

**Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΚΤΙΚΗΣ**

**ΚΡΕΜΜΥΔΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

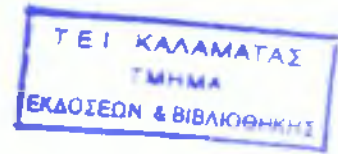
**Προβλέψεις εσόδων με την χρήση χρονολογικών σειρών  
για την Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης-Αποχέτευσης του  
Δήμου Κρανιδίου**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**  
**ΠΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2008**

**Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΚΤΙΚΗΣ**

**ΚΡΕΜΜΥΔΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Προβλέψεις εσόδων με την χρήση χρονολογικών σειρών  
για την Δημοτική Επιχείρηση Υδρευσης-Αποχέτευσης του  
Δήμου Κρανιδίου

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**  
**ΠΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2008**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup>	
ΤΑ ΕΣΟΔΑ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ	
1.1 Έννοια και διακρίσεις εσόδων.....	2
1.2 Πωλήσεις Εμπορευμάτων - Λογαριασμός 70 .....	6
1.3 Πωλήσεις Υπηρεσιών - Λογαριασμός 73 .....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup>	
ΤΑ ΕΣΟΔΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ- ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ (Δ.Ε.Υ.Α.Κ.)	
2.1 Ίδρυση και σκοπός των Δ.Ε.Υ.Α.....	15
2.2 Ίδρυση και λειτουργία της Δ.Ε.Υ.Α.Κ.....	15
2.3 Στελέχωση της Δ.Ε.Υ.Α.Κ. ....	18
2.4 Έργα της Δ.Ε.Υ.Α.Κ και του Δήμου Κρανιδίου.....	19
2.4.1 Η λειτουργία της ύδρευσης του Δήμου Κρανιδίου από το 1999 έως και σήμερα.....	19
2.4.2 Η λειτουργία της αποχέτευσης του Δήμου Κρανιδίου από 1999 έως και σήμερα .....	21
2.5 Διαχείριση και διαχειριστικός έλεγχος της Δ.Ε.Υ.Α.Κ.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup>	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΕΙΡΕΣ	
3.1 Ορισμός, παραδείγματα και συνιστώσες μιας χρονολογικής σειράς.....	24
3.1.1 Οι κυριότερες συνιστώσες μιας χρονολογικής σειράς .....	26

3.2	Εκτίμηση της τάσης.....	28
3.2.1	Ο προσδιορισμός της τάσης με τη χρήση κινητών μέσων όρων....	28
3.2.2	Ο προσδιορισμός της τάσης με τη χρήση της μεθόδου της παλινδρόμησης.....	31
3.3	Εκτίμηση του κύκλου.....	34
3.4	Εκτίμηση της εποχικότητας.....	36
3.5	Τα μέτρα ακρίβειας της πρόβλεψης.....	40
3.6	Μοντέλα πρόβλεψης.....	41
3.6.1	Μοντέλο πρόβλεψης κινητών μέσων όρων.....	43
3.6.2	Μοντέλο πρόβλεψης εκθετικής εξομάλυνσης.....	46
3.6.3	Μοντέλο πρόβλεψης με τη γραμμική παλινδρόμηση.....	55

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

4.1	Υπολογισμοί για τις Χρονολογικές Σειρές μέσω του Προγράμματος Excel.....	59
4.2	Υπολογισμός των κινητών μέσων όρων.....	60
4.3	Υπολογισμός γραμμικής παλινδρόμησης.....	62
4.4	Υπολογισμός της κυκλικής συνιστώσας.....	63
4.5	Υπολογισμός της εποχικότητας.....	66
4.6	Υπολογισμός των μοντέλων πρόβλεψης και των μέτρων ακρίβειας τους.....	68

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΕΣΟΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ

5.1	Μοντέλο πρόβλεψης κινητών μέσων όρων .....	73
5.2	Μοντέλο πρόβλεψης εκθετικής εξομάλυνσης.....	79
5.3	Μοντέλο πρόβλεψης με τη γραμμική παλινδρόμηση.....	84

ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	91

## ***ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ***

Καθώς κλείνει και το τελευταίο κεφαλαίο για την απόκτηση του πτυχίου μου με την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τον κ. Δημήτριο Πατσόπουλος ως επιβλέπων καθηγητή της εργασίας μου και καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της με βοήθησε σημαντικά.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους υπάλληλους της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης – Αποχέτευσης του Δήμου Κρανιδίου για τις πληροφορίες που μου πρόσφεραν.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, οι οποίοι με στήριξαν και με βοήθησαν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η Εργασία που ακολουθεί είναι στα πλαίσια των διπλωματικών εργασιών του τμήματος χρηματοοικονομικής και ελεγκτικής του ΤΕΙ Καλαμάτας. Το θέμα που μας απασχολεί είναι οι προβλέψεις εσόδων με την χρήση χρονολογικών σειρών για την Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης - Αποχέτευσης του δήμου Κρανιδίου (Δ.Ε.Υ.Α.Κ.).

Η εργασία διαπραγματεύεται ένα κρίσιμο ζήτημα για τους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης ειδικότερα της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης – Αποχέτευσης, τη πρόβλεψη των κύριων εσόδων τους που είναι οι πληρωμές λογαριασμών ύδρευσης – αποχέτευσης. Καθώς το πρόβλημα της έλλειψης του νερού είναι κρίσιμο για τα επόμενα έτη, η οποία στην χώρα μας εξακολουθεί να παραμένει χωρίς ιδιαίτερη οργάνωση. Ο οργανισμός ενός σωστού προγραμματισμού μαζί με το κατάλληλο μοντέλο πρόβλεψης μπορούν να δώσουν θετικά αποτελέσματα ως προς την καλύτερη χρησιμοποίηση του κρίσιμου αυτού πόρου.

Η εργασία περιέχει πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην έννοια των εσόδων μιας επιχείρησης και στα είδη τους, καθώς και στα συγκεκριμένα έσοδα που θα μελετήσουμε στην συνέχεια. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζουμε την ίδρυση και την λειτουργία της Δ.Ε.Υ.Α.Κ. Στο τρίτο κεφαλαίο γίνεται μια εισαγωγή στις χρονολογικές σειρές και στους μεθόδους τους, δίνοντας περισσότερο έμφαση στα μοντέλα που θα χρησιμοποιήσουμε για να προβλέψουμε τα μελλοντικά έσοδα της Δ.Ε.Υ.Α.Κ. Το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει όλους τους υπολογισμούς που χρειάστηκε να κάνουμε με το πρόγραμμα Excel βοηθώντας έτσι οποιόν θελήσει να το χρησιμοποιήσει ο ίδιος για να κάνει προβλέψεις χωρίς να είναι ειδικός. Στο πέμπτο κεφάλαιο εφαρμόζουμε στην πράξη όλη την θεωρία που παρουσιάσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια φτάνοντας στον αρχικό μας στόχο που είναι η πρόβλεψη των εσόδων της Δ.Ε.Υ.Α.Κ. Στο τελευταίο μέρος παραθέτουμε τα συμπεράσματα της έρευνας μας και τις προοπτικές της.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΤΑ ΕΣΟΔΑ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

### 1.1 Έννοια και διακρίσεις εσόδων

Τα έσοδα είναι μια μικτή αύξηση στα στοιχεία ενεργητικού ή μια μικτή μείωση στις υποχρεώσεις που αναγνωρίζονται και μετρώνται σύμφωνα με τις γενικά παραδεγμένες λογιστικές αρχές και η οποία αύξηση ή μείωση μεταβάλλει την καθαρή θέση της επιχειρήσεως.<sup>1</sup>

Το έσοδο προέρχεται από τρεις βασικές δραστηριότητες της επιχειρήσεως 1) από πώληση προϊόντων, 2) από παροχή υπηρεσιών ή από χρησιμοποίηση από άλλους περιουσιακών της στοιχείων (π.χ. τόκοι, royalties) και 3) από διάθεση άλλων, εκτός από προϊόντα, περιουσιακών της στοιχείων (π.χ. πάγιων, συμμετοχών σε επιχειρήσεις). Δεν είναι έσοδο η παραλαβή στοιχείων που αγόρασε η επιχείρηση, η είσπραξη δανείων που χορήγησε η επιχείρηση και τα δάνεια ή οι επενδύσεις των ιδιοκτητών στην επιχείρηση.

Κατά το Ενιαίο Γενικό Λογιστικό Σχέδιο (Ε.Γ.Λ.Σ) «έσοδο είναι χρηματική έκφραση της αγοραστικής δυνάμεως που αποκτάται, άμεσα ή έμμεσα, από την δραστηριότητα της οικονομικής μονάδας και ειδικότερα από την πώληση ή εκμετάλλευση αγαθών, υπηρεσιών και δικαιωμάτων. Στην έννοια εσόδου περιλαμβάνονται και τυχόν επιχορηγήσεις και αλλά παρόμοιας φύσεως κονδύλια που καταβάλλονται στην οικονομική μονάδα για την υποβοήθηση επιτεύξεως των σκοπών της».

Συγκεκριμένα τα έσοδα στο Γενικό Λογιστικό Σχέδιο καταχωρούνται και παρακολουθούνται στην Ομάδα 7 κατ' είδος τα οργανικά έσοδα της χρήσεως , δηλαδή τα έσοδα που αναφέρονται στην ομαλή εκμετάλλευση της χρήσεως και προέρχονται από την κύρια δραστηριότητα και τις παρεπόμενες της κύριας δραστηριότητες της επιχειρήσεως.

<sup>1</sup> Θα αναπτύξουμε την έννοια των εσόδων μιας επιχείρησης στηριζόμενοι στο: Εμμανουήλ Ι. Σακέλλης, *Ο «Πανδέκτης» του λογιστή*, τόμος Β', Εκδόσεις «ΒΡΥΚΟΥΣ», σελ. 1429-1432.



Ειδικότερα στους λογαριασμούς της Ομάδα 7 καταχωρούνται οι εξής κατηγορίες εσόδων :

1) Τα έσοδα από την πώληση υλικών αγαθών ή υπηρεσιών που συνιστούν το κύριο αντικείμενο της εκμεταλλεύσεως (κύκλος εργασιών ή τζίρος) (λογαριασμοί:70,71,72 & 73).

2) Τα έσοδα από επιχορηγήσεις και από διάφορες άλλες αιτίες που έχουν σχέση με την δραστηριότητα των πωλήσεων (λογαριασμός 74).

3) Τα έσοδα από παρεπόμενες ασχολίες (λογαριασμός 75).

4) Τα έσοδα κεφαλαίων π.χ συμμετοχών, χρεογράφων και τόκων (λογαριασμός76).

5) Τα λογιστικά έσοδα από ιδιοχρησιμοποίηση αποθεμάτων και αναλώσεις εξόδων για την ιδιοπαραγωγή (ενσώματων και ασώματων ) παγίων στοιχείων, που στην ουσία συνιστούν λογαριασμούς αντίθετους των λογαριασμών των ομάδων 2 και 6 (λογαριασμός 78).

Επισημάνεται ότι στους λογαριασμούς της ομάδας 7 δεν καταχωρούνται τα έκτακτα έσοδα και τα έκτακτα κέρδη, καθώς και τα έσοδα προηγούμενων χρήσεων, τα οποία παρακολουθούνται σε λογαριασμούς της ομάδας 8.

Τα έσοδα με βάση το κριτήριο την πηγή προελεύσεως τους διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, από τις οποίες αναφέρονται οι εξής :

1) *Οργανικά έσοδα* (operating revenues) είναι εκείνα που αναφέρονται στην ομαλή εκμετάλλευση της χρήσεως και συσχετίζονται με το οργανικό κόστος και τα οργανικά έξοδα για τον προσδιορισμό του οργανικού αποτελέσματος εκμεταλλεύσεως της επιχειρήσεως.

2) *Ανόργανα έσοδα* (non – operating revenues) είναι εκείνα που προέρχονται από τυχαίες και συμπτωματικές πράξεις, συναλλαγές ή άλλες δραστηριότητες της επιχειρήσεως, όπως π.χ. τα έσοδα από εκποίηση ενσώματων ή ασώματων πάγιων στοιχείων και τα έσοδα από λαχεία ή λαχνούς ομολογιακών δανείων. Στην κατηγορία των ανόργανων εσόδων περιλαμβάνονται και τα έκτακτα έσοδα που, αν και έχουν σχέση με τη βασική και τις δευτερεύουσες δραστηριότητες της επιχειρήσεως, η πραγματοποίησή τους οφείλεται σε έκτακτα γεγονότα και περιστατικά, όπως π.χ. οι πιστωτικές συναλλαγματικές διαφορές και οι καταπτώσεις εγγυήσεων ή ποινικών ρητρών υπέρ της επιχειρήσεως.

3) *Ομαλά έσοδα* είναι όσα πηγάζουν από την κανονική, ομαλή και κατά κανόνα προγραμματισμένη πορεία της δραστηριότητας της επιχειρήσεως.

4) *Ανώμαλα έσοδα* είναι τα έσοδα που οφείλονται σε απότομες μεταβολές της οικονομικής συγκυρίας ή σε έκτακτα γεγονότα και περιστατικά που, κάτω από κανονικές συνθήκες, δεν αναμένονται και η χρονική διάρκεια τους είναι συνήθως περιορισμένη, όπως π.χ. τα έσοδα που προέρχονται από σοβαρές και έκτακτες, μερικές ή γενικές διακυμάνσεις των τιμών από συγκυριακά γεγονότα, οικονομικά, πολιτικά, κοινωνικά ή φυσικά που επηρεάζουν ή δημιουργούν πρόσκαιρη στενότητα στα μεγέθη προσφοράς και ζήτησεως ή από την αξιοποίηση, για μικρό χρονικό διάστημα, καταστάσεων μονοπωλιακής θέσεως στην αγορά λόγω τυχαίων περιστατικών. Ως παράδειγμα, για την τελευταία αυτήν περίπτωση, αναφέρεται η απεργία του προσωπικού της μιας από τις δυο μεγάλες επιχειρήσεις παραγωγής τσιμέντου ή η καταστροφή από πυρκαγιά των εγκαταστάσεων της, γεγονότα που δημιουργούν, για την άλλη, μια δυνατότητα σημαντικής αυξήσεως των τιμών του προϊόντος και πραγματοποιήσεως ανώμαλων κερδών για μικρό χρονικό διάστημα.

5) Επίσης χωρίζονται σε *δουλευμένα έσοδα και μη δουλευμένα*. Τα δουλευμένα αφορούν την τρέχουσα χρήση και τα μη δουλευμένα που αναφέρονται σε επόμενες χρήσεις.

6) *Μικτά ή Ακαθάριστα και σε καθαρά έσοδα*. Ακαθάριστα έσοδα είναι τα έσοδα που προκύπτουν πριν αφαιρεθούν ορισμένα έξοδα και αρνητικά στοιχεία, όπως επιστροφές, εκπτώσεις κ.ά. Καθαρά είναι τα έσοδα που απομένουν μετά την αφαίρεση των εξόδων και στοιχείων.

7) *Έσοδα εμφανή και μη εμφανή ή τεκμαρτά*. Εμφανή είναι τα έσοδα, τα οποία έχουν καταχωρηθεί κανονικά στα λογιστικά βιβλία της επιχείρησης. Αφανή ή τεκμαρτά είναι τα υπολογιστικά έσοδα, τα οποία δεν οφείλονται σε λογιστικά γεγονότα, αλλά τα οποία η επιχείρηση λαμβάνει υπόψη της για κοστολογικούς ή άλλους λόγους. Μερικά από τα έσοδα αυτά είναι α) το τεκμαρτό ενοίκιο ιδιοχρησιμοποίησης, β) οι τόκοι των ιδίων κεφαλαίων της επιχείρησης, γ) η προσωπική αμοιβή του επιχειρηματία κ.ά.

8) *Τακτικά και έκτακτα έσοδα*. Τακτικά είναι όσα προέρχονται από την άσκηση του κυρίου αντικειμένου της επιχειρήσεως και έκτακτα αυτά που δεν προέρχονται από τη συνήθη δραστηριότητα της επιχείρησης. Τα τακτικά αντιστοιχούν στα οργανικά και ομαλά έσοδα και τα έκτακτα στα ανόργανα και

ανώμαλα (μη φυσιολογικά).

9) *Παρεπόμενα έσοδα*. Είναι αυτά που προέρχονται από παρεπόμενες ασχολίες ή δευτερεύουσες δραστηριότητες, που δεν έχουν σχέση με το κύριο αντικείμενο εργασιών της επιχείρησης. Στο Γενικό Λογιστικό Σχέδιο παρακολουθούνται στο λογαριασμό 75.

10) *Χρηματοοικονομικά έσοδα*. Είναι τα έσοδα που προέρχονται από χρηματοοικονομικές πράξεις, όπως οι τόκοι δανείων, έσοδα από κινητές αξίες, από επιχορηγήσεις κ.ά.

11) *Έσοδα εισπρακτέα*. Είναι έσοδα δουλεμένα κατά τη διάρκεια της χρήσης, τα οποία δεν είναι ληξιπρόθεσμα και απαιτητά και ως εκ τούτου θα εισπραχθούν σε μία από τις επόμενες χρήσεις. Συνήθεις περιπτώσεις είναι οι τόκοι και οι προμήθειες. Είναι μεταβατικός λογαριασμός Ενεργητικού και κατά το Ελληνικό Λογιστικό Σχέδιο μελετάται στο λογαριασμό 36.01 «έσοδα χρήσης εισπρακτέα».

12) *Έσοδα προεισπραχθέντα*. Έσοδα, τα οποία ανήκουν στην επόμενη ή τις επόμενες χρήσεις, στις οποίες πρέπει να καταλογισθούν, έχουν όμως εισπραχθεί κατά την κλεισμένη χρήση. Πιο συνηθισμένες περιπτώσεις προεισπραξέως εσόδων είναι οι εξής:

- Ενοίκια ακινήτων προεισπραχθέντα.
- Τόκοι δανείων ή πιστώσεων προεισπραχθέντες.
- Συνδρομές σε εφημερίδες και περιοδικά προεισπραχθείσες.

13) Τακτοποίηση λογαριασμών εσόδων στο τέλος της χρήσεως. Τα υπόλοιπα των λογαριασμών της ομάδας 7, στο τέλος της χρήσεως, μεταφέρονται στην πίστωση του λογαριασμού 80.00 «λογαριασμός γενικής εκμετάλλευσης». Σε περίπτωση που οι λογαριασμοί εσόδων περιλαμβάνουν και ποσά εσόδων που αφορούν επόμενες χρήσεις, επειδή έχουν προεισπραχθεί, ή σε περίπτωση που οι λογαριασμοί αυτοί δεν περιλαμβάνουν ποσά δουλεμένων εσόδων, επειδή η είσπραξη τους θα πραγματοποιηθεί στις επόμενες χρήσεις, πριν από τη μεταφορά των υπολοίπων τους στο λογαριασμό 80.00 γίνονται εγγραφές τακτοποιήσεως, έτσι ώστε τα υπόλοιπα αυτά να απεικονίζουν το ακριβές ύψος όλων των δουλεμένων εσόδων εκμετάλλευσης της κλεισμένης χρήσης.

Οι εγγραφές τακτοποιήσεως γίνονται με τη βοήθεια μεταβατικών λογαριασμών Ενεργητικού (λογαριασμός 36) και Παθητικού (λογαριασμός 56).

## **1.2 Πωλήσεις εμπορευμάτων – Λογαριασμός 70**

Σαν χρόνος κτήσης του ακαθάριστου εσόδου, από πώληση αγαθών θεωρείται ο χρόνος κατά τον οποίο έγινε σύμβαση και παραδόθηκε το αγαθό (ή παραδόθηκε το αγαθό στο μεταφορέα με ευθύνη του αγοραστή). Ο χρόνος αυτός συμπίπτει και με την υποχρέωση έκδοσης του προβλεπόμενου από τον Κ.Β.Σ. φορολογικού στοιχείου. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες γίνεται πώληση με δόσεις, έστω και αν παρακρατείται η κυριότητα μέχρι την αποπληρωμή του τιμήματος, το έσοδο θεωρείται ότι αποκτήθηκε κατά το χρόνο που έγινε η σύμβαση και παραδόθηκε το αγαθό, άσχετα του εάν η εξόφληση με δόσεις ολοκληρώθηκε σε επόμενες διαχειριστικές περιόδους (Υπ. Οικ. Α.22974/61, Σ.Τ.Ε. 364/63, 3514/76. Σχετική και η πργ.3 αρθ.5 Ν.1642/86 - Φ.Π.Α.). Πάντοτε βέβαια ενόψει της ειδικής θέσης που έχει λάβει η Διοίκηση για τους τόκους. Ειδικότερα και σύμφωνα με τις διατάξεις που ισχύουν στη φορολογία εισοδήματος και το Φ.Π.Α., έχουν εφαρμογή τα ακόλουθα σε ό,τι αφορά την κτήση των ακαθάριστων εσόδων:

Το έσοδο θεωρείται ότι αποκτήθηκε κατά το χρόνο κατά τον οποίο πραγματοποιείται η παράδοση του αγαθού στον αγοραστή, και εφόσον υφίσταται πρόθεση για τη μεταβίβαση της κυριότητας για τα αγαθά που παραδίδονται. Η έννοια της παράδοσης προκύπτει από τις συνδυασμένες διατάξεις των αρθ.2 και 5 του Ν. 1642/86 - Φ.Π.Α.

Στη συνέχεια θα αναλυθούν διάφορες περιπτώσεις πωλήσεων όπου μερικές φορές δεν αναφέρονται σαν πώληση, συνεπώς ούτε σαν έσοδο, και ορισμένες φορές αποτελούν πώληση με συγκεκριμένες προδιαγραφές.

### *Πώληση εμπορευμάτων επί παρακαταθήκη*

Συνηθισμένες είναι οι περιπτώσεις που η διάθεση των εμπορευμάτων γίνεται, όχι απευθείας στην κατανάλωση, αλλά μέσω τρίτων προσώπων, τα οποία ενεργούν για λογαριασμό του αποστολέα. Η επιχείρηση στέλνει τα εμπορεύματα σε κάποιον, ο οποίος αναλαμβάνει την παραπέρα διάθεση

τους στην κατανάλωση, με προμήθεια. Πρόκειται για την πώληση επί παρακαταθήκη, πράξη συνηθισμένη στις εμπορικές συναλλαγές. Η πράξη της αποστολής εμπορευμάτων σε παρακαταθήκη δεν αποτελεί πώληση, γιατί τα εμπορεύματα εξακολουθούν να παραμένουν στην κυριότητα του αποστολέα μέχρι να διατεθούν στην κατανάλωση από εκείνον στον οποίο είχαν αποσταλεί, οπότε, και μόνο τότε, ολοκληρώνεται η πώληση. Άρα η αξία των εμπορευμάτων που στέλνονται σε παρακαταθήκη δεν θα περιλαμβάνεται στα ακαθάριστα έσοδα της επιχείρησης κατά το χρόνο της αποστολής τους, αλλά κατά το χρόνο κατά τον οποίο θα πωληθούν τα εμπορεύματα στην κατανάλωση από εκείνον στον οποίο είχαν αποσταλεί, όπως στον παραγγελιοδόχο, αντιπρόσωπο, κ.λπ.

#### *Πώληση με δοκιμή (υπό αίρεση) ή με δείγμα*

Σύμφωνα με το άρθρο 563 του Αστικού Κώδικα η πώληση με δοκιμή, σε περίπτωση αμφιβολίας λογίζεται ότι τελεί υπό την αναβλητική αίρεση της έγκρισης του αγοραστή, ο οποίος είναι ελεύθερος να την εγκρίνει ή να την αποποιηθεί. Σύμφωνα και με το άρθρο 564 του Αστικού Κώδικα ο αγοραστής δικαιούται να εκφρασθεί μόνο μέσα σε εύλογη προθεσμία που ορίζεται από τον πωλητή. Η σιωπή του αγοραστή, εάν μάλιστα του έχει παραδοθεί το με δοκιμή πωλούμενο αντικείμενο, λογίζεται ως έγκριση, ειδάλλως ως αποποίηση.

Η αγοροπωλησία που καταρτίστηκε με αναβλητική αίρεση δεν θεωρείται πραγματοποιημένη και συνεπώς το ποσό που εισπράχθηκε γι' αυτή δεν αποτελεί έσοδο της επιχείρησης πριν εξέλθει η αίρεση. Αντίθετα, στην αγοροπωλησία με διαλυτική αίρεση, αυτή επιφέρει πλήρως τα αποτελέσματα της εκτός ανατροπής της σε περίπτωση εξόδου της αίρεσης.

Επομένως, από φορολογική άποψη, θα πρέπει να εξετάζεται στην κάθε συγκεκριμένη περίπτωση εάν η πώληση με δοκιμή τελεί υπό αναβλητική ή υπό διαλυτική αίρεση. Στην πρώτη περίπτωση δεν προκύπτει ζήτημα φορολογίας, στη δεύτερη περίπτωση, το τίμημα της πώλησης θα χαρακτηριστεί ως ακαθάριστο έσοδο του έτους κατά το οποίο πραγματοποιήθηκε η πώληση και θα υπαχθεί σε φορολογία.



Στην πώληση που γίνεται με δείγμα και η οποία διαφέρει από εκείνη που γίνεται με δοκιμή, εάν το πωλούμενο είδος δεν συμφωνεί με το δείγμα, η πώληση δεν τελεί υπό αίρεση, απλώς ο αγοραστής μπορεί να απαιτήσει είτε αναστροφή της πώλησης είτε μείωση του τιμήματος.

*Πωλήσεις με δόσεις με τον όρο διατήρησης της κυριότητας μέχρι την αποπληρωμή του τιμήματος*

Η πώληση με δόσεις της κατηγορίας αυτής είναι σύμβαση πώλησης με προθεσμία, στην οποία το τίμημα εισπράττεται με περιοδικές καταβολές. Τέτοιες πωλήσεις συναντώνται, συνήθως, στο λιανικό εμπόριο, όπως αυτοκίνητα, έπιπλα, οικιακά σκεύη κ.λπ.. Στις περιπτώσεις αυτές συνήθως ο πωλητής διατηρεί την κυριότητα των πωλουμένων ειδών μέχρι αποπληρωμής του τιμήματος και αυτό προς διασφάλιση του από τυχόν αδυναμία του αγοραστή να καταβάλλει το τίμημα.

Φορολογικά το έσοδο θεωρείται ότι αποκτήθηκε ολόκληρο κατά το χρόνο παράδοσης των αγαθών, έτσι η πληρωμή του τιμήματος εμπίπτει σε μεταγενέστερες διαχειριστικές χρήσεις. Επομένως, τα ακαθάριστα έσοδα που προκύπτουν από την πώληση αγαθών με δόσεις, θεωρούνται έσοδα της χρήσης στην οποία έγινε η παράδοση των αγαθών στον αγοραστή, διότι η πώληση με δόσεις νοείται οριστική, ανεξάρτητα από το χρόνο αποπληρωμής της χρηματικής αξίας.

*Οι συναλλαγές μεταξύ κεντρικού καταστήματος και υποκαταστημάτων δεν αποτελούν πωλήσεις*

Ανάμεσα στο κεντρικό και τα υποκαταστήματα μιας επιχείρησης δημιουργούνται συναλλαγές, όπως η αποστολή αγαθών. Οι συναλλαγές αυτές δεν έχουν το χαρακτήρα πώλησης αλλά είναι πράξεις εσωτερικής τάξεως μεταξύ τμημάτων της ίδιας επιχείρησης. Η πραγματική πώληση προϋποθέτει ύπαρξη δύο διακεκριμένων και νομικά αυτοτελών προσώπων, ενώ εδώ το υποκατάστημα είναι ένα και το αυτό πρόσωπο με το κεντρικό κατάστημα, ώστε να μην είναι νοητή η μεταξύ τους ύπαρξη σχέσης αγοροπωλησίας.

### *Έσοδα από ανταλλαγή αγαθών*

Η ανταλλαγή ισοδυναμεί με διπλή αγοροπωλησία στην οποία το τίμημα καταβάλλεται σε είδος. Δηλαδή, κάθε ένας συμβαλλόμενος θεωρείται ότι ενεργεί πώληση προς τον άλλο και πραγματοποιεί ακαθάριστα έσοδα που αντιστοιχούν στη πώληση που έγινε.

### *Επιστροφές πωλήσεων (λογαριασμός 70.95)*

Τα έσοδα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από κάθε αρνητικό στοιχείο, το οποίο μειώνει την αξία τους. Συνεπώς, οι πωλήσεις των εμπορευμάτων θα μειώνονται κατά την αξία των επιστροφών. Η αξία των επιστροφών πωλήσεων καταχωρείται στη χρέωση των οικείων λογαριασμών πωλήσεων. Αν η οικονομική μονάδα επιθυμεί να παρακολουθεί ιδιαίτερα την αξία των επιστροφών, έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί το δευτεροβάθμιο λογαριασμό 70.95 «επιστροφές πωλήσεων» ή τριτοβάθμιους λογαριασμούς, τους οποίους αναπτύσσει σύμφωνα με τις ανάγκες της κάτω από κάθε δευτεροβάθμιο με τον οποίο παρακολουθούνται οι πωλήσεις κάθε κατηγορίας εμπορευμάτων.

### *Διάμεσος λογαριασμός πωλήσεων (λογαριασμός 70.96)*

Στο δευτεροβάθμιο αυτό λογαριασμό είναι δυνατό να καταχωρούνται καθημερινά οι πωλήσεις εμπορευμάτων με τη συνολική τους αξία. Η λειτουργία του λογαριασμού 70.96 ενδείκνυται για τις περιπτώσεις εκείνες που τα εμπορεύματα που προσδιορίζονται για πώληση κατατάσσονται και παρακολουθούνται σε πολλούς υπολογαριασμούς του 70, οπότε με τη χρησιμοποίηση του ενδιάμεσου αυτού λογαριασμού αποφεύγεται η καθημερινή ενημέρωση των αναλυτικών λογαριασμών πωλήσεων.

### *Μη δουλευμένη τόκοι γραμματίων εισπρακτέων (λογαριασμός 70.97)*

Στο δευτεροβάθμιο λογαριασμό 70.97, ο οποίος έχει θέση αντίθετου λογαριασμού των λοιπών υπολογαριασμών του 70, στο τέλος κάθε χρήσης ή,



κατά περίπτωση, και κατά τη διάρκεια της χρήσης, όταν γίνεται ανάλογος διαχωρισμός μη δουλευμένων τόκων, καταχωρούνται οι μη δουλευμένοι τόκοι γραμματίων εισπρακτέων που είναι ενσωματωμένοι στις πωλήσεις των υπολογαριασμών του 70.

#### *Εκπτώσεις επί πωλήσεων (λογαριασμός 70.98)*

Οι εκπτώσεις πωλήσεων είναι μειώσεις της τιμής πώλησης, οι οποίες δεν περιλαμβάνονται στα τιμολόγια πώλησης εμπορευμάτων για τα οποία χορηγείται η έκπτωση. Ανάλογα με την αιτία για την οποία χορηγούνται οι εκπτώσεις σύμφωνα με το Γενικό Λογιστικό Σχέδιο, διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

1) Εκπτώσεις για διαφορές στην ποιότητα των πωλημένων εμπορευμάτων σε σύγκριση με τη συμφωνημένη.

2) Εκπτώσεις τζίρου, οι οποίες χορηγούνται στο τέλος της περιόδου που έχει συμφωνηθεί, επειδή έχει υπερκαλυφθεί το όριο ή τα όρια πωλήσεων που καθορίζονται ως στόχο.

3) Εκπτώσεις που αντικαθιστούν τις ποινικές ρήτρες, όταν παρατηρούνται καθυστερήσεις παραδόσεων ή δεν τηρούνται άλλοι όροι συμφωνίας.

4) Ταμιακές εκπτώσεις ή εκπτώσεις προεξοφλητικού διακανονισμού, οι οποίες χορηγούνται σε περιπτώσεις πωλήσεων «τοις μετρητοίς».

#### *Πωλήσεις αγαθών στο εξωτερικό σε ξένο νόμισμα*

Το Ε.Γ.Λ.Σ ορίζει, ότι η αξία του ευρώ των αγαθών που πωλούνται στο εξωτερικό σε ξένο νόμισμα, ανεξάρτητα από τον τρόπο διακανονισμού της αξίας τους, υπολογίζεται με βάση την επίσημη τιμή (τιμή αγοράς της Τράπεζας της Ελλάδος) της ημέρας έκδοσης του παραστατικού (τιμολογίου) πώλησης και εξαγωγής από την αποθήκη των πωλημένων, σύμφωνα και με όσα καθορίζονται στο λογαριασμό 70 «πωλήσεις εμπορευμάτων».

#### *Πωλήσεις με πίστωση και με τόκους για την καθυστέρηση*

Όταν οι πωλήσεις γίνονται με πίστωση, στις σχετικές συμβάσεις και

τιμολόγια αναγράφονται, καμιά φορά, μόνο το τίμημα που συμφωνήθηκε χωρίς να καθορίζονται οι τόκοι που οφείλονται για την καθυστέρηση στην εξόφληση του τιμήματος. Σ' αυτή τη περίπτωση, θα αναφερθεί στη φορολογία ολόκληρο το τίμημα της πώλησης κατά το έτος που συνομολογήθηκε η σύμβαση της πώλησης, χωρίς να αναφερθούν οι μη δουλευμένοι τόκοι που αντιστοιχούν στις δόσεις που οφείλονται. Γιατί όπως αποφάνθηκε το Συμβούλιο Επικρατείας το 1976, ολόκληρο το ποσό που έχει συμφωνηθεί αποτελεί τίμημα της πώλησης που γίνεται με πίστωση εφόσον, κατά τον προσδιορισμό αυτού του ποσού, είχε ληφθεί υπόψη και το ότι θα καθυστερήσει η εξόφληση του. Εάν, όμως, οι επιχειρήσεις διαθέτουν τα εμπορεύματα με πίστωση και το τίμημα της πώλησης καλύπτεται με συναλλαγματικές ή γραμμάτια που λήγουν μέσα σε περισσότερα έτη και όπου περιλαμβάνονται και οι τόκοι που καταλογίσθηκαν και οι οποίοι έχουν αναγραφεί ξεχωριστά στο τιμολόγιο ή σε άλλα θεωρημένα στοιχεία που συσχετίζονται με τα τιμολόγια, τότε, αυτοί φορολογούνται, μέσα στις χρήσεις κατά τις οποίες γίνονται δεδουλευμένοι και υπό την προϋπόθεση ότι παρακολουθούνται με κατάλληλες λογιστικές εγγραφές.

### **1.3 Πωλήσεις Υπηρεσιών – Λογαριασμός 73**

Παρακάτω σε επόμενο κεφάλαιο θα μελετήσουμε και θα αναλύσουμε τα έσοδα από παροχή υπηρεσιών, γι' αυτό σκόπιμο είναι να κάνουμε μία αναφορά στο λογαριασμό 73.

Στο λογαριασμό αυτό καταχωρούνται τα έσοδα από παροχή υπηρεσιών οι οποίες αποτελούν το κύριο αντικείμενο εργασιών της οικονομικής μονάδας. Αν μία από τις δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών της οικονομικής μονάδας δεν αποτελεί το κύριο αντικείμενο εργασιών της, τα έσοδα που προκύπτουν από τη δραστηριότητα αυτή καταχωρούνται σε υπολογαριασμούς του 75 (Ε.Σ.Υ.Α. πργ.2.2.709). Με την ερμ. εγκύκλιο του Υπ. Οικονομικών 1047166/Πολ.1142/24.4.97/περίπτ.β2 πργ.1 (ερμηνεία αρθ. 14 Ν.2459/97) ορίζεται ότι σε περίπτωση που απόκτηση εσόδου από αντιπαροχή - αντάλλαγμα (μίσθωμα) δικαιόχρησης (Franchise) συνοδεύεται από πραγματοποίηση αντίστοιχων δαπανών σε καθημερινή και μόνιμη βάση, ως απόρροια έννομου συμφέροντος του δότη - δικαιοπαρόχου για την προστασία του κύρους, της

φήμης και της ποιότητας του παρεχόμενου (μισθωμένου δικαιώματος), τα έσοδα της περίπτωσης αυτής καταχωρούνται στο λογαριασμό 73 του Ε.Γ.Λ.Σ. και η δραστηριότητα αυτή αποτελεί κανονική εκμετάλλευση, της οποίας το αποτέλεσμα διαμορφώνεται χωριστά στην ομάδα 9 του Ε.Γ.Λ.Σ., όταν βέβαια υπάρχει σχετική υποχρέωση τήρησης της.

Στην ανάλυση του λογαριασμού 70 αναφέρονται οι υποχρεώσεις όσων πώλησαν αγαθά, οι οποίες κατ' αναλογία εφαρμόζονται και στην παροχή υπηρεσιών. Διαφοροποίηση υπάρχει στα φορολογικά στοιχεία εσόδων, τα οποία εκδίδουν ορισμένες κατηγορίες επαγγελματιών και τα οποία υποκαθιστούν τα τιμολόγια του άρθρου 12.

Ειδικότερα σύμφωνα με την πργ.2 αρθ. 13 του Κ.Β.Σ. οι επιτηδευματίες που αναφέρονται στην πργ.5 αρθ. 10 του Κ.Β.Σ. καθώς και οι ελεύθεροι επαγγελματίες, εκδίδουν σε κάθε περίπτωση, αντί τιμολογίου, απόδειξη παροχής υπηρεσιών στην οποία αναγράφουν και τα στοιχεία του πελάτη.

Σε ό,τι αφορά τα έσοδα των εργολάβων, υπεργολάβων που εκτελούν τεχνικά έργα για λογαριασμό του Δημοσίου κ.λ.π. ή σε ανεγειρόμενες οικοδομές, αναγράφονται αναλυτικά στα αρθ.34 - 36 Ν.2238/94.

Επισημαίνεται η διαφορά η οποία προκύπτει μεταξύ των παραπάνω διατάξεων και τη διάταξη της περιπτ.β' πργ.1 αρθ.6 του Ν.1642/86 (Φ.Π.Α.) σύμφωνα με την οποία η εκτέλεση εργασιών στα ακίνητα με μίσθωση έργου (εργολαβία) ανεξάρτητα αν διαθέτει τα υλικά ο εργοδότης ή ο εργολάβος, θεωρείται σαν παράδοση αγαθών και όχι παροχή υπηρεσιών.

Στην εργασία θα ασχοληθούμε με ορισμένους λογαριασμούς τους οποίους πήραμε από την Δ.Ε.Υ.Α.Κ. Οι λογαριασμοί είναι οι εξής:

1) Ο λογαριασμός 70.00.00.18 μας δίνει τα έσοδα από πωλήσεις υδρομέτρων.

2) Ο λογαριασμός 73.00.00.08 είναι έσοδα από πωλήσεις ύδατος.

3) Ο λογαριασμός 73.04.00.18 είναι έσοδα από τέλη εναπόθεσης λυμάτων στο βιολογικό καθαρισμό.

4) Ο λογαριασμός 73.06.00.18 είναι έσοδα από τέλη σύνδεσης ύδρευσης.

5) Ο λογαριασμός 75.00.00.01 μας δίνει έσοδα παροχής υπηρεσιών.

6) Ο λογαριασμός 75.01.00.00 είναι έσοδα προστίμων παράνομων συνδέσεων.

Οι παρακάτω πίνακες μας δείχνουν τα έσοδα της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης – Αποχέτευσης Κρανιδίου κατά τα έτη 2004 έως 2006 για τους προηγούμενους λογαριασμούς.

**Πίνακας 1.1 Έσοδα Δ.Ε.Υ.Α.Κ του έτους 2004.**

2004							
	70,00,00,18	73,00,00,08	73,04,00,18	73,06,00,18	75,00,00,01	75,01,00,00	ΣΥΝΟΛΑ
1	0,00	5.626,33	2.920,00	150,00	0,00	400,00	9.096,33
2	840,00	5.319,52	3.120,00	600,00	0,00	0,00	9.879,52
3	870,00	9.189,26	3.120,00	985,00	0,00	508,48	14.672,74
4	1.230,00	31.831,78	3.120,00	1.380,00	0,00	0,00	37.561,78
5	780,00	13.482,12	2.840,00	570,00	0,00	2.033,92	19.706,04
6	1.380,00	23.536,48	3.120,00	1.470,00	0,00	0,00	29.506,48
7	1.470,00	0,00	3.120,00	1.020,00	0,00	762,72	4.902,72
8	600,00	100.891,11	8.731,40	930,00	0,00	254,24	111.406,75
9	300,00	28.520,94	5.742,00	810,00	0,00	254,24	35.627,18
10	90,00	13.436,36	3.141,00	390,00	0,00	0,00	17.057,36
11	300,00	10.578,95	3.121,00	90,00	0,00	500,00	14.589,95
12	210,00	45.636,18	2.986,00	90,00	1.407,08	0,00	50.329,26

**Πίνακας 1.2 Έσοδα Δ.Ε.Υ.Α.Κ του έτους 2005.**

	70,00,00,18	73,00,00,08	73,04,00,18	73,06,00,18	75,00,00,01	75,01,00,00	ΣΥΝΟΛΑ
1	0,00	0,00	0,00	240,00	0,00	0,00	240,00
2	0,00	0,00	0,00	150,00	0,00	254,24	404,24
3	0,00	0,00	0,00	840,00	0,00	762,72	1602,72
4	330,00	3.776,56	2.734,00	0,00	0,00	0,00	6.840,56
5	360,00	0,00	3.618,00	0,00	0,00	254,24	4.232,24
6	1.170,00	0,00	5.121,00	0,00	0,00	1.271,20	7.562,20
7	1.020,00	11.701,49	7.353,00	0,00	0,00	0,00	20.074,49
8	510,00	8.981,55	7.425,00	0,00	805,81	254,24	17.976,60
9	540,00	0,00	4.986,00	0,00	0,00	2.288,16	7.814,16
10	360,00	108.751,98	1.722,00	0,00	0,00	635,60	111.469,58
11	450,00	0,00	2.115,00	0,00	0,00	254,24	2.819,24
12	570,00	9.553,04	3.585,00	0,00	0,00	508,50	14.216,54

**Πίνακας 1.3 Έσοδα Δ.Ε.Υ.Α.Κρανιδίου 2006.**

<b>2006</b>							
	<b>70,00,00,18</b>	<b>73,00,00,08</b>	<b>73,04,00,18</b>	<b>73,06,00,19</b>	<b>75,00,00,01</b>	<b>75,01,00,00</b>	<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>
1	390,00	0,00	2.367,00	420,00	0,00	0,00	<b>3.177,00</b>
2	270,00	0,00	3.012,00	450,00	0,00	0,00	<b>3.732,00</b>
3	330,00	25.082,00	4.734,00	360,00	0,00	0,00	<b>30.506,00</b>
4	360,00	115.270,35	5.379,00	480,00	0,00	0,00	<b>121.489,35</b>
5	870,00	101.380,65	3.264,00	900,00	0,00	1.271,20	<b>107.685,85</b>
6	990,00	0,00	5.379,00	925,00	0,00	254,24	<b>7.548,24</b>
7	810,00	3.947,43	8.391,00	630,00	0,00	254,24	<b>14.032,67</b>
8	1.290,00	0,00	11.193,00	990,00	0,00	0,00	<b>13.473,00</b>
9	960,00	4.750,90	4.734,00	660,00	0,00	0,00	<b>11.104,90</b>
10	270,00	41.084,51	3.657,00	300,00	2.057,03	0,00	<b>47.368,54</b>
11	690,00	17.422,75	4.482,00	600,00	1.530,95	0,00	<b>24.725,70</b>
12	150,00	16.430,11	3.012,00	240,00	0,00	0,00	<b>19.832,11</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

### **ΤΑ ΕΣΟΔΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ (Δ.Ε.Υ.Α.Κ.)**

#### **2.1 Ίδρυση και σκοπός Δ.Ε.Υ.Α**

Σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.1069/1980 δίνονται κίνητρα στους δήμους να συστήσουν Δημοτικές Επιχειρήσεις, οι οποίες αναλαμβάνουν εξ' ολόκληρου πάσης φύσεως δραστηριότητες στους τομείς ύδρευσης και αποχέτευσης. Οι ανωτέρω Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης Αποχέτευσης (Δ.Ε.Υ.Α.), είναι νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου κοινωφελούς χαρακτήρα και διέπονται από τους κανόνες της ιδιωτικής οικονομίας. Κατά συνέπεια οι Δ.Ε.Υ.Α. έχουν διοικητική αυτοτέλεια και ευελιξία ως προς τη διαχείριση, η οποία απαιτείται για να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά και με την επιβαλλόμενη ταχύτητα κάθε πρόβλημα ύδρευσης και αποχέτευσης της περιοχής αρμοδιότητας τους.

#### **2.2 Ίδρυση και λειτουργία Δ.Ε.Υ.Α Κ.**

Η σύσταση της Δ.Ε.Υ.Α.Κρανιδίου έγινε μετά από πρόταση του δημάρχου Κρανιδίου με τη υπ. Αριθμ.44/2000 Απόφαση του Δημοτικού Συμβουλίου Κρανιδίου η οποία εγκρίθηκε με τη Απόφαση του Γενικού Γραμματέα Της Περιφέρειας Πελοποννήσου και η οποία δημοσιεύτηκε στο υπ. Αριθμ. 648/τευχος β/22-05-2000 φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως .<sup>2</sup>

Η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Κρανιδίου συστάθηκε την 22/05/2000 και ξεκίνησε την οικονομική λειτουργία της το μήνα Οκτώβριο του 2001.

<sup>2</sup> Η παρουσίαση της Δ.Ε.Υ.Α.Κ έγινε με βάση το Ενημερωτικό τεύχος, « Η λειτουργία της Δ.Ε.Υ.Α.Κ.» τα έτη 1999-2004, Δεκέμβριος 2005, σελ. 06-20.



Στο άρθρο 8 της ως άνω συστατικής πράξης προβλέπεται Διοικητικό Συμβούλιο από επτά (7) μέλη, τα οποία ορίζονται μαζί με τους αναπληρωτές τους από το Δημοτικό Συμβούλιο. Από τα επτά 7 μέλη:

1) Τέσσερις (4) είναι αιρετοί εκπρόσωποι του Δήμου Κρανιδίου, εκ των οποίων ένας προέρχεται από τη μειοψηφία.

2) Δυο (2) είναι δημότες ή κάτοικοι του Δήμου Κρανιδίου που έχουν πείρα ή γνώσεις σχετικές με το αντικείμενο της επιχείρησης.

3) Ένα (1) μέλος είναι εκπρόσωπος κοινωνικού φορέα της περιοχής και προτείνεται από αυτόν. Σε περίπτωση που η επιχείρηση απασχολεί περισσότερους από είκοσι εργαζόμενους, ένας εκπρόσωπος τους, που προτείνεται από αυτούς, συμμετέχει στο Διοικητικό Συμβούλιο της επιχείρησης με αντίστοιχη μείωση του αριθμού των δημοτών-κατοίκων. Το Δημοτικό Συμβούλιο Κρανιδίου, με τις υπ. Αριθμ. 212/2000 και 259/2000 Αποφάσεις του, όρισε τα μέλη του πρώτου Διοικητικού Συμβουλίου της Δ.Ε.Υ.Α.Κ. με θητεία ίση με 3 χρόνια. Το 2003 ορίστηκε νέο Διοικητικό Συμβούλιο για την Δ.Ε.Υ.Α.Κ σύμφωνα με τη υπ. αρ.15/2003 Απόφαση του Διοικητικού Συμβουλίου Κρανιδίου, το οποίο διοίκησε την επιχείρηση μέχρι και το έτος 2006. Από το 2007 έως και σήμερα διοικεί νέο Διοικητικό Συμβούλιο.

Με την έναρξη λειτουργίας της Δ.Ε.Υ.Α.Κ ήταν απαραίτητη η καταγραφή όλων των βεβαιωθέντων και μη εισπραχθέντων οφειλών ύδρευσης αποχέτευσης από τη Δ.Ο.Υ Κρανιδίου καθώς και η απογραφή των περιουσιακών στοιχείων που περιήλθαν στην επιχείρηση από το Δήμο Κρανιδίου, διαδικασίες δύσκολες και χρονοβόρες. Με πρωτόκολλο που υπεγράφη την 1<sup>η</sup> Οκτωβρίου 2001 η Δ.Ο.Υ Κρανιδίου παρέδωσε στη Δ.Ε.Υ.Α.Κ τις ανωτέρω αναφερόμενες όφειλες. Έτσι επίσημα η Δ.Ε.Υ.Α. Κρανιδίου άρχισε να λειτουργεί την 1<sup>η</sup> Οκτωβρίου 2001 έχοντας πλέον δική της ταμειακή υπηρεσία. Τέλος, με πρωτόκολλο που υπεγράφη την 31/12/2001 έγινε η παράδοση παραλαβής των περιουσιακών στοιχείων ύδρευσης - αποχέτευσης από το δήμο Κρανιδίου στη Δ.Ε.Υ.Α.Κ. Εκτός των παραπάνω διαδικασιών, που ήταν απαραίτητες για την έναρξη της λειτουργίας της επιχείρησης, μεγάλο χρονικό διάστημα απαιτήθηκε για τη στοιχειώδη στελέχωση της επιχείρησης με το ελάχιστο προσωπικό.

Επίσης η μηχανογράφηση των λογαριασμών ύδρευσης - αποχέτευσης ήταν ένα άλλο σημείο που η Δ.Ε.Υ.Α.Κ. αντιμετώπισε ιδιαίτερες δυσκολίες καθώς και η



υπάρχουσα κατάσταση στα πέντε Δημοτικά διαμερίσματα του Δήμου ήταν η εξής:

1) Στο Δ.Δ Κρανιδίου η έκδοση των λογαριασμών γινόταν από το Δήμο Κρανιδίου.

2) Στο Δ.Δ Πορτοχελίου η έκδοση των λογαριασμών γινόταν από ιδιώτη, ο οποίος είχε έδρα στον Πόρο, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη καθυστέρηση (ανέκδοτοι λογαριασμοί από το έτος 2000) και να γίνονται πολλά λάθη. Επίσης εξαιτίας της απόστασης και της αδυναμίας επαφής των καταναλωτών με τη μηχανογράφηση ήταν πολύ δύσκολο να γίνουν διορθώσεις, αλλαγές διευθύνσεων – ονομάτων – υδρομέτρων, νέες καταχωρήσεις κ.α.

3) Στο Δ.Δ Κοιλιάδας η έκδοση των λογαριασμών γινόταν από ιδιώτη ο οποίος είχε έδρα το Κρανίδι. Στην περίπτωση αυτή δεν υπήρχαν τα ίδια προβλήματα με το Πόρτοχέλι όμως οι καταναλωτές δεν είχαν τη δυνατότητα να διασταυρώσουν τις μετρήσεις των υδρομέτρων τους ή να ζητήσουν οποιοδήποτε στοιχείο σχετικό με το λογαριασμό και αυτό να τους δοθεί άμεσα.

4) Στο Δ.Δ Δίδυμων και στους οικισμούς Λουκαϊτίου και Ράδου η έκδοση των λογαριασμών γινόταν από το γραφείο της πρώην Κοινότητας. Λόγο φόρτου εργασίας υπήρξε αρκετά μεγάλη καθυστέρηση στην έκδοση των λογαριασμών καθώς η Δ.Ε.Υ.Α.Κ. παρέλαβε ανέκδοτους λογαριασμούς από το έτος 2000.

5) Στο Δ.Δ Φούρνων η έκδοση των λογαριασμών γινόταν από το Δήμο Κρανιδίου. Οι Φούρνοι ήταν στην ουσία το μοναδικό Δ.Δ. στο οποίο οι λογαριασμοί δεν ήταν μεγάλο χρονικό διάστημα πίσω.

Σε ότι αφορά το ετήσιο πάγιο της αποχέτευσης για τους συνδεδεμένους δημότες του Δ.Δ. Κρανιδίου, η έκδοση του γινόταν με χειρόγραφο σύστημα ενώ υπήρχαν ανέκδοτα πάγια δυο ετών. Όλοι οι λογαριασμοί μέχρι εκείνη τη χρονική στιγμή αφορούσαν μόνο τη χρήση στην οποία αναφέρονταν. Δηλαδή εάν ο δημότης όφειλε από προηγούμενους λογαριασμούς κάποιο πόσο αυτό δεν φαινόταν στο έντυπο. Η εξόφληση των τελών ύδρευσης – αποχέτευσης γινόταν μόνο στο Δημόσιο Ταμείο Κρανιδίου ή σε ιδιαίτερες περιπτώσεις, όταν είχαν εκδοθεί λογαριασμοί σε κάποιο από τα Δημοτικά Διαμερίσματα, για μια ημέρα την εβδομάδα γινόταν πληρωμές στο συγκεκριμένο Δημοτικό ή Κοινοτικό Κατάστημα. Σε όλες τις περιπτώσεις η Ταμειακή Υπηρεσία δεν είχε τη δυνατότητα να δώσει

καμίας μορφής πληροφορία για τους λογαριασμούς ή τις μετρήσεις στον καταναλωτή που πλήρωνε.

Η Δ.Ε.Υ.Α.Κ. παρέλαβε όλα αυτά τα αρχεία και τα καταχώρησε σε νέο πρόγραμμα ύδρευσης προσπαθώντας παράλληλα να καλύψει το χρονικό διάστημα που υπήρχαν ανέκδοτοι λογαριασμοί. Επίσης καταχωρήθηκαν στο νέο πρόγραμμα όλες οι προηγούμενες όφειλες που υπήρχαν και τις οποίες παρέλαβε η επιχείρηση από το Δημόσιο Ταμείο. Έτσι οι λογαριασμοί όλων των καταναλωτών πλέον έχουν συνέχεια. Επίσης η επιχείρηση σύναψε ειδική σύμβαση με τα Ελληνικά Ταχυδρομεία του Δήμου μας τα οποία εισπράττουν για λογαριασμό της σε όλα τα Δημοτικά Διαμερίσματα του Δήμου χωρίς επιπρόσθετη επιβάρυνση του καταναλωτή όλες τις εργάσιμες ημέρες και ώρες μέχρι τη λήξη των λογαριασμών. Έτσι όλοι οι δημότες έχουν τη δυνατότητα να εξοφλούν τους λογαριασμούς τους στον τόπο διαμονής τους.

### **2.3 Στελέχωση της Δ.Ε.Υ.Α.Κ.**

Η επιχείρηση κατά το έτος 2005 απασχολούσε σε οργανικές θέσεις επτά άτομα: Ένα Γενικό Διευθυντή (Α.Ε.Ι.), Ένα Μηχανολόγο Μηχανικό (Τ.Ε.Ι.), Ένα Γραμματέα – Ταμεία (Δ.Ε.), Ένα Υδραυλικό (Δ.Ε.), Δυο Καταμετρητές – Υδρονομείς (Υ.Ε.) και έναν εργαζόμενο γενικών καθηκόντων(Υ.Ε.). Οι Καταμετρητές –Υδρονομείς και ο εργαζόμενος γενικών καθηκόντων, είχαν προέλθει από απόσταση από το Δήμο Κρανιδίου όπου υπηρετούσαν στον τομέα της ύδρευσης. Επίσης την ίδια περίοδο, η επιχείρηση ήταν στην διαδικασία πρόσληψης ενός ακόμα καταμετρητή – υδρονομέα και αναπλήρωσης μιας οργανικής θέσης ενός εργαζόμενου Τεχνολογικής Εκπαίδευσης Διοικητικού – Λογιστικού .

Από την Ένωση Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης Αποχέτευσης (Ε.Δ.Ε.Υ.Α.) προκύπτει πως ο μέσος όρος εργαζόμενων στις Δημοτικές Επιχειρήσεις είναι έξι άτομα ανά 1.000 υδρόμετρα. Στη Δ.Ε.Υ.Α.Κ. εργάζονται επτά (7) για περισσότερα από 6.500 υδρομετρα.

Στο Εργοστάσιο Βιολογικού Καθαρισμού Κρανιδίου, το οποίο λειτουργεί αδιάλειπτα εδώ και έξι χρόνια, δεν απασχολείται προσωπικό απ' την επιχείρηση καθώς η Δ.Ε.Υ.Α.Κ έχει συνάψει σύμβαση λειτουργίας του με εργολάβο.

## **2.4 Έργα της Δ.Ε.Υ.Α.Κ και του δήμου Κρανιδίου**

### **2.4.1 Η κατάσταση της ύδρευσης του δήμου Κρανιδίου**

Πριν την ίδρυση της Δ.Ε.Υ.Α.Κ η κατάσταση των εσωτερικών δικτύων ύδρευσης στα περισσότερα Δημοτικά Διαμερίσματα ήταν σε κατάσταση διάβρωσης. Σωλήνες κακής ποιότητας, ηλικίας 30 έως και 50 ετών, αποτελούσαν τον κορμό των κεντρικών εσωτερικών δικτύων ύδρευσης. Επίσης σε πολλά σημεία των οικισμών δεν υπήρχαν κεντρικοί αγωγοί με αποτέλεσμα οι δημότες να έχουν πολύ σοβαρά προβλήματα πίεσης νερού. Σε ότι αφορά την ποιότητα και την επάρκεια του νερού ύδρευσης η κατάσταση είχε ως εξής:

1) Το Δ.Δ. Κρανιδίου υδρευόταν από την γεώτρηση στη θέση «Αυλώνα» και την γεώτρηση στη θέση «Κοκκινόβραχος» οι οποίες έχουν πολύ κακή ποιότητα νερού (ιδιαίτερα επιβαρημένο το νερό τους σε χλωριόντα). Το εσωτερικό δίκτυο στο μεγαλύτερο του μέρος ήταν απαρχαιωμένο με συνεχείς ζημιές.

2) Το Δ.Δ Πορτοχελίου υδρευόταν από τρεις γεωτρήσεις που βρίσκονται στην περιοχή « Μεγάλη Λάκκα » οι οποίες έχουν κακής ποιότητας νερό επιβαρημένο με χλωριόντα.

3) Το Δ.Δ Κοιλιάδας υδρευόταν από μισθωμένη γεώτρηση που βρίσκεται στη θέση «Κάμπος» με νερό που είχε αυξημένη σε περιεκτικότητα χλωριόντα και νιτρικά. Το εσωτερικό δίκτυο ήταν κατασκευασμένο από σιδηροσωλήνες και αμιαντοσωλήνες που παρουσίαζαν βλάβες σε καθημερινή βάση.

4) Το Δ.Δ Δίδυμων, το οποίο αντιμετώπιζε ιδιαίτερα προβλήματα με την επάρκεια νερού, υδρευόταν από την γεώτρηση στη θέση «Πελέη», τα αποθέματα του νερού της οποίας εξαντλούνταν με πολύ γρήγορο ρυθμό. Το εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης ήταν στο μεγαλύτερο μήκος του κατασκευασμένο από αμιαντοσωλήνες και σιδηροσωλήνες με συχνές βλάβες λόγω παλαιότητας.

5) Το Δ.Δ. Φούρνων υδρευόταν μέσω ενός πεπαλαιωμένου εσωτερικού δικτύου ύδρευσης που περιελάμβανε αμιαντοσωλήνες με νερό καλής ποιότητας από δυο γεωτρήσεις.

6) Οι οικισμοί Λουκαϊτίου και Ράδου υδρευόνταν από την υδρομάστευση στη θέση «Βγέθι» και τη γεώτρηση του Ράδου με νερό καλής ποιότητας. Το

Λουκαϊτι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες παρουσίαζε προβλήματα επάρκειας νερού.

Σε κανένα Δημοτικό Διαμέρισμα δεν γίνονταν τακτικοί περιοδικοί έλεγχοι ποιότητας νερού ούτε συστηματική χλωρίωση.

Για την βελτίωση της κατάστασης έγιναν επενδύσεις και έργα για την ύδρευση τα οποία κόστισαν 3.288.000 €. Με αυτά τα χρήματα φτιάχτηκαν νέες γεωτρήσεις, μίσθωση γεωτρήσεων με πόσιμο νερό, χλωριωτήρες και λοιπός εξοπλισμός, νέες δεξαμενές, νέα εξωτερικά και εσωτερικά δίκτυα, προμήθεια νέου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και αυτοματισμών, μεταφορά νερού με υδροφόρο πλοίο και διάφορα άλλα έργα.

Επιπλέον έχουν δαπανηθεί περίπου 800.000 € για:

1) Την κάλυψη δαπανών συντήρησης των δικτύων ύδρευσης – αποχέτευσης (επισκευές ζημιών, αντικαταστάσεις παροχών κλπ ).

2) Την κάλυψη δαπανών συντήρησης των πηγαδιών και δεξαμενών.

3) Την κάλυψη δαπανών συντήρησης των αντλιών και των ηλεκτρικών πινάκων.

4) Την κάλυψη δαπάνης ηλεκτρικού ρεύματος.

5) Την κάλυψη δαπάνης ελέγχου της ποιότητας του νερού.

Μετά από τα έργα του Δήμου Κρανιδίου και της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης-Αποχέτευσης κατάσταση του Δήμου διαμορφώνεται ως εξής:

1) Το Δ.Δ. Κρανιδίου υδρεύεται αδιάλειπτα από το Νοέμβριο του 2002 έως και σήμερα με νερό που έχει τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του πόσιμου ύδατος τόσο από χημικής όσο και από μικροβιολογικής άποψης. Σε ότι αφορά το εσωτερικό δίκτυο αυτό έχει αντικατασταθεί σε πολύ μεγάλο μέρος του (αντικαταστάθηκαν περίπου 9 χλμ ).

2) Το Δ.Δ. Πορτοχελίου μέσω του κεντρικού συστήματος διαχείρισης της ύδρευσης τροφοδοτήθηκε με πόσιμο νερό από τον Οκτώβριο του 2004 έως και τον Μάιο του 2005. Μετά το μήνα Μάιο και λόγω της μεγάλης αύξησης της κατανάλωσης του νερού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες χρησιμοποιούνται και οι παλιές γεωτρήσεις του Πορτοχελίου προκειμένου να ικανοποιηθεί η αυξημένη ζήτηση και κατανάλωση. Αν δεν είχε σταματήσει η χρηματοδότηση από το ΥΠ.ΕΣ.Δ.Δ.Α. και κατά συνέπεια η μεταφορά νερού με υδροφόρο πλοίο, η Δ.Ε.Υ.Α.Κ. θα μπορούσε να υδροδοτήσει και την καλοκαιρινή περίοδο το

Πορτοχέλι με πόσιμο νερό. Παρόλο αυτά η ποιότητα του νερού ύδρευσης είναι σαφώς βελτιωμένη καθώς πόσιμο νερό από τις γεωτρήσεις του Κρανιδίου παρέχεται καθημερινά στο Πορτοχέλι μέσω του νεοκατασκευασθέντος αγωγού μεταφοράς.

3) Το Δ.Δ. Κοιλιάδας υδρεύεται από το Δεκέμβριο του 2002 έως και σήμερα αδιάλειπτα με πόσιμο νερό από τις γεωτρήσεις του Κρανιδίου ενώ αντικαταστάθηκε στο μεγαλύτερο μήκος του το εσωτερικό δίκτυο.

4) Το Δ.Δ. Δίδυμων όπου παρέχεται πόσιμο νερό, κατασκευάστηκε νέο εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης με το οποίο έχουν περιοριστεί οι απώλειες νερού και έχει εξασφαλιστεί η καλή ποιότητα. Επίσης κατασκευάστηκαν περίπου 6 χλμ. εξωτερικού δικτύου δια μέσω του οποίου μεταφέρεται νερό από δύο νέες γεωτρήσεις (θέση «Πατριώτη» & θέση «Λουφί») ενώ έχει προστεθεί μία ακόμα νέα γεώτρηση στη θέση «Μοριάρη». Η Δ.Ε.Υ.Α.Κ. συνεχίζει τον εμπλουτισμό των πηγαδιών στην θέση «Πελέη» με νερό από την υδρομάστευση στο «Μοριάρη».

5) Το Δ.Δ. Φούρνων διαθέτει επίσης πόσιμο νερό μέσω του νεοκατασκευασθέντος εσωτερικού δικτύου ύδρευσης. Η κύρια υδρευτική γεώτρηση που υπήρχε το έτος 2000 στέρεψε και αντικαταστάθηκε άμεσα με γεώτρηση μεγαλύτερου βάθους.

6) Το Λουκαίτι και το Ράδο διαθέτουν μέσω των δικτύων τους πόσιμο νερό με τους προβλεπόμενους ελέγχους στην ποιότητα του. Στην θέση «Βγέθι» εκτός της υδρομάστευσης που υπήρχε ανοίχθηκε και νέα γεώτρηση η οποία τους δύσκολους καλοκαιρινούς μήνες αυξάνει την διαθέσιμη ποσότητα νερού για τον οικισμό Λουκαϊτίου.

#### **2.4.2 Η κατάσταση της αποχέτευσης του δήμου Κρανιδίου**

Με την συμβολή της Δ.Ε.Υ.Α.Κ. έγινε η αποξήρανση της θέσης του «Κάμπου Κρανιδίου – Κοιλιάδας » που για αρκετά χρόνια δεχόταν ελεύθερα τα αστικά λύματα της πόλης του Κρανιδίου, μέσω του δικτύου οβριών (παλαιών ελαιοτριβείων) στο οποίο είχαν συνδεθεί πολλά αποχετευτικά δίκτυα κατοικιών. Η αποξήρανση και εξυγίανση της ευρύτερης περιοχής του «Κάμπου» έγινε με τη κατασκευή χωματοδεξαμενής μεγάλης χωρητικότητας που συγκέντρωνε τα λύματα που διαχέονταν σε όλη την έκταση. Σήμερα και μετά τη λειτουργία του



Εργοστάσιου Βιολογικού Καθαρισμού (Ε.Β.Κ.) η χωματοδεξαμενή αυτή χρησιμοποιείται για την καθίζηση των μεταφερομένων με βυτία βοθρολυμάτων τα οποία παλαιότερα απορρίπτονταν οπουδήποτε, ελευθέρα προκαλώντας μεγάλη περιβαλλοντική ρύπανση. Με την κατασκευή του κεντρικού συλλεκτήρα και του αγωγού μεταφοράς των λυμάτων από την πόλη του Κρανιδίου στο Ε.Β.Κ. και με τη χρησιμοποίηση των νεοκατασκευασθέντων δικτύων αποχέτευσης αλλά και του υπάρχοντος παντοροϊκού δικτύου, ήδη καλύπτονται οι ανάγκες της πόλης του Κρανιδίου με σύγχρονο τρόπο σε σημαντικό ποσοστό. Τα αστικά λύματα σήμερα μεταφέρονται στο Εργοστάσιο Βιολογικού Καθαρισμού. Τα λύματα αυτά μεταφέρονται μέσω του δικτύου, όπως και τα βοθρολύματα που μεταφέρονται με τα βυτιοφόρα οχήματα, και μετά την επεξεργασία τους οδηγούνται μέσω του τελικού αγωγού στο φυσικό αποδεκτή στη θέση «Λουτρό». Η λειτουργία του Ε.Β.Κ., του οποίου η κατασκευή σημειωτέον είχε ολοκληρωθεί το 1996, κατέστη δυνατή μετά από την επισκευή βλαβών που είχαν προέλθει από την αχρηστία, την πληρωμή του οφειλομένου χρέους ύψους 300.000 € αλλά και την αδειοδότηση του διότι είχε κατασκευαστεί χωρίς τις απαραίτητες εγκρίσεις.

## **2.5 Διαχείριση και Διαχειριστικός Έλεγχος της Δ.Ε.Υ.Α.Κ.**

Η οικονομική διαχείριση των Δ.Ε.Υ.Α. ενεργείται σύμφωνα με ετήσιο Προϋπολογισμό εσόδων και εξόδων που οι ίδιες οι επιχειρήσεις συντάσσουν (άρθρο 17-ν. 1069/1980). Η ψήφιση του Προϋπολογισμού της επιχείρησης και του Τεχνικού Προγράμματος Έργων καθώς και οποιαδήποτε τροποποίηση τους γίνεται από το Διοικητικό Συμβούλιο της Δ.Ε.Υ.Α. Ο Γενικός Γραμματέας της Περιφέρειας ασκεί έλεγχο νομιμότητας σε όλες τις παραπάνω αποφάσεις καθώς και στις αποφάσεις του Διοικητικού Συμβουλίου που αφορούν μελέτες, έργα, προμήθειες, δάνεια, αγορές, εκποιήσεις. Επίσης όλες οι αποφάσεις της Δ.Ε.Υ.Α.Κρανιδίου κοινοποιούνται στο Δήμο Κρανιδίου.

Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 18 του Νόμου 1069/1980, όπως αντικαταστάθηκε με την παρ.7 του άρθρου 6 του Νόμου 2307/1995 και την παρ.3 του άρθρου 18 του Νόμου 3320/2005, ο τακτικός οικονομικός έλεγχος της διαχείρισης, στις Δ.Ε.Υ.Α., ενεργείται από δύο ορκωτούς ελεγκτές λογιστές, οι οποίοι είναι εγγεγραμμένοι στο μητρώο Ορκωτών Λογιστών της παρ. 1 του

άρθρου 13 του Π.Δ. 226/1992 και διορίζονται από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας στην αρχή κάθε οικονομικού έτους.

Η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Κρανιδίου έχει ελεγχθεί σύμφωνα με τα υπό του Νόμου οριζόμενα και έχει δημοσιεύσει τους Ισολογισμούς της για όλα τα διαχειριστικά έτη λειτουργίας της. Τα αποτελέσματα του έλεγχου των χρήσεων αυτών, δείχνουν διαχειριστική διαφάνεια και για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες πρωτοξεκίνησε η Δ.Ε.Υ.Α.Κ κρίνονται θετικά.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΕΙΡΕΣ

#### 3.1 Ορισμός, παραδείγματα και συνιστώσες χρονολογικής σειράς

Με τον όρο *χρονολογική σειρά* ονομάζουμε ένα σύνολο παρατηρήσεων οι οποίες παίρνονται κατά ορισμένες χρονικές στιγμές ή περιόδους που ισαπέχουν μεταξύ τους.<sup>3</sup>

Αν συμβολίσουμε με  $Y_t$  την τιμή της παρατήρησης που αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή  $X_t$  (όπου  $t=0,1,2,3,\dots,N$ ) τότε η χρονολογική σειρά θα αποτελείται από  $N$  ζεύγη  $(Y_1, X_1), (Y_2, X_2), (Y_3, X_3), \dots, (Y_N, X_N)$ .

Αν χαράξουμε την γραμμή που συνδέει τα διαδοχικά σημεία  $N$  τότε παίρνουμε το διάγραμμα της χρονολογικής σειράς. Στη γραφική απεικόνιση της χρονολογικής σειράς, σημειώνουμε πάνω στον άξονα των τετμημένων  $X$  τις χρονικές μονάδες (έτη, εξάμηνα, τρίμηνα, μήνες, μέρες, ώρες) και πάνω στον άξονα των τεταγμένων τις τιμές του μεγέθους που μελετάμε.

Με την ανάλυση χρονολογικής σειράς μπορούμε να διατυπώσουμε μελλοντικές προβλέψεις φαινομένων που εξελίσσονται σε δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις, μέσα σε ορισμένο όρια και με ορισμένες προφυλάξεις.

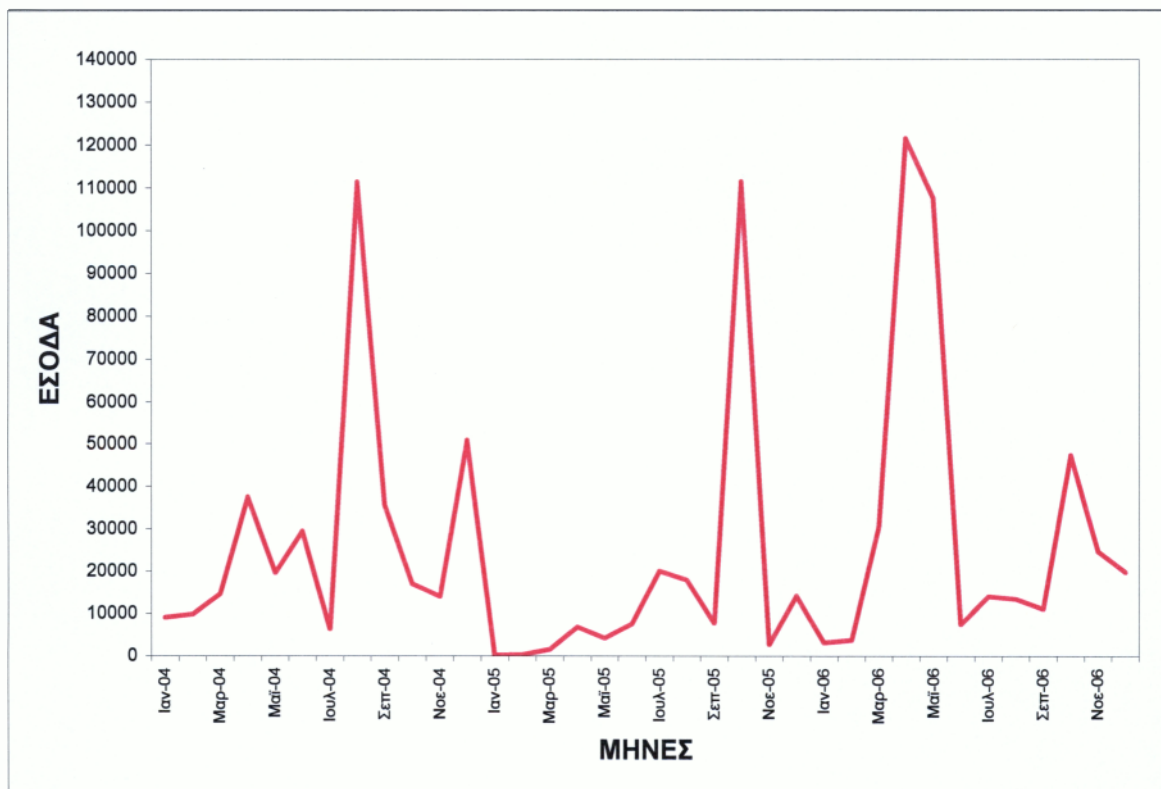
Η παρουσίαση των χρονολογικών σειρών γίνεται με δυο τρόπους με τους κατάλληλους χρονολογικούς πίνακες ή με τα χρονοδιαγράμματα. Το παράδειγμα με το οποίο θα ασχοληθούμε αφορά τα έσοδα της Δ.Ε.Υ.Α.Κ. κατά τα έτη 2004-2005-2006. Παρουσιάζουμε τις τιμές της χρονολογικής σειράς στον πίνακα 3.1, ενώ στο διάγραμμα 3.1 φαίνεται η γραφική παράσταση.

<sup>3</sup> Πέτρος Κίochος, *Στατιστική*, Εκδόσεις INTERBOOKS, Αθήνα 1993, σελ. 282-283.

**Πίνακας 3.1 Έσοδα Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης-Αποχέτευσης Κρανιδίου**

ΜΗΝΕΣ /ΕΤΗ	2004	2005	2006
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	9.096,33	240,00	3.177,00
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	9.879,52	404,24	3.732,00
ΜΑΡΤΙΟΣ	14.672,74	1.602,72	30.506,00
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	37.561,78	6.840,56	121.489,35
ΜΑΙΟΣ	19.706,04	4.232,24	107.685,85
ΙΟΥΝΙΟΣ	29.506,48	7.562,20	7.548,24
ΙΟΥΛΙΟΣ	6.372,72	20.074,49	14.032,67
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	111.406,75	17.976,60	13.473,00
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	35.627,18	7.814,16	11.104,90
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	17.057,36	111.469,58	47.368,54
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	14.089,95	2.819,24	24.725,70
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	50.829,26	14.216,54	19.832,11

**Διάγραμμα 3.1 Έσοδα Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης-Αποχέτευσης Κρανιδίου**



### 3.1.1 Οι κυριότερες συνιστώσες μιας χρονολογικής σειράς

Η σύνθεση μιας χρονολογικής σειράς είναι ο συνδυασμός τεσσάρων συνιστωσών:

1. Της μακροχρόνιας τάσης ή γενικής τάσης.
2. Της κυκλικής επίδρασης ή κυκλικές μεταβολές.
3. Της εποχιακής επίδρασης ή περιοδικές μεταβολές.
4. Της τυχαίας παραλλαγής ή ακανόνιστες, απρόβλεπτες μεταβολές<sup>4</sup>.

Έτσι μια τιμή  $Y_t$  μιας χρονολογικής σειράς μπορεί να θεωρηθεί ως γινόμενο τεσσάρων παραγόντων, σύμφωνα με το πολλαπλασιαστικό υπόδειγμα<sup>5</sup> :

$$Y_t = T_t S_t C_t I_t$$

Όπου:

$Y_t$  = Η τιμή της σειράς  $Y$  στη χρονική περίοδο  $t$

$T_t$  = Η Τάση

$S_t$  = Η Εποχική Διακύμανση

$C_t$  = Η κυκλική Διακύμανση

$I_t$  = Η Τυχαία Διακύμανση

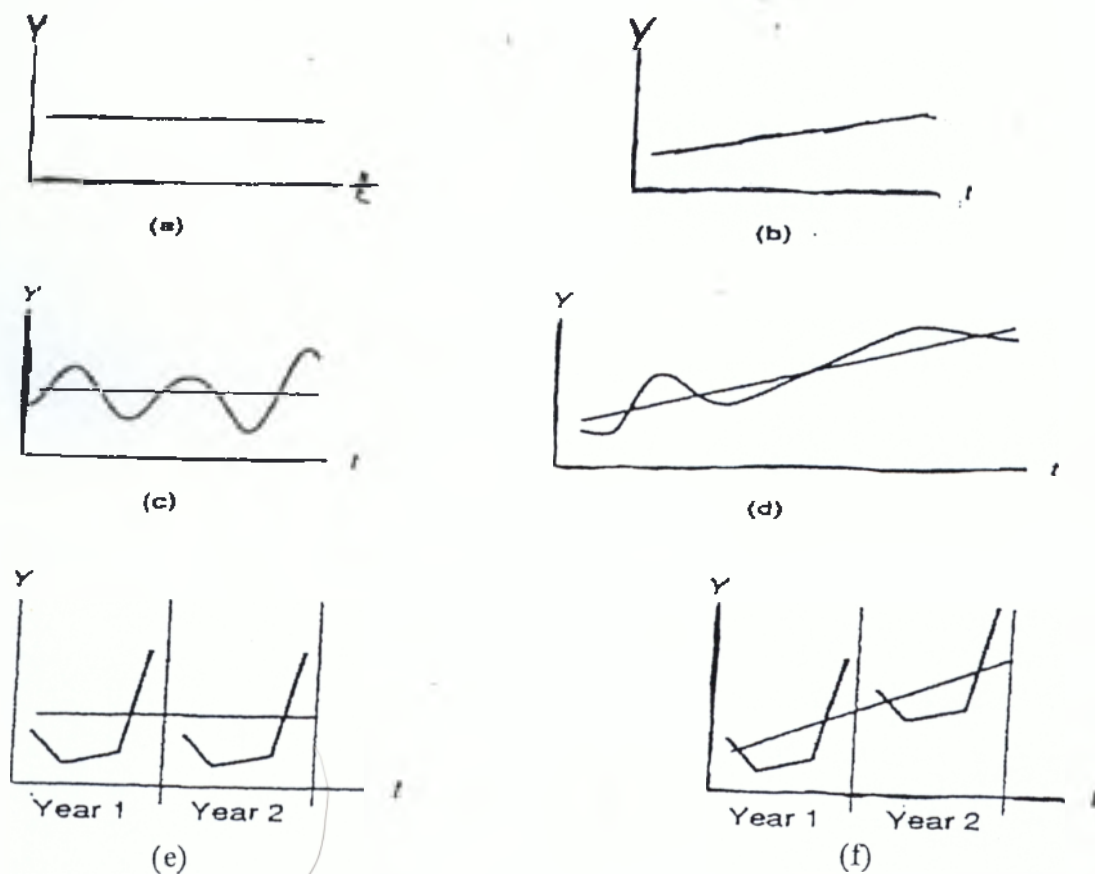
Η τάση σε μια χρονολογική σειρά είναι η μακροχρόνια ανοδική ή καθοδική κίνηση σε περίοδο αρκετών ετών (σχήμα 1b). Οι εποχιακές διακυμάνσεις σε μια χρονολογική σειρά είναι οι άνοδοι και οι κάθοδοι που εμφανίζονται πάντα σε μια συγκεκριμένη εποχή του έτους, (ή του μήνα ή της εβδομάδας ή της ημέρας) (σχήμα 1e). Η ουσιαστική διαφορά μεταξύ των εποχιακών και των κυκλικών διακυμάνσεων είναι ότι οι εποχιακές διακυμάνσεις είναι προβλέψιμες, εμφανίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα από χρόνο σε χρόνο, (ή από τετράμηνο σε τετράμηνο, ή από εβδομάδα σε εβδομάδα), ενώ οι κυκλικές μετακινήσεις τείνουν να είναι ανώμαλες και συμβαίνει να εμφανίζονται για μία περίοδο πολλών ετών (σχήμα 1c).

<sup>4</sup> Πέτρος Κίochος, *Στατιστική*, Εκδόσεις INTERBOOKS, Αθήνα 1993, σελ .283-284.

<sup>5</sup> Παπαδήμας Ο., Κοίλας Χ., *Εφαρμοσμένη Στατιστική*, 4<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα 2002, σελ. 347,356.

Το τέταρτο συστατικό μιας χρονολογικής σειράς είναι η τυχαία παραλλαγή. Αυτό το συστατικό δείχνει την τυχαία ανοδική και καθοδική μετακίνηση της σειράς μετά από τον υπολογισμό της μακροπρόθεσμης τάσης, της κυκλικής επίδρασης, και της εποχιακής επίδρασης. Η τυχαία παραλλαγή είναι η ανεξήγητη μετατόπιση της σειράς κατά τη διάρκεια μιας μικρής χρονικής περιόδου. Όλες οι χρονολογικές σειρές περιέχουν την τυχαία παραλλαγή. Επιπλέον, μια χρονολογική σειρά μπορεί να περιέχει καμία, μια, δύο, ή όλα τα συστατικά της χρονολογικής σειράς. Η ανάλυση της χρονολογικής σειράς έχει σαν στόχο να προσδιορίσει την σύνθεση που υπάρχει προκειμένου να προσδιοριστούν οι αιτίες της με κόπο να προβλεφθούν οι μελλοντικές τιμές της χρονολογικής σειράς.

**Σχήμα 1** Στοιχεία των συνιστωσών μια χρονολογικής σειράς: (a) επίπεδη σειρά χωρίς τάση, (b) χρονολογική σειρά με τάση, κυκλική επίδραση χωρίς τάση, (d) κυκλική επίδραση με τάση, (e) εποχικότητα χωρίς τάση, και (f) εποχικότητα με τάση<sup>4</sup>.



Δεδομένου ότι η τυχαία παραλλαγή είναι, στην καλύτερη περίπτωση πιθανολογική, η ακριβής εκτίμηση των μελλοντικών τιμών μπορεί να αναμένεται μόνο όταν το μέγεθος της τυχαίας παραλλαγής είναι μικρό.

Έτσι οι προβλεφθείσες τιμές μπορεί να είναι ανακριβείς εάν το μέγεθος της τυχαίας παραλλαγής είναι μεγάλο. Σε αυτήν τη περίπτωση το καλύτερο που μπορούμε να κάνουμε είναι να δώσουμε ένα διάστημα πιθανότητας για την προβλεφθείσα τιμή, όπου το διάστημα πιθανότητας είναι βασισμένο στην ιδιαίτερη κατανομή πιθανότητας της τυχαίας παραλλαγής<sup>6</sup>.

Για κάθε συνιστώσα που αναφέραμε παραπάνω υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να μελετήσουμε τις επιδράσεις της πάνω στη χρονολογική σειρά στους οποίους παρουσιάζουμε τώρα με βάση το παράδειγμα μας.

## 3.2 Εκτίμηση της Τάσης

Η Μακροχρόνια τάση αναφέρεται στην ανοδική ή καθοδική πορεία, την οποία φαίνεται να ακολουθεί η χρονολογική σειρά με την πάροδο αρκετού χρόνου. Η τάση συνήθως προσδιορίζεται από κάποια γνήσια μονότονη καμπύλη, η οποία ονομάζεται *καμπύλη τάσης*.

Θα την προσδιορίσουμε την μακροχρόνια τάση μιας σειράς με δύο τρόπους. Ο πρώτος συνίσταται στον υπολογισμό ορισμένων ποσοτικών μεγεθών που λέγονται *κινητοί μέσοι όροι* και ο δεύτερος είναι μέσω της μεθόδου της *Παλινδρόμησης*.

### 3.2.1 Ο προσδιορισμός της Τάσης με τη χρήση Κινητών Μέσων Όρων

Έστω  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{N-1}, Y_N, Y_{N+1}$ , μια χρονολογική σειρά για την οποία οι παρατηρήσεις έχουν ληφθεί σε ισαπέχοντα χρονικά σημεία. Η σειρά που προκύπτει με τους επόμενους μέσους όρους ονομάζεται *σειρά κινητών μέσων, όρων τάξης N*, της αρχικής σειράς  $Y_t$ .

<sup>6</sup> Mendenhall W., Reinmuth J.E., Beaver R.J., *Statistics for Management and Economics*, 7<sup>th</sup> ed., Duxbury Press, 1993, σελ.626-627.

$$\frac{y_1 + y_2 + \dots + y_N}{N}, \quad \frac{y_2 + y_3 + \dots + y_{N+1}}{N}, \quad \frac{y_3 + y_4 + \dots + y_{N+2}}{N}$$

Οι κινητοί μέσοι όροι αντιστοιχίζονται κάθε φορά με την μεσαία παρατήρηση του τμήματος της αρχικής σειράς για το οποίο υπολογίζονται. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο όταν η τάξη τους είναι περιττός αριθμός. Αν η τάξη είναι *άρτιος* αριθμός, δεν υπάρχει μεσαία παρατήρηση και κάνουμε το εξής: οι κινητοί μέσοι αντιστοιχίζονται προσωρινά ανάμεσα στις δυο μεσαίες παρατηρήσεις της αρχικής σειράς και στη συνέχεια υπολογίζονται οι κινητοί μέσοι τάξης  $N=2$  της νέας σειράς, οι οποίοι αντιστοιχούν πλέον σε υπαρκτές παρατηρήσεις της αρχικής σειράς<sup>7</sup>. Οι κινητοί μέσοι τάξης 2 ονομάζονται τότε *κεντροποιημένοι κινητοί μέσοι*.

Ένα μειονέκτημα των κινητών μέσων είναι η απώλεια δύο ή περισσότερων παρατηρήσεων στην αρχή και στο τέλος. Στο παράδειγμα μας έχουμε απώλεια δώδεκα παρατηρήσεων, έξι στην αρχή και έξι στο τέλος. Η απώλεια όμως αυτή δεν αποτελεί σοβαρό πρόβλημα, αφού για τον προσδιορισμό της τάσης απαιτούνται μακροχρόνιες παρατηρήσεις. Συνήθως ο κινητός μέσος χρησιμοποιείται για την εξομάλυνση της σειράς και την απεικόνιση της κεντρικής της κίνησης κατά την περίοδο του δείγματος.

Για την εκτίμηση της τάσης του παραδείγματος μας, αφού ο χρόνος είναι σε μήνες, θα χρησιμοποιήσουμε κινητούς μέσους τάξης 12 και κεντροποιημένους μέσους 2<sup>η</sup> τάξης.

<sup>7</sup> Παπαδήμας Ο., Κοίλιας Χ., *Εφαρμοσμένη Στατιστική*, 4<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα 2002, σελ. 35



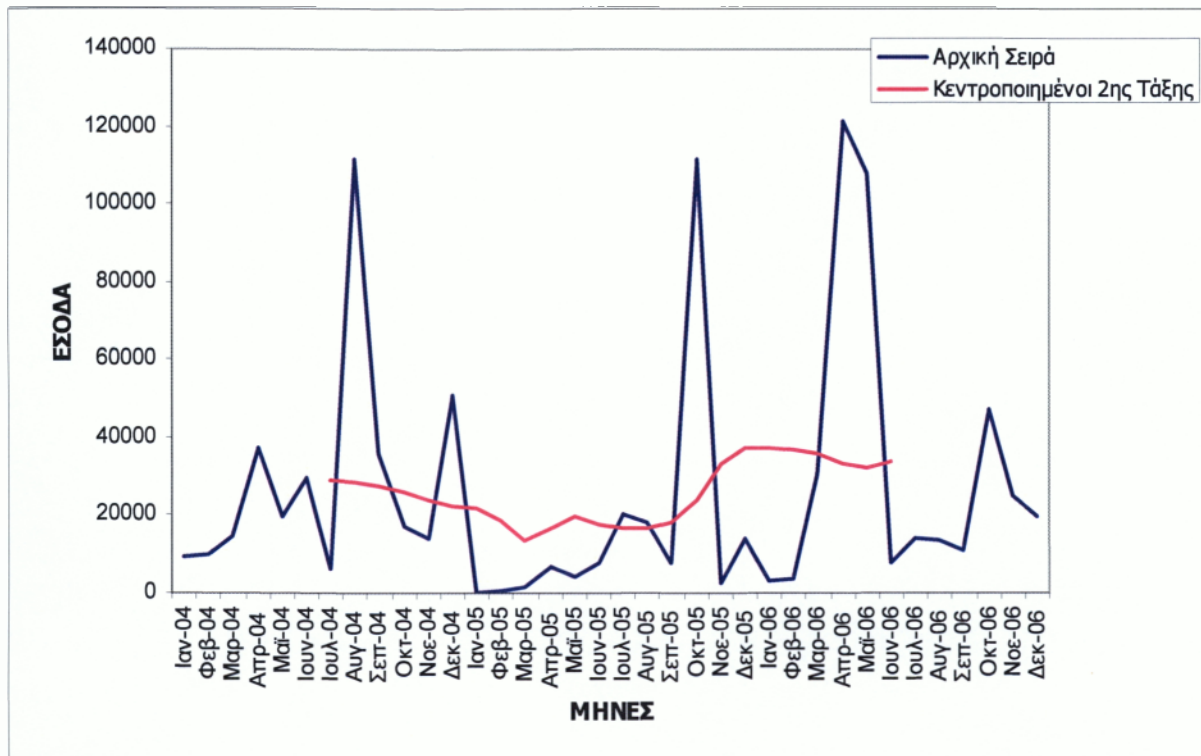
### Πίνακας 3.2 Εκτίμηση της Τάσης με τη Μέθοδο των Κινητών Μέσων

Όρων

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Κινητοί Μέσοι 12 <sup>ης</sup> Τάξης	Κεντροποιημένοι Κινητοί Μέσοι 2 <sup>ης</sup> Τάξης
1	9.096,33		
2	9.879,52		
3	14.672,74		
4	37.561,78		
5	19.706,04		
6	29.506,48		
7	6.372,72	29.650,50	29.281,49
8	111.406,75	28.912,48	28.517,67
9	35.627,18	28.122,87	27.578,28
10	17.057,36	27.033,70	25.753,65
11	14.089,95	24.473,60	23.828,86
12	50.829,26	23.184,12	22.269,77
13	240,00	21.355,43	21.926,33
14	404,24	22.497,24	18.604,32
15	1.602,72	14.711,40	13.552,52
16	6.840,56	12.393,64	16.327,85
17	4.232,24	20.261,33	19.791,71
18	7.562,20	19.322,10	17.796,57
19	20.074,49	16.271,04	16.393,41
20	17.976,60	16.515,79	16.654,45
21	7.814,16	16.793,11	17.997,41
22	111.469,58	19.201,71	23.978,74
23	2.819,24	28.755,78	33.066,34
24	14.216,54	37.376,91	37.376,33
25	3.177,00	37.375,75	37.124,00
26	3.732,00	36.872,26	36.684,61
27	30.506,00	36.496,96	35.609,99
28	121.489,35	34.723,03	33.076,35
29	107.685,85	31.429,44	32.342,21
30	7.548,24	33.254,98	33.488,96
31	14.032,67	33.722,94	
32	13.473,00		
33	11.104,90		
34	47.368,54		
35	24.725,70		
36	19.832,14		

Το χρονοδιάγραμμα των δεδομένων καθώς και η γραμμή τάσης (των κινητών μέσων) δίνεται στο διάγραμμα 3.2.

**Διάγραμμα 3.2 Η Γραμμική Τάση με τη Μέθοδο των Κινητών Μέσων**



Παρατηρούμε ότι η σειρά που ενώνει τους κινητούς μέσους έχει εξομαλύνει τα αρχικά δεδομένα αλλά δεν δείχνει μια μόνιμη αύξουσα ή φθίνουσα τάση. Έτσι θα θεωρήσουμε ότι δεν έχουν τάση τα δεδομένα μας.

### 3.2.2 Ο προσδιορισμός της Τάσης με τη χρήση της Μεθόδου της Παλινδρόμησης

Η απλούστερη σχέση που σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να περιγράψει αρκετά καλά τη σχέση μεταξύ δυο μεταβλητών  $X$ ,  $Y$  είναι η γραμμική παλινδρόμηση της οποίας σαν εξίσωση έχει την εξής μορφή<sup>8</sup> :

<sup>8</sup> Παπαδήμας Ο., Κοίλιας Χ., *Εφαρμοσμένη Στατιστική*, 4<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα 2002, σελ 356.

$$Y = \alpha + \beta * t$$

Η γραμμική Παλινδρόμηση σημαίνει ότι η μεταβλητή Y μεταβάλλεται κάθε περίοδο κατά το σταθερό ποσό  $\beta$ . Ο προσδιορισμός των άγνωστων παραμέτρων  $\alpha, \beta$  γίνεται με τη χρήση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων επιλύοντας τις παρακάτω εξισώσεις<sup>9</sup>:

$$\beta = \frac{\sum t_i y_i - \sum t_i \sum y_i / N}{\sum t_i^2 - (\sum t_i)^2 / N} \quad \alpha = \frac{\sum y_i}{N} - \beta \frac{\sum t_i}{N}$$

Αντικαθιστώντας στις εξισώσεις τις τιμές που έχουμε στον πίνακα 3.3 το σύστημα θα έχει την εξής μορφή:

$$\beta = \frac{\sum t_i y_i - \sum t_i \sum y_i / N}{\sum t_i^2 - (\sum t_i)^2 / N} = \frac{18.978.118,35 - [(666 * 955.734,07 / 36)]}{16.206,00 - (666^2 / 36)} = \frac{1.297.038,06}{3.885,00} = 333,86$$

$$\alpha = \frac{\sum y_i}{N} - \beta \frac{\sum t_i}{N} = \frac{955.734,07}{36} - 333,86 * \frac{666}{36} = 20.371,80$$

Λύνοντας το παραπάνω σύστημα βρίσκουμε ύστερα από στρογγυλοποίηση ότι το  $\alpha = 20.371,80$  και το  $\beta = 333,86$ , οπότε η εξίσωση έχει την τελική μορφή:

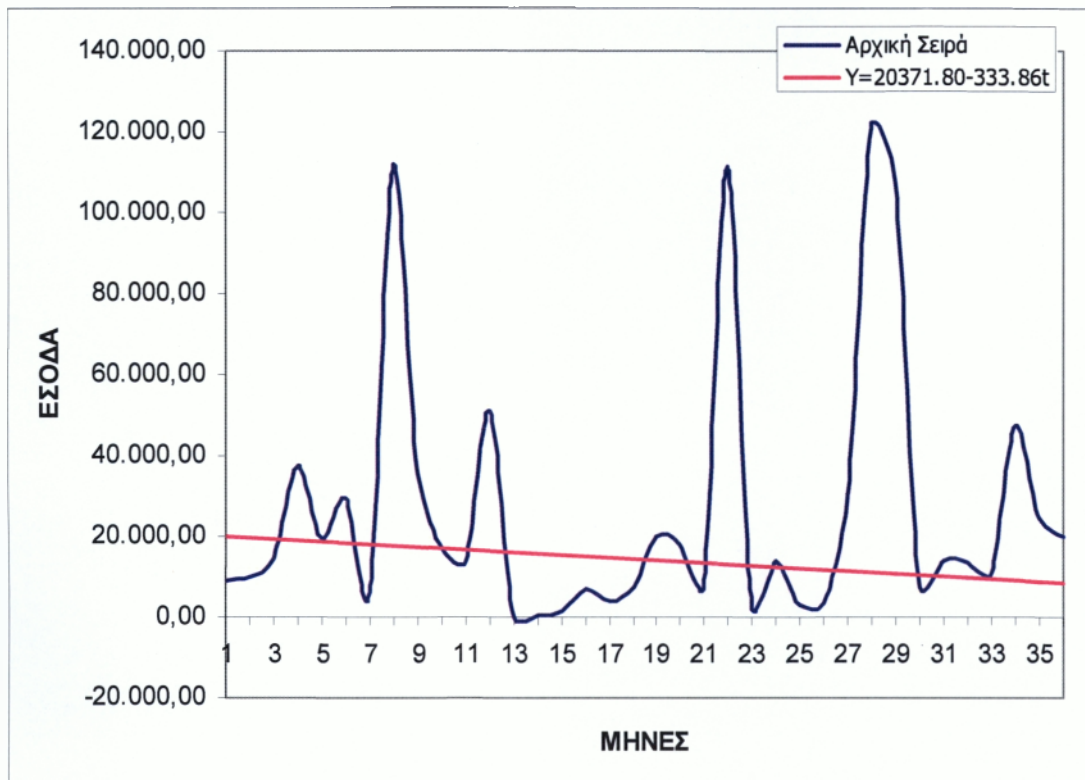
$$Y_t = 20.371,80 - 333,86 t$$

<sup>9</sup> Χαλικιάς Ι. Γ., *Μέθοδοι Ανάλυσης για Επιχειρηματικές Αποφάσεις*, Εκδόσεις Rosili, 2<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα 2002, σελ.364-365

**Πίνακας 3.3 Εκτίμηση της Τάσης με τη Μέθοδο της Γραμμικής Παλινδρόμησης**

	Χρόνος $t_i$	Παρατηρήσεις $y_i$	$t_i y_i$	$t_i^2$
	1	9.096,33	9.096,33	1
	2	9.879,52	19.759,04	4
	3	14.672,74	44.018,22	9
	4	37.561,78	150.247,12	16
	5	19.706,04	98.530,20	25
	6	29.506,48	177.038,88	36
	7	6.372,72	44.609,04	49
	8	111406,75	891.254,00	64
	9	35.627,18	320.644,62	81
	10	17.057,36	170.573,60	100
	11	14.089,95	154.989,45	121
	12	50.829,26	609.951,12	144
	13	240,00	3.120,00	169
	14	404,24	5.659,36	196
	15	1.602,72	24.040,80	225
	16	6.840,56	109.448,96	256
	17	4.232,24	71.948,08	289
	18	7.562,20	136.119,60	324
	19	20.074,49	381.415,31	361
	20	17.976,60	359.532,00	400
	21	7.814,16	164.097,36	441
	22	111469,58	2.452.330,76	484
	23	2.819,24	64.842,52	529
	24	14.216,54	341.196,96	576
	25	3.177,00	79.425,00	625
	26	3.732,00	97.032,00	676
	27	30.506,00	823.662,00	729
	28	121.489,35	3.401.701,80	784
	29	107.685,85	3.122.889,65	841
	30	7.548,24	226.447,20	900
	31	14.032,67	435.012,77	961
	32	13.473,00	431.136,00	1.024
	33	11.104,90	366.461,70	1.089
	34	47.368,54	1.610.530,36	1.156
	35	24.725,70	865.399,50	1.225
	36	19.832,14	713.957,04	1.296
<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>	<b>666</b>	<b>955.734,07</b>	<b>18.978.118,35</b>	<b>16.206</b>

### Διάγραμμα 3.3 Η Τάση με την Μέθοδο της Γραμμικής Παλινδρόμησης



Η Ευθεία Παλινδρόμησης απ' ότι διαπιστώνουμε στο Διάγραμμα 3.3 έχει αρνητική κλίση και αυτό μπορεί να γίνει αμέσως αντιληπτό από την εξίσωση καθώς το δείχνει ο συντελεστής παλινδρόμησης  $\beta$ , ο οποίος ταυτίζεται με το συντελεστή κλίσης της ευθείας παλινδρόμησης.

### 3.3 Εκτίμηση του Κύκλου

Η κυκλική συνιστώσα αντιπροσωπεύει εκείνες τις επαναλαμβανόμενες κυμάνσεις γύρω από την τάση που η διάρκεια τους είναι μεγαλύτερη του έτους. Οι κυμάνσεις αυτές έχουν ανοδικές και καθοδικές φάσεις οι οποίες, συνήθως, διαρκούν μερικά έτη.

Αφού εκτιμήσουμε την τάση το επόμενο βήμα είναι να απομονώσουμε σταδιακά τις συνιστώσες της χρονολογικής σειράς. Θα χρησιμοποιήσουμε το πολλαπλασιαστικό υπόδειγμα διαιρώντας τις τιμές της αρχικής σειράς  $Y$  με τις τιμές της τάσης ( $T$ ), δηλαδή  $Y = T \times C \times I$  ή  $Y/T = C \times I$ . Έτσι ο κύκλος εκφράζεται από τις αποκλίσεις των πραγματικών τιμών της  $Y$  από τις τιμές της τάσης ( $T$ ). Οι αποκλίσεις εκφράζονται ως ποσοστό των τιμών της τάσης. Οι αποκλίσεις αυτές

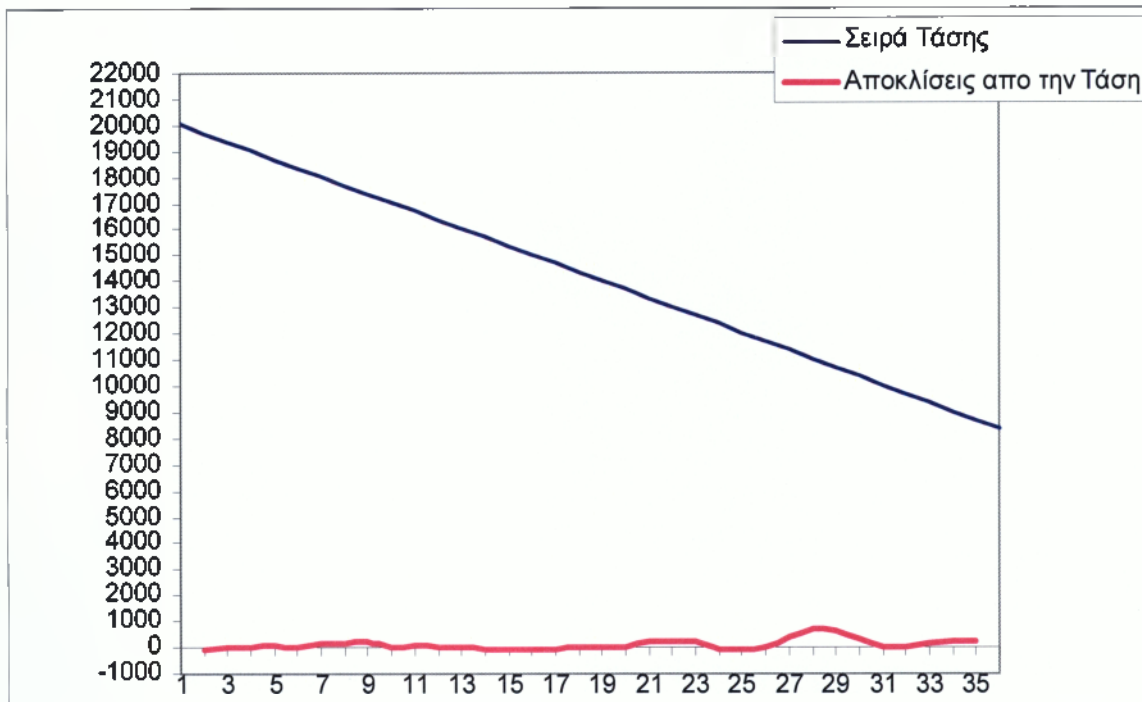
είναι συνδυασμός των συνιστωσών του κύκλου (C) και της τυχαίας συνιστώσας (I). Για να αφαιρέσουμε την τυχαία συνιστώσα (I) και να προκύψει ο κύκλος (C) προσαρμόζουμε στις ποσοστιαίες αποκλίσεις  $(Y-T)/T$  έναν κινητό μέσο τάξης 3. Με αυτό τον τρόπο εξομαλύνουμε τις αποκλίσεις και τη κίνηση του κύκλου. Το διάγραμμα δείχνει, όπως και οι υπολογισμοί, ότι δεν υπάρχει κύκλος.

**Πίνακας 3.4 Αποκλίσεις από την Τάση**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Yt=20371,80-333,86t	(Y-T) / T (%)	(Y-T)/T(%) Κ.Μ. 3ης Τάξης
1	9.096,33	20.037,94	-54,60	
2	9.879,52	19.704,08	-49,86	-42,91
3	14.672,74	19.370,22	-24,25	7,73
4	37.561,78	19.036,36	97,32	26,14
5	19.706,04	18.702,50	5,37	54,44
6	29.506,48	18.368,64	60,64	0,45
7	6.372,72	18.034,78	-64,66	175,12
8	111.406,75	17.700,92	529,38	189,95
9	35.627,18	17.367,06	105,14	211,56
10	17.057,36	17.033,20	0,14	29,89
11	14.089,95	16.699,34	-15,63	65,03
12	50.829,26	16.365,48	210,59	32,15
13	240,00	16.031,62	-98,50	4,89
14	404,24	15.697,76	-97,42	-95,17
15	1.602,72	15.363,90	-89,57	-80,49
16	6.840,56	15.030,04	-54,49	-71,75
17	4.232,24	14.696,18	-71,20	-57,68
18	7.562,20	14.362,32	-47,35	-25,15
19	20.074,49	14.028,46	43,10	9,01
20	17.976,60	13.694,60	31,27	10,95
21	7.814,16	13.360,74	-41,51	248,48
22	111.469,58	13.026,88	755,69	212,13
23	2.819,24	12.693,02	-77,79	230,98
24	14.216,54	12.359,16	15,03	-45,45
25	3.177,00	12.025,30	-73,58	-42,21
26	3.732,00	11.691,44	-68,08	8,98
27	30.506,00	11.357,58	168,60	367,53
28	121.489,35	11.023,72	1.002,07	692,68
29	107.685,85	10.689,86	907,36	627,44
30	7.548,24	10.356,00	-27,11	306,76
31	14.032,67	10.022,14	40,02	17,32
32	13.473,00	9.688,28	39,06	32,60
33	11.104,90	9.354,42	18,71	160,97
34	47.368,54	9.020,56	425,12	209,49
35	24.725,70	8.686,70	184,64	249,06
36	19.832,14	8.352,84	137,43	



### Διάγραμμα 3.4 Ποσοστιαίες Αποκλίσεις από την Τάση



Ο Πίνακας 3.4 δείχνει τον τρόπο υπολογισμού των ποσοστιαίων αποκλίσεων των τιμών της  $Y$  από την γραμμική τάση, καθώς και των τιμών του κινητού μέσου όρου. Η διάρκεια των κύκλων δεν είναι σταθερή, με αποτέλεσμα η ανάλυση τους να έχει περιγραφικό χαρακτήρα (τι συνέβη στο παρελθόν) και όχι προβλεπτικό, αφού είναι δύσκολο να προβλέψουμε τη διάρκεια των κύκλων<sup>10</sup>.

### 3.4 Εκτίμηση της Εποχικότητας

Η εποχικότητα περιέχεται σε χρονολογικές σειρές που οι τιμές τους αναφέρονται σε περιόδους μικρότερες του έτους (μήνες, τρίμηνα κλπ.). Η εκτίμηση των δεικτών εποχικότητας γίνεται με τρόπο παρόμοιο με εκείνο της εκτίμησης του κύκλου. Πιο συγκεκριμένα όταν έχουμε την τριμηνιαία σειρά  $Y$ , με το πολλαπλασιαστικό υπόδειγμα είναι:

$$Y = T \times C \times S \times I \text{ οπότε } Y / (T \times C) = S \times I$$

Με βάση την παραπάνω σχέση ο τρόπος εκτίμησης των δεικτών εποχικότητας είναι ο εξής:

<sup>10</sup> Χαλικιάς Ι. Γ., *Μέθοδοι Ανάλυσης για Επιχειρηματικές Αποφάσεις*, Εκδόσεις Rosili, 2<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα 2002, σελ. 373-375.

Πρώτα αφαιρούμε την επίδραση της τάσης και του κύκλου ( $T \times I$ ) με διαίρεση, στη συνέχεια από τη σειρά ( $S \times I$ ) εκτιμούμε την κατά μέσο όρο επίδραση της κάθε εποχής<sup>11</sup>.

Η απαλοιφή της εποχικότητας μιας σειράς γίνεται με τη διαίρεση των παρατηρήσεων (αφού πρώτα πολλαπλασιαστούν επί εκατό) δια των αντίστοιχων δεικτών εποχικότητας.

Αυτά υπολογίζονται ως εξής: Πρώτα βρίσκουμε τους μέσους όρους κάθε έτους όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.5.

### Πίνακας 3.5 Ο Μηνιαίος Μέσος

ΜΗΝΕΣ/ΕΤΗ	2004	2005	2006
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	9.096,33	240,00	3.177,00
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	9.879,52	404,24	3.732,00
ΜΑΡΤΙΟΣ	14.672,74	1.602,72	30.506,00
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	37.561,78	6.840,56	121.489,35
ΜΑΙΟΣ	19.706,04	4.232,24	107.685,85
ΙΟΥΝΙΟΣ	29.506,48	7.562,20	7.548,24
ΙΟΥΛΙΟΣ	6.372,72	20.074,49	14.032,67
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	111.406,75	17.976,60	13.473,00
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	35.627,18	7.814,16	11.104,90
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	17.057,36	111.469,58	47.368,54
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	14.089,95	2.819,24	24.725,70
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	50.829,26	14.216,54	19.832,11
<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>	<b>355.806,11</b>	<b>195.252,57</b>	<b>404.675,36</b>
<b>ΜΗΝΙΑΙΟΣ Μ'ΕΣΟΣ</b>	<b>29.650,51</b>	<b>16.271,05</b>	<b>33.722,95</b>

Έπειτα διαιρούμε τις τιμές κάθε έτους με τον αντίστοιχο μέσο όρο και το αποτέλεσμα το πολλαπλασιάζουμε με το 100 για παράδειγμα ο Ιανουάριος 2004  $(9.096,33/29.650,51*100)=30.68$ , όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.6.

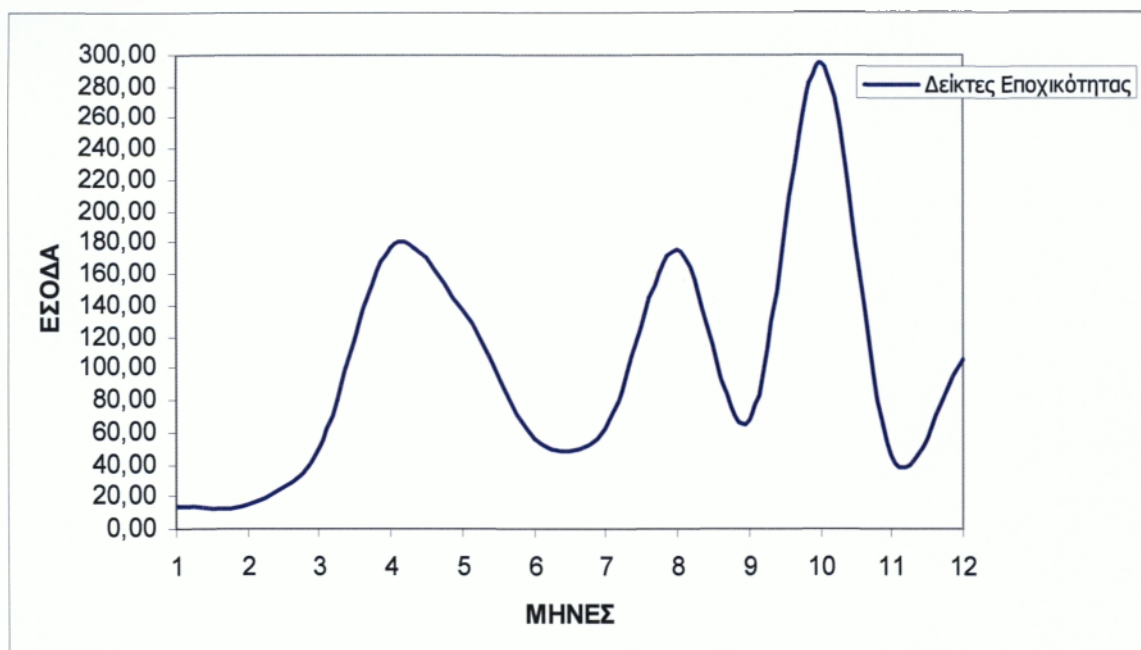
<sup>11</sup> Χαλικιάς Ι. Γ., *Μέθοδοι Ανάλυσης για Επιχειρηματικές Αποφάσεις*, Εκδόσεις Rosili, 2<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα 2002, σελ. 375.

**Πίνακας 3.6 Οι Δείκτες Εποχικότητας**

ΜΗΝΕΣ/ΕΤΗ	2004	2005	2006	ΣΥΝΟΛΟ	ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	30,68	1,48	9,42	<b>41,57</b>	<b>13,86</b>
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	33,32	2,48	11,07	<b>46,87</b>	<b>15,62</b>
ΜΑΡΤΙΟΣ	49,49	9,85	90,46	<b>149,80</b>	<b>49,93</b>
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	126,68	42,04	360,26	<b>528,98</b>	<b>176,33</b>
ΜΑΙΟΣ	66,46	26,01	319,33	<b>411,80</b>	<b>137,27</b>
ΙΟΥΝΙΟΣ	99,51	46,48	22,38	<b>168,37</b>	<b>56,12</b>
ΙΟΥΛΙΟΣ	21,49	123,38	41,61	<b>186,48</b>	<b>62,16</b>
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	375,73	110,48	39,95	<b>526,17</b>	<b>175,39</b>
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	120,16	48,02	32,93	<b>201,11</b>	<b>67,04</b>
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	57,53	685,08	140,46	<b>883,07</b>	<b>294,36</b>
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	47,52	17,33	73,32	<b>138,17</b>	<b>46,06</b>
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	171,43	87,37	58,81	<b>317,61</b>	<b>105,87</b>

Τέλος, προσθέτουμε τις τιμές του ίδιου μήνα για κάθε χρόνο, π.χ. για τον Ιανουάριο  $30,68+1,48+9,42=41,57$  και βγάζουμε το μέσο όρο  $41,57/3=13,86$ . Οι αριθμοί της τελευταίας γραμμής είναι οι *δείκτες εποχικότητας*. Έτσι όταν ο δείκτης ενός μήνα π.χ. του Απριλίου είναι  $176,33-100 = 76,33\%$ , σημαίνει ότι τα έσοδα αυτό το μήνα είναι περισσότερα από τη μέση μηνιαία κατάσταση. Η γραφική παράσταση των δεικτών εποχικότητας είναι στο διάγραμμα 3.5, όπου φαίνεται ότι δεν υπάρχει εποχικότητα για την χρονολογική σειρά που μας απασχολεί.

**Διάγραμμα 3.5 Οι Δείκτες της Εποχικότητας**



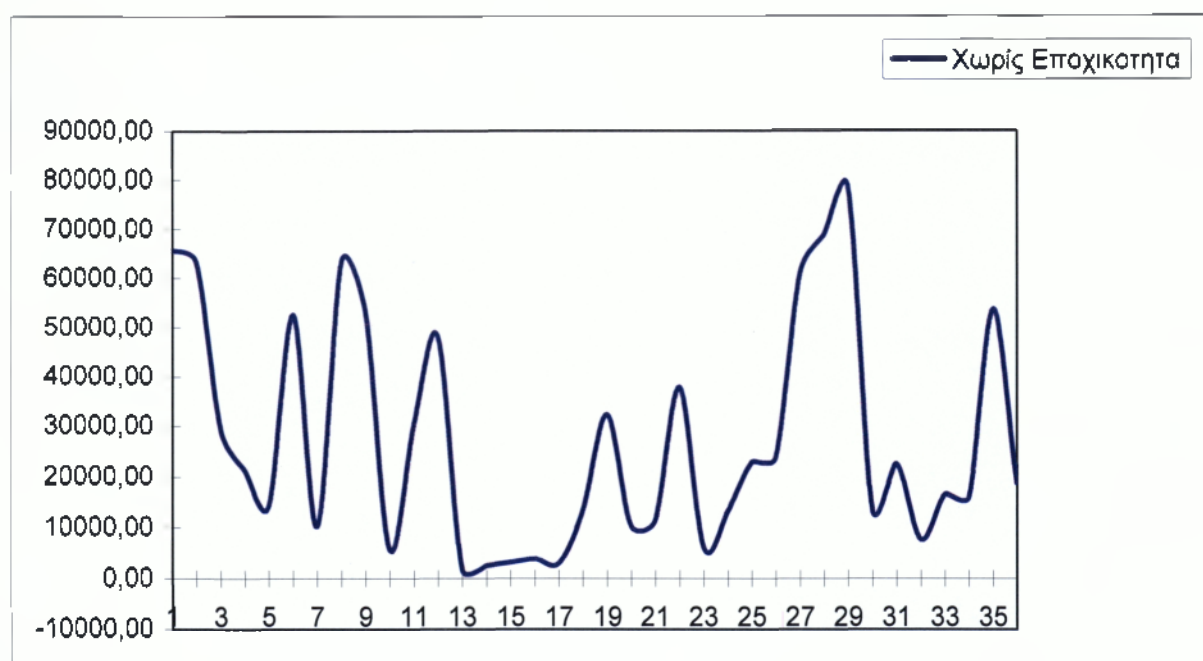
Για να αφαιρέσουμε την εποχικότητα από τις τιμές της σειράς διαιρούμε κάθε μηνιαία τιμή με τον αντίστοιχο δείκτη εποχικότητας και μετά πολλαπλασιάζουμε με 100, δηλαδή  $(9.096,33/13,86)*100=65.638,94$ . Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 3.7.

**Πίνακας 3.7 Οι Παρατηρήσεις χωρίς την Εποχικότητα**

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	65.638,94	1.731,84	22.925,17
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	63.234,38	2.587,36	23.886,86
ΜΑΡΤΙΟΣ	29.385,36	3.209,80	61.094,92
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	21.302,37	3.879,48	68900,12
ΜΑΙΟΣ	14.356,13	3.083,25	78.450,67
ΙΟΥΝΙΟΣ	52.573,18	13.473,95	13.449,08
ΙΟΥΛΙΟΣ	10.252,13	32.294,88	22.575,09
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	63.519,78	10.249,56	7.681,78
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	53145,34	11.656,44	16.565,26
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	5.794,79	37.868,83	16.092,20
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30.593,32	6.121,38	53.686,58
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	48.010,99	13.428,29	18.732,50

Στο διάγραμμα 3.6 φαίνεται η γραφική παράσταση των δεδομένων του πίνακα 3.7.

**Διάγραμμα 3.6 Οι Παρατηρήσεις χωρίς την Εποχικότητα**



### 3.5 Τα Μέτρα Ακρίβειας της Πρόβλεψης

Για να προβλέψουμε τις μελλοντικές τιμές μιας χρονολογικής σειράς υπάρχουν διάφοροι τρόποι και μοντέλα. Κατά την επιλογή μεταξύ των διάφορων μοντέλων πρόβλεψης ή κατά την αξιολόγηση ενός υπάρχοντος μοντέλου, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ορισμένα μεγέθη που συνοψίζουν την γενική ακρίβεια που παρέχεται από το μοντέλο. Φυσικά, όσο πιο κοντά είναι οι προβλέψεις  $\bar{y}_t$  στις πραγματικές τιμές  $y_t$  της σειράς, τόσο ακριβέστερο είναι το μοντέλο πρόβλεψης. Κατά συνέπεια, η ποιότητα ενός μοντέλου μπορεί να αξιολογηθεί με την εξέταση των σειρών των λαθών πρόβλεψης ( $y_t - \bar{y}_t$ ).

Τα συνηθέστερα χρησιμοποιημένα μέτρα της ακρίβειας πρόβλεψης είναι η μέση απόλυτη απόκλιση (MAD), το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE), η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE), και το μέσο απόλυτο σφάλμα ποσοστού (MAPE). Οι τύποι για τον υπολογισμό αυτών των μέτρων δίνονται αμέσως παρακάτω:

*Υπολογισμός της Μέσης Απόλυτης Απόκλισης (Mean absolute Divergence)*

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \bar{y}_t|$$

*Υπολογισμός του Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος (Mean Square Error)*

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \bar{y}_t|^2$$

*Υπολογισμός της Ρίζας του Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος (Root Mean Square Error )*

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2}$$

Υπολογισμός του Μέσου Απόλυτου Ποσοστιάου Σφάλματος (Mean absolute Percentage Error )

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \bar{y}_i}{y_i} \right| \times 100 \%$$

Η βασική διαφορά μεταξύ του MAD και του MSE (ή RMSE) είναι το MSE (και RMSE) επηρεάζονται από τα ακραία λάθη περισσότερο από το MAD. Το MAD και το RMSE παράγουν συγκρίσιμες τιμές, ενώ το MAPE είναι πολύ μικρότερο και δεν μπορεί να συγκριθεί άμεσα με τα άλλα τρία<sup>12</sup>.

### 3.6 Μοντέλα Πρόβλεψης

Στην επιχείρηση και τη δημόσια διοίκηση ενδιαφερόμαστε τόσο για τις βραχυπρόθεσμες όσο και για τις μακροπρόθεσμες προβλέψεις. Η βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη επεκτείνεται συνήθως σε λιγότερο από ένα έτος στο μέλλον. Η μακροπρόθεσμη πρόβλεψη επεκτείνεται συνήθως από 2 έως 10 έτη στο μέλλον. Δεδομένου ότι το μέλλον είναι πάντα αβέβαιο, δεν μπορούμε να αναμείνουμε την πλήρη ακρίβεια για οποιαδήποτε πρόβλεψη. Πρέπει ουσιαστικά να υποθέσουμε ότι το παρελθόν είναι ένας «καθρέφτης» του μέλλοντος —ότι οι προηγούμενες τάσεις, εποχικότητας που ενδεχομένως βρήκαμε στη σειρά και οι κύκλοι θα συνεχίσουν στο μέλλον. Η περίπτωση αυτή είναι μάλλον σπάνια.

Εφ' όσον περιλαμβάνεται η αβεβαιότητα για το μέλλον, η πρόβλεψη πρέπει να αναγνωριστεί ως η τέχνη που γίνεται τελειότερη όταν ο ειδικός στις προβλέψεις αποκτά εμπειρία και δυνατότητα να την προσαρμόσει στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον της πραγματικότητας. Ακόμα κι έτσι ένα ορισμένο ποσό τύχης και ένα είδος "ταπεινότητας" μπορούν να είναι χρήσιμα δεδομένου ότι οι χειρότεροι ειδικοί στις προβλέψεις παράγουν περιστασιακά μια πολύ καλή πρόβλεψη ενώ ακόμη και οι καλύτεροι ειδικοί στις προβλέψεις μπορούν να αποτύχουν τελείως.

<sup>12</sup> Mendenhall W., Reinmuth J.E., Beaver R.J., *Statistics for Management and Economics*, 7<sup>th</sup> ed., Duxbury Press, 1993, σελ.668-669.



Και αυτό γιατί η επιλογή ενός προτύπου πρόβλεψης περιλαμβάνει τελικά την επιλογή μιας διαδικασίας εκτίμησης. Μια πρόβλεψη είναι, τελικά, μια εκτίμηση μιας μελλοντικής έκβασης μιας τυχαίας διαδικασίας.

Αυτός που έχει την ευθύνη πρέπει επομένως να στηριχθεί σε μεγάλο ποσοστό στην εμπειρία και στη δυνατότητα του να κρίνει τη λογική μιας πρόβλεψης λαμβάνοντας υπόψη όλες τις περιβάλλουσες περιστάσεις σχετικές με τη χρονολογική σειρά υπό έρευνα.

Θα τονίσουμε ότι δεν υπάρχει κανένα τέτοιο πράγμα όπως το καλύτερο ενιαίο μοντέλο πρόβλεψης που χρησιμοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις. Ένα μοντέλο πρόβλεψης που μπορεί να είναι κατάλληλο π.χ. για τον υπολογισμό των μελλοντικών επιπέδων πωλήσεων για ένα καθιερωμένο προϊόν μπορεί να είναι συνολικά ακατάλληλο για την πρόβλεψη των πωλήσεων ενός νέου προϊόντος που δεν έχει εισαχθεί ακόμα στην αγορά.

Κατά συνέπεια, ένας από τους αρχικούς στόχους που συνδέονται με την πρόβλεψη ταιριάζει με ένα κατάλληλο πρότυπο πρόβλεψης για τη χρονολογική σειρά που προβλέπεται. Ο ειδικός στις προβλέψεις γίνεται ικανότερος σε αυτόν τον στόχο μέσω της εμπειρίας που αποκτιέται από τη μελέτη της συμπεριφοράς της χρονολογικής σειράς και από τη δοκιμασία και το λάθος στη χρήση των διάφορων διαδικασιών πρόβλεψης.

Επιπρόσθετα, εκτός από το στόχο για ένα κατάλληλο μοντέλο πρόβλεψης για τη μελετώμενη χρονολογική σειρά, η επιλογή λαμβάνει υπόψη της και άλλους παράγοντες όπως το κόστος των μοντέλων πρόβλεψης. Παραδείγματος χάριν, μερικά μοντέλα πρόβλεψης είναι απλά και εύκολα υπολογίσιμα, ειδικά εκείνα για τα οποία τα στοιχεία και τα κατάλληλα προγράμματα υπολογιστών είναι διαθέσιμα. Τα εναλλακτικά μοντέλα πρόβλεψης μπορούν να βελτιώσουν την ακρίβεια πρόβλεψης αλλά απαιτούν τις ακριβές διαδικασίες συλλογής δεδομένων ή την απόκτηση ενός δαπανηρού προγράμματος υπολογιστών. Σε τέτοιες περιπτώσεις ο ειδικός στις προβλέψεις πρέπει να αποφασίσει εάν οι αναμενόμενες βελτιώσεις στην ακρίβεια πρόβλεψης επιτρέπουν τις πρόσθετες δαπάνες.

Μια άλλη εκτίμηση στην επιλογή ενός προτύπου πρόβλεψης είναι ο χρονικός ορίζοντας της περιόδου πρόβλεψης. Μερικά μοντέλα είναι ακριβέστερα για τους βραχυπρόθεσμους χρονικούς ορίζοντες (έξι μήνες ή λιγότεροι), και άλλα είναι πιο αξιόπιστα για τους μακροπρόθεσμους ορίζοντες (ένα έτος ή

περισσότεροι). Γενικά, ο ειδικός στις προβλέψεις πρέπει να επιλέξει το μοντέλο πρόβλεψης που κάνει την καλύτερη χρήση των διαθέσιμων στοιχείων.

### 3.6.1 Μοντέλο Πρόβλεψης Κινητών Μέσων Όρων

Όταν μια χρονολογική σειρά δεν παρουσιάζει τάσεις ή εποχιακά χαρακτηριστικά, ο υπολογισμός ενός κινητού μέσου όρου μπορεί να είναι χρήσιμος στο να απαλείψει την τυχαία παραλλαγή έτσι ώστε να μπορούν να παραχθούν αρκετά καλά βραχυπρόθεσμες προβλέψεις. Έτσι η μέθοδος συνίσταται στον υπολογισμό του μέσου όρου των διαθέσιμων παρατηρήσεων κατά τη διάρκεια των πιο πρόσφατων περιόδων  $M$  και τη χρησιμοποίηση αυτού του μέσου όρου ως πρόβλεψη της επόμενης παρατήρησης.

Το μοντέλο πρόβλεψης κινητού μέσου όρου χρησιμοποιεί το μέσο όρο των  $M$  πιο πρόσφατων παρατηρήσεων ως πρόβλεψη της αμέσως επόμενης παρατήρησης στη χρονολογική σειρά

$$y_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-M+1}}{M}$$

Στην πράξη, επιλέγουμε συνήθως ένα  $M$  που παράγει τις προβλέψεις που ελαχιστοποιούν κάποιο μέτρο της ακρίβειας πρόβλεψης, όπως το MAD ή το MSE. Θα δώσουμε ένα παράδειγμα προσπαθώντας να προβλέψουμε τις τιμές για τα έσοδα της Δημοτικής επιχείρησης Ύδρευσης-Αποχέτευσης για έναν επόμενο μήνα. Ως παράδειγμα, θα προβλέψουμε την τιμή για τον μήνα με  $t=25$  και ομοίως θα συνεχίσουμε τις προβλέψεις έως και τον μήνα με  $t=36$ . Η επιλογή του  $t=25$  έγινε επειδή είναι η αρχή ενός νέου ημερολογιακού έτους (2005).

Εφαρμόζοντας τον παραπάνω τύπο θα έχουμε για:  $t=24$  και  $M=3$

$$\bar{y}_{25} = \frac{y_{24} + y_{23} + y_{22} + \dots + y_{24-3+1}}{3}$$

$$\text{ή } \bar{y}_{25} = \frac{y_{24} + y_{23} + y_{22}}{3}$$

δηλαδή 
$$\bar{y}_{25} = \frac{14.216,54 + 2.819,24 + 111.469,58}{3} = 54.192,31$$

οπότε για τον 25<sup>ο</sup> μήνα τα έσοδα της επιχείρησης θα είναι περίπου 30.642,13. Ομοίως για τον 26<sup>ο</sup>, 27<sup>ο</sup> και 28<sup>ο</sup> μήνα.

$$\bar{y}_{26} = \frac{y_{25} + y_{24} + y_{23}}{3} = \frac{3.177,00 + 14.216,54 + 2.819,24}{3} = 18.333,29$$

$$\bar{y}_{27} = \frac{y_{26} + y_{25} + y_{24}}{3} = \frac{25.066,66 + 30.642,13 + 47.368,54}{3} = 11.647,85$$

$$\bar{y}_{28} = \frac{y_{27} + y_{26} + y_{25}}{3} = \frac{25.180,31 + 20.066,66 + 30.642,13}{3} = 35.297,00$$

Οι υπολογισμοί της πρόβλεψης όπως και του σφάλματος για ένα επόμενο μήνα φαίνονται στον Πίνακα 3.8. Από τα μέτρα υπολογισμού που παρουσιάσαμε στην υποενότητα 3.5 θα χρησιμοποιήσουμε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) και τη ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE). Ο υπολογισμός τους είναι απλώς.

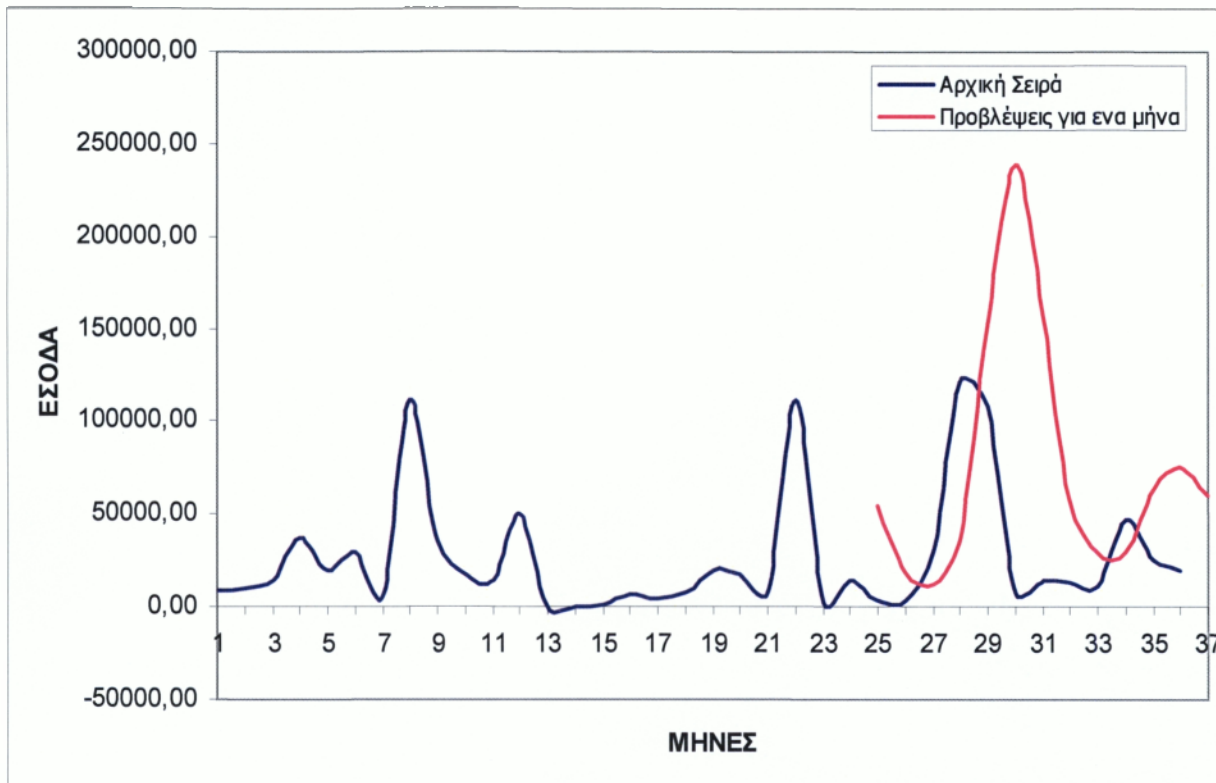
Πρώτα υπολογίσουμε τις αποκλίσεις  $(y_t - \hat{y}_t)$  σε όλες τις παρατηρήσεις μας, έπειτα θα το υψώσουμε στο τετράγωνο τις αποκλίσεις και το άθροισμα των τετράγωνων θα το διαιρέσουμε με το πλήθος των παρατηρήσεων που στην προκειμένη περίπτωση είναι  $n=12$ . Έτσι θα έχουμε υπολογίσει το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE). Τέλος θα πάρουμε την τετραγωνική ρίζα του MSE και έτσι θα υπολογίσουμε τη ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE). Στο παράδειγμα μας λοιπόν το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) θα ισούται με 7.808.290.267,46 και η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) ισούται με 88.364,53.

**Πίνακας 3.8 Οι Προβλέψεις με τη Μέθοδο των Κινητών Μέσων Όρων για ένα μήνα και ο Υπολογισμός του Σφάλματος**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Προβλεπόμενες τιμές για 1 μήνα	Απόκλιση yt-ŷt	Το τετράγωνο της Απόκλισης (yt-ŷt)
1	9.096,33			
2	9.879,52			
3	14.672,74			
4	37.561,78			
5	19.706,04			
6	29.506,48			
7	6.372,72			
8	111.406,75			
9	35.627,18			
10	17.057,36			
11	14.089,95			
12	50.829,26			
13	240,00			
14	404,24			
15	1.602,72			
16	6.840,56			
17	4.232,24			
18	7.562,20			
19	20.074,49			
20	17.976,60			
21	7.814,16			
22	111.469,58			
23	2.819,24			
24	14.216,54			
25	3.177,00	54.192,31	-51.015,31	2.602.561.514,29
26	3.732,00	18.333,29	-14.601,29	213.197.572,32
27	30.506,00	11.647,85	18.858,15	355.629.947,14
28	121.489,35	35.297,00	86.192,35	7.429.121.198,52
29	107.685,85	153.239,35	-45.553,50	2.075.121.362,25
30	7.548,24	239.343,87	-231.795,63	53.729.212.541,79
31	14.032,67	155.730,54	-141.697,87	20.078.286.362,54
32	13.473,00	57.476,19	-44.003,19	1.936.281.023,53
33	11.104,90	30.021,75	-18.916,85	357.847.213,92
34	47.368,54	29.255,46	18.113,08	328.083.787,84
35	24.725,70	62.964,44	-38.238,74	1.462.201.236,79
36	19.832,14	75.795,87	-55.963,73	313.193.9448,60
37		<b>60.347,35</b>	<b>MSE</b>	<b>7.808.290.267,46</b>
			<b>RMSE</b>	<b>88.364,53</b>

Στο διάγραμμα 3.7 φαίνεται η γραφική παράσταση των προβλέψεων του πίνακα 3.8.

### Διάγραμμα 3.7 Απεικόνιση των Προβλέψεων σε σχέση με τη Χρονολογική Σειρά



#### 3.6.2 Μοντέλο Πρόβλεψης Εκθετικής Εξομάλυνσης

Μια άλλη δομή εξομάλυνσης της αρχικής χρονολογικής σειράς η οποία δίνει περισσότερη «βαρύτητα» στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις είναι η εκθετική εξομάλυνση. Η εκθετικά εξομαλυμένη τιμή στο χρονικό διάστημα  $t$  συμβολίζεται  $S_t$  και η διαδικασία της εξομάλυνσης αρχίζει με την αντικατάσταση  $S_1 = Y_1$  στην πρώτη περίοδο. Για την δεύτερη χρονική περίοδο έχουμε:  $S_2 = \alpha y_2 + (1 - \alpha) S_1$  και ούτω καθ' εξής, όπου  $\alpha$  σταθερά. Γενικά, για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα  $t$  εξομαλυμένη αξία  $S$ , βρίσκεται με τον υπολογισμό:

$$S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) S_{t-1} \quad , \quad 0 < \alpha < 1$$

Αυτή η εξίσωση καλείται *βασική εξίσωση της εκθετικής εξομάλυνσης*, και η σταθερά  $\alpha$  καλείται σταθερά της εξομάλυνσης. Η εξομάλυνση με χρήση του κεντρικού κινητού μέσου όρου διαμορφώνει τους μέσους όρους κατά τη διάρκεια των χρονικών διαστημάτων  $M$ , ενώ το  $S_t$  υπολογίζει έναν μέσο όρο από

όλες τις προηγούμενες τιμές  $y_t, y_{t-1}, \dots, y_1$  όπου το  $Y_t$  είναι η αξία στο χρονικό διάστημα  $t$ ,  $y_{t-1}$  είναι η αξία στο χρονικό διάστημα  $(t-1)$ , και  $Y_1$  είναι η αξία από το πρώτο χρονικό διάστημα στο οποίο τα στοιχεία είναι διαθέσιμα. Αυτή η διαδικασία μπορεί να φανεί εάν επεκτείνουμε τη βασική εξίσωση αφού πρώτα αντικαταστήσουμε:  $S_{t-1} = ay_{t-1} + (1-a)S_{t-2}$  στην εξίσωση για το  $a$ , που

$$\text{λαμβάνει τη μορφή} \quad S_t = ay_t + (1-a)ay_{t-1} + (1-a)^2 S_{t-2}$$

Με την αντικατάσταση για  $S_{t-2}$  κατόπιν για  $S_{t-3}$  και ούτω καθ' εξής, έως ότου αντικαθιστάμε  $y_1$  για  $S_1$  μπορούμε να παρουσιάσουμε (λεπτομέρειες που δεν δίνονται εδώ) η εξίσωση μπορεί να γραφτεί επίσης:

$$S_t = a \sum_{i=0}^{t-2} (1-a)^i y_{t-i} + (1-a)^{t-1} y_1$$

Το σημαντικότερο πρόβλημα κατά την εφαρμογή της εκθετικής εξομάλυνσης είναι να βρεθεί η "καλύτερη" σταθερά εξομάλυνσης  $a$  για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Δυστυχώς, δεν υπάρχει ένας απλός τύπος για την εύρεση μιας τέτοιας αξίας του  $a$ . Αντ' αυτού, συνήθως χρησιμοποιείται ένας υπολογιστής στην αναζήτηση μερικών καλών τιμών του  $a$  για να εξεταστεί η εξομαλυμένη σειρά που παράγεται από τις διάφορες τιμές του  $a$ . Γενικά, όσο περισσότερο "θορυβώδης" ή ασταθής είναι μια χρονολογική σειρά τόσο μικρότερη πρέπει να είναι η αξία του  $a$ . Διαφορετικά, ένα μεγάλο  $a$  θα δώσει πάρα πολύ βάρος στην πιο πρόσφατη "θορυβώδη" μέτρηση  $Y_t$ . Ομοίως, όταν η σειρά είναι για σταθερότερη χρησιμοποιούνται οι μεγάλες τιμές του  $a$ .

Ίσως το σημαντικότερο πλεονέκτημα στις τεχνικές της εξομάλυνσης απεικονίζεται με το παλαιό ρητό ότι μια εικόνα αξίζει όσες χίλιες λέξεις. Οι κινητοί μέσοι όροι και οι εκθετικά εξομαλυμένες χρονολογικές σειρές κάνουν μερικές φορές τις τάσεις, τους κύκλους, και τα εποχιακά αποτελέσματα πιο ορατά στο μάτι και συνεπώς οδηγούν σε μια απλή και χρήσιμη περιγραφή της διαδικασίας της χρονολογικής σειράς<sup>13</sup>.

Θα προβλέψουμε τις νέες τιμές στο παράδειγμα μας με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης, χρησιμοποιώντας συντελεστή εξομάλυνσης  $a = 0,2$ .

<sup>13</sup> Mendehall W., Reinmuth J.E., Beaver R.J., *Statistics for Management and Economics*, 7<sup>th</sup> ed., Duxbury Press, 1993, σελ. 689-690.



Οι υπολογισμοί μας παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 3.9 μαζί με τις προβλέψεις. Ο γενικός τύπος που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ο εξής:

$$S_t = 0.2y_t + (1-0.2) S_{t-1}$$

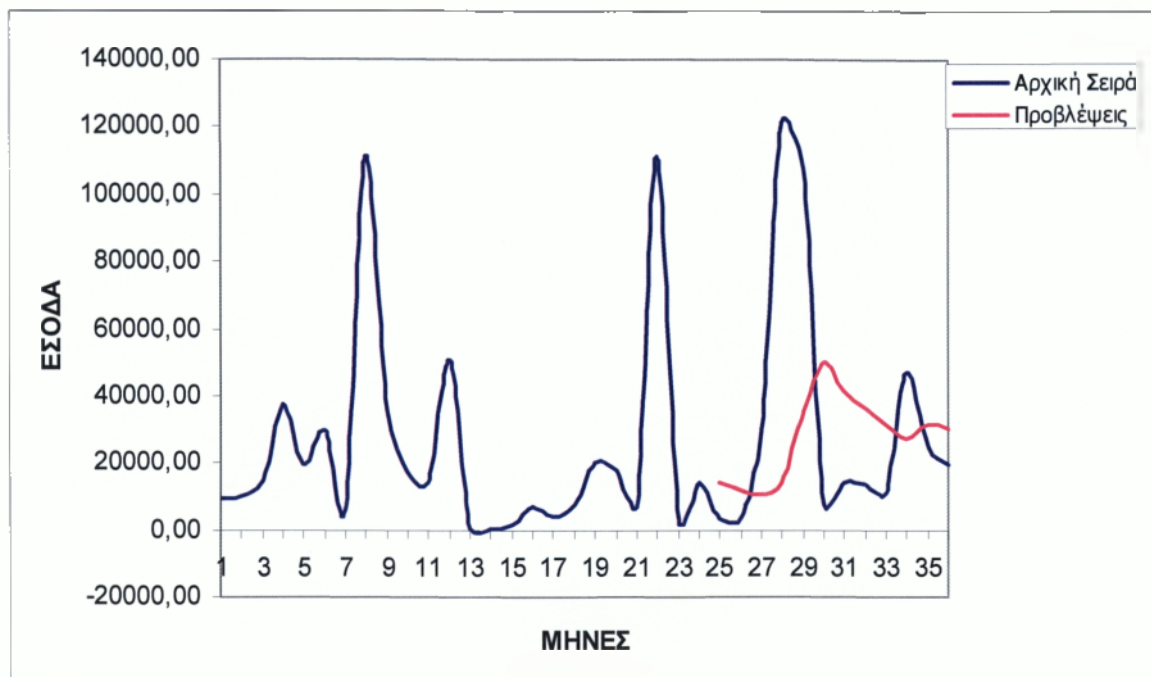
Η πρόβλεψη μας για το ν 25<sup>ο</sup> μήνα ξεκινά από την προηγούμενη περίοδο, οπότε θα έχουμε:  $S_1 = y_{24} = 14.216,54$  η οποία είναι η πρόβλεψη για τον Ιανουάριο του 2006. Για τον επόμενο μήνα θα έχουμε:

$S_2 = 0,2*y_{25} + 0,8*S_1 = (0,2*10.904,68) + (0,8*14.216,54) = 13554,17$ . Κατά τον ίδιο τρόπο υπολογίζουμε και το  $S_3 = 0.2*y_{26} + 0.8*S_2$ . Συνεχίζοντας τον υπολογισμό για όλες τις παρατηρήσεις έχουμε τον πίνακα 3.9 και την γραφική του παράσταση στο διάγραμμα 3.8.

**Πίνακας 3.9 Η Προβλεπόμενη Ζήτηση με τη Μέθοδο της Εκθετικής Εξομάλυνσης και ο Υπολογισμός του Σφάλματος για  $\alpha=0,2$**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές $\hat{Y}_t$	Απόκλιση Yt- $\hat{Y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης (Yt- $\hat{Y}_t$ )
1	9.096,33				
2	9.879,52				
3	14.672,74				
4	37.561,78				
5	19.706,04				
6	29.506,48				
7	6.372,72				
8	111.406,75				
9	35.627,18				
10	17.057,36				
11	14.089,95				
12	50.829,26				
13	240,00				
14	404,24				
15	1.602,72				
16	6840,56				
17	4.232,24				
18	7.562,20				
19	20.074,49				
20	17.976,60				
21	7.814,16				
22	111.469,58				
23	2.819,24				
24	14.216,54	14.216,54			
25	3.177,00	12.008,63	14.216,54	-2.207,91	4.874.857,74
26	3.732,00	10.353,31	12.008,63	-1.655,33	2.740.105,49
27	30.506,00	14.383,84	10.353,31	4.030,54	16.245.243,66
28	121.489,35	35.804,95	14.383,84	21.421,10	458.863.572,51
29	107.685,85	50.181,13	35.804,95	14.376,18	206.674.576,79
30	7.548,24	41.654,55	50.181,13	-8.526,58	72.702.520,34
31	14.032,67	36.130,17	41.654,55	-5.524,38	30.518.728,36
32	13.473,00	31.598,74	36.130,17	-4.531,43	20.533.900,15
33	11.104,90	27.499,97	31.598,74	-4.098,77	16.799.896,94
34	47.368,54	31.473,68	27.499,97	3.973,71	15.790.401,46
35	24.725,70	30.124,09	31.473,68	-1.349,60	1.821.411,93
36	19.832,14	28.065,70	30.124,09	-2.058,39	4.236.967,58
			<b>28.065,70</b>	<b>MSE</b>	<b>70.983.515,25</b>
				<b>RMSE</b>	<b>8.425,17</b>

### Διάγραμμα 3.8 Σύγκριση Προβλεπόμενης Χρονολογικής Σειράς με την Πραγματική Σειρά



Το σφάλμα της πρόβλεψης υπολογίζεται με τον τρόπο που είδαμε στον Πίνακα 3.8. Στο παράδειγμα μας λοιπόν το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) θα ισούται με 70.983.515,25 και η ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) ισούται με 8.425,17.

Το μειονέκτημα για τη χρησιμοποίηση της πρόβλεψης με εκθετική εξομάλυνση είναι ότι η πρόβλεψη είναι ακριβής μόνο για την επόμενη χρονική διάρκεια, δηλαδή εδώ μπορεί να προβλέψει μόνο τον επόμενο μήνα. Αν προσπαθήσουμε να προβλέψουμε τους επόμενους δύο ή και τρεις μήνες τότε η μέθοδος γίνεται όλο και περισσότερο ανακριβής. Δίνουμε τέλος τις προβλέψεις ζήτησης για  $\alpha=0.3$ ,  $\alpha=0.4$ ,  $\alpha=0.5$ ,  $\alpha=0.7$  στους πίνακες 3.9 α έως 3.9 δ.

**Πίνακας 3.9.α Η Προβλεπόμενη Ζήτηση με τη Μέθοδο της Εκθετικής Εξομάλυνσης και ο Υπολογισμός του Σφάλματος για  $\alpha=0,3$**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές $\hat{Y}_t$	Απόκλιση Yt- $\hat{Y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης (Yt- $\hat{Y}_t$ )
1	9.096,33				
2	9.879,52				
3	14.672,74				
4	37.561,78				
5	19.706,04				
6	29.506,48				
7	6.372,72				
8	111.406,75				
9	35.627,18				
10	17.057,36				
11	14.089,95				
12	50.829,26				
13	240,00				
14	404,24				
15	1.602,72				
16	6.840,56				
17	4.232,24				
18	7.562,20				
19	20.074,49				
20	17.976,60				
21	7.814,16				
22	111.469,58				
23	2.819,24				
24	14.216,54	14.216,54			
25	3.177,00	10.904,68	14.216,54	-3.311,86	10.968.429,91
26	3.732,00	8.752,87	10.904,68	-2.151,80	4.630.257,87
27	30.506,00	15.278,81	8.752,87	6.525,94	42.587.861,82
28	121.489,35	47.141,97	15.278,81	31.863,16	1.015.261.050,20
29	107.685,85	65.305,14	47.141,97	18.163,16	329.900.487,76
30	7.548,24	47.978,07	65.305,14	-17.327,07	300.227.318,27
31	14.032,67	37.794,45	47.978,07	-10.183,62	103.706.101,28
32	13.473,00	30.498,01	37.794,45	-7.296,43	53.237.956,18
33	110104,90	24.680,08	30.498,01	-5.817,93	33.848.357,64
34	470368,54	31.486,62	24.680,08	6.806,54	46.328.960,95
35	240725,70	29.458,34	31.486,62	-2.028,28	4.113.900,81
36	19.832,14	26.570,48	29.458,34	-2.887,86	8.339.739,59
			<b>26.570,48</b>	<b>MSE</b>	<b>162.762.535,19</b>
				<b>RMSE</b>	<b>12.757,84</b>

**Πίνακας 3.9.β Η Προβλεπόμενη Ζήτηση με τη Μέθοδο της Εκθετικής Εξομάλυνσης και ο Υπολογισμός του Σφάλματος για  $\alpha=0,4$**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές $\hat{Y}_t$	Απόκλιση Yt- $\hat{Y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης (Yt- $\hat{Y}_t$ )
1	9.096,33				
2	9.879,52				
3	14.672,74				
4	37561,78				
5	19.706,04				
6	29.506,48				
7	6.372,72				
8	11.1406,80				
9	35.627,18				
10	17.057,36				
11	14.089,95				
12	50.829,26				
13	240,00				
14	404,24				
15	1.602,72				
16	6.840,56				
17	4.232,24				
18	7562,20				
19	20.074,49				
20	17.976,60				
21	7.814,16				
22	111.469,60				
23	2.819,24				
24	14.216,54	14.216,54			
25	3.177,00	9.800,72	14.216,54	-4.415,82	19.499.430,95
26	3.732,00	7.373,23	9.800,72	-2.427,49	5.892.705,76
27	30.506,00	16.626,34	7.373,23	9.253,11	85.619.975,09
28	121.489,40	58.571,54	16.626,34	41.945,20	175.940.0117,13
29	107.685,90	78.217,27	58.571,54	19.645,72	385.954.402,58
30	7.548,24	49.949,66	78.217,27	-28.267,61	799.057.811,98
31	14.032,67	35.582,86	49.949,66	-14.366,79	206.404.781,08
32	13.473,00	26.738,92	35.582,86	-8.843,94	78.215.356,70
33	11.104,90	20.485,31	26.738,92	-6.253,61	39.107.597,77
34	47.368,54	31.238,60	20.485,31	10.753,29	115.633.287,36
35	24.725,70	28.633,44	31.238,60	-2.605,16	6.786.863,01
36	19.832,14	25.112,92	28.633,44	-3.520,52	12.394.064,62
			<b>25.112,92</b>	<b>MSE</b>	<b>292.830.532,84</b>
				<b>RMSE</b>	<b>17.112,29</b>

**Πίνακας 3.9.γ Η Προβλεπόμενη Ζήτηση με τη Μέθοδο της Εκθετικής Εξομάλυνσης και ο Υπολογισμός του Σφάλματος για  $\alpha=0,5$**

Χρόνος $t$	Παρατηρήσεις $Y_t$	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές $\hat{Y}_t$	Απόκλιση $Y_t - \hat{Y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης ( $Y_t - \hat{Y}_t$ )
1	9.096,33				
2	9.879,52				
3	14.672,74				
4	37.561,78				
5	19.706,04				
6	29.506,48				
7	6.372,72				
8	111.406,8				
9	35.627,18				
10	17.057,36				
11	14.089,95				
12	50.829,26				
13	240,00				
14	404,24				
15	1.602,72				
16	6.840,56				
17	4.232,24				
18	7.562,20				
19	20.074,49				
20	17.976,60				
21	7.814,16				
22	111.469,60				
23	2.819,24				
24	14.216,54	14.216,54			
25	3.177,00	8.696,77	14.216,54	-5.519,77	30.467.860,85
26	3.732,00	6.214,39	8.696,77	-2.482,39	6.162.235,29
27	30.506,00	18.360,19	6.214,39	12.145,81	147.520.639,83
28	121.489,40	69.924,77	18.360,19	51.564,58	2.658.905.781,66
29	107.685,90	88.805,31	69.924,77	18.880,54	356.474.767,09
30	7.548,24	48.176,78	88.805,31	-40.628,54	1.650.677.881,64
31	14.032,67	31.104,72	48.176,78	-17.072,05	291.454.981,90
32	13.473,00	22.288,86	31.104,72	-8.815,86	77.719.410,96
33	11.104,90	16.696,88	22.288,86	-5.591,98	31.270.247,75
34	47.368,54	32.032,71	16.696,88	15.335,83	235.187.671,60
35	24.725,70	28.379,21	32.032,71	-3.653,51	13.348.100,00
36	19.832,14	24.105,67	28.379,21	-4.273,53	18.263.080,74
			<b>24.105,67</b>	<b>MSE</b>	<b>459.787.721,61</b>
				<b>RMSE</b>	<b>21.442,66</b>



**Πίνακας 3.9.δ Η Προβλεπόμενη Ζήτηση με τη Μέθοδο της Εκθετικής Εξομάλυνσης και ο Υπολογισμός του Σφάλματος για  $\alpha=0,7$**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές Ŷt	Απόκλιση Yt-Ŷt	Το τετράγωνο της Απόκλισης (Yt-Ŷt)
1	9.096,33				
2	9.879,52				
3	14.672,74				
4	37.561,78				
5	19.706,04				
6	29.506,48				
7	6.372,72				
8	111.406,80				
9	35.627,18				
10	17.057,36				
11	14.089,95				
12	50.829,26				
13	240,00				
14	404,24				
15	1.602,72				
16	6.840,56				
17	4.232,24				
18	7562,20				
19	20.074,49				
20	17.976,60				
21	7.814,16				
22	111.469,60				
23	2.819,24				
24	14.216,54	14.216,54			
25	3.177,00	6.488,86	14.216,54	-7.727,68	59.717.007,27
26	3.732,00	4.559,06	6.488,86	-1.929,80	3.724.141,16
27	30.506,00	22.721,92	4.559,06	18.162,86	329.889.446,33
28	121.489,40	91.859,12	22.721,92	69.137,20	4.779.952.796,35
29	107.685,90	102.937,83	91.859,12	11.078,71	122.737.833,17
30	7.548,24	36.165,12	102.937,83	-66.772,71	4.458.595.302,55
31	14.032,67	20.672,40	36.165,12	-15.492,71	240.024.160,04
32	13.473,00	15.632,82	20.672,40	-5.039,58	25.397.396,19
33	11.104,90	12.463,28	15.632,82	-3.169,54	10.046.014,76
34	47.368,54	36.896,96	12.463,28	24.433,68	597.004.939,98
35	24.725,70	28.377,08	36.896,96	-8.519,88	72.588.400,19
36	19.832,14	22.395,62	28.377,08	-5.981,46	35.777.825,35
			<b>22.395,62</b>	<b>MSE</b>	<b>894.621.271,95</b>
				<b>RMSE</b>	<b>29.910,22</b>

### 3.6.3 Μοντέλο Πρόβλεψης με τη Χρήση Γραμμικής Παλινδρόμησης

Τα μοντέλα παλινδρόμησης μπορούν να είναι πολύ χρήσιμα στην πρόβλεψη. Μερικές φορές η ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης χρησιμοποιείται για να αναπτύξει ένα μοντέλο της μακροπρόθεσμης γραμμικής τάσης. Παραδείγματος χάριν, εξετάζουμε τα στοιχεία του Πίνακα 1, τα οποία αντιπροσωπεύουν τα έσοδα της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης-Αποχέτευσης για τα έτη 2004 έως 2006. Η γραμμή τάσης των ελαχίστων τετραγώνων για αυτά τα στοιχεία είναι:

$$Y_t = 20.371,80 - 333,86t$$

Μια πρόβλεψη για τα έσοδα της επιχείρησης μπορεί να ληφθεί με την επέκταση της γραμμής τάσης. Η πρόβλεψη για τον Ιανουάριο του 2006 επιτυγχάνεται με την αντικατάσταση  $t = 25$  στην εξίσωση η οποία γίνεται:

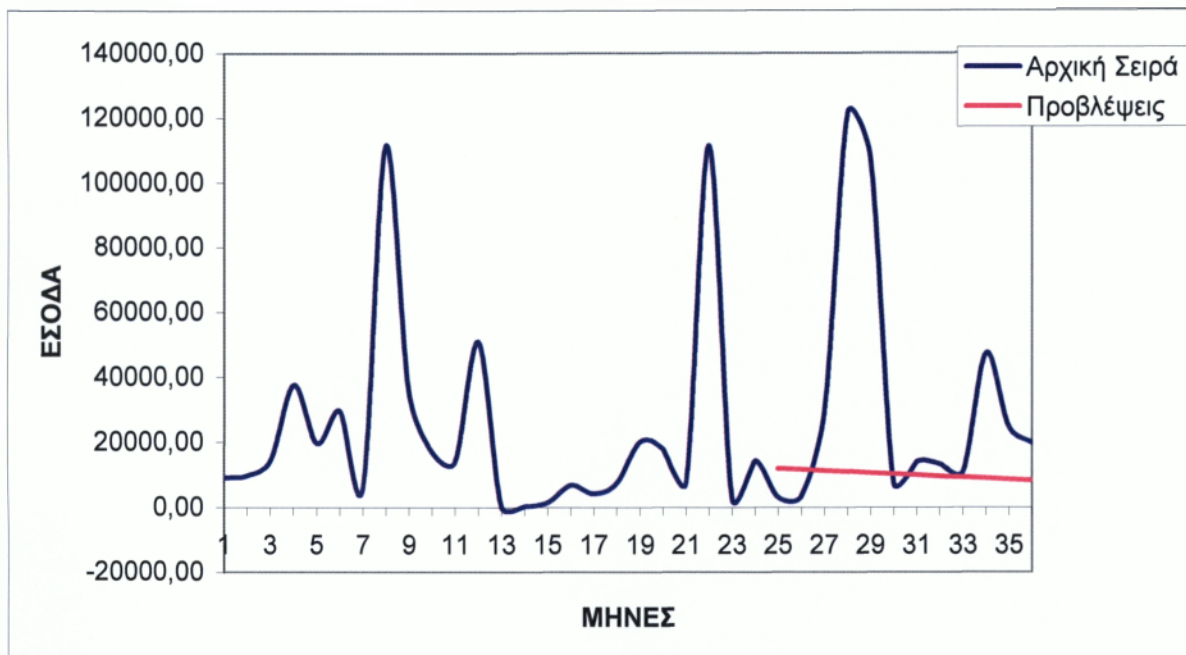
$$y_{25} = 20.371,80 - 333,86 \cdot (25) = 12.025,30$$

Με τον ίδιο τρόπο θα υπολογίσουμε τις προβλέψεις μέχρι για  $t=36$  και θα έχουμε τον πίνακα 3.10 ο οποίος εμφανίζει τις προβλέψεις της γραμμικής παλινδρόμησης. Στο διάγραμμα 3.9 φαίνεται η γραφική παράσταση των δεδομένων του Πίνακα 3.10.

**Πίνακας 3.10 Προβλέψεις με τη Γραμμική Παλινδρόμηση**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Προβλεπόμενες Τιμές Yt	Απόκλιση yt-ŷt	Το τετράγωνο της Απόκλισης (yt-ŷt) <sup>2</sup>
1	9.096,33			
2	9.879,52			
3	14.672,74			
4	37.561,78			
5	19.706,04			
6	29.506,48			
7	6.372,72			
8	111.406,75			
9	35.627,18			
10	17.057,36			
11	14.089,95			
12	50.829,26			
13	240,00			
14	404,24			
15	1.602,72			
16	6.840,56			
17	4.232,24			
18	7.562,20			
19	20.074,49			
20	17.976,60			
21	7.814,16			
22	111.469,58			
23	2.819,24			
24	14.216,54			
25	3.177,00	12.025,30	-8.848,30	78.292.412,89
26	3.732,00	11.691,44	-7.959,44	63.352.685,11
27	30.506,00	11.357,58	19.148,42	366.661.988,50
28	121.489,35	11.023,72	110.465,63	12.202.655.411,30
29	107.685,85	10.689,86	96.995,99	9.408.222.076,08
30	7.548,24	10.356,00	-2.807,76	7.883.516,22
31	14.032,67	10.022,14	4.010,53	16.084.350,88
32	13.473,00	9.688,28	3.784,72	14.324.105,48
33	11.104,90	9.354,42	1.750,48	3.064.180,23
34	47.368,54	9.020,56	38.347,98	1.470.567.570,08
35	24.725,70	8.686,70	16.039,00	257.249.521,00
36	19.832,14	8.352,84	11.479,30	131.774.328,49
			<b>MSE</b>	<b>2.001.677.678,85</b>
			<b>RMSE</b>	<b>44.740,11</b>

### Διάγραμμα 3.9 Σύγκριση Προβλεπόμενης Χρονολογικής Σειράς με την Πραγματική Χρονολογική Σειρά



Το σφάλμα της πρόβλεψης υπολογίζεται κατά τα γνωστά. Στο παράδειγμα μας λοιπόν το τετράγωνο σφάλμα (MSE) θα ισούται με 2.001.677.678,83 και η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) ισούται με 44.740,11. Αρκετές φορές προηγούμενα έχουμε δηλώσει ότι οι προβλέψεις είναι τέχνη και όχι επιστήμη. Τελειώνοντας το κεφάλαιο ας παραθέσουμε μερικούς παράγοντες που μας κάνουν να το ισχυριζόμαστε αυτό:

1) Σε κάθε περίπτωση πρόβλεψης το να διαλέξουμε πιο μαθηματικό μοντέλο θα χρησιμοποιήσουμε οφείλεται στη δική μας κρίση καθώς και η ποσότητα πληροφοριών που θα χρησιμοποιήσουμε (παρατηρήσεις). Συχνά χρησιμοποιώντας διαφορετικά δείγματα θα οδηγηθούμε σε διαφορετικά μοντέλα πρόβλεψης και τελικά θα πρέπει να διαλέξουμε πόσα στοιχεία θα χρησιμοποιήσουμε για την πρόβλεψη.

2) Σε πολλά μοντέλα πρόβλεψης δεν υπάρχει τρόπος που να καθορίζει αν το μοντέλο που έχουμε χρησιμοποιήσει είναι το βέλτιστο. Πολλές φορές ο καθορισμός αυτού του μοντέλου εμπεριέχει σφάλμα και λίγο τύχη.

3) Αν τα μοντέλα που χρησιμοποιούμε είναι μοντέλα παλινδρόμησης, εμείς υποθέτουμε ότι δεν παραβιάζονται οι υποθέσεις της απλής παλινδρόμησης ή σύνθετης αλλά στα δεδομένα που παίρνουμε απ' την πραγματική ζωή κατά κανόνα υπάρχει παραβίαση αυτών των υποθέσεων. Ειδικότερα, κανένας δε μας εγγυάται ότι η (στατιστική) διακύμανση των παρατηρήσεων σε δεδομένα από χρονολογικές σειρές θα είναι κανονική. Τέλος, ένα μοντέλο παλινδρόμησης είναι έγκυρο μόνο σε ένα εύρος τιμών που περιέχονται στα δεδομένα που δόθηκαν, ενώ οι χρονολογικές σειρές και οι προβλέψεις επεκτείνονται πέραν της περιοχής αυτής.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Business Statistics, A Decision – making Approach, D.F. Groebner, P.W. Shannon Merrill Publishing Company, 3rd edition Columbus, Ohio.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

#### 4.1 Υπολογισμοί των Χρονολογικών Σειρών μέσω του Προγράμματος Excel

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δώσουμε τους τύπους και τις συναρτήσεις του Excel με βάση τους οποίους έγιναν οι υπολογισμοί του τρίτου κεφαλαίου. Αν και οι περισσότερες μέθοδοι και υπολογισμοί υπάρχουν σε ειδικά υποπρογράμματα του Excel η χρησιμοποίηση αυτών μπορεί να είναι δύσκολη για κάποιον που δεν έχει τις απαραίτητες εξειδικευμένες γνώσεις. Για αυτό το λόγο σε όλα τα παραδείγματα που θα δώσουμε παρακάτω οι υπολογισμοί θα γίνονται με την χρησιμοποίηση των τύπων και των συναρτήσεων του Excel.

Χρησιμοποιούμε το παράδειγμα του Πίνακα 4.1, οπότε οι παρατηρήσεις έχουν την εξής εικόνα στο Excel:

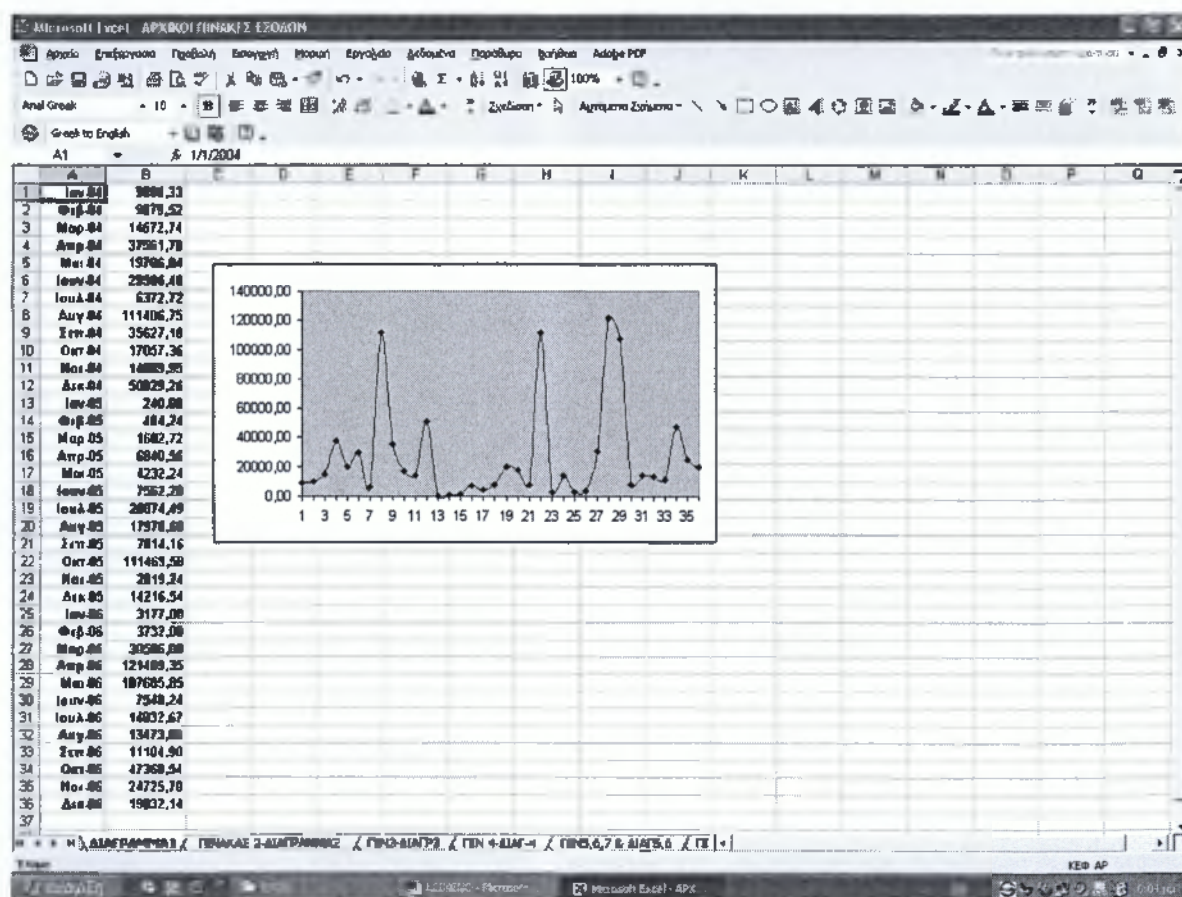
**Πίνακας 4.1 Απεικόνιση των Παρατηρήσεων στο Excel**

	2004	2005	2006	ΣΥΝΟΛΑ	
1					
2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	9086,33	240,00	3177,00	12513,33
3	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	9879,52	404,24	3732,00	14015,76
4	ΜΑΡΤΙΟΣ	14672,74	1602,72	30506,00	46781,46
5	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	37561,78	6840,56	121489,35	165891,69
6	ΜΑΪΟΣ	19786,84	4232,24	107685,85	131624,13
7	ΙΟΥΝΙΟΣ	29506,48	7562,20	7548,24	44616,92
8	ΙΟΥΛΙΟΣ	6372,72	20074,49	14032,67	40479,88
9	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	111406,75	17976,60	13473,00	142856,35
10	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	35627,18	7814,16	11104,90	54546,24
11	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	17857,36	111469,58	47368,54	175895,48
12	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	14889,95	2619,24	24725,70	41634,89
13	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	50829,26	14216,54	19632,11	84677,91
14					
15	ΣΥΝΟΛΑ	355806,11	193252,57	404675,36	
16	Μηνιαίος Μέσος	29650,51	16271,05	33722,95	
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					



Στην περιοχή B1:D13 του φύλλου έχουν καταχωρηθεί τα δεδομένα. Στη γραμμή 15 έχουν υπολογιστεί τα αθροίσματα των παρατηρήσεων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους. Ο πιο απλός είναι να επιλέξουμε το κελί B15 πατώντας μετά το κουμπί της αυτόματης άθροισης. Σύροντας τον κέρσορα στην περιοχή B15 : D15 αυτόματα υπολογίζονται τα αθροίσματα. Για να παρουσιάσουμε τα στοιχεία μας σε διάγραμμα αφού τα γράψουμε σε μια στήλη B1:B36 επιλέγουμε την περιοχή αυτή και στην συνέχεια πάμε στον *Οδηγό Γραφημάτων* και μετά συμπληρώνουμε το παράθυρο του διαλόγου που θα μας ανοίξει.

**Πίνακας 4.2 Απεικόνιση της Γραφικής Παράστασης στο Excel**

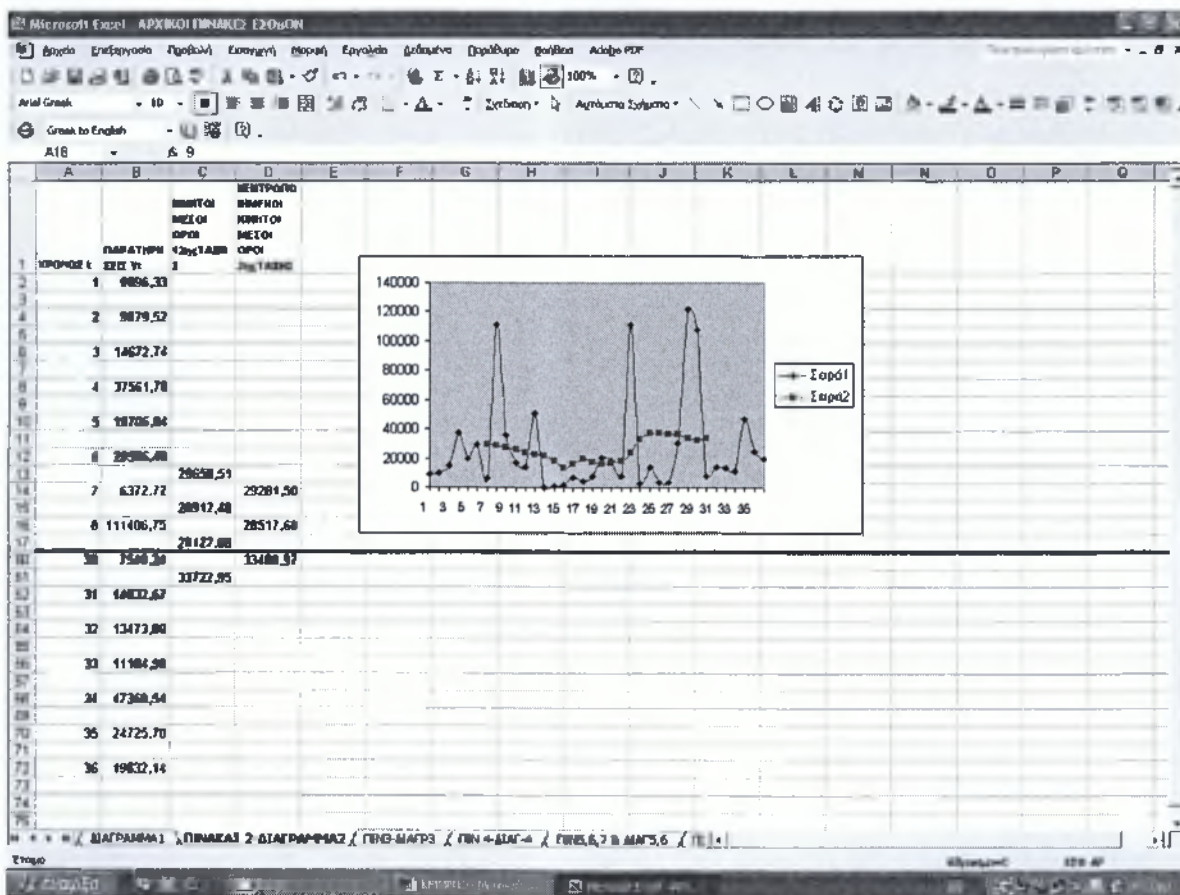


## 4.2 Υπολογισμός των Κινητών Μέσων Όρων

Στην περιοχή A2:B72 του φύλλου του Πίνακα 4.3 έχουν καταχωρηθεί τα δεδομένα. Στη στήλη C υπολογίζουμε τους κινητούς μέσους όρους, οι οποίοι

μπορούν να υπολογιστούν με διάφορους τρόπους 1) με τη συνάρτηση MOVEAVR όπου παρέχονται αμέσως οι κινητοί μέσοι. Η συνάρτηση αυτή μπορεί να κληθεί από την επιλογή *Ανάλυση δεδομένων* του μενού *Εργαλεία*, με την ενεργοποίηση της λειτουργίας *Κυλιόμενοι Μέσοι*<sup>15</sup>. Κάνοντας κλικ σε σχετικό κουμπί η MOVEAVR εκτελεί και τη γραφική απεικόνιση των παρατηρήσεων και των κινητών μέσων, 2) ηγαίνοντας στο κελί C13 εισάγουμε τη συνάρτηση αθροίσματος και επιλέγουμε την περιοχή από B2:B24 και το αποτέλεσμα που θα βρούμε το διαιρούμε δια 12. Στην συνέχεια πάμε στο κελί C15 εισάγουμε συνάρτηση αθροίσματος και επιλέγουμε την περιοχή B4:B26 και το αποτέλεσμα που θα βρούμε το διαιρούμε δια 12 κ.ο.κ 3) με τη συνάρτηση AVERAGE η οποία δίνει το μέσο όρο από μια περιοχή έως μια άλλη.

### Πίνακας 4.3 Απεικόνιση και Υπολογισμός των Κινητών Μέσων Όρων στο Excel



<sup>15</sup> Παπαδήμας Ο., Κοιλίας Χ., *Εφαρμοσμένη Στατιστική*, 4<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα 2002, σελ. 383.

### 4.3 Υπολογισμός Γραμμικής Παλινδρόμησης

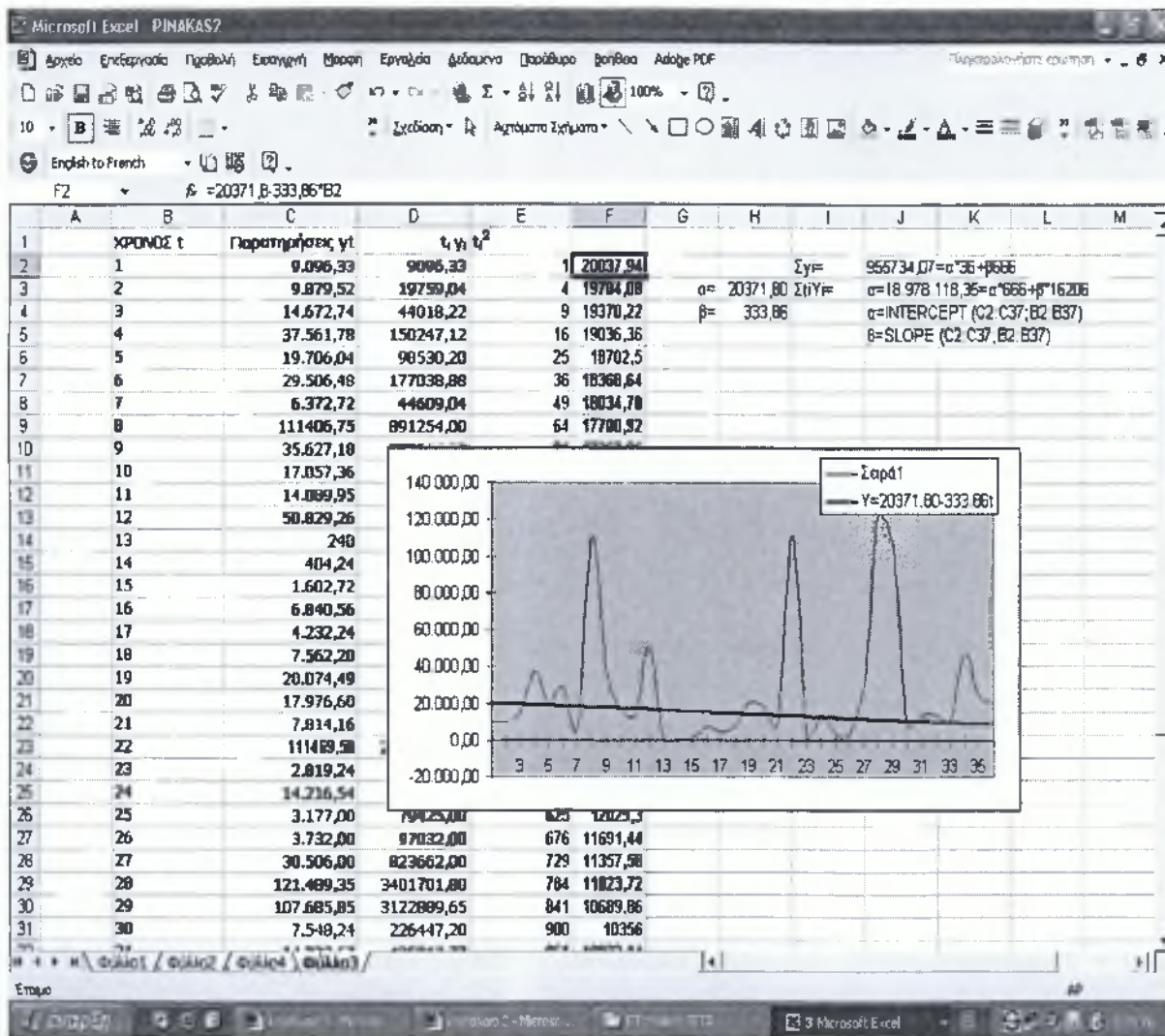
Τα δεδομένα του παραδείγματος μας βρίσκονται στην περιοχή από B2:C37 του πίνακα 4.4, ενώ στο B38 έως E38 έχουμε υπολογίσει τα αθροίσματα που θα μας χρειαστούν. Η άθροιση τους έχει γίνει με τη βοήθεια της αυτόματης άθροισης. Για την στήλη D έχουμε πολλαπλασιάσει τη στήλη B και C, πιο συγκεκριμένα στο κελί D2 έχουμε εισάγει την εξής σχέση: = B2\*C2 και μετά τη συμπληρώνουμε αυτόματα μέχρι το τέλος των παρατηρήσεων. Η στήλη E έχει υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας την στήλη με τον εαυτό της για να μπορέσουμε να πάρουμε το τετράγωνο της, έτσι λοιπόν στο κελί E2 εισάγουμε την σχέση = B2\*B2 και συμπληρώνουμε αυτόματα. Αφού έχουμε υπολογίσει όλα τα παραπάνω μπορούμε να προχωρήσουμε και να τα αντικαταστήσουμε στην εξίσωση της Γραμμικής Παλινδρόμησης και να βρούμε τους συντελεστές  $\alpha$  και  $\beta$ .

Οι συντελεστές  $\alpha$  και  $\beta$  υπολογίζονται και από συναρτήσεις του προγράμματος EXCEL. Στο κελί H3 έχουμε βάλει την συνάρτηση = INTERCEPT(C2:C25;B2:B25) και μας υπολογίζει αυτόματα το συντελεστή  $\alpha$ . Για να υπολογίσουμε το συντελεστή  $\beta$  στο κελί H4 έχουμε την εξής συνάρτηση = SLOPE(C2:C25;B2:B25)<sup>16</sup>. Αφού έχουμε βρει και τους δύο συντελεστές της ευθείας αντικαθιστούμε τα νούμερα στην ευθεία και παίρνουμε την τελική ευθεία παλινδρόμησης. Το διάγραμμα του σχήματος έχει δημιουργηθεί με τη βοήθεια του *Οδηγού Γραφημάτων*. Για να φανεί στο διάγραμμα η γραμμή της παλινδρόμησης κάνουμε αριστερό κλικ στη χρονολογική σειρά και εκεί επιλέγουμε τη *Γραμμή Τάσης* όποτε εμφανίζεται αυτόματα. Για να εμφανίσουμε πάνω στο διάγραμμα την εξίσωση της ευθείας κάνουμε πάλι αριστερό κλικ πάνω στην ευθεία παλινδρόμησης οπότε εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου όπου πατάμε *Μορφοποίηση Γραμμής Τάσης*. Πηγαίνουμε στις επιλογές όπου και μαρκάρουμε το σημείο που αναγράφει για την εμφάνιση της εξίσωσης στο γράφημα.

<sup>16</sup> Παπαδήμας Ο., Κοιλίας Χ., *Εφαρμοσμένη Στατιστική*, 4<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα 2002, σελ. 288



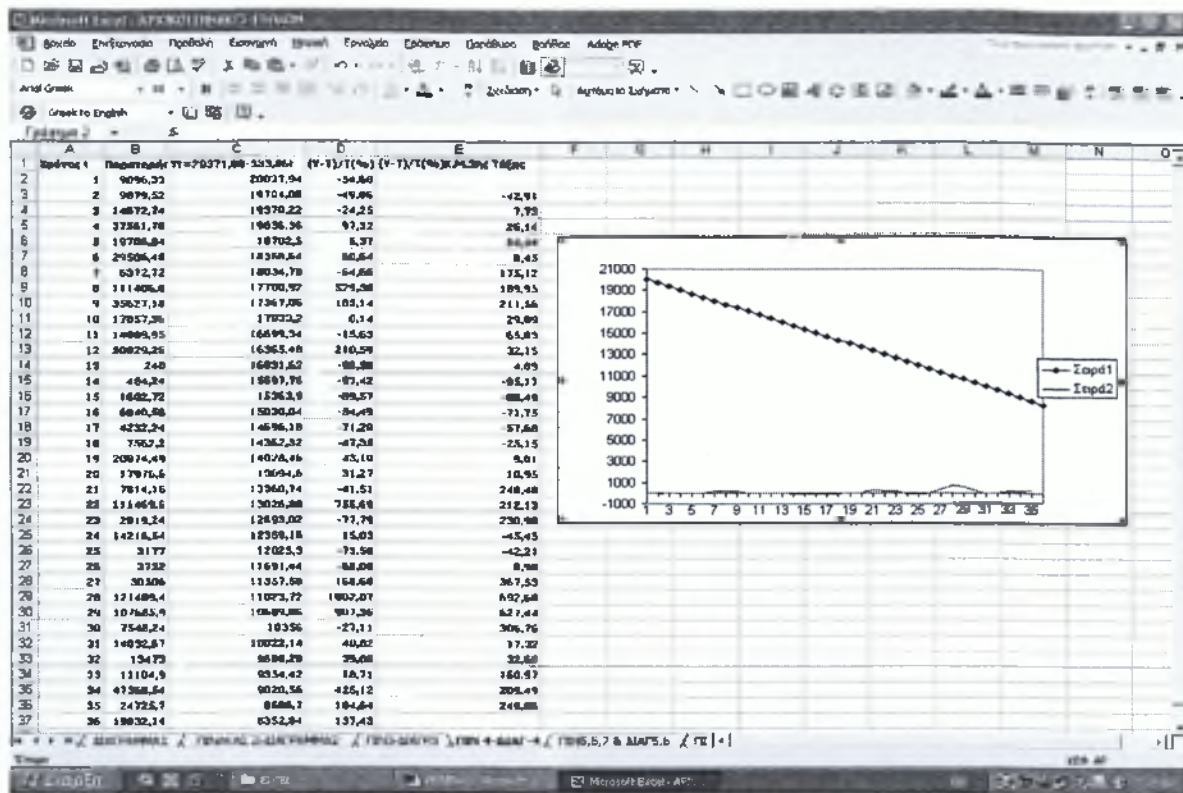
## Πίνακας 4.4 Υπολογισμός των Συντελεστών της Γραμμικής Παλινδρόμησης και δημιουργία της Γραφικής Παράστασης



## 4.4 Υπολογισμός της Κυκλικής Συνιστώσας

Η τελική μορφή που θα έχει ο υπολογισμός της κυκλικής συνιστώσας από το EXCEL είναι αυτή που φαίνεται στον πίνακα 4.5:

## Πίνακας 4.5 Υπολογισμός της Κυκλικής Συνιστώσας και της Γραφικής Παράστασης της

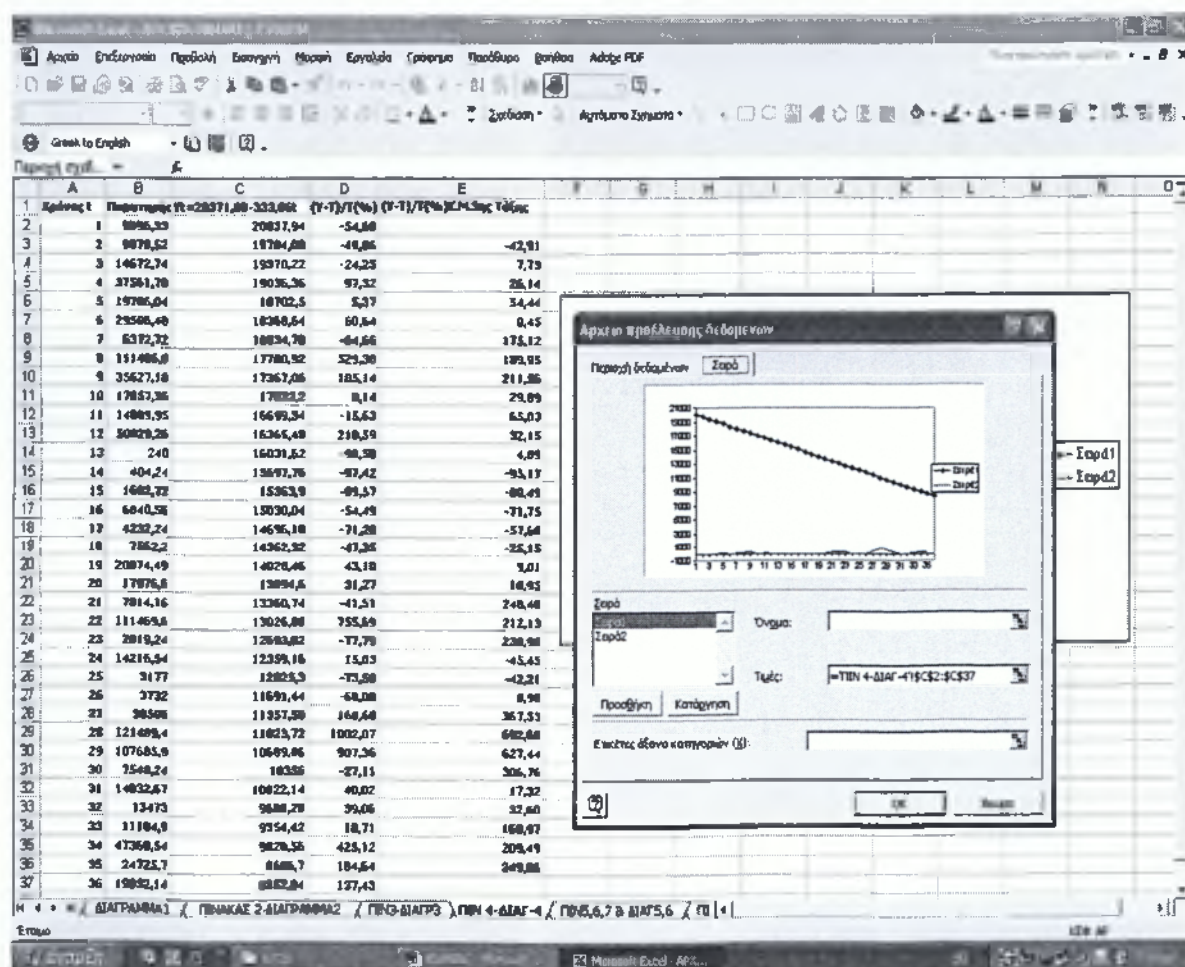


Για να υπολογιστεί η κυκλική συνιστώσα χρειάζεται να υπολογίσουμε την ευθεία παλινδρόμησης, η οποία έχει υπολογιστεί προηγούμενα άρα αυτό που μένει να κάνουμε είναι να πάμε στη στήλη C και στο κελί C2 να εισάγουμε την σχέση  $= 20371,80-(333,86*B2)$  και με την αυτόματη συμπλήρωση να συμπληρώσουμε μέχρι κάτω. Στο δεύτερο στάδιο θα υπολογίσουμε την ποσοστιαία απόκλιση από την Τάση. Στη στήλη D, στο κελί D2 εισάγουμε την εξής σχέση  $=((B2-C2)/C2)*100$  και με αυτόματη συμπλήρωση υπολογίζουμε μέχρι το τέλος. Το τρίτο και τελευταίο βήμα που χρειάζεται για να υπολογίσουμε την κυκλική συνιστώσα είναι να αφαιρέσουμε την τυχαία συνιστώσα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί προσαρμόζοντας στις ποσοστιαίες αποκλίσεις έναν κινητό μέσο τριών όρων όπως φαίνεται στη στήλη E. Για να υπολογιστεί ο κινητός μέσος τριών όρων στο κελί E3 θα εισάγουμε τη σχέση  $= (D2+D3+D4)/3^{17}$ .

<sup>17</sup> Χαλικιάς Ι. Γ., *Μέθοδοι Ανάλυσης για Επιχειρηματικές Αποφάσεις*, Εκδόσεις Rosili , 2<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα 2002, σελ.374.

Το διάγραμμα του σχήματος έχει δημιουργηθεί με τη βοήθεια του *Οδηγού Γραφημάτων*. Στο παράθυρο διαλόγου που θα μας ανοίξει επιλέγουμε *Διασπορά ΧΥ* και πατάμε *Επόμενο* αφού πρώτα έχουμε επιλέξει τα δεδομένα μας που είναι η στήλη Β. Αυτόματα εμφανίζεται η μπλε γραμμή στο γράφημα που είναι η χρονολογική σειρά. Αφού θέλουμε να εμφανίσουμε και τη δεύτερη γραμμή η οποία είναι η κυκλική συνιστώσα όταν είμαστε στον οδηγό και στο Βήμα 2 επιλέγουμε *Σειρά*, όπως δείχνει ο πίνακας 4.6. Μετά επιλέγουμε *Προσθήκη* και εισάγουμε και τη δεύτερη γραμμή. Κατόπιν ακολουθούμε ακριβώς τα βήματα του *Οδηγού Γραφήματος* και εμφανίζεται το γράφημα στη τελική μορφή που έχει στον πίνακα 4.6.

**Πίνακας 4.6 Τα βήματα που ακολουθούμε για την εμφάνιση της γραφικής παράστασης στο Excel**





## 4.5 Υπολογισμός της Εποχικότητας

Σ' αυτή την υποενότητα θα εξηγήσουμε αναλυτικά όλη τη διαδικασία που χρειάζεται για να υπολογιστεί από το EXCEL η εποχική συνιστώσα. Στον πίνακα 4.7 και στην περιοχή A1:D13 έχουν εισαχθεί τα δεδομένα, έχουμε συμπληρώσει τον πίνακα αυτό με τη γραμμή 15, η οποία περιέχει τα αθροίσματα των παρατηρήσεων κατά στήλη και τη γραμμή 16 που περιέχει τους μηνιαίους μέσους (ο υπολογισμός τους είναι γνωστός από την υποενότητα 3.4 του τρίτου κεφαλαίου).

**Πίνακας 4.7 Τα πρώτα βήματα υπολογισμού της Εποχικότητας.**

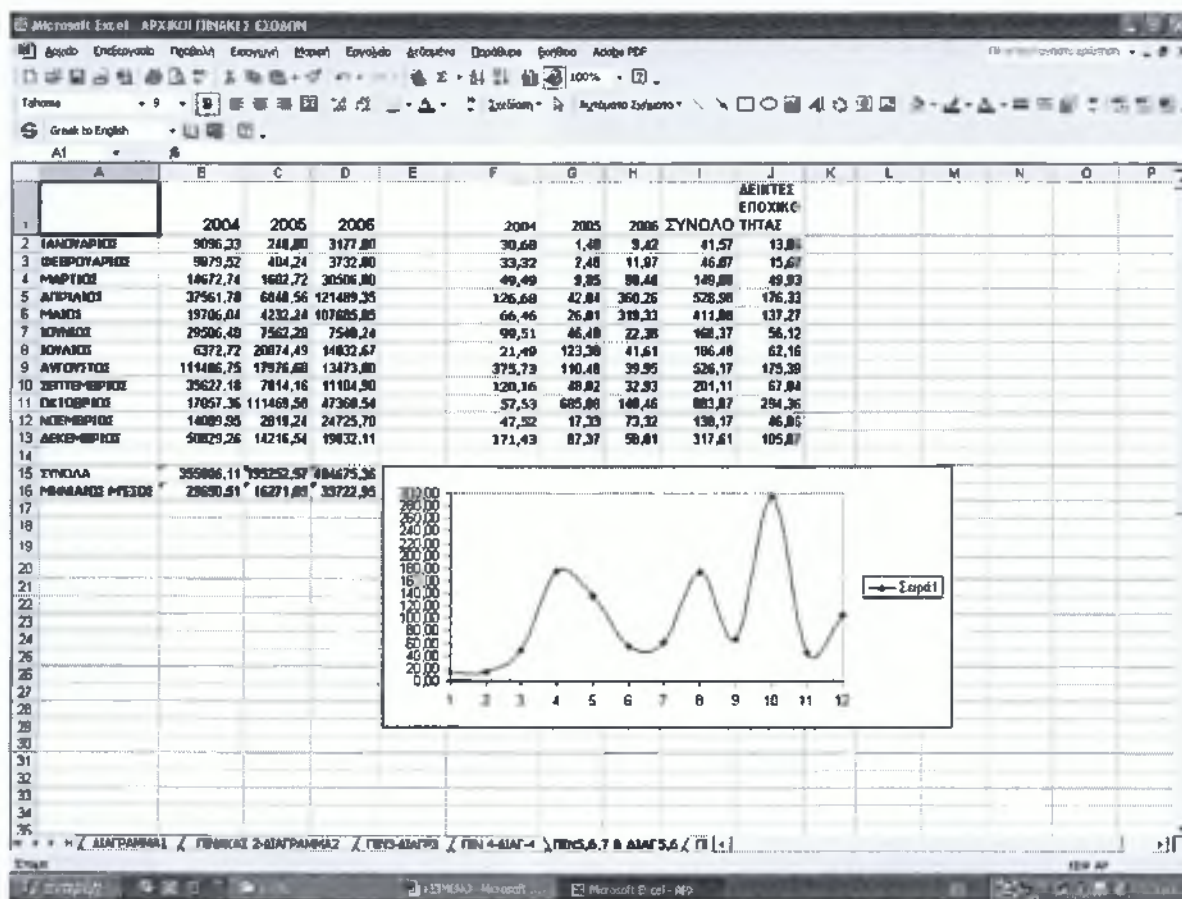
The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		2804	2805	2806	ΣΥΝΟΛΑ								
2	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	9096,33	248,80	3177,00	12512,33								
3	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	9879,52	404,24	3732,80	14015,76								
4	ΜΑΡΤΙΟΣ	14672,74	1602,72	3058,00	46781,46								
5	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	37561,78	6848,56	12188,35	165891,60								
6	ΜΑΙΟΣ	19706,04	4232,24	10768,85	131624,13								
7	ΙΟΥΝΙΟΣ	29506,48	7562,20	7548,24	44616,92								
8	ΙΟΥΛΙΟΣ	6372,72	20074,49	14832,67	40470,88								
9	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	11148,75	17976,68	13473,88	142856,35								
10	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	35627,18	7814,16	11104,98	54546,24								
11	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	17057,36	111469,98	47368,54	175893,48								
12	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	14089,95	2819,24	24725,78	41634,89								
13	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	50829,26	14216,54	19832,11	84877,81								
14													
15	ΣΥΝΟΛΑ	255806,11	1195252,57	1004675,36									
16	ΜΗΝΙΑΙΟΣ ΜΕΣΟΣ	21317,18	10271,89	33722,88									

Ο πίνακας 4.8 παράγεται ως εξής: θέτουμε στο κελί τη σχέση  $=B2/\$B\$16*100$ . Προσέχουμε τη χρήση του χαρακτήρα δολαρίου πριν από τη στήλη B (βήτα). Αυτό γίνεται διότι κατά την αντιγραφή της σχέσης αυτής στα υπόλοιπα κελιά θέλουμε όλα τα στοιχεία της γραμμής να διαιρούνται με τον ίδιο αριθμό. Δηλαδή τα κελιά της στήλης F παράγονται από τα κελιά της στήλης

B διαιρώντας με το B16, ενώ τα κελιά της στήλης G παράγονται από τα κελιά της στήλης C διαιρώντας με το C16. Στη στήλη I υπολογίζουμε τα αθροίσματα κατά γραμμή και στη στήλη J βρίσκουμε τους δείκτες εποχικότητας διαιρώντας τα προηγούμενα αθροίσματα δια 3. Το Γράφημα έχει δημιουργηθεί από τον *Οδηγό Γραφημάτων*, όπου διαλέγουμε τον τύπο γραφήματος, έπειτα επιλέγουμε τα δεδομένα της στήλης με τους δείκτες της εποχικότητας, συμπληρώνουμε το υπόμνημα και εμφανίζεται το διάγραμμα.

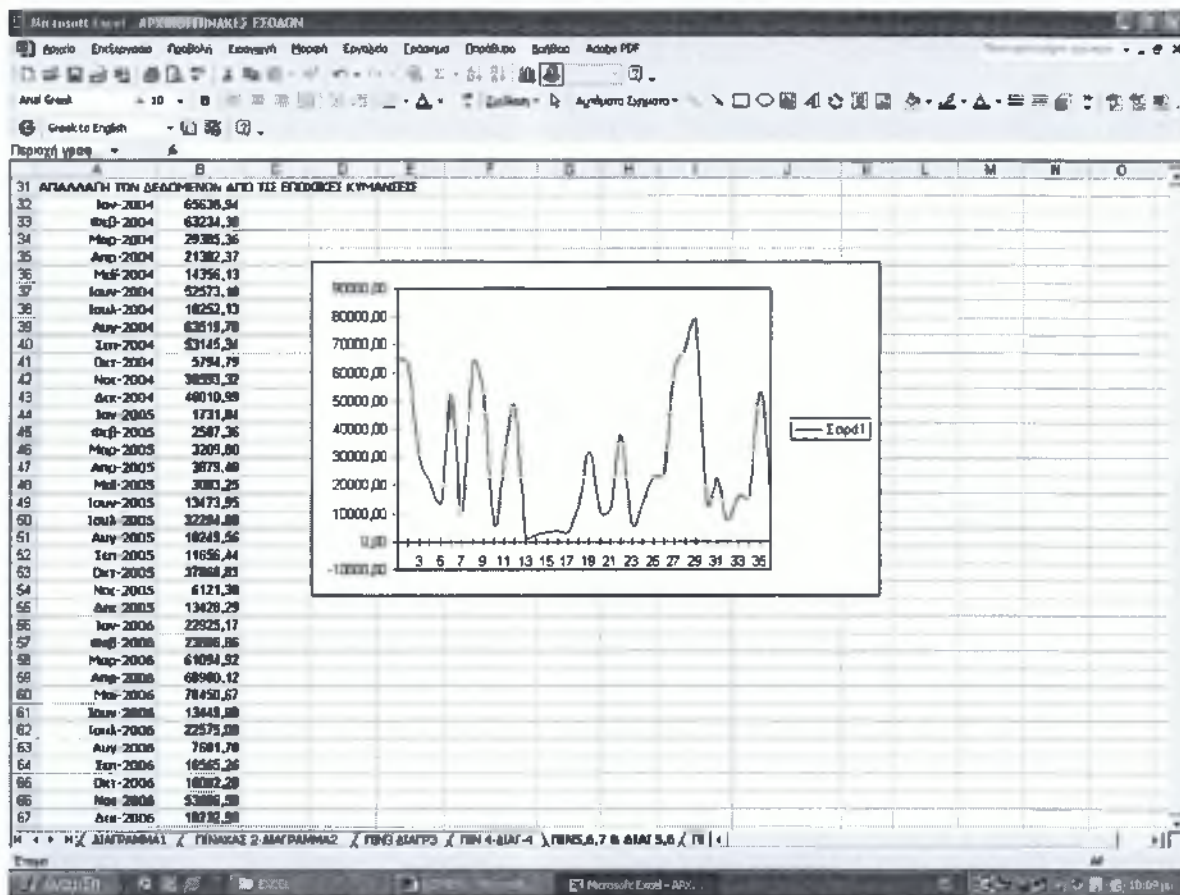
**Πίνακας 4.8 Ο υπολογισμός των Δεικτών Εποχικότητας και η Γραφική του Απεικόνιση**



Στον πίνακα 4.9 μεταβάλλουμε τα αρχικά δεδομένα, έτσι ώστε να είναι απαλλαγμένα από τις εποχικές διακυμάνσεις. Για να επιτευχθεί αυτό εισάγουμε στο κελί B28 τη σχέση  $= B2*100/J2$  την οποία και αντιγράφουμε στα υπόλοιπα κελιά. Και όλα τα στοιχεία της στήλης C να διαιρούνται με το J2. Το γράφημα έχει δημιουργηθεί από τον *Οδηγό Γραφημάτων*, όπου πρώτα επιλέγουμε τύπο γραφήματος στην συνέχεια επιλέγουμε τις παρατηρήσεις εκείνες που έχουν

απαλλαγή από την εποχικότητα, μετά ακολουθούμε τα προηγούμενα βήματα και όταν φτάσουμε στο τέλος κάνουμε δεξί κλικ πάνω στη γραμμή και ζητάμε να εμφανιστεί η τάση.<sup>18</sup>

#### Πίνακας 4.9 Απαλλαγή των δεδομένων από τις Εποχικές Διακυμάνσεις και η Γραφική τους Απεικόνιση



#### 4.6 Υπολογισμός των Μοντέλων Πρόβλεψης και των Μέτρων Ακρίβειας τους

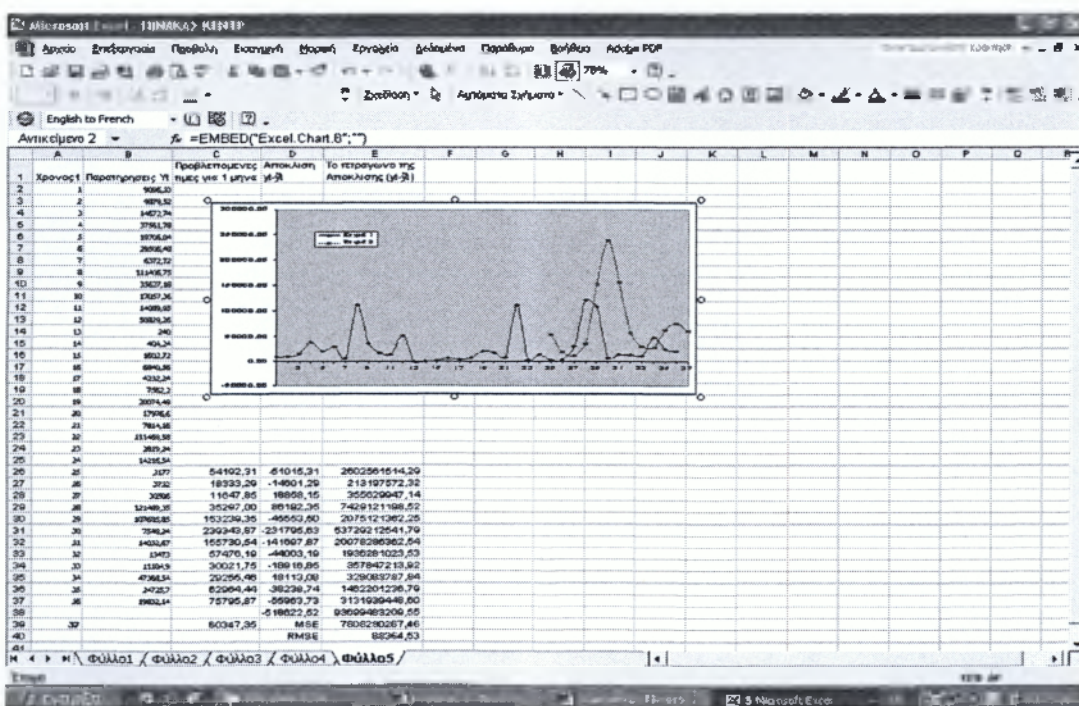
Για να μετρήσουμε το σφάλμα χρησιμοποιούμε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) και έπειτα τη ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE)

<sup>18</sup> Παπαδήμας Ο., Κοιλίας Χ., *Εφαρμοσμένη Στατιστική*, 4<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα 2002, σελ.384-385.



θα υπολογίσουμε πρώτα το RMSE για μοντέλο των κινητών μέσω των όρων (πίνακας 4.7) Στον πίνακα 4.10 πρώτα υπολογίζουμε την απόκλιση, η οποία υπολογίζεται εισάγοντας στο κελί D26 τη σχέση =B26-C26 και με αυτόματη άθροιση υπολογίζουμε μέχρι τέλος των δεδομένων. Η επόμενη στήλη υπολογίζει το τετράγωνο της απόκλισης. Αυτό επιτυγχάνεται με το να εισάγουμε την εξής σχέση στο κελί E26 =D26\*D26 πάλι χρησιμοποιώντας την αυτόματη άθροιση υπολογίζουμε το κελί D38. Στο κελί E38 χρειαζόμαστε το μέσο όρο των κελιών E26:E37 και το υπολογίζουμε. Αφού έχουμε υπολογίσει αυτές της δυο στήλες, εισάγουμε στο κελί E39 τη σχέση =E38/12 και έτσι υπολογίζουμε το MSE. Για να υπολογίσουμε το RMSE που δεν είναι τίποτα άλλο από την τετραγωνική ρίζα του MSE, εισάγουμε στο κελί E40 τη σχέση =SQRT(E39) η οποία μπορεί να βρεθεί από τις έτοιμες συναρτήσεις του EXCEL. Όλα αυτά που αναφέραμε δείχνονται στο πίνακα 4.10 που ακολουθεί.

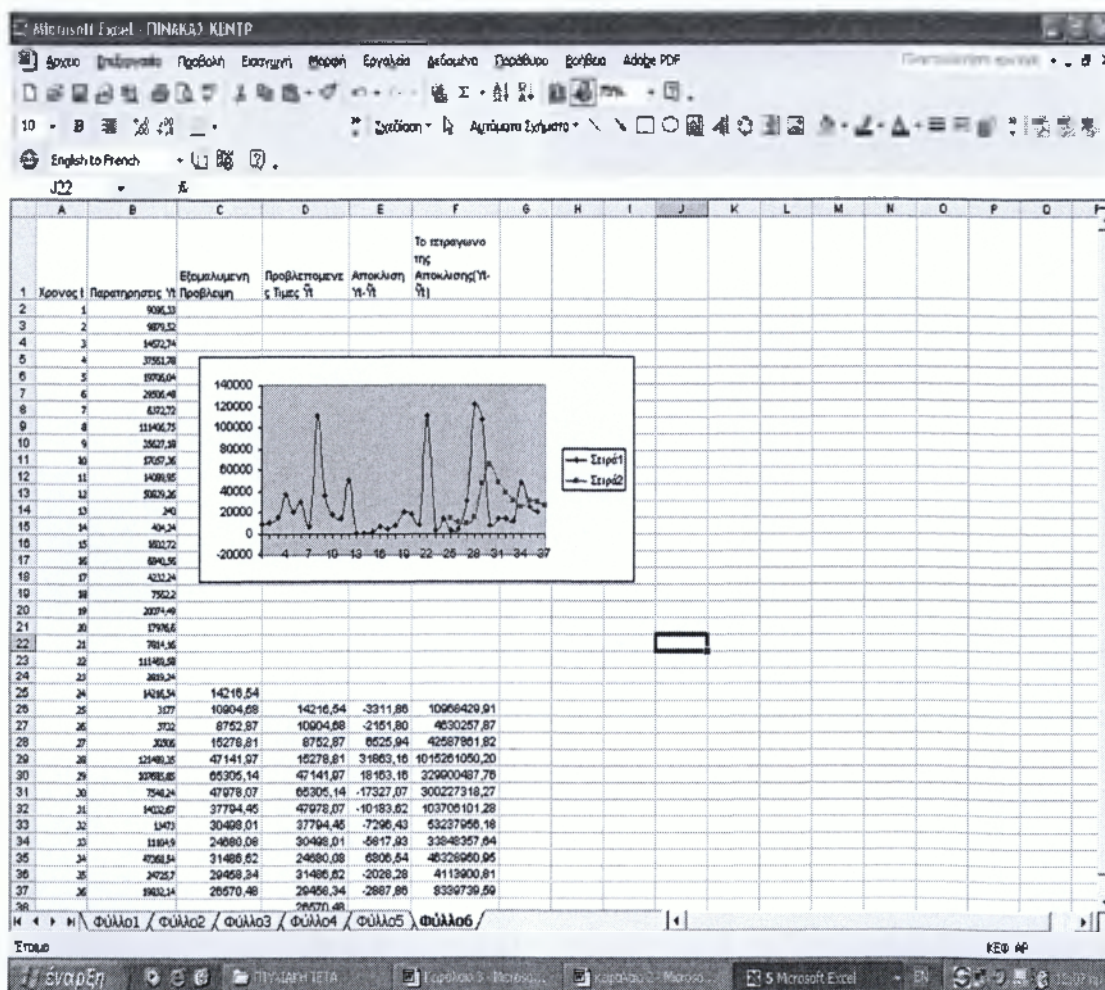
### Πίνακας 4.10 Μοντέλο Κινητών Μέσων Όρων και Γραφική Παράσταση του



Το επόμενο μοντέλο πρόβλεψης που θα αναλύσουμε είναι η *Εκθετική Εξομάλυνση*. Με βάση τον πίνακα 4.11 που ακολουθεί θα εξηγήσουμε ποιες

εξισώσεις χρησιμοποιήσαμε καθώς και ποιοι υπολογισμοί χρειάστηκαν<sup>19</sup>. Τα δεδομένα μας καλύπτουν την περιοχή A2:B37. Στη στήλη C έχουμε υπολογίσει την εξομαλυμένη πρόβλεψη, αυτό γίνεται εφικτό όταν στο κελί C25 εισάγουμε τη σχέση =B25. Αυτό συμβαίνει, όπως έχουμε αναφέρει και στο πρώτο κεφάλαιο, διότι η πρόβλεψη μας σύμφωνα με τον τύπο ξεκινά από την προηγούμενη περίοδο, οπότε θα έχουμε:  $S_1 = \gamma_{24} = 14.216,54$ , η οποία είναι η παρατήρηση για τον Δεκέμβριο του 2005. Στο κελί C26 εισάγουμε την εξής σχέση = $(0,3*B26)+(0,7*C25)$  και χρησιμοποιώντας την αυτόματη συμπλήρωση υπολογίζουμε μέχρι τέλος τις εξομαλυμένες τιμές.

### Πίνακας 4.11 Μοντέλο Εκθετικής Εξομάλυνσης.



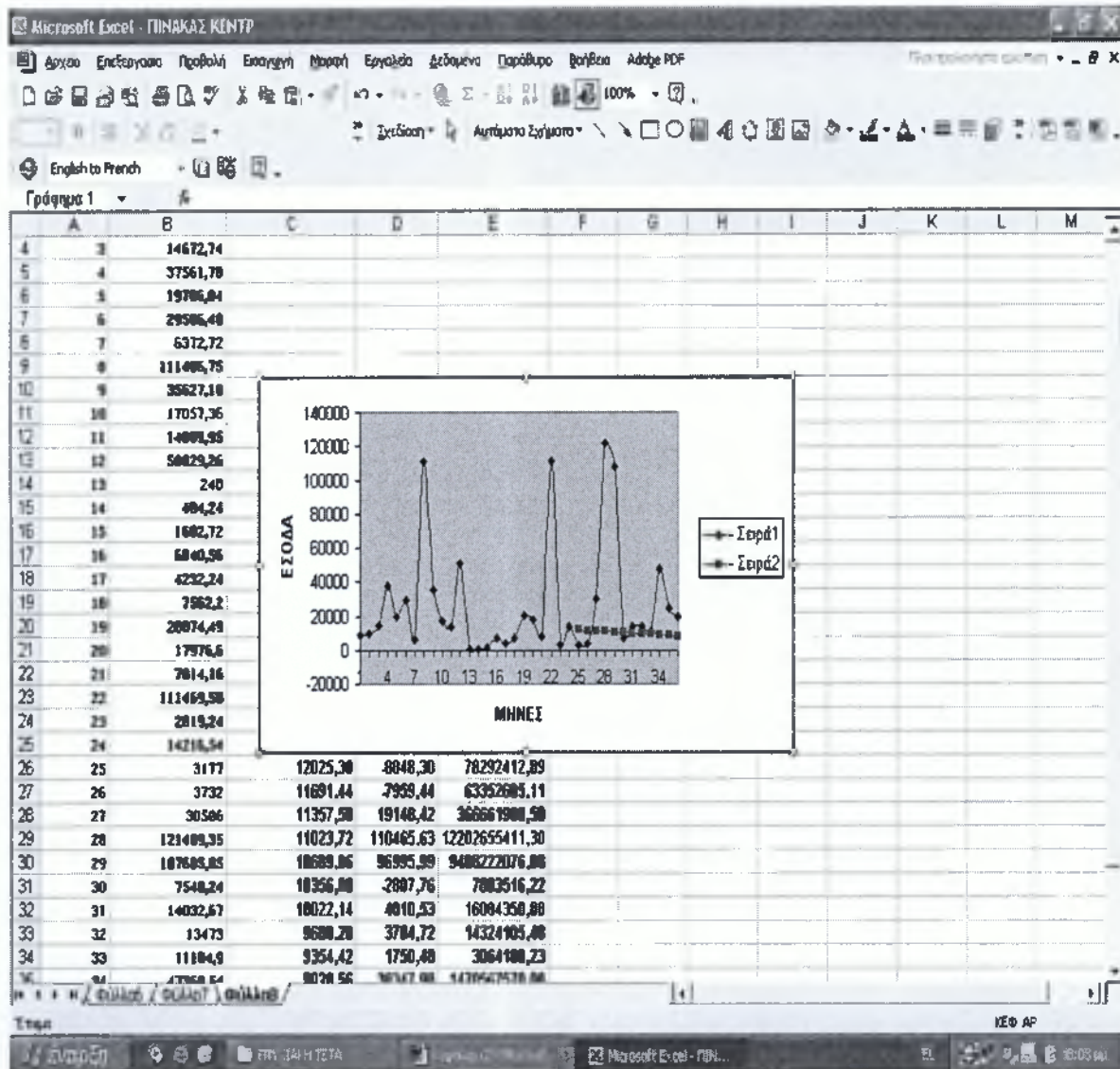
<sup>19</sup> Ασημακόπουλος Δ., Αραμπατζής Γ., *Τεχνικές Ανάλυσης Δεδομένων και Λήψης Αποφάσεων με Χρήση Microsoft Excel*, εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2002, σελ. 192-193.

Για να υπολογίσουμε την πραγματική πρόβλεψη στο κελί D26 εισάγουμε τη σχέση =C25 και συμπληρώνουμε αυτόματα. Το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία της γραφικής παράστασης, η οποία έγινε με τη βοήθεια του *Οδηγού Γραφημάτων*, επιλέγοντας *Διάγραμμα Γραμμής* και όταν βρισκόμαστε στο 2ο Βήμα κάνουμε κλικ στη *Σειρά* και προσθέτουμε τη δεύτερη γραμμή, η οποία δείχνει τις προβλεπόμενες τιμές της εκθετικής εξομάλυνσης. Το σφάλμα υπολογίζεται ομοίως όπως παραπάνω.

Το επόμενο και τελευταίο μοντέλο πρόβλεψης είναι η *Γραμμική παλινδρόμηση*. Με βάση τον πίνακα 4.12 που ακολουθεί θα εξηγήσουμε ποιες εξισώσεις χρησιμοποιήσαμε καθώς και ποιοι υπολογισμοί χρειάστηκαν. Τα δεδομένα μας καλύπτουν την περιοχή A2:B37. Στη στήλη O έχουμε εισάγει την εξίσωση που έχουμε βρει στο δεύτερο κεφάλαιο για την γραμμική - παλινδρόμηση. Η σχέση που εισάγεται στο κελί C2 είναι  $=20.371,80-(333,86*A2)$  και με τη βοήθεια της αυτόματης συμπλήρωσης μπορούμε και υπολογίζουμε όλες τις επόμενες προβλέψεις. Το επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε με τη βοήθεια του προγράμματος τη γραφική παράσταση, η οποία έγινε με τη βοήθεια του *Οδηγού Γραφημάτων*, επιλέγοντας τύπο *Διαγράμματος* και όταν βρισκόμαστε στο 2° Βήμα κάνουμε κλικ στη *Σειρά*, επιλέγουμε τα δεδομένα της πρώτης σειράς και προσθέτουμε τη δεύτερη σειρά και δηλώνουμε και τα δεδομένα για την δεύτερη γραμμή, η οποία δείχνει τις προβλεπόμενες τιμές. Η μέτρηση του σφάλματος έγινε ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που υπολογίστηκε στα προηγούμενα μοντέλα πρόβλεψης.



## Πίνακας 4.12 Απεικόνιση της Γραμμικής Παλινδρόμησης



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΕΣΟΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ.Ε.Υ.Α.Κ.

#### 5.1 Μοντέλο Πρόβλεψης Κινητών Μέσων Όρων

Στο πέμπτο κεφαλαίο θα εφαρμόσουμε τη θεωρία που έχουμε παραθέσει παραπάνω για τις προβλέψεις εσόδων της Δ.Ε.Υ.Α.Κ. με τη μοναδική διάφορα ότι τώρα περνάμε σε προβλέψεις στηριζόμενοι σε όλα τα δεδομένα που διαθέτουμε από τον Ιανουάριο του 2004 ( $t=1$ ) έως και τον Δεκέμβριο του 2006 ( $t=36$ ). Οι υπολογισμοί μας από το 3<sup>ο</sup> κεφαλαίο μας έχουν δείξει ότι δεν υπάρχει εποχικότητα και τάση, και έτσι θα χρησιμοποιήσουμε ανάλογα μοντέλα.

Θα προβλέψουμε την τιμή των εσόδων του επόμενου μήνα. Τα δεδομένα μας παρουσιάζονται σε πίνακες μαζί με το σφάλμα. Αρχίζουμε χρησιμοποιώντας κινητούς μέσους πέμπτης τάξης από το πρώτο εξάμηνο του 2004 έως και τον Δεκέμβριο του 2006 προβλέποντας τα έσοδα που θα έχει η επιχείρηση τον Ιανουάριο του 2007.

**Πίνακας 5.1.1 Πρόβλεψη Εσόδων με Κινητούς Μέσους Όρους Τάξης 5**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Προβλεπόμενες τιμές $\hat{y}_t$	Απόκλιση $y_t - \hat{y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης $(y_t - \hat{y}_t)^2$
1	9.096,33			
2	9.879,52			
3	14.672,74			
4	37.561,78			
5	19.706,04			
6	29.506,48	18.183,28	11.323,20	128.214.812,95
7	6.372,72	22.265,31	-15.892,59	252.574.480,48
8	111.406,75	21.563,95	89.842,80	8.071.728.352,47
9	35.627,18	40.910,75	-5.283,57	27.916.154,21
10	17.057,36	40.523,83	-23.466,47	550.675.401,99
11	14.089,95	39.994,10	-25.904,15	671.024.883,61
12	50.829,26	36.910,79	13.918,47	193.723.751,47
13	240,00	45.802,10	-45.562,10	2.075.904.956,41
14	404,24	23.568,75	-23.164,51	536.594.523,54
15	1.602,72	16.524,16	-14.921,44	222.649.431,36
16	6.840,56	13.433,23	-6.592,67	43.463.350,47
17	4.232,24	11.983,36	-7.751,12	60.079.799,25
18	7.562,20	2.663,95	4.898,25	23.992.833,47
19	20.074,49	4.128,39	15.946,10	254.278.041,43
20	17.976,60	8.062,44	9.914,16	98.290.528,85
21	7.814,16	11.337,22	-3.523,06	12.411.937,67
22	111.469,58	11.531,94	99.937,64	9.987.532.288,52
23	2.819,24	32.979,41	-30.160,17	909.635.613,15
24	14.216,54	32.030,81	-17.814,27	317.348.358,15
25	3.177,00	30.859,22	-27.682,22	766.305.525,59
26	3.732,00	27.899,30	-24.167,30	584.058.582,63
27	30.506,00	27.082,87	3.423,13	11.717.805,30
28	121.489,35	10.890,16	110.599,19	12.232.181.713,45
29	107.685,85	34.624,18	73.061,67	5.338.007.915,44
30	7.548,24	53.318,04	-45.769,80	2.094.874.592,04
31	14.032,67	54.192,29	-40.159,62	1.612.794.917,91
32	13.473,00	56.252,42	-42.779,42	1.830.078.946,65
33	11.104,90	52.845,82	-41.740,92	1.742.304.569,41
34	47.368,54	30.768,93	16.599,61	275.546.985,75
35	24.725,70	18.705,47	6.020,23	36.243.169,25
36	19.832,14	22.140,96	-2.308,82	5.330.659,03
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ 2007</b>	<b>23.300,86</b>		
			<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>50.967.484.881,88</b>
			<b>MSE</b>	<b>1.644.112.415,54</b>
			<b>RMSE</b>	<b>40.547,66</b>

Η πρόβλεψη για το μήνα Ιανουάριο 2007 είναι 23.300,86 και το RMSE 40.547,66.

Στην συνέχεια θα χρησιμοποιήσουμε κινητούς μέσους όρους έκτης τάξης τα αποτελέσματα των οποίων φαίνονται στον πίνακα 5.1.2.

**Πίνακας 5.1.2 Πρόβλεψη Εσόδων με Κινητό Μέσο Όρο Τάξης 6**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις yt	Προβλεπόμενες τιμές $\hat{y}_t$	Απόκλιση $y_t - \hat{y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης $(y_t - \hat{y}_t)^2$
1	9.096,33			
2	9.879,52			
3	14.672,74			
4	37.561,78			
5	19.706,04			
6	29.506,48			
7	6.372,72	20.070,48	-13.697,76	187.628.674,68
8	111.406,75	19.616,55	91.790,20	8.425.441.427,97
9	35.627,18	36.537,75	-910,57	829.140,76
10	17.057,36	40.030,16	-22.972,80	527.749.463,26
11	14.089,95	36.612,76	-22.522,81	507.276.745,07
12	50.829,26	35.676,74	15.152,52	229.598.862,35
13	240,00	39.230,54	-38.990,54	1.520.261.949,55
14	404,24	38.208,42	-37.804,18	1.429.155.773,44
15	1.602,72	19.708,00	-18.105,28	327.801.103,53
16	6.840,56	14.037,26	-7.196,70	51.792.418,92
17	4.232,24	12.334,46	-8.102,22	65.645.887,91
18	7.562,20	10.691,50	-3.129,30	9.792.539,35
19	20.074,49	3.480,33	16.594,16	275.366.256,73
20	17.976,60	6.786,08	11.190,53	125.227.849,78
21	7.814,16	9.714,80	-1.900,64	3.612.438,75
22	111.469,58	10.750,04	100.719,54	10.144.425.402,08
23	2.819,24	28.188,21	-25.368,97	643.584.723,42
24	14.216,54	27.952,71	-13.736,17	188.682.412,06
25	3.177,00	29.061,77	-25.884,77	670.021.231,67
26	3.732,00	26.245,52	-22.513,52	506.858.582,79
27	30.506,00	23.871,42	6.634,58	44.017.651,78
28	121.489,35	27.653,39	93.835,96	8.805.186.763,55
29	107.685,85	29.323,36	78.362,50	6.140.680.622,63
30	7.548,24	46.801,12	-39.252,88	1.540.788.849,98
31	14.032,67	45.689,74	-31.657,07	1.002.170.080,98
32	13.473,00	47.499,02	-34.026,02	1.157.769.923,62
33	11.104,90	49.122,52	-38.017,62	1.445.339.303,74
34	47.368,54	45.889,00	1.479,54	2.189.033,68
35	24.725,70	33.535,53	-8.809,83	77.613.163,36
36	19.832,14	19.708,84	123,30	15.202,48
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ 2007</b>	<b>21.756,16</b>		
			<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>46.056.523.479,87</b>
			<b>MSE</b>	<b>1.485.694.305,80</b>
			<b>RMSE</b>	<b>38.544,71</b>

Η πρόβλεψη για το Ιανουάριο 2007 είναι 21.756,16 και το RMSE 38.544,71.

Κατόπιν θα χρησιμοποιήσουμε κινητούς μέσους όρους έβδομης τάξης και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1.3.

Πίνακας 5.1.3 Πρόβλεψη Εσόδων με Κινητό Μέσο Όρο Τάξης 7

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Προβλεπόμενες τιμές $\hat{y}_t$	Απόκλιση $y_t - \hat{y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης $(y_t - \hat{y}_t)^2$
1	9.096,33			
2	9.879,52			
3	14.672,74			
4	37.561,78			
5	19.706,04			
6	29.506,48			
7	6.372,72			
8	111.406,75	18.113,66	93.293,09	8.703.600.908,30
9	35.627,18	32.729,43	2.897,75	8.396.938,50
10	17.057,36	36.407,67	-19.350,31	374.434.497,10
11	14.089,95	36.748,33	-22.658,38	513.402.184,22
12	50.829,26	33.395,21	17.434,05	303.946.049,59
13	240,00	37.841,39	-37.601,39	1.413.864.207,63
14	404,24	33.660,46	-33.256,22	1.105.976.168,69
15	1.602,72	32.807,82	-31.205,10	973.758.266,01
16	6.840,56	17.121,53	-10.280,97	105.698.344,14
17	4.232,24	13.009,16	-8.776,92	77.034.249,46
18	7.562,20	11.177,00	-3.614,80	13.066.748,06
19	20.074,49	10.244,46	9.830,03	96.629.489,80
20	17.976,60	5.850,92	12.125,68	147.032.080,82
21	7.814,16	8.384,72	-570,56	325.540,34
22	111.469,58	9.443,28	102.026,30	10.409.365.600,19
23	2.819,24	25.138,55	-22.319,31	498.151.471,34
24	14.216,54	24.564,07	-10.347,53	107.071.436,23
25	3.177,00	25.990,40	-22.813,40	520.451.284,74
26	3.732,00	25.363,94	-21.631,94	467.941.013,58
27	30.506,00	23.029,30	7.476,70	55.901.000,17
28	121.489,35	24.819,22	96.670,13	9.345.114.586,62
29	107.685,85	41.058,53	66.627,32	4.439.199.770,38
30	7.548,24	40.518,00	-32.969,76	1.087.004.886,06
31	14.032,67	41.193,57	-27.160,90	737.714.411,21
32	13.473,00	41.167,30	-27.694,30	766.974.331,62
33	11.104,90	42.638,16	-31.533,26	994.346.396,13
34	47.368,54	43.691,43	3.677,11	13.521.137,95
35	24.725,70	46.100,36	-21.374,66	456.876.273,33
36	19.832,14	32.276,99	-12.444,85	154.874.184,85
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ 2007</b>	<b>19.726,46</b>		
			<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>43.891.673.457,05</b>
			<b>MSE</b>	<b>1.513.505.981,28</b>
			<b>RMSE</b>	<b>38.903,80</b>

Η πρόβλεψη για το Ιανουάριο 2007 είναι 19.726,46 και το RMSE 38.903,80.

Στον πίνακα 5.1.4 υπολογίζονται οι προβλέψεις εσόδων με κινητούς μέσους όρους όγδοης τάξης.



**Πίνακας 5.1.4 Πρόβλεψη Εσόδων με Κινητό Μέσο Όρο Τάξης 8**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Προβλεπόμενες τιμές $\hat{y}_t$	Απόκλιση $y_t - \hat{y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης $(y_t - \hat{y}_t)^2$
1	9.096,33			
2	9.879,52			
3	14.672,74			
4	37.561,78			
5	19.706,04			
6	29.506,48			
7	6.372,72			
8	111.406,75			
9	35.627,18	29.775,30	5.851,89	34.244.558,05
10	17.057,36	33.091,65	-16.034,29	257.098.495,89
11	14.089,95	33.988,88	-19.898,93	395.967.464,89
12	50.829,26	33.916,03	16.913,23	286.057.264,47
13	240,00	35.574,47	-35.334,47	1.248.524.593,51
14	404,24	33.141,21	-32.736,97	1.071.709.368,47
15	1.602,72	29.503,43	-27.900,71	778.449.758,01
16	6.840,56	28.907,18	-22.066,62	486.935.828,56
17	4.232,24	15.836,41	-11.604,17	134.656.732,38
18	7.562,20	11.912,04	-4.349,84	18.921.118,90
19	20.074,49	10.725,15	9.349,34	87.410.228,56
20	17.976,60	11.473,21	6.503,39	42.294.032,72
21	7.814,16	7.366,63	447,53	200.281,98
22	111.469,58	8.313,40	103.156,18	10.641.197.214,30
23	2.819,24	22.196,57	-19.377,33	375.480.869,49
24	14.216,54	22.348,63	-8.132,09	66.130.948,76
25	3.177,00	23.270,63	-20.093,63	403.754.016,81
26	3.732,00	23.138,73	-19.406,73	376.621.023,74
27	30.506,00	22.659,95	7.846,05	61.560.480,99
28	121.489,35	23.963,89	97.525,46	9.511.215.348,21
29	107.685,85	36.902,98	70.782,87	5.010.214.154,57
30	7.548,24	49.386,95	-41.838,71	1.750.477.236,08
31	14.032,67	36.396,78	-22.364,11	500.153.304,27
32	13.473,00	37.798,46	-24.325,46	591.727.821,77
33	11.104,90	37.705,51	-26.600,61	707.592.651,88
34	47.368,54	38.696,50	8.672,04	75.204.256,08
35	24.725,70	44.151,07	-19.425,37	377.344.951,07
36	19.832,14	43.428,53	-23.596,39	556.789.680,02
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ 2007</b>	<b>30.721,38</b>		
			<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>35.847.933.684,41</b>
			<b>MSE</b>	<b>1.194.931.122,81</b>
			<b>RMSE</b>	<b>34.567,78</b>

Η πρόβλεψη για το Ιανουάριο 2007 είναι 30.721,38 και το RMSE 34.567,78.

Στον πίνακα 5.1.5 υπολογίζονται οι προβλέψεις εσόδων με κινητούς μέσους όρους ένατης τάξης.



**Πίνακας 5.1.5 Πρόβλεψη Εσόδων με Κινητό Μέσο Όρο Τάξης 9**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Προβλεπόμενες τιμές $\hat{y}_t$	Απόκλιση $y_t - \hat{y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης $(y_t - \hat{y}_t)^2$
1	9.096,33			
2	9.879,52			
3	14.672,74			
4	37.561,78			
5	19.706,04			
6	29.506,48			
7	6.372,72			
8	111.406,75			
9	35.627,18			
10	17.057,36	30.425,50	-13.368,14	178.707.285,89
11	14.089,95	31.310,06	-17.220,11	296.532.303,21
12	50.829,26	31.777,89	19.051,37	362.954.741,21
13	240,00	35.795,28	-35.555,28	1.264.177.935,88
14	404,24	31.648,42	-31.244,18	976.198.506,15
15	1.602,72	29.503,77	-27.901,05	778.468.653,10
16	6.840,56	26.403,35	-19.562,79	382.702.883,00
17	4.232,24	26.455,34	-22.223,10	493.865.976,07
18	7.562,20	14.547,06	-6.984,86	48.788.222,65
19	20.074,49	11.428,73	8.645,76	74.749.242,83
20	17.976,60	11.763,96	6.212,64	38.596.868,16
21	7.814,16	12.195,81	-4.381,65	19.198.876,20
22	111.469,58	7.416,36	104.053,22	10.827.073.286,06
23	2.819,24	19.775,20	-16.955,96	287.504.541,84
24	14.216,54	20.043,53	-5.826,99	33.953.838,36
25	3.177,00	21.445,07	-18.268,07	333.722.300,33
26	3.732,00	21.038,01	-17.306,01	299.497.828,29
27	30.506,00	20.982,42	9.523,58	90.698.512,53
28	121.489,35	23.531,73	97.957,62	9.595.694.445,33
29	107.685,85	34.800,05	72.885,80	5.312.339.517,70
30	7.548,24	44.767,75	-37.219,51	1.385.291.676,51
31	14.032,67	44.738,20	-30.705,53	942.829.572,58
32	13.473,00	33.911,88	-20.438,88	417.747.679,40
33	11.104,90	35.095,63	-23.990,73	575.555.019,31
34	47.368,54	34.749,89	12.618,65	159.230.327,82
35	24.725,70	39.660,06	-14.934,36	223.035.141,80
36	19.832,14	41.992,69	-22.160,55	491.090.173,29
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ 2007</b>	<b>40.806,71</b>		
			<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>35.890.205.355,49</b>
			<b>MSE</b>	<b>1.329.266.865,02</b>
			<b>RMSE</b>	<b>36.459,11</b>

Η πρόβλεψη για το Ιανουάριο 2007 είναι 40.806,71 και το RMSE 36.459,11.

## 5.2 Μοντέλο Πρόβλεψης Εκθετικής Εξομάλυνσης

Σ' αυτή την υποενότητα θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης για τις πρόβλεψη των εσόδων της Δημοτικής Επιχείρησης για τον ίδιο επόμενο μήνα (Ιανουάριο 2007). Ακολουθεί η πρόβλεψη στον πίνακα 5.2.1, όπου η σταθερά  $\alpha$  ισούται με 0,2.

**Πίνακας 5.2.1 Πρόβλεψη Εσόδων με Εκθετική Εξομάλυνση με  $\alpha=0,2$**

Χρόνος $t$	Παρατηρήσεις $Y_t$	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές $\hat{Y}_t$	Απόκλιση $Y_t - \hat{Y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης( $Y_t - \hat{Y}_t$ )
1	9.096,33	9.096,33			
2	9.879,52	9.252,97	9.096,33	156,64	24.535,46
3	14.672,74	10.336,92	9.252,97	1.083,95	1.174.957,14
4	37.561,78	15.781,89	10.336,92	5.444,97	29.647.714,85
5	19.706,04	16.566,72	15.781,89	784,83	615.956,90
6	29.506,48	19.154,67	16.566,72	2.587,95	6.697.492,31
7	6.372,72	16.598,28	19.154,67	-2.556,39	6.535.134,44
8	111.406,75	35.559,98	16.598,28	18.961,69	359.545.811,99
9	35.627,18	35.573,42	35.559,98	13,44	180,65
10	17.057,36	31.870,21	35.573,42	-3.703,21	13.713.775,43
11	14.089,95	28.314,15	31.870,21	-3.556,05	12.645.500,15
12	50.829,26	32.817,18	28.314,15	4.503,02	20.277.198,48
13	240,00	26.301,74	32.817,18	-6.515,44	42.450.895,44
14	404,24	21.122,24	26.301,74	-5.179,50	26.827.221,65
15	1.602,72	17.218,34	21.122,24	-3.903,90	15.240.467,29
16	6.840,56	15.142,78	17.218,34	-2.075,56	4.307.929,75
17	4.232,24	12.960,67	15.142,78	-2.182,11	4.761.596,32
18	7.562,20	11.880,98	12.960,67	-1.079,69	1.165.740,39
19	20.074,49	13.519,68	11.880,98	1.638,70	2.685.345,34
20	17.976,60	14.411,06	13.519,68	891,38	794.565,20
21	7.814,16	13.091,68	14.411,06	-1.319,38	1.740.765,98
22	111.469,58	32.767,26	13.091,68	19.675,58	387.128.419,79
23	2.819,24	26.777,66	32.767,26	-5.989,60	35.875.363,03
24	14.216,54	24.265,43	26.777,66	-2.512,22	6.311.267,74
25	3.177,00	20.047,75	24.265,43	-4.217,69	17.788.883,05
26	3.732,00	16.784,60	20.047,75	-3.263,15	10.648.144,95
27	30.506,00	19.528,88	16.784,60	2.744,28	7.531.074,72
28	121.489,35	39.920,97	19.528,88	20.392,09	415.837.509,58
29	107.685,85	53.473,95	39.920,97	13.552,98	183.683.143,09
30	7.548,24	44.288,81	53.473,95	-9.185,14	84.366.827,20
31	14.032,67	38.237,58	44.288,81	-6.051,23	36.617.352,11
32	13.473,00	33.284,66	38.237,58	-4.952,92	24.531.375,50
33	11.104,90	28.848,71	33.284,66	-4.435,95	19.677.676,24
34	47.368,54	32.552,68	28.848,71	3.703,97	13.719.363,02
35	24.725,70	30.987,28	32.552,68	-1.565,40	2.450.462,51
36	19.832,14	28.756,25	30.987,28	-2.231,03	4.977.487,08
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ. 2007</b>		<b>28.756,25</b>	<b>MSE</b>	<b>51.485.632,42</b>
				<b>RMSE</b>	<b>7.175,35</b>

Η πρόβλεψη για το μήνα Ιανουάριο 2007 είναι 28.756,25 ενώ το σφάλμα 7.175,35. Ο πίνακας 5.2.2 μας δείχνει την πρόβλεψη των εσόδων για το μήνα Ιανουάριο 2007 με την σταθερά  $\alpha$  να ισούται με  $\alpha=0,3$ .

**Πίνακας 5.2.2 Πρόβλεψη Εσόδων με Εκθετική Εξομάλυνση με  $\alpha=0,3$**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές $\hat{Y}_t$	Απόκλιση Yt- $\hat{Y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης (Yt- $\hat{Y}_t$ )
1	9.096,33	9.096,33			
2	9.879,52	9.331,29	9.096,33	234,96	55.204,79
3	14.672,74	10.933,72	9.331,29	1.602,44	2.567.800,81
4	37.561,78	18.922,14	10.933,72	7.988,42	63.814.808,24
5	19.706,04	19.157,31	18.922,14	235,17	55.304,92
6	29.506,48	22.262,06	19.157,31	3.104,75	9.639.478,73
7	6.372,72	17.495,26	22.262,06	-4.766,80	22.722.404,21
8	111.406,75	45.668,71	17.495,26	28.173,45	793.743.137,66
9	35.627,18	42.656,25	45.668,71	-3.012,46	9.074.902,17
10	17.057,36	34.976,58	42.656,25	-7.679,67	58.977.277,25
11	14.089,95	28.710,59	34.976,58	-6.265,99	39.262.624,87
12	50.829,26	35.346,19	28.710,59	6.635,60	44.031.191,67
13	240,00	24.814,33	35.346,19	-10.531,86	110.920.028,15
14	404,24	17.491,31	24.814,33	-7.323,03	53.626.745,55
15	1.602,72	12.724,73	17.491,31	-4.766,58	22.720.245,89
16	6.840,56	10.959,48	12.724,73	-1.765,25	3.116.111,57
17	4.232,24	8.941,31	10.959,48	-2.018,17	4.073.017,40
18	7.562,20	8.527,58	8.941,31	-413,73	171.174,38
19	20.074,49	11.991,65	8.527,58	3.464,07	11.999.811,59
20	17.976,60	13.787,13	11.991,65	1.795,49	3.223.766,72
21	7.814,16	11.995,24	13.787,13	-1.791,89	3.210.878,50
22	111.469,58	41.837,54	11.995,24	29.842,30	890.562.946,65
23	2.819,24	30.132,05	41.837,54	-11.705,49	137.018.521,72
24	14.216,54	25.357,40	30.132,05	-4.774,65	22.797.318,57
25	3.177,00	18.703,28	25.357,40	-6.654,12	44.277.308,12
26	3.732,00	14.211,90	18.703,28	-4.491,38	20.172.527,94
27	30.506,00	19.100,13	14.211,90	4.888,23	23.894.806,01
28	121.489,35	49.816,89	19.100,13	30.716,77	943.519.772,79
29	107.685,85	67.177,58	49.816,89	17.360,69	301.393.448,79
30	7.548,24	49.288,78	67.177,58	-17.888,80	320.009.243,69
31	14.032,67	38.711,95	49.288,78	-10.576,83	111.869.386,39
32	13.473,00	31.140,26	38.711,95	-7.571,68	57.330.395,14
33	11.104,90	25.129,65	31.140,26	-6.010,61	36.127.416,23
34	47.368,54	31.801,32	25.129,65	6.671,67	44.511.126,57
35	24.725,70	29.678,63	31.801,32	-2.122,69	4.505.795,15
36	19.832,14	26.724,69	29.678,63	-2.953,95	8.725.809,28
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ. 2007</b>		<b>26.724,69</b>	<b>MSE</b>	<b>120.677.763,95</b>
				<b>RMSE</b>	<b>10.985,34</b>

Η πρόβλεψη για το μήνα Ιανουάριο 2007 είναι 26.724,69 ενώ το σφάλμα 10.985,34. Ο πίνακας 5.2.3 μας δείχνει την πρόβλεψη των εσόδων για το μήνα Ιανουάριο 2007 με την σταθερά  $a$  να ισούται με  $a=0,4$ .

**Πίνακας 5.2.3 Πρόβλεψη Εσόδων με Εκθετική Εξομάλυνση με  $a=0,4$**

Χρόνος $t$	Παρατηρήσεις $Y_t$	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές $\hat{Y}_t$	Απόκλιση $Y_t - \hat{Y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης $(Y_t - \hat{Y}_t)^2$
1	9.096,33	9.096,33			
2	9.879,52	9.409,61	9.096,33	313,28	98.141,85
3	14.672,74	11.514,86	9.409,61	2.105,25	4.432.092,72
4	37.561,78	21.933,63	11.514,86	10.418,77	108.550.729,97
5	19.706,04	21.042,59	21.933,63	-891,04	793.943,56
6	29.506,48	24.428,15	21.042,59	3.385,55	11.461.982,24
7	6.372,72	17.205,98	24.428,15	-7.222,17	52.159.754,49
8	111.406,75	54.886,29	17.205,98	37.680,31	1.419.805.714,79
9	35.627,18	47.182,64	54.886,29	-7.703,64	59.346.105,82
10	17.057,36	35.132,53	47.182,64	-12.050,11	145.205.233,53
11	14.089,95	26.715,50	35.132,53	-8.417,03	70.846.428,61
12	50.829,26	36.361,00	26.715,50	9.645,50	93.035.762,22
13	240,00	21.912,60	36.361,00	-14.448,40	208.756.295,49
14	404,24	13.309,26	21.912,60	-8.603,34	74.017.539,75
15	1.602,72	8.626,64	13.309,26	-4.682,61	21.926.881,46
16	6.840,56	7.912,21	8.626,64	-714,43	510.414,35
17	4.232,24	6.440,22	7.912,21	-1.471,99	2.166.747,88
18	7.562,20	6.889,01	6.440,22	448,79	201.413,69
19	20.074,49	12.163,20	6.889,01	5.274,19	27.817.088,77
20	17.976,60	14.488,56	12.163,20	2.325,36	5.407.292,11
21	7.814,16	11.818,80	14.488,56	-2.669,76	7.127.623,30
22	111.469,58	51.679,11	11.818,80	39.860,31	1.588.844.429,40
23	2.819,24	32.135,16	51.679,11	-19.543,95	381.965.947,45
24	14.216,54	24.967,71	32.135,16	-7.167,45	51.372.331,99
25	3.177,00	16.251,43	24.967,71	-8.716,29	75.973.636,15
26	3.732,00	11.243,66	16.251,43	-5.007,77	25.077.774,51
27	30.506,00	18.948,59	11.243,66	7.704,94	59.366.056,54
28	121.489,35	59.964,90	18.948,59	41.016,30	1.682.337.053,70
29	107.685,85	79.053,28	59.964,90	19.088,38	364.366.303,52
30	7.548,24	50.451,26	79.053,28	-28.602,02	818.075.272,07
31	14.032,67	35.883,83	50.451,26	-14.567,44	212.210.223,81
32	13.473,00	26.919,50	35.883,83	-8.964,33	80.359.217,06
33	11.104,90	20.593,66	26.919,50	-6.325,84	40.016.228,40
34	47.368,54	31.303,61	20.593,66	10.709,95	114703.095,52
35	24.725,70	28.672,45	31.303,61	-2.631,16	6.923.024,71
36	19.832,14	25.136,32	28.672,45	-3.536,12	12.504.162,21
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ. 2007</b>		<b>25.136,32</b>	<b>MSE</b>	<b>223.650.341,25</b>
				<b>RMSE</b>	<b>14.954,94</b>

Η πρόβλεψη για το μήνα Ιανουάριο 2007 είναι 25.136,32 ενώ το σφάλμα 14.954,94.



Ο πίνακας 5.2.4 μας δείχνει την πρόβλεψη των εσόδων για το μήνα Ιανουάριο 2007 με την σταθερά  $a$  να ισούται με  $a=0,5$ .

**Πίνακας 5.2.4 Πρόβλεψη Εσόδων με Εκθετική Εξομάλυνση με  $a=0,5$**

Χρόνος $t$	Παρατηρήσεις $Y_t$	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές $\hat{Y}_t$	Απόκλιση $Y_t - \hat{Y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης $(Y_t - \hat{Y}_t)^2$
1	9.096,33	9.096,33			
2	9.879,52	9.487,93	9.096,33	391,59	153.346,64
3	14.672,74	12.080,33	9.487,93	2.592,41	6.720.576,65
4	37.561,78	24.821,06	12.080,33	12.740,72	162.326.041,67
5	19.706,04	22.263,55	24.821,06	-2.557,51	6.540.847,81
6	29.506,48	25.885,01	22.263,55	3.621,47	13.115.015,54
7	6.372,72	16.128,87	25.885,01	-9.756,15	95.182.404,90
8	111.406,75	63.767,81	16.128,87	47.638,94	2.269.468.745,75
9	35.627,18	49.697,49	63.767,81	-14.070,31	197.973.743,31
10	17.057,36	33.377,43	49.697,49	-16.320,07	266.344.591,09
11	14.089,95	23.733,69	33.377,43	-9.643,74	93.001.693,50
12	50.829,26	37.281,47	23.733,69	13.547,79	183.542.497,85
13	240,00	18.760,74	37.281,47	-18.520,74	343.017.704,25
14	404,24	9.582,49	18.760,74	-9.178,25	84.240.246,82
15	1.602,72	5.592,60	9.582,49	-3.989,88	15.919.176,61
16	6.840,56	6.216,58	5.592,60	623,98	389.348,37
17	4.232,24	5.224,41	6.216,58	-992,17	984.403,43
18	7.562,20	6.393,31	5.224,41	1.168,89	1.366.314,27
19	20.074,49	13.233,90	6.393,31	6.840,59	46.793.702,09
20	17.976,60	15.605,25	13.233,90	2.371,35	5.623.306,12
21	7.814,16	11.709,70	15.605,25	-3.895,54	15.175.266,50
22	111.469,58	61.589,64	11.709,70	49.879,94	2.488.008.192,84
23	2.819,24	32.204,44	61.589,64	-29.385,20	863.490.044,30
24	14.216,54	23.210,49	32.204,44	-8.993,95	80.891.146,59
25	3.177,00	13.193,75	23.210,49	-10.016,75	100.335.185,96
26	3.732,00	8.462,87	13.193,75	-4.730,87	22.381.155,92
27	30.506,00	19.484,44	8.462,87	11.021,56	121.474.865,97
28	121.489,35	70.486,89	19.484,44	51.002,46	2.601.250.603,75
29	107.685,85	89.086,37	70.486,89	18.599,48	345.940.597,50
30	7.548,24	48.317,31	89.086,37	-40.769,07	1.662.116.725,38
31	14.032,67	31.174,99	48.317,31	-17.142,32	293.859.062,81
32	13.473,00	22.323,99	31.174,99	-8.850,99	78.340.093,86
33	11.104,90	16.714,45	22.323,99	-5.609,55	31.467.017,25
34	47.368,54	32.041,49	16.714,45	15.327,05	234.918.354,82
35	24.725,70	28.383,60	32.041,49	-3.657,90	13.380.208,59
36	19.832,14	24.107,87	28.383,60	-4.275,73	18.281.853,11
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ. 2007</b>		<b>24.107,87</b>	<b>MSE</b>	<b>364686.116,62</b>
				<b>RMSE</b>	<b>19.096,76</b>

Η πρόβλεψη για το μήνα Ιανουάριο 2007 είναι 24.107,87 ενώ το σφάλμα 19.096,76.



Ο πίνακας 5.2.5 μας δείχνει την πρόβλεψη των εσόδων για το μήνα Ιανουάριο 2007 με την σταθερά  $a$  να ισούται με  $a=0,7$ .

**Πίνακας 5.2.5 Πρόβλεψη Εσόδων με Εκθετική Εξομάλυνση με  $a=0,7$**

Χρόνος $t$	Παρατηρήσεις $Y_t$	Εξομαλυμένη Πρόβλεψη	Προβλεπόμενες Τιμές $\hat{Y}_t$	Απόκλιση $Y_t - \hat{Y}_t$	Το τετράγωνο της Απόκλισης $(Y_t - \hat{Y}_t)^2$
1	9.096,33	9.096,33			
2	9.879,52	9.644,56	9.096,33	548,23	300.559,42
3	14.672,74	13.164,29	9.644,56	3.519,72	12.388.456,33
4	37.561,78	30.242,53	13.164,29	17.078,25	291.666.458,09
5	19.706,04	22.866,99	30.242,53	-7.375,54	54.398.655,92
6	29.506,48	27.514,63	22.866,99	4.647,64	21.600.600,93
7	6.372,72	12.715,29	27.514,63	-14.799,34	219.020.423,01
8	111.406,75	81.799,31	12.715,29	69.084,02	4.772.601.739,21
9	35.627,18	49.478,82	81.799,31	-32.320,49	1.044.614.279,01
10	17.057,36	26.783,80	49.478,82	-22.695,02	515.064.021,41
11	14.089,95	17.898,10	26.783,80	-8.885,69	78.955.550,50
12	50.829,26	40.949,91	17.898,10	23.051,81	531.385.894,68
13	240,00	12.452,97	40.949,91	-28.496,94	812.075.550,76
14	404,24	4.018,86	12.452,97	-8.434,11	71.134.275,54
15	1.602,72	2.327,56	4.018,86	-1.691,30	2.860.489,40
16	6.840,56	5.486,66	2.327,56	3.159,10	9.979.903,70
17	4.232,24	4.608,57	5.486,66	-878,09	771.049,83
18	7.562,20	6.676,11	4.608,57	2.067,54	4.274.736,83
19	20.074,49	16.054,98	6.676,11	9.378,87	87.963.129,34
20	17.976,60	17.400,11	16.054,98	1.345,14	1.809.393,09
21	7.814,16	10.689,95	17.400,11	-6.710,17	45.026.340,51
22	111.469,58	81.235,69	10.689,95	70.545,74	4.976.701.984,48
23	2.819,24	26.344,17	81.235,69	-54.891,51	3.013.078.399,85
24	14.216,54	17.854,83	26.344,17	-8.489,34	72.068.969,15
25	3.177,00	7.580,35	17.854,83	-10.274,48	105.564.966,69
26	3.732,00	4.886,50	7.580,35	-2.693,84	7.256.797,65
27	30.506,00	22.820,15	4.886,50	17.933,65	321.615.683,24
28	121.489,35	91.888,59	22.820,15	69.068,44	4.770.449.266,45
29	107.685,85	102.946,67	91.888,59	11.058,08	122.281.170,91
30	7.548,24	36.167,77	102.946,67	-66.778,90	4.459.421.817,72
31	14.032,67	20.673,20	36.167,77	-15.494,57	240.081.691,64
32	13.473,00	15.633,06	20.673,20	-5.040,14	25.403.010,45
33	11.104,90	12.463,35	15.633,06	-3.169,71	10.047.074,02
34	47.368,54	36.896,98	12.463,35	24.433,63	597.002.490,33
35	24.725,70	28.377,08	36.896,98	-8.519,90	72.588.656,44
36	19.832,14	22.395,62	28.377,08	-5.981,46	35.777.879,32
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ. 2007</b>		<b>22.395,62</b>	<b>MSE</b>	<b>783.063.753,31</b>
				<b>RMSE</b>	<b>27.983,28</b>

Η πρόβλεψη για το μήνα Ιανουάριο 2007 είναι 22.395,62 ενώ το σφάλμα 27.983,28.

### 5.3 Μοντέλο Πρόβλεψης με τη Γραμμική Παλινδρόμηση

Σε αυτή την υποενότητα θα παρουσιάσουμε την πρόβλεψη εσόδων του επόμενου μήνα (Ιανουάριος 2007) με βάση την γραμμική παλινδρόμηση. Εδώ βέβαια θα παρουσιάσουμε αναγκαστικά δυο πίνακες διότι στον πρώτο θα υπολογίσουμε τους συντελεστές  $\alpha$ ,  $\beta$  (πίνακας 5.3.1.α) και στον επόμενο θα δείχνουμε την πρόβλεψη (πίνακας 5.3.1.β). Τα αθροίσματα που υπολογίσαμε τα χρειαζόμαστε για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τους συντελεστές  $\alpha$ ,  $\beta$  της Γραμμικής Παλινδρόμησης από τους τύπους του 3<sup>ου</sup> κεφαλαίου (σελ 32) . Εμείς τα έχουμε υπολογίσει στο Excel με τις συναρτήσεις που έχουμε αναφέρει στην υποενότητα 3.2.2. Στην περίπτωση μας το  $\alpha$  ισούται με 20.371,80 και το  $\beta$  ισούται με 333,86. Ο πίνακας 5.3.1.β που ακολουθεί μας δείχνει την εξίσωση της ευθείας και τις προβλέψεις που έχουμε βρει όπως και τους υπολογισμούς για το σφάλμα.

**Πίνακας 5.3.1.α Υπολογισμός των Συντελεστών  $\alpha$ ,  $\beta$  της Ευθείας Παλινδρόμησης για τα Έσοδα της Επιχείρησης**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	t*Yt	t <sup>2</sup>	Yt <sup>2</sup>
1	9.096,33	9.096,33	1	82.743.219,47
2	9.879,52	19.759,04	4	97.604.915,43
3	14.672,74	44.018,22	9	215.289.299,11
4	37.561,78	150.247,12	16	1.410.887.316,77
5	19.706,04	98.530,20	25	388.328.012,48
6	29.506,48	177.038,88	36	870.632.361,99
7	6.372,72	44.609,04	49	40.611.560,20
8	111.406,75	891.254,00	64	12.411.463.945,56
9	35.627,18	320.644,62	81	1.269.295.954,75
10	17.057,36	170.573,60	100	290.953.530,17
11	14.089,95	154.989,45	121	198.526.691,00
12	50.829,26	609.951,12	144	2.583.613.672,15
13	240,00	3.120,00	169	57.600,00
14	404,24	5.659,36	196	163.409,98
15	1.602,72	24.040,80	225	2.568.711,40
16	6.840,56	109.448,96	256	46.793.261,11
17	4.232,24	71.948,08	289	17.911.855,42
18	7.562,20	136.119,60	324	57.186.868,84
19	20.074,49	381.415,31	361	402.985.148,76
20	17.976,60	359.532,00	400	323.158.147,56
21	7.814,16	164.097,36	441	61.061.096,51
22	111.469,58	2.452.330,76	484	12.425.467.265,38
23	2.819,24	64.842,52	529	7.948.114,18
24	14.216,54	341.196,96	576	202.110.009,57
25	3.177,00	79.425,00	625	10.093.329,00
26	3.732,00	97.032,00	676	13.927.824,00
27	30.506,00	823.662,00	729	930.616.036,00
28	121.489,35	3.401.701,80	784	14.759.662.163,42
29	107.685,85	3.122.889,65	841	11.596.242.290,22
30	7.548,24	226.447,20	900	56.975.927,10
31	14.032,67	435.012,77	961	196.915.827,33
32	13.473,00	431.136,00	1024	181.521.729,00
33	11.104,90	366.461,70	1089	123.318.804,01
34	47.368,54	1.610.530,36	1156	2.243.778.581,73
35	24.725,70	865.399,50	1225	611.360.240,49
36	19.832,14	713.957,04	1296	393.313.776,98
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>955.734,07</b>	<b>18.978.118,35</b>	<b>16.206</b>	<b>64.525.088.497,06</b>

**Πίνακας 5.3.1.β Υπολογισμοί της Πρόβλεψης και του Σφάλματος για τα Έσοδα της Δημοτικής Επιχείρησης**

Χρόνος t	Παρατηρήσεις Yt	Yt=-20371,80-333,86t	Απόκλιση (yt-ŷt)	Το τετράγωνο της Απόκλισης (yt-ŷt) <sup>2</sup>
1	9.096,33	-20.705,66	29.801,99	888.158.607,96
2	9.879,52	-21.039,52	30.919,04	955.987.034,52
3	14.672,74	-21.373,38	36.046,12	1.299.322.767,05
4	37.561,78	-21.707,24	59.269,02	3.512.816.731,76
5	19.706,04	-22.041,10	41.747,14	1.742.823.698,18
6	29.506,48	-22.374,96	51.881,44	2.691.683.816,47
7	6.372,72	-22.708,82	29.081,54	845.735.968,77
8	111.406,75	-23.042,68	134.449,43	18.076.649.227,32
9	35.627,18	-23.376,54	59.003,72	3.481.438.973,84
10	17.057,36	-23.710,40	40.767,76	1.662.010.255,42
11	14.089,95	-24.044,26	38.134,21	1.454.217.972,32
12	50.829,26	-24.378,12	75.207,38	5.656.150.006,46
13	240,00	-24.711,98	24.951,98	622.601.305,92
14	404,24	-25.045,84	25.450,08	647.706.572,01
15	1.602,72	-25.379,70	26.982,42	728.050.989,06
16	6.840,56	-25.713,56	32.554,12	1.059.770.728,97
17	4.232,24	-26.047,42	30.279,66	916.857.809,72
18	7.562,20	-26.381,28	33.943,48	1.152.159.834,51
19	20.074,49	-26.715,14	46.789,63	2.189.269.475,54
20	17.976,60	-27.049,00	45.025,60	2.027.304.655,36
21	7.814,16	-27.382,86	35.197,02	1.238.830.216,88
22	111.469,58	-27.716,72	139.186,30	1.9372826.107,69
23	2.819,24	-28.050,58	30.869,82	952.945.786,83
24	14.216,54	-28.384,44	42.600,98	1.814.843.496,96
25	3.177,00	-28.718,30	31.895,30	1.017.310.162,09
26	3.732,00	-29.052,16	32.784,16	1.074.801.146,91
27	30.506,00	-29.386,02	59.892,02	3.587.054.059,68
28	121.489,35	-29.719,88	151.209,23	22.864.231.237,19
29	107.685,85	-30.053,74	137.739,59	18.972.194.653,37
30	7.548,24	-30.387,60	37.935,84	1.439.127.956,51
31	14.032,67	-30.721,46	44.754,13	2.002.932.152,06
32	13.473,00	-31.055,32	44.528,32	1.982.771.282,02
33	11.104,90	-31.389,18	42.494,08	1.805.746.835,05
34	47.368,54	-31.723,04	79.091,58	6.255.478.026,90
35	24.725,70	-32.056,90	56.782,60	3.224.263.662,76
36	19.832,14	-32.390,76	52.222,90	2.727.231.284,41
<b>37</b>	<b>ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΑΝ 2007</b>	<b>-32.724,62</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>141.943.304.498,47</b>
			<b>MSE</b>	<b>3.942.869.569,40</b>
			<b>RMSE</b>	<b>62.792,27</b>

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα των εσόδων της Δημοτικής Επιχείρησης όλων των μοντέλων πρόβλεψης για το μήνα Ιανουάριο 2007.

**Πίνακας 6.1 Τα Αποτελέσματα των Μοντέλων για τα Έσοδα της Δημοτικής Επιχείρησης.**

ΜΟΝΤΕΛΑ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΙΑΝ 2007	RMSE
ΚΙΝ. ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ 5ης ΤΑΞΗΣ	23.300,86	40.547,66
ΚΙΝ. ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ 6ης ΤΑΞΗΣ	21.756,16	38.544,71
ΚΙΝ. ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ 7ης ΤΑΞΗΣ	19.726,46	38.903,80
ΚΙΝ. ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ 8ης ΤΑΞΗΣ	30.721,38	34.567,78
ΚΙΝ. ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ 9ης ΤΑΞΗΣ	40.806,71	36.459,11
ΕΚΘ. ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ $\alpha=0,2$	28.756,25	7.175,35
ΕΚΘ. ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ $\alpha=0,3$	26.724,69	10.985,34
ΕΚΘ. ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ $\alpha=0,4$	25.136,32	14.954,94
ΕΚΘ. ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ $\alpha=0,5$	24.107,87	19.096,76
ΕΚΘ. ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ $\alpha=0,7$	22.395,62	27.983,28
ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	-32.724,62	62.792,27

Μπορούμε να διακρίνουμε ότι το μοντέλο που έχει μικρότερο σφάλμα (RMSE) είναι η εκθετική εξομάλυνση με  $\alpha=0,2$  και με  $RMSE= 7.175,35$ . Το σφάλμα σε αυτό, όπως και στα υπόλοιπα μοντέλα, είναι αρκετά υψηλό και οπωσδήποτε δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στην επίτευξη του στόχου μας που είναι η ακριβής πρόβλεψη.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Παρόμοια συμπεράσματα βγαίνουν και από άλλες παρόμοιες έρευνες, βλ. Βλασσάκη Ευδοξία, *Προβλέψεις ζήτησης αίματος με χρήση χρονολογικών σειρών για το τμήμα αιμοδοσίας του Γενικού Νοσοκομείου Ηρακλείου "Βενιζέλειο - Πανάνειο"*, ΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα 2005, σελ. 86-87.

Πατσόπουλος Δημ., *Χρήση Στατιστικών Μοντέλων για την πρόβλεψη ζήτησης αίματος, Επιθεώρηση Υγείας*, τεύχος 104, Ιανουάριος – Φεβρουάριος 2007, σελ. 42.



Επιπλέον, αν παρατηρήσουμε το μέγεθος της πρόβλεψης για τον επόμενο μήνα θα δούμε ότι ο κινητός μέσος όρος της ένατης τάξης δίνει την υψηλότερη πρόβλεψη 40.806,71 ενώ ο κινητός μέσος όρος έβδομης τάξης δίνει την χαμηλότερη. Εντούτοις όλα τα μοντέλα κινητών μέσων όρων παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα σφάλματα RMSE (από 34.567,78 έως 40.547,66). Η γραμμική παλινδρόμηση παρουσιάζει το μεγαλύτερο σφάλμα RMSE 62.792,27. Και είναι αξιοσημείωτο ότι όλα τα μοντέλα εκθετικής εξομάλυνσης έχουν σταθερά μικρότερο σφάλμα RMSE από αυτά των κινητών μέσων όρων (από 7.175,35 έως 27.983,28).

Σε αυτό το σημείο μπορεί να αναρωτηθεί κανείς γιατί με τα προβλήματα που προκύπτουν παραπάνω χρειάζεται να χρησιμοποιούμε τα παραπάνω μοντέλα πρόβλεψης. Ο λόγος είναι ότι τα μοντέλα πρόβλεψης μπορεί να μην είναι τέλεια αλλά είναι καλύτερα από το να μην κάνουμε καθόλου πρόβλεψη. Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πολλά προβλήματα στα στατιστικά – οικονομικά μοντέλα πρόβλεψης μια σημαντική εξέλιξη σε αυτά προκάλεσε μεγάλο ενθουσιασμό: ήταν η τεχνική Box-Jenkins που πρωτοπαρουσιάστηκε το 1970. Μια πλήρη ανάλυση της τεχνικής Box-Jenkins θα είναι πάνω από το σκοπό αυτής της εργασίας. Ωστόσο, πολλοί οργανισμοί έχουν αρχίσει να εφαρμόζουν την τεχνική Box-Jenkins και θα δώσουμε μόνο μια γενική άποψη για το τι κάνει αυτή η τεχνική. Ρίχνοντας μια γρήγορη ματιά στα πλεονεκτήματα και στα μειονεκτήματα της.

Τα πλεονεκτήματα των μοντέλων Box-Jenkins είναι τα εξής :

1) Τα μοντέλα Box-Jenkins θεραπεύουν προβλήματα που είχαμε αναφέρει στα προηγούμενα μοντέλα πρόβλεψης.

2) Για οποιαδήποτε δεδομένα (χρονολογική σειρά) η τεχνική πρόβλεψη Box-Jenkins θα μας δίνει το καλύτερο δυνατό μοντέλο ελαχιστοποιώντας το σφάλμα πρόβλεψης που μετράται από το MSE.

3) Τα μοντέλα Box-Jenkins ακολουθούν μια συγκεκριμένη διαδικασία ανάπτυξης και θα προκαθορίσουν ποια αποτελέσματα του μοντέλου πρόβλεψης είναι καλύτερα για κάθε δοσμένο σύνολο χρονολογικών σειρών.

4) Τα σφάλματα πρόβλεψης που παίρνουμε από την τεχνική Box-Jenkins ακολουθούν την κανονική κατανομή και έτσι μπορούν να καθοριστούν διαστήματα εμπιστοσύνης.

5) Το μοντέλο που έχει δημιουργηθεί με την εν λόγω τεχνική μπορεί να επεκταθεί και να καταστήσει δυνατή τη πρόβλεψη στις περιπτώσεις εκείνες όπου οι

χρονολογικές σειρές δεν είναι σταθερές. Γενικά βλέπουμε ότι, αυτή η τεχνική πρόβλεψης έχει κάποια εντυπωσιακά πλεονεκτήματα.

Τα μειονεκτήματα των μοντέλων Box-Jenkins γενικά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

1) Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι οι προβλέψεις που προκύπτουν από τα Box-Jenkins δεν είναι, σε όλες τις περιπτώσεις, κατά πολύ καλύτερα από αυτά που προέρχονται από τις προβλέψεις που αναφέρθηκαν νωρίτερα στο τρίτο κεφάλαιο.

2) Μια πρακτική δοκιμασία για το πόσο χρήσιμο είναι ένα μοντέλο πρόβλεψης των επιχειρησιακών οργανώσεων είναι: α) το μοντέλο πρέπει να είναι αρκετά απλό για να γίνει κατανοητό από όσους το χρησιμοποιούν, ή β) το μοντέλο πρέπει να είναι τόσο καλό-απλό ώστε οι χρηστές του να μπορούν να χρησιμοποιούν το αποτελέσματα της τεχνικής και να καταλαβαίνουν τη διαδικασία.

Τα μοντέλα Box-Jenkins δεν είναι σχεδόν ποτέ εύκολα και κατανοητά. Έτσι αν και οι οργανώσεις – επιχειρήσεις έχουν αρχίσει να ασχολούνται με αυτά, δεν είναι η κύρια τεχνική πρόβλεψης που χρησιμοποιούν οι περισσότερες από αυτές.<sup>21</sup>

Σε κάθε περίπτωση πιστεύουμε και ελπίζουμε ότι τα μοντέλα προβλέψεων που παρουσιάσαμε στην εργασία μπορούν να γίνουν ένα επιπλέον εργαλείο για την αποδοτικότερη οργάνωση και διοίκηση μιας επιχείρησης.

<sup>21</sup> Business statistics, A Decision-Making Approach, D. F. Groebner, P. W. Shannon Merrill Publishing Company, 3<sup>rd</sup> edition  
Columbus

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ασημακόπουλος Δ., Αραμπατζής Γ., *Τεχνικές Ανάλυσης Δεδομένων και Λήψης Αποφάσεων με Χρήση Microsoft Excel*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2002.
- Βλασσάκη Ευδοξία, *Προβλέψεις ζήτησης αίματος με χρήση χρονολογικών σειρών για το τμήμα αιμοδοσίας του Γενικού Νοσοκομείου Ηρακλείου "Βενιζέλειο - Πανάκειο"*, Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Καλαμάτας τμήμα ΔΜΥΠ, Καλαμάτα 2005, σελ.86-87.
- Εμμανουήλ Ι. Σακέλλης, *Ο «Πανδέκτης» του λογιστή*, τόμος Β', Εκδόσεις « ΒΡΥΚΟΥΣ».
- Ενημερωτικό τεύχος, « *Η λειτουργία της Δ.Ε.Υ.Α.Κ.» τα έτη 1999 - 2004*, Δεκεμβριος 2005.
- Πατσόπουλος Δημ., *Χρήση Στατιστικών Μοντέλων για την πρόβλεψη ζήτησης αίματος, Επιθεώρηση Υγείας*, τεύχος 104, Ιανουάριος – Φεβρουάριος 2007, σελ. 37-42.
- Παπαδήμας Ο., Κοίλας Χ., *Εφαρμοσμένη Στατιστική*, 4<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα 2002.
- Πέτρος Κίοχος, *Στατιστική*, Εκδόσεις INTERBOOKS, Αθήνα 1993.
- Χαλικιάς Ι. Γ., *Μέθοδοι Ανάλυσης για Επιχειρηματικές Αποφάσεις*, Εκδόσεις Rosili, 2<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα 2002.

### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Mendenhall W., Reinmuth J.E., Beaver R.J., *Statistics for Management and Economics*, 7<sup>th</sup> ed., Duxbury Press, 1993.
- Miller D.M., Cavanos G. C., *An Introduction to Modern Business Statistics*, Duxbury Press, 1999.
- D.F. Groebner, P.W. Shannon, *Business Statistics, A Decision – making Approach*, 3rd edition Merrill Publishing Company, Columbus, Ohio.

## ***ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ***

Οι πίνακες που ακολουθούν είναι οι αρχικοί πίνακες που παρέλαβα από την Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Κρανιδίου σε μηχανογραφικό έντυπο. Παρουσιάζουν την κατάσταση κάποιων λογαριασμών ανά μήνα από τους οποίους παραθέσαμε στην εργασία.

ΕΤΟΣ 2004

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΩΝ ΑΝΑ ΜΗΝΑ

Λογαριασμός: 70.00.00.18 Τίτλος: ΠΩΣΗΣΕΙΣ ΥΔΡΟΜΕΤΡΩΝ 18%

	ΧΡΕΩΣΗ	ΠΙΣΤΩΣΗ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ
Εξ απογραφ.	0,00	0,00	0,00
1η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
2η Περίοδος	0,00	840,00	- 840,00
3η Περίοδος	0,00	870,00	-1 710,00
4η Περίοδος	0,00	1 230,00	-2 940,00
5η Περίοδος	0,00	780,00	-3 720,00
6η Περίοδος	0,00	1 380,00	-5 100,00
7η Περίοδος	0,00	1 470,00	-6 570,00
8η Περίοδος	0,00	600,00	-7 170,00
9η Περίοδος	0,00	300,00	-7 470,00
10η Περίοδος	0,00	90,00	-7 560,00
11η Περίοδος	0,00	300,00	-7 860,00
12η Περίοδος	0,00	210,00	-8 070,00

Λογαριασμός: 73.00.00.08 Τίτλος: ΠΩΣΗΣΕΙΣ ΥΔΑΤΟΣ Ν.1069/80 8%

	ΧΡΕΩΣΗ	ΠΙΣΤΩΣΗ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ
Εξ απογραφ.	0,00	0,00	0,00
1η Περίοδος	0,00	5 626,33	-5 626,33
2η Περίοδος	0,00	5 319,52	-10 945,85
3η Περίοδος	0,00	-9 189,26	-1 756,59
4η Περίοδος	0,00	31 831,78	-33 588,37
5η Περίοδος	0,00	-13 482,12	-20 106,25
6η Περίοδος	0,00	23 536,48	-43 642,73
7η Περίοδος	0,00	0,00	-43 642,73
8η Περίοδος	0,00	100 891,11	- 144 533,84
9η Περίοδος	0,00	28 520,94	- 173 054,78
10η Περίοδος	0,00	13 436,36	- 186 491,14
11η Περίοδος	0,00	10 578,95	- 197 070,09
12η Περίοδος	0,00	45 636,18	- 242 706,27



Λογαριασμός: 73.04.00.18

Τίτλος: ΕΣΟΔΑ ΤΕΛΩΝ ΕΝΑΠΟΘΕΣΗΣ ΛΗΜΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ

	ΧΡΕΩΣΗ	ΠΙΣΤΩΣΗ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ
Εξ απογραφ.	0,00	0,00	0,00
1η Περίοδος	0,00	2 920,00	-2 920,00
2η Περίοδος	0,00	3 120,00	-6 040,00
3η Περίοδος	0,00	3 120,00	-9 160,00
4η Περίοδος	0,00	3 120,00	-12 280,00
5η Περίοδος	0,00	2 840,00	-15 120,00
6η Περίοδος	0,00	3 120,00	-18 240,00
7η Περίοδος	0,00	3 120,00	-21 360,00
8η Περίοδος	0,00	8 731,40	-30 091,40
9η Περίοδος	0,00	5 742,00	-35 833,40
10η Περίοδος	0,00	3 141,00	-38 974,40
11η Περίοδος	0,00	3 121,00	-42 095,40
12η Περίοδος	0,00	2 986,00	-45 081,40

ΕΤΟΣ 2005

Λογαριασμός: 70.00.00.18

Τίτλος: ΠΡΩΤΕΙΣ ΒΑΘΜΕΤΡΩΝ 18%

	ΥΦΕΡΣΗ	ΠΙΣΤΩΣΗ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ
Εξ απογραφ.	0,00	0,00	0,00
1η Περίοδος	0,00	570,00	- 570,00
2η Περίοδος	0,00	210,00	- 780,00
3η Περίοδος	0,00	780,00	-1 560,00
4η Περίοδος	0,00	0,00	-1 560,00
5η Περίοδος	0,00	0,00	-1 560,00
6η Περίοδος	0,00	0,00	-1 560,00
7η Περίοδος	0,00	0,00	-1 560,00
8η Περίοδος	0,00	0,00	-1 560,00
9η Περίοδος	0,00	0,00	-1 560,00
10η Περίοδος	0,00	0,00	-1 560,00
11η Περίοδος	0,00	0,00	-1 560,00
12η Περίοδος	0,00	0,00	-1 560,00

Λογαριασμός: 70.00.00.19

Τίτλος: ΠΡΩΤΕΙΣ ΒΑΘΜΕΤΡΩΝ 19%

	ΥΦΕΡΣΗ	ΠΙΣΤΩΣΗ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ
Εξ απογραφ.	0,00	0,00	0,00
1η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
2η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
3η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
4η Περίοδος	0,00	330,00	- 330,00
5η Περίοδος	0,00	360,00	- 690,00
6η Περίοδος	0,00	1 170,00	-1 860,00
7η Περίοδος	0,00	1 020,00	-2 880,00
8η Περίοδος	0,00	510,00	-3 390,00
9η Περίοδος	0,00	540,00	-3 930,00
10η Περίοδος	0,00	360,00	-4 290,00
11η Περίοδος	0,00	330,00	-4 620,00
12η Περίοδος	0,00	570,00	-5 050,00

Πογιαρισμός: 73.04.00.12

Τίτλος: ΕΙΣΔΑ ΑΠΟ ΤΕΛΗ ΕΝΑΡΘΡΕΣΗΣ ΔΥΜΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ

	ΥΦΕΡΣΗ	ΠΙΣΤΩΣΗ	ΥΠΟΘΕΤΟ
Εξ απογραφ.	0,00	0,00	0,00
1η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
2η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
3η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
4η Περίοδος	0,00	2 734,00	-2 734,00
5η Περίοδος	0,00	2 619,00	-Ε 352,00
6η Περίοδος	0,00	5 121,00	-11 473,00
7η Περίοδος	0,00	7 352,00	-18 826,00
8η Περίοδος	0,00	7 425,00	-26 251,00
9η Περίοδος	0,00	4 986,00	-31 227,00
10η Περίοδος	0,00	1 722,00	-32 959,00
11η Περίοδος	0,00	2 115,00	-35 074,00
12η Περίοδος	0,00	3 585,00	-38 659,00

ΕΤΟΣ 2006

Πογιαρισμός: 70.00.00.18

Τίτλος: ΠΩΣΗΣΕΙΣ ΥΔΡΟΜΕΤΡΩΝ 18%

	ΧΡΕΩΣΗ	ΠΙΣΤΩΣΗ	ΥΠΟΘΕΤΟ
Εξ απογραφ.	0,00	0,00	0,00
1η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
2η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
3η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
4η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
5η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
6η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
7η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
8η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
9η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
10η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
11η Περίοδος	0,00	0,00	0,00
12η Περίοδος	0,00	0,00	0,00

Πογιαρισμός: 70.00.00.19

Τίτλος: ΠΩΣΗΣΕΙΣ ΥΔΡΟΜΕΤΡΩΝ 19%

	ΧΡΕΩΣΗ	ΠΙΣΤΩΣΗ	ΥΠΟΘΕΤΟ
Εξ απογραφ.	0,00	0,00	0,00
1η Περίοδος	0,00	390,00	-390,00
2η Περίοδος	0,00	270,00	-660,00
3η Περίοδος	0,00	330,00	-990,00
4η Περίοδος	0,00	360,00	-1 350,00
5η Περίοδος	0,00	870,00	-2 220,00
6η Περίοδος	0,00	990,00	-3 210,00
7η Περίοδος	0,00	810,00	-4 020,00
8η Περίοδος	0,00	1 290,00	-5 210,00
9η Περίοδος	0,00	960,00	-6 270,00
10η Περίοδος	0,00	270,00	-6 540,00
11η Περίοδος	0,00	690,00	-7 230,00
12η Περίοδος	0,00	150,00	-7 380,00

Παγιαρισμός: 73.04.00.19

Τέλος: ΕΙΣΟΔΑ ΑΠΟ ΤΕΛΗ ΕΝΔΕΥΣΗΣ ΠΥΡΡΑΤΩΝ ΣΤΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ

	ΧΡΕΩΣΗ	ΗΙΣΤΩΣΗ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ
Εξ απογραμ.	0,00	0,00	0,00
1η Περίοδος	0,00	2 367,00	-2 367,00
2η Περίοδος	0,00	3 012,00	-5 379,00
3η Περίοδος	0,00	4 734,00	-10 113,00
4η Περίοδος	0,00	5 379,00	-15 492,00
5η Περίοδος	0,00	3 264,00	-18 756,00
6η Περίοδος	0,00	5 379,00	-24 135,00
7η Περίοδος	0,00	8 391,00	-32 526,00
8η Περίοδος	0,00	11 193,00	-43 719,00
9η Περίοδος	0,00	4 734,00	-48 453,00
10η Περίοδος	0,00	3 637,00	-52 110,00
11η Περίοδος	0,00	4 482,00	-56 592,00
12η Περίοδος	0,00	3 012,00	-59 604,00