

Κεφάλαιο 5: Πιστωτικός κίνδυνος

5.1 Η έννοια του πιστωτικού κινδύνου

Ορισμός 1: Ο πιστωτικός κίνδυνος είναι άμεσα συνδεδεμένος με τη φύση των δραστηριοτήτων μιας τράπεζας και ορίζεται ως **ο κίνδυνος αθέτησης των υποχρεώσεων των πιστούχων της**. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει σημαντικές ζημιές και επιδείνωση των οικονομικών της μεγεθών και κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, να διακυβευτεί η ίδια η ύπαρξή της.

Ορισμός 2: Κατά άλλη έκφραση ο πιστωτικός κίνδυνος είναι η πιθανότητα διαγραφής ενός δανείου από τον ισολογισμό της, ως ζημιά εξ' επισφαλών απαιτήσεων, συνιστά δε την ουσία του πιστωτικού κινδύνου για τη χρηματοδότηση τράπεζα.

Η πιθανότητα αυτή είναι συνάρτηση των ακόλουθων παραγόντων:

- **Του τρόπου αποπληρωμής του δανείου:** ο οποίος επηρεάζει όπως είναι φυσικό την εξέλιξη του ανεξόφλητου ύψους του δανείου μέχρι τη λήξη του.
- **Της χρηματοοικονομικής κατάστασης του πελάτη:** η οποία επηρεάζει την ικανότητά του να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις του για την καταβολή των τόκων και των δόσεων του δανείου. Η χρηματοοικονομική κατάσταση του πελάτη αποτυπώνεται στην κατάταξη στην οποία η τράπεζα κατατάσσει τον πελάτη της με βάση ορισμένα ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια τα οποία αναφέρονται στη δομή του ισολογισμού, το ιστορικό της επιχείρησης, το επίπεδο της διοίκησης και τις προοπτικές του κλάδου. Πελάτες με καλή αξιολόγηση που δραστηριοποιούνται σε δυναμικούς κλάδους παρουσιάζουν χαμηλότερη πιθανότητα αθέτησης των συμβατικών τους υποχρεώσεων.
- **Της διάρκειας του δανείου:** τα μακροπρόθεσμα δάνεια παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα μεταφοράς τους στις οριστικές καθυστερήσεις γιατί σε βάθος χρόνου αυξάνεται και η πιθανότητα μεταβολής της αξιολόγησης του πελάτη.
- **Της ποιότητας των εξασφαλίσεων:** από την οποία εξαρτάται το ποσοστό του δανείου που η τράπεζα ανακτά σε περίπτωση που αυτό μεταφερθεί στις καθυστερήσεις και η τράπεζα επιδιώξει τη ρευστοποίηση των εξασφαλίσεων προκειμένου να επανακτήσει μέσω αυτών μέρος του δανείου.

5.2 Σπουδαιότητα πιστωτικού κινδύνου για τις τράπεζες

Η ιστορία των τραπεζικών συστημάτων σε όλο τον κόσμο διδάσκει ότι ο πιστωτικός κίνδυνος αποτελεί τη **σοβαρότερη απειλή για τη φερεγγυότητα των πιστωτικών οργανισμών**. Οι περισσότερες χρεοκοπίες τραπεζών έχουν συνδεθεί μέχρι στιγμής με τα προβλήματα που δημιουργούν στον ισολογισμό των τραπεζών οι ζημιές από επισφαλείς απαιτήσεις. Είναι προφανές ότι οι ζημιές από επισφαλείς απαιτήσεις μειώνουν την κερδοφορία και τα αποθεματικά της τράπεζας, γεγονός με δυσμενείς επιπτώσεις στην πιστοληπτική ικανότητα και το κόστος δανεισμού της στη διατραπεζική αγορά.

Η σημασία λοιπόν του πιστωτικού κινδύνου για τη σταθερότητα των τραπεζικών οργανισμών, οδήγησε τις εποπτικές αρχές των τραπεζικών συστημάτων στην καθιέρωση αποδεκτών κανόνων ελέγχου των κινδύνων των τραπεζικών χαρτοφυλακίων χορηγήσεων. Οι κανόνες αυτοί είναι γνωστοί ως **κανόνες της Βασιλείας** (βλ. κεφ. 6) επειδή σε συνεδριάσεις για την υιοθέτησή τους γίνονται στην ομώνυμη πόλη της Ελβετίας.

Ο γνωστότερος από τους ανωτέρω κανόνες, γνωστός και ως **κανόνας για το συντελεστή φερεγγυότητας των τραπεζών**, εξαρτά τη φερεγγυότητα μιας τράπεζας από την σχέση των ιδίων της κεφαλαίων προς το ύψος των πιστοδοτήσεων της και των λοιπών τοποθετήσεων της που έχουν πιστωτικό κίνδυνο. Η σχέση αυτή δεν πρέπει να διαμορφώνεται σε επίπεδα χαμηλότερα του 8%. Με άλλα λόγια, για δάνεια ύψους 1.000.000 που χορηγεί ένα πιστωτικό ίδρυμα, το 8% τουλάχιστον (προφανώς και όσο μεγαλύτερο το ποσοστό αυτό τόσο υγιέστερο το πιστωτικό ίδρυμα) πρέπει να προέρχεται από τα Ίδια Κεφάλαιά της (μετοχικό + αποθεματικά) και το 92% από ξένα κεφάλαια (π.χ. Καταθέσεις ιδιωτών σε λογαριασμούς ταμειευτηρίων ή προθεσμίας). Η ίδια συνθήκη μπορεί να εκφραστεί και αντίστροφα, δηλαδή για κάθε 1.000.000 ιδίων κεφαλαίων, η τράπεζα μπορεί να χορηγήσει δάνεια ύψους 12.500.000.

Σκοπός λοιπόν της **πιστωτικής ανάλυσης** είναι ο περιορισμός των επισφαλειών που ανακύπτει από την κακή εξυπηρέτηση μιας οποιασδήποτε μορφής δανείου, η όσο το δυνατόν έγκαιρη ανίχνευση οποιουδήποτε προβλήματος ανακλύει στο μέλλον στην εξόφληση ενός δανείου, στην ανάλυση της οικονομικής κατάστασης και κατ' επέκταση της πιστοληπτικής ικανότητας του πελάτη.

5.3 Μέτρηση και αμοιβή του πιστωτικού κινδύνου

Η ανάληψη του πιστωτικού κινδύνου από τις τράπεζες γίνεται έναντι κάποιας αμοιβής η οποία ενσωματώνεται στο επιτόκιο χρηματοδότησης, το οποίο εμπεριέχει και το premium (περιθώριο) του κινδύνου. Παράλληλα, ο αναλαμβανόμενος κίνδυνος συντελεί στη διαμόρφωση του ανοίγματος ανάμεσα στο επιτόκιο άντλησης κεφαλαίων και στο επιτόκιο χρηματοδοτήσεων, αλλά και στο διαφορετικό ύψος των επιτοκίων χρηματοδοτήσεων, αφού τα επιτόκια επηρεάζονται ευθέως από το ύψος του αναλαμβανόμενου κινδύνου. Σημαντικό επομένως θέμα αποτελεί η μέτρηση (ποσοτικοποίηση) του αναλαμβανόμενου κινδύνου.

Οι βασικές μέθοδοι μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου είναι:

1. Η μέθοδος **credit scoring** για χρηματοδοτήσεις ιδιωτών, επαγγελματιών και μικρών επιχειρήσεων. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει πρόγραμμα αξιολόγησης μέσω υπολογιστικών συστημάτων το οποίο μετά την εισαγωγή στοιχείων από τον αξιολογητή βαθμολογεί και κατατάσσει τον δανειζόμενο σε κατηγορία πιστωτικού κινδύνου.
2. Η μέθοδος **credit rating** για τις χρηματοδοτήσεις μεγάλων επιχειρήσεων ή τοποθετήσεις σε τίτλους επιχειρήσεων. Η αξιολόγηση πραγματοποιείται από εξειδικευμένα στελέχη με βάση την εμπειρία, τη γνώση και τη συνεχή παρακολούθηση του πιστούχου, για αυτό και εμπεριέχει υποκειμενική κρίση. Η μέθοδος καταλήγει σε ακριβέστερα αποτελέσματα και κατάταξη του δανειζόμενου σε κατηγορία πιστωτικού κινδύνου λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία που δεν μπορούν να συμπεριληφθούν σε ένα αντικειμενικό σύστημα.

Συστήματα Βαθμολόγησης Πιστοληπτικής Ικανότητας Δανειοληπτών (Σ.Β.Π.Ι.Δ.) (μοντέλα credit scoring)

Τα Συστήματα Βαθμολόγησης Πιστοληπτικής Ικανότητας Δανειοληπτών (Σ.Β.Π.Ι.Δ.) που είναι γνωστά και ως **μοντέλα credit scoring** χρησιμοποιούν δεδομένα από παρατηρήσεις των χαρακτηριστικών των δανειστών, είτε για να μετρήσουν την πιθανότητα επισφάλειας της τράπεζας από την ανάληψη μιας συγκεκριμένης χορήγησης, είτε για να ταξινομήσουν τους δανειστές σε διάφορες κατηγορίες επισφαλών πελατών. Επιλέγοντας και συνδέοντας διαφορετικά οικονομικά και χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά δανειστών, ο υπεύθυνος του

Σ.Β.Π.Ι.Δ. ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος μπορεί να σχηματίσει αριθμητικούς παράγοντες που να εξηγούν σε σημαντικό βαθμό τον πιστωτικό κίνδυνο και να εκτιμήσει τα πιθανά αποθεματικά που απαιτούνται για να αντιμετωπίσει η τράπεζα πιθανές μελλοντικές ζημιές από ανεξόφλητα δάνεια.

Ως παράδειγμα, αναφέρουμε ότι για ένα καταναλωτικό δάνειο τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά ενός μοντέλου credit scoring θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν το εισόδημα, τα περιουσιακά στοιχεία, την ηλικία, την απασχόληση και τη διαμονή. Γνωστές στην αγορά για την έγκριση ή μη ενός καταναλωτικού – προσωπικού δανείου ή μιας πιστωτικής κάρτας είναι οι αποκαλούμενες credit scoring cards (scorecards), όπου με την καταχώρηση μιας αίτησης, από συγκεκριμένα πεδία της λαμβάνονται στοιχεία όπως: εισόδημα, ακίνητη περιουσία, επάγγελμα, κλπ. και υπολογίζεται με σύστημα προσθαφαίρεσης βαθμών ένα αποτέλεσμα βάσει του οποίου εγκρίνεται ή όχι το αιτούμενο δάνειο.

Ορισμός: Η πιστοληπτική βαθμολόγηση (credit score) είναι ένας αντικειμενικός δείκτης της πιθανότητας αθέτησης υποχρεώσεων που προσπαθεί να διακρίνει τους «καλούς» από τους «κακούς» δανειολήπτες (όπου «καλοί» θεωρούνται οι καλοπληρωτές και «κακοί» οι κακοπληρωτές) χρησιμοποιώντας διαθέσιμα **χαρακτηριστικά** (π.χ., δημογραφικά στοιχεία, δεδομένα οικονομικής συμπεριφοράς, ιστορικό χορηγήσεων και πληρωμών, κλπ.), κατάσσοντας σε μια αριθμητική κλίμακα (βαθμολογία) τους υποψήφιους δανειολήπτες.

Αυτή η βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 600. Όσο πιο κοντά στο 0 είναι η βαθμολογία του υποψήφιου δανειολήπτη, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος αθέτησης υποχρεώσεων ενώ όσο πιο κοντά στο 600 είναι η βαθμολογία, τόσο χαμηλότερος είναι ο κίνδυνος αθέτησης υποχρεώσεων.

Scorecard: Η scorecard είναι ένα εργαλείο που υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων στον πιστωτικό κλάδο. Έστω X ένα n -διάνυσμα μεταβλητών που χαρακτηρίζει μια αίτηση για ένα πιστωτικό προϊόν (π.χ. δάνειο). Η απόδοση των προηγουμένως εγκεκριμένων δανείων είναι γνωστή στον λήπτη της απόφασης. Έστω δ μια μεταβλητή δυαδικής απόκρισης που δείχνει εάν παρατηρήθηκε γεγονός αθέτησης για το δάνειο λαμβάνοντας τις τιμές 0 και 1 που αντιστοιχούν αντίστοιχα σε δάνεια που έχουν και που δεν έχουν δοθεί. Όταν θέλουμε να αποφασίσουμε για μια αίτηση με

χαρακτηριστικά x , είναι σημαντικό να έχουμε μια εκτίμηση της μεταγενέστερης (posterior) πιθανότητας $p(+1/x)$ ότι το δάνειο θα αποδειχθεί μη εξυπηρετούμενο (non-performing) εάν χορηγηθεί. Μια scorecard παρέχει μια τέτοια εκτίμηση. Στη συνέχεια, ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων μπορεί να συγκρίνει το $p(+1/x)$ που υπολογίζεται από το μοντέλο με ένα όριο (threshold) τ , **εγκρίνοντας το δάνειο εάν $p(+1/x) \leq \tau$** και απορρίπτοντας το διαφορετικά. Το πρόβλημα της εκτίμησης του $p(+1/x)$ ανήκει στο πεδίο της ανάλυσης ταξινόμησης. Συγκεκριμένα, **μια scorecard είναι το αποτέλεσμα της εφαρμογής ενός αλγόριθμου ταξινόμησης σε ένα σύνολο δεδομένων προηγούμενων δανείων.**

Παράδειγμα: Έστω μια scorecard:

SCORECARD		
CHARACTERISTIC	VALUE	SCORE
Total debt (€)	< 10.000	120
	10.000-50.000	150
	> 50.000	210
Maximum Current Delinquency (months)	0 ή 1	250
	2	80
	≥ 3	-50
Age (date of previous approval)	< 2 έτη	80
	≥ 2 έτη	120

Και έστω ότι ο δανειολήπτης 1 έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

SCORECARD		
CHARACTERISTIC	VALUE	SCORE
Total debt (€)	< 10.000	120
	15.000	150
	> 50.000	210
Maximum Current Delinquency (months)	0	250
	2	80
	≥ 3	-50
Age (date of previous approval)	< 2 έτη	80
	≥ 2 έτη	120

Τότε το σκορ του δανειολήπτη 1 είναι: $150 + 250 + 80 = 480$.

Έστω ότι ο δανειολήπτης 2 έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

SCORECARD		
CHARACTERISTIC	VALUE	SCORE
Total debt (€)	< 10.000	120
	15.000	150
	>50.000	210
Maximum Current Delinquency (months)	0	250
	2	80
	≥3	-50
Age (date of previous approval)	< 2 έτη	80
	≥ 2 έτη	120

Τότε το σκορ του δανειολήπτη 2 είναι: $210 - 50 + 120 = 280$.

Ποιός από τους δύο δανειολήπτες διατρέχει μεγαλύτερο κίνδυνο αθέτησης? Μεγαλύτερο κίνδυνο διατρέχει ο δανειολήπτης με το μικρότερο score, άρα ο δανειολήπτης 2.

Το Σ.Β.Π.Ι.Δ. αποτελεί κυρίως τη **χρήση προηγούμενης γνώσης της απόδοσης και των χαρακτηριστικών παρελθόντων δανειοδοτήσεων του πελάτη**, ή σε περίπτωση που δεν υπάρχουν, της πραγματικής χρηματοοικονομικής του θέσης, **με σκοπό να προβλεφθεί η απόδοση του μελλοντικού δανεισμού**.

- Για παράδειγμα, όταν ένας τραπεζικός υπάλληλος κρίνει τον κίνδυνο πίστωσης ενός δυνητικού του πελάτη, συγκρίνοντάς τον με άλλους πελάτες, βάσει της εμπειρίας του, χρησιμοποιεί τη βαθμολόγηση της πιστοληπτικής του ικανότητας, στοιχείο, αντικειμενικού προσδιορισμού της ποιότητας της συγκεκριμένης χορήγησης.
- Επιπλέον, όταν ένα πιστωτικό ίδρυμα δραστηριοποιείται στη λιανική τραπεζική και υιοθετεί μια πολιτική να μην ανανεώνει τα Πιστοδοτικά Όρια (Π.Ο.) σε πελάτες που είχαν περιόδους καθυστερούμενων οφειλών άνω των 30 ημερών σε προηγούμενο δανεισμό τους, αποτελεί ένα τύπο βαθμολόγησης της πιστοληπτικής ικανότητας του πελάτη.

Η στατιστική βαθμολόγηση, με άλλα λόγια, είναι η χρήση της ποσοτικής γνώσης της απόδοσης και των χαρακτηριστικών των παρελθόντων

δανείων του πελάτη, που καταγράφονται σε μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων, με σκοπό να προβλέψουν την απόδοση μελλοντικών δανείων του.

5.4 Στάδια μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου

Τα 2 στάδια μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου είναι τα εξής:

1^ο στάδιο: Αξιολόγηση του πιστωτικού κινδύνου

Η αξιολόγηση του πιστωτικού κινδύνου καταλήγει σε κατάταξη των πιστούχων σε κατηγορίες (βαθμίδες) πιστωτικού κινδύνου, σε μια γνωστή εκ των προτέρων κλίμακα διαβαθμίσεων, και πραγματοποιείται με τη χρήση της μεθόδου credit rating ή της credit scoring.

Πρώτο βήμα, για την κατάταξη αποτελεί η απόφαση για τον αριθμό των βαθμίδων πιστωτικού κινδύνου, δηλαδή η διαμόρφωση της κλίμακας διαβαθμίσεων. Το επίπεδο κινδύνου για κάθε δανειολήπτη καθορίζεται χρησιμοποιώντας κατάλληλο σύστημα βαθμολόγησης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται κατηγορίες πιστωτικού κινδύνου από τις πιο γνωστές από τις αρμόδιες εταιρείες:

Βαθμίδα	Fitch	Moody's	S&P
1	AAA έως AA	Aaa έως Aa3	AAA έως AA
2	A+ έως A	A1 έως A3	A+ έως A
3	BBB+ έως BBB	Baa1 έως Baa3	BBB+ έως BBB
4	BB+ έως BB	Ba1 έως Ba3	BB+ έως BB
5	B+ έως B	B1 έως B3	B+ έως B
6	CCC+ και κάτω	Caa1 και κάτω	CCC+ και κάτω

- Αντιστοίχιση των διαβαθμίσεων των διαφόρων οίκων αξιολόγησης πιστοληπτικής ικανότητας με τις βαθμίδες 1-6.
- Οι Τράπεζες πρέπει να χρησιμοποιούν με συστηματικό τρόπο τους οίκους αξιολόγησης και να δημοσιοποιούν ποιους οίκους χρησιμοποιούν.

Ταυτόχρονα, προσδιορίζονται τα κριτήρια ή τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν για την κατάταξη, καθώς και ο βαθμός συμμετοχής του κάθε κριτηρίου.

Τα κριτήρια αξιολόγησης του πιστωτικού κινδύνου διακρίνονται σε:

1. Ποσοτικά (οικονομικές καταστάσεις επιχείρησης και φορέων)
2. Ποιοτικά (ικανότητα φορέων, οργάνωση και διοίκηση, εμπειρία, τεχνολογία, ανταγωνισμός κ.ά.
3. Κριτήρια συναλλακτικής συμπεριφοράς (συνέπεια, φερεγγυότητα)

Παράλληλα, απαιτείται η διαμόρφωση του ηλεκτρονικού συστήματος αξιολόγησης και παρακολούθησης των αξιολογήσεων διαχρονικά, η δημιουργία των κατάλληλων αλγορίθμων και η διαμόρφωση των συστημάτων αυτόματης άντλησης στοιχείων από τα δεδομένα της τράπεζας.

Ταυτοχρόνως, έχουμε και την αξιολόγηση των ανοιγμάτων της τράπεζας (χρηματοδοτήσεων, τοποθετήσεων σε μετοχές, σε ομόλογα, κλπ) και η κατάταξη αυτών σε βαθμίδες πιστωτικού κινδύνου. Διαμορφώνεται έτσι ένα σύστημα διαβαθμίσεων.

2^ο στάδιο: Παράμετροι μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου

Μετά την ολοκλήρωση της πρώτης κατάταξης των πιστούχων σε βαθμίδες πιστωτικού κινδύνου αρχίζει το στάδιο της επαναξιολόγησης αυτών, σε τακτά χρονικά διαστήματα και η επανακατάταξη αυτών στην ίδια ή σε άλλη βαθμίδα πιστωτικού κινδύνου.

Τα στοιχεία της παρακολούθησης και τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας, τα οποία οδηγούν στη διαμόρφωση των παραμέτρων του πιστωτικού κινδύνου, περιλαμβάνουν:

A) Καταγραφή των πιστούχων οι οποίοι κατά την επαναξιολόγηση κατατάσσονται σε διαφορετική από την προηγούμενη βαθμίδα πιστωτικού κινδύνου, αλλά και εκείνων που παραμένουν στην ίδια βαθμίδα.

B) Καταγραφή των πιστούχων οι οποίοι είτε στο χρόνο της επαναξιολόγησης ή σε άλλο χρόνο, μεταφέρονται στην κατηγορία

αθέτησης υποχρέωσης (default). Η μεταφορά αυτή προϋποθέτει τον ορισμό γεγονότος αθέτησης:

- **Αθέτηση=Πιστωτικό γεγονός** : Το πιστωτικό ίδρυμα θεωρεί ότι ο πιστούχος είναι **ευλόγως πιθανό** να μην εκπληρώσει στο σύνολό τους τις υποχρεώσεις πληρωμών του προς αυτό εφόσον έχουν επέλθει συγκεκριμένα γεγονότα όπως: ο πιστούχος έχει ζητήσει να κηρυχθεί ή έχει κηρυχθεί σε πτώχευση, η πιστοληπτική του ικανότητα έχει επιδεινωθεί σημαντικά, έχουν σχηματισθεί προβλέψεις και γενικά έχει γίνει αναπροσαρμογή (μείωση) της αξίας του δανείου λόγω σημαντικής επιδείνωσης της ποιότητας του δανείου από το χρόνο της χορήγησής του.
- **Καθυστέρηση** : Ο πιστούχος έχει εμφανίσει ουσιαστική καθυστέρηση άνω των 90 ημερών στην αποπληρωμή κάποιας από τις υποχρεώσεις του προς το πιστωτικό ίδρυμα.

Η διαδικασία αυτή διαμορφώνει το στατιστικό μέγεθος της **πιθανότητας αθέτησης (Probability of Default-PD)**: η πιθανότητα αθέτησης των υποχρεώσεων πληρωμής ενός αντισυμβαλλομένου σε περίοδο ενός έτους. Η PD δεν αναφέρεται στο ύψος (ποσό) απώλειας αλλά στη **πιθανότητα ύπαρξης αυτής της απώλειας**, και κατά κανόνα, είναι διαφορετική σε κάθε χαρτοφυλάκιο ή σε τμήματα των πιστούχων με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, οι πιστωτικές κάρτες έχουν συνήθως υψηλότερες πιθανότητες αθέτησης από τα στεγαστικά δάνεια.

Γ) Καταγραφή των ποσών που καταλήγουν στην κατηγορία αθέτησης υποχρεώσεων, παράλληλα με τους αντίστοιχους πιστούχους. Η διαδικασία αυτή διαμορφώνει το στατιστικό μέγεθος της **ποσοστιαίας ζημίας σε περίπτωση αθέτησης (Loss Given Default-LGD)**: η ζημιά δεδομένης της αθέτησης ως ποσοστό επί του ανοίγματος που είναι σε κατάσταση αθέτησης (δηλαδή προς το ποσό που είναι ανεξόφλητο κατά το χρόνο της αθέτησης).

Για την εκτίμηση των παραμέτρων LGD και PD προτείνονται δύο βασικές προσεγγίσεις:

- **Τυποποιημένη Μέθοδος (Standardized approach (SA))**
- **Μέθοδος Εσωτερικών Διαβαθμίσεων (Internal Ratings Based (IRB))**
 - Θεμελιώδης (Fundamental IRB (FIRB))
 - Εξελιγμένη (Advanced IRB (ARB))

Πέραν των παραπάνω παραμέτρων σημαντική είναι και η γνώση των ακόλουθων παραμέτρων:

- **Άνοιγμα** (Exposure): στοιχείο, εντός ή εκτός ισολογισμού, που δημιουργεί ή ενδέχεται να δημιουργήσει απαίτηση του πιστωτικού ιδρύματος.
- **Έκθεση** (Exposure at Default): το άνοιγμα (σε απόλυτο ποσό) που είναι σε κατάσταση αθέτησης.
- **Εναπομένουσα διάρκεια μέχρι τη λήξη** (Maturity-M): η ληκτότητα μιας απαίτησης ή ενός ανοίγματος.

5.5 Διασφαλιστική αξία εξασφαλίσεων και ποσοστιαία ζημιά σε περίπτωση αθέτησης

Οι εξασφαλίσεις (καλύμματα) των χρηματοδοτήσεων δεν λαμβάνονται υπόψη στην αξιολόγηση του πιστωτικού κινδύνου και στην κατάταξη του πιστούχου σε βαθμίδα κατάταξης. Ο ρόλος του αναδεικνύεται μετά την κατάταξη του πιστούχου και εστιάζει στον περιορισμό του πιστωτικού κινδύνου και στον υπολογισμό της **ποσοστιαίας ζημίας σε περίπτωση αθέτησης (LGD)**.

Οι εξασφαλίσεις κατατάσσονται σε 2 κατηγορίες:

- **Ενοχικές** εξασφαλίσεις (εγγυήσεις και τριτεγγυήσεις)
- **Εμπράγματατες** εξασφαλίσεις οι οποίες διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:
- Περιλαμβάνει: υποθήκες και προσημειώσεις υποθηκών επί ακινήτων.
- Περιλαμβάνει: ενέχυρα καθε μορφής (τίτλων, απαιτήσεων, χρεογράφων, μετρητών, καταθέσεων, κλπ)

Σύγχρονες μορφές εξασφαλίσεων αποτελούν τα **πιστωτικά παράγωγα (credit derivatives)**.

Γενικά, οι εξασφαλίσεις μπορεί να καλύπτουν το σύνολο ή μέρος του αναλαμβανόμενου, μέσω της χρηματοδότησης, πιστωτικού κινδύνου. Το ποσοστό κάλυψης της χρηματοδότησης εξαρτάται από την πραγματική αξία της εξασφάλισης γνωστής ως **διασφαλιστικής αξίας**.

Από τη στατιστική παρακολούθηση των εξασφαλίσεων προκύπτει η διασφαλιστική αξία κάθε ομάδας εξασφαλίσεων και ταυτόχρονα ένας συντελεστής μείωσης της ονομαστικής ή εκτιμημένης αξίας. Εάν είναι γνωστός ο συντελεστής μείωσης της ονομαστικής αξίας της εξασφάλισης, μπορούμε να υπολογίσουμε την πραγματική ρευστοποιήσιμη αξία ή διασφαλιστική αξία της:

$$\Delta A = OA - (OA * \Sigma M)$$

όπου:

ΔA = διασφαλιστική αξία εξασφάλισης

OA = ονομαστική αξία εξασφάλισης

ΣM = συντελεστής μείωσης αξίας

Παράδειγμα: Έστω ότι η ονομαστική αξία ενός ακινήτου που έχει προσφερθεί προς εξασφάλιση ανέρχεται σε €200.000 και ο στατιστικά υπολογισμένος συντελεστής μείωσης της αξίας του είναι 40%, τότε η διασφαλιστική αξία του είναι:

$$\Delta A = OA - (OA * \Sigma M) = 200.000 - (200.000 * 0,40) = 120.000$$

Η διασφαλιστική αξία εξασφάλισης ως ποσοστό προκύπτει από:

$$\Delta A = \left[\frac{[OA - (OA * \Sigma M)]}{OA} \right] * 100$$

Συνέχεια παραδείγματος: Η ποσοστιαία διασφαλιστική αξία είναι:

$$\begin{aligned} \Delta A &= \left[\frac{[OA - (OA * \Sigma M)]}{OA} \right] * 100 = \\ &= \left[\frac{[200.000 - (200.000 * 0,4)]}{200.000} \right] * 100 = 60\% \end{aligned}$$

Με γνωστή τη διασφαλιστική αξία της εξασφάλισης και υποθέτοντας ότι η εξασφάλιση είναι ο μοναδικός παράγοντας που επηρεάζει το άνοιγμα (EAD), μπορούμε να υπολογίσουμε την **ποσοστιαία ζημία σε περίπτωση αθέτησης (Loss Given Default-LGD)**:

$$LGD = \left[\frac{EAD - (OA * (1 - \Sigma M))}{EAD} \right] * 100$$

Συνέχεια παραδείγματος: Αν υποθέσουμε ότι το άνοιγμα (EAD) ανέρχεται σε 200.000, όση δηλαδή και η ονομαστική αξία της εξασφάλισης, το LGD είναι:

$$\begin{aligned} LGD &= \left[\frac{EAD - (OA * (1 - \Sigma M))}{EAD} \right] * 100 = LGD \\ &= \left[\frac{200.000 - (200.000 * (1 - 0,40))}{200.000} \right] * 100 = 40\% \end{aligned}$$

Αν το άνοιγμα κατά το χρόνο της αθέτησης ανέρχεται σε 300.000, το LGD υπολογίζεται σε:

$$\left[\frac{300.000 - (200.000 * (1 - 0,40))}{300.000} \right] * 100 = 60\%$$

5.6 Αναμενόμενη ζημιά

Γνωρίζοντας τις παραπάνω παραμέτρους πιστωτικού κινδύνου, η τράπεζα διαθέτει τα κύρια εργαλεία για τον προσδιορισμό της **αναμενόμενης ζημιάς (Expected Loss-EL)**, των **επιτοκίων** ανά κατηγορία διαβάθμισης και ανά πιστούχο ή ανά χρηματοδότη και παράλληλα για τον καθορισμό των **καλυμμάτων** (εξασφαλίσεων) για την πλήρη κάλυψη του κινδύνου.

$$\text{Ποσοστιαία αναμενόμενη ζημιά} = (\%EL) = PD * LGD$$

$$\text{Ποσό αναμενόμενης ζημιάς} = (\%EL) * EAD$$

Παράδειγμα: Υποθέτουμε ότι το υπόλοιπο μιας χρηματοδότησης (EAD) συγκεκριμένου πιστούχου ανέρχεται σε €100.000, η πιθανότητα αθέτησης έχει υπολογιστεί 5% και η ποσοστιαία ζημιά σε περίπτωση αθέτησης (LGD) έχει υπολογιστεί 40%. Υπολογίστε την ποσοστιαία αναμενόμενη ζημιά και την ποσοτική αναμενόμενη ζημιά.

Λύση:

$$(\%EL) = PD * LGD = 0,05 * 0,40 = 0,02 = 2\%$$

$$\begin{aligned} \text{Ποσό αναμενόμενης ζημιάς} &= (\%EL) * EAD = 0,02 * 100.000 \\ &= 2.000 \end{aligned}$$

Τα αποτελέσματα αυτά αποκαλύπτουν τη «συνεισφορά» του συγκεκριμένου πιστούχου στη συνολική ζημιά της βαθμίδας που έχει καταταγεί.

Δηλαδή, η τιμολόγηση του πιστωτικού κινδύνου που, εκφράζεται με ένα περιθώριο (spread) που προστίθεται στο βασικό επιτόκιο, θα διαμορφωθεί από τη γενική τιμολόγηση της βαθμίδας.

Επομένως, το περιθώριο (spread) για την κάλυψη του αναλαμβανόμενου πιστωτικού κινδύνου του συγκεκριμένου πιστούχου θα οριστεί ως 2%.

5.7 Τιμολόγηση χρηματοδοτικών προϊόντων και εξασφαλίσεις

Γνωρίζοντας το συντελεστή μείωσης της εκτιμημένης ή ονομαστικής αξίας μιας εξασφάλισης (κάλυμμα) ή αντίστροφα τη διασφαλιστική του αξία, μπορούμε να προσδιορίσουμε το ονομαστικό ύψος της εξασφάλισης που καλύπτει σε ποσοστό 100% το άνοιγμα (EAD) της χρηματοδότησης.

Ουσιαστικά καλούμαστε να εξισώσουμε τη διασφαλιστική αξία του καλύμματος με το ύψος του ανοίγματος, δηλαδή:

$$\Delta A = EAD$$

ή

$$OA - (OA * \Sigma M) = EAD$$

Λύνοντας έχουμε:

$$EAD = OA(1 - \Sigma M)$$

και

$$OA = EAD / (1 - \Sigma M)$$

Παράδειγμα: Υποθέτοντας ότι η διασφαλιστική αξία της εξασφάλισης ανέρχεται σε 40% της ονομαστικής, ο συντελεστής μείωσης της ονομαστικής αξίας ανέρχεται σε 60%. Αν το ύψος της χρηματοδότησης (EAD) ανέρχεται σε €100.000, ποια θα είναι η ονομαστική αξία του καλύμματος (OA), ώστε η χρηματοδότηση να καλύπτεται πλήρως?

Λύση:

$$OA = \frac{EAD}{1 - \Sigma M} = \frac{100.000}{1 - 0,6} = 250.000$$

Δηλαδή, στην περίπτωση χρήσης του καλύμματος για την αποπληρωμή της χρηματοδότησης θα εισπραχθεί:

$$250.000 - (250.000 * 60\%) = 100.000$$

Όσο δηλαδή είναι και το άνοιγμα (EAD) της χρηματοδότησης.

Εάν έχουμε υπολογίζει την αναμενόμενη ζημιά της χαμηλότερης και της υψηλότερης κατηγορίας πιστωτικού κινδύνου, μπορούμε να προσδιορίσουμε το άνοιγμα του περιθωρίου.

Για παράδειγμα, αν υποθέσουμε ότι η αναμενόμενη ζημιά της κατηγορίας διαβάθμισης A είναι 0% και της κατηγορίας J (τελευταίας) 6%, το περιθώριο (spread) πάνω από το βασικό επιτόκιο θα κυμαίνεται από 0% έως 6%.

Το περιθώριο του κάθε πιστούχου προσδιορίζεται από την κατηγορία πιστωτικού κινδύνου που κατατάσσεται και από την πραγματική αξία (διασφαλιστική) των καλυμμάτων που αυτός προσφέρει.

Ο τύπος υπολογισμού του περιθωρίου είναι:

$$\text{Περιθώριο}(SPREAD) = EL - (EL * \Delta A)$$

Παράδειγμα: Έστω ότι ένας πιστούχος έχει ποσοστιαία αναμενόμενη ζημιά 2,5% και πραγματική αξία καλύμματος 60%, τότε το περιθώριο του συγκεκριμένου πιστούχου διαμορφώνεται:

$$(SPREAD) = EL - (EL * \Delta A) = 0,025 - (0,025 * 0,60) = 0,1 = 1\%$$

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, ο **μετρήσιμος πιστωτικός κίνδυνος** καλύπτεται με **το spread** και **τα καλύμματα**, συμπληρώνοντας ο ένας

τρόπος κάλυψης τον άλλον. Ο μη μετρήσιμος κίνδυνος καλύπτεται από τα εποπτικά κεφάλαια.

5.8 Τεχνικές μείωσης του πιστωτικού κινδύνου

Η τεχνική μείωσης πιστωτικού κινδύνου είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται από το πιστωτικό ίδρυμα για να μειωθεί ο πιστωτικός κίνδυνος ο οποίος συνδέεται με ένα ή περισσότερα ανοίγματα που αυτό διατηρεί.

Οι αποδεκτές τεχνικές, υπό την έννοια της πιστωτικής προστασίας, είναι οι εξής:

- **Χρηματοδοτούμενη Πιστωτική Προστασία**, όπου η μείωση του πιστωτικού κινδύνου προκύπτει από το δικαίωμα του πιστωτικού ιδρύματος να προβεί σε ρευστοποίηση, κατάσχεση κ.λπ. των περιουσιακών στοιχείων του αντισυμβαλλόμενου σε περίπτωση αθέτησης της υποχρέωσής του προς αυτό ή λόγω της επέλευσης άλλων πιστωτικών γεγονότων.
- **Μη-χρηματοδοτούμενη Πιστωτική Προστασία**, όπου η μείωση του πιστωτικού κινδύνου είναι εφικτή μέσω της δέσμευσης που έχει αναλάβει τρίτος για να καταβάλλει ένα ποσό σε περίπτωση αθέτησης των υποχρεώσεων του πρωτοφειλέτη ή εξαιτίας της επέλευσης άλλων πιστωτικών γεγονότων.

5.9 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

- 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 2^ο χρόνο είναι $0.510 - 0.181 = 0.329\%$.
- 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.

Για παράδειγμα, η 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 $1/3$.

Ο τύπος της δεσμευμένης πιθανότητας είναι:

$$\bullet P(A|B) = P(A \cap B) / P(B), \text{ όπου } P(B) > 0$$

Law of Total Probability: Για τη διαμέριση του δειγματικού χώρου $B_1, B_2, \dots, B_n$:

$$\bullet P(A) = \sum_{i=1}^n P(A|B_i) P(B_i)$$

Από τον παραπάνω 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 2^{ου} 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):

$$0.09505 / 0.69796 = 13.62\%.$$

Hazard rate ή default intensity

Εάν θέλουμε να υπολογίσουμε την δεσμευμένη πιθανότητα για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα Δt (και όχι για 1 έτος όπως στο προηγούμενο παράδειγμα), 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:

$$[V(t) - V(t + \Delta t)] / V(t).$$

Συνεπώς ισχύει ότι:

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

$$\text{Παίρνοντας τα όρια: } \frac{dV(t)}{dt} = -\lambda(t)V(t)$$

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

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 .

Παράδειγμα: Έστω το hazard rate είναι σταθερό και ίσο με 1,5% το έτος.

α) Ποια είναι η πιθανότητα πτώχευσης μέχρι το τέλος του 1^{ου}, 2^{ου}, 3^{ου}, 4^{ου} και 5^{ου} έτους?

β) Ποια είναι η αδέσμευτη πιθανότητα χρεοκοπίας κατά τη διάρκεια του 4^{ου} έτους?

γ) Ποια είναι η δεσμευμένη πιθανότητα χρεοκοπίας κατά τη διάρκεια του 4^{ου} έτους? (δηλαδή δεδομένου ότι δεν έχει υπάρξει χρεοκοπία μέχρι το τέλος του 3^{ου} έτους)

Λύση:

α) Η πιθανότητα πτώχευσης μέχρι το τέλος του 1^{ου} έτους είναι:

$$1 - e^{-0,015 \cdot 1} = 0,0149$$

2^{ου} έτους:

$$1 - e^{-0,015 \cdot 2} = 0,0296$$

3^{ου} έτους:

$$1 - e^{-0,015 \cdot 3} = 0,0440$$

4^{ου} έτους:

$$1 - e^{-0,015 \cdot 4} = 0,0582$$

5^{ου} έτους:

$$1 - e^{-0,015 \cdot 5} = 0,0723$$

β) Η αδέσμευτη πιθανότητα χρεοκοπίας κατά τη διάρκεια του 4^{ου} έτους είναι:

$$\begin{aligned} & \text{πιθανότητα πτώχευσης μέχρι το τέλος του 4ου έτους} \\ & - \text{πιθανότητα πτώχευσης μέχρι το τέλος του 3ου έτους} \\ & = 0,0582 - 0,0440 = 0,0142 \end{aligned}$$

γ) Η δεσμευμένη πιθανότητα χρεοκοπίας κατά τη διάρκεια του 4^{ου} έτους είναι:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{πιθανότητα χρεοκοπίας κατά τη διάρκεια του 4ου έτους}}{1 - \text{πιθανότητα πτώχευσης μέχρι το τέλος του 3ου έτους}} \\ & = \frac{0,0142}{1 - 0,0440} = 0,0149 \end{aligned}$$

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).

Στη Βασιλεία II χρησιμοποιείται η έννοια του Loss Given Default (LGD), 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.

Credit spread

Όπως είδαμε και παραπάνω:

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.

Ένα CDS spread μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντισταθμιστεί ο κίνδυνος από μία θέση σε ένα ομόλογο.

Παράδειγμα: Έστω ότι το 5-ετές credit spread για μια εταιρεία είναι 2,4% και το recovery rate είναι 40%. Υπολογίστε ένα μέσο ετήσιο ρυθμό χρεοκοπίας για την εταιρεία.

Λύση:

Δεδομένου ότι το recovery rate είναι 40%, μπορούμε να υπολογίσουμε μια μέση ετήσια πιθανότητα χρεοκοπίας για μια περίοδο 5 ετών, δεδομένου ότι δεν έχει πτωχεύσει νωρίτερα το ομόλογο:

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

όπου:

$s(T)$ = το credit spread για μια περίοδο T

R = το recovery rate

$\bar{\lambda}$ = ο μέσος ρυθμός χρεοκοπίας (hazard rate) μεταξύ του χρονικού σημείου 0 και του χρονικού σημείου T .

Άρα, στο παράδειγμά μας:

$$\bar{\lambda} = \frac{s(T)}{1 - R} = \frac{2,4\%}{1 - 40\%} = 0,04$$

Δηλαδή, 4% ανά έτος, δεδομένου ότι δεν έχει υπάρξει χρεοκοπία νωρίτερα.

Παράδειγμα: Έστω ότι τα CDS spreads είναι 50, 60 και 100 b.p. (μονάδες βάσης) για εταιρικά ομόλογα 3-, 5- και 10-ετών, αντίστοιχα (της ίδιας εταιρείας). Έστω επίσης ότι το αντίστοιχο recovery rate είναι 60%. α) Υπολογίστε το μέσο ετήσιο ρυθμό χρεοκοπίας (average hazard rate) για το 3ο, 5ο και 10ο έτος. β) Υπολογίστε το μέσο ρυθμό χρεοκοπίας μεταξύ 3ου και 5ου έτους και μεταξύ 5ου και 10ου έτους.

Λύση:

α)

$$\text{Average hazard rate (3 – ετών): } \frac{0,005}{1 - 0,6} = 0,0125$$

$$\text{Average hazard rate (5 – ετών): } \frac{0,006}{1 - 0,6} = 0,015$$

$$\text{Average hazard rate (10 – ετών): } \frac{0,01}{1 - 0,6} = 0,025$$

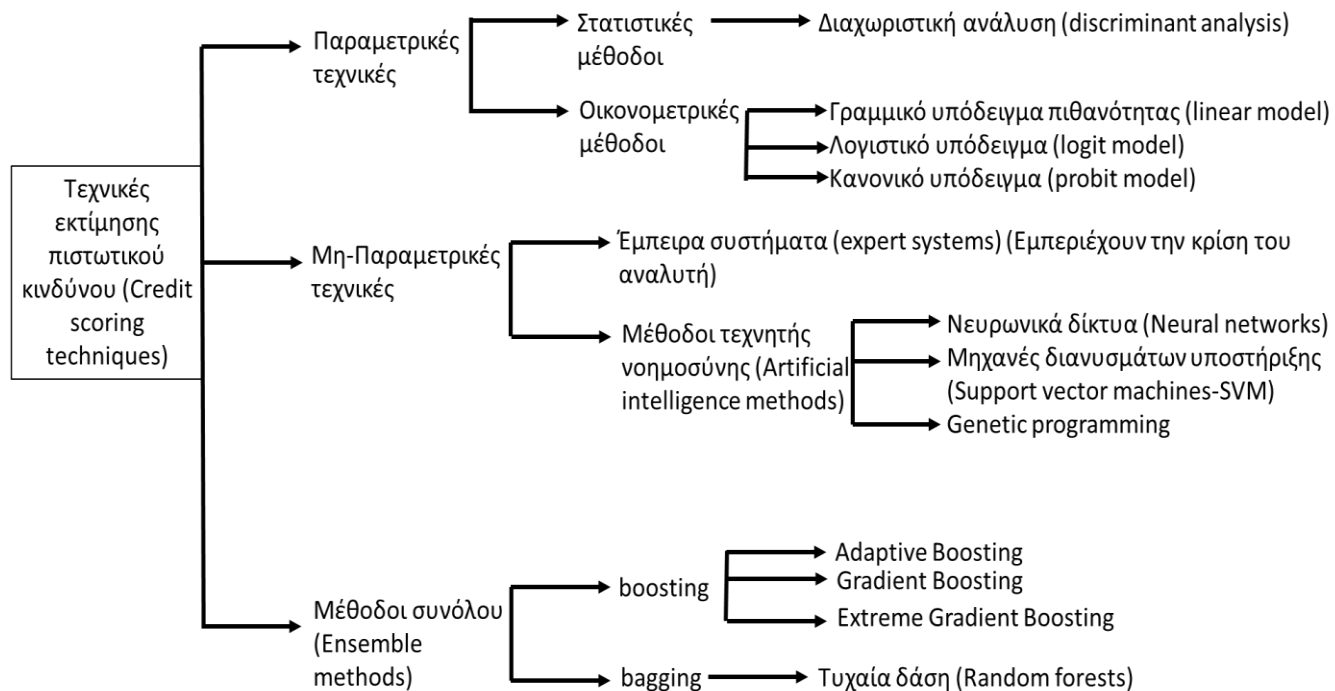
β) Ο μέσος ρυθμός χρεοκοπίας μεταξύ 3ου και 5ου έτους είναι:

$$\frac{(5 * 0,015) - (3 * 0,0125)}{5 - 3} = 0,01875$$

Ο μέσος ρυθμός χρεοκοπίας μεταξύ 5ου και 10ου έτους είναι:

$$\frac{(10 * 0,025) - (5 * 0,015)}{10 - 5} = 0,035$$

5.10 Τεχνικές εκτίμησης του πιστωτικού κινδύνου



Οι βασικές τεχνικές εκτίμησης που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των σχετικών μοντέλων είναι οι **παραμετρικές τεχνικές** και οι **μη-παραμετρικές τεχνικές**.

Οι παραμετρικές τεχνικές περιλαμβάνουν στατιστικές αλλά και οικονομετρικές μεθόδους, οι οποίες αποτελούν τον ‘παραδοσικό’ τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος:

- **Στατιστικές μέθοδοι:**

Γραμμική διακριτική/διαχωριστική ανάλυση (linear discriminant analysis)

Η μέθοδος αυτή αναπαριστάται από τη σχέση:

$$Z = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n$$

Όπου w_0 είναι ο σταθερός όρος, $x_1, x_2, \dots, x_n$ είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές που υποδηλώνουν τα χαρακτηριστικά των επιχειρήσεων και $w_1, w_2, \dots, w_n$ είναι οι συντελεστές των χαρακτηριστικών x_i των n επιχειρήσεων.

Το παραπάνω υπόδειγμα εξειδικεύεται περαιτέρω από τον Altman (1968,2000) ο οποίος ανέπτυξε το γνωστό μοντέλο Z-score για την ταξινόμηση των επιχειρήσεων σε υγιείς και πτωχευμένες.

Χρησιμοποιώντας τη discriminant analysis, προσπάθησε να προβλέψει τις χρεοκοπίες από 5 λογιστικούς δείκτες:

1. X1: Working Capital / Total Assets
2. X2 : Retained earnings / Total Assets
3. X3 : Earnings before interest and taxes / Total Assets
4. X4 : Market value of equity / Book value of total liabilities
5. X5 : Sales / Total Assets

Για εταιρείες που διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο το **Z-score** υπολογίστηκε ως:

$$Z = 1.2 X1 + 1.4 X2 + 3.3 X3 + 0.6 X4 + 0.999 X5$$

$Z > 3$, 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 Ι (εταιρείες που δεν υπήρχε πρόβλεψη να χρεοκοπήσουν αλλά χρεοκόπησαν) όσο το Σφάλμα Τύπου ΙΙ (εταιρείες που υπήρχε πρόβλεψη να χρεοκοπήσουν αλλά δεν χρεοκόπησαν) ήταν πολύ μικρό. (Το Σφάλμα Τύπου Ι προφανώς είναι πολύ πιο σημαντικό για τις τράπεζες). Παραλλαγές του μοντέλου περιλαμβάνουν μη-δημόσια διαπραγματεύσιμες μετοχές, αλλά και μετοχές από άλλους κλάδους.

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;

Λύση:

$$Z = 1,2 * 0,254 + 1,4 * 0,448 + 3,3 * 0,0896 + 0,6 * 1,583 + 0,999 * 3,284 = 5,46$$

Το Z της εταιρείας είναι αρκετά μεγαλύτερο από το 3, συνεπώς δεν υπάρχει κίνδυνος χρεοκοπίας για τον επόμενο χρόνο σύμφωνα με το συγκεκριμένο μέτρο.

- **Οικονομετρικές τεχνικές:**

Οι πιο γνωστές από αυτές τις μεθόδους είναι:

- Το **γραμμικό υπόδειγμα πιθανότητας** (linear probability model), το οποίο βασίζεται στη λογιστική συνάρτηση (logistic function),
- Το **λογιστικό υπόδειγμα πιθανότητας** (logit probability model) το οποίο αναπαρίσταται από την παρακάτω σχέση:

- $$F(a + \beta X_i) = \frac{1}{1 + e^{-a - \beta X_i}}$$

- Το **κανονικό υπόδειγμα πιθανότητας** (probit model). Η διαφορά των μεθόδων αυτών, σε σχέση με την προηγούμενη είναι ως προς τη μορφή της συνάρτησης που αναπτύσσεται.

Οι **μη-παραμετρικές τεχνικές** έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και χαρακτηρίζονται από αυξημένη ευελιξία καθώς δεν υπόκεινται στις, κατά κανόνα, περιοριστικές στατιστικές υποθέσεις της προηγούμενης κατηγορίας. Μπορούν να προσαρμόζονται ικανοποιητικά, ανάλογα με τα χρησιμοποιούμενα δεδομένα, είτε ως γραμμικά είτε ως μη γραμμικά υποδείγματα ταξινόμησης.

Επιστημονικά πεδία όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων κ.ά., έχουν συμβάλει στην ανάπτυξη των τεχνικών αυτών. Οι σημαντικότερες από τις τεχνικές αυτές είναι:

- Τα νευρωνικά δίκτυα (Neural networks)
- Η μηχανική μάθηση (Machine learning)
- Τα έμπειρα συστήματα (Expert systems)
- Η ασαφής λογική (Fuzzy logic)
- Η πολυκριτήρια ανάλυση (Multicriteria analysis)
- Η μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (Support vector machines-SVM)

5.11 Πιστοποίηση υποδειγμάτων διαβάθμισης πιστοληπτικής ικανότητας

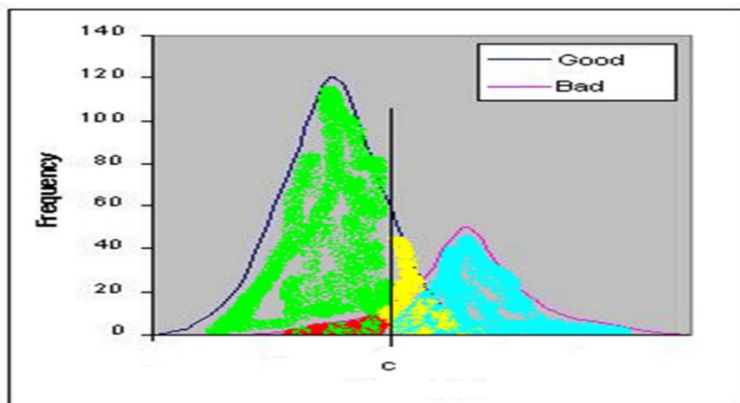
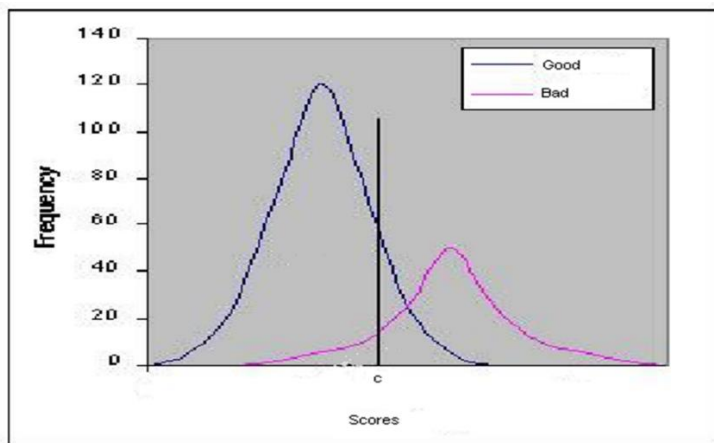
Όπως αναφέραμε νωρίτερα τα συστήματα credit rating ή credit scoring τοποθετούν του πελάτες της Τράπεζας σε βαθμίδες ή τους επισυνάπτουν ένα score προκειμένου να τους διατάξουν ως προς την πιστοληπτική τους ικανότητα.

Η ικανότητα διαχωρισμού ενός συστήματος credit rating / scoring Παραδοσιακά αναφέρεται στην εκ των προτέρων ικανότητα του να διαχωρίζει επαρκώς μεταξύ «καλών» και «κακών» πελατών (Π.χ. μεταξύ δυνητικών κακοπληρωτών (defaulters) και καλοπληρωτών (non-defaulters)).

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι ένα σύστημα προσδίδει βαθμούς στους πελάτες ανάλογα με το πόσο πιθανό είναι να «αθετήσουν» τις υποχρεώσεις τους εντός ενός συγκεκριμένου χρονικού ορίζοντα. Χρειαζόμαστε και ένα ορισμό της «αθέτησης (default)». Έστω ότι default σημαίνει ότι κάποια οφειλόμενη πληρωμή καθυστερεί να καταβληθεί για περισσότερες από 90 ημέρες. Τότε: “Καλοί”= non-defaulters, “Κακοί”=defaulters.

Η ικανότητα διαχωρισμού του συστήματος ανατανακλάται στην πιθανότητα «όποτε το σύστημα αντιμετωπίζει ένα καλό και ένα κακό πελάτη» να τους βαθμολογεί με τη σωστή σειρά (π.χ. ο βαθμός του καλού να είναι χαμηλότερος από το βαθμό του κακού).

Η Τράπεζα μπορεί να κατασκευάσει ιστογράμματα (ή κατανομές πιθανοτήτων) της βαθμολογίας αυτών των δύο πληθυσμών και στη συνέχεια να εισάγει ένα σημείο απόφασης c (αποδοχή όσων έχουν βαθμό καλύτερο από c και απόρριψη των υπολοίπων).



- Good accepted
- Bad suffered by the bank
- Good sacrificed
- Bad avoided

	<i>Καλοί</i>	<i>Κακοί</i>
$S(X) \leq C$	$H_1(C)$ (hit)	$M_{12}(C)$ (miss)
$S(X) > C$	$M_{21}(C)$ (miss)	$H_2(C)$ (hit)

Όπου...

$$H_1(c) = \text{prob}(s(x) \leq c \mid x \text{ is "Good"})$$

$$M_{12}(c) = \text{prob}(s(x) \leq c \mid x \text{ is "Bad"})$$

$$M_{21}(c) = \text{prob}(c < s(x) \mid x \text{ is "Good"})$$

$$H_2(c) = \text{prob}(c < s(x) \mid x \text{ is "Bad"})$$

ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (PERFORMANCE INDICATORS)

Υπάρχουν πολλοί διαθέσιμοι δείκτες για τη μέτρηση της προγνωστικής ακρίβειας (απόδοσης) ενός μοντέλου. Εμείς θα δούμε παρακάτω τους πιο γνωστούς: accuracy, AUC, K-S, Gini Index.

1. Η **ακρίβεια ταξινόμησης (accuracy ή PCC)** είναι ο πιο δημοφιλής δείκτης απόδοσης. Η ακρίβεια ταξινόμησης είναι ο λόγος του αριθμού των σωστών προβλέψεων προς τον συνολικό αριθμό των προβλέψεων. Ο Πίνακας παραθέτει πιθανούς συνδυασμούς των προβλέψεων έναντι των πραγματικών τιμών για μια εργασία δυαδικής ταξινόμησης.

Actual-Predicted	Bad	Good
Bad	True Negative (TN)	False Positive (FP)
Good	False Negative (FN)	True Positive (TP)

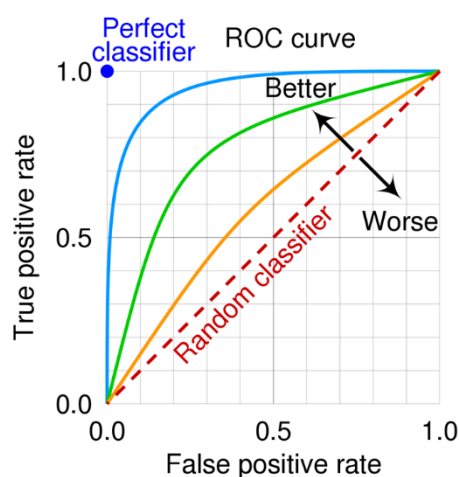
Εδώ, η **ακρίβεια** θα μπορούσε να υπολογιστεί λαμβάνοντας την αναλογία των σωστών προβλέψεων έναντι όλων των εγγραφών ως $(TP+TN)/(TP+TN+FP+FN)$. Το πραγματικό θετικό ποσοστό (TPR) ή

ευαισθησία (sensitivity), ορίζεται ως $TP/(TP+FN)$ και αντιστοιχεί στην αναλογία των θετικών σημείων που ταξινομούνται σωστά ως θετικά σε σχέση με όλα τα θετικά σημεία. Από την άλλη πλευρά, ο πραγματικός αρνητικός ρυθμός, ή **ειδικότητα (specificity)**, ορίζεται ως $TN/(TN+FP)$, ο οποίος είναι ο λόγος των σωστά ταξινομημένων αρνητικών σημείων προς όλα τα αρνητικά σημεία. Μια άλλη μέτρηση που ονομάζεται **ψευδώς θετικό ποσοστό (FPR)** ορίζεται ως $FP/(FP+TN)$. Το FPR αντιστοιχεί στην αναλογία των αρνητικών σημείων που λανθασμένα θεωρούνται θετικά σε σχέση με όλα τα αρνητικά σημεία. Ομοίως, το **ψευδώς αρνητικό ποσοστό** ορίζεται ως $FN/(FN+TP)$, το οποίο αντιστοιχεί στην αναλογία των θετικών σημείων που εσφαλμένα θεωρούνται αρνητικά σε σχέση με όλα τα θετικά σημεία.

Μια καμπύλη ROC είναι ένα γράφημα που δείχνει την απόδοση ενός μοντέλου ταξινόμησης σε όλα τα κατώφλια ταξινόμησης. Αυτή η καμπύλη απεικονίζει δύο παραμέτρους:

- True Positive Rate = $TP/(TP+FN)$
- False Positive Rate = $FP/(FP+TN)$

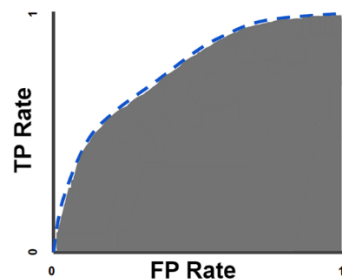
Μια καμπύλη ROC απεικονίζει το TPR έναντι του FPR σε διαφορετικά κατώφλια ταξινόμησης. Η μείωση του ορίου ταξινόμησης ταξινομεί περισσότερα στοιχεία ως θετικά, αυξάνοντας έτσι τόσο τα ψευδώς θετικά όσο και τα αληθινά θετικά. Το παρακάτω σχήμα δείχνει μια τυπική καμπύλη ROC.



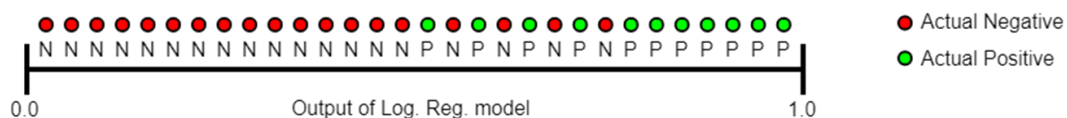
Για να υπολογίσουμε τα σημεία σε μια καμπύλη ROC, θα μπορούσαμε να αξιολογήσουμε ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης πολλές φορές με διαφορετικά κατώφλια ταξινόμησης, αλλά αυτό θα ήταν

αναποτελεσματικό. Ευτυχώς, υπάρχει ένας αποτελεσματικός αλγόριθμος που βασίζεται σε ταξινόμηση που μπορεί να μας παρέχει αυτές τις πληροφορίες και ονομάζεται AUC.

2. Το AUC σημαίνει “**area under the ROC curve**”. Δηλαδή, η AUC μετρά ολόκληρη τη δισδιάστατη περιοχή κάτω από ολόκληρη την καμπύλη ROC από (0,0) έως (1,1).



Η AUC παρέχει ένα συνολικό μέτρο απόδοσης σε όλα τα πιθανά όρια ταξινόμησης. Ένας τρόπος ερμηνείας της AUC είναι η πιθανότητα το μοντέλο να κατατάσσει ένα τυχαίο θετικό παράδειγμα υψηλότερα από ένα τυχαίο αρνητικό παράδειγμα. Παρακάτω δίνονται τα ακόλουθα παραδείγματα, τα οποία είναι διατεταγμένα από αριστερά προς τα δεξιά σε αύξουσα σειρά προβλέψεων λογιστικής παλινδρόμησης:



Η AUC αντιπροσωπεύει την πιθανότητα ότι ένα τυχαίο θετικό (πράσινο) παράδειγμα τοποθετείται στα δεξιά ενός τυχαίου αρνητικού (κόκκινου) παραδείγματος.

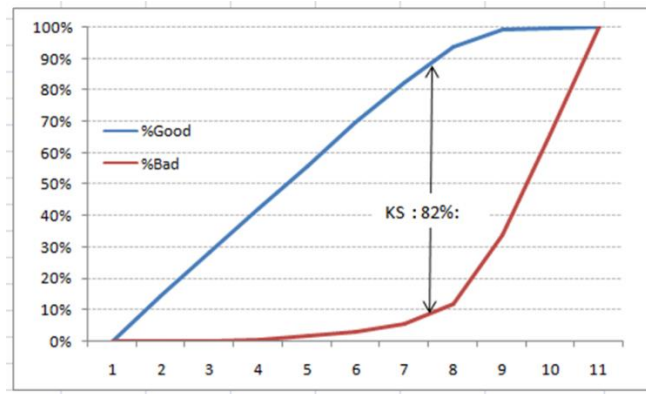
Η τιμή AUC κυμαίνεται από 0 έως 1. Ένα μοντέλο του οποίου οι προβλέψεις είναι 100% λανθασμένες έχει AUC=0. Ενώ αυτού του οποίου οι προβλέψεις είναι 100% σωστές έχει AUC=1.

Η AUC προτιμάται για τους εξής δύο λόγους:

- Η AUC μετρά πόσο καλά κατατάσσονται οι προβλέψεις, αντί για τις απόλυτες τιμές τους.
- Η AUC μετρά την ποιότητα των προβλέψεων του μοντέλου ανεξάρτητα από το όριο ταξινόμησης που επιλέγεται.

Οι δείκτες Kolmogorov–Smirnov (K-S) και Gini Index χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του βαθμού ικανότητας ενός δυαδικού μοντέλου να διαχωρίζει δύο κατηγορίες.

3. Το στατιστικό μέτρο **Kolmogorov–Smirnov (K-S)** ποσοτικοποιεί μια απόσταση μεταξύ της εμπειρικής συνάρτησης κατανομής του δείγματος και της αθροιστικής συνάρτησης κατανομής της κατανομής αναφοράς ή μεταξύ των συναρτήσεων εμπειρικής κατανομής δύο δειγμάτων.



Το K-S παίρνει τιμές από 0 έως 100 και είναι ένας τρόπος επαλήθευσης του επιλεγμένου μοντέλου καθώς μια τιμή K-S μηδέν θα έδειχνε ότι το μοντέλο δεν μπορεί να κάνει καμία διάκριση μεταξύ δύο πληθυσμών, ενώ μια τιμή K-S 100 θα έδειχνε ότι το μοντέλο είναι ικανό να κάνει τέλεια διάκριση μεταξύ δύο πληθυσμών. Για παράδειγμα, αν K-S=64,6%, τότε 64,6% είναι η μέγιστη απόκλιση που έχουν οι κακές εταιρείες από τις καλές σε αυτό το μοντέλο. Το K-S υπολογίζεται ως εξής:

$$K - S = Cumulative\ Good - Cumulative\ Bad$$

$$Total\ K - S = \max(Cumulative\ Good - Cumulative\ Bad),$$

where

$$Cumulative\ Bad = Cum\% \ Bad_i = Cum\ Bad_{i-1} + \frac{Bad_i}{Total\ Bad}$$

$$Cumulative\ Good = Cum\% \ Good_i = Cum\ Good_{i-1} + \frac{Good_i}{Total\ Good}$$

4. Ο συντελεστής **Gini** είναι και αυτός ένας δείκτης μέτρησης της διαχωριστικής δύναμης ενός μοντέλου, δηλαδή την αποτελεσματικότητα του μοντέλου στη διαφοροποίηση μεταξύ «κακών» δανειοληπτών, και «καλών» δανειοληπτών. Επίσης, ο δείκτης Gini παίρνει τιμές από 0 έως 1

και είναι και αυτός ένας τρόπος επαλήθευσης του επιλεγμένου μοντέλου καθώς μια τιμή Gini μηδέν θα έδειχνε ότι το μοντέλο δεν μπορεί να διαχωρίσει δύο πληθυσμούς, ενώ μια τιμή Gini 1 θα έδειχνε ότι το μοντέλο είναι ικανό να κάνει τέλεια διάκριση μεταξύ δύο πληθυσμών. Ο δείκτης Gini υπολογίζεται ως εξής:

$$Gini Index_i = (Cum Bad_i - Cum Bad_{i-1}) * (Cum Good_i + Cum Good_{i-1})$$

$$Total Gini Index = 1 - \sum_{i=1}^n Gini Index_i$$

Επίσης, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το Gini μπορεί να υπολογιστεί από το AUC αλλά και αντίστροφα ως εξής:

$$\bullet AUC = \frac{Gini Index}{2}$$