

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ
ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ
ΚΙΝΔΥΝΟΥ**

**ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΓΥΗΜΕΝΩΝ
ΔΑΝΕΙΑΚΩΝ ΟΜΟΛΟΓΩΝ**

Μπαμπίλης Α. Χαράλαμπος

Διπλωματική Εργασία

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

Πειραιάς

Νοέμβριος, 2015

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

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Μιχαήλ Ανθρωπέλος (Επιβλέπων)
- Μιχαήλ Γκλεζάκος
- Γεώργιος Πιτσέλης

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

UNIVERSITY OF PIRAEUS



**DEPARTMENT OF STATISTICS AND INSURANCE
SCIENCE**

**POSTGRADUATE PROGRAM IN ACTUARIAL
SCIENCE AND RISK MANAGEMENT**

VALUATION OF COLLATERALIZED DEBT OBLIGATIONS

By

Bampilis A. Charalampos

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

Piraeus,
November, 2015

Στην οικογένεια μου
Ανδρέα, Μαρία &
Κώστα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Μιχαήλ Ανθρωπέλο για την πολύτιμη, σημαντική και ουσιαστική συμβολή του στην εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την σημαντική βοήθεια που μου προσέφερε στο υπολογιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία της ανάλυσης των συμπερασμάτων.

Ευχαριστώ θερμά και τους άλλους δυο καθηγητές μου κυρίους κυρίους Μιχαήλ Γκλεζάκο και Γεώργιο Πιτσέλη για την βοήθεια που μου προσέφεραν τόσο για την διπλωματική μου εργασία όσο και στην εν γένει παρουσία και πορεία μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω και την Μαρία Δ. τόσο για την ψυχολογική όσο και την ουσιαστική βοήθεια που μου παρέχει εδώ και καιρό στην πορεία της ζωής μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία, έχει ως στόχο να παρουσιάσει τα δομημένα χρηματοοικονομικά προϊόντα CDO και CDO², να εξηγήσει το πώς δημιουργήθηκαν, πώς άνθισαν και συνετέλεσαν στη δημιουργία και εξάπλωση της σύγχρονης χρηματοοικονομικής κρίσης του 2007. Καθότι τα προϊόντα αυτά είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας τιτλοποίησης, στην παρούσα εργασία γίνεται εκτενής αναφορά και σε αυτή τη διαδικασία.

Επίσης, θα γίνει λεπτομερής αναφορά στους Οίκους Αξιολόγησης και στο πώς αυτοί με τις λαθεμένες εκτιμήσεις τους σε παράγοντες που επηρέαζαν άμεσα τις αναμενόμενες πληρωμές των δομημένων χρηματοοικονομικών προϊόντων, βοήθησαν στη δημιουργία της κρίσης καθώς και στην έμμεση παραπλάνηση των πιθανών επενδυτών αγοράς των προϊόντων αυτών.

Στη συνέχεια η παρούσα εργασία παρουσιάζει τους τρεις βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την ευαισθησία των τμημάτων (tranches) των δομημένων χρηματοοικονομικών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί είναι α) η πιθανότητα χρεοκοπίας β) ο συντελεστής συσχέτισης και γ) το ποσοστό ανάκτησης.

Τέλος, μέσα από την πειραματική διαδικασία της προσομοίωσης στο υπολογιστικό πρόγραμμα Matlab έγινε τιμολόγηση των tranches και κατ' επέκταση των δομημένων προϊόντων καθώς μεταβάλλονταν η πιθανότητα χρεοκοπίας και ο συντελεστής συσχέτισης. Τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν σε μορφή διαγραμμάτων.

Η διαδικασία της προσομοίωσης ανέδειξε τη μεγάλη αλλαγή που εμφανίζεται στις αναμενόμενες πληρωμές των τμημάτων (tranches) αναλόγως με τις εκτιμήσεις στους παραπάνω παράγοντες, πράγμα που σημαίνει πως πιθανό λάθος στις εκτιμήσεις αυτές θα δημιουργούσε μεγάλο πρόβλημα στις αποπληρωμές των δομημένων προϊόντων.

Καθώς η παραπάνω πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε στον χρόνο μηδέν, έγινε μια επέκταση της στον χρόνο ένα και για τις διαφορετικές τιμές του συντελεστή συσχέτισης αναλύθηκαν τα αντίστοιχα αποτελέσματα.

ABSTRACT

This paper aims to present the structured finance CDO products and CDO², explain how they were created, how they flourished and contributed to the creation and spread of modern financial crisis of 2007. Since these products are a result of the securitization process, in this work is extensive reference in this process.

It will also make detailed reference to rating agencies and how they in the wrong estimates on factors that directly affect the anticipated payments of structured financial products, helped create the crisis and indirect deception for those products potential market investors.

Then this paper presents the three key factors that significantly affect the sensitivity of the tranches of structured financial factors. These factors are: a) the probability of default b) the correlation coefficient and c) the recovery rate.

Finally, through the experimental process simulation in the computational program Matlab was pricing tranches and therefore of structured products as varied as bankruptcy probability and the correlation coefficient. The results were presented in form of diagrams.

The process simulation highlighted the major change occurring in the expected payments by tranches according to estimates by the above factors, which means that possible error in the estimates they will create big problem in repayments of structured products.

While the above experimental procedure was performed at time zero, it was an extension of a time and for different values of the correlation coefficient between the respective results were analyzed.

ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Structured Finance = Δομημένο Χρηματοοικονομικό Σύστημα

ABS = Asset Backed Securities (Τιτλοποιήσεις)

MBS = Mortgage Backed Securities (Τιτλοποιήσεις Στεγαστικών Δανείων)

CDO = Collateralized Debt Obligation (Δομημένο προϊόν τιτλοποίησης)

CDO² = Δομημένο προϊόν που προέρχεται από τα μεσαία tranche του CDO

Subprime = Στεγαστικά Δάνεια υψηλού ρίσκου

Collaterals = Εγγυήσεις

Pooling = Συγκέντρωση περιουσιακών στοιχείων

CMBS = Commercial MBS

RMBS = Residential MBS

Diversification = Διαφοροποίηση / Διασπορά

Issuers = Εκδότες

SPV = Special Purpose Vehicle (Εταιρία ειδικού σκοπού)

Hedge Funds = Μεγάλοι Επενδυτές

Tranche / tranching = Τμήμα

Cash flow = Ροή χρήματος

Synthetic = Είδος CDO

Market value = Αξία στην αγορά

Swaps = Είδος παράγωγου χρηματοοικονομικού προϊόντος

Options = Είδος παράγωγου χρηματοοικονομικού προϊόντος

Equity = Οντότητα

Collateral assets = Στοιχεία Ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις

Default/defaults = Χρεοκοπία

Credit Default Risk = Πιστωτικός Κίνδυνος Χρεοκοπίας

Prepayment Risk = Κίνδυνος Πρόωρης Προεξόφλησης

Rating/ top rating = Βαθμολογία / Βαθμονόμηση / Κατάταξη

Probabilities of default = Πιθανότητα Χρεοκοπίας

Default correlation = Συντελεστής Συσχέτισης

Credit ratings = Βαθμονομήσεις σε χρηματοοικονομικά παράγωγα

Underlying assets = Υποκείμενα στοιχεία ενεργητικού

Rating scales = Τμήματα βαθμονόμησης

Repackaged = Επανατιτλοποιούνται

Investment grade = Επενδυτικά καλή επιλογή

Inputs = Δεδομένα

Credit Rating Agencies = Εταιρείες πιστοληπτικής διαβάθμισης

Private-label = Ιδιωτική ονομασία

recovery rate = Ποσοστό ανάκτησης

Committee on the Global Financial System from the Bank of International Settlements = Παγκόσμια Επιτροπή Χρηματοοικονομικού Συστήματος

CDS = Credit Default Swaps (Χρηματοοικονομικό Παράγωγο Πιστωτικής Ενίσχυσης)

Speculation = Κερδοσκοπία

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ - <i>ΟΡΙΣΜΟΙ</i>	6
1.1. ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	6
1.2. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΙΤΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	7
1.3. ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΩΝ CDO & CDO SQUARED	17
1.4. Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ CDOs ΚΑΙ CDOs squared	20
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ – <i>ΟΙΚΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ & SUBPRIME ΔΑΝΕΙΑ</i>	27
2.1. ΟΙΚΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	27
2.2. ΟΙ ΟΙΚΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ & ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΣΑΝ ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	32
2.3. ΔΑΝΕΙΑ SUBPRIME.....	34
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ – <i>Η ΠΟΡΕΙΑ, ΤΑ ΑΙΤΙΑ & ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ</i>	37
3.1. Η ΑΝΟΔΟΣ ΚΑΙ ΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	37
3.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ.....	42
3.3. ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ.....	43
3.4. Η ΕΚΦΑΝΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ.....	44
4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ – <i>ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ</i>	46
4.1. Η ΜΕΘΟΔΟΣ MONTE CARLO	46
4.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	49
4.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	567
5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ – <i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</i>	71
6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ – <i>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ & ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</i>	72
6.1. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	72

6.2.	ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	76
6.3.	ΣΧΗΜΑΤΑ.....	85

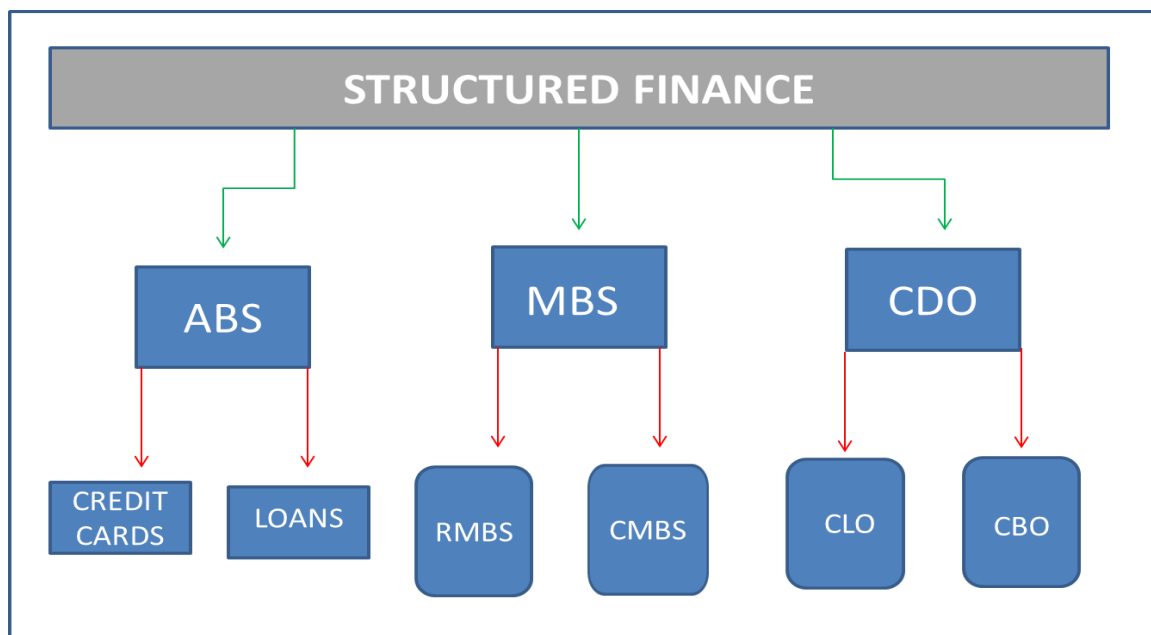
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ - ΟΡΙΣΜΟΙ

1.1. ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Ο όρος δομημένο χρηματοοικονομικό σύστημα (structured finance), αναφέρεται σε έναν τομέα της χρηματοοικονομικής επιστήμης, ο οποίος δημιουργήθηκε για να βοηθήσει τις νομικές οντότητες, τις εταιρικές οντότητες και τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα στο να μπορέσουν να μεταφέρουν ένα μέρος του πιστωτικού κινδύνου που μπορεί να αντιμετωπίζουν προς τρίτους και να έχουν κέρδος από τη διαδικασία αυτή^[1]. Ουσιαστικά είναι μια «πηρεσία» που περιλαμβάνει γενικά εξαιρετικά περίπλοκες χρηματοοικονομικές συναλλαγές που προσφέρονται από πολλά μεγάλα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα για τις εταιρείες ή επενδυτές με πολύ μοναδικές ανάγκες για χρηματοδότηση και προσπαθούν να λύσουν προβλήματα τα οποία δεν είναι εύκολο να λυθούν με συμβατικές τεχνικές χρηματοδότησης^[2]. Αυτές οι ανάγκες χρηματοδότησης συνήθως δεν ταιριάζουν με τα συμβατικά χρηματοπιστωτικά προϊόντα, όπως ένα δάνειο και χρειάζονται κάποια νέα δομημένα προϊόντα.

Αυτή η μεταφορά του κινδύνου, η οποία ουσιαστικά εφαρμόζεται και πραγματοποιείται μέσω της διαδικασίας της τιτλοποίησης των διαφόρων χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων ενεργητικού (υποθήκες, απαιτήσεις από πιστωτικές κάρτες, δάνεια αυτοκινήτων, κλπ), βοήθησε και εξακολουθεί να βοηθάει, μιας και εφαρμόζεται ακόμα, στην παροχή αυξημένης ρευστότητας ή πηγών χρηματοδότησης στις αγορές και τη μεταβίβαση του κινδύνου από τους εκδότες στους αγοραστές των δομημένων προϊόντων^[3]. Επιτρέπει επίσης στα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα την απομάκρυνση ορισμένων περιουσιακών στοιχείων από τους ισολογισμούς τους κερδίζοντας αρκετά χρήματα, καθώς παρέχει ένα μέσο για τους επενδυτές να αποκτήσουν πρόσβαση σε κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων στα οποία έχει γίνει διαφοροποίηση του κινδύνου και συνεπώς είναι και πιο ελκυστικά καθότι έχουν μικρότερο κίνδυνο αθέτησης. Ωστόσο, αναμφισβήτητα συνέβαλε στην δημιουργία της πιστωτικής φούσκας στα μέσα της δεκαετίας του 2000 και το πιστωτικό κραχ και οικονομική κρίση του 2007-2009^[4, 5].

Το δομημένο χρηματοοικονομικό σύστημα έχει γίνει ένα σημαντικό τμήμα του χρηματοπιστωτικού κλάδου από τα μέσα της δεκαετίας του 1980. Τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα δομημένων χρηματοοικονομικών προϊόντων που προέκυψαν μέσω της διαδικασίας της τιτλοποίησης είναι οι Τιτλοποιήσεις Δανείων Εκτός Στεγαστικών (Asset Backed Securities-“ABS”), οι Τιτλοποιήσεις Στεγαστικών Δανείων (Mortgage Backed Securities-“MBS”) και το Δομημένο Προϊόν Τιτλοποίησης (Collateralized Debt Obligation-“CDO”)^[6, 7].



Διάγραμμα 1: Το δομημένο χρηματοοικονομικό σύστημα και τα προϊόντα του^[7]

1.2. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΙΤΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Για να γίνει κατανοητή η έννοια και η λειτουργία των παραπάνω προϊόντων του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος κρίνεται σκόπιμο να γίνει η αναφορά και ανάλυση της έννοιας της τιτλοποίησης, από την οποία και προήρθαν τα προϊόντα αυτά.

Η τεχνική της τιτλοποίησης, η οποία μαζί με την ανάπτυξη των νέων προϊόντων από το δομημένο χρηματοοικονομικό σύστημα έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην κρίση αγοράς των Στεγαστικών Δανείων υψηλού ρίσκου (subprime) δανείων όπως θα δούμε παρακάτω, δημιουργήθηκε καθώς υπήρχε η ανάγκη από τις τράπεζες για κάλυψη του πιστωτικού καθώς και του επιτοκιακού τους κινδύνου^[8].

Στην πραγματικότητα η τιτλοποίηση είναι μια πολύπλοκη διαδικασία μέσω της οποίας στοιχεία του ενεργητικού, κυρίως δάνεια, μεταφέρονταν από τα φύλλα ισολογισμού των τραπεζών και μετατρέπονταν σε κάποιους νέους τίτλους (securities) για να αγοραστούν από τους επενδυτές. Η τεχνική αυτή επέτρεπε στα χαρτοφυλάκια των τραπεζών να περιορίζουν τον πιστωτικό τους κίνδυνο^[6].

Τα βασικά προϊόντα που προέκυψαν από την διαδικασία της τιτλοποίησης ήταν τα εξής: οι Τιτλοποιήσεις Δανείων Εκτός Στεγαστικών (Asset Backed Securities-“ABS”), οι Τιτλοποιήσεις Στεγαστικών Δανείων (Mortgage Backed Securities-“MBS”), το Δομημένο Προϊόν Τιτλοποίησης (Collateralized Debt Obligation-“CDO”) και το Δομημένο Προϊόν που προέρχεται από τα μεσαία τμήματα (tranche) του CDO (Collateralized Debt Obligations Squared-“CDO²”)^[1].

Τα ABS είναι κάποια προϊόντα που χρησιμοποιούσαν ως εγγυήσεις διάφορα στοιχεία του ενεργητικού, όπως δάνεια, πιστωτικές κάρτες κλπ. Τα MBS είναι προϊόντα που χρησιμοποιούσαν ως εγγυήσεις (collaterals), στη συγκέντρωση περυσιακών στοιχείων (pooling) τους, κυρίως στεγαστικά δάνεια. Μπορούσαν να χωριστούν σε δυο ακόμα μικρότερες κατηγορίες τα RMBS και τα CMBS. Τα RMBS ουσιαστικά χρησιμοποιούσαν ως εγγυήσεις μόνο residential στεγαστικά δάνεια, ενώ τα CMBS χρησιμοποιούσαν commercial στεγαστικά δάνεια. Τα CDO είναι κάποια προϊόντα που χρησιμοποιούσαν ένα εύρος στοιχείων του ενεργητικού ως εγγυήσεις ακόμα και MBS ή ABS με στόχο να πετυχαίνουν διαφοροποίηση (diversification) του κινδύνου. Τα προϊόντα αυτά θα αναπτυχθούν εκτενέστερα παρακάτω^[9, 10].

Η διαδικασία της τιτλοποίησης των στοιχείων του ενεργητικού ήταν μια διαδικασία που από την απαρχή της άρχισε να διογκώνεται με μεγάλο ρυθμό. Αυτό γινόταν καθώς παρείχε αρκετά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στις δυο μεριές που συμμετείχαν στις συγκεκριμένες συναλλαγές. Από την μια μεριά έχουμε τους εκδότες των τίτλων αυτών (issuers) και από την άλλη μεριά έχουμε τους επενδυτές που αγοράζουν αυτούς τους τίτλους.

Όπως θα εξηγηθεί και παρακάτω οι εκδότες δεν είναι συνήθως αυτοί που κατέχουν τα αρχικά στοιχεία του ενεργητικού τα οποία και θα τιτλοποιηθούν, αλλά συνήθως δημιουργούν μια εταιρεία ειδικού σκοπού (Special Purpose Vehicle-“SPV”) η οποία επωμίζεται αυτή την ευθύνη.

Τα οφέλη για τους εκδότες είναι τα εξής^[1, 11]:

- Χρησιμοποιούν το μηχανισμό της τιτλοποίησης για να μπορέσουν να αντισταθμίσουν (hedge) τον κίνδυνο που αντιμετωπίζουν από την έκθεση τους στην αλλαγή των επιτοκίων. Ουσιαστικά ο συγκεκριμένος μηχανισμός επιτρέπει στους εκδότες να μην κρατήσουν τα δάνεια ή οποιαδήποτε άλλη μορφή πίστωσης μέχρι την λήξη τους (maturity) στον ισολογισμό τους, αλλά να τα μεταβιβάσουν σε κάποιους άλλους επενδυτές.

- Μεταφέρουν ένα πολύ μεγάλο μέρος του πιστωτικού κινδύνου που μπορεί να αντιμετωπίσουν.

- Δημιουργούν νέες πηγές ρευστότητας με την πώληση των παραπάνω τίτλων, έχοντας έτσι την ευκαιρία να μπορέσουν να δημιουργήσουν και να δώσουν προς τους καταναλωτές νέα δάνεια, να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν τις απαιτήσεις τους για κεφαλαιακή επάρκεια και για αποθεματοποίηση.

- Μειώνουν τις κεφαλαιακές τους ανάγκες.

Οι κίνδυνοι για τους εκδότες είναι:

- Μείωση της ποιότητας του χαρτοφυλακίου των στοιχείων του ενεργητικού.
- Αυξημένο κόστος για την δημιουργία των νέων τίτλων.

Τα οφέλη για τους επενδυτές είναι τα εξής^[1, 7]:

- Δυνατότητα να αποκτήσουν μεγαλύτερες αποδόσεις σε ένα επενδυτικό προϊόν (MBS, ABS, CDO) συγκριτικά με τις αποδόσεις που υπάρχουν στα υπόλοιπα προϊόντα (ομολογίες).

- Δυνατότητα να επενδύσουν σε μια συγκεκριμένη ομάδα (pool) περιουσιακών στοιχείων ενεργητικού.

- Δυνατότητα να επιλέξουν πιο τμήμα (tranche) θέλουν να αγοράσουν αναλόγως με το επενδυτικό τους ρίσκο.

- Δυνατότητα διαφοροποίησης (Portfolio diversification) του χαρτοφυλακίου. Οι τιτλοποιήσεις δίνουν την δυνατότητα ομαδοποίησης στοιχείων του ενεργητικού τα οποία έχουν μικρή συσχέτιση μεταξύ τους εξαλείφοντας έτσι τον κίνδυνο της ολικής επενδυτικής αποτυχίας του χαρτοφυλακίου.

Οι Κίνδυνοι για τους επενδυτές είναι:

- Πιστωτικός Κίνδυνος Χρεοκοπίας (Credit Default Risk): Κίνδυνος αδυναμίας του δανειζόμενου να αποπληρώσει το χρέος του. Μιας και οι νέοι τίτλοι πωλούνται στους επενδυτές αναλαμβάνουν αυτοί τον κίνδυνο από την πιθανή αθέτηση του δανειζόμενου.

- Κίνδυνος Πρόωρης Προεξόφλησης (Prepayment Risk): Κίνδυνος πρόωρης προεξόφλησης από τους δανειζόμενους. Και αυτό διότι εαν γίνει η προεξόφληση και τα επιτόκια αυξηθούν η παρούσα αξία των πληρωμών στο μέλλον θα είναι μικρότερη απο την αντίστοιχη τη στιγμή της πληρωμής^[12].

Σημαντικό είναι ότι η διαδικασία της τιτλοποίησης έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα και περιλαμβάνει όλο και πιο περίπλοκες δομές που κάνουν την διαδικασία της εκτίμησης του κινδύνου ενός συγκεκριμένου τίτλου πολύ δύσκολη και χρονοβόρα.

Η διαδικασία αυτή που περιγράφηκε παραπάνω δημιούργησε μεγάλο πρόβλημα στις χρηματοπιστωτικές αγορές σε σημείο που έφερε και την κατάρρευσή τους, όπως θα εξηγηθεί από την ανάλυση παρακάτω. Για να μπορέσουμε όμως να καταλάβουμε το πώς έγινε η συγκεκριμένη κατάρρευση πρέπει να δειχθούν οι δυο σημαντικές ιδιότητες της τιτλοποίησης.

- Τα στοιχεία του ενεργητικού (δάνεια, ομολογίες, πιστωτικές) δεν παραμένουν στην κατοχή του δανειστή έως την αποπληρωμή τους, αλλά συλλέγονται σε μία δεξαμενή από την οποία οι απαιτήσεις για αποπληρωμή των χρηματοροών των απαιτήσεων μεταβιβάζονται στους επενδυτές.

- Οι πιστώσεις αυτές τιτλοποιούνται στις δεξαμενές με την ταυτόχρονη έκδοση νέων τίτλων σε τμήματα (tranches) τα οποία έχουν απαιτήσεις έναντι των χρηματοροών των πιστώσεων της δεξαμενής. Αυτό σημαίνει ότι οι απαιτήσεις δεν έχουν απευθείας αξίωση σε κάποιο συγκεκριμένο δάνειο ή πίστωση.

1.3. ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΩΝ CDO & CDO²

Τα CDO (Collateralized debt obligations) δημιουργήθηκαν πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1980^[1]. Τα CDO είναι όπως ειπώθηκε και παραπάνω είναι δομημένα χρηματοοικονομικά προϊόντα που προέρχονται από την διαδικασία της τιτλοποίησης. Όπως αναφέρεται και στο όνομά τους είναι κάποια προϊόντα πάνω στα οποία υπάρχει μια υποχρέωση χρέους (debt obligation). Τα προϊόντα αυτά ουσιαστικά συγκεντρώνουν χρηματικές ροές από διάφορα στοιχεία του ενεργητικού. Περιγράφοντάς τα, θα μπορούσε να ειπωθεί πως αυτά τα δομημένα προϊόντα είναι σαν μια μεγάλη δεξαμενή μέσα στην οποία τοποθετούνται, ανάλογα με τις ανάγκες, στεγαστικά δάνεια, καταναλωτικά δάνεια, επιχειρηματικά δάνεια, ομόλογα, πιστωτικές κάρτες κλπ. Τα στοιχεία αυτά, που μεταφέρουν κάθε ένα και κάποια μορφή χρέους, ομαδοποιούνται και δημιουργούν το CDO^[13]. Κάθε CDO στην συνέχεια χωρίζεται σε μικρές φέτες (slices) οι οποίες ονομάζονται tranches, κάθε μια από τις οποίες μεταφέρει διαφορετικό κίνδυνο. Τα αρχικά στοιχεία του ενεργητικού χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις, για να μπορέσουν να δημιουργηθούν τα τμήματα (tranches) σε ένα CDO.

Τα CDO² είναι και αυτά μια μορφή CDO, πιο εξελιγμένη από τα αρχικά. Ουσιαστικά αποτελούν τους απογόνους των CDO. Η διαφορά τους με τα αρχικά προϊόντα είναι ότι τα CDO² δεν χρησιμοποιούν τα αρχικά στοιχεία του ενεργητικού που είχαν χρησιμοποιηθεί ως εγγυήσεις για την δημιουργία της δεξαμενής χρέους, αλλά τα τμήματα (tranches) από άλλα CDO. Τις περισσότερες φορές η δεξαμενή χρέους αποτελείται από μεγαλύτερου κινδύνου tranches (junior, mezzanine) και όχι χαμηλότερου (senior). Έτσι δημιουργούνται νέες χρηματικές ροές tranches από τμήματα (tranches) που ήδη υπάρχουν. Η λογική της τμηματοποίησης των νέων τμημάτων (tranches) είναι η ίδια. Στα CDO² υπάρχουν τμήματα (tranches) υψηλού, μεσαίου και μικρού κινδύνου. Η διαδικασία δημιουργίας αλλά και η ερμηνεία των τμημάτων (tranches) δίνεται παρακάτω αναλυτικά^[1].

Από την αρχή της δημιουργίας τους στα τέλη της δεκαετίας του 1980, τα CDO είχαν διαμορφωθεί σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τα Cash flow CDO, τα Synthetic CDO και τα Market value CDO.

➤ *CASH FLOW CDO*

Τα cash flow CDO είναι ένα είδος δομημένων χρηματοοικονομικών προϊόντων, τα οποία εκδίδουν διαφορετικά τμήματα (tranches) προς αγορά και χρησιμοποιούν τα καθαρά κέρδη από αυτές τις αγοραπωλησίες, για να πληρώσουν τα στοιχεία ενεργητικού που είχαν χρησιμοποιήσει ως εγγυήσεις στην αρχική συγκέντρωση περιουσιακών τους στοιχείων (pooling). Οι χρηματικές ροές που δημιουργούνται από τα στοιχεία του ενεργητικού που έχουν ομαδοποιηθεί, χρησιμοποιούνται για να αποπληρωθούν όλοι εκείνοι οι επενδυτές που έχουν αγοράσει ένα ή και παραπάνω τμήματα (tranches) από κάποιο CDO. Η διαδικασία αυτή γίνεται ως εξής: Αρχικά πληρώνονται οι έχοντες senior tranches, ύστερα αυτοί που έχουν mezzanine (μεσαίου κινδύνου) tranches, ενώ τέλος αυτοί με τα junior tranches. Αυτοί που ανήκουν στην τελευταία κατηγορία, πληρώνουν λιγότερα για να αγοράσουν τα τμήματα (tranches), έχουν μεγαλύτερη απόδοση εφόσον πληρωθούν και φέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό κινδύνου. Γίνεται αντιληπτό ότι τα cash flow CDO χρησιμοποιούν όλα τα στοιχεία ενεργητικού που έχουν χρησιμοποιηθεί ως εγγυήσεις, για την αποπληρωμή όλων των χρηματικών ροών των tranches. Σε περίπτωση που τα στοιχεία του ενεργητικού δεν δημιουργήσουν επαρκείς ροές για την αποπληρωμή όλων των τμημάτων (tranches), τα junior πλήττονται πρώτα^[1, 14, 15]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το κλασικού τύπου CDO που δημιουργούσαν οι τράπεζες από στεγαστικά δάνεια. Αν κάποιο από αυτά τα δάνεια δεν αποπληρωνόταν, οι ζημιές στις αναμενόμενες αποπληρωμές των τμημάτων (tranches) θα ήταν σημαντικές.

➤ *SYNTHETIC CDO*

Τα συνθετικά CDO είναι ένα είδος δομημένων χρηματοοικονομικών προϊόντων, τα οποία χρησιμοποιούν παράγωγα προϊόντα για να μπορέσουν να επιτύχουν την ίδια μεταφορά πιστωτικού κινδύνου όπως τα cash flow CDO, χωρίς να μεταφέρουν στην πραγματικότητα τα στοιχεία ενεργητικού. Τα είδη των παραγώγων που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση της διαδικασίας αυτής, είναι συμβάσεις ανταλλαγής επιτοκίων (swaps) και δικαιώματα προαίρεσης (options). Αναλυτικά ο μηχανισμός των synthetic CDO είναι ο εξής:

Ένα synthetic CDO επιδιώκει να δημιουργήσει έσοδα από συμβάσεις ανταλλαγής επιτοκίων (swaps), δικαιώματα προαίρεσης (options), άλλα χρηματοοικονομικά παράγωγα και όχι με απλούς χρεωστικούς τίτλους, όπως ομόλογα, φοιτητικά δάνεια ή υποθήκες. Παρόμοια με άλλους τύπους CDO, τα συνθετικά CDO εκδίδονται σε τμήματα (tranches) σχετικού κινδύνου^[16].

Τα εξασφαλισμένα τμήματα φέρουν το μεγαλύτερο κίνδυνο χωρίς την αρχική επένδυση και τις επόμενες δόσεις μειωμένης εξασφάλισης που απαιτεί μια επένδυση να φέρουν το χαμηλότερο κίνδυνο. Οι κάτοχοι λαμβάνουν τις πληρωμές που προέρχονται από τις ταμειακές ροές που συνδέονται με συμφωνίες ανταλλαγής χρηματοροών (swaps) καθώς και από τα δικαιώματα προαίρεσης (options) και τα ασφάλιστρα ασφαλιστικών συμβολαίων.

Σε αντίθεση με το να προσφέρουν στον επενδυτή μια επιλογή σταθερού εισοδήματος, τα synthetic CDO μειώνουν τον κίνδυνο που σχετίζεται με την απόκτηση μεγάλων ποσοτήτων δανείων με το να του προσφέρουν την δυνατότητα συμμετοχής σε παράγωγα. Με το να ομαδοποιεί αυτά τα δικαιώματα προαίρεσης (options) για να τα χρησιμοποιήσει ως εγγυήσεις για ένα CDO, ο εκδότης μπορεί να μεταφέρει ένα τμήμα του κινδύνου στον επενδυτή, ενώ μπορεί παράλληλα να δημιουργήσει ένα εισόδημα από την πώληση του CDO αυτού^[17].

Ένα synthetic CDO επιδιώκει να δημιουργήσει έσοδα από swaps και/ή options, ή άλλα χρηματοοικονομικά παράγωγα και όχι με απλούς χρεωστικούς τίτλους, όπως ομόλογα, φοιτητικά δάνεια ή υποθήκες. Παρόμοια με άλλους τύπους CDO, τα συνθετικά CDO εκδίδονται σε τμήματα (tranches) σχετικού κινδύνου^[16]. Αυτό που γίνεται ουσιαστικά είναι ότι οι τράπεζες αντί να εκτεθούν σε ένα κίνδυνο όπως είναι ένα στεγαστικό δάνειο και να περιμένουν την αποπληρωμή του απο τους δανειλήπτες, επιλέγουν να εκτεθούν στην αγορά των παραγώγων. Η συγκέντρωση στοιχείων ενεργητικού που στην κλασική μορφή του CDO αποτελούταν, κυρίως, απο δάνεια αντικαθίσταται απο swaps ή options. Ο πιθανός επενδυτής που θα αγοράσει ένα τμήμα (tranche) ενός synthetic CDO θα αποπληρωθεί μόνο εαν τα swaps ή τα options αποπληρώσουν στο έπακρο.

➤ MARKET VALUE CDO

Τα market value CDO είναι ένα είδος δομημένων χρηματοοικονομικών προϊόντων, τα οποία χρηματοδοτούν τις πληρωμές των τμημάτων (tranches) χωρίς να εξαρτώνται από την επάρκεια των χρηματικών ροών των στοιχείων του ενεργητικού που έχουν ως εγγυήσεις, αλλά από την επάρκεια της αγοραίας αξίας (market value) αυτών. Αυτό σημαίνει πως όταν η αγοραία αξία των στοιχείων του ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις πέσει κάτω από ένα συγκεκριμένο σημείο, τότε οι πληρωμές των τμημάτων (tranches) που επηρεάζονται πρώτες είναι αυτές των junior tranches. Εάν η αγοραία αξία πέσει ακόμα πιο χαμηλά, αρχίζουν να επηρεάζονται και οι πληρωμές των mezzazine tranches, ενώ τέλος εάν η αγοραία αξία κατακερματισθεί εντελώς επηρεάζονται και τα senior tranches^[18].

Ένα παράδειγμα θα να μπορέσει να γίνει πιο αντιληπτή η συγκεκριμένη διαδικασία είναι το εξής: Έαν ένα CDO έχει ως εγγυητικά στεγαστικά δάνεια τα οποία για να αποπληρώσουν χρησιμοποιούν τις αντικειμενικές αξίες των εκάστοτε σπιτιών, οι αποπληρωμές των τμημάτων (tranches) δεν θα βασιστούν στην αξία των σπιτιών την ώρα που ορίστηκε η συμφωνία, αλλά στην τρέχουσα αγοραστική αξία. Αυτό όπως είναι φυσικό δημιουργεί μεγάλα προβλήματα στις αποπληρωμές των τμημάτων (tranches) καθώς σε πιθανές υποτιμήσεις των αξιών ο κίνδυνος μη αποπληρωμής είναι μεγαλύτερος.

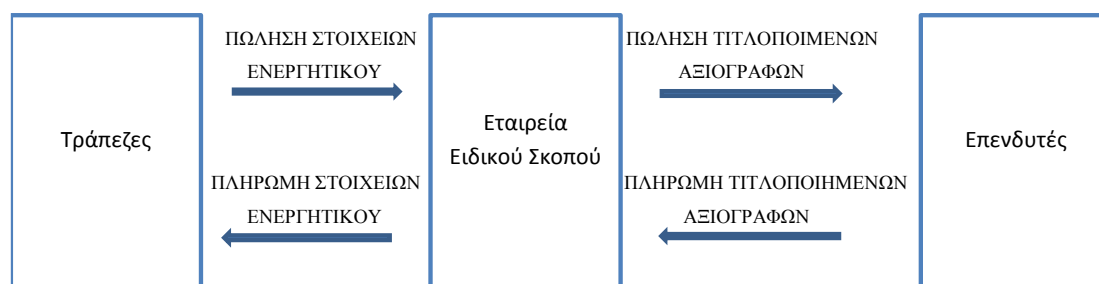
1.4. Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ CDO ΚΑΙ CDO²

Για να γίνει μια ικανή περιγραφή του μηχανισμού του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος, αρκεί να γίνει η περιγραφή του μηχανισμού λειτουργίας του βασικού προϊόντος του, του CDO καθώς και του άμεσου απογόνου του, του CDO². Η λειτουργία του CDO είναι η εξής:

Αρχικά, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, όπως είναι οι τράπεζες, αποφασίζουν ότι θέλουν να διώξουν ορισμένα στοιχεία του ενεργητικού (δάνεια, πιστωτικές κάρτες, ομολογίες) τα οποία είναι πιστωτικά ευαίσθητα. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι κυρίως για να μπορέσουν να μεταφέρουν τον πιστωτικό κίνδυνο που μπορεί να

εμφανίσουν τα στοιχεία αυτά προς τρίτους, ενώ παράλληλα να δημιουργήσουν έξτρα ρευστότητα καθώς επωφελούνται χρηματικά από την συγκεκριμένη διαδικασία^[13, 19].

Στη συνέχεια τα στοιχεία αυτά του ενεργητικού πωλούνται σε μια εταιρεία ειδικού σκοπού (SPV). Έτσι τα αρχικά στοιχεία του ενεργητικού που αποτελούν τα στοιχεία ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collateral assets), είτε γίνονται κατευθείαν pooling (συγκέντρωση περιουσιακών στοιχείων) και δημιουργούν τα CDO, είτε τιτλοποιούνται δημιουργώντας προϊόντα όπως τα ABS, MBS κλπ και ύστερα γίνεται η συγκέντρωση σε CDO. Μια εταιρεία SPV, συνήθως, δημιουργείται από μια τράπεζα, καθότι αυτή θέλει να μεταφέρει εκτός ισολογισμού ορισμένα από τα στοιχεία του ενεργητικού της, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Για να μπορέσει η SPV να τηρήσει το δικό της μέρος της αγοραπωλησίας με την τράπεζα, πουλάει τα αρχικά assets αφού πρώτα έχει δημιουργήσει ένα προϊόν, το CDO^[7]. Η διαδικασία αυτή αποτυπώνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



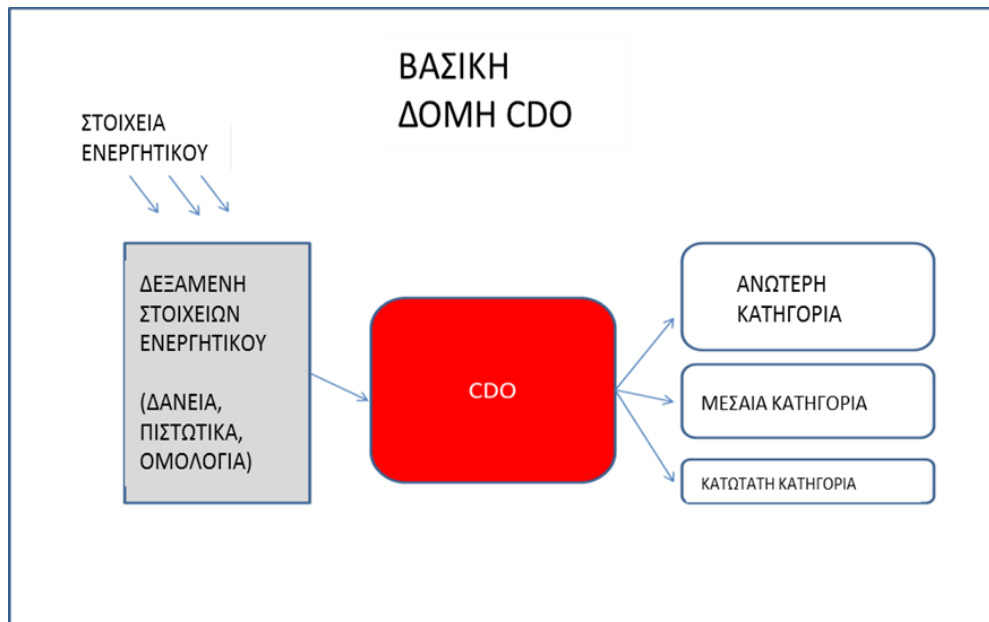
Διάγραμμα 2: Μηχανισμός δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος^[20]

Η δημιουργία των CDO προσφέρει στους επενδυτές ένα επενδυτικό όχημα, το οποίο τους επιτρέπει να αγοράσουν ένα μερίδιο από στοιχεία ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collateral assets) στα οποία η διασπορά του κινδύνου είναι αρκετά μεγάλη και τα καθιστά πιο ασφαλή προς επένδυση εν συγκρίσει πχ με τα αμοιβαία κεφάλαια που είναι μια διαφορετική εναλλακτική επενδυτική επιλογή.

Για να γίνει αντιληπτό πως οι επενδυτές μπορούν να επιλέξουν ποια μορφή έκθεσης στον κίνδυνο θέλουν να έχουν, αρκεί να γίνει κατανοητό πως τα CDO, έχοντας τα στοιχεία ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collateral assets), είχαν αναπτύξει την δημιουργία κάποιων τμημάτων (tranches). Τα tranches είναι ουσιαστικά κάποια τμήματα από τα αρχικά στοιχεία ενεργητικού τα οποία

δίνουν στους επενδυτές την ανάλογη απόδοση, αποδεχόμενοι βέβαια τον αντίστοιχο κίνδυνο^[1, 13].

Κατά κύριο λόγο τα CDO δίνουν τριών ειδών tranches. Τα senior tranches, τα mezzanine tranches και τα junior ή equity tranches. Τα senior tranches είναι εκείνα που φέρουν το μικρότερο κίνδυνο, οι ζημιές από πιθανή χρεοκοπία (default) στα στοιχεία ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collateral assets) τα επηρεάζουν τελευταία και έχουν τις μικρότερες αποδόσεις σχετικά με τα άλλα δυο. Τα junior tranches είναι τα πιο επικίνδυνα, πλήττονται δηλαδή πρώτα από κάποια πιθανή χρεοκοπία στα στοιχεία Ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collateral assets) και έχουν αναλογικά την μεγαλύτερη απόδοση από όλα. Κατ' αντιστοιχία, τα mezzanine tranches είναι τα τμήματα (tranches) του μεσαίου κινδύνου με την έννοια ότι οι αποδόσεις τους είναι μεγαλύτερες από τα senior αλλά μικρότερες από τα junior, ενώ σχετικά η επικινδυνότητα τους είναι μικρότερη από των junior αλλά μεγαλύτερη των senior. Οι ροές χρήματος που δημιουργούνται από τα στοιχεία ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collateral assets) καθώς αυτά αρχίζουν να αποπληρώνονται, λειτουργούν σαν ένας καταρράκτης και γεμίζουν τα τμήματα (tranches) του CDO. Αρχικά γεμίζει το senior, έπειτα το mezzanine και τέλος το junior. Κάθε ένα από τα τμήματα (tranches) αυτά για να μπορέσουν να αγοραστούν από τους επενδυτές θα πρέπει πρώτα να πάρουν μια βαθμονόμηση (rating), έτσι ώστε να αναγνωρίζει ο κάθε επενδυτής τον κίνδυνο που περικλείεται σε κάθε ένα από αυτά^[20]. Οι βαθμονομήσεις αυτές εκδίδονται από του οίκους αξιολόγησης (CRA), όπως θα αναπτύξουμε και παρακάτω.



Διάγραμμα 3: Μηχανισμός του CDO^[7]

Για να γίνει κατανοητό πως λειτουργεί ένα CDO με τις διαδικασίες του pooling and tranching, θα δοθεί το παρακάτω παράδειγμα. Ας υποθεθεί λοιπόν ότι υπάρχουν δυο πανομοιότυποι τίτλοι (έστω ότι είναι ομόλογα), όπου και τα δυο ομόλογα έχουν ίδιες πιθανότητες χρεοκοπίας (probabilities of default-“p.d”), δηλαδή $p.d_1=p.d_2$ και αποδίδουν είτε 1\$ εάν δεν χρεοκοπήσουν, είτε 0\$ εάν υποστούν χρεοκοπία. Ας υποθεθεί, ότι χρησιμοποιούμε ως υποκείμενα στοιχεία αυτά τα δυο ομόλογα και τα χρησιμοποιούμε ως εγγυήσεις έτσι ώστε η συνολική ονομαστική αξία του CDO να είναι 2\$ και στη συνέχεια εκδίδονται δυο τμήματα (tranches), ένα junior και ένα senior, κάθε ένα από τα οποία πληρώνει 1\$. Το junior tranche αποδίδει 1\$ εάν και τα δυο ομόλογα αποφύγουν τη χρεοκοπία (default), ενώ αποδίδει 0\$ εάν κάποιο από τα δύο ομόλογα υποστεί χρεοκοπία. Το senior tranche αποδίδει 1\$ εάν και τα δύο ομόλογα αποφύγουν τη χρεοκοπία ή εάν μόνο ένα από τα δύο ομόλογα υποστεί χρεοκοπία. Για να μην αποδώσει τίποτα το senior tranche θα πρέπει και οι δυο ομολογίες να υποστούν χρεοκοπία. Είναι αρκετά σημαντικό να τονιστεί ότι για να εκτιμηθούν σωστά και με ακρίβεια οι πιθανότητες χρεοκοπίας (probabilities of default) για κάθε τμήμα (tranche) του CDO, θα πρέπει να γίνει γνωστή η πιθανότητα στο να χρεοκοπήσουν **ταυτόχρονα** και τα δυο ομόλογα. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα η εκτίμηση της πιθανότητας αθέτησης μπορεί να δοθεί από ένα και μόνο παράγοντα, είτε από την από κοινού πιθανότητα αθέτησης, είτε από τον συντελεστή συσχέτισης (default correlation).

Αυτό που είναι πολύ ενδιαφέρον σε αυτή τη δομή του παραδείγματος, είναι ότι εάν οι χρεοκοπίες των δυο ομολόγων είναι ασυσχέτιστες (uncorrelated), το senior tranche θα αποδώσει είτε 1\$, είτε 0\$ ακριβώς όπως θα συμβεί και στα δυο ομόλογα – με τη διαφορά όμως ότι το τμήμα (tranche) θα είναι λιγότερο πιθανό να χρεοκοπήσει συγκριτικά με τα αρχικά ομόλογα. Για να γίνει σαφές, εάν υποθέσουμε ότι οι δυο ομολογίες έχουν $p.d=10\%$ και οι χρεοκοπίες είναι ασυσχέτιστες (δηλαδή δεν μπορούν και τα δυο ομόλογα να υποστούν ταυτόχρονα χρεοκοπία), τότε το senior tranche του CDO θα έχει $p.d$ μόνο 1%. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει, όπως φάνηκε και από το παράδειγμα, στους τίτλους οι οποίοι έχουν υψηλό κίνδυνο ($p.d$), να επανασυσκευαστούν και να δώσουν τμήματα (tranches) τα οποία θα είναι πιο ελκυστικά στους επενδυτές καθότι θα προσφέρουν χαμηλότερο κίνδυνο ($p.d$). Είναι φυσικό πως τα junior tranches, όντας και πιο επικίνδυνα, θα έχουν και χαμηλότερες τιμές εξαγοράς καθώς επίσης υψηλότερα υποσχόμενες αποδόσεις, εν αντιθέσει με τα senior tranches, τα οποία όντας πιο ασφαλή θα έχουν υψηλότερες τιμές και χαμηλότερα υποσχόμενες αποδόσεις.

Η κεντρική ιδέα του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος είναι ότι χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο αριθμό από τίτλους και τοποθετώντας τους ως εγγυήσεις, ένα σταδιακά μεγαλύτερο μέρος των τμημάτων (tranches) που εκδίδονται θα καταλήξει να έχει πιο υψηλές βαθμονομήσεις σε χρηματοοικονομικά παράγωγα (credit ratings) συγκριτικά με τη μέση βαθμονόμηση των στοιχείων ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collateral assets). Αν επεκτείνουμε το παραπάνω παράδειγμα και τοποθετήσουμε ένα ακόμη ομόλογο, τότε θα έχουμε μια δομή CDO η οποία θα έχει ονομαστική αξία 3\$.

Τώρα, το junior tranche χρεοκοπεί εάν κάποιο από τα τρία ομόλογα υποστεί χρεοκοπία. Το mezzanine tranche μπορεί να υποστεί χρεοκοπία εάν δυο ή περισσότερα υποστούν χρεοκοπία, ενώ το senior tranche μπορεί να υποστεί κάποια ζημιά εάν και τα τρία ομόλογα χρεοκοπήσουν. Εάν τα ομόλογα έχουν $p.d=10\%$ και οι χρεοκοπίες μεταξύ των ομολόγων είναι ασυσχέτιστες, το senior tranche θα έχει $p.d=0,1\%$, το mezzanine tranche θα έχει $p.d=2,8\%$, ενώ το junior tranche θα έχει $p.d=27,1\%$. Έτσι γίνεται αντιληπτό πως με το να προστεθεί μια ακόμα ομολογία στις αρχικές δύο του πρώτου παραδείγματος, δίνεται η δυνατότητα στα 2/3 των τμημάτων (tranches) τα οποία εκδίδονται μετέπειτα να είναι λιγότερο επικίνδυνα σε σχέση με τα αρχικά ομόλογα που αποτελούν τα υποκείμενα στοιχεία ενεργητικού (underlying

assets). Αυτό δείχνει πως τα τμήματα (tranches) των νέων προϊόντων που δημιουργήθηκαν είναι καλύτερες επενδυτικές επιλογές μιας και περιορίζουν σε σημαντικό βαθμό τον κίνδυνο αθέτησης που μπορεί να προκύψει.

Ένας ακόμα τρόπος με τον οποίο μπορούν να δημιουργηθούν τμήματα (tranches) με μικρότερες πιθανότητες αθέτησης είναι να εφαρμοστεί και πάλι ο μηχανισμός του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος και να δημιουργηθούν εγγυήσεις από τα ήδη υπάρχοντα τμήματα (tranches) των CDO. Έτσι όταν δημιουργούνται tranches από άλλα tranches, παράγεται ένα προϊόν που ονομάζεται (όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω) CDO². Στο αρχικό παράδειγμα με τις δυο ομολογίες, όπου ο συντελεστής συσχέτισης (default correlation) είναι μηδενικός, η p.d του junior tranche είναι 19%.

Εάν όμως ενωθεί ένα junior tranche από το αρχικό CDO με ένα άλλο junior tranche από ένα άλλο πανομοιότυπο CDO, με αποτέλεσμα η ονομαστική του αξία να ισούται με 2\$, θα παραχθεί και πάλι ένα προϊόν το οποίο όμως θα χρησιμοποιεί ως υποκείμενα στοιχεία ενεργητικού (underlying assets) τα τμήματα (tranches). Και αυτό το προϊόν μπορεί να εκδώσει δυο νέα τμήματα (tranches) (junior, senior) μόνο που οι πιθανότητες αθέτησης θα είναι διαφορετικές. Το νέο senior θα έχει p.d=3,6%, πράγμα που σημαίνει ότι είναι και πάλι μικρότερη από το 10% των αρχικών ομολόγων που είχαν χρησιμοποιηθεί ως υποκείμενα στοιχεία ενεργητικού (underlying assets).

Ο παράγοντας που αποτελεί το ρόλο κλειδί και καθορίζει την ικανότητα να δημιουργούνται τμήματα (tranches) τα οποία είναι αρκετά ασφαλέστερα από τα υποκείμενα στοιχεία του ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (underlying collateral), είναι ο βαθμός που δείχνει πόσο σχετίζονται οι χρεοκοπίες των στοιχείων αυτών του ενεργητικού (assets). Όσο πιο μικρός είναι ο συντελεστής συσχέτισης (default correlation) μεταξύ των στοιχείων του ενεργητικού (assets) τόσο πιο μικρή είναι η πιθανότητα να υπάρξει ταυτόχρονη χρεοκοπία (default) και άρα το senior tranche είναι πιο ασφαλές. Αντίθετα, όσο ο συντελεστής συσχέτισης (default correlation) τείνει να προσεγγίσει την μονάδα, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να υπάρξει ταυτόχρονη χρεοκοπία (default) από όλα τα στοιχεία του ενεργητικού (assets) και ως εκ τούτου να δημιουργηθεί ένα senior tranche το οποίο θα είναι πολύ επικίνδυνο. Για παράδειγμα εάν τα δύο ομόλογα είχαν απόλυτη συσχέτιση (perfectly

correlated), δεν θα έδιναν καμία πιστωτική ενίσχυση στο senior tranche καθότι η πιθανότητα αθέτησης θα ήταν όση και των ομολόγων δηλαδή $p.d=10\%$.

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ –ΟΙΚΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ & SUBPRIME ΔΑΝΕΙΑ

2.1. ΟΙΚΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Έχοντας αναπτύξει παραπάνω το πόσο σημαντική διαδικασία είναι η βαθμονόμηση (rating) για τα τμήματα (tranches) των CDO, γίνεται αντιληπτό πως είναι απαραίτητη η μελέτη και ανάλυση του τρόπου αξιολόγησης των οίκων που είναι υπεύθυνη για την έκδοση των βαθμονομήσεων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι οίκοι που είναι υπεύθυνοι και δίδουν τα βαθμονομημένα αποτελέσματα για κάθε τμήμα (tranche), με βάση τα οποία οι επενδυτές αποφασίζουν σε τι κίνδυνο θα εκτεθούν αγοράζοντάς τα, ονομάζονται Οίκοι Αξιολόγησης (Credit Rating Agencies-“CRA”).

Για πάνω από ένα αιώνα οι οίκοι αξιολόγησης, όπως είναι η Moody's^[21], η Standard and Poor's και η Fitch^[22], συγκέντρωναν και να ανέλυναν ένα μεγάλο εύρος από χρηματοοικονομικές, βιομηχανικές και οικονομικές πληροφορίες έτσι ώστε να είναι σε θέση να φτάσουν σε ανεξάρτητες και αξιόπιστες αξιολογήσεις σχετικά με την πιστοληπτική ικανότητα από διάφορες οντότητες του ευρύτερου οικονομικού τομέα, δημιουργώντας έτσι μεγάλη άνθηση και ανάπτυξη στις δημοφιλείς κλίμακες βαθμονόμησής (rating scales) τους. Οι κλίμακες βαθμονόμησης δεν είναι ακριβώς ίδιες και για τους τρεις οίκους αξιολόγησης, ωστόσο ο βασικός κορμός τους αποτελείται από τις εξής αξιολογήσεις ξεκινώντας από τις καλύτερες βαθμονομήσεις (ratings) προς τις λιγότερο καλές: AAA, AA+, AA, AA-, A+, A, A-, BBB, BB+, BBB-, BB+, BB, BB-, B+, B, B-, CCC+, CCC, CCC-, CC, C, DDD, DD, D.

Μέχρι τα τελευταία χρόνια οι οίκοι αξιολόγησης συγκέντρωναν το μεγαλύτερο μέρος των δραστηριοτήτων τους στο να αξιολογούν την πιστοληπτική ικανότητα εταιρειών. Τα τελευταία χρόνια οι οίκοι αξιολόγησης έκαναν μια επέκταση των δραστηριοτήτων τους, πέραν του ιστορικού τους ρόλου, και συμπεριέλαβαν στις αξιολογήσεις τους και τα προϊόντα του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος. Αξίζει να τονιστεί πως η αγορά των προϊόντων αυτών από την αρχή της δημιουργίας τους, είχε εξελιχθεί σε μια “βαθμονομημένη” (“rated”) αγορά υπό την έννοια ότι

σχεδόν εξ' αρχής τα υποκείμενα προϊόντα και τα αντίστοιχα τμήματά (tranches) τους έφεραν κάποια βαθμολογία δηλώνοντας τον κίνδυνο που μετέφεραν^[1].

Οι εκδότες των προϊόντων αυτών, ήταν πρόθυμοι να βαθμολογηθούν τα προϊόντα αυτά στην ίδια κλίμακα με τα εταιρικά ομόλογα, έτσι ώστε οι επενδυτές που θα είχαν ενδιασμούς να μπορούσαν εν τέλει να τα αγοράσουν.

Με το να έχουν τα νέα αυτά προϊόντα βαθμονομημένα κατάλληλα οι εκδότες πέτυχαν να δημιουργήσουν μια ψευδαίσθηση σύγκρισης με τους ήδη υπάρχοντες “single-name” τίτλους. Αυτό τους έδωσε την δυνατότητα να προσελκύσουν ένα πολύ μεγάλο κομμάτι από πιθανούς επενδυτές-αγοραστές που δεν θα μπορούσαν να μπουν στην διαδικασία αγοράς καθότι θεωρούσαν αυτά τα προϊόντα ως μια μορφή αρκετά περίπλοκων παράγωγων τίτλων.

MOODY'S	S&P	FITCH	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ RATING
AAA	AAA	AAA	Prime
AA1	AA+	AA+	High grade
AA2	AA	AA	
AA3	AA-	AA-	
A1	A+	A+	Upper medium grade
A2	A	A	
A3	A-	A-	
BAA1	BBB+	BBB+	Lower medium grade
BAA2	BBB	BBB	
BAA3	BBB-	BBB-	
BA1	BB+	BB+	Non-investment grade speculative
BA2	BB	BB	
BA3	BB-	BB-	
B1	B+	B+	Highly speculative
B2	B	B	
B3	B-	B-	
CAA1	CCC+	CCC	Substantial risks
CAA2	CCC		Extremely speculative
CAA3	CCC-		Default imminent with little prospect for recovery
CA	CC		
	C		
C	D	DDD	In default
		DD	
		D	

Διάγραμμα 4: Κατηγορίες Ratings των τριών μεγαλύτερων Οίκων Αξιολόγησης^[10]

Καθ' όλη την διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας, όλων των ειδών οι κίνδυνοι επανατιτλοποιούνταν (repackaged) και δημιουργούσαν τίτλους που είχαν AAA-βαθμονόμηση (rating) με αρκετά ανταγωνιστικές αποδόσεις. Μέχρι τα μέσα του 2007 είχαν εκδοθεί 37000 δομημένα προϊόντα που είχαν τις καλύτερες βαθμολογίες^[23]. Σύμφωνα με τις βαθμονομήσεις της Fitch (2007) περίπου το 60% των δομημένων τίτλων παγκοσμίως είχαν AAA-βαθμονόμηση, συγκριτικά με τους εταιρικούς τίτλους που είχαν βαθμονομήσεις λιγότερο από 1%. Το να προσφέρονται αυτοί οι τίτλοι που είχαν AAA-βαθμονομήσεις μαζί με ελκυστικές αποδόσεις, μία περίοδο που υπήρχαν αρκετά χαμηλά επιτόκια, έκανε τους επενδυτές να τα αγοράζουν πρόθυμα. Έτσι η δημιουργία των προϊόντων αυτών αυξήθηκε αρκετά και ως εκ τούτου αποτέλεσε το μεγαλύτερο μέρος των πηγών εσόδων τόσο των οίκων αξιολόγησης, όσο και της Wall Street σε μικρό διάστημα. Μέχρι το 2006, η έκδοση αυτών των τίτλων οδήγησε την Wall Street στο να σημειώσει ρεκόρ εσόδων^[22]. Την ίδια χρονιά η Moody's ανακοίνωσε ότι το 44% των εσόδων της προήλθαν από αυτά τα βαθμονομημένα προϊόντα ξεπερνώντας το 32% των εσόδων της που προήλθαν από τη βαθμονόμηση των εταιρικών ομολόγων που ήταν και παραδοσιακά ο βασικός τομέας των εργασιών της.

Μέχρι το 2008 όλα είχαν αλλάξει. Η παγκόσμια έκδοση των CDO άρχισε να βρίσκεται σε ύφεση. Οι τράπεζες της Wall Street έγραψαν μεγάλες ζημιές. Τα έσοδα των εκδοτικών οίκων από τα δομημένα προϊόντα εξαφανίστηκαν «μέσα σε μια νύχτα» και οι τιμές των μετοχών των τραπεζών αυτών έπεσαν κατά 50%, πράγμα που υποδήλωνε πως η αγορά έβλεπε πως η πτώση των εσόδων θα ήταν μόνιμη. Ένα πολύ μεγάλο μέρος από τα προϊόντα που είχαν ήδη εκδοθεί, είδαν τις βαθμονομήσεις τους να υποβαθμίζονται, με την υποβάθμιση αυτή να εμφανίζεται κυρίως σε προϊόντα όπως είναι τα ABS και τα CDO, τα οποία κυρίως αποτελούνταν από στεγαστικά δάνεια, πιστωτικές κάρτες και δάνεια αυτοκινήτων^[13, 24]. Αυτό συνέβη ουσιαστικά γιατί οι μεγάλοι Οίκοι Αξιολόγησης χρησιμοποιούσαν μοντέλα ,με τα οποία προσπαθούσαν να εκτιμήσουν τις αναμενόμενες πληρωμές των CDO και συνεπώς να δώσουν και τις αντίστοιχες βαθμονομήσεις, τα οποία υποεκτιμούσαν βασικές παραμέτρους που εν τέλει επηρέαζαν τις αναμενόμενες πληρωμές.

Για παράδειγμα 27 από τα 30 τμήματα (tranches) CDO (που αποτελούνταν από αρκετά ABS ως υποκείμενα στοιχεία ενεργητικού) της Merrill Lynch είδαν τις AAA-βαθμονομήσεις τους να υποβαθμίζονται σε “junk” (εντελώς άχρηστα)^[25]. Γενικά, το

2007, η Moody's υποβάθμισε το 31% των τμημάτων (tranches) από διάφορα CDO που είχαν βαθμονομηθεί και το 14% αυτών που αρχικά είχε βαθμολογήσει ως AAA^[26].

Οι βαθμονομήσεις σε χρηματοοικονομικά παράγωγα (credit ratings), όπως έχει γίνει ήδη αντιληπτό, δίδονταν από τους εκδοτικούς οίκους σε κάποια δομημένα χρηματοοικονομικά προϊόντα, σε κάποιους τίτλους ή ακόμα και σε κάποιες εταιρείες. Ο σχεδιασμός των βαθμονομήσεων αυτών αποσκοπούσε στο να μπορέσει να υπάρξει μια διαδικασία μέτρησης της ικανότητας των εκδοτών των δομημένων προϊόντων ή των τίτλων στο να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις μελλοντικές υποχρεώσεις τους τόσο στην καταβολή του κεφαλαίου, όσο και στην καταβολή των τόκων.

Αναλόγως του ποιος είναι ο οίκος αξιολόγησης που δίνει τις βαθμονομήσεις και αναλόγως του ποια είναι η χρηματοοικονομική οντότητα της οποίας η πιστοληπτική ικανότητα αξιολογείται, ο υπολογισμός των βαθμονομήσεων βασίζεται είτε στην προσδοκώμενη πιθανότητα παρατήρησης μιας χρεοκοπίας, είτε στην αναμενόμενη οικονομική απώλεια. Έτσι οι βαθμονομήσεις σε χρηματοοικονομικά παράγωγα (credit ratings) μπορούν να θεωρηθούν διαισθητικά ως ένα μέτρο των αναμενόμενων χρηματικών ροών ενός τίτλου. Όπως συνέβαινε και με τις βαθμονομήσεις των εταιρικών ομολόγων, όσοι τίτλοι είχαν BBB-βαθμονόμηση και πάνω θεωρούνταν αξιόπιστου επενδυτικού βαθμού (investment grade) και αντιπροσώπευαν μέτρια προς χαμηλά επίπεδα για να υπάρξει κίνδυνος χρεοκοπίας (default risk), εν αντιθέσει με εκείνους που είχαν BB+-βαθμονόμηση και κάτω που θεωρούνταν κερδοσκοπικού βαθμού (speculative grade) και αντιπροσώπευαν υψηλά επίπεδα για ύπαρξη χρεοκοπίας^[1, 27].

Κάθε οίκος αξιολόγησης για να μπορέσει να δώσει σωστές βαθμονομήσεις στα νέα δομημένα χρηματοοικονομικά προϊόντα, όπως είναι τα CDO, χρησιμοποιούσε κάποια υπολογιστικά μοντέλα τα οποία είχαν παραμέτρους όπως είναι η πιθανότητα χρεοκοπίας (probability of default). Καθώς τα νέα αυτά προϊόντα έπαιρναν βαθμονόμηση στην ίδια κλίμακα με τα εταιρικά ομόλογα και μιας και ιστορικές πληροφορίες δεδομένων για τις πιθανότητες χρεοκοπίας (probabilities of default) δεν υπήρχαν για αυτά, οι εκτιμήσεις που έπρεπε να δοθούν ως δεδομένα εισαγωγής (inputs) για τα p.d έτσι ώστε να δώσουν αποτελέσματα τα μοντέλα, λαμβάνονταν από τις ιστορικές πληροφορίες των p.d των εταιρικών ομολόγων.

Αξίζει να τονιστεί ότι μέσα στο εύρος των τίτλων που θεωρούνταν αξιόπιστου επενδυτικού βαθμού (investment grade) υπήρχαν δέκα ξεχωριστές κατηγορίες από βαθμονομήσεις (από AAA- έως BBB-) μολονότι τα ποσοστά αθέτησης (default rates) κυμαίνονταν από 0,02% έως 0,75%^[1].

Τα ποσοστά αθέτησης που χρησιμοποιούνταν ως δεδομένα από τις CRA για την ανάλυση που έκαναν ώστε να αποφασίσουν για το τελική βαθμονόμηση που θα έδιναν, προέκυπταν όπως αναφέρθηκε και παραπάνω από τις ιστορικές πληροφορίες των εταιρικών ομολόγων. Γίνεται λοιπόν κατανοητό πως για να λειτουργήσουν σωστά τα μοντέλα των CRA θα έπρεπε να γίνει σωστά η εκτίμηση των p.d των προϊόντων.

Στον κόσμο των μεγάλων επιχειρήσεων, όπου οι CRA είχαν αναπτύξει την τεχνογνωσία τους, οι τίτλοι αξιολογούνταν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο μη επιτρέποντας στους εκδοτικούς οίκους να είναι ενήμεροι σχετικά με το βαθμό του ποιες χρεοκοπίες μπορεί να συσχετίζονται. Δεν ήταν εφικτό για τους CRA να ελέγξουν εάν οι τίτλοι που αξιολογούσαν και τους έδιναν βαθμονομήσεις είχαν μεγάλο συντελεστή συσχέτισης (default correlation) ο ένας με τον άλλο. Μεγάλος συντελεστής συσχέτισης (default correlation) μεταξύ δυο τίτλων σημαίνει πως εάν κάποιος τίτλος υποστεί χρεοκοπία θα υποστεί και ο άλλος.

Καθώς έχει ήδη γίνει επεξήγηση του πως λειτουργεί η δομή ενός CDO και καθώς αναπτύχθηκε το παραπάνω κομμάτι, γίνεται αντιληπτό ότι τα τμήματα (tranches) ενός CDO και η βαθμονομήσή τους επηρεάζονται άμεσα από τα υποκείμενα στοιχεία ενεργητικού (underlying assets) και το συντελεστή συσχέτισης (default correlation) τους. Επειδή τα CDO δημιουργήθηκαν για να κάνουν διαφοροποίηση (diversification) στον κίνδυνο, συγκεντρώνοντας πολλά και διαφορετικά στοιχεία του ενεργητικού (assets) γίνεται αντιληπτό πως ο μηχανισμός αυτός δημιουργούσε μεγάλη ασάφεια και αρκετά προβλήματα σχετικά με την εκτίμηση των p.d, των ποσών που θα ανακτηθούν σε περίπτωση μιας χρεοκοπίας (default) και των συντελεστών συσχέτισης.

Αυτά τα προβλήματα μεγάλωναν και περιπλέκονταν καθώς ο μηχανισμός του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος προχωρούσε και δημιουργούσε τα CDO². Και αυτό γιατί με τόσες πολλαπλές δομές που δημιουργούνται ακόμα και στιγμιαία λάθη στις εκτιμήσεις των παραγόντων που μπορούν να προκαλέσουν

χρεοκοπία στα υποκείμενα στοιχεία του ενεργητικού (underlying assets), τα οποία δεν θα μεταβάλλουν κατάλληλα τη βαθμονόμηση του τίτλου ή του τμήματος (tranche), μπορούν να οδηγήσουν σε αποτελέσματα αλλοίωσης της πραγματικότητας^[28, 29].

2.2. ΟΙ ΟΙΚΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ & ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΣΑΝ ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το δομημένο χρηματοοικονομικό σύστημα μαζί με την βοήθεια της διαδικασίας της τιτλοποίησης, επέτρεψαν σε τρισεκατομμύρια δολάρια επικίνδυνων στοιχείων του ενεργητικού, να μετατραπούν σε τίτλους που θεωρούνταν ως «ασφαλείς», είχαν δηλαδή μικρή πιθανότητα αθέτησης, ενώ στην πραγματικότητα δεν ήταν. Υποστηρίζεται, ότι δυο ήταν οι σημαντικοί παράγοντες που τροφοδότησαν την ανάπτυξη του μηχανισμού του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος και οδήγησαν σε αυτά τα λανθασμένα αποτελέσματα^[1].

Ο *πρώτος παράγοντας* είναι η κατανόηση πως μια μέτρια ανακρίβεια στην εκτίμηση των παραμέτρων των κινδύνων των υποκείμενων στοιχείων του ενεργητικού (underling assets), μπορεί να οδηγήσει σε μια μεγάλη μεταβολή στον κίνδυνο αθέτησης (default risk) των δομημένων χρηματοοικονομικών τίτλων, η οποία είναι ικανή για παράδειγμα να προκαλέσει χρεοκοπία σε ένα τίτλο που είχε AAA-βαθμονόμηση με μια λογική πιθανότητα. Για να γίνει αντιληπτή η σημαντικότητα του παράγοντα αυτού πρέπει να τονιστεί πως αυτοί οι τίτλοι που δημιουργούνται παίρνουν κάποιες βαθμονομήσεις από τις εταιρείες πιστοληπτικής διαβάθμισης, (Credit Rating Agencies-“CRA”) για να μπορέσουν οι πιθανοί επενδυτές να αναγνωρίζουν τον κίνδυνο που κρύβουν. Οι βαθμονομήσεις αυτές βασίζονται κατά κύριο λόγο στην σωστή εκτίμηση των παραμέτρων που μπορούν να προκαλέσουν χρεοκοπία στα υποκείμενα στοιχεία του ενεργητικού (underling assets). Οι παράμετροι αυτοί είναι ο συντελεστής συσχέτισης και η πιθανότητα χρεοκοπίας. Επομένως γίνεται κατανοητό πως εάν δεν γίνει μια σωστή και λεπτομερειακή ανάλυση μπορεί ένας τίτλος που έχει πάρει AAA-βαθμονόμηση, να χρεοκοπήσει με κάποια λογική πιθανότητα^[30].

Ο δεύτερος παράγοντας είναι, πως η διαδικασία της τιτλοποίησης αντικαθιστά κινδύνους οι οποίοι είναι σε μεγάλο βαθμό διαφοροποιήσιμοι με κινδύνους οι οποίοι είναι αρκετά συστηματικοί. Όταν οι οίκοι αξιολόγησης άρχισαν να δίνουν βαθμονομήσεις στα προϊόντα του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος στην ίδια κλίμακα με τους τίτλους μεγάλων εταιρειών, μπορεί να κατάφεραν να δελεάσουν τους επενδυτές, οι οποίοι έψαχναν ασφαλείς επενδύσεις μέσα στο σύστημα αυτό, ωστόσο δεν είχαν καταλάβει ακριβώς και με επάρκεια τους οικονομικούς κινδύνους που έκρυβαν τα υποκείμενα στοιχεία του ενεργητικού (underlying assets)^[6, 31].

Οι επενδυτές ήταν διατεθειμένοι να αγοράσουν τα νέα αυτά προϊόντα διότι παρότι είχαν τις ίδιες βαθμονομήσεις με τους τίτλους μεγάλων εταιρειών, είχαν μεγαλύτερες αποδόσεις. Ωστόσο, οι επενδυτές πάντα ψάχνουν επενδυτικές ευκαιρίες που θα μειώνουν την πιθανότητα να υποστούν ζημιές, εάν ολόκληρη η οικονομία δεν πηγαίνει καλά. Σύμφωνα με το CAPM (Capital Asset Pricing Model), όσοι τίτλοι έχουν υψηλή συσχέτιση σχετικά με το πώς πηγαίνει η αγορά ως σύνολο, θα έπρεπε να προσφέρουν υψηλότερες αναμενόμενες αποδόσεις στους επενδυτές και να έχουν και υψηλότερες αποδόσεις συγκριτικά με τίτλους που έχουν ίδιες αναμενόμενες αποδόσεις ή παίρνουν ίδιες βαθμονομήσεις, αλλά έχουν χαμηλότερη συσχέτιση με την αγορά. Όμως οι βαθμονομήσεις που δίδονταν από τους οίκους αξιολόγησης, έκαναν μόνο μία αξιολόγηση των κινδύνων των αναμενόμενων εξοφλήσεων των τίτλων, χωρίς να δίνουν καμία πληροφόρηση σχετικά με το πόσο πιθανό είναι ο τίτλος αυτός να χρεοκοπήσει την ίδια στιγμή που θα υπάρχει μια μεγάλη πτώση στο χρηματιστήριο αξιών ή μια γενικότερη ύφεση στην οικονομία^[32].

Ως αποτέλεσμα αυτού, οι νέοι τίτλοι οι οποίοι προέρχονταν από το δομημένο χρηματοοικονομικό σύστημα είχαν πολύ λιγότερες πιθανότητες να επιβιώσουν από μια χρηματοοικονομική αστάθεια σε σχέση με τους παραδοσιακούς εταιρικούς τίτλους, μολονότι είχαν τις ίδιες βαθμονομήσεις. Γίνεται επομένως αντιληπτό ότι και οι δυο αυτοί παράγοντες του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος ήταν αρκετά σημαντικοί και εξηγούν τον λόγο που υπήρξε η μεγάλη άνοδος και η ακραία πτώση του^[1].

Κατά το διάστημα από το 2000 μέχρι και το 2003, η Αμερικανική κυβέρνηση μαζί με το FED έριξαν τα επιτόκια από το 6,5% στο 1%. Οι κύριοι λόγοι που έγινε αυτό ήταν κατά πρώτον για να μπορέσουν να μετριαστούν οι επιπτώσεις από την

κατάρρευση της φούσκας των τεχνολογικών εταιρειών (dot-com) και των τρομοκρατικών επιθέσεων του 2001. Κατά δεύτερον για να προληφθεί το ενδεχόμενο μιας αποπληθωριστικής περιόδου και κατά τρίτον για να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν το συνεχώς αυξανόμενο έλλειμμα τρεχουσών συναλλαγών κυρίως το 2006 όπου το έλλειμμα κορυφώθηκε^[32].

Για να μπορέσουν οι ΗΠΑ να χρηματοδοτήσουν το έλλειμμα αυτό έπρεπε να δανειστούν μεγάλα ποσά από το εξωτερικό. Έτσι μεγάλα κεφάλαια εισέρρευσαν από το εξωτερικό προς τις ΗΠΑ. Η κυβέρνηση των ΗΠΑ καθώς και η Κεντρική Τράπεζα με την μείωση των επιτοκίων, έδωσαν όλο το χώρο και το πλαίσιο για να μπορέσει να υπάρξει η ανάπτυξη και η αποκόμιση κερδών από τα πιστωτικά ιδρύματα και τους οργανισμούς. Οι τράπεζες από την δική τους μεριά με την βοήθεια του νέου δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος και των προϊόντων αυτού, ξεπέρασαν τους περιορισμούς τους και αύξησαν την παραγωγή των δανείων τους σε ποσοστά ρεκόρ^[31].

Η μεγάλη εισροή κεφαλαίων σε συνδυασμό με τα χαμηλά επιτόκια δημιούργησαν αρκετά ευνοϊκές συνθήκες στις διαδικασίες της πίστωσης. Η αγορά ακινήτων με τον τρόπο αυτό ενισχύθηκε και γνώρισε μεγάλη άνθιση και επιπλέον δόθηκε μεγάλη ώθηση στην κατανάλωση μέσω δανεισμού. Επειδή για όλους ήταν πιο εύκολο να έχουν σπίτι λόγω των συνθηκών, η έκδοση στεγαστικών δανείων αυξήθηκε αισθητά^[33].

2.3. ΔΑΝΕΙΑ SUBPRIME

Για να εξασφαλιστεί μια ομαλά συνεχιζόμενη παροχή πίστωσης προς τους αγοραστές σπιτιών, είχαν δημιουργηθεί κάποιοι οργανισμοί, όπως η Federal National Mortgage Association (FNMA), η Federal Home Loan Mortgage Corporation (FHLMC) και η Government National Mortgage Association (GNMA), που χρηματοδοτούνταν από την κυβέρνηση για να αγοράζουν στεγαστικά δάνεια από τα τοπικά τραπεζικά ιδρύματα, υπό την προϋπόθεση ότι αυτά θα πληρούσαν κάποιες προϋποθέσεις, όπως είναι το μέγεθος των δανείων αυτών και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, την ικανότητα δηλαδή των δανειοληπτών για αποπληρωμή των δανείων αυτών. Όσα δάνεια ικανοποιούσαν αυτά τα κριτήρια επανατιτλοποιούνταν

από αυτούς τους οργανισμούς σε MBS (Mortgage Backed Securities) και μεταπωλούνταν στις αγορές με την εγγύηση της αμερικάνικης κυβέρνησης. Σε αντίθεση, όσα στεγαστικά δάνεια δεν ικανοποιούσαν τα κριτήρια αυτά δεν μπορούσαν να αγοραστούν, να τιτλοποιηθούν και να μεταπωληθούν από τους οργανισμούς αυτούς με συνέπεια είτε να μένουν στους ισολογισμούς των αρχικών τους εκδοτών, είτε να πωλούνται κατευθείαν στις δευτερογενείς αγορές^[33].

Οι κυβερνητικοί αυτοί οργανισμοί σημείωσαν μεγάλη επιτυχία και το 2003 αποτελούσαν την κύρια πηγή των MBS με το ποσοστό να αγγίζει το 76% του συνόλου της αγοράς. Ωστόσο αντιμετώπιζαν μεγάλο ανταγωνισμό από τους βασικούς χρηματοοικονομικούς οργανισμούς αφού το σύνολο των ιδιωτικών εκδοτών MBS αποτελούσε το υπόλοιπο 24% και ήταν κυρίως εταιρείες της Wall Street. Το 2006, το ποσοστό των κυβερνητικών οργανισμών είχε πέσει στο 57%, ενώ αντίστοιχα το ποσοστό των ιδιωτικών οργανισμών ανέβηκε στο 43% και περιελάμβανε πολύ γνωστές εταιρείες όπως ήταν οι Lehman Brothers, Bear Stearns, Wells Fargo, J.P Morgan, Goldman Sachs και η Αμερικανική Τράπεζα.

Την τελευταία δεκαετία το φαινόμενο αυτό, είχε αρχίσει να αλλάζει. Για παράδειγμα, η δημιουργία των στεγαστικών δανείων υψηλού ρίσκου (subprime) που δεν πληρούσαν τα πρότυπα των κυβερνητικών οργανισμών, καθώς έδιναν δάνεια σε πελάτες με μικρή πιστοληπτική ικανότητα, είχε αυξηθεί από 96,8 δις δολάρια το 1996 σε περίπου 600 δις δολάρια το 2006. Αυτό ήταν αποτέλεσμα που προκλήθηκε από την αύξηση των τιμών στον τομέα των ακινήτων. Μέχρι και το 2006, οι τιμές των ακινήτων ανέβαιναν συνεχώς, πράγμα που συντέλεσε στο γεγονός όλο και περισσότεροι άνθρωποι να παίρνουν στεγαστικά δάνεια. Καθώς οι τιμές ανέβαιναν, πολλοί από αυτούς αγόραζαν κάποιο σπίτι και μετά από 2-3 χρόνια το πουλούσαν κερδίζοντας από την διαφορά της αύξησης των τιμών τους ή έβαζαν την επιπλέον αξία του ακινήτου σαν ενέχυρο και αύξαναν τον δανεισμό τους συνεχίζοντας έτσι να πληρώνουν τις υποχρεώσεις τους^[12, 34].

Καθώς οι περισσότεροι από τους δανειολήπτες που ήταν πιστωτικά φερέγγυοι είχαν πάρει κάποιο στεγαστικό δάνειο και επειδή οι τραπεζικοί οργανισμοί που αποτελούσαν τους εκδότες των δανείων αυτών ήθελαν να έχουν παραπάνω κέρδος, άρχισαν να δίνουν δάνεια και σε πελάτες με χαμηλή πιστοληπτική ικανότητα. Αυτό θεωρήθηκε από τις τράπεζες ότι ήταν άμεσο πρόβλημα καθώς δεν μπορούσαν να

πουλήσουν τα δάνεια αυτά στους κυβερνητικούς οργανισμούς, μετακινώντας τον κίνδυνο από τους ισολογισμούς τους. Το πρόβλημα αυτό μπόρεσε να λυθεί, αφού οι τράπεζες αυτές βρήκαν τη λύση μέσα στις αγορές στο πρόσωπο των «private-label» MBS των τραπεζών των ιδιωτικών οργανισμών^[35]. Αυτού του είδους τα MBS κουβάλαγαν ένα διπλό κίνδυνο. Ο πρώτος κίνδυνος ήταν ότι οι εγγυήσεις αυτών των MBS ήταν δάνεια από δανειολήπτες με χαμηλή πιστοληπτική ικανότητα και ο δεύτερος κίνδυνος ήταν ότι υπήρχαν υψηλά επίπεδα συσχέτισης (default correlation) καθότι τα δάνεια αυτά ήταν από όμοιες γεωγραφικές περιοχές και εάν υπήρχε μια τοπική ύφεση θα έπληττε την πλειοψηφία των δανειοληπτών.

Ένα μεγάλο μέρος από τα CDO που δημιουργούνταν την προηγούμενη δεκαετία, χρησιμοποιούσαν ως στοιχεία ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collaterals assets), residential mortgage-backed securities (RMBS). Τα RMBS ήταν προϊόντα που προέκυπταν από την διαδικασία της τιτλοποίησης των στεγαστικών δανείων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει ιστορικότητα σχετικά με δεδομένα από πιθανες χρεοκοπίες (defaults) στην αγορά των στεγαστικών δανείων. Επίσης, ο δανεισμός προς πελάτες που δεν είχαν την κατάλληλη πιστοληπτική ικανότητα, δεν ήταν δηλαδή πιστωτικά φερέγγυοι, είχε γίνει φυσιολογικό φαινόμενο την συγκεκριμένη δεκαετία όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Γίνεται αντιληπτό πως για αυτούς τους λόγους η πιθανότητα για λάθος στις αξιολογήσεις και λανθασμένα αποτελέσματα σχετικά με τους βασικούς παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν χρεοκοπία, δηλαδή της πιθανότητας χρεοκοπίας (probability of default), του συντελεστή συσχέτισης (default correlation), του ποσοστού αθέτησης (default rate) καθώς και του ποσοστού ανάκτησης (recovery rate), ήταν σημαντικά μεγάλη^[1].

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ – Η ΠΟΡΕΙΑ, ΤΑ ΑΙΤΙΑ & ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ

3.1. Η ΑΝΟΔΟΣ ΚΑΙ ΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η δραματική άνοδος και πτώση του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος και των προϊόντων αυτού, ήταν αξιοσημείωτη. Σε λιγότερο από μια δεκαετία η έκδοση τέτοιων προϊόντων μέσα στην οικονομία της Αμερικής μεγάλωσε στο δεκαπλάσιο. Συγκεκριμένα στα τρία πρώτα τρίμηνα του 2005, περίπου 25-45 δισεκατομμύρια δολαρίων χρησιμοποιήθηκαν για την έκδοση τέτοιων τίτλων σύμφωνα με τα δεδομένα από τις Ενώσεις Χρηματοπιστωτικών Αγορών. Το τελευταίο τρίμηνο του 2006 και τα δυο πρώτα τρίμηνα του 2007, η έκδοση δομημένων χρηματοοικονομικών προϊόντων έφτασε στο μέγιστο, χρησιμοποιώντας περίπου 100 δισεκατομμύρια δολάρια σε κάθε ένα από τα τρίμηνα αυτά για την έκδοση των τίτλων^[5, 36].

Όμως τα δυο πρώτα τρίμηνα του 2008, όταν και η οικονομική κρίση είχε ξεσπάσει, η κατάσταση άλλαξε εντελώς. Όλα αυτά τα μεγάλα ποσά για την έκδοση των παραπάνω τίτλων, τα οποία αυξάνονταν κάθε τρίμηνο από το 2006 έως και το 2007, άρχισαν να μειώνονται ώσπου έφτασαν στο ελάχιστο ποσό των 5 δισεκατομμυρίων δολαρίων για κάθε τρίμηνο^[4, 37].

Όλη αυτή η κατάσταση που επικράτησε από το 2006 έως και το 2008 επέτρεψε σε πολλούς επενδυτές να επαναξιολογήσουν το μέγεθος των κινδύνων που εσώκλειαν αυτά τα δομημένα χρηματοοικονομικά προϊόντα. Όπως έχουμε αναφέρει και πιο πριν, το σημείο κλειδί για να μπορέσει κανείς να κατανοήσει την σημαντική άνοδο και πτώση του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος, είναι η κατανόηση των παραγόντων στους οποίους έγινε λάθος αξιολόγηση και ήταν άμεσα συνδεδεμένοι με τον κίνδυνο χρεοκοπίας των υποκείμενων στοιχείων του ενεργητικού (underlying assets). Οι παράγοντες που έγιναν λάθος εκτιμήσεις και επηρέαζαν άμεσα την πιθανή χρεοκοπία των προϊόντων ή των τμημάτων (tranches) αυτών, ήταν: α) η πιθανότητα χρεοκοπίας (probability of default), β) ο συντελεστής συσχέτισης (default correlation), γ) τα ποσοστά αθέτησης (default rates), δ) τα ποσοστά ανάκτησης (recovery rates) και ε) ο συστημικός κίνδυνος που έφεραν τα τμήματα (tranches) των προϊόντων αυτών (κυρίως δηλαδή των CDO)^[38].

Η μεγάλη άνθηση της αγοράς των δομημένων αυτών προϊόντων, συνέπεσε με μια αρκετά ισχυρή οικονομική ανάπτυξη και με λιγιστές χρεοκοπίες, πράγμα που έδωσε την δυνατότητα σε αρκετούς συμμετέχοντες της αγοράς να έχουν ελάχιστους λόγους στο να αναρωτιούνται για την δυναμική των προϊόντων αυτών. Στην πραγματικότητα όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη των συναλλαγών αυτών, θεωρούσαν ότι αποκτούσαν μια καλή συμφωνία^[39].

Ο λόγος ήταν ότι για παράδειγμα πολλοί τίτλοι που προέκυπταν από το δομημένο χρηματοοικονομικό σύστημα και είχαν πάρει AAA-βαθμονόμηση προσέφεραν πιο ελκυστικές αποδόσεις συγκρινόμενοι με τίτλους μεγάλων εταιρειών που είχαν ίδιες βαθμονομήσεις και ήταν μέχρι τότε γνωστοί στην αγορά, όπως τα εταιρικά ομόλογα. Η βαθμονόμηση των τίτλων αυτών σε συνδυασμό με τις ελκυστικές αποδόσεις που έδιναν συγκριτικά με τα εταιρικά ομόλογα, προκάλεσε το μεγάλο ενδιαφέρον των επενδυτών. Ωστόσο, αυτό το φαινομενικό πλεονέκτημα που έδιναν οι τίτλοι στις αποδόσεις τους, ήταν στην πραγματικότητα αρκετά μικρό καθότι η εκτίμηση των κινδύνων των υποκείμενων στοιχείων του ενεργητικού (underlying assets) δεν ήταν η κατάλληλη.

Δηλαδή, οι αποδόσεις ήταν μεν υψηλότερες συγκριτικά με αυτές των εταιρικών ομολόγων, όμως δεν ήταν τόσο υψηλές ώστε να νιώθουν πραγματικά ασφαλείς οι επενδυτές για τους κινδύνους των στοιχείων του ενεργητικού (assets) που αναλάμβαναν. Οι λόγοι ήταν κυρίως δύο. Κατά πρώτον, οι βαθμονομήσεις που έφεραν οι τίτλοι, δεν παρουσίαζαν την πραγματική πιθανότητα χρεοκοπίας καθότι οι βαθμονομήσεις αυτές δίδονταν από τους Οίκους Αξιολόγησης, οι οποίοι είχαν κάνει μια λανθασμένη εκτίμηση της εξέλιξης των οικονομικών συνθηκών. Κατά δεύτερον, οι αποδόσεις που έδιναν οι τίτλοι αυτοί, δεν αντικατόπτριζαν την ακραία και μεγάλη έκθεση των δομημένων προϊόντων σε μια μείωση των οικονομικών συνθηκών, δηλαδή του συστηματικού κινδύνου. Αν συνυπολογίσουμε και το λάθος που προέκυπτε στα μοντέλα τιμολόγησης των προϊόντων από την ανακρίβεια στις εκτιμήσεις της πιθανότητας χρεοκοπίας (probability of default) και του συντελεστή συσχέτισης (default correlation), τότε γίνεται κατανοητό το παραπάνω επιχείρημα^[40].

^{41]}.

Ουσιαστικά λίγοι επενδυτές είχαν ενστάσεις για την υπερτίμηση της αξίας των υποκείμενων στοιχείων του ενεργητικού (underlying assets) και αυτοί που τις είχαν, δεν τις εξέφραζαν ποτέ καθότι τα κίνητρα που τους δίδονταν από το μηχανισμό αυτό ήταν αρκετά και σημαντικά. Πιθανά λάθη που προκύπτουν στις εκτιμήσεις των πιθανοτήτων χρεοκοπίας (default probabilities) μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς όλα τα τμήματα (tranches) των προϊόντων του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος, όπως είναι τα CDO, με τα junior tranches να φέρουν τις πρώτες και μεγαλύτερες απώλειες. Γίνεται κατανοητό πως τα CDO², τα οποία ήταν και αυτά διαδεδομένα στην αγορά, μεγέθυναν τις επιπτώσεις τέτοιων λαθών λόγω του μηχανισμού τους και έτσι ακόμα και τα senior tranches των προϊόντων αυτών μπορούν να πληγούν^[1].

Είναι αρκετά εύκολο να κατηγορηθούν οι Οίκοι Αξιολόγησης για την θεαματική άνοδο και κυρίως για την πτώση του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος, μιας και αυτοί ήταν που αξιολογούσαν τα στοιχεία του ενεργητικού (assets) τα οποία χρησιμοποιούσαν ως εγγυήσεις κατά τη δημιουργία τους, τα CDO και τα CDO². Επίσης ήταν αυτοί που έδιναν τις αντίστοιχες βαθμονομήσεις τόσο στα στοιχεία ενεργητικού (assets) όσο και στα τμήματα (tranches) των CDO και των CDO², πολλά εκ των οποίων τα βαθμονομούσαν ως ασφαλή, ενώ δεν ήταν. Υπάρχουν βέβαιες ενδείξεις που οδηγούν στην διαπίστωση ότι οι Οίκοι Αξιολόγησης έκαναν σημαντικά λάθη. Για παράδειγμα αρκετοί Οίκοι Αξιολόγησης, όπως η Moody's το 2008, παραδέχθηκαν ότι ακούσια δόθηκαν AAA-βαθμονομήσεις σε δισεκατομμύρια δολάρια δομημένων χρηματοοικονομικών προϊόντων, λόγω ενός σφάλματος που προέκυψε σε ένα από τα μοντέλα τιμολόγησής τους^[42]. Το 2007, μια εταιρεία συμβούλων, ανέφερε πως ένας από τους Οίκους Αξιολόγησης, η Fitch, θεωρούσε μια σταθερά αυξανόμενη τάση για τις τιμές των σπιτιών, πράγμα που ενσωμάτωνε στα μοντέλα της δίνοντας λαθεμένα αποτελέσματα καθότι απέκλειε την πιθανότητα πτώσης της τιμής^[43].

Είναι κατανοητό πως οι Οίκοι Αξιολόγησης δεν είχαν πλήρως κατανοήσει το πόσο εύθραυστα ήταν τα μοντέλα τους σε μια πιθανή λάθος εκτίμηση των παραγόντων που έβαζαν και τους έδινε τις αντίστοιχες βαθμονομήσεις για τα προϊόντα του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος. Επίσης δεν είχαν κατανοήσει ότι ακόμα και μια μέτρια ανακρίβεια στις υποθέσεις που θα έπαιρναν σχετικά με την πιθανότητα χρεοκοπίας (probability of default) και τους συντελεστές

συσχέτισης (default correlations), θα επέφερε αρνητικά αποτελέσματα στις βαθμονομήσεις τους.

Ωστόσο αυτή η έλλειψη κατανόησης της σημαντικότητας των παραπάνω παραγόντων δεν σταματούσε μόνο στους Οίκους Αξιολόγησης, αλλά επεκτεινόταν τόσο στις Ρυθμιστικές Αρχές όσο και στους επενδυτές. Και αυτό διότι και οι δυο βασίζονταν μόνο στις εκτιμήσεις που έκαναν οι Οίκοι Αξιολόγησης, χωρίς να αναρωτιούνται ουσιαστικά για το εάν αυτές οι βαθμονομήσεις που έπαιρναν τα δομημένα αυτά προϊόντα ήταν δικαίως βαθμονομημένα στην ίδια κλίμακα με τους τίτλους μεγάλων εταιρειών, όπως τα εταιρικά ομόλογα. Συγκεκριμένα, κανένα από τα παραπάνω βασικά μέρη του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος δε φάνηκε να αναγνωρίζει ότι ακόμα και μικρά λάθη στις βαθμονομήσεις των τίτλων που θα χρησιμοποιούνταν ως εγγυήσεις μετέπειτα στα CDO, λαθών που μπορεί να είχαν μικρή επίπτωση στην αγορά των τίτλων μεγάλων εταιρειών, θα επέφεραν τόσο μεγάλες λανθασμένες βαθμονομήσεις στα τμήματά (tranches) τους^[1].

Φυσικά τα λάθη αυτά μεγεθύνονταν καθώς δημιουργούνταν τα CDO². Γίνεται αντιληπτό ότι πολλά στοιχεία ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collateral assets) τα οποία χρησιμοποιούνταν για να δημιουργηθούν τα CDO και τα CDO², ήταν στεγαστικά δάνεια υψηλού ρίσκου (subprime)^[12]. Καθώς έχει ήδη αναφερθεί πως και αυτά έμπαιναν στην βάση σύγκρισης με τα εταιρικά ομόλογα, λόγω μη επάρκειας ιστορικότητας για τις πιθανότητες χρεοκοπίας (probability of defaults) και τους συντελεστές συσχέτισης (default correlations), γίνεται αντιληπτό πόσο άμεσα μπορούσαν να επηρεαστούν τα τμήματα (tranches) των CDO, από αυτή τη λαθεμένη εκτίμηση που γινόταν και θα προκαλούσε χρεοκοπία. Επίσης όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω ορισμένοι Οίκοι Αξιολόγησης θεωρούσαν ως δεδομένο ότι οι τιμές των σπιτιών θα ανέβαιναν συνεχώς και αυτό το έβαζαν στα μοντέλα τους. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό πως αν αυτό σταματούσε να γίνεται, τότε όσα στεγαστικά δάνεια υψηλού ρίσκου (subprime) είχαν δοθεί θα είχαν πολλές πιθανότητες να χρεοκοπήσουν καθότι οι δανειολήπτες δεν θα μπορούσαν να αποπληρώσουν τα δάνεια αυτά. Κατ' επέκταση, όσα CDO χρησιμοποιούσαν τα δάνεια αυτά ως μέρος από τα στοιχεία ενεργητικού που χρησιμοποιούνται ως εγγυήσεις (collaterals assets), θα έφεραν μεγάλες ζημιές.

Οι τιμές των ακινήτων από το 2001 ξεκίνησαν να έχουν μια ανοδική πορεία. Όμως, η αναστροφή της τάσης ανόδου των τιμών των ακινήτων στις ΗΠΑ ξεκίνησε τον Ιούνιο του 2006 με την άνοδο των επιτοκίων από την FED, την Κεντρική Τράπεζα των ΗΠΑ, που οδήγησε σε ένα σχετικά υψηλό επίπεδο επιτοκίων στις αρχές του 2007 (από 1% τον Ιούνιο του 2004 σε 5,25% τον Αύγουστο του 2006) και συνοδεύτηκε από την κρίση στην αγορά ενυπόθηκων δανείων υψηλού κινδύνου, η οποία και κράτησε για περίπου τρία χρόνια ώσπου σταθεροποιήθηκε τον Απρίλιο του 2009.

Η πτώση των τιμών των κατοικιών οδήγησε σε καθυστερήσεις των δόσεων των νοικοκυριών προς τις τράπεζες. Ορισμένα νοικοκυριά άρχισαν να αντιλαμβάνονται ότι η αξία του σπιτιού που πρόσφατα αγόρασαν έπεσε κάτω από την αξία δανείου τους και ότι τους συνέφερε να παραδώσουν τα κλειδιά στην τράπεζα και να φύγουν. Η χρεοκοπία των νοικοκυριών οδήγησε και σε μειωμένες εισροές στα ταμεία των τιτλοποιημένων δανείων^[4, 12].

Έτσι η αγορά χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών άρχισε να καταρρέει, διότι τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα ήταν εκτεθειμένα σε πολύπλοκα δομημένα προϊόντα, η αξιοπιστία των οποίων είχε εσφαλμένα επιβεβαιωθεί από τις εταιρίες αξιολόγησης πιστοληπτικού κινδύνου. Ο καιροσκοπισμός και η απληστία είχαν προ πολλού κάμψει τις αντιστάσεις των οίκων αξιολόγησης οι οποίοι παρέβλεψαν να σημειώσουν την επικινδυνότητα των παράγωγων προϊόντων, τα οποία βασίζονταν σε δανειακές συμβάσεις, οι οποίες ήταν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους επισφαλείς.

Η χρηματοοικονομική κρίση μετουσιώθηκε σε οικονομική όταν οι τράπεζες περιόρισαν τις πιστώσεις προς τις επιχειρήσεις και τα νοικοκυριά, αφού η μείωση των κεφαλαίων τους από τις απώλειες στην αξία των περιουσιακών τους στοιχείων επέφερε πολλαπλασιαστική αναγκαστική μείωση του μεγέθους του ενεργητικού τους ώστε να διατηρηθεί η κεφαλαιακή τους επάρκεια.

Καθώς η οικονομική κρίση ξεκίνησε στα τέλη του 2007 με αρχές του 2008, οι δανειολήπτες στεγαστικών δανείων υψηλού ρίσκου (subprime) βρέθηκαν να έχουν να αποπληρώσουν κάποια δάνεια των οποίων η αξία ήταν αρκετά μεγαλύτερη από την αγοραστική αξία των σπιτιών που κατείχαν την συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Επομένως σταμάτησαν να πληρώνουν τα δάνεια και αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν πολλά προβλήματα στα CDO και τα CDO^[2, 5].

Ωστόσο υπήρχαν ορισμένοι χρηματοοικονομικοί αναλυτές που εργάζονταν στο κομμάτι της τιμολόγησης των CDO και οι οποίοι καταλάβαιναν τους κινδύνους που κρύβονταν και τα λάθη τα οποία γίνονταν στα μοντέλα αυτά. Παρ' όλα αυτά, η περιρρέουσα ατμόσφαιρα που είχε δημιουργηθεί για τα προϊόντα αυτά και την «αξιοπιστία» τους, αλλά και τα κέρδη που αυτά δημιουργούσαν δεν επέτρεπαν την δημιουργία ορθού αντιλόγου^[44]. Το γεγονός ενισχυόταν καθώς μεγάλοι οργανισμοί όπως ήταν η Committee on the Global Financial System from the Bank of International Settlements εξέφραζαν την πεποίθηση ότι δεν θα έπρεπε να υπάρχει διαφοροποίηση στην τιμολόγηση των τίτλων μεγάλων εταιρειών και αυτών από το δομημένο χρηματοοικονομικό σύστημα και ότι ουσιαστικά δεν υπάρχουν θεμελιώδεις διαφορές μεταξύ τους.

3.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ

Η οικονομική κρίση, που ξεκίνησε το καλοκαίρι του 2007, είχε πολλές αιτίες:

α) Τα χαμηλά πραγματικά επιτόκια της περιόδου μετά το 2000 τα οποία έδωσαν ώθηση στην εκδήλωση των ανισορροπιών του χρηματοοικονομικού τομέα β) τη φούσκα των ακινήτων στις ΗΠΑ και τη συναφή εξάπλωση στεγαστικών δανείων υψηλού ρίσκου (subprime), γ) την παράβλεψη των κινδύνων από μη ορθολογικούς επενδυτές σε επενδύσεις δομημένων χρηματοοικονομικών προϊόντων όπως είναι τα CDO και CDO² που είχαν ως εγγυήσεις στεγαστικά δάνεια υψηλού ρίσκου (subprime), δ) την κατάρρευση του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος, ε) την υψηλή μόχλευση των επενδυτικών τραπεζών με βραχυχρόνιο δανεισμό, στ) την ανεπαρκή εποπτεία καθώς και ζ) την ενδογενή γένεση μακροοικονομικών ρίσκων.

Καθένας από αυτούς τους παράγοντες δεν θα μπορούσε να επιφέρει την κρίση από μόνος του, αλλά ο συνδυασμός τους δημιούργησε μια εκρηκτική δυναμική και ένα φαύλο κύκλο χρεοκοπιών και πτώσεων των τιμών των περιουσιακών στοιχείων που ξεπέρασε τα όρια των ΗΠΑ και επεκτάθηκε παγκοσμίως, κυρίως στην Ευρώπη, σε τραπεζικούς ομίλους που είχαν εκτεθεί στους αμερικανικούς κινδύνους.

Έσπειρε τον πανικό και τον φόβο, με αποτέλεσμα να σταματήσουν να λειτουργούν πολλές αγορές χρήματος και κεφαλαίου. Αδιαμφισβήτητα ο πιο σημαντικός παράγοντας που βοήθησε στην συνέχιση της κρίσης ήταν η κατάρρευση του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος^[5, 45].

3.3. ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ

Ενώ μέχρι και τα τέλη του 2006 η αγορά των στεγαστικών δανείων βρισκόταν σε αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα, από τις αρχές του 2007 είχε δημιουργηθεί μια έντονη αρνητική φημολογία σχετικά με τα δάνεια αυτά. Ορισμένοι αναλυτές εξέφραζαν την ανησυχία τους για μια επερχόμενη οικονομική κρίση. Η Αμερικανική Κεντρική Τράπεζα στο ίδιο διάστημα προέβαινε σε διαρκείς αυξήσεις του επιτοκίου για να μπορέσει να αντιμετωπίσει τον πληθωρισμό που υπήρχε στην οικονομία της Ευρώπης. Αυτό είχε μεγάλες επιπτώσεις στους δανειολήπτες, οι οποίοι πλήττονταν έντονα ενώ ορισμένοι παράγοντες της τραπεζικής αγοράς συνιστούσαν στα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να είναι πιο φειδωλά στην χορήγηση δανείων^[2].

Το καλοκαίρι του 2007, κεφάλαια της Bear Stearns πτώχευσαν λόγω της κατοχής CDO που βασίζονταν σε στεγαστικά δάνεια υψηλού ρίσκου (subprime)^[46]. Παράλληλα οι Οίκοι Αξιολόγησης αναγκάζονται να υποβαθμίσουν τα CDO και τα τμήματά (tranches) τους που είχαν ως εγγυητικά στοιχεία ενεργητικού (collaterals assets) τα στεγαστικά δάνεια υψηλού ρίσκου (subprime). Τον Αύγουστο του 2007, ξέσπασε η μεγάλη κρίση στην Αμερική καθώς πολλές ομάδες δανειοληπτών στεγαστικών δανείων υψηλού ρίσκου (subprime) αδυνατούν να αποπληρώσουν τις υποχρεώσεις τους. Οι τράπεζες βρέθηκαν να έχουν μεγάλη έλλειψη ρευστότητας και οι καταθέτες έσπευσαν να κάνουν αναλήψεις στα χρήματά τους. Καθώς οι Αμερικάνικες τράπεζες δε μπορούσαν να εισπράξουν τις απαιτήσεις τους από τους δανειολήπτες δεν μπορούσαν να αποπληρώσουν τις απαιτήσεις σε ομόλογα και τα CDO στα οποία είχαν επενδύσει πολλές ομάδες ενδιαφερόντων.

Στα τέλη του 2007 οι κεντρικές τράπεζες βοήθησαν με ενέσεις ρευστότητας την χρηματοπιστωτική αγορά^[47]. Παράλληλα επλήγη η εμπιστοσύνη των Οίκων Αξιολόγησης καθώς είχαν αποτύχει να βαθμολογήσουν σωστά τα δομημένα χρηματοοικονομικά προϊόντα. Τα στεγαστικά δάνεια έγιναν δυσπρόσιτα.

Το Σεπτέμβριο του 2008 ανακοινώθηκε η πτώχευση της Lehman Brothers, ενώ παράλληλα η Αμερικανική Κεντρική Τράπεζα έδωσε 85\$ δις στην ασφαλιστική εταιρεία AIG για να αποτρέψει την κατάρρευση της. Αυτό έγινε για τον εξής λόγο^[48]: καθώς τα στεγαστικά δάνεια υψηλού ρίσκου (subprime) άρχιζαν να μην αποπληρώνονται, και να χρεοκοπούν, όλο και περισσότερα τμήματα (tranches) από τα CDO που είχαν βαθμονομηθεί ως αξιόπιστου ενενδυτικού βαθμού (investment

grade), έφεραν ζημιές^[49]. Καθώς ακόμα και senior tranches χρεοκόπησαν, πολλοί επενδυτές άρχισαν να έχουν μεγάλες ζημιές. Ορισμένοι όμως από τους επενδυτές είχαν αγοράσει και κάποια άλλα παράγωγα προϊόντα, τα Χρηματοοικονομικά Παράγωγα Πιστωτικής Ενίσχυσης (Credit Default Swaps-“CDS”), τα οποία θα τους προστάτευαν σε περίπτωση που γινόταν χρεοκοπία^[50]. Η AIG είχε δώσει πάρα πολλά τέτοια CDS σε επενδυτές που κατείχαν τμήματα (tranches) CDO, αλλά και σε ανθρώπους που ήθελαν να κάνουν κερδοσκοπία (speculation) αγοράζοντας τα. Μόλις τα στεγαστικά δάνεια υψηλού ρίσκου (subprime) άρχισαν να χρεοκοπούν και οι ζημιές επεκτάθηκαν παντού, η εταιρεία βρέθηκε να πρέπει να πληρώσει όλους τους παραπάνω δικαιούχους. Αυτό δεν μπόρεσε να γίνει γιατί οι πολλαπλές και ταυτόχρονες απαιτήσεις ήταν τεράστιες με αποτέλεσμα να κινδυνεύει με κατάρρευση. Ωστόσο κάπου εκεί η Αμερικανική Κεντρική Τράπεζα επενέβη και κατάφερε να την σώσει. Δεν έγινε το ίδιο όμως, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, με την Lehman Brothers.

Τέλος καθώς η εκτίμηση για βαθιά κρίση από οικονομικούς παράγοντες της Αμερικανικής οικονομίας ανέφερε ότι θα κρατήσει τουλάχιστον πέντε χρόνια, η σύνοδος κορυφής των G20 στις αρχές του 2009 αποφάσισε να γίνει μια συντονισμένη προσπάθεια από όλες τις κυβερνήσεις με σκοπό να ανακτηθεί η εμπιστοσύνη στις αγορές και το χρηματοοικονομικό σύστημα να επανέλθει στην πρότερη κατάσταση^[51].

3.4. Η ΕΚΦΑΝΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΗΣ

Καθώς η οικονομική κρίση ξεκίνησε στα τέλη του 2007 και εξελίχθηκε στις αρχές του 2008, όλοι όσοι αγόραζαν τα δομημένα χρηματοοικονομικά προϊόντα τα οποία είχαν και τις αντίστοιχες βαθμονομήσεις σταμάτησαν να αγοράζουν. Η αρχική αιτία που δημιούργησε την κρίση ήταν ότι τα δάνεια, αλλά ειδικότερα τα στεγαστικά δάνεια υψηλού ρίσκου (subprime), έφεραν μεγάλες ζημιές καθότι οι δανειολήπτες δεν μπορούσαν να τα αποπληρώσουν. Καθώς τα δάνεια αυτά χρησιμοποιούνταν ως εγγυήσεις στη συγκέντρωση περιουσιακών στοιχείων (pooling) των CDO, είναι κατανοητό ότι πιθανές μη πληρωμές των δανείων αυτών θα επηρέαζαν άμεσα και τα τμήματα (tranches) των CDO^[2].

Όπως ήδη έχει αναφερθεί οι απαιτήσεις αποπληρωμών των δανείων αυτών και κατ' επέκταση οι απαιτήσεις πληρωμών των τμημάτων (tranches) των CDO ήταν άρρηκτα συνδεδεμένες και υψηλά ευαίσθητες στις υποθέσεις σχετικά με την εκτίμηση των α) πιθανοτήτων χρεοκοπίας (default probabilities), β) ποσοστών ανάκτησης (recovery rates), γ) συντελεστών συσχέτισης (default correlations), δ) σχέσεων ανάμεσα στις αναμενόμενες εξοφλήσεις και την οικονομική κατάσταση που επικρατούσε.

Ξεκινώντας από τα τέλη του 2007 και συνεχίζοντας στις αρχές του 2008, έγινε ξεκάθαρο στους επενδυτές που είχαν αγοράσει αυτά τα δομημένα προϊόντα ότι κάθε ένας από τους παραπάνω παράγοντες δεν είχε αξιολογηθεί κατάλληλα, δημιουργώντας την αίσθηση ότι δεν υπήρχε αμεροληψία. Το κλειδί είναι η κατανόηση ότι ακόμα και μικρά-στιγμιαία λάθη στις υποθέσεις αυτές, τα οποία μπορεί να μην δημιουργούν μεγάλο κόστος από πιθανά λάθη στην αγορά των τίτλων μεγάλων εταιρειών, δημιουργούν ένα τεράστιο πρόβλημα στα τμήματα (tranches) των CDO και ακόμα μεγαλύτερα όταν τα τμήματα (tranches) αυτά επανατιτλοποιούνται (repackaged) και δημιουργούν τα CDO². Αυτό γινόταν με τα MBS. Τα MBS είχαν ως εγγυητικά στοιχεία ενεργητικού (collateral assets) κάποια στεγαστικά δάνεια από ικανούς πιστοληπτικά πελάτες και κάποια στεγαστικά δάνεια υψηλού ρίσκου (subprime)^[9, 12].

Καθώς τα τμήματα (tranches) αυτών των MBS χρησιμοποιούνταν ως εγγυήσεις για τα CDO, δημιουργώντας ουσιαστικά το μηχανισμό του CDO², μια λάθος εκτίμηση σε κάποιο παράγοντα θα οδηγούσε σε λάθος βαθμονόμηση και αυτό με τη σειρά του σε πιθανή χρεοκοπία με μια λογική πιθανότητα.

Η δυνατότητα να δημιουργούνται προϊόντα των οποίων τα τμήματα (tranches) θα παίρνουν AAA-βαθμονομήσεις και με μια λογική πιθανότητα να χρεοκοπήσουν μπορεί να μειωθεί στο ελάχιστο, εάν οι υποθέσεις για την εκτίμηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη χρεοκοπία στα μοντέλα γίνουν πιο ακριβείς. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με τη χρήση μετρίων μεθόδων στα ήδη υπάρχοντα μοντέλα, οι οποίες θα έδιναν αποτελέσματα με μεγαλύτερη ακρίβεια. Επίσης θα πρέπει οι επενδυτές να καταλάβουν τη βασική διαφορά ανάμεσα στους “single-name” τίτλους και τα εταιρικά ομόλογα στην έκθεση του συστηματικού κινδύνου.

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

4.1. Η ΜΕΘΟΔΟΣ MONTE CARLO

Η Monte Carlo προσομοίωση είναι πρακτικά και ουσιαστικά μια ευέλικτη μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται για την ανάλυση της συμπεριφοράς ορισμένων πολύπλοκων δραστηριοτήτων, προγραμμάτων ή διαδικασιών που αφορούν την αβεβαιότητα. Γενικά, η μέθοδος Monte Carlo είναι μια αριθμητική μέθοδος για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων μέσω προσομοίωσης τυχαίων αριθμών. Χρησιμοποιείται δε στην προσομοίωση (simulation) και στην ολοκλήρωση (integration).

Ιστορικά, η προέλευσή της συγκεκριμένης μεθόδου προσομοίωσης, επέρχεται χρονικά, την περίοδο του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, το 1949 περίπου, όταν οι επιστήμονες von Neuman, Ulam και Metropolis, την δημοσίευσαν έπειτα από μια σειρά πειραματικών διαδικασιών, σε ένα άρθρο τους με τίτλο "Η μέθοδος Monte Carlo" στο *Journal of the American Statistics Association*". Ωστόσο αρκετοί υποστηρίζουν πως η θεωρητική βάση της συγκεκριμένης μεθόδου ήταν ευρέως γνωστή αρκετά χρόνια πριν, μιας και πολλά προβλήματα στατιστικής λύνονταν μέσω της τυχαίας δειγματοληψίας, που είναι ουσιαστικά η μέθοδος Monte Carlo. Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo, πήρε το όνομα της από την πόλη του Μονακό, εξαιτίας μιας ρουλέτας που ως παιγνείο πρακτικά είναι μια απλή γεννήτρια τυχαίων αριθμών.

Τεχνικά, η μέθοδος Monte Carlo αποτελείται από υπολογιστικούς αλγόριθμους που βασίζονται στην επαναλαμβανόμενη τυχαία δειγματοληψία για τον υπολογισμό αποτελεσμάτων. Αρκετά συχνά χρησιμοποιούνται στην προσομοίωση φυσικών και μαθηματικών συστημάτων και προβλημάτων. Οι συγκεκριμένοι αλγόριθμοι επειδή εξαρτώνται από την χρήση τυχαίων ή ψευδοτυχαίων αριθμών, ονομάζονται και στοχαστικοί αλγόριθμοι. Η εφαρμοσμένη χρήση των στοχαστικών αυτών αλγορίθμων εμφανίζεται σε προβλήματα των οποίων τα μοντέλα λύσης είναι τόσο περίπλοκα που ουσιαστικά η παραγωγή αναλυτικών λύσεων είναι αδύνατη.

Επι της ουσίας αυτό που επιδιώκεται να επιτευχθεί με την χρήση των στοχαστικών αλγορίθμων, είναι να δοθεί η δυνατότητα να γίνει προσομοίωση και αναπαράσταση στην οθόνη ενός υπολογιστή, ενός στοχαστικού φαινομένου-προβλήματος, όσο περίπλοκο και εάν είναι, κάνοντας τον μικρότερο δυνατό αριθμό απλουστεύσεων δημιουργώντας κατά συνέπεια αρκετά ρεαλιστικά υπολογιστικά μοντέλα που θα δίνουν λογικά αποδεκτές λύσεις.

Επομένως, για την προσομοίωση φυσικών, μαθηματικών και υπολογιστικών συστημάτων χρησιμοποιείται με μεγάλη συχνότητα η μέθοδος Monte Carlo. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για πολύπλοκους υπολογισμούς οι οποίοι γίνονται μέσω ενός υπολογιστή που χρησιμοποιεί στοχαστικούς αλγορίθμους καθώς οι υπολογισμοί αυτοί δεν είναι εφικτό να γίνουν με ντετερμινιστικούς αλγόριθμους.

Γενικότερα, οι Monte Carlo μέθοδοι είναι χρήσιμες για τη μοντελοποίηση των φαινομένων με σημαντική αβεβαιότητα όσον αφορά τους διαθέσιμους πόρους, όπως ο υπολογισμός των κινδύνων στον τομέα των επιχειρήσεων. Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως στα μαθηματικά. Μια κλασική χρήση είναι για την αξιολόγηση των ολοκληρωμάτων, ιδιαίτερα των πολυδιάστατων ολοκληρωμάτων με περίπλοκες οριακές συνθήκες. Είναι ευρέως επιτυχείς μέθοδοι ανάλυσης κινδύνου σε σύγκριση με εναλλακτικές μεθόδους ή την ανθρώπινη διαίσθηση. Οι Monte Carlo προσομοιώσεις έχουν εφαρμοστεί για την εξερεύνηση και εκμετάλλευση του πετρελαίου, την πραγματική παρατήρηση βλαβών, για τις υπερβάσεις κόστους και χρονοδιαγράμματος όπου είναι συνήθως καλύτερες από την προβλεπόμενη απ' ότι τις προσομοιώσεις ανθρώπινης διαίσθησης ή εναλλακτικά ευέλικτων μεθόδων. Από μαθητικής άποψης συχνά στον υπολογισμό των αρκετών και πολύπλοκων συστημάτων που προκύπτουν κατά την ολοκλήρωση Monte Carlo, συνήθως γίνεται προσομοίωση μιας κατανομής για να υπάρξει ένα αποτέλεσμα. Ωστόσο αρκετές φορές εκτός από την προσομοίωση κατανομής, χρειάζεται και ο ακριβής υπολογισμός αριθμητικών μέσων. Έτσι πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μεθόδους αριθμητικής ολοκλήρωσης, εν γένει σε πολυδιάστατους χώρους, με χρήση τυχαίων αριθμών.

Παράδειγμα αλγορίθμου γέννησης τυχαίων αριθμών:

Ορίζεται η επαναληπτική σχέση:

$$x_{n+1} = px_n + q \text{Mod } \Gamma,$$

όπου,

Mod = το ακέραιο υπόλοιπο της διαίρεσης 2 αριθμών

η οποία παρέχει με κατάλληλη εκλογή των p , q , Γ τυχαίους αριθμούς με ομοιόμορφη κατανομή στο διάστημα $[0, \Gamma-1]$. Με διαίρεση δια του Γ τα x_n δίνουν τυχαίους αριθμούς με ομοιόμορφη κατανομή στο διάστημα $[0, 1)$. Οι τιμές των παραμέτρων p , q και Γ επιλέγονται έτσι ώστε να εξασφαλίσει κανείς ότι τα διαδοχικά x_n βρίσκονται στο $[0, \Gamma-1]$, δεν συσχετίζονται μεταξύ τους και δεν ακολουθούν κάποια περιοδική δομή. Εμπειρικά μια καλή επιλογή είναι η ακόλουθη:

– p ακέραιος τέτοιος ώστε $p \text{ Mod } 8 = 5$ και $\sqrt{\Gamma} < p < \Gamma - \sqrt{\Gamma}$.

– q περιττός ακέραιος τέτοιος ώστε $q/\Gamma = 0.211$.

– $\Gamma = 2^m - 1$ όπου m ο μέγιστος αριθμός bits μιας “λέξης” που αποθηκεύεται στη μνήμη του επεξεργαστή.

Συνήθως στις προσομοιώσεις χρησιμοποιεί κανείς ψευδοτυχαίους αριθμούς ομοιόμορφα κατανεμημένους στο $[0,1)$. Φυσικά υπάρχουν πολλοί αλγόριθμοι που μπορούν να παράγουν ψευδοτυχαίους ομοιόμορφα κατανεμημένους στο $[0,1)$. Για να αποφανθεί κανείς ποιος από αυτούς τους αλγόριθμους είναι καλύτερος χρειάζονται κάποια τεστ δηλαδή κριτήρια ελέγχου της ποιότητάς τους. Το απλούστερο ίσως από αυτά τα τεστ είναι να επιχειρήσει κανείς με τους ψευδοτυχαίους αριθμούς που παράγονται από μια γεννήτρια να γεμίσει ένα απλό κυβικό πλέγμα με L^3 κορυφές. Για το σκοπό αυτό πρέπει να υπολογιστεί το ποσοστό κατάληψης του πλέγματος. Ορίζουμε λοιπόν σε κάθε κορυφή τον αριθμό $n(k_1, k_2, k_3)$ με $k_i = 1, 2, \dots, L$ και $i = 1, 2, 3$ που έχει αρχικά μηδενική τιμή ($n=0$) για όλες τις κορυφές του πλέγματος.

Χρησιμοποιώντας τρεις ψευδοτυχαίους x_1, x_2, x_3 ομοιόμορφα κατανομημένους στο $[0,1)$ υπολογίζουμε τις συντεταγμένες της κορυφής του πλέγματος που θα καταληφθεί, από τις σχέσεις: $k_i = 1 + x_i L$, με $k_i = 1, 2, \dots, L$ και $i=1,2, 3$. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία t L3φορές με t της τάξης του 10 και καταμετρούμε τον αριθμό των κορυφών με μη μηδενική τιμή του $n(k_1, k_2, k_3)$.

Θεωρητικά αναμένεται ο αριθμός των άδειων κορυφών να μειώνεται με εκθετικό τρόπο $\sim \exp(-t)$. Έτσι ένας καλός αλγόριθμος θα πρέπει να μην αφήνει άδειες κορυφές για $L=20$. Αν εφαρμόσει κανείς τον αλγόριθμο που προτάθηκε προηγουμένως για $L=20$ και $t = 10$ θα βρει ότι οι άδειες κορυφές είναι περίπου 2000 (από σύνολο 8000) κάτι που υποδεικνύει ότι σ' αυτόν τον αλγόριθμο υπάρχουν συσχετίσεις και χρειάζεται περαιτέρω βελτίωση.

4.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η τεχνική ανάλυση που έγινε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Θα γίνει εκτενής παρουσίαση της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε για την τιμολόγηση των τιτλοποιημένων δανειακών ομολόγων καθώς και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από αυτή.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα τμήματα (tranches) των CDO καθώς και των CDO² παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία στις εξής τρεις παραμέτρους: α) την πιθανότητα χρεοκοπίας $p(d)$, β) τον συντελεστή συσχέτισης της χρεοκοπίας ρ και γ) το ποσοστό ανάκτησης σε περίπτωση που επέλθει η χρεοκοπία c . Για το λόγο αυτό, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια αξιολόγησης της μεταβολής των τμημάτων (tranches) των τιτλοποιημένων αξιόγραφων όταν κάποια από αυτές τις παραμέτρους μεταβάλλεται ή αλλιώς μια προσπάθεια ερεύνησης της μεταβολής των αναμενομένων πληρωμών τους.

Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε τις αναμενόμενες πληρωμές των τμημάτων τόσο για τα CDO όσο και τα CDO², καθώς οι παραπάνω παράμετροι μεταβάλλονται έγινε ένα υπολογιστικό πείραμα προσομοίωσης μέσω της χρήσης της μεθόδου Monte Carlo Simulation. Με τη βοήθεια της συγκεκριμένης μεθόδου δημιουργήθηκαν τα αρχικά δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην συνέχεια για να διεξαχθούν τα διαγράμματα καθώς και τα συμπεράσματα μας.

Η δημιουργία, προετοιμασία, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού Matlab. Όλα τα παρακάτω αποτελέσματα διαγραμμάτων καθώς και η παρουσίαση του κώδικα προέρχονται από την συγκεκριμένη γλώσσα.

Πιο συγκεκριμένα η πειραματική διαδικασία που πραγματοποιήθηκε για την μελέτη των αναμενόμενων πληρωμών των tranche τμημάτων, περιελάμβανε την τυχαία γένεση 100 αριθμών που προέρχονταν από την τυπική κανονική κατανομή $N(0,1)$ και που ουσιαστικά αντιπροσώπευαν 100 διαφορετικά ομόλογα. Η τυπική κανονική κατανομή προέρχεται από την κανονική κατανομή, όταν η μέση τιμή είναι ίση με το $\mu=0$ και η τυπική απόκλιση ίση με το $\sigma=1$. Ο μαθηματικός τύπος της κανονικής κατανομής είναι ο εξής:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

όπου,

μ = μέση τιμή των τυχαίων μεταβλητών

σ^2 = διασπορά τυχαίων μεταβλητών

σ = τυπική απόκλιση τυχαίων μεταβλητών

Ενώ ο μαθηματικός της τυπικής κανονικής κατανομής είναι ο εξής:

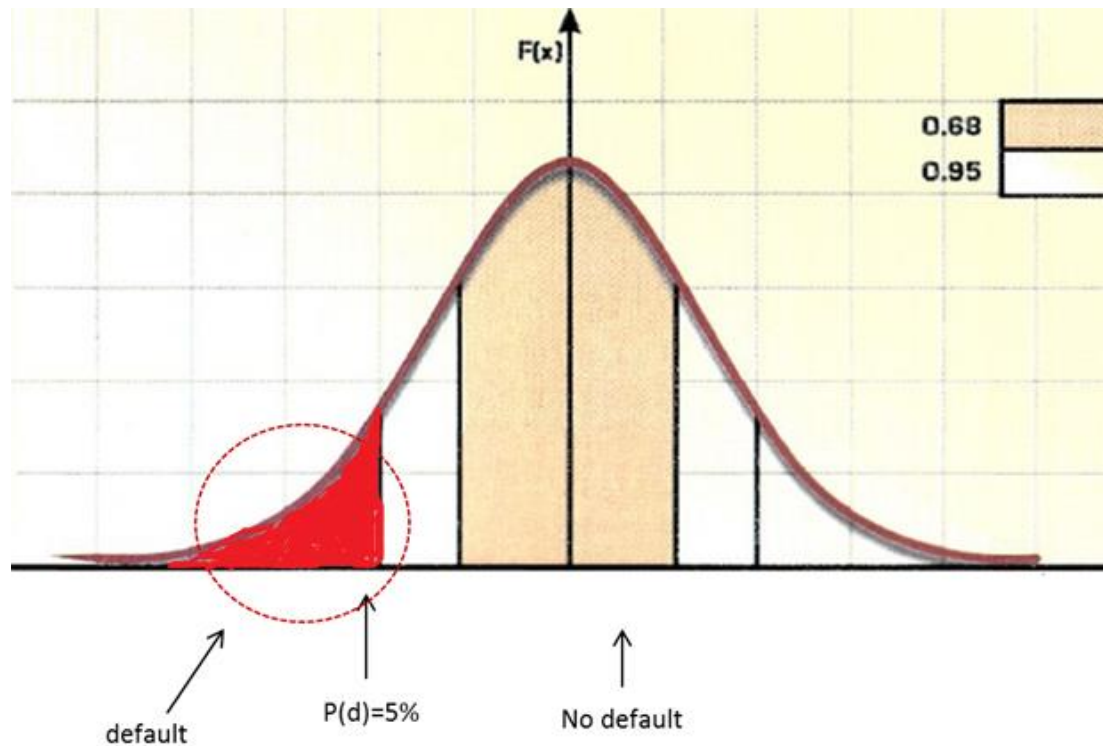
$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}, -\infty < x < \infty,$$

όπου,

μ = μέση τιμή των τυχαίων μεταβλητών = 0

σ = τυπική απόκλιση τυχαίων μεταβλητών = 1

Η πιθανότητα χρεοκοπίας καθώς και ο συντελεστής συσχέτισης άλλαξε στην πειραματική διαδικασία και αυτό που μας ενδιέφερε ήταν να δούμε εάν τα ομόλογα θα χρεοκοπούσαν και άρα εάν θα ήταν κάτω από το κατώφλι της κανονικής κατανομής που είχαμε ορίσει εξ'αρχής, όπως φαίνεται και από το σχήμα παρακάτω:



Διάγραμμα 5: Τυπική Κανονική Κατανομή

Πηγή: Στατιστικές Μέθοδοι, Ρουσόπουλος

Έπειτα από την δημιουργία των ομολόγων αυτών, το επόμενο ζητούμενο στην διαδικασία ήταν τα συγκεκριμένα ομόλογα να μην έχουν συσχέτιση ανά ζεύγος και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε παραγοντοποίηση μέσω της μεθόδου Cholevsky. Αξίζει να τονιστεί πως για τα 100 ομόλογα που χρησιμοποιήθηκαν η πιθανότητα χρεοκοπίας ήταν ίδια.

Πρωτού εξηγήσουμε την μέθοδο Cholevsky πρέπει πρώτα να ορίσουμε τον συντελεστή συσχέτισης χρεοκοπίας. Ο συντελεστής μαθηματικά ορίζεται ως εξής:

Συντελεστής Γραμμικής Συσχέτισης του Pearson

Ο δειγματικός συντελεστής γραμμικής συσχέτισης του Pearson συμβολίζεται με r και ορίζεται από τον τύπο:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

όπου,

$$S_{xy} = \text{Cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^v (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{v-1} = \frac{\sum_{i=1}^v x_i y_i - v\bar{x}\bar{y}}{v-1},$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{v-1} \sum_{i=1}^v (x_i - \bar{x})^2} \text{ και } S_y = \sqrt{\frac{1}{v-1} \sum_{i=1}^v (y_i - \bar{y})^2}$$

επομένως,

$$\begin{aligned} r &= \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{\sum_{i=1}^v (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^v (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^v (y_i - \bar{y})^2}} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^v x_i y_i - v\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sum_{i=1}^v x_i^2 - v\bar{x}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^v y_i^2 - v\bar{y}^2}} \end{aligned}$$

Η μέθοδος Cholevsky μαθηματικά ορίζεται ως εξής:

Έστω το γραμμικό σύστημα:

$$Ax = B$$

Αν A είναι συμμετρικός πίνακας διάστασης n και θετικά ορισμένος, δηλαδή ισχύει $x^T A x > 0$ για κάθε διάνυσμα x διάφορο του μηδενός, τότε ο A μπορεί να παραγοντοποιηθεί ως εξής:

$$A = LL^T$$

όπου,

L = είναι κάτω τριγωνικός πίνακας και L^T ο ανάστροφός του. Μετά από σχετικές πράξεις προκύπτει η εξής σχέση:

$$LL^T X = b = Lc.$$

$$\text{Δηλαδή, } LL^T = c$$

Τα στοιχεία του L δίνονται από τους εξής πίνακες:

$$\begin{bmatrix} l_{11} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{v1} & \cdots & l_{vv} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_{11} & \cdots & l_{v+1,1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{v1} & \cdots & l_{v+1,v} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{v+1,1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{v1} & \cdots & \alpha_{v+1,v} \end{bmatrix}$$

όπου,

$$c = (l_{v+1,1}, l_{v+1,2}, \dots, l_{v+1,v})^r \quad \text{και} \quad b = (a_{v+1,1}, a_{v+1,2}, \dots, a_{v+1,v})^T$$

Μετά την εκτέλεση των πράξεων θα έχουμε

$$l_{ii} = a_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} l_{ik}^2 \quad \text{και} \quad l_{ji} = (a_{ij}^{i-1} - \sum_{k=1}^{i-1} l_{ik} l_{jk}) l_{ii}$$

$$i = 1, 2, \dots, v \quad \text{και} \quad j = 1, i + 1, \dots, v + 1$$

Η παραπάνω μαθηματική διαδικασία εφαρμόζεται στην πειραματική διαδικασία ως εξής. Χρησιμοποιείται ένας τετραγωνικός πίνακας A 100 θέσεων, ένας ο οποίος περιέχει μόνο τη μονάδα, ένας ταυτοτικός πίνακας K 100 θέσεων και η πιθανότητα p .

Σκοπός είναι η δημιουργία του πίνακα G , στον οποίο κάνουμε ανάλυση Cholevsky μέσω της εντολής chol(), και φτιάχνουμε τον πίνακα V . Ο X πίνακας είναι τετραγωνικός 100 θέσεων και προέρχεται από την κανονική κατανομή. Ο U είναι ο πολλαπλασιασμός του X με τον V . Η μαθηματική έκφραση της παραπάνω διατύπωσης είναι η κάτωθι:

$$G = Ap + K(1 - p)$$

όπου,

A = τετραγωνικός πίνακας 100 θέσεων

K = ταυτοτικός πίνακας 100 θέσεων

$p = p(d)$ = πιθανότητα χρεοκοπίας

Για να γίνει εφικτή η μελέτη των αναμενόμενων πληρωμών των τμημάτων των τιτλοποιημένων αξιόγραφων, πρέπει να γίνει μελέτη της ικανότητας αποπληρωμής ή όχι των 100 ομολόγων τα οποία και αποτελούν και τα υποκείμενα προϊόντα στη συγκεκριμένη διαδικασία. Έτσι σε περίπτωση που ένα ομόλογο δεν αποπληρώσει (ουσιαστικά χρεοκοπήσει) τότε λαμβάνεται πίσω το ποσοστό ανάκτησης (recovery rate) το οποίο και έχει οριστεί $c=30\%$, ενώ σε περίπτωση που το συγκεκριμένο ομόλογο πραγματοποιήσει την πληρωμή του κανονικά δίνει 1€.

$$Payoff_n = c,$$

όπου,

$c = 1€$, αν δεν χρεοκοπήσει το ομόλογο ή

$c = 0.3$, αν χρεοκοπήσει και παρθεί μόνο το ποσοστό ανάκτησης ($c=30\%$)

Η συγκεκριμένη διαδικασία που περιγράφηκε γίνεται και για τα 100 ομόλογα. Μέσω του Monte Carlo το συγκεκριμένο πείραμα γίνεται 100000 φορές για να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα τα οποία θα προκύψουν.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω τα 100 ομόλογα που δημιουργήθηκαν αποτελούν τα υποκείμενα στοιχεία για το CDO. Κάθε φορά που το πείραμα επαναλαμβάνεται προκύπτουν κάποιες πληρωμές από τα ομόλογα. Οι πληρωμές αυτές συγκεντρώνονται, αθροίζονται και αποτελούν την δημιουργία των τμημάτων (tranches) του CDO. Ο μαθηματικός τύπος για τις αναμενόμενες πληρωμές κάθε ενός τμήματος (tranche) δίνεται παρακάτω:

$$Expected Payoff_{kn} = \left(\sum_{K=1}^{100000} \sum_{n=1}^{100} Payoff_n \right) / k$$

και

$$Expected Payoff_j = (Expected Payoff_{kn}) * b$$

όπου,

$Expected Payoff_j$ = αναμενόμενες πληρωμές για κάθε tranche, $1 \leq j \leq 3$

$Expected Payoff_{kn}$ = αναμενόμενες πληρωμές, $1 \leq k \leq 100000$

$Payoff_n$ = πληρωμές n ομολόγου, $n \leq 100$, $c \leq Payoff_n \leq 1$

k = αριθμός επαναλήψεων, $1 \leq k \leq 100000$

b = ποσοστό απορρόφησης ζημιών για κάθε tranche

Το συνολικό άθροισμα των tranches που δίνει ουσιαστικά την αξία του CDO, περιγράφεται από τον κάτωθι τύπο:

$$Sum Expected Payoff = \sum_{n=1}^3 Expected Payoff_{kj}$$

Τα tranches χωρίζονται σε junior, mezzanine και senior αναλόγως του ποσοστού απορρόφησης τους. Για την δικιά μας πειραματική διαδικασία τα ποσοστά αυτά ορίστηκαν ως εξής:

Tranches of Cdo	% Absorb
Junior Tranche	0% - 5%
Mezzazine Tranche	6% - 10%
Senior Tranche	11% - 100%

Εκτός από την δημιουργία του CDO, η οποία και αναλύθηκε πρέπει να τονιστεί πως καθώς το πείραμα κάνει τις επαναλήψεις του έχουμε και την δημιουργία του CDO². Αυτό πρακτικά μπορεί να πραγματοποιηθεί αν τα mezzanine (μεσαίου κινδύνου) tranches των 100 ομολόγων μετα από κάθε επανάληψη ενωθούν και δημιουργήσουν ένα νέο CDO. Για το CDO² οι νέες αναμενόμενες πληρωμές για τα τμήματα (tranches) διαμορφώνονται και πάλι ανάλογα με την προτεραιότητα αποδοχής απωλειών τους.

Τέλος μέσω της πειραματικής διαδικασίας και του κώδικα που γράφτηκε έγινε προσπάθεια να βρεθεί η αξία του CDO καθώς ο χρόνος άλλαζε. Αυτό που πραγματοποιήθηκε ήταν να αθροιστούν οι αναμενόμενες πληρωμές των τμημάτων (tranches) του CDO στο t=2 και να προεξοφληθούν έτσι ώστε να μπορέσει η παρούσα αξία του CDO να συγκριθεί με αυτή του t=1.

Σημαντικό είναι ότι για την μετάβαση στο t=2, πήραμε όσα ομόλογα δεν είχαν χρεοκοπήσει στο t=1. Η μαθηματική εξίσωση που περιγράφει την παραπάνω διατύπωση είναι η εξής:

$$Expected Payoff_{kn} = \left(\sum_{K=1}^{100000} \sum_{n=1}^{100} Payoff_n \right) / k$$

και

$$Expected Payoff_f = (Expected Payoff_{kn}) * b$$

όπου,

$Expected Payoff_j$ = αναμενόμενες πληρωμές για κάθε tranche, $1 \leq j \leq 3$

$Expected Payoff_f$ = αναμενόμενες πληρωμές όσων ομολόγων δεν χρεοκόπησαν, $1 \leq k \leq 100000$

$Payoff_n = \text{πληρωμές } n \text{ ομολόγου, } n \leq 100, c \leq Payoff_n \leq 1$

$k = \text{αριθμός επαναλήψεων, } 1 \leq k \leq 100000$

$b = \text{ποσοστό απορρόφησης ζημιών για κάθε tranche}$

Το συνολικό άθροισμα των tranches που δίνει ουσιαστικά την αξία του CDO στο $t=2$, περιγράφεται από τον κάτωθι τύπο:

$$Sum \text{ Expected Payoff} = \sum_{n=1}^3 \text{Expected Payoff}_f$$

Και η παρούσα αξία του CDO στο $t=1$ περιγράφεται από τον κάτωθι τύπο:

$$Present \text{ Value} = \frac{\left(\sum_{n=1}^3 \text{Expected Payoff}_f \right)}{1 + r}$$

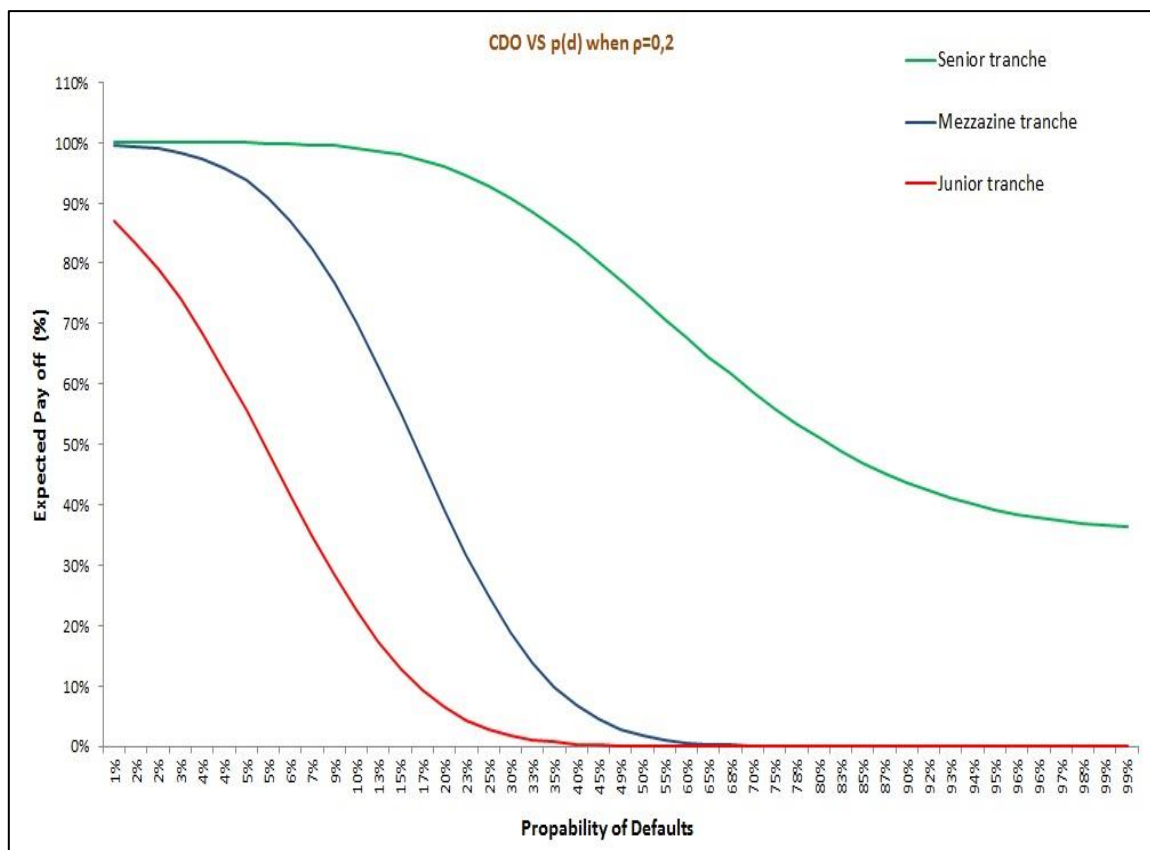
όπου,

$r = \text{ο συντελεστής προεξόφλησης που ορίστηκε στο 5\%}$

4.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν για τις αναμενόμενες πληρωμές των τμημάτων (tranches) για τα CDO καθώς και για τα CDO² παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα και χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα διαγράμματα εκείνα τα οποία δείχνουν τη μεταβολή των τμημάτων (tranches) ανάλογα με την αύξηση ή μείωση της πιθανότητας χρεοκοπίας $p(d)$ όταν ο συντελεστής συσχέτισης ρ είναι σταθερός και το ποσοστό ανάκτησης στο 30%, ενώ στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν εκείνα τα οποία δείχνουν τη μεταβολή των τμημάτων (tranches) ανάλογα με την αλλαγή του συντελεστή συσχέτισης ρ όταν η πιθανότητα χρεοκοπίας είναι σταθερή.

4.3.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 1



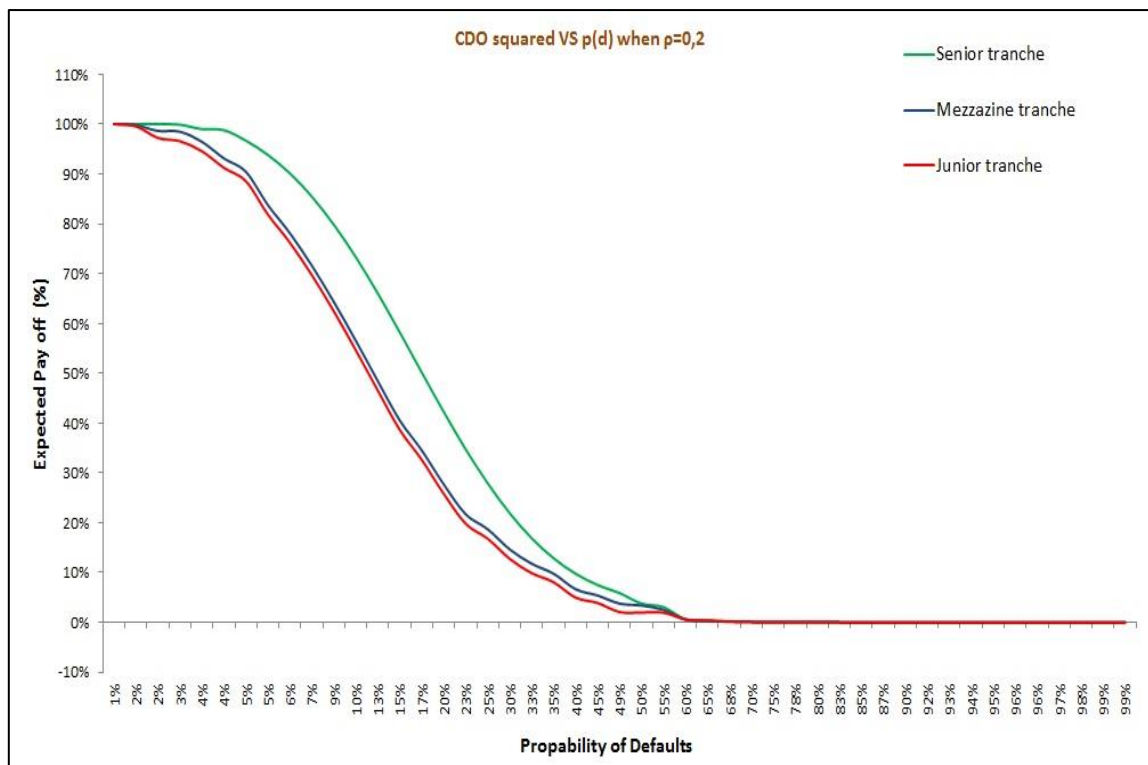
Διάγραμμα 6: Μεταβολή των tranches του CDO, όταν $\rho=20\%$

Στο Διάγραμμα 6 φαίνονται οι καμπύλες των τμημάτων (tranches) του CDO όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι $\rho=20\%$. Αρχικά πρέπει να τονιστεί πως στον κάθετο άξονα βλέπουμε την ποσοστιαία διαβάθμιση των αναμενόμενων πληρωμών για κάθε τμήμα (tranche) ενώ στον οριζόντιο άξονα βλέπουμε τη διαβάθμιση για τις πιθανότητες χρεοκοπίας $p(d)$. Οι πιθανότητες χρεοκοπίας καθώς και οι αναμενόμενες πληρωμές κυμαίνονται από 0% έως 100%.

Σε αυτό το αρκετά χαμηλό επίπεδο συσχέτισης παρατηρείται η αρκετά μεγάλη ευαισθησία του junior tranche. Η ευαισθησία φαίνεται από τη μορφή της καμπύλης στο διάγραμμα η οποία είναι κυρτή. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι καθώς αυξάνονται οι πιθανότητες χρεοκοπίας, αυξάνεται και η απότομη πτώση των αναμενόμενων πληρωμών του junior tranche. Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα χρεοκοπίας τόσο μεγαλύτερο θα είναι το ποσοστό και κατ' επέκταση το ποσό των αναμενόμενων κερδών που θα "χαθεί". Αυτό ωστόσο είναι φυσιολογικό καθώς το συγκεκριμένο τμήμα (tranche) είναι το πρώτο που δέχεται απώλειες από πιθανές μη πληρωμές των υποκείμενων ομολόγων. Παρέχει δηλαδή μία ασφάλεια για τα υπόλοιπα τμήματα (tranches).

Από την άλλη πλευρά, σε πλήρη αντίθεση με το junior tranche, σε αυτό το επίπεδο συσχέτισης, το senior tranche εμφανίζει αρκετά μικρή ευαισθησία. Η συγκεκριμένη διαπίστωση ενισχύεται από την παρατήρηση της καμπύλης του στο παραπάνω διάγραμμα. Σε αντιδιαστολή με την καμπύλη του junior, το senior tranche δεν έχει κυρτή κλίση αλλά κοίλη, καθώς λαμβάνει μεγαλύτερη πιστωτική ενίσχυση από το δύο άλλα τμήματα (tranches). Το σημαντικό στοιχείο για το senior tranche είναι ότι ακόμα και σε πιθανότητα χρεοκοπίας 99,5% οι αναμενόμενες πληρωμές του δεν μηδενίζονται. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι τόσο χαμηλός ο συνδυασμός της υψηλής πιστωτικής ενίσχυσης και η ύπαρξη του ποσοστού ανάκτησης καθιστούν το senior tranche εκείνο με την μηδενική απώλεια.

Τέλος, οι αναμενόμενες πληρωμές του mezzanine τμήματος, και συνεπώς η καμπύλη του, δέχονται τις αντίρροπες δυνάμεις από τα δυο άλλα τμήματα (tranche), πράγμα που συντελεί στη διαμόρφωση μιας κοίλης αρχικά γραμμής η οποία γίνεται κυρτή καθώς οι πιθανότητες χρεοκοπίας αυξάνονται.

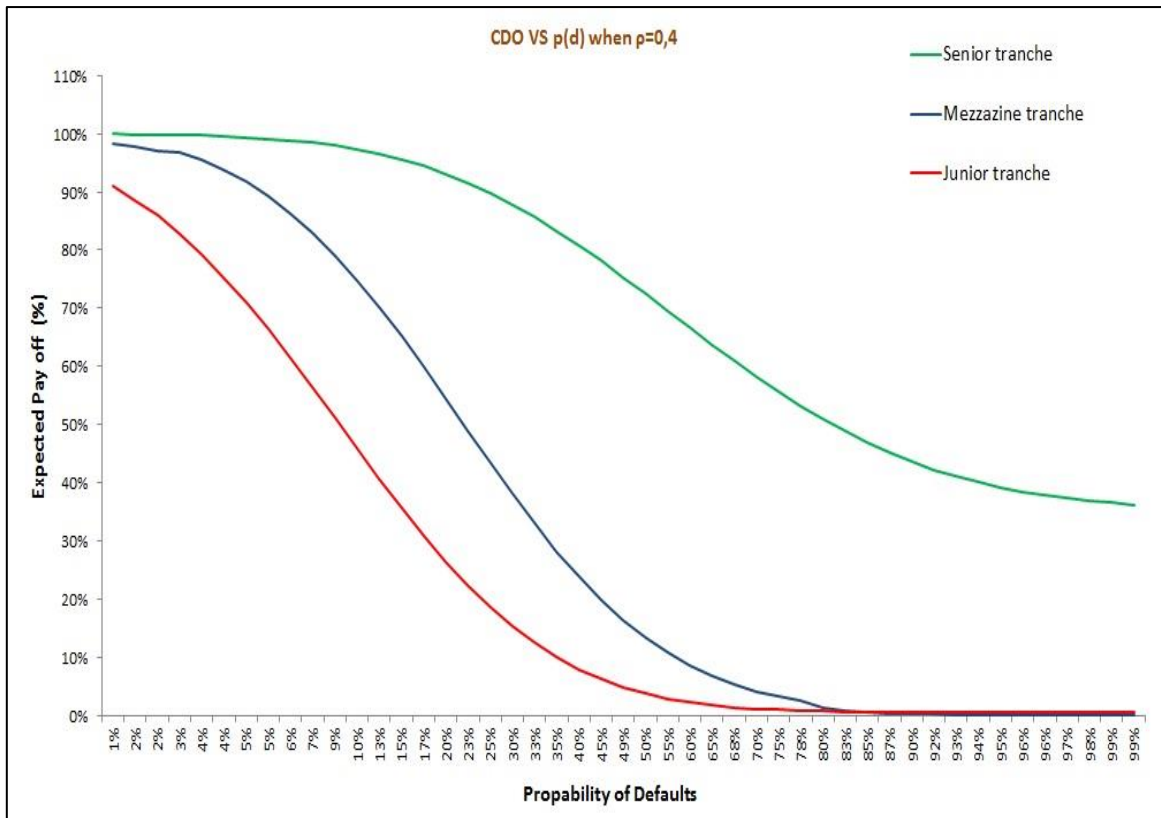


Διάγραμμα 7: Μεταβολή των tranches του CDO², όταν ρ=20%

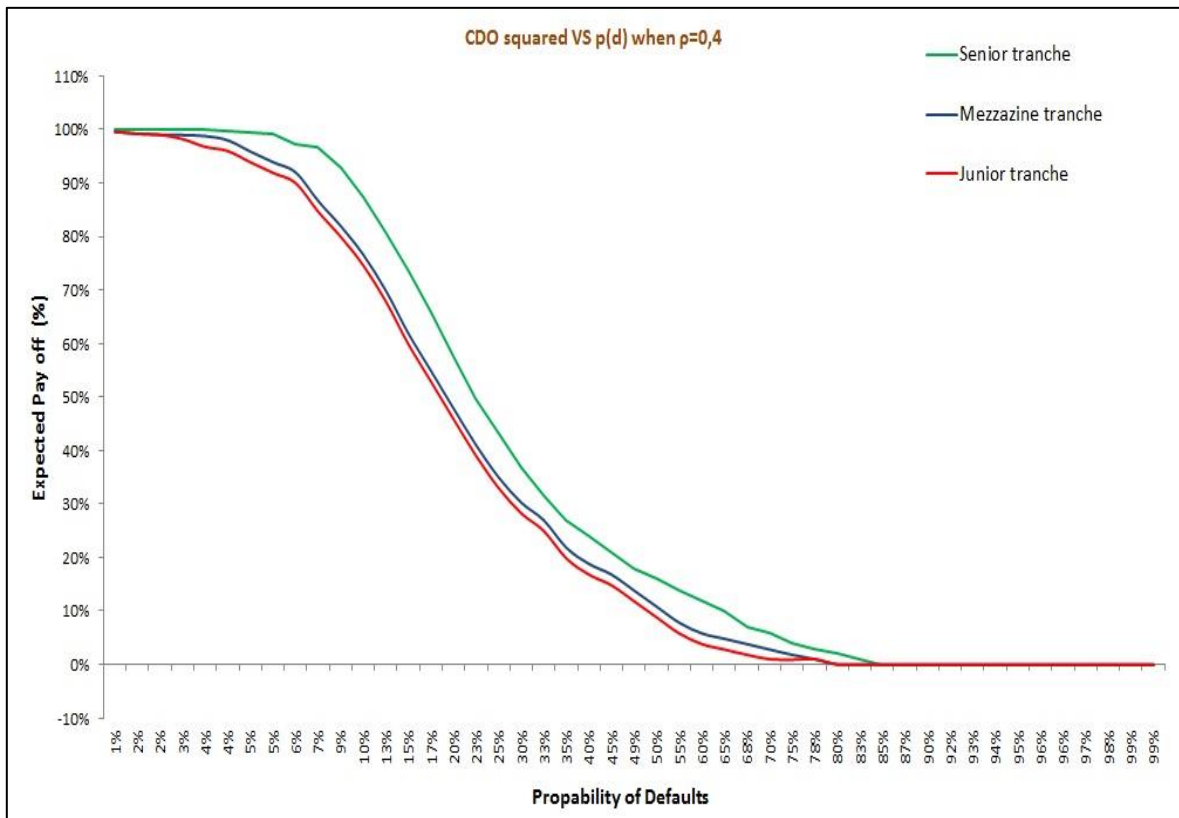
Στο Διάγραμμα 7 φαίνονται οι καμπύλες των τμημάτων (tranches) του CDO² όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι $\rho=20\%$. Η απεικόνιση για τους δύο άξονες είναι η ίδια με αυτή του CDO. Η ανάλυση για το CDO² μας δείχνει πως εκτός από το junior tranche ακόμα και για το senior tranche η καμπύλη είναι αρκετά κυρτή, πράγμα που δηλώνει πως οι απώλειες των αναμενόμενων πληρωμών είναι μεγάλες.

Συγκεκριμένα, οι αναμενόμενες πληρωμές για το senior tranche γίνονται μηδέν όταν η πιθανότητα χρεοκοπίας τείνει στο 65%. Αυτό συμβαίνει γιατί το συγκεκριμένο τμήμα (tranche), όπως και τα υπόλοιπα, επηρεάζεται από τις πληρωμές του mezzanine tranche του CDO. Ωστόσο, επειδή το συγκεκριμένο τμήμα (tranche) δέχεται περίπου το 75% των πληρωμών του mezzanine (μεσαίου κινδύνου) από το CDO, επηρεάζεται αρκετά. Η πορεία της καμπύλης του senior τμήματος του CDO² μοιάζει με εκείνη του mezzanine του CDO.

Οι καμπύλες των αναμενόμενων πληρωμών των mezzanine και junior tranches του CDO² είναι και αυτές κυρτές και εφάπτονται στον οριζόντιο άξονα περίπου για το ίδιο ποσοστό της πιθανότητας χρεοκοπίας.



Διάγραμμα 8: Μεταβολή των tranches του CDO, όταν $\rho=40\%$



Διάγραμμα 9: Μεταβολή των tranches του CDO², όταν $\rho=40\%$

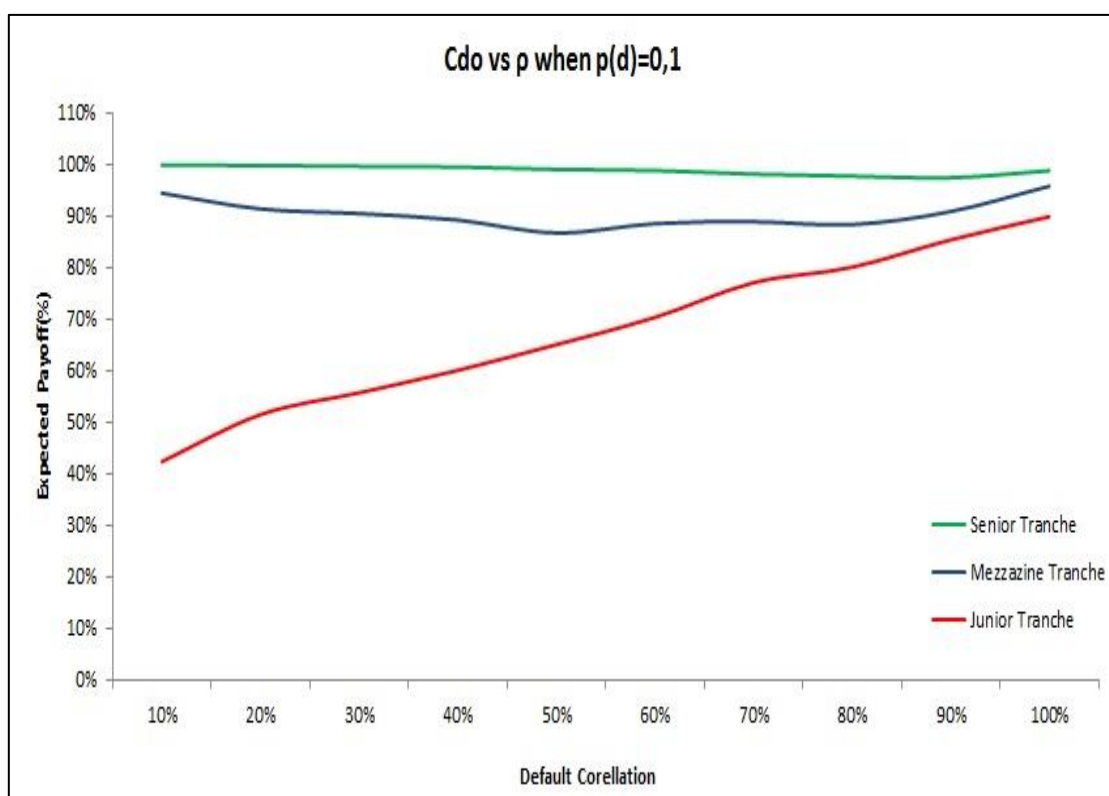
Στη συνέχεια, στα Διαγράμματα 8, 9 φαίνονται οι καμπύλες των τμημάτων (tranches) για τα CDO και CDO² όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι $\rho=40\%$. Συγκεκριμένα, από το Διάγραμμα 8 φαίνεται ότι σε αυτό το επίπεδο συσχέτισης η πορεία των καμπυλών των αναμενόμενων πληρωμών για τα τρία τμήματα (tranches) είναι διαφορετική συγκριτικά με την πορεία τους όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι $\rho=20\%$ (Διάγραμμα 6). Πιο αναλυτικά, στο Διάγραμμα 8 παρατηρείται μια πιο απότομη πτώση του senior tranche συγκριτικά με εκείνο του Διαγράμματος 6, ενώ για τα junior και mezzanine tranches μια πιο αργή εκμηδένιση των αναμενόμενων πληρωμών τους.

Αυτό που προκύπτει από την ανάλυση για τις αναμενόμενες πληρωμές των τμημάτων (tranches) του CDO είναι φυσιολογικό καθότι όσο αυξάνεται ο συντελεστής συσχέτισης για τα υποκείμενα ομόλογα τόσο μειώνεται η διαφοροποίηση και επομένως η πιστωτική ενίσχυση που παρέχεται σε όλα τα τμήματα. Έτσι το senior tranche παρότι είναι εκείνο που δέχεται τελευταίο τις απώλειες, επειδή επηρεάζεται περισσότερο από οποιαδήποτε απώλεια συμβεί, εμφανίζει πιο απότομη πτώση. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι όσο υψηλότερη συσχέτιση υπάρχει, όσο μεγαλύτερο δηλαδή είναι το ρ τόσο μεγαλύτερο είναι το ενδεχόμενο να γίνει μια ταυτόχρονη χρεοκοπία όλων των ομολόγων. Όσο ο συντελεστής συσχέτισης τείνει προς την μονάδα, όλα τα τμήματα (tranches), ακόμα και το senior, θα έχουν πιο απότομες καμπύλες και θα είναι πιο πιθανό να χρεοκοπήσουν ταυτόχρονα.

Στο Διάγραμμα 9 φαίνονται οι καμπύλες των τμημάτων (tranches) για το CDO² όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι $\rho=40\%$. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα φαίνονται ξεκάθαρα οι σχεδόν κοινές πορείες και των τριών τμημάτων (tranches), εικόνα που μοιάζει με το Διάγραμμα 7 με την διαφορά ότι η απόσταση του senior tranche σε σχέση με τα άλλα δυο έχει μειωθεί αισθητά. Αυτό πρακτικά δείχνει την κοινή πορεία των αναμενόμενων πληρωμών και για τα τρία τμήματα (tranches) του CDO².

4.3.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 2

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η πειραματική διαδικασία περιελάμβανε δυο κατηγορίες αναλύσεων, οι οποίες παρουσιάζονται σε μορφή διαγραμμάτων. Στη συγκεκριμένη κατηγορία γίνεται προσπάθεια για μελέτη των αναμενόμενων πληρωμών των τριών τμημάτων (tranches) των CDO και των CDO², όταν ο συντελεστής συσχέτισης μεταβάλλεται (αυξάνεται ή μειώνεται) και η πιθανότητα χρεοκοπίας είναι σταθερή.



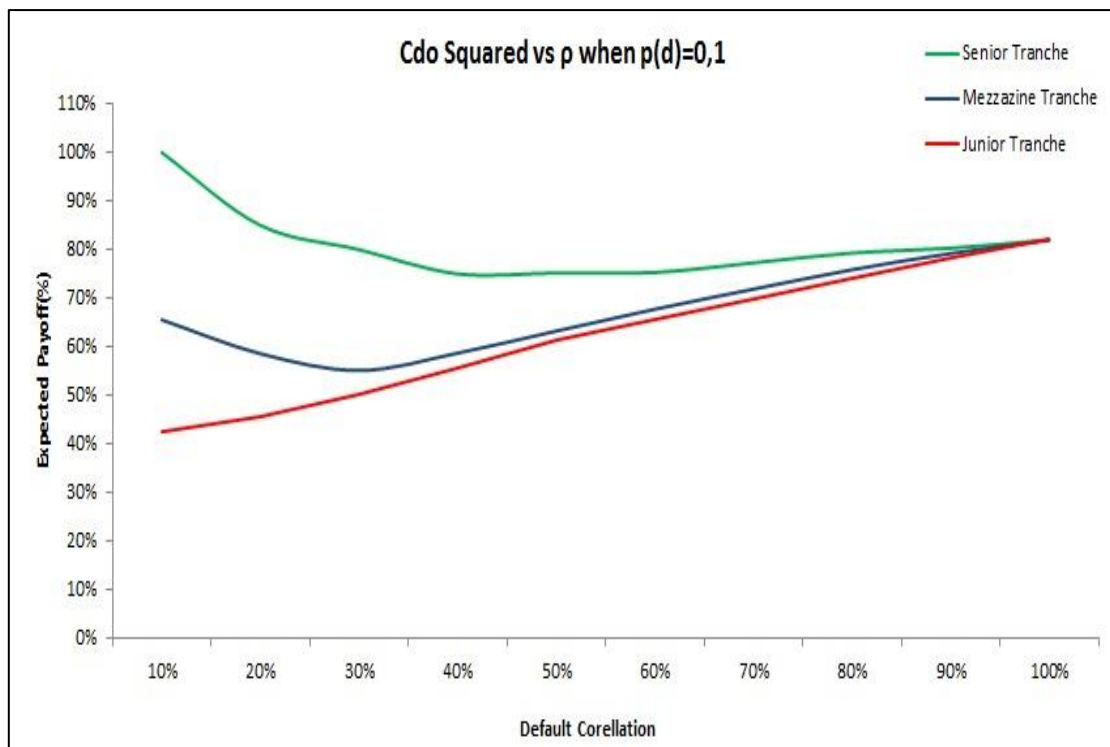
Διάγραμμα 10: Μεταβολή των tranches του CDO, όταν $p(d)=10\%$

Στο Διάγραμμα 10 φαίνονται οι καμπύλες των τμημάτων (tranches) του CDO όταν η πιθανότητα χρεοκοπίας είναι στο επίπεδο του 10%. Την ίδια στιγμή όπως φαίνεται και από τον οριζόντιο άξονα ο συντελεστής συσχέτισης κινείται μέσα στο εύρος του 0 έως 1 ενώ το ποσοστό ανάκτησης και σε αυτή την κατηγορία είναι στο επίπεδο του 30%.

Αρχικά στο συγκεκριμένο διάγραμμα για το senior tranche φαίνεται, ότι καθώς ο συντελεστής συσχέτισης αυξάνεται, οι αναμενόμενες πληρωμές μειώνονται αλλά όχι με απότομο και μεγάλο ρυθμό. Ουσιαστικά η πορεία του συγκεκριμένου τμήματος (tranche) είναι οριακά πτωτική, πράγμα που φαίνεται και από την καμπύλη στο σχήμα. Αυτό είναι λογικό καθότι σε αυτό το χαμηλό επίπεδο της πιθανότητας χρεοκοπίας που έχει οριστεί, το senior tranche θεωρείται, και φαίνεται να είναι, ιδιαίτερα ασφαλές.

Στη συνέχεια μελετώντας το junior tranche φαίνεται ξεκάθαρα, ότι είναι το τμήμα (tranche) με την μεγαλύτερη ευαισθησία αφού η καμπύλη του παρουσιάζει μια θετική και πολύ πιο απότομη πορεία από το senior. Ουσιαστικά, οι αναμενόμενες πληρωμές του junior tranche καθώς ο συντελεστής συσχέτισης μετατοπίζεται από το 0 προς το 1, αυξάνονται. Ξεκινούν στο πολύ χαμηλό επίπεδο του 40% και καθώς ο συντελεστής αυξάνεται φτάνουν το ποσοστό του 80 με 85%. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι καθώς το ρ συγκλίνει προς το 1 οι αναμενόμενες πληρωμές και των τριών τμημάτων (tranches) σχεδόν ταυτίζονται καθώς τα οφέλη τα οποία κέρδιζε το senior tranche από τα υπόλοιπα χάνονται. Αυτό σημαίνει πως σε εκείνο το σημείο δυο πράγματα μπορούν να συμβούν. Είτε όλα τα ομόλογα να χρεοκοπήσουν ταυτόχρονα, είτε όλα να πληρώσουν ταυτόχρονα. Αυτό είναι το σημείο κλειδί το οποίο ερμηνεύει και την άνοδο στις αναμενόμενες πληρωμές του junior tranche καθώς ο συντελεστής συσχέτισης τείνει στο 1.

Τέλος στο mezzanine tranche όπως φαίνεται και από το διάγραμμα ασκούνται δυο αντίρροπες δυνάμεις, μία από το senior και μια από το junior tranche γι' αυτό και η καμπή που εμφανίζεται όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι γύρω στο 65%. Εκείνο είναι και το σημείο από το οποίο και μετά αρχίζει η μικρή πτώση του senior tranche. Το mezzanine tranche καθώς ο συντελεστής συσχέτισης τείνει προς το 1, δίνει αναμενόμενες πληρωμές αρχικά σε ένα ποσοστό γύρω στο 90%, έπειτα δημιουργεί μια καμπή και τέλος καταλήγει σχεδόν να ταυτίζεται με τα άλλα δύο τμήματα (tranches) όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

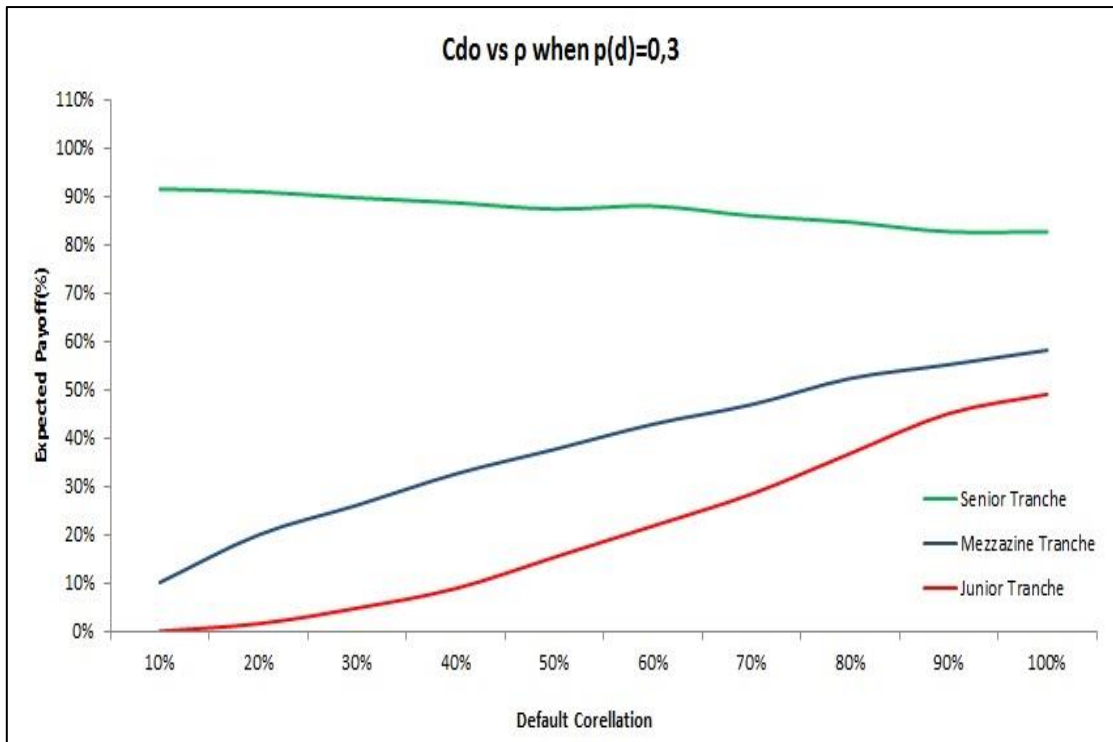


Διάγραμμα 11: Μεταβολή των tranches του CDO², όταν p(d)=10%

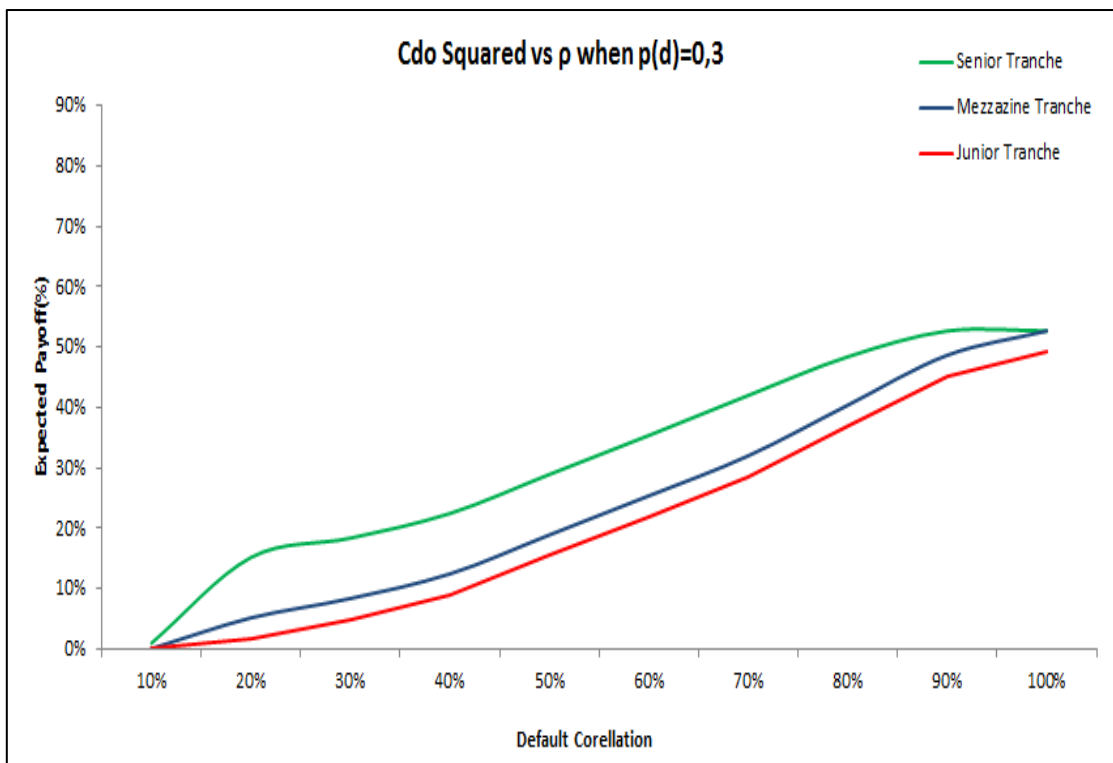
Συνεχίζοντας στο Διάγραμμα 11, φαίνεται η αντίστοιχη πορεία των αναμενόμενων πληρωμών του junior, mezzanine και senior tranche του CDO². Σε αυτό το σημείο θυμίζουμε ότι το CDO² προέρχεται από την ομαδοποίηση των mezzanine tranche του CDO και την χρησιμοποίησή τους ως υποκείμενο προϊόν.

Στην περίπτωση αυτή φαίνεται ξεκάθαρα ότι καθώς ο συντελεστής συσχέτισης τείνει προς το 1, οι αναμενόμενες πληρωμές ταυτίζονται για όλα τα τμήματα (tranche). Επίσης σε αυτό το επίπεδο της πιθανότητας χρεοκοπίας, όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι 0, δεν υπάρχει δηλαδή καμία συσχέτιση, για το mezzanine και junior tranche οι αναμενόμενες πληρωμές είναι σχεδόν ίδιες.

Τα παρακάτω διαγράμματα σχεδιάστηκαν με την ίδια λογική όπως και τα Διάγραμμα 10&11, με τη μόνη διαφορά ότι σε αυτήν την περίπτωση η πιθανότητα χρεοκοπίας κινείται από το 10% στο 30%.



Διάγραμμα 12: Μεταβολή των tranches του CDO, όταν $p(d)=30\%$



Διάγραμμα 13: Μεταβολή των tranches του CDO², όταν $p(d)=30\%$

Στο Διάγραμμα 12 φαίνεται ότι καθώς η πιθανότητα χρεοκοπίας γίνεται 30%, οι αναμενόμενες πληρωμές για το senior tranche επηρεάζονται πιο πολύ από ότι όταν είναι στο 10%. Αυτό σημαίνει ότι οι αναμενόμενες πληρωμές φθίνουν με μεγαλύτερο ρυθμό. Σε αντίθεση με το senior tranche, το mezzanine και junior ακολουθούν την αντίθετη πορεία. Ξεκινούν σε μικρά ποσοστά αναμενόμενων πληρωμών και καταλήγουν σε μεγαλύτερα και σχεδόν τα ίδια με αυτό του senior. Η θετική επίδραση που ασκείται στα δυο αυτά τμήματα (tranches) είναι πολύ μεγαλύτερη όσο αυξάνεται η πιθανότητα χρεοκοπίας από 10% σε 30%.

Στο Διάγραμμα 13, το οποίο και αναφέρεται στο CDO², δεν έχουμε την ίδια εικόνα. Εδώ ακόμα και το senior tranche επηρεάζεται από την πιθανότητα χρεοκοπίας. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι όσο ο συντελεστής συσχέτισης αυξάνεται, τόσο αυξάνονται και οι αναμενόμενες πληρωμές. Την ίδια λογική ακολουθούν και τα άλλα δυο τμήματα (tranches). Βέβαια οι καμπύλες του mezzanine και junior είναι πιο κοντά σε κλίση, γεγονός που δηλώνει πως κινούνται σε γενικές γραμμές στα ίδια ποσοστά. Ένα σημαντικό στοιχείο που αναδεικνύεται από το συγκεκριμένο διάγραμμα είναι ότι στο σημείο $\rho=0$ και στο σημείο $\rho=1$, οι αναμενόμενες πληρωμές ταυτίζονται.

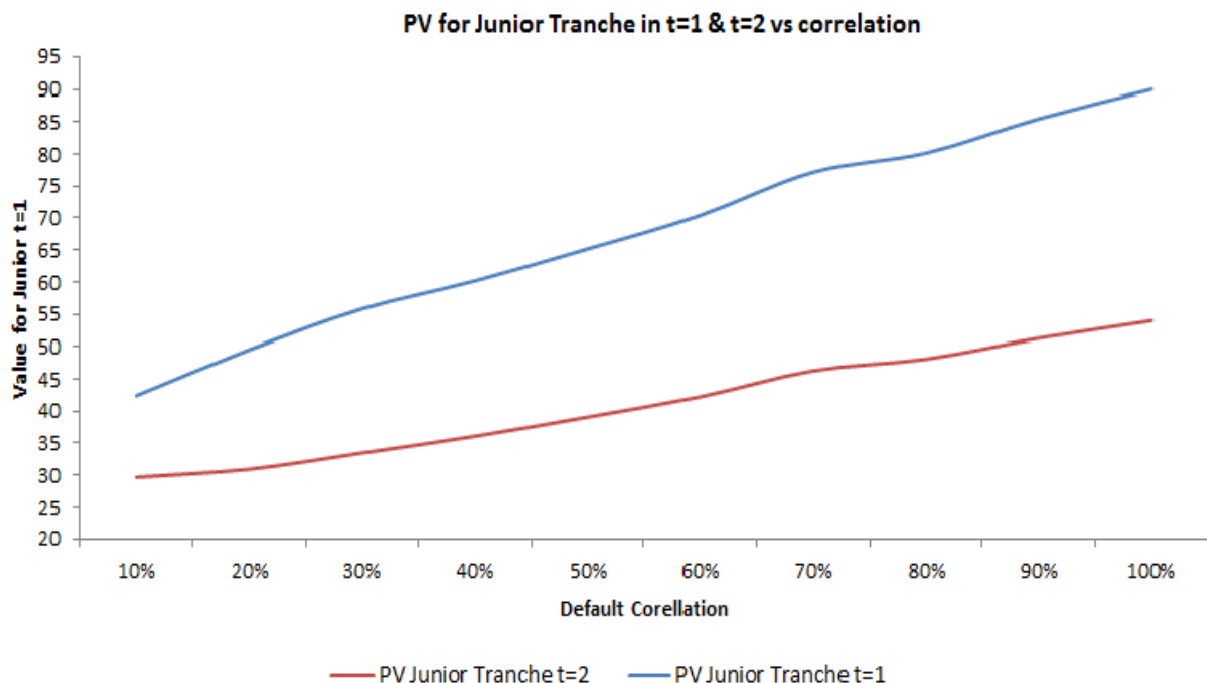
4.3.3. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ ΤΩΝ TRANCHES ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ

Η συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία που επεξηγήθηκε μέχρι στιγμής αφορά στην χρονική στιγμή $t=1$. Όλα αυτά τα πειράματα έγιναν σε αυτό το χρόνο και επομένως οι αναμενόμενες πληρωμές εκφράζονται ως προς αυτό. Επίσης, οι αναμενόμενες πληρωμές για κάθε τμήμα (tranche) αθροίζονται στο τέλος και μας δίνουν το τελικό νούμερο αναμενόμενης πληρωμής του CDO. Ωστόσο, πραγματοποιήθηκε μια ακόμη ανάλυση, καθώς από τον χρόνο $t=1$ μεταβαίνουμε στον χρόνο $t=2$.

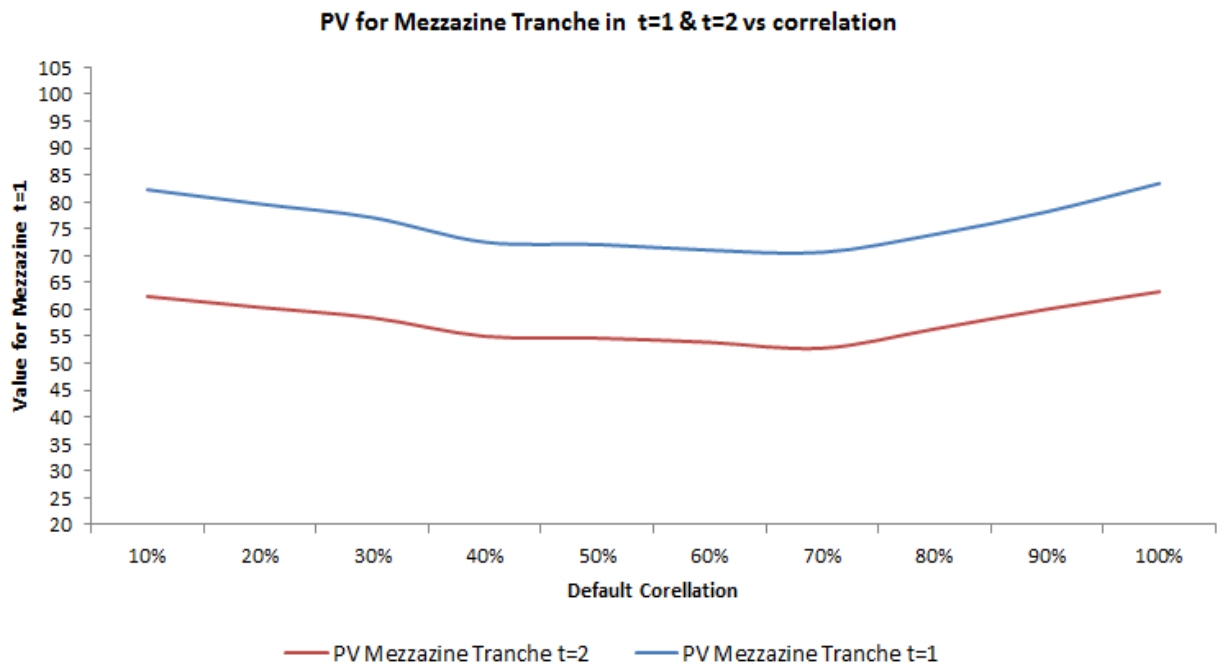
Η διαδικασία ακολούθησε την εξής λογική: Καθώς τα αρχικά ομόλογα βρίσκονται στον χρόνο $t=1$ κάποια από αυτά θα χρεοκοπήσουν και θα πληρώσουν το ποσοστό ανάκτησης και κάποια από αυτά θα πληρώσουν κανονικά.

Όλη αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται 100000 φορές για να εξαχθούν τα αποτελέσματα. Ωστόσο, καθώς προχωράμε στον επόμενο χρόνο, αυτό που είναι ενδιαφέρον είναι να διαπιστωθεί πόσες από τις ομολογίες που πλήρωσαν στον χρόνο μηδέν θα πληρώσουν στον επόμενο χρόνο και πόσες από αυτές δεν θα πληρώσουν.

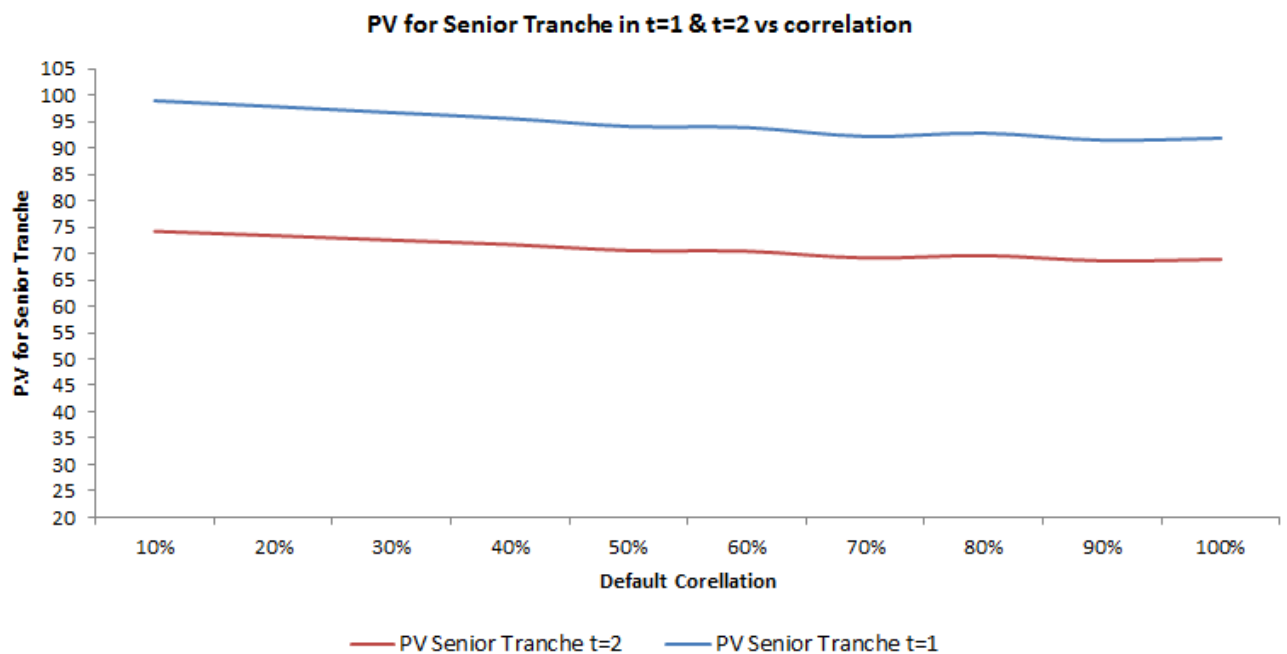
Όλη η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιείται μόνο για το CDO και μόνο για σταθερή πιθανότητα χρεοκοπίας. Το τελικό αποτέλεσμα από το άθροισμα των πληρωμών των τμημάτων (tranches) προεξοφλήθηκε για να δώσει στη χρονική στιγμή $t=1$ το ποσό που θα εισπραχθεί από τις ομολογίες. Συνεπώς γίνεται αντιληπτό πως σε αυτή την περίπτωση μελετώνται οι παρούσες αξίες των τμημάτων (tranches) για να μπορέσουν να συγκριθούν και να δώσουν ένα αποτέλεσμα για την εξέλιξη τους στο χρόνο.



Διάγραμμα 14: Μεταβολή της παρούσας αξίας του junior tranche CDO, για κάθε ρ



Διάγραμμα 15: Μεταβολή της παρούσας αξίας του mezzanine tranche CDO, για κάθε ρ



Διάγραμμα 16: Μεταβολή της παρούσας αξίας του senior tranche CDO, για κάθε ρ

Τα παραπάνω διαγράμματα μας δείχνουν την εξέλιξη της παρούσας αξίας κάθε ενός τμήματος (tranche) από τον χρόνο $t=1$ στον χρόνο $t=2$. Η παρούσα αξία υπολογίστηκε με επιτόκιο προεξόφλησης $i=5\%$. Ο κάθετος άξονας μας δείχνει τις παρούσες αξίες για κάθε τμήμα (tranche) και ο οριζόντιος την εξέλιξη του συντελεστή συσχέτισης.

Αυτό που προκύπτει ως συμπέρασμα είναι ότι οι παρούσες αξίες για κάθε τμήμα (tranche) είναι μικρότερες καθώς ο χρόνος εξελίσσεται. Αυτό είναι φυσιολογικό καθώς στον χρόνο $t=2$ έχουν μείνει λιγότερα ομόλογα (δεν έχουν χρεοκοπήσει) που θα αποπληρώσουν.

Είναι σημαντικό να τονιστεί για το mezzanine tranche, η σταθερή καμπύλη της παρούσας αξίας και για τους δυο χρόνους. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως το μεσαίο τμήμα (mezzanine tranche) δεν εμφανίζει κάποια μονοτονία με την μετάβαση του χρόνου. Παρατηρείται βέβαια μια μετατόπιση της καμπύλης προς τα κάτω, κάτι που είναι λογικό καθώς το τμήμα (tranche) αυτό χάνει την αξία του λόγω χρεοκοπίας των λιγότερων ομολόγων που υπάρχουν στον χρόνο $t=2$, όμως φαίνεται να διατηρεί την ίδια κλίση και μονοτονία. Μια ανάλογη περίπτωση παρατηρείται και για τα άλλα δυο τμήματα (tranches).

5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση των διαγραμμάτων προκύπτει το εξής σημαντικό συμπέρασμα. Όλα τα τμήματα (tranches) τόσο των CDO όσο και των CDO², επηρεάζονται άμεσα και σε σημαντικό βαθμό από την πιθανότητα χρεοκοπίας των υποκείμενων τίτλων που αποτελούν τις εγγυήσεις για αυτά και από τον συντελεστή συσχέτισης των τίτλων αυτών. Συγκεκριμένα η τεχνική ανάλυση ανέδειξε την μεγάλη ευαισθησία των τμημάτων (tranches) τόσο των CDO όσο και των CDO² στις ανακριβείς εκτιμήσεις των παραπάνω παραμέτρων καθώς τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αναμενόμενες πληρωμές επηρεάζονται άμεσα και σημαντικά από αυτές.

Επίσης, σημαντικό συμπέρασμα είναι το γεγονός ότι οι επιδράσεις που δέχεται κάθε τμήμα (tranche) από τις μεταβολές του συντελεστή συσχέτισης έχουν εντελώς διαφορετική κατεύθυνση. Καθώς ο συντελεστής συσχέτισης αυξάνεται και τείνει προς την μονάδα, το junior και mezzanine tranche επηρεάζονται θετικά, ενώ το senior αρνητικά.

Είναι αρκετά σημαντικό να αναφερθεί σε αυτό το σημείο πως όλη η λειτουργία, η ανάπτυξη, άλλα και η κρίση του δομημένου χρηματοοικονομικού συστήματος βασίστηκε στην αποτελεσματικότητα των αναμενόμενων πληρωμών των τμημάτων (tranches) των δομημένων τίτλων. Για να γίνει αυτό πιο κατανοητό πρέπει να καταστεί σαφής ο ρόλος που έπαιξαν οι Οίκοι Αξιολόγησης στην συγκεκριμένη διαδικασία καθώς και η ψευδαίσθηση που δημιουργούσαν.

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω οι Οίκοι Αξιολόγησης ήταν αυτοί που αξιολογούσαν τα τμήματα (tranches) των CDO και των CDO² δίνοντας κάποιες βαθμονομήσεις (ratings) σε αυτά. Όπως διαπιστώθηκε και επεξηγήθηκε με την παραπάνω ανάλυση, τα τμήματα (tranches) εμφανίζουν υψηλή ευαισθησία στις πιθανότητες χρεοκοπίας και στον συντελεστή συσχέτισης. Από αυτό καθίσταται αρκετά αντιληπτό πως οι βαθμονομήσεις που θα έπαιρναν τα συγκεκριμένα τμήματα (tranches) έπρεπε να είναι αρκετά ακριβείς σε εκτίμηση διότι θα αποτελούσαν τον κύριο λόγο επιλογής για τους επενδυτές.

Όλη αυτή η διαδικασία της αγοράς CDO και CDO² γινόταν μέχρι και το 2007 όπου και ξεκίνησε η χρηματοοικονομική κρίση επειδή οι Οίκοι Αξιολόγησης πραγματοποίησαν λαθεμένες αξιολογήσεις των παραπάνω τμημάτων (tranches). Ο λόγος των λαθεμένων εκτιμήσεων ήταν ο συνδυασμός υποεκτίμησης της πιθανότητας χρεοκοπίας και του συντελεστή συσχέτισης που έγινε από τα μοντέλα που χρησιμοποιούσαν. Αυτό οδήγησε σε μια κατάσταση που πολλά τμήματα (tranches) CDO καθώς και CDO² αξιολογούνταν με AAA, που θεωρούνταν σίγουρη επένδυση, ενώ στην πραγματικότητα δεν έπρεπε να έχουν την συγκεκριμένη βαθμονόμηση.

Καθώς η κρίση ξέσπασε, πολλά από αυτά τα αξιόγραφα που κατείχαν AAA-βαθμονομήσεις, υποβαθμίστηκαν “σε μια νύκτα” προξενώντας τεράστιες ζημιές στους κατόχους τους. Συγκεκριμένα, οι Οίκοι Αξιολόγησης χρησιμοποιούσαν μοντέλα που υπέθεταν χαμηλή πιθανότητα χρεοκοπίας για τους υποκείμενους τίτλους και σχεδόν αγνοούσαν τον βαθμό συσχέτισης των τίτλων αυτών. Έτσι όλο το δομημένο χρηματοοικονομικό σύστημα κατέρρευσε δημιουργώντας τεράστια προβλήματα σε όλους τους εμπλεκόμενους.

6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ & ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

6.1. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Coval JD, Jurek J, Stafford E. *The Economics of Structured Finance*.: Harvard Business School; 2008.
- [2] Baker D. The housing bubble and the financial crisis. *Real-World Economics Review*. 2008;46:73-81.
- [3] Lemke TP, Lins GT, Hoenig KL, Rube PS. *Hedge Funds and Other Private Funds: Regulation and Compliance*. Chapter 15: Thomson West; 2014-2015.
- [4] Shiller RJ. *The Subprime Solution: How Today's Global Financial Crisis Happened, and What to Do about It*: Princeton University Press (Eds); 2008.
- [5] Krugman P, 1953. Η Κρίση του 2008 και η επιστροφή των οικονομιών ύφεσης. Μετάφραση Αλαβάνου Α. Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη; 2009.
- [6] Cumming C. The Economics of Securitization. *Federal Reserve Bank of New York Quarterly Review*. 1987;12:11-23.
- [7] Vink D, Thibeault AE. ABS, MBS and CDO Compared: an empirical analysis. *The Journal of Structured Finance*. 2008;14:27-45.
- [8] Allen F, Carletti E. . Credit risk transfer and contagion. *Journal of Monetary Economics*. 2006;53:89-111.
- [9] Lemke TP, Lins GT, Picard ME. *Mortgage-Backed Securities*: Thomson West (Ed); 2014.
- [10] Glaeser EL, Kallal HD. Thin markets, asymmetric information, and mortgagebacked securities. *Journal of Financial Intermediation*. 1997;6:64-86.
- [11] Fabozzi FJ. *Handbook of Structured Financial Products*. New Hope: Frank J. Fabozzi Associates; 1998.
- [12] Bhardwaj G, Sengupta R. *Prepaying Subprime Mortgages*. Federal Reserve Bank of St Louis working paper. 2008a.
- [13] Cifuentes A, Lancaster BP. *Collateralized Debt Obligations: Structures, Strategies, and Innovations*. 2nd ed. Charlotte, NC: Wachovia Capital Markets, LLC. 2004.
- [14] Derivative. Fitch. *Global Criteria for Collateralized Debt Obligations*. 2006.
- [15] Papadopoulos P, Tan CIML. *Credit risk analysis of cashflow CDO structures*. ABN AMRO Bank, Group Risk Management working paper. 2007.

- [16] Goodman LS. Synthetic CDOs: An Introduction. *Journal of Derivatives*. 2002;9:60-72.
- [17] Gibson MS. Understanding the Risk of Synthetic CDOs. Trading Risk Analysis Section, Division of Research and Statistics, Federal Reserve Board working paper. 2004.
- [18] Raynes S, Rutledge A. *The Analysis of Structured Securities: Precise Risk Measurement and Capital Allocation*: Oxford University Press; 2003.
- [19] Elizalde A. *Credit Risk Models IV: Understanding and pricing CDOs*. CEMFI and UPNA. 2005.
- [20] DeMarzo PM. The pooling and tranching of securities: A model of informed intermediation. *Review of Financial Studies*. 2005;18:1-35.
- [21] Moody's. Investors Service. *Moody's Revisits Its Assumptions Regarding Corporate Default (and Asset) Correlations for CDOs*. 2004.
- [22] Fitch. Ratings. *Inside the Ratings: What Credit Ratings Mean*. 2007.
- [23] Scholtes S, Beales R. Top rating proving crucial to structured finance sector. *Financial Times*. 17/05/2007.
- [24] Riddiough TJ. Optimal design and governance of asset-backed securities. *Journal of Financial Intermediation*. 1997;6:121-52.
- [25] Craig S, Smith R, Ng S. Merrill Aims to Raise Billions More: Firm Dumps Mortgage Assets as Crisis Drags On; Another Big Write-Down. *Wall Street Journal*. 29/07/2008.
- [26] Bank of International Settlements BCoBS, The Joint Forum. *Credit Risk Transfer; developments from 2005-2007*. 2008. Retrieved from <http://www.bis.org/publ/joint21.htm> (15/04/2015).
- [27] Altman E. *Default Recovery Rates and LGD in Credit Risk Modeling and Practice: An Updated Review of the Literature and Empirical Evidence*. NYU working paper. 2006.
- [28] Schonbucher PJ. Factor Models: Portfolio Credit Risks When Defaults Are Correlated. *Journal of Risk Finance*. 2003;3:45-56
- [29] Lucas DJ. Default Correlation and Credit Analysis. *Journal of Fixed Income*. 1995;4:76-87.
- [30] Cooper I, Martin M. Default risk and derivative products. *Applied Mathematical Finance*. 1996;3:53-74.
- [31] Kothari V. *Securitization: The Financial Instrument of the Future*: John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd; 2006.

- [32] Fama FE, French KR. The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives*. 2004;18:25-46.
- [33] Bannier CE, Hänsel DN. Determinants of banks' engagement in loan securitization. Working Paper. 2006;171, Goethe-University, Frankfurt.
- [34] Lowenstein R. Triple A failure. *New York Times* 2008 Retrieved from http://www.nytimes.com/2008/04/27/magazine/27Credit-thtml?_r=1&ei=5087&em=&en=6abafb9ebd376a73&ex=1209096000&pagewanted=all June (18/05/2015).
- [35] Federal. Deposit Insurance Corporation. FDIC Outlook: Breaking New Ground in Mortgage Lending. Retrieved from http://www.fdic.gov/bank/analytical/regional/ro20062q/na/2006_summer04.html (19/05/2015). 2006.
- [36] Bernanke B. Addressing Weaknesses in the Global Financial Markets: The Report of the President's Working Group on Financial Markets, speech at the World Affairs Council of Greater Richmond's Virginia Global Ambassador Award Luncheon, Richmond, Virginia. 2008.
- [37] Coval J, Jakub J, Stafford E. Economic Catastrophe Bonds, forthcoming. *American Economic Review*. 2008;99:628-66.
- [38] Tarashev N, Haibin Z. Modelling and Calibration Errors in Measures of Portfolio Credit Risk, Bank of International Settlements working paper. 2007;230.
- [39] Heitfield E. Parameter Uncertainty and the Credit Risk of Collateralized Debt Obligations, Federal Reserve Board working paper. 2008.
- [40] Hu J. Assessing the Credit Risk of CDOs Backed by Structured Finance Securities: Rating Analysts' Challenges and Solutions. Moody's Investor Service working paper. 2007.
- [41] Bond Market Association and the American Securitization Forum., An Analysis and Description of Pricing and Information Sources in the Securitized and Structured Finance Markets. 2006.
- [42] Jones S, Tett G, Davies PJ. Moody's error gave top ratings to debt products. *Financial Times*. 20/05/2008.
- [43] Rodriguez R. Absence of Fear."A speech given at the CFA Society of Chicago", 28/06/2007. Retrieved from http://www.fpdfunds.com/news_070703_absence_of_fear.asp (2/06/2015).
- [44] Boudoukh J, Whitelaw RF, Richardson M, Stanton R. Pricing mortgage-backed securities in a multifactor interest rate environment: A multivariate density estimation approach. *Review of Financial Studies*. 1997;10:405-46.
- [45] Acharya VV, Richardson M. Causes of the financial crisis. *Critical Review: A Journal of Politics and Society*. 2009;21:195-210.

[46] Walden S, Yoon A. Bear Stearns CDO liquidation sparks contagion fears. Reuters 21/06/2007 Retrieved from <http://www.reuters.com/article/2007/06/22/businesspro-usa-credit-bearstearns-cdo-d-idUSN2136425520070622> (2/06/2015).

[47] Fleming MJ. Federal Reserve Liquidity Provision during the Financial Crisis of 2007-2009. Federal Reserve Bank of New York Staff Report No 563. 2012.

[48] Byrnes N. Business Week-Who's Who on AIG List of Counterparties. BusinessWeek, 17/03/2009, Retrieved from http://www.businessweek.com/bwdaily/dnflash/content/mar2009/db20090316_859460htm?chan=top+news_top+news+index+-+temp_top+story (4/06/2015).

[49] The Financial Crisis Inquiry Report. Official Government Edition. Retrieved from <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GPO-FCIC/pdf/GPO-FCIC.pdf> (4/06/2015). 2011.

[50] Hull J, Predescu M, White A. The Relationship Between Credit Default Swap Spreads, Bond Yields, and Credit Rating Announcements. Journal of Banking and Finance. 2004;28:2789-811.

[51] Declaration of G20. 2009. Retrieved from <http://georgewbush-whitehouse.archives.gov/news/releases/2008/11/20081115-1.html> (5/06/2015).

6.2. ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Παρακάτω παρατίθεται ο κώδικας ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση.

```
1
A=ones(100,100);
payoff_array=zeros(9,4);
l=1;
for p = 0.1: 0.1: 0.9
    K=eye(100);
    G=A*p+K*(1-p);
    V=chol(G);
    X=randn(100,100000);
    U=V'*X;
    z=-1.28;
    PAYOFF=zeros(100,100000);
    for i=1:100
        for j=1:100000
            if U(i,j)<=z
                PAYOFF(i,j)=0.3;
            Else
                PAYOFF(i,j)=1;
            End
        End
    End
End
athroisma=sum(PAYOFF,1);
pinakas1=zeros(3,100000);
for j=1:100000
    if athroisma(1,j)<=100 && athroisma(1,j)>95
        pinakas1(1,j)=1;
        pinakas1(2,j)=1;
        pinakas1(3,j)=(5-(100-athroisma(1,j)))/5;
    elseif athroisma(1,j)<=95 && athroisma(1,j)>85
        pinakas1(1,j)=1;
```

```

    pinakas1(2,j)=(10-(95-athroisma(1,j)))/10;
    pinakas1(3,j)=0;
Else
    pinakas1(1,j)=(athroisma(1,j))/85;
    pinakas1(2,j)=0;
    pinakas1(3,j)=0;
End
End

expected_payoff_1=sum(pinakas1(1,:))/100000;
expected_payoff_2=sum(pinakas1(2,:))/100000;
expected_payoff_3=sum(pinakas1(3,:))/100000;
expected_athroisma=expected_payoff_1+expected_payoff_2+expected_payoff_3;
payoff_array(1,4)=p;
payoff_array(1,1)=expected_payoff_1;
payoff_array(1,2)=expected_payoff_2;
payoff_array(1,3)=expected_payoff_3;
l=l+1;
End

hold all;
plot(payoff_array(:,4)*100,payoff_array(:,1));
plot(payoff_array(:,4)*100,payoff_array(:,2));
plot(payoff_array(:,4)*100,payoff_array(:,3));
xlabel('Propabilities');
ylabel('Expected payoffs');
title('CDO vs p');
legend('senior', 'mezzanine', 'junior', 'Location', 'northeastoutside');
2
A=ones(100,100);
payoff_array=zeros(47,4);
l=1;
p = 0.2;
K=eye(100);

```

```

G=A*p+K*(1-p);
V=chol(G);
X=randn(100,100000);
U=V*X;
for z=-2.33:0.1:2.33;
PAYOFF=zeros(100,100000);
%CDO
for i=1:100
    for j=1:100000
        if U(i,j)<=z
            PAYOFF(i,j)=0.3;
        Else
            PAYOFF(i,j)=1;
        End
    End
End
End

athroisma=sum(PAYOFF,1);
pinakas1=zeros(3,100000);
for j=1:100000
    if athroisma(1,j)<=100 && athroisma(1,j)>95
        pinakas1(1,j)=1;
        pinakas1(2,j)=1;
        pinakas1(3,j)=(5-(100-athroisma(1,j)))/5;
    elseif athroisma(1,j)<=95 && athroisma(1,j)>85
        pinakas1(1,j)=1;
        pinakas1(2,j)=(10-(95-athroisma(1,j)))/10;
        pinakas1(3,j)=0;
    Else
        pinakas1(1,j)=(athroisma(1,j))/85;
        pinakas1(2,j)=0;
        pinakas1(3,j)=0;
    End
End

```

```

End
expected_payoff_1=sum(pinakas1(1,:))/100000;
expected_payoff_2=sum(pinakas1(2,:))/100000;
expected_payoff_3=sum(pinakas1(3,:))/100000;
expected_athroisma=expected_payoff_1+expected_payoff_2+expected_payoff_3;
payoff_array(1,4)=z;
payoff_array(1,1)=expected_payoff_1;
payoff_array(1,2)=expected_payoff_2;
payoff_array(1,3)=expected_payoff_3;
l=l+1;
End
hold all;
plot(payoff_array(:,4),payoff_array(:,1)*100);
plot(payoff_array(:,4),payoff_array(:,2)*100);
plot(payoff_array(:,4),payoff_array(:,3)*100);
xlabel('Propability of deafault');
ylabel('Expected payoffs');
title('CDOs vs P(D)');
legend('senior', 'mezzanine', 'junior', 'Location', 'northeastoutside');
3
new_tr=zeros(1,100);
for p = 0.1: 0.1: 0.9
for k=1:100
A=ones(100,100);
payoff_array=zeros(9,4);
l=1;
K=eye(100);
G=A*p+K*(1-p);
V=chol(G);
X=randn(100,100);
U=V'*X;
z=-1.28;
PAYOFF2=zeros(100,100);

```



```

for i=1:100
  for j=1:100
    if U(i,j)<=z
      PAYOFF2(i,j)=0.3;
    Else
      PAYOFF2(i,j)=1;
    End
  End
End
athroisma2=sum(PAYOFF2,1);
pinakas2=zeros(3,100);
for j=1:100
  if athroisma2(1,j)<=100 && athroisma2(1,j)>95
    pinakas2(1,j)=1;
    pinakas2(2,j)=1;
    pinakas2(3,j)=(5-(100-athroisma2(1,j)))/5;
  elseif athroisma2(1,j)<=95 && athroisma2 (1,j)>85
    pinakas2(1,j)=1;
    pinakas2(2,j)=(10-(95-athroisma2(1,j)))/10;
    pinakas2(3,j)=0;
  Else
    pinakas2(1,j)=(athroisma2(1,j))/85;
    pinakas2(2,j)=0;
    pinakas2(3,j)=0;
  End
End
tranh_2=sum(pinakas2(2,:))/100;
new_tr(1,k)=tranh_2;
End

for m=1:100
  new_tr(1,m);
End

```

```

pinakas3=zeros(3,100);
for j=1:100
    if new_tr(1,j)<=0.85 && new_tr(1,j)>0.80
        pinakas3(1,j)=1;
        pinakas3(2,j)=1;
        pinakas3(3,j)=(0.01-(0.1-new_tr(1,j)))/0.01;
    elseif new_tr(1,j)<=0.80 && new_tr(1,j)>0.74
        pinakas3(1,j)=1;
        pinakas3(2,j)=(0.01-(0.09-new_tr(1,j)))/0.01;
        pinakas3(3,j)=0;
    Else
        pinakas3(1,j)=(new_tr(1,j))/0.08;
        pinakas3(2,j)=0;
        pinakas3(3,j)=0;
    End
End
sq_expected_payoff_1=sum(pinakas3(1,:))/1000;
sq_expected_payoff_2=sum(pinakas3(2,:))/1000;
sq_expected_payoff_3=sum(pinakas3(3,:))/1000;
payoff_array(1,4)=p;
payoff_array(1,1)=sq_expected_payoff_1;
payoff_array(1,2)=sq_expected_payoff_2;
payoff_array(1,3)=sq_expected_payoff_3;
l=l+1;
End
hold all;
plot(payoff_array(:,4)*100,payoff_array(:,1));
plot(payoff_array(:,4)*100,payoff_array(:,2));
plot(payoff_array(:,4)*100,payoff_array(:,3));
xlabel('Propabilities');
ylabel('Squared Expected payoffs');
title('CDO^2 vs p');
legend('senior', 'mezzanine', 'junior', 'Location', 'northeastoutside');

```

4

```
new_tr=zeros(1,100);
payoff_array=zeros(47,4);
l=1;
for z=-2.33:0.1:2.33;
for k=1:100
A=ones(100,100);
p=0.2;
K=eye(100);
G=A*p+K*(1-p);
V=chol(G);
X=randn(100,100);
U=V'*X;
PAYOFF2=zeros(100,100);
for i=1:100
for j=1:100
if U(i,j)<=z
PAYOFF2(i,j)=0.3;
Else
PAYOFF2(i,j)=1;
End
End
End
athroisma2=sum(PAYOFF2,1);
pinakas2=zeros(3,100);
for j=1:100
if athroisma2(1,j)<=100 && athroisma2(1,j)>95
pinakas2(1,j)=1;
pinakas2(2,j)=1;
pinakas2(3,j)=(5-(100-athroisma2(1,j)))/5;
elseif athroisma2(1,j)<=95 && athroisma2(1,j)>85
pinakas2(1,j)=1;
pinakas2(2,j)=(10-(95-athroisma2(1,j)))/10;
```

```

    pinakas2(3,j)=0;
Else
    pinakas2(1,j)=(athroisma2(1,j))/85;
    pinakas2(2,j)=0;
    pinakas2(3,j)=0;
End
End
transh_2=sum(pinakas2(2,:))/100;
new_tr(1,k)=transh_2;
End
for m=1:100
    new_tr(1,m);
End
pinakas3=zeros(3,100);
for j=1:100
    if new_tr(1,j)<=0.85 && new_tr(1,j)>0.80
        pinakas3(1,j)=1;
        pinakas3(2,j)=1;
        pinakas3(3,j)=(0.01-(0.1-new_tr(1,j)))/0.01;
    elseif new_tr(1,j)<=0.80 && new_tr(1,j)>0.74
        pinakas3(1,j)=1;
        pinakas3(2,j)=(0.01-(0.09-new_tr(1,j)))/0.01;
        pinakas3(3,j)=0;
    Else
        pinakas3(1,j)=(new_tr(1,j))/0.08;
        pinakas3(2,j)=0;
        pinakas3(3,j)=0;
    End
End
sq_expected_payoff_1=sum(pinakas3(1,:))/1000;
sq_expected_payoff_2=sum(pinakas3(2,:))/1000;
sq_expected_payoff_3=sum(pinakas3(3,:))/1000;
payoff_array(1,4)=z;

```

```
payoff_array(1,1)=sq_expected_payoff_1;
payoff_array(1,2)=sq_expected_payoff_2;
payoff_array(1,3)=sq_expected_payoff_3;
l=l+1;
End
hold all;
plot(payoff_array(:,4)*100,payoff_array(:,1));
plot(payoff_array(:,4)*100,payoff_array(:,2));
plot(payoff_array(:,4)*100,payoff_array(:,3));
xlabel('Propability of deafault');
ylabel('Squared Expected payoffs');
title('CDO^2 vs P(D)');
legend('senior', 'mezzanine', 'junior', 'Location', 'northeastoutside');
```

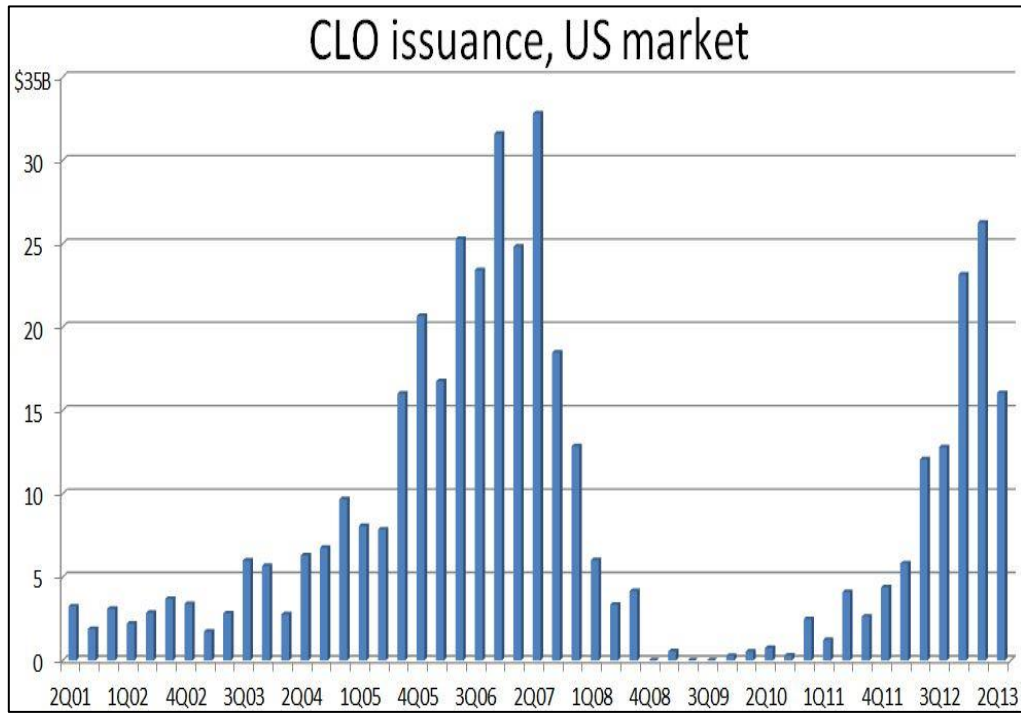
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΩΔΙΚΑ

Ο 1^{ος} και ο 2^{ος} κώδικας είναι κατά 95% ίδιοι. Χρησιμοποιείται ένας τετραγωνικός πίνακας A 100 θέσεων, ένας ο οποίος περιέχει μόνο τη μονάδα, ένας ταυτοτικός πίνακας K 100 θέσεων και η πιθανότητα p . Σκοπός είναι η δημιουργία του πίνακα G, στον οποίο κάνουμε ανάλυση Cholevsky μέσω της εντολής chol(), και φτιάχνουμε τον πίνακα V. Ο X πίνακας είναι τετραγωνικός 100 θέσεων και προέρχεται από την κανονική κατανομή. Ο U είναι ο πολλαπλασιασμός του X με τον V. Επίσης έχουμε και τον αριθμό z που αντιπροσωπεύει το διάστημα στο οποίο βρίσκεται η κανονική κατανομή. Μέσω μιας διπλής for_loop και με τη χρήση του U του z του πίνακα PAYOFF 100*100 θέσεων δημιουργούμε τον πίνακα athroisma ο οποίος περιέχει τις τιμές 1 και 0,3. Το 1 δηλώνει αληθές στοιχείο (την πιθανότητα δηλαδή το ομόλογα να πληρώσει) ενώ το 0,3 ψευδές (την πιθανότητα το ομόλογο να χρεοκοπήσει).

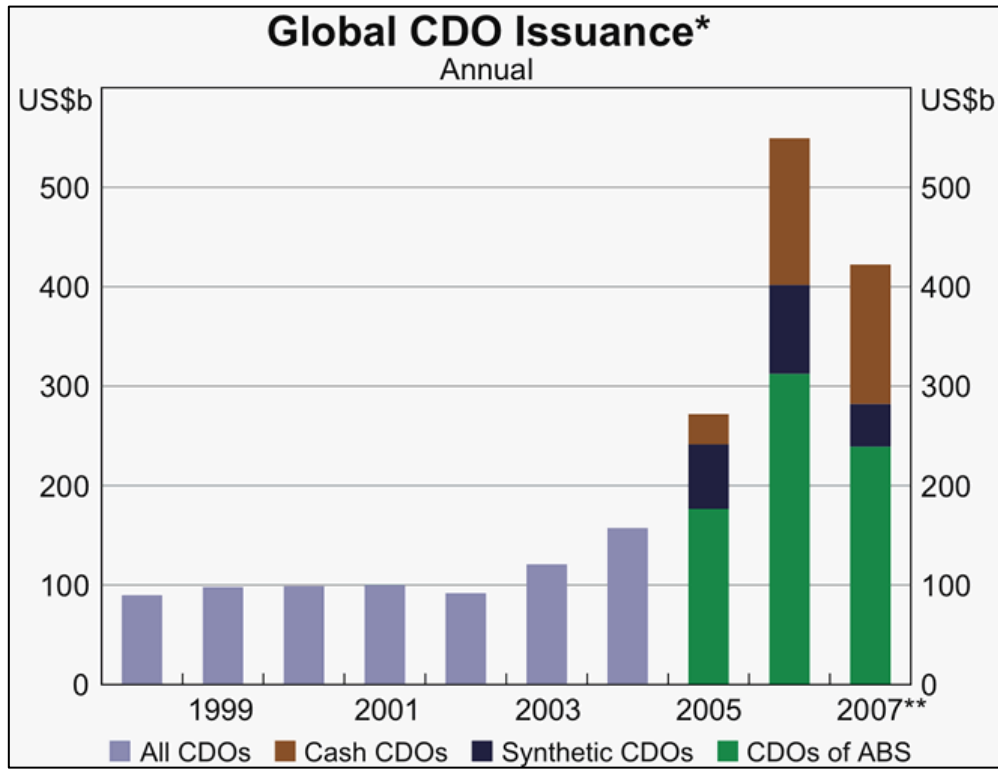
Επί της ουσίας έχουμε 100 τυχαία ομόλογα μέσα από μια κανονική κατανομή, τα οποία αν έχουν την τιμή 1 είναι κερδοφόρα, ενώ αν έχουν την 0,3 δεν είναι. Η υπόλοιπη διαδικασία είναι μια μέθοδος Monte Carlo (στην πιο απλή μορφή της όπως και στο παράδειγμα που αναφέρεται πιο πάνω), με σκοπό τη δημιουργία των expected_payoffs. Δημιουργήσαμε 3 expected payoffs. Η διαφορά είναι ότι στον ένα κώδικα αλλάζουμε τον συντελεστή συσχέτισης ρ και στον άλλο την πιθανότητα χρεοκοπίας z μέσω μίας for_loop με σκοπό να φτιάξουμε τα ανάλογα διαγράμματα.

Ανάμεσα στους κώδικες 3 και 4 η διαφορά είναι ξανά η ίδια. Σε αυτούς τους κώδικες είχαμε σκοπό να φτιάξουμε τα expected_payoffs για το CDO². Στην ουσία θέλαμε μέσα από 100 καλάθια τα οποία περιείχαν 100 ομόλογα να πάρουμε τα τμήματα (tranches), το οποίο πετύχαμε ακριβώς με την ίδια διαδικασία όπως στους κώδικες 1 και 2. Έπειτα κρατήσαμε όλα τα mezzanine tranches που υπολογίσαμε και τα τοποθετήσαμε σε έναν πίνακα. Σε αυτόν κάναμε εκ νέου τη μέθοδο του Monte Carlo, και έτσι φτάσαμε στον υπολογισμό των squared_expected_payoffs. Τέλος σχεδιάστηκαν τα διαγράμματα συναρτήσεων των ρ και z.

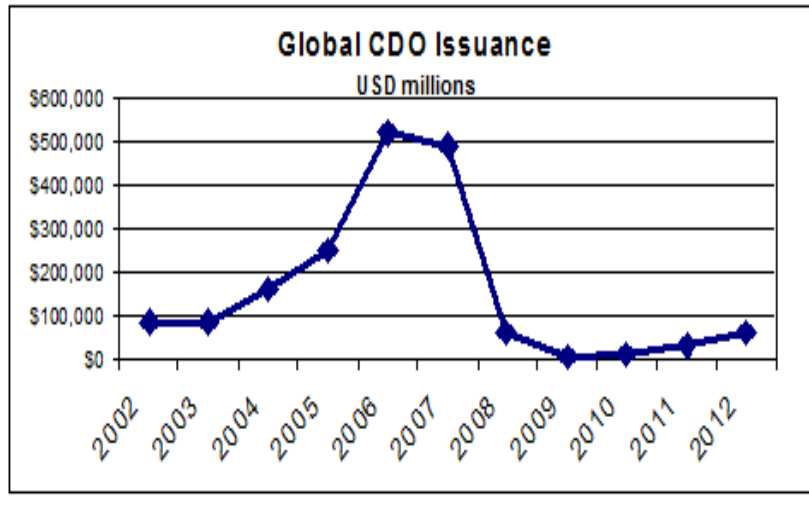
6.3. ΣΧΗΜΑΤΑ



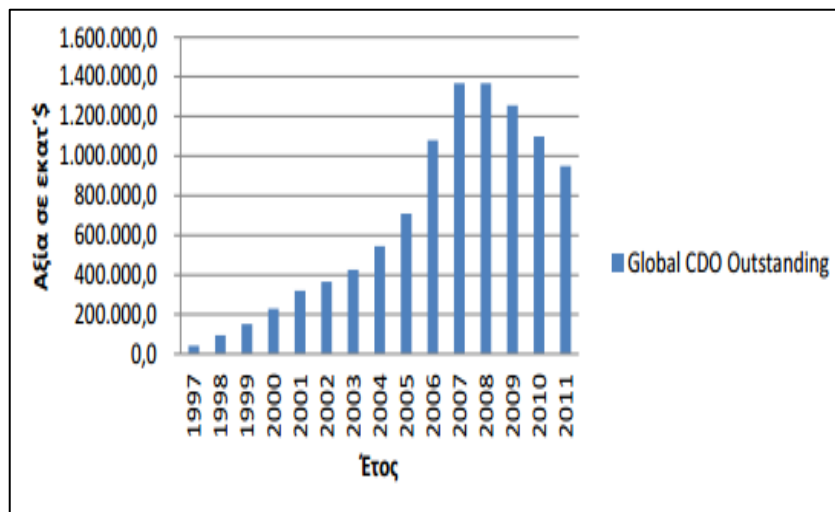
Πηγή: S&P Capital IQ/LCD



Πηγή: BIS; JP Morgan; SIFMA



Πηγή: SIFMA



Πηγή: SIFMA