

EΙΣΑΓΩΓΗ: Ο πιστωτικός κίνδυνος⁽¹⁾ 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 οπιμαντικές ζημιές και επιδείνωση των οικονομικών της μεγεθών και, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, να διακυβευθεί η ίδια η ύπαρξή της. Το πα-

πρόσφορη. Επιπλέον, υπάρχει τάση αντικατάστασης των ομοιόμορφων κανόνων καθορισμού των ελάχιστων κεφαλαιακών απαιτήσεων, με μεθοδολογία που στηρίζεται στα υποδειγματα κινδύνων που αναπτύσσονται οι ίδιες οι τράπεζες (internal models) (βλ. Mingo 1998). Μέσα σε αυτά τα πλαίσια, η οπιμασία των υποδειγμάτων πιστωτικού κινδύνου έχει αυξηθεί, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ειδικής ομάδας στο Federal Reserve, με

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΙΣΤΩΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

ΦΑΙΔΩΝΟΣ ΚΑΛΦΑΟΓΛΟΥ

Τράπεζα της Ελλάδος
Γενική Επιθεώρων Τραπεζών

ράδοξο όμως είναι ότι ο πιο θεμελιώδης κίνδυνος της τραπεζικής λειτουργίας είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί επαρκώς. Στη διεθνή βιβλιογραφία τα τελευταία χρόνια άρχισαν να εμφανίζονται ολοκληρωμένα υποδειγματα μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου. Η εξειδίκευση και η μεθοδολογία ανάπτυξής τους έχει χαρακτηρισθεί ως η μεγάλη πρόκληση της επόμενης δεκαετίας (βλ. Altman, Caouette, Narayanan, 1998).

Η μεθοδολογία ανάπτυξης των υποδειγμάτων στην παρούσα φάση είναι ακόμα υπό διαμόρφωση. Η συνεχής ανάπτυξη της δευτερογενούς αγοράς τραπεζικών δανείων στις ΗΠΑ, η εμφάνιση νέων πιστωτικών προϊόντων (credit derivatives) καθώς και η αύξηση της ζήτησης για συγκέντρωση πληροφοριών που θα επιτρέψουν την αποτελεσματική υπολόγισή τους, καθιστά τη μεθοδολογία VAR (Value-At-Risk) ως την πλέον

στόχο την επισκόπηση των υποδειγμάτων που χρονιμοποιούν οι μεγάλες τράπεζες (βλ. Federal Reserve System Task Force on Internal Credit Risk Models, 1998), καθώς και την αφέρωση ειδικής θεματικής ενότητας σε πρόσφατο συνέδριο στην Federal Reserve Bank of New York για τα κεφάλαια των τραπεζών (βλ. Proceedings of the Conference: Financial Services at the Crossroads: Capital Regulation in the 21st Century, Session 2, 1998).

Ο πιστωτικός κίνδυνος μπορεί να θεωρηθεί ως η συ-

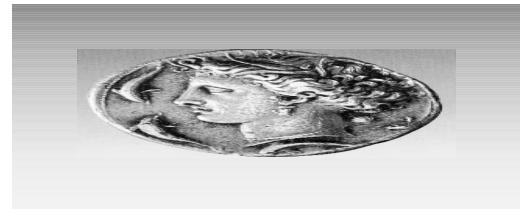
Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΩΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

νισταμένη τεσσάρων επιμέρους κινδύνων:

- του κινδύνου πτώχευσης (default risk)
- του κινδύνου ανοίγματος (exposure risk)
- του κινδύνου ανάκτησης σε περίπτωση πτώχευσης (recovery risk)
- του κινδύνου περιθωρίων (credit spread risk)

Ο **κίνδυνος πτώχευσης** αναφέρεται στην πιθανότητα πτώχευσης των πιστούχων ενός πιστωτικού ιδρύματος. Πρέπει όμως να προοδιορισθεί ο ακριβής

⁽¹⁾ Ευχαριστώ συναδέλφους από τη Γενική Επιθεώρων Τραπεζών για τις χρήσιμες παραπρόσεις τους σε προηγούμενα αντίγραφα της εργασίας.



ορισμός της έννοιας “πτώχευση”. Μπορούμε να διακρίνουμε την “τεχνική πτώχευση” (technical default), σε περίπτωση που ο πιστούχος αθετήσει κάποια από τις αναγραφόμενες στο συμβόλαιο υποχρεώσεις, γεγονός που συνίθως προκαλεί επαναδιαπραγμάτευση των όρων του συμβολαίου, και την “οικονομική πτώχευση” (economic default), όταν η αξία των στοιχείων του ενεργητικού είναι μικρότερη από την αξία του παθητικού, με συνέπεια τα ίδια κεφάλαια να είναι αρνητικά. Επίσης ως κατάσταση “πτώχευσης” θα μπορούσε να εκληφθεί η μη πληρωμή τόκων εντός ενός χρονικού περιθώριου (πχ ενός έτους) από την ημερομηνία καταλογισμού τους. Η “πτώχευση” με την νομική έννοια του όρου δεν είναι ικανοποιητική, διότι συνίθως η ζημία για την τράπεζα προηγείται των νομικών διαδικασιών.

Ο **κίνδυνος ανοίγματος** αναφέρεται στο συνολικό ποσό που αυτό είναι εκτεθειμένο σε πιστωτικό κίνδυνο. Στην περίπτωση του χαρτοφυλακίου πιστοδοτήσεων το συνολικό ποσό ταυτίζεται με την ονομαστική αξία των πιστοδοτήσεων. Η μέτρηση περιπλέκεται στις περιπτώσεις των εκτός ισολογισμού στοιχείων όπου η συνίθης τακτική συνίσταται στον υπολογισμό του πιστωτικού ισοδύναμου.

Ο **κίνδυνος ανάκτησης** σε περίπτωση πτώχευσης αναφέρεται στο ποσοστό ικανοποίησης της τράπεζας από το συνολικό ποσό που είναι εκτεθειμένο σε κίνδυνο σε περίπτωση πτώχευσης του πιστούχου. Το ποσοστό αυτό είναι συνάρτηση της αξίας των εξασφαλίσεων της τράπεζας καθώς και της σειράς ικανοποίησής της. Στην περίπτωση των εμπράγματων εξασφαλίσεων ο κίνδυνος εστιάζεται στη διακύμανση της αξίας τους, ενώ

Ο πιστωτικός κίνδυνος είναι ο σημαντικότερος κίνδυνος που αντιμετωπίζει μία τράπεζα και πανάπτυξη επαρκών υποδειγμάτων μέτρησης καθίσταται αναγκαία προϋπόθεση για την αποτελεσματική διαχείρισή του. Τη βασική παραδοχή για την εξειδίκευση του υποδειγματος αποτελεί ο τρόπος ορισμού του πιστωτικού γεγονότος που επιφέρει ζημία στην τράπεζα. Η παρούσα επισκόπηση εστιάζεται στα υποδειγματα όπου το πιστωτικό γεγονός ορίζεται ως η πτώχευση του πιστούχου. Παρουσιάζονται οι εναλλακτικοί τρόποι μέτρησης της πιθανότητας πτώχευσης καθώς και η μεθοδολογία εκτίμησης της κατανομής της ζημίας βάσει της οποίας είναι δυνατός ο προσδιορισμός των ενδεχομένων ζημιών σε μία τράπεζα.

στην περίπτωση αντεγγύησεων ο κίνδυνος μεταφέρεται από τον πιστούχο στον εγγυητή. Επίσης υπάρχει και ο νομικός κίνδυνος που σχετίζεται με τη νομική κατοχύρωση της τράπεζας κατά τη ρευστοποίηση των εξασφαλίσεων.

Ο **κίνδυνος περιθωρίων** αναφέρεται στην πιθανότητα μείωσης της αξίας μιας πιστοδότησης ως αποτέλεσμα της αύξησης των πιστωτικών περιθωρίων

και της τιμολόγησης της σε τιμές αγοράς. Ο κίνδυνος αυτός προσιδιάζει περισσότερο σε περιπτώσεις που έχει αναπτυχθεί ενεργός δευτερογενής αγορά, υπάρχει συνεχής καθορισμός τιμών και έχει θεσπισθεί η αποτίμηση σε τιμές αγοράς. Αντίθετα, δεν έχει εφαρμογή σε περίπτωση που οι πιστοδοτήσεις τιμολογούνται σε accrual basis.

Οι βασικές παραδοχές για την εξειδίκευση ενός υποδειγματος πιστωτικού κινδύνου αφορούν

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

στον ορισμό του πιστωτικού γεγονότος, δηλαδή του γεγονότος που επιφέρει ζημία στην τράπεζα, καθώς και στο πεδίο εφαρμογής του υποδειγματος.

Υπάρχουν εναλλακτικοί τρόποι ορισμού του πιστωτικού γεγονότος. Αν υποθέσουμε ότι ο πιστούχος μπορεί να βρίσκεται σε μία από τις δύο εν δυνάμει καταστάσεις, την κατάσταση πτώχευσης ή την κατάσταση μη πτώχευσης, τότε ως πιστωτικό γεγονός θεωρείται η πτώχευση του πιστούχου και η ζημία προέρχεται από-

κλειστικά από το γεγονός της πτώχευσης (default models). Αν θεωρηθεί ότι υφίστανται περισσότερες από δύο πιστωτικές καταστάσεις, ως πιστωτικό γεγονός ορίζεται η επιδείνωση των οικονομικών μεγεθών του πιστούχου, όπως αυτή απεικονίζεται στην υποβάθμιση της ταξινόμησής του (rating). Κατά την υποβάθμιση αυξάνει το πιστωτικό του περιθώριο και συνεπώς μειώνεται η αξία της πιστοδότησης μέχρι τον επόμενο επανακαθορισμό του επιτοκίου. Η ζημία εν προκειμένω για την τράπεζα συνίσταται στη μείωση της αξίας της πιστοδότησης κατά την τιμολόγηση της σημείου αγοράς (mark to market model).

Εκτός του τρόπου ορισμού του πιστωτικού γεγονότος, η ανάπτυξη του υποδείγματος εξαρτάται από το επιδιωκόμενο πεδίο εφαρμογής του. Αν η επιλογή συνίσταται στην εκτίμηση του κινδύνου για κάθε πιστούχο χωριστά (stand-alone risk) ή ομάδα ομοειδών πιστούχων (πχ καταναλωτικά δάνεια), τότε ο κύριος στόχος είναι ο υπολογισμός της πιθανότητας πτώχευσης και ο διαχωρισμός των πιστούχων σε αξιόχρεους και μη. Αν το υπόδειγμα αναπτύσσεται στα πλαίσια ενός γενικότερου συστήματος διαχείρισης κινδύνων τότε ο στόχος εστιάζεται στην εκτίμηση της ενδεχόμενης ζημίας για το ούνολο του χαρτοφυλακίου (portfolio risk). Η μεθοδολογία ανάπτυξης χρησιμοποιεί στοιχεία από τη θεωρία για το σχηματισμό χαρτοφυλακίου αξιογράφων.

Τέλος, οι δυνατότητες εξειδίκευσης ενός υποδείγματος πιστωτικού κινδύνου εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα ιστορικών στοιχείων για την εκτίμηση των αναγκαίων παραμέτρων, το βαθμό ανάπτυξης της αγοράς εντός της οποίας δραστηριοποιείται η τράπεζα και το χρονικό ορίζοντα λήψης αποφάσεων που αναμένεται να καλύψει το υπόδειγμα.

Από το ούνολο των εναλλακτικών δυνατοτήτων εξειδίκευσης ενός υποδείγματος πιστωτικού κινδύνου, η παρούσα ανάλυση θα εστιασθεί σε υποδείγματα στα οποία ως πιστωτικό γεγονός ορίζεται η κατάσταση πτώχευσης του πιστούχου. Δεν αναλύεται το υπόδειγμα τιμολόγησης από την αγορά διότι απαιτεί ανεπιτυγμένη δευτερογενή αγορά, ταξινόμηση πιστούχων και δεν ενδείκνυται για την Ελληνική πραγματικότητα (βλ.

Gupton, 1998).

Tο βασικό στοιχείο στην ανάπτυξη ενός υποδείγματος πιστωτικού κινδύνου είναι η κατανομή πιθανότητας της ζημίας σε περίπτωση πτώχευσης. Η προσέγ-

Ο ΣΤΟΧΟΣ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΙΣΤΩΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

γιον αυτή διαφέρει από τον παραδοσιακό τρόπο μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου όπου ο στόχος είναι η εκτίμηση της αναμενόμενης ζημίας για το ούνολο του χαρτοφυλακίου πιστοδοτήσεων της τράπεζας ως άθροισμα των επιμέρους ζημιών των πιστούχων. Με την εκτίμηση της κατανομής πιθανότητας της ζημίας, η αναμενόμενη ζημία υπολογίζεται με στατιστικό τρόπο ανάλογα με το επίπεδο ανοχής στον κίνδυνο (ή ισοδύναμα το διάστημα εμπιστοσύνης) που επιλέγεται.

Η εκτίμηση της κατανομής της ζημίας εξαρτάται από την κατανομή πιθανότητας του γεγονότος που προκάλεσε τη ζημία, δηλαδή της πτώχευσης. Οι δύο κατανομές δεν είναι ταυτόσημες, διότι το ύψος της ζημίας εξαρτάται, εκτός από το γεγονός της πτώχευσης, και από το ποσό που είναι εκτεθειμένο σε κίνδυνο. Γνωρίζοντας την κατανομή της πιθανότητας πτώχευσης είναι δυνατόν να υπολογισθεί η κατανομή της ζημίας με ανάλυση ευαισθησίας. Συνήθως όμως, προς αποφυγή περίπλοκων υπολογισμών, επιλέγεται μία από τις γνωστές θεωρητικές κατανομές. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται η κανονική κατανομή, διότι μπορεί εύκολα να ορισθεί με βάση δύο στατιστικές παραμέτρους, το μέσο και τη διακύμανση.

Ομως, κάθε μαθηματικό υπόδειγμα κρίνεται υπό το πρόσιμα των παραδοχών και των υποθέσεων που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξή του. Μπορούν να καθορισθούν τρία στοιχεία αβεβαιότητας που πιθανόν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα ενός υποδείγματος. Αβεβαιότητα οχετικά με την επίδραση παραγόντων που δεν προβλέπονται από το υπόδειγμα, αβεβαιότητα οχετικά με την ορθότητα εκτίμησης των αναγκαίων πα-



ραμέτρων και αβεβαιότητα σχετικά με τη δυνατότητα του υποδείγματος να προσομοιάσει την πραγματική διαδικασία.

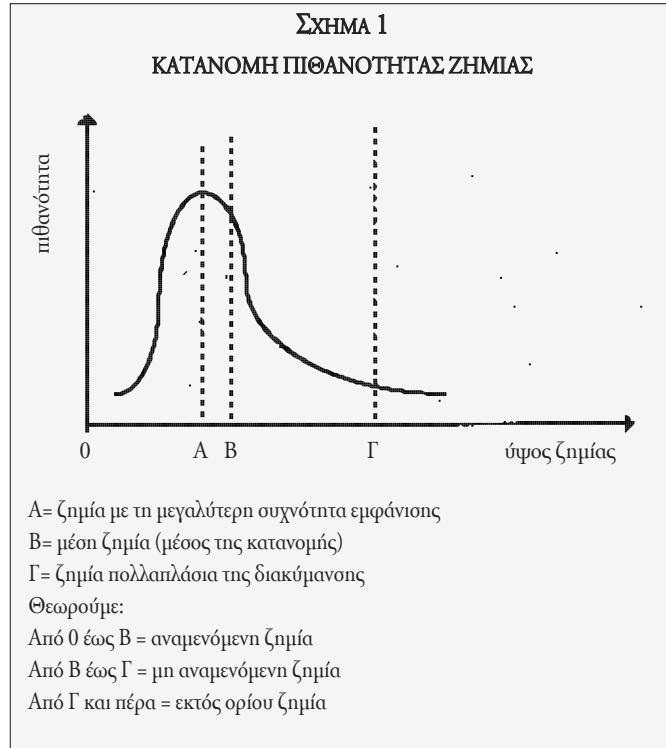
Ο κίνδυνος λανθασμένης εξειδίκευσης (model error risk) είναι εμφανής στα υποδείγματα πιστωτικού κινδύνου, λόγω της κανονικής κατανομής που συνήθως χρησιμοποιείται. Πρακτικά έχει παραπρηθεί ότι μεγαλύτερη ουχνότητα εμφάνισης παρουσιάζουν οι μικρού ύψους ζημίες παρά οι μεγάλες ζημίες, γεγονός που σημαίνει ότι η πραγματική κατανομή πρέπει να εμφανίζει θετική ασυμμετρία. Η πιθανότητα εμφάνισης μικρού ύψους ζημιών είναι μεγαλύτερη από την πιθανότητα εμφάνισης μεγάλου ύψους ζημιών.

Επίσης, σημαντικό πρόβλημα εξειδίκευσης αποτελεί ο βαθμός κατανομής των τιμών στα άκρα (fat tails). Αν η κατανομή παρουσιάζει μεγαλύτερη συγκέντρωση τιμών στα άκρα απ' ό,τι στο κέντρο, σημαίνει ότι μικρή μεταβολή του διαστήματος εμπιστοσύνης αυξάνει σημαντικά το ύψος της μη αναμενόμενης ζημίας. Ο έλεγχος του βαθμού συγκέντρωσης στα άκρα επιτυγχάνεται με τη στατιστική της κύρτωσης, η οποία παίρνει την τιμή 3 στην περίπτωση της κανονικής κατανομής. Συνίθης αυτία συγκέντρωσης τιμών στα άκρα είναι η διαχρονικά μεταβαλλόμενη διακύμανση (βλ. Simons, 1997). Σε αυτή την περίπτωση η χρήση της κανονικής κατανομής μπορεί να συνδυασθεί με την εξειδίκευση της διακύμανσης σύμφωνα με το υπόδειγμα GARCH (Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity).

Οι παραπάνω παρατηρήσεις είναι αναγκαίες για την ορθή ανάπτυξη ενός υποδείγματος, διότι εσφαλμένες παραδοχές μπορούν να αποτελέσουν σημαντική πηγή σφαλμάτων κατά τη λήψη των αποφάσεων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η κατανομή της ζημίας, βάσει της οποίας είναι δυνατός ο προσδιορισμός των ενδεχομένων ζημιών για την τράπεζα, εμφανίζεται στο σχήμα 1.

Η αναμενόμενη και η μη αναμενόμενη ζημία μπορούν να προβλεφθούν από το υπόδειγμα, ενώ η εκτός ορίου ζημία δεν προβλέπεται με στατιστικές μεθόδους αλλά απαιτείται έλεγχος ακραίων καταστάσεων (stress testing).



Για την εξειδίκευση της συνάρτησης κατανομής της ζημίας απαιτούνται τα ακόλουθα τέσσερα στοιχεία:

- η πιθανότητα πτώχευσης
- η διακύμανση της πιθανότητας πτώχευσης
- το ποσό που είναι εκτεθειμένο σε κίνδυνο (άνοιγμα)

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΖΗΜΙΑΣ

μα)

- ο βαθμός ικανοποίησης της τράπεζας σε περίπτωση πτώχευσης

Οι εναλλακτικοί τρόποι μέτρησης της ζημίας μπορούν να οριοθούν ως εξής:

Αν υποθέσουμε ότι μία τράπεζα έχει 100 πιστούχους με οφειλή 10 εκατ. δρχ. ο καθένας και έχει υπολογισθεί⁽²⁾ ότι :

Για την εκτίμηση της μη αναμενόμενης ζημίας πρέπει να γνωρίζουμε την πραγματική κατανομή της ζημίας. Θα χρησιμοποιηθούν τα πολλαπλάσια της διακύμαν-

LGD (Loss Given Default) = πιστωτικό άνοιγμα - βαθμός ικανοποίησης σε περίπτωση πτώχευσης

Αναμενόμενη ζημία = LGD x πιθανότητα πτώχευσης

Διακύμανση ζημίας = LGD x διακύμανση πιθανότητας πτώχευσης

Μη αναμενόμενη ζημία = πολλαπλάσιο (ανάλογα με το βαθμό εμπιστοσύνης) της διακύμανσης της ζημίας

σης της κανονικής κατανομής αν και, όπως αναφέρθηκε, η κανονική κατανομή δεν αντιπροσωπεύει πλήρως την πραγματική κατανομή. Για διάστημα εμπιστοσύ-

πιθανότητα πτώχευσης κάθε πιστούχου = 3%

διακύμανση της πιθανότητας πτώχευσης = 1%

ικανοποίηση της τράπεζας σε περίπτωση πτώχευσης = 70%

Τότε:

Συνολικό ποσό σε κίνδυνο = 1000 εκατ. δρχ.

LGD = $1000 \times (1 - 70\%) = 300$ εκατ. δρχ.

Αναμενόμενη ζημία = $300 \times 3\% = 9$ εκατ. δρχ.

Διακύμανση ζημίας = $300 \times 1\% = 3$ εκατ. δρχ.

vnς 99% τότε το πολλαπλάσιο είναι 2,33 και το ύψος της μη αναμενόμενης ζημίας:

Οι παραπάνω εκτιμήσεις βασίζονται σε δύο υποθέσεις:

➢ Η διακύμανση της ζημίας εξαρτάται μόνο από τη διακύμανση της πιθανότητας πτώχευσης και είναι ανεξάρτητη των διακυμάνσεων των δύο άλλων συνιστώσων του πιστωτικού κινδύνου, του ποσού που είναι εκτεθειμένο σε

μη αναμενόμενη ζημία = $2,33 \times 3 = 6,99$ εκατ. δρχ.

Συνεπώς, η συνολική ζημία για την τράπεζα (αναμενόμενη + μη αναμενόμενη) ισούται με $9 + 6,99 = 15,99$ εκατ. δρχ. (ΟΓ στο σχήμα 1).

κίνδυνο καθώς και του βαθμού ικανοποίησης της τράπεζας σε περίπτωση πτώχευσης.

➢ Η πιθανότητα πτώχευσης είναι η ίδια και για τους 100 πιστούχους του χαρτοφυλακίου.

Η υπόθεση της κοινής πιθανότητας πτώχευσης δεν μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική. Υπονοεί ότι οι παράγοντες που επηρέαζουν την πιθανότητα πτώχευσης επιδρούν με παρόμοιο τρόπο σε όλους τους πιστούχους. Από απλή και μόνο διαίσθηση είναι προφανές ότι οι επιδράσεις μπορεί να είναι διαφορετικές

έντασης ή και κατεύθυνσης. Αν ένας πιστούχος έχει πιθανότητα πτώχευσης 3%, τότε η υπό συνθήκη πιθανότητα πτώχευσης για έναν άλλο πιστούχο είναι μικρότερη του 3%, αν οι επιδράσεις έχουν αντίθετη κατεύθυνση, και συνεπώς η συνολική πιθανότητα πτώχευσης και για τους δύο πιστούχους είναι μικρότερη του 3%. Για να αποτυπωθεί αυτό σε επίπεδο χαρτοφυλακίου πρέπει να υπολογισθούν οι συνδιακυμάνσεις των πιθανοτήτων πτώχευσης. Επειδή όμως είναι πρακτικά αδύνατο να εκτιμηθεί το σύνολο των συνδιακυμάνσεων (για τους 100 πιστούχους απαιτούνται 4.950 εκτιμήσεις!), η λύση είναι ο χωρισμός του χαρτοφυλακίου σε μικρότερα ομοιογενή χαρτοφυλάκια όπου οι πιστούχοι θα παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά και υπόκεινται στους ίδιους παράγοντες κινδύνου. Η πιο απλή περίπτωση διαχωρισμού είναι η ομαδοποίηση κατά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας.

Αν υποθέσουμε ότι οι 100 πιστούχοι, με συνολικό υπόλοιπο 1000 εκατ. δρχ., μπορούν να χωριστούν σε δύο κλάδους Α και Β με:

Οι υπολογισμοί έγιναν με τους τύπους ($i = A, B$):

Η αναμενόμενη ζημία και η διακύμανση της για το συνολικό χαρτοφυλάκιο υπολογίζεται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τη θεωρία του χαρτοφυλακίου ως:

Για τον υπολογισμό της διακύμανσης του χαρτοφυλακίου σφραγίδων πρέπει να γνωρίζουμε το συντελεστή συ-

	A	B
Συνολικό ποσό σε κίνδυνο (e_A, e_B)	600	400
Πιθανότητα πτώχευσης κάθε πιστούχου (d_A, d_B)	4%	1%
Διακύμανση της πιθανότητας πτώχευσης (σ_{DA}, σ_{DB})	1%	3%
Ικανοποίηση της τράπεζας σε περίπτωση πτώχευσης (λ)	70%	70%
Αναμενόμενη ζημία (L_A, L_B)	7,2	1,2
Διακύμανση ζημίας (σ_{LA}, σ_{LB})	1,8	3,6
Μη αναμενόμενη ζημία (Z_A, Z_B)	4,19	8,39

⁽²⁾ Η μεθοδολογία υπολογισμού αναπτύσσεται στη συνέχεια.



σχέτισης των πιθανοτήτων πτώχευσης μεταξύ των

$$L_i = [e_i(1-\lambda)] \cdot d_i$$

$$\sigma_{Li} = [e_i(1-\lambda)] \cdot \sigma_{Di}$$

$$Z_i = 2,33 \cdot \sigma_{Li}$$

κλάδων Α και Β. Στο παράδειγμα υποθέσαμε ότι είναι $\rho_{AB}=0,4$. Η μη αναμενόμενη ζημία για το χαρτοφυλάκιο σε διάστημα εμπιστοσύνης 99% είναι $2,33 \cdot 4,62 = 10,76$ εκατ. δρχ.

$$L_P = L_A + L_B = \epsilon_A \cdot d_A + \epsilon_B \cdot d_B = 7,2 + 1,2 = 8,4 \text{ εκατ. δρχ.}$$

$$\sigma_P = [\epsilon_A^2 \cdot \sigma^2(d_A) + \epsilon_B^2 \cdot \sigma^2(d_B) + 2 \cdot \epsilon_A \cdot \epsilon_B \cdot \rho_{AB} \cdot \sigma(d_A) \cdot \sigma(d_B)]^{1/2}$$

$$= [(180^2 \cdot 1\%) + (120^2 \cdot 3\%) + (2 \cdot 180 \cdot 120 \cdot 0,4 \cdot 1\% \cdot 3\%)]^{1/2}$$

$$= [3,24 + 12,96 + 5,18]^{1/2} = 4,62 \text{ εκατ. δρχ.}$$

όπου $\epsilon_i = e_i(1-\lambda)$

Τα βασικά συμπεράσματα από την παραπάνω ανάλυση μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

- αν υποθέσουμε ότι η πιθανότητα πτώχευσης παραμένει σταθερή για όλους τους πιστούχους του χαρτοφυλακίου, τότε τόσο η αναμενόμενη όσο και η μη αναμενόμενη ζημία είναι ανεξάρτητες από το ύψος του υπολοίπου των επιμέρους πιστούχων.
- αν υποθέσουμε ότι η πιθανότητα πτώχευσης δεν είναι σταθερή, τότε η αναμενόμενη και η μη αναμενόμενη ζημία εξαρτώνται τόσο από τη συνδιακύμανση των πιθανοτήτων πτώχευσης όσο και από τη συγκέντρωση του πιστωτικού κίνδυνου.

Hύπαρξη παραγώγων προϊόντων στο χαρτοφυλάκιο της τράπεζας δεν αλλοιώνει τη μεθοδολογία αλλά περιπλέκει τον τρόπο υπολογισμού διότι δεν είναι γνωστό εξ αρχής το ύψος του πιστωτικού ανοίγματος. Η δυσκολία λοιπόν έγκειται στον ακριβή υπολογισμό του ποσού που είναι εκτεθειμένο σε κίνδυνο.

Εστω ότι με έναν από τους 100 πιστούχους του χαρτοφυλακίου, η τράπεζα έχει συνάψει σύμβασην για

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΖΗΜΙΑΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

παράγωγο προϊόν. Σε περίπτωση πτώχευσης του πιστούχου το άνοιγμα της τράπεζας είναι το κόστος αντικατάστασης (replacement cost), δηλαδίνει είναι το ποσό που απαιτείται για να αναλάβει ένας άλλος πιστούχος τις συμβατικές υποχρεώσεις του πιστούχου που πτώχευσε. Ομως πρέπει να σημειωθεί ότι η τράπεζα αντιμετωπίζει πιστωτικό κίνδυνο μόνο αν το παράγωγο προϊόν είναι in-the-money και έχει θετικό κόστος αντικατάστασης. Σε διαφορετική περίπτωση το κόστος αντικατάστασης είναι μηδενικό ή αρνητικό οπότε η τράπεζα δεν αντιμετωπίζει πιστωτικό κίνδυνο.

Το κόστος αντικατάστασης ορίζεται ως το αλγεβρικό άθροισμα δύο ανοιγμάτων, του τρέχοντος ανοίγματος (current exposure) και του δυνητικού ανοίγματος (potential exposure). Το τρέχον άνοιγμα είναι η τρέχουσα τιμή του παραγώγου στην αγορά ενώ το δυνητικό άνοιγμα αναφέρεται σε ενδεχόμενες μελλοντικές μεταβολές του τρέχοντος ανοίγματος που προσαυξάνουν το συνολικό άνοιγμα (add-on) και οφείλονται στη διακύμανση των τιμών του υποκειμένου στοιχείου του παραγώγου προϊόντος.

Για την εκτίμηση του τρέχοντος ανοίγματος το προϊόν τιμολογείται στην αγορά ενώ το δυνητικό άνοιγμα περιέχει το στοιχείο της αβεβαιότητας. Συνίθως υπολογίζεται το πιστωτικό ισοδύναμο, με την εφαρμογή συντελεστών μετατροπής επί του πλασματικού ποσού (notional amount), ανάλογα με το είδος του προϊόντος, την εναπομένουσα διάρκεια, τη μεταβλητικότητα του υποκειμένου στοιχείου καθώς και το επίπεδο των επιτοκίων.

Ο συνυπολογισμός του δυνητικού ανοίγματος εισάγει αβεβαιότητα στην εκτίμηση του συνολικού ανοίγματος και συνεπώς προσθέτει μία δεύτερη πηγή αβεβαιότητας στην εκτίμηση της ζημίας. Αν το αναμενόμενο άνοιγμα της τράπεζας είναι 1000 εκατ. δρχ. και η αναμενόμενη

πιθανότητα πτώχευσης 3%, η αναμενόμενη ζημία μπορεί πάλι να υπολογισθεί ως:

αλλά με την πρόσθετη υπόθεση ότι το αναμενόμενο άνοιγμα είναι ανεξάρτητο από την πιθανότητα πτώχευσης. Αν τα δύο αυτά συσχετίζονται τότε το αποτέλεσμα θα είναι διαφορετικό, διότι η αναμενόμενη τιμή του γινομένου δύο τυχαίων μεταβλητών είναι ίση με το γινόμενο των αναμενόμενων τιμών μόνο αν αυτές είναι ανεξάρτητες. Υπάρχουν όμως ενδείξεις ότι οι δύο αυτές μεταβλητές συσχετίζονται (βλ. Duffee, 1996) διότι:

➢ η πιθανότητα πτώχευσης μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια ισχύος ενός παραγώγου προϊόντος και η ζημία έχει

αναμενόμενη ζημία = $1000 \cdot 3\% = 30$ εκατ. δρχ.

μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης προς την ημερομηνία λήξης του συμβολαίου παρά την αρχή.

➢ τόσο η πιθανότητα πτώχευσης όσο και το πιστωτικό άνοιγμα είναι άμεση συνάρτηση του οικονομικού κύκλου και μακροοικονομικών μεταβλητών.

➢ η απόφαση για χρήση παραγώγων προϊόντων εξαρτάται από τη σχέση της τιμής τους με την πιθανότητα μη πτώχευσης του αντιουμβάλλομενου.

Στην περίπτωση αβεβαιότητας του συνολικού ποσού που είναι σε κίνδυνο, μπορεί να υπολογισθεί επιπλέον το ύψος της ζημίας στο χειρότερο ενδεχόμενο (worst-case scenario). Από την κατανομή του δυνητικού ανοίγματος μπορεί να ληφθεί το άνω όριο του ανοίγματος σε συγκεκριμένο διάστημα εμπιστοσύνης, και ανάλογα να υπολογισθεί το μέσο συνολικό μέγιστο άνοιγμα. Η μέγιστη ζημία υπολογίζεται ως:

Eίναι προφανές ότι η πιο σημαντική παράμετρος ενός υποδείγματος πιστωτικού κινδύνου είναι η πιθανότητα πτώχευσης και η διακύμανσή της. Η πιθανότητα πτώχευσης δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί άμεσα και πρέπει να προσεγγισθεί με βάση κάποια αξιόπιστη μεθοδολογία. Οι εναλλακτικοί τρόποι εκτίμησης είναι:

ΜΑΚΡΟΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ

μέγιστη ζημία = μέσο συνολικό μέγιστο άνοιγμα x πιθανότητα πτώχευσης με βάση τις παραδοχές που αναπτύχθηκαν προηγούμενα.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ

Ο κίνδυνος πτώχευσης αποτελείται από δύο μέρη, το ουσιαστικό μέρος και το μη ουσιαστικό μέρος. Εκτίμηση του ουσιαστικού κινδύνου πτώχευσης μπορεί να επιτευχθεί με την ανάπτυξη μακροοικονομικών υποδειγμάτων (βλ. Chiriko, Guill, Hebert, 1991). Η μεθοδολογία συνίσταται στον καθορισμό των μακρομεταβλητών που επηρεάζουν την πιθανότητα πτώχευσης και στην πρόβλεψη, βάσει του υποδείγματος, των μελλοντικών τους τιμών και των αντίστοιχων πιθανοτήτων. Στη συνέχεια με βάση τις προβλέψεις εκτιμώνται οι αποδόσεις διαφόρων κλάδων οικονομικής δραστηριότητας και εξάγονται οι πιθανότητες πτώχευσης κατά κλάδο.

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η πιθανότητα πτώχευσης υπολογίζεται με βάση ιστορικά ποσοστά πτωχεύσεων ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας ή βαθμό επικινδυνότητας (rating class). Το μεγάλο πρόβλημα της μεθόδου είναι η διαθεσιμότητα των στοιχείων. Οι βάσεις δεδομένων που πιθανόν να τηρεί μία τράπεζα είναι συνήθως μικρές για την εξαγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Σε ανεπτυγμένες κεφαλαιαγορές υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τις πτωχεύσεις ανά κατηγορία ταξινόμησης για το σύνολο της οικονομίας. Αν μία τράπεζα διαθέτει εσωτερικό ούστημα ταξινόμησης, το οποίο μπορεί να αντιστοιχισθεί με τα διαθέσιμα εξωτερικά στοιχεία, τότε είναι δυνατός ο υπολογισμός της πιθανότητας πτώχευσης



με βάση ιστορικές τιμές.

Η πιθανότητα όμως πτώχευσης μεταβάλλεται διαχρονικά, διότι ο ίδιος ο κίνδυνος μεταβάλλεται. Οι επίσιες πιθανότητες μπορούν να μετατραπούν σε πιθανότητες για μακρότερες χρονικές περιόδους αν είναι γνωστά στοιχεία μετακινήσεων μεταξύ των κατηγοριών ταξινόμησης (transition matrices). Στην απλή περίπτωση που θεωρήσουμε δύο κατηγορίες ταξινόμησης με σταθερή επίσια πιθανότητα πτώχευσης 1%, τότε η πιθανότητα πτώχευσης το δεύτερο έτος είναι $99\% \cdot 1\% = 0,99\%$, το τρίτο έτος $99\% \cdot 99\% \cdot 1\% = 0,98\%$ κ.ο.κ. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα πτώχευσης για όλη τη διάρκεια μιας πιστοδότησης.

ΘΕΟΡΗΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ

Θεωρώντας ότι το πιστωτικό γεγονός της πτώχευσης κατανέμεται σύμφωνα με μία από τις γνωστές κατανομές, προσεγγίζουμε την πιθανότητα πτώχευσης με βάση τις στατιστικές της ουγκεκριμένης κατανομής. Παραδείγματος χάριν στο υπόδειγμα της Crédit Suisse, CreditRisk+, η πιθανότητα εμφάνισης του γεγονότος της πτώχευσης κατανέμεται σύμφωνα με την κατανομή Poisson ή την κατανομή Γάμμα, ανάλογα με την υπόθεση για τη σταθερότητα των ποσοστών πτώχευσης.

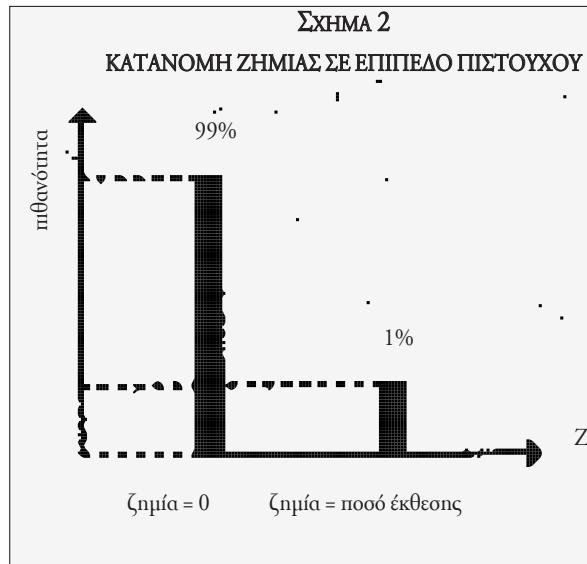
Τα υποδείγματα που αναπύχθηκαν μέχρι τώρα ενδείκνυνται περισσότερο για την εκτίμηση του κινδύνου σε επίπεδο χαρτοφυλακίου. Η εκτίμηση της αναμενόμενης ζημίας είναι ο στατιστικός μέσος σε ένα χαρτοφυλάκιο με πολλούς πιστούχους. Οι ζημίες θα είναι άλλοτε υψηλές άλλοτε χαμηλές, αλλά ο μέσος όρος είναι η αναμενόμενη ζημία. Για κάθε πιστούχο χωριστά η ζημία δεν θα είναι ποτέ ο μέσος όρος, αφού αυτός θα βρίσκεται είτε σε κατάσταση πτώχευσης (οπότε $\text{Ζημία} = \text{ποσό έκθεσης}$) ή σε κατάσταση μη πτώχευσης (οπότε $\text{Ζημία} = 0$). Στο οχήμα 2 απεικονίζεται η ζημία σε επίπεδο πιστούχου με πιθανότητα πτώχευσης 1%.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΙΣΤΟΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΓΙΑ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟΥΣ ΠΙΣΤΟΥΧΟΥΣ

Συνεπώς το ενδιαφέρον ενός υποδείγματος πιστωτικού κινδύνου σε επίπεδο πιστούχου εστιάζεται στην εκτίμηση της πιθανότητας πτώχευσης. Παραδοσιακά οι τράπεζες έχουν αναπτύξει αναλυτικές μεθόδους παρακολούθησης και μέτρησης του κινδύνου κάθε πιστούχου χωριστά. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, σε αυτές που στηρίζονται σε λογιστικά στοιχεία των πιστούχων και αυτές που στηρίζονται σε στοιχεία της αγοράς.

Οι μέθοδοι που βασίζονται σε λογιστικά στοιχεία είναι:

- υποκειμενική ανάλυση



- υποδείγματα credit scoring

Οι μέθοδοι που βασίζονται σε στοιχεία της αγοράς είναι:

- υποδείγματα δικαιωμάτων (option pricing models)
- υποδείγματα περιθωρίου αποδόσεων (yield spread models)

➤ υποδείγματα θνητιμότητας (mortality rate models)

Τα υποδείγματα που βασίζονται σε στοιχεία της αγοράς προϋποθέτουν ανεπιγιγνένη και ομαλώς λειτουργούσα κεφαλαιαγορά.

A. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΕ ΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η υποκειμενική ανάλυση είναι ο παραδοσιακός τρόπος μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου, όπου κάθε πιστούχος κρίνεται με βάση ορισμένα προκαθορισμένα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά. Στην ανάλυση έχουν δοθεί διάφορα ακρωνύμια πχ 5C analysis, όπου ο πιστούχος κρίνεται με βάση την προσωπικότητά του (Character), την επιχειρηματική του ικανότητα (Capacity), το κεφάλαιο που διαθέτει (Capital), τις γενικότερες οικονομικές συνθήκες (Conditions) καθώς και τις εξασφαλίσεις που παρέχει (Collateral).

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ CREDIT SCORING

Τα υποδείγματα credit scoring ενδείκνυνται σε περιπτώσεις μικρών και σχετικά ομοιογενών ομάδων πιστούχων (πχ καταναλωτικά δάνεια). Σαν πρώτο βήμα πρέπει να επιλεγούν ορισμένοι βασικοί χρηματοοικονομικοί δείκτες που χαρακτηρίζουν την οικονομική κατάσταση των πιστούχων. Στη συνέχεια επί αυτών των δεικτών εφαρμόζονται πολυμεταβλητά υποδείγματα με στόχο την εξαγωγή του credit score ή της πιθανότητας πτώχευσης.

Υπάρχουν εναλλακτικοί τρόποι ανάπτυξης των υποδειγμάτων. Διακρίνουμε:

➤ υπόδειγμα γραμμικής πιθανότητας (linear probability model)

Στο υπόδειγμα εξειδικεύεται μία συνάρτηση της μορφής

Η συνάρτηση εκτιμάται με βάση ιστορικά στοιχεία και για κάθε νέο πιστούχο υπολογίζεται το Z-score που θεωρείται και ως η πιθανότητα πτώχευσης.

➤ Logit ή probit υποδείγματα

Το πρόβλημα του υποδείγματος γραμμικής πιθανότητας είναι ότι δεν μπορεί να εξασφαλισθεί ότι η τιμή του Z θα κυμαίνεται στο διάστημα (0,1). Τα logit και probit υποδείγματα θεωρούν ότι η πιθανότητα κατανέμεται σύμφωνα με τη λογαριθμική και την κανονική κατανομή αντίστοιχα και οι τιμές της περιορίζονται στο ζητούμενο διάστημα. Για το υπόδειγμα logit η αθροιοτική πιθανότητα πτώχευσης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Z = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n$$

όπου $Z =$ διακριτή μεταβλητή που παίρνει τιμά 1 αν ο πιστούχος έχει πτωχεύσει ή 0 αν δεν έχει πτωχεύσει

$X_i =$ οι επιλεγέντες χρηματοοικονομικοί δείκτες

➤ Discriminant Analysis

Η discriminant analysis είναι τεχνική ταξινόμησης των πιστούχων σε δύο κατηγορίες (πχ αξιόπιστοι πελάτες/μη αξιόπιστοι πελάτες) ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε κατηγορίας. Ως πρώτο βήμα για την εφαρμογή της μεθόδου, εκτιμάται η εξίσωση της μορφής (discriminant function)

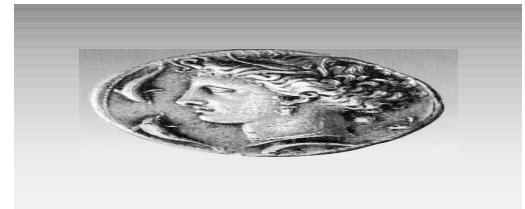
η οποία μπορεί να διακρίνει με τον καλύτερο τρόπο τους πιστούχους των δύο κατηγοριών. Κριτήριο εκτίμησης αποτελεί η μεγιστοποίηση των διακυμάνσεων μεταξύ των δύο κατηγοριών και ταυτόχρονα η ελαχιστοποίηση των διακυμάνσεων μέσα σε κάθε κατηγορία. Στη συνέχεια υπολογίζεται το Z-score όλων των

$$F(Z) = 1 / (1 - e^{-Z})$$

όπου $e =$ η βάση του Νεπέριου λογαρίθμου

$Z =$ το Z-score του πιστούχου

πιστούχων και κατατάσσονται με αύξουσα σειρά. Επιλέγεται το σημείο διαχωρισμού (cut-off point) που διακρίνει καλύτερα τις δύο κατηγορίες, συνίθως το μέσο Z των μέσων Z-scores κάθε κατηγορίας. Για κάθε νέο πιστούχο υπολογίζεται το Z-score και ανάλογα ταξινομείται σε μια κατηγορία.



μείται στην κατάλληλη κατηγορία.

Ορισμένες προσπάθειες για την ανάπτυξη υποδειγμάτων credit scoring έχουν γίνει για την Ελληνική αγορά. Οι Papoulias, Theodossiou, 1992, χρησιμοποιο-

$$Z = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n$$

ούν δείγμα 33 επιχειρήσεων που πτώχευσαν μεταξύ των ετών 1982 και 1985 και 68 υγιών επιχειρήσεων, και ένα από τα εναλλακτικά υποδείγματα που εκτιμώνται είναι:

Β. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΙΚΑΙΟΜΑΤΩΝ

Εχει θεωρητικά τεκμηριωθεί ότι η αξία μιας μετοχής προσιδιάζει με ένα call option των μετόχων επί των στοιχείων ενεργητικού της επιχείρησης με τιμή εξασκηνού το ύψος των ξένων κεφαλαίων. Αν η μετοχή της επιχείρησης είναι διαπραγματεύομη στο χρηματιστήριο, είναι δυνατός ο υπολογισμός της αξίας του call option και με βάση το θεωρητικό υπόδειγμα αποτύπων των Black-Scholes της διακύμανσης (implied volatility) της αξίας των μετόχων. Αν επιπλέον υποθέσουμε ότι η (μη παραπρόσιμη) διακύμανση των ουνολικών στοιχείων ενεργητικού προσεγγίζεται από τη

$$Z = 0,0146 - 0,03269 X_1 - 0,08995 X_2 - 0,98207 X_3 + 0,8952 X_4 \text{ (LPM)}$$

$$Z = -4,6658 - 1,9008 X_1 - 42,412 X_2 - 7,3650 X_3 + 10,336 X_4 \text{ (Logit)}$$

$$Z = -5,4320 - 1,7358 X_1 - 44,452 X_2 - 7,6009 X_3 + 11,176 X_4 \text{ (Probit)}$$

όπου X_1 = κυκλοφορούν ενεργητικό/τρέχουσες υποχρέωσεις

X_2 = καθαρά κέρδη/ούνολο ενεργητικού

X_3 = μικτά κέρδη/ούνολο ενεργητικού

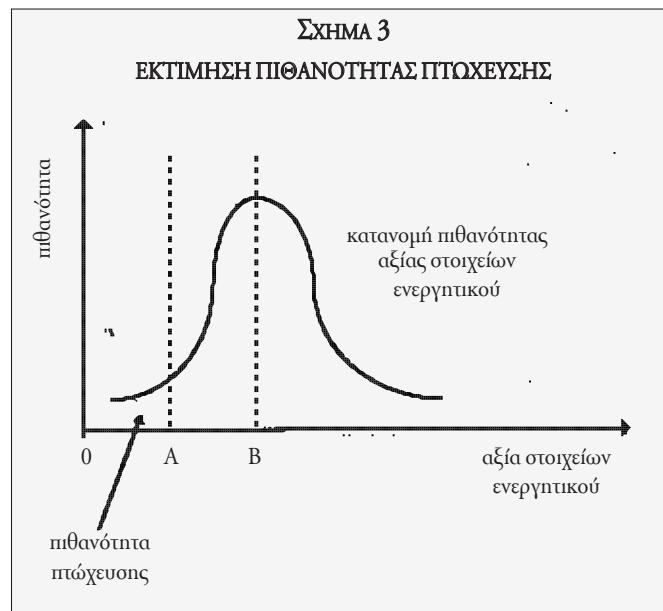
X_4 = ξένα κεφάλαια/ούνολο ενεργητικού

διακύμανση της μετοχής, τότε γνωρίζουμε τρία στοιχεία, τη ουνολική αξία της επιχείρησης (A), τη διακύ-

μανσί της (ο) και την αξία των ξένων κεφαλαίων (B), τα οποία είναι αρκετά για να υπολογισθεί η πιθανότητα πτώχευσης σε μία δεδομένη χρονική στιγμή. Η ανάλυση απεικονίζεται στο οχήμα 3 (βλ. Crosbie, 1998). Η πιθανότητα πτώχευσης ορίζεται ως η πιθανότητα η αξία των στοιχείων του ενεργητικού της επιχείρησης να καταστεί μικρότερη από την αξία των ξένων κεφαλαίων δηλ. τα ίδια κεφάλαια να γίνουν αρνητικά. Στο οχήμα 3 η πιθανότητα αυτή απεικονίζεται από την περιοχή που δείχνει το βέλος.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟΥ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ

Τα υποδείγματα περιθωρίου αποδόσεων αντλούν πληροφορίες από την αγορά επιχειρηματικών ομολογιών. Κάθε ομολογία έχει επιτοκιακό κίνδυνο και πιστωτικό κίνδυνο. Ο μεν επιτοκιακός προσεγγίζεται από τη διακύμανση των αποδόσεων των τίτλων του δημοσίου, ο δε πιστωτικός από το περιθώριο των αποδόσεων μεταξύ των επιχειρηματικών ομολογιών και των τίτλων του δημοσίου. Όταν είναι γνωστό το περιθώριο, είναι δυνατός ο υπολογισμός της αναμενόμενης πιθανότητας πτώχευ-



ος. Αν η απόδοση άνευ κινδύνου είναι $i=10\%$ και η απόδοση των ομολογιών $k=15,8\%$ τότε για να μην υπάρχουν δυνατότητες εξισορροπητικής αγοραπωλοίας

(arbitrage) πρέπει:

Από το συντελεστή p μπορεί να προσεγγισθεί η πιθανότητα πτώχευσης ως:

Αν υπάρχει η ευχέρεια αντιστοίχησης οποιουδήποτε πιστούχου με μία από τις επιχειρήσεις των οποίων οι ομολογίες διαπραγματεύονται στην αγορά, τότε μπορούμε να του προσάψουμε την υπολογισθείσα πιθανότητα πτώχευσης.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ
Αντί της αναμενόμενης πιθανότητας πτώχευσης μπορεί να υπολογισθεί η ιστορική πιθανότητα πτώχευσης (θνησιμότητα, MR_t) από την αγορά ομολογιών κατά κατηγορία ταξινόμησης και επών πτώχευσης μετά την έκδοση, ως εξής:

Τα αποτέλεσματα μπορούν να πινακοποιηθούν, ώστε να είναι δυνατή η εκτίμηση της πιθανότητας πτώχευσης για κάθε κατηγορία ταξινόμησης και για διάφορα έπει μετά

$$p(1+k) = (1+i) \Rightarrow p = (1+i) / (1+k) = (1+0,10) / (1/0,158) = 0,95$$

όπου p = συντελεστής βεβαίου ισοδυνάμου (certainty equivalent)

την έκδοση. Αν γνωρίζουμε την ταξινόμηση του πιστούχου, έχουμε δυνατόν να εκτιμήσουμε την αντίστοιχη πιθανότητα από την έκδοση.

$$1-p = 1 - 0,95 = 0,05 \text{ ή } 5\%.$$

νότιτα από τον πίνακα.

Οπως αναφέρθηκε η εξειδίκευση ενός υποδείγματος πιστωτικού κινδύνου εξαρτάται από το πεδίο εφαρμογής του και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σημαντικούς τομείς διοικητικών αποφάσεων μιας τράπεζας.

Τα υποδείγματα που εστιάζουν την ανάλυση σε κάθε μεμονωμένο πιστούχο ενδείκνυνται σε περιπτώσεις εξέτασης νέων πιστούχων ή σε περιπτώσεις επέκτασης της συνεργασίας με υφιστάμενους πιστούχους. Με τη χρήση της discriminant analysis μπορούν να διαχωρισθούν οι αξιόχρεοι από τους μη αξιόχρεους πιστούχους ώστε να προσδιορισθεί το καταρχήν ενδιαφέρον

$$MR1 = \frac{\text{αξία ομολογιών AA που πτώχευσαν 1 έτος μετά την έκδοση}}{\text{αξία ομολογιών AA εν ιοχύι 1 έτος μετά την έκδοση}}$$
$$MR2 = \frac{\text{αξία ομολογιών AA που πτώχευσαν 2 έτη μετά την έκδοση}}{\text{αξία ομολογιών AA εν ιοχύι 2 έτη μετά την έκδοση}}$$

κ.ο.κ.

της τράπεζας. Στη συνέχεια με την εκτίμηση της πιθανότητας πτώχευσης επιτυγχάνεται η κατάλληλη τιμολόγηση τους ώστε να αντικατοπτρίζει την αναλαμβανόμενο κίνδυνο.

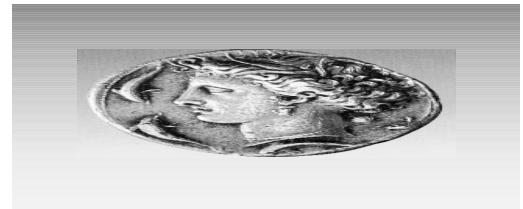
Αντίθετα, τα υποδείγματα που αναφέρονται στο σύνολο του χαρτοφυλακίου μιας τράπεζας, στοχεύουν

Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΙΣΤΩΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

στην εκτίμηση της ουνολικής ζημίας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υπολογισμό προβλέψεων, την καθορισμό ορίων για τη διαχείριση της συγκεντρωσης του πιστωτικού κινδύνου καθώς και την εκτίμηση της συμβολής κάθε πιστούχου στη συνολική κίνδυνο.

Η τρέχουσα λογιστική πρακτική δίνει ευχέρεια στις τράπεζες να επιλέξουν τη χρονική στιγμή διενέργειας προβλέψεων. Αν εξετάσουμε τις προβλέψεις από την οικονομική σοκοπία και όχι από τη φορολογική, το ύψος των μπορεί να καθορισθεί από την καμπύλη κατανομής της ζημίας. Οπως φαίνεται στο σχήμα 1, η αναμενόμενη ζημία (OB) είναι μεγαλύτερη από τη ζημία με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης (OA). Σε περιόδους χαμηλών ζημιών, για να αποφευχθεί η υπερβάλλουσα διανομή κερδών, το πραγματικό ύψος των προβλέψεων πρέπει να προσεγγίζει το ύψος της αναμενόμενης ζημίας.

Περαιτέρω, με βάση το υπόδειγμα πιστωτικού κιν-



δύνου μπορεί να προσδιορισθεί σύστημα πιστωτικών ορίων μιας τράπεζας. Απαιτείται ο διαχωρισμός του χαρτοφυλακίου κατά μονάδα “παραγωγής” πιστοδοτίσεων. Για κάθε μονάδα μπορεί να ορισθεί όριο το οποίο είναι αντιστρόφως ανάλογο της πιθανότητας πτώχευσης των πιστούχων που έχει στην αρμοδιότητά της. Επίσης, μπορεί να υπολογισθεί και η συμβολή στον κίνδυνο κάθε μονάδας, ως η διαφορά μεταξύ του κινδύνου του συνολικού χαρτοφυλακίου και του κινδύνου του χαρτοφυλακίου χωρίς την ομάδα πιστούχων της συγκεκριμένης μονάδας. Ανάλογη ανάλυση μπορεί να εφαρμοσθεί και για κάθε πιστούχο χωριστά.

Τα υποδείγματα πιστωτικού κινδύνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέρος ενός συνολικού συστήματος διαχείρισης κινδύνων της τράπεζας και να συμβάλουν στον καθορισμό ενός συνολικού επιπέδου αποδεκτού κινδύνου (risk profile). Επίσης μπορεί να εκτιμηθεί το αποτέλεσμα διαφοροποίησης (diversification) που επιτυγχάνεται με τη συγκεκριμένη διάρθρωση του χαρτοφυλακίου και με κατάλληλες αναδιαρθρώσεις να προσεγγίσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Εκτός από τις πολλαπλές δυνατότητες που προσφέρει ένα υπόδειγμα πιστωτικού κινδύνου στην τράπεζα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τις εποπτικές αρχές για τον υπολογισμό των ελάχιστων κεφαλαιακών απαιτήσεων. Αυτή η δυνατότητα παρέχεται από την εκτιμηθείσα καμπύλη πιθανότητας της ζημίας. Επανερχόμενοι στο σχήμα 1, έχει εκτιμηθεί το ύψος της μη αναμενόμενης ζημίας ΟΓ. Κατ’ ουσίαν το μέγεθος αυτό δείχνει το ύψος του κεφαλαίου που βρίσκεται σε κίνδυνο (economic capital). Συνεπώς τα ελάχιστα απαιτούμενα κεφάλαια για μία τράπεζα μπορούν να ορισθούν σαν κάποιο πολλαπλάσιο της μη αναμενόμενης ζημίας.

Βεβαίως για να αντικαταστήσουν τα υποδείγματα τους ομοιόμορφους κανόνες υπολογισμού που ισχύουν σήμερα πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις. Ορισμένες από αυτές είναι:

➤ Να είναι πλήρως τεκμηριωμένα από θεωρητική και πρακτική οκοπιά.

Κατά την εξειδίκευση ενός υποδείγματος προκύπτουν πολλά προβλήματα, όπως ο προσδιορισμός του

χρονικού ορίζοντα, η μέθοδος εκτίμησης της κατανομής της ζημίας, ο τρόπος χειρισμού των παραγώγων προϊόντων, ο υπολογισμός των παραμέτρων κλπ. που μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τα αποτελέσματα.

➤ Να επαληθεύονται τα αποτελέσματα.

Για την ανάλυση της ικανότητας πρόβλεψης, οι ex ante εκτιμήσεις του υποδείγματος θα πρέπει να συγκρίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα με τα ex post αποτελέσματα.

➤ Να είναι ενωματωμένα μέσα στο σύστημα λίψης αποφάσεων της τράπεζας.

Τα υποδείγματα δεν πρέπει να αποτελούν θεωρητικά κατασκευάσματα, αλλά να χρησιμοποιούνται για τη λίψη αποφάσεων.

Τα συμπεράσματα της ομάδας εργασίας για την επισκόπηση των υποδειγμάτων πιστωτικού κινδύνου της Federal Reserve κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα παραπάνω δεν τηρούνται επαρκώς για να γενικευθεί η χρήση τους για τον καθορισμό της επάρκειας των κεφαλαίων.

Hανάπτυξη και εξειδίκευση ενός υποδείγματος πιστωτικού κινδύνου, αν και ιδιαίτερα χρήσιμη για τη λειτουργία μιας τράπεζας, προσκρούει σε πολλά προβλήματα με κυριότερο την έλλειψη επαρκών διαθεσίμων ιστορικών στοιχείων για την εκτίμηση των παραμέτρων. Επίσης, η μεθοδολογία ανάπτυξης είναι ακόμα υπό διαμόρφωση και απομένουν πολλά θεωρητικά και πρακτικά προβλήματα να επλυσθούν. Ομως ο πιστωτικός κίνδυνος είναι ο ομαντικότερος κίνδυνος από τη λειτουργία μιας τράπεζας και δικαίως η ορθή εξειδίκευση ενός υποδείγματος πιστωτικού κινδύνου χαρακτηρίσθηκε η μεγάλη πρόκληση της επόμενης δεκαετίας.

ALTMAN E, J.CAOUETTE, P.NARAYANAN (1998): *Credit-Risk Measurement and Management: The ironic challenge in the next decade*, Financial Analyst Journal, January/February, 7-11.

ALTMAN E, A.SAUNDERS (1998): *Credit risk measurement: developments over the last 20 years*, Journal of Banking and Finance, 21, 1721-1742.

BARDOS M. (1998): *Detecting the risk of company failure at the Banque de France*, Journal of Banking and Finance, 22, 1405-1419.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

- BESSIS JOEL (1998): *Risk Management in Banking*, Wiley.
- CHIRINKO R., G.GUILL, P.HEBERT (1991): *Developing a Systematic Approach to Credit Risk Management*, Journal of Retail Banking, 13(3), 29-37.
- Crédit Suisse (1997): CreditRisk+.
- CROSBIE P. (1998): *Modelling default risk* in S.Das (ed) Credit Derivatives: Trading and management of credit and default risk, Wiley.
- DUFFEE G. (1996): *On measuring credit risks of derivative instruments*, Journal of Banking and Finance, 20, 805-833.
- Federal Reserve System Task Force on Internal Credit Risk Models (1998): *Credit risk models at major US banking Institutions: Current state of the art and implications for assessments of capital adequacy*.

Modern perspective, Irwin.

SIMONS K. (1997): *Model Error*, New England Economic Review, November/December, 17-28.

The Globecon Group Ltd (1995): *Active Bank Risk Management: Enhancing investment & credit portfolio performance*, Irwin.

THEODOSSIOU P., C.PAPOULIAS (1988): *Problematic Firms in Greece. An evaluation using corporate failure prediction models*, Studies in Banking and Finance, 7, 47-55.

THEODOSSIOU P. (1991): *Alternative Models for Assessing the Financial Condition of Business in Greece*, Journal of Business Finance & Accounting, 18(5), 697-720.

TREACY W.F., M.S. CAREY (1998): *Credit risk rating at large US banks*, Federal Reserve Bulletin, November, 897-921.

WILSON T. (1997): *Measuring and Managing Credit Portfolio Risk: Part 1: Modelling Systematic Default Risk*, Journal of Lending & Credit Risk Management, July, 61-72.

WILSON T. (1997): *Measuring and Managing Credit Portfolio Risk: Part 2: Portfolio Loss Distribution*, Journal of Lending & Credit Risk Management, July, 67-78.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- GUPTON G. (1998): *CreditMetricsTM: Assessing the marginal risk contribution of credit* in S.Das (ed) Credit Derivatives: Trading and management of credit and default risk, Wiley.
- MINGO J. (1998): *Towards an "Internal Models" Capital Standard for Large Multinational Banking Companies, Part 1 of 2*, Journal of Lending & Credit Risk Management, June, 61-66.
- MINGO J. (1998): *Towards an "Internal Models" Capital Standard for Large Multinational Banking Companies, Part 2 of 2*, Journal of Lending & Credit Risk Management, July, 49-55.
- MORGAN J. (1996): *Using Market-based Information in Credit Analysis*, Journal of Lending & Credit Risk Management, April, 23-31.
- PAPOULIAS C., P.THEODOSSIOU (1992): *Analysis and Modelling of Recent Business Failures in Greece*, Managerial and Decision Economics, 13, 163-169.
- Proceedings of a Conference: Financial Services at the Cross-roads: Capital Regulation in the 21st Century, Federal Reserve Bank of New York, Economic Policy Review, October 1998, 4(3).
- SAUNDERS A. (1997): *Financial Institution Management: A*

