

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
**ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ :
ΖΙΟΥΑΛΜΑ ΜΑΡΙΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ :
ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΚΑΡΥΩΤΗ

ΠΑΤΡΑ – 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη

1. Εισαγωγή.....	3
2. Βασικές έννοιες πρόβλεψης.....	5
2.1. Τι είναι πρόβλεψη.....	5
2.2. Αρχές προβλέψεων.....	8
2.3. Ορισμένες εφαρμογές πρόβλεψης.....	9
2.4. Μέθοδοι πρόβλεψης.....	10
2.4.1. Ποιοτικές μέθοδοι πρόβλεψης.....	11
2.4.2. Ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης.....	12
2.4.3. Μοντέλα χρονοσειρών (time series models).....	13
2.4.4. Αιτιακά μοντέλα (causal models).....	14
3. Ανάλυση χρονολογικών σειρών.....	15
3.1. Ορισμός χρονοσειρών.....	15
3.2. Συνιστώσες Χρονοσειράς.....	17
3.3. Τύποι χρονολογικών σειρών.....	19
3.3.1. Παλινδρόμηση.....	19
3.3.2. ARIMA models (στασιμότητα, συντελεστής αυτοσυσχέτισης).....	20
3.3.3. Μέθοδος Box Jenkins.....	21
3.4. Σφάλμα πρόβλεψης.....	23
4. Εφαρμογή.....	24
4.1. Πρόβλεψη εσόδων της επιχείρησης "X" με εφαρμογή Box Jenkins.....	24
5. Συμπεράσματα.....	32
6. Βιβλιογραφία.....	33
7. Παράρτημα.....	34

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει την σημαντικότητα της πρόβλεψης στην λήψη αποφάσεων μιας επιχείρησης, και την χρήση των χρονολογικών σειρών σε αυτήν. Αρχικά, στο πρώτο μέρος της εργασίας, αναλύεται η έννοια της πρόβλεψης και δίνονται παραδείγματα εφαρμογής σε μια επιχείρηση καθώς και γίνεται μια αναφορά στις βασικές κατηγορίες μεθόδων πρόβλεψης. Στην συνέχεια, στο δεύτερο μέρος της εργασίας, δίνεται ο ορισμός της Χρονοσειράς και περιγράφονται οι τύποι των χρονολογικών σειρών με έμφαση στη μέθοδο Box Jenkins και στα ARIMA models. Το τρίτο μέρος της εργασίας αποσκοπεί στην κατανόηση των προηγούμενων όρων μέσω της εφαρμογής τους στα δεδομένα της επιχείρησης "X" για την πρόβλεψη εσόδων και εξόδων της επιχείρησης.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to present the significance of forecasting in the company's decision making process, and the use of Time series in it.

The first part of the thesis analyses the concept of forecasting and gives examples of application in business, as well as reference to the main categories of forecasting methods.

The second part of the thesis gives the definition of the Time series and describes the types of Times series emphasizing on Box Jenkins and ARIMA models.

The last part of the thesis aims to give a better understanding of the previously mentioned terms by applying them to the business data of company "X" in order to forecast revenue and expenses.

1. Εισαγωγή

Οι συνεχώς μεταβαλλόμενες επιχειρηματικές συνθήκες λόγω της ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης και λόγω του παγκόσμιου ανταγωνισμού αναγκάζει/πιέζει τις επιχειρήσεις για όσο το δυνατόν καλύτερη λήψη αποφάσεων. Η λήψη των αποφάσεων γίνεται από τα στελέχη της επιχείρησης και αφορά τον κλάδο της διοικητικής λογιστικής. Η επιτυχία μιας επιχείρησης είναι το αντίκτιπο ορθολογικών αποφάσεων των διοικητικών στελεχών της. Είναι σημαντικό επομένως οι αποφάσεις αυτές να στηρίζονται όσο το δυνατόν περισσότερο σε προσεχτικά διαλεγμένες τεχνικές εξόρυξης δεδομένων και ανάλυσης με σκοπό την μείωση οποιουδήποτε στοιχείου τύχης και αβεβαιότητας. Στην εργασία αυτή δεν θα μας απασχολήσουν οι τεχνικές εξόρυξης δεδομένων αλλά θα επικεντρωθούμε στις τεχνικές ανάλυσης δεδομένων.

Οι διοικητικοί λογιστές ή οικονομικοί αναλυτές παρέχουν πληροφορίες στα στελέχη και στη διοίκηση μιας επιχείρησης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της συλλογής, κατάταξης, καταγραφής και παρουσίασης των χρηματοοικονομικού ή μη χαρακτήρα δεδομένων. Παραδείγματα τέτοιων διαδικασιών της επιχείρησης, όπου απαραίτητη κρίνεται η ανάλυση δεδομένων και η παρουσίαση πληροφοριών, είναι η κατάρτιση του προϋπολογισμού, η κατάρτιση επιχειρηματικού σχεδίου για το άνοιγμα ή την ενδεχόμενη επέκταση μιας επιχείρησης, αλλά και η καθημερινή διοίκηση και λειτουργία της επιχείρησης που χρειάζεται να ενημερώνεται, μεταξύ άλλων, για την διακύμανση των πωλήσεων, των καταμερισμό εξόδων και τον απαιτούμενο αριθμό και την απόδοση των υπαλλήλων.

Δεδομένου της πολυπλοκότητας των επιχειρήσεων, υπάρχει ανάγκη για συνεχή λήψη αποφάσεων. Οι αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν μπορεί να έχουν βραχυπρόθεσμο ή μακροπρόθεσμο χαρακτήρα και να λαμβάνονται από διαφορετικά στρώματα της επιχείρησης. Πολλές φορές η λήψη αποφάσεων γίνεται εμπειρικά, ανάλογα με την γνώση, υπεύθυνου λήψης αποφάσεων, πάνω σε ένα αντικείμενο αλλά και βασιζόμενη στις διαθέσιμες πληροφορίες. Αυτή η προσέγγιση οδηγεί σε ένα στάσιμο συλ λήψης αποφάσεων που είναι ακατάλληλο για τις ασταθείς συνθήκες που καθορίζονται από τις συχνές και γρήγορες αλλαγές στο οικονομικό περιβάλλον¹. Δεδομένου λοιπόν ότι η λήψη αποφάσεων στην σύγχρονες επιχειρήσεις είναι μια περίπλοκη διαδικασία, η ενστικτώδης προσέγγιση δεν επαρκεί και συνεπώς απαιτείται η χρήση μαθηματικών μοντέλων και τεχνικών ανάλυσης.

Όπως προαναφέρθηκε, στις σύγχρονες επιχειρήσεις υπάρχουν συχνές και γρήγορες αλλαγές στο οικονομικό περιβάλλον. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη για πρόβλεψη της οικονομικής κατάστασης της επιχείρησης αλλά και της αγοράς στο μέλλον για την καλύτερη λήψη αποφάσεων στο σήμερα. Η πρόβλεψη αφορά βραχυπρόθεσμες αποφάσεις, όπως άμεση αύξηση αποθεμάτων εμβολίων στα φαρμακεία όταν παρατηρείται αύξηση κρουσμάτων κάποιου ιού, αλλά και μακροπρόθεσμες αποφάσεις, όπως αύξηση αριθμού εργατικού δυναμικού λόγω επέκτασης που προγραμματίζει η επιχείρηση την επόμενη διετία. Στο 1^ο Κεφάλαιο θα αναλυθεί περαιτέρω η σημαντικότητα της πρόβλεψης και οι διάφορες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται.

1 Wiley, Business Intelligence, Carlo Vercellis, 2009, σελ 4

Ανεξάρτητα από τη μέθοδο πρόβλεψης που χρησιμοποιείται αυτό που οι αναλυτές θέλουν να επιτύχουν είναι η όσο το δυνατόν πιο ακριβή πρόβλεψη. Κάθε μέθοδος έχει ξεχωριστή χρήση και πρέπει να διαλέγεται προσεχτικά. Η επιλογή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το πλαίσιο της πρόβλεψης, την διαθεσιμότητα των ιστορικών δεδομένων, τον επιθυμητό βαθμό ακρίβειας αλλά και την περίοδο που πρέπει να προβλεφθεί. Μια από τις βασικές αρχές της στατιστικής πρόβλεψης είναι πως πρέπει να χρησιμοποιούνται ιστορικά δεδομένα, όταν αυτά είναι διαθέσιμα, ώστε μέσω της ανάλυσης αυτών και μέσω τεχνικών μεθόδων πρόβλεψης να αναπτυχθούν προβολές των ιστορικών τάσεων για το μέλλον.

Το χρονολογικό εύρος των ιστορικών δεδομένων που συλλέγεται όπως φυσικά και η ορθότητα αυτών καθορίζει την ποιότητα της πληροφορίας που εξάγεται και συνεπώς έχει αντίκτιπο στην πρόβλεψη που γίνεται και στη λήψη αποφάσεων που λαμβάνονται. Φυσικά πέρα από τα ιστορικά δεδομένα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψιν οποιαδήποτε γνώση ή πληροφορία μελλοντικών γεγονότων που θα μπορούσε να επηρεάσει την πρόβλεψη. Όπως θα αναφερθούμε αναλυτικότερα παρακάτω, το σύνολο των δεδομένων που έχουν ταξινομηθεί σε χρονολογική σειρά, ονομάζουμε Χρονοσειρές (Time series). Αυτή είναι και η μέθοδος που θα χρησιμοποιήσουμε για την εφαρμογή της πρόβλεψης εσόδων και εξόδων της επιχείρησης "X" για τις ανάγκες αυτής της εργασίας.

Στην πραγματικότητα, η εξαγωγή πληροφορίας από μια σειρά δεδομένων είναι πολύ πιο περίπλοκη και δεν φτάνει μόνο η στατιστική ανάλυση. Σημαντικό ρόλο στην σωστή εξαγωγή πληροφορίας, έπειτα από την ανάλυση δεδομένων, παίζει η γνώση των διαφόρων γεγονότων σε μια επιχείρηση. Εάν για παράδειγμα από την ανάλυση χρονοσειρών, κατά την διάρκεια του προϋπολογισμού του επόμενου έτους, προκύπτει πως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (ιστορικά) παρατηρείται χαμηλή ζήτηση για οργάνωση εκδηλώσεων από μια εταιρεία Marketing και οργάνωσης εκδηλώσεων τότε οι Διοικητικοί λογιστές ή οικονομικοί αναλυτές της επιχείρησης καταλήγουν στο συμπέρασμα πως δεν χρειάζεται χρηματοδότηση για πρόσληψη προσωπικού κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου. Έστω πως η εταιρεία απασχολεί δύο γυναίκες σε αυτό το τμήμα οι οποίες αναμένεται να είναι σε άδεια μητρότητας και η πληροφορία αυτή δεν έχει γίνει γνωστή στο οικονομικό τμήμα της επιχείρησης κατά την διάρκεια σύνταξης του προϋπολογισμού. Το αποτέλεσμα θα είναι, η λήψη απόφασης και ο προϋπολογισμός του επόμενου έτους να είναι λανθασμένα όσον αφορά τις πληρωμές και αποδοχές προσωπικού και η προσωρινή κάλυψη των δύο εργαζομένων να είναι επιπλέον έξοδο για την επιχείρηση αλλά και στρατηγικό λάθος αφού η τελευταίας στιγμής κάλυψη έμπειρου προσωπικού μπορεί να επιφέρει ζημιά στην απόδοση και φήμη της επιχείρησης.

Συμπερασματικά, για την καλύτερη λήψη αποφάσεων σε μια επιχείρηση χρειάζεται όσο το δυνατόν πιο ευρύ χρονολογικό φάσμα δεδομένων, η επιλογή της σωστής μεθόδου πρόβλεψης αλλά και Οικονομικοί αναλυτές που πέρα από την καλή γνώση μεθόδων και διαδικασιών της διοικητικής λογιστικής κατανοούν σε βάθος την επιχείρηση και την στρατηγική της καθώς και έχουν κριτική ικανότητα και την ικανότητα να συλλέγουν έγκαιρα κρίσιμες πληροφορίες που αφορούν το μέλλον της επιχείρησης.

Η παρούσα εργασία βασίζεται στις παραπάνω αρχές και έπειτα από συλλογή δεδομένων τριών ετών έχει επιλεγεί για την ανάλυση των δεδομένων το μοντέλο ARIMA.

2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Πρόβλεψη είναι η διαδικασία εκτίμησης μελλοντικών γεγονότων με όσο το δυνατόν πιο έγκυρο τρόπο βασιζόμενη σε ιστορικά δεδομένα, εμπειρικά δεδομένα και γνώση μελλοντικών γεγονότων που θα μπορούσαν να την επιρεάσουν. Η πρόβλεψη χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς της ζωής μας λόγω της ανάγκης μας για την μείωση αποφασιστικού ρίσκου σχετικά με μελλοντικές μας δραστηριότητες. Οι επιχειρήσεις δίνουν επίσης μεγάλη σημασία στην διαδικασία της πρόβλεψης προσδοκώντας μέσω της ανάλυσης αυτής πιο έγκυρες πληροφορίες για την λήψη αποφάσεων με σκοπό να επιτυγχάνουν τους στόχους τους. Αποτελεί ουσιαστικά το βασικό εργαλείο για κάθε μελλοντική εξέλιξη και απόφαση και η ποιότητα της εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο προέκυψαν και αναλύθηκαν οι πληροφορίες.

Πολλές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για την καλύτερη πρόβλεψη, χωρίς όμως καμία να έχει καταφέρει να δημιουργήσει την "τέλεια". Η πρόβλεψη παραμένει μια εκτίμηση η οποία όσο υπάρχουν άγνωστοι αστάθμητοι παράγοντες, θα περιέχει κάποιο ποσοστό σφάλματος. Αυτό βέβαια δεν έχει σταματήσει τις επιχειρήσεις από το να χρησιμοποιούν τις διάφορες μεθόδους για να τους δώσει έστω μια κατεύθυνση λαμβάνοντας βέβαια υπόψη μια απόκλιση (σφάλμα).

Οι μεγάλες επιχειρήσεις έχουν συνήθως τμήμα οικονομικών αναλυτών που συντάσσουν προβλέψεις για κάθε λογιστική περίοδο, και μάλιστα τις χρησιμοποιούν ως μέτρο σύγκρισης με τα πραγματικά αποτελέσματα. Στόχος των επιχειρήσεων είναι ότι τα πραγματικά αποτελέσματα και οι προβλέψεις είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά. Αυτό βέβαια τις περισσότερες φορές δεν επιτυγχάνεται, αλλά το κέρδος που έχουν οι επιχειρήσεις από αυτήν την σύγκριση είναι η καλύτερη κατανόηση των "επιπλέον" ή αλλιώς εκτός πρόβλεψης αποτελεσμάτων. Στη συνέχεια οι αναλυτές επικεντρώνονται στα αίτια αυτών των διαφορών με σκοπό τη δημιουργία, κάθε φορά, καλύτερου μοντέλου πρόβλεψης.

Πολλές φορές η έννοια της Πρόβλεψης συγχέεται με τις έννοιες Στόχος και Προγραμματισμός. Αυτά είναι τρία διαφορετικά πράγματα και παρακάτω δίνεται εν συντομία ο ορισμός των τριών με σκοπό την διαφοροποίηση και την καλύτερη κατανόηση της πρόβλεψης.

Πρόβλεψη

Πρόκειται για την πρόβλεψη του μέλλοντος όσο το δυνατόν ακριβέστερα, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων ιστορικών δεδομένων και γνώσεων για τυχόν μελλοντικά γεγονότα που ενδέχεται να επηρεάσουν τις προβλέψεις.

Στόχοι

Είναι αυτό που θα θέλαμε να συμβεί. Οι στόχοι πρέπει να συνδέονται με προβλέψεις και σχέδια, αλλά αυτό δεν συμβαίνει πάντα. Πολύ συχνά, οι στόχοι τίθενται χωρίς σχέδιο για τον τρόπο επίτευξής τους και δεν υπάρχουν προβλέψεις για το εάν είναι ρεαλιστικοί.

Προγραμματισμός

Είναι μια απάντηση στις προβλέψεις και τους στόχους. Ο προγραμματισμός περιλαμβάνει τον καθορισμό των κατάλληλων ενεργειών που απαιτούνται για να φτάσουν οι προβλέψεις των επιχειρήσεων στους στόχους τους.

Η πρόβλεψη πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος των δραστηριοτήτων λήψης αποφάσεων της διοίκησης, καθώς μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε πολλούς τομείς της εταιρείας. Οι σύγχρονες οργανώσεις απαιτούν βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες προβλέψεις, ανάλογα με τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Βραχυπρόθεσμες προβλέψεις

Απαιτούνται για τον προγραμματισμό του προσωπικού, της παραγωγής και της μεταφοράς. Στο πλαίσιο της διαδικασίας προγραμματισμού, συχνά απαιτούνται επίσης προβλέψεις για τη ζήτηση.

Μεσοπρόθεσμες προβλέψεις

Απαιτούνται για τον προσδιορισμό των μελλοντικών απαιτήσεων πόρων, προκειμένου να αγοραστούν πρώτες ύλες, να προσληφθεί προσωπικό ή να αγοραστούν μηχανήματα και εξοπλισμός.

Μακροπρόθεσμες προβλέψεις

Χρησιμοποιούνται στον στρατηγικό σχεδιασμό. Οι αποφάσεις αυτές πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις ευκαιρίες της αγοράς, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τους εσωτερικούς πόρους.

Ένας οργανισμός πρέπει να αναπτύξει ένα σύστημα πρόβλεψης που περιλαμβάνει διάφορες προσεγγίσεις για την πρόβλεψη αβέβαιων γεγονότων. Τέτοια συστήματα πρόβλεψης απαιτούν την ανάπτυξη εμπειρογνωμοσύνης στον εντοπισμό προβλημάτων πρόβλεψης, την εφαρμογή μιας σειράς μεθόδων πρόβλεψης, την επιλογή κατάλληλων μεθόδων για κάθε πρόβλημα και την αξιολόγηση και αναλυτική εξέταση μεθόδων πρόβλεψης με την πάροδο του χρόνου.

Στα αρχικά στάδια ενός σχεδίου πρόβλεψης, πρέπει να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με το τι πρέπει να προβλεφθεί. Είναι επίσης απαραίτητο να εξεταστεί ο χρονικός ορίζοντας. Οι προβλέψεις θα απαιτηθούν για ένα μήνα εκ των προτέρων, για 6 μήνες ή για δέκα χρόνια; Θα χρειαστούν διαφορετικοί τύποι μοντέλων, ανάλογα με τον ορίζοντα πρόβλεψης που είναι πιο σημαντικός. Οι προβλέψεις που πρέπει να παραχθούν συχνά γίνονται καλύτερα χρησιμοποιώντας ένα αυτοματοποιημένο σύστημα παρά με μεθόδους που απαιτούν προσεκτική χειρωνακτική εργασία.

Οι επιχειρήσεις πρέπει να αφιερώνουν χρόνο για να μιλήσουν με τους ανθρώπους που θα χρησιμοποιήσουν τις προβλέψεις για να βεβαιωθούν ότι καταλαβαίνουν τις ανάγκες τους και

πώς θα χρησιμοποιηθούν οι προβλέψεις πριν προχωρήσουν σε εκτενή εργασία για την παραγωγή των προβλέψεων. Αφού προσδιοριστεί ποιες προβλέψεις απαιτούνται, τότε είναι απαραίτητο να εντοπιστούν ή να συλλεχθούν τα δεδομένα στα οποία θα βασίζονται οι προβλέψεις. Τα δεδομένα που απαιτούνται για την πρόβλεψη ενδέχεται να υπάρχουν ήδη. Αυτές τις μέρες, καταγράφονται πολλά δεδομένα και το καθήκον του οικονομικού αναλυτή είναι συχνά να προσδιορίζει πού και πώς αποθηκεύονται τα απαιτούμενα δεδομένα. Τα δεδομένα μπορεί να περιλαμβάνουν τα αρχεία πωλήσεων μιας επιχείρησης, την ιστορική ζήτηση για ένα προϊόν ή το ποσοστό ανεργίας για μια γεωγραφική περιοχή. Ένα μεγάλο μέρος του χρόνου του αναλυτή μπορεί να δαπανηθεί για τον εντοπισμό και τη σύγκριση των διαθέσιμων δεδομένων πριν από την ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων πρόβλεψης.

2.2 ΑΡΧΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ

Για την πιο σωστή και αποτελεσματική χρήση της πρόβλεψης, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να ακολουθούν κάποιες γενικές αρχές που μπορούν να συμβάλλουν στην βελτίωση της ακρίβειας των προβλέψεων.

1. Η μέθοδος πρόβλεψης πρέπει να ταιριάζει με με την κατάσταση που προβλέπουμε. Αφού οι συνθήκες για τα προβλήματα πρόγνωσης ποικίλλουν δεν μπορεί να υπάρχει μία μόνο μέθοδος που να λειτουργεί σε όλες τις καταστάσεις.

2. Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται απλές ποσοτικές μέθοδοι. Τα σύνθετα μοντέλα συχνά περιέχουν θόρυβο στα δεδομένα, ειδικά σε αβέβαιες καταστάσεις.

Έτσι, η χρήση απλών μεθόδων είναι σημαντική όταν υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με την κατάσταση. Τα απλά μοντέλα είναι ευκολότερα από τα πολύπλοκα μοντέλα για να κατανοηθούν και είναι λιγότερο επιρρεπή σε λάθη. Είναι επίσης ακριβέστερα από πολύπλοκα μοντέλα όταν προβαίνουν σε προβλέψεις για πολύπλοκες και αβέβαιες καταστάσεις.

3. Είναι προτιμότερο οι επιχειρήσεις να είναι συντηρητικές όταν υπάρχει αβεβαιότητα. Για δεδομένα εγκάρσιας τομής, αυτό σημαίνει παραμονή κοντά στην τυπική συμπεριφορά (συχνά αποκαλούμενη "ρυθμός βάσης"). Στις χρονοσειρές, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να παραμένουν κοντά στον ιστορικό μέσο όρο. Εάν η ιστορική τάση υπόκειται σε μεταβολές, ασυνέχειες και ανατροπές, θα πρέπει οι αναλυτές να είναι προσεχτικοί με την παρεκβολή της ιστορικής τάσης. Μόνο όταν μια ιστορική χρονοσειρά δείχνει μια μακρά σταθερή τάση με μικρή διακύμανση θα πρέπει να παραταθεί η τάση στο μέλλον.

4. Η πρόβλεψη είναι περισσότερο ακριβής όταν είναι βραχυπρόθεσμη. Όσο κοντινότερος είναι ο χρονικός ορίζοντας της πρόγνωσης τόσο μικρότερος είναι ο βαθμός αβεβαιότητας και άρα τόσο μικρότερο το σφάλμα που θα περιέχει. Βέβαι αυτό δεν σημαίνει πως η μακροπρόθεσμη πρόβλεψη δεν είναι εξίσου σημαντική, απλώς στην δεύτερη περίπτωση χρειάζεται να ληφθούν υποψηφν πολλοι άλλοι παράγοντες όπως η αγορά, ο στρατηγικός σχεδιασμός της επιχείρησης κλπ.

5. Καμία πρόβλεψη δεν είναι τέλεια. Καθώς κάθε πρόβλεψη περιλαμβάνει το στοιχείο της αβεβαιότητας, η πρόβλεψη θα περιέχει κάποιο σφάλμα (δηλ, τη διαφορά μεταξύ της πρόβλεψης και της πραγματικότητας). Με βάση αυτό, στόχος της διαδικασίας πρόβλεψης είναι η ελαχιστοποίηση του σφάλματος για την όσο το δυνατόν ακριβέστερη προσέγγιση της πραγματικότητας.

6. Συνδυασμός προβλέψεων
Ο συνδυασμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός όταν διατίθενται διαφορετικές μέθοδοι πρόβλεψης. Ιδανικά, πρέπει να χρησιμοποιούνται έως και 5 διαφορετικές μέθοδοι και να συνδυάζονται οι προβλέψεις τους χρησιμοποιώντας ένα προκαθορισμένο μηχανικό κανόνα. Εάν δεν υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι ορισμένες μέθοδοι είναι ακριβέστερες από άλλες, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ένας απλός μέσος όρος των προβλέψεων.

2.3 ΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Οι προβλέψεις είναι ζωτικής σημασίας για κάθε επιχειρηματική οργάνωση και για κάθε σημαντική απόφαση διαχείρισης. Παρακάτω είναι ορισμένοι τομείς στους οποίους χρησιμοποιείται ευρέως η πρόβλεψη.

Πρόβλεψη πωλήσεων

Κάθε εταιρεία που πωλεί αγαθά πρέπει να προβλέψει τη ζήτηση για αυτά τα προϊόντα. Οι κατασκευαστές πρέπει να γνωρίζουν πόσο να παράγουν. Οι χονδρέμποροι και οι έμποροι λιανικής πώλησης πρέπει τώρα να γνωρίζουν πόσο απόθεμα πρέπει να έχουν. Η μη ουσιαστική κατανόηση της ζήτησης είναι πιθανό να οδηγήσει σε πολλές απώλειες πωλήσεων, δυσαρεστημένους πελάτες και ίσως να επιτρέψει την αύξηση του ανταγωνισμού την αγορά. Από την άλλη πλευρά, η σημαντική υπερεκτίμηση της ζήτησης είναι επίσης πολύ δαπανηρή λόγω (1) υπερβολικό κόστος αποθεμάτων (2) αναγκαστικές μειώσεις τιμών, (3) μη αναγκαία παραγωγή ή αποθηκευτική ικανότητα και (4) απώλεια ευκαιριών να υπάρξουν στην αγορά πιο επικερδή προϊόντα. Οι επιτυχημένοι διευθυντές μάρκετινγκ και παραγωγής κατανοούν πολύ καλά τη σημασία καλών προβλέψεων πωλήσεων. Για τους διαχειριστές παραγωγής, αυτές οι προβλέψεις πωλήσεων είναι απαραίτητες για να βοηθήσουν στην ενεργοποίηση της πρόβλεψης για παραγωγή και πρόβλεψη των πρώτων υλών που απαιτούνται για την παραγωγή. Αν και η αποτελεσματική πρόβλεψη των πωλήσεων είναι το κλειδί για σχεδόν οποιαδήποτε εταιρεία, ορισμένοι οργανισμοί πρέπει επίσης να βασίζονται σε άλλους τύπους των προβλέψεων. Ένα πρωταρχικό παράδειγμα περιλαμβάνει προβλέψεις για την ανάγκη για πρώτες ύλες και ανταλλακτικά. Πολλές εταιρείες πρέπει να τηρούν απογραφή των ανταλλακτικών για να μπορέσουν να επιδιορθώσουν γρήγορα τον εξοπλισμό τους ή τα προϊόντα που πωλούνται ή εκμισθώνονται στους πελάτες.

Προβλέψεις οικονομικών τάσεων

Με πιθανή εξαίρεση τις προβλέψεις πωλήσεων, η πιο εκτεταμένη πρόβλεψη είναι αφιερωμένη στην πρόβλεψη οικονομικών τάσεων σε περιφερειακό, εθνικό ή ακόμη και διεθνές επίπεδο.

Προβλέψεις Απασχόλησης

Για τις οικονομικά αναπτυσσόμενες χώρες υπάρχει μια μετατοπιστική έμφαση από τη βιομηχανοποίηση στις υπηρεσίες. Τα αγαθά παράγονται εκτός της χώρας (όπου το εργατικό κεφάλαιο είναι φθηνότερο) και στη συνέχεια εισάγονται. Ταυτόχρονα, παρατηρείται αύξηση στον αριθμό των επιχειρήσεων που ειδικεύονται στην παροχή κάποιας υπηρεσίας (π.χ. ταξίδια, τουρισμός, ψυχαγωγία, νομική βοήθεια, υπηρεσίες υγείας, οικονομικά, σχεδιασμός, συντήρηση κ.λπ.). Για μια τέτοια επιχείρηση η πρόβλεψη "πωλήσεων" μεταφράζεται ουσιαστικά στην πρόβλεψη της ζήτησης για υπηρεσίες, η οποία στη συνέχεια μεταφράζεται σε ανάγκες πρόβλεψης προσωπικού για την παροχή αυτών των υπηρεσιών.

2.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες μεθόδων πρόβλεψης:

1. Ποιοτική πρόβλεψη (qualitative ή judgmental forecasting):

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται μέθοδοι στις οποίες η πρόβλεψη γίνεται από έναν ή περισσότερους ειδικούς με βάση την γνώση, την εμπειρία και το ένστικτο τους. Αυτού του είδους η πρόβλεψη είναι υποκειμενική και περιλαμβάνει το στοιχείο της προκατάληψης (bias).

2. Ποσοτική πρόβλεψη (quantitative forecasting):

Οι μέθοδοι αυτές βασίζονται στη μαθηματική μοντελοποίηση και άρα είναι αντικειμενικές και επαναλήψιμες (δηλ, παράγουν το ίδιο αποτέλεσμα κάθε φορά που εισάγουμε τα ίδια δεδομένα). Οι ποσοτικές μέθοδοι απαιτούν μια σειρά από αριθμητικά δεδομένα που όμως δεν είναι πάντα διαθέσιμα ή αξιόπιστα. Οι ποσοτικές μέθοδοι μπορούν να διακριθούν σε αυτές που βασίζονται σε μοντέλα χρονοσειρών (time series models) και σε αυτές που βασίζονται σε αιτιακά μοντέλα (causal models). Τα πρώτα προϋποθέτουν ότι η απαραίτητη πληροφορία για την πρόβλεψη περιέχεται στη χρονοσειρά των στοιχείων. Η ανάλυση χρονοσειράς κάνει την υπόθεση ότι μπορεί να γίνει πρόβλεψη με βάση τα μοτίβα (patterns) των διαθέσιμων δεδομένων. Έτσι, η ανάλυση αυτή αναζητάει τάσεις, κυκλικότητα, περιοδικότητα κτλ στα δεδομένα προκειμένου να δημιουργήσει ένα μοντέλο πρόβλεψης. Τα αιτιακά μοντέλα χρησιμοποιούν μια αρκετά διαφορετική προσέγγιση για την δημιουργία πρόβλεψης: θεωρούν ότι η μεταβλητή για την οποία θέλουμε να κάνουμε πρόβλεψη είναι εξαρτημένη με κάποιο τρόπο από μία ή περισσότερες παραμέτρους. Η δυσκολία έγκειται στην εύρεση της μαθηματικής σχέσης με την οποία επηρεάζεται η ζητούμενη μεταβλητή από τις παραμέτρους αυτές. Είναι προφανές ότι τα αιτιακά μοντέλα μπορεί να είναι πολύ περίπλοκα, ειδικά στην περίπτωση που λαμβάνονται υπ' όψιν πολλές παράμετροι.

	Ποιοτική	Ποσοτική
Χαρακτηριστικά	Βασίζεται στις απόψεις και την ανθρώπινη κρίση. Υποκειμενική και μη μαθηματική.	Βασίζεται στα μαθηματικά.
Δυνατά σημεία	Μπορεί να εμπεριέχει τις νεότερες αλλαγές στο περιβάλλον και εσωτερικές πληροφορίες.	Σταθερή και αντικειμενική. Μπορεί να περιέχει μεγάλο όγκο πληροφοριών σε μια ανάλυση.

Αδύνατα σημεία	Μπορεί να προκαλέσει προκατάληψη και να μειώσει την ακρίβεια των προβλέψεων.	Συχνά, δεν υπάρχουν διαθέσιμα ποσοτικοποιήσιμα δεδομένα. Εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων.
----------------	------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

2.4.1 ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Πάνελ

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι μια πολυπληθής ομάδα ανθρώπων από διαφορετικές θέσεις μπορεί να κάνει μια πιο αξιόπιστη πρόβλεψη απ' ό,τι ένας μεμονωμένος ή λίγοι άνθρωποι. Έτσι, διοργανώνονται ανοιχτές συναντήσεις με ελεύθερη ανταλλαγή απόψεων μεταξύ ανθρώπων από όλο το φάσμα των θέσεων ενός οργανισμού. Ένα μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι η άποψη των υφιστάμενων «σκεδάζεται» ή υποβαθμίζεται από την άποψη των ανώτερων στην ιεραρχία. Αυτό το μειονέκτημα προσπαθεί να διορθώσει η μέθοδος Delphi.

Μέθοδος Delphi

Η μέθοδος αυτή είναι μια τεχνική πρόβλεψης, στόχος της οποίας είναι η προσέγγιση μιας συμφωνίας μεταξύ μιας ομάδας ειδικών, διατηρώντας την ανωνυμία τους. Η ιδέα πίσω από αυτήν είναι ότι ενώ οι ειδικοί δεν θα συμφωνήσουν σε όλα τα ζητήματα, εντούτοις σε ότι συμφωνήσουν αυτά κατά πάσα πιθανότητα θα συμβούν.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή:

1. γίνεται επιλογή των συμμετεχόντων, συνήθως ειδικών από διαφορετικές θέσεις ή επιστημονικά υπόβαθρα,
2. μέσω ενός ερωτηματολογίου συλλέγονται οι απόψεις όλων (χωρίς ο ένας να δει ή να γνωρίζει τους υπόλοιπους συμμετέχοντες),
3. οι απαντήσεις όλων ταξινομούνται και επανατροφοδοτούνται (feedback) στους συμμετέχοντες μαζί με ένα καινούργιο ερωτηματολόγιο,
4. το βήμα 3 επαναλαμβάνεται όσες φορές κρίνεται απαραίτητο προκειμένου να επιτευχθεί μια συμφωνία μεταξύ των συμμετεχόντων. Συνήθως 3 ή 4 «γύροι» είναι αρκετοί. Λόγω της ανωνυμίας του καθενός και της ίδιας βαρύτητας όλων των απόψεων, με τη μέθοδο Delphi αποφεύγεται το μειονέκτημα της πρώτης μεθόδου (πάνελ). Από την άλλη, η μέθοδος είναι σχετικά χρονοβόρα.

Έρευνα αγοράς

Αποτελεί μια προσέγγιση που χρησιμοποιεί ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις για τον καθορισμό των αναγκών, των προτιμήσεων, των επιλογών κτλ, μιας ομάδας στόχου (π.χ. των καταναλωτών). Η μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως για την βελτίωση και την δημιουργία καινούργιων προϊόντων. Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχία της μεθόδου είναι ο σχεδιασμός των ερωτηματολογίων (ή των συνεντεύξεων).

2.4.2 ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Όπως αναφέραμε παραπάνω οι ποσοτικές μέθοδοι μπορούν να διακριθούν σε αυτές που βασίζονται σε μοντέλα χρονοσειρών (time series models) και σε αυτές που βασίζονται σε αιτιακά μοντέλα (causal models). Στις μεθόδους χρονοσειρών η πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών μιας μεταβλητής στηρίζεται αποκλειστικά σε ιστορικές τιμές της ίδιας μεταβλητής. Η ιδέα βασίζεται στην πεποίθηση ότι είναι δυνατή η προεκβολή των ιστορικών τιμών, ακολουθώντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να είναι συγκεκριμένες τάσεις (ανοδικές ή καθοδικές), εποχικότητα ή άλλα. Το πρώτο βήμα για την ανάλυση μιας χρονοσειράς είναι η απεικόνιση των δεδομένων σε ένα διάγραμμα χρονοσειράς. Με τον τρόπο αυτό τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς εμφανίζονται ως γραφικά μοτίβα. Η αναγνώριση των μοτίβων αυτών καθορίζει και το είδος της ανάλυσης που θα ακολουθηθεί.

Οι αιτιοκρατικές μέθοδοι επιχειρούν να εξηγήσουν τη συμπεριφορά μιας μεταβλητής συσχετίζοντας την με άλλες. Για παράδειγμα, μια εταιρεία μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα αιτιοκρατικό μοντέλο προκειμένου να εκτιμήσει τη σχέση μεταξύ της ζήτησης (εξαρτημένη μεταβλητή) και του ύψους των εξόδων διαφήμισης της ίδιας και των ανταγωνιστών της και τη γενικότερη κατάσταση της αγοράς (ανεξάρτητες μεταβλητές). Με βάση το μοντέλο αυτό, είναι σε θέση να προβλέψει μελλοντικές τιμές της ζήτησης, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχουν προβλέψεις για τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Η ανεύρεση της ζητούμενης σχέσης στηρίζεται σε τεχνικές παλινδρόμησης

2.4.3 ΜΟΝΤΕΛΑ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ (TIME SERIES MODELS)

Τα μοντέλα πρόβλεψης με βάση χρονοσειρές αποσκοπούν στην πρόβλεψη του μέλλοντος με τη χρήση δεδομένων του παρελθόντος. Για παράδειγμα, μια εταιρεία μπορεί να χρησιμοποιήσει στοιχεία των ετήσιων πωλήσεων της για τα τελευταία πέντε χρόνια προκειμένου να προβλέψει τις μελλοντικές πωλήσεις της τον επόμενο χρόνο. Τα μοντέλα πρόβλεψης με βάση χρονοσειρές υποθέτουν ότι η υπό εξέταση μεταβλητή θα ακολουθήσει το ίδιο υπόδειγμα κίνησης όπως και στο παρελθόν. Για την πρόβλεψη της μελλοντικής τιμής μιας μεταβλητής μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι μέθοδοι όπως ο απλός μέσος, ο σταθμισμένος μέσος, η εκθετική εξομάλυνση, η γραμμική παλινδρόμηση κ.α.

Οι πιο σημαντικές μέθοδοι χρονοσειρών είναι:

- Η μέθοδος του κινούμενου μέσου
- Η μέθοδος ευθείας προβολής
- Η μέθοδος εκθετικής εξομάλυνσης
- Η παλινδρόμηση
- Η μέθοδος Box Jenkins

Αναφέρονται εδώ επιγραμματικά και ορισμένες θα αναλυθούν περαιτέρω στο επόμενο κεφάλαιο.

Η επιλογή των μοντέλων από την εταιρεία γίνεται βάσει των εξής κριτηρίων:

- Περίοδος και ορίζοντας πρόβλεψης
- Επάρκεια δεδομένων
- Επιζητούμενη ακρίβεια
- Κόστος Μεθόδου
- Διαθεσιμότητα έμπειρου προσωπικού
- Απλότητα και ευκολία εφαρμογής

2.4.4 ΑΙΤΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Οι αιτιακές μέθοδοι πρόβλεψης χρησιμοποιούνται όταν είναι διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία και όταν μπορεί να αναγνωρισθεί μια σχέση μεταξύ του παράγοντα που θέλουμε να προβλέψουμε και άλλων παραγόντων. Οι σχέσεις αυτές εκφράζονται σε μαθηματικούς όρους και μπορεί να είναι αρκετά πολύπλοκες. Οι αιτιακές μέθοδοι είναι το πιο ανεπτυγμένο εργαλείο πρόβλεψης.

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες αιτιακές μέθοδοι πρόβλεψης αλλά μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι η γραμμική παλινδρόμηση. Στη γραμμική παλινδρόμηση η μια μεταβλητή, που ονομάζεται εξαρτημένη μεταβλητή, εξαρτάται από κάποια άλλη, την ανεξάρτητη μεταβλητή, μέσω μιας γραμμικής εξίσωσης. Η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να είναι η ζήτηση του προϊόντος που παράγει μια επιχείρηση. Η ανεξάρτητη μεταβλητή μπορεί να είναι τα διαφημιστικά έξοδα, η ετήσια κατανάλωση κα. Μια άλλη μέθοδος είναι η πολυμεταβλητή γραμμική παλινδρόμηση, η οποία χρησιμοποιεί παραπάνω από μία ανεξάρτητες μεταβλητές για να ερμηνεύσει την εξαρτημένη μεταβλητή. Η ανάλυση παλινδρόμησης αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για σημαντικές επιχειρηματικές αποφάσεις όπως η διαχείριση των αποθεμάτων, ο σχεδιασμός των διαδικασιών κα. Για παράδειγμα, οι πωλήσεις επίπλων μπορεί να επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως ο αριθμός των γάμων, το διαθέσιμο εισόδημα, τα δάνεια κατοικίας.

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ

Στην πράξη, ένα κατάλληλο μοντέλο τοποθετείται σε μια δεδομένη χρονολογική σειρά και οι αντίστοιχες παράμετροι υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τις γνωστές τιμές δεδομένων. Η διαδικασία τοποθέτησης μιας χρονοσειράς στο ένα κατάλληλο μοντέλο ονομάζεται Ανάλυση Χρονοσειράς. Περιλαμβάνει μεθόδους που επιχειρούν να κατανοήσουν τη φύση της σειράς και είναι συχνά χρήσιμη για μελλοντικές προβλέψεις και προσομοιώσεις. Για την πρόβλεψη χρονοσειρών, συλλέγονται και αναλύονται ιστορικά δεδομένα/παρατηρήσεις για να αναπτυχθεί ένα κατάλληλο μαθηματικό μοντέλο που καταγράφει τη διαδικασία δημιουργίας των δεδομένων για τη σειρά.

Στη συνέχεια οι προβλέψεις γίνονται με τη χρήση του μοντέλου. Αυτή η προσέγγιση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν δεν υπάρχει μεγάλη γνώση για το στατιστικό μοντέλο που ακολουθείται από τις διαδοχικές παρατηρήσεις ή όταν υπάρχει έλλειψη ικανοποιητικού επεξηγηματικού μοντέλου. Η πρόβλεψη χρονολογικών σειρών έχει μεγάλη εφαρμογή σε διάφορους τομείς. Συχνά λαμβάνονται πολύτιμες στρατηγικές αποφάσεις και προληπτικά μέτρα λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των προβλέψεων. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν καταβληθεί πολλές προσπάθειες ερευνητών για την ανάπτυξη και τη βελτίωση των κατάλληλων μοντέλων πρόβλεψης χρονοσειρών.

3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Ως χρονοσειρά ορίζεται ένα σύνολο δεδομένων, με χρονολογική σειρά, που μπορεί να περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα στοιχεία της ζήτησης όπως τάση, εποχικότητα, κυκλικότητα, αυτοσυσχέτιση και τυχαιότητα. Με τον όρο ανάλυση χρονοσειράς εννοεί κανείς τον διαχωρισμό μιας χρονοσειράς στα επιμέρους στοιχεία της. Στην πράξη, είναι σχετικά απλό να βρεθεί η τάση και η εποχικότητα μιας χρονοσειράς αλλά πιο δύσκολο να αναγνωριστούν οι κύκλοι, η αυτοσυσχέτιση και τα τυχαία στοιχεία.

Όταν η ζήτηση περιλαμβάνει και στοιχεία τάσης και εποχικότητας, το ερώτημα είναι πώς τα στοιχεία αυτά σχετίζονται μεταξύ τους. Υπάρχουν δύο είδη εποχικής διακύμανσης, η προσθετική και η πολλαπλασιαστική. Η εποχική διακύμανση υποθέτει ότι το ποσό της εποχικότητας είναι σταθερό ανεξαρτήτως της τάσης ή του μέσου ποσού.

$$\text{Πρόβλεψη} = \text{Τάση} + \text{Εποχικότητα}$$

Στην περίπτωση της πολλαπλασιαστικής εποχικής μεταβλητότητας, η τάση πολλαπλασιάζεται με τους παράγοντες εποχικότητας.

$$\text{Πρόβλεψη} = \text{Τάση} * \text{Παράγοντας Εποχικότητας}$$

Με την ανάλυση μιας χρονοσειράς βρίσκονται τα βασικά στοιχεία της σειράς όπως η τάση, η εποχικότητα και η κυκλικότητα. Υπολογίζονται δείκτες για την εποχικότητα και της

κυκλικότητα. Στη συνέχεια η διαδικασία πρόβλεψης βρίσκει την τάση και την προσαρμόσει με βάση τους δείκτες εποχικότητας και κυκλικότητας, οι οποίοι έχουν καθοριστεί από την ανάλυση της χρονοσειράς. Πιο αναλυτικά, η διαδικασία είναι η ακόλουθη:

Ανάλυση της χρονοσειράς στα στοιχεία της

- α) Εύρεση του στοιχείου εποχικότητας
- β) Αφαίρεση του στοιχείου εποχικότητας (deseasonalize) από τη ζήτηση
- γ) Εύρεση του στοιχείου τάσης

Πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών του κάθε στοιχείου

- α) Πρόβλεψη του στοιχείου τάσης στο μέλλον
- β) Πολλαπλασιασμός του στοιχείου τάσης με το στοιχείο εποχικότητας

3.2 ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Οι τιμές των χρονολογικών σειρών που παρατηρούμε είναι το αποτέλεσμα της ταυτόχρονης επίδρασης τεσσάρων διαφορετικών συνιστωσών: της τάσης, της κυκλικότητας, της εποχικότητας και των τυχαίων κυμάνσεων.

Τάση

Τάση είναι η μακροχρόνια γενική κίνηση, που ακολουθεί η χρονοσειρά, που αναπαριστά την αύξηση, ή την πτώση των τιμών της σειράς σε μία εκτεταμένη περίοδο του χρόνου. Είναι, δηλαδή, η κατά κατά μέσο όρο απαλλαγμένη από βραχυχρόνιες αυξομειώσεις εξέλιξη της σειράς για μεγάλες χρονικές περιόδους, συνήθως πάνω από 10 έτη. Γι' αυτό το λόγο καλείται και μακροχρόνια τάση και μπορεί να είναι ανοδική ή καθοδική. Η τάση θεωρείται ανύπαρκτη, όταν η κεντρική κίνηση της χρονοσειράς είναι παράλληλη προς τον άξονα του χρόνου, μακροχρόνιες εξελίξεις του προς μελέτη μεγέθους, που εκφράζει η μεταβλητή και είναι αποτέλεσμα της εξέλιξης της οικονομίας, των τεχνολογικών μεταβολών, των μακροχρόνιων αλλαγών των διαφόρων βιομηχανικών κλάδων, κ.λ.π. Ορισμένες μέθοδοι προσδιορισμού της μακροχρόνιας τάσης είναι η μέθοδος των κινητών μέσων, η μέθοδος της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων, η μέθοδος της καμπύλης ελαχίστων τετραγώνων και άλλα. παρουσιάζει τάση προς αύξηση ή μείωση. Η τάση ενσωματώνει τις μακροχρόνιες εξελίξεις του προς μελέτη μεγέθους, που εκφράζει η μεταβλητή και είναι αποτέλεσμα της εξέλιξης της οικονομίας, των τεχνολογικών μεταβολών, των μακροχρόνιων αλλαγών των διαφόρων βιομηχανικών κλάδων, κ.λ.π. Ορισμένες μέθοδοι προσδιορισμού της μακροχρόνιας τάσης είναι η μέθοδος των κινητών μέσων, η μέθοδος της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων, η μέθοδος της καμπύλης ελαχίστων τετραγώνων και άλλα.

Κυκλική Συνιστώσα

Η κυκλική συνιστώσα αντιπροσωπεύει εκείνες τις επαναλαμβανόμενες κυμάνσεις γύρω από την τάση, που η διάρκειά τους είναι μεγαλύτερη του έτους. Οι κυμάνσεις αυτές έχουν ανοδικές και καθοδικές φάσεις οι οποίες, συνήθως, διαρκούν μερικά έτη. Μία πλήρης κυκλική κύμανση αποτελείται από δύο κάτω σημεία καμψής και ένα άνω σημείο καμψής, που χρονικά παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο πρώτων. Ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών κάτω ή άνω σημείων καμψής αποτελεί την περίοδο της κυκλικής κύμανσης. Οι οικονομικοί κύκλοι εμφανίζονται κυρίως στις οικονομικά ανεπτυγμένες οικονομίες. Έτσι, στις δυτικές χώρες τα περισσότερα οικονομικά μεγέθη, όπως τιμές, επενδύσεις, κατανάλωση, εισόδημα, κ.λ.π. παρουσιάζουν κυκλικές κυμάνσεις λίγο, ή πολύ έντονες. Μάλιστα, λόγω του ότι οι οικονομίες αυτές είναι ανοιχτές, οι κυμάνσεις μιας οικονομίας προκαλούν αντίστοιχες κυμάνσεις και στις οικονομίες των άλλων χωρών. Το κυριότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε στην εξέταση των οικονομικών κύκλων είναι ότι η διάρκεια τους δεν είναι σταθερή.

Εποχική Συνιστώσα

Η εποχική συνιστώσα είναι μια κυκλική κύμανση με περίοδο όμως το έτος, διότι μέσα σ' αυτό εξαντλεί όλες τις ανοδικές και καθοδικές κινήσεις. Επίσης, είναι περιοδική, διότι επαναλαμβάνεται ρυθμικά κάθε έτος. Είναι προφανές ότι η εποχική κύμανση εμφανίζεται μόνο στις χρονοσειρές με εποχικές παρατηρήσεις. Η εποχική κύμανση, που το όνομα της προέρχεται από το γεγονός, ότι συνδέεται με τις εποχές, δεν οφείλεται μόνο στις

κλιματολογικές διαφορές μεταξύ των εποχών. Ο μεταβαλλόμενος αριθμός των εργάσιμων ημερών μεταξύ των μηνών του έτους, το διαφορετικό ωράριο των καταστημάτων κ.λ.π. είναι μερικές από τις αιτίες των περιοδικών κυμάνσεων, που εμφανίζουν οι χρονοσειρές με εποχικά δεδομένα.

Τυχαία Συνιστώσα

Οποιαδήποτε επίδραση στη διαμόρφωση της τιμής της μεταβλητής, που δεν οφείλεται σε κάποια από τις παραπάνω συνιστώσες, θεωρείται τυχαία ή άρρυθμος κύμανση. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί, ότι η τυχαία συνιστώσα εμφανίζεται ακανόνιστα με επιδράσεις, που άλλοτε είναι θετικές και άλλοτε αρνητικές. Οι τυχαίες κυμάνσεις οφείλονται σε όλες εκείνες τις επιδράσεις, που δεν είναι συστηματικές και επομένως δεν μπορούν να προβλεφθούν. Παράδειγμα τέτοιων επιδράσεων είναι οι απρόβλεπτες αλλαγές τιμών στη διεθνή αγορά.

3.3 ΤΥΠΟΙ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

3.3.1 ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η παλινδρόμηση ορίζεται ως η συναρτησιακή σχέση μεταξύ δύο συσχετισμένων μεταβλητών. Χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της μίας μεταβλητής δεδομένου των τιμών της άλλης. Η γραμμική παλινδρόμηση αναφέρεται στην ειδική περίπτωση της παλινδρόμησης όπου η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών (στη συγκεκριμένη περίπτωση χρόνος και ζήτηση) είναι γραμμική. Τα δεδομένα πρέπει πρώτα να απεικονιστούν γραφικά για να διαπιστωθεί αν η σχέση των μεταβλητών παρουσιάζεται γραμμική.

Η ευθεία της γραμμικής παλινδρόμησης έχει τον τύπο

$$Y = a + bX,$$

όπου, Y = εξαρτημένη μεταβλητή (Ζήτηση)

a = σταθερά (αρχή της ευθείας)

b = η κλίση της ευθείας

X = η ανεξάρτητη μεταβλητή (Χρόνος)

Η γραμμική παλινδρόμηση ενδείκνυται για μακροπρόθεσμες προβλέψεις και ολικό προγραμματισμό. Για παράδειγμα, η γραμμική παλινδρόμηση είναι πολύ χρήσιμη για την πρόβλεψη της ζήτησης μιας ομάδας προϊόντων. Παρ' ότι η ζήτηση για τα επιμέρους προϊόντα μπορεί να ποικίλει μέσα στην καθορισμένη χρονική περίοδο, η ζήτηση για τη συνολική ομάδα προϊόντων θα είναι ομαλή. Ο κύριος περιορισμός της μεθόδου αυτής είναι ότι υποθέτουμε πως τα δεδομένα του παρελθόντος και οι προβλέψεις βρίσκονται σε μια ευθεία γραμμή. Παρ' όλο που το γεγονός αυτό περιορίζει την εφαρμογή της μεθόδου γραμμικής παλινδρόμησης, ορισμένες φορές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τη χρήση μικρών χρονικών περιόδων. Η γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται και για προβλέψεις με ανάλυση χρονοσειρών και για προβλέψεις με αιτιακές σχέσεις. Όταν η εξαρτημένη μεταβλητή μεταβάλλεται με το χρόνο, τότε είναι ανάλυση χρονοσειρών. Αν μια μεταβλητή κινείται εξαιτίας της κίνησης μια άλλης μεταβλητής, τότε είναι αιτιακή σχέση

3.3.2 ARIMA MODELS (στασιμότητα, συντελεστής αυτοσυσχέτισης)

Σε ένα τυχαίο δείγμα οι διαφορές πρώτης τάξης οδηγούν σε διαδικασία λευκού θορύβου, δηλαδή σε στάσιμη διαδικασία. Στην γενική περίπτωση όμως, μια στάσιμη στοχαστική διαδικασία που προκύπτει παίρνοντας διαφορές κάποιας τάξης δεν είναι λευκός θόρυβος αλλά ARMA(p,q) στάσιμη διαδικασία. Οι Box – Jenkins προτείνουν για μια μη στάσιμη χρονολογική σειρά την χρήση διαφορών πρώτης, δεύτερης ή d τάξεως για την επίτευξη στασιμότητας. Στην νέα σειρά προσαρμόζεται ένα μοντέλο ARMA(p,q). Γενικά ένα μοντέλο ARMA(p,q) που εφαρμόζεται σε μια ολοκληρωμένη σειρά d τάξεως, ονομάζεται αυτοπαλίνδρομο ολοκληρωμένο μοντέλο κινητού μέσου τάξεως (p,q,d) (Autoregressive Integrated Moving Average) και συμβολίζεται με ARIMA(p,q,d). Με άλλα λόγια, ARIMA(p,q,d) διαδικασία, είναι μια διαδικασία η οποία 'διαφορίζεται' (κατά αναλογία με το 'ολοκληρωμένη') d φορές και παράγει ARMA(p,q) διαδικασία.

Στασιμότητα

Η στασιμότητα είναι πολύ σημαντική έννοια καθώς είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τα περισσότερα εργαλεία της ανάλυση χρονολογικών σειρών. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, χρονολογική σειρά είναι ένα σύνολο παρατηρήσεων x_t μιας τυχαίας μεταβλητής X , κάθε μια από τις οποίες λαμβάνεται την χρονική στιγμή t . Η χρονολογική σειρά μπορεί με άλλα λόγια να θεωρηθεί ως στοχαστική διαδικασία πεπερασμένου πλήθους παρατηρήσεων, δηλαδή, μια πραγματοποίηση μιας διαδικασίας x_1, x_2, \dots, x_t . Μια χρονολογική σειρά λέγεται στάσιμη εάν δεν υπάρχει συστηματική αλλαγή του μέσου όρου και της διασποράς της στο χρόνο. Με άλλα λόγια, εάν μια χρονολογική σειρά παρουσιάζει τάση τότε αυτή δεν θα είναι στάσιμη. Μια στοχαστική διαδικασία είναι αυστηρώς ή πλήρως στάσιμη (strictly – strongly – completely stationary) όταν οι ιδιότητες της δεν επηρεάζονται από μια αλλαγή στην αρχή μετρήσεως του χρόνου.

Συντελεστής αυτοσυσχέτισης

Είναι γνωστό από την θεωρία των πιθανοτήτων ότι ο λόγος της συνδιακύμανσης προς το γινόμενο των τετραγωνικών ριζών των διακυμάνσεων δυο μεταβλητών είναι ο συντελεστής συσχέτισέως τους. Επίσης, ο συντελεστής συσχέτισης μας δίνει ένα μέτρο για τον βαθμό της μεταξύ τους σχέσης δυο μεταβλητών. Μάλιστα, η τιμή του συντελεστή συσχέτισης, που είναι απαλλαγμένος από τις μονάδες των μεταβλητών, δίνει μια αρκετά πλήρη εικόνα. Και έτσι, μπορούμε να απαντήσουμε εάν η μεταξύ τους σχέση είναι ισχυρή ή ασθενής κτλ. Τέλος, για τον συντελεστή συσχέτισης ισχύει ότι $-1 \leq \rho \leq 1$ και εάν $\rho = 1$ ή $\rho = -1$ έχουμε την μέγιστη δυνατή συσχέτιση, εάν $\rho > 0$ υπάρχει θετική συσχέτιση, η όποια είναι τόσο πιο ισχυρή όσο πιο κοντά ο συντελεστής συσχέτισης είναι στο 1, εάν $\rho < 0$ υπάρχει αρνητική συσχέτιση, η όποια είναι τόσο πιο ισχυρή όσο πιο κοντά ο συντελεστής συσχέτισης είναι στο -1 . Για $\rho = 0$ δεν υπάρχει καμία συσχέτιση μεταξύ των δυο μεταβλητών. Στην περίπτωση των χρονολογικών σειρών ο συντελεστής συσχέτισέως ανάμεσα στην Y_t και στην Y_{t+s} ονομάζεται συντελεστής αυτοσυσχέτισέως.

3.3.3 ΜΕΘΟΔΟΣ BOX JENKINS

Η ανάπτυξη και η κατασκευή υποδειγμάτων ARIMA ως εργαλεία πρόβλεψης των τιμών οικονομικών μεταβλητών είναι γνωστή ως μεθοδολογία Box-Jenkins. Πρόκειται στην πραγματικότητα για γραμμικά στατιστικά μοντέλα που μπορούν να περιγράψουν ικανοποιητικά τις διάφορες συνιστώσες της χρονολογικής σειράς.

Η προσέγγιση των Box-Jenkins στην ανάλυση χρονοσειρών είναι μια μέθοδος εύρεσης ενός στατιστικού υποδείγματος ARIMA που να παριστάνει ικανοποιητικά τη στοχαστική διαδικασία από την οποία προήλθαν τα δεδομένα, δηλαδή το δείγμα μας. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται όταν η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη και περιλαμβάνει τέσσερα στάδια, την ταυτοποίηση (identification), την εκτίμηση (estimation), και το διαγνωστικό έλεγχο (diagnostic checking) και την πρόβλεψη (forecasting) και τα οποία θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

Πρώτο Στάδιο: Ταυτοποίηση

Λέγοντας ταυτοποίηση του υποδείγματος εννοούμε ότι θα πρέπει να προσδιορισθούν: α) η τάξη της μη στασιμότητας β) η τάξη των AR και/ή πολυωνύμων Αυτό επιτυγχάνεται με σύγκριση της μορφής των δειγματικών συναρτήσεων αυτοσυσχετίσεως και μερικής αυτοσυσχετίσεως με τη μορφή θεωρητικών συναρτήσεων αυτοσυσχετίσεως και μερικής αυτοσυσχετίσεως που αντιστοιχούν σε διαδικασίες με άπειρο πλήθος όρων.

Πιο αναλυτικά, σε αυτό το στάδιο γίνεται η εξειδίκευση ενός ARIMA υποδείγματος με βάση τις πληροφορίες που παίρνουμε από το δείγμα. Αυτό σημαίνει ότι καθορίζονται οι τιμές των d, p και q . Δηλαδή, καθορίζεται ο αριθμός d των διαφορών που απαιτούνται για να μετατραπεί η σειρά σε στάσιμη, από τη στιγμή βέβαια που δεν είναι, και στη συνέχεια καθορίζεται η τάξη p της αυτοπαλίνδρομης διαδικασίας και η τάξη της q διαδικασίας κινητού μέσου. Για να διαπιστωθεί αν η σειρά είναι στάσιμη ή όχι, θα εξεταστεί η συμπεριφορά της δειγματικής συνάρτησης αυτοσυσχετίσεως. Αν οι αυτοσυσχετίσεις συγκλίνουν ταχύτατα προς το μηδέν σημαίνει ότι η σειρά μάλλον είναι στάσιμη. Αντίθετα, αν οι αυτοσυσχετίσεις φθίνουν με αργό ρυθμό, είναι σοβαρή ένδειξη ότι η σειρά είναι μη στάσιμη, οπότε πρέπει να γίνει στάσιμη. Σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε τις πρώτες ή τις δεύτερες ή κ.τ.λ. διαφορές για να μετατραπεί η σειρά σε στάσιμη. Αφού η σειρά έχει γίνει στάσιμη, προσδιορίζεται στη συνέχεια η τάξη του υποδείγματος ARIMA, δηλαδή προσδιορίζονται οι τιμές του p και q του. Ο προσδιορισμός τους βασίζεται στις δειγματικές απλές και μερικές αυτοσυσχετίσεις.

Δεύτερο Στάδιο: Εκτίμηση

Μετά την εξειδίκευση του υποδείγματος και την εύρεση της τάξης του ακολουθεί η εκτίμηση των p παραμέτρων $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ της αυτοπαλίνδρομης διαδικασίας και των q παραμέτρων $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ της διαδικασίας κινητού μέσου. Αν η σειρά που εξετάζουμε είναι μόνο αυτοπαλίνδρομη, οι παράμετροί της, όπως είδαμε προηγουμένως, μπορούν να εκτιμηθούν με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Αν όμως, η σειρά περιέχει και όρους κινητού μέσου τότε για την εκτίμηση των παραμέτρων του κινητού μέσου θα χρησιμοποιηθούν μη γραμμικές μέθοδοι εκτίμησης.

Στη γενική περίπτωση η εκτίμηση των παραμέτρων του υποδείγματος επιτυγχάνεται με τη χρήση της μεθόδου της μέγιστης πιθανοφάνειας. Οι εκτιμήσεις πρέπει να είναι εντός των ορίων αντιστρεψιμότητας, στασιμότητας και φυσικά να είναι στατιστικά σημαντικές.

Τρίτο Στάδιο: Διαγνωστικός έλεγχος

Στο στάδιο αυτό γίνεται έλεγχος καλής προσαρμογής του υποδείγματος. Αυτό σημαίνει ότι ελέγχεται το πόσο καλά ταιριάζει το εκτιμώμενο υπόδειγμα με τα δεδομένα, γιατί είναι πιθανό κάποιο άλλο υπόδειγμα ARIMA να προσαρμόζεται καλύτερα. Θα εφαρμόσουμε κάποιους στατιστικούς ελέγχους για τη σημαντικότητα των παραμέτρων, τη συμπεριφορά των καταλοίπων και την τάξη του υποδείγματος.

Θα ασχοληθούμε πρώτα με τον έλεγχο των καταλοίπων. Αν το εκτιμώμενο υπόδειγμα είναι το πιο κατάλληλο για τα δεδομένα μας, αν δηλαδή εκφράζει ικανοποιητικά τη διαδικασία από την οποία προέρχονται τα δεδομένα, τότε τα κατάλοιπα θα πρέπει να συμπεριφέρονται ως μια διαδικασία λευκού θορύβου. Αυτό σημαίνει ότι τα κατάλοιπα δε πρέπει να αυτοσυσχετίζονται. Αυτός ο έλεγχος για τα κατάλοιπα γίνεται με τη στατιστική Q των Box-Pierce, με την οποία ελέγχεται από κοινού η σημαντικότητα ενός αριθμού συντελεστών αυτοσυσχέτισης, έστω m.

Η μηδενική υπόθεση τότε, θα είναι:

$$H_0 := \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0$$

όπου $\rho_i, i = 1, 2, \dots, m$

είναι οι συντελεστές συσχέτισης των καταλοίπων.

Τέταρτο Στάδιο: Μεταδιάγνωση (Πρόβλεψη)

Το γεγονός ότι ένα δοκιμαστικό υπόδειγμα δεν απορρίφθηκε από το διαγνωστικό έλεγχο δε σημαίνει ότι μπορεί αυτόματα να γίνει αποδεκτό, καθώς είναι πιθανό να υπάρχουν και άλλα υποδείγματα που να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των σταδίων 2 και 3. Έτσι δυνατόν να έχουμε περισσότερα του ενός αποδεκτά κατ' αρχήν υποδείγματα. Στο στάδιο της μεταδιάγνωσης επιλέγεται τελικά εκείνο το υπόδειγμα το οποίο εμφανίζει την καλύτερη προσαρμογή, ή/και την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα.

Έλεγχος της Τάξης του υποδείγματος

Η καταλληλότητα του εκτιμώμενου υποδείγματος ελέγχεται συγκρίνοντας το με ένα άλλο υπόδειγμα μεγαλύτερης τάξης. Δηλαδή, το εκτιμώμενο υπόδειγμα ARMA (p, q) συγκρίνεται με τα υποδείγματα ARMA (p+1, q) και ARMA (p, q+1). Αν το υπόδειγμα που εκτιμήθηκε περιγράφει τη διαδικασία που παρήγαγε τα δεδομένα, οι επιπλέον συντελεστές στα μεγαλύτερα υποδείγματα δεν θα πρέπει να είναι στατιστικά διαφορετικοί από το μηδέν. Η παραπάνω διαδικασία ελέγχου ονομάζεται υπερπροσαρμογή.

3.4 ΣΦΑΛΜΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου για την πρόβλεψη χρονοσειρών, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να λάβουν διάφορα στοιχεία υπόψιν. Ένα σημαντικό στοιχείο που θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν είναι η απόδοση των προβλέψεων, όπως αυτή καθορίζεται με βάση τα σφάλματα πρόβλεψης. Οι επιχειρήσεις, λοιπόν, θα πρέπει να γνωρίζουν πώς να υπολογίζουν τα σφάλματα πρόβλεψης και πώς να εντοπίζουν τυχόν λάθη στις μεθόδους πρόβλεψης. Οι προβλέψεις πάντα εμπεριέχουν κάποιο σφάλμα. Τα σφάλματα πρόβλεψης διακρίνονται σε συστηματικά (bias errors) και τυχαία (random errors). Τα συστηματικά σφάλματα οφείλονται σε συστηματικά λάθη του μοντέλου δηλαδή η πρόβλεψη είναι πάντα μεγαλύτερη ή πάντα μικρότερη από την πραγματική. Τα λάθη αυτά συχνά οφείλονται στην παράβλεψη ή στην μη ακριβή εκτίμηση του υποδείγματος της μεταβλητής. Τα τυχαία λάθη είναι αποτέλεσμα μη προβλέψιμων παραγόντων που προκαλούν απόκλιση της πρόβλεψης από την πραγματική τιμή. Με τον όρο σφάλμα πρόβλεψης αναφερόμαστε στη διαφορά μεταξύ της προβλεπόμενης και της πραγματικής τιμής για μία δεδομένη περίοδο.

Στη στατιστική, τα λάθη αυτά αποκαλούνται κατάλοιπα και είναι αποδεκτά μέσα σε κάποια όρια εμπιστοσύνης. Η ζήτηση για ένα προϊόν δημιουργείται από την αλληλεπίδραση διαφόρων παραγόντων αρκετά πολύπλοκων για να περιγραφούν επαρκώς από ένα μοντέλο. Συνεπώς, όλες οι προβλέψεις της ζήτησης περιέχουν κάποιο σφάλμα.

$$et = Dt - Ft$$

όπου Dt = πραγματική ζήτηση της περιόδου t

Ft = προβλεπόμενη ζήτηση της περιόδου t

et = σφάλμα πρόβλεψης ζήτησης.

Για την μέτρηση των σφαλμάτων πρόβλεψης μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα μέτρα όπως η μέση απόλυτη απόκλιση (mean absolute deviation), το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean square error) και η τυπική απόκλιση σφαλμάτων (error standard deviation). Αν αυτά τα μέτρα διασποράς είναι μικρά, η προβλεπόμενη τιμή βρίσκεται κοντά στην πραγματική. Τα μέτρα διαφέρουν στον τρόπο που δίνουν βαρύτητα στα σφάλματα. Μεγάλα σφάλματα έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα στο μέσο τετραγωνικό σφάλμα και την τυπική απόκλιση γιατί υψώνονται στο τετράγωνο. Η μέση τυπική απόκλιση χρησιμοποιείται ευρέως στις επιχειρήσεις καθ' ότι είναι πιο κατανοητή στους εργαζόμενους. Είναι ο μέσος όρος των σφαλμάτων πρόβλεψης σε μία σειρά περιόδων χωρίς να λαμβάνει υπ' όψιν αν το σφάλμα ήταν υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση της πραγματικής τιμής.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

4.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΣΟΔΩΝ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ "Χ" ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ BOX JENKINS

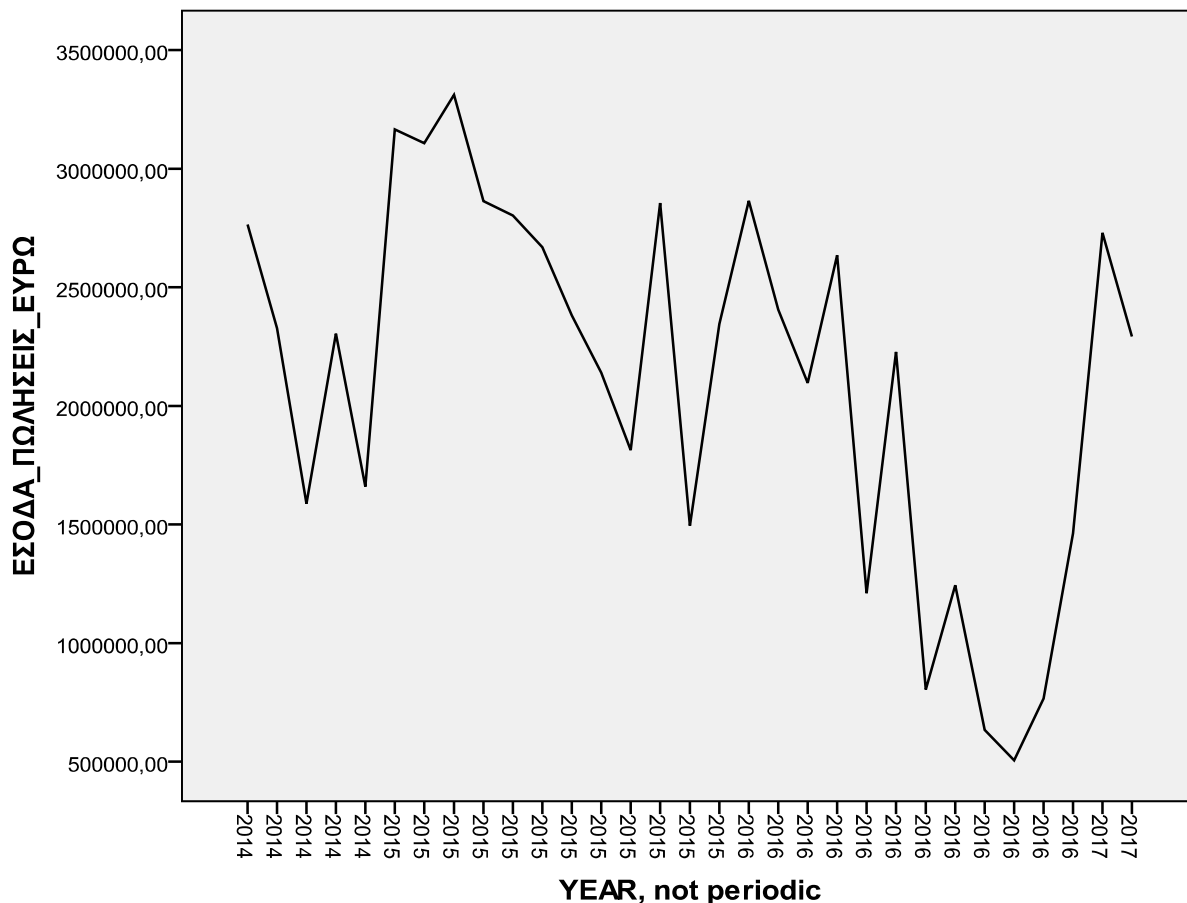
ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ «ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΥΡΩ»

Στο παρών κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τα έσοδα από πωλήσεις (σε ευρώ) της επιχείρησης Χ. Τα δεδομένα μας έχουν συλεχθεί άνα μήνα για περίοδο 3 ετών. Η ανάλυση θα γίνει με την μεθοδολογία Box Jenkins.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

1. ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ

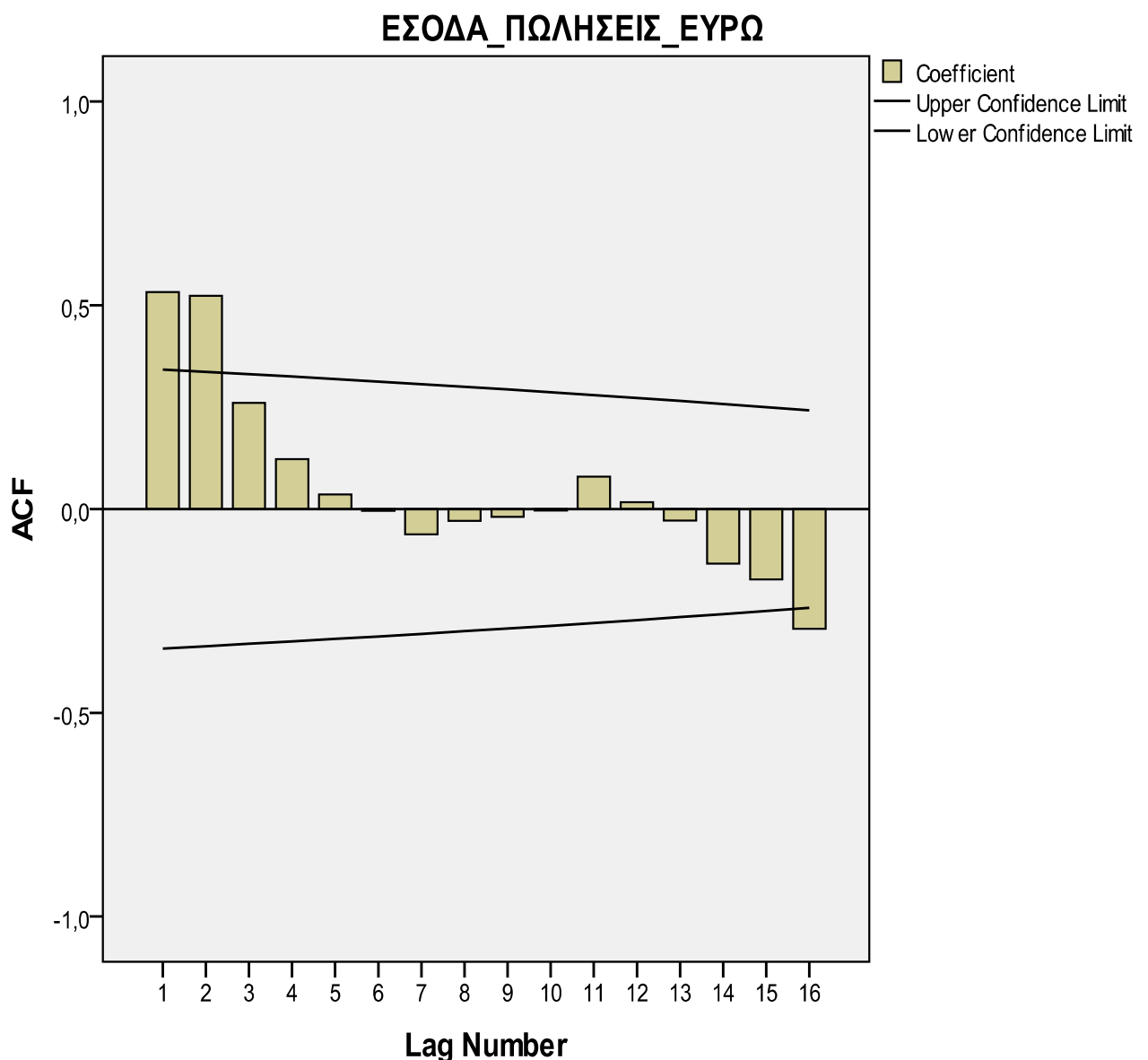
Η γραφική παράσταση που θα χρησιμοποιήσουμε είναι η γνωστή times series plot που μας δείχνει πως μεταβάλλονται τα έσοδα με την πάροδο του χρόνου (στον άξονα x είναι ο χρόνος και άξονας y η μεταβλητή των εσόδων).



Από την παραπάνω γραφική παράσταση αρχικά διαπιστώνουμε ότι δεν είναι στάσιμη κάτι το οποίο θα επιβεβαιωθεί την γραφική παράσταση ACF. Επίσης έχουμε ενδείξεις ότι δεν είναι σταθερή και ως προς τη διασπορά.

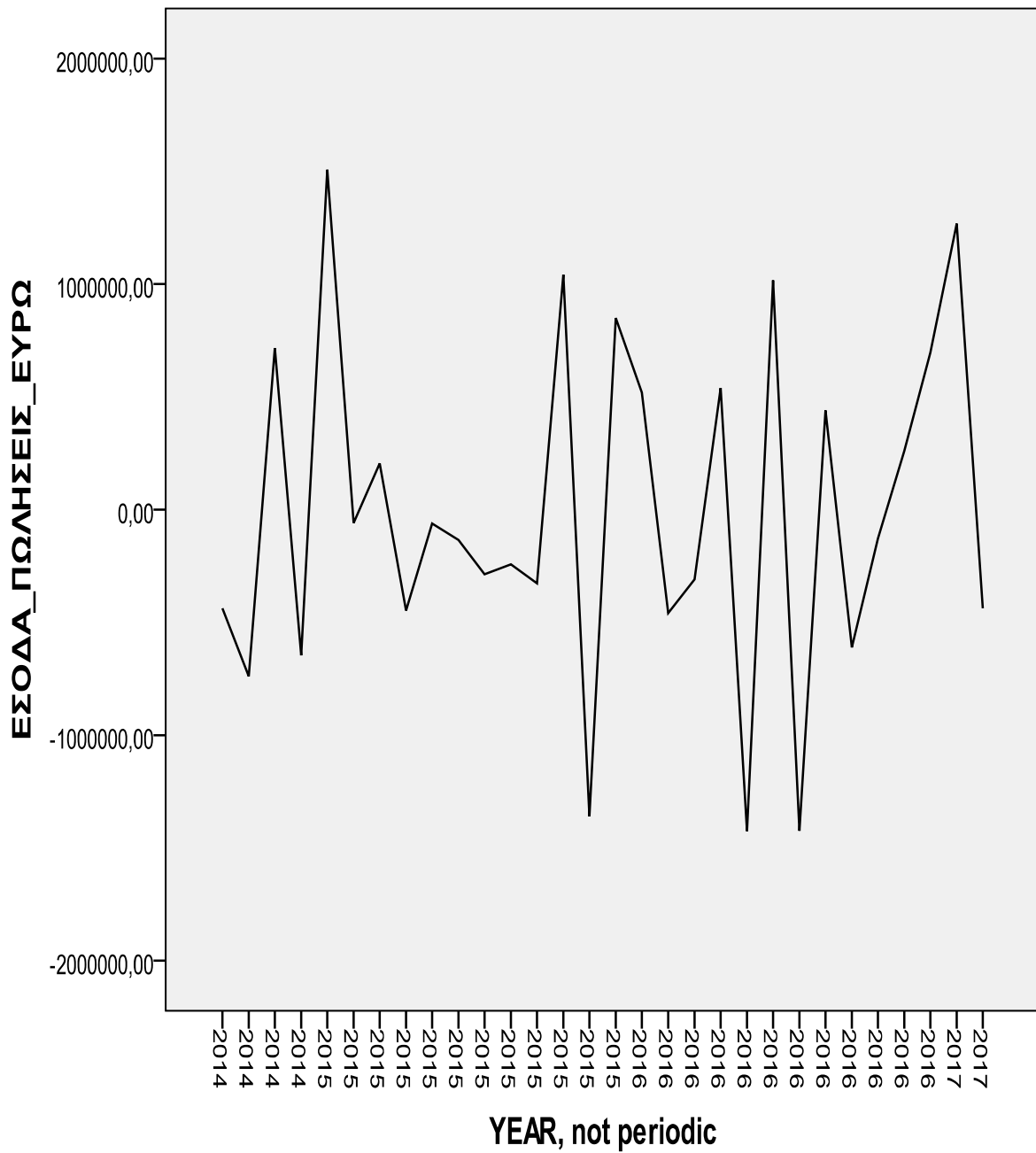
2. ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ACF

Όπως περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο στο στάδιο ταυτοποίησης μιας χρονολογικής σειράς για να διαπιστώσουμε εάν αυτή είναι στάσιμη, κατασκευάζουμε την γραφική παράσταση των αυτοσυσχετίσεων και εξετάζουμε εάν αυτές τείνουν γρήγορα προς το 0 και παραμένουν κοντά στο 0 με την αύξηση της υστέρησης.

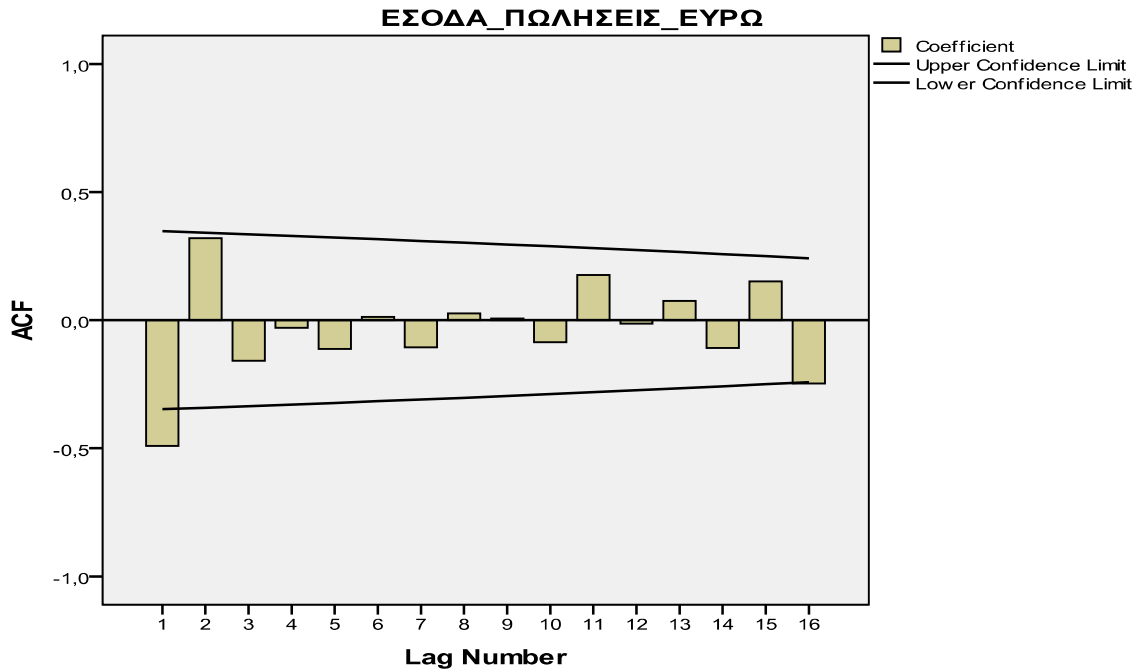


Διαπιστώνουμε ότι δεν είναι στάσιμη γι'αυτό θα πάρουμε τις πρώτες διαφορές και θα φτιάξουμε το ACF των πρώτων διαφορών.

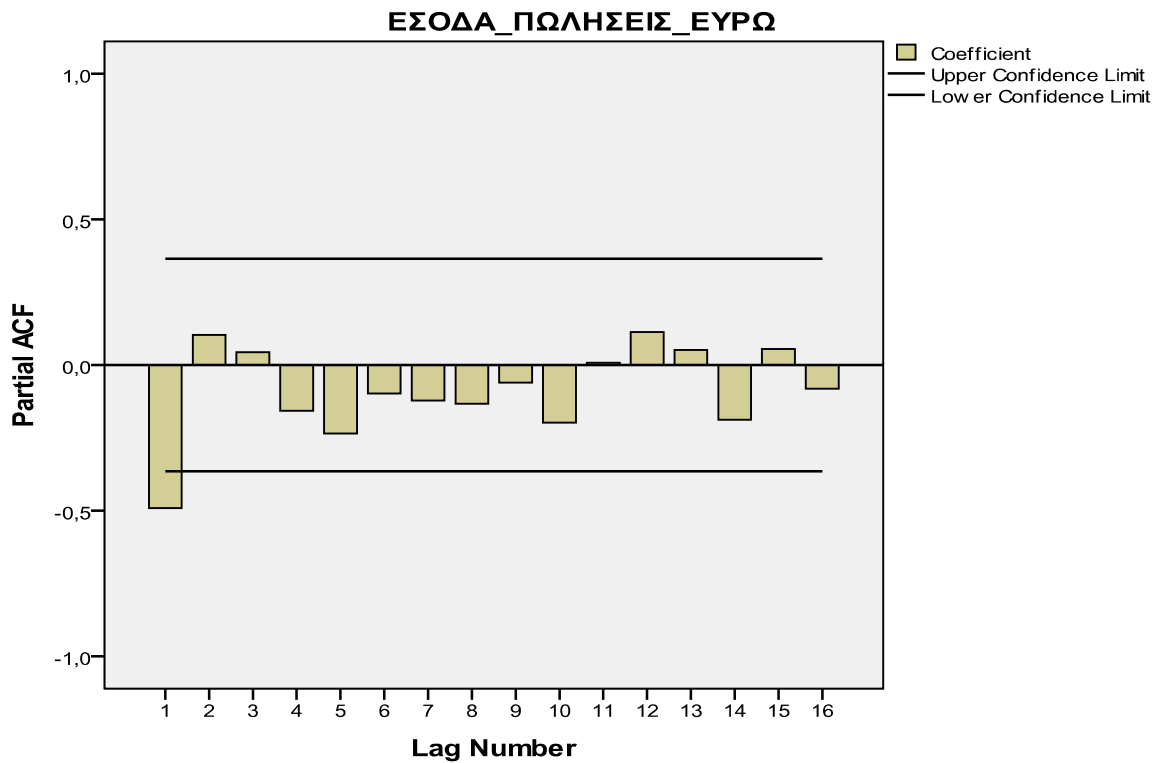
3. ΕΞΕΤΑΣΗ ΠΡΩΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΣΟΔΩΝ



Transforms: difference(1)



Από τις πιο πάνω γραφικές παραστάσεις διαπιστώνουμε ότι η χρονοσειρά μας είναι πλέον στάσιμη καθώς απο το ACF βλέπουμε ότι φθίνει γρήγορα άρα η παράμετρος d του ARIMA $(p,d,q)=1$. Παρατηρούμε ότι μόνο ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης της πρώτης υστέρησης είναι εκτός των ορίων οπότε επιλέγουμε την παράμετρο $q=1$. Για να βρούμε την παράμετρο p θα κατασκευάσουμε την γραφική παράσταση των μερικών αυτοσυσχετίσεων (PACF plot).



Από την παραπάνω γραφική παράσταση διαπιστώνουμε ότι $p=1$.

4. ΕΠΙΛΕΓΩ ΜΟΝΤΕΛΟ ARIMA(1,1,1)

Πρέπει τώρα να εκτιμηθούν οι παράμετροι ϕ_1 και θ_1 και να ελέγξουμε εαν είναι στατιστικά σημαντικές οι εκτιμήσεις. Δηλαδή να γίνουν οι έλεγχοι :

$$H_0: \phi_1=0 \text{ κατά } H_1 \phi_1 \neq 0$$

$$H_0: \theta_1=0 \text{ κατά } H_1 \theta_1 \neq 0$$

ARIMA Model Parameters

				Estimate	SE	t	Sig.
ΕΣΟΔΑ_ΠΩΛΗΣΕΙΣ_ΕΥΡΩ-Model_1	ΕΣΟΔΑ_ΠΩΛΗΣΕΙΣ_ΕΥΡΩ	No Transformation	Constant	-7255,408	91115,625	-,080	,937
			AR Lag 1	-,608	,317	-1,918	,066
			Difference	1			
			MA Lag 1	-,161	,394	-,408	,686

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα ακόλουθα:

$$\widehat{\phi}_1 = -0,608 \text{ με } p\text{-value}=0,066$$

$$\widehat{\theta}_1 = -0,161 \text{ με } p\text{-value}=0,686$$

Παρατηρούμε ότι οι εκτιμήσεις των παραμέτρων μας δεν είναι στατιστικά σημαντικές καθώς δεν ισχύει $p\text{-value} < \alpha$ όπου $\alpha=0,05$. Οπότε θα αφαιρέσουμε πρώτα τη παράμετρο με το μεγαλύτερο $p\text{-value}$ δηλ. Θα εκτιμήσουμε ένα μοντέλο ARIMA(1,1,0).

Σε αυτό το μοντέλο θα γίνει ο ακόλουθος έλεγχος:

$$H_0: \phi_1=0 \text{ κατά } H_1 \phi_1 \neq 0$$

ARIMA Model Parameters

				Estimate	SE	t	Sig.
ΕΣΟΔΑ_ΠΩΛΗΣΕΙΣ_ΕΥΡΩ-Model_1	ΕΣΟΔΑ_ΠΩΛΗΣΕΙΣ_ΕΥΡΩ	No Transformation	Constant	-6339,329	84024,203	-,075	,940
			AR Lag 1	-,486	,165	-2,950	,006
			Difference	1			

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα ακόλουθα:

$$\widehat{\phi}_1 = -0,486 \text{ με } p\text{-value}=0,006$$

$$\widehat{\alpha} = -6339,329 \text{ με } p\text{-value}=0,940$$

Παρατηρούμε ότι η σταθερά δεν είναι στατιστικά σημαντική, οπότε θα επαναλάβουμε την ίδια διαδικασία χωρίς τη σταθερά.

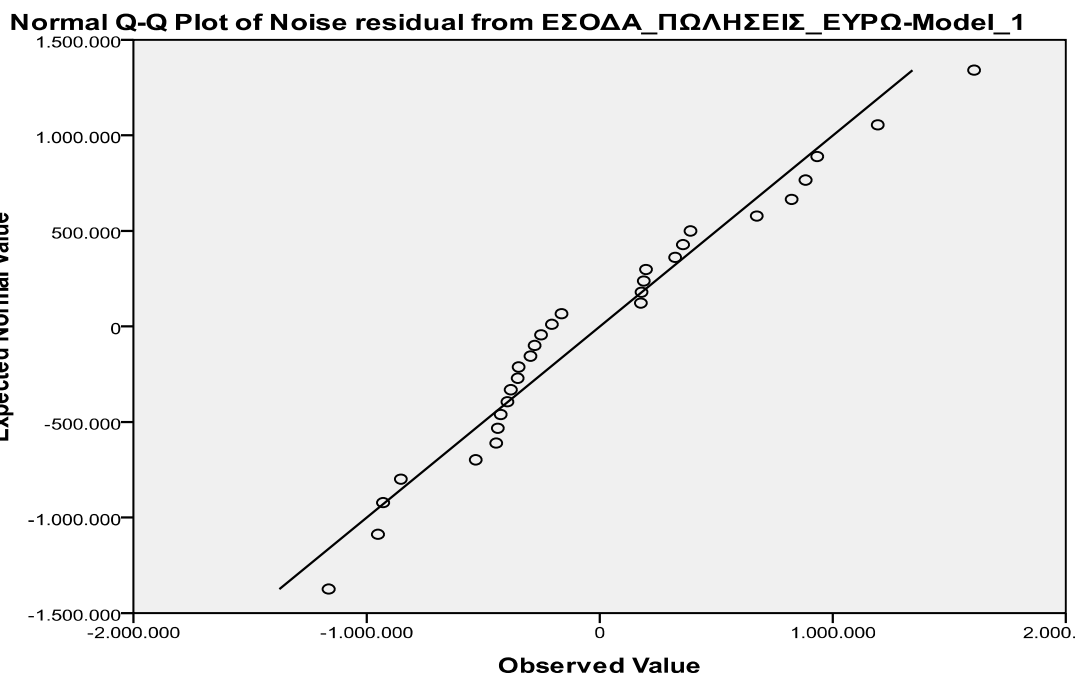
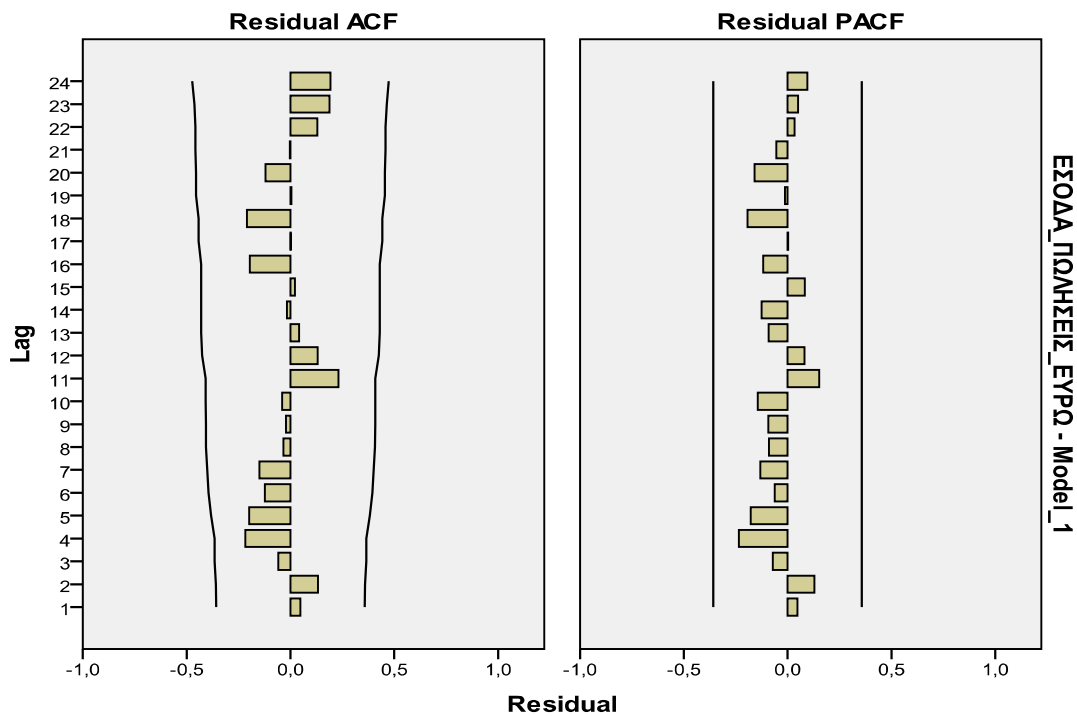
ARIMA Model Parameters

				Estimate	SE	t	Sig.
ΕΣΟΔΑ_ΠΩΛΗΣΕΙΣ_ΕΥΡΩ-Model_1	ΕΣΟΔΑ_ΠΩΛΗΣΕΙΣ_ΕΥΡΩ	No Transformation	AR Lag 1	-,486	,162	-3,003	,005
			Difference	1			

Fit Statistic	Mean	SE	Minimum	Maximum	Percentile						
					5	10	25	50	75	90	95
Stationary R-squared	,244	.	,244	,244	,244	,244	,244	,244	,244	,244	,244
R-squared	,295	.	,295	,295	,295	,295	,295	,295	,295	,295	,295
RMSE	665760,744	.	665760,744	665760,744	665760,744	665760,744	665760,744	665760,744	665760,744	665760,744	665760,744
MAPE	32,710	.	32,710	32,710	32,710	32,710	32,710	32,710	32,710	32,710	32,710
MaxAPE	115,657	.	115,657	115,657	115,657	115,657	115,657	115,657	115,657	115,657	115,657
MAE	544500,544	.	544500,544	544500,544	544500,544	544500,544	544500,544	544500,544	544500,544	544500,544	544500,544
MaxAE	1606086,296	.	1606086,296	1606086,296	1606086,296	1606086,296	1606086,296	1606086,296	1606086,296	1606086,296	1606086,296
Normalized BIC	26,931	.	26,931	26,931	26,931	26,931	26,931	26,931	26,931	26,931	26,931

Αφού καταλήξαμε σε μοντέλο θα συνεχίσουμε με την ανάλυση υπολοίπων.

Για τον έλεγχο υπολοίπων κατασκευάζουμε τις ακόλουθες γραφικές παραστάσεις για να διαπιστώσουμε εαν τα υπόλοιπα είναι λευκός θόρυβος.



Έλεγχος κανονικότητας που ως μηδενική υπόθεση έχει αν υπόλοιπα ακολουθούν κανονική κατανομή. Παρατηρούμε απο τον ακόλουθο πίνακα οτι το p value=0.473 άρα δεν απορρίπτω την μηδενική υπόθεση.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Noise residual from ΕΣΟΔΑ_ΠΩΛΗΣΕΙΣ _ΕΥΡΩ-Model_1
N		30
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-16296,7059
	Std. Deviation	6,65554E5
Most Extreme Differences	Absolute	,154
	Positive	,154
	Negative	-,093
Kolmogorov-Smirnov Z		,845
Asymp. Sig. (2-tailed)		,473

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Τα υπόλοιπα είναι λευκός θόρυβος. Οπότε το μοντέλο θεωρείται κατάλληλο και μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για πρόβλεψη.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις προβλέψεις εσόδων σε ευρώ για τους επόμενους μήνες (3/2017-1/2018).

Forecasts from period 31			
		95% Limits	
Period	Forecast	Lower	Upper
(3/17)	2512549	1211758	3813339
4	2402247	949335	3855159
5	2457667	707596	4207738
6	2429822	501133	4358511
7	2443812	318207	4569418
8	2436783	146836	4726730
9	2440315	-10320	4890950
10	2438540	-159366	5036447
11	2439432	-299503	5178367
12	2438984	-433265	5311233
1/18	2439209	-560820	5439238

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω θεωρήματα σε συνδυασμό με την εφαρμογή μοντέλου πρόβλεψης στην επιχείρηση "X" συμπεραίνουμε πως η πρόβλεψη έχει πολύ μεγάλη σημασία στις επιχειρήσεις.

Στην εργασία ατή έγινε περιγραφή μεθόδων πρόβλεψης που βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα. Είδαμε πως κατά την διαδικασία ανάπτυξης της πρόβλεψης ακολουθούνται συγκεκριμένα βήματα. Εφόσον ο σκοπός για τον οποίο γίνεται η πρόβλεψη γίνει κατανοητός, τα μοντέλα που θα αναπτυχθούν θα πρέπει να εφαρμοστούν στα δεδομένα και να πληρούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Τα αποτελέσματα θα πρέπει να αξιολογούνται σχετικά με την απόδοση τους με χρήση διάφορων κριτηρίων και ελέγχων ακρίβειας. Τα κριτήρια αυτά συνήθως περιγράφουν τα αποτελέσματα μαθηματικών εξισώσεων που, σαν εισόδους, δέχονται τα σφάλματα των προβλέψεων, δηλαδή τις αποκλίσεις των προβλεπόμενων δεδομένων από τα πραγματικά. Για την τελική επιλογή του κατάλληλου μοντέλου πρόβλεψης, η ανάπτυξη πολλαπλών μοντέλων από διαφορετικές μεθόδους και η σύγκριση αυτών έχει θεμελιώδη σημασία. Σημαντικό επίσης είναι τα ιστορικά δεδομένα που θα συμπεριληφθούν στο μοντέλο πρόβλεψης να είναι απολύτως κατανοητά. Μπορεί να κριθεί αναγκαίο να πραγματοποιηθούν τροποποιήσεις στα δεδομένα, όπως ημερολογιακές μετατροπές ή λογαριθμικές μεταμορφώσεις, ώστε να ενισχυθεί η στατιστική τους σημασία. Εφόσον έχει πραγματοποιηθεί ανάκτηση των δεδομένων, η επεξεργασία, η περίληψη και η κατανόηση τους, θεωρητικά έχουν χτιστεί τα θεμέλια για την ανάπτυξη μιας πρόβλεψης. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι πρόβλεψης, η υλοποίηση αυτών όμως εξαρτάται από τη φύση των δεδομένων και τον σκοπό της πρόβλεψης. Οι μέθοδοι πρόβλεψης που αναλύθηκαν σε αυτήν την εργασία είναι η γραμμική παλινδρόμηση και τα στοχαστικά μοντέλα χρονολογικών σειρών ARIMA και η μέθοδος Box Jenkins.

Με την εφαρμογή του μοντέλου πρόβλεψης στα δεδομένα της επιχείρησης "X" καταφέραμε να προβλέψουμε τα έσοδα της επιχείρησης για τους επόμενους 11 μήνες. Η μέθοδος λαμβάνει φυσικά υπόψιν μια απόκλιση του 0,05. Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή της εργασίας, ο τρόπος που διαβάζουμε και ερμηνεύουμε τα δεδομένα δεν θα πρέπει να στηρίζεται μόνο στο μοντέλο πρόβλεψης. Είναι σημαντικό η λήψη αποφάσεων να στηρίζεται στον συνδυασμό μοντέλου πρόβλεψης ως μια μαθηματική, σταθερή και αντικειμενική πληροφορία, αλλά και στην γνώσεις και την εμπειρία των αναλυτών σχετικά με την επιχείρηση και την στρατηγική της. Με τον συνδυασμό αυτών η επιχείρηση μειώνει όσο το δυνατόν περισσότερο την πιθανότητα σφάλματος και παράγει σημαντικές πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. MichelKEvansPracticalBusinessForecastingUKRobertHShumwayDavid S. Stoffer, Time series Analysis and its Applications, London 2011
2. Wiley, Introduction to Time Series Analysis and Forecasting, 2008
3. Time Series analysis and Forecasting, Chapter 15, 2012 Cengage Learning
4. Rob J Hyndman, Business Forecasting Methods, publication 2009

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή πρόβλεψης με την μέθοδο ARIMA.

Δεδομένα επιχείρησης 'X'	
Ημερομηνία	Νόμισμα €
	Έσοδα από πωλήσεις
Aug-14	2764919.25
Sep-14	2327377.55
Oct-14	1588444.98
Nov-14	2304714.61
Dec-14	1659321.76
Jan-15	3165863.96
Feb-15	3107151.51
Mar-15	3311741.48
Apr-15	2864020.50
May-15	2802508.51
Jun-15	2668710.09
Jul-15	2381994.33
Aug-15	2139655.06
Sep-15	1812952.33
Oct-15	2854749.09
Nov-15	1495123.03
Dec-15	2344720.28
Jan-16	2864377.80
Feb-16	2406072.97
Mar-16	2096480.42
Apr-16	2635972.28
May-16	1210665.35
Jun-16	2227245.16
Jul-16	803632.33
Aug-16	1243858.58
Sep-16	633724.00
Oct-16	505547.25
Nov-16	766017.58
Dec-16	1462348.01
Jan-17	2729949.14
Feb-17	2293016.99