικά με την τελευταία μας πρόταση είναι ότι δεν οριοθετήσαμε τους πληθυσμούς για τους οποίους εφαρμόζονται πολιτικές ως σύνολα ανθρώπων καθώς και να μην το κάνουμε αυτό, η πρόταση μας παραμένει αληθής και σωστή. Παραδείγματος χάρι, μέσω στατιστικών ερευνών και ποσοτικοποιήσεων έχουν υιοθετηθεί αρκετές πολιτικές όπως νομοθετήματα για την αύξηση του πληθυσμού της Ελλάδας (βλέπε Κεφάλαιο 6), για την άμβλυνση των κοινωνικών

ανισοτήτων όπως το ταμείο ανεργίας κ.α. Όμως «αποσυνδέοντας» τον όρο του πληθυσμού με σύνολα ανθρώπων, η «Πρόταση 1» παραμένει αληθής. Παραδείγματος χάρη στην εποχή την πανδημίας του ιού SARS-CoV-2 (COVID-19), οι επιδημιολόγοι εξέταζαν τον πληθυσμό του ιού και αναλόγως το νομοθετικό όργανο λάμβανε τις ανάλογες αποφάσεις.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν μέσα από αυτό το μικρό κομμάτι που παραθέσαμε από την προσωπική μας εμπειρία, γνωρίζοντας και ότι ο πληθυσμός είναι ένας όρος που τον χρησιμοποιούμε συχνά στην καθημερινή μας ζωή, αποτελεί και περικλείει μεγάλο μέρος της ζωής όπως αυτήν την βιώνουμε. Λόγω όλων αυτών και στην προσπάθεια εκπόνησης της εργασίας θα περίμενε κανείς ο όρος πληθυσμός να είναι ένας αρκετά σαφής, διαδεδомένος και ορισμένος όρος. Προς έκπληξή μας κάτι τέτοιο δεν ισχύει. Το κλειδί στην ποικιλία των ορισμών του όρου «Πληθυσμός» αποτελεί η σκοπιά του ερευνητικού πεδίου που το εξετάζει. Ανάλογα τις ανάγκες, το πεδίο, τα χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις της επιστήμης έτσι και ο όρος «Πληθυσμός» αλλάζει κατά το δοκούν. Στο λεξικό της Οξφόρδης ο όρος πληθυσμός ως ακριβής μετάφραση σημαίνει :

- I) όλοι οι άνθρωποι που ζουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή, πόλη ή χώρα, δηλαδή ο συνολικός αριθμός των ανθρώπων που ζουν εκεί
- II) μια συγκεκριμένη ομάδα ανθρώπων ή ζώων που ζουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή
- III) μια συλλογή στοιχείων που αναλύονται στατιστικά

Στην παρούσα εργασία επεξεργαζόμαστε τον πληθυσμό των ανθρώπων ως σύνολο και για τον λόγο αυτό μας αρκεί ο ορισμός που είναι ευρέως διαδεδомένος και ικανοποιητικός για τις απαιτήσεις μας όπου ο πληθυσμός «εκφράζει το ποσοτικό άθροισμα των κατοίκων της που μπορεί να αναφέρεται στο πλαίσιο χωριού, πόλης χώρας, ηπείρου μέχρι και σε παγκόσμιο επίπεδο» (Krieger, 2012).

2.3 Γονιμότητα και Γεννητικότητα

Όπως θα δούμε παρακάτω οι δύο αυτοί όροι παίζουν μεγάλο ρόλο για τον πληθυσμό μίας χώρας, μιας πόλης, ενός χωριού ή ακόμα για το σύνολο του ανθρώπινου πληθυσμού παγκόσμια. Ο λόγος που τους εντάσσουμε στην ίδια παράγραφο είναι η σύγχυση που υπάρχει και η συχνή στρέβλωση των δύο αυτών εννοιών. Στην δημογραφία η βιβλιογραφία μας κάνει λόγο για τον ξενόγλωσσο όρο «fertility» του οποίου η ακριβής μετάφραση είναι «γονιμότητα». Με τον όρο «fertility» μετράται η ένταση και έκταση των γεννήσεων στον πληθυσμό αποτελώντας έτσι ουσιαστικά το τελικό προϊόν της τεκνοποίησης, την παραγωγή τέκνων. Στον όρο εδώ υπάρχουν δύο διχογνωμίες. Η μία αφορά την ακριβή μετάφραση του όρου και η δεύτερη την μονάδα μέτρησης (Schultz, 1976).

Η μετάφραση που δίδεται στην ελληνική βιβλιογραφία είναι ο όρος «γονιμότητα», ο οποίος χρησιμοποιείται εκτενώς για να περιγράψει την ικανότητα ενός έμβιου οργανισμού να παράγει απογόνους και όχι το αποτέλεσμα της παραγωγής. Ήδη από την ελληνική βιβλιογραφία και στις περιπτώσεις της δημογραφικής ή πληθυσμιακής ανάλυσης, χρησιμοποιείται ο όρος «γεννητικότητα». Αυτόν τον όρο θα χρησιμοποιούμε και εμείς για τις ανάγκες της εργασίας (Κατσούλη, 2006).

Ακόμα η δεύτερη διχογνωμία προκύπτει από την σύγχυση της μονάδας μέτρησης. Αναλυτικότερα σε διαφορετικού είδους αναλύσεις προκύπτουν διαφορές. Η σύγχυση προκύπτει ότι αν το αποτέλεσμα μετράται ως το σύνολο των γεννήσεων όπου σε αυτήν την περίπτωση δεν θα αλλάζει ο αριθμός για γεννήσεις διδύμων, τριδύμων κ.α., των τέκνων (εμπεριέχονται οι νεκρογεννήσεις) ή των ζώντων τέκνων (χωρίς τις νεκρογεννήσεις).

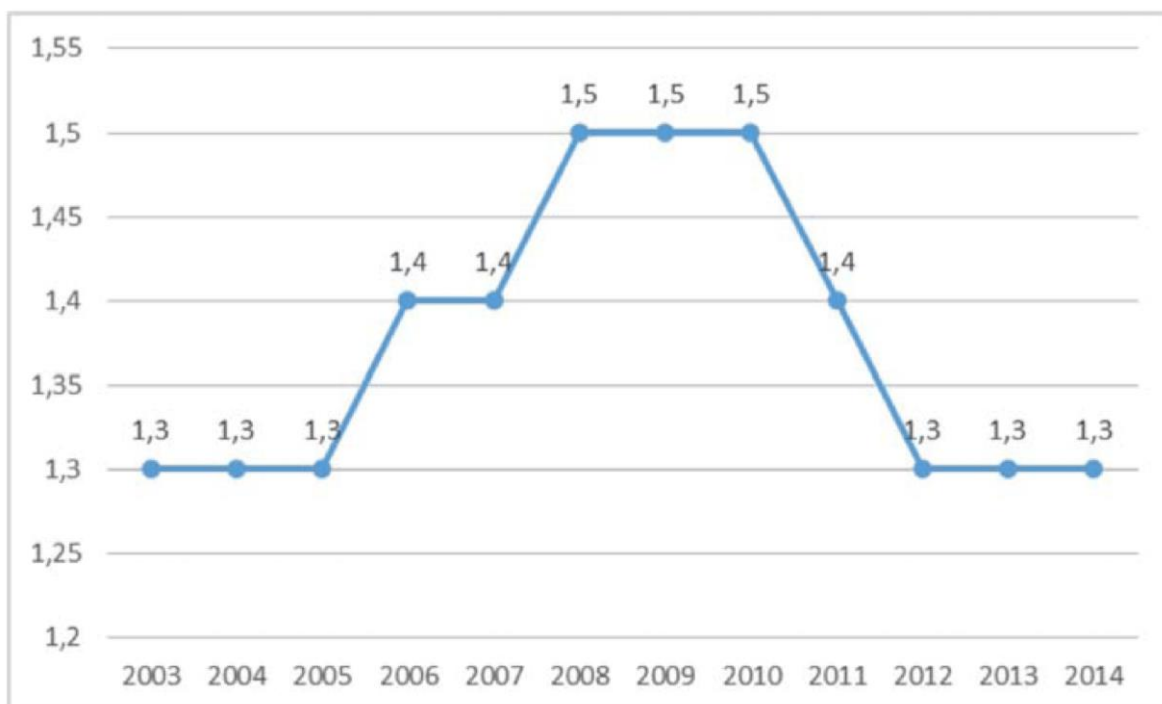
2.4 Θνησιμότητα

Μια μεταβλητή του πληθυσμού αλλά και της καθημερινής μας ζωής αποτελεί ο θάνατος και η θνησιμότητα. Υπάρχουν αναρίθμητες απόψεις για το τι εστί θάνατος, αλλά το μόνο σίγουρο είναι ότι κανενός η άποψη δεν είναι από προσωπική εμπειρία. Από βιολογικής σκοπιάς, ο θάνατος αποτελεί την πλήρη παύση των διαδικασιών που επιτρέπουν σε έναν οργανισμό να επιβιώνει. Από φιλοσοφικής οπτικής ο (ανθρώπινος) θάνατος αποτελεί το πέρας της ανθρώπινης ύπαρξης. Νομικά ο θάνατος είναι όταν η ζωή του ανθρώπου τερματίζεται με τρόπο που είναι αναστρέψιμος και αμετάκλητος και επέρχεται η παύση της ύπαρξης της προσωπικότητας του. Στην δημογραφία είναι ένα γεγονός αναπόφευκτο που επέρχεται της γεννήσεως και είναι μη-επαναλαμβόμενο (Πολύζου, 2008).

Η θνησιμότητα είναι ένας σημαντικός παράγοντας ενός πληθυσμού όπως θα δούμε και παρακάτω. Ως θνησιμότητα ορίζεται η συχνότητα με την οποία παρατηρείται το φαινόμενο του θανάτου σε έναν πληθυσμό. Πάνω σε μετρήσεις της θνησιμότητας δημιουργούνται ανά τα χρόνια πολιτικά, κοινωνικά και οικονομικά φαινόμενα όπως κοινωνική ασφάλιση, εξεγέρσεις, μετανάστευση κ.α. (Κωστάκη, 2003)

2.5 Δημογραφικό ζήτημα

Πολλές φορές ακούμε στην καθημερινή μας ζωή για το δημογραφικό πρόβλημα της Ελλάδας ή για άλλα προβλήματα που σχετίζονται με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής ή χώρας. Όπως είναι γνωστό και πολυσυζητημένο, η Ελλάδα μαστίζεται από πρόβλημα υπογεννητικότητας κατά το οποίο και με βάση τον παραπάνω ορισμό, η «παραγωγή» τέκνων από τους κατοίκους της είναι αρκετά μικρή. Για την ακρίβεια η γεννητικότητα υπολογίζεται σε λιγότερο από 1,5 παιδιά ανά γυναίκα, όπως υπολογίζεται από τον δείκτη ολικής γονιμότητας. Ο συγκεκριμένος δείκτης δείχνει τον μέσο αριθμό παιδιών που αναμένεται να γεννήσει μια γυναίκα κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής της ζωής. Στο Σχήμα 1 φαίνεται για την Ελλάδα ο δείκτης που υπολογίστηκε από την υπηρεσία της ΕΛΣΤΑΤ, με περίοδο αναφοράς την περίοδο 2003-2014. Ο δείκτης είναι αρκετά μικρότερος από τα 2,1 παιδιά ανά γυναίκα που αποτελεί το κατώφλι όπου ο πληθυσμός παραμένει σταθερός (Ζιώγα, 2012).



Σχήμα 1: Δείκτης Ολικής γονιμότητας στην Ελλάδα (2003 – 2014) Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2015

Βέβαια δημογραφικά προβλήματα αποτελούν και οι περιπτώσεις όπου έχουμε ραγδαία αύξηση της γεννητικότητας κατά συνέπεια το φαινόμενο του υπερπληθυσμού.

Κατά τους (Γιαννέλος & Ρουσάκος, 2016) σχετικά με το δημοσιογραφικό πρόβλημα, αναφέρουν ότι «πρόκειται για τις δυσχέρειες που προκύπτουν σε μια κοινωνία εξαιτίας της μείωσης του πληθυσμού ή εξαιτίας της κατανομής του με μη ομοιόμορφο τρόπο. Οι δυσχέρειες αυτές μπορεί να αφορούν οικονομικό, κοινωνικό, πολιτικό επίπεδο».

Πιστεύουμε ότι ο ορισμός αυτός δεν εμπεριέχει δημογραφικά φαινόμενα που αναφέρονται ως «προβλήματα». Διαβάζοντας την βιβλιογραφία μας καταλαβαίνουμε ότι δημογραφικό πρόβλημα είναι η εκτεταμένη διατάραξη (πχ «απότομη» αύξηση ή μείωση) ή η εγκαθίδρυση μιας συγκεκριμένης τάσης (όπως π.χ. φθίνουσα ή αύξουσα) που επέρχεται στην κατανομή ή στις απόλυτες τιμές ή εν γένει στα χαρακτηριστικά ενός πληθυσμού. Λογίζεται ως πρόβλημα από την κοινότητα λόγω των προεκτάσεων και των επιπτώσεων που διέπουν το φαινόμενο αυτό. Έτσι ανάλογα τις πεποιθήσεις και την κουλτούρα, το πρόβλημα αλλάζει βάση τόπου και χρόνου. Σύμφωνα με τον Thomas Malthus πρόβλημα αποτελούσε η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού με συνέπεια την φτώχεια και την ανέχεια για το σύνολο του πληθυσμού της Γης. Αν και αυτό δεν ισχύει μέχρι στιγμής, θεωρώντας την θεωρία του Malthus ξεπερασμένη, παρατηρείται πως το 1/3 του πληθυσμού υποσιτίζεται ωστόσο το φαινόμενο αυτό σχετίζεται με την άνιση κατανομή των πόρων και όχι την μη επάρκεια αυτών.

Στο παράδειγμα της Ελλάδας παρατηρείται μεγάλη υπογεννητικότητα και κατ' επέκταση γήρανση του πληθυσμού (Καραβασίλη, 2018). Γιατί όμως αυτό αποτελεί πρόβλημα; Αρχικά

υπάρχει δημοσιονομικό πρόβλημα στον κρατικό προϋπολογισμό, καθώς λιγότεροι εργαζόμενοι οι οποίοι καταβάλλουν εισφορές ώστε να καλύψουν τις ανάγκες των συντάξεων για περισσότερους συνταξιούχους. Ακόμα κοινωνικά υπάρχει το αίσθημα και ο φόβος της τάσης εξαφάνισης του πολιτισμικού ιδεώδους και εθνικής συνέχειας μέσω της σμίκρυνσης του πληθυσμού.

Στις περιπτώσεις του υπερπληθυσμού μπορεί να παρατηρηθεί μείωση της ποιότητας διαβίωσης, ανεπάρκεια στους πόρους κ.α. δημιουργώντας και εκεί κατά την κοινωνία «πρόβλημα». Στα πλαίσια εξομάλυνσης των φαινομένων των δημογραφικών προβλημάτων προκύπτουν προβλήματα που σχετίζονται με την ηθική όπως θα δούμε σχετικά στο Κεφάλαιο 6 στην περίπτωση της Κίνας.

2.6 Υπογεννητικότητα και Υπερπληθυσμός

Υπογεννητικότητα και υπερπληθυσμός είναι δύο σημαντικές δημογραφικές έννοιες που αφορούν τις αλλαγές στον πληθυσμό και έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον. Αυτές οι δύο καταστάσεις αντικατοπτρίζουν τις ακραίες πλευρές της πληθυσμιακής δυναμικής και παρουσιάζουν μοναδικές προκλήσεις και ζητήματα προς αντιμετώπιση, αφού επακολουθούν πλήθος μεταβολών στο περιβάλλον που εκτυλίσσονται τα φαινόμενα.

Υπογεννητικότητα αναφέρεται στη μείωση του αριθμού των γεννήσεων κάτω από το επίπεδο που απαιτείται για τη διατήρηση του πληθυσμού μιας χώρας. Αυτό το επίπεδο, γνωστό ως αναπαραγωγική αντικατάσταση, συνήθως θεωρείται ότι είναι περίπου 2,1 παιδιά ανά γυναίκα. Όταν ο δείκτης γονιμότητας πέσει κάτω από αυτό το επίπεδο, ο πληθυσμός αρχίζει να μειώνεται, εκτός αν αντισταθμίζεται από τη μετανάστευση για τις περιπτώσεις όπου έχουμε ως άξονα ανάλυσης ένα κράτος, περιφέρεια, πόλη κτλ. Προφανώς σε παγκόσμιο επίπεδο δεν υπάρχει μετανάστευση.

Τα αίτια της υπογεννητικότητας είναι ποικίλα και περιλαμβάνουν κοινωνικο-οικονομικούς, πολιτιστικούς και προσωπικούς παράγοντες. Η αύξηση της εκπαίδευσης και της συμμετοχής των γυναικών στην αγορά εργασίας, η καθυστέρηση του γάμου και της απόκτησης παιδιών, οι οικονομικές δυσκολίες και η έλλειψη υποστήριξης για τις οικογένειες, όπως οι άδειες μητρότητας και πατρότητας, είναι μερικοί από τους λόγους για τους οποίους οι άνθρωποι επιλέγουν να έχουν λιγότερα παιδιά.

Οι συνέπειες της υπογεννητικότητας είναι πολλές και σημαντικές. Η μείωση του πληθυσμού μπορεί να οδηγήσει σε γήρανση του πληθυσμού, αυξάνοντας την αναλογία των ηλικιωμένων προς τους νέους. Αυτό ασκεί πίεση στα συστήματα υγείας και κοινωνικής πρόνοιας και μπορεί να μειώσει το ενεργό εργατικό δυναμικό, επηρεάζοντας αρνητικά την οικονομική ανάπτυξη και την παραγωγικότητα. Επιπλέον, η μείωση του πληθυσμού μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ζήτησης για αγαθά και υπηρεσίες, επηρεάζοντας αρνητικά την οικονομία.

Υπερπληθυσμός είναι η κατάσταση κατά την οποία ο αριθμός των ανθρώπων υπερβαίνει την ικανότητα της Γης να τους υποστηρίξει επαρκώς με τους διαθέσιμους πόρους. Αυτό συμβαίνει όταν ο πληθυσμός μιας περιοχής αυξάνεται ραγδαία και οι πόροι, όπως το νερό, η τροφή και η ενέργεια, δεν είναι επαρκείς για να καλύψουν τις ανάγκες του.

Οι αιτίες του υπερπληθυσμού περιλαμβάνουν την αύξηση της γονιμότητας, τη μείωση της θνησιμότητας λόγω της βελτίωσης των ιατρικών και υγειονομικών συνθηκών, καθώς και τη μετανάστευση. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, η έλλειψη πρόσβασης σε εκπαίδευση και οικογενειακό προγραμματισμό οδηγεί σε υψηλά ποσοστά γεννήσεων.

Οι συνέπειες του υπερπληθυσμού είναι εκτεταμένες και περιλαμβάνουν περιβαλλοντική υποβάθμιση, εξάντληση των φυσικών πόρων, μόλυνση, έλλειψη στέγασης και φτώχεια. Η υπερβολική εκμετάλλευση των πόρων μπορεί να οδηγήσει σε ερημοποίηση, απώλεια βιοποικιλότητας και κλιματική αλλαγή. Επιπλέον, η υπερπληθυσμός μπορεί να δημιουργήσει κοινωνικές και πολιτικές εντάσεις, καθώς οι άνθρωποι ανταγωνίζονται για τους περιορισμένους πόρους.

Η αντιμετώπιση της υπογεννητικότητας και του υπερπληθυσμού απαιτεί στρατηγικές πολιτικές και κοινωνικές παρεμβάσεις. Για την υπογεννητικότητα, οι κυβερνήσεις μπορούν να υιοθετήσουν πολιτικές που ενθαρρύνουν την οικογένεια, όπως οικονομικά κίνητρα, καλύτερες συνθήκες εργασίας για γονείς και παροχές παιδικής φροντίδας. Για τον υπερπληθυσμό, είναι σημαντικό να ενισχυθεί η εκπαίδευση και ο οικογενειακός προγραμματισμός, καθώς και να αναπτυχθούν βιώσιμες πρακτικές διαχείρισης των πόρων.

3. Βασικά Οικονομικά Χαρακτηριστικά Πληθυσμού

Έχουμε ήδη τονίσει την σημασία του πληθυσμού. Οι διαστάσεις που επηρεάζει και επηρεάζεται είναι άπειρες. Ο πληθυσμός αποτελεί βασικό στοιχείο για το οποίο πολλές ρυθμιστικές αρχές προβαίνουν σε υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων. Έτσι η κακή προσέγγιση του ζητήματος μπορεί να εγείρει ανθρωπιστικά προβλήματα όπως καταπάτηση ανθρωπίνων δικαιωμάτων, κακές συνθήκες διαβίωσης κα. Παραδείγματος χάρη, στην Κίνα υιοθετήθηκε πολιτική ενός παιδιού όπως αναφέρουμε και σε διαφορετικό κεφάλαιο της παρούσης εργασίας. Τα ζευγάρια που δεν ακολούθησαν την πολιτική αντιμετώπισαν ποινές ή σε ακραίες περιπτώσεις έως και σε υποχρεωτικές αμβλώσεις.

Η κατακραυγή από διεθνείς οργανισμούς προστασίας των ανθρωπίνων δικαιωμάτων ώθησε σε σκεπτικισμό την παγκόσμια γνώμη δημιουργώντας την ανάγκη για διερεύνηση των βασικών οικονομικών αρχών που διέπουν τον πληθυσμό.

Στην προσπάθεια εξερεύνησης αλλά ενισχύοντας και το επιχείρημα περί πολυπλοκότητας, παραθέτουμε μη-λογικές εκβάσεις του μεγέθους του πληθυσμού σε περιβαλλοντικές αλλαγές ή αλλιώς παράδοξα. Αρχικά φαίνεται να θεωρείται η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού ως επιβλαβής βραχυρόνια από την βιβλιογραφία. Μακροχρόνια όμως δεν επιβεβαιώνονται οι φοβίες περί των αποτελεσμάτων που απορρέουν από την αύξηση, ενώ παράλληλα παρατηρούνται ωφέλειες.

Δεύτερο παράδοξο αποτελεί η θεωρία που θέλει την αύξηση του πληθυσμού να αυξάνει την συνολική ζήτηση ώστε να προκαλέσει έλλειψη πόρων στην κοινωνία και κυρίως πόρους που σχετίζονται με τα αποθέματα του πλανήτη σε φυσικό πλούτο. Με απλά λόγια και ως παράδειγμα αν δεκαπλασιάσουμε τον πληθυσμό του πλανήτη, τα αποθέματα ορυκτού πλούτου θα τελειώσουν, δημιουργώντας προβλήματα στον ενεργειακό τομέα. Αυτή η υπόθεση μοιάζει απολύτως λογική, δεν υπάρχουν όμως στοιχεία να την επιβεβαιώνουν ενώ φαίνεται ότι δεν συμβαίνει αυτό καθώς η αύξηση του πληθυσμού αυξάνει ταυτόχρονα τους τρόπους προσφοράς προϊόντων καλύπτοντας διαφορετικές ανάγκες.

Τέλος, μία καλύτερευση της υγείας θα αυξήσει τον πληθυσμό. Κάποιος θα έλεγε ότι δεν υπάρχει παράδοξο εδώ, όμως η αύξηση θα είναι μόνο βραχυρόνια. Μακροχρόνια η καλύτερευση της υγείας θα προκαλέσει μείωση πληθυσμού (Belantis, 2020).

3.1 Καμπύλη Ζήτησης παιδιών

Η άποψη στην οικονομική θεωρία πως οι γονείς αντλούν ευημερία από τον αριθμό καθώς και από την ευημερία των τέκνων τους αποτελεί δεδομένο για το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας. Η θεωρία του καταναλωτή αναδεικνύει την ύπαρξη θετικής χρησιμότητας με κάθε αγορά ενός αγαθού. Σύμφωνα με αυτό το σκεπτικό θα αντλεί και ένας γονιός χρησιμότητα με την αγορά προϊόντων που σχετίζονται με την ευημερία των παιδιών τους. Οι δαπάνες λοιπόν που πραγματοποιούνται και σχετίζονται άμεσα με τα τέκνα σε ένα νοικοκυριό χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η μία κατηγορία εμπεριέχει δαπάνες που σχετίζονται με την «ποιότητα» τέκνων ενώ η δεύτερη με την «ποσότητα». Η ποιότητα των τέκνων βελτιώνεται με δαπάνες που αφορούν την αύξηση της κατανάλωσης των τέκνων, την επένδυση σε ανθρώπινο κεφάλαιο, δηλαδή σε υγεία και εκπαίδευση και σε αυξημένη μελλοντική κατανάλωση. Αυξημένη ποιότητα επομένως τέκνων σύμφωνα με την θεωρία, είναι η καλύτερη εκπαίδευση, η καλύτερη υγεία όπως τακτικότερες και ακριβότερες ιατρικές παροχές, ακριβότερη διατροφή και ένδυση, ανάπτυξη περιουσιακών στοιχείων με κύριο στόχο να επωφεληθούν τα τέκνα στο μέλλον. Κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μία ανταλλακτική σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών από την μεριά των γονέων, η οποία αναλύεται μέσω της θεωρίας του καταναλωτή και την καμπύλη χρησιμότητας, σε ένα γράφημα σε συνεργασία με τον εισοδηματικό περιορισμό. Η θεωρία αυτή σε συνδυασμό με άλλες μπορεί εν μέρει να αποτελέσει εξήγηση εμπειρικών δεδομένων όπου υψηλότερα επίπεδα διαβίωσης συνδέονται με μειωμένη γονιμότητα και αυξημένες δαπάνες ποιότητας τέκνων (Razin, 2001).

3.2 Γονιμότητα και Κόστος ευκαιρίας

Η μεγάλη άνθηση της οικονομικής ευημερίας των τελευταίων δεκαετιών προκάλεσε σύμφωνα με την βιβλιογραφία μία μείωση στην γονιμότητα αρχικά των χωρών με υψηλά εισοδήματα καθώς και των χαμηλών-εισοδημάτων. Πλήθος οικονομικών μοντέλων προσπάθησαν να καλύψουν το κενό στην επεξήγηση του φαινομένου. Ειδικότερα την αλλαγή του οικονομικού περιβάλλοντος που έχει ως επίπτωση την αλλαγή στην αναπαραγωγική καμπύλη ζήτησης και γονιμότητα. Στα πλαίσια τέτοιων υποδειγμάτων αναλύθηκαν δεδομένα σχετικά με μισθούς εισοδήματα κα. οικονομικά μεγέθη με σκοπό την επαλήθευσή τους.

Από την άλλη μεριά οι επικριτές αυτών των υποδειγμάτων θεωρούν λανθασμένη την ανωτέρω άποψη. Η γονιμότητα σύμφωνα με τα επιχειρήματά τους δεν αποτελεί λογική αντίδραση ενός μεταβαλλόμενου οικονομικού περιβάλλοντος παρά μια ιδεολογική μεταστροφή μέσω των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων. Αυτό δεν αποδεικνύεται μέσω της ερευνητικής προσέγγισης ενώ μία τέτοια προσπάθεια φαντάζει εξαιρετικά δύσκολη. Η δυσκολία έγκειται στην ποσοτικοποίηση της επιρροής από το κοινωνικό περιβάλλον μίας οικογένειας.

Μία τάση παρουσίας της γονιμότητας είναι μέσω μιας συνάρτησης μεταβλητών που την εξηγούν εμπεριέχοντας άμεσες και έμμεσες επιδράσεις. Οι μεταβλητές αυτές δεν αποτελούν ερμηνεία των μηχανισμών που διέπουν την γονιμότητα. Έχουν το ρόλο να προσφέρουν μία προσέγγιση τους περιορισμούς της γονιμότητας (Sion, 2019).

Ρόλος κλειδί στην γονιμότητα αποτελεί η αποτίμηση του χρόνου μίας γυναίκας το οποίο αποτελεί το κόστος ευκαιρίας και συνδέεται άμεσα με το κόστος απόκτησης ενός τέκνου. Η αποτίμηση αυτή αποτελεί δύσκολο εγχείρημα καθώς ο μισθός δεν μπορεί από μόνος του να αποτελέσει σταθερό παράγοντα μείωσης της γονιμότητας. Μία λύση αποτελεί η μέτρηση του κόστους ευκαιρίας της γυναίκας μέσω του επιπέδου εκπαίδευσης. Υψηλότερα επίπεδα

εκπαίδευσης κατά μέσο όρο αυξάνουν τα εισοδήματα και επομένως το κόστος ευκαιρίας απόκτησης ενός τέκνου. Ο αντίλογος θεωρεί πως οι αποφάσεις για το ύψος εκπαίδευσης έχουν ληφθεί πριν από την ηλικία ικανότητας τεκνοποίησης από διαφορετικά άτομα (γονείς) και ως εκ τούτου δεν μεταφέρεται πληροφορία για τις ατομικές επιλογές. Ωστόσο επηρεάζει τον μέσο μισθό δια βίου συντελώντας στις αυξημένες μισθολογικές ευκαιρίες που αυξάνουν με την σειρά τους το κόστος γονιμότητας. Οι μέσοι μισθοί σε περιφερειακό επίπεδο μπορεί να προσθέσουν επεξηγηματικό χαρακτήρα στο υπόδειγμα. Η δυσκολία έγκειται όμως στο γεγονός ότι οι περιφερειακές μεταβλητές συντελούν στην επεξήγηση περιφερειακών φαινομένων.

3.3 Δημογραφική μετάβαση

Η αλλαγές στον πληθυσμό είναι συχνές αλλά δημιουργούνται μοτίβα τα οποία κατά το πλείστον έχουν παρατηρηθεί. Η δημογραφική μετάβαση αποτελείται από τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο η γονιμότητα και η θνησιμότητα είναι υψηλά με την θνησιμότητα να είναι αρκετά μεταβαλλόμενη. Μακροχρόνια ο συνολικός πληθυσμός οδεύει σε μία αύξηση ή μείωση. Στο δεύτερο στάδιο η θνησιμότητα πέφτει σταδιακά οδηγώντας σε αύξηση του προσδόκιμου ζωής. Παράδειγμα αποτελεί η προ-βιομηχανική Ευρώπη με προσδόκιμο ζωής 30-35 χρόνια. Το προσδόκιμο αυξήθηκε σε 70-75 χρόνια το 2001 για τις ανεπτυγμένες χώρες. Πρόκειται για τις ραγδαίες αυξήσεις πληθυσμού που παρατηρούνται ανά τα χρόνια και οφείλονται σε τεχνολογική ανάπτυξη, αγροτική εκβιομηχάνιση, αυξημένη παραγωγικότητα, προσφορά σε πόρους κ.α. (Schultz, 2001). Στο τρίτο στάδιο ακολουθεί μεγάλη μείωση της γονιμότητας με μείωση των τέκνων για τις οικογένειες περισσότερο από το μισό. Αυτός που ενέπνευσε την σχετική θεωρία ήταν ο δημογράφος Warren Thomson ο οποίος παρατήρησε τον πληθυσμό για διάφορα κράτη 1908-1927.

4. Ιστορική Εξέλιξη

«Χρειάστηκαν να περάσουν 200.000 χρόνια για να φτάσουμε στο ένα δισεκατομμύριο κατοίκους, ενώ μόλις 200 χρόνια για να φτάσουμε τα επτά δισεκατομμύρια» (Sommerfeld, 2003). Η παραπάνω πρόταση επιβεβαιώνεται από τα στοιχεία του πληθυσμού. Μόλις σε μία πρόταση καταλαβαίνουμε την ραγδαία αύξηση που έλαβε χώρα στην Γη τους τελευταίους αιώνες.

Σύμφωνα με τον (Gilbert, 2001) θεωρείται ότι συνολικά για την ιστορία του ανθρώπου η οποία είναι μεγαλύτερη των 200.000 χρόνων έχουν ζήσει αθροιστικά 60 δισεκατομμύρια άνθρωποι. Από αυτούς το 2005 ζούσαν το 11%.

4.1 Αγροτική Επανάσταση

Το ανθρώπινο είδος *Homo Sapiens* ζει στην Γη σύμφωνα με τους ανθρωπολόγους μεταξύ 200.000 – 300.000 χρόνια. Μόλις το 5% του χρόνου αυτού υπήρξε πληθυσμιακή αύξηση με το μεγαλύτερο μέρος να χαρακτηρίζεται από ελάχιστη αύξηση ή στασιμότητα. Κατά κύριο λόγο υπήρχε μεγάλη διακύμανση στην θνησιμότητα και γονιμότητα. Φαίνεται ότι η τεχνολογική αύξηση με την αύξηση του πληθυσμού να αποτελούν ταυτόχρονα φαινόμενα και συμβιώνουν χωρίς όμως να είναι ξεκάθαρη η εξάρτηση σε αυτήν την σχέση. Από το 8.000 π.Χ., με την αρχή της Αγροτικής Επανάστασης ο παγκόσμιος πληθυσμός εκτιμάται στα 4 με 6 εκατομμύρια, τον μέσο ρυθμό αύξησης στο 0,01%. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως ο διπλασιασμός του πληθυσμού επέρχεται κάθε 8 με 9 χιλιάδες χρόνια (Gilbert, 2001).

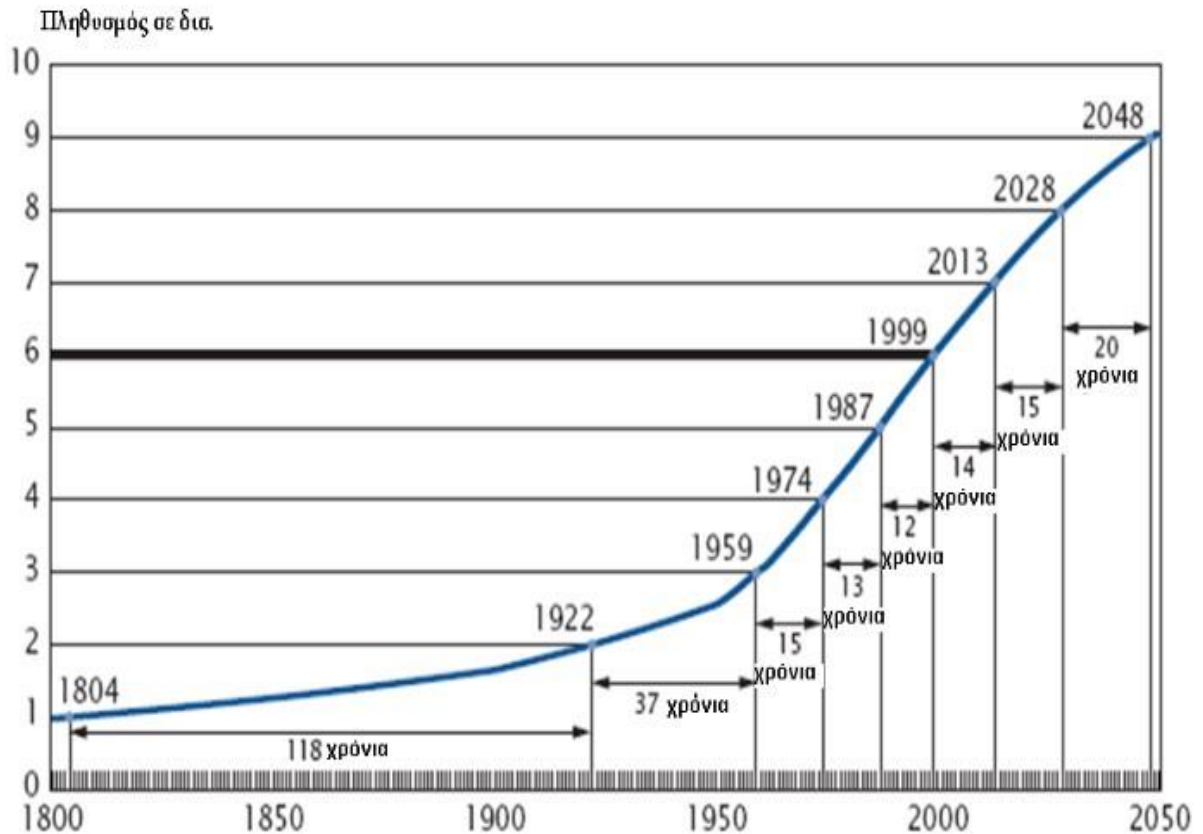
Η νέα αυτή εποχή φαίνεται να αποτέλεσε έναυσμα για αύξηση του πληθυσμού. Ο άνθρωπος ο οποίος μέχρι εκείνη την στιγμή ήταν κυνηγός και καρποσυλλέκτης από το περιβάλλον εγκαταστάθηκε σε μόνιμο μέρος δημιουργώντας κοινωνίες. Πρότερα δεν του επέτρεπε ο τρόπος ζωής να εγκατασταθεί σε μόνιμη κατοικία αφού οι πόροι του περιβάλλοντος καταναλώνονταν και εξαντλούνταν. Η συστηματική καλλιέργεια αποτέλεσε πιο ασφαλή τρόπο ζωής μειώνοντας τους εξωτερικούς κινδύνους από θηρευτές. Επίσης αύξησε την φέρουσα ικανότητα του περιβάλλοντος. Η τελευταία αποτελεί ουσιαστικά το μέγιστο αριθμό ανθρώπων που μπορεί να συντηρήσει μία περιοχή. Η αύξηση σε τροφή αποτέλεσε επίσης αιτία αύξησης του πληθυσμού. Κατά πολλούς αυτή η θεωρία ερμηνεύει ταυτόχρονη αύξηση της γονιμότητας και μείωση της θνησιμότητας έχοντας ως συνέπεια την αύξηση του πληθυσμού. Επικριτές της θεωρίας αυτής θεωρούν ότι η οργάνωση σε οικισμούς επέφερε την εξάπλωση ασθενειών και επομένως την αύξηση της θνησιμότητας, η οποία αντισταθμίστηκε και με το παραπάνω με τις κοινωνικές αλλαγές. Η αύξηση της θνησιμότητας βοηθήθηκε και από την

ελλιπή για πολλούς πλέον νέα διατροφή των αγροτών η οποία ήταν να μην πλούσια σε θερμίδες, φτωχή δε σε θρεπτικά συστατικά. Οι κοινωνικές αλλαγές ήταν το κόστος ευκαιρίας των παιδιών που μειώθηκε. Τα τέκνα μπορούσαν πλέον να συνεισφέρουν από μικρή ηλικία στις αγροτικές δουλειές, πράγμα σύνηθες για την τότε εποχή, ενώ από την άλλη δεν αποτελούσαν βάρος και εμπόδιο στην συνεχή χωροταξική μετανάστευση προς μέρη πλούσια σε περιβαλλοντικούς πόρους.

Το 500 π.Χ. ο παγκόσμιος πληθυσμός σύμφωνα με εκτιμήσεις ήταν περίπου 100 εκατομμύρια με μέσο χρόνο διπλασιασμού 0,14%, ήτοι περισσότερα από 500 χρόνια για να επιτευχθεί ο διπλασιασμός. Μεγάλη πληθυσμιακή αύξηση σημειώνεται κατά το διάστημα 11^{ος} – 13^{ος} αιώνας. Τα αποτελέσματα της αύξησης αναιρέθηκαν από εξωτερικούς παράγοντες. Η τεχνολογική στασιμότητα που ακολούθησε μετά τον 13^ο αιώνα, οι αντίξοες καιρικές συνθήκες και η εξάντληση περιβαλλοντικών πόρων είχαν αρνητικά αποτελέσματα επιβραδύνοντας την πληθυσμιακή αύξηση. Τέλος η εξάπλωση της «Μαύρης Πανώλης» τον 14^ο αιώνα, η οποία ενδεικτικά αφάνισε τα δύο τρίτα του αρχικού πληθυσμού της Ευρώπης που ήταν 80 εκατομμύρια, οδήγησε σε ίδια επίπεδα πληθυσμού όπως αυτά του 10^{ου} αιώνα. (Αλεξάνδρα, 2015).

4.2 Βιομηχανική Επανάσταση

Η οργάνωση της βιομηχανίας ήταν το έναυσμα για το ξέσπασμα μίας πληθυσμιακής αύξησης πρωτόγνωρης για την ιστορία του ανθρώπου, μην επιβεβαιώνοντας τις ανησυχίες περί εξάλειψης των οικονομικών πόρων (γη, κεφάλαιο, νερό κτλ.) που εξέφρασε ο Malthus και υποστηρικτές του. Πιο συγκεκριμένα, οι ανησυχίες συμπυκνώνονται στο ερώτημα για το αν θα μπορέσουν οι υφιστάμενοι πόροι να καλύψουν τις απεριόριστες ανάγκες των ανθρώπων υπό το πρίσμα ενός συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού. Το 1750, η Γη με πληθυσμό 800 εκατομμύρια κατοίκους σημείωσε ετήσιο ρυθμό αύξησης 0,34%, που αντιστοιχεί σε διπλασιασμό πληθυσμού μέσα σε δύο αιώνες. Μέχρι τις αρχές του 19^{ου} αιώνα ο πληθυσμός ξεπέρασε το ένα δις, ενώ ο ρυθμός αύξησης μεγάλωσε σε 0,42%. Αυτό αναλογεί σε 150 χρόνια αύξησης για διπλασιασμό του πληθυσμού ωστόσο αυτός επήλθε μόλις 118 χρόνια μετά το 1922. Στο Σχήμα 2 φαίνεται η απαιτούμενη διάρκεια ώστε να προστεθεί ένα δις κατοίκων στη Γη με το αποκορύφωμα τα έτη μεταξύ 1987-1999.



Σχήμα 2. Ο ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ: Χθες - Σήμερα - Αύριο (Πηγή: Τραγάκη Αλεξάνδρα, 2015)

4.3 Κύριος λόγος αύξησης πληθυσμού

Η βασική προϋπόθεση που συντέλεσε στην ραγδαία αύξηση ήταν η μείωση της θνησιμότητας και όχι η αύξηση της γονιμότητας. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την τεράστια μείωση της παιδικής θνησιμότητας. Η έντονη καλυτέρευση των συνθηκών διαβίωσης που επήλθε από την βιομηχανική επανάσταση, όπως ρουχισμός, υγιεινή τροφίμων και νερού, ανάπτυξη βασικών υγειονομικών συνηθειών είχαν ως συνέπεια την αντοχή του ανθρώπινου είδους σε εξωτερικές απειλές όπως οι ιοί ή περιορισμούς όπως οι διατροφικές ελλείψεις.

5. Νομοθετικό Πλαίσιο και πρακτικές

Το κράτος αποτελεί ένα από τα βασικά στοιχεία ολοκλήρωσης και ανάδειξης ενός κοινωνικού συνόλου σε μια εθνική ολότητα. Το κράτος αποτελεί ουσιαστικά έναν μηχανισμό ο οποίος ενώνει τα κοινά γνωρίσματα ενός πληθυσμού, τα αναγάγει σε μια ολότητα και βοηθάει στη διαλειτουργικότητα της ζωής του κοινωνικού συνόλου. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι άνθρωποι με κοινά γνωρίσματα, ιστορία, γλώσσα, κοινές οικονομικές συναλλαγές, ήθη, έθιμα, αντιλήψεις κτλ., έχουν το αίσθημα ότι ανήκουν στο ίδιο έθνος. Αυτό επιβεβαιώνεται αλλά και συνυπολογίζεται από την ύπαρξη ενός μηχανισμού που διασφαλίζει την εθνική οικονομική κοινωνική εθιμοτυπική συνοχή. Αυτός ο μηχανισμός ονομάζεται κράτος. Επομένως, η ύπαρξη κράτους ολοκληρώνει την πεποίθηση των ανθρώπων ότι ανήκουν στο ίδιο έθνος, αλλά και οι άνθρωποι που θεωρούν ότι ανήκουν στο ίδιο έθνος θα πρέπει να εντάσσονται στην ίδια οργανωτική κοινωνία. Το κράτος έχοντας την πλήρη κυριαρχία αναγνωρίζεται ως αυτόνομο διεθνώς και βελτιώνει την κοινωνική ζωή των ανθρώπων που συνυπάρχουν σε ένα σαφές ορισμένο γεωγραφικό χώρο. Συντονίζει και αλληλοεπιδρά με την κοινωνική, οικονομική και πολιτική ζωή των ανθρώπων της χώρας. Στα πλαίσια αυτών, το κράτος δημιουργεί ασπάζεται και επιβάλλει τους νόμους που διέπουν την συνύπαρξη των οντοτήτων στο ίδιο γεωγραφικό χώρο. Εκτός των άλλων, αντικείμενο πολιτικής αποτελεί η χειραγωγήση του πληθυσμού. Οι λόγοι είναι περισσότερο πολιτικοί και δεν θα αφοσιωθούμε σε αυτούς, αλλά στα νομοθετήματα που υιοθετούνται για τον πληθυσμό.

Οι νόμοι που μπορούν να επηρεάσουν τον πληθυσμό ή να το θέσουμε καλύτερα, τα δομικά στοιχεία του πληθυσμού, είναι πολλοί και μπορούν να διακριθούν σε άμεσους και έμμεσους. Εμείς θα ασχοληθούμε με τους νόμους που επηρεάζουν άμεσα τον πληθυσμό, καθώς αφήνεται στην υποκειμενική κρίση του καθενός για το αν ένας νόμος επηρεάζει έμμεσα τον πληθυσμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα θα μπορούσε να είναι προγράμματα ενίσχυσης, όπως ενεργειακή αναβάθμιση ενός σπιτιού, π.χ. το πρόγραμμα «Εξοικονομώ 2021» το οποίο και έχει ειδικά κριτήρια για πολύτεκνους. Θεωρητικά αυξάνει την ευημερία μιας οικογένειας και μειώνει τα κόστη της, οπότε θα μπορούσαμε να πούμε ότι αυξάνει τις πιθανότητες για την οικογένεια να μεγαλώσει κατά ένα ή περισσότερα μέλη (τέκνα). Ωστόσο αυτό δεν μπορεί να αποδεχθεί εύκολα και επίσης θα χρειαστούμε πολύ παραπάνω από απλά ένα Κεφάλαιο για να αναφέρουμε όλους αυτούς τους νόμους που μπορούν να επηρεάσουν έμμεσα τον πληθυσμό. Έτσι σε αυτό το Κεφάλαιο, για το πρώτο μέρος, θα αναφέρουμε τους σημαντικότερους κατά εμάς νόμους που έχουν άμεση επιρροή στον πληθυσμό της Ελλάδας, ενώ στο δεύτερο μέρος θα αναφέρουμε και παραδείγματα άλλων χωρών που υιοθέτησαν νόμους με σκοπό την χειραγωγήση του πληθυσμού τους.

Κύριος σκοπός του Κεφαλαίου είναι να αντιληφθούμε τους τρόπους με τους οποίους η πολιτική ηγεσία εφαρμόζει μέτρα με σκοπό τον έλεγχο της αύξησης/μείωσης του πληθυσμού.

5.1 Πληθυσμός και η περίπτωση της Ελλάδας – Κείμενη Νομοθεσία

Η υπογεννητικότητα και η θνησιμότητα συντελούν στην γήρανση του πληθυσμού της Ελλάδας. Έτσι αποτελεί κοινό τόπο πως η Ελλάδα έχει δημογραφικό πρόβλημα με τον πληθυσμό της. Μελέτη του ΟΗΕ κάνει λόγο για πληθυσμό κάτω των 9 εκατ. μέχρι το 2050. Έτσι το ελληνικό κράτος κατά καιρούς υιοθετεί πολιτικές και παρεμβάσεις για την προσπάθεια άρσης του φαινομένου αυτού.

Επίδομα παιδιού

Το επίδομα του παιδιού αποτελεί ένα από τα βασικά μέτρα οικονομικής ενίσχυσης των οικογενειών με τέκνα. Το επίδομα χορηγείται από το πρώτο κιόλας τέκνο βάσει εισοδηματικών κριτηρίων της οικογένειας. Το ύψος τους σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία ανέρχεται από τα 98 – 1470 ευρώ αναλόγως του συνολικού δηλωμένου εισοδήματος και το πλήθος των εξαρτώμενων μελών της οικογένειας. Τα παραπάνω ποσά αναφέρονται στο έτος 2023, αυξημένα σε σχέση με προηγούμενες χρονιές εξ αιτίας της συμπίεσης των οικογενειακών εισοδημάτων λόγω πληθωρισμού, στην προσπάθεια της κυβέρνησης να άρει τις συνέπειες των οικονομικών ανισορροπιών. Με αυτόν τον τρόπο το κράτος προωθεί την ανάπτυξη πολυμελών οικογενειών, διευκολύνοντας τις οικογένειες από το δυσβάστακτο κόστος απόκτησης τέκνων στην σύγχρονη εποχή (Euro2day, 2023).

Εργασιακά δικαιώματα - Περί μητρότητας

Πλήθος νόμων προστατεύουν τον θεσμό της οικογένειας από τις αρχές της χιλιετίας. Οι νόμοι προστατεύουν τα εργασιακά δικαιώματα των γονέων και συμβάλλουν σημαντικά στην δημιουργία ασφάλειας προς τους γονείς για την εργασία τους. Όπως είναι λογικό, η πλειοψηφία των νόμων αφορούν τις εργαζόμενες γυναίκες, διότι η εργαζόμενη γυναίκα είναι αυτή που θα κυφορήσει το βρέφος.

Οι εργαζόμενες δικαιούνται βάση νόμου άδεια κύησης 8 εβδομάδες πριν τον τοκετό, καθώς και 9 εβδομάδες ως άδεια λοχείας μετά τον τοκετό. Το συνολικό διάστημα αδειάς που καταλογίζεται ως άδεια μητρότητας δεν δύναται να μειωθεί (ΚΕΠΕΑ/ΓΣΕΕ, χ.χ.). Σε περιπτώσεις πρόωρου τοκετού, η εναπομείνασα άδεια κύησης προστίθεται στην άδεια λοχείας. Κατά την διάρκεια της άδειας μητρότητας, οι εργαζόμενες συνεχίζουν να αμείβονται με το σύνολο των αποδοχών τους, με την μόνη διαφορά ότι οι αποδοχές πλέον λαμβάνονται υπό την μορφή επιδόματος. Πιο συγκεκριμένα, ένα μέρος τους καταβάλλεται από τον ΕΦΚΑ και το συμπλήρωμα από τον ΟΑΕΔ. Ακόμα ο εργοδότης για το σύνολο της αδειάς μητρότητας φέρει ως υποχρέωση την καταβολή μισού μισθού για εργαζόμενες που δεν είχαν συμπληρώσει ένα (1) έτος στην ίδια επιχείρηση, ενώ καταβολή ενός μισθού για εργαζόμενες που εργάζονται στον ίδιο εργοδότη για ένα έτος και πάνω.

Επιπλέον της άδειας μητρότητας, οι εργαζόμενες που απασχολούνται με σύμβαση εξαρτημένης εργασίας, ανεξαρτήτου εργασιακού καθεστώτος, δικαιούνται εννεάμηνη (9) άδεια προστασίας μητρότητας, η οποία δεν είναι αναγκαστική αλλά προαιρετική. Κατά την διάρκεια αυτή, η εργαζόμενη αμείβεται με αποδοχές ίσες του κατώτατου μισθού από την ΔΥΠΑ, ενώ το επίδομα αδειάς καταβάλλεται κατά το ποσοστό μέχρι συμπλήρωσης του δικαιούμενου από τον εργοδότη. Για τα δώρα των Χριστουγέννων και του Πάσχα, ο εργοδότης δεν φέρει την ανάλογη υποχρέωση (ΚΕΠΕΑ/ΓΣΕΕ, ΚΕΠΕΑ/ΓΣΕΕ, χ.χ.). Όλα τα παραπάνω

δεν αλλοιώνουν την εργασιακή σχέση και εξάρτηση εργαζόμενοι-εργοδότη, η εργαζόμενη λογίζεται ως τακτικό προσωπικό και δεν άρουν τα δικαιώματα της εργαζόμενης περί κανονικής αδείας.

Η εργαζόμενη σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία που ονομάζεται «προστασία μητρότητας» δεν μπορεί να απολυθεί για κανένα λόγο, εκτός της ύπαρξης σπουδαίου λόγου (π.χ. κλείσιμο επιχείρησης) ή/και να καταγγεληθεί η σχέση εργασίας της για το συνολικό διάστημα της εγκυμοσύνης της και πλέον του διαστήματος των δεκαοκτώ (18) μηνών μετά τον τοκετό. Οι παραπάνω προθεσμίες ισχύουν και σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η τεκούσα αλλάζει εργοδότη κατά την διάρκεια της προστασίας μητρότητας έως ότου συμπληρωθεί το συνολικό διάστημα των δεκαοκτώ μηνών συν την περίοδο εγκυμοσύνης.

Τέλος κατά την διάρκεια απουσίας της εργαζόμενης για λόγους εγκυμοσύνης δεν απαλλάσσεται της αξίωσης των βελτιώσεων των συνθηκών εργασίας για όταν αυτή θα επιστρέψει έναντι των υπολοίπων εργαζόμενων που επωφελούνται από αυτές. Η εργαζόμενη που επιστρέφει με το πέρας των αδειών της θα πρέπει να αντιμετωπίσει εργασιακό χώρο με όχι λιγότερο ευνοϊκούς επαγγελματικούς όρους. Αυτά συμβάλλουν στην πρόληψη εφαρμογής βλαπτικών μεταβολών από τους εργοδότες με απώτερο σκοπό την εκβίαση μίας οικειοθελούς αποχώρησης της εργαζόμενης.

Εργασιακά δικαιώματα γονέων

Αφού αναφέραμε τα σημαντικότερα από τα νομοθετήματα που διασφαλίζουν τα εργασιακά δικαιώματα των εργαζόμενων μητέρων θα προσθέσουμε και τις κυριότερες παρεμβάσεις που συμπληρώνουν τα εργατικά δικαιώματα των γονέων εν γένει.

Για γονείς που έχουν συμπληρώσει ένα (1) έτος απασχόλησης στον ίδιο εργοδότη, ο εργαζόμενος γονέας δύναται να λάβει άδεια γονικής ανατροφής τεσσάρων (4) μηνών ώστε να καλύψει της ανάγκες ανατροφής του τέκνου. Ο γονέας, ο οποίος θα πρέπει να ασκεί γονική μέριμνα, επιδοτείται με το ύψος του κατώτατου νομοθετημένου μισθού για τους πρώτους δύο (2) μήνες της άδειας γονικής ανατροφής από την ΔΥΠΙΑ. Οι γονείς που έχουν γονική μέριμνα τέκνου μόνοι τους χωρίς δεύτερο γονέα, έχουν το δικαίωμα της γονικής αδείας επί δύο, ήτοι δηλαδή σύνολο αδείας οκτώ (8) μηνών με επιδότηση των τεσσάρων (4) εξ αυτών.

Επιπροσθέτως, γονείς που φέρουν γονική μέριμνα, δικαιούνται άδεια φροντίδας τέκνου από κοινού ως σύνολο χωρίς να επηρεάζει το επάγγελμα η μη-απασχόληση του δεύτερου γονέα. Το συνολικό διάστημα της άδειας είναι για τριάντα μήνες (30) και έχει την μορφή πρόωρης αποχώρησης από την εργασία κατά μία (1) ώρα ή καθυστερημένη άφιξη κατά μία (1) ώρα στην εργασία ή διακοπή για μία (1) ώρα της εργασίας. Η άδεια δίδεται κατόπιν αιτήσεως του γονέα μετά το πέρας των αδειών της μητέρας (άδεια λοχείας, κύησης κτλ.) ενώ νοείται ως χρόνος εργασίας και αποτελεί άδεια με αποδοχές. Εναλλακτικά ο εργαζόμενος μπορεί να λάβει

την άδεια φροντίδας τέκνου ως ημέρες αδειάς με τις ανάλογες ώρες να καλύπτονται συγκεντρωτικά από το ανάλογο πλήθος ημερών αδειάς ή για μειωμένο ωράριο κατά δύο (2) ώρες για τους πρώτους δώδεκα μήνες και εν συνεχεία κατά μία (1) ώρα για άλλους έξι μήνες ή γενικότερα οποιοδήποτε άλλο τρόπο θα συμφωνηθεί μεταξύ εργαζόμενου και εργοδότη.

Επίδομα Γέννησης

Στην προσπάθεια αύξησης του κινήτρου απόκτησης τέκνων για ζευγάρια, η κυβέρνηση δημιούργησε το επίδομα τέκνων. Το επίδομα αυτό αποτελεί μία εφάπαξ χρηματική καταβολή ύψους 2000 ευρώ, που θεσμοθετήθηκε για όσους γονείς φέρνουν στον κόσμο ένα τέκνο από το ημερολογιακό έτος του 2020 και μετά. Ωστόσο με ανακοίνωση τύπου που πραγματοποιήθηκε στις 22/01/2024 των Υπουργείων Εθνικής Οικονομίας και Οικονομικών και Κοινωνικής Συνοχής και Οικογένειας, το ύψος του επιδόματος θα αυξηθεί από 400 έως 1.500 ευρώ ανά δικαιούχο και ανάλογα τον αριθμό τέκνων της οικογένειας με αναδρομική ισχύ έως την 1/1/2023 (ΟΠΕΚΑ, 2023). Παρέχεται έτσι ένα σημαντικό οικονομικό κίνητρο για τα νέα ζευγάρια τα οποία θα δουν σημαντική μείωση στα κόστη απόκτησης τέκνου, δρώντας ανασταλτικά στην μαστιζουσα υπογεννητικότητα.

Επίδομα Στέγασης

Το επίδομα στέγασης αποτελεί ουσιαστικά μια επιδότηση ενοικίου για νοικοκυριά τα οποία μισθώνουν την κύρια κατοικία τους. Σύμφωνα με τα επιλεγμένα κριτήρια που έθεσαν οι νομοθέτες, το συγκεκριμένο επίδομα δίνει έμφαση στα νοικοκυριά με τέκνα και μονογονεϊκές οικογένειας έχοντας ως στόχο την προώθηση της γεννητικότητας. Στα εισοδηματικά κριτήρια δεν συνυπολογίζονται επιδόματα πρόνοιας και εισοδηματικές ενισχύσεις τέκνων. Το ύψος αυτού ανέρχεται από 70 – 210 ευρώ.

Μετακινήσεις - Απαλλαγή τέλους ταξινόμησης

Για μια αύξηση κατά ένα τέκνο μιας οικογένειας οι ανάγκες για μετακινήσεις αυτής αυξάνονται με εκθετικό ρυθμό. Στα πλαίσια αυτής της ανάγκης για φθηνή μετακίνηση το κράτος απάλλαξε από το τέλος ταξινόμησης τρίτεκνους και πολύτεκνους με σχετική απόφαση και αναπροσαρμογή παλαιότερων νόμων. Πιο συγκεκριμένα για τους πολύτεκνους υπάρχει το δικαίωμα για δύο φορές σε διάστημα τουλάχιστον πέντε (5) ετών, ο εκτελωνισμός αυτοκινήτου χωρίς την επιβάρυνση των φόρων, ενώ για τους τρίτεκνους απαλλαγή του φόρου τελωνισμού για μία και μόνο φορά. Ακόμα, όλα τα μέλη και οι γονείς των πολύτεκνων οικογενειών μπορούν να μετακινούνται με τα μέσα μαζικής μεταφοράς με μειωμένα κόμιστρα. Έτσι για μια οικογένεια με αρκετά τέκνα τα κόστη μετακίνησης μειώνονται σημαντικά.

Γίνεται κατανοητό ότι στην περίπτωση της Ελλάδας, ο κύριος μοχλός προσπάθειας μείωσης του φαινομένου της υπογεννητικότητας αποτελεί η μείωση του άμεσου και έμμεσου κόστους απόκτησης ενός τέκνου.

Είδαμε τις κυριότερες πολιτικές που προωθούν την γονιμότητα και κατ' επέκταση τον πληθυσμό της Ελλάδας. Από την λίστα μας σίγουρα λείπουν αρκετές ακόμα πολιτικές που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα τον πληθυσμό της. Όλες αυτές προωθούν την ανάπτυξη του πληθυσμού καθώς όπως αναφέραμε ήδη, η Ελλάδα μαστίζεται από το φαινόμενο της γήρανσης του πληθυσμού, όπου ο πληθυσμός έχει την τάση της διαχρονικής μείωσης. Αυτό προκύπτει από την ανάδειξη της κοινωνίας της Ελλάδας σε μία «ανεπτυγμένη» χώρα όπως χαρακτηρίζεται, και από τις διαδοχικές κρίσεις που έλαβαν χώρα από το 2009 μέχρι και σήμερα. Οι πολιτικές επομένως που ασκούνται, όπως είναι λογικό, ορθώς προασπίζουν και προωθούν την ανάπτυξη του μεγέθους του πληθυσμού. Για τον λόγο αυτό θα κάνουμε μία εκτενή αναφορά σε περιπτώσεις χωρών όπου γίνεται προσπάθεια για το αντίθετο, καθώς και τις πολιτικές που υιοθετούνται για τον σκοπό αυτό. Σε αυτό το τμήμα της εργασίας θα αναφέρουμε τα κυριότερα παραδείγματα νομοθετημάτων όπου υπήρξαν προσπάθειες για χειραγώγηση του πληθυσμού μίας χώρας με σκοπό την μείωση του. Η απαρχή της υιοθέτησης πολιτικών μείωσης ή αύξησης του πληθυσμού ενός κράτους, περιφέρειας, πόλης κα. είναι η πεποίθηση των ρυθμιστικών αρχών ότι το ύψος του συνολικού πληθυσμού επηρεάζει την ευημερία της κοινωνίας. Γήρανση και μείωση του πληθυσμού σε ένα έθνος δημιουργεί το αίσθημα κινδύνου για εξαφάνιση του έθνους.

Για την περίπτωση της Ελλάδας υπάρχει η κοινή αποδοχή του προβλήματος της υπογεννητικότητας του πληθυσμού. Αυτή έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του μέσου όρου της ηλικίας του πληθυσμού, δηλαδή την γήρανση του, ενώ ως τελικό προϊόν της υπογεννητικότητας έχουμε την μείωση του πληθυσμού. Η μείωση του πληθυσμού επιφέρει κοινωνικές και πολιτικές ανησυχίες στην χώρα.

Οι πολιτικές μείωσης της γονιμότητας αποτελούν ένα από τα πιο αμφιλεγόμενα και πολυσυζητημένα θέματα στον τομέα της δημογραφίας. Οι πολιτικές αυτές αναπτύχθηκαν κυρίως κατά τον 20ό αιώνα και είχαν στόχο την αντιμετώπιση της ταχείας πληθυσμιακής αύξησης που θεωρούνταν εμπόδιο στην οικονομική ανάπτυξη και τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης. Σε αυτήν την ανάλυση, θα εξετάσουμε τους λόγους που οδήγησαν στην ανάπτυξη αυτών των πολιτικών, τα αποτελέσματά τους και τους λόγους που τελικά σταμάτησαν να εφαρμόζονται.

5.3 Λόγοι Ανάπτυξης των Πολιτικών Μείωσης της Γονιμότητας

Μία από τις κύριες αιτίες για την υιοθέτηση πολιτικών μείωσης της γονιμότητας ήταν η ανησυχία για την υπερβολική πληθυσμιακή αύξηση και τις αρνητικές επιπτώσεις της στην οικονομική ανάπτυξη. Οι χώρες που βίωναν γρήγορη πληθυσμιακή αύξηση, όπως η Ινδία και η Κίνα, αντιμετώπιζαν προκλήσεις στην παροχή επαρκούς τροφής, στέγης και υπηρεσιών υγείας και εκπαίδευσης στους πολίτες τους. Η γρήγορη αύξηση του πληθυσμού θεωρούνταν εμπόδιο στην επίτευξη οικονομικής σταθερότητας και ανάπτυξης .

Η μείωση της φτώχειας και η βελτίωση της ποιότητας ζωής ήταν επίσης σημαντικοί στόχοι των πολιτικών μείωσης της γονιμότητας. Οι υποστηρικτές των πολιτικών αυτών πίστευαν ότι ο περιορισμός του αριθμού των γεννήσεων θα οδηγούσε σε μείωση του αριθμού των ατόμων που ζουν σε συνθήκες φτώχειας, καθώς οι οικογένειες με λιγότερα παιδιά θα μπορούσαν να διαθέσουν περισσότερους πόρους για την ανατροφή και την εκπαίδευση των παιδιών τους .

Οι ταχείες πληθυσμιακές αυξήσεις θεωρούνταν επίσης απειλή για την πολιτική σταθερότητα και ασφάλεια. Ο φόβος ήταν ότι η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού θα μπορούσε να οδηγήσει σε κοινωνικές εντάσεις, αυξανόμενη ανεργία και δυσαρέσκεια, γεγονός που θα μπορούσε να αποσταθεροποιήσει τις κυβερνήσεις και να δημιουργήσει κοινωνικά και πολιτικά προβλήματα . Οι κοινωνικές και πολιτισμικές πιέσεις ήταν επίσης ένας σημαντικός παράγοντας στην ανάπτυξη πολιτικών μείωσης της γονιμότητας. Οι κυβερνήσεις σε πολλές χώρες αντιμετώπισαν πίεση από διεθνείς οργανισμούς, όπως η Παγκόσμια Τράπεζα και ο ΟΗΕ, να εφαρμόσουν πολιτικές μείωσης της γονιμότητας ως μέρος των στρατηγικών τους για την ανάπτυξη και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

5.4 Πολιτικές Μείωσης της Γονιμότητας και Αποτελέσματα

Κίνα: Πολιτική του Ενός Παιδιού

Η Κίνα είναι ίσως η πιο γνωστή περίπτωση χώρας που εφάρμοσε αυστηρές πολιτικές μείωσης της γονιμότητας. Η πολιτική του ενός παιδιού, που εισήχθη το 1979, περιλάμβανε αυστηρούς περιορισμούς και ποινές για τις οικογένειες που αποκτούσαν περισσότερα από ένα παιδί. Η πολιτική αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της γονιμότητας, αλλά προκάλεσε και σημαντικά κοινωνικά προβλήματα, όπως η ανισορροπία των φύλων και η γήρανση του πληθυσμού (Astutil, 2023).

Ινδία: Εθνικό Πρόγραμμα Οικογενειακού Προγραμματισμού

Η Ινδία ξεκίνησε το πρώτο εθνικό πρόγραμμα οικογενειακού προγραμματισμού το 1952. Το πρόγραμμα αυτό περιλάμβανε την προώθηση της χρήσης αντισυλληπτικών, την αύξηση της ηλικίας γάμου και τη βελτίωση της εκπαίδευσης και της ενημέρωσης για την υγεία της αναπαραγωγής. Παρά τις σημαντικές προσπάθειες, η πολιτική αντιμετώπισε πολιτισμικές και θρησκευτικές αντιδράσεις, που εμπόδισαν την πλήρη επιτυχία της .

Σιγκαπούρη: Επιθετικές Πολιτικές Οικογενειακού Προγραμματισμού

Η Σιγκαπούρη εφάρμοσε ένα επιθετικό πρόγραμμα οικογενειακού προγραμματισμού τη δεκαετία του 1960. Το πρόγραμμα περιλάμβανε δωρεάν αντισυλληπτικά, οικονομικά κίνητρα για μικρές οικογένειες και έντονες εκστρατείες ενημέρωσης. Η πολιτική αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη ραγδαία μείωση της γονιμότητας, αλλά αργότερα η κυβέρνηση αντιστράφηκε τις πολιτικές αυτές για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της υπογεννητικότητας.

Τελικά Αποτελέσματα και Παύση των Πολιτικών

Οι πολιτικές μείωσης της γονιμότητας είχαν σημαντικά αποτελέσματα στις χώρες που τις εφάρμοσαν. Στην Κίνα, η πολιτική του ενός παιδιού μείωσε τη γονιμότητα, αλλά δημιούργησε κοινωνικά και δημογραφικά προβλήματα. Στην Ινδία, οι πολιτικές μείωσης της γονιμότητας συνέβαλαν στη σταδιακή μείωση της γονιμότητας, αλλά αντιμετώπισαν πολιτισμικά εμπόδια. Στη Σιγκαπούρη, οι επιθετικές πολιτικές οικογενειακού προγραμματισμού πέτυχαν τη μείωση της γονιμότητας, αλλά αργότερα η χώρα αντιμετώπισε το πρόβλημα της υπογεννητικότητας .

Ο πληθυσμός όπως είπαμε ήδη, εξαρτάται από τις γεννήσεις και τους θανάτους δίνοντας του την τάση που έχει το μέγεθος ανάλογα με ποιο μέγεθος είναι μεγαλύτερο. Οι πολιτικές που ακολουθήθηκαν είχαν ως επίκεντρο την ενημέρωση των πολιτών σχετικά με όλα τα θέματα γύρω από την γονιμότητα. Σε διαφορετική περίπτωση θα μιλάγαμε σε προσπάθεια αύξησης του μεγέθους της θνησιμότητας, πράγμα το οποίο εγείρει ηθικά προβλήματα, το οποία όμως τα συναντάμε και στις πολιτικές που αναφέραμε. Στις ακραίες περιπτώσεις της επιβολής ή τουλάχιστον της έμμεσης επιβολής μέσω οικονομικών κινήτρων καταλαβαίνουμε ότι οι ρυθμιστικές αρχές επέλεξαν την γονιμότητα για την άμβλυνση της αύξησης του πληθυσμού.

Οι πολιτικές μείωσης της γονιμότητας σταμάτησαν να εφαρμόζονται για διάφορους λόγους. Πρώτον, οι κοινωνικές και πολιτικές αντιδράσεις ενάντια στις εξαναγκαστικές πρακτικές οδήγησαν σε αλλαγή προσεγγίσεων. Δεύτερον, η μείωση της γονιμότητας κάτω από τα επίπεδα αντικατάστασης πληθυσμού, ήτοι 2,1 τέκνα όπως έχουμε αναφέρει σε προηγούμενη αναφορά, προκάλεσε ανησυχίες για τη γήρανση του πληθυσμού και την έλλειψη εργατικού δυναμικού. Τρίτον, οι βελτιώσεις στην εκπαίδευση και την οικονομική ανάπτυξη οδήγησαν σε φυσική μείωση της γονιμότητας χωρίς την ανάγκη για αυστηρές πολιτικές (Astutil, 2023).

6. Μαθηματικά μοντέλα ενός είδους σε συνεχή χρόνο

Μετά από όλη αυτήν την πληροφορία που αποτυπώσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια δεν θα ήταν υπερβολικό να πούμε ότι ο πληθυσμός ως μέγεθος αποτελεί μέγιστης σημασίας για όλο το φάσμα της ζωής και της ύπαρξης του ανθρώπου. Από την πιο απλή διαδικασία της καθημερινής ζωής μέχρι το πιο εμπεριστατωμένο και εξειδικευμένο επιστημονικό ερώτημα, που μπορεί με μία πρώτη ματιά να μην σχετίζεται με τον πληθυσμό, θα μπορούσαμε ενδεχομένως να βρούμε σύνδεσμο με τον πληθυσμό. Λόγω του υψηλού ενδιαφέροντος που εμπεριέχει το «θέμα» του πληθυσμού, αναπτύχθηκαν διάφορα μαθηματικά υποδείγματα που θα βοηθήσουν στην τεκμηριωμένη μέτρηση διαφόρων χαρακτηριστικών του πληθυσμού. Έτσι με την χρήση της μαθηματικής επιστήμης τέθηκαν επί τάπητος όλες αυτές οι συμπεριφορές, ιδιότητες και μεταβλητές του πληθυσμού με κύριο σκοπό την κατανόηση των φαινομένων που σχετίζονται άμεσα με τον πληθυσμό και την πρόβλεψη τους.

Όπως έχουμε πει πολλάκις στην παρούσα εργασία, η σημασία του πληθυσμού δεν αφορά μία μόνο επιστήμη, ενώ ο πληθυσμός αυτός καθ' αυτός σαν όρος δεν αναφέρεται αυτομάτως στον πληθυσμό του ανθρώπινου είδους. Πιο συγκεκριμένα τα υποδείγματα που αναπτύχθηκαν ανά τα χρόνια σχετίζονται με την γενικότερη έννοια του πληθυσμού, ενός έμβιου δηλαδή είδους στις περισσότερες των περιπτώσεων, καλύπτοντας τις ερευνητικές ανάγκες της ανάλογης επιστήμης και ιδιαίτερα της επιστήμης της βιολογίας. Ως αρχή της προσπάθειας του ανθρώπου για κατανόηση και πρόβλεψη, η ερευνητική κοινότητα προσπάθησε να μοντελοποιήσει την εξέλιξη του πληθυσμού. Εμείς στο παρόν κεφάλαιο θα μεταφέρουμε τα κυριότερα πληθυσμιακά μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί. Κάποια από αυτά μπορεί να μην φαίνεται ότι έχουν άμεση σχέση με τον πληθυσμό (πχ. Μοντέλα θηράματος-θηρευτή) από την πλευρά από την οποία τον εξετάζουμε, δηλαδή τον πληθυσμό του ανθρώπινου είδους, ωστόσο θεωρούμε ότι μπορεί να μεταδώσει σημαντικές πληροφορίες και να εκπληρώσει τον βασικό του σκοπό που δεν είναι άλλος από την πρόβλεψη και κατανόηση.

6.1 Μαθηματικά μοντέλα ενός είδους

Η απαρχή της ανάπτυξης των πληθυσμιακών μοντέλων υπήρξαν μοντέλα δυναμικής πληθυσμών ενός είδους. Ενώ θα περιμέναμε ότι ειδικά για ένα μόνο είδος η διαδικασία θα ήταν σχετικά απλή, από την βιβλιογραφία βρήκαμε επιδράσεις στον πληθυσμό από μεταβλητές που δεν είναι οφθαλμοφανείς ότι υπάρχουν. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να τονίσουμε την σημασία των μοντέλων ενός είδους. Για την ακρίβεια, τα μοντέλα ενός

είδους αποδεικνύεται ότι είναι ιδιαίτερα βοηθητικά για περιπτώσεις ακραίων μεταβάσεων-ασυνεχειών.

6.1.1 Μαλθουσιανό Υπόδειγμα

Ο Thomas Robert Malthus, Άγγλος οικονομολόγος, ήταν ο πρώτος που διέκρινε την αύξηση του πληθυσμού με γεωμετρική πρόοδο, ενώ το υπόδειγμα που παρέθεσε στο δοκίμιό του «An Essay on the Principle of Population» αποτελεί το έναυσμα της ανάπτυξης όλων των υποδειγμάτων. Το πληθυσμιακό μοντέλο που ανέπτυξε, θεωρείται πλέον ξεπερασμένο και μη-ρεαλιστικό. Την μη-ρεαλιστικότητα θα την αντιληφθούμε και οι ίδιοι αφού το μοντέλο έχει την τάση να παρουσιάζει το μέγεθος του πληθυσμού ως ένα μέγεθος, εσαεί αυξανόμενο έως το άπειρο ή μειούμενο έως τον μηδενισμό. Αυτή δεν είναι όμως όλη η αλήθεια, καθώς το υπόδειγμα φαίνεται να μας δίνει προβλέψεις για τον πληθυσμό πολύ κοντά στην πραγματικότητα για τις περασμένες δεκαετίες.

Για να μπορέσει να είναι ορθή η μοντελοποίηση είναι αναγκαία η επιβολή κάποιων υποθέσεων. Ο υπό εξέταση πληθυσμός δεν εξαρτάται από τον χώρο/περιβάλλον όπου υπάρχει, ενώ το περιβάλλον αυτό διαθέτει άπειρους πόρους για τον πληθυσμό. Ο Malthus θεώρησε πως η αλλαγή στον πληθυσμό οφείλεται από την διαφορά μεταξύ του ρυθμού των γεννήσεων και του ρυθμού των θανάτων. Επίσης θεώρησε πως οι ρυθμοί γεννήσεων και θανάτων είναι ανάλογοι του μεγέθους του πληθυσμού έτσι ώστε μεγαλύτερος πληθυσμός έχει σαν συνέπεια μεγαλύτερους ρυθμούς γεννήσεων και θανάτων. Σύμφωνα με αυτά προκύπτει μία σχέση του πληθυσμού ανάλογη με τον χρόνο, δηλαδή ο πληθυσμός μπορεί να αναπαρασταθεί με μία συνάρτηση με εξαρτημένη μεταβλητή τον χρόνο. Η «πρωτοπορία» του υποδείγματος είναι ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίστηκε ο πληθυσμός. Η εξέλιξη του πληθυσμού, όπως τον γνωρίζουμε, με την ύπαρξη γενεών και διακυμάνσεων, κανονικά πρέπει να είναι μία διακριτή μεταβλητή ωστόσο ο (Malthus, 1798) θεωρώντας ότι σε μεγάλους πληθυσμούς οι σχετικά «μικρές» αλλαγές των γεννήσεων και των θανάτων μας επιτρέπουν να διαχειριστούμε τον πληθυσμό ως συνεχής μεταβλητή, συναρτήσει του χρόνου και διαφορίσιμη. Επομένως σύμφωνα με αυτά η μαθηματική απεικόνιση παρουσιάζεται αναλυτικότερα παρακάτω. Έστω:

$OP(\text{πληθυσμός}) = 0$ πληθυσ σε μμελλοντικός συναρτήσει χρόνο του t χρόνου και Δt θα ισούται με τον πληθυσμό στον χρόνο t

(παρόν) προσθέτοντας τις γεννήσεις που έλαβαν χώρα για το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από το t και το $(t + \Delta t)$ σύμφωνα με ένα σταθερό ποσοστό b μείον αντίστοιχα τους θανάτους κατά σταθερό ποσοστό c . Μαθηματικά μεταφράζεται από την παρακάτω εξίσωση HP

εξίσωση $t + \Delta t) = \text{εμπεριέχει } P(t) + bP \text{ τις (τυποθέσεις) } \Delta t - cP \text{ (περίτ) } \Delta \text{ τάπειρων πόρων,}$
μη συσχέτισης του πληθυσμού με

την τοποθεσία καθώς και με την θεωρία του Malthus όπου οι γεννήσεις και οι θάνατοι είναι αναλογία του συνολικού πληθυσμού. Η εξίσωση μετά την παραγωγή ως προς τον χρόνο γίνεται

$$\Delta P_t = bP - cP = (b - c)P$$

Η αλλαγή του πληθυσμού είναι ανάλογη των ρυθμών της διαφοράς των γεννήσεων και των όρος είναι αρνητικός $(b - c < 0)$ αύξησης θετικός. Η παραπάνω εξίσωση έχει λύση όπου θανάτων. Ο όρος μπορεί να γραφτεί ως μία σταθερά k . Για περιπτώσεις μείωσης ο γνωρίζοντας $t = t_0$ την χρονική στιγμή και τον πληθυσμό αυτής $P(t_0) = P_0$ τότε:

Ο Malthus έδειξε ότι πολλοί πληθυσμοί $P(t) = P_0 e^{k(t-t_0)}$ κατά αυτόν τον τρόπο.

Το συγκεκριμένο υπόδειγμα, είναι γνωστό πλέον με το όνομα «Μαλθουσιανό υπόδειγμα», όπως προδίδει και ο τίτλος του κεφαλαίου μας, ως τιμή στον εμπνευστή του. Κάθε θεωρία όμως λαμβάνει κριτική και το «Μαλθουσιανό υπόδειγμα» δεν αποτελεί εξαίρεση. Για να μπορέσουμε όμως να καταλάβουμε και τις δύο οπτικές στην προσπάθειά μας να καταλάβουμε ποιο εν τέλει αποτελεί το πλέον καλύτερο μαθηματικό υπόδειγμα πληθυσμού, θα πρέπει να παρουσιάσουμε και τις δύο οπτικές των επιχειρημάτων.

6.1.2 Μαλθουσιανή θεωρία

Εν αρχή, ο Malthus παρουσίασε τους προβληματισμούς του σχετικά με την βιωσιμότητα του φαινομένου της αύξησης του πληθυσμού. Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά στο δοκίμιο του, οι νέες εξελίξεις, και οι αλλαγές της τεχνολογίας και των επιστημών είχαν ως απόρροια την ανάπτυξη του αισθήματος μίας συνεχούς νίκης του ανθρώπου έναντι των δυσκολιών. Έχοντας ως δεδομένα ότι η τροφή είναι απαραίτητη για την ύπαρξη του ανθρώπου και ότι το πάθος μεταξύ των δύο φύλων θα παραμείνει ως έχει, αναφέρει ότι η δυναμική της αύξησης του πληθυσμού είναι μεγαλύτερη της δυναμικής της Γης να συντηρήσει την ζωή. Αριθμητικά εξηγεί ότι ο πληθυσμός αυξάνεται με γεωμετρική πρόοδο σε αντίθεση με την δυνατότητα συντήρησης ζωής, η οποία αυξάνεται με αριθμητική πρόοδο, τονίζοντας το μεγάλο χάσμα μεταξύ των δύο μεγεθών. Τα αποτελέσματα των δύο αυτών μεγεθών θα πρέπει να παραμείνουν ίσα σύμφωνα με τον κανόνα της φύσης. Στο ίδιο φάσμα της φύσης από την μεριά του ζωικού-φυτικού βασιλείου, θα έπρεπε να υπάρχει μία ραγδαία αύξηση πληθυσμών διαφόρων ειδών κάτι που δεν συμβαίνει. Η φύση προβλέπει μέσα από τον πρόωρο θάνατο, τις ασθένειες κ.α. που θέτουν όριο στην περεταίρω αύξηση. Από την πλευρά του ανθρώπου, την θέση τους παίρνουν η μιζέρια και η κακία θέτοντας εμπόδιο στην ύπαρξη μίας τέλει κοινωνίας. Η τελευταία αναπτύσσει πολέμους, φτώχεια, κακές συνθήκες διαβίωσης και επομένως και αυξημένη θνησιμότητα θέτοντας το περιορισμό της φύσης. Ενώ ο πληθυσμός διπλασιάζεται κάθε είκοσι πέντε χρόνια, η παραγωγή της γης μπορεί να αυξάνεται κατά μόλις μία σταθερή

μονάδα παραγωγής για την ίδια χρονική περίοδο, ενώ περιορισμός αποτελεί το γεγονός ότι με αυτούς τους ρυθμούς σε μόλις λίγους αιώνες κάθε σπιθαμή γης θα είναι καλλιεργημένο. Αυτές οι διαφορές μεταξύ των δύο μεγεθών οδηγούν με μαθηματική ακρίβεια στην εξαθλίωση του ανθρώπου, που μόνο ελεύθερος δεν θα είναι στο να επιλέξει το μέγεθος της οικογένειάς του ή στο ύψος των αγαθών που μπορεί να τους παρέχει. Καταλήγει ότι η ανάπτυξη του ανθρώπινου είδους θα περιοριστεί από την μεγάλη πληθυσμιακή αύξηση που υφίσταται η οποία περιορίζει την διαθεσιμότητα τροφής.

6.1.3 Νέο μαλθουσιανοί υποστηρικτές

Ο (Wrigley, 1987) μέσω της έρευνάς του στην Βρετανική οικονομία και πληθυσμό, υποστήριξε την Μαλθουσιανή θεωρία παρατηρώντας ότι πριν και μετά την βιομηχανική επανάσταση έκαναν την εμφάνισή τους χαρακτηριστικά της θεωρίας. Ωστόσο κατά το τέλος του 19ου αιώνα δεν φαίνεται καμία σύνδεση μεταξύ του πληθυσμού και του εισοδήματος. Πριν την Βιομηχανική επανάσταση, η Βρετανική οικονομία βρίσκεται σε σημείο μειωμένων αποδόσεων κλίμακας όπου οι αλλαγές στον πληθυσμό καθορίζουν το όριο της επιβίωσης κάτω στο οποίο η κοινωνία ζει. Επίσης από το 1566 έως το 1871 οι πληθυσμιακές αλλαγές έχουν άμεσο αντίκτυπο στις τιμές με θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο.

Σε ένα μικρό Γαλλικό χωρίο ονόματι "Rosny-Sous-Bois" επικέντρωσε την έρευνά του ο οικονομολόγος David Weir. Βρέθηκε ότι η ηλικία γάμου των γυναικών ήταν μικρότερη για μεγαλύτερα εισοδήματα των συζύγων καθώς και ότι η θνησιμότητα επίσης μικρότερη για τα παιδιά καθώς και για τους ενήλικους για μεγαλύτερα ύψη εισοδημάτων. Τα δεδομένα της ανάλυσης ήταν φορολογικές καταγραφές για το έτος 1747.

6.1.4 Κατακριτές της Μαλθουσιανής θεωρίας

Στην Βρετανία κατά τον 19ο αιώνα η Μαλθουσιανή συσχέτιση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της πληθυσμιακής παύει να υφίσταται. Ο πληθυσμός δεν ακολούθησε την αυξημένη παραγωγή όπως ο Malthus προέβλεπε. Τα ζευγάρια καθόριζαν με διαφορετικούς τρόπους αντισύλληψης το μέγεθος της οικογένειάς τους. Πλέον δεν υπήρχαν μεγάλες οικογένειες με την πλειοψηφία των ζευγαριών να αποκτά 1-2 παιδιά.

Υπολογίζοντας τις ελαστικότητες γεννήσεων και θανάτων ως προς την τιμή σίτου για την Γαλλία και Βρετανία μεταξύ του 1670 – 1869 ο David Weir αναμένοντας μεγαλύτερη αντίδραση στις γεννήσεις σε σχέση με τις τιμές σίτου στην Βρετανία και των θανάτων στην Γαλλία. Κάτι τέτοιο δεν έγινε ενισχύοντας τους επικριτές των Νεο-Μαλθουσιανών. Η απουσία σημαντικής διαφοροποίησης μεταξύ των τιμών και των ρυθμών γεννήσεων είχε ως αποτέλεσμα την απόρριψη της ύπαρξης μαλθουσιανικών χαρακτηριστικών για την συγκεκριμένη περίοδο.

Εκτός από αυτά υπάρχουν πλήθος άλλων παραδειγμάτων που δεν ενισχύουν την Μαλθουσιανή θεωρία καταρρίπτοντάς την. Η κριτική που ασκήθηκε στο Μαλθουσιανό υπόδειγμα και στην νέα δυσοίωνα πραγματικότητα της κοινωνικής ανισορροπίας που παρουσιάζει αυτό, προκάλεσε πλήθος οικονομολόγων να βρουν το κενό μεταξύ των δύο δεικτών που παρουσιάζει ο Malthus. Ο εκθετικά αυξανόμενος πληθυσμός με την σταθερή αύξηση της παραγωγής επιδεικνύει μία συνεχώς μειούμενη παραγωγικότητα εργασίας αναγκάζοντας την κοινωνία να ζει συνεχώς σε ένα οριακό επίπεδο επιβίωσης. Το σημαντικότερο επιχείρημα για το χάσμα αυτό είναι η απουσία της επιρροής της τεχνολογικής προόδου και της συσσώρευσης κεφαλαίου στην παραγωγή. Τα παραπάνω είναι ικανά να αυξήσουν την παραγωγικότητα πέραν του ορίου της επιβίωσης καθιστώντας την παραγωγικότητα εργασίας αποτελεσματικότερη δημιουργώντας καλύτερες συνθήκες διαβίωσης ακόμα κάτω και υπό τις πιέσεις που θέτει η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού.

Επίσης θεωρήθηκε από την επιστημονική κοινότητα ότι η Μαλθουσιανή θεωρία δεν λαμβάνει υπόψη την θετική συσχέτιση που έχει ο πληθυσμός στην παραγωγή. Η (BOSERUP, 1965) θεώρησε ότι το λάθος της Μαλθουσιανής θεωρίας ήταν αντίστροφη σχέση αίτιου αιτιατού όπου η πληθυσμιακή αύξηση επηρεάζει την αγροτική παραγωγικότητα ενώ η αγροτική παραγωγικότητα δεν επηρεάζει τον πληθυσμό όπως προβλέπει η θεωρία. Επίσης μακροχρόνια θεώρησε ότι η υπόθεση για φθίνουσες αποδόσεις εργασίας μπορούν να μην ισχύουν, αφού ο αυξημένος πληθυσμός μπορεί να οδηγήσει σε πιο καταμερισμένη εργασία και επομένως πιο αποτελεσματική ή/και σε περισσότερες και καλύτερες γεωργικές πρακτικές. Επίσης συμπεράνει ότι η σταθερή γονιμότητα της γης δεν αποτελεί ρεαλιστικό χαρακτηριστικό καθώς με την υιοθέτηση νέων γεωργικών τεχνολογιών μπορεί να αυξηθεί. Οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η αύξηση του πληθυσμού αυξάνει την συνολική παραγωγικότητα. Με την επένδυση στον αγροτικό τομέα εν κατακλείδι, οι λιγότερο ανεπτυγμένες κοινωνίες επρόκειτο να αναπτυχθούν υπό την αύξηση του πληθυσμού τους.

Ενώ βραχυπρόθεσμα υπάρχει αρνητική επίπτωση στο βιοτικό επίπεδο στην κοινωνία, όπως προβλέπει το Μαλθουσιανό υπόδειγμα, αυτό εξαλείφεται μακροχρόνια υπό το πρίσμα της προόδου της γνώσης και των οικονομιών κλίμακας, όπως τονίζει ο (Simon, 1977). Μέσω προσομοίωσης ο Simon καταλήγει ότι σε σχέση με έναν σταθερό πληθυσμό, η αύξηση του πληθυσμού αυξάνει μακροπρόθεσμα το βιοτικό επίπεδο και πιο συγκεκριμένα για χρονικό ορίζοντα μεταξύ 30-100 χρόνια, τόσο σε ανεπτυγμένες όσο και σε λιγότερο ανεπτυγμένες κοινωνίες. Ο μηχανισμός πίσω από αυτήν την αυξημένη ευημερία που βιώνει η κοινωνία είναι μέσω της γνώσης που παράγεται και είναι απόρροια της αύξησης του πληθυσμού. Η γνώση μετέπειτα μεταφράζεται σε αυξημένη παραγωγικότητα. Ο (Simon, 1977) συνεχίζει με το συμπέρασμα ότι η χώρα επιλέγει ανάμεσα σε ένα trade-off μεταξύ μίας «παρακμάζουσας» ως προς το βιοτικό επίπεδο κοινωνίας και ανεπτυγμένων μελλοντικών γενεών. Δηλαδή μεταφέρεται ευημερία μεταξύ των γενεών.

Επιπλέον κριτική δέχθηκε η Μαλθουσιανή θεωρία με βάση την επιχειρηματολογία ότι η θεωρία δεν εμβαθύνει στις επιλογές που κάνουν οι γονείς ως προς την γονιμότητα. Αυτό το επιχείρημα αναπτύχθηκε μετά τις κάτωθι παρατηρήσεις:

- Μεγαλύτερη πληθυσμιακή αύξηση για φτωχότερες κοινωνίες, μικρότερη για πλουσιότερες κοινωνίες. Για την περίοδο 1965-1990, οι φτωχές χώρες είχαν ετήσια πληθυσμιακή αύξηση μεγαλύτερη του 2%, ενώ οι πλουσιότερες χώρες μικρότερο από 1%.

- Η γονιμότητα σχετίζεται αρνητικά με το εισόδημα ανά κάτοικο
- Το προσδόκιμο ζωής κατά την γέννα είναι αρκετά μεγαλύτερο στις χώρες με μεγαλύτερο εισόδημα ανά κάτοικο

Ως συνέχεια των παρατηρήσεων έγινε σαφές στην επιστημονική κοινότητα ότι τα ζευγάρια επενδύουν σε τέκνα σύμφωνα με καθόλα οικονομικές αποφάσεις. Η επένδυση συμβαίνει μεταξύ δύο διαφορετικών μεγεθών που χαρακτηρίζει την απόκτηση τέκνων, την ποσότητα και την ποιότητα. Η ποιότητα αποτελείται από την υγεία, κατανάλωση, εκπαίδευση κ.α. Η Μαλθουσιανή θεωρία δεν λαμβάνει τίποτα από αυτά υπόψη της και δει την ανάγκη για εκπαίδευση και το αυξημένο κόστος ζωής, καθώς και το αυξημένο κόστος του χρόνου των γονέων στις ανεπτυγμένες χώρες. Έτσι σε πλουσιότερες χώρες οι γονείς επενδύουν στην ποιότητα των τέκνων και όχι στην ποσότητα μειώνοντας την γονιμότητα.

Καταλήγουμε ωστόσο σε κάποια συμπεράσματα σχετικά με την Μαλθουσιανή θεωρία. Αυτή δεν μπορεί να αποτυπώσει την εικόνα του πληθυσμού, αποτελεί όμως μία περίοδο όπου όλοι οι πληθυσμοί την βιώνουν. Επίσης αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση ώστε μία κοινωνία να αναπτυχθεί.

6.2 Λογιστική Εξίσωση σε συνεχή χρόνο

Ο Pierre-Francois Verhulst ήταν Βέλγος μαθηματικός και δημογράφος, που έγινε ιδιαιτέρως γνωστός για το έργο του στην έρευνα περί του πληθυσμού. Ο Verhulst αναφέρει ότι ο Malthus και το υπόδειγμά του αποτελεί μία δήλωση όπου ο υπό ανάλυση πληθυσμός διπλασιάζεται ανά μία καθορισμένη χρονική περίοδο όπως π.χ. 25 χρόνια. Σύμφωνα με αυτό ένας πληθυσμός από 1.000 γίνεται 2.000 μετά από 25 χρόνια και 4.000 μετά από 50 χρόνια. Αυτή η γεωμετρική αύξηση θα έπρεπε να φθίνει από περιοριστικούς και άλλους παράγοντες, όπως οι πόροι της κοινωνίας. Παραδείγματος χάρη και σύμφωνα με τον Verhulst, οι μειωμένες αποδόσεις κλίμακας που υφίσταται στην βελτίωση της γης καθιστούν τις αυξήσεις ολοένα και μικρότερες, δημιουργώντας ένα όριο στην εν δυνάμει αύξηση ενός πληθυσμού η οποία τείνει να γίνει στάσιμη και να επιτευχθεί ισορροπία. Τέτοια εμπόδια μπορεί να αποτελέσουν η γονιμότητα ή η έκταση μίας χώρας. Πιο συγκεκριμένα παρομοιάζει την αύξηση του πληθυσμού με ένα κινούμενο σώμα μέσω ενός ανθεκτικού μέσου ενώ αναφέρει ότι αυτά ευθυγραμμίζονται με τις στατιστικές παρατηρήσεις. Για να μετρηθεί ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού, πρέπει να διαιρεθεί η ετήσια αύξηση του πληθυσμού με τον πληθυσμό που την παρείχε. Αυτός ο ρυθμός μπορεί είτε να αυξηθεί, υποδεικνύοντας κάτι περισσότερο από γεωμετρική πρόοδο, είτε να μειωθεί. Ο Verhulst παρέχει μια διαφορική εξίσωση για την αύξηση του πληθυσμού, ενσωματώνοντας μια συνάρτηση (f) που αντιπροσωπεύει τη δύναμη επιβράδυνσης.

Εξάγει ένα ολοκλήρωμα και προσφέρει διαφορετικές μορφές για την f , δείχνοντας πώς αυτές επηρεάζουν το ανώτερο όριο της πληθυσμιακής αύξησης.

Ο Verhulst περιλαμβάνει πίνακες με εμπειρικά δεδομένα από τη Γαλλία, το Βέλγιο, το Έσσεξ (Αγγλία) και τη Ρωσία, συγκρίνοντας την παρατηρούμενη αύξηση του πληθυσμού με τις τιμές που υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας τους τύπους του. Τα δεδομένα έδειξαν ότι η λογιστική εξίσωση που πρότεινε εφαρμόζεται αρκετά καλά στα δεδομένα.

«Ωστόσο, δεδομένου ότι ο ρυθμός ανάπτυξης του πληθυσμού καθυστερεί από την ίδια την αύξηση του αριθμού των κατοίκων, πρέπει να αφαιρέσουμε μια συνάρτηση επιβράδυνσης του p από το rP ».

$$\frac{dP}{dt} = rP \left(1 - \frac{P}{K} \right) \quad \text{Ο τύπος που πρότεινε είναι:}$$

Ουσιαστικά όταν ο $\frac{P}{K}$ πληθυσμός $P(t)$ είναι μικρός σε σύγκριση με την παράμετρο K , παίρνουμε την κατά προσέγγιση εξίσωση

$$\frac{dP}{dt} \approx rP$$

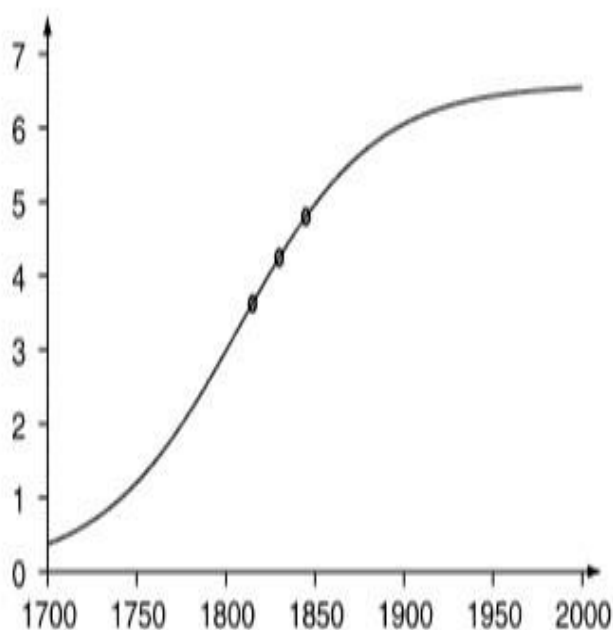
της οποίας η λύση είναι:

δηλαδή $P(t) = \text{εκθετική } P(0)e^{rt}$ ανάπτυξη. Ο ρυθμός ανάπτυξης μειώνεται όσο το $P(t)$ πλησιάζει στο K και θα γινόταν και αρνητική εάν το $P(t)$ μπορούσε να υπερβεί το K .

Όταν όμως ο πληθυσμός $P(t)$ είναι αρκετά μεγάλος σε σύγκριση με την παράμετρο K , τότε η λύση της λογιστικής εξίσωσης είναι:

$$\frac{P(0) e^{rt}}{1 + P(0)(e^{rt} - 1)/K}$$

$$P(t) = \frac{K P(0) e^{rt}}{1 + P(0)(e^{rt} - 1)/K}$$



Εικόνα 3. Μαθηματική έρευνα για το νόμο της πληθυσμιακής αύξησης, 1845. Τα δεδομένα ανταποκρίνονται στα έτη 1815, 1830 και 1850. Πηγή Verhulst

Στην Εικόνα 3 φαίνεται ότι ο πληθυσμός αυξάνεται προοδευτικά έως το όριο K όπου επιτυγχάνεται όταν ο χρόνος προσεγγίζει το άπειρο.

Ο Verhulst απαντά στην παρατήρηση του Malthus περί διπλασιασμού του πληθυσμού των ΗΠΑ μεταξύ των 1790-1840:

«Δεν θα επιμείνουμε στην υπόθεση της γεωμετρικής προόδου, δεδομένου ότι μπορεί να ισχύει μόνο σε πολύ ειδικές συνθήκες, για παράδειγμα, όταν μια εύφορη περιοχή σχεδόν απεριόριστου μεγέθους τυχαίνει να κατοικείται από ανθρώπους με προηγμένο πολιτισμό, όπως συνέβη στην πρώτη περίπτωση στις αμερικανικές αποικίες».

6.3 Εκθετικό υπόδειγμα

Ο (Foerster, 1960) ξεκινάει με την παρουσίαση των βασικών χαρακτηριστικών κάθε βιολογικού «στοιχείου» και συμφωνεί με την βιβλιογραφία ότι η αλλαγή στον πληθυσμό υφίσταται από την γονιμότητα και θνησιμότητα των πληθυσμών κάτω από τις συνθήκες όπου θέλουν τους πληθυσμούς των έμβιων όντων να μην αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους με βλαπτικό σκοπό, την ύπαρξη απεριόριστης τροφής και χωρίς περιβαλλοντικούς κινδύνους.

Κατά αυτόν τον τρόπο η αλλαγή στον πληθυσμό είναι $\frac{dN}{dt}$

$$= \gamma_0 N - \theta_0 N = \alpha_0 N \text{ όπου } \alpha_0 = \gamma_0 - \theta_0$$

μέγεθος γ^0 του προσδόκιμου ζωής θ για α κάθε άτομο. Διάφορες περιβαλλοντικές μεταβολές, με να είναι η γονιμότητα και η θνησιμότητα η οποία αποτελεί το συμπληρωματικό ανταγωνισμός μεταξύ των ατόμων που απαρτίζουν τον πληθυσμό για τροφή, παρουσία/απουσία θηρευτών/θηραμάτων κ.α. χαρακτηριστικά μπορεί να επηρεάσουν την γονιμότητα ή την θνησιμότητα. Στην προσπάθεια ένταξης των εξωτερικοτήτων η μεταβλητή α καθίσταται ως μία μονότονη φθίνουσα συνάρτηση του πληθυσμού N . Σε συνδυασμό με το ότι το N προδίδει την πυκνότητα του πληθυσμού, προκύπτει λογικά ότι αυξημένη πυκνότητα πληθυσμού δημιουργεί περισσότερο ανταγωνισμό ή αυξάνει τα θηράματα για τους θηρευτές του N .

Η μεταβλητή α λοιπόν γίνεται:

Σύμφωνα $\alpha = \alpha_0 - \mu \alpha_1 N$ τον ίδιο (Foerster, 1960), και αντικαθιστώντας το α στην παραπάνω εξίσωση θα

προκύψει η λογιστική εξίσωση που αναλύουμε επίσης στην παρούσα εργασία.

Η ανάπτυξη των ανθρώπινων κοινωνιών όμως είναι λίγο πιο διαφορετικές από αυτές που εμφανίζουν τα έμβια όντα στην φύση. Δημιουργείται έτσι μία ευνοϊκότερη θέση κατά την οποία συνεργάζονται, επικοινωνούν, συνασπίζονται, δημιουργούν σχέσεις κτλ. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μία αλλαγή στην ανωτέρω σχέση της παραγωγικότητας α , το οποίο πλέον είναι μία συνάρτηση του πληθυσμού:

$$\alpha = \alpha_0 N^{\frac{1}{K}}, \text{ με το } K \approx 1$$

Λόγω αυτού αντικαθιστώντας οδηγούμαστε στην λύση της εξίσωσης για τον παγκόσμιο πληθυσμό

$$N = N_1 \left(\frac{t - t_0}{t_1 - t_0} \right)^{\frac{1}{K}}$$

Το t_0 θεωρείται από τον συγγραφέα (Foerster, 1960) ως η ημέρα της κρίσης, καθώς είναι η όπου ο πληθυσμός φτάνει στο άπειρο. Υπολογίζοντας σύμφωνα με τις

ημερομηνία εξισώσεις και τα πραγματικά δεδομένα, προκύπτει ότι η ημέρα της κρίσης είναι τα τέλη του ημερολογιακού έτους 2026. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει ή τουλάχιστον δεν έχει πέσει στην αντίληψή μας πως οδεύουμε προς την στιγμή αυτή εν έτη 2024. Το πληθυσμιακό υπόδειγμα του (Foerster, 1960) δεν παρουσιάζεται για την ρεαλιστική του διάσταση αλλά για

την παρουσίαση των βασικών θεμελιωμάτων του ώστε να γίνει μία μετάβαση σε υποδείγματα που στηρίχθηκαν πάνω σε αυτό το υπόδειγμα.

6.4 Το υπόδειγμα του Kremer

Το υπόδειγμα του (Kremer, 1990) βασίστηκε στην υπόθεσή του, ίδια με αυτήν του Malthus, όπου ο πληθυσμός οριοθετείται σύμφωνα με την τεχνολογία. Συνεπάγεται λοιπόν ότι η πληθυσμιακή αύξηση είναι συνάρτηση της τεχνολογικής αύξησης. Το υπόδειγμα που πρότείνει έχει ως απαρχή τις υποθέσεις ότι η παραγωγική εκροή επηρεάζεται από το επίπεδο της τεχνολογίας και το ύψος του πληθυσμού. Μαθηματικά τα παραπάνω εκφράζονται ως:

Αποτελεί $G = TNa V^{1-a}$ εξίσωση Cobb-Douglas¹ ενώ η παράμετρος a είναι επίσης από την ίδια εξίσωση ακριβώς όπως μπορεί να μετρηθεί στην παραγωγική διαδικασία. Οι μεταβλητές στην εξίσωση παρουσιάζουν τα μεγέθη όπως G η εκροή, T η τεχνολογία, N ο πληθυσμός, και V το έδαφος. Υποθέτοντας ότι το V είναι 1 ή τουλάχιστον πολύ κοντά σε αυτό, τότε η εξίσωση μετατρέπεται σε :

$MeG = \tau a r T r N$, a να αποτελούν σταθερές. Μία ακόμα υπόθεση από τον (Kremer, 1990) είναι η μετάλλαξη της παραπάνω εξίσωσης έτσι ώστε να εξυπηρετεί την υπόθεση που θέλει ότι ο πληθυσμός σε μία συγκεκριμένη ισορροπία αντιδρά ακαριαία στις μεταβολές. Η συγκεκριμένη ισορροπία δημιουργείται για συγκεκριμένο και σταθερό κατά κεφαλήν εισόδημα. Αυξήσεις πέραν του σταθερού κατά κεφαλήν εισοδήματος τείνουν να αυξάνουν τον πληθυσμό, ενώ μειώσεις έχουν το αντίθετο αποτέλεσμα. Η παραπάνω ισορροπία εκφράζεται από τον $\bar{m}$ επνευστή της ως:

$HN = \text{εξίσωση} \left(\frac{aT}{\bar{m}} \right)^{\frac{1}{1-a}}$ παρουσιάζει ένα σημείο ισορροπίας καθιστώντας το μη δυναμικό.

Για να γίνει δυναμικό και να μπορέσει να εξηγήσει τις χρόνιες αυξήσεις που καταγράφονται στον πληθυσμό, θα πρέπει να εισαχθεί η τεχνολογική αύξηση στην θεωρία και κατ' επέκταση

¹ Η συνάρτηση παραγωγής Cobb Douglas είναι μια νεοκλασική προσέγγιση για την εκτίμηση της παραγωγής. Έχει την μορφή που φαίνεται και στο μοντέλο του Kremer. Χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά για την μέτρηση, πρόβλεψη και αναπαραγωγή του μηχανισμού παραγωγής μίας οντότητας. Χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα κυρίως στην οικονομική επιστήμη.

στο μαθηματικό μοντέλο. Η τεχνολογική πρόοδος αποτελεί μία καινούρια ανάλυση. Όπως και σε άλλα υποδείγματα έτσι και εδώ θεωρείται ότι η τεχνολογική εξέλιξη επηρεάζεται άμεσα από τον πληθυσμό. Όσο μεγαλύτερος ο πληθυσμός τόσο μεγαλύτερες οι πιθανότητες να αναπτυχθούν νέες τεχνολογίες, καινοτομίες, εφευρέσεις καθώς περισσότερα άτομα στον πληθυσμό θα είναι έξυπνα, ικανά ή τυχερά ώστε να προβούν σε κάποια ανακάλυψη. $\frac{dT}{dt} = bNT$

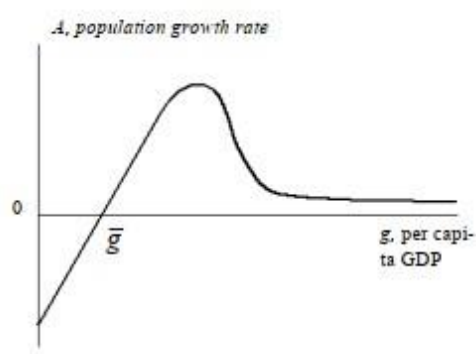
όπου b είναι η μέση παραγωγικότητα καινοτομίας ανά άτομο.

Προσθέτοντας την τεχνολογική εξέλιξη στην εξίσωση του πληθυσμού οδηγούμαστε στην εξίσωση:

$$\frac{dN}{dt} = \alpha N^2 \quad \text{με } \alpha = 1 - a$$

Το παραπάνω μοντέλο έχει μία πολύ καλή προσαρμογή στα πραγματικά δεδομένα όπως ακριβώς και το υπόδειγμα του (Foerster, 1960), ωστόσο υπερισχύει αφού εξηγεί τον λόγο που σχεδόν σε όλη την ιστορία του ανθρώπινου είδους η αύξηση του πληθυσμού είναι ανάλογη του τετραγώνου του πληθυσμού (N^2) μεταδίδοντας μία εκθετική αύξηση.

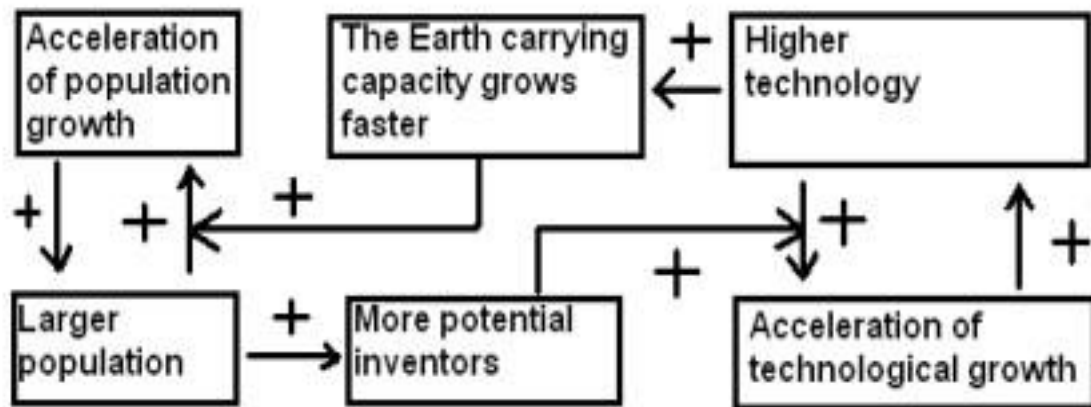
Αναφορικά ο (Korotayev, 2012) εξηγεί με το παραπάνω υπόδειγμα ότι μία αύξηση του πληθυσμού από 10 σε 100 εκατομμύρια συμβαίνει λόγω της ανάπτυξης κατά 10 φορές του τεχνολογικού επιπέδου. Η ανάλυση του Kremer συνδυάζει το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και την πληθυσμιακή αύξηση με μία σχέση όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, με το g στον οριζόντιο άξονα να είναι το κατά κεφαλήν ΑΕΠ ενώ στον κάθετο άξονα η πληθυσμιακή αύξηση.



Εικόνα 4. Συμπεριφορά Πληθυσμού σε σχέση με το εισόδημα. Πηγή: (Korotayev, 2012)

Σημασία της τεχνολογίας – Φαύλος Κύκλος

Στα πλαίσια της επιρροής της τεχνολογικής προόδου πάνω στον συνολικό πληθυσμό δημιουργήθηκε από την επιστημονική κοινότητα ένα διάγραμμα με τις φάσεις της δημογραφικής ανάπτυξης και της εξέλιξης της τεχνολογίας μέσω των μηχανισμών τους.



Εικόνα 5. Διάγραμμα ακολουθίας επιδράσεων της τεχνολογίας στον πληθυσμό

Η διαδικασία αποτελεί ένα κλειστό κύκλωμα φαύλου κύκλου, που διαρκώς έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού και της τεχνολογίας. Μία τεχνολογική καινοτομία αυξάνει την τεχνολογική πρόοδο και καταλήγει σε μία κατάσταση με καλύτερη τεχνολογία. Λόγω της αυξημένης τεχνολογίας η Γη έχει την δυνατότητα να φιλοξενήσει με τους πόρους της περισσότερους ανθρώπους. Την δυνατότητα αυτή την εκμεταλλεύονται οι άνθρωποι και ο πληθυσμός αυξάνεται. Ο αυξημένος πληθυσμός δημιουργεί δυνητικά περισσότερους ερευνητές που καινοτομούν και αυξάνουν τον τεχνολογικό ρυθμό.

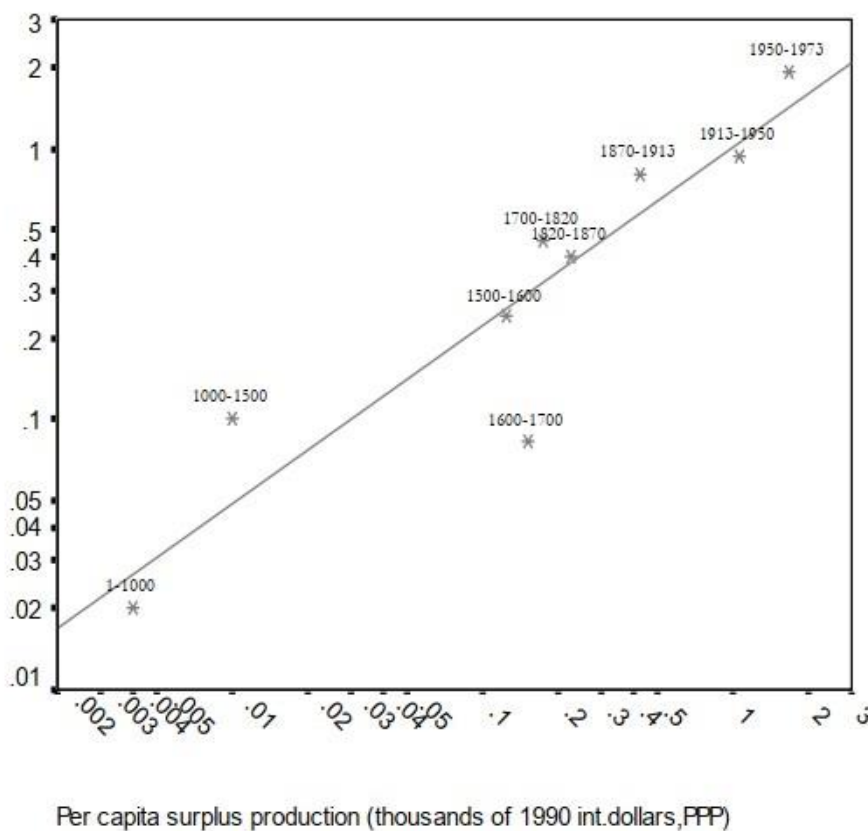
6.5 Το οικονομικό-δημογραφικό υπόδειγμα

Το υπόδειγμα του (Kremer, 1990) εμπεριέχει τις επιδράσεις της οικονομικής ανάπτυξης. Η οικονομική ανάπτυξη σε συνδυασμό με την τεχνολογική πρόοδο οδηγούν σε μία αύξηση του παγκοσμίου πληθυσμού εκφραζόμενη από μία υπερβολική συνάρτηση. Αναλύοντας ξανά το υπόδειγμα του Kremer, ο Korotayev οδηγείται σε ένα υπόδειγμα στο οποίο εξηγεί την αύξηση του πληθυσμού μέσω του εισοδήματος. Αυτό οικονομικά μπορεί να επιτευχθεί λαμβάνοντας υπόψη ότι η τεχνολογική πρόοδος εμπεριέχεται στο εισόδημα αφού αυξάνει το παραγόμενο προϊόν. Σύμφωνα με το ίδιο σκεπτικό του Kremer και κάτω από τις ίδιες υποθέσεις προκύπτει ένα μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει την τάση της οικονομικής και πληθυσμιακής εξέλιξης με πολύ καλή προσαρμογή έως και το ημερολογιακό έτος 1973. Δεχόμενοι την σχέση μεταξύ του κατά κεφαλήν ΑΕΠ και της πληθυσμιακής αύξησης, όπως ακριβώς περιγράφεται παραπάνω, για μικρά κατά κεφαλήν εισοδήματα, προκύπτει η γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών $d_{dt}N = \alpha SN$

Το S αποτελεί το πλεονασματικό προϊόν ανά κάτοικο. Αυτό υπερβαίνει το ελάχιστο προϊόν που απαιτείται ώστε ο πληθυσμός να διατηρείται σταθερός με μηδενική πληθυσμιακή αύξηση. Από το παραπάνω υπόδειγμα προκύπτει ότι ο σχετικός ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι γραμμικά ανάλογος με την παγκόσμια κατά κεφαλήν πλεονάζουσα προσφορά προϊόντος. Μαθηματικά φαίνεται λοιπόν ότι:

$$rN \frac{dN}{dt}: N \Rightarrow$$

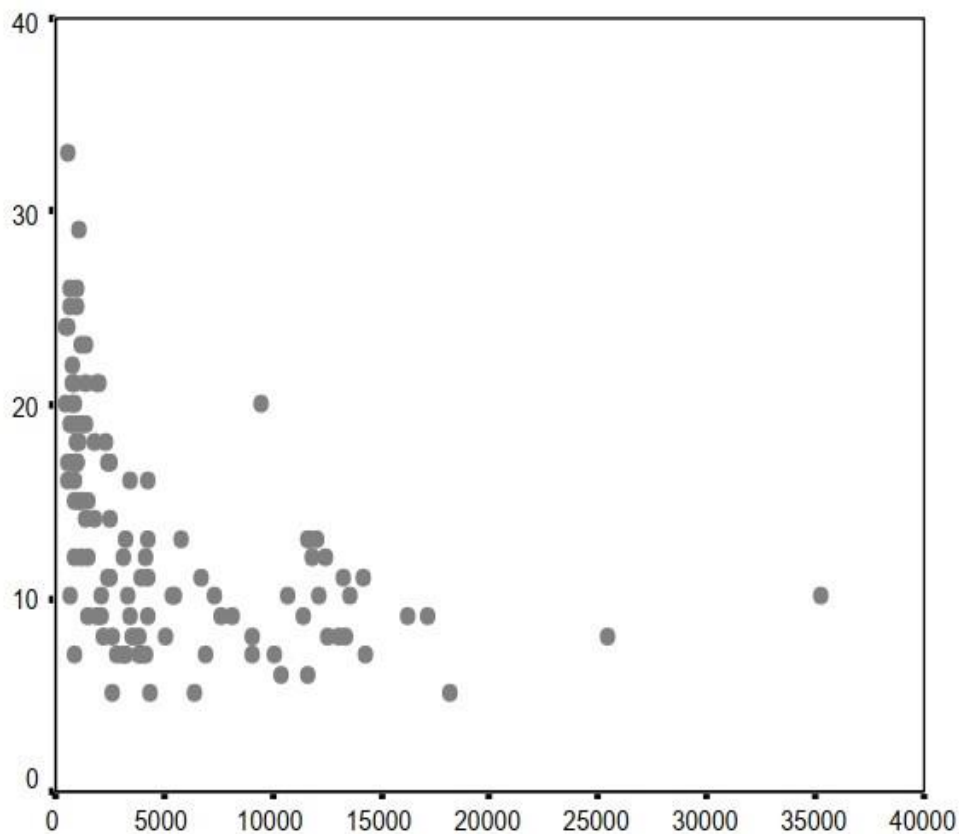
Ερευνητικά $rN = aS$ φαίνεται ότι τα δεδομένα συμφωνούν με το υπόδειγμα με πολύ καλή προσαρμογή στις παρατηρήσεις. Η στατιστική ανάλυση του (Korotayev, 2012) έδειξε ότι η μεταβλητότητα του 96,1% των ανεξάρτητων παρατηρήσεων, του σχετικού ρυθμού αύξησης του πληθυσμού, οφείλεται στην μεταβλητότητα στην εξαρτημένης, ήτοι στο κατά κεφαλήν πλεονασματικό προϊόν, ενώ παραθέτει το $p\text{-value}=0.00004$. Ο ίδιος δημιούργησε το διάγραμμα της στατιστικής ανάλυσης (Εικόνα 6), όπου φαίνονται και τα αποτελέσματα. Αποτελεί ένα διάγραμμα διασποράς με τις πραγματικές παρατηρήσεις και την εκτιμηθείσα γραμμή προσαρμογής, ως αποτέλεσμα της παλινδρόμησης. Τα δεδομένα αφορούν την περίοδο μεταξύ του 1 – 1973 μ.Χ.



Εικόνα 6. Διάγραμμα διασποράς, Πληθυσμός- Πλεόνασμα εισοδήματος, 1-1973 μ.Χ. Πηγή: (Korotayev, 2012)

Αυτή η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών φαίνεται να δημιουργείται μέσω μίας άλλης διαδικασίας όπου οι αυξήσεις στο εισόδημα δημιουργούν θετική επιρροή στην θνησιμότητα

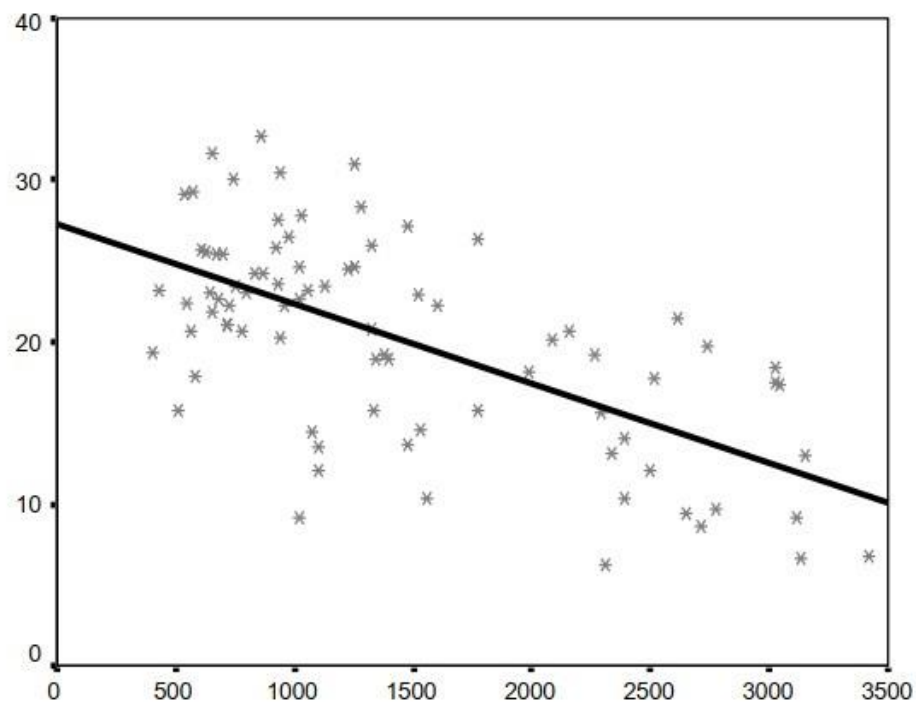
με την δεύτερη να μειώνεται κατά μεγάλο ποσοστό. Ειδικότερα μεταξύ του εύρους εισοδήματος 440 – 3500 δολάρια κατά κεφαλήν ΑΕΠ δημιουργούνται μεταβολές ως προς το βιοτικό επίπεδο τόσο ισχυρές που μεταβάλλουν την θνησιμότητα μέσω ραγδαίας μείωσης του πλήθους των θανάτων.



Εικόνα 7. Διάγραμμα διασποράς, Ποσοστό θνησιμότητας- εισοδήματος, 1975. Πηγή: (Korotayev, 2012)

Στην Εικόνα 7 φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ του κατά κεφαλήν ΑΕΠ και του ποσοστού θνησιμότητας για τις χώρες του κόσμου το 1975. Ο κάθετος άξονας παρουσιάζει τον ρυθμό θανάτων, ενώ στον οριζόντιο το κατά κεφαλήν ΑΕΠ. Φαίνεται δια γυμνού οφθαλμού η αλλαγή στο ρυθμό θανάτων που επέρχεται από τις αυξήσεις του κατά κεφαλήν ΑΕΠ.

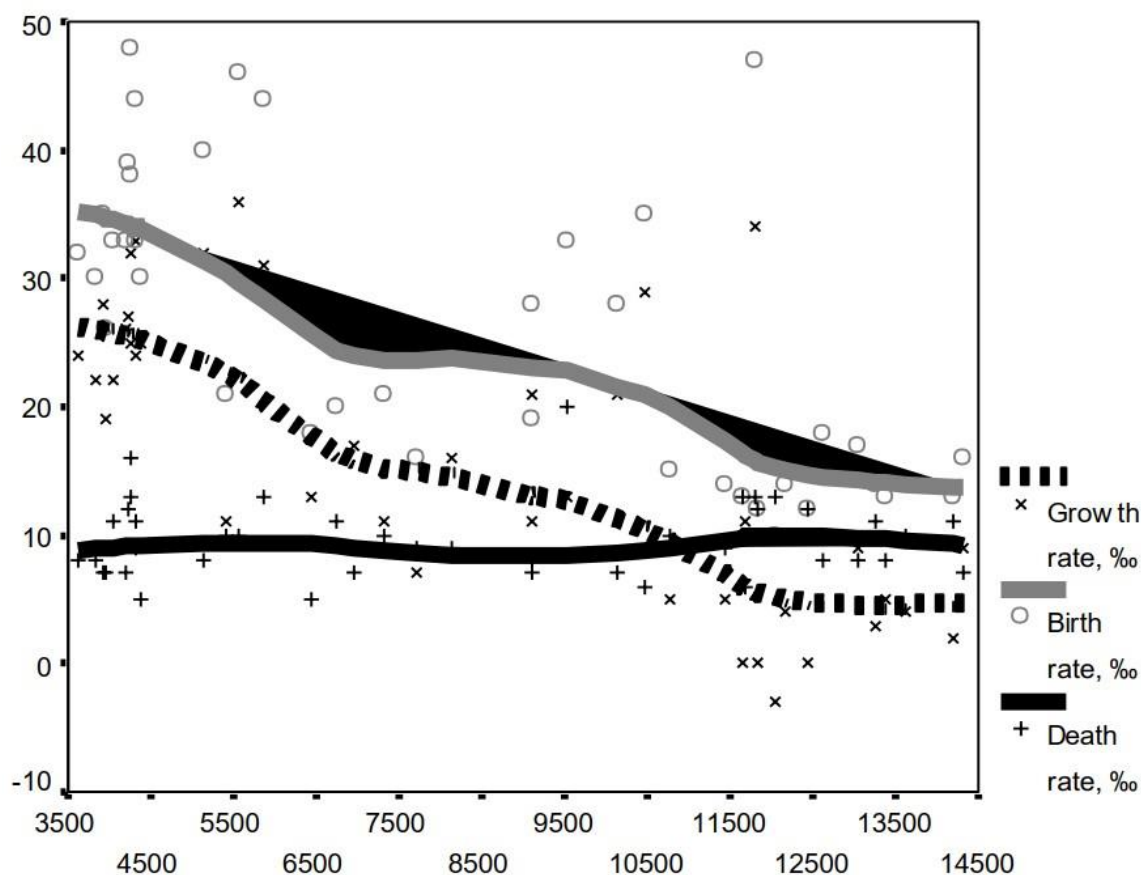
Ακόμα για το ημερολογιακό έτος 1960 υπολογίστηκε αντίστοιχα η συσχέτιση μεταξύ του κατά κεφαλήν ΑΕΠ και του ρυθμού των θανάτων για το εύρος των εισοδημάτων 440-3500 δολαρίων.



Εικόνα 8. Διάγραμμα διασποράς. Ποσοστό θνησιμότητας – εισόδημα, 1960. Πηγή: (Korotayev, 2012)

Στην Εικόνα 8 φαίνονται τα αποτελέσματα για το έτος 1960 μαζί με την γραμμή παλινδρόμησης. Το p-value υπολογίστηκε σε 0,0000000001 κάνοντας απίθανη μία «συσχέτιση κατά τύχη» (Korotayev, 2012).

Η συσχέτιση λοιπόν μεταξύ των δύο μεγεθών, της πληθυσμιακής αύξησης και του κατά κεφαλήν εισοδήματος απορρέει στην αλλαγή που υφίσταται στον ρυθμό θανάτων το

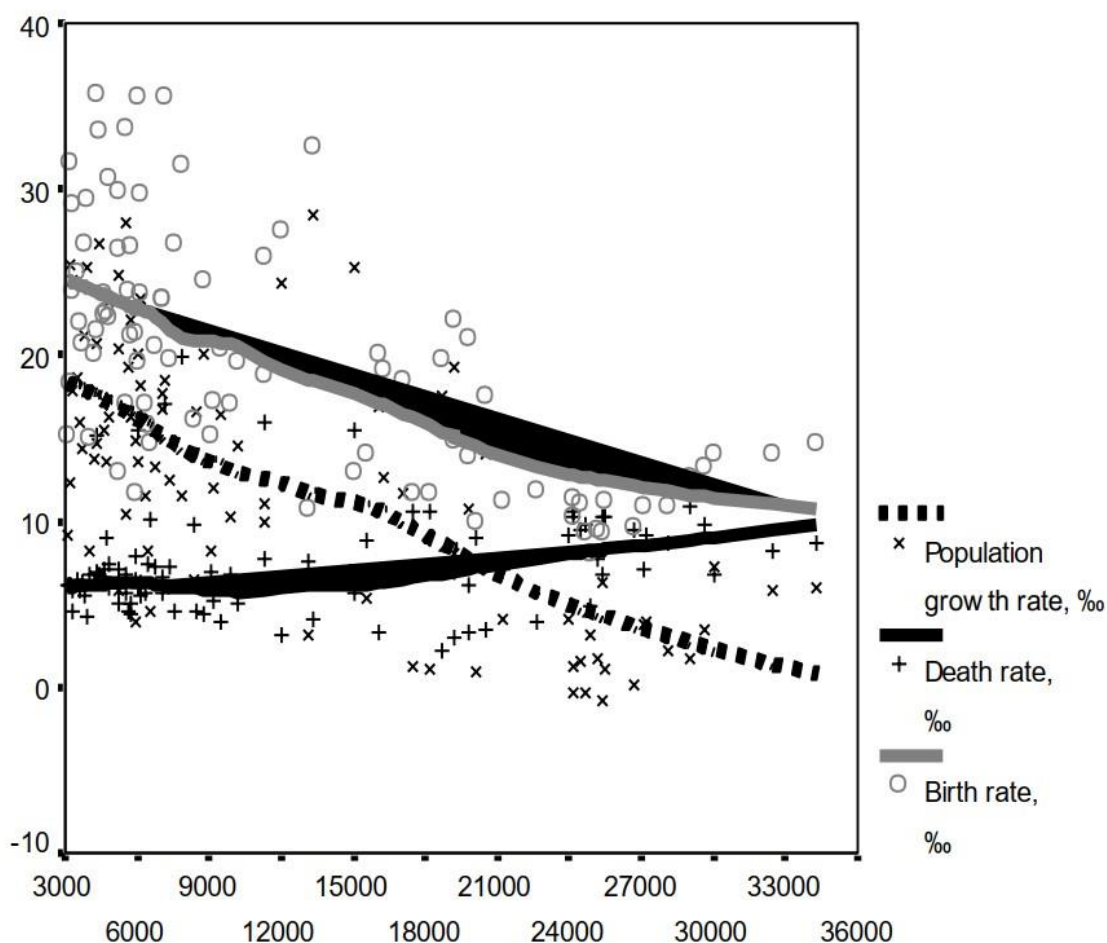


εισόδημα. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 9 παρουσιάσαμε από την σκοπιά των ερευνητών την σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών για μικρά μεγέθη εισοδήματος. Σε μεγαλύτερα μεγέθη, ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού αλλάζει. Πιο συγκεκριμένα και ως συνέχεια των παραπάνω διαγραμμάτων συνεχίζει η ανάλυση από τον (Korotayev, 2012) για εισοδήματα υψηλότερα των 3500 δολαρίων κατά κεφαλήν. Για εισοδήματα μεγαλύτερα από το κατώφλι των 3500 φαίνεται να μην ισχύει η σύνδεση που περιγράψαμε παραπάνω. Ο λόγος βαραίνει το ρυθμό των θανάτων όπου φτάνει στο ελάχιστο επίπεδο και από εκεί ξεκινάει να αυξάνεται οριακά καθώς η γήρανση του πληθυσμού επέρχεται. Σε αυτό συμμετέχει η μείωση των γεννήσεων η οποία δημιουργείται ενδόμυχα μέσω παραγόντων. Ένας από αυτούς τους παράγοντες είναι η αυξημένη εκπαίδευση. Καθώς το εισόδημα αυξάνεται ολοένα και περισσότερα άτομα επιλέγουν να αυξήσουν το εκπαιδευτικό επίπεδο που λαμβάνουν αυτοί ή η οικογένειά τους και κυρίως η εκπαίδευση που λαμβάνουν οι γυναίκες, το οποίο αλλάζει τις ισορροπίες μεταξύ δημιουργίας οικογένειας και τεκνοποίησης με τα υπόλοιπα ανταγωνιστικά αγαθά. Τα συστήματα κοινωνικής ασφάλισης επίσης μειώνουν την ανάγκη για απόκτηση πολλών απογόνων καθώς και προγράμματα οικογενειακού προγραμματισμού. Όλα αυτά οδηγούν στον μηδενισμό του ρυθμού της αύξησης του πληθυσμού.

Εικόνα 9. Ρυθμοί Πληθυσμού-Θνησιμότητας-Γονιμότητας, 1975. Πηγή: (Korotayev, 2012)

Όλα τα μεγέθη που συνθέτουν τον ρυθμό αύξησης του πληθυσμού φαίνονται στο διάγραμμα της Εικόνας 9, όπου έχουν αντιστοιχηθεί τα κράτη με διαφορετικά κατά κεφαλήν εισοδήματα μεγαλύτερα των 3500 χιλιάδων δολαρίων με τους ρυθμούς αύξησης πληθυσμού, γεννήσεων και θνησιμότητας. Τα εισοδήματα είναι αποπληθωρισμένα με βάση το έτος 1990, ενώ τα δεδομένα αφορούν το έτος 1975. Στο διάγραμμα αυτό αποτυπώνονται όλα τα προαναφερόμενα στοιχεία που αναδείξαμε. Ο ρυθμός θανάτων είναι σταθερός στην αρχή με μικρή τάση αύξησης για μεγάλα εισοδήματα. Από την άλλη ο ρυθμός αύξησης των γεννήσεων και του πληθυσμού είναι φθίνουσες καμπύλες. Όσο μεγαλώνει το εισόδημα φαίνεται να υπάρχει μία τάση εξίσωσης μεταξύ του ρυθμού αύξησης των γεννήσεων και των θανάτων όπου η ισότητα θα οδηγήσει σε σταθεροποίηση του πληθυσμού.

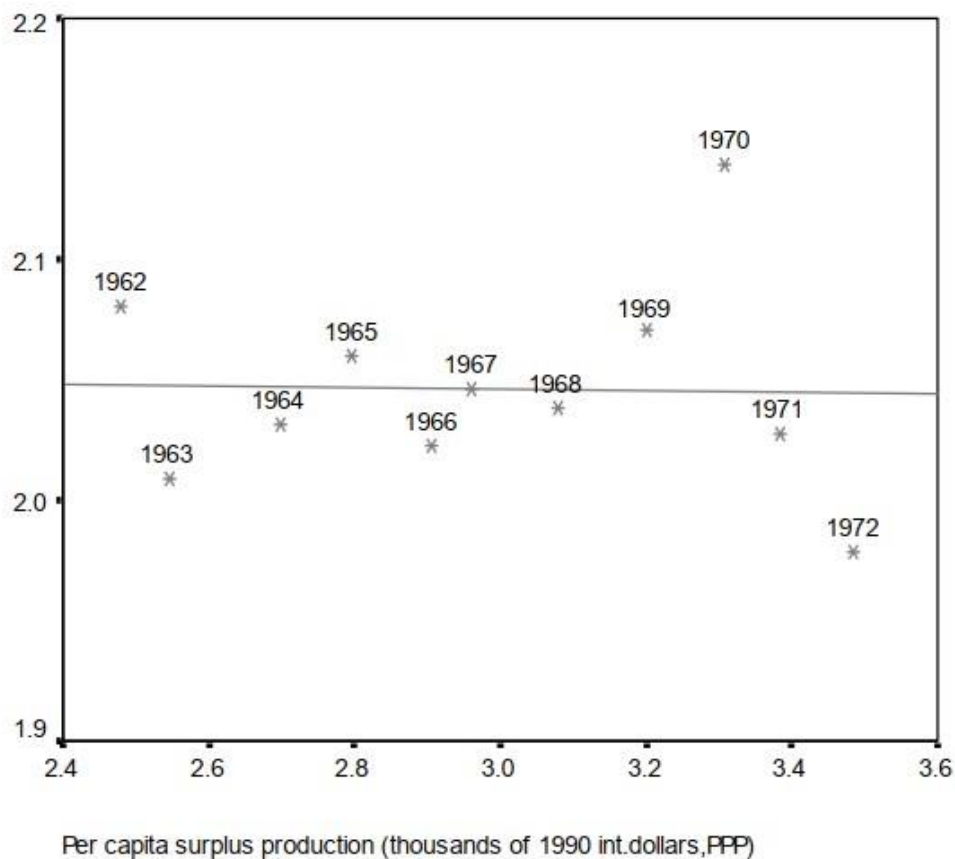
Εικόνα 10. Ρυθμοί Πληθυσμού-Θνησιμότητας-Γονιμότητας, 2001. Πηγή: (Korotayev, 2012)



Στην Εικόνα 10 γίνεται η ίδια διαδικασία. Στον οριζόντιο άξονα εκφράζονται τα κατά κεφαλήν πραγματικά εισοδήματα με έτος αποπληθωρισμού ως βάση το έτος 2001 για διάφορες χώρες. Στον κάθετο άξονα οι ρυθμοί των γεννήσεων, θανάτων και πληθυσμού για διαφορετικές χώρες. Όλα τα δεδομένα αφορούν το έτος 2001 με επιλεγθείσες χώρες αυτές που έχουν κατά κεφαλήν πραγματικό εισόδημα μεγαλύτερο των 3.000 δολαρίων. Πλέον ο ρυθμός των γεννήσεων και των θανάτων συγκλίνουν σε μεγαλύτερο βαθμό, με το ρυθμό αύξησης του πληθυσμού να μηδενίζεται. Ο ρυθμός θανάτων καθώς αυξάνονται τα εισοδήματα έχει εμφανή τάση αύξησης. Το 2001 οι χώρες με εισοδήματα μεγαλύτερα των 3.000 είναι περισσότερες σε πλήθος. Οι χώρες έχουν περάσει την φάση της Μαλθουσιανής ανάπτυξης του πληθυσμού και οδεύουν στην δεύτερη δημογραφική φάση, όπως ακριβώς παρουσιάσαμε στο 3.3 Δημογραφική Μετάβαση.

Αυτά είναι απολύτως απαραίτητα στην βάση του μαθηματικού πληθυσμιακού-οικονομικού υποδείγματος και στην προσπάθεια κατανόησής του. Όλα αυτά τα δεδομένα που δείχνουν την σχέση που αδυνατεί να εξηγήσει την αύξηση του πληθυσμού για μεγάλα εισοδήματα μπορεί

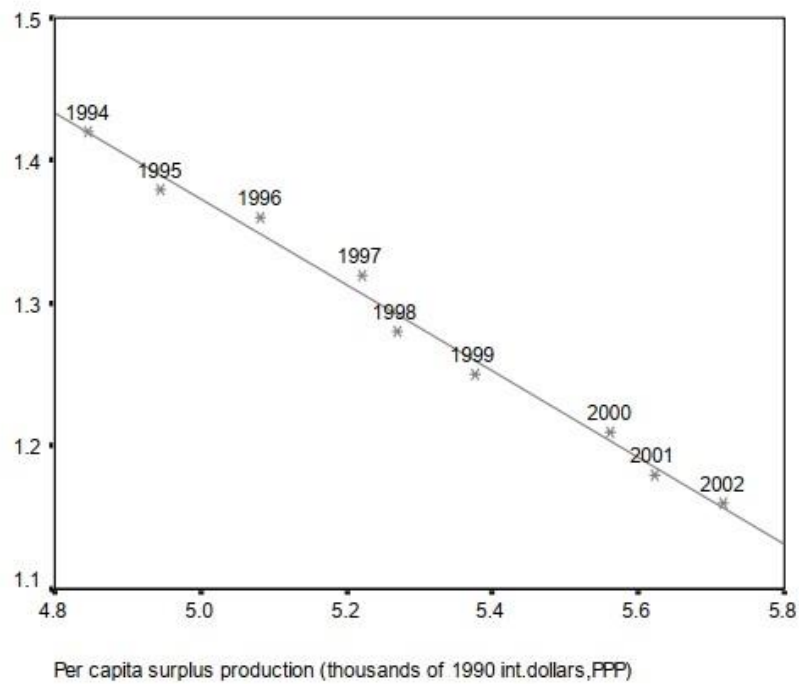
να αναπαρασταθεί όπως έγινε στην αρχή μεταξύ του σχετικού ρυθμού αύξησης και του πλεονασματικού εισοδήματος.



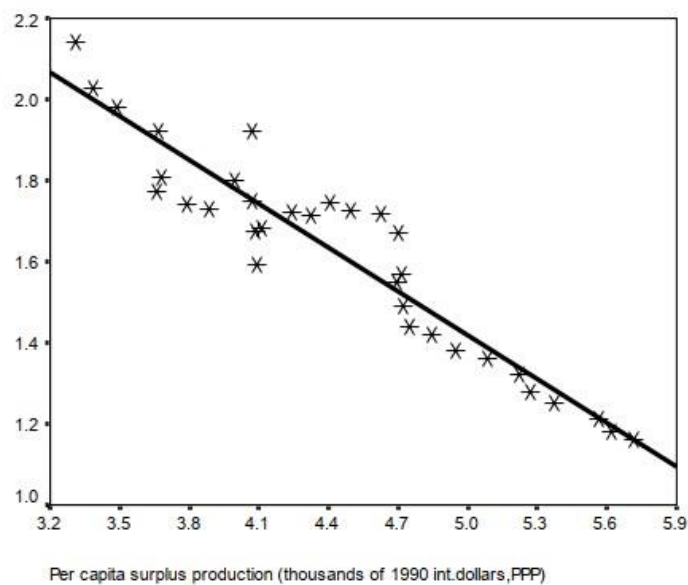
Εικόνα 11. Διάγραμμα συσχέτισης πλεόνασμα εισοδήματος > 2.400 και ρυθμός αύξησης πληθυσμού. Πηγή: (Korotayev, 2012)

Στην Εικόνα 11 φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ του πλεονασματικού κατά κεφαλήν εισοδήματος και του ρυθμού αύξησης του πληθυσμού, όταν το εισόδημα ξεπερνάει τις 3.000 δολάρια, με περίπου πλεόνασμα τις 2.500. Η συσχέτιση πέφτει στο μηδέν ακαριαία από την θετική γραμμική συσχέτιση που παρουσιάσαμε στην αρχή του κεφαλαίου.

Όταν το πλεονασματικό εισόδημα S γίνεται 3.300 δολάρια με περίπου κατά κεφαλήν εισόδημα $g = 3.700$, η συσχέτιση πλέον γίνεται αρνητική όπως φαίνεται στα δύο διαγράμματα (Εικόνα 12 και 13).



Εικόνα 12. Διάγραμμα συσχέτισης πλεόνασμα εισοδήματος > 2.400 και ρυθμός αύξησης



πληθυσμού, 1994-2002. Πηγή: (Korotayev, 2012)

Εικόνα 13. Διάγραμμα συσχέτισης πλεόνασμα εισοδήματος > 2.400 και ρυθμός αύξησης πληθυσμού, 1970-2002. Πηγή: (Korotayev, 2012)

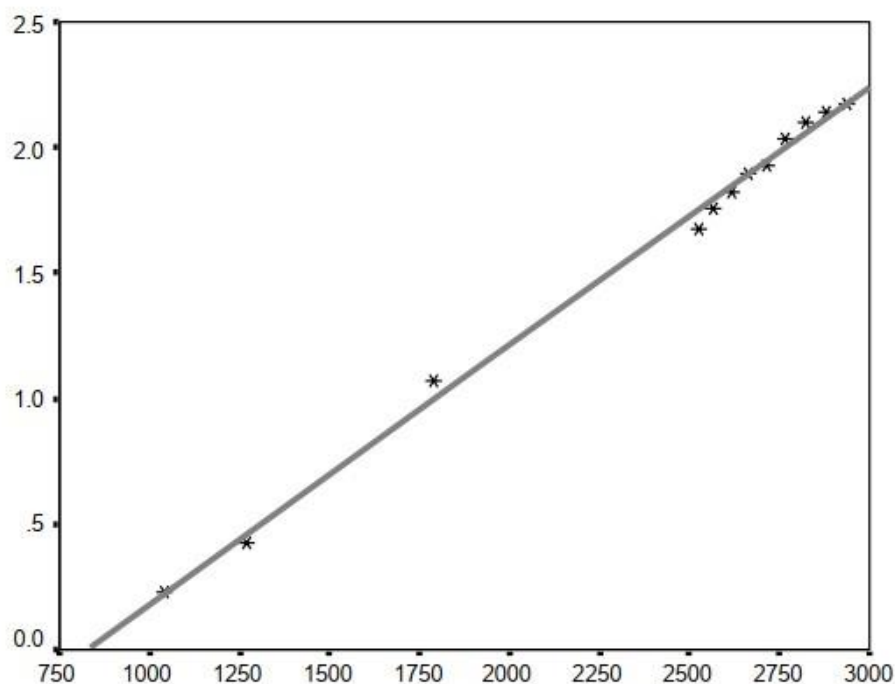
Το «πρόβλημα» που ανακύπτει με το συγκεκριμένο μαθηματικό μοντέλο είναι ότι επηρεάζεται από τις δημογραφικές φάσεις με αποτέλεσμα αν τα δεδομένα δεν χωριστούν να μην μπορεί να επιτευχθεί ανάλυση.

Με τις κατάλληλες μαθηματικές μετατροπές το υπόδειγμα μπορεί να μετατραπεί σε ένα πληθυσμιακό υπόδειγμα που εμπεριέχει και την τεχνολογία. Αποδεικνύεται και καταλήγει μαθηματικά:

$$G \frac{dN}{dt} = aT = NbSN_{\alpha}$$

$$\frac{dT}{dt} = cNT$$

Το νέο αυτό μοντέλο υπολογίζει τους ρυθμούς αύξησης του πληθυσμού για την Μαλθουσιανή δημογραφική φάση του πληθυσμού. Η ανάλυση του συγκεκριμένου υποδείγματος προσφέρει μία εξαιρετικά καλή προσέγγιση με τα δεδομένα να προσαρμόζονται στο υπόδειγμα τόσο πολύ που μπορεί να ασκηθεί κριτική για περιθώρια λάθους, καθώς δεν συνηθίζεται να βλέπουμε τόσο καλή προσαρμογή στα μαθηματικά μοντέλα στην οικονομική επιστήμη. Για την περίοδο μεταξύ του 1 – 2002 μ.Χ. το R^2 υπολογίστηκε από τον (Korotayev, 2012) με 0,98 που σημαίνει ότι 98% της μεταβλητότητας R του πληθυσμού εξηγείται από την μεταβλητότητα του πλεονασματικού εισοδήματος S . Βέβαια το 2002 ο πληθυσμός βρίσκεται σε διαφορετική δημογραφική φάση για τις περισσότερες περιοχές του πλανήτη. Σε δεύτερη ανάλυση για τα έτη 1820 – 1958 μ.Χ. το R^2 προσεγγίζει το 0,996 με το 99,6% της μεταβλητότητας να εξηγείται από το υπόδειγμα. R Παρακάτω φαίνεται στο διάγραμμα η προσαρμογή με τα δεδομένα και την γραμμή που παρήγαγε η παλινδρόμηση.



Εικόνα 14. Διάγραμμα συσχέτισης πλεονασματικού εισοδήματος και ρυθμού ανάπτυξης, 1820-1958. Πηγή: (Korotayev, 2012)

6.6 Μοντέλο Χρονο-υστέρησης

Στα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί μπορεί να συμπεριληφθεί και η υπόθεση που θέλει την χρονική καθυστέρηση της αναπαραγωγικής διαδικασίας. Αυτή η υπόθεση αποτελεί διεύρυνση των υποδειγμάτων εισάγοντας μεγαλύτερη ρεαλιστικότητα σε αυτά. Στα μοντέλα που έχουμε δείξει μέχρι στιγμής έχουν ως σιωπηρή υπόθεση την άμεση τεκνοποίηση των νέων μελών ενός πληθυσμού. Έτσι προσθέτουμε στο λογιστικό μοντέλο μία παράμετρο κύησης και ωρίμανσης των νέων μελών ενός πληθυσμού έως ότου να μπορούν να αναπαραχθούν $T > 0$. Για τον λόγο αυτό το υπόδειγμα και ένας πληθυσμός σε χρόνο t , εξαρτάται άμεσα με τον πληθυσμό σε χρόνο $t-T$.

Έτσι το υπόδειγμα γίνεται

$$\frac{dN}{dt} = rN(t) \left[1 - \frac{N(t-T)}{K} \right]$$

Η υπόθεση θέτει μία τυχαία χρονική στιγμή όπου

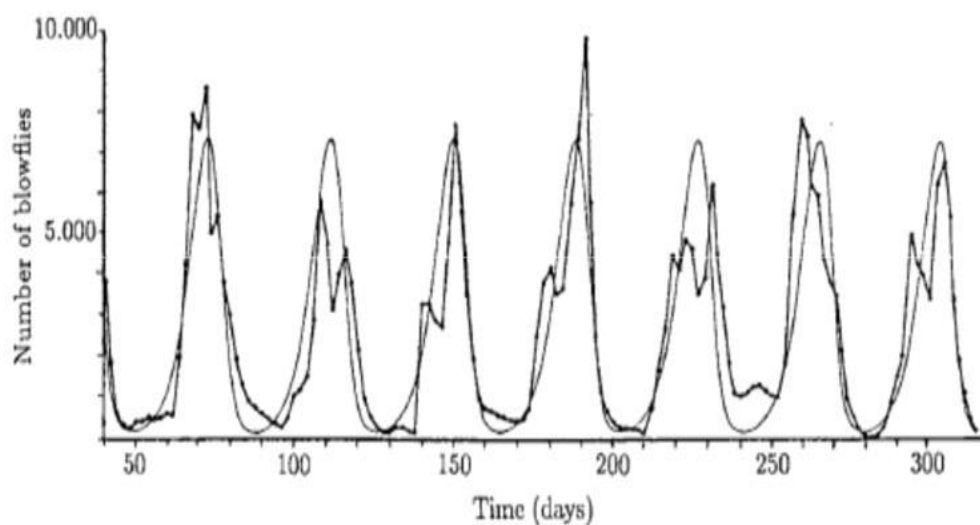
$$t < t_1, N(t_1 - T)N < (tK_1) = K$$

Ενώ για προηγούμενη χρονική στιγμή

Εύκολα αποδεικνύεται ότι ο πληθυσμός αυξάνεται έως και την στιγμή t^1 . Η αύξηση

μηδενίζεται την στιγμή $t = t_1 + T$

Στην συνέχεια η αύξηση έχει αρνητικό πρόσημο έως την στιγμή όπου μηδενίζεται για να ξανά-αυξηθεί. Στο σύστημα προστίθεται μία περιοδικότητα όπου η αύξηση κυμαίνεται σύμφωνα με μία ημιτονοειδή συνάρτηση. Το πλάτος της ταλάντωσης εξαρτάται από το γινόμενο rT . Σε πείραμά του ο Nicholson εξέτασε έναν πληθυσμό μυγών σε ελεγχόμενο περιβάλλον (ΨΑΛΤΗ, 2013). Βρήκε λοιπόν ύπαρξη περιοδικότητας κάθε 35 με 40 μέρες με $rT=2,1$ στο πείραμα που διήρκησε 2 έτη.

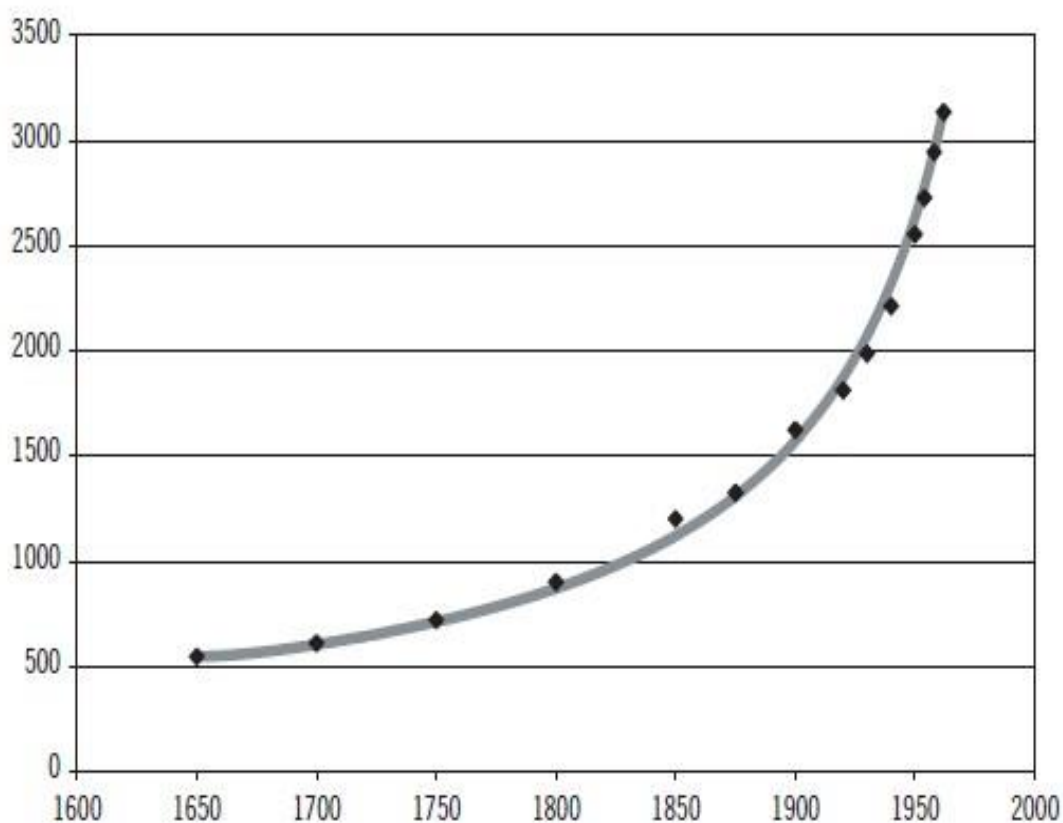


Εικόνα 15. Διαχρονική εξέλιξη πληθυσμού , Πηγή: (ΨΑΛΤΗ, 2013)

6.7 Υπόδειγμα KOROTAYEV

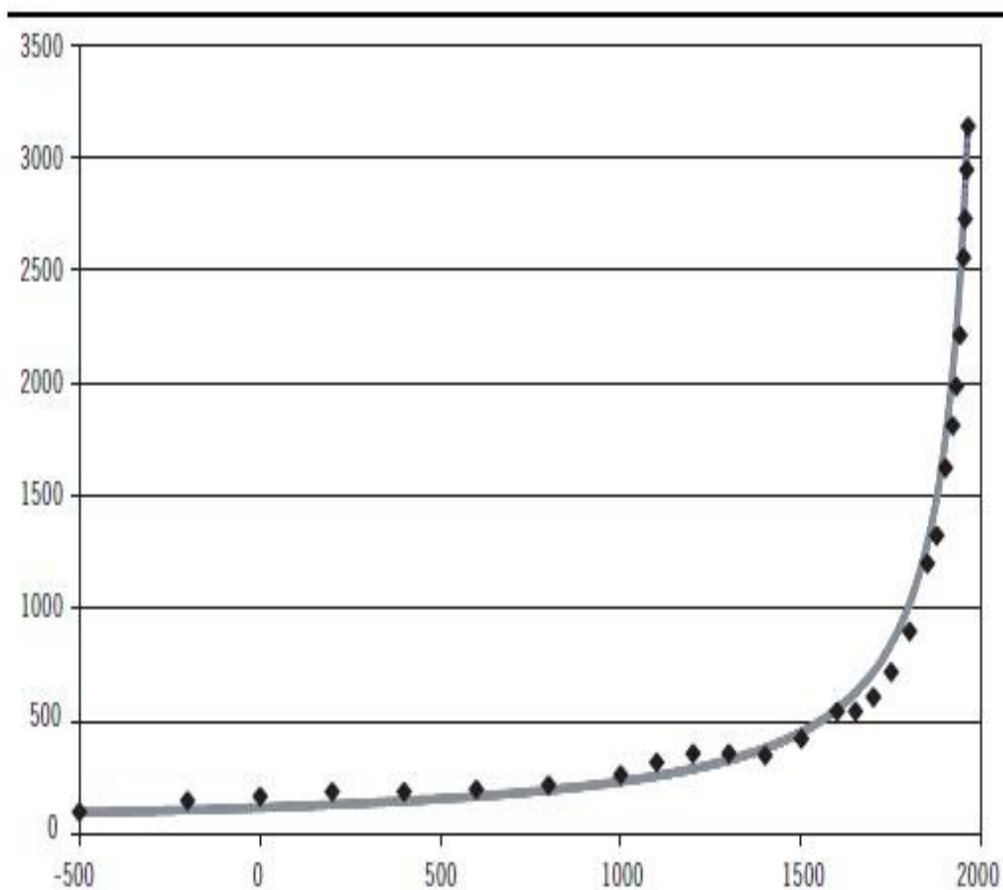
Μαθηματικά υποδείγματα υπάρχουν ουκ ολίγα ωστόσο κάποια δεν είναι αρκετά συμπαγή, σε άλλα δεν προκύπτει η δυναμική της εκθετικής αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού, ενώ για υποδείγματα όπου υπάρχουν οι δυναμικές αυτές, τα καθιστούν αρκετά πολύπλοκα. Ο Korotayev προτείνει το υπόδειγμα που αποτελείται από δύο διαφορικές εξισώσεις $\frac{dN}{dt} = a(bK$
 $- N)N$ $\frac{dK}{dt} = cNK$

όπου K είναι το επίπεδο τεχνολογίας, N είναι ο πληθυσμός, a & c σταθερές παράμετροι, ενώ το γινόμενο bK αποτελεί το μέγιστο επίπεδο πληθυσμού που μπορεί να συντηρήσει ο πλανήτης με δεδομένη τεχνολογία. Το παραπάνω υπόδειγμα αναπτύχθηκε σύμφωνα με την Μαλθουσιανή υπόθεση όπου θέλει την αύξηση του πληθυσμού να εξαρτάται και να «υποδεικνύεται» σύμφωνα με το επίπεδο της υπάρχουσας τεχνολογίας. Ανακύπτει λογικά μία σχέση μεταξύ της αύξησης του πληθυσμού και της τεχνολογικής προόδου. Το υπόδειγμα συνιστά ότι ένας μεγαλύτερος πληθυσμός δημιουργεί μεγαλύτερη αύξηση της τεχνολογικής προόδου, καθώς κατά απόλυτη τιμή υπάρχουν περισσότεροι άνθρωποι αρκετά έξυπνοι ή αρκετά τυχεροί ώστε να έχουν καινούριες ιδέες. Ιδέες που δύναται να αλλάξουν τον ρου της τεχνολογικής προόδου.



Εικόνα 16. Διαχρονική εξέλιξη παγκόσμιου πληθυσμού 1650-1962. Πηγή: (Korotayev, 2005)

Στην Εικόνα 16, ο (Korotayev, 2005) έχει αποτυπώσει σύμφωνα με το υπόδειγμά του τις εκτιμήσεις και τις παρατηρήσεις για τα έτη από το 1650 έως 1962. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις το υπόδειγμα εξηγεί το 99,78% της μεταβλητότητας του πληθυσμού, κάτι εξαιρετικά σπάνιο για ένα οικονομικό υπόδειγμα, ενώ όπως λέει ο ίδιος ο Korotayev προκαλεί έκπληξη.



Εικόνα 17. Διαχρονική εξέλιξη παγκόσμιου πληθυσμού 500 π.Χ. - 1962 μ.Χ. Πηγή: (Korotayev, 2005)

Στην επόμενη προσομοίωση που παρουσίασε, επέκτεινε το πείραμα σε χρονικό διάστημα από το 500 π.Χ. έως το 1962 μ.Χ. Στην Εικόνα 17 φαίνονται στο διάγραμμα οι παρατηρήσεις και οι εκτιμήσεις του πειράματος. Το R^2 άλλαξε σε 99,66%. Αν το πείραμα περιλάμβανε τις χρονιές από το 25.000 π.Χ. το R^2 θα γινόταν 96,2%.

Ο Korotayev καταλήγει στο εύλογο ερώτημα: «γιατί η μεταβλητότητα αλλάζει όταν αυξάνουμε το υπό εξέταση διάστημα, γιατί το υπόδειγμα ταιριάζει τόσο πολύ στις παρατηρήσεις, είναι φυσιολογικό;»

Αν η ακρίβεια είναι όντως τόσο υψηλή, προκύπτουν δύο ενδεχόμενα. Είναι μεν αρκετά δύσκολο να βελτιώσουμε το υπόδειγμα, ενώ δεν υπάρχει όφελος στο να χρησιμοποιήσουμε ένα πιο περίπλοκο υπόδειγμα. Σύμφωνα με τον ίδιο μεγάλη επιρροή αποτελεί η απομόνωση των κοινωνιών. Η απομόνωση ήταν ακόμα μεγαλύτερη για κάθε κοινωνία όσο ταξιδεύουμε τον χρόνο προς τα πίσω. Η μη-παγκοσμιοποιημένη κοινωνία αποτελούσε τροχοπέδη στην διάχυση της καινοτομίας έχοντας ως αποτέλεσμα ανάπτυξη ξεχωριστών πληθυσμών και όχι ένα ενιαίο πληθυσμιακό σύστημα.

Ακόμα μία δυσκολία του υποδείγματος είναι ότι επικεντρώνεται στην αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού εκθετικής μορφής, κάτι που από το 1963 και μετά δεν ισχύει.

7. Μοντέλα ενός είδους – διακριτά

Έχουμε αναφέρει ότι στην προσπάθεια της εξερεύνησης των μηχανισμών που διέπουν τον παγκόσμιο πληθυσμό υπάρχει η σαφής ορισμένη υπόθεση ή πολλές φορές σιωπηρή υπόθεση, σύμφωνα με την οποία ο πληθυσμός αναπαρίσταται με μία συνάρτηση μία συνάρτηση συνεχής στον χρόνο. Η συνέχεια οφείλεται στο γεγονός ότι οι έρευνες που διεξάγονται αφορούν μια τόσο μεγάλη χρονική περίοδο που η διάρκεια ανάμεσα σε διαφορετικές γενεές είναι αρκετά μικρή, παρουσιάζοντας την συνάρτηση συνεχή. Ο μεγάλος χρονικός ορίζοντας δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα της έρευνας. Ωστόσο υπάρχουν πλήθος υποδειγμάτων που εφαρμόζουν έναν τρόπο υπολογισμού τέτοιον που θεωρούν ότι ανάμεσα στις γενεές υπάρχει ένα σταθερό διάστημα ή έστω ανάμεσα στις μετρήσεις. Σύμφωνα με αυτή την θεωρία προκύπτει μία αλληλουχία δεδομένων, πληθυσμών. Κάθε μεταγενέστερος πληθυσμός προέρχεται από ένα πληθυσμό παλαιότερο, μία γενιά πίσω. Έτσι ένα πληθυσμός είναι μια ακολουθία x_n όπου ο αρχικός πληθυσμός είναι x_0 , μετέπειτα σε χρόνο t_1 ο πληθυσμός είναι x_1 , όπου αποτελεί την επόμενη γενιά, μετά σε χρόνο t_2 ο πληθυσμός είναι x_2 , που αποτελεί την δεύτερη γενιά κ.ο.κ. Για τα διακριτά μοντέλα πληθυσμών θεωρείται ότι ισχύουν οι εξής υποθέσεις:

- Το μέγεθος του πληθυσμού κάθε σταδίου καθορίζεται από το μέγεθος του πληθυσμού προηγούμενου σταδίου (του παρελθόντος)
- Τα μεγέθη του πληθυσμού μεταξύ των γενεών δεν λαμβάνονται στην εξίσωση, αφού δεν χρειάζονται και δεν παρέχουν κάποια πληροφορία
- Η χρονική περίοδος μεταξύ των γενεών είναι σταθερή

Ξεκινώντας από αυτές τις υποθέσεις η διαφορά του πληθυσμού για μία γενεά μετά, δηλαδή $x_{n+1} - x_n$ οφείλεται στους θανάτους και τις γεννήσεις.

$$x_{n+1} - x_n = (b - d)x_n =>$$

Όπου $x_{n+1} = bx_n + d$ αποτελούν $(b - d)x_n$ τους $(1 + b - d)$ ρυθμούς x_n γεννήσεων και θανάτων στον πληθυσμό αντίστοιχα. ομοιογενή εξίσωση διαφορών: $(1 + b - d)$

Αν ο παράγοντας θεωρήσουμε ότι ισούται με r , τότε οδηγούμαστε σε μία

Έτσι $x_{n+1} = r x_n$ παραπάνω x_n εξίσωση σε συνδυασμό με το πλήθος των έμβιων ανθρώπων για την πρώτη γενιά, μας οδηγεί στον υπολογισμό του πληθυσμού για κάθε γενιά.

Ακόμα προκύπτει αλγεβρικά η λύση για κάθε γενιά γνωρίζοντας τον αρχικό πληθυσμό x_0 .

Για $x_1 = r x_0$

Για $x_2 = r x_1 = r^2 x_0$

Για $x_3 = r x_2 = r^3 x_0$

Επομένως η λύση είναι η: $x_n = r^n x_0$

μηδέν, δηλαδή στην εξάλειψη, όταν το πλήθος των γενεών $|r| < 1$ τείνουν στο άπειρο. Όταν το H πορεία του πληθυσμού εξαρτάται από το r . Όταν το $r > 1$ τότε ο πληθυσμός τείνει στο $|r| > 1$ ο πληθυσμός οδεύει στο άπειρο, όταν οι γενεές τείνουν προς το άπειρο.

Σύμφωνα με το διακριτό υπόδειγμα έτσι όπως το έχουμε παρουσιάσει, παραδεχόμαστε σαν υπόθεση τον σταθερό ρυθμό του πληθυσμού, ο οποίος είναι επίσης ανεξάρτητος από το μέγεθος του πληθυσμού. Αυτό σύμφωνα και με την επιστημονική κοινότητα δεν αποτελεί ρεαλιστική αντιμετώπιση της πραγματικότητας. Ωστόσο, όταν ο πληθυσμός είναι αρκετά μικρός σε όγκο ώστε να μην περιορίζεται από το συνολικό διαθέσιμο έδαφος-περιοχή, τότε η υπόθεση δεν αποτελεί ουτοπική απλούστευση.

Ένα δημοφιλές διακριτό πληθυσμιακό μοντέλο είναι αυτό που πρότεινε ο (Verhulst, 1845). Στο συγκριμένο μοντέλο ο πληθυσμός την στιγμή που έρχεται η επόμενη γενιά αποτελείται αποκλειστικά και μόνο από τα τέκνα της προηγούμενης γενιάς, ενώ η προηγούμενη γενιά έχει αποβιώσει εξ ολοκλήρου και δεν προσμετράται στον καινούριο πληθυσμό.

$$x_{n+1} = x_n^r x_n + A$$

όπου A η ικανότητα του περιβάλλοντος να συντηρήσει τον πληθυσμό.

7.1 Λογιστική διακριτή εξίσωση διαφορών

Όπως είδαμε την συνεχή λογιστική εξίσωση, έτσι και οι δημοφιλέστερες διακριτές λογιστικές εξισώσεις διαφορών είναι οι:

$$x_{n+1} = x_n + r x_n (1 - x_n) \quad \text{ή}$$

$$x_{n+1} = r x_n (1 - x_n)$$

Και οι δύο εξισώσεις μαθηματικά μεταφέρουν την δυνατότητα του πληθυσμού να μηδενίζει τον ρυθμό αύξησής του για μεγάλους πληθυσμούς.

Σχετικά με την λογιστική διακριτή εξίσωση ο (GATTO, 1987) θεωρεί ότι: «Η ανάπτυξη αντιπροσωπεύει την καλύτερη αντιστάθμιση μεταξύ της απόκλισης από το βέλτιστο μέγεθος και κόστος αύξησης ενός πληθυσμού καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Επιπλέον, τα δύο στοιχεία της συνάρτησης κόστους είναι εξισορροπημένα ανά πάσα στιγμή, δεδομένου ότι η ανάπτυξη το κατά κεφαλήν ποσοστό είναι ανάλογο με την κανονικοποιημένη απόκλιση του πληθυσμού από το βέλτιστο μέγεθός του».

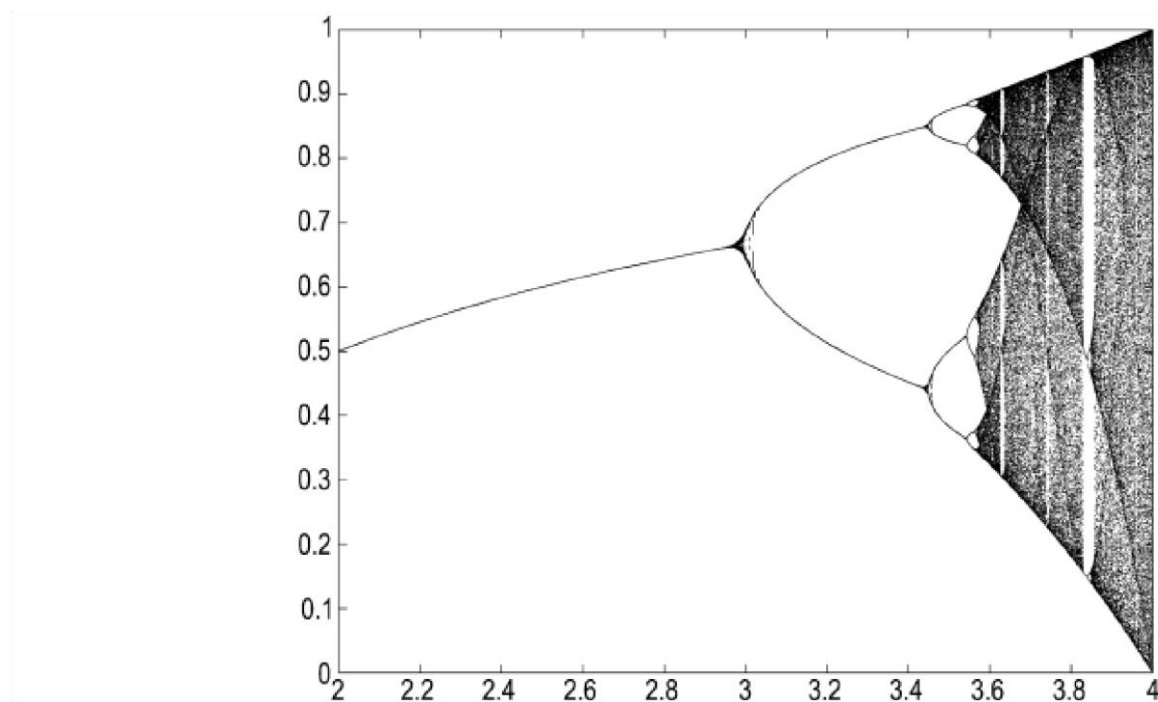
Η λύση της λογιστικής εξίσωσης είναι ασυμπτωτικά σταθερή για $0 < r < 2$ και ισχύει ότι

$$x_{\infty} = K$$

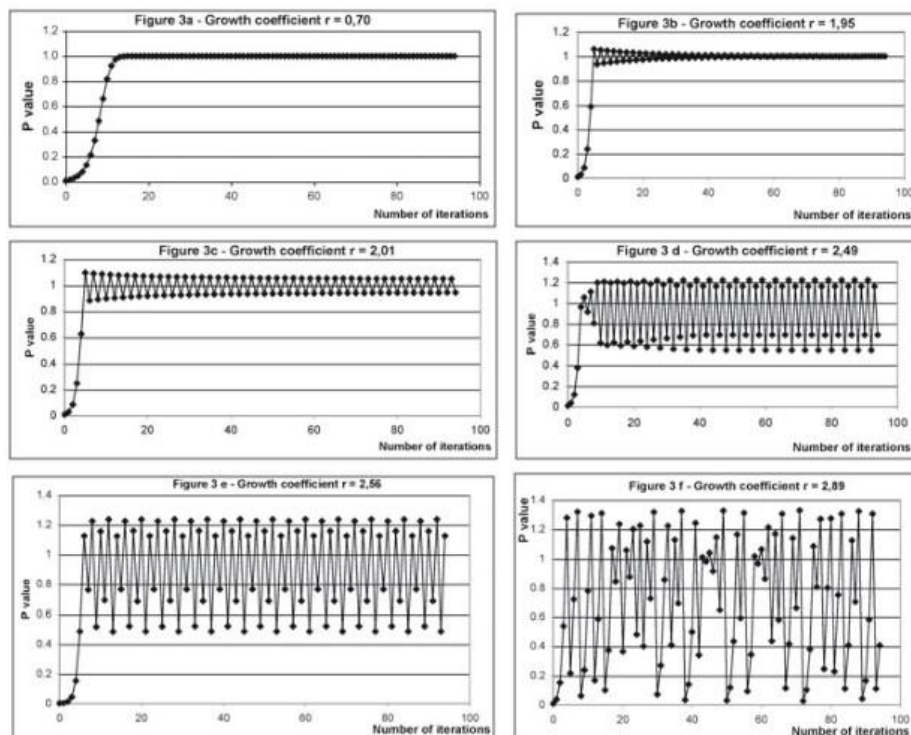
Όσο το r μεγαλώνει τόσο οι λύσεις της εξίσωσης γίνονται πιο ασταθείς και οδεύουν σε μία στοχαστικότητα - τυχειότητα. Πιο συγκεκριμένα με την βοήθεια του υπολογιστή έχει υπολογιστεί η συμπεριφορά των λύσεων όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 18, καθώς το r , μεγαλώνει. Αυτή η συμπεριφορά αναφέρεται ως «χάος».

Εικόνα 18. Ευστάθεια λύσεων λογιστικής εξίσωσης διαφορών. Πηγή: (Brauer, 1984)

Τη στιγμή που το σύστημα γίνεται χαοτικό, το μέγεθος του πληθυσμού σε κάθε βήμα της επανάληψης θα είναι διαφορετικό από την τιμή του σε οποιοδήποτε από τα προηγούμενα βήματα. Δεν υπάρχει πλέον σταθερότητα ή κανονικότητα. Εξάλλου, η μακροπρόθεσμη εξέλιξη του πληθυσμού θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από την επιλεγμένη αρχική τιμή του πληθυσμού x_n . Ακόμα και η πιο μικρή απόκλιση - ας πούμε στο εκατοστό ή στο χιλιοστό - από την αρχική τιμή, θα έχει σημαντική επίδραση και στο τέλος καταλήγουν σε μια εντελώς



διαφορετική εξέλιξη.



Εικόνα 19. Ευστάθεια λύσεων λογιστικής εξίσωσης διαφορών. Πηγή: (Kint, 2006)

Οι κατακριτές των παραπάνω προσομοιώσεων αναφέρουν ότι δεν γίνεται ο πληθυσμός x_{n+1} να γίνει αρνητικός για μεγάλα μεγέθη του πληθυσμού x , κάτι που είναι πιθανό να συμβεί με τις εξισώσεις. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί καθώς η λογιστική εξίσωση διαφορών μπορεί να μεταφραστεί και ως:

$$x_{n+1} = \frac{x_n \theta r (1 - x_n)}{K}$$

όπου επίσης ο ρυθμός ανάπτυξης τείνει στο μηδέν, όταν ο αρχικός πληθυσμός τείνει στο άπειρο, όμως ο νέος πληθυσμός x_{n+1} δεν μπορεί να είναι αρνητικός.

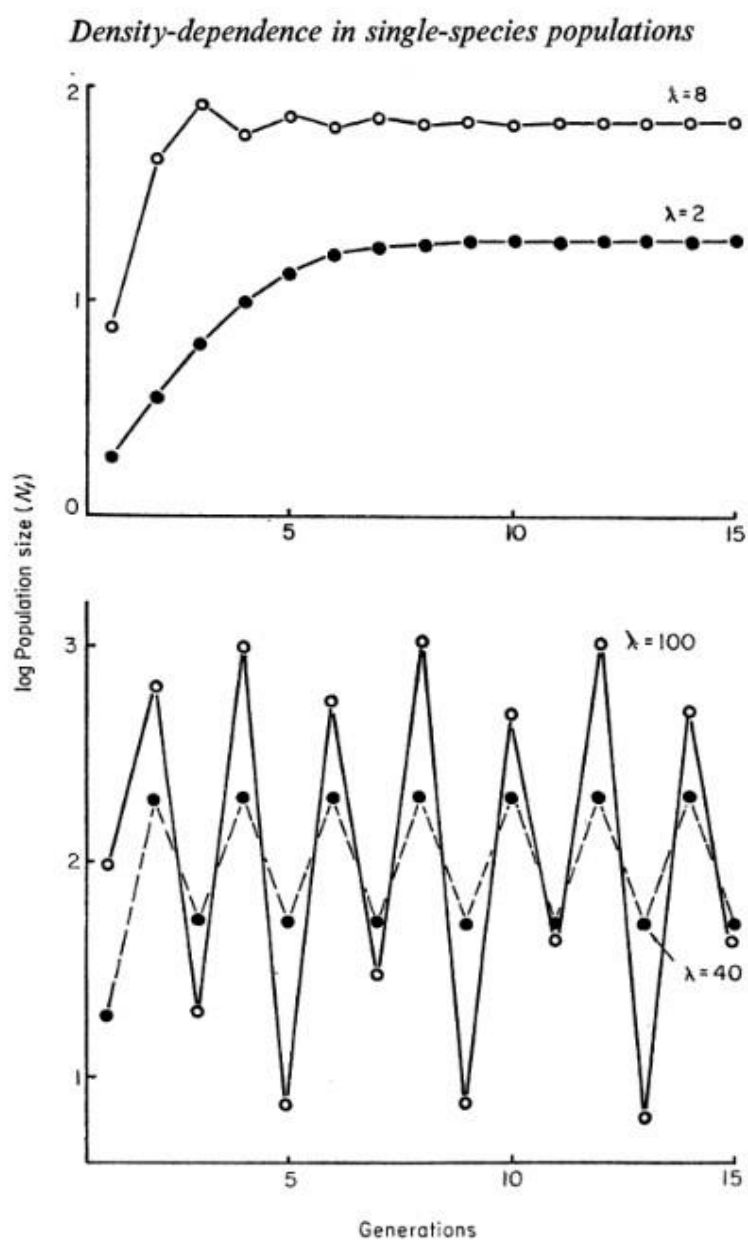
7.2 Υπόδειγμα Hassel

Το υπόδειγμα του (Hassel, 1975) είναι ένα σημαντικό μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται στη μελέτη της πληθυσμιακής δυναμικής, ειδικά στην οικολογία. Το μοντέλο αυτό αποτελεί μια και χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη δυναμική πληθυσμών που υπόκεινται σε πυκνοεξαρτώμενη θνησιμότητα. Το κύριο κίνητρο της μελέτης του ήταν η ανάγκη για ένα πιο ευέλικτο μοντέλο που να μπορεί να περιγράψει πιο ρεαλιστικά τις διακυμάνσεις των πληθυσμών, λαμβάνοντας υπόψη τις μη γραμμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων και το βαθμό ανταγωνισμού μεταξύ τους. Το μοντέλο του (Hassel, 1975) μπορεί να περιγράψει διαφορετικούς τύπους πληθυσμιακής αύξησης, από απλές σταθερές καταστάσεις μέχρι πολύπλοκες ταλαντώσεις ή ακόμα και χάος. Το υπόδειγμα παρουσιάζεται παρακάτω:

$$Ox_n + \text{πληθυσμός}_1 = \lambda x_n (1 - \alpha x_n)^{-\beta}$$
 από την μεταβλητή x για τις διαφορετικές χρονικές περιόδους

n και $n+1$. Το a είναι μια παράμετρος που σχετίζεται με την ένταση του ανταγωνισμού μεταξύ των οντοτήτων που απαρτίζουν τον πληθυσμό, το λ είναι ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού ο οποίος αντιστοιχεί στο μέσο αριθμό απογόνων που παράγει κάθε άτομο ανά γενιά και το β ελέγχει το βαθμό μη γραμμικότητας της πυκνοεξαρτώμενης θνησιμότητας. Η πυκνοεξαρτώμενη θνησιμότητα είναι ένας μηχανισμός που μας δείχνει την εξάρτηση μεταξύ του πληθυσμού και του ρυθμού θνησιμότητας. Μεγάλες τιμές του β οδηγούν σε μεγάλες αντιδράσεις της θνησιμότητας για κάθε μεταβολή του ρυθμού μεταβολής του πληθυσμού.

Παρακάτω μεταφέρουμε προσομοιώσεις που παρουσίασε ο (Hassel, 1975) σύμφωνα με το υπόδειγμά του. Στις παρακάτω περιπτώσεις διακρίνουμε τις μεταβολές του πληθυσμού για διαφορετικές περιπτώσεις. Οι σταθερές με βάση τις οποίες δημιουργήθηκαν από τον (Hassel, 1975) ήταν $\beta = 4$ και $\alpha = 0,01$. Με σταθερά τα a και β , φαίνεται η αστάθεια του υποδείγματος που δημιουργείται όσο αυξάνουμε τον ρυθμό αύξησης του πληθυσμού λ .



Εικόνα 20. Ευστάθεια λύσεων υποδείγματος Hassel. Πηγή: (Hassel, 1975)

8. Μαθηματικά μοντέλα δύο ειδών

Μέχρι στιγμής έχουμε αναφερθεί σε πληθυσμιακά μοντέλα ενός είδους. Σε αυτό το σημείο της εργασίας θα ασχοληθούμε με πληθυσμιακά μοντέλα δύο ή περισσότερων ειδών. Τέτοιου είδους υποδείγματα αναπτύχθηκαν κατά κύριο λόγο για την εξέταση πληθυσμών του ζωικού βασιλείου. Προκύπτει λοιπόν η εύλογη απορία για ποιον λόγο πρόκειται να αναφερθούμε σε τέτοια μοντέλα ενώ η εργασία μας ασχολείται γύρω από ανθρώπινους πληθυσμούς. Εξετάζοντας την βιβλιογραφία αρχικά καταλαβαίνουμε ότι πολλοί ερευνητές αναφέρουν τέτοιου είδους υποδείγματα για ανθρώπινους πληθυσμούς. Ο βασικός λόγος είναι ότι τα υποδείγματα αυτά εντάσσουν με μαθηματικό τρόπο τους όρους ανταγωνιστικότητας που συναντάται στον πραγματικό κόσμο. Αποτελούν έτσι σημαντικό έναυσμα για την εξέταση ενός υποδείματος όπου ο ανθρώπινος πληθυσμός ανταγωνίζεται για ένα αγαθό X έναντι κάποιου ή κάτι άλλου. Δύο σενάρια αρκετά πιθανά μπορεί να λάβουν χώρα στο εγγύς μέλλον. Θεωρώ πως σύντομα θα αναπτυχθούν υποδείγματα που εντάσσουν τον ανταγωνισμό μεταξύ των ανθρώπων, οι οποίοι θα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη φυλή ή την χώρα που μένουν ως προς αγαθά, όπως παροχή νερού, ενέργειας κτλ. Αυτός ο ανταγωνισμός θα τείνει να μειώσει τον συνολικό πληθυσμό ή εν γένει θα αναπτυχθούν μηχανισμοί που επηρεάζουν τον πληθυσμό, όπως τα μαθηματικά υποδείγματα που εξετάζουμε παρακάτω. Ο παραπάνω ισχυρισμός έχει διατυπωθεί ως ανησυχία αρκετές φορές ήδη από τους επιστήμονες της νέας εποχής. Άλλο ένα σενάριο που είναι εξίσου πιθανό κατά την άποψή μας είναι ότι ο ανταγωνισμός θα τεθεί υπό την μορφή περιορισμού από κάποια ανωτέρα βία, όπως παραδείγματος χάρι ελλειπείς πόροι στο περιβάλλον. Έτσι μια πίεση στον συνολικό πληθυσμό μπορεί να προέρχεται όχι από ένα άλλο είδος (θηρευτή) αλλά από κάποια άλλη δύναμη, η οποία μπορεί να ερμηνευτεί μαθηματικά σε υπόδειγμα όπως ο θηρευτής.

Επίσης σε μια διαδικασία τέτοια όπου εξετάζουμε την δυναμική του παγκόσμιου πληθυσμού, δεν μπορούν να λείπουν τα υποδείγματα με παραπάνω από ένα είδος. Ο άνθρωπος για περισσότερα χρόνια από αυτά που εξετάζονται σε υποδείγματα ενός είδους, ήταν ένα μη ανεπτυγμένο είδος, στενά συνδεδεμένο με το ζωικό βασίλειο και το περιβάλλον στο οποίο ζούσε. Αυτό συνεπάγεται ότι ο πληθυσμός του εξαρτιόταν άμεσα από τους φυσικούς εχθρούς του. Για τον λόγο αυτό και από την στιγμή που εξακολουθεί να ανήκει στο ζωικό βασίλειο κρίνεται απαραίτητο να παρουσιαστούν τα μαθηματικά μοντέλα που αναδεικνύουν την συνύπαρξη του είδους μας με μία σχετικά «απειλή». Ένα παράδειγμα αποτελεί και η πρόσφατη εμπειρία μας με την πανδημική κρίση. Μπορεί παλιά η απειλή του είδους μας από κάποιον ιό να αποτελούσε σενάριο επιστημονικής φαντασίας, το πρόσφατο παρελθόν μας επανάφερε στην πραγματικότητα και μας θύμισε την εύθραυστη φύση του ανθρώπου. Σε ένα σενάριο παρατραβηγμένο, οι δύο πληθυσμοί, ο ανθρώπινος από την μία και ο πληθυσμός του ιού από την άλλη θα μπορούσε να συνυπάρχουν, με τους μηχανισμούς συνύπαρξης δε να αποδίδονται από τα μοντέλα που παρουσιάζουμε παρακάτω (Στρατής, 2023).

Μελετώντας τα υποδείγματα καταλήγουμε ότι σίγουρα τα καταλληλότερα μοντέλα που αποδίδουν την πραγματική εικόνα του παγκόσμιου πληθυσμού είναι τα μοντέλα ενός είδους, σύμφωνα με την παρούσα πραγματικότητα.

8.1 Μοντέλο Lotka – Volterra

Το μοντέλο Lotka-Volterra είναι γνωστό ως μοντέλο θηράματος – θηρευτή και εξετάζει την δυναμική δύο πληθυσμών από δύο διαφορετικά είδη που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και διατηρούν μία σχέση τύπου θηράματος – θηρευτή. Το σύστημα στην απλούστερη μορφή του είναι δύο διαφορικές εξισώσεις.

Ο Volterra (1926) πρότεινε το μοντέλο για να εξηγήσει τις πληθυσμιακές μεταβολές των ψαριών της Ανδριατικής, ενώ ο Lotka παρουσίασε παρόμοιο μοντέλο εξισώσεων για μια χημική αντίδραση, η οποία εμφανίζει περιοδική συμπεριφορά των συγκεντρώσεων των χημικών στοιχείων. Το μοντέλο θέτει τις βάσεις για άλλα μοντέλα πιο ρεαλιστικά καθώς το ίδιο διαθέτει αδυναμίες.

Το υπόδειγμα υιοθετεί τις εξής υποθέσεις:

- Το θήραμα έχει πρόσβαση σε απεριόριστους πόρους (τροφή)
- Το θήραμα αυξάνεται εκθετικά όπως συνέβαινε και με το Μαλθουσιανό υπόδειγμα, ειδικά στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει θηρευτής
- Ο πληθυσμός του θηρευτή μειώνεται με εκθετικό ρυθμό μέχρι να μηδενιστεί απουσία του πληθυσμού του θηράματος
- Ο πληθυσμός του θηράματος μειώνεται σε ποσοστό ανάλογο του πληθυσμού του θηρευτή
- Ο πληθυσμός του θηρευτή αυξάνεται σε ποσοστό ανάλογο του πληθυσμού του θηράματος x : πληθυσμός θηράματος y : πληθυσμός θηρευτή t : χρόνος

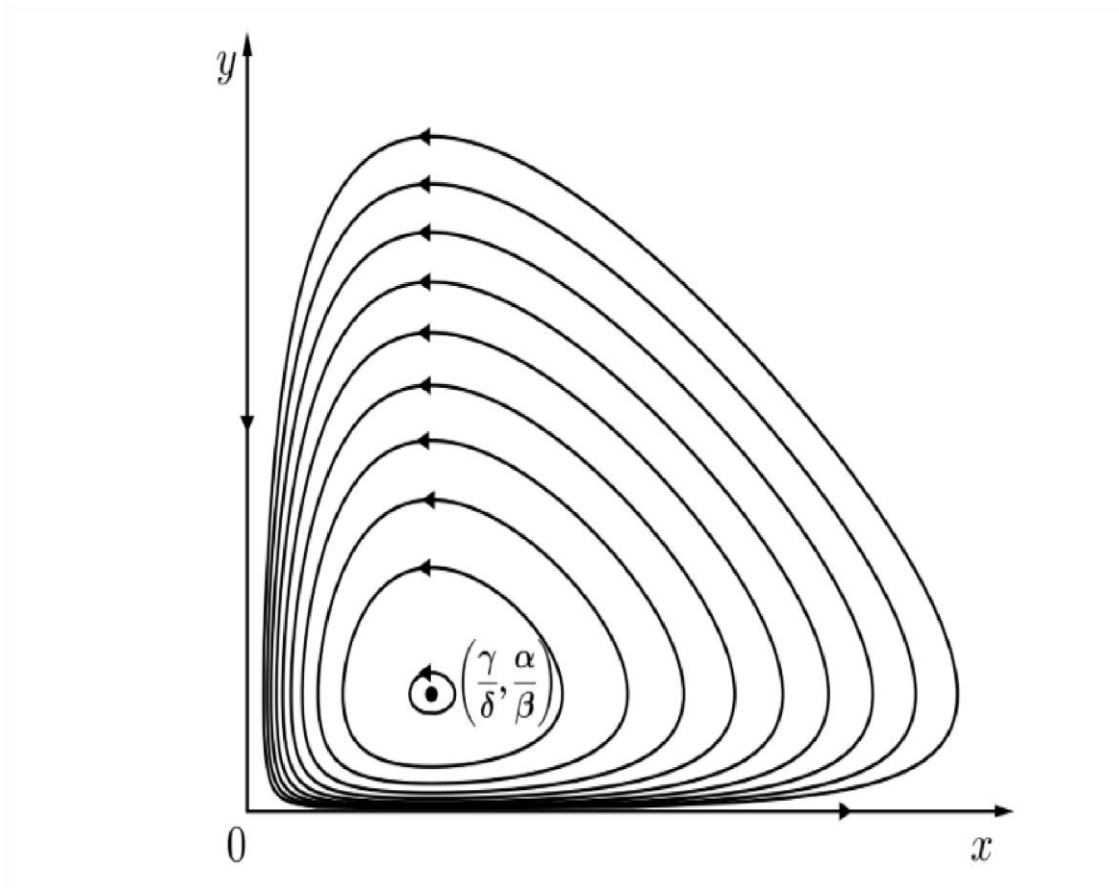
Το σύστημα εξισώσεων είναι :

$$\frac{dx}{dt} = ax - \beta xy$$

$$\frac{dy}{dt} = -\gamma y + \delta xy \quad \text{με } \alpha, \beta, \gamma, \delta > 0$$

Οι εξισώσεις επικυρώθηκαν από τον Gauss, όπου διαπίστωσε μέσα από πειραματισμό ότι οι περιοδικές διακυμάνσεις του μοντέλου Lotka-Volterra συμβαίνουν στην πραγματικότητα υπό ελεγχόμενες πειραματικές συνθήκες, ενώ ο Volterra απέδειξε πως οι διακυμάνσεις που καταδεικνύει το μοντέλο είναι αποτέλεσμα της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης των πληθυσμών και δεν προέρχεται από εξωτερικές μεταβολές που εξηγούνται από τις κλειστές τροχιές γύρω από το σημείο ισορροπίας.

Το σύστημα των εξισώσεων δεν έχει μοναδική λύση, αλλά δημιουργεί σωρεία λύσεων όπου κάθε τροχιά αποτελεί περιοδικές λύσεις με σημείο ισορροπίας να αποτελεί το σημείο $PP = (-d^c, a_b)$. Το επόμενο χαρακτηριστικό είναι ότι το μοντέλο δεν είναι ευσταθές ως προς τις λύσεις του όπως φαίνεται και στην εικόνα 21. Αυτό σημαίνει ότι μικρές αλλαγές στα δεδομένα επιφέρουν μεγάλες αλλαγές στην τροχιά-σύνολο περιοδικών λύσεων.



Εικόνα 21. Ευστάθεια λύσεων - Μοντέλο Lotka – Volterra. Πηγή: (Kingsland, 1995)

8.2 Υπόδειγμα Rosenzweig-MacArthur

Το μοντέλο των Rosenzweig-MacArthur είναι και αυτό μοντέλο θηράματος-θηρευτή, ενώ θεωρείται ότι δύναται να εξηγήσει καλύτερα τις περιοδικότητες.

Σύμφωνα με το μοντέλο x είναι η πληθυσμιακή πυκνότητα του θηράματος και y του θηρευτή.

$\frac{dx}{dt}$ = ρυθμός γεννήσεων μείον τους θανάτους λόγω διαφόρων λόγων και μείον τους

$\frac{dx}{dt}$ θανάτους λόγω θηρευτή

$\frac{dY}{dt} =$ ρυθμός αναπαραγωγής μείον τον ρυθμό θανάτων

$$\frac{dX}{dt} = \epsilon r X \left(1 + \frac{1}{K} X \right)^{-1} - \mu Y (1 + a X)^{-1}$$

όπου

h : μέσος χρόνος κατανάλωσης θηράματος από τον θηρευτή

aX : για δεδομένη χρονική διάρκεια, ποσότητα θηραμάτων ανά θηρευτή που καταναλώθηκαν

ϵ : η ικανότητα του θηράματος να μετατραπεί σε θηρευτή

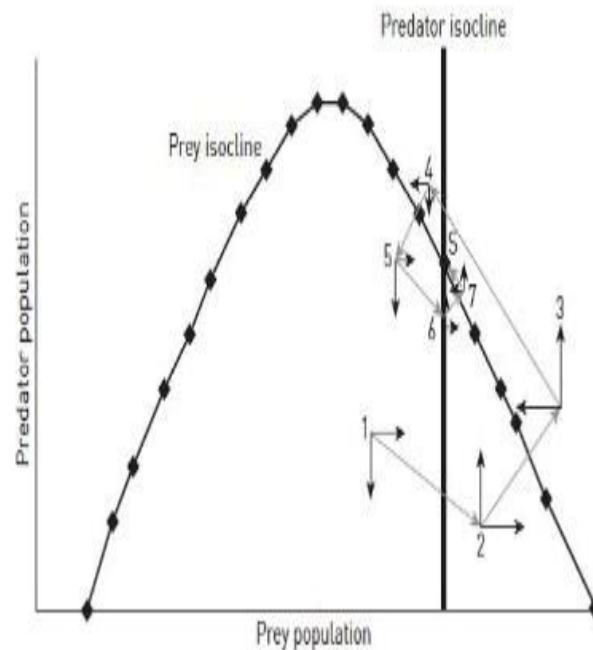
μ : ποσοστό θνησιμότητας των θηρευτών

Το παραπάνω μοντέλο φαίνεται να επεξηγείται επαρκώς και γραφικά. Οι δύο πιο πάνω συναρτήσεις μεταφέρονται σε ένα γράφημα (βλ. Εικόνα 22). Η κάθετη γραμμή είναι η πληθυσμιακή πυκνότητα του θηρευτή. Όσο πιο δεξιά βρίσκεται τόσο πιο μη-αποδοτικός είναι ο θηρευτής. Η καμπύλη αποτελεί τον πληθυσμό του θηράματος. Η ισορροπία επιτυγχάνεται στο σημείο S, σημείο τομής των δύο γραμμών (Εικόνα 22). Αν ο θηρευτής γίνει πιο αποδοτικός και επομένως η κάθετη γραμμή μετακινηθεί πιο αριστερά, το σύστημα σύμφωνα με την μαθηματική του λύση αποσταθεροποιείται και εξαφανίζονται και οι δύο πληθυσμοί θηράματος και θηρευτή (Εικόνα 23).

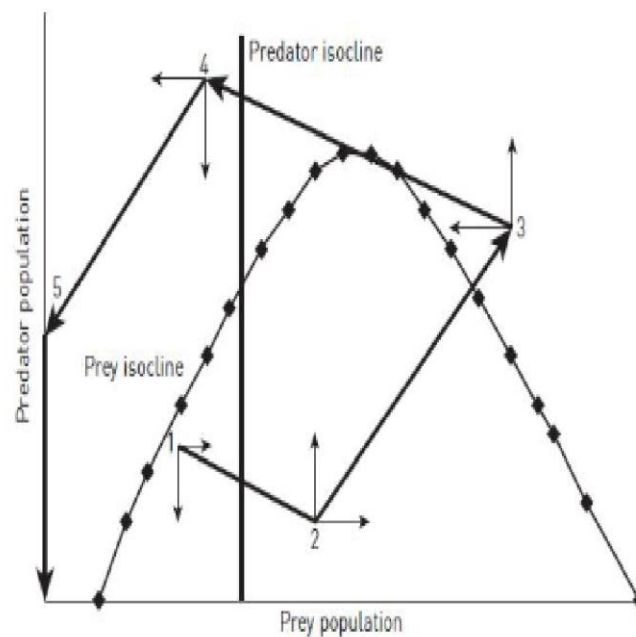
Σκεπτόμενοι λίγο διαφορετικά, μπορούμε με σταθερή την πληθυσμιακή πυκνότητα του θηρευτή και αυξάνοντας την φέρουσα ικανότητα του περιβάλλοντος να φιλοξενήσει τα θηράματα, οδεύουμε από την μία κατάσταση της Εικόνας 22, δηλαδή στην κατάσταση της Εικόνας 23. Επομένως με δημιουργία προϋποθέσεων για φιλοξενία μεγαλύτερων πληθυσμών σε ένα περιβάλλον καταλήγουμε στην εξαφάνιση και των δύο ειδών. Αυτό αναφέρεται ως το παράδοξο του εμπλουτισμού στην βιβλιογραφία μας.

Σύμφωνα με το υπόδειγμα έχουμε τέσσερα ενδεχόμενα περιπτώσεων.

- I) Αμφιταλάντευση των δύο πληθυσμών με αυξανόμενο πλάτος, αποσταθεροποίηση συστήματος και εξαφάνιση και των δύο ειδών
- II) Αμφιταλάντευση των δύο πληθυσμών με σταθερά πλάτη έτσι ώστε να υπάρχουν περιοδικότητες, ωστόσο να συνυπάρχουν οι δύο πληθυσμοί
- III) Στάσιμη κατάσταση χωρίς περιοδικότητες συνύπαρξης
- IV) Αποτυχία επιβίωσης του θηρευτή. Επιβίωση μόνο του θηράματος και αύξηση του πληθυσμού έως την φέρουσα ικανότητα του περιβάλλοντος



Εικόνα 22. Διαγραμματική λύση Μοντέλου των Rosenzweig-MacArthur. Σταθεροί πληθυσμοί. Πηγή: (Lèno, 2012)



Εικόνα 23, Ευστάθεια λύσεων Μοντέλου των Rosenzweig-MacArthur. Εξαφάνιση δύο πληθυσμών. Πηγή: (Lèno, 2012)

Σύμφωνα με την επιστημονική γνώμη και τον Korotayev (2005), τα μαθηματικά μοντέλα τύπου θήτη-θηράματος δεν προσδίδουν πληροφόρηση για τον παγκόσμιο πληθυσμό του ανθρώπου. Ο άνθρωπος έχει πάψει προ πολλού να αποτελεί θήραμα, ενώ και οι περιπτώσεις που αποτελούσε θήτης επίσης έχουν εκλείψει, αφού έχει ξεχωριστεί από το ζωικό βασίλειο.

Μπορούν όμως τέτοιου είδους μοντέλα να μετατραπούν και να φανούν χρήσιμα για κρίσεις όπως πόλεμους, κοινωνικοπολιτικές κρίσεις, πανδημίες κτλ. Πλέον έχουμε ήδη περάσει μία πανδημική κρίση οπότε θα μπορούσε να γίνει μία ανάλυση σύμφωνα με το υπόδειγμα.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Ο πληθυσμός αναπολεί αρκετές φορές το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, των ρυθμιστικών αρχών και των απλών πολιτών. Το ύψος του πληθυσμού παγκοσμίως μεταβάλλεται συνεχώς, ενώ δημιουργούνται υποδείγματα που μπορούν να αποτυπώσουν επαρκώς την εξέλιξή του. Φαίνεται ότι διάφορα γεγονότα, κρίσεις και ερεθίσματα του μεγέθους του παγκόσμιου πληθυσμού επηρεάζουν, αλλά δεν αλλάζουν την πορεία του στο βάθος του χρόνου. Επιπροσθέτως, η τεράστια αύξηση των τελευταίων αιώνων φαίνεται να σταματάει την πρόοδό της δείχνοντας σημάδια κόπωσης που μπορεί να οφείλεται στο έναυσμα μιας καινούργιας περιόδου για την ανθρωπότητα. Η φυσική πορεία του πληθυσμού μπορεί να μην μπορεί να διερευνηθεί στον ύψιστο βαθμό, αφού ο πληθυσμός που καταγράφεται είναι απόρροια πολλών μεταβλητών που ίσως δεν μπορούν να εξισορροπηθούν μεταξύ τους όπως πόλεμοι, υγειονομικές κρίσεις, πολιτικές χειραγώγησης κ.α. Για πολλά χρόνια ο άνθρωπος ως ένα είδος λιγότερο ανεπτυγμένο, με περιορισμένη αντίληψη δεν μπόρεσε να καταγράψει δεδομένα που θα μας ήταν πολύτιμα.

Στο υπόδειγμα του Korotayev ίσως να μπορούσαμε να κάνουμε την υπόθεση πως η τεχνολογία που μπορεί να υιοθετηθεί από έναν άνθρωπο περιορίζει την ανάπτυξη ή μια τελείως διαφορετική υπόθεση θα μπορούσε να ήταν ότι γενικά σαν ανθρωπότητα θα υπάρξει μέγιστος βαθμός τεχνολογίας που μπορούμε να αναπτύξουμε. Για την δεύτερη υπόθεση δεν έχουμε καμία ένδειξη, ενώ δεν μπορεί να εξηγήσει τις διαφορές της εφαρμογής του υποδείγματος διαχρονικά. Σύμφωνα με αυτό και με την σκέψη ότι οι άνθρωποι δυσκολεύονται να υιοθετήσουν νέες τεχνολογίες, διαδικασίες, ιδέες κτλ. μπορούμε να τροποποιήσουμε το υπόδειγμα του. Μια έντονη ανάπτυξη του πληθυσμού θα αύξανε τον πληθυσμό. Ο αυξημένος πληθυσμός θα αύξανε περαιτέρω την τεχνολογία. Όσο μεγαλύτερος ο πληθυσμός και η τεχνολογία, τόσο μεγαλύτερες θα είναι και οι αυξήσεις. Δημιουργείται μια κοινωνία όπου μετά από κάποια χρόνια έχει προχωρήσει τόσο η τεχνολογία όσο και οι άνθρωποι, οι γηραιότεροι κατά το πλείστον, που δεν μπορούν να ακολουθήσουν. Το υπόδειγμα που προτείνουμε παράγει τις εξισώσεις:

$$K_{t+1} = K_t + cN_t K_t$$

$$N_{t+1} = N_t + a(bK_{t+1} - N_t \overline{K_{t+1}})N_t$$

K είναι το επίπεδο τεχνολογίας, N είναι ο πληθυσμός, a σταθερή παράμετρος, ενώ το γινόμενο bK αποτελεί το μέγιστο επίπεδο πληθυσμού που μπορεί να συντηρήσει ο πλανήτης να κάνουμε λιγότερο ευαίσθητες τις αυξήσεις για μεγαλύτερα επίπεδα τεχνολογίας. Όταν η με δεδομένη τεχνολογία H μόνη διαφορά με το αρχικό υπόδειγμα είναι πως προσπαθήσαμε τεχνολογική πρόοδος και συγκεκριμένα η υπάρχουσα τεχνολογία είναι ποσοστιαία αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με το τετράγωνο της τεχνολογίας κατά την προηγούμενη περίοδο, τότε μειώνεται το χάσμα μεταξύ του εν δυνάμει πληθυσμού που μπορεί να φιλοξενήσει η Γη και του πραγματικού πληθυσμού. Με τη χρήση του όρου που είναι υπό μελέτη K_{t+21} πιθανόν να

επιτευχθεί εξαγωγή ορθου αποτελέσματος. Ενδέχεται η χρήση του αρχικού k τύπου να μην αποτυπώνεται ορθά μαθηματικώς ή να υφίσταται μια άλλη σχέση, όμως η υπόθεση ενδεχομένως να εξηγήσει την αλλαγή του φαινομένου της εκθετικής αύξησης του πληθυσμού. Επιπροσθέτως, η αλλαγή στην μεταβλητότητα μπορεί να εξηγηθεί αφού όσο παλαιότερα κοιτάμε στο παρελθόν τόσο πιο δύσκολη ήταν η σύνδεση με την πρόοδο.

Επιλέξαμε το υπόδειγμα του Korotayev διότι έχει κατά την άποψή μας την καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα με την λιγότερη πολυπλοκότητα. Κάθε υπόδειγμα από αυτά που παρουσιάσαμε αποτελεί και ένα μοναδικό τρόπο με τον οποίο μπορούμε να αφογκραστούμε την εξέλιξη του πληθυσμού. Κάθε υπόδειγμα έχει το δικό του σύστημα μεταβλητών. Ο τρόπος επίλυσης και οι μεταβλητές αυτές καθ' αυτές μεταφέρουν τον μηχανισμό που διέπει τον πληθυσμό. Τα τελικά αποτελέσματα επιβεβαιώνουν κατά πόσο χρήσιμο είναι ένα υπόδειγμα αντιπαραβάλλοντάς το με τα πραγματικά δεδομένα. Όσο καλύτερα μπορεί να προβλέψει νέες τιμές ή να εξηγήσει τις ήδη υπάρχουσες τόσο πιο «καλό» είναι το υπόδειγμα. Από την αντίθετη μεριά όσο περισσότερη πληροφορία προσθέτουμε στο υπόδειγμα μέσω πολύπλοκων μαθηματικών, μεταβλητών και εννοιών τόσο πιο πολύπλοκο γίνεται το υπόδειγμα. Η πολυπλοκότητα βέβαια κατά μία έννοια μεταβάλλει και την αποτελεσματικότητα, ωστόσο δεν συμβαίνει πάντα. Το μοντέλο που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε σαν πρότυπο, αποτελεί μια πολύ καλή ισορροπία μεταξύ πολυπλοκότητας και αποτελέσματος κάνοντάς το ιδανικό για το υπόδειγμα-πρόταση που παρουσιάσαμε.

Παρακάτω θα μεταφέρουμε το σκεπτικό σύμφωνα με το οποίο εμπνευστήκαμε το υπόδειγμα-πρόταση, υπό την μορφή παραδείγματος. Μπορούμε να σκεφτούμε ομάδες ανθρώπων σε διαφορετικές περιόδους μέσα στον ρου της ιστορίας. Περίπου το 5.000 π.Χ. οι άνθρωποι ανακάλυψαν έναν τρόπο ώστε να καλύψουν τις ανάγκες τους για τροφή μέσω της γεωργίας. Η γεωργία φαίνεται ωστόσο να υφίσταται από το 10.000 π.Χ., χρειάστηκαν όμως χιλιάδες χρόνια ώστε να διαδοθεί. Περί το 500 π.Χ. εμφανίζεται η γραφή με φωνητικό αλφάβητο από τους Αρχαίους Έλληνες και η φιλοσοφία, όπου διαδόθηκαν μέσα σε εκατοντάδες χρόνια. Η τυπογραφία χρειάστηκε περίπου 50-100 χρόνια από το 1.440 μ.Χ. Τέλος οι υπολογιστές-διαδίκτυο της σύγχρονης εποχής διαδόθηκαν μέσα σε 10-20 χρόνια. Εν κατακλείδι, όταν

λάβουμε υπόψη μας μεγάλο εύρος της ιστορίας καταλαβαίνουμε ότι η υιοθέτηση νέας τεχνολογίας, η ουσιαστική και πλήρης εφαρμογή της νέας τεχνολογίας και ο διαμοιρασμός της πληροφορίας μεταξύ του πληθυσμού, πραγματοποιείται όλο και γρηγορότερα με την πάροδο του χρόνου. Αυτό εξηγούμε και στην παραπάνω ιστορική αναδρομή από το 10.000 π.Χ. έως σήμερα. Έτσι ενώ η δυνατότητα της συντήρησης του πληθυσμού μέσω των νέων επιτευγμάτων του ανθρώπινου γένους επιτυγχάνεται ραγδαία, η ανταπόκριση του ρυθμού μεταβολής του πληθυσμού καθυστερεί, δείχνει σημάδια κόπωσης και αλλάζει μορφή από αύξοντα με εκθετικό ρυθμό, σε αύξοντα με φθίνον ρυθμό.

Η πρότασή μας για μελλοντικές έρευνες αποτελείται από δύο σκέλη. Το πρώτο είναι η μεγάλη προσαρμογή των δεδομένων που εμφανίζεται στην μελέτη του Korotayev, η οποία ίσως είναι υπερβολική για το εύρος των δεδομένων και της τυχαιότητας που εμπεριέχεται στο υπόδειγμα. Το δεύτερο σκέλος είναι πως η υπόθεση που κάναμε χρήζει μελέτης καθώς είναι αρκετά ενδιαφέρουσα και μπορεί να δημιουργήσει ένα προηγμένο υπόδειγμα .

Εκτός από την δική μας μοντελοποίηση μπορούμε να προτείνουμε αρκετά και ενδιαφέροντα εναλλακτικά υποδείγματα ή έστω να θέσουμε την αρχική δική μας παρατήρηση που μπορεί να επιφέρει την ανάδειξη ενός καινούριου υποδείγματος ή την εξέλιξη ενός ήδη υπάρχοντος.

Κάποια από τα μαθηματικά μοντέλα που παρουσιάσαμε προσθέτουν την τεχνολογική εξέλιξη ως ένα σημαντικό παράγοντα στην εξέλιξη του πληθυσμού. Ο παράγοντας αυτός λειτουργεί στους μηχανισμούς του πληθυσμού μεταβάλλοντάς τον. Η τεχνολογική εξέλιξη ή αλλαγή μεταφέρεται σε κάθε μοντέλο ξεχωριστά ανάλογα τον εμπνευστή του. Όλοι όμως αποδίδουν το συγκεκριμένο μέγεθος συλλογικά για όλο τον πληθυσμό της Γης. Σε αυτό το στάδιο εμείς προτείνουμε ότι κάτι τέτοιο μπορεί να μην αποτελεί το σωστό και μια αλλαγή στην ένταξη της τεχνολογίας σε κάποιο υπόδειγμα μπορεί να μεταφέρει περισσότερη πληροφορία στο υπόδειγμα με τρόπο τέτοιο που θα βελτιώσει την ικανότητα πρόβλεψης ή την προσαρμογή των παρατηρήσεων (δεδομένων) στο υπόδειγμα αυτό. Σύμφωνα με την οικονομική επιστήμη, καθώς και από την εμπειρία μας, κάθε χώρα υιοθετεί διαφορετικό επίπεδο τεχνολογίας. Η βασική απόδειξη αυτού είναι ο διαχωρισμός του κόσμου ή καλύτερα των χωρών σε ανεπτυγμένες, αναπτυσσόμενες ή υποανάπτυκτες. Σύμφωνα και με τα όσα είπαμε σε προηγούμενα κεφάλαια κάθε χώρα ανάλογα τον χαρακτηρισμό της ως προς το επίπεδο ανάπτυξής της έχει και διαφορετική τάση ανάπτυξης πληθυσμού. Επίσης μια υπόθεση για ύπαρξη ίσης κατανομής μεταξύ των δυνάμεων αυτών έτσι ώστε να εξουδετερώνει η μία την άλλη, μπορεί να χαρακτηριστεί τελείως αυθαίρετη καθώς δεν υπάρχουν δεδομένα που να υποστηρίζουν αυτόν τον ισχυρισμό. Ένα υπόδειγμα που θα σταθμίζει διαφορετικά γεωγραφικά μέρη σύμφωνα με την τεχνολογική φάση στην οποία βρίσκονται ίσως να αποτελέσει ένα καλύτερο παράδειγμα πιο κοντά στην πραγματικότητα. Πέρα από αυτό όμως, το νέο υπόδειγμα που θα προκύψει από την περισσότερη πληροφορία που θα εμπεριέχει ίσως καταφέρει να αποδώσει καλύτερα και να καταγράψει υψηλότερα αριθμητικά αποτελέσματα ως προς την εφαρμογή του.

Επίσης η ένταξη της τεχνολογίας σε κάθε υπόδειγμα ερμηνεύεται διαφορετικά. Πέρα από την επιλογή διαφορετικών δεικτών για την αποτύπωση της τεχνολογικής εξέλιξης, κάθε δείκτης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεί εξαιρετικά δύσκολο στο να μετρηθεί ή να αποδώσει με αντικειμενικά κριτήρια την πραγματικότητα. Δηλαδή σε κάθε υπόδειγμα προϋπάρχει η σιωπηρή υπόθεση ότι ο δείκτης που θα προσπαθήσει να αποτυπώσει την τεχνολογία αποτελεί έναν ικανοποιητικά αποδοτικό δείκτη και μεταφέρεται στο υπόδειγμα το πραγματικό επίπεδο τεχνολογίας. Όλη αυτή η δύσκολη αποτύπωση έγκειται στο γεγονός ότι το μέγεθος της τεχνολογίας δεν μπορεί να μετρηθεί και να υπάρξει μονάδα μέτρησης, όπως παραδείγματος χάρι ο πληθυσμός (1 δις άτομα). Αναγκαστικά επομένως η παρουσίαση της τεχνολογίας ως ένα διαφορετικό μέγεθος αποτελεί μονόδρομο. Οικονομικά οι τεχνολογικές εξελίξεις αυξάνουν τις παραγωγικές δυνατότητες αυξάνοντας το δυνητικό εισόδημα μέσω της αύξησης της παραγωγικότητας της εργασίας. Θα ήταν επομένως συνετό να εξεταστεί από την επιστημονική κοινότητα ένα υπόδειγμα που στην θέση της τεχνολογίας είναι η μέση διαχρονική παραγωγικότητα των εργαζομένων.

Ξένη Βιβλιογραφία

ster. (1965). *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*. London.

Brauer, Fred., Castillo-Chavez, Carlos. (2001). *Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology*. Springer.

Boserup, E

Dhesi, Ari, Astuti. Khoirunnisah, Hasibuan. Friska, Realita. Urfa, Khairatun, Hisan. (2023). Models and policies for family development, population control, and family planning: a scoping review. *International Journal of Public Health Science*.

Foerster, Heinz, von. Mora, P. Amiot, L. (1960). *Doomsday: Friday, 13 November A.D. 2026*. American Association for the Advancement of Science.

Gilbert, Geoffrey. (2001). *World Population*. Contemporary World Issues.

Julian, L. Sion. (1977). *The economics of population Growth*. Princeton University Press.

Kingsland, Sh. E. (1995). *Modeling Nature*. University of Chicago Press.

Kint, Jos. Constales, Denis. Vanderbauwhede, Andre. (2006). *Pierre-Francois Verhulst's Final Triumph*.

Korotayev, V., Andrey. (2005). *A Compact Macromodel of World System Evolution*. Russian State University for the Humanities.

- Korotayev, V., Andrey. (2007). Compact Mathematical Models of the World System Development and Their Applicability to the Development of Local Solutions in Third World Countries. Russian State University for the Humanities.
- Korotayev, V., Andrey. Malkov, Y., Artemy. (2012). A Compact Mathematical Model of the World System Economic and Demographic Growth, 1 CE – 1973 CE. International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences.
- Korotayev, A., Malkov, D., Khaltourina, D. (2005). Introduction to Social Macrodynamics: Compact Macromodels of the World System Growth. URSS.
- Kremer, M. (1993). Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990. The Quarterly Journal of Economics.
- Krieger, Nancy. (2012). Who and What Is a “Population”? - Historical Debates, Current Controversies, and Implications for Understanding “Population Health” and Rectifying Health Inequities. Harvard School of Public Health.
- Leonid, E., Grinin. Andrey, V., Korotayev. (2013). Evolution development within big history evolutionary and world-system paradigms. Russian Academy of Sciences Institute of Oriental Studies.
- Razin, Assaf. Sadka, Efraim. (1995). Population Economics. Cambridge. Massachusetts Institute of Technology.
- Schultz, T., Paul. (1976). Fertility Determinants: A Theory, Evidence, and an Application to Policy Evaluation. The Rockefeller Foundation.
- Schultz, T., Paul. (2001). The Fertility transition: Economic Explanations. Economic Growth Center.
- Smith, L. Hal. (1988). The Rosenzweig-MacArthur Predator-Prey Model. In Applied Mathematical Ecology (pp. 469-477). Springer.
- Thomas, R., Malthus. (1798). An Essay on the Principle of Population. London.
- Verhulst, P., F. (1838). Notice on the law that a population follows in its growth. Correspondence in Mathematical Physics.
- Wrigley, E.A. (1987). People, Cities, and Wealth. Oxford: Basil Blackwell.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βελάντης, Χαράλαμπος. (2020). Η γήρανση του πληθυσμού και επιπτώσεις στο σύστημα υγείας. Ουρολογική Κλινική ΠΑΓΝΗ, Ηράκλειο, Κρήτη.

Γιαλελής, Νικόλαος., Μπιτσούνη, Βασιλική., Στρατής, Ιωάννης Γ. (2023). Μία εισαγωγή στη Μαθηματική Βιολογία. Κάλλιππος Ακαδημαϊκές Εκδόσεις

Γιαννέλος, Λουκάς., Ρουσάκος, Ανδρέας. (2016). Δημογραφικό πρόβλημα: Υπογεννητικότητα – Γήρανση πληθυσμού. Η εξέλιξη της υπογεννητικότητας την τελευταία δεκαετία στην Ελλάδα. Ποιοι παράγοντες την επηρεάζουν. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα.

Καραβασίλη, Αργυρώ. (2018). Εισαγωγή στη Δημογραφία: Η Ελληνική περίπτωση. Διπλωματική Εργασία. Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, Τομέας Μαθηματικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κατσούλη, Ι. Ελένη. (2006). Διαρθρωτικές σχέσεις μεταξύ γονιμότητας και κοινωνικοοικονομικών μεγεθών στην Ελλάδα κατά την μεταπολεμική περίοδο. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.

Κωστάκη, Αναστασία. (2003). Τεχνικές δημογραφικής ανάλυσης. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Λένο, Εγκλαντίνα. (2012). Μαθηματικά μοντέλα πληθυσμιακής δυναμικής. Διπλωματική Εργασία. Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Τομέας Μαθηματικών. Αθήνα

Πολύζου, Μαρία. (2008). Ανάπτυξη γεωγραφικής βάσης δημογραφικών δεδομένων και χωρική ανάλυση σύνθεσης απασχόλησης και οικονομικών στοιχείων. Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Τραγάκη, Αλεξάνδρα. (2015). Ο παγκόσμιος πληθυσμός: Χθες - Σήμερα – Αύριο. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.

Ζιώγα, Μαρία. (2012). Δημογραφικό πρόβλημα και Σύνταγμα. Αθήνα

Ιστοτόποι

Julia Sommerfeld, 2003, NBC News, World population hits 6 billion (διαθέσιμο: <https://www.nbcnews.com/id/wbna3072068>)

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CE%B8%CF%85%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1>

<https://opeka.gr/ayxisi-toy-epidomatos-gennisis-kata-400-eos-1-500-eyro-anadromika-apo-11-2023-7-metra-stirixis-tis-oikogeneias-kai-ton-neon-goneon-ypsoys-441-ek-eyro-to-2024/#:~:text=%CE%A4%CE%B7%CE%BD%20%CE%B1%CF%8D%CE%BE%CE%B7%CF%83%CE%B7%20%CF%84%CE%BF%CF%85%20%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CF%8C%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82%20%CE%B3%CE%AD%CE%BD%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82,%CE%9A%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CF%89%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82%20%CE%A3%CF%85%>

[CE%BD%CE%BF%CF%87%CE%AE%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%9F%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82%2C%20%CE%A3%CE%BF%CF%86%CE%AF%CE%B1](https://www.kepea.gr/aarticle.php?id=2132)

<https://www.kepea.gr/aarticle.php?id=2132> <https://www.kepea.gr/aarticle.php?id=2125>

<https://www.euro2day.gr/strathgikos-analyths/article-blog-strathgikos-analyths/2199087/oi-s-yntaxeis-ton-voyleyton-kathorizoyn-tis-exelixi.html>

https://www.researchgate.net/profile/Mira-Cristiana-Anisiu/publication/303683438_Lotka_Volterra_and_their_model/links/574d2a4108aec988526a2b31/Lotka-Volterra-and-their-model.pdf

* Τελευταία προσπέλαση ιστοτόπων 15/1/2025

Νόμοι-Προκηρύξεις-Αποφάσεις

- ΟΔΗΓΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ 2021»
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΠΙΤΕΛΙΚΗ ΔΟΜΗ ΕΣΠΑ
ΥΠΕΝ ΤΟΜΕΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ , Αθήνα, Δεκέμβριος 2021
- ΦΕΚ Α' 21/03-02-2020 , Νόμος 4659
- Απόφαση υπ' αριθμόν 71670/27-9-2021 , ΦΕΚ Β' 4500/29-09-2021
- ΚΥΑ 10747/256/6-3-2019
- ΦΕΚ Β' 538/22-02-2017
- ΦΕΚ Α' 59/30.03.2018 , Νόμος υπ' αριθ. 4530
- Νόμος υπ' αριθμόν 4512 , 2018
- ΦΕΚ Α' 286/29-12-2000, Νόμος υπ' αριθ. 2874