



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΜΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΤΗΝ ΤΡΑΠΕΖΙΚΗ
ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ

Διπλωματική Εργασία

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΩΝ ΤΡΑΠΕΖΩΝ

ΝΙΚΟΛΕΤΑ Κ. ΠΕΤΣΟ

Επιβλέπων : Αναπληρωτής Καθηγητής Ζαχάρας Λουκάς

ΒΟΛΟΣ 2019

Υπεύθυνη Δήλωση Πρωτοτυπίας Διπλωματικής Εργασίας

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. Ακόμα βεβαιώνω ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στην Εφαρμοσμένη Οικονομική του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Νικολέτα Πέτσο

Βόλος, Ιούνιος 2019

Αφιερώνεται

*Στην οικογένειά μου και
τον καθηγητή μου κύριο
Λουκά Ζαχείλα*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου για την αμέριστη ηθική και ψυχολογική συμπαράσταση, καθώς και για την υπομονή που επέδειξε αδιαμαρτύρητα στο πρόσωπό μου, καθ' όλη τη διάρκεια συγγραφής της παρούσης διπλωματικής, αλλά και των σπουδών μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κύριο Λουκά Ζαχείλα, για την υπομονετική και ουσιαστική καθοδήγηση και ενθάρρυνση, τη διαρκή υποστήριξη και την άρτια εξειδικευμένη γνώση που μου προσέφερε τόσο μέσα από αυτή την εργασία αλλά και από το μάθημα «Εφαρμοσμένα Μαθηματικά για Οικονομολόγους». Ευχαριστίες αξίζουν και στον Υποψήφιο Διδάκτορα του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κύριο Χρήστο Μπένο για την πολύτιμη βοήθειά του και τις εποικοδομητικές συζητήσεις που είχαμε. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τόσο για τον χρόνο που διέθεσαν να εξετάσουν την παρούσα διπλωματική όσο και για τις γνώσεις που αποκόμισα από τα μαθήματά τους, τον Αναπληρωτή Καθηγητή κύριο Ηλία Κεβόρκ καθώς και την Επίκουρη Καθηγήτρια κυρία Κυριακή Τσιλίκα. Ακόμα, θέλω να ευχαριστήσω και όλο το διδακτικό προσωπικό, καθηγήτριες και καθηγητές, του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την άψογη συνεργασία που είχαμε και τις γνώσεις που μου πρόσφεραν μέσω αυτού του προγράμματος. Τέλος, δεν θα πρέπει να παραλείψω να ευχαριστήσω και τους φίλους μου, που είναι πάντα δίπλα μου και με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	9
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
ABSTRACT	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	15
3. ΤΡΑΠΕΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	19
3.1. Εισαγωγή σε βασικές έννοιες.....	19
3.1.1 Τράπεζα και Τραπεζικό Σύστημα	19
3.1.2 Είδη Τραπεζών	19
3.1.3 Τραπεζικές Κρίσεις	21
3.2. Επισκόπηση του Ελληνικού Τραπεζικού Συστήματος.....	22
4. ΤΡΑΠΕΖΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ.....	23
4.1 Έννοια Κινδύνου	23
4.2 Είδη Τραπεζικών Κινδύνων	23
4.2.1 Ο κίνδυνος Ρευστότητας	24
4.2.2 Ο Πιστωτικός κίνδυνος	24
4.2.3 Οι κίνδυνοι Αγοράς.....	24
4.2.4 Ο Λειτουργικός κίνδυνος	25
4.2.5 Ο Θεσμικός κίνδυνος	26
4.2.6 Ο κίνδυνος Χώρας.....	26
4.2.7 Άλλοι τραπεζικοί κίνδυνοι	26
5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	31
5.1 Δυναμική Οικονομική Ανάλυση	31
5.2 Το Υπόδειγμα	32
5.3 Βασικές Υποθέσεις.....	39
5.4 Διαδικασία Προσομοίωσης	42
6. ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	44
7. ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΣΤΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	65
7.1. Συνεισφορά στη Βιβλιογραφία.....	65
7.2. Περιορισμοί της Έρευνας.....	65

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	68
8.1 Συμπεράσματα.....	68
8.2 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	69
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	71
10. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	77

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 4.2.1 Τα Μη Εξυπηρετούμενα Δάνεια στην ΕΕ για τον Δεκέμβριο του 2018.....	27
Εικόνα 4.2.2 Η Εξέλιξη των Μη Εξυπηρετούμενων Δανείων στην Ελλάδα 2002-2018.....	28
Εικόνα 4.2.3 Το δίκτυο των κινδύνων σε παγκόσμια κλίμακα σύμφωνα με το Global Risk Report 2019.....	30
Εικόνα 5.2.1 Το τραπεζικό σύστημα αποτελούμενο από δυο τράπεζες	33
Εικόνα 5.2.2 Απλουστευμένος Ισολογισμός μιας τράπεζας	33
Εικόνα 5.4.1 Η Διαδικασία της Προσομοίωσης	43
Εικόνα 6.1 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 1 ^{ης} περίπτωσης.....	46
Εικόνα 6.2 Αποτελέσματα 1 ^{ης} περίπτωσης	46
Εικόνα 6.3 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 2 ^{ης} περίπτωσης.....	48
Εικόνα 6.4 Αποτελέσματα 2 ^{ης} περίπτωσης	48
Εικόνα 6.5 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 3 ^{ης} περίπτωσης.....	50
Εικόνα 6.6 Αποτελέσματα 3 ^{ης} περίπτωσης	50
Εικόνα 6.7 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 4 ^{ης} περίπτωσης.....	51
Εικόνα 6.8 Αποτελέσματα 4 ^{ης} περίπτωσης	52
Εικόνα 6.9 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 5 ^{ης} περίπτωσης.....	53
Εικόνα 6.10 Αποτελέσματα 5 ^{ης} περίπτωσης	53
Εικόνα 6.11 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 6 ^{ης} περίπτωσης.....	55
Εικόνα 6.12 Αποτελέσματα 6 ^{ης} περίπτωσης	55
Εικόνα 6.13 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 7 ^{ης} περίπτωσης.....	57
Εικόνα 6.14 Αποτελέσματα 7 ^{ης} περίπτωσης	57
Εικόνα 6.15 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 8 ^{ης} περίπτωσης.....	59
Εικόνα 6.16 Αποτελέσματα 8 ^{ης} περίπτωσης	59
Εικόνα 6.17 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 9 ^{ης} περίπτωσης.....	61
Εικόνα 6.18 Αποτελέσματα 9 ^{ης} περίπτωσης	61
Εικόνα 6.19 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 10 ^{ης} περίπτωσης.....	63
Εικόνα 6.20 Αποτελέσματα 10 ^{ης} περίπτωσης	63

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

Εξίσωση 5.1 Εξίσωση Καταθέσεων για κάθε τράπεζα.....	35
Εξίσωση 5.2 Εξίσωση Διατραπεζικού Δανεισμού.....	35
Εξίσωση 5.3 Εξίσωση επιτοκίου.....	36
Εξίσωση 5.4 Εξίσωση Επενδύσεων για Τράπεζα-1.....	37
Εξίσωση 5.5 Εξίσωση Επενδύσεων για Τράπεζα-2.....	37
Εξίσωση 5.6 Εξίσωση για την ευκαιρία επένδυσης.....	37
Εξίσωση 5.7 Εξίσωση Μετρητών για Τράπεζα-1.....	37
Εξίσωση 5.8 Εξίσωση Μετρητών για Τράπεζα-2.....	37
Εξίσωση 5.9 Εξίσωση Καθαρής Θέσης για Τράπεζα-1.....	38
Εξίσωση 5.10 Εξίσωση Καθαρής Θέσης για Τράπεζα-2.....	38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 6.1 Αρχικές τιμές μεταβλητών και παραμέτρων στο πρώτο υπόδειγμα της Wei.....	44
Πίνακας 6.2 Αρχικές τιμές παραμέτρων για το σενάριο λειτουργίας των τραπεζών στην Ευρωζώνη.....	44
Πίνακας 6.3 Αρχικές τιμές παραμέτρων για το σενάριο λειτουργίας των τραπεζών στην Κίνα	45
Πίνακας 6.4 Αρχικές τιμές παραμέτρων για το σενάριο λειτουργίας των τραπεζών στις ΗΠΑ	45

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται με τη μέθοδο της Δυναμικής Οικονομικής Ανάλυσης, ο συστημικός κίνδυνος των τραπεζών και χρησιμοποιείται ένα νέο θεωρητικό υπόδειγμα. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημά μας αποτελείται από δυο τράπεζες, όπου στη μια προκαλείται σοκ στις καταθέσεις και επομένως, χρειάζεται να δανειστεί μετρητά από την άλλη. Εφαρμόζοντας μια συγκριτική μελέτη για διάφορες τιμές ορισμένων παραμέτρων, εξετάζουμε συνολικά δέκα πιθανές περιπτώσεις, εξερευνώντας ποια τράπεζα πρόκειται να χρεοκοπήσει και κυρίως, εάν η χρεοκοπία της μιας θα μεταδοθεί και στην άλλη. Τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουμε είναι ότι εφαρμόζοντας συγκεκριμένους συνδυασμούς για τις παραμέτρους που μεταβάλλουμε τις τιμές τους, βρίσκουμε περιπτώσεις όπου σώζονται και οι δυο τράπεζες, χρεοκοπούν ταυτόχρονα και οι δυο, χρεοκοπεί η πρώτη και επιβιώνει η άλλη, αλλά και σώζεται η πρώτη τράπεζα και χρεοκοπεί η τράπεζα που δανείζει. Επιπροσθέτως, όπως και σε άλλες μελέτες έτσι και εδώ, βρήκαμε ότι η αύξηση του απαιτούμενου ποσοστού μετρητών δεν εξασφαλίζει τη βιωσιμότητα της τράπεζας. Εκτός από την εμπειρική μελέτη του συστημικού κινδύνου, εξετάζουμε συνοπτικά, σε θεωρητικό επίπεδο, και άλλους γνωστούς αλλά και λιγότερο εμφανιζόμενους κινδύνους που αντιμετωπίζουν τα τραπεζικά ιδρύματα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Τράπεζες, Συστημικός Κίνδυνος, Κίνδυνος Μετάδοσης, Διαφορικές Εξισώσεις, Δυναμική Οικονομική Ανάλυση

ΚΩΔΙΚΟΙ JEL: G21, G32, C60, C61

ABSTRACT

In this Master's thesis, the systemic risk of banks is studied using the Dynamical Economic Analysis method and a new theoretical model that has been proposed. More specifically, our system is made up of two banks, one of which is shocked by deposits and hence needs to borrow cash from the other. Applying a comparative study for different values of some parameters, we study ten possible scenarios, exploring which bank is going to bankrupt, and especially if the bankruptcy of one will spread to the other. The conclusions that we draw are that by applying specific combinations for variables, we find cases where both banks survive, or both simultaneously bankrupt, or the borrowing bank bankrupt while the bank lender survives, but also the borrowing bank survives and the bank lender bankrupt. Furthermore, as in other studies, we find that increasing the cash reserve requirement does not preserve the sustainability of the bank. In addition to the empirical study of systemic risk, we also briefly examine, on a theoretical level, other known but also less common risks faced by banking institutions.

KEY WORDS: Banks, Systemic Risk, Contagion Risk, Differential Equations, Dynamical Economic Analysis

JEL CLASSIFICATION: G21, G32, C60, C61

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει ότι η χρηματοπιστωτική κρίση του 2008-2009 έγινε ορόσημο για το σύγχρονο χρηματοπιστωτικό οικοδόμημα σε παγκόσμιο επίπεδο. Η κατάρρευση της αγοράς των ενυπόθηκων στεγαστικών δανείων στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και η τραπεζική κρίση που ακολούθησε με την κατάρρευση των χρηματοπιστωτικών κολοσσών Lehman Brothers, Merrill Lynch, Freddie Mac, Fannie Mae και άλλων, όχι μόνο αποδόμησαν την μέχρι τότε επικρατούσα ιδεολογία «too big to fail», αλλά ανέδειξαν και την πολυπλοκότητα του προβλήματος και την κακοδιαχείριση των πολλών κινδύνων που είχαν αναλάβει οι τράπεζες αγνοώντας τις επιπτώσεις τους. Σύντομα, η κρίση εξαπλώθηκε παντού (επηρεάζοντας χρηματιστήρια, κεφαλαιαγορές, τράπεζες, ασφαλιστικές και χρηματοοικονομικές εταιρίες) προκαλώντας σοκ σε όλες τις οικονομίες του κόσμου, επηρεάζοντας με διάφορους τρόπους τη λειτουργία των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων και τη ζωή των ανθρώπων γενικότερα. Βέβαια, δεν ήταν η πρώτη φορά που ξέσπασε μια χρηματοπιστωτική κρίση η οποία ανάγκασε πολλά τραπεζικά ιδρύματα να κλείσουν, καθότι στην ιστορία έχουν καταγραφεί πολλές τραπεζικές κρίσεις, άλλες μικρές και άλλες μεγαλύτερες. Ωστόσο, αυτή τη φορά ήταν διαφορετικά, καθώς ενώ όλοι οι οικονομολόγοι του 21^{ου} αιώνα είχαν στη διάθεση τους πολλά εργαλεία αλλά και τα μέσα, τόσο για να προβλέψουν, όσο και για να αντιμετωπίσουν τυχόν κρίσεις που θα μπορούσαν να προκύψουν, δεν κατάφεραν να αποκρούσουν επιτυχώς αυτήν την κρίση. Σύμφωνα με τον [Cooper \(2015\)](#) ωστόσο, υπήρχαν ελάχιστοι οικονομολόγοι όπως οι Nouriel Roubini, Ann Pettifor, Steve Keen, Dean Baker, Raghuram Rajan, Peter Schiff οι οποίοι προειδοποιούσαν για επερχόμενες οικονομικές αναταραχές, αλλά οι προειδοποιήσεις τους δεν λήφθηκαν σοβαρά υπόψη. Μάλιστα, ο [Kapoor \(2018\)](#) σε άρθρο του στο Business Today, προσθέτει στην παραπάνω λίστα, τους Warren Buffet, Andrew Redleaf, Jim Chanos, Paul Singer, Janet Yellen, Christopher Thornberg, William Pool, Michael Mayo. Τελικά, όμως, πολλές παγιωμένες οικονομικές θεωρίες και οικονομικά υποδείγματα, ακόμα και κλάδοι όπως η διαχείριση κινδύνων απέτυχαν και στις προβλέψεις και στην έγκαιρη αντιμετώπιση του προβλήματος, με αποτέλεσμα να αναδυθεί ένας σοβαρός συστημικός κίνδυνος του τραπεζικού συστήματος. Ο [Bessis \(2010\)](#) χαρακτηριστικά αναφέρει ότι σε αυτή την κρίση η διαχείριση των κινδύνων αποδείχτηκε αναποτελεσματική, τα υποδείγματα των κινδύνων ανεπαρκή και η νομοθεσία απέτυχε στην αποφυγή αυτής της τεράστιας κρίσης. Υπό αυτές τις συνθήκες λοιπόν, κανείς δεν ήταν σίγουρος για το μέγεθος των διαστάσεων που αυτή η νέα χρηματοπιστωτική κρίση θα λάμβανε, αλλά και για το βάθος του χρόνου που θα χρειαζόταν να επανέλθει η πολυπόθητη ανάκαμψη.

Μετά από σχεδόν δέκα χρόνια χρηματοπιστωτικών διαταραχών που ανατάραξαν ολόκληρες οικονομίες και κοινωνίες ανά τον κόσμο, πλέον οι αρμόδιες εποπτικές αρχές προσπαθούν να θεσπίσουν πιο αυστηρές νομοθετικές ρυθμίσεις, ενώ αρκετοί ερευνητές έχουν αρχίσει να επανεξετάζουν τις οικονομικές θεωρίες και τα διάφορα υποδείγματα του τραπεζικού συστήματος. Έτσι λοιπόν, εν μέσω οικονομικής κρίσης και ενός αβέβαιου μέλλοντος, οι διοικήσεις των τραπεζών έχουν επικεντρώσει τις προσπάθειές τους στην πιο αποτελεσματική και ορθή διαχείριση όλων των πιθανών και απίθανων κινδύνων που απειλούν την εύρυθμη λειτουργία και κερδοφορία των ιδρυμάτων τους.

Ως γνωστόν, πλέον οι τράπεζες δραστηριοποιούνται σε ένα παγκόσμιο περιβάλλον υψηλού κινδύνου, προσφέροντας στους πελάτες τους ένα ευρύ φάσμα καινοτόμων χρηματοοικονομικών προϊόντων και υπηρεσιών, γεγονός που καθιστά τη Διαχείριση των Κινδύνων, μια από τις κύριες στρατηγικές της τράπεζας που εξασφαλίζει τη σωστή καθημερινή λειτουργία της αλλά και την ανάπτυξή της. Η Διαχείριση Κινδύνων αποτελεί μια καθημερινή διαδικασία αναγνώρισης, αξιολόγησης και παρακολούθησης των κινδύνων, με απώτερο στόχο την προστασία της επιχείρησης από πιθανές ζημιές. Για το λόγο αυτό οι τράπεζες επενδύουν σημαντικά ποσά στην απόκτηση προηγμένων τεχνολογικών συστημάτων και εργαλείων για τη μέτρηση, την παρακολούθηση και τον έλεγχο των κινδύνων.

Σύμφωνα με τους ερευνητές που ασχολούνται με την τραπεζική θεωρία υπάρχουν διάφορες κατηγορίες κινδύνων που μπορεί να αντιμετωπίσει ένα τραπεζικό ίδρυμα. Οι πιο γνωστοί είναι ο κίνδυνος ρευστότητας, ο πιστωτικός κίνδυνος, οι κίνδυνοι αγοράς, ο λειτουργικός κίνδυνος, ο θεσμικός κίνδυνος και ο κίνδυνος χώρας. Ωστόσο, σε μια εποχή όπου πρωταγωνιστικό ρόλο διαδραματίζει η σύγχρονη τεχνολογική επανάσταση (*technological disruptive*) και η ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence AI), δεν θα μπορούσαν να μείνουν ανεπηρέαστα τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα από τις εξελίξεις. Επομένως, αναδύονται και νέες μορφές κινδύνων όπως ο ψηφιακός κίνδυνος (*digital risk*). Ένας από τους κινδύνους που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής, είναι ο συστημικός κίνδυνος, ο κίνδυνος κατάρρευσης δηλαδή, ολόκληρου ή μεγάλου μέρους του τραπεζικού συστήματος από κάποια διαταραχή. Ο κίνδυνος μετάδοσης από την άλλη, αποτελεί επίσης ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι της μελέτης των κινδύνων, καθώς εξετάζει τους μηχανισμούς μετάδοσης κάποιου κινδύνου ή κάποιου συνδυασμού κινδύνων στο τραπεζικό σύστημα. Όλα τα προαναφερθέντα ζητήματα πρόκειται να παρουσιαστούν είτε συνοπτικά, είτε διεξοδικά, στις ενότητες που ακολουθούν.

Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση αυτής της διπλωματικής είναι το MATLAB SIMULINK R2015a και το Tableau 2019.2.

Κίνητρο : Όπως αποδείχτηκε, ένα από τα κύρια γνωρίσματα της κρίσης του 2008 ήταν ο συστημικός της χαρακτήρας, καθώς εξαπλώθηκε σε ολόκληρο το χρηματοπιστωτικό σύστημα με πρωτοφανείς διαστάσεις για τη σύγχρονη οικονομική ιστορία. Η κατάρρευση τραπεζών και η επακόλουθη μετάδοση των κινδύνων στο υπόλοιπο σύστημα αποτελεί πλέον, ένα από τα πιο φλέγοντα ζητήματα για πολλούς επιστήμονες, ακαδημαϊκούς αλλά και επαγγελματίες. Έτσι λοιπόν, οι παραπάνω λόγοι αποτέλεσαν κίνητρο για την ενασχόληση με τη μελέτη του συστημικού κινδύνου των τραπεζών μέσω δυναμικής ανάλυσης.

Ερευνητικό Ερώτημα : Το ερευνητικό ερώτημα αυτής της διπλωματικής είναι κατά πόσο μπορεί να εφαρμοστεί στην πράξη ένα νέο θεωρητικό υπόδειγμα μελέτης του συστημικού κινδύνου των τραπεζών, καθώς και της μετάδοσή του, υπό το πρίσμα της δυναμικής οικονομικής ανάλυσης, μέσω διαφορετικών εξισώσεων. Το σκεπτικό είναι αν εφαρμόσουμε στις μεταβλητές του θεωρητικού υποδείγματος (το οποίο έχει προταθεί πρόσφατα από [Wei \(2017\)](#)) ρεαλιστικές τιμές, τι αποτελέσματα πρόκειται να εξάγουμε και κατά πόσο αυτά τα αποτελέσματα συνάδουν με την παγιωμένη οικονομική θεωρία; Πιο συγκεκριμένα, βάσει των υποθέσεων και των δεδομένων που έχουμε στη διάθεσή μας, θα μελετήσουμε τη χρεοκοπία ή

μη σε ένα σύστημα που αποτελείται μόνο από δύο τράπεζες και το αν αυτή η ενδεχόμενη χρεοκοπία πρόκειται να μεταδοθεί και στην τράπεζα-δανειστή. Ομολογουμένως, είναι ένα δύσκολο εγχείρημα, καθότι απαιτεί ιδιαίτερους πόρους, όπως εξειδικευμένη πληροφόρηση και γνώση, μεγάλο όγκο δεδομένων που προέρχονται από τις πραγματικές συναλλαγές των τραπεζών στη διατραπεζική αγορά, αλλά και χρόνο. Στο σημείο αυτό να υπογραμμίσουμε, ότι στην παρούσα εργασία δεν πρόκειται να ασχοληθούμε με την επιβεβαίωση του θεωρητικού μοντέλου, αλλά θα επιχειρηθεί να γίνει μια πρώτη κριτική μελέτη του υποδείγματος με απλουστευμένες υποθέσεις.

Σκοπός Εργασίας : Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι να αναδείξει την σημαντικότητα του συστημικού κινδύνου που διατρέχουν οι τράπεζες, και να γίνει η μελέτη του μέσω υποδείγματος που χρησιμοποιεί διαφορετικές εξισώσεις. Επιπροσθέτως, γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιαστούν τόσο οι κλασικοί κίνδυνοι, αλλά και οι νέοι αναδυόμενοι εξίσου σημαντικοί κίνδυνοι, που απειλούν την εύρυθμη λειτουργία των τραπεζών στο σύγχρονο οικονομικό γίγνεσθαι.

Δομή Εργασίας : Η παρούσα εργασία αποτελείται από δέκα ενότητες. Αυτή η δομή επιτρέπει έναν ξεκάθαρο διαχωρισμό μεταξύ των σχετικών θεμάτων, όπου κάθε ενότητα είναι αφιερωμένη σε ένα συγκεκριμένο θέμα. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται η δυνατότητα στον αναγνώστη να διαβάσει τις ενότητες, χωρίς να ακολουθήσει απαραίτητως μια διαδοχική σειρά. Στην αρχή, κάνουμε μια γενική εισαγωγή στα θέματα που πρόκειται να εξεταστούν. Έπειτα, παρουσιάζεται μια ανασκόπηση της εγχώριας και της διεθνούς βιβλιογραφίας και αρθρογραφίας πάνω στο εξεταζόμενο θέμα. Στη συνέχεια, δίνεται η σημερινή κατάσταση του Ελληνικού τραπεζικού συστήματος. Ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση όλων των κινδύνων που διατρέχουν οι τράπεζες. Στην επόμενη ενότητα, παρουσιάζουμε την ακολουθούμενη μεθοδολογία και μετά μελετάμε τα αποτελέσματα της έρευνας. Ακολουθούν οι περιορισμοί της έρευνας και η συνεισφορά στη βιβλιογραφία, καθώς και τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουμε αλλά και ιδέες για μελλοντικές εργασίες. Τέλος, παρατίθενται η αναλυτική ξενόγλωσση και ελληνόγλωσση βιβλιογραφία, βάσει της οποίας εκπονήθηκε η παρούσα διπλωματική εργασία και το παράρτημα.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η παγκόσμια χρηματοπιστωτική κρίση του 2008-2009 έφερε στο προσκήνιο τον **συστημικό κίνδυνο**, ο οποίος είχε υποτιμηθεί τόσο από τις αγορές όσο και από τις αρμόδιες ρυθμιστικές αρχές. Όταν όμως, άρχισαν να καταρρέουν μεγάλα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, και ο κίνδυνος μεταδόθηκε γρήγορα σε ολόκληρο το χρηματοπιστωτικό σύστημα, τότε μόνο έγιναν αντιληπτές οι διαστάσεις και το μέγεθος αυτού του κινδύνου. Επομένως, η κατανόηση και η έγκαιρη αντιμετώπιση του συστημικού κινδύνου είναι ζωτικής σημασίας, επειδή ο συνολικός κίνδυνος που αντιμετωπίζει το σύστημα είναι πολύ μεγαλύτερος από το απλό άθροισμα των ατομικών κινδύνων που αντιμετωπίζουν τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί πως όταν εντείνεται ο συστημικός κίνδυνος, τότε συνήθως ξεσπά μια χρηματοοικονομική κρίση. Αξίζει να σημειώσουμε ότι στην Έκθεση Παγκόσμιας Χρηματοπιστωτικής Σταθερότητας του 2009, το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο τόνιζε, την ανάγκη για ανάπτυξη εργαλείων που θα επιτρέπουν την ανίχνευση του συστημικού κινδύνου. Αναφέρει δε ότι η ικανότητα εντοπισμού του συστημικού κινδύνου σε πρώιμο στάδιο μπορεί να επιτρέψει στις ρυθμιστικές αρχές να προωθήσουν ενεργά τον καθορισμό μέτρων για τον έλεγχο της κρίσης (IMF, 2009). Έκτοτε λοιπόν, ακαδημαϊκοί και αρμόδιοι φορείς άρχισαν να ασχολούνται συστηματικά με την αναζήτηση και την κατανόηση των μηχανισμών που δημιουργούν και μεταδίδουν τον συστημικό κίνδυνο.

Σύμφωνα με τον Caruana (2010), ο συστημικός κίνδυνος μπορεί να οριστεί ως «ο κίνδυνος διατάραξης των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών, ο οποίος προκαλείται από την συρρίκνωση ολόκληρου ή μέρους του χρηματοοικονομικού συστήματος και ενδέχεται να επιφέρει σοβαρές αρνητικές συνέπειες στην πραγματική οικονομία». Ως συστημικός κίνδυνος νοείται επίσης, και ο κίνδυνος που σχετίζεται με την κατάρρευση ή την αποτυχία ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος ή μιας ολόκληρης οικονομίας. Ενώ το Corporate Finance Institute (2017) δίνει ως ορισμό: «Συστημικός είναι ο κίνδυνος σοβαρής αποτυχίας ενός χρηματοπιστωτικού συστήματος, όπου συμβαίνει μια κρίση όταν οι φορείς παροχής κεφαλαίων (δηλαδή οι καταθέτες, οι επενδυτές και οι κεφαλαιαγορές) χάνουν την εμπιστοσύνη τους στους χρήστες του κεφαλαίου (δηλαδή τις τράπεζες κλπ.) ή σε ένα δεδομένο μέσο ανταλλαγής (δολάριο ΗΠΑ, Ευρώ κλπ.). Αυτός ο κίνδυνος είναι εγγενής σε ένα σύστημα και συνεπώς αναπόφευκτος. Η πιο σημαντική πτυχή του συστημικού κινδύνου είναι ότι μπορεί να μεταδοθεί από ένα μη υγιές ίδρυμα σε ένα υγιές μέσω ενός μηχανισμού μετάδοσης». Οι Συριόπουλος & Παπαδάμου (2014) ορίζουν ως συστημικό κίνδυνο «το αποτέλεσμα απρόσμενων μεταβολών των τιμών και ποσοτήτων στις πιστωτικές αγορές ή τις κεφαλαιαγορές με πιθανή την αποτυχία των εμπλεκόμενων φορέων και, με συνέπεια τη μετάδοση αυτής της κατάστασης σε ολόκληρο το χρηματοπιστωτικό σύστημα με σοβαρές αρνητικές συνέπειες στο μηχανισμό πληρωμών και στην αποτελεσματική ανακατανομή του κεφαλαίου».

Η βιβλιογραφία σχετικά με τον συστημικό κίνδυνο και την μετάδοσή του, περιλαμβάνει θεωρητικά μοντέλα που αναλύουν συγκεκριμένες πτυχές του συστημικού κινδύνου, αλλά, και εμπειρικές αναλύσεις ιστορικών γεγονότων, όπως χρηματοπιστωτικές κρίσεις. Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μια σημαντική αύξηση ερευνών που στόχο έχουν τη μελέτη της προέλευσης και τις μορφές του συστημικού κινδύνου. Παράλληλα, αναπτύσσονται μέθοδοι και διάφορα υποδείγματα για την μέτρησή του. Χαρακτηριστική είναι η έρευνα των Silva et al (2017), στην οποία καταγράφονται συνολικά 266 επίσημα δημοσιευμένα άρθρα σε

διακεκριμένους ιστοτόπους, τα οποία αναφέρονται στην βιβλιογραφία του συστημικού κινδύνου.

Τα χρηματοοικονομικά συστήματα τα οποία είναι αλληλένδετα και αλληλεξαρτώμενα μεταξύ τους, είναι πιο ευάλωτα στον συστημικό κίνδυνο επειδή η αποτυχία μιας οντότητας ή μιας ομάδας οντοτήτων του συστήματος μπορεί να οδηγήσει στην χρεοκοπία ολόκληρο το σύστημα. Σύμφωνα με τους [Cerutti et al \(2011\)](#), η διασύνδεση των στοιχείων του ισολογισμού μεταξύ των χρηματοοικονομικών ιδρυμάτων, μπορεί να επηρεάσει το μέγεθος και την κατεύθυνση της μετάδοσης ενός συστημικού κινδύνου, ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο οι χρηματοοικονομικές διασυνδέσεις και τα κανάλια μετάδοσης χαρακτηρίζονται από πολυπλοκότητα. Η μελέτη της μετάδοσης του συστημικού κινδύνου μέσω των στοιχείων του ισολογισμού, όπως ο διατραπεζικός δανεισμός, έχει μελετηθεί από διάφορους ερευνητές. Ενδεικτικά αναφέρουμε τους [Krause & Giansante \(2012\)](#), [Lenzu & Tedeschi \(2012\)](#), [Sheldon & Maurer \(1998\)](#), [Bluhm & Krahn \(2014\)](#), [Cont et al \(2012\)](#).

Οι [Haldane & May \(2011\)](#), μελέτησαν τον συστημικό κίνδυνο, χρησιμοποιώντας τις αναλογίες των δυναμικών οικολογικών διατροφικών αλυσίδων (*ecological food web*), με τα δίκτυα μέσα στα οποία εξαπλώνονται οι μολυσματικές ασθένειες, και προτείνουν ότι τέτοια μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη της μετάδοσης του συστημικού κινδύνου. Παρομοίως, στο βιβλίο του ο [Gai, \(2013\)](#) τονίζει πως η μετάδοση των κινδύνων και η χρηματοπιστωτική σταθερότητα, μπορούν να κατανοηθούν καλύτερα μέσω υποδειγμάτων που χρησιμοποιούνται στη μηχανική, την οικολογία και την επιδημιολογία. Πιο συγκεκριμένα, όπως τονίζει, η χρηματοοικονομική μόλυνση παρόλο που έχει πολλές ομοιότητες με την επιδημιολογική βιβλιογραφία, σχετικά με την μετάδοση των ασθενειών στα δίκτυα, εντοπίζει δυο σημαντικές διαφορές: πρώτον, στα επιδημιολογικά υποδείγματα, η ευαισθησία του ατόμου να μολυνθεί από άλλο άτομο δεν εξαρτάται από την υγεία των άλλων, σε αντίθεση, η χρεοκοπία ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος, εξαρτάται από την χρεοκοπία του αντισυμβαλλόμενου που έχει ήδη αποτύχει. Δεύτερον, η υψηλότερη διασύνδεση μεταξύ των χρηματοοικονομικών ιδρυμάτων, δημιουργεί αντισταθμιστικά οφέλη για τον επιμερισμό του κινδύνου, καθώς τα ανοίγματα διαφοροποιούνται σε ένα ευρύτερο σύνολο ιδρυμάτων. Στα επιδημιολογικά υποδείγματα από την άλλη, η υψηλότερη διασύνδεση δημιουργεί περισσότερα κανάλια επαφής μέσω των οποίων μπορεί να εξαπλωθεί η λοίμωξη, αυξάνοντας την πιθανότητα μόλυνσης. Οι [Kostylenko et al, \(2019\)](#) ερεύνησαν την μετάδοση μιας χρηματοοικονομικής μόλυνσης για την Ευρώπη, με το επιδημιολογικό υπόδειγμα «Kermack–McKendrick SIR model» και έδειξαν ότι, το χρηματοοικονομικό σύστημα χωρών που αντιμετωπίζουν κρίση χρέους, αποτελεί πηγή παγκόσμιου συστημικού κινδύνου, επειδή απειλεί τη σταθερότητα ενός μεγαλύτερου συστήματος. Σε μια άλλη έρευνα, οι [Kostylenko et al, \(2018\)](#), χρησιμοποιώντας το επιδημιολογικό υπόδειγμα SIR και συνήθεις διαφορικές εξισώσεις, βρήκαν ότι, τράπεζες που δραστηριοποιούνται σε χώρες με τη μεγαλύτερη χρηματοοικονομική επιρροή στην Ευρώπη, όταν βρίσκονται σε κίνδυνο, τότε τείνουν να δημιουργήσουν μια τραπεζική κρίση και κατ' επέκταση αυξάνεται ο συστημικός κίνδυνος στο χρηματοπιστωτικό σύστημα. Οι [Paltalidis et al, \(2015\)](#) σε έρευνά τους, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Maximum Entropy βρήκαν ότι ο συστημικός κίνδυνος είναι λιγότερο εμφανής στα τραπεζικά συστήματα της Βόρειας Ευρωζώνης, ενώ στη Νότια Ευρωζώνη το τραπεζικό σύστημα είναι πιο επιρρεπές στις χρηματοοικονομικές μολύνσεις, αυξάνοντας έτσι τον συστημικό κίνδυνο.

Η χρηματοοικονομική μόλυνση (*financial contagion*) θεωρείται ως μια βασική πτυχή στην μελέτη του συστημικού κινδύνου. Στα οικονομικά και στα χρηματοοικονομικά ο όρος «μετάδοση» ή «μόλυνση» (*contagion*) μπορεί να εξηγηθεί ως μια κατάσταση όπου μια διαταραχή (σοκ) σε μια συγκεκριμένη οικονομία ή περιοχή εξαπλώνεται-μεταδίδεται και επηρεάζει άλλους τομείς μέσω, για παράδειγμα, της πτώσης των τιμών. Μέσω αυτού του φαινομένου, γίνεται αντιληπτή η πιθανότητα εξαπλώσεως της οικονομικής κρίσης στο υπόλοιπο χρηματοοικονομικό σύστημα. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να συμβεί τόσο σε εγχώριο όσο και σε διεθνές επίπεδο. Η αποτυχία της Lehman Brothers στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι ένα παράδειγμα εγχώριας μόλυνσης. Ενώ, σε έρευνά τους οι Akhter & Daly (2017) έδειξαν ότι, τα μεγάλα αρνητικά σοκ στις παγκόσμιες συστημικές τράπεζες μπορούν να μεταδοθούν στις τράπεζες της Αυστραλίας, που σημαίνει ότι το φαινόμενο της μετάδοσης δεν έχει μόνο τοπικό χαρακτήρα, αλλά μπορεί να λάβει και διεθνείς διαστάσεις. Η πρόσφατη χρηματοοικονομική κρίση του 2008-2009, η οποία προκλήθηκε από την κατάρρευση της αγοράς των ενυπόθηκων δανείων στις ΗΠΑ, αποτελεί το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα κινδύνου μετάδοσης (Aloui et al, 2011) αφού σε μικρό χρονικό διάστημα η κρίση εξαπλώθηκε τόσο στις ανεπτυγμένες (Reinhart & Rogoff, 2014), όσο και στις υπόλοιπες οικονομίες του κόσμου (Berkmen et al, 2012). Έτσι, λοιπόν, εξαιτίας της μεταδοτικότητας του κινδύνου, εγείρονται ανησυχίες για το μέλλον της χρηματοπιστωτικής σταθερότητας σε παγκόσμιο επίπεδο (Acemoglu et al, 2015).

Σύμφωνα με τον Hasman (2012), τα τελευταία 25 χρόνια, σχεδόν τα 2/3 των χωρών-μελών του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου έχουν υποστεί κάποιο είδος χρηματοπιστωτικής διαταραχής, και η ακριβής φύση του μηχανισμού μετάδοσης τέτοιων κρίσεων παραμένει ακόμη άγνωστη. Συνήθως, τα κανάλια μετάδοσης προκύπτουν από τις εμπορικές και κεφαλαιακές ροές, τις αγορές χρηματοπιστωτικών μέσων και συναλλαγών, τις διακυμάνσεις των συναλλαγματικών ισοτιμιών και τα θεσμικά χαρακτηριστικά (*institutional features*) - δεσμοί μεταξύ τραπεζών και χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων διαφόρων χωρών, επίπεδο συνεργασίας μεταξύ νομισματικών αρχών, καθεστώς συναλλαγματικών ισοτιμιών (Zanaldá, 2015). Το χρηματοοικονομικό σύστημα όμως, διακρίνεται από την έντονη διασύνδεση που υπάρχει μεταξύ των οντοτήτων που το απαρτίζουν και σε περιόδους ηρεμίας, αυτή η διασύνδεση διευκολύνει την ομαλή λειτουργία του συστήματος, παράλληλα όμως, αποτελεί και ένα κανάλι μετάδοσης κινδύνων ουράς (*tail risks*) (Gabrieli et al, 2015). Ακόμα, η βραχυπρόθεσμη και η μακροπρόθεσμη έκθεση στην διατραπεζική αγορά, αποτελεί ένα σημαντικό κανάλι μετάδοσης των σοκ και μπορεί να επιφέρει μέχρι και την κατάρρευση του συστήματος σύμφωνα με τους Gabrieli et al (2015). Το ίδιο υποστηρίζουν και οι Keregero & Fan (2019), ότι δηλαδή, οι διασυνδέσεις που υπάρχουν μεταξύ των τραπεζών στην διατραπεζική αγορά, μπορούν να γίνουν κανάλια μετάδοσης κινδύνων, συμβάλλοντας έτσι, στην κλιμάκωση των χρηματοοικονομικών διαταραχών στο τραπεζικό σύστημα. Σύμφωνα με τους Καπόπουλο & Λαζαρέτου (1997), η στενή αλληλεξάρτηση που υπάρχει μεταξύ των αγορών κεφαλαίου και χρήματος σε διεθνές επίπεδο σε συνδυασμό με τη χρήση των σύγχρονων ηλεκτρονικών συστημάτων, συμβάλλουν στην ταχεία μετάδοση των τραπεζικών κινδύνων σε ολόκληρο το τραπεζικό σύστημα παγκοσμίως. Άλλοι παράγοντες για τον προσδιορισμό της πιθανότητας μετάδοσης είναι, η δομή της διατραπεζικής αγοράς, το μέγεθος των τραπεζών, οι διασυνδέσεις μεταξύ των τραπεζών καθώς και το επίπεδο συσχέτισης των επενδύσεών τους (Hasman, 2012). Η έρευνα των Dungey & Gajurel (2015) έδειξε ότι η μετάδοση των σοκ από μια ξένη οντότητα διαμέσου μιας ιδιόρρυθμης μετάδοσης (*idiosyncratic contagion*), αυξάνει την πιθανότητα μιας συστημικής κρίσης στο εγχώριο τραπεζικό σύστημα κατά 37%.

Ένας από τους βασικότερους παράγοντες, που οδηγούν σε μια συστημική κρίση είναι οι διαταραχές ρευστότητας στη διατραπεζική αγορά των δανείων. Οι [Brandi et al \(2018\)](#), ανέπτυξαν ένα μοντέλο, το οποίο χρησιμοποιείται στην μελέτη των επιδημιών, και έδειξαν ότι στην αρχή της κρίσης 2007-2008 το διατραπεζικό δίκτυο ήταν ευάλωτο στην μετάδοση του κινδύνου ρευστότητας.

Σύμφωνα με τον [Kenton \(2018\)](#), η μόλυνση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις χρηματοπιστωτικές κρίσεις. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι [Neal & Weidenmier \(2002\)](#), οι οποίοι ερεύνησαν τη σχέση του φαινομένου της μετάδοσης σε όλες τις χρηματοοικονομικές κρίσεις που έχουν καταγραφεί από τη «φούσκα της τουλίπας» μέχρι τη σύγχρονη εποχή.

Τέλος η ποσοτικοποίηση του κινδύνου μετάδοσης μελετήθηκε και από τον [Furfine, \(2003\)](#), στην οποία έρευνα χρησιμοποίησε δεδομένα από όλο το φάσμα των διατραπεζικών συναλλαγών για τις αμερικάνικες τράπεζες και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, η μετάδοση του κινδύνου μέσω της άμεσης διατραπεζικής διασύνδεσης δεν φαίνεται να απειλεί το αμερικάνικο τραπεζικό σύστημα.

3. ΤΡΑΠΕΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

3.1. Εισαγωγή σε βασικές έννοιες

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζουμε συνοπτικά μερικές βασικές έννοιες, όπως τι είναι τράπεζα και τραπεζικό σύστημα, καθώς και πόσες κατηγορίες τραπεζών υπάρχουν. Στο τέλος της ενότητας παρουσιάζονται εν συντομία οι τραπεζικές κρίσεις.

3.1.1 Τράπεζα και Τραπεζικό Σύστημα

Ο όρος «τράπεζα» προέρχεται από τα αρχαία ελληνικά, που σημαίνει τραπέζι ή από τα λατινικά, που σημαίνει «πάγκος» (banca, banque, bank). Σύμφωνα με τον [Κορλίρα \(2006\)](#), «οι τράπεζες αποτελούν τον πιο παραδοσιακό τύπο ενδιάμεσου χρηματοδοτικού οργανισμού και από πλευράς όγκου κεφαλαίων κατέχουν δεσπόζουσα θέση στο όλο σύστημα χρηματοδοτικής διαμεσολάβησης»

Σύμφωνα με τον [Barone \(2019\)](#), τράπεζα είναι ένας χρηματοοικονομικός οργανισμός, που έχει λάβει την άδεια να λειτουργεί νόμιμα από μια κυβέρνηση, δέχεται καταθέσεις, καταβάλλει τόκους, δανείζει και παρέχει διάφορες χρηματοοικονομικές υπηρεσίες στους πελάτες του.

Οι [Σαουντζόγλου & Πεντότης \(2009\)](#) ορίζουν ότι «Τράπεζα είναι ένας ενδιάμεσος χρηματοοικονομικός οργανισμός που διαμεσολαβεί ανάμεσα στις ελλειμματικές και πλεονασματικές μονάδες της οικονομίας και συντελεί στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του χρηματοδοτικού της συστήματος». Οι [Συριόπουλος & Παπαδάμου \(2014\)](#) τονίζουν ότι «τα τραπεζικά ιδρύματα συμβάλλουν στη διευκόλυνση της χρηματοοικονομικής διαμεσολάβησης (μέσα από τον μετασχηματισμό ληκτότητας και κινδύνου και τη δημιουργία ρευστότητας), μειώνουν την ασυμμετρία πληροφόρησης και τα κόστη συναλλαγών».

Με τον όρο **τραπεζικό σύστημα**, νοείται το σύνολο όλων των τραπεζών που λειτουργούν σε μια χώρα, το οποίο αποτελεί τον πυρήνα του χρηματοοικονομικού της συστήματος και περιλαμβάνει την Κεντρική Τράπεζα, τις Εμπορικές Τράπεζες, τις Συνεταιριστικές Τράπεζες και τους Ειδικούς Πιστωτικούς Οργανισμούς. «Η χρησιμοποίηση του όρου «σύστημα» υποδηλώνει ότι ο τραπεζικός κλάδος έχει μια ουσιαστική διαφορά από τους υπόλοιπους τομείς της οικονομίας» ([Κορλίρας, 2006](#)). Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα του τραπεζικού συστήματος είναι ότι εποπτεύεται από τις αρμόδιες Νομισματικές Αρχές κάθε χώρας, που συνήθως είναι η Κεντρική Τράπεζα.

3.1.2 Είδη Τραπεζών

Κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών, έχουν δημιουργηθεί διαφορετικά είδη τραπεζών. Κάθε τράπεζα ειδικεύεται στην παροχή συγκεκριμένων τραπεζικών προϊόντων και απευθύνεται σε διαφορετικές ομάδες πελατών, όπως βιομηχανίες, δημόσιος τομέας, ναυτιλία αλλά και μικροεπενδυτές και καταθέτες. Επομένως, ανάλογα με τα παρεχόμενα τραπεζικά προϊόντα και υπηρεσίες αλλά και τις απαιτήσεις και ιδιαιτερότητες της εκάστοτε οικονομίας, μπορούμε να διακρίνουμε τις ακόλουθες βασικές κατηγορίες τραπεζών:

Κεντρική Τράπεζα (Central Bank) είναι το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα μιας χώρας που συντονίζει τις εγχώριες τράπεζές της ως προς τη γενική πολιτική τους και διαθέτει το εκδοτικό προνόμιο, την αρμοδιότητα δηλαδή να εκδίδει νέο χρήμα. Οι ιδιώτες δεν μπορούν να καταθέτουν τις αποταμιεύσεις τους ή να λάβουν δάνεια από την Κεντρική Τράπεζα. Η Κεντρική Τράπεζα ασχολείται με τον έλεγχο του τραπεζικού συστήματος, δέχεται καταθέσεις και χορηγεί πιστώσεις στις εμπορικές τράπεζες και στο δημόσιο. Μερικές από τις πιο σημαντικές αρμοδιότητες της Κεντρικής Τράπεζας είναι:

- Η διατήρηση των καταθέσεων των εμπορικών τραπεζών (υποχρεωτικά ταμειακά διαθέσιμα).
- Άσκηση νομισματικής πολιτικής.
- Ο έλεγχος του διατραπεζικού δανεισμού.
- Η ρύθμιση του βασικού επιτοκίου και των κανόνων χορήγησης των δανείων από τις εμπορικές τράπεζες προς τους ιδιώτες.
- Η ρύθμιση της τιμής του συναλλάγματος.

Επενδυτική Τράπεζα (Investment Bank). Η επενδυτική τράπεζα είναι ένας πολύπλοκος οργανισμός, που προσφέρει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών και εμπορεύεται τίτλους για να αποκομίσει κέρδη (Arnold, 2012). Η επενδυτική τράπεζα παρέχει μακροπρόθεσμη χρηματοδότηση επενδύσεων παγίου κεφαλαίου ή συμμετέχει στο μετοχικό κεφάλαιο βιομηχανικών κυρίως επιχειρήσεων. Κύριο γνώρισμα αυτής της κατηγορίας τραπεζών είναι ότι προσελκύει μικρό αριθμό μεγάλων πελατών και σταθερών αποταμιευτικών κεφαλαίων. Οι τραπεζικές εργασίες των επενδυτικών τραπεζών έχουν τον χαρακτήρα των «χονδρικών τραπεζικών εργασιών» (wholesale banking) (Κορλίρας, 2006).

Εμπορική Τράπεζα (Commercial Bank). Οι εμπορικές τράπεζες δέχονται όλων των ειδών τις καταθέσεις και χορηγούν διάφορα είδη δανείων. Αποτελούν δηλαδή, τράπεζες «γενικών εργασιών». Η εμπορική τράπεζα βασίζει την ανάπτυξη των δραστηριοτήτων της στη βραχυπρόθεσμη πίστη. Κύριο γνώρισμα αυτής της κατηγορίας τραπεζών είναι «η έμφραση στη διαμεσολάβηση ταχέως ανακυκλούμενων κεφαλαίων και η προσέλκυση μεγάλου αριθμού μικρών και μεγάλων καταθέσεων με υψηλή ρευστότητα» (Κορλίρας, 2006).

Συνεταιριστική Τράπεζα (Co-operative Bank). Η συνεταιριστική τράπεζα είναι ένα τυπικό τραπεζικό ίδρυμα με περιορισμένο μέγεθος, το οποίο διαχειρίζεται κεφάλαια και αποταμιεύσεις πελατών μιας συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής. Για παράδειγμα η Συνεταιριστική Τράπεζα Θεσσαλίας απευθύνεται σε πελάτες που διαμένουν στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Στους σκοπούς αυτής της κατηγορίας τραπεζών είναι η ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας, η προσφορά οικονομικών χρηματοοικονομικών προϊόντων, που προσαρμόζονται στις ανάγκες των πελατών-μελών και η παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών στα μέλη της (Νούλας, 2006).

Παραπάνω είδαμε τις βασικές κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται τα τραπεζικά ιδρύματα. Στη συνέχεια παραθέτουμε τη βασική διάκριση των τραπεζικών εργασιών.

- **Λιανική Τραπεζική (Retail Banking).** Λιανική Τραπεζική είναι η χρηματοδότηση προς μικρές επιχειρήσεις και νοικοκυριά και αφορά την έκδοση καταναλωτικών/στεγαστικών/επιχειρηματικών δανείων και πιστωτικών

καρτών. Οι τράπεζες που έχουν ως κύρια εργασία τη λιανική τραπεζική, έχουν συνήθως μεγάλο δίκτυο υποκαταστημάτων και χορηγούν δάνεια σε πολλούς μικρούς πελάτες. Επίσης, η λιανική τραπεζική χαρακτηρίζεται από μεγάλο όγκο συναλλαγών μικρής αξίας (Matthews & Thompson, 2005).

- **Χονδρική Τραπεζική (Wholesale Banking).** Στη χονδρική τραπεζική, πραγματοποιείται μικρός αριθμός συναλλαγών πολύ μεγάλων χρηματικών ποσών. Ακόμη, οι τράπεζες που ασχολούνται με τη χονδρική τραπεζική, συμμετέχουν ενεργά στη διατραπεζική αγορά (Συριόπουλος & Παπαδάμου, 2014).
- **Γενικευμένη Τραπεζική (Universal Banking).** Στη γενικευμένη τραπεζική, οι τράπεζες έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν σχεδόν ολόκληρο το φάσμα των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών. Σήμερα, αν όχι όλες, οι περισσότερες τράπεζες παρέχουν μια ευρεία ποικιλία υπηρεσιών, οπότε κατά μια έννοια είναι «γενικευμένες τράπεζες» (Matthews & Thompson, 2005).

3.1.3 Τραπεζικές Κρίσεις

Τα τραπεζικά ιδρύματα αντιμετωπίζουν σε καθημερινή βάση ένα πλήθος διαφορετικών κινδύνων και όταν αυτοί οι κίνδυνοι δεν αντιμετωπίζονται έγκαιρα και αποτελεσματικά τότε αυξάνεται η πιθανότητα χρεοκοπίας. Όταν μάλιστα μια τράπεζα αντιμετωπίζει έλλειψη ρευστότητας, ενδέχεται να οδηγηθεί στην πτώχευση και αν αυτή η πτώχευση μεταδοθεί και σε άλλες τράπεζες, λόγω της υψηλής εξάρτησης που έχουν μεταξύ τους οι τράπεζες, τότε προκαλείται στο σύστημα μια συστημική τραπεζική κρίση με απρόβλεπτες συνέπειες στην οικονομία. Οι συστημικές τραπεζικές κρίσεις μπορεί να είναι πολύ επιζήμιες, επειδή τείνουν να οδηγήσουν τις πληγείσες οικονομίες σε βαθιά ύφεση και αιφνίδιες ανατροπές τρεχουσών συναλλαγών. Ορισμένες τέτοιες κρίσεις αποδείχθηκαν μεταδοτικές και εξαπλώθηκαν γρήγορα σε άλλες χώρες χωρίς εμφανείς τρωτότητες (World Bank). Οι τραπεζικές κρίσεις διαφέρουν μεταξύ τους και ξεκινούν είτε από προβλήματα ρευστότητας (π.χ. μαζική εκροή καταθέσεων) είτε όταν οι τράπεζες γίνονται αφερέγγυες. Συχνά οι τραπεζικές κρίσεις συμπίπτουν χρονικά με άλλες κρίσεις, όπως οικονομική κρίση, κρίση στο συνάλλαγμα, και άλλες φορές συμβαίνουν μεμονωμένα.

Στην ιστορία έχουν καταγραφεί πολλές τραπεζικές κρίσεις σε διάφορες χώρες του κόσμου. Χαρακτηριστική είναι η έρευνα των Laeven & Valencia (2012), στην οποία έχουν καταγραφεί συνολικά 147 τραπεζικές κρίσεις μεταξύ 1970-2011. Άλλη μια μεγάλη έρευνα στην οποία έχουν καταγραφεί τραπεζικές κρίσεις ανά τον κόσμο για την περίοδο 1870-2016 είναι των Baron et al (2018).

3.2. Επισκόπηση του Ελληνικού Τραπεζικού Συστήματος

Βασική πηγή χρηματοδότησης για κάθε είδους επένδυση, τόσο για τις μεγάλες, όσο και για τις μεσαίου και μικρού μεγέθους επιχειρήσεις, για τους κλάδους της ναυτιλίας, του τουρισμού, του εμπορίου, τις δημόσιες και ιδιωτικές υποδομές και τη βιομηχανία εξακολουθεί να είναι το τραπεζικό σύστημα. Σύμφωνα με τα τελευταία επίσημα δημοσιευμένα στατιστικά στοιχεία της Τράπεζας της Ελλάδος, σήμερα λειτουργούν στην Ελλάδα τριάντα έξι πιστωτικά ιδρύματα – τράπεζες. Από αυτές οι δεκαπέντε είναι ελληνικές, ενώ συγχρόνως, είναι εγκατεστημένες είκοσι μια αλλοδαπές τράπεζες, εκ των οποίων οι δέκα επτά προέρχονται από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ οι υπόλοιπες τέσσερις από άλλες χώρες εκτός Ευρωπαϊκής ηπείρου. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν με τη μορφή υποκαταστημάτων ξένων τραπεζών έξι γερμανικές, δύο γαλλικές, δύο αυστριακές, ενώ Ολλανδία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Ιρλανδία, Βουλγαρία, Ιταλία και Κύπρος έχουν από μια τράπεζα η καθεμία. Τα προαναφερθέντα πιστωτικά ιδρύματα λειτουργούν με «κοινοτικό διαβατήριο», σύμφωνα με το Ν.4261/2014, Οδηγία 2013/36/ΕΕ. Τα υπόλοιπα πιστωτικά ιδρύματα που έχουν την καταστατική τους έδρα σε χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι μια αμερικάνικη, μια ρώσικη, μια τούρκικη και μια από το Ιράν. Από τις Ελληνικές τράπεζες οι οκτώ είναι κυρίως εμπορικές και μια επενδυτική και οι υπόλοιπες επτά είναι συνεταιριστικές. Εδώ να υπενθυμίσουμε, ότι στο χρηματοπιστωτικό σύστημα της Ελλάδας, εκτός από τις εμπορικές και τις συνεταιριστικές τράπεζες υπήρχε και μια τρίτη κατηγορία, οι ειδικοί χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί, στην οποία εντάσσονταν το Ταχυδρομικό Ταμιευτήριο (σκοπός του ήταν η αποδοχή καταθέσεων ταμιευτηρίου επί των οποίων να πληρώνει μεγαλύτερο επιτόκιο από τις εμπορικές τράπεζες) και το Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων (στους σκοπούς του συμπεριλαμβάνονται η φύλαξη και διαχείριση κάθε είδους παρακαταθήκης, η ενίσχυση της περιφερειακής ανάπτυξης και η χορήγηση στεγαστικών δανείων πρώτης κατοικίας στους υπαλλήλους ΝΠΔΔ). Πλέον, αυτή η κατηγορία καταργήθηκε καθώς το Ταχυδρομικό Ταμιευτήριο το 2013 συγχωνεύθηκε με την τράπεζα Eurobank Ergasias AE, ενώ το Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων από το 2017 εντάχθηκε στον τομέα της γενικής κυβέρνησης και τελεί υπό την εποπτεία του Υπουργού Οικονομικών. Στο σημείο αυτό, να αναφέρουμε ότι την εποπτεία για την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος την έχει η κεντρική τράπεζα, η Τράπεζα της Ελλάδος δηλαδή, η οποία με τη σειρά της εποπτεύεται από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα.

Όπως γίνεται αντιληπτό, το σύγχρονο Ελληνικό τραπεζικό σύστημα έχει συρρικνωθεί δραματικά, όχι μόνο λόγω της χρηματοπιστωτικής κρίσης του 2009, αλλά κυρίως, λόγω των αναδιαρθρώσεων του εγχώριου τραπεζικού συστήματος, που κρίθηκαν επιτακτικές στα πλαίσια των υποχρεώσεων που έχει αναλάβει η χώρα έναντι των εταίρων δανειστών της. Ως συνέπεια αυτής της ριζικής αναδιάρθρωσης, ήταν οι εξαγορές και συγχωνεύσεις μεταξύ των τραπεζών, η άμεση μείωση υποκαταστημάτων και ATM και η δημιουργία τεσσάρων μεγάλων ελληνικών συστημικών τραπεζών. Οι τέσσερις ελληνικές συστημικές τράπεζες είναι η Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος (National Bank of Greece), η Τράπεζα Πειραιώς (Piraeus Bank), η Άλφα Τράπεζα (Alpha Bank) και η Eurobank Ergasias.

4. ΤΡΑΠΕΖΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

4.1 Έννοια Κινδύνου

Σύμφωνα με τον [Ζαπράνη \(2009\)](#), η έννοια του κινδύνου είναι πολυδιάστατη και διαφοροποιείται ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο χρησιμοποιείται, όπως για παράδειγμα στην καθομιλουμένη ο κίνδυνος σχετίζεται με την ανασφάλεια, την αβεβαιότητα και την «έκθεση στην αντιξοότητα». Στα χρηματοοικονομικά κίνδυνος είναι η πιθανότητα ένα πιστωτικό ίδρυμα να υποστεί οικονομική ζημία, εξαιτίας ενός μη αναμενόμενου γεγονότος. Οι [Συριόπουλος & Παπαδάμου \(2014\)](#), υποστηρίζουν ότι, η έννοια του κινδύνου συνδέεται με την έννοια της αβεβαιότητας, η οποία σχετίζεται με την έννοια της αστάθειας (volatility) ή της μεταβλητότητας (variability). Επομένως, ο κίνδυνος μετρά την αβεβαιότητα που ένας επενδυτής είναι διατεθειμένος να αναλάβει για την πραγματοποίηση κέρδους από μια επένδυση. Σύμφωνα με τους [Σχοινιωτάκη & Συλλιγάρδο \(2018\)](#), «*ως κίνδυνος θα μπορούσε να οριστεί η μεταβλητότητα του μελλοντικού εισοδήματος και της καθαρής παρούσας αξίας των ιδίων κεφαλαίων που προκύπτει από τις μεταβαλλόμενες συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος*».

Οι σύγχρονες τραπεζικές εργασίες διακρίνονται από έντονη τάση διεθνοποίησης των οικονομικών τους συναλλαγών αλλά και από αξιοποίηση κερδοσκοπικών ευκαιριών στις παγκόσμιες αγορές χρήματος και κεφαλαίου. Για τον λόγο αυτό λοιπόν, η τράπεζα εκτίθεται σε ένα ευρύ φάσμα κινδύνων, οι οποίοι προέρχονται από διαφορετικές λειτουργίες-πηγές, αλλά και από τις συναλλαγές που πραγματοποιούνται στα πλαίσια των χρηματοοικονομικών αγορών. Οι κίνδυνοι που διατρέχει ένα πιστωτικό ίδρυμα, διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, τους χρηματοοικονομικούς και τους μη χρηματοοικονομικούς κινδύνους. Στους χρηματοοικονομικούς κινδύνους εντάσσονται οι κίνδυνοι που προέρχονται από τις χρηματοοικονομικές λειτουργίες του ιδρύματος, όπως κίνδυνος ρευστότητας, κίνδυνοι αγοράς, πιστωτικός κίνδυνος. Στους μη χρηματοοικονομικούς κινδύνους (ή αλλιώς «ποιοτικοί κίνδυνοι», επειδή μετρούν ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως τη φήμη για παράδειγμα) εντάσσονται οι κίνδυνοι που σχετίζονται με τις άλλες λειτουργίες του ιδρύματος, όπως για παράδειγμα ο νομικός κίνδυνος. Τα πιστωτικά ιδρύματα επομένως, διατρέχονται από πολλούς και διαφορετικούς τύπους κινδύνων, οι σημαντικότεροι εκ των οποίων παρουσιάζονται παρακάτω.

4.2 Είδη Τραπεζικών Κινδύνων

Σε αυτή την υποενότητα πρόκειται να αναφέρουμε τις κυριότερες κατηγορίες κινδύνων που αντιμετωπίζουν τα τραπεζικά ιδρύματα. Η πλήρης και αναλυτική μελέτη των εν λόγω κινδύνων είναι πέρα από τα όρια αυτής της εργασίας και για το λόγο αυτό πρόκειται να παρουσιασθούν συνοπτικά και περιεκτικά οι βασικές πτυχές τους, έτσι ώστε ο αναγνώστης να είναι σε θέση να τους κατανοεί και να τους διαχωρίζει. Η σειρά με την οποία παρουσιάζονται οι κίνδυνοι είναι τυχαία, καθότι πιστεύουμε ότι κάθε κίνδυνος είναι σημαντικός και χρήζει ίσης μεταχείρισης από τους αρμοδίους ιθύνοντες, ώστε να εξασφαλισθεί η εύρυθμη λειτουργία της τράπεζας. Ωστόσο όμως, ενώ όλες οι τράπεζες αντιμετωπίζουν τους ίδιους κινδύνους, η ιεράρχηση της σημαντικότητας των κινδύνων διαφέρει από τράπεζα σε τράπεζα ανάλογα τους τομείς δραστηριοποίησής της, για παράδειγμα, μια επενδυτική τράπεζα αντιμετωπίζει πιο συχνά κινδύνους αγοράς.

4.2.1 Ο κίνδυνος Ρευστότητας

Ο κίνδυνος ρευστότητας (**Liquidity risk**) προκύπτει, όταν το τραπεζικό ίδρυμα δεν έχει την ικανότητα να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις του σε ρευστότητα προς τους καταθέτες, όταν αυτές καθίστανται ληξιπρόθεσμες και απαιτητές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μαζική εκροή καταθέσεων που οδηγεί στο φαινόμενο bank run. Στις περιπτώσεις όπου το πρόβλημα της ρευστότητας είναι έντονο σε μια τράπεζα, ενδεχομένως να οδηγηθεί ολόκληρο το τραπεζικό σύστημα σε κρίση, αν οι καταθέτες μιμηθούν ο ένας τον άλλον, αλλά και λόγω της αλληλεξάρτησης που υπάρχει ανάμεσα στις τράπεζες.

4.2.2 Ο Πιστωτικός κίνδυνος

Ο πιστωτικός κίνδυνος (**Credit risk**) αφορά την πιθανότητα μελλοντικής ζημίας η οποία προκύπτει από την αδυναμία των δανειοληπτών να ανταποκριθούν στην αποπληρωμή τόκων και δανειακών κεφαλαίων σε προκαθορισμένη χρονική στιγμή (**Labarre, 2019**). Αποτελεί έναν χρηματοοικονομικό κίνδυνο, αφού συνδέεται άμεσα με τη χορήγηση δανείων. Ο κίνδυνος αυτός είναι ιδιαίτερα σοβαρός, καθώς, αν είναι αρκετά υψηλός μπορεί να οδηγήσει την τράπεζα σε πτώχευση. Ωστόσο, ο βαθμός αυτού του κινδύνου διαφοροποιείται ανάλογα με την ταυτότητα του δανειολήπτη, το είδος της συναλλαγής και του τραπεζικού προϊόντος. Οι **Συριόπουλος & Παπαδάμου (2014)** διακρίνουν τρεις κατηγορίες πιστωτικού κινδύνου: Ο κίνδυνος αθέτησης (**Default risk**) είναι ο κίνδυνος, δηλαδή, ο αντισυμβαλλόμενος να χάσει κάποια στιγμή την ικανότητα να ανταποκριθεί επιτυχώς στις υποχρεώσεις του προς τον πιστωτικό οργανισμό. Ο κίνδυνος έκθεσης (**Exposure risk**) είναι ο κίνδυνος, δηλαδή, που προκύπτει από το οφειλόμενο ποσό τη στιγμή της αθέτησης και ο κίνδυνος ανάκτησης (**Recovery risk**) είναι το ποσό, δηλαδή, που ανέκτησε η τράπεζα από το οφειλόμενο ποσό τη στιγμή της αθέτησης.

4.2.3 Οι κίνδυνοι Αγοράς

Ο κίνδυνος αγοράς (**Market risk**) οφείλεται στις μη αναμενόμενες μεταβολές των τιμών των χρηματοοικονομικών και χρηματιστηριακών προϊόντων (όπως μετοχές, παράγωγα, συνάλλαγμα κ.α.). Στην βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί τρία είδη κινδύνων αγοράς:

- Ο κίνδυνος επιτοκίων (**interest rate risk**) οφείλεται στη διαφορά ληκτότητας που υπάρχει ανάμεσα στα στοιχεία του παθητικού και του ενεργητικού (**Νούλας, 2006**). Σύμφωνα με τους **Συριόπουλο & Παπαδάμου (2014)**, αυτός ο κίνδυνος προέρχεται από τις αλλαγές του επιτοκίου και διακρίνουμε δυο περιπτώσεις:
 - ο Ο κίνδυνος θέσης (**position risk**) ο οποίος αναφέρεται στη ζημία που μπορεί να υποστεί η αξία του χαρτοφυλακίου μιας τράπεζας εξαιτίας των μεταβολών στις τιμές των στοιχείων του ενεργητικού από τις αλλαγές των επιτοκίων.
 - ο Ο κίνδυνος εισοδήματος (**income risk**) αφορά την πιθανότητα μείωσης του εισοδήματος της τράπεζας από μη αναμενόμενες μεταβολές των επιτοκίων και λόγω αδυναμίας σύζευξης ανάμεσα στις απαιτήσεις και υποχρεώσεις του πιστωτικού ιδρύματος (**maturity mismatch of assets and liability**) διακρίνουμε δυο κατηγορίες κινδύνου εισοδήματος (**Casu et al, 2006**):

- Ο κίνδυνος επανεπένδυσης (reinvestment risk) προκύπτει όταν η τράπεζα επενδύει τα κεφάλαιά της με απόδοση μικρότερη του κόστους δανεισθέντων κεφαλαίων και η ληκτότητα του παθητικού είναι μεγαλύτερη του ενεργητικού (Νούλας, 2006). Επομένως σε αυτή την περίπτωση η τράπεζα αντλεί κεφάλαια με βραχυπρόθεσμο δανεισμό.
- Ο κίνδυνος επαναχρηματοδότησης (refinancing risk) όπως ορίζεται από Saunders & Cornett (2008) είναι «το κόστος της άντλησης κεφαλαίων εκ νέου δανεισμού που θα αυξηθεί πάνω από τις αποδόσεις που προκύπτουν από τις επενδύσεις των περιουσιακών στοιχείων». Αυτός ο κίνδυνος εμφανίζεται όταν η ληκτότητα του παθητικού μιας τράπεζας είναι μικρότερη από του ενεργητικού και το κόστος επαναδανεισμού της τράπεζας είναι μεγαλύτερο από την απόδοση των επενδύσεων (Νούλας, 2006).
- Ο συναλλαγματικός κίνδυνος (foreign exchange risk) προκύπτει όταν στοιχεία του ενεργητικού και του παθητικού έχουν εκφραστεί σε ξένο νόμισμα και επηρεάζονται από τις συναλλαγματικές διακυμάνσεις. Πιο συγκεκριμένα, «είναι η πιθανότητα ζημίας και μεταβολής της καθαρής θέσης μιας τράπεζας, λόγω μιας μεταβολής της ισοτιμίας του νομίσματος στο οποίο έχει γίνει μια επένδυση ή στο οποίο έχουν αντληθεί κεφάλαια ως προς το νόμισμα στο οποίο αυτές αποτιμώνται» (Συριόπουλος & Παπαδάμου, 2014).
- Ο κίνδυνος μετοχικών τίτλων και εμπορευμάτων (equity and commodity risk) προέρχεται από τις διακυμάνσεις των τιμών των μετοχών και των χρηματιστηριακών δεικτών που υπάρχουν στο χαρτοφυλάκιο μιας τράπεζας. Οι τιμές των χρηματιστηριακών δεικτών επηρεάζονται από τις τιμές των εμπορευμάτων (πετρέλαιο, χρυσός, άργυρος κα) που διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο.

4.2.4 Ο Λειτουργικός κίνδυνος

Ο **λειτουργικός κίνδυνος (Operational risk)** προκύπτει ως αποτέλεσμα αποτυχημένων επιχειρηματικών διαδικασιών στις καθημερινές δραστηριότητες της τράπεζας. Με άλλα λόγια, το πιστωτικό ίδρυμα κινδυνεύει να υποστεί ζημία, η οποία οφείλεται σε προβλήματα από πιθανές λειτουργικές αστοχίες. Παραδείγματα τέτοιου κινδύνου είναι η αναποτελεσματική λειτουργία των εσωτερικών ελέγχων, πληρωμές που πιστώνονται σε λάθος λογαριασμό, αποτυχημένες εσωτερικές διαδικασίες (*failed internal processes*), ανθρώπινο σφάλμα. Υπάρχουν συγγραφείς όπως Σαπουντζόγλου & Πεντότης (2009) που διαχωρίζουν τον λειτουργικό κίνδυνο σε δυο βασικές κατηγορίες:

- Στον κίνδυνο λειτουργικής αποτυχίας ή εσωτερικό λειτουργικό κίνδυνο (ο κίνδυνος, δηλαδή, που οφείλεται στην υλοποίηση του επιχειρησιακού σχεδίου από την τεχνολογία, τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό).
- Στον Στρατηγικό λειτουργικό κίνδυνο ή Εξωτερικό λειτουργικό κίνδυνο (ο κίνδυνος, δηλαδή, που οφείλεται σε ακατάλληλη επιλογή στρατηγικής, ως αντίδραση σε μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος, όπως συνθήκες ανταγωνισμού).

Από την άλλη οι [Συριόπουλος & Παπαδάμου \(2014\)](#) διαχωρίζουν τον λειτουργικό κίνδυνο σε:

- Κίνδυνο φήμης (reputation risk) είναι ο κίνδυνος, δηλαδή, που προκύπτει από τον αντίκτυπο μιας αρνητικής φήμης για την τράπεζα και μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την πιστοληπτική υποβάθμιση και την απώλεια πελατείας.
- Κίνδυνος τεχνολογίας (technology risk) είναι ο κίνδυνος, δηλαδή, που οφείλεται στην καταστροφή ή την κακοδιαχείριση του τεχνολογικού εξοπλισμού, των συστημάτων πληροφορικής και των δικτύων επικοινωνίας.

4.2.5 Ο Θεσμικός κίνδυνος

Ο **θεσμικός ή νομικός κίνδυνος (Legal risk)** συνίσταται σε μη ευνοϊκές αλλαγές στο ρυθμιστικό, νομοθετικό και φορολογικό πλαίσιο, που διέπουν τα πιστωτικά ιδρύματα. Επίσης, αυτός ο κίνδυνος προκύπτει και από παράνομες δραστηριότητες του οργανισμού, αλλά και από τη μη συμμόρφωση του οργανισμού με την ισχύουσα νομοθεσία.

4.2.6 Ο κίνδυνος Χώρας

Ο **κίνδυνος χώρας (Country risk)** αφορά κατά κύριο λόγο την δραστηριοποίηση των πιστωτικών ιδρυμάτων σε χώρα διαφορετική από αυτή που έχουν την καταστατική τους έδρα. Αφορά επιπλέον και επιχειρηματικές συναλλαγές που πραγματοποιούνται με άλλα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα του εξωτερικού, όπως για παράδειγμα η εξαγορά μεριδίου ξένης τράπεζας από εγχώρια. Αυτός ο κίνδυνος αναφέρεται στις διαφορές που έχει να αντιμετωπίσει το εκάστοτε ίδρυμα σε νομοθετικό, φορολογικό, ανταγωνιστικό, οικονομικό και κοινωνικό περιβάλλον σε ξένο έδαφος, από το αντίστοιχο εγχώριο. Ο κίνδυνος χώρας προκύπτει, όταν μια χώρα δεν είναι σε θέση να ανταποκριθεί πλήρως ή μερικώς στις υποχρεώσεις της προς μια τράπεζα και αυτό συμβαίνει συνήθως, όταν η κυβέρνηση κάνει στάση πληρωμών ή αλλάζει τους όρους αποπληρωμής ή όταν αυτή η χώρα βρίσκεται σε οικονομική αστάθεια ([Συλλιγάρδος & Σχοινιωτάκης, 2018](#)).

4.2.7 Άλλοι τραπεζικοί κίνδυνοι

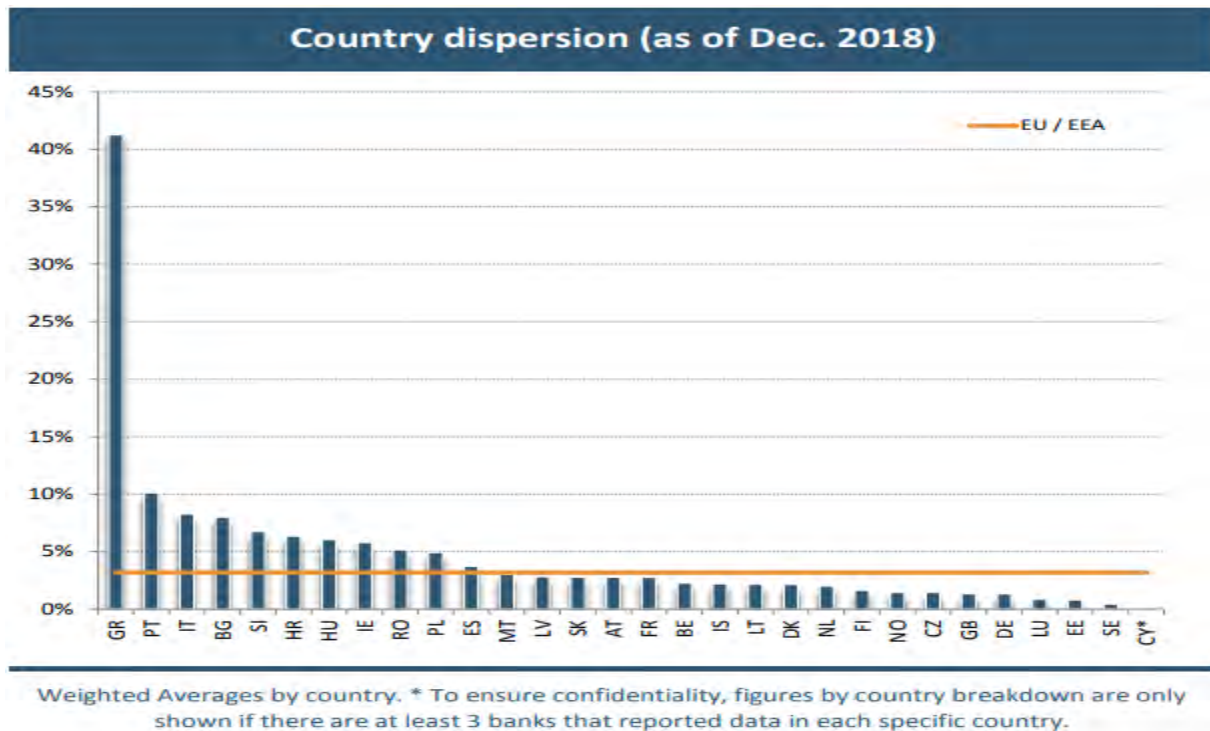
Εκτός από τους παραπάνω κλασικούς κινδύνους που διατρέχουν τα πιστωτικά ιδρύματα, στην βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί και άλλοι κίνδυνοι που δεν είναι ιδιαίτερα γνωστοί ή η εμφάνισή τους είναι λιγότερο συχνή. Υπάρχουν όμως, και νέοι αναδυόμενοι κίνδυνοι λόγω των νέων συνθηκών που διαμορφώνουν το σύγχρονο τραπεζικό περιβάλλον. Παρακάτω παραθέτουμε ορισμένους από αυτούς τους κινδύνους, οι οποίοι θα μπορούσαν να ενταχθούν ως υποκατηγορία σε κάποιους από τους προαναφερθέντες κινδύνους.

Κίνδυνος Υποδείγματος (Model Risk) αναφέρεται στην πιθανή ζημία της τράπεζας από επιλογή ακατάλληλου υποδείγματος για την μοντελοποίηση χρηματοοικονομικών προϊόντων. Ακόμη, ο κίνδυνος αυτός προκύπτει από την εσφαλμένη εφαρμογή ενός υποδείγματος και την λανθασμένη εκτίμηση των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στο υπόδειγμα, όπως εισαγωγή λάθος δεδομένων και υιοθέτηση μη ρεαλιστικών υποθέσεων ([Ζαπράνης, 2009](#)).

Κίνδυνος Ουράς (Tail Risk) σύμφωνα με τον [Ferguson \(2011\)](#) είναι «ο σπάνιος κίνδυνος πρόκλησης κάποιου καταστροφικού αποτελέσματος στην οικονομία όταν εκδηλώνονται σπάνια γεγονότα στις ουρές της κωδωνοειδούς καμπύλης, η οποία δημιουργεί γεγονότα ανάλογα με τη συχνότητά τους όπως για παράδειγμα, όταν η επένδυση αλλάζει περισσότερο από τρεις τυπικές αποκλίσεις από το μέσο της». Σύμφωνα με [Knaup & Wagner \(2010\)](#), αυτός ο κίνδυνος ορίζεται ως η έκθεση της τράπεζας σε εξαιρετικά μεγάλα (αρνητικά) σοκ της αγοράς. Στην ιστοσελίδα [Breaking Down Finance \(2019\)](#) ο κίνδυνος ουράς ορίζεται ως ο κίνδυνος να συμβεί ένα εξαιρετικά σπάνιο γεγονός αλλά, όταν συμβεί προκαλεί μεγάλες οικονομικές ζημιές στις χρηματοοικονομικές αγορές, επειδή δεν είχε προβλεφθεί και επομένως, είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί, καθώς δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για σπάνια γεγονότα.

Κίνδυνος Μη Εξυπηρετούμενων Δανείων (Non Performing Loans, NPL Risk) Ο κίνδυνος αυτός αφορά τα ήδη υφιστάμενα δάνεια που έχει χορηγήσει η τράπεζα και προκύπτει όταν ο δανειολήπτης για οποιοδήποτε λόγο δεν καταβάλλει καμία πληρωμή είτε τόκων, είτε κεφαλαίου, μέσα σε προκαθορισμένη χρονική περίοδο, οπότε αυτό το δάνειο θεωρείται ως μη εξυπηρετούμενο δάνειο. Στην τραπεζική, τα καταναλωτικά δάνεια θεωρούνται μη εξυπηρετούμενα, όταν ο δανειολήπτης δεν έχει καταβάλλει καμία πληρωμή τόκων ή κεφαλαίου εντός 180 ημερών, ενώ για τα εμπορικά δάνεια ισχύει το περιθώριο των 90 ημερών. Όταν το δάνειο βρίσκεται σε καθυστέρηση μεγαλύτερη από αυτές τις μέρες, τότε αυξάνεται η πιθανότητα μη αποπληρωμής του ([Segal, 2019](#)). Αυτός ο κίνδυνος ανέκαθεν υπήρχε, αλλά η χρηματοοικονομική κρίση 2008-2009 ανέδειξε αυτόν τον κίνδυνο ως την πρώτη απειλή για τα τραπεζικά ιδρύματα της Ευρωζώνης και κυρίως της Ελλάδας, σύμφωνα με το [EBA Risk Index Dashboard \(2018\)](#) όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

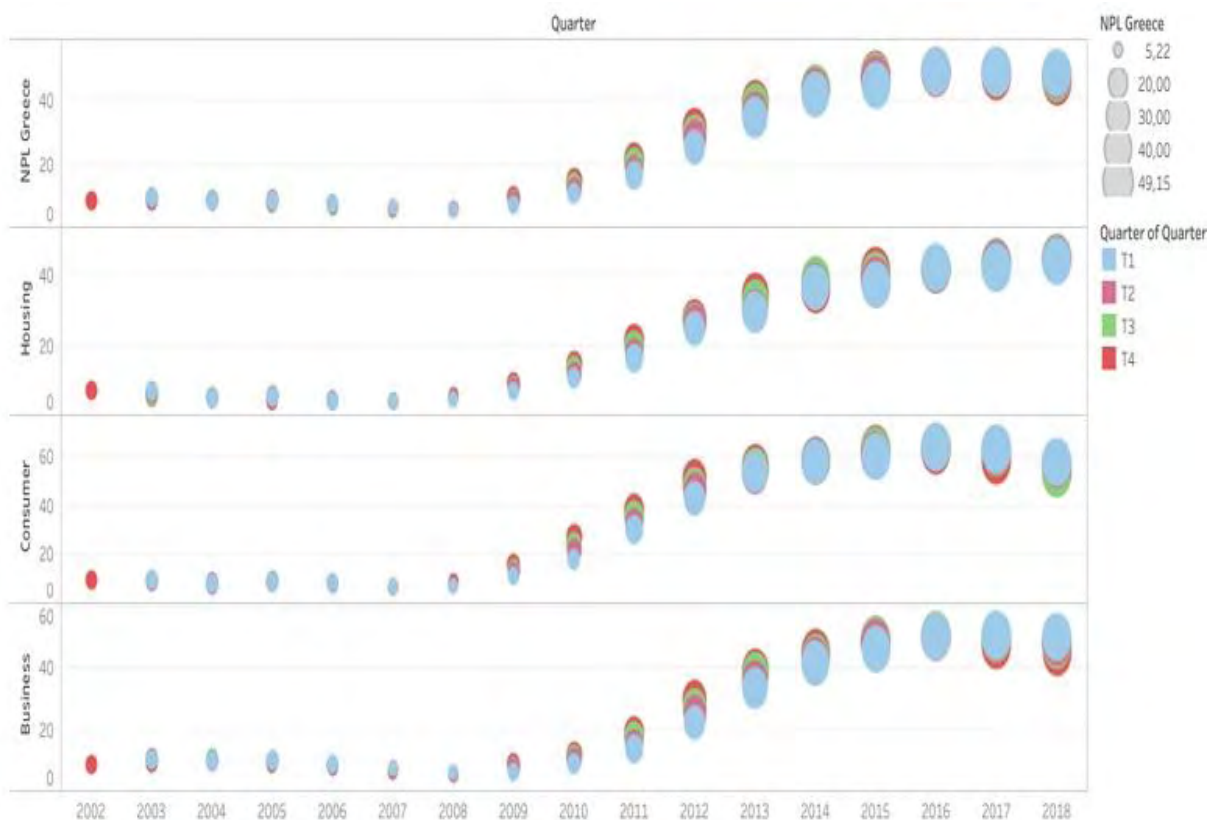
Εικόνα 4.2.1 Τα Μη Εξυπηρετούμενα Δάνεια στην ΕΕ για τον Δεκέμβριο του 2018



Πηγή: EBA Risk Dashboard Q4 2018

Παρατηρώντας την παραπάνω εικόνα, γίνεται αντιληπτό πως στην Ελλάδα το ποσοστό των μη εξυπηρετούμενων δανείων ανέρχεται στο 41% περίπου και είναι το μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τις άλλες χώρες. Την δεύτερη θέση κατέχει η Πορτογαλία με ποσοστό περίπου 10%, ενώ στην τρίτη θέση βρίσκεται η Ιταλία με ποσοστό κάτω από 10%. Όπως γίνεται κατανοητό, η μεγαλύτερη απειλή που θέτει σε κίνδυνο το ελληνικό τραπεζικό σύστημα, είναι ο κίνδυνος των μη εξυπηρετούμενων δανείων ή τα «κόκκινα δάνεια». Στην Εικ.4.2.2, δείχνουμε την εξέλιξη των Μη Εξυπηρετούμενων Δανείων (τόσο για το σύνολο όσο και για τα επιμέρους στεγαστικά, καταναλωτικά και επιχειρηματικά δάνεια) στην Ελλάδα από το τελευταίο τρίμηνο του 2002 έως το τελευταίο τρίμηνο του 2018.

Εικόνα 4.2.2 Η Εξέλιξη των Μη Εξυπηρετούμενων Δανείων στην Ελλάδα 2002-2018



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, Δεδομένα από ΤτΕ

Από την Εικ.4.2.2 διαπιστώνουμε ότι τα Μη Εξυπηρετούμενα Δάνεια στην Ελλάδα άρχισαν την αυξητική πορεία από το 2009 και έφτασαν στο μέγιστο 49,15% το τελευταίο τρίμηνο του 2017 (ενώ το ελάχιστο ποσοστό 5,22% σημειώθηκε το τελευταίο τρίμηνο του 2007). Από τις αρχές του 2018 και μέχρι σήμερα σημειώνεται μια μικρή σταδιακή μείωση. Ακόμη παρατηρούμε ότι, τα «κόκκινα» καταναλωτικά δάνεια είναι πολύ μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα στεγαστικά και επιχειρηματικά δάνεια και μάλιστα το πρώτο τρίμηνο του 2016 έφτασαν στο 63,77%.

Ψηφιακός Κίνδυνος και Κίνδυνος Κυβερνοασφάλειας (Digital Risk and Cybersecurity

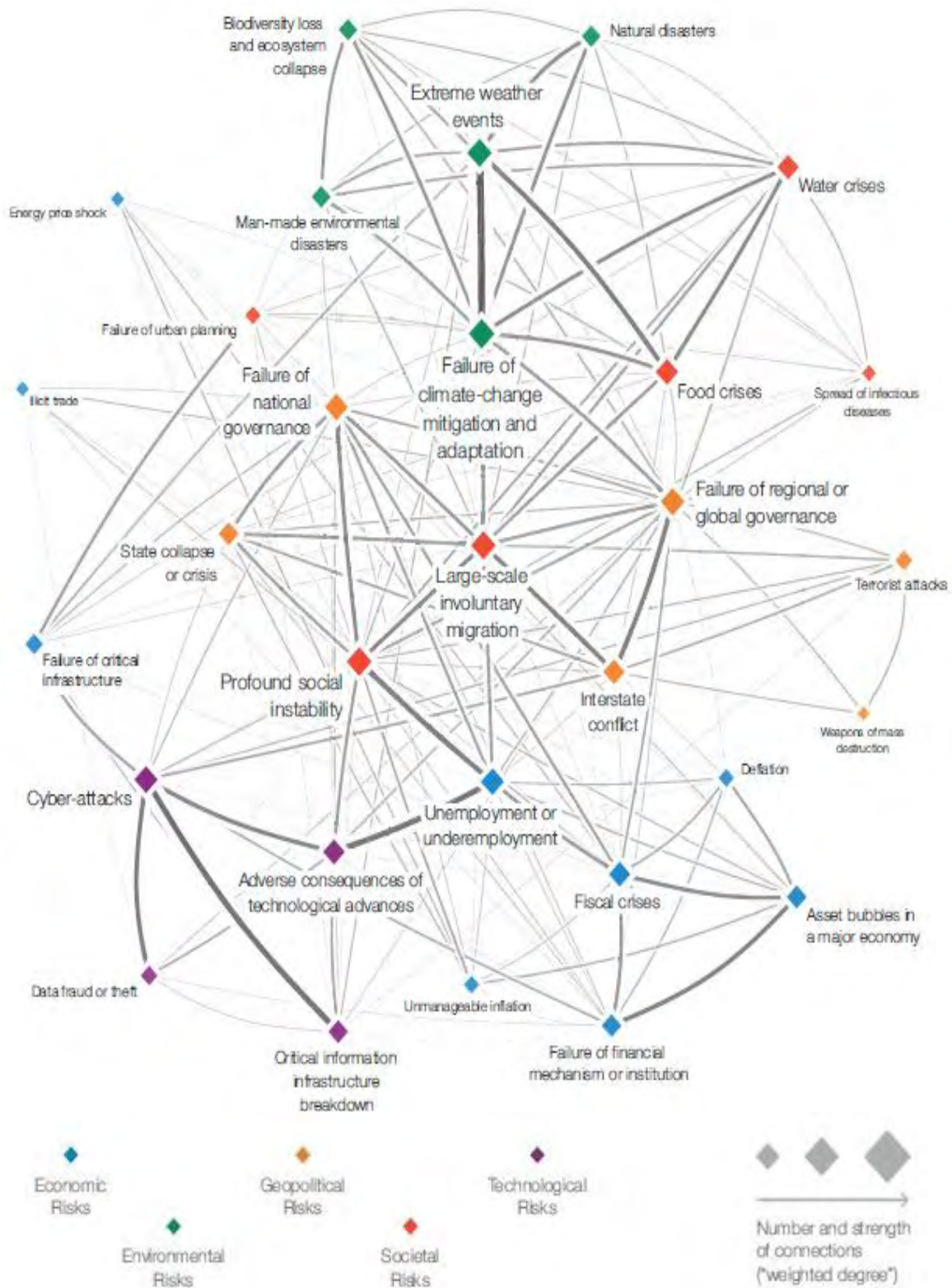
Risk) Στη σύγχρονη εποχή πλέον, ο ψηφιακός μετασχηματισμός (*digital transformation*) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον ευρύτερο χρηματοοικονομικό κλάδο και ιδιαίτερα, στον τραπεζικό, καθώς έχει ενσωματωθεί στη τραπεζική στρατηγική. Ο όρος κυβερνοασφάλεια αναφέρεται στην πρακτική της προστασίας συστημάτων, δικτύων και προγραμμάτων από ψηφιακές επιθέσεις. Οι κυβερνοεπιθέσεις (*cyberattack*), συνήθως αποσκοπούν στην πρόσβαση, αλλαγή ή καταστροφή ευαίσθητων πληροφοριών ή τη διακοπή των κανονικών επιχειρηματικών διαδικασιών. Επομένως, ο κίνδυνος κυβερνοασφάλειας συνίσταται στη ζημία που μπορεί να υποστεί η τράπεζα από κυβερνοεπιθέσεις. Όπως υποστηρίζει ο [Bouveret \(2018\)](#), ο κίνδυνος κυβερνοασφάλειας αποτελεί βασική απειλή για την χρηματοπιστωτική σταθερότητα μετά τις πολλές κυβερνοεπιθέσεις που έχουν υποστεί τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα ανά τον κόσμο. Οι [Bedford et al \(2018\)](#), αναφέρουν χαρακτηριστικά, (στην έκθεση *Global Banking Outlook 2018* της εταιρίας EY) ότι πρώτη προτεραιότητα για τις τράπεζες για το 2018 ήταν η ενίσχυση της ψηφιακής ασφάλειας (*cyber security*), καθώς και η ασφάλεια των δεδομένων τους (*data security*) σε ποσοστό 89%, ενώ με ποσοστό 85%, ως δεύτερη προτεραιότητα για τις τράπεζες, είναι η επένδυση για την ενίσχυση και αναβάθμιση των ψηφιακών τους συστημάτων. Ο **ψηφιακός κίνδυνος** είναι ο κίνδυνος ζημίας από προβλήματα που προκύπτουν στα τεχνολογικά προηγμένα ψηφιακά συστήματα (όπως ψηφιακές εφαρμογές, αυτοματοποίηση διαδικασιών/αποφάσεων/ροής εργασιών, ψηφιοποιημένη παρακολούθηση (*digitized monitoring*), προηγμένα αναλυτικά εργαλεία συμπεριλαμβανομένης της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής νοημοσύνης) που χρησιμοποιεί η τράπεζα, για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητά της και να ανταπεξέλθει επιτυχώς, στις σύγχρονες απαιτήσεις των πελατών της ([Ganguly et al, 2017](#)).

Κίνδυνος Φερεγγυότητας (Solvency Risk) εκφράζει την ανικανότητα της τράπεζας να απορροφήσει τις ζημίες που προκαλούνται από άλλους τύπους κινδύνων με το διαθέσιμο κεφάλαιο. Η φερεγγυότητα σχετίζεται με την καθαρή θέση της τράπεζας και το κεφάλαιο βάσης ([Bessis, 2010](#)).

Ηθικός Κίνδυνος (Moral Hazard) προκύπτει όταν ο δανειζόμενος, από αμέλεια, προβαίνει σε ενέργειες αντίθετες από αυτά που ορίζει η σύμβαση του δανείου. Το γεγονός αυτό ο δανειστής το εκλαμβάνει ως αύξηση της πιθανότητας μη αποπληρωμής των υποχρεώσεων που έχει αναλάβει ο αντισυμβαλλόμενός του ([Συριόπουλος & Παπαδάμου, 2014](#)).

Ανακεφαλαιώνοντας όλα τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό ότι ένα πιστωτικό ίδρυμα είναι επιρρεπές σε ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών κινδύνων, είτε προέρχονται από το εσωτερικό, είτε το εξωτερικό του περιβάλλον. Στην παρακάτω εικόνα δείχνουμε τη διασύνδεση των κινδύνων σύμφωνα με το [Global Risks Report 2019 World Economic Forum](#) το περιβάλλον δηλαδή, των κινδύνων μέσα στο οποίο οι τράπεζες αναπτύσσουν τις δραστηριότητές τους.

Εικόνα 4.2.3 Το δίκτυο των κινδύνων σε παγκόσμια κλίμακα σύμφωνα με το Global Risk Report 2019



Πηγή: World Economic Forum, Global Risk Report 2019

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η έρευνά μας βασίζεται σε ένα θεωρητικό υπόδειγμα, το οποίο έχει προταθεί από την Wei (2017). Το υπόδειγμα αποτελείται από ένα σύστημα δέκα διαφορικών εξισώσεων και εξετάζει τον δανεισμό μεταξύ δυο τραπεζών, σε δυο πιθανές περιπτώσεις. Στη μια περίπτωση, μελετάται ο δανεισμός με μηδενικό επιτόκιο, έχοντας ως δεδομένο, ότι δεν πρόκειται να αποπληρωθεί ποτέ, και αυτό είναι εν γνώσει των τραπεζών. Στην άλλη περίπτωση, ο δανεισμός πραγματοποιείται με θετικό επιτόκιο και πρόκειται να αποπληρωθεί. Η πρώτη περίπτωση μας κέντρισε το ενδιαφέρον, καθότι θεωρούμε ότι περιέχει ιδιαίτερες αρχικές συνθήκες (δηλαδή αρχικές τιμές παραμέτρων και υποθέσεις) και για το λόγο αυτό, πρόκειται να ασχοληθούμε μόνο με αυτό το υπόδειγμα. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι υποθέσεις, οι μεταβλητές και το υπόδειγμα με τις συνήθεις διαφορικές εξισώσεις. Πριν όμως, γνωρίσουμε το υπόδειγμα θα αναφέρουμε εν συντομία την έννοια και τη χρησιμότητα της Δυναμικής Οικονομικής Ανάλυσης.

5.1 Δυναμική Οικονομική Ανάλυση

Η Οικονομική Δυναμική τα τελευταία χρόνια έχει γίνει ένα απαραίτητο εργαλείο ανάλυσης διαφόρων οικονομικών φαινομένων (κυρίως μακροοικονομικής φύσεως) που χαρακτηρίζονται από μη γραμμικότητα (Shone, 2002). Η έννοια της Δυναμικής προέρχεται από τον κλάδο της Φυσικής επιστήμης και αναφέρεται σε μια κατάσταση, στην οποία υπάρχει διαρκής αλλαγή (όπως κίνηση), η οποία μπορεί να είναι αβέβαιη, απροσδόκητη και μη ομαλή. Στον πραγματικό κόσμο, ο ρυθμός μεταβολής των οικονομικών μεταβλητών, όπως το κεφάλαιο και ο πληθυσμός, είναι διαφορετικός σε κάθε χρονική στιγμή. Σύμφωνα με τον Roos (1934), στην Οικονομική Δυναμική θεωρία, τα οικονομικά φαινόμενα δεν παραμένουν στατικά αλλά αλλάζουν διαρκώς με την πάροδο του χρόνου. Ο Shone (2003), υποστηρίζει ότι στην Δυναμική Ανάλυση μελετάται πώς αλλάζουν τα οικονομικά φαινόμενα με την πάροδο του χρόνου και για τον λόγο αυτό ο χρόνος πρέπει να καθορισθεί με ακρίβεια για κάθε μεταβλητή. Ο Gandolfo (1997) υιοθετεί ως ορισμό «Ένα σύστημα είναι δυναμικό εάν η συμπεριφορά του στη διάρκεια του χρόνου καθορίζεται από συναρτησιακές εξισώσεις (εξισώσεις δηλαδή όπου η άγνωστη μεταβλητή είναι μια συνάρτηση), στις οποίες οι μεταβλητές σε διαφορετικές χρονικές στιγμές εμπλέκονται με ουσιαστικό τρόπο». Ένα κρίσιμο στοιχείο της Οικονομικής Δυναμικής είναι ότι ο χρόνος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και η μελέτη των οικονομικών φαινομένων εμπεριέχει χρονική υστέρηση παρελθόντος ($y_t=f(y_{t-1})$) ή/και χρονική υστέρηση μέλλοντος ($y_t=g(Ey_{t+1})$) (Shone, 2002). Οι οικονομικές μεταβλητές αναφέρονται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και όλες εμπεριέχουν το στοιχείο του χρόνου. Σύμφωνα με τον Chiang (2009), η δυναμική μοντελοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σε συνεχή (όταν μια μεταβολή της μεταβλητής συμβαίνει σε κάθε σημείο του χρόνου, π.χ. συνεχής ανατοκισμός), είτε σε διακριτό (όταν η μεταβλητή υφίσταται μια μεταβολή στη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου) χρόνο αφού η δυναμική περιέχει από τη φύση τον χρόνο. Ακόμη, οι πιο απλές μορφές συναρτησιακών εξισώσεων που χρησιμοποιούνται ευρέως στην Οικονομική Δυναμική είναι οι γραμμικές και οι διαφορικές εξισώσεις. Τα βασικά πλεονεκτήματα της δυναμικής οικονομικής ανάλυσης είναι τα ακόλουθα:

- Στην Οικονομική Δυναμική μελετάμε τη διαδρομή - πορεία της αλλαγής ή την κίνηση προς το σημείο ισορροπίας.
- Η Οικονομική Δυναμική αποτελεί ένα «βίντεο» της υπό μελέτη μεταβλητής και όχι ένα απλό στιγμιότυπο. Με άλλα λόγια, μέσω αυτής της ανάλυσης, μας δίνεται η δυνατότητα να παρακολουθούμε διαρκώς την πορεία του εξεταζόμενου φαινομένου.
- Η Δυναμική Ανάλυση δίνει αποτελέσματα πιο κοντά στην πραγματικότητα καθώς λαμβάνει όλες τις οικονομικές παραμέτρους ως μεταβαλλόμενες και όχι σταθερές.
- Μέσω της Δυναμικής μπορεί να προβλεφθεί η μελλοντική πορεία μιας οικονομίας με βάση τα διαρθρωτικά της χαρακτηριστικά (Halkos & Tsilika, 2012).

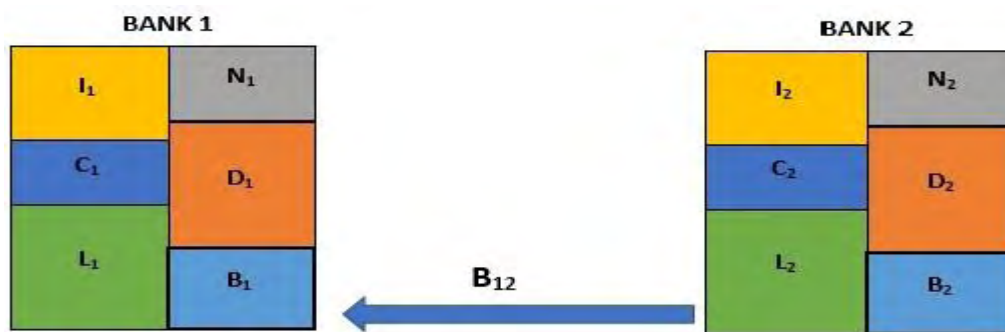
Στο σημείο αυτό, να επισημάνουμε ότι λόγω της πολυπλοκότητας που παρουσιάζουν τα δυναμικά συστήματα, λίγοι επιστήμονες ασχολούνταν συστηματικά με τη μελέτη τους, κυρίως λόγω περιορισμένων τεχνολογικών πόρων. Γι' αυτόν τον λόγο, δεν ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένα στο παρελθόν, παρόλο που είχαν αναπτυχθεί ως ξεχωριστό γνωστικό πεδίο στην επιστήμη των Μαθηματικών. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως, η ραγδαία τεχνολογική πρόοδος, ιδιαίτερα στον τομέα των ηλεκτρονικών υπολογιστών και η ανάπτυξη μαθηματικών λογισμικών πακέτων, επιτρέπουν τόσο την επίλυση πολύπλοκων μη γραμμικών διαφορικών εξισώσεων, αλλά και την γραφική τους απεικόνιση, δίνοντας στον ερευνητή πολύτιμες πληροφορίες (Hirsch, Smale και Devaney, 2004).

5.2 Το Υπόδειγμα

Όπως έχουμε αναφέρει, το υπόδειγμα το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε έχει δημιουργηθεί από την Wei (2017) και βασίστηκε στο υπόδειγμα των Iori et al (2006). Το συγκεκριμένο υπόδειγμα είναι θεωρητικό και νέο και εξετάζει την περίπτωση, σύμφωνα με την οποία το τραπεζικό σύστημα αποτελείται από δυο μόνο τράπεζες και η δεύτερη δανείζει την πρώτη τράπεζα, η οποία θα υποστεί μια διαταραχή στις καταθέσεις της. Εμείς πρόκειται να μελετήσουμε διάφορες περιπτώσεις, στις οποίες μεταβάλλουμε τις τιμές ορισμένων παραμέτρων.

Πριν παρουσιάσουμε το σύστημα των εξισώσεων που απαρτίζουν το υπόδειγμα, πρόκειται να δώσουμε μερικές βασικές πληροφορίες για το πώς έχει σχεδιασθεί η βασική δομή μιας τράπεζας και πώς αυτή συνδέεται με άλλες τράπεζες. Στο σημείο αυτό να υπογραμμίσουμε, ότι στον πραγματικό κόσμο, τόσο η δομή, όσο και η διατραπεζική διασύνδεση είναι πολύπλοκη και για το λόγο αυτό το υπόδειγμα έχει σχεδιασθεί από απλές και κατανοητές υποθέσεις, έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνει τις πιο βασικές τραπεζικές λειτουργίες, όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα.

Εικόνα 5.2.1 Το τραπεζικό σύστημα αποτελούμενο από δυο τράπεζες



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Πιο συγκεκριμένα, το τραπεζικό σύστημα παρουσιάζεται ως ένα δίκτυο, στο οποίο ανεξάρτητες τράπεζες αποτελούν τους κόμβους του συστήματος, ενώ ο διατραπεζικός δανεισμός (*interbank borrowing and lending*), καθώς και το διατραπεζικό επιτόκιο είναι οι σύνδεσμοι μεταξύ των δυο τραπεζών. Αυτοί οι σύνδεσμοι, οι οποίοι καθορίζουν τη δομή του συστήματος, υπάρχουν εντός των διαφορικών εξισώσεων του δυναμικού υποδείγματος. Η δυναμική δομή του υποδείγματος αντιπροσωπεύεται από συνήθεις διαφορικές εξισώσεις, οι οποίες εμπεριέχουν στοιχεία του Ισολογισμού μιας τράπεζας και περιγράφουν, πώς οι τραπεζικές λειτουργίες που σχετίζονται με τα μετρητά, τις επενδύσεις και τον δανεισμό, αλλάζουν με το χρόνο. Επίσης, αυτές οι διαφορικές εξισώσεις μας δίνουν τη δυνατότητα να αναλύσουμε τον συστημικό κίνδυνο.

Σύμφωνα με το υπόδειγμα, οι βασικές τραπεζικές λειτουργίες είναι: η συλλογή καταθέσεων, ώστε να συσσωρευτούν μετρητά και να καταβληθεί ο τόκος στους καταθέτες, η επένδυση των μετρητών, ώστε η τράπεζα να αποκομίσει κέρδος από τις αποδόσεις των επενδύσεων, ο δανεισμός χρημάτων σε άλλες τράπεζες ώστε να κερδίσει από τους τόκους και ο δανεισμός χρημάτων από άλλες τράπεζες με την καταβολή των αντίστοιχων τόκων. Μέσω αυτών των λειτουργιών, η τράπεζα δημιουργεί κέρδος, αυξάνει την καθαρή θέση και τα μετρητά ώστε να αποφύγει τυχόν χρεοκοπία. Αυτές οι λειτουργίες φαίνονται στην παρακάτω εικόνα του τραπεζικού ισολογισμού.

Εικόνα 5.2.2 Απλουστευμένος Ισολογισμός μιας τράπεζας



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι το απαιτούμενο ποσοστό μετρητών (*cash reserve ratio requirement*), το οποίο επιβάλλεται από την κεντρική τράπεζα να υπάρχει στις τράπεζες. Κάθε τράπεζα σε κάθε χρονική στιγμή πρέπει να κρατάει ένα ποσοστό μετρητών τουλάχιστον ίσο ή πάνω από το απαιτούμενο όριο (που είναι θετικό μέγεθος) που θέτει η κεντρική τράπεζα (και προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των συνολικών καταθέσεων επί το απαιτούμενο όριο). Αυτό το ποσοστό, αποτελεί και την δικλείδα ασφαλείας για κάθε τράπεζα ώστε να αποφύγει τις επιπτώσεις από την αποτυχία των επενδύσεων, αλλά και τυχόν χρεοκοπία. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις, όπως λόγω χάριν όταν οι καταθέτες αποσύρουν ομαδικά μεγάλα ποσά, όπου τα διαθέσιμα μετρητά πέφτουν κάτω από το υποχρεωτικό όριο και σε αυτή την περίπτωση, προκειμένου να συμπληρώσει το υπολειπόμενο ποσό, η τράπεζα θα στραφεί στη διατραπεζική αγορά και θα δανειστεί από την τράπεζα με πλεονάζοντα μετρητά.

Όπως γίνεται κατανοητό, βάσει των τραπεζικών λειτουργιών που είδαμε παραπάνω, οι μεταβλητές μας είναι οι καταθέσεις (D , deposits), τα μετρητά (C , cash), οι επενδύσεις (I , investments), ο διατραπεζικός δανεισμός (B borrowing, L lending) και η καθαρή θέση (N , net-worth), η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$N = I + C + L - D - B$$

Παρακάτω παρουσιάζονται συνολικά δέκα διαφορετικές εξισώσεις (εξ. 5.1 έως 5.10), που απαρτίζουν το δυναμικό μοντέλο του υπό μελέτη τραπεζικού συστήματος. Αυτές οι διαφορετικές εξισώσεις, περιέχουν τις χρονικές παραγώγους των μεταβλητών: C μετρητών, I επενδύσεων και του δανεισμού (L lending, B borrowing), δηλαδή $\frac{dC}{dt}$, $\frac{dI}{dt}$, $\frac{dB}{dt}$, $\frac{dL}{dt}$. Το σοκ που προκαλείται στις καταθέσεις ενδέχεται να επηρεάσει σε τέτοιο βαθμό το επίπεδο των μετρητών ώστε να το οδηγήσει κάτω από το επιτρεπόμενο όριο. Σε αυτή την περίπτωση, η τράπεζα που θα έχει πρόβλημα στα μετρητά, θα δανειστεί από την άλλη τράπεζα. Έτσι, λοιπόν, οι δυο τράπεζες συνδέονται μεταξύ τους μέσω του διατραπεζικού δανεισμού, γεγονός που επηρεάζει το επίπεδο των μετρητών τους (αφού η τράπεζα που δανείζει μειώνει τα μετρητά της, ενώ η τράπεζα που δανείζεται αυξάνει τα μετρητά της).

Καταθέσεις

Η μεταβλητή «καταθέσεις» θεωρούμε ότι είναι μια εξωγενής μεταβλητή, καθότι το μέγεθός της εξαρτάται από τους καταθέτες και όχι από την τράπεζα. Οι διακυμάνσεις στο μέγεθος αυτής της μεταβλητής, προκαλούν διαταραχή (σοκ) στην τράπεζα, επηρεάζοντας αρνητικά τα αποθέματα των μετρητών και εκθέτοντάς την σε κίνδυνο χρεοκοπίας. Παρακάτω δείχνουμε τις εξισώσεις των καταθέσεων, μια για κάθε τράπεζα, όπου η μεταβλητή μας εξαρτάται από μια τυχαία συνάρτηση του χρόνου ε_{it} . Η εξ. 5.1 δείχνει ότι οι τράπεζες θα έχουν μια διακύμανση στις καταθέσεις τους ανάλογη του μέσου μεγέθους τους (Iori et al, 2006). Επίσης, δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των διακυμάνσεων των καταθέσεων ανάμεσα στις δυο τράπεζες.

$$D_{1t} = |\bar{D} + \bar{\sigma}_D \varepsilon_{1t}|$$

$$D_{2t} = |\bar{D} + \bar{\sigma}_D \varepsilon_{2t}|$$
(5.1)

Το D_{1t} αντιπροσωπεύει το σύνολο των καταθέσεων της πρώτης τράπεζας ενώ το D_{2t} είναι το σύνολο των καταθέσεων της δεύτερης τράπεζας. Το \bar{D} είναι η μέση τιμή των καταθέσεων και σε ένα ομογενές σύστημα, όπως το δικό μας, είναι ίδιο μέγεθος για κάθε τράπεζα, το σ_D είναι το εύρος του σοκ και θεωρούμε ότι είναι θετικός αριθμός, το ε_{1t} είναι μια τυχαία μεταβλητή (για την πρώτη τράπεζα), η οποία ακολουθεί την κανονική κατανομή ($\varepsilon_t \sim N(0,1)$). Όταν το ε_t είναι θετικό, αυτό σημαίνει ότι αυξάνεται η εισροή καταθέσεων, ενώ όταν είναι αρνητικό οι καταθέσεις μειώνονται. Αντίστοιχη ερμηνεία έχει και το, ε_{2t} .

Διατραπεζικός Δανεισμός

Η σύνδεση μεταξύ των δυο τραπεζών πραγματοποιείται μέσω του διατραπεζικού δανεισμού και η εξίσωση είναι η ακόλουθη:

$$\frac{dB_{12}}{dt} = \frac{dL_{21}}{dt} = \min[(rD_1 - C_1)^+, (C_2 - rD_2)^+] - a_{12}B_{12}$$
(5.2)

Όπως βλέπουμε, το ποσό που δανείζεται η Τράπεζα-1 από την Τράπεζα-2 σε κάθε χρονική στιγμή, είναι ίδιο με το ποσό που δανείζει η Τράπεζα-2 στην Τράπεζα-1 σε κάθε χρονική στιγμή και προφανώς ισχύει $\frac{dB_{12}}{dt} = \frac{dL_{21}}{dt}$. Η Τράπεζα-1 χρειάζεται να δανειστεί τόσα, ώστε να συμπληρώσει το κατώτατο όριο μετρητών που της υπολείπονται και αυτό δίνεται από τη σχέση: $(rD_1 - C_1)^+$ (το $(x)^+$ σημαίνει $\max\{x, 0\}$)

Από την άλλη, η Τράπεζα-2 θα δανείσει στην Τράπεζα-1, τόσα μετρητά, ώστε να εξακολουθεί να έχει αποθέματα πάνω από το κατώτατο όριο μετρητών και αυτό φαίνεται από τη σχέση $(C_2 - rD_2)^+$. Ουσιαστικά, λοιπόν, το ποσό του δανείου θα είναι το ελάχιστο μεταξύ των δυο παραπάνω ποσοτήτων. Ο όρος $a_{12}B_{12}$ δείχνει τη συμπεριφορά αποπληρωμής, ενώ ο συντελεστής a_{12} αντιπροσωπεύει τη συμβατική υποχρέωση της Τράπεζας-1 να αποπληρώσει ολόκληρο το δάνειο ανά χρονική περίοδο (παίρνει τιμή 1 όταν αποπληρώνει και 0 όταν δεν αποπληρώνει).

Επιτόκια

Η εξ. (5.3) περιγράφει πώς υπολογίζεται το διατραπεζικό επιτόκιο, το οποίο είναι το άθροισμα του επιτοκίου αναφοράς (h_0) και του ασφάλιστρου κινδύνου (*premium risk*) $\frac{a}{e^{z(y-\frac{B_{12}}{C_2})}+1}$ που χρεώνει η κάθε τράπεζα ανάλογα με την ευρωστία της.

$$h_{12} = h_{21} = h_0 + \frac{a}{e^{z(y-\frac{B_{12}}{C_2})} + 1} \quad (5.3)$$

Το B_{12} είναι το συνολικό ποσό που χρωστάει η πρώτη στη δεύτερη τράπεζα, ενώ το C_2 είναι το σύνολο των μετρητών της δεύτερης τράπεζας.

Όταν $\frac{B_{12}}{C_2} = 0$ τότε το επιτόκιο τείνει προς το επιτόκιο βάσης h_0 .

Όταν $\frac{B_{12}}{C_2} = y$ τότε θα έχουμε $h_{12} = h_0 + \frac{a}{2}$.

Όταν $\frac{B_{12}}{C_2} \rightarrow +\infty$ τότε θα έχουμε $h_{12} = h_0 + a$, η οποία αποτελεί και τη μέγιστη τιμή του επιτοκίου.

Όσο μεγαλύτερο είναι το $\frac{B_{12}}{C_2}$ τόσο περισσότερο κίνδυνο ενέχει ο δανεισμός προς την πρώτη τράπεζα, επομένως η τράπεζα που δανείζει πρέπει να χρεώνει υψηλότερο επιτόκιο.

Η παράμετρος z αποτελεί την ταχύτητα μετάβασης από $h_{12} = h_0 + \frac{a}{2}$ σε $h_{12} = h_0 + a$.

Επενδύσεις

Η επενδυτική πολιτική μιας τράπεζας εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των μετρητών και από τις επενδυτικές ευκαιρίες. Όταν τα μετρητά της Τράπεζας-1 πέφτουν κάτω από το κατώτατο επιτρεπόμενο όριο, αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να κάνει οποιαδήποτε επένδυση. Η εξ. (5.4) δείχνει τις αλλαγές στη μεταβλητή «επενδύσεις» στη διάρκεια του χρόνου στον οποίο οι προστιθέμενες επενδύσεις είναι μηδέν. Επίσης ο συντελεστής $-w_1$ είναι το ποσοστό των συνολικών επενδύσεων που έχουν ωριμάσει (*matured investments*) σε κάθε χρονική στιγμή και θεωρούμε ότι είναι σταθερό χάριν απλούστευσης του υποδείγματος. Ο συντελεστής $-v_1$ αντιπροσωπεύει το ποσοστό των συνολικών επενδύσεων που έχουν χαθεί σε κάθε χρονική στιγμή. Αφ' ότου επιτευχθεί ο απαιτούμενος δανεισμός από την Τράπεζα-2, τότε μόνο μπορεί να γίνουν νέες επενδύσεις.

$$\frac{dI_1}{dt} = 0 - w_1 I_1 - v_1 I_1 \quad (5.4)$$

Η εξ. (5.5) μας δείχνει τις επενδύσεις για τη δεύτερη τράπεζα. Ουσιαστικά, η αλλαγή στις επενδύσεις για τη δεύτερη τράπεζα προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ των μετρητών που βρίσκονται πάνω από το κατώτατο όριο και του δανείου προς τη Τράπεζα-1 σε κάθε χρονική στιγμή. Για τους συντελεστές w_2 , v_2 ισχύουν οι ίδιες ερμηνείες όπως και στην Τράπεζα-1.

$$\frac{dI_2}{dt} = \min \left[\left(C_2 - rD_2 - \frac{L_{12}}{dt} \right)^+, opp_2 \right] - w_2 I_2 - v_2 I_2 \quad (5.5)$$

Ο όρος opp_2 είναι η ευκαιρία για επένδυση τη χρονική στιγμή t , είναι μια εξωγενής μεταβλητή και διακυμαίνεται τυχαία γύρω από ένα μέσο όρο \overline{opp} ($\overline{opp} = \delta \bar{D}$ με $0 < \delta < 1$ και $\eta_t \sim N(0,1)$). Αυτό σημαίνει, ότι η ευκαιρία για επένδυση επηρεάζεται από το μέγεθος της τράπεζας.

$$opp_2 = |\overline{opp} + \overline{opp} \sigma_{opp} \eta_t| \quad (5.6)$$

Μετρητά

Οι εξισώσεις (5.7) και (5.8) για κάθε τράπεζα χωριστά, δείχνουν πώς συνδέονται τα μετρητά με τις υπόλοιπες μεταβλητές.

$$\frac{dC_1}{dt} = \frac{dD_1}{dt} - \frac{dI_1}{dt} - g_1 D_1 + p_1 I_1 - v_1 I_1 + \frac{dB_{12}}{dt} - B_{12} h_{12} \quad (5.7)$$

$$\frac{dC_2}{dt} = \frac{dD_2}{dt} - \frac{dI_2}{dt} - g_2 D_2 + p_2 I_2 - v_2 I_2 - \frac{dL_{21}}{dt} + L_{21} h_{21} \quad (5.8)$$

Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι οι αλλαγές στις καταθέσεις $\frac{dD_1}{dt}$ επηρεάζουν θετικά τις αλλαγές στα μετρητά, επειδή, όταν αυξάνονται οι καταθέσεις τότε αυξάνονται και τα μετρητά και αντίστροφα, όταν μειώνονται οι καταθέσεις μειώνονται και τα μετρητά ($\Delta C = \Delta D$). Από την άλλη, οι αλλαγές στις επενδύσεις $\frac{dI_1}{dt}$ έχουν αρνητικό αντίκτυπο στα μετρητά ($\Delta C = -\Delta I$), επειδή, όταν η τράπεζα αυξάνει τις επενδύσεις, τότε υπάρχει μια εκροή μετρητών για την επίτευξή τους, ενώ όταν δεν επενδύει, απλά δεν ξοδεύονται μετρητά (όμως, οι ώριμες επενδύσεις (*matured investments*) αποφέρουν εισροή μετρητών). Τα μετρητά επηρεάζονται αρνητικά, επίσης, από την καταβολή τόκων στους καταθέτες. Αυτή η μείωση δίνεται από $-g_1 D_1$ και $-g_2 D_2$ για κάθε τράπεζα, όπου g_i είναι το επιτόκιο που καταβάλλει η τράπεζα στους καταθέτες. Αντίστοιχα, $+p_i I_i$ είναι η αύξηση των μετρητών από την επιστροφή της απόδοσης και p_i είναι η απόδοση της επένδυσης. Η συνολική χαμένη ευκαιρία για επένδυση σε κάθε χρονική στιγμή, εξαιτίας κάποιας αποτυχίας, δίνεται από $-v_i I_i$ και έχει αρνητικό πρόσημο, επειδή δεν αυξάνει τα μετρητά (οπότε πρέπει να αφαιρεθεί ως ποσότητα). Για την Τράπεζα-1, όταν αυξάνεται ο δανεισμός της από την Τράπεζα-2 ($+\frac{dB_{12}}{dt}$) αυτό σημαίνει ότι αυξάνονται τα μετρητά της, ενώ όταν μειώνεται ο δανεισμός της, αυτό σημαίνει ότι αποπληρώνει το δάνειό της με μετρητά. Γιαυτό λοιπόν, η ποσότητα $\frac{dB_{12}}{dt}$ έχει θετικό πρόσημο. Ακόμα, η Τράπεζα-1 υποχρεούται να καταβάλει τόκους δανείου στη δεύτερη τράπεζα και το επιτόκιο είναι h_{12} , ενώ το συνολικό ποσό του δανείου δίνεται από $B_{12} h_{12}$ και έχει αρνητικό πρόσημο επειδή υποδεικνύει εκροή μετρητών. Για τη δεύτερη τράπεζα αντίστοιχα, όταν δανείζει χρήματα ($\frac{dL_{21}}{dt}$) σημαίνει ότι μειώνονται τα μετρητά της (οπότε έχει αρνητικό πρόσημο), ενώ η επιστροφή του δανείου θα αυξήσει τα μετρητά της. Ο συνολικός τόκος του δανείου που έχει χορηγήσει δίνεται από $L_{21} h_{21}$ και έχει θετικό πρόσημο, επειδή λαμβάνει μετρητά. Ουσιαστικά $h_{12} = h_{21}$ και $B_{12} = L_{21}$. Τέλος, τα μετρητά πρέπει σε κάθε χρονική στιγμή να είναι πάνω από το μηδέν, σε αντίθετη περίπτωση η τράπεζα χρεοκοπεί.

Καθαρή Θέση

Μια άλλη σημαντική μεταβλητή των τραπεζών είναι η καθαρή τους θέση (net-worth, N), η οποία δίνεται από τη διαφορά μεταξύ του ενεργητικού και των υποχρεώσεων. Ως γνωστόν, το ενεργητικό αποτελείται από τα μετρητά (cash, C), τις επενδύσεις (investment, I) και τα δάνεια που δίνει (lending, L), ενώ στις υποχρεώσεις περιλαμβάνονται οι καταθέσεις (deposit, D) και τα δάνεια που έχει λάβει (borrowing, B). Όταν η καθαρή θέση είναι θετική, αυτό σημαίνει ότι η τράπεζα επιβιώνει. Έτσι λοιπόν, η καθαρή θέση της κάθε τράπεζας δίνεται από τις εξισώσεις:

$$N_1 = C_1 + I_1 - D_1 - B_1 \quad (5.9)$$

$$N_2 = C_2 + I_2 + L_2 - D_2 \quad (5.10)$$

5.3 Βασικές Υποθέσεις

Πρόκειται να εξετάσουμε ποια από τις δυο τράπεζες πρόκειται να χρεοκοπήσει και η έρευνά μας βασίζεται στις ακόλουθες απλουστευμένες υποθέσεις :

- Το τραπεζικό σύστημα αποτελείται από δυο μόνο τράπεζες.
- Θεωρούμε ότι το μέγεθος των καταθέσεων των τραπεζών είναι παρόμοιο.
- Αυτές οι τράπεζες υποθέτουμε ότι δραστηριοποιούνται είτε στην Ευρωζώνη, είτε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, είτε στην Κίνα. Πρόκειται δηλαδή να μελετήσουμε το σύστημά μας δίνοντας σε κάποιες βασικές παραμέτρους μας τιμές που υπαγορεύονται από την εκάστοτε νομοθεσία, ανάλογα την χώρα που βρίσκονται αυτές οι τράπεζες. Με άλλα λόγια, θα εξετάσουμε μια συγκριτική μελέτη μεταξύ Ευρωζώνης, ΗΠΑ και Κίνα.
- Η Τράπεζα-1 θεωρούμε ότι έχει πρόβλημα μετρητών, λόγω του σοκ που πρόκειται να υποστεί στις καταθέσεις της, επομένως, ζητά δάνειο από την Τράπεζα-2. Με άλλα λόγια, η Τράπεζα-1 είναι ο δανειζόμενος, ενώ η Τράπεζα-2 είναι ο δανειστής, σε κάθε περίπτωση που θα εξετάσουμε. Επίσης, θεωρούμε ότι η Τράπεζα-2 έχει μεγαλύτερη ρευστότητα από την Τράπεζα-1.
- Οι μεταβλητές στις οποίες πρόκειται να αλλάξουμε τις τιμές, αντικαθιστώντας τις με πιο ρεαλιστικά νούμερα, είναι το σοκ στις καταθέσεις, το διατραπεζικό επιτόκιο, το απαιτούμενο ποσοστό μετρητών (cash reserve ratio) και το ποσό των μετρητών. Όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές και οι παράμετροι του υποδείγματος παραμένουν ως έχουν προταθεί.
- Η Τράπεζα-1, εν γνώσει της Τράπεζας-2, δεν πρόκειται να αποπληρώσει ποτέ το δάνειο της (το αρχικό κεφάλαιο δηλαδή), αλλά θα πληρώνει για πάντα στο δανειστή της τόκους. Ουσιαστικά, πρόκειται να εκδοθεί ένα ομολογιακό δάνειο στο διηνεκές (perpetual bond loan).
- Τα επιτόκια που θα χρησιμοποιηθούν στη διατραπεζική αγορά των δυο τραπεζών είναι τα επιτόκια αναφοράς τριμήνου EURIBOR, Libor US, China Interbank interest rate, με τις πιο πρόσφατες τιμές τους (Μάιος 2019). Πρόκειται δηλαδή, να χρησιμοποιήσουμε στο υπόδειγμά μας τόσο αρνητικό (Euribor) όσο και θετικό επιτόκιο (Libor US, China Interbank interest rate).
- Ως απαιτούμενο ποσοστό μετρητών (cash reserve ratio), θα βάλουμε τιμές που επιβάλλει η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (ECB), η FED και η Κεντρική Τράπεζα της Κίνας.

Στο σημείο αυτό, θεωρούμε σκόπιμο να δώσουμε μια αναλυτική εξήγηση για τις τρεις τελευταίες υποθέσεις.

Υπόθεση μη αποπληρωμής : Μια ιδιαίτερη και ενδιαφέρουσα υπόθεση που γίνεται στο αρχικό υπόδειγμα είναι ότι δεν πρόκειται να γίνει αποπληρωμή του δανείου και μάλιστα, με μηδενικό επιτόκιο και δεν εξηγείται το σκεπτικό αυτής της υπόθεσης. Και εδώ τίθεται το εύλογο ερώτημα, είναι δυνατόν οι τράπεζες να πραγματοποιούν τέτοιες δανειακές πρακτικές; Μήπως διακινδυνεύουν αρκετά τοποθετώντας στα χαρτοφυλάκιά τους τέτοιες μορφές δανείων; Έχει αναπτυχθεί η θεωρία, κατά την οποία ο δανειζόμενος δεν έχει υποχρέωση αποπληρωμής του κεφαλαίου, αλλά πληρώνει για πάντα τόκους. Αυτή η περίπτωση της μη αποπληρωμής του

δανείου, γίνεται μόνο στην περίπτωση έκδοσης ενός ειδικού ομολόγου, του ομολόγου στο διηνεκές (*perpetual bond*). Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του ομολόγου είναι ότι ο εκδότης δεν είναι υποχρεωμένος να αποπληρώσει το κεφάλαιο που δανείστηκε, αλλά πληρώνει για πάντα σε προκαθορισμένες χρονικές περιόδους κουπόνια – τόκους. Επομένως, εξ ορισμού, η εξέταση της περίπτωσης της μη αποπληρωμής με μηδενικό επιτόκιο είναι λάθος, καθώς έτσι χάνεται η έννοια του δανεισμού και ο κερδοσκοπικός χαρακτήρας της τράπεζας. Με πιο απλά λόγια δηλαδή, εάν μια τράπεζα δεχτεί να δώσει χρήματα σε μια άλλη τράπεζα με μηδενικό επιτόκιο και γνωρίζοντας ότι δεν πρόκειται να της επιστραφούν, ούτε το κεφάλαιο ούτε οι τόκοι, τότε ουσιαστικά χαρίζει χρήματα, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με τη φύση της ως κερδοσκοπικού οργανισμού.

Σύμφωνα με τον [Chen \(2018\)](#), τα **perpetual bonds** ή *perp* ή *console* είναι ομόλογα χωρίς ημερομηνία λήξης και ο όρος που αποδίδεται στα ελληνικά είναι «**ομόλογα στο διηνεκές**» ή *αέναα* ομόλογα. Τα συγκεκριμένα ομόλογα δεν είναι εξαγοράσιμα, αλλά πληρώνουν ένα σταθερό επιτόκιο για πάντα. Δηλαδή, το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι, επειδή είναι στο διηνεκές δεν υπάρχει αποπληρωμή κεφαλαίου, αλλά μόνο καταβολή τόκων (αυτή η καταβολή τόκων έχει παρόμοιες λειτουργίες με τα μερίσματα των μετοχών όμως, σύμφωνα με τον [Ong \(2019\)](#), τα ομόλογα αυτά δεν πρέπει να καταγράφονται στον ισολογισμό ως μετοχικό κεφάλαιο (*equity*) αλλά ως δάνειο). Ο δανειζόμενος έχει τη δυνατότητα να ανακαλέσει το ομόλογο μετά από συγκεκριμένη περίοδο (ιδιαίτερα σε φάσεις μείωσης των επιτοκίων διεθνώς), ενώ προβλέπεται συμβατικά περαιτέρω αύξηση του επιτοκίου, μετά από συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Σύμφωνα με κάποιους οικονομικούς αναλυτές, τα εν λόγω ομόλογα μπορεί να αποδειχθούν αποτελεσματικά εργαλεία για τις κυβερνήσεις που θέλουν να αποφύγουν τα κόστη αναχρηματοδότησης που σχετίζονται με την έκδοση ομολόγων με ημερομηνία λήξης, αλλά και να αντλήσουν κεφάλαια σε περιόδους οικονομικών δυσχερειών ([Smith, 2019](#)). Συνήθως, αυτά τα ομόλογα εκδίδονται από μεγάλες βιομηχανίες και τράπεζες που έχουν ανάγκη να χρηματοδοτήσουν τα απαιτούμενα μακροπρόθεσμα κεφάλαιά τους. Τα βασικά πλεονεκτήματα των *αέναων* ομολόγων είναι ότι ο εκδότης έχει το δικαίωμα, αλλά όχι την υποχρέωση αποπληρωμής του κεφαλαίου, προσφέρουν για πάντα ένα σταθερό εισόδημα (τους τόκους δηλαδή) και ότι μερικά τέτοια ομόλογα μπορούν να αυξήσουν το επιτόκιο σε προκαθορισμένο χρόνο στο μέλλον, οπότε και να αυξηθεί το εισόδημα των δανειστών. Από την άλλη, όμως, αυτού του είδους τα ομόλογα εκθέτουν τους επενδυτές σε μεγάλο πιστωτικό κίνδυνο, ο εκδότης μπορεί μελλοντικά να ανακαλέσει το ομόλογο, ενώ η γενική αύξηση των επιτοκίων μπορεί να μειώσει την αξία του ομολόγου ([Smith, 2019](#)).

Στην ιστορία έχει καταγραφεί η χρήση τέτοιων ομολόγων. Το πρώτο *perpetual bond* εκδόθηκε το 1648 στην Ολλανδία και ακόμα μετά από 371 χρόνια εξακολουθεί να πληρώνει τόκους ([Cummings, 2015](#)). Το βρετανικό υπουργείο Οικονομικών είχε εκδώσει ομόλογα στο διηνεκές το 1720, αργότερα για τη χρηματοδότηση των Ναπολεόντειων Πολέμων αλλά και το 1835 και εξέταζε το ενδεχόμενο να τα ανακαλέσει το 2014 ([Hirst, 2014](#)).

Στις μέρες μας, τα χρηματοοικονομικά ιδρύματα της Ινδίας χρησιμοποιούν καινοτόμα εργαλεία *αέναων* δανείων (*perpetual debt*), για να αντλήσουν κεφάλαια, ενώ οι τράπεζες εκδίδουν τέτοια δάνεια με τη μορφή ομολόγων ([Hickman, 2017](#)). Η Κίνα από την άλλη, θεωρείται πρωτοπόρος στην έκδοση τέτοιων ομολόγων αφού το 2015 ξεπέρασε τη Γαλλία εφόσον κατάφερε να πουλήσει ομόλογα στο διηνεκές, δημιουργώντας έτσι 15,7 δις αμερικάνικα δολάρια σε νέο χρέος, το οποίο δεν πρόκειται να αποπληρωθεί ποτέ αλλά έχει καταγραφεί ως μετοχικό κεφάλαιο ([Langner & Tu, 2015](#)). Ακόμα, τέλη Ιανουαρίου του 2019,

για πρώτη φορά, αφότου έγινε χαλάρωση των επενδυτικών περιορισμών, εκδόθηκε από τη Bank of China Ltd τέτοιο ομόλογο αξίας 5,92 δις αμερικάνικων δολαρίων (Galbraith, 2019). Επίσης, η Κίνα δρομολογεί ενέργειες για να παράσχει περαιτέρω στήριξη για την έκδοση perpetual bonds από τις τράπεζες, συμπεριλαμβανομένης της εξέτασης τρόπων για τη διεύρυνση της βάσης των επενδυτών για τέτοια ομόλογα, προκειμένου να ενισχυθεί η δανειοδότηση στην οικονομία (Zhang, 2019).

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι, εφόσον στην πραγματικότητα υπάρχει ως δανειακή πρακτική, η υπόθεση της μη αποπληρωμής του δανείου ευσταθεί, εφόσον θεωρήσουμε ότι εκδίδεται ομόλογο στο διηκετές, αλλά με επιτόκιο διαφορετικό του μηδενός.

Υπόθεση επιτοκίων αναφοράς : Λόγω έλλειψης δεδομένων για τα πραγματικά διατραπεζικά επιτόκια, με τα οποία πραγματοποιούνται οι συναλλαγές μεταξύ των τραπεζών στη διατραπεζική αγορά, θα τα αντικαταστήσουμε με τα επιτόκια αναφοράς. Το επιτόκιο αναφοράς είναι, στην ουσία, η βάση για όλα τα επιτόκια, είναι δηλαδή, το ελάχιστο επιτόκιο που μπορούν να πραγματοποιηθούν οι οποιεσδήποτε χρηματοοικονομικές συναλλαγές, είτε μεταξύ ιδρυμάτων, είτε μεταξύ ιδρυμάτων και καταθετών. Τα επιτόκια αναφοράς καθορίζονται από την Κεντρική Τράπεζα κάθε κράτους, ενώ για την Ευρωζώνη τα καθορίζει η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα. Το EURIBOR είναι ένα επιτόκιο αναφοράς, που παρέχει ενδείξεις για το μέσο επιτόκιο με το οποίο οι τράπεζες δανείζουν κεφάλαια χωρίς παροχή ασφάλειας στη διατραπεζική αγορά του ευρώ για δεδομένη χρονική περίοδο. Τα τελευταία χρόνια το EURIBOR κυμαίνεται σε αρνητικά επίπεδα.

Τα **αρνητικά επιτόκια** αποτελούν ένα αντισυμβατικό εργαλείο νομισματικής πολιτικής που επιβάλλει η κεντρική τράπεζα προκειμένου να περιορίσει τις επιπτώσεις μιας χρηματοοικονομικής κρίσης. Ουσιαστικά, η τιμή των ονομαστικών επιτοκίων τίθεται κάτω από το μηδέν, αρνητική δηλαδή, και αυτό σημαίνει ότι η κεντρική τράπεζα χρεώνει τις τράπεζες για τις καταθέσεις τους στην κεντρική τράπεζα. Σε αυτή την περίπτωση, οι εμπορικές τράπεζες αναγκάζονται να διοχετεύσουν χρήμα στην αγορά, δίνοντας δάνεια προς νοικοκυριά και επιχειρήσεις, παρά να πληρώνουν τόκους, για να εξασφαλίσουν τις καταθέσεις τους στην κεντρική τράπεζα. Με τον τρόπο αυτό, η κεντρική τράπεζα ευελπιστεί πως θα επιτευχθεί οικονομική ανάπτυξη. Βέβαια, η πολιτική των αρνητικών επιτοκίων θεωρείται ως η έσχατη λύση νομισματικής πολιτικής και χρησιμοποιείται μόνο, όταν τα υπόλοιπα εργαλεία νομισματικής πολιτικής έχουν αποτύχει να επιφέρουν τα αναμενόμενα θετικά αποτελέσματα στην οικονομία (Hayes, 2019). Στην Ευρωζώνη η πολιτική των αρνητικών επιτοκίων υιοθετήθηκε για την τόνωση της οικονομίας και για την αύξηση του πληθωρισμού, όπως και στη Σουηδία, ενώ στην Ελβετία και τη Δανία εφαρμόστηκε για την πρόληψη της ανατίμησης των νομισμάτων τους (Walker, 2016). Όμως, υπάρχουν και μερικά μειονεκτήματα αυτής της πολιτικής για τις τράπεζες, όπως επισημαίνεται από Hess (2015) τα οποία είναι η επιβάρυνση των τραπεζών με υψηλά κόστη, η μείωση της κερδοφορίας τους και η εξάπλωση της αβεβαιότητας στην αγορά. Επιπροσθέτως, σε μελέτη που πραγματοποίησαν οι Heider et al (2018) βρήκαν ότι η εφαρμογή πολιτικής αρνητικών επιτοκίων από την ΕΚΤ οδηγεί τις τράπεζες στην ανάληψη μεγαλύτερων κινδύνων και μειώνεται η δανειοδότηση από τράπεζες που η χρηματοδότησή τους βασίζεται στις καταθέσεις, βάζοντας σε κίνδυνο τη χρηματοοικονομική σταθερότητα.

Το LIBOR, χρησιμοποιείται επίσης σαν επιτόκιο αναφοράς για τον καθορισμό πολλών άλλων κυμαινόμενων επιτοκίων σε πολλές αγορές του κόσμου, είναι το επιτόκιο προσφοράς, στο οποίο οι μεγάλες διεθνείς τράπεζες στο Λονδίνο δανείζονται κεφάλαια (ευρωδολάρια) μεταξύ τους. Το LIBOR, σαν διατραπεζικό επιτόκιο, είναι εξαιρετικά σημαντικό, γιατί δίνει μία εκτίμηση στις τράπεζες του οριακού κόστους άντλησης νέων κεφαλαίων. Η FED έχει υιοθετήσει το US LIBOR το οποίο είναι θετικό. Θετικό είναι και το επιτόκιο αναφοράς που έχει η αγορά της Κίνας.

Υπόθεση απαιτούμενου ποσοστού μετρητών : Οι αρμόδιες εποπτικές αρχές των τραπεζών για κάθε χώρα, επιβάλλουν, βάσει νόμου στις τράπεζες να παρακρατούν ένα ελάχιστο απαιτούμενο ποσοστό μετρητών (cash reserve ratio ή reserve requirement), το οποίο τους προφυλάσσει από ενδεχόμενο πρόβλημα έλλειψης μετρητών. Σύμφωνα με το Basel III, αυτό το ποσοστό ανέρχεται στο 8%, στην Ευρωζώνη αυτή τη στιγμή (Μάιος 2019) είναι στο 1%, στην Κίνα 11% ενώ το ποσοστό που εφαρμόζει η FED, ανάλογα με το μέγεθος της τράπεζας, κυμαίνεται από 0% έως 10%. Επομένως, η τιμή της μεταβλητής cash reserve ratio, ανάλογα την περίπτωση, θα λάβει μια από τις παραπάνω τιμές (εκτός από αυτό της Basel III το οποίο δεν πρόκειται να το εξετάσουμε), δεν θα είναι μια τυχαία επιλογή δηλαδή.

5.4 Διαδικασία Προσομοίωσης

Ο μηχανισμός της προσομοίωσης λειτουργεί ως εξής: Στην αρχή κάθε βήματος, τα μετρητά της τράπεζας μεταβάλλονται εξαιτίας του σοκ (όπως μαζική εκροή καταθέσεων) στις καταθέσεις, αλλά και της καταβολής των τόκων στους καταθέτες της. Όταν το επίπεδο των μετρητών πέσει κάτω από το κατώτατο επιτρεπόμενο όριο, τότε θα πρέπει να δανειστεί από τη διατραπεζική αγορά, ώστε να συμπληρώσει το υπολειπόμενο ποσό που χρειάζεται. Μετά από αυτό το βήμα η κάθε τράπεζα πρέπει να αποπληρώσει τους δανειστές της σε μετρητά. Αν όμως, η τράπεζα δεν μπορεί να ανταποκριθεί σε αυτή την υποχρέωση, πάλι πρέπει να δανειστεί από τις πλεονασματικές τράπεζες, οι οποίες θα εξακολουθούν να επενδύουν στις ελλειμματικές τράπεζες. Στην περίπτωση όπου τελικά η ελλειμματική τράπεζα δεν καταφέρει να συμπληρώσει το ποσό που της λείπει και εμφανίζει «αρνητικά μετρητά», τότε θεωρούμε ότι χρεοκοπεί. Παραστατικά μπορούμε να παρουσιάσουμε τον παραπάνω μηχανισμό όπως στην παρακάτω εικόνα.

Εικόνα 5.4.1 Η Διαδικασία της Προσομοίωσης



Πηγή: Wei, (2017)

Η χρονική μονάδα είναι η μέρα, ο χρονικός ορίζοντας της προσομοίωσης είναι δέκα μέρες, το μέγεθος του βήματος (step size) είναι 0.1 (όσο πιο μικρό είναι το βήμα, τόσο πιο ακριβή αποτελέσματα θα πάρουμε, αλλά το πρόγραμμα ανταποκρίνεται πιο αργά). Οι μεταβλητές που σχετίζονται με χρήματα όπως D, C, I, L, B, opp έχουν ως μονάδα μέτρησης χρηματικές μονάδες (πχ \$, €), ο συντελεστής $a_{12}=0$ η πρώτη τράπεζα, δηλαδή, δεν αποπληρώνει το δάνειο της προς τη δεύτερη ή $a_{12}=1$ η πρώτη τράπεζα, δηλαδή, αποπληρώνει το δάνειό της πλήρως σε ένα έτος. Οι παράμετροι g, p, v, w, h, k, r είναι ποσοστά, ενώ οι παράμετροι a, z, y είναι σταθερές.

Εφόσον παρουσιάσαμε το υπόδειγμα, ορίσαμε τις υποθέσεις, εξηγήσαμε το σκεπτικό που θα δώσουμε συγκεκριμένες τιμές στις μεταβλητές μας, το επόμενο βήμα είναι να πραγματοποιήσουμε την προσομοίωση στο MATLAB SIMULINK ώστε να βγάλουμε συμπεράσματα τα οποία παρουσιάζονται και αναλύονται διεξοδικά στην επόμενη ενότητα.

6. ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πριν δώσουμε τα αποτελέσματα για κάθε περίπτωση που μελετήσαμε, θεωρούμε σκόπιμο να δώσουμε τις αρχικές συνθήκες του υποδείγματος (δηλαδή οι αρχικές τιμές που έχουν δοθεί στις μεταβλητές και στις παραμέτρους) όπως έχουν προταθεί από την Wei (2017). Από αυτές τις αρχικές συνθήκες εμείς μεταβάλλουμε μόνο τις παραμέτρους σοκ στις καταθέσεις D_i (τόσο το εύρος του σοκ όσο και τη χρονική στιγμή που υφίσταται), C_i , r , h_{ij} . Ακόμα, θεωρούμε ότι όταν $t=0$ τότε $D_1 = D_2 = 1$. Επίσης $a_{12} = 0$ και $opp_2 = 0$ πάντα. Επιπλέον, θεωρούμε ότι η Τράπεζα-2 έχει μεγαλύτερη ρευστότητα από την Τράπεζα-1 σε κάθε χρονική στιγμή, δηλαδή $C_2 > C_1$ (επειδή έχουμε ορίσει ότι η Τράπεζα-2 θα είναι ο δανειστής της Τράπεζας-1). Οι αρχικές τιμές δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.1 Αρχικές τιμές μεταβλητών και παραμέτρων στο πρώτο υπόδειγμα της Wei

Αρχικές Τιμές Μεταβλητών	
$C_1 = 0.25$ $I_1 = 0.75$ $D_1 = 1$ για $0 \leq t \leq 3$ σοκ = 0.24 $D_1 = 0.76$ για $4 \leq t \leq 5$ $D_1 = 1$ για $6 \leq t \leq 10$ $Opp_1 = 1$ για $0 \leq t \leq 10$	$C_2 = 0.3$ $I_2 = 0.5$ $D_2 = 1$ για $0 \leq t \leq 10$ $opp_2 = 0$ για $0 \leq t \leq 10$
Τιμές των Παραμέτρων	
$g_1 = 0, p_1 = 0$ $w_1 = 0, v_1 = 0$ $r = 0.2$ $h_{12} = 0$ $a_{12} = 0$	$g_2 = 0, p_2 = 0$ $w_2 = 0, v_2 = 0$ $r = 0.2$ $h_{21} = 0$ $a_{21} = 0$

Πηγή: Wei, (2017)

Στους επόμενους πίνακες δίνονται συγκεντρωτικά οι αρχικές συνθήκες όλων των περιπτώσεων που εξετάζουμε.

Πίνακας 6.2 Αρχικές τιμές παραμέτρων για το σενάριο λειτουργίας των τραπεζών στην Ευρωζώνη

ΕΥΡΩΖΩΝΗ		
1 ^η περίπτωση	2 ^η περίπτωση	3 ^η περίπτωση
$r = 0.01$ $h_{12} = h_{21} = -0.308$ $C_1 = 0.25$ $C_2 = 0.3$ σοκ $D_1=0.3, t = 4$	$r = 0.01$ $h_{12} = h_{21} = -0.308$ $C_1 = 0.3$ $C_2 = 0.35$ σοκ $D_1=0.3, t = 4$ σοκ $D_2=0.15, t = 4$	$r = 0.01$ $h_{12} = h_{21} = -0.308$ $C_1 = 0.3$ $C_2 = 0.35$ σοκ $D_1=0.3, t = 4$ σοκ $D_2=0.35, t = 5$

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Πίνακας 6.3 Αρχικές τιμές παραμέτρων για το σενάριο λειτουργίας των τραπεζών στην Κίνα

ΚΙΝΑ		
4 ^η περίπτωση	5 ^η περίπτωση	6 ^η περίπτωση
$r = 0.11$ $h_{12} = h_{21} = 3.01$ $C_1 = 0.3$ $C_2 = 0.35$ σοκ $D_1=0.3, t = 4$ σοκ $D_2=0.35, t = 5$	$r = 0.11$ $h_{12} = h_{21} = 3.01$ $C_1 = 0.3$ $C_2 = 0.35$ σοκ $D_1=0.36, t = 4$ σοκ $D_2=0.35, t = 5$	$r = 0.11$ $h_{12} = h_{21} = 3.01$ $C_1 = 0.3$ $C_2 = 0.35$ σοκ $D_1=0.36, t = 5$ σοκ $D_2=0.35, t = 4$

Πηγή: *Ίδια Επεξεργασία*

Πίνακας 6.4 Αρχικές τιμές παραμέτρων για το σενάριο λειτουργίας των τραπεζών στις ΗΠΑ

ΗΠΑ			
7 ^η περίπτωση	8 ^η περίπτωση	9 ^η περίπτωση	10 ^η περίπτωση
$r=0.03$ $h_{12}=h_{21}=2.56$ $C_1=0.3$ $C_2=0.35$ σοκ $D_1=0.3, t=5$ σοκ $D_2=0.35, t=4$	$r=0.03$ $h_{12}=h_{21}=2.56$ $C_1=0.35$ $C_2=0.4$ σοκ $D_1=0.25, t=4$ σοκ $D_2=0.4, t=5$	$r=0.03$ $h_{12}=h_{21}=2.56$ $C_1=0.35$ $C_2=0.4$ σοκ $D_1=0.25, t=5$ σοκ $D_2=0.1, t=4$	$r=0.03$ $h_{12}=h_{21}=2.56$ $C_1=0.25$ $C_2=0.4$ σοκ $D_1=0.3, t=4$ σοκ $D_2=0.15, t=4$

Πηγή: *Ίδια Επεξεργασία*

Ακολουθεί η παράθεση όλων των αποτελεσμάτων μαζί με τη διαγραμματική απεικόνιση και τους αντίστοιχους σχολιασμούς.

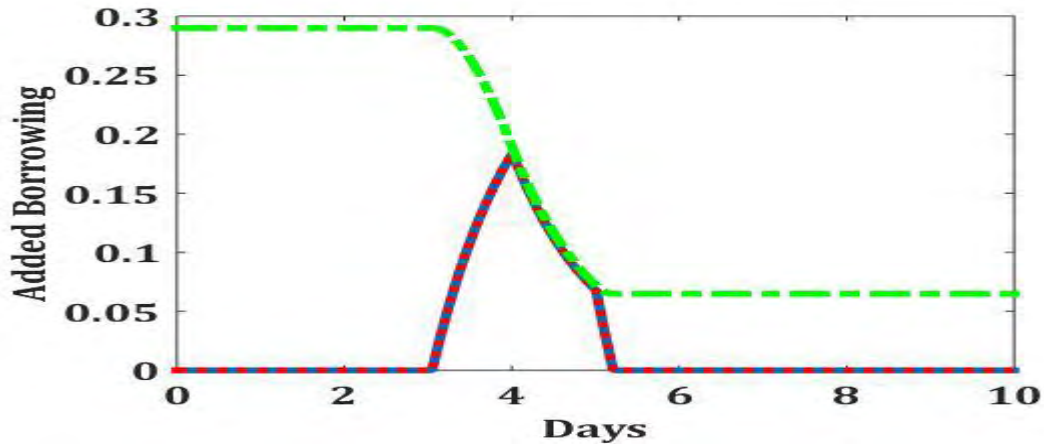
Οι τρεις πρώτες περιπτώσεις (1^η, 2^η, 3^η) αφορούν το σενάριο όπου οι τράπεζες δραστηριοποιούνται στην Ευρωζώνη.

1^η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

Σε αυτή την περίπτωση μόνο η Τράπεζα-1 υφίσταται ένα σοκ στις καταθέσεις μεγέθους 0.3 τη χρονική στιγμή $t=4$, με αποτέλεσμα οι καταθέσεις να μειωθούν από 1 στο 0.7 ($1 - 0.3 = 0.7$), παράλληλα όμως, μειώνονται και τα μετρητά της με αποτέλεσμα να χρειασθεί να δανεισθεί από την Τράπεζα-2, η οποία έχει αρκετά μετρητά πάνω από το κατώτατο επιτρεπόμενο όριο ($C_2 = 0.3 > r \cdot D_2 = 0.01 \cdot 1 = 0.01$). Η Εικ.6.1 δείχνει τη συμπεριφορά της εξ. (5.2) όταν $a_{12}=0$, επομένως ο προστιθέμενος δανεισμός (added borrowing) που θα πετύχει η Τράπεζα-1 είναι το ελάχιστο ποσό μεταξύ της ζήτησης μετρητών και προσφοράς των μετρητών από την Τράπεζα-2. Σε αυτή την εικόνα η μπλε γραμμή δείχνει τα χρήματα που δανείζεται η Τράπεζα-1 από την Τράπεζα-2 σε κάθε χρονική στιγμή, αποτελεί δηλαδή τη γραμμή δανεισμού. Η κόκκινη διακεκομμένη γραμμή δείχνει τα χρήματα που χρειάζεται η Τράπεζα-1 $(rD_1 - C_1)^+$, είναι δηλαδή η γραμμή ζήτησής της. Η πράσινη διακεκομμένη γραμμή δείχνει τα χρήματα που μπορεί να δανείσει η Τράπεζα-2 $(C_2 - rD_2)^+$, είναι δηλαδή η γραμμή προσφοράς της. Όταν η γραμμή δανεισμού (μπλε) ταυτίζεται με τη γραμμή ζήτησης

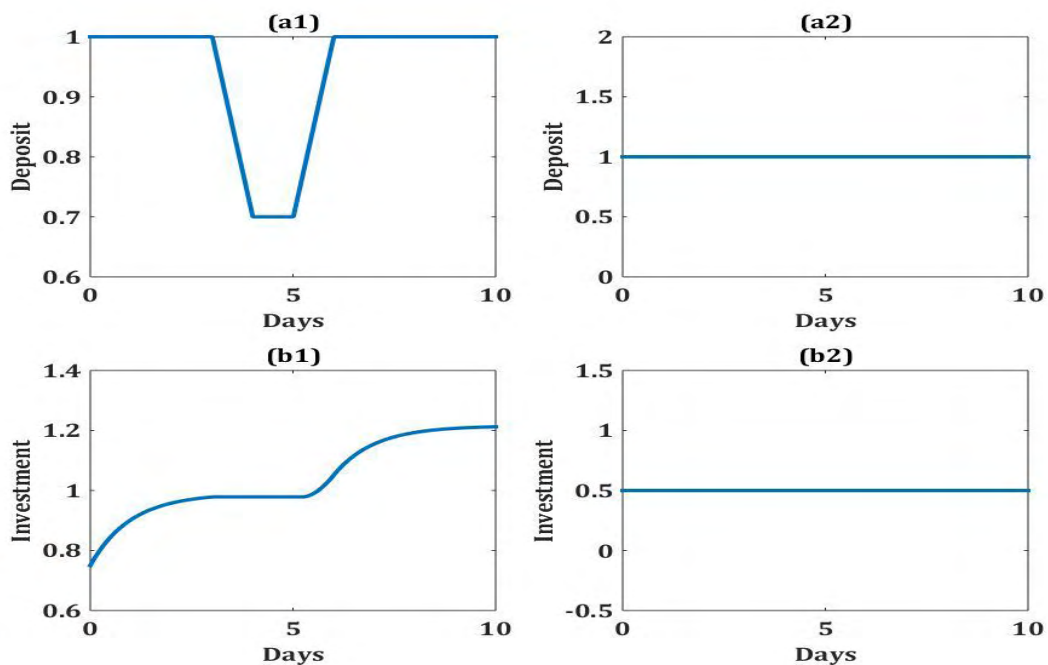
(κόκκινη) αυτό σημαίνει ότι η Τράπεζα-1 μπορεί να δανεισθεί όλο το ποσό που ζητάει. Για $t=4$ μέχρι $t=5$ βλέπουμε ότι η γραμμή δανεισμού ταυτίζεται με τη γραμμή ζήτησης και τη γραμμή προσφοράς (πράσινη), αυτό σημαίνει ότι η Τράπεζα-1 πετυχαίνει να δανεισθεί όσα χρειάζεται. Από $t=5$ και μετά παρατηρούμε ότι οι δανειακές ανάγκες της Τράπεζας-1 είναι μηδενικές.

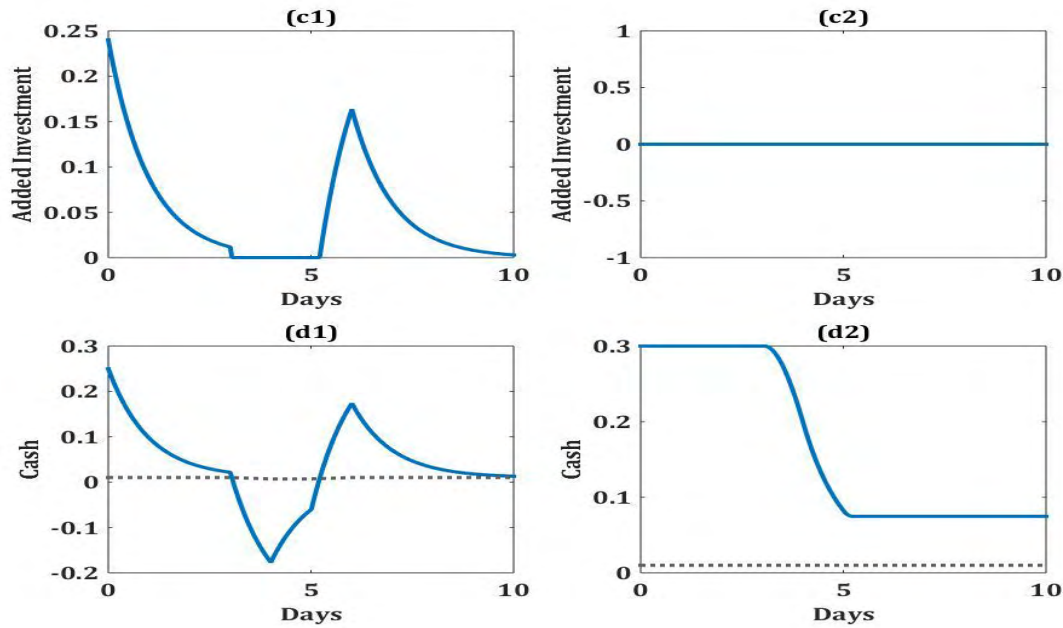
Εικόνα 6.1 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 1^{ης} περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εικόνα 6.2 Αποτελέσματα 1^{ης} περίπτωσης





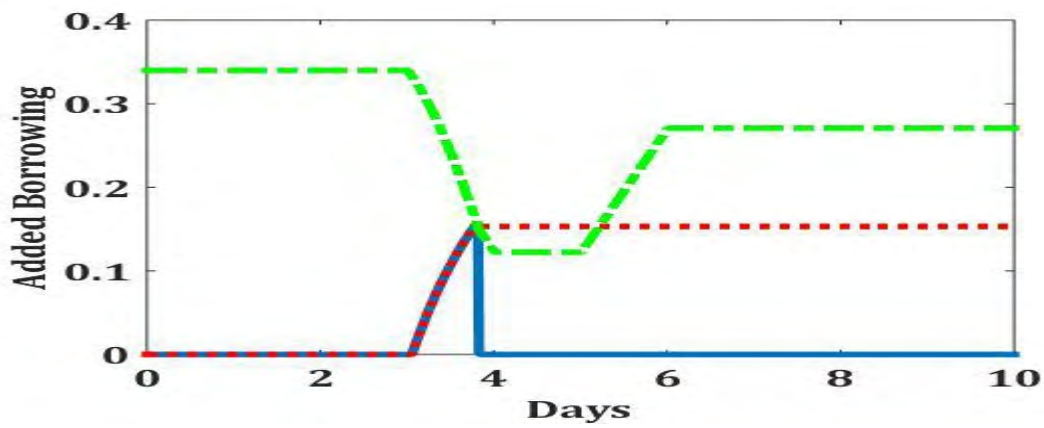
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Στην εικόνα 6.2 φαίνεται η επίδραση του σοκ και του δανεισμού στα μετρητά και στην πρόσθετη επένδυση (added investment). Πιο συγκεκριμένα, στην Εικ.6.2(d1) παρατηρούμε ότι τα μετρητά της πρώτης τράπεζας έφτασαν σε αρνητικά επίπεδα, που σημαίνει ότι έχει έλλειψη μετρητών. Όταν πραγματοποιηθεί ο δανεισμός, η πρώτη τράπεζα λαμβάνει μετρητά επομένως αυξάνονται τα μετρητά της και μέχρι τη χρονική στιγμή $t=10$ το επίπεδο των μετρητών της ισούται με το κατώτατο επιτρεπόμενο όριο (γκρι διακεκομμένη γραμμή). Αυτό συνεπάγεται ότι η Τράπεζα-1 απέφυγε τον κίνδυνο κατάρρευσης, ωστόσο πρέπει να αυξήσει κι άλλο το επίπεδο των μετρητών της με νέες καταθέσεις καθώς με αυτό το ποσό ενδεχομένως δεν είναι σε θέση να πραγματοποιεί νέες επενδύσεις, γεγονός που φαίνεται από την Εικ.6.2(c1), όπου οι ευκαιρίες για νέες επενδύσεις σχεδόν μηδενίζονται τη χρονική στιγμή $t=10$, καθώς όλη η πλεονάζουσα ρευστότητα έχει απορροφηθεί. Επομένως μπορούμε να ισχυριστούμε ότι **η Τράπεζα-1 απέφυγε τον κίνδυνο κατάρρευσης**. Από την άλλη, στην Εικ.6.2(d2) φαίνεται ότι για την Τράπεζα-2 τα μετρητά της μειώθηκαν επειδή δάνεισε στην Τράπεζα-1, αλλά παραμένουν αρκετά ψηλότερα από το κατώτατο επιτρεπόμενο όριο, γεγονός που σημαίνει ότι **το σοκ της Τράπεζας-1 δεν μεταδόθηκε στην Τράπεζα-2**.

2^Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

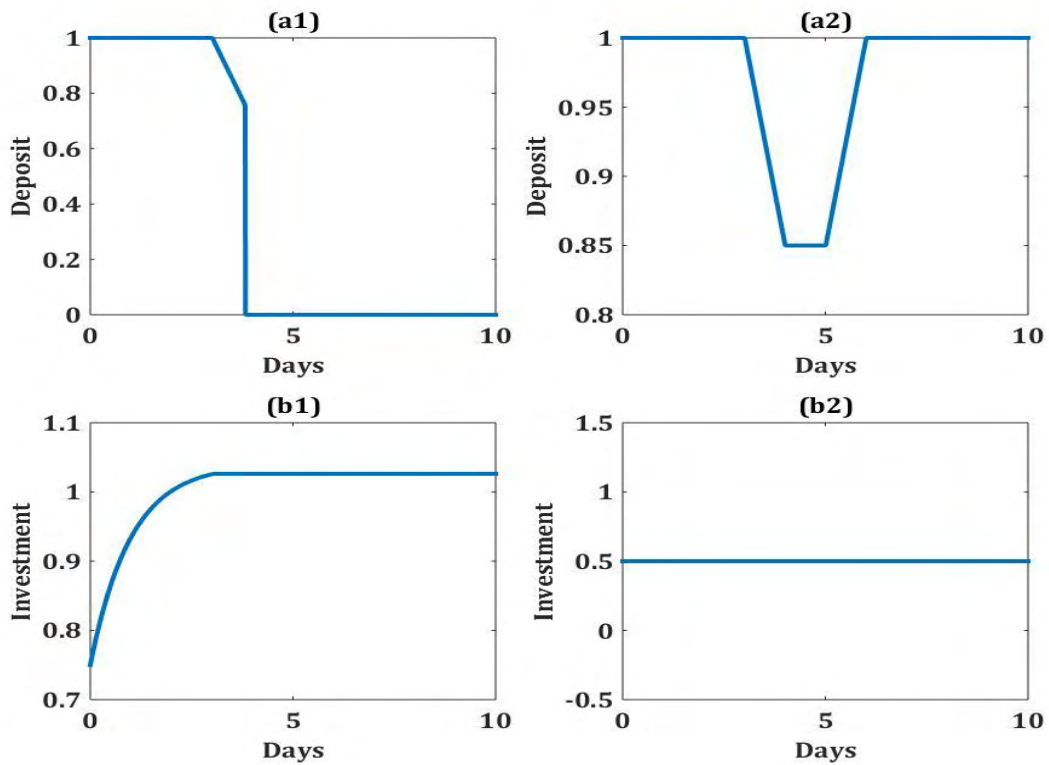
Εδώ εξετάζουμε την περίπτωση όπου και οι δυο τράπεζες παθαίνουν ταυτόχρονα σοκ στις καταθέσεις τη χρονική στιγμή $t=4$. Το σοκ στην Τράπεζα-1 (0.3) είναι μεγαλύτερο από αυτό της Τράπεζας-2 (0.15). Αυτό που φαίνεται από την Εικ.6.3 είναι ότι οι δανειακές ανάγκες της Τράπεζας-1 είναι μεγαλύτερες από αυτά που μπορεί να προσφέρει η Τράπεζα-2 (η κόκκινη διακεκομμένη γραμμή βρίσκεται πάνω από την πράσινη διακεκομμένη γραμμή) και για το λόγο αυτό η Τράπεζα-2 δεν δανείζει χρήματα στην πρώτη (η μπλε γραμμή βρίσκεται στο μηδέν). Από ένα σημείο και μετά η μια τράπεζα καταρρέει και η μπλε γραμμή βρίσκεται στο μηδέν.

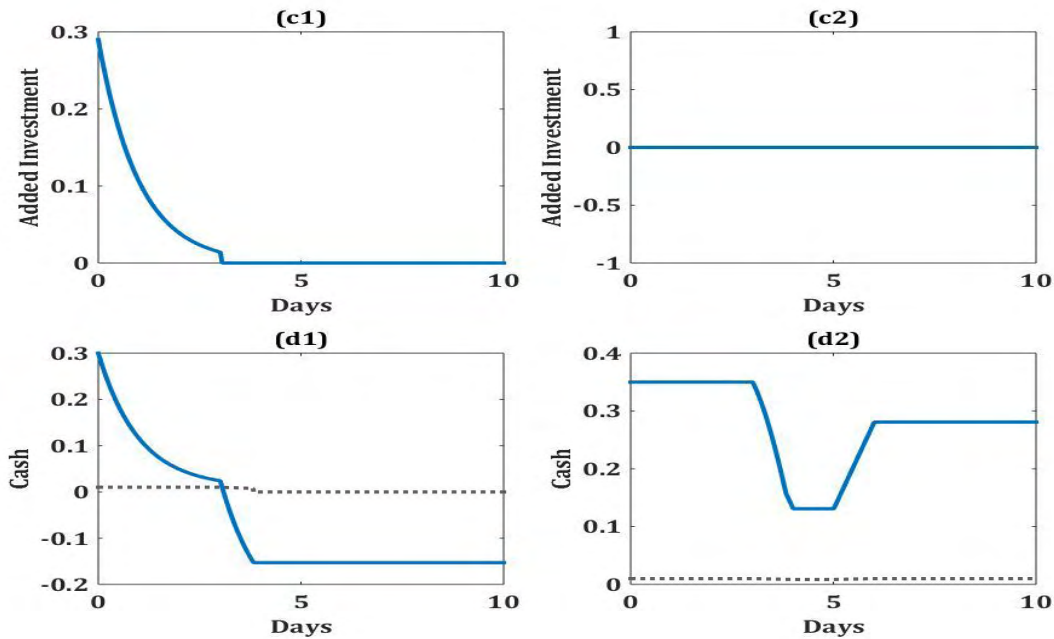
Εικόνα 6.3 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 2^{ης} περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εικόνα 6.4 Αποτελέσματα 2^{ης} περίπτωσης





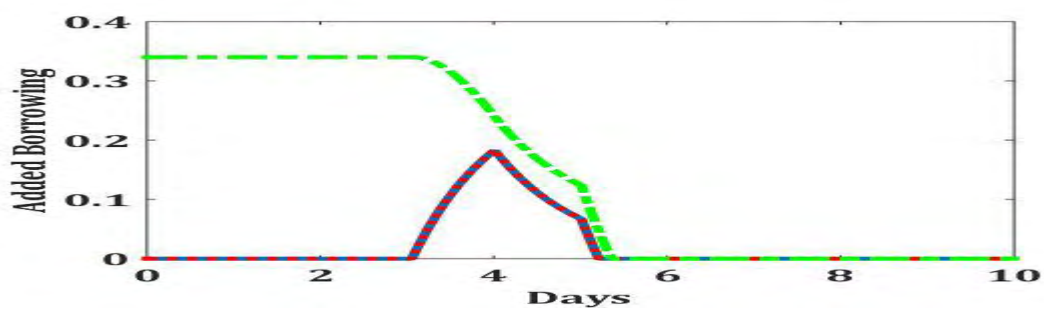
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Αυτό που φαίνεται από την Εικ.6.4(d1) είναι ότι τη χρονική στιγμή του σοκ η Τράπεζα-2 έχει μεγαλύτερη ρευστότητα από την Τράπεζα-1. Επειδή η Τράπεζα-2 δεν δάνεισε την Τράπεζα-1, **η Τράπεζα-1 χρεοκοπεί**. Από την άλλη όμως **η Τράπεζα-2** παρόλο που υπέστη ένα σοκ στις καταθέσεις και δεν στράφηκε πουθενά για δανεισμό **επιβιώνει** αφού τα μετρητά της παρόλο που μειώθηκαν λόγω του σοκ, εξακολουθούν να είναι αρκετά ψηλά από το κατώτατο επιτρεπόμενο όριο (Εικ.6.4(d2)).

3^Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

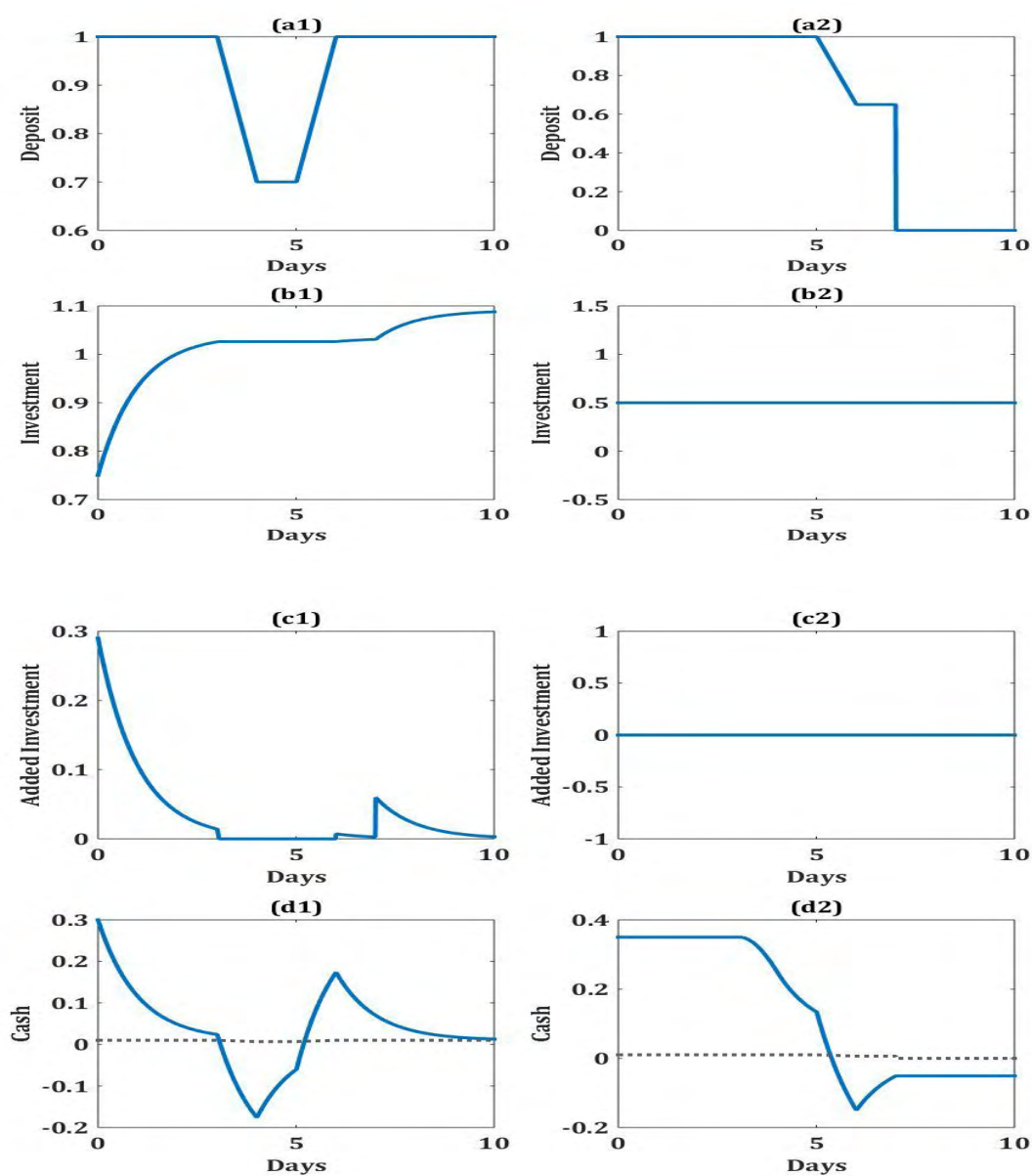
Στην 3^η περίπτωση εφαρμόσαμε και στις δυο τράπεζες σοκ, αλλά η δεύτερη τράπεζα παθαίνει μεγαλύτερο σοκ (0.35) από ό,τι η πρώτη (0.3) μια μέρα αργότερα, δηλαδή τη χρονική στιγμή $t=5$. Σύμφωνα με την Εικ.6.5, η γραμμή ζήτησης ταυτίζεται με τη γραμμή δανεισμού και αυτό σημαίνει ότι η Τράπεζα-2 δίνει όλο το ποσό που χρειάζεται η Τράπεζα-1 μέχρι τη χρονική στιγμή $t=5$ περίπου. Όμως, από $t=5$ μέχρι $t=10$ δεν μηδενίζονται μόνο οι δανεικές ανάγκες της Τράπεζας-1 αλλά μηδενίζεται και η προσφορά χρημάτων εκ μέρους της Τράπεζας-2 γεγονός που υποδεικνύει ότι τα πλεονάζοντα μετρητά της έχουν μηδενιστεί.

Εικόνα 6.5 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 3^{ης} περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εικόνα 6.6 Αποτελέσματα 3^{ης} περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

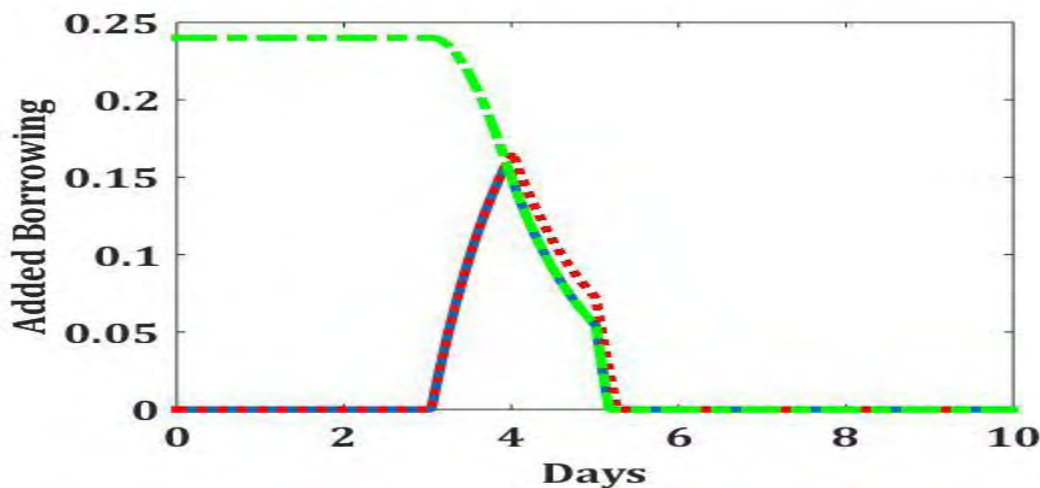
Η Εικ.6.6(d1) δείχνει ότι όταν η Τράπεζα-1 παθαίνει σοκ τη χρονική στιγμή $t=4$ τότε τα μετρητά της κινούνται σε αρνητικά επίπεδα, αλλά επειδή δανείζεται από την Τράπεζα-2 το ποσό που χρειάζεται επιβιώνει. Όταν οι καταθέσεις αρχίζουν και αυξάνονται, τότε τα μετρητά της ανεβαίνουν. Αυτό σημαίνει ότι **η Τράπεζα-1 επιβιώνει** και μάλιστα ξεκινά να επενδύει ξανά. Όσον αφορά την Τράπεζα-2, η Εικ.6.6(d2) δείχνει ότι τα μετρητά της μειώνονται συνεχώς επειδή δάνεισε στην πρώτη, όταν όμως παθαίνει σοκ στις καταθέσεις επειδή δεν μπορεί να δανεισθεί από πουθενά τότε τα μετρητά της κυμαίνονται σε αρνητικά επίπεδα μέχρι $t=10$. Έτσι λοιπόν **η Τράπεζα-2** που κατάφερε και έσωσε την Τράπεζα-1 η ίδια **δεν επιβιώνει** όπως φαίνεται στην Εικ.6.6(d2).

Οι επόμενες τρεις περιπτώσεις (4^η, 5^η, 6^η) αφορούν το σενάριο όπου οι τράπεζες δραστηριοποιούνται στην Κίνα.

4^η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

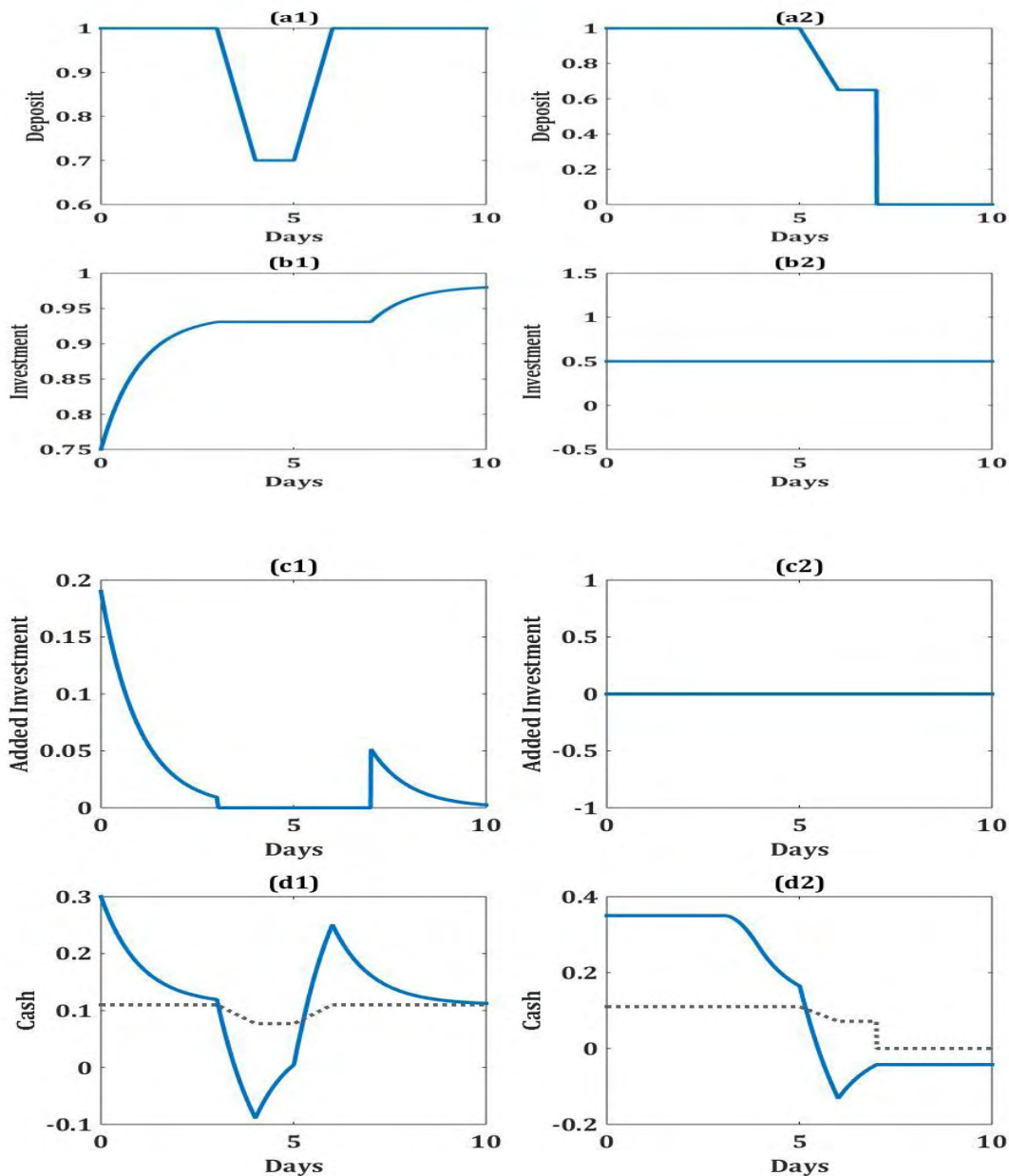
Στην 4^η περίπτωση αυξάνουμε το απαιτούμενο ποσοστό μετρητών από 1% σε 11% και το επιτόκιο πλέον είναι θετικό και σχετικά μεγάλο 3.01%. Σύμφωνα με την Εικ.6.7 η Τράπεζα-1 δανείζεται από την Τράπεζα-2 ελαφρώς μικρότερο ποσό από αυτό που χρειάζεται αλλά από τη χρονική στιγμή $t=5$ περίπου μηδενίζονται οι ανάγκες για μετρητά της Τράπεζας-1 και ταυτόχρονα μηδενίζεται η προσφορά μετρητών από την Τράπεζα-2, γεγονός που υποδεικνύει ότι έχουν μηδενιστεί τα μετρητά της.

Εικόνα 6.7 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 4^{ης} περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εικόνα 6.8 Αποτελέσματα 4^{ης} περίπτωσης



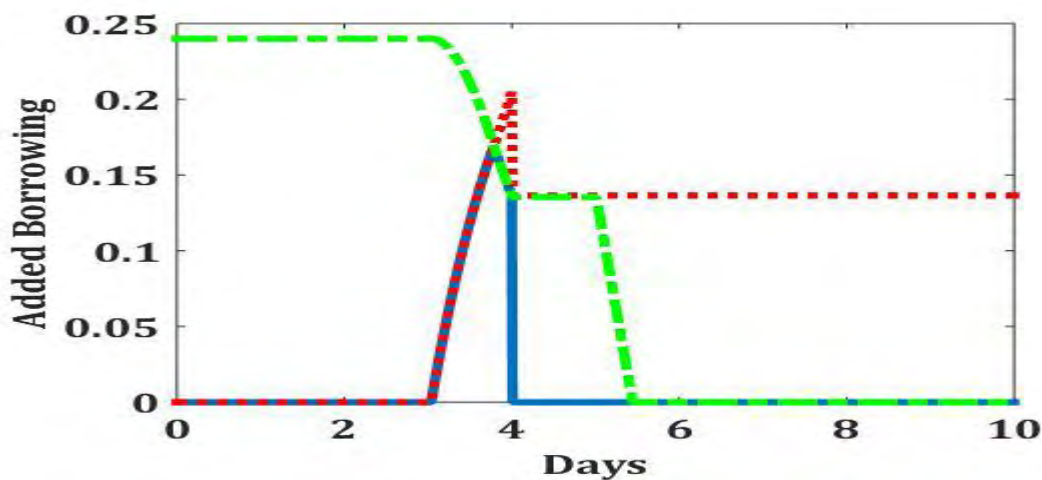
Πηγή: Ιδία. Επεξεργασία.

Βάσει της Εικ.6.8(d2) η **Τράπεζα-2 χρεοκοπεί** επειδή τα μετρητά της βρίσκονται κάτω από το μηδέν από τη στιγμή που υπέστη σοκ στις καταθέσεις μέχρι $t=10$. Όμως η **Τράπεζα-1 επιβιώνει** αφού δανείστηκε από την Τράπεζα-2, αλλά τα μετρητά της σταθεροποιούνται ακριβώς πάνω από το απαιτούμενο ποσό μετρητών όπως φαίνεται στην Εικ.6.8(d1). Οι καταθέσεις της Τράπεζας-1 από τη στιγμή που πραγματοποιήθηκε ο δανεισμός άρχισαν να ανεβαίνουν και σταθεροποιούνται στην αρχική τους κατάσταση $D_1=1$ μέχρι $t=10$, όπως δείχνει η Εικ.6.8(a1). Μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η αύξηση του επιτοκίου και του απαιτούμενου ποσού των μετρητών δεν άλλαξε το αποτέλεσμα της 3^{ης} περίπτωσης που είδαμε προηγουμένως.

5^η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

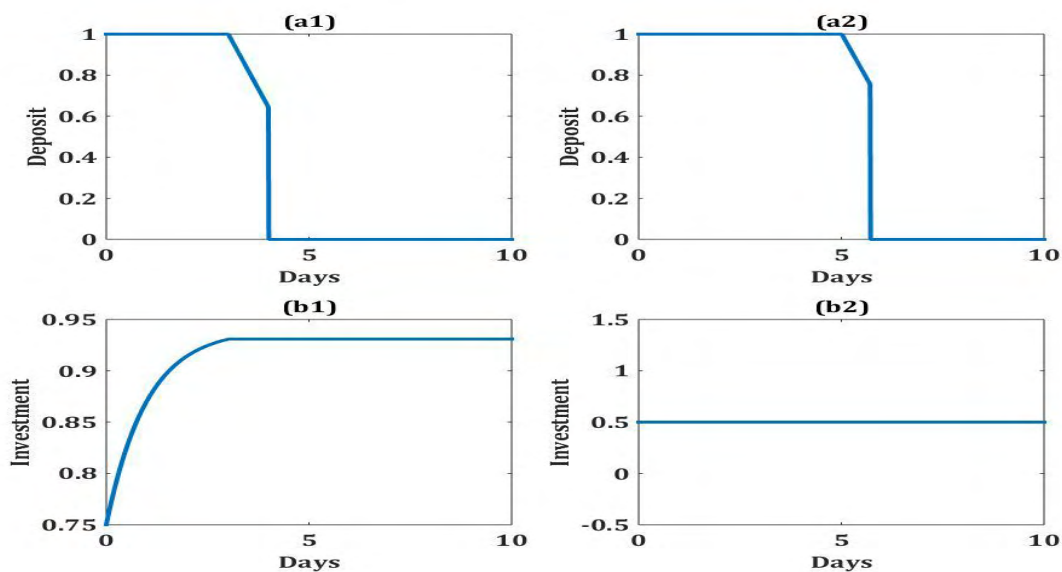
Στην 5^η περίπτωση, πρώτα ($t=4$) παθαίνει σοκ η Τράπεζα-1 μεγαλύτερο (0.36) από αυτό της Τράπεζας-2 (0.35, $t=5$). Όπως γίνεται κατανοητό από την Εικ.6.9 τη χρονική στιγμή $t=4$, όταν παθαίνει σοκ η Τράπεζα-1 έχει ανάγκη περισσότερα μετρητά από αυτά που μπορεί να της προσφέρει η Τράπεζα-2 επειδή η κόκκινη διακεκομμένη γραμμή βρίσκεται πάνω από την πράσινη διακεκομμένη γραμμή. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην πραγματοποιηθεί ο δανεισμός. Τη χρονική στιγμή $t=5$ παθαίνει σοκ η Τράπεζα-2 αλλά επειδή δεν μπορεί να δανεισθεί από πουθενά και επειδή η αναλογία σοκ προς διαθέσιμα μετρητά είναι 1 (0.35/0.35) καταλαβαίνουμε ότι το σοκ στις καταθέσεις μηδενίζει την προσφορά μετρητών.

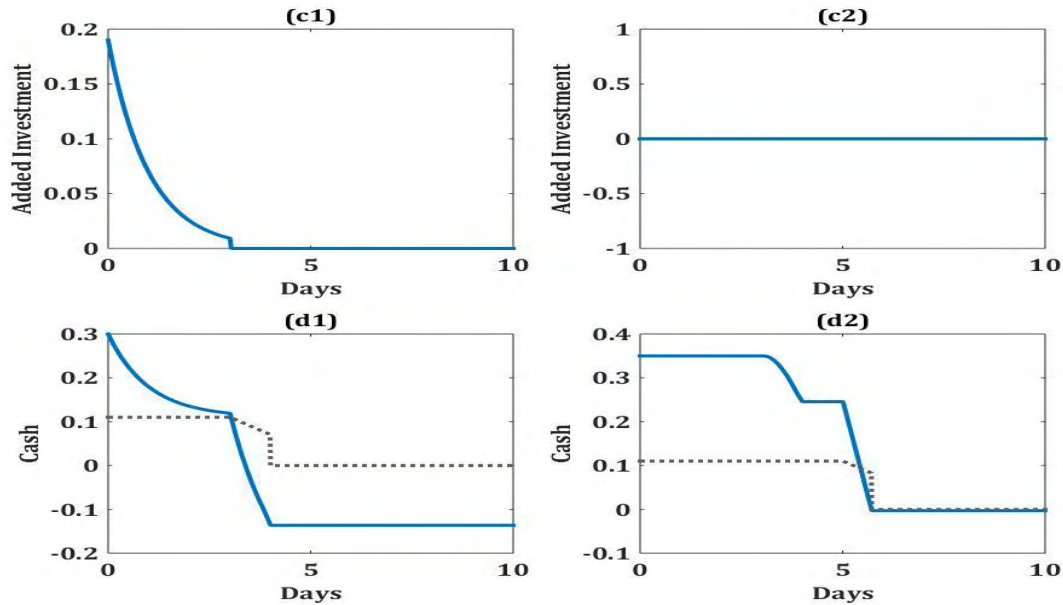
Εικόνα 6.9 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 5^{ης} περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εικόνα 6.10 Αποτελέσματα 5^{ης} περίπτωσης





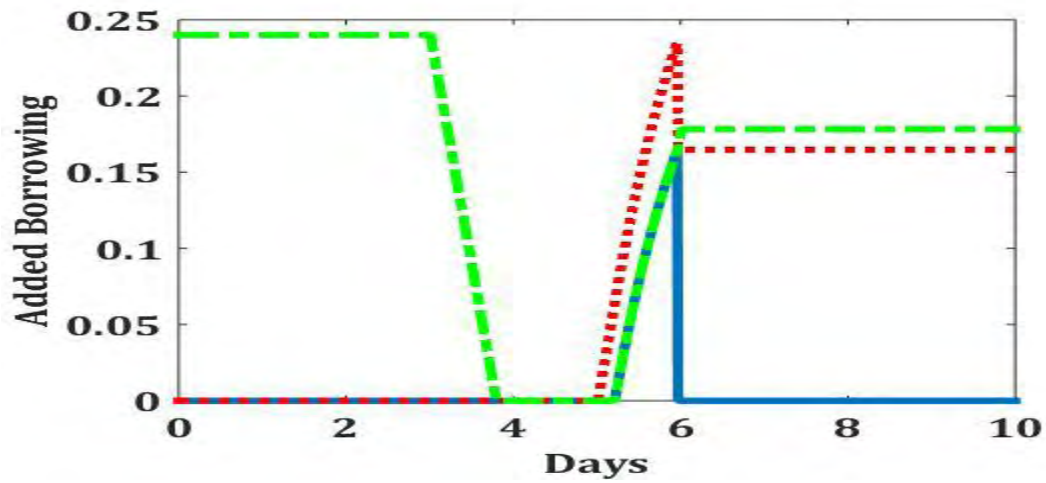
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Η Εικ.6.10(a1) δείχνει ότι τη χρονική στιγμή $t=4$ η Τράπεζα-1 παθαίνει ένα σοκ στις καταθέσεις μεγέθους 0.36, ταυτόχρονα μειώνονται και τα μετρητά της και επειδή δεν καταφέρνει να δανεισθεί από την Τράπεζα-2 το επίπεδο των μετρητών της παραμένει κάτω από το μηδέν μέχρι το τέλος, όπως δείχνει η Εικ.6.10(d1). Ως συνέπεια, **η Τράπεζα-1 καταρρέει**. Στην Εικ.6.10(a2) βλέπουμε ότι η Τράπεζα-2 παθαίνει σοκ μια μέρα αργότερα από την πρώτη τράπεζα η οποία χρεοκόπησε ακαριαία, και παρόλο που δεν δάνεισε χρήματα στην Τράπεζα-1, στην εικόνα 6.10(d2) φαίνεται ότι τα μετρητά της λόγω του σοκ, βρίσκονται σε μηδενικό επίπεδο μέχρι το τέλος, οπότε και **η Τράπεζα-2 καταρρέει**. Σε αυτή την περίπτωση επομένως μεταδόθηκε η χρεοκοπία από τη μια τράπεζα στην άλλη.

6^Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

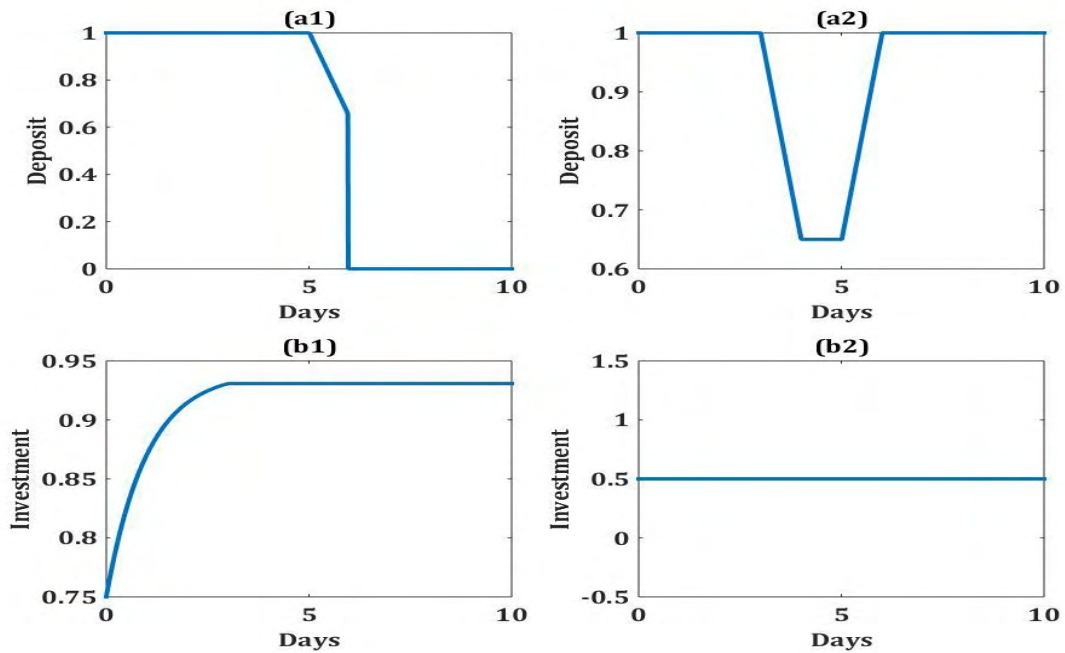
Εδώ εξετάζεται το σενάριο όπου η δεύτερη τράπεζα παθαίνει σοκ πριν από την πρώτη τράπεζα. Πιο συγκεκριμένα, τη χρονική στιγμή $t=4$ ένα σοκ μεγέθους 0.35 προκαλείται στην Τράπεζα-2 και όπως φαίνεται στην Εικ.6.11 τα χρήματα που μπορεί να προσφέρει μηδενίζονται μέχρι $t=5$ όπου αποκτά και πάλι τη δυνατότητα να προσφέρει μετρητά. Όμως τη χρονική στιγμή $t=5$ η Τράπεζα-1 υφίσταται ένα σοκ μεγαλύτερο από αυτό της Τράπεζας-2, και οι δανειακές της ανάγκες είναι μεγαλύτερες από αυτά που μπορεί να προσφέρει η Τράπεζα-2. Δηλαδή η γραμμή ζήτησης (κόκκινη) βρίσκεται πάνω από τη γραμμή προσφοράς (πράσινη) και για το λόγο αυτό πραγματοποιείται ανεπαρκής δανεισμός.

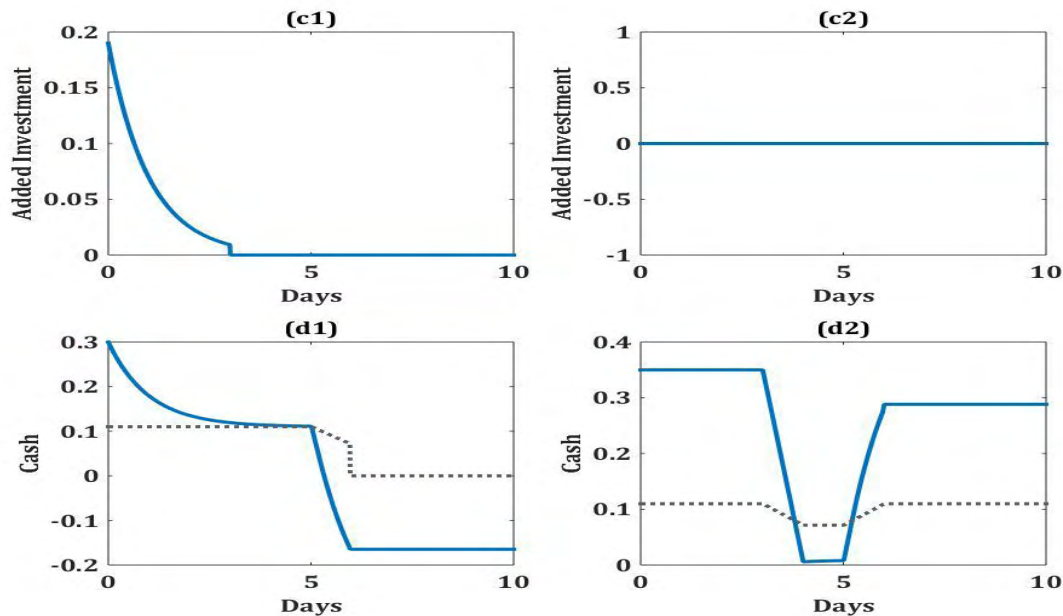
Εικόνα 6.11 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 6^{ης} περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εικόνα 6.12 Αποτελέσματα 6^{ης} περίπτωσης





Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Στην Εικ.6.12(a2) η Τράπεζα-2 παθαίνει ένα σοκ στις καταθέσεις μεγέθους 0.35 και παράλληλα μειώνονται και τα μετρητά της, τα οποία μέχρι τη χρονική στιγμή $t=5$ κυμαίνονται πάνω από το μηδέν αλλά κάτω από το κατώτατο επιτρεπόμενο όριο (η μπλε γραμμή βρίσκεται κάτω από τη γκρι διακεκομμένη) σύμφωνα με την Εικ.6.12(d2). Από τη στιγμή $t=5$ όμως, παρά το σοκ και χωρίς να έχει λάβει αντίστοιχο δάνειο από πουθενά, τα μετρητά της Τράπεζας-2 αρχίζουν και ανεβαίνουν και σταθεροποιούνται λίγο κάτω από το 0.3 μέχρι $t=10$ (d2), ενώ και οι καταθέσεις της φτάνουν το αρχικό τους επίπεδο στην Εικ.6.12(a2). Άρα **η δεύτερη τράπεζα επιβιώνει**. Όσον αφορά την **πρώτη τράπεζα αυτή τελικά χρεοκοπεί** επειδή δεν δανείστηκε το ποσό που χρειαζόταν και για το λόγο, αυτό τα μετρητά της βρίσκονται κάτω από το μηδέν μέχρι $t=10$ όπως φαίνεται στην εικόνα 6.12(d1).

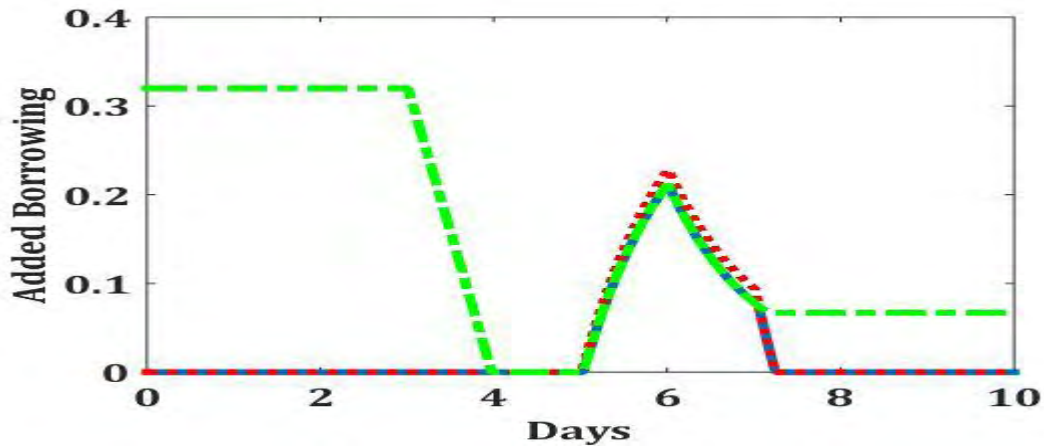
Οι περιπτώσεις που ακολουθούν (7^η, 8^η, 9^η, 10^η) μελετούν το σενάριο όπου οι δυο τράπεζες δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ με χαμηλότερο απαιτούμενο ποσοστό μετρητών (3%) αλλά και μικρότερο επιτόκιο (2.56%) από τα αντίστοιχα της Κίνας που είδαμε προηγουμένως.

7^Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

Τη χρονική στιγμή $t=4$ η Τράπεζα-2 παθαίνει σοκ 0.35 στις καταθέσεις της, ενώ μια μέρα μετά η Τράπεζα-1 παθαίνει σοκ 0.3 στις καταθέσεις της. Όπως φαίνεται στην Εικ.6.13, από $t=3$ περίπου αρχίζει και μειώνεται η προσφορά χρημάτων της Τράπεζας-2 και από $t=4$ μέχρι $t=5$ μηδενίζεται (αφού η πράσινη διακεκομμένη γραμμή φτάνει στο μηδέν). Από τη χρονική στιγμή $t=5$ και έπειτα η Τράπεζα-2 είναι και πάλι σε θέση να προσφέρει μετρητά παρά το σοκ που υπέστη. Τη χρονική στιγμή $t=5$ όμως η Τράπεζα-1 παθαίνει σοκ και καταφέρνει να πάρει το ποσό των μετρητών που χρειάζεται αφού η γραμμή ζήτησης (κόκκινη) μέχρι $t=6$ συμπίπτει με τη γραμμή προσφοράς (πράσινη) και γραμμή δανεισμού (μπλε). Από $t=6$ και μέχρι $t=7$ περίπου η γραμμή ζήτησης βρίσκεται ελαφρά πάνω από τη γραμμή προσφοράς, αλλά

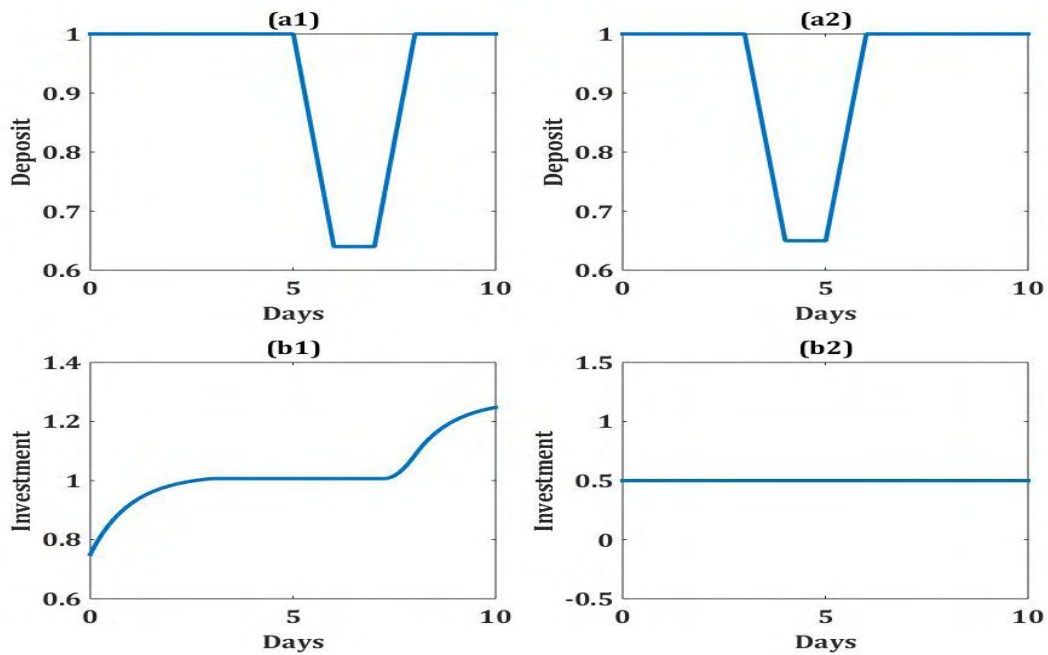
μετά φαίνεται ότι μηδενίζονται οι ανάγκες της Τράπεζας-1 για μετρητά. Από αυτή την εικόνα μπορούμε να πούμε ότι και οι δυο τράπεζες έχουν σωθεί αφού οι μεν δανειακές ανάγκες της μιας είναι μηδενικές μέχρι $t=10$, αλλά και η άλλη τράπεζα έχει τη δυνατότητα να προσφέρει χρήματα, άρα έχει μετρητά πάνω από το μηδέν.

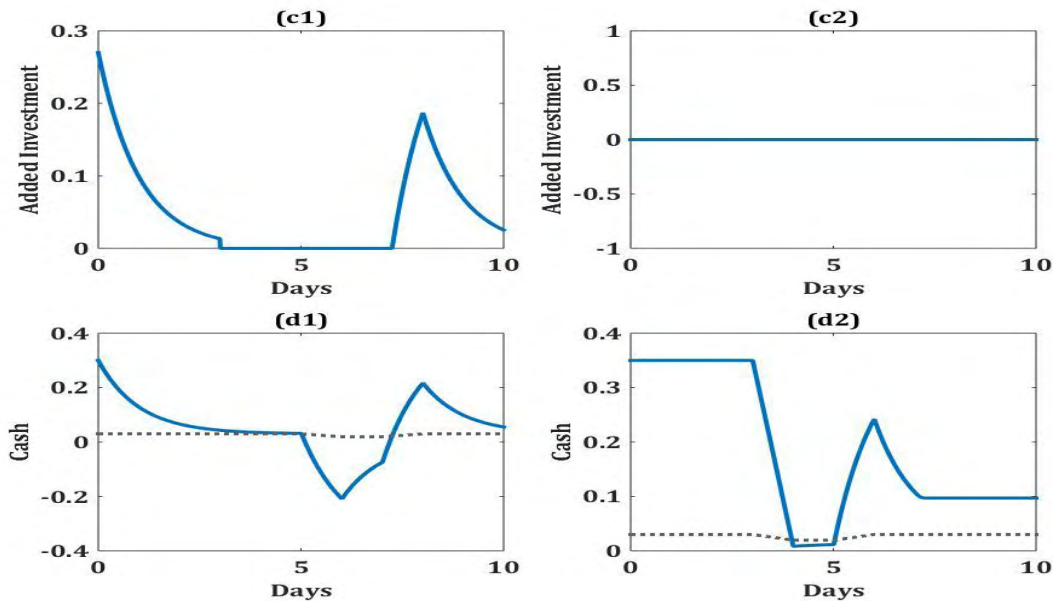
Εικόνα 6.13 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 7^{ης} περίπτωσης



Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Εικόνα 6.14 Αποτελέσματα 7^{ης} περίπτωσης





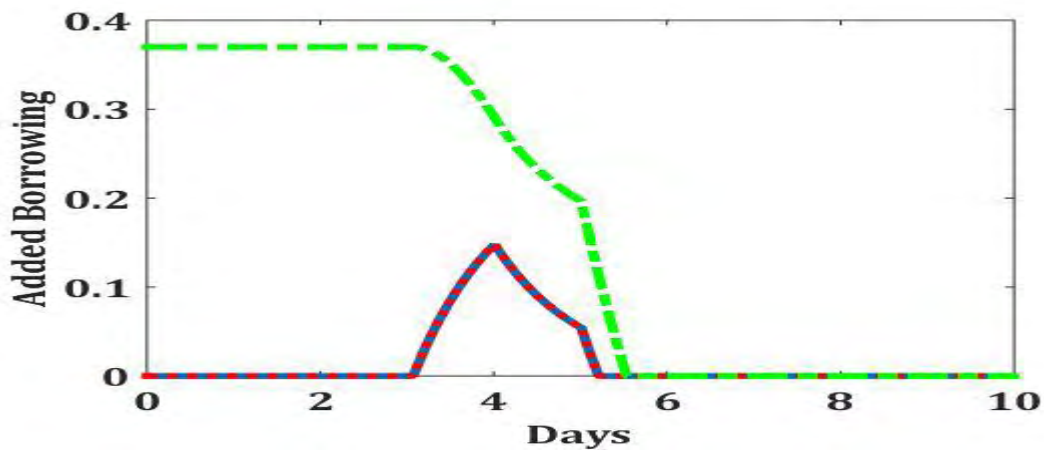
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Το συμπέρασμα που βγάλαμε από την Εικ.6.13 επιβεβαιώνεται και από τις Εικόνες 6.14(d1), 6.14(d2). Πιο αναλυτικά, στην Εικ.6.14(d1) βλέπουμε ότι ενώ τα μετρητά της Τράπεζας-1 μειώνονται και φτάνουν και σε αρνητικά επίπεδα λόγω του σοκ, με τον δανεισμό μετρητών από την Τράπεζα-2, πλέον βρίσκονται πάνω από το κατώτατο επιτρεπόμενο όριο (δηλαδή η μπλε γραμμή βρίσκεται πάνω από τη γκρι), οπότε σώθηκε. Επίσης, τα μετρητά της Τράπεζας-2 παρόλο που μειώθηκαν και έπεσαν κάτω από το επιτρεπόμενο όριο, χωρίς να δανεισθεί από πουθενά, τα μετρητά της από $t=5$ και μετά βρίσκονται αρκετά πάνω από το κατώτατο όριο, άρα και αυτή σώθηκε παρά το γεγονός ότι προκλήθηκε πρώτα σε αυτήν σοκ και αμέσως μετά δάνεισε στην Τράπεζα-1. Επομένως, και **οι δυο τράπεζες επιβιώνουν**.

8^Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

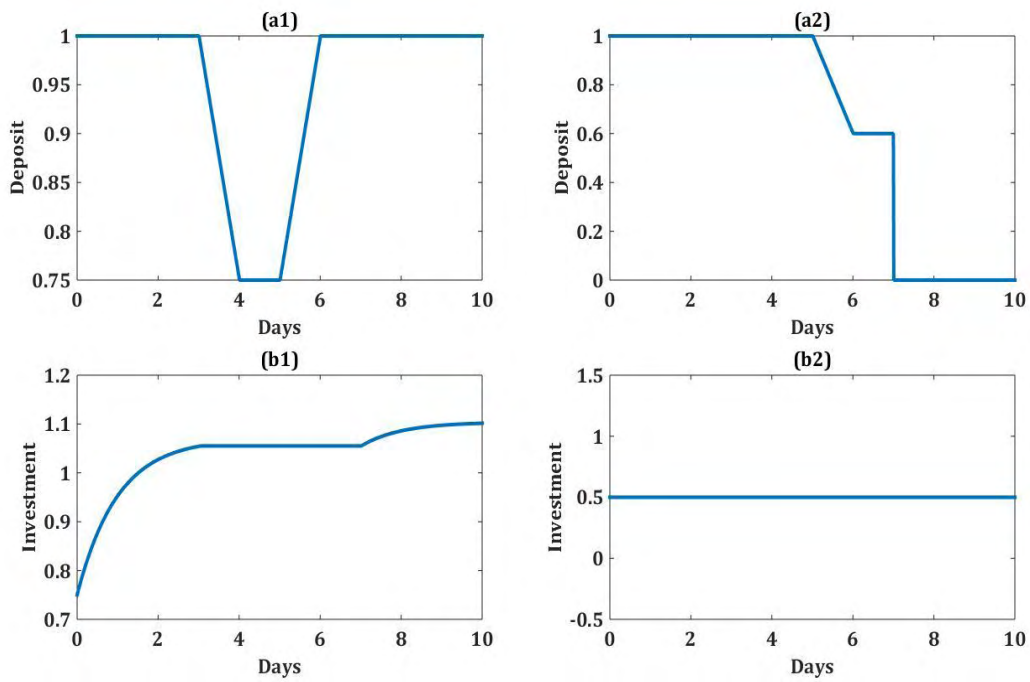
Σε αυτή την περίπτωση αυξάνουμε το αρχικό επίπεδο των μετρητών και στις δυο τράπεζες ($C_1=0.35$, $C_2=0.4$), αλλά μειώνουμε το σοκ στην πρώτη και αυξάνουμε το σοκ στη δεύτερη. Εδώ λοιπόν έχουμε ότι αρχικά παθαίνει σοκ (0.25) στις καταθέσεις η Τράπεζα-1 τη χρονική στιγμή $t=4$. Όταν $t=5$, παθαίνει σοκ (0.4) η Τράπεζα-2. Σύμφωνα με την Εικ.6.15, η Τράπεζα-1 λαμβάνει όλο το ποσό των μετρητών που χρειάζεται από την Τράπεζα-2 εφόσον η γραμμή ζήτησης (κόκκινη) συμπίπτει με τη γραμμή δανεισμού (μπλε) και βρίσκεται κάτω από τη γραμμή προσφοράς (πράσινη) και μετά δεν έχει καθόλου ανάγκη από μετρητά, αφού μέχρι $t=10$ η κόκκινη διακεκομμένη γραμμή μηδενίζεται. Τη στιγμή $t=5$, όταν προκαλείται σοκ δηλαδή στην Τράπεζα-2 και αφότου έχει δώσει μετρητά στην πρώτη τράπεζα, η προσφορά χρημάτων εκ μέρους της Τράπεζας-2 είναι μηδενική μέχρι το τέλος. Επομένως, η Τράπεζα-2 δεν επιβιώνει, ενώ η Τράπεζα-1 επιβιώνει.

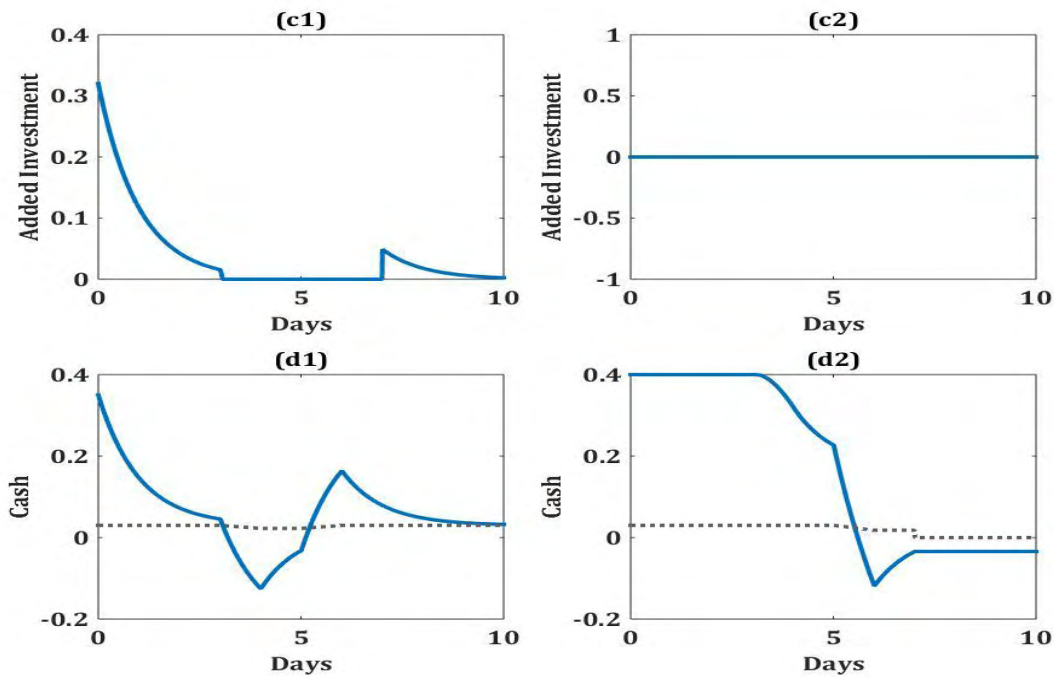
Εικόνα 6.15 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 8^{ης} περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εικόνα 6.16 Αποτελέσματα 8^{ης} περίπτωσης





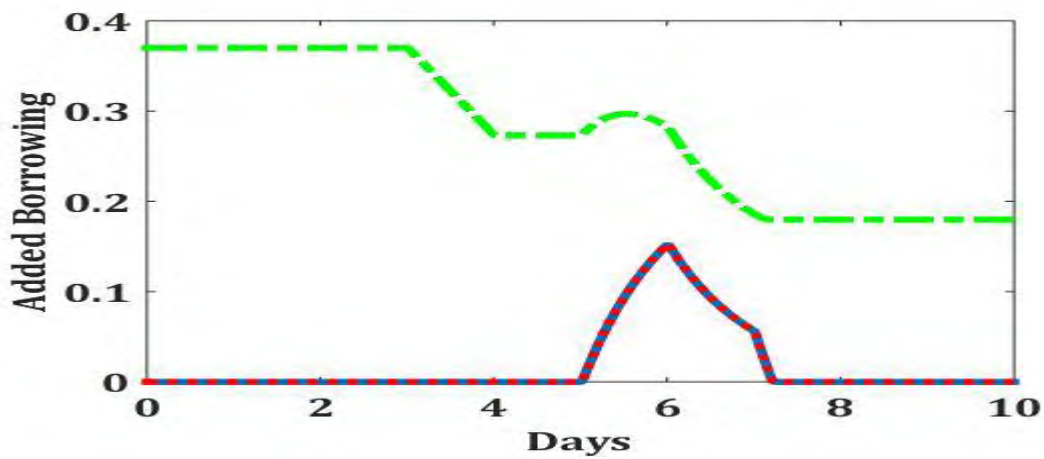
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Όντως όπως παρατηρήσαμε και από την Εικ.6.15 και οι Εικόνες 6.16(d1), 6.16(d2) επιβεβαιώνουν τους ισχυρισμούς μας ότι **η Τράπεζα-1 επιβιώνει**, ενώ **η Τράπεζα-2 δεν επιβιώνει** (παρά το γεγονός ότι τη στιγμή του σοκ είχε μεγαλύτερη ρευστότητα από την Τράπεζα-1) επειδή τα μετρητά της, (μετά το σοκ, τη χορήγηση μετρητών στην πρώτη αλλά και το γεγονός ότι κανείς δεν μπορεί να τη δανείσει), βρίσκονται κάτω από το μηδέν μέχρι $t=10$. Στην Εικ.6.16(a1) οι καταθέσεις της Τράπεζας-1 που σώθηκε, αυξάνονται και επανέρχονται στο αρχικό τους επίπεδο. Σε αυτή την περίπτωση επομένως η τράπεζα που σώζει την άλλη δεν επιβιώνει.

9^Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

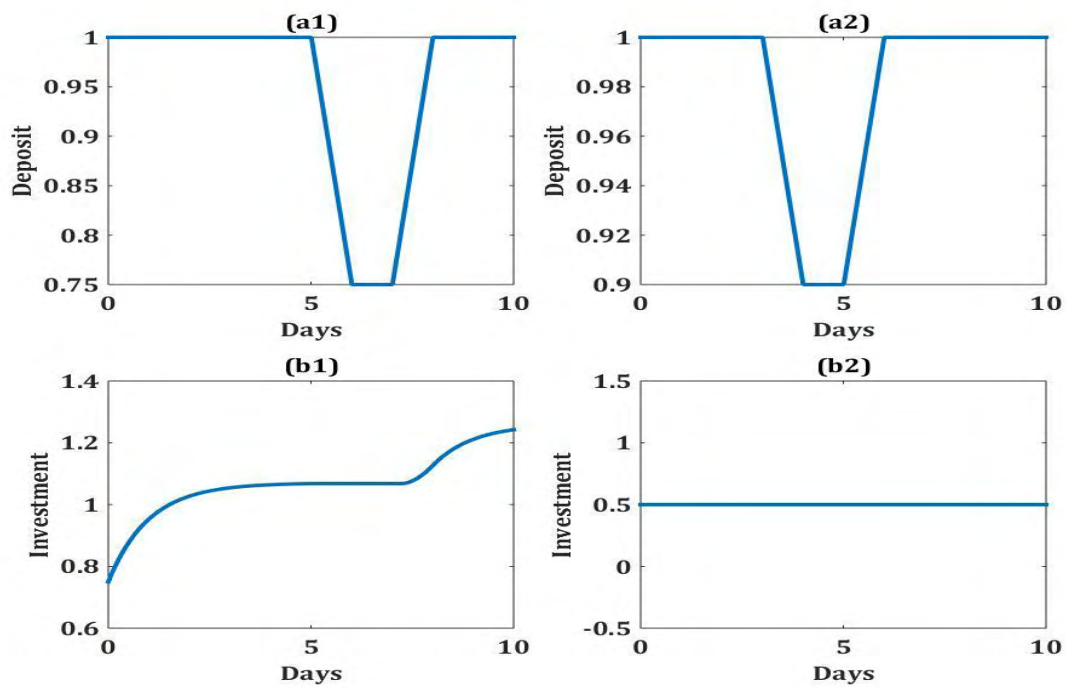
Στην περίπτωση αυτή, πρώτα παθαίνει σοκ (0.1) η δεύτερη τράπεζα τη χρονική στιγμή $t=4$, και μετά τη $t=5$ παθαίνει σοκ (0.25) η πρώτη τράπεζα. Η παρακάτω Εικ.6.17 δείχνει ότι το σοκ δεν αλλάζει την ικανότητα της Τράπεζας-2 να προσφέρει μετρητά σε όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης ($t=0, \dots, 10$). Ακόμα καλύπτονται στο έπακρο οι δανειακές ανάγκες της Τράπεζας-1.

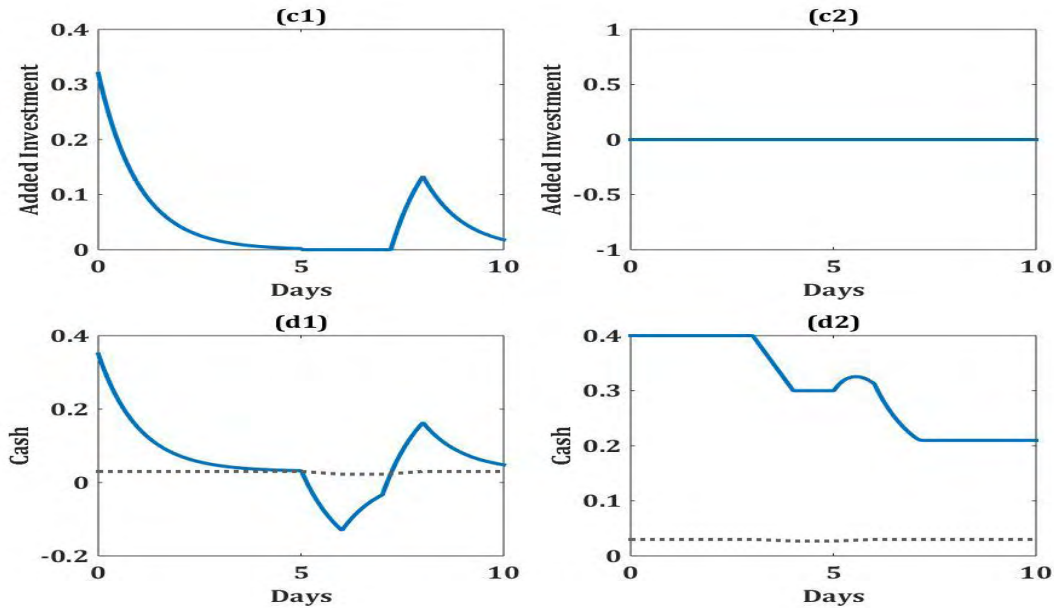
Εικόνα 6.17 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 9ης περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εικόνα 6.18 Αποτελέσματα 9ης περίπτωσης





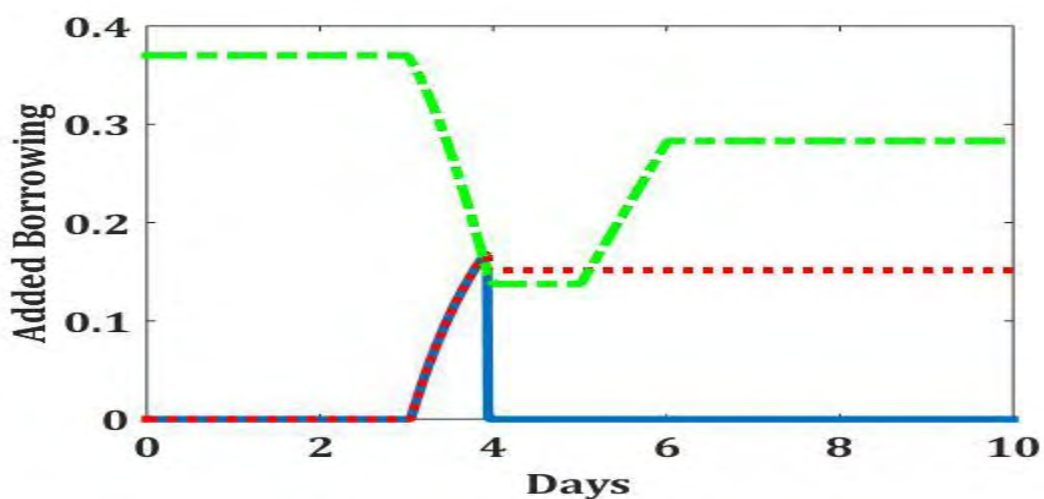
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Η Εικ.6.18(d2) δείχνει ξεκάθαρα ότι το σοκ που υπέστη η Τράπεζα-2 και τα μετρητά που δάνεισε στην Τράπεζα-1 είχαν ως συνέπεια τη μείωση των μετρητών της αλλά εξακολουθεί να έχει αρκετό απόθεμα πολύ πιο πάνω από το κατώτατο όριο, όποτε επιβιώνει και οι καταθέσεις της επανέρχονται στο αρχικό επίπεδο στην Εικ.6.18(a2). Η Τράπεζα-1 επίσης επιβιώνει και μάλιστα τα μετρητά της βρίσκονται πάνω από το κατώτατο όριο (η μπλε γραμμή είναι πάνω από τη γκρι) στην Εικ.6.18(d1) και οι καταθέσεις της στην Εικ.6.18(d1) αυξάνονται αλλά και οι επενδυτικές ευκαιρίες της αξιοποιούνται στην Εικ.6.18(c1) και είναι πάνω από το μηδέν. Επομένως **και οι δυο τράπεζες επιβίωσαν**.

10^Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

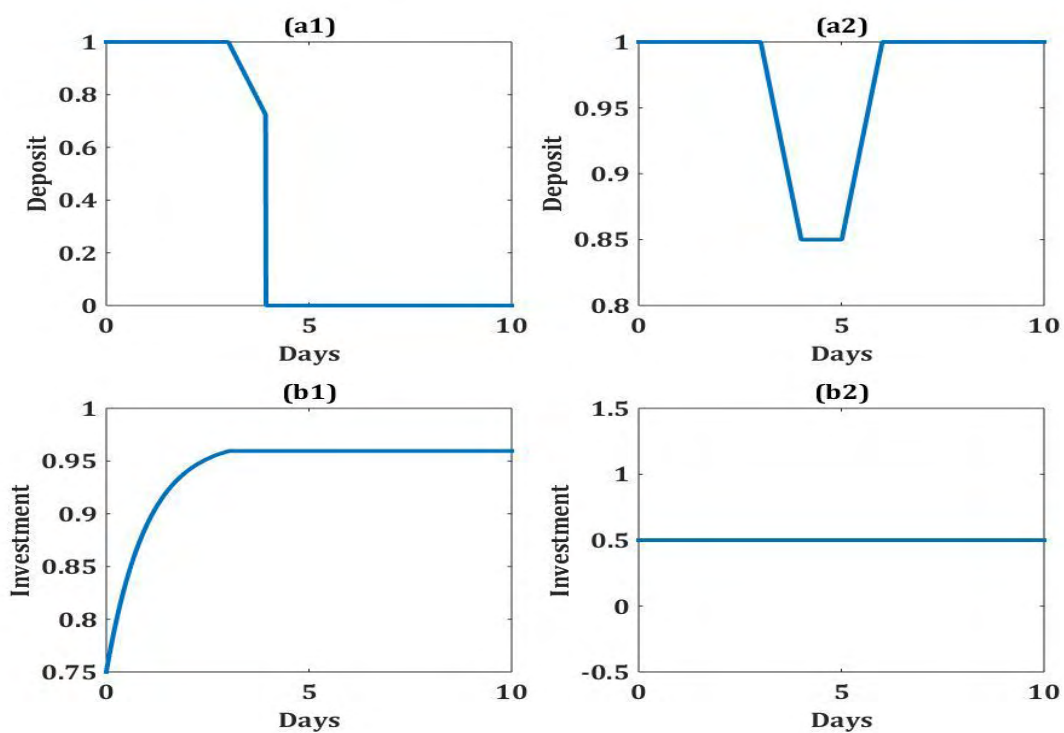
Στην τελευταία αυτή περίπτωση, εφαρμόζουμε ταυτόχρονα σοκ και στις δυο τράπεζες τη χρονική στιγμή $t=4$ αλλά η πρώτη τράπεζα υφίσταται μεγαλύτερο (0.3) σοκ από τη δεύτερη (0.15). Όπως γίνεται κατανοητό από την Εικ.6.19 τη στιγμή που και οι δυο τράπεζες παθαίνουν σοκ, οι ανάγκες σε μετρητά της Τράπεζας-1 είναι μεγαλύτερες από αυτά που μπορεί να δώσει η Τράπεζα-2 επομένως, η πρώτη δεν εξασφαλίζει δάνειο από τη δεύτερη. Η Τράπεζα-2 από τη χρονική στιγμή $t=5$ περίπου και μέχρι το τέλος διαθέτει πλεόνασμα μετρητών, όμως δεν μπορεί να δανείσει στην πρώτη επειδή έχει ήδη χρεοκοπήσει.

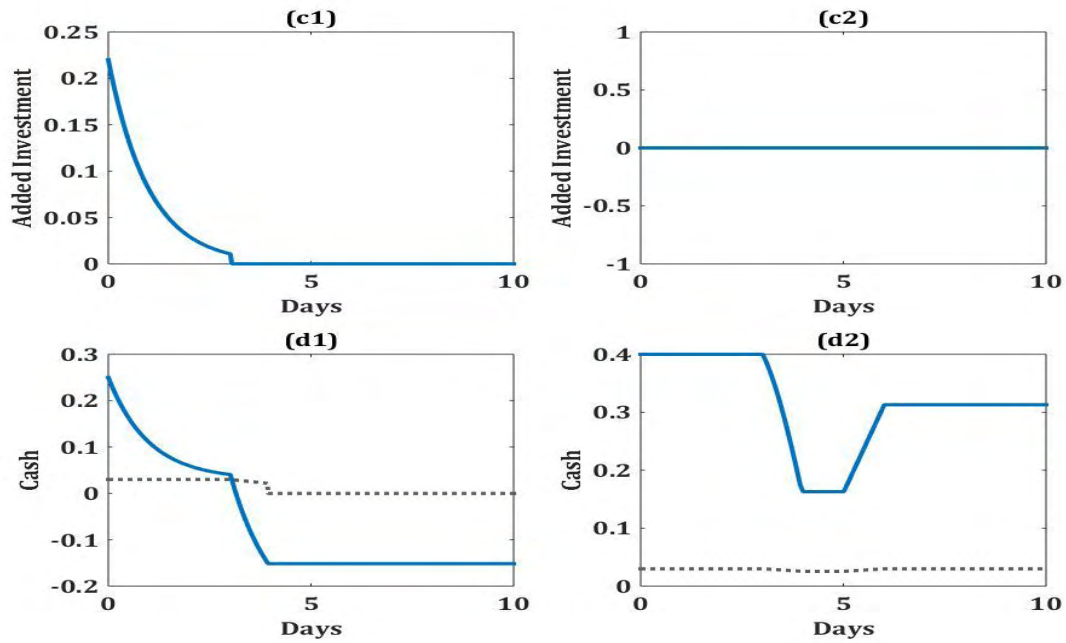
Εικόνα 6.19 Η δυναμική του προστιθέμενου δανεισμού 10^{ης} περίπτωσης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εικόνα 6.20 Αποτελέσματα 10^{ης} περίπτωσης





Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Η Εικ.6.20(d1) δείχνει ότι τα μετρητά της Τράπεζας-1, από τη στιγμή που υπέστη το σοκ και μέχρι το τέλος, βρίσκονται κάτω από το μηδέν οπότε χρεοκόπησε. Η Τράπεζα-2 από την άλλη, στην Εικ.6.20(d2) έχει μειωμένα μετρητά αλλά αρκετά πάνω από το κατώτατο όριο (η μπλε γραμμή βρίσκεται πάνω από τη γκρι). Άρα **η Τράπεζα-1 δεν επιβίωσε**, ενώ **η Τράπεζα-2 επιβίωσε**.

7. ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΣΤΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

7.1. Συνεισφορά στη Βιβλιογραφία

- ✓ Εμπλουτίζει την ελληνική βιβλιογραφία στη θεματολογία της Δυναμικής Οικονομικής Ανάλυσης μέσω διαφορικών εξισώσεων και στα θέματα που ασχολούνται με τη Διαχείριση Τραπεζικών Κινδύνων (Banking Risk Management).
- ✓ Θα μπορούσε να ληφθεί ως μια πρώτη προσπάθεια για κριτική – μελέτη του θεωρητικού μοντέλου που έχει δημιουργηθεί από την Wei (2017), εφόσον μέχρι αυτή τη χρονική στιγμή δεν έχει δημοσιευθεί κάποια αντίστοιχη μελέτη.
- ✓ Δίνει το έναυσμα για να ασχοληθεί κανείς ενεργά με τη μελέτη και έρευνα της Δυναμικής Οικονομικής Ανάλυσης.
- ✓ Δίνει την ευκαιρία στην ακαδημαϊκή κοινότητα για περαιτέρω έρευνα, μελέτη και συζήτηση στα θέματα που παρουσιάζονται.
- ✓ Αναδεικνύει το ευρύ φάσμα των διαφόρων κινδύνων που διατρέχουν τα τραπεζικά ιδρύματα.
- ✓ Μελετάται διεξοδικά, υπό το πρίσμα της Δυναμικής Οικονομικής ανάλυσης, ο συστημικός κίνδυνος των τραπεζών, ένα μείζον θέμα που απασχολεί τόσο τις αρμόδιες εποπτικές αρχές όσο και τις διοικήσεις των τραπεζών αλλά και ακαδημαϊκούς ερευνητές.
- ✓ Ενημερώνει τον ενδιαφερόμενο αναγνώστη με την πιο πρόσφατη ξενόγλωσση και ελληνόγλωσση βιβλιογραφία που είναι διαθέσιμη, για όλα τα θέματα που παρουσιάστηκαν σε αυτήν την εργασία.
- ✓ Παρουσιάζει και συνδυάζει τη μελέτη σπάνιων οικονομικών όρων όπως το ομόλογο εις το διηνεκές και το αρνητικό επιτόκιο.

7.2. Περιορισμοί της Έρευνας

Πρωταρχικός στόχος της μελέτης που παρουσιάστηκε στις προηγούμενες ενότητες, ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο τα πραγματικά δεδομένα που θα μπορούσαν να αντληθούν από τους τραπεζικούς ισολογισμούς, μπορούν ή όχι να επαληθεύσουν το θεωρητικό μοντέλο που έχει προταθεί από την Wei (2017). Ωστόσο αυτό κατέστη αδύνατο λόγω των περιορισμών που αναφέρονται παρακάτω :

- Όπως είδαμε το μοντέλο έχει προταθεί να λειτουργεί λαμβάνοντας υπόψη ως χρονική μονάδα την ημέρα. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι ο κάθε ερευνητής δεν μπορεί να προσαρμόσει την έρευνά του χρησιμοποιώντας άλλες μονάδες του χρόνου όπως εβδομάδες, μήνες, τρίμηνα ή έτη. Ωστόσο ως γνωστόν τα τραπεζικά ιδρύματα υποχρεούνται βάσει νομοθεσίας να δημοσιεύουν τις οικονομικές καταστάσεις τους τουλάχιστον σε τριμηνιαία βάση. Το πρόβλημα που προκύπτει εδώ είναι ότι η συντριπτική πλειοψηφία των τραπεζικών ιδρυμάτων, είτε ελληνικές είτε ξένες, έχουν αναρτήσει στις ιστοσελίδες τους οικονομικά στοιχεία των τελευταίων πέντε ή δέκα ετών. Επομένως δεν μπορεί να δημιουργηθεί μια εύλογη βάση δεδομένων για μεγάλες χρονικές περιόδους. Κατά συνέπεια καθίσταται αδύνατη η εξέταση και μελέτη όλων

των μεταβλητών που αντλούνται από τους ισολογισμούς σε πραγματικό χρόνο. Αυτό συμβαίνει επειδή, ο χρόνος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο αλλά τα ημερήσια δεδομένα δεν συνάδουν με την πραγματικότητα αφού τέτοια δεδομένα δεν υπάρχουν πουθενά δημοσιευμένα. Με άλλα λόγια εάν βάζαμε ως μονάδα του χρόνου το τρίμηνο και υπήρχαν επαρκή δεδομένα για όλες τις παραμέτρους μας (όχι μόνο για το επιτόκιο και το απαιτούμενο ποσοστό διαθεσίμων) τότε ίσως να είχαμε αποτελέσματα που να απέδιδαν ακόμη πιο ρεαλιστικά τη δυναμική της διατραπεζικής αγοράς.

- Πολύτιμες πληροφορίες – δεδομένα που σχετίζονται με παραμέτρους της διατραπεζικής αγοράς, όπως το ακριβές ποσό δανεισμού μιας τράπεζας από μια άλλη και σε ποια χρονική περίοδο πραγματοποιήθηκε ο δανεισμός καθώς και το ακριβές επιτόκιο δανεισμού δυστυχώς δεν υπάρχουν πουθενά δημοσιευμένα στο διαδίκτυο. Στο σημείο αυτό να τονίσουμε ότι δημοσιεύονται πληροφορίες για τα επιτόκια αναφοράς (όπως το εβδομαδιαίο/μηνιαίο/τριμηνιαίο/εξαμηνιαίο/ετήσιο EURIBOR και LIBOR) τα οποία καθορίζουν το ελάχιστο επιτόκιο δανεισμού. Το ακριβές, όμως, επιτόκιο δανεισμού ισούται με το επιτόκιο βάσης συν κάποιο ασφάλιστρο κινδύνου. Αυτό είναι στην ευχέρεια της κάθε τράπεζας να το καθορίζει και ακριβώς αυτό το ποσό της προμήθειας δεν γνωστοποιείται, για αυτό χρησιμοποιήσαμε στη μελέτη μας μόνο το επιτόκιο αναφοράς και όχι το πραγματικό. Ακόμα και από τους ισολογισμούς αυτό που μπορούμε να διακρίνουμε είναι μόνο οι συνοπτικοί λογαριασμοί «Απαιτήσεις από άλλα πιστωτικά ιδρύματα» και «Υποχρεώσεις προς άλλα πιστωτικά ιδρύματα» που ουσιαστικά μας δίνουν το σύνολο των δανείων όχι συγκεκριμένα από ποιους λήφθηκαν ή προς ποιους δανείστηκαν.
- Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι οι διασυνδέσεις μεταξύ των τραπεζών στην διατραπεζική αγορά είναι πολύπλοκες και δαιδαλώδεις καθώς και ότι δεν υπάρχει επαρκής διαθέσιμη δημοσιευμένη πληροφόρηση, αναγκαστικά έγιναν στοιχειώδεις λογικές υποθέσεις, οπότε και τα συμπεράσματα της μελέτης είναι αρκετά απλουστευμένα. Το γεγονός αυτό όμως μας απομακρύνει αρκετά από πραγματικά γεγονότα.
- Δεδομένου ότι τα Διεθνή Λογιστικά Πρότυπα (ΔΛΠ) που αφορούν τις τραπεζικές εργασίες, είτε όλα είτε κάποια από αυτά, δεν εφαρμόστηκαν ταυτόχρονα σε όλες τις τράπεζες σε όλα τα κράτη, μας απέτρεψε να πραγματοποιήσουμε κάποια συγκριτική μελέτη μεταξύ ελληνικών και ευρωπαϊκών τραπεζών.
- Υπάρχουν μεγάλες βάσεις δεδομένων, με πιο γνωστές τις BankScore, Moody's Analytics και άλλες, που παρέχουν πλήρη πληροφόρηση για όλα τα οικονομικά δεδομένα των τραπεζών, όπως ισολογισμοί, διάφορες μελέτες, εκτιμήσεις, προβλέψεις και άλλα, όμως η απόκτηση αυτών των σημαντικών πληροφοριών – δεδομένων ήταν πέρα των σκοπών της παρούσας διπλωματικής.
- Παρά τις πολλές δυνατότητες που μας προσφέρει η Δυναμική Οικονομική Ανάλυση, υπάρχει εξαιρετικά περιορισμένη αρθρογραφία που να ασχολείται με ένα εύρος οικονομικών και χρηματοοικονομικών θεμάτων. Συνήθως οι επιστήμονες που ασχολούνται με τη χρήση της Δυναμικής Ανάλυσης προέρχονται από τον χώρο των Μαθηματικών, της Φυσικής και των Μηχανικών. Ακόμη, η υπάρχουσα βιβλιογραφία που αναφέρεται στη Δυναμική Οικονομική Ανάλυση είναι δυσνόητη καθώς απαιτεί οι

οικονομολόγοι που ασχολούνται, να διαθέτουν ένα ισχυρό θεωρητικό μαθηματικό υπόβαθρο. Αυτό το γεγονός όμως, περιόρισε σε σημαντικό βαθμό τον εμπλουτισμό της βιβλιογραφίας μας με σχετικά άρθρα.

- Το θεωρητικό μοντέλο πάνω στο οποίο βασίστηκε η μελέτη που παρουσιάσαμε δημοσιεύτηκε το 2017. Το ότι είναι πολύ νέο μοντέλο έχει ως μειονέκτημα ότι ενδεχομένως να μην έχει προλάβει η ακαδημαϊκή και επιστημονική κοινότητα να το γνωρίσει και να το μελετήσουν άλλοι ερευνητές ή ότι δεν έχουν δημοσιευθεί ακόμα σχετικές μελέτες - κριτικές. Αυτό όμως μας στερεί πολύτιμη πληροφόρηση για την λειτουργία του μοντέλου και των υποθέσεων που αυτό εμπεριέχει. Επιπλέον, δεν μπορεί να γίνει κάποια σύγκριση με προγενέστερες μελέτες.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Σε αυτή την ενότητα πρόκειται να παρουσιάσουμε όλα τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα που προηγήθηκε στις παραπάνω ενότητες. Επιπροσθέτως πρόκειται να προτείνουμε μερικές ιδέες για μελλοντική έρευνα.

8.1 Συμπεράσματα

- Η πρώτη διαπίστωση είναι ότι σε όλα τα πιθανά σενάρια (είτε οι δυο τράπεζες δραστηριοποιούνται στην Ευρωζώνη, είτε στην Κίνα, είτε στις ΗΠΑ) παρατηρούμε άλλοτε να χρεοκοπούν ταυτόχρονα και οι δυο τράπεζες, άλλοτε να χρεοκοπεί μόνο η μια, άλλοτε να επιβιώνουν και οι δυο από το σοκ στις καταθέσεις τους. Με άλλα λόγια, δεν παρατηρήθηκε μια μόνο τάση ως προς το αποτέλεσμα, όπως παραδείγματος χάρη μόνο χρεοκοπία ή μόνο επιβίωση μιας εκ των τραπεζών. Από τις συνολικά δέκα περιπτώσεις που εξετάσαμε μόνο στην 5^η περίπτωση χρεοκόπησαν και οι δυο.
- Μια άλλη σημαντική διαπίστωση είναι ότι όταν επιβιώνει η δεύτερη τράπεζα έχει αρκετό απόθεμα μετρητών μέχρι το τέλος της προσομοίωσης σε σχέση με το αντίστοιχο απόθεμα της πρώτης τράπεζας. Το γεγονός αυτό φαίνεται από τη θέση της μπλε γραμμής σε σχέση με τη γκρι διακεκομμένη γραμμή. Για την Τράπεζα-1 η μπλε γραμμή σχεδόν συμπίπτει με την γραμμή του κατώτατου επιτρεπόμενου ορίου μετρητών (δηλαδή την γκρι γραμμή), ενώ αντίστοιχα για την Τράπεζα-2 η μπλε γραμμή βρίσκεται αρκετά πιο ψηλά από την γκρι. Όμως και στην 7^η και 9^η περίπτωση ενώ το επίπεδο των μετρητών της Τράπεζας-1 ξεκάθαρα βρίσκεται πάνω από το κατώτατο επιτρεπόμενο όριο δεν είναι τόσο ψηλά όσο το αντίστοιχο της Τράπεζας-2. Ενδεχομένως, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε πως αυτό αποτελεί ένδειξη ότι η Τράπεζα-1 σε μελλοντικά σοκ ίσως χρειασθεί και άλλο δάνειο, κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι επενδύει πλήρως όλα της τα πλεονάσματα.
- Αξιοσημείωτη είναι η δεύτερη και δέκατη περίπτωση στην οποία η Τράπεζα-2 παθαίνει σοκ ταυτόχρονα με την Τράπεζα-1, αλλά παρά το γεγονός ότι δεν είχε κάποια πηγή για να χρηματοδοτήσει το έλλειμμα των μετρητών της, κατάφερε τελικά να επιβιώσει.
- Συγκρίνοντας την 5^η με την 6^η περίπτωση, όπου η μοναδική τους διαφορά είναι η αντιστροφή της χρονικής στιγμής που προκαλείται το σοκ στις δυο τράπεζες, διαπιστώνουμε ότι: όταν το σοκ προκαλείται αρχικά στην πρώτη τράπεζα τότε χρεοκοπούν και οι δυο. Όταν το σοκ προκαλείται αρχικά στη δεύτερη τράπεζα τότε επιβιώνει μόνο αυτή παρόλο που η αναλογία σοκ προς αρχικά μετρητά είναι 1.
- Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι η μεγάλη αύξηση στο απαιτούμενο ποσοστό μετρητών δεν εξασφαλίζει απαραίτητα τη βιωσιμότητα της τράπεζας. Όπως χαρακτηριστικά διαπιστώσαμε στην 3^η και στην 4^η περίπτωση, οι αρχικές συνθήκες για το αρχικό επίπεδο των μετρητών, το εύρος του σοκ και τη χρονική στιγμή που αυτό προκλήθηκε, είναι ακριβώς ίδιες για τις δυο τράπεζες. Ωστόσο και στις δυο περιπτώσεις, το αποτέλεσμα της χρεοκοπίας της Τράπεζας-2 δεν άλλαξε όταν αυξήθηκε το απαιτούμενο ποσοστό μετρητών. Τα ίδια διαπιστώνουμε και στη σύγκριση 2^{ης} και 10^{ης} περίπτωσης όπου χρεοκοπεί η ίδια τράπεζα, δηλαδή, η Τράπεζα-1, παρόλο που αυξήθηκε το απαιτούμενο ποσοστό μετρητών από 1% (2^η περίπτωση) σε 3% (10^η

περίπτωση). Στο ίδιο ακριβώς συμπέρασμα καταλήγουν και οι μελέτες των Iori et al (2006), Wei (2017).

- Από την βιβλιογραφία που παρατέθηκε, η εξέταση της περίπτωσης κατά την οποία η πρώτη τράπεζα δεν πρόκειται να αποπληρώσει το δάνειό της προς τη δεύτερη τράπεζα και το επιτόκιο είναι μηδενικό όπως έχει προταθεί από την Wei (2017), θεωρούμε ότι δεν είναι ορθή. Το συμπέρασμα αυτό συνάγεται από το γεγονός ότι ιστορικά και θεωρητικά έχουν καταγραφεί «αέναα δάνεια» (perpetual debts) μόνο με την έκδοση ομολόγου στο διηνεκές (perpetual bond). Αυτό το ομόλογο όμως, έχει ως κύριο γνώρισμα ο εκδότης να πληρώνει για πάντα τοκομερίδια στον δανειστή.
- Επιπλέον, από τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι, ο συστημικός κίνδυνος είναι υπαρκτός όπως και το φαινόμενο της μετάδοσής του.
- Τέλος, μπορούμε να ισχυριστούμε με κάθε επιφύλαξη ότι, το συγκεκριμένο υπόδειγμα που μελετήσαμε, με τις απλουστευμένες υποθέσεις που κάναμε και τα διαθέσιμα δεδομένα που είχαμε, βγάζει λογικά συμπεράσματα που συμφωνούν με τη βιβλιογραφία. Ωστόσο, χρειάζεται να γίνει περισσότερη ενδελεχής διερεύνηση, προκειμένου να επιβεβαιωθεί η παραπάνω τεκμηρίωσή μας.

8.2 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η δημοσίευση ενός θεωρητικού μοντέλου, το οποίο φιλοδοξεί να συνδράμει στην επίλυση ζητημάτων που σχετίζονται με την οικονομική επιστήμη, όπως αυτό που παρουσιάσαμε στις προηγούμενες ενότητες, δίνει την ευκαιρία στους επιστήμονες και ακαδημαϊκούς να επεκτείνουν περαιτέρω την έρευνά τους πάνω σε αυτό. Σε αυτή τη διπλωματική επιχειρήθηκε να γίνει μια πρώτη κριτική μελέτη αυτού του υποδείγματος με απλουστευμένες υποθέσεις και περιορισμένους πόρους. Ωστόσο θεωρούμε ότι πολλά μπορεί να γίνουν σε μελλοντικές εργασίες. Ενδεικτικά ακολουθούν μερικές προτάσεις - ιδέες για μελλοντική έρευνα.

- Υπό την προϋπόθεση ότι θα υπάρχουν στην ευχέρεια των ερευνητών οι πραγματικές τιμές όλων των παραμέτρων και μεταβλητών του μοντέλου, μπορεί να ελεγχθεί ενδελεχώς το μοντέλο από την αρχή. Από αυτή τη μελέτη θα μπορούσε να προκύψει ενδεχομένως και η επιβεβαίωση ή όχι του υποδείγματος.
- Προτείνεται η μελέτη και διαγραμματική απεικόνιση του σημείου ισορροπίας του συστήματος για κάθε περίπτωση προκειμένου να αντλήσουμε περισσότερες πληροφορίες για τη συμπεριφορά των μεταβλητών αλλά και του σημείου ισορροπίας.
- Συνιστάται ο πειραματισμός με περισσότερους και πιο περίπλοκους συνδυασμούς στις τιμές των παραμέτρων. Αυτό βέβαια μπορεί να γίνει, όπως και στην παρούσα περίπτωση, όταν ο ερευνητής έχει περιορισμένα δεδομένα για τις τιμές των μεταβλητών.
- Το υπόδειγμα αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ενδεχομένως ως βάση και για τη μελέτη διακρατικών δανείων και τη χρεοκοπία κρατών, όχι μόνο δηλαδή για το τραπεζικό σύστημα. Ακόμα με τις κατάλληλες τροποποιήσεις και υποθέσεις αυτό το υπόδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από επαγγελματίες για τη μελέτη των δανείων που χορηγούν μεταξύ τους οι επιχειρήσεις και το ενδεχόμενο χρεοκοπίας τους από τον κίνδυνο μετάδοσης.

- Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η μελέτη των περιπτώσεων που το αρχικό σοκ στο σύστημα εισάγεται και από άλλες μεταβλητές, όπως οι επενδύσεις ή τα μετρητά. Αυτές οι περιπτώσεις πιθανώς να μας έδιναν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τη λειτουργία του υποδείγματος.
- Προτείνεται να πραγματοποιηθούν περισσότερες συγκριτικές μελέτες μεταξύ τραπεζικών συστημάτων διαφορετικών χωρών μέσω αυτού του υποδείγματος.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Acemoglu, D., Ozdaglar, A., and Tahbaz-Salehi, A. (2015). Systemic risk and stability in financial networks. *The American Economic Review*, 105(2), 564-608.
- Akhter, S. and Daly, K. (2017). Contagion risk for Australian banks from global systemically important banks: Evidence from extreme events. *Economic Modelling*, 63, pp.191-205.
- Aloui, R., Aïssa, M. S. B., and Nguyen, D. K. (2011). Global financial crisis, extreme interdependences, and contagion effects: The role of economic structure? *Journal of Banking & Finance*, 35(1), 130-141.
- Apostolik, R., Donohue, C. and Went, P. (2009). *Foundations of Banking Risk: An Overview of Banking, Banking Risks, and Risk-Based Banking Regulation*. 1st ed. New Jersey: John Wiley&Sons, pp.10-18.
- Baron, M., Verner, E. and Xiong, W. (2019). *Salient Crises, Quiet Crises*. [ebook] Available at: <https://wxiong.mycpanel.princeton.edu/papers/BankingCrisis.pdf> [Accessed 1 May 2019].
- Barone, A. (2019). *Banks*. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/b/bank.asp> [Accessed 30 Apr. 2019].
- Bedford, D., Bellens, J. and Schlich, B. (2018). *Global Banking Outlook 2018*. [online] EY. Available at: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/digital/ey-global-banking-outlook-2018.pdf [Accessed 29 Sep. 2018].
- Berkmen, S. P., Gelos, G., Rennhack, R., and Walsh, J. P. (2012). The global financial crisis: Explaining cross-country differences in the output impact. *Journal of International Money and Finance*, 31(1), 42-59.
- Bessis, J. (2010). *Risk Management in Banking*. 3rd ed. Wiltshire: John Wiley & Sons Ltd, p.xi-18.
- Bluhm, M. and Krahen, J. (2014). Systemic risk in an interconnected banking system with endogenous asset markets. *Journal of Financial Stability*, 13, pp.75-94.
- Bouveret, A. (2018). *Cyber Risk for the Financial Sector: A Framework for Quantitative Assessment*. [online] IMF. Available at: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2018/06/22/Cyber-Risk-for-the-Financial-Sector-A-Framework-for-Quantitative-Assessment-45924> [Accessed 15 Oct. 2018].
- Brandi, G., Di Clemente, R. and Cimini, G. (2018). Epidemics of liquidity shortages in interbank markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 507, pp.255-267.
- Breaking Down Finance. (2019). *tail risk - Breaking Down Finance*. [online] Available at: <https://breakingdownfinance.com/finance-topics/risk-management/tail-risk/> [Accessed 29 Mar. 2019].
- Caruana, J. (2010). *Systemic risk: how to deal with it?*. [online] Bis.org. Available at: <https://www.bis.org/publ/othp08.htm> [Accessed 30 Sep. 2018].

- Casu, B., Girardone, C. and Molyneux, P. (2006). *Introduction to banking*. 1st ed. Gosport: Pearson Education Limited, pp.49-74,258-277.
- Cerutti, E., McGuire, P. and Claessens, S. (2011). *Systemic Risks in Global Banking: What Available Data Can Tell Us and What More Data Are Needed?*. [online] Elibrary.imf.org. Available at: https://www.elibrary.imf.org/abstract/IMF001/12207-9781463904241/12207-9781463904241/12207-9781463904241_A001.xml?redirect=true [Accessed 29 May 2018].
- Chen, J. (2018). *Perpetual Bond*. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/p/perpetualbond.asp> [Accessed 26 May 2018].
- Cont, R., Moussa, A. and Santos, E. (2012). *Network structure and systemic risk in banking systems*. [online] SSRN Papers. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1733528 [Accessed 1 May 2018].
- Cooper, C. (2015). *6 economists who predicted the global financial crisis and why we should listen to them from now on*. [online] Intheblack.com. Available at: <https://www.intheblack.com/articles/2015/07/07/6-economists-who-predicted-the-global-financial-crisis-and-why-we-should-listen-to-them-from-now-on> [Accessed 19 May 2018].
- Corporate Finance Institute. (2017). *Systemic Risk - Understanding How Systemic Risk Affects the Economy*. [online] Available at: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/finance/what-is-systemic-risk/> [Accessed 29 Jun. 2018].
- Cummings, M. (2015). *A living artifact from the Dutch Golden Age: Yale's 367-year-old water bond still pays interest*. [online] Yale News. Available at: <https://news.yale.edu/2015/09/22/living-artifact-dutch-golden-age-yale-s-367-year-old-water-bond-still-pays-interest> [Accessed 16 May 2018].
- Dungey, M. and Gajurel, D. (2015). Contagion and banking crisis – International evidence for 2007–2009. *Journal of Banking & Finance*, 60, pp.271-283.
- European Banking Authority. (2019). *Risk Dashboard Data as of Q4 2018*. [online] Available at: <https://eba.europa.eu/documents/10180/2666948/EBA+Dashboard+-+Q4+2018.pdf/5836f313-b390-4f24-99bf-815fc036a7ce> [Accessed 6 Apr. 2019].
- Furfine, C. (2003). Interbank Exposures: Quantifying the Risk of Contagion. *Journal of Money, Credit and Banking*, 35(1), pp.111-128.
- Gabrieli, S. & Salakhova, D. & Vuillemeij, G., (2015). "Interconnectedness and contagion risk in the European banking sector," Rue de la Banque, Banque de France, issue 05, April.
- Gai, P. (2013). *Systemic Risk The Dynamics of Modern Financial Systems*. 1st ed. OXFORD University Press.
- Galbraith, A. (2019). *Bank Issues China's First Perpetual Bond as Investment Restrictions on Insurers Eased*. [online] Insurance Journal. Available at: <https://www.insurancejournal.com/news/international/2019/01/25/515798.htm> [Accessed 1 May 2019].
- Gandolfo, G. (1997). *Economic Dynamic*. 1st ed. Heidelberg: Springer, pp.1-3.

- Ganguly, S., Harreis, H., Margolis, B. and Rowshankish, K. (2017). *Digital risk: Transforming risk management for the 2020s*. [online] McKinsey & Company. Available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/digital-risk-transforming-risk-management-for-the-2020s> [Accessed 29 Jan. 2019].
- Haldane, A. and May, R. (2011). Systemic risk in banking ecosystems. *Nature International Journal of Science*, 469, pp.351-355.
- Halkos, G. and Tsilika, K. (2012). Stability analysis in economic dynamics: A computational approach. *MPRA Paper*, [online] 41371, pp.1,2. Available at: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/41371/1/MPRA_paper_41371.pdf [Accessed 9 Sep. 2018].
- Hasman, A. (2012). A CRITICAL REVIEW OF CONTAGION RISK IN BANKING. *Journal of Economic Surveys*, pp.978-995.
- Hayes, A. (2019). *Negative Interest Rate Policy (NIRP) Definition*. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/n/negative-interest-rate-policy-nirp.asp> [Accessed 10 May 2019].
- Heider, F., Saidi, F. and Schepens, G. (2018). *Life below zero: bank lending under negative policy rates*. [PDF] ECB Working Paper Series. Available at: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2173.en.pdf?43f20b69ef7771db97633f8ea35b9b92> [Accessed 17 Jan. 2019].
- Hess, M. (2015). *The serious consequences of the negative interest rates*. [online] Swiss Banking. Available at: <https://www.swissbanking.org/en/services/insight/1.15/the-serious-consequences-of-the-negative-interest-rates> [Accessed 17 Jan. 2019].
- Hickman, M. (2017). *Innovative Perpetual Debt Instruments*. [online] Bizfluent.com. Available at: <https://bizfluent.com/list-7330551-innovative-perpetual-debt-instruments.html> [Accessed 16 May 2018].
- Hirsch, M., Smale, S. and Devaney, R. (2004). *Differential Equation, Dynamical Systems & An Introduction to Chaos*. 2nd ed. London: Elsevier, p.x.
- Hirst, T. (2014). *The UK Government Plans To Pay Off \$349 Million Of Debt That Stretches Back To The 18th Century*. [online] Business Insider. Available at: <https://www.businessinsider.com/the-uk-government-redeems-war-loans-2014-10> [Accessed 16 May 2018].
- IMF. (2009). *Global Financial Stability Report, April 2009 : Responding to the Financial Crisis and Measuring Systemic Risks*. [online] Available at: <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2016/12/31/Global-Financial-Stability-Report-April-2009-Responding-to-the-Financial-Crisis-and-22583> [Accessed 31 Jul. 2018].
- Iori, G., Jafarey, S. and Padilla, F. (2006). Systemic risk on the interbank market. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 61(4), pp.525-542.
- Kapoor, M. (2018). *These people predicted the 2008 recession and were laughed at!*. [online] BusinessToday.in. Available at: <https://www.businesstoday.in/top-story/these-people-predicted-the-2008-recession-and-were-laughed-at/story/283071.html> [Accessed 30 Nov. 2018].

- Kenton, W. (2018). *Contagion*. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/c/contagion.asp> [Accessed 31 May 2018].
- Keregero, C. and Fan, H. (2019). The Contagion Risk of a Banking System. *International Journal of Business and Applied Social Science*, 5(1), pp.152-163.
- Knaup, M. and Wagner, W. (2010). *Measuring the Tail Risks of Banks*. [online] Fdic.gov. Available at: <https://www.fdic.gov/bank/analytical/cfr/bank-research-conference/annual-10th/papers/knaup.pdf> [Accessed 28 Sep. 2018].
- Kostylenko, O., Rodrigues, H.S., and Torres, D.F.M. (2018). Banking Risk as an Epidemiological Model: An Optimal Control Approach. In: Vaz A., Almeida J., Oliveira J., Pinto A. (eds) *Operational Research. APDIO 2017. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics*, vol 223. Springer, Cham
- Kostylenko, O., Rodrigues, H.S., and Torres, D.F.M. (2019). The spread of a financial virus through Europe and beyond. *AIMS MATHEMATICS*, 4(1), pp.86-98.
- Krause, A. and Giansante, S. (2012). Interbank lending and the spread of bank failures: A network model of systemic risk. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 83(3), pp.583-608.
- Labarre, O. (2019). *What Is Credit Risk?*. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/c/creditrisk.asp> [Accessed 25 May 2019].
- Laeven, L. and Valencia, F. (2012). *Systemic Banking Crises Database : An Update*. [online] IMF. Available at: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/Systemic-Banking-Crises-Database-An-Update-26015> [Accessed 30 Jul. 2018].
- Langner, C. and Tu, L. (2015). *Perpetual Pileup in China Labels \$53 Billion of Debt as Equity*. [online] Bloomberg. Available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-05-26/perpetual-pileup-in-china-labels-53-billion-of-debt-as-equity> [Accessed 1 May 2019].
- Lenzu, S. and Tedeschi, G. (2012). Systemic risk on different interbank network topologies. *Physica A*, 391, pp.4331-4341.
- Matthews, K. and Thompson, J. (2005). *The economics of banking*. 1st ed. Wiltshire: John Wiley&Sons Ltd, pp.55-57.
- Neal, L. and Weidnmier, M. (2002). Crises in the Global Economy from Tulips to Today: Contagion and Consequences. *NBER Working Paper*, [online] 9147. Available at: <https://www.nber.org/papers/w9147> [Accessed 17 Aug. 2018].
- Ong, T. (2019). *Perpetual securities are debts, not equity. Here's why*. [online] The Edge Singapore. Available at: <https://www.theedgesingapore.com/portfolio/perpetual-securities-are-debts-not-equity-heres-why> [Accessed 9 May 2019].
- Paltalidis, N., Gounopoulos, D., Kizys, R. and Koutelidakis, Y. (2015). Transmission channels of systemic risk and contagion in the European financial network. *Journal of Banking&Finance*, 61(1), pp.S36-S52.
- Reinhart, C. M., and Rogoff, K. S. (2014). Recovery from financial crises: evidence from 100 episodes. *The American Economic Review*, 104(5), 50-55.

- Roos, C. (1934). *Dynamic Economics: Theoretical and Statistical Studies of Demand, Production and Prices*. 1st ed. Colorado: Principia Press, pp.4,7-9.
- Saunders, A. and Cornett, M. (2008). *Financial Institutions Management: A Risk Management Approach*. 6th ed. New York: McGraw-Hill Irwin, p.196.
- Segal, T. (2019). *Nonperforming Loan – NPL*. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/n/nonperformingloan.asp> [Accessed 12 Apr. 2019].
- Sheldon, G. and Maurer, M. (1998). Interbank Lending and Systemic Risk: An Empirical Analysis for Switzerland. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 134(4.2), pp.685-704.
- Shone, R. (2002). *Economic Dynamics: Phase Diagrams and their Economic Application*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, pp.3-28.
- Shone, R. (2003). *An Introduction to Economic Dynamics*. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press, pp.1-3.
- Silva, W., Kimura, H. and Sobreiro, V. (2017). An analysis of the literature on systemic financial risk: A survey. *Journal of Financial Stability*, 28, pp.91-114.
- Smith, L. (2019). *An Overview of Perpetual Bonds*. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/articles/investing/082313/perpetual-bonds-overview.asp> [Accessed 12 May 2019].
- Walker, A. (2016). *Why use negative interest rates?*. [online] BBC News. Available at: <https://www.bbc.com/news/business-32284393> [Accessed 10 May 2019].
- Wei, M. (2017). *Study of the Banking System's Stability Using Control Theory*. PhD. University of Kent.
- World Bank. (n.d.). *Banking Crisis*. [online] Available at: <http://www.worldbank.org/en/publication/gfdr/gfdr-2016/background/banking-crisis> [Accessed 30 Jun. 2018].
- World Economic Forum. (2019). *Global Risks Report 2019*. [online] Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf [Accessed 1 Mar. 2019].
- Zanalda, G. (2015). History of Financial Crises. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*, pp.183-190.
- Zhang, S. (2019). *China pledges more support for banks' perpetual bonds to boost lending*. [online] Reuters. Available at: <https://www.reuters.com/article/us-china-pboc-perpetuals/china-pledges-more-support-for-banks-perpetual-bonds-to-boost-lending-idUSKCN1Q80BG> [Accessed 1 May 2019].

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Arnold, G. (2012). *Χρηματοοικονομικές Αγορές*. 1st ed. Αθήνα: Πεδίο, pp.149-151.
- Chiang, A. and Wainwright, K. (2009). *Μαθηματικές Μέθοδοι Οικονομικής Ανάλυσης- Νέα Αναθεωρημένη Έκδοση*. 2nd ed. Αθήνα: Κριτική, pp.695-698.
- Ferguson, N. (2011). *Η Εξέλιξη του Χρήματος: Μια Οικονομική Ιστορία του Κόσμου*. 1st ed. Αθήνα: Αλεξάνδρεια, p.220.
- Ζαπράνης, Α. (2009). *Διαχείριση Χρηματοοικονομικών Κινδύνων με το Matlab: Μια Εφαρμοσμένη Προσέγγιση*. 1st ed. Αθήνα: Κλειδάριθμος, pp.15-25.
- Καπόπουλος, Π. and Λαζαρέτου, Σ. (1997). *Νομισματικές Σχέσεις, Διεθνής Τραπεζική και Χρηματοδότηση*. 1st ed. Αθήνα: Παπαζήση, pp.151-155.
- Κορλίρας, Π. (2006). *Νομισματική Θεωρία και Πολιτική*. 2nd ed. Αθήνα: Μπένου, pp.107-114.
- Νούλας, Α. (2006). *Αγορές Χρήματος και Κεφαλαίου*. 1st ed. Θεσσαλονίκη, pp.483-489,493-498.
- Σαπουντζόγλου, Γ. and Πεντότης, Χ. (2009). *Τραπεζική Οικονομική*. 1st ed. Αθήνα: Μπένου, pp.27,43.
- Συριόπουλος, Κ. and Παπαδάμου, Σ. (2014). *Εισαγωγή στην Τραπεζική Οικονομική και τις Κεφαλαιαγορές*. 1st ed. Αγία Παρασκευή: Utopia, pp.15,17-23,284-286,290-297,306,309,345.
- Σχοινιωτάκης, Ν. and Συλλιγάρδος, Γ. (2018). *Χρήμα, Τράπεζες, Αγορές και Διαχείριση Κινδύνων*. 1st ed. Θεσσαλονίκη: Δίσιγμα, pp.175, 243-249.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

<https://www.bankofgreece.gr/Pages/el/Statistics/loans.aspx>

<https://www.bankofgreece.gr/Pages/el/Statistics/monetary/catalogue.aspx>

<https://www.euribor-rates.eu/euribor-charts.asp>

10. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Εδώ δίνουμε τον αρχικό κώδικα πάνω στον οποίο δουλέψαμε για να μελετήσουμε τις δέκα περιπτώσεις.

```
%parameter settings of two_bank model
clear all; close all;
%operating point for linearization
p1=0/100/360; %investment return rate
p2=0/100/360; %investment return rate
w1=0/100/360; %proportion of the total investment that matured
w2=0/100/360; %proportion of the total investment that matured
v1=0/100/360; %proportion of the total investment that failed
v2=0/100/360; %proportion of the total investment that failed
r=0.2; %reserve ratio
g1=0/100/360; %deposit interest rate
g2=0/100/360; %deposit interest rate
alpha1=0; alpha2=0;
h12=0/100/360; h21=0/100/360;
%simulation time
t=10;
tt=0:1:t;
step=0.1;
%exogenous signal
D10=1;D20=1;
Deposit1=[tt' [D10*ones(4,1); (D10-0.24)*ones(2,1);D10*ones(t-
5,1)]];
Deposit2=[tt' D20*ones(t+1,1)];
opp10=1;opp20=0;
Opp1=[tt' opp10*ones(t+1,1)];
Opp2=[tt' opp20*ones(t+1,1)];
C10=0.2;C20=0.3;
I10=0.75;I20=0.5;
B10=0;B20=0;
x0=[C10;I10;B10;B20;C20;I20];
sim('twobank_norepay')
%=====
=====
lw=3;
ws=17;
left=8;
bottom=8;
width=1000;
height=900;

figure(1)
set(gcf,'Position',[left,bottom,width,height], 'color','w')
set(gca,'FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontSize',ws);

subplot(2,2,1),plot(time,depo.signals.values(:,1),'Linewidth',lw)
xlabel('Days','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle','
normal','FontSize',ws);
ylabel('Deposit','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle
','normal','FontSize',ws)
set(gca,'FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontSize',ws);
```

```

title('(a1)', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)

subplot(2,2,3), plot(time, x.signals.values(:,2), 'Linewidth', lw)
xlabel('Days', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
ylabel('Investment', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
set(gca, 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', ws);
title('(b1)', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)

subplot(2,2,2), plot(time, depo.signals.values(:,2), 'Linewidth', lw)
xlabel('Days', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws);
ylabel('Deposit', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
set(gca, 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', ws);
title('(a2)', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)

subplot(2,2,4), plot(time, x.signals.values(:,6), 'Linewidth', lw)
xlabel('Days', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
ylabel('Investment', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
set(gca, 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', ws);
title('(b2)', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)

figure (3)
set(gcf, 'Position', [left, bottom, width, height], 'color', 'w')
set(gca, 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', ws);

subplot(2,2,1), plot(time, inadd.signals.values(:,1), 'Linewidth', lw)
xlabel('Days', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
ylabel('Added Investment', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
set(gca, 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontSize', ws);
title('(c1)', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)

subplot(2,2,3), plot(time, x.signals.values(:,1), 'Linewidth', lw)
hold on
plot(time, depo.signals.values(:,1)*r, ':', 'Linewidth', lw)
h=plot(time, depo.signals.values(:,1)*r, ':', 'Linewidth', lw);
set(h, 'color', [96 96 96]/255);
xlabel('Days', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
ylabel('Cash', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
title('(d1)', 'FontName', 'Cambria', 'FontWeight', 'bold', 'FontAngle', 'normal', 'FontSize', ws)
hold off

```

```

set(gca,'FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontSize',ws);

subplot(2,2,2),plot(time,inadd.signals.values(:,2),'Linewidth',lw)
xlabel('Days','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle','normal','FontSize',ws)
ylabel('Added Investment','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle','normal','FontSize',ws)
set(gca,'FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontSize',ws);
title('(c2)','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle','normal','FontSize',ws)

subplot(2,2,4),plot(time,x.signals.values(:,5),'Linewidth',lw)
hold on
plot(time,depo.signals.values(:,2)*r,':','Linewidth',lw)
h=plot(time,depo.signals.values(:,2)*r,':','Linewidth',lw);
set(h,'color',[96 96 96]/255);
xlabel('Days','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle','normal','FontSize',ws)
ylabel('Cash','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle','normal','FontSize',ws)
title('(d2)','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle','normal','FontSize',ws)
hold off
set(gca,'FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontSize',ws);

lw=3;
ws=17;
left=8;
bottom=8;
width=600;
height=500;

figure(2)
% set(gcf,'Position',[left,bottom,width,height], 'color','w')
% set(gca,'FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontSize',ws);
plot(time,x1.signals.values(:,3),'Linewidth',4)
hold on
plot(time,Cfb.signals.values(:,1),'r:','Linewidth',4)
hold on
plot(time,Cfb.signals.values(:,2),'g-.','Linewidth',4)
xlabel('Days','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle','normal','FontSize',18)
ylabel('Added Borrowing','FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontAngle','normal','FontSize',18)
set(gca,'FontName','Cambria','FontWeight','bold','FontSize',18);
set(gca,'xtick',[0:2:10])

```