



ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:
«Εφαρμοσμένη Οικονομική στην Τραπεζική και
Χρηματοοικονομική»

Διπλωματική Εργασία:
ΚΛΕΙΩ-ΔΥΝΑΜΙΚΗ : ΜΙΑ ΝΕΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ
ΙΣΤΟΡΙΑΣ;

ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΑΒΡΙΗΛ ΜΠΑΡΔΑΣ
Επιβλέπων Καθηγητής : Επίκουρος Καθηγητής ΛΟΥΚΑΣ ΖΑΧΕΙΛΑΣ

ΒΟΛΟΣ 2017

[1]

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη διπλωματική εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στην Εφαρμοσμένη Οικονομική του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Βόλος, Μάιος 2017.

Στη γυναίκα μου Νάντια,
την κόρη μου Αναστασία,
τους γονείς μου
και στον επιβλέποντα καθηγητή μου
κ. Λ. Ζαχείλα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η εργασία αναλύει την Κλειοδυναμική ως μια νέα επιστήμη πρόβλεψης της Ιστορίας. Ο όρος προέρχεται από τη σύμπτυξη των όρων «Κλειώ», που ήταν η Μούσα της Ιστορίας και «Δυναμική», που είναι η μελέτη του πώς και γιατί ένα φαινόμενο εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου. Η αλληλεπίδραση της Οικονομικής Θεωρίας και των Μαθηματικών με την Ιστορία χαρακτηρίζεται από αστάθεια κατά τη διάρκεια των χρόνων, ωστόσο η εργασία αυτή υποστηρίζει ότι αυτές οι επιστήμες μπορούν να συνυπάρξουν και οδηγήσουν τόσο σε σημαντικά συμπεράσματα για την κατανόηση των ανθρώπινων σχέσεων όσο και στην επιβεβαίωση ότι η Ιστορία κάνει κύκλους. Σκοπός της εργασίας είναι να χαρτογραφήσει το τι έχει ειπωθεί μέχρι σήμερα στην εξέλιξη αυτής της επιστήμης. Παρουσιάζονται και αναλύονται μοντέλα για την κατανόηση των κοινωνικών ομάδων καθώς και πώς αυτά επαληθεύονται από την δυναμική της Ιστορίας. Διαφαίνεται ότι η επιστημονικά τεκμηριωμένη πρόβλεψη και χειραγώγηση του μέλλοντος είναι μέχρι σήμερα αδύνατη, εντούτοις τίποτα δεν είναι ακατόρθωτο.

ABSTRACT

This work analyzes Cliodynamics as a new science of forecast of History. The term emanates from the abridgment of terms “Clio”, that was the Muse of History and “Dynamics”, which is the study of how and why a phenomenon develops with the passing of time. The interaction of Economic Theory and Mathematics with the History is characterized by instability at the duration of years, however this work supports that these sciences can coexist and lead to important conclusions on the comprehension of human relations and to the confirmation that the History is repeated. The purpose of this dissertation is to map what has been said so far in the evolution of this science. Models are presented and are analyzed for the comprehension of social groups and are verified by the dynamics of History. It emerges that the scientifically argued forecast and guidance of future is up to today impossible, nevertheless nothing is unachievable.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|---------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | σελ. 4 |
| ABSTRACT | σελ. 5 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ | σελ. 6 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 | |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | σελ. 8 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 | |
| ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ | |
| 2.1 ISAAC ASIMOV ΚΑΙ HARI SELDON | σελ. 13 |
| 2.1.1 Η ΨΥΧΟΪΣΤΟΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ | σελ. 15 |
| 2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ | σελ. 19 |
| 2.2.1 ΚΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ | σελ. 20 |
| 2.2.2 ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΛΕΙΟΜΕΤΡΙΑΣ | σελ. 23 |
| 2.2.3 ΠΤΩΣΗ ΚΛΕΙΟΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ | σελ. 24 |
| 2.3 ΚΛΕΙΟΔΥΝΑΜΙΚΗ | σελ. 26 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | |
| ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ | |
| 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ | σελ. 32 |
| 3.2 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ | σελ. 36 |
| 3.3 ΤΑΣΕΙΣ ΧΙΛΙΕΤΙΑΣ | σελ. 38 |
| 3.4 ΚΟΣΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ | σελ. 43 |
| 3.5 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΑΛΘΟΥΣΙΑΝΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΕ ΠΡΟ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΟΙΝΩΝΙΕΣ | σελ. 46 |
| 3.6 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΜΑΧΗΣ ΤΟΥ COLLINS.σελ. 57 | |
| 3.6.1 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ | σελ.59 |
| 3.6.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΜΑΧΗΣ | σελ. 59 |
| 3.6.2.1 Ο ΣΤΡΑΤΟΣ : ΟΙ ΥΛΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ, ΟΙ ΑΝΤΡΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΗΘΙΚΟ | σελ. 60 |
| 3.6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | σελ. 60 |

| | |
|---|---------|
| 3.6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | σελ. 63 |
| 3.6.5 ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ | σελ. 64 |
| 3.6.6 Η ΧΑΟΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΟΥ 1821 | σελ. 66 |
| 3.7 ΟΙ ΔΡΟΜΟΙ ΤΟΥ ΜΕΤΑΞΙΟΥ | σελ. 70 |
| 3.7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ | σελ. 70 |
| 3.7.2 ΕΝΑ ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΡΟΕΣ | σελ. 73 |
| 3.7.3 ΕΞΙΣΩΣΗ ΡΟΗΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ | σελ. 76 |
| 3.7.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ | σελ. 78 |
| 3.7.5 ΔΟΚΙΜΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ | σελ. 81 |
| 3.7.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | σελ. 84 |
| 3.8 Η ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΚΥΡΙΑ ΟΝΟΜΑΤΑ ΟΔΗΓΗΣΕ ΣΤΗΝ ΕΚΛΟΓΙΚΗ ΗΤΤΑ ΤΗΣ ΧΙΛΑΡΙ | σελ. 84 |
| 3.8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ | σελ. 85 |
| 3.8.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ | σελ. 86 |
| 3.8.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ | σελ. 86 |
| 3.8.2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΟΝΟΜΑΤΩΝ.. | σελ. 86 |
| 3.8.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | σελ. 88 |
| 3.8.4 ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΟΝΟΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΤΩΝ Η.Π.Α. | σελ. 91 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΕΙΡΑΜΑ

| | |
|--------------------------------------|----------|
| 4.1 ΜΟΝΤΕΛΟ LANCHESTER | σελ. 94 |
| 4.2 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ | σελ. 96 |
| 4.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ | σελ. 96 |
| 4.3.1 1 ^η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ | σελ. 97 |
| 4.3.2 2 ^η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ | σελ. 98 |
| 4.3.3 3 ^η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ | σελ. 99 |
| 4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | σελ. 100 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

| | |
|---------------------------|----------|
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | σελ. 102 |
|---------------------------|----------|

| | |
|---------------------------|----------|
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | σελ. 105 |
|---------------------------|----------|

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη για πρόβλεψη είτε αφορά βραχυπρόθεσμα, είτε μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα ανέκαθεν απασχολούσε το ανθρώπινο είδος, ιδιαίτερα από τη στιγμή που ο άνθρωπος άρχισε να οργανώνεται σε μικρές κοινωνίες. Με το πέρασμα των χρόνων, η μεθοδολογία και οι διαδικασίες πρόβλεψης έχουν βελτιωθεί σε ακρίβεια και ταχύτητα ειδικά με τη συμβολή των Μαθηματικών και των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών. Αρκετές επιστήμες είναι συνυφασμένες με την πρόβλεψη όπως η Στατιστική, η Θεωρία παιγνίων, η Μετεωρολογία, η Ανάλυση Χρονολογικών Σειρών, η Οικονομετρία, κ.α. Φυσικά, υπάρχουν και περιπτώσεις στην Ιστορία, όπου η «περιέργεια» για τη γνώση του μέλλοντος κρίθηκε απαγορευμένη ή άσκοπη. Κάτι τέτοιο όμως δεν θα απασχολήσει την παρούσα διατριβή.

Μπορούμε ωστόσο να προβλέψουμε το μέλλον; Ένα τέτοιο ερώτημα πρόκειται να προκαλέσει τη λογική της επιστημονικής κοινότητας, να αφυπνίσει τις κοινωνικές μάζες ή ακόμα να προσκαλέσει την απόρριψη και των δύο. Πώς μπορούμε να ξέρουμε ενδεχομένως το άγνωστο; Και όμως από τα πρώτα χρόνια, για κάποιους λόγους, μια πλειοψηφία από εμάς έχει πιστέψει κατά περιόδους ότι μπορούμε. Αλλά είμαστε εμείς που για κάποιο πρακτικό λόγο, που κρύβεται πίσω από σχεδόν κάθε πτυχή της ζωής μας, προσπαθούμε να ελέγξουμε τις μελλοντικές μας καταστάσεις;

Επιλέγουμε το επάγγελμά μας σύμφωνα με τις προβλέψεις της μελλοντικής αγοράς εργασίας. Επενδύουμε σε χρυσό ή σε μετοχές ή σε αποθέματα ή την ακίνητη περιουσία σύμφωνα με τις προβλέψεις των μελλοντικών επενδύσεων. Διαμορφώνουμε ένα πλάνο για το πώς θα κινηθούμε στα επόμενα χρόνια της ζωής μας. Ένα μεγάλο μέρος του εθνικού προϋπολογισμού μας ξοδεύεται σύμφωνα με σενάρια πιθανών μελλοντικών πολέμων. Πεθαίνουμε ακόμη και σύμφωνα με τις προβλέψεις μιας ασφαλιστικής βιομηχανίας. Μήπως, λοιπόν, το μεγαλύτερο μέρος της ζωής μας το αφιερώνουμε στην πρόβλεψη γεγονότων;

Σύμφωνα με τον Armstrong (2001) η πρόβλεψη είναι σημαντική σε πολλούς τομείς της ζωής μας. Σαν μονάδες προσπαθούμε να προβλέψουμε την επιτυχία στους γάμους, το επάγγελμα και τις επενδύσεις μας. Οι οργανισμοί επενδύουν τεράστια ποσά βασισμένα σε προβλέψεις για νέα προϊόντα, εργοστάσια, λιανικά έξοδα και

συμβόλαια με ανώτερα στελέχη. Οι κυβερνήσεις χρειάζονται προβλέψεις για την οικονομία, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, για νέα έργα και για τα αποτελέσματα των προτεινόμενων κοινωνικών προγραμμάτων.

Από τη στιγμή που οι προβλέψεις βασίζονται σε εμπειρικά δεδομένα, θα μπορούσε να σταθεί μια προφητική επιστήμη της Ιστορίας της ανθρωπότητας; Μεγάλοι διανοητές όπως οι Karl Marx και Leo Tolstoy, έχουν εκφράσει και αναπτύξει την ιδέα ότι η Ιστορία αποτελεί επιστήμη. Σήμερα, ωστόσο, επικρατεί σε μεγάλο βαθμό η πεποίθηση περί του αντιθέτου, ότι δηλαδή η Ιστορία δεν μπορεί να μελετηθεί επιστρατεύοντας μεθόδους από τα Μαθηματικά ή τις φυσικές επιστήμες. Οι φιλόσοφοι σχεδόν πάντα διαφωνούσαν για το αν η Ιστορία μπορεί να είναι επιστήμη με την ίδια λογική όπου η Φυσική ή η Βιολογία είναι επιστήμες.

Στην καρδιά της συζήτησης είναι δύο αντιτιθέμενες απόψεις της Ιστορίας. Οι φιλόσοφοι του 19^{ου} αιώνα, όπως ο Leo Tolstoy και ο Carl von Clausewitz θεώρησαν ότι η ιστορική διαδικασία κυβερνήθηκε από κάποιο είδος γενικών νόμων (Gaddis, 2011). Πολλοί Γάλλοι και Άγγλοι ιστορικοί του 19^{ου} αιώνα είδαν την Ιστορία ως επιστήμη (Carneiro, 1997). Οι ιστορικοί του 20^{ου} αιώνα όπως ο Toynbee πρότειναν τα μεγάλα σχέδια για να λάβουν υπ' όψη την άνοδο, την ακμή, και την πτώση των πολιτισμών (Turchin, 2003a). Μια λιγότερο φιλόδοξη (αλλά μακροπρόθεσμα με μεγαλύτερη επίδραση) προσπάθεια από τον McNeill (1963) είναι ένα άλλο παράδειγμα μιας προσπάθειας να διακριθούν τα σχέδια στην Ιστορία.

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού του 20ου αιώνα, εντούτοις, η γενική άποψη μεταξύ των φιλοσόφων και των ιστορικών ταλαντεύθηκε ενάντια στη δυνατότητα της επιστημονικής Ιστορίας. Παραδείγματος χάριν, ο Karl Popper (1957) υποστήριξε ότι υπάρχει μια ποιοτική διαφορά μεταξύ της Ιστορίας και των Φυσικών Επιστημών. Οι ιστορικές διαδικασίες είναι πάρα πολύ σύνθετες και διαφορετικής φύσης από τις φυσικές ή βιολογικές διαδικασίες. Πολύ περισσότερο, μάλιστα, είναι αδύνατο να προβλεφθεί η μελλοντική της πορεία. Αυτό συμβαίνει διότι ο άνθρωπος, σε αντίθεση με τα άτομα ενός αερίου ή τους πλανήτες, διαθέτει ελεύθερη βούληση. Συν τοις άλλοις, οι κοινωνίες είναι πολύ περισσότερο πολύπλοκες από ένα πλανητικό σύστημα, ένα αέριο ή έναν πληθυσμό μικροβίων.

Το κύριο σημείο του Popper ήταν ότι επειδή η μελλοντική σειρά μαθημάτων της Ιστορίας της ανθρωπότητας επηρεάζεται αυστηρά από την ανάπτυξη της γνώσης,

και επειδή οι μελλοντικές επιστημονικές και τεχνολογικές ανακαλύψεις δεν μπορούν να προβλεφθούν, μια προφητική επιστήμη της Ιστορίας της ανθρωπότητας είναι κατ' αρχήν αδύνατη. Υπάρχουν πρόσθετοι λόγοι στο γιατί οι ακριβείς προβλέψεις για το μέλλον είναι δύσκολες, ή ακόμα και αδύνατες με τα πραγματικά κοινωνικά συστήματα. Αυτοί οι λόγοι περιλαμβάνουν τέτοια φαινόμενα όπως το μαθηματικό χάος.

Εντούτοις, η έννοια της πρόβλεψης στην επιστήμη δεν περιορίζεται στην πρόβλεψη του μέλλοντος (Turchin, 2011). Εάν ήταν έτσι, τότε ολόκληρες κατηγορίες της επιστήμης θα έχαναν τη θέση τους ως επιστημονικοί κλάδοι. Το πιο κατατοπιστικό παράδειγμα είναι ο καιρός, ο οποίος δεν μπορεί να προβλεφθεί περισσότερο από 7-10 ημέρες στο μέλλον, όσο τέλεια και να γνωρίζουμε τη Μετεωρολογία. Επειδή το δυναμικό σύστημα που ελέγχει τον καιρό βρίσκεται σε ένα χαοτικό καθεστώς και οι μετρήσεις των αρχικών μας συνθηκών δεν είναι απείρως ακριβείς, καθιστά την πρόβλεψη του καιρού αδύνατη. Στην πραγματικότητα, το μέλλον είναι κατ' αρχήν απρόβλεπτο. Ένα σχολικό πείραμα Γυμνασίου της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης, που χρησιμοποιεί ένα κεκλιμένο επίπεδο, μπορεί να αποτύχει επειδή ένας σεισμός εμφανίζεται κατά τη διάρκεια του πειράματος. Η πιθανότητα ενός τέτοιου γεγονότος είναι μάλλον μικρή, αλλά δεν είναι μηδέν.

Μεταξύ των ιστορικών τα ερευνητικά παραδείγματα, που διαμορφώθηκαν σύμφωνα με τις φυσικές επιστήμες, ήταν ακόμα δημοφιλή στη δεκαετία του '60 και τη δεκαετία του '70 (Bonnell και Hunt, 1999). Ίσως τη μεγαλύτερη επίδραση τέτοιων ερευνητικών προγραμμάτων είχε το «γαλλικό ρεύμα» «*Annales*». Οι κύριοι εκφραστές της Lucien Febvre και Marc Bloch εκδίδουν, το 1929, το περιοδικό «*Annales d'histoire économique et sociale*» γιατί πίστευαν πως η Ιστορία ως επιστήμη θα έπρεπε να εντρυφήσει στην κοινωνική, οικονομική και πολιτιστική ζωή των ανθρώπων (Burke, 1990). Κατά τη διάρκεια αυτών των δεκαετιών η νέα Οικονομική Ιστορία, η Κλειομετρία, ανθίζει στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (Williamson, 1991) για την οποία θα γίνει εκτενέστερη αναφορά στην επόμενη ενότητα.

Σύμφωνα με τον Turchin (2008), οι ιστορικοί σταμάτησαν στη γενική θεωρία πάρα πολύ σύντομα. Η ανάγκη για μια αναλυτική, προφητική Ιστορία παραμένει, εάν επιθυμούμε να εξετάσουμε τέτοια προβλήματα που μολύνουν την ανθρωπότητα όπως τις χρεοκοπημένες χώρες και τους ενδημικούς εμφύλιους πολέμους. Η πρόβλεψη είναι ένα έμφυτο μέρος της επιστήμης, αλλά όχι κυριολεκτικά της πρόβλεψης του

μέλλοντος. Η επιστημονική πρόβλεψη χρησιμοποιείται στις εμπειρικές δοκιμές των επιστημονικών θεωριών.

Η Επιστημονική πρόβλεψη αντιστρέφει τη λογική της πρόγνωσης. Επειδή καμία θεωρία δεν κάνει τις τέλειες προβλέψεις, θέλουμε χαρακτηριστικά να συγκρίνουμε την αντιστοιχία μεταξύ των προβλέψεων και των στοιχείων για δύο (ή περισσότερες) θεωρίες (Turchin, 2006). Οι επιστημονικές προβλέψεις μπορούν να είναι, αλλά δεν είναι απαραίτητο να είναι, για το μέλλον. Σε πολλές «παλιές» επιστήμες, όπως η Γεωλογία και η εξελικτική Βιολογία, η πρόβλεψη για το μέλλον είναι μη πρακτική. Οι ισχυρές προβλέψεις πρέπει να εξετάζουν τα στοιχεία «εκτός των δειγμάτων», δηλαδή, στοιχεία που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για να αναπτύξουν τη θεωρία που εξετάζεται. Κατά συνέπεια, επιτυγχάνεται μια τέλεια και έγκυρη άσκηση για να κάνει κανείς τις αναδρομικές προβλέψεις (retrospective predictions), ή «τα retrodictions» (Kiser και Hechter, 1991).

Τα ιστορικά πειράματα σύμφωνα με τον Turchin (2011) (όπου πείραμα σημαίνει μια προγραμματισμένη σύγκριση μεταξύ των προβλέψεων που προέρχονται από δύο ή περισσότερες θεωρίες και στοιχεία) μπορούν να εστιάσουν στην παραγωγή των προβλέψεων για τη συμπεριφορά μιας ορισμένης μεταβλητής για μια συγκεκριμένη κοινωνία του παρελθόντος. Παραδείγματος χάριν, η θεωρία #1 λέει ότι η μεταβλητή «πρέπει», ενώ η θεωρία #2 λέει, όχι, «αυτό πρέπει». Έπειτα ζητείται από τους ιστορικούς να «σκάψουν» μέσω των αρχείων (ή, ίσως, από τους Αρχαιολόγους να σκάψουν κυριολεκτικά επάνω στα στοιχεία), και καθορίζεται ποια από θεωρίες είναι πιο κοντά στην αλήθεια. Καθώς περισσότερα τέτοια πειράματα πραγματοποιούνται, ο βαθμός πεποίθησης στην καλύτερη θεωρία εκτέλεσης ενισχύεται. Μια αναλυτική, προφητική Ιστορία, η Κλειοδυναμική (Cliodynamics), όπως προτείνεται ως νέα ορολογία, είναι εξαιρετικά δυνατή.

Η Κλειοδυναμική (από το Κλειώ, τη μούσα της Ιστορίας και τη Δυναμική, της μελέτης του πώς και γιατί τα πράγματα αλλάζουν με το χρόνο) είναι ο νέος διεπιστημονικός τομέας της έρευνας στη διασταύρωση της ιστορικής μακροκοινωνιολογίας, της Οικονομικής Ιστορίας, του μαθηματικού μοντέλου των μακροπρόθεσμων κοινωνικών διεργασιών και της κατασκευής και ανάλυσης ιστορικών βάσεων δεδομένων. Μαθηματικές προσεγγίσεις και μοντελοποίηση ιστορικών διαδικασιών με διαφορικές εξισώσεις ή προσομοιώσεις. Εξελιγμένες

στατιστικές προσεγγίσεις για την ανάλυση δεδομένων αποτελούν βασικό συστατικό της Κλειοδυναμικής έρευνας.

Οι αυτοκρατορίες ακμάζουν και πέφτουν, οι πληθυσμοί και οι οικονομίες εκτοξεύονται και εξαφανίζονται, οι παγκόσμιες θρησκείες εξαπλώνονται ή εξαφανίζονται. Ποιοι είναι οι μηχανισμοί που στηρίζουν τέτοιες δυναμικές διεργασίες στην Ιστορία; Υπάρχουν νόμοι της Ιστορίας; Δεν υπολείπονται υποθέσεις για να διερευνήσουμε μόνο μία περίπτωση. Έχουν προταθεί περισσότερες από διακόσιες εξηγήσεις για το γιατί έπεσε η Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία. Αλλά ακόμα δεν γνωρίζουμε ποιες από αυτές τις υποθέσεις είναι εύλογες και ποιες πρέπει να απορριφθούν. Το πιο σημαντικό είναι, ότι δεν υπάρχει συναίνεση σχετικά με τους γενικούς μηχανισμούς που εξηγούν την κατάρρευση των ιστορικών αυτοκρατοριών. Αυτό που χρειάζεται είναι μια συστηματική εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου στην Ιστορία: οι λεκτικές θεωρίες πρέπει να μεταφραστούν σε μαθηματικά μοντέλα, να αντληθούν ακριβείς προβλέψεις και στη συνέχεια να δοκιμαστούν αυστηρά σε εμπειρικό υλικό. Εν ολίγοις, η Ιστορία πρέπει να γίνει μια αναλυτική, προγνωστική επιστήμη (Turchin, 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

2.1 ISAAC ASIMOV ΚΑΙ HARI SELDON

«Εδώ και 12.000 χρόνια η Γαλαξιακή Αυτοκρατορία είναι το απαύγασμα του ανθρώπινου πολιτισμού. Όμως ο καιρός της ακμής της έχει πια παρέλθει. Μόνο ο Χάρι Σέλντον, οραματιστής επιστήμονας και πατέρας της επιστήμης που είναι γνωστή ως «Ψυχοϊστορία» γνωρίζει τι επιφυλάσσει το μέλλον. Το μέλλον μιας εποχής σκοταδισμού, βαρβαρότητας και πολεμικών συγκρούσεων που θα διαρκέσει τριάντα χιλιετίες. Στην απελπισμένη προσπάθειά του να μεταλαμπαδεύσει τη γνώση στις επόμενες γενιές και να σώσει την ανθρωπότητα, ο Σέλντον συγκεντρώνει γύρω του τους κορυφαίους επιστήμονες και στοχαστές της Αυτοκρατορίας και τους μεταφέρει σ' ένα πλανήτη στις παρυφές του Γαλαξία, έναν κόσμο που προορίζεται να γίνει λίκνο πολιτισμού αλλά και φάρος ελπίδας για τις γενιές του μέλλοντος. Το καταφύγιο αυτό παίρνει την ονομασία «Θεμέλιο».

Σύντομα, το «Θεμέλιο» βρίσκεται στο έλεος διεφθαρμένων πολέμαρχων που αναδύονται μέσα από τα συντρίμια της Αυτοκρατορίας. Το αναπόφευκτο δίλημμα για τους τελευταίους υπέρμαχους του ανθρώπινου πολιτισμού είναι, να υποκύψουν στους βαρβάρους και να ζήσουν ως σκλάβοι ή να επιλέξουν την ελευθερία, μια απόφαση που ίσως οδηγήσει τους ίδιους και ολόκληρο το ανθρώπινο είδος στην ολοκληρωτική καταστροφή...» (Asimov, 1951). Το μνημειώδες έργο του Isaac Asimov που καθόρισε την εξέλιξη ενός ολόκληρου είδους, τιμήθηκε με το βραβείο Hugo ως η κορυφαία σειρά Επιστημονικής Φαντασίας όλων των εποχών και κατέκτησε επάξια μια θέση μεταξύ των αριστουργημάτων της σύγχρονης λογοτεχνίας.

Ο Χάρι Σέλντον, που ήταν προεξέχων χαρακτήρας στην πλοκή της ιστορίας, ένας καθηγητής μαθηματικών ανέπτυξε έναν επιστημονικό τομέα αποκαλούμενο «Ψυχοϊστορία» που συνδυάζει την Ιστορία, την Κοινωνιολογία, και τις Μαθηματικές στατιστικές και του επιτρέπουν να προβλέψει το μέλλον με πιθανολογικούς όρους. Αυτό χάρη σε μια συσκευή, «το πρωταρχικό ακτινοβόλο» (prime radiant), που αποθηκεύει τις «ψυχοϊστορικές εξισώσεις» παρουσιάζοντας τη μελλοντική ανάπτυξη της ανθρωπότητας.

Αρχικά όταν ο Hari Seldon διαπίστωσε τα αποτελέσματα του μαθηματικού του μοντέλου ήταν πεπεισμένος πως κάπου έχει κάνει λάθος υπολογισμούς. Οι εξισώσεις ωστόσο έκαναν πρόβλεψη για την κατάρρευση της Γαλαξιακής Αυτοκρατορίας σε 500 χρόνια. Ενώ λοιπόν η Αυτοκρατορία βρισκόταν φαινομενικά σε συνθήκες ευημερίας και προόδου και οι πολίτες της προσδοκούσαν σε ένα λαμπρό μέλλον, το μοντέλο του προδιαγράφει μία αντίθετη εξέλιξη. Σύντομα οι ανακαλύψεις του φθάνουν στους κόλπους της Κυβέρνησης και ο Seldon παραπέμπεται σε δίκη με την κατηγορία ότι το «σχέδιό» του αποτελούσε ζήτημα εθνικής ασφάλειας, αφού πρωτίστως έβλαπτε το κύρος και τα συμφέροντα του Αυτοκράτορα. Στη δίκη που ορίζεται τίθεται στον Seldon η επιλογή να αποφασίσει στο δίλημμα ανάμεσα στη θανατική καταδίκη ή στον εξοστρακισμό του στο άκρο της Αυτοκρατορίας (Asimov, 1951).

Βέβαια ο Seldon είχε προβλέψει νωρίτερα μια τέτοια εξέλιξη καθώς το μοντέλο του αρχικά δούλευε και θα είχε τη δυνατότητα να εργαστεί μαζί με την επιστημονική του ομάδα μακριά από τις κοινωνικές αναταραχές, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δημόσια ασφάλεια και φυσικά με την χρηματοδότηση της Αυτοκρατορίας. Άλλωστε σε 500 χρόνια ο ίδιος δεν θα ήταν εν ζωή και θα έπρεπε κάποιος να είναι οι συνεχιστές του. Σκοπός της «μετανάστευσης» του κορυφαίου είναι να δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες για τη διασφάλιση του γεγονότος ότι οι δυνάμεις της Ιστορίας θα γεννούσαν τη Δεύτερη Αυτοκρατορία ύστερα από χίλια χρόνια και όχι ύστερα από τριάντα χιλιάδες, που θα ήταν το φυσιολογικό διάστημα.

Ο Seldon στο μοντέλο του αναπτύσσει θεωρήματα και αξιώματα. Στα περισσότερα από αυτά υπονοείται η υπόθεση ότι η ανθρώπινη ομάδα που εξετάζεται κάθε φορά είναι αρκετά μεγάλη, ώστε να μπορεί να υπόκειται σε έγκυρη στατιστική εξέταση. Εκείνη τη στιγμή ο πληθυσμός της Αυτοκρατορίας αποτελείτο από ένα τετράκις εκατομμύριο ανθρώπους. Για την παραγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων χρειάζονται τεράστια ποσά δεδομένων. Η ποσότητα των δεδομένων συνεπάγεται ότι η ανάλυση απαιτεί υπολογιστές και ο χειρωνακτικός υπολογισμός είναι ανέφικτος. Τα απλά μοντέλα πρόβλεψης θα μπορούσαν να βελτιωθούν προσθέτοντας περισσότερα πεδία στην ανάλυση. Τα αποτελέσματα των προβλέψεων δίνονται σε ποσοστά και χρησιμοποιούνται διαστήματα εμπιστοσύνης. Οι προβλέψεις για μεμονωμένα άτομα είναι πολύ λιγότερο αξιόπιστες και οι προβλέψεις για το εγγύς μέλλον είναι ακριβέστερες από τις προβλέψεις για το μακρινό μέλλον. Μια ακόμη απαραίτητη

υπόθεση είναι ότι η ίδια η ομάδα πρέπει να αγνοεί την «ψυχοϊστορική» ανάλυση, ώστε οι αντιδράσεις της να είναι πράγματι τυχαίες.

Ωστόσο, η πρόβλεψη των ανθρώπινων υποθέσεων είναι μια δυσνόητη, παράδοξη επιχείρηση. Ο κεντρικός χαρακτήρας και λαμπρός μαθηματικός Hari Seldon, δημιουργεί ένα μοντέλο υπολογιστή που προβλέπει το μέλλον των κοινωνιών, ακριβώς όπως οι Φυσικοί καταλαβαίνουν και προβλέπουν τη συμπεριφορά των αερίων και τις τροχιές των πλανητών, ή οι Βιολόγοι την έκφραση του γονιδίου. Εάν ο Seldon είχε αποκαλύψει την πρόβλεψή του, ο πόλεμος μπορεί να είχε ξεσπάσει νωρίτερα, οπωσδήποτε οι φατρίες μέσα στην αυτοκρατορία να είχαν προωθήσει τα προληπτικά χτυπήματα ο ένας εναντίον του άλλου αντί της συνέχισης της ειρήνης. Η ανθρώπινη επιλογή μέσω της ελεύθερης θέλησης είναι η τελευταία ειδοποίηση, ο αστερίσκος που πρέπει να επισυναφθεί σε όλες τις προβλέψεις για την ανθρωπότητα (Horgan, 2009).

Οι υποθέσεις του Seldon συν τοις άλλοις αποτελούν ένα προ-οιωνό της επιστήμης δεδομένων (Data Science). Η άνοδος των κινητών τηλεφώνων και των κοινωνικών δικτύων σημαίνει ότι οι εκκολαπτόμενοι «ψυχοϊστορικοί» έχουν τώρα ένα τεράστιο όγκο δεδομένων που μπορούν να αναζητήσουν πληροφορίες που θα μπορούσαν να αποδώσουν έστω κάποια πρότυπα προβλεψιμότητας. Υπάρχει η εικασία στο περιοδικό Forbes ότι η «Ψυχοϊστορία» του Seldon εκδηλώνεται με τη σημερινή εμφάνιση των Μεγάλων Δεδομένων (Big Data). Ο Pinn (2013) επισημαίνει ότι με την εύρεση μορφών συμπεριφοράς στο μεγαλύτερο δυνατό αριθμό δεδομένων, πιστεύουμε ότι θα μας επιτρέψει να αναπτύξουμε πιο ακριβείς στρατηγικές και πιο αποτελεσματικές προωθητικές ενέργειες.

2.1.1 Η ΨΥΧΟΪΣΤΟΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η ιδέα της πρόβλεψης του μέλλοντος υπό το ιστορικό πρίσμα δεν ήταν κάτι που συνέλαβε πρώτος ο Asimov. Ο Marx (1867) αναφέρεται στον ιστορικό υλισμό και υποστηρίζει ότι η ιστορία του ανθρώπινου πνεύματος καθορίζεται από τη μεταβολή της οικονομικής κατάστασης ενός λαού ή μιας εποχής. Η θεωρία του Marx περί ιστορικής εξέλιξης υποστηρίζει ότι κάθε σύστημα οικονομικής οργάνωσης, συμπεριλαμβανομένης της οικονομίας της αγοράς, είναι καταδικασμένο σε κατάρρευση λόγω της διαρκούς αύξησης των παραγωγικών δυνάμεων και της

ταυτόχρονης διαρκούς αύξησης της εκμετάλλευσης των εργαζομένων από τους κατόχους των μέσων παραγωγής, με αποτέλεσμα τα πλεονάζοντα αγαθά να μην μπορούν να απορροφηθούν από την κοινωνία ενώ την ίδια στιγμή οι περισσότεροι εργαζόμενοι διαβιώνουν υπό συνθήκες που πλησιάζουν την εξαθλίωση.

Ο Fichte (1797) τονίζει τον καθολικό και οργανικό χαρακτήρα της κοινωνίας και της Οικονομίας, όχι βέβαια με την ισοπέδωση που επιζητεί ο Marx. Για οργανικές κοινωνίες πίστευε και ο Spengler (1918), ο οποίος διαπίστωσε πως η Ιστορία κάνει κύκλους αφού οι μελέτες του σε μεγάλους αρχαίους πολιτισμούς τον οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι έχουν ένα κύκλο ζωής διάρκειας περίπου μιας χιλιετίας. Στην ίδια λογική των μελλοντικών τάσεων και ο Toynbee (1946), που αν και απορρίπτει τον οργανικό χαρακτήρα της κοινωνίας, ισχυρίζεται ότι οι πολιτισμοί βρίσκουν λύσεις και επανακάμπτουν όταν βρίσκονται στο χείλος της καταστροφής. Ο Sorokin (1962) ανέφερε ότι οι πολιτισμοί αποτελούνται από δύο κατηγορίες, τους ιδεολόγους και τους υλιστές, χάρη στις οποίες διατηρούν της ευημερία και την ισορροπία τους.

Στο σενάριο του Isaac Asimov, όπως αναφέρθηκε, που εμφανίζεται στο μέλλον στον πλανήτη Trantor, την Πρωτεύουσα μιας δυνατής γαλαξιακής αυτοκρατορίας, χρησιμοποιείται η «Ψυχοϊστορία» ως το κλειδί για την πρόβλεψη της ανθρώπινης κοινωνίας. Η δυνατότητα των «Ψυχοϊστορικών» να κάνουν προβλέψεις, εντούτοις, δεν είναι απόλυτη. Η Ψυχοϊστορία δεν μπορεί να προβλέψει ακριβώς τις ενέργειες ενός μεμονωμένου ατόμου. Επιπλέον, η γνώση της πρόβλεψης πρέπει να παρακρατηθεί από τους ανθρώπους των οποίων η συλλογική συμπεριφορά προβλέπεται. Όπως ο Hari Seldon εξηγεί, *«από τη γνώση, η ελευθερία δράσης σας θα επεκτεινόταν και ο αριθμός πρόσθετων μεταβλητών που εισάγονται θα γινόταν μεγαλύτερος από ότι η ψυχολογία μας θα μπορούσε να χειριστεί»* (Asimov, 1951).

Η πρόβλεψη των ανθρώπινων κοινωνιών επίσης μπορεί να αποδειχθεί αδύνατη για έναν άλλο λόγο: Τα σύνθετα δυναμικά συστήματα είναι εγγενώς απρόβλεπτα μακροπρόθεσμα λόγω του «φαινομένου της πεταλούδας». Οι μικρές αιτίες μπορούν να παράγουν μεγάλα αποτελέσματα. Παραδείγματος χάριν, μια πεταλούδα που κυματίζει τα φτερά της στην Αυστραλία να προκαλέσει έναν τυφώνα στον Ατλαντικό. Ο Asimov, εντούτοις, δεν θα μπορούσε να ξέρει για την επίδραση πεταλούδων επειδή έγραψε την τριλογία στις αρχές της δεκαετίας του 1960, πριν από την ανακάλυψη του μαθηματικού χάους (Turchin, 2006) και της πολυπλοκότητας.

Η τριλογία του Asimov συνεπήρε τη φαντασία εκατομμυρίων αναγνωστών, μεταξύ τους κάμποσοι επιστήμονες και ιστορικοί. Εντούτοις, το όραμά του αφηφά την άποψη που κατέχουν οι περισσότεροι από τους ιστορικούς και επιστήμονες, μια άποψη αποδεκτή γενικά στον πολιτισμό μας. Για αιώνες, οι φιλόσοφοι έχουν αγκαλιάσει την προοπτική μιας επιστημονικής μελέτης της Ιστορίας. Εκτός από μερικές φωνές διαφωνίας, η συναίνεση είναι, ότι η επιστημονική μελέτη των ανθρώπινων κοινωνιών είναι αδύνατη επειδή διαφέρουν πάρα πολύ από τα φυσικά και βιολογικά συστήματα. Είναι πάρα πολύ σύνθετη. Οι κοινωνίες αποτελούνται όχι από απλά πανομοιότυπα σωματίδια, όπως τα άτομα και τα μόρια, αλλά από τα ανθρώπινα άτομα, όπου κάθε ένας είναι μοναδικός, με ελεύθερη βούληση και ικανός για σκόπιμες ενέργειες. Η ετυμηγορία είναι ότι οποιοδήποτε είδος της επιστημονικής Ιστορίας πρέπει να παραμείνει επιστημονική φαντασία παρά μια πραγματική επιστήμη. Και μερικοί να θεωρήσουν ότι αυτό είναι το καλύτερο (Turchin, 2007).

Αυτό που δεν γνώριζε ο Asimov, συμπληρώνει ο Turchin, είναι ότι ακόμα και όταν μπορείς να αγνοήσεις τέτοια πράγματα όπως η ατομική ελεύθερη βούληση, εξακολουθείς να βαδίζεις ενάντια σε πολύ αυστηρά όρια στην προβλεψιμότητα. Όταν τα στοιχεία ενός δυναμικού συστήματος αλληλεπιδρούν μη γραμμικά, η προκύπτουσα δυναμική μπορεί να καταστεί αποτελεσματικά απρόβλεπτη, ακόμα και αν είναι εξ ολοκλήρου ντετερμινιστική. Για σύνθετα συστήματα όπως οι ανθρώπινες κοινωνίες, αυτή η δυνατότητα γίνεται μια εικονική βεβαιότητα: είναι αρκετά σύνθετα και μη γραμμικά και ως εκ τούτου πρέπει να συμπεριφέρονται χασοτικά και απρόβλεπτα. Αυτός είναι ο λόγος, παρεμπιπτόντως, γιατί ο καιρός δεν μπορεί να προβλεφθεί περισσότερο από λίγες ημέρες νωρίτερα.

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του μαθηματικού χάους είναι η «ευαίσθητη εξάρτηση από τις αρχικές συνθήκες». Στο κλίμα αυτό σημαίνει (όπως και προηγουμένως) ότι μια πεταλούδα που αποφασίζει να πτερυγίσει τα φτερά της (ή όχι) μπορεί να προκαλέσει έναν μεγάλο τυφώνα και να αποκλίνει από το προβλεπόμενο μονοπάτι. Αυτό είναι πραγματικά ένα πολύ αισιόδοξο αποτέλεσμα. Σημαίνει ότι τα ανθρώπινα άτομα δεν είναι τόσο ανίσχυρα όσο τα έκανε να φαίνονται ο Asimov. Η άσκηση της ελεύθερης θέλησης του ατόμου μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες στο μακροοικονομικό επίπεδο, ακριβώς όπως μια πεταλούδα που κυματίζει τα φτερά της μπορεί να επηρεάσει την πορεία ενός τυφώνα. Ωστόσο, η αισιοδοξία αυτή πρέπει να μετριάζεται από ρεαλισμό. Αν και ο καθένας από εμάς επηρεάζει πιθανώς την πορεία

της ανθρώπινης ιστορίας, οι περισσότεροι από εμάς έχουν πολύ μικρή επίδραση, και οποιαδήποτε μεγάλα αποτελέσματα είναι πιθανώς αποτέλεσμα μιας εντελώς απρόβλεπτης συνένωσης γεγονότων.

Εν ολίγοις, η ακριβής πρόβλεψη για τα γεγονότα στις ανθρώπινες κοινωνίες δεκαετίες ή αιώνες στο μέλλον, είναι απλά επιστημονική φαντασία. Φαίνεται ότι ο ίδιος ο Asimov ένιωθε ανήσυχος με τη μηχανιστική εξέλιξη της μελλοντικής Ιστορίας σύμφωνα με το μοντέλο του Seldon. Έλυσε το πρόβλημα ρίχνοντας ένα μεταλλάκτη με τρομακτικές διανοητικές δυνάμεις που εκτροχιάζει την πραγματική Ιστορία από την πορεία που πρόβλεπε ο Seldon. Με την άσκηση πολλών επιλογών σε όλη τη ζωή μας συνεχώς εκτροχιάζουμε την πορεία της μελλοντικής Ιστορίας σε απρόβλεπτες κατευθύνσεις.

Αυτό δεν σημαίνει ότι η δυναμική των κοινωνιών μας είναι απλώς «ένα πράγμα μετά το άλλο». Τόσο οι συστημικές δυνάμεις όσο και οι μυριάδες των ενεργειών των ατόμων συνδυάζονται για να παράγουν το πραγματικό αποτέλεσμα. Μπορούμε να το διαπιστώσουμε εάν πειραματιστούμε με ένα μοντέλο που είναι σε χαοτικό καθεστώς, για παράδειγμα σε έναν ελκυστή Lorenz, αλλά είναι επιπροσθέτως συνεχώς μπερδεμένος από τυχαίες διαταραχές. Η τροχιά είναι συνεχώς τροποποιημένη, αλλά εξακολουθεί να παραμένει στον χαοτικό ελκυστή. Το σύστημα Lorenz είναι ένα σύστημα συνήθων διαφορικών εξισώσεων που πρώτα μελετήθηκε από τον Edward Lorenz το 1963. Είναι αξιοσημείωτο ότι έχουμε χαοτικές λύσεις για ορισμένες τιμές παραμέτρων και αρχικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, ο ελκυστής του Lorenz είναι ένα σύνολο χαοτικών λύσεων του συστήματος Lorenz οι οποίες, όταν σχεδιάζονται, μοιάζουν με πεταλούδα ή σχήμα οκτώ (Lorenz, 1963)

Εκτός από την αδυναμία της ακριβούς πρόβλεψης του μέλλοντος, ο Asimov επέμεινε ότι οποιαδήποτε γνώση των «ψυχοϊστορικών» προβλέψεων πρέπει να παραμείνει κρυμμένη από τον λαό. Διαφορετικά, όταν οι άνθρωποι μαθαίνουν τι είναι αποθηκευμένο, αυτό θα επηρεάσει τις πράξεις τους και θα προκαλέσει την αποτυχία της πρόβλεψης. Υπάρχουν πολλά πράγματα στραβά με αυτό. Όπως ότι, οι περισσότεροι άνθρωποι δεν θα μπορούσαν να μεριμνούν λιγότερο για την κοινωνία από αυτό που προβλέπει κάποιος επικεφαλής επιστήμονας.

Αυτό που πραγματικά πρέπει να προσπαθούμε, με την κοινωνική επιστήμη μας, είναι η ικανότητα να επιτύχουμε επιθυμητά αποτελέσματα και να αποφύγουμε τα

ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Ποιο είναι το σημείο της πρόβλεψης του μέλλοντος, αν είναι πολύ ζοφερό και δεν είμαστε σε θέση να το αλλάξουμε; Θα είμαστε σαν κάποιον που καταδικάστηκε να κρεμαστεί πριν από την ανατολή. Τέλεια γνώση του μέλλοντος, με μηδενική ικανότητα αντίδρασης.

Μπορεί όμως η επιστήμη της Ιστορίας να εξηγήσει γιατί τα κράτη παρακμάζουν, και ίσως να προβλέψει ποιες κοινωνίες είναι στον κίνδυνο της κατάρρευσης;

2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η εξέλιξη της Οικονομικής Ιστορίας τα τελευταία 70 χρόνια έχει ακολουθήσει μια πορεία που πηγαινει από την αυστηρή χρήση των τυποποιημένων οικονομικών που εφαρμόζεται στο οικονομικό παρελθόν (Κλειομετρία), σε μια γενική επίσημη αντανάκλαση της κοινωνικής Ιστορίας βασισμένη σε πιο εύκαμπτα εμπειρικά εργαλεία (Κλειοδυναμική). Ενώ η Κλειομετρία (Cliometrics) ήταν ένα παράδειγμα βασισμένο στη νεοκλασική θεωρία και τις οικονομετρικές μεθόδους, η Κλειοδυναμική (Cliodynamics) είναι μια ερευνητική διαδικασία που δεν βασίζεται σε νεοκλασικά θεωρητικά πλαίσια και στις ποσοτικές μεθόδους.

Η πορεία της Οικονομικής Ιστορίας ορίζεται καλύτερα ως η διαδοχή τεσσάρων σημαντικών βημάτων. Το πρώτο ήταν μια αρχική επιστημονική επανάσταση που παρήγαγε την εμφάνιση της Κλειομετρίας. Το δεύτερο στάδιο ήταν αυτό στο οποίο η Κλειομετρία έγινε το κυρίαρχο παράδειγμα. Έπειτα ήρθε το τρίτο στάδιο, όπου η Κλειομετρία κατέρρευσε ως παράδειγμα και προέκυψαν διάφοροι κλάδοι της Οικονομικής Ιστορίας. Στο τέταρτο στάδιο, όλοι εκείνοι οι κλάδοι που δημιουργήθηκαν, φαίνεται να συγκλίνουν σε ένα νέο παράδειγμα, την Κλειοδυναμική (Mejia, 2015).

2.2.1 ΚΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ

Η Κλειομετρία, που αποκαλείται Νέα Οικονομική Ιστορία (Fogel, 1966) ή Οικονομετρική Ιστορία (Woodman, 1972), είναι η συστηματική εφαρμογή της οικονομικής θεωρίας, οικονομομετρικών τεχνικών και άλλων επίσημων ή μαθηματικών μεθόδων στη μελέτη της Ιστορίας (ιδιαίτερα της Κοινωνικής και Οικονομικής Ιστορίας) (Diebolt και Haurpert, 2015a) . Πρόκειται για μια ποσοτική (σε αντίθεση προς την ποιοτική ή εθνογραφική) προσέγγιση της Οικονομικής Ιστορίας (Glaeser, 2009). Ο όρος Κλειομετρία προέρχεται από το Κλειώ, η οποία ήταν η μούσα της Ιστορίας και τη μέτρηση, τη χρήση δηλαδή μαθηματικών μοντέλων. Αρχικά δημιουργήθηκε από τον μαθηματικό οικονομολόγο Stanley Reiter το 1960 (Goldin, 1995).

Η λογοτεχνία έχει καθορίσει καλά την έναρξη της Κλειομετρίας ως μια «επανάσταση», που άρχισε στα μέσα του 1950 στις αμερικανικές Οικονομικές Σχολές, ιδίως, στο πανεπιστήμιο Purdue. Η σύγκρουση μεταξύ της νέας Οικονομικής Ιστορίας (όπως αλλιώς ονομάζεται η Κλειομετρία) και της παλαιάς Οικονομικής Ιστορίας δεν είναι τετριμμένη και έχει παλιές ρίζες. Η Οικονομική Ιστορία, μέχρι το 1940, ήταν ένας τομέας που εξουσιάστηκε από τους κληρονόμους της γερμανικής ιστορικής σχολής. Η γερμανική σχολή, όπου η κεντρική φιγούρα στο ακαδημαϊκό περιβάλλον ήταν ο Gustav von Schmoller, υπογράμμισε το ρόλο της Ιστορίας ως βασική πηγή γνώσης για τις ανθρώπινες ενέργειες και τα οικονομικά θέματα. Ένα σημαντικό μέρος της φιλοσοφίας τους για την κοινωνική δυναμική ήταν ότι οι οικονομικές σχέσεις ήταν συγκεκριμένες όσον αφορά στον πολιτισμό, και ως εκ τούτου μη γενικεύσιμες με το πέρασμα του χρόνου. Επομένως, η γερμανική σχολή απέρριψε την καθολική ισχύ των οικονομικών θεωριών. Σύμφωνα με αυτή, ήταν υπέρ μιας μεθόδου βασισμένης στην εμπειρική και ιστορική ανάλυση αντί της Λογικής και των Μαθηματικών (Shionoya, 2005).

Σε αντίθεση με τους παλαιούς οικονομικούς ιστορικούς και τα γερμανικό-ιστορικά θεμέλιά της, η νέα γενιά των Κλειομετρών είχε μια πλήρη αντίθετη διανοητική κληρονομιά, που εμπλούτιζε τη θεωρία και γενίκευε την ανάλυση της κοινωνίας. Αυτοί ήταν νέοι ακαδημαϊκοί που εκπαιδεύθηκαν στα νεοκλασικά οικονομικά και βάσισαν την ερμηνεία της κοινωνίας σε γενικές αρχές, έγκυρες σε όλο το χώρο και το χρόνο. Υποστήριξαν ότι η «παλαιά Οικονομική Ιστορία» ήταν γεμάτη με σφάλματα στον οικονομικό συλλογισμό και ενσωμάτωσαν μια ανεπαρκή

προσέγγιση στην αιτιώδη εξήγηση. Οι Κλειομέτρες επέμειναν σε μια επιστημονική προσέγγιση στις οικονομικό-ιστορικές ερωτήσεις, με μια προσεκτική εξειδίκευση των ρητών μοντέλων των εξεταζόμενων φαινομένων που υπόκεινται στην ανάλυση (Lyons et al, 2007).

Σε αυτό το πλαίσιο, πριν από την άφιξη της Κλειομετρίας, η χρήση των γενικών θεωριών για την προσέγγιση των ιστορικών φαινομένων απορρίφθηκε εντελώς από τους μελετητές. Επομένως, οι προσπάθειες στο θέμα προορίστηκαν για να αποτύχουν. Ίσως το διασημότερο «κάλεσμα» για περισσότερη θεωρία στην Οικονομική Ιστορία, η οποία δεν είχε ουσιαστικά κανένα αντίκρισμα για την ώρα, ήταν μια τοποθέτηση του Eli Heckscher (1929) στο διεθνές ιστορικό συνέδριο στο Όσλο, με τίτλο «*A Plea for Theory in Economic History*». Σε εκείνη την τοποθέτηση, για παράδειγμα, ο Heckscher επισημαίνει πως η άγνοια της πιο βασικής Οικονομικής θεωρίας από τους οικονομικούς ιστορικούς είχε οδηγήσει στην παράλογη πρόταση ότι η ρωμαϊκή αυτοκρατορία παρήκμασε επειδή είχε γίνει τόσο μεγάλη που είχε πάψει να έχει οποιοδήποτε εξωτερικό εμπόριο (Findlay, 1998). Μερικές σποραδικές προσπάθειες στην ίδια γραμμή έγιναν από τον Clark το 1942 και, ιδίως, από τον Kemmerer στην 6^η ετήσια συνάντηση της Ένωσης Οικονομικής Ιστορίας (Economic History Association), στη Βαλτιμόρη το 1946. Παρόλα αυτά, κι ενώ βρισκόμαστε στις παρυφές της Κλειομετρικής επανάστασης, το ακαδημαϊκό περιβάλλον ήταν αρκετά εχθρικό σε αυτές τις προσεγγίσεις (Kirkland, 1949).

Από την άλλη, η χρήση της ποσοτικής ανάλυσης ήταν μια όχι και τόσο ριζική καινοτομία της Κλειομετρικής επανάστασης. Τουλάχιστον μια γενιά πριν από αυτή, οι οικονομικοί ιστορικοί άρχισαν να έχουν το ενδιαφέρον για τη μέτρηση. Στη δεκαετία του '40 η ποσοτική ανάλυση ήταν ήδη μια γενικευμένη πρακτική στον τομέα. Όπως πρότεινε ο Heaton:

«Η χρήση της στατιστικής δεν είναι νέα έννοια στους οικονομικούς ιστορικούς, αλλά η ώθηση να μετρηθούν οι μετακινήσεις, οι αυξήσεις, οι ομάδες, και τα εργαλεία για να απαντηθούν τέτοιες ερωτήσεις όπως Πόσο; Πόσοι; Πόσο γρήγορα; Ή πόσο αντιπροσωπευτικό; Είναι ίσως το σημαντικό χαρακτηριστικό της γενεάς μας» (Heaton, 1942).

Οι παραδοσιακοί οικονομικοί ιστορικοί, όπως υποστηρίζει ο Mejia (2015), δεν ήταν συνηθισμένοι στο να υιοθετήσουν τις περίπλοκες στατιστικές μεθόδους. Η κύρια χρήση στοιχείων τους είχε ως σκοπό τον προσδιορισμό των αλλαγών τάσης ή των συγκριτικών διαφορών. Εντούτοις, σε αντίθεση με αυτό που συνέβη στην θεωρητική ανάλυση, η ποσοτική Οικονομική Ιστορία ήταν ένας τομέας με την ανάλογη αναγνώριση πριν από την άφιξη της Κλειομετρίας. Πραγματικά, ένα κοινό στοιχείο στη πρώτη γενιά των Κλειομετρών ήταν επίσης η χρήση μη προηγμένων στατιστικών μεθόδων. Όσο παράδοξο όμως μπορεί να φανεί, οι πρώτοι Κλειομέτρες είχαν ένα μεγάλο μέρος του «Κλειώ», αλλά λίγο της «Οικονομετρίας». Οι μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν έως τις αρχές της δεκαετίας του '70 ήταν, βασικά, περιγραφικές στατιστικές και, περιστασιακά, απλές γραμμικές παλινδρομήσεις. Για παράδειγμα, το μεγαλύτερο σύμβολο της Κλειομετρικής επανάστασης, το βιβλίο του Robert Fogel «*Railroads and American Economic Growth: Essays in Econometric History*» είχε μερικά πρότυπα γραμμικής παλινδρόμησης (Fogel, 1965). Επομένως, αυτό που διέκρινε τους Κλειομέτρες από τους παλαιούς οικονομικούς ιστορικούς ήταν οι σκοποί και οι χρήσεις των στατιστικών δεδομένων. Οι Κλειομέτρες εξήγαγαν περισσότερες πληροφορίες από τα δεδομένα χάρη στη θεωρητική δομή μέσω της οποίας προσέγγιζαν τα εμπειρικά προβλήματα. Η χρήση της θεωρίας τους επέτρεψε να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα για τη δοκιμή υποθέσεων με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Για παράδειγμα, η χρήση των μοντέλων εισόδου-εξόδου, ή των μοντέλων προσφοράς και ζήτησης, επέτρεψε στους Κλειομέτρες να εξάγουν τις ίδιες πληροφορίες, που χρησιμοποιήθηκαν πριν για να περιγράψουν μόνο το επίπεδο παραγωγής στους διάφορους τομείς, για την καταγραφή της λειτουργίας της οικονομίας ως σύστημα. Για παράδειγμα, μέσω αυτών των μεθόδων ο William Whitney (1968) προσπάθησε να καθορίσει τι αντίκτυπο είχε η αλλαγή στη ζήτηση επάνω στη βιομηχανική δομή στις ΗΠΑ στα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Ομοίως, ο John Meyer (1955) χρησιμοποίησε αυτές τις μεθόδους για να εκτιμήσει εάν το πόσο καθυστέρησε η βρετανική βιομηχανική ανάπτυξη στα τέλη του 19^{ου} αιώνα θα μπορούσε να αποδοθεί στην επιβράδυνση των πωλήσεων των εξαγωγών.

2.2.2 ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΛΕΙΟΜΕΤΡΙΑΣ

Το ενδιαφέρον για την Κλειομετρία γενικεύεται γρήγορα. Το ιστορικό γεγονός που καθόρισε της εξέλιξη της Νέας Οικονομικής Ιστορίας έλαβε χώρα τον Σεπτέμβρη του 1957 με το «*Conference on Research in Income and Wealth*» στο Williamstown της Massachusetts. Οι Conrad και Meyer παρουσίασαν τις διατριβές τους στη μεθοδολογία και στα οικονομικά της δουλειάς προσφέροντας έτσι το «ψευδομανιφέστο» της Κλειομετρικής Επανάστασης (Coats, 1980).

Μέχρι τη δεκαετία του '70 κανένας απόφοιτος στα Οικονομικά ή την Ιστορία δεν θα μπορούσε να αποφύγει την Οικονομική Ιστορία (Wharles, 2010). Η σφαίρα της Οικονομικής Ιστορίας κυριαρχείται από την Κλειομετρία. Ο τομέας υποκινήθηκε από την εξάπλωση των υπολογιστών στους ακαδημαϊκούς. Οι σημαντικές πρόοδοι στις ικανότητές τους ξυπνούν το ενδιαφέρον (λόγω του Ψυχρού Πολέμου) για τη μελέτη της μακροπρόθεσμης αύξησης των κεφαλαιοκρατικών οικονομιών, και την αυξανόμενη υιοθέτηση της Οικονομετρίας στα Εφαρμοσμένα Οικονομικά.

Οι πυλώνες πάνω στους οποίους στήθηκε το όλο οικοδόμημα συνοψίζονται σε πέντε, κατά κύριο λόγο, χαρακτηριστικά. Η μέθοδος επικεντρώθηκε στη χρήση ποσοτικής ανάλυσης, ενώ η ποιοτική έρευνα ήταν σχεδόν απύσχα. Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα ήταν ότι υπήρξε ενδιαφέρον για την εξαγωγή των δεδομένων από τα μεγάλα δείγματα. Οι κύριοι στόχοι τους ήταν στοιχεία όσον αφορά τις τιμές, τις αμοιβές και την παραγωγή. Η χρησιμοποίηση του στατιστικού συμπεράσματος ως εξεταστική μέθοδος είναι το τρίτο χαρακτηριστικό γνώρισμα. Τέταρτο χρησιμοποιήθηκαν με έναν συστηματικό και ρητό τρόπο, οι αντίθετες υποθέσεις για την εύρεση των αιτιωδών σχέσεων. Ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα αυτής της προσέγγισης ήταν η έννοια της κοινωνικής αποταμίευσης, που αναπτύχθηκε, ακριβώς, από τους Κλειομέτρους. Η κοινωνική αποταμίευση είναι μια τεχνική λογιστικής αύξησης με σκοπό να αξιολογήσει τις συνέπειες στην αύξηση της ενσωμάτωσης της νέας τεχνολογίας. Υπολογίζει τις οικονομίες της νέας τεχνολογίας έναντι της επόμενης καλύτερης εναλλακτικής λύσης. Δηλαδή προσδιορίζει μια υποθετική εναλλακτική λύση ως εφαρμογή της έννοιας του κόστους ευκαιρίας. Τέλος, ίσως το σημαντικότερο χαρακτηριστικό γνώρισμα ήταν η χρήση της νεοκλασικής θεωρίας ως αναλυτικό πλαίσιο. Αυτό συνεπάγεται την αντίληψη της αγοράς ως φυσικό μηχανισμό της κατανομής των πόρων και επομένως των τιμών ως αναφορά της αξίας (Mejia, 2015).

2.2.3 ΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΚΛΕΙΟΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ

Παρά την επιτυχία της Κλειομετρίας στον υπόλοιπο κόσμο, μια αυξανόμενη δυσарέσκεια κατέλαβε τους κύκλους των εμπειρογνομόνων στην Οικονομική Ιστορία. Το σημαντικότερο σύνολο των κριτικών προήλθε από τη χρήση της νεοκλασικής θεωρίας και το πώς αυτή περιόρισε το εύρος της ανάλυσης των Κλειομετρών. Έτσι άρχισαν να μειώνονται τα ερευνητικά ερωτήματα με αποτέλεσμα η ποσοτικοποίηση και το στατιστικό συμπέρασμα να είναι εφικτά σε ένα περιορισμένο σύνολο προβλημάτων. Ακόμη και οι συγγραφείς που ανήκουν στη πρώτη γενιά των Κλειομετρών ενστερνίστηκαν αυτήν την κριτική. Μεταξύ τους ο North (1974, 1977, 1978), και οι Gutman et al. (1977), McCloskey (1978, 1987) και Field (1987). Από τότε, άρχισε μια διαδικασία απομόνωσης που υπάρχει μέχρι σήμερα, ξεφεύγοντας από την επικρατούσα τάση των οικονομικών και αρκετά περαιτέρω από την επικρατούσα τάση Ιστορίας. Δεδομένου ότι η Κλειομετρία ήταν το κυρίαρχο παράδειγμα στην Οικονομική Ιστορία, ήταν φυσικό να συνδεθεί η πτώση της με την παρακμή ολόκληρης της σχετικής διανοητικής κίνησης της εποχής.

Η εξάρτηση της Κλειομετρίας από την οικονομική θεωρία, τα νεοκλασικά μοντέλα και τα ποσοτικά δεδομένα σε συνάρτηση με την απουσία ποιοτικών πηγών σε ό,τι είχε να κάνει με την ποσοτικοποίηση της Ιστορίας είχε ως άμεση συνέπεια την πτώση της Κλειομετρικής Επανάστασης. Ωστόσο, μετά από την πτώση της Κλειομετρίας έγινε ένας τεμαχισμός της Οικονομικής Ιστορίας σε τέσσερις ανεξάρτητους κλάδους. Ως πρώτος μπορεί να αναφερθεί η νέα Κλειομετρία που έχει κάνει σημαντικές προόδους στον τομέα. Κατά κύριο λόγο, υπάρχει μια βελτίωση στους μεθοδολογικούς όρους. Βελτιώθηκε η συλλογή δεδομένων και τα συμπεράσματα που βασίζονται σε αυτά. Συνεπώς, υπάρχει προσαρμογή στις νεώτερες οικονομετρικές μεθόδους, ιδίως, εκείνες που αναπτύσσουν αναλύσεις χρονολογικών σειρών. Οι μέθοδοι Συνολοκλήρωσης (Cointegration), η ανάλυση της σύγκλισης, ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας, τα φίλτρα Kalman, ο έλεγχος αιτιότητας Granger και τα πρότυπα VAR και GARCH ήταν μερικές από τις τεχνικές με τη μεγαλύτερη αποδοχή μεταξύ των νέων Κλειομετρών (Greasley & Oxley, 2010).

Δεύτερος κλάδος ήταν, η νέα θεσμική Οικονομική Ιστορία. Οι Κλειομέτρες είχαν αρκετά νωρίς αντιληφθεί τη σημασία του θεσμικού πλαισίου στις ιστορικές αναλύσεις. Παρόλα αυτά, δεν συμπεριλήφθηκε ως ιδιοκτησία των γενικών προτύπων

τους αλλά ως περιγραφικό στοιχείο του πλαισίου. Η πιο σχετική σύνδεση μεταξύ της παλαιάς Κλειομετρίας και της νέας θεσμικής Οικονομικής Ιστορίας είναι, χωρίς αμφιβολία, ο Douglass North. Μέχρι σήμερα, τα κυριότερα επιτεύγματα της Κλειομετρίας ήταν από τη μία η βραδεία αλλά σίγουρη εγκαθίδρυση, στην παράδοση του Fogel, μιας σταθερής σειράς οικονομικών αναλύσεων της ιστορικής εξέλιξης μέσω μετρήσεων και θεωρίας. Πράγματι, αυτή η τελευταία εστίαση δημιούργησε τελικά ένα νέο κλάδο οικονομικών, τη νέα θεσμική Οικονομία. Τίποτα δεν μπορεί πλέον να αντικαταστήσει την αυστηρή στατιστική και οικονομετρική ανάλυση βασισμένη σε συστηματικά ταξινομημένα δεδομένα (Diepolt and Haupt, 2015a).

Τρίτος κλάδος ήταν, η μακροπρόθεσμη προσέγγιση ανάπτυξης υπό το πρίσμα του πολιτισμού μιας κοινωνίας. Τα τελευταία χρόνια, γίνονται προσπάθειες να μελετηθεί η εξέλιξη πρόσφατων κοινωνιών με βάση γεωγραφικά, βιολογικά και θεσμικά χαρακτηριστικά. Οι περισσότερες μελέτες καταλήγουν στο ότι η πολιτισμικές διαστάσεις μιας κοινωνίας αποτελούν έναν από τους πιο βασικούς παράγοντες της οικονομικής ανάπτυξης (Gershman, 2016). Οι Nunn (2009), και οι Spolaore και Wacziarg (2013) παρουσιάζουν έρευνες αυτής της βιβλιογραφίας, στις οποίες βασίζεται αυτός ο κλάδος.

Τέταρτος κλάδος ήταν, η πολύ μακροπρόθεσμη Οικονομική Ιστορία όπου ένας αυξανόμενος αριθμός συγγραφέων ενδιαφέρθηκε για μια πολύ μακροπρόθεσμη (σε ορισμένες περιπτώσεις, χιλιετή) άποψη της Οικονομικής Ιστορίας. Σε αυτή τη βιβλιογραφία βρίσκεται και κάθε φορά μεγαλύτερος αριθμός μελετών για τα μεσαιωνικά και αρχαία Οικονομικά (βλ. Scheidel et al., 2007, Deng, 2013, Andersen et al., 2016, Ober, 2015). Ειδικά ο Ober αναφέρεται στην άνοδο και την πτώση της Αρχαίας Ελλάδας

Κάθε ένας από τους κλάδους στους οποίους η Οικονομική Ιστορία ήταν τεμαχισμένη έχει ένα διαφορετικό διανοητικό και μεθοδολογικό πνεύμα. Όπως διαφαίνεται, οι δεσμοί μεταξύ των κλάδων της Οικονομικής Ιστορίας συγκλίνουν προς μια πιο γενική προσέγγιση, την Κλειοδυναμική.

Η Κλειομετρία είχε έντονους επικριτές. Ο Boldizzoni (2011) συνοψίζει μια κοινή κριτική υποστηρίζοντας ότι η Κλειομετρία βασίζεται στην λανθασμένη υπόθεση ότι οι νόμοι των νεοκλασικών οικονομικών εφαρμόζονται πάντοτε στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Αυτοί οι νόμοι βασίζονται στην ορθολογική επιλογή και

μεγιστοποίηση καθώς λειτουργούν σε καλά αναπτυγμένες αγορές και δεν ισχύουν για άλλες οικονομίες εκτός από εκείνες της καπιταλιστικής Δύσης στη σύγχρονη εποχή. Αντ' αυτού, ο Boldizzoni υποστηρίζει ότι η λειτουργία των οικονομιών καθορίζεται από κοινωνικές, πολιτικές και πολιτιστικές συνθήκες που είναι ειδικές για κάθε κοινωνία και χρονική περίοδο. Από την άλλη πλευρά, ο Diebolt (2015b) υποστήριξε ότι η Κλειομετρία είναι ώριμη και αποδεκτή από τους μελετητές ως ένα απαραίτητο εργαλείο στην Οικονομική Ιστορία. Ο Diebolt και οι περισσότεροι μελετητές συνηγορούν στο ότι η οικονομική θεωρία, πρέπει να εμπλουτιστεί με νέα δεδομένα καθώς και με ιστορικές και στατιστικές μεθόδους. Αυτά είναι απαραίτητα συστατικά για να διατυπωθούν ακριβώς τα ερευνητικά προβλήματα και να εξαχθούν συμπεράσματα προκειμένου να αποκτηθεί η γνώση πολύπλοκων συστημάτων. Στο εφαρμοσμένο επίπεδο, η Κλειομετρία είναι αποδεκτή ως ο τρόπος μέτρησης των μεταβλητών και των παραμέτρων (Diebolt, 2012)

2.3 ΚΛΕΙΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

Η Κλειοδυναμική αντιμετωπίζει την Ιστορία ως επιστήμη. Οι ερευνητές που ασχολούνται με αυτή, αναπτύσσουν θεωρίες που εξηγούν τέτοιες δυναμικές διεργασίες όπως η άνοδος και η πτώση των αυτοκρατοριών, οι αυξήσεις και οι μειώσεις ενός πληθυσμού, η εξάπλωση και η εξαφάνιση των θρησκειών. Αυτές οι θεωρίες μεταφράζονται σε μαθηματικά μοντέλα. Τέλος, οι προβλέψεις μοντέλων ελέγχονται έναντι δεδομένων. Έτσι, η κατασκευή και η ανάλυση μαζικών βάσεων δεδομένων ιστορικών και αρχαιολογικών πληροφοριών είναι ένας από τους σημαντικότερους στόχους της Κλειοδυναμικής.

Η βασική δραστηριότητα της επιστήμης είναι η εμπειρική δοκιμασία των θεωριών. Καθώς ένας επιστημονικός τομέας ωριμάζει και αντιμετωπίζει τις θεωρίες της αυξανόμενης πολυπλοκότητας, πρέπει να γίνει προοδευτικά περισσότερο «μαθηματικός». Τα Μαθηματικά παρέχουν μια τυποποιημένη γλώσσα για ακριβή περιγραφή και αυστηρότητα, εξασφαλίζοντας ότι τα συμπεράσματα πράγματι ακολουθούν τα κριτήρια. Τα Μαθηματικά δεν είναι μόνο ποσοτικά (περιλαμβάνουν τομείς όπως η μαθηματική Λογική, η αφηρημένη Άλγεβρα και η Τοπολογία). Ωστόσο, αν μας ενδιαφέρει η κατανόηση της δυναμικής τέτοιων ιστορικών διαδικασιών, όπως η μεταβολή του πληθυσμού, η εδαφική επέκταση/συρρίκνωση και

η εξάπλωση των θρησκειών, πρέπει να ασχοληθούμε με αριθμούς και ποσοστά. Επιπλέον, ένα ανθρώπινο μυαλό, χωρίς βοήθεια από τον μαθηματικό formalισμό και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, είναι ένα κακό εργαλείο για την πρόβλεψη δυναμικών διαδικασιών που χαρακτηρίζονται από μη γραμμικές ανατροφοδοτήσεις ή την κατανόηση τέτοιων σύνθετων συμπεριφορών όπως το μαθηματικό χάος.

Χωρίς τα μαθηματικά είμαστε καταδικασμένοι να κάνουμε ασαφείς δηλώσεις και να φτάσουμε σε λανθασμένα συμπεράσματα. Πώς μπορούμε να δοκιμάζουμε θεωρητικές προβλέψεις με δεδομένα, αν δεν είμαστε σίγουροι ότι η «πρόβλεψη» στην πραγματικότητα προκύπτει από τις υποθέσεις της θεωρίας; Πολλοί, πιθανότατα οι περισσότεροι ιστορικοί, έχουν έντονη αντίθεση στα Μαθηματικά. Επιπλέον, μπορεί να αισθάνονται ότι απειλούνται από εισβολείς, από τις φυσικές επιστήμες. Μερικοί υποστηρίζουν ότι η Ιστορία είχε το μερίδιό της από μεγάλους στοχαστές και δεν υπάρχει ανάγκη μαθηματικών προσεγγίσεων (Turchin, 2006).

Όπως καταθέτει ο Turchin στην ιστοσελίδα του : *«Δεν έχω παρά βαθύ σεβασμό για τους γίγαντες της ιστορικής σκέψης από τον Πολύβιο και τον Ibn Khaldun έως τον Fernand Braudel και τον William McNeill. Αλλά υποστηρίζω ότι δεν αρκεί. Εκτός από την αξιοθαύμαστη έρευνα που έχουν ήδη πραγματοποιήσει ιστορικοί, χρειαζόμαστε μια συστηματική προσπάθεια αντιμετώπισης της μετάφρασης λεκτικών θεωριών σε μαθηματικά μοντέλα, τη συγκέντρωση μεγάλων συλλογών ιστορικών δεδομένων και την πρόβλεψη πρότυπων μοντέλων σε αυτό το εμπειρικό υλικό. Η αντίθεση των προβλέψεων των αντιπάλων θεωριών με τα δεδομένα θα μας επιτρέψει να απορρίψουμε ορισμένες θεωρίες υπέρ των άλλων. Αυτό είναι ένα από τα καλύτερα μέτρα επιστημονικής προόδου, αλλά σπάνια συμβαίνει στην Ιστορία. Ένα από τα λίγα παραδείγματα επιτυχούς εφαρμογής αυτής της προσέγγισης είναι το έργο του βραβευμένου με Νόμπελ Robert Fogel και των συναδέλφων του σχετικά με την οικονομική σκοπιμότητα της δουλείας, στη Μεταπολεμική Περίοδο των Η.Π.Α.. Χρειαζόμαστε περισσότερες τέτοιες μελέτες, και όχι μόνο στον τομέα της Οικονομικής Ιστορίας».*

Προς το παρόν η Ιστορία έχει πολύ χαμηλό κύρος μεταξύ των επιστημών (πολλοί θα αρνούσαν ακόμη και ότι πρόκειται για επιστήμη). Αυτό αντανakλάται, μεταξύ άλλων, σε μια δυστυχώς ανεπαρκή οικονομική στήριξη για την ιστορική έρευνα. Ωστόσο, ποια είναι η καλύτερη στρατηγική για τη διόρθωση αυτής της αξιοθρήνητης κατάστασης; Καταπολεμώντας μια τάση οπισθοδρόμησης ενάντια στην

εισαγωγή νέων μεθόδων και προσεγγίσεων από τις φυσικές επιστήμες; Ή την αποδοχή της αλλαγής και την ενσωμάτωση αυτών των μεθόδων με αυτό που κάνουν οι ιστορικοί; Στη Βιολογία του 20^{ου} αιώνα έγινε μια μετάβαση από μια περιγραφική στην επεξηγηματική επιστήμη. Τώρα η Βιολογία έχει μεγάλο αριθμό και επικριτών και υποστηρικτών. Μερικοί μελετούν την ιδιωτική ζωή των ωδικών πτηνών και άλλοι διερευνούν τα μαθηματικά μοντέλα (Turchin, 2006).

Ο όρος Κλειοδυναμική λοιπόν, δημιουργήθηκε από τον Peter Turchin στις αρχές της δεκαετίας του 2000. Ο Turchin υποστήριξε ότι ενσωμάτωσε μια ιδέα που επικεντρώθηκε στους μηχανισμούς πίσω από την ιστορική εξέλιξη (Turchin, 2013). Ως κοινότητα έχει αναδειχθεί η συγκέντρωση μιας μικρής ομάδας ερευνητών διαφορετικών επιστημών που ενδιαφέρονται για μια επίσημη μελέτη της κοινωνικής Ιστορίας. Από την άποψη αυτή, οι μελέτες Κλειοδυναμικής έχουν ως κοινό στοιχείο μια συγκεκριμένη μεθοδολογική άποψη της ανάλυσης της Ιστορίας και όχι μια κοινή θεματική εστίαση. Στην πραγματικότητα, η Κλειοδυναμική έχει ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερόντων. Δεν επικεντρώνεται μόνο στα παραδοσιακά οικονομικά θέματα. Στην πραγματικότητα, το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας δεν αναφέρεται στις οικονομίες της αγοράς, αλλά στις αρχαίες και προϊστορικές κοινωνίες. Επομένως, έχει στενότερη σχέση με πεδία που σποραδικά έρχονταν σε επαφή με τα παλαιά κλειομετρικά στοιχεία, όπως η Παλαιοντολογία, η Αρχαιολογία και η πληθυσμιακή γενετική. Με αυτή την έννοια, η Κλειοδυναμική έχει ένα ευρύτερο αντικείμενο μελέτης, την εξέλιξη των κοινωνιών με την πάροδο του χρόνου.

Η κοινότητα της Κλειοδυναμικής έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Το περιοδικό *Clidynamics: The Journal of Quantitative History and Cultural Evolution* ειδικευμένο σε αυτό το θέμα ιδρύθηκε το 2010 και σήμερα εκδίδει δύο τεύχη ετησίως. Ένας αυξανόμενος αριθμός συγγραφέων με σημαντική αναγνώριση σε διάφορους τομείς, όπως η Ιστορία, τα πολύπλοκα συστήματα και η Οικολογία, έχουν μετατρέψει το επίκεντρο των ερευνητικών τους θεμάτων σε Κλειοδυναμική. Μεταξύ αυτών, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ανθρώπους όπως ο John Gaddis, ο Randall Collins, ο Jack Goldstone, ο Sergey Nefedov και ο Andrey Korotayev.

Οι Κλειοδυναμικοί μοιράζονται τις επιστημονικές φιλοδοξίες των πρώιμων Κλειομετρών, θεωρώντας ότι αν έχουμε τα σωστά ποσοτικά εργαλεία και τα ιστορικά δεδομένα είναι δυνατόν να δοκιμάσουμε γενικές θεωρητικές περιγραφές της Ιστορίας (Turchin, 2011). Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά τους ερευνητές της

Κλειοδυναμικής να κρατούν παρόμοιες προσπάθειες ανάκτησης δεδομένων και μεγάλων δειγματοληπτικών εκτιμήσεων, όπως εκείνων των Κλειομετρών. Για παράδειγμα, οι Turchin et al. (2012) εισάγουν μια ιστορική και αρχαιολογική βάση δεδομένων που υποτίθεται ότι χρησιμοποιείται για την ερμηνεία της διαδικασίας μέσω της οποίας η ανθρωπότητα άρχισε να συνεργάζεται σε μεγάλες ομάδες γενετικά άσχετων ατόμων. Στο τέλος, δοκιμάζουν τις υποθέσεις που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση των πόρων, του πολέμου, της τελετουργίας και της δυναμικής της θρησκείας των κοινωνικών ομάδων.

Παρόλα αυτά, οι διαφορές μεταξύ της Κλειοδυναμικής και της Κλειομετρίας είναι σημαντικές. Με μια πρώτη ματιά μπορούμε να πούμε ότι, σε περιόδους κατά τις οποίες οι ομάδες ανθρώπων ήταν πιο ευάλωτες στο φυσικό περιβάλλον, η συμμετοχή της Κλειοδυναμικής υπογραμμίζει το ρόλο του οικολογικού πλαισίου, ιδίως των βιολογικών καθοριστικών παραγόντων της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης. Τα περισσότερα από αυτά τα φαινόμενα δεν είναι ποσοτικά, γεγονός που υποδηλώνει την έμφαση σε ποιοτικές αναλύσεις που απουσίαζαν από την Κλειομετρία. Για παράδειγμα, οι Grinin, Markov και Korotayev (2013) μελετούν το υπερβολικό μοντέλο της παγκόσμιας πληθυσμιακής ανάπτυξης υποστηρίζοντας ότι προέκυψε από την ανατροφοδότηση μεταξύ της δημογραφικής ανάπτυξης και της τεχνολογικής ανάπτυξης.

Η εγγύτητα της Κλειοδυναμικής με τις φυσικές επιστήμες επηρέασε επίσης τη μεθοδολογική της προσέγγιση. Οι κυρίαρχες μέθοδοι στην Κλειοδυναμική είναι οι συνηθισμένες μαθηματικές και υπολογιστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις επιστήμες, όπως μοντέλα βασισμένα σε παίκτες και παραδοσιακά μοντέλα διαφορικών εξισώσεων. Τα πολύπλοκα συστήματα υπήρξαν επίσης μια κεντρική πηγή έμπνευσης για την Κλειοδυναμική. Έτσι, η συχνή χρήση της ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου και της θεωρίας της εξελικτικής θεωρίας των παιγνίων, χαρακτηρίζει τη βιβλιογραφία. Για παράδειγμα, οι Turchin και Gavrilets (2009), που βασίζονται σε αυτά τα εργαλεία υποστηρίζουν ότι μεγάλης κλίμακας ιεραρχικά σύνθετες κοινωνίες προέκυψαν ως αποτέλεσμα των εξελικτικών πιέσεων που ασκήθηκαν από τον πόλεμο.

Σε εμπειρικό επίπεδο, η Κλειοδυναμική παρακολούθησε επίσης τις κυρίαρχες μεθόδους δοκιμών σε φυσικές επιστήμες και πολύπλοκα συστήματα, κυρίως προσομοιώσεις βαθμονομημένων μοντέλων και στατιστική συμπερίληψη μοντέλων

χρονολογικών σειρών (Turchin, 2005a). Με αυτές τις εμπειρικές μεθόδους, ο Turchin (2010a) επικυρώνει τη συνάφεια των περιβαλλοντικών προσφορών στη θεωρία των Turchin και Gavrilets (2009).

Με βάση όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, ένα μεγάλο σύνολο στοιχείων στην πρόσφατη βιβλιογραφία για την Οικονομική Ιστορία υποδηλώνει μια σύγκλιση με την Κλειοδυναμική. Πρώτον, σχεδόν όλοι οι κλάδοι της Οικονομικής Ιστορίας έχουν επεκτείνει τις περιόδους ανάλυσης τους πέραν από τον καθιερωμένο καπιταλισμό. Έτσι, ανακτάται μια ευρύτερη αντίληψη της ανθρώπινης συμπεριφοράς, όχι επικεντρωμένη στις αγορές, αλλά μάλλον στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν επανειλημμένα μεταξύ τους και με το περιβάλλον τους. Με αυτή την έννοια, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι τα φυσικά οφέλη, οι τεχνολογικές αλλαγές και οι θεσμικές ρυθμίσεις αντικαθιστούν προοδευτικά τις τιμές και την παραγωγή ως βασικές μεταβλητές της μελέτης.

Σε αυτή τη διαδικασία, η θεωρία των παιγνίων, οι θεσμικές αναλύσεις και οι πρόσφατες εξελίξεις στα οικονομικά της συμπεριφοράς έχουν εισαχθεί τακτικά στην Οικονομική Ιστορία, προσφέροντας ένα ευρύτερο θεωρητικό πλαίσιο, παρόμοιο με το εκλεκτικό όραμα που διακηρύσσεται από την Κλειοδυναμική. Επιπλέον, σε συνάρτηση με αυτή τη μετατόπιση του εννοιολογικού οράματος, η αναζωογόνηση μη ποσοτικών δεδομένων είναι μια άλλη τάση στην ερευνητική ατζέντα της Οικονομικής Ιστορίας που συμπίπτει στενά με την Κλειοδυναμική. Αυτό κατέστη δυνατό χάρη στην υιοθέτηση πιο ευέλικτων εμπειρικών εργαλείων από αυτά που χρησιμοποίησαν οι πρώτοι Κλειομέτρες. Η διάχυση μη γραμμικών μοντέλων, η ανάλυση χρονολογικών σειρών και οι μέθοδοι προσομοίωσης αποτελούν μέρος αυτής της διαδικασίας.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η σύγκλιση που αναφέρεται εδώ είναι μια σύγκλιση στα ερευνητικά προγράμματα. Δεν σημαίνει ότι η κοινότητα της Οικονομικής Ιστορίας θα εκλείψει από την κοινότητα της Κλειοδυναμικής. Στην πραγματικότητα, ως ακαδημαϊκές κοινότητες, όλοι οι κλάδοι της Οικονομικής Ιστορίας είναι πολύ πιο δομημένοι από ό,τι οι ομάδες της Κλειοδυναμικής. Πιθανότατα αυτό θα σήμαινε την απορρόφηση του τελευταίου από το πρώτο, εάν τα ερευνητικά τους σχέδια συνεχίσουν να συγκλίνουν.

Ένα παράδειγμα σύγκλισης της Οικονομικής Ιστορίας και της Κλειοδυναμικής είναι το βιβλίο που εκδόθηκε από τους Diamond και Robinson (2010). Συγκεντρώνει μια μεγάλη ποικιλία συγγραφέων διαφορετικών επιστημών, μερικοί από τους οποίους είναι πιο κοντά στην Κλειοδυναμική, όπως οι Stephen Haber & Patrick Kirch, ενώ άλλοι πιο κοντά στην Οικονομική Ιστορία, όπως ο Daron Acemoglu και ο Nathan Nunn. Το βιβλίο χαρακτηρίζεται από την ετερογένειά του. Από μία άποψη κυμαίνεται σε ένα μη ποσοτικό αφηγηματικό ύφος (παραδοσιακό μεταξύ των ιστορικών), ενώ φτάνει μέχρι τις ποσοτικές μελέτες με στατιστικές αναλύσεις (χαρακτηριστικές των Κλειομετρών). Από μία άλλη άποψη, το βιβλίο μελετά μια σειρά από κοινωνίες που ξεκινούν από τις πιο σύγχρονες έως τις προϊστορικές. Ωστόσο, όλα τα κεφάλαια του βιβλίου έχουν από κοινού τη χρήση εξωγενών και απροσδόκητων γεγονότων ως τρόπο εφαρμογής φυσικών μεθόδων πειράματος. Αλλά αυτή η ετερογένεια σε συγκεκριμένες μεθόδους, αλλά και η αποδοχή μιας τυπικής και αυστηρής άποψης για την ανθρώπινη ιστορία, είναι που καθορίζει την Κλειοδυναμική.

Συγγραφείς όπως ο Diebolt και ο Hauptert (2015b) υποστηρίζουν ότι η Κλειομετρία παραμένει ένα ενοποιημένο εννοιολογικό σώμα που μονοπάλησε όλες τις προσπάθειες στην επίσημη Οικονομική Ιστορία. Αντίθετα, ο Mejia (2015) θεωρεί ότι η Κλειομετρία, ως πνευματική παράδοση, έχει ένα περιορισμένο πεδίο. Παρά το γεγονός ότι όλοι οι σημερινοί κλάδοι της Οικονομικής Ιστορίας έχουν τις ρίζες τους στην Κλειομετρία, είναι πιο κοντά σε άλλες εννοιολογικές παραδόσεις. Τα διαφορετικά ερωτήματα, οι μέθοδοι και το θεωρητικό υπόβαθρο το αποδεικνύουν.

Από την άλλη πλευρά, η Κλειοδυναμική, που χαρακτηρίζεται από μια ευέλικτη επίσημη προσέγγιση στην Ιστορία, φαίνεται να είναι ένα πιο πιθανό ενοποιημένο παράδειγμα. Είναι σαφές, συμπληρώνει ο Mejia, ότι η σύγκλιση της Ιστορίας με την Κλειοδυναμική είναι μια εικασία που αξίζει βαθύτερη ανάλυση. Η προέλευση της Κλειοδυναμικής από τις εξωτερικές στιβάδες της Οικονομίας μπορεί να αποτελεί σοβαρό περιορισμό. Η μελλοντική εξέλιξη της ίδιας της Κλειοδυναμικής δημιουργεί επίσης αβεβαιότητα σχετικά με την προβλεπόμενη σύγκλιση. Πρέπει να γίνουν πρόσθετες μελέτες από τον πυρήνα της Κλειοδυναμικής. Η διαθεσιμότητα Μεγάλων Δεδομένων (Big Data) για δημοσιεύματα περιοδικών και αναφορές είναι μερικές από τις πιθανές νέες πηγές που θα μπορούσαν να εμπλουτίσουν αυτή τη συζήτηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το οικοδόμημα της Κλειοδυναμικής άρχισε να παίρνει σάρκα και οστά και να απασχολεί ολοένα και περισσότερο ένα μέρος της επιστημονικής κοινότητας. Ήταν λοιπόν καιρός να τεθούν οι πρώτοι πυλώνες και οι κύριες ερευνητικές κατευθύνσεις προκειμένου να ακμάσει η νέα αυτή επιστήμη. Υπάρχουν αρκετοί χώροι όπου διεξάγονται ερευνητικές προσπάθειες για την αποτελεσματικότητα και την αξιολόγηση της Κλειοδυναμικής. Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα το 2010 γίνεται η πρώτη συστηματική προσπάθεια συλλογής εργασιών και άρθρων που περιλαμβάνουν την έρευνα για τις γενικές αρχές που ερμηνεύουν τη λειτουργία και τη δυναμική των κοινωνιών της Ιστορίας με τη δομή μαθηματικών μοντέλων (Turchin, 2010b). Ταυτόχρονα εκδίδεται το περιοδικό *Clodynamics: The Journal of Quantitative History and Cultural Evolution* το οποίο έχει ελεύθερη πρόσβαση και επιδιώκει να ενσωματώσει ιστορικά μοντέλα με δεδομένα για να διευκολύνει τη θεωρητική πρόοδο.

Ωστόσο τίποτα δεν θα ήταν εφικτό αν δεν υπήρχαν εκείνα τα ιστορικά δεδομένα για να μπορούν οι επιστήμονες να επαληθεύσουν τα μοντέλα τους. Η Κλειοδυναμική βασίζεται σε μεγάλα δεδομένα αποδεικτικών στοιχείων για να δοκιμάσει ανταγωνιστικές θεωρίες σε ένα ευρύ φάσμα ιστορικών διεργασιών. Αυτό συνήθως συνεπάγεται την κατασκευή τεράστιων αποθεμάτων αποδεικτικών στοιχείων. Τα τελευταία χρόνια η άνοδος της ψηφιακής Ιστορίας και των διάφορων ερευνητικών τεχνολογιών επέτρεψε την κατασκευή τεράστιων βάσεων δεδομένων τα τελευταία χρόνια. Υπάρχει ένας πολύ μεγάλος όγκος συλλογικής γνώσης σχετικά με τις παλαιότερες κοινωνίες, τον οποίο κατέχουν ακαδημαϊκοί ιστορικοί και αρχαιολόγοι. Δυστυχώς, είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου σε μια μορφή που είναι απροσπέλαστη για επιστημονική ανάλυση και αποθηκευμένη στο μυαλό των ιστορικών ή διάσπαρτα σε μεμονωμένες σημειώσεις και δημοσιεύσεις (Turchin, 2014).

Έτσι το 2009 ιδρύθηκε αρχικά η Τράπεζα Δεδομένων της Παγκόσμιας Ιστορίας, η λεγόμενη **Seshat**¹ (*The Seshat: Global History Databank*), η οποία συλλέγει συστηματικά σύγχρονους απολογισμούς της πολιτικής και κοινωνικής οργάνωσης των ανθρώπινων ομάδων και το πώς οι κοινωνίες εξελίχθηκαν στο χρόνο. Μια οργάνωση ομπρέλα για πολλά ερευνητικά έργα που εξετάζουν διαφορετικές πτυχές ή θέματα ανθρώπινης ζωής. Σε κάθε έργο είναι επικεφαλής διάφορα μέλη της ομάδας Seshat μαζί με μια ομάδα συμβούλων και εμπειρογνομόνων. Στην Seshat μπορεί να βρει κανείς θέματα που περιλαμβάνουν: την εξέλιξη της κοινωνικής πολυπλοκότητας στους πρώιμους πολιτισμούς, τη δημιουργία της κοινωνικοποίησης (δηλαδή πώς και γιατί μεγάλες ομάδες ανεξαρτήτων ατόμων συναντιούνται και συνεργάζονται για έναν κοινό στόχο), τον ρόλο της τελετουργίας και της θρησκείας στην κοινωνική συνοχή, τις αιτίες της οικονομικής ανάπτυξης και τις συνέπειές της στην ευημερία του ατόμου, κ.α.

Μια ιστοσελίδα με ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι του **Clio Infra**² (Cliodynamics Infrastructure) έχει δημιουργήσει μια σειρά διασυνδεδεμένων βάσεων δεδομένων που περιέχουν παγκοσμίως στοιχεία για κοινωνικούς, οικονομικούς και θεσμικούς δείκτες, όπως και άλλες πτυχές της κοινωνικής ευημερίας τους τελευταίους πέντε αιώνες, με ιδιαίτερη προσοχή τα τελευταία 200 χρόνια. Αυτοί οι δείκτες επιτρέπουν την έρευνα για τη μακροπρόθεσμη εξέλιξη της παγκόσμιας οικονομικής ανάπτυξης και ανισότητας. Η παγκόσμια ανισότητα είναι ένα από τα βασικά προβλήματα του σύγχρονου κόσμου. Ορισμένες χώρες έχουν (πρόσφατα) γίνει πλούσιες, ενώ άλλες χώρες έχουν παραμείνει φτωχές. Οι νέες θεωρητικές εξελίξεις στα οικονομικά, όπως η νέα θεσμική οικονομία, η νέα οικονομική γεωγραφία και η νέα θεωρία ανάπτυξης και η άνοδος του παγκόσμιου οικονομικού και κοινωνικού ιστορικού, απαιτούν μελέτη σε παγκόσμια κλίμακα. Το Clio Infra παρέχει δεδομένα για τους πιο σημαντικούς δείκτες.

Από το 2015 λειτουργεί το πρώτο εργαστήριο στον κόσμο αφιερωμένο ρητά στον νέο ερευνητικό χώρο της Κλειοδυναμικής. Το εργαστήριο Κλειοδυναμικής βρίσκεται στο Πανεπιστήμιο του Hertfordshire³ με επικεφαλής τον Pieter Francois ο οποίος καθοδηγεί μια ταχέως αναπτυσσόμενη ομάδα μελετητών που μελετούν αυστηρά το παρελθόν.

¹ <http://seshatdatabank.info>

² <https://clio-infra.eu>

³ <http://herts.ac.uk/digital-history/cliodynamics-lab>

Επίσης, σημαντική συνεισφορά έχει το Ινστιτούτο του **Σάντα Φε**⁴ (Santa Fe Institute) στις Η.Π.Α. που είναι ένα ανεξάρτητο, μη κερδοσκοπικό ερευνητικό ίδρυμα και είναι αφιερωμένο στη διεπιστημονική μελέτη των θεμελιωδών αρχών πολύπλοκων συστημάτων προσαρμογής συμπεριλαμβανομένων των φυσικών, υπολογιστικών, βιολογικών και κοινωνικών συστημάτων. Φυσικά ένας από τους τομείς της έρευνας του Ινστιτούτου είναι η Κλειοδυναμική, ενώ στο παρελθόν έχει χρηματοδοτήσει και φιλοξενήσει μια σειρά συνομιλιών και συναντήσεων σχετικά με τη θεωρητική Ιστορία.

Μέχρι σήμερα οι κύριες κατευθύνσεις της ακαδημαϊκής μελέτης στην Κλειοδυναμική είναι:

- Τα μοντέλα κοινωνικής πολυπλοκότητας και πολέμου, που βασίζονται στο θεωρητικό πλαίσιο της Πολιτιστικής Πολυεπίπεδης Επιλογής (Turchin, 2003b, 2005b, 2009, 2010a)
- Η μελέτη των επαναστάσεων και των εξεγέρσεων (Goldstone, 1991) (Turchin, 2003a, 2005b)
- Διαρθρωτική δημογραφική θεωρία και διαρθρωτικά δημογραφικά μοντέλα των επαναστάσεων της παλαιότερης αλλά και της σύγχρονης εποχής, συμπεριλαμβανομένων των αραβικών επαναστάσεων του 2011 (Korotayev and Zinkina, 2011)
- Οι εξηγήσεις της παγκόσμιας διανομής των γλωσσών επωφελήθηκαν από την εμπειρική διαπίστωση ότι η γεωγραφική περιοχή στην οποία μιλιέται μια γλώσσα συνδέεται στενότερα με την πολιτική πολυπλοκότητα των ομιλητών από ό, τι με όλες τις άλλες μεταβλητές που εξετάζονται (Currie and Mace, 2009)
- Κοσμικοί κύκλοι και μαθηματική μοντελοποίηση των μακροχρόνιων (χιλιετηριακών) τάσεων της δυναμικής του παγκόσμιου συστήματος (Korotayev et al., 2006a, 2006b, Turchin and Nefedov, 2009, Tsirel, 2004)
- Η ανάλυση τεράστιων ποσοτήτων εφημερίδων ιστορικού περιεχομένου, που έδειξε πως οι περιοδικές δομές μπορούν να ανακαλυφθούν αυτόματα στις ιστορικές εφημερίδες. Μια παρόμοια ανάλυση πραγματοποιήθηκε στα κοινωνικά μέσα δικτύωσης, αποκαλύπτοντας πάλι ισχυρά περιοδικές δομές (Dzogang et al., 2016a, 2016b)

⁴ <https://santafe.edu>

Αναμφίβολα τη μεγαλύτερη παρουσία στη βιβλιογραφία κατέχει ο Peter Turchin ο οποίος όπως αναφέρθηκε είναι ο οραματιστής αυτής της επιστήμης. Ο ίδιος έχει εκδώσει αρκετά βιβλία που απευθύνονται σε κάθε είδους αναγνώστη.

Στο βιβλίο *Historical Dynamics: Why States Rise and Fall* που εκδόθηκε το 2003, ο Turchin παραθέτει μια εξειδικευμένη και αναλυτική παρουσίαση της δουλειάς του. Χρησιμοποιεί αριθμητικά δεδομένα και κατασκευάζει μαθηματικά μοντέλα που περιγράφουν την πορεία και προβλέπουν την εξέλιξη παρελθόντων κοινωνιών. Ο Turchin δεν ασχολείται με τις σύγχρονες και προηγμένες κοινωνίες, αφού αυτές είναι πολύ περισσότερο πολύπλοκες σε σχέση με αυτές που ήταν κατά βάση αγροτικές οικονομίες. Ισχυρίζεται πως κανένας κλάδος δεν μπορεί να θεωρηθεί ώριμος πριν αναπτύξει ένα συνεκτικό, μαθηματικό υπόβαθρο. Για παράδειγμα, ένα μοντέλο καταγράφει τα επαναλαμβανόμενα κύματα καταστροφής του κράτους στη μεσαιωνική και πρόωρη σύγχρονη Ευρώπη. Και τα ιστορικά δεδομένα επιβεβαιώνουν ότι η εθνο-εθνικιστική αλληλεγγύη παράγει μια επιθετικά επεκτατική κατάσταση κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

Στο βιβλίο του *War and Peace and War* που εκδόθηκε το 2007, ο Turchin παρουσιάζει μια απλουστευμένη εκδοχή των ιδεών του. Για ακόμη μια φορά, σκοπός του είναι να πείσει πως η μελέτη της Ιστορίας είναι επιστήμη, όπως τα Μαθηματικά και η Φυσική χωρίς όμως να δουλεύει με εξισώσεις, νούμερα και διαγράμματα. Αντίθετα, μέσα από εξιστορήσεις πραγματικών γεγονότων φιλοδοξεί να δείξει στον αναγνώστη τα επαναλαμβανόμενα μοτίβα της Ιστορίας, που δημιουργούνται εξαιτίας μερικών απλών, βασικών νόμων. Κάνει ένα πολύ πρωτότυπο επιχείρημα για την άνοδο και την πτώση των αυτοκρατοριών. Υποστηρίζει ότι το κλειδί για τη δημιουργία μιας αυτοκρατορίας είναι η ικανότητα της κοινωνίας για συλλογική δράση. Δείχνει ότι υπάρχουν υψηλά επίπεδα συνεργασίας, όπου οι άνθρωποι πρέπει να ενώνονται για να πολεμήσουν έναν κοινό εχθρό.

Το βιβλίο του *Secular Cycles* που εκδόθηκε το 2009 και συνυπογράφει ο Nefedov, είναι ένα βιβλίο στο οποίο εξετάζουν τις συγκεκριμένες και ποσοτικές προβλέψεις της θεωρίας, εντοπίζοντας τη δυναμική του αριθμού των πληθυσμών, των τιμών και των πραγματικών μισθών και εισοδημάτων, τα δημόσια οικονομικά και την κοινωνικοπολιτική αστάθεια. Μελετούν ένα συγκεκριμένο μοντέλο ιστορικής αλλαγής και να διερευνούν τη χρησιμότητα της προσέγγισης των δυναμικών συστημάτων σε ιστορικές εφαρμογές. Στο βιβλίο του *Ages of Discord* που εκδόθηκε το Μάρτιο του 2017 και είναι το πιο πρόσφατο χρονολογικά, υποστηρίζει ότι η

ιστορική ανάλυση δείχνει μακρά χρονικά περιθώρια δίκαιης ευημερίας και εσωτερικής ειρήνης που επιτυγχάνονται από παρατεταμένες περιόδους ανισότητας, αυξανόμενη δυστυχία και πολιτική αστάθεια. Αυτές οι περιόδους κρίσης επαναλαμβάνονται σε κοινωνίες καθ' όλη την Ιστορία.

Σε αυτή τη φιλοσοφία στο κύριο μέρος αυτής της εργασίας παρουσιάζονται και αναλύονται κάποια άρθρα που ξεχωρίζουν για την πρωτοτυπία τους, καθώς και για τα μαθηματικά μοντέλα τα οποία εφαρμόζουν. Αρκετά από αυτά έχουν συλλεχθεί από το περιοδικό *Clodynamics: The Journal of Quantitative History and Cultural Evolution*, ενώ κάποια άλλα μέσα από την αναζήτηση της βιβλιογραφίας.

3.2 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η δυναμική είναι η επιστημονική μελέτη μεγεθών που αλλάζουν με το χρόνο. Οι δύο πιο σημαντικοί στόχοι της δυναμικής είναι : (1) ποσοτική περιγραφή της παρατηρούμενης συμπεριφοράς και (2) εξήγηση των παρατηρούμενων μοτίβων. Η δυναμική μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη και τον έλεγχο, αλλά σε τυπικές εφαρμογές κοινωνικής επιστήμης η θεωρία δεν έχει αναπτυχθεί μέχρι το σημείο όπου αυτό να είναι εφικτό.

Μια πολύ χρήσιμη προσέγγιση για τη μελέτη των δυναμικών φαινομένων είναι να τα μελετήσουμε ως συστήματα. Αυτό συνεπάγεται τεχνητό διαχωρισμό ενός ολιστικού φυσικού (ή, μάλλον, κοινωνικού) φαινομένου σε μέρη-στοιχεία ή υποσυστήματα. Η υπόθεση είναι ότι η δυναμική του συνόλου μπορεί να εξηγηθεί με τη μελέτη του τρόπου αλληλεπίδρασης των μερών μεταξύ τους. Η επιτυχία του εγχειρήματος αυτού, προφανώς, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πώς θα χωριστεί η ολότητα σε μέρη. Ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα της δυναμικής ανάλυσης, επομένως, είναι να προσδιοριστεί ποιος είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος να αναπαρασταθεί το φαινόμενο που μελετήθηκε ως σύστημα. Η αποτελεσματικότητα σε αυτό το πλαίσιο σημαίνει την εύρεση της απλούστερης πιθανής αναπαράστασης του συστήματος (τόσο λιγότερες μεταβλητές τόσο το καλύτερο) που επιτρέπει την πιο επεξηγηματική (και ενδεχομένως προβλεπτική) δύναμη.

Οι μαθηματικές προσεγγίσεις στη μελέτη των δυναμικών συστημάτων ήταν γνωστές από τις ημέρες του Newton και του Leibniz. Το πιο κοινό (και απίστευτα αποδοτικό) μαθηματικό εργαλείο είναι η διαφορική εξίσωση:

$$\frac{dX}{dt} = f(X) \quad (3.1)$$

όπου X είναι η μεταβλητή που περιγράφει ένα στοιχείο του συστήματος, για παράδειγμα θα μπορούσε να είναι το μέγεθος του πληθυσμού. Στο αριστερό μέρος της εξίσωσης βλέπουμε πως το X πρόκειται για παράγωγο ή αλλιώς γνωστό ως ρυθμό μεταβολής του X .

Υπάρχουν πολλές διαφοροποιήσεις στο βασικό μοτίβο της εξίσωσης (3.1). Αρχικά, μπορούμε να δούμε την X όχι ως ένα βαθμωτό αλλά σαν ένα διάνυσμα τα στοιχεία του οποίου, αντιπροσωπεύουν διαφορετικές μεταβλητές που περιγράφουν την κατάσταση του συστήματος. Για παράδειγμα, αν υπάρχουν δύο μεταβλητές, X και Y , το μοντέλο θα είναι:

$$\frac{dX}{dt} = f(X, Y) \quad (3.2)$$

$$\frac{dY}{dt} = g(X, Y)$$

Μια δεύτερη παραλλαγή αφορά όχι συνεχή μοντέλα αλλά διακριτά, δηλαδή

$$X_{t+1} = f(X_t) \quad (3.3)$$

Άλλες τροποποιήσεις περιλαμβάνουν χρονικές υστερήσεις, προσθήκη διαστήματος (που οδηγεί σε μερικές διαφορικές εξισώσεις) και ούτω καθεξής. Για τους σκοπούς μας, αρκεί να γνωρίζουμε μόνο τις συνεχείς και διακριτές μορφές δυναμικών συστημάτων.

Έπειτα από την παρουσίαση του δυναμικού συστήματος, το επόμενο βήμα είναι η απόφαση για το ποιες μεταβλητές θα χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή του συστήματος. Αυτές είναι οι μεταβλητές κατάστασης ή δομικές μεταβλητές (με τον τελευταίο χαρακτηρισμό να είναι προτιμότερος στις κλειοδυναμικές εφαρμογές). Για παράδειγμα, όταν μελετούμε τους κοσμικούς κύκλους (δηλαδή διαχρονικές ταλαντώσεις στις δημογραφικές, οικονομικές, κοινωνικές και πολιτικές δομές των αγροτικών κοινωνιών), μπορούμε να επικεντρωθούμε σε τρία κύρια μέρη μιας κοινωνίας: το κράτος, τις ελίτ και τους κοινούς. Επομένως, το σύνολο των

διαρθρωτικών μεταβλητών μπορεί να είναι ο αριθμός των πληθυσμών της τάξης των ελίτ και της τάξης των κοινών, το μέσο εισόδημα αυτών των δύο στρωμάτων και η δημοσιονομική υγεία του κράτους. Η εύρεση ενός συνόλου δομικών μεταβλητών είναι πραγματικά ένα αναπόσπαστο κομμάτι της μελέτης ενός φαινομένου με τη μορφή συστήματος. Α priori, δεν γνωρίζουμε ποιο θα είναι το πιο αποτελεσματικό σύνολο μεταβλητών, Συνήθως, φτάνουμε σε ένα τέτοιο σύνολο με τη μέθοδο της δοκιμής και του σφάλματος.

Εάν ο στόχος είναι να δημιουργήσουμε θεωρητικές γνώσεις σχετικά με το πώς μπορεί να λειτουργήσει το σύστημα που μελετήθηκε, το επόμενο βήμα είναι να αρχίσουμε να κάνουμε υποθέσεις σχετικά με το πώς αλληλοσυνδέονται οι δομικές μεταβλητές, γράφοντας συγκεκριμένα μοντέλα και διερευνώντας τις συμπεριφορές τους. Μια εναλλακτική ή μάλλον συμπληρωματική έρευνα είναι η χρήση στατιστικών μεθόδων για την ανάλυση δεδομένων χρονολογικών σειρών που περιγράφουν διάφορες πτυχές του συστήματος. Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία γνώσεων σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος και επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη δοκιμή θεωρητικών μοντέλων.

3.3 ΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΙΛΙΕΤΙΑΣ

Μετά τα όσα αναφέραμε στις προηγούμενες ενότητες θεωρούμε ότι μια από τις πιο ενδιαφέρουσες αναδυόμενες επιστήμες στη σημερινή εποχή είναι η Κλειοδυναμική. Αυτοί που ασχολούνται με την επιστήμη της Κλειοδυναμικής προσπαθούν να δημιουργήσουν μαθηματικά μοντέλα τα οποία θα είναι ικανά να εξηγήσουν μεγάλα ιστορικά γεγονότα, όπως είναι για παράδειγμα η άνοδος και η πτώση των αυτοκρατοριών, η κοινωνική δυσαρέσκεια, οι εμφύλιοι πόλεμοι ή ακόμα και η κατάρρευση ενός κράτους. Για έναν απλό παρατηρητή, η Ιστορία μοιάζει να είναι χαοτική, χωρίς διακρίσεις, σχέδιο ή λογική, και κατά συνέπεια το μέλλον είναι ακόμα περισσότερο χαοτικό.

Αυτή η κατάσταση των πραγμάτων, όμως, σιγά-σιγά μειώνεται. Φυσικά, από τους πρώτους χρόνους, οι θεωρητικοί του πολιτισμού, όπως οι Ibn Khaldun, Oswald Spengler και Arnold Toynbee, ονειρεύτηκαν τον εξορθολογισμό της Ιστορίας. Ορισμένοι στοχαστές όπως οι Nikolai Kondratiev και Fernand Braudel, έκαναν τις προσπάθειές τους. Παρόλα αυτά, μόνο πρόσφατα υπήρξαν κάποιοι πρωτοπόροι όπως

ο Peter Turchin, οι οποίοι αυστηρά μαθηματοποίησαν την Ιστορία και η μέθοδος τους στην πορεία βαπτίστηκε ως Κλειοδυναμική.

Κάνοντας μια εισαγωγή σε αυτόν τον συναρπαστικό χώρο έρευνας, θα ήταν χρήσιμο να γίνει μια περίληψη και ένας σχολιασμός πάνω σε ένα από τα πιο ολοκληρωμένα και θεωρητικά βιβλία για την Κλειοδυναμική. Το βιβλίο αυτό είναι το «*Introduction to Social Macrodynamics*» των Korotayev et al. (2006). Η βασική ιδέα του βιβλίου είναι ότι η παγκόσμια δημογραφική και οικονομική Ιστορία μπορεί να διαμορφωθεί με υψηλό ρυθμό ακρίβειας με τρεις μόνο βασικές τάσεις : την υπερβολή/εκθετική, την κυκλική και τη στοχαστική.

Στο πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου, γίνεται μια προσπάθεια περιγραφής και προσέγγισης των τάσεων της χιλιετίας. Ο Heinz von Foerster (1960) απέδειξε ότι ο πληθυσμός του κόσμου, για οποιαδήποτε στιγμή μεταξύ 1-1958 μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά με την παρακάτω απλή ισότητα:

$$N(t) = C/(t(0) - t)$$

όπου N είναι ο πληθυσμός, t είναι ο χρόνος, C είναι μια σταθερά και $t(0)$ είναι η «ημερά της κρίσης» όπου ο πληθυσμός θα γίνει άπειρος (αυτή η μέρα σύμφωνα με το μοντέλο είναι η 13η Νοεμβρίου, 2026).

Σύμφωνα με τους Korotayev et al., αυτή η απλή μορφή υπερβολής ερμηνεύει περισσότερο από το 99% των μικρό-διακυμάνσεων του παγκόσμιου πληθυσμού ανάμεσα από το 1000 και το 1970. Επιπλέον, μια εξίσωση υπερβολής τετραγωνικής μορφής του ίδιου τύπου αντιπροσωπεύει με ακρίβεια την αύξηση του ΑΕΠ. Ενδιαφέρον έχει όμως και ο λόγος που λειτουργεί αυτό το μοντέλο.

Στους Korotayev et al. (2006), γίνεται ένας σχολιασμός της δουλειάς του Michael Kremer, ο οποίος προσπάθησε να φτιάξει ένα μοντέλο κάνοντας την μαλθουσιανή υπόθεση ότι «ο πληθυσμός περιορίζεται από την διαθέσιμη τεχνολογία, και έτσι ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι ανάλογος του ρυθμού ανάπτυξης της τεχνολογίας», και την υπόθεση “Kuznetsian” ότι «ο υψηλός πληθυσμός προωθεί την τεχνολογική αλλαγή, επειδή αυξάνει τον αριθμό των πιθανών εφευρετών».

$$G = r * T * N^a \tag{3.4}$$

$$dT/dt = b * N * T \tag{3.5}$$

όπου το G είναι το ακαθάριστο προϊόν, T η τεχνολογία, N ο πληθυσμός και a, b, r είναι παράμετροι. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο ρυθμός μεταβολής της τεχνολογίας, dT , εξαρτάται και από το N (που δείχνει τον δυνητικό πληθυσμό εφευρετών) και από το T (μια ευρύτερη τεχνολογική βάση που επιτρέπει να γίνουν περισσότερες εφευρέσεις). Η επίλυση του παραπάνω συστήματος εξισώσεων έχει ως αποτέλεσμα την υπερβολική αύξηση του πληθυσμού, η οποία περιγράφεται από τον ακόλουθο βρόγχο: η αύξηση του πληθυσμού οδηγεί σε περισσότερους δυνητικά εφευρέτες το οποίο οδηγεί σε γρηγορότερη τεχνολογική ανάπτυξη το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάπτυξη της χωρητικότητας της γης οδηγώντας σε ταχύτερη αύξηση του πληθυσμού.

Στους Korotayev et al. (2006) παρουσιάζεται ένα δικό τους μοντέλο το οποίο περιγράφει όχι μόνο την υπερβολική αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, αλλά και την μακροδυναμική του παγκόσμιου ΑΕΠ στο παγκόσμιο σύστημα μέχρι το 1973. Το μοντέλο είναι το παρακάτω:

$$G = k_1 * T * N^a \quad (3.6)$$

$$\frac{dN}{dt} = k_2 * S * N \quad (3.7)$$

$$\frac{dT}{dt} = k_3 * N * T \quad (3.8)$$

όπου:

T : η τεχνολογία

N : ο πληθυσμός

S : το πλεόνασμα κατά άτομο

k_1, k_2, k_3, a : παράμετροι

Το παραπάνω υπόδειγμα μπορεί να απλοποιηθεί με τις παρακάτω εξισώσεις:

$$\frac{dN}{dt} = a * S * N \quad (3.9)$$

$$\frac{dS}{dt} = b * N * S \quad (3.10)$$

$$G = m * N + S * N \quad (3.11)$$

δεδομένου ότι το S θα πρέπει να είναι μακροπρόθεσμα ανάλογο του N , $S = k * N$, αντικαθιστούμε στην εξίσωση (3.9) και έχουμε:

$$dN/dt = k * a * N^2 \quad (3.12)$$

Πρέπει να τονίσουμε ότι λύνοντας αυτή τη διαφορική εξίσωση παίρνουμε μια υπερβολή.

$$N(t) = C/(t(0) - t) \quad (3.13)$$

Επιπλέον, αντικαθιστώντας το $N(t)$ με το $S = k * N$ μας δίνει την εξίσωση (3.14) η οποία μας επιτρέπει να επεξεργαστούμε το «προϊόν του παγκόσμιου πλεονάσματος».

$$S = k * C/(t(0) - t) \quad (3.14)$$

$$S * N = k * C^2/(t(0) - t)^2 \quad (3.15)$$

Έτσι, μακροπρόθεσμα, προτείνεται πως η αύξηση του παγκόσμιου ΑΕΠ μπορεί να προσεγγιστεί από μια τετραγωνική υπερβολή. Άλλοι δείκτες που μπορούν να περιγραφούν από αυτό το μοντέλο ή από παρόμοια μοντέλα μπορεί να είναι η παιδεία, η αστικοποίηση κ.ά.

Ένα συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι μετά το 1973, ο ρυθμός αύξησης του παγκόσμιου ΑΕΠ πέφτει (και όχι απλά μια επιβράδυνση του ρυθμού αύξησης του ΑΕΠ, όπως προέβλεπε το αρχικό μοντέλο). Η εξήγηση είναι πως ο μορφωμένος πληθυσμός είναι πιο διατεθειμένος να κατευθύνει ένα μεγαλύτερο μερίδιο του ΑΕΠ στην αποκατάσταση των πόρων και προτιμά τις στρατηγικές εξοικονόμησης πόρων απ' ό,τι ο μη μορφωμένος. Αυτό, αφενός, ανοίγει το δρόμο προς μια κοινωνία αιεφόρου ανάπτυξης αλλά, αφετέρου, επιβραδύνει τον ρυθμό οικονομικής ανάπτυξης. Για να μπορέσουν να λάβουν το παραπάνω συμπέρασμα υπ' όψιν, δημιούργησαν ένα τροποποιημένο μοντέλο σύμφωνα με το οποίο η απόκλιση του παγκόσμιου συστήματος από το καθεστώς εκτόξευσης, θα σταθεροποιούσε τον παγκόσμιο

πληθυσμό και το παγκόσμιο ΑΕΠ αλλά η τεχνολογική ανάπτυξη θα συνεχιστεί σε εκθετική και όχι σε υπερβολική μορφή.

Οι συνέπειες για το μέλλον είναι ότι καθώς η αύξηση του ΑΕΠ θα γίνει ασυμπτωτική, η τεχνολογική πρόοδος θα συνεχίσει να βελτιώνει το βιοτικό επίπεδο σύμφωνα με την επίπτωση του “Nordhaus”. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η σημερινή μείωση του ρυθμού ανάπτυξης του παγκόσμιου συστήματος διαφέρει ριζικά από τις μειώσεις που οφείλονται στις ταλαντώσεις του παρελθόντος. Είναι μια μεταβατική φάση σε ένα νέο αναπτυξιακό καθεστώς που διαφέρει ριζικά από αυτά του παρελθόντος. Απόδειξη αποτελεί το γεγονός ότι, σε αντίθεση με όλες τις εποχές του παρελθόντος, η επιβράδυνση του παγκόσμιου ρυθμού αύξησης του πληθυσμού μετά τη δεκαετία του 1960 δεν συνέβη σε ένα πλαίσιο καταστροφικών συνθηκών διαβίωσης (όπως ήταν για παράδειγμα ο λοιμός, η πανούκλα, ο πόλεμος κλπ). Αντίθετα, οι αιτίες είναι η πτώση της γονιμότητας λόγω κοινωνικής ασφάλισης, η ανάπτυξη της παιδείας, ο οικογενειακός προγραμματισμός κ.ά. Ομοίως, η μείωση των ποσοστών αστικοποίησης και ανάπτυξης του αλφαριθμητισμού δεν συνδέεται αυτή τη φορά με την εμφάνιση των μαλθουσιανών προβλημάτων, αλλά σχετίζεται με τη συνεχιζόμενη υψηλή οικονομική ανάπτυξη.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί πως η παραπάνω ανάλυση, αν και είναι πειστική και κάπως αυστηρή, έχει μια «τρύπα» καθώς χρησιμοποιείται μόνο η τεχνολογία ως αιτιολόγηση της φέρουσας ικανότητας. Ωστόσο, μέρος του τι έκανε η τεχνολογία είναι το γεγονός ότι προκάλεσε ένα απροσδόκητο πλεονέκτημα ενεργειακών πόρων (πετρέλαιο υψηλής ποιότητας, άνθρακας και φυσικό αέριο) που χρησιμοποιήθηκαν για να τροφοδοτήσουν μεγάλο μέρος της φέρουσας ικανότητας μετά το 1800, αν και τα κέρδη των οποίων δεν είναι μόνιμα λόγω της μη βιώσιμης εκμετάλλευσής τους. Επιπλέον, η σύγχρονη τεχνολογική βάση υποστηρίζεται από την υλική βάση και δεν μπορεί να επιβιώσει χωρίς αυτή- δε γίνεται να υπάρχουν εργοστάσια κατασκευής ημιαγωγών χωρίς αξιόπιστο ηλεκτρικό ρεύμα- και γενικά, όσο πιο σύνθετη είναι η τεχνολογία, τόσο μεγαλύτερη είναι η υλική βάση που χρειάζεται, κάτι το οποίο μπορεί μελλοντικά να αποτελέσει ένα τελικό όριο στην τεχνολογική επέκταση. Αυτός ο σημαντικός παράγοντας επίσης παραμελείται στο χιλιετές μοντέλο του Korotayev. Ως εκ τούτου, το συμπέρασμα ότι ο κόσμος έχει πραγματικά φθάσει σε ένα καθεστώς βιώσιμης ανάπτυξης δεν ισχύει. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι δεν έχει καμία αξία, απλώς πρέπει να ενσωματωθεί στο έργο που επιτελούν τα μοντέλα οριακής ανάπτυξης/ αιχμής πετρελαίου/ κλίματος.

3.4 ΚΟΣΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Οι Korotayev et al. (2006) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι αυτά τα μοντέλα της χιλιετίας είναι χρήσιμα μόνο σε χιλιετή κλίμακα, προφανώς, και ότι οι τυπικοί πολιτικο-δημογραφικοί κύκλοι ακολουθούν τη μαλθουσιανή δυναμική, επειδή βραχυπρόθεσμα ο πληθυσμός τείνει στην ανάπτυξη πολύ πιο γρήγορα από ότι η τεχνολογία/φέρουσα ικανότητα, γεγονός που οδήγησε σε αύξηση του πληθυσμού, αύξηση του στρες λόγω επαναλαμβανόμενων διαταραχών και σε ένα ενδεχόμενο σημείο ανατροπής.

Η βασική λογική αυτών των μοντέλων έχει ως εξής: αφού ο πληθυσμός φτάσει στο ανώτατο όριο της φέρουσας ικανότητας της Γης, ο ρυθμός ανάπτυξης μειώνεται κινούμενος προς μηδενικές τιμές. Το σύστημα αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα με τη μείωση του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού, αυξάνοντας τη σοβαρότητα των λιμών, των αυξανόμενων εξεγέρσεων κλπ. Όπως έχει αποδειχθεί, τα πιο σύνθετα συστήματα είχαν σημαντικά αποθέματα σταθερότητας, ωστόσο μέσα σε 50-150 χρόνια, τα αποθέματα αυτά εξαντλούνταν συνήθως και το σύστημα υπέστη μια δημογραφική κατάρρευση όπου οι έντονοι λιμοί, οι επιδημίες, οι εσωτερικοί πόλεμοι και άλλες καταστροφές οδήγησαν σε σημαντική μείωση του πληθυσμού. Ως αποτέλεσμα αυτής της κατάρρευσης, ελεύθεροι πόροι έγιναν διαθέσιμοι, η κατά κεφαλήν παραγωγή και κατανάλωση αυξήθηκαν σημαντικά, ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού συνεχίστηκε και ξεκίνησε ένας νέος κοινωνικοδημογραφικός κύκλος.

Οι Korotayev et al. (2006), επισημαίνουν επίσης, ότι τα νεότερα μοντέλα είναι πολύ πιο περίπλοκα και προβλέπουν τη δυναμική των μεταβλητών όπως είναι η ταξική πάλη, η αστικοποίηση και οι εισοδηματικές ανισότητες, με εκπληκτικά υψηλό βαθμό ακρίβειας. Τρεις κύριες προσεγγίσεις για την μοντελοποίηση των πολιτικο-δημογραφικών κύκλων υπάρχουν : Turchin (2003b), Chu & Lee (1994) και Nefedov (1999-2004). Ο απώτερος σκοπός του Korotayev είναι να ενσωματώσει τα θετικά χαρακτηριστικά και των τριών μοντέλων δημιουργώντας ένα νέο μοντέλο για τους προβιομηχανικούς πολιτικό-δημογραφικούς κύκλους.

Ο Turchin(2003b) κατασκεύασε ένα δημοσιονομικό-δημογραφικό μοντέλο στο οποίο το κράτος διαδραματίζει θετικό ρόλο με τους εξής τρόπους: α) διατηρώντας την ένοπλη τάξη ενάντια στη ληστεία και την ανομία και β) πραγματοποιώντας έργα όπως δρόμους, κανάλια, συστήματα άρδευσης, έλεγχο πλημμυρών κλπ, αυξάνοντας έτσι την πραγματική φέρουσα ικανότητα. Ωστόσο,

καθώς η δημογραφική ανάπτυξη φέρνει τον πληθυσμό στη φέρουσα ικανότητα της Γης, τα πλεονάσματα μειώνονται. Το ίδιο ισχύει και για τα έσοδα του κράτους, αφού οι κρατικοί φόροι πλεονάζουν όμως οι δαπάνες συνεχίζουν να αυξάνονται. Τελικά, δημιουργείται μια δημοσιονομική κρίση και το κράτος πρέπει να φορολογήσει το μέλλον προκειμένου να πληρώσει το παρόν, αντλώντας τα πλεονάσματα που έχουν συσσωρευτεί σε προηγούμενες καλύτερες ημέρες. Όταν τα πλεονάσματα αυτά εξαντληθούν, το κράτος δεν μπορεί πλέον να λειτουργήσει και θα καταρρεύσει, γεγονός που οδηγεί σε ριζική μείωση της φέρουσας ικανότητας και του πληθυσμού καθώς η Γη πέφτει στην αναρχία και τη διάβρωση και η υποδομή μεταφορών υποβαθμίζεται.

Ο Nefedov (1999-2004) ενσωμάτωσε στοχαστικούς όρους στα μοντέλα του, στα οποία τυχαία κλιματικά αποτελέσματα παράγουν διαφορετικές αποδόσεις από έτος σε έτος. Ένα αποτέλεσμα είναι , ότι καθώς πλησιάζουμε τη φέρουσα ικανότητα, τα πλεονάσματα εξαφανίζονται και τα αποτελέσματα των κακών και των καλών χρόνων διαδραματίζουν έναν όλο και πιο σημαντικό ρόλο. Δηλαδή, ένα κλειστό σύστημα υπό πίεση υποφέρει όλο και περισσότερο από τις διαταραχές. Ένα κακό έτος μπορεί να οδηγήσει έναν κρίσιμο αριθμό ανθρώπων να εγκαταλείψουν τις εκμεταλλεύσεις τους για τις πόλεις ξεκινώντας έτσι μια κατάρρευση. Ωστόσο, παραμελείται ο άμεσος ρόλος της εξέγερσης και του εσωτερικού πολέμου στη συμπεριφορά του κύκλου, έτσι ώστε το μοντέλο να είναι καθαρά οικονομικό, και η κάθε δημογραφική κατάρρευση ακολουθείται από μια νέα άνοδο.

Το μοντέλο των Chu & Lee (1994), αποτελείται από τους κυβερνήτες (στους οποίους συμπεριλαμβάνονται και οι στρατιώτες), από τους αγρότες (που καλλιεργούν τρόφιμα) και από τους ληστές (που κλέβουν τρόφιμα). Οι αγρότες υποστηρίζουν τους ηγεμόνες για να πολεμήσουν τους ληστές, ενώ υπάρχει μια σταθερή ροή μεταξύ των αγροτών και των ληστών, των οποίων το μέγεθος εξαρτάται από την βιωσιμότητα της αντίστοιχης τάξης στην οποία ανήκουν. Ωστόσο, δεν είναι ένα πλήρως διαμορφωμένο μοντέλο, καθώς η κύρια λειτουργία του είναι να καλύψει τα κενά στο ιστορικό αρχείο, συνδέοντας ήδη γνωστά ιστορικά δεδομένα για τους πολέμους και τους κλιματολογικούς παράγοντες, παραμελώντας την συσχέτιση της καλλιέργειας με την κλιματική μεταβλητότητα (οι πιο κρύοι χειμώνες οδηγούν σε μικρότερες αποδόσεις) και το ρόλο του κράτους στη διανομή τροφίμων (που έπαψε να καταρρέει για κάποιο χρονικό διάστημα και ήταν ιστορικά σημαντικό στην Κίνα).

Μία από τις πιο σημαντικές πρόσφατες ανακαλύψεις στη μελέτη των μακροπρόθεσμων δυναμικών κοινωνικών διαδικασιών ήταν η ανακάλυψη των δημογραφικών κύκλων ως βασικό χαρακτηριστικό της δυναμικής των σύνθετων αγροτικών συστημάτων. Η παρουσία δημογραφικών κύκλων στην προσύγχρονη Ιστορία της Ευρώπης και της Κίνας ήταν γνωστή από πολύ καιρό και ήδη από τη δεκαετία του 1980 περισσότερο ή λιγότερο ανεπτυγμένα μοντέλα δημογραφικών κύκλων άρχισαν να παράγονται (πρώτα από όλα για τους κινεζικούς «δυναστικούς κύκλους»). Αυτή τη στιγμή, υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός τέτοιων μοντέλων (Turchin (2003b), Chu & Lee (1994), Nefedov (2004)).

Για να αντιμετωπιστούν οι ελλείψεις άλλων μοντέλων και λαμβάνοντας υπόψη το τι συμβαίνει σε τυπικούς προβιομηχανικούς δημογραφικούς κύκλους, οι Komarova & Korotayev (2004) κατασκεύασαν ένα δικό τους μοντέλο το οποίο περιλαμβάνει τα παρακάτω τρία κύρια στοιχεία:

- 1) Το οικονομικό μοντέλο μαλθουσιανού τύπου, με στοιχεία του κράτους ως φορέα συλλογής των φόρων και με κυμαινόμενες ετήσιες αποδόσεις συγκομιδής, περιγράφει τη λογιστική αύξηση του πληθυσμού. Εξηγεί καλά την ανοδική καμπύλη του δημογραφικού κύκλου και του κορεσμού, όταν πλησιάζεται η φέρουσα ικανότητα της Γης.
- 2) Η ληστεία και η άνοδος του εσωτερικού πολέμου σε χρόνο ανάγκης είναι ο κύριος λόγος της δημογραφικής κατάρρευσης. Οι προσωπικές αποφάσεις των αγροτών να εγκαταλείψουν τη γη τους και να γίνουν πολεμιστές/ληστές/αντάρτες, επηρεάζονται από οικονομικούς παράγοντες.
- 3) Η αδράνεια του πολέμου, η οποία εκδηλώνεται από τον παράγοντα του φόβου και από την καταστροφή των υποδομών, είναι υπεύθυνη για μια αργή αρχική ανάπτυξη και για το φαινόμενο της «διακύκλωσης».

Από το μοντέλο των Komarova & Korotayev (2004) προκύπτει ότι οι κύριες παράμετροι που επηρεάζουν την περίοδο ενός κύκλου είναι: α) τα ετήσια ποσοστά πόρων που έχουν συγκεντρωθεί για αποθεματικά κατά της πείνας, β) ο ρυθμός μετασχηματισμού των αγροτών σε ληστές και γ) το μέγεθος των κλιματολογικών διακυμάνσεων. Ως εκ τούτου, τα μήκη των κύκλων, κάτι το οποίο επιβεβαιώνεται και ιστορικά, αυξάνονται παράλληλα με την ανάπτυξη των μεθόδων για την καταπολέμηση της πείνας, με περισσότερα αποθεματικά, και για την επιβολή του νόμου, με καταστολή της ληστείας.

3.5 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΑΛΘΟΥΣΙΑΝΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΕ ΠΡΟ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Ο Thomas Malthus ήταν ο πρώτος που επικαλέστηκε το επιχείρημα ότι σε "κάθε εποχή και σε κάθε κράτος" οι αυξήσεις του πληθυσμού είναι περιορισμένες από τα μέσα διαβίωσης, και ότι όταν αυτά τα μέσα διαβίωσης αυξάνονται, ο πληθυσμός επίσης θα αυξηθεί, και ότι η αύξηση του πληθυσμού θα είναι περιορισμένη από τη "φτώχεια και εξασθλίωση." Αυτή η πεσιμιστική άποψη της αδυναμίας της αληθινής προόδου διατυπώθηκε για πρώτη φορά το 1798, ειρωνικά, καθώς ακριβώς εκείνη την εποχή η βιομηχανική επανάσταση είχε ήδη αρχίσει να εξελίσσεται.

Σε συμφωνία με την θεωρία, στοιχεία απ' όλες τις χώρες παρέχουν ενδείξεις ότι η τεχνολογική ανωτερότητα και η υψηλότερη παραγωγικότητα της γης είχαν σημαντικές θετικές επιπτώσεις στην πυκνότητα του πληθυσμού αλλά ασήμαντα αποτελέσματα στο επίπεδο διαβίωσης, κατά την περίοδο 1-1500 μ.Χ. Επιπροσθέτως, ακαδημαϊκοί, έχουν αναφερθεί στην έλλειψη σημαντικής τάσης διακύμανσης των μισθών σε διάφορα μέρη σε όλον τον κόσμο και για πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα. Στη Βαβυλωνία κατά την περίοδο από το 1800 έως το 1600 π.Χ., για παράδειγμα, ο ημερήσιος μισθός ενός συνηθισμένου εργάτη ήταν αρκετός για να αγοράσει περίπου 15 λίβρες σίτου. Στην Κλασσική Αθήνα περίπου το 328 π.Χ., ο αντίστοιχος μισθός θα μπορούσε να αγοράσει περίπου 24 λίβρες σίτου. Στην Αγγλία το 1800 μ.Χ. ο μισθός αντιστοιχούσε περίπου σε 13 λίβρες σίτου. Παρά τις τεχνολογικές προόδους ανάμεσα σε αυτές τις κοινωνίες, ο καθημερινός μισθός μόλις και μετά βίας διαφοροποιούνταν. Στη Βρετανία ανάμεσα στο 1200 και το 1800, μόνο σχετικά μικρής σημασίας διακυμάνσεις του μέσου όρου σε πραγματικούς μισθούς συνέβησαν. Έφτασαν στο υψηλότερο σημείο τους γύρω στο 1450 και το 1800 ήταν στην πραγματικότητα σημαντικά χειρότεροι.

Η συζήτηση για τον μαλθουσιανό χαρακτήρα των προ-βιομηχανικών οικονομιών που έχει προκύψει τα τελευταία χρόνια, χρησιμοποιεί εκτεταμένα απλά μαθηματικά μοντέλα. Μερικά από αυτά τα μοντέλα αναλύονται από τον Nefedov (2013) για να καθορίσει τη συμβατότητα αυτών των μοντέλων με τα μαλθουσιανά αξιώματα. Ο Nefedov (2013) προτείνει δύο μοντέλα που είναι πιο κατάλληλα για την περιγραφή των μαλθουσιανών μοτίβων.

Μέχρι πρόσφατα, οι περισσότεροι οικονομικοί ιστορικοί τείνουν προς την άποψη ότι οι μεσαιωνικές οικονομίες στην Ευρώπη είχαν μαλθουσιανό χαρακτήρα. Παρόλα αυτά, πολλοί ιστορικοί διαμάχονται αυτή την άποψη κυρίως έπειτα από τη δημοσίευση των Lee and Anderson (2002). Μια συζήτηση έχει αναπτυχθεί σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο τα διαθέσιμα στοιχεία επιβεβαιώνουν τη μαλθουσιανή σχέση μεταξύ της δημογραφικής δυναμικής και της κατανάλωσης (δηλαδή των πραγματικών μισθών). Στα πλαίσια αυτής της συζήτησης έχουν εμπλακεί σε μεγάλο βαθμό απλά μαθηματικά μοντέλα της μαλθουσιανής οικονομίας.

Το 1980, ο Lee δημοσίευσε το πρώτο και πιο δημοφιλές από αυτά τα μοντέλα. Το μοντέλο αυτό περιγράφει τη σχέση μεταξύ του πραγματικού μισθού, w_t (κατανάλωση), και του εργατικού δυναμικού, N_t (πληθυσμός), χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$w_t = \exp(\mu + \rho t + \varepsilon_t) N_t^{-\eta} \quad (3.16)$$

ή σε λογαριθμική μορφή:

$$\ln w_t = \mu + \rho t - \eta \ln N_t + \varepsilon_t \quad (3.17)$$

Στις εξισώσεις αυτές, t είναι ο χρόνος, μ , ρ , η είναι μερικοί μη αρνητικοί σταθεροί αριθμοί, και ε_t είναι μια μεταβλητή που λαμβάνει υπ' όψη το κλιματικό αποτέλεσμα και άλλες εξωγενείς παραμέτρους. Ο συντελεστής ρ περιγράφει την αύξηση του κεφαλαίου και την τεχνολογική πρόοδο, έτσι ώστε τα μαλθουσιανά οικονομικά να παρουσιάζουν $\rho=0$. Αν λάβουμε υπόψη ότι το $\varepsilon_t = 0$ (στην ιδανική περίπτωση), το μοντέλο μπορεί να εκφραστεί με μια απλή εξίσωση:

$$w_t = C N_t^{-\eta} \quad (3.18)$$

όπου το C είναι μια συγκεκριμένη σταθερά.

Τα μειονεκτήματα αυτής της εξίσωσης είναι εμφανή: ένας μικρός πληθυσμός N_t καταλήγει σε ρυθμό κατανάλωσης κοντά στο άπειρο, ενώ σε έναν μεγάλο πληθυσμό η κατανάλωση γίνεται πολύ μικρή για να εξασφαλιστεί η επιβίωση. Επιπλέον, αυτή η εξίσωση δείχνει μόνο τη σχέση μεταξύ πληθυσμού και

κατανάλωσης. Το μοντέλο δεν περιέχει ανατροφοδότηση για να καταδείξει πώς η κατανάλωση επηρεάζει την αύξηση του πληθυσμού.

Ο Wood (1998) πρότεινε μια επιλογή ανατροφοδότησης του μοντέλου. Εξήγαγε την εξίσωσή του από την ίδια εξίσωση με τον Lee αλλά τη διατυπώνει ως εξής:

$$w_t = \theta(S_t/N_t)^\eta \quad (3.19)$$

Εδώ, το θ είναι ο ελάχιστος συντελεστής κατανάλωσης κατά κεφαλήν και S_t είναι ο μέγιστος πληθυσμός που μπορεί να υφίσταται στην δεδομένη περιοχή, όταν η κατανάλωση ισούται με θ . Το S_t μπορεί να αναπτυχθεί μέσω της τεχνολογικής προόδου, αλλά η μαλθουσιανή περίπτωση χαρακτηρίζεται από ένα σταθερό S_t , με $S_t = S_0$. Ο Wood πιστεύει πως ο ρυθμός γεννήσεων b_t και ο βαθμός θνησιμότητας d_t , μπορούν να περιγραφούν από την ακόλουθη εξίσωση:

$$b_t = \beta_0 + \beta_1 \ln w_t + \beta_2 d_t \quad (3.20)$$

$$d_t = \delta_0 + \delta_1 \ln w_t + \delta_2 b_t \quad (3.21)$$

όπου, $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \delta_0, \delta_1, \delta_2$, είναι συγκεκριμένες σταθερές. Έτσι, η παρακάτω εξίσωση περιγράφει την αύξηση του πληθυσμού:

$$dN_t/dt = (b_t - d_t)N_t \quad (3.22)$$

Παίρνοντας τα b_t και d_t από το σύστημα εξισώσεων (3.20) και (3.21) και βάζοντας τα στην (3.22) προκύπτει:

$$dN_t/dt = (b_t - d_t)N_t = (c_0 + c_1 \ln w_t)N_t \quad (3.23)$$

όπου c_0 και c_1 είναι συγκεκριμένες σταθερές. Αντικαθιστώντας την εξίσωση (3.19) εδώ παίρνουμε την εξής:

$$dN_t/dt = (c_2 + c_3 \ln N_t)N_t \quad (3.24)$$

όπου c_2 και c_3 είναι συγκεκριμένες σταθερές. Η διαφορική εξίσωση (3.24) έχει την χρονικά ανεξάρτητη λύση $N_t = N_0 = \exp(-c_2/c_3)$, το διάγραμμα της οποίας θα είναι μια οριζόντια γραμμή. Σύμφωνα με το θεώρημα της ύπαρξης μοναδικής λύσης, δεν μπορούν να διασχίζουν αυτή την οριζόντια γραμμή άλλες λύσεις. Η παράγωγος dN_t/dt είναι θετική κάτω από τη γραμμή, στην περιοχή $0 < N_t < N_0$, οι λύσεις αυξάνονται μονοτονικά και οι ολοκληρωτικές καμπύλες προσεγγίζουν την οριζόντια γραμμή. Η παράγωγος dN_t/dt είναι αρνητική πάνω από τη γραμμή, οι λύσεις μειώνονται μονοτονικά και οι ολοκληρωτικές καμπύλες προσεγγίζουν την οριζόντια γραμμή από πάνω. Τέλος, οι λύσεις δεν μπορούν να ταλαντεύονται: ο πληθυσμός δεν μπορεί να παρουσιάσει ανάπτυξη και στη συνέχεια μείωση λόγω της «μαλθουσιανής κρίσης». Ο Wood δικαιολογεί αυτή τη συμπεριφορά του μοντέλου δηλώνοντας ότι οι μαλθουσιανές κρίσεις δεν είναι απαραίτητο χαρακτηριστικό των μαλθουσιανών συστημάτων. Το συμπέρασμα αυτό είναι αντίθετο με την πεποίθηση πολλών οικονομικών ιστορικών.

Ο Malthus, ωστόσο, είπε για την απώλεια του πληθυσμού, τον «αποπληθυσμό», λέγοντας πως: *«η δύναμη του πληθυσμού είναι τόσο ανώτερη από τη δύναμη της γης για να παράγει επιβίωση για τον άνθρωπο, ώστε ο πρόωρος θάνατος πρέπει με κάποια άλλη μορφή να επισκεφτεί την ανθρώπινη φυλή. Οι κακοποιήσεις του πληθυσμού είναι ενεργές και ικανές να αποδυναμώσουν τον πληθυσμό. Είναι οι πρόδρομοι του μεγάλου στρατού της καταστροφής και συχνά τελειώνουν το ίδιο το φοβερό έργο».*

Το μοντέλο του Wood δεν περιγράφει τη δυναμική του πληθυσμού που οραματίστηκε ο ίδιος ο Malthus. Χρησιμοποιείται, ωστόσο, σε πολλές μελέτες αφιερωμένες στην ανάλυση των μαλθουσιανών οικονομικών στις παραδοσιακές κοινωνίες. Μερικές φορές χρησιμοποιείται μια επαναληπτική έκδοση αυτού του μοντέλου, με υπολογισμούς σε ετήσια βάση. Η εξίσωση (3.19) με την εκδοχή των Moller and Sharp (2008) έχει λογαριθμική μορφή:

$$\ln w_t = c_0 + c_1 \ln N_t + \ln A \quad (3.25)$$

Οι ρυθμοί γεννήσεων και θανάτου υπολογίζονται από τις παρακάτω απλοποιημένες εξισώσεις:

$$b_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln w_t \quad (3.26)$$

$$d_t = \alpha_2 + \alpha_3 \ln w_t \quad (3.27)$$

Ο πληθυσμός N_t σχετίζεται με τον πληθυσμό N_{t-1} των προηγούμενων ετών μέσω της παρακάτω σχέσης:

$$\ln N_t = \ln N_{t-1} + b_{t-1} - d_{t-1} \quad (3.28)$$

Εδώ, τα $A, c_0, c_1, \alpha_0 \dots$ είναι συγκεκριμένες σταθερές. Βάζοντας την (3.26) και (3.27) στην (3.28) δίνει:

$$\ln N_t = \ln N_{t-1} + (\alpha_1 + \alpha_3) \ln W_{t-1} + \alpha_0 - \alpha_2 = \ln N_{t-1} + (\alpha_1 + \alpha_3)(c_0 + c_1 \ln N_t + \ln A) + \alpha_0 - \alpha_2 = u \ln N_{t-1} + \ln v \quad (3.29)$$

όπου u και v είναι συγκεκριμένες σταθερές. Η εξίσωση που προκύπτει είναι:

$$N_t = v(N_{t-1})^u \quad (3.30)$$

Αυτή η εξίσωση δημιουργεί μια σειρά πληθυσμιακών τιμών. Αν ο πληθυσμός την αρχική στιγμή ισούται με 1 εκατομμύριο, δηλαδή $N_1 = 1$, τότε $N_2 = v$, $N_3 = v^{1+u}$, $N_4 = v^{1+u+u^2}$, κ.ο.κ. Αν $|u| > 1$, τότε $N_t \rightarrow \infty$, το οποίο είναι αδύνατο κάτω από τη συνθήκη των περιορισμένων πόρων σύμφωνα με τη μαλθουσιανή θεωρία. Αν $0 < u < 1$, τότε το N_t μονοτονικά τείνει σε ένα πεπερασμένο όριο. Τέλος, η περίπτωση $-1 < u < 0$ παράγει μια πολύ συγκεκριμένη σειρά στην οποία ο πληθυσμός αυξάνεται στα ζυγά έτη και μειώνεται στα μονά έτη (ή αντίστροφα). Έτσι, το μοντέλο Møller-Sharp έχει το ίδιο μειονέκτημα με το αρχικό μοντέλο του Wood: δεν μπορεί να περιγράψει τις μακροχρόνιες ταλαντώσεις του πληθυσμού.

Μια άλλη εναλλακτική εκδοχή του μοντέλου είναι αυτή που αναπτύχθηκε από τους Ashraf και Galora (2011). Αρχίζοντας με την εξίσωση (3.19), οι δημιουργοί αυτού του μοντέλου λαμβάνουν υπόψη τον αριθμό των ενηλίκων και των παιδιών και βελτιστοποιούν τα έξοδα. Παρ' όλα αυτά, τελικά έρχονται στην ίδια εξίσωση (3.30).

Μια ακόμη έκδοση του μοντέλου του Wood είναι αυτή των Voigtlander και Voth (2009). Χρησιμοποιούν την εξίσωση (3.19), αλλά αντικαθιστούν τις εξισώσεις (3.20) και (3.21) με τις (3.26) και (3.27):

$$b_t = b_0(w_t/\theta)^m \quad (3.31)$$

$$d_t = d_0(w_t/\theta)^n \quad (3.32)$$

όπου b_0 και d_0 είναι συγκεκριμένες σταθερές. Βάζοντας την (3.19) στην εξίσωση (3.22) προκύπτει:

$$\begin{aligned} dN_t/dt &= (b_t - d_t)N_t = (b_0(S_0/N_t)^{\eta m} - d_0(S_0/N_t)^{\eta n})N_t = \\ &= q(p - N_t^{\eta(m-n)})N_t^{1-\eta m} \end{aligned} \quad (3.33)$$

όπου τα p και q είναι συγκεκριμένες σταθερές. Η διαφορική εξίσωση (3.33) έχει την ανεξάρτητη από το χρόνο λύση $N_t = N_0 = p^{1/\eta(m-n)}$, η οποία αντιπροσωπεύει μία οριζόντια γραμμή. Όπως και με το παραπάνω μοντέλο, οι καμπύλες λύσεων που βρίσκονται κάτω από αυτή τη γραμμή αυξάνονται μονοτονικά και εκείνες που βρίσκονται πάνω από τη γραμμή μειώνονται μονοτονικά. Επομένως, το μοντέλο αυτό έχει τον ίδιο περιορισμό με το μοντέλο του Wood και τα άλλα παράγωγά του: δεν προσφέρει ταλαντευόμενες λύσεις.

Ο Brander και ο Taylor (1998) έχουν προτείνει ένα άλλο δημοφιλές μοντέλο. Αυτό το μοντέλο αναλύει κάποιους ανεκμετάλλευτους ανανεώσιμους πόρους που καταναλώνονται κατά τη διάρκεια των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, μπορεί να είναι οι δασικοί πόροι ή η απόδοση του εδάφους. Αν S_t είναι το διαθέσιμο ποσό αυτού του πόρου στο έτος t και το K υποδηλώνει το απόθεμά του στη φύση, τότε η εξίσωση κατανάλωσης αυτού του πόρου έχει ως εξής:

$$dS_t/dt = rS_t(1 - S_t/K) - uS_tN_t \quad (3.34)$$

όπου r και u είναι συγκεκριμένες σταθερές. Ο πρώτος όρος στη δεξιά πλευρά περιγράφει τη διαδικασία ανανέωσης των φυσικών πόρων. Ο δεύτερος όρος

περιγράφει την εξάντληση των πόρων εξαιτίας της οικονομικής δραστηριότητας. Ο πληθυσμός δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$dN_t/dt = (d + vS_t)N_t \quad (3.35)$$

όπου d και v είναι σταθερές με το $d < 0$ σε αυτή την περίπτωση. Αυτή η εξίσωση δείχνει ότι η φυσική αύξηση του πληθυσμού εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των πόρων S_t . Οι Brander και ο Taylor (1998) έχουν δείξει ότι το σύστημα εξισώσεων (3.34) - (3.35) έχει ταλαντευόμενες λύσεις: (α) όταν οι πόροι είναι άφθονοι ο πληθυσμός μεγαλώνει, και (β) όταν εξαντληθούν οι πόροι ο πληθυσμός μειώνεται έως ότου ανανεωθούν. Οι Brander και ο Taylor αναφέρονται στο μοντέλο τους ως "Malthusian-Ricardian". Αρχικά, το μοντέλο προοριζόταν να περιγράψει την οικονομία του νησιού του Πάσχα, αλλά στη συνέχεια έγινε ευρύτερη εφαρμογή ως επαρκώς γενικό πρότυπο των μαλθουσιανών οικονομικών.

Όλα τα παραπάνω μοντέλα είναι απλά οικονομικά μοντέλα που περιγράφουν την μαλθουσιανή θεωρία και δεν περιέχουν περισσότερες από δύο διαφορετικές εξισώσεις. Είναι φυσικό, πως υπάρχουν πιο περίπλοκα μοντέλα που επιτρέπουν μεγαλύτερη ελευθερία στη συμπεριφορά του συστήματος και προσφέρουν ταλαντευόμενες λύσεις. Πολλά από αυτά τα μοντέλα έχουν κατασκευαστεί στο πλαίσιο κλειοδυναμικών μελετών που διεξάγονται ενεργά στη Ρωσία και τις Η.Π.Α. Ωστόσο, σχεδόν όλα τα μοντέλα που περιγράφονται στη βιβλιογραφία παρουσιάζουν το ίδιο μειονέκτημα: περιέχουν αβέβαιους συντελεστές των οποίων οι τιμές είναι άγνωστες και δεν μπορούν να καθοριστούν εξ' αρχής. Όσο πιο περίπλοκο το μοντέλο, τόσο πιο αβέβαιους συντελεστές περιέχει. Εν τω μεταξύ, αυτοί οι συντελεστές καθορίζουν τη συμπεριφορά του μοντέλου και διαφορετικές τιμές συντελεστών έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετική δυναμική του πληθυσμού. Λόγω αυτού, δημιουργείται μια αβεβαιότητα: καθώς οι τιμές των συντελεστών είναι άγνωστες, είναι επίσης άγνωστο ποια από τις πιθανές παραλλαγές συμπεριφοράς αντιστοιχεί στην ιστορική πραγματικότητα και ποια από αυτά δεν θα μπορούσαν ενδεχομένως να πραγματοποιηθούν.

Δύο απλά μοντέλα μπορούν να αναλυθούν που δεν περιέχουν αβέβαιες παραμέτρους και επαρκούν, σύμφωνα με τον Nefedov (2013) για να περιγράψουν την μαλθουσιανή δυναμική του πληθυσμού. Στο πρώτο μοντέλο, N_t είναι ο πληθυσμός του έτους t , όπως παραπάνω, K_t είναι το απόθεμα καλαμποκιού μετά τη συγκομιδή

και έχει εκτιμηθεί με βάση τις ελάχιστες ετήσιες μερίδες και r είναι η γεννητικότητα υπό ευνοϊκές συνθήκες. Η καλλιεργούμενη έκταση και η συγκομιδή εξαρτώνται από τον πληθυσμό και με την αύξηση του πληθυσμού τείνουν να σταθεροποιούνται με βάση τη μέγιστη καλλιεργούμενη έκταση της γεωργικής κοινότητας. Θα θεωρήσουμε ότι η συγκομιδή καθορίζεται από την εξίσωση:

$$P_t = aN_t/(N_t + d) \quad (3.36)$$

όπου a και d είναι σταθερές. Για την περιγραφή του πληθυσμού χρησιμοποιείται η εξίσωση :

$$dN_t/dt = rN_t(1 - N_t/K_t) \quad (3.37)$$

με K_t να είναι η λογιστική εξίσωση που δηλώνει τη φέρουσα ικανότητα (δηλαδή το μέγιστο μέγεθος του πληθυσμού που μπορεί να ζήσει σε αυτό το έδαφος). Στην περίπτωση μας, αυτό το μέγεθος πληθυσμού αντιστοιχεί στον αριθμό των ελάχιστων ετήσιων σιτηρών κατά την αποθήκευση. Ετησίως καταναλώνονται N_t μερίδες και η αύξηση των αποθεμάτων θα είναι ίση με:

$$dK_t/dt = P_t - N_t = aN_t/(N_t + d) - N_t \quad (3.38)$$

Έτσι, έχουμε το απλούστερο σύστημα δύο διαφορικών εξισώσεων (3.37) - (3.38). Το σύστημα αυτό βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας, όταν ο πληθυσμός και το απόθεμα παραμένουν σταθερά.

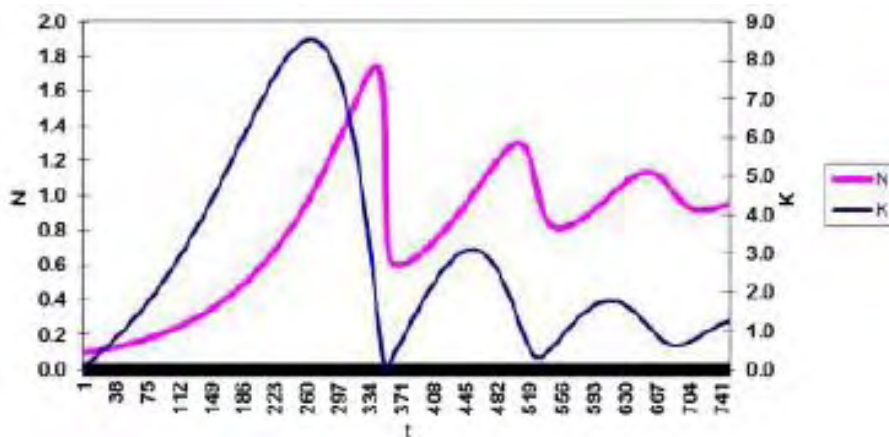
Αν το N τείνει στο 0, η συγκομιδή που συγκεντρώνεται από έναν αγρότη σε ευνοϊκές συνθήκες θα είναι a/d (όταν ο πληθυσμός είναι μικρός και ικανός να καλλιεργήσει τη μέγιστη έκταση). Έτσι, η τιμή $q = a/d$ δείχνει πόσα νοικοκυριά μπορεί να υποστηρίξει μία οικογένεια αγροτών. Η Ιστορία των γεωργικών κοινωνιών δείχνει ότι το q συνήθως κινείται εντός των ορίων $1,2 < q < 2$. Μπορούμε να εκφράσουμε τα a και d σε όρους q και N_0 :

$$d = N_0/(q - 1) , \quad a = q N_0/(q - 1)$$

Το N_0 μπορεί να τεθεί για ευκολία με τιμή 1 και υπάρχουν δύο σταθερές σε αυτό το μοντέλο, το r και το q , τα οποία κυμαίνονται μεταξύ των γνωστών ορίων: $0,01 < r < 0,02$, $1,2 < q < 2$. Οι συνηθισμένες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για διερεύνηση των δυναμικών συστημάτων μας επιτρέπουν να προσδιορίσουμε ότι το σύστημα εξισώσεων (3.37)-(3.38) υπόκεινται σε ταλαντώσεις. Οι πρώτες ταλαντώσεις μπορούν να έχουν διαφορετικές περιόδους. Ωστόσο, όταν η καμπύλη προσεγγίζει την κατάσταση ισορροπίας, η περίοδος πλησιάζει την τιμή:

$$T = 2\pi/\sqrt{(r - r/q - r^2/4)}$$

Η περίοδος T φθίνει όταν αυξάνονται τα r και q και αυξάνεται όταν αυτές οι μεταβλητές μειώνονται. Έτσι, η περίοδος των ταλαντώσεων σε αυτό το μοντέλο είναι συγκρίσιμη με την διάρκεια των κοσμικών δημογραφικών κύκλων που έχουν παρατηρηθεί στην Ιστορία πολλών πολιτειών (Nefedov and Turchin (2009)).



Σχήμα 3.1: Παραδείγματα υπολογισμών χρησιμοποιώντας το μοντέλο για $r=0,01$, $p=1,2$

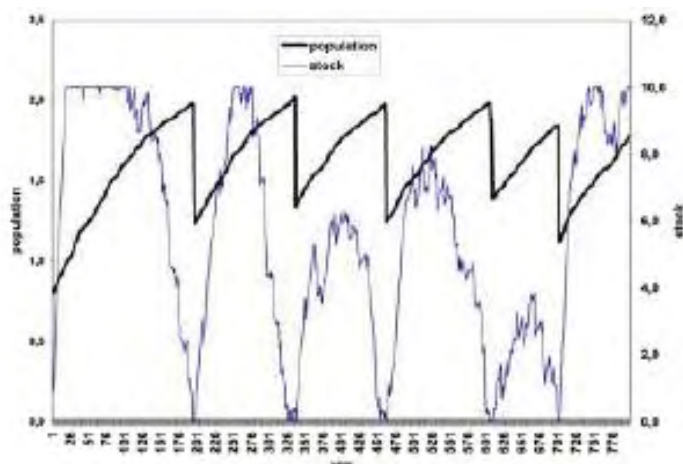
Η δυναμική του γεωργικού πληθυσμού σύμφωνα με αυτό το μοντέλο έχει ταλαντευόμενο χαρακτήρα. Θεωρητικά, αυτές οι ταλαντώσεις φθίνουν και το σύστημα τείνει στην κατάσταση ισορροπίας, αλλά διάφορες τυχαίες επιπτώσεις και επιδράσεις που παραμελούνται εδώ (π.χ. καταστροφική αποτυχία καλλιέργειας) διαταράσσουν την ισορροπία του συστήματος, και μετά αρχίζει μια νέα σειρά από φθίνουσες ταλαντώσεις. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της γεωργικής κοινωνίας είναι ότι η οικονομική της δυναμικής εξαρτάται ουσιαστικά από μια τόσο τυχαία αξία όπως η απόδοση της καλλιέργειας. Οι τυχαίοι παράγοντες που επηρεάζουν αυτά τα

συστήματα θεωρούνται γενικά εξωγενείς. Ωστόσο, η εξάρτηση από τις διακυμάνσεις της απόδοσης καλλιεργειών είναι ένα εγγενές, ενδογενές χαρακτηριστικό της γεωργικής παραγωγής. Επομένως, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι μια ειδική τυχαία τιμή που περιγράφει την απόδοση της καλλιέργειας πρέπει να ενσωματωθεί στο ιδανικό μοντέλο του μαλθουσιανού κύκλου. Αυτό μπορεί να γίνει εύκολα μέσα στο επαναληπτικό μοντέλο όπου οι υπολογισμοί γίνονται από έτος σε έτος.

Για λόγους ευκολίας, θεωρούμε ότι τα έτη παραγωγής αρχίζουν με τη συγκομιδή, όχι μια συγκεκριμένη ημερολογιακή ημερομηνία. Το μέγεθος του πληθυσμού N_t στην αρχή του έτους t εκφράζεται με βάση τον αριθμό των νοικοκυριών ή των οικογενειών (συμβατικά υποθέτοντας ότι ο πληθυσμός των νοικοκυριών είναι 5 άτομα). Θεωρητικά (δηλαδή, όταν υπάρχει αρκετή γη για καλλιέργεια), ένα αγρόκτημα καλλιεργεί ένα τυποποιημένο αγροτεμάχιο (π.χ. ένα τσιφλίκι) και μπορεί κανείς να μετρήσει τη μέγιστη δυνατή έκταση αρόσιμης γης ως προς τα πρότυπα αγροτεμάχια S . Όταν ο αριθμός των νοικοκυριών N_t υπερβαίνει το S , δύο οικογένειες μπορούν να ζήσουν σε ορισμένα αγροτεμάχια. Ας υποθέσουμε ότι το a_t αντιπροσωπεύει την ετήσια απόδοση t , εκφραζόμενη σε ελάχιστες δόσεις καλαμποκιού που μπορούν να συγκεντρωθούν σε ένα τυποποιημένο αγροτεμάχιο. Θα εκφράσουμε την απόδοση καλλιέργειας στη μορφή $a_t = a_0 + d_t$, όπου a_0 είναι η μέση απόδοση καλλιέργειας, d_t είναι τυχαία τιμή που παίρνει τιμές στο διάστημα $(-a_1, a_1)$. Με τις μονάδες μέτρησης που έχουμε υποθέσει, η συγκομιδή Y_t μπορεί να εκφραστεί με την ακόλουθη απλή μορφή:

$$Y_t = a_t N_t, \text{ if } N_t < S \text{ και } Y_t = a_t S \text{ if } N_t > S$$

Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού r_t καθορίζεται ως η αναλογία του πληθυσμού N_{t+1} του επόμενου έτους προς τον πληθυσμό N_t του προηγούμενου έτους. Καθώς τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς, εξαρτώνται από μια τυχαία τιμή, δηλαδή την απόδοση της καλλιέργειας, θα διαφέρουν κάθε φορά που τρέχουμε στον υπολογιστή τις παραπάνω εξισώσεις. Παρά τις μεταβολές των αποτελεσμάτων, μπορεί κανείς να παρατηρήσει ποιοτικά ένα πρότυπο δημογραφικών κύκλων που φαίνεται ως τυπικό: περίοδοι πληθυσμιακής αύξησης εναλλάσσονται με δημογραφικές καταστροφές. Η διάρκεια ενός τέτοιου κύκλου κυμαίνεται από 80 έως 150 χρόνια σύμφωνα με το παρακάτω Σχήμα.



Σχήμα 3.2: Παράδειγμα υπολογισμού του μοντέλου για τιμές παραμέτρων $a_0 = 2$, $a_1 = 1,2$, $p_1 = 1,05$

Φυσικά, αυτό το μοντέλο περιγράφει μόνο τον βασικό μηχανισμό του δημογραφικού κύκλου που παραλείπει πολλές λεπτομέρειες (π.χ. την ύπαρξη κρατικής και στρατιωτικής ελίτ, την εμφάνιση μεγάλων γαιοκτημόνων κ.λπ.). Αυτοί οι παράγοντες λαμβάνονται υπόψη σε άλλα μοντέλα και οι υπολογισμοί που έγιναν χρησιμοποιώντας αυτά τα μοντέλα δείχνουν ότι το ποιοτικό πρότυπο των κύκλων αλλάζει ασήμαντα σε σχέση με το προτεινόμενο μοντέλο. Σε γενικές γραμμές, φαίνεται αρκετά βέβαιο ότι η διαθεσιμότητα των αποθεμάτων καλαμποκιού στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις επιτρέπει μακροπρόθεσμη οικονομική σταθεροποίηση.

Η αύξηση του πληθυσμού έχει ως αποτέλεσμα την εξάντληση των αποθεμάτων και, αργά ή γρήγορα, οι μεγάλες αποτυχίες της συγκομιδής προκαλούν καταστροφικές λιμοκτονίες ακολουθούμενες από γεγονότα, όπως οι επιδημίες, οι εξεγέρσεις λιμοκτονούντων και/ή οι εισβολές από εξωτερικούς εχθρούς που επιδιώκουν να επωφεληθούν. Ως αποτέλεσμα, το μέγεθος του πληθυσμού μπορεί να μειωθεί ακόμη και κατά το ήμισυ και ξεκινά ένας νέος δημογραφικός κύκλος. Ενώ οι υπολογισμοί μοντέλων δείχνουν ότι αυτός ο νέος κύκλος θα μπορούσε να ξεκινήσει αμέσως μετά την καταστροφή, στην πραγματική ζωή τέτοιες κρίσεις, όπως οι πόλεμοι και οι εξεγέρσεις έχουν κάποια αδράνεια και εμποδίζουν την οικονομική αναζωογόνηση. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η σταθεροποίηση καθυστερεί.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι μετά τη δημοσίευση των μοντέλων του Wood, οι οικονομικοί ιστορικοί αντιμετώπισαν τα Μαλθουσιανά οικονομικά ως ένα σύστημα όπου το μέγεθος του πληθυσμού δεν μπορεί να υπερβεί τη φέρουσα ικανότητα και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατή η «Μαλθουσιανή κρίση». Άλλοι όμως

οικονομικοί ιστορικοί, επιμένουν πως η «Μαλθουσιανή κρίση» ήταν αρκετά συχνό φαινόμενο στην πραγματική Ιστορία, ένα γεγονός που μοιάζει να αγνοεί ο Wood. Τα μοντέλα που προσπαθούν να περιγράψουν την μαλθουσιανή δυναμική στα προβιομηχανικά έτη δείχνουν ότι το αναπόφευκτο παρόμοιων κρίσεων προκύπτει από τους απλούς νόμους που διέπουν τη λειτουργία των αγροτικών οικονομιών.

3.6 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΜΑΧΗΣ ΤΟΥ COLLINS

Η στρατιωτική δύναμη είναι μια κεντρική μεταβλητή στις θεωρίες γεωπολιτικής, του σχηματισμού και της ανάπτυξης του κράτους, της εθνικής ταυτότητας και άλλων θεμάτων της ιστορικής κοινωνιολογίας. Στο επίπεδο των ιστορικών γεγονότων, η στρατιωτική δύναμη καταλήγει σε μια μάχη στη νίκη ή στην ήττα. Ο Collins (2010) παρουσίασε μια δυναμική θεωρία ανατροφοδότησης των πολλαπλών συνθηκών και διαδικασιών, τόσο κοινωνικών όσο και υλικών, που καθορίζουν τη νίκη ή την ήττα. Ένα τέτοιο μοντέλο είναι αρκετά περίπλοκο και για αυτό το λόγο παρουσιάστηκε σε μια σειρά βημάτων, ξεκινώντας από το βασικό μοντέλο και προσθέτοντας διαδοχικά βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες παραμέτρους κάνοντας μια ανατροφοδότηση στο βασικό μοντέλο.

Αυτό που έκανε ο Collins, ήταν η παρουσίαση της νίκης ή της ήττας με δυναμικό τρόπο χρησιμοποιώντας διαγράμματα ροής. Υπάρχουν τρεις βασικές θεωρίες για τη νίκη. Η πρώτη αφορά τους υλικούς πόρους, οι οποίοι πολλές φορές αναφέρονται και ως αναλογίες δυνάμεων. Στην προκειμένη περίπτωση η νίκη πηγαίνει στην πλευρά που έχει τα περισσότερα στρατεύματα και καλύτερα όπλα. Δεδομένου ότι οι υλικοί πόροι πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να υπάρχει υπεροχή, ένα σημαντικό στοιχείο είναι ο εφοδιασμός και ακόμα πιο πίσω, η οικονομική ικανότητα της κοινωνίας. Οι θεωρίες των υλικών πόρων υπογραμμίζουν τόσο την άμεση υπεροχή των δυνάμεων στο πεδίο της μάχης όσο και τη μακροπρόθεσμη εφαρμογή των πόρων για μια εκστρατεία ή πόλεμο. Η δεύτερη θεωρία αφορά τους ελιγμούς. Η νίκη έρχεται μέσω της κίνησης των δυνάμεων. Η πλευρά με μεγαλύτερη ταχύτητα ή με τη δυνατότητα αιφνιδιασμού μπορεί να διαταράσσει τον εχθρό και να εμποδίσει τη χρήση των υλικών δυνάμεων αποτελεσματικά. Μέσω ελιγμών, μια μικρότερη δύναμη μπορεί να νικήσει μια πολύ μεγαλύτερη και μεγάλες νίκες μπορούν να κερδηθούν με σχετικά λίγες απώλειες στη νικήτρια πλευρά. Η τρίτη

θεωρία αφορά την γενναιότητα και τον ηρωισμό. Η νίκη πραγματοποιείται από μια ομάδα μαχητών που επιβάλλουν τη θέλησή τους στους αντιπάλους τους, παλεύοντας σκληρότερα, πιο αποφασιστικά και με μεγαλύτερη τόλμη.

Σύμφωνα με εμπειρική έρευνα που έγινε από τον Collins (2010) καθώς και από άλλους, το πιο κρίσιμο σημείο σε μια μάχη που μπορεί να οδηγήσει σε ήττα ή σε νίκη είναι η οργανική κατανομή η οποία επηρεάζεται περισσότερο από τους ελιγμούς που είναι ικανοί να γίνουν παρά από την δυνατότητα επίθεσης. Ακόμα και τα ατυχήματα επηρεάζονται περισσότερο από την οργανωτική κατανομή παρά από τις επιθέσεις. Κάνοντας περισσότερους ελιγμούς δημιουργούνται πρόσθετοι οδοί, οι οποίοι μπορούν να βοηθήσουν στην ανατροφοδότηση σε υλικούς πόρους αλλά και σε άλλα πλεονεκτήματα, κάτι το οποίο μπορεί να επηρεάσει τα μακροπρόθεσμα πολεμικά αποτελέσματα και τις γεωπολιτικές συνέπειες. Οι επαναστάσεις στην στρατιωτική τεχνολογία δεν απαιτούν ξεχωριστό μοντέλο ή νέα θεωρία καθώς όλες οι τεχνολογικές καινοτομίες λειτουργούν αλλάζοντας την ισχύ των παραμέτρων στο βασικό μοντέλο.

Η πρόσφατη θεωρία του Collins για τη δυναμική της μάχης μετατρέπεται σε ένα σύστημα αλληλένδετων εξισώσεων και προσομοιώνεται από τους Fletcher et al. (2011). Στη συγκεκριμένη μελέτη προκύπτει το συμπέρασμα πως μεταξύ ομοιόμορφα συναρμολογημένων στρατών, τα αρχικά πλεονεκτήματα φαίνεται πως είναι δύσκολο να ξεπεραστούν λόγω των πολυάριθμων μονοπατιών ενίσχυσης σε όλο το μοντέλο. Τα πλεονεκτήματα στο ήθος αποδεικνύεται ότι οδηγούν σε γρήγορες νίκες, ενώ τα πλεονεκτήματα σε υλικούς πόρους οδηγούν σε μεγαλύτερους σε διάρκεια πολέμους οι οποίοι συχνά κερδίζονται λόγω φθοράς. Επίσης, γίνεται μια προσομοίωση εμφύλιου πολέμου που φαίνεται να συμπίπτει με την ιστορική πραγματικότητα.

Η βασική συμπεριφορά του μοντέλου εξετάζεται σε μια σειρά πειραμάτων και εφαρμόζεται στην περίπτωση του αμερικανικού εμφύλιου πολέμου. Στο μοντέλο μάχης του Collins, τα πλεονεκτήματα της ηθικής εκδηλώνονται νωρίς στη σύγκρουση, ενώ τα σημαντικά πλεονεκτήματα έχουν μεγαλύτερη επιρροή καθώς συνεχίζεται η μάχη.

3.6.1 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Η μοντελοποίηση του πολέμου έχει επικεντρωθεί κυρίως στις εξισώσεις του Lanchester. Το μοντέλο του Lanchester (1956) δίνει έμφαση σε δύο στοιχεία για τον προσδιορισμό των αποτελεσμάτων μάχης: το μέγεθος της πολεμικής δύναμης και μια εξωγενή παράμετρο. Συγκεκριμένα, στο μοντέλο του Lanchester, τα ποσοστά τριβής προσδιορίζονται από το παρακάτω ζεύγος εξισώσεων:

$$\frac{dA}{dt} = -\beta B$$

(3.39)

$$\frac{dB}{dt} = -aA$$

όπου ο ρυθμός τριβής είναι ίσος με το προϊόν ενός εξωγενούς παράγοντα (πχ. αγωνιστική αποτελεσματικότητα, τακτική εκμετάλλευση κλπ) και το μέγεθος του αντιτιθέμενου στρατού. Εδώ, τα A και B είναι τα ποσοστά τριβής των δύο στρατών και τα a και β είναι οι συντελεστές κλιμάκωσης. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, ο βασικός καθοριστικός παράγοντας των θυμάτων είναι το τετράγωνο κάθε αντιτιθέμενου στρατού. Αυτός ο «τετραγωνικός νόμος» του μοντέλου Lanchester, παρέχει μία από τις απλούστερες λύσεις για τη δυναμική της μάχης, κάτι το οποίο εξηγεί και τη δημοτικότητα στη χρήση του.

3.6.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΜΑΧΗΣ

Η θεωρία του Collins για τη δυναμική της μάχης είναι ένα μοντέλο ανατροφοδότησης που καλύπτεται από έναν αριθμό διασυνδεδεμένων στοιχείων που αντιπροσωπεύουν τη σχετική ισχύ των δύο στρατών. Η φύση του κάθε στοιχείου στη θεωρία δημιουργεί ορισμένα προβλήματα για τη μετάφραση του μοντέλου σε μια μαθηματική προσομοίωση. Επομένως, η προσομοίωση της θεωρίας πρέπει να περιλαμβάνει δύο ξεχωριστά αλλά αλληλένδετα υποσυστήματα: 1) την προσομοίωση των υλικών και των ροών των συναισθηματικών πόρων (δηλαδή την προσομοίωση των πραγματικών στρατευμάτων, του εξοπλισμού και του ηθικού) και 2) την προσομοίωση των σχετικών πλεονεκτημάτων αυτών των ροών και των αποτελεσμάτων τους.

3.6.2.1 Ο ΣΤΡΑΤΟΣ : ΟΙ ΥΛΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ, ΟΙ ΑΝΤΡΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΗΘΙΚΟ

Η πρώτη υποομάδα στην προσομοίωση δημιουργεί κάθε στρατό με συμπαγείς όρους, γεμίζοντας τον στρατό με στρατιώτες και εξοπλισμό, κινητοποιώντας τον στρατό στο πεδίο της μάχης και επανασυνδέοντας τα στρατεύματα και τον εξοπλισμό από μια εξωγενή κοινωνική πηγή. Κάθε στρατός έχει επίσης μια ροή συναισθηματικών πόρων (δηλ. ηθικής) που αναπτύσσεται και μειώνεται σύμφωνα με τις νίκες / ήττες μάχης που υπέστη και την οργανωτική συνοχή αυτού του στρατού.

Η λειτουργία της ροής των υλικών πόρων ξεκινά με την κοινωνία (ένα εξωγενές απόθεμα υλικών πόρων) που παρέχει στρατιώτες και εξοπλισμό. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κινητοποίησης χάνονται ορισμένα τυχαία ποσά αυτών των υλικών. Αυτό είναι ενσωματωμένο στον τροποποιητή εφοδιασμού που επηρεάζει τη διαδικασία κινητοποίησης πόρων. Τα κινητοποιημένα στρατεύματα υπόκεινται τότε σε φθορά που μειώνει τον αριθμό τους.

Κάθε στρατός έχει επίσης μια συναισθηματική ροή πόρων που επηρεάζει το επίπεδο του ηθικού τους. Όπως υποδεικνύεται από τη θεωρία του Collins, το ηθικό μπορεί να επηρεαστεί από νίκες και ήττες μάχης, καθώς και από οργανωτική καταστροφή. Καθώς ο στρατός χάνει μάχες ή αρχίζει να καταρρέει περισσότερο από τον αντίπαλό του, το ηθικό θα υποφέρει. Από την άλλη πλευρά, το ηθικό θα ενισχυθεί καθώς θα κερδίσουν μάχες ή θα παραμείνουν πιο οργανικά ενωμένοι από τους αντιπάλους τους.

3.6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

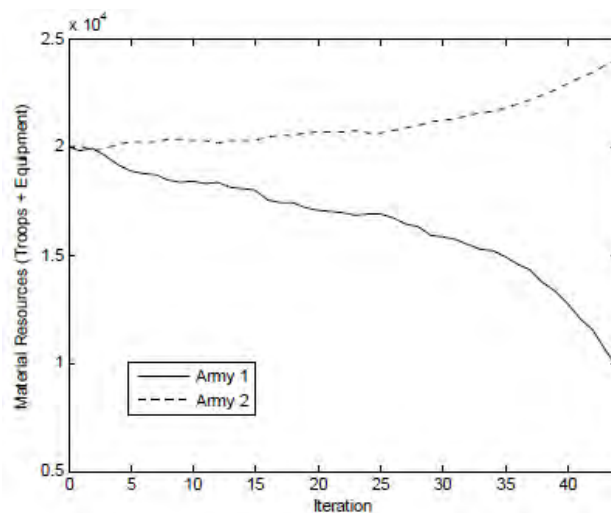
Για να ελεγχθούν οι συνέπειες του θεωρητικού μοντέλου, το μοντέλο προσομοίωσης εκτελέστηκε 750 φορές από τον Collins και καταγράφηκαν όλες οι σχετικές μεταβλητές αποτελεσμάτων. Είκοσι πέντε διαφορετικές εκδοχές του μοντέλου δοκιμάστηκαν καθώς σημαντικές παράμετροι διαφοροποιήθηκαν για να καταστεί δυνατή η καλύτερη κατανόηση του χώρου λύσης της προσομοίωσης και της σημασίας κάθε παραμέτρου για τη διαμόρφωση αυτού του χώρου λύσης.

Οι προσομοιώσεις εκτελέστηκαν για 100 χρονικά διαστήματα (Δt). Αυτή η διάρκεια προσομοίωσης και ο αριθμός των αναπαραγωγών ήταν επαρκείς για τη σωστή δοκιμή παραμέτρων του μοντέλου.

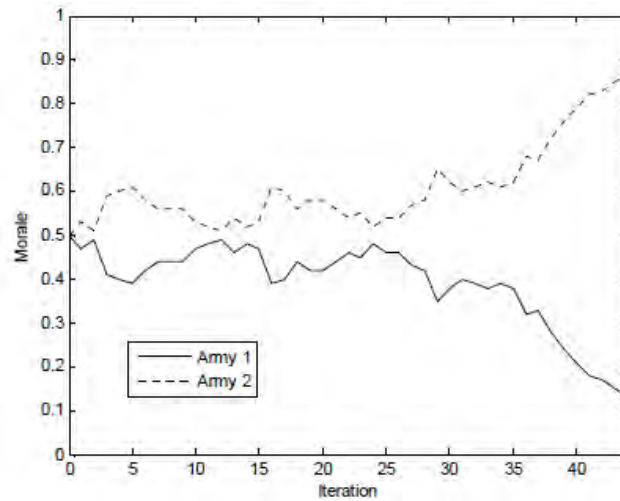
Η πρώτη έκδοση της προσομοίωσης ήταν ένα «συμμετρικό» μοντέλο ή ένα μοντέλο όπου οι αρχικές συνθήκες είναι ίδιες και για τους δύο στρατούς (δηλ. αρχίζουν με τους ίδιους υλικούς και συναισθηματικούς πόρους). Κάθε αρχικό

πλεονέκτημα που εμφανίζεται στο συμμετρικό μοντέλο είναι αποτέλεσμα της στοχαστικής διακύμανσης που εισάγεται μέσω της υλικοτεχνικής τριβής και τυχαίων γεγονότων. Χωρίς μια τέτοια παραλλαγή, δύο ταυτόσημοι στρατοί δεν θα μπορούσαν ποτέ να δημιουργήσουν ένα πλεονέκτημα. Ωστόσο, πολλά μπορούν να εξαχθούν για τη βασική λειτουργία του μοντέλου, απλά κοιτάζοντας τις διαφορές που δημιουργούνται από μια μικρή ποσότητα τυχαίων ευκαιριών. Επιπλέον, το συμμετρικό μοντέλο θα αποτελέσει βασική γραμμή έναντι της οποίας μπορούν να συγκριθούν οι άλλες παραλλαγές του μοντέλου.

Αν κάποιος πρόκειται να αναζητήσει μοτίβα για το πώς διαδραματίζεται η δυναμική της μάχης του Collins, μπορεί να βρει μια σχετικά τυπική αλυσίδα γεγονότων. Σε μια προσομοίωση ανάμεσα σε δύο στρατεύματα με ομοιόμορφη αντιστοίχιση, τα αρχικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη στοχαστική διαφοροποίηση είναι δύσκολο να ξεπεραστούν. Τα Σχήματα (3.3) και (3.4) παρέχουν γραφικές απεικονίσεις που δείχνουν το τυπικό αποτέλεσμα ενός ενιαίου πολέμου μεταξύ δύο όμοιων στρατών. Το Σχήμα (3.3) είναι μια απεικόνιση των υλικών πτυχών του πολέμου (δηλαδή των στρατευμάτων και του εξοπλισμού) ενώ το Σχήμα (3.4) απεικονίζει τη συναισθηματική πλευρά του πολέμου (δηλαδή το ηθικό). Όπως είναι σαφές, ο στρατός 2 καθιερώνει ένα πρώιμο πλεονέκτημα και διατηρεί αυτό το πλεονέκτημα σε όλη τη διαδρομή μέσα από τη νίκη. Καθώς και οι δύο στρατοί είναι πανομοιότυποι, το αρχικό πλεονέκτημα πρέπει να είναι το αποτέλεσμα της στοχαστικής διακύμανσης.

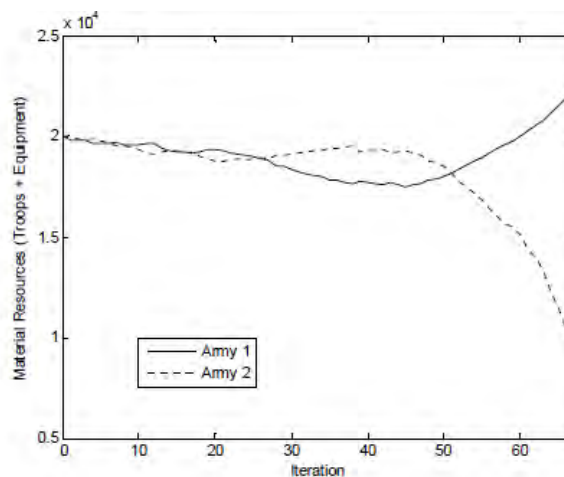


Σχήμα 3.3: Διατήρηση αρχικού πλεονεκτήματος: υλικοί πόροι

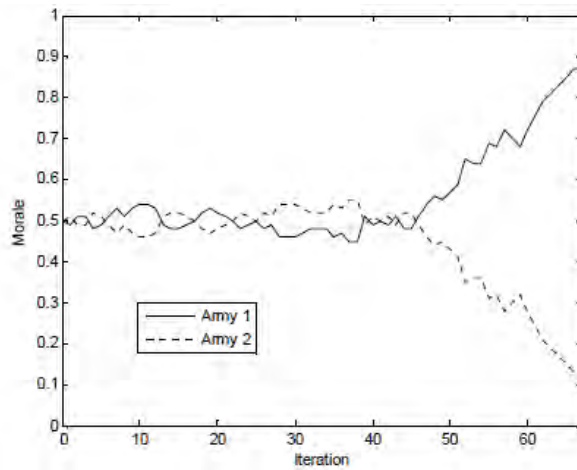


Σχήμα 3.4: Διατήρηση αρχικού πλεονεκτήματος: ηθικό

Ωστόσο, τα αρχικά πλεονεκτήματα δεν αποτελούν πάντοτε μια εγγύηση για τη νίκη. Το μοντέλο του Collins παράγει μάχες όπου το πλεονέκτημα κερδίζεται και χάνεται και ο αγώνας παρατείνεται καθώς κάθε πλευρά συγκρατεί τη νίκη. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου αποτελέσματος αποδεικνύεται στα Σχήματα (3.3) και (3.4). Στο παράδειγμα αυτό, ο στρατός 1 παίρνει τυχαία ένα μικρό πλεονέκτημα από την στοχαστική παραλλαγή νωρίς στην προσομοίωση, αλλά σύντομα ξεπερνιέται από τον στρατό 2 κατά τις επαναλήψεις 30 και 50 πριν τελικά επανακτήσει πλεονέκτημα και κερδίσει τον πόλεμο.



Σχήμα 3.5: Η μάχη για το πλεονέκτημα : υλικοί πόροι



Σχήμα 3.6: Η μάχη για το πλεονέκτημα: ηθικό

Ενώ οι δυο όμοιοι αντίπαλοι μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τη βασική λειτουργία της θεωρίας του Collins, δεν αρκεί να αναλύσουμε τις λεπτότερες συνέπειες του τρόπου λειτουργίας του μοντέλου. Για να γίνει αυτό, πρέπει να μεταβληθούν οι κρίσιμες παράμετροι στο μοντέλο και να μετρηθεί η ευαισθησία του μοντέλου σε αυτές τις ποικίλες συνθήκες. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, τέσσερις παράμετροι ποικίλουν: (α) αρχικά επίπεδα υλικού, (β) αρχικά επίπεδα ηθικής, (γ) ρυθμοί παροχής, και (δ) μέγεθος της μεταβλητής τυχαίων συμβάντων. Συνολικά, αυτά τα πρόσθετα μοντέλα περιλαμβάνουν αυτό που ονομάζουμε «προκατειλημμένες» προσομοιώσεις του μοντέλου Collins.

3.6.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά τη δοκιμή του συμμετρικού μοντέλου, αποδείχθηκε ότι τα αρχικά πλεονεκτήματα είναι δύσκολο (αλλά όχι αδύνατο) να ξεπεραστούν, λόγω του αριθμού των οδών ενίσχυσης που διατρέχουν το μοντέλο. Τα μικρά πλεονεκτήματα σύντομα μετατρέπονται σε συντριπτική κυριαρχία, καθώς κάθε επανάληψη ενισχύει περαιτέρω την κατεύθυνση και το μέγεθος της διαφοράς μεταξύ των δύο πλευρών. Ωστόσο, ακόμη και η μικρή στοχαστική παραλλαγή που περιλαμβάνεται σε αυτό το μοντέλο μπορεί περιστασιακά να αποφύγει τέτοια διαφυγόντα αποτελέσματα, δείχνοντας ότι μέσω της έμφασης που δίνει στην αβεβαιότητα («η ομίχλη του πολέμου»), το μοντέλο Collins είναι σε θέση να αποφύγει την παγίδα προκαθορισμένων αποτελεσμάτων.

Κάθε ένα από τα «προκατειλημμένα» μοντέλα έδωσε μια ένδειξη για το πώς διαφορετικές αρχικές συνθήκες επηρεάζουν τη συνολική συμπεριφορά του μοντέλου.

Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η αύξηση του πλεονεκτήματος του ηθικού ή των υλικών (τόσο τα αρχικά υλικά όσο και ο ρυθμός προσφοράς) αυξάνει τις πιθανότητες να κερδηθεί ο πόλεμος. Διαπιστώθηκε επίσης ότι όσο μεγαλύτερο είναι το δεδομένο πλεονέκτημα, τόσο μικρότερος είναι ο πόλεμος. Λόγω της ανατροφοδότησης στο μοντέλο, τα πλεονεκτήματα τείνουν να ενισχύονται, εκτός εάν τα στοχαστικά γεγονότα υπονομεύσουν αυτό το πλεονέκτημα.

Παραδόξως, η πιθανότητα πολεμικής νίκης αυξάνεται με ταχύτερο ρυθμό, αν αυξηθεί το αρχικό πλεονέκτημα υλικού παρά εάν αυξηθεί το ηθικό ή το πλεονέκτημα εφοδιασμού. Αυτό φαίνεται να υπονομεύει τον ισχυρισμό του Collins, ότι η οργανωτική βλάβη και τελικά το ηθικό είναι οι βασικοί παράγοντες που οδηγούν στη δυναμική της μάχης στο μοντέλο του. Ωστόσο, πιο λεπτομερής στατιστική ανάλυση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η οργανωτική κατανομή είναι πολύ ισχυρότερος παράγοντας πρόβλεψης της νίκης της μάχης απ' ό,τι οι απώλειες στα πρώιμα στάδια σύγκρουσης. Καθώς συρρέουν οι συγκρούσεις, τα θύματα και τελικά τα υλικά πλεονεκτήματα αρχίζουν να κυριαρχούν στη δυναμική.

3.6.5 ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ

Η Ιστορία έχει δείξει ότι όλες οι αυτοκρατορίες του παρελθόντος δημιουργήθηκαν ουσιαστικά από το μηδέν. Ήκμασαν, παρήκμασαν, συρρικνώθηκαν και στο τέλος εξαφανίστηκαν. Η Ιστορία παρουσιάζει μοτίβα που συχνά επαναλαμβάνονται. Το ερώτημα που έχει γεννηθεί είναι αν είναι εφικτό να προβλεφθεί το μέλλον από τα γεγονότα του παρελθόντος. Κάτι τέτοιο θα ήταν πολύ ελπιδοφόρο και ίσως θα μπορούσαμε να μάθουμε την εξέλιξη των Η.Π.Α., της Ε.Ε. και της Κίνας. Ο Peter Turchin ανήκει σε μια γενιά επιστημόνων που είναι πεπεισμένη ότι η Ιστορία μπορεί, όχι μόνο να μελετηθεί, αλλά και να προβλεφθεί με εργαλεία δανεισμένα από τα μαθηματικά και τεχνικές εμπνευσμένες από τις φυσικές επιστήμες. Συγκεκριμένα, ο Turchin επιστρατεύει εργαλεία από τη θεωρία των δυναμικών συστημάτων, από τη στατιστική και τα μαθηματικά, φιλοδοξώντας να κατανοήσει και να ερμηνεύσει την πορεία των κοινωνιών του παρελθόντος.

Αυτό που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και πολλές φορές και την απορία ορισμένων, είναι πώς κατόρθωσαν ορισμένα μικρά και ίσως ασήμαντα κράτη, να χτίσουν μεγάλες αυτοκρατορίες και γιατί κάποια άλλα με μεγαλύτερη δύναμη απέτυχαν. Τι είναι αυτό επομένως που προκαλεί την πτώση των αυτοκρατοριών; Ο Jared Diamond (1997) στο βιβλίο του *«Guns, Germs and Steel»* («Όπλα, Μικρόβια

και Ατσάλι»), αναλύει τις βασικές αιτίες πίσω από την επιτυχία ή την αποτυχία της εξάπλωσης ορισμένων πολιτισμών εις βάρος κάποιων άλλων (για παράδειγμα Ισπανοί, Άγγλοι, Γάλλοι και Ολλανδοί κατακτούν το Νέο Κόσμο). Η κεντρική ιδέα είναι η τεχνολογική υπεροχή ενός λαού έναντι κάποιων άλλων. Όμως, αυτό δεν εξηγεί γιατί λαοί με ίδια τεχνολογική εξέλιξη δεν κατάφεραν να δημιουργήσουν αυτοκρατορίες. Επίσης, δεν κατέρρευσαν μόνο οι αυτοκρατορίες των τεχνολογικά υπανάπτυκτων λαών.

Ο Turchin δίνει τη δική του εξήγηση για την επαναλαμβανόμενη εμφάνιση του σχήματος «δημιουργία-ακμή-παρακμή», το οποίο εμφανίζεται σε κοινωνίες αλλά και σε ολόκληρες αυτοκρατορίες. Η εξήγηση αυτή είναι η **συνεργασία**. Σύμφωνα με αυτή την εξήγηση, όλα ξεκινούν και τελειώνουν με την ικανότητα ανάληψης συλλογικής δράσης που έχει μια ομάδα ανθρώπων ή διαφορετικές ομάδες ενός ευρύτερου κοινωνικού συνόλου. Η δυναμική της Ιστορίας, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο αλλάζουν οι συσχετισμοί μεταξύ κοινωνιών στο πέρασμα του χρόνου, μπορεί να εξηγηθεί υπό το πρίσμα του ανταγωνισμού και της σύγκρουσης διαφορετικών πληθυσμιακών ομάδων. Σε αυτόν τον αέναο αγώνα κάποιες ομάδες υπερισχύουν έναντι άλλων και τις αφομοιώνουν ειρηνικά ή τις κατακτούν με τη βία.

Συχνά, η κυριαρχία επί του αντιπάλου γίνεται εφικτή χάρη στη μεγαλύτερη ικανότητα για συνεργασία που έχουν τα μέλη της ομάδας που επικρατεί. Διαφορετικές ομάδες έχουν διαφορετική ικανότητα συνεργασίας μεταξύ των μελών τους, επομένως εμφανίζουν διαφορετικούς βαθμούς αλληλεγγύης και συνοχής. Υιοθετώντας τον όρο που εισήγαγε ο Άραβας διανοητής του 14ου αιώνα, Ibn Khaldun, ο Turchin ονομάζει την ικανότητα για συνεργασία «*asabiya*». Με άλλα λόγια, η *asabiya* δεν είναι τίποτε άλλο από την ικανότητα μιας ομάδας για ενορχηστρωμένη, συλλογική δράση. Ως ποσότητα είναι δυναμική, δηλαδή αλλάζει με το πέρασμα του χρόνου: άλλοτε αυξάνει και άλλοτε μειώνεται. Όπως εξάλλου συμβαίνει με αρκετές έννοιες της Φυσικής, για παράδειγμα με τη δύναμη, έτσι και η *asabiya* δεν μπορεί να μετρηθεί άμεσα. Μπορεί όμως να παρατηρηθεί από τις όποιες συνέπειες. Μία ομάδα, που για διάφορους λόγους αδυνατεί να αναπτύξει ικανό βαθμό συνεργασίας, δεν θα αντέξει στην πίεση και θα συντριβεί. Αντίθετα, μία ομάδα με μέλη που μπορούν να συνεργαστούν, θα ευδοκιμήσει και τελικά θα αρχίσει και αυτή να επεκτείνεται.

3.6.6 Η ΧΑΟΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΟΥ 1821⁵

Η Ιστορία τού 1821 δεν μπορεί να γραφεί επαρκώς με υπεραπλουστεύσεις, και μάλιστα στο στενό (απλοϊκό) αναλυτικό πλαίσιο της “εξέγερσης” ή “επανάστασης” κάποιων καταπιεσμένων υπόδουλων κατά κάποιων καταπιεζόντων εξουσιαστών. Ακόμη και τα παραδοσιακά μεθοδολογικά εργαλεία της ιστορικής επιστήμης είναι ανεπαρκή για την ανάλυση της δυναμικής κλιμάκωσης του Πολέμου της Ελληνικής Ανεξαρτησίας.

Ο Πόλεμος της Ελληνικής Ανεξαρτησίας παραμένει μέχρι σήμερα ένα δυσεξήγητο φαινόμενο, που πολλοί ιστορικοί και ιστοριοδίφες χαρακτήρισαν ως “θαύμα”, λαμβάνοντας υπ’ όψη αφενός τη συντριπτική ανισορροπία δυνάμεων (στρατιωτική, οικονομική και διπλωματική) σε βάρος των τότε εξαθλιωμένων και μαζικώς σφαγιαζόμενων εμπολέμων Ελλήνων και αφετέρου τις τεκτονικές ανακατατάξεις, την πραγματική κοσμογονία, που προξένησε σε γεωπολιτικό επίπεδο ο νικηφόρος εθνικοαπελευθερωτικός αγώνας.

Το 1821 ήταν αναμφισβήτητα ένα χαοτικό φαινόμενο κυρίως για τις γεωπολιτικές επιπτώσεις που προκάλεσε. Είναι εκπληκτικό ότι εν μέσω εκείνου τού χαοτικού πολέμου (που ήταν εθνικός και ταυτόχρονα θρησκευτικός, ολοκληρωτικός και περιφερειακός), οι Έλληνες κατόρθωσαν όχι μόνο να αποτρέψουν τη φυσική τους εξόντωση ως γένος, αλλά και να κατανικήσουν όλα τα στρατεύματα και να καταναυμαχήσουν όλους τους στόλους, που ο Σουλτάνος εξακόντισε εναντίον του Μοριά και της Ρούμελης το 1821-1824. Επιπλέον η ελληνική εξωτερική πολιτική πέτυχε τελικά τη στρατιωτική εμπλοκή των Μεγάλων Δυνάμεων, ήτοι της Αγγλίας, της Γαλλίας και της Ρωσίας στο Ναβαρίνο (1827), της Γαλλίας στον Μοριά (1828-1829) και της Ρωσίας στην ανατολική Βαλκανική (1828-1829) υπέρ της Ελλάδος, προς διευρωπαϊκή αντιστάθμιση της περιφερειακής κλιμάκωσης του πολέμου από την Πύλη (1824-1828), ήτοι προς στρατηγική αντιστάθμιση της εμπλοκής αιγυπτιαφρικανικών στρατευμάτων και στόλων σε εκείνον τον χαοτικό περιφερειακό πόλεμο στη Ν.Α. Ευρώπη και στην ανατολική Μεσόγειο (1823-1833), προμαχούντων των Ελλήνων.

Ως χαοτικό φαινόμενο, ο Πόλεμος της Ελληνικής Ανεξαρτησίας, όσον αφορά στη δυναμική της κλιμάκωσης του από τοπική εξέγερση στη Μολδοβλαχία σε μείζον

⁵ <http://www.istorikathemata.com/2014/03/1821.html>

γεωπολιτικό φαινόμενο, είναι μάλλον δύσκολο να αναλυθεί επαρκώς με μόνον τα παραδοσιακά (αιτιοκρατικά, ευθύγραμμα και στατικά) εργαλεία της επιστήμης της Ιστορίας, που αναπτύχθηκαν στο παρελθόν για να αναλύουν άλλα είδη (συστημικού παρά χαοτικού) πολέμου, δηλαδή πολέμου μεταξύ ηγεμόνων, μοναρχών, πόλεων, κρατών ή αυτοκρατοριών.

Μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, αναπτύχθηκε ο κλάδος της δυναμικής στρατηγικής ανάλυσης, που σε συνδυασμό με τα παραδοσιακά μεθοδολογικά εργαλεία της ιστορικής επιστήμης, δημιουργεί νέες δυνατότητες για ανάλυση του Πολέμου της Ελληνικής Ανεξαρτησίας ως δυναμικώς εξελιχθέντος φαινομένου πολυμερούς και χαοτικής αντιπαλότητας. Ειδικότερα, ο Πόλεμος της Ελληνικής Ανεξαρτησίας σηματοδοτήθηκε από τη δυναμική συνύπαρξη πολλαπλών αντιπαραθετικών ή συνεργατικών δυαδισμών και εδώ έρχεται να προστεθεί η σημασία του ηθικού και της συνεργασίας σε έναν πόλεμο.

Τέτοιες σχέσεις (δυαδικές κ.τ.λ.) μπορούν να προσομοιωθούν (modeled/simulated) από συζευγμένα συστήματα διαφορικών εξισώσεων. Οι μεταβλητές (variables) σε αυτές τις εξισώσεις αφορούν στρατηγικούς και τακτικούς παράγοντες τού πολέμου — όπως πληθυσμός υπό τον έλεγχο κάθε αντιπάλου, οικονομικά μέσα και εξοπλισμοί κάθε αντιπάλου, βαθμός αποκλίσεως από τον στρατηγικό στόχο κάθε αντιπάλου, βαθμός επιρροής κάθε αντιπάλου επί των Μεγάλων Δυνάμεων, ένταση και έκταση εμφυλιακών διαμαχών, κ.τ.λ. — σε δεδομένο χρόνο. Οι εξισώσεις αυτές προσδιορίζουν πώς οι τιμές αυτών των μεταβλητών αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου, μέσα από μια διαδικασία αλληλεπίδρασης (αντιμαχίας ή συνέργειας) σε μία διαδοχή χρονικών περιόδων. Ως παράδειγμα, η επιδιωκόμενη μεταβολή (στην επόμενη περίοδο) στον πληθυσμό που ελέγχει (στην παρούσα περίοδο) κάθε αντίπαλος, είναι συνάρτηση όχι μόνο του πληθυσμού που ήδη αυτός ελέγχει (στην παρούσα περίοδο) αλλά και του υπολοίπου πληθυσμού που ελέγχει ο αντίπαλος (στην παρούσα περίοδο).

Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να είναι σταθερό (stable) ή ασταθές (unstable). Εάν και οι δύο αντίπαλοι συγκλίνουν στην επίτευξη τού στρατηγικού τους στόχου με την πάροδο του χρόνου, ανεξαρτήτως αρχικών συνθηκών, τότε το (δυναμικό) σύστημα είναι σταθερό, διαφορετικά το σύστημα είναι ασταθές.

Κάτω από ορισμένες συνθήκες τα μη γραμμικά δυναμικά συστήματα παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό ευαίσθητης εξάρτησης (sensitive dependence) από τις αρχικές συνθήκες (initial conditions): Μικρές ή και απειροελάχιστες αλλαγές στις

αρχικές συνθήκες μπορούν να επιφέρουν μεγάλες μεταβολές στην έκβαση ενός πολέμου και έτσι να καθορίσουν ακόμα και ποιος θα είναι ο νικητής και ποιος ο ηττημένος.

Το φαινόμενο της ευαισθησίας των μη γραμμικών δυναμικών συστημάτων στις αρχικές συνθήκες, που έχει γίνει γνωστό ως το «φαινόμενο της πεταλούδας» (butterfly effect) και αποτελεί το πιο χαρακτηριστικό αναγωγικό παράδειγμα της Θεωρίας τού Χάους, αναδεικνύει την τεράστια σημασία που είχαν οι αρχικές συνθήκες στην ευόδωση του Αγώνα της Ανεξαρτησίας, όπως για παράδειγμα η πολιτιστική προετοιμασία του Έθνους μέσω της Εκπαιδευτικής Επανάστασης (1797-1821) υπό τη σκέπη της Ορθόδοξου Εκκλησίας με την καθοριστική συνέργεια του Ελληνικού Διαφωτισμού, η σφυρηλάτηση της πολεμικής ενότητας των ραγιάδων από τη Φιλική Εταιρεία το 1816-1822, η στρατηγική επικέντρωση των Ελλήνων στην κατάληψη της Τριπολιτσάς, ο ταυτόχρονος περισπασμός της Ιεράς Συμμαχίας και της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας σε πολλαπλά μέτωπα, και ο συνακόλουθος βέλτιστος για τούς Έλληνες χρονισμός (timing) της έναρξης των εχθροπραξιών.

Γενικά, μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, η θεωρητική και εμπειρική έρευνα όσον αφορά σε μη γραμμικά δυναμικά συστήματα (non-linear dynamic systems) είχε μεγάλο αντίκτυπο σε πολλές επιστήμες, όπως Φυσική, Χημεία, Γεωλογία, Μετεωρολογία, Οικονομικά. Εκτεταμένη εφαρμογή συναφών θεωρητικών υποδειγμάτων έγινε στη στρατηγική ανάλυση, π.χ. για την προσομοίωση πολεμικών επιχειρήσεων ή ανταρτοπόλεμου, όπως επίσης και για την ανάλυση ανταγωνισμού εξοπλισμών μεταξύ δύο ή περισσότερων δυνάμεων. Ωστόσο, οι θεωρητικοί της Ιστορίας δεν έχουν αξιοποιήσει μέχρι σήμερα την ανάλυση δυναμικών συστημάτων προκειμένου να εμβαθύνουν και να επεξηγήσουν περίπλοκα (και δη χαοτικά) ιστορικά φαινόμενα, όπως ήταν ο Πόλεμος της Ελληνικής Ανεξαρτησίας.

Ένα σύστημα μη γραμμικών δυναμικών εξισώσεων μπορεί να παρουσιάζει μια περίπλοκη δυναμική, παρότι εκ πρώτης όψεως το σύστημα μπορεί να φαίνεται απλό. Ενδεικτικά, πολλοί ιστορικοί περιέγραψαν και χαρακτήρισαν την Ελληνική Επανάσταση ως “επανάσταση” καταπιεζομένων κατά καταπιεστών, ενώ αποτέλεσε φαινόμενο με περίπλοκη δυναμική και χαοτικά αποτελέσματα.

Ως περίπλοκη δυναμική ορίζεται η συμπεριφορά ενός συστήματος που δεν συγκλίνει σε σημείο ισορροπίας (equilibrium point) ή σε περιοδικό οριακό κύκλο (periodic limit cycle), ή ενός συστήματος που “εκρήγνυται” χαοτικά, δηλαδή οι μεταβλητές του προσλαμβάνουν τιμές που τείνουν στο (θετικό ή αρνητικό) άπειρο με

την πάροδο του χρόνου. Το 1821 είχε χαοτικές επιπτώσεις όχι μόνο για την Οθωμανική αυτοκρατορία αλλά και για τις Μεγάλες Δυνάμεις.

Στα μη χαοτικά συστήματα, ελκυστής ονομάζεται κάθε σημείο, γραμμή ή περιοχή προς την οποία το σύστημα συγκλίνει κατά ασυμπτωτικό τρόπο. Επιπλέον, ένα μη γραμμικό δυναμικό σύστημα μπορεί να έχει πολλαπλούς ελκυστές (multiple attractors). Κάθε τέτοιος ελκυστής έχει τη δική του λεκάνη ελκύσεως (basin of attraction), που είναι ένας χώρος όπου εάν βρεθεί ένα σύστημα σε μία χρονική στιγμή, στη συνέχεια θα συγκλίνει προς τον εν λόγω ελκυστή. Οι λεκάνες ελκύσεως είναι σαφώς διακεκριμένες μεταξύ τους (μπορεί να εφάπτονται αλλά δεν αλληλεπικαλύπτονται) και χωρίζονται από τα όρια λεκάνης (basin boundaries).

Ο εθνικοαπελευθερωτικός αγώνας των Ελλήνων είχε μάλλον πολλαπλούς (δύο) ελκυστές: πρώτον, το πρόσταγμα της διεθνούς αναγνώρισης της Ελλάδος ως ανεξάρτητης χώρας και, δεύτερον, την αντιγενοκτονιακή προάσπισή τους μέσω της προστασίας της Ελλάδος ως προτεκτοράτου των Μεγάλων Δυνάμεων. Ενδεικτικά, όταν ο πόλεμος κλιμακώθηκε σε περιφερειακό πόλεμο με την εισβολή των Αιγυπτιαοαφρικανών στην Ελλάδα (1825), και ειδικά όταν πλέον οι εισβολείς άρχισαν την εθνοκάθαρση της Πελοποννήσου, οι εμπόλεμοι Έλληνες αναδιατάχθηκαν στρατηγικά: Εξήλθαν τότε από την λεκάνη ελκύσεως της εθνικής ανεξαρτησίας και εισήλθαν στη λεκάνη ελκύσεως της αντιγενοκτονιακής προστασίας (σε βάρος του μαξιμαλιστικού στόχου της εθνικής ανεξαρτησίας). Όμως η ρητή απόρριψη από την Αγγλία (1825) της έκκλησης των Ελλήνων για προστασία (προτεκτορατοποίηση), τους επανατοποθέτησε αναγκαστικά στη λεκάνη ελκύσεως της εθνικής ανεξαρτησίας.

Έκτοτε (και μέχρι το 1833) οι Έλληνες συνέχισαν την ασυμπτωτική προσέγγισή τους προς τον στρατηγικό τους στόχο (ανεξαρτησία). Ο χαρακτηρισμός “ασυμπτωτική” σημαίνει ότι η ανεξαρτησία τους ήταν αρχικώς σχετική μάλλον παρά απόλυτη (λόγω εθνικού χρέους, οικονομικών καταστροφών, πολιτειακών δυσλειτουργιών, εμφυλιακών διαμαχών, αλυτρωτικών βλέψεων και γεωστρατηγικών περιορισμών). Από την άλλη, η κραταιά και συντηρητική (μη χαοτική) Οθωμανική Αυτοκρατορία συνέκλινε (κατά χαοτικό όμως τρόπο) προς ένα παράξενο ελκυστή που συνίστατο σε έναν μονοδιάστατο και εν πολλοίς ακαθόριστο ή και αντιφατικό στρατηγικό σχεδιασμό.

Συνοψίζοντας, η δυναμική ανάλυση και η θεωρία τού Χάους είναι χρήσιμες στον σύγχρονο ιστορικό όχι τόσο για τα μαθηματικά τους εργαλεία προς επαγωγική ανάλυση εμπειρικών υποθέσεων παρελθοντικών φαινομένων, αλλά για τα

μεθοδολογικά τους εργαλεία προς αναγωγική ανάλυση ιστορικών φαινομένων. Η ιστορική ανάλυση είναι κατά κανόνα αναγωγική γιατί ο ιστορικός καλείται να αναλύσει αίτια και επιπτώσεις σε δυναμικό πλαίσιο ενώ οι πληροφορίες είναι συνήθως ελλιπείς καθώς ο χρόνος του ιστορικού φαινομένου απομακρύνεται στο παρελθόν.

3.7 ΟΙ ΔΡΟΜΟΙ ΤΟΥ ΜΕΤΑΞΕΙΟΥ

3.7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η υπολογιστική προσομοίωση ιστορικών γεγονότων είναι μια μεγάλη υπόσχεση, δεδομένου του ενδιαφέροντος για μαθηματικές εφαρμογές των κοινωνικών επιστημών. Οι επίσημοι νόμοι, όπως αυτοί που ανακαλύφθηκαν στη φυσική και τη βιολογία, που μπορούν να περιγράψουν τη συμπεριφορά (ή γενικά την εξέλιξη) των κοινωνικών δομών, δεν υπάρχουν ακόμα. Ωστόσο, το ιστορικό των βιολογικών και φυσικών επιστημών δείχνει ότι η τυποποίηση των ιδεών μπορεί να οδηγήσει σε δοκιμασμένες προβλέψεις, τις οποίες ένας ερευνητής μπορεί να απορρίψει ή να τελειοποιήσει. Έτσι, κάποιες καθορισμένες "κοινωνικές εξισώσεις" μπορούν να βοηθήσουν τους μαθηματικούς μοντελιστές των ιστορικών γεγονότων να αποκτήσουν επίσημα αποτελέσματα και προβλέψεις για τα κοινωνικά συστήματα, ακριβώς όπως οι υποθέσεις κατευθύνουν την έρευνα στους φυσικούς νόμους και συστήματα.

Η μαθηματική μοντελοποίηση των κοινωνικών διαδικασιών είναι μια διαδικασία που έχει προκύψει πρωτίστως ως αποτέλεσμα των ενισχυμένων μαθηματικών μεθόδων και υπολογιστικών μηχανών, αλλά και λόγω της αυξανόμενης εκτίμησης της πολυπλοκότητας των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, των κινδύνων και των απειλών. Η μεγάλη επιτυχία στη μοντελοποίηση σύνθετων φυσικών διεργασιών ώθησε την εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων στις κοινωνικές επιστήμες. Αν και τα πρώτα βήματα της κοινωνικής μοντελοποίησης έχουν δείξει ότι οι απλές γραμμικές εξισώσεις μπορούν μερικές φορές να δώσουν επαρκείς προβλέψεις, αυτά τα βήματα έχουν επίσης εκθέσει κάποια βασικά προβλήματα. Ένα τέτοιο πρόβλημα είναι ο "ανθρώπινος παράγοντας". Τα μηχανικά συστήματα δεν έχουν ελεύθερη επιλογή, έτσι οι παραδοσιακές φυσικομαθηματικές προσεγγίσεις δεν επιτρέπουν την περιγραφή πολύπλοκων συστημάτων που έχουν ελεύθερη επιλογή.

Προκειμένου να δημιουργηθεί μια επίσημη θεωρία, φαίνεται λογικό να εξεταστούν μακρο-συστήματα και να συνεργαστούν με τις προ-σύγχρονες, λιγότερο περίπλοκες κοινωνίες. Με αυτόν τον τρόπο, αποφεύγουμε τόσο το πρόβλημα της μακροπρόθεσμης πρόβλεψης (έχουμε πληροφορίες για τη "μελλοντική" δυναμική των προ-σύγχρονων κοινωνικών συστημάτων) όσο και το πρόβλημα του ανθρώπινου παράγοντα (που δεν κυριαρχεί σε ένα σύστημα μεγάλης κλίμακας όπως ένα μικρό).

Επιπλέον, το μοντέλο βασίζεται σε αυτά τα ιστορικά, απλά κοινωνικά συστήματα για να κάνει προβλέψεις για σύγχρονα, ιεραρχικά, σύνθετα συστήματα. Παρόλο που η ιστορική διαδικασία είναι μοναδική και ανεπανάληπτη, οι ίδιες βασικές διαδικασίες παρατηρούνται σε διαφορετικές κοινωνίες διαφορετικών ηλικιών. Έτσι, η Ιστορία μας δίνει ένα εκτεταμένο σύνολο δεδομένων που αρκεί τόσο για την κατασκευή όσο και για την επαλήθευση της επίσημης θεωρίας. Αυτό υποδηλώνει ότι μπορεί να υπάρχουν ορισμένοι βασικοί νόμοι κοινωνικής δυναμικής και αυτοί οι νόμοι μπορούν να αναγνωριστούν και να επισημοποιηθούν.

Οι προοπτικές της ιστορικής μοντελοποίησης είναι αρκετά ελπιδοφόρες. Ωστόσο, υπάρχουν λίγες ιστορικές εργασίες αυτού του είδους. Ο κύριος στόχος μιας τέτοιας έρευνας είναι αρχικά να προταθεί ένα τυπικό πλαίσιο και έπειτα να εφαρμοστεί σε ιστορικά γεγονότα. Όπως σημειώθηκε παραπάνω, οι προσπάθειες περιγραφής των μακροοικονομικών συστημάτων φαίνεται να είναι η πιο δημιουργική προσέγγιση κάτω από τις τρέχουσες συνθήκες. Ωστόσο, αυτές οι μελέτες εξέτασαν τις εσωτερικές σχέσεις της κοινωνίας χωρίς να συμπεριλαμβάνουν τις γεωγραφικές ιδιότητες ως σημαντικό χαρακτηριστικό. Αυτή η προσέγγιση είναι αποδεκτή για μεγάλες, απομονωμένες αγροτικές κοινωνίες, οι οποίες ήταν οι εστίες των προαναφερθέντων έργων. Ωστόσο, υπήρχαν όχι μόνο αυτοσυντηρούμενα αγροτικά κράτη αλλά και ένας μεγάλος αριθμός κοινωνιών που εξαρτιόνταν ουσιαστικά από το εμπόριο διαμετακόμισης μεταξύ αυτών των αγροτικών κρατών. Οι κοινωνίες αυτού του τύπου προφανώς εξαρτώνται από τη γεωγραφία και την τοποθεσία των αγροτικών γειτόνων. Συνεπώς, ο χωρικός παράγοντας είναι ένας βασικός καθοριστικός παράγοντας της δυναμικής αυτών των κοινωνιών.

Για να βοηθήσουμε στην κατασκευή του μοντέλου χωρικών συναλλαγών, είναι χρήσιμο να ρίξουμε μια ματιά σε προηγούμενες μελέτες της χωρικής οικονομίας, για παράδειγμα, το συνεχές μοντέλο μεταφοράς που προτάθηκε και αναπτύχθηκε από τον Beckmann (1952). Αφορά τη διαδικασία μεταφοράς εμπορευμάτων σε κάποια γεωγραφική περιοχή (π.χ. αστική περιοχή). Ωστόσο,

κατασκευάστηκε για τη βελτιστοποίηση της εμπορικής ροής και δεν προσποιείται ότι περιγράφει την εξέλιξη των πραγματικών ροών και των εμπορικών οδών. Έτσι, το μοντέλο του Beckmann πρέπει να τροποποιηθεί και να γενικευθεί για να περιγράψει τη χωρική ιστορική δυναμική.

Ο Beckmann υποδεικνύει ότι ορισμένες γεωγραφικές περιοχές (παραγωγοί) και καταβόθρες (καταναλωτές) θα πρέπει να τοποθετούνται με τη γεωγραφική περιοχή που εξετάζεται. Κάθε σημείο της περιοχής χαρακτηρίζεται επίσης από τη ροή εμπορευμάτων J και το κόστος μεταφοράς μέσω του σημείου. Το πρόβλημα που εξετάστηκε από τον Beckmann ήταν να βρεθούν οι βέλτιστες ροές, δεδομένης της κατανομής των παραγωγών, των καταναλωτών και του κόστους μεταφοράς. Ο Beckmann πρότεινε το μοντέλο της χωρικής αγοράς υπό την προϋπόθεση ότι οι έμποροι δεν πρέπει να υποστούν ζημιές. Αυτό σημαίνει ότι το κέρδος από το εμπόριο ισούται ακριβώς με το κόστος μεταφοράς και έχει ως αποτέλεσμα μια στατική κατανομή των ροών των εμπορευμάτων. Ο Beckmann αποδεικνύει ότι αυτή η κατανομή είναι βέλτιστη επειδή το κόστος μεταφοράς είναι ελάχιστο κατά μήκος κάθε γραμμής ροής.

Ο Beckmann δηλώνει ότι οι βέλτιστες ροές $J(x, y)$ θα εξαρτηθούν από την κατανομή των τιμών:

$$\frac{J}{|J|} = k \nabla p \quad (3.40)$$

σε κάθε σημείο όπου $J \neq 0$. Εδώ, $p(x, y)$ είναι η κατανομή της τιμής και k είναι ο συντελεστής.

Αυτό το μοντέλο είναι χρήσιμο για το πεδίο της χωρικής οικονομίας, διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποτελεσματικό έλεγχο εμπορικής ροής. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί που αποκλείουν την εφαρμογή του στα προβλήματα της ιστορικής δυναμικής. Πρώτον, είναι ένα στάσιμο μοντέλο και, ως τέτοιο, δεν μπορεί να περιγράψει τη δυναμική. Η Ιστορία είναι μια μη στάσιμη διαδικασία. Η εξέλιξη είναι αργή κατά καιρούς, γρήγορη σε άλλες, και τυχόν μεταβολές μπορεί να είναι παροδικές. Για να περιγράψουμε την Ιστορία, το μοντέλο πρέπει να είναι δυναμικό.

Δεύτερον, η απαίτηση της βέλτιστης επιλογής διαδρομής είναι εξωπραγματική, διότι θα χρειαστούμε αναπόφευκτα αρκετές ιστορικές πληροφορίες

για να γίνει αυτός ο προσδιορισμός. Αν και ο Beckmann υποθέτει ότι ο έμπορος επιλέγει τη διαδρομή με το απόλυτο ελάχιστο κόστος μεταφοράς, είναι σαφές ότι ένας πραγματικός έμπορος (ειδικά ένας αρχαίος) μπορεί να ασχοληθεί μόνο με τις ακαθάριστες εκτιμήσεις του κόστους μεταφοράς. Το μοντέλο που πρότεινε ο Beckmann δίνει μια διαφορούμενη λύση όταν υπάρχουν δύο διακεκριμένες διαδρομές ροής ίσου κόστους μεταξύ δύο σημείων μιας περιοχής. Σύμφωνα με το μοντέλο του Beckmann, ωστόσο, μια άπειρη μικρή διακύμανση του κόστους κατά μήκος ενός από αυτά τα μονοπάτια θα καταστρέψει το ουδέτερο κύκλωμα και ο έμπορος θα επιλέξει την καλύτερη διαδρομή. Με άλλα λόγια, οι παραλλαγές μικρο-επιπέδου προκαλούν δραματικές αλλαγές σε μακροοικονομικό επίπεδο. Αυτή η κατάσταση είναι προφανώς μη ρεαλιστική. Ένας πραγματικός έμπορος είναι πιο πιθανό να επιλέξει τη διαδρομή τυχαία (με μια ορισμένη έννοια), αλλά η πιθανότητα της επιλογής του εξαρτάται ουσιαστικά από το εκτιμώμενο κόστος μεταφοράς. Επιπλέον, οι κίνδυνοι, οι συνήθειες, το κύρος και άλλοι παράγοντες θα επηρεάσουν επίσης την επιλογή διαδρομής και θα γίνουν πιο σημαντικοί παράγοντες καθώς το κόστος των δύο μονοπατιών προσεγγίζει την ισοδυναμία.

Τέλος, η χρήση του κόστους μεταφοράς ως χαρακτηριστικό εδάφους λειτουργεί καλά μόνο υπό τις συνθήκες της σύγχρονης κοινωνίας. Επειδή είναι δύσκολο να αναδημιουργήσουμε αυτά τα δεδομένα για ιστορικές περιόδους, χρειαζόμαστε μια μέθοδο εκτίμησης του κόστους μεταφοράς. Είναι εύλογο να εισαχθεί μια άλλη σημαντική παράμετρος που θα μπορούσε να περιγράψει την εμπορική αγωγιμότητα μιας περιοχής που είναι λιγότερο εξαρτημένη από το νόμισμα και τις τιμές, περιλαμβάνοντας και μη νομισματικούς παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή (κίνδυνος, κύρος κ.λπ.) και είναι εύκολα ποσοτικοποιήσιμοι. Έτσι, το μοντέλο του Beckmann απαιτεί τροποποίηση και γενίκευση προκειμένου να εφαρμοστεί στα προβλήματα της χωρικής ιστορικής δυναμικής.

3.7.2 ΕΝΑ ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΡΟΕΣ

Ας θεωρήσουμε μια κλειστή περιοχή χωρικής αγοράς ενός εμπορεύματος. Ας υποθέσουμε ότι η $T(x, y)$ είναι η πυκνότητα του εμπορεύματος, $q(x, y)$ είναι η πλεονάζουσα πυκνότητα της παραγωγής (δηλαδή η διαφορά μεταξύ της πυκνότητας της παραγωγής και της πυκνότητας κατανάλωσης [q είναι θετική αν η παραγωγή υπερβαίνει την κατανάλωση]), και t είναι ο χρόνος.

Ο αποκλίνων νόμος γι' αυτή τη διαδικασία είναι:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\nabla \cdot J + q \quad (3.41)$$

όπου J είναι η ροή των εμπορευμάτων.

Αυτή η πολύ γνωστή εξίσωση περιγράφει μια συνεχή ροή οποιασδήποτε ουσίας (π.χ. θερμότητα, υγρό κλπ.) Στη δεδομένη περίπτωση μπορεί να λεχθεί ότι η αύξηση της πυκνότητας των εμπορευμάτων, $\partial T / \partial t$, είναι το άθροισμα της παραγωγής Q και η διαφορά μεταξύ εισερχόμενων και εξερχόμενων ροών.

Η δυναμική των τιμών μπορεί να θεωρηθεί γραμμικά ως:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \gamma(D - S) \quad (3.42)$$

όπου το $p(x, y)$ είναι η κατανομή της τιμής των βασικών εμπορευμάτων, $D(x, y)$ είναι η πυκνότητα ζήτησης στο σημείο, $S(x, y)$ είναι η πυκνότητα προσφοράς και γ είναι η σταθερά της αναλογικότητας, που δείχνει την ευαισθησία της ισορροπίας της ζήτησης-προσφοράς στις τιμές της αγοράς.

Η εξίσωση αυτή μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: «Οι τιμές αυξάνονται αν η ζήτηση υπερβεί την προσφορά και μειώνονται εάν η ζήτηση είναι μικρότερη από την προσφορά».

Υπό την υπόθεση ότι δεν υπάρχουν περιορισμοί στην πώληση βασικών προϊόντων:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = D - S \quad (3.43)$$

Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει πλεόνασμα αν η προσφορά είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση και υπάρχουν ενεργές πωλήσεις εάν η ζήτηση υπερβαίνει την προσφορά.

Τέλος, η βασική παραδοχή του μοντέλου είναι ότι:

$$J = k\nabla p \quad (3.44)$$

όπου ο συντελεστής αγωγιμότητας εμπορευμάτων, $k(x, y)$, είναι μια χωρικά ανισομερής παράμετρος. Αυτή η εξίσωση σημαίνει ότι η ροή του εμπορεύματος είναι ανάλογη με την κλίση της τιμής των βασικών εμπορευμάτων. Η λεκτική διατύπωση είναι η εξής: *«Η ροή μεταφοράς εμπορευμάτων μεταξύ γειτονικών σημείων είναι ανάλογη με τη διαφορά των τιμών στα σημεία αυτά».*

Αυτή η εξίσωση είναι η βασική διαφορά από το μοντέλο του Beckmann. Ο Beckmann υποθέτει ότι η ροή πρέπει να έχει την ίδια κατεύθυνση με την κλίση των τιμών. Αντίθετα, η παραδοχή αυτή μας υποδηλώνει ότι η κατεύθυνση της ροής είναι ίδια με την κατεύθυνση κλίσης, αλλά και ότι η απόλυτη τιμή της ροής είναι ανάλογη με την ποσότητα της κλίσης. Αυτή η βελτίωση μπορεί να φαίνεται ως μια μικρή τροποποίηση, αλλά είναι απαραίτητη. Συγκεκριμένα, αυτή η τροποποίηση αποσύρει το πρόβλημα των "ουδέτερων κυκλωμάτων" και τη λήψη αποφάσεων υπό συνθήκες κακής πληροφόρησης. Δηλαδή, οι έμποροι μπορούν να καθορίσουν το ποσό του τοπικού εμπορίου χρησιμοποιώντας τις τοπικές ιδιότητες της αγοράς. Δεν απαιτούν πρόσθετες πληροφορίες για απομακρυσμένες αγορές.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του προτεινόμενου μοντέλου είναι ότι δεν αντικρούει θεμελιωδώς το μοντέλο του Beckmann. Επιπλέον, η βέλτιστη στατική λύση του Beckmann μπορεί να επιτευχθεί σε αυτό το δυναμικό μοντέλο καθώς ο χρόνος τείνει στο άπειρο. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα στο σύνολό του τελικά έρχεται στη στάσιμη βέλτιστη λύση όπου το κόστος μεταφοράς είναι ελάχιστο. Είναι μια πιο ρεαλιστική συμπεριφορά - υποθέστε ότι το σύστημα ήταν αρχικά σταθερό, αλλά ξαφνικά εμφανίζεται μια σημαντική αλλαγή των συνθηκών (π.χ. νέα έναρξη παραγωγής, πτώχευση μιας επιχείρησης, ένοπλη σύγκρουση στην περιοχή της εμπορικής διαδρομής).

Λόγω της έλλειψης πληροφοριών, οι ροές δεν έρχονται στη βέλτιστη διαμόρφωση αμέσως μετά τη μεταβολή των συνθηκών, αλλά με την πάροδο του χρόνου (εάν οι συνθήκες δεν αλλάξουν δραματικά), οι ροές σταθεροποιούνται και γίνονται βέλτιστες υπό καθορισμένες συνθήκες. Πρέπει να σημειωθεί, ότι η παράμετρος γ αντιστοιχεί στην ταχύτητα της διάδοσης πληροφοριών και της απόκρισης του συστήματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή γ , τόσο ταχύτερα δημιουργείται το βέλτιστο σταθερό πρότυπο.

Συγκεντρώνοντας όλες τις προηγούμενες εξισώσεις, μπορούμε να πάρουμε την παρακάτω εξίσωση:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \gamma(\kappa \Delta p - q) \quad (3.45)$$

Αυτή η εξίσωση έχει ερευνηθεί αρκετά και θεωρητικά και πρακτικά και έχει χρησιμοποιηθεί σε ισχυρές αναλυτικές επεξεργασίες και υπολογιστικές μεθόδους.

Ο συντελεστής αγωγίμου αγαθού (CCC) (Commodity-Conduction Coefficient) είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για μια χωρική αγορά. Όσο υψηλότερος είναι αυτός ο συντελεστής, τόσο πιο κερδοφόρες είναι οι συνθήκες, τόσο για τους παραγωγούς, όσο και για τους καταναλωτές. Ένας χαμηλός συντελεστής έχει ως αποτέλεσμα χαμηλές τιμές για τους παραγωγούς, αλλά υψηλές τιμές για τους καταναλωτές. Η διαφορά μεταξύ αυτών των τιμών αντιστοιχεί στα έξοδα μεταφοράς. Η κατάσταση αυτή δεν είναι ευνοϊκή και μπορεί να μειώσει τόσο την παραγωγή όσο και την κατανάλωση.

Περιλαμβάνει όχι μόνο οικονομικές ιδιότητες, αλλά και μη νομισματικές πτυχές όπως είναι οι κίνδυνοι, το κύρος και οι συνθήκες. Επιπλέον, το CCC είναι πιο μετρήσιμο για ιστορικές διαδικασίες. Για παράδειγμα, εάν έχουμε μια εκτίμηση του ποσού της ροής των εμπορευμάτων μεταξύ δύο απομονωμένων πόλεων και μια εκτίμηση της τιμής σε κάθε πόλη, μπορούμε να καθορίσουμε την αξία του CCC κατά μήκος της διαδρομής που συνδέει αυτές τις πόλεις. Σίγουρα δεν είναι τόσο εύκολο όσο περιγράφουμε – έτσι και αλλιώς η ροή και οι τιμές δεν είναι σταθερές με το χρόνο - αλλά το μοντέλο είναι δυναμικό, έτσι είναι δυνατόν να διακρίνουμε τα αίτια των αλλαγών (π.χ. εξωτερικές συνθήκες, εξέλιξη της ίδιας της αγοράς).

3.7.3 ΕΞΙΣΩΣΗ ΡΟΗΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ

Η αγωγιμότητα εμπορευμάτων k εξαρτάται από τις ιδιότητες της περιοχής. Ας υποθέσουμε ότι η κλίση των τιμών είναι σταθερή. Έτσι, η διαφορά τιμής ανά μίλι είναι $\Delta p = p$. Πόσα караβάνια θα μετακινηθούν σε όλη την επικράτεια για να ικανοποιήσουν την υπάρχουσα ζήτηση; Αυτό εξαρτάται από το πόσο γρήγορα μπορούν να κινηθούν, επειδή θα πληρώνονται:

$$w = mv\Delta p \quad (3.46)$$

όπου w (χρήματα ανά ώρα) είναι τα έσοδα ανά ώρα του караβανιού που φέρνει m (τόνοι αγαθών) με ταχύτητα v (μίλια ανά ώρα) ακολουθώντας την κλίση p (χρήματα ανά τόνο ανά μίλι).

Υποθέτουμε ότι ο αριθμός των караβανιών είναι ανάλογος με το πόσα χρήματα κάνουν από αυτό το ταξίδι (υψηλότερα κέρδη σημαίνει περισσότερα караβάνια). Εάν δεν υπάρχουν κίνδυνοι (χωρίς φόρους, πειρατές, πολέμους στο έδαφος), τα τροχόσπιτα παίρνουν το w ανά ώρα. Εάν υπάρχουν κίνδυνοι, η πιθανότητα να πάρουν όλα τα έσοδα είναι χαμηλότερη με r να είναι η πιθανότητα κινδύνου. Έτσι, ο αριθμός N των караβανιών που φέρνουν m αγαθά το καθένα είναι:

$$N = \alpha(1 - r)w = \alpha(1 - r)mv\nabla p \quad (3.47)$$

όπου το α είναι ο συντελεστής αναλογικότητας.

Τέλος, η ροή J είναι ο αριθμός N των караβανιών που μεταφέρουν m αγαθά με ταχύτητα v :

$$J = Nm v = \alpha(1 - r)m^2 v^2 \nabla p = k \nabla p \quad (3.48)$$

$$k = \alpha(1 - r)m^2 v^2 \quad (3.49)$$

Όπως βλέπουμε, η εμπορευματική αγωγιμότητα εξαρτάται από δύο θεμελιώδεις χωρικές παραμέτρους: r (κίνδυνος απώλειας κέρδους) και v (μέγιστη ταχύτητα με την οποία μπορεί να κινηθεί το караβάνι). Ακόμη και αν η διαφορά τιμών είναι υψηλή, οι έμποροι δεν θα εξάγουν αγαθά όταν το έδαφος είναι εχθρικό, όπου οι κίνδυνοι είναι υψηλοί (πόλεμοι, πειρατές, υψηλοί φόροι, επιθετικές φυλές, άγρια ζώα) και / ή το караβάνι δεν μπορεί να κινηθεί αρκετά γρήγορα μέσα από φυσικά εμπόδια (βουνά, ζούγκλες, ποτάμια, ερήμους). Προκειμένου να κάνουμε προσομοιώσεις των εμπορικών ροών, πρέπει να υπολογίσουμε το k , ή, ειδικότερα τα r και v .

Οι κίνδυνοι είναι δύσκολο να μετρηθούν και στις προσομοιώσεις μπορεί να γίνει η υπόθεση ότι οι κίνδυνοι είναι υψηλοί εκτός των συνόρων των μεγάλων αυτοκρατοριών και χαμηλότεροι στο εσωτερικό των συνόρων, επειδή οι

αυτοκρατορίες προστατεύουν τους δρόμους και υποστηρίζουν το εμπόριο, δηλαδή $r(x,y) = 0$ εντός των ορίων και $r(x,y) = 0,9$ εκτός. Για την ταχύτητα κίνησης v χρειαζόμαστε ένα άλλο επίσημο μοντέλο, το οποίο αντλεί ταχύτητα από τις φυσικές ιδιότητες της επικράτειας.

3.7.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Πολλοί περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την ταχύτητα μεταφοράς σε μια περιοχή. Για παράδειγμα, μπορεί κανείς να ταξιδέψει πολύ πιο γρήγορα σε επίπεδη, αραιοκατοικημένη περιοχή από ορεινές ή πυκνοκατοικημένες περιοχές. Επομένως, πρέπει να ορίσουμε έναν συντελεστή τριβής μεταφοράς που μπορεί να μετρηθεί εμπειρικά.

Ο συντελεστής, μ , αποτελείται από δύο συνιστώσες: (1) την ανθεκτικότητα του εδάφους και (2) τη δυσκολία μεταφοράς μιας συγκεκριμένης οικολογικής ζώνης. Το τραχύ έδαφος, με συχνές αυξήσεις και πτώσεις σε υψόμετρο, θα επιφέρει υψηλότερο μ , όπως και οι οικολογικές ζώνες που είναι δύσκολο να διαπεραστούν, όπως τα τροπικά δάση.

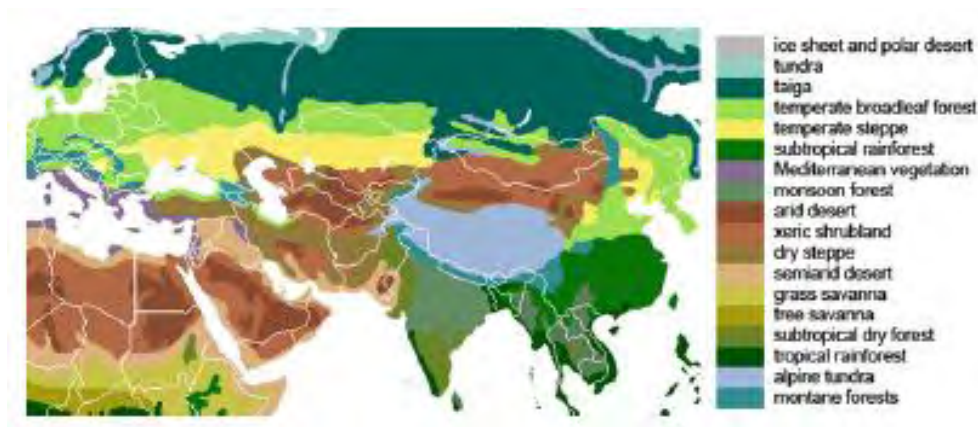
Προκειμένου να εκτιμηθεί αυτός ο συντελεστής για την εποχή του δρόμου του μεταξιού, ο Malkon (2014) χρησιμοποίησε στοιχεία για το ταξίδι του γνωστού βενετσιάνου εμπόρου Marco Polo που ταξίδεψε στην Κίνα τον 13ο αιώνα. Αν και το βιβλίο του περιέχει μια σειρά από αμφισβητούμενα και αμφιλεγόμενα ζητήματα, είναι ωστόσο μια ανεκτίμητη πηγή δεδομένων για εκείνη την αρχαία εποχή. Ειδικότερα, ο Marco Polo κατέγραψε τις ημέρες που απαιτούνται για μια πορεία από το ένα σημείο του ταξιδιού του στο άλλο. Αυτές οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες για περισσότερες από εξήντα πορείες, το οποίο είναι ένα καλό μέγεθος δείγματος για τον προσδιορισμό των συντελεστών σε αυτό το ταξίδι.

Ο Malkon (2014) υποθέτει πως η ταχύτητα της μετακίνησης μέσω του εδάφους σχετίζεται με το περιβάλλον ως εξής:

$$v(x) = \frac{c}{\mu(x) + \left| \frac{dH(x)}{dx} \right|} \quad (3.50)$$

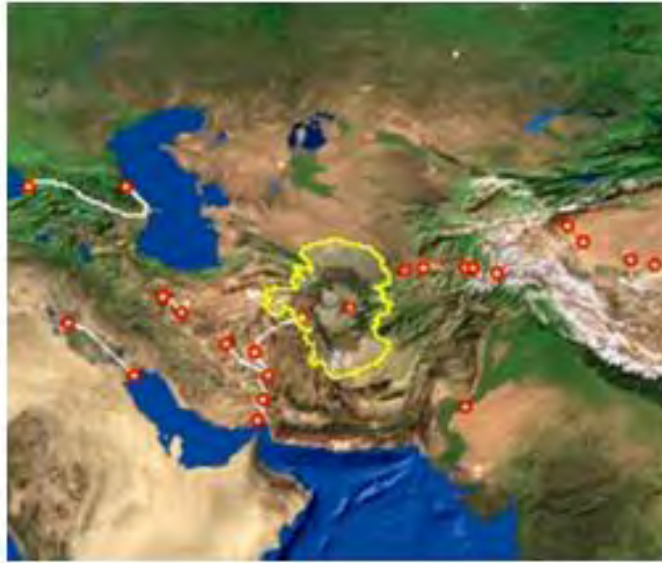
που αφορά την ταχύτητα κίνησης v , ο προσδιορισμός της οποίας γίνεται από ιστορικά δεδομένα, τη μεταβολή του ύψους H , για την οποία χρησιμοποιούμε τα δεδομένα γεωγραφικών πληροφοριών και τους συντελεστές μ , οι οποίοι θα αξιολογηθούν βάσει

αυτού του τύπου με την επιπλέον παραδοχή ότι ο συντελεστής $\mu(x, y)$ είναι μια τετραγωνική σταθερά - αν και θα κυμαίνεται μεταξύ των φυσικών περιοχών, σε κάθε περιοχή θα είναι σταθερή.



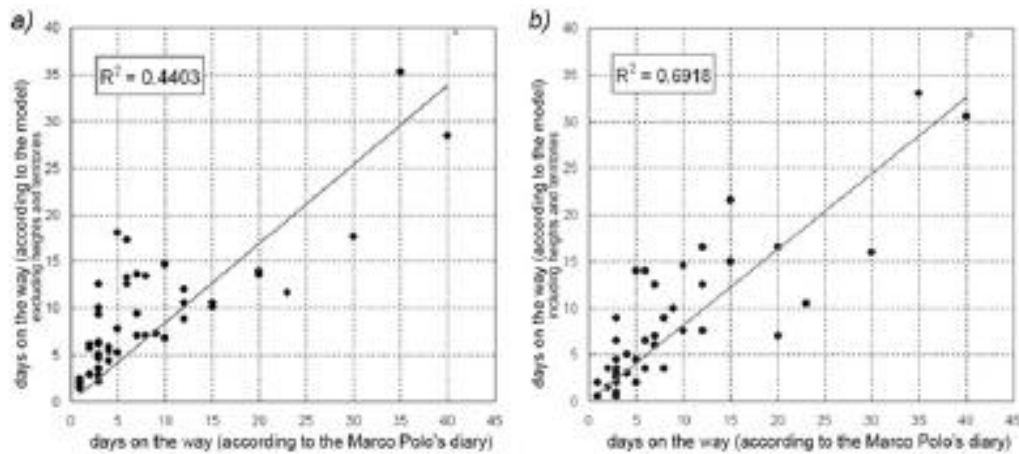
Σχήμα 3.7: Χάρτης με τις οικολογικές ζώνες. Πηγή: Wikipedia

Η ιδέα του υπολογισμού των συντελεστών συνίσταται στην επίλυση του αντίστροφου προβλήματος. Οι ταχύτητες πορείας, υπολογίζονται με τον καθορισμό διαφορετικών τιμών στους συντελεστές μ σύμφωνα με το έδαφος μέσω του οποίου πέρασε η διαδρομή. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας τον πιο σύντομο αλγόριθμο διαδρομής, υπολογίζεται ο χρόνος τ που απαιτείται για μια πορεία μεταξύ δύο σημείων που αναφέρονται στο βιβλίο του Marco Polo.



Σχήμα 3.8: Αρκετοί υπολογισμοί της συντομότερης διαδρομής ανάμεσα σε δύο σημεία του ταξιδιού του Marco Polo. Ο αλγόριθμος εκτελείται με διαφορετικούς συντελεστές τριβής μεταφοράς για τις οικολογικές ζώνες για να δημιουργούνται εκτιμήσεις του χρόνου, σε ημέρες, που θα χρειαζόταν να ταξιδεύουν από μια πόλη στην άλλη. Η κίτρινη γραμμή περιγράφει πόσο μακριά μπορούν να ταξιδεύουν τα καραβάνια ξεκινώντας από μια πόλη ταυτόχρονα και μετακινώντας σε διαφορετικές κατευθύνσεις κάτω από την τριβή μεταφοράς για εκείνη την διαδρομή.

Στην απλούστερη περίπτωση, στην οποία ο χρόνος ταξιδιού ήταν ανάλογος με την απόσταση μεταξύ δύο πόλεων, το R^2 ήταν 0,44. Η εξέταση των μεταβολών του ύψους και των διαφορών του συντελεστή μ σε διαφορετικές οικολογικές ζώνες αυξάνει το R^2 σε 0,69. Για παράδειγμα, η μετακίνηση σε απόσταση 1χλμ με μια ομαλή άνοδο σε ύψος 100μ είναι λιγότερο δύσκολη από το να διανύσεις την ίδια απόσταση με πολλούς λόφους και κοιλάδες αλλά με ίδιο συνολικό ύψος 100μ. Ωστόσο, αν εξεταστούν αυτές οι δύο υποθετικές διαδρομές 1χλμ, θα εμφανίσουν την ίδια δυσκολία.



Σχήμα 3.9: Σχέση μεταξύ του χρόνου πορείας και του χρόνου που χρειάστηκε ο Marco Polo (α) χωρίς ύψη (μ και H σταθερά) και (β) συμπεριλαμβανομένου του ύψους και του εδάφους

3.7.5 ΔΟΚΙΜΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Το επόμενο βήμα είναι να γίνει δοκιμή του μοντέλου εφαρμόζοντάς το σε ιστορικά δεδομένα. Εάν κάνει ακριβείς προβλέψεις, τότε μπορούμε να πιστέψουμε ότι το μοντέλο είναι σωστό. Χρειαζόμαστε ένα παράδειγμα ενός συστήματος χωρικής αγοράς που είναι επαρκώς μεγάλο (χωρικά και χρονικά) και καλά περιγραφόμενο και αναλυμένο. Υπάρχει ένα σύστημα που ικανοποιεί επαρκώς όλες αυτές τις συνθήκες: το διάσημο σύστημα εμπορικών διαδρομών που είναι γνωστό ως οι «ο Δρόμος του Μεταξιού».

Το σύστημα του Δρόμου του Μεταξιού είναι ένα μοναδικό φαινόμενο. Είναι το πιο μακροχρόνιο, μεγάλης κλίμακας σύστημα εμπορικών δρομολογίων στον κόσμο. Δεν ήταν μόνο μια εμπορική διαδρομή, αλλά και ένας βασικός παράγοντας της ενοποίησης της Αφροευρασίας.

Οι Δρόμοι του Μεταξιού είχαν πολύπλοκες ιστορικές δυναμικές, με τρεις κύριες εποχές: τον αρχαίο Δρόμο του Μεταξιού, τις Ισλαμικές κατακτήσεις (6ος-9ος αιώνας) και τη Μογγολική Αυτοκρατορία (11ος-14ος αιώνας). Σε κάθε εποχή παρατηρείται εντατικοποίηση των συναλλαγών στους Δρόμους του Μεταξιού και το εμπόριο μειώνεται στο τέλος κάθε εποχής. Ωστόσο, το πρότυπο των κύριων εμπορικών οδών ήταν διαφορετικό σε κάθε εποχή, και αυτές οι αλλαγές αποτέλεσαν το αντικείμενο της περαιτέρω προσοχής του Malkon (2014).

Ποιοι ήταν οι κύριοι παράγοντες που επηρέασαν την ένταση και την τοποθεσία των δρομολογίων; Αν και μπορεί να εξεταστεί ένας μεγάλος αριθμός παραγόντων, μπορούμε να μειώσουμε το σύστημα και να επιλέξουμε έναν ή

περισσότερους προεξέχοντες, αποφασιστικούς παράγοντες. Οι υπολογισμοί δείχνουν ότι ο κύριος παράγοντας που προκάλεσε τη θέση των Δρόμων του Μεταξιού ήταν η χωρική διαμόρφωση μεγάλων αυτοκρατοριών. Αυτή η άποψη είναι παρόμοια με αυτή του Jerry Bentley (1993), που εξέτασε διασταυρούμενους πολιτιστικούς δεσμούς, όπως οι Δρόμοι του Μεταξιού, και υποδήλωνε ότι οι μεγάλης κλίμακας αυτοκρατορίες ήταν πιθανώς ο κύριος παράγοντας πίσω από την ύπαρξη και τη δυναμική του Δρόμου του Μεταξιού.

Αναμφισβήτητα, οι ίδιες οι αυτοκρατορίες δεν είναι ανεξάρτητα φαινόμενα. Υπάρχουν πολλοί άλλοι παράγοντες που προκαλούν την άνοδο και την πτώση των αυτοκρατοριών. Ωστόσο, δεν λαμβάνονται υπόψη αυτοί οι παράγοντες κατά τη δοκιμή του μοντέλου. Αποκομίζεται μόνο ότι η ύπαρξη των αυτοκρατοριών προκαθορίζει το πρότυπο των ροών των εμπορευμάτων. Οι μεγάλες αυτοκρατορίες απαιτούν και προμηθεύουν περισσότερα αγαθά για εμπορικά δίκτυα κύρους, υποστηρίζουν δρόμους και άλλες υποδομές και φέρνουν σταθερότητα στους τομείς του εμπορίου. Υπάρχουν πολλά άλλα συστατικά της ευεργετικής επίδρασης των μεγάλων αυτοκρατοριών, αλλά ευτυχώς, τα περισσότερα από αυτά μπορούν εύκολα να περιγραφούν από το μοντέλο χωρικών συναλλαγών που προτάθηκε παραπάνω: η μεγάλη κλίμακας αυτοκρατορία αυξάνει την αγωγιμότητα των εμπορευμάτων στην περιοχή εντός των ορίων.

Αυτό σημαίνει ότι ο συντελεστής αγωγίμου αγαθού μιας γεωγραφικής περιοχής αυξάνεται, όταν αυτή η περιοχή ανήκει σε μια αυτοκρατορία (π.χ., μετά την κατάκτηση) και μειώνεται, όταν η αυτοκρατορία χάνει τον έλεγχο στην περιοχή αυτή (π.χ. μετά την αυτοκρατορική κατάρρευση). Η αύξηση της αγωγιμότητας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους μεταφοράς, γεγονός που με τη σειρά του μειώνει τις δαπάνες των εμπόρων. Οι αυτοκρατορικές διασυνδέσεις γίνονται ταχύτερες και ασφαλέστερες, και οι δρόμοι μέσα στα αυτοκρατορικά όρια γίνονται πιο ελκυστικοί για τους εμπόρους, ακόμα κι αν υπάρχει μικρότερη διαδρομή έξω από την αυτοκρατορία.

Ωστόσο, πολλοί χωρικοί και χρονικοί παράγοντες μπορούν να αλλάξουν. Η αρχική θέση των κύριων ροών εμπορευμάτων μπορεί να γίνει λιγότερο κερδοφόρα και ως εκ τούτου ασταθής μετά τη δημιουργία μιας αυτοκρατορίας κοντά. Το γενικό πρότυπο ροής μπορεί να αλλάξει σημαντικά από εποχή σε εποχή που οι αυτοκρατορίες ανεβαίνουν και πέφτουν, ακόμη και αν οι θέσεις του κύριου παραγωγού και του καταναλωτή παραμένουν σταθερές.

Ως αποτέλεσμα, η προσομοίωση των Δρόμων του Μεταξιού περιλαμβάνει τις ακόλουθες παραδοχές:

1. Το μοντέλο χωρικών συναλλαγών χρησιμοποιείται ως μαθηματική βάση για τη δυναμική των Δρόμων του Μεταξιού.
2. Η αρχική αγωγιμότητα κάθε γεωγραφικού σημείου εκτιμάται χρησιμοποιώντας τις συνθήκες της αντίστοιχης επικράτειας.
3. Θεωρούνται τρεις ιστορικές εποχές: η εποχή του αρχαίου δρόμου του μεταξιού, η εποχή του Ισλάμ και η εποχή των Μογγόλων.
4. Για κάθε εποχή, αποδίδονται δύο σημεία: το σημείο της κύριας παραγωγής του εμπορεύματος (μετάξι) και το σημείο της κατανάλωσής του.
5. Για κάθε εποχή αποδίδεται η διάταξη των κύριων αυτοκρατοριών και ο συντελεστής αγωγιμότητας των εμπορευμάτων αυξάνεται μέσα στην αυτοκρατορία κατά τη διάρκεια της αντίστοιχης εποχής.

Από τον 2^ο αιώνα π.Χ. μέχρι τον 3^ο αιώνα μ.Χ., κατά την εποχή των αρχαίων Δρόμων του Μεταξιού, οι βασικές αυτοκρατορίες ήταν η Ρωμαϊκή αυτοκρατορία, η αυτοκρατορία των Κουσανιτών, η αυτοκρατορία της Παρθίας και η αυτοκρατορία του Χαν. Ήταν η πρώτη φορά στην Ιστορία που η Ευρασία έγινε ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Ωστόσο, ενσωματώθηκαν μόνο τα δίκτυα των αγαθών κύρους. Τα στρατιωτικά δίκτυα και τα δίκτυα άλλων εμπορευμάτων αυτών των παγκόσμιων συστημάτων ήταν πολύ μικρότερα από τα δίκτυα για τα προϊόντα κύρους.

Από τον 6^ο έως τον 9^ο αιώνα μ.Χ., κατά την εποχή διάδοσης του Ισλάμ, αντιμετωπίζεται ολόκληρη η ισλαμική περιοχή ως μια αυτοκρατορία δίχως σύνορα. Άλλες αυτοκρατορίες της εποχής ήταν η Βυζαντινή αυτοκρατορία και η Δυναστεία των Ταν στην Κίνα. Οι Δρόμοι του Μεταξιού άνθισαν κατά τη διάρκεια αυτής της εποχής, επειδή το Ισλάμ είναι μια ευοίωνη θρησκεία για τους εμπόρους.

Από τον 11^ο έως τον 14^ο αιώνα μ.Χ., η τεράστια Μογγολική αυτοκρατορία ήταν η κύρια δύναμη της εποχής. Ήταν η πρώτη φορά που τα στρατιωτικά δίκτυα έφτασαν σε τέτοια κλίμακα. Λόγω της δραστηριότητας των Μογγόλων στην περιοχή, εμφανίζεται για πρώτη φορά μια σταθερή, εντατική διαδρομή για το Δρόμο του Μεταξιού στα βόρεια της Κασπίας Θάλασσας. Το σύστημα των κύριων διαδρομών συγκλίνει στη Βενετία ως σημείο προορισμού στην Ευρώπη.

Μετά την πτώση της Μογγολικής Αυτοκρατορίας, το σύστημα των Δρόμων του Μεταξιού υποβαθμίζεται και δεν επαναλαμβάνει ποτέ την προηγούμενη σημασία του. Το μοντέλο δίνει μια περίεργη εξήγηση αυτού του γεγονότος. Σύμφωνα με το

μοντέλο, το ευρωπαϊκό ναυτιλιακό εμπόριο ήταν η αιτία αυτής της διαδικασίας. Αν αυξηθεί η διείσδυση των εμπορευμάτων στον Ινδικό Ωκεανό, καθώς οι ναυτιλιακές αποστολές των ευρωπαϊκών αυτοκρατοριών επεκτείνονται, το χερσαίο εμπόριο μειώνεται, ενώ οι υπεραγορές αυξάνονται.

3.7.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν είναι ενδιαφέροντα, αλλά εξακολουθούν να είναι σε πρώιμο στάδιο. Χρησιμοποιήθηκε ένα μάλλον απλό μοντέλο που περιλαμβάνει μόνο έναν παράγοντα: μεγάλες αυτοκρατορίες. Είναι αδύνατο να περιμένουμε ακριβή πρόβλεψη σε κάθε σημείο, όπως κάνουν τα μοντέλα για τη Φυσική. Για να προσαρμόσουμε τα αποτελέσματα, πρέπει να λάβουμε υπόψη άλλους παράγοντες, να προσθέσουμε νέες εξισώσεις και να επεκτείνουμε το μοντέλο. Ωστόσο, οι νέες εξισώσεις πρέπει να προτείνονται μόνο μετά από επιτυχή έγκριση και δοκιμή. Δεν είναι λογικό να βιάζεται η επέκταση του μοντέλου. Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν από τον Malkon δείχνουν ότι το μοντέλο ισχύει κατ' αρχήν, συνεπώς αυτό που προτείνεται από τον ίδιο είναι η περαιτέρω εργασία και το να εφαρμοστεί σε ακριβέστερα ιστορικά δεδομένα, να προταθούν πιο αποτελεσματικές μεθόδους αξιολόγησης αγωγιμότητας και να γίνει η προσπάθεια για πραγματικές προβλέψεις.

3.8 Η ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΚΥΡΙΑ ΟΝΟΜΑΤΑ ΟΔΗΓΗΣΕ ΣΤΗΝ ΕΚΛΟΓΙΚΗ ΗΤΤΑ ΤΗΣ ΧΙΛΑΡΙ

Η Κλειοδυναμική προσπαθεί να ερμηνεύσει και να προβλέψει κοινωνικά και ιστορικά γεγονότα. Αυτά τα γεγονότα ποικίλουν από πολέμους μέχρι και την ανάπτυξη εμπορικών δρόμων. Ο Ghirlanda (2017) μελέτησε το κατά πόσο η τάση στο κύριο όνομα που δίνεται σε ένα παιδί προκάλεσε την εκλογική ήττα της Χίλαρι Κλίντον στις προεδρικές εκλογές των Η.Π.Α. το 2016. Κατάφερε και έδειξε πως τα ονόματα «Hillary» και «Hilary» μειώθηκαν απότομα περισσότερο από 90% σε δημοτικότητα, μετά την εκλογή του συζύγου της Μπιλ. Αυτό σημαίνει πως μπορεί να αποδειχθεί μια «αντιπάθεια» για τη δημόσια εικόνα της Χίλαρι Κλίντον μεταξύ Δημοκρατικών και Ρεπουμπλικάνων ψηφοφόρων, η οποία μπορεί τελικά να συνέβαλε στην απώλεια των προεδρικών εκλογών από τη Χίλαρι το 2016.

3.8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιλογή του ονόματος ενός παιδιού έχει, για τους γονείς, προσωπική, κοινωνική και πολιτιστική σημασία. Οι αποφάσεις για το όνομα συνήθως λαμβάνονται μόνο μετά από μακρά συζήτηση, συμπεριλαμβανομένης της αναζήτησης ειδικών βιβλίων, δικτυακών τόπων και ακόμη και έμμισθων συμβούλων στις Η.Π.Α.. Παρά τις προσπάθειες που γίνονται, οι αποφάσεις περί ονοματοδοσίας δεν είναι εξ ολοκλήρου ορθολογικές και μπορούν να επηρεαστούν από φαινομενικά εξωγενείς παράγοντες οι οποίοι δεν γνωρίζουν οι γονείς. Για παράδειγμα, τα ονόματα που σχετίζονται με αυτά των καταστροφικών τυφώνων έχουν βρεθεί ότι αυξάνονται μετά από χτυπήματα τυφώνων.

Επιπλέον, τα ονόματα συχνά υποβάλλονται σε κύκλους δημοφιλίας, που διαρκούν από λίγα χρόνια έως αρκετές δεκαετίες, όπου ένα όνομα μετατρέπεται από μη δημοφιλές σε δημοφιλές, μόνο για να γίνει μη δημοφιλές και πάλι. Ο Ghirland (2017) δείχνει ότι οι τάσεις στα ονόματα επισκίασαν, στις Η.Π.Α., την ήττα του Δημοκρατικού κόμματος της Χίλαρι Κλίντον στις προεδρικές εκλογές του 2016. Η ήττα της Κλίντον ήρθε ως έκπληξη για πολλούς εμπειρογνώμονες και λαϊκούς και τα αίτια της είναι αντικείμενο συζήτησης. Ωστόσο, είναι δυνατόν να συναχθεί από τις τάσεις ονομασίας ότι, στο βαθμό που ονομάζουμε τα παιδιά μας μετά από ανθρώπους που θαυμάζουμε, η Χίλαρι Κλίντον είχε μια πολύ αρνητική δημόσια εικόνα, τουλάχιστον από το 1992. Την ίδια χρονιά, ο σύζυγος της Κλίντον, Μπιλ, κέρδισε την προεδρία των Η.Π.Α. με αποτέλεσμα την εκτεταμένη κάλυψη από τα μέσα ενημέρωσης της Χίλαρι στο νέο της ρόλο ως η Πρώτη Κυρία. Πριν από το 1992, τα ονόματα «Hillary» και «Hilary» είχαν αυξήσει τη δημοτικότητά τους για αρκετές δεκαετίες. Ωστόσο, μετά το 1992, η δημοτικότητά τους έπεσε ξαφνικά κατά δέκα φορές. Αυτή η ξαφνική μεταστροφή είναι μοναδική ανάμεσα στις τάσεις των ονομάτων και είναι επίσης μοναδική στις εκλογές του 1992.

Σε άλλες εκλογές μεταξύ του 1884 και 2012, το όνομα της πρώτης κυρίας είχε ελάχιστο αντίκτυπο στις τάσεις ονομασίας. Αυτές οι εκτιμήσεις, και άλλες που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια, υποδηλώνουν μια εξαιρετικά αρνητική αντίδραση στη δημόσια εικόνα της Χίλαρι Κλίντον, η οποία μπορεί τελικά να επηρέασε τις εκλογές του 2016. Αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να δείξουν αν οι πολιτιστικές τάσεις μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά γεγονότα.

3.8.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

3.8.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα δεδομένα για τα ονόματα στις Η.Π.Α. λήφθηκαν από την ιστοσελίδα της Διοίκησης Κοινωνικής Ασφάλειας. Τα στοιχεία αυτά καταρτίζονται από το 100% των αριθμών κοινωνικής ασφάλισης που εκδόθηκαν μεταξύ του 1880 και του 2015. Για κάθε έτος, τα δεδομένα παρέχουν τον αριθμό των νέων ασφαλίσεων που εκδίδονται σε άτομα με κάθε καταγραμμένο όνομα. Για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των ατόμων με σπάνια ονόματα, παραλείπονται ονόματα με αριθμό 4 ή λιγότερα. Τα ονόματα των πρώτων κυριών των Η.Π.Α. συλλέχτηκαν από τη Wikipedia καθώς και τα αποτελέσματα των εκλογών του 1992.

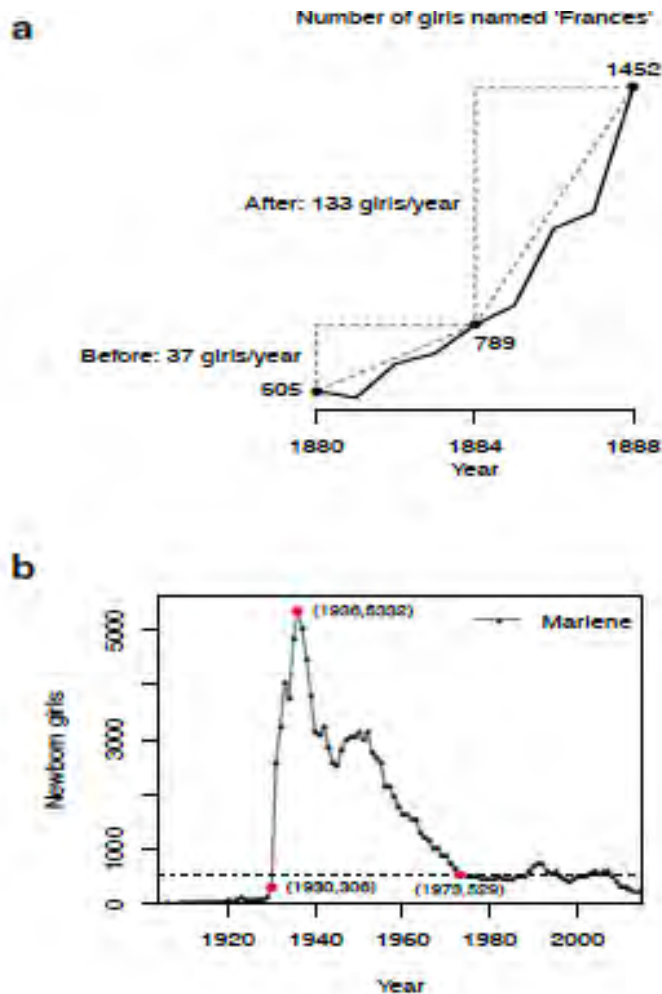
3.8.2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΟΝΟΜΑΤΩΝ

Η ανάλυση των τάσεων ονοματοδοσίας που παρουσιάζονται παρακάτω επικεντρώνεται σε δύο ιδιότητες των χρονολογικών σειρών ονομαστικής δημοτικότητας, οι οποίες ορίζονται ως εξής:

Αλλαγή στην τάση: μια αλλαγή τάσης αναφέρεται στο πώς μια πορεία δημοτικότητας αλλάζει γύρω από ένα έτος. Για παράδειγμα, η δημοτικότητα μιας ράτσας σκύλου θα αυξηθεί μετά από την κυκλοφορία ταινίας που εμφανίζεται αυτή η ράτσα. Εδώ, χρησιμοποιείται για να ερευνηθούν οι αλλαγές στη δημοτικότητα των ονομάτων των Πρώτων Κυριών γύρω από τα έτη των προεδρικών εκλογών. Τυπικά, η μεταβολή της τάσης ορίζεται ως εξής:

$$100 \times \frac{a_{post} - a_{pre}}{p} \quad (3.51)$$

όπου a_{post} και a_{pre} είναι η μέση ετήσια αλλαγή στη δημοτικότητα πριν και μετά τις εκλογές, και p είναι η μέση δημοτικότητα του ονόματος στα 9 χρόνια που περιβάλλουν τις εκλογές. Η εφαρμογή της σχέσης (3.51) παρουσιάζεται στο Σχήμα (3.10):



Σχήμα 3.10: (α) παράδειγμα στην αλλαγή της τάσης των ονομάτων. Το διάγραμμα δείχνει την δημοτικότητα του ονόματος «Frances» γύρω από το χρόνο όπου ο σύζυγος της Frances Cleveland, Grover, εξελέγη στην πρώτη του εκλογική θητεία. Τα τέσσερα χρόνια πριν τις εκλογές, ο αριθμός των κοριτσιών με το όνομα «Frances» αυξανόταν κατά 37 κορίτσια/χρόνο. Κατά τα τέσσερα χρόνια μετά τις εκλογές, ο ίδιος μέσος αυξήθηκε σε 133. Στα χρόνια μεταξύ 1880 και 1888 κατά μέσο όρο 870 κορίτσια ονομάστηκαν «Frances» το χρόνο. Έτσι, η εξίσωση (3.51) μετράει την αλλαγή στην τάση κατά $100 \times \frac{133-37}{870}$. (β) υπολογισμός του κύκλου του ονόματος «Marlene» .

Η εξίσωση (3.51) λαμβάνει υπόψη τις συνεχιζόμενες πολιτιστικές τάσεις, δηλαδή εάν το όνομα είχε ήδη αυξηθεί ή πέφτει σε δημοτικότητα πριν από τις εκλογές και είναι συγκρίσιμο σε ονόματα διαφορετικής δημοτικότητας επειδή η τάση κανονικοποιείται σύμφωνα με τη δημοτικότητα του ονόματος. Μια θετική γ (αρνητική) τιμή της εξίσωσης (3.51) δείχνει ότι, μετά την εκλογή, το όνομα δόθηκε κάθε χρόνο σε περισσότερα (λιγότερα) νεογέννητα από όσα θα αναμενόταν εάν η προεκλογική τάση δεν είχε αλλάξει.

Κυκλική ασυμμετρία: η κυκλική ασυμμετρία αναφέρεται στην ασυμμετρία που συχνά συμβαίνει στην δημοτικότητα των ονομάτων. Πολλά ονόματα παρουσιάζουν ένα κύκλο δημοτικότητας κατά τον οποίο η δημοτικότητα του ονόματος αυξάνεται από ένα χαμηλό επίπεδο σε ένα πολύ υψηλότερο επίπεδο και στη συνέχεια επανέρχεται βαθμιαία σε χαμηλό και πάλι επίπεδο. Ο χρόνος που χρειάζεται για να φτάσει στην κορυφή της δημοτικότητάς του (χρόνος ανόδου) και ο χρόνος που χρειάζεται για να επανέλθει στα προηγούμενα επίπεδα δημοτικότητας (χρόνος πτώσης) συσχετίζονται. Ο χρόνος πτώσης, ωστόσο, είναι συχνά μεγαλύτερος από τον χρόνο αύξησης. Τυπικά, ορίζεται η κλίση ως αναλογία s μεταξύ των χρόνων ανόδου και πτώσης. Η μέση τιμή για τους κύκλους των ονομάτων είναι $s \cong 0,77$ με $s > 1$ για περίπου 75% των κύκλων. Οι χρόνοι ανόδου και πτώσης υπολογίζονται με τον ορισμό ενός κύκλου ως "εκκίνησης" και "τερματισμού" όταν η συχνότητα ονομασίας είναι στο 10% της μέγιστης τιμής του, αν και τα αποτελέσματα δεν είναι ευαίσθητα στην ακριβή τιμή αυτού του ορίου.

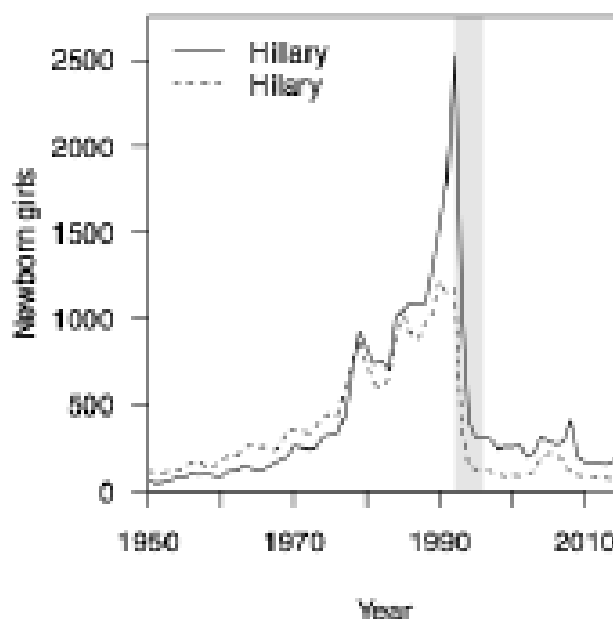
3.8.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αυτό που πρέπει να μελετηθεί, είναι το αν ο κύκλος της δημοτικότητας του ονόματος «Hillary» και της διαφοροποίησής του «Hilary», διαφέρει από τον κύκλο δημοτικότητας άλλων ονομάτων. Αν υποθέσουμε πως υπάρχουν n υποτιθέμενα ονόματα, η μέτρηση μιας ιδιότητας των κύκλων δημοτικότητας οδηγεί σε n τιμές και μπορεί να εκτιμηθεί η πιθανότητα οι δύο τιμές να σχετίζονται με το όνομα «Hillary» και την παραλλαγή του με κάποιο «ασυνήθιστο» τρόπο.

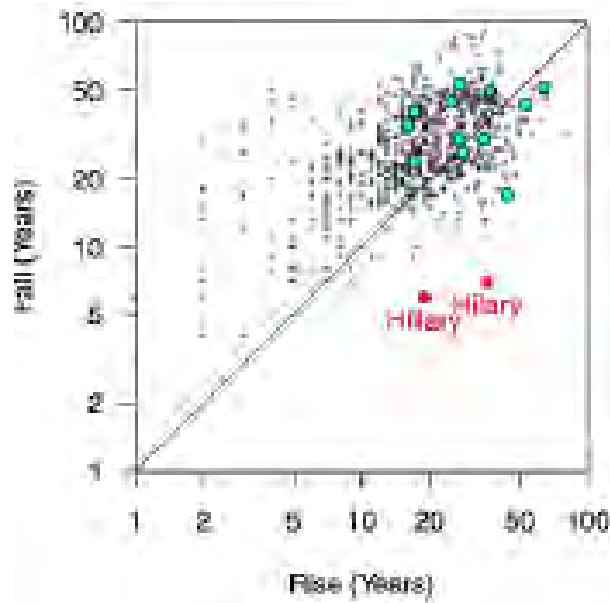
Το Σχήμα (3.11α) δείχνει μια μεγάλη πτώση στα νεογέννητα παιδιά που ονομάστηκαν «Hillary» ή «Hilary» στις Η.Π.Α. μετά το 1992. Η δημοτικότητα αυτών των ονομάτων έπεσε πάνω από 90% σε μόλις 5-7 χρόνια, έπειτα από μια αύξηση για περισσότερο από 20 χρόνια. Αυτό όμως είναι ένα ασυνήθιστο γεγονός καθώς, στους κύκλους δημοτικότητας των ονομάτων το χρονικό διάστημα της πτώσης είναι μεγαλύτερο από το διάστημα της ανόδου. Το Σχήμα (3.11β) παρουσιάζει αυτό το γεγονός και δείχνει πως τα ονόματα «Hillary» και «Hilary» είναι ακραίες τιμές στην κοινή κατανομή των χρόνων ανόδου και πτώσης (οι γαλάζιοι κύκλοι είναι τα ονόματα των Πρώτων Κυριών εκτός της Χίλαρι Κλίντον). Πράγματι, το Σχήμα (3.11γ) δείχνει ότι οι κύκλοι δημοτικότητας αυτών των δύο ονομάτων είναι οι δύο πιο στρεβλωμένοι από τα 630 ονόματα που περιλαμβάνονται στην ανάλυση (όλα τα ονόματα που

παρουσιάζουν έναν κύκλο δημοτικότητας μεταξύ των 1500 πιο κοινών γυναικείων ονομάτων).

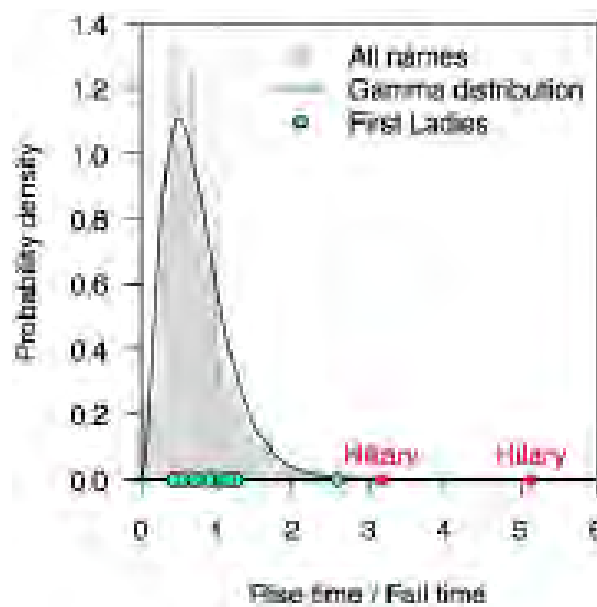
Τα παραπάνω συμπεράσματα ισχύουν επίσης όταν συγκρίνουμε το «Hillary» και το «Hilary» με συγκεκριμένα σύνολα ονομάτων, τα οποία μπορεί να θεωρηθούν πιο κατάλληλες ομάδες σύγκρισης από ό, τι το σύνολο όλων των ονομάτων. Για παράδειγμα, το «Hillary» και το «Hilary» παρουσιάζουν τον πιο στρεβλωμένο κύκλο μεταξύ όλων των ονομάτων που κορυφώθηκαν γύρω στο 1992, αλλά και μεταξύ όλων των ονομάτων που πήραν παρόμοιο χρονικό διάστημα για να φτάσουν στο αποκορύφωμά τους. Πράγματι, αν το Hillary και το Hilary είναι το πιο ακραίο από όλα τα ονόματα, είναι αναγκαστικά το πιο ακραίο από οποιοδήποτε μικρότερο σετ. Ως σχετικό παράδειγμα, το Σχήμα (3.11γ) δείχνει επίσης τις τιμές απόκλισης για όλα τα ονόματα των Πρώτων Κυριών (γαλάζιοι κύκλοι). Αυτά δεν είναι αξιοσημείωτα, με μόνη εξαίρεση το όνομα «Lou» (το πλησιέστερο σημείο στο «Hillary» στο Σχήμα). Η Lou Hoover, ωστόσο, ήταν η πρώτη κυρία το 1929-1933, ενώ ο κύκλος δημοτικότητας που προκάλεσε το σημείο δεδομένων στο γράφημα συνέβη στη δεκαετία του 1950.



Σχήμα 3.11(α): Νεογέννητα κορίτσια στα οποία δόθηκε το όνομα «Hillary» και «Hilary» μεταξύ 1950 και 2015. Η σκιαγραφημένη περιοχή δείχνει την πρώτη θητεία του Μπιλ Κλίντον ως Πρόεδρο.



Σχήμα 3.11(β): Σχέση μεταξύ του χρόνου ανόδου και πτώσης 630 ονομάτων. Τα ονόματα «Hillary» και «Hilary» είναι με το κόκκινο και με το γαλάζιο χρώμα τα ονόματα Πρώτων Κυριών εκτός της Χίλαρι.



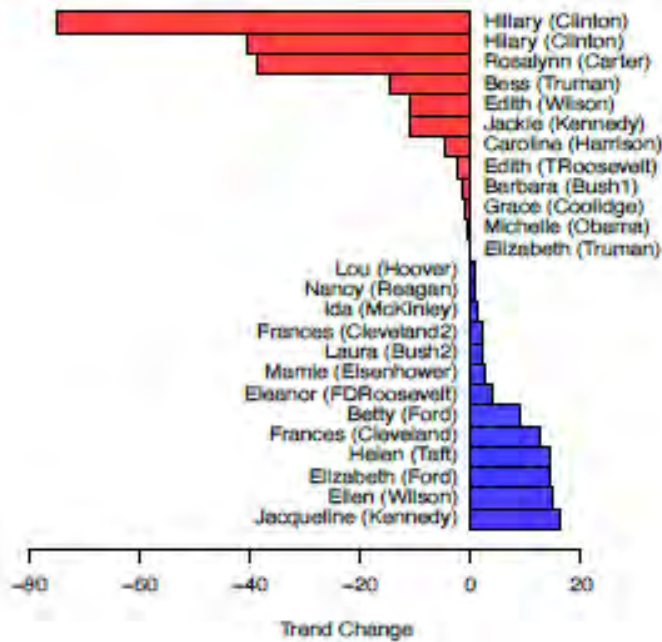
Σχήμα 3.11(γ): Κατανομή των τιμών απόκλισης του κύκλου. Η διακεκομμένη γραμμή δηλώνει την απουσία κλίσης.

3.8.4 ΤΑΣΗ ΣΤΑ ΟΝΟΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΤΩΝ Η.Π.Α.

Η παραπάνω ανάλυση δεν αποκλείει ότι η «Hillary» και «Hilary», αν και εκδηλώνουν άτυπους κύκλους δημοτικότητας, μπορεί να ευθυγραμμιστούν με τα ονόματα των Πρώτων Κυριών από την άποψη των αλλαγών τάσεων γύρω από τα έτη των εκλογών. Τα πρώτα ονόματα κυριών όμως έχουν συνήθως αμελητέα επίδραση στις τάσεις ονομασίας, όπως φαίνεται στο Σχήμα (3.12). Οι αρνητικές αλλαγές για το Hillary και το Hilary είναι οι δύο πιο ακραίες μεταξύ των 25.

Η μόνη άλλη έντονα αρνητική τάση είναι η αλλαγή για τη «Rosalynn» κατά τη διάρκεια της αντιδημοφιλούς προεδρίας του συζύγου της Rosalynn, Jimmy Carter. Το Rosalynn είναι ένα πολύ ασυνήθιστο όνομα (74 / έτος στο υψηλότερο σημείο του), έτσι ώστε σχετικά λίγες αποφάσεις ονομασίας μπορούν να έχουν μεγάλο αντίκτυπο.

Για να μετρήσουμε την έντονη αρνητική ή θετική εξέλιξη, σημειώστε ότι οι "Jackie" και "Jacqueline" αλλάζουν σε αντίθετες κατευθύνσεις μετά τις εκλογές του 1960, στις οποίες εξελέγη ο σύζυγος της Ζακλίν, Τζόν Κένεντι. Επειδή τα δύο αυτά ονόματα σχετίζονται με το ίδιο πρόσωπο, το γεγονός ότι η παρατηρούμενη αλλαγή βρίσκεται σε αντίθετες κατευθύνσεις υποδεικνύει ότι μπορεί να αναμένεται μεταβολή της τάσης περίπου 20% από παράγοντες που δεν σχετίζονται με τις προεδρικές εκλογές. Μόνο οι τάσεις για το "Hillary", το "Hilary" και το "Rosalynn" δεν εμπίπτουν σε αυτό το διάστημα. Λεπτομερής έλεγχος των δεδομένων δημοτικότητας του ονόματος αποκαλύπτει επίσης ότι το Rosalynn, το Jackie και το Jacqueline συσπειρώνονται ένα χρόνο μετά τις αναμενόμενες εκλογές, με τα δύο τελευταία να συσπειρώνονται και μετά τη δολοφονία του Προέδρου Κένεντι το 1962. Οι τάσεις για την «Hillary» και «Hilary», αντιθέτως, δείχνουν άμεση μετα-εκλογική πτώση.

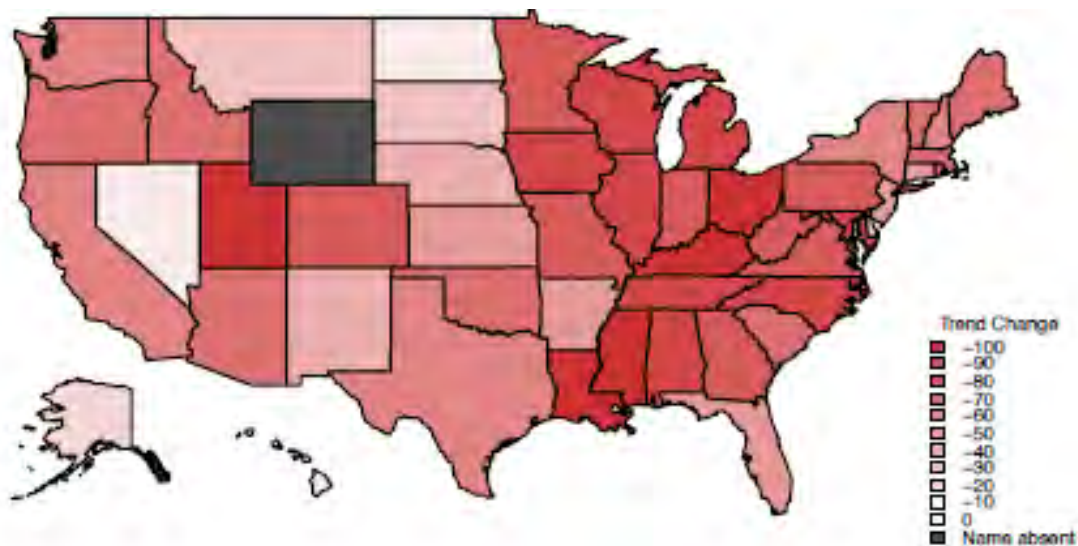


Σχήμα 3.12: Αλλαγές στην δημοτικότητα των ονομάτων των Πρώτων Κυριών που έχουν υπολογιστεί σύμφωνα με τη σχέση (3.51). Μαζί με τα ονόματα των Πρώτων Κυριών παρατίθενται και τα ονόματα των Προέδρων.

Αρκετές ενδείξεις υποστηρίζουν το συμπέρασμα ότι η απότομη πτώση της δημοτικότητας των ονομάτων «Hillary» και «Hilary» κατά τα έτη μετά το 1992 είναι σημαντική. Τα ονόματα, γενικά, σπάνια μειώνονται τόσο απότομα. Επιπλέον, τα ονόματα των Πρώτων Κυριών έχουν συνήθως αμελητέα επίδραση στην ονομασία των τάσεων. Αν και η ανάλυσή τους προκλήθηκε από το αποτέλεσμα των προεδρικών εκλογών του 2016, τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω θα μπορούσαν να προέρχονται εξ ολοκλήρου από τα διαθέσιμα στοιχεία πριν από τις εκλογές.

Αρχικά υπαινίχθηκε μια προσωρινή εξήγηση για την απότομη πτώση της δημοτικότητας του Hillary και του Hilary, καθώς η Χίλαρι Κλίντον αποκτούσε μια αρνητική δημόσια εικόνα ως συνέπεια της εκτεταμένης έκθεσης των μέσων ενημέρωσης ως Πρώτη Κυρία. Ενώ αυτή η ερμηνεία απαιτεί προσεκτική αξιολόγηση, είναι γενικά πιθανό ότι οι τάσεις ονομασίας επηρεάζονται από τις επιπτώσεις έκθεσης που δεν γνωρίζουμε απαραίτητα. Συγκεκριμένα, μπορεί να θεωρηθεί ότι η στάση έναντι των δημόσιων προσώπων που φέρουν ένα ορισμένο όνομα μπορεί να είναι σημαντικός καθοριστικός παράγοντας της δημοτικότητας αυτού του ονόματος. Είναι σχετικά εύκολο να βρεθούν ενδεικτικά στοιχεία που δείχνουν τα στοιχεία που μπορούν να αυξήσουν τη δημοτικότητα του ονόματος. Ο αριθμός των αγοριών που

ονομάζεται Elvis, για παράδειγμα, αυξήθηκε δραματικά μετά την κυκλοφορία, το 1956, του πρώτου single του Elvis Presley (Heartbreak Hotel), καθώς και μετά το θάνατό του το 1977. Εκτός όμως από μερικά παραδείγματα, δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι τα δημόσια πρόσωπα μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τη δημοτικότητα του ονόματος. Μια περαιτέρω έρευνα για τον εντοπισμό των θετικών και αρνητικών επιρροών στην τάση των ονομάτων υπόσχεται να είναι ιδιαίτερα κατατοπιστική για την κατανόηση των δυνάμεων που διαμορφώνουν την κουλτούρα και ενδεχομένως και σημαντικά γεγονότα, όπως είναι οι προεδρικές εκλογές των Η.Π.Α..



Σχήμα 3.13: Μεταβολή στην τάση της δημοτικότητας του ονόματος Χίλαρι γύρω στο 1992 στις Η.Π.Α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΕΙΡΑΜΑ

4.1 ΜΟΝΤΕΛΟ LANCHESTER

Οι πολεμικές επιχειρήσεις είναι σκληρές και, κατά πάσα πιθανότητα, δεν θα τελειώσουν ποτέ. Οι στρατιωτικοί εξοπλισμοί εξελίσσονται σε μια πιο περίπλοκη οντότητα, προσπαθώντας συνεχώς να βελτιώσουν τη συνολική δύναμη και να δημιουργήσουν έναν ισχυρότερο στρατό ο οποίος θα δημιουργήσει έναν ασφαλέστερο κόσμο για την κάθε χώρα. Πολλοί παράγοντες συμβάλλουν στη διαδικασία αυτή, αλλά στη πρώτη θέση βρίσκεται η τεχνολογία που κατέχει η κάθε χώρα. Κανένας παράγοντας όμως δεν είναι τόσο κρίσιμος όσο ο ανθρώπινος παράγοντας. Σκοπός της στρατιωτικής δύναμης όταν ξεκινά ο πόλεμος είναι η νίκη. Αλλά πώς μπορεί να κερδηθεί μια μάχη; Και πριν ξεκινήσει ο πόλεμος, πώς γίνεται ο σχεδιασμός του;

Σε αυτό το σημείο θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο, για κάθε χώρα, να γνωρίζει το πώς μπορεί να προετοιμαστεί καλύτερα. Καθώς δεν γνωρίζουμε την εξέλιξη ενός πολέμου, μιας και αυτό προκύπτει εκ των υστέρων, η μόνη εκ των προτέρων πληροφόρηση που μπορεί να υπάρχει είναι το πλήθος των στρατευμάτων. Το ερώτημα που δημιουργείται σε αυτό το σημείο, είναι το κατά πόσο η γνώση της στρατιωτικής δύναμης του αντιπάλου μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη προετοιμασία και κυρίως το κατά πόσο μπορεί να γίνει πρόβλεψη για το αποτέλεσμα του πολέμου.

Το 1916, κατά τη διάρκεια του Α' Παγκόσμιου Πολέμου, ο F. Lanchester επινόησε μια σειρά διαφορικών εξισώσεων για να παρουσιάσει την δυναμική σχέση μεταξύ των δύο αντίθετων δυνάμεων. Από τότε μέχρι σήμερα, το μοντέλο του Lanchester έχει χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικές μορφές προκειμένου να δείξει ποσοτικά τον ανταγωνισμό μεταξύ δύο δυνάμεων. Το μοντέλο δεν παρέχει μόνο μια εικόνα για το ποιος μπορεί να είναι ο νικητής, αλλά μπορεί επίσης να προσεγγίσει την ποσότητα που παραμένει από κάθε δύναμη, πόσο καιρό οι ανταγωνιστικές δυνάμεις παραμένουν εμπλεκόμενες και πώς οι μεταβαλλόμενες συνθήκες μάχης μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα.

Αυτό που έκανε ο Lanchester είναι να θεωρήσει δύο αντίπαλες δυνάμεις-έστω ο στρατός Κόκκινος (Red) και ο στρατός Μπλε (Blue) με αντίστοιχα πλήθη στρατευμάτων $R(t)$ και $B(t)$ κατά τη χρονική στιγμή, t . Αν και ο χρόνος συχνά

μετρίεται σε ώρες ή ημέρες, οποιοδήποτε χρονικό πλαίσιο θα αρκούσε. Με την πάροδο του χρόνου, οι αριθμοί στρατευμάτων που διατίθενται στον πόλεμο αλλάζουν για διάφορους λόγους (ίσως ο πιο σημαντικός να είναι οι απώλειες της μάχης).

Οι απώλειες στρατευμάτων είναι ενδεικτικές της ικανότητας που έχει μια δύναμη να εξαλείψει μια άλλη. Όταν οι συμβατικές δυνάμεις συναντώνται, οι απώλειες μάχης θεωρούνται ότι συμβαίνουν με ρυθμό ανάλογο προς τον αριθμό των στρατευμάτων της αντιτιθέμενης δύναμης. Υποθέτοντας ότι η Μπλε Δύναμη και η Κόκκινη Δύναμη μπορούν να προκαλέσουν απώλειες μάχης μεταξύ τους με αναλογικούς ρυθμούς a και c αντίστοιχα, μπορούμε να μοντελοποιήσουμε το ρυθμό μεταβολής στο πλήθος των στρατευμάτων τους ως εξής:

$$\frac{dR}{dt} = -aB(t) \tag{4.1}$$

$$\frac{dB}{dt} = -cR(t)$$

Το συγκεκριμένο υπόδειγμα, που είναι και αυτό που προτάθηκε από τον Lanchester, δείχνει μόνο το ρυθμό απώλειας που θα έχει κάθε στράτευμα σε σχέση με το στράτευμα που έχει ο αντίπαλος. Αν και το μοντέλο προσπάθησε να δώσει μια εκτίμηση για την απώλεια των στρατευμάτων και τελικά να δείξει ποιος θα είναι ο νικητής του πολέμου, πρόκειται για ένα εξαιρετικά απλοποιημένο υπόδειγμα, και υπάρχουν αρκετές και κυρίως σημαντικές μεταβλητές οι οποίες δεν περιλαμβάνονται στο παραπάνω σύστημα εξισώσεων. Τέτοιες μεταβλητές είναι η γενναιότητα των στρατευμάτων, ο σχεδιασμός πριν την μάχη, πιθανές συμμαχίες με άλλα στρατεύματα, η ανατροφοδότηση των στρατευμάτων κ.ά. Οι περισσότερες από αυτές τις μεταβλητές είναι αρκετά δύσκολο να μετρηθούν, ιδίως αν αφορά πόλεμο του παρελθόντος, και κατά συνέπεια να χρησιμοποιηθούν μέσα στο υπόδειγμα κάνοντάς το πιο περίπλοκο, βελτιώνοντας όμως παράλληλα και το βαθμό που μπορεί να κάνει προβλέψεις.

Καθώς η γενναιότητα, οι συνεργασίες και άλλες παρόμοιες μεταβλητές είναι δύσκολο να μετρηθούν και διαφέρουν από πόλεμο σε πόλεμο, θα μπορούσαν να προστεθούν πιο απλές μεταβλητές για να δώσουν στο σύστημα εξισώσεων ένα

μεγαλύτερο βαθμό προβλεπτικότητας. Ένα τέτοιο μοντέλο είναι εξαιρετικά χρήσιμο για προσομοιώσεις πολέμων μεταξύ δύο πιθανών ή μελλοντικών αντιπάλων.

4.2 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Ενώ οι απώλειες στη μάχη αντιπροσωπεύουν μεγάλο μέρος της αλλαγής στο πεδίο της αντιπαράθεσης, οι απώλειες εκτός μάχης μπορούν να υποβαθμίσουν περαιτέρω τη διαθεσιμότητα των στρατευμάτων. Υποθέτουμε ότι οι δυνάμεις διατηρούν αυτές τις απώλειες σε ποσοστά ανάλογα προς το πλήθος τους.

$$\frac{dR}{dt} = -aB(t) - bR(t) \tag{4.2}$$

$$\frac{dB}{dt} = -cR(t) - dB(t)$$

όπου b και d είναι σταθερές που δείχνουν την αναλογικότητα των απωλειών εκτός μάχης.

Τέλος, θα ήταν σημαντικό να προστεθεί στο μοντέλο ακόμα ένας παράγοντας ο οποίος θα δείχνει τις ενισχύσεις σε στρατεύματα που λαμβάνουν οι δύο δυνάμεις.

4.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Έχοντας δημιουργήσει ένα πιο σύνθετο μοντέλο από το αρχικό μοντέλο του Lanchester αλλά παράλληλα κρατώντας το σε απλή γραμμική μορφή, θα δοκιμάσουμε το μοντέλο προσομοιώνοντας πολέμους μεταξύ δύο αντιπάλων. Πριν από αυτό όμως, πρέπει να γίνουν οι παρακάτω παραδοχές:

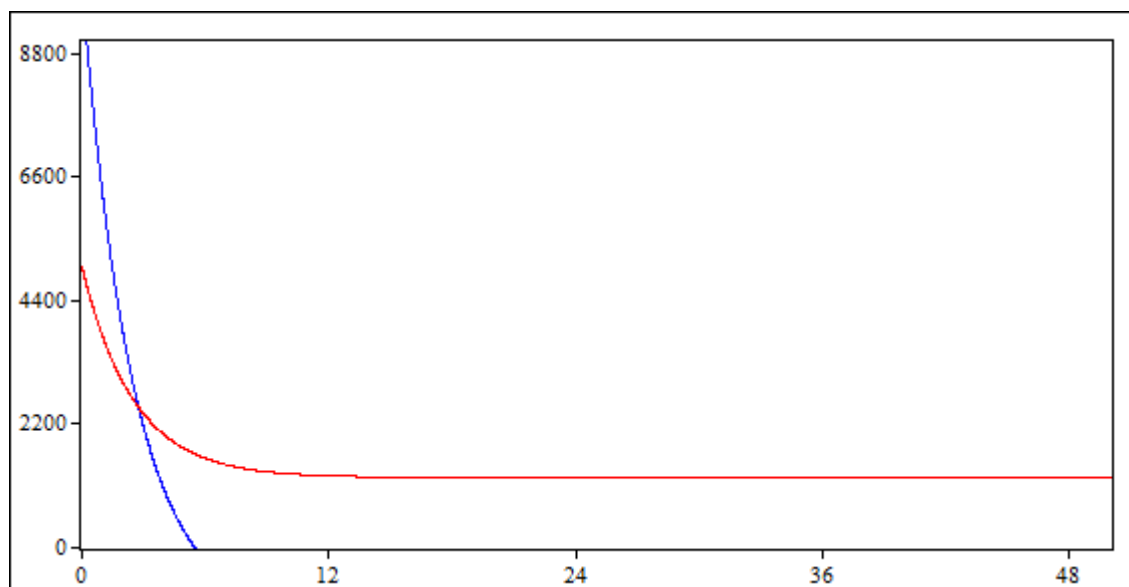
- Κάθε αντίπαλη δύναμη δεν μπορεί να έχει παραπάνω από 10000 στρατιώτες.
- Οι απώλειες της μάχης και οι απώλειες εκτός μάχης, δεν μπορούν να ξεπερνούν συνδυαστικά το 50% των στρατιωτών.
- Οι ανατροφοδοτήσεις, δε μπορούν να είναι πάνω από 1000 στρατιώτες για κάθε χρονική περίοδο.
- Αν μια δύναμη ηττηθεί, δεν μπορεί να αλλάξει κάτι στην αντίπαλη πλευρά και ο πόλεμος τελειώνει.

Όλες οι παρακάτω προσομοιώσεις έγιναν με τη χρήση του προγράμματος E&F Chaos και σε κάθε μία θα μεταβάλλονται οι τιμές των παραμέτρων για να παρατηρήσουμε τυχόν αλλαγές στην εξέλιξη της μάχης. Ο χρόνος εδώ αφορά ημέρες αν και θα μπορούσε να είναι χρόνια ή οποιαδήποτε άλλη χρονική περίοδος.

4.3.1 1^η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

Στην πρώτη προσομοίωση, θα θεωρήσουμε πως η δύναμη B ξεκινά με διπλάσιο στρατεύμα από την R αλλά οι απώλειες της B , εκτός και εντός μάχης, είναι συνδυαστικά τριπλάσιες από αυτές τις R . Στο συγκεκριμένο παράδειγμα οι τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν είναι: $B(0) = 10000, R(0) = 5000, a = 0,3, b = 0,1, c = 0,3, d = 0,1$. Ποιος θα νικήσει τελικά τον πόλεμο και σε πόσες μέρες;

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα (4.1) σε συνάρτηση με το χρόνο. Η μπλε γραμμή αντιπροσωπεύει τη δύναμη B και η κόκκινη γραμμή τη δύναμη R .

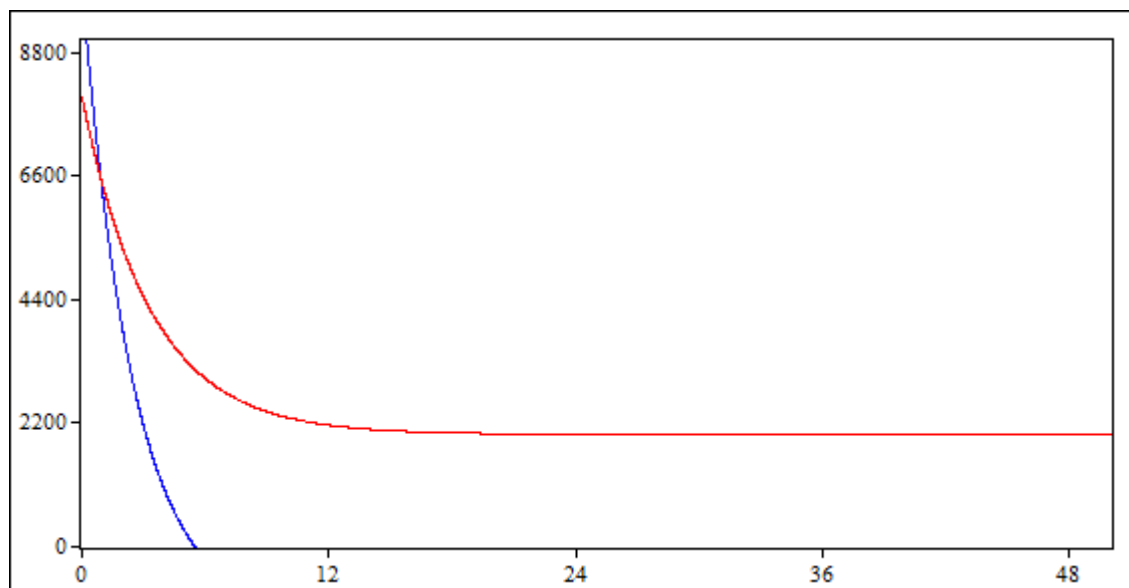


Σχήμα 4.1: Περίπτωση 1^η: τα αρχικά στρατεύματα της B είναι διπλάσια της R αλλά η B έχει τριπλάσιες απώλειες συνδυαστικά

Όπως παρατηρούμε από τα αποτελέσματα, ο πόλεμος τελειώνει στις πέντε ημέρες όπου μηδενίζονται τα στρατεύματα της δύναμης B . Αυτό μας δείχνει πως, παρά την αρχική υπεροχή των στρατευμάτων της πρώτης δύναμης, οι απώλειες στρατευμάτων, τόσο εκτός όσο και εντός μάχης, έκριναν την εξέλιξη του πολέμου.

4.3.2 2^η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

Θα θεωρήσουμε και πάλι πως τα στρατεύματα της πρώτης δύναμης είναι αρχικά περισσότερα σε αριθμό από αυτά της δεύτερης δύναμης, όμως εδώ οι απώλειες εκτός και εντός μάχης θα είναι αυτή τη φορά διπλάσιες για την B σε σχέση με αυτές της R . Δηλαδή: $B(0) = 10000, R(0) = 8000, a = 0,2, b = 0,1, c = 0,2, d = 0,1$. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα (4.2).

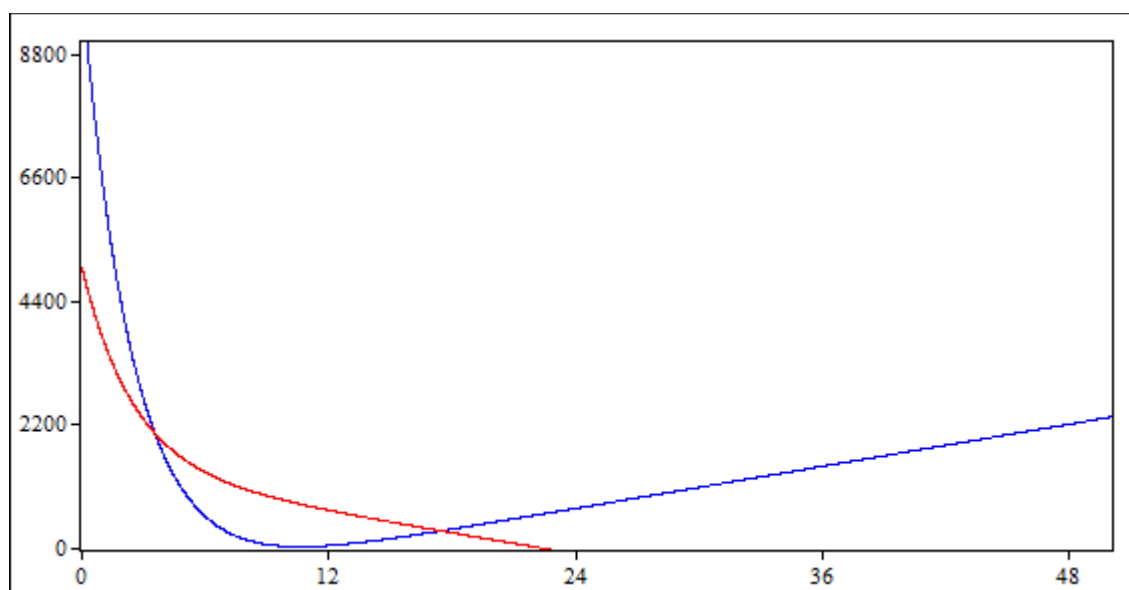


Σχήμα 4.2: Περίπτωση 2^η : τα αρχικά στρατεύματα της B είναι περισσότερα από της R αλλά η B υπόκειται σε διπλάσιες απώλειες

Όπως παρατηρούμε από το Σχήμα (4.2) και σε αυτή την περίπτωση η αρχική υπεροχή σε στρατεύματα της B δεν την βοήθησε στην εξέλιξη του πολέμου και οι απώλειες ήταν αυτές που καθόρισαν το αποτέλεσμα δίνοντας τη νίκη στην R σε διάστημα 6 ημερών.

4.3.3 3^η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

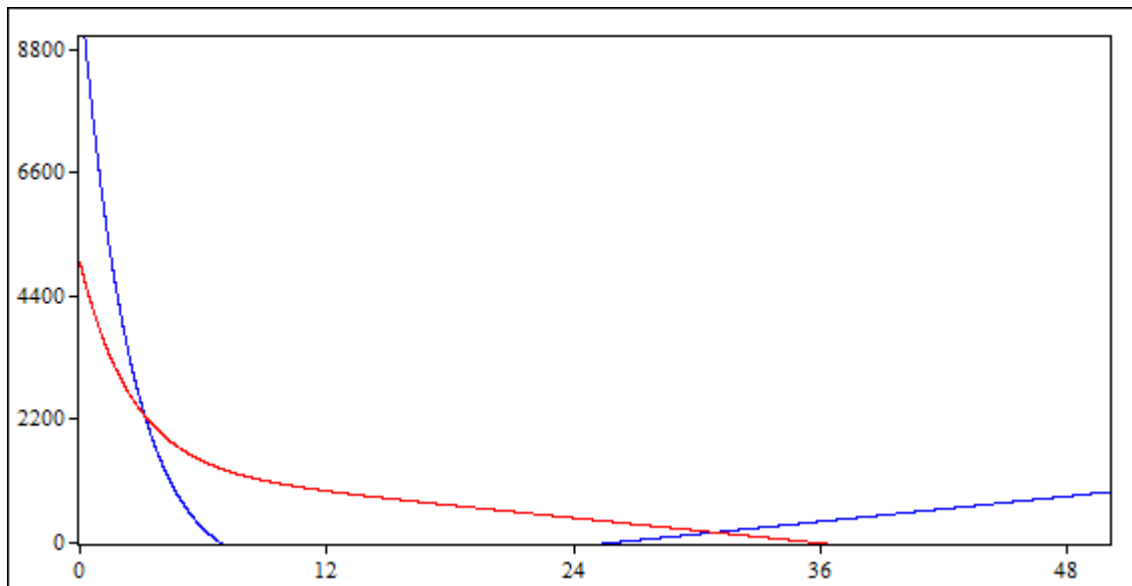
Σε αυτή την περίπτωση θα θεωρήσουμε ότι και πάλι τα στρατεύματα της δύναμης B είναι διπλάσια αρχικά από αυτά της δύναμης R και οι απώλειες, εντός και εκτός πολέμου, της B είναι τριπλάσιες από αυτές της R . Όμως, αυτό που διαφοροποιείται σε αυτή την περίπτωση είναι πως η δύναμη B δέχεται ενισχύσεις 250 στρατιώτες ανά ημέρα. Οι τιμές των παραμέτρων και οι αρχικές τιμές είναι: $B(0) = 10000, R(0) = 5000, a = 0,3, b = 0,1, c = 0,3, d = 0,1, k = 250$. Ο ανεφοδιασμός των στρατευμάτων μπορεί να καθορίσει την εξέλιξη του πολέμου;



Σχήμα 4.3: Περίπτωση 3^η : η δύναμη B δέχεται ανεφοδιασμό στρατιωτών

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η δύναμη B , ενώ φαίνεται αρχικά πως χάνει τον πόλεμο, τελικά ανακάμπτει και κερδίζει στην 23^η ημέρα όπου τα στρατεύματα της δύναμης R μηδενίζονται. Αρχικά, που οι δυνάμεις της B μειώνονται με γρήγορο ρυθμό, μεγαλύτερη επίδραση στην εξέλιξη της μάχης έχουν οι απώλειες, στη συνέχεια όμως, καθώς μειώνονται τα στρατεύματα της R , μεγαλύτερη επίδραση έχει ο ανεφοδιασμός σε στρατεύματα που δέχεται η δύναμη B . Παρατηρούμε επομένως, πως εκτός από τα αρχικά στρατεύματα και τις συνδυαστικές απώλειες που δέχεται η κάθε δύναμη, σημαντικό ρόλο για την εξέλιξη και το αποτέλεσμα του πολέμου είναι ο ανεφοδιασμός σε στρατεύματα.

Αν ο αριθμός των στρατιωτών που δέχεται ως ανεφοδιασμό η δύναμη B μειωθεί σε 150 στρατιώτες ανά ημέρα τότε παίρνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:



Σχήμα 4.4: Ο ανεφοδιασμός της δύναμης B μειώνεται σε 150 στρατιώτες ανά ημέρα

Αυτό που παρατηρούμε είναι πως η δύναμη B χάνει πολύ νωρίς τον πόλεμο, στις πρώτες 6 ημέρες και τελικά κερδίζει η δύναμη R . Το γεγονός πως στη συνέχεια (κάπου στην 25^η μέρα) αυξάνεται ξανά η δύναμη B δεν μας ενδιαφέρει καθώς έχουμε προσδιορίσει από την αρχή ότι ο πόλεμος σταματά όταν μηδενιστούν τα στρατεύματα της μιας δύναμης. Επομένως, αυτό που παρατηρούμε και πάλι είναι ότι οι συνδυαστικές απώλειες και η ποσότητα του ανεφοδιασμού παίζουν μεγαλύτερο ρόλο στην εξέλιξη και στο αποτέλεσμα του πολέμου παρά η αρχική αριθμητική υπεροχή.

4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το μοντέλο που μελετήθηκε σε αυτή την υποενότητα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσουμε και να προβλέψουμε το αποτέλεσμα ενός πολέμου μεταξύ δύο δυνάμεων. Οι μεταβλητές που λαμβάνονται υπ' όψη είναι ο αριθμός των στρατευμάτων που διαθέτει η κάθε δύναμη, οι απώλειες εντός και εκτός μάχης και ο ανεφοδιασμός των στρατευμάτων. Αν και το μοντέλο αυτό αποτελείται από απλές γραμμικές εξισώσεις, δίνει αρκετά καλά αποτελέσματα. Με την προσθήκη περισσότερων και μη γραμμικών παραμέτρων, το υπόδειγμα θα μπορούσε να έδινε πιο ακριβή και ρεαλιστικότερα αποτελέσματα.

Παρά το γεγονός πως το μοντέλο περιορίζεται σε απλές γραμμικές εξισώσεις, δίνει μια ικανοποιητική απάντηση γύρω από τους παράγοντες που μπορούν να προβλέψουν το αποτέλεσμα ενός πολέμου. Όπως είδαμε και από τις περιπτώσεις που

αναλύθηκαν, μεγαλύτερο ρόλο για το αποτέλεσμα του πολέμου, έχουν οι συνδυαστικές απώλειες, παρά η αρχική αριθμητική υπεροχή. Αυτό θα μπορούσε ίσως να εξηγεί και το πώς κάποια μικρά και ασήμαντα κράτη μπόρεσαν να νικήσουν ολόκληρες αυτοκρατορίες. Στο σημείο αυτό, θα ήταν σημαντικό να προστεθεί ο παράγοντας ηθικό και γενναιότητα, αλλά καθώς πρόκειται για ψυχοσωματικά χαρακτηριστικά είναι δύσκολο να γίνει η περιγραφή τους με τη βοήθεια μεταβλητών.

Η εξέλιξη ενός πολέμου μεταξύ δύο αντίπαλων δυνάμεων δεν περιορίζεται μόνο στην περίπτωση των κρατών. Με τις κατάλληλες τροποποιήσεις, ένα τέτοιο μοντέλο θα μπορούσε ίσως να περιγράψει την ανταγωνιστικότητα μεταξύ δύο επιχειρήσεων και το ποια τελικά θα επικρατήσει στην αγορά (αντίστοιχα με το ποια δύναμη θα κερδίσει τον πόλεμο). Επομένως, η ανάπτυξη ενός πιο σύνθετου και με μεγαλύτερη ικανότητα για πρόβλεψη θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη όχι μόνο από αντίπαλες χώρες ή πολεμικές δυνάμεις, αλλά και από επιχειρήσεις και άλλους οργανισμούς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Κλειοδυναμική είναι μια νέα και αναπτυσσόμενη επιστήμη η οποία φιλοδοξεί να μορφοποιήσει το παρελθόν μέσω της ποσοτικοποίησης της Ιστορίας. Φυσικά έχει αρκετούς υποστηρικτές, αλλά και επικριτές. Όπως κάθε επιστήμη που ασχολείται με την πρόβλεψη, έτσι και αυτή είναι υποχρεωμένη να δημιουργήσει ελάχιστο ενθουσιασμό μεταξύ των ερευνητών και θετική δυσπιστία μεταξύ των ιστορικών. Για τους πρώτους, η Ιστορία αποτελεί μια φλέβα χρυσού, όπου οι πολεμικές συρράξεις και οι ανθρώπινες συμπεριφορές γενικότερα κυβερνούν την καθημερινότητα σε αντίθεση με την τάξη και την πειθαρχία που συναντά κανείς σε απλές μαθηματικές εξισώσεις. Για τους ιστορικούς, από την άλλη, θα θεωρηθεί ως μια ακόμη προσπάθεια ενός επιστήμονα να μεταπηδήσει στον τομέα τους και να τους απομακρύνει από τις ανθρωπιστικές επιστήμες. Ωστόσο διαφαίνεται ότι η Κλειοδυναμική έχει πετύχει στο μεγαλύτερο κομμάτι της αποστολής της.

Παρατηρήσαμε ότι υπάρχει μια σύγκλιση της Οικονομικής Ιστορίας με την Κλειοδυναμική στα ερευνητικά προγράμματα. Σαφέστατα αυτή η εικασία αξίζει μια βαθύτερη ανάλυση. Η προέλευση της Κλειοδυναμικής από την εξωτερική οικονομία μπορεί να αποτελεί σοβαρό περιορισμό. Η μελλοντική εξέλιξη της Κλειοδυναμικής δημιουργεί επίσης αβεβαιότητα σχετικά με μια ενδεχόμενη σύγκλιση, γιατί από τη μία μεριά πρέπει να γίνουν πρόσθετες μελέτες από τον πυρήνα της Κλειοδυναμικής και από την άλλη μεριά, διεξοδικότερες εξερευνήσεις της κοινότητας της Οικονομικής Ιστορίας. Η αξιοποίηση μεγάλων δεδομένων από δημοσιεύματα και αναφορές θα μπορούσαν να εμπλουτίσουν την έρευνα.

Στα μοντέλα που αναφέρθηκαν στο κύριο μέρος της εργασίας έγινε αρχικά μια προσέγγιση των δυναμικών συστημάτων, όπου τονίζεται η ανάγκη για δημιουργία θεωρητικών γνώσεων σε συνάρτηση με την μελέτη της λειτουργίας του μοντέλου. Ύστερα έπονται οι υποθέσεις για την συσχέτιση των μεταβλητών μέσα από μοντέλα και ο έλεγχος των συμπεριφορών τους. Μέσα από το παράδειγμα των τάσεων της χλιετίας παρακολουθήσαμε την πτώση στο ρυθμό αύξησης του ΑΕΠ από το 1973. Παρόλα αυτά η τεχνολογική πρόοδος θα συνεχίσει να βελτιώνει το βιοτικό επίπεδο. Βέβαια η αύξηση της υλικής βάσης που απαιτεί η τεχνολογία μπορεί μελλοντικά να αποτελέσει τροχοπέδη στην επέκτασή της.

Οι κοσμικοί κύκλοι επηρεάζονται από τα μέτρα πρόληψης κατά της πείνας, την καταστολή της ανομίας και τις κλιματολογικές αλλαγές. Φυσικά η αύξηση του πληθυσμού με το μέγεθος ενός κύκλου είναι αντιστρόφως ανάλογα ποσά. Ενώ οι υπολογισμοί μοντέλων δείχνουν ότι αυτός ο νέος κύκλος θα μπορούσε να ξεκινήσει αμέσως μετά την καταστροφή, στην πραγματική ζωή τέτοιες κρίσεις όπως οι πόλεμοι και οι εξεγέρσεις έχουν κάποια αδράνεια και εμποδίζουν την οικονομική αναζωογόνηση. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η σταθεροποίηση καθυστερεί. Τα μοντέλα που προσπαθούν να περιγράψουν την μαλθουσιανή δυναμική στα προβιομηχανικά έτη δείχνουν ότι το αναπόφευκτο παρόμοιων κρίσεων προκύπτει από τους απλούς νόμους που διέπουν τη λειτουργία των αγροτικών οικονομιών.

Τα μοντέλα Κλειοδυναμικής μπορούν επίσης να δώσουν ικανοποιητικές ερμηνείες για εμπορικές ροές και για μάχες, είτε αφορά εκλογικές, είτε στρατιωτικές. Στο μοντέλο για τις πρόσφατες προεδρικές εκλογές των Η.Π.Α. είδαμε ότι μια λεπτομέρεια φαινομενικά μικρή, όπως αυτή του πρώτου ονόματος και της αντίστοιχης δημοτικότητας του, μπορεί να κρίνει αναμετρήσεις χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψη το ιδεολογικό υπόβαθρο του κάθε υποψηφίου. Στα πεδία των μαχών η αύξηση του πλεονεκτήματος του ηθικού ή των πολεμοφοδίων αυξάνει τις πιθανότητες να κερδηθεί ο πόλεμος και καθιστά δυνατό να ξεπεραστούν τα αρχικά υλικά πλεονεκτήματα. Επίσης, όσο μεγαλύτερο είναι το δεδομένο πλεονέκτημα, τόσο μικρότερη διάρκεια έχει ο πόλεμος. Παραδόξως, η πιθανότητα πολεμικής νίκης αυξάνεται με ταχύτερο ρυθμό, αν αυξηθεί το αρχικό πλεονέκτημα υλικού παρά εάν αυξηθεί το ηθικό ή το πλεονέκτημα εφοδιασμού. Ωστόσο, ο τακτικός πόλεμος είναι πολύ ισχυρότερος παράγοντας πρόβλεψης της νίκης της μάχης απ' ό,τι οι απώλειες στα πρώιμα στάδια σύγκρουσης.

Στο πειραματικό κομμάτι της εργασίας χρησιμοποιώντας το απλό γραμμικό μοντέλο του Lanchester οδηγηθήκαμε σε πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για την εξέλιξη ενός πολέμου. Η επικράτηση σε έναν πόλεμο δεν οφείλεται μόνο στην αριθμητική υπεροχή, αλλά και σε παράγοντες όπως το ηθικό, η γενναιότητα, το σθένος και το πόσο ισχυροί είναι οι δεσμοί της συνεργασίας των μαχόμενων. Η ισχύς εν τη ενώσει σε τέτοιες καταστάσεις έχει επαληθευτεί πολλές φορές στην Ιστορία. Μια εκτενέστερη μελέτη θα μπορούσε να αναδείξει το αν και πόσο επηρεάζει την εξέλιξη μιας μάχης η τεχνολογική υπεροχή του ενός αντιπάλου ή την στρατιωτική παιδεία και εκπαίδευση που ολοκληρώνουν οι αντίπαλοι ή ακόμα τις στρατηγικές συμμαχίες τις οποίες έχουν πετύχει.

Το μοντέλο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί για το στρατηγικό σχεδιασμό επιχειρήσεων, όπως για παράδειγμα μεταξύ των δύο μεγαλύτερων εταιρειών ανθρακούχων ποτών, σαν σύστημα δύο διαφορεικών εξισώσεων ή με την προσθήκη μιας ακόμα σχέσης σαν σύστημα τριών διαφορεικών εξισώσεων, για τους τρεις μεγαλύτερους παρόχους κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα. Επομένως, η ανάπτυξη ενός πιο σύνθετου μοντέλου και με μεγαλύτερη ικανότητα για πρόβλεψη θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη όχι μόνο από αντίπαλες χώρες ή πολεμικές δυνάμεις, αλλά και από επιχειρήσεις και άλλους οργανισμούς.

Σύμμαχο στην εξέλιξη της Κλειοδυναμικής αποτελούν οι μεγάλες συλλογές δεδομένων. Τη δεδομένη στιγμή όμως οι πληροφορίες για τα δεδομένα κρατών ή φυλών πριν από το 1800 μ.Χ. είναι σχεδόν ανεπαρκής, πόσο μάλλον για αρχαίους πολιτισμούς. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και τις τεράστιες βάσεις δεδομένων σε συνδυασμό με τη δημιουργία περισσότερων εργαστήριων μελέτης παγκοσμίως, η έρευνα της Κλειοδυναμικής φαίνεται να έχει επικρατούσα τάση τα επόμενα χρόνια καθώς και να εξάγονται πιο ελπιδοφόρα μηνύματα για την ανθρωπότητα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- ❖ Andersen, T. B., Jensen, P. S., & Skovsgaard, C. V. (2016). The heavy plow and the agricultural revolution in Medieval Europe. *Journal of Development Economics*, 118, 133-149.
- ❖ Armstrong, J. S. (Ed.). (2001). *Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners* (Vol. 30). Springer Science & Business Media.
- ❖ Ashraf, Q., & Galora, O. (2011). Dynamics and stagnation in the Malthusian epoch. *The American Economic Review*, 101(5), 2003-2041.
- ❖ Asimov, I. (1951). *Foundation*. Garden City, NY: Doubleday, Print
- ❖ Beckmann, M. (1952). A continuous model of transportation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 643-660.
- ❖ Bonnell, V. E., and L. Hunt. (1999). Introduction. Pages 1-32 in V. E. Bonnell and L. Hunt, editors. *Beyond the Cultural Turn: New Directions in the Study of Society and Culture*. University of California Press, Berkeley.
- ❖ Boldizzoni, F. (2011). *The poverty of Clio: Resurrecting economic history*. Princeton University Press.
- ❖ Brander, J. A., & Taylor, M. S. (1998). The simple economics of Easter Island: A Ricardo-Malthus model of renewable resource use. *American economic review*, 119-138.
- ❖ Burke, P. (1990). *The French historical revolution: the Annales school, 1929-89*. Stanford University Press.
- ❖ Carneiro, R. L. (1997). Human History: A Domain of Competing Perspectives. *Europaea*, 3, 9-32.
- ❖ Chu, C. C., & Lee, R. D. (1994). Famine, revolt, and the dynastic cycle. *Journal of Population Economics*, 7(4), 351-378.
- ❖ Coats, A. W. (1980), "The Historical Context of the 'New' Economic History", *Journal of European Economic History*, vol 9, No 1, pp. 185-207.
- ❖ Collins, R. (2010). A dynamic theory of battle victory and defeat. *Cliodynamics*, 1(1).
- ❖ Currie, T. E., & Mace, R. (2009). Political complexity predicts the spread of ethnolinguistic groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(18), 7339-7344.

- ❖ Deng, K. (2013). Demystifying growth and development in North Song China, 960–1127. London School of Economics and Political Science, Department of Economic History
- ❖ Diamond, J. (1997). *Guns, germs, and steel: the fates of human societies*. NY: *WW Norton & Company*, 14.
- ❖ Diamond, J., & Robinson, J. A. (2010). *Natural experiments of history*. Harvard University Press.
- ❖ Diebolt, C. (2012). Where are we now in Cliometrics?. *Historical Social Research/Historische Sozialforschung*, 309-326.
- ❖ Diebolt, C., & Hauptert, M. (2015a) Clio's Contributions to Economics and History. Working papers. Association Francaise de Cliométrie. No. 2.
- ❖ Diebolt, C., & Hauptert, M. (Eds.). (2015b). *Handbook of Cliometrics*. Springer Reference.
- ❖ Dzogang, F., Lansdall-Welfare, T., & Cristianini, N. (2016a). Seasonal Fluctuations in Collective Mood Revealed by Wikipedia Searches and Twitter Posts. In *2016 IEEE International Conference on Data Mining Workshop (SENTIRE)*.
- ❖ Dzogang, F., Lansdall-Welfare, T., Team, F. N., & Cristianini, N. (2016b). Discovering Periodic Patterns in Historical News. *PloS one*, 11(11), e0165736.
- ❖ Fichte, J. G. (1797). *Grundlage des Naturrechts nach Principien der Wissenschaftslehre: Angewandtes Naturrecht* (Vol. 2). Gabler.
- ❖ Field, A. J. (1987). The future of economic history. In *The Future of Economic History* (pp. 1-41). Springer Netherlands.
- ❖ Findlay, R. (1998). A plea for trade theory in economic history. *Economic and Social Review*, 29(4), 313.
- ❖ Fletcher, J. B., Apkarian, J., Roberts, A., Lawrence, K., Chase-Dunn, C., & Hanneman, R. A. (2011). War Games: Simulating Collins' Theory of Battle Victory. *Cliodynamics: The Journal of Theoretical and Mathematical History*, 2(2).
- ❖ Fogel, R. W. (1965). Railroads and American Economic Growth: Essays in Econometric History. *Business History Review (pre-1986)*, 39(000001), 130.
- ❖ Fogel, R. W. (1966). The new economic history. *The Economic History Review*, 19(3), 642-656.

- ❖ Foster, H. (1960) "Doomsday: Friday, November 13, AD 2026," with P. M. Mora und L. W. Amiot, *Science* 132, pp. 1291–1295.
- ❖ Gaddis, J. L. (2011). War, Peace, and Everything: Thoughts on Tolstoy. *Cliodynamics*, 2(1).
- ❖ Gershman, B. (2016). Long-Run Development and the New Cultural Economics. *Browser Download This Paper*.
- ❖ Ghirlanda, S. (2017). Trends in first names foreshadowed Hillary Clinton’s electoral defeat. *Cliodynamics: The Journal of Quantitative History and Cultural Evolution*, 8(2).
- ❖ Glaeser, E. L. (2009). Remembering the Father of Transportation Economics. *New York Times*, October, 27.
- ❖ Goldstone, J. A. (1991). *Revolution and rebellion in the early modern world*. Univ of California Press.
- ❖ Goldin, C. (1995). "Cliometrics and the Nobel". *The Journal of Economic Perspectives*. 9 (2): 191–208.
- ❖ Greasley, D., & Oxley, L. (2010). Cliometrics and time series econometrics: some theory and applications. *Journal of Economic Surveys*, 24(5), 970-1042.
- ❖ Grinin, L., Markov, A., & Korotayev, A. (2013). On similarities between biological and social evolutionary mechanisms: Mathematical modeling. *Cliodynamics: The Journal of Theoretical and Mathematical History*, 4(2).
- ❖ Gutman, H. G., Sutch, R., Temin, P., & Wright, G. (1977). *Reckoning with slavery*. Oxford University Press.
- ❖ Heaton, H. (1942). Recent Developments in Economic History. *The American Historical Review*, 727-746.
- ❖ Heckscher, E. F. (1929). *A plea for theory in economic history*.
- ❖ Horgan, J. (2009). The end of war. *New scientist*, 203(2715), 38-41.
- ❖ Kiser, E., & Hechter, M. (1991). The role of general theory in comparative-historical sociology. *American Journal of Sociology*, 97(1), 1-30.
- ❖ Kirkland, E. C. (1949). The Place of Theory in Teaching American Economic History. *The Journal of Economic History*, 9(S1), 99-102.
- ❖ Komarova, N., & Korotayev, A. (2004). Historical Population Dynamics: A Model of Pre-Industrial Demographic Cycle.

- ❖ Korotayev, A. V., Malkov, A. S., & Khaltourina, D. A. (2006a). Secular cycles and millennial trends. *Social Dynamics and Complexity*.
- ❖ Korotayev, A. V., & Khaltourina, D. (2006b). *Introduction to Social Macrodynamics: Secular Cycles and Millennial Trends in Africa*. Editorial URSS.
- ❖ Korotayev, A. V., & Zinkina, J. V. (2011). Egyptian revolution: a demographic structural analysis. *Entelequia. Revista Interdisciplinar*, 13(2011), 139-169.
- ❖ Lanchester, F. W. (1956). Mathematics in warfare. *The world of mathematics*, 4, 2138-2157.
- ❖ Lee, R., & Anderson, M. (2002). Malthus in state space: Macroeconomic-demographic relations in English history, 1540 to 1870. *Journal of Population Economics*, 15(2), 195-220.
- ❖ Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the atmospheric sciences*, 20(2), 130-141.
- ❖ Lyons, J. S., Cain, L. P., & Williamson, S. H. (Eds.). (2007). *Reflections on the cliometrics revolution: conversations with economic historians*. Routledge.
- ❖ Malkov, A. S. (2014). The Silk Roads: a Mathematical Model. *Cliodynamics: The Journal of Quantitative History and Cultural Evolution*, 5(1).
- ❖ Marx, K. (1867). *Das Kapital: kritik der politischen ökonomie*. Verlag von Otto Meisner, Germany, 1885, 1894.
- ❖ McCloskey, D. N. (1978). The achievements of the cliometric school. *The Journal of Economic History*, 38(01), 13-28.
- ❖ McCloskey, D. N. (1987). *Econometric history*. MacMillan Education, Limited.
- ❖ McNeil, W. H. (1963). *The Rise of the West*. University of Chicago Press.
- ❖ Mejía, J. (2015). The Evolution of Economic History since 1950: From Cliometrics to Cliodynamics. *Tiempo y economía*, 2(2), 79-103.
- ❖ Meyer, J. R. (1955). An input-output approach to evaluating the influence of exports on British industrial production in the late 19th century. *Explorations in Economic History*, 8(1), 12.
- ❖ Møller, N. F., & Sharp, P. R. (2008). Malthus in cointegration space: A new look at living standards and population in pre-industrial England.

- ❖ Nefedov, S. (2004). A model of demographic cycles in a traditional society: the case of Ancient China. *Social Evolution & History*, 3(1), 69-80.
- ❖ Nefedov, S. A., (2013), Modeling Malthusian Dynamics in Pre-Industrial Societies, *Cliodynamics*, 4(2)
- ❖ North, D. C. (1974). Beyond the new economic history. *The Journal of Economic History*, 34(01), 1-7.
- ❖ North, D. C. (1977). The new economic history after twenty years. *American Behavioral Scientist*, 21(2), 187-200.
- ❖ North, D. C. (1978). Structure and performance: The task of economic history. *Journal of Economic literature*, 16(3), 963-978.
- ❖ Nunn, N. (2009). The importance of history for economic development. *Annu. Rev. Econ.*, 1(1), 65-92.
- ❖ Ober, J. (2015). *The rise and fall of classical Greece*. Princeton University Press.
- ❖ Pinn, P. (2013). "Big Data: Is It Straight Out Of Sci-Fi?". Gyro. Forbes
- ❖ Popper, K. (1957). *The Poverty of Historicism*, London, Routledge & Kegan Paul.
- ❖ Scheidel, W., Morris, I., & Saller, R. P. (Eds.). (2007). *The Cambridge economic history of the Greco-Roman world* (pp. 1-12). Cambridge University Press.
- ❖ Shionoya, Y. (2005). *The Soul of the German Historical School*. Springer Science+Business Media, Incorporated Boston.
- ❖ Sorokin, P. A. (1962). *Social and cultural dynamics* (Vol. 1). Transaction Publishers.
- ❖ Spengler, O. (1918). *The Decline of the West*, transl. Charles Atkinson (New York, 1928).
- ❖ Spolaore, E., & Wacziarg, R. (2013). How deep are the roots of economic development?. *Journal of Economic Literature*, 51(2), 325-369.
- ❖ Toynbee, A. J. (1946). *Study of history*. Oxford University Press.
- ❖ Tsirel, S. V. (2004). On the possible reasons for the hyperexponential growth of the Earth population. *Mathematical modeling of social and economic dynamics*, 367-369.
- ❖ Turchin, P. (2003a). *Historical dynamics: Why states rise and fall* (Vol. 41). Princeton, NJ: Princeton University Press.

- ❖ Turchin, P. (2003b). *Complex population dynamics: a theoretical/empirical synthesis* (Vol. 35). Princeton University Press.
- ❖ Turchin, P. (2005a). A primer on statistical analysis of dynamical systems in historical social sciences (with a particular emphasis on secular cycles). *Structure and Dynamics*, 1(1).
- ❖ Turchin, P. (2005b). *War and Peace and War: The Life Cycles of Imperial Nations*. New York: Pi Press.
- ❖ Turchin, P. (2006). Scientific prediction in historical sociology: Ibn Khaldun meets Al Saud. *History and Mathematics: Historical Dynamics and Development of Complex Societies*. URSS, Moscow, 9-38.
- ❖ Turchin, P. (2007). *War and peace and war: The rise and fall of empires*. Penguin.
- ❖ Turchin, P. (2008). Arise'cliodynamics'. *Nature*, 454(7200), 34-35.
- ❖ Turchin P. (2009). A theory for formation of large states. *Journal of Global History* 4:191-217
- ❖ Turchin, P. (2010a). Warfare and the evolution of social complexity: A multilevel-selection approach. *Structure and Dynamics*, 4(3).
- ❖ Turchin, P. (2010b). Launching the Journal. *Cliodynamics*, 1(1).
- ❖ Turchin, P. (2011). Toward Cliodynamics—an Analytical, Predictive Science of History. *Cliodynamics*, 2(1).
- ❖ Turchin, P. (2013). The rise and fall of cliometrics, and the coming rise of cliodynamics
- ❖ Turchin, P. (2014). The SESHAT Databank Project: the 2014 Report. *Cliodynamics: The Journal of Quantitative History and Cultural Evolution*, 5(1).
- ❖ Turchin, P., & Gavrilets, S. (2009). Evolution of complex hierarchical societies. *Social Evolution & History*, 8(2).
- ❖ Turchin, P., & Nefedov, S. A. (2009). *Secular cycles*. Princeton University Press.
- ❖ Turchin, P., Whitehouse, H., Francois, P., Slingerland, E., & Collard, M. (2012). A historical database of sociocultural evolution. *Cliodynamics: The Journal of Theoretical and Mathematical History*, 3(2).
- ❖ Voigtländer, N., & Voth, H. J. (2009). Malthusian dynamism and the rise of Europe: make war, not love. *The American Economic Review*, 99(2), 248-254.

- ❖ Whaples, R. (2010). Is Economic History a Neglected Field of Study?. *Historically Speaking*, 11(2), 17-20.
- ❖ Whitney, W. G. (1968). *The structure of the American economy in the late nineteenth century*. Harvard University.
- ❖ Williamson, S. H. (1991). The history of cliometrics. *Research in Economic History*, 6, 15-31.
- ❖ Wood, J. W. (1998). A Theory of Preindustrial Population Dynamics Demography, Economy, and Well-Being in Malthusian Systems 1. *Current Anthropology*, 39(1), 99-135.
- ❖ Woodman, H. (1972). "Economic History and Economic Theory: The New Economic History in America". *Journal of Interdisciplinary History*. 3 (2): 323–350.
- ❖ World History. 1956–1958, *Vsemirnaya istoria* (World History), 1956-1958, vol. II–IV (maps), Gospolitizdat, Moscow.

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

- ❖ Μανιούδης Μ. (2010). Οικονομική Θεωρία και Οικονομική Ιστορία : Μέθοδος και Θεωρία στην Ερμηνεία του Οικονομικού Παρελθόντος. Πρόταση Διδακτορικής Διατριβής. Πανεπιστήμιο Κρήτης

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- ❖ <https://www.balabit.com/blog/7-data-science-principles-introduced-in-asimovs-foundation/>
- ❖ <https://www.clio-infra.eu/#>
- ❖ <https://deltahacker.gr/ine-i-istoria-provlepsimi/>
- ❖ <https://www.forbes.com/sites/gyro/2013/08/06/big-data-is-it-straight-out-of-sci-fi/#5efe68cd2db7>
- ❖ <http://www.herts.ac.uk/digital-history/cliodynamics-lab>
- ❖ <http://www.istorikathemata.com/2014/03/1821.html>
- ❖ <http://mindhack.gr/%cf%88%cf%85%cf%87%ce%bf%cf%8a%cf%83%cf%84%ce%bf%cf%81%ce%af%ce%b1/>
- ❖ <http://peterturchin.com/>
- ❖ <https://www.santafe.edu/>
- ❖ <http://seshatdatabank.info/>