

ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Credit Risk – Estimating Default Probabilities

Credit Risk – Πιστωτικός Κίνδυνος

- Ο πιστωτικός κίνδυνος απορρέει από την πιθανότητα να πτωχεύσουν οι δανειζόμενοι, οι εκδότες ομολόγων και οι αντισυμβαλλόμενοι σε συμβόλαια παραγώγων.
- Οι εποπτικές αρχές ελέγχουν στενά τις τράπεζες για τον πιστωτικό κίνδυνο, ενώ υπάρχει και πρόβλεψη για υποχρεωτικά διαθέσιμα κεφάλαια ανάλογα με το ύψος του αναλαμβανόμενου πιστωτικού κινδύνου.
- Οι τράπεζες, με επίβλεψη και άδεια από τους επόπτες τους, μπορούν να χρησιμοποιούν δικά τους μοντέλα μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου, ώστε να καθορίζεται το ύψος του κεφαλαίου που πρέπει να διακρατούν.
- Αυτό έχει οδηγήσει τις τράπεζες να βελτιώνουν συνεχώς τα μοντέλα μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου.

Εταιρείες Πιστοληπτικής Αξιολόγησης – Credit Rating Agencies

- Moody's, S&P, Fitch, ανάμεσα σε άλλες.
- AAA, AA, A, ..., η κλίμακα διαφέρει μεταξύ των εταιρειών αξιολόγησης. Κάθε βαθμός αντιστοιχεί σε μία πιθανότητα χρεοκοπίας.
- Αξιολογούν το αξιόχρεο των εταιρικών ομολόγων. Γενικά, τα ομόλογα μίας εταιρείας έχουν τον ίδιο βαθμό αξιολόγησης, ο οποίος εκφράζει την εταιρεία αυτή καθαυτή.
- Όταν νέα πληροφορία φτάνει στην αγορά, μπορεί ο βαθμός αξιόχρεου μίας εταιρείας να αλλάξει.
- Τα Credit Rating Agencies προσπαθούν να μην αλλάζουν συχνά τους βαθμούς αξιολόγησης, για να διατηρούν την αξιοπιστία τους.
- Οι οίκοι αξιολόγησης, λαμβάνουν υπόψη τους και την γενική οικονομική κατάσταση. Εάν λόγω ύφεσης αυξήθηκε η πιθανότητα χρεοκοπίας μίας εταιρείας μέσα στους επόμενους 6 μήνες, αλλά όχι η αντίστοιχη πιθανότητα για διάστημα 2 ή 3 ετών, δεν θα αλλάξουν τον βαθμό της εταιρείας.
- Εταιρείες αξιολόγησης όπως η Moody's, η KMV και η Kamakura προσφέρουν εκτιμήσεις για την πιθανότητα χρεοκοπίας εταιρειών με βάση στοιχεία των μετοχών τους. Δεν στοχεύουν τόσο στην σταθερότητα των εκτιμήσεών τους, αλλά στην γρήγορη ενσωμάτωση νέας πληροφορίας.

Εταιρείες Πιστοληπτικής Αξιολόγησης – Credit Rating Agencies

	Moody's	S&P	Fitch	Meaning
Investment Grade	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-	
Junk	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	CCC	Extremely Speculative
	Caa3	CCC-	CCC-	In Default w/ Little Prospect for Recovery
	Ca	CC	CC+	
		C	CC	In Default
			CC-	
D	D	DDD		

Εσωτερικές Πιστοληπτικές Αξιολογήσεις

- Οι τράπεζες έχουν τα δικά τους εσωτερικά μοντέλα πιστοληπτικής αξιολόγησης των πελατών τους.
- Ο λόγος είναι ότι οι οίκοι αξιολόγησης βαθμολογούν μεγάλες εταιρείες, ενώ μεγάλο μέρος των χαρτοφυλακίων των τραπεζών περιλαμβάνει δάνεια σε ιδιώτες και μικρές ή μεσαίες επιχειρήσεις.
- Τα εσωτερικά μοντέλα περιλαμβάνουν στοιχεία όπως: δείκτες κερδοφορίας (RoA, RoE) καθώς και δείκτες από τον ισολογισμό της εταιρείας (Ενεργητικό / Υποχρεώσεις, Χρέος / Ίδια Κεφάλαια).

Altman Z-score

- Ο Edward Altman (1968, Journal of Finance) ήταν από τους πρωτοπόρους στην χρήση λογιστικών δεικτών για την πρόβλεψη των χρεοκοπιών.
- Χρησιμοποιώντας μία στατιστική μεθοδολογία η οποία ονομάζεται discriminant analysis, προσπάθησε να προβλέψει τις χρεοκοπίες από 5 λογιστικούς δείκτες:
 1. X_1 : Working Capital / Total Assets
 2. X_2 : Retained earnings / Total Assets
 3. X_3 : Earnings before interest and taxes / Total Assets
 4. X_4 : Market value of equity / Book value of total liabilities
 5. X_5 : Sales / Total Assets
- Για εταιρείες που διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο το Z-score υπολογίστηκε ως:
- $Z = 1.2 X_1 + 1.4 X_2 + 3.3 X_3 + 0.6 X_4 + 0.999 X_5$

Altman Z-score

- $Z > 3$, σημαίνει ότι η εταιρεία είναι απίθανο να χρεοκοπήσει.
- $2.7 < Z < 3$, σημαίνει ότι η εταιρεία είναι σε κατάσταση συναγερμού.
- $1.8 < Z < 2.7$, σημαίνει ότι υπάρχει μία σημαντική πιθανότητα χρεοκοπίας.
- $Z < 1.8$, σημαίνει ότι η εταιρεία έχει πολύ υψηλή πιθανότητα χρεοκοπίας.
- Οι παράμετροι του μοντέλου εκτιμήθηκαν με την χρήση 66 δημόσια διαπραγματεύσιμων βιομηχανικών εταιρειών (οι 33 από αυτές τελικά χρεοκόπησαν μέσα σε έναν χρόνο ενώ οι υπόλοιπες 33 όχι).
- Το μοντέλο λειτουργούσε καλά ακόμη και εάν εξεταζόταν με δεδομένα εταιρειών από άλλο δείγμα.
- Τόσο το Σφάλμα Τύπου I (εταιρείες που δεν υπήρχε πρόβλεψη να χρεοκοπήσουν αλλά χρεοκόπησαν) όσο το Σφάλμα Τύπου II (εταιρείες που υπήρχε πρόβλεψη να χρεοκοπήσουν αλλά δεν χρεοκόπησαν) ήταν πολύ μικρό. (Το Σφάλμα Τύπου I προφανώς είναι πολύ πιο σημαντικό για τις τράπεζες).
- Παραλλαγές του μοντέλου περιλαμβάνουν μη-δημόσια διαπραγματεύσιμες μετοχές, αλλά και μετοχές από άλλους κλάδους.

Altman Z-score - Παράδειγμα

- Έστω μία εταιρεία με working capital = 170,000, total assets = 670,000, earnings before interest and taxes = 60,000, sales = 2,200,000, market value of equity = 380,000, total liabilities = 240,000 and retained earnings = 300,000.
- Ποιά είναι η κατάσταση αυτής της εταιρείας όσον αφορά την πιθανότητα χρεοκοπίας, με βάση το Altman Z-score;
- $Z = 1.2*0.254 + 1.4*0.448 + 3.3*0.0896 + 0.6*1.583 + 0.999*3.284 = 5.46$.
- Το Z της εταιρείας είναι αρκετά μεγαλύτερο από το 3, συνεπώς δεν υπάρχει κίνδυνος χρεοκοπίας για τον επόμενο χρόνο, σύμφωνα με το συγκεκριμένο μέτρο.

Ιστορικές Πιθανότητες Πτώχευσης

- Οι εταιρείες πιστοληπτικής αξιολόγησης παρέχουν πίνακες με στοιχεία σχετικά με τις πτωχεύσεις εταιρειών (στο πέρασμα του χρόνου) αναλόγως την πιστοληπτική τους βαθμολογία (στο σήμερα).

	Time (years) Source: Moody's, 1970-2010						
	1	2	3	4	5	7	10
Aaa	0.000	0.013	0.013	0.037	0.104	0.244	0.494
Aa	0.021	0.059	0.103	0.184	0.273	0.443	0.619
A	0.055	0.177	0.362	0.549	0.756	1.239	2.136
Baa	0.181	0.510	0.933	1.427	1.953	3.031	4.904
Ba	1.157	3.191	5.596	8.146	10.453	14.440	20.101
B	4.465	10.432	16.344	21.510	26.173	34.721	44.573
Caa	18.163	30.204	39.709	47.317	53.768	61.181	72.384

Ιστορικές Πιθανότητες Πτώχευσης

- Σε κάθε γραμμή υπάρχει ένας βαθμός πιστοληπτικής αξιολόγησης.
- Κάθε στήλη (από την 2η μέχρι και την 8η), δίνει την αθροιστική πιθανότητα χρεοκοπίας σε χρονικό ορίζοντα από 1 έως 10 έτη για κάθε βαθμό.
- Τα δεδομένα αυτά βασίζονται σε ιστορικές παρατηρήσεις, δηλαδή η εταιρεία αξιολόγησης εξέτασε πόσες εταιρείες πτώχευσαν και σε ποιο χρονικό σημείο, ανάλογα με τον βαθμό που είχαν πάρει.
- Για παράδειγμα, ένα ομόλογο με βαθμό Baa έχει 0.181% πιθανότητα να πτωχεύσει μέχρι το τέλος του 1ου χρόνου, 0.510% να πτωχεύσει μέχρι το τέλος του 2ου χρόνου (δηλαδή είτε στον 1ο, είτε στον 2ο), κοκ.
- Η πιθανότητα να πτωχεύσει ένα ομόλογο κατά την διάρκεια ενός συγκεκριμένου έτους επίσης μπορεί να υπολογισθεί από τον πίνακα.
- Για παράδειγμα η πιθανότητα ένα ομόλογο Baa να πτωχεύσει μέσα στον 2ο χρόνο είναι $0.510 - 0.181 = 0.329\%$.

Ιστορικές Πιθανότητες Πτώχευσης

- Όπως φαίνεται και από τα στοιχεία του πίνακα, η πιθανότητα να πτωχεύσει ένα ομόλογο κατά την διάρκεια ενός συγκεκριμένου έτους αυξάνεται χρόνο με τον χρόνο (για τα ομόλογα με υψηλή αξιολόγηση).
- Για παράδειγμα ένα ομόλογο με βαθμό Aa έχει πιθανότητες να πτωχεύσει μέσα στα έτη 1 / 2 / 3 / 4 και 5, 0.021% / 0.038% / 0.044% / 0.081% και 0.089%, αντίστοιχα.
- Ο λόγος είναι ότι όσο περνάει ο χρόνος, η πιθανότητα ένας φερέγγυος εκδότης να αντιμετωπίσει προβλήματα, αυξάνεται.
- Για ομόλογα με χαμηλή αξιολόγηση συμβαίνει το αντίθετο. Όσο περνάει ο χρόνος η πιθανότητα πτώχευσης για μια συγκεκριμένη χρονιά μειώνεται.
- Για παράδειγμα ένα ομόλογο με βαθμό Caa έχει πιθανότητες να πτωχεύσει μέσα στα έτη 1 / 2 / 3 / 4 και 5, 18.163% / 12.041% / 9.505% / 7.608% και 6.451%, αντίστοιχα.
- Ο λόγος είναι ότι εάν ένα τέτοιο ομόλογο δεν πτωχεύσει μέσα στα πρώτα έτη, αυξάνονται οι πιθανότητες να βελτιωθεί η χρηματοοικονομική κατάσταση του εκδότη.

Δεσμευμένη Πιθανότητα

- Δεσμευμένη πιθανότητα είναι η πιθανότητα να συμβεί το ενδεχόμενο, δεδομένου ότι έχουμε κάποια πληροφορία.
- Αυτή η πληροφορία δυνητικά μπορεί να αλλάξει την πιθανότητα που προσάπτουμε να συμβεί το ενδεχόμενο.
- Πχ πιθανότητα σε ρίψη ζαριού να έρθει ο αριθμός 6 είναι $1/6$.
- Αν όμως γνωρίζουμε ότι το ζάρι αυτό έχει 2 όψεις με τον αριθμό 6, τότε η πιθανότητα είναι $1/3$.
- Τύπος της δεσμευμένης πιθανότητας: $P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$, όπου $P(B) > 0$.
- Law of Total Probability: Για τη διαμέριση του δειγματικού χώρου B_1, B_2, \dots, B_n , $P(A) = \sum_{i=1}^n P(A|B_i)P(B_i)$.
- **Παράδειγμα:** Τεστ πολυγράφου. Έστω $-$ είναι η ένδειξη του πολυγράφου ότι το υποκείμενο είπε ψέματα, $+$ είναι η ένδειξη του πολυγράφου ότι το υποκείμενο είπε αλήθεια, L το ενδεχόμενο το υποκείμενο να είπτε όντως ψέματα και T το ενδεχόμενο να είπτε όντως αλήθεια. Έρευνες έχουν δείξει ότι $P(-|L) = 89\%$, $P(+|T) = 90\%$. Υποθέτοντας ότι $P(T) = 95\%$, ότι δηλαδή οι άνθρωποι λένε αλήθεια με μεγάλη πιθανότητα, υπολογίστε το $P(L|-)$

Ιστορικές Πιθανότητες Πτώχευσης – Hazard Rates

- Από τον πίνακα μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα ένα ομόλογο, για παράδειγμα Caa, να πτωχεύσει κατά την διάρκεια του 3ου έτους: $39.709 - 30.204 = 9.505\%$.
- Αυτή είναι μία αδέσμευτη πιθανότητα πτώχευσης (unconditional default probability).
- Η πιθανότητα να μην πτωχεύσει αυτό το ομόλογο μέχρι το τέλος του 2ου έτους είναι ίση με $100 - 30.204 = 69.796\%$.
- Εάν θέλουμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα να πτωχεύσει το ομόλογο τον 3ο χρόνο, δεδομένου ότι δεν έχει πτωχεύσει τα 2 πρώτα χρόνια, θα πρέπει να υπολογίσουμε την δεσμευμένη πιθανότητα (conditional default probability): $0.09505 / 0.69796 = 13.62\%$.

Ιστορικές Πιθανότητες Πτώχευσης – Hazard Rates

- Εάν θέλουμε να υπολογίσουμε την δεσμευμένη πιθανότητα για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα Δt (και όχι για 1 έτος όπως στο παράδειγμα της προηγούμενης διαφάνειας), θα υπολογίσουμε το hazard rate ή default intensity.
- Το hazard rate $\lambda(t)$, στο χρονικό σημείο t , ορίζεται ώστε η ποσότητα $\lambda(t)\Delta t$ να είναι η πιθανότητα χρεοκοπίας μεταξύ των χρονικών σημείων t και $t+\Delta t$, δεδομένου ότι δεν έχει υπάρξει χρεοκοπία μεταξύ των χρονικών σημείων 0 και t .
- Εάν $V(t)$ είναι η αθροιστική πιθανότητα η εταιρεία να μην πτωχεύσει μέχρι το χρονικό σημείο t , η αδέσμευτη πιθανότητα χρεοκοπίας μεταξύ t και $t+\Delta t$ είναι η: $[V(t) - V(t + \Delta t)]$.
- Η πιθανότητα χρεοκοπίας μεταξύ t και $t + \Delta t$, δεδομένης της μη-χρεοκοπίας μέχρι το t , είναι η: $[V(t) - V(t + \Delta t)] / V(t)$.

Ιστορικές Πιθανότητες Πτώχευσης – Hazard Rates

- Συνεπώς ισχύει ότι:

- $$\frac{V(t) - V(t + \Delta t)}{V(t)} = \lambda(t)\Delta t \quad \text{ή} \quad \frac{V(t + \Delta t) - V(t)}{\Delta t} = -\lambda(t)V(t)$$

- Παίρνοντας τα όρια:

$$\frac{dV(t)}{dt} = -\lambda(t)V(t)$$

- Από το οποίο:
$$V(t) = e^{-\int_0^t \lambda(\tau) d\tau}$$

- Ορίζοντας ως $Q(t)$ την πιθανότητα χρεοκοπίας έως το σημείο t , $Q(t) = 1 - V(t)$:

- $$Q(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(\tau) d\tau} \quad \text{ή} \quad Q(t) = 1 - e^{-\bar{\lambda}(t)t}$$

- Όπου $\bar{\lambda}(t)$ το μέσο hazard rate μεταξύ του σημείου 0 και του σημείου t .

Ιστορικές Πιθανότητες Πτώχευσης – Hazard Rates - Παράδειγμα

- Έστω ότι το hazard rate είναι σταθερό και ίσο με 1.5% το έτος.
- Η πιθανότητα πτώχευσης μέχρι το τέλος του 1ου έτους είναι:
 - $1 - e^{-0.015*1} = 0.0149$.
- Η πιθανότητα πτώχευσης μέχρι το τέλος του 2ου έτους είναι:
 - $1 - e^{-0.015*2} = 0.0296$.
- Η πιθανότητα πτώχευσης μέχρι το τέλος του 3ου, 4ου & 5ου έτους, είναι 0.0440, 0.0582 και 0.0723, αντίστοιχα.
- Η αδέσμευτη πιθανότητα χρεοκοπίας κατά την διάρκεια του 4ου έτους, είναι η: $0.0582 - 0.0440 = 0.0142$.
- Η δεσμευμένη πιθανότητα χρεοκοπίας κατά την διάρκεια του 4ου έτους (δηλαδή δεδομένου του ότι δεν έχει υπάρξει χρεοκοπία μέχρι το τέλος του 3ου έτους), είναι η: $0.0142 / (1 - 0.0440) = 0.0149$.

Recovery Rates – Ποσοστά Ανάκτησης

- Σε περίπτωση χρεοκοπίας μίας εταιρείας οι πιστωτές της κάνουν απαιτητές τις οφειλές της εταιρείας προς αυτούς.
- Κάποιες φορές γίνεται αναδιοργάνωση της εταιρείας με μερική αποπληρωμή των πιστωτών, ενώ άλλες φορές η εταιρεία ρευστοποιείται και ο υπεύθυνος φορέας προσπαθεί να αποζημιώσει όσο το δυνατόν περισσότερες από τις απαιτήσεις.
- Κάποιες απαιτήσεις έχουν προτεραιότητα έναντι άλλων.
- Ο ρυθμός ανάκτησης ορίζεται ως η τιμή του ομολόγου, όπως διαπραγματεύεται 30 ημέρες μετά την πτώχευση, ως ποσοστό της ονομαστικής του αξίας (face value).

Recovery Rates – Ποσοστά Ανάκτησης

- Στη Βασιλεία II χρησιμοποιείται η έννοια του Loss Given Default (LGD), δηλαδή απώλεια (σε % της αξίας του ομολόγου) δεδομένου του ότι υπήρξε χρεοκοπία.
- Συνεπώς: $\text{Recovery Rate} = 1 - \text{LGD}$.
- Τα ποσοστά ανάκτησης έχουν σημαντικά αρνητική συσχέτιση με την πιθανότητα χρεοκοπίας. Δηλαδή, όταν η πιθανότητα χρεοκοπίας είναι υψηλή τα ποσοστά ανάκτησης είναι χαμηλά!
- Αυτό σημαίνει ότι ένα κακό έτος για την πιθανότητα χρεοκοπίας, είναι διπλά κακό γιατί θα συνοδεύεται από χαμηλό ρυθμό ανάκτησης.

Recovery Rates – Ποσοστά Ανάκτησης

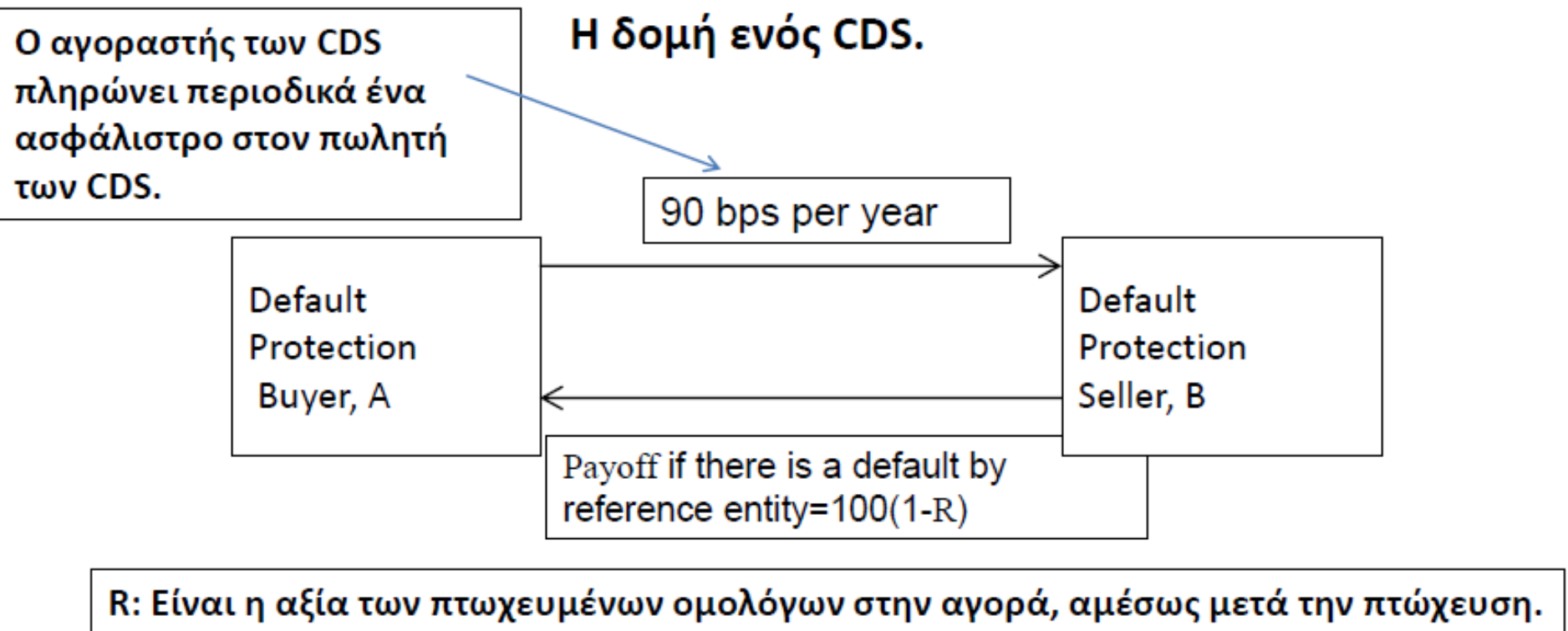
Class	Ave Rec Rate (%)
First lien bank loan	65.8
Second lien bank loan	29.1
Senior unsecured bank loan	47.8
Senior secured bond	50.8
Senior unsecured bond	36.7
Senior subordinated bond	30.7
Subordinated bond	31.3
Junior subordinated bond	24.7

Source: Risk Management and Financial Institutions 3e, Chapter 16, Copyright © John C. Hull 2012

Credit Default Swaps - CDS

- Η αγορά των CDS έχει αυξηθεί πάρα πολύ από τα τέλη της δεκαετίας του 1990.
- Ένα CDS είναι ένα συμβόλαιο-ασφάλεια, το οποίο αποπληρώνει σε περίπτωση πτώχευσης μίας εταιρείας (ή και ενός κράτους).
- Η εταιρεία την οποία αφορά το CDS ονομάζεται reference entity (οντότητα αναφοράς) ενώ τυχόν πτώχευσή της ονομάζεται credit event (πιστωτικό γεγονός).
- Λειτουργία: Σε περίπτωση πιστωτικού γεγονότος, ο αγοραστής των CDS (δηλαδή της ασφάλειας) έχει το δικαίωμα να πουλήσει τα σχετικά ομόλογα στον πωλητή των CDS, στην ονομαστική τους τιμή (face value). Ο πωλητής των CDS είναι υποχρεωμένος να αγοράσει αυτά τα ομόλογα στην ονομαστική τους τιμή.
- Η συνολική ονομαστική αξία των ομολόγων που μπορούν να πουληθούν μέσα στο συμβόλαιο είναι γνωστή ως notional principal.

Credit Default Swaps - CDS



Source: Risk Management and Financial Institutions 3e, Chapter 16, Copyright © John C. Hull 2012

Credit Default Swaps – CDS - Παράδειγμα

- Έστω ότι 2 αντισυμβαλλόμενοι μπαίνουν σε ένα 5-ετές CDS, στις 20/12/2016.
- Το notional principal (ονομαστικό κεφάλαιο) είναι €100εκ.
- Ο αγοραστής του CDS θα πληρώνει 90 b.p. ανά έτος (σε τριμηνιαίες δόσεις).
- b.p. : μονάδες βάσης, 1 b.p. = 0.01%
- Η δόση του CDS υπολογίζεται με το % ανά έτος και μετά διαιρείται δια 4 για να καθοριστεί η τριμηνιαία δόση.
- Στο CDS του διαγράμματος, εάν δεν υπάρχει credit event, ο αγοραστής δεν παίρνει κάποια αποζημίωση, αλλά πληρώνει στον πωλητή περίπου €225,000 το τρίμηνο. (συνήθως υπάρχουν προκαθορισμένες ημερομηνίες πληρωμών, όπως γενικά στα παράγωγα).
- Εάν υπάρξει κάποιο πιστωτικό γεγονός, ο αγοραστής θα λάβει ένα σημαντικό ποσό ως αποζημίωση.

Credit Default Swaps – CDS - Παράδειγμα

- Ας υποθέσουμε ότι ο αγοραστής, ειδοποιεί τον πωλητή για ένα πιστωτικό γεγονός στις 20/5/2019 (5 μήνες μέσα στον 3ο χρόνο).
- Εάν το συμβόλαιο προβλέπει φυσική παράδοση, ο αγοραστής του CDS θα έχει το δικαίωμα να πουλήσει στο πωλητή του CDS, ομόλογα του reference entity, με ονομαστική τιμή €100εκ, για €100εκ.
- Εάν, όπως είναι και το πιο συνηθισμένο, υπάρχει διακανονισμός με μετρητά για την διαφορά των αξιών, υπολογίζεται το recovery rate και ο πωλητής του CDS πληρώνει τη διαφορά.
- Ας υποθέσουμε ότι το recovery rate είναι €35εκ. για κάθε €100εκ. ονομαστικής αξίας.
- Αυτό σημαίνει ότι ο πωλητής του CDS θα πρέπει να πληρώσει στον αγοραστή του CDS, $€100\text{εκ} - €35\text{εκ} = €65\text{εκ}$.

Credit Default Swaps – CDS - Παράδειγμα

- Οι πληρωμές από τον αγοραστή στον πωλητή του CDS σταματάνε όταν υπάρχει πιστωτικό γεγονός.
- Παρόλα αυτά, ο αγοραστής θα πρέπει να πληρώσει ότι αντιστοιχεί από την δόση του τριμήνου που συνέβη το credit event.
- Στο παράδειγμά μας, το credit event συνέβη στις 20/5/2019.
- Εάν η τελευταία πληρωμή πραγματοποιήθηκε στις 20/3/2019, τότε ο αγοραστής θα πρέπει να πληρώσει το αντίστοιχο ασφάλιστρο για την περίοδο 20/3/2019 μέχρι 20/5/2019 (περίπου €150,000), αλλά καμιά άλλη πληρωμή.

Credit Default Swaps – CDS - Παράδειγμα

- Το συνολικό ποσό που πληρώνει ο αγοραστής του CDS στον πωλητή, μέσα σε ένα χρόνο, ως ποσοστό του ονομαστικού ποσού, είναι γνωστό ως CDS spread.
- Υπάρχουν CDS πολλών διαφορετικών χρονικών περιόδων.
- Σημαντικό για ένα CDS είναι ο σαφής ορισμός του credit event.
- Συνήθως είναι η αδυναμία πληρωμής εγκαίρως μίας δόσης (ενός κουπονιού εάν είναι ομόλογο), η αναδιάρθρωση του χρέους ή η χρεοκοπία.

Credit Spreads

- Credit spread: Είναι η επιπλέον επιτοκιακή απόδοση ανά έτος που απαιτούν οι επενδυτές για να αναλάβουν κάποιον συγκεκριμένο πιστωτικό κίνδυνο (credit risk).
- Τα CDS spreads είναι ένας τύπος credit spread.
- Ένας άλλος τύπος είναι τα bond yield spreads: η διαφορά της απόδοσης μεταξύ ενός εταιρικού ομολόγου και ενός κατά τα άλλα ίδιου ομολόγου που όμως δεν έχει κίνδυνο.
- Τα CDS spreads για ένα ομόλογο γενικά θα πρέπει να είναι ίσα με τα bond yield spreads.

Credit Spreads - Παράδειγμα

- Ένα CDS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντισταθμιστεί ο κίνδυνος από μία θέση σε ένα ομόλογο.
- Έστω ότι ένας επενδυτής αγοράζει ένα 5-ετές ομόλογο με απόδοση 7% το χρόνο (πάνω στην ονομαστική του τιμή) και την ίδια στιγμή αγοράζει ένα CDS πάνω στο ίδιο ομόλογο (ή πάνω στο αξιόχρεο του εκδότη του ομολόγου), με ονομαστική τιμή ίδια με την αξία του ομολόγου και με πληρωμή 2% τον χρόνο.
- Μπορούμε να πούμε ότι αυτή στρατηγική μετατρέπει, σε γενικές γραμμές, το ομόλογο σε ένα ομόλογο χωρίς κίνδυνο.
- Εάν το ομόλογο δεν πτωχεύσει ο επενδυτής θα αποκομίζει 5%/έτος.
- Εάν ο εκδότης του ομολόγου πτωχεύσει, ο επενδυτής θα αποκομίζει 5% έως το χρονικό σημείο της χρεοκοπίας, αλλά δεν θα χάσει το κεφάλαιό του.
- Το κεφάλαιό του μπορεί για το υπόλοιπο διάστημα των 5 ετών να το επενδύσει σε μία επένδυση χωρίς κίνδυνο.

Εκτίμηση πιθανότητας χρεοκοπίας από τα Credit Spreads

- Οι πιθανότητες χρεοκοπίας (default probabilities) μπορούν να εξαχθούν από τα credit spreads.
- **Παράδειγμα:** Έστω ότι το 5-ετές credit spread (είτε CDS spread, είτε bond yield) για μία εταιρεία είναι 2.4% και ότι το recovery rate είναι 40%.
- Ο κάτοχος αυτού του εμπορικού ομολόγου αναμένει (θεωρητικά) να χάνει 2.4% τον χρόνο λόγω χρεοκοπίας.
- Δεδομένου του recovery rate (40%), μπορούμε να υπολογίσουμε μία μέση ετήσια πιθανότητα χρεοκοπίας για μία περίοδο 5 ετών, δεδομένου ότι δεν έχει πτωχεύσει νωρίτερα το ομόλογο:

$$\bar{\lambda} = \frac{s(T)}{1 - R}$$

- $s(T)$ είναι το credit spread για μία περίοδο T , R είναι το recovery rate και λ είναι ο μέσος ρυθμός χρεοκοπίας (hazard rate) μεταξύ του χρονικού σημείου 0 και του χρονικού σημείου T .

Εκτίμηση πιθανότητας χρεοκοπίας από τα Credit Spreads

- Στο παράδειγμά μας, ο μέσος ετήσιος ρυθμός χρεοκοπίας για την εταιρεία που αφορά το credit spread είναι:
- $0.024 / (1 - 0.4) = 0.04$ (4%, ανά έτος, δεδομένου ότι δεν έχει υπάρξει νωρίτερα χρεοκοπία).
- Εάν έχουμε στην διάθεσή μας credit spreads για διαφορετικά maturities μπορούμε να υπολογίσουμε ένα term structure από hazard rates.

Εκτίμηση πιθανότητας χρεοκοπίας από τα Credit Spreads - Παράδειγμα

- Έστω ότι τα CDS spreads είναι 50, 60 και 100 b. p. για εταιρικά ομόλογα 3-, 5-, και 10-ετών, αντίστοιχα. (της ίδιας εταιρείας)
- Έστω ακόμη ότι το αναμενόμενο recovery rate είναι 60%.
- Average hazard rate (3-year): $0.005 / (1 - 0.6) = 0.0125$ (1.25%)
- Average hazard rate (5-year): $0.006 / (1 - 0.6) = 0.015$ (1.5%)
- Average hazard rate (10-year): $0.01 / (1 - 0.6) = 0.025$ (2.5%)

- Από αυτό, μπορούμε να υπολογίσουμε ότι ο μέσος ρυθμός χρεοκοπίας μεταξύ 3ου και 5ου έτους, είναι: $(5 * 0.015 - 3 * 0.0125) / 2 = 0.01875$ (1.875%).
- Ο μέσος ρυθμός χρεοκοπίας μεταξύ 5ου και 10ου έτους, είναι: $(10 * 0.025 - 5 * 0.015) / 5 = 0.035$ (3.5%).

Εκτίμηση πιθανότητας χρεοκοπίας από τα Credit Spreads – Ακριβέστερος υπολογισμός

- Τα παραπάνω δουλεύουν καλά όταν το credit spread είναι το CDS spread, ή όταν είναι το bond yield– αρκεί η τιμή του ομολόγου να είναι κοντά στην ονομαστική του τιμή.
- Υπάρχει ένας ακριβέστερος τρόπος υπολογισμού της πιθανότητας χρεοκοπίας, όταν η τιμή του ομολόγου απέχει από την ονομαστική του τιμή.
- **Παράδειγμα:** Έστω 5-ετές ομόλογο με ονομαστική τιμή 100, το οποίο δίνει κουπόνι 6% το έτος (το οποίο πληρώνει ανά 6-μηνο) και ότι η απόδοση του ομολόγου (yield) είναι 7% ανά έτος (με συνεχή ανατοκισμό).
- Έστω ακόμη ότι η απόδοση ενός παρόμοιου ομολόγου αλλά χωρίς κίνδυνο είναι 5% ανά έτος (επίσης με συνεχή ανατοκισμό).

Εκτίμηση πιθανότητας χρεοκοπίας από τα Credit Spreads – Ακριβέστερος υπολογισμός

- Τα yields μας δίνουν την πληροφορία για τις τρέχουσες τιμές των ομολόγων (εάν εφαρμόσουμε τα yields στην προεξόφληση των ροών των ομολόγων οι παρούσες αξίες που θα λάβουμε θα είναι οι τρέχουσες τιμές τους): 95.34 και 104.09.
- Η αναμενόμενη απώλεια από χρεοκοπία για την 5-ετή διάρκεια του ομολόγου με κίνδυνο, είναι: $104.09 - 95.34 = €8.75$ (ανά €100 αξίας).
- Ας υποθέσουμε – για ευκολία – ότι η αδέσμευτη πιθανότητα χρεοκοπίας είναι η ίδια για κάθε έτος και ίση με Q .
- Ακόμη, υποθέτουμε – πάλι για ευκολία - ότι η χρεοκοπία μπορεί να συμβεί στους διακριτούς χρόνους 0.5, 1.5, 2.5, 3.5, και 4.5 χρόνια (πριν την πληρωμή του κουπονιού).
- Απόδοση χωρίς κίνδυνο 5% (συνεχής ανατοκισμός) για όλες τις διάρκειες και recovery rate ίσο με 40%.

Εκτίμηση πιθανότητας χρεοκοπίας από τα Credit Spreads – Ακριβέστερος υπολογισμός

- Μπορούμε να υπολογίσουμε την απώλεια από χρεοκοπία με βάση το Q (δηλαδή με βάση την αδέσμευτη πιθανότητα χρεοκοπίας).
- Από τις τιμές των ομολόγων, γνωρίζουμε την αναμενόμενη απώλεια από χρεοκοπία.
- Συνεπώς μπορούμε να εξισώσουμε και να λύσουμε ως προς Q , βρίσκοντας την πιθανότητα χρεοκοπίας από τα δεδομένα.
- Για κάθε πιθανό σημείο χρεοκοπίας, θα υπολογίζουμε την παρούσα αξία του κόστους χρεοκοπίας (ως συνάρτηση του Q).
- Στην συνέχεια, θα αθροίσουμε τις παρούσες αξίες από τα επιμέρους χρονικά σημεία πιθανής χρεοκοπίας, υπολογίζοντας το συνολικό κόστος χρεοκοπίας, επίσης με βάση το Q .
- Αυτό θα το εξισώσουμε, με το κόστος χρεοκοπίας από το bond yield spread (€8.75) για να βρούμε το Q .

Εκτίμηση πιθανότητας χρεοκοπίας από τα Credit Spreads – Ακριβέστερος υπολογισμός

- Θα δούμε πώς λειτουργεί για ένα χρονικό σημείο, έστω τα 3.5 χρόνια.
- Η αναμενόμενη αξία ενός ομολόγου χωρίς κίνδυνο στα 3.5 χρόνια είναι:
- $3 + 3e^{-0.05*0.5} + 3e^{-0.05*1.0} + 103e^{-0.05*1.5} = €104.34$
- Η απώλεια δεδομένης της χρεοκοπίας είναι η διαφορά μεταξύ τιμής και recovery rate: $104.34 - 40 = €64.34$.
- Η παρούσα αξία της απώλειας δεδομένης της χρεοκοπίας είναι 54.01, συνεπώς η αναμενόμενη απώλεια είναι το γινόμενο: 54.01Q.

Εκτίμηση πιθανότητας χρεοκοπίας από τα Credit Spreads – Ακριβέστερος υπολογισμός

Time (yrs)	Def Prob	Recovery Amount	Risk-free Value	Loss	Discount Factor	PV of Exp Loss
0.5	Q	40	106.73	66.73	0.9753	$65.08Q$
1.5	Q	40	105.97	65.97	0.9277	$61.20Q$
2.5	Q	40	105.17	65.17	0.8825	$57.52Q$
3.5	Q	40	104.34	64.34	0.8395	$54.01Q$
4.5	Q	40	103.46	63.46	0.7985	$50.67Q$
Total						$288.48Q$

Source: Risk Management and Financial Institutions 3e, Chapter 16, Copyright © John C. Hull 2012

Εκτίμηση πιθανότητας χρεοκοπίας από τα Credit Spreads – Ακριβέστερος υπολογισμός

- Συνεπώς: $288.48Q = 8.75$, άρα $Q = 8.75 / 288.48 = 3.03\%$.
- Αυτή είναι η πιθανότητα χρεοκοπίας.
- Μπορούμε να:
 - Θεωρήσουμε ότι οι χρεοκοπίες μπορούν να συμβαίνουν συχνότερα.
 - Θεωρήσουμε ότι δεν είναι σταθερή η αδέσμευτη πιθανότητα χρεοκοπίας, αλλά να υποθέσουμε σταθερό hazard rate ή κάποια δομή στην διαχρονική μεταβολή της πιθανότητας μέσα στον χρόνο.
 - Χρησιμοποιήσουμε διαφορετικά ομόλογα για να δημιουργήσουμε ένα term structure από πιθανότητες χρεοκοπίας.

Real World Vs Risk Neutral Default Probabilities

- Οι πιθανότητες χρεοκοπίας που εξάγουμε από τις τιμές των ομολόγων ή από τα CDS είναι risk-neutral default probabilities (ή implied default probabilities).
- Τα μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούμε ώστε να εξάγουμε τις πιθανότητες αυτές, θεωρούν ότι οι επενδυτές είναι risk neutral, δηλαδή δεν απαιτούν μεγαλύτερη απόδοση για την ανάληψη κινδύνων.
- Στο προηγούμενο παράδειγμα, προεξοφλήσαμε με το risk-free rate, όταν στην πράξη οι επενδυτές μπορεί να απαιτούν μεγαλύτερη απόδοση.

Real World Vs Risk Neutral Default Probabilities

- Οι πιθανότητες χρεοκοπίας που υπολογίζουμε από ιστορικά δεδομένα είναι οι real world default probabilities (ή physical default probabilities).
- Σύγκριση: 7 year hazard rates from the Moody's data (real world default probabilities) Vs 7 year default intensities from Merrill Lynch data (risk neutral default intensities). (επόμενη διαφάνεια)

Real World Vs Risk Neutral Default Probabilities

Rating	Historical Hazard Rate (% per annum)	Hazard Rate from bonds (% per annum)	Ratio	Difference
Aaa	0.03	0.60	17.2	0.57
Aa	0.06	0.73	11.5	0.67
A	0.18	1.15	6.5	0.97
Baa	0.44	2.13	4.8	1.69
Ba	2.23	4.67	2.1	2.44
B	6.09	8.02	1.3	1.93
Caa	13.52	18.39	1.4	4.87

Real World Vs Risk Neutral Default Probabilities

- Ποιες πιθανότητες πρέπει να χρησιμοποιούμε τελικά;
- Εξαρτάται από το τι θέλουμε να υπολογίσουμε.
- Για λόγους αποτίμησης πιστωτικών παραγώγων ή για την μέτρηση της επίδρασης της πιθανότητας χρεοκοπίας στις τιμές άλλων περιουσιακών στοιχείων: risk neutral default probabilities.
- Όταν κατασκευάζουμε σενάρια για τις πιθανές απώλειες στο μέλλον από χρεοκοπίες, χρησιμοποιούμε τις real world default probabilities.
- Αυτές χρησιμοποιούμε και για τον υπολογισμό των εποπτικών κεφαλαίων.