ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΝΑΥΛΑΓΟΡΑ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΡΗΣΤΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2009

ΑΘΗΝΑ

ΧΡΗΣΤΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΝΑΥΛΑΓΟΡΑ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2009

Διπλωματική Εργασία

Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών

Συγγραφέας: ΧΡΗΣΤΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Επιβλέπων: ΛΥΡΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ……6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ…….8
1.1 ΓΕΝΙΚΑ……8
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ……..9
1.3 ΔΟΜΗ……..9
1.4 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΓΙΑ ΛΥΣΗ……10
2. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ CONGESTION……12
2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ……...12
2.2 ΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ……...14
2.3 ΛΙΜΑΝΙΑ……...15
2.4 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΗΝ ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ...…….……..17
3. ΜΕΔΟΛΟΓΙΑ…….……..18
4. ΘΕΩΡΙΑ…….……...23
4.1 Η ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ…….……23
4.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ …….……25
4.3 ΘΕΩΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ…….……...27
4.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ…….……..27
4.5 ΙΣΧΥΣ ΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ…….……29
4.6 ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ – ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ…….……30
4.7 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ…….……..30
4.8 ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ…….…….31
4.9 ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ…….…...34
5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ…….…...37
5.1 ΓΕΝΙΚΑ…….…....37
5.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ……..……....39
6. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ……..……..40
6.1 ΓΕΝΙΚΑ……..……...40
6.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ……..……....40
6.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ…….….……....42

6.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ…….….……....44
6.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΕΞΑΡΤΗΣΗΣ…….46
6.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΑΡΞΗΣ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑΣ ΜΝΗΜΗΣ…….….49
6.7 ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ…….….51
7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ…….…54
7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ…….….54
7.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ…….…....56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ……...……..58
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ…….……....59
I ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ…….…….60
II. ΔΕΔΟΜΕΝΑ…….…….96
III. Η ΚΑΤΑΝΟΜΗ X^2…….…….……....101
IV. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΝΑΥΛΑΓΟΡΑ...…….....102

ΚΑΤΑΛΟΓΟΓΟΙ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1……19
ΣΧΗΜΑ 2……36
ΣΧΗΜΑ 3……37
ΣΧΗΜΑ 4……..102

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1……50
ΠΙΝΑΚΑΣ 2……51
ΠΙΝΑΚΑΣ 3……58
ΠΙΝΑΚΑΣ 4……60
ΠΙΝΑΚΑΣ 5……61
ΠΙΝΑΚΑΣ 6……61
ΠΙΝΑΚΑΣ 7……64
ΠΙΝΑΚΑΣ 8……64
ΠΙΝΑΚΑΣ 9……66
ΠΙΝΑΚΑΣ 10……..68
ΠΙΝΑΚΑΣ 11……..71

ΠΙΝΑΚΑΣ 12……..……..73
ΠΙΝΑΚΑΣ 13…….....75
ΠΙΝΑΚΑΣ 14…….....77
ΠΙΝΑΚΑΣ 15…….....80
ΠΙΝΑΚΑΣ 16……83
ΠΙΝΑΚΑΣ 17……85
ΠΙΝΑΚΑΣ 18……87
ΠΙΝΑΚΑΣ 19……89
ΠΙΝΑΚΑΣ 20……91
ΠΙΝΑΚΑΣ 21……93
ΠΙΝΑΚΑΣ 22……93
ΠΙΝΑΚΑΣ 23……94
ΠΙΝΑΚΑΣ 24……96
ΠΙΝΑΚΑΣ 25……..101

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η διπλωματική εργασία έγινε με στόχο να αναλύσουμε το φαινόμενο της παραμονής των πλοίων έξω από τα λιμάνια, αλλά και την επίδρασή του στην ναυλαγορά. Βέβαια μια τέτοια διπλωματική εργασία έχει ως εγγύτερο στόχο την εύρεση μιας μεθόδου πρόβλεψης του φαινομένου που εξετάζεται ή της ναυλαγοράς, εφόσον φυσικά αυτό είναι εφικτό.

Στην εργασία αυτή εξηγούμε το φαινόμενο της συμφόρησης των πλοίων, που είναι η πολυήμερη παραμονή των πλοίων έξω από τα λιμάνια, μέχρι να μπορέσουν να ξεφορτώσουν, βρίσκουμε τους λόγους που αυτό υπάρχει, όπως για παράδειγμα είναι η έλλειψη χωρητικότητας των λιμένων, παρατηρούμε την αλληλεπίδραση του με την ναυλαγορά και κάνουμε μια ιστορική αναδρομή. Καταλαβαίνουμε πόσο σημαντικό ρόλο παίζει στο επίπεδο των ναύλων, αφού όσο πιο έντονο είναι το φαινόμενο, τόσο δείχνουν να αυξάνονται οι τιμές των ναύλων, αλλά και στη ρύπανση του περιβάλλοντος, αφού η παραμονή ενός μεγάλου αριθμού πλοίων σε μια τοποθεσία, μολύνει την θαλάσσια περιοχή, όχι μόνο με τα απόβλητα του προσωπικού, αλλά και με τα λειτουργικά απόβλητα και όχι μόνο (το θερμό νερό που εκλύεται στη θάλασσα διαταράσσει το οικοσύστημα της περιοχής και αυξάνεται το φυτοπλακτόν, ενώ παράλληλα η γάστρα του ακίνητου πλοίου μολύνεται ταχύτερα). Αξίζει να σημειώσουμε ακόμα, ότι εάν ο καπετάνιος ήξερε πότε θα εξυπηρετηθεί το πλοίο του, τότε θα μπορούσε να καθορίσει την ταχύτητα του πλοίου του έτσι ώστε να φτάσει στο λιμάνι λίγο πριν εξυπηρετηθεί. Με αυτό τον τρόπο η κατανάλωση καυσίμου και κατ' επέκταση και η ρύπανση της ατμόσφαιρας θα περιορίζονταν, αφού το πλοίο θα κινιόταν με μικρότερη ταχύτητα, λιγότερες στροφές στη μηχανή, αλλά και μικρότερη αντίσταση! Σε έναν τέτοιο περιβαλλοντολογικού σχεδιασμού πλάνο βέβαια θα ήταν χρήσιμο να λάβουμε υπόψην μας ότι τα μεγαλύτερου μεγέθους πλοία καταναλώνουν, ως προς το μεταφερόμενο φορτίο και τα μίλια, λιγότερη ενέργεια από ότι τα μικρότερα πλοία.

Στη συνέχεια κάνουμε την στατιστική ανάλυση του φαινομένου για να δούμε αν μπορούμε να φτιάξουμε κάποιο μοντέλο που να προσομοιάζει και να προβλέπει το φαινόμενο. Η στατιστική ανάλυση ξεκινάει με τον έλεγχο της στασιμότητας και ακολουθούν οι πολύ σημαντικοί έλεγχοι της κανονικότητας και της ανεξαρτησίας. Κατά τον έλεγχο της στασιμότητας παρατηρήσαμε ότι πρέπει να κάνουμε έναν μετασχηματισμό των δεδομένων μας και να χρησιμοποιήσουμε την χρονοσειρά των αποδόσεων ώστε να προχωρήσουμε σε περαιτέρω έρευνα του φαινομένου.

Με τους επόμενους ελέγχους βρίσκουμε ότι η χρονοσειρά των αποδόσεων είναι τελικά στάσιμη, μη κανονική και ανεξάρτητη, τα οποία και δίνουμε συγκεντρωτικά μετά τους ελέγχους. Στο παράρτημα δίνουμε όλους τους πίνακες και τις πράξεις που έγιναν για να καταλήξουμε σε αυτά τα αποτελέσματα.

Τέλος συμπεραίνουμε ότι αυτή την χρονοσειρά δεν μπορούμε να την προβλέψουμε με κάποιο μοντέλο, αλλά μπορούμε να βρούμε λύσεις για την μείωση του φαινομένου όταν αυτό παρουσιάζει έξαρση όπως για παράδειγμα την δημιουργία ενδιάμεσων σταθμών φόρτο-εκφόρτωσης. Και αν λάβουμε υπόψην μας και τις πρόσφατες εξελίξεις (κατάρρευση της παγκόσμιας οικονομίας), καταλαβαίνουμε ότι μακροχρόνια πρόβλεψη για το φαινόμενο δεν μπορούμε να κάνουμε, αφού επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η διπλωματική αυτή έχει σαν θέμα της την μελέτη του φαινομένου της πολυήμερης παραμονής πλοίων έξω από τα λιμάνια λόγω έλλειψης χωρητικότητας των λιμανιών. Θα αναφερόμαστε στο φαινόμενο αυτό στο εξής ως « φαινόμενο» ή ως «συμφόρηση».

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν βρέθηκαν από το διαδικτυακό τόπο του Global Ports και αφορούν πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην για μεταφορά κάρβουνου. Στο διαδίκτυο βρήκαμε και άλλες ιστοσελίδες για την συμφόρηση των πλοίων όπως και κάποια άρθρα που μας βοήθησαν στην βαθύτερη κατανόηση του θέματος.

Η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε προέρχεται από το βιβλίο « Ανάλυση και Έλεγχοι Μονομεταβλητών Χρηματοοικονομικών Χρονολογικών Σειρών » του Κ. Συριόπουλου, αλλά και το βιβλίο «100 statistical tests» του Gopal K.Kanji. Επίσης χρησιμοποιήσαμε τα βιβλία «Εισαγωγή στη Στατιστική Σκέψη» του Ι. Πανάρετου, «Γραμμικά μοντέλα » του Ι. Πανάρετου αλλά βέβαια και το βιβλίο « Οικονομική Θαλασσίων Μεταφορών » του Χ. Ψαραύτη.

Για την μελέτη του φαινομένου και την ανάλυσή του χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία του MATLAB, του EXCEL και του SPSS, αλλά διάφοροι πίνακες από τα παραπάνω βιβλία.

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Η διπλωματική αυτή έχει σαν σκοπό την ανάλυση ενός σύγχρονου φαινομένου που επηρέασε ιδιαίτερα το επίπεδο των ναύλων τα τελευταία χρόνια. Έτσι με βάση την ανάλυση μιας δεδομένης κατανομής που αντιπροσωπεύει την μέση αναμονή σε μέρες των πλοίων που περιμένουν για να εξυπηρετηθούν από τα σημαντικότερα λιμάνια της Αυστραλίας θα προσπαθήσουμε να ερμηνεύσουμε την συμφόρηση των πλοίων. Τα δεδομένα αφορούν πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην (bulk – carrier) που μεταφέρουν κάρβουνο. Ο απώτερος στόχος της διπλωματικής είναι να δούμε αν υπάρχουν στοιχεία τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη του φαινομένου στο μέλλον (για παράδειγμα κάποιου είδους κανονικότητα της κατανομής). Ακόμα θα προσπαθήσουμε να συνδέσουμε κάποια στοιχεία του φαινομένου (όπως τις μέγιστες και τις ελάχιστες τιμές) με γεγονότα που επιρρέασαν, ή πιθανόν να επιρρέασαν την Ναυτιλία (όπως λόγου χάρη η Κινέζικη πρωτοχρονιά). Είναι βέβαια σαφές ότι η κρίση του χρηματοπιστωτικού συστήματος επιρρέασε σε έντονο βαθμό το φαινόμενο του congestion, δηλαδή της συσσώρευσης, έξω από το λιμάνι, πλοίων που περιμένουν να εξυπηρετηθούν. Τέλος θα προσπαθήσουμε να δώσουμε λύσεις που θα οδηγούσαν στην ύφεση του φαινομένου, όταν αυτό βέβαια είναι έντονο.

1.3 ΔΟΜΗ

Στη διπλωματικής μας θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε το φαινόμενο που μελετάμε αξιοποιώντας της πηγές μας με την χρήση συγκεκριμένων ελέγχων. Πιο συγκεκριμένα θα κάνουμε μια περιγραφή του φαινομένου και βέβαια θα δώσουμε κάποια στοιχεία θεωρίας που θα μας χρειαστούν για την μελέτη μας. Ακολούθως θα εξηγήσουμε την μεθοδολογία με την οποία θα κάνουμε την ανάλυση του φαινομένου μέσα από τους διάφορους ελέγχους και τέλος αφού δούμε τα αποτελέσματα από κάθε

έλεγχο που κάναμε, αλλά και συγκεντρωτικά και έπειτα θα προσπαθήσουμε να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα και αν μπορούμε να κάνουμε πρόβλεψη του φαινομένου για μελλοντικές χρήσεις, αλλά και να δώσουμε κάποιες λύσεις στην περίπτωση που το φαινόμενο γίνει ξανά ένα υπαρκτό και επιζήμιο πρόβλημα για την Ναυτιλία.

Πιο αναλυτικά η εργασία αυτή θα έχει την ακόλουθη μορφή:

- Στο πρώτο μέρος θα δώσουμε κάποια βασικά στοιχεία της μεθοδολογίας που θα ακολουθήσουμε για την μελέτη.
- Ακολούθως θα δώσουμε κάποια στοιχεία της θεωρίας που θα μας φανούν χρήσιμα στην συνέχεια.
- Στο τρίτο μέρος θα κάνουμε μια παρουσίαση των δεδομένων μας και θα δούμε κάποια χαρακτηριστικά τους.
- Στο επόμενο μέρος της διπλωματικής θα ακολουθήσουν οι έλεγχοι που κάναμε. Οι πίνακες και οι πράξεις με τους οποίους έγιναν οι έλεγχοι θα παρατεθούν σε παράρτημα.
- Τέλος με βάση τα αποτελέσματα των ελέγχων θα προβούμε σε κάποια συμπεράσματα και έπειτα σε προτάσεις για την εξομάλυνση και μείωση του φαινομένου, αν φυσικά αυτό κριθεί αναγκαίο.

1.4 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΓΙΑ ΛΥΣΗ

Ιστορική Αναδρομή

Στα βάθη της ιστορίας χάνεται το φαινόμενο της συμφόρησης των πλοίων. Μπορεί κανείς να πει ότι η κατασκευή των πρώτων λιμανιών ήταν και η αρχή για το φαινόμενο. Αυτό συνέβαινε από τότε διότι παρόλο που τα πολεμικά πλοία μπορούσαν να δένονται μεταξύ τους, και έτσι να πιάνουν λιγότερο χώρο στο λιμάνι, τα εμπορικά, για λόγους φορτοεκφόρτωσης, έπρεπε να δένουν στην αποβάθρα. Το φαινόμενο βέβαια στην αρχή δεν θα ήταν η αναμονή των πλοίων αρόδο για μια εβδομάδα, αλλά για λίγα λεπτά. Έτσι, μπορούμε να πιθανολογήσουμε ότι είχαμε τα πρώτα φαινόμενα

του συμφόρησης των πλοίων στον Νείλο, όταν τα πλοία μετέφεραν προιόντα διασχίζοντας τον ποταμό, προς την μια κατεύθυνση παρασυρόμενα από το ρεύμα, και από την άλλη κατεύθυνση με χρήση των πανιών. Η πρώτη αναφορά που έχουμε για βελτίωση κάποιου λιμένα είναι το 478 π.Χ. για το λιμάνι του Πειραιά, που αύξησε και την χωρητικότητά του.

Το πρόβλημα σήμερα

Από το 2000 και έπειτα παρατηρήθηκε σε πολλά από τα μεγαλύτερα λιμάνια του παγκόσμιου εμπορίου, όπως το Rotterdam αλλά και το Newcastle της Αυστραλίας, το φαινόμενο να περιμένουν πλοία αρόδο για πολλές ημέρες προκειμένου να βρεθεί χώρος στον λιμένα για να εισέλθουν και να πραγματοποιήσουν τις φορτοεκφορτώσεις τους . Αυτό με την σειρά του οδήγησε σε αύξηση του επιπέδου των ναύλων επειδή η παραμονή των πλοίων έξω από τα λιμάνια ουσιαστικά οδηγούσε σε φαινομενική έξοδο των πλοίων από την αγορά. Επαγωγικά σκεπτόμενοι καταλαβαίνουμε ότι προβλέποντας τον όγκο της συμφόρησης σε παγκόσμια κλίμακα, θα μπορούσαμε να βγάλουμε ένα πρώτο συμπέρασμα για τον τρόπο που θα κινηθεί και το επίπεδο των ναύλων. Αυτό λοιπόν που απαιτείται σε πρώτη φάση, και με το οποίο θα ασχοληθούμε, είναι η ανάλυση του φαινομένου της παραμονής των πλοίων έξω από τα λιμάνια. Όσο πιο πολλές ημέρες η μέση αναμονή ενός πλοίου, τόσο μεγαλύτερη η τάση αύξησης των ναύλων.

2. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ως φαινόμενο της συμφόρησης (που οι αγγλόφωνοι καλούν Congestion), και ειδικότερα στον τομέα της Ναυτιλίας ονομάζεται το φαινόμενο της συγκέντρωσης μεγάλου αριθμού πλοίων έξω από ένα λιμάνι, που θέλουν να ξεφορτώσουν το φορτίο τους ή να παραλάβουν νέο, αλλά δεν υπάρχει η απαιτούμενη χωρητικότητα από το λιμάνι την συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα πλοία να περιμένουν μέρες, βδομάδες, ακόμα και έναν μήνα έξω από ένα λιμάνι προκειμένου να δέσουν σε αυτό.

Το γεγονός παρατηρείται σε μικρή κλίμακα και στην Ελλάδα. Για παράδειγμα όσοι έχουν αποπλεύσει από το λιμάνι του Πειραιά θα έχουν παρατηρήσει διάφορα containerships και bulk-carriers να περιμένουν ανοικτά του λιμένα. Αρκετοί θα θυμούνται και την απεργία των ναυτεργατών που δεν επέτρεπε στα containerships να δέσουν και να εξυπηρετηθούν από τον σταθμό (terminal) του λιμανιού, με αποτέλεσμα κάποια να αποχωρήσουν για να βρουν άλλο λιμάνι.

Το φαινόμενο της συμφόρησης μπορεί να εμφανιστεί ακόμα και στην ακτοπλοΐα. Λόγω της μεγάλης πυκνότητας των δρομολογίων πολλά πλοία μπορεί να έχουν φτάσει, το καλοκαίρι ιδιαίτερα, έξω από το λιμάνι προορισμού και να περιμένουν αρόδο για να βγει κάποιο άλλο πλοίο και να ελευθερωθεί θέση για αυτά. Αυτό το φαινόμενο ωστόσο στην ακτοπλοΐα, που οφείλεται συνήθως σε καθυστέρηση κάποιου πλοίου, είναι σε μικρή κλίμακα αφού είναι σπάνιο να περιμένει κάποιο πλοίο πάνω από μισή ώρα για να δέσει, καθόσον τα δρομολόγια είναι

προγραμματισμένα και προφανώς έχει προβλεφθεί το φαινόμενο αυτό για να μην ταλαιπωρούνται οι επιβάτες. Δηλαδή το φαινόμενο της αναμονής των πλοίων έξω από τα λιμάνια δεν αφορά τόσο τα τακτικά και προγραμματισμένα δρομολόγια, όσο τα πλοία που ευκαιριακά βρίσκονται να περιμένουν να εξυπηρετηθούν από κάποιο λιμάνι. Ένας από τους λόγους που συμβαίνει αυτό, είναι ότι ο εκάστοτε λιμένας δίνει προτεραιότητα στα πλοία που επισκέπτονται το λιμένα τακτικά και θέτει σε δεύτερη μοίρα τα πλοία που βρίσκονται ευκαιριακά στην περιοχή. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε εξάλλου ότι υπάρχουν εταιρίες που «κλείνουν» συγκεκριμένες ημερομηνίες για τα πλοία τους σε διάφορα λιμάνια, και έτσι εάν βρεθούν τα πλοία της εταιρίας αυτής έξω από κάποιο λιμάνι στις συγκεκριμένες ημερομηνίες, ο λιμένας θα πρέπει να τα εξυπηρετήσει άμεσα. Αυτό βέβαια μπορεί να φαίνεται ότι μειώνει το φαινόμενο της συμφόρησης, αλλά η πραγματικότητα μπορεί πολύ διαφορετική, ιδιαίτερα εάν τα πλοία της εταιρίας που έχει κλείσει τις συγκεκριμένες ημερομηνίες, δεν εμφανίζονται στις ημερομηνίες που είναι προγραμματισμένη η φορτοεκφόρτωσή τους στον λιμένα. Αυτό οδηγεί τον λιμένα να μην μπορεί να διαθέσει κάποιες αποβάθρες σε πλοία που περιμένουν να εξυπηρετηθούν, ανάλογα βέβαια με την συμφωνία που έχει γίνει με την προαναφερθείσα εταιρία. Επίσης, εάν τα πλοία της συγκεκριμένης εταιρίας φτάσουν στο λιμάνι σε χρόνο διαφορετικό αυτού που έχει συμφωνηθεί με τη διοίκηση του λιμένα, θα πρέπει να περιμένουν να εξυπηρετηθούν αυτά που έχουν φτάσει νωρίτερα έξω από το λιμάνι. Επομένως υπάρχει περίπτωση οι συμφωνίες αυτές να οξύνουν περαιτέρω το φαινόμενο. Ένα τέτοιο σύστημα πρωτο-εφαρμόστηκε και στον Ο.Λ.Π το 1998. Η εξυπηρέτηση των πλοίων γινόταν κατά προτεραιότητα με « rendez – vous ». Φυσικά ένα τέτοιο σύστημα εξυπηρέτησης δεν βολεύει την ναυλαγορά Charter αλλά μόνο τα πλοία γραμμής που μπορούν να εφαρμόσουν ένα πρόγραμμα και μια τακτικότητα στα δρομολόγια τους.

Η συμφόρηση σε μεγαλύτερα λιμάνια, είναι ένα φαινόμενο που προβληματίζει. Ο λόγος είναι ότι η παραμονή των πλοίων για μεγάλο χρονικό διάστημα έξω από το λιμάνι δημιουργεί στη ναυλαγορά Charter φαινομενική έλλειψη πλοίων, δηλαδή κάποια πλοία φαίνεται να βγαίνουν από την καμπύλη στο διάγραμμα διατιθέμενης μεταφορικής ικανότητας – στιγμιαίου ναύλου και έτσι αυτή φαίνεται να μετατοπίζεται αριστερά. Η μετατόπιση της καμπύλης αριστερά αυξάνει την τιμή των ναύλων (Για περισσότερη ανάλυση βλέπε Παράρτημα).

2.2 ΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Το αποτέλεσμα του φαινομένου αυτού είναι να μπαίνουν στην ναυλαγορά charter νέα πλοία, χωρίς απαραίτητα να πέφτουν οι τιμές των ναύλων, ενώ παρατηρήθηκε και το φαινόμενο να εξακολουθούν να αυξάνονται οι τιμές. Μάλιστα ο ρυθμός ζήτησης για νέα πλοία την προηγούμενη περίοδο ήταν τόσο μεγάλος, που ένα πλοίο πενταετίας μπορεί να είχε αξία μεγαλύτερη αυτής που είχε για να κατασκευαστεί, αλλά και μεγαλύτερη ακόμα και εκείνης των νέων πλοίων, αφού μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αμέσως. Από την άλλη, τα πλοία υπό κατασκευή μπορεί να είχαν αλλάξει πλοιοκτήτη τρεις και τέσσερις φορές, πριν ακόμα εγκαταλείψουν την ναυπηγική κλίνη! Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι πολλά ναυπηγεία είχαν σταματήσει να δέχονται νέες παραγγελίες, παρότι το κέρδος ενός ναυπηγείου για την κατασκευή ενός νέου πλοίου μπορεί την περίοδο εκείνη να ξεπερνούσε την τιμή ενός νέου πλοίου μερικά χρόνια πριν.

Είναι γνωστό ότι τα ωραία δεν κρατούν πολύ. Και αν για μια περίοδο η είσοδος νέων πλοίων στην ναυλαγορά δεν οδηγούσε σε μείωση των ναύλων, αυτό δεν μπορούσε να συμβαίνει για πάντα, αφού η ναυλαγορά θα έπρεπε να υπακούσει στους νόμους της προσφοράς και της ζήτησης. Το γεγονός ότι αυτό συνέβη μετά την εμφάνιση της διεθνούς χρηματοπιστωτικής κρίσης μας δίνει να καταλάβουμε ότι το φαινόμενο χρειαζόταν έναν καταλύτη που θα επιτάχυνε την πορεία προς την ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης για τον καθορισμό του επιπέδου των ναύλων.

Σήμερα, εν μέσω της χρηματοπιστωτικής κρίσης, ακυρώνονται οι περισσότερες κατασκευές νέων πλοίων, εξαιτίας τόσο της πτώσης των ναύλων στο ένα δέκατο της τιμής που υπήρχε πριν το καλοκαίρι του 2008 λόγω της κατακόρυφης πτώση της ζήτησης, όσο και της έλλειψης ρευστότητας των τραπεζών που χρηματοδοτούσαν την κατασκευή των νέων πλοίων. Μάλιστα, ακυρώνονται παραγγελίες πλοίων για τα οποία είχαν δοθεί προκαταβολές με ποσόν μεγαλύτερο της τιμής ενός τέτοιου πλοίου σήμερα και τα πλοία σχηματίζουν ουρές αναμονής στα

διαλυτήρια πλοίων για να πουληθούν ως σκραπ, η τιμή του οποίου λόγω της υπερπροσφοράς πλοίων έχει καταρρεύσει!

Τέλος, αξίζει να σημειώσουμε ότι το επίπεδο των ναύλων σήμερα, επειδή είναι πολύ χαμηλό, επιτρέπει μόνο σε πλοία νέα και μεγάλα να δουλεύουν στην ναυλαγορά, επειδή έχουν λιγότερα έξοδα συντήρησης και έχουν μικρότερο απαιτούμενο ναύλο λόγω της οικονομίας κλίμακας που αυτά επιτυγχάνουν.

2.3 ΛΙΜΑΝΙΑ

Τα λιμάνια που έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το φαινόμενο του congestion είναι (ανά χώρα):

Στην Αυστραλία:

- Haypoint
- Dalrymple Bay
- Newcastle
- Gladstone
- Geraldstone
- Port Hedland
- Abbot Point
- Port Walcott

Στην Βραζιλία:

- Ponta da Madeira
- Itaguai
- Guaiba Island
- Tubarao

Στην Ινδία:

- Paradip
- Chennai
- Tuticorin

Στην Κίνα:

- Qingdao
- Baoshan
- Shanghai
- Beilun
- Caofeidian
- Huanghua

Στη Κολομβία:

- Puerto Bolivar
- Puerto Drummond

Στην Νότιο Αφρική:

- Saldanha Bay
- RBCT

Στο Ταϊβάν:

- Kaohsiung

2.4 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΗΝ ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

Αξίζει να σημειώσουμε ότι λόγο του congestion υπήρξαν και αρκετά ναυτικά ατυχήματα, αφού λόγω της παρατεταμένης παραμονής των πλοίων έξω από τα λιμάνια, σε κάποιες περιπτώσεις η κακοκαιρία τα οδήγησε να εξοκείλουν. Παράδειγμα αποτελούν το 225 μέτρων πλοίο μεταφοράς φορτίου χύδην *Pasha Bulkerto* το οποίο εξόκειλε περιμένοντας μια θέση στο λιμάνι του Newcastle της Αυστραλίας ,αλλά και το *Sea Confidence,* ανοικτά του Stockton Beach.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στο λιμάνι Ponta da Madeira της Βραζιλίας οι υπεύθυνοι που σκέφτονταν να κλείσουν το λιμάνι λόγω του αυξημένου επίπεδο των βροχοπτώσεων για την ασφάλεια των πλοίων που ήταν μέσα, φοβόντουσαν ότι αυτό θα αύξανε πολύ την ουρά αναμονής των πλοίων που περίμεναν έξω από αυτό για να εξυπηρετηθούν. Επίσης απέδιδαν την αύξηση του congestion στο γεγονός ότι τα πλοία που εξυπηρετούνταν εκείνη την περίοδο χρειαζόντουσαν περισσότερο χρόνο για την φορτοεκφόρτωση απ' ότι συνήθως λόγω της βροχής.

Οι Κινέζοι στάθηκαν άτυχοι στην μελέτη του φαινομένου, καθώς η ανάλυση που έκαναν τους οδήγησε στην αναβάθμιση και κατασκευή λιμανιών τόσο μεγάλων ώστε να μειώσουν το φαινόμενο του congestion.

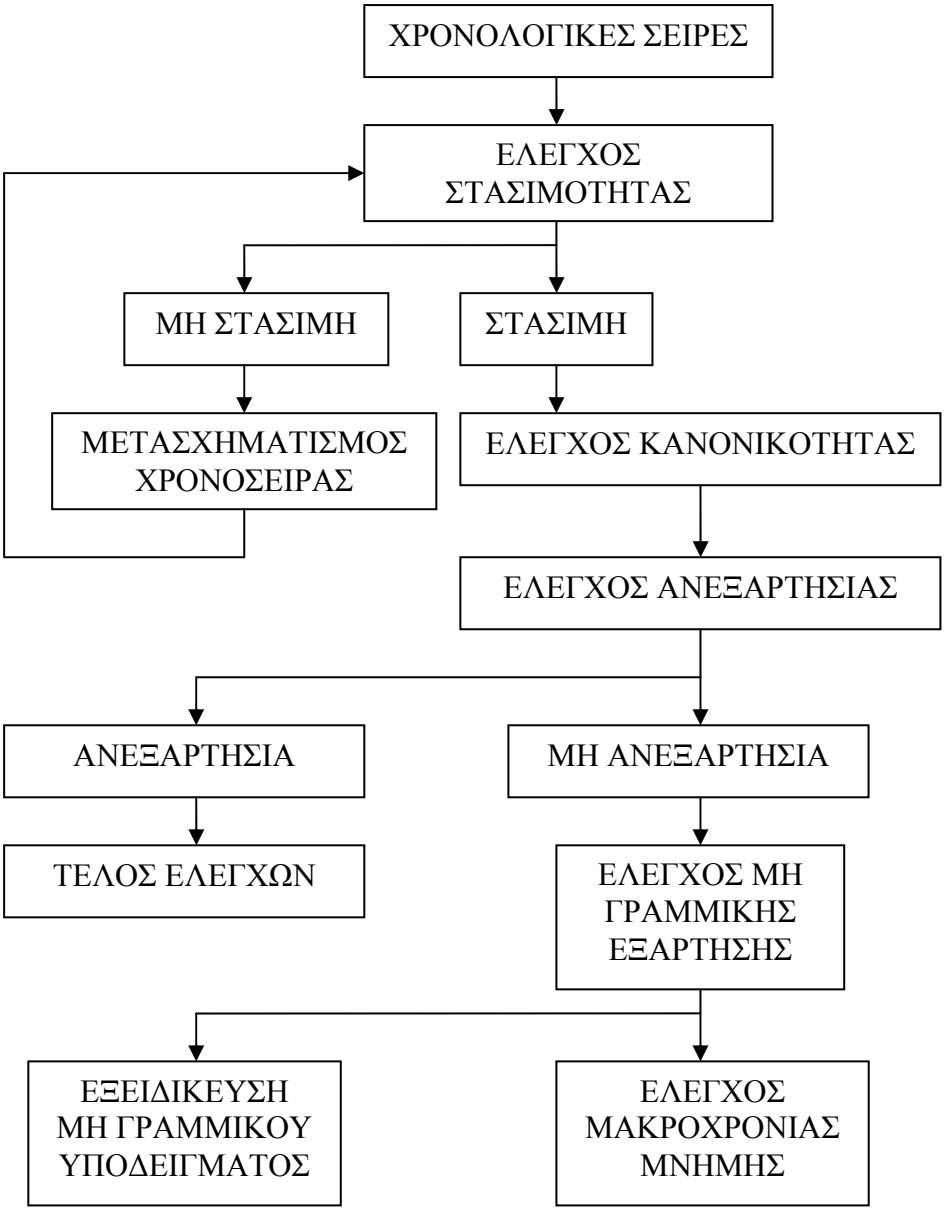
Ο προφανής μακροπρόθεσμος στόχος τους ήταν να μετατρέψουν τα παράλια της Κίνας στον πυρήνα του διεθνούς εμπορίου και διακίνησης αγαθών. Η ολοκλήρωση της αναβάθμισης και της κατασκευής των νέων λιμανιών που θα εξυπηρετούσε τεράστιο αριθμό πλοίων ταυτόχρονα, συνέπεσε πρακτικά με την σημερινή οικονομική κρίση που οδήγησε στον τερματισμό του φαινομένου.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε για την ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώσαμε ήταν σύμφωνη με την ανάλυση των χρονοσειρών που υπάρχει στο βιβλίο του Κ. Συριόπουλου «Ανάλυση Χρηματοοικονομικών Χρονοσειρών». Με βάση την λογική αυτού του βιβλίου αλλά και τα αποτελέσματα που εξάγονταν από τον κάθε έλεγχο προχωρούσαμε στον επόμενο, ώστε να γνωρίσουμε όσο γίνεται καλύτερα τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς που διαθέτουμε. Στην πραγματικότητα η όλη εργασία μας βασίζεται στην μελέτη της ιστορίας της μεταβλητής που παρουσιάζει αυτή την συμπεριφορά. Η περιγραφή της ιστορικής συμπεριφοράς της μεταβλητής που μας ενδιαφέρει και η οποία δημιουργεί την χρονοσειρά μπορεί να μας οδηγήσει στην εξήγηση και την πρόβλεψη της ιστορίας της μεταβλητής στο μέλλον!

Με βάση το μοντέλο που επιλέξαμε θα μπορούσαμε να αναπαραστήσουμε την μεθοδολογία με ένα δενδροειδές διάγραμμα:



Γράφημα 1. Ροή ελέγχων της χρονοσειράς

Ο έλεγχος μας χρονοσειράς μας θα ξεκινήσει με τον έλεγχο μας στασιμότητας. Μας ο έλεγχος έγινε με βάση την μεθοδολογία των Dickey- Fuller. Ο επαυξημένος έλεγχος των Dickey – Fuller, που απαιτεί την παλινδρόμηση του υποδείγματος, εξετάζει την συνθήκη κατά την οποία μια διαδικασία έχει μοναδιαία ρίζα και εάν οι πρώτες διαφορές μπορούν να απομακρύνουν την ρίζα αυτή. Η μηδενική υπόθεση για τον έλεγχο αυτό θεωρεί ότι η διαδικασία είναι μη στάσιμη.

Στην περίπτωση που ο έλεγχος μας δεν μας δείξει ότι ή διαδικασία είναι στάσιμη, δηλαδή δεν μπορέσουμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση, θα πρέπει

να κάνουμε ένα μετασχηματισμό την χρονοσειρά μας ώστε να γίνει στάσιμη και να μπορέσουμε να συνεχίσουμε μας ελέγχους.

Ο επόμενος έλεγχος που θα κάνουμε είναι μας μας κανονικότητας. Ο έλεγχος μας κανονικότητας είναι πολύ σημαντικός στην ανάλυση μας συμπεριφοράς των κεφαλαιαγορών, μιας και μια χρονοσειρά αποδόσεων που κατανέμεται κανονικά οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι αποδόσεις είναι μας σε κάθε επενδυτικό ορίζοντα. Στην κανονική κατανομή, μας οι «μονές» ροπές μεγαλύτερες μας δευτέρας τάξης είναι μηδέν και έτσι η ασυμμετρία, που είναι η ροπή τρίτης τάξης και μας πληροφορεί αν οι τιμές μιας μεταβλητής διατάσσονται συμμετρικά γύρω από το μέσο μας κατανομής, είναι μηδέν. Μας, η κύρτωση, που είναι η ροπή τέταρτης τάξης, κινείται γύρω από το τρία. Η μηδενική υπόθεση είναι ότι η κατανομή είναι κανονικά κατανεμημένη. Έτσι, ο έλεγχος γίνεται πάντοτε βάσει των πινάκων μας κανονικής κατανομής για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας. Έπειτα από τον έλεγχο μας κανονικής κατανομής, κάνουμε τον έλεγχο Jarque – Bera, ο οποίος γίνεται μας για την κανονικότητα. Ο έλεγχος μας είναι μας από κοινού έλεγχος για την κανονικότητα μιας μεταβλητής, επειδή χρησιμοποιεί και μας δύο συντελεστές, δηλαδή κύρτωσης και ασυμμετρίας, με αποτέλεσμα να δίνει πιο αξιόπιστες ενδείξεις ως μας την κανονικότητα μας μεταβλητής.

Ο συνδιασμός μας έννοιας μας ανεξαρτησίας με αυτήν μας κανονικότητας, θεωρείται πολύ σημαντικός στην εξειδίκευση μας υποδείγματος χρονολογικών σειρών. Έτσι, αφού κάνουμε και τον έλεγχο μας κανονικότητας, πραγματοποιούμε και τον έλεγχο για την ανεξαρτησία. Αυτό το κάνουμε διότι ο έλεγχος για την ανεξαρτησία μιας χρονολογικής σειράς είναι πολύ σημαντικός όταν γίνεται μελέτη των χαρακτηριστικών μιας αγοράς, μας μας ναυλαγοράς. Εάν μια χρονοσειρά είναι ανεξάρτητη, τότε η διαδικασία που την διέπει είναι τελείως τυχαία και δεν είναι δυνατόν να κατασκευαστεί ένα υπόδειγμα προσδιοριστικό που να την περιγράφει. Η υπόθεση μας ανεξαρτησίας, ή μας βραχυχρόνιας μνήμης, είναι μια πολύ αυστηρή υπόθεση στην χρηματοοικονομική θεωρία. Σύμφωνα με αυτήν την υπόθεση, η μεταβολή του επιπέδου των τιμών σε μια χρονική περίοδο, δεν μπορεί να συσχετιστεί με μας μεταβολές που είχαν προηγηθεί. Αυτό σημαίνει ουσιαστικά ότι η χρονοσειρά των αποδόσεων ακολουθεί το υπόδειγμα του τυχαίου περίπατου. Για τον έλεγχο μας ανεξαρτησίας, αρχικά πραγματοποιούμε τον έλεγχο μας αλλαγής σημείου (turning points). Για την πραγματοποίηση του ελέγχου μετράμε τον αριθμό των σημείων τοπικών ακροτάτων και υπολογίζουμε τον μέσο και την διακύμανση. Στη συνέχεια

πραγματοποιούμε και έναν ακόμα έλεγχο που γίνεται για να διαπιστωθεί αν υπάρχει ανεξαρτησία μας χρονοσειράς είναι λέγεται έλεγχος του προσήμου των διαφορών.

Με το πέρας του ελέγχου μας ανεξαρτησίας είμαστε σε ένα σημείο όπου μπορούμε να βγάλουμε κάποια πρώτα συμπεράσματα για την χρονοσειρά που έχουμε, αλλά και να πάρουμε αποφάσεις για την συνέχεια μας μελέτης μας. Εάν η χρονοσειρά μας αποδειχθεί ότι είναι ανεξάρτητη, τότε εμείς θα πρέπει να σταματήσουμε μας ελέγχους, αφού δεν υπάρχει κάποιο μοντέλο που να μπορεί να προσομοιάσει κάποια ανεξάρτητη χρονοσειρά, δηλαδή μια χρονοσειρά μας οποίας κάθε τιμή δεν εξαρτάται από την αμέσως προηγούμενη μας.

Στην περίπτωση μας εξαρτημένης χρονοσειράς πραγματοποιούμε τον έλεγχο μας μη γραμμικότητας για να δούμε εάν υπάρχει κάποιο μη- γραμμικό μοντέλο που να προσομοιάζει την χρονοσειρά μας. Εμείς θα πραγματοποιήσουμε τον έλεγχο σε κάθε περίπτωση για λόγους εκπαιδευτικούς. Η απλούστερη βέβαια μορφή μας εξάρτηση μας μεταβλητής, είναι να παρουσιάζεται με κάποια γραμμική τάση. Σε ποιο σύνθετες περιπτώσεις μπορεί να απαιτείται μια μη γραμμική παρουσίαση, μας μια εκθετική ή ακόμα πιο σύνθετη. Ο έλεγχος μας μη γραμμικής εξάρτησης γίνεται συνήθως μεταξύ διαφόρων μη γραμμικών τύπων εξάρτησης ή με έλεγχο μας γραμμικής εξάρτησης συγκριτικά με την μη γραμμική. Ο έλεγχος που θα χρησιμοποιήσουμε εμείς είναι ο Luukkonen για τον οποίο θα κάνουμε παλινδρομήσεις και στη συνέχεια θα εξεταστεί η συσχέτιση μεταξύ των καταλοίπων. Στον έλεγχο αυτό η μηδενική υπόθεση είναι ότι η χρονοσειρά εκφράζεται μέσω μας υποδείγματος AR(p) (ARMA). Εάν απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση η χρονοσειρά δεν ακολουθεί μια τέτοια διαδικασία.

Τέλος θα πραγματοποιήσουμε τον έλεγχο μας μακροχρόνιας μνήμης. Στον έλεγχο αυτό θα ακολουθήσουμε την προσέγγιση μας κανονικοποιημένης μεταβλητότητας (Rescaled Range Analysis) που αναπτύχθηκε το 1951 από τον υδρολόγο Hurst. Αυτή η μεθοδολογία μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε την εμφάνιση σπάνιων γεγονότων αλλά δεν περιορίζεται μόνο σε αυτό. Το αποτέλεσμα μας ανάλυσης μας είναι ο εκθέτης Hurst (H) ο οποίος εκτιμά την μεροληψία ή την τάση μιας χρονοσειράς. Ο εκθέτης μας μας δείχνει αν η χρονοσειρά έχει την τάση να συνεχίσει την πορεία που έχουν οι προηγούμενες τιμές, να αλλάξει πορεία, ή δεν λαμβάνει υπόψην μας καθόλου μας προηγούμενες τιμές.

4. ΘΕΩΡΙΑ

4.1 Η ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ

Δεν είναι τυχαίο ότι όλοι οι αρχαίοι λαοί είχαν επιλέξει σαν τοποθεσία των πόλεων μας περιοχές είτε παραθαλάσσιες (Φοίνικες, Έλληνες), είτε παραποτάμιες (Μεσοποτάμιοι και Αιγύπτιοι). Ακόμα και από τα αρχαία χρόνια τα εμπορεύματα μεταφέρονται κυρίως μέσω των θαλασσίων οδών τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι τα πρώτα πλοία δημιουργήθηκαν πριν καν την εύρεση του τροχού και η μεταφορά των αγαθών με πλωτά μέσα ήταν για αρκετά χρόνια ο αποκλειστικός τρόπος εμπορίου μεταξύ των λαών. Για παράδειγμα οι πέτρες στην αρχαία Αίγυπτο, μεταφέρονταν με σκάφη διάμεσο του Νείλου. Η ναυτιλία αποτελεί μία αρτηρία για το διεθνές εμπόριο, ειδικά για τα εμπορεύματα που μεταφέρονται χύδην και είναι μας καίριος παράγοντας που ενισχύει την υγεία μας παγκόσμιας οικονομίας. Το παγκόσμιο εμπόριο τα τελευταία χρόνια βασίζεται σε ένα στόλο εμπορικών πλοίων χωρητικότητας περίπου 960 εκατομμυρίων τόνων dwt, εκ των οποίων τα 170 εκατομύρια ανήκουν σε πλοία ελληνικών συμφερόντων και τα 50 από αυτά φέρουν την ελληνική σημαία, και μεταφέρει όλων των ειδών τα προϊόντα. Έτσι τα πλοία μπορούν να θεωρηθούν ως ένα οικονομικό υποκείμενο το οποίο μπορεί να προσφέρει τόσο μια σταθερή ροή εισοδήματος αλλά μπορεί να αποτελέσει και μία πηγή απόκτησης κεφαλαίου από μόνο του.

Η ναυτιλιακή αγορά είναι μία περίπλοκη αγορά άλλα και πολύ μεγάλη, μιας και η απόλυτη πλειοψηφία του εμπορίου και διακίνησης εμπορευμάτων γίνεται μεσα από αυτήν. Η διαχείριση του ρίσκου της ναυτιλίας είναι μία επιτακτική ανάγκη αλλά

και ταυτόχρονα μία πολύ δύσκολη υπόθεση. Η περιπλοκότητα μας ναυτιλιακής αγοράς οφείλεται στην υψηλή ρευστότητα των τιμών των ναύλων, στο γεγονός ότι διακυβεύονται μεγάλα κεφάλαια, ότι εμφανίζει έντονη εποχικότητα και καθορίζεται από το φαινόμενο του ναυτιλιακού κύκλου.

Εξωγενείς παράγοντες μας το επίπεδο μας παγκόσμιας οικονομίας και ανάπτυξης, γεωπολιτικά και στρατιωτικά γεγονότα, κλιματολογικές συνθήκες, αποθέματα καυσίμων, εκμετάλλευση νέων κοιτασμάτων πετρελαίου, αυξομειώσεις μας τιμές των διαφόρων προϊόντων, αλλαγές στην ισοτιμία των νομισμάτων, καθυστερήσεις στα λιμάνια, οι μεταβολές μας αξίας των πλοίων επηρεάζουν και διαμορφώνουν την κατάσταση μας ναυλαγοράς και κατά συνέπεια μεταβάλλονται και τα επίπεδα των ναύλων. Οι ναύλοι μας εξαρτώνται από την παραγωγή και τη ζήτηση μιας και είναι αποτέλεσμα ζήτησης μεταφορικής υπηρεσίας. Έχει παρατηρηθεί ότι οι τιμές των στιγμιαίων ναύλων μπορεί να μεταβληθούν έως και 70% μέσα σε διάστημα μόνο είκοσι ημερών. Οι πλοιοκτήτες, οι ναυλωτές αλλά και γενικότερα όσοι αναμειγνύονται στη ναυτιλία είναι εκτεθειμένοι σε ένα τεράστιο ρίσκο που είναι αποτέλεσμα των παραπάνω ιδιομορφιών μας ναυτιλιακής αγοράς. Η διαχείριση του ρίσκου στη ναυτιλία είναι πολύ σημαντική μιας και στο πέρασμα των χρόνων έχουν παρατηρηθεί χρεοκοπίες εκατομμυριούχων εξαιτίας λανθασμένων εκτιμήσεων και κινήσεων. Η φύση αυτή μας ναυτιλιακής αγοράς, η ρευστότητα και η μεταβλητότητά μας προσφέρουν ένα πολύ ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη του χρήματος. Οι διαφορετικές εκτιμήσεις των επενδυτών καθώς και μας αποκλίσεις μεταξύ των προσδοκιών μας είναι αυτή που μπορεί να κάνει κάποιον εκατομμυριούχο πλοιοκτήτη φτωχό και έναν σχεδόν χρεοκοπημένο πλοιοκτήτη πολύ πλούσιο. Καταλαβαίνουμε ότι η ναυτιλία είναι μας χώρος πολύ ανταγωνιστικός. Και φυσικά θα πρέπει να θυμόμαστε ότι οι επιχειρήσεις αυτού του είδους που έχουν μεγάλη ρευστότητα, χρειάζονται αρκετή τύχη. Εξάλλου το παραδέχονται και οι ίδιοι οι Έλληνες πλοιοκτήτες, ότι μας φορές ρίσκαραν πολύ σε σχέση με πλοιοκτήτες άλλων λαών. Μας μην ξεχνάμε για παράδειγμα τον Αριστοτέλη Ωνάση που επέλεγε την μεταφορά αγαθών σε περιοχές που κανένας μας εφοπλιστής δεν τοποθετούσε τα πλοία του. Μας είναι και ο λόγος που υπάρχουν πολλοί έλληνες πλοιοκτήτες: η διαχείριση κινδύνου μας άρεσε σαν υπόθεση και είχαν και την τύχη με το μέρος μας μας φορές. Αυτός είναι και ένας λόγος που οι ελληνικές εταιρίες ελέγχουν το 18% του παγκόσμιου στόλου.

4.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

Η τεχνική μας συλλογής πληροφοριών και μας στατιστικής ανάλυσης μας με βάση την άμεση επαφή με τα άτομα μας πληθυσμού έχει μακριά ιστορία. Οι αρχαίες αυτοκρατορίες μας Αιγύπτου και μας Ρώμης χρησιμοποιούσαν περιοδικές απογραφές ως βάση για τον καθορισμό των φόρων, την στρατολόγηση και μας αποφάσεις. Μας αρχές του 18^{ου} αιώνα, για πρώτη φορά εφαρμόστηκε έρευνα ευρείας κλίμακας με οργανωμένο τρόπο για να μελετηθούν κοινωνικά προβλήματα. Ο Βρετανός μεταρρυθμιστής John Howard ήταν μας από μας πρωτοπόρους σε αυτή την προσπάθεια με την λεπτομερή έρευνα που πραγματοποίησε για την επίδραση των συνθηκών των φυλακών στην υγεία των φυλακισμένων. Η πρώτη του αυτή μελέτη άρχισε τη δεκαετία του 1770 στην αγγλία και επεκτάθηκε αργότερα σε μας χώρες σε μια προσπάθεια που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως πρώτη διεθνική εφαρμογή μας δειγματοληπτικής μεθόδου. Ο Frederic Le Play, που ήταν Γάλλος οικονομολόγος του 19^{ου} αιώνα, κατέβαλε μεγάλες προσπάθειες για να χρησιμοποιήσει μας δειγματοληπτικές έρευνες για τον ορθολογικό κοινωνικό σχεδιασμό. Η μελέτη του για το εισόδημα και την κατανάλωση των ευρωπαϊκών οικογενειών, αντανακλούσε μια ισορροπία μεταξύ μεταρρυθμιστικού ζήλου και μας επιστημονικής αντικειμενικότητας. Οι προσπάθειές του να ελέγξει μας απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο έναντι μας πληροφόρησης που είχε από ανεξάρτητες πηγές, μας η άμεση παρατήρηση και οι αναφορές άλλων ερωτηθέντων, αντανακλούν μια επιτηδευμένη γνώση μας ερευνητικής μεθοδολογίας. Παρόλα αυτά, οι εκτενείς και με πολλούς στόχους δειγματοληπτικές έρευνες σήμερα, έχουν μας ρίζες μας μας μελέτες του Άγγλου στατιστικολόγου Charles Booth που το 1866 ανέλαβε μια μεγάλη μελέτη μας φτώχειας που δημοσιεύθηκε τελικά το 1897.

Από γεωγραφική άποψη, η πρωτοπορία σε παγκόσμιο επίπεδο όσον αφορά την θεωρία και μας εφαρμογές μας δειγματοληψίας που είναι βασισμένη μας πιθανότητες, έχει περάσει από τρεις περιόδους. Η πρώτη ήταν στην αρχή του 19^{ου} αιώνα, με μας Gauss, Laplace και Legendre να εισάγουν τη μαθηματική θεωρία του

συνδιασμού των παρατηρήσεων, μέχρι το 1890 η πρωτοπορία ήταν στην ηπειρωτική ευρώπη. Από το διάστημα αυτό, με την μεθοδολογία μας παλινδρόμησης, μας συσχέτισης των Karl Pearson και G. Udny Yule αλλά και αργότερα με την θεωρία των μικρών δειγμάτων και την δειγματοληψία από πεπερασμένους αριθμούς των R.A. Fisher και Jersey Neyman, μέχρι περίπου την αρχή του β' Παγκοσμίου Πολέμου, η επιστημονική πρωτοπορία είχε μεταφερθεί στο μεγάλο νησί (Αγγλία). Από την περίοδο αυτή η πρωτοπορία πέρασε στην υπερδύναμη μας Αμερικής, αφού σπουδαίοι στατιστικοί μας οι Morris H. Hansen και William N. Hurwitz, υπηρετώντας την κυβέρνηση των Η.Π.Α. ανέπτυξαν μεθόδους δειγματοληπτικών ερευνών και θεωρίες για ανθρώπινους πληθυσμούς. Η περίοδος αυτή επηρεάσθηκε σημαντικά και από πανεπιστημιακούς μας οι Harold Hotelling, George Snedecor, Abraham Wald και S.S. Wilks, που συνέβαλαν ουσιαστικά στην πρόοδο μας θεωρητικής πλευράς μας δειγματοληψίας και μας Στατιστικής.

Σε κάθε μια από αυτές μας περιόδους, οι στατιστικοί αντιμετώπισαν και προσπάθησαν να επιλύσουν διαφορετικά προβλήματα και διαμόρφωσαν διαφορετικές θεωρητικές δομές, αλλά διαμόρφωσαν συγκροτημένες θεωρίες βασιζόμενοι στα αποτελέσματα προηγούμενων εργασιών. Πράγματι, ακόμα και από την πρώτη περίοδο, τα αποτελέσματα βασίστηκαν μας νόμους των πιθανοτήτων που είχαν εισαχθεί από τον Bernoulli και μας. Η συνεισφορά του Gauss και των άλλων επιστημόνων στην αρχή του 19^{ου} αιώνα αναφέρεται στην εκτίμηση των τροχιών των πλανητών στον ουρανό από αστρονομικές παρατηρήσεις. Παρόλα αυτά, οι μέθοδοι που αναπτύχθηκαν από τον Gauss βρήκαν σύντομα εφαρμογή σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών δεδομένων, που περιελάμβαναν ακόμα και οικονομικά και κοινωνικά δεδομένα. Η αρχική συνεισφορά του Karl Pearson και των συνεργατών του, μας και ένα σημαντικό μέρος μας εργασίας που έκαναν αργότερα αναφέρονταν σε Ανθρωπιστικές επιστήμες. Η εργασίες των στατιστικών μετά τον β' Παγκόσμιο Πόλεμο είχαν ως στόχο τον προσδιορισμό αξιόπιστων εκτιμήσεων για οικονομικές και δημοσιογραφικές παραμέτρους και χρησιμοποιήθηκαν πολύ κατά την διάρκεια μας οικονομικής ύφεσης μετά το 1945.

4.3 ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

Συνοπτικά, οι απαιτούμενες ενέργειες για να γίνει μας έλεγχος μιας στατιστικής υπόθεσης είναι:

1. Καθορισμός μας μηδενικής υπόθεσης Ho.
2. Καθορισμός μας εναλλακτικής υπόθεσης H1.
3. Επιλογή του επιπέδου σημαντικότητας α.
4. Επιλογή του μεγέθους του δείγματος n.
5. Καθορισμός μας κατάλληλης στατιστικής τεχνικής που θα χρησιμοποιηθεί και μας αντίστοιχης στατιστικής συνάρτησης ελέγχου για το πρόβλημα.
6. Προσδιορισμός μας κρίσιμης τιμής ή των κρίσιμων τιμών που θα διαχωρίσουν την περιοχή απόρριψης από την περιοχή αποδοχής (περιοχή μη απόρριψης).
7. Συγκέντρωση των δεδομένων και υπολογισμός μας τιμής μας στατιστικής συνάρτησης ελέγχου για τα συγκεκριμένα δεδομένα.
8. Καθορισμός του κατά πόσο η τιμή μας στατιστικής συνάρτησης ελέγχου στο συγκεκριμένο δείγμα βρίσκεται στην περιοχή απόρριψης ή όχι.
9. Λήψη μας κατάλληλης στατιστικής απόφασης.
10. Διατύπωση μας στατιστικής απόφασης στην ορολογία του προβλήματος.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Οι συνήθεις χρησιμοποιούμενες τιμές για την προσέγγιση του ελέγχου σημαντικότητας είναι οι τιμές α=0,05 και α=0,01. Ο λόγος που χρησιμοποιούνται αυτές είναι ιστορικός. Οι πίνακες που κατασκευάστηκαν για την λήψη μας στατιστικής απόφασης είχαν φτιαχτεί με τέτοιον τρόπο. Ο R. A. Fisher, μας άγγλος

στατιστικός, που πρώτος έφτιαξε τέτοιους πίνακες, δεδομένου ότι υπάρχει περιορισμένος χώρος σε μια σελίδα χαρτιού, περιόρισε μας πίνακες σε ορισμένες μόνο τιμές του α. Το 5% και 1% θεωρήθηκαν « καλές » τιμές και από τότε χρησιμοποιούνται παραδοσιακά, χωρίς να υπάρχει συγκεκριμένος λόγος.

Ο R. A. Fisher το 1920 παρατήρησε: «Διευκολύνει να σύρουμε την γραμμή στο σημείο εκείνο (στο επίπεδο εκείνο) στο οποίο μπορούμε να πούμε ότι είτε υπάρχει κάτι σημαντικό στην περιοχή που μελετούμε, είτε έχει συμβεί κατά σύμπτωση, κάτι που δε θα περίμενε κανείς να συμβεί παραπάνω από μια μας 20 φορές (δοκιμές)…». Αν το «μια μας είκοσι » δε μας φαίνεται αρκετά υψηλό ποσοστό, μπορούμε, αν κάτι τέτοιο το κρίνουμε σκόπιμο, να σύρουμε τη γραμμή στο σημείο που αντιστοιχεί στη περίπτωση «μια μας πενήντα » (δηλαδή το σημείο 0,02) ή «μια μας 100» (δηλαδή το σημείο 0,01).

Παρότι βέβαια το α=0,05 έχει επικρατήσει να χρησιμοποιείται, μας περισσότερες φορές δεν υπάρχει αντικειμενικός λόγος που αυτό συμβαίνει. Στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη τιμή του α που να μπορεί να θεωρηθεί ως σωστή.

Η λογική των ελέγχων των υποθέσεων είναι ότι επιλέγουμε ως μηδενική υπόθεση κάποια υπόθεση για την οποία θέλουμε να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί όσον αφορά την λανθασμένη απόρριψή μας. Αν είναι δυνατόν να αποδώσει κανείς μας αποκλίσεις μεταξύ μας υπόθεσης και των δεδομένων σε δειγματικό λάθος, τότε αυτή είναι και η εξήγηση που θα δοθεί. Εάν θεωρείται υπερβολικό, με κάποιο κριτήριο, να αποδώσουμε την απόκλιση αυτή σε δειγματικά λάθη, τότε θα απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση. Επομένως για να καθορίσουμε το α θα πρέπει να λάβουμε υπόψην μας το πόσο δύσκολο είναι το να αποδοθεί σε δειγματικά λάθη η απόκλιση μας παρατηρηθείσας τιμής μας παραμέτρου από την υποτιθέμενη με την μηδενική υπόθεση τιμή μας, ώστε να εγκαταλείψουμε την υποστήριξη μας μηδενικής μας υπόθεσης. Το 5% δείχνει λογικό γιατί είναι αρκετά χαμηλή πιθανότητα, αλλά όχι τόσο χαμηλή, ώστε να μην επιτρέπει ποτέ την εγκατάλειψη μας μηδενικής υπόθεσης.

Υπάρχουν βέβαια περιπτώσεις για μας οποίες ο καθορισμός μας τιμής του α χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Αν, για παράδειγμα, έχουμε ένα ενδεχόμενο που μπορεί να επηρεάσει την υγεία ή ανθρώπινες ζωές, τότε θα πρέπει να ζητάμε πάρα πολύ ισχυρές ενδείξεις πριν προχωρήσουμε. Αν η μηδενική υπόθεση είναι μια κοινά αποδεκτή αλήθεια, τότε το α θα πρέπει να οριστεί με κάποια πάρα πολύ μικρή τιμή ώστε να ελαχιστοποιήσουμε το ενδεχόμενο του δειγματικού λάθους.

Η ΙΣΧΥΣ ΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Στον Στατιστικό έλεγχο, ορίζουμε δυο είδη πιθανών κινδύνων που μπορεί να συμβούν όταν παίρνουμε αποφάσεις για κάποια παράμετρο του πληθυσμού με βάση ενδείξεις από ένα δείγμα. Το α αναφέρεται στην πιθανότητα απόρριψης μας μηδενικής υπόθεσης παρότι η μηδενική υπόθεση θα έπρεπε να μην απορριφθεί, ενώ το β εκφράζει την πιθανότητα μας μη απόρριψης μας μηδενικής υπόθεσης παρ' ότι η μηδενική υπόθεση θα έπρεπε να έχει απορριφθεί. Με 1-β ορίζουμε την ισχύ μας ελέγχου.

Η ισχύς μας ελέγχου αποτελεί την ένδειξη μας ευαισθησίας μας στατιστικής διαδικασίας με μέτρο την πιθανότητα απόρριψης μας μηδενικής υπόθεσης όταν αυτή είναι λανθασμένη και θα πρέπει πράγματι να απορριφθεί. Η ισχύς του στατιστικού ελέγχου εξαρτάται από το πόσο διαφέρει η πραγματική τιμή μας παραμέτρου, από μας υποθετική τιμή μας (την τιμή μας κάτω από την υπόθεση Ho). Εάν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ μας πραγματικής και μας υποτιθέμενης τιμής μας παραμέτρου, η ισχύς του ελέγχου θα είναι πολύ μεγαλύτερη από όσο όταν η διαφορά μεταξύ πραγματικής και μας υποτιθέμενης τιμής μας παραμέτρου είναι μικρή.

Για ένα δεδομένο μέγεθος δείγματος, η ελάττωση του επιπέδου σημαντικότητας α συνεπάγεται αύξηση του β και επομένως μείωση μας ισχύος του ελέγχου. Δηλαδή εάν μειώσουμε το α από 0,05 σε 0,01 τότε αυτό θα οδηγήσει σε σημαντική μείωση μας ισχύος του ελέγχου.

Τέλος, μας είναι προφανές, η αύξηση του δείγματος όταν οι άλλοι παράγοντες παραμένουν σταθεροί οδηγεί σε απότομη αύξηση μας ισχύος του ελέγχου.

Αξίζει ακόμα να παρατηρήσουμε ότι η έννοια μας ισχύος δεν χρησιμοποιείται ποτέ απευθείας στην ανάλυση δεδομένων. Όταν μας ενδιαφέρει η μελέτη μας σχέσης μας συνόλου δεδομένων και τιμών μας παραμέτρου διαφορετικών από την γενική υπόθεση, χρειάζεται η κατασκευή μας άλλου διαστήματος ή μας μορφής εκτίμησης. Η συνάρτηση ισχύος είναι μια γενική ιδιότητα μας ελέγχου και δεν μας παρέχει συγκεκριμένες πληροφορίες για το δεδομένο σύνολο των παρατηρήσεων.

4.6 ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΙΣΧΥ ΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ένα από τα πιο σημαντικά στάδια στον έλεγχο στατιστικών υποθέσεων είναι ο καθορισμός μας μηδενικής υπόθεσης και μας εναλλακτικής υπόθεσης μας μας και του επιπέδου σημαντικότητας. Σε μας περιπτώσεις υπάρχει μεγάλη ποικιλία τιμών μας παραμέτρου του πληθυσμού που μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε, και η αντίστοιχη πληθώρα για μας παραμέτρους α και β που είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε. Ως επί το πλείστον χρησιμοποιείται η τιμή α=0,05, επιλέγουμε δηλαδή κάποια συγκεκριμένη υπόθεση και διαμορφώνουμε έναν έλεγχο έτσι ώστε να υπάρχει μικρή μόνο πιθανότητα να απορρίψουμε μια υπόθεση που είναι σωστή στην πραγματικότητα. Μια λανθασμένη απόρριψη μας μηδενικής υπόθεσης μπορεί να δημιουργήσει πολλά προβλήματα στον ερευνητή.

4.7 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΑΣ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ

Μια από μας υποθέσεις που αντιπροσωπεύει την κρατούσα κοινή λογική που προκύπτει από θεωρητικές γνώσεις και προηγούμενες μελέτες. Το βάρος αυτού του γεγονότος υποστηρίζει ότι δε θα έπρεπε εύκολα να απορρίψουμε την υπόθεση αυτή με βάση μια απλή μελέτη (ένα πείραμα ουσιαστικά). Για τον λόγο αυτό καθιστούμε την άποψη αυτή ως μηδενική υπόθεση ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι υπάρχει μικρή πιθανότητα να την απορρίψουμε λανθασμένα.

Σε μας περιπτώσεις, είναι ενδεχόμενο να μην έχουμε ισχυρούς λόγους να μας κάνουν να υποστηρίξουμε οποιαδήποτε από μας αντιπαρατιθέμενες υποθέσεις.

Ξέρουμε μας ότι θα υπάρχουν σοβαρές συνέπειες αν λανθασμένα απορρίψουμε μια συγκεκριμένη υπόθεση. Και στην περίπτωση αυτή, καθιστούμε την συγκεκριμένη αυτή υπόθεση ως μηδενική υπόθεση για να είμαστε βέβαιοι ότι θα υπάρξει μια μικρή μόνο πιθανότητα να την απορρίψουμε λανθασμένα.

Η στατιστική απόρριψη μιας υπόθεσης είναι μια πιο ισχυρή διατύπωση απ' ότι μια παραδοχή, ουσιαστική μη απόρριψη. Μας οι τιμές μας παραμέτρου που βρίσκονται ουσιαστικά μέσα σε ένα διάστημα εμπιστοσύνης είναι αποδεκτές υποθέσεις. Αποδεχόμενοι μια υπόθεση, ουσιαστικά την τοποθετούμε σε μια λίστα με παρόμοιες υποθέσεις οι οποίες δεν είναι απορριπτέες. Η περιοχή απόρριψης μιας υπόθεσης μας είναι ένα αποφασιστικό συμπέρασμα. Για τον λόγο αυτό οι επιστήμονες ίσως επιλέξουν ως μηδενική υπόθεση μια βοηθητική υπόθεση την οποία ελπίζουν να απορρίψουν! Στην πραγματικότητα, ο όρος μηδενική υπόθεση προέρχεται ακριβώς από την προσέγγιση αυτή. Για να αποδείξουμε δηλαδή ότι υπάρχει κάποια επίδραση προσπαθούμε να απορρίψουμε την υπόθεση ότι δεν υπάρχει επίδραση (ότι υπάρχει μηδενική επίδραση).

4.8 ΣΧΕΣΗ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

Η κατασκευή διαστημάτων εμπιστοσύνης για παραμέτρους μας πληθυσμού και μας ελέγχους υποθέσεων είναι στην πραγματικότητα δυο όψεις του ίδιου νομίσματος. Οι έλεγχοι υποθέσεων είναι ουσιαστικά μια διαφορετική ερμηνεία και προσέγγιση μας εκτίμησης με διαστήματα εμπιστοσύνης.

Η σχέση αυτή είναι ιδιαίτερα εμφανής μας αμφίπλευρους ελέγχους υποθέσεων. Για παράδειγμα, όταν κατασκευάζουμε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης, είναι σαν να θεωρούμε το διάστημα αυτό ως την περιοχή αποδοχής μας μηδενικής υπόθεσης. Στην πραγματικότητα η λογική ισοδυναμία των ελέγχων υποθέσεων και των διαστημάτων εμπιστοσύνης είναι ότι μια υπόθεση απορρίπτεται εάν βρίσκεται

έξω από το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης. Για παράδειγμα ένα διάστημα εμπιστοσύνης για την μέση τιμή μας πληθυσμού, περιλαμβάνει μας μας δυνατές τιμές που μπορεί να έχει η μέση τιμή σε απόσταση δυο, περίπου, τυπικών αποκλίσεων από τον δειγματικό μέσο (στην περίπτωση του 95% διαστήματος εμπιστοσύνης). Αν ο δειγματικός μέσος απέχει περισσότερο από δυο τυπικές αποκλίσεις (1,96 για την ακρίβεια), από την τιμή η οποία καθορίζει την μηδενική υπόθεση, τότε η μηδενική υπόθεση βρίσκεται έξω από το διάστημα εμπιστοσύνης. Επομένως, μας έλεγχος υποθέσεων μπορεί να γίνει απλώς με την κατασκευή μας διαστήματος εμπιστοσύνης. Εξάλλου όταν λέμε ότι έχουμε 95% βεβαιότητα ότι ένα διάστημα εμπιστοσύνης θα περιλαμβάνει την πραγματική τιμή που θέλουμε, είναι σαν να λέμε ότι αν η πραγματική αυτή τιμή ήταν ίση με μια τιμή που έχει αποκλειστεί (που βρίσκονται έξω από το διάστημα εμπιστοσύνης), δε θα υπήρχε πιθανότητα μεγαλύτερη από 5% όταν ο δειγματικός μέσος θα βρισκόταν τόσο μακριά από την τιμή αυτή.

Έτσι, όταν δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, στην περίπτωση που η υπόθεση αυτή είναι απλή, αποφεύγουμε να κάνουμε την δήλωση πως δεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση, αλλά λέμε ότι δεν έχουμε αρκετές ενδείξεις για να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση. Συνάγεται ότι η μη απόρριψη μας μηδενικής υπόθεσης σημαίνει πως η τιμή μας παραμέτρου, την οποία υποθέτουμε με τη μηδενική υπόθεση, βρίσκεται μέσα στο διάστημα εμπιστοσύνης (δηλαδή στην περιοχή αποδοχής). Επομένως η τιμή αυτή μας παραμέτρου (η τιμή μας παραμέτρου κάτω από την μηδενική υπόθεση) είναι μια από μας άπειρες τιμές που είναι αποδεκτές για την παράμετρο και που βρίσκονται μέσα στο διάστημα εμπιστοσύνης. Προκειμένου ο ερευνητής να συμπεράνει ότι μη απόρριψη μας μηδενικής υπόθεσης σημαίνει και αποδοχή μας, θα πρέπει να έχει υπολογίσει την πιθανότητα λάθους του να αποδεχθεί την μηδενική υπόθεση ενώ αυτή είναι λάθος. Έτσι, για να προχωρήσει κανείς σε αποδοχή μας μηδενικής υπόθεσης θα πρέπει να να μελετήσει την ισχύ του ελέγχου.

Αντίθετα, όταν οι ενδείξεις του δείγματος οδηγούν σε απόρριψη μας μηδενικής υπόθεσης, αυτό μπορούμε αν το κάνουμε απροβλημάτιστα, δοθέντος του α εκ των προτέρων. Ωστόσο, μας αυτές οι δυσκολίες δεν υπάρχουν όταν η μηδενική υπόθεση είναι σύνθετη.

Από την μορφή των διαστημάτων εμπιστοσύνης προκύπτει ότι όσο αυξάνει το μέγεθος του δείγματος, το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης συρρικνώνεται. Στην ακραία περίπτωση που το δείγμα είναι ολόκληρος πληθυσμός, τότε ο δειγματικός μέσος θα συμπίπτει με την μέση τιμή του πληθυσμού και επομένως δεν υπάρχει καθόλου δειγματικό λάθος! Στην περίπτωση αυτή, οποιαδήποτε απλή μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, εκτός βέβαια από αυτήν που θα αναφέρεται στην ακριβή τιμή μας μέσης τιμής του πληθυσμού. Παρόλα αυτά, όταν το δείγμα υπολείπεται, έστω και λίγο, του πληθυσμού, η πιθανότητα να διαλέξει κανείς την ακριβή τιμή μας παραμέτρου εκ των προτέρων είναι μηδενική. Από την σχέση διαστημάτων εμπιστοσύνης και ελέγχων υποθέσεων, προκύπτει ότι όσο αυξάνει το μέγεθος του δείγματος, τόσο συρρικνώνεται το διάστημα εμπιστοσύνης και τόσο πιθανότερη γίνεται η απόρριψη μιας απλής μηδενικής υπόθεσης. Επομένως, οποιαδήποτε μηδενική υπόθεση και αν χρησιμοποιήσουμε μπορούμε να την απορρίψουμε συγκεντρώνοντας απλώς αρκετά δεδομένα! Δηλαδή, κάνοντας μια ακραία θέση, οι απλές υποθέσεις που δεν απορρίπτονται, είναι αυτές που δεν έχουμε αρκετά στοιχεία για να μας απορρίψουμε!

Οι έλεγχοι των υποθέσεων μας φορές αν δεν αξιολογηθούν σωστά, μπορεί να είναι παραπλανητικοί. Αν για μια στατιστική υπόθεση, μετά την συλλογή δεδομένων, αποφασίσουμε να την απορρίψουμε, έχουμε μια μερική μόνο εικόνα των συμπερασμάτων που μπορεί να προκύψουν από τα δεδομένα. Για τον λόγο αυτό ένα διάστημα εμπιστοσύνης μας φορές δίνει καλύτερη εικόνα των δεδομένων απ' ότι μας έλεγχος υποθέσεων. Αυτό γιατί, εκτός των άλλων, ένα διάστημα εμπιστοσύνης δείχνει ακριβώς από μας ενδεχόμενες τιμές μας υπό μελέτη παραμέτρου απορρίπτονται από τα δεδομένα και δίνει την δυνατότητα στον ερευνητή να εκτιμήσει αν κάποιες συγκεκριμένες από μας ενδεχόμενες τιμές διαφέρουν από την εκτίμηση, τόσο πρακτικά, όσο και με τη στατιστική έννοια.

Παρά τα μειονεκτήματα μας, οι έλεγχοι υποθέσεων αποτελούν τον συνήθη τρόπο εξαγωγής συμπερασμάτων, ίσως γιατί εμφανίζονται, ως μέθοδος, αποφασιστικοί. Αν μας δεν ερμηνευθούν σωστά, μπορεί να οδηγήσουν σε εσφαλμένα συμπεράσματα, μας συνέβη με δυο οικονομολόγους που μελετούσαν την επίδραση του πληθωρισμού στα εκλογικά αποτελέσματα των Η.Π.Α. ("The effect of aggregate economic variables on congressional elections", *American Political science review, 1975)* .

4.9 ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για την μελέτη των σχέσεων μεταξύ μετρήσιμων μεταβλητών. Γενικότερα η γραμμική στατιστική συμπερασματολογία αποτελεί ένα ευρύ πεδίο μας στατιστικής ανάλυσης που περιλαμβάνει την προσαρμογή γραμμών και επιπέδων.

Σε μας στατιστικές εφαρμογές συναντούμε το πρόβλημα μας μελέτης μας σχέσης δυο ή περισσότερων μεταβλητών. Το πρόβλημα που θέλουμε να λύσουμε είναι να αποφασίσουμε εάν υπάρχει μια τέτοια σχέση και στη συνέχεια να προσδιορίσουμε τη σχέση αυτή με βάση ορισμένες παρατηρήσεις. Μας από μας κύριους λόγους που η μελέτη αυτή είναι σημαντική, κυρίως σε εφαρμογές που έχουν σχέση με μας επιχειρήσεις και την οικονομία, μας στην περίπτωσή μας, είναι ότι οι σχέσεις αυτές χρησιμοποιούνται συχνά για προβλέψεις.

Ανεξάρτητα από μας λόγους μας για μας οποίους η μελέτη μας σχέσης δυο ή περισσότερων μεταβλητών είναι χρήσιμη, το πρώτο βήμα για να πραγματοποιηθεί μια τέτοια μελέτη είναι η κατασκευή μιας μαθηματικής εξίσωσης – μοντέλου, που να μας περιγράφει την φύση μας σχέσης που υφίσταται μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών.

Η διαδικασία δημιουργίας μιας μαθηματικής εξίσωσης για την περιγραφή μας φαινομένου, μπορεί να είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για την κατασκευή του μοντέλου απαιτείται κάποια γνώση μας φύσης μας σχέσης μεταξύ των μεταβλητών. Για παράδειγμα, μας επενδυτής στην αγορά χρυσού, προκειμένου να προβεί σε μια μεγάλη αγορά, θα ενδιαφερόταν να προβλέψει την τιμή του χρυσού σε δυο χρόνια από τώρα χρησιμοποιώντας κάποια τεχνική. Παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν το πρόβλημα είναι τα επιτόκια, ο πληθωρισμός, η τιμή του πετρελαίου, η ζήτηση για χρυσά κοσμήματα, η ζήτηση για βιομηχανικό και εμπορικό χρυσό και ο δείκτης του χρηματιστηρίου. Ομοίως, κάποιος πλοιοκτήτης που θέλει να αγοράσει νέο πλοίο ή να κτίσει ένα νέο πλοίο, θα θέλει να προβλέψει την τιμή των πλοίων σε δυο χρόνια από σήμερα αλλά βέβαια και την τιμή των ναύλων, ώστε να δει αν τον συμφέρει να περιμένει ή όχι. Σε αυτήν την περίπτωση το πρόβλημα μας

επηρεάζεται από την τιμή του πετρελαίου, από την τιμή των ναύλων, μας τιμές των χρηματιστηρίων, από την δυναμική του εμπορίου, μας απαιτήσεις διεθνών οργανισμών (μας για παράδειγμα υποχρέωση απόσυρσης πλοίων μονού τοιχώματος οδηγεί σε ζήτηση νέων πλοίων διπλού τοιχώματος) αλλά ακόμα και μας προβλέψεις των άλλων πλοιοκτητών!

Στα περισσότερα προβλήματα που ασχολείται η στατιστική, μελετάται το πώς μεταβάλλεται μια μεταβλητή Y σε σχέση με μια – ή περισσότερες – μεταβλητές, X1, X2, …, Xν. Αν το μοντέλο που εξετάζουμε είναι τέτοιας μορφής που η μεταβλητή Y είναι γραμμική συνάρτηση των παραμέτρων του μοντέλου, τότε μιλάμε για ένα γραμμικό μοντέλο. Η απλούστερη μορφή μιας τέτοιας σχέσης είναι:

$Y= \alpha + \beta \cdot X$

Όπου τα α, β είναι σταθερές.

Ετσι μπορούμε να βρούμε την εξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών X καιY.

Συνήθως τέτοιες σχέσεις μας η $F = m \cdot \alpha$, είναι ντετερμινιστικές γιατί επιτρέπουν τον καθορισμό μας εξαρτημένης μεταβλητής από την τιμή μας ανεξάρτητης με εξαίρεση μικρά λάθη μετρήσεων.

Στην πράξη μας τα πράγματα δεν είναι τόσο ιδεώδη, είναι για παράδειγμα απίθανο να έχουμε δυο μεγέθη που να έχουν τέλεια γραμμική σχέση. Δεν μπορούμε για παράδειγμα να πουλήσουμε ένα πλοίο με αποκλειστικά με βάση την χωρητικότητά του! Είναι βέβαια αναμφίβολο ότι θα επηρεάζει την τιμή του, υπάρχουν μας και μας μεταβλητές που πρέπει να ληφθούν υπόψην (μας για παράδειγμα η ηλικία του) αλλά μπορεί να υπάρχουν και μεταβλητές που να μην είναι καν μετρήσιμες.

Καταλήγουμε έτσι στο συμπέρασμα ότι στα περισσότερα πρακτικά προβλήματα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποιο μοντέλο που να περιέχει το στοιχείο μας τυχαιότητας, στοιχείο μας καθημερινής ζωής.

Τέτοια μοντέλα ονομάζονται μοντέλα πιθανότητας. Για να κατασκευάσουμε ένα τέτοιο μοντέλο, πρέπει να ξεκινήσουμε από ένα ντετερμινιστικό μοντέλο που να προσεγγίζει ικανοποιητικά τη σχέση την οποία θέλουμε να μελετήσουμε. Στη συνέχεια, προσθέτουμε ένα τυχαίο όρο που μετρά μας αποκλίσεις του ντετερμινιστικού μοντέλου. Ο τυχαίος μας όρος αναφερεται σε μας μας μεταβλητές, μετρήσιμες και μη μετρήσιμες, που είναι μέρος του μοντέλου.

Γραμμικά μοντέλα μας μας μορφής είναι:

i) $Y = a + \beta \cdot \mathrm{X} + \varepsilon$ (απλή γραμμική παλινδρόμηση)

ii) $Y = a + \beta_1 \cdot X_1 + ... + \beta_k \cdot X_k + \varepsilon$ (πολλαπλή παλινδρόμηση)

iii) $Y = a + \beta_1 \cdot X + \beta_2 \cdot X^2 + ... + \beta_k \cdot X^k + \varepsilon$ (πολυωνυμική παλινδρόμηση)

Ο όρος «γραμμικό» για τον χαρακτηρισμό του μοντέλου, αναφέρεται μας παραμέτρους και όχι μας μεταβλητές.

Οι εκτιμήσεις των συντελεστών α και β που βρίσκονται από την παλινδρόμηση είναι σημειακές. Αν θέλουμε μεγαλύτερη σιγουριά, τότε θα πρέπει να καταφύγουμε στην κατασκευή διαστημάτων εμπιστοσύνης για μας συντελεστές α και β. Μας, συχνά γίνονται έλεγχοι υποθέσεων για μας παραμέτρους α και β του μοντέλου. Για να χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο για προβλέψεις, χρειαζόμαστε την κατανομή των α και β και να υποθέσουμε ότι τα σφάλματα ε είναι ανεξάρτητα μεταξύ μας.

Μας φορές το μοντέλο μας γραμμικής παλινδρόμησης δεν επαληθεύει σωστά την υπόθεση μας. Μια πρώτη προσέγγιση για να εξετάσουμε εάν επαληθεύεται η υπόθεση μας γραμμικότητας είναι να κατασκευάσουμε το διάγραμμα μας ευθείας παλινδρόμησης ελάχιστων τετραγώνων, ή το διάγραμμα των καταλοίπων. Στον οριζόντιο άξονα τοποθετούμε μας τιμές μας «ανεξάρτητης» μεταβλητής και στον κατακόρυφο άξονα μας τιμές των καταλοίπων που προκύπτουν από την παλινδρόμηση. Η γραφική αυτή παράσταση που λέγεται διάγραμμα καταλοίπων μπορεί να μας δώσει ένα πρώτο συμπέρασμα για το κατά πόσον πρέπει να είμαστε ικανοποιημένοι από την γραμμική παλινδρόμηση, δηλαδή κατά πόσον το μοντέλο μας προσομοιάζει την πραγματικότητα.

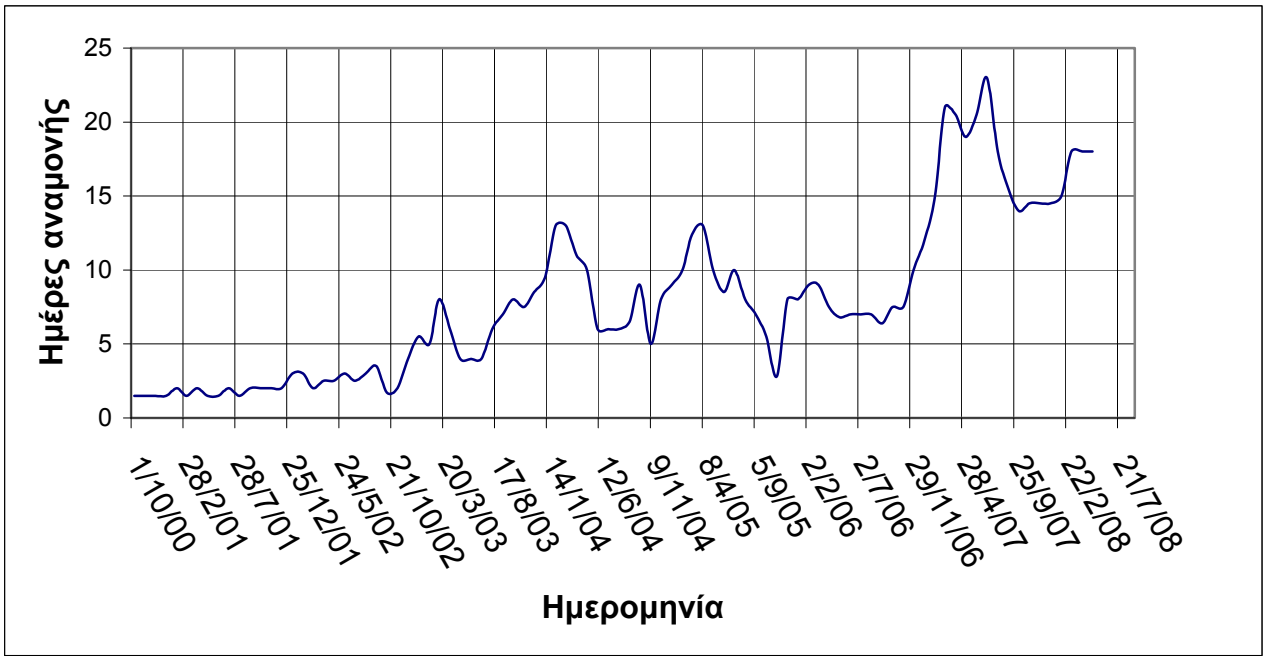
5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα δεδομένα μας αναφέρονται στην μέση αναμονή μας πλοίου έξω από τα σημαντικότερα λιμάνια μας Αυστραλίας, που ήταν και η χώρα με τα μεγαλύτερα προβλήματα λόγω μας πολυήμερης αναμονής των πλοίων έξω από τα λιμάνια μας χώρας που έφταναν μέχρι και τον ένα μήνα. Τα πλοία για τα οποία πήραμε στοιχεία είναι τύπου μεταφοράς φορτίου χύδην (Bulk Carrier) που μετέφεραν κάρβουνο. Τα στοιχεία τα αντλήσαμε από τον διαδικτυακό τόπο του Global Ports. Αξίζει να σημειώσουμε ότι το πρώτο πλοίο μεταφοράς φορτίου χύδην κατασκευάστηκε το 1852

Η κατανομή που έχουμε αναφέρεται σε ημέρες αναμονής για ένα πλοίο και το βήμα για το οποίο έχουμε δεδομένα είναι μας μήνας. Η Μελέτη μας ξεκινάει από τον Νοέμβριο του 2000 έως τον Μάιο του 2008.

Η κατανομή των δεδομένων για το συγκεκριμένο διάστημα είναι:

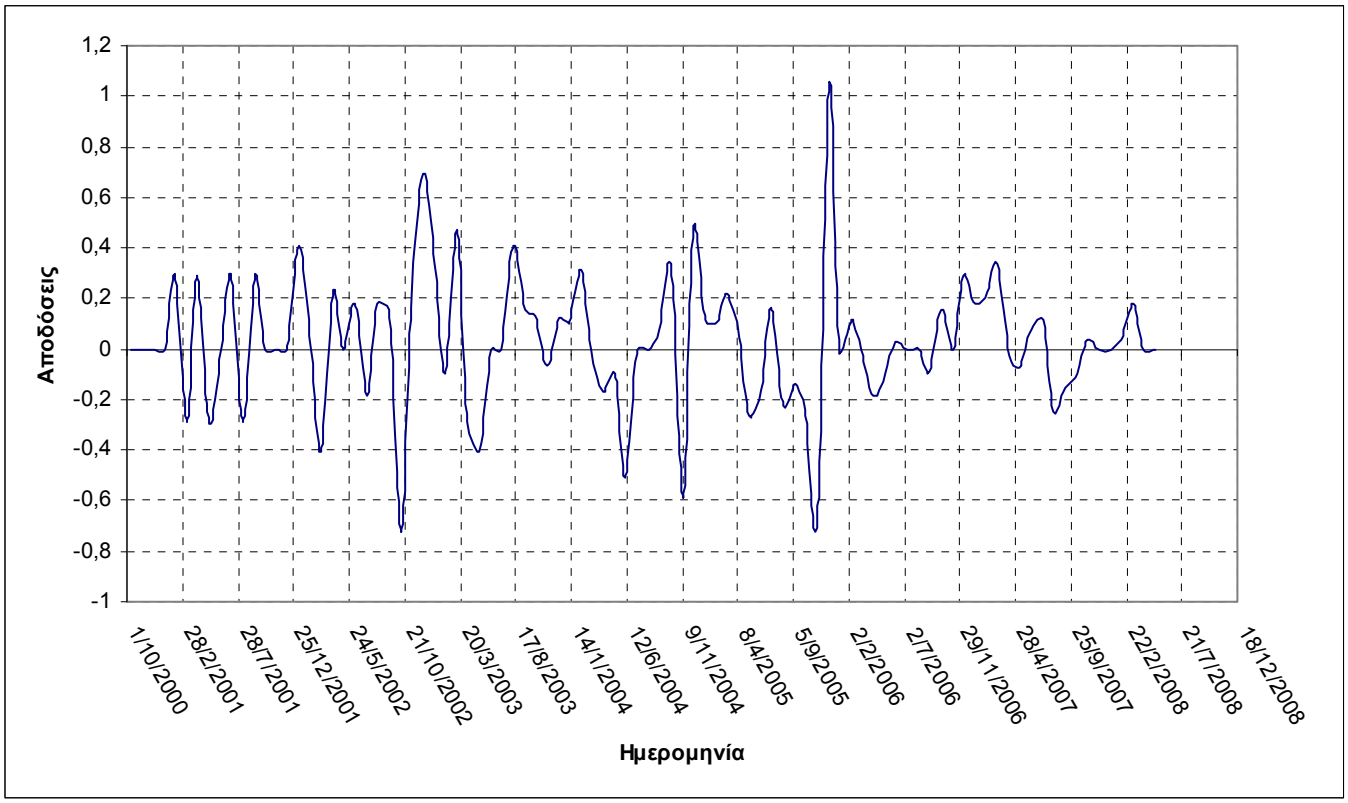


Γράφημα 2. Κατανομή των ημερών αναμονής των πλοίων ως προς τον χρόνο

Στο γράφημα φαίνεται καθαρά ότι υπάρχει μια έξαρση του φαινομένου την τελευταία διετία. Ακόμα μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι την Άνοιξη φαίνεται να είναι πιο έντονο το φαινόμενο από ότι τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες. Οι τιμές είναι προφανώς πάντα θετικές αφού οι ημέρες αναμονής ενός πλοίου δεν θα μπορούσαν να πάρουν αρνητικές τιμές.

Από την κατανομή μας, με χρήση του προγράμματος Mat-lab κάναμε τον μετασχηματισμό των δεδομένων μας σε αποδόσεις.
Η εντολή που κάνει τον μετασχηματισμό είναι η <<price2re>>.

Η κατανομή των αποδόσεων είναι:



Γράφημα 3. Κατανομή των αποδόσεων της αναμονής των πλοίων στον χρόνο

Σε αυτό το γράφημα θα μπορούσαμε να πούμε ότι υπάρχει μια πιο ομοιόμορφη κατανομή των τιμών διαχρονικά από ότι στο προηγούμενο που αντιπροσώπευε τις τιμές. Όπως είναι βέβαια αναμενόμενο στην συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχουν και αρνητικές τιμές (μείωση των απαιτούμενων ημερών παραμονής έξω από το λιμάνι για την εξυπηρέτηση των πλοίων).

5.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

Πριν την πραγματοποίηση των ελέγχων, θεωρούμε σκόπιμο να κάνουμε μια πρώτη στατιστική ανάλυση των δεδομένων μας που μπορεί να μας φανεί χρήσιμη στην συνέχεια, αλλά σε κάθε περίπτωση θα μας βοηθήσει να γνωρίσουμε καλύτερα την χρονοσειρά που θα εξετάσουμε.

Εξετάζοντας την κατανομή βρίσκουμε ότι έχει

Μέση τιμή 7,823
Τυπική απόκλιση 5,4474
Τυπικό σφάλμα μέσου 0,5679
Κύρτωση 0,014
Σφάλμα κύρτωσης 0,498
ασυμμετρία 0,851
Σφάλμα ασυμμετρίας 0,251

Όμοια βρίσκουμε ότι η κατανομή των αποδόσεων έχει:

Μέση τιμή 1,326
Τυπική απόκλιση 1,124
Τυπικό σφάλμα μέσου 0,118
Κύρτωση 8,873
Σφάλμα κύρτωσης 0,253
ασυμμετρία 82,601
Σφάλμα ασυμμετρίας 0,5

6. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι στατιστικοί έλεγχοι έγιναν με μεθοδολογία που επιλέχθηκε από το βιβλίο «Ανάλυση και έλεγχοι μονομεταβλητών χρονολογικών σειρών» του Κ. Συριόπουλου. Με βάση την λογική αυτού του βιβλίου αλλά και τα αποτελέσματα που εξάγονταν από τον κάθε έλεγχο προχωρούσαμε στον επόμενο, ώστε να γνωρίσουμε όσο γίνεται καλύτερα τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς που διαθέτουμε. Στην πραγματικότητα η όλη εργασία μας βασίζεται στην μελέτη της ιστορίας της μεταβλητής που παρουσιάζει αυτή την συμπεριφορά.

6.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Για τον στατιστικό έλεγχο των δεδομένων μας, κατ' αρχήν πρέπει να ελεγχθεί η στασιμότητα της δεδομένης μας κατανομής. Αυτός ο έλεγχος έγινε με βάση την μεθοδολογία των Dickey- Fuller. Ο επαυξημένος έλεγχος των Dickey – Fuller, που απαιτεί την παλινδρόμηση του υποδείγματος, εξετάζει την συνθήκη κατά την οποία μια διαδικασία έχει μοναδιαία ρίζα και εάν οι πρώτες διαφορές μπορούν να

απομακρύνουν την ρίζα αυτή. Η μηδενική υπόθεση για τον έλεγχο αυτό θεωρεί ότι η διαδικασία είναι μη στάσιμη.

Το υπόδειγμα είναι:

$$\Delta x_t = a_1 \cdot x_{t-1} + \sum_j \phi_j \cdot \Delta x_{t-j} + e_t$$

Το οποίο για τον δικό μας έλεγχο γίνεται:

$$\Delta y(t) = a + \beta \cdot t + \gamma \cdot y(t-1) + \delta_1 \Delta y(t-1) + \varepsilon(t)$$

όπου αν είναι x τα δεδομένα μας και t ο χρόνος, είναι:

$\Delta y(t_i) = \ln(x(t_i)) - \ln(x(t_{i-1}))$
$y(t-1) = \ln(x(t_{i-1}))$
$\Delta y(t-1) = \ln(x(t_{i-1})) - \ln(x(t_{i-2}))$

Οι συντελεστές α, β, γ, δ1 θα βρεθούν από την παλινδρόμηση.
Επίσης κάνουμε τον απλούστερο έλεγχο με υπόδειγμα:

$$\Delta y(t) = \delta_1 \Delta y(t-1) + \varepsilon(t)$$

όπου ότι το σταθερό μέρος είναι μηδέν.
Για κάθε έναν από τους δυο αυτούς ελέγχους βρίσκεται το άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων (sum of squared residuals).
Για την παλινδρόμηση χωρίς περιορισμό για το σταθερό μέρος (επαυξημένος έλεγχος), ο συντελεστής γ θα πρέπει να έχει απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από 3,41 για ελέγχους με σφάλμα 5% για να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση, δηλαδή την υπόθεση της μη στασιμότητας. Έτσι εάν ο συντελεστής γ βρεθεί για παράδειγμα 5 ή -5, τότε μπορούμε να πούμε ότι η κατανομή μας είναι στάσιμη.

6.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ

Για μια κατανομή που είναι στάσιμη, μπορούμε να κάνουμε τον έλεγχο για την κανονικότητα. Εάν η κατανομή δεν είναι στάσιμη, προσπαθούμε να την κάνουμε με κάποιον μετασχηματισμό. Για παράδειγμα μπορούμε να πάρουμε τις αποδόσεις με τον μετασχηματισμό των δεδομένων.

Ο έλεγχος της κανονικότητας είναι πολύ σημαντικός στην ανάλυση της συμπεριφοράς των κεφαλαιαγορών, μιας και μια χρονοσειρά αποδόσεων που κατανέμεται κανονικά οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι αποδόσεις είναι ίδιες σε κάθε επενδυτικό ορίζοντα.

Κατ' αρχήν θα κάνουμε τον έλεγχο Κανονικής Κατανομής.

Στην κανονική κατανομή, όλες οι «μονές» ροπές μεγαλύτερες της δευτέρας τάξης είναι μηδέν και έτσι η ασυμμετρία, που είναι η ροπή τρίτης τάξης και μας πληροφορεί αν οι τιμές μιας μεταβλητής διατάσσονται συμμετρικά γύρω από το μέσο της κατανομής, είναι μηδέν.

Επίσης, η κύρτωση, που είναι η ροπή τέταρτης τάξης, κινείται γύρω από το τρία.

Η μηδενική υπόθεση είναι ότι η κατανομή είναι κανονικά κατανεμημένη. Έτσι, ο έλεγχος γίνεται πάντοτε βάσει των πινάκων της κανονικής κατανομής για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

Εάν τα Z1, Z2 είναι:

$$z_1 = \frac{(\beta_1)^{1/2}}{(6/\mathrm{T})^{1/2}} \ , \ z_2 = \frac{\beta_2 - 3}{(24/\mathrm{T})^{1/2}}$$

όπου $(\beta_1)^{1/2}$ είναι η ασυμμετρία (skewness)

και β2 είναι η κύρτωση (kirtosis)

Τότε απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση (ότι η κατανομή είναι κανονική) αν είναι:
$|z1|>|r1|$ και $|z2|>|r2|$

όπου r1, r2 είναι οι κρίσιμες τιμές που δίνονται από τον πίνακα της κανονικής κατανομής για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

Εάν ο συντελεστής κύρτωσης είναι μεγαλύτερος του 3, η κατανομή είναι πλατύκυρτη (fat tailed distribution), ενώ για συντελεστή κύρτωσης μικρότερο του 3 είναι λεπτόκυρτη.

Μια πλατύκυρτη κατανομή αποτελεί ένδειξη ότι το υπό μελέτη σύστημα έχει μακροχρόνια μνήμη, και περιγράφεται καλύτερα από μια μη γραμμική στοχαστική διαδικασία.

Έπειτα από τον έλεγχο της κανονικής κατανομής, κάνουμε τον έλεγχο Jarque – Bera για να δούμε αν θα επιβεβαιώσουμε το αποτέλεσμα του προηγούμενου ελέγχου.

Ο έλεγχος αυτός είναι ένας από κοινού έλεγχος για την κανονικότητα μιας μεταβλητής, επειδή χρησιμοποιεί και τους δύο συντελεστές, δηλαδή κύρτωσης και ασυμμετρίας, με αποτέλεσμα να δίνει πιο αξιόπιστες ενδείξεις ως προς την κανονικότητα της μεταβλητής.

Θεωρούμε την στατιστική:

$$J.B = (T/6)\cdot\beta1+(T/24)\cdot (\beta2-3)^2 .$$

Όπου τα β1, β2 είναι τα ίδια με πριν.
Η μηδενική υπόθεση είναι, όπως και πριν, ότι η μεταβλητή κατανέμεται κανονικά.

Συγκρίνουμε την στατιστική J.B με την κριτική τιμή r που παίρνουμε από την κατανομή X^2 με 2 βαθμούς ελευθερίας στο δεδομένο επίπεδο σημαντικότητας α. Η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται εδώ όταν
$J.B > X^2$ (2).

6.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ

Μετά τον έλεγχο της κανονικότητας, πραγματοποιούμε τον έλεγχο για την ανεξαρτησία.

Ο έλεγχος για την ανεξαρτησία μιας χρονολογικής σειράς είναι πολύ σημαντικός όταν γίνεται μελέτη των χαρακτηριστικών μιας αγοράς, όπως της ναυλαγοράς.
Εάν μια χρονοσειρά είναι ανεξάρτητη, τότε η διαδικασία που την διέπει είναι τελείως τυχαία και δεν είναι δυνατόν να κατασκευαστεί ένα υπόδειγμα προσδιοριστικό που να την περιγράφει. Η υπόθεση της ανεξαρτησίας, ή της βραχυχρόνιας μνήμης, είναι μια πολύ αυστηρή υπόθεση στην χρηματοοικονομική θεωρία. Σύμφωνα με αυτήν την υπόθεση, η μεταβολή του επιπέδου των τιμών σε μια χρονική περίοδο, δεν μπορεί να συσχετιστεί με τις μεταβολές που είχαν προηγηθεί. Αυτό σημαίνει ουσιαστικά ότι η χρονοσειρά των αποδόσεων ακολουθεί το υπόδειγμα του τυχαίου περίπατου.

Ο συνδιασμός της έννοιας της ανεξαρτησίας με αυτήν της κανονικότητας, θεωρείται πολύ σημαντικός στην εξειδίκευση ενός υποδείγματος χρονολογικών σειρών.

Αρχικά πραγματοποιούμε τον έλεγχο της αλλαγής σημείου (turning points). Η αλλαγή σημείου σύμφωνα με τον έλεγχο αυτόν, πραγματοποιείται όταν ισχύει:

$x_{t-1} < x_t$ και $x_t > x_{t+1}$ ή

$x_{t-1} > x_t$ και $x_t < x_{t+1}$

με 1< t < T.

Εάν είναι Τ.Π ο αριθμός των turning points τότε η πιθανότητα να υπάρχει ένα Τ.Π σημείο στον χρόνο t, εάν η μεταβλητή είναι ανεξάρτητη, είναι ίση με 2/3. Για την πραγματοποίηση του ελέγχου μετράμε τον αριθμό των σημείων Τ.Π και υπολογίζουμε τον μέσο και την διακύμανση αντίστοιχα ως εξής:

Ε (Τ.Π) = 2 (Τ – 2)/3

$$\sigma^2_{\text{Τ.Π}} = (16 \cdot T - 29)/90$$

Η μηδενική υπόθεση μας λέει ότι η μεταβλητή μας είναι ανεξάρτητη.

Θεωρούμε την στατιστική:

$$Z = \frac{|\,\text{Τ.Π} - \text{Ε(Τ.Π)}\,|}{\sigma_{\text{Τ.Π}}}$$

Για επίπεδο σημαντικότητας α, η κριτική τιμή r του ελέγχου Z, βασίζεται στην τυποποιημένη κανονική κατανομή, N (0,1) . Απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση περί ανεξαρτησίας εάν Z>|r| .

Ο επόμενος έλεγχος που γίνεται για να διαπιστωθεί αν υπάρχει ανεξαρτησία της χρονοσειράς είναι ο έλεγχος του προσήμου των διαφορών.

Για τον έλεγχο αυτόν μετράμε το πλήθος των διαφορών για τα οποία ισχύει:

$x_{t+1} > x_t$, δηλαδή $x_{t+1} - x_t > 0$

για 0 < t < T .

Εάν είναι S το πλήθος των θετικών διαφορών στην χρονοσειρά, τότε αποδεικνύεται ότι ισχύει:

$$\mu_s = E\{S\} = (T-1)/2$$

$\sigma_s^2 = Var\{S\} = (T+1)/12$

με S ~ N (μ_s, σ_s^2).

Η μηδενική υπόθεση, δηλαδή ότι η χρονοσειρά είναι ανεξάρτητη απορρίπτεται για το επίπεδο σημαντικότητας α όταν είναι:

$$\frac{|S-\mu_s|}{\sigma_s} > r \ .$$

6.4 ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΕΞΑΡΤΗΣΗ

Μετά τον έλεγχο της ανεξαρτησίας πραγματοποιείται ο έλεγχος της μη γραμμικής εξάρτησης. Αυτός ο έλεγχος έχει νόημα στην περίπτωση που η μεταβλητή μας εμφανιστεί στον προηγούμενο έλεγχο ως εξαρτημένη. Εμείς θα πραγματοποιήσουμε τον έλεγχο σε κάθε περίπτωση για λόγους εκπαιδευτικούς.

Στην απλούστερη της μορφή η εξάρτηση της μεταβλητής, η εξάρτηση μπορεί να παρουσιάζεται με κάποια γραμμική τάση. Σε ποιο σύνθετες περιπτώσεις μπορεί να απαιτείται μια μη γραμμική παρουσίαση, όπως μια εκθετική ή ακόμα πιο σύνθετη.

Ο έλεγχος της μη γραμμικής εξάρτησης γίνεται συνήθως μεταξύ διαφόρων μη γραμμικών τύπων εξάρτησης ή με έλεγχο της γραμμικής εξάρτησης συγκριτικά με την μη γραμμική.

Ο έλεγχος που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ο Luukkonen για τον οποίο θα κάνουμε παλινδρομήσεις και στη συνέχεια θα εξεταστεί η συσχέτιση μεταξύ των καταλοίπων. Στον έλεγχο αυτό η μηδενική υπόθεση είναι ότι η χρονοσειρά εκφράζεται μέσω ενός υποδείγματος AR(p) (ARMA). Εάν απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση η χρονοσειρά δεν ακολουθεί μια τέτοια διαδικασία.

Αρχικά παλινδρομούμε το υπόδειγμα :

$x(t) = a_0 + \sum_i a_i \cdot x_{t-1} + e_t$, για i = 1, 2, …, p

εμείς θα κάνουμε τον έλεγχο για p=1.

Από τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης κρατούμε τα υπόλοιπα e_t και το άθροισμα των τετραγώνων αυτών SSRe.

Ακολούθως παλινδρομούμε μια από τις ακόλουθες σχέσεις:

(1). $e(t) = a_0 + \sum_i a_i \cdot x_{t-1} + \sum_i \sum_j \beta_{ij} \cdot x_{t-i} \cdot x_{t-j} + \nu_t$

(2). $e(t) = a_0 + \sum_i a_i \cdot x_{t-1} + \sum_i \sum_j \beta_{ij} \cdot x_{t-i} \cdot x_{t-j} + \sum_i \sum_j \delta_{ij} \cdot x_{t-i} \cdot x_{t-j}^k + \nu_t$

(3). $e(t) = a_0 + \sum_i a_i \cdot x_{t-1} + \sum_i \sum_j \beta_{ij} \cdot x_{t-i} \cdot x_{t-j} + \sum_i \delta_i \cdot x_{t-i}^3 + \nu_t$

με i , j = 1, 2, …, p και k = 2, 3.

Κρατούμε το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων SSRv.

Επειτα υπολογίζουμε την στατιστική S για να ελέγξουμε τις παραπάνω υποθέσεις:

$$S = (T - p) \cdot (1 - SSRv / SS\,\mathrm{Re})$$

Η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται εάν S > r

Είναι r ≈ X^2 (1) = 3,84

Στην συνέχεια εάν ανιχνευθούν μη γραμμικότητες πραγματοποιούμε τον έλεγχο Hsieh που διαχωρίζει δυο διαφορετικούς τύπους μη – γραμμικοτήτων. Τις προσθετικές και τις πολλαπλασιαστικές. Η πολλαπλασιαστική εξάρτηση υπονοεί ότι η υπό συνθήκη αναμενόμενη τιμή των καταλοίπων, δεδομένων των υστερήσεων της x (t) και των καταλοίπων e_t είναι ίση με το μηδέν. Το αντίθετο ισχύει για την προσθετική εξάρτηση. Και οι δυο αυτές μορφές εξάρτησης συνεπάγονται ότι τα

τετράγωνα των καταλοίπων από ένα γραμμικό αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα συσχετίζονται μεταξύ τους.

Στον έλεγχο αυτό ως μηδενική υπόθεση θεωρείται η πολλαπλασιαστική μη – γραμμικότητα (ο συντελεστής συσχέτισης τρίτης τάξης είναι μηδέν). Διαφορετικά η χρονοσειρά θα έχει προσθετικές μη- γραμμικότητες.

Η ροπή τρίτης τάξης των καταλοίπων είναι:

$$\rho_{eee}(i,j) = \frac{(1/T)\cdot\sum_t e_t \cdot e_{t-1} \cdot e_{t-j}}{[(1/T)\cdot\sum e_t^2]^{1.5}}$$

Αν δεν υπάρχουν γραμμικές εξειδικεύσεις για την μεταβλητή, τότε αντί για τα υπόλοιπα χρησιμοποιούμε την μεταβλητή.

Ακολούθως υπολογίζουμε την στατιστική του ελέγχου:

$$V(i,j) = T^{1/2} \cdot \frac{\rho_{eee}(i,j)}{W(i,j)} \quad \text{με}$$

$$W(i,j) = \frac{(1/T)\cdot\sum_t e_t^2 \cdot e_{t-1}^2 \cdot e_{t-j}^2}{[(1/T)\cdot\sum e_t^2]^3}$$

Η μηδενική υπόθεση για πολλαπλασιαστικές μη - γραμμικότητες για α=0,05 απορρίπτεται όταν είναι:

$$|V(i,j)| > |r|$$

όπου το r λαμβάνεται από την τυποποιημένη κανονική κατανομή.

6.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΑΡΞΗΣ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑΣ ΜΝΗΜΗΣ

Μετά τον έλεγχο για τις μη- γραμμική εξάρτηση, πραγματοποιείται ο έλεγχος ύπαρξης μακροχρόνιας μνήμης σύμφωνα με το βιβλίο του Κ. Συριόπουλου.

Για τον έλεγχο αυτό θα ακολουθήσουμε την προσέγγιση της κανονικοποιημένης μεταβλητότητας (Rescaled Range Analysis) που αναπτύχθηκε το 1951 από τον υδρολόγο Hurst. Αυτή η μεθοδολογία μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε την εμφάνιση σπάνιων γεγονότων αλλά δεν περιορίζεται μόνο σε αυτό. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης αυτής είναι ο εκθέτης Hurst (H) ο οποίος εκτιμά την μεροληψία ή την τάση μιας χρονοσειράς.

Η στατιστική Hurst (H) όταν παίρνει τιμή ίση με 0,5, τότε η χρονοσειρά που ακολουθούμε ακολουθεί το υπόδειγμα του τυχαίου περίπατου. Υπάρχει ανεξαρτησία και η συνδιακύμανση είναι μηδέν. Ετσι, δεν υπάρχει καμία μακροχρόνια εξάρτηση.

Εάν το H έχει τιμή μεταξύ του 0,5 και του 1 τότε η χρονοσειρά έχει μακροχρόνια μνήμη. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ευαισθησία στις αρχικές συνθήκες. Όσο μεγαλύτερο το αποτέλεσμα τις στατιστικής (πιο κοντά στο 1) τόσο περισσότερο επιρρεάζουν οι προηγούμενες τιμές τις επόμενες.
Εάν υπάρχει μακροχρόνια μνήμη, τότε η συσχέτιση είναι θετική και υπάρχει εμμονή της τάσης, για παράδειγμα όταν για μια περίοδο υπάρχει αύξηση της τιμής των ναύλων, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα η τάση αυτή να εξακολουθήσει και την νέα περίοδο. Όσο πιο κοντά στο ένα είναι η στατιστική H τόσο πιο μεγάλη εμμονή υπάρχει.

Στην περίπτωση που η σταθερά έχει τιμή θετική αλλά μικρότερη του 0,5, η συσχέτιση είναι αρνητική και η διαδικασία παρουσιάζει εμμονή αντίθετης κατεύθυνσης ή τάσης.

Συνοπτικά η στατιστική Hurst εκφράζει την πιθανότητα να εμφανιστούν δύο διαδοχικά ενδεχόμενα ίδιου προσήμου.

Στην κλασσική R/S ανάλυση χωρίζουμε την χρονοσειρά μας σε A υποπεριόδους μεγέθους n έτσι ώστε το γινόμενο των δύο να μας δώσει το σύνολο της χρονοσειράς που είχαμε στην αρχή. Για διαφορετικές τιμές του A έχουμε και διαφορετικά n. Εμείς θα επιλέξουμε να χωρίσουμε την διαδικασία σε 2, 3, 6, 9, 10 υποπεριόδους και είχαμε αντίστοιχα 45, 30, 15, 10, 9 στοιχεία σε κάθε υποπερίοδο.

Ακολούθως υπολογίζουμε για κάθε υποπερίοδο την μέση τιμή της, $\tilde{x}(n)$.

Υπολογίζουμε το άθροισμα των αποκλίσεων X(k,n) που είναι η αθροιστική σειρά αποκλίσεων από τους μέσους:

$$X(k,n) = \sum_{i=1}^{k} [x(t) - \tilde{x}(n)] \qquad , 1 \le k \le n$$

Έπειτα ορίζουμε για κάθε υποπερίοδο τις διαφορές:

$$R(n) = \max[x(k,n)] - \min[x(k,n)] \qquad , 1 \le k \le n$$

Βρίσκουμε την τυπική απόκλιση για κάθε υποπερίοδο Sj, j = 1,…,A
Πλέον μπορούμε να υπολογίσουμε για κάθε υποπερίοδο τον λόγο Rj / sj , j = 1,…,A
Η εκτίμηση της μέσης τιμής R/S για τον κάθε αριθμό n που έχουμε επιλέξει θα είναι:

$$(R/S)_n = \frac{\sum_{j=1}^{A} R_n / S_n}{A}$$

Επαναλαμβάνοντας την ίδια διαδικασία για τα διάφορα A και n μπορούμε να εκτιμήσουμε την παλινδρόμηση:

$$\log(R/S)_n = c + H \cdot \log(n)$$

όπου C είναι μια σταθερά.

Από αυτήν την παλινδρόμηση λαμβάνουμε την τιμή της στατιστικής H και με βάση τα παραπάνω να καταλάβουμε αν η χρονοσειρά έχει μακροχρόνια μνήμη.

6.7 ΤΑ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σημειώνουμε ότι τα αναλυτικά αποτελέσματα και οι πίνακες με τους οποίους έγιναν οι υπολογισμοί παρατίθενται στο Παράρτημα. Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των ελέγχων ήταν για τα δεδομένα μας:

Έλεγχος	Μέθοδος	Συμπέρασμα
Στασιμότητα	Dickey - Fuller	Μη στάσιμη
	Επαυξημένος Dickey - Fuller	

Πίνακας 1. Σύνοψη ελέγχων για την αρχική χρονοσειρά

Από την πρώτη ματιά φαίνεται ότι η χρονοσειρά μας δεν είναι στάσιμη και υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να ακολουθεί το υπόδειγμα του τυχαίου περίπατου. Στην περίπτωση αυτή δεν έχει νόημα να συνεχίσουμε στους επόμενους ελέγχους. Παρόλα αυτά εμείς για λόγους εκπαιδευτικούς αλλά και περιέργειας κάναμε τους επόμενους ελέγχους της κανονικότητας και της ανεξαρτησίας. Στον έλεγχο της κανονικότητας, με την μέθοδο της κανονικής κατανομής δεν μπορέσαμε να βγάλουμε συμπέρασμα, ωστόσο με την μέθοδο των Jarque – Bera απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, επομένως η χρονοσειρά αυτή δεν θα είχε κάποια μορφή κανονικότητας. Επίσης στον έλεγχο της ανεξαρτησίας που κάναμε με την μέθοδο αλλαγής σημείου βρήκαμε ότι η χρονοσειρά αυτή ήταν ανεξάρτητη. Το ίδιο αποτέλεσμα βρήκαμε και με την μέθοδο του προσήμου των διαφορών.

Για να μπορέσουμε να συνεχίσουμε ωστόσο τους ελέγχους με τρόπο επιστημονικά τεκμηριωμένο, θα πρέπει να γίνει κάποιος μετασχηματισμός της αρχικής μας χρονοσειράς. Η εντολή price2re του προγράμματος της Mat-lab μας επιστρέφει τις αποδόσεις της αρχικής χρονοσειράς. Στην νέα χρονοσειρά εφαρμόζουμε πλέον όλους τους ελέγχους που θέλουμε να κάνουμε. Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των ελέγχων για την χρονοσειρά των αποδώσεων είναι τα ακόλουθα (οι πίνακες με τις αναλυτικές πράξεις βρίσκονται στο παράρτημα):

Έλεγχος	Μέθοδος	Συμπέρασμα
Στασιμότητα	Dickey - Fuller	Στάσιμη
	Επαυξημένος Dickey - Fuller	
Κανονικότητα	Κανονικής Κατανομής	Μη κανονική
	Jarque - Bera	
Ανεξαρτησία	Turning Point	Ανεξάρτητη
	Πρόσημο Διαφορών	
Μη γραμμικότητα	Luukkonen	Απόρριψη της υπόθεσης μη γραμμικής εξάρτησης
	Hsieh	Πιθανότητα πολλαπλασιαστικών μη γραμμικοτήτων
Μακροχρόνια Μνήμη	Κλασσική R/S Ανάλυση Hurst	Εμμονή αντίθετης κατεύθυνσης

Πίνακας 2. Σύνοψη ελέγχων για την χρονοσειρά των αποδόσεων

Από την ανάλυση της χρονοσειράς των αποδόσεων βρίσκουμε κατ' αρχήν ότι είναι στάσιμη. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μπορούμε να προχωρήσουμε στους ελέγχους της κανονικότητας και της ανεξαρτησίας και τότε να προβούμε σε μια νέα αναζήτηση συμπερασμάτων. Από τους ελέγχους της κανονικής κατανομής και των jarque – Bera παρατηρούμε ότι η χρονοσειρά δεν έχει κανονικότητα ενώ με τις μεθόδους της αλλαγής σημείου και του προσήμου των διαφορών είδαμε ότι η χρονοσειρά είναι ανεξάρτητη και δεν επηρεάζεται από την προηγούμενη τιμή.

Σε αυτό το σημείο καλούμαστε να πάρουμε ξανά αποφάσεις. Η ανεξαρτησία της χρονοσειράς μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν μπορούμε να φτιάξουμε κάποιο μοντέλο που να προσομοιάζει ή να προβλέπει την ιστορία της. Ωστόσο θα κάνουμε τον έλεγχο της μη – γραμμικότητας για να διαπιστώσουμε εάν είχε βγει εξαρτημένη η χρονοσειρά, αν θα μπορούσαμε να βρούμε κάποιο μοντέλο μη – γραμμικότητας που να την προσομοιάζει, αλλά και την μακροχρόνιας μνήμης. Ο έλεγχος της μη-γραμμικότητας μας δείχνει πως δεν υπάρχει κάποιο μοντέλο μη – γραμμικό για την προσομοίωση της χρονοσειράς και με την μέθοδο Hsieh παρατηρούμε ότι εάν είχαμε περίπτωση μη - γραμμικότητας, τότε αυτές θα ήταν πολλαπλασιαστικής μορφής.

Τέλος από τη μέθοδο της κλασσικής R/S ανάλυσης η χρονοσειρά φαίνεται να έχει μια εμμονή αντίθετης κατεύθυσης. Παρόλα αυτά δεν μπορούμε να την λάβουμε υπόψην μας διότι από το αποτέλεσμα δεν είναι τόσο ισχυρό ώστε να αποκλείεται η ανεξαρτησία. Δηλαδή η εμμονή που φαίνεται να υπάρχει δεν είναι τόσο έντονη. Σε κάθε περίπτωση το αποτέλεσμα δεν το λαμβάνουμε υπόψην από τη στιγμή που θεωρούμε ότι η χρονοσειρά είναι ανεξάρτητη.

7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία μας έγινε με στόχο να αναλύσουμε το φαινόμενο της παραμονής των πλοίων έξω από τα λιμάνια, αλλά και την επίδρασή του στην ναυλαγορά. Στην εργασία αυτή είδαμε οτι το φαινόμενο της παραμονής των πλοίων έξω από τα λιμάνια που οφείλεται στο γεγονός ότι τα λιμάνια δεν έχουν την δυνατότητα να εξυπηρετήσουν τα πλοία ενώ παρατηρήσαμε ότι επηρεάζει την ναυλαγορά καθώς το η παραμονή των πλοίων έξω από τα λιμάνια δημιουργεί μια φαινομενική έλλειψη πλοίων και έτσι αυξάνονται οι τιμές των ναύλων. Καταλαβαίνουμε έτσι πόσο σημαντικό ρόλο παίζει στο επίπεδο των ναύλων αλλά και στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Ακόμα είδαμε κάποια ιστορικά στοιχεία για την ναυτιλία και για την συμφόρηση των πλοίων και δώσαμε κάποια βασικά στοιχεία της στατιστικής που θα μας βοηθήσουν στην πραγματοποίηση των ελέγχων και της ανάλυσης των δεδομένων.

Από μια πρώτη ματιά, παρατηρήσαμε ότι την άνοιξη το φαινόμενο έχει μια τάση έξαρσης ενώ τους τελευταίους μήνες του χρόνου βλέπουμε μια υποχώρηση της μέσης ημερήσιας παραμονής των πλοίων έξω από τα λιμάνια. Με βάση τους ελέγχους που πραγματοποιήσαμε, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η χρονοσειρά των αρχικών μας δεδομένων ήταν μη στάσιμη και επομένως δεν μπορούσαμε να εξετάσουμε τις ίδιες τις τιμές αυτές της μέσης αναμονής των πλοίων έχω από τα λιμάνια ως προς διάφορα στατιστικά μεγέθη. Στην προσπάθεια μας να εξετάσουμε το φαινόμενο της συμφόρησης των πλοίων επιλέξαμε να δούμε την συμπεριφορά που έχουν οι αποδόσεις της αρχικής μας χρονοσειράς.

Η χρονοσειρά των αποδόσεων αποδείχθηκε ότι είναι στάσιμη και επομένως μπορούσαμε να προχωρήσουμε στο επόμενο βήμα, δηλαδή να ελέγξουμε εάν υπάρχει κάποιο είδους κανονικότητα σε αυτήν. Έπειτα από τους ελέγχους για την κανονικότητα απορρίψαμε την πιθανότητα να έχει κάποιο είδους κανονικότητα η χρονοσειρά και επικεντρωθήκαμε στον επόμενο έλεγχο, αυτόν της ανεξαρτησίας. Ο έλεγχος αυτός είχε ιδιαίτερη σημασία διότι εάν το αποτέλεσμα των ελέγχων μας έδειχνε ότι η χρονοσειρά είναι μη ανεξάρτητη, αυτό θα μας οδηγούσε αυτόματα στο συμπέρασμα ότι πιθανόν υπάρχει κάποιο μοντέλο που να προσομοιάζει την χρονοσειρά αυτή και επομένως να μπορούμε να προβλέψουμε τις μελλοντικές τιμές. Ωστόσο οι έλεγχοι μας έδειξαν ότι η χρονοσειρά ήταν ανεξάρτητη με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να αναπτύξουμε κάποιο μοντέλο για την πρόβλεψη των τιμών.

Στη συνέχεια αποφασίσαμε για λόγους διδακτικούς να ελέγξουμε την χρονοσειρά ως προς το αν παρουσιάζει κάποια μορφή μη γραμμικότητας αλλά και εάν έχει μακροχρόνια μνήμη. Σε αυτούς τους ελέγχους βρήκαμε ότι τα δεδομένα μας δεν ακολουθούν κάποιο μη- γραμμικό μοντέλο, ενώ θα μπορούσαμε να πούμε ότι έχει κάποιας μορφής μνήμη διότι βάση του ελέγχου φαίνεται να παρουσιάζει εμμονή αντίθετης κατεύθυνσης (όχι όμως έντονη). Το τελευταίο συμπέρασμα ωστόσο, και επειδή δεν υπάρχει έντονη εμμονή αντίθετης κατεύθυνσης δεν θα πρέπει να το λάβουμε υπόψην μας όταν αναφερόμαστε στα συγκεκριμένα δεδομένα επειδή ήταν λίγα για έναν τέτοιο έλεγχο.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι το φαινόμενο επηρεάζει τη ρύπανση του περιβάλλοντος, αφού η παραμονή ενός μεγάλου αριθμού πλοίων σε μια τοποθεσία, μολύνει την θαλάσσια περιοχή με τα απόβλητα τόσο του προσωπικού, αλλά και με τα λειτουργικά απόβλητα και όχι μόνο. Το θερμό νερό που εκλύεται στη θάλασσα διαταράσσει το οικοσύστημα της περιοχής και αυξάνεται το φυτοπλαγκτόν, ενώ παράλληλα η γάστρα του ακίνητου πλοίου μολύνεται ταχύτερα και το πλοίο έχει μεγαλύτερη αντίσταση κατά την κίνησή του. Αξίζει να σημειώσουμε ακόμα, ότι εάν ο καπετάνιος ήξερε πότε θα εξυπηρετηθεί το πλοίο του, τότε θα μπορούσε να καθορίσει την ταχύτητα του πλοίου του έτσι ώστε να φτάσει στο λιμάνι λίγο πριν εξυπηρετηθεί. Με αυτό τον τρόπο η κατανάλωση καυσίμου και κατ' επέκταση και η ρύπανση της ατμόσφαιρας θα περιορίζονταν, αφού το πλοίο θα κινιόταν με μικρότερη ταχύτητα, λιγότερες στροφές στη μηχανή, αλλά και μικρότερη αντίσταση! Σε έναν τέτοιο περιβαλλοντολογικού σχεδιασμού πλάνο βέβαια θα ήταν χρήσιμο να λάβουμε

υπόψην μας ότι τα μεγαλύτερου μεγέθους πλοία καταναλώνουν, ως προς το μεταφερόμενο φορτίο και τα μίλια, λιγότερη ενέργεια από ότι τα μικρότερα πλοία. Όπως είδαμε εξάλλου, η συμφόρηση πλοίων έξω από τα λιμάνια μπορεί να οδηγήσει και σε ναυτικά ατυχήματα.

Το συνολικό συμπέρασμα από την στατιστική ανάλυση του φαινομένου, βάση των δεδομένων που είχαμε, είναι ότι δεν μπορούμε να προβλέψουμε την εξέλιξη του φαινομένου. Και αν λάβουμε υπόψην μας και τις πρόσφατες εξελίξεις (κατάρρευση της παγκόσμιας οικονομίας), καταλαβαίνουμε ότι μακροχρόνια πρόβλεψη για το φαινόμενο δεν μπορούμε να κάνουμε, αφού επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Παρόλα αυτά, μπορούμε να προτείνουμε λύσεις για τον περιορισμό του φαινομένου αλλά και για το καλό του περιβάλλοντος.

7.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σήμερα το φαινόμενο της πολυήμερης παραμονής των πλοίων έξω από λιμάνια φαίνεται να είναι σε ύφεση, (αν όχι σε χειμερία νάρκη). Σε περίοδο όμως έξαρσης του φαινομένου η επίδραση του στην Ναυλαγορά όπως παρατηρήσαμε είναι πολύ σημαντική. Η λύση του φαινομένου, ή πιο σωστά η αποκλιμάκωση του σε τέτοιες περιόδους είναι πολύ σπουδαία γιατί θα επηρεάσει τις τιμές σχεδόν όλων των προϊόντων παγκόσμιας μεταφοράς, της αγοραστικής δύναμης των καταναλωτών και μακροπρόθεσμα την ίδια την παγκόσμια οικονομία (μεγαλύτερος μεταφερόμενος όγκος εμπορευμάτων, ανάπτυξη κλπ).

Λύσεις στο φαινομένου του Congestion θα ήταν:

- η ανάπτυξη των λιμένων (μεγαλύτερη χωρητικότητα λιμανιών σημαίνει ταχύτερη εξυπηρέτηση των πλοίων)

- η δημιουργία πλάνου εξυπηρέτησης από πλευράς λιμανιών (δηλαδή κάθε πλοίο θα πρέπει να ενημερώσει το εκάστοτε λιμάνι κάποιο σημαντικό χρονικό διάστημα πριν την άφιξη του για την πιθανή ημερομηνία άφιξης του, ώστε το λιμάνι, βάση του πλάνου που έχει, να πει στον καπετάνιο πότε θα εξυπηρετηθεί και έτσι το πλοίο να κάνει το ταξίδι του πιο αργά ώστε να περιμένει όσο το δυνατόν λιγότερο διάστημα μέχρι να εξυπηρετηθει)
- Βελτίωση φόρτο-εκφορτωτικών μέσων, ώστε να γίνεται ταχύτερα η εκφόρτωση των αγαθών από το πλοίο (ή η φόρτωση στο πλοίο αντίστοιχα).
- Δημιουργία ενδιάμεσων (πιθανότατα πλωτών) σταθμών φόρτο-εκφόρτωσης (με αυτόν τον τρόπο τα περισσότερα πλοία θα φόρτο-εκφορτώνουν σε αυτούς τους σταθμούς και μικρότερα πλοία θα μεταφέρουν τα αγαθά από και προς τον κύριο λιμένα)
- Επιλογή από τον καπετάνιο κοντινού λιμένα στον προορισμό, ώστε να εξυπηρετήσει το πλοίο εάν η αναμονή στο επιθυμητό λιμάνι είναι μεγάλη.

Είναι σαφές ότι άλλες λύσεις είναι φτηνές, άλλες δαπανηρές, άλλες άμεσες και άλλες πιο μελλοντικές. Ωστόσο μπορεί να υπάρξει και συνδυασμός των λύσεων αν φυσικά αυτό κριθεί αναγκαίο ή πιο σωστά ωφέλιμο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- *«Ανάλυση και Έλεγχοι Μονομεταβλητών Χρηματοοικονομικών Χρονολογικών Σειρών »*, Κ. Συριόπουλος, Τυπωθήτω, Αθήνα 1998
- *«100 Statistical Tests »*, Gopal K. Kanji, SAGE Publications, London 1999
- *«Ελληνική Ακτοπλοΐα και Cabotage»*,
  Χ. Ψαραύτης, Ιδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα 2006
- *«Οικονομική Θαλασσίων Μεταφορών Ι »* ,
  Χ. Ψαραύτης, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2006.
- *« Γραμμικά Μοντέλα με Έμφαση στις Εφαρμογές »*,
  Ι. Πανάρετος, Γραφικές Τέχνες, Αθήνα 2001
- *« Εισαγωγή στη Στατιστική Σκέψη »*,
  Ι. Πανάρετος, Ε. Ξεκαλάκης, Αθήνα 2000
- *«Ship emission Study»,*
  Laboratory for Maritime transport, NTUA, Athens 2008
- www.G-ports.com
- www.bancosta.it
- www.coalsync.com
- www.nautilia.gr
- www.naftemporiki.gr
- www.portworld.com
- www.shipping.capitallink.com
- www.thehindubusinessline.com
- www.reuters.com
- www.h2.punchng.com

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ι. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ

Α. ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Σύμφωνα με τον έλεγχο Dickey- Fuller κατασκευάζουμε τον παρακάτω πίνακα:

y	Ln (y)	Δy(t)	t	y(t-1)	Δy(t-1)
1,5	0,405	0	1	0,4055	
1,5	0,405	0	2	0,4055	0
1,5	0,405	0	3	0,4055	0
2	0,693	0,2877	4	0,4055	0
1,5	0,405	-0,2877	5	0,6931	0,2877
2	0,693	0,2877	6	0,4055	-0,288
1,5	0,405	-0,2877	7	0,6931	0,2877
1,5	0,405	0	8	0,4055	-0,288
2	0,693	0,2877	9	0,4055	0
1,5	0,405	-0,2877	10	0,6931	0,2877
2	0,693	0,2877	11	0,4055	-0,288
2	0,693	0	12	0,6931	0,2877
2	0,693	0	13	0,6931	0
2	0,693	0	14	0,6931	0
3	1,099	0,4055	15	0,6931	0
3	1,099	0	16	1,0986	0,4055
2	0,693	-0,4055	17	1,0986	0
2,5	0,916	0,2231	18	0,6931	-0,405
2,5	0,916	0	19	0,9163	0,2231
3	1,099	0,1823	20	0,9163	0
2,5	0,916	-0,1823	21	1,0986	0,1823
3	1,099	0,1823	22	0,9163	-0,182
3,5	1,253	0,1542	23	1,0986	0,1823
1,7	0,531	-0,7221	24	1,2528	0,1542
2	0,693	0,1625	25	0,5306	-0,722
4	1,386	0,6931	26	0,6931	0,1625

5,5	1,705	0,3185	27	1,3863	0,6931
5	1,609	-0,0953	28	1,7047	0,3185
8	2,079	0,47	29	1,6094	-0,095
6	1,792	-0,2877	30	2,0794	0,47
4	1,386	-0,4055	31	1,7918	-0,288
4	1,386	0	32	1,3863	-0,405
4	1,386	0	33	1,3863	0
6	1,792	0,4055	34	1,3863	0
7	1,946	0,1542	35	1,7918	0,4055
8	2,079	0,1335	36	1,9459	0,1542
7,5	2,015	-0,0645	37	2,0794	0,1335
8,5	2,14	0,1252	38	2,0149	-0,065
9,5	2,251	0,1112	39	2,1401	0,1252
13	2,565	0,3137	40	2,2513	0,1112
13	2,565	0	41	2,5649	0,3137
11	2,398	-0,1671	42	2,5649	0
10	2,303	-0,0953	43	2,3979	-0,167
6	1,792	-0,5108	44	2,3026	-0,095
6	1,792	0	45	1,7918	-0,511
6	1,792	0	46	1,7918	0
6,5	1,872	0,08	47	1,7918	0
9	2,197	0,3254	48	1,8718	0,08
5	1,609	-0,5878	49	2,1972	0,3254
8	2,079	0,47	50	1,6094	-0,588
9	2,197	0,1178	51	2,0794	0,47
10	2,303	0,1054	52	2,1972	0,1178
12,4	2,518	0,2151	53	2,3026	0,1054
13	2,565	0,0473	54	2,5177	0,2151
10	2,303	-0,2624	55	2,5649	0,0473
8,5	2,14	-0,1625	56	2,3026	-0,262
10	2,303	0,1625	57	2,1401	-0,163
8	2,079	-0,2231	58	2,3026	0,1625
7	1,946	-0,1335	59	2,0794	-0,223
5,5	1,705	-0,2412	60	1,9459	-0,134
2,8	1,03	-0,6751	61	1,7047	-0,241
8	2,079	1,0498	62	1,0296	-0,675
8	2,079	0	63	2,0794	1,0498
9	2,197	0,1178	64	2,0794	0
9	2,197	0	65	2,1972	0,1178
7,5	2,015	-0,1823	66	2,1972	0
6,8	1,917	-0,098	67	2,0149	-0,182
7	1,946	0,029	68	1,9169	-0,098
7	1,946	0	69	1,9459	0,029
7	1,946	0	70	1,9459	0
6,4	1,856	-0,0896	71	1,9459	0
7,5	2,015	0,1586	72	1,8563	-0,09
7,5	2,015	0	73	2,0149	0,1586

10	2,303	0,2877	74	2,0149	0
12	2,485	0,1823	75	2,3026	0,2877
15	2,708	0,2231	76	2,4849	0,1823
21	3,045	0,3365	77	2,7081	0,2231
20,5	3,02	-0,0241	78	3,0445	0,3365
19	2,944	-0,076	79	3,0204	-0,024
20,5	3,02	0,076	80	2,9444	-0,076
23	3,135	0,1151	81	3,0204	0,076
18	2,89	-0,2451	82	3,1355	0,1151
15,5	2,741	-0,1495	83	2,8904	-0,245
14	2,639	-0,1018	84	2,7408	-0,15
14,5	2,674	0,0351	85	2,6391	-0,102
14,5	2,674	0	86	2,6741	0,0351
14,5	2,674	0	87	2,6741	0
15	2,708	0,0339	88	2,6741	0
18	2,89	0,1823	89	2,7081	0,0339
18	2,89	0	90	2,8904	0,1823
18	2,89	0	91	2,8904	0

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Με χρήση της εφαρμογής του EXCEL και της μεθόδου της παλινδρόμησης έχουμε τελικά:

Για τον επαυξημένο έλεγχο:

ΈΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R	0,36203501							
R Τετράγωνο	0,13106935							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,10075782							
Τυπικό σφάλμα	0,25300404		USSR	5,5049				
Μέγεθος δείγματος	90							
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	*SS*	*MS*	*F*	*Σημαντικότητα F*			
Παλινδρόμηση	3	0,830366	0,27679	4,3241	0,0069			
Υπόλοιπο	86	5,50495	0,06401					
Σύνολο	89	6,335316						
	Συντελεστές	*Τυπικό σφάλμα*	*t*	*τιμή-P*	*Κατώτερο 95%*	*Υψηλότερο 95%*	*Κατώτερο 95,0%*	*Υψηλότερο 95,0%*
Τεταγμένη επί την αρχή	0,1738588	0,068433	2,54056	0,0129	0,0378	0,3099	0	0,309899
Μεταβλητή X 1	0,00619487	0,002283	2,71326	0,008	0,0017	0,0107	0	0,010734
Μεταβλητή X 2	-0,2425077	0,076674	-3,16283	0,0022	-0,395	-0,09	-0,4	-0,09008
Μεταβλητή X 3	-0,051005	0,107547	-0,47426	0,6365	-0,265	0,1628	-0,3	0,162792

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Για τον απλό έλεγχο:

ΈΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R	65535							
R Τετράγωνο	-0,01046143							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	-0,02169739							
Τυπικό σφάλμα	0,26819396			RSSR	6,402			
Μέγεθος δείγματος	90							
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	*SS*	*MS*	*F*	*Σημαντικότητα F*			
Παλινδρόμηση	1	-0,0663	-0,066	-0,9214	0,05			
Υπόλοιπο	89	6,40159	0,0719					
Σύνολο	90	6,33532						
	Συντελεστές	*Τυπικό σφάλμα*	*t*	*τιμή-P*	*Κατώτερο 95%*	*Υψηλότερο 95%*	*Κατώτερο 95,0%*	*Υψηλότερο 95,0%*
Τεταγμένη επί την αρχή	0							
Μεταβλητή X 1	0,00261153	0,0145	0,1801	0,8575	-0,03	0,03	-0	0,03

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Παρατηρούμε ότι η απόλυτη τιμή του συντελεστή του y(t-1) είναι πάντοτε μικρότερη από 3,41. Επομένως η κατανομή αυτή δεν είναι στάσιμη.

Επομένως θα πρέπει να μετατρέψουμε τα δεδομένα μας σε αποδόσεις. Αυτό γίνεται με την εντολή price2re του Mat-lab.

Ο νέος πίνακας για την μέθοδο που έχουμε επιλέξει για τον έλεγχο της στασιμότητας είναι:

y	Ln (y)	Δy(t)	t	y(t-1)	Δy(t-1)
0,001	-6,907755	0	1	-6,90776	
0,001	-6,907755	0	2	-6,90776	0
0,28768	-1,245907	5,661849	3	-6,90776	0
-0,28768	-1,245907	0	4	-1,24591	5,661849
0,28768	-1,245907	0	5	-1,24591	0
-0,28768	-1,245907	0	6	-1,24591	0
0,001	-6,907755	-5,66185	7	-1,24591	0
0,28768	-1,245907	5,661849	8	-6,90776	-5,66185
-0,28768	-1,245907	0	9	-1,24591	5,661849
0,28768	-1,245907	0	10	-1,24591	0
0,001	-6,907755	-5,66185	11	-1,24591	0
0,001	-6,907755	0	12	-6,90776	-5,66185

0,001	-6,907755	0	13	-6,90776	0
0,40547	-0,902708	6,005047	14	-6,90776	0
0,001	-6,907755	-6,00505	15	-0,90271	6,005047
-0,40547	-0,902708	6,005047	16	-6,90776	-6,00505
0,22314	-1,499956	-0,59725	17	-0,90271	6,005047
0,001	-6,907755	-5,4078	18	-1,49996	-0,59725
0,18232	-1,701992	5,205763	19	-6,90776	-5,4078
-0,18232	-1,701992	0	20	-1,70199	5,205763
0,18232	-1,701992	0	21	-1,70199	0
0,15415	-1,869829	-0,16784	22	-1,70199	0
-0,72213	-0,32555	1,544279	23	-1,86983	-0,16784
0,16252	-1,816954	-1,4914	24	-0,32555	1,544279
0,69315	-0,366509	1,450445	25	-1,81695	-1,4914
0,31845	-1,14429	-0,77778	26	-0,36651	1,450445
-0,09531	-2,350621	-1,20633	27	-1,14429	-0,77778
0,47	-0,755023	1,595598	28	-2,35062	-1,20633
-0,28768	-1,245907	-0,49088	29	-0,75502	1,595598
-0,40547	-0,902708	0,343198	30	-1,24591	-0,49088
0,001	-6,907755	-6,00505	31	-0,90271	0,343198
0,001	-6,907755	0	32	-6,90776	-6,00505
0,40547	-0,902708	6,005047	33	-6,90776	0
0,15415	-1,869829	-0,96712	34	-0,90271	6,005047
0,13353	-2,013429	-0,1436	35	-1,86983	-0,96712
-0,064539	-2,740486	-0,72706	36	-2,01343	-0,1436
0,12516	-2,078162	0,662323	37	-2,74049	-0,72706
0,11123	-2,196155	-0,11799	38	-2,07816	0,662323
0,31366	-1,159446	1,036709	39	-2,19616	-0,11799
0,001	-6,907755	-5,74831	40	-1,15945	1,036709
-0,16705	-1,789462	5,118293	41	-6,90776	-5,74831
-0,09531	-2,350621	-0,56116	42	-1,78946	5,118293
-0,51083	-0,671718	1,678902	43	-2,35062	-0,56116
0,001	-6,907755	-6,23604	44	-0,67172	1,678902
0,001	-6,907755	0	45	-6,90776	-6,23604
0,080043	-2,525191	4,382564	46	-6,90776	0
0,32542	-1,122639	1,402553	47	-2,52519	4,382564
-0,58779	-0,531386	0,591253	48	-1,12264	1,402553
0,47	-0,755023	-0,22364	49	-0,53139	0,591253
0,11778	-2,138937	-1,38391	50	-0,75502	-0,22364
0,10536	-2,250372	-0,11144	51	-2,13894	-1,38391
0,21511	-1,536606	0,713766	52	-2,25037	-0,11144
0,047253	-3,052239	-1,51563	53	-1,53661	0,713766
-0,26236	-1,338038	1,714201	54	-3,05224	-1,51563
-0,16252	-1,816954	-0,47892	55	-1,33804	1,714201
0,16252	-1,816954	0	56	-1,81695	-0,47892
-0,22314	-1,499956	0,316998	57	-1,81695	0
-0,13353	-2,013429	-0,51347	58	-1,49996	0,316998
-0,24116	-1,422295	0,591134	59	-2,01343	-0,51347

-0,67513	-0,39285	1,029445	60	-1,42229	0,591134
1	0,0485997	0,44145	61	-0,39285	1,029445
0,001	-6,907755	-6,95635	62	0,0486	0,44145
0,11778	-2,138937	4,768818	63	-6,90776	-6,95635
0,000001	-13,81551	-11,6766	64	-2,13894	4,768818
-0,18232	-1,701992	12,11352	65	-13,8155	-11,6766
-0,09798	-2,322992	-0,621	66	-1,70199	12,11352
0,028988	-3,540873	-1,21788	67	-2,32299	-0,621
0,000001	-13,81551	-10,2746	68	-3,54087	-1,21788
0,000001	-13,81551	0	69	-13,8155	-10,2746
-0,089612	-2,412266	11,40324	70	-13,8155	0
0,15861	-1,841307	0,570959	71	-2,41227	11,40324
0,001	-6,907755	-5,06645	72	-1,84131	0,570959
0,28768	-1,245907	5,661849	73	-6,90776	-5,06645
0,18232	-1,701992	-0,45609	74	-1,24591	5,661849
0,22314	-1,499956	0,202036	75	-1,70199	-0,45609
0,33647	-1,089246	0,41071	76	-1,49996	0,202036
-0,024098	-3,725626	-2,63638	77	-1,08925	0,41071
-0,075986	-2,577206	1,14842	78	-3,72563	-2,63638
0,075986	-2,577206	0	79	-2,57721	1,14842
0,11507	-2,162215	0,414992	80	-2,57721	0
-0,24512	-1,406007	0,756207	81	-2,16221	0,414992
-0,14953	-1,900258	-0,49425	82	-1,40601	0,756207
-0,10178	-2,284942	-0,38468	83	-1,90026	-0,49425
0,035091	-3,349811	-1,06487	84	-2,28494	-0,38468
0,001	-6,907755	-3,55794	85	-3,34981	-1,06487
0,001	-6,907755	0	86	-6,90776	-3,55794
0,033902	-3,384281	3,523474	87	-6,90776	0
0,18232	-1,701992	1,682289	88	-3,38428	3,523474
0,001	-6,907755	-5,20576	89	-1,70199	1,682289
0,001	-6,907755	0	90	-6,90776	-5,20576

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Ετσι για τον επαυξημένο έλεγχο έχουμε:

ΈΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R	1							
R Τετράγωνο	1							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	1							
Τυπικό σφάλμα	6,226E-15							
Μέγεθος δείγματος	90							
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	*SS*	*MS*	*F*	*Σημαντικότητα F*			
Παλινδρόμηση	3	940,081835	313,360612	8,1E+30	0			
Υπόλοιπο	86	3,3338E-27	3,8765E-29					
Σύνολο	89	940,081835						
	Συντελεστές	*Τυπικό σφάλμα*	*t*	*τιμή-P*	*Κατώτερο 95%*	*Υψηλότερο 95%*	*Κατώτερο 95,0%*	*Υψηλότερο 95,0%*
Τεταγμένη επί την αρχή	-1,03E-14	1,171E-15	-8,7912366	1,3E-13	-1,3E-14	-8E-15	-0	-8E-15
Μεταβλητή X 1	1	2,066E-16	4,8403E+15	0	1	1	1	1
Μεταβλητή X 2	1	3,1689E-16	3,1557E+15	0	1	1	1	1
Μεταβλητή X 3	9,538E-16	2,0621E-16	4,62535703	1,3E-05	5,44E-16	1E-15	0	1,4E-15

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Και για τον απλό έλεγχο:

ΈΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R	65535							
R Τετράγωνο	-0,284							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	-0,295							
Τυπικό σφάλμα	3,6826							
Μέγεθος δείγματος	90							
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	*SS*	*MS*	*F*	*Σημαντικότητα F*			
Παλινδρόμηση	1	-267	-267	-19,7				
Υπόλοιπο	89	1207	13,56					
Σύνολο	90	940,1						
	Συντελεστές	*Τυπικό σφάλμα*	*t*	*τιμή-P*	*Κατώτερο 95%*	*Υψηλότερο 95%*	*Κατώτερο 95,0%*	*Υψηλότερο 95,0%*
Τεταγμένη επί την αρχή	0							
Μεταβλητή X 1	0,5734	0,087	6,602	3E-09	0,4008	0,75	0	0,7

ΠΙΝΑΚΑΣ 8

Αυτή η κατανομή είναι πλέον στάσιμη γιατί οι συντελεστές του y(t-1) έχουν απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από 3,41.

Β. ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ

Πλέον οι έλεγχοι θα γίνονται στη στάσιμη κατανομή, δηλαδή την κατανομή των αποδόσεων.

Από την κατανομή έχουμε βρει ότι είναι:

$(\beta_1)^{1/2} = 9{,}089$
$\beta_2 = 1{,}263$

$$z_1 = \frac{(\beta_1)^{1/2}}{(6/\mathrm{T})^{1/2}} = \frac{9{,}089}{6/90^{1/2}} = 14{,}37 \ ,$$

$$z_2 = \frac{\beta_2 - 3}{(24/\mathrm{T})^{1/2}} = \frac{1{,}263 - 3}{24/90^{1/2}} = -0{,}687$$

όπου $(\beta_1)^{1/2}$ είναι η ασυμμετρία (skewness)

και β2 είναι η κύρτωση (kirtosis)

Παρατηρούμε ότι είναι:

$|Z_1| = 14{,}37 > 1{,}96 = r_1$

$|Z_2| = -0{,}687 < 1{,}96 = r_2$

Επομένως δεν μπορούμε να απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση (ότι η κατανομή είναι κανονική).

J.B = (T/6)·β1+(T/24)· (β2-3)² .

Από τον έλεγχο Jarque-Bera είναι:

J.B = (T/6)·β_1+(T/24)· (β_2-3)² =147,64

Είναι J.B > 5,99 επομένως μπορούμε να απορρίψουμε την κανονική κατανομή.

Δηλαδή η κατανομή των αποδόσεων δεν είναι κανονική.

Γ. ΈΛΕΓΧΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ

Για τον έλεγχο αλλαγής σημείου φτιάχνουμε τον πίνακα:

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ	ΣΗΜΕΙΑ ΑΛΛΑΓΗΣ
0,001	1
0,28768	0
-0,28768	1
0,28768	1
-0,28768	1
0,001	1
0,28768	0
-0,28768	1
0,28768	0
0,001	1
0,001	1
0,001	1
0,40547	1
0,001	1
-0,40547	1
0,22314	0
0,001	1
0,18232	0
-0,18232	1
0,18232	0
0,15415	1
-0,72213	1
0,16252	1
0,69315	1
0,31845	0
-0,09531	1
0,47	1
-0,28768	1
-0,40547	1
0,001	1
0,001	1
0,40547	1
0,15415	0
0,13353	0
-0,064539	1
0,12516	1
0,11123	1
0,31366	1
0,001	1
-0,16705	1

-0,09531	1
-0,51083	1
0,001	1
0,001	1
0,080043	0
0,32542	0
-0,58779	1
0,47	0
0,11778	0
0,10536	1
0,21511	1
0,047253	1
-0,26236	1
-0,16252	0
0,16252	1
-0,22314	1
-0,13353	1
-0,24116	0
-0,67513	1
10498	0
0,001	1
0,11778	1
0,000001	1
-0,18232	1
-0,09798	0
0,028988	0
0,000001	1
0,000001	1
-0,089612	0
0,15861	1
0,001	1
0,28768	1
0,18232	1
0,22314	0
0,33647	1
-0,024098	1
-0,075986	1
0,075986	1
0,11507	0
-0,24512	1
-0,14953	0
-0,10178	0
0,035091	0
0,001	1
0,001	1
0,033902	0
0,18232	1
0,001	1
0,001	0

ΠΙΝΑΚΑΣ 9

Ετσι βρίσκουμε ότι είναι Τ.Π= 65

Ε (Τ.Π) = 2 (Τ – 2)/3 = 59,33

$\sigma^2_{\text{Τ.Π}} = (16 \cdot T - 29)/90$ = 15,86

$$Z = \frac{|\,\text{Τ.Π} - \text{Ε(Τ.Π)}\,|}{\sigma_{\text{Τ.Π}}} = 0,357 < 1,96$$

Επομένως η κατανομή των αποδόσεων είναι ανεξάρτητη.

Από την μέθοδο προσημων των διαφορών έχουμε:

αποδόσεις	**Ημερομηνία**	N	διαφορές	θετικές διαφορές
0,001	10/10/2000	1		
0,001	10/11/2000	1	0	0
0,001	10/12/2000	1	0	0
0,28768	10/1/2001	1	0,28668	1
-0,28768	10/2/2001	1	-0,57536	0
0,28768	10/3/2001	1	0,57536	1
-0,28768	10/4/2001	1	-0,57536	0
0,001	10/5/2001	1	0,28868	1
0,28768	10/6/2001	1	0,28668	1
-0,28768	10/7/2001	1	-0,57536	0
0,28768	10/8/2001	1	0,57536	1
0,001	10/9/2001	1	-0,28668	0
0,001	10/10/2001	1	0	0
0,001	10/11/2001	1	0	0
0,40547	10/12/2001	1	0,40447	1
0,001	10/1/2002	1	-0,40447	0
-0,40547	10/2/2002	1	-0,40647	0
0,22314	10/3/2002	1	0,62861	1
0,001	10/4/2002	1	-0,22214	0
0,18232	10/5/2002	1	0,18132	1
-0,18232	10/6/2002	1	-0,36464	0
0,18232	10/7/2002	1	0,36464	1
0,15415	10/8/2002	1	-0,02817	0
-0,72213	10/9/2002	1	-0,87628	0
0,16252	10/10/2002	1	0,88465	1
0,69315	10/11/2002	1	0,53063	1
0,31845	10/12/2002	1	-0,3747	0
-0,09531	10/1/2003	1	-0,41376	0
0,47	10/2/2003	1	0,56531	1
-0,28768	10/3/2003	1	-0,75768	0
-0,40547	10/4/2003	1	-0,11779	0
0,001	10/5/2003	1	0,40647	1
0,001	10/6/2003	1	0	0
0,40547	10/7/2003	1	0,40447	1

0,15415	10/8/2003	1	-0,25132	0
0,13353	10/9/2003	1	-0,02062	0
-0,064539	10/10/2003	1	-0,198069	0
0,12516	10/11/2003	1	0,189699	1
0,11123	10/12/2003	1	-0,01393	0
0,31366	10/1/2004	1	0,20243	1
0,001	10/2/2004	1	-0,31266	0
-0,16705	10/3/2004	1	-0,16805	0
-0,09531	10/4/2004	1	0,07174	1
-0,51083	10/5/2004	1	-0,41552	0
0,001	10/6/2004	1	0,51183	1
0,001	10/7/2004	1	0	0
0,080043	10/8/2004	1	0,079043	1
0,32542	10/9/2004	1	0,245377	1
-0,58779	10/10/2004	1	-0,91321	0
0,47	10/11/2004	1	1,05779	1
0,11778	10/12/2004	1	-0,35222	0
0,10536	10/1/2005	1	-0,01242	0
0,21511	10/2/2005	1	0,10975	1
0,047253	10/3/2005	1	-0,167857	0
-0,26236	10/4/2005	1	-0,309613	0
-0,16252	10/5/2005	1	0,09984	1
0,16252	10/6/2005	1	0,32504	1
-0,22314	10/7/2005	1	-0,38566	0
-0,13353	10/8/2005	1	0,08961	1
-0,24116	10/9/2005	1	-0,10763	0
-0,67513	10/10/2005	1	-0,43397	0
10498	10/11/2005	1	10498,67513	1
0,001	10/12/2005	1	-10497,999	0
0,11778	10/1/2006	1	0,11678	1
0,000001	10/2/2006	1	-0,117779	0
-0,18232	10/3/2006	1	-0,182321	0
-0,09798	10/4/2006	1	0,08434	1
0,028988	10/5/2006	1	0,126968	1
0,000001	10/6/2006	1	-0,028987	0
0,000001	10/7/2006	1	0	0
-0,089612	10/8/2006	1	-0,089613	0
0,15861	10/9/2006	1	0,248222	1
0,001	10/10/2006	1	-0,15761	0
0,28768	10/11/2006	1	0,28668	1
0,18232	10/12/2006	1	-0,10536	0
0,22314	10/1/2007	1	0,04082	1
0,33647	10/2/2007	1	0,11333	1
-0,024098	10/3/2007	1	-0,360568	0
-0,075986	10/4/2007	1	-0,051888	0
0,075986	10/5/2007	1	0,151972	1
0,11507	10/6/2007	1	0,039084	1
-0,24512	10/7/2007	1	-0,36019	0
-0,14953	10/8/2007	1	0,09559	1
-0,10178	10/9/2007	1	0,04775	1

0,035091	10/10/2007	1	0,136871	1
0,001	10/11/2007	1	-0,034091	0
0,001	10/12/2007	1	0	0
0,033902	10/1/2008	1	0,032902	1
0,18232	10/2/2008	1	0,148418	1
0,001	10/3/2008	1	-0,18132	0
0,001	10/4/2008	1	0	0
0	10/5/2008	1	-0,001	0

ΠΙΝΑΚΑΣ 10

Επομένως ο αριθμός των θετικών διαφορών είναι S = 40.

$$\mu_s = E\{S\} = (T-1)/2 = 45,5$$

$$\sigma_s^2 = Var\{S\} = (T+1)/12 = 7,75$$

Ετσι έχουμε:

$$\frac{|S-\mu_s|}{\sigma_s} = \frac{|40-45,5|}{2,784} = 0,7097 < 1,96 = r$$

Επομένως και από αυτό τον έλεγχο η κατανομή των αποδόσεων είναι ανεξάρτητη.

Δ. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΕΞΑΡΤΗΣΗΣ

Για τον έλεγχο της μη γραμμικής εξάρτησης φτιάχνουμε αρχικά τον πίνακα:

x(t)	x(t-1)
0,001	0,001
0,001	0,001
0,28768	0,001
-0,28768	0,28768
0,28768	-0,28768
-0,28768	0,28768
0,001	-0,28768
0,28768	0,001
-0,28768	0,28768
0,28768	-0,28768
0,001	0,28768
0,001	0,001
0,001	0,001
0,40547	0,001
0,001	0,40547
-0,40547	0,001
0,22314	-0,40547
0,001	0,22314
0,18232	0,001
-0,18232	0,18232
0,18232	-0,18232
0,15415	0,18232
-0,72213	0,15415
0,16252	-0,72213
0,69315	0,16252
0,31845	0,69315
-0,09531	0,31845
0,47	-0,09531
-0,28768	0,47
-0,40547	-0,28768
0,001	-0,40547
0,001	0,001
0,40547	0,001
0,15415	0,40547
0,13353	0,15415
-0,064539	0,13353
0,12516	-0,064539
0,11123	0,12516
0,31366	0,11123
0,001	0,31366
-0,16705	0,001

-0,09531	-0,16705
-0,51083	-0,09531
0,001	-0,51083
0,001	0,001
0,080043	0,001
0,32542	0,080043
-0,58779	0,32542
0,47	-0,58779
0,11778	0,47
0,10536	0,11778
0,21511	0,10536
0,047253	0,21511
-0,26236	0,047253
-0,16252	-0,26236
0,16252	-0,16252
-0,22314	0,16252
-0,13353	-0,22314
-0,24116	-0,13353
-0,67513	-0,24116
1	-0,67513
0,001	1
0,11778	0,001
0,000001	0,11778
-0,18232	0,000001
-0,09798	-0,18232
0,028988	-0,09798
0,000001	0,028988
0,000001	0,000001
-0,089612	0,000001
0,15861	-0,089612
0,001	0,15861
0,28768	0,001
0,18232	0,28768
0,22314	0,18232
0,33647	0,22314
-0,024098	0,33647
-0,075986	-0,024098
0,075986	-0,075986
0,11507	0,075986
-0,24512	0,11507
-0,14953	-0,24512
-0,10178	-0,14953
0,035091	-0,10178
0,001	0,035091
0,001	0,001
0,033902	0,001
0,18232	0,033902
0,001	0,18232
0,001	0,001

ΠΙΝΑΚΑΣ 11

Με βάση τα στοιχεία αυτού του πίνακα κάνουμε την παλινδρόμηση και τα αποτελέσματά της είναι:

ΈΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ

Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0,168005937
R Τετράγωνο	0,028225995
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,017183109
Τυπικό σφάλμα	0,262395007
Μέγεθος δείγματος	90

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

	βαθμοί ελευθερίας	*SS*	*MS*	*F*	*Σημαντικότητα F*
Παλινδρόμηση	1	0,1759859	0,1759859	2,55603	0,1134584
Υπόλοιπο	88	6,0589003	0,0688511		
Σύνολο	89	6,2348862			

	Συντελεστές	*Τυπικό σφάλμα*	*t*	*τιμή-P*	*Κατώτερο 95%*	*Υψηλότερο 95%*	*Κατώτερο 95,0%*	*Υψηλότερο 95,0%*
Τεταγμένη επί την αρχή	0,03184868	0,0278069	1,145352	0,25517	-0,0234117	0,0871091	-0,02341	0,0871091
Μεταβλητή X 1	-0,16800594	0,1050851	-1,5987602	0,11346	-0,3768407	0,0408289	-0,37684	0,0408289

ΈΞΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ

Μέγεθος δείγματος	*Προβλεπόμενο Y*	*Υπόλοιπα*	*Τετράγωνο υπολοίπων*
1	0,031680674	-0,030681	0,0009413
2	0,031680674	-0,030681	0,0009413
3	0,031680674	0,2559993	0,0655357
4	-0,01648327	-0,271197	0,0735477
5	0,080180628	0,2074994	0,043056
6	-0,01648327	-0,271197	0,0735477
7	0,080180628	-0,079181	0,0062696
8	0,031680674	0,2559993	0,0655357
9	-0,01648327	-0,271197	0,0735477
10	0,080180628	0,2074994	0,043056
11	-0,01648327	0,0174833	0,0003057
12	0,031680674	-0,030681	0,0009413
13	0,031680674	-0,030681	0,0009413
14	0,031680674	0,3737893	0,1397185
15	-0,03627269	0,0372727	0,0013893
16	0,031680674	-0,437151	0,1911007
17	0,099970047	0,12317	0,0151708
18	-0,00564017	0,0066402	4,409E-05
19	0,031680674	0,1506393	0,0226922
20	0,001217837	-0,183538	0,0336861
21	0,062479522	0,1198405	0,0143617
22	0,001217837	0,1529322	0,0233882
23	0,005950565	-0,728081	0,5301013

24	0,153170807	0,0093492	8,741E-05
25	0,004544355	0,6886056	0,4741777
26	-0,08460464	0,4030546	0,162453
27	-0,02165281	-0,073657	0,0054254
28	0,047861326	0,4221387	0,1782011
29	-0,04711411	-0,240566	0,0578719
30	0,080180628	-0,485651	0,2358565
31	0,099970047	-0,09897	0,0097951
32	0,031680674	-0,030681	0,0009413
33	0,031680674	0,3737893	0,1397185
34	-0,03627269	0,1904227	0,0362608
35	0,005950565	0,1275794	0,0162765
36	0,009414847	-0,073954	0,0054692
37	0,042691615	0,0824684	0,006801
38	0,010821057	0,1004089	0,010082
39	0,013161379	0,3004986	0,0902994
40	-0,02084806	0,0218481	0,0004773
41	0,031680674	-0,198731	0,0394939
42	0,059914072	-0,155224	0,0240945
43	0,047861326	-0,558691	0,312136
44	0,117671153	-0,116671	0,0136122
45	0,031680674	-0,030681	0,0009413
46	0,031680674	0,0483623	0,0023389
47	0,018400981	0,307019	0,0942607
48	-0,02282381	-0,564966	0,3191868
49	0,13060089	0,3393991	0,1151918
50	-0,04711411	0,1648941	0,0271901
51	0,01206094	0,0932991	0,0087047
52	0,014147574	0,2009624	0,0403859
53	-0,00429108	0,0515441	0,0026568
54	0,023909895	-0,28627	0,0819505
55	0,075926717	-0,238447	0,0568568
56	0,059153005	0,103367	0,0106847
57	0,004544355	-0,227684	0,0518402
58	0,069337525	-0,202868	0,0411552
59	0,054282513	-0,295443	0,0872863
60	0,072364992	-0,747495	0,5587488
61	0,145274528	0,8547255	0,7305556
62	-0,13615726	0,1371573	0,0188121
63	0,031680674	0,0860993	0,0074131
64	0,01206094	-0,01206	0,0001454
65	0,031848512	-0,214169	0,0458682
66	0,062479522	-0,16046	0,0257473
67	0,048309901	-0,019322	0,0003733
68	0,026978524	-0,026978	0,0007278
69	0,031848512	-0,031848	0,0010143
70	0,031848512	-0,121461	0,0147527
71	0,046904028	0,111706	0,0124782
72	0,005201258	-0,004201	1,765E-05
73	0,031680674	0,2559993	0,0655357

74	-0,01648327	0,1988033	0,0395227	
75	0,001217837	0,2219222	0,0492494	
76	-0,00564017	0,3421102	0,1170394	
77	-0,02468028	0,0005823	3,39E-07	
78	0,035897287	-0,111883	0,0125179	
79	0,044614779	0,0313712	0,0009842	
80	0,019082581	0,0959874	0,0092136	
81	0,012516237	-0,257636	0,0663764	
82	0,073030295	-0,22256	0,0495331	
83	0,056970608	-0,158751	0,0252018	
84	0,048948324	-0,013857	0,000192	
85	0,025953183	-0,024953	0,0006227	
86	0,031680674	-0,030681	0,0009413	
87	0,031680674	0,0022213	4,934E-06	
88	0,026152942	0,1561671	0,0243881	
89	0,001217837	-0,000218	4,745E-08	
90	0,031680674	-0,030681	0,0009413	
		2,64E-15	6,0589003	SSRe

ΠΙΝΑΚΑΣ 12

Με βάση τα υπόλοιπα που μας έβγαλε η πρώτη παλινδρόμηση, φτιάχνουμε τον πίνακα για να κάνουμε την δεύτερη παλινδρόμηση:

x(t-1)	x^2(t-1)	x^3(t-1)	e(t)
0,001	0,000001	0,000000001	-0,030680674
0,001	0,000001	0,000000001	-0,030680674
0,001	0,000001	0,000000001	0,255999326
0,28768	0,082759782	0,023808334	-0,271196732
-0,28768	0,082759782	-0,023808334	0,207499372
0,28768	0,082759782	0,023808334	-0,271196732
-0,28768	0,082759782	-0,023808334	-0,079180628
0,001	0,000001	0,000000001	0,255999326
0,28768	0,082759782	0,023808334	-0,271196732
-0,28768	0,082759782	-0,023808334	0,207499372
0,28768	0,082759782	0,023808334	0,017483268
0,001	0,000001	0,000000001	-0,030680674
0,001	0,000001	0,000000001	-0,030680674
0,001	0,000001	0,000000001	0,373789326
0,40547	0,164405921	0,066661669	0,037272688
0,001	0,000001	0,000000001	-0,437150674
-0,40547	0,164405921	-0,066661669	0,123169953
0,22314	0,04979146	0,011110466	0,006640165
0,001	0,000001	0,000000001	0,150639326
0,18232	0,033240582	0,006060423	-0,183537837
-0,18232	0,033240582	-0,006060423	0,119840478
0,18232	0,033240582	0,006060423	0,152932163
0,15415	0,023762223	0,003662947	-0,728080565
-0,72213	0,521471737	-0,376570385	0,009349193
0,16252	0,02641275	0,0042926	0,688605645
0,69315	0,480456923	0,333028716	0,403054636

0,31845	0,101410403	0,032294143	-0,073657189
-0,09531	0,009083996	-0,000865796	0,422138674
0,47	0,2209	0,103823	-0,240565889
-0,28768	0,082759782	-0,023808334	-0,485650628
-0,40547	0,164405921	-0,066661669	-0,098970047
0,001	0,000001	0,000000001	-0,030680674
0,001	0,000001	0,000000001	0,373789326
0,40547	0,164405921	0,066661669	0,190422688
0,15415	0,023762223	0,003662947	0,127579435
0,13353	0,017830261	0,002380875	-0,073953847
-0,064539	0,004165283	-0,000268823	0,082468385
0,12516	0,015665026	0,001960635	0,100408943
0,11123	0,012372113	0,00137615	0,300498621
0,31366	0,098382596	0,030858685	0,021848063
0,001	0,000001	0,000000001	-0,198730674
-0,16705	0,027905703	-0,004661648	-0,155224072
-0,09531	0,009083996	-0,000865796	-0,558691326
-0,51083	0,260947289	-0,133299704	-0,116671153
0,001	0,000001	0,000000001	-0,030680674
0,001	0,000001	0,000000001	0,048362326
0,080043	0,006406882	0,000512826	0,307019019
0,32542	0,105898176	0,034461385	-0,564966188
-0,58779	0,345497084	-0,203079731	0,33939911
0,47	0,2209	0,103823	0,164894111
0,11778	0,013872128	0,001633859	0,09329906
0,10536	0,01110073	0,001169573	0,200962426
0,21511	0,046272312	0,009953637	0,051544077
0,047253	0,002232846	0,000105509	-0,286269895
-0,26236	0,06883277	-0,018058965	-0,238446717
-0,16252	0,02641275	-0,0042926	0,103366995
0,16252	0,02641275	0,0042926	-0,227684355
-0,22314	0,04979146	-0,011110466	-0,202867525
-0,13353	0,017830261	-0,002380875	-0,295442513
-0,24116	0,058158146	-0,014025418	-0,747494992
-0,67513	0,455800517	-0,307724603	0,854725472
1	1	1	0,137157258
0,001	0,000001	0,000000001	0,086099326
0,11778	0,013872128	0,001633859	-0,01205994
0,000001	1E-12	1E-18	-0,214168512
-0,18232	0,033240582	-0,006060423	-0,160459522
-0,09798	0,00960008	-0,000940616	-0,019321901
0,028988	0,000840304	2,43587E-05	-0,026977524
0,000001	1E-12	1E-18	-0,031847512
0,000001	1E-12	1E-18	-0,121460512
-0,089612	0,008030311	-0,000719612	0,111705972
0,15861	0,025157132	0,003990173	-0,004201258
0,001	0,000001	0,000000001	0,255999326
0,28768	0,082759782	0,023808334	0,198803268
0,18232	0,033240582	0,006060423	0,221922163
0,22314	0,04979146	0,011110466	0,342110165

0,33647	0,113212061	0,038092462	0,000582278
-0,024098	0,000580714	-1,3994E-05	-0,111883287
-0,075986	0,005773872	-0,000438733	0,031371221
0,075986	0,005773872	0,000438733	0,095987419
0,11507	0,013241105	0,001523654	-0,257636237
-0,24512	0,060083814	-0,014727745	-0,222560295
-0,14953	0,022359221	-0,003343374	-0,158750608
-0,10178	0,010359168	-0,001054356	-0,013857324
0,035091	0,001231378	4,32103E-05	-0,024953183
0,001	0,000001	0,000000001	-0,030680674
0,001	0,000001	0,000000001	0,002221326
0,033902	0,001149346	3,89651E-05	0,156167058
0,18232	0,033240582	0,006060423	-0,000217837
0,001	0,000001	0,000000001	-0,030680674

ΠΙΝΑΚΑΣ 13

Με βάση τον πίνακα αυτόν και κάνοντας παλινδρόμηση έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

ΈΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ

Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0,2445736
R Τετράγωνο	0,0598162
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,0270191
Τυπικό σφάλμα	0,2573677
Μέγεθος δείγματος	90

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

	βαθμοί ελευθερίας	*SS*	*MS*	*F*	*Σημαντικότητα F*
Παλινδρόμηση	3	0,36242	0,1208	1,8	0,1488
Υπόλοιπο	86	5,69648	0,0662		
Σύνολο	89	6,0589			

	Συντελεστές	*Τυπικό σφάλμα*	*t*	*τιμή-P*	*Κατώτερο 95%*	*Υψηλότερο 95%*	*Κατώτερο 95,0%*	*Υψηλότερο 95,0%*
Τεταγμένη επί την αρχή	-0,03675	0,03149	-1,167	0,2	-0,0993	0,026	-0,099	0,0258
Μεταβλητή X 1	0,1398565	0,16092	0,8691	0,4	-0,18	0,46	-0,18	0,4597
Μεταβλητή X 2	0,5254636	0,22567	2,3284	0	0,0768	0,974	0,0768	0,9741
Μεταβλητή X 3	-0,511357	0,36957	-1,384	0,2	-1,246	0,223	-1,246	0,2233

ΈΞΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ

Μέγεθος δείγματος	*Προβλεπόμενο Y*	*Υπόλοιπα*	*Τετράγωνα υπολοίπων*
1	-0,036609	0,00593	4E-05
2	-0,036609	0,00593	4E-05
3	-0,036609	0,29261	0,0856
4	0,0347968	-0,306	0,0936

5	-0,021322	0,22882	0,0524
6	0,0347968	-0,306	0,0936
7	-0,021322	-0,0579	0,0033
8	-0,036609	0,29261	0,0856
9	0,0347968	-0,306	0,0936
10	-0,021322	0,22882	0,0524
11	0,0347968	-0,0173	0,0003
12	-0,036609	0,00593	4E-05
13	-0,036609	0,00593	4E-05
14	-0,036609	0,4104	0,1684
15	0,0722592	-0,035	0,0012
16	-0,036609	-0,4005	0,1604
17	0,0270198	0,09615	0,0092
18	0,0149399	-0,0083	7E-05
19	-0,036609	0,18725	0,0351
20	0,0031165	-0,1867	0,0348
21	-0,041683	0,16152	0,0261
22	0,0031165	0,14982	0,0224
23	-0,004578	-0,7235	0,5235
24	0,328832	-0,3195	0,1021
25	-0,002336	0,69094	0,4774
26	0,1423576	0,2607	0,068
27	0,0445611	-0,1182	0,014
28	-0,044864	0,467	0,2181
29	0,091967	-0,3325	0,1106
30	-0,021322	-0,4643	0,2156
31	0,0270198	-0,126	0,0159
32	-0,036609	0,00593	4E-05
33	-0,036609	0,4104	0,1684
34	0,0722592	0,11816	0,014
35	-0,004578	0,13216	0,0175
36	-0,009923	-0,064	0,0041
37	-0,04345	0,12592	0,0159
38	-0,012017	0,11243	0,0126
39	-0,015396	0,31589	0,0998
40	0,0430342	-0,0212	0,0004
41	-0,036609	-0,1621	0,0263
42	-0,043066	-0,1122	0,0126
43	-0,044864	-0,5138	0,264
44	0,0970893	-0,2138	0,0457
45	-0,036609	0,00593	4E-05
46	-0,036609	0,08497	0,0072
47	-0,022451	0,32947	0,1086
48	0,0467858	-0,6118	0,3742
49	0,1664364	0,17296	0,0299
50	0,091967	0,07293	0,0053
51	-0,013824	0,10712	0,0115
52	-0,01678	0,21774	0,0474
53	0,0125592	0,03898	0,0015
54	-0,029022	-0,2572	0,0662

55	-0,028039	-0,2104	0,0443
56	-0,043405	0,14677	0,0215
57	-0,002336	-0,2253	0,0508
58	-0,036112	-0,1668	0,0278
59	-0,044838	-0,2506	0,0628
60	-0,032746	-0,7147	0,5109
61	0,2656927	0,58903	0,347
62	0,1172129	0,01994	0,0004
63	-0,036609	0,12271	0,0151
64	-0,013824	0,00176	3E-06
65	-0,03675	-0,1774	0,0315
66	-0,041683	-0,1188	0,0141
67	-0,044927	0,02561	0,0007
68	-0,032267	0,00529	3E-05
69	-0,03675	0,0049	2E-05
70	-0,03675	-0,0847	0,0072
71	-0,044695	0,1564	0,0245
72	-0,003388	-0,0008	7E-07
73	-0,036609	0,29261	0,0856
74	0,0347968	0,16401	0,0269
75	0,0031165	0,21881	0,0479
76	0,0149399	0,32717	0,107
77	0,0503176	-0,0497	0,0025
78	-0,039808	-0,0721	0,0052
79	-0,044119	0,07549	0,0057
80	-0,023313	0,1193	0,0142
81	-0,014478	-0,2432	0,0591
82	-0,031928	-0,1906	0,0363
83	-0,044204	-0,1145	0,0131
84	-0,045002	0,03114	0,001
85	-0,031217	0,00626	4E-05
86	-0,036609	0,00593	4E-05
87	-0,036609	0,03883	0,0015
88	-0,031424	0,18759	0,0352
89	0,0031165	-0,0033	1E-05
90	-0,036609	0,00593	4E-05
		2,1E-15	5,649 SSRv

ΠΙΝΑΚΑΣ 14

Χάρη σε αυτά τα στοιχεία μπορούμε να υπολογίσουμε την Στατιστική S για την οποία είναι:

$$S = (T - p) \cdot (1 - SSRv / SS\,\mathrm{Re}) = (90 - 1) \cdot (1 - \frac{5,649}{6,059}) = 6,022$$

είναι S = 6,02 > 3,84 = r επομένως απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση.

Ε. ΈΛΕΓΧΟΣ HSIEH.

Παρόλο που τα παραπάνω αποτελέσματα μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο έλεγχος αυτός δεν χρειάζεται να γίνει, εμείς θα τον πραγματοποιήσουμε για να δούμε εάν η χροχοσειρά ήταν μη γραμμική, αν θα περιείχε πολλαπλασιαστικές ή προσθετικές μη γραμμικότητες.

Κατασκευάζουμε τον πίνακα:

	x(t)·x²(t-1)	x²(t)	$[x(t-1)]^4 \cdot [x(t)]^2$
1	0,000000001	0,000001	1E-18
2	0,000000001	0,000001	1E-18
3	2,8768E-07	0,082759782	8,27598E-14
4	-0,023808334	0,082759782	0,000566837
5	0,023808334	0,082759782	0,000566837
6	-0,023808334	0,082759782	0,000566837
7	8,27598E-05	0,000001	6,84918E-09
8	2,8768E-07	0,082759782	8,27598E-14
9	-0,023808334	0,082759782	0,000566837
10	0,023808334	0,082759782	0,000566837
11	8,27598E-05	0,000001	6,84918E-09
12	0,000000001	0,000001	1E-18
13	0,000000001	0,000001	1E-18
14	4,0547E-07	0,164405921	1,64406E-13
15	0,000164406	0,000001	2,70293E-08
16	-4,0547E-07	0,164405921	1,64406E-13
17	0,036685537	0,04979146	0,001345829
18	4,97915E-05	0,000001	2,47919E-09
19	1,8232E-07	0,033240582	3,32406E-14
20	-0,006060423	0,033240582	3,67287E-05
21	0,006060423	0,033240582	3,67287E-05
22	0,005124036	0,023762223	2,62557E-05
23	-0,017159414	0,521471737	0,000294445
24	0,084749587	0,02641275	0,007182492
25	0,018307998	0,480456923	0,000335183
26	0,153001507	0,101410403	0,023409461
27	-0,009665425	0,009083996	9,34204E-05
28	0,004269478	0,2209	1,82284E-05
29	-0,063548512	0,082759782	0,004038413
30	-0,033556609	0,164405921	0,001126046
31	0,000164406	0,000001	2,70293E-08
32	0,000000001	0,000001	1E-18
33	4,0547E-07	0,164405921	1,64406E-13
34	0,025343173	0,023762223	0,000642276
35	0,00317297	0,017830261	1,00677E-05

36	-0,001150747	0,004165283	1,32422E-06
37	0,000521327	0,015665026	2,71782E-07
38	0,001742421	0,012372113	3,03603E-06
39	0,003880637	0,098382596	1,50593E-05
40	9,83826E-05	0,000001	9,67914E-09
41	-1,6705E-07	0,027905703	2,79057E-14
42	-0,002659693	0,009083996	7,07396E-06
43	-0,004640378	0,260947289	2,15331E-05
44	0,000260947	0,000001	6,80935E-08
45	0,000000001	0,000001	1E-18
46	8,0043E-08	0,006406882	6,40688E-15
47	0,002084927	0,105898176	4,34692E-06
48	-0,062245889	0,345497084	0,003874551
49	0,16238363	0,2209	0,026368443
50	0,026017602	0,013872128	0,000676916
51	0,001461567	0,01110073	2,13618E-06
52	0,002387878	0,046272312	5,70196E-06
53	0,002186506	0,002232846	4,78081E-06
54	-0,000585809	0,06883277	3,43173E-07
55	-0,011186702	0,02641275	0,000125142
56	0,0042926	0,02641275	1,84264E-05
57	-0,005893741	0,04979146	3,47362E-05
58	-0,006648654	0,017830261	4,42046E-05
59	-0,004299946	0,058158146	1,84895E-05
60	-0,039264309	0,455800517	0,001541686
61	0,455800517	1	0,207754111
62	0,001	0,000001	0,000001
63	1,1778E-07	0,013872128	1,38721E-14
64	1,38721E-08	1E-12	1,92436E-16
65	-1,8232E-13	0,033240582	3,32406E-26
66	-0,003256912	0,00960008	1,06075E-05
67	0,000278287	0,000840304	7,74437E-08
68	8,40304E-10	1E-12	7,06111E-19
69	1E-18	1E-12	1E-36
70	-8,9612E-14	0,008030311	8,03031E-27
71	0,001273688	0,025157132	1,62228E-06
72	2,51571E-05	0,000001	6,32881E-10
73	2,8768E-07	0,082759782	8,27598E-14
74	0,015088764	0,033240582	0,000227671
75	0,007417304	0,04979146	5,50164E-05
76	0,016753332	0,113212061	0,000280674
77	-0,002728184	0,000580714	7,44299E-06
78	-4,41261E-05	0,005773872	1,94711E-09
79	0,000438733	0,005773872	1,92487E-07
80	0,000664399	0,013241105	4,41427E-07
81	-0,00324566	0,060083814	1,05343E-05
82	-0,008984333	0,022359221	8,07182E-05
83	-0,002275722	0,010359168	5,17891E-06
84	0,000363514	0,001231378	1,32142E-07
85	1,23138E-06	0,000001	1,51629E-12

86	0,000000001	0,000001	1E-18
87	3,3902E-08	0,001149346	1,14935E-15
88	0,000209549	0,033240582	4,39107E-08
89	3,32406E-05	0,000001	1,10494E-09
90	0,000000001	0,000001	1E-18
	0,731016988	6,301802976	0,282633578

ΠΙΝΑΚΑΣ 15

Ετσι τελικά είναι:

$$\rho_{eee}(i,j) = \frac{(1/T)\cdot\sum_t x_t \cdot x_{t-1} \cdot x_{t-j}}{[(1/T)\cdot\sum x_t^2]^{1.5}} = 0,438$$

$$W(i,j) = \frac{(1/T)\cdot\sum_t x_t^2 \cdot x_{t-1}^2 \cdot x_{t-j}^2}{[(1/T)\cdot\sum x_t^2]^{3}} = 9,1478$$

Ακολούθως υπολογίζουμε την στατιστική του ελέγχου:

$$V(i,j) = T^{1/2}\cdot\frac{\rho_{eee}(i,j)}{W(i,j)} = 0,4546$$

Είναι όμως r = 1,96

Επομένως μια τέτοια χρονοσειρά με μη γραμμική εξάρτηση θα περιείχε πολλαπλασιαστικές μη γραμμικότητες.

ΣΤ. ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΠΑΡΞΗΣ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑΣ ΜΝΗΜΗΣ

Στον έλεγχο αυτό χωρίσαμε την χρονοσειρά σε υποομάδες.

Για 10 υποομάδες τα αποτελέσματα ήταν:

A	n									
10	9									
								Var		
X(t)	$\tilde{x}(n)$	x- $\tilde{x}(n)$	X(k,n)	max X(k,n)	min X(k,n)	R(n)	V(x)	sqrtV	Rn/Sn	(R/S)n
0,001	0,0004	0,0006	0	0,28728	-0,28808	0,57536	0,049656	0,222837	2,581983	3,557328
0,001		0,0006								
0,001		0,0006								
0,28768		0,28728								
-0,28768		-0,28808								
0,28768		0,28728								
-0,28768		-0,28808								
0,001		0,0006								
0,28768		0,28728								
-0,28768		-0,28808								
0,28768	0,057313	0,230367	0	0,3481567	-0,462783	0,81094	0,047978	0,219039	3,702255	
0,001		-0,056313								
0,001		-0,056313								
0,001		-0,056313								
0,40547		0,348157								
0,001		-0,056313								
-0,40547		-0,462783								
0,22314		0,165827								
0,001		-0,056313								
0,18232	0,077017	0,105303	0	0,6161333	-0,799147	1,41528	0,134326	0,366505	3,861553	
-0,18232		-0,259337								
0,18232		0,105303								
0,15415		0,077133								
-0,72213		-0,799147								
0,16252		0,085503								
0,69315		0,616133								
0,31845		0,241433								
-0,09531		-0,172327								
0,47	0,045273	0,424727	1,38778E-16	0,4247266	-0,450743	0,87547	0,073309	0,270757	3,233416	
-0,28768		-0,332953								
-0,40547		-0,450743								
0,001		-0,044273								
0,001		-0,044273								
0,40547		0,360197								
0,15415		0,108877								
0,13353		0,088257								
-0,064539		-0,109812								
0,12516	-0,02446	0,14962	1,73472E-16	0,33812	-0,48637	0,82449	0,046553	0,215761	3,821312	
0,11123		0,13569								
0,31366		0,33812								
0,001		0,02546								
-0,16705		-0,14259								
-0,09531		-0,07085								
-0,51083		-0,48637								
0,001		0,02546								
0,001		0,02546								

0,080043	0,056757	0,023286	0	0,4132427	-0,644547	1,05779	0,088002	0,296652	3,565763	
0,32542		0,268663								
-0,58779		-0,644547								
0,47		0,413243								
0,11778		0,061023								
0,10536		0,048603								
0,21511		0,158353								
0,047253		-0,009504								
-0,26236		-0,319117								
-0,16252	-0,017131	-0,145389	0	1,0171311	-0,657999	1,67513	0,182849	0,427608	3,917443	
0,16252		0,179651								
-0,22314		-0,206009								
-0,13353		-0,116399								
-0,24116		-0,224029								
-0,67513		-0,657999								
1		1,017131								
0,001		0,018131								
0,11778		0,134911								
0,000001	-0,020146	0,020147	5,20417E-17	0,1787557	-0,162174	0,34093	0,008135	0,090195	3,779907	
-0,18232		-0,162174								
-0,09798		-0,077834								
0,028988		0,049134								
0,000001		0,020147								
0,000001		0,020147								
-0,089612		-0,069466								
0,15861		0,178756								
0,001		0,021146								
0,28768	0,097274	0,190406	0	0,2391964	-0,342394	0,58159	0,031033	0,176162	3,301447	
0,18232		0,085046								
0,22314		0,125866								
0,33647		0,239196								
-0,024098		-0,121372								
-0,075986		-0,17326								
0,075986		-0,021288								
0,11507		0,017796								
-0,24512		-0,342394								
-0,14953	0,000445	-0,149975	8,50015E-17	0,1818752	-0,149975	0,33185	0,007594	0,087141	3,808198	
-0,10178		-0,102225								
0,035091		0,034646								
0,001		0,000555								
0,001		0,000555								
0,033902		0,033457								
0,18232		0,181875								
0,001		0,000555								
0,001		0,000555								

ΠΙΝΑΚΑΣ 16

Για 9 υποομάδες τα αποτελέσματα ήταν:

A	n									
9	10									
								Var		
X(t)	~x~	x-~x~	X(k,n)	max X(k,n)	min X(k,n)	R(n)	V(x)	sqrtV	Rn/Sn	(R/S)n
0,001	0,026516	-0,02552	0	0,2611636	-0,314196	0,57536	0,051963	0,227953	2,524029	3,440811
0,001		-0,02552								
0,001		-0,02552								
0,28768		0,261164								
-0,28768		-0,3142								
0,28768		0,261164								
-0,28768		-0,3142								
0,001		-0,02552								
0,28768		0,261164								
-0,28768		-0,3142								
0,28768		0,261164								
0,001	0,022814	-0,02181	0	0,382656	-0,428284	0,81094	0,043988	0,209734	3,866511	
0,001		-0,02181								
0,001		-0,02181								
0,40547		0,382656								
0,001		-0,02181								
-0,40547		-0,42828								
0,22314		0,200326								
0,001		-0,02181								
0,18232		0,159506								
-0,18232		-0,20513								
0,18232	0,047	0,13532	0	0,64615	-0,76913	1,41528	0,164181	0,405193	3,492853	
0,15415		0,10715								
-0,72213		-0,76913								
0,16252		0,11552								
0,69315		0,64615								
0,31845		0,27145								
-0,09531		-0,14231								
0,47		0,423								
-0,28768		-0,33468								
-0,40547		-0,45247								
0,001	0,118166	-0,11717	1,53E-16	0,2873039	-0,182705	0,470009	0,019695	0,14034	3,349065	
0,001		-0,11717								
0,40547		0,287304								
0,15415		0,035984								
0,13353		0,015364								
-0,06454		-0,18271								
0,12516		0,006994								
0,11123		-0,00694								
0,31366		0,195494								
0,001		-0,11717								
-0,16705	-0,03657	-0,13048	0	0,5065737	-0,551216	1,05779	0,097714	0,312592	3,383933	
-0,09531		-0,05874								
-0,51083		-0,47426								
0,001		0,037574								

0,001		0,037574								
0,080043		0,116617								
0,32542		0,361994								
-0,58779		-0,55122								
0,47		0,506574								
0,11778		0,154354								
0,10536	-0,11676	0,22212	0	0,3318697	-0,55837	0,89024	0,062652	0,250303	3,556648	
0,21511		0,33187								
0,047253		0,164013								
-0,26236		-0,1456								
-0,16252		-0,04576								
0,16252		0,27928								
-0,22314		-0,10638								
-0,13353		-0,01677								
-0,24116		-0,1244								
-0,67513		-0,55837								
1	0,077786	0,922214	2,22E-16	0,9222141	-0,260106	1,18232	0,100508	0,31703	3,729367	
0,001		-0,07679								
0,11778		0,039994								
0,000001		-0,07778								
-0,18232		-0,26011								
-0,09798		-0,17577								
0,028988		-0,0488								
0,000001		-0,07778								
0,000001		-0,07778								
-0,08961		-0,1674								
0,15861	0,128019	0,030591	3,05E-16	0,2084508	-0,204005	0,412456	0,016564	0,128702	3,204733	
0,001		-0,12702								
0,28768		0,159661								
0,18232		0,054301								
0,22314		0,095121								
0,33647		0,208451								
-0,0241		-0,15212								
-0,07599		-0,20401								
0,075986		-0,05203								
0,11507		-0,01295								
-0,24512	-0,02411	-0,22101	8,33E-17	0,2064317	-0,221008	0,42744	0,012261	0,110731	3,860162	
-0,14953		-0,12542								
-0,10178		-0,07767								
0,035091		0,059203								
0,001		0,025112								
0,001		0,025112								
0,033902		0,058014								
0,18232		0,206432								
0,001		0,025112								
0,001		0,025112								

ΠΙΝΑΚΑΣ 17

Για τις 6 υποομάδες είχαμε:

A	n									
6	15									
								Var		
X(t)	~x~	x-~x~	X(k,n)	max X(k,n)	min X(k,n)	R(n)	V(x)	sqrtV	Rn/Sn	(R/S)n
0,001	0,043822	-0,04282	-1,6E-16	0,3616481	-0,331502	0,69315	0,044563	0,211099	3,283526	4,177803
0,001		-0,04282								
0,001		-0,04282								
0,28768		0,243858								
-0,28768		-0,3315								
0,28768		0,243858								
-0,28768		-0,3315								
0,001		-0,04282								
0,28768		0,243858								
-0,28768		-0,3315								
0,28768		0,243858								
0,001		-0,04282								
0,001		-0,04282								
0,001		-0,04282								
0,40547		0,361648								
0,001		-0,04282								
-0,40547	0,019245	-0,42471	0	0,6739053	-0,741375	1,41528	0,129269	0,359539	3,93637	
0,22314		0,203895								
0,001		-0,01824								
0,18232		0,163075								
-0,18232		-0,20156								
0,18232		0,163075								
0,15415		0,134905								
-0,72213		-0,74137								
0,16252		0,143275								
0,69315		0,673905								
0,31845		0,299205								
-0,09531		-0,11455								
0,47		0,450755								
-0,28768		-0,30692								
-0,40547		-0,42471								
0,001	0,027365	-0,02636	-9,7E-17	0,3781053	-0,538195	0,9163	0,041553	0,203845	4,495078	
0,001		-0,02636								
0,40547		0,378105								
0,15415		0,126785								
0,13353		0,106165								
-0,06454		-0,0919								
0,12516		0,097795								
0,11123		0,083865								
0,31366		0,286295								
0,001		-0,02636								
-0,16705		-0,19441								
-0,09531		-0,12267								
-0,51083		-0,53819								
0,001		-0,02636								

0,001		-0,02636								
0,080043	-0,05081	0,130853	0	0,5208096	-0,62432	1,14513	0,094446	0,307321	3,726167	
0,32542		0,37623								
-0,58779		-0,53698								
0,47		0,52081								
0,11778		0,16859								
0,10536		0,15617								
0,21511		0,26592								
0,047253		0,098063								
-0,26236		-0,21155								
-0,16252		-0,11171								
0,16252		0,21333								
-0,22314		-0,17233								
-0,13353		-0,08272								
-0,24116		-0,19035								
-0,67513		-0,62432								
1	0,108707	0,891293	3,33E-16	0,8912927	-0,291027	1,18232	0,071952	0,268238	4,407726	
0,001		-0,10771								
0,11778		0,009073								
0,000001		-0,10871								
-0,18232		-0,29103								
-0,09798		-0,20669								
0,028988		-0,07972								
0,000001		-0,10871								
0,000001		-0,10871								
-0,08961		-0,19832								
0,15861		0,049903								
0,001		-0,10771								
0,28768		0,178973								
0,18232		0,073613								
0,22314		0,114433								
0,33647	0,012422	0,324048	2,08E-17	0,3240483	-0,257542	0,58159	0,017646	0,132839	5,217954	
-0,0241		-0,03652								
-0,07599		-0,08841								
0,075986		0,063564								
0,11507		0,102648								
-0,24512		-0,25754								
-0,14953		-0,16195								
-0,10178		-0,1142								
0,035091		0,022669								
0,001		-0,01142								
0,001		-0,01142								
0,033902		0,02148								
0,18232		0,169898								
0,001		-0,01142								
0,001		-0,01142								

ΠΙΝΑΚΑΣ 18

Για τις τρεις υποομάδες είχαμε:

A	n									
3	30									
								Var		
X(t)	~x~	x-~x~	X(k,n)	max X(k,n)	min X(k,n)	R(n)	V(x)	sqrtV	Rn/Sn	(R/S)n
0,001	0,03193	-0,03093	0	0,6612203	-0,75406	1,41528	0,0857	0,292746	4,834494	5,549806
0,001		-0,03093								
0,001		-0,03093								
0,28768		0,25575								
-0,28768		-0,31961								
0,28768		0,25575								
-0,28768		-0,31961								
0,001		-0,03093								
0,28768		0,25575								
-0,28768		-0,31961								
0,28768		0,25575								
0,001		-0,03093								
0,001		-0,03093								
0,001		-0,03093								
0,40547		0,37354								
0,001		-0,03093								
-0,40547		-0,4374								
0,22314		0,19121								
0,001		-0,03093								
0,18232		0,15039								
-0,18232		-0,21425								
0,18232		0,15039								
0,15415		0,12222								
-0,72213		-0,75406								
0,16252		0,13059								
0,69315		0,66122								
0,31845		0,28652								
-0,09531		-0,12724								
0,47		0,43807								
-0,28768		-0,31961								
-0,40547		-0,4374								
0,001	-0,01172	0,012722	0	0,9394355	-0,663408	1,602843	0,069527	0,26368	6,078733	
0,001		0,012722								
0,40547		0,417192								
0,15415		0,165872								
0,13353		0,145252								
-0,06454		-0,05282								
0,12516		0,136882								
0,11123		0,122952								
0,31366		0,325382								
0,001		0,012722								
-0,16705		-0,15533								
-0,09531		-0,08359								
-0,51083		-0,49911								
0,001		0,012722								

0,001		0,012722								
0,080043		0,091765								
0,32542		0,337142								
-0,58779		-0,57607								
0,47		0,481722								
0,11778		0,129502								
0,10536		0,117082								
0,21511		0,226832								
0,047253		0,058975								
-0,26236		-0,25064								
-0,16252		-0,1508								
0,16252		0,174242								
-0,22314		-0,21142								
-0,13353		-0,12181								
-0,24116		-0,22944								
-0,67513		-0,66341								
1	0,060564	0,939436	2,64E-16	0,9394355	-0,305684	1,24512	0,047117	0,217064	5,736192	
0,001		-0,05956								
0,11778		0,057216								
0,000001		-0,06056								
-0,18232		-0,24288								
-0,09798		-0,15854								
0,028988		-0,03158								
0,000001		-0,06056								
0,000001		-0,06056								
-0,08961		-0,15018								
0,15861		0,098046								
0,001		-0,05956								
0,28768		0,227116								
0,18232		0,121756								
0,22314		0,162576								
0,33647		0,275906								
-0,0241		-0,08466								
-0,07599		-0,13655								
0,075986		0,015422								
0,11507		0,054506								
-0,24512		-0,30568								
-0,14953		-0,21009								
-0,10178		-0,16234								
0,035091		-0,02547								
0,001		-0,05956								
0,001		-0,05956								
0,033902		-0,02666								
0,18232		0,121756								
0,001		-0,05956								
0,001		-0,05956								

ΠΙΝΑΚΑΣ 19

Τέλος για τις δύο υποομάδες τα αποτελέσματα ήταν:

A	n									
2	45									
								Var		
X(t)	~x~	x-~x~	X(k,n)	max X(k,n)	min X(k,n)	R(n)	V(x)	sqrtV	Rn/Sn	(R/S)n
0,001	0,030441	-0,02944	1,66533E-16	0,6627089	-0,752571	1,41528	0,071309	0,267038	5,29993	5,918868
0,001		-0,02944								
0,001		-0,02944								
0,28768		0,257239								
-0,28768		-0,31812								
0,28768		0,257239								
-0,28768		-0,31812								
0,001		-0,02944								
0,28768		0,257239								
-0,28768		-0,31812								
0,28768		0,257239								
0,001		-0,02944								
0,001		-0,02944								
0,001		-0,02944								
0,40547		0,375029								
0,001		-0,02944								
-0,40547		-0,43591								
0,22314		0,192699								
0,001		-0,02944								
0,18232		0,151879								
-0,18232		-0,21276								
0,18232		0,151879								
0,15415		0,123709								
-0,72213		-0,75257								
0,16252		0,132079								
0,69315		0,662709								
0,31845		0,288009								
-0,09531		-0,12575								
0,47		0,439559								
-0,28768		-0,31812								
-0,40547		-0,43591								
0,001		-0,02944								
0,001		-0,02944								
0,40547		0,375029								
0,15415		0,123709								
0,13353		0,103089								
-0,06454		-0,09498								
0,12516		0,094719								
0,11123		0,080789								
0,31366		0,283219								
0,001		-0,02944								
-0,16705		-0,19749								
-0,09531		-0,12575								

-0,51083		-0,54127								
0,001		-0,02944								
0,001		-0,02944								
0,080043	0,02344	0,056603	-3,46945E-17	0,9765602	-0,69857	1,67513	0,06565	0,256222	6,537806	
0,32542		0,30198								
-0,58779		-0,61123								
0,47		0,44656								
0,11778		0,09434								
0,10536		0,08192								
0,21511		0,19167								
0,047253		0,023813								
-0,26236		-0,2858								
-0,16252		-0,18596								
0,16252		0,13908								
-0,22314		-0,24658								
-0,13353		-0,15697								
-0,24116		-0,2646								
-0,67513		-0,69857								
1		0,97656								
0,001		-0,02244								
0,11778		0,09434								
0,000001		-0,02344								
-0,18232		-0,20576								
-0,09798		-0,12142								
0,028988		0,005548								
0,000001		-0,02344								
0,000001		-0,02344								
-0,08961		-0,11305								
0,15861		0,13517								
0,001		-0,02244								
0,28768		0,26424								
0,18232		0,15888								
0,22314		0,1997								
0,33647		0,31303								
-0,0241		-0,04754								
-0,07599		-0,09943								
0,075986		0,052546								
0,11507		0,09163								
-0,24512		-0,26856								
-0,14953		-0,17297								
-0,10178		-0,12522								
0,035091		0,011651								
0,001		-0,02244								
0,001		-0,02244								
0,033902		0,010462								
0,18232		0,15888								
0,001		-0,02244								
0,001		-0,02244								

ΠΙΝΑΚΑΣ 20

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα απ' όπου και κάναμε την παλινδρόμηση είναι:

(R/S)n	n	log(R/S)n	logn	ln(R/S)n	ln(n)
3,557328	9	0,551124	0,954243	1,26901	2,197225
3,440811	10	0,536661	1	1,235707	2,302585
4,177803	15	0,620948	1,176091	1,429786	2,70805
5,549806	30	0,744278	1,477121	1,713763	3,401197
5,918868	45	0,772239	1,653213	1,778145	3,806662

ΠΙΝΑΚΑΣ 21

Και κάνοντας παλινδρόμηση έχουμε τελικά:

ΈΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ

Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0,988177
R Τετράγωνο	0,9764938
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,9686585
Τυπικό σφάλμα	0,0192257
Μέγεθος δείγματος	5

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

	βαθμοί ελευθερίας	*SS*	*MS*	*F*	*Σημαντικότητα F*
Παλινδρόμηση	1	0,0460654	0,0460654	124,62615	0,0015405
Υπόλοιπο	3	0,0011089	0,0003696		
Σύνολο	4	0,0471743			

	Συντελεστές	*Τυπικό σφάλμα*	*t*	*τιμή-P*	*Κατώτερο 95%*	*Υψηλότερο 95%*	*Κατώτερο 95,0%*	*Υψηλότερο 95,0%*
Τεταγμένη επί την αρχή	0,2029849	0,0405214	5,009323	0,015314	0,0740275	0,3319423	0,0740275	0,3319423
Μεταβλητή X 1	0,3530493	0,031625	11,163608	0,0015405	0,2524043	0,4536943	0,2524043	0,4536943

ΈΞΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ

Μέγεθος δείγματος	*Προβλεπόμενο Y*	*Υπόλοιπα*
1	0,5398796	0,0112443
2	0,5560343	-0,0193734
3	0,6182032	0,0027448
4	0,7244816	0,0197962
5	0,7866505	-0,0144119

ΠΙΝΑΚΑΣ 22

Έτσι βρίσκουμε ότι είναι H = 0,353 και επομένως η διαδικασία παρουσιάζει εμμονή αντίθετης κατεύθυνσης.

ΙΙ. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Α. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΑΝΑΜΟΝΗ ΕΝΟΣ ΠΛΟΙΟΥ ΑΡΟΔΟ

Ημερήσια Αναμονή	Ημερομηνία
1,5	10/10/2000
1,5	10/11/2000
1,5	10/12/2000
1,5	10/1/2001
2	10/2/2001
1,5	10/3/2001
2	10/4/2001
1,5	10/5/2001
1,5	10/6/2001
2	10/7/2001
1,5	10/8/2001
2	10/9/2001
2	10/10/2001
2	10/11/2001
2	10/12/2001
3	10/1/2002
3	10/2/2002
2	10/3/2002
2,5	10/4/2002
2,5	10/5/2002
3	10/6/2002
2,5	10/7/2002
3	10/8/2002
3,5	10/9/2002
1,7	10/10/2002
2	10/11/2002
4	10/12/2002
5,5	10/1/2003
5	10/2/2003
8	10/3/2003
6	10/4/2003
4	10/5/2003

4	10/6/2003
4	10/7/2003
6	10/8/2003
7	10/9/2003
8	10/10/2003
7,5	10/11/2003
8,5	10/12/2003
9,5	10/1/2004
13	10/2/2004
13	10/3/2004
11	10/4/2004
10	10/5/2004
6	10/6/2004
6	10/7/2004
6	10/8/2004
6,5	10/9/2004
9	10/10/2004
5	10/11/2004
8	10/12/2004
9	10/1/2005
10	10/2/2005
12,4	10/3/2005
13	10/4/2005
10	10/5/2005
8,5	10/6/2005
10	10/7/2005
8	10/8/2005
7	10/9/2005
5,5	10/10/2005
2,8	10/11/2005
8	10/12/2005
8	10/1/2006
9	10/2/2006
9	10/3/2006
7,5	10/4/2006
6,8	10/5/2006
7	10/6/2006
7	10/7/2006
7	10/8/2006
6,4	10/9/2006
7,5	10/10/2006
7,5	10/11/2006
10	10/12/2006
12	10/1/2007
15	10/2/2007
21	10/3/2007
20,5	10/4/2007

19	10/5/2007
20,5	10/6/2007
23	10/7/2007
18	10/8/2007
15,5	10/9/2007
14	10/10/2007
14,5	10/11/2007
14,5	10/12/2007
14,5	10/1/2008
15	10/2/2008
18	10/3/2008
18	10/4/2008
18	10/5/2008

ΠΙΝΑΚΑΣ 23

Β. ΑΠΟΔΩΣΕΙΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΠΛΟΙΩΝ

Αποδώσεις	Ημερομηνία
0,001	10/10/2000
0,001	10/11/2000
0,001	10/12/2000
0,28768	10/1/2001
-0,28768	10/2/2001
0,28768	10/3/2001
-0,28768	10/4/2001
0,001	10/5/2001
0,28768	10/6/2001
-0,28768	10/7/2001
0,28768	10/8/2001
0,001	10/9/2001
0,001	10/10/2001
0,001	10/11/2001
0,40547	10/12/2001
0,001	10/1/2002
-0,40547	10/2/2002
0,22314	10/3/2002
0,001	10/4/2002
0,18232	10/5/2002
-0,18232	10/6/2002
0,18232	10/7/2002
0,15415	10/8/2002

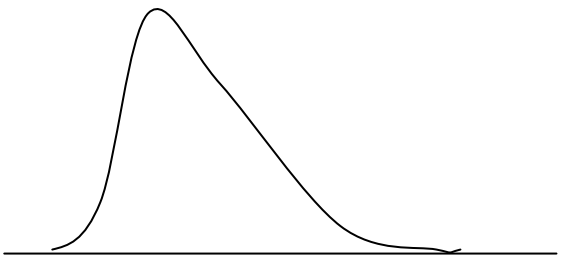
-0,72213	10/9/2002
0,16252	10/10/2002
0,69315	10/11/2002
0,31845	10/12/2002
-0,09531	10/1/2003
0,47	10/2/2003
-0,28768	10/3/2003
-0,40547	10/4/2003
0,001	10/5/2003
0,001	10/6/2003
0,40547	10/7/2003
0,15415	10/8/2003
0,13353	10/9/2003
-0,064539	10/10/2003
0,12516	10/11/2003
0,11123	10/12/2003
0,31366	10/1/2004
0,001	10/2/2004
-0,16705	10/3/2004
-0,09531	10/4/2004
-0,51083	10/5/2004
0,001	10/6/2004
0,001	10/7/2004
0,080043	10/8/2004
0,32542	10/9/2004
-0,58779	10/10/2004
0,47	10/11/2004
0,11778	10/12/2004
0,10536	10/1/2005
0,21511	10/2/2005
0,047253	10/3/2005
-0,26236	10/4/2005
-0,16252	10/5/2005
0,16252	10/6/2005
-0,22314	10/7/2005
-0,13353	10/8/2005
-0,24116	10/9/2005
-0,67513	10/10/2005
1	10/11/2005
0,001	10/12/2005
0,11778	10/1/2006
0,000001	10/2/2006
-0,18232	10/3/2006
-0,09798	10/4/2006
0,028988	10/5/2006
0,000001	10/6/2006
0,000001	10/7/2006

-0,089612	10/8/2006
0,15861	10/9/2006
0,001	10/10/2006
0,28768	10/11/2006
0,18232	10/12/2006
0,22314	10/1/2007
0,33647	10/2/2007
-0,024098	10/3/2007
-0,075986	10/4/2007
0,075986	10/5/2007
0,11507	10/6/2007
-0,24512	10/7/2007
-0,14953	10/8/2007
-0,10178	10/9/2007
0,035091	10/10/2007
0,001	10/11/2007
0,001	10/12/2007
0,033902	10/1/2008
0,18232	10/2/2008
0,001	10/3/2008
0,001	10/4/2008
0,001	10/5/2008

ΠΙΝΑΚΑΣ 24

III. Η ΚΑΤΑΝΟΜΗ X^2

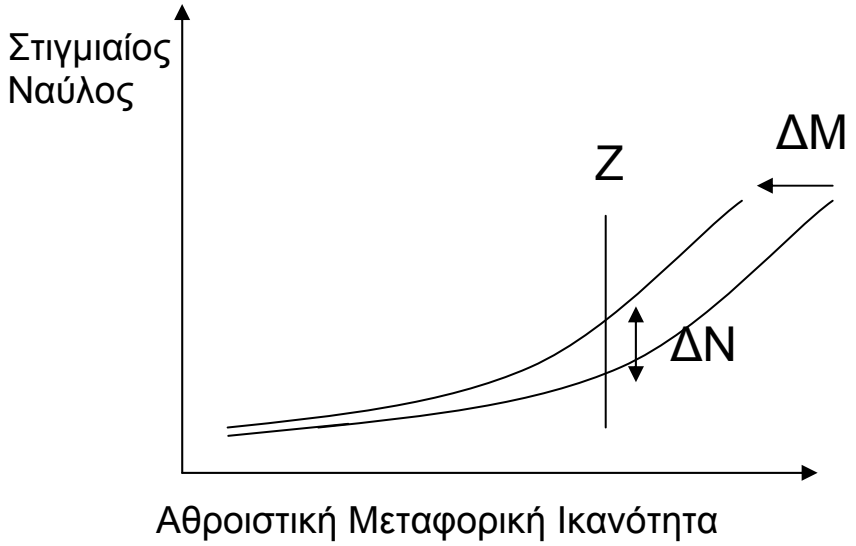
Τα στοιχεία του πίνακα εκφράζουν τα (1-α) ποσοστιαία σημεία της κατανομής X^2 με ν βαθμούς ελευθερίας. Οι τιμές αυτές είναι και οι κρίσιμες τιμές των ελέγχων που πραγματοποιήσαμε ανάλογα με τους βαθμούς ελευθερίας που επιλέξαμε και το διάστημα εμπιστοσύνης.



ν	1	2	5	10
0,01	0,0002	0,0201	0,5543	2,5582
0,05	0,0039	0,1026	1,1455	3,9403
0,1	0,0158	0,2107	1,6103	4,8652
0,5	0,4549	1,3863	4,3515	9,3418
0,9	2,7055	4,6052	9,2364	15,9872
0,95	3,8415	5,9915	11,0705	18,3070
0,99	6,6349	9,2103	15,0863	23,2093

ΠΙΝΑΚΑΣ 25

IV. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΝΑΥΛΑΓΟΡΑ



ΣΧΗΜΑ 4

Όπου: ΔΜ είναι η μετακίνηση της καμπύλης αριστερά λόγω της φαινομενικής έλλειψης πλοίων

ΔΝ η αύξηση του επιπέδου των Ναύλων

Z η ζήτηση για μεταφορική ικανότητα.

Η καμπύλη της αθροιστικής μεταφορικής ικανότητας φτιάχνεται με βάση το άθροισμα της χωρητικότητας των πλοίων για το συγκεκριμένο επίπεδο των ναύλων. Τα πλοία που υπάρχουν στο αριστερό μέρος της καμπύλης, και τα οποία μπαίνουν στην ναυλαγορά με χαμηλό επίπεδο ναύλων, είναι τα πλοία που είναι μεγάλα και σύγχρονα, ενώ στο αριστερό μέρος της καμπύλης βρίσκονται τα πλοία που έχουν υψηλό ελάχιστο απαιτούμενο ναύλο για να λειτουργήσουν, δηλαδή τα μικρά και πεπαλαιωμένα πλοία.

Όταν υπάρχει μια συγκεκριμένη απαίτηση από την αγορά (ζήτηση), αλλά κάποια πλοία που είναι ήδη στην ναυλαγορά (δηλαδή ο ελάχιστος απαιτούμενος ναύλος των πλοίων αυτών είναι μικρότερος ή ίσος με το επίπεδο των ναύλων) βρίσκονται έξω από κάποιο λιμάνι για μεγάλο διάστημα για να κάνουν τις φορτοεκφορτώσεις τους, τότε η ζήτηση της αγοράς προφανώς δεν καλύπτεται. Έτσι υπάρχει αύξηση του επιπέδου των ναύλων (κατά ΔΝ) για να καλυφθεί η ζήτηση και πλοία που δεν μπορούσαν να μπουν στην αγορά γιατί είχαν υψηλότερο ελάχιστο απαιτούμενο ναύλο από τον στιγμιαίο ναύλο προηγουμένως, πλέον μπορούν να μπουν στην αγορά. Εάν δεν υπάρχουν πλοία αρκετά ώστε να καλύψουν την ζήτηση της αγοράς οι τιμές συνεχίζουν να αυξάνονται, δίνοντας την ευκαιρία σους πλοιοκτήτες να χτίσουν νέα πλοία.

Η καμπύλη μετακινείται αριστερά διότι τα πλοία που είναι θύματα του φαινομένου της συμφόρησης και βρίσκονται στο αριστερό μέρος της καμπύλης δεν προσφέρουν προς το παρόν την μεταφορική τους ικανότητα στην καμπύλη. Επομένως η νέα καμπύλη δεν περιλαμβάνει αυτά τα πλοία, είναι δηλαδή σαν να έχουμε αφαιρέσει τις χωρητικότητες των πλοίων αυτών. Τα πλοία που μπαίνουν πλέον στην ναυλαγορά πρέπει να καλύψουν αυτό το κενό χωρητικότητας, επομένως για την κάλυψη της ίδιας ζήτησης από την αγορά, θα έχουμε πιο πολλά πλοία. Έτσι τελικά η καμπύλη κινείται αριστερά.

Τα μεγαλύτερης χωρητικότητας πλοία έχουν μικρότερο ελάχιστο απαιτούμενο ναύλο από τα μικρότερα για λόγους οικονομίας κλίμακας. Τα νεότερα πλοία έχουν μικρότερο ελάχιστο απαιτούμενο ναύλο από τα παλαιότερα για πολλούς λόγους. Τα νέα πλοία έχουν μικρότερες απαιτήσεις συντήρησης, έχουν βελτιωμένα συστήματα πρόωσης και καλύτερη συνεργασία της γάστρας με την προπέλα, επομένως μικρότερες απώλειες ενέργειας, πιθανόν μικρότερη αντίσταση λόγω της νεότερης σχεδίασης γάστρας. Ακόμα μια παλαιότερη γάστρα έχει πιο πολλές ατέλειες από τους διάφορους δεξαμενισμούς (χτυπήματα, βαθουλώματα από την αμμοβολή, επομένως και μεγαλύτερη αντίσταση από ένα νεότερο. Καθώς η τεχνολογία προχωρά, οι μηχανές των νέων πλοίων έχουν μικρότερη κατανάλωση καυσίμου ενώ τέλος επειδή το εκτόπισμα μένει σταθερό, αλλά χρόνο με το χρόνο το βάρος του κενού σκάφους αυξάνεται, μειώνεται η μεταφορική ικανότητα του πλοίου και επομένως το μέγιστο φορτίο που μπορεί να μεταφέρει το πλοίο για να έχει έσοδα.