

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

---

**ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ  
ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ**

---

Υπό  
**ΓΕΩΡΓΙΑ ΗΛΙΑΚΗ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
**ΜΙΧΑΛΗΣ ΔΟΥΜΠΟΣ**

**Χανιά, 2018**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>0</b>	<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....</b>	<b>3</b>
	ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
	ABSTRACT .....	5
	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	6
<b>1</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Ο ΚΛΑΔΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ .....</b>	<b>8</b>
	1.1 ΠΟΡΕΙΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....	8
	1.2 ΠΟΡΕΙΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ: ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ .....	10
	1.2.1 Γεωγραφικές προκλήσεις .....	10
	1.2.2 Κυβερνητικές και οικονομικές προκλήσεις .....	11
	1.3 ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΩΝ ΑΓΟΡΩΝ .....	12
	1.3.1 Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας .....	12
	1.3.2 Αγορά Φυσικού Αερίου .....	14
	1.4 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ .....	15
<b>2</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>18</b>
	2.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ .....	18
	2.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΠΤΩΧΕΥΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ .....	20
	2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΠΤΩΧΕΥΣΕΩΝ .....	25
	2.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ .....	28
	2.4.1 Χρηματοοικονομικοί Δείκτες .....	28
	2.4.2 Μοντέλα Τεχνητής νοημοσύνης .....	30
	2.4.3 Δέντρα αποφάσεων .....	32
	2.4.4 Πολυκριτήρια Ανάλυση αποφάσεων .....	33
	2.4.5 Απαραίτητα κριτήρια για τα μοντέλα πρόβλεψης χρεοκοπίας .....	34
<b>3</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>46</b>
	4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ .....	46
	4.2 ΜΕΘΟΛΟΓΙΑ .....	50
	4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	51
	4.3.1 Σύνολο του δείγματος .....	51
	4.3.2 Ανάλυση ανά κλάδο .....	53
	4.3.3 Ανάλυση ανά χώρα .....	59
	4.3.4 Σύγκριση AUROC .....	63
<b>5</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>67</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα αναφέρεται στον Ευρωπαϊκό ενεργειακό τομέα και τα σχέδια για ενοποίησή του αλλά κυρίως αποτελεί επέκταση αυτής των Doumpos et al. (2017) και εξετάζει διαφορετικές αναλυτικές μεθόδους πρόβλεψης χρεοκοπίας σε ένα πολύ μεγάλο δείγμα από διαφορετικές χώρες της Ευρώπης και διαφορετικούς κλάδους. Το δείγμα αναφέρεται στην χρονική περίοδο 2012 έως 2016. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι μέθοδοι διακριτικής ανάλυσης (γραμμικής και τετραγωνικής), λογιστικής παλινδρόμησης, δέντρων ταξινόμησης (απλά, boosted και bagged) και μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης (νευρωνικά δίκτυα και μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης). Από την εφαρμογή των μεθόδων στην απαρτία του δείγματος, σε συγκεκριμένους κλάδους και χώρες διαπιστώθηκε πως η ανάλυση ολόκληρου του δείγματος ήταν αποτελεσματικότερη και πως η μέθοδος που υπερτερούσε ήταν τα bagged δέντρα. Από την άλλη, στην ανάλυση κλάδων και χωρών η καλύτερη μέθοδος ήταν τα νευρωνικά δίκτυα.

## **ABSTRACT**

This study references the European energy sector and the plans for a united European energy sector but its primary purpose is to extend the paper of Doumpos et al (2017) and investigates different analytical methodologies for financial distress prediction in a very large sample from different European countries and energy sectors. The data spans between the period of 2012-2016. The methodologies used are discriminant analysis (linear and quadratic), logistic regression, classification trees (simple, boosted and bagged) and machine learning methods (neural networks and support vector machines). All the methods were applied on the whole sample at first and after on specific energy sectors and countries. Whole sample analysis proved more effective than country and sector analysis and the most accurate method was the bagged trees. For the sector and country analysis the most effective method was the neural networks.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενέργεια αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας των ανθρώπων και η ομαλή λειτουργία του τομέα είναι αναγκαία για τη συντήρηση, ανάπτυξη και συνεκτικότητα της κοινωνίας. Έτσι και η Ευρώπη ως κοινωνικό σύνολο πρέπει να έχει μία σταθερή και υγιή ενεργειακή αγορά. Πολιτικές του παρελθόντος, οικονομικά, εθνικά και γεωπολιτικά συμφέροντα των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και των εταιριών που ελέγχουν την ενεργειακή παραγωγή, διανομή και πώληση απέτρεπαν την εξέλιξη του τομέα.

Όμως το άνοιγμα των αγορών, η ανταγωνιστικότητα των οικονομιών, οι νέες μορφές ενέργειας, οι περιβαλλοντικές και τεχνολογικές εξελίξεις, ανέδειξαν την ανάγκη για βελτίωση της ευρωπαϊκής απόδοσης στον ενεργειακό τομέα και τη δημιουργία μίας κοινής ευρωπαϊκής ενεργειακής στρατηγικής για την καταπολέμηση των προκλήσεων για την οικονομία, τη συνεκτικότητα της ΕΕ αλλά και το περιβάλλον. Με κύριους στόχους την ανταγωνιστικότητα, τη βιωσιμότητα και την ασφάλεια στον εφοδιασμό ενέργειας, η νέα ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική καλείται να δημιουργήσει μια αγορά ενέργειας με χαμηλό κόστος για τον καταναλωτή αλλά και φιλική προς το περιβάλλον. Έτσι οι επιχειρήσεις πρέπει να διαθέτουν εργαλεία που να τις στηρίζουν και να υποδεικνύουν τις αδυναμίες τους.

Σε αυτό το νέο ενεργειακό περιβάλλον που προσπαθεί να καθιερώσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, οι επιχειρήσεις που ασχολούνται με την ενέργεια πρέπει να συνεχίσουν την δραστηριοποίησή τους, καθώς αυτή αποτελεί πηγή θέσεων εργασίας, ρευστού για την οικονομία και αναπτυξιακό παράγοντα για την Ευρώπη. Έτσι η πρόβλεψη της πτώχευσης αποτελεί εργαλείο τόσο για αυτές όσο και για τους ερευνητές που προσπαθούν να “διαβάσουν” χρηματοοικονομικές καταστάσεις και οικονομικούς παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία της επιχείρησης. Για την επίτευξη αυτού υπάρχουν κλασικές στατιστικές μέθοδοι και σύγχρονες μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης που μπορούν να συνυπάρξουν και να συμπληρώνουν η μία την άλλη.

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται 8 μοντέλα προς την ικανότητα πρόβλεψης της χρεοκοπίας των επιχειρήσεων και πραγματοποιείται σύγκριση των αποτελεσμάτων τους. Η ανάλυση πραγματοποιείται σε ένα δείγμα από 44619 επιχειρήσεις του ενεργειακού τομέα από 18 ευρωπαϊκές χώρες για την περίοδο 2012-2016. Οι μεταβλητές που συγκροτούν το δείγμα δεν αφορούν μόνο τις επιχειρήσεις αλλά και τους ενεργειακούς τομείς και την οικονομία των χωρών.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στον ενεργειακό τομέα της Ευρώπης. Το κύριο θέμα που τίγεται είναι η πορεία της Ευρώπης προς την κοινή ενεργειακή πολιτική. Αρχικά αναφέρεται το ιστορικό και νομικό πλαίσιο και κάποια συμβούλια και δημοσιεύσεις που αποτέλεσαν τα θεμέλια για την δημιουργία της. Στην συνέχεια, καταγράφονται τα εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπιστούν από την ένωση, τα οποία είναι γεωγραφικά, κυβερνητικά και οικονομικά. Τέλος, αναπτύσσεται ο βαθμός ανοίγματος των αγορών ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου στην Ευρώπη και επισημαίνονται τα σχέδια της Ευρωπαϊκής ένωσης που έχουν ή σκοπεύουν να πραγματοποιηθούν.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στην πτώχευση επιχειρήσεων στην Ευρώπη και στους τρόπους πρόβλεψής της. Παρουσιάζονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται και τα χαρακτηριστικά τους, οι χρήστες καθώς και η ιστορία της πρόβλεψης πτώχευσης. Επίσης, περιγράφονται τα κριτήρια που κάνουν ένα μοντέλο πρόβλεψης αποτελεσματικό είτε αυτά αφορούν το αποτέλεσμα είτε τα δεδομένα.

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί μία ανασκόπηση της βιβλιογραφίας των διάφορων ερευνών που έχουν δημοσιευθεί με τα χρόνια. Οι δημοσιεύσεις αυτές μπορεί να είναι ερευνητικές, βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις ή συγκρίσεις μεθοδολογιών. Παρατίθενται τα συμπεράσματα των συγγραφέων και τονίζονται συμφωνίες ή διαφωνίες των ερευνητών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε και επεξήγηση των μεταβλητών που καθορίζουν το πρόβλημα. Κατονομάζονται οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σε μορφή πίνακα, διαγράμματος ή επεξηγηματική και γίνεται σύγκριση αυτών. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται ανακεφαλαίωση των θεμάτων της έρευνας και κάποιες προτάσεις για την Ευρωπαϊκή ένωση και την επίτευξη της κοινής ενεργειακής πορείας αλλά και για περεταίρω έρευνα στο θέμα.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Ο ΚΛΑΔΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

### 1.1 ΠΟΡΕΙΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Από την δεκαετία του 1990 υπάρχει μία συζήτηση για την αναδιαμόρφωση του ενεργειακού τομέα της Ευρώπης. Κύριοι στόχοι ήταν και είναι μέχρι σήμερα η δημιουργία μίας ενοποιημένης ευρωπαϊκής ενεργειακής αγοράς και η απελευθέρωση των εθνικών αγορών των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Eberlein, 2008). Η δημιουργία της κοινής αγοράς εξυπηρετεί κυρίως οικονομικά και γεωπολιτικά συμφέροντα και προσπαθεί να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα και την αποδοτικότητα των ευρωπαϊκών εταιριών ενέργειας (Karan & Kazdagli, 2011). Πρωτοπόρος ευρωπαϊκή χώρα στην ενεργειακή αλλαγή ήταν το Ηνωμένο Βασίλειο (1989), ενώ οι υπόλοιπες χώρες αντιμετώπιζαν τα πρόβλημα της αδυναμίας των εθνικών συμφερόντων να εγκαταλείψουν τον έλεγχο τους στην παραγωγή και διανομή ενέργειας.

Στις αρχές του 1990, άρχισε η αλλαγή καθώς υπήρξε για πρώτη φορά νομοθεσία για τη διαφάνεια στις τιμές της ενέργειας, αντιθέτως με τις προηγούμενες δεκαετίες (1970-1980) που τον έλεγχο των τιμών είχαν οι διανομείς, οι επιλογές των οποίων μπορούσαν να δημιουργήσουν αναταράξεις στην οικονομία (πηγή: Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2016). Το 1995 η έκδοση της «Πράσινης Βίβλου» (Green Paper) από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναφέρει τους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την τόνωση της ανταγωνιστικότητας του ενεργειακού τομέα και την ικανοποίηση των καταναλωτών με την εξασφάλιση της χαμηλότερης δυνατής τιμής μέσα στα πλαίσια της υιοθέτησης της πράσινης ενέργειας και την επίτευξη των προαναφερθέντων από μία ενοποιημένη ευρωπαϊκή αγορά. Μετά την πρώτη αυτή επίσημη αναφορά, ακολούθησαν νομοσχέδια από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, για κοινούς κανόνες στην αγορά με πρωτοβουλία των Γάλλων και των Γερμανών που συμφώνησαν για την αναγκαιότητα αυτών. Πρώτα η οδηγία 96/92/EK στις 19 Δεκεμβρίου του 1996 για τον ηλεκτρισμό (First Electricity Directive) και στη συνέχεια η 98/30/EK στις 22 Ιουνίου 1998 για το αέριο (First Gas Directive). Στο συμβούλιο της Λισαβόνας (Μάρτιος 2000), αναφέρονται οι τομείς της ευρωπαϊκής αγοράς που χρειάζονταν οικονομική αναδιάρθρωση και κοινή πορεία. Οι τομείς αυτοί συμπεριλάμβαναν και τον ενεργειακό τομέα της Ευρώπης. Στην αναφορά του Συμβουλίου αναφέρεται η αναγκαιότητα για την επιτάχυνση της απελευθέρωσης στην αγορά της ενέργειας με σκοπό την δημιουργία «μίας πλήρως λειτουργικής εσωτερικής αγοράς». Τα παραπάνω επαναλαμβάνονται και στο δεύτερο ψήφισμα στις 6

Ιουλίου του 2000 στο οποίο το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ζήτησε από την Επιτροπή την υιοθέτηση λεπτομερούς χρονοδιαγράμματος για τους στόχους στον ενεργειακό τομέα.

Το 2003 ακολούθησαν οι οδηγίες 2003/54/EK και 2003/55/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και αερίου αντίστοιχα. Στην εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις 15.7.2003 αναφέρεται η σημαντικότητα της οδηγίας 98/30/EK για την εγκατάσταση των θεμελίων της εσωτερικής αγοράς αερίου και τα οφέλη που προκύπτουν από την δημιουργία της, όπως μείωση τιμών, αυξημένη απόδοση και ανταγωνιστικότητα αλλά και υπηρεσίες καλύτερης ποιότητας. Επίσης παραδέχεται την απουσία διατάξεων για τα όρια παραγωγής, τις ισοτιμίες, το κίνδυνο μονοπωλίων για τη διασφάλιση των δικαιωμάτων των καταναλωτών. Οι νέες οδηγίες κάνουν λόγο για νομικά πλαίσια για τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ενέργειας αλλά και τις επιχειρήσεις αποθήκευσης, προστατεύοντας ταυτόχρονα τις μικρές επιχειρήσεις δίνοντάς τους τη δυνατότητα να απαλλάσσονται από κάποιες νομοθεσίες για την αποφυγή δυσανάλογων οικονομικών βαρών. Σημαντικό βέβαια βήμα των οδηγιών αυτών ήταν η εισαγωγή του κανόνα των τρίτων μερών (Third Party Access) ως βάση του συστήματος. Δηλαδή επέτρεψε την είσοδο νέων εταιριών με την χρήση των ήδη υπαρχόντων δικτύων τόσο στην αγορά ηλεκτρισμού αλλά και του αερίου<sup>1</sup>.

Το επόμενο πακέτο οδηγιών ήρθε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στις 13 Ιουλίου 2009 με τις οδηγίες 2009/72/EK και 2009/73/EK σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου αντίστοιχα. Στην επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις 14.08.2009, αναφέρεται πέρα από την ανάγκη για ανταγωνιστικότητα, και ασφάλεια στον εφοδιασμό της ηλεκτρικής ενέργειας και η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η διάσταση αυτή απουσίαζε από τις προηγούμενες οδηγίες. Ακόμα επαναλαμβάνεται ο στόχος για την προσφορά των πηγών ενέργειας στη χαμηλότερη δυνατή τιμή για τους καταναλωτές και τις επιχειρήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αναφέρεται επίσης η αναγκαιότητα να υπάρξουν τα κατάλληλα κίνητρα για την επένδυση σε νέες τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας και να ανοίξει η αγορά και στις πιο απομονωμένες περιφέρειες. Όσον αφορά το φυσικό αέριο, γίνεται λόγος για ελλιπής νομοθεσία στο διαχωρισμό του δικτύου παραγωγής και προμήθειας με κίνδυνο την εκμετάλλευση του δικτύου και κρίνεται απαραίτητο να γίνουν επενδύσεις από τα κράτη-μέλη στα εθνικά δίκτυα. Στις 10 Νοεμβρίου 2010 με την απόφαση της 685/ΕΕ τέθηκαν περεταίρω κανόνες για τους όρους πρόσβασης στα δίκτυα μεταφοράς και τροποποιήθηκαν άρθρα της οδηγίας 2009/73/EK για να αποφευχθούν οι παραπάνω κίνδυνοι.

Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για κοινή, ενοποιημένη, εσωτερική αγορά είναι ένας μακρύς δρόμος που απαιτεί την συνεργασία των κρατών μελών της και των φορέων τους. Είναι αναγκαίο να υπάρξει κοινό επίπεδο απελευθέρωσης ανάμεσα στις χώρες και όχι αντικρουόμενοι εθνικοί κανόνες (Hancher, 1998), να γίνουν ιδιωτικοποιήσεις στον ηλεκτρικό τομέα και να ενισχυθεί ο ανταγωνισμός στην αγορά (Pollitt, 2009).

---

<sup>1</sup><https://www.internationallawoffice.com/Newsletters/Energy-Natural-Resources/Netherlands/Houthoff-Buruma/Unbundling-Energy-Networks>

## **1.2 ΠΟΡΕΙΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ: ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ**

### **1.2.1 Γεωγραφικές προκλήσεις**

Η ενέργεια είναι ένα ιδιαίτερο «προϊόν» μεγάλης αξίας, δύσκολο στη διανομή και την αποθήκευση. Απαιτεί ένα τεχνικά πολύπλοκο δίκτυο διανομής το οποίο πρέπει να είναι προσβάσιμο σε όσους το επιθυμούν με τους ίδιους όρους. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ποικιλομορφία των εδαφών της Ευρωπαϊκής Ένωσης δυσκολεύει το έργο της δημιουργίας ενωμένης ενεργειακής εσωτερικής αγοράς. Το 2006 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημιούργησε την «Περιφερειακή Πρωτοβουλία για τον Ηλεκτρισμό και το Αέριο» (Electricity and Gas Regional Initiatives), ώστε να διευκολυνθεί η ενοποίηση των εθνικών ενεργειακών αγορών, συστημάτων μεταφοράς και να διευκολυνθεί η λήψη σημαντικών αποφάσεων για την κάθε κοινότητα ενέργειας. Για κάθε τομέα (ηλεκτρισμός και φυσικό αέριο), συνεργάζονται τοπικοί φορείς, υπεύθυνοι για την ανταλλαγή και μεταφορά ενέργειας, οι συμμετέχοντες της αγοράς όπως επιχειρηματίες, παραγωγοί και καταναλωτές.

Από το 2006 ο τοπικός χωρισμός στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει ίδιος και αποτελείται από επτά περιφέρειες:

- Κέντρο-Δυτική: Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία
- Κέντρο-Ανατολική: Αυστρία, Τσεχία, Γερμανία, Ουγγαρία, Πολωνία, Σλοβακία, Σλοβενία
- Κέντρο-Νότια: Ιταλία, Αυστρία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Σλοβενία
- Βόρεια: Δανία, Φιλανδία, Γερμανία, Νορβηγία, Πολωνία, Σουηδία
- Νότιο-Δυτική: Ισπανία, Γαλλία, Πορτογαλία
- Βαλτική: Λιθουανία, Εσθονία, Λετονία
- Γαλλία-ΗΒ-Ιρλανδία : Γαλλία, Ιρλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο

Ο χωρισμός των περιφερειών για το φυσικό αέριο έχει αλλάξει από το 2006 και έχουν γίνει προτάσεις για περεταίρω διαχωρισμό και τη δημιουργία νέων αγορών. Αρχικά αποτελούνταν από τρεις περιφέρειες:

- Βόρειο-Ανατολική: Ολλανδία, Βέλγιο, Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο
- Νότια: Ισπανία, Γαλλία, Πορτογαλία
- Νότια-Νοτιοανατολική: Αυστρία, Ιταλία, Βουλγαρία, Τσέχικη Δημοκρατία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Πολωνία, Ρουμανία, Σλοβακία, Σλοβενία

Η περιφέρεια του νότου είναι ίδια μέχρι και σήμερα και οι τρεις χώρες αποτελούν το 17% της Ευρωπαϊκής αγοράς αερίου<sup>2</sup>. Η Βόρειο-Δυτική περιφέρεια αποτελείται από τις ίδιες χώρες με την προσθήκη του Λουξεμβούργου και της Νορβηγίας και αποτελεί την πιο ανεπτυγμένη αγορά αερίου με την μεγαλύτερη ποσότητα παραγωγής και κατανάλωσης στην Ευρώπη αλλά από το 2014 και μετά έχει σταματήσει η δραστηριότητα και το εμπόριο γίνεται μέσω συμφωνιών των κρατών<sup>3</sup>. Η Νότιο-Νοτιοανατολική περιφέρεια είναι η μεγαλύτερη σε πλήθος χωρών και αυτή με τις περισσότερες αλλαγές. Οι προαναφερθείσες χώρες είναι ακόμα μέλη με τις προσθήκες της Κροατίας και της Κύπρου αλλά και οχτώ χωρών ως συμβαλλόμενα μέλη. Οι χώρες αυτές είναι: Αλβανία, Βοσνία-Ερζεγοβίνη, Κόσοβο, FYROM, Μολδαβία, Μαυροβούνιο, Σερβία και Ουκρανία. Αποτελεί το 30% της αγοράς αερίου στην Ευρώπη και αποτελεί τον «οικοδεσπότη» σημαντικών γραμμών μεταφοράς φυσικού αερίου από τη Ρωσία<sup>4</sup>. Το 2010 σε ανακοίνωση της Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο με τίτλο : «Ο μελλοντικός ρόλος των περιφερειακών πρωτοβουλιών» στις Βρυξέλες, προτάθηκε ο διαχωρισμός της εν λόγω περιφέρειας σε τρεις νέες:

- Νέα κέντρο-νότια περιφέρεια: Ιταλία, Αυστρία, Σλοβακία, Σλοβενία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Βουλγαρία, Ελλάδα
- Νέα κέντρο-ανατολική περιφέρεια: Γερμανία, Πολωνία, Τσεχία, Σλοβακία, Αυστρία
- Νέα περιφέρεια BEMIP (Σχέδιο διασύνδεσης των ενεργειακών αγορών της Βαλτικής): Σουηδία, Φινλανδία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Πολωνία, Γερμανία, Δανία

Ο λόγος που έγινε η παραπάνω πρόταση είναι για την προώθηση νέων έργων υποδομών φυσικού αερίου.

### 1.2.2 Κυβερνητικές και οικονομικές προκλήσεις

Ο ενεργειακός τομέας στην Ευρώπη έχει σημαντικό ρόλο στην σταθερότητα της οικονομίας της (Safarzynska & Van den Bergh, 2017), στρατηγικό και οικονομικό ταυτόχρονα. Έτσι είναι απαραίτητη η διαμόρφωση μίας ανταγωνιστικής ενεργειακής αγοράς. Για μία πιο αποτελεσματική ενεργειακή αγορά απαιτείται συνεργασία των κρατών μελών των χωρών και να ακολουθήσουν του κανόνες που θεσμοθετούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για να ξεπεραστούν οι προκλήσεις που υπάρχουν.

Οι χώρες κράτη-μέλη έχουν διαφορετικές οικονομίες, πολιτικές και συμφέροντα. Οι κυβερνήσεις κάθε χώρας επιθυμούν να έχουν τον έλεγχο της οικονομίας και των

---

<sup>2</sup> [https://www.acer.europa.eu/en/Gas/Regional\\_%20Initiatives/South\\_GRI/Pages/default.aspx](https://www.acer.europa.eu/en/Gas/Regional_%20Initiatives/South_GRI/Pages/default.aspx)

<sup>3</sup> [https://www.acer.europa.eu/en/Gas/Regional\\_%20Initiatives/North\\_West\\_GRI/Pages/default.aspx](https://www.acer.europa.eu/en/Gas/Regional_%20Initiatives/North_West_GRI/Pages/default.aspx)

<sup>4</sup> [https://www.acer.europa.eu/en/Gas/Regional\\_%20Initiatives/South\\_South-East\\_GRI/Pages/default.aspx](https://www.acer.europa.eu/en/Gas/Regional_%20Initiatives/South_South-East_GRI/Pages/default.aspx)

πολιτικών εξελίξεων. Σε αυτές συμπεριλαμβάνεται και ο ενεργειακός τομέας κάθε χώρας και θεωρώντας ότι με τον πλήρη έλεγχό του, υπηρετούν τον λαό και προστατεύουν τα γεωπολιτικά και οικονομικά συμφέροντά του (Padgett, 1992), αποτέλεσαν για χρόνια τροχοπέδη στην κοινή ευρωπαϊκή ενεργειακή πορεία (Matlary 1997, Safarzyńska & van den Bergh, 2017), μονοπωλώντας την αγορά ενέργειας και αποτρέποντας επενδύσεις.

Για να γεφυρωθούν κάποια χάσματα ανάμεσα στα μέλη του ενεργειακού τομέα, στις 15.7.2003, στην εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης δίνεται οδηγία να υπάρχει λογική τιμολόγηση των υπηρεσιών στο ενεργειακό δίκτυο, δίκαιη πρόσβαση και διαφάνεια. Έξι χρόνια μετά φαίνεται να υπάρχει ακόμα το πρόβλημα της διαφάνειας στο δίκτυο καθώς στις 14.08.2009 ζητείται από τις κυβερνήσεις να διαμορφωθεί ρυθμιστική εποπτεία για τη διατήρηση του δίκαιου δικτύου με αναφορά στην έλλειψη αποτελεσματικού νομικού πλαισίου για την επίτευξη του παραπάνω στόχου. Το 2011 ιδρύθηκαν οι πλατφόρμες διαφάνειας ENTSO-E για τον ηλεκτρισμό και ENTSO-G για το αέριο. Αυτές είναι υπεύθυνες για την ασφάλεια του δικτύου, τη μεταφορά δεδομένων, τη διαφάνεια αλλά και την ανάπτυξη.

Παρόλα τα παραπάνω, οι κυβερνήσεις δυσκολεύονται να αφήσουν τον έλεγχο τους στον ενεργειακό τομέα. Η ασφάλεια του εφοδιασμού αποτελεί πρόβλημα και επιθυμούν να μπορούν να επεμβαίνουν στα θέματα αυτά (Domanico 2007). Η οικονομία κάθε χώρας αντιμετωπίζει τα δικά της προβλήματα και επειδή η ενέργεια είναι πολύ σημαντική και για άλλους τομείς της οικονομίας, υπάρχει προτίμηση για μία σταθερή οικονομία και όχι για οικονομικά ρίσκα για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας (Karan & Kazdagli, 2011), παρόλο που η ανάγκη για επενδύσεις έχει τονιστεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Εφημερίδα της ΕΕ 14.08.2009).

## **1.3 ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΩΝ ΑΓΟΡΩΝ**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελείται από 28 χώρες και η κάθε μία έχει τη δική τη οικονομία και διαφορετικό σχεδιασμό αγοράς με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις νομοθεσίες του κράτους στις οποίες υπάγεται. Από το 1996 γίνονται προσπάθειες για το άνοιγμα των αγορών ενέργειας των κρατών-μελών. Όμως από χώρα σε χώρα ο βαθμός στον οποίο το επιτρέπει η νομοθεσία και το κοινοτικό δίκαιο περί ανταγωνισμού, είναι διαφορετικός.

### **1.3.1 Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας**

Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας δεν έχει πετύχει τον επιθυμητό βαθμό ανοίγματος τη αγοράς και αυτό οφείλεται σε παράγοντες που καθιστούν τις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης διαφορετικές. Κύριο πρόβλημα είναι οι διαφορές στις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς τα κράτη-μέλη έχουν διαφορετικούς τρόπους παραγωγής. Η Γαλλία, παράγει κυρίως με πυρηνικούς αντιδραστήρες, ενώ σε άλλες χώρες παράγουν είτε με υδροδυναμική ενέργεια είτε με γαιάνθρακες. Οι ποικίλοι τρόποι παραγωγής δημιουργούν διακυμάνσεις στην τιμολόγηση της ενέργειας και επίσης το τοπίο επηρεάζεται από τη σταδιακή αύξηση της

χρήσης των ανανεώσιμων πηγών (ΑΠΕ). Οι ΑΠΕ έχουν τοπικό χαρακτήρα και συχνά οδηγούν στην αύξηση των τιμών της παραγωγής ενέργειας ενισχύοντας ταυτόχρονα στην περεταίρω διχοτόμηση του ενεργειακού ευρωπαϊκού χάρτη (Karan & Kazdagli, 2011). Οι τιμές στον χονδρικό τομέα επίσης επηρεάζονται από τον αριθμό των διασυνδέσεων μεταξύ των τοπικών αγορών. Περισσότερες διασυνδέσεις, σημαίνει αύξηση των τιμών. Ούτε στο λιανικό εμπόριο ενέργειας υπάρχει ανταγωνισμός, αφού το 57% των καταναλωτών έχουν τιμολόγια που υπάγονται σε τιμές τελικού χρήστη (EU Energy Markets in Gas and Electricity, 2010). Επιπλέον την συγκέντρωση της αγοράς βοηθάει και η καχυποψία και η έλλειψη ενδιαφέροντος των καταναλωτών για νέους παρόχους. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το ποσοστό των καταναλωτών που αλλάζουν πάροχο είναι από 0 έως 20% στις χώρες κράτη-μέλη. Η συγκέντρωση των αγορών (συνάρτηση του αριθμού των εταιριών και του συνολικού μεριδίου τους στην αγορά) υπολογίζεται με τη βοήθεια του δείκτη Herfindahl-Hirschmann Index (HHI).

$$\sum_{i=1}^N s_i^2 \quad (1.1)$$

- N: Ο αριθμός των επιχειρήσεων στην αγορά
- $s_i$ : Το μερίδιο της επιχείρησης  $i$  στην αγορά

Τιμές του δείκτη από 750 έως 1800 δείχνουν μέτρια συγκέντρωση στην αγορά, από 1800 έως 5000 υψηλή συγκέντρωση και τιμές μεγαλύτερες των 5000 πολύ υψηλή συγκέντρωση. Από τις 27 χώρες για τις οποίες υπάρχουν δεδομένα για την χονδρική αγορά ηλεκτρισμού, φαίνεται στον πίνακα 1.1, ότι περίπου το 48% είναι χώρες με πολύ υψηλό δείκτη συγκέντρωσης, το 22% έχουν δείκτη που υποδεικνύει υψηλή συγκέντρωση, ενώ περίπου το 29% είναι χώρες με δείκτη μέτριας συγκέντρωσης. Πάνω από τις μισές χώρες δεν έχουν ανοιχτές αγορές στον τομέα, πράγμα που δείχνει την προσπάθεια που πρέπει να γίνει για το επιθυμητό άνοιγμα των ενεργειακών αγορών στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Πίνακας 1.1: Βαθμός συγκέντρωσης της χονδρικής αγοράς ηλεκτρισμού στις ευρωπαϊκές χώρες (Πηγή: EU Energy Markets in Gas and Electricity – State of Play of Implementation and Transposition, 2010)

Πολύ υψηλή συγκέντρωση	Υψηλή συγκέντρωση	Μέτρια συγκέντρωση
Βέλγιο	Τσεχία	Αυστρία
Βουλγαρία	Γερμανία	Φιλανδία
Κύπρος	Ιταλία	Βρετανία
Δανία	Λιθουανία	Ουγγαρία
Εσθονία	Ρουμανία	Πολωνία
Γαλλία	Ισπανία	Σουηδία
Ελλάδα		Ολλανδία
Ιρλανδία		Νορβηγία

---

Λετονία  
Λουξεμβούργο  
Πορτογαλία  
Σλοβακία  
Σλοβενία

---

### 1.3.2 Αγορά Φυσικού Αερίου

Η αγορά φυσικού αερίου στην Ευρώπη είναι αρκετά συγκεντρωμένη, χωρίς ιδιαίτερο ανταγωνισμό στην πλειοψηφία των κρατών και λειτουργεί διαφορετικά από αυτή της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα μακροπρόθεσμα συμβόλαια (LTC-Long Term Contracts) 15 έως και 20 χρόνων και οι εξωχρηματιστηριακές συναλλαγές (OTC-Over the counter) αποτελούν τους κύριους τρόπους συναλλαγών (ειδικά στην Ολλανδία και την Ρωσία) στη χονδρική αγορά. Ο ανταγωνισμός στον τομέα πλήττεται αρχικά από το μη επαρκές δίκτυο αποθήκευσης και δεν υπάρχει εγγύηση στην ασφάλεια εφοδιασμού. Από το 2007 γίνονται προσπάθειες για την επίλυση του προβλήματος αυτού (EU Energy Markets in Gas and Electricity, 2010). Ο ανταγωνισμός επηρεάζεται και από τους καταναλωτές και τους επενδυτές της αγοράς. Οι πρώτοι, παρά το σχετικά χαμηλό κόστος αλλαγής παρόχου, δεν εμπιστεύονται τους νέους πάροχους λόγω έλλειψης ενημέρωσης και ενδιαφέροντος, δυσκολεύοντας έτσι το άνοιγμα των αγορών. Από την άλλη οι επενδυτές θεωρούν τον τομέα επικίνδυνο, καθώς όπως και προαναφέρθηκε πρόκειται για πολυετή συμβόλαια με χαμηλές αποδόσεις.

Οι τιμές του αερίου επηρεάζονται αρκετά από αυτές του πετρελαίου. Επίσης, στα κράτη μέλη υπάρχουν διαφορετικές τιμές φορολόγησης του αερίου που αποτρέπουν την κοινή τιμολόγηση στην Ευρωπαϊκή ένωση. Οι τιμές του πετρελαίου δεν αποτελούν πρόβλημα στο Ηνωμένο Βασίλειο που έχει την πιο ώριμη αγορά αερίου στην Ευρώπη. Ο ανταγωνισμός είναι υγιής και η βάση των συμβολαίων είναι η τιμή του αερίου, προωθώντας έτσι την περαιτέρω αύξηση του ανταγωνισμού (Schwark, 2006).

Η συγκέντρωση στην χονδρική αλλά και στην λιανική αγορά του φυσικού αερίου στις χώρες της Ευρώπης, φαίνεται στους πίνακες 1.2 και 1.3 αντίστοιχα. Οι μετρήσεις όπως και στην αγορά ηλεκτρισμού έχουν γίνει με τον δείκτη Herfindahl-Hirschmann Index (HHI). Στην χονδρική αγορά από τις 14 χώρες για τις οποίες υπάρχουν δεδομένα, μόνο η Γερμανία παρουσιάζει τιμές δείκτη που υποδεικνύουν μέτρια συγκέντρωση, ενώ στην λιανική αγορά, από τις 16 χώρες, μόνο η Ιταλία. Έτσι είναι φανερό ότι δεν υπάρχει ανταγωνισμός στον τομέα καθώς τα ποσοστά υψηλής και πολύ υψηλής συγκέντρωσης της αγοράς και στην χονδρική και στην λιανική ξεπερνούν το 90%. Είναι αναγκαία να ληφθούν μέτρα και να μελετηθούν περεταίρω οι προκλήσεις που καθιστούν το τομέα κλειστό και συγκεντρωμένο, έτσι ώστε να γίνει φιλικότερος προς τους επενδυτές και να τους προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια, μικρότερα συμβόλαια και μεγαλύτερες αποδόσεις.

Πίνακας 1.2: Βαθμός συγκέντρωσης της χονδρικής αγοράς φυσικού αερίου στις ευρωπαϊκές χώρες (Πηγή: EU Energy Markets in Gas and Electricity – State of Play of Implementation and Transposition, 2010)

Πολύ υψηλή συγκέντρωση	Υψηλή συγκέντρωση	Μέτρια συγκέντρωση
Βέλγιο	Αυστρία	Γερμανία
Γαλλία	Ισπανία	
Ολλανδία	Ιρλανδία	
Σλοβακία	Ιταλία	
Σλοβενία	Ουγγαρία	
Πολωνία		
Ελλάδα		
Λιθουανία		

Πίνακας 1.3: Βαθμός συγκέντρωσης της λιανικής αγοράς φυσικού αερίου στις ευρωπαϊκές χώρες (Πηγή: EU Energy Markets in Gas and Electricity – State of Play of Implementation and Transposition, 2010)

Πολύ υψηλή συγκέντρωση	Υψηλή συγκέντρωση	Μέτρια συγκέντρωση
Βέλγιο	Δανία	Ιταλία
Τσεχία	Γερμανία	
Γαλλία	Βρετανία	
Ιρλανδία	Ολλανδία	
Σλοβακία	Ουγγαρία	
Πολωνία		
Λετονία		
Λιθουανία		
Πορτογαλία		
Ισπανία		

## 1.4 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

Με τις προσπάθειες που γίνονται για τη δημιουργία της νέας ενεργειακής ευρωπαϊκής απελευθερωμένης αγοράς, πρέπει να ληφθούν υπόψιν και οι αναπόφευκτες προκλήσεις της αυξανόμενης ζήτησης, της αστάθειας στις τιμές αλλά και του ανεπαρκούς συστήματος εφοδιασμού. Το ενεργειακό εγχείρημα πρέπει να μην έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, να αφομοιώνει τις νέες τεχνολογίες και χρειάζεται χρόνο, εκτεταμένη μελέτη αλλά και οικονομικούς πόρους. Η αύξηση τη ζήτησης σε ενέργεια

εκτιμάται ότι θα αγγίξει το ποσοστό του 30% έως το 2040 και απαιτεί \$67 τρις (International Energy Agency, 2016).

Κύριοι στόχοι της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την ενεργειακή ένωση είναι η ασφάλεια στον εφοδιασμό, η ανταγωνιστικότητα και η βιωσιμότητα. Η ενέργεια πρέπει να μπορεί να μεταφέρεται εύκολα από χώρα σε χώρα και να είναι προσιτή οικονομικά για τους πολίτες αλλά και τις επιχειρήσεις της. Στις 15.12.2011 στην ανακοίνωση της στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο με θέμα «Ενεργειακός χάρτης πορείας για το 2050», η Επιτροπή αναφέρθηκε στα σχέδια για την ανακαίνιση των ήδη υπαρχόντων υποδομών για την αύξηση της απόδοσής τους, τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και τη διευκόλυνση των εξαγωγών ενέργειας. Επίσης έγινε λόγος για τη δημιουργία ενός χάρτη ενιαίου ευρωπαϊκού χώρου μεταφορών για τη διευκόλυνση της μεταφοράς ενέργειας και την ανάγκη να διασφαλιστούν επενδύσεις για τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Όσον αφορά τους στόχους για τη μείωση των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου και την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης αναφέρεται ότι χρειάζεται μεγάλη προσπάθεια, αλλαγές και ανταπόκριση σε μελλοντικές προκλήσεις από τις περιφερειακές πρωτοβουλίες αλλά και άσκηση πίεσης στα ενεργειακά συστήματα. Επιπλέον έχουν διατυπωθεί από την ευρωπαϊκή ένωση οι επίσημοι ενεργειακοί και κλιματικοί στόχοι για το 2020, 2030 και 2050. Για το 2020 υπάρχει μερική επίτευξη των στόχων:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 18% την περίοδο 1990-2012
- Το 14,1% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (2012)
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης 18-19%

Παρ'όλα τα σχέδια της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 1.4 και φτάνουν μέχρι κι το 2050, υπάρχει αμφιβολία από ειδικούς για το κατά πόσο μπορεί η ΕΕ να δημιουργήσει την αγορά που σχεδιάζει ή ακόμα και να αξιοποιήσει τις πρωτοβουλίες που έχει αναλάβει (CEER and ERGEG, 2009). Θεωρείται ότι τεχνικά και πολιτικά ζητήματα είναι πιθανό να εμποδίσουν την υλοποίηση των σχεδίων που έχουν εκπονηθεί (Domanico 2007, Pollitt 2009). Επίσης αμφισβητείται ο «ενθουσιασμός» της ΕΕ, να υποστηρίξει πολιτικές ελεύθερης αγοράς σε ζητήματα που αφορούν το περιβάλλον και σε προβλήματα ασφάλειας και εφοδιασμού (Eikeland, 2008). Οι Karan και Kazdagli (2011), αναφέρουν ότι οι περιφερειακές πρωτοβουλίες μπορεί να αποτελέσουν πρόβλημα εάν υιοθετούν διαφορετικές λύσεις για κοινά θέματα. Τέλος, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει αναφερθεί στην ανάγκη για ιδιωτικοποιήσεις στον ενεργειακό τομέα αλλά οι εταιρίες στον ιδιωτικό τομέα αντιμετωπίζουν προβλήματα λόγω των πτώσεων των τιμών του πετρελαίου έχοντας ως αποτέλεσμα πολλά αναπτυξιακά σχέδια να αναβληθούν και επενδύσεις να παγώσουν (Douplos et al., 2017).

Πίνακας 1.4: Ενεργειακοί και κλιματικοί στόχοι ΕΕ για τον ενεργειακό τομέα (Πηγή: Europa.eu)

Στόχοι για το 2020	Στόχοι για το 2030	Στόχοι για το 2050
Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% σε σχέση με το 1990	Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% σε σχέση με το 1990	Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% σε σχέση με το 1990
Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%	Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 27-30%	-
Το 20% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας να προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	Το 27% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας να προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	-

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ

## ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

«Η πρόβλεψη πτώχευσης των επιχειρήσεων είναι η προσπάθεια να προβλέψει κανείς την πιθανότητα να χρεοκοπήσει μια επιχείρηση με βάση τα τωρινά οικονομικά της στοιχεία, μέσω μαθηματικών, στατιστικών ή ευφύων μοντέλων (Jie Sun et al., 2014)».

### 2.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Η πρόβλεψη της πτώχευσης είναι ένας τομέας των οικονομικών επιστημών που ξεκίνησε την δεκαετία του 1930, είναι ενεργός μέχρι σήμερα και έχει απασχολήσει τόσο τους ακαδημαϊκούς ερευνητές όσο τους επιχειρηματίες και τους επενδυτές, οι οποίοι προσπαθούν να βρουν τον καλύτερο τρόπο πρόβλεψης. Στα χρόνια μελέτης του αντικειμένου έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι και μοντέλα για την όσο πιο ακριβή πρόβλεψη πτώχευσης γίνεται. Τα εργαλεία αυτά είναι σημαντικό να υπάρχουν στη διάθεση των επιχειρήσεων για να προβλέπουν τις πιθανότητες πτώχευσης έτσι ώστε να μπορεί να αποφευχθεί. Οι μέθοδοι πρόβλεψης αποσκοπούν στην προσπάθεια μείωσης των οικονομικών απωλειών που προκαλούνται από την χρεοκοπία των επιχειρήσεων (Balleisen 2001, Zywicki 2008). Τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από επενδυτές, επιχειρηματίες, φορείς χρηματοδότησης και εποπτικούς φορείς για διευκόλυνση στη λήψη επενδυτικών και χρηματοδοτικών αποφάσεων, καθώς και τη διασφάλιση της οικονομικής ευστάθειας. Επιπλέον είναι χρήσιμα για την παρακολούθηση της φερεγγυότητας των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων, για αξιολογήσεις από ελεγκτές, για τον έλεγχο της ασφάλειας δανείων, τη μέτρηση του κινδύνου του χαρτοφυλακίου και για χρηματοπιστωτικά εργαλεία που εκτίθενται σε κίνδυνο (Jones & Hensher 2004, Altman 2002, Duffie & Singleton, 2003).

Η πτώχευση μίας επιχείρησης μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην κοινωνία και να προκαλέσει οικονομική και πολιτική αναταραχή και προκαλείται όταν η επιχείρηση αντιμετωπίζει οικονομικές δυσχέρειες. Τον όρο αυτό έχουν προσπαθήσει να εξηγήσουν πολλές φορές ερευνητές και εξαρτάται από την άποψη του καθένα και τον σκοπό και την κατεύθυνση της έρευνάς του. Μπορεί να έχει επίπεδα, να είναι προσωρινή ή καθοριστική για το μέλλον της επιχείρησης. Η πιο απλή εξήγηση είναι ότι είναι «η αδυναμία της επιχείρησης να ανταπεξέλθει στις υποχρεώσεις της (Carminchael 1972)». Οι υποχρεώσεις αυτές αφορούν ανεπάρκεια ρευστότητας και κεφαλαίων αλλά και χρέη. Οι Doumpos και Zorounidis (1999) πρόσθεσαν ότι η πτώχευση της επιχείρησης περιλαμβάνει και την αρνητική καθαρή αξία του ενεργητικού της επιχείρησης, δηλαδή

την κατάσταση που οι συνολικές υποχρεώσεις της επιχείρησης είναι μεγαλύτερες από το σύνολο του ενεργητικού της. Πέρα από τα παραπάνω οι επιχειρήσεις περιορίζονται επίσης και από νομικά πλαίσια. Έτσι συνοψίζοντας την βιβλιογραφία οι Ross et al. (1999) κατέληξαν πως η οικονομική δυσχέρεια μίας επιχείρησης εκτός από την αδυναμία να ανταπεξέλθει στις υποχρεώσεις της μετά την ρευστοποίηση των περιουσιακών στοιχείων της, περιλαμβάνει επίσης την επίσημη, νομική κήρυξη πτώχευσης, την τεχνική χρεοκοπία που είναι η αδυναμία εκπλήρωσης συμβολαίων για δάνεια κι τόκους και την οικονομική αποτυχία, δηλαδή η καθαρή θέση της επιχείρησης να είναι αρνητική. Ο Bose (2006) χαρακτήρισε τις επιχειρήσεις με τιμή μετοχής κάτω από 10 cents ως εταιρίες με οικονομικές δυσκολίες.

Για να φτάσει μία επιχείρηση στο στάδιο της χρεοκοπίας, συμβάλλουν πολλοί παράγοντες είτε εσωτερικοί της επιχείρησης που θα μπορούσαν να αποφευχθούν είτε εξωτερικοί που είναι ίσως αδύνατο να προβλεφθούν και να αποφευχθούν. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν προβλήματα που αφορούν τη στελέχωση και τη διοίκηση της επιχείρησης, την υλοποίηση εσφαλμένων επενδύσεων, την κακοδιαχείριση οφειλών και των αποθεματικών της επιχείρησης ή ακόμα και αδυναμία είσπραξης οφειλών από πελάτες και άλλους οφειλότες. Στην δεύτερη κατηγορία, αυτή των εξωτερικών παραγόντων μπορεί να περιλαμβάνονται αυξήσεις των επιτοκίων, αυξήσεις στις τιμές των πρώτων υλών, εισαγωγή πολλών ανταγωνιστών στην αγορά, πληθωρισμός ή ακόμα και φυσικές καταστροφές.

Τα χαρακτηριστικά των επιχειρήσεων που θεωρούνται ότι είναι σε οικονομική δυσχέρεια και συμμετέχουν στο χρηματιστήριο καθορίζονται από την χώρα που δραστηριοποιούνται. Το χρηματιστήριο της Ταϊβάν, χαρακτηρίζει τις εταιρίες που η μετοχή τους πέφτει κάτω από τα 5 Νέα Δολάρια Ταϊβάν (TWD), που είναι η μικρότερη δυνατή τιμή για συμμετοχή στο χρηματιστήριο αυτό, ως “Full delivery Stock”<sup>5</sup>. Ο χαρακτηρισμός αυτός σημαίνει ότι η επιχείρηση έχει δυσκολίες και περιορισμένη ρευστότητα. Στο Ιράν, το χρηματιστήριο της Τεχεράνης χαρακτηρίζει εταιρίες με οικονομικές δυσκολίες αυτές με διατηρούμενα χρέη που ξεπερνούν το 50% του κεφαλαίου τους (Rafiei, Manzari & Bostanian, 2011). Στην Κίνα οι εταιρίες με οικονομικές δυσκολίες χαρακτηρίζονται από το κινέζικο χρηματιστήριο ως εταιρίες «ειδικής μεταχείρισης» (Special Treatment). Για να πάρει τον τίτλο αυτό πρέπει να έχει για δύο συνεχόμενα χρόνια αρνητικά κέρδη, τα ίδια κεφάλαια να είναι λιγότερα από την ονομαστική αξία των μετοχών, οι οίκοι αξιολόγησης να έχουν αρνητική γνώμη για την εταιρία ή να μην μπορούν να εκφέρουν άποψη και οι δραστηριότητες της επιχείρησης να έχουν σταματήσει ή θα σταματήσουν για τουλάχιστον τρεις μήνες (Cheng, Xia, & Wang, 2014).

Στην Ελλάδα πτώχευση μπορούν να κηρύξουν φυσικά πρόσωπα και επιχειρήσεις και απαιτείται δικαστική απόφαση από το Πτωχευτικό Δικαστήριο. Για να κηρύξει μία επιχείρηση πτώχευση είναι αναγκαία η ύπαρξη ενεργητικού (δηλαδή η παρουσία της επιχείρησης) έτσι ώστε με αυτό να αποπληρωθούν τα χρέη της. Εάν τα κεφάλαια αυτά είναι ανεπαρκή, τότε το πτωχευτικό δικαστήριο εκδίδει απόφαση για να σταματήσουν οι πληρωμές των υποχρεώσεων της επιχείρησης. Βέβαια αυτό δεν στερεί το δικαίωμα από

---

<sup>5</sup> <https://www.investopedia.com/terms/f/full-delivery-shares.asp>

τους δικαιούχους να κινηθούν νομικά εναντίον της επιχείρησης. Εκτός από την ύπαρξη ενεργητικού για να εκδοθεί η απόφαση της πτώχευσης είναι απαραίτητο η επιχείρηση να μην λειτουργεί λόγω αδυναμίας διαχείρισης των οικονομικών της, να έχει προβεί σε παύση πληρωμών των εργαζομένων της και να είναι φανερό ότι οι ληξιπρόθεσμες οφειλές δεν αποπληρώνονται και είναι αδύνατον να αντιμετωπιστούν. Εάν δεν έχει πραγματοποιηθεί πλειστηριασμός των στοιχείων του ενεργητικού της, μπορεί να ανατεθεί προσωρινά η διοίκηση στους πιστωτές οι οποίοι έχουν το δικαίωμα να καλέσουν τους μετόχους της σε συνέλευση και να ζητήσουν έναν επίτροπο για διακανονισμό των χρεών της (πτωχευτικός συμβιβασμός) και για να λάβουν έστω κι μέρος των οφειλών της προς αυτούς.

Ο Κοτσίρης (1998), χωρίζει τη διαδικασία της σε προπαρασκευαστική και τελειωτική. Η πρώτη έχει να κάνει με το ενεργητικό και το παθητικό της επιχείρησης. Με το παθητικό της επιχείρησης επαληθεύονται τα χρέη της ενώ με το ενεργητικό αποπληρώνονται οι οφειλές της επιχείρησης προς τρίτους. Στη διαδικασία αυτή γίνεται προσπάθεια να διαφυλαχτεί το ενεργητικό έτσι ώστε να ολοκληρωθεί όσο πιο ανώδυνα γίνεται η αποπληρωμή των πιστωτών. Η δεύτερη διαδικασία έχει να κάνει με την ολοκλήρωση της πτώχευσης και την πραγματοποίηση των πληρωμών για κάλυψη των οφειλών.

## **2.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΠΤΩΧΕΥΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ**

Η οικονομία της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει ανακάμψει τα τελευταία χρόνια, όμως η χρεοκοπία των επιχειρήσεων αποτελούσε μεγάλο πρόβλημα στο οποίο συνέβαλε αρκετά η οικονομική κρίση που ξέσπασε το 2008. Ο αριθμός των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων μειώθηκε σε όλες τις μεγάλες οικονομίες εκτός του Ηνωμένου Βασιλείου. Οικονομίες που είχαν βαθιά ρήγματα στην οικονομία τους έδειξαν και τις μεγαλύτερες μειώσεις στον αριθμό πτωχευμένων επιχειρήσεων με την Ισπανία να μειώνει τις πτωχεύσεις κατά 18.3%, την Ιταλία κατά 14.5% και την Πορτογαλία κατά 24.1% μέχρι τον Ιούνιο του 2017. Οι χώρες με αύξηση του αριθμού των πτωχευμένων επιχειρήσεων ήταν μόνο 5 (Πηγή: Global Bankruptcy Report, 2017). Στον πίνακα 2.1, παρουσιάζονται τα ποσοστά των πτωχευμένων επιχειρήσεων σε χώρες της Ευρώπης. Τα ποσοστά αυτά είναι συγκριτικά με τα αντίστοιχα του 2016. Εάν τα ποσοστά έχει αυξηθεί σε σχέση με το προηγούμενο έτος, στον πίνακα παρουσιάζετε με «συν», ενώ εάν έχει μειωθεί σε σχέση με το προηγούμενο έτος παρουσιάζετε με «πλην».

Πίνακας 2.1: Ποσοστιαία μεταβολή στον αριθμό των πτωχεύσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2017, σε σύγκριση με το 2016 (Πηγή: Global Bankruptcy Report, 2017).

Χώρα	Μεταβολή	Χώρα	Μεταβολή
Αυστρία	-1.7%	Κύπρος	-22.1%
Βέλγιο	+6.8%	Ουγγαρία	-18.9%
Βουλγαρία	-8.3%	Ολλανδία	-16.2%
Γαλλία	-9.7%	Πολωνία	+100.2%
Γερμανία	-8.2%	Πορτογαλία	-24.1%
Δανία	+28.7%	Σλοβακία	-13.8%
Ηνωμένο Βασίλειο	+19.1%	Σλοβενία	-4.1%
Ισπανία	-18.3%	Σουηδία	+4%
Ιταλία	-14.5%	Τσεχία	-9.1%
Κροατία	-69.8%	Φινλανδία	-5.1%

Παρακάτω παρουσιάζονται τα στατιστικά κάποιων χωρών τα τελευταία χρόνια που έχουν διατεθεί από στατιστικές εταιρίες ή τα ίδια τα κράτη στην INSOL Europe και ήταν διαθέσιμα και στα αγγλικά.

#### **Αναλυτικότερα ποσοστά- Αυστρία**

Στην Αυστρία το 2015 και 2016 πτώχευσαν 10376 επιχειρήσεις στα 9 ομοσπονδιακά κρατίδια της, οι οποίες απασχολούσαν 41000 άτομα και τα χρέη τους ήταν περίπου 5,3 δισεκατομμύρια ευρώ (Πηγή: KSV1870 Group). Στον πίνακα 2.2 φαίνεται ακριβώς πόσες επιχειρήσεις πτώχευσαν σε κάθε ομοσπονδιακό κρατίδιο την κάθε χρονιά. Ο μεγαλύτερος αριθμός πτωχευμένων επιχειρήσεων και τα δύο έτη καταγράφηκε στην Βιέννη, πράγμα λογικό καθώς είναι η πρωτεύουσα της χώρας και η δραστηριότητα των επιχειρήσεων είναι αυξημένη σε σχέση με την υπόλοιπη χώρα. Συνολικά υπήρξε μείωση του αριθμού των πτωχευμένων επιχειρήσεων κατά 1.5% και όπως προαναφέρθηκε το ποσοστό μειώθηκε και το 2017 κατά 1.7%. Οι Αυστριακές επιχειρήσεις βρίσκονται σε μικρή σταθερή ανάπτυξη την τελευταία τριετία. Όμως πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η Αυστρία αποτελεί μία από τις πιο σταθερές οικονομίες της ΕΕ και τα στατιστικά στοιχεία είναι λογικά.

Πίνακας 2.2:Αριθμός πτωχευμένων επιχειρήσεων ανά ομοσπονδικό κρατίδιο της Αυστρίας για το 2015 (Πηγή: KSV1870 Group)

Ομοσπονδιακό Κρατίδιο	Συνολικός αριθμός το 2016	Συνολικός Αριθμός το 2015
Salzburg	392	331
Vienna	1839	1707
Tyrol	281	267
Upper Austria	601	588
Lower Austria	770	814
Burgenland	173	181
Carinthia	342	366
Vorarlberg	125	134
Styria	703	762
<b>Σύνολο</b>	<b>5226</b>	<b>5150</b>

#### Αναλυτικότερα ποσοστά- Βέλγιο

Το Βέλγιο αποτελεί μία από τις λίγες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που δεν έχει δείξει βελτίωση στα ποσοστά των πτωχευμένων επιχειρήσεων την τελευταία διετία. Από το 2016 στο 2017 υπήρξε αύξηση του ποσοστού κατά 6.8% και μόνο τον Ιούνιο του 2018 πτώχευσαν 852 επιχειρήσεις (The Belgian Statistical Office, 2018). Το δεύτερο εξάμηνο του 2017 πτώχευσαν 3561 επιχειρήσεις και το πρώτο εξάμηνο του 2018, 4937 πράγμα που δείχνει συνεχή αύξηση του αριθμού πτωχεύσεων. Ο πίνακας 2.3, περιέχει τον αριθμό των πτωχευμένων επιχειρήσεων τα τελευταία δύο εξάμηνα. Οι μεγάλοι αριθμοί στον πίνακα, ξεκίνησαν από τον Σεπτέμβριο του 2017 και ενώ τον Οκτώβρη καταγράφηκε μόνο μία πτωχευμένη επιχείρηση, τους υπόλοιπους μήνες μέχρι και τον Ιούνιο του 2018 υπήρξαν αρκετές επιχειρήσεις που δήλωναν χρεοκοπία κάθε μήνα.

Πίνακας 2.3:Αριθμός πτωχευμένων επιχειρήσεων ανά μήνα για το δεύτερο εξάμηνο του 2017 και το πρώτο του 2018 στο Βέλγιο (Πηγή: The Belgian Statistical Office, 2018)

Μήνας 2017	Αριθμός Χρεοκοπημένων επιχειρήσεων	Μήνας 2018	Αριθμός Χρεοκοπημένων επιχειρήσεων
Ιούνιος	1	Ιανουάριος	910
Ιούλιος	508	Φεβρουάριος	846
Αύγουστος	376	Μάρτιος	951
Σεπτέμβρης	987	Απρίλιος	784

Οκτώβρης	1	Μάιος	603
Νοέμβρης	881	Ιούνιος	852
Δεκέμβρης	807		

#### Αναλυτικότερα ποσοστά- Γαλλία

Ο πίνακας 2.4 δείχνει τον αριθμό των επιχειρήσεων που κήρυξαν χρεοκοπία στην Γαλλία από το 2010. Στα χρόνια αυτά υπήρξαν αυξήσεις και μειώσεις στον αριθμό των πτωχευμένων επιχειρήσεων. Βέβαια, οι αυξήσεις που υπήρξαν (πχ 2013), δεν ήταν πολύ μεγάλες. Η βελτίωση ξεκίνησε το 2016 και συνεχίζεται μέχρι πρώτο τετράμηνο του 2018<sup>6</sup>. Στο πρώτο τέταρτο του 2018 υπήρξαν 14302 ανακηρύξεις χρεοκοπίας, ποσοστό μειωμένο κατά 8.7% με το αντίστοιχο του 2017. Συνεπώς η γαλλική οικονομία δείχνει να συνεχίζει στους αναπτυξιακούς ρυθμούς που έχει ξεκινήσει από το 2016.

Πίνακας 2.4: Αριθμός επιχειρήσεων που κήρυξαν χρεοκοπία επιχειρήσεων στην Γαλλία την περίοδο 2010 έως 2017 (Πηγή: ALTARES, 2018)

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
59917	59614	61278	63101	62586	63081	57844	55175

#### Αναλυτικότερα ποσοστά- Γερμανία

Ο αριθμός των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων στην Γερμανία από το 2010 παρουσιάζεται στον πίνακα 2.5 και κάθε χρόνο υπάρχει μείωση του αριθμού των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων πράγμα που δείχνει άνθιση της οικονομίας τα τελευταία 8 χρόνια. Επιπλέον το πρώτο τετράμηνο του 2018 ο συνολικός αριθμός των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων (37372) είναι μικρότερος από το αντίστοιχο τετράμηνο του 2017 (38386)<sup>7</sup>. Η συνεχής μείωση του αριθμού των πτωχευμένων επιχειρήσεων αναμένεται να συνεχιστεί καθώς η οικονομία της είναι η ισχυρότερη οικονομία της Ευρώπης.

<sup>6</sup> <https://www.altares.com/fr/>

<sup>7</sup>

<https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/Indicators/ShortTermIndicators/Insolvencies/ins110.html>

Πίνακας 2.5: Αριθμός πτωχευμένων επιχειρήσεων ανά έτος από το 2010 έως το 2017 στην Γερμανία (Πηγή: DESTATIS, 2018)

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
168458	159418	150298	141332	134871	127438	122514	115632

#### Αναλυτικότερα ποσοστά- Κύπρος

Στην Κύπρο, ο αριθμός των πτωχευμένων επιχειρήσεων είναι πολύ μικρότερος από άλλες ευρωπαϊκές χώρες (βλέπε πίνακα 2.6). Φυσικά αυτό είναι λογικό, κρίνοντας το μέγεθος της χώρας (του οποίου ο πληθυσμός δεν ξεπερνάει το 1 εκατομμύριο κατοίκους), σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Δεν υπάρχει σταθερή αύξηση ή μείωση του αριθμού των χρεοκοπημένων επιχειρήσεων από το 2010. Για το πρώτο εξάμηνο του 2018 οι πτωχευμένες επιχειρήσεις έχουν ανέλθει στις 57.<sup>8</sup>

Πίνακας 2.6: Αριθμός πτωχευμένων επιχειρήσεων ανά έτος από το 2010 έως το 2017 στην Κύπρο (Πηγή: Department of Registrar of Companies and Official Receiver of the Republic of Cyprus, 2018)

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
171	182	133	189	163	136	106	92

#### Αναλυτικότερα ποσοστά- Πορτογαλία

Στον πίνακα 2.8 υπάρχει ο αριθμός των πτωχευμένων επιχειρήσεων από το 2010 μέχρι και το 2017 για την Πορτογαλία. Ο αριθμός αυτός από το 2010 είναι αρκετά ασταθής, χωρίς σταθερές αυξήσεις ή μειώσεις, με το 2016 να ανέρχεται στις 40731 επιχειρήσεις, σχεδόν διπλάσιος από τον αντίστοιχο του 2015. Την επόμενη χρονιά ο αριθμός μειώθηκε στο μισό, πράγμα που φάνηκε και αναφέρθηκε στην Global Bankruptcy Report του 2017. Όμως μέχρι το πρώτο εξάμηνο του 2018 έχουν καταγραφεί ήδη 21439,<sup>9</sup> παραπάνω δηλαδή πτωχευμένες επιχειρήσεις σε ένα εξάμηνο από αυτές του

<sup>8</sup>

[http://www.mcit.gov.cy/mcit/drcor/drcor.nsf/bankruptcy\\_statistics\\_en/bankruptcy\\_statistics\\_en?OpenDocument](http://www.mcit.gov.cy/mcit/drcor/drcor.nsf/bankruptcy_statistics_en/bankruptcy_statistics_en?OpenDocument)

<sup>9</sup> <https://www.racius.com/observatorio/2018/>

προηγούμενου χρόνου. Συνεπώς φαίνεται πως οι επιχειρήσεις στην Πορτογαλία δεν παρουσιάζουν άνηση και η οικονομία της χώρας, αστάθεια.

Πίνακας 2.7:Αριθμός πτωχευμένων επιχειρήσεων ανά έτος από το 2010 έως το 2017 στην Πορτογαλία (Πηγή:RACIUS, 2018)

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
22565	32256	29208	21457	36605	24969	40731	20757

## 2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΠΤΩΧΕΥΣΕΩΝ

Η πρόβλεψη της πτώχευσης επιχειρήσεων είχε μεγάλη ανάπτυξη την δεκαετία του 60, όμως η πρώτη έρευνα πάνω στο θέμα δημοσιεύθηκε το 1930 από το Bureau of Business Research του πανεπιστημίου του Illinois Urbana-Champaign. Στην ουσία ήταν ένα δελτίο που αφορούσε 29 χρεοκοπημένες επιχειρήσεις και αποσκοπούσε στο καθορισμό των πιο αποτελεσματικών χρηματοοικονομικών δεικτών, δηλαδή την σχέση ανάμεσα σε δύο αριθμούς, που είναι στοιχεία που βρίσκονται μέσα στις Χρηματοοικονομικές Καταστάσεις της επιχείρησης σύμφωνα με τον Ζοπουνίδη (2013), για την πρόβλεψη χρεοκοπίας και στην εύρεση κοινών χαρακτηριστικών μεταξύ χρεοκοπημένων εταιριών. Από τους ερευνητές χρησιμοποιήθηκαν 24 δείκτες, από τους οποίους 8 κρίθηκαν αποτελεσματικότεροι για τον σκοπό.

- Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού
- (Πλεόνασμα συν Αποθεματικά)/ Σύνολο Ενεργητικού
- Καθαρή Αξία/Πάγιο Ενεργητικό
- Πάγιο Ενεργητικό/Σύνολο Ενεργητικού
- Δείκτης Γενικής Ρευστότητας
- Καθαρή Αξία/ Σύνολο Ενεργητικού
- Πωλήσεις/Σύνολο Ενεργητικού
- Διαθέσιμα/Σύνολο Ενεργητικού

Μετά από την αυτήν έρευνα άρχισε να εκδηλώνεται ενδιαφέρον στον επιστημονικό τομέα και ακολούθησαν κι άλλες έρευνες πάνω στην σύνδεση της πρόβλεψης χρεοκοπίας με τους χρηματοοικονομικούς δείκτες. Έρευνες τις ίδιες δεκαετίες έκαναν και την σύγκριση των αποτελεσμάτων των δεικτών χρεοκοπημένων εταιριών με τα αντίστοιχα μη πτωχευμένων εταιριών. Τα ευρήματα ήταν ότι οι μη πτωχευμένες επιχειρήσεις είχαν τα επιθυμητά επίπεδα στους δείκτες τους και οι χρεοκοπημένες κάτω από τον μέσο όρο και ότι οι πιο σημαντικοί δείκτες φαίνεται να ήταν οι Καθαρή Αξία/Υποχρεώσεις και Καθαρά Κέρδη/Καθαρή αξία (FitzPatrick, 1932). Επίσης ότι ο δείκτης Κεφάλαιο

Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού είναι σημαντικότερος από τον Δείκτη Γενικής Ρευστότητας (Smith & Winakor, 1935).

Ο τομέας συνέχισε να διευρύνεται περαιτέρω από τους ερευνητές και τα δείγματα προς εξέταση άρχισαν να περιλαμβάνουν και μικρότερες επιχειρήσεις. Αποτελέσματα από τη σύγκριση δεικτών πτωχευμένων και μη επιχειρήσεων για δεδομένα πολλών ετών έδειξαν ότι οι επιχειρήσεις που χρεοκόπησαν έδειχναν σημάδια αδυναμίας τουλάχιστον 4 ή 5 ή ακόμα και 6 χρόνια πριν την πτώχευση (Merwin, 1942). Άλλες έρευνες προσπάθησαν να βρουν κοινά χαρακτηριστικά ή συμπεριφορές σε χρεοκοπημένες επιχειρήσεις χωρίς όμως ιδιαίτερη επιτυχία (Chudson, 1945). Οι περισσότεροι ερευνητές των μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1960, συμφωνούσαν στο γεγονός ότι χαμηλές τιμές σε δείκτες που αφορούν τη ρευστότητα και το σύνολο του ενεργητικού έδειχναν επιχειρήσεις που αντιμετώπιζαν οικονομικές δυσχέρειες.

Το 1966 ο Beaver όπως και οι προκατόχοί του σύγκρινε τις τιμές των χρεοκοπημένων και μη επιχειρήσεων και προσπάθησε να βρει το ποσοστό επιτυχίας της πρόβλεψης που έδινε ο κάθε δείκτης. Το μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας είχε ο δείκτης Καθαρά Κέρδη/Συνολικές Υποχρεώσεις με 92% ποσοστό επιτυχίας, περίπου ένα χρόνο πριν την πτώχευση. Ακολούθησαν με 91% ποσοστό επιτυχίας ο δείκτης Καθαρά Κέρδη/Πωλήσεις και με 90% ποσοστό επιτυχίας οι δείκτες:

- Καθαρά Κέρδη/Καθαρή αξία
- Ταμειακή ροή/Συνολικές Υποχρεώσεις
- Ταμειακή ροή/Σύνολο Ενεργητικού

Με τα αποτελέσματα της έρευνάς του, πρότεινε για μεγαλύτερο ποσοστό ακρίβειας στην πρόβλεψη τη χρήση πολλών δεικτών ταυτόχρονα και αποτέλεσε τα θεμέλια για τα μοντέλα πολλαπλών μεταβλητών που χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα.

Το 1968 ο Altman δημιούργησε ένα μοντέλο 5 μεταβλητών και χρησιμοποίησε τη διακριτική ανάλυση (Discriminant Analysis) για την πρόβλεψη πτώχευσης των επιχειρήσεων. Η μέθοδος υπήρχε ήδη από το 1930, αλλά ήταν ο πρώτος που την χρησιμοποίησε για τον σκοπό αυτό. Το δείγμα του περιελάμβανε 66 επιχειρήσεις, από τις οποίες οι μισές είχαν πτωχεύσει. Η επιλογή τους ήταν προσεκτική ώστε να έχει αποτέλεσμα το μοντέλο. Οι πτωχευμένες επιχειρήσεις αποτελούνταν από μικρές ή κατασκευαστικές εταιρίες που είχαν ανακηρύξει πτώχευση σύμφωνα με τις νομοθεσίες της εποχής. Η επιλογή των μη πτωχευμένων εταιριών ήταν λίγο πιο περίπλοκη καθώς δεν μπορούσε να χρησιμοποιήσει ούτε πολύ μεγάλες εταιρίες, καθώς η πτώχευσή τους ήταν σπάνια εκείνη την εποχή, αλλά ούτε πολύ μικρές επιχειρήσεις γιατί δεν είχαν πολλά διαθέσιμα δεδομένα. Έτσι επέλεξε εταιρίες με ενεργητικό μεταξύ \$1-25 εκατομμυρίων. Και στις δύο κατηγορίες τα δεδομένα ήταν από τις ίδιες χρονιές. Εφόσον είχε έτοιμο το δείγμα επέλεξε 5 δείκτες, αυτούς που ήταν πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι στην ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία και δημιούργησε μία συνάρτηση για το μοντέλο του που ονόμασε “Z-score”. Από αυτούς, πιο σημαντικός αποδείχτηκε ο δείκτης Κέρδη προ Τόκων και Φόρων /Σύνολο Ενεργητικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μοντέλο είχε επιτυχία 95% για ένα χρόνο πριν από την χρεοκοπία. Όσο πιο πίσω χρονολογικά πήγαινε, μειωνόταν και η επιτυχία του μοντέλου στην πρόβλεψη, δηλαδή 73%, 48%, 29% και 36% για δύο, τρία, τέσσερα και πέντε χρόνια νωρίτερα αντίστοιχα.

$$Z = 0.012 \cdot X1 + 0.014 \cdot X2 + 0.033 \cdot X3 + 0.006 \cdot X4 + 0.999 \cdot X5 \quad (2.1)$$

Όπου:

- X1=Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού,
- X2=Αποτελέσματα εις νέο/Σύνολο Ενεργητικού,
- X3=Κέρδη προ Φόρων και Τόκων/Σύνολο Ενεργητικού,
- X4=Σύνολο Ιδίων Κεφαλαίων/ Σύνολο Υποχρεώσεων,
- X5=Πωλήσεις/Σύνολο Ενεργητικού
- Z συνολικός δείκτης.

Όταν ο δείκτης Z είναι μικρότερος του 1.81 τότε υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για χρεοκοπία στην επιχείρηση, εάν είναι μεγαλύτερος του 1.81 και μικρότερος του 2.675 τότε η επιχείρηση δεν είναι σίγουρο ότι κινδυνεύει αλλά ταυτόχρονα δεν φαίνεται να είναι υγιής και τέλος τιμές μεγαλύτερες του 2,675 υποδεικνύουν ασφαλή και υγιή επιχείρηση.

Το μοντέλο του Altman, κίνησε το ενδιαφέρον για δημιουργία πιο εξελιγμένων μοντέλων πρόβλεψης. Ο αριθμός των ερευνών που δημοσιεύονταν ανά δεκαετία αυξάνονταν και νέα μοντέλα και μέθοδοι άρχισαν να χρησιμοποιούνται. Τη δεκαετία του 1970 χρησιμοποιήθηκε η λογιστική παλινδρόμηση (Logit Analysis-LA) και τα μοντέλα Probit (Probit Analysis-PA). Την ίδια δεκαετία, οι Altman et al.(1977), παρουσίασαν ένα βελτιωμένο μοντέλο, το οποίο είναι γνωστό σήμερα ως μοντέλο «Zeta». Μέχρι το 1980 τα μοντέλα διακριτικής ανάλυσης αποτελούσαν την κύρια μεθοδολογία στις δημοσιευμένες έρευνες αλλά μεταγενέστερα η χρήση τους έχει μειωθεί (Dimitras et al, 1996), χωρίς όμως αυτό να μειώνει την ικανότητα και την αξιοπιστία των μοντέλων. Η εμφάνιση των μοντέλων LA και PA αναζωπύρωσαν το ενδιαφέρον των ερευνητών με πολλές νέες έρευνες, που χρησιμοποιούσαν κυρίως τα LA, τις δεκαετίες του 1980 και του 1990 (Balcaen & Ooghe, 2006).

Τις επόμενες δύο δεκαετίες κυριάρχησαν τα νευρωνικά δίκτυα τα οποία αναλύουν τα δεδομένα για την εύρεση κοινών συμπεριφορών και κατασκευάζουν μοντέλα ικανά για λήψη αποφάσεων. Από το 2000 και μετά οι περισσότερες έρευνες που έχουν δημοσιευτεί χρησιμοποιούν πολλά μοντέλα ή ένα από τα ήδη υπάρχοντα σε ομάδες επιχειρήσεων για την πρόβλεψη χρεοκοπίας ή συνοψίζουν την καθώς πολλά από αυτά έχουν πολύ υψηλά επίπεδα επιτυχίας και είναι σημαντική η εφαρμογή τους στα σημερινά προβλήματα των επιχειρήσεων. Βέβαια υπάρχουν ενδείξεις για νέα μοντέλα (AdaBoost), που έχουν καλύτερα αποτελέσματα από τις κλασικές μεθόδους (Jones et al, 2017).

Οι έρευνες που έχουν δημοσιευτεί ανά δεκαετία φαίνεται να ακολουθούν τις «τάσεις» της κάθε μίας και παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.8. Όπως προαναφέρθηκε τα νευρωνικά μοντέλα από τη δεκαετία που εμφανίστηκαν είναι ένας αρκετά δημοφιλής τρόπο πρόβλεψης πτώχευσης. Η διακριτική ανάλυση χρησιμοποιείται σε όλες τις δεκαετίες και η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιήθηκε κυρίως μετά την δεκαετία του 1980.

Πίνακας 2.8: Χρήση μοντέλων πρόβλεψης χρεοκοπίας<sup>10</sup> στη βιβλιογραφία ανά δεκαετία μέχρι το 2006. (Πηγή: Bellovary & Giacomino & Akers, 2007)

Δεκαετία	Διακριτική Ανάλυση	Λογιστική παλινδρόμηση (Logit)	Ανάλυση Probit	Νευρωνικά Δίκτυα	Άλλες Μέθοδοι
1960	2	0	0	0	1
1970	22	1	1	0	4
1980	28	16	3	1	7
1990	9	16	3	35	11
2000-2006	2	3	0	4	3

## 2.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΗΣ ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ

### 2.4.1 Χρηματοοικονομικοί Δείκτες

Η χρήση των χρηματοοικονομικών δεικτών για την πρόβλεψη χρεοκοπίας μιας επιχείρησης ξεκινάει από το 1930 και χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Στις μεθόδους που χρησιμοποιούν τους δείκτες και εργαλεία μονοδιάστατης στατιστικής και στις μεθόδους που χρησιμοποιούν δείκτες και εργαλεία πολυδιάστατης στατιστικής (Ζοπουνίδης, 2013).

#### Μονοδιάστατη στατιστική

Οι πρώτες έρευνες που δημοσιεύτηκαν αφορούσαν τη μονοδιάστατη στατιστική και τους χρηματοοικονομικούς δείκτες. Η μονοδιάστατη ή μονομεταβλητή ανάλυση βασίζεται στους χρηματοοικονομικούς δείκτες, για ένα συγκεκριμένο δείγμα και οι τιμές των αριθμοδεικτών που θα υπολογιστούν καθορίζουν εάν οι επιχείρηση είναι υγιής ή οδεύει προς πτώχευση, βάσει μίας τιμής αναφοράς για κάθε δείκτη η οποία είτε επιλέγεται από τον ερευνητή είτε είναι ευρέως αποδεκτή από τον επιστημονικό κόσμο. Η μέθοδος της χρήσης των δεικτών είναι αρκετά απλή αλλά η πτώχευση μια επιχείρησης δεν είναι ένα απλό γεγονός και ένας δείκτης είναι δύσκολο αν όχι και αδύνατο, να προβλέψει την χρεοκοπία μιας επιχείρησης. Για να γίνει αυτό πρέπει να συνεκτιμηθούν και άλλοι παράγοντες ή ακόμα και άλλοι δείκτες για να τον πλαισιώνουν. Επιπλέον, είναι σημαντικό ο ερευνητής να κάνει σωστή επιλογή αριθμοδεικτών και εάν είναι δυνατόν να εξετάζει την ορθότητα των χρηματοοικονομικών καταστάσεων, διότι μπορεί να είναι

<sup>10</sup> Έρευνες που ανέφεραν πάνω από ένα μοντέλο, αναφέρεται μόνο η «κύρια μέθοδος» που χρησιμοποιήθηκε.

λανθασμένες, ελλιπής ή ακόμα και παραποιημένες. Κατά τον Ζοπουνίδη (2013) ενώ οι μέθοδοι αυτές είναι ενδιαφέρουσες λόγω της απλότητάς τους, το γεγονός ότι βασίζονται σε ένα μόνο δείκτη για την πρόβλεψη της πτώχευσης είναι μειονέκτημα. Ο δείκτης που έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο από τους ερευνητές είναι ο Καθαρή Αξία/Σύνολο του Ενεργητικού και ο δεύτερος συχνότερος ο δείκτης γενικής ρευστότητας (Bellovary & Giacominio & Akers, 2007).

#### Διακριτική ανάλυση

Η διακριτική ανάλυση (discriminant analysis-DA), είναι μέθοδος που χρησιμοποιεί πολλούς αριθμοδείκτες για την κατηγοριοποίηση των επιχειρήσεων σε χρεοκοπημένες και μη. Είναι μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους της πτώχευσης επιχειρήσεων. Ένα μοντέλο DA, αποτελείται από μία γραμμική συνάρτηση μεταβλητών, η οποία δίνει τον καλύτερο διαχωρισμό μεταξύ χρεοκοπημένων και μη, επιχειρήσεων (Balcaen & Ooghe, 2006). Η συνάρτηση αυτή είναι:

$$D_i = b_0 + b_1X_{i1} + b_2X_{i2} + \dots + b_nX_{in} \quad (2.2)$$

Όπου :

- $D_i$ , είναι το αποτέλεσμα, η βαθμολογία της επιχείρησης  $i$ ,
- $X_{ij}$ , είναι η τιμή του χαρακτηριστικού  $X_j$  για  $j=1 \dots n$  για την επιχείρηση  $i$ ,
- $b_0$ , είναι ο σταθερός όρος
- $b_j$ , είναι ο συντελεστής για το χαρακτηριστικό  $j$  στο μοντέλο πρόβλεψης

Οι τιμές του  $D$ , μπορεί να είναι από τον πλην άπειρο, μέχρι και το συν άπειρο, με τις χαμηλές τιμές να θεωρούνται κακές για την επιχείρηση. Βέβαια, συνήθως υπάρχει ένα διαχωριστικό όριο για την ταξινόμηση των επιχειρήσεων σε πτωχευμένες και ή μη (πχ στο μοντέλο Altman το διαχωριστικό αυτό όριο είναι 2.675). Το διαχωριστικό όριο επιλέγεται σύμφωνα με την κατάσταση των επιχειρήσεων του δείγματος.

Η χρήση της συγκεκριμένης στατιστικής μεθόδου βασίζεται σε συγκεκριμένες στατιστικές υποθέσεις, οι οποίες όμως συχνά δεν ικανοποιούνται στην πράξη. Οι υποθέσεις αυτές είναι:

- Οι ανεξάρτητες μεταβλητές κατανέμονται σύμφωνα με την πολυμεταβλητή κανονική κατανομή,
- Οι πτωχευμένες και μη επιχειρήσεις, έχουν τους ίδιους πίνακες διακύμανσης-συνδιακύμανσης και

Όταν η πρώτη υπόθεση παραβιάζεται, κάποιοι ερευνητές, έχουν προτείνει την εξαίρεση των ακραίων τιμών από τα δεδομένα. Αυτό όμως είναι πρόβλημα, καθώς οδηγεί σε απώλειες πληροφορίας (Ezzamel & Mar-Molinero, 1990).

Για τη δεύτερη υπόθεση, όταν οι πίνακες δεν είναι ίσοι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα τετραγωνικό μοντέλο (Quadratic Discriminant Analysis-QDA). Τα τετραγωνικά μοντέλα είναι καλύτερα από τα γραμμικά σε δείγματα που ικανοποιούν συγκεκριμένες συνθήκες όπως πολύ μεγάλα δείγματα, μικρό αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών και μεγάλες διαφορές στους πίνακες διακύμανσης.

### Λογιστική παλινδρόμηση

Η λογιστική παλινδρόμηση (Logistic Regression-LR) ή αλλιώς λογιστικό μοντέλο (Logit Analysis-LA), ανήκει στην κατηγορία των μοντέλων, «υπό συνθήκη πιθανοτήτων» (conditional probability models) και χρησιμοποιεί εκτιμήσεις μέγιστης πιθανοφάνειας για την ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης και ανάλυσης της πτώχευσης. Είναι το πιο δημοφιλές μοντέλο «υπό συνθήκης πιθανοτήτων» για την πρόβλεψη χρεοκοπίας επιχειρήσεων. Εφόσον έχει γίνει η επιλογή των μεταβλητών η συνάρτηση που χρησιμοποιείται είναι:

$$P_i(X_i) = 1/[1 + \exp(-(b_0 + b_1X_{i2} + \dots + b_n \cdot X_{in}))] = 1/[1 + \exp(-(D_i))]$$

(2.3)

Όπου:

- $P_i(X_i)$ , είναι η πιθανότητα-αποτέλεσμα, με τις δοθείσες μεταβλητές,
- $X_{ij}$ , είναι η τιμή του χαρακτηριστικού  $j$  ( $j=1, \dots, n$ ), της επιχείρησης  $i$ ,
- $b_j$ , ο συντελεστής του χαρακτηριστικού  $j$
- $b_0$ , ο σταθερός όρος,
- $D_i$ , είναι η «λογιστική» (logit) της εταιρίας  $i$

Σύμφωνα με τους Boritz & Kennedy (1995) η εξαρτημένη μεταβλητή είναι δυαδικής μορφής, δηλαδή 0 ή 1. Όταν παίρνει την τιμή 1, το «σκορ», ή αποτέλεσμα logit είναι υψηλό, άρα και η πιθανότητα για χρεοκοπία. Όταν παίρνει την τιμή 0, το αποτέλεσμα logit είναι χαμηλό, άρα η επιχείρηση είναι υγιής. Ο συντελεστής  $b_j$  των χαρακτηριστικών  $j$ , δείχνει τη συνεισφορά του κάθε χαρακτηριστικού στην πιθανότητα πτώχευσης της επιχείρησης (Zavgren, 1985). Όπως και η διακριτική ανάλυση, έτσι και το λογιστικό μοντέλο, ταξινομεί τις επιχειρήσεις σε χρεοκοπημένες και μη, όμως με βάση το «σκορ» logit τους, μία τιμή, στην οποία κάτω από αυτή η επιχείρηση είναι ασφαλής και πάνω από αυτήν η επιχείρηση θα χρεοκοπήσει.

Για να γίνει χρήση της LA, χρειάζονται δύο υποθέσεις. Αρχικά, για τη μέθοδο, η ανεξάρτητη μεταβλητή πρέπει να είναι διχοτομική. Επίσης το κόστος εσφαλμένης ταξινόμησης, είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψιν όταν ερευνητής αποφασίζει πιο θα είναι το σκορ logit, του λογιστικού μοντέλου. Παρ' όλα αυτά, η μέθοδος έχει αρκετά πλεονεκτήματα που την καθιστούν σημαντικό εργαλείο καθώς δεν απαιτεί την κανονική κατανομή για τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Επίσης, σε αντίθεση με τη DA, δε απαιτεί καμία υπόθεση για τους πίνακες διακύμανσης-συνδιακύμανσης των δύο κατηγοριών.

## 2.4.2 Μοντέλα Τεχνητής νοημοσύνης

### Μηχανές Διανυσμάτων υποστήριξης

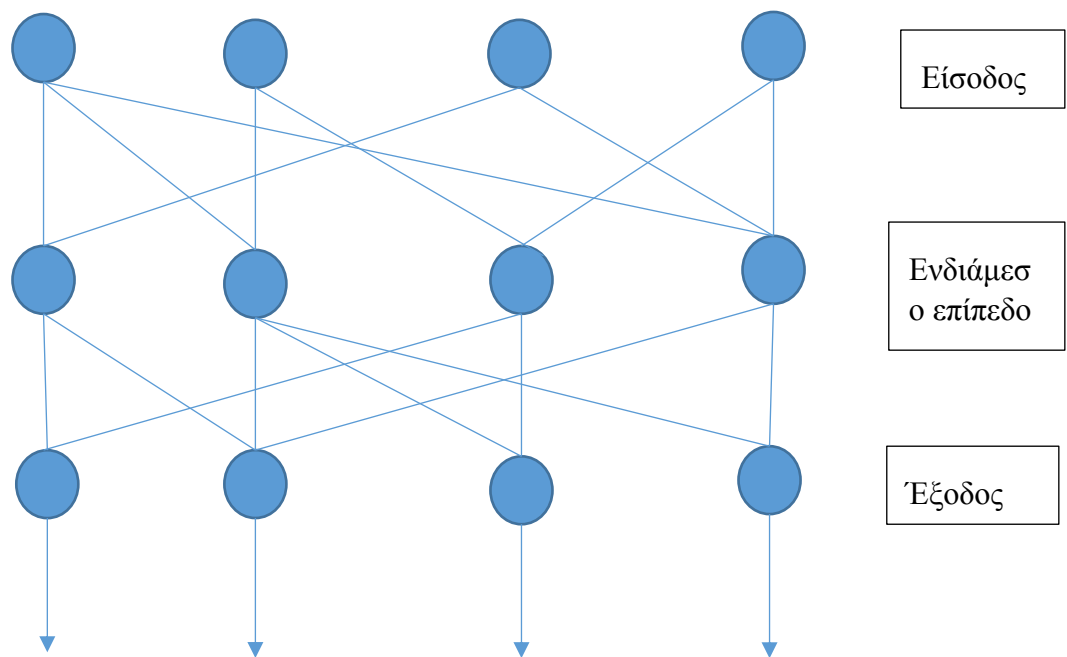
Οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (support vector machines-SVM), αποτελούν μεταγενέστερες μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης και πλέον θεωρούνται καινοτόμες στο πεδίο της Μηχανικής Μάθησης. Οι μέθοδοι χρησιμοποιούν γραμμικά μοντέλα, ώστε να

βρεθεί το βέλτιστο υπερεπίπεδο που θα ταξινομήσει τα δεδομένα στα πλαίσια ενός διχοτομικού προβλήματος. Κάθε επιχείρηση στο τέλος της διαδικασίας έχει ένα 0 ή ένα 1, ανάλογα με το αν ο αλγόριθμός την θεωρεί χρεοκοπημένη ή υγιή. Για την εύρεση του υπερεπίπεδου, χρησιμοποιείται υψηλή μη γραμμική χαρτογράφηση, των διανυσμάτων εισόδου, σε έναν χώρο μεγάλων διαστάσεων (Ravi Kumar & Ravi, 2007). Τα διανύσματα υποστήριξης (support vectors), είναι αυτά τα οποία βρίσκονται κοντά στο υπερεπίπεδο και αυτά που καθορίζουν την τελική ταξινόμηση. Οι μέθοδοι στηρίζονται στην αρχή της ελαχιστοποίησης διαρθρωτικού κινδύνου (Structural risk minimization -SRM), που στην ουσία αποτελεί μια δικλίδα ασφαλείας ώστε τα δεδομένα, να μην εκπαιδευτούν υπερβολικά με το δείγμα εκπαίδευσης και να μην μπορούν να επεξεργαστούν άλλο δείγμα δεδομένων, ακόμα και για μικρά δείγματα (Sun et al, 2014). Η μεθοδολογία των SVM έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για την πρόβλεψη της πτώχευσης και κάποιοι ερευνητές (Min & Lee, 2002) θεωρούν ότι είναι καλύτερη μέθοδος από τις στατιστικές τεχνικές (DA και LA) ακόμα και άλλες τεχνικές μηχανικής μάθησης, όπως τα νευρωνικά δίκτυα. Συχνά τεχνικές SVM χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους, οδηγώντας σε υβριδικά συστήματα πρόβλεψης.

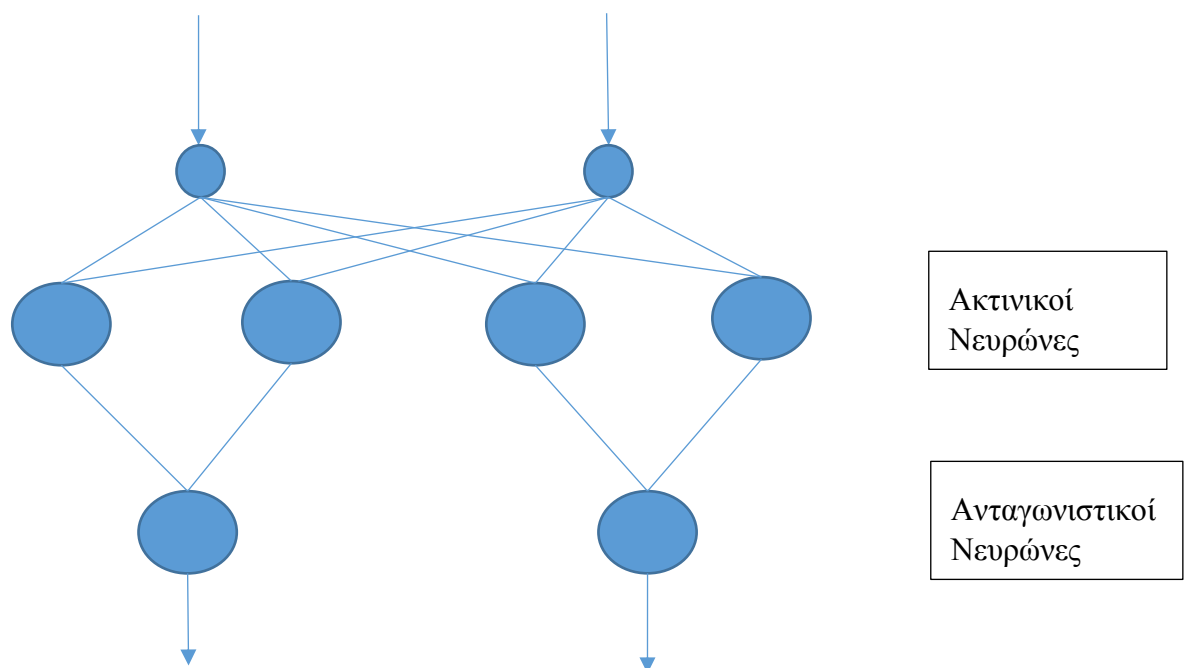
#### Νευρωνικά Δίκτυα

Τα νευρωνικά δίκτυα, προτάθηκαν από τους ερευνητές για την πρόβλεψη πτώχευσης επιχειρήσεων στις αρχές του 1990 (Tam, 1991). Ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο στην ουσία είναι μία απομίμηση του ανθρώπινου νευρωνικού δικτύου. Αποτελείται από μία ομάδα τεχνητών νευρώνων, που συνδέονται μεταξύ τους και επεξεργάζονται πληροφορίες. Για την πρόβλεψη χρεοκοπίας συνήθως χρησιμοποιούνται νευρωνικά δίκτυα με τρία επίπεδα, απλής τροφοδότησης (feed forward), που εκπαιδεύονται με τον αλγόριθμο ανατροφοδότησης του σφάλματος (back-propagation), ή αλλιώς BPNN (Σχήμα 2.1). Το ενδιαμέσο επίπεδο μίας τέτοιας αρχιτεκτονικής νευρωνικού δικτύου, καθορίζει τις σχέσεις μεταξύ των εισόδων και των εξόδων του δικτύου (Odom & Sharda, 1990). Άλλα νευρωνικά δίκτυα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην βιβλιογραφία για την χρεοκοπία των επιχειρήσεων είναι τα πιθανοτικά νευρωνικά δίκτυα (Σχήμα 2.2).

Τα νευρωνικά δίκτυα έγιναν αντικείμενο σύγκρισης με τις άλλες κλασικές μεθόδους πρόβλεψης χρεοκοπίας (LA, DA) και οι περισσότεροι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως δίνουν καλύτερα αποτελέσματα (Fletcher & Goss, 1993, Carlos 1996, Leshno & Spector, 1996). Τα νευρωνικά δίκτυα, υπερτερούν από τις κλασικές μεθόδους, λόγω της δυνατότητάς τους στην «χαρτογράφηση» ανάλογα με τη δομή του κάθε δικτύου και του γεγονότος ότι κατά την διάρκεια επεξεργασίας των δεδομένων, δεν χρειάζονται να υπάρχουν στατιστικές σχέσεις μεταξύ των δεδομένων. Βέβαια, αυτό δεν σημαίνει ότι τα νευρωνικά δίκτυα αποτελούν το αψεγάδιαστο εργαλείο πρόβλεψης. Για την εκπαίδευσή τους, χρειάζεται ένας μεγάλος όγκος δεδομένων, σε αντίθεση με τις κλασικές μεθόδους. Ο όγκος αυτός των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση, μπορούν να προκαλέσουν στο νευρωνικό δίκτυο υπερπροσαρμογή στα δεδομένα (over-fitting) και αυτό καθιστά το δίκτυο άχρηστο για άλλα δεδομένα προς εξέταση. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί σαν μειονέκτημα των νευρωνικών δικτύων η περίπλοκη φύση της μεθόδου και η δυσκολία πολλών να την κατανοήσουν πλήρως.



Σχήμα 2.1: Δομή νευρωνικού δικτύου με τρία επίπεδα, απλής τροφοδότησης



Σχήμα 2.2: Δομή πιθανοτικού νευρωνικού δικτύου

### 2.4.3 Δέντρα αποφάσεων

Το 1986, ο Quinlan, δημιούργησε τον αλγόριθμο ID3 (Iterative Dichotomiser 3), ο οποίος χρησιμοποιείται για να παράγει ένα δέντρο απόφασης, κάνοντας έτσι τα δέντρα αποφάσεων σημαντικό εργαλείο στο πεδίο της μηχανικής μάθησης (machine learning).

Ο αλγόριθμος αυτός, υπολογίζει την εντροπία των μεταβλητών και χρησιμοποιεί τις τιμές της για να μετρήσει τη διακριτική δύναμη των μεταβλητών. Αφού έχει γίνει αυτό, χρησιμοποιεί τις μετρήσεις, ώστε να κατηγοριοποιήσει τις επιχειρήσεις.

Τα δέντρα αποφάσεων είναι αυτά που καθορίζουν τους κανόνες ιεραρχίας και αυτό γίνεται σύμφωνα με τους Jeng et al. (1997), με απλές ευρετικές μεθόδους. Εάν ένα χαρακτηριστικό κριθεί σημαντικότερο από ένα άλλο, τοποθετείται σε υψηλότερα επίπεδα του δέντρου απόφασης και αξιολογείται πρώτο. Πρόσφατα έχουν αναπτυχθεί και μεθοδολογίες ανάπτυξης σύνθεσης δέντρων αποφάσεων. Τα δέντρα αποφάσεων που διαμορφώνονται με σύνθετους τρόπους συχνά αναφέρονται ως “boosted”

Όπως και κάθε άλλη μέθοδος για την πρόβλεψη της πτώχευσης επιχειρήσεων έτσι και τα δέντρα αποφάσεων έχουν συγκριθεί με τις διάφορες άλλες μεθόδους. Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι τα δέντρα αποφάσεων μπορούν να δώσουν καλύτερα αποτελέσματα από τη διακριτική ανάλυση (Gepp et al, 2010). Σε σύγκριση με τη λογιστική παλινδρόμηση (LA), μετά από εφαρμογή σε εταιρίες στην Ταιβάν, αποδείχθηκε ότι δεν υπερτερούσαν σε όλες τις περιπτώσεις. Η λογιστική παλινδρόμηση έδειχνε καλύτερα αποτελέσματα σε μεσοπρόθεσμο ορίζοντα, ενώ τα δέντρα έδιναν καλύτερα αποτελέσματα σε βραχυπρόθεσμες περιόδους πρόβλεψης (Chen, 2011). Τέλος, δεν έλλειψε και η σύγκρισή τους με τα νευρωνικά δίκτυα και μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, στις οποίες δεν είχαν πλήρη κυριαρχία. Τα αποτελέσματα των δέντρων ήταν καλύτερα μόνο για συγκεκριμένες εταιρίες στις ΗΠΑ (Olson et al., 2012).

#### **2.4.4 Πολυκριτήρια Ανάλυση αποφάσεων**

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων (Multicriteria Decision Aiding), στηρίζεται στο γεγονός ότι για την λήψη μίας απόφασης, πολλές φορές λαμβάνονται υπόψιν πολλοί παράγοντες. Η διαδικασία αυτή είναι περίπλοκη και οι παράγοντες που οδηγούν στη λήψη της είναι εκτός από ποσοτικοί και ποιοτικοί. Το πεδίο της πολυκριτήριας ανάλυσης βασίστηκε στα χαρακτηριστικά αυτά και αρχικά στάδια γέννησής του αποσκοπούσαν στον συνδυασμό τους σε ένα κριτήριο και στην έννοια της αποτελεσματικότητας του κριτηρίου αυτού (Pareto, 1896). Ο τομέας έχει αναπτυχθεί αρκετά με τα χρόνια και τις διαφορετικές απόψεις και προσεγγίσεις των ερευνητών και έχει χωριστεί σε δύο σχολές. Η πρώτη είναι η Αμερικανική Σχολή (Πολυκριτήρια Ανάλυση Λήψης Αποφάσεων) που δέχεται την συνάρτηση και τα βάρη χρησιμότητας και την Ευρωπαϊκή σχολή (Πολυκριτήρια Ανάλυση Υποστήριξης Αποφάσεων) που αντιμετωπίζει τα προβλήματα σφαιρικότερα (Χρησοβαλάντης, Δούμπος και Ζοπουνίδης, 2006).

Στον τομέα της πρόβλεψης πτώχευσης η πολυκριτήρια ανάλυση έχει προσφέρει σημαντικές μεθόδους και αποτελέσματα. Δύο από αυτές τις μεθόδους που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι η UTADIS (Utilities Additives Discriminantes) και η MHDIS (Multi-group Hierarchical Discrimination). Η πρώτη δημιουργήθηκε από του Jacket-Lagreze και Siskos (1982) και αποτελεί μία παραλλαγή της οικογένειας μεθόδων UTA. Η UTADIS είναι μέθοδος ταξινόμησης των εναλλακτικών στην λήψη μίας απόφασης με ελάχιστη έως καθόλου συμμετοχή του ενδιαφερόμενου στην λήψη της ίδιας της

απόφασης. Η εξίσωση που δίνει την προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας μίας εναλλακτικής  $x_j$  ( $U(g)$ ) είναι η εξής:

$$U(g) = u_1(g_1) + u_2(g_2) + \dots + u_n(g_n) \quad (2.4)$$

Όπου,  $u_i(g_i)$  είναι η μερική χρησιμότητα του κριτηρίου  $g_i$ . Οι κατηγορίες που θα ταξινομήσει η μέθοδος τις εναλλακτικές είναι καθορισμένες και πάντα από τις κατηγορίες  $C_1, C_2, C_3 \dots C_k$ , η  $C_1$  είναι η καλύτερη.

Η δεύτερη μέθοδος η MHDIS (Douplos και Zorounidis, 2001, Douplos et al, 2002) είναι και αυτή μέθοδος ταξινόμησης και εκτός από την πολυκριτήρια ανάλυση, χρησιμοποιεί και τεχνικές μαθηματικού προγραμματισμού. Η ταξινόμηση των εναλλακτικών γίνεται μέσω της ανάπτυξης ενός συνόλου συναρτήσεων προσθετικής χρησιμότητας (Χρησοβαλάντης, Δούμπος και Ζοπουνίδης, 2006). Οι εναλλακτικές του αποφασίζουντα έχουν κριτήρια και ο σκοπός είναι μέσω της μεθόδου η ταξινόμησή τους σε καθορισμένες κατηγορίες. Στην περίπτωση της πρόβλεψης πτώχευσης επιχειρήσεων οι κατηγορίες είναι πτωχευμένες και μη πτωχευμένες. Οι επιχειρήσεις ταξινομούνται στις κατηγορίες ανάλογα με την «βαθμολογία» τους στα κριτήρια  $g$ , τα οποία μπορεί να μην έχουν την ίδια σημαντικότητα. Η συνάρτηση χρησιμότητας της μεθόδου είναι:

$$U^k(g) = u_1^k(g_1) + u_2^k(g_2) + \dots + u_n^k(g_n)$$

Όπου  $u_{ki}(g_i)$  είναι η μερική χρησιμότητα για την κάθε εναλλακτική στην εκάστοτε κατηγορία (πτωχευμένες και μη πτωχευμένες), βάση των κριτηρίων αξιολόγησης.

#### 2.4.5 Απαραίτητα κριτήρια για τα μοντέλα πρόβλεψης χρεοκοπίας

Ένα μοντέλο πρόβλεψης χρεοκοπίας, για να συνδράμει στον τομέα και να είναι χρήσιμο εργαλείο για τους ερευνητές, τους οικονομολόγους αλλά και τους επιχειρηματίες που το χρειάζονται, πρέπει να είναι αποτελεσματικό. Για να το επιτύχει αυτό είναι απαραίτητο να τηρεί κάποια κριτήρια που να εξυπηρετούν τον σκοπό για τον οποίο το χρησιμοποιεί ο χρήστης. Από τους προαναφερθέντες ο καθένας έχει διαφορετικά ενδιαφέροντα και ζητάει κάτι άλλο από το εκάστοτε μοντέλο. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν από τους αναλυτές κατά την ανάπτυξη των μοντέλων. Ο οικονομολόγος παραδείγματος χάριν, μπορεί να ενδιαφέρεται περισσότερο για την ακρίβεια του. Ο επιχειρηματίας όμως, επιθυμεί να μάθει και την πορεία γενικά της επιχείρησής του, αλλά και τις αδυναμίες της ώστε να μπορεί να αντιδράσει για την αποφυγή χρηματοοικονομικών δυσκολιών που οδηγούν στην χρεοκοπία. Πάνω από όλα όμως το μοντέλο πρέπει να έχει την δυνατότητα να προβλέψει την πτώχευση ή μη της επιχείρησης. Πολλοί ερευνητές, έχουν προσπαθήσει να καθορίσουν τα κριτήρια αυτά που θα καθορίσουν την σημαντικότητα και την αποτελεσματικότητα του μοντέλου, όμως οι Alaka et al. (2017) έκαναν σύνοψη της βιβλιογραφίας και κατέληξαν σε 13 κριτήρια που μπορούν να χωριστούν σε 3 κατηγορίες:

- Κριτήρια που έχουν να κάνουν με τα αποτελέσματα,
- Κριτήρια που αφορούν τα δεδομένα,
- Κριτήρια σχετικά με τα χαρακτηριστικά των εργαλείων που χρησιμοποιούνται

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν 3 κριτήρια, η ακρίβεια του μοντέλου, η διαφάνεια των αποτελεσμάτων και το μη-ντετερμινιστικό αποτέλεσμα. Η ακρίβεια, αφορά την ικανότητα του μοντέλου να τοποθετήσει μία επιχείρηση στην σωστή κατηγορία. Από αυτήν πηγάζουν και τα σφάλματα «τύπου Ι» και «τύπου ΙΙ» . Το πρώτο αφορά την λανθασμένη τοποθέτηση μίας χρεοκοπημένης εταιρίας σαν υγιή και το δεύτερο την λανθασμένη τοποθέτηση μίας υγιούς επιχείρησης σαν χρεοκοπημένη. Στον πίνακα 2.9, φαίνονται οι υψηλότερες ακρίβειες που έχουν καταγραφεί για κάθε μέθοδο, από την συλλογική έρευνα των Alaka et al. Η MDA, έχει την χαμηλότερη ακρίβεια από τις μεθόδους και η SVM την υψηλότερη.

Πίνακας 2.9: Υψηλότερα ποσοστά Ακρίβειας σε έρευνες (Πηγή: Alaka et al, 2017)

Σκοπός έρευνας στην οποία καταγράφηκε η Ακρίβεια	Χρονολογία	Συγγραφέας	Μέθοδος	Ποσοστό Ακρίβειας
Πρόταση Υβριδικού Μοντέλου	2011	De Andres, Lorca, de Cos Jues and Sanchez-Lasheras	MDA	91.44
Σύγκριση Μεθόδων	2011	Kim	SVM	95.95
Δημιουργία μοντέλου για εταιρίες χαρτιού στις ΗΠΑ	2013	Ho, McCarthy, Yang and Ye	Logit	93
Σύγκριση Νευρωνικών Δικτύων με άλλες μεθόδους	2013	Kasgari et al	Νευρωνικά Δίκτυα	94.11
Σύγκριση επιλογέων χαρακτηριστικών	2013	Liang et al	Δέντρα Αποφάσεων	92.98

Η διαφάνεια των αποτελεσμάτων, αφορά τα αποτελέσματα να μπορούν να περιλαμβάνουν και το «που πηγαίνει» η επιχείρηση, δηλαδή ποια θα είναι η πορεία της και σε ποιους τομείς είναι αδύναμη ώστε να γίνουν προσπάθειες για βελτίωση. Τέλος το μη-ντετερμινιστικό αποτέλεσμα, αφορά στην αδυναμία ενός μοντέλου να εντάξει μία

επιχείρηση σε μία κατηγορία. Αυτό συμβαίνει συνήθως στα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης και δεν έχει παρατηρηθεί σε μοντέλα που χρησιμοποιούν στατιστικές τεχνικές.

Στην δεύτερη κατηγορία, δηλαδή στα κριτήρια που αφορούν τα δεδομένα ανήκουν 5 από τα 13 κριτήρια. Αυτά είναι το μέγεθος του δείγματος, η διασπορά των δεδομένων, η επιλογή των μεταβλητών, η πολυσυγγραμμικότητα και ο τύπος των μεταβλητών. Το μέγεθος του δείγματος αφορά στην εύρεση του ιδανικού μεγέθους του δείγματος για τη βέλτιστη λειτουργία των εργαλείων. Το μέγεθος του δείγματος είναι σημαντικό και μπορεί να επηρεάσει το μοντέλο αρκετά. Για μεγάλα δείγματα είναι καλύτερα τα νευρωνικά δίκτυα και η DA, ενώ για μικρά η SVM. Η διασπορά των δεδομένων αναφέρεται στην ικανότητα του μοντέλου να χειρίζεται δεδομένα με ίση ή άνιση διασπορά. Η DA είναι ευαίσθητη σε άνιση διασπορά δεδομένων (Jo & Han & Lee, 1997). Η πολυσυγγραμμικότητα αναφέρεται στην ευαισθησία του μοντέλου σε συγγραμμικές μεταβλητές. Η πιο ευαίσθητη μέθοδος στην συγγραμμικότητα είναι η Logit. Ο τύπος της μεταβλητής αναφέρεται στην ικανότητα του εργαλείου να αναλύσει ποσοτικές και/η ποιοτικές μεταβλητές. Τα νευρωνικά δίκτυα και η SVM μπορούν να αναλύσουν και τους δύο τύπους, ενώ τα δέντρα αποφάσεων ποιοτικές. Τέλος, η επιλογή μεταβλητών αναφέρεται στο ποια είναι η καλύτερη μέθοδος για την επιλογή των μεταβλητών για τη βέλτιστη λειτουργία των εργαλείων.

Στην τρίτη κατηγορία, δηλαδή τα χαρακτηριστικά των εργαλείων ανήκουν 5 από τα 13 κριτήρια. Αυτά είναι οι σχέσεις των μεταβλητών, υποθέσεις που γίνονται από τα εργαλεία, η υπερπροσαρμογή των δεδομένων, η ενημερωσιμότητα των εργαλείων και η ενσωμάτωση. Οι σχέσεις των μεταβλητών αφορούν στην ικανότητα μιας μεθοδολογίας να αναλύει γραμμικές ή μη γραμμικές μεταβλητές. Η DA και η Logit, απαιτούν γραμμική σχέση ανάμεσα στις εξαρτημένες και τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Το κριτήριο υποθέσεις που γίνονται από τα εργαλεία, αναφέρεται στις απαιτήσεις που ένα δείγμα δεδομένων πρέπει να ικανοποιεί, ώστε το εργαλείο με τη σειρά του να έχει βέλτιστη απόδοση. Όπως και αναφέρθηκε, η DA είναι μία μέθοδος που στηρίζεται σε πολλές υποθέσεις. Οι απαιτήσεις ενός μοντέλου μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στον ερευνητή αλλά και λανθασμένα αποτελέσματα. Η υπερπροσαρμογή στα δεδομένα εκπαίδευσης, αφορά το φαινόμενο στο οποίο η μέθοδος παρέχει καλά αποτελέσματα μόνο στο δείγμα που έχει χρησιμοποιηθεί για να την εκπαιδεύσει. Αυτό είναι συχνό φαινόμενο στις μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης (Νευρωνικά Δίκτυα, SVM, δέντρα απόφασης) και ο πιο απλός τρόπος για να αντιμετωπιστεί είναι να υπάρχει ένα δείγμα επαλήθευσης, για να είναι δυνατόν να γίνει έλεγχος αν το μοντέλο έχει προσαρμοστεί υπερβολικά στα δεδομένα. Η ενημερωσιμότητα των εργαλείων, θίγει το ερώτημα πόσο εύκολα το εργαλείο μπορεί να ενημερωθεί με νέα δεδομένα και εάν είναι το ίδιο αποτελεσματικό με αυτά. Τέλος, η ενσωμάτωση αφορά την ευκολία με την οποία το μοντέλο μπορεί να συνδυαστεί με ένα άλλο για την δημιουργία ενός υβριδικού μοντέλου. Τα νευρωνικά δίκτυα, η SVM, τα δέντρα απόφασης και η Logit έχουν δυνατότητα ενσωμάτωσης με άλλα μοντέλα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### Έρευνες Μονοδιάστατης στατιστικής

Η πρόβλεψη χρεοκοπίας πλέον είναι ένας τομέας πλούσιος σε ερευνητικό υλικό, με πολλές δημοσιευμένες έρευνες από την δεκαετία του 1930, με τα θέματα των ερευνών να είναι πολλά, από αξιολογήσεις και συγκρίσεις μεθόδων μέχρι αποτελέσματα των μεθόδων σε συγκεκριμένους επιχειρηματικούς κλάδους. Ο κλάδος όμως στην ουσία «γεννήθηκε» με την δημοσίευση του «Γραφείου Έρευνας Επιχειρήσεων» (Bureau of Business Research-BRB) και την χρήση των χρηματοοικονομικών δεικτών σαν μέθοδο πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων.

Οι έρευνες πριν το 1966, είναι λίγες όμως έθεσαν τα θεμέλια για τις μεταγενέστερες μεθόδους πρόβλεψης χρεοκοπίας. Ενώ η χρήση των χρηματοοικονομικών δεικτών ήταν η μόνη μέθοδος που ήταν διαθέσιμη, οι ερευνητές της εποχής φαίνεται να έχουν διαφορετικές απόψεις ως προς ποιοι δείκτες είναι σημαντικοί και αξίζει να εξετάζονται σε θέματα πρόβλεψης πτώχευσης. Ο δείκτης που «δίδαξε» τους ερευνητές της εποχής είναι ο «γενικός δείκτης ρευστότητας». Ο FitzPatrick (1932) και οι Smith και Winakor (1935), κατηγοριοποίησαν τον δείκτη ως μη σημαντικό για την πρόβλεψη πτώχευσης. Οι δύο έρευνες, βέβαια δεν συμφωνούσαν στους σημαντικούς δείκτες πρόβλεψης πτώχευσης. Ο πρώτος σημείωσε την σημαντικότητα των Καθαρή Αξία/Υποχρεώσεις και Καθαρά Κέρδη/Καθαρή αξία ενώ οι δεύτεροι την σημαντικότητα του Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού. Αξίζει να σημειωθεί ότι η έρευνα του FitzPatrick αποτελούνταν από ένα μικρό δείγμα από πτωχευμένες και μη επιχειρήσεις ενώ το δείγμα των Smith κι Winakor, αποτέλεσε μία «συνέχεια» τις έρευνας του 1930 του BRB και αποτελούνταν μόνο από πτωχευμένες επιχειρήσεις και ήταν μεγαλύτερο (183 επιχειρήσεις). Ο Merwin (1942) και ο Jakendoff (1962) συμφωνούν στην σημασία του «γενικού δείκτη ρευστότητας» για την πρόβλεψη πτώχευσης αλλά και στην σημαντικότητα του δείκτη Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού. Ο Merwin πρόσθεσε ακόμα στους σημαντικούς δείκτες και των δείκτη Καθαρή Αξία/Χρέη. Ο Chudson (1945) έκανε μία σημαντική προσθήκη στα ευρήματα του κλάδο καθώς υπέθεσε πως η χρήση ενός μοντέλου για διαφορετικούς βιομηχανικούς κλάδους ίσως να είναι λανθασμένη και πως ίσως χρειάζονται μοντέλα σχεδιασμένα για συγκεκριμένους βιομηχανικούς κλάδους.

Ο Beaver (1966), προσπάθησε να βρει το ποσοστό επιτυχίας κάθε δείκτη στην πρόβλεψη της χρεοκοπίας (βλέπε κεφάλαιο 2) και στην ουσία να προβλέψει την πορεία της επιχείρησης. Οι προκάτοχοί του, έλεγχαν τις τιμές των δεικτών και προσπαθούσαν να βρουν τα χαρακτηριστικά των πτωχευμένων επιχειρήσεων, ενώ ο Beaver προσπάθησε

να δημιουργήσει ένα μοντέλο που θα ταξινομούσε τις επιχειρήσεις σε πτωχευμένες και μη, με την χρήση των χρηματοοικονομικών δεικτών. Ήταν ο πρώτος ερευνητής που πρότεινε την χρήση πολλών δεικτών ταυτοχρόνως για την πρόβλεψη της πτώχευσης. Την ίδια χρονιά με τον Beaver, ο Tamarit (1966), δημοσίευσε μία έρευνα με μοντέλα πρόβλεψης με την χρήση χρηματοοικονομικών δεικτών βασιζόμενα στην έννοια του ρίσκου, που ήταν πιο κατανοητά και ευκολότερα στην χρήση από αυτά του προκατόχου του. Έφτιαξε ένα σύστημα «πόντων», από το 0 έως το 100 που αποτελούνταν από διάφορους χρηματοοικονομικούς δείκτες. Οι επιχειρήσεις με υψηλότερο σκορ ήταν και όλο και πιο απίθανο να πτωχεύσουν. Οι δείκτες που χρησιμοποιούνταν δεν είχαν όλοι το ίδιο βάρος, ο κάθε δείκτης είχε υψηλότερο ή χαμηλότερο ανάλογα με την σημαντικότητά του. Οι Moses και Liao (1987) πρότειναν ένα άλλο μοντέλο με την έννοια του ρίσκου. Όμως στο δικό τους σύστημα πόντων υπήρχε όριο στο οποίο μία επιχείρηση θεωρούνταν πτωχευμένη ή μη. Στην ουσία υπήρχε διχοτόμηση στο δείγμα και όχι κατάταξη όπως στο μοντέλο του Tamarit.

Οι πιο δημοφιλείς δείκτες στην βιβλιογραφία είναι:

- Ιδία κεφάλαια/Σύνολο του Ενεργητικού
- Γενικός Δείκτης Ρευστότητας
- Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο του Ενεργητικού
- Αποτελέσματα εις νέο/Σύνολο του Ενεργητικού
- Καθαρά κέρδη πριν από τόκους και φόρους/Σύνολο του Ενεργητικού
- Πωλήσεις/Σύνολο του Ενεργητικού
- Δείκτης Άμεσης Ρευστότητας (Quick Ratio)
- Υποχρεώσεις/ Σύνολο του Ενεργητικού
- Απαιτήσεις/ Σύνολο του Ενεργητικού
- Ιδία Κεφάλαια/ Καθαρή Αξία

#### **Πολυδιάστατη στατιστική-διακριτική ανάλυση**

Οι περισσότερες και οι πιο σημαντικές έρευνες στην βιβλιογραφία του τομέα, χρησιμοποιούν μεθόδους πολυδιάστατης στατιστικής. Η αρχή έγινε με τον Altman (βλέπε κεφάλαιο 2) και το μοντέλο του Z (Z-score model), που χρησιμοποιούσε την μέθοδο της διακριτικής ανάλυσης (DA). Μετά την έρευνά του, πολλοί ερευνητές χρησιμοποίησαν την μέθοδο και σύγκριναν τα αποτελέσματά της με αυτά άλλων μεθόδων.

Οι Karels και Prakash (1987), χρησιμοποίησαν ένα τυχαίο δείγμα 50 εταιριών που τους παρείχε μία εταιρία στατιστικών με το σκοπό την κατηγοριοποίησή τους σε πτωχευμένες και μη ώστε να ελέγξουν κάποια σημεία που αφορούσαν την DA και να χρησιμοποιήσουν τους χρηματοοικονομικούς δείκτες της μεθόδου για σύγκριση με άλλες μελέτες. Εξέτασαν την κανονικότητα των χρηματοοικονομικών δεικτών που χρησιμοποιεί η μέθοδος. Εάν δεν ήταν κανονικοί, εξέτασαν το σενάριο να ήταν σχεδόν κανονικοί ή πολυμεταβλητοί. Τα αποτελέσματα έδειξαν σωστή ταξινόμηση 96% για μη πτωχευμένες επιχειρήσεις και 54.5% για πτωχευμένες.

Στην Ελλάδα, οι Papoulias και Theodossiou (1992), ανέλυσαν ελληνικές επιχειρήσεις που ήταν τότε πρόσφατα πτωχευμένες και δημιούργησαν μοντέλα για την εύρεση των επιχειρήσεων που αντιμετώπιζαν οικονομικές δυσκολίες. Για την ανάπτυξη των μοντέλων τους χρησιμοποίησαν διακριτική ανάλυση, λογιστική παλινδρόμηση και μοντέλα Probit. Πρότειναν τα μοντέλα τους για χρήση από το ελληνικό τραπεζικό σύστημα, επενδυτές που επιθυμούν να επενδύσουν στην Ελλάδα, εταιρίες, την ευρωπαϊκή οικονομική κοινότητα, καθώς και άλλες χώρες. Επίσης θεώρησαν τα μοντέλα τους σαν ενισχυτές των εργαλείων που χρησιμοποιούνται από επενδυτές εγχώρια και μη για την μέτρηση του κινδύνου αφερεγγυότητας των ελληνικών επιχειρήσεων.

Οι Maggina και Tsaklanganos (2012), στην έρευνά τους χρησιμοποίησαν επιχειρήσεις από το ελληνικό χρηματιστήριο και προσπάθησαν να προβλέψουν την πορεία του ενεργητικού των επιχειρήσεων. Ενώ προηγούμενες έρευνες αποσκοπούσαν στον διαχωρισμό των επιχειρήσεων σε πτωχευμένες και μη, αυτή η έρευνα τις διαχώρισε σε επιχειρήσεις με θετική ανάπτυξη του ενεργητικού (των περιουσιακών στοιχείων) και σε επιχειρήσεις με αρνητική ανάπτυξη των περιουσιακών στοιχείων. Για την εξέταση της αξιοπιστίας των μοντέλων τους χρησιμοποίησαν διακριτική ανάλυση και το μοντέλο logit. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως για μεγάλες εταιρίες η αύξηση του ενεργητικού είναι προβλέψιμη κατά 87,5%. Το ποσοστό αυτό το θεώρησαν υψηλό σε σύγκριση με άλλες έρευνες πάνω στην πρόβλεψη της πτώχευσης.

Η δεκαετία του 1990 έφερε στο προσκήνιο την σύγκριση της διακριτικής ανάλυσης με τα νευρωνικά δίκτυα και είναι φυσικά λογικό, καθώς η πρώτη αποτελεί την πιο διάσημη μέθοδο πρόβλεψης και τα νευρωνικά τότε αποτελούσαν έναν νέο ανεξερεύνητο επιστημονικό εργαλείο. Το 1993 και το 1994 σε δύο διαφορετικές έρευνες, οι Sharda και Wilson, σύγκριναν την διακριτική ανάλυση με νευρωνικά δίκτυα που εκπαιδεύονται με τον αλγόριθμο ανατροφοδότησης του σφάλματος (back-propagation, BPNN) για τεχνικές επανάληψης δειγματοληψίας (1993) και για πτώχευση επιχειρήσεων (1994). Για την επίτευξη της σύγκρισης χρησιμοποίησαν τους πέντε δείκτες του Altman (βλέπε κεφάλαιο 2) από την μεριά της διακριτικής ανάλυσης και από την μεριά των νευρωνικών δικτύων χρησιμοποίησαν νευρωνικά BPNN με 5 κόμβους εισόδου και δέκα κρυφούς κόμβους. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα νευρωνικά δίκτυα υπερτερούσαν της DA σε όλες τις περιπτώσεις με όλα τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν. Την ίδια χρονιά, οι Tsukuda και Baba (1994) έκαναν και αυτοί την σύγκριση των δύο μεθόδων στην πρόβλεψη πτώχευσης των επιχειρήσεων (αλλά το νευρωνικό τους δίκτυο BPNN είχε ένα κρυφό στρώμα) και κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα, πως τα νευρωνικά υπερτερούν της διακριτικής ανάλυσης. Δύο χρόνια μετά οι Leshno και Spector (1996), δημοσίευσαν μία έρευνα, στην οποία δεν σύγκριναν μόνο ένα τύπο νευρωνικών δικτύων με την DA αλλά διαφορετικούς τύπους νευρωνικών δικτύων και όχι μόνο προς την ικανότητα πρόβλεψης. Σύγκριναν τις μεθόδους επίσης μεταξύ άλλων και ως προς εύρος των δεδομένων και των αριθμό επαναλήψεων. Οι δείκτες που χρησιμοποίησαν περιλάμβαναν και αυτούς του Altman (1968) και το αποτέλεσμα της έρευνας και συμφώνησε με αυτό τον προκατόχον του και το διεύρυνε και σε άλλα είδη νευρωνικών δικτύων.

Την ίδια χρονιά οι Lee et al.(1996) αντί να συγκρίνουν απλά τις δύο μεθόδους σύγκριναν μία μέθοδο υβρίδιο της DA με νευρωνικά BPNN με την DA και μία μέθοδο υβρίδιο με νευρωνικά BPNN αλλά με την βοήθεια του αλγορίθμου ID3 (βλέπε κεφάλαιο

2) με τον αλγόριθμο ID3. Το δείγμα τους περιελάμβανε εταιρίες από το χρηματιστήριο της Κορέας και 57 οικονομικές μεταβλητές. Και στις δύο συγκρίσεις το υβριδικό μοντέλο υπερτέρησε της απλής μεθόδου. Υβριδικό μοντέλο νευρωνικών δικτύων με την DA πρότειναν και οι Markevichious et al (2006) αλλά το νευρωνικό δίκτυο ήταν εκμάθησης χωρίς επιτήρηση (unsupervised learning artificial neural network), δηλαδή τα δεδομένα μπαίνουν στο νευρωνικό χωρίς να έχουν χαρακτηριστεί. Το μοντέλο του είχε 92.35% επιτυχία.

Η σύγκριση των νευρωνικών με την διακριτική ανάλυση συνεχίστηκε και μετά το 2000, με την έρευνα των Swicegood και Clark (2001), οι οποίοι σύγκριναν μεθόδους DA με νευρωνικά δίκτυα BPNN, για την πρόβλεψη της πτώχευσης στον τραπεζικό τομέα. Το δείγμα τους χωριζόταν σε κοινοτικές και περιφερειακές τράπεζες. Η DA ταξινομήσε σωστά το 86.4% των περιφερειακών τραπεζών και το 79.5% των κοινοτικών. Σε αντίθεση με τις προηγουμένως δημοσιευμένες έρευνες τα νευρωνικά δίκτυα είχαν λίγο χειρότερο ποσοστό σωστής ταξινόμησης με 81.4% στις περιφερειακές και 78.25% στις κοινοτικές τράπεζες. Όμως, κατέληξαν στο ότι τα νευρωνικά είχαν καλύτερα αποτελέσματα από δύο άλλα μοντέλα στην ταξινόμηση των χρεοκοπημένων τραπεζών.

Οι Obaid και Zaabi (2011), αποτέλεσαν τους πρώτους ερευνητές που χρησιμοποίησαν το μοντέλο Z σε Ισλαμικές τράπεζες ως μέτρο μέτρησης του πιστωτικού κινδύνου. Ο σκοπός της έρευνάς του ήταν να εξετάσουν τις οικονομικές επιδόσεις των Ισλαμικών τραπεζών στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και να προτείνουν στον κλάδο αυτό το μοντέλο του Altman σαν εργαλείο πρόβλεψης πιθανών επιδείνωσης στην οικονομική επίδοσή τους. Χρησιμοποίησαν το μοντέλο για τον υπολογισμό του σκορ Z των τελευταίων 3 χρόνων και το σύγκριναν με το αντίστοιχο του τελευταίου χρόνου. Στα συμπεράσματά τους αναφέρουν πως το μοντέλο μπορεί να φανεί αρκετά χρήσιμο για τις τράπεζες, για να βελτιώσουν τις τιμές των δεικτών τους, αλλά και να το χρησιμοποιήσουν και σαν εργαλείο εύρεσης των πιο αξιόπιστων επιχειρήσεων για επένδυση.

#### **Πολυδιάστατη στατιστική-Λογιστική παλινδρόμηση**

Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους ερευνητές για την πρόβλεψη της πτώχευσης την δεκαετία του 1970. Από τότε έχει γίνει αποδεκτή μέθοδος για την πρόβλεψη και έχει αποτελέσει αντικείμενο σύγκρισης με τις υπόλοιπες μεθόδους. Ο Ohlson (1980), χρησιμοποίησε το μοντέλο Logit για να περιγράψει την σχέση που υπάρχει ανάμεσα στους χρηματοοικονομικούς δείκτες και την οικονομική κατάσταση μίας επιχείρησης. Στην έρευνά του υποστήριξε πως το logit μοντέλο, αποτελεί λογικότερη επιλογή από την διακριτική ανάλυση για την πρόβλεψη της πτώχευσης.

Η Zavgreva (1985), χρησιμοποίησε ανάλυση παραγόντων (factor analysis), για να πάρει τις ανεξάρτητες μεταβλητές που της χρειάστηκαν για την χρήση της Logit για την ανάπτυξη ενός μοντέλου για την πρόβλεψη της πτώχευσης έως και 5 χρόνια πριν την ίδια την πτώχευση. Στο δείγμα της χρησιμοποίησε επιχειρήσεις από τον βιομηχανικό τομέα στις ΗΠΑ.

Οι Tseng και Lee (2005), πρότειναν ένα τετραγωνικό μοντέλο Logit για την πρόβλεψη της πτώχευσης. Το μοντέλο τους χρησιμοποιούσε τετραγωνικό προγραμματισμό για την αντιμετώπιση των μεταβλητών που δίνουν δυαδικό αποτέλεσμα στην λογιστική παλινδρόμηση και έδειξε βελτιωμένα αποτελέσματα σε σχέση με την διακριτική ανάλυση.

Οι Kolar et al (2002), κατασκεύασαν ένα μοντέλο βασισμένο στην λογιστική παλινδρόμηση και αποσκοπούσε ως ένα εργαλείο πρόωρης πρόβλεψης του κινδύνου της χρεοκοπίας για μεγάλες αμερικανικές τράπεζες. Για έναν χρόνο πριν την πτώχευση το μοντέλο τους πρόβλεψε σωστά πάνω από το 96% των τραπεζών, ενώ για τον δεύτερο χρόνο το ποσοστό έπεσε κατά μόνο 1%. Το δείγμα των τραπεζών δεν χρησιμοποιήθηκε ολόκληρο για την εφαρμογή του μοντέλου τους και αυτό αποτέλεσε μειονέκτημα καθώς όταν στο δείγμα χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο logit και όχι το μοντέλο τους το ποσοστό ακριβείας ήταν 100% και για 1 και για 2 χρόνια πριν την πτώχευση. Βέβαια στα συμπεράσματα της έρευνας αναφέρθηκε πως το μοντέλο των ερευνητών είχε καλύτερα αποτελέσματα στα σφάλματα τύπου I και τύπου II.

Οι Zhang et al. (1997) στην έρευνά τους, σε ένα δείγμα 220 επιχειρήσεων, που είχε σκοπό την κατανόηση του ρόλου των νευρωνικών δικτύων στην πρόβλεψη της πτώχευσης συμπέραναν πως τα νευρωνικά δίκτυα δίνουν καλύτερα αποτελέσματα από την λογιστική παλινδρόμηση. Μάλιστα η υπεροχή των νευρωνικών δικτύων δεν ήταν μόνο στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για εκπαίδευση αλλά και στα υπόλοιπα δεδομένα. Σύγκριση της απόδοσης λογιστικής παλινδρόμησης με αυτή των νευρωνικών δικτύων έκαναν οι Lee et al (2005). Εκτός από την λογιστική παλινδρόμηση, σύγκριναν και την απόδοση της διακριτικής ανάλυσης με την αντίστοιχη των νευρωνικών. Το δείγμα τους αποτελούνταν από κορεάτικες επιχειρήσεις και κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τα νευρωνικά δίκτυα υπερτερούσαν έναντι των άλλων μοντέλων. Τα νευρωνικά που χρησιμοποίησαν ήταν νευρωνικά που εκπαιδεύονται με τον αλγόριθμο ανατροφοδότησης του σφάλματος. Από την άλλη οι Barniv et al (1997) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τα νευρωνικά δίκτυα BPNN υπερτερούν της λογιστικής ανάλυσης στα περίπλοκα προβλήματα ενώ στα πιο απλά δεν υπήρχε ξεκάθαρα καλύτερο μοντέλο. Οι Spanos et al (1999) σύγκριναν την λογιστική παλινδρόμηση, την διακριτική ανάλυση, το μοντέλο probit με μία μέθοδο γεννήτριας ασαφών κανόνων. Τα δεδομένα τους προέρχονταν από ελληνικές επιχειρήσεις και σύμφωνα με τα αποτελέσματα συμπέραναν πως η μέθοδός τους έδινε καλύτερα αποτελέσματα από τις υπόλοιπες μεθόδους. Η μέθοδός τους έδινε συνολικό σφάλμα 26,16% σφάλμα ενώ οι γραμμική διακριτική ανάλυση, η logit και η probit, 29,35%, 27,15% και 30,63% αντίστοιχα.

#### **Μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης**

Τα νευρωνικά δίκτυα αποτελούν μέχρι σήμερα μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους για την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων όμως οι πρώτοι που τα πρότειναν για την χρήση αυτή ήταν οι Odom και Sharda (1990). Στην έρευνά τους χρησιμοποίησαν νευρωνικά δίκτυα με τρία επίπεδα, απλής τροφοδότησης (feed forward) και σύγκριναν τα αποτελέσματά τους με αυτά της πολυμεταβλητής διακριτικής ανάλυσης. Στο δείγμα τους για εκπαίδευση χρησιμοποίησαν χρηματοοικονομικούς

δείκτες αλλά διαφορετικούς για τις πτωχευμένες επιχειρήσεις και τις μη πτωχευμένες. Τα νευρωνικά δίκτυα έδωσαν ακριβέστερα αποτελέσματα. Στη έρευνά τους βασίστηκαν οι Rahimian et al (1993) και χρησιμοποίησαν τα ίδια δεδομένα και νευρωνικά δίκτυα BPNN με σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητας του αλγορίθμου ανατροφοδότησης του σφάλματος (back-propagation).

Σημαντική συνεισφορά στη χρήση των νευρωνικών δικτύων στα προβλήματα ταξινόμησης που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις αλλά και στην πρόβλεψη πτώχευσής τους έκαναν οι Tam και Kiang (1992). Χρησιμοποίησαν δεδομένα από πτωχευμένες επιχειρήσεις και τα σύγκριναν με τις κλασικές στατιστικές μεθόδους, την λογιστική παλινδρόμηση, τον αλγόριθμο ταξινόμησης του k πλησιέστερων γειτόνων (παραμετρική τεχνική ταξινόμησης) και τα δέντρα αποφάσεων. Στα αποτελέσματά τους φαίνεται πως τα νευρωνικά έχουν ακριβέστερα αποτελέσματα στην ταξινόμηση των πτωχευμένων επιχειρήσεων. Επίσης στην έρευνά τους αναφέρουν αναλυτικά τους περιορισμούς και τις δυνατότητες που παρέχουν τα νευρωνικά δίκτυα.

Σύγκριση των νευρωνικών δικτύων BPNN και της γραμμικής διακριτικής ανάλυσης (LDA) έκαναν και οι Fletcher και Goss (1993). Στην έρευνά τους χρησιμοποίησαν 36 εταιρίες (18 πτωχευμένες και 18 μη πτωχευμένες) και τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα νευρωνικά δίκτυα είχαν ακριβέστερα αποτελέσματα από την LDA κατά 5,4%. Οι Altman et al. (1994) σε ένα δείγμα που αποτελούνταν πάνω από 1000 ιταλικές βιομηχανίες, υγιείς, μη υγιείς και ευάλωτες, με την χρήση δέκα χρηματοοικονομικών δεικτών σύγκριναν την αποτελεσματικότητα των νευρωνικών δικτύων BPNN και της γραμμικής διακριτικής ανάλυσης (LDA) στην ταξινόμηση των επιχειρήσεων που κινδυνεύουν. Στα συμπεράσματά τους διατύπωσαν πως η LDA είχε καλύτερα αποτελέσματα από τα νευρωνικά δίκτυα, οριακά όμως. Από τα νευρωνικά δίκτυα που χρησιμοποίησαν τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσαν τα BPNN με τρία στρώματα και δέκα νευρώνες το κρυφό στρώμα.

Οι Min και Lee (2005), πρότειναν τις μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης για την πρόβλεψη χρεοκοπίας στις επιχειρήσεις και προσπάθησαν να βρουν τις καλύτερες παραμέτρους για την μέθοδο με τα καλύτερα αποτελέσματα. Επίσης σύγκριναν την μέθοδο με την διακριτική ανάλυση, την λογιστική παλινδρόμηση και τα νευρωνικά δίκτυα BPNN. Σύμφωνα με τα συμπεράσματά τους οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης έδιναν καλύτερα αποτελέσματα από τις υπόλοιπες μεθόδους στα δεδομένα που χρησιμοποιούνταν για εκπαίδευση και στο κομμάτι των δεδομένων που χρησιμοποιούνταν ως hold out sample.

### **Πολυκριτήρια ανάλυση**

Οι Γαγάνης, Δούμπος και Ζοπουνίδης (2006), τόνισαν την σημασία της πολυκριτήριας ανάλυσης στην πρόβλεψη πτώχευσης των επιχειρήσεων. Στο δείγμα της έρευνάς τους χρησιμοποίησαν δεδομένα από ελληνικές επιχειρήσεις από τις χρονιές 2001 με 2003 από διάφορους κλάδους και όσον αφορά το μέγεθός τους, ήταν Ανώνυμες Εταιρίες (Α.Ε.) και Εταιρίες Περιορισμένης Ευθύνης (Ε.Π.Ε.). Σε αυτό το δείγμα

εφαρμόστηκαν οι μέθοδοι UTADIS και MHDIS καθώς και γραμμική διακριτική ανάλυση (LDA) και λογιστικό υπόδειγμα πιθανότητας. Στα συμπεράσματά τους αναφέρουν τα υψηλά ποσοστά επιτυχίας στην ταξινόμηση των επιχειρήσεων των μεθόδων UTADIS και MHDIS και πως οι πολυκριτήριες μέθοδοι υπερτερούν έναντι των στατιστικών μεθόδων, είναι πως δεν περιορίζονται από στατιστικούς περιορισμούς και έτσι το κόστος επεξεργασίας του δείγματος είναι μικρότερο. Τέλος τονίζουν την επιτυχία των πολυκριτήριων μεθόδων στις ελληνικές επιχειρήσεις, καθώς λόγω της διαφοροποίησης του πτωχευτικού κώδικα από χώρα σε χώρα, τα αποτελέσματα μπορεί να μην είναι ίδια ή να μην είναι το ίδιο ικανοποιητικά σε δεδομένα άλλων χωρών.

Οι Doumpos et al. (2017), δημιούργησαν ένα μοντέλο βασισμένο στην πολυκριτήρια ανάλυση για την πρόβλεψη πτώχευσης στον ευρωπαϊκό ενεργειακό τομέα. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν αρκετά μεγάλο (πάνω από 130.000 παρατηρήσεις) και συλλέχθηκε από 18 χώρες της Ευρώπης. Έχοντας ένα δείγμα πολλών χωρών, έδωσε την δυνατότητα να ελεγχθεί κατά πόσο τα χαρακτηριστικά της οικονομίας κάθε χώρας αλλά και του ενεργειακού της τομέα επηρεάζουν την βιωσιμότητα των επιχειρήσεων. Στα συμπεράσματά τους αναφέρεται πως είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψιν χαρακτηριστικά του ενεργειακού τομέα της χώρας όπως για παράδειγμα πόσο ανοιχτή είναι η αγορά της και πως η πρόσθεση ονομαστικών μεταβλητών στην πολυκριτήρια ανάλυση μπορεί να διευρύνει την χρήση των μεθόδων αυτών και σε άλλο προβλήματα. Για μελλοντικές κατευθύνσεις, προτείνουν την επέκταση της έρευνας και σε άλλους τομείς που βασίζονται στην ενέργεια όπως ο τομέας της μεταφοράς αλλά και την εισαγωγή χωρών εκτός Ευρώπης.

#### **Άλλες μέθοδοι**

Το 2004 οι Lee και Yeh, χρησιμοποίησαν χρηματοοικονομικούς δείκτες για την πρόβλεψη χρεοκοπίας σε συνδυασμό με δείκτες εταιρικής διακυβέρνησης (Corporate Governance Indicators -CGI). Οι χρηματοοικονομικοί δείκτες που χρησιμοποίησαν αφορούσαν κυρίως την φερεγγυότητα και την κερδοφορία των επιχειρήσεων ενώ οι CGI αφορούσαν την δομή του συμβουλίου της επιχείρησης και την ιδιοκτησία. Τα ευρήματά τους ήταν πως ο συνδυασμός των χρηματοοικονομικών δεικτών και των CGI δημιουργούσε ενισχυμένα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης. Το 2007 ο Wu, χρησιμοποίησε 6 από τους δείκτες που είχε προτείνει ο Altman για την πρόβλεψη πτώχευσης σε συνδυασμό με δείκτες εταιρικής διακυβέρνησης. Το 2010 οι Lin et al, χρησιμοποίησαν μοντέλα Μηχανών Διανυσμάτων υποστήριξης με χρηματοοικονομικούς δείκτες και CGI και κατέληξαν στο συμπέρασμα πως μετά την χρήση των CGI, το μοντέλο είχε αποτελέσματα καλύτερης ακρίβειας. Την ίδια κατεύθυνση πήραν και οι Liang et al, το 2016 με την έρευνά τους σε επιχείρησης στην Ταϊβάν. Χρησιμοποίησαν μοντέλα μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης (SVM) (και άλλα μοντέλα που δεν θα αναφερθούν) ενισχυμένα με αριθμοδείκτες και CGI. Εφάρμοσαν το SVM μοντέλο πολλές φορές, αλλά κάθε φορά με διαφορετικούς δείκτες και κατέληξαν και αυτοί στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός των εργαλείων έδινε καλύτερα αποτελέσματα.

Οι Jones et al (2017), χρησιμοποίησαν ένα δείγμα επιχειρήσεων από τις ΗΠΑ σύγκριναν την απόδοση 16 μοντέλων από την κλασσική στατιστική (διακριτική ανάλυση, λογιστική παλινδρόμηση), μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης (νευρωνικά δίκτυα και μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης) και μοντέλα «νέας εποχής» όπως το AdaBoost στα οποία δεν θα γίνει αναφορά. Για καλύτερα αποτελέσματα χρησιμοποίησαν πολλές διαφοροποιήσεις των δεδομένων και τα αποτελέσματά τους έδειξαν πως τα μοντέλα νέας εποχής είχαν καλύτερα αποτελέσματα από όλα τα υπόλοιπα μοντέλα.

#### **Δημοσιεύσεις βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις**

Οι Balcaen και Ooghe (2006), δημοσίευσαν μία έρευνα με σκοπό την σύνοψη των προβλημάτων και των μειονεκτημάτων που εμφανίζουν οι μέθοδοι πρόβλεψης πτώχευσης και η εφαρμογή τους και είχαν παρατηρηθεί και αναφερθεί προγενέστερα από άλλου ερευνητές. Τα προβλήματα των μεθόδων που συγκέντρωσαν στην έρευνά τους αφορούν είτε τα στατιστικά χαρακτηριστικά των μεθόδων, είτε το γεγονός ότι η χρονική διάσταση της αποτυχίας δεν λαμβάνεται υπόψιν είτε την προσοχή που δίνεται στην εφαρμογή ενός μοντέλου. Επίσης θεωρούν πως αποτελεί πρόβλημα ο τρόπος με τον οποίο ορίζεται η χρεοκοπία είναι λάθος και η διχοτόμηση του προβλήματος δεν συμπίπτει με την πραγματικότητα και οδηγεί σε ακατάλληλες εφαρμογές στατιστικών μεθόδων μοντελοποίησης.

Οι Kumar και Ravi (2006), σε δημοσίευσή τους, που αποτελούσε μία ανασκόπηση της δουλειάς των ερευνητών από το 1968 έως το 2005 στην πρόβλεψη χρεοκοπίας τραπεζών και επιχειρήσεων με την χρήση στατιστικών τεχνικών αλλά και τεχνικών όπως τα νευρωνικά δίκτυα. Κατέληξαν στο συμπέρασμα πως έχουν χρησιμοποιηθεί πληθώρα τεχνικών για την επίλυση του προβλήματος της πρόβλεψης της πτώχευσης και πως πλέον οι ερευνητές δεν χρησιμοποιούν τις στατιστικές τεχνικές μόνες τους σε μία έρευνα αλλά σαν συνδυαστικές και υποστηρικτικές σε αυτές που χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη. Οι μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης εφαρμόζονται μόνες τους σε έρευνες και σύμφωνα με τους Kumar και Ravi η ποιο δημοφιλής είναι τα νευρωνικά δίκτυα. Άλλες μέθοδοι που εφαρμόζονται χωρίς άλλες είναι τεχνικές επιχειρησιακής έρευνας, μέθοδοι αφηρημένης λογικής και SVM. Οι ίδιοι προτείνουν τον συνδυασμό των τεχνικών και παροτρύνουν στην δημιουργία υβριδικών τεχνικών.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση της πρόβλεψης πτώχευσης έκαναν και οι Aziz και Dar (2006) χρησιμοποιώντας 89 έρευνες πάνω στο θέμα. Τα διαφορετικά μοντέλα που έχουν χρησιμοποιηθεί στις έρευνες αυτές έχουν συγκρίσιμα αποτελέσματα στον τομέα της επιτυχίας της πρόβλεψης, όμως τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης είχαν οριακά καλύτερα αποτελέσματα από τις κλασικές στατιστικές κι θεωρητικές μεθόδους. Επίσης υποστήριξαν πως η διακριτική ανάλυση (πάνω από 30% των ερευνών) και η λογιστική παλινδρόμηση (21% των ερευνών) κυριαρχούν τον τομέα της πρόβλεψης χρεοκοπίας. Μεγάλο μερίδιο έχουν και οι χρηματοοικονομικοί δείκτες για αυτό καλό θα ήταν να ερευνηθεί η πιθανότητα επέκτασης των επεξηγηματικών μεταβλητών που χρησιμοποιούνται και να περιλαμβάνονται δομές εταιρικής διακυβέρνησης (corporate governance structures) και πρακτικές μάνατζμεντ (management practices) στη διαδικασία δημιουργίας ενός μοντέλου.

Οι Sun et al (2014), δημοσίευσαν μία βιβλιογραφική ανασκόπηση της πρόβλεψης πτώχευσης με σκοπό την διευκόλυνση των ερευνητών που θέλουν να ασχοληθούν με το θέμα. Εκτός από τη σύνοψη της βιβλιογραφίας, προτείνουν κάποια θέματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη για το μέλλον και τις κατευθύνσεις της έρευνας πρόβλεψης πτώχευσης αλλά και την σχέση των αποτελεσμάτων των ερευνών και των πραγματικών συνθηκών του επιχειρηματικού κόσμου. Αναφέρουν την ανάγκη να εφαρμόζονται τα μοντέλα σε πρόβλεψη πτώχευσης πραγματικών επιχειρήσεων, αλλά αυτό που εμποδίζει τους επιχειρηματίες από το να τα χρησιμοποιούν είναι η πολυπλοκότητα των μοντέλων. Ακόμα πολλοί αγνοούν τα αποτελέσματα των μοντέλων καθώς δεν τα καταλαβαίνουν πλήρως. Για αυτό προτείνουν πιο απλά μοντέλα, εύκολα ερμηνεύσιμα και κατανοητά. Επίσης τι πρέπει να γίνεται όταν ένα μοντέλο «γεράσει» και θεωρείται ξεπερασμένο και δεν μπορεί να εφαρμοστεί πλέον σε αληθινές επιχειρήσεις. Ένα άλλο θέμα που θίγουν, στο οποίο είχαν αναφερθεί και οι Aziz και Dar (2006) είναι ότι δεν γίνεται να αγνοούνται οι παράγοντες που οδηγούν σε οικονομική κρίση και δεν είναι ποσοτικοί, οικονομικοί παράγοντες. Πριν από μία οικονομική κρίση τα σημάδια δεν εμφανίζονται μόνο στους χρηματοοικονομικούς δείκτες αλλά και στο μάνατζμεντ και άλλους παράγοντες διακυβέρνησης. Τέτοιοι παράγοντες εξετάζονται από μεθόδους επιχειρησιακής έρευνας και την επιστήμη λήψης αποφάσεων και θα μπορούσαν να αποτελέσουν συμπλήρωμα των μοντέλων πρόβλεψης. Τέλος αναφέρονται στην ανάγκη για δημιουργία αλγορίθμων που θα μπορούν να προβλέπουν την χρεοκοπία νωρίτερα από τα υπάρχοντα μοντέλα.

Οι Alaka et al. (2017), δημοσίευσαν μία σύνοψη των μοντέλων πρόβλεψης πτώχευσης και των εργαλείων που χρησιμοποιούν. Στην ανασκόπησή τους χρησιμοποίησαν 49 έρευνες από το 2010 μέχρι το 2015 και επικεντρώθηκαν σε 8 δημοφιλή μοντέλα (λογιστική παλινδρόμηση, διακριτική ανάλυση, SVM, νευρωνικά δίκτυα, δέντρα αποφάσεων και άλλα) και τα 13 χαρακτηριστικά που καθορίζουν την αποτελεσματικότητα του μοντέλου (βλέπε κεφάλαιο 2). Το συμπέρασμά τους ήταν πως κανένα μοντέλο δεν υπερτερούσε και στα 13 χαρακτηριστικά, άρα το εάν ένα μοντέλο είναι καλύτερο από ένα άλλο εξαρτάται από τις ανάγκες του χρήστη και προτείνουν την δημιουργία υβριδικών μοντέλων για καλύτερα αποτελέσματα. Προτείνουν στους ερευνητές να κάνουν τα αποτελέσματα των νευρωνικών δικτύων και των SVM κατανοητότερα και ερμηνεύσιμα καθώς αυτά ήταν τα μοντέλα με τη μεγαλύτερη ακρίβεια και ικανοποιούσαν αρκετά από τα δεκατρία κριτήρια.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

## 4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Η παρούσα έρευνα αποτελεί σύγκριση μεθόδων, για την πρόβλεψη πτώχευσης σε επιχειρήσεις της Ευρώπης, του ενεργειακού τομέα. Για την πραγματοποίηση της ανάλυσης και τις συγκρίσεις χρησιμοποιήθηκε το δείγμα των Doumpos et al.(2017). Το δείγμα αποτελείται από παρατηρήσεις για επιχειρήσεις πτωχευμένες και μη του ενεργειακού τομέα, δεκαοχτώ χωρών της Ευρώπης από την τετραετία 2012-2016. Οι χώρες του δείγματος ανήκουν όλες στην Ευρωπαϊκή Ένωση εκτός από την Νορβηγία ενώ στην νομισματική ένωση του ευρώ ανήκουν 10 από τις 18 χώρες. Οι ενεργειακοί κλάδοι που συγκροτούν το δείγμα σύμφωνα με την “Εθνική Ονοματολογία Οικονομικών Δραστηριοτήτων”-”NACE” είναι:

Από την κατηγορία “Β Ορυχεία και Λατομεία (Mining and quarrying )”:

- 05- Εξόρυξη άνθρακα και λιγνίτη (mining of coal and lignite)
- 06- Άντληση αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου (extraction of crude petroleum and natural gas)
- 07.21- Εξόρυξη μεταλλευμάτων ουρανίου και θορίου (mining of uranium and thorium ores)
- 08.92- Εξόρυξη τύρφης (extraction of peat)
- 09.1-Υποστηρικτικές δραστηριότητες για την άντληση πετρελαίου και φυσικού αερίου (support activities for petroleum and natural gas extraction)

Από την κατηγορία “Τ Μεταποίηση (Manufacturing )”:

- 19- Παραγωγή οπτάνθρακα και προϊόντων διύλισης πετρελαίου (Manufacturing of coke and refined petroleum products)

Από την κατηγορία “Δ Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος, Φυσικού Αερίου, Ατμού και Κλιματισμού (Electricity, gas, steam and air conditioning supply)”:

- 35- Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και κλιματισμού (Electricity, gas, steam and air conditioning supply)

Στην τελική επεξεργασία οι επιχειρήσεις των κλάδων 05 και 07.21 συνδυάστηκαν σε μία κατηγορία διότι κλάδοι με μικρό αριθμό πτωχευμένων επιχειρήσεων μπορεί να οδηγήσουν σε λανθασμένα ή μη αντιπροσωπευτικά συμπεράσματα.

Πηγή, είναι η βάση δεδομένων του Orbis Bureau van Dijk. Οι Doumplos et al. (2017), για την διαλογή των επιχειρήσεων που αποτέλεσαν το τελικό δείγμα, το οποίο χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα εργασία, εξαιρέσαν τις πολύ μικρές επιχειρήσεις με περιουσιακά στοιχεία (σύνολο του ενεργητικού, total assets) αξίας μικρότερης των 100.000 €, αυτές που δεν είχαν πωλήσεις και αυτές των οποίων η χώρα τους είχε πολύ λίγες πτωχευμένες επιχειρήσεις και κατά ακολουθία εξαιρέθηκε και η ίδια η χώρα. Τα χαρακτηριστικά που καθόρισαν μία επιχείρηση ως πτωχευμένη ήταν αυτά με τα οποία είχε καταχωρηθεί η επιχείρηση στη βάση δεδομένων προέλευσης. Σαν πτωχευμένες ήταν καταχωρημένες και αυτές που βρίσκονταν σε διαδικασία ρευστοποίησης των περιουσιακών στοιχείων τους. Συνολικά οι επιχειρήσεις είναι 44619 και οι παρατηρήσεις είναι πάνω από 130.000. Στους πίνακες 4.1 και 4.2 φαίνονται ο αριθμός των πτωχευμένων και των μη πτωχευμένων παρατηρήσεων στο δείγμα ανά χώρα και ανά ενεργειακό κλάδο αντίστοιχα. Οι περισσότερες πτωχευμένες επιχειρήσεις είναι στην Ιταλία, στην συνέχεια στην Ισπανία και μετά στην Ρουμανία, ενώ οι λιγότερες είναι στην Αυστρία και στη συνέχεια στο Βέλγιο. Βέβαια οι αριθμοί αυτοί είναι λογικοί καθώς η Αυστρία έχει μόνο 528 παρατηρήσεις ενώ η Ιταλία και η Ισπανία 26391 και 33391 αντίστοιχα. Όσον αφορά τους κλάδους, τις περισσότερες πτωχευμένες έχει ο κλάδος με κωδικό 35 (Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και κλιματισμού) που είναι λογικό γιατί έχει αριθμό παρατηρήσεων πάνω από τριάντα φορές μεγαλύτερο από την δεύτερη μεγαλύτερη ομάδα.

Πίνακας 4.1 Αριθμός πτωχευμένων και μη παρατηρήσεων στο δείγμα ανά χώρα

Χώρα	Αριθμός πτωχευμένων	Αριθμός μη πτωχευμένων
Ισπανία	343	33048
Γαλλία	179	28981
Ιταλία	439	25952
Μεγάλη Βρετανία	110	7026
Γερμανία	45	5672
Νορβηγία	81	5125
Σουηδία	53	5053
Τσεχική Δημοκρατία	51	4241
Βουλγαρία	36	3861
Ρουμανία	185	2779
Φινλανδία	37	1933
Ουγγαρία	50	1670

Πορτογαλία	24	1657
Δανία	51	1155
Σλοβενία	43	1060
Βέλγιο	19	518
Ολλανδία	32	3861
Αυστρία	10	2779

Πίνακας 4.2 Αριθμός πτωχευμένων και μη παρατηρήσεων στο δείγμα ανά κλάδο

Κλάδος	Αριθμός πτωχευμένων	Αριθμός μη πτωχευμένων
05 και 07.21	34	528
06	55	3005
08.92	10	976
09.1	88	3758
19	53	2258
35	1548	126074

Για την ανάλυση των 138387 παρατηρήσεων του δείγματος, στην αρχική έρευνα είχαν χρησιμοποιηθεί 13 μεταβλητές οι οποίες διατηρήθηκαν αναλλοίωτες και στην παρούσα έρευνα. Οι μεταβλητές αφορούσαν χαρακτηριστικά των επιχειρήσεων αλλά και χαρακτηριστικά των χωρών και των ενεργειακών τους τομέων.

Στα μεγέθη που αφορούν τις επιχειρήσεις, χρησιμοποιήθηκαν σαν μεταβλητές η ηλικία, το μέγεθος, ο δείκτης αποδοτικότητα των επενδυμένων κεφαλαίων (return on assets-ROA), ο δείκτης Τρέχουσες Υποχρεώσεις/Σύνολο του ενεργητικού και ο δείκτης Πωλήσεις/Τρέχουσες Υποχρεώσεις. Οι δύο τελευταίοι δείκτες αντιπροσωπεύουν τα βραχυπρόθεσμα χρέη των επιχειρήσεων σε σχέση με το μέγεθός τους. Η ηλικία και το μέγεθος της κάθε επιχείρησης καταγράφηκαν σε λογαριθμική μορφή, όχι σαν απλός αριθμός. Σαν μέγεθος της επιχείρησης καθορίστηκε το σύνολο του ενεργητικού (total assets).

Το δείγμα, αποτελείται όπως και προαναφέρθηκε από επιχειρήσεις από διαφορετικές χώρες, συνεπώς είναι σημαντικό να προστεθούν στις μεταβλητές και παράμετροι που αφορούν τις χώρες στις οποίες δραστηριοποιούνται οι εξεταζόμενες επιχειρήσεις. Έτσι, στις παραμέτρους της ανάλυσης, περιλαμβάνεται και η ετήσια αύξηση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Annual GDP growth) καθώς και ο ετήσιος πληθωρισμός (Inflation GDP deflator). Ο δείκτης του πληθωρισμού τοποθετήθηκε στο δείγμα σε απόλυτη μορφή από τους Doumpos et al (2017), καθώς οι ακραίες αλλαγές, είτε αρνητικές είτε θετικές, δεν είναι καλό σημάδι για την οικονομία.

Στις μεταβλητές που αφορούν την οικονομία των χωρών, είναι ακόμα και ο βαθμός ελευθερίας επενδύσεων, ο οποίος είναι αυτός του Heritage, και παίρνει τιμές από 0 έως 100, με το τελευταίο να είναι ο υψηλότερος βαθμός.

Οι υπόλοιπες 6 μεταβλητές, αφορούν τον ενεργειακό κλάδο των χωρών. Εφόσον οι επιχειρήσεις ανήκουν στον κλάδο αυτό, είναι λογικό να θεωρηθεί πως επηρεάζονται από τις εγχώριες συνθήκες του κλάδου. Για τον κλάδο του ηλεκτρισμού, δύο μεταβλητές χαρακτηρίζουν τα δεδομένα και αφορούν την ποιότητα του συστήματος διανομής ενέργειας αλλά και τις απώλειές του. Η πρώτη μεταβλητή είναι ποσοστιαία και αφορά τις απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας και τις απώλειες του συστήματος ως ποσοστό της συνολικής παραγωγής ενέργειας ενώ η δεύτερη μεταβλητή είναι ο δείκτης μέτρησης της αξιοπιστίας SAIDI (System Average Interruption Duration Index). Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται από τις εταιρείες παραγωγής και μετράει τις διακοπές ρεύματος που έχει υποστεί ο κάθε πελάτης και η μονάδα μέτρησής του είναι μονάδες χρόνου. Η εξίσωση υπολογισμού του είναι:

$$\sum(U_i N_i)/N_T \quad (4.1)$$

Όπου:

- $U_i$  είναι η ετήσια διάρκεια των διακοπών ρεύματος για την τοποθεσία  $i$ ,
- $N_i$  ο αριθμός των πελατών στην τοποθεσία  $i$
- $N_T$  ο συνολικός αριθμός πελατών

Στην ουσία είναι το πηλίκο της διάρκειας των διακοπών για όλους τους πελάτες με το συνολικό αριθμό των πελατών που εξυπηρετούνται.

Για την αποδοτικότητα της ενέργειας καθορίστηκαν δύο μεταβλητές, ο δείκτης “ένταση” διοξειδίου του άνθρακα ( $CO_2$ ) και ένας δείκτης για την μέτρηση της αποτελεσματικότητας των πολιτικών των χωρών για την ίδια την αποδοτικότητα. Ο πρώτος δείκτης είναι περιβαλλοντικός και αφορά την βιωσιμότητα του ενεργειακού κλάδου της εκάστοτε χώρας και τις περιβαλλοντολογικές αποδόσεις (μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα). Για το δεύτερο δείκτη οι Doumpos et al. (2017) πήραν τα δεδομένα από την βάση δεδομένων του MURE (Mesures d’ Utilisation Rationnelle de l’Energie), για πέντε χρόνια για την κάθε χώρα.

Οι τελευταίες δύο μεταβλητές, αφορούν το μέγεθος της αγοράς και τον ανταγωνισμό της. Για τη μέτρηση του μεγέθους της αγοράς κάθε χώρας υπολογίστηκε ένας δείκτης, ο λογάριθμος του πηλίκου του συνολικού αριθμού των “πωλητών” ενέργειας με αυτόν των καταναλωτών ενέργειας. Ο ανταγωνισμός στην ενεργειακή αγορά μετρήθηκε μέσω του ποσοστού αλλαγής παρόχου ενέργειας από τους καταναλωτές. Η αλλαγή παρόχου δείχνει όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 1, ανοιχτή φιλελεύθερη αγορά ενέργειας και όχι συγκεντρωμένη μονοπωλιακή αγορά. Τα δεδομένα αλλαγής παρόχων συγκεντρώθηκαν από τις ετήσιες αναφορές του ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators) και του CEER (Council of European Energy Regulators).

Σύμφωνα με τους Doumpos et al. (2017), από τις μεταβλητές που συγκροτούν το δείγμα, αυτές που έχουν μεγαλύτερη επιρροή με το ρίσκο οικονομικών δυσχερειών για τις επιχειρήσεις είναι ο δείκτης Τρέχουσες Υποχρεώσεις/Σύνολο του Ενεργητικού, ο

δείκτης SAIDI, ο δείκτης έντασης διοξειδίου του άνθρακα, η ποσοστιαία μεταβλητή για τις απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας και τις απώλειες του συστήματος ως ποσοστό της συνολικής παραγωγής ενέργειας και ο πληθωρισμός.

## 4.2 ΜΕΘΟΛΟΓΙΑ

Στην έρευνα αυτή, έγινε η προσπάθεια σύγκρισης μοντέλων πρόβλεψης χρεοκοπίας από όλο το φάσμα μοντέλων ταξινόμησης που έχει χρησιμοποιηθεί στη βιβλιογραφία πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων και πρόβλεψης χρηματοοικονομικών δυσχερειών. Στην δημοσίευση των Doumpos et al. (2017) στο ίδιο δείγμα είχε χρησιμοποιηθεί πολυκριτήρια ανάλυση. Εδώ χρησιμοποιήθηκαν και κλασικές μέθοδοι και μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης.

Από τα μοντέλα κλασικής στατιστικής χρησιμοποιήθηκε Γραμμική Διακριτική ανάλυση (Linear Discriminant Analysis), Τετραγωνική Διακριτική ανάλυση (Quadratic Discriminant Analysis) και Λογιστική Παλινδρόμηση. Στην τετραγωνική ανάλυση όπως και στη γραμμική γίνεται η υπόθεση για κανονική κατανομή των μεταβλητών αλλά δεν γίνεται κάποια υπόθεση για ομοιότητα των συνδιακυμάνσεων όπως στην γραμμική διακριτική ανάλυση.

Από τις μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιήθηκαν Μηχανισμοί διανυσμάτων υποστήριξης (SVM) και νευρωνικά δίκτυα. Τα SVM που χρησιμοποιήθηκαν βασίζονται στον πυρήνα ακτινωτής βάσης (Radial Basis Function Kernel). Η χρήση των συναρτήσεων “πυρήνα” που χρησιμοποιούν αυτά τα διανύσματα, είναι πολύ δημοφιλής στην τεχνητή νοημοσύνη. Τα SVM που τις χρησιμοποιούν, πραγματοποιούν μη γραμμικές ταξινομήσεις και οι είσοδοι που λαμβάνει ο αλγόριθμος χαρτογραφούνται σε χώρους υψηλών διαστάσεων. Τα νευρωνικά δίκτυα που χρησιμοποιήθηκαν για την πρόβλεψη πτώχευσης ήταν νευρωνικά δίκτυα με πίσω ανατροφοδότηση σφάλματος (back propagation) με δέκα κρυφά επίπεδα και εκπαιδευμένα με τη μέθοδο συζυγών κλίσεων (Conjugate Gradient).

Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν 3 είδη δέντρων ταξινόμησης. Το πρώτο είδος ήταν τα δέντρα ταξινόμησης (Classification Trees). Στα χαρακτηριστικά του δέντρου οριοθετήθηκε ο μέγιστος αριθμός κόμβων (ή αλλιώς decision splits) να είναι μέχρι 20. Το δεύτερο είδος ήταν boosted trees. Στα χαρακτηριστικά τους καθορίστηκε ο μέγιστος αριθμός κύκλων εκπαίδευσης στους 30 και για επίτευξη καλύτερης ακρίβειας το δέντρο εκπαιδεύτηκε με “συρρίκνωση” (shrinkage). Ο τελευταίος τύπος δέντρου ήταν τα bagged Trees στα οποία καθορίστηκε επίσης ο μέγιστος αριθμός κύκλων εκπαίδευσης στους 30. Οι τεχνικές boosting και bagging αποτελούν συνδυαστικές τεχνικές (ensemble), δηλαδή χρησιμοποιούν πολλούς αλγορίθμους για την επίτευξη καλύτερης προβλεψιμότητας και είναι απαραίτητο να υπάρχει μία βάση για αυτούς. Η βάση για τα δέντρα boosted και bagged που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα απλά δέντρα ταξινόμησης. Και οι δύο μέθοδοι, δημιουργούν πολλά δείγματα για εκπαίδευση του αλγορίθμου μέσω τυχαίας δειγματοληψίας με αντικατάσταση, αλλά στη μέθοδο boosting, στα δεδομένα καθορίζονται βάρη κατά τη διάρκεια επιλογής πράγμα που δίνει ένα καλύτερο αποτέλεσμα αλλά αυξάνει τον κίνδυνο της υπερπροσαρμογής στα δεδομένα (overfitting).

Για την αποφυγή της χρησιμοποιήθηκε cross-validation. Το δείγμα χωρίστηκε σε 5 τμήματα από τα οποία τα 4 χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εκπαίδευσης και το τελευταίο για επαλήθευση. Η διαδικασία αυτή έγινε 5 φορές ώστε όλα τα τμήματα να χρησιμοποιηθούν σαν δεδομένα επαλήθευσης. Έτσι οι αλγόριθμοι εκπαιδεύονται να προβλέπουν και όχι να προσαρμόζονται.

Οι μέθοδοι, εφαρμόστηκαν σε όλο το δείγμα και στη συνέχεια σε κάποιες χώρες και σε κάποιους κλάδους ξεχωριστά. Οι χώρες που εξετάστηκαν ξεχωριστά είχαν πάνω από 50 πτωχευμένες επιχειρήσεις και ήταν η Τσεχική Δημοκρατία, η Δανία, η Ισπανία, η Γαλλία, η Μεγάλη Βρετανία, η Ουγγαρία, η Ιταλία, η Νορβηγία, η Ρουμανία και η Σουηδία. Οι κλάδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν, η άντληση αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου (06), οι υποστηρικτικές δραστηριότητες για την άντληση πετρελαίου και φυσικού αερίου (09.1), η παραγωγή οπτάνθρακα και προϊόντων διύλισης πετρελαίου (19) και η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και κλιματισμού (35).

Για την εφαρμογή των μεθόδων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό MATLAB και για την δημιουργία των διαγραμμάτων το λογισμικό της πλατφόρμας του Google Drive.

## 4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.3.1 Σύνολο του δείγματος

Οι μέθοδοι εφαρμόστηκαν αρχικά σε ολόκληρο το δείγμα. Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται τα ποσοστά ακρίβειας ταξινόμησης των πτωχευμένων και μη παρατηρήσεων από όλες τις μεθόδους. Το μεγαλύτερο ποσοστό ακρίβειας στην ταξινόμηση των μη πτωχευμένων είχε η μέθοδος η LDA με ποσοστό 75,91%, αλλά ταυτόχρονα έδωσε και το μικρότερο ποσοστό ακρίβειας από την ανάλυση όλου του δείγματος (59.67%). Στην ταξινόμηση των πτωχευμένων το μεγαλύτερο ποσοστό έδωσαν τα bagged δέντρα με 78,57%. Τα δέντρα ταξινόμησης (Classification, Boosted και Bagged) και τα νευρωνικά δίκτυα, είχαν καλύτερη ακρίβεια στην ταξινόμηση των πτωχευμένων, ενώ οι στατιστικές μέθοδοι και οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης στις μη πτωχευμένες. Τα ποσοστά ακρίβειας για τις μη πτωχευμένες ήταν συνολικά υψηλότερα, καθώς το χαμηλότερο ποσοστό ήταν 64,82% από τα απλά δέντρα ταξινόμησης και ήταν το μοναδικό που είχε τιμή κάτω από 70%, ενώ από την άλλη, για τις πτωχευμένες οι μισές μέθοδοι έδωσαν ποσοστό κάτω του 70%.

Στα αποτελέσματα της συνολικής και της μέσης ακρίβειας, καλύτερα αποτελέσματα έδωσαν η LDA και τα bagged δέντρα αντίστοιχα, ενώ τα χειρότερα τα απλά δέντρα ταξινόμησης (Πίνακας 4.2). Η συνολική ακρίβεια όλων των μεθόδων ήταν υψηλότερη από την αντίστοιχη μέση ακρίβεια καθώς μόνο μία μέθοδος δεν είχε ποσοστό υψηλότερο του 70%.

Για την εξέταση της ορθότητας των αποτελεσμάτων υπολογίστηκε ο δείκτης AUROC (area under the receiver operating characteristic curve), που αντιπροσωπεύει την πιθανότητα να δοθεί υψηλότερο σκορ σε μία μη πτωχευμένη επιχείρηση από μία που βρίσκεται σε δυσχερή κατάσταση, δηλαδή ο αλγόριθμος να ταξινομήσει σωστά. Όσο πιο κοντά είναι η τιμή του δείκτη στο ένα, τόσο πιο καλή η διάκριση των επιχειρήσεων. Η

τιμή 1 δίνει υποδεικνύει την τέλεια ταξινόμηση. Σύμφωνα με τον δείκτη αυτό, την καλύτερη απόδοση είχαν τα bagged δέντρα ενώ την χαμηλότερη η QDA. Υψηλές τιμές είχαν επίσης τα νευρωνικά δίκτυα (0,807) και τα boosted δέντρα. Χαμηλή τιμή σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους είχε και η LDA (πίνακας 4.3).

Πίνακας 4.1 -Ακρίβεια Ταξινόμησης Πτωχευμένων ανά μέθοδο στο σύνολο του δείγματος

Μέθοδος	Ακρίβεια Μη Πτωχευμένων	Ακρίβεια πτωχευμένων
LDA	0,759	0,596
QDA	0,745	0,604
LR	0,742	0,615
SVM	0,745	0,627
CT	0,648	0,736
BsT	0,714	0,744
BgT	0,701	0,786
NN	0,705	0,767

Πίνακας 4.2 - Μέση και Συνολική ακρίβεια μεθόδων

Μέθοδος	Συνολική Ακρίβεια	Μέση Ακρίβεια
LDA	0,757	0,677
QDA	0,743	0,674
LR	0,740	0,678

SVM	0,744	0,686
CT	0,649	0,692
BsT	0,715	0,729
BgT	0,701	0,743
NN	0,706	0,736

Πίνακας 4.3- Δείκτης AUROC για κάθε μέθοδο

Μέθοδος	AUROC
LDA	0,716
QDA	0,708
LR	0,732
SVM	0,741
CT	0,752
BsT	0,797
BgT	0,819
NN	0,807

#### 4.3.2 Ανάλυση ανά κλάδο

Εφόσον πραγματοποιήθηκε η ανάλυση σε όλο το δείγμα, ακολούθησαν οι αναλύσεις ανά χώρα και ανά κλάδο. Παραπάνω ανάλυση, έγινε σε όλους τους κλάδους εκτός από τους κλάδους εξόρυξη άνθρακα και λιγνίτη, εξόρυξη μεταλλευμάτων ουρανίου και θορίου και εξόρυξη τύρφης. Οι κλάδοι αυτοί (05, 07.21 και 08.92) είχαν κάτω από 50 παρατηρήσεις και δεν θεωρήθηκε απαραίτητο να επεξεργαστούν παραπάνω. Στα διαγράμματα 4.1-4.4, φαίνεται η ακρίβεια των μεθόδων, ανά κλάδο. Σε αυτά παρατηρούνται και ακραία αποτελέσματα και πιο «ομοιόμορφα».

Στον κλάδο με κωδικοποίηση 06 (διάγραμμα 4.1), δεν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις και τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσαν τα νευρωνικά δίκτυα αλλά μόνο για τις επιχειρήσεις σε δυσχέρεια (85,45%). Παρόμοια αποτελέσματα με τα νευρωνικά ήταν και αυτά της LDA και της LR (είχε όμως λίγο υψηλότερα αποτελέσματα από την LR, 70,8% έναντι 67,67% κατά μέσο όρο), που η ακρίβεια στις πτωχευμένες είχε προβάδισμα έναντι των μη. Στις υπόλοιπες μεθόδους ήταν το αντίθετο. Στις μη πτωχευμένες το υψηλότερο ποσοστό ήταν της QDA με 80,86%. Στον κλάδο με κωδικό 35 (διάγραμμα 4.2), για τις πτωχευμένες επιχειρήσεις έδωσαν ικανοποιητικό ποσοστό μόνο τα δέντρα ταξινόμησης (76,35%). Η LDA, η QDA, τα Boosted, τα Bagged δέντρα και τα νευρωνικά δίκτυα είχαν υψηλά αποτελέσματα στις μη πτωχευμένες και χαμηλά στις πτωχευμένες. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο κλάδος 35 είχε πολύ περισσότερες παρατηρήσεις (127622) από τους υπόλοιπους κλάδους. Στον κλάδο 19 (Διάγραμμα 4.3) για τις πτωχευμένες τα αποτελέσματα ήταν υψηλά, πάνω από 71% με μέγιστο 83,02% (Bagged Trees), με εξαίρεση την QDA (52,83%), τα SVM (60,37%) και τα απλά δέντρα ταξινόμησης (52,83%). Στις επιχειρήσεις με δυσχέρεια η ακρίβεια ήταν υψηλότερη με χαμηλότερο ποσοστό αυτό της LDA (65,06%) και μέγιστο αυτό των δέντρων ταξινόμησης (89,41%). Οι υπόλοιπες μέθοδοι κυμαίνονταν από 65% έως 87%. Τέλος στον κλάδο 09.1 (διάγραμμα 4.4), η LDA και τα δέντρα ταξινόμησης παρουσίασαν ακραία αποτελέσματα με την πρώτη να υπερτερεί στην ακρίβεια των πτωχευμένων (87,5% έναντι 46,27%) και την δεύτερη στην ακρίβεια των μη πτωχευμένων (45,45% έναντι 76,5%).

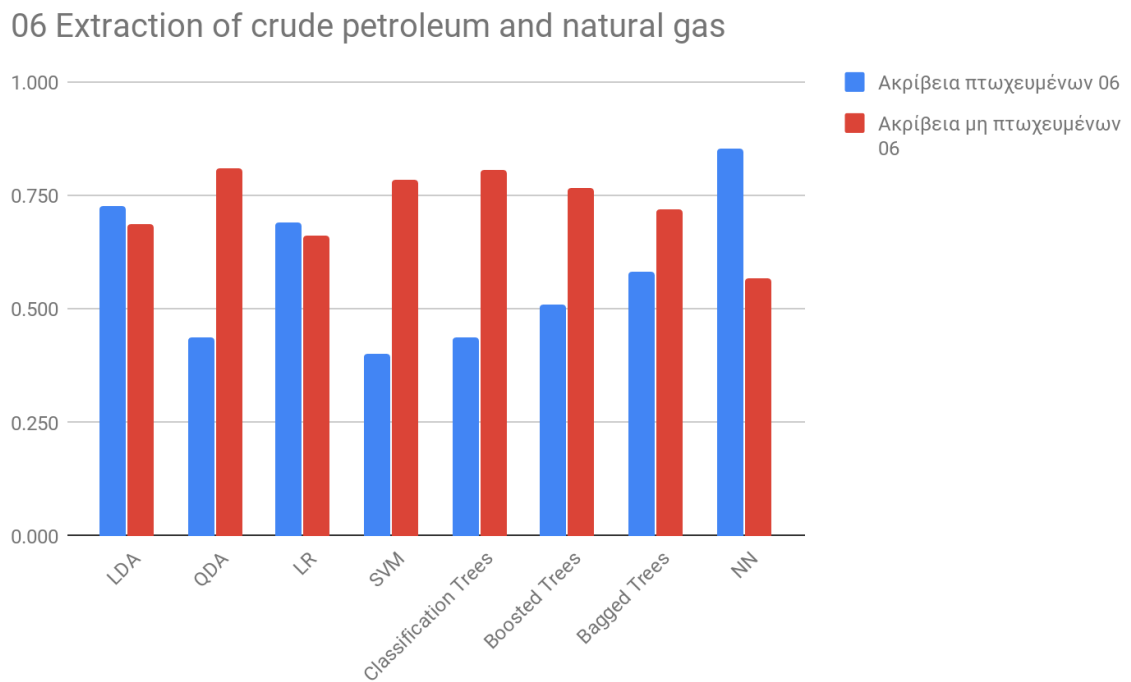
Στα διαγράμματα 4.5, 4.6 και 4.7 διακρίνονται οι ακρίβειες των μεθόδων συγκεντρωτικά. Η LDA παρουσίασε σε όλους τους κλάδους, εκτός των 35, καλύτερα αποτελέσματα στις πτωχευμένες. Τα ποσοστά της μεθόδου έφτασαν το 87,5% αλλά βυθίστηκαν και στο 46,7%. Η QDA είχε πανομοιότυπη απόδοση σε όλους τους κλάδους που περιλάμβανε χαμηλά ποσοστά στις πτωχευμένες (58,8% το μέγιστο) και πολύ ικανοποιητικά στις μη πτωχευμένες (81,3% το μέγιστο). Η λογιστική παλινδρόμηση δεν είχε ακραία ποσοστά, όλα κυμαίνονταν από 58.1% έως 79.5% και η μέθοδος ταξινομούσε πάντα τις επιχειρήσεις σε δυσχέρεια καλύτερα.

Τα απλά δέντρα ταξινόμησης είχαν τα πιο ακραία αποτελέσματα και το μεγαλύτερο ποσοστό από όλες τις μεθόδους, σε όλους τους κλάδους (89,4% στον κλάδο 19, μη πτωχευμένες). Η διαφορά στην ακρίβεια πρόβλεψης ανάμεσα στις πτωχευμένες και μη ήταν μεγάλη και έφτανε μέχρι και 40% σε κάποιους κλάδους με την υψηλότερη να είναι στις μη πτωχευμένες. Όμως στον τομέα 35 και τα δύο ποσοστά ήταν υψηλά 76,35% (πτωχευμένες) και 63,86% (μη πτωχευμένες). Τα boosted και τα bagged δέντρα έδωσαν πολύ καλά αποτελέσματα στις μη πτωχευμένες καθώς το χαμηλότερο ποσοστό ήταν 66,7%, χωρίς να έχουν καλά αποτελέσματα στις πτωχευμένες σε όλους τους κλάδους. Βέβαια, τα ποσοστά ορθής ταξινόμησης με τα bagged δέντρα στις πτωχευμένες άγγιζαν το 83%.

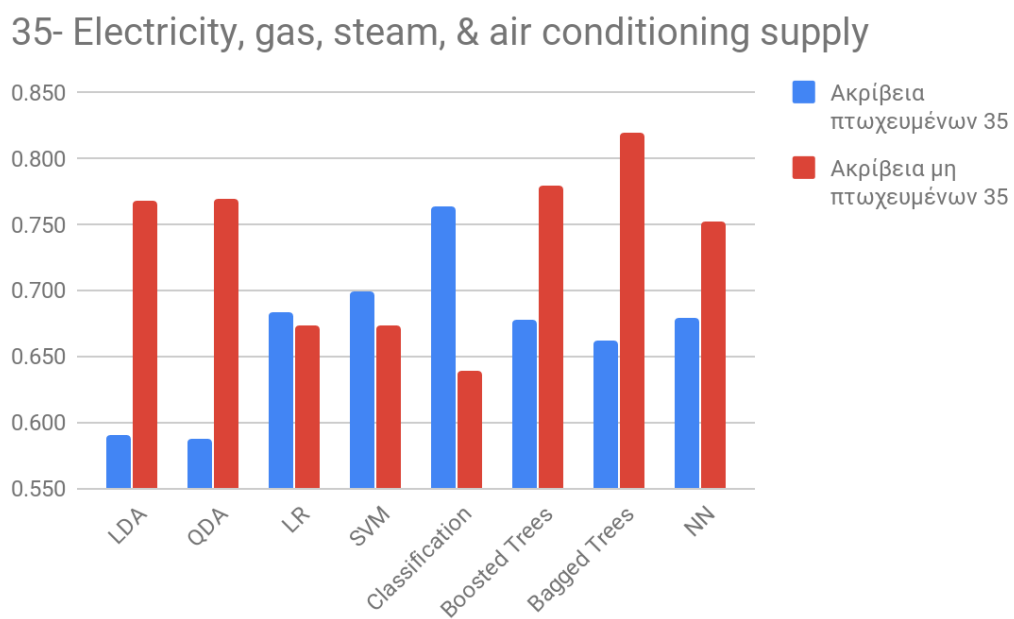
Οι μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης (NN και SVM), είχαν καλές επιδόσεις και στις δύο κατηγορίες όμως τα SVM είχαν το χαμηλότερο ποσοστό από όλες τις μεθόδους σε όλους τους κλάδους (40%, κλάδος 6, πτωχευμένες). Τα υπόλοιπα αποτελέσματά τους ήταν ικανοποιητικά (μέγιστο 79,05%). Τα νευρωνικά δίκτυα παρουσίασαν ένα χαμηλό

ποσοστό (56,6%) με τα υπόλοιπα να είναι από καλά σε κάποιες περιπτώσεις έως πολύ καλά σε κάποιες άλλες (μέγιστο 87,06%).

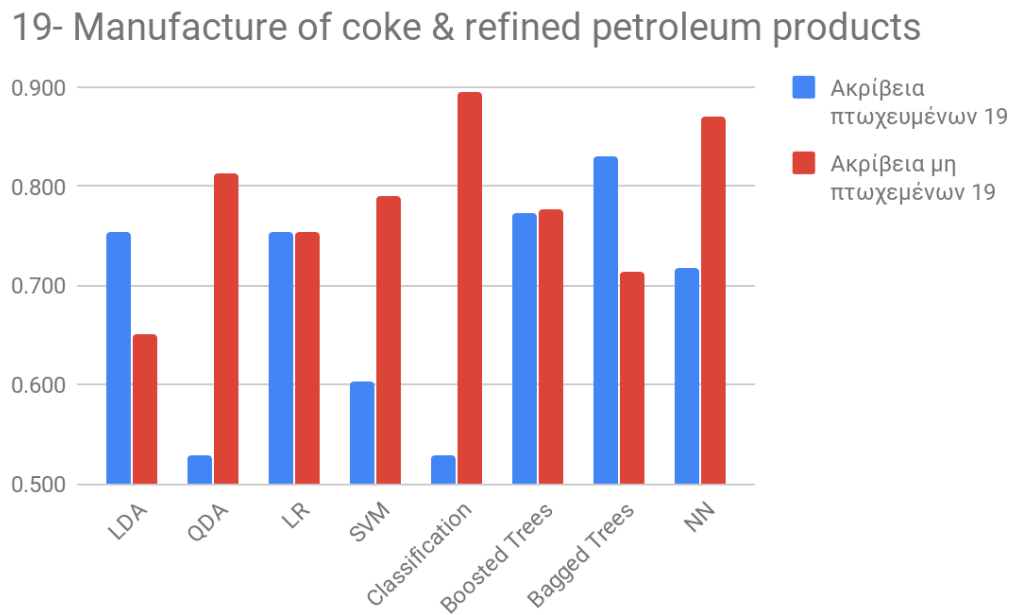
Διάγραμμα 4.1- Ακρίβεια πτωχευμένων και μη ανά μέθοδο στον κλάδο 06



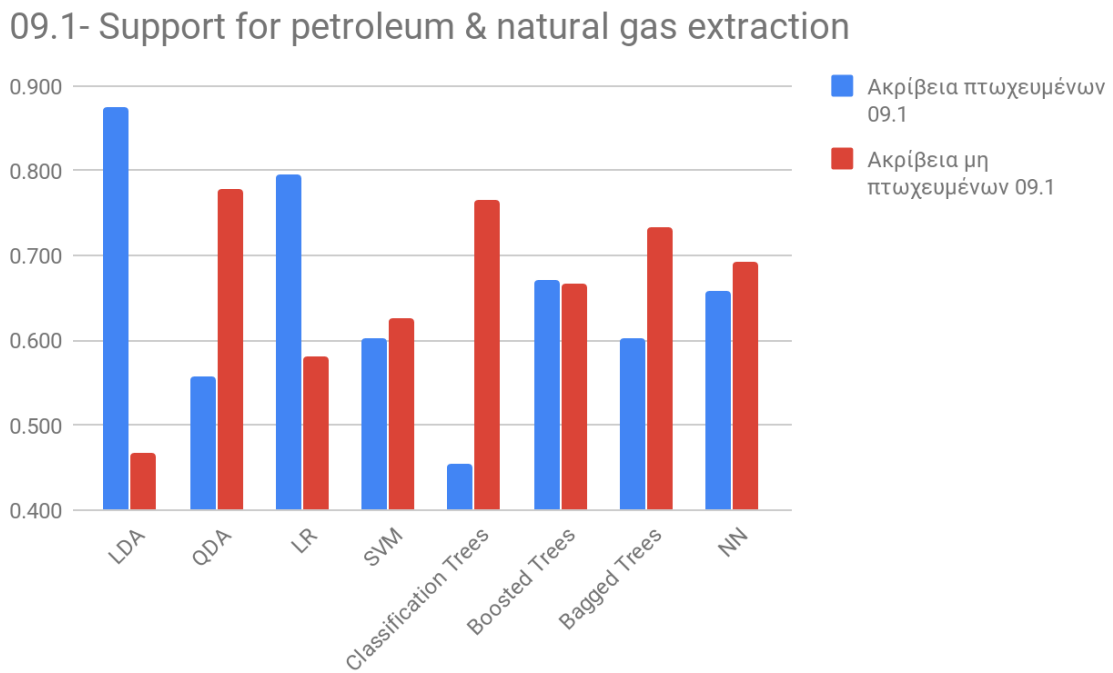
Διάγραμμα 4.2- Ακρίβεια πτωχευμένων και μη ανά μέθοδο στον κλάδο 35



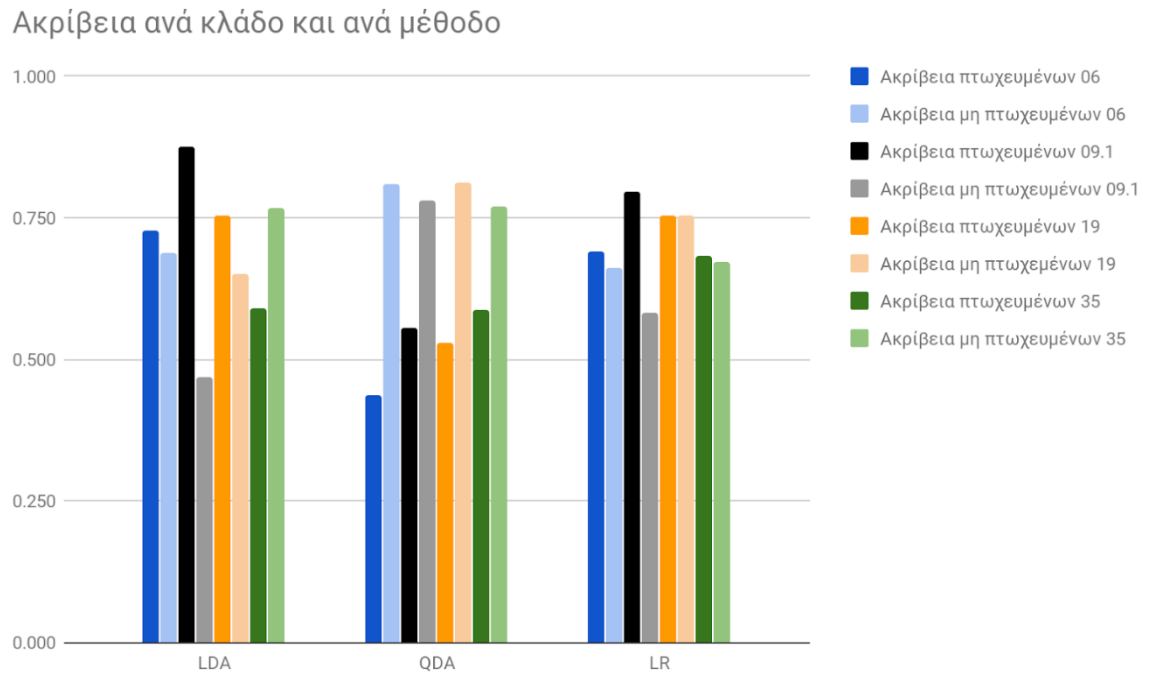
Διάγραμμα 4.3- Ακρίβεια πτωχευμένων και μη ανά μέθοδο στον κλάδο 19



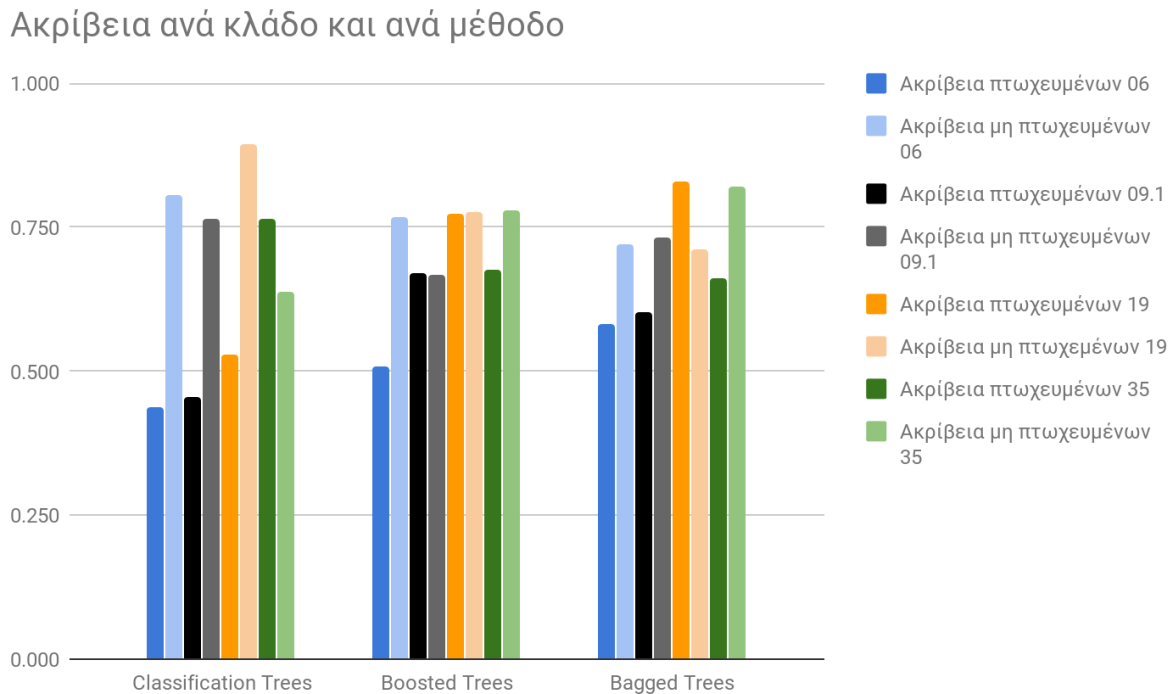
Διάγραμμα 4.4- Ακρίβεια πτωχευμένων και μη ανά μέθοδο στον κλάδο 09.1



Διάγραμμα 4.5- Ακρίβεια των στατιστικών μεθόδων ανά κλάδο

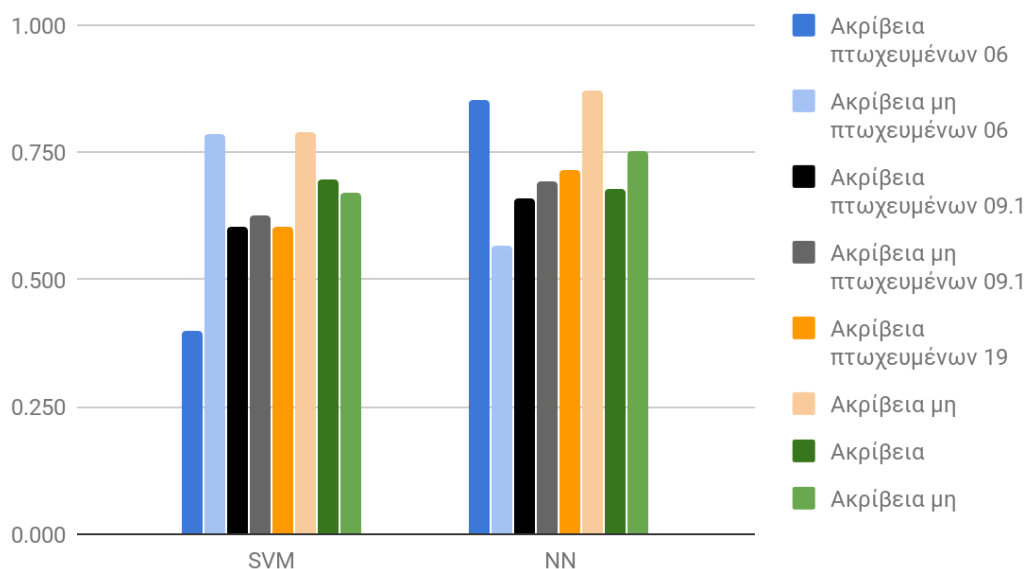


Διάγραμμα 4.6- Ακρίβεια όλων των ειδών δέντρων ανά κλάδο



Διάγραμμα 4.7 Ακρίβεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης ανά κλάδο

### Ακρίβεια ανά κλάδο και ανά μέθοδο



Οι τιμές του AUROC, είναι σχετικά υψηλές και σε μερικές περιπτώσεις υψηλότερες από τις αντίστοιχες για το συνολικό δείγμα. Στον πίνακα 4.3 διακρίνεται πως τιμές μεγαλύτερες του 0,8 (που είχαν τα νευρωνικά δίκτυα και τα bagged δέντρα στο συνολικό δείγμα), είχαν τα boosted και bagged δέντρα σε δύο κλάδους. Βέβαια σε κάποιους κλάδους εμφανίστηκαν αρκετά χαμηλές τιμές (κάτω από το 0,6), πράγμα που στην ολότητα του δείγματος δεν είχε γίνει. Όσον αφορά την μέση και την συνολική ακρίβεια των μεθόδων, στους κλάδους (Βλέπε Πίνακα 4.5), οι τιμές ήταν σχετικά χαμηλότερες από αυτές στην εφαρμογή στην απαρτία του δείγματος, αλλά υπήρξαν και τιμές πάνω από 80%. Αυτό, στο συνολικό δείγμα δεν έγινε καμία φορά.

Πίνακας 4.4- AUROC ανά μέθοδο και ανά κλάδο

Μέθοδος/Κλάδος	06	09.1	19	35
	AUROC			
LDA	0,719	0,728	0,761	0,714
QDA	0,609	0,676	0,681	0,715
Logistic Regression	0.701	0,693	0,781	0,731
SVM	0,598	0,625	0,758	0,742

Classification Trees	0,594	0,602	0,711	0,749
Boosted Trees	0,667	0,707	0,813	0,800
Bagged Trees	0,682	0,717	0,813	0,817
Neural Networks	0,771	0,720	0,855	0,788

Πίνακας 4.5- Συνολική και Μέση Ακρίβεια ανά μέθοδο και ανά κλάδο

	06		09.1		19		35	
Μέθοδος	Συνολική Ακρίβεια	Μέση Ακρίβεια	Συνολική Ακρίβεια	Μέση Ακρίβεια	Συνολική Ακρίβεια	Μέση Ακρίβεια	Συνολική Ακρίβεια	Μέση Ακρίβεια
LDA	0,689	0,708	0,476	0,671	0,653	0,703	0,766	0,679
QDA	0,802	0,623	0,774	0,668	0,806	0,670	0,767	0,678
LR	0,662	0,676	0,586	0,688	0,753	0,754	0,673	0,678
SVM	0,779	0,593	0,625	0,614	0,786	0,697	0,673	0,685
CT	0,799	0,621	0,758	0,610	0,886	0,711	0,640	0,701
BstT	0,762	0,638	0,667	0,669	0,776	0,775	0,778	0,729
BgT	0,718	0,651	0,73	0,668	0,716	0,772	0,818	0,741
NN	0,571	0,710	0,693	0,676	0,867	0,794	0,751	0,716

#### 4.3.3 Ανάλυση ανά χώρα

Οι χώρες που επιλέχθηκαν για περαιτέρω ανάλυση ήταν αυτές που είχαν στο δείγμα πάνω από 50 περιπτώσεις οικονομικής δυσχέρειας και ήταν: Τσεχική Δημοκρατία (CZ), Δανία (DK), Ισπανία (SP), Γαλλία (FR), Μεγάλη Βρετανία (GB), Ουγγαρία (HU), Ιταλία (IT), Νορβηγία (NO), Ρουμανία (RO), Σουηδία (SE). Στους πίνακες 4.6 και 4.7, είναι οι ακρίβειες των χωρών ανά μέθοδο, ενώ στα διαγράμματα 4.8 και 4.9 φαίνονται οι μέση όροι των ακριβειών ανά χώρα και ανά μέθοδο. Τα τελευταία δύο διαγράμματα δημιουργήθηκαν λόγω του όγκου των αποτελεσμάτων, για την δημιουργία μίας πιο σφαιρικής εικόνας των αποτελεσμάτων.

Σε όλες τις χώρες εκτός της Ιταλίας, της Νορβηγίας και της Μεγάλης Βρετανίας, η ακρίβεια των μη πτωχευμένων ήταν υψηλότερη. Οι τρεις αυτές χώρες είχαν παρόμοιο δείκτη δυσχέρειας (IT-1.66, GB-1.54 και NO-1.56), που είναι το πηλίκο του αριθμού των παρατηρήσεων του δείγματος που βρίσκονταν σε οικονομική δυσχέρεια στη χώρα με τον συνολικό αριθμό των παρατηρήσεων της χώρας. Από αυτές τις τρεις, η Ιταλία είχε υψηλότερη ακρίβεια. Στις πτωχευμένες, το χαμηλότερο ποσοστό ήταν 72,43% ενώ στις μη πτωχευμένες το χαμηλότερο ήταν 64,5% . Η Μεγάλη Βρετανία και η Νορβηγία είχαν μέτρια προς καλά ποσοστά σε κάποιες περιπτώσεις, χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις σε όλες τις μεθόδους εκτός τα νευρωνικά δίκτυα. Στην πρώτη τα νευρωνικά δίκτυα είχαν ποσοστό ακριβής ταξινόμησης στις μη πτωχευμένες 41,28% ενώ στις πτωχευμένες 86,36%. Παρόμοια αποτελέσματα είχαν τα νευρωνικά και στη Νορβηγία με 45,5% και 81,48% αντίστοιχα.

Η Σουηδία και η Ρουμανία είχαν τα υψηλότερα και τα χαμηλότερα ποσοστά αλλά και το μεγαλύτερο χάσμα ανάμεσα σε πτωχευμένες και μη. Στις πτωχευμένες τα αποτελέσματα για την Σουηδία ήταν πολύ χαμηλά και έφτασαν μέχρι και το 22,6%, που αποτελεί το χαμηλότερο ποσοστό από όλη την ανάλυση της εργασίας. Βέβαια, τα bagged trees, έδωσαν ακρίβεια 73,58%. Στις πτωχευμένες τα ποσοστά ήταν πολύ καλά (μέγιστο 90,03%, SVM), αλλά τα bagged tree, είχαν μόλις 48,7% ακρίβεια. Τα αντίστοιχα για την Ρουμανία ήταν λίγο καλύτερα για τις πτωχευμένες (μέγιστο 65,94%, ελάχιστο 37,29% ) και ελάχιστα χαμηλότερα για της μη (μέγιστο 87,3%, ελάχιστο 76,19%).

Η Ισπανία και η Γαλλία, είχαν σχεδόν ίδια αποτελέσματα και με τις δύο χώρες να υπερτερούν στις μη πτωχευμένες. Οι δύο χώρες είχαν δύο υψηλά ποσοστά στις μη πτωχευμένες, στην Ισπανία τα νευρωνικά δίκτυα είχαν 81,84% ακρίβεια, ενώ στην Γαλλία τα SVM 80,62%. Παρόμοιες συμπεριφορές είχαν και τα αποτελέσματα για την Δανία, την Τσεχική Δημοκρατία και την Ουγγαρία. Οι μέσοι όροι ήταν αρκετά κοντά και οι ακρίβειες των μεθόδων είχαν ακραία αποτελέσματα. Στην Δανία εμφανίστηκε το υψηλότερο ποσοστό ακρίβειας από όλη την έρευνα, 93,89 από τα δέντρα ταξινόμησης για τις μη πτωχευμένες, όμως η ίδια μέθοδος στις πτωχευμένες είχε 23,52% ακρίβεια. Και οι υπόλοιπες μέθοδοι είχαν ακραία ποσοστά και συνήθως όπου υπήρξε πολύ καλό αποτέλεσμα υπήρξε και πολύ κακό στην άλλη κατηγορία παρατηρήσεων. Στην Τσεχία, τα αποτελέσματα είχαν και υψηλά και χαμηλά ποσοστά και τα νευρωνικά δίκτυα είχαν αρκετά σταθερά νούμερα ακρίβειας, 70,58% και 72,38%. Τέλος, στην Ουγγαρία, τα ποσοστά είχαν μεγάλες διακυμάνσεις με το υψηλότερο να είναι 88% από τα νευρωνικά δίκτυα και το χαμηλότερο 38% από τα SVM και τα δύο στις πτωχευμένες.

Από το διάγραμμα 4.9, φαίνεται πως όλες οι μέθοδοι είχαν καλά έως πολύ καλά ποσοστά στην ταξινόμηση των μη πτωχευμένων με πάνω από 70% από τις στατιστικές μεθόδους (LDA, QDA και LR) και από τα απλά δέντρα ταξινόμησης και τα χαμηλότερα από τα bagged trees και τα νευρωνικά δίκτυα. Τα τελευταία βέβαια είχαν τον υψηλότερο μέσο όρο στην ακρίβεια των πτωχευμένων (74,8%). Στις πτωχευμένες, τα boosted και τα bagged δέντρα είχαν 61,7% και 67,6% αντίστοιχα ενώ οι υπόλοιπες μέθοδοι κυμαίνονταν από 52 έως 58%.

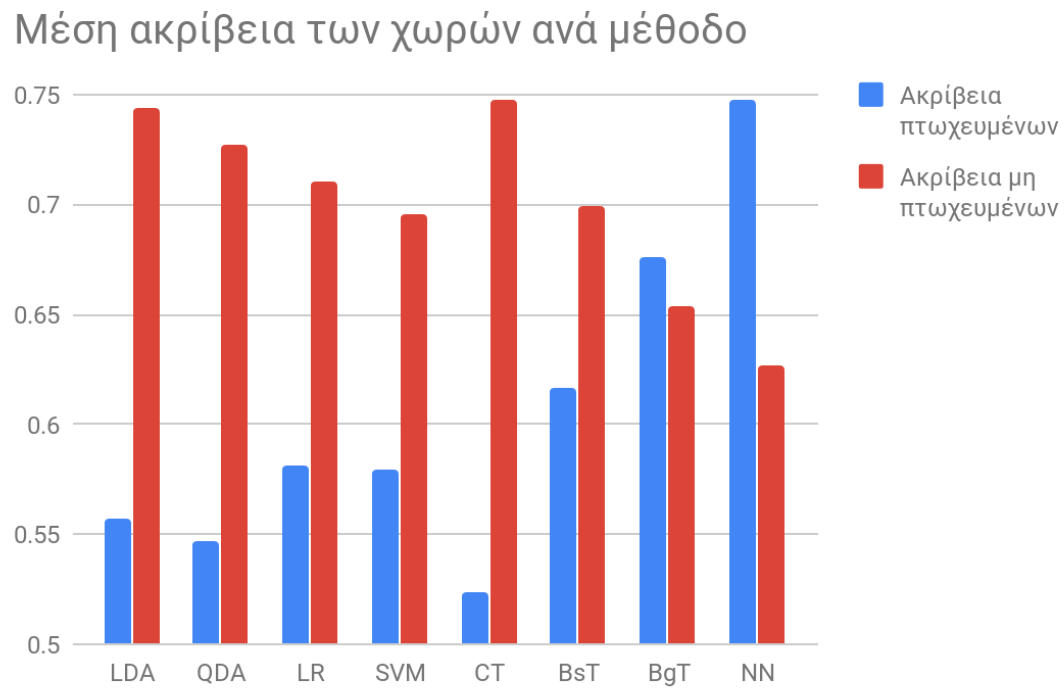
Πίνακας 4.6 Ακρίβεια πτωχευμένων και μη ανά χώρα και ανά μέθοδο (LDA, QDA ,LR και SVM)

Χώρα	LDA		QDA		LR		SVM	
	Πτ.	Μη Πτ.	Πτ.	Μη Πτ.	Πτ.	Μη Πτ.	Πτ.	Μη Πτ.
CZ	0,568	0,782	0,451	0,873	0,607	0,691	0,431	0,674
DK	0,450	0,846	0,431	0,708	0,666	0,625	0,705	0,659
ES	0,574	0,677	0,711	0,598	0,548	0,724	0,548	0,780
FR	0,631	0,715	0,542	0,786	0,676	0,673	0,531	0,806
GB	0,536	0,750	0,545	0,735	0,518	0,747	0,755	0,548
HU	0,700	0,611	0,520	0,634	0,680	0,617	0,380	0,858
IT	0,747	0,733	0,752	0,645	0,781	0,685	0,752	0,659
NO	0,667	0,610	0,605	0,638	0,630	0,628	0,815	0,422
RO	0,373	0,855	0,535	0,824	0,378	0,850	0,649	0,650
SE	0,321	0,858	0,377	0,831	0,321	0,859	0,226	0,903

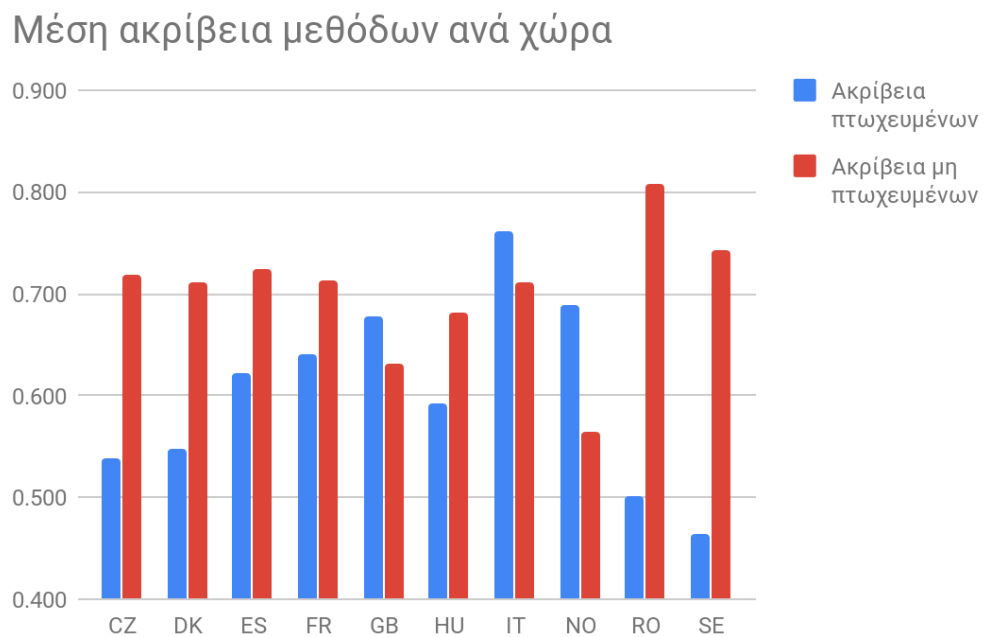
Πίνακας 4.7 Ακρίβεια πτωχευμένων και μη ανά χώρα και ανά μέθοδο (Δέντρα και Νευρωνικά δίκτυα)

Χώρα	Classification Trees		Boosted Trees		Bagged Trees		Neural Network	
	Πτ.	Μη Πτ.	Πτ.	Μη Πτ.	Πτ.	Μη Πτ.	Πτ.	Μη Πτ.
CZ	0,392	0,669	0,509	0,742	0,647	0,598	0,705	0,723
DK	0,235	0,938	0,549	0,655	0,49	0,777	0,862	0,481
ES	0,673	0,756	0,612	0,738	0,741	0,702	0,569	0,818
FR	0,603	0,750	0,754	0,629	0,598	0,737	0,788	0,606
GB	0,627	0,709	0,755	0,617	0,827	0,526	0,864	0,412
HU	0,460	0,773	0,440	0,843	0,680	0,615	0,880	0,499
IT	0,759	0,733	0,724	0,768	0,802	0,697	0,772	0,775
NO	0,556	0,613	0,654	0,622	0,765	0,525	0,815	0,455
RO	0,443	0,826	0,497	0,823	0,476	0,873	0,659	0,761
SE	0,491	0,717	0,679	0,551	0,736	0,487	0,566	0,742

Διάγραμμα 4.8 Μέση ακρίβεια των χωρών ανά μέθοδο



Διάγραμμα 4.9 Μέση ακρίβεια των μεθόδων ανά χώρα



Από τον πίνακα 4.8, παρατηρείται πως στις τιμές του AUROC, εμφανίζονται τιμές πάνω από 0.8 σε κάποιες χώρες και μεθόδους αλλά ταυτόχρονα εμφανίζονται και χαμηλές, που δεν υπήρχαν στο AUROC του συνολικού δείγματος. Από τις χώρες η Ιταλία έχει τις υψηλότερες τιμές του δείκτη σε όλες τις μεθόδους ενώ Σουηδία έχει σχεδόν σε όλες τις μεθόδους τη χαμηλότερη τιμή. Από τις τιμές του AUROC των μεθόδων φαίνεται πως τα καλύτερα αποτελέσματα είχαν τα νευρωνικά δίκτυα.

Πίνακας 4.8- AUROC ανά μέθοδο και ανά χώρα

Μέθοδος	CZ	DK	ES	FR	GB	HU	IT	NO	RO	SE
LDA	0.697	0.670	0.665	0.703	0.680	0.645	0.803	0.665	0.625	0.591
QDA	0.695	0.522	0.713	0.699	0.666	0.555	0.739	0.621	0.677	0.557
LR	0.660	0.663	0.671	0.715	0.682	0.637	0.796	0.652	0.655	0.571
SVM	0.539	0.720	0.679	0.718	0.689	0.644	0.767	0.588	0.682	0.558
CT	0.522	0.530	0.760	0.674	0.657	0.644	0.799	0.548	0.646	0.612
BsT	0.648	0.637	0.748	0.736	0.712	0.662	0.817	0.653	0.717	0.612
BgT	0.645	0.615	0.786	0.711	0.717	0.689	0.828	0.655	0.726	0.630
NN	0.739	0.736	0.753	0.757	0.704	0.722	0.847	0.678	0.739	0.667

#### 4.3.4 Σύγκριση AUROC

Για την σύγκριση των αποτελεσμάτων και την εύρεση της αποτελεσματικότερης μεθόδου για το δείγμα, υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι των AUROC για κάθε μέθοδο, αρχικά όλων των κλάδων και στη συνέχεια όλων των χωρών. Στον πίνακα 4.9, φαίνονται οι μέσοι όροι σε σύγκριση με το AUROC των μεθόδων που είχε προκύψει από την επεξεργασία ολόκληρου του δείγματος (βλέπε 4.3.1). Από την σύγκριση αυτή, συμπεραίνεται ότι η ανάλυση ολόκληρου του δείγματος είχε τον υψηλότερο μέσο όρο AUROC, στη συνέχεια ανά κλάδο και τελευταία η ανάλυση ανά χώρα. Από τις μεθόδους τα bagged δέντρα και τα νευρωνικά δίκτυα είχαν πολύ υψηλές τιμές και στις τρεις περιπτώσεις. Μάλιστα και οι δύο μέθοδοι είχαν πάνω από 0,8 στην ανάλυση ολόκληρου του δείγματος. Τα bagged δέντρα είχαν καλύτερα αποτελέσματα στην ολότητα του δείγματος ενώ τα νευρωνικά δίκτυα στην ανάλυση ανά κλάδο και ανά χώρα.

Πίνακας 4.9- Συγκεντρωτικός Πίνακας AUROC

Μέθοδος	Μέσο AUROC των κλάδων	Μέσο AUROC των Χωρών	AUROC ολόκληρου του δείγματος
LDA	0,731	0,674	0,716
QDA	0,670	0,644	0,708
LR	0,727	0,670	0,732
SVM	0,681	0,658	0,741
CT	0,664	0,639	0,752
BsT	0,747	0,694	0,797
BgT	0,757	0,700	0,819
NN	0,784	0,734	0,807
<b>Μέσος Όρος</b>	<b>0,720</b>	<b>0,677</b>	<b>0,759</b>

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Ευρώπη, αποτελεί ένα πλούσιο ενεργειακό χάρτη με πληθώρα ενεργών επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον τομέα αυτό. Η δράση τους, στηρίζει την οικονομία και την ανάπτυξή της. Όμως, είναι πλέον αδύνατο μία ενεργειακή επιχείρηση να δρα με τους κανόνες μόνο της χώρας της. Είναι απαραίτητο να ακολουθεί την Ευρωπαϊκή γραμμή και τα σχέδια της για την δημιουργία της κοινής ενεργειακής Ευρώπης. Αυτά για να επιτευχθούν χρειάζεται μεγάλη προσπάθεια και συνεργασία από τα κράτη. Οι επιχειρήσεις τους, αντιμετωπίζουν πολλές προκλήσεις, όπως την υποχρεωτική στροφή στην πράσινη ενέργεια, το άνοιγμα των αγορών, την παγκοσμιοποίηση της οικονομίας και τον συνεχή ανταγωνισμό. Έτσι η πρόβλεψη χρεοκοπίας αποτελεί μία πραγματικότητα που οφείλουν να υιοθετήσουν οι επιχειρήσεις για την επιβίωσή τους. Για την έρευνα της πρόβλεψης δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν μόνο τα χρηματοοικονομικά στοιχεία των επιχειρήσεων αλλά και τα χαρακτηριστικά των χωρών και των τομέων που δραστηριοποιούνται οι επιχειρήσεις (εδώ ενεργειακός τομέας) καθώς αποτελούν εξωτερικούς παράγοντες που επηρεάζουν την επιχείρηση και την πορεία της.

Από τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα, τα αποτελέσματα όλων ήταν ικανοποιητικά και φαίνεται πως και οι στατιστικές μέθοδοι και οι μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης ταίριαζαν στα δεδομένα. Όμως αυτή με την υψηλότερη τιμή στην ανάλυση ολόκληρου του δείγματος ήταν τα bagged δέντρα. Συνεπώς μπορεί να θεωρηθεί ως την καλύτερη μέθοδο για τα δεδομένα αυτά. Στην αναλυτικότερη μελέτη που έγινε στις χώρες και τους ενεργειακούς κλάδους, η μέθοδος με το υψηλότερο AUROC ήταν τα νευρωνικά δίκτυα. Οι τιμές αυτές όμως δεν ήταν υψηλότερες από αυτή του συνολικού δείγματος των bagged δέντρων. Στην κλαδική επεξεργασία, ο κλάδος με τα καλύτερα αποτελέσματα ήταν αυτός με κωδικό 19 (Παραγωγή οπτάνθρακα και προϊόντων διύλισης πετρελαίου). Σε αυτόν, τα νευρωνικά δίκτυα είχαν τις καλύτερες τιμές ακρίβειας με πολύ καλές τιμές και από τα σύνθετα δέντρα αποφάσεων (boosted και bagged). Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας (κωδικός 35), που ήταν και ο μεγαλύτερος είχε τα επόμενα καλύτερα αποτελέσματα, με τιμές του δείκτη AUROC πάνω από 0,8 από τα σύνθετα δέντρα. Στην ανάλυση ανά χώρα, αυτά που ξεχώρισαν ήταν τα αποτελέσματα για την Ιταλία καθώς τα νευρωνικά δίκτυα, τα σύνθετα δέντρα και η LDA είχαν πάρα πολύ καλές τιμές AUROC (πάνω από 0,8) και η λογιστική παλινδρόμηση και τα απλά δέντρα ταξινόμησης είχαν AUROC σχεδόν 0,8. Από αυτά προκύπτει πως τα boosted και τα bagged δέντρα καθώς και τα νευρωνικά δίκτυα ήταν οι δυνατότερες μέθοδοι για την πρόβλεψη.

Η ενεργειακή αγορά της Ευρώπης, οδεύει προς την νέα ενωμένη ενεργειακή πορεία, έτσι μία πρόταση για το μέλλον είναι να εξεταστεί η ικανότητα κάθε κράτους-μέλους της να δεχτεί τις ενεργειακές αλλαγές που θέλει να επιβάλει και την δυνατότητα των υποδομών της. Επίσης είναι απαραίτητο να στηρίζει με οικονομικά κονδύλια και επιδοτήσεις τις πιο αδύναμες χώρες αλλά και αυτές με μικρούς ενεργειακούς κλάδους που δεν έχουν μεγάλη ρευστότητα. Στον θέμα της πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων, προτείνεται η χρήση συνδυαστικών μεθόδων, όπως των δέντρων boosted και bagged με διαφορετικές μεθόδους για «βάση» και σύγκριση των αποτελεσμάτων με

τις υπάρχουσες μεθόδους αλλά και η περαιτέρω εξερεύνηση με διαφορετικούς τύπους νευρωνικών δικτύων. Τέλος, θα μπορούσε να εξεταστεί η επέκταση της παλέτας των μεταβλητών που συμπληρώνουν το δείγμα, με δεδομένα από τα συστήματα μεταφοράς, αποθήκευσης και διανομής της ενέργειας αλλά και δεδομένα όπως την ζήτηση και τις ανάγκες των καταναλωτών.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ACER-Agency for the Cooperation of Energy Regulator. (2017). Ανάκτηση από <https://www.acer.europa.eu/el/Pages/default.aspx>
- Adnan Aziz Humayon, M., & Dar, A. (2006). Predicting corporate bankruptcy: Where we stand>. *The international journal of business in society*, 6(1), σσ. 18-33.
- Alaka, H., Oyedele, L., Owolabi, H., Kumar, V., Ajayi, S., Akinade, O., & Bilal, M. (2018). Systematic review of bankruptcy prediction models: Towards a framework for tool selection. *Expert Systems with Applications*, 94, σσ. 164-184.
- Altares. (2018). Ανάκτηση από Data Altares: <https://www.altares.com/fr/>
- Altman, E. (1968). Financial Ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), σσ. 589-609.
- Altman, E., Haldeman, R., & Narayanan, P. (1977). ZETA analysis: a new model to identify bankruptcy risk of corporations. *Journal of Banking and Finance*, 1(1), σσ. 29-51.
- Altman, E., Iwanicz-Drozowska, M., Laitinen, A., & Suvas, A. (2016, April 5). Financial Distress Prediction in an International Context: A review and Empirical Analysis of Altman's Z-Score Model. *Journal of International Financial Management & Accounting*, 28(2), σσ. 131-171.
- Altmann, M., Schmidt, P., Brenninkmeijer, A., van den Kerckhove, O., Ruska, M., Koljonen, T., . . . Rönholm, A. (2010). *Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο*. Ανάκτηση από <http://www.europarl.europa.eu/activities/committees/studies.do?language=EN>
- Balcaen, S., & 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, σσ. 63-93.
- Balleisen, E. (2001). *Navigating failure: bankruptcy and commercial society in Antebellum America*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.
- Barniv, R., Anurag, A., & Leach, R. (1997). Predicting the out come following bankruptcy filing: A three state classification using NN. *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 6, σσ. 177-194.
- Beaver, W. (1966). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of Accounting Research*, 5, σσ. 71-111.
- Bellovary, J., Giacomino, D., & Akers, M. (2007, January 1). A Review of Bankruptcy Prediction Studies: 1930-Present. *Journal of Financial Education*(33), σσ. 1-42.
- Boritz, J., & Kennedy, D. (1995). Effectiveness of neural network types for prediction of business failure. *Expert Systems with Applications*, 9(4), σσ. 503-512.

- Bose, I. (2006). Deciding the financial health of dot-coms using rough sets. *Information & Management*, 43, σσ. 835-846.
- Bose, I., & Pal, R. (2006). Predicting the survival of failure of click-and-mortar corporations: A knowledge discovery approach. *European Journal of Operational Research*, 174, σσ. 959-982.
- Burkard, E. (2008). The Making of the European Energy Market: The Interplay of Governance and Government. *Journal of Public Policy*, 28(1), σσ. 73-92.
- Carlos, S. (1996). Self organizing neural networks for financial diagnosis. *Decision Support Systems*, 17, σσ. 227-238.
- Carminchael, D. (1972). The auditor's reporting obligation. *Auditing Res.Monogr.*, σσ. 94-94.
- Chen, M. (2011). Predicting corporate financial distress based on integration of decision tree classification and logistic regression. *Expert Systems with Applications*, 38, σσ. 11261-1127.
- Cheng, E., Xia, F., & Yngchih Wang, G. (2014). The Special Treatment Designation and Information Transmission in the Chinese Stock Market. *Mathematical Methods in Finance and Business Administration*, σσ. 139-151.
- Chudson, W. (1945). *The Pattern of Corporate Financial Structure*. New York: National Bureau of Economic Research.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. (1995). *Green Paper- FOR A EUROPEAN UNION ENERGY POLICY*. Brussels.
- Daffie, D., & Singleton, K. (2003). *Credit Risk, Pricing, Measurements, and Management*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- De Andres, J., Lorca, P., de Cos Juez, F., & Sanchez-Lasheras, F. (2011). Bankruptcy forecasting: A hybrid approach using Fuzzy c-means clustering and Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS). *Expert Systems with Applications*, 38(3), σσ. 1866-1875.
- Department of Registrar of Companies and official Receiver. (2018). Ανάκτηση από BANKRUPTCIES STATISTICS: [http://www.mcit.gov.cy/mcit/drcor/drcor.nsf/bankruptcy\\_statistics\\_en/bankruptcy\\_statistics\\_en?OpenDocument](http://www.mcit.gov.cy/mcit/drcor/drcor.nsf/bankruptcy_statistics_en/bankruptcy_statistics_en?OpenDocument)
- DEstatis Statistisches Bundesamt. (2018). Ανάκτηση από Insolvencies: <https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/Indicators/ShortTermIndicators/Insolvencies/ins110.html>
- Dimitras, A., Zanakis, S., & Zopounidis, C. (1996). A survey of business failures with an emphasis on failure prediction methods and industrial applications. *European Journal of Operational Research*, 90(3), σσ. 487-513.
- Directive 96/92/EC of the European Parliament and of the Council of 19 December 1996 concerning common rules for the internal market in electricity. (1996). *Official Journal L 027*.

- Directive 98/30/EC of the European Parliament and of the Council of 22 June 1998 concerning common rules for the internal market in natural gas . (1998). *Official Journal L* 204.
- Domanico, F. (2007). Concentration in the European electricity industry: The internal market as solution? *Energy Policy*, 35(10), σσ. 5064–5076.
- Doumpos, M., & Zopounidis , C. (1999). A multinational discrimination method for the prediction of financial distress: the case of Greece. *Multinational Finance Journal*, 3, σσ. 71-101.
- Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2001, April). Assessing financial risks using a multicriteria sorting procedure: the case of country risk assessment. *OMEGA The International Journal of Management Science*, σσ. 97-109.
- Doumpos, M., Andriosopoulos, K., Galariotis, E., Makridou , G., & Zopounidis, C. (2017). Corporate failure prediction in the European energy sector: A multicriteria approach and the effect of country characteristics. *European Journal of Operational Research*, 262(1), σσ. 1-14.
- Doumpos, M., Kosmidou, K., Baourakis, G., & Zopounidis, C. (2002, April 16). Credit risk assessment using a multicriteria hierarchical discrimination approach: A comparative analysis. *European Journal of Operational Research*, 138(2), σσ. 392-412.
- Dun & Bradstreet Worldwide Network. (2017). *Global Bankruptcy Report 2017 EDITION 2*.
- Eikeland , P. (2008). *EU internal energy market policy: new dynamics in the Brussels policy game?* a CANES Working Paper.
- European Parliament. (2000). Ανάκτηση από LISBON EUROPEAN COUNCIL 23 AND 24 MARCH 2000 PRESIDENCY CONCLUSIONS: [http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1\\_en.htm](http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm)
- Ezzamel, M., & Mar-Molinero, C. (1990). The distributional properties of financial ratios in UK manufacturing companies. *Journal of Business Finance and Accounting*, 17(1), σσ. 1-29.
- FitzPatrick, P. (1932, October, November,December). A comparison of ratios of successful industrial enterprises with those of failed companies. *The Certified Public Accountant*, σσ. 598-605, 656-662, and 727-731.
- Fletcher, D., & Goss, E. (1993). Application forecasting with neural networks an application using bankruptcy data. *Information and Management*, 24, σσ. 159-167.
- Gepp, A., Kumar, K., & Bhattacharya, S. (2010). Business failure prediction using decision trees. *Journal of Forecasting*, 29(6), σσ. 536-555.
- Hancher, L. (1998). Delimitation of Energy Law Jurisdiction. The EU and Its Member States: From Organisational to Regulatory Conflicts. *Journal of Energy and Natural Resources Law* , σσ. 42-67.

- Ho, C., McCarthy, P., Yang, Y., & Ye, X. (2013). Bankruptcy in the pulp and paper industry: Market's reaction and prediction. *Empirical Economics*, 45(3), σσ. 1205-1232.
- INSOLE EUROPE. (2018). Ανάκτηση από National Insolvency Statistics: <https://www.insol-europe.org/technical-content/national-insolvency-statistics>
- Jackendoff, N. (1962). *A Study of Published Industry Financial and Operating Ratios*. Bureau of Economic and Business Research. Philadelphia: Temple University.
- Jacket-Lagreze, E., & Siskos, Y. (2001, April 16). Preference disaggregation: 20 years of MCDA experience. *European Journal of Operational Research*, 130(2), σσ. 233-245.
- Jeng, B., Jeng, Y., & Liang, T. (1997). FILM: A fuzzy inductive learning method for automated knowledge acquisition. *Decision Support Systems*, 39(3), σσ. 61-73.
- Jo, H., Han, I., & Lee, H. (1997). Bankruptcy prediction using case-based reasoning, neural networks and discriminant analysis. *Expert Systems with Applications*, 12(2), σσ. 97-108.
- Jones, S., & Hensher, D. (2004). Predicting Firm Financial Distres: A Mixed Logit Model. *The Accountig Review*, 79(4), σσ. 1011-1038.
- Jones, S., Johnstone, D., & Wilson, R. (2017, January/February). Predicting Corporate Bankruptcy: Evaluation of Alternative tatistical Frameworks. *Journal of Business Finance & Accounting*, 44(1&2), σσ. 3-34.
- Karan, M., & Kazdagli, H. (2011). The Development of Energy Markets in Europe. Στο A. D. (eds.), *Financial Aspects in Energy: A European Perspective* (σσ. 11-32). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Karels, G., & Prakash, A. (1987). Multivariate normality and forecasting of business bankruptcy. *Journal of Business Finance and Accounting*, 14(4).
- Kasgari, A., Divsalar, M., Javid M.R., & Ebrahimian, S. (2013). Prediction of bankruptcy Iranian corporations through artificial neural network and Probit-based anaysis. *Neural Computing and Applications*, 23(3-4), σσ. 927-936.
- Kim, S. (2011). Prediction of hotel bankruptcy using support vector machine, artificial neural network, logistic regression and multivariate discriminant analysis. *The Service Industries Journal*, 31(3), σσ. 441-468.
- Kolari, J., Glennon, D., Shin, H., & Caputo, M. (2002). Predicting large US commercial bank failures. *Journal of Economics and business*, 54(32 1), σσ. 361-387.
- KSV1870 Group. (2018). Ανάκτηση από <https://www.ksv.at/welcome-ksv1870-group>
- Lee , K., Han, I., & Kwon, Y. (1996). Hybrid neural network models for bankruptcy predictions. *Decisions support systems*, 18, σσ. 63-72.
- Lee, K., Booth, D., & Alam, P. (2005). A comparison of supervised and unsupervised neural networks in predicting bankruptcy of Korean firms. *Expert Systems with Applications*, 29, σσ. 1-16.

- Lee, T., & Yeh, Y. (2004). Corporate governance and financial distress: evidence from Taiwan. *Corporate Governance: An International Review*, 12(3), σσ. 378-388.
- Leshno, M., & Spector, Y. (1996). Neural network prediction analysis: The bankruptcy case. *Neurocomputing*, 10, σσ. 125-147.
- Lewiner, C. (2017). *World Energy Markets Observatory 19th Edition-Energy Transition in the World*. Capgemini.
- Liang, D., Lu, C.-C., Tsai, C.-F., & Guan-An hih. (2016). Financial Ratios and corporate Governance Indicators in Bankruptcy Prediction:A Comprehensive Study. *European Journal of Operational Research (Accepted Manuscript)*.
- Liang, D., Tsai, C., & Wu, H. (2015). The effect of feature selection on financial distress prediction. *Knowledge-Based Systems*, 73, σσ. 289-297.
- Lin, F., Liang, D., & Chu, W. (2010). The role of non-financial features related to corporate governance in business crisis prediction. *Journal of Marine Science and Technology*, 18(4), σσ. 504-513.
- Lin, T. (2009). A cross model study of corporate financial distress pretiction in Taiwan: multiple discriminant analysis, logit, probit and neural networks models. *Neurocomputing*, 72, σσ. 3507-3516.
- Maggina, A., & Tsaklanganos, A. (2012). Asset growth and firm performance evidence from Greece. *The International Journal of Business and Finance Research*, 6(2).
- Markevicius, E., Garsva, G., & Girdzijauskas, S. (2006). A Hybrid SOM-Altman Model for Bancruptcy Pretiction. *International Conference on Computational Science 3994*, σσ. 364-371.
- Matlary, J. (1997). *Energy Policy in the European Union*. New York: St Martin's Press.
- Merwin, C. (1942). *Financing small corporations in five manufB.cturing industries, 1926-1936*. New York: National Bureau of Economic Research .
- Min, J., & Lee, Y. (2005). Bankruptcy predictions using support vector machine (SVM) with optimal choice of kernel function parameters. *Expert Systems with Applications*, 28, σσ. 603-614.
- Moses, D., & Liao, S. (1987). On developing models for failure prediction. *Journal of Commercial Bank Lending*, 69, σσ. 27-38.
- Obaid, S., & Zaabi, A. (2011). Potential for the application of emerging market Z- score in U.A.E. Islamic banks,. *International Journal of Islamic and Middle*, 4(2), σσ. 158-173.
- Odom, M., & Sharda, R. (1990). A neural network model for bankruptcy prediction. in:*Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks(II)*, σσ. 163-168.
- Ohlson, J. (1980). Financial ratios and probalistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18(1), σσ. 109-131.

- Olson, D., Delen, D., & Meng, Y. (2012). Comparative analysis of data mining methods for bankruptcy predictions. *Decision Support Systems*, 52(2), σσ. 464-473.
- Padgett, S. (1992). The Single European Energy Market: The Politics of Realization. *Journal of Common Market Studies*, 30(1), σσ. 53-75.
- Papoulias, C., & Theodossiou, P. (1992). Analysis and Modeling of Recent Business Failures in Greece,. *Managerial and decision economic*, 13, σσ. 163-169.
- Pareto, V. (1896). *Cours d'Economie Politique*. Lausanne: F.Rouge.
- Pollitt, M. (2009a). *Electricity liberalization in the EU: a progress report*. University of Cambridge Working Paper in Economics, 0953.
- Quinlan, J. (1986). Iduction of decision trees. *Machine Learning*, 1(1), σσ. 81-106.
- Racius. (2018). Ανάκτηση από Resumo de 2018: <https://www.racius.com/observatorio/2018/>
- Rafiei, F., Manzari, S., & Bostonian, S. (2011). Financial health prediction models using artificial neural networks, genetic algorithm and multivariate discriminant analysis: iranian evidence. *Expert Systems Applications*, 38, σσ. 10210-10217.
- Rahimian, E., Singh, .., Thammachote, T., & Virmani, R. (1993). Bankruptcy prediction by neural network. Στο R. Trippi, & E. Turban, *Neural Networks in Finance and Investing: Using Artificial Intelligence to Improve Real World Performance* (σσ. 159-176). Chicago: Probus.
- Ravi Kumar, P., & Ravi, V. (2007). Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques- A review. *European Journal of Operational Research*, 180(1), σσ. 1-28.
- REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. (2016). *Energy prices and costs in Europe*. Brussels.
- Ross, S., Wasterfield, R., & Jaffe, J. (1999). *Corporate finance*. Homewood IL.
- Safarzyńska, K., & van den Bergh, J. C. (2017). Integrated crisis-energy policy: Macro-evolutionary modelling of technology, finance and energy interactions. *Tecnolological Forecasting and Social Change*, 114, σσ. 119-137.
- Schwark, B. (2006). Important New Nodes; Gas Hubs and their Impact on Competition. *Network Industries Quarterly*, 4(8).
- Sharda, R., & Wilson, R. (1993). *Performance comparison issues in neural network experiments for classification problems*. in: Proceedings of the 26th Hawaii International Conference on System Scientists.
- Smith, R., & Winakor, A. (1935). *Changes in Financial Structure of Unsuccessful Industrial Corporations*. University of Illinois, Bureau of Business Research, Bulletin No. 51. Urbana: University of Illinois Press.

- Spanos, M., Dounias, G., Matsatsinis, N., & Zopounidis, C. (1999). *A Fuzzy Knowledge-Based Decision Aiding Method for the Assessment of Financial Risks: The Case of Corporate Bankruptcy Prediction*. in: European Symposium on Intelligent Techniques.
- STATBEL- *Belgium in figures*. (n.d.). Ανάκτηση από The bankruptcy statistic: <https://statbel.fgov.be/en/themes/enterprises/bankruptcy-statistic>
- Sun, J., Li, H., Huang, Q.-H., & He, K.-Y. (2014). Predicting financial distress and corporate failure: A review from the state-of-the-art definitions, modeling, sampling, and featuring approaches. *Knowledge-Based Systems*, 57, σσ. 41-56.
- Swicegood, P., & Clark, J. (2001). Off-site monitoring for predicting bank under performance: A comparison of neural networks, discriminant analysis and professional human judgment. *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 10, σσ. 169-186.
- Tam, K., & Kiang, M. (1992). Managerial applications of neural networks: the case of bank failure predictions. *Management Science*, 38(7), σσ. 926-947.
- Tamari, M. (1966). Financial ratios as a means of forecasting bankruptcy. *Management International Review*, 4, σσ. 15-21.
- Tseng, F., & Lin, L. (2005). A quadratic interval logit model for forecasting bankruptcy. *Omega*, 33(1), σσ. 85-91.
- Tsukuda, J., & Baba, I. (1994). Predicting Japanese corporate bankruptcy in terms of finance data using neural network. *Computers and Industrial engineering*, 27(1-4), σσ. 445-448.
- Wilson, R., & Sharda, R. (1994). Bankruptcy prediction using neural networks. *Decision Support Systems*, 11, σσ. 545-557.
- Wu, J. (2007). *Do corporate governance factors matter for financial distress prediction of firms? Evidence from Taiwan*. Master's Thesis, University of Nottingham.
- Zavgren, C. (1985). Assessing the vulnerability to failure of American industrial firm: a logistic analysis. *Journal of Business, Finance and Accounting*, 12, σσ. 19-45.
- Zhang, G., Hu, M., Patuwo, B., & Indro, D. (1999). Artificial neural networks in bankruptcy predictions: General framework and cross-validation analysis. *European Journal of Operational Research*, 116, σσ. 16-32.
- Zywicki, T. (2008). *Bankruptcy*. In *Coincise Encyclopedia of Economics*, 2nd Edition. (D. Henderson, Επιμ.) Indianapolis: Library of Economics and Liberty.
- ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ, ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ. (2016). *Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους*. Βρυξέλλες.
- ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ

- ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ. (2010). *Ενέργεια 2020 Μια στρατηγική για ανταγωνιστική, αειφόρο και ασφαλή ενέργεια*. Βρυξέλλες.
- ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ . (2010). *Ο μελλοντικός ρόλος των περιφερειακών πρωτοβουλιών* . Βρυξέλλες.
- ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ. (2011). *Ενεργειακός χάρτης πορείας για το 2050*. Βρυξέλλες.
- ΑΠΟΦΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 10ης Νοεμβρίου 2010 για την τροποποίηση του κεφαλαίου 3 του παραρτήματος I του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 715/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου περί όρων πρόσβασης στα δίκτυα μεταφοράς φυσικού αερίου. (2010). *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.
- Γαγάνης, Χ., Δούμπος, Μ., & Ζοπουνίδης, Κ. (2006). *ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΤΗΣ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΤΥΧΙΑΣ: Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Ευρωπαϊκή Ένωση*. (2018). Ανάκτηση από <https://europa.eu>
- Ευρωπαϊκό Δικαστικό Δίκαιο Σε Αστικές και Εμπορικές Υποθέσεις*. (2007). Ανάκτηση από Πτώχευση - Ελλάδα: [http://ec.europa.eu/civiljustice/bankruptcy/bankruptcy\\_gre\\_el.htm#1](http://ec.europa.eu/civiljustice/bankruptcy/bankruptcy_gre_el.htm#1).
- Ζοπουνίδης , Κ. (2013). *Βασικές Αρχές Χρηματοοικονομικού Μάνατζμεντ*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 714/2009 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 13ης Ιουλίου 2009 σχετικά με τους όρους πρόσβασης στο δίκτυο για τις διασυνοριακές ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1228/2003 . (2009). *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.
- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 1775/2005 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 28ης Σεπτεμβρίου 2005 περί όρων πρόσβασης στα δίκτυα μεταφοράς φυσικού αερίου . (2005). *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.
- Κοτσίρης, Λ. (1998). *Πτωχευτικό Δίκαιο*. Εκδόσεις Σακκουλάς.
- ΟΔΗΓΙΑ 2003/55/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 26ης Ιουνίου 2003 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου και την κατάργηση της οδηγίας 98/30/ΕΚ. (2003). *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.
- ΟΔΗΓΙΑ 2009/72/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 13ης Ιουλίου 2009 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την

εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενεργείας και για την κατάργηση της οδηγίας 2003/54/EK. (2009). *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.

ΟΔΗΓΙΑ 2009/73/EK ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 13ης Ιουλίου 2009 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου και την κατάργηση της οδηγίας 2003/55/EK. (2009). *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.