

**Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ**



**Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας**  
**ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΚΤΙΚΗ»**

**Πρόβλεψη Πτώχευσης Εισηγμένων Επιχειρήσεων**

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Λογιστικής του Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ  
ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση  
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη Λογιστική και Ελεγκτική  
από την

**Ζωγραφάκη Μ. Δήμητρα**

Ηράκλειο  
Νοέμβριος 2013

«Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που εκπόνησε την παρούσα διπλωματική εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων : του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη-κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός-ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες κ.λπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου».

«Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή η οποία ορίστηκε από την ΓΣΕΣ του Τμήματος Λογιστικής του Τ.Ε.Ι. Κρήτης, σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του ΠΜΣ «Λογιστική και Ελεγκτική». Τα μέλη της Επιτροπής ήταν :

- Αρβανίτης Σταύρος (Επιβλέπων)
- Τερζάκης Δημήτριος (Μέλος)
- Θάνος Γεώργιος (Μέλος)

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Λογιστικής του Τ.Ε.Ι. Κρήτης δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.»

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών «Λογιστική & Ελεγκτική» του τμήματος Λογιστικής της Σχολής Διοίκησης και Οικονομίας του Α.Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου, για την απόκτηση μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συντελεστές του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών «Λογιστική & Ελεγκτική», οι οποίοι μου πρόσφεραν την ευκαιρία να φοιτήσω σε ένα τόσο αξιόλογο και καταξιωμένο πρόγραμμα μεταπτυχιακής εκπαίδευσης, το οποίο προσφέρει εξειδικευμένη γνώση επάνω σε σημαντικά και ενδιαφέροντα πεδία. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς επιτροπής υποστήριξης της εργασίας και συγκεκριμένα τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Σταύρο Αρβανίτη, ο οποίος με βοήθησε όχι μόνο στην εκπόνηση της διπλωματικής μου, αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια της διετούς μου φοίτησης. Η υποστήριξη και καθοδήγηση που έλαβα από εκείνον είχαν τον σπουδαιότερο ρόλο στην ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας και των σπουδών μου. Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου και τον κοινωνικό μου περίγυρο, οι οποίοι με στήριξαν ψυχολογικά κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και με βοήθησαν να παραμείνω συγκεντρωμένη στο αντικείμενο που σπούδαζα.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Δήλωση αυθεντικότητας, Ζητήματα copyright	ii
Σελίδα τριμελούς εξεταστικής επιτροπής	iii
Πρόλογος - Ευχαριστίες	iv
Πινάκας Περιεχομένων	v
Περίληψη - Λέξεις Κλειδιά	vi
Εισαγωγή	1
1. Κυριότερα υποδείγματα πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων	2
1.1 Υπόδειγμα του Beaver	2
1.2 Υπόδειγμα του Altman	10
2. Βιβλιογραφική Επισκόπηση	15
2.1 Υποδείγματα ανά γεωγραφική περιοχή	16
2.2 Υπόλοιπες μελέτες	33
3. Μεθοδολογία	73
3.1 Επιλογή δείγματος	73
3.2 Επιλογή μεταβλητών	74
3.3 Υπόδειγμα logit	74
3.4 Εμπειρικά αποτελέσματα	77
Συμπεράσματα	82
Βιβλιογραφία	84
Επιπλέον μελέτη	87
Παράρτημα Α. Συγκεντρωτικός πίνακας βιβλιογραφίας	88
Παράρτημα Β. Εταιρείες δείγματος	90

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά το ζήτημα της πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων. Η εργασία περιλαμβάνει τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, αναλύονται τα σημαντικότερα υποδείγματα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων, τα οποία παρουσίασαν οι Beaver και Altman. Στο δεύτερο κεφάλαιο, μελετώνται τα υπόλοιπα υποδείγματα από το 1971 έως το 2010. Στο τελευταίο κεφάλαιο, εφαρμόζεται πρακτικά το μοντέλο ανάλυσης logit σε δείγμα ελληνικών επιχειρήσεων, οι οποίες πτώχευσαν την περίοδο 2001-2012. Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της έρευνας, τα οποία καταλήγουν ότι η κερδοφορία και η ρευστότητα των επιχειρήσεων τείνουν να μειώνονται όταν επέρχεται χρεοκοπία, ενώ η μόχλευση τείνει να αυξάνεται.

## **ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ**

▪ Πρόβλεψη Πτώχευσης ▪ Υπόδειγμα logit ▪ Χρεοκοπία

## **ABSTRACT**

This thesis studies the problem of firm's bankruptcy prediction. It includes three chapters. In the first chapter, the most significant prediction models of business bankruptcy, which were presented by Beaver and Altman, are being analyzed. In the second chapter, other models from 1971 to 2010 are being studied. In the last chapter, the logit model analysis is being practiced in a sample of Greek firms, which went bankrupt during the period 2001-2012. Finally, the conclusions of the research are being presented and according to those it is inferred that the profitability and liquidity of businesses tend to fall when bankruptcy occurs, while leverage tends to increase.

## **KEYWORDS**

▪ Failure Prediction ▪ Logit Model ▪ Bankruptcy

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων. Στόχος είναι να συγκεντρωθούν και να μελετηθούν τα σημαντικότερα θεωρητικά υποδείγματα που υπάρχουν, καθώς και να γίνει μία εμπειρική διερεύνηση στις ελληνικές επιχειρήσεις. Το συγκεκριμένο θέμα είναι πολύ ενδιαφέρον και επίκαιρο στην περίοδο οικονομικής κρίσης που διανύουμε ως χώρα. Αυτός ήταν και ο βασικότερος λόγος για τον οποίο επέλεξα να μελετήσω την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων. Ας φανταστούμε πόσο πιο εύκολο θα ήταν για τους επενδυτές, να υπήρχε κάποιο αξιόπιστο και άμεσο εργαλείο, το οποίο θα τους προέτρεπε ή απέτρεπε να επενδύσουν σε ξένες επιχειρήσεις. Όχι μόνο θα τους εγγυόταν τους όρους επένδυσης, αλλά θα τους απέφερε και ένα σίγουρο αποτέλεσμα. Ακόμα, το κράτος και ολόκληρη η κοινωνία θα επωφελούνταν από την ικανότητα να προβλεφτεί πότε μία επιχείρηση θα χρεοκοπήσει. Το κράτος ενδεχομένως να προσέφερε λύσεις πριν να είναι πολύ αργά και έτσι δεν θα μειωνόταν το εγχώριο ΑΕΠ, δεν θα υπήρχαν ανείσπρακτα χρέη και δεν θα δημιουργούταν ανεργία.

Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν έχει ανακαλυφθεί αυτό το υπόδειγμα πρόβλεψης, το οποίο προσφέρει υψηλά επίπεδα επιτυχίας. Κυρίως, επειδή το θεωρητικό υπόβαθρο είναι τελείως υποκειμενικό και οι επιστήμονες δεν έχουν συμφωνήσει ποιοι είναι οι παράγοντες εκείνοι που καθορίζουν την πτώχευση των επιχειρήσεων. Στην ανάλυση θα δούμε πολλά υποδείγματα και διάφορες μεθοδολογίες που εφαρμόζονται, όμως κατά κύριο λόγο, όλοι συμφωνούν στην αυθαιρεσία επιλογής των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται.

Εφόσον το θέμα της πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων είναι αρκετά δημοφιλές στις μέρες μας, η εμπειρική ανάλυση που επιλέχθηκε στην παρούσα εργασία, αφορά σε ελληνικές επιχειρήσεις εισηγμένες στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών, την περίοδο 2001-2012. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι η ανάλυση logit, η οποία αναφέρεται σε ένα μη-γραμμικό υπόδειγμα πιθανότητας, το οποίο είναι πιο αποτελεσματικό από το γραμμικό μοντέλο πιθανότητας. Η επιτυχία πρόβλεψης του συγκεκριμένου υποδείγματος έφτασε στο 59,04%, ένα αρκετά ικανοποιητικό ποσοστό.

Επιγραμματικά, τα πρώτα δύο κεφάλαια περιλαμβάνουν τη θεωρητική ανάλυση από το 1966 έως το 2010. Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την εμπειρική ανάλυση και μεθοδολογία και έπειτα, ακολουθούν τα συμπεράσματα. Στο τέλος, παρατίθενται η βιβλιογραφία και τα παραρτήματα.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.**

## **ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα βασικότερα υποδείγματα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων, τα οποία ανέπτυξαν οι Beaver και Altman. Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση των υπόλοιπων σημαντικών μελετών.

### 1.1 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ BEAVER

Ο Beaver στο άρθρο του «Financial Ratios as Predictors of Failure» το 1966, ήταν ο πρώτος που μελέτησε ολοκληρωμένα την πρόβλεψη πτώχευσης των επιχειρήσεων με βάση χρηματοοικονομικούς αριθμοδείκτες και τόνισε τη σημαντικότητα των αριθμοδεικτών να προβλέπουν σημαντικά γεγονότα, όπως αυτό της πτώχευσης. Το δείγμα των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων που χρησιμοποίησε, περιλαμβάνει 79 αμερικάνικες βιομηχανικές κρατικές επιχειρήσεις κατά την περίοδο 1954-1964. Αντίστοιχα, το δείγμα των μη-χρεοκοπημένων επιχειρήσεων συμπεριλαμβάνει μία μη-χρεοκοπημένη επιχείρηση για κάθε χρεοκοπημένη με τα ίδια χαρακτηριστικά τζίρου και κλάδου. Η ανάλυση βασίζεται στη διαφορά που υπάρχει στους δείκτες ανάμεσα στις χρεοκοπημένες και στις υγιείς επιχειρήσεις, κι όχι στους δείκτες αυτούς καθ' αυτούς. Παρόλο που αυτή η ανάλυση σε ζεύγη προσφέρει μία θεμιτή προσέγγιση στην πρόβλεψη πτώχευσης, έχει το μειονέκτημα ότι βασίζεται μόνο σε ζεύγη παρατηρήσεων κι όχι σε μεμονωμένες παρατηρήσεις. Η συλλογή των δεδομένων γίνεται για ένα έως πέντε χρόνια πριν τη χρεοκοπία από τις δημοσιευμένες οικονομικές καταστάσεις των επιχειρήσεων. Ο Beaver χρησιμοποιεί 30 αριθμοδείκτες, οι οποίοι επιλέχτηκαν βάσει της συχνής χρήσης τους στη βιβλιογραφία, της σημαντικότητάς τους σε προηγούμενες μελέτες και της δυνατότητας ανάλυσής τους σε ταμειακή βάση. Οι αριθμοδείκτες κατατάσσονται σε 6 κατηγορίες, αναφορικά με τις ομοιότητές τους και από κάθε κατηγορία ο Beaver επέλεξε ένα δείκτη για την ανάλυσή του, η οποία περιλαμβάνει σύγκριση των μέσων τιμών, έλεγχο διχοτομικής ταξινόμησης και ανάλυση των πιθανοτήτων των δεικτών. Οι αριθμοδείκτες είναι οι ακόλουθοι :



#### I. ΔΕΙΚΤΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ

- 1) Ταμειακές ροές / Πωλήσεις
- 2) Ταμειακές ροές / Σύνολο Ενεργητικού
- 3) Ταμειακές ροές / Καθαρή Θέση
- 4) Ταμειακές ροές / Συνολικό Χρέος

#### II. ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΘΑΡΩΝ ΕΣΟΔΩΝ

- 5) Καθαρά Έσοδα / Πωλήσεις
- 6) Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού
- 7) Καθαρά Έσοδα / Καθαρή Θέση
- 8) Καθαρά Έσοδα / Συνολικό Χρέος

#### III. ΔΕΙΚΤΕΣ ΧΡΕΟΥΣ ΠΡΟΣ ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ

- 9) Τρέχουσες Υποχρεώσεις / Σύνολο Ενεργητικού
- 10) Μακροχρόνιες Υποχρεώσεις / Σύνολο Ενεργητικού
- 11) (Τρέχουσες + Μακροχρόνιες Υποχρεώσεις) / Σύνολο Ενεργητικού
- 12) (Τρέχουσες + Μακροχρόνιες Υποχρεώσεις + Προνομιούχες Μετοχές) / Σύνολο Ενεργητικού

#### IV. ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΠΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ

- 13) Ταμειακά Διαθέσιμα / Σύνολο Ενεργητικού
- 14) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Σύνολο Ενεργητικού
- 15) Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Σύνολο Ενεργητικού
- 16) Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού

#### V. ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣ ΤΡΕΧΟΝ ΧΡΕΟΣ

- 17) Ταμειακά Διαθέσιμα / Τρέχουσες Υποχρεώσεις
- 18) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Τρέχουσες Υποχρεώσεις
- 19) Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις

#### VI. ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

- 20) Ταμειακά Διαθέσιμα / Πωλήσεις
- 21) Εισπρακτέοι λογαριασμοί / Πωλήσεις
- 22) Απογραφή / Πωλήσεις

- 23) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Πωλήσεις
- 24) Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Πωλήσεις
- 25) Κεφάλαιο Κίνησης / Πωλήσεις
- 26) Καθαρή Θέση / Πωλήσεις
- 27) Σύνολο Ενεργητικού / Πωλήσεις
- 28) Ταμειακά Διαθέσιμα / Λειτουργικές Δαπάνες
- 29) (Διαθέσιμα + Ομόλογα) / Λειτουργικές Δαπάνες
- 30) [(Διαθέσιμα + Ομόλογα) - Τρέχουσες Υποχρεώσεις] / Λειτουργικές Δαπάνες

Οι τελικοί 6 δείκτες που χρησιμοποίησε ο Beaver στην ανάλυσή του είναι οι 4, 6, 11, 16, 19 και 30. Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των δεικτών, οδηγούμαστε απλά σε ένα γενικευμένο συμπέρασμα, όσον αφορά το διαχωρισμό των επιχειρήσεων σε χρεοκοπημένες και υγιείς. Η θεωρία των αριθμοδεικτών αφορά στη σχέση ανάμεσα στο μοντέλο ταμειακών ροών και των αριθμοδεικτών, η οποία βασίζεται στο μέγεθος των ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων του ενεργητικού, στην καθαρή μεταβολή τους, στο χρέος των επιχειρήσεων και τις λειτουργικές δαπάνες. Έτσι, ο Beaver μέσα από την ανάλυσή του καταλήγει στα ακόλουθα συμπεράσματα :

- Όσα περισσότερα ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία ενεργητικού έχει στην κατοχή της η επιχείρηση, τόσο πιο δύσκολο είναι να χρεοκοπήσει.
- Όσο μεγαλύτερη είναι η καθαρή μεταβολή των ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων ενεργητικού, τόσο μικρότερη είναι η πιθανότητα για μια επιχείρηση να χρεοκοπήσει.
- Όσο μεγαλύτερο είναι το χρέος που έχει η επιχείρηση, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα χρεοκοπίας.
- Όσο μεγαλύτερες είναι οι λειτουργικές δαπάνες, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα χρεοκοπίας για την επιχείρηση.

Παρόλο που η ανάλυση με τη σύγκριση των μέσων τιμών εντοπίζει τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ χρεοκοπημένων και μη-χρεοκοπημένων επιχειρήσεων, ωστόσο δεν μπορεί να καθορίσει το μέγεθος αυτών των διαφορών και τη σημαντικότητα πρόβλεψης του κάθε αριθμοδείκτη.

Ο έλεγχος της διχοτομικής ταξινόμησης βασίζεται στη γνώση των χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών και ταξινομεί τις επιχειρήσεις σε χρεοκοπημένες και υγιείς ανάλογα με το οριζόμενο σημείο αναφοράς του κάθε αριθμοδείκτη. Μετά από την ταξινόμηση, τα αποτελέσματα που προκύπτουν συγκρίνονται με την πραγματική κατάσταση των επιχειρήσεων και προκύπτει το ποσοστό εσφαλμένης ταξινόμησης. Το σημείο αναφοράς ή αλλιώς η κριτική τιμή του κάθε δείκτη, ορίζεται αυθαίρετα με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν, έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται τα ποσοστά σφαλμάτων. Στην ανάλυσή του, ο Beaver χώρισε το δείγμα του σε δύο τυχαίες ομάδες και επέλεξε ένα σημείο αναφοράς για κάθε μία. Έπειτα, διενήργησε δύο ελέγχους. Στον πρώτο έλεγχο, οι επιχειρήσεις ταξινομήθηκαν με βάση τις κριτικές τιμές που είχαν οριστεί στην ομάδα που ανήκαν και στον δεύτερο έλεγχο οι επιχειρήσεις ταξινομήθηκαν με βάση τις κριτικές τιμές που είχαν οριστεί για τις αντίθετες ομάδες. Από τα αποτελέσματα, προκύπτει ότι ο δείκτης *Ταμειακές Ροές / Συνολικό Χρέος* είναι ο πιο σημαντικός στην πρόβλεψη της πτώχευσης. Δεύτερος σε σημαντικότητα είναι ο δείκτης *Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού* και τρίτος ο δείκτης *Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού*. Οι υπόλοιποι δείκτες έχουν μικρότερη σημαντικότητα, ενώ ο πιο κρίσιμος παράγοντας φαίνεται να είναι η καθαρή μεταβολή των ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων του ενεργητικού. Στη συνέχεια, ο Beaver ανέλυσε τη σημασία των σφαλμάτων ταξινόμησης Τύπου I και Τύπου II. Το σφάλμα Τύπου I αναφέρεται στις χρεοκοπημένες επιχειρήσεις που λανθασμένα ταξινομήθηκαν ως υγιείς, ενώ το σφάλμα Τύπου II αναφέρεται στις υγιείς επιχειρήσεις, οι οποίες λανθασμένα ταξινομήθηκαν ως χρεοκοπημένες. Το ποσοστό των σφαλμάτων είναι αρκετά σημαντικό, αφού τα σφάλματα ταξινόμησης συνεπάγονται διαφορετικά κόστη. Τα ποσοστά των σφαλμάτων προκύπτουν από τον αριθμό των λανθασμένων ταξινομήσεων προς τον συνολικό αριθμό των ταξινομημένων επιχειρήσεων. Η ανάλυσή του Beaver έχει τα παρακάτω αποτελέσματα σφαλμάτων :

### Πίνακας 1.

Σφάλματα Τύπου I & II στην ανάλυση του Beaver

Έτη πριν τη χρεοκοπία	Τύπος I	Τύπος II
1	22%	5%
2	34%	8%
3	36%	8%
4	47%	3%
5	42%	4%

Ο Beaver καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η ανάλυση των αριθμοδεικτών είναι χρήσιμη για πέντε χρόνια πριν τη πτώχευση, αλλά οι αριθμοδείκτες δεν μπορούν να χρησιμοποιούνται άνευ διακρίσεων, επειδή δεν έχουν όλοι καλή προβλεπτική ικανότητα. Ακόμα, οι αριθμοδείκτες δεν προβλέπουν σωστά με τον ίδιο βαθμό επιτυχίας τις χρεοκοπημένες και τις υγιείς επιχειρήσεις. Ο έλεγχος διχοτομικής ταξινόμησης κατηγοριοποιεί τις επιχειρήσεις αναφορικά με τις κριτικές τιμές των δεικτών, αλλά δεν προσφέρει πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος των τιμών που προκύπτουν. Επιπλέον, η επιλογή των κριτικών τιμών γίνεται με αυθαίρετο τρόπο και η πιθανότητα που προκύπτει για το δείγμα των επιχειρήσεων δεν μπορεί να εφαρμοστεί στον γενικό πληθυσμό με βάση τις ίδιες κριτικές τιμές.

Μέσω της ανάλυσης πιθανοτήτων των δεικτών, τα παραπάνω μειονεκτήματα της διχοτομικής ταξινόμησης δεν υφίστανται. Ο Beaver χρησιμοποιεί την προσέγγιση του Bayes και οι αρχικές βασικές πιθανότητες είναι οι  $P(F)$  και  $P(\bar{F})$ , των οποίων το άθροισμα είναι 1. Η πιθανότητα χρεοκοπίας  $P(R/F)$  είναι η πιθανότητα να εμφανιστεί η παρατηρημένη αριθμητική τιμή του δείκτη αν η επιχείρηση είναι χρεοκοπημένη. Η πιθανότητα μη-χρεοκοπίας  $P(R/\bar{F})$  είναι η πιθανότητα να εμφανιστεί η παρατηρημένη αριθμητική τιμή του δείκτη αν η επιχείρηση δεν είναι χρεοκοπημένη. Οι συλλογικές πιθανότητες είναι οι αρχικές πιθανότητες επί τις εκτιμήσεις των πιθανοτήτων. Το άθροισμα των συλλογικών πιθανοτήτων είναι η οριακή πιθανότητα  $P(R)$ . Οι τελικές πιθανότητες είναι οι συλλογικές πιθανότητες προς την οριακή πιθανότητα. Το άθροισμα των τελικών πιθανοτήτων πρέπει να είναι 1.

Η ανάλυση πιθανοτήτων των δεικτών έχει μεγάλη επιτυχία, ακόμα και πέντε χρόνια πριν τη χρεοκοπία, επειδή προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες. Η σχέση μεταξύ του δείκτη πιθανότητας και του χρηματοοικονομικού δείκτη έχει τη μορφή U. Μέσω της ανάλυσης πιθανοτήτων των δεικτών, φαίνεται πόσο μακριά είναι ο χρηματοοικονομικός αριθμοδείκτης από το σημείο αναφοράς. Η μελέτη του Beaver βασίζεται σε μονομεταβλητή ανάλυση, εξετάζοντας κάθε δείκτη ξεχωριστά σχετικά με την προβλεπτική του ικανότητα.

Δύο χρόνια μετά, το 1968 ο Beaver στο άρθρο του «Alternative Accounting Measures as Predictors of Failure» προσπάθησε να δώσει έμφαση στην ανάγκη που υπήρχε για εμπειρική επιβεβαίωση των a priori πεποιθήσεων σχετικά με την πρόβλεψη της πτώχευσης και να παρουσιάσει μία εμπειρική μέθοδο αξιολόγησης των εναλλακτικών λογιστικών μετρήσεων. Δεν έχουν όλοι οι χρηματοοικονομικοί αριθμοδείκτες την ίδια αποτελεσματικότητα στην πρόβλεψη της πτώχευσης και δεδομένου ότι οι δείκτες ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων του ενεργητικού είναι οι πιο διαδεδομένοι στην βιβλιογραφία, ο Beaver εξέτασε την προβλεπτική τους ικανότητα κάνοντας δύο υποθέσεις : 1) δείκτες ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων έναντι δεικτών μη-ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων και 2) δείκτες ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων έναντι άλλων δεικτών ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων. Για την εξέταση των υποθέσεων, ο Beaver μελέτησε τους παρακάτω δείκτες :

#### ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΗ-ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΥΣΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- 1) Ταμειακές Ροές / Συνολικό Χρέος
- 2) Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού
- 3) Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού

#### ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΥΣΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ

- 1) Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Σύνολο Ενεργητικού
- 2) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Σύνολο Ενεργητικού
- 3) Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού
- 4) Ταμειακά Διαθέσιμα / Σύνολο Ενεργητικού

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΥΣΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΡΕΧΟΝΤΟΣ ΧΡΕΟΥΣ

- 5) Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχον Χρέος
- 6) Ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία / Τρέχον Χρέος
- 7) Ταμειακά Διαθέσιμα / Τρέχον Χρέος

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΥΣΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΩΛΗΣΕΩΝ

- 8) Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Πωλήσεις
- 9) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Πωλήσεις
- 10) Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Πωλήσεις
- 11) Ταμειακά Διαθέσιμα / Πωλήσεις

Όσον αφορά την πρώτη υπόθεση, ο Beaver υποστηρίζει ότι οι δείκτες μη-ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων θεωρούνται μετρήσεις της μακροχρόνιας φερεγγυότητας, ενώ οι δείκτες ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων θεωρούνται μετρήσεις της βραχυχρόνιας φερεγγυότητας. Επομένως, οι δείκτες ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων προβλέπουν πιο αποτελεσματικά την πτώχευση από τους δείκτες μη-ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων για τα δύο πρώτα χρόνια πριν τη χρεοκοπία, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει για τα επόμενα έτη.

Αναφορικά με τη δεύτερη υπόθεση, ο Beaver παρουσιάζει τις κριτικές που έχουν γίνει για κάποιους δείκτες. Πιο συγκεκριμένα, το κυκλοφορούν ενεργητικό περιλαμβάνει την απογραφή την οποία πολλοί δεν θεωρούν ρευστοποιήσιμο περιουσιακό στοιχείο του ενεργητικού, γιατί πρέπει πρώτα να πουληθούν τα αποθέματα για να μετατραπούν σε μετρητά, γεγονός πολύ σημαντικό για τις επιχειρήσεις που πτωχεύουν. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η απογραφή των υπό χρεοκοπία επιχειρήσεων είναι μεγαλύτερη από την απογραφή των επιχειρήσεων που είναι υγιείς, άρα το κυκλοφορούν ενεργητικό των πρώτων είναι μεγαλύτερο από αυτό των τελευταίων. Για να αποφεύγεται αυτή η σύγχυση, χρησιμοποιείται ο δείκτης των ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων, ο οποίος περιλαμβάνει τα ταμειακά διαθέσιμα, τους εμπορεύσιμους τίτλους και τις απαιτήσεις. Ένας ακόμα προβληματισμός είναι το γεγονός ότι το κυκλοφορούν ενεργητικό μπορεί να χειραγωγηθεί και να αποτελεί βιτρίνα στον ισολογισμό, η οποία περιλαμβάνει τις πρόσφατες πληρωμές του τρέχοντος χρέους, γεγονός που καθιστά παραπλανητικό το δείκτη του κυκλοφορούντος ενεργητικού προς το τρέχον χρέος. Τέλος, ο δείκτης των

ταμειακών διαθεσίμων θεωρείται ότι είναι συντηρητικός, με την έννοια του ότι θεωρείται μηδενική η ταμειακή ροή από τις απαιτήσεις, γεγονός που δεν ισχύει.

Χρησιμοποιώντας το δείγμα από τη μελέτη του το 1966, ο Beaver εξηγεί ότι μέσω του ελέγχου διχοτομικής ανάλυσης οι δείκτες μη-ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων προσφέρουν καλύτερα προγνωστικά αποτελέσματα από τους δείκτες ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων του ενεργητικού, τόσο σε βραχυχρόνια, όσο και σε μακροχρόνια βάση. Επομένως, δεν ισχύει η επικρατούσα άποψη στη βιβλιογραφία, αφού για παράδειγμα μία επιχείρηση μπορεί να έχει ελάχιστα ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία, αλλά να έχει πολύ υψηλές πωλήσεις για να τη χρηματοδοτήσουν όταν υπάρξει ανάγκη. Ακόμα, μέσω της διχοτομικής ταξινόμησης, ο Beaver βρίσκει ότι τα ταμειακά διαθέσιμα και το καθαρό κεφάλαιο κίνησης είναι πολύ καλύτεροι προβλεπτές από το κυκλοφορούν ενεργητικό και τα ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι δημοφιλείς δείκτες της βιβλιογραφίας δεν είναι πάντα οι πιο αποτελεσματικοί.

Στη συνέχεια, ο Beaver προσπάθησε να ερευνήσει καλύτερα τις συνισταμένες των δεικτών μέσω της ανάλυσης των μέσων τιμών και βρήκε ότι οι χρεοκοπημένες σε σύγκριση με τις υγιείς επιχειρήσεις είχαν μικρότερες πωλήσεις, μικρότερες ταμειακές ροές, λιγότερα καθαρά έσοδα και μεγαλύτερο χρέος, διαφορές οι οποίες είχαν την τάση να οξύνονται όσο πλησίαζε η χρεοκοπία. Επίσης, η ανάλυση έδειξε ότι οι χρεοκοπημένες επιχειρήσεις είχαν μικρότερα ταμειακά διαθέσιμα και περισσότερες απαιτήσεις από τις υγιείς επιχειρήσεις, δείκτες οι οποίοι λειτουργούν αντίστροφα. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι οι ταμειακές ροές έχουν μεγαλύτερη προβλεπτική αξία από ότι το κυκλοφορούν ενεργητικό, όπως αυτό αποδείχτηκε από την ανάλυση της διχοτομικής ταξινόμησης, αφού το κυκλοφορούν ενεργητικό περιλαμβάνει συγχρόνως τα ταμειακά διαθέσιμα και τις απαιτήσεις, οι οποίοι δείκτες αν προστεθούν δεν έχουν προβλεπτική αξία. Κατά τον ίδιο τρόπο, αποδεικνύεται ότι το καθαρό κεφάλαιο κίνησης έχει μεγαλύτερη προβλεπτική ικανότητα από το κυκλοφορούν ενεργητικό. Συνεπώς, η επιλογή των συνιστωσών των αριθμοδεικτών πρέπει να γίνεται με προσοχή για να αποφεύγονται λανθασμένα αποτελέσματα. Τέλος, σε αντίθεση με τη βιβλιογραφία, η ανάλυση των διαφορών των μέσων τιμών έδειξε ότι οι χρεοκοπημένες επιχειρήσεις τείνουν να έχουν λιγότερα αποθέματα από ότι οι υγιείς.

## 1.2 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ALTMAN

Ο Altman στο άρθρο του «Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy» το 1968, επιδιώκει να αξιολογήσει την ποιότητα της ανάλυσης των χρηματοοικονομικών και λογιστικών δεικτών ως μία τεχνική η οποία χρησιμοποιείται για να προβλέψει την πτώχευση των επιχειρήσεων. Όπως οι περισσότεροι μελετητές, έτσι κι εκείνος παραδέχεται ότι η επιλογή των δεικτών αυτών είναι αυθαίρετη και μεροληπτική, καθώς δεν υπάρχουν κάποια κριτήρια επιλογής για τους δείκτες και οι ερευνητές χρησιμοποιούν τους πιο δημοφιλείς, δηλαδή εκείνους που έχουν χρησιμοποιήσει χωρίς αιτιολόγηση και οι προηγούμενοι από εκείνους. Ο Altman αμφισβητεί τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών επειδή κυρίως χρησιμοποίησαν μία μόνο μεταβλητή και έδωσαν έμφαση σε ατομικά επικείμενα προβλήματα των επιχειρήσεων, με αποτέλεσμα πολλές φορές να μην είναι αξιόπιστα. Για εκείνον, η λύση ήταν να συνδυαστούν πολλές διαφορετικές μετρήσεις σε ένα μοντέλο πρόβλεψης μέσω της μεθόδου της πολυμεταβλητής διακριτικής ανάλυσης (MDA). Ο Altman θεωρεί ότι η MDA υπερέχει των άλλων τεχνικών αναλύσεων γιατί λαμβάνει υπόψη της ολόκληρο το προφίλ των παρατηρήσεων κι όχι μόνο μερικά χαρακτηριστικά, καθώς και την επίδραση που αυτά έχουν με βάση τους συντελεστές βαρύτητας και μπορεί να αναδιατυπώσει το πρόβλημα όταν είναι αναγκαίο. Η συγκεκριμένη στατιστική τεχνική ταξινομεί την κάθε παρατήρηση σε κάποια προκαθορισμένη ομάδα ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της.

Η διαδικασία που ακολουθεί η μέθοδος είναι αρχικά να δημιουργηθούν δύο ή περισσότερες ομάδες, όπως για παράδειγμα χρεοκοπημένες ή μη-χρεοκοπημένες επιχειρήσεις, έπειτα να συλλεχθούν τα δεδομένα και να ταξινομηθούν στις ομάδες. Στη συνέχεια, γίνεται προσπάθεια να βρεθεί ένας γραμμικός συνδυασμός των χαρακτηριστικών εκείνων τα οποία διαχωρίζουν καλύτερα τις ομάδες. Εάν κάποια παρατήρηση έχει χαρακτηριστικά που ανήκουν σε περισσότερες από μία ομάδες, τότε προσδιορίζονται διάφοροι συντελεστές βαρύτητας και έτσι δημιουργείται η βάση με την οποία γίνεται η ταξινόμηση.

Το μοντέλο του Altman βασίζεται στην παρακάτω εξίσωση :

$$Z = V_1X_1 + V_2X_2 + \dots + V_nX_n \quad (1)$$



όπου,  $v_1, v_2, \dots, v_n$  : οι συντελεστές βαρύτητας

$x_1, x_2, \dots, x_n$  : οι ανεξάρτητες μεταβλητές

$Z$  : η αξιολόγηση που προκύπτει (score)

Στο δείγμα του ο Altman χρησιμοποίησε 33 χρεοκοπημένες επιχειρήσεις από τον κλάδο των κατασκευών και 33 υγιείς, οι οποίες ταίριαζαν με τις χρεοκοπημένες ως προς τον κλάδο και το μέγεθος. Έπειτα, ο Altman χρησιμοποίησε 22 μεταβλητές τις οποίες ταξινόμησε σε πέντε κατηγορίες: μεταβλητές ρευστότητας, κερδοφορίας, μόχλευσης, φερεγγυότητας και δραστηριότητας και επέλεξε μία μεταβλητή από κάθε κατηγορία λαμβάνοντας υπόψη του τη στατιστική σημαντικότητά τους, τη συσχέτιση μεταξύ τους και την προβλεπτική τους ικανότητα. Έπειτα από μετρήσεις και αναλύσεις, η τελική μορφή της συνάρτησης του μοντέλου είναι η ακόλουθη :

$$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 0,99X_5 \quad (2)$$

όπου,  $X_1$  : Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού

$X_2$  : Έκτακτα Αποθεματικά / Σύνολο Ενεργητικού

$X_3$  : Κέρδη προ τόκων και φόρων / Σύνολο Ενεργητικού

$X_4$  : Αξία αγοράς μετοχών / Σύνολο Υποχρεώσεων

$X_5$  : Πωλήσεις / Σύνολο Ενεργητικού

Οι μεταβλητές  $X_1, X_2, X_3$  και  $X_4$  παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων των χρεοκοπημένων και μη-χρεοκοπημένων επιχειρήσεων, ενώ η μεταβλητή  $X_5$  δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές.

Για την αξιολόγηση του μοντέλου, ο Altman εφαρμόζει 6 ελέγχους. Ο πρώτος έλεγχος διενεργείται στο αρχικό δείγμα των παρατηρήσεων ένα χρόνο πριν τη χρεοκοπία και προκύπτει ακρίβεια της τάξης του 95%. Το σφάλμα ταξινόμησης Τύπου I είναι 6%, ενώ του Τύπου II 3%. Ο δεύτερος έλεγχος αφορά στο αρχικό δείγμα των παρατηρήσεων για δύο χρόνια πριν τη χρεοκοπία και το ποσοστό ακρίβειας που προκύπτει είναι 72%, ενώ τα σφάλματα λανθασμένης ταξινόμησης Τύπου I και II είναι 28% και 6% αντίστοιχα. Ο τρίτος έλεγχος διενεργείται σε ομάδες παρατηρήσεων του αρχικού δείγματος και αποδεικνύεται ότι δεν υπάρχει σημαντική μεροληψία της έρευνας. Ο τέταρτος έλεγχος διενεργείται σε ένα νέο δείγμα 25 χρεοκοπημένων

επιχειρήσεων με παρόμοια χαρακτηριστικά του αρχικού δείγματος και προκύπτει ακρίβεια πρόβλεψης της τάξης του 96%, ενώ το σφάλμα λανθασμένης ταξινόμησης Τύπου I είναι 4%. Ο πέμπτος έλεγχος, όπως ο προηγούμενος, αφορά σε ένα νέο δείγμα 66 υγιών επιχειρήσεων, οι οποίες ταξινομήθηκαν σωστά κατά 79% και λανθασμένα (Τύπος II) κατά 21%. Ο τελευταίος έλεγχος αφορά την προβλεπτική ικανότητα του μοντέλου για περισσότερα έτη πριν τη χρεοκοπία. Η εφαρμογή γίνεται στο αρχικό δείγμα για τρία, τέσσερα και πέντε έτη πριν τη χρεοκοπία και η ακρίβεια που προκύπτει είναι αντίστοιχα 48%, 29% και 36%. Τα βασικά συμπεράσματα του Altman είναι ότι όλοι οι δείκτες δείχνουν μία τάση επιδείνωσης όταν πλησιάζει η χρεοκοπία και ότι οι πιο σημαντικές αλλαγές γίνονται ανάμεσα στον τρίτο και δεύτερο χρόνο πριν τη χρεοκοπία.

Στη συνέχεια, ο Altman στο μοντέλο του προσδιορίζει την κριτική τιμή που πρέπει να έχει η εξαρτημένη μεταβλητή Z, βάσει της οποίας μπορούν να κατηγοριοποιούνται οι επιχειρήσεις σε ζώνες χρεοκοπίας, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

## Πίνακας 2.

Κριτικές τιμές Z στο μοντέλο του Altman (1968)

Τιμή Z	Αποτέλεσμα
>2,99	Ζώνη μη-χρεοκοπίας
1,81-2,99	Γκριζα ζώνη
<1,81	Ζώνη χρεοκοπίας

Παρότι το μοντέλο έχει ποσοστά μεγάλης ακρίβειας για την χρεοκοπία των επιχειρήσεων σε ορίζοντα δύο ετών, ο Altman υποστηρίζει ότι το μοντέλο του μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους για να υπάρχει πιο ακριβής πρόβλεψη, αν και κάτι τέτοιο έχει τρομερό κόστος.

Σχεδόν μία δεκαετία αργότερα, το 1977, ο Altman σε συνεργασία με τους Haldeman και Narayanan, με το άρθρο τους «ZETA ANALYSIS : A new model to identify bankruptcy risk of corporations», δημιούργησαν ένα νέο μοντέλο πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων το “ZETA”, το οποίο ήταν αποτελεσματικό και έγκυρο για το χρονικό διάστημα των πέντε ετών πριν την πτώχευση. Η δημιουργία του νέου μοντέλου ήταν αιτία διαφόρων παραγόντων. Οι πιο σημαντικοί ήταν ότι είχε

αλλάξει δραστικά το μέγεθος και το προφίλ των επιχειρήσεων, οι οποίες τα τελευταία χρόνια κηρύσσονταν σε πτώχευση. Έπειτα, είχαν συντελεί αλλαγές στη λογιστική πρακτική που ακολουθούσαν οι επιχειρήσεις και τέλος, είχαν γίνει αρκετές βελτιώσεις στις μεθόδους των τεχνικών διακριτικής στατιστικής που χρησιμοποιούνταν.

Το νέο μοντέλο “ZETA” , είχε ακρίβεια άνω του 90% για ένα χρόνο πριν την πτώχευση και γύρω στο 70% για πέντε χρόνια πριν τη πτώχευση, καθώς και μείωνε σημαντικά το κόστος που υπήρχε από την λανθασμένη κατηγοριοποίηση κάποιας επιχείρησης σε χρεοκοπημένη ή μη. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε περιείχε 53 χρεοκοπημένες και 58 υγιείς επιχειρήσεις της περιόδου 1969-1975. Το νέο μοντέλο περιλάμβανε 27 μεταβλητές, οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν σε μεταβλητές κερδοφορίας, κάλυψης και μόχλευσης, ρευστότητας, κεφαλαιοποίησης, μεταβλητότητας κερδών και διάφορες άλλες. Το μοντέλο συμπεριλάμβανε νέα σύγχρονα στοιχεία και δεδομένα για τις επιχειρήσεις, όπως την κεφαλαιοποίηση των χρηματοδοτικών μισθώσεων, τα αποθεματικά, τα δικαιώματα της μειοψηφίας και τις λοιπές υποχρεώσεις του ισολογισμού, τις μητρικές και ενοποιημένες εταιρίες και τις μη-ενοποιημένες θυγατρικές, την υπεραξία και τα άυλα περιουσιακά στοιχεία, τα κεφαλαιοποιημένα κόστη έρευνας και ανάπτυξης, τους κεφαλαιοποιημένους τόκους και τα έξοδα της επόμενης χρήσης.

Η μέθοδος ανάλυσης που χρησιμοποιείται στο μοντέλο “ZETA” είναι η πολυμεταβλητή στατιστική τεχνική της διακριτικής ανάλυσης, με γραμμικές και τετραγωνισμένες δομές, ανάλογα με τις ομοιότητες της διακύμανσης και συνδιακύμανσης που υπάρχει στις μήτρες.

Το μοντέλο καταλήγει να περιλαμβάνει επτά δείκτες που δημιουργήθηκαν από τις μεταβλητές, οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι :

$X_1$  : Απόδοση των περιουσιακών στοιχείων

$X_2$  : Σταθερότητα των κερδών

$X_3$  : Εξυπηρέτηση χρέους

$X_4$  : Σωρευτική κερδοφορία

$X_5$ : Ρευστότητα

$X_6$  : Κεφαλαιοποίηση

$X_7$  : Μέγεθος επιχείρησης

Έπειτα από μετρήσεις που έκαναν, οι πιο σημαντικοί δείκτες φάνηκαν να είναι η σταθερότητα των κερδών ( $X_2$ ) και η κεφαλαιοποίηση ( $X_6$ ), ενώ ο λιγότερος σημαντικός δείκτης ήταν η απόδοση των περιουσιακών στοιχείων ( $X_1$ ).

Το νέο μοντέλο έχει την ακόλουθη μορφή :

$$ZETA_c = \ln \frac{q_1 C_I}{q_2 C_{II}} \quad (3)$$

όπου,  $q_1, q_2$  : οι εκ των προτέρων πιθανότητες χρεοκοπίας και μη-χρεοκοπίας  
 $C_I, C_{II}$  : τα κόστη από την λανθασμένη ταξινόμηση των επιχειρήσεων

Οι κριτικές τιμές που καθορίζουν σε ποια ζώνη εντάσσεται η κάθε επιχείρηση είναι οι ακόλουθες :

### Πίνακας 3.

Κριτικές τιμές  $Z$  στο μοντέλο των Altman et al. (1977)

Τιμή $Z$	Αποτέλεσμα
$\geq 2,675$	Ζώνη μη-χρεοκοπίας
$\leq 2,675$	Ζώνη χρεοκοπίας

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.**

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα υπόλοιπα υποδείγματα σχετικά με την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων. Αρχικά, περιγράφονται διάφορες μελέτες ανά γεωγραφική περιοχή, τις οποίες μελέτησε ο Altman στο άρθρο του «The success of business failure prediction models. An international survey.» το 1984 και αργότερα μαζί με τον Narayanan στο άρθρο τους «An International Survey of Business Failure Classification Models» το 1997. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται άλλες μελέτες με χρονολογική σειρά. Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τα πιο σημαντικά και διαδεδομένα μοντέλα, τα οποία αφορούν την περίοδο 1971-2010.

Πολλές βασικές μελέτες έχουν δημοσιευτεί και αναλύουν τα διάφορα υποδείγματα και τις μεθοδολογίες που εφαρμόζονται. Εξαιρετικό είναι το άρθρο των Balcaen και Ooghe (2006) με τίτλο «35 years of studies on business failure : an overview of the classic statistical methodologies and their related problems», στο οποίο αναλύουν τα κυριότερα μοντέλα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων των τελευταίων 35 ετών, από το 1966 έως τα πρώτα έτη της δεκαετίας του 2000. Επιπλέον, οι ερευνητές περιγράφουν συγκεντρωτικά όλα τα προβλήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της κάθε μεθόδου. Στην ίδια κατεύθυνση, αλλά με διαφορετικό σκοπό, οι Aziz και Dar το 2006, στο άρθρο τους με τίτλο «Predicting corporate bankruptcy : where we stand?», περιγράφουν τα διάφορα μοντέλα πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων, τα οποία θεωρούν ότι αποτυγχάνουν και αναζητούν λύση στο πρόβλημα της σωστής επιλογής της μεθοδολογίας στη βάση της εμπειρικής εφαρμογής. Αρκετά κατανοητό και επεξηγηματικό είναι και το άρθρο του Ανδρέα Σ. Βρανά (1991) «Υποδείγματα πιθανότητας για την πρόγνωση της οικονομικής αποτυχίας ελληνικών βιομηχανικών επιχειρήσεων», το οποίο με απλό και περιεκτικό τρόπο αναλύει τα υποδείγματα πιθανοτήτων και logit και τα εφαρμόζει σε δείγμα ελληνικών επιχειρήσεων. Επιπλέον, υπάρχουν και διάφορες μελέτες που ασχολούνται κυρίως με την επίδραση που έχει η εταιρική διακυβέρνηση και το μέγεθος των επιχειρήσεων αναφορικά με την πρόβλεψη της πτώχευσης, όπως εκείνες των Parker et al. (2002) και Assadian et al. (1997), αλλά δεν γίνεται εκτενή αναφορά σε αυτές στην παρούσα εργασία.

## 2.1 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Το 1984 ο Altman δημοσίευσε το άρθρο του με τίτλο «The success of business failure prediction models. An international survey.», στο οποίο μελετά όλα τα μέχρι τότε γνωστά μοντέλα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων σε διάφορες ανά τον κόσμο οικονομίες.

Αρχικά, αναφέρεται στα δύο βασικά αμερικάνικα υποδείγματα πρόβλεψης πτώχευσης, που είναι το δικό του (1968) και του Beaver (1966), τα οποία αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Έπειτα, παρουσιάζει το μοντέλο του Κο (1982), το οποίο αναφέρεται στις ιαπωνικές επιχειρήσεις και είναι ένα γραμμικό μοντέλο με 5 ανεξάρτητες μεταβλητές, το οποίο έχει επιτυχία της τάξης του 82,9%. Το μοντέλο του Κο είναι παρόμοιο με το μοντέλο Z-Score του Altman (1968) και έχει την παρακάτω μορφή :

$$Z_j = 0,868X_1 + 0,198X_2 - 0,048X_3 + 0,436X_3 + 0,436X_4 + 0,115X_5 \quad (4)$$

όπου,  $X_1$  : Κέρδη προ τόκων και φόρων / Πωλήσεις

$X_2$  : Κυκλοφοριακή ταχύτητα αποθεμάτων πριν 2 περιόδους /

Κυκλοφοριακή ταχύτητα αποθεμάτων πριν 3 περιόδους

$X_3$  : Τυπική απόκλιση καθαρού εισοδήματος τεσσάρων περιόδων

$X_4$  : Κεφάλαιο κίνησης / Σύνολο υποχρεώσεων

$X_5$  : Αξία αγοράς μετοχών / Σύνολο υποχρεώσεων

Οι σημαντικότερες μεταβλητές του μοντέλου είναι οι  $X_1$ ,  $X_4$  και  $X_5$  και κατατάσσονται σε χρεοκοπημένες όσες επιχειρήσεις έχουν τιμή  $Z$  μικρότερη ή ίση με το μηδέν και μη-χρεοκοπημένες όσες έχουν τιμή  $Z$  μεγαλύτερη από το μηδέν.

Το επόμενο μοντέλο που παρουσιάζει είναι του Weibel (1973), το οποίο αναφέρεται σε σουηδικές επιχειρήσεις την περίοδο 1960-1971. Το μοντέλο χρησιμοποιεί μονοπαραγοντικές στατιστικές παραμετρικές και μη-παραμετρικές αναλύσεις και εμφανίζει ομοιότητες με το μοντέλο του Beaver (1966). Το μοντέλο χρησιμοποιεί έξι μεταβλητές από τις οποίες οι μισές είναι δείκτες ρευστότητας και θεωρείται ότι έχουν καλό αποτέλεσμα αν αυτό είναι πάνω από τη μονάδα. Ακόμα, χρησιμοποιεί δείκτες κυκλοφοριακής ταχύτητας των αποθεμάτων και δείκτες

υποχρεώσεων προς το ενεργητικό. Το μοντέλο ταξινομεί σε ομάδες τις επιχειρήσεις. Όσες έχουν καλό αριθμητικό αποτέλεσμα και στους έξι δείκτες, θεωρούνται χαμηλού κινδύνου, ενώ όσες έχουν χαμηλό αριθμητικό αποτέλεσμα το λιγότερο σε τρεις δείκτες, θεωρούνται υψηλού κινδύνου. Τέλος, υπάρχει και μία ομάδα στην οποία ανήκουν όσες επιχειρήσεις δεν μπορούν να ταξινομηθούν στις άλλες δύο κατηγορίες.

Στη συνέχεια, ο Altman παρουσιάζει κάποια μοντέλα που αφορούν στις γερμανικές επιχειρήσεις. Το μοντέλο του Beerman (1976) χρησιμοποιώντας διχοτομική και γραμμική διακριτική ανάλυση, περιλαμβάνει δέκα δείκτες, οι οποίοι αναφέρονται στην κερδοφορία, τις ταμειακές ροές, την αύξηση του πάγιου ενεργητικού, τη μόχλευση και τον κύκλο εργασιών. Ο Beerman όμως, δεν υποδεικνύει ποια ανάλυση τελικά χρησιμοποιεί και οι συντελεστές του είναι ασταθείς στις διαφορετικές μετρήσεις του. Έτσι, ο Altman καταλήγει να αμφιβάλει για την αξιοπιστία του εν λόγω μοντέλου.

Ένα άλλο μοντέλο που έχει εφαρμοστεί στη γερμανική οικονομία είναι του Weinrich (1978), ο οποίος μελέτησε τις οικονομικές καταστάσεις των επιχειρήσεων από δύο μέχρι τέσσερις περιόδους πριν την πτώχευση, χωρίς όμως να περιλαμβάνει την τελευταία πριν την πτώχευση οικονομική κατάσταση. Το μοντέλο του χρησιμοποιεί παραγοντική ανάλυση και εντοπίζει έξι παράγοντες οι οποίοι εξηγούν κατά 80% τη διακύμανσή τους. Στη συνέχεια, ο Weinrich επινόησε ένα μοντέλο πιστοληπτικής ικανότητας που περιλαμβάνει 8 σχετικά ανεξάρτητους δείκτες χρησιμοποιώντας μονομεταβλητές και πολυμεταβλητές μεθόδους και έτσι σχεδίασε ένα σύστημα αξιολόγησης ανάλογα με τις τιμές των δεικτών. Όσες επιχειρήσεις έχουν βαθμολογία από 24 και πάνω, προβλέπεται να αντιμετωπίσουν σοβαρό πρόβλημα πτώχευσης στο μέλλον. Το μοντέλο του Weinrich είναι επιτυχές κατά 90% για δύο χρόνια πριν την πτώχευση και μόνο κατά 60% για τρία χρόνια πριν τη πτώχευση, ενώ οι δείκτες σφαλμάτων είναι αρκετά υψηλοί.

Το τελευταίο μοντέλο πρόβλεψης της γερμανικής οικονομίας που παρουσιάζει ο Altman στο άρθρο του, είναι του Fischer (1981), το οποίο δεν χρησιμοποιεί αριθμητικά δεδομένα και απευθύνεται σε καταστάσεις κατά τις οποίες δεν υπάρχουν αριθμητικά δεδομένα ή δεν είναι ευκόλως προσβάσιμα. Το μοντέλο του αναφέρεται σε ένα σύστημά που χρησιμοποιεί και επεξεργάζεται δεδομένα και πληροφορίες από αναφορές σε εφημερίδες, περιοδικά, υπηρεσίες έρευνας και πληροφορίες πίστωσης από πωλητές. Όμως, οι εμπορικοί οργανισμοί αξιολόγησης και οι τράπεζες περιορίζουν τις αποκαλύψεις τους, δεν είναι απόλυτα ειλικρινείς στις εκθέσεις τους, οι πληροφορίες που δίνουν μπορεί να μην είναι πρόσφατες και σίγουρα περιλαμβάνουν υποκειμενικά

στοιχεία. Γι' αυτούς τους λόγους ο Fischer υποστηρίζει ότι πρέπει να υπάρχουν παραπάνω από μία πηγές πληροφοριών πίστωσης. Το μοντέλο του συνδυάζει τις μόνιμες και παροδικές πληροφορίες των επιχειρήσεων με μικροοικονομικά κοινωνικοπολιτικά δεδομένα και δημιουργεί με αυθαίρετο τρόπο πέντε κατηγορίες ταξινόμησης.

Στη συνέχεια, ο Altman παρουσιάζει το μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων που αφορά στην οικονομία της Βραζιλίας και είναι των Altman, Baidya και Riberio-Dias (1979), το οποίο χρησιμοποιεί γραμμική διακριτική ανάλυση. Το μοντέλο αυτό βασίστηκε στο μοντέλο Z-Score του Altman (1968), στο οποίο έγιναν αλλαγές κυρίως στις μεταβλητές  $X_2$  και  $X_4$ . Οι αναλυτές κατέληξαν στην εφαρμογή δύο συναρτήσεων, οι οποίες σε τελική μορφή είναι οι παρακάτω :

$$Z_1 = 1,44 + 4,03X_2 + 2,25X_3 + 0,14X_4 + 0,42X_5 \quad (5)$$

$$Z_2 = -1,84 - 0,51X_1 + 6,23X_3 + 0,71X_4 + 0,56X_5 \quad (6)$$

όπου,  $X_1$  : Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού

$X_2$  : (Σύνολο Ιδίων Κεφαλαίων - Μετοχικό Κεφάλαιο) / Σύνολο Ενεργητικού

$X_3$  : Κέρδη προ τόκων και φόρων / Σύνολο Ενεργητικού

$X_4$  : Εσωτερική Λογιστική Αξία μετοχών / Σύνολο Υποχρεώσεων

$X_5$  : Πωλήσεις / Σύνολο Ενεργητικού

Με βάση το αποτέλεσμα των δύο μοντέλων, οι επιχειρήσεις της Βραζιλίας ταξινομούνται ως εξής :

#### Πίνακας 4.

Κριτικές τιμές Z στο μοντέλο των Altman et al. (1979)

Τιμή $Z_1, Z_2$	Αποτέλεσμα
>0	Ζώνη μη-χρεοκοπίας
<0	Ζώνη χρεοκοπίας

Και τα δύο μοντέλα δίνουν παρόμοιο αποτέλεσμα για ένα χρόνο πριν την πτώχευση, ενώ το μοντέλο  $Z_1$  είναι πιο ακριβές από το  $Z_2$  για δύο και τρία χρόνια πριν



την πτώχευση, με ποσοστά επιτυχίας της τάξης του 88% για τον πρώτο χρόνο, 84,2% για τον δεύτερο και 77,8% για τον τρίτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία.

Για την οικονομία της Αυστραλίας, ο Altman παρουσιάζει το μοντέλο των Castagna και Matolcsy (1981), το οποίο μέσω γραμμικής και τετραγωνικής διακριτικής ανάλυσης χρησιμοποιεί δέκα γραμμικές και πέντε τετραγωνικές μεταβλητές και είναι ακριβές για τις χρεοκοπημένες επιχειρήσεις, αλλά σύμφωνα και με τους ίδιους, αποτυγχάνει να προβλέψει τις μη-χρεοκοπημένες επιχειρήσεις.

Στη συνέχεια, στο άρθρο του Altman παρουσιάζεται το μοντέλο του Knight (1979), το οποίο αναφέρεται στις επιχειρήσεις του Καναδά. Ο Knight μέσω της διακριτικής ανάλυσης δημιούργησε ένα μοντέλο με πέντε μεταβλητές, το οποίο όμως απέτυχε, επειδή περιλάμβανε επιχειρήσεις από διάφορους κλάδους της οικονομίας και δεν ήταν κατάλληλα δομημένο για να εξάγει σωστά αποτελέσματα. Αντίθετα, οι Altman και Lavallee (1981) εφάρμοσαν ένα πιο ακριβές μοντέλο για τις επιχειρήσεις του Καναδά. Βασισμένο στο μοντέλο Z-Score του Altman (1968), το μοντέλο για τον Καναδά έχει την ακόλουθη τελική μορφή :

$$Z_c = -1,626 + 0,234X_1 - 0,531X_2 + 1,002X_3 + 0,972X_4 + 0,612X_5 \quad (7)$$

όπου,  $X_1$  : Πωλήσεις / Σύνολο Ενεργητικού

$X_2$  : Σύνολο Υποχρεώσεων / Σύνολο Ενεργητικού

$X_3$  : Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις

$X_4$  : Καθαρά κέρδη μετά φόρων / Σύνολο Υποχρεώσεων

$X_5$  : Ρυθμός αύξησης Ιδίων Κεφαλαίων – Ρυθμός αύξησης Ενεργητικού

Η ακρίβεια του μοντέλου φτάνει στο 83,3% για τον πρώτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία, 73% για τον δεύτερο, 53% για τον τρίτο και 50% για τον τέταρτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία. Οι επιχειρήσεις ταξινομούνται ανάλογα με την τιμή που προκύπτει, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

### Πίνακας 5.

Κριτικές τιμές Z στο μοντέλο των Altman et al. (1981)

Τιμή $Z_c$	Αποτέλεσμα
>0	Ζώνη μη-χρεοκοπίας
<0	Ζώνη χρεοκοπίας

Οι Altman και Lavalley καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ενώ τα σφάλματα ταξινόμησης έχουν υψηλές τιμές, το μοντέλο τους ήταν μέχρι τότε το πιο ακριβές από όλα.

Όσον αφορά την οικονομία της Ολλανδίας, ο Altman στο άρθρο του παρουσιάζει δύο μοντέλα. Το πρώτο μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης είναι του Bilderbeek (1977), το οποίο βασίστηκε στο μοντέλο Z-Score του Altman (1968) και έχει την παρακάτω τελική μορφή :

$$Z_{NB} = 0,45 - 5,03X_1 - 1,57X_2 + 4,55X_3 + 0,17X_4 + 0,15X_5 \quad (8)$$

όπου,  $X_1$  : Έκτακτα Αποθεματικά / Σύνολο Ενεργητικού

$X_2$  : Προστιθέμενη Αξία / Σύνολο Ενεργητικού

$X_3$  : Πληρωτέοι Λογαριασμοί / Πωλήσεις

$X_4$  : Πωλήσεις / Σύνολο Ενεργητικού

$X_5$  : Καθαρά Κέρδη / Ίδια Κεφάλαια

Εάν η τιμή  $Z_{NB}$  είναι αρνητική, τότε η επιχείρηση θεωρείται μη-χρεοκοπημένη, ενώ αν είναι θετική, η επιχείρηση κατατάσσεται στις χρεοκοπημένες. Το μοντέλο προβλέπει την πτώχευση με ακρίβεια της τάξης του 70-80% για πέντε χρόνια πριν τη χρεοκοπία και η ακρίβειά του είναι αρκετά σταθερή, επειδή κυρίως δεν χρησιμοποιεί μεταβλητές ρευστότητας.

Το δεύτερο μοντέλο που παρουσιάζεται για τις επιχειρήσεις της Ολλανδίας, είναι του Van Frederikslust (1978), το οποίο επίσης βασίστηκε στο μοντέλο Z-Score του Altman (1968) και έχει την παρακάτω τελική μορφή :

$$Z_{NF} = 0,5293 + 0,4488X_1 + 0,2863X_2 \quad (9)$$

όπου,  $X_1$  : δείκτης ρευστότητας (εξωτερική κάλυψη)

$X_2$  : δείκτης κερδοφορίας (ποσοστό απόδοσης των ιδίων κεφαλαίων)

Το μοντέλο πρόβλεψης αναφέρεται μόνο σε ένα χρόνο πριν την πτώχευση και έχει υψηλές τιμές σφαλμάτων. Ενώ ο Van Frederikslust αργότερα τροποποίησε το μοντέλο του με περισσότερες μεταβλητές και για περισσότερες χρονικές περιόδους πριν την πτώχευση, δεν κατάφερε να βελτιώσει την ακρίβεια των προβλέψεών του.

Τα τελευταία μοντέλα στα οποία αναφέρεται ο Altman στο άρθρο του, αφορούν την οικονομία της Γαλλίας και είναι των Altman, Margaine, Schlosser και Vernimmen (1974), το οποίο δεν μπορεί να εφαρμοστεί πρακτικά και του Bontemps (1981), το οποίο χρησιμοποιώντας τη μονομεταβλητή τεχνική ανάλυσης του Beaver (1966) σε συνδυασμό με αυθαίρετες ποιοτικές σταθμίσεις των τριών πιο αποτελεσματικών μεταβλητών, έχει μεγάλη ακρίβεια της τάξης του 87%.

Το 1997 οι Altman και Narayanan στο άρθρο τους «An International Survey of Business Failure Classification Models» παρουσίασαν τα διάφορα ανά τον κόσμο μοντέλα πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων σε εκτενέστερο βαθμό από ότι είχε αναλύσει ο Altman το 1984. Αρχικά, διαχωρίζουν τις οικονομίες των κρατών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες. Μια οικονομία θεωρείται αναπτυγμένη όταν υπάρχουν πολλές μελέτες για την πρόβλεψη της πτώχευσης σε μεγάλο χρονικό ορίζοντα, όταν τα δεδομένα των επιχειρήσεων είναι διαθέσιμα, όταν υπάρχουν ξεκάθαρες δομές και νόμοι που καθορίζουν την χρεοκοπία, όταν οι κυβερνήσεις δεν παρεμβαίνουν σε μεγάλο βαθμό και όταν οι επιχειρήσεις έχουν αρκετές ρυθμίσεις έτσι ώστε να προστατεύουν τους επενδυτές. Αντίθετα, οι αναπτυσσόμενες οικονομίες στερούνται των παραπάνω χαρακτηριστικών και η χρεοκοπία είναι δυσδιάκριτη, αφού δεν λειτουργούν σε καθεστώς ελεύθερης αγοράς και υπάρχει κρατική παρέμβαση σε μεγάλο βαθμό.

Στην οικονομία της Ιαπωνίας, εκτός από το μοντέλο του Ko (1982), το οποίο παρουσιάστηκε παραπάνω στο άρθρο του Altman (1984), οι Altman και Narayanan μελετούν επίσης και το μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης των Takahashi, Kurokawa και Watase (1979), οι οποίοι χρησιμοποίησαν πολλαπλές διακριτικές αναλύσεις και 17 μοντέλα ώστε να καταλήξουν να δημιουργήσουν το τελικό μοντέλο για την Ιαπωνία. Οι μεταβλητές που χρησιμοποίησαν είναι οι παρακάτω :

- Καθαρή Θέση / Πάγιο Ενεργητικό
- Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις / Ενεργητικό
- (Μη-υποχρεωτικά Αποθεματικά + Αδιανέμητα Πλεονάσματα) / Σύνολο Ενεργητικού
- Χρεωστικοί Τόκοι / Πωλήσεις
- Δεδουλευμένο πλεόνασμα
- Αύξηση της υπολειμματικής αξίας / Πωλήσεις τοις μετρητοίς
- Συνήθη Κέρδη / Σύνολο Ενεργητικού
- Προστιθέμενη Αξία (= πωλήσεις - μεταβλητό κόστος)

Οι ερευνητές θεώρησαν ότι το μοντέλο τους είναι πιο ακριβές από εκείνο του Altman (1968), λόγω της συνεχούς εξέτασης των δεδομένων για τρία χρόνια πριν τη χρεοκοπία, λόγω των συνδυασμών των δεικτών και των δεδομένων από τις χρηματοοικονομικές καταστάσεις, εξαιτίας της χρησιμότητας της ταμειακής βάσης και λόγω της προσαρμογής των δεδομένων όταν η έκθεση του ελεγκτή δεν περιείχε σύμφωνη γνώμη. Όμως, οι παρατηρήσεις δεν ήταν ανεξάρτητες μεταξύ τους και η κριτική τιμή για την κατάταξη των επιχειρήσεων σε χρεοκοπημένες και μη-χρεοκοπημένες, είναι υποκειμενική. Δηλαδή, το μοντέλο των Takahashi et al. δεν καθορίζει την τιμή με βάση την οποία γίνεται ο διαχωρισμός των επιχειρήσεων σε κατηγορίες και αφήνει ελεύθερα τον κάθε χρήστη να επιλέξει ο ίδιος αυθαίρετα σε ποια κατηγορία θα εντάξει την κάθε επιχείρηση. Προφανώς, το μοντέλο αυτό δεν είναι κατάλληλο να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα.

Όσον αφορά την οικονομία της Γερμανίας, εκτός από τα μοντέλα που παρουσίασε ο Altman το 1984 και που αναφέρθηκαν παραπάνω, οι μελετητές περιγράφουν ακόμα δύο μοντέλα. Το πρώτο μοντέλο είναι των Von Stein και Ziegler (1984), το οποίο μέσα από τρεις συσχετιζόμενες φάσεις προσπαθεί να προβλέψει την πτώχευση των επιχειρήσεων. Η πρώτη φάση αφορά την ανάλυση των ισολογισμών χρησιμοποιώντας 13 αριθμοδείκτες, οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι :

- 1) Δανειακό Κεφάλαιο / Σύνολο Κεφαλαίων
- 2) (Βραχυπρόθεσμο Δανειακό Κεφάλαιο \* 360) / Συνολικό Αποτέλεσμα
- 3) (Πληρωτέοι λογαριασμοί για αγορές & παραδόσεις \* 360) / Κόστος Υλών

- 4) (Συναλλαγματικές Υποχρεώσεις + Πληρωτέοι λογαριασμοί για αγορές & παραδόσεις) \* 360 / Συνολικό Αποτέλεσμα
- 5) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό - Βραχυπρόθεσμο Δανειακό Κεφάλαιο) / Συνολικό Αποτέλεσμα
- 6) Ίδια Κεφάλαια / (Σύνολο Ενεργητικού - Διαθέσιμα - Κτίρια & Οικόπεδα)
- 7) Ίδια Κεφάλαια / (Ενσώματα Πάγια - Κτίρια & Οικόπεδα)
- 8) Βραχυπρόθεσμο Δανειακό Κεφάλαιο / Κυκλοφορούν Ενεργητικό
- 9) (Λειτουργικές Δαπάνες - Αποσβέσεις Ενσώματων Παγίων) / (Διαθέσιμα + Εισπρακτέοι λογαριασμοί για αγορές & παραδόσεις - Βραχυπρόθεσμο Δανειακό Κεφάλαιο)
- 10) Αποτέλεσμα λειτουργίας / Σύνολο Κεφαλαίων
- 11) (Αποτέλεσμα λειτουργίας + Αποσβέσεις Ενσώματων Παγίων) / Καθαρός Κύκλος Εργασιών
- 12) (Αποτέλεσμα Λειτουργίας + Αποσβέσεις Ενσώματων Παγίων) / Βραχυπρόθεσμο Δανειακό Κεφάλαιο
- 13) (Αποτέλεσμα Λειτουργίας + Αποσβέσεις Ενσώματων Παγίων) / Δανειακά Κεφάλαια

Έπειτα από ελέγχους, οι Von Stein et al. κατέληξαν ότι η καλύτερη ανάλυση για τους παραπάνω δείκτες είναι η μη-παραμετρική μέθοδος Fix and Hodges.

Η δεύτερη φάση του μοντέλου είναι η γραμμική διακριτική ανάλυση, μέσω της οποίας προκύπτει μία συνάρτηση με έξι μεταβλητές αποτελούμενες από χαρακτηριστικά των τραπεζικών λογαριασμών, οι οποίες είναι οι παρακάτω :

- 1) Πιο ευνοϊκή ισορροπία για τον δανειολήπτη / Όριο
- 2) Πιο ευνοϊκή ισορροπία για τον δανειολήπτη / Σύνολο χρεωστικών συναλλαγών
- 3) Χρεωστικές Συναλλαγές επιταγών / Σύνολο χρεωστικών συναλλαγών
- 4) Σύνολο χρεωστικών συναλλαγών / Όριο
- 5) Χρεωστικές Συναλλαγές Συναλλαγματικών / Σύνολο χρεωστικών συναλλαγών
- 6) Μεταφορές πιστώσεων / Σύνολο πιστωτικών συναλλαγών

Η τρίτη και τελευταία φάση του μοντέλου πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων των Von Stein et al., αφορά την αναγνώριση ποιοτικών χαρακτηριστικών και συγκεκριμένων συμπεριφορών της διοίκησης που οδηγούν στην πτώχευση. Η τρίτη

φάση χρησιμοποίησε ψυχολογικές τεχνικές ώστε να εντοπίσει παράγοντες, οι οποίοι υπάρχουν μόνο στις χρεοκοπημένες επιχειρήσεις κι όχι στις υγιείς. Η ανάλυση βασίστηκε σε εξέταση των περιοχών λειτουργίας των επιχειρήσεων που οδηγούν σε αδύναμα αποτελέσματα και σε εν μέρει τυποποιημένες συνεντεύξεις με το προσωπικό του δανεισμού των τραπεζών, το οποίο είναι ενήμερο σχετικά με τα χαρακτηριστικά και τη συμπεριφορά των ιδιοκτητών και διευθυνόντων των επιχειρήσεων. Οι ερευνητές κατέληξαν να εντοπίσουν έξι χαρακτηριστικά στοιχεία της διοίκησης που ξεχωρίζουν στις χρεοκοπημένες επιχειρήσεις και είναι τα εξής :

- 1) Το να είναι κανείς εκτός πραγματικότητας.
- 2) Πλούσια τεχνογνωσία αλλά φτωχός εμπορικός έλεγχος.
- 3) Εξαιρετικά ταλέντα και ικανότητες των πωλητών.
- 4) Ισχυρή θέληση.
- 5) Πολυτελής διαβίωση και αναίτιες αναλήψεις.
- 6) Υπέρμετρα ανάληψη κινδύνων.

Το επόμενο γερμανικό μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης που παρουσιάζουν οι Altman και Narayanan στο άρθρο τους, είναι των Baetge, Huss και Niehaus (1988). Το μοντέλο χρησιμοποιεί πολλαπλή διακριτική ανάλυση και στοχεύει στο να αναγνωρίσει τουλάχιστον το 80% των εταιρικών δανειοληπτών που προβλέπεται να πτωχεύσουν σε τρία χρόνια. Μέσω της MDA το μοντέλο περιέχει τις παρακάτω 3 μεταβλητές :

- 1) Κεφαλαιακή Διάρθρωση : Καθαρή Θέση / [Σύνολο Ενεργητικού - (Κυκλοφορούν Ενεργητικό - Αποθέματα) - Λοιπά Περιουσιακά Στοιχεία Ενεργητικού πλην του εξοπλισμού]
- 2) Κερδοφορία : (Λειτουργικά έσοδα + Συνήθεις Αποσβέσεις + Συνταξιοδοτικά Αποθεματικά) / Σύνολο Ενεργητικού
- 3) Χρηματοοικονομική δύναμη : (Εισπράξεις μετρητοίς & έκτακτα έσοδα - Πληρωμές μετρητοίς & έκτακτα έξοδα) / Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις

Αντί όμως να υπάρχει ένα σημείο αναφοράς με βάση το οποίο οι επιχειρήσεις ταξινομούνται σε χρεοκοπημένες και μη-χρεοκοπημένες, οι ερευνητές όρισαν μία γκριζα ζώνη γύρω από το σημείο αναφοράς με μικρή πιθανότητα ταξινόμησης των

επιχειρήσεων στις κατηγορίες. Κάτι τέτοιο πρόσδιδε στην προβλεπτική ικανότητα του μοντέλου σαφέστερη προοπτική.

Ενώ ο Altman το 1984 είχε αναφερθεί στην οικονομία της Αγγλίας, ωστόσο δεν παρουσίασε κάποιο μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης επιχειρήσεων. Μαζί με τον Narayanan (1997) παρουσιάζουν κυρίως τα μοντέλα του Taffler. Οι Taffler και Tisshaw (1977), μέσω της γραμμικής διακριτικής ανάλυσης χρησιμοποίησαν τις ακόλουθες τέσσερις μεταβλητές στο μοντέλο τους :

$X_1$  : Κέρδη προ φόρων / Τρέχουσες Υποχρεώσεις

$X_2$  : Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Σύνολο Υποχρεώσεων

$X_3$  : Τρέχουσες Υποχρεώσεις / Σύνολο Ενεργητικού

$X_4$  : Χρονικό διάστημα χωρίς πίστωση

Οι μεταβλητές  $X_1$ ,  $X_2$  και  $X_3$  προέρχονται από τους ισολογισμούς των επιχειρήσεων και αφορούν την κερδοφορία, τη ρευστότητα και τη μόχλευση αντίστοιχα, ενώ η μεταβλητή  $X_4$  αναφέρεται στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο η επιχείρηση μπορεί να χρηματοδοτεί τη λειτουργία της από τα άμεσα περιουσιακά στοιχεία της ενώ δεν υπάρχουν άλλες βραχυπρόθεσμες χρηματοδοτήσεις. Ειδικότερα, η μεταβλητή  $X_4$  αναλύεται ως εξής : (ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία - τρέχουσες υποχρεώσεις) / λειτουργικά έξοδα εκτός των αποσβέσεων. Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει ακρίβεια πάνω από 97%.

Στο επόμενο μοντέλο του, ο Taffler (1982) χρησιμοποίησε ένα πλαίσιο συστατικής ανάλυσης και προσδιόρισε τις παρακάτω πέντε μεταβλητές :

- 1) Κέρδη προ τόκων και φόρων / Σύνολο Ενεργητικού
- 2) Σύνολο Υποχρεώσεων / Καθαρό Απασχολούμενο Κεφάλαιο
- 3) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Σύνολο Ενεργητικού
- 4) Κεφάλαιο Κίνησης / Καθαρή Θέση
- 5) Κυκλοφοριακή Ταχύτητα Αποθεμάτων

Ο Taffler κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η χρεοκοπία των επιχειρήσεων καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη δράση των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων και των λοιπών πιστωτών και δεν μπορεί να προβλεφθεί με αυστηρό τρόπο από την προσέγγιση ενός μοντέλου. Το μοντέλο θα αναλυθεί περαιτέρω σε επόμενη ενότητα.

Ένα άλλο αγγλικό μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης που παρουσιάζεται είναι εκείνο του Marais (1979), το οποίο χρησιμοποιώντας τη διακριτική ανάλυση περιέχει τις ακόλουθες μεταβλητές :

$X_1$  : Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Σύνολο Ακαθάριστου Ενεργητικού

$X_2$  : 1 / Σύνολο Ακαθάριστου Ενεργητικού

$X_3$  : Ταμειακές Ροές / Τρέχουσες Υποχρεώσεις

$X_4$  : (Κεφάλαια που προήλθαν από τη λειτουργία - Καθαρή μεταβολή του Κεφαλαίου Κίνησης) / Συνολικά Χρέη

Τα αποτελέσματα που μοντέλου ήταν ικανοποιητικώς μέτρια. Σε μια περαιτέρω ανάλυση του μοντέλου το 1982, οι Marais και Earl βελτίωσαν τα αποτελέσματα και πέτυχαν ακρίβεια της τάξης του 93%, 87% και 84% για ένα, δύο και τρία χρόνια αντίστοιχα πριν τη χρεοκοπία, όμως το σφάλμα ταξινόμησης Τύπου II είχε αρκετά υψηλή τιμή, γεγονός που έκανε τελικά το μοντέλο μη-αποδεκτό.

Όσον αφορά την οικονομία της Ισπανίας, οι συγγραφείς αναλύουν δύο μοντέλα πρόβλεψης πτώχευσης επιχειρήσεων. Το πρώτο είναι του Fernández (1988), το οποίο μέσω της διακριτικής ανάλυσης καταλήγει σε οκτώ παράγοντες, οι οποίοι εξηγούνται κατά 79,3% στις μεταβλητές του μοντέλου και είναι : η ικανότητα να εξοφληθούν οι υποχρεώσεις, η ρευστότητα, η χρηματοδότηση των πάγιων περιουσιακών στοιχείων, η αποδοτικότητα της επιχείρησης, η κυκλοφορία των πάγιων περιουσιακών στοιχείων, η κερδοφορία των μόνιμων χρηματοδοτήσεων, η διάρθρωση του κεφαλαίου κίνησης και η διάρθρωση των βραχυχρόνιων υποχρεώσεων. Από 14 χρηματοοικονομικούς δείκτες, οι 6 χρησιμοποιήθηκαν στην συνάρτηση του μοντέλου, το οποίο έχει την ακόλουθη τελική μορφή :

$$Z_1 = -0,26830V_3 + 0,54666V_4 + 0,55483V_6 + 0,62925V_9 - 0,514119V_{12} + 0,43665V_{17} \quad (10)$$

όπου,  $V_3$  : (Μόνιμες Χρηματοδοτήσεις / Καθαρά Πάγια Στοιχεία Ενεργητικού) / Αξία Βιομηχανίας

$V_4$  : Κυκλοφοριακή Ταχύτητα / Αξία Βιομηχανίας

$V_6$  : Ταμειακές Ροές / Τρέχουσες Υποχρεώσεις

$V_9$  : Απόδοση Επενδύσεων

$V_{12}$  : Κέρδη προ φόρων / Πωλήσεις



V<sub>17</sub> : Ταμειακές Ροές / Πωλήσεις

Το μοντέλο καταλήγει να έχει ακρίβεια της τάξης του 84%.

Το δεύτερο ισπανικό μοντέλο είναι των Briones, Marín και Cueto (1988), οι οποίοι εφάρμοσαν μονομεταβλητή και πολυμεταβλητή διακριτική ανάλυση για πέντε χρόνια πριν τη χρεοκοπία. Μέσω της πολυμεταβλητής διακριτικής ανάλυσης οι ερευνητές δημιούργησαν 10 εναλλακτικά μοντέλα, τα οποία υπερέχουν της μονομεταβλητής ανάλυσης μόνο στο δεύτερο, τρίτο και τέταρτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία. Οι Briones et al. κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι δύο αυτές αναλύσεις είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους.

Για την οικονομία της Αυστραλίας, οι Altman και Narayanan (1997) παρουσιάζουν δύο μοντέλα πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων. Το πρώτο μοντέλο είναι των Castagna και Matolcsy (1981), το οποίο παρουσιάστηκε πιο πάνω. Το δεύτερο μοντέλο είναι των Altman και Izan (1984), το οποίο είναι παρόμοιο με του Altman (1968) και περιέχει τις ακόλουθες μεταβλητές :

- Κέρδη προ φόρων και τόκων / Σύνολο Ενεργητικού
- Κέρδη προ φόρων και τόκων / Τόκοι
- Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις
- Χρηματοδοτημένο Χρέος / Μετοχικό Κεφάλαιο
- Χρηματιστηριακή Αξία Ιδίων Κεφαλαίων / Σύνολο Υποχρεώσεων

Το μοντέλο έχει ακρίβεια της τάξης του 94,1% για τις υγιείς επιχειρήσεις και 89,6% για τις χρεοκοπημένες. Ο Altman υποστηρίζει ότι το μοντέλο είναι αποτελεσματικό και κατάλληλο για ανάλυση των επιχειρήσεων.

Στη συνέχεια του άρθρου τους, οι Altman και Narayanan (1997) παρουσιάζουν δύο μοντέλα πρόβλεψης πτώχευσης που αφορούν στην ελληνική οικονομία. Το πρώτο μοντέλο είναι των Gloubos και Grammatikos (1988), οι οποίοι εξέτασαν το γραμμικό μοντέλο πιθανότητας, την ανάλυση πιθανοτήτων, την ανάλυση logit και την πολλαπλή διακριτική ανάλυση. Οι δείκτες που χρησιμοποιούν είναι οι ακόλουθοι :

- Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις
- Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού

- Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού
- Ακαθάριστο Εισόδημα / Σύνολο Ενεργητικού
- Ακαθάριστο Εισόδημα / Τρέχουσες Υποχρεώσεις

Η συνολική ακρίβεια κατά μέσο όρο για τον πρώτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία είναι της τάξης του 91,7% χρησιμοποιώντας πολλαπλή διακριτική ανάλυση και το γραμμικό μοντέλο πιθανότητας, 85% χρησιμοποιώντας την ανάλυση πιθανοτήτων και 86,7% χρησιμοποιώντας την ανάλυση logit. Παρόλο που οι ερευνητές θεωρούν ότι τα αποτελέσματα των αναλύσεων διαφέρουν οριακά μεταξύ τους, προτείνουν τις αναλύσεις πιθανοτήτων επειδή είναι πιο αποτελεσματικές πριν τη χρεοκοπία και οι εξαρτημένες μεταβλητές τους μπορούν να ερμηνευθούν άμεσα ως πιθανότητες. Η πρακτική εφαρμογή της παρούσας εργασίας, η οποία παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιεί τις μεταβλητές που χρησιμοποίησαν οι Gloubos και Grammatikos και εφαρμόζεται ανάλυση logit.

Το δεύτερο ελληνικό μοντέλο είναι των Theodossiou και Papoulias (1988), οι οποίοι εφάρμοσαν ανάλυση logit, ανάλυση πιθανοτήτων και διακριτική ανάλυση του Bayes και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι και οι τρεις μέθοδοι έχουν τα ίδια αποτελέσματα. Ενώ, το μοντέλο τους φαίνεται να έχει αποτελεσματικότητα, δεν έχουν δημοσιευθεί οι τιμές ακρίβειας των σφαλμάτων, γεγονός που δεν επικυρώνει αναγκαία τη χρησιμότητά του.

Για την οικονομία της Αργεντινής, οι Altman και Narayanan (1997) μας παρουσιάζουν το μοντέλο των Swanson και Tybout (1981), το οποίο περιλαμβάνει τρία στάδια ανάλυσης. Το πρώτο στάδιο εξετάζει μέσω πολυμεταβλητής παλινδρόμησης τη σημαντικότητα των μακροοικονομικών μεταβλητών που επηρεάζουν την πτώχευση των επιχειρήσεων, οι οποίες είναι το πραγματικό επιτόκιο, ο πραγματικός μισθός, η συναλλαγματική ισοτιμία του peso, κ.α. Στο δεύτερο στάδιο εξετάζονται κλαδικοί δείκτες χρεοκοπίας έτσι ώστε να βρεθεί εάν οι μεταρρυθμιστικές πολιτικές έχουν διαφορετική επίδραση στις ισχυρά προστατευμένες βιομηχανίες. Στο τελευταίο στάδιο, χρησιμοποιείται ένα μοντέλο παλινδρόμησης πιθανοτήτων με μετρήσεις της χρηματοοικονομικής δομής που προέρχονται από δείκτες ταμειακών ροών, μεταβλητές χρηματοοικονομικής διάρθρωσης, το μέγεθος της επιχείρησης και το βαθμό προστασίας. Οι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα επιτόκια και τα πιστωτικά αποθέματα είναι οι πιο σημαντικές μεταβλητές και ότι ένας μεγάλος βαθμός

προστασίας οδηγεί σε μεγάλη χρεοκοπία, όταν η προστασία σταματάει. Η τελική μορφή του μοντέλου τους περιλαμβάνει τους εξής δείκτες : δείκτης προστασίας, δείκτης ταχύτητας, πραγματικό χρηματοοικονομικό κόστος, κέρδη προ φόρων και τόκων, πωλήσεις, χρέος, λογάριθμος του ενεργητικού και ξένο συνάλλαγμα. Παρόλο που δεν έχουν δημοσιευτεί τα σφάλματα ταξινόμησης και το μοντέλο έχει εφαρμοστεί μόνο στο δείγμα, το μοντέλο των Swanson et al. είναι εντυπωσιακό, αφού συνδυάζει μακροοικονομικούς όρους με το βαθμό προστασίας και το συναλλαγματικό κίνδυνο, τα οποία είναι παγκοσμίως σημαντικά για την εκτίμηση του κινδύνου.

Για την οικονομία της Ινδίας, το μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων που μας παρουσιάζουν οι Altman και Narayanan (1997) είναι του Bhatia (1988), το οποίο χρησιμοποιεί διακριτική ανάλυση για να εντοπίσει τις “άρρωστες” επιχειρήσεις, οι οποίες στην οικονομία της Ινδίας θεωρούνται εκείνες που παραμένουν ακόμα σε λειτουργία, ενώ έχουν ζημιές. Το μοντέλο περιλαμβάνει 7 μεταβλητές, οι οποίες είναι οι παρακάτω :

- $X_1$  : Δείκτης Γενικής Ρευστότητας
- $X_2$  : Απόθεμα Ετοιμών Προϊόντων / Πωλήσεις
- $X_3$  : Κέρδη μετά φόρων / Καθαρή Θέση
- $X_4$  : Επιτόκιο / Αξία Παραγωγής
- $X_5$  : Ταμειακές Ροές / Συνολικό Χρέος
- $X_6$  : Δείκτης Διαχείρισης Κεφαλαίου Κίνησης
- $X_7$  : Πωλήσεις / Σύνολο Ενεργητικού

Οι πιο σημαντικές μεταβλητές είναι οι  $X_5$ ,  $X_1$  και  $X_3$ .

Όσον αφορά την οικονομία της Ιρλανδίας, οι Altman και Narayanan μας παρουσιάζουν το μοντέλο του Cahill (1981), ο οποίος προσπαθεί να αναγνωρίσει τους δείκτες που δείχνουν σημαντική χειροτέρευση όσο πλησιάζει η χρεοκοπία, προσπαθεί να βρει εάν υπάρχουν εκθέσεις των ελεγκτών που εκφράζουν γνώμη με επιφύλαξη ή αδυναμία έκφρασης γνώμης για τη συνέχιση της επιχείρησης και εάν υπάρχουν άλλοι μοναδικοί παράγοντες, οι οποίοι επιδρούν στις χρεοκοπημένες επιχειρήσεις. Η ανάλυση του Cahill ανακάλυψε ένα αριθμό δεικτών, οι οποίοι αποκαλύπτουν την επερχόμενη χρεοκοπία των επιχειρήσεων μόνο ένα χρόνο πριν. Ακόμα, μόνο μία από τις 11 εκθέσεις των ελεγκτών ήταν ακριβής στην υπόθεση συνέχισης της λειτουργίας της επιχείρησης, ενώ οι υπόλοιπες όχι, κυρίως λόγω της απροθυμίας των ελεγκτών και του

γεγονότος ότι λειτουργούν σε μία μικρή κοινωνία. Οι κύριοι λόγοι αποτυχίας των ιρλανδικών επιχειρήσεων είναι οι αποτυχημένες συγχωνεύσεις και οι μεγάλες επενδύσεις και αυξήσεις του ενεργητικού, οι οποίες χρηματοδοτούνται από το χρέος.

Για την οικονομία της Μαλαισίας, οι Altman και Narayanan παρουσιάζουν την ανάλυση του Bidin (1988), η οποία αφορά το μοντέλο που ανέπτυξε η Κεντρική Μονάδα Συλλογής Πληροφοριών της Μαλαισίας σε συνεργασία με την μαλαισιανή εταιρία PNB. Το μοντέλο χρησιμοποιεί πολυμεταβλητή διακριτική ανάλυση με 7 μεταβλητές οι οποίες είναι οι παρακάτω :

$R_1$  : Λειτουργικά Κέρδη / Σύνολο Υποχρεώσεων

$R_2$  : Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις

$R_3$  : Κέρδη μετά φόρων και τόκων / Καταβλημένο Κεφάλαιο

$R_4$  : Πωλήσεις / Κεφάλαιο Κίνησης

$R_5$  : (Κυκλοφορούν Ενεργητικό - Αποθέματα - Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις) / Κέρδη προ φόρων και τόκων

$R_6$  : Συνολικό Μετοχικό Κεφάλαιο / Σύνολο Υποχρεώσεων

$R_7$  : Σύνηθες Μετοχικό Κεφάλαιο / Απασχόληση Κεφαλαίου

Έπειτα από ελέγχους πραγματικών περιπτώσεων, το μοντέλο βρέθηκε να έχει πραγματική ακρίβεια. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν στοιχεία για τα σφάλματα ταξινόμησης και δεν είναι γνωστή η δομή του δείγματος.

Για την οικονομία της Σιγκαπούρης, οι Altman και Narayanan (1997) παρουσιάζουν το μοντέλο των Ta και Seah (1981), το οποίο μέσω της γραμμικής διακριτικής ανάλυσης χρησιμοποιεί τις παρακάτω 4 μεταβλητές στη συνάρτησή του :

- 1) Συνολικό Χρέος / Ίδια Κεφάλαια
- 2) Κέρδη προ φόρων / Πωλήσεις
- 3) Κέρδη προ φόρων / Ίδια Κεφάλαια
- 4) Πληρωμή Τόκων / Κέρδη προ φόρων και τόκων

Η συνολική ακρίβεια του μοντέλου είναι της τάξης του 86,8% κατά μέσο όρο για ένα χρόνο πριν τη χρεοκοπία.

Αναφορικά με την οικονομία της Φινλανδίας, οι Altman και Narayanan (1997) παρουσιάζουν το μοντέλο του Suominen (1988), το οποίο χρησιμοποιεί πολυωνυμικό

μοντέλο logit, σε πρώτη φάση για να διαχωρίσει τις επιχειρήσεις σε χρεοκοπημένες και μη-χρεοκοπημένες και σε δεύτερη φάση για να ταξινομήσει τις χρεοκοπημένες επιχειρήσεις σε δύο κατηγορίες· εκείνες που χρεοκόπησαν μέσα σε ένα χρόνο από την πρόβλεψη και σε εκείνες που χρεοκόπησαν μετά από ένα χρόνο από την πρόβλεψη. Οι χρηματοοικονομικοί δείκτες που χρησιμοποιούνται αναφέρονται στην κερδοφορία, τη ρευστότητα και τη μόχλευση και είναι οι παρακάτω :

**ΚΕΡΔΟΦΟΡΙΑ** : (Καθαρές Πωλήσεις - Πρώτες και Βοηθητικές Ύλες και Προμήθειες - Ημερομίσθια και Μισθοί - Ενοίκια και Μισθώματα - Λοιπά Έξοδα + Λοιπά Έσοδα - Άμεσοι Φόροι) / Σύνολο Ενεργητικού

**ΡΕΥΣΤΟΤΗΤΑ** : [Κυκλοφορούν Ενεργητικό - (Αποθέματα / Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις)] / Σύνολο Ενεργητικού

**ΜΟΧΛΕΥΣΗ** : Υποχρεώσεις / Σύνολο Ενεργητικού

Για τον πρώτο και δεύτερο χρόνο πριν τη χρεοκοπία, ο δείκτης κερδοφορίας δεν είναι σημαντικός. Για τον τρίτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία μόνο ο δείκτης μόχλευσης είναι σημαντικός, ενώ για τον τέταρτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία μόνο ο δείκτης ρευστότητας είναι σημαντικός.

Για την οικονομία του Μεξικού, οι Altman και Narayanan (1997) παρουσιάζουν το μοντέλο του Altman (1995b), το οποίο βασίζεται στο μοντέλο του Z-Score (1968) και ονομάζεται EMS (Emerging Market Scoring Model). Η διαδικασία για να υπολογιστεί η βαθμολογία που προκύπτει είναι η ακόλουθη :

- 1) Υπολογίζεται η βαθμολογία EMS και λαμβάνεται υπόψη η ισοδύναμη βαθμολογία, η οποία βασίζεται στη βαθμονόμηση της βαθμολογίας EMS με την ισοδύναμη αξιολόγηση των αμερικάνικων ομολόγων.
- 2) Τα ομόλογα της επιχείρησης αναλύονται για την ευαισθησία της επιχείρησης να εξυπηρετήσει το εκφραζόμενο σε ξένο νόμισμα χρέος. Αυτό βασίζεται στη σχέση μεταξύ των εσόδων σε ξένο νόμισμα μείον τα κόστη με τα έξοδα σε ξένο νόμισμα και στη σχέση μεταξύ των εσόδων σε ξένο νόμισμα και το χρέος σε ξένο νόμισμα. Έπειτα, το επίπεδο των ταμειακών ροών σε ξένο νόμισμα συγκρίνεται με το

ληξιπρόθεσμο χρέος του επόμενου έτους. Ανάλογα με το βαθμό ευαισθησίας, ο δείκτης προσαρμόζεται προς τα κάτω κι όχι προς τα πάνω.

- 3) Ο δείκτης προσαρμόζεται περεταίρω εάν η επιχείρηση είναι βιομηχανική και θεωρείται ότι διαφέρει από τη βαθμολογία του πρώτου βήματος.
- 4) Ο δείκτης προσαρμόζεται περεταίρω προς τα πάνω ή προς τα κάτω ανάλογα με την υπεροχή της θέσης της επιχείρησης στην βιομηχανία.
- 5) Ο δείκτης προσαρμόζεται περεταίρω ανάλογα με το εάν το χρέος έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως εγγύηση ή εγγυητή.
- 6) Τέλος, συγκρίνεται η χρηματιστηριακή αξία των κοινών μετοχών της επιχείρησης με τη λογιστική αξία τους και γίνονται αλλαγές στη βαθμολογία, εάν αυτό είναι κατάλληλο.

Για τη σχετική ανάλυση αξιών, το αντίστοιχο πιστωτικό περιθώριο των αμερικάνικων επιχειρήσεων προστίθεται στο περιθώριο της κυρίαρχης επιλογής ομολόγων. Ο Altman υποστηρίζει πως οι εκτιμήσεις κινδύνου που προσφέρει το μοντέλο EMS είναι συχνά οι μόνοι αξιόπιστοι δείκτες για τους ξένους επενδυτές της οικονομίας του Μεξικού.

Για την οικονομία της Ουρουγουάης οι Altman και Narayanan (1997) παρουσιάζουν το μοντέλο του Pascale (1988), το οποίο μέσω διακριτικής ανάλυσης περιέχει τις παρακάτω μεταβλητές :

- 1) Πωλήσεις / Χρέος
- 2) Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού
- 3) Μακροχρόνιο Χρέος / Συνολικό Χρέος

Η επιλογή των μεταβλητών έγινε με βάση της τιμής σημαντικότητας F και το μοντέλο έχει μεγάλη προβλεπτική ικανότητα.

Η τελευταία οικονομία με την οποία ασχολούνται οι Altman και Narayanan (1997) είναι εκείνη της Τουρκίας και μας παρουσιάζουν το μοντέλο του Unal (1988), το οποίο χρησιμοποιεί ανάλυση συστατικών και ταύτισης για τους χρηματοοικονομικούς δείκτες, με σκοπό να μειωθεί το πλήθος των μεταβλητών και να ελαχιστοποιηθεί η πολυσυγγραμμικότητα των υψηλά συσχετιζόμενων μεταβλητών της διακριτικής ανάλυσης. Σε δεύτερη φάση, χρησιμοποιεί συλλογική ανάλυση, παραγοντική ανάλυση, ανάλυση χρονοσειρών και ανάλυση Q παράγοντα, με σκοπό να επιλεχθούν οι βασικοί

χρηματοοικονομικοί δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο, οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι :

$X_1$  : Κέρδη προ φόρων και τόκων / Σύνολο Ενεργητικού

$X_2$  : Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Πωλήσεις

$X_3$  : Μακροχρόνιο Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού

$X_4$  : Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού

$X_5$  : Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Απογραφή

$X_6$  : Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Βραχυχρόνιες Υποχρεώσεις

Η συνολική ακρίβεια του μοντέλου είναι της τάξης του 97%.

## 2.2 ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

### 2.2.1 WILCOX

Το 1971 ο Wilcox στο άρθρο του «A Simple Theory of Financial Ratios as Predictors of Failure» αναπτύσσει ένα θεωρητικό μοντέλο, το οποίο προσπαθεί να εξηγήσει τα αποτελέσματα της έρευνας του Beaver (1966) και να αποφανθεί ποιοι χρηματοοικονομικοί αριθμοδείκτες έχουν αποτελεσματικότερη εφαρμογή στην πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων. Το μοντέλο του βασίζεται σε απλά μοντέλα πιθανοτήτων και αρχικά έχει την παρακάτω μορφή :

$$P(\text{απόλυτη χρεοκοπία}) = \begin{cases} 1, & \text{αν } p \leq q \\ (q / p)^2, & \text{αν } p > q \end{cases} \quad (11)$$

Προσθέτοντας τις έννοιες του κέρδους και της ζημίας, η παραπάνω συνάρτηση παίρνει την παρακάτω μορφή :

$$P(\text{απόλυτη χρεοκοπία}) = (q / p)^{C/\sigma} \quad (12)$$

Για να γίνει πιο ρεαλιστικό το μοντέλο, ο Wilcox τροποποίησε την παραπάνω συνάρτηση, έτσι ώστε να περιλαμβάνονται τα περιουσιακά στοιχεία, οι υποχρεώσεις, οι ταμειακές ροές και η τελική συνάρτηση του μοντέλου του είναι η ακόλουθη :

$$P(\text{απόλυτη χρεοκοπία}) \cong 1 - 2 \left( \frac{A\theta\delta\gamma C}{\sigma^2} \right) \quad (13)$$

Ο βασικός δείκτης που καταλήγει να έχει το μοντέλο του Wilcox είναι ο  $xy$ , ο οποίος αποτελείται από τις παρακάτω συνιστώσες :

$$x = \frac{\text{Μέσος όρος καθαρών εσόδων μετά φόρων} * \left( 1 - \frac{\text{Δείκτης πληρωτέου μερίσματος}}{\text{μερίσματος}} \right) * \left( 1 - \frac{\text{Μέσο ποσοστό καθαρών ταμειακών ροών μείον επενδυμένα μερίσματα μη-ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων}}{\text{επενδυμένα μερίσματα μη-ρευστοποιήσιμων περιουσιακών στοιχείων}} \right)}{\text{Συνήθες μέρισμα καθαρών ταμειακών ροών μείον έξοδα κεφαλαίων για μη-ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία ενεργητικού μείον τα μερίσματα}} \quad (14)$$

$$y = \frac{\bar{\lambda}_1 (\text{ενεργητικό}) - \bar{\lambda}_2 (\text{υποχρεώσεις})}{\text{Συνήθες μέρισμα καθαρών ταμειακών ροών μείον έξοδα κεφαλαίων για μη-ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία ενεργητικού μείον τα μερίσματα}} \quad (15)$$

Ο Wilcox συγκρίνοντας τους δείκτες που χρησιμοποιεί εκείνος με τους δείκτες του Beaver (1966), συμπεραίνει ότι οι βασικότεροι και πιο αποτελεσματικοί δείκτες στην πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων του Beaver υπάρχουν στις συνιστώσες του δικού του μοντέλου. Ακόμα, δείκτες του Beaver που δεν χρησιμοποιεί το παραπάνω μοντέλο, ο Wilcox υποστηρίζει ότι μπορούν να προστεθούν στο μοντέλο του.



### 2.2.2 EDMISTER

Ο Edmister το 1972 στο άρθρο του «An Empirical Test Of Financial Ratio Analysis For Small Business Failure Prediction» εφαρμόζει 5 διαφορετικές υποθέσεις για τους δείκτες πρόβλεψης πτώχευσης για τις επιχειρήσεις μικρού μεγέθους. Οι 19 δείκτες που εξέτασε είναι εκείνοι που αναφέρονταν συχνότερα στη βιβλιογραφία και είχαν αποδειχτεί καλοί προβλεπτές της πτώχευσης σε προηγούμενες έρευνες. Οι δείκτες είναι οι παρακάτω :

- 1) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Τρέχον Χρέος
- 2) Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχον Χρέος
- 3) Απογραφή / Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης
- 4) Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού
- 5) Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Συνολικό Χρέος
- 6) Συνολικό Χρέος / Ίδια Κεφάλαια
- 7) Πάγια Στοιχεία Ενεργητικού / Ίδια Κεφάλαια
- 8) Ταμειακές Ροές / Τρέχουσες Υποχρεώσεις
- 9) Τρέχουσες Υποχρεώσεις / Ίδια Κεφάλαια
- 10) (Ίδια Κεφάλαια + Μακροπρόθεσμο Χρέος) / Πάγια Στοιχεία Ενεργητικού
- 11) Απογραφή / Πωλήσεις
- 12) Πάγια Στοιχεία Ενεργητικού / Πωλήσεις
- 13) Σύνολο Ενεργητικού / Πωλήσεις
- 14) Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Πωλήσεις
- 15) Ίδια Κεφάλαια / Πωλήσεις
- 16) Κέρδη προ φόρων / Πωλήσεις
- 17) Κέρδη προ φόρων / Σύνολο Ενεργητικού
- 18) Κέρδη προ φόρων / Ίδια Κεφάλαια
- 19) (Κέρδη προ φόρων + Αποσβέσεις) / Συνολικό Χρέος

Η πρώτη υπόθεση που κάνει ο Edmister είναι ότι το επίπεδο των δεικτών προβλέπει την πτώχευση των μικρών επιχειρήσεων, ότι δεν γίνονται μετασχηματισμοί των δεικτών των διαφορετικών κλάδων βιομηχανιών και ότι δεν γίνεται σύγκριση μεταξύ των δεικτών. Η υπόθεσή του βασίζεται στη θεωρία ότι υπάρχουν παραδοχές οι οποίες υπερβαίνουν τις διαφορετικότητες των κλάδων και εφαρμόζονται σε όλες τις

επιχειρήσεις. Επιπλέον, ως δείκτης πρόβλεψης πτώχευσης των μικρών επιχειρήσεων θεωρείται το σχετικό επίπεδο του δείκτη δανεισμού προς το μέσο επίπεδο του δείκτη δανεισμού των υπόλοιπων μικρών επιχειρήσεων του κλάδου. Η δεύτερη υπόθεση που γίνεται είναι ότι η συνεχής ομόρροπη τάση των δεικτών για τρία χρόνια πριν την πτώχευση προβλέπει την χρεοκοπία των μικρών επιχειρήσεων. Η τρίτη υπόθεση του Edmister είναι ότι ο μέσος όρος του κάθε δείκτη για τρία χρόνια πριν τη χρεοκοπία έχει προβλεπτική ικανότητα. Η τέταρτη υπόθεση είναι ότι ο συνδυασμός της σχετικής τάσης του κάθε δείκτη με τις σχετικές τιμές του κάθε δείκτη προβλέπει την πτώχευση των μικρών επιχειρήσεων. Η τελευταία υπόθεση είναι η διαίρεση του κάθε δείκτη με τον αντίστοιχο μέσο βιομηχανικό δείκτη που χρησιμοποιεί η εταιρία «Robert Morris Associates» (RMA).

Το δείγμα του Edmister αποτελείται από δύο ομάδες για την περίοδο 1954-1969. Η πρώτη ομάδα περιέχει 42 επιχειρήσεις με στοιχεία για τουλάχιστον μία τριετία, ενώ η δεύτερη αποτελείται από 562 επιχειρήσεις με ετήσια στοιχεία. Ο Edmister αναλύει τα δείγματα σύμφωνα με τη γεωμετρική ερμηνεία της πολυμεταβλητής διακριτικής ανάλυσης. Επειδή οι δείκτες συσχετίζονται, οι τελικές συναρτήσεις των δειγμάτων περιλαμβάνουν μικρότερο αριθμό μεταβλητών από τον αρχικό. Η ανάλυση εφαρμόζεται σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο, βάσει του αρχικού δείγματος, προκύπτουν οι συντελεστές των δύο συναρτήσεων και ένας πίνακας ταξινόμησης. Κατά το δεύτερο στάδιο, τα αρχικά δεδομένα κωδικοποιούνται ανακατανέμοντας τυχαία ατομικά στοιχεία στον πληθυσμό. Στο τελευταίο στάδιο, γίνεται εκτίμηση των συντελεστών των συναρτήσεων με βάση τα κωδικοποιημένα δεδομένα, καθώς επίσης δημιουργούνται και αξιολογούνται οι σχετικοί πίνακες ταξινόμησης. Η συνάρτηση που προκύπτει έχει εφαρμογή μεγαλύτερης ακρίβειας στο μεγάλο δείγμα και είναι η παρακάτω :

$$z = 0,951 - 0,423x_1 - 0,293x_2 - 0,482x_3 + 0,277x_4 - 0,452x_5 - 0,352x_6 - 0,924x_7 \quad (16)$$

Η μεταβλητή  $x_1$  παίρνει την τιμή 1 αν ο δείκτης (*Καθαρά Κέρδη προ φόρων + Αποσβέσεις*) / *Τρέχουσες Υποχρεώσεις* είναι μικρότερος του 0,5 , αλλιώς παίρνει την τιμή 0. Η μεταβλητή  $x_2$  παίρνει την τιμή 1 αν ο δείκτης *Ιδια Κεφάλαια* / *Πωλήσεις* είναι μικρότερος του 0,7 , αλλιώς παίρνει την τιμή 0. Η μεταβλητή  $x_3$  παίρνει την τιμή 1 αν ο δείκτης *Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης* / *Πωλήσεις* διαιρούμενος με τον αντίστοιχο δείκτη

RMA είναι μικρότερος του  $-0,2$  , αλλιώς παίρνει την τιμή 0. Η μεταβλητή  $x_4$  παίρνει την τιμή 1 αν ο δείκτης *Τρέχουσες Υποχρεώσεις / Ίδια Κεφάλαια* διαιρούμενος με τον αντίστοιχο δείκτη SBA είναι μικρότερος του  $0,48$  , αλλιώς παίρνει την τιμή 0. Η μεταβλητή  $x_5$  παίρνει την τιμή 1 αν ο δείκτης *Απογραφή / Πωλήσεις* διαιρούμενος με τον αντίστοιχο δείκτη RMA δείχνει ανοδική τάση και είναι μικρότερος του  $0,4$  , αλλιώς παίρνει την τιμή 0. Η μεταβλητή  $x_6$  παίρνει την τιμή 1 αν ο δείκτης *(Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Τρέχον Χρέος* διαιρούμενος με την τάση του δείκτη RMA δείχνει καθοδική τάση και είναι μικρότερος του  $0,34$  , αλλιώς παίρνει την τιμή 0. Η μεταβλητή  $x_7$  παίρνει την τιμή 1 αν ο δείκτης *(Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Τρέχον Χρέος* διαιρούμενος με τον ίδιο δείκτη RMA δείχνει ανοδική τάση, αλλιώς παίρνει την τιμή 0. Τέλος, η μεταβλητή  $z$  παίρνει την τιμή 1 αν η επιχείρηση είναι υγιής και την τιμή 0 αν η επιχείρηση είναι επισφαλής.

Το μοντέλο του Edmister με βάση τα αποδεκτά ποσοστά σφαλμάτων ταξινόμησης ορίζει τις παρακάτω κριτικές τιμές :

#### Πίνακας 6.

Κριτικές τιμές στο μοντέλο του Edmister (1972)

Τιμή $z$	Αποτέλεσμα
$>0,53$	Υγιής επιχείρηση
$0,47-0,53$	Γκριζα ζώνη
$<0,47$	Χρεοκοπημένη επιχείρηση

#### 2.2.3 DEAKIN

Έπειτα από τις δύο βασικές μελέτες των Beaver (1966, 1968) και Altman (1968), ο Deakin στο άρθρο του «A Discriminant Analysis of Predictors of Business Failure» το 1972 παρουσίασε το δικό του μοντέλο πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων. Αρχικά, αναπαρήγαγε το μοντέλο του Beaver χρησιμοποιώντας τους ίδιους δείκτες. Το δείγμα του Deakin περιείχε 32 επιχειρήσεις που χρεοκόπησαν κατά την περίοδο 1964-1970, τις οποίες ταίριαξε με άλλες τόσες υγιείς με βάση τον βιομηχανικό κλάδο, τις χρήσεις των οικονομικών καταστάσεων και το μέγεθος του ενεργητικού. Εφαρμόζοντας την ανάλυση της διχοτομικής ταξινόμησης και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα, ο Deakin κατέληξε να επιβεβαιώνει τα συμπεράσματα

του Beaver. Όμως, ο Deakin ανακάλυψε μία σχέση που δεν υπήρχε στην έρευνα του Beaver· οι χρεοκοπημένες επιχειρήσεις τείνουν να αναπτύσσονται ραγδαία τον τρίτο και τέταρτο χρόνο πριν την χρεοκοπία, βασιζόμενες κατά κύριο λόγο σε χρηματοδότηση από αυξημένο χρέος και προνομιούχες μετοχές κι όχι σε κοινές μετοχές και παρακρατημένα κέρδη, με σκοπό την επένδυση σε πάγια κι όχι σε ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία. Οι επιχειρήσεις αυτές δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στο χρέος και το ενεργητικό τους μειώνεται αστραπιαία μετά τον τρίτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία.

Αν και τα αποτελέσματα του Deakin έδειχναν μεγάλη ακρίβεια πρόβλεψης, χρησιμοποίησε τη μέθοδο της διακριτικής ανάλυσης για να ελαχιστοποιήσει τα σφάλματα λανθασμένης ταξινόμησης. Στόχος του ήταν να βρει το βέλτιστο γραμμικό συνδυασμό των δεικτών, ο οποίος διαχωρίζει τις επιχειρήσεις σε χρεοκοπημένες και υγιείς. Βασική προϋπόθεση ήταν ο τυχαίος διαχωρισμός του δείγματος σε δύο ομάδες, γεγονός που τον ανάγκασε να συλλέξει ένα άλλο τυχαίο δείγμα 32 υγιών επιχειρήσεων κατά την περίοδο 1962-1966. Με βάση τους 14 δείκτες του Beaver, η διακριτική ανάλυση που εφάρμοσε ο Deakin κατέληξε σε ένα συνδυασμό διακριτικών συντελεστών βαρύτητας, ο οποίος υποδεικνύει το γραμμικό συνδυασμό των μεταβλητών που μεγιστοποιούν τις διαφορές μεταξύ των επιχειρήσεων. Ο συνδυασμός αυτός αποτελεί μία κλίμακα, η οποία δείχνει τη σχετική σημασία που έχει η κάθε μεταβλητή. Εάν πολλαπλασιάσουμε το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας κάθε έτους με τον κάθε ένα αντίστοιχο δείκτη, τότε η τιμή που προκύπτει είναι εκείνη που μεγιστοποιεί τη διαφορά ανάμεσα στις επιχειρήσεις. Στη συνέχεια, ο Deakin εφάρμοσε ελέγχους σημαντικότητας για τους δείκτες. Τέλος, ενώ θα μπορούσε να επιλέξει μία κριτική τιμή για κάθε δείκτη, όπως ο Altman, εκείνος προτιμά να προσδιορίσει τις επιχειρήσεις με πιθανότητες με βάση τη πολυμεταβλητή επέκταση του μονομεταβλητού Z-test. Με την εφαρμογή αυτού του μοντέλου, τα σφάλματα λανθασμένης ταξινόμησης μειώθηκαν δραστικά και ήταν της τάξης του 3% για τον πρώτο χρόνο, 4,5% για τον δεύτερο και τρίτο χρόνο, 21% για τον τέταρτο χρόνο και 17% για τον πέμπτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία. Ο Deakin εφάρμοσε το ίδιο μοντέλο και σε ένα τυχαίο δείγμα από 11 χρεοκοπημένες και 23 υγιείς επιχειρήσεις της περιόδου 1963-1964 και οι τιμές των σφαλμάτων λανθασμένης ταξινόμησης ήταν αντίστοιχα 22%, 6%, 12%, 23% και 15% για τα πέντε χρόνια πριν τη χρεοκοπία, αποτελέσματα τα οποία είναι αναμενόμενα όταν ένα στατιστικό μοντέλο εφαρμόζεται στον γενικό πληθυσμό.

Το 1976 ο Deakin στο άρθρο του «Distributions of Financial Accounting Ratios: Some Empirical Evidence» προσπάθησε να βρει εάν οι δείκτες που είχε χρησιμοποιήσει

ο ίδιος το 1972 και ο Beaver το 1966 και 1968, ακολουθούν την κανονική κατανομή. Οι 11 δείκτες που εξέτασε είναι οι παρακάτω :

#### ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

1. Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Πωλήσεις
2. (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Πωλήσεις
3. Κεφάλαιο Κίνησης / Πωλήσεις

#### ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΥΣΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4. Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις
5. (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Τρέχουσες Υποχρεώσεις
6. Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Σύνολο Ενεργητικού
7. (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Σύνολο Ενεργητικού
8. Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού

#### ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΕΡΔΟΦΟΡΙΑΣ

9. Ταμειακές Ροές / Συνολικό Χρέος
10. Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού

#### ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΡΕΟΥΣ ΠΡΟΣ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

11. Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού

Το δείγμα περιλάμβανε 1.114 κατασκευαστικές επιχειρήσεις κατά την περίοδο 1955-1973 και εκτός από την ανάλυση κάθε δείκτη για κάθε χρόνο, ο Deakin ερεύνησε και την ποσοστιαία μεταβολή που είχε ο κάθε δείκτης από χρόνο σε χρόνο. Ο σκοπός του ήταν να βρει αν οι τάσεις των δεικτών κατανέμονταν κανονικά, έτσι ώστε να αναπτυχθούν μοντέλα, τα οποία να μπορούν να ταξινομήσουν τις επιχειρήσεις με βάση τις τάσεις των χρηματοοικονομικών δεικτών. Αρχικά, έγινε έλεγχος μέσω της στατιστικής Chi-square για το εάν τα δεδομένα των επιχειρήσεων προσαρμόζονται σε διαστήματα 5% της πιθανότητας για κανονική κατανομή. Έπειτα, έγινε έλεγχος των δεδομένων του έτους 1973 για την υπόθεση της άπειρης διακύμανσης. Επιπλέον, έγιναν έλεγχοι σε μετασχηματισμούς των δεδομένων για 5 δείκτες, με σκοπό να βρεθεί εάν τα μετασχηματισμένα δεδομένα εφαρμόζονταν καλύτερα στην κανονική κατανομή. Οι μετασχηματισμοί αυτοί αφορούσαν σε τετραγωνισμένες ρίζες και σε λογάριθμους.

Η ανάλυση των αρχικών δεδομένων για το 1973 έδειξε ότι οι 10 από τους 11 δείκτες δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή και οι 5 από τους 11 δείκτες είχαν ασταθείς διακυμάνσεις. Μόνο ο δείκτης *Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού* ακολουθούσε την κανονική κατανομή και είχε σταθερή διακύμανση. Μέσω του μετασχηματισμού των δεδομένων σε τετραγωνικές ρίζες και σε λογαρίθμους, ο δείκτης *Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού* φάνηκε να ακολουθεί μία σχετικά κανονική κατανομή. Μέσω του μετασχηματισμού των δεδομένων σε λογαρίθμους, ο δείκτης *Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις* ακολουθούσε την κανονική κατανομή. Όσον αφορά τον έλεγχο των ποσοστιαίων μεταβολών των δεικτών από χρόνο σε χρόνο, φάνηκε ότι αυτές είχαν σχεδόν μηδενικές μέσες τιμές και έτσι απορρίφθηκε η υπόθεση της κανονικής κατανομής τους. Εξαιρέση αποτέλεσε μόνο ο δείκτης *Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού* για δύο μόνο έτη.

Ο Deakin κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι δείκτες δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή, εκτός από μερικούς, των οποίων τα δεδομένα έχουν μετασχηματιστεί. Επιπλέον, οι δείκτες φαίνεται να ακολουθούν περισσότερο την κανονική κατανομή, όταν τα δεδομένα αντλούνται από συγκεκριμένο κλάδο της βιομηχανίας.

#### 2.2.4 OHLSON

Ο Ohlson στο άρθρο του «Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy» το 1980 αναπτύσσει ένα μοντέλο πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας και ειδικότερα την ανάλυση υποθέσεων logit. Ο Ohlson επέλεξε τη συγκεκριμένη οικονομετρική μέθοδο για να αποφύγει τα προβλήματα της πολυμεταβλητής διακριτικής ανάλυσης, όπως την αναγκαιότητα ισάριθμων δειγμάτων και την αναγκαιότητα να ακολουθούν οι παρατηρήσεις την κανονική κατανομή. Η ανάλυση logit δεν έχει περιορισμούς και υποθέσεις.

Το δείγμα της έρευνας του Ohlson αναφέρεται στην περίοδο 1970-1976 και αποτελείται από 105 χρεοκοπημένες βιομηχανικές επιχειρήσεις και 2.058 υγιείς επιχειρήσεις, εξαιρουμένων των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας. Ο λογάριθμος του μοντέλου της πιθανότητας της χρεοκοπίας ή μη-χρεοκοπίας είναι ο παρακάτω :

$$l(\beta) \equiv \sum_{i \in S_1} \log P(X_i, \beta) + \sum_{i \in S_2} \log(1 - P(X_i, \beta)) \quad (17)$$

όπου,  $X_i$  : το διάνυσμα των προβλεπτών για την  $i$  παρατήρηση

$\beta$  : το διάνυσμα των άγνωστων παραμέτρων

$P(X_i, \beta)$  : η πιθανότητα χρεοκοπίας για κάθε  $X_i$  και  $\beta$  για την οποία ισχύει

$$0 \leq P \leq 1$$

$S_1$  : το δείγμα των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων

$S_2$  : το δείγμα των υγιών επιχειρήσεων

Για κάθε συνάρτηση πιθανότητας  $P$ , οι εκτιμητές μέγιστης πιθανοφάνειας των  $\beta_1, \beta_2, \dots$  λαμβάνονται από τη μεγιστοποίηση του παραπάνω αλγορίθμου. Ελλείπει θεωρίας για τη χρεοκοπία, ο Ohlson υποστηρίζει ότι οι συναρτήσεις πιθανότητας πρέπει να είναι απλές στους υπολογισμούς και την ερμηνεία τους, όπως η παρακάτω :

$$P = (1 + \exp\{-y_i\})^{-1} \quad (18)$$

όπου,  $y_i \equiv \sum_j \beta_j X_{ij} = \beta' X_i$

Η πιθανότητα  $P$  αυξάνεται με το  $y$  και είναι ίση με το λογάριθμο  $\log[P / (1 - P)]$ .

Ο Ohlson επέλεξε να χρησιμοποιήσει τους παρακάτω 9 δείκτες με βάση την απλότητά τους :

- 1) Μέγεθος :  $\log(\text{Σύνολο Ενεργητικού} / \text{Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν σε ονομαστικές τιμές με τιμή βάσης 100 το 1968})$
- 2) Συνολικές Υποχρεώσεις / Σύνολο Ενεργητικού
- 3) Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού
- 4) Τρέχουσες Υποχρεώσεις / Κυκλοφορούν Ενεργητικό
- 5) 1 εάν οι συνολικές υποχρεώσεις είναι μεγαλύτερες από το σύνολο του ενεργητικού, αλλιώς 0
- 6) Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού
- 7) Έσοδα από λειτουργία / Συνολικές Υποχρεώσεις

- 8) 1 εάν τα καθαρά έσοδα είναι αρνητικά τα τελευταία δύο χρόνια, αλλιώς 0  
 9)  $(\text{Καθαρά Έσοδα}_t - \text{Καθαρά Έσοδα}_{t-1}) / (|\text{Καθαρά Έσοδα}_t| + |\text{Καθαρά Έσοδα}_{t-1}|)$ ,  
 όπου t είναι το πιο πρόσφατο έτος

Ο Ohlson κάνει τρεις διαφορετικές εκτιμήσεις χρησιμοποιώντας τους παραπάνω δείκτες. Το πρώτο μοντέλο προβλέπει την πτώχευση ένα χρόνο πριν, το δεύτερο μοντέλο δύο χρόνια πριν και το τρίτο μοντέλο για ένα ή δύο χρόνια πριν. Σημαντικοί ήταν όλοι οι δείκτες εκτός από τον δεύτερο, τον τέταρτο και τον όγδοο της παραπάνω λίστας. Η καλή εφαρμογή των μοντέλων φαίνεται από τον δείκτη πιθανοφάνειας, ο οποίος είναι ανάλογος του  $R^2$ . Για το πρώτο μοντέλο ο δείκτης ήταν 83,88% και η ακρίβεια πρόβλεψης 96,12%. Για το δεύτερο μοντέλο ο δείκτης καλής εφαρμογής ήταν 79,70% και η ακρίβεια πρόβλεψης 95,55%, και για το τρίτο μοντέλο τα ποσοστά ήταν 71,90% και 92,84% αντίστοιχα. Και στα τρία μοντέλα ο δείκτης μέγεθος είναι ο πιο σημαντικός. Ακολουθούν οι δείκτες *Συνολικές Υποχρεώσεις / Σύνολο Ενεργητικού*, *Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού* ή *Έσοδα από λειτουργία / Συνολικές Υποχρεώσεις* και *Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού* ή *Τρέχουσες Υποχρεώσεις / Κυκλοφορούν Ενεργητικό*.

Με σκοπό να αυξηθεί η προβλεπτική ικανότητα της χρεοκοπίας και να αποφασίσει ποιες μεταβλητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις χρηματοοικονομικές καταστάσεις, ο Ohlson τροποποίησε το πρώτο του μοντέλο προσθέτοντας μια μέτρηση για το περιθώριο κέρδους, η οποία αποτελείται από τους δείκτες *Έσοδα λειτουργίας / Πωλήσεις* και *Άυλα και Αναβαλλόμενα Περιουσιακά Στοιχεία Ενεργητικού / Σύνολο Ενεργητικού*. Όμως, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις εκτιμήσεις, έδειξαν ότι οι παραπάνω δείκτες είναι ασήμαντοι και γι' αυτό το λόγο ο Ohlson θεωρεί ότι άλλοι δείκτες μη-λογιστικής μορφής μπορεί να είναι καταλληλότεροι.

Στη συνέχεια, ο Ohlson προσδιορίζει τα σφάλματα ταξινόμησης Τύπου I και Τύπου II για το πρώτο του μοντέλο. Το σφάλμα Τύπου I συμβαίνει όταν η πιθανότητα  $P(X_i, \hat{\beta})$  είναι μεγαλύτερη από το σημείο αναφοράς και η επιχείρηση είναι υγιής. Αντίστοιχα, όταν η πιθανότητα είναι μικρότερη από το σημείο αναφοράς και η επιχείρηση είναι χρεοκοπημένη, τότε υπάρχει το σφάλμα Τύπου II. Το σημείο αναφοράς το οποίο ελαχιστοποιεί τα σφάλματα είναι το 0,038, στο οποίο το 17,4% των επιχειρήσεων που είναι υγιείς και το 12,4% των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων



ταξινομούνται λανθασμένα. Κατά τον Ohlson, οι χρεοκοπημένες επιχειρήσεις που ταξινομήθηκαν λανθασμένα, δεν έδειχναν σημάδια της επερχόμενης χρεοκοπίας στις οικονομικές τους καταστάσεις. Μερικές παρουσίαζαν κέρδη ή μηδαμινές ζημίες, για καμία δεν υπήρχε αρνητική γνώμη στην έκθεση του ελεγκτή, ενώ αρκετές είχαν διανεμίσει μερίσματα την προηγούμενη χρήση.

Ο Ohlson καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το πρώτο και το δεύτερο μοντέλο που ανέπτυξε έχουν σχεδόν την ίδια προβλεπτική ικανότητα και πως για να μεγιστοποιηθεί αυτή θα πρέπει να προστεθούν κι άλλοι δείκτες.

### 2.2.5 TAFFLER

Το 1982, ο Taffler στο άρθρο του «Forecasting Company Failure in the UK using Discriminant Analysis and Financial Ratio Data» αναπτύσσει ένα μοντέλο πρόβλεψης του επερχόμενου κινδύνου χρεοκοπίας στις επιχειρήσεις του Ηνωμένου Βασιλείου. Το μοντέλο χρησιμοποιεί γραμμική διακριτική ανάλυση με μεταβλητές οι οποίες προέρχονται από τις οικονομικές καταστάσεις χρεοκοπημένων και υγιών εταιρειών. Το δείγμα των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων αποτελείται από 23 εισηγμένες βιομηχανικές εταιρείες, οι οποίες πτώχευσαν κατά την περίοδο 1968-1973. Το δείγμα των υγιών επιχειρήσεων αρχικά περιελάμβανε 61 επιχειρήσεις από την περίοδο 1972-1973, οι οποίες όμως έπειτα από αξιολόγηση από επενδυτές ως προς την φερεγγυότητά τους, κατέληξαν να μειωθούν σε 45.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιεί ο Taffler είναι εκείνες οι οποίες είναι πιο δημοφιλείς στην βιβλιογραφία και αποτελεσματικές σε άλλες παρόμοιες έρευνες. Οι μεταβλητές προέρχονται από τους δείκτες των οικονομικών καταστάσεων και από τις τάσεις τεσσάρων ετών και για τις ανάγκες του μοντέλου του, ο Taffler τις μετασχημάτισε με διάφορους τρόπους. Αρχικά, εφάρμοσε την ανάλυσή του στα δείγματα και έπειτα πρόσθεσε και τις μεταβλητές των τάσεων για να εξακριβώσει εάν υπάρχουν αλλαγές στην ικανότητα του μοντέλου όταν αυξάνεται το πλήθος των δεδομένων και όταν προστίθενται κι άλλοι υπολογισμοί. Τελικά, το μοντέλο του κατέληξε να περιλαμβάνει 50 μεταβλητές. Ο Taffler χρησιμοποίησε την περιστροφική ανάλυση των κυρίων συνιστωσών Varimax στα δείγματα των επιχειρήσεων και οι πρώτες 7 συνιστώσες είναι η κερδοφορία, η κατάσταση του κεφαλαίου κίνησης, η χρηματοοικονομική μόχλευση, η κατάσταση των άμεσων περιουσιακών στοιχείων, η κατάσταση του κυκλοφορούντος ενεργητικού μείον των αποθεμάτων και το επίπεδο της

λειτουργίας της επιχείρησης. Το μοντέλο προέκυψε από δύο αναλύσεις. Η πρώτη ανάλυση περιελάμβανε το δείγμα των 45 υγιών επιχειρήσεων και το δείγμα των 23 χρεοκοπημένων, ενώ η δεύτερη ανάλυση περιελάμβανε το αρχικό δείγμα των 61 υγιών και το δείγμα των 23 χρεοκοπημένων επιχειρήσεων. Μέσω των ελέγχων σημαντικότητας F, φάνηκε ότι η πρώτη ανάλυση είναι πιο αποτελεσματική. Οι πέντε δείκτες που χρησιμοποιεί το μοντέλο του Taffler είναι οι ακόλουθοι :

- 1) Κέρδη προ φόρων και τόκων / Σύνολο Ενεργητικού Ανοίγματος Χρήσης
- 2) Σύνολο Υποχρεώσεων / Καθαρό Απασχολούμενο Κεφάλαιο
- 3) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Σύνολο Ενεργητικού
- 4) Κεφάλαιο Κίνησης / Καθαρή Θέση
- 5) Κύκλος Μετοχών

Η διαδικασία που ακολουθεί το μοντέλο για την ταξινόμηση των επιχειρήσεων σε υγιείς και χρεοκοπημένες είναι διαφορετική από τα άλλα μοντέλα, επειδή λαμβάνει υπόψη τις πιθανότητες και τα κόστη που επέρχονται από τις λανθασμένες ταξινομήσεις. Πιο συγκεκριμένα, ο τύπος είναι ο ακόλουθος :

$$\ln l = \frac{P_1}{P_2} \times \frac{c_{12}}{c_{21}} \quad (19)$$

όπου,  $\ln l$  : ο δείκτης κόστους της πιθανότητας

$p_1$  : η πιθανότητα εκτίμησης χρεοκοπημένης επιχείρησης

$p_2$  : η πιθανότητα εκτίμησης υγιούς επιχείρησης

$c_{12}$  : το κόστος του σφάλματος ταξινόμησης Τύπου I

$c_{21}$  : το κόστος του σφάλματος ταξινόμησης Τύπου II

Υποκειμενικά, ο δείκτης  $l$  παίρνει την τιμή 40:1. Ωστόσο, ο Taffler στην μετέπειτα ανάλυσή του χρησιμοποιεί σαν σημείο αναφοράς την τιμή  $l = 1/10$ , αγνοώντας τα διάφορα κόστη της λανθασμένης ταξινόμησης.

Ο Taffler καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το μοντέλο του είχε πολύ καλή προβλεπτική ικανότητα της πτώχευσης, όμως εξαιτίας μεγάλων αλλαγών στην

οικονομία του Ηνωμένου Βασιλείου την περίοδο εκείνη, το μοντέλο κατέστη ασταθές, αφού δεν μπορούσε να τροποποιηθεί ανάλογα με τις ανάγκες που προέκυψαν.

### 2.2.6 BOOTH

Ο Booth το 1983 στο άρθρο του «Decomposition Measures And The Prediction Of Financial Failure» χρησιμοποιεί το όρο *αποσύνθεση των οικονομικών καταστάσεων*, εννοώντας τις πληροφορίες που αντλούνται από τις δημοσιευμένες οικονομικές καταστάσεις των επιχειρήσεων και οι οποίες χρησιμοποιούνται στα μοντέλα πρόβλεψης της πτώχευσης. Στο άρθρο του λοιπόν, αξιολογεί τον τρόπο με τον οποίο συγκεντρώνονται αυτές οι πληροφορίες και αναπτύσσει ένα μοντέλο πρόβλεψης της πτώχευσης.

Το δείγμα του περιελάμβανε 35 χρεοκοπημένες αυστραλιανές επιχειρήσεις της περιόδου 1964-1979 και 35 υγιείς επιχειρήσεις, οι οποίες ταίριαζαν με το δείγμα των χρεοκοπημένων ως προς το μέγεθος και τον κλάδο. Οι μετρήσεις της *αποσύνθεσης* αφορούσαν το Σύνολο Ενεργητικού, τις Συνολικές Υποχρεώσεις, το άθροισμα των Υποχρεώσεων και του Συνόλου των Μετοχών και τέλος, το Σύνολο του Ισολογισμού.

Για τους πρώτους τρεις δείκτες χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη μέτρηση :

$$\sum_{i=1}^n q_i \log_e \frac{q_i}{p_i} \quad (20)$$

όπου,  $i$  : το υποσύνολο κάθε δείκτη

$n$  : ο αριθμός των υποσυνόλων κάθε δείκτη

$q_i$  : το κλάσμα του κάθε  $i$  για ένα χρόνο

$p_i$  : το αντίστοιχο κλάσμα του κάθε  $i$  για τον προηγούμενο χρόνο

Για το Σύνολο του Ισολογισμού, η μέτρηση είναι η ακόλουθη :

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 q_{ij} \log_e \frac{q_{ij}}{p_{ij}} \quad (21)$$

όπου,  $q_{11}$  : το Κυκλοφορούν Ενεργητικό ως κλάσμα του διπλάσιου Συνόλου του Ενεργητικού

$q_{21}$  : τα Μακροπρόθεσμα Στοιχεία του Ενεργητικού ως κλάσμα του διπλάσιου Συνόλου του Ενεργητικού

$q_{12}$  : οι Τρέχουσες Υποχρεώσεις ως κλάσμα του διπλάσιου Συνόλου του Ενεργητικού

$q_{22}$  : το άθροισμα των Μακροπρόθεσμων Υποχρεώσεων και του Συνόλου των Μετοχών ως κλάσμα του διπλάσιου Συνόλου του Ενεργητικού

$p_{11}$  ,  $p_{21}$  ,  $p_{12}$  και  $p_{22}$  : είναι τα αντίστοιχα κλάσματα για το προηγούμενο έτος

Η ανάλυση των μετρήσεων της *αποσύνθεσης* για κάθε χρόνο πριν τη χρεοκοπία στο δείγμα του Booth, έδειξε ότι υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις υγιείς και τις χρεοκοπημένες επιχειρήσεις ως προς το μέγεθος, τη σταθερότητα και την τάση, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνει με την μετέπειτα μονοπαραγοντική ανάλυσή του. Μέσω της πολυπαραγοντικής ανάλυσης, ο Booth αναπτύσσει ένα μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης, το οποίο περιλαμβάνει τις μετρήσεις *αποσύνθεσης*. Η ανάλυση εφαρμόζεται στο δείγμα, το οποίο χωρίζεται σε δύο υποσύνολα. Το πρώτο υποσύνολο περιλαμβάνει 17 ζεύγη υγιών και χρεοκοπημένων επιχειρήσεων για την περίοδο 1964-1968 και το δεύτερο υποσύνολο περιλαμβάνει 13 ζεύγη υγιών και χρεοκοπημένων επιχειρήσεων για την περίοδο 1973-1979. Το μοντέλο καταλήγει να έχει την παρακάτω μορφή :

$$Z = 38,53067ALB - 25,27141BS - 16,79124ABS + 10,76355EQ - 51,0925AEQ - 0,022112121CEQ + 2,663112 \quad (22)$$

όπου,  $Z$  : η τιμή που προκύπτει

$ALB$  : η μέση τιμή της μέτρησης *αποσύνθεσης* των υποχρεώσεων

$BS$  : η μέτρηση *αποσύνθεσης* του Συνόλου του Ισολογισμού για ένα χρόνο

$ABS$  : η μέση τιμή της μέτρησης *αποσύνθεσης* του Συνόλου του Ισολογισμού

$EQ$  : η μέτρηση *αποσύνθεσης* του αθροίσματος των Μακροπρόθεσμων Υποχρεώσεων και του Συνόλου των Μετοχών για ένα χρόνο

$AEQ$  : η μέση τιμή της μέτρησης *αποσύνθεσης* του αθροίσματος των Μακροπρόθεσμων Υποχρεώσεων και του Συνόλου των Μετοχών

CEQ : ο συντελεστής διακύμανσης της μέτρησης αποσύνθεσης του αθροίσματος των Μακροπρόθεσμων Υποχρεώσεων και του Συνόλου των Μετοχών

Η κριτική τιμή  $Z$  η οποία διαχωρίζει τις επιχειρήσεις σε υγιείς και χρεοκοπημένες είναι το μηδέν και η ακρίβεια του μοντέλου είναι της τάξης του 85%. Για το πρώτο υποσύνολο του δείγματος, τα σφάλματα Τύπου I και II λαμβάνουν τις τιμές 18% και 12% αντίστοιχα, ενώ για το δεύτερο υποσύνολο τα αποτελέσματα είναι χειρότερα, αφού τα σφάλματα Τύπου I και II λαμβάνουν τις τιμές 25% και 50% αντίστοιχα. Εξαιτίας της αβεβαιότητας που προέκυψε σχετικά με την αποδοτικότητα του μοντέλου, ο Booth εφάρμοσε το μοντέλο σε ένα τυχαίο δείγμα 30 υγιών επιχειρήσεων της περιόδου 1974-1978. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν 50-50, γεγονός που επιβεβαίωσε την αναποτελεσματικότητα του μοντέλου.

#### 2.2.7 ZAVGREN

Η Zavgren στο άρθρο της «Assessing the vulnerability to failure of American industrial firms : a logistic analysis» το 1985, παρουσιάζει ένα μοντέλο πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων, το οποίο χρησιμοποιεί ανάλυση logit και αναπτύσσει μία μεθοδολογία, η οποία αξιολογεί τη σημασία των πιθανοτήτων του χρηματοοικονομικού κινδύνου. Η μεθοδολογία βασίζεται σε υποθετικά μοντέλα πιθανοτήτων, τα οποία βρίσκουν την πιθανότητα μιας διχοτομημένης εξαρτημένης μεταβλητής χρησιμοποιώντας τους συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών. Οι συντελεστές αυτοί μπορούν να ερμηνευτούν ως η επίδραση που έχει μια αλλαγή της ανεξάρτητης μεταβλητής πάνω στην πιθανότητα της εξαρτημένης μεταβλητής. Μέσω της αθροιστικής κατανομής πιθανοτήτων, οι προβλεπόμενες τιμές των πιθανοτήτων κυμαίνονται μεταξύ 0 και 1. Τέλος, η συνάρτηση συμπληρώνει το μοντέλο logit, το οποίο βασίζεται στην Sech διανομή :

$$f(u) = \frac{e^u}{(1+e^u)^2} \quad (23)$$

Η αθροιστική πυκνότητα της παραπάνω διανομής είναι η ακόλουθη :

$$F(u) = \frac{e^u}{(1+e^u)} \quad (24)$$

Το μοντέλο logit, το οποίο χρησιμοποιεί τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας, είναι το παρακάτω :

$$P(x) = F(\beta_0 + \beta \bar{X}_i) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta \bar{X}_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta \bar{X}_i)} = \frac{1}{1 + \exp-(\beta_0 + \beta \bar{X}_i)} \quad (25)$$

Το δείγμα της έρευνας περιελάμβανε 45 χρεοκοπημένες και 45 υγιείς επιχειρήσεις της περιόδου 1972-1980. Οι 7 μεταβλητές που χρησιμοποίησε η Zavgren στο μοντέλο της για την πρόβλεψη πτώχευσης των επιχειρήσεων για πέντε χρόνια πριν τη χρεοκοπία, είναι οι παρακάτω :

- 1) Συνολικά Έσοδα / Συνολικό Κεφάλαιο (δείχνει την απόδοση των επενδύσεων)
- 2) Πωλήσεις / Καθαρά Πάγια Διαρκείας (δείχνει τον κύκλο εργασιών του κεφαλαίου)
- 3) Αποθέματα / Πωλήσεις (δείχνει τον κύκλο εργασιών των αποθεμάτων)
- 4) Χρέος / Συνολικό Κεφάλαιο (δείχνει τη χρηματοοικονομική μόχλευση)
- 5) Απαιτήσεις / Αποθέματα (δείχνει τον κύκλο εργασιών των απαιτήσεων)
- 6) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Τρέχουσες Υποχρεώσεις (δείχνει τη βραχυχρόνια ρευστότητα)
- 7) Ταμειακά Διαθέσιμα / Σύνολο Ενεργητικού (δείχνει την ταμειακή θέση)

Έπειτα από την εφαρμογή του μοντέλου και των ελέγχων πάνω στα αποτελέσματα, η Zavgren καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η μεταβλητή *Χρέος / Συνολικό Κεφάλαιο* είναι κατά 99% σημαντική για τα πρώτα τέσσερα χρόνια και κατά 89% για το πέμπτο έτος, δηλαδή οι επιχειρήσεις που τείνουν στη χρεοκοπία έχουν μεγαλύτερη μόχλευση σε σχέση με τις υγιείς. Η δεύτερη μεταβλητή είναι σημαντική πιο πολύ τον τέταρτο και πέμπτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία, γεγονός που υποδεικνύει ότι οι επισφαλείς επιχειρήσεις έχουν μεγαλύτερο κύκλο εργασιών του κεφαλαίου ή υψηλές πωλήσεις και χαμηλής αξίας πάγια. Η τρίτη και η πέμπτη μεταβλητή είναι αρκετά

σημαντικές με την τελευταία να είναι σημαντική κατά 90% για ένα, δύο και τέσσερα χρόνια πριν τη χρεοκοπία. Η έκτη μεταβλητή είναι πολύ σημαντική (99%) για ένα, δύο και τρία χρόνια πριν την πτώχευση. Η έβδομη μεταβλητή είναι σημαντική ένα χρόνο πριν την χρεοκοπία, ενώ για πέντε χρόνια πριν το επίπεδο της σημαντικότητάς της φτάνει στο 97%. Η απόδοση των επενδύσεων είναι σημαντική μόνο για τον τέταρτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα έσοδα δεν διαχωρίζουν τις επιχειρήσεις σε χρεοκοπημένες και υγιείς. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η κερδοφορία δε διαφέρει, τα λογιστικά κέρδη προκύπτουν από διάφορες λογιστικές αναλύσεις και στο ότι η μέτρηση των κερδών είναι κατευθυνόμενη από την επιλογή των λογιστικών αρχών. Με άλλα λόγια, η επιχείρηση μπορεί να παρουσιάζει πλασματικά κέρδη στα αποτελέσματά της, έτσι ώστε να τη θεωρούν υγιή. Τα επίπεδα των τιμών των σφαλμάτων του μοντέλου είναι 18%, 17%, 28%, 27% και 20% αντίστοιχα για ένα έως πέντε χρόνια πριν τη χρεοκοπία.

#### 2.2.8 THEODOSSIOU

Ο Theodossiou στο άρθρο του «Alternative Models For Assessing The Financial Condition Of Business In Greece» το 1991, αναπτύσσει τρία μοντέλα πρόβλεψης της πτώχευσης για τις ελληνικές επιχειρήσεις, τα οποία αναλύει με τις μεθόδους γραμμικών πιθανοτήτων, την ανάλυση logit και την ανάλυση πιθανοτήτων. Το δείγμα που χρησιμοποιεί περιλαμβάνει βιομηχανικές επιχειρήσεις, οι οποίες απασχολούν περισσότερους από 50 εργαζομένους. Το δείγμα για την εκτίμηση περιλαμβάνει 54 χρεοκοπημένες και 309 υγιείς επιχειρήσεις από την περίοδο 1980-1983, ενώ το δείγμα για την επιβεβαίωση περιλαμβάνει 27 χρεοκοπημένες και 309 υγιείς επιχειρήσεις από το έτος 1984. Ο Theodossiou επέλεξε 12 μεταβλητές σύμφωνα με την αποτελεσματικότητα που είχαν σε προηγούμενες έρευνες και μέσω ελέγχων T στις διαφορές των μέσων των δύο δειγμάτων, τις περιόρισε στις παρακάτω 8 :

- 1) Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις
- 2) Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού
- 3) (Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) / Τρέχουσες Υποχρεώσεις
- 4) Μακροχρόνιο Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού
- 5) Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού
- 6) Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού

- 7) Μεικτά Κέρδη / Σύνολο Ενεργητικού  
 8) (Καθαρή Θέση - Κεφάλαιο) / Σύνολο Ενεργητικού

Οι τρεις πρώτοι δείκτες ρευστότητας έδειξαν ότι οι χρεοκοπημένες επιχειρήσεις είχαν μειωμένη ρευστότητα. Το ίδιο έδειξαν και οι τρεις τελευταίοι δείκτες για την κερδοφορία. Επίσης, οι χρεοκοπημένες επιχειρήσεις εμφάνισαν να έχουν μεγαλύτερη μόχλευση από τις υγιείς.

Η επιλογή των μεταβλητών για τα μοντέλα βασίστηκε στο κριτήριο του Mallow και ειδικότερα στις τιμές  $R^2$  και  $C_p$  σύμφωνα με το δείγμα εκτίμησης. Τα τελικά μοντέλα περιλαμβάνουν τους δείκτες 2, 4, 5, 6 και 8, την σημαντικότητα των οποίων επιβεβαιώνουν και οι αντίστοιχες αναλύσεις με το δείγμα ελέγχου. Το σημείο αναφοράς με τη μέθοδο των γραμμικών πιθανοτήτων είναι το 0,40 στο οποίο ο μέσος όρος των σφαλμάτων ταξινόμησης και για τα δύο δείγματα είναι 7,34%. Το σημείο αναφοράς για τις μεθόδους ανάλυσης logit και πιθανοτήτων είναι το 0,25 και οι μέσοι όροι των σφαλμάτων ταξινόμησης και για τα δύο δείγματα είναι 5,48% και 6,29% αντίστοιχα. Σύμφωνα με αυτά τα αποτελέσματα, ο Theodossiou υποστηρίζει ότι το μοντέλο με την ανάλυση logit υπερέχει των άλλων δύο μοντέλων και το μοντέλο με την ανάλυση πιθανοτήτων είναι με μικρή διαφορά το αμέσως επόμενο καλύτερο, ενώ το μοντέλο ανάλυσης γραμμικών πιθανοτήτων έρχεται τελευταίο.

Το 1999 οι Kahya και Theodossiou στο άρθρο τους «Predicting Corporate Financial Distress: A Time-Series CUSUM Methodology» αναπτύσσουν ένα μοντέλο πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων, το οποίο βασίζεται στη στατιστική μέθοδο ανάλυσης των χρονοσειρών σωρευτικών αθροισμάτων. Το μοντέλο έχει την παρακάτω μορφή :

$$C_{i,t} = \min(C_{i,t-1} + Z_{i,t} - K, 0) < -L \quad \text{για } K, L > 0 \quad (26)$$

όπου,  $C_{i,t}$  : η σωρευτική δυναμική τιμή χρονοσειρών για την  $i$  επιχείρηση τον χρόνο  $t$   
 $Z_{i,t}$  : η ετήσια στατιστική τιμή χρονοσειρών για την  $i$  επιχείρηση τον χρόνο  $t$   
 $K$  και  $L$  : ευαίσθητες παράμετροι που λαμβάνουν θετικές τιμές

Ειδικότερα η τιμή  $Z_{i,t}$  προέρχεται από την παρακάτω συνάρτηση :



$$Z_{i,t} = \beta_0 + (X_{i,t} - A_h - X_{i,t-1}B_1 - \dots - X_{i,t-k}B_k)\beta_1 \quad (27)$$

Η περαιτέρω ανάλυση της μεθοδολογίας που ακολούθησαν οι Kahya και Theodossiou, βρίσκεται στο άρθρο τους στις σελίδες 325-328.

Η σωρευτική τιμή  $C_{i,t}$  αξιολογεί τη συνολική επίδοση κάθε επιχείρησης σε συγκεκριμένη χρονική τιμή. Όσο οι τιμές  $Z_{i,t}$  της επιχείρησης είναι θετικές και μεγαλύτερες από την παράμετρο  $K$ , η τιμή  $C_{i,t}$  είναι μηδενική, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι δεν έχει επέλθει κάποια αλλαγή στην οικονομική κατάσταση της επιχείρησης. Όταν οι τιμές  $Z_{i,t}$  της επιχείρησης είναι μικρότερες από την παράμετρο  $K$ , η τιμή  $C_{i,t}$  είναι αρνητική και συνεχίζει για όσο διάστημα οι τιμές  $Z_{i,t}$  είναι μικρότερες από την παράμετρο  $K$ . Όταν η τιμή  $C_{i,t}$  γίνει μικρότερη από την παράμετρο  $-L$ , τότε το γεγονός αυτό σημαίνει ότι η οικονομική κατάσταση της επιχείρησης έχει μεταβληθεί. Οι παράμετροι  $K$  και  $L$  δείχνουν το διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ του συμβάντος και της αποκάλυψής του, ότι δηλαδή οι οικονομικές συνθήκες άλλαξαν. Όσο μεγαλύτερη τιμή λαμβάνει η παράμετρος  $K$ , τόσο μικρότερη είναι η πιθανότητα να ταξινομηθεί λανθασμένα μία χρεοκοπημένη επιχείρηση ως υγιής και τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να ταξινομηθεί λανθασμένα μία υγιής επιχείρηση ως χρεοκοπημένη. Αντιστρόφως ερμηνεύεται και η παράμετρος  $L$ . Με λίγα λόγια, οι παράμετροι  $K$  και  $L$  λειτουργούν όπως τα λάθη ταξινόμησης Τύπου I και II σε άλλα μοντέλα. Μέσω δυναμικής εξίσωσης ελαχιστοποίησης του κόστους των λανθασμένων ταξινομήσεων, το μοντέλο υπολογίζει τις τιμές των λαθών και βάσει ενός πλαισίου νευρωνικών δικτύων, αποφασίζεται ποιες μεταβλητές είναι εκείνες που προσφέρουν καλύτερη πρόβλεψη και που πρέπει να περιληφθούν στο μοντέλο.

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 117 υγιείς και 72 χρεοκοπημένες επιχειρήσεις της περιόδου 1974-1991. Το στατικό μοντέλο περιλαμβάνει τις παρακάτω μεταβλητές :

- 1) τη διαφορά των λογαρίθμων του αποπληθωρισμένου Συνόλου του Ενεργητικού
- 2) τη διαφορά του δείκτη Απογραφή / Πωλήσεις
- 3) τη διαφορά του δείκτη Πάγιο Ενεργητικό / Σύνολο Ενεργητικού
- 4) τη διαφορά του δείκτη Έσοδα Λειτουργίας / Πωλήσεις

Μέσω της εκτίμησης των διακυμάνσεων και του κριτηρίου Akaike, εκτιμώνται οι συντελεστές  $\beta$  των μεταβλητών. Έτσι, όλες οι μεταβλητές εκτός της διαφοράς του δείκτη *Απογραφή / Πωλήσεις*, έχουν θετικό πρόσημο και άρα θετική επίδραση με την οικονομική κατάσταση των επιχειρήσεων. Το στατικό μοντέλο καταλήγει να έχει την παρακάτω τελική μορφή :

$$C_{i,t} = \min(C_{i,t-1} + Z_{i,t} - 0,0587) < -0,8214 \quad (28)$$

Ο μέσος όρος σφαλμάτων ταξινόμησης στο δείγμα εκτίμησης είναι 17,29%, ενώ σε μεταγενέστερο δείγμα ελέγχου το ποσοστό ήταν 18,67%. Ακόμα, σύμφωνα με τους ερευνητές, το μοντέλο της στατιστικής μεθόδου ανάλυσης των χρονοσειρών σωρευτικών αθροισμάτων φαίνεται να υπερέχει των λοιπών μοντέλων διακριτικής ανάλυσης, ανάλυσης logit, κ.α. Το μοντέλο είναι χρήσιμο, αφού αποδεικνύεται να έχει βραχεία μνήμη των καλών οικονομικών συνθηκών των επιχειρήσεων, αλλά μακρά μνήμη των κακών οικονομικών συνθηκών, γεγονός το οποίο καθιστά άμεση και έγκαιρη την αναγνώριση της επερχόμενης πιθανής πτώχευσης.

#### 2.2.9 *ALTMAN, MARCO, VARETTO*

Το 1994, οι Altman, Marco και Varetto στο άρθρο τους με τίτλο «Corporate Distress Diagnosis : Comparisons Using Linear Discriminant Analysis and Neural Networks (The Italian Experience)», προσπάθησαν να αξιολογήσουν την τεχνική των νευρωνικών δικτύων σε σύγκριση με την τεχνική της διακριτικής ανάλυσης.

Τα νευρωνικά δίκτυα είναι δυναμικά μοντέλα επεξεργασίας και διασύνδεσης, τα οποία αποτελούνται από δυνητικά μεγάλο αριθμό στοιχειωδών μονάδων επεξεργασίας, οι οποίες μονάδες είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και είναι εύκολο να γίνονται απλοί υπολογισμοί. Το αποτέλεσμα της τεχνικής προκύπτει από τη συλλογική κι όχι από την ατομική συμπεριφορά των μονάδων και μπορεί να τροποποιείται μέσω διαδικασιών εκμάθησης, οι οποίες προέρχονται από την αλληλεπίδραση των δικτύων με τον εξωτερικό κόσμο. Κάθε μονάδα δέχεται μία επίδραση από το εξωτερικό περιβάλλον με κάποιο συντελεστή στάθμισης και δημιουργούνται οι παρακάτω συναρτήσεις :

$$P_i = \sum n w_{ji}^* x_i - S_i \quad (29)$$

όπου,  $P_i$  : πιθανότητα συνολικών επιδράσεων

$w_{ij}$  : συντελεστής στάθμισης

$x_i$  : μονάδα

$S_i$  : οριακή τιμή που περιορίζει το βαθμό αντίδρασης στις επιδράσεις

$$y_i = \frac{1}{1 + e^{-P_i}} \quad (30)$$

όπου,  $y_i$  : η αντίδραση του νευρώνα, η οποία λαμβάνει τιμές από 0 έως 1 και αναλόγως κατατάσσει τις επιχειρήσεις σε υγιείς, ευάλωτες και επισφαλείς

Η τεχνική ανάλυσης των νευρωνικών δικτύων στο μοντέλο των Altman et al. (1994) αποτελείται από 4 στάδια : α) προσπάθεια αναπαραγωγής των αποτελεσμάτων της πολλαπλής διακριτικής ανάλυσης με διαφορετικούς δείκτες για να επιβεβαιωθεί η αποτελεσματικότητα των νευρωνικών δικτύων, β) χρήση των δεδομένων για τρία χρόνια πριν τη χρεοκοπία και έλεγχος των δεδομένων για ένα χρόνο πριν τη χρεοκοπία, έτσι ώστε να επιβεβαιωθεί η ικανότητα των νευρωνικών δικτύων να ξεχωρίζουν τις επιχειρήσεις σε υγιείς και χρεοκοπημένες, γ) προσπάθεια να ενσωματωθεί η γνώση και η τάση στην εξέλιξη των δεικτών ανά το χρόνο και δ) έλεγχος της ικανότητας των νευρωνικών δικτύων να ταξινομήσουν σωστά τις επιχειρήσεις όπως κάνουν τα μοντέλα που χρησιμοποιούν τη διακριτική ανάλυση.

Το μοντέλο έχει ακρίβεια της τάξης του 97,7% για τις υγιείς επιχειρήσεις και 97% για τις επισφαλείς, η οποία όμως προκύπτει από την χρήση πολλών δεικτών και η συμπεριφορά του μοντέλου γίνεται ασταθής όσο προχωράει στη διαδικασία της εκμάθησης.

Παρότι οι Altman et al. επιδοκιμάζουν την χρήση των νευρωνικών συστημάτων πρόβλεψης πτώχευσης και θεωρούν ότι είναι ένα σύγχρονο εργαλείο με πολλές μελλοντικές δυνατότητες, επισημαίνουν ότι η τεχνική της διακριτικής ανάλυσης είναι καλύτερη, προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων και σε συνάρτηση με το κόστος είναι πιο οικονομική.

### 2.2.10 ALTMAN, KIM, EOM

Το 1995, οι Altman, Eom και Kim στο άρθρο τους «Failure Prediction : Evidence from Korea» αναπτύσσουν δύο μοντέλα πρόβλεψης πτώχευσης της οικονομίας της Κορέας: το ένα για τις επιχειρήσεις δημοσίου και ιδιωτικού τομέα και το άλλο για τις επιχειρήσεις που είναι εισηγμένες στο χρηματιστήριο. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε περιελάμβανε 34 χρεοκοπημένες και 61 υγιείς επιχειρήσεις της περιόδου 1990-1992. Οι ερευνητές επέλεξαν είκοσι μεταβλητές, οι οποίες προέρχονται από κατηγορίες όπως η κερδοφορία, η δραστηριότητα σε σχέση με τον κύκλο εργασιών, το μέγεθος, οι σταθερές καλύψεις χρεώσεων, η ρευστότητα, η φερεγγυότητα, η μόχλευση και η σταθερότητα των κερδών. Μέσω μονομεταβλητών τεστ σημαντικότητας, ξεχώρισαν οι τέσσερις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στα δύο μοντέλα πρόβλεψης. Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε είναι η παραδοσιακή διακριτική ανάλυση, η οποία όμως συμπεριελάμβανε μία παραλλαγή στην επιλογή του δείγματος, έτσι ώστε το δείγμα να είναι επαρκές.

Τα δύο μοντέλα είναι τα παρακάτω στην τελική τους μορφή :

$$K1 - Score : -17,862 + 1,472X_1 + 3,041X_2 + 14,839X_3 + 1,516X_4 \quad (31)$$

$$K2 - Score : -18,696 + 1,501X_1 + 2,706X_2 + 19,760X_3 + 1,146X'_4 \quad (32)$$

όπου,  $X_1$  : Λογάριθμος Συνολικού Ενεργητικού

$X_2$  : Λογάριθμος Πωλήσεις / Συνολικό Ενεργητικό

$X_3$  : Έκτακτα Αποθεματικά / Σύνολο Ενεργητικού

$X_4$  : Ίδια Κεφάλαια / Σύνολο Υποχρεώσεων

$X'_4$  : Χρηματιστηριακή Αξία Μετοχών / Σύνολο Υποχρεώσεων

Ανάλογα με το αποτέλεσμα, η κάθε επιχείρηση κατατάσσεται σε κάποια κατηγορία, όπως περιγράφει ο παρακάτω πίνακας :

## Πίνακας 7.

Κριτικές τιμές στο μοντέλο των Altman et al. (1995)

Τιμή K1	Τιμή K2	Αποτέλεσμα
>0	>0,75	Ζώνη μη-χρεοκοπίας
	0,75 έως -2,3	Γκρίζα ζώνη
<0	<-2,3	Ζώνη χρεοκοπίας

Το μοντέλο K1 για τις χρεοκοπημένες επιχειρήσεις έχει ακρίβεια της τάξης του 97% για ένα χρόνο, 88,2% για δύο χρόνια και 69,7% για τρία χρόνια πριν την πτώχευση. Για τις μη-χρεοκοπημένες επιχειρήσεις το ποσοστό ακρίβειας είναι κατά μέσο όρο 83,6%. Το μοντέλο K2 για τις χρεοκοπημένες επιχειρήσεις έχει ακρίβεια της τάξης του 96,6% για ένα χρόνο, 85,2 % για δύο χρόνια και 71,4% για τρία χρόνια πριν την πτώχευση. Για τις μη-χρεοκοπημένες το ποσοστό ακρίβειας είναι κατά μέσο όρο 85,7%.

### 2.2.11 CHARITOU

Οι Charitou et al. το 2004 στο άρθρο τους «Predicting Corporate Failure: Empirical Evidence for the UK» χρησιμοποίησαν την ανάλυση logit καθώς και τα νευρωνικά δίκτυα για να αναπτύξουν μοντέλα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων του Ηνωμένου Βασιλείου. Τα δεδομένα τους προήρθαν από 51 ζεύγη χρεοκοπημένων και υγιών βιομηχανικών επιχειρήσεων της περιόδου 1988-1997 και χρησιμοποιήθηκαν στην πρόβλεψη της πτώχευσης για ένα, δύο και τρία χρόνια πριν. Οι ερευνητές χώρισαν το δείγμα τους σε δύο μέρη : το πρώτο το χρησιμοποίησαν ως δείγμα εκτίμησης και περιελάμβανε τις επιχειρήσεις της περιόδου 1988-1994, ενώ το δεύτερο χρησιμοποιήθηκε ως δείγμα ελέγχου και περιείχε τις υπόλοιπες επιχειρήσεις της περιόδου 1995-1997.

Η επιλογή των μεταβλητών του μοντέλου έγινε μέσω μονομεταβλητής ανάλυσης logit μέσα από μια εκτενή λίστα δημοφιλών μεταβλητών. Επίσης, για την επιλογή των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της προς τα εμπρός επιλογής, της προς τα πίσω απαλοιφής και του στατιστικού ελέγχου πιθανοφάνειας των πληροφοριών ταμειακών ροών που υπάρχουν στους βασικούς αριθμοδείκτες. Το

μοντέλο περιλαμβάνει δύο χρηματοοικονομικούς αριθμοδείκτες μόχλευσης και κερδοφορίας και μία μεταβλητή ταμειακής ροής, όπως απαριθμούνται παρακάτω :

- 1) Συνολικές Υποχρεώσεις / Σύνολο Ενεργητικού
- 2) Κέρδη προ φόρων και τόκων / Συνολικές Υποχρεώσεις
- 3) Ταμειακές Ροές από τη λειτουργία / Συνολικές Υποχρεώσεις

Η ανάλυση logit που εφαρμόζεται, εσκεμμένα δεν λαμβάνει υπόψη της τα κόστη των λανθασμένων ταξινομήσεων των επιχειρήσεων και έχει την παρακάτω μορφή :

$$P_{jt}(Y=1) = \frac{1}{(1+e^{-z})} = \frac{1}{1+\exp[-(\beta_0 + \beta_1 X_{1,jt} + \beta_2 X_{2,jt} + \dots + \beta_n X_{n,jt})]} \quad (33)$$

όπου,  $P_{jt}(Y=1)$  : η πιθανότητα χρεοκοπίας της επιχείρησης j τον χρόνο t

$\beta_0, \dots, \beta_n$  : οι συντελεστές κλίσης

$X_1, \dots, X_n$  : οι επεξηγηματικές μεταβλητές

Για να επιβεβαιωθεί και να συμπληρωθεί η προβλεπτική ικανότητα της ανάλυσης logit, οι ερευνητές εφάρμοσαν ανάλυση με νευρωνικά δίκτυα, κατά την οποία χρησιμοποίησαν έναν συζευγμένης κλίσης αλγόριθμο για να ελαχιστοποιήσουν την παρακάτω συνάρτηση ελαχίστων τετραγώνων :

$$S(W) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (y_k - d_k)^2 \quad (34)$$

όπου,  $y_k$  : η εκροή του δικτύου ανταποκρινόμενο στην k εισροή του δείγματος

$W$  : το διάνυσμα του οποίου τα στοιχεία είναι οι συντελεστές βαρύτητας του δικτύου

Η ακρίβεια του μοντέλου με την ανάλυση logit είναι της τάξης του 94% για τον πρώτο χρόνο πριν τη χρεοκοπία και τα σφάλματα ταξινόμησης Τύπου I και II είναι 8% και 4% αντίστοιχα. Για τον δεύτερο χρόνο πριν τη χρεοκοπία, το ποσοστό ακρίβειας είναι 84% και τα σφάλματα ταξινόμησης 18% και 14% αντίστοιχα. Τέλος, για τον τρίτο

χρόνο πριν τη χρεοκοπία, τα ποσοστά είναι 70% για την ακρίβεια, 33% και 28% για τα σφάλματα Τύπου I και II αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνονται από ένα μεταγενέστερο χρονικά δείγμα ελέγχου, καθώς και μέσω της διαδικασίας Lachenbruch jackknife. Στο δείγμα ελέγχου, η ακρίβεια του μοντέλου είναι της τάξης του 81% ένα χρόνο πριν την πτώχευση και 74% και 73% αντίστοιχα για δύο και τρία χρόνια πριν. Επιπλέον, κατά μέσο όρο το σφάλμα ταξινόμησης Τύπου I είναι 15%, ενώ του Τύπου II 32%. Η διαδικασία Lachenbruch jackknife εφαρμόστηκε στην ανάλυση logit του συνόλου του δείγματος και έδειξε ποσοστά ακρίβειας της τάξης του 82%, 72% και 70% αντίστοιχα για ένα, δύο και τρία χρόνια πριν τη χρεοκοπία.

Η ακρίβεια του μοντέλου μέσω της ανάλυσης νευρωνικών δικτύων είναι 96%, 84% και 75% αντίστοιχα για ένα, δύο και τρία χρόνια πριν τη χρεοκοπία, γεγονός που καθιστά την ανάλυση νευρωνικών δικτύων ανώτερη από την ανάλυση logit. Τα σφάλματα ταξινόμησης Τύπου I είναι μικρότερα από εκείνα της ανάλυσης logit και είναι της τάξης του 0%, 14% και 22% αντίστοιχα για ένα, δύο και τρία χρόνια πριν τη χρεοκοπία. Αντιθέτως, τα σφάλματα Τύπου II είναι μεγαλύτερα από εκείνα της ανάλυσης logit και λαμβάνουν τα ποσοστά 8%, 18% και 28% αντίστοιχα για ένα, δύο και τρία χρόνια πριν τη χρεοκοπία. Για να επιβεβαιωθούν τα παραπάνω αποτελέσματα, οι ερευνητές εφάρμοσαν την ανάλυση νευρωνικών δικτύων στο δείγμα ελέγχου και προέκυψαν ποσοστά ακρίβειας 83%, 76% και 75% για ένα, δύο και τρία χρόνια αντίστοιχα πριν τη χρεοκοπία.

### 2.2.13 ZHOU, ELHAG

Οι Zhou και Elhag το 2007 στο άρθρο τους «Apply Logit analysis in Bankrupt Prediction» χρησιμοποιούν το μοντέλο logit για την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων και το εφαρμόζουν εμπειρικά μέσω της σταδιακής προς τα εμπρός διαδικασίας. Το δείγμα τους αποτελείται από 100 ευρωπαϊκές βιομηχανικές επιχειρήσεις από την περίοδο 2000-2005, σε ταιριασμένα ζεύγη με βάση το συνολικό ενεργητικό τους. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται αφορούν στην κερδοφορία, την λειτουργική αποδοτικότητα και την διοίκηση ανθρωπίνων πόρων και είναι οι παρακάτω τέσσερις :

$R_7$  : Περιθώριο Κερδών προ φόρων και τόκων

$R_9$  : Κάλυψη Τόκων

$R_{12}$  : Περίοδος Πίστωσης

$R_{19}$  : Κόστος εργαζόμενου / Λειτουργικά Κέρδη

Η συνάρτηση logit έχει την ακόλουθη μορφή :

$$\text{Logit}(y) = 0,948 + 0,319R_7 - 0,014R_{12} - 0,04R_{17} - 0,77R_{19} \quad (35)$$

Το μοντέλο των Zhou και Elhag έχει επιτυχία της τάξης του 81%, με το σφάλμα λανθασμένης ταξινόμησης Τύπου I να είναι 92% και του Τύπου II 70%. Οι ερευνητές καταλήγουν ότι οι πιθανές αιτίες χρεοκοπίας των επιχειρήσεων είναι η μείωση των κερδών, το ανεπαρκές κεφάλαιο κίνησης και η αδυναμία του να εξοφλεί τους τόκους, η έλλειψη σχέσεων της διοίκησης με τους πελάτες και η σχετικά χαμηλή ποιότητα ανθρωπίνων πόρων.

#### 2.2.14 SANDIN, PORPORATO

Οι Sandin και Porporato στο άρθρο τους «Corporate bankruptcy prediction models applied to emerging economies. Evidence from Argentina in the years 1991-1998», εξετάζουν τη χρησιμότητα της ανάλυσης δεικτών για την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων της Αργεντινής. Αφού εφάρμοσαν τα μοντέλα του Altman (1968, 1993) στις επιχειρήσεις της Αργεντινής, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι πρέπει να τα προσαρμόσουν έτσι ώστε να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητά τους για τη συγκεκριμένη χώρα στην συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Το δείγμα των ερευνητών αποτελείται από 11 υγιείς και 11 χρεοκοπημένες επιχειρήσεις της Αργεντινής από την περίοδο 1990-1998 και παρόλο που φαίνεται μικρό, αντιστοιχεί στο 20% των εμπορικών επιχειρήσεων της χώρας κατά τη δεκαετία του 1990. Οι αριθμοδείκτες που εξέτασαν οι Sandin και Porporato αναφέρονται στην κερδοφορία, την ρευστότητα και την φερεγγυότητα και είναι οι παρακάτω :

$R_1$  : Καθαρά Έσοδα / Καθαρές Πωλήσεις

$R_2$  : Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού

$R_3$  : Καθαρά Έσοδα / Λογιστική Αξία Μετοχών

$R_4$  : Σύνολο Ενεργητικού / Καθαρές Πωλήσεις



- $R_5$ : Λειτουργικά Έσοδα / Καθαρές Πωλήσεις  
 $L_1$ : Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις  
 $L_2$ : (Ταμειακά Διαθέσιμα + Προσωρινές Επενδύσεις + Εισπρακτέοι Λογαριασμοί) / Τρέχουσες Υποχρεώσεις  
 $L_3$ : Καθαρές Πωλήσεις / (Κυκλοφορούν Ενεργητικό - Τρέχουσες Υποχρεώσεις)  
 $S_1$ : Σύνολο Ενεργητικού / Συνολικές Υποχρεώσεις  
 $S_2$ : Μη-τρέχουσες Υποχρεώσεις / Σύνολο Ενεργητικού  
 $S_3$ : Λογιστική Αξία Μετοχών / Σύνολο Ενεργητικού  
 $S_4$ : Πληρωμένοι Τόκοι / Κέρδη προ φόρων και τόκων  
 $S_5$ : Αδιανέμητα Κέρδη / Λογιστική Αξία Μετοχών

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε είναι η MDA και αναπτύχθηκαν δύο μοντέλα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων. Η επιλογή των μεταβλητών έγινε με δύο μεθόδους. Η πρώτη μέθοδος είναι η άμεση, η οποία επιλέγει τις μεταβλητές οι οποίες περνούν τον έλεγχο ανεκτικότητας και έχει την παρακάτω μορφή :

$$\begin{aligned}
 A_d = & -9,43L_1 - 117,05L_2 + 0,36L_3 - 7,85R_1 - 4,85R_2 - 8,36R_3 - 1,98R_4 \\
 & + 92,18R_5 - 0,83S_1 + 142S_2 + 301S_3 - 17,61S_4 - 0,38S_5 - 156,23
 \end{aligned} \quad (36)$$

Η δεύτερη μέθοδος είναι η σταδιακή, η οποία μεγιστοποιεί την ελάχιστη απόσταση Mahalanovis μεταξύ των ομάδων και έχει την παρακάτω μορφή :

$$A_s = 15,06R_5 + 16,11S_3 - 4,14 \quad (37)$$

Το μοντέλο με την άμεση μέθοδο στον πρώτο χρόνο έχει αποτελεσματικότητα της τάξης του 90,9%, ενώ στα επόμενα έτη 77,3% , 50% και 59,1% αντίστοιχα. Το μοντέλο με την σταδιακή μέθοδο έχει αποτελεσματικότητα της τάξης του 81,8% σταθερά για τον πρώτο, δεύτερο και τρίτο χρόνο, ενώ μειώνεται στο 77,3% το τέταρτο έτος. Επιπλέον, το σφάλμα λανθασμένης ταξινόμησης Τύπου I είναι μακροπρόθεσμα μικρότερο και πιο σταθερό με το σταδιακό μοντέλο πρόβλεψης. Αναφορικά με το μοντέλο Z-score του Altman (1993), το σταδιακό μοντέλο των Sandin και Porporato έχει μεγαλύτερη προβλεπτική ικανότητα και μικρότερη τιμή σφάλματος λανθασμένης ταξινόμησης Τύπου II, αλλά μεγαλύτερη τιμή σφάλματος Τύπου I. Τέλος, προκύπτει

ότι οι δείκτες φερεγγυότητας που περιλαμβάνουν το Συνολικό Ενεργητικό είναι οι πιο σημαντικοί στην πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων.

### 2.2.15 AGARWAL, TAFFLER

Οι Agarwal και Taffler το 2008 στο άρθρο τους «Comparing the performance of market-based and accounting-based bankruptcy prediction models» συγκρίνουν το αρχικό μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης z-score του Taffler με άλλα γνωστά διεθνώς μοντέλα χρησιμοποιώντας καμπύλες ROC και πληροφοριακούς ελέγχους. Το δείγμα τους αποτελείται από 2.006 μη-χρηματοοικονομικές εισηγμένες επιχειρήσεις του Ηνωμένου Βασιλείου της περιόδου 1992-1997, από τις οποίες 106 πτώχευσαν.

Τα βασισμένα στις αγορές μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι των Hillegeist et al. και των Bharath and Shumway, τα οποία περιγράφουν στο άρθρο τους και βασίζονται στην παρακάτω εξίσωση :

$$p = N \left( - \frac{\ln(V_A / X) + (\mu - \delta - 0.5 * \sigma_A^2) * T}{\sigma_A \sqrt{T}} \right) \quad (38)$$

όπου,  $p$  : η πιθανότητα η αξία των περιουσιακών στοιχείων να είναι μικρότερη από την ονομαστική αξία του χρέους στο τέλος της περιόδου κράτησης του call option

$N( )$  : η αθροιστική κανονική συνάρτηση πυκνότητας

$V_A$  : η αξία των περιουσιακών στοιχείων

$X$  : η ονομαστική αξία του χρέους υπολογισμένη με βάση τις συνολικές υποχρεώσεις

$\mu$  : τα αναμενόμενα έσοδα της επιχείρησης

$\delta$  : το ποσοστό του μερίσματος υπολογισμένο ως τα Συνολικά Μερίσματα / (Συνολικές Υποχρεώσεις + Αγοραία Αξία Μετοχών)

$\sigma_A$  : η μεταβλητότητα του ενεργητικού

$T$  : ο χρόνος λήξης (λαμβάνεται ως 1 χρόνος)

Τα μειονεκτήματα των παραπάνω μοντέλων σύμφωνα με τους ερευνητές είναι η βραχυχρόνια υπόθεση ότι το χρέος και οι μετοχές διατηρούνται σταθερά μεταξύ t-1 και

t. Ακόμα, χρησιμοποιούνται τα αναμενόμενα έσοδα των περιουσιακών στοιχείων υπολογισμένα με βάση τα πραγματικά έσοδα των μετοχών, το οποίο είναι ορθό μόνο εάν το χρέος είναι το ίδιο για όλες τις επιχειρήσεις. Τέλος, οι χρεοκοπημένες επιχειρήσεις φαίνεται να έχουν χαμηλά κι όχι υψηλά παρελθόντα έσοδα, γεγονός που αποδεικνύει ότι δεν θα πρέπει να υπολογίζονται τα αναμενόμενα έσοδα με βάση τα παρελθόντα έσοδα.

Το μοντέλο με το οποίο οι Agarwal και Taffler συγκρίνουν τα παραπάνω, είναι το γνωστό z-score, το οποίο ο Taffler το 1984 είχε προσδιορίσει ως ακολούθως :

$$z = 3.20 + 12.18 * x_1 + 2.50 * x_2 - 10.68 * x_3 + 0.029 * x_4 \quad (39)$$

όπου,  $x_1$  : Κέρδη προ φόρων / Τρέχουσες Υποχρεώσεις

$x_2$  : Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Συνολικές Υποχρεώσεις

$x_3$  : Τρέχουσες Υποχρεώσεις / Σύνολο Ενεργητικού

$x_4$ : [(Κυκλοφορούν Ενεργητικό – Αποθέματα) - Τρέχουσες Υποχρεώσεις] / [(Πωλήσεις - Κέρδη προ φόρων - Αποσβέσεις)/365]

Η πρώτη μέθοδος σύγκρισης των μοντέλων που εφαρμόζεται είναι η καμπύλη ROC. Ο δείκτης ακρίβειας των μοντέλων είναι ένας γραμμικός μετασχηματισμός κάτω από την περιοχή της καμπύλης και ερμηνεύεται ως ακολούθως :

$$\text{Δείκτης ακρίβειας} = 2 * (\text{περιοχή κάτω από την καμπύλη ROC} - 0.50) \quad (40)$$

Η περιοχή κάτω από την καμπύλη υπολογίζεται με τη στατιστική Wilcoxon, δίνοντας αμερόληπτες εκτιμήσεις και καθιστώντας εύκολη τη σύγκριση διαφορετικών μοντέλων. Οι εταιρίες του δείγματος ταξινομούνται με βάση τον κίνδυνο, από τον υψηλότερο προς τον χαμηλότερο. Για κάθε ακέραιο αριθμό μεταξύ 0 και 100, βλέπουμε πόσες επιχειρήσεις x πτώχευσαν σε ποσοστό x% εκείνων που είχαν το μεγαλύτερο κίνδυνο. Ο αριθμός των επιχειρήσεων που πτώχευσαν μέσα στο πρώτο ποσοστό x% διαιρείται με τον συνολικό αριθμό των πτωχεύσεων του δείγματος και γίνεται συνάρτηση του x. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μοντέλο z-score του Taffler έχει ελάχιστα μεγαλύτερη περιοχή κάτω από την καμπύλη ROC από τα άλλα μοντέλα των Hillegeist et al. και των Bharath and Shumway, γεγονός το οποίο αποδεικνύει οριακά

την καλύτερη απόδοσή του. Επομένως, το μοντέλο z-score έρχεται πρώτο σε επιτυχία, το μοντέλο των Bharath and Shumway δεύτερο και τελευταίο το μοντέλο των Hillegeist et al.

Στη συνέχεια, οι Agarwal και Taffler προσεγγίζουν την ανάλυσή τους με βάση τα σφάλματα ταξινόμησης που απορρέουν. Η μέθοδος της καμπύλης ROC θεωρεί ότι τα σφάλματα ταξινόμησης Τύπου I και II έχουν την ίδια σημασία, όμως αυτό δεν ισχύει. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται η συνάρτηση των Blöchlinger and Leipold :

$$R = \frac{p(Y = 1 | S = t)}{p(Y = 0 | S = t)} LGD + k \quad (41)$$

όπου, R : το πιστωτικό περιθώριο

$p(Y = 1 | S = t)$  : η δεσμευμένη πιθανότητα χρεοκοπίας για την τιμή t

$p(Y = 0 | S = t)$  : η δεσμευμένη πιθανότητα μη-χρεοκοπίας για την τιμή t

LGD : ζημιά δανείου λόγω χρεοκοπίας

k : το πιστωτικό περιθώριο του καλύτερου ποιοτικά δανείου

Μετά από πολλές υποθέσεις που κάνουν οι συγγραφείς, εφαρμόζουν την παραπάνω συνάρτηση για τα μοντέλα που συγκρίνουν και δημιουργούν 20 κατηγορίες τιμών για το καθένα. Αποδεικνύεται ότι το μοντέλο z-score υπερέχει των άλλων δύο.

Η τελευταία μέθοδος σύγκρισης που χρησιμοποιούν για τα μοντέλα είναι ο έλεγχος πληροφοριακού περιεχομένου και εφαρμόζουν το μοντέλο κινδύνου που ακολουθεί :

$$p_{i,t} = \frac{e^{\alpha(t) + X_{i,t}\beta}}{1 + e^{\alpha(t) + X_{i,t}\beta}} \quad (42)$$

όπου,  $p_{i,t}$  : η πιθανότητα χρεοκοπίας της επιχείρησης i τον χρόνο t για τους επόμενους 12 μήνες

$\alpha(t)$  : ο αρχικός δείκτης κινδύνου υπολογισμένος από τον προηγούμενο χρονικά δείκτη χρεοκοπίας

X : η μήτρα των εξαρτημένων μεταβλητών

$\beta$  : το διάνυσμα της στήλης των εκτιμήσεων των συντελεστών

Η παραπάνω συνάρτηση μετασχηματίζεται σε τιμές logit ως ακολούθως :

$$\text{Τιμή logit} = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) \quad (43)$$

Οι τιμές για τα μοντέλα κυμαίνονται σε  $\pm 18,4207$ . Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το κάθε μοντέλο περιλαμβάνει τις δικές του μοναδικές πληροφορίες και δεν είναι εφικτό να προσδιοριστεί ποιο από αυτά υπερέχει έναντι των άλλων.

Γενικότερα, οι Agarwal και Taffler καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το μοντέλο z-score υπερέχει των μοντέλων των αγορών, παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχει κάποιο θεωρητικό υπόβαθρο, και προσφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη στην διαδικασία της πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων.

#### 2.2.16 FICH, SLEZAK

Οι Fich και Slezak στο άρθρο τους «Can corporate governance save distressed firms from bankruptcy? An empirical analysis.» το 2008 ερευνούν την επίδραση που έχουν τα χαρακτηριστικά της εταιρικής διακυβέρνησης στην ικανότητα των επιχειρήσεων να αποφύγουν την πτώχευση και στην δυνατότητα που έχουν οι χρηματοοικονομικές πληροφορίες να την προβλέψουν. Χρησιμοποιούν τεχνικές εκτίμησης του μοντέλου κινδύνου για να απομονώσουν την επιρροή που έχει η εταιρική διακυβέρνηση επάνω στη χρεοκοπία, ενώ ταυτόχρονα χρησιμοποιούν και συμμεταβλητές διακύμανσης χρονοσειρών των οικονομικών συνθηκών. Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από όταν η επιχείρηση παρουσιάζει προβλήματα έως τη στιγμή που κάνει αίτηση να τεθεί υπό καθεστώς χρεοκοπίας. Οι ερμηνευτικές μεταβλητές που χρησιμοποιούνται αφορούν κυρίως στην εταιρική διακυβέρνηση και τον έλεγχο και είναι οι παρακάτω :

- **BOARDSIZE** : αριθμός των μελών του Διοικητικού Συμβουλίου
- **INSIDE** : αριθμός των πλήρους απασχόλησης μελών του Διοικητικού Συμβουλίου

- GRAY : αριθμός των μελών του Διοικητικού Συμβουλίου οι οποίοι δεν είναι πλήρους απασχόλησης και συνήθως είναι συνταξιοδοτημένοι εργαζόμενοι ή έχουν οικογενειακές σχέσεις με την επιχείρηση
- OUTSIDE : αριθμός των μελών του Διοικητικού Συμβουλίου οι οποίοι δεν ανήκουν στις προηγούμενες δύο κατηγορίες
- CEOSTCMP : Black-Scholes αξία χορήγησης βραβείου / Συνολική Αμοιβή του προέδρου του Διοικητικού Συμβουλίου
- INSTOWN : Αριθμός μετοχών που ανήκουν σε θεσμικούς επενδυτές / Συνολικός Αριθμός Μετοχών
- BOARDOWN : το ποσοστό κοινών μετοχών της εταιρείας που έχει το Διοικητικό Συμβούλιο
- FOUNDER : δυαδική μεταβλητή για το εάν κάποιο ιδρυτικό μέλος περιλαμβάνεται στο Διοικητικό Συμβούλιο
- YRSASCEO : ο αριθμός των ετών κατά τα οποία ο πρόεδρος του Διοικητικού Συμβουλίου έχει εκτελέσει ως Γενικός Διευθυντής
- CEOAGE : η ηλικία του προέδρου του Διοικητικού Συμβουλίου
- MEETINGS : ο αριθμός των συνεδριάσεων του Διοικητικού Συμβουλίου στο οικονομικό έτος
- RESET : μεταβλητή η οποία λαμβάνει την τιμή 1 εάν η τιμή άσκησης των εκκρεμών δικαιωμάτων προαίρεσης αγοράς μετοχών υπέστη επαναφορά, αλλιώς λαμβάνει την τιμή 0
- TURNOVER : ο αριθμός των μελών του Διοικητικού Συμβουλίου (εκτός από τον πρόεδρο) τα οποία αποχώρησαν πριν τις εκλογές του επόμενου οικονομικού έτους
- SPRETURN : η μέση χρηματιστηριακή τιμή μετοχής του οικονομικού έτους
- GROWTHOP : Έξοδα Έρευνας & Ανάπτυξης / Συνολικές Πωλήσεις
- STOCKRET :  $\log(1+\text{απόδοση μετοχών}) - \log(1+\text{CRSP αξία σταθμισμένου δείκτη απόδοσης})$  για τον χρόνο κατά τον οποίο η επιχείρηση εμφάνισε προβλήματα
- STOCKRETTV :  $\log(1+\text{απόδοση μετοχών}) - \log(1+\text{CRSP αξία σταθμισμένου δείκτη απόδοσης})$  για τον χρόνο κατά τον οποίο η επιχείρηση ήταν σε κίνδυνο
- FIRMSIZE : φυσικός λογάριθμος των συνολικών πωλήσεων
- ICR : Λειτουργικά Έσοδα / Έξοδα Τόκων

- $ALTMANSZ : Z = 1,2 * (\text{Κεφάλαιο Κίνησης} / \text{Σύνολο Ενεργητικού}) + 1,4 * (\text{Αδιανέμητα Κέρδη} / \text{Σύνολο Ενεργητικού}) + 3,3 * (\text{Κέρδη προ φόρων και τόκων} / \text{Σύνολο Ενεργητικού}) + 0,6 * (\text{Χρηματιστηριακή Αξία Μετοχών} / \text{Λογιστική Αξία Συνολικών Υποχρεώσεων}) + (\text{Πωλήσεις} / \text{Σύνολο Ενεργητικού})$

Το αρχικό δείγμα που χρησιμοποίησαν οι Fich και Slezak αποτελείται από 781 επιχειρήσεις της περιόδου 1991-2000, από τις οποίες οι 34 χρεοκόπησαν. Με βάση τις μεταβλητές *ALTMANSZ* και *ICR*, το αρχικό δείγμα χωρίζεται σε επιμέρους τρία δείγματα. Το πρώτο δείγμα περιλαμβάνει τις επιχειρήσεις που είχαν κριτική τιμή *Z* μικρότερη από 1,81 και αποτελείται από 476 επιχειρήσεις εκ των οποίων οι 22 χρεοκόπησαν. Το δεύτερο δείγμα περιλαμβάνει τις επιχειρήσεις που είχαν κριτική τιμή *Z* μεγαλύτερη από 2,99 και αποτελείται από 508 επιχειρήσεις από τις οποίες οι 25 χρεοκόπησαν. Το τρίτο δείγμα περιλαμβάνει τις επιχειρήσεις που είχαν κριτική τιμή *ICR* μικρότερη από 1 και αποτελείται από 277 επιχειρήσεις από τις οποίες οι 22 χρεοκόπησαν.

Η ανάλυση των ερευνητών γίνεται σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο, προσδιορίζουν την συνάρτηση κινδύνου χωρίς τις μεταβλητές της εταιρικής διακυβέρνησης, με σκοπό να διαπιστωθεί η ικανότητα που έχουν οι χρηματοοικονομικές πληροφορίες να προβλέψουν την πτώχευση, ενώ στο δεύτερο στάδιο, η ανάλυση περιλαμβάνει τις μεταβλητές εταιρικής διακυβέρνησης. Στο τρίτο στάδιο, η ανάλυση περιλαμβάνει συμμεταβλητές διακύμανσης χρονοσειρών των εξωτερικών οικονομικών συνθηκών που υπάρχουν και τις οποίες δεν μπορεί να επηρεάσει η εταιρική διακυβέρνηση. Στο πρώτο μοντέλο ανάλυσης χρησιμοποιούνται οι μεταβλητές : *ALTMANSZ*, *ICR*, *FIRMSIZE*, *STOCKRET* και η απόδοση του γενικού χρηματιστηριακού δείκτη, όμως το μοντέλο δεν φαίνεται να έχει ικανοποιητικό ερμηνευτικό αποτέλεσμα. Στο δεύτερο μοντέλο ανάλυσης χρησιμοποιούνται οι μεταβλητές : *ALTMANSZ*, *ICR*, *BOARDSIZE*, *OUTSIDE*, *GRAY*, *BOARDOWN*, *INSTOWN*, *FOUNDER*, *YRSASCEO*, *CEOAGE*, *CEOSTCMP*, *FIRMSIZE*, *STOCKRET* και η απόδοση του γενικού χρηματιστηριακού δείκτη. Στο τρίτο μοντέλο ανάλυσης χρησιμοποιούνται οι μεταβλητές : *ALTMANSZ*, *ICR*, *BOARDSIZE*, *OUTSIDE*, *GRAY*, *BOARDOWN*, *INSTOWN*, *FOUNDER*, *YRSASCEO*, *CEOAGE*, *CEOSTCMP*, *MEETINGS*, *FIRMSIZE*, *GROWTHPOTV*, *RESETTV*, *STOCKRET*, *STOCKRETTV* και η απόδοση του γενικού χρηματιστηριακού δείκτη.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων δείχνουν ότι τα χαρακτηριστικά εταιρικής διακυβέρνησης ενισχύουν την ικανότητα πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων κατά ποσοστό 25-30%. Οι σημαντικότερες μεταβλητές που επιδρούν στην πρόβλεψη της χρεοκοπίας είναι το μέγεθος του Διοικητικού Συμβουλίου, η σύνθεσή του καθώς και η ιδιοκτησία του. Τα μικρότερα και ανεξάρτητα Διοικητικά Συμβούλια, με υψηλό ποσοστό εξωτερικών προς την εταιρεία μελών (*OUTSIDE*) και στα οποία τα εσωτερικά προς την εταιρεία μέλη (*INSIDE*) έχουν τις περισσότερες μετοχές, είναι πιο αποτελεσματικά στο να αποφύγουν τη χρεοκοπία εάν η επιχείρηση παρουσιάσει προβλήματα.

### 2.2.17 WU, GAUNT, GRAY

Οι Wu, Gaunt και Gray το 2010 στο άρθρο τους «A comparison of alternative bankruptcy prediction models» μελετούν πέντε μοντέλα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων και αναπτύσσουν ένα νέο μοντέλο, το οποίο περιλαμβάνει μεταβλητές από τα πέντε μοντέλα, καθώς και μία νέα μεταβλητή, η οποία υπολογίζει την διαφοροποίηση μεταξύ των επιχειρήσεων.

Τα μοντέλα που αναλύονται είναι τα παρακάτω :

1. Altman (1968) - μοντέλο MDA βασισμένο σε λογιστικές μεταβλητές
2. Ohlson (1980) - μοντέλο logit με λογιστικούς αριθμοδείκτες
3. Zmijewski (1984) - μοντέλο πιθανοτήτων που χρησιμοποιεί λογιστικά δεδομένα
4. Shumway (2001) - μοντέλο κινδύνου με λογιστικές μεταβλητές και μεταβλητές αγοράς
5. Hillegeist et al. (2004) - μοντέλο BSM-Prob βασισμένο σε λογιστικές μεταβλητές και μεταβλητές αγοράς

(Wu, 2010, σελ. 35)

Τα δεδομένα της έρευνας αφορούν την περίοδο 1980-2006 και το δείγμα αποτελείται από 887 χρεοκοπημένες και 49.724 υγιείς επιχειρήσεις. Με σκοπό να υπάρχει συγκρισιμότητα μεταξύ των μοντέλων, οι συγγραφείς εφαρμόζουν τις μεθόδους των ταιριαστών ζευγών και της τυχαίας δειγματοληψίας επάνω στο δείγμα.

Το νέο μοντέλο που αναπτύσσεται περιλαμβάνει μεταβλητές κερδοφορίας, ρευστότητας και μόχλευσης από όλα τα μοντέλα, αφού πρώτα έχουν μελετηθεί και



εφαρμοστεί πάνω στο δείγμα. Για την κερδοφορία, μελετώνται οι μεταβλητές *Κέρδη προ φόρων και τόκων / Σύνολο Ενεργητικού*, *Πωλήσεις / Σύνολο Ενεργητικού*, *Καθαρά Έσοδα / Σύνολο Ενεργητικού* και η μεταβλητή  $CHIN = (NI_t - NI_{t-1}) / (|NI_t| + |NI_{t-1}|)$ , όπου  $NI_t$  είναι το καθαρό εισόδημα της πιο πρόσφατης περιόδου. Για την ρευστότητα μελετώνται οι μεταβλητές *Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού*, *Τρέχουσες Υποχρεώσεις / Κυκλοφορούν Ενεργητικό*, *Λειτουργικά Έσοδα μετά των αποσβέσεων / Σύνολο Υποχρεώσεων* και η μεταβλητή *INTWO*, η οποία λαμβάνει την τιμή 1 αν τα καθαρά έσοδα είναι αρνητικά για τα προηγούμενα δύο χρόνια, αλλιώς λαμβάνει την τιμή 0. Για την μόχλευση οι μεταβλητές που μελετώνται είναι τα *Αδιανέμητα Κέρδη / Σύνολο Ενεργητικού*, *Αξία αγοράς Μετοχών / Σύνολο Υποχρεώσεων*, *Σύνολο Υποχρεώσεων / Σύνολο Ενεργητικού*, *Σύνολο Υποχρεώσεων / Αγοραία αξία του Συνόλου Ενεργητικού* και η μεταβλητή *OENEG*, η οποία λαμβάνει την τιμή 1 εάν το Σύνολο των Υποχρεώσεων είναι μεγαλύτερο από το Σύνολο του Ενεργητικού, αλλιώς λαμβάνει την τιμή 0. Επίσης, για να αποφευχθεί το πρόβλημα της πολυσυγγραμμικότητας, μελετώνται κάποιες μεταβλητές μέτρησης του μεγέθους της εταιρίας, ήτοι ο λογάριθμος *Συνολικά Έσοδα / Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν σε επίπεδο δείκτη τιμών με βάση τιμές 100 για το 1968*, ο λογάριθμος του *αριθμού των μετοχών πολλαπλασιασμένος με την τιμή της μετοχής στο τέλος του χρόνου και διαιρεμένος με την συνολική αγοραία αξία* και ο λογάριθμος της *τιμής κλεισίματος του προηγούμενου χρόνου*. Άλλες μεταβλητές που μελετούν οι Wu, Gaunt και Gray είναι ο *ιστορικός ιδιοσυγκρασιακός κίνδυνος*, η *υστέρηση πλεοναζόντων εσόδων*, ο *λογάριθμος των ετών άσκησης της εμπορικής δραστηριότητας* και ο *αριθμός των επιχειρηματικών τομέων που έχει κάθε εταιρεία* και αφορούν στη μεταβλητότητα και τη διαφοροποίηση των επιχειρήσεων. Το νέο μοντέλο πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων που αναπτύσσεται περιέχει τις εξής μεταβλητές : *Κέρδη προ φόρων και τόκων / Σύνολο Ενεργητικού*,  $CHIN = (NI_t - NI_{t-1}) / (|NI_t| + |NI_{t-1}|)$ , *Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού*, *Σύνολο Υποχρεώσεων / Αγοραία αξία του Συνόλου Ενεργητικού*, *λογάριθμος της τιμής κλεισίματος του προηγούμενου χρόνου*, *ιστορικός ιδιοσυγκρασιακός κίνδυνος*, *υστέρηση πλεοναζόντων εσόδων* και *αριθμός των επιχειρηματικών τομέων που έχει κάθε εταιρεία*.

Στη συνέχεια, εφαρμόζοντας την ανάλυση logit σε όλα τα μοντέλα, οι ερευνητές προσπαθούν να αναλύσουν την προβλεπτική ικανότητα που έχουν όλες οι μεταβλητές. Από την παραπάνω ανάλυση εξαιρείται το μοντέλο BSM-Prob. Επιγραμματικά, τα αποτελέσματα που προκύπτουν υποδηλώνουν ότι οι επιχειρήσεις χρεοκοπούν πιο εύκολα εάν εμφανίζουν χαμηλή κερδοφορία και ρευστότητα και υψηλή μόχλευση.

Επιπλέον, το μικρό μέγεθος, οι πρόσφατες αρνητικές αποδόσεις και οι ευμετάβλητες τιμές των μετοχών καθιστούν πιο πιθανή μία πτώχευση. Η σύγκριση των μοντέλων γίνεται βάσει της μεθόδου καμπύλης ROC και της στατιστικής του ψευδούς  $R^2$  και αποδεικνύεται ότι το νέο μοντέλο που ανέπτυξαν οι Wu, Gaunt και Gray υπερέρχει των υπολοίπων. Όμως, οι ερευνητές συνεχίζουν να εξετάζουν τα μοντέλα, εφαρμόζοντάς τα στο δείγμα τους με τις μεθοδολογίες που έχει το κάθε ένα σε σύγκριση με το δικό τους. Για παράδειγμα, εφαρμόζουν στο δείγμα την ανάλυση MDA με το υπόδειγμα του Altman και με το δικό τους υπόδειγμα. Στη συνέχεια, εφαρμόζουν στο δείγμα την ανάλυση logit με το υπόδειγμα του Ohlson και με το δικό τους υπόδειγμα, κ.ο.κ. Από κάθε ανάλυση προκύπτει μία πιθανότητα για κάθε επιχείρηση και όλες αυτές ταξινομούνται με αύξουσα σειρά, από την μικρότερη προς τη μεγαλύτερη. Έπειτα, υπολογίζονται τα σφάλματα ταξινόμησης Τύπου I και II για όλα τα μοντέλα και προκύπτει ότι το νέο μοντέλο είναι εκείνο με τη μικρότερη συχνότητα σφαλμάτων. Η ανάλυση συνεχίζεται εξετάζοντας την απόδοση όλων των μοντέλων εκτός δείγματος, προσδιορίζοντας κάθε φορά τους συντελεστές κάθε ανάλυσης από προηγούμενη χρονιά. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται πιθανότητες χρεοκοπίας για κάθε επιχείρηση και οι επιχειρήσεις ταξινομούνται σε δέκα ομάδες με βάση αυτές τις πιθανότητες από την μεγαλύτερη προς την μικρότερη. Το νέο μοντέλο έχει την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα έναντι των άλλων και εμφανίζει ποσοστό επιτυχίας της τάξης του 89,22% για την πρώτη ομάδα. Οι τελευταίες αναλύσεις που εφαρμόζονται στα μοντέλα είναι κάποιοι έλεγχοι πληροφοριακού περιεχομένου των μεταβλητών, οι οποίοι βασίζονται σε μοντέλα κινδύνου και στη σχετική ερμηνευτική ικανότητα του βασικού δείκτη κινδύνου που έχει το κάθε μοντέλο. Τα αποτελέσματα και πάλι δείχνουν ότι το νέο μοντέλο των Wu, Gaunt και Gray υπερέρχει των υπολοίπων.

#### 2.2.18 TSENG, HU

Οι Tseng και Hu στο άρθρο τους «Comparing four bankruptcy prediction models : Logit, quadratic interval logit, neural and fuzzy neural networks» το 2010, συγκρίνουν τέσσερα μοντέλα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων της Αγγλίας: δύο μοντέλα logit και δύο μοντέλα νευρωνικών δικτύων.

Το πρώτο μοντέλο logit που ερευνούν οι συγγραφείς είναι της παρακάτω μορφής :

$$P(l_j = 1) = \pi_j = \frac{\exp(x' \beta)}{1 + \exp(x' \beta)} = \frac{1}{1 + \exp(-x' \beta)} \quad (44)$$

$$P(l_j = 0) = 1 - \pi_j \quad (45)$$

όπου,  $P(l_j = 1)$  : η πιθανότητα ότι  $l_j = 1$

$l_j = 1$  : η ύπαρξη της  $j$  συμπεριφοράς των εξωγενών μεταβλητών

$x = (1, x_1, \dots, x_n)'$  : πραγματικό διάνυσμα των ανεξάρτητων μεταβλητών

Το δεύτερο μοντέλο logit είναι το μοντέλο τετραγωνικών διαστημάτων, το οποίο είναι συνδυασμός του μοντέλου logit και της παλινδρόμησης του Tanaka. Η τελική μορφή του μοντέλου είναι η παρακάτω :

$$\pi_j = \frac{\exp[\langle a_0, c_0 \rangle + \langle a_1, c_1 \rangle x_1 + \dots + \langle a_n, c_n \rangle x_n]}{1 + \exp[\langle a_0, c_0 \rangle + \langle a_1, c_1 \rangle x_1 + \dots + \langle a_n, c_n \rangle x_n]} \quad (46)$$

όπου,  $a_i$  : το κέντρο της ασαφούς μεταβλητής

$c_i$  : το εύρος γύρω από το κέντρο της ασαφούς μεταβλητής

Το πρώτο μοντέλο νευρωνικών δικτύων που χρησιμοποιείται είναι ένα πολυστρωματικό μοντέλο ανάστροφης διάδοσης (MLP). Η συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιεί την αρχιτεκτονική τριών στρωμάτων της μορφής  $y = f(x)$  και το δίκτυο προσαρμόζεται και συγκλίνει με την στάθμιση κάθε σύνδεσης. Την ταχύτητα της σύγκλισης την επηρεάζουν ο δείκτης εκμάθησης  $\eta_B$  και η ορμή  $\alpha_B$ , η οποία ελέγχει την επιρροή της τελευταίας αλλαγής της στάθμισης στην τρέχουσα ενημερωμένη στάθμιση. Συνήθως, όσο πιο υψηλή είναι η τιμή του δείκτη εκμάθησης  $\eta_B$ , τόσο πιο γρήγορα μαθαίνει το δίκτυο τριών στρωμάτων. Όμως, μια μεγάλη τιμή της ορμής  $\alpha_B$  προκαλεί αστάθεια κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκμάθησης. Ο σκοπός του αλγορίθμου ανάστροφης διάδοσης είναι να ελαχιστοποιηθεί η τετραγωνική μέτρηση σφάλματος  $O$ , η οποία είναι η παρακάτω :

$$O = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (d_j - y_j)^2 \quad (47)$$

όπου,  $d_j$  : το επιθυμητό αποτέλεσμα του  $j$  εισαγόμενου δεδομένου εκμάθησης  
 $y_j$  : το πραγματικό αποτέλεσμα του  $j$  εισαγόμενου δεδομένου εκμάθησης  
 $m$  : ο αριθμός των εισαγόμενων δεδομένων εκμάθησης

Το δεύτερο μοντέλο νευρωνικών δικτύων ένα δίκτυο λειτουργίας με ακτινωτή βάση (RBFN), το οποίο είναι παρόμοιο με το προηγούμενο μοντέλο. Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι στο πρώτο μοντέλο νευρωνικών δικτύων κάθε κόμβος έχει την ίδια συνάρτηση μεταφοράς, όπως η λογιστική, ενώ στο δεύτερο μοντέλο νευρωνικών δικτύων κάθε κόμβος έχει την δική του ακτινωτή συνάρτηση, όπως η παρακάτω συνάρτηση Gaussian :

$$R_i(x) = \exp\left(-\frac{\|x - u_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (48)$$

όπου,  $R_i(x)$  : η συνάρτηση ακτινωτής βάσης για το  $i$  δεκτικό πεδίο  
 $\sigma_i$  : το εύρος για το  $i$  δεκτικό πεδίο  
 $u_i$  : το κέντρο για το  $i$  δεκτικό πεδίο και είναι ένα διάνυσμα της ίδιας διάστασης με το  $x$

Επιπλέον, ο κόμβος εξόδου αποδίδει το σταθμισμένο άθροισμα, το οποίο συνδέεται με κάθε δεκτικό πεδίο. Άλλη μια διαφορά που έχουν τα δύο νευρωνικά δίκτυα, είναι ότι στο πρώτο κάθε σύνδεση έχει τη δική της στάθμιση, ενώ στο δεύτερο δίκτυο δεν υπάρχουν σταθμίσεις στις συνδέσεις των στρωμάτων.

Το δείγμα των επιχειρήσεων που χρησιμοποιήσαν οι ερευνητές αποτελείται από 32 χρεοκοπημένες και 45 υγιείς βιομηχανικές επιχειρήσεις της Αγγλίας από την περίοδο 1985-1994. Οι μεταβλητές της έρευνας των Tseng και Hu αναφέρονται σε διάφορους τομείς. Για τον τομέα της αναποτελεσματικής διοίκησης μελετήθηκαν οι δείκτες *Έκτακτα Αποθεματικά / Σύνολο Ενεργητικού* και *Κέρδη μετά φόρων / Σύνολο Ενεργητικού*. Για την κεφαλαιακή διάρθρωση μελετήθηκε ο δείκτης *Σύνολο Υποχρεώσεων / Σύνολο Ενεργητικού*. Για την αφερεγγυότητα μελετήθηκαν οι δείκτες

*Μετρητά / Τρέχουσες Υποχρεώσεις , Μεταβολή Μετρητών / Μεταβολή Συνολικών Υποχρεώσεων , Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού και Κεφάλαιο Κίνησης / Λειτουργικά Έξοδα.* Για την περίπτωση των δυσμενών επιπτώσεων της οικονομίας μελετήθηκε ο χρηματιστηριακός δείκτης *FTSE* και για την μεταβλητότητα των εσόδων ο δείκτης  $(Εσοδα_t - Εσοδα_{t-1}) / (|Εσοδα_t| + |Εσοδα_{t-1}|)$ . Τέλος, μελετήθηκε και ο δείκτης *Χρηματιστηριακή Αξία / Λογιστική Αξία*. Οι ερευνητές κατέληξαν να χρησιμοποιήσουν τις εξής μεταβλητές : *Κεφάλαιο Κίνησης / Λειτουργικά Έξοδα , Κέρδη μετά φόρων / Σύνολο Ενεργητικού και Μεταβολή Μετρητών / Μεταβολή Συνολικών Υποχρεώσεων.*

Οι ερευνητές διαχώρισαν τυχαία τις 77 επιχειρήσεις του δείγματος σε δύο ομάδες. Η μια ομάδα αποτέλεσε το δείγμα εφαρμογής και αποτελούταν από 61 επιχειρήσεις και η δεύτερη το δείγμα ελέγχου, το οποίο περιείχε τις υπόλοιπες 16. Η εφαρμογή έγινε 5 φορές με 5 τυχαία σετ δειγμάτων. Για τα μοντέλα logit χρησιμοποιήθηκαν κριτικές τιμές και επέλεξαν εκείνες οι οποίες είχαν το μεγαλύτερο ποσοστό σωστής ταξινόμησης. Βάσει του δεύτερου μοντέλου logit, οι επιχειρήσεις που έχουν μικρότερες τιμές διαστημάτων από την κριτική τιμή, ταξινομούνται ως υγιείς, ενώ οι επιχειρήσεις που έχουν μεγαλύτερες τιμές διαστημάτων από την κριτική τιμή, ταξινομούνται ως χρεοκοπημένες. Όσες έχουν την ίδια τιμή διαστημάτων με την κριτική τιμή, δεν ταξινομούνται σε καμία κατηγορία. Για τα μοντέλα νευρωνικών δικτύων, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής παράμετροι :  $\eta_B = \eta_R = 0,05$  ,  $\alpha_B = \alpha_R = 0,01$  και  $t_B = t_R = 200.000$ . Οι κρυφοί κόμβοι σε κάθε μοντέλο ήταν 15.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για το δείγμα εφαρμογής υπερέχει το μοντέλο νευρωνικών δικτύων RBFN και ακολουθούν το MLP, το μοντέλο τετραγωνικών διαστημάτων logit και το βασικό μοντέλο logit. Όμως, για το δείγμα ελέγχου η κατάταξη έχει ως εξής : RBFN, μοντέλο τετραγωνικών διαστημάτων logit, βασικό μοντέλο logit και MLP. Πάντως, το σίγουρο είναι ότι το μοντέλο νευρωνικών δικτύων RBFN είναι πιο αποτελεσματικό από τα υπόλοιπα. Μετά από τις εφαρμογές, οι Tseng και Hu κατέληξαν σε διάφορα συμπεράσματα αναφορικά με το κάθε μοντέλο. Το βασικό μοντέλο logit χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ των δεδομένων και της θεωρίας πιθανοτήτων και αντισταθμίζει μια στατιστική πραγματικότητα. Για να δώσει αντικειμενικά αποτελέσματα, χρειάζεται μεγάλος αριθμός δεδομένων, όμως επειδή στις έρευνες τα δεδομένα δεν είναι επαρκή, οι ερευνητές καταλήγουν να αποφασίζουν ποια θα χρησιμοποιήσουν με υποκειμενικό τρόπο. Το μοντέλο τετραγωνικών διαστημάτων logit αναφέρεται σε δυνατότητες κι όχι

σε πιθανότητες, με αποτέλεσμα να περιλαμβάνει μικρότερα διαστήματα για να εξάγει περισσότερες πληροφορίες για την ταξινόμηση. Το μοντέλο υποδεικνύει ποιες επιχειρήσεις δεν θα χρεοκοπήσουν, ποιες θα χρεοκοπήσουν και ποιες είναι απροσδιόριστο αν θα χρεοκοπήσουν ή όχι. Τα τεχνητά μοντέλα νευρωνικών δικτύων, όπως το MLP, είναι ισχυρά εργαλεία για την σχεδιασμένη ταξινόμηση εξαιτίας των μη-γραμμικών μη-παραμετρικών προσαρμοστικών ιδιοτήτων εκμάθησης και έχουν λιγότερους περιορισμούς για τον αριθμό των παρατηρήσεων. Ωστόσο, δεν υπάρχουν ποσοτικές θεωρίες για να τα υποστηρίξουν και η διαδικασία λειτουργίας τους είναι άγνωστη, καθιστώντας δύσκολο το να γνωρίζουμε ποια μεταβλητή ασκεί τη μεγαλύτερη επιρροή. Το μοντέλο νευρωνικών δικτύων RBFN είναι παρόμοιο με το MLP και κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις μπορεί να προσεγγίσει κάθε μη-γραμμική συνάρτηση ενός συμπαγούς συνόλου με αυθαίρετο βαθμό ακρίβειας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.**

### **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την εμπειρική εφαρμογή του υποδείγματος logit στις ελληνικές επιχειρήσεις. Γίνεται ανάλυση σχετικά με τη βάση δεδομένων, την επιλογή των μεταβλητών πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων, την εφαρμογή του στατιστικού μοντέλου και των εμπειρικών αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

#### 3.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Για την εμπειρική ανάλυση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, επιλέχθηκαν να μελετηθούν ελληνικές επιχειρήσεις. Δυστυχώς, η πρόσβαση στα δεδομένα των επιχειρήσεων στην Ελλάδα είναι πολύ περιορισμένη έως ανύπαρκτη. Τόσο ο δημόσιος όσο και ο ιδιωτικός τομέας δεν παρέχουν με ευκολία πληροφοριακά στοιχεία για τις ελληνικές επιχειρήσεις. Γι' αυτό το λόγο, η μόνη πηγή δεδομένων που μπόρεσε να εξυπηρετήσει τους σκοπούς της παρούσας έρευνας ήταν το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών, το οποίο στον ηλεκτρονικό ιστότοπό του ([www.ase.gr](http://www.ase.gr)) περιέχει δεδομένα για τις ελληνικές εισηγμένες επιχειρήσεις. Κατ' επέκταση, ως πτωχευμένες θεωρήθηκαν οι εταιρείες οι οποίες είχαν διαγραφεί από το χρηματιστήριο, είτε επειδή χρεοκόπησαν σύμφωνα με τον πτωχευτικό κώδικα, είτε επειδή προχώρησαν σε άλλα πιστωτικά γεγονότα, όπως η εξαγορά, η απορρόφηση ή και η συγχώνευσή τους με άλλες υγιείς εταιρείες, λόγω των δυσμενών οικονομικών συνθηκών στις οποίες είχαν περιέλθει.

Από το σύνολο των 191 διαγραμμένων εταιρειών του Χ.Α.Α., επιλέχθηκαν οι 50 εταιρείες, οι οποίες ανήκαν στους κλάδους της βιομηχανίας και των κατασκευών. Από τις 50 όμως, οι 18 αποκλείστηκαν γιατί δεν υπήρχαν επαρκή οικονομικά στοιχεία για να υποστηρίξουν την εφαρμογή του υποδείγματος. Τελικά, το δείγμα των πτωχευμένων επιχειρήσεων περιείχε 29 επιχειρήσεις από τον κλάδο της βιομηχανίας και 3 από τον κλάδο των κατασκευών, οι οποίες πτώχευσαν την περίοδο 2005-2012. Για την ίδια περίοδο και με αντιστοίχιση του μέσου όρου των πωλήσεών τους με τις πτωχευμένες, επιλέχθηκαν 32 υγιείς επιχειρήσεις από το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών, 29 από τον κλάδο της βιομηχανίας και 3 από τον κλάδο των κατασκευών.

Το τελικό δείγμα παρουσιάζεται αναλυτικά στο Παράρτημα Β'. Η κατανομή των παρατηρήσεων ανά έτος ακολουθεί στον Πίνακα 8.

## Πίνακας 8.

Κατανομή των παρατηρήσεων ανά έτος. (Όπου 0 = πτωχευμένες, 1 = υγιείς)

Bankruptcy	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
0	7	13	16	16	19	17	14	14	11	9	5	3	<b>144</b>
1	8	14	17	21	23	18	14	14	9	8	5	3	<b>154</b>
Total	15	27	33	37	42	35	28	28	20	17	10	6	<b>298</b>

### 3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Η επιλογή των μεταβλητών πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων, έγινε με βάση την συχνότητα κατά την οποία εμφανίζονται στην βιβλιογραφία. Από τους περισσότερους ερευνητές έχει επισημανθεί η δυσκολία ορθολογικής επιλογής των μεταβλητών, καθώς δεν υπάρχουν συγκεκριμένα κριτήρια, γεγονός που ίσως μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεροληψία σε ορισμένες περιπτώσεις. Στην παρούσα ανάλυση, χρησιμοποιήθηκαν οι μεταβλητές, οι οποίες ήταν αποτελεσματικές σε άλλες έρευνες, όπως στην έρευνα των Gloubos και Grammatikos το 1988 και συγκεκριμένα στο άρθρο τους «The success of bankruptcy prediction models in Greece», το οποίο άρθρο παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 2.

Οι μεταβλητές αναφέρονται στην ρευστότητα, την κερδοφορία και τη μόχλευση και είναι οι παρακάτω :

1. Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις (curasset)
2. Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού (nwc)
3. Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού (totaliab)
4. Ακαθάριστο Εισόδημα / Σύνολο Ενεργητικού (grossinc\_as)
5. Ακαθάριστο Εισόδημα / Τρέχουσες Υποχρεώσεις (grossinc\_std)

### 3.3 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ LOGIT

Το υπόδειγμα logit είναι ένα μη-γραμμικό υπόδειγμα πιθανότητας, το οποίο μπορεί να διατυπωθεί με βάση τη συνάρτηση κατανομής μιας τυχαίας μεταβλητής και περιγράφει την πραγματικότητα καλύτερα από το γραμμικό μοντέλο πιθανότητας (Χρήστου, 2007). Η συμμετρική συνάρτηση κατανομής είναι η ακόλουθη :



$$P_t = F(\beta_0 + \beta_1 X_t) \quad (49)$$

Με βάση τη λογιστική κατανομή, η παραπάνω συνάρτηση αναλύεται ως ακολούθως :

$$P_t = E(Y_t = 1 | X_t) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_t)}} = \frac{1}{1 + e^{-W_t}} \quad (50)$$

Η συνάρτηση (50) δείχνει την πιθανότητα μιας επιχείρησης να χρεοκοπήσει και παριστάνει τη λογιστική κατανομή μιας τυχαίας μεταβλητής  $W$ . Ισχύουν οι προϋποθέσεις ότι  $0 \leq P_t \leq 1$  και ότι η  $P_t$  δεν είναι γραμμική συνάρτηση της  $W$  και κατ' επέκταση της  $X_t$  (Χρήστου, 2007). Η πιθανότητα για μια επιχείρηση να μην χρεοκοπήσει είναι η παρακάτω :

$$1 - P_t = 1 - \frac{1}{1 + e^{-W_t}} = \frac{e^{-W_t}}{1 + e^{-W_t}} = \frac{1}{1 + e^{W_t}} \quad (51)$$

Επομένως,

$$\frac{P_t}{1 - P_t} = \frac{1}{1 + e^{-W_t}} / \frac{1}{1 + e^{W_t}} = e^{W_t} \quad (52)$$

και

$$L_t = \log \frac{P_t}{1 - P_t} = W_t \quad (53)$$

Άρα,

$$L_t = \beta_0 + \beta_1 X_t \quad (54)$$

Το υπόδειγμα logit είναι γραμμικό ως προς τις παραμέτρους, δηλαδή μπορεί να εκτιμηθεί με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (Χρήστου, 2007).

Για να γίνει η συνάρτηση logit (54) στοχαστική, προσθέτουμε τον διαταρακτικό όρο  $\varepsilon_t$  και έχουμε :

$$L_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad (55)$$

Επειδή το δείγμα των επιχειρήσεων δεν είναι μεγάλο, η διακύμανση δεν είναι σταθερή και υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα. Γι' αυτό το λόγο, πιο κατάλληλη μέθοδος εκτίμησης είναι η σταθμική μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων και χρησιμοποιούμε την παρακάτω εκτίμηση της διακύμανσης :

$$\hat{\sigma}_t^2 = \frac{1}{N_t \hat{P}_t (1 - \hat{P}_t)} \quad (56)$$

Στη συνέχεια, διαιρούμε την συνάρτηση logit (55) με την εκτίμηση της διακύμανσης (56) και έχουμε :

$$\frac{L_t}{\hat{\sigma}_t} = \beta_0 \frac{1}{\hat{\sigma}_t} + \beta_1 \frac{X_t}{\hat{\sigma}_t} + \frac{\varepsilon_t}{\hat{\sigma}_t} \quad (57)$$

ή αλλιώς

$$L_t^* = \beta_0 X_{1t}^* + \beta_1 X_{2t}^* + \varepsilon_t^* \quad (58)$$

όπου,

$$L_t^* = \frac{L_t}{\hat{\sigma}_t}, \quad X_{1t}^* = \frac{1}{\hat{\sigma}_t}, \quad X_{2t}^* = \frac{X_t}{\hat{\sigma}_t} \quad \text{και} \quad \varepsilon_t^* = \frac{\varepsilon_t}{\hat{\sigma}_t}.$$

Στο μετασχηματισμένο υπόδειγμα logit (58) εφαρμόζεται η κλασσική μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων (Χρήστου, 2007). Η οριακή επίδραση των ερμηνευτικών μεταβλητών επάνω στην μεταβλητή  $Y$  προκύπτει από την ακόλουθη σχέση :

$$\frac{\partial E(Y | X_j)}{\partial X_j} = \beta_j P_i (1 - P_i) \quad (59)$$

Εφόσον  $P_i(1-P_i)$  είναι πάντα θετικό, το πρόσημο του συντελεστή  $\beta_j$  καθορίζει την κατεύθυνση της σχέσης ανάμεσα στην  $X_j$  και την πιθανότητα ότι  $Y=1$ , δηλαδή στο  $P_i$ . Αν ο συντελεστής  $\beta_j$  είναι θετικός, τότε μια αύξηση στην  $X_j$  αυξάνει την πιθανότητα ότι  $Y=1$ . Αν ο συντελεστής  $\beta_j$  είναι αρνητικός, τότε μια αύξηση στην  $X_j$  μειώνει την πιθανότητα ότι  $Y=1$ . Συνεπώς, το μέγεθος της μεταβολής της πιθανότητας ότι  $Y=1$ , δεδομένης μιας μεταβολής στην  $X_j$ , καθορίζεται από το μέγεθος του συντελεστή  $\beta_j$  και το γινόμενο  $P_i(1-P_i)$  (Χρήστου, 2007).

Η παραπάνω ανάλυση του μοντέλου logit προέρχεται από το βιβλίο του Γ. Χρήστου, με τίτλο «Εισαγωγή στην Οικονομετρία».

### 3.4 ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκτίμησης του υποδείγματος logit στο σύνολο του δείγματος για ένα έως πέντε χρόνια πριν την πτώχευση. Έπειτα από την εκτίμηση, η συνάρτηση logit έχει την ακόλουθη μορφή :

$$L_i = 0,293 + 0,027curasset_i + 0,474totaliab_i + 2,529nwc_i - 0,789grossinc\_as_i - 0,09grossinc\_std_i \quad (60)$$

Ο σταθερός όρος είναι θετικός και λαμβάνει την τιμή 0,293. Αντίστοιχα, θετικοί ως προς τις υγιείς επιχειρήσεις είναι οι συντελεστές των μεταβλητών *curasset*, *totaliab* και *nwc*, ενώ αρνητικοί ως προς τις υγιείς επιχειρήσεις είναι οι συντελεστές των μεταβλητών *grossinc\_as* και *grossinc\_std*. Ωστόσο, η σημαντικότητα κάθε μεταβλητής στο υπόδειγμα διαφέρει, όπως φαίνεται από τον έλεγχο t-test. Η σημαντικότερη μεταβλητή είναι η *nwc* και η δεύτερη σημαντική η *grossinc\_as*. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως εξής : οι επιχειρήσεις που τείνουν να χρεοκοπήσουν παρουσιάζουν χαμηλή κερδοφορία και ρευστότητα, αλλά υψηλή μόχλευση. Σε αυτά τα συμπεράσματα καταλήγουν και οι μελέτες των Zavgren (1985), Theodossiou (1991) και Wu et al.

(2010), οι οποίες παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Οι υπόλοιπες μεταβλητές δεν προκύπτει να είναι ιδιαίτερα σημαντικές.

### Πίνακας 9.

Αποτελέσματα εκτίμησης υποδείγματος.

Μεταβλητές	Logistic Regression Bankruptcy=0/ Non-Bankruptcy=1
curasset	0.0270 (0.17)
totaliab	0.474 (0.94)
nwc	<b>2.529***</b> <b>(3.80)</b>
grossinc_as	<b>-0.789*</b> <b>(-2.39)</b>
grossinc_std	-0.0900 (-0.77)
constant	0.293 (0.78)
<i>N</i>	298
<i>Wald</i>	$chi2(5) = 32.63; Prob > chi2 = 0.0000$
<i>McFadden's Pseudo R<sup>2</sup></i>	0.0758
<i>Correctly classified (goodness of fit test)</i>	59.04%
<i>Pearson (goodness of fit test)</i>	$chi2(292) = 292.94; Prob > chi2 = 0.4735$
<i>t</i> statistics in parentheses, robust standards errors	
* $p < 0.05$ , ** $p < 0.01$ , *** $p < 0.001$	

Τα αποτελέσματα της εκτίμησης είναι σχετικά ικανοποιητικά, όπως φαίνεται από το κριτήριο Wald και από τον χαμηλό συντελεστή προσδιορισμού ψευδό-R<sup>2</sup> του McFadden, αφού το υπόδειγμα είναι μετρίως ικανοποιητικά σημαντικό και οι μεταβλητές ερμηνεύουν μόλις το 7,58% της μεταβλητότητας της πτώχευσης. Επιπλέον, ο συντελεστής συσχέτισης Pearson, δηλώνει ότι υπάρχει ασθενής θετική συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων. Ακολουθούν ο Πίνακας 10 και ο Πίνακας 11 με τα περιγραφικά μέτρα των μεταβλητών και τη συσχέτισή τους αντίστοιχα.

### Πίνακας 10.

Βασικά περιγραφικά μέτρα μεταβλητών.

stats	Bankruptcy	curasset	totaliab	nwc	grossinc_as	grossinc_std
mean	0,52	1,69	0,52	0,05	0,60	2,28
sd	0,50	1,30	0,32	0,34	0,49	1,76
min	0	0,03	-1,02	-1,92	0	0
max	1	7,61	2,35	0,67	2,98	9,71
p10	0	0,41	0,19	-0,31	0,11	0,33
p25	0	0,77	0,33	-0,07	0,27	0,98
p50	1	1,38	0,48	0,1	0,5	1,96
p75	1	2,24	0,67	0,25	0,75	3,24
p90	1	3,52	0,8	0,37	1,22	4,83
iqr	1	1,47	0,34	0,32	0,48	2,26
<b>N</b>	<b>298</b>	<b>298</b>	<b>298</b>	<b>298</b>	<b>298</b>	<b>298</b>

bankruptcy	Coefficient	Robust Std. Err.	z	P>z	[95% Conf. Interval]	
curasset	0,027	0,155	0,17	0,861	-0,276	0,330
totaliab	0,474	0,505	0,94	0,348	-0,516	1,465
nwc	2,529	0,666	3,80	0,000	1,223	3,835
grossinc_as	-0,789	0,330	-2,39	0,017	-1,436	-0,142
grossinc_std	-0,090	0,117	-0,77	0,443	-0,320	0,140
constant	0,293	0,377	0,78	0,438	-0,447	1,032

### Πίνακας 11.

Συσχέτιση των μεταβλητών.

	<b>Bankruptcy</b>	<b>curasset</b>	<b>totaliab</b>	<b>nwc</b>	<b>grossinc_as</b>	<b>grossinc_std</b>
bankruptcy	1					
curasset	0.1962*	1				
totaliab	-0,1404	-0.4326*	1			
nwc	0.2368*	0.6734*	-0.6661*	1		
grossinc_as	-0,1142	0,0238	-0,0266	0.2677*	1	
grossinc_std	0,0095	0.5704*	-0.3241*	0.5098*	0.5517*	1

Από τον Πίνακα 11 βλέπουμε ότι η μεταβλητή curasset συσχετίζεται αρνητικά με τη μεταβλητή totaliab και θετικά με τις υπόλοιπες. Η μεταβλητή totaliab συσχετίζεται αρνητικά με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές. Η μεταβλητή nwc συσχετίζεται αρνητικά με τη μεταβλητή totaliab και θετικά με τις υπόλοιπες. Η μεταβλητή grossinc\_as συσχετίζεται αρνητικά με τη μεταβλητή totaliab και θετικά με τις υπόλοιπες. Η μεταβλητή grossinc\_std συσχετίζεται αρνητικά με τη μεταβλητή totaliab και θετικά με τις υπόλοιπες. Περίληπτικά, όλες οι μεταβλητές συσχετίζονται θετικά μεταξύ τους, εκτός από τη μεταβλητή totaliab, η οποία συσχετίζεται αρνητικά με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές.

Ακολουθεί ο Πίνακας 12, στον οποίο παρουσιάζονται κάποιοι δείκτες, οι οποίοι αξιολογούν την πολυσυγγραμμικότητα που υπάρχει στο δείγμα της εκτίμησης.

### Πίνακας 12.

Δείκτες πολυσυγγραμμικότητας.

<b>Variable</b>	<b>VIF</b>	<b>SQRT VIF</b>	<b>Tolerance</b>	<b>R-Squared</b>
bankruptcy	1,11	1,05	0,90	0,10
curasset	2,85	1,69	0,35	0,65
totaliab	1,95	1,4	0,51	0,49
nwc	3,35	1,83	0,30	0,70
grossinc_as	2,09	1,44	0,48	0,52
grossinc_std	2,68	1,64	0,37	0,63
Mean VIF	2,34			

Ο συντελεστής διογκώσεως της διακυμάνσεως VIF δείχνει την ταχύτητα με την οποία αυξάνεται η διακύμανση του κάθε εκτιμητή. Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, δεν φαίνεται να υπάρχει πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας, αφού κάθε  $VIF_j$  είναι μικρότερο του 10 και κάθε  $R^2_j$  είναι μικρότερο του 0,90. Αυτό το συμπέρασμα επιβεβαιώνουν και τα αποτελέσματα του συντελεστή ανεκτικότητας Tolerance, αφού είναι μεγαλύτερος από 0,2 για κάθε μεταβλητή  $j$ .

Ακολουθεί ο Πίνακας 13, ο οποίος δείχνει την ταξινόμηση των παρατηρήσεων σύμφωνα με το μοντέλο logit.

**Πίνακας 13.**

Ταξινόμηση παρατηρήσεων με βάση το υπόδειγμα logit

<b>Classified</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>Total</b>
1	107	74	181
0	47	70	117
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>144</b>	<b>298</b>
<b>Correctly classified</b>			<b>59,04%</b>

Σύμφωνα με τον Πίνακα 13, έχει ταξινομηθεί σωστά το 59,04% των παρατηρήσεων. Το ποσοστό σωστής ταξινόμησης των υγιών επιχειρήσεων είναι 69,48% και των χρεοκοπημένων είναι 48,61%. Προκύπτει ότι το σφάλμα λανθασμένης ταξινόμησης Τύπου I, κατά το οποίο μία χρεοκοπημένη επιχείρηση λανθασμένα ταξινομήθηκε ως υγιής, είναι της τάξης του 51,39%. Αντίστοιχα, το σφάλμα λανθασμένης ταξινόμησης Τύπου II, κατά το οποίο μία υγιής επιχείρηση λανθασμένα ταξινομήθηκε ως χρεοκοπημένη, είναι της τάξης του 30,52%. Οι τιμές των σφαλμάτων είναι αρκετά υψηλές, γεγονός το οποίο καθιστά το υπόδειγμα που εφαρμόστηκε μετρίως επιτυχές.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολήθηκε με το ενδιαφέρον και σημαντικό θέμα της πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Στα πρώτα δύο κεφάλαια παρουσιάστηκαν εκτενώς διάφορες μελέτες που έχουν γίνει από το 1966 έως το 2010, καλύπτοντας πάνω από 40 χρόνια έρευνας.

Στο πρώτο κεφάλαιο, αναλύθηκαν οι έρευνες των πρώτων ερευνητών που ασχολήθηκαν με την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων, οι οποίοι ήταν οι Beaver (1966) και Altman (1968). Στις μελέτες τους χρησιμοποίησαν μονομεταβλητή και πολυμεταβλητή ανάλυση αντίστοιχα και τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι οι χρεοκοπημένες επιχειρήσεις έχουν ή τείνουν να έχουν λιγότερα ρευστοποιήσιμα περιουσιακά στοιχεία από τις υγιείς. Επιπλέον, έχουν μεγαλύτερο χρέος, περισσότερες λειτουργικές δαπάνες και απαιτήσεις, λιγότερα ταμειακά διαθέσιμα και καθαρά έσοδα και μικρότερες πωλήσεις. Οι έρευνές τους αποτέλεσαν τη βάση πάνω στην οποία στηρίχτηκαν όλες οι επόμενες μελέτες και η συμβολή τους στην πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων ήταν καθοριστική.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, έγινε εκτενής αναφορά στις επόμενες μελέτες σχετικά με την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων. Οι έρευνες αυτές αναφέρονται σε διαφορετικές οικονομίες ανά τον κόσμο. Τα αποτελέσματά τους παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον, αφού αποτελούν εξέλιξη των αρχικών μελετών των Beaver (1966) και Altman (1968) και έχουν προσαρμοστεί καταλλήλως ανάλογα με τον χρόνο, τον τόπο και τις συνθήκες της οικονομίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, έγινε η εμπειρική διερεύνηση της διπλωματικής εργασίας. Η πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων μπορεί να εφαρμοστεί μέσα από πολλά υποδείγματα, όπως διάφορα στατιστικά μοντέλα εκτιμήσεων, αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών και τα πολλά υποσχόμενα νευρωνικά δίκτυα. Λόγω αδυναμίας στην πρόσβαση υψηλής τεχνολογίας, η οποία απαιτείται για την εφαρμογή των νευρωνικών δικτύων, η πρακτική εφαρμογή έγινε μέσω της ανάλυσης logit σε δείγμα 64 ελληνικών επιχειρήσεων από τον κλάδο των κατασκευών και της βιομηχανίας. Οι 32 από αυτές είχαν διαγραφεί από το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών εξαιτίας κάποιου πιστωτικού γεγονότος και θεωρήθηκαν πτωχευμένες. Οι υπόλοιπες 32 ήταν υγιείς εισηγμένες επιχειρήσεις και αντιστοιχούσαν με τις πτωχευμένες ως προς τον κλάδο και τον κύκλο εργασιών.



Η επιλογή των μεταβλητών έγινε με βάση την αποτελεσματικότητά τους από προηγούμενες μελέτες και ήταν οι *Κυκλοφορούν Ενεργητικό / Τρέχουσες Υποχρεώσεις, Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού, Συνολικό Χρέος / Σύνολο Ενεργητικού, Ακαθάριστο Εισόδημα / Σύνολο Ενεργητικού* και *Ακαθάριστο Εισόδημα / Τρέχουσες Υποχρεώσεις*, με πιο σημαντικές την *Καθαρό Κεφάλαιο Κίνησης / Σύνολο Ενεργητικού* και την *Ακαθάριστο Εισόδημα / Σύνολο Ενεργητικού*.

Ως αποτέλεσμα, προέκυψε ότι η ρευστότητα και η κερδοφορία παρουσιάζουν χαμηλά επίπεδα όταν μία επιχείρηση πρόκειται να πτωχεύσει, ενώ αντίθετα εμφανίζονται υψηλά επίπεδα μόχλευσης. Σε αυτά τα συμπεράσματα έχουν καταλήξει κι άλλες έρευνες, οι οποίες παρουσιάστηκαν στο θεωρητικό μέρος. Παρόλα αυτά, οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντικές για την ερμηνεία της μεταβλητότητας της χρεοκοπίας, υπό την έννοια ότι υπάρχουν κι άλλοι παράγοντες που ερμηνεύουν την πτώχευση των επιχειρήσεων σε μεγάλο βαθμό. Επιπλέον, το ποσοστό επιτυχίας του μοντέλου είναι μετρίως ικανοποιητικό και είναι της τάξης του 59,04%. Το ποσοστό σωστής ταξινόμησης των υγιών επιχειρήσεων είναι 69,48% και των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων είναι 48,61%. Τέλος, τα σφάλματα λανθασμένης ταξινόμησης Τύπου I και II λαμβάνουν υψηλές τιμές, της τάξης του 51,39% και 30,52% αντίστοιχα.

Το υπόδειγμα μπορεί να βελτιωθεί στο μέλλον εάν συμπεριληφθούν σε αυτό περισσότερες μεταβλητές και εάν υπάρξει πρόσβαση στα στοιχεία περισσότερων ελληνικών εταιρειών, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα μεγαλύτερο και πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα. Το πρόβλημα της πτώχευσης των επιχειρήσεων απασχολεί την οικονομία και την κοινωνία γενικότερα και είναι ενθαρρυντικό να γίνονται μελέτες πάνω σε αυτό το θέμα και να δίνονται λύσεις μέσα από επιστημονικές μεθόδους.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agarwal, V., Taffler, R., 2008. Comparing the performance of market-based and accounting-based bankruptcy prediction models. *Journal of Banking & Finance*, 32, pp. 1541-1551
- Altman, E.I., 1968. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23, 4, pp. 589-609
- Altman, E.I., Haldeman, R.G. and Narayanan, P., 1977. ZETA TM ANALYSIS. A new model to identify bankruptcy risk of corporations. *Journal of Banking and Finance*, 1, pp. 29-54
- Altman, E.I., 1984. THE SUCCESS OF BUSINESS FAILURE PREDICTION MODELS. An International Survey. *Journal of Banking and Finance*, 8, pp. 171-198
- Altman, E.I., Marco, G. and Varetto, F., 1994. Corporate Distress Diagnosis : Comparisons Using Linear Discriminant Analysis and Neural Networks (The Italian Experience). *Journal of Banking and Finance*, 18, 2, pp. 60-80
- Altman, E.I., Eom, Y.H. and Kim, D.W., 1995. Failure Prediction : Evidence from Korea. *Journal of International Financial Management and Accounting*, 6, 3, pp. 230-249
- Altman, E.I. and Narayanan, P., 1997. An International Survey of Business Failure Classification Models. *Financial Markets, Institutions & Instruments*, 6, 2
- Beaver, W.H., 1966. Financial Ratios as Predictors of Failure. *Journal of Accounting Research*, 14, pp. 71-111
- Beaver, W. H., 1968. Alternative Accounting Measures as Predictors of Failure. *The Accounting Review*, 43, 1, pp.113-122
- Booth, P.J., 1983. Decomposition Measures And The Prediction Of Financial Failure. *Journal of Business Finance & Accounting*, 10, 1, pp. 67-82
- Charitou, A., Neophytou, E. and Charalambous, C., 2004. Predicting corporate failure : empirical evidence for the UK. *European Accounting Review*, 13, 3, pp. 465-497
- Deakin, E.B., 1972. A Discriminant Analysis of Predictors of Business Failure. *Journal of Accounting Research*, 10, 1, pp. 167-179

- Deakin, E.B., 1976. Distributions of Financial Accounting Ratios: Some Empirical Evidence. *The Accounting Review*, 51, 1, pp. 90-96
- Edmister, R.O., 1972. An Empirical Test of Financial Ratio Analysis for Small Business Failure Prediction. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 7, 2, pp. 1477-1493
- Fich, E.M. and Slezak, S.L., 2008. Can corporate governance save distressed firms from bankruptcy? An empirical analysis. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 30, pp. 225-251
- Gloubos, G. and Grammatikos, T., 1988. The success of bankruptcy prediction models in Greece. *Studies in Banking & Finance*, 7, pp. 37-46
- Kahya, E. and Theodossiou, P., 1999. Predicting Corporate Financial Distress : A Time-Series CUSUM Methodology. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 13, pp. 323-345
- Ohlson, J.A., 1980. Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18, 1, pp. 109-131
- Sandin, A.R. and Porporato, M., 2007. Corporate bankruptcy prediction models applied to emerging economies. Evidence from Argentina in the years 1991-1998. *International Journal of Commerce and Management*, 17, 4, pp. 295-311
- Taffler, R.J., 1982. Forecasting Company Failure in the UK Using Discriminant Analysis and Financial Ratio Data. *Journal of the Royal Statistical Society, A*, 145, 3, pp. 342-358
- Theodossiou, P., 1991. Alternative Models for Assessing the Financial Condition of Business in Greece. *Journal of Business Finance & Accounting*, 18, 5, pp. 697-720
- Tseng, F. and Hu, Y., 2010. Comparing four bankruptcy prediction models : Logit, quadratic interval logit, neural and fuzzy neural networks. *Expert Systems with Applications*, 37, pp. 1846-1853
- Wilcox, J.W., 1971. A Simple Theory of Financial Ratios As Predictors of Failure. *Journal of Accounting Research*, 9, 2, pp. 389-395
- Wu, Y., Gaunt, C. and Gray, S., 2010. A comparison of alternative bankruptcy prediction models. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 6, pp. 34-45

- Zavgren, C.V., 1985. Assessing The Vulnerability To Failure Of American Industrial Firms : A Logistic Analysis. Journal of Business Finance & Accounting, 12, 1, pp. 19-45
- Zhou, Y. and Elhag, T.M.S., 2007. Proceedings of the 7<sup>th</sup> WSEAS International Conference on Simulation, Beijing, China. September 15-17, pp. 301-308
- Χρήστου, Γ.Κ., 2007. Εισαγωγή στην Οικονομετρία. Τόμος Β', Γ' έκδοση, εκδόσεις Gutenberg, σελ. 636-642

### **ΙΣΤΟΣΤΕΛΙΑΔΕΣ**

- [www.ase.gr](http://www.ase.gr)

## ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΜΕΛΕΤΗ

- Βρανάς, Α.Σ., 1991. Υποδείγματα πιθανότητας για την πρόγνωση της οικονομικής αποτυχίας ελληνικών βιομηχανικών επιχειρήσεων. ΣΠΟΥΔΑΙ, 41, 4, σσ. 431-448
- Assadian, A. and Ford, J.M., 1997. Determinants of Business Failure : The Role of Firm Size. Journal of Economics and Finance, 21, 1, pp. 15-23
- Aziz, A.M. and Dar, H.A., 2006. Predicting corporate bankruptcy : where we stand? Corporate Governance, 6, 1, pp. 18-33
- Balcaen, S. and Ooghe, H., 2006. 35 years of studies on business failure : an overview of the classic statistical methodologies and their related problems. The British Accounting Review, 38, pp. 63-93
- Parker, S., Peters, G.F. and Turetsky, H.F., 2002. Corporate Governance, 2, 2, pp. 4-12

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**  
**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ**

<b>ΕΡΕΥΝΑ</b>	<b>ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ</b>	<b>ΜΟΝΤΕΛΟ</b>
Beaver (1966, 1968)	ΗΠΑ	UDA
Altman (1968)	ΗΠΑ	MDA
Wilcox (1971)	-	Μοντέλο Πιθανοτήτων
Deakin (1972)	-	MDA
Edmister (1972)	-	LDA
Weibel (1973)	ΣΟΥΗΔΙΑ	UDA
Altman, Margaine, Schlosser, Vernimmen (1974)	ΓΑΛΛΙΑ	-
Beerman (1976)	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	LDA
Deakin (1976)	-	Chi-Square Statistics
Altman, Haldeman, Narayanan (1977)	ΗΠΑ	LDA
Bilderbeek (1977)	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	Step-wise DA
Taffler, Tisshaw (1977)	ΑΓΓΛΙΑ	MDA
Van Frederikslust (1978)	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	MDA
Weinrich (1978)	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	Non-para LDA
Altman, Baidya, Riberio-Dias (1979)	ΒΡΑΖΙΛΙΑ	MDA
Knight (1979)	ΚΑΝΑΔΑΣ	MDA
Marais (1979)	ΑΓΓΛΙΑ	MDA
Takahashi, Kurokawa, Watase (1979)	ΙΑΠΩΝΙΑ	MDA
Ohlson (1980)		Logit
Altman, Lavallee (1981)	ΚΑΝΑΔΑΣ	LDA
Bontemps (1981)	ΓΑΛΛΙΑ	UDA
Cahill (1981)	ΙΡΛΑΝΔΙΑ	-
Castagna, Matolcsy (1981)	ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	MDA
Fischer (1981)	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	-
Swanson, Tybout (1981)	ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	MDA & Μοντέλο Παλινδρόμησης Πιθανοτήτων
Ta, Seah (1981)	ΣΙΓΚΑΠΟΥΡΗ	LDA
Ko (1982)	ΙΑΠΩΝΙΑ	LDA
Marais, Earl (1982)	ΑΓΓΛΙΑ	MDA
Taffler (1982)	ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	MDA
Booth (1983)	ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	UDA & MDA
Altman, Izan (1984)	ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	MDA
Von Stein, Ziegler (1984)	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	Fix and Hodges
Zavgren (1985)	ΗΠΑ	Logit

Baetge, Huss, Niehaus (1988)	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	MDA
Bhatia (1988)	ΙΝΔΙΑ	MDA
Bidin (1988)	ΜΑΛΑΙΣΙΑ	MDA
Briones, Marín, Cueto (1988)	ΙΣΠΑΝΙΑ	UDA & MDA
Fernández (1988)	ΙΣΠΑΝΙΑ	MDA
Gloubos, Grammatikos (1988)	ΕΛΛΑΔΑ	Linear Probability Model, Probit, Logit & MDA
Pascale (1988)	ΟΥΡΟΥΓΟΥΑΗ	MDA
Suominen (1988)	ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	Logit
Theodossiou, Papoulias (1988)	ΕΛΛΑΔΑ	Logit, Probit & Bayes DA
Unal (1988)	ΤΟΥΡΚΙΑ	MDA
Theodossiou (1991)	ΕΛΛΑΔΑ	Linear Prob, Logit & Probit
Altman, Marco, Varetto (1994)	ΙΤΑΛΙΑ	Neural Networks
Altman (1995b)	ΜΕΞΙΚΟ	EMS
Kahya, Theodossiou (1999)	ΗΠΑ	Time-series Cum Sums (CUSUM), MDA & Logit
Charitou, Neophytou, Charalambous (2004)	ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	Logit & Neural Networks
Zhou, Elhag (2007)	ΕΥΡΩΠΗ	Logit
Sandin, Porporato (2007)	ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	MDA
Agarwal, Taffler (2008)	ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	MDA & Logit
Fich, Slezak (2008)	ΗΠΑ	Hazard Model
Wu, Gaunt, Gray (2010)	-	MDA, Logit, Probit, Hazard & BSM-Prob
Tseng, Hu (2010)	ΑΓΓΛΙΑ	Logit & Neural Networks

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**  
**ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ**

firm	id	year	bankruptcy = 0 πτωχευμένη, 1 υγιής
AEGEK SA (AEG)	1	2006-2002	1
Alapis ABEE (ALA)	2	2010-2006	1
Alco Hellas SA (ALC)	3	2009-2005	1
Alfa Alfa Energy SA (ALF)	4	2005-2001	0
Alisida SA (ALI)	5	2010-2006	0
Allatini SA (ALL)	6	2007-2003	0
Alouminium of Greece SA (ALO)	7	2006-2002	0
Alumil Aluminum Industry SA (ALU)	8	2010-2006	1
AVEPE SA (AVE)	9	2012-2008	1
Biokarpet SA (BIO)	10	2008-2004	1
Chipita International SA (CHI)	11	2005-2001	0
Coca Cola EEE SA (COC)	12	2012-2008	0
Corinth Pipeworks SA (COR)	13	2007-2003	1
Crown Hellas Can SA (CRO)	14	2010-2006	0
Daios Plastics SA (DAI)	15	2005-2001	1
Delta Project SA (DEL)	16	2006-2002	0
Domain Costa Lazaridi SA (DOM)	17	2006-2002	1
Druckfarben Hellas SA (DRU)	18	2011-2007	1
Elais Unilever SA (ELA)	19	2007-2003	0
Elfico SA (ELF)	20	2011-2007	0
Elmec Sport SA (ELM)	21	2009-2005	0
Elve SA (ELV)	22	2008-2004	1
Empedos SA (EMP)	23	2005-2001	0
Etem SA (ETE)	24	2005-2001	1
Etma Metaxis SA (ETM)	25	2008-2004	0
Eurodrip SA (EUROD)	26	2012-2008	0
Eurofarma SA (EUROF)	27	2012-2008	1
Evik Products SA (EVI)	28	2006-2002	0
FHL Kiriakidis I. SA (FHL)	29	2010-2006	1
Fintexport SA (FIN)	30	2007-2003	1
Fitco SA (FIT)	31	2005-2001	0
Folli Follie SA (FOL)	32	2009-2005	0
Geniki Trofimon SA (GEN)	33	2005-2001	0
Germanos SA (GER)	34	2006-2002	0
Gregorys Micromeals SA (GRE)	35	2008-2004	0
Halcor SA (HAL)	36	2006-2002	1



Hatzikraniotou E. & Sons SA (HATZIK)	37	2005-2001	1
Hatzioannou SA (HATZIO)	38	2005-2001	1
Hellatex SA (HELLA)	39	2008-2004	0
Hellenic Cables SA (HELLE)	40	2007-2003	1
Heracles General Cement Co. SA (HER)	41	2006-2002	1
Intracom Constructions SA (INT)	42	2005-2001	1
Ippotour SA (IPP)	43	2012-2008	0
Karamolengos SA (KAR)	44	2008-2004	1
Kepenou Mills SA (KEP)	45	2005-2001	1
Keramia Allatini SA (KER)	46	2008-2004	1
Kleemann Hellas SA (KLE)	47	2012-2008	1
Kre.Ka SA (KRE)	48	2006-2002	1
Leventeris N. SA (LEV)	49	2011-2007	1
Michaniki SA (MIC)	50	2006-2002	1
Mouriades SA (MOU)	51	2005-2001	0
Mpalafas SA (MPA)	52	2005-2001	0
Nafpaktos Textile Industry SA (NAF)	53	2010-2006	1
Neochemical SA (NEO)	54	2007-2003	0
Pantechniki SA (PAN)	55	2006-2002	0
Petropoulos Petros SA (PET)	56	2009-2005	1
Rilken SA (RIL)	57	2011-2007	0
Rokas Ch. SA (ROK)	58	2008-2004	0
Sarantopoulos K. Flour Mills SA (SAR)	59	2005-2001	1
Themeliodomi SA (THEM)	60	2006-2002	0
Thessaly Distillery SA (THES)	61	2005-2001	0
Titan Cement Company SA (TIT)	62	2005-2001	1
Vardas SA (VAR)	63	2010-2006	0
Vivartia SA (VIV)	64	2010-2006	0