

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από πολύ παλιά ο άνθρωπος προσπαθούσε και έψαχνε τρόπους να εξηγήσει κάποια φαινόμενα τα οποία παρατηρούσε καθημερινά και στη συνέχεια να προβλέψει την εξέλιξη αυτών των φαινομένων στην πάροδο του χρόνου. Η αστρονομία ήταν από τις πρώτες επιστήμες για την οποία αναπτύχθηκε ένα σύστημα πρόβλεψης της κίνησης των αστεριών και μάλιστα με ιδιαίτερη επιτυχία.

Τα τελευταία χρόνια, εκτός από τα πολλά φαινόμενα που εξελίσσονται στο περιβάλλον μας, η πρόβλεψη βρίσκει ιδιαίτερη απήχηση και σε άλλου είδους φαινόμενα, όπως είναι τα οικονομικά, τα κοινωνικά αλλά και τα τεχνολογικά. Στα τελευταία, ο Ιούλιος Βερν πριν από πολλά χρόνια, και μέσα από βιβλία που έχουμε διαβάσει όλοι μας, προέβλεψε ότι ο άνθρωπος θα πατήσει το φεγγάρι και θα εξερευνήσει τον βυθό της θάλασσας, προτείνοντας μάλιστα και κάποιους τρόπους, βάζοντας έτσι τα θεμέλια για τρομακτικές τεχνολογικές καινοτομίες.

Η πρόβλεψη μπορεί να εφαρμοσθεί με πολλούς και διάφορους τρόπους, ιδιαίτερα στα κοινωνικά και τεχνολογικά συστήματα έχουν γίνει κάποιες μαθηματικές μοντελοποιήσεις των φαινομένων που λαμβάνουν χώρα μέσα σε αυτά και έχουν εξαχθεί διάφορες φόρμες οι οποίες μπορούν να πραγματοποιήσουν πρόβλεψη. Οι φόρμες αυτές, περιγράφονται από διαφορικές εξισώσεις και επειδή συνήθως περιέχουν ρυθμούς μεταβολής ενός μεγέθους εκφράζονται με παραγώγους. Οι δύσκολοι και επίπονοι υπολογισμοί που προκύπτουν εφαρμόζοντας τις φόρμες αυτές, εξουδετερώνονται με την ευρεία χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι οποίοι δίνουν γρήγορα και με εκπληκτική ακρίβεια τα αποτελέσματα των υπολογισμών, πράγμα το οποίο στο παρελθόν ήταν τρομερά δύσκολο. Γι' αυτό τα τελευταία χρόνια με την άνθηση της επιστήμης των Πληροφοριών (Η/Υ), η πρόβλεψη έχει πάρει την θέση που της αρμόζει στο σύνολο των επιστημών.

Όσον αφορά την σημασία της πρόβλεψης για τις σύγχρονες επιχειρήσεις, αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική. Δεν εννοείται σήμερα επιχείρηση η οποία να σχεδιάζει, να προγραμματίζει και να λαμβάνει αποφάσεις δίχως να παίρνει υπόψη της την πρόβλεψη της ζήτησης, την πρόβλεψη των πωλήσεων της και γενικά την πρόβλεψη όλων εκείνων των παραγόντων που επηρεάζουν το προϊόν της. Εδώ ακριβώς είναι η βάση πάνω στην οποία στηρίζεται το Μάρκετινγκ κάθε συγχρονής και φιλόδοξης επιχείρησης.

Αυτή είναι και η ιδέα στην οποία στηρίζεται η εργασία μου. Όπως φαίνεται από τον τίτλο θα ελέγξουμε κατά πόσο η πρόβλεψη πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του Μάρκετινγκ, όπως επίσης και διάφοροι κύκλοι ζωής προϊόντος, όπως είναι η μόδα και οι παροδικές συνήθειες, μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο της πρόβλεψης.

Αναλυτικότερα, η εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια. Στο Πρώτο Κεφάλαιο παρατίθεται το θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας. Δηλαδή, κάποιες θεωρητικές έννοιες οι οποίες σχετίζονται με το περιβάλλον της πρόβλεψης, που θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε καλύτερα το θεωρητικό φάσμα μέσα στο οποίο κινείται η πρόβλεψη. Συμπεριλαμβάνονται και διάφορες έννοιες γύρω από το Μάρκετινγκ (Καινοτομίες, Κύκλος ζωής προϊόντος, κλπ). Στο Πρώτο Κεφάλαιο παρουσιάζεται και ο τρόπος με τον οποίο αξιολογείται η πρόβλεψη, αυτά τα κριτήρια που χρησιμοποιούμε για να ελέγξουμε την ακρίβεια της πρόβλεψης δεν είναι άλλα από τα σφάλματα τα οποία προκύπτουν από την σύγκριση των αποτελεσμάτων της πρόβλεψης και των πραγματικών τιμών. Μερικά από αυτά τα σφάλματα είναι :Το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (Mean Square Error-MSE), το Άθροισμα του Τετραγώνου των Σφαλμάτων (Sum of Square Error-SSE), ο Συντελεστής Προσδιορισμού (R^2) κλπ .

Ενώ, στο τέλος του Πρώτου Κεφαλαίου, αναφέρουμε μία ευρέως διαδεδομένη μεθοδολογία -ειδικά τον τελευταίο αιώνα- με την οποία μπορούμε να κάνουμε ποσοτική πρόβλεψη. Αυτή η μεθοδολογία είναι η εφαρμογή κάποιων μαθηματικών μοντέλων, των Πολυωνυμικών Μοντέλων και η εξέλιξη αυτών τα Διωνυμικά Μοντέλα, τα οποία με την ραγδαία εξέλιξη των Η/Υ (πολύπλοκοι, χρονοβόροι και επομένως τρομερά επίπονοι υπολογισμοί γίνονται πια πολύ πιο εύκολα), βρίσκουν ευρεία αποδοχή. Το πιο παλιό αλλά και πιο γνωστό Διωνυμικό μοντέλο είναι το Λογιστικό. Αυτό εφαρμόζουμε στην εργασία μας και για το οποίο γίνεται εκτενής και αναλυτική αναφορά αλλά και υπολογισμός των παραμέτρων του.

Στο Δεύτερο Κεφάλαιο εκφέρονται κάποιες απόψεις σχετικά με το κατά πόσο σε διάφορους κύκλους ζωής προϊόντος, όπως είναι η μόδα και οι παροδικές συνήθειες αλλά και η αποδοχή νέων προϊόντων, μπορεί να εφαρμοσθεί η διαδικασία της πρόβλεψης και να έχει επιτυχή αποτελέσματα. Γιατί αν συμβαίνει αυτό, τότε η πρόβλεψη μπορεί να γίνει ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία του σύγχρονου Μάρκετινγκ. Πράγματι, ενώ καμία όψη του Μάρκετινγκ δεν είναι τόσο αβέβαιη όσο η αποδοχή νέων προϊόντων κι ειδικά

εκείνων που το στοιχείο της μόδας αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι, τελικά θα δούμε ότι όχι μόνο η μόδα αλλά και η αποδοχή των προϊόντων γενικότερα είναι πολύ περισσότερο προβλεπτή από ότι γενικά πιστεύεται.

Στο Τρίτο Κεφάλαιο παρουσιάζεται μια απλή μέθοδος υπολογισμού των διαστημάτων πρόβλεψης για τις προγνώσεις των χρονικών σειρών, η οποία αν και εμπειρική είναι ωστόσο λιγότερο κουραστική από τις υπόλοιπες. Με αυτή την μέθοδο μειώνονται οι υποθέσεις που γίνονται συνήθως κατά τον υπολογισμό των διαστημάτων πρόβλεψης σχετικά με την εγκυρότητα του μοντέλου που χρησιμοποιείται, το είδος της παραγωγικής λειτουργίας ή το είδος της διανομής των λαθών πρόγνωσης. Στο πρώτο στάδιο της μεθόδου υπολογίζονται οι διαφορές των εφαρμοσμένων λαθών σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Στο δεύτερο στάδιο, υπολογίζονται τα συνήθη λάθη σε κάθε χρονική περίοδο και στο τρίτο και τελικό στάδιο ένας πολλαπλασιαστής που βασίζεται στην ανισότητα του Chebyshev, εφαρμόζεται σε κάθε στερεότυπο λάθος και επιφέρει τα επιθυμητά διαστήματα πρόβλεψης. Στην συνέχεια του Τρίτου Κεφαλαίου παρουσιάζονται κάποια εμπειρικά αποτελέσματα τα οποία και αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

Στο Τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται η πρακτική εφαρμογή του Λογιστικού Μοντέλου στις χρονοσειρές του αζώτου, του φωσφόρου, του καλίου και του συνόλου των λιπαντικών μονάδων και ελέγχεται η αποτελεσματικότητα του μοντέλου. Πρέπει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου δεν επιτεύχθηκε για την χρονοσειρά του καλίου ενώ για τις υπόλοιπες τρεις το μοντέλο εφαρμόστηκε 15 φορές για την κάθε μία χρονοσειρά. Ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας γίνεται με τον υπολογισμό των σφαλμάτων που παρουσιάζονται μεταξύ των δεδομένων και των τιμών που προκύπτουν μετά την διαδικασία της πρόβλεψης για διαφορετικούς χρονικούς ορίζοντες πρόβλεψης. Η γενική ιδέα της μεθοδολογίας που ακολουθούμε είναι να χωρίζουμε κάθε φορά την χρονοσειρά σε δύο υποσύνολα, να χρησιμοποιούμε το πρώτο ως δεδομένα για την προσαρμογή του μοντέλου και να εφαρμόζουμε πρόβλεψη στο δεύτερο υποσύνολο. Με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα κατά ένα, το πρώτο υποσύνολο μειώνεται κατά ένα δεδομένο ενώ αντίθετα το δεύτερο αυξάνεται. Σύμφωνα με αυτά τα σφάλματα μπορούν να προκύψουν σημαντικά συμπεράσματα όσον αφορά την αποτελεσματική ικανότητα πρόβλεψης του Λογιστικού Μοντέλου σε σχέση με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα.

ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύονται κάποιες από τις βασικές έννοιες της πρόβλεψης καθώς και η σημασία της τεχνολογικής πρόβλεψης σήμερα.

1.1 Γενικά για την πρόβλεψη

Μεταξύ της συνειδητοποίησης μιας ανάγκης και της ικανοποίησης της ανάγκης αυτής συνήθως παρουσιάζεται μια χρονική καθυστέρηση. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος για προγραμματισμό, σχεδιασμό και πρόβλεψη. Αν ο χρόνος αυτός είναι μηδενικός ή πολύ μικρός δεν υπάρχει ανάγκη για προγραμματισμό. Αν όμως ο χρόνος αυτός είναι αρκετά μεγάλος και το τελικό αποτέλεσμα εξαρτάται μόνο από παράγοντες οι οποίοι είναι δυνατόν να αναγνωριστούν και να απομονωθούν, ο προγραμματισμός και ο σχεδιασμός μπορούν να επιτελέσουν ένα σημαντικό ρόλο. Σε τέτοιες περιπτώσεις η πρόβλεψη είναι απαραίτητη για να καθορισθεί πότε ένα γεγονός θα συμβεί ή πότε μια ανάγκη θα προκύψει, έτσι ώστε να γίνουν οι κατάλληλες ενέργειες.

Σε περιπτώσεις διοίκησης (μάνατζμεντ), η ανάγκη για προγραμματισμό και σχεδιασμό είναι μεγάλη γιατί ο χρόνος για τη λήψη αποφάσεων ποικίλει από μερικά χρόνια (σε περιπτώσεις επενδύσεων κεφαλαίου), σε λίγες μέρες ή ακόμη και σε λίγες ώρες (για συγκοινωνίες ή προγραμματισμό παραγωγής). Η πρόβλεψη είναι μια σημαντική βοήθεια για ικανοποιητικό και αποτελεσματικό προγραμματισμό και σχεδιασμό [15].

Επομένως, άνετα, η τεχνολογική πρόβλεψη μπορεί να θεωρηθεί σαν μια επαρκώς τεκμηριωμένη επιστημονική μέθοδος που ανήκει στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται σήμερα από τους λήπτες αποφάσεων. Τα τελευταία χρόνια, έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος στον τομέα της πρόβλεψης, μια και όλο και περισσότερα φαινόμενα γίνονται αντικείμενο εφαρμογής της πρόβλεψης με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Η δυνατότητα να προβλέπουμε σήμερα πολλών ειδών γεγονότα δείχνει απόλυτα φυσιολογική, όπως θα φαίνεται άλλωστε η πρόβλεψη του καιρού σε μερικά χρόνια. Η τάση του να μπορούμε να προβλέπουμε με ακρίβεια όλο και περισσότερα γεγονότα, ειδικά εκείνα τα οποία είναι οικονομικής φύσεως, θα συνεχίσει να υπάρχει και να εντείνεται καθώς παρέχει μια καλύτερη βάση πάνω στην οποία θα μπορούμε να σχεδιάσουμε καλύτερα και αποτελεσματικότερα. Οι τυπικές μέθοδοι πρόβλεψης είναι τα μέσα με τα οποία θα επιτευχθεί αυτή η βελτίωση σχεδιασμού και προγραμματισμού.

Πέρα από αυτές τις βελτιώσεις θα πρέπει να λάβουμε υπόψη και δύο σημαντικά στοιχεία. Το πρώτο είναι ότι η επιτυχής πρόβλεψη δεν είναι πάντα απευθείας χρήσιμη στους λήπτες αποφάσεων. Το δεύτερο στοιχείο είναι η διάκριση ανάμεσα σε μη ελεγχόμενους εξωτερικούς παράγοντες (που σχετίζονται με την εθνική οικονομία, κυβερνήσεις, πελάτες και ανταγωνιστές) και ελεγχόμενους εξωτερικούς παράγοντες (όπως το μάρκετινγκ ή την υποστήριξη αποφάσεων μέσα στην εταιρεία). Η επιτυχία μιας εταιρείας εξαρτάται και από τους δύο τύπους παραγόντων, αλλά η πρόβλεψη εφαρμόζεται κυρίως στους πρώτους ενώ η λήψη αποφάσεων εφαρμόζεται κυρίως στους δεύτερους. Ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός είναι συνδετικοί κρίκοι μεταξύ τους.

Η πρόβλεψη είναι ένα πολύ σπουδαίο κομμάτι ανάμεσα στις δραστηριότητες λήψης αποφάσεων του μάνατζμεντ. Μια επιχείρηση θέτει κάποιους στόχους, κατόπιν προσπαθεί να προβλέψει παράγοντες του περιβάλλοντος της επιχείρησης και τέλος επιλέγει ενέργειες που πιστεύει ότι θα την οδηγήσουν στην επίτευξη αυτών των στόχων. Η ανάγκη για πρόβλεψη αυξάνεται καθώς το μάνατζμεντ προσπαθεί να μειώσει την εξάρτηση του από την τύχη και τις συγκυρίες. Μια καλή ή κακή πρόβλεψη μπορεί να επηρεάσει το σύνολο μιας επιχείρησης καθώς κάθε τομέας της εξαρτάται και σχετίζεται με όλους τους άλλους τομείς της επιχείρησης. Μερικοί από τους τομείς στους οποίους η πρόβλεψη πρόσφατα παίζει καθοριστικό ρόλο είναι οι εξής:

1. *Προγραμματισμός υπάρχοντων πόρων.* Η αποτελεσματική χρήση πόρων απαιτεί σχεδιασμό της παραγωγής, των μεταφορών, των μετρητών, του προσωπικού, κ.τ.λ. Οι προβλέψεις για το επίπεδο της ζήτησης του προϊόντος, του υλικού, της εργασίας, της χρηματοδότησης και των υπηρεσιών είναι σημαντικό κομμάτι ενός τέτοιου σχεδιασμού.
2. *Απαίτηση για επιπλέον πόρους.* Ο χρόνος για την απόκτηση πρώτων υλών, για την πρόσληψη νέου προσωπικού ή για την αγορά μηχανολογικού

εξοπλισμού, μπορεί να κυμαίνεται από μερικές μέρες σε αρκετά χρόνια. Η πρόβλεψη απαιτείται για να καθορίσει μελλοντικές απαιτήσεις πόρων.

3. *Καθορισμός του είδους των πόρων που απαιτούνται.* Όλες οι επιχειρήσεις πρέπει να καθορίζουν τι πόρους θέλουν να έχουν σε μακροχρόνια κλίμακα. Τέτοιου είδους αποφάσεις εξαρτώνται από τις τιμές της αγοράς, τους παράγοντες του εξωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης, την εσωτερική ανάπτυξη των οικονομικών, ανθρώπινων, παραγωγικών και τεχνολογικών πόρων. Αυτός ο καθορισμός απαιτεί καλές προβλέψεις και μάνατζερς που μπορούν να εκτιμήσουν τις προβλέψεις και να πάρουν τις κατάλληλες αποφάσεις [15].

Οι παραπάνω τρεις κατηγορίες είναι τυπικές και αντιπροσωπευτικές των βραχυπρόθεσμων, μεσοπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων αναγκών πρόβλεψης για τις σημερινές επιχειρήσεις. Όλες αυτές οι ανάγκες επιβάλουν στην εταιρεία να αναπτύξει διαφορετικά είδη προσεγγίσεων για την πρόβλεψη αβέβαιων γεγονότων και να φτιάξει ένα σύστημα πρόβλεψης. Αυτό όμως, προϋποθέτει ότι η επιχείρηση διαθέτει γνώση και τεχνική πάνω σε τέσσερις τουλάχιστον τομείς: 1. Αναγνώριση και καθορισμός των προβλημάτων πρόβλεψης, 2. Εφαρμογή ενός συνόλου μεθόδων πρόβλεψης, 3. Διαδικασίες για την επιλογή των κατάλληλων μεθόδων για μια συγκεκριμένη περίπτωση και 4. Οργανική υποστήριξη για την εφαρμογή και την χρησιμοποίηση τυποποιημένων μεθόδων πρόβλεψης.

1.2 Ορισμός της πρόβλεψης και εφαρμογές

Για την καλύτερη κατανόηση των όσων αναφέραμε ως τώρα, θα ήταν σωστό να δούμε και τον ορισμό της πρόβλεψης:

Ορισμός : Οι εκτιμήσεις μελλοντικών γεγονότων και καταστάσεων καλούνται προβλέψεις και το σύνολο των ενεργειών για την πραγματοποίηση τέτοιων εκτιμήσεων καλείται πρόβλεψη. [4]

Όλοι οι τύποι επιχειρήσεων ,ακόμα και οι κυβερνήσεις όλων των χωρών χρησιμοποιούν πρόβλεψη για την εκτίμηση μελλοντικών γεγονότων. Γιατί μια κυβέρνηση θα πρέπει να είναι ικανή να προβλέπει στοιχεία όπως είναι η ποιότητα του αέρα, η ποιότητα του νερού, το ποσοστό των ανέργων, τον πληθωρισμό και το ισοζύγιο ετσι ώστε να μπορεί να χαράξει την πολιτική της. Ακόμα και ένα πανεπιστήμιο θα πρέπει να χρησιμοποιεί πρόβλεψη για τους νεοεισαχθέντες φοιτητές σε θέματα όπως η διαθεσιμότητα στέγης και η πληρότητα των εγκαταστάσεων. Επομένως, όπως βλέπουμε, κάθε οργανισμός

ο οποίος παίρνει αποφάσεις, θα πρέπει να μπορεί να εφαρμόζει την πρόβλεψη για να παίρνει και τις σωστές αποφάσεις.

Ειδικότερα τώρα, για τις επιχειρήσεις, απαιτούνται προβλέψεις για πολλά γεγονότα και καταστάσεις σε όλες τις φάσεις της λειτουργίας τους. Στη συνέχεια, θα παραθέσουμε μερικά παραδείγματα για καταστάσεις όπου η πρόβλεψη στις επιχειρήσεις είναι απαραίτητη:

- Στον στρατηγικό προγραμματισμό, απαιτούνται προβλέψεις των οικονομικών δεδομένων του περιβάλλοντος της επιχείρησης (προβλέψεις για τις τιμές και τα κόστη, για τις τεχνολογικές αλλαγές, για την ανάπτυξη της αγοράς και για το μακροπρόθεσμο μέλλον της εταιρείας). Για παράδειγμα, τέτοιες προβλέψεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθοριστεί αν θα χρειαστούν επενδύσεις σε νέο εξοπλισμό και τεχνολογία στο μέλλον.
- Στα τμήματα μάρκετινγκ, θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμες αξιόπιστες προβλέψεις για την ζήτηση, έτσι ώστε η στρατηγική των πωλήσεων να μπορεί να σχεδιαστεί εκ των προτέρων. Για παράδειγμα, η συνολική ζήτηση για προϊόντα θα πρέπει να προβλεφθεί έτσι ώστε να προετοιμαστεί κατάλληλα και η εκστρατεία προβολής των προϊόντων. Επίσης θα πρέπει να προβλεφθεί και η ζήτηση των προϊόντων σε διάφορες αγορές, όπως και η ζήτηση ανάμεσα σε διαφορετικές ομάδες καταναλωτών, έτσι ώστε να γίνει και η κατάλληλη διαφημιστική εκστρατεία.
- Στην διαχείριση του προσωπικού, οι προβλέψεις για τον αριθμό των εργαζομένων που απαιτούνται για τις διάφορες εργασίες, είναι απαραίτητες, ώστε να σχεδιαστεί η πρόσληψη και εκπαίδευση νέων εργατών, αν αυτή είναι αναγκαία. Στον προγραμματισμό της παραγωγής, η πρόβλεψη για τις απαιτήσεις της κάθε γραμμής παραγωγής είναι απαραίτητη. Οι εκτιμήσεις αυτές γίνονται για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους (εβδομάδες, μήνες). Οι προβλέψεις αυτές επιτρέπουν στην εταιρεία να προγραμματίσει την παραγωγή της όπως και τα αποθέματα της.
- Ο έλεγχος των διαδικασιών είναι ένας τομέας που απαιτεί πρόβλεψη, γιατί μόνο έτσι μπορείς να δεις την μελλοντική συμπεριφορά ενός συστήματος. Μια βιομηχανική διαδικασία για παράδειγμα, μπορεί να αρχίσει να παράγει ελαττωματικά αντικείμενα, τα οποία συνεχώς αυξάνονται καθώς η διαδικασία εξελίσσεται στον χρόνο. Αν αυτή η συμπεριφορά έχει προβλεφθεί με ακρίβεια, τότε μπορούμε να ρυθμίσουμε το σύστημα να

σταματάει την κατάλληλη στιγμή και να επιδιορθώνεται, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται ο αριθμός των ελαττωματικών προϊόντων

- Τα επιτόκια σε μια οικονομία θα πρέπει να προβλέπονται, ώστε οι επιχειρήσεις να γνωρίζουν τις συνθήκες όταν αποφασίσουν να δανειοδοτηθούν. Τα έσοδα και τα έξοδα μιας επιχείρησης θα πρέπει να προβλέπονται, ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί η ταμειακή ροή και τα αποθέματα ρευστού να διατηρηθούν στο επιθυμητό επίπεδο [4].

1.3 Τεχνικές πρόβλεψης

Ελάχιστα προϊόντα ή υπηρεσίες δίνουν την δυνατότητα της εύκολης πρόβλεψης. Η εύκολη πρόβλεψη γενικώς αφορά ένα προϊόν του οποίου το απόλυτο επίπεδο ή η τάση είναι αρκετά σταθερή και ο ανταγωνισμός είναι ανύπαρκτος (υπηρεσίες κοινής ωφέλειας) ή σταθερός (αμιγές ολιγοπώλειο). Σε όλες σχεδόν τις αγορές, η συνολική ζήτηση και η ζήτηση της εταιρείας δεν είναι σταθερές και η καλή πρόβλεψη αποτελεί παράγοντα-κλειδί για την επιτυχία της εταιρείας. Αντίθετα μια κακή πρόβλεψη μπορεί να οδηγήσει σε πολύ μεγάλα αποθέματα, σε δαπανηρές μειώσεις τιμών ή σε απώλεια πωλήσεων που οφείλονται σε ελλείψεις αποθεμάτων. Όσο πιο ασταθής είναι η ζήτηση, τόσο πιο κρίσιμης σημασίας είναι η ακρίβεια της πρόβλεψης και τόσο πιο πολύπλοκη γίνεται η διαδικασία της πρόβλεψης. Οι μέθοδοι πρόβλεψης που υπάρχουν κυμαίνονται από τις πολύ απλές μέχρι και τις πολύ εξελιγμένες. Οι μάρκετινγκ μάνατζερς πρέπει να εξοικειωθούν με τις βασικότερες μεθόδους πρόβλεψης. Πρέπει να καταλάβουν τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες κάθε μεθόδου.[10]

Οι περιπτώσεις πρόβλεψης διαφέρουν πλατιά στους χρονικούς ορίζοντες που εξετάζουν, στους παράγοντες που λαμβάνουν υπ' όψιν τους, στους τύπους των δεδομένων που εξετάζουν και σε πολλούς άλλους τομείς. Για να χειριστούμε τέτοιες διαφορές, αναπτύχθηκαν αρκετές τεχνικές. Αυτές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τις ποσοτικές και τις ποιοτικές-τεχνολογικές. Οι ποσοτικές μέθοδοι μπορούν να χωριστούν σε μεθόδους χρονοσειρών και σε αιτιοκρατικές μεθόδους, ενώ οι ποιοτικές-τεχνολογικές μπορούν να χωριστούν σε εξερευνητικές και κανονικές

Η ποσοτική πρόβλεψη μπορεί να εφαρμοσθεί όταν υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις [15]:

1. Είναι διαθέσιμη η πληροφορία για το παρελθόν.

2. Αυτή η πληροφορία μπορεί να ποσοτικοποιηθεί σε μορφή αριθμητικών δεδομένων.
3. Είναι δυνατόν να υποθεθεί ότι κάποιες μορφές του παρελθόντος σχεδίου θα επαναληφθούν και στο μέλλον.

Η τελευταία περίπτωση είναι γνωστή και σαν υπόθεση της συνέχειας. Είναι ένα απαραίτητο συστατικό όλων των ποσοτικών και πολλών άλλων μεθόδων τεχνολογικής πρόβλεψης, χωρίς να έχει σημασία πόσο εξειδικευμένες μπορεί να είναι αυτές. Οι ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης ποικίλουν αρκετά, καθώς έχουν αναπτυχθεί κάτω από διαφορετικά πρίσματα και για διαφορετικούς σκοπούς. Κάθε μια μέθοδος έχει τα δικά της στοιχεία, τη δική της ακρίβεια και το δικό της κόστος, συστατικά που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ' όψιν για την επιλογή μιας συγκεκριμένης μεθόδου.

Ένας επιπλέον παράγοντας για την κατηγοριοποίηση των μεθόδων ποσοτικής πρόβλεψης είναι να αναγνωρίσουμε το μοντέλο που αυτές περιέχουν και χρησιμοποιούν. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι μοντέλων πρόβλεψης: Τα μοντέλα χρονοσειρών και τα μοντέλα παλινδρόμησης. Στον πρώτο τύπο, η πρόβλεψη και εκτίμηση για το μέλλον βασίζεται σε παρελθούσες τιμές μιας μεταβλητής και σε σφάλματα του παρελθόντος χρόνου. Το αντικείμενο τέτοιων μεθόδων πρόβλεψης που βασίζονται σε χρονοσειρές είναι η ανακάλυψη προτύπων στις χρονοσειρές του παρελθόντος και η επέκταση αυτού του προτύπου στο μέλλον. Τα μοντέλα παλινδρόμησης από την άλλη πλευρά υποθέτουν ότι ο παράγοντας που πρόκειται να προβλεφθεί έχει μια σχέση αιτίου-αποτελέσματος με μια ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Για παράδειγμα: $\text{Πωλήσεις} = f(\text{εισόδημα, τιμές διαφήμιση, ανταγωνισμός, κ.τ.λ.})$ [15]. Ο σκοπός των μοντέλων παλινδρόμησης είναι η ανακάλυψη της μορφής αυτής της σχέσεως και η χρησιμοποίηση της για να προβλεφθούν μελλοντικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής.

Τα μοντέλα χρονοσειρών όπως επίσης και αυτά της παλινδρόμησης έχουν πλεονεκτήματα σε συγκεκριμένες καταστάσεις. Τα μοντέλα χρονοσειρών μπορούν συχνά να χρησιμοποιηθούν πιο εύκολα για την πρόβλεψη ενώ τα μοντέλα παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται με μεγαλύτερη επιτυχία για λήψη αποφάσεων και χάραξη πολιτικής της επιχείρησης. Στη συνέχεια θα αναφέρουμε ενδεικτικά μερικές ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης [18]:

- *Ανάλυση συσχέτισης (Correlation analysis)*: Σε αυτήν την μέθοδο χρησιμοποιείται η ανάλυση παλινδρόμησης για να μετρηθεί ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των πιθανών πωλήσεων ενός προϊόντος κι ενός

παράγοντα της αγοράς που επηρεάζει τις πωλήσεις αυτού του προϊόντος στο παρελθόν. Στην ιδανική περίπτωση, αυτός ο "παράγων αγοράς" είναι ένα μέτρο μιας οικονομικής δραστηριότητας, η οποία είναι μια ανεξάρτητη μεταβλητή με τιμή που αλλάζει ανάλογα με τις πωλήσεις του προϊόντος, αλλά μπορεί να μετρηθεί πριν από αυτές.

Δύο είναι οι βασικοί περιορισμοί των αναλύσεων συσχέτισης:

1. Προϋποθέτουν την ύπαρξη σχετικά μεγάλου ιστορικού πωλήσεων - τουλάχιστον 20 τρίμηνα με δεδομένα πωλήσεων.
2. Είναι δαπανηρή και χρονοβόρα μέθοδος, και απαιτεί τη συνεχή χρήση υπολογιστή και δεξιότητες που συχνά δεν έχει το προσωπικό του μάρκετινγκ.

- *Δείκτης παράγοντα αγοράς (market factor index)*: Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των προβλέψεων πωλήσεων που προέκυψαν από την ανάλυση συσχέτισης
- *Αλυσίδα προϊόντων (Chain ratio)*: Περιλαμβάνει τον πολλαπλασιασμό ενός βασικού αριθμού, όπως του συνόλου των αγοραστών μιας αγοράς, με μια σειρά "ποιοτικών" συντελεστών που αντιστοιχούν στα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των υπο-αγορών που μελετώνται.
- *Συνολική Ζήτηση στην Αγορά (Total Market Demand)*: Υπολογίζει τη συνολική ζήτηση (Q), πολλαπλασιάζοντας το συνολικό αριθμό των αγοραστών (n) με την ποσότητα (q) που εκτιμάται ότι θα αγοράσει ο μέσος πελάτης, και με την τιμή (p) μιας μέσης μονάδας.
- *Εκτίμηση της αγοράς (market estimation)*: Σε αυτή τη μέθοδο υπολογίζονται οι συνολικές δυναμικότητες ενός ολόκληρου τομέα εμπορίας προσθέτοντας τις πιθανές τιμές συγκεκριμένων κλάδων αυτού του τομέα. Μία κατάταξη των επιχειρήσεων, αποδεικνύεται χρήσιμη για τον εντοπισμό κλάδων επιχειρήσεων της αγοράς στόχου για αναλυτικότερη μελέτη.
- *Ανάλυση χρονολογικών σειρών*: Για να χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος πρέπει να υποθεθεί ότι οι μεταβολές στα επίπεδα πωλήσεων του παρελθόντος (δηλαδή, των χρονολογικών σειρών) είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν σαν βάση για την πρόβλεψη των μελλοντικών πωλήσεων. Για τα προϊόντα που εξετάζουμε οι βασικές τάσεις των πωλήσεων είναι σχετικά σταθερές. Επομένως πρόκειται για μια εξαιρετική μέθοδο προβλέψεων.

Comment:

Παραπάνω αναφέραμε μερικές από τις πιο σημαντικές ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης. Όσο όμως η συμπεριφορά της αγοράς γίνεται όλο και λιγότερο προβλέψιμη, τόσο χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές και πιο περίπλοκες μέθοδοι προβλέψεων. Για τα καινούργια προϊόντα, όπου το ιστορικό των μέχρι τώρα πωλήσεων είναι ελάχιστο ή ανύπαρκτο, χρησιμοποιούνται συνήθως ποιοτικές ή τεχνολογικές μέθοδοι πρόβλεψης (ή ακόμα και μέθοδοι 'κρίσης'), οι οποίες βασίζονται στη στάση και γνώμη των ανθρώπων που θεωρείται ότι έχουν μεγάλη γνώση των μελλοντικών τάσεων και κατευθύνσεων της αγοράς. Τέτοιες μέθοδοι χρησιμοποιούνται πολύ και σε περιπτώσεις προϊόντων για τα οποία υπάρχει προηγούμενο ιστορικό πωλήσεων, αλλά βρίσκονται σε ένα νέο περιβάλλον ή διαφοροποιούνται αισθητά οι παράγοντες προώθησης των πωλήσεων τους.

Οι ποιοτικές ή τεχνολογικές μέθοδοι πρόβλεψης, δεν απαιτούν δεδομένα με τον ίδιο τρόπο όπως οι ποσοτικές μέθοδοι. Τα στοιχεία που απαιτούνται, εξαρτώνται από τη συγκεκριμένη μέθοδο και αποτελούν κυρίως προϊόν διαισθητικού τρόπου σκέψης, κρίσης και συσσωρευμένης γνώσης. Οι τεχνολογικές προσεγγίσεις συχνά απαιτούν στοιχεία από έναν αριθμό εξειδικευμένων ανθρώπων. Οι τεχνολογικές μέθοδοι χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες: τις *ερευνητικές* και τις *μετρικές (normative)* μεθόδους. Οι ερευνητικές μέθοδοι (όπως η μέθοδος των Δελφών, οι καμπύλες S, οι αναλογίες και η μορφολογική έρευνα) αρχίζουν με το παρελθόν και το παρόν σαν σημείο εκκίνησης και προχωρούν προς το μέλλον με ευριστικό τρόπο, συχνά εξετάζοντας όλες τις δυνατές πιθανότητες. Οι μετρικές μέθοδοι (όπως οι πίνακες αποφάσεων, τα δέντρα και η ανάλυση συστημάτων) αρχίζουν με το μέλλον, καθορίζοντας τους μελλοντικούς στόχους και έπειτα εργάζονται προς τα πίσω για να εξακριβώσουν αν αυτοί οι στόχοι μπορούν να επιτευχθούν, δεδομένων των περιορισμών, των πηγών και της τεχνολογίας που είναι διαθέσιμη.

Παρακάτω αναφέρονται κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα ποιοτικών μεθόδων πρόβλεψης [18]:

- *Έρευνα της γνώμης των ειδικών*: Αυτή η προσέγγιση στηρίζεται στη γνώμη κάποιων ανθρώπων, οι οποίοι υποτίθεται ότι έχουν γνώση των διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν τις πωλήσεις. Τα στελέχη μιας επιχείρησης που έχουν μια "σφαιρική εικόνα" των παραγόντων και των συνθηκών του περιβάλλοντος μπορεί να αποτελούν μια τέτοια ομάδα. Μια άλλη ομάδα μπορούν να είναι τα στελέχη μιας

επαγγελματικής οργάνωσης του κλάδου στον οποίο ανήκει η επιχείρηση ή του επαγγελματικού ή οικονομικού τύπου, τα οποία μπορεί να συγκεντρώνουν και να επεξεργάζονται στατιστικά στοιχεία από διάφορες πηγές, όπως είναι βιομηχανίες, εμπορικές επιχειρήσεις, και κρατικές υπηρεσίες. Για τη συγκέντρωση τέτοιου είδους πληροφοριών χρησιμοποιείται η πιο εξελιγμένη μέθοδος, η μέθοδος των Δελφών. Αυτή η μέθοδος υποβάλλει τους εμπειρογνώμονες σε πολλούς γύρους αξιολόγησης γεγονότων στη διάρκεια των οποίων τελειοποιούν τις υποθέσεις και τις απόψεις τους.

- *Συνισταμένη γνώμη της ομάδας πωλήσεων*: Πρόκειται για μια μέθοδο που μοιάζει με αυτήν της γνώμης των ειδικών. Οι προβλέψεις των πωλήσεων βασίζονται στις εκτιμήσεις του προσωπικού του τμήματος πωλήσεων. Οι πωλητές, οι οποίοι βρίσκονται πιο κοντά στα γεγονότα της αγοράς, θα πρέπει να είναι σε θέση να κάνουν πιο αξιόπιστες εκτιμήσεις, αν και υπάρχει η άποψη ότι τους λείπει η "σφαιρική εικόνα" των παραγόντων που επηρεάζουν τις πωλήσεις, καθώς και η γνώση της σχετικής επιδρασης των παραγόντων αυτών.
- *Έρευνα των προθέσεων των αγοραστών*: Διάφοροι οργανισμοί αλλά και ανεξάρτητες εταιρείες ερευνών αγοράς αναλαμβάνουν να κάνουν προβλέψεις για τις προθέσεις των αγοραστών. Το εργαλείο που χρησιμοποιείται συνήθως σε αυτές τις έρευνες είναι η κλίμακα πιθανοτήτων της αγοράς. Πρόκειται για μία κλίμακα της οποίας οι τιμές κυμαίνονται από 0,00 (μηδενική πιθανότητα), 0,50 (λογική πιθανότητα), και μέχρι 1,00 (βεβαιότητα) για την μέτρηση των προθέσεων των αγοραστών.

Η χρησιμότητα των ποιοτικών-τεχνολογικών προβλέψεων είναι δύσκολο να μετρηθεί. Χρησιμοποιούνται κυρίως για να αποκαλύψουν σχέσεις, για να βοηθήσουν τον λήπτη της απόφασης και για να υποστηρίξουν τις ποσοτικές μεθόδους, και όχι για να παρέχουν μια συγκεκριμένη αριθμητική πρόβλεψη. Εξαιτίας της φύσης τους και του κόστους τους, χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά για μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες προβλέψεις, όπως ο σχεδιασμός στρατηγικής, η ανάπτυξη νέων προϊόντων και τεχνολογίας και η ανάπτυξη μακροπρόθεσμου σχεδιασμού. Είναι πλέον γενικά αποδεκτό ότι οι ποιοτικές και οι ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης πρέπει να εφαρμόζονται σε συνδυασμό, έτσι ώστε τα αποτελέσματα της μίας να επαληθεύουν τα αποτελέσματα των άλλων.

1.4 Χρονοσειρές

Για να κάνεις πρόβλεψη για το μέλλον πρέπει να βασιστείς σε πληροφορίες που αφορούν γεγονότα που έχουν συμβεί στο παρελθόν. Για να είναι ικανοποιητική η πρόβλεψη θα πρέπει να στηριχτεί στα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτών των πληροφοριών. Έτσι, ο προβλέπων παίρνει αυτά τα δεδομένα και τα αναλύει ώστε να επισημάνει ένα μοντέλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τα περιγράψει. Στη συνέχεια, το μοντέλο επεκτείνεται στο μέλλον ώστε να επιτευχθεί πρόβλεψη. Για την επίτευξη προβλέψεων χρησιμοποιούνται *χρονοσειρές δεδομένων*.

Ορισμός : Μια ακολουθία αριθμητικών τιμών οι οποίες αποτελούν τις μετρήσεις (ή παρατηρήσεις) μιας μεταβλητής καλείται χρονοσειρά. Αν οι παρατηρήσεις λαμβάνονται σε ισαπέχοντα χρονικά διαστήματα, η χρονοσειρά καλείται *κανονική*.

Με αυτό τον τρόπο, χρησιμοποιώντας τις πωλήσεις παρελθόντων ετών, πολλές επιχειρήσεις κάνουν πρόβλεψη. Η υπόθεση είναι ότι τα στοιχεία από τα παρελθόντα έτη δείχνουν αιτιώδεις σχέσεις οι οποίες μπορούν να αποκαλυφθούν μέσα από στατιστική ανάλυση. Αυτές οι αιτιώδεις σχέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη των μελλοντικών πωλήσεων.

Μια χρονοσειρά από πωλήσεις παρελθόντων ετών αναλύεται σε τέσσερις βασικές συνιστώσες [10], [18]:

1. Μια μακροπρόθεσμη *τάση* (T) που φανερώνει μια ανάπτυξη ή μείωση των πωλήσεων και υπολογίζεται με την εξομάλυνση μιας ευθείας ή καμπύλης γραμμής στις πωλήσεις του παρελθόντος. Η τάση είναι αποτέλεσμα των βασικών εξελίξεων που παρατηρούνται σ' ένα πληθυσμό, στο σχηματισμό κεφαλαίου και στην τεχνολογία.
2. Μια βραχυπρόθεσμη *κυκλική μεταβολή* (C), που οφείλεται σε κυκλικά οικονομικά φαινόμενα ή ανταγωνιστική δραστηριότητα και παρουσιάζεται με κυματοειδείς μεταβολές πάνω στη γραμμή της τάσης. Η κυκλική συνιστώσα μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη σε μεσοπρόθεσμες προβλέψεις.
3. Μια *εποχιακή συνιστώσα* (S), που αντιπροσωπεύει τις οποιεσδήποτε επαναλαμβανόμενες εβδομαδιαίες, μηνιαίες, ή τριμηνιαίες μεταβολές στις πωλήσεις. Η εποχιακή συνιστώσα μπορεί να συνδεθεί με τις καιρικές συνθήκες, τις εορταστικές περιόδους και τα εμπορικά έθιμα. Το εποχιακό πλαίσιο αποτελεί βάση για την πρόβλεψη των βραχυχρόνιων πωλήσεων.

4. Μια συνιστώσα έκτακτων γεγονότων (Ε), που αντιστοιχεί σε αναπάντεχα γεγονότα όπως απεργίες, πλημμύρες, παροδική μόδα, φόβοι πολεμικής σύρραξης και άλλες ανωμαλίες. Τα απρόβλεπτα αυτά γεγονότα είναι εξ ορισμού απρόβλεπτα και πρέπει να αφαιρούνται από τα στοιχεία των παρελθόντων ετών για να φαίνεται η φυσιολογική συμπεριφορά των πωλήσεων.

1.5 Καινοτομίες - Νέες τεχνολογίες - Νέα προϊόντα

Με τον όρο καινοτομία καλούμε νέες σκέψεις, συμπεριφορές ή πράγματα που καθιερώνονται κατά την πορεία των διαφόρων αλλαγών που συχνά είναι τεχνολογικές αλλαγές.

Η διάδοση νέων τεχνολογιών είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται έντονα μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Η ισχυρή τάση των διαφόρων χωρών για εκβιομηχάνιση διαμόρφωσε το κατάλληλο κλίμα για την αποδοχή των καινοτομιών και ειδικότερα των τεχνολογικών καινοτομιών [19]

Όσον αφορά τα νέα προϊόντα γενικότερα, όλο και πιο πολλοί οργανισμοί συνειδητοποιούν την αναγκαιότητα και τα πλεονεκτήματα του να δημιουργούν νέα προϊόντα και υπηρεσίες. Τα προϊόντα που βρίσκονται στο στάδιο της παρακμής πρέπει να αντικαθίστανται από νέα.

Οι κίνδυνοι της καινοτομίας όμως, είναι μεγάλοι όσο και οι ανταμοιβές. Τα νέα προϊόντα μπορεί να επιτύχουν αλλά μπορεί και να αποτύχουν. Το μυστικό για μια επιτυχημένη καινοτομία βρίσκεται στη δημιουργία καλύτερων οργανωτικών δομών για την αντιμετώπιση των ιδεών για νέα προϊόντα και τη δημιουργία διαδικασιών έγκυρης έρευνας και αποφάσεων σε κάθε φάση της διαδικασίας ανάπτυξης του νέου προϊόντος.

Το νέο προϊόν περνάει από μια διαδικασία ανάπτυξης η οποία περιλαμβάνει οκτώ φάσεις: η γέννηση της ιδέας, η εξέταση της ιδέας, η δημιουργία της ιδέας και η δοκιμή της, η δημιουργία στρατηγικής μάρκετινγκ, η επιχειρηματική ανάλυση, η δημιουργία προϊόντος, η δοκιμή στην αγορά και το λανσάρισμα στην αγορά. Ο σκοπός κάθε φάσης είναι να αποφασισθεί αν η ιδέα πρέπει να αναπτυχθεί περαιτέρω ή να απορριφθεί. Βασική επιδίωξη είναι να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες προώθησης κάποιας κακής ιδέας και απόρριψης κάποιας καλής ιδέας.

Οι καταναλωτές ανταποκρίνονται με διαφορετικό βαθμό στα νέα προϊόντα, και αυτό εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του καταναλωτή και του προϊόντος. Οι κατασκευαστές προσπαθούν να φέρουν τα νέα τους προϊόντα

στο επίκεντρο της προσοχής των ατόμων που πρόκειται να τα υιοθετήσουν ωρίς και ειδικότερα στο επίκεντρο της προσοχής εκείνων που έχουν την δυνατότητα να επηρεάζουν την κοινή γνώμη [18].

1.5.1 Διάδοση των καινοτομιών

Το φαινόμενο της διάδοσης νέων τεχνολογιών έχει αποτελέσει πρόσφατα σοβαρό αντικείμενο επιστημονικής μελέτης. Έτσι, εκδηλώθηκε ζωνόρο το ενδιαφέρον να διατυπωθούν οι νόμοι και οι μαθηματικές φόρμουλες που διέπουν το φαινόμενο, ώστε να γίνεται δυνατή και αποτελεσματική η αποτύπωση της τεχνολογικής προόδου μιας χώρας (και στη συνέχεια ο σχεδιασμός του αύριο) και συγχρόνως να καθιερωθούν μέθοδοι ελέγχου της τεχνολογίας ώστε να αποφεύγονται οι αρνητικές της επιπτώσεις [19].

Ορισμός : Διάδοση μιας καινοτομίας καλείται η χρονική διαδικασία κατά την οποία η καινοτομία ξεκινώντας από ένα αρχικό σύνολο αποδεκτών f_0 (στο χρόνο $t=0$), γίνεται σταδιακά δεκτή και από νέους δέκτες, που βρίσκονται σε ένα σύνολο πληθυσμού F που είναι σε θέση να δεχτεί την καινοτομία. Έτσι ορίζουμε:

F : Το άνω όριο των δεκτών μιας καινοτομίας, ή το σύνολο του πληθυσμού που είναι δυνατόν να δεχτεί την καινοτομία

f_0 : Οι αρχικοί αποδέκτες της καινοτομίας στο χρόνο $t=0$.

f : Το σύνολο των δεκτών μιας καινοτομίας στο χρόνο t

$\dot{f} = \frac{df}{dt}$: Το ποσοστό των δεκτών μιας καινοτομίας στο χρόνο μεταξύ t και $t+dt$ ή ο ρυθμός διάδοσης στο χρόνο t , ή ο ρυθμός υποδοχής στο χρόνο t , ή ο ρυθμός μίμησης στο χρόνο t όταν η διάδοση της καινοτομίας οφείλεται στη μίμηση.

$\ddot{f} = \frac{d^2f}{dt^2}$: Η μεταβολή του ρυθμού διάδοσης στον χρόνο t

1.5.2 Μίμηση των καινοτομιών

Ορισμός : Η διαδικασία μίμησης που διεξάγεται μεταξύ των υπαρχόντων δεκτών σε κάποια χρονική στιγμή και του υπόλοιπου πληθυσμού που μπορεί να δεχτεί την καινοτομία λέγεται μίμηση των καινοτομιών.

Η μίμηση των καινοτομιών είναι μια χρονική διαδικασία που καθορίζεται από στοιχεία που αφορούν το είδος της καινοτομίας, το είδος του

πληθυσμού των πιθανών δεκτών, την κοινωνική κατάσταση, το ψυχολογικό κλίμα, την εν γένει κατάσταση της οικονομίας κ.λ.π.

Το χαρακτηριστικό μέγεθος για κάθε είδος μίμησης που εκφράζει τον μέσο αριθμό των δεκτών της καινοτομίας στη μονάδα του χρόνου είναι ο συντελεστής μίμησης που συμβολίζεται συνήθως με τα σύμβολα α , b , β , κ και λ .

Όπως φαίνεται από τον ορισμό του, ο συντελεστής μίμησης έχει διαστάσεις συχνότητας και ισούται με το αντίστροφο του μέσου χρόνου T που απαιτείται για να γίνει η αποδοχή της καινοτομίας από έναν δέκτη. Έτσι μπορούμε να γράψουμε [19]:

$$\text{Συντελεστής μίμησης} = 1/T$$

1.6 Κύκλος ζωής προϊόντος

Ο κύκλος ζωής προϊόντος είναι μια σημαντική ιδέα στο μάρκετινγκ, που δίνει πληροφορίες για την ανταγωνιστική δυναμική ενός προϊόντος. Ταυτόχρονα η ιδέα μπορεί να αποδειχθεί παραπλανητική αν δεν χρησιμοποιηθεί προσεκτικά. Αρχικά θα δώσουμε τον ορισμό και στη συνέχεια κάποια αναλυτικά στοιχεία και παρατηρήσεις γύρω από την ιδέα του κύκλου ζωής προϊόντος.

Ορισμός : Με την έκφραση κύκλος ζωής προϊόντος εννοούμε την χρονική εξέλιξη των πωλήσεων αυτού του προϊόντος [6].

Ο κύκλος ζωής προϊόντος απεικονίζει συγκεκριμένες φάσεις στην ιστορία των πωλήσεων του προϊόντος. Σε κάθε μια από τις φάσεις αυτές αντιστοιχούν συγκεκριμένες ευκαιρίες και προβλήματα όσον αφορά τη στρατηγική μάρκετινγκ και τις δυνατότητες κέρδους. Εντοπίζοντας τη φάση στην οποία βρίσκεται ή προς την οποία κατευθύνεται κάποιο προϊόν, οι εταιρίες μπορούν να διαμορφώσουν καλύτερα σχέδια μάρκετινγκ.

Πολλοί ισχυρίζονται ότι ο κύκλος ζωής προϊόντος απεικονίζει τις πωλήσεις των παρελθόντων ετών ενός συνήθους προϊόντος με την μορφή μιας καμπύλης σχήματος S. Η καμπύλη αυτή συνήθως χωρίζεται σε τέσσερις φάσεις που είναι οι εξής: *εισαγωγή, ανάπτυξη, ωριμότητα και παρακμή* [10].

- **Εισαγωγή :** Πρόκειται για μια περίοδο όπου οι πωλήσεις αναπτύσσονται αργά καθώς το προϊόν εισάγεται στην αγορά. Η φάση της εισαγωγής αρχίζει με το λανσάρισμα του νέου προϊόντος. Για να εξαπλωθεί το προϊόν σε πολλές αγορές και για να δημιουργηθούν αποθέματα στο δίκτυο διανομής χρειάζεται αρκετός χρόνος, και γι' αυτό η ανάπτυξη τείνει να είναι αργή.

Προϊόντα τα οποία είναι πολύ γνωστά όπως ο στιγμιαίος καφές, ο κατεψυγμένος χυμός πορτοκαλιού και οι κρέμες σε σκόνη για καφέ χρειάστηκαν πολλά χρόνια πριν εισέλθουν στη φάση της γρήγορης ανάπτυξης. Οι αιτίες για την αργή ανάπτυξη πολλών επεξεργασμένων τροφίμων είναι πολλές: καθυστερήσεις στην επέκταση της παραγωγικής δυναμικότητας, τεχνικά προβλήματα, καθυστερήσεις στην εξασφάλιση επαρκούς δικτύου διανομών λιανικής πώλησης και απροθυμία των πελατών να αλλάξουν καθιερωμένα πρότυπα συμπεριφοράς. Τα κέρδη σε αυτή τη φάση είναι αρνητικά ή ασήμαντα, λόγω των πολλών εξόδων που απαιτεί η εισαγωγή το προϊόντος. Οι πωλήσεις είναι χαμηλές, ενώ οι δαπάνες διανομής και προώθησης κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα. Πολλά χρήματα επίσης, απαιτούνται για την προσέλκυση αντιπροσώπων και τα "αποθέματα στο δίκτυο". Σημαντικό στοιχείο σε αυτή τη φάση είναι ότι οι τιμές τείνουν να είναι υψηλές κι αυτό γιατί το κόστος είναι υψηλό, τα τεχνολογικά προβλήματα στην παραγωγή δεν έχουν ξεπεραστεί και γιατί χρειάζονται υψηλά περιθώρια κέρδους για να στηρίξουν τις υψηλές δαπάνες προώθησης.

- *Ανάπτυξη* : Είναι η φάση της γρήγορης αποδοχής από την αγορά και συνεπώς απότομης αύξησης των πωλήσεων. Το νέο προϊόν αρέσει σε αυτούς που το υιοθετούν πρώιμα, και η πλειοψηφία των καταναλωτών αρχίζει και το αγοράζει. Στην αγορά εισέρχονται και νέοι ανταγωνιστές επειδή τους προσέλκυσαν οι ευκαιρίες για μιας μεγάλης κλίμακας παραγωγή και κέρδη. Η αγορά επεκτείνεται ακόμα περισσότερο από τους ανταγωνιστές οι οποίοι εισάγουν νέα χαρακτηριστικά προϊόντος. Η εταιρία αναγκάζεται να αυξήσει τα σημεία διανομής, ενώ οι πωλήσεις τροφοδοτούν τα δίκτυα διανομής. Όσον αφορά τις τιμές, αυτές παραμένουν σταθερές ή και μειώνονται λίγο επειδή η ζήτηση αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς. Οι δαπάνες προώθησης διατηρούνται στα ίδια επίπεδα ή και ελαφρώς αυξημένα γιατί πρέπει να αντιμετωπίσουν τον ανταγωνισμό και να συνεχίσουν να κάνουν γνωστό το προϊόν στην αγορά. Η αναλογία προώθησης-πωλήσεων μειώνεται συνεχώς γιατί οι πωλήσεις αυξάνονται πολύ γρηγορότερα. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης τα κέρδη αυξάνονται σημαντικά κι αυτό γιατί οι δαπάνες κατανέμονται πάνω σε μεγαλύτερο όγκο, ενώ και οι δαπάνες παραγωγής κατά μονάδα μειώνονται. Σε κάποιο σημείο όμως ο ρυθμός αύξησης θα αλλάξει από επιταχυνόμενο σε επιβραδυνόμενο. Αυτό το χρονικό σημείο θα

σημάνει την κατάστροψη και εφαρμογή νέων στρατηγικών μάρκετινγκ από τη μερία της εταιρίας.

- *Ωριμότητα* : Πρόκειται για μια περίοδο κατά την οποία επβραδύνεται η ανάπτυξη των πωλήσεων και το προϊόν εισέρχεται σε μια φάση σχετικής ωριμότητας. Αυτό οφείλεται στο ότι το προϊόν έχει επιτύχει την αποδοχή από τους περισσότερους πιθανούς αγοραστές. Συνήθως αυτή η φάση διαρκεί περισσότερο από τις προηγούμενες και θέτει σημαντικές προκλήσεις στο μάρκετινγκ μανάτζμεντ. Τα περισσότερα προϊόντα βρίσκονται στη φάση της ωριμότητας του κύκλου ζωής τους με αποτέλεσμα το μάρκετινγκ μανάτζμεντ να ασχολείται ως επί τω πλείστον με το ώριμο προϊόν. Η φάση της ωριμότητας μπορεί να διαιρεθεί σε τρία στάδια: 1. Το στάδιο της αναπτυξιακής ωριμότητας, όπου ο ρυθμός αύξησης των πωλήσεων αρχίζει να μειώνεται. Παρ' όλο που μερικοί αγοραστές που αγοράζουν αργά συνεχίζουν ακόμα να εισέρχονται στην αγορά, δεν υπάρχουν νέα κανάλια διανομής. 2. Το στάδιο της σταθερής ωριμότητας, όπου οι πωλήσεις σε κατά κεφαλή βάση μηδενίζονται. Αυτό συμβαίνει γιατί η αγορά έχει κορεστεί με τους περισσότερους πιθανούς καταναλωτές να έχουν δοκιμάσει το προϊόν. 3. Στο τρίτο στάδιο, της φθίνουσας ωριμότητας, το απόλυτο ύψος των πωλήσεων αρχίζει να μειώνεται και οι πελάτες να στρέφονται προς άλλα προϊόντα και υποκατάστατα. Η πλεονάζουσα παραγωγική δυναμικότητα στον κλάδο, η οποία οφείλεται στον επιβραδυνόμενο ρυθμό αύξησης των πωλήσεων, οδηγεί τους ανταγωνιστές σε αναζήτηση νέων περιθωριακών αγορών. Συχνά μειώνουν τις τιμές, ενώ αυξάνουν τις διαφημιστικές δαπάνες καθώς και τις συμφωνίες με τους εμπόρους και τους καταναλωτές. Τα χρηματικά ποσά που δαπανούνται για έρευνα και ανάπτυξη, με σκοπό τη βελτίωση του προϊόντος αλλά και τη δημιουργία παραπλήσιων προϊόντων, αυξάνονται. Όλες αυτές οι ενέργειες έχουν σαν αποτέλεσμα να σταθεροποιηθούν τα κέρδη ή ακόμα και να παρουσιάσουν κάμψη. Αυτό είναι και το τίμημα λόγω των αυξημένων δαπανών του μάρκετινγκ που αποσκοπούν στην υπεράσπιση του προϊόντος έναντι των ανταγωνιστικών του. Τελικά μόνον οι καλά εδραιωμένοι ανταγωνιστές παραμένουν στην αγορά.
- *Παρακμή* : Είναι η περίοδος κατά την οποία οι πωλήσεις παρουσιάζουν πτώση. Ο ρυθμός της μείωσης των πωλήσεων μπορεί να είναι αργός αλλά

και γρήγορος, ενώ οι πωλήσεις μπορεί να σταθεροποιηθούν σε ένα χαμηλό επίπεδο αλλά και να μηδενισθούν. Οι λόγοι για τους οποίους πέφτουν οι πωλήσεις είναι πολλοί, η τεχνολογική πρόοδος, η αλλαγή στα γούστα των καταναλωτών και η αύξηση του ανταγωνισμού είναι μερικοί από αυτούς. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την υπερπλήρη δυναμικότητα, τις μεγάλες μειώσεις των τιμών και φυσικά τον μεγάλο περιορισμό των κερδών. Κάτω από αυτές τις συνθήκες κάποιες επιχειρήσεις αποσύρονται από την αγορά, ενώ αυτές που παραμένουν ελατώνουν τα διαθέσιμα προϊόντα τους. Άλλοι, θεωρούν προτιμότερο να μειώσουν τον προϋπολογισμό προώθησης και να ελατώσουν περισσότερο τις τιμές. Το σίγουρο είναι, ότι δεν υπάρχει μια καλά μελετημένη πολιτική για τα προϊόντα που βρίσκονται στη φάση της παρακμής τους. Μια άλλη ερμηνία αυτής της φάσης, από το μάνατζμεντ κάποιων επιχειρήσεων, λέει ότι οι πωλήσεις του προϊόντος μπορεί να βελτιωθούν όταν βελτιωθεί και η οικονομία ή όταν αναθεωρηθεί η στρατηγική μάρκετινγκ ή ακόμα και όταν βελτιωθεί το προϊόν. Επίσης, μπορεί τα έσοδα του να καλύψουν τα ταμιακά έξοδα και η εταιρία δεν έχει καμία καλύτερη χρήση για τα χρήματα. Παρ'όλα αυτά, κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει ότι η παραγωγή ενός προϊόντος που βρίσκεται σε παρακμή έχει πολύ μεγάλο κόστος [18].

Η ιδέα του κύκλου ζωής προϊόντος χρησιμοποιείται για την ερμηνεία της δυναμικής του προϊόντος και της αγοράς. Σαν εργαλείο σχεδιασμού, η ιδέα του κύκλου ζωής προϊόντος μπορεί να δώσει βασικές εναλλακτικές στρατηγικές μάρκετινγκ. Χρησιμοποιείται επίσης σαν εργαλείο ελέγχου, επιτρέποντας έτσι την εταιρία να μετρήσει την απόδοση του προϊόντος σε σχέση με όμοια προϊόντα που προωθήθηκαν στο παρελθόν. Τέλος, σαν εργαλείο πρόγνωσης η ιδέα του κύκλου ζωής προϊόντος δεν χρησιμοποιείται ευρύτερα, επειδή η κίνηση των πωλήσεων στο παρελθόν παρουσιάζει ποικιλία, ενώ και οι φάσεις έχουν διαφορετική διάρκεια.

Πολλοί είναι αυτοί που πιστεύουν ότι η μορφή του κύκλου ζωής προϊόντος δεν είναι ακριβώς αυτή που περιγράψαμε παραπάνω. Διάφοροι επικριτές λένε ότι οι φάσεις του κύκλου ζωής προϊόντος δεν έχουν σταθερή σειρά, σχήμα και διάρκεια. Επομένως, οι επιχειρηματίες σπάνια μπορούν να πούν σε ποία φάση βρίσκεται το προϊόν τους. Ισχυρίζονται δηλαδή, ότι η μορφή του κύκλου ζωής προϊόντος είναι αποτέλεσμα των στρατηγικών

μάρκετινγκ, παρά μια αναπόφευκτη πορεία την οποία πρέπει να ακολουθήσουν οι πωλήσεις.

1.7 Πρόβλεψη και σφάλματα

Ένα γεγονός, το οποίο τις περισσότερες φορές δεν αποφεύγεται κάνοντας πρόβλεψη, είναι τα σφάλματα. Για παράδειγμα, ένα μη αναμενόμενο στοιχείο στη χρονοσειρά, το οποίο αντιπροσωπεύει μη εξηγήσιμες ή μη προβλέψιμες μεταβολές στα δεδομένα, σημαίνει ότι θα πρέπει να αναμένονται κάποια σφάλματα στα αποτελέσματα της πρόβλεψης. Αντιστρόφως ανάλογα με το πόσο σημαντικό είναι αυτό το μη αναμενόμενο γεγονός θα έχουμε και την ανάλογη ακρίβεια πρόβλεψη. Δηλαδή αν είναι μεγάλης σημασίας το μη αναμενόμενο γεγονός τότε και η ακρίβεια της πρόβλεψης θα είναι περιορισμένη. Ενώ αν το γεγονός είναι μικρής σημασίας τότε η χρησιμοποίηση του κατάλληλου εποχιακού ή κυκλικού μοντέλου ή του μοντέλου τάσης θα επιτρέψει στην πρόβλεψη να δώσει ακριβή αποτελέσματα [4], [15].

Μια άλλη αιτία που επίσης μπορεί να δώσει σφάλμα σε μία πρόβλεψη είναι η ακρίβεια με την οποία προβλέπονται τα στοιχεία μιας χρονοσειράς. Επομένως τα σφάλματα στην πρόβλεψη προέρχονται από τον συνδυασμό των επιπτώσεων του μη αναμενόμενου γεγονότος και την ακρίβεια με την οποία η τεχνική της πρόβλεψης μπορεί να εκτιμήσει τις κυκλικές και εποχιακές μορφές και τις μορφές τάσης.

1.7.1 Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (Mean Square Error - MSE)

Πρόκειται για ένα από τα βασικότερα κριτήρια εκτίμησης αλλά και αξιολόγησης της ποιότητας της προσέγγισης που μπορεί να κάνει ένα μοντέλο στα πραγματικά στοιχεία μιας χρονοσειράς και επομένως, και της ποιότητας της πρόβλεψης που μπορεί να πετύχει αυτό το μοντέλο βασιζόμενο σε αυτά τα στοιχεία.

Το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα είναι ένας πολύ καλός τρόπος αποφυγής και αλληλοεξουδετέρωσης των θετικών και αρνητικών σφαλμάτων που εμφανίζονται κατά των υπολογισμό των απλών σφαλμάτων. Έτσι το MSE ορίζεται από τη σχέση :

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - f_t)^2}{n}$$

όπου :

x_t : Η πραγματική τιμή της παρατήρησης της χρονοσειράς στο χρόνο t

f_t : Η προβλεπόμενη τιμή της x_t στο χρόνο t που υπολογίζεται από το μοντέλο

n : Ο αριθμός των παρατηρήσεων

Επίσης, το άθροισμα του αριθμητή καλείται ως Άθροισμα του Τετραγώνου των Σφαλμάτων (SSE).

Όσο για την ποιότητα της προσέγγισης, αυτή μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα της τιμής του MSE. Έτσι, κατά την εφαρμογή διαφορετικών μοντέλων πάνω στην ίδια χρονοσειρά, το μέσο τετραγωνικό σφάλμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την σύγκριση των αποτελεσμάτων πρόβλεψης που επιτυγχάνουν τα μοντέλα αυτά και επομένως την συνολική σύγκριση μεταξύ τους.

1.7.2 Άθροισμα του Τετραγώνου των σφαλμάτων (Sum Square Error - SSE)

Η σχέση που δίνει το άθροισμα του τετραγώνου των σφαλμάτων είναι η εξής:

$$ΑΤΣ=SSE=\sum_{t=1}^n (x_t - f_t)^2$$

όπου:

n : το πλήθος των παρατηρήσεων

x_t : Η πραγματική τιμή της παρατήρησης της χρονοσειράς στο χρόνο t

f_t : Η προβλεπόμενη τιμή της x_t στο χρόνο t που υπολογίζεται από το μοντέλο

Η ποιότητα της προσέγγισης είναι αντιστρόφως ανάλογη της τιμής του SSE.

1.7.3 Συντελεστής Προσδιορισμού (R^2)

Ένα άλλο κριτήριο προσέγγισης των μοντέλων στα πραγματικά στοιχεία είναι και ο συντελεστής προσδιορισμού, ο οποίος ορίζεται ως εξής :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - f_t)^2}{\sum_{t=1}^n (x_t - x_\mu)^2}$$

όπου :

x_t : Η πραγματική τιμή της παρατήρησης της χρονοσειράς στο χρόνο t

f_t : Η προβλεπόμενη τιμή της x_t στο χρόνο t που υπολογίζεται από το μοντέλο

n : Ο αριθμός των παρατηρήσεων

x_μ : Η μεση τιμή της x_t , η οποία δίνεται ως $x_\mu = \frac{\sum_{t=1}^n x_t}{n}$

Ο συντελεστής προσδιορισμού παίρνει τιμές μέσα από το διάστημα $[0,1]$. Όσο πιο κοντά στην τιμή 1 βρίσκεται τόσο καλύτερη προσέγγιση έχουμε πετύχει, ενώ αντίστροφα αν πλησιάζει την τιμή 0 η προσέγγιση δεν είναι καλή. Με τον συντελεστή προσδιορισμού μπορούμε να συγκρίνουμε την ποιότητα προσέγγισης που πετυχαίνουμε με τα διάφορα μοντέλα αλλά και με διαφορετικές χρονοσειρές. Πολλές φορές τον R^2 θα τον συναντήσουμε και ως συντελεστή συσχέτισης, μια και εκφράζει τη συσχέτιση μεταξύ των πραγματικών τιμών μιας χρονοσειράς και των εκτιμήσεων που δίνει η ανάλυση παλινδρόμησης.

Εάν λάβουμε υπ' όψη μας και το πλήθος των παραμέτρων το μοντέλου, δηλαδή τους "βαθμούς ελευθερίας", τότε προκύπτει ένας **Διορθωμένος Συντελεστής Προσδιορισμού (\bar{R}^2)**, ο οποίος δίνεται από τη σχέση :

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n}{n - k}$$

όπου :

R^2 : Ο συντελεστής προσδιορισμού

n : Το πλήθος των παρατηρήσεων

k : Ο "βαθμός ελευθερίας" της συνάρτησης (το πλήθος των παραμέτρων)

Ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού γίνεται ίδιος με τον συντελεστή προσδιορισμού όταν το πλήθος των παρατηρήσεων (n) παίρνει μεγάλες τιμές κι αυτό γιατί η διόρθωση είναι πολύ μικρή. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις όμως, χρησιμοποιώντας τον διορθωμένο συντελεστή αποφεύγουμε

μια υπερεκτίμηση που παρατηρήται κατά τον υπολογισμό του συντελεστή προσδιορισμού.

1.8 Πολυωνυμικά- Διωνυμικά Μοντέλα

Τα Πολυωνυμικά Μοντέλα προέκυψαν ως συνέχεια της εμπειρικής διαπίστωσης ότι τα φαινόμενα διάδοσης δεν ακολουθούν τυχαία πορεία, αλλά κάποιους νόμους που θα έπρεπε να αναζητηθούν και να εκφραστούν αναλυτικά. Η ανάγκη εύρεσης απλών μαθηματικών εκφράσεων που να εφαρμόζονται πάνω στα υπάρχοντα στοιχεία με απλές μεθόδους παλινδρόμησης, ήταν η αιτία δημιουργίας των πολυωνυμικών μοντέλων, παρά η ιδιαίτερη μελέτη της δυναμικής των συστημάτων που επηρεάζουν τη διάδοση της καινοτομίας και ειδικότερα της τεχνολογικής καινοτομίας.

Ο Cox [6], στις ΗΠΑ, ήταν ένας από τους ερευνητές που χρησιμοποίησε ευρέως τα πολυωνυμικά μοντέλα και μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα (διάδοση φαρμάκων στην αγορά των ΗΠΑ).

Εξαιτίας όμως κάποιων μειονεκτημάτων, όπως είναι η αδυναμία θεωρητικής εξήγησης των παραμέτρων τους και η σχετικά μικρή ακρίβεια στα αποτελέσματα τους, αυτά τα μοντέλα τελικά εγκαταλείφθηκαν. Παρόλα αυτά, για βραχυχρόνιες και μεσοχρόνιες προβλέψεις και όταν δεν έχουμε υψηλές απαιτήσεις όσον αφορά την κατανόηση των βαθύτερων αιτιών που προωθούν τη διαδικασία διάδοσης μιας καινοτομίας, τότε αποτελούν μια καλή λύση.

Αυτές τις αδυναμίες των πολυωνυμικών μοντέλων ήρθαν να καλύψουν με την σειρά τους τα **Διωνυμικά Μοντέλα**.

Την ανάγκη για πιο σύνθετα μοντέλα των οποίων οι παράμετροι επιδέχονται θεωρητική ανάλυση, ήρθε να ικανοποιήσει η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών με τους οποίους μπορούσε να εφαρμοσθεί η μη γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης και άλλες σύνθετες αριθμητικές μέθοδοι. Με αυτόν τον τρόπο ήταν δυνατό να καθορισθούν τα μοντέλα που ακολουθούν οι χρονοσειρές και να γίνει η θεωρητική επεξήγηση των παραμέτρων τους. Έτσι είναι δυνατό να αποσαφηνιστεί η προέλευση των δυνάμεων που προωθούν μια διαδικασία διάδοσης και να γίνει αντιληπτό κατά πόσο η διαδικασία προωθείται από ενδογενείς ή εξωγενείς δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές αντανακλώνται στις χαρακτηριστικές παραμέτρους των μοντέλων [19].

Όταν οι διαθέσιμες χρονοσειρές περιγράφουν φαινόμενα αύξησης και η καμπύλη των παρατηρήσεων έχει σιγμοειδή μορφή, τότε τα κατάλληλα μοντέλα για την απόδοση τους είναι τα αυξητικά μοντέλα

Μια ομάδα αυξητικών μοντέλων είναι τα διωνυμικά, τα οποία προέρχονται από την παρακάτω διαφορική εξίσωση ή από επεκτάσεις και μετασχηματισμούς της :

$$\dot{f} = bF \left(1 - \frac{f}{F}\right)^\beta \left(\frac{f}{F}\right)^\alpha \quad [1.8.1]$$

όπου:

f : Το σύνολο των δεκτών της καινοτομίας στο χρόνο t

$\dot{f} = \frac{df}{dt}$: Ο ρυθμός αίτησης ή διάδοσης, δηλαδή το ποσοστό των

δεκτών στο χρόνο μεταξύ t και $t+dt$

F : Το άνω όριο στο οποίο θα συγκλίνουν οι παρατηρήσεις, δηλαδή ο συνολικός πληθυσμός

$\frac{f}{F}$: Το ποσοστό των ατόμων που έχουν αποδεχτεί την καινοτομία (αποδέκτες ή δεκτες)

$1 - \frac{f}{F}$: Το ποσοστό των ατόμων που δεν έχουν αποδεχτεί την καινοτομία (μη αποδέκτες ή μη δέκτες)

b : Σταθερά που εκφράζει την επίδραση κάποιων παραγόντων στη πορεία του φαινομένου

α, β : Αδιάστατες παράμετροι οι οποίες εκφράζουν το βαθμό επίδρασης του ποσοστού των ατόμων που έχουν αποδεχτεί την καινοτομία $\frac{f}{F}$ και του ποσοστού που δεν την έχει αποδεχτεί $(1 - \frac{f}{F})$, αντίστοιχα, στην όλη πορεία της διαδικασίας διάδοσης.

Η διαφορική εξίσωση που είδαμε παραπάνω προήλθε από την εμπειρική διαπίστωση ότι η διάδοση μιας καινοτομίας είναι ένα φαινόμενο κατά το οποίο

αλληλεπιδρούν το ποσοστό των ατόμων που έχουν αποδεχθεί την καινοτομία και το ποσοστό που δεν την έχουν αποδεχθεί ακόμη.

Η επίλυση της διαφορικής αυτής εξίσωσης δίνει την γνωστή καμπύλη S , συμμετρική όταν $\alpha=\beta$ και ασύμμετρη όταν $\alpha\neq\beta$. Παρόλο που η εξίσωση δεν είναι πάντα επιλύσιμη παρά μόνο για μερικά α, β , μπορεί να επιτευχθούν προσεγγιστικές λύσεις με την χρήση αριθμητικών μεθόδων.

Τα μέχρι τώρα διωνυμικά μοντέλα εφαρμόζονται και η αποτελεσματικότητά τους από τα εμπειρικά στοιχεία που διαθέτουμε, θεωρείται ιδιαίτερα ικανοποιητική. Η διερεύνηση όμως των νόμων και των παραγόντων που διέπουν όλα τα συστήματα για τα οποία ενδιαφερόμαστε καθιστά επιτακτική την ανάγκη για ενασχόληση με την δημιουργία πιο σύνθετων μοντέλων.

1.8.1 Το Λογιστικό Μοντέλο

Το διωνυμικό μοντέλο που θα χρησιμοποιήσουμε στην εργασία είναι το Λογιστικό Μοντέλο. Πρόκειται για το πιο γνωστό και πιο παλιό μοντέλο, μια και προτάθηκε από τον Verhulst μόλις στα 1838 για την πορεία αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού, ενώ το 1920 χρησιμοποιήθηκε πάλι για να προβλέψει την πορεία αύξησης του πληθυσμού στις ΗΠΑ, αυτή τη φορά από τους Pearl-Reed [28]. Το 1971 οι Fisher-Pry και το 1972 ο Blackman παρουσίασαν το Λογιστικό Μοντέλο με σημαντικές και ουσιαστικές αλλαγές [2].

Το μοντέλο αυτό έχει τρεις παραμέτρους (στη συνέχεια αναφέρονται αναλυτικά) και θεωρεί ως τα δύο σημαντικότερα σημεία για την διάδοση ενός φαινομένου: 1. Την δεδομένη αγορά και πιθανή εξέλιξη της και 2. Ότι οι μη αποδέκτες, δηλαδή αυτοί που δεν έχουν δεχτεί ακόμη την καινοτομία θα επηρεαστούν θετικά από τους αποδέκτες μέσω της μίμησης.

Οι υποθέσεις που έγιναν για την διαμόρφωση του μοντέλου είναι οι εξής:

1. Το σύνολο F των πιθανών δεκτών της καινοτομίας είναι σταθερό, δηλαδή ο συνολικός πληθυσμός (αποδέκτες και μη αποδέκτες) παραμένει πάντα σταθερός για οποιαδήποτε χρονική στιγμή
2. Ο συνολικός πληθυσμός επηρεάζεται ομοιόμορφα
3. Όλοι οι μη αποδέκτες τελικά θα δεχτούν την καινοτομία μέσω της επικοινωνίας τους με τους αποδέκτες
4. Η επικοινωνία μεταξύ τους γίνεται με ομοιόμορφο τρόπο, ώστε να μην δημιουργούνται κέντρα επηρεασμού

5. Ο ρυθμός αποδοχής είναι εξαρτημένος από τον αριθμό των ήδη αποδεκτών και από το κλάσμα του συνολικού πληθυσμού προς τους ήδη αποδέκτες

Η διαφορική εξίσωση που περιγράφει το μοντέλο είναι η εξής :

$$\dot{f} = \frac{b}{F} f(F - f) \quad [1.8.2]$$

όπου

F : Το επίπεδο κορεσμού

f : Οι αθροιστικές πωλήσεις, η κατανάλωση ή γενικότερα η τιμή του φαινομένου

b : Η παράμετρος διάδοσης, ή αλλιώς ο συντελεστής μίμησης ο οποίος εκφράζει τον αριθμό των αποδεκτών της καινοτομίας, σε μια διαδικασία μίμησης

\dot{f} : Ο ρυθμός διάδοσης της καινοτομίας

Η λύση της [1.8.2] είναι:

$$f = \frac{F}{1 + \alpha e^{-bt}} \quad [1.8.3]$$

όπου:

$$\alpha = \frac{F - f_0}{f_0} \quad [1.8.4]$$

Μια άλλη έκφραση της λύσης της διαφορικής εξίσωσης [1.8.2] είναι η εξής:

$$\ln f - \ln(F - f) = \ln f_0 - \ln(F - f_0) + bt \quad [1.8.5]$$

Οι παράμετροι του Λογιστικού Μοντέλου [27]

Για τον υπολογισμό των παραμέτρων του λογιστικού μοντέλου χρησιμοποιούμε τη διαδικασία της Μη Γραμμικής Ανάλυσης Παλινδρόμησης (θα αναφερθούμε αναλυτικά στην επόμενη παράγραφο). Αυτή η διαδικασία έχει ως σκοπό να ελαχιστοποιήσουμε το άθροισμα των τετραγωνικών σφαλμάτων SSE :

$$SSE=S=\sum e_t^2 \quad [1.8.6]$$

όπου e_t είναι το σφάλμα που δίνεται από την εξίσωση:

$$y_t = f_t + \sum_{i=1}^m \frac{\partial f_t}{\partial \alpha_i} \Delta \alpha_i + e_t, \quad t=1,2,\dots,n \quad [1.8.7]$$

Η πρώτη παράγωγος της συνάρτησης [1.8.4] ως προς τις παραμέτρους $\frac{\partial f_t}{\partial \alpha_i}$ για το λογιστικό μοντέλο υπολογίζεitis παραμέτρους b , f_0 και F του μοντέλου.

Η παράμετρος b

Παραγωγίζουμε την εξίσωση [1.8.4] ως προς b και έτσι έχουμε

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{F-f}(-1) \right) \frac{\partial f}{\partial b} &= \frac{\partial(\ln f_0)}{\partial b} - \frac{\partial(\ln(F-f_0))}{\partial b} + \frac{\partial(bt)}{\partial b} \Rightarrow \\ \Rightarrow \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{F-f} \right) \frac{\partial f}{\partial b} &= t \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{F}{f(F-f)} \frac{\partial f}{\partial b} &= t \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{\partial f}{\partial b} &= t \frac{f(F-f)}{F} \end{aligned} \quad [1.8.8]$$

Η παράμετρος f_0

Παραγωγίζουμε την εξίσωση [1.8.4] ως προς f_0 και προκύπτει :

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{F-f}(-1) \right) \frac{\partial f}{\partial f_0} &= \frac{\partial(\ln f_0)}{\partial f_0} - \frac{\partial(\ln(F-f_0))}{\partial f_0} + \frac{\partial(bt)}{\partial f_0} \Rightarrow \\ \Rightarrow \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{F-f} \right) \frac{\partial f}{\partial b} &= \frac{1}{f_0} - \frac{1}{F-f_0}(-1) \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{F}{f(F-f)} \frac{\partial f}{\partial f_0} &= \frac{F}{f_0(F-f_0)} \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{F}_0} &= \frac{F}{f_0(F-f_0)} \frac{f(F-f)}{F} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{F}_0} &= \frac{f(F-f)}{f_0(F-f_0)}\end{aligned}\quad [1.8.9]$$

Η παράμετρος F

Παραγωγίζουμε την ίδια εξίσωση ως προς F και έχουμε :

$$\begin{aligned}\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{F-f}(-1)\right) \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{F}_0} - \frac{1}{F-f} &= -\frac{1}{F-f_0} \Rightarrow \\ \Rightarrow \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{F-f}\right) \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{F}_0} &= \frac{1}{F-f} - \frac{1}{F-f_0} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{F}{f(F-f)} \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{F}_0} &= \frac{F-f_0-F+f}{(F-f)(F-f_0)} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{F}_0} &= \frac{f(F-f)}{F} \frac{(f-f_0)}{(F-f)(F-f_0)} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{F}_0} &= \frac{f(f-f_0)}{F(F-f_0)}\end{aligned}\quad [1.8.10]$$

Επομένως το σύστημα των εξισώσεων [1.8.8],[1.8.9] και [1.8.10] υπολογίζει τις παραμέτρους του Λογιστικού Μοντέλου.

1.9 Ανάλυση παλινδρόμησης

Ο κύριος στόχος μας, όταν δίνεται μια σειρά από διαθέσιμα στοιχεία και θέλουμε να κάνουμε πρόβλεψη σύμφωνα με αυτά, είναι να επιτυγχάνουμε μια προσέγγιση όσο το δυνατόν πιο ακριβή χωρίς προσωπικές εκτιμήσεις και παρεμβολές. Για να γίνει αυτό πρέπει το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα μεταξύ πραγματικών και εκτιμώμενων τιμών μέσω ενός μοντέλου, να ελαχιστοποιείται. Αυτό με τη σειρά του, πραγματοποιείται με μια τεχνική διαδοχικών προσεγγίσεων που ονομάζεται *Ανάλυση Παλινδρόμησης*.

Για τα πολυωνμικά μοντέλα χρησιμοποιούμε τη *Γραμμική Ανάλυση Παλινδρόμησης*, της οποίας η εφαρμογή είναι σχετικά εύκολη. Με τα διωνυμικά μοντέλα όμως τα πράγματα δυσκολεύουν. Εξαιτίας των εξισώσεων

με τις οποίες εκφράζονται τα διωνυμικά μοντέλα που είναι έντονα μη γραμμικές, παρουσιάζονται κάποιες ιδιομορφίες και απαιτείται πολύ καλή γνώση της αριθμητικής ανάλυσης. Τότε καλείται να δώσει λύσεις η *Μη Γραμμική Ανάλυση Παλινδρόμησης*.

1.9.1 Γραμμική Ανάλυση Παλινδρόμησης

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω, σκοπός της γραμμικής ανάλυσης παλινδρόμησης είναι να ελαχιστοποιήσει το ΜΤΣ. Αυτό θα γίνει όταν ελαχιστοποιηθεί και το Άθροισμα Τετραγωνικών Σφαλμάτων (SSE):

$$SSE = S = \sum_{t=1}^n (x_t - f_t)^2 \quad [1.8.1]$$

οπότε το MSE θα δίνεται από τη σχέση :

$$MSE = \frac{S}{n} \quad [1.8.2]$$

όπου n το πλήθος των παρατηρήσεων. Μέσω της ελαχιστοποίησης του S καθορίζονται οι παράμετροι της συνάρτησης που δίνει την εξίσωση του μοντέλου. Έτσι, λύνουμε το σύστημα των εξισώσεων που προκύπτει από την ελαχιστοποίηση του S μηδενίζοντας τις μερικές παραγώγους του προς τις άγνωστες παραμέτρους και έχουμε την σχέση :

$$\frac{\partial S}{\partial \alpha_i} = 2 \sum_{t=1}^n \left[(x_t - f_t) \frac{\partial f_t(\alpha_i)}{\partial \alpha_i} \right] = 0 \quad i=0,1,2,\dots \quad [1.8.3]$$

όπου α_i οι παράμετροι της εξίσωσης του μοντέλου.

Αν η συνάρτηση f έχει γραμμική μορφή δηλαδή πολυωνυμική, τότε το σύστημα των εξισώσεων που προκύπτει από την [1.8.3] προσδιορίζει μονοσήμαντα τις παραμέτρους α_i .

1.9.2 Μη Γραμμική Ανάλυση Παλινδρόμησης

Όταν η συνάρτηση f έχει μη γραμμική μορφή, όπως συμβαίνει στα διωνυμικά μοντέλα, τότε ορισμένες από τις μερικές παραγώγους της ως προς τις παραμέτρους α_i περιέχουν τις παραμέτρους αυτές σε τέτοια μορφή

(εκθετική, τριγωνομετρική, κ.λ.π.) ώστε είναι αδύνατο να λυθεί το σύστημα που προκύπτει από την ελαχιστοποίηση του S . Τότε ακολουθείται μια διαδικασία μετατροπής της μη γραμμικής σχέσης σε μια αρκετά καλή γραμμική προσέγγιση. Η συνέχεια είναι γνωστή αφού πια μπορούν να εφαρμοστούν οι εξισώσεις της γραμμικής ανάλυσης παλινδρόμησης [17],[19].

Η γραμμικοποίηση μιας συνάρτησης ως προς κάποιες παραμέτρους μπορεί να γίνει με την ανάπτυξη αυτής της συνάρτησης σε σειρά Taylor γύρω από κάποιες τιμές των παραμέτρων. Έτσι και εδώ αναπτύσσουμε την συνάρτηση f σε σειρά Taylor γύρω από κάποιες τιμές α_{i0} των παραμέτρων, που έχουν καθορισθεί από πριν με διάφορες μεθόδους, ώστε να προσεγγίζουν όσο το δυνατό καλύτερα τις τελικές τιμές των παραμέτρων, οι οποίες συμβολίζονται με $\hat{\alpha}_i$. Από τη σειρά Taylor επιλέγουμε τους δύο πρώτους όρους από δεξιά και έχουμε τη σχέση :

$$f(\alpha_i) = f(\alpha_{i0}) + \frac{\partial f(\alpha_{i0})}{\partial \alpha_i} \Delta \alpha_i \quad [1.8.4]$$

όπου $\Delta \alpha_i$ είναι οι διαφορές των αρχικών τιμών των παραμέτρων α_{i0} από τις πραγματικές τιμές α_i , δηλαδή

$$\alpha_i = \alpha_{i0} + \Delta \alpha_i \quad [1.8.5]$$

Στην ελαχιστοποίηση του S θα θέσουμε στις f_i τις προσεγγίσεις από την ανάπτυξη σε σειρά Taylor. Η λύση που θα προκύψει από το γραμμικό σύστημα θα δώσει τις τιμές των $\Delta \alpha_i$. Χρησιμοποιώντας την παρακάτω σχέση θα πάρουμε μια νέα προσέγγιση για τις τελικές τιμές των παραμέτρων α_i , η οποία είναι :

$$\alpha_{i,k+1} = \alpha_{i,k} + \Delta \alpha_i \quad [1.8.6]$$

όπου $k=1,2,3,\dots$ τα διαδοχικά βήματα της παλινδρόμησης.

Επειδή οι τιμές των $\Delta \alpha_i$ δεν είναι οι πραγματικές τιμές των διαφορών και οι τιμές των $\alpha_{i,k+1}$ δεν είναι οι βέλτιστες. Για να βρούμε τις βέλτιστες πρέπει να συνεχίσουμε τη διαδικασία, δηλαδή την ανάπτυξη σε σειρά Taylor, εώς το σημείο που οι τιμές των διαφορών $\Delta \alpha_i$ να γίνουν μικρότερες από ένα ικανοποιητικό όριο. Σε εκείνο το σημείο η σχέση [1.8.6] θα μας δώσει τις τελικές τιμές των $\hat{\alpha}_i$ των παραμέτρων δηλαδή για τις οποίες το S γίνεται ελάχιστο.

Για όλο αυτό το πλήθος των διαδοχικών προσεγγίσεων απαιτείται η χρήση ενός προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή το οποίο δίνει τις τιμές των παραμέτρων αλλά και όχι μόνο. Η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή έκανε εφικτή την εφαρμογή της Μη Γραμμικής Ανάλυσης Παλινδρόμησης γιατί μέχρι πριν ήταν πολύ δύσκολο να γίνουν τόσος πολλοί υπολογισμοί.

Παρόλα αυτά η μέθοδος έχει και αρκετά προβλήματα. Ένα από τα σημαντικότερα είναι το πρόβλημα της σύγκλισης, αφού είναι δυνατόν να υπάρχουν περισσότερα του ενός σημεία σύγκλισης και τότε χρειάζεται προσεκτική επιλογή των αρχικών παραμέτρων.

Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι μπορεί οι διαφορές $\Delta\alpha_i$ να έχουν πολύ μεγάλη τιμή και η επόμενη προσέγγιση να δίνει μεγαλύτερο S από το προηγούμενο. Για να μην υπάρχει αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιούμε αντί της

$$\alpha_{i1} = \alpha_{i0} + \Delta\alpha$$

την παρακάτω σχέση :

$$\alpha_{i1} = \alpha_{i0} + \rho\Delta\alpha$$

όπου ρ παράμετρος στην οποία δίνονται τιμές συνήθως μικρότερες του 1. Αν έχουμε αργή σύγκλιση και στο ρ δοθούν τιμές μεγαλύτερες του 1, τότε μειώνεται ο αριθμός των απαιτούμενων διαδοχικών προσεγγίσεων για την τελική εκτίμηση των παραμέτρων.

Επίσης για να έχουμε όσο το δυνατόν λιγότερες διαδοχικές προσεγγίσεις πρέπει η αρχική επιλογή των παραμέτρων α_{i0} να είναι κοντά στις τελικές τιμές και έτσι να μειώνεται η πιθανότητα εμφάνισης προβλήματος στην σύγκλιση. Ο καθορισμός των αρχικών παραμέτρων στα διωνυμικά μοντέλα εφαρμόζεται με την χρήση της Γραμμικής Ανάλυσης Παλινδρόμησης στην εξίσωση :

$$f_{t+1} = f_t + \dot{f}_t$$

Ουσιαστικά αυτό που κάνουμε είναι να χρησιμοποιούμε στο πρόγραμμα της Μη Γραμμικής Ανάλυσης Παλινδρόμησης ένα πρόγραμμα Γραμμικής Παλινδρόμησης, για τον καθορισμό των αρχικών τιμών των παραμέτρων. Με τον τρόπο αυτό είναι απαραίτητη μόνο η εισαγωγή των δεδομένων και του πλήθους αυτών, ενώ στην περίπτωση που δεν επιτυγχάνουμε σύγκλιση μπορούμε να επέμβουμε αλλάζοντας την τιμή της παραμέτρου ρ .

Για τον προσδιορισμό των αρχικών τιμών των παραμέτρων του μοντέλου που χρησιμοποιήσαμε καθώς και για την εφαρμογή της Μη

Γραμμικής Ανάλυσης Παλινδρόμησης, χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό πακέτο FORBIM του Γιάννη Δημοτίκαλη [8].

ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Πόσο Προβλέψιμη Είναι η Μόδα και Άλλοι Κύκλοι Ζωής Προϊόντος

Είναι οι παροδικές συνήθειες και οι μόδες απόδειξη ενός ιδιότροπου καταναλωτή; Είναι αποδείξεις ότι οι πωλητές μπορούν και τελικά χειραγωγούν την αγορά; Η περιοδική φύση της μόδας στηρίζεται σε μια σταθερή θεμελίωση της ατομικής και κοινωνικής ψυχολογίας. Στο Δεύτερο Κεφάλαιο σκιαγραφείται ένα μοντέλο παραδοχής και αμφισβήτησης της μόδας που μπορεί να οδηγήσει σε μια καλύτερη κατανόηση τόσο των παροδικών συνηθειών όσο και της μόδας αλλά και της αποδοχής των νέων προϊόντων από την αγορά.

Καμία όψη του μάρκετινγκ δεν είναι τόσο αβέβαιη όσο η αποδοχή νέων προϊόντων, κι ειδικά εκείνων που έχουν κάποιο στοιχείο μόδας. Η παρουσίαση κάποιου προϊόντος αλλά και της μόδας της ίδιας είναι τόσο βασικές αναγκαιότητες για συνεχή επιτυχία, που το ρίσκο πρέπει να παίρνεται διαρκώς. Για να γίνει πιο σαφές, ένα λογικό μέσο πρόβλεψης της απαρχής κάθε κύματος δημοτικότητας είναι απαραίτητο, όπως επίσης και κάθε μέσο πρόβλεψης της πηγής της και αναγνώρισης των πρώιμων συμπτωμάτων μιας επερχόμενης παρακμής. Ο σχεδιασμός της αγοράς χρειάζεται μια θεμελιώδη επεξηγηματική θεωρία της περιοδικότητας της μόδας, που θα εξηγούσε τις ξεκάθαρα παρατηρήσιμες, ακατάπαυστες διακυμάνσεις και την επακόλουθη φυγή τους. Η επεξήγηση μπορεί να είναι ορθή μόνο εάν βασίζεται σε γνωστές τάσεις της ανθρώπινης συμπεριφοράς και στον τρόπο που τα ανθρώπινα κίνητρα, και τα έμφυτα αλλά και τα κοινωνικά προσαρμοσμένα, έχουν σαν αποτέλεσμα οι άνθρωποι να αντιδρούν στο είδος του ερεθίσματος που ονομάζεται "νέο προϊόν". Για να είναι χρήσιμη η θεωρία πρέπει, επίσης, να υποδεικνύει στο

ελάχιστο τη γενική κατεύθυνση της επόμενης διακύμανσης και να αποκαλύπτει το χρόνο τουλάχιστον των πρώτων σημαδιών μιας νέας ταλάντευσης.

Η κυρίαρχη θέση αυτής της εργασίας είναι ότι ήδη υπάρχει ένα κατάλληλο πλαίσιο αναφοράς για μια τέτοια θεωρία. Αυτό μπορεί να συναχθεί από τα τεκμηριωμένα αποτελέσματα της έρευνας αποδοχής των προϊόντων, όταν θεωρούνται από το πρίσμα της ανθρώπινης αντίδρασης σε προσφορές προϊόντων και της κοινωνικής ψυχολογίας για την αντίληψη και τα κίνητρα. Επιπλέον, η θεωρία μπορεί να δοκιμαστεί τουλάχιστον για μερικά είδη προϊόντων και ανταποκρίνεται στα αποτελέσματα κάποιας αποκλειστικά ιδιωτικής έρευνας, που δυστυχώς δεν έχει δημοσιευτεί. Εάν είναι έγκυρη, αυτή η θεωρία είναι η άμεση αντίθεση του δημοφιλούς μύθου της “δημιουργικής” μόδας.

1. Ο Μύθος της Δημιουργικής Μόδας

Ότι η μόδα είναι μια συνθετική δημιουργία του πωλητή, αυτή είναι μια ιδέα τόσο τραβηγμένη που ακόμη κι οι επαγγελματίες του μάρκετινγκ συχνά εθελουφλούν στο παρατηρήσιμο χαμηλό όριο πολιορκίας εκείνων που επιχειρούν τέτοια “δημιουργία”. Ακόμα, μέσα στην περιοχή του γυναικείου ενδύματος, το γεγονός που είναι πιο εμφανές σε αυτούς που ακολουθούν τα νέα των καινούργιων προσφορών είναι η ποικιλία της κατεύθυνσης τους και τα μεγάλα νούμερα των “υπαγορευμένων” σχεδίων, που προκύπτουν πάντα έπειτα από κάθε επίδειξη στο Παρίσι. Όμως, η μόδα δεν περιορίζεται ούτε στο γυναικείο ένδυμα, ούτε στα ζητήματα της εμπορικής εκμετάλλευσης.

Υπάρχουν μόδες στις μεθόδους αποφάσεων στην πολιτική και στις επιχειρήσεις τόσο έντονες όσο οι τεκμηριωμένες περιοδικές εμφανίσεις σε στυλ ρούχων και αρχιτεκτονικής. Ένας συνεργάτης κάποτε παρουσίασε παρόμοιες περιοδικές εμφανίσεις σε θρησκευτικό ενδιαφέρον σε μια μελέτη εκκλησιαστικών εκδόσεων, και οι οπαδοί του χρηματιστηρίου είναι γνώστες της διαρκούς μεταβαλλόμενης ταυτότητας των “γοητευτικών” μετοχών. Είτε στην πίστα, είτε στο μαγαζί ρούχων, είτε στο γραφείο επιχειρηματικών διασκέψεων, το πράγμα που είναι “in” -μέσα στη μόδα- αλλάζει με το ημερολόγιο.

Κανείς πωλητής δεν είναι σε θέση να αγνοήσει την κατάσταση της περιοδικής εμφάνισης της μόδας. Η παρερμηνεία της Chrysler για την τάση στο γούστο προκάλεσε πραγματικό πρόβλημα για την εταιρία σε τουλάχιστον τρεις περιπτώσεις: 1. Με την 1934 Airflow Chrysler και DeSoto, 2. Με τα δημοφιλή

σχέδια στις αρχές του 1950 και 3. Με τα μοντέλα με "ισχνό λουκ" το 1962. Η μετέπειτα σωστή ερμηνεία της τάσης από τον Ford έδωσε στην εταιρία τον καλο-δημοσιευμένο θρίαμβο της παρουσίασης των Mustang. Στην πραγματικότητα, ακόμη και μια τεχνητή γνώση των επιτυχιών και των αποτυχιών της παρουσίασης σχεδίων, που στιγματίζουν την ιστορία κάθε κυρίαρχου κατασκευαστή αυτοκινήτων θα έπρεπε πολύ πριν να είχε πείσει τον καθένα ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά δεν είναι υποκείμενο στην εύκολη χειραγώγηση, όπως προϋπόκειται ο μύθος των δημιουργημένων μοδών. Η αποδοχή μιας μόδας είναι μόνο μια άποψη της εξέλιξης της αποδοχής ενός νέου προϊόντος και στηρίζεται στις ίδιες αρχές της ατομικής και κοινωνικής συμπεριφοράς.

2. Μόδα, Αποδοχή Προϊόντος, και Ανθρώπινη Συμπεριφορά

Και οι μόδες και οι παροδικές συνήθειες είναι, φυσικά, επιτυχημένες παρουσιάσεις νέων προϊόντων. Η διάκριση μεταξύ των δύο γενικά ορίζεται πάνω σε μια βάση ex post facto (προ-μετά γεγονός) στη φύση της αποδοχής της περιοδικής τους εμφάνισης. Οι μόδες γενικά θεωρούνται ότι έχουν μια αρχικά χαμηλότερη άνοδο στη δημοτικότητα, μια περίοδο ηρεμίας συνεχούς δημοτικότητας που λείπει από τις περισσότερες παροδικές συνήθειες, και μια αργή μάλλον, παρά απότομη παρακμή τυπική της παροδικής συνήθειας (Διαγράμματα 1^A και 1^B). Η αποδοχή περιοδικής εμφάνισης μιας μόδας θεωρείται έτσι η ίδια όπως η αποδεκτή θεωρητική πορεία του κανονικού προϊόντος που έχει περιοδική επανάληψη στη ζωή (Διάγραμμα 1^A). Αυτή η εμπειρική μετά - το - γεγονός βάση για διάκριση, όμως, αποστειρεί κάθε θεωρία από την πιθανή της χρησιμότητα κατά μεγάλο μέρος. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λογικό σχεδιασμό ζήτησης προϊόντων. Για να είναι χρήσιμη η θεωρία πρέπει να ξεδιακρίνει τις παροδικές συνήθειες από τα άλλα καινούργια προϊόντα προκαταβολικά στη βάση μετρήσιμων συνεισφορών προϊόντων, που εξηγούν γιατί μια περίοδος ανάπτυξης ζήτησης προϊόντων ίσως να μην απαιτείται, και γιατί η αποδοχή εξαφανίζεται όταν η ζήτηση προϊόντων βρίσκεται στην κορυφή.

Εάν μια τέτοια εξήγηση είναι δυνατή, θα πρέπει να είναι δυνατόν να αναγνωρίσουμε και να προβλέψουμε προκαταβολικά άλλη μια κατηγορία προϊόντων : μια κατηγορία που απαιτεί λίγα ή τίποτα στη πορεία της πρώιμης ανάπτυξης ζήτησης προϊόντων, αλλά που αυξάνει σε μια ενεργή ανάπτυξη ζήτησης προϊόντων από τη στιγμή της παρουσίασης τους κι ύστερα παραμένει

δημοφιλής για μεγάλες περιόδους (Διάγραμμα 1^C). Αυτοί που έχουν παρατηρήσει κάθε ζήτηση προϊόντος προσανατολισμένη στη μόδα θα παραδεχτούν επίσης την ανάγκη να εξηγήσουν κάποιο άλλο σχετικό φαινόμενο με την ίδια θεωρία - το κλασσικό - το στυλ που ποτέ δεν ξεφεύγει από το στυλ για τον τομέα της ζήτησης προϊόντων και σπάνια είναι η ``μανία``.

Διαγράμματα 1^α 1β 1ψ

Διαγράμματα 1^A, 1^B, 1^C : Τρία είδη κύκλων ζωής προϊόντος

Για να είναι πραγματικά χρήσιμη για το σχεδιασμό των προϊόντων, μια θεωρία αποδοχής των προϊόντων θα πρέπει να βασίζεται πάνω σε γνωστές τάσεις της ατομικής και κοινωνικής συμπεριφοράς, και να συμπεριλαμβάνεται σε ένα μοναδικό μοντέλο επεξήγησης :

1. Γιατί μερικά προϊόντα πρέπει να περάσουν μέσα από μια αργή περίοδο επιτάχυνσης της ανάπτυξης της ζήτησης προϊόντων κάποιου βεληνεκούς, προτού οι πωλήσεις πιάσουν φωτία, ενώ άλλες ανυψώνονται ξαφνικά με πρώιμη δημοσιότητα από την αρχή.
2. Γιατί μερικά προϊόντα επιτυγχάνουν στην επίτευξη μιας σχετικά σταθερής κατάλληλης θέσης στην κουλτούρα, γιατί η δημοσιότητα άλλων έχει την τάση να κυμαίνεται, και γιατί η δημοσιότητα των παροδικών συνηθειών καταρρέει στην κορυφή των πωλήσεων τους.
3. Πως και γιατί τα κλασσικά υπάρχουν σε ένα περιβάλλον μόδας.

Η συμπεριφορίστικη βάση για μια τέτοια εξήγηση ξεκινά με μια διευθυντική οικονομική άποψη ενός προϊόντος ως ένα εκθεμένο πακέτο συνεισφορών που θεωρούνται από τους αγοραστές ως ένα αχώριστο σετ πηγών ικανοποίησης, κι επίσης κάποιων αντισταθμισμένων μη ικανοποιήσιμων καταστάσεων για καιρούς για ένα αριθμό επιθυμιών. Για να κερδίσει ικανοποιήσεις, ο αγοραστής πρέπει να πληρώσει κάποια τιμή - πρέπει να θυσιάσει κάποιο μέτρο χρόνου, χρήματα, και προσπάθεια. Εάν κινείται κατ' ευθείαν προς κατοχή αυτής της προσφοράς εξαρτάται από την προσωπική του εκτίμηση του για το καθαρό κέρδος σε ικανοποίηση που θα φέρει η κατοχή της.

Σε αυτά τα πλαίσια, ένας λειτουργικός ψυχολόγος θα αναγνώριζε την αγορά ως μια αντίδραση "προσέγγισης - ακύρωσης". Οι ικανοποιήσεις αναζητούσαν να προκαλέσουν τον αγοραστή να προσεγγίσει την προσφορά και να αναζητήσει την κατοχή της (να την κάνει δική του). Η προσφορά, όμως, συμπεριλαμβάνει μια απωθητική δύναμη - οι παράγοντες ακύρωσης των διαφόρων τιμών απαιτούσαν να αποκτήσουν αυτές τις ικανοποιήσεις. Ένα μέρος της τιμής είναι χρηματικό, ένα άλλο μέρος της είναι προσπάθεια αναζήτησης, κι ένα άλλο σημαντικό μέρος της είναι δυνατό να είναι ο συμβιβασμός που επιβάλλεται από τη φύση του σχεδίου των προϊόντων - η

άρνηση της ικανοποίησης για μερικά από τα στοιχεία στο σύστημα επιθυμιών των οποίων ο κατεναυσμός είναι το ζητούμενο.

3. Ο Συμβιβασμός των Προϊόντων και η Ιεραρχία των Κινήτρων

Ο αγοραστής συνήθως αναζητά την ταυτόχρονη ικανοποίηση μιας σειράς πολλών επιθυμιών παροθυμένων από κίνητρα όταν κάνει μια αγορά. Στην πράξη, η προσφορά των προϊόντων σπάνια μπορεί να ικανοποιήσει όλες τις επιθυμίες ταυτόχρονα, και πρέπει να αποκρούσει μερικούς συμβιβασμούς όσον αφορά στο είδος και στο βαθμό των ικανοποιήσεων που προσφέρονται. Κάθε προσφορά θα ικανοποιήσει μερικούς αγοραστές στο μέγιστο βαθμό, ενώ κάποιους άλλους μερικώς. Και κάποιοι άλλοι, ίσως όχι όλοι, ίσως ακόμη αποδώσουν αρνητική ικανοποίηση για κάποιες άλλες. Ένα φόρεμα είναι δυνατό να αγοραστεί για σωματική ζεστασιά, για καλυτέρευση του ανθρώπινου σώματος και για ελευθερία από περιορισμούς ταυτόχρονα - συνεισφορές που δεν μπορούν να ικανοποιηθούν πλήρως ισομερώς μέσα από ένα σχέδιο. Ένας επιτυχημένος γιατρός μπορεί να επιθυμεί υπερβολικά ένα αμάξι με κύρος για τα προσόντα που έχει, αλλά να θέλει ένα αρκετά απλό αυτοκίνητο για να εμποδίσει πιθανόν προσβολή την ώρα της πληρωμής. Έτσι, ο αγοραστής πρέπει κανονικά να συμβιβάζεται μεταξύ του ιδανικού συστήματος των ικανοποιήσεων που επιζητά και της πραγματικότητας των δυνατοτήτων του σχεδίου των προϊόντων.

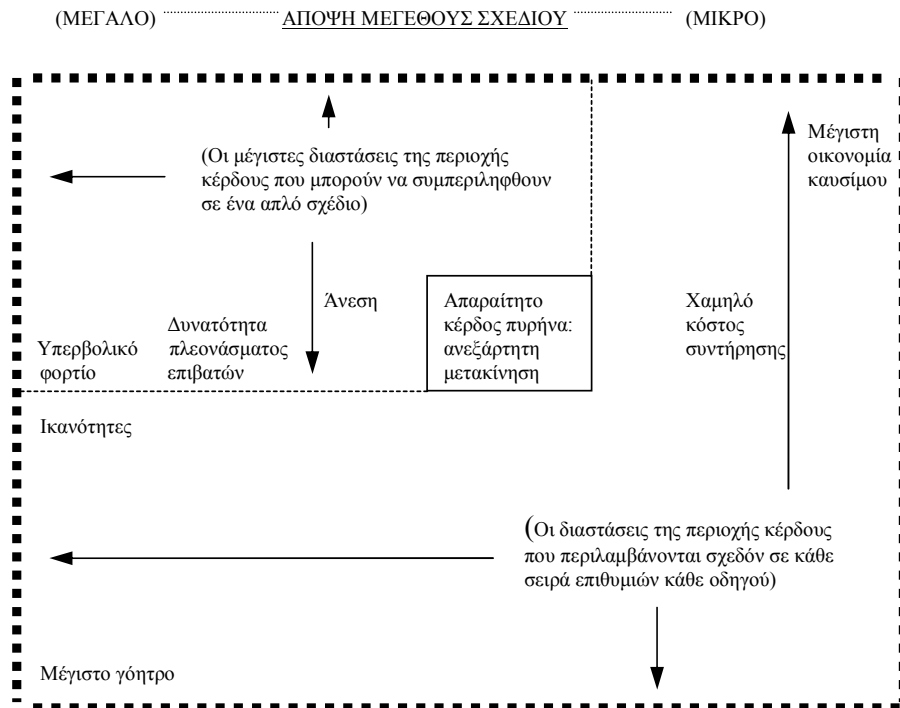
Σχεδόν κάθε αγορά εμπλέκει κάποιον συμβιβασμό. Αυτό αποδικνύεται από το γεγονός ότι μερικά προϊόντα, αν όχι καθόλου, εξαιρούνται από την εισβολή των διαφοροποιημένων προσφορών. Ο συμβιβασμός που παρωθείται μέσω των κινήτρων κρατάει το κλειδί στη κατανόηση της διακύμανσης της μόδας, όταν θεωρείται ως επέκταση της γνώμης της ιεραρχικής φύσης των κινήτρων και το δυναμικό χαρακτήρα τους. Η σφοδρότητα κάθε επιθυμίας ποικίλει μέσα στο χρόνο σε ατομικό επίπεδο, και σε κάθε δεδομένο λεπτό, μερικά κίνητρα κερδίζουν προτεραιότητα έναντι άλλων. Ακόμη και τέτοια βασικά κίνητρα, όπως η πείνα και η όρεξη υπερισχύουν μόνο μέχρι να ικανοποιηθούν. Καθώς, λοιπόν, το φαγητό καταναλώνεται, η παρώθηση για φαγητό εξαφανίζεται και κάποια άλλη παρώθηση θέτει κυρίαρχη προτεραιότητα. Αυτή η δεύτερη παρώθηση ήταν ήδη σύμφυτη παρούσα πριν από το γεύμα αλλά δεν είχε προκληθεί μέχρι που η πείνα κατευνάστηκε. Η ιεραρχική φύση των παρωθητικών κινήτρων έχει ανακαλυφθεί από παλιά. Τα άτομα αντιδρούν περισσότερο ενεργά σε αυτά τα κίνητρα που υπόσχονται

ικανοποίηση στις πιο υπερεκτιμημένες παρωθήσεις, που προς το παρόν έχουν ικανοποιηθεί λιγότερο και ταυτόχρονα θεωρούνται πολύ σημαντικές. Κάθε ικανοποιητική αγορά, έτσι, γίνεται έγκαιρα η αρχή μιας έρευνας για μια κάπως διαφορετική προσφορά να ικανοποιήσει καινούργιες προσδοκίες που εμφανίζονται. Έτσι, αυτή η διαρκής αναδόμηση της ιεραρχίας των κινήτρων ορίζει τη βάση για ένα μοντέλο που εξηγεί τη διακύμανση στη μόδα και διαμορφώνει ένα πλαίσιο για πρόβλεψη της νέας πορείας της.

Η δημοτικότητα των σχεδίων που συνεισφέρει σε μια δοσμένη δέσμη χρησιμότητας θα διακυμανθεί επειδή κανένα σχέδιο δεν μπορεί να συμπεριλάβει κατά κόρον όλα τα χαρακτηριστικά στο επιθυμητό σύστημα. Η διακύμανση θα έχει την τάση να είναι πολική πηγαίνοντας από την μια άκρη στην άλλη, επειδή το διάστημα απόδοσης ικανοποίησης του κάθε σχεδίου θα εξαφανίσει τις πολλές παρωθήσεις, που οδηγούν στη υιοθέτηση του και οδηγούν στη κορυφή αυτές τις παρωθήσεις που έχουν ελάχιστα πραγματοποιηθεί από το σχέδιο.

Σκεφθείτε το παράδειγμα του προβλήματος του σχεδίου του αυτοκινήτου (Πίνακας 2) και τις διακυμάνσεις της δημοφιλούς έγκρισης ανάμεσα στα μεγάλα και μαζικά και στα συμπαγή, σχετικά οικονομικά αυτοκίνητα. Τα σχέδια του 1955 πραγματοποιούσαν όλες τις παρωθήσεις που σχετίζονταν με τη μαζική εμφάνιση και δύναμη. Κατά την ανάπτυξη αυτών των σχεδίων, η βιομηχανία του αυτοκινήτου έπρεπε να αφήσει κάποιες άλλες παρωθήσεις λιγότερο ικανοποιητικές - για παράδειγμα, χαμηλό κόστος ιδιοκτησίας και κυριαρχίας και προοπτικές ευκολίας στη χρήση, όπως στο παρκάρισμα αλλά και κατά την οδήγηση. Από τότε που οι περισσότεροι οδηγοί είχαν απαιτήσει τα τεράστια αυτοκίνητα με τα πολλά προσόντα και στολίδια που επιθυμούσαν, η προσοχή άρχισε να εστιάζεται στις παρωθήσεις των οποίων η ικανοποίηση είχε παραμεληθεί, και το μέγεθος έγινε ένας παράγοντας παρεμπόδισης για πολλούς. Οι αγοραστές άρχισαν να προσελκύονται από μοντέλα που προσέφεραν υψηλή μείωση της βενζίνης κατά μίλι, χαμηλό υλικό και χρονικό κόστος, και ευκολία στο παρκάρισμα και στο χειρισμό. Οι πωλήσεις των ξένων μοντέλων που πρόσφεραν τόσες ανέσεις και προσόντα σε αφθονία άρχισαν να φθάνουν στα ύψη, και παρουσίασαν μείωση μόνον όταν το Ντιτρόιτ ανέπτυξε τα δικά του συστήματα στα 1960. Αλλά ο ασταθής πελάτης, που είχε μια ελεύθερη επιλογή προσφορών που του έδιναν τα περισσότερα από όσα επιθυμούσε, άρχισε να ποθεί και πάλι τα χαρακτηριστικά εκείνα που

σχετίζονταν με το μέγεθος, και ο κύκλος ξανάρχισε. Το 1965, αγοράζανε μοντέλα σχεδόν τόσο μεγάλα όσο τα "μεγάλα" αυτοκίνητα του 1955.



ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Το σχεδιαστικό παζλ του αυτοκινήτου : Πως να δώσεις περισσότερα από αυτά που θέλει ένας οδηγός σε ένα απλό μοντέλο

Υπάρχουν πολλές φορές μάλιστα, που η ανταγωνιστικότητα της αποδοχής της νέας μόδας και η ταχύτητα εξάπλωσης της, αυξάνεται. Το στοιχείο αυτό ενισχύεται από το ανθρώπινο κίνητρο για κοινωνική έγκριση - την επιθυμία να είναι "μέσα στη μόδα". Το αποτέλεσμα είναι μια σχεδόν διεθνής τάση προς υπεραποδοχή. Η υπεραποδοχή προϊόντων είναι τρομακτικά εμφανής σε κάθε υπερβολική ταλάντευση στη μόδα της γυναικείας σιλουέτας - οι γυναίκες με στραβά πόδια υιοθετούσαν τις μίνι φούστες, πράγμα που θα

Comment:

μπορούσε μόνο να αποκαλύψει τις σωματικές ατέλειες αυτών που τα φορούσαν. Η υπεραποδοχή έγινε αρκετά εμφανής στη διοίκηση των επιχειρήσεων, όταν οι οργανισμοί αντικατέστησαν έναν ικανότατο υπάλληλο που έπαιρνε \$300 το μήνα με ένα κομπιούτερ που έκανε \$3000 το μήνα, που συχνά έκανε τη δουλειά του υπαλλήλου λιγότερο ικανά. Η υπεραποδοχή έχει τεκμηριωθεί στις μελέτες των αγροτικών κοινωνιολόγων, οι οποίοι ανακάλυψαν ότι οι αγρότες αποδέχονταν μηχανήματα που ήταν ασύμφορα για το είδος της εργασίας τους. Η επιθυμία τους για κοινωνική έγκριση, έτσι, επιτάχυνε την αποδοχή, αλλά με το τίμημα πολλοί από αυτούς να οδηγηθούν στην υπεραποδοχή - στην αποδοχή προσφορών που δεν ικανοποιούν καλά τις επιθυμίες τους. Το αποτέλεσμα είναι ένα σημαντικό τμήμα αγορών που γρήγορα αναπτύσσει μια αντίδραση παρεμπόδισης προς τη μόδα και θέτει σε ενέργεια μια πτώση από την κορυφή.

Οι τρεις αρχές της αποδοχής των προϊόντων - ο έμφυτος συμβιβασμός της αγοράς, η μεταβαλλόμενη ιεραρχία των κινήτρων, και η τάση προς υπεραποδοχή - δίνουν μια αναγκαία και ικανή επεξήγηση για τις διακυμάνσεις στη μόδα. Όμως, αφήνουν ανεξήγητη την ύπαρξη των κλασσικών - η τεχνοτροπία των οποίων παραμένει ίδια, οι αλλαγές που επιδέχονται είναι μηδαμινές, αλλά που παραμένει πάντοτε στη τάξη των αποδεκτών. Καμία θεωρία για τη μόδα δεν μπορεί να είναι επαρκής, όταν παραλείπει την εξήγηση για το κλασσικό και τη γοητεία του σε μια αγορά μειονότητας που δεν συμμορφώνεται με τις κυρίαρχες διακυμάνσεις στη μόδα.

4. Το Κλασσικό

Το αμετάβλητο, πάντοτε αποδεκτό κλασσικό βρίσκεται σε κάθε αναγνωρισμένη περιοχή της μόδας. Μια γυναίκα μπορεί πάντοτε να αισθάνεται άνετα με ένα ραμμένο κουστούμι με φούστα στο ύψος του γόνατος. Στα αυτοκίνητα, σχέδια παρόμοια με το μεταπολεμικό Studebaker σχεδιασμένο από τον Loewy, ακόμη βρίσκουν μια έτοιμη αγορά σε όλον το κόσμο. Οι αξίες που τίθενται από τους αγοραστές πάνω σε μερικά ζητήματα ασφάλειας ανταποκρίνονται λίγο στις περιστροφές του μεγαλύτερου μέρους από αυτούς που έχουν μπει σε λίστα στο Big Board. Το μπεζ και τα παστέλ χρώματα πάντα έχουν υψηλές πωλήσεις στα αυτοκίνητα και στα χρώματα για το βάψιμο των σπιτιών. Τέτοια κλασσικά, περιστασιακά γίνονται η δεσπόζουσα μόδα, αλλά σπάνια αυτά είναι η "μανία"

Τι δημιουργεί ένα κλασσικό; Έχει αποδειχτεί ότι όλα τα κλασσικά είναι ως ένα σημείο συμβιβασμοί και οι αγοραστές τους έχουν μια ιδιαίτερη προσωπικότητα ή είναι πιθανοί αγοραστές, που αναζητούν μόνο λίγα από τα πολλά που προσφέρονται στη λίστα για πώληση. Το κλασσικό σχέδιο αυτοκινήτου δεν είναι ούτε ξεκάθαρα λιτό ούτε ιδιαίτερα στολισμένο, είναι ευρύχωρο αλλά όχι τεράστιο. Το κλασσικό χρώμα δεν είναι στο “καυτό” κόκκινο τέλος του φάσματος ούτε στην άκρη του ψυχρού μπλε, είναι μετριοπαθώς ευχάριστο αλλά όχι αξιοπρόσεκτο. Το κλασσικό προσφέρει κάποιο βαθμό ικανοποίησης σχεδόν σε όλη τη σειρά επιθυμιών των παρωθήσεων, και πιθανώς αυτό επιτυγχάνεται σε βάρος ολόκληρης της ικανοποίησης όλων των παρωθήσεων εκτός αυτών που είναι στον πυρήνα των υλικών λειτουργιών των προϊόντων. Ο κλασσικός αγοραστής, τότε, πρέπει να είναι ένα άτομο που να αναζητά μόνο τον πυρήνα των συνεισφορών λειτουργίας (όπως την άνετη μεταφορά σε ένα Volkswagen) ή ένας που αναγνωρίζει ότι ο συμβιβασμός είναι αναγκαίος σε κάθε περίπτωση και που έχει επιλέξει έναν συμβιβασμό που είναι πιθανόν να αναπτυχθεί στο ελάχιστο με την πάροδο του χρόνου. Κατά κύριο λόγο πρέπει να είναι μια προσωπικότητα που δεν υπερτιμά την ικανοποίηση της παρώθησης για καινούργιες εμπειρίες. Ένας τέτοιος καταναλωτής είναι ένας ταπεινός αγοραστής για κάθε παροδική συνήθεια, αλλά ίσως και να είναι ένας εξαιρετός πελάτης της πρώιμης αγοράς για νεωτερισμούς για κυρίαρχη λειτουργική εισαγωγή, που άλλοι θα είναι αργοί στο να τους δεκτούν, αφού αισθάνεται μικρή ανάγκη για ολοκληρωμένη άνεση. Εάν τα πράγματα είναι έτσι, είναι σημαντικός στη πρώιμη αποδοχή αυτού του είδους προϊόντων που στην αρχή προωθούνται με αργό ρυθμό. Φυσικά, οι διαφορές στο ρυθμό αποδοχής των ποικίλων ειδών των προσφορών είναι ένας από τους πιο οφθαλμοφανείς γρίφους της παρουσίασης των νέων προϊόντων, πράγμα το οποίο πρέπει να εξηγηθεί.

5. Διαφορές στο Μοντέλο της Πρώιμης Αποδοχής και η Εξήγηση τους

Όπως έχει ήδη αποδειχθεί, μερικά προϊόντα ακολουθούν την καθορισμένη ιδεατή καμπύλη του κύκλου ζωής των προϊόντων, αλλά κάποιες άλλες, ειδικότερα παροδικές συνήθειες, παίζουν με τη φάση ανάπτυξης της πρώιμης αγοράς της καμπύλης με μια άνοδο δημοτικότητας σε πολύ υψηλά επίπεδα. Πιο ξεκάθαρα, η ποικιλία του μάρκετινγκ πρέπει να διαφέρει με το είδος της επιτάχυνσης των πωλήσεων που είναι πιθανόν να διενεργηθούν.

Επίσης, διαφορετικά επίπεδα ανάθεσης πηγής χρειάζονται για το προϊόν που υφίσταται μια μακρά περίοδο αργά αναπτυσσόμενων πωλήσεων και αυτών που φθάνουν στην αγορά μάλλον νωρίς. Όταν η ασπρόμαυρη τηλεόραση έγινε μια εμπορική επιτυχία, ακόμη και κάποιες αφανείς εταιρίες ηλεκτρονικών μπορούσαν να αποκτήσουν ένα επικερδές μερίδιο στην αγορά, και αυτοί που γνώριζαν πως να οικοδομούν πάνω στην πρώιμη επιτυχία τους μπορούσαν και διαμόρφωναν μια μόνιμη αγορά σε κατάλληλη θέση. Περιμένοντας δέκα ατελείωτα χρόνια μέχρις ότου οι πωλήσεις των έγχρωμων τηλεοράσεων να χτυπήσουν τη φάση της ανάπτυξης, όμως, απαιτήθηκαν οι πηγές ενός RCA.

Ένα μεγάλο ποσοστό φαινομενικών ανωμαλιών είναι δυνατόν να παρατεθούν από κάθε είδος επιχείρησης του μάρκετινγκ. Ο ευδιάλυτος καφές υπήρχε για περισσότερο από μια γενιά πριν τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, και ακόμα όταν οι εξελίξεις του καιρού του πολέμου κατέβασαν την τιμή του, χρειάστηκαν έξι χρόνια για να ισχυροποιήσουν την αγορά. Ο κατεψυγμένος χυμός πορτοκαλιού, άλλο ένα κέρδος του πολέμου, ανέβηκε από το ναδίρ στο ζενίθ της αγοράς μέσα σε τρία χρόνια, τόσο γρήγορα όσο τα μέσα μπορούσαν να αναπτυχθούν. Τα εκπληκτικά οφέλη της παραγωγής υβριδίου καλαμποκιού δεν ήταν αρκετά για να λάβουν περισσότερο από τα 6% των αγροτών που ενδιαφέρονταν κατά την διάρκεια των πρώτων έξι χρόνων στην αγορά, αν και σήμερα οι φυτείες είναι λιγότερες. Όμως, άλλη μια αγροτική μεταρρύθμιση - το 2-4-D και κάποια σχετικά εντομοκτόνα απαιτούνταν τόσο ένθερμα από τους αγρότες μετά τον πόλεμο, που στο τέλος κατάντησαν μια αληθινή απειλή για την υγεία. Κάποια βιβλία πέρασε καιρός για να βρούν αποδοχή όσα προασπιζόταν, κι όμως το "Economics" του Samuelson κέρδισε γρήγορη κυριαρχία ως στοιχειώδες μάθημα στα κολλέγια.

Η ανώμαλη αυτή κατάσταση εξαφανίζεται όταν εξετάζουμε την αξία που ένας που αποδέχεται κάτι αναγνωρίζει σε κάποιο νέο προϊόν. Για τον αγοραστή, ένα προϊόν είναι ένα μόνο στοιχείο στο σύστημα χρήσεων του, πράγμα το οποίο είναι η πραγματική πηγή ικανοποίησης του συστήματος των επιθυμιών. Τα προϊόντα φέρνουν τις πιθανές ικανοποιήσεις που μπορούν να προσφέρουν μόνο στο πλαίσιο κάποιου αναγνωρισμένου συστήματος διαδικαστικών ικανοτήτων που έχουν οργανωθεί κατάλληλα για τη χρήση τους. Ο σπόρος του καλαμποκιού αποδίδει σοδειά μόνο όταν αποκτηθεί, φυτευθεί, καλλιεργηθεί, κοπεί και αποθηκευθεί με ένα προσεκτικά σχεδιασμένο και καλοδιδαγμένο σύστημα συνήθων πρακτικών. Η τηλεόραση προσφέρει

ψυχαγωγία μόνο όταν χειριστεί και θεαθεί με ένα άλλο σύστημα, συνήθως προτύπου.

Η ανάπτυξη των περισσότερων συνήθων προτύπων είναι μια οδυνηρή - ή τουλάχιστον ενοχλητική - διαδικασία για τους περισσότερους από εμάς. Η εξόντωση ενός συνήθους συστήματος οδηγεί σε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα και η αντικατάσταση του από κάποιο άλλο είναι ακόμα πιο ικανοποιητική, όπως κάποιος που έχει περάσει από ένα τρι-τάχυτο χειροκίνητο σασμάν αυτοκινήτου σε ένα τετρα-τάχυτο μπορεί να το εξακριβώσει. Ο βαθμός στον οποίο μια προσφορά προϊόντος έχει σχέση με την επαναμάθηση ενός συνήθους μοντέλου θα επιβραδίνει έτσι την αποδοχή του. Αντίστροφα, τα καινούργια προϊόντα που μπορούν απλά να αντικαταστήσουν τα παλιότερα χρησιμοποιώντας την ίδια σειρά διαδικασιών, ή την ίδια σειρά απλοποιημένη, πρέπει να κερδίζουν άμεση αποδοχή.

Καλά παραδείγματα προϊόντων που σχεδόν ταιριάζουν με τις υπάρχουσες διαδικασίες είναι τα νέα εντομοκτόνα, η ασπρόμαυρη τηλεόραση και ο κατεψυγμένος χυμός πορτοκαλιού. Τα νέα εντομοκτόνα εφαρμόστηκαν με τις ίδιες μεθόδους ψεκάσματος, με την ίδια διάρκεια, με εκείνα που αντικατέστησαν. Απλά μετέφεραν ένα αξιοπρόσεκτο υψηλότερο επίπεδο ικανοποίησης - μεγαλύτερη απόδοση καταστροφής και θανάτου σε ένα ευρύτερο φάσμα ενοχλητικών ζώων ή φυτών. Η ασπρόμαυρη τηλεόραση ψυχαγωγούσε με τον ίδιο τρόπο που ψυχαγωγούσαν οι ταινίες, με το να κάθονται και να βλέπουν δηλαδή οι άνθρωποι μια εικόνα, αλλά εμποδίζε πολλά ενοχλητικά στάδια, πρόσθετο κόστος για κάθε σόου, προβλήματα μετακίνησης, το παρκάρισμα και το κόψιμο εισιτηρίων, και την εύρεση μιας επιθυμητής θέσης. Η ασπρόμαυρη τηλεόραση, επίσης, απλά προσέφερε μεγαλύτερη αξία στο ίδιο σύστημα. (Τελικά, φυσικά, η αποδοχή της τηλεόρασης άλλαξε το οικογενιακό μοντέλο ζωής. Αλλά αυτή η αλλαγή μοντέλου δεν ήταν μια προσυνθήκη για την αποδοχή). Ο παγωμένος χυμός πορτοκαλιού που προσαρμόστηκε στις κουζίνες είχε ευρύτατα χρησιμοποιηθεί σε κονσερβοποιημένα αγαθά. Το γεγονός ότι ήταν παγωμένος προσαρμόστηκε στις καθορισμένες αντιλήψεις των κατεψυγμένων τροφίμων που είναι ισότιμα με τα αντίστοιχα φρέσκα τους. Αυτά τα προϊόντα δεν απαιτούσαν μάθηση με υποκατάσταση των νέων συνηθειών ή επαναμάθηση των παλιών. Αντιθέτως, ο υβρίδιος σπόρος καλαμποκιού, η έγχρωμη τηλεόραση και ο στιγμιαίος καφές απαιτούσαν κάποιου είδους μάθηση.

Κάθε νέα προσφορά μπορεί να θέσει το πρόβλημα σε ένα από τα δύο είδη μάθησης :

1. Μαθαίνοντας να διακρίνεις τα νέα οφέλη ως πολύτιμα, κι επομένως ότι αξίζει να πληρώσεις γι'αυτά (όπως να μαθαίνεις να εκτιμάς τις σχετικές ποιότητες που προσφέρονται από το μικρό σπορ αυτοκίνητο),
2. Μαθαίνοντας να διακρίνεις το ρόλο κάποιου στη χρήση του προϊόντος ως μικρότερης σημασίας (όπως στην αποδοχή μιας αυτόματης μεταβίβασης).

Η αποδοχή της χρήσης του υβρίδιου σπόρου απαιτούσε τη μάθηση και ενός νέου διαδοχικού στοιχείου και της αντίληψης της σχετικής αξίας. Πριν από τη παραδοχή της, ο αγρότης συνήθως κρατούσε μερικούς σπόρους από την καλύτερη ποιότητα της σοδειάς της προηγούμενης χρονιάς και τους ξαναφύτευε. Η χρήση του υβρίδιου σπόρου σήμανε την ολοσχερή διάθεση της σοδειάς και την αγορά του σπόρου κάθε χρόνο.(Οι εφημερίδες για τους αγρότες του καιρού αυτού, με άρθρα, προειδοποιούσαν τους αγρότες να μην ξαναφύτευουν τον σπόρο από τις υβρίδιες σοδειές). Επιπλέον, ο σπόρος που αγόραζε κόστιζε πολύ περισσότερο κατά μπασέλ (μονάδα όγκου) από ότι ο αγρότης είχε εισπράξει για τη σοδειά που πούλησε. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός πραγματικού προβλήματος αντίληψης της αξίας του.

Η αποδοχή της έγχρωμης τηλεόρασης στα 1955 δεν προσδοκούσε καμιά αλλαγή στις κινητικές ή άλλες συνήθειες χρήσης, αλλά είχε σχέση με μια βασική αλλαγή στην αντίληψη της αξίας της. Απαιτούσε να γίνει φανερό ότι η απλή προσθήκη χρώματος στην εικόνα άξιζε εκατοντάδες δολλάρια - σε μια εποχή που οι ταινίες της Technicolor ποτέ δεν είχαν παιχτεί παρά μόνο σε μια μειοψηφία ταινιών. Το χρώμα επίσης στέρησε το θεατή της από την ικανοποίηση του κλεισίματος - την προμήθευση των στοιχείων που λείπουν από τον ίδιο. Κατά την ψυχολογία, το επιτυχημένο κλείσιμο αύξανε την ικανοποίηση που επιτυγχανόταν, και πιθανόν πάντοτε να ήταν ένα στοιχείο επιτυχημένης ψυχαγωγίας. Το διπλό αστείο φανερώνει όλη την πραγματική του σημασία από τη χρήση του κλεισίματος.

Ο διαλυτός καφές σίγουρα απλοποίησε τη διαδικασία του βρασίματος και απαιτούσε λίγα από την άποψη της εργασίας. Αφού κατά την διάρκεια του πολέμου μειώθηκε το κόστος του, κάθε πρόβλημα εξαφανίστηκε. Αλλά ο διαλυτός καφές υποβάθμισε το ρόλο της νοικοκυράς, απαιτούσε από αυτήν να δει το ρόλο της σε σχέση με το φτιάξιμο του φαγητού ως λιγότερο σημαντικό. Το βράσιμο του καφέ είναι επιδεκτικό στο ατομικό ταλέντο, και πολλές

νοικοκυρές καμαρώνουν για τον καφέ τους. Η αποδοχή του διαλυτού καφέ σήμαινε ότι ο ρόλος της νοικοκυράς στη κουζίνα ήταν λιγότερο ζωτικός για την ευτυχία της οικογένειας από ότι στο παρελθόν. Μήπως είναι σύμπτωση ότι η χρήση του διαλυτού καφέ αυξήθηκε με την ραγδαία αποδοχή της νοικοκυράς ως το άτομο που κυρίαρχα συνεισφέρει στο εξωτερικό εισόδημα της οικογένειας;

Οι διαρκείς επιτυχίες νέων επαναστατικών προϊόντων όπως το "Economics" του Samuelson μπορούν να εξηγηθούν ως παραδείγματα προϊόντων που συμπληρώνουν ένα χαμένο κρίκο σε ένα ήδη ανεπτυγμένο σύστημα. Είναι προϊόντα για τα οποία η αγορά περίμενε. Οι οικονομολόγοι άρχισαν να δίνουν αυξανόμενη προσοχή μετά το 1946, όταν δημοσιεύτηκε η πρώτη έκδοση του Samuelson, και πολλοί οικονομολόγοι προσανατόλιζαν τις πηγές τους ολοκληρωτικά προς αυτή την κατεύθυνση. Αφού δεν ήταν διαθέσιμα ικανοποιητικά κείμενα, ένα πολύ καλό κείμενο, όπως ήταν αυτό του Samuelson, μόλις μπορούσε να βοηθήσει παρά να επιτύχει. Οι ρόδες των τρακτέρ από καουτσούκ δίνουν ένα παρόμοιο παράδειγμα. Η μηχανοποιημένη γεωργία καθιερώθηκε ουσιαστικά στις φάρμες που είχαν σωστή διοίκηση και διαχείριση, αλλά τα τρακτέρ με τα χαλύβδινα λάστιχα συμπιέζαν το χώμα, δεν μπορούσαν να τρέξουν πάνω σε πλακοστρωμένους δρόμους και δεν πρόσφεραν πάντα την επιθυμητή έλξη. Μόλις κατασκευάστηκε ένα ικανοποιητικό λάστιχο, το τρακτέρ με τα χαλύβδινα λάστιχα εξαφανίστηκε αμέσως. Το σούπερ μάρκετ ήταν επίσης ένας κρίκος που έλειπε σε ένα ανεπτυγμένο σύστημα αγοράς και αποθήκευσης των τροφίμων. Το αυτοκίνητο διέυρνε την εμβέλεια αγοράς της οικογένειας, η ανάγκη του για παρκάρισμα αναζήτησε μια μονή στάση. Επιπροσθέτως, η κατοχή μηχανικών ψυγείων ήταν αρκετά πλατιά ώστε να μειώσει τα καθημερινά δρομολόγια για ψώνια. Ό,τι χρειαζόταν ήταν η πρόνοια μερικών ανεξάρτητων επιχειρηματιών. Αν και ορισμένα αγαθά που λείπουν απαιτούν μάθηση των στοιχείων που δεν απαιτούνταν από τα προϊόντα που αντικατέστησαν, η διαδικασία μάθησης ολοκληρώνεται από την ώρα παρουσίασης τους. Ο ρυθμός της επιτάχυνσης της πρώιμης αποδοχής θεωρείται έτσι ως ενδεχόμενος στο βαθμό της μάθησης που απαιτείται για να αποδεχτεί και για να χρησιμοποιήσει σωστά κάθε νέα προσφορά. Και οι αναλύσεις της μάθησης της ικανοποίησης αλλά και ο συμβιβασμός της συνεισφοράς είναι εφικτές, ερμηνεύοντας το προτεινόμενο μοντέλο της ταχύτητας αποδοχής του προϊόντος και του υποκείμενου διακύμανσης της μόδας για εξακρίβωση κι επιβεβαίωση.

6. Η Απόδειξη της Ικανότητας ενός Μοντέλου να Δοκιμαστεί

Ένα μοντέλο είναι έγκυρο εάν έχει χρησιμότητα για πρόβλεψη. Η κυρίαρχη σύσταση για το προτεινόμενο μοντέλο είναι η ικανότητα του να μπορεί να δοκιμαστεί - κατά ένα μέρος μάλλον εύκολα - και το γεγονός ότι βρίσκεται σε αρμονία με κάποιες γνωστές επιτυχημένες αποκλειστικά ιδιωτικές αδημοσίευτες προβλέψεις που προέκυψαν από έρευνες. Τρία είδη ενδείξεων για την εγκυρότητα του μπορούν να παρατεθούν :

1. Τέτοιες γνωστές αποκλειστικά ιδιωτικές έρευνες ξεκάθαρα δηλώνουν ότι το γούστο και η μόδα είναι προβλέψιμες πέρα από την προαγωγή και τις πωλήσεις και ακόμη προκαταβολικά το σχέδιο, στη βάση της ανάλυσης της αντίδρασης του καταναλωτή.
2. Είναι δυνατόν να παρατεθούν τουλάχιστον μερικά παραδείγματα περιστάσεων στα οποία μια απλή ανάλυση της μάθησης της ικανοποίησης θα βελτίωνε σημαντικά κατά άλλο τρόπο μία εκτενή έρευνα πάνω στην αποδοχή των προϊόντων.
3. Κάποιες ελεγχόμενες παρατηρήσεις κι έρευνες έχουν αποδειχθεί επιτυχημένες σε προβλέψεις για τον κύκλο της μόδας.

7. Νιώθοντας την Τάση στο Γούστο Πριν την Παρουσίαση

Μια μεγάλη σειρά από αποκλειστικά ιδιωτικές έρευνες έφτασαν στο συμπέρασμα ότι κάπως απλοί, προσεκτικά προτεινόμενοι έλεγχοι της αντίδρασης του καταναλωτή μπορούν προκαταβολικά να αποκαλύψουν ποιά από μια σειρά ισοδύναμα προωθημένων σχεδίων θα επιτύχουν και ποιά θα αποτύχουν. Ο Dilman M.K. Smith περιέγραψε σύντομα μερικά από τα αποτελέσματα επιτυχημένων μελετών έρευνας της γνώμης σε αυτήν την περιοχή, ενώ μερικές έγιναν ήδη τρεις δεκαετίες πριν. Ένας διευθυντής έρευνας για ένα κατασκευαστή μόνιμων κυμματισμών στα μαλλιά ήταν ικανός να θέσει την εταιρία του σε μια αλλαγή διαφορετικών στυλ στα μαλλιά μήνες πριν η αλλαγή αρχίσει να διαφάνεται στα ινστιτούτα καλλονής κι έτσι επέτρεψε μια επιτυχημένη προσπάθεια για να ενισχύσει τη θέση της εταιρείας στην αγορά. Ακόμη πιο σχετικός ήταν ένας αδημοσίευτος θρίαμβος της Opinion Research: η ανάπτυξη ενός νέου, άμεσα επιτυχημένου χαλιού προχώρησε βασισμένη πάνω σε μία συσχέτιση ενός συμβιβασμού από έναν ανικανοποίητο πελάτη. Όταν η έρευνα έδειξε ότι άρεσε στις νοικοκυρές το φυλλάδιο με τα βελούδινα

χαλιά αλλά απωθούνταν από μια τάση της πλέξης να αφήνουν ίχνη, η εταιρία συμβούλεψε έναν πελάτη να βρει μια βελούδινη αφή που δεν άφηνε ίχνη. Ύστερα από αξιόλογες προσπάθειες, οι σχεδιαστές ανακάλυψαν ένα παντεταρισμένο ύφασμα που ζάρωνε, που γνώρισε μεγάλη επιτυχία με μία τυπικά γρήγορη καμπύλη ανάπτυξης όταν παρουσιάστηκε.

Δυστυχώς, η κατανόηση της αποδοχής των προϊόντων από τους καταναλωτές δεν κέρδισε από αυτήν την ιδιωτική έρευνα, αφού μόνο επιμέρους κομμάτια από ένα μικρό μέρος μπορούσαν να βρεθούν στις διάφορες εκδόσεις. Τα υπόλοιπα παραμένουν θαμμένα σε αρχεία αυτών που πληρώνουν για αυτά και τα εμπιστεύονται σε συζητήσεις που βρίσκονται λίγοι αναλυτές ερευνών. Η επιβεβαίωση της μάθησης της ικανοποίησης του προτεινόμενου μοντέλου, ευτυχώς, δεν απαιτεί πάντοτε πρόσβαση σε εμπιστευτικά μόνο στοιχεία.

8. Μάθηση της Ικανοποίησης και Πρόβλεψη

Τα συστήματα χρήσης των μαθησιακών απαιτήσεων μπορούν εύκολα να διαμορφωθούν μέσω μιας απλής σύγκρισης των διαγραμμάτων ροής - ένα διάγραμμα για τα τρέχοντα μέσα της παροχής της ικανοποίησης που είναι επιθυμητή κι ένα για το σύστημα που θα είναι το πλαίσιο χρήσης του νέου προϊόντος. Μια τέτοια σύγκριση γρήγορα αποκαλύπτει και τα πλεονεκτήματα αλλά και τους παράγοντες παρεμπόδισης που εμπλέκονται στην αποδοχή του νέου προϊόντος. Κάποιος χρειάζεται να διαβάσει μόνο τις οδηγίες προετοιμασίας πάνω στην σακούλα μιας αφυδατωμένης σούπας για να ανακαλύψει γιατί αυτό το διεξοδικά ερευνημένο προϊόν είχε πλήρη αποτυχία στην αγορά που κόστισε στον Campbell μόνο μερικά \$10000000 σε μη επιτυχημένη προαγωγή, σύμφωνα με τα νέα των ειδήσεων. Τα διαγράμματα ροής αποκαλύπτουν ένα φοβερά χρονοβόρο και επίπονο μειονέκτημα στη τιμή για το αφυδατωμένο προϊόν που σχετίζεται με την συμπίκνωση της κονσέρβας. Θα έπρεπε να ήταν ξεκάθαρο ότι η νοικοκυρά δεν θα πλήρωνε μια τέτοια τιμή για το είδος των ικανοποιήσεων που προσφέρεται από τη σούπα σύμφωνα με το μοντέλο διατροφής των Αμερικανών. Θα μπορούσε να ήταν και μια μεγάλη αποτυχία των προσεκτικά ελεγχόμενων χαρακτηριστικών των νέων προϊόντων στην αποτυχία τους να ερευνήσουν τις απαιτήσεις της μάθησης της ικανοποίησης και της τιμής της ώρας προετοιμασίας.

Οι απαιτήσεις της αντιληπτικής μάθησης και της μάθησης της αξίας δεν υποκύπτουν σε τόσο απλά αναλυτικά τεχνάσματα ούτε σε πίνακες ροής,

φυσικά, αλλά σίγουρα είναι ικανές να εξακριβωθούν με τις τρέχουσες διαθέσιμες τεχνικές έρευνας. Και αυτή η μοναδική άποψη του προτεινόμενου μοντέλου είναι κατηγορηματικά δοκιμασμένη κατά την ιστορία του παρελθόντος. Η πρόβλεψη των διακυμάνσεων της μόδας δεν δοκιμάζεται τόσο φανερά με βάση το παρελθόν.

9. Ελέγχοντας την Προβλεψιμότητα της Διακύμανσης της Μόδας

Σχεδόν κάθε υποθετικό μοντέλο πρέπει να αρχίζει με μία ειδική κατηγοριοποίηση και παρατήρηση των εμπειριών του παρελθόντος. Αλλά κάθε μοντέλο που αφορά τόσο πολλούς πολύπλοκους παράγοντες όσο αυτός που αναφέρθηκε στην περίπτωση της διακύμανσης της μόδας δεν μπορεί με πιστότητα να ελεγχθεί με βάση μόνο το παρελθόν. Αυτό είναι γεγονός ειδικά όταν μερικές παρατηρήσεις από το παρελθόν περιλαμβάνουν κάθε βασική απόδειξη των ψυχολογικών κινήτρων που οι αγοραστές ελπίζουν ότι θα ικανοποιήσει τις επιθυμίες τους. Περισσότερες σχετικές έρευνες πρέπει να οριστούν σε μελέτες για τις διακυμάνσεις ανάμεσα σε ψυχολογικά μετρήσιμες συνεισφορές που μπορούν είτε όχι να είναι τα σχετικά στοιχεία που εμπλέκονται. Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι ένας αριθμός εύλογων αλλά διαφορετικών εξηγήσεων, καθεμία από τις οποίες μπορεί να εκλογικευτεί ως ταιριαστή εάν οι ταξινομήσεις και τα άλλα στοιχεία επιλεχθούν προσεκτικά. Μια αποδεκτή θεωρία πρέπει να δίνει περισσότερα από μια απλώς εύλογη εξήγηση των γεγονότων του παρελθόντος. Πρέπει να έχει πραγματική εγκυρότητα, να είναι ικανή να προβλέπει το μέλλον κατά κάποιο σημαντικό τρόπο.

Ο Chester R. Wasson [5] στα 1961 ακολούθησε την ιστορία των διακυμάνσεων στην έρευνα της μόδας και σημείωσε ότι το τρέχον κύμα - η τρέχουσα τάση - ήταν στη κορυφή της περιοδικής μαθηματικής έμφασης. Είχε προβλεφθεί μια διακύμανση στα μοντέλα και τις τεχνικές της συμπεριφοράς. Μέχρι το 1965, και τα δύο υποκαταστήματα των AMA και στο Ντιτρόιτ και στη Νέα Υόρκη χορηγούσαν Νέα Προϊόντα και η "θεωρία της διάχυσης" είναι τώρα το νέο σύνθημα.

Μια τέτοια επιτυχία πρόβλεψης, ή οποιοσδήποτε άλλες γίνουν, δεν συνιστούν της τελική δοκιμασία αξιοπιστίας, φυσικά. Μια λογική θεωρία σε κάθε τομέα πρέπει να παραμερίζει κάθε σύμπτωση από τις προβλέψεις και τα επακόλουθα γεγονότα για να εξηγήσει για ποιο λόγο τα γεγονότα είναι δυνατόν να αναμένονται να συμβούν κατά τον τρόπο που παρατηρήθηκε. Μια λογική

θεωρία πρέπει να έχει δομημένη εγκυρότητα, να βασίζεται σε συμπεριφοριστικές βάσεις που οι ίδιες να μπορούν να αυτοελέγχονται, να επιβεβαιώνεται και να τροποποιείται. Η θεωρία που αναλύθηκε πριν είναι απλώς μια τέτοια θεωρία. Είναι δυνατό να ελεγχθεί πραγματικά - να γίνουν προβλέψεις για την νέα πορεία διακύμανσης της μόδας ή για την ταχύτητα αποδοχής ενός προτεινόμενου νέου προϊόντος κι έπειτα να παρατηρηθούν οι αντικειμενικές καταστάσεις. Αλλά, αυτή η θεωρία παίρνει επίσης ως δεδομένο έναν ειδικό μηχανισμό συμπεριφοράς ως υπεύθυνο για τα ευδιάκριτα χαρακτηριστικά, έναν μηχανισμό καλοεδραιωμένο στη γνώση της συμπεριφοράς και στην ικανότητα αυτοελέγχου του. Αυτό που προτείνεται δεν είναι, λοιπόν, μια απλή προσπάθεια για να ανακαλυφθούν λογικές ετικέτες συμπεριφοράς για να εξηγήσουν τις γνωστές παρατηρήσεις. Μάλλον, ξεκινά από μια σειρά καλοεδραιωμένων βάσεων συμπεριφοράς που προέρχονται ανεξάρτητα από το είδος των στοιχείων στα οποία εφαρμόζονται, και τελικά, προσπαθεί να εξακριβώσει εάν όσα γνωρίζει ταιριάζουν στα φαινόμενα της μόδας και της αποδοχής των προϊόντων. Αυτή, λοιπόν, η θεωρία προσφέρει ένα πλαίσιο για έρευνα στην αποδοχή των προϊόντων γενικά, καθώς επίσης και διαμορφώνει μια βελτίωση στο πρακτικό πρόβλημα προστασίας και δοκιμασίας των νέων προϊόντων.

10. Συμπέρασμα

Όχι μόνο η μόδα, αλλά και η αποδοχή των προϊόντων γενικότερα είναι πολύ περισσότερο προβλεπτή από ότι γενικά πιστεύεται, με δεδομένο ότι χρησιμοποιούμε πλήρως όλα τα βασικά χαρακτηριστικά του προϊόντος ως μια συμβιβαστική σειρά επιθυμητών συνεισφορών, απαίτησης ως ένα σύστημα επιθυμιών που βασίζεται στη κοινωνική ρύθμιση, και στα κίνητρα ως παρωθήσεις σε μια δυναμική ιεραρχία και διαρκή αναδόμηση στη θεμελιώδη διαδικασία της ικανοποίησης τους. Αυτές οι έννοιες μόνο είναι αρκετές για να εξηγήσουν και την ύπαρξη της διαρκούς διακύμανσης στη μόδα αλλά και τις κατευθύνσεις που ακολουθούν αυτές οι διακυμάνσεις. Οι παροδικές συνήθειες μπορούν να εξηγηθούν μέσα από το πρίσμα του μοντέλου αυτού ως προϊόντα που ικανοποιούν μόνο έναν μοναδικό οδηγό χρησιμότητας για καινούργιες εμπειρίες, έτσι δεν θέτουν ούτε μια απαίτηση μάθησης ούτε έχουν μεγάλη αξία από την στιγμή που η καινοτομία τους ξεπεραστεί. Η ταχύτητα αποδοχής των προϊόντων κάθε είδους εξαρτάται από το ποσό της μάθησης των τριών ειδών που απαιτείται : η μάθηση των συστημάτων χρήσης, η μάθηση της αντίληψης

της αξίας και η μάθηση της αντίληψης του ρόλου. Όλα τα παραπάνω είδη μπορούν να ερευνηθούν και να περιγραφούν σε αντικειμενικά πλαίσια εκ των προτέρων.

ΤΡΙΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Μια Απλή Μέθοδος του Υπολογισμού των Διαστημάτων Πρόβλεψης για τις Προγνώσεις των Χρονικών Σειρών

Θεωρητικές προσεγγίσεις που αφορούν τον υπολογισμό των διαστημάτων πρόβλεψης απαιτούν βάσιμες υποθέσεις που δεν φαίνεται να ισχύουν στην πράξη. Αυτό το άρθρο παρουσιάζει μια εμπειρική προσέγγιση για τα διαστήματα πρόβλεψης που παρουσιάζει μικρή αποδοχή. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής του μοντέλου, υπολογίστηκαν πολλά διαφορετικά σφάλματα σε ποικίλες περιόδους προγνώσεων. Χρησιμοποιώντας αυτές τις μεταβλητές, η ανισότητα του Chebyshev έχει τεθεί σε εφαρμογή για να διαπιστώσει τα διαστήματα πρόβλεψης. Παρουσιάζονται εμπειρικά στοιχεία για να αποδειχθεί ότι η προσέγγιση αυτή δίνει λογικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα χρησιμοποιώντας στο διαγωνισμό M την 111^η σειρά, τα 95% των διαστημάτων πρόβλεψης στην πραγματικότητα περιέχουν τα 95,8% των μεταδεδειγμένων παρατηρήσεων.

(ΠΡΟΓΝΩΣΕΙΣ - ΧΡΟΝΙΚΗ ΣΕΙΡΑ)

1. Εισαγωγή

Σχεδόν όλα τα στοιχεία για τις προγνώσεις είναι λανθασμένα. Έτσι τα διαστήματα πρόβλεψης είναι απαραίτητα για να παρουσιάσουν την πιθανή ακρίβεια των προγνώσεων για το σχεδιασμό της διοίκησης. Τα διαστήματα πρόβλεψης παρουσιάζονται ιδιαίτερα βοηθητικά στην πρόγνωση για την καταγραφή του ελέγχου, όπου οι συντελεστές ασφαλείας εξαρτώνται από την πιθανότητα κατανομής της πρωταρχικής απαίτησης. Άλλη μια εφαρμογή των διαστημάτων πρόβλεψης είναι να προσδιορίζουν την δαπάνη που απαιτείται για την έρευνα σε καθορισμένο χρόνο.

Συνήθως, τα διαστήματα πρόβλεψης υπολογίζονται βάσει δύο κριτικών υποθέσεων : 1. Ότι το σωστό μοντέλο έχει αναγνωριστεί ή 2. Ότι η παραγωγική διαδικασία των χρονικών σειρών είναι γνωστή. Στις περισσότερες περιπτώσεις αυτές οι υποθέσεις ξεκάθαρα δείχνουν ότι υπάρχουν πολλές σύντομου τύπου εκφράσεις για τις μεταβλητές των σφαλμάτων πρόγνωσης σε ποικίλες χρονικές περιόδους.

Για παράδειγμα, οι Box και Jenkins (1976) βασίζονται στη πρώτη υπόθεση για να διαπιστώνουν τα διαστήματα πρόβλεψης για τα ARMA models. Οι υποστηρικτές της αντιπροσωπευτικής ηρεμίας δεν πιστεύουν ότι χρησιμοποιείται το σωστό μοντέλο. Αντί για αυτό πιστεύουν ότι η παραγωγική διαδικασία είναι γνωστή και συνάγει μεταβλητές που στηρίζονται στη στενή σχέση που υπάρχει ανάμεσα στη διαδικασία και στο μοντέλο. Δείτε, για παράδειγμα, τις εκφράσεις που υπάρχουν για τις μεταβλητές στα μοντέλα της αντιπροσωπευτικής ηρεμίας στους Brown (1963) McKenzie (1976, 1984, 1986) και Sweet (1985). Για να απλοποιήσουν τα ζητήματα αυτά, και αυτοί που χρησιμοποιούσαν το μοντέλο ARMA αλλά και οι οπαδοί της αντιπροσωπευτικής ηρεμίας σχεδόν πάντοτε κάνουν άλλη μια κριτική υπόθεση, ότι δηλαδή τα σφάλματα κατανέμονται κανονικά.

Ένα πρόβλημα με αυτήν την θεωρητική εργασία πάνω στις προβλέψεις των διαστημάτων είναι ότι είναι αδύνατο να διαμορφώσουν σύντομου τύπου εκφράσεις για τις διαφορές στα μη γραμμικά συστήματα προγνώσεων. Για παράδειγμα, δεν υπάρχει έκφραση σύντομου τύπου για τη διάσημη τάξη του Holt-Winters των συστημάτων της αντιπροσωπευτικής ηρεμίας με γραμμική τασση και πολλαπλασιαστική εποχικότητα (McKenzie 1984). Για τέτοιου είδους συστήματα, μια εμπειρική μέθοδος είναι η μόνη εναλλακτική λύση για πρόβλεψη των υπολογισίμων διαστημάτων.

Άλλο ένα πρόβλημα είναι ότι η θεωρητική πρόβλεψη των διαστημάτων συχνά επιφέρει "φτωχά" αποτελέσματα στη πράξη. Σε μια επανεξέταση της 111^{ης} χρονικής σειράς από τον διαγωνισμό M (Makridakis 1982), οι Lusk και Belhadjali (1986) ανακάλυψαν ότι το 95% των διαστημάτων πρόβλεψης για τα μοντέλα ARMA περιείχαν μόνο το 80% περίπου των παρατηρήσεων που είχαν γίνει πριν τεθούν σε δοκιμασία. Οι Makridakis και Hibon (1986) βρήκαν παρόμοια αποτελέσματα για διαφορετικά μοντέλα χρονικών σειρών.

Μια λύση σε αυτά τα προβλήματα είναι η προσέγγιση που επιτελέστηκε από τους Williams και Goodman (1971), που ανέπτυξαν εμπειρικές διανομές των λαθών πρόγνωσης προτού γίνει η δοκιμασία. Η διαδικασία του μοντέλου τους είναι να ταιριάζουν ένα μοντέλο με ένα δείγμα μιας χρονικής σειράς, να αναπτύξουν μια σειρά προβλέψεων από μια δεδομένη χρονική αφετηρία, να εξαλείψουν τα λάθη που γίνονται πριν την έναρξη της δοκιμασίας και να ανασυντάξουν εκ νέου το μοντέλο με μια πρόσθετη παρατήρηση. Αυτά τα στάδια επαναλαμβάνονται μέχρι να φτάσουν στο τέλος των στοιχείων. Η

διαδικασία των Williams και Goodman είναι τόσο κουραστική που δεν φαίνονται να εμφανίζονται εφαρμογές της μέχρι το 1971.

Η εργασία αυτή προτείνει μια απλή μέθοδο του υπολογισμού των διαστημάτων πρόβλεψης που μειώνει την ανάγκη για υποθέσεις σχετικά με την εγκυρότητα του μοντέλου, το είδος της παραγωγικής λειτουργίας, ή το είδος της διανομής των λαθών πρόγνωσης. Αν και η μέθοδος είναι εμπειρική, είναι ωστόσο λιγότερο κουραστική από την προσέγγιση των Williams και Goodman.

2. Η Μέθοδος

Με δεδομένο ότι ένα μοντέλο πρόγνωσης έχει συνδεθεί με μια χρονική σειρά, το πρώτο στάδιο είναι να υπολογιστούν οι διαφορές των εφαρμοσμένων λαθών σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα μοντέλο επιλεγμένο στη συνηθισμένη βάση που συνδιάζει το "ένα βήμα μπροστά" κάθε φορά. Το πρώτο πέρασμα μέσω των στοιχείων προγραμματίζεται για να υπολογιστεί η διαφορά των εφαρμοσμένων λαθών κατά ένα βήμα μπροστά. Ένα δεύτερο πέρασμα είναι για να υπολογιστεί η διαφορά κατά δύο βήματα μπροστά. Είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι το μοντέλο πρόγνωσης δεν ξαναυπολογίζεται. Απλά κάνουμε προγνώσεις κατά δύο βήματα μπροστά με το ίδιο μοντέλο και υπολογίζουμε τη διαφορά των εφαρμοσμένων λαθών. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να υπολογιστεί μια μοναδική μεταβλητή για κάθε επιθυμητή χρονική στιγμή. Για παράδειγμα, εάν τα διαστήματα πρόβλεψης θέλουμε να είναι με περιόδους 1-12, τότε θα υπάρχουν εκεί 12 ξεχωριστές μεταβολές. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου υπολογισμού των μεταβολών είναι ότι η εγκυρότητα του μοντέλου και το είδος της παραγωγικής λειτουργίας είναι άσχετα. Εμείς απλά καταγράφουμε τη λειτουργία του μοντέλου.

Το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας είναι να υπολογίζονται τα συνήθη λάθη σε κάθε χρονική περίοδο. Το τελικό στάδιο είναι να εφαρμόζεται ένας πολλαπλασιαστής σε κάθε στερεότυπο λάθος που επιφέρει τα επιθυμητά διαστήματα πρόβλεψης. Ο πολλαπλασιαστής βασίζεται στην ανισότητα του Chebyshev (Wilks 1962), που θέτει ένα όριο στο ποσοστό της πιθανότητας που ενυπάρχει στα δεδομένα όρια για κάθε διανομή με περιορισμένη ποικιλία. Αφού η ανισότητα του Chebyshev είναι πολύ γνωστή, εδώ δίνεται μόνο το κύριο αποτέλεσμα. Ας θέσουμε το Y ως τη σπάνια μεταβλητή με μέσο μ και μεταβλητή σ^2 . Η ανισότητα είναι :

$$P \{ |(Y-\mu)/\sigma| \geq \varepsilon \} \leq 1/\varepsilon^2 \quad (1)$$

Άσχετα με την πραγματική διανομή, η εξίσωση (1) δηλώνει ότι η πιθανότητα από μια παρατήρηση που ξεφεύγει πέρα από τα συνήθη λάθη ε από το μέσο είναι το πιο πολύ $1/\varepsilon^2$.

Ομολογουμένως η ανισότητα του Chebyshev παράγει πρωτογενείς ταλαντώσεις για πολύ γνωστές διανομές. Για παράδειγμα, εάν η πραγματική διανομή των λαθών είναι κανονική, οι ταλαντώσεις του Chebyshev είναι πολύ μεγάλες. Αλλά στην πράξη η πραγματική διανομή των λαθών ποτέ δεν γίνεται γνωστή. Οι Makridakis και Winkler (1985) δεν κατόρθωσαν να βρουν καμιά διανομή που να τους έδινε μια λογική εφαρμογή των λαθών στη συλλογή της χρονικής σειράς 1001. Η μελέτη τους υποδεικνύει ότι είναι επικίνδυνο να δεχόμαστε αυθαίρετες διανομές των σφαλμάτων. Η απλή έκφραση στην (1) είναι τουλάχιστον ένα σημείο εκκίνησης για την ανάπτυξη των διαστημάτων πρόβλεψης.

3. Εμπειρικά Αποτελέσματα

Οι χρονικές σειρές από τον διαγωνισμό M (Makridakis et al. 1982) χρησιμοποιήθηκαν για να εξετάσουν αυτήν την μέθοδο του υπολογισμού των διαστημάτων πρόβλεψης. Οι προγνώσεις που επιτεύχθηκαν χρησιμοποιώντας την τάξη των συστημάτων της αντιπροσωπευτικής ηρεμίας με μειωμένες ροπές αναπτύχθηκαν από τους Gardner και McKenzie (1985). Άλλες συνυπολογίσιμες λεπτομέρειες ικανές να αντιγράψουν τα αποτελέσματα που υπάρχουν πιο κάτω είναι διαθέσιμα στον Gardner (1986).

Οι προγνώσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τον ίδιο τρόπο όπως και από τον Makridakis. Ας θέσουμε τη χρονική σειρά ως N . Για κάθε ετήσια σειρά, το μοντέλο πρόγνωσης προσαρμόστηκε στις πρώτες $N-6$ παρατηρήσεις. Κάθε σειρά 6 προγνώσεων (για χρονικές περιόδους (1-6) είχε χρόνο έναρξης $N-6$. Για τριμηνιαία στοιχεία, 8 προγνώσεις γίνονταν σε χρόνο $N-8$ Για μηνιαία στοιχεία, 18 προγνώσεις γίνονταν σε χρόνο $N-18$.

Τα στοιχεία του Makridakis συμπεριλαμβάνουν 1,001 χρονικές σειρές. Ο Πίνακας 1 δίνει αποτελέσματα για ένα δείγμα 111 σειρών που πάρθηκαν από 1001 χρονικές σειρές. Αυτό είναι το ίδιο δείγμα για το οποίο έγινε λόγος στο βιβλίο του Makridakis et al. (1982). Για κάθε σειρά, υπολογίζονταν το 90% και 95% των διαστημάτων πρόβλεψης και καταγράφονταν ο αριθμός των παρατηρήσεων για τα διαστήματα που έγιναν μετά το σχεδιασμό του

δείγματος. Τα διαστήματα πρόβλεψης του Chebyshev παρουσιάζουν κατά προσέγγιση τα επιθυμητά ποσοστά: το 90% των διαστημάτων περικλείουν 90,8% των μετά-δειγματικών παρατηρήσεων, ενώ το 95% των διαστημάτων περικλείουν το 95,8%.

Ο Πίνακας 1 δίνει επίσης αποτελέσματα για τα διαστήματα πρόβλεψης που καθορίζει η κανονική διανομή και χρησιμοποιεί τη μέθοδο υπολογισμού των μεταβλητών που περιγράφηκαν παραπάνω. Τα κανονικά διαστήματα 90% περικλείουν μόνο 72,9% των μετά-δειγματικών παρατηρήσεων, ενώ τα κανονικά διαστήματα 95% περικλείουν μόνο 79,1%. Τα κανονικά ποσοστά των διαστημάτων πρόβλεψης είναι δυνατό να συγκριθούν με τα αποτελέσματα που ανακοινώθηκαν από τους Williams και Goodman (1971), Lusk και Belhadjali (1986), και Makridakis and Hibon (1986).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Ποσοστό των Μετα-δειγματικών παρατηρήσεων μέσα από τα Διαστήματα Πρόβλεψης : 111 Χρονικές Σειρές

Περίοδος Πρόγνωσης	90% Στόχος		95% Στόχος	
	<u>Chebyshev</u>	<u>Κανονικά</u>	<u>Chebyshev</u>	<u>Κανονικά</u>
1	94,6%	82,9%	97,3%	88,3%
2	93,7	77,5	99,1	83,8
3	94,6	73,0	96,4	85,6
4	91,9	71,2	95,5	80,2
5	84,7	72,1	93,7	77,5
6	86,5	66,7	91,9	72,1
7	91,2	70,3	95,6	73,6
8	92,3	69,2	96,7	74,7
9	92,6	76,5	98,5	80,9
10	89,7	73,5	98,5	75,0
11	94,1	73,5	97,1	77,9
12	89,7	72,1	95,6	79,4
13	86,8	70,6	94,1	73,5
14	91,2	73,5	97,1	79,4
15	89,7	66,2	94,1	73,5
16	92,6	79,4	95,6	83,8
17	88,2	75,0	94,1	82,4
18	89,7	67,6	94,1	76,5
Όλα	90,8%	72,9%	95,8%	79,1%

Ο Πίνακας 2 δίνει αποτελέσματα για την ολοκληρωμένη συλλογή των 1001 χρονικών σειρών. Τα ποσοστά των διαστημάτων πρόβλεψης είναι παρόμοια με αυτά που βλέπουμε στον Πίνακα 1.

Μήπως η διαδικασία των διαστημάτων πρόβλεψης του Chebyshev εξαρτάται από το είδος των στοιχείων; Για να δωθεί απάντηση σ' αυτήν την ερώτηση, πραγματοποιήθηκαν κι άλλα τεστ που χρησιμοποιούσαν νούμερα κάτω από την χρονική σειρά 111. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 είναι τα αντιπροσωπευτικά ποσοστά από όλους τους ορίζοντες πρόγνωσης. Στην διαδικασία του Chebyshev υπάρχει λίγη διαφορά ανάμεσα στα εποχιακά και στα μη εποχιακά στοιχεία. Όμως υπάρχει σημαντική διαφορά στη διαδικασία όταν γίνεται κατηγοριοποίηση των χρονικών σειρών ανάλογα με τη συχνότητα της παρατήρησης (ετήσια, τριμηνιαία και μηνιαία). Τα ποσοστά του Chebyshev είναι κοντά στους καθορισμένους στόχους για τις τριμηνιαίες και μηνιαίες χρονικές σειρές αλλά είναι ουσιαστικά πιο κάτω από τους καθορισμένους στόχους στις ετήσιες χρονικές σειρές. Το πρόβλημα είναι ότι οι πιο πολλές από τις ετήσιες σειρές στη συλλογή του Makridakis είναι πολύ μικρές για να ταιριάζουν σε ένα επαρκές μοντέλο πρόγνωσης. Στην ετήσια σειρά 20, ο αντιπροσωπευτικός αριθμός των ταιριαστών παρατηρήσεων είναι 19,7. Εννιά από τις ετήσιες σειρές έχουν 13 ταιριαστές παρατηρήσεις και μια έχει μόνο 12. Οι τριμηνιαίες και μηνιαίες σειρές είναι πολύ μεγαλύτερες και αντιπροσωπευτικές ταιριαστές παρατηρήσεις 38,4 και 68,4, αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Ποσοστό των Μετα-δειγματικών Παρατηρήσεων μέσα από τα Διαστήματα Πρόβλεψης

Περίοδος Πρόγνωσης	90% Στόχος		95% Στόχος	
	<u>Chebyshev</u>	<u>Κανονικά</u>	<u>Chebyshev</u>	<u>Κανονικά</u>
1	96,2%	80,1%	98,6%	86,2%
2	95,1	77,3	98,0	84,1
3	93,2	75,9	96,4	82,0
4	91,6	72,7	96,1	77,7
5	89,2	71,3	94,7	76,0
6	88,0	66,3	93,3	71,8
7	91,7	71,5	96,8	77,2
8	90,1	69,6	96,0	75,9
9	92,2	72,8	97,6	77,0
10	93,4	73,7	97,9	78,6
11	92,1	73,9	96,8	78,1
12	92,9	72,8	97,7	77,2
13	91,4	71,6	96,6	76,8
14	91,9	72,5	96,6	77,8
15	91,1	69,5	96,3	74,6
16	90,4	71,4	95,6	77,8
17	90,6	70,7	96,1	78,9
18	89,3	70,2	95,5	74,4
Όλα	91,8%	72,7%	96,4%	78,2%

Η ευπάθεια των διαστημάτων πρόβλεψης του Chebyshev όσον αφορά τον αριθμό των ταιριαστών παρατηρήσεων φαίνεται περισσότερο λεπτομερειακά στο Πίνακα 4. Με λιγότερες από 20 ταιριαστές παρατηρήσεις, τα διαστήματα του Chebyshev είναι κατά μεγάλο ποσοστό αξιόπιστα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Λειτουργία με το Είδος των Στοιχείων

Τύπος στοιχείων	Αριθμός σειρών	Αριθμός προγνώσεων	95% Στόχος		90% Στόχος	
			<u>Chebyshev</u>	<u>Κανονικά</u>	<u>Chebyshev</u>	<u>Κανονικά</u>
Όλα	111	1528	90,8%	72,9%	95,8%	79,1%
Εποχιακά	60	990	91,7	72,2	96,7	77,8
Μη- εποχιακά	51	538	89,0	73,1	93,1	79,2
Ετήσια	20	120	78,3	58,3	83,3	63,3
Τρι- μηνιαία	23	184	88,0	59,2	95,7	71,7
Μηνιαία	68	1224	92,0	75,4	95,9	80,3

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Λειτουργία με το Είδος των Fitted Παρατηρήσεων

Αριθμός Fitted στοιχείων	Αριθμός σειρών	Αριθμός προγνώσεων	95% Στόχος		90% Στόχος	
			<u>Chebyshev</u>	<u>Κανονικά</u>	<u>Chebyshev</u>	<u>Κανονικά</u>
<20	17	110	71,8%	51,8%	82,7%	57,3%
20-29	6	40	92,5	75,0	95,0	80,0
30-39	16	204	92,2	74,5	95,6	81,4
40-49	13	204	93,6	67,2	98,5	76,0
50-59	16	216	89,8	74,5	95,8	80,1
≥60	43	754	91,9	74,9	95,4	79,8

Υπάρχουν τουλάχιστον δύο εξηγήσεις για την καλή λειτουργία της ανισότητας του Chebyshev. Καταρχήν, όπως αναφέρεται στο βιβλίο των Makridakis και Winkler (1985), τα σφάλματα δεν κατανέμονται κανονικά σε

αυτά τα στοιχεία, άσχετα με τη μέθοδο πρόγνωσης που χρησιμοποιείται. Κατά δεύτερον, σε αυτή την έρευνα, όπως και στο διαγωνισμό M, τα μετα-δειγματικά σφάλματα πρόγνωσης ήταν μεγαλύτερα από τα λάθη που διαπιστώθηκαν κατά τη διάρκεια του δείγματος. Η ανισότητα του Chebyshev επιφέρει μεγαλύτερα διαστήματα πρόβλεψης από ότι η κανονική διανομή, έτσι ώστε να δρα αντισταθμιστικά για τα μεγαλύτερα μετα-δειγματικά σφάλματα.

Μια εξήγηση γιατί συμβαίνουν μεγαλύτερα σφάλματα κατά την διάρκεια της μετα-δειγματικής περιόδου είναι ότι οι χρονικές σειρές συχνά παρουσιάζουν αλλαγές στο σχέδιο ή ασυνέχειες. Εκτός από τους Carbone και Makridakis (1986) που ασχολήθηκαν με αυτό, κατά κύριο λόγο το πρόβλημα έχει αγνοηθεί από τους υπόλοιπους που ασχολούνται με τα πληροφοριακά έντυπα. Υπάρχουν πολλές σειρές στα στοιχεία του Makridakis που παρουσιάζουν αλλαγές στην κατεύθυνση της ροπής μετά την πραγματοποίηση των προγνώσεων. Ο Πίνακας 5 παρουσιάζει αυτό το πρόβλημα για την τριμηνιαία χρονική σειρά (αριθμός 301) που ανακαλύφθηκε στο βιβλίο των Carbone και Makridakis (1986). Αυτή η σειρά αποτελείται από 64 παρατηρήσεις, με ένα αδύναμο εποχιακό σχήμα και μια ασταθή ροπή. Ένα μοντέλο αντιπροσωπευτικής ηρεμίας με μειωμένη κλίση και πολλαπλασιαστική εποχικότητα προσαρμόστηκε στις σειρές, χρησιμοποιώντας τα τρίμηνα 1-56. Κατά την διάρκεια της εφαρμογής του μοντέλου, αναπτύχθηκαν τα διαστήματα πρόβλεψης για τα τρίμηνα 57-64. Τα διαστήματα του Chebyshev διευκολύνουν τη δραστική αλλαγή στη μειωμένη ροπή, ενώ τα κανονικά διαστήματα όχι. Και οι οκτώ μετα-δειγματικές παρατηρήσεις ενυπάρχουν στα διαστήματα του Chebyshev, ενώ μόνο τρία ενυπάρχουν στα κανονικά διαστήματα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

4. Συμπεράσματα

Η κανονική διανομή είναι μια συνήθης υπόθεση για τον προσδιορισμό των διαστημάτων πρόβλεψης στη πρόγνωση των χρονικών σειρών. Όμως, η πρόβλεψη των κανονικών διαστημάτων είναι επικίνδυνα παραπλανητική. Τα κανονικά διαστήματα είναι τόσο μικρά άσχετα με την χρονική περίοδο πρόγνωσης, το είδος των στοιχείων, ή τον αριθμό των εφαρμοσμένων παρατηρήσεων. Αυτή η ανακάλυψη ταιριάζει και με άλλες εργασίες που χρησιμοποιούν μια ποικιλία διαφορετικών μεθόδων πρόγνωσης από τους Williams και Goodman (1971), Lusk και Belhadjali (1986), και Makridakis και Hibon (1986).

Αφού φαίνεται αδύνατο να βρεθεί μια επαρκής διανομή για τα σφάλματα πρόγνωσης, η ανισότητα του Chebyshev μοιάζει ως η φανερή εναλλακτική λύση για τον καθορισμό ορίων στα λάθη. Στα στοιχεία του

Makridakis, η μέθοδος Chebyshev δίνει τα ακριβή διαστήματα. Σε σύγκριση με την κανονική διανομή, ο αρχικός λόγος ότι η μέθοδος Chebyshev μπορεί να εφαρμόζεται είναι ότι μειώνει τα διαστήματα πρόβλεψης για να αντισταθμίσει τα μεγαλύτερα σφάλματα κατά τη διάρκεια των μετα-δειγματικών περιόδων. Δεν υπάρχει εγγύηση ότι αυτή η στρατηγική θα σημειώσει πρόοδο με τα δικά μας στοιχεία. Όμως, μειώνεται η ακρίβεια κατά τη διάρκεια της μετα-δειγματικής περιόδου όπως έχει παρατηρηθεί σε αμέτρητες εμπειρικές μελέτες και μέχρι τώρα μπορεί να προβλέπεται ένα γενικώς αποδεκτό αποτέλεσμα στις χρονικές σειρές.

Για να τεθεί σε εφαρμογή η ανισότητα του Chebyshev, είναι απαραίτητες οι μεταβλητές των σφαλμάτων για τις χρονικές περιόδους πρόβλεψης. Η μέθοδος υπολογισμού των μεταβλητών σε αυτήν την έρευνα είναι απλή και δεν βασίζεται σε υποθέσεις σχετικά με την εγκυρότητα του μοντέλου ή το είδος της παραγωγικής λειτουργίας για τις χρονικές σειρές. Η μέθοδος είναι σίγουρα χρονοβόρα αλλά και πάλι λιγότερο από όσο είναι η αντίστοιχη προσέγγιση των Williams και Goodman

ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1. Παρουσίαση των χρονολογικών σειρών, της διάθεσης των λιπαντικών μονάδων

Στη συνέχεια θα παραθέσουμε τα δεδομένα τα οποία έχουμε στη διάθεση μας και στα οποία θα βασιστούμε για να εφαρμόσουμε το Λογιστικό μοντέλο και να ανάγουμε τα συμπεράσματα μας.

Τα στοιχεία μας αποτελούνται από τέσσερις χρονοσειρές :

1. Η διάθεση αζωτούχων λιπαντικών μονάδων με στοιχεία για 39 έτη (από το 1951 μέχρι και το 1989),
2. Η διάθεση φωσφορούχων λιπαντικών μονάδων με στοιχεία επίσης για 39 έτη (από το 1951 μέχρι και το 1989),
3. Η διάθεση καλιούχων λιπαντικών μονάδων με στοιχεία επίσης για 39 έτη (από το 1951 μέχρι και το 1989),

4. Η συνολική διάθεση λιπαντικών μονάδων, της οποίας τα στοιχεία είναι και το άθροισμα των τριών προηγούμενων για κάθε έτος, ομοίως θα έχει 39 στοιχεία.

Αναλυτικά οι τιμές των χρονολογικών σειρών που προαναφέραμε παρουσιάζονται στον Πίνακα 1

Πίνακας 1: Διάθεση λιπαντικών μονάδων (χιλ. τόννους)

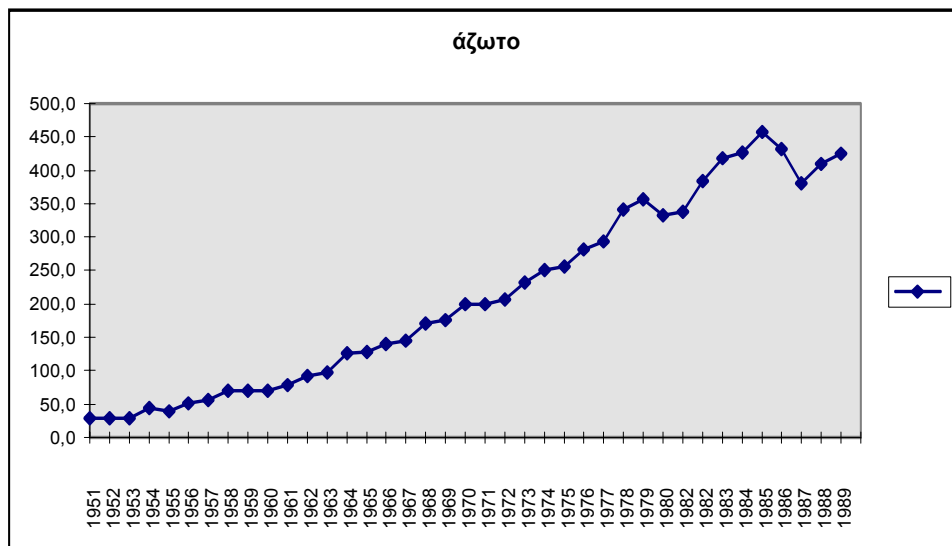
ΕΤΟΣ	ΑΖΩΤΟΥΧΑ	ΦΩΣΦΟΡΟΥΧΑ	ΚΑΛΙΟΥΧΑ	ΣΥΝΟΛΟ
1951	29,2	25,1	3,8	58,1
1952	28,5	24,7	3,4	56,6
1953	29,6	28,1	3,0	60,7
1954	44,1	38,2	4,1	86,4
1955	40,0	35,2	4,3	79,5
1956	51,5	39,2	6,0	96,7
1957	55,5	46,8	7,2	109,5
1958	70,4	54,6	7,8	132,9
1959	69,2	52,1	7,7	129,0
1960	69,3	54,9	7,9	132,1
1961	78,1	62,5	8,8	149,4
1962	91,7	76,2	10,8	178,7
1963	97,5	81,2	11,9	190,6
1964	125,5	100,3	16,3	242,1
1965	128,7	96,5	14,3	239,5
1966	139,6	101,9	15,1	256,6
1967	145,3	101,4	13,7	260,4
1968	170,0	112,5	15,4	297,9
1969	175,5	112,9	15,4	303,8
1970	200,4	119,2	17,8	337,4
1971	199,1	117,8	17,6	334,5
1972	206,2	123,0	18,7	347,9
1973	231,6	141,1	22,1	394,8
1974	251,2	146,9	22,3	420,4
1975	255,3	157,2	25,6	438,1
1976	281,9	167,9	32,5	482,3
1977	294,0	175,4	35,9	505,3
1978	341,2	195,7	45,6	582,5

1979	356,0	181,0	44,0	581,0
1980	333,0	157,0	36,0	526,0
1982	338,0	155,0	34,0	527,0
1982	383,8	164,1	42,8	590,7
1983	417,9	174,5	47,8	640,2
1984	427,0	174,0	49,0	650,0
1985	458,0	189,0	63,0	710,0
1986	431,0	181,0	62,0	674,0
1987	381,0	158,0	52,0	591,0
1988	408,8	176,4	62,3	647,5
1989	425,6	188,7	73,0	687,3

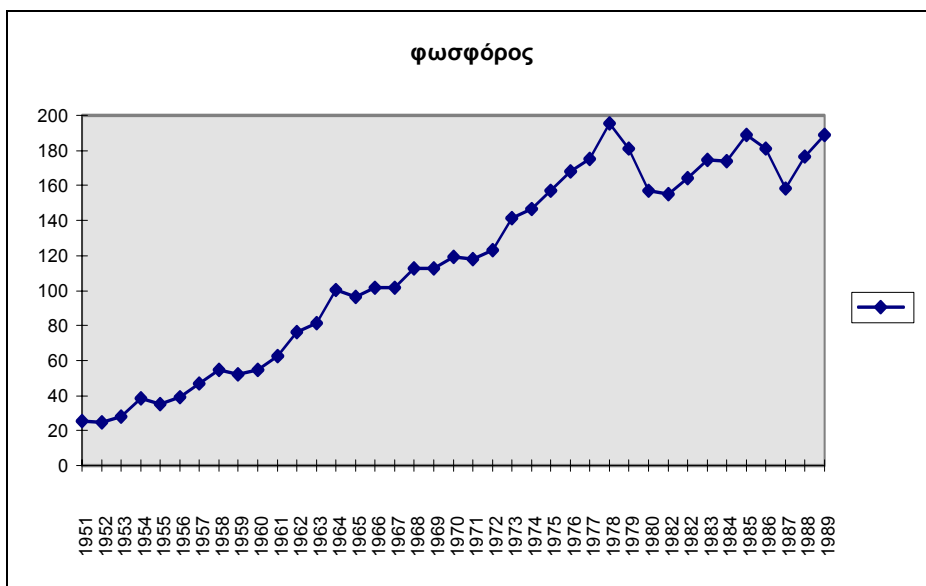
2. Γραφική αναπαράσταση των στοιχείων

Στη συνέχεια ακολουθούν τα στοιχεία των χρονοσειρών που παραθέσαμε παραπάνω σε μορφή διαγραμμάτων, όπου θα έχουμε την ευκαιρία να παρακολουθήσουμε καλύτερα την εξέλιξη τους κατά την διάρκεια των 39 ετών :

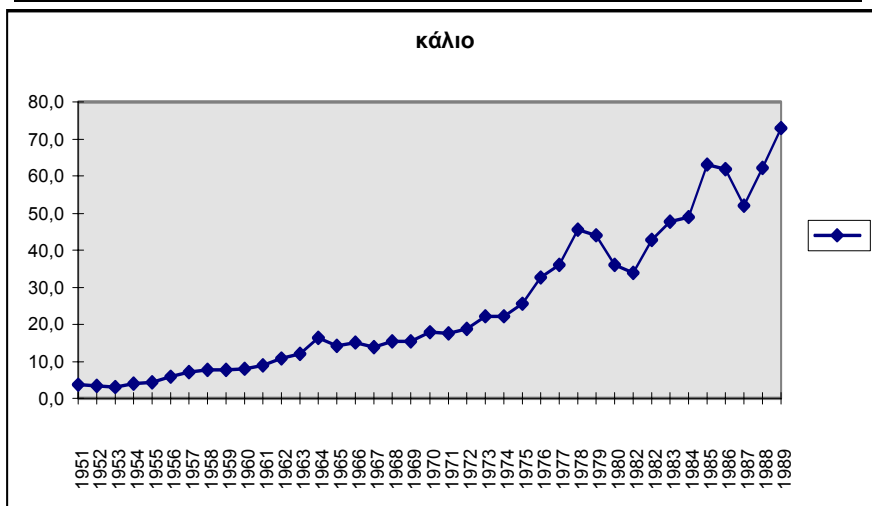
Διάγραμμα 1: Εξέλιξη της διάθεσης αζωτούχων λιπασματικών μονάδων (χιλ. τόννους)



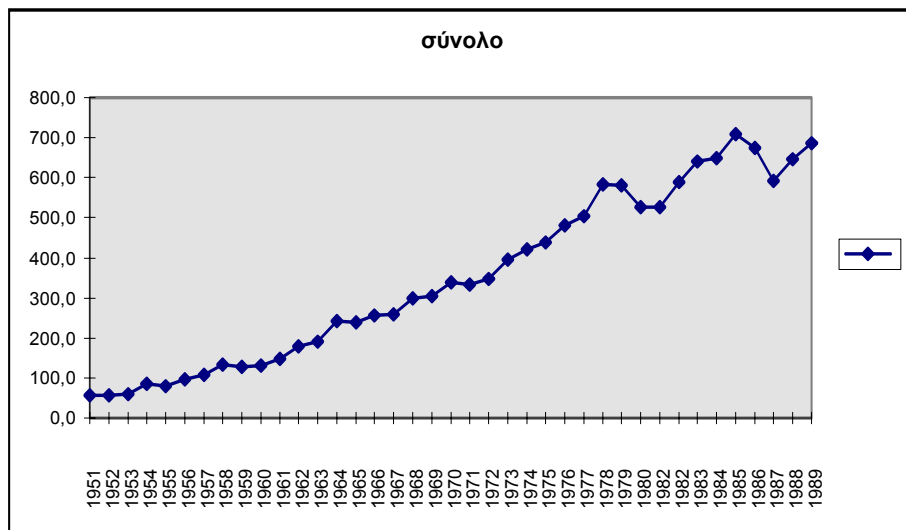
Διάγραμμα 2: Εξέλιξη διάθεσης φωσφορούχων λιπαντικών μονάδων (γιλ. τόννους)



Διάγραμμα 3: Εξέλιξη διάθεσης καλιούχων λιπαντικών μονάδων (γιλ. τόννους)



Λιάγραμμα 4: Εξέλιξη διάθεσης του συνόλου λιπαντικών μονάδων (χιλ. τόννους)



3. Εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου

Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας εφαρμόσαμε το λογιστικό μοντέλο σε κάθε χρονοσειρά της διάθεσης λιπαντικών μονάδων ξεχωριστά. Ενώ στις χρονοσειρές της διάθεσης του αζώτου, της διάθεσης του φωσφόρου και της διάθεσης του συνόλου των λιπαντικών μονάδων το λογιστικό μοντέλο εφαρμόστηκε κανονικά, στη χρονοσειρά της διάθεσης του καλίου υπήρξε πρόβλημα κατά την εφαρμογή του μοντέλου και έτσι δεν είχαμε αποτελέσματα για την χρονοσειρά αυτή.

3.1 Εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του αζώτου

Για κάθε μια από τις τρεις χρονοσειρές εφαρμόσαμε το λογιστικό μοντέλο δεκαπέντε φορές, κάθε μια φορά με διαφορετικά δεδομένα. Έτσι δηλαδή, για την 1^η εφαρμογή της χρονοσειράς διάθεσης του αζώτου, χρησιμοποιήσαμε ως δεδομένα τα πρώτα 38 στοιχεία από το σύνολο των 39 στοιχείων για να κάνουμε πρόβλεψη για την 39^η τιμή της χρονοσειράς.

Οι πρώτες 38 τιμές από την καινούργια χρονοσειρά που προέκυψε με την εφαρμογή του λογιστικού μοντέλου δίνουν τις τιμές της προσαρμογής (Fitting) ενώ η 39^η τιμή είναι η πρόβλεψη για την τελευταία χρονιά (του 1989) με χρονικό ορίζοντα ίσο με 1.

Όσον αφορά την προσαρμογή του λογιστικού μοντέλου, δηλαδή οι πρώτες 38 τιμές που προέκυψαν, συγκρινόμενες με τα πραγματικά στοιχεία της χρονοσειράς δίνουν κάποια σφάλματα. Τα σφάλματα αυτά είναι : το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE), το άθροισμα των τετραγωνικών σφαλμάτων (SSE) και ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού $\overline{R^2}$. Εκτενής αναφορά για τα συγκεκριμένα σφάλματα έγινε στο Πρώτο Κεφάλαιο της εργασίας στην παράγραφο 1.7. Για την πρόβλεψη, η τιμή που προέκυψε από την εφαρμογή του μοντέλου συγκρινόμενη με την πραγματική τιμή του 39^{ου} στοιχείου της χρονοσειράς μας δίνει το επί τοις εκατό (%) πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης. Στη δεύτερη στήλη του Πίνακα 2 δίνονται τα παραπάνω σφάλματα.

Για την 2^η εφαρμογή της χρονοσειράς διάθεσης του αζώτου, χρησιμοποιήσαμε ως δεδομένα τα πρώτα 37 στοιχεία από το σύνολο των 39 στοιχείων για να κάνουμε πρόβλεψη για την 38^η και 39^η τιμή της χρονοσειράς.

Οι πρώτες 37 τιμές από την καινούργια χρονοσειρά που προέκυψε με την εφαρμογή του λογιστικού μοντέλου δίνουν τις τιμές της προσαρμογής

(Fitting) ενώ η 38^η και η 39^η τιμή είναι οι προβλέψεις για τις δύο τελευταίες χρονιές, του 1988 και 1989, με χρονικό ορίζοντα ίσο με 2.

Τα σφάλματα που προκύπτουν, δηλαδή το $\overline{R^2}$, MSE, SSE που βρίσκουμε από τα στοιχεία του Fitting αλλά και το επί τοις εκατό (%) πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης για το 1988 και της πρόβλεψης του 1989 δίνονται στη τρίτη στήλη του Πίνακα 2.

Το ίδιο κάνουμε και στην 3^η εφαρμογή του μοντέλου μόνο που εδώ έχουμε 36 τιμές για Fitting και κάνουμε πρόβλεψη για τα τρία τελευταία χρόνια με χρονικό ορίζοντα 3. Στην 4^η στήλη του Πίνακα 2 δίνονται τα σφάλματα για το Fitting και τα % πραγματικά σφάλματα για τις προβλέψεις του 1987,1988 και 1989.

Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι και την 15^η εφαρμογή του λογιστικού μοντέλου, όπου εδώ το Fitting αποτελούν τα 24 πρώτα στοιχεία της χρονοσειράς που προέκυψε ενώ οι προβλέψεις γίνανε για τα 15 τελευταία χρόνια με χρονικό ορίζοντα ίσο με 15. Η 15^η στήλη του Πίνακα 2 δίνει τα % πραγματικά σφάλματα των προβλέψεων των τελευταίων 15 χρόνων και τα σφάλματα για το Fitting. Παρακάτω βλέπουμε τον Πίνακα 2:

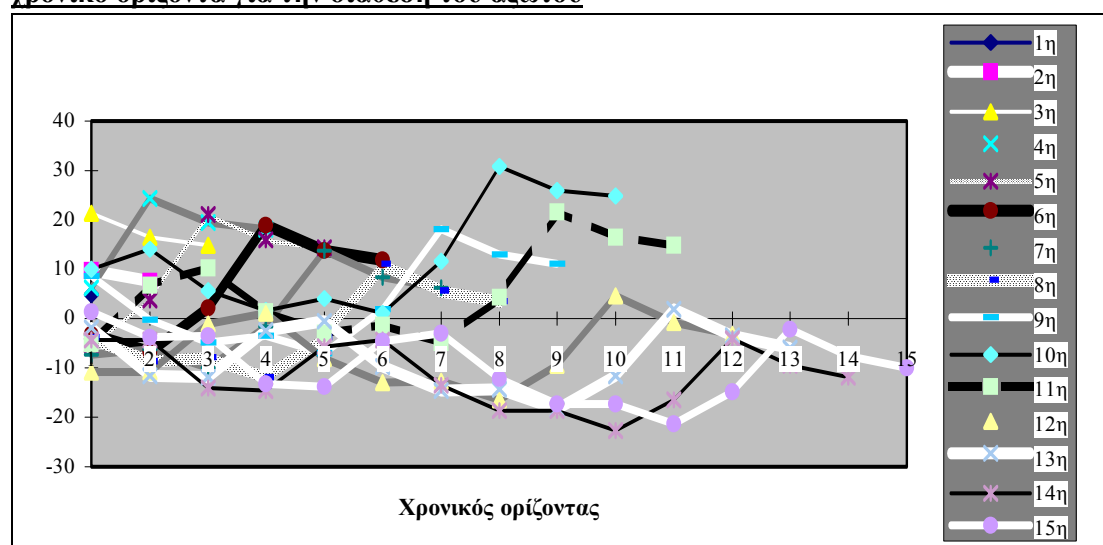
Πίνακας 2 : Το επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης και το σφάλμα της προσαρμογής (Fitting) για την διάθεση του αζώτου

	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η	11 ^η	12 ^η	13 ^η	14 ^η	15 ^η
1	4,85	9,71	21,48	6,34	-5,39	-3,21	-7,2	-3,75	8,78	9,94	-5,02	-10,81	-1,92	-4,36	1,31
2		7,46	16,44	24,38	3,88	-6,68	-6,23	-8,66	-0,19	14,13	6,72	-10,86	-11,71	-4,22	-3,68
3			14,76	19,56	21,12	2,28	-9,98	-7,9	-4,78	5,61	10,17	-0,96	-11,91	-14,14	-3,42
4				18,18	16,07	19,03	-1,75	-11,77	-3,47	1,63	1,35	1,07	-2,3	-14,69	-13,3
5					14,38	13,86	13,88	-3,9	-7,05	3,93	-3,05	-8,09	-0,46	-5,77	-13,75
6						12,01	8,5	11,18	1,76	0,96	-1,46	-13,09	-9,63	-4,38	-4,61
7							6,32	5,73	18,03	11,5	-4,86	-12,65	-14,69	-13,53	-3,09
8								3,42	13,03	30,73	4,43	-16,59	-14,4	-18,67	-12,25
9									11,07	25,98	21,71	-9,43	-18,38	-18,68	-17,38
10										24,81	16,59	4,47	-11,5	-22,73	-17,3
11											14,84	-0,91	1,95	-16,48	-21,34
12												-3,32	-3,43	-4,08	-14,89
13													-5,89	-9,39	-2,17
14														-11,93	-7,52
15															-10,03
$\overline{R^2}$	0,985 2	0,986	0,992 6	0,992 7	0,992 4	0,991 6	0,991 8	0,991	0,991 9	0,993 1	0,992 5	0,995	0,994 2	0,993 8	0,992 8
MSE	278,8 38	254,6 35	131,5 44	121,3 25	113,3 29	113,1 21	98,36 9	97,21 3	82,38 6	64,06 8	60,18 7	33,90 5	34,51 2	32,47 2	33,57
SSE	10595 ,87	9421, 52	4735, 58	4246, 386	3853, 2	3733, 01	3147, 83	3013, 63	2471, 59	1875, 97	1685, 24	915,4 5	897,3 2	811,8 1	805,6 8

Όπως παρατηρούμε ο Πίνακας 2 στην πρώτη του στήλη έχει τον αριθμό του βήματος του χρονικού ορίζοντα της πρόβλεψης, ενώ οι υπόλοιπες 15 στήλες έχουν το % πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης για κάθε βήμα του ορίζοντα. Η πρώτη γραμμή του Πίνακα 2 δίνει τις εφαρμογές του λογιστικού μοντέλου με αύξοντα αριθμό. Έτσι στη δεύτερη στήλη γίνεται η 1^η εφαρμογή του μοντέλου και αφού ο χρονικός ορίζοντας είναι 1, υπολογίζεται μόνο ένα % πραγματικό σφάλμα. Αντίστοιχα στη 2η εφαρμογή ο χρονικός ορίζοντας είναι 2 και υπολογίζονται δύο % πραγματικά σφάλματα. Η διαδικασία είναι ίδια και για τις 15 εφαρμογές, οπότε είναι λογικό ο Πίνακας 2 να είναι τριγωνικός

Στη συνέχεια παραθέτουμε το Διάγραμμα 5 το οποίο απεικονίζει το % πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης του λογιστικού μοντέλου για κάθε βήμα ως προς τον χρονικό ορίζοντα.

Διάγραμμα 5 : Το επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης σε σχέση με τον χρονικό ορίζοντα για την διάθεση του αζώτου



Στο διάγραμμα αυτό υπάρχουν 15 διαφορετικές συναρτήσεις με διαφορετικό μήκος και αυτό γιατί όπως προαναφέραμε ο πίνακας είναι τριγωνικός. Επίσης, πρέπει να παρατηρήσουμε ότι το άθροισμα του χρονικού ορίζοντα και του πλήθους παρατηρήσεων που χρησιμοποιούμε για το Fitting είναι σταθερό και ίσο με 39. Δηλαδή όταν αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας ταυτόχρονα μειώνεται το πλήθος των παρατηρήσεων του Fitting και αντίστροφα.

Παρατηρώντας τις συναρτήσεις του Διαγράμματος 5 θα δούμε ότι ακολουθούν μια παρόμοια πορεία, με τις καμπύλες τους να έχουν σχεδόν την

ίδια κλίση. Αν φέρουμε τις γραμμές τάσης για κάθε μια από αυτές θα διαπιστώσουμε ότι κι αυτές έχουν παρόμοια κλίση και έχουν την τάση να αυξάνουν την απόσταση τους από τον άξονα XX' με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα.

Πιο αναλυτικά, βλέπουμε ότι κατά την διάρκεια των πρώτων εφαρμογών (1^η, 2^η, 3^η, 4^η) του Λογιστικού μοντέλου στην χρονοσειρά διάθεσης του αζώτου, το μοντέλο υπερεκτιμά και αυτή η υπερεκτίμηση παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές στις τελευταίες προβλέψεις για κάθε εφαρμογή. Κατά τις 5^η, 6^η, 7^η και 8^η εφαρμογές το μοντέλο καταρχύν υποεκτιμά λίγο, στη συνέχεια βελτιώνεται πλησιάζοντας τον άξονα XX' και στις τελευταίες του προβλέψεις υπερεκτιμά καθαρά. Για τις 9^η, 10^η και 11^η εφαρμογές το μοντέλο στην αρχή ταλαντεύεται γύρω από τον άξονα XX' με μικρές υποεκτιμήσεις και υπερεκτιμήσεις, ενώ στις τελευταίες προβλέψεις κάνει την μεγαλύτερη υπερεκτίμηση που έχουμε για τις εφαρμογές του Λογιστικού πάνω στη πρόβλεψη της διάθεσης του αζώτου. Τέλος, όταν ο χρονικός ορίζοντας παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές, για βραχυχρόνιες προβλέψεις το μοντέλο ταλαντεύεται γύρω από τον XX', στις μεσοχρόνιες προβλέψεις υποεκτιμά κατά πολύ και στο τέλος κυμαίνεται πάλι μεταξύ του XX' και μεγάλων υποεκτιμήσεων, με την τάση του να δείχνει για παραπάνω υποεκτιμήσεις αν συνεχίσει για μεγαλύτερο χρονικό ορίζοντα.

Συνολικά θα λέγαμε ότι το % πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης της διάθεσης του αζώτου ταλαντεύεται γύρω από το μηδέν (XX') και όσο μεγαλώνει ο χρονικός ορίζοντας να τείνει να απομακρυνθεί από αυτόν με μεγαλύτερες τιμές και τελικά να καταλήγει να υποεκτιμά.

Κατόπιν παρατίθεται ο Πίνακας 3 του οποίου τα στοιχεία προκύπτουν από την απόλυτη τιμή των στοιχείων (των 15 πρώτων γραμμών) του Πίνακα 2

Πίνακας 3 : Το απόλυτο επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης για την διάθεση του αζώτου

	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η	11 ^η	12 ^η	13 ^η	14 ^η	15 ^η
1	4,85	9,71	21,48	6,34	5,39	3,21	7,2	3,75	8,78	9,94	5,02	10,81	1,92	4,36	1,31
2		7,46	16,44	24,38	3,88	6,68	6,23	8,66	0,19	14,13	6,72	10,86	11,71	4,22	3,68
3			14,76	19,56	21,12	2,28	9,98	7,9	4,78	5,61	10,17	0,96	11,91	14,14	3,42
4				18,18	16,07	19,03	1,75	11,77	3,47	1,63	1,35	1,07	2,3	14,69	13,3
5					14,38	13,86	13,88	3,9	7,05	3,93	3,05	8,09	0,46	5,77	13,75
6						12,01	8,5	11,18	1,76	0,96	1,46	13,09	9,63	4,38	4,61
7							6,32	5,73	18,03	11,5	4,86	12,65	14,69	13,53	3,09
8								3,42	13,03	30,73	4,43	16,59	14,4	18,67	12,25
9									11,07	25,98	21,71	9,43	18,38	18,68	17,38
10										24,81	16,59	4,47	11,5	22,73	17,3
11											14,84	0,91	1,95	16,48	21,34

12													3,32	3,43	4,08	14,89
13														5,89	9,39	2,17
14															11,93	7,52
15																10,03

Στη συνέχεια υπολογίζω τη μέση τιμή των στοιχείων κάθε στήλης και έτσι προκύπτει το Μέσο Απόλυτο Επί Τοις Εκατό Σφάλμα της Πρόβλεψης (MAPE Forecasting :Mean Absolute Percent Error Forecasting) για κάθε μια από τις 15 εφαρμογές του λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του αζώτου.

Βρίσκω τη μέγιστη τιμή του MAPE Forecasting και διαιρώ με αυτήν κάθε μια από τις τιμές του. Οπότε όλες οι τιμές του MAPE Forecasting κυμαίνονται στο διάστημα μεταξύ 0 και 1. Ο Πίνακας 4 παραθέτει αυτές τις τιμές,

Πίνακας 4 : Το Μέσο απόλυτο επί τοις εκατό σφάλμα της πρόβλεψης (MAPE Forecasting) και σε κλίμακα μεταξύ (0,1], για την διάθεση του αζώτου

	MAPE For.	MAPE For. σε κλιμ. (0,1]		MAPE For.	MAPE For. σε κλιμ. (0,1]
1η	4,85	0,2761	9η	7,5733	0,4313
2η	8,585	0,4888	10η	12,922	0,7359
3η	17,56	1	11η	8,2	0,4670
4η	17,115	0,9746	12η	7,6875	0,4378
5η	12,168	0,6929	13η	8,3207	0,4738
6η	9,5116	0,5417	14η	11,6464	0,6632
7η	7,6942	0,4382	15η	9,736	0,5544
8η	7,0387	0,4008			

Ουσιαστικά, το MAPE Forecasting μας δίνει το σφάλμα της πρόβλεψης. Όσον αφορά το σφάλμα που προκύπτει κατά τη διάρκεια της προσαρμογής (Fitting), αυτό δίνεται από το SSE (Πίνακας 2).

Βρίσκω τη μέγιστη τιμή του SSE και διαιρώ με αυτήν κάθε μια από τις τιμές του. Οπότε όλες οι τιμές του SSE Fitting κυμαίνονται στο διάστημα μεταξύ 0 και 1. Ο Πίνακας 5 παραθέτει αυτές τις τιμές,

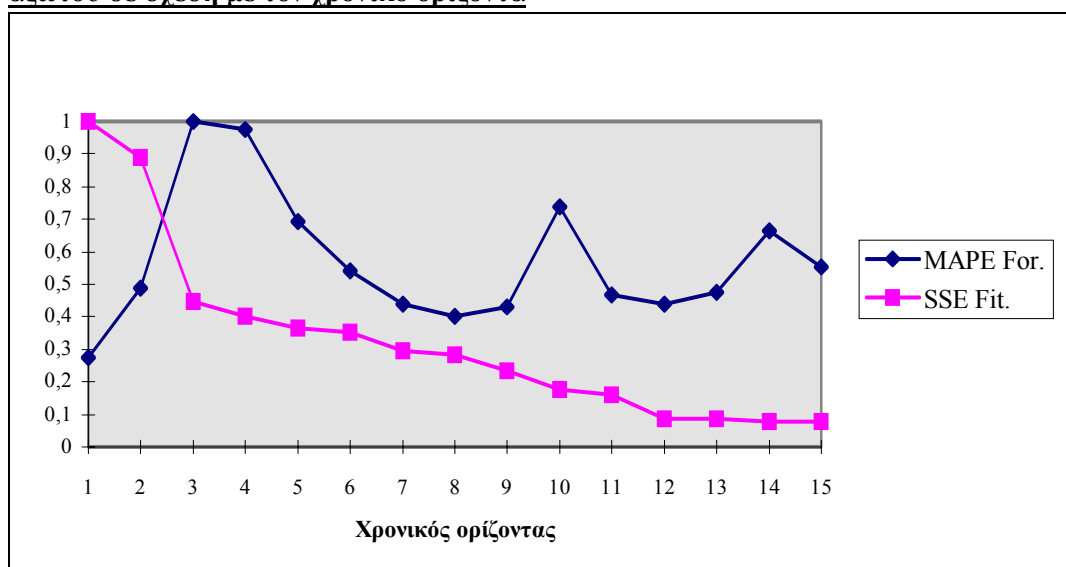
Πίνακας 5 : Το άθροισμα του τετραγώνου των σφαλμάτων της προσαρμογής (SSE Fitting) και σε κλίμακα μεταξύ (0,1] για την διάθεση του αζώτου

	SSE	SSE σε κλιμ. (0,1]		SSE	SSE σε κλιμ. (0,1]
1η	10595,87	1	9η	2471,59	0,23326

2η	9421,52	0,8891	10η	1875,97	0,1770
3η	4735,58	0,4469	11η	1685,24	0,1590
4η	4246,386	0,4007	12η	915,45	0,0863
5η	3853,2	0,3636	13η	897,32	0,0846
6η	3733,01	0,3523	14η	811,81	0,0766
7η	3147,83	0,2970	15η	805,68	0,0760
8η	3013,63	0,2844			

Σύμφωνα με τους Πίνακες 4,5 έχουμε το Διάγραμμα 6 (MAPE For.-SSE) σε σχέση με το χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης για τη διάθεση του αζώτου.

Διάγραμμα 6 : Εξέλιξη των σφαλμάτων MAPE For. και SSE Fit. της διάθεσης του αζώτου σε σχέση με τον χρονικό ορίζοντα



Από το παραπάνω Διάγραμμα του MAPE For. και SSE Fit μπορούμε να συμπεράνουμε κάποια πράγματα και να παρατηρήσουμε γενικότερα όσον αφορά το συνολικό σφάλμα της πρόβλεψης και του Fitting του Λογιστικού μοντέλου για την διάθεση του αζώτου.

Αναλυτικότερα για το MAPE For. , αν φέρουμε μια γραμμή τάσης πάνω στην συνάρτηση θα παρατηρήσουμε ότι με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα η συνάρτηση ακολουθεί μια πορεία παράλληλη προς τον άξονα XX'. Δηλαδή διακρίνουμε μια ακαθόριστη συμπεριφορά του μοντέλου με συνεχή σκαμπανεβάσματα του MAPE For. κατά την αύξηση του χρονικού ορίζοντα, πράγμα το οποίο δεν μοιάζει φυσιολογικό μια και θα περιμέναμε ότι με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα, δηλαδή την μείωση των δεδομένων στοιχείων

που χρησιμοποιούμε κάθε φορά, το MAPE For. θα είχε μια ανοδική τάση. Ένας άλλος λόγος για τον οποίο θα έπρεπε να είχαμε αυξητική πορεία της τάσης του MAPE For. είναι γιατί με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα αυξάνονται και τα χρόνια για τα οποία κάνω πρόβλεψη.

Αξιοσημείωτο επίσης, είναι ότι το MAPE For. για τη διάθεση του αζώτου παίρνει τις μέγιστες τιμές του κατά την διάρκεια των βραχυχρόνιων προβλέψεων ενώ γενικά κατά την εφαρμογή το Λογιστικού μοντέλου τα μεγαλύτερα σφάλματα τα παίρνουμε στις μεσοχρόνιες προβλέψεις. Μακροπρόθεσμα, το Λογιστικό μοντέλο συνήθως έχει φθίνουσα πορεία κάτι το οποίο μπορούμε να δούμε και στη διάθεση του αζώτου.

Όσον αφορά το SSE Fit, δηλαδή το σφάλμα κατά την διάρκεια της προσαρμογής (Fitting) του Λογιστικού μοντέλου στη διάθεση του αζώτου, από τον ορισμό του ξέρουμε ότι η ποιότητα της προσέγγισης είναι αντιστρόφως ανάλογη της τιμής του. Μια πρώτη διαπίστωση είναι ότι ο SSE Fit ακολουθεί καθαρά φθίνουσα πορεία καθώς αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας. Αυτό είναι φυσιολογικό, γιατί με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα μειώνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων που χρησιμοποιούμε για Fitting πάνω στα οποία το μοντέλο κάνει πρόβλεψη.

Επίσης πρέπει να παρατηρήσουμε ότι το SSE Fit για την διάθεση του αζώτου μειώνεται σχετικά απότομα κατά την διάρκεια της 3^{ης} και 4^{ης} εφαρμογής του μοντέλου (χρονικός ορίζοντας ίσος με 3 και 4) ενώ μετά ακολουθεί μια φυσιολογική φθίνουσα πορεία με την μικρότερη τιμή (ή αλλιώς την καλύτερη ποιότητα προσέγγισης) να αντιστοιχεί λογικά και στην μεγαλύτερη τιμή του χρονικού ορίζοντα.

3.2 Εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του φωσφόρου

Η εφαρμογή του λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του φωσφόρου γίνεται όμοια με αυτή που έγινε και για την χρονοσειρά του αζώτου, η οποία και αναλύθηκε παραπάνω.

Δηλαδή, περιγραφικά, εφαρμόσαμε το λογιστικό μοντέλο στην χρονοσειρά του φωσφόρου 15 φορές συνολικά, κάθε φορά με διαφορετικά δεδομένα. Στην 1^η εφαρμογή πήραμε ως δεδομένα τα πρώτα 38 στοιχεία της χρονοσειράς διάθεσης του αζώτου από το σύνολο των 39 στοιχείων της, για να κάνουμε πρόβλεψη για την 39^η τιμή της χρονοσειράς.

Οι πρώτες 38 τιμές από την καινούργια χρονοσειρά που προέκυψε με την εφαρμογή του λογιστικού μοντέλου δίνουν τις τιμές της προσαρμογής (Fitting) ενώ η 39^η τιμή είναι η πρόβλεψη για την τελευταία χρονιά (του 1989) με χρονικό ορίζοντα ίσο με 1.

Οι πρώτες 38 τιμές που προέκυψαν, συγκρινόμενες με τα πραγματικά στοιχεία της χρονοσειράς δίνουν κάποια σφάλματα. Αυτά είναι τα σφάλματα της προσαρμογής (Fitting) : το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE), το άθροισμα των τετραγωνικών σφαλμάτων (SSE) και ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού $\overline{R^2}$. Για την πρόβλεψη, η τιμή που προέκυψε από την εφαρμογή του μοντέλου συγκρινόμενη με την πραγματική τιμή του 39^{ου} στοιχείου της χρονοσειράς μας δίνει το επί τοις εκατό (%) πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης. Στη δεύτερη στήλη του Πίνακα 6 δίνονται τα παραπάνω σφάλματα.

Για την 2^η εφαρμογή της χρονοσειράς διάθεσης του φωσφόρου, χρησιμοποιήσαμε ως δεδομένα τα πρώτα 37 στοιχεία από το σύνολο των 39 στοιχείων για να κάνουμε πρόβλεψη για την 38^η και 39^η τιμή της χρονοσειράς. Σύμφωνα με την καινούργια χρονοσειρά προκύπτουν τα σφάλματα του Fitting (MSE, SSE, $\overline{R^2}$) και τα % πραγματικά σφάλματα της πρόβλεψης για τα δύο τελευταία χρόνια με χρονικό ορίζοντα ίσο με δύο, τα οποία μπορούμε να δούμε στην τρίτη στήλη του Πίνακα 6.

Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι και την 15^η εφαρμογή του λογιστικού μοντέλου, με τα στοιχεία του Fitting να είναι τα 24 πρώτα στοιχεία της χρονοσειράς που προέκυψε ενώ οι προβλέψεις πραγματοποιήθηκαν για τα 15 τελευταία χρόνια με χρονικό ορίζοντα ίσο με 15. Η 15^η στήλη του Πίνακα 6 δίνει τα % πραγματικά σφάλματα των προβλέψεων των τελευταίων 15 χρόνων και τα σφάλματα για το Fitting. Ακολουθεί ο Πίνακας 6:

Πίνακας 6 : Το επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης και το σφάλμα της προσαρμογής (Fitting) για τη διάθεση του φωσφόρου

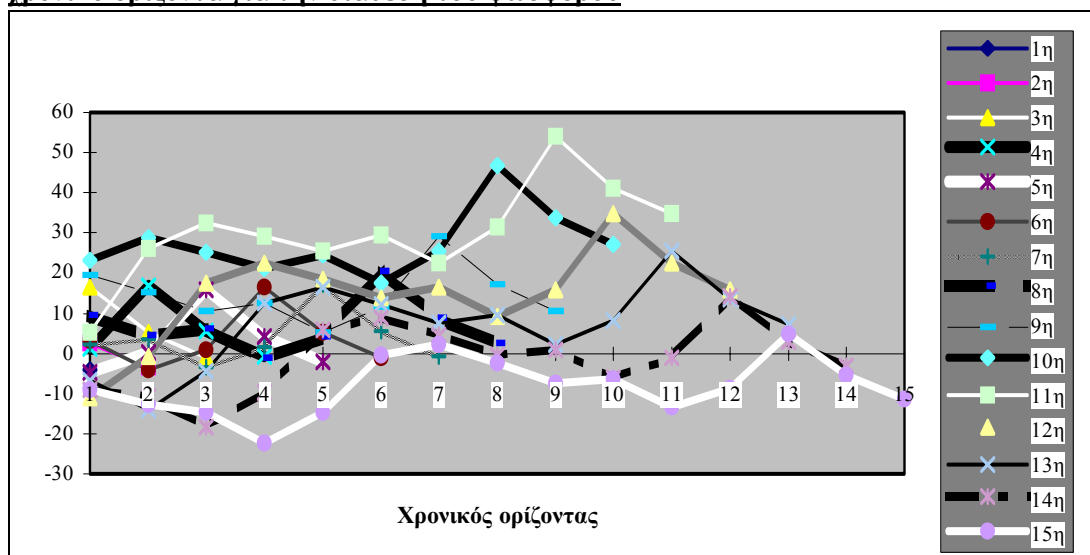
	1η	2η	3η	4η	5η	6η	7η	8η	9η	10η	11η	12η	13η	14η	15η
1	-3,96	2,64	16,61	1,26	-4,71	3,18	2,26	9,61	19,49	23,05	5,23	-11,12	-6,81	-9,2	-9,01
2		-3,59	5,12	16,88	0,3	-4,1	3,7	4,56	15,22	28,7	26,02	-0,86	-14,04	-10,86	-12,84
3			-1,18	5,37	15,7	0,98	-3,59	6,2	10,41	25,25	32,3	17,61	-4,59	-18,27	-14,88
4				-0,92	4,27	16,52	1,54	-1,12	12,62	21,1	29,23	22,31	12,66	-9,82	-22,34
5					-2	5,04	17,21	4,28	5,28	24,61	25,42	18,35	16,61	5,87	-14,72
6						-1,25	5,68	20,53	11,46	17,48	29,54	13,79	12,32	8,98	-0,32
7							-0,63	8,8	29,28	25,4	22,58	16,45	7,52	4,43	2,18
8								2,41	17,09	46,59	31,31	9,2	9,56	-0,53	-2,47
9									10,56	33,76	54,05	15,96	2,33	0,89	-7,44
10										27,2	41,07	34,88	8,25	-6,18	-6,42
11											34,6	22,5	25,45	-1,16	-13,25
12												15,96	13,54	14,11	-8,86
13													7,14	2,92	4,96
14														-3,2	-5,56
15															-11,36
$\overline{R^2}$	0,966 8	0,965 7	0,970 4	0,968 9	0,967 4	0,965 9	0,964	0,964 6	0,971 6	0,981 8	0,980 5	0,981 7	0,980 6	0,980 9	0,981 3
MSE	98,65 3	100,8 15	87,56 5	89,94 3	90,68 3	92,68 3	95,19 5	92,12 1	73,21 8	46,23 9	45,98 7	37,24	35,32 8	30,78 5	26,70 8
SSE	3748, 81	3730, 16	3152, 34	3148, 02	3083, 24	3058, 53	3046, 26	2855, 77	2196, 54	1340, 94	1287, 66	1005, 49	918,5 4	769,6 3	640,9 95

Ο Πίνακας 6 στην πρώτη του στήλη έχει τον αριθμό του βήματος του χρονικού ορίζοντα της πρόβλεψης, ενώ οι υπόλοιπες 15 στήλες έχουν το % πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης για κάθε βήμα του ορίζοντα. Η πρώτη γραμμή του Πίνακα 6 δίνει τις εφαρμογές του λογιστικού μοντέλου με αύξοντα αριθμό. Έτσι στη δεύτερη στήλη γίνεται η 1^η εφαρμογή του μοντέλου και αφού ο χρονικός ορίζοντας είναι 1, υπολογίζεται μόνο ένα % πραγματικό σφάλμα.

Αντίστοιχα στη 2η εφαρμογή ο χρονικός ορίζοντας είναι 2 και υπολογίζονται δύο % πραγματικά σφάλματα. Η διαδικασία είναι ίδια και για τις 15 εφαρμογές, ως εκ τούτου ο Πίνακας 6 προκύπτει τριγωνικός

Στη συνέχεια παραθέτουμε το Διάγραμμα 7 το οποίο απεικονίζει το % πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης του λογιστικού μοντέλου στη διάθεση του φωσφόρου, για κάθε βήμα, ως προς τον χρονικό ορίζοντα.

Διάγραμμα 7 : Το επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης σε σχέση με τον χρονικό ορίζοντα για την διάθεση του φωσφόρου



Στο διάγραμμα υπάρχουν 15 διαφορετικές συναρτήσεις με διαφορετικό μήκος, το οποίο είναι ίσο με τον χρονικό ορίζοντα για κάθε εφαρμογή. Θα επισημάνουμε και πάλι ότι το άθροισμα του χρονικού ορίζοντα και του πλήθους παρατηρήσεων που χρησιμοποιούμε για το Fitting είναι σταθερό και ίσο με 39. Δηλαδή όταν αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας ταυτόχρονα μειώνεται το πλήθος των παρατηρήσεων του Fitting και αντίστροφα.

Στο Διάγραμμα 7 μπορούμε να διακρίνουμε ότι οι συναρτήσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου στη διάθεση του φωσφόρου ακολουθούν μια παρόμοια πορεία, η οποία φαίνεται πιο καθαρά από την περίπτωση του αζώτου. Ως εκ τούτου, αν φέρουμε και τις γραμμές τάσης για κάθε μια από τις συναρτήσεις θα διαπιστώσουμε ότι κι αυτές έχουν παρόμοια κλίση και έχουν την τάση να αυξάνουν την απόστασή τους από τον άξονα ΧΧ' με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα.

Από την 1^η μέχρι και την 8^η εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου στην χρονοσειρά διάθεσης του φωσφόρου, το μοντέλο ξεκινά με μια μικρή υπερεκτίμηση. Στις 9^η, 10^η και 11^η εφαρμογές το μοντέλο καταρχήν υπερεκτιμά, στη συνέχεια η υπερεκτίμηση του γίνεται η μεγαλύτερη που συναντήσαμε και στις τρεις περιπτώσεις που εφαρμόσαμε το Λογιστικό

μοντέλο (της τάξης του 55% περίπου). Τέλος, όταν ο χρονικός ορίζοντας παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές (13,14,15) το μοντέλο αρχίζει και κατεβαίνει προς τον ΧΧ' με μια τάση να υποεκτιμήσει (κάτι που το πετυχαίνει για βραχυχρόνιες και μεσοχρόνιες προβλέψεις) ενώ για μεγαλύτερο χρονικό ορίζοντα η υποεκτίμηση δείχνει ότι θα μεγαλώσει.

Γενικά, το μοντέλο κατά την εφαρμογή του για την διάθεση του φωσφόρου υπερεκτιμά και ταλαντεύεται λίγο πάνω από τον ΧΧ' και όσο μεγαλώνει ο χρονικός ορίζοντας τείνει να υποεκτιμήσει.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο Πίνακας 7 του οποίου τα στοιχεία προκύπτουν από την απόλυτη τιμή των στοιχείων (των 15 πρώτων γραμμών) του Πίνακα 6

Πίνακας 7 : Το απόλυτο επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης για την διάθεση του φωσφόρου

	1η	2η	3η	4 ^η	5η	6η	7η	8η	9η	10η	11η	12η	13η	14η	15η
1	3,96	2,64	16,61	1,26	4,71	3,18	2,26	9,61	19,49	23,05	5,23	11,12	6,81	9,2	9,01
2		3,59	5,12	16,88	0,3	4,1	3,7	4,56	15,22	28,7	26,02	0,86	14,04	10,86	12,84
3			1,18	5,37	15,7	0,98	3,59	6,2	10,41	25,25	32,3	17,61	4,59	18,27	14,88
4				0,92	4,27	16,52	1,54	1,12	12,62	21,1	29,23	22,31	12,66	9,82	22,34
5					2	5,04	17,21	4,28	5,28	24,61	25,42	18,35	16,61	5,87	14,72
6						1,25	5,68	20,53	11,46	17,48	29,54	13,79	12,32	8,98	0,32
7							0,63	8,8	29,28	25,4	22,58	16,45	7,52	4,43	2,18
8								2,41	17,09	46,59	31,31	9,2	9,56	0,53	2,47
9									10,56	33,76	54,05	15,96	2,33	0,89	7,44
10										27,2	41,07	34,88	8,25	6,18	6,42
11											34,6	22,5	25,45	1,16	13,25
12												15,96	13,54	14,11	8,86
13													7,14	2,92	4,96
14														3,2	5,56
15															11,36

Ο υπολογισμός του Μέσου Απόλυτου Επί Τοις Εκατό Σφάλματος της Πρόβλεψης (MAPE Forecasting :Mean Absolute Percent Error Forecasting) για κάθε μια από τις 15 εφαρμογές του λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του φωσφόρου έγινε όμοια με αυτόν του αζώτου. Μετατρέπω όλες τις τιμές του MAPE For. στην κλίμακα του διαστήματος μεταξύ 0 και 1. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 8,

Πίνακας 8 : Το Μέσο απόλυτο Επί Τοις Εκατό σφάλμα της Πρόβλεψης (MAPE For.)

και σε κλίμακα μεταξύ (0,1], για την διάθεση του φωσφόρου

	MAPE For.	MAPE For. σε κλιμ. (0,1]		MAPE For.	MAPE For. σε κλιμ. (0,1]
1η	3,96	0,1314	9η	14,601	0,4847
2η	3,115	0,1034	10η	27,314	0,9067
3η	7,6366	0,2535	11η	30,1227	1
4η	6,1075	0,2027	12η	16,5825	0,5505
5η	5,396	0,1791	13η	10,8323	0,3596
6η	5,1783	0,1719	14η	6,8871	0,2286
7η	4,9442	0,1641	15η	9,1073	0,3023
8η	7,1887	0,2386			

Το SSE (Πίνακας 6), δηλαδή το σφάλμα που προκύπτει κατά τη διάρκεια της προσαρμογής (Fitting) του μοντέλου στη χρονοσειρά διάθεσης του φωσφόρου, το μετατρέπω και αυτό με τον ίδιο τρόπο, ώστε οι τιμές του να βρίσκονται στο διάστημα μεταξύ 0 και 1. Ο Πίνακας 9 παραθέτει τις τιμές του SSE Fit.

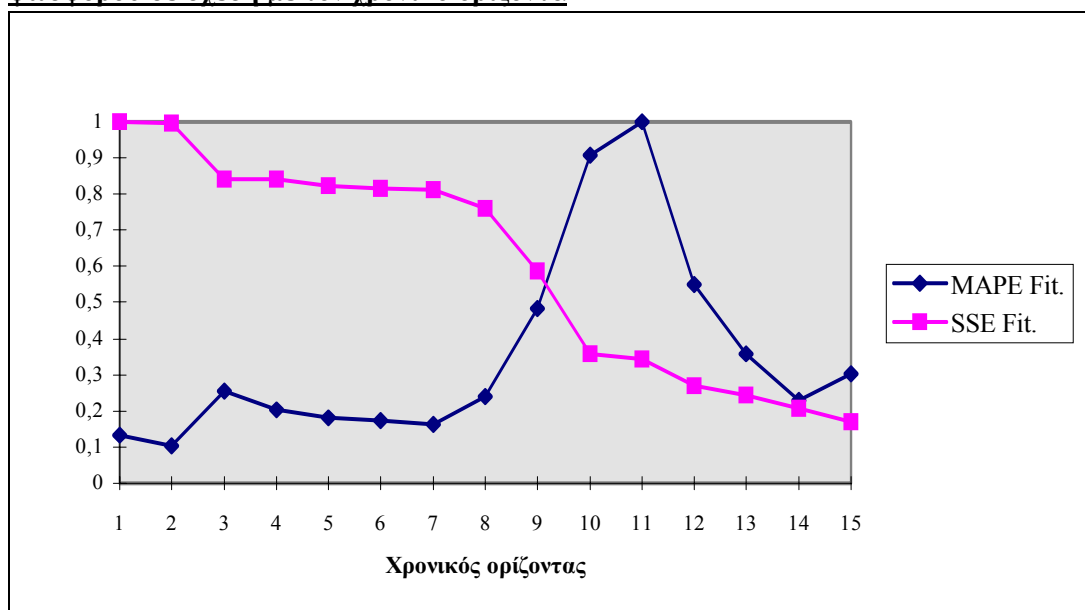
Πίνακας 9 : Το άθροισμα του τετραγώνου των σφαλμάτων της προσαρμογής (SSE Fit.)

και σε κλίμακα μεταξύ (0,1] για την διάθεση του φωσφόρου

	SSE Fit.	SSE Fit. σε κλιμ. (0,1]		SSE Fit.	SSE Fit. σε κλιμ. (0,1]
1η	3748,81	1	9η	2196,54	0,5859
2η	3730,16	0,9950	10η	1340,94	0,3577
3η	3152,34	0,8409	11η	1287,66	0,3435
4η	3148,02	0,8397	12η	1005,49	0,2682
5η	3083,24	0,8225	13η	918,54	0,2450
6η	3058,53	0,8159	14η	769,63	0,2053
7η	3046,26	0,8126	15η	640,995	0,1710
8η	2855,77	0,7618			

Από τους Πίνακες 8,9 προκύπτει το Διάγραμμα 8 (MAPE For.-SSE Fit) σε σχέση με το χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης για την διάθεση του φωσφόρου.

Διάγραμμα 8 : Εξέλιξη των σφαλμάτων MAPE For. και SSE Fit. της διάθεσης του φωσφόρου σε σχέση με τον χρονικό ορίζοντα



Παρακάτω παρατίθενται κάποια συμπεράσματα και παρατηρήσεις γενικότερα όσον αφορά το συνολικό σφάλμα της πρόβλεψης και του Fitting του Λογιστικού μοντέλου για την διάθεση του φωσφόρου, μέσα από το διάγραμμα του MAPE For. και SSE Fit.

Αν φέρουμε μια γραμμή τάσης πάνω στην συνάρτηση του MAPE For. θα δούμε ότι με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα η συνάρτηση ακολουθεί μια ανοδική πορεία Αυτό είναι φυσιολογικό μια και η αύξηση του χρονικού ορίζοντα σημαίνει και ταυτόχρονη μείωση των δεδομένων στοιχείων που χρησιμοποιούμε κάθε φορά για να κάνουμε πρόβλεψη, με αποτέλεσμα το MAPE For. να αυξάνει. Επίσης, αυτή η τάση του MAPE For. δικαιολογείται γιατί με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα αυξάνονται τα χρόνια για τα οποία θέλω να κάνω πρόβλεψη, πράγμα που σημαίνει ότι η ποιότητα της προσέγγισης δεν θα είναι η βέλτιστη.

Όπως γίνεται συνήθως κατά την εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου, τα μεγαλύτερα σφάλματα γίνονται στις μεσοχρόνιες προβλέψεις, έτσι και στην

περίπτωση της εφαρμογής του μοντέλου στη διάθεση του φωσφόρου, παρατηρούμε ότι κατά την διάρκεια της 10^{ης} και 11^{ης} εφαρμογής (χρονικός ορίζοντας ίσος με 10 και 11) το MAPE For. πήρε τις μέγιστες του τιμές. Μακροπρόθεσμα, το Λογιστικό μοντέλο συνήθως έχει φθίνουσα πορεία κάτι το οποίο μπορούμε να δούμε καθαρά (χρονικός ορίζοντας ίσος με 12,13,14, και 15) και στη διάθεση του φωσφόρου.

Για το SSE Fit, δηλαδή το σφάλμα κατά την διάρκεια της προσαρμογής (Fitting) του Λογιστικού μοντέλου στη διάθεση του φωσφόρου, από τον ορισμό του ξέρουμε ότι η ποιότητα της προσέγγισης είναι αντιστρόφως ανάλογη της τιμής του. Έτσι από το Διάγραμμα 8 μπορούμε να παρατηρήσουμε την σχετικά αργή φθίνουσα πορεία του SSE Fit καθώς αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας. Αυτό είναι φυσιολογικό, γιατί με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα μειώνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων που χρησιμοποιούμε για Fitting πάνω στις οποίες το μοντέλο κάνει πρόβλεψη.

Παρατηρούμε ότι το SSE Fit για την διάθεση του φωσφόρου μειώνεται σταδιακά και με αργούς ρυθμούς μέχρι και την 9^η εφαρμογή, ενώ κατά την διάρκεια της 10^{ης} (χρονικός ορίζοντας ίσος με 10) κάνει την σημαντικότερη πτώση. Στη συνέχεια το SSE Fit ακολουθεί μια φυσιολογική φθίνουσα πορεία με την μικρότερη τιμή (ή αλλιώς την καλύτερη ποιότητα προσέγγισης) να αντιστοιχεί λογικά και στην μεγαλύτερη τιμή του χρονικού ορίζοντα.

3.3 Εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του συνόλου διάθεσης λιπασμάτων

Η χρονοσειρά του συνόλου διάθεσης λιπαντικών μονάδων προκύπτει από το άθροισμα των τριών επιμέρους χρονοσειρών, δηλαδή του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου.

Το λογιστικό μοντέλο, στη χρονοσειρά του συνόλου διάθεσης λιπαντικών μονάδων, εφαρμόζεται όπως ακριβώς εφαρμόστηκε στις χρονοσειρές του αζώτου και του φωσφόρου, οι οποίες και αναλύθηκαν παραπάνω.

Το μοντέλο εφαρμόστηκε 15 φορές συνολικά, κάθε φορά με διαφορετικά δεδομένα. Για την 1^η εφαρμογή χρησιμοποιήσαμε τα πρώτα 38 στοιχεία της χρονοσειράς ως δεδομένα από το σύνολο των 39 στοιχείων της, για να κάνουμε πρόβλεψη για την 39^η τιμή της χρονοσειράς. Αντίστοιχα, για την 2^η εφαρμογή χρησιμοποιήσαμε 37 στοιχεία ως δεδομένα για να κάνουμε πρόβλεψη για τα δύο τελευταία χρόνια. Από κάθε εφαρμογή κρατήσαμε τα

σφάλματα της προσαρμογής (Fitting) (SSE , MSE , $\overline{R^2}$) και τα % πραγματικά σφάλματα για την πρόβλεψη.

Σύμφωνα με αυτά τα σφάλματα φτιάξαμε τον Πίνακα 10, ο οποίος στην πρώτη του στήλη έχει τον αριθμό του βήματος του χρονικού ορίζοντα της πρόβλεψης, ενώ οι υπόλοιπες 15 στήλες έχουν το % πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης για κάθε βήμα του ορίζοντα. Η πρώτη γραμμή του Πίνακα 10 δίνει τις εφαρμογές του λογιστικού μοντέλου με αύξοντα αριθμό. Έτσι στη δεύτερη στήλη γίνεται η 1^η εφαρμογή του μοντέλου και αφού ο χρονικός ορίζοντας είναι 1, υπολογίζεται μόνο ένα % πραγματικό σφάλμα.

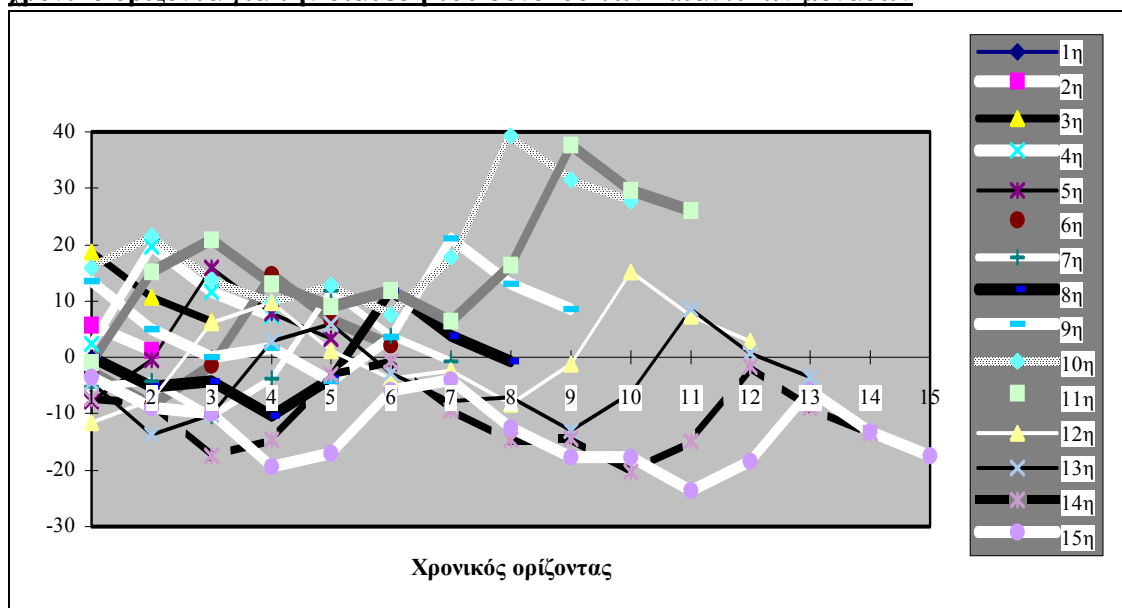
Αντίστοιχα, η διαδικασία είναι ίδια και για τις 15 εφαρμογές, αυτός είναι και ο λόγος που ο Πίνακας 10 είναι τριγωνικός. Ακολουθεί ο Πίνακας 10,

Πίνακας 10 : Το επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης και το σφάλμα της προσαρμογής (Fitting) για τη διάθεση του συνόλου λιπαντικών μονάδων

	1η	2η	3 ^η	4 ^η	5η	6η	7 ^η	8η	9η	10η	11η	12η	13η	14η	15η
1	-0,24	5,66	18,68	2,35	-7,71	-2,48	-5,21	-0,02	13,45	15,85	-0,88	-11,56	-4,4	-7,23	-3,41
2		1,1	10,67	19,59	-0,49	-8,51	-4,31	-5,22	4,94	21,56	15,27	-7,56	-13,63	-8,08	-8,87
3			6,33	11,61	15,91	-1,44	-	-4,31	0,12	13,75	20,84	6,13	-10,09	-17,5	-9,97
4				7,32	7,86	14,7	-3,68	-	1,71	9,81	12,95	9,8	2,8	-14,68	-19,42
5					3,41	6,64	11,88	-3,7	-4,19	12,89	8,93	1,26	5,92	-3,07	-16,9
6						2,16	3,82	11,86	3,61	7,62	11,87	-3,67	-2,71	-0,76	-5,86
7							-0,72	3,81	21,04	17,78	6,53	-2,42	-7,82	-9,41	-3,87
8								-0,73	12,95	39,24	16,46	-8,33	-6,98	-14,67	-12,47
9									8,58	31,45	37,52	-1,13	-12,94	-14,39	-17,75
10										27,81	29,68	15,21	-6,44	-20,31	-17,66
11											25,96	7,25	8,64	-14,8	-23,52
12												2,86	0,8	-1,54	-18,39
13													-3,63	-9,06	-5,87
14														-13,42	-13,21
15															-17,5
$\overline{R^2}$	0,983 5	0,983 1	0,988 4	0,987 5	0,987 6	0,986 3	0,985 4	0,983 7	0,986 5	0,990 8	0,9892	0,9918	0,991	0,9912	0,9901
MS E	712,5 71	703,8 83	475,5 16	484,0 53	436,6 42	444,3 93	434,1 3	448,1 34	354,8 64	228,2 74	235,92 4	150,87	145,82 4	123,48 4	123,25 6
SSE	27077 ,73	26043 ,69	17118 ,61	16941 ,88	18845 ,85	14664 ,98	13892 ,18	13892 ,16	10645 ,94	6619, 96	6605,8 7	4073,4 9	3721,4 4	3087,1 2	2958,1 5

Το Διάγραμμα 9 που ακολουθεί απεικονίζει το % πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης του λογιστικού μοντέλου στη διάθεση του συνόλου των λιπαντικών μονάδων, για κάθε βήμα, ως προς τον χρονικό ορίζοντα.

Διάγραμμα 9 : Το επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης σε σχέση με τον χρονικό ορίζοντα για την διάθεση του συνόλου των λιπαντικών μονάδων



Όπως βλέπουμε στο Διάγραμμα 9, υπάρχουν 15 διαφορετικές συναρτήσεις με διαφορετικό μήκος, το οποίο είναι ίσο με τον χρονικό ορίζοντα για κάθε εφαρμογή. Επίσης είναι γνωστό και από πριν ότι το άθροισμα του χρονικού ορίζοντα και του πλήθους παρατηρήσεων που χρησιμοποιούμε για το Fitting είναι σταθερό και ίσο με 39. Δηλαδή όσο αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας τόσο μειώνεται το πλήθος των παρατηρήσεων του Fitting και αντίστροφα.

Όπως και στις περιπτώσεις του αζώτου και του φωσφόρου έτσι και εδώ στο Διάγραμμα 9 της διάθεσης του συνόλου των λιπαντικών μονάδων, βλέπουμε ότι οι συναρτήσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου έχουν την ίδια μορφή και οι καμπύλες αυτών έχουν κοινή κλίση. Το ίδιο συμβαίνει και με τις γραμμές τάσης για κάθε μια από τις συναρτήσεις, οι οποίες έχουν κι αυτές παρόμοια κλίση και έχουν την τάση να αυξάνουν την απόσταση τους από τον άξονα XX' με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα.

Για τις πρώτες 8 εφαρμογές του Λογιστικού μοντέλου στην διάθεση του συνόλου των λιπαντικών μονάδων, το μοντέλο κινείται γύρω από τον XX' με μια μικρή υπερεκτίμηση στις πρώτες εφαρμογές, ενώ η πρώτη υποεκτίμηση γίνεται στην 5^η εφαρμογή (στις αρχικές προβλέψεις) και συνεχίζεται για λίγο μέχρι και την 8^η. Από την 9^η εφαρμογή και μετά το μοντέλο αρχίζει και υπερεκτιμά αρκετά, με χαρακτηριστικότερες υπερεκτιμήσεις στη 10^η και 11^η εφαρμογή. Στις τελευταίες εφαρμογές του μοντέλου έχουμε μια ταλάντευση πάλι γύρω από τον XX' και στη συνέχεια αρχίζει πάλι να υποεκτιμά.

Συνολικά, το Λογιστικό μοντέλο κατά την εφαρμογή του για την διάθεση του συνόλου των λιπαντικών μονάδων ταλαντεύεται γύρω από τον XX' με συνεχείς αυξομειώσεις, ενώ και εδώ φαίνεται ότι για μεγαλύτερο χρονικό ορίζοντα τείνει να υποεκτιμήσει.

Ο Πίνακας 11 που ακολουθεί, έχει ως στοιχεία την απόλυτη τιμή των στοιχείων (των 15 πρώτων γραμμών) του Πίνακα 10.

Πίνακας 11 : Το απόλυτο επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης για την διάθεση του συνόλου των λιπαντικών μονάδων

	1η	2η	3η	4η	5η	6η	7η	8η	9η	10η	11η	12η	13η	14η	15η
1	0,24	5,66	18,68	2,35	7,71	2,48	5,21	0,02	13,45	15,85	0,88	11,56	4,4	7,23	3,41
2		1,1	10,67	19,59	0,49	8,51	4,31	5,22	4,94	21,56	15,27	7,56	13,63	8,08	8,87
3			6,33	11,61	15,91	1,44	10,41	4,31	0,12	13,75	20,84	6,13	10,09	17,5	9,97
4				7,32	7,86	14,7	-3,68	10,42	1,71	9,81	12,95	9,8	2,8	14,68	19,42
5					3,41	6,64	11,88	3,7	4,19	12,89	8,93	1,26	5,92	3,07	16,9
6						2,16	3,82	11,86	3,61	7,62	11,87	3,67	2,71	0,76	5,86
7							0,72	3,81	21,04	17,78	6,53	2,42	7,82	9,41	3,87
8								0,73	12,95	39,24	16,46	8,33	6,98	14,67	12,47
9									8,58	31,45	37,52	1,13	12,94	14,39	17,75
10										27,81	29,68	15,21	6,44	20,31	17,66
11											25,96	7,25	8,64	14,8	23,52
12												2,86	0,8	1,54	18,39
13													3,63	9,06	5,87
14														13,42	13,21
15															17,5

Παρακάτω στον Πίνακα 12 μπορούμε να δούμε το Μέσο Απόλυτο Επί Τοις Εκατό Σφάλμα της Πρόβλεψης (MAPE Forecasting :Mean Absolute Percent Error Forecasting) για κάθε μια από τις 15 εφαρμογές του λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του συνόλου των λιπαντικών μονάδων. Ο υπολογισμός του έγινε όμοια με αυτόν της χρονοσειράς του αζώτου και αυτής του φωσφόρου. Η τρίτη στήλη του Πίνακα έχει τις τιμές του MAPE For. σε κλίμακα του διαστήματος (0,1]. Ο Πίνακας είναι ως εξής :

Πίνακας 12 : Το Μέσο απόλυτο Επί τοις Εκατό σφάλμα της Πρόβλεψης (MAPE For.)

και σε κλίμακα μεταξύ (0,1], για την διάθεση του συνόλου των λιπαντικών μονάδων

	MAPE For.	MAPE For. σε κλιμ. (0,1]		MAPE For.	MAPE For. σε κλιμ. (0,1]
1η	0,2400	0,0121	9η	7,8433	0,3966
2η	3,3800	0,1709	10η	19,7760	1,0000
3η	11,8933	0,6014	11η	16,9900	0,8591
4η	10,2175	0,5167	12η	6,4317	0,3252
5η	7,0760	0,3578	13η	6,6769	0,3376
6η	5,9883	0,3028	14η	10,6371	0,5379
7η	5,7186	0,2892	15η	12,9780	0,6563
8η	5,0088	0,2533			

Το SSE, δηλαδή το σφάλμα που προκύπτει κατά τη διάρκεια της προσαρμογής (Fitting), το μετατρέπω και αυτό με τον ίδιο τρόπο, ώστε οι τιμές του να βρίσκονται στο διάστημα (0,1]. Ο Πίνακας 13 παραθέτει τις τιμές του SSE Fit.

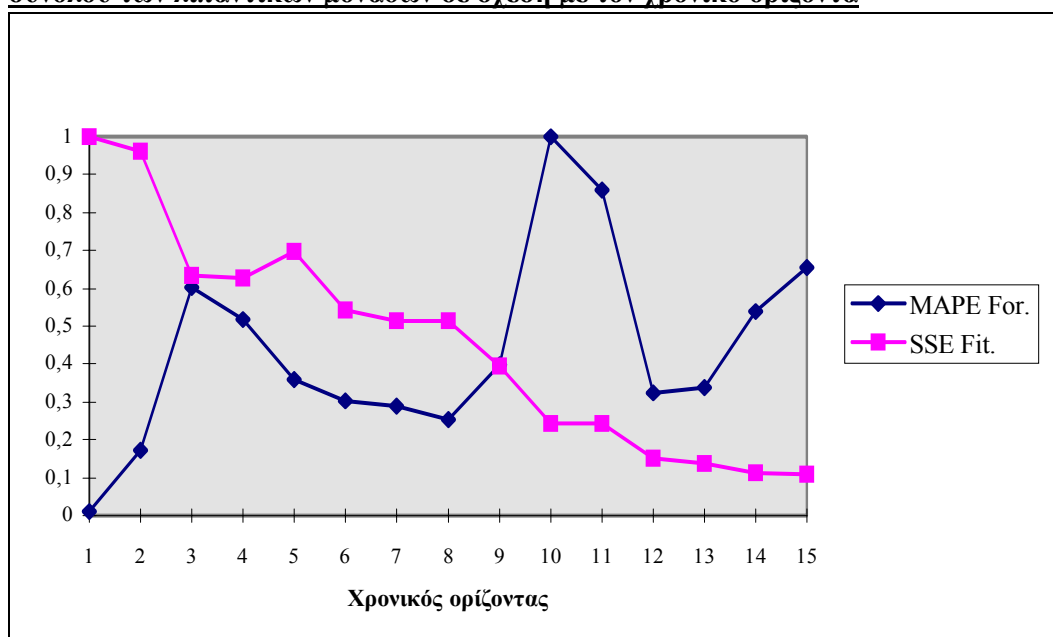
Πίνακας 13 : Το άθροισμα του τετραγώνου των σφαλμάτων της προσαρμογής (SSE

Fit.) και σε κλίμακα μεταξύ (0,1] για την διάθεση του συνόλου των λιπαντικών μονάδων

	SSE Fit.	SSE Fit. σε κλιμ. (0,1]		SSE Fit.	SSE Fit. σε κλιμ. (0,1]
1η	27077,73	1,0000	9η	10645,94	0,3932
2η	26043,69	0,9618	10η	6619,96	0,2445
3η	17118,61	0,6322	11η	6605,87	0,2440
4η	16941,88	0,6257	12η	4073,49	0,1504
5η	18845,85	0,6960	13η	3721,44	0,1374
6η	14664,98	0,5416	14η	3087,12	0,1140
7η	13892,18	0,5130	15η	2958,15	0,1092
8η	13892,16	0,5130			

Από τους Πίνακες 12,13 προκύπτει το Διάγραμμα 10 (MAPE For.-SSE Fit.) σε σχέση με το χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης για την διάθεση του συνόλου των λιπαντικών μονάδων.

Διάγραμμα 10 : Εξέλιξη των σφαλμάτων MAPE For. και SSE Fit. της διάθεσης του συνόλου των λιπαντικών μονάδων σε σχέση με τον χρονικό ορίζοντα



Ακολουθούν κάποια συμπεράσματα και παρατηρήσεις τις οποίες κάναμε για το διάγραμμα του MAPE For. και SSE Fit με σκοπό να αντιληφθούμε καλύτερα το συνολικό σφάλμα της πρόβλεψης και του Fitting του Λογιστικού μοντέλου για την διάθεση του συνόλου λιπαντικών μονάδων.

Προσαρμόζοντας μια γραμμή τάσης πάνω στην συνάρτηση του MAPE For. και διαπιστώνουμε ότι με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα η συνάρτηση τείνει να ξεφύγει από τον άξονα XX'. Όπως αναφέραμε και στην περίπτωση του φωσφόρου, πρόκειται για φυσιολογική συμπεριφορά, αφού αύξηση του χρονικού ορίζοντα σημαίνει και ταυτόχρονη μείωση των δεδομένων στοιχείων που χρησιμοποιούμε κάθε φορά για να κάνουμε πρόβλεψη, με αποτέλεσμα το MAPE For. να αυξάνει. Και ένας δεύτερος λόγος που εξηγεί αυτή την συμπεριφορά του MAPE For. είναι ότι με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα αυξάνονται τα χρόνια για τα οποία πραγματοποιείται η πρόβλεψη, πράγμα που

σημαίνει ότι η πρόβλεψη διάθεσης του συνόλου των λιπαντικών μονάδων γίνεται ακόμα πιο δύσκολη και άρα έχουμε μεγαλύτερα σφάλματα.

Όπως γίνεται συνήθως κατά την εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου, τα μεγαλύτερα σφάλματα γίνονται στις μεσοχρόνιες προβλέψεις, έτσι και στην περίπτωση της εφαρμογής του μοντέλου στη διάθεση του συνόλου των λιπαντικών μονάδων, παρατηρούμε ότι κατά την διάρκεια της 10^{ης} και 11^{ης} εφαρμογής (χρονικός ορίζοντας ίσος με 10 και 11) το MAPE For. πήρε τις μεγαλύτερες τιμές. Μια άλλη παρατήρηση είναι ότι το μοντέλο και σε αυτή την περίπτωση ακολουθεί μια ακαθόριστη πορεία με συνεχείς αυξομειώσεις. Αξιοσημείωτο είναι ότι ενώ το Λογιστικό μοντέλο συνήθως έχει φθίνουσα πορεία για μακροπρόθεσμες προβλέψεις, στη διάθεση του συνόλου λιπαντικών μονάδων και στις τελευταίες του προβλέψεις (χρονικός ορίζοντας ίσος με 13,14, και 15) παρουσιάζεται μια αυξητική τάση.

Για το SSE Fit., δηλαδή το σφάλμα κατά την διάρκεια της προσαρμογής (Fitting) του Λογιστικού μοντέλου στη διάθεση του συνόλου λιπαντικών μονάδων, από τον ορισμό του ξέρουμε ότι η ποιότητα της προσέγγισης είναι αντιστρόφως ανάλογη της τιμής του. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα μπορούμε να παρατηρήσουμε την συνάρτηση του SSE Fit. να ακολουθεί μια φυσιολογική φθίνουσα πορεία καθώς αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας, σε αντίθεση με αυτές του άζωτου και του φωσφόρου που στην πρώτη είχαμε μια απότομη μείωση ενώ στην δεύτερη η συνάρτηση έπεφτε αργά. Αυτή η φθίνουσα πορεία όπως εξηγήσαμε και στις προηγούμενες περιπτώσεις είναι φυσιολογική, γιατί με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα μειώνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων που χρησιμοποιούμε για Fitting πάνω στις οποίες το μοντέλο κάνει πρόβλεψη με αποτέλεσμα να πετυχαίνουμε καλύτερες προσεγγίσεις.

Παρατηρούμε επίσης και κάποια σκαμπανεβάσματα όσον αφορά την τιμή του SSE Fit. για την διάθεση του συνόλου λιπαντικών μονάδων κάτι που δεν είχαμε συναντήσει στο άζωτο και στον φώσφορο. Τελικά όμως η μικρότερη τιμή του SSE Fit., δηλαδή εκεί που έχουμε την καλύτερη ποιότητα προσέγγισης αντιστοιχεί και στην μεγαλύτερη τιμή του χρονικού ορίζοντα.

4. Συμπεράσματα

Από τις τρεις εφαρμογές του Λογιστικού μοντέλου στις χρονοσειρές των λιπασμάτων μπορούμε να σημειώσουμε και να τονίσουμε κάποιες από τις

παρατηρήσεις που κάναμε σε κάθε εφαρμογή με σκοπό να προκύψουν και τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

Από τα Διαγράμματα 5, 7 και 9, τα οποία απεικονίζουν το επί τοις εκατό πραγματικό σφάλμα της πρόβλεψης σε σχέση με τον χρονικό ορίζοντα, παρατηρήσαμε ότι οι συναρτήσεις που παριστάνουν τα σφάλματα έχουν την ίδια μορφή. Επίσης, αν φέρουμε τις γραμμές τάσης για κάθε μία από αυτές, θα διαπιστώσουμε ότι έχουν παρόμοια κλίση και έχουν την τάση να απομακρύνονται από τον άξονα XX' με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα. Σε γενικές γραμμές όμως το Λογιστικό Μοντέλο έχει μια ακαθόριστη συμπεριφορά καθώς μειώνονται οι παρατηρήσεις (αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας). Με συνεχείς αυξομειώσεις ταλαντεύεται γύρω από τον XX' , ενώ σε μερικές περιπτώσεις δίνει σημαντικά σφάλματα, ειδικά για τις μεσαίες τιμές του χρονικού ορίζοντα.

Όσον αφορά τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την προσαρμογή και την πρόβλεψη του Λογιστικού Μοντέλου, μπορούμε να παρατηρήσουμε τα Διαγράμματα 6, 8 και 10. Σε αυτά παρίστανται το μέσο απόλυτο επί τοις εκατό σφάλμα της πρόβλεψης (MAPE For.) και το άθροισμα των τετραγωνικών σφαλμάτων για την προσαρμογή του μοντέλου (SSE Fit.). Φέρνοντας και εδώ γραμμές τάσης για κάθε μία συνάρτηση, παρατηρούμε ότι το σφάλμα της πρόβλεψης στις δύο από τις τρεις περιπτώσεις αυξάνεται σε σχέση με τον χρονικό ορίζοντα, κάτι το οποίο είναι φυσιολογικό, γιατί με την αύξηση του χρονικού ορίζοντα, πρώτον μειώνονται τα δεδομένα στοιχεία που χρησιμοποιούμε και δεύτερον αυξάνονται και τα χρόνια για τα οποία θέλω να πραγματοποιήσω πρόβλεψη. Το σφάλμα της προσαρμογής του μοντέλου παρατηρούμε ότι μειώνεται και στις τρεις περιπτώσεις, μια και από τον ορισμό του SSE γνωρίζουμε η τιμή του είναι αντιστρόφως ανάλογη της ποιότητας της προσέγγισης. Επομένως, λογικό είναι καθώς αυξάνεται ο χρονικός ορίζοντας να μειώνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων που χρησιμοποιούμε για την προσαρμογή του μοντέλου και έτσι να πετυχαίνουμε καλύτερες προσεγγίσεις.

Η πορεία που ακολουθεί το MAPE For. υποδηλώνει για ακόμη μια φορά τον ακαθόριστο τρόπο πρόβλεψης του Λογιστικού μοντέλου, το οποίο για βραχυχρόνιες και μεσοχρόνιες προβλέψεις παρουσιάζει σημαντικό πρόβλημα (αυτό φαίνεται και από το SSE Fit.). Μακροχρόνια όμως το μοντέλο δείχνει να βελτιώνεται με μία τάση για μικρότερα σφάλματα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

1.1 Γενικά για την πρόβλεψη *Error! Bookmark not defined.*

1.2 Ορισμός της πρόβλεψης και εφαρμογές *Error! Bookmark not defined.*

1.3 Τεχνικές πρόβλεψης *Error! Bookmark not defined.*

1.4 Χρονοσειρές *Error! Bookmark not defined.*

1.5 Καινοτομίες - Νέες τεχνολογίες - Νέα προϊόντα *Error! Bookmark not defined.*

1.5.1 Διάδοση των καινοτομιών *Error! Bookmark not defined.*

1.5.2 Μίμηση των καινοτομιών *Error! Bookmark not defined.*

1.6 Κύκλος ζωής προϊόντος *Error! Bookmark not defined.*

1.7 Πρόβλεψη και σφάλματα *Error! Bookmark not defined.*

1.7.1 Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (Mean Square Error - MSE) *Error! Bookmark not defined.*

1.7.2 Άθροισμα του Τετραγώνου των σφαλμάτων (Sum Square Error - SSE) *Error! Bookmark not defined.*

1.7.3 Συντελεστής Προσδιορισμού (R^2) *Error! Bookmark not defined.*

1.8 Πολυωνμικά- Δυνωνμικά Μοντέλα *Error! Bookmark not defined.*

1.8.1 Το Λογιστικό Μοντέλο *Error! Bookmark not defined.*

1.9 Ανάλυση παλινδρόμησης *Error! Bookmark not defined.*

1.9.1 Γραμμική Ανάλυση Παλινδρόμησης *Error! Bookmark not defined.*

1.9.2 Μη Γραμμική Ανάλυση Παλινδρόμησης *Error! Bookmark not defined.*

ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Πόσο Προβλέψιμη Είναι η Μόδα και Άλλοι Κύκλοι Ζωής Προϊόντος

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. Ο Μύθος της Δημιουργικής Μόδας | Error! Bookmark not defined. |
| 2. Μόδα, Αποδοχή Προϊόντος, και Ανθρώπινη Συμπεριφορά | Error! Bookmark not defined. |
| 3. Ο Συμβιβασμός των Προϊόντων και η Ιεραρχία των Κινήτρων | Error! Bookmark not defined. |
| 4. Το Κλασσικό | Error! Bookmark not defined. |
| 5. Διαφορές στο Μοντέλο της Πρώιμης Αποδοχής και η Εξήγηση τους | Error! Bookmark not defined. |
| 6. Η Απόδειξη της Ικανότητας ενός Μοντέλου να Δοκιμαστεί | Error! Bookmark not defined. |
| 7. Νιώθοντας την Τάση στο Γούστο Πριν την Παρουσίαση | Error! Bookmark not defined. |
| 8. Μάθηση της Ικανοποίησης και Πρόβλεψη | Error! Bookmark not defined. |
| 9. Ελέγχοντας την Προβλεψιμότητα της Διακύμανσης της Μόδας | Error! Bookmark not defined. |
| 10. Συμπέρασμα | Error! Bookmark not defined. |

ΤΡΙΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Μια Απλή Μέθοδος του Υπολογισμού των Διαστημάτων Πρόβλεψης για τις Προγνώσεις των Χρονικών Σειρών

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. Εισαγωγή | Error! Bookmark not defined. |
| 2. Η Μέθοδος | Error! Bookmark not defined. |
| 3. Εμπειρικά Αποτελέσματα | Error! Bookmark not defined. |
| 4. Συμπεράσματα | Error! Bookmark not defined. |

ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Παρουσίαση των χρονολογικών σειρών, της διάθεσης των λιπαντικών μονάδων | Error! Bookmark not defined. |
| 2. Γραφική αναπαράσταση των στοιχείων | Error! Bookmark not defined. |
| 3. Εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου | 1 |
| 3.1 Εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του αζώτου | 1 |
| 3.2 Εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του φωσφόρου | 7 |

3.3 Εφαρμογή του Λογιστικού μοντέλου στη χρονοσειρά του συνόλου διάθεσης λιπασμάτων	14
4. Συμπεράσματα	20

