

DEMAND FORECASTING

ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

(Βασικές Μέθοδοι και Εργαλεία)

Τι κάνουν οι Προβλέψεις Ζήτησης;

Διαχείριση Ποιότητας

Στρατηγικές Αποφάσεις (κάποιες)

Σχεδιασμός
Προϊόντων &
Υπηρεσιών

Σχεδίαση & Επιλογή
Παραγωγικής
Διαδικασίας

Σχεδίαση
Χωροταξίας &
Επιλογή
Τοποθεσίας

Προβλέψεις

Τακτικές & Λειτουργικές Αποφάσεις

Είδη Προβλέψεων/ Χρονικός Ορίζοντας

◆ Βραχυπρόθεσμες Προβλέψεις

- ◆ Συνήθως < 3 μηνών

- ◆ Προγραμματισμός εργασιών, Ανάθεση εργασιών

◆ Μεσοπρόθεσμες Προβλέψεις

- ◆ 3 μήνες με 2 χρόνια

- ◆ Πωλήσεις / Προγραμματισμός παραγωγής

◆ Μακροπρόθεσμες Προβλέψεις

- ◆ > 2 χρόνια

- ◆ Σχεδιασμός νέων προϊόντων/ υπηρεσιών

Χρήση
Συστήματος

Σχεδιασμός
Συστήματος

Ποσοτικές
Μέθοδοι

Ποιοτικές
Μέθοδοι



Είδη Ζήτησης

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ

- ◆ Τελικά Προϊόντα (Υπάρχουσες Παραγγελίες / Προβλέψεις Ζήτησης με Διακυμάνσεις)

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ

- ◆ Συστατικά Προϊόντος
- ◆ Μέσα Παραγωγής Προϊόντος

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ

- ◆ Καθορισμός της χρήσης της πρόβλεψης -
Καθορισμός Χρονικού ορίζοντα
- ◆ Συλλογή Στοιχείων
 - ◆ Εσωτερικά της Επιχείρησης
 - ◆ Εξωτερικά της Επιχείρησης
- ◆ Επιλογή & Εφαρμογή της Μεθόδου Πρόβλεψης
 - ◆ Ποιοτική – Υποκειμενικές Εκτιμήσεις
 - ◆ Ποσοτική - Ανάλυση Αντικειμενικών Στοιχείων
- ◆ Αξιολόγηση – Προσαρμογή - Εκτίμηση Σφάλματος

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ

➤ ΣΦΑΛΜΑ ΑΙΣΙΟΔΟΞΙΑΣ

- ◆ Πλεονάζουσα Παραγωγική Δυναμικότητα
- ◆ Περισσότερα Αποθέματα
- ◆ Αύξηση Σταθερών Εξόδων και Μοναδιαίου Κόστους Προϊόντων

➤ ΣΦΑΛΜΑ ΑΠΑΙΣΙΟΔΟΞΙΑΣ

- ◆ Αδυναμία Ικανοποίησης Παραγγελιών
- ◆ Διαφυγόν Κέρδος Μη Ικανοποίησης Παραγγελιών
- ◆ Απώλεια Αξιοπιστίας στην Αγορά / Χάσιμο Πελατών
- ◆ Προσέλκυση Νέων Ανταγωνιστών στον Κλάδο

Μέθοδοι Πρόβλεψης

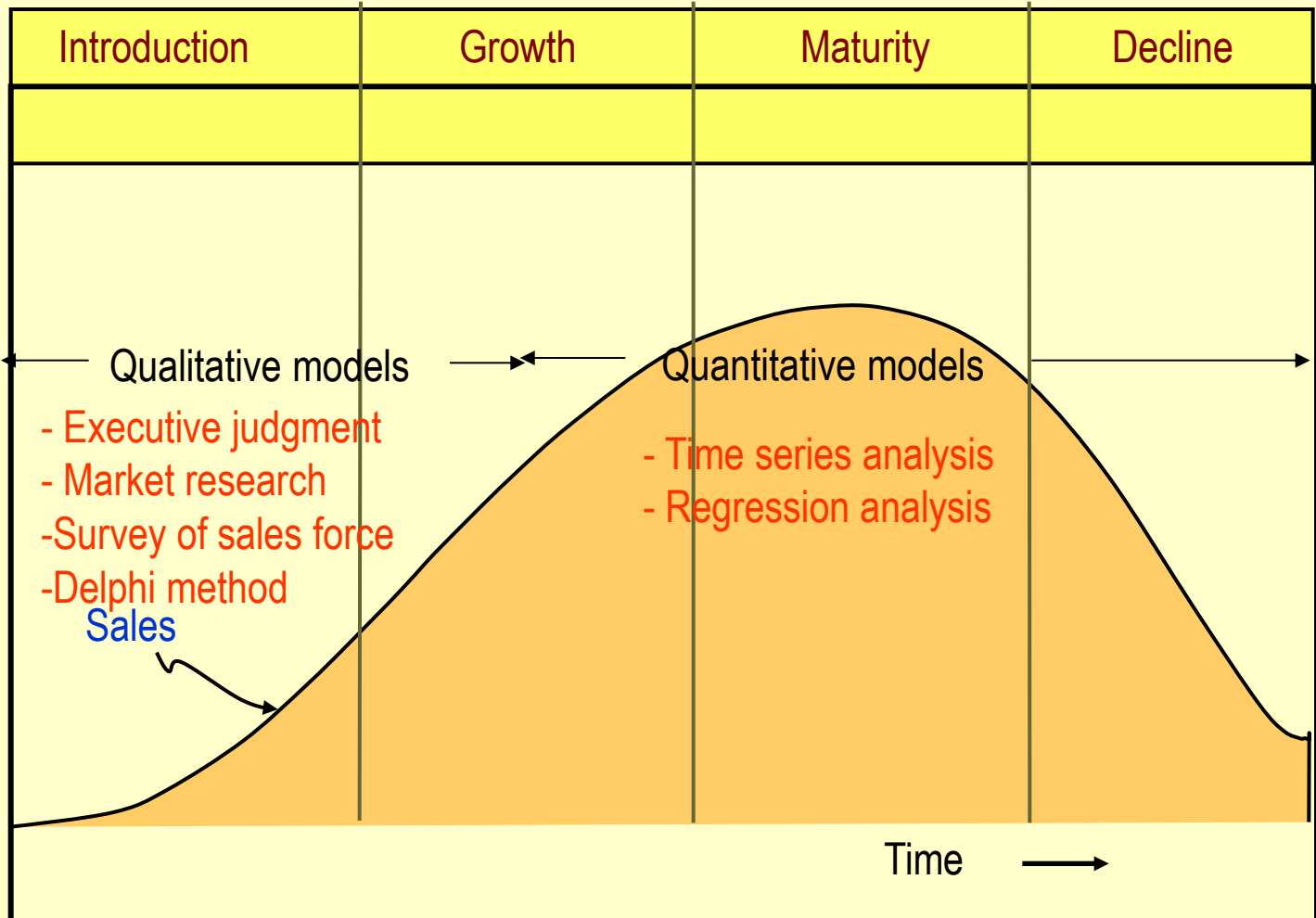
Ποιοτικές Μέθοδοι

- ◆ Ύπαρξη Λίγων Στοιχείων
 - ◆ Νέα Προϊόντα
 - ◆ Νέα Τεχνολογία
- ◆ Απαιτεί Ένστικτο και Εμπειρία
 - ◆ Π.χ., πρόβλεψη πωλήσεων στο Internet

Ποσοτικές Μέθοδοι

- ◆ Όταν η κατάσταση είναι σταθερή και υπάρχουν ιστορικά στοιχεία
 - ◆ Γνωστά προϊόντα
 - ◆ Γνωστή Τεχνολογία
- ◆ Μαθηματικές Τεχνικές
 - ◆ Π.χ., πρόβλεψη πωλήσεων τηλεοράσεων

Η Επίδραση του Κύκλου Ζωής



ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

- ◆ Γνώμες Πωλητών (Sales Force Opinion)
- ◆ Η Μέθοδος του «Κτισίματος» της Πρόβλεψης προς τα Πάνω (Build-up)
- ◆ Έρευνα Αγοράς (Surveys)
- ◆ Δείγμα Αγοράς (Test Market)
- ◆ Γνώμες Ειδικών (Panel of Experts)
- ◆ Η Μέθοδος των Δελφών (Delphi Method)

**ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ
ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ**

ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Τι είναι Μια Χρονοσειρά;

- ◆ Παράδειγμα Χρονοσειράς

Χρόνος:	2020	2021	2022	2023	2024
Πωλήσεις:	78.7	63.5	89.7	93.2	92.1

- ◆ Οι Προβλέψεις στηρίζονται σε παλιές τιμές
 - ◆ Υποθέτει ότι οι παράγοντες που επηρέασαν το παρελθόν και το παρόν θα συνεχίζουν να υπάρχουν και στο μέλλον

Προβλέψεις Χρονοσειρών

◆ Προβλέψτε τον επόμενο αριθμό στο μοτίβο:

a) 3.7, 3.7, 3.7, 3.7, 3.7, ?

b) 2.5, 4.5, 6.5, 8.5, 10.5, ?

c) 5.0, 7.5, 6.0, 4.5, 7.0, 9.5, 8.0, 6.5, ?

Προβλέψεις Χρονοσειρών

◆ Προβλέψτε τον επόμενο αριθμό στο μοτίβο:

a) 3.7, 3.7, 3.7, 3.7, 3.7, 3.7

b) 2.5, 4.5, 6.5, 8.5, 10.5, 12.5

c) 5.0, 7.5, 6.0, 4.5, 7.0, 9.5, 8.0, 6.5, 9.0

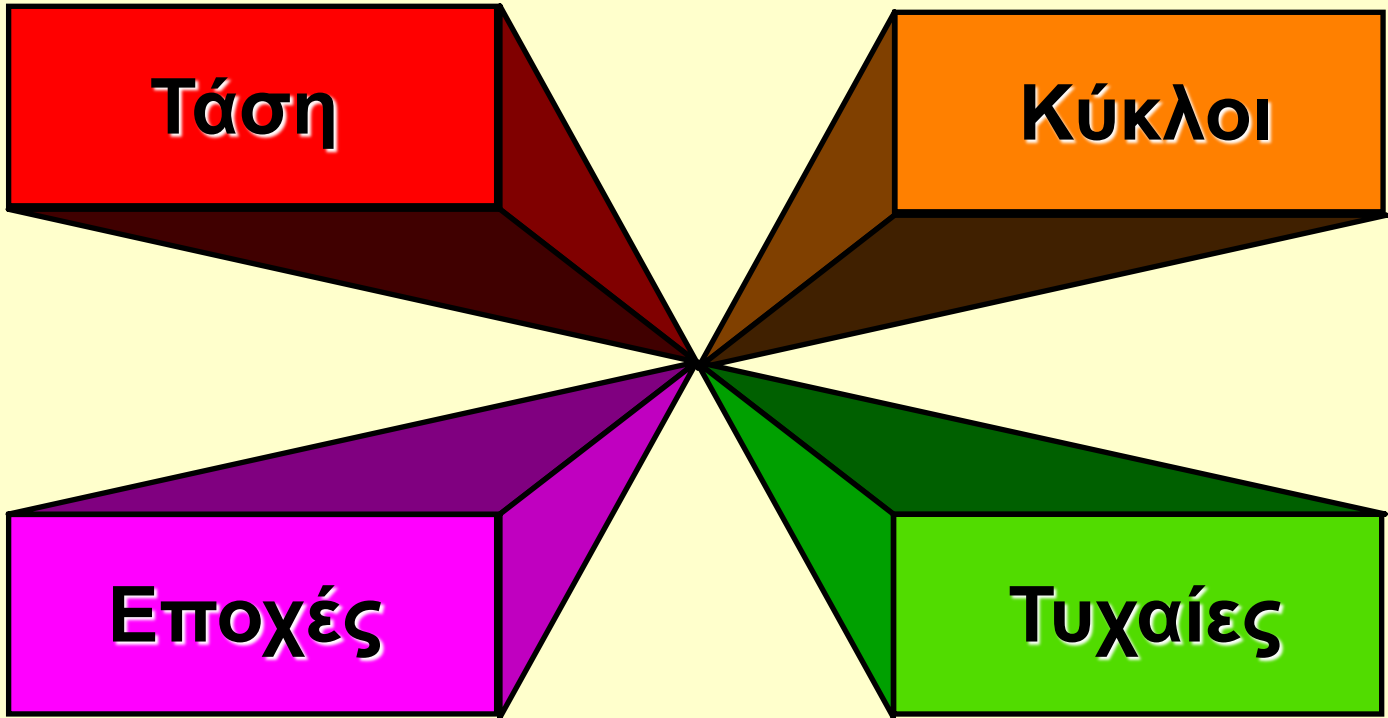
Συστατικά Χρονοσειρών

Τάση

Κύκλοι

Εποχές

Τυχαίες

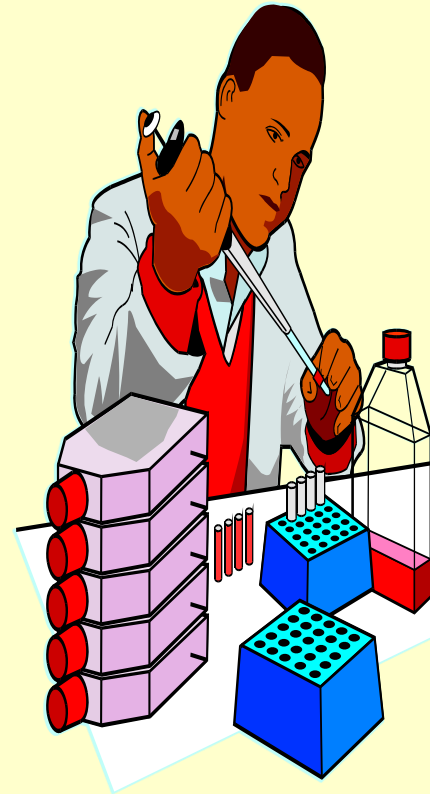


Μορφή Τάσης

Ζήτηση



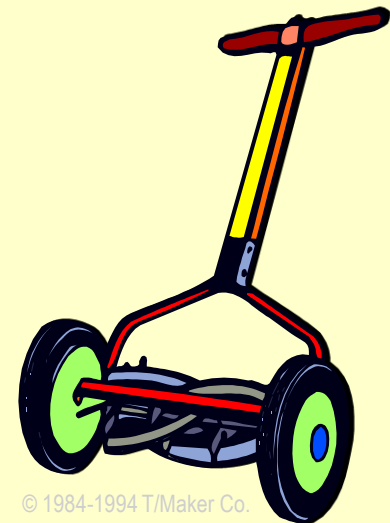
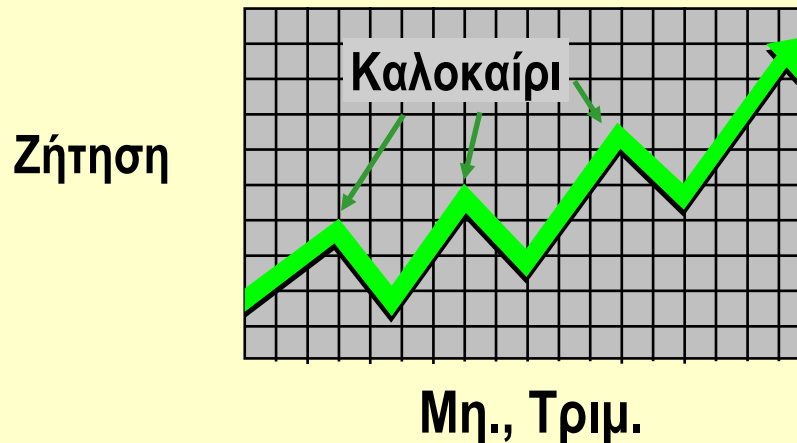
Μη., Τριμ., Χρ.



© 1984-1994 T/Maker Co.

Μορφή Εποχικότητας

- ◆ Εξαιτίας καιρού, εορτών, συνηθειών, κ.α.
- ◆ Εμφανίζεται μέσα σε 1 χρόνο

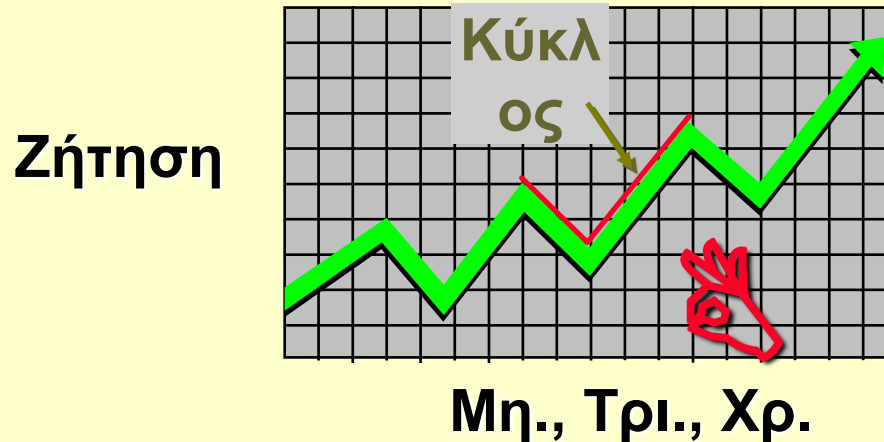


Συνήθεις Εποχικότητες

Περίοδος	Διάρκεια “Εποχής”	Αριθμός “Εποχών”
Εβδομάδα	Ημέρα	7
Μήνας	Εβδομάδα	4 – 4 ½
Μήνας	Ημέρα	28 – 31
Έτος	Τρίμηνο	4
Έτος	Μήνας	12
Έτος	Εβδομάδα	52

Κύκλοι

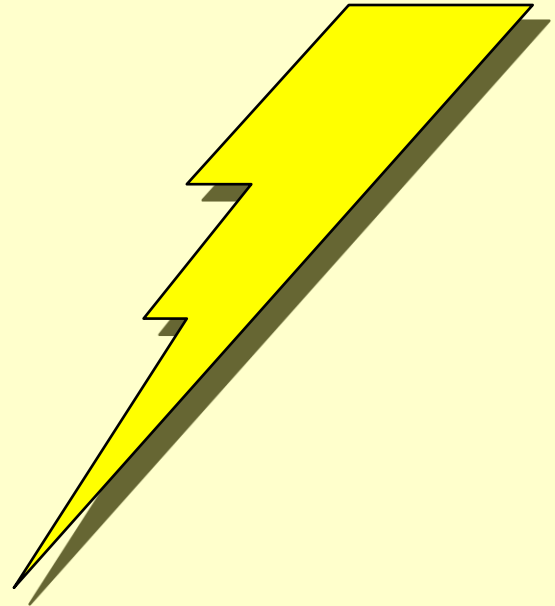
- ◆ Εξαιτίας παραγόντων που επηρεάζουν την οικονομία
- ◆ Συνήθης διάρκεια 2-10 χρόνια



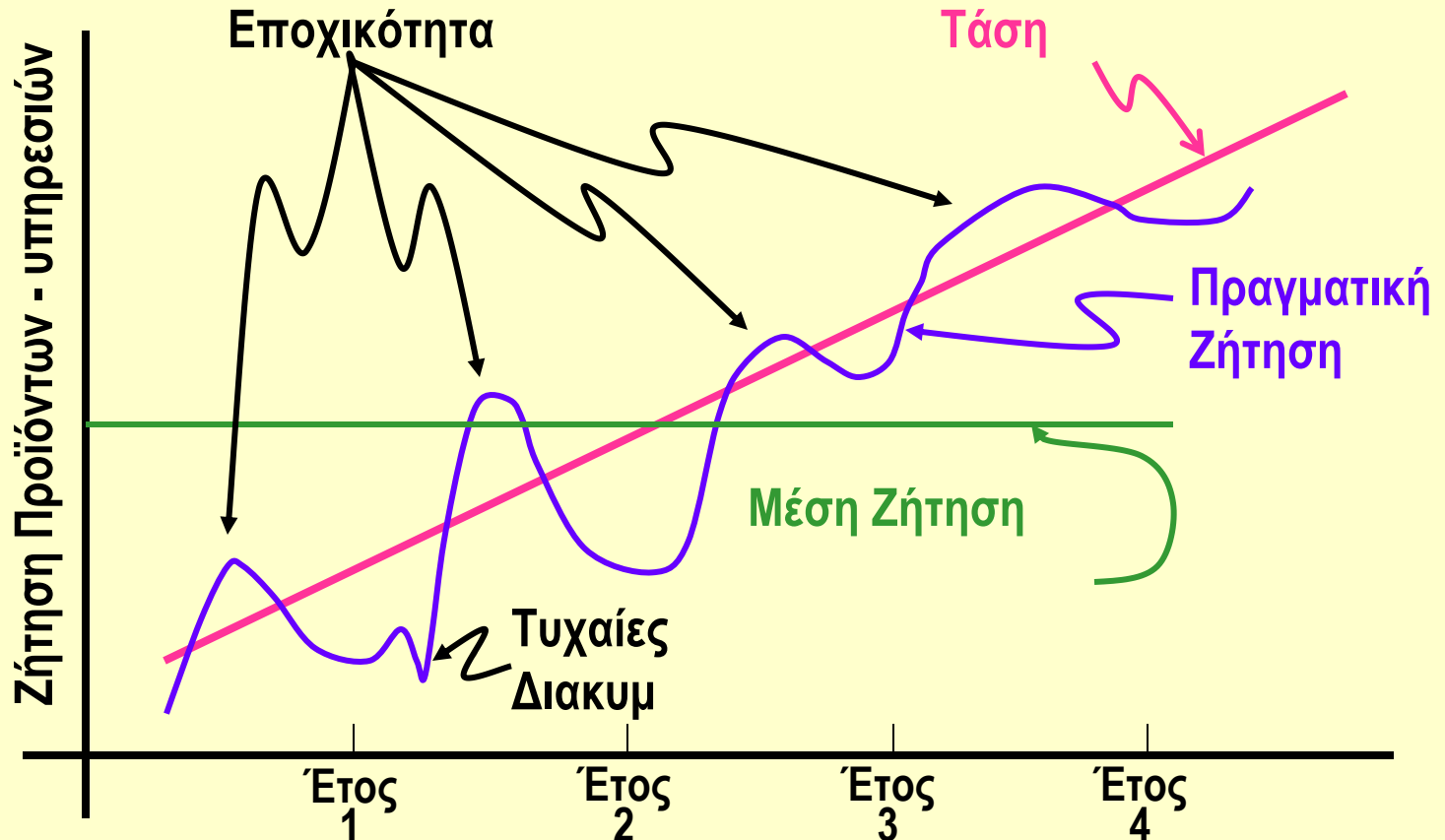
Τυχαίες Διακυμάνσεις

- ◆ Εξαιτίας τυχαίων διακυμάνσεων που οφείλονται σε απρόβλεπτες καταστάσεις
 - ◆ Απεργίες
 - ◆ Καταιγίδες
- ◆ Μικρή διάρκεια - χωρίς επαναληψιμότητα

© 1984-1994 T/Maker Co.



Ζήτηση Με Τάση και Εποχικότητα



ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

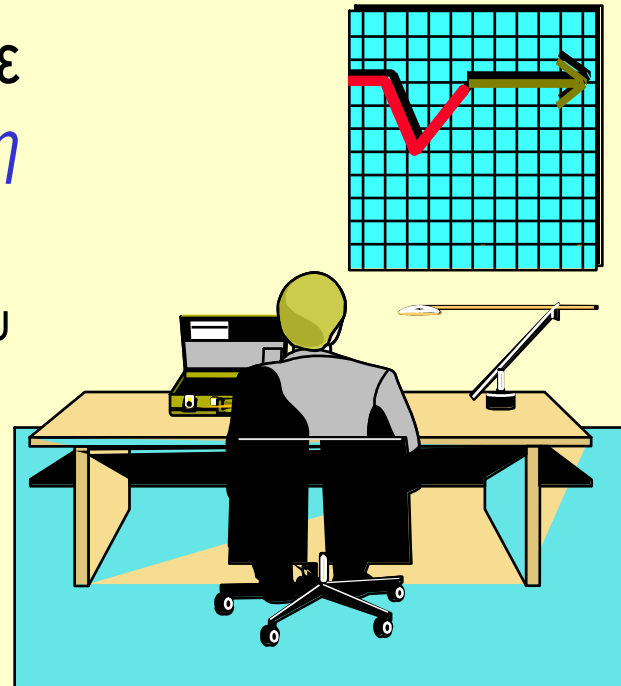
- **Τυχαίες Διακυμάνσεις/ Μοντέλα Εξομάλυνσης**
 - ◆ Αφελής Προσέγγιση
 - ◆ Απλός Μέσος
 - ◆ Κινητός Μέσος k - περιόδων
 - ◆ Κινητός Σταθμισμένος Μέσος k – περιόδων
 - ◆ Εκθετική Εξομάλυνση
- **Χρονική Τάση**
 - ◆ Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων
- **Κυκλικές Διακυμάνσεις / Εποχικότητα** (Δείκτες Εποχικότητας)
- **Μοντέλα Συσχέτισης** (Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων)

Μοντέλα Εξομάλυνσης

(Τυχαίες Διακυμάνσεις)

Αφελής Προσέγγιση

- ◆ Υποθέτει ότι η ζήτηση την *επόμενη* περίοδο είναι ίδια με τη ζήτηση στην *πιο πρόσφατη* περίοδο
 - ◆ Π.χ., Εάν οι πωλήσεις του Ιουνίου είναι 40, τότε και οι πωλήσεις του Ιουλίου θα είναι 40
 - ◆ Μερικές φορές φθηνή και αποτελεσματική



Μέθοδος Κινητών Μέσων

- ◆ Μία σειρά αριθμητικών μέσων
- ◆ Χρησιμοποιείται όταν υπάρχει λίγη ή καθόλου τάση
- ◆ Χρησιμοποιείται συχνά για εξομάλυνση
- ◆ Τύπος

$$MA = \frac{\sum \text{Ζήτηση Τελευταίων } k \text{ Περιόδων}}{k}$$

Απλός Κινητός Μέσος

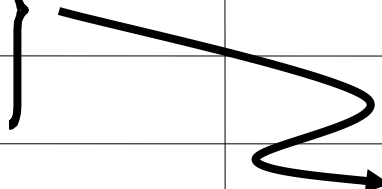
Είσαι μάνατζερ στο τμήμα ηλεκτρονικών της Amazon και θέλεις να προβλέψεις τις πωλήσεις των ipad για τους μήνες 4-6 χρησιμοποιώντας κινητό μέσο 3-περιόδων.

Μήνας	Πωλήσεις (000)	Κινητός Μέσος (n=3)
1	4	NA
2	6	
3	5	
4	?	
5	?	
6	?	

Απλός Κινητός Μέσος

Είσαι μάνατζερ στο τμήμα ηλεκτρονικών της Amazon και θέλεις να προβλέψεις τις πωλήσεις των ipad για τους μήνες 4-6 χρησιμοποιώντας κινητό μέσο 3-περιόδων.

Μήνας	Πωλήσεις (000)	Κινητός Μέσος (n=3)
1	4	NA
2	6	NA
3	5	NA
4	?	$(4+6+5)/3=5$
5	?	
6	?	

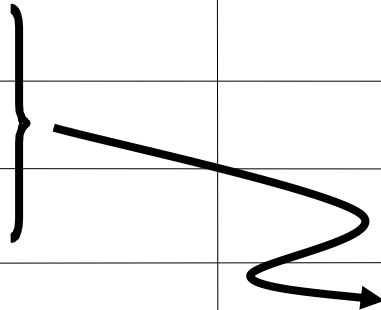


Οι πωλήσεις iPad τελικά για τον τέταρτο μήνα ήταν «3000»

Μήνας	Πωλήσεις (000)	Κινητός Μέσος (n=3)
1	4	NA
2	6	NA
3	5	NA
4	3	5
5	?	
6	?	

Η πρόβλεψη για τον πέμπτο μήνα;

Month	Sales (000)	Moving Average (n=3)
1	4	NA
2	6	NA
3	5	NA
4	3	5
5	?	$(6+5+3)/3=4.667$
6	?	

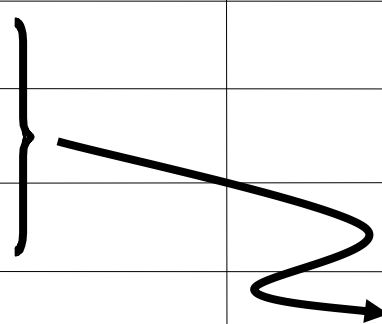


Οι πωλήσεις iPad τελικά για τον πέμπτο μήνα ήταν «7000»

Μήνας	Πωλήσεις (000)	Κινητός μέσος (n=3)
1	4	NA
2	6	NA
3	5	NA
4	3	5
5	?	4.667
6	?	

Ποια είναι η πρόβλεψη για τον έκτο μήνα;

Μήνας	Πωλήσεις (000)	Κινητός Μέσος (n=3)
1	4	NA
2	6	NA
3	5	NA
4	3	5
5	7	4.667
6	?	$(5+3+7)/3=5$



Σταθμισμένος Κινητός Μέσος

- ◆ Χρησιμοποιείται όταν υπάρχει τάση
 - ◆ Τα παλαιότερα στοιχεία λιγότερο σημαντικά
- ◆ Οι βαρύτητες δίνονται κατά κρίση
 - ◆ Συχνά μεταξύ 0 & 1, & αθροίζουν στο 1

$$WMA = \frac{\sum (\text{Βάρος Περιόδου } \kappa) * (\text{Ζήτηση Περιόδου } \kappa)}{\sum \text{Weights}}$$

$$F_{t+1} = w_1 A_t + w_2 A_{t-1} + \dots$$

Οι απλοί κινητοί μέσοι δίνουν ίσες βαρύτητες σε όλα τα ιστορικά στοιχεία

Παράδειγμα Σταθμισμένου Κινητού Μέσου

Βάρη: 3/6, 2/6, 1/6

Μήνας	Πωλήσεις (000)	Σταθμισμένος Κινητός Μέσος
1	4	NA
2	6	NA
3	5	NA
4	?	$31/6 = 5.167$
5	?	
6	?	

Παράδειγμα Σταθμισμένου Κινητού Μέσου

Βάρη: 3/6, 2/6, 1/6

Μήνας	Πωλήσεις (000)	Σταθμισμέν ος Κινητός Μέσος
1	4	NA
2	6	NA
3	5	NA
4	3	$31/6 = 5.167$
5		$25/6 = 4.167$
6		

Παράδειγμα Σταθμισμένου Κινητού Μέσου

Βάρη: 3/6, 2/6, 1/6

Μήνας	Πωλήσεις (000)	Σταθμισμένος Κινητός Μέσος
1	4	NA
2	6	NA
3	5	NA
4	3	$31/6 = 5.167$
5	7	$25/6 = 4.167$
6		$32/6 = 5.333$

Μέθοδος Εκθετικής Εξομάλυνσης

- ◆ Μορφή σταθμισμένου κινητού μέσου
 - ◆ Τα βάρη μειώνονται εκθετικά
 - ◆ Τα πιο πρόσφατα στοιχεία παίρνουν μεγαλύτερη βαρύτητα
- ◆ Απαιτεί να οριστεί η **σταθερά εξομάλυνσης (α)**
 - ◆ Κυμαίνεται **από 0 έως 1**
 - ◆ Επιλέγεται υποκειμενικά – Αποτελεί τη βαρύτητα που θέλουμε να δώσουμε στην πιο πρόσφατη περίοδο.
- ◆ Απαιτεί να γνωρίζουμε την πραγματική ζήτηση και την πρόβλεψη ζήτησης την τελευταία περίοδο)

Μέθοδος Εκθετικής Εξομάλυνσης

A_{t-1} = Πραγματική (Actual) Ζήτηση την προηγούμενη χρονική περίοδο (t-1)

F_{t-1} = Πρόβλεψη (Forecast) Ζήτησης την προηγούμενη χρονική περίοδο (t-1)

α = Σταθερά εξομάλυνσης

◆ $F_t = \alpha A_{t-1} + (1-\alpha) F_{t-1}$ ή $F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha)A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 \cdot A_{t-3} \\ + \alpha(1-\alpha)^3 A_{t-4} + \dots + \alpha(1-\alpha)^{t-1} \cdot A_0$$

Παράδειγμα Εκθετικής Εξομάλυνσης

Η ζήτηση τα τελευταία 8 τρίμηνα δίνεται παρακάτω. Η πρόβλεψη για το πρώτο τρίμηνο ήταν 175.

Τρίμηνο	Ζήτηση
1	180
2	168
3	159
4	175
5	190
6	205
7	180
8	182
9	?

Να γίνει η πρόβλεψη για το επόμενο τρίμηνο με $\alpha = .10$.

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Πρόβλεψη, F_t
($\alpha = .10$)

Τρίμηνο Ζήτηση

1	180	175.00 (Δόθηκε)
2	168	175.00 +
3	159	
4	175	
5	190	
6	205	

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Τρίμηνο Ζήτηση

Πρόβλεψη, F_t
($\alpha = .10$)

1	180	175.00 (Δόθηκε)
2	168	$175.00 + .10($
3	159	
4	175	
5	190	
6	205	

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Τρίμηνο	Ζήτηση	Πρόβλεψη F_t ($\alpha = .10$)
1	180	175.00 (Δόθηκε)
2	168	$175.00 + .10(180 -$
3	159	
4	175	
5	190	
6	205	

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Τρίμηνο	Ζήτηση	Πρόβλεψη, F_t ($\alpha = .10$)
1	180	175.00 (Δόθηκε)
2	168	$175.00 + .10(180 - 175.00)$
3	159	
4	175	
5	190	
6	205	

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Τρίμηνο	Ζήτηση	Πρόβλεψη, F_t ($\alpha = .10$)
1	180	175.00 (Δόθηκε)
2	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
3	159	
4	175	
5	190	
6	205	

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Τρίμηνο	Ζήτηση	Πρόβλεψη, F_t ($\alpha = .10$)
1	180	175.00
2	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
3	159	$175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$
4	175	
5	190	
6	205	

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Τρίμηνο Ζήτηση		Πρόβλεψη, F_t ($\alpha = .10$)
1995	180	175.00)
1996	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
1997	159	$175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$
1998	175	$174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$
1999	190	
2000	205	

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Τρίμηνο	Ζήτηση	Πρόβλεψη, F_t ($\alpha = .10$)
1	180	175.00
2	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
3	159	$175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$
4	175	$174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$
5	190	$173.18 + .10(175 - 173.18) = 173.36$
6	205	

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Τρίμηνο	Ζήτηση	Πρόβλεψη, F_t ($\alpha = .10$)
1	180	175.00
2	168	$175.00 + .10(180 - 175.00) = 175.50$
3	159	$175.50 + .10(168 - 175.50) = 174.75$
4	175	$174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$
5	190	$173.18 + .10(175 - 173.18) = 173.36$
6	205	$173.36 + .10(190 - 173.36) = 175.02$

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Χρον	Ζήτηση	Πρόβλεψη, F_t ($\alpha = .10$)
4	175	$174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$
5	190	$173.18 + .10(175 - 173.18) = 173.36$
6	205	$173.36 + .10(190 - 173.36) = 175.02$
7	180	$175.02 + .10(205 - 175.02) = 178.02$
8		
9		

Λύση Εκθετικής Εξομάλυνσης

$$F_t = F_{t-1} + 0.1(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Χρον	Ζήτηση	Πρόβλεψη, F_t ($\alpha = .10$)
4	175	$174.75 + .10(159 - 174.75) = 173.18$
5	190	$173.18 + .10(175 - 173.18) = 173.36$
6	205	$173.36 + .10(190 - 173.36) = 175.02$
7	180	$175.02 + .10(205 - 175.02) = 178.02$
8	182	$178.02 + .10(180 - 178.02) = 178.22$
9	?	$178.22 + .10(182 - 178.22) = 178.58$

Επίδραση Σταθεράς Εξομάλυνσης α

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha)A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-3} + \dots$$

$\alpha =$	Βαρύτητες		
	Προηγ.	2 περ. πριν	3 περ. πριν
		$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%		
$\alpha = 0.90$			

Επίδραση Σταθεράς Εξομάλυνσης α

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha) A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-3} + \dots$$

$\alpha =$	Βαρύτητες		
	Προηγ	2 περ. πριν	3 περ. πριν
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	
$\alpha = 0.90$			

Επίδραση Σταθεράς Εξομάλυνσης α

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha)A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-3} + \dots$$

$\alpha =$	Βαρύτητες		
	Προηγ	2 περ. πριν	3 περ. πριν
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	8.1%
$\alpha = 0.90$			

Επίδραση Σταθεράς Εξομάλυνσης α

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha)A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-3} + \dots$$

$\alpha =$	Βαρύτητες		
	Προηγ	2 περ. πριν	3 περ. πριν
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	8.1%
$\alpha = 0.90$	90%		

Επίδραση Σταθεράς Εξομάλυνσης α

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha) A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-3} + \dots$$

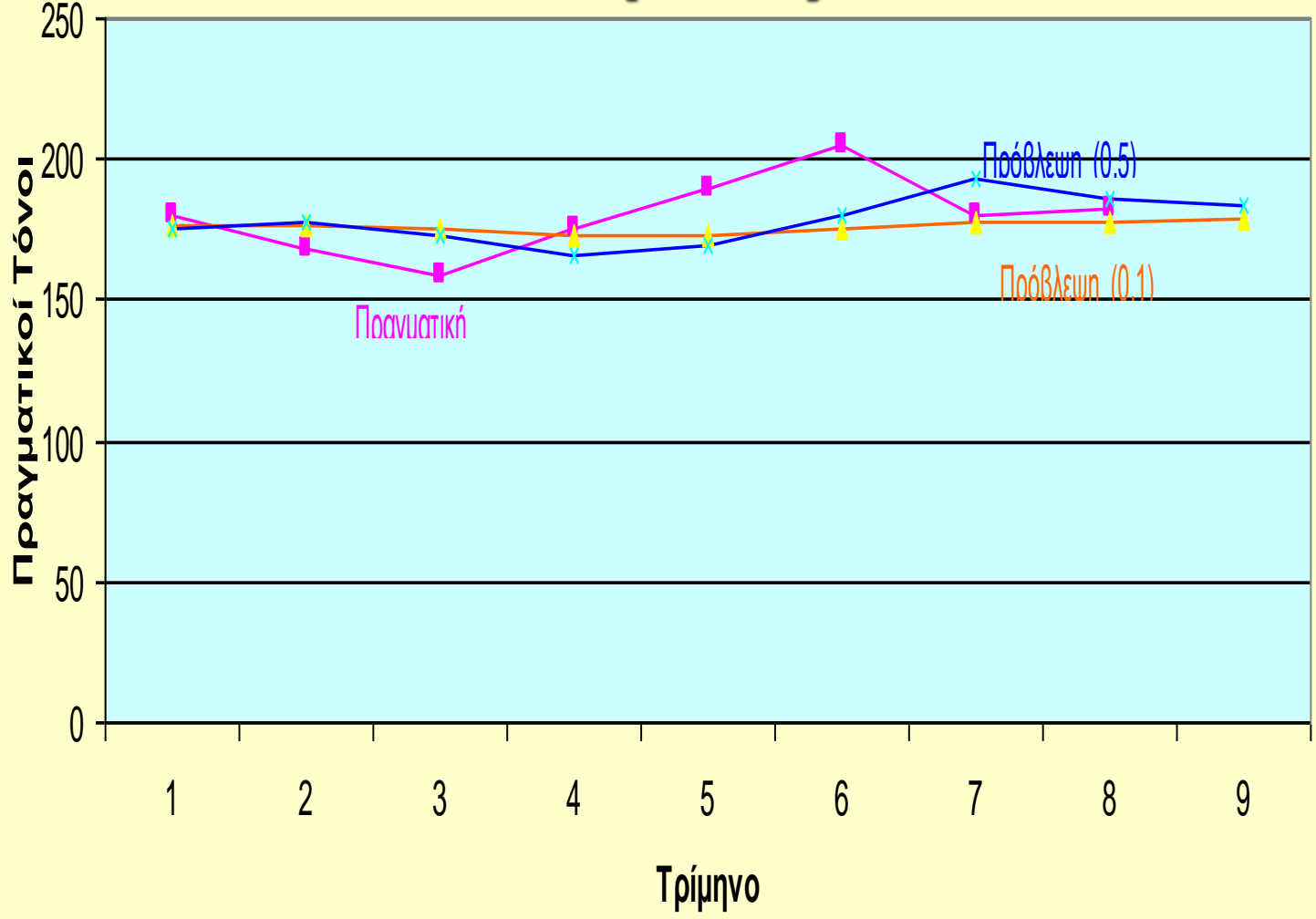
$\alpha =$	Βαρύτητες		
	Προηγ	2 περ. πριν	3 περ. πριν
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	8.1%
$\alpha = 0.90$	90%	9%	

Επίδραση Σταθεράς Εξομάλυνσης α

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha) A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-3} + \dots$$

$\alpha =$	Βαρύτητες		
	Προηγ	2 περ. πριν	3 περ. πριν
	α	$\alpha(1-\alpha)$	$\alpha(1-\alpha)^2$
$\alpha = 0.10$	10%	9%	8.1%
$\alpha = 0.90$	90%	9%	0.9%

Επίδραση α



Μέθοδος Παλινδρόμησης

(Γραμμική Τάση)

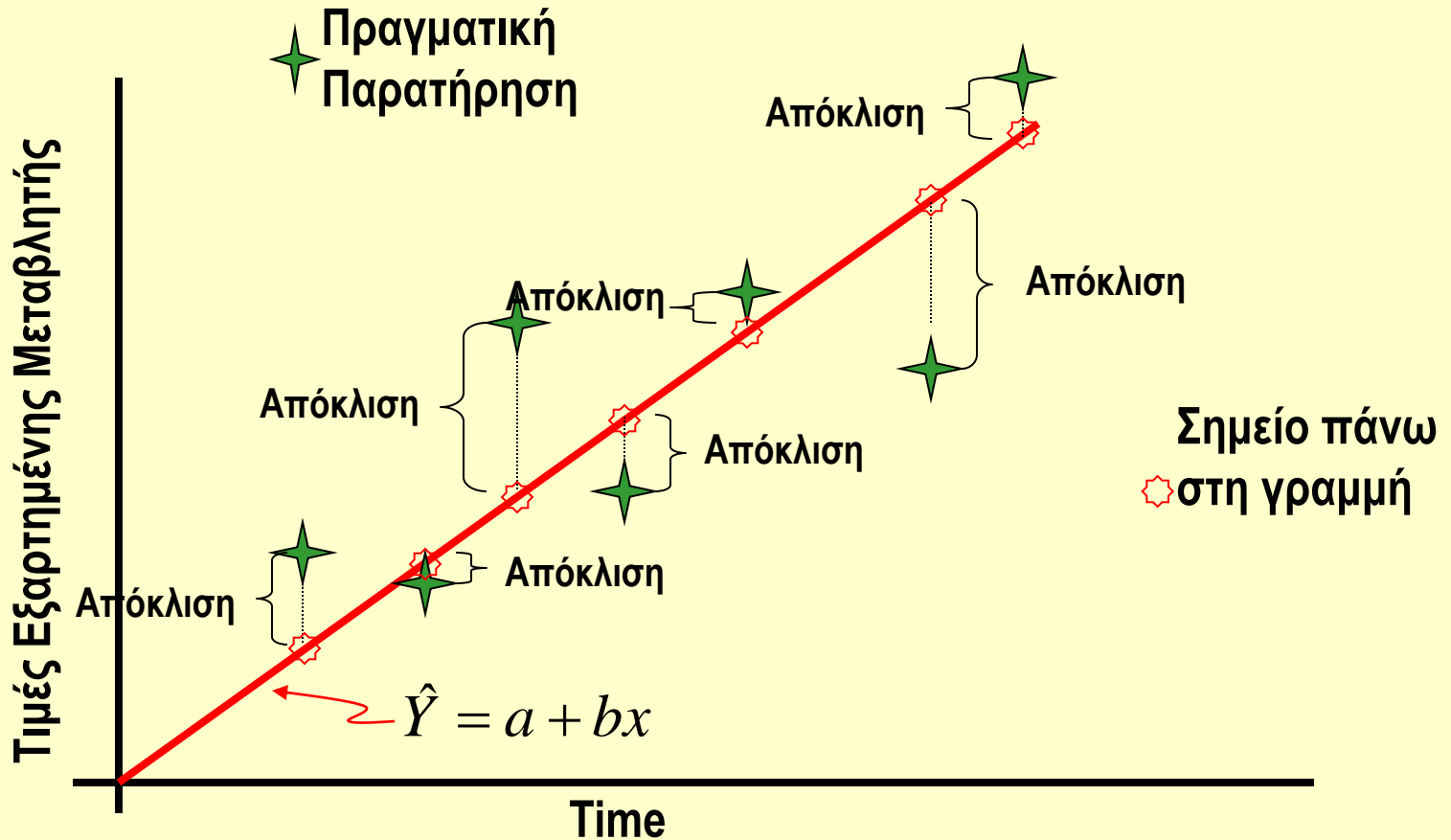
Μέθοδος Παλινδρόμησης

- ◆ Χρησιμοποιείται για πρόβλεψη Τάσης
- ◆ Υποθέτει ότι η σχέση μεταξύ της μεταβλητής της Πρόβλεψης Y , και του Χρόνου X , είναι μια γραμμική συνάρτηση

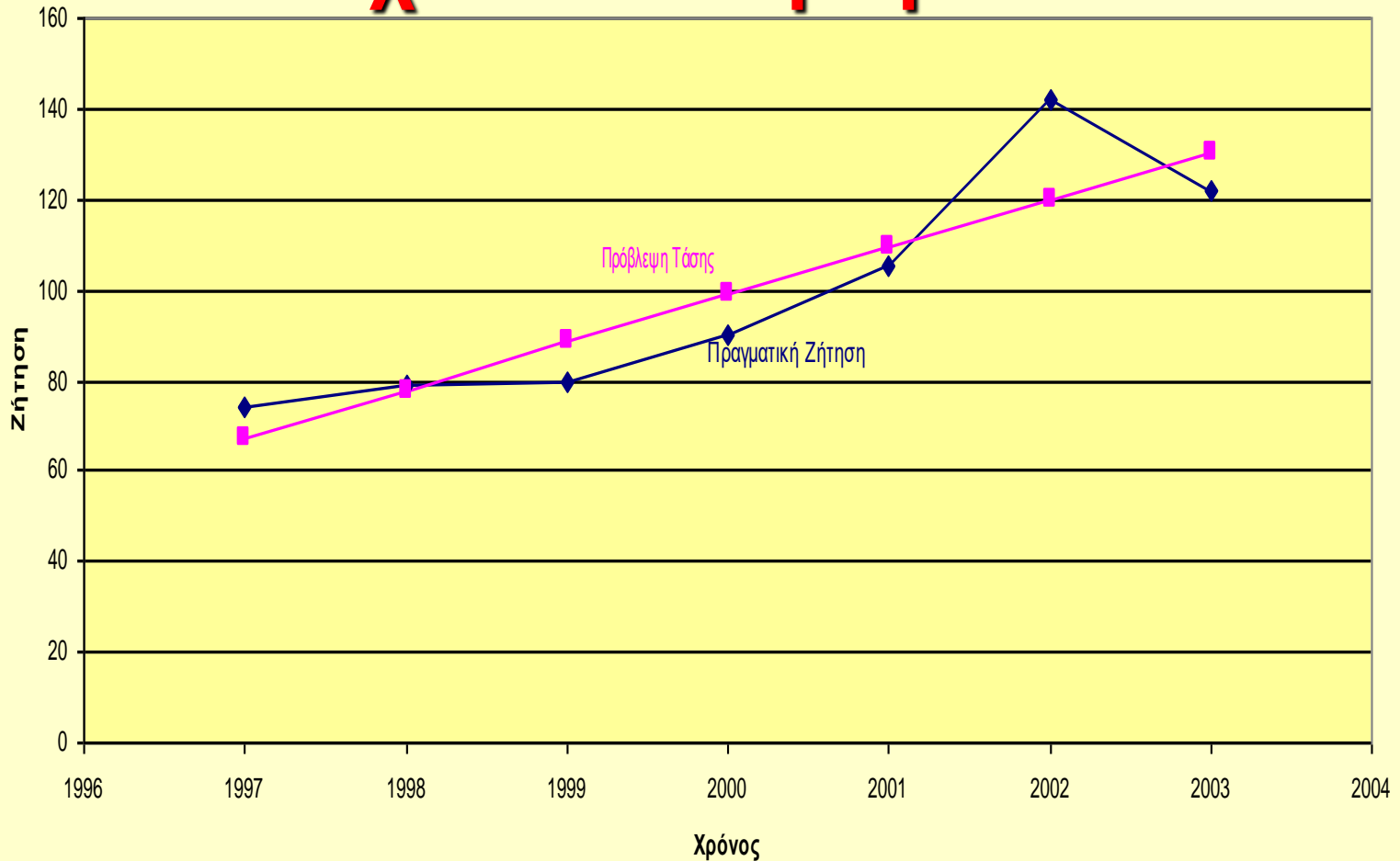
$$Y_i = a + bX_i$$

- ◆ Οι συντελεστές a και b υπολογίζονται με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων
 - ◆ Ελαχιστοποιείται το άθροισμα των τετραγώνων των λαθών της πρόβλεψης

Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων



Πραγματικές Τιμές και η Γραμμή Ελαχίστων Τετραγώνων



Τύποι Ελαχίστων Τετραγώνων

$$\hat{Y}_i = a + bx_i$$

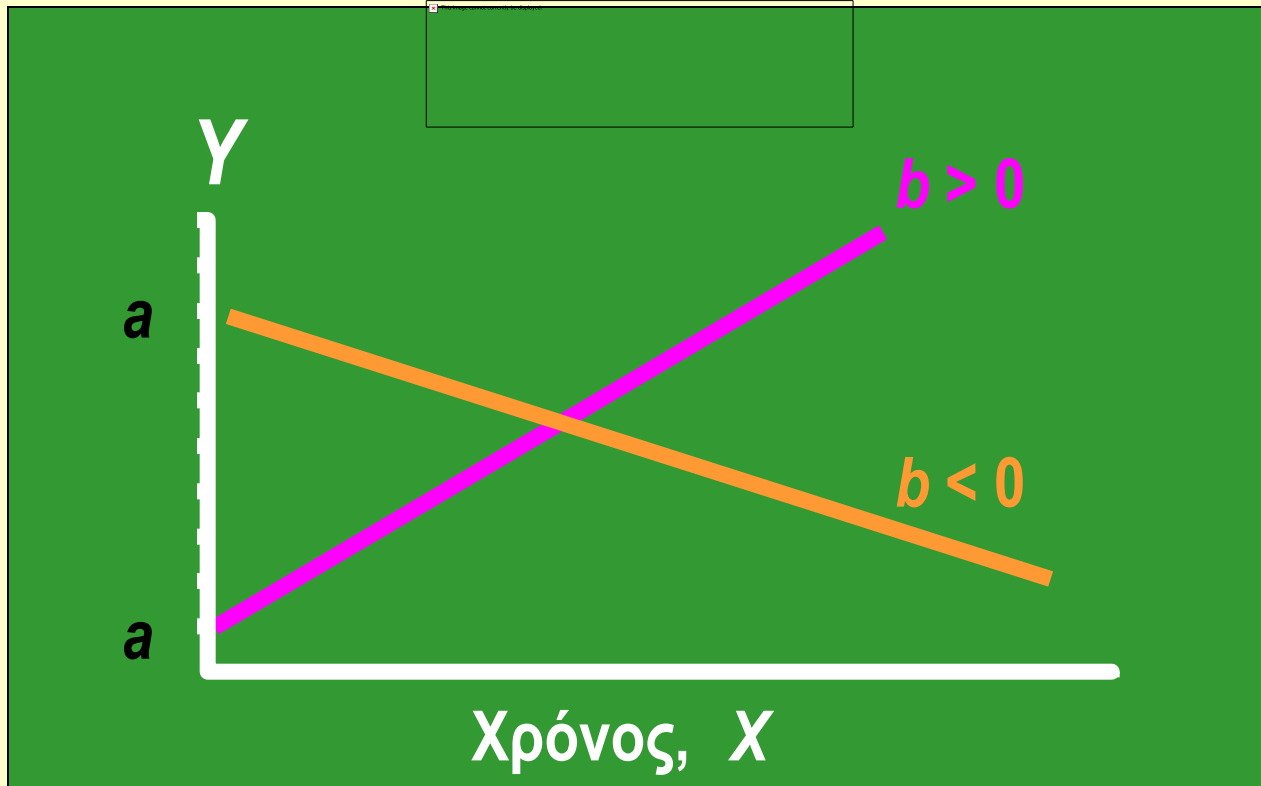
$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Πίνακας Υπολογισμών

X_i	Y_i	X_i^2	Y_i^2	$X_i Y_i$
X_1	Y_1	X_1^2	Y_1^2	$X_1 Y_1$
X_2	Y_2	X_2^2	Y_2^2	$X_2 Y_2$
:	:	:	:	:
X_n	Y_n	X_n^2	Y_n^2	$X_n Y_n$
ΣX_i	ΣY_i	ΣX_i^2	ΣY_i^2	$\Sigma X_i Y_i$

Μοντέλο Προβολής Γραμμικής Τάσης

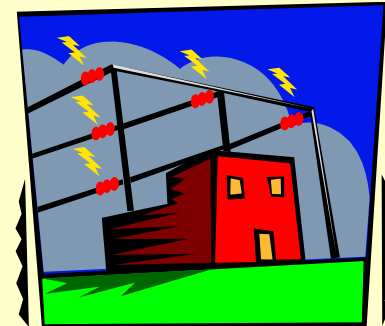


Χρήση Γραμμής Τάσης

Χρόνος	Ζήτηση
2018	74
2019	79
2020	80
2021	90
2022	105
2023	142
2024	122

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας από το 2018 – 2024.

Βρείτε τη συνολική τάση στα στοιχεία



Υπολογισμός Γραμμής Τάσης

Χρόνος	Περίοδος (x)	Ζήτηση (y)		
2018	1	74		
2019	2	79		
2020	3	80		
2021	4	90		
2022	5	105		
2023	6	142		
2024	7	122		

Υπολογισμός Γραμμής Τάσης

Χρόνος	Περίοδος (x)	Ζήτηση (y)	x^2	xy
2018	1	74	1	74
2019	2	79	4	158
2020	3	80	9	240
2021	4	90	16	360
2022	5	105	25	525
2023	6	142	36	852
2024	7	122	49	854

Υπολογισμός Γραμμής Τάσης

Χρόνος	Περίοδος (x)	Ζήτηση (y)	x^2	xy
2018	1	74	1	74
2019	2	79	4	158
2020	3	80	9	240
2021	4	90	16	360
2022	5	105	25	525
2023	6	142	36	852
2024	7	122	49	854
	$\Sigma x=28$	$\Sigma y=692$	$\Sigma x^2=140$	$\Sigma xy=3,063$

Ο Τύπος Της Γραμμής Τάσης

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{28}{7} = 4 \qquad \bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{692}{7} = 98.86$$

$$b = \frac{\sum xy - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x^2 - n \bar{x}^2} = \frac{3,063 - (7)(4)(98.86)}{140 - (7)(4)^2} = \frac{295}{28} = 10.54$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 98.86 - 10.54(4) = 56.70$$

Άρα, η ζήτηση είναι:

$$y = 56.70 + 10.54 x$$

Ποια η Ζήτηση για το 2025 & 2026 ;

Ο Τύπος Της Γραμμής Τάσης

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{28}{7} = 4 \qquad \bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{692}{7} = 98.86$$

$$b = \frac{\sum xy - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x^2 - n \bar{x}^2} = \frac{3,063 - (7)(4)(98.86)}{140 - (7)(4)^2} = \frac{295}{28} = 10.54$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 98.86 - 10.54(4) = 56.70$$

Άρα, η ζήτηση είναι:

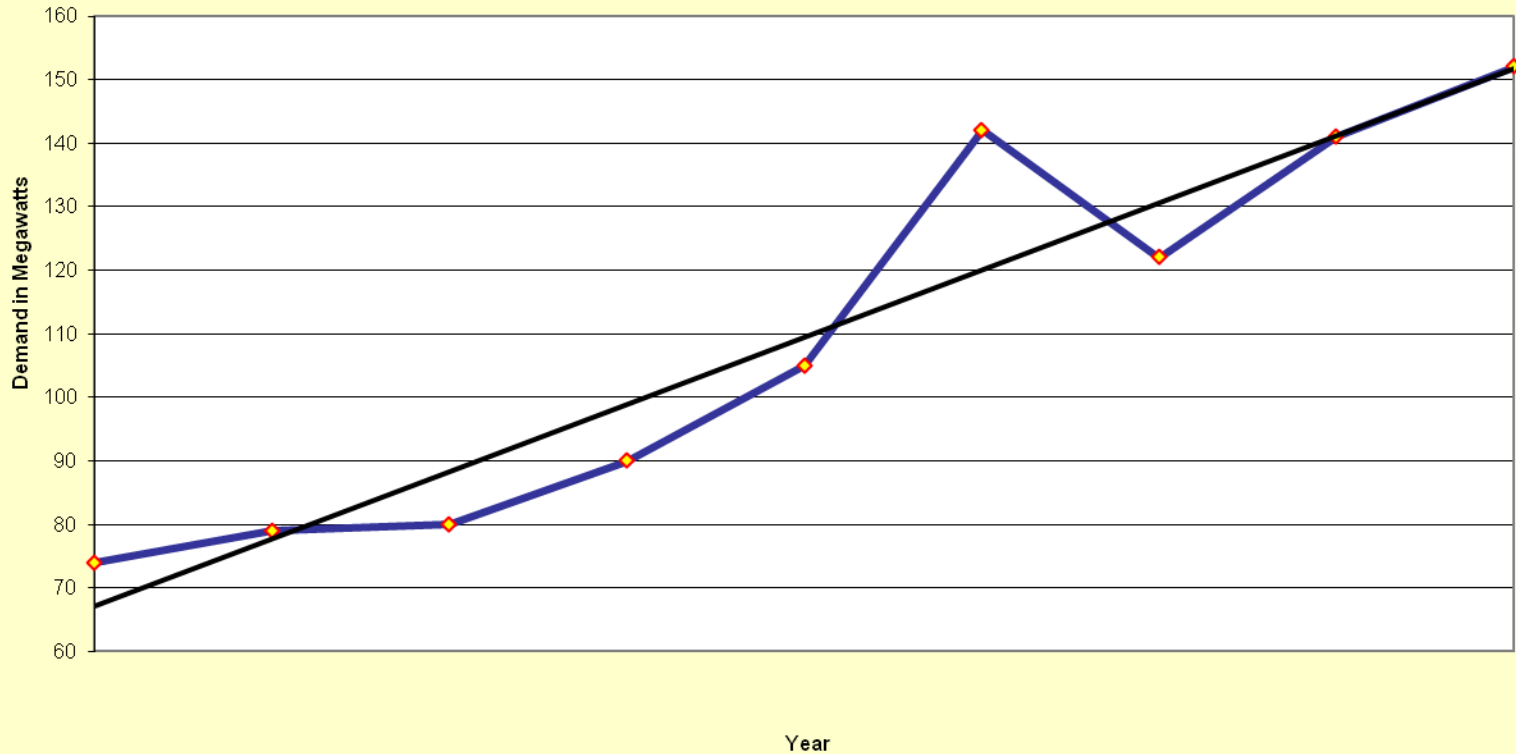
$$y = 56.70 + 10.54 x$$

Η Ζήτηση για το 2025: $Y = 56.70 + 10.54 * 8 = 141.02$

Η Ζήτηση για το 2026: $Y = 56.70 + 10.54 * 9 = 151.56$

Πραγματική και Πρόβλεψη

Electric Power Demand



Δείκτες Εποχικότητας

(Διαχείριση Εποχικότητας)

Μηνιαίες Πωλήσεις Laptop

	Ζήτηση Πωλήσεων					
Μήνας	2022	2023	2024			
Ιαν	80	85	105			
Φεβ	70	85	85			
Μαρ	80	93	82			
Απρ	90	95	115			
Μαι	113	125	131			
Ιουν	110	115	120			
Ιουλ	100	102	113			
Αυγ	88	102	110			
Σεπτ	85	90	95			
Οκτ	77	78	85			
Νοε	75	72	83			
Δεκ	82	78	80			

Μηνιαίες Πωλήσεις Laptop

Μήνας	Ζήτηση Πωλήσεων			Μέση Ζήτηση		
	2022	2023	2024	Ανά Εποχή (ΑΕ)		
Ιαν	80	85	105	90		
Φεβ	70	85	85	80		
Μαρ	80	93	82	85		
Απρ	90	95	115	100		
Μαι	113	125	131	123		
Ιουν	110	115	120	115		
Ιουλ	100	102	113	105		
Αυγ	88	102	110	100		
Σεπτ	85	90	95	90		
Οκτ	77	78	85	80		
Νοε	75	72	83	80		
Δεκ	82	78	80	80		

Μηνιαίες Πωλήσεις Laptop

Μήνας	Ζήτηση Πωλήσεων			Μέση Ζήτηση		
	2022	2023	2024	Ανά Εποχή (ΑΕ)	Συνολικά Ανά Μήνα (ΑΜ)	
Ιαν	80	85	105	90	94	
Φεβ	70	85	85	80	94	
Μαρ	80	93	82	85	94	
Απρ	90	95	115	100	94	
Μαι	113	125	131	123	94	
Ιουν	110	115	120	115	94	
Ιουλ	100	102	113	105	94	
Αυγ	88	102	110	100	94	
Σεπτ	85	90	95	90	94	
Οκτ	77	78	85	80	94	
Νοε	75	72	83	80	94	
Δεκ	82	78	80	80	94	

Μηνιαίες Πωλήσεις Laptop

Μήνας	Ζήτηση Πωλήσεων			Μέση Ζήτηση		Εποχικός Δείκτης (ΑΕ/ΑΜ)
	2022	2023	2024	Ανά Εποχή (ΑΕ)	Συνολικά Ανά Μήνα (ΑΜ)	
Ιαν	80	85	105	90	94	0.957
Φεβ	70	85	85	80	94	0.851
Μαρ	80	93	82	85	94	0.904
Απρ	90	95	115	100	94	1.064
Μαι	113	125	131	123	94	1.309
Ιουν	110	115	120	115	94	1.223
Ιουλ	100	102	113	105	94	1.117
Αυγ	88	102	110	100	94	1.064
Σεπτ	85	90	95	90	94	0.957
Οκτ	77	78	85	80	94	0.851
Νοε	75	72	83	80	94	0.851
Δεκ	82	78	80	80	94	0.851

Παράδειγμα Εποχικότητας

Να υπολογιστούν οι δείκτες εποχικότητας για τα τέσσερα ακαδημαϊκά τρίμηνα

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000					
Winter	23000					
Spring	19000					
Summer	14000					

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000					
Winter	23000					
Spring	19000					
Summer	14000					
Total	80000					

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000					
Winter	23000					
Spring	19000					
Summer	14000					
Total	80000					
Average	20000					

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20				
Winter	23000	1,15				
Spring	19000	0,95				
Summer	14000	0,70				
Total	80000	4,00				
Average	20000					

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20	26000			
Winter	23000	1,15	22000			
Spring	19000	0,95	19000			
Summer	14000	0,70	17000			
Total	80000	4,00				
Average	20000					

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20	26000			
Winter	23000	1,15	22000			
Spring	19000	0,95	19000			
Summer	14000	0,70	17000			
Total	80000	4,00	84000			
Average	20000					

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20	26000			
Winter	23000	1,15	22000			
Spring	19000	0,95	19000			
Summer	14000	0,70	17000			
Total	80000	4,00	84000			
Average	20000		21000			

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20	26000	1,24		
Winter	23000	1,15	22000	1,05		
Spring	19000	0,95	19000	0,90		
Summer	14000	0,70	17000	0,81		
Total	80000	4,00	84000	4,00		
Average	20000		21000			

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20	26000	1,24	1,22	
Winter	23000	1,15	22000	1,05	1,10	
Spring	19000	0,95	19000	0,90	0,93	
Summer	14000	0,70	17000	0,81	0,76	
Total	80000	4,00	84000	4,00	4,01	
Average	20000		21000			

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20	26000	1,24	1,22	
Winter	23000	1,15	22000	1,05	1,10	
Spring	19000	0,95	19000	0,90	0,93	
Summer	14000	0,70	17000	0,81	0,76	
Total	80000	4,00	84000	4,00	4,01	
Average	20000		21000			

Εάν δοθεί συνολική πρόβλεψη 90000 εγγραφών για τον τρίτο χρόνο, πόσες θα πρέπει να αναμένουμε ανά τρίμηνο ;

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20	26000	1,24	1,22	
Winter	23000	1,15	22000	1,05	1,10	
Spring	19000	0,95	19000	0,90	0,93	
Summer	14000	0,70	17000	0,81	0,76	
Total	80000	4,00	84000	4,00	4,01	90000
Average	20000		21000			

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20	26000	1,24	1,22	
Winter	23000	1,15	22000	1,05	1,10	
Spring	19000	0,95	19000	0,90	0,93	
Summer	14000	0,70	17000	0,81	0,76	
Total	80000	4,00	84000	4,00	4,01	90000
Average	20000		21000			22500

Παράδειγμα Εποχικότητας - Λύση

Quarter	Year 1	Seasonal Index	Year 2	Seasonal Index	Avg. Index	Year3
Fall	24000	1,20	26000	1,24	1,22	27450
Winter	23000	1,15	22000	1,05	1,10	24750
Spring	19000	0,95	19000	0,90	0,93	20925
Summer	14000	0,70	17000	0,81	0,76	17100
Total	80000	4,00	84000	4,00	4,01	90000
Average	20000		21000			22500

Εποχικό Μοντέλο

1. Υπολογίζω τη μέση ιστορική ζήτηση για κάθε εποχή
2. Υπολογίζω τη συνολική μέση ζήτηση για όλες τις εποχές
3. Υπολογίζω το δείκτη εποχικότητας y διαιρώντας τη ζήτηση που βρήκα στο βήμα 1 με τη ζήτηση που βρήκα στο βήμα 2.
4. Κάνω πρόβλεψη συνολικά για την επόμενη χρονική περίοδο (χρόνο)
5. Διαιρώ με το σύνολο των εποχών στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο για να βρω τη μέση πρόβλεψη ανά εποχή
6. Πολλαπλασιάζω κάθε εποχή με τους αντίστοιχους δείκτες εποχικότητας. Αυτή είναι η εποχική πρόβλεψη.

ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

*Συσχέτιση Ζήτησης με Άλλες
Γνωστές Μεταβλητές*

Μοντέλο Γραμμικής Παλινδρόμησης

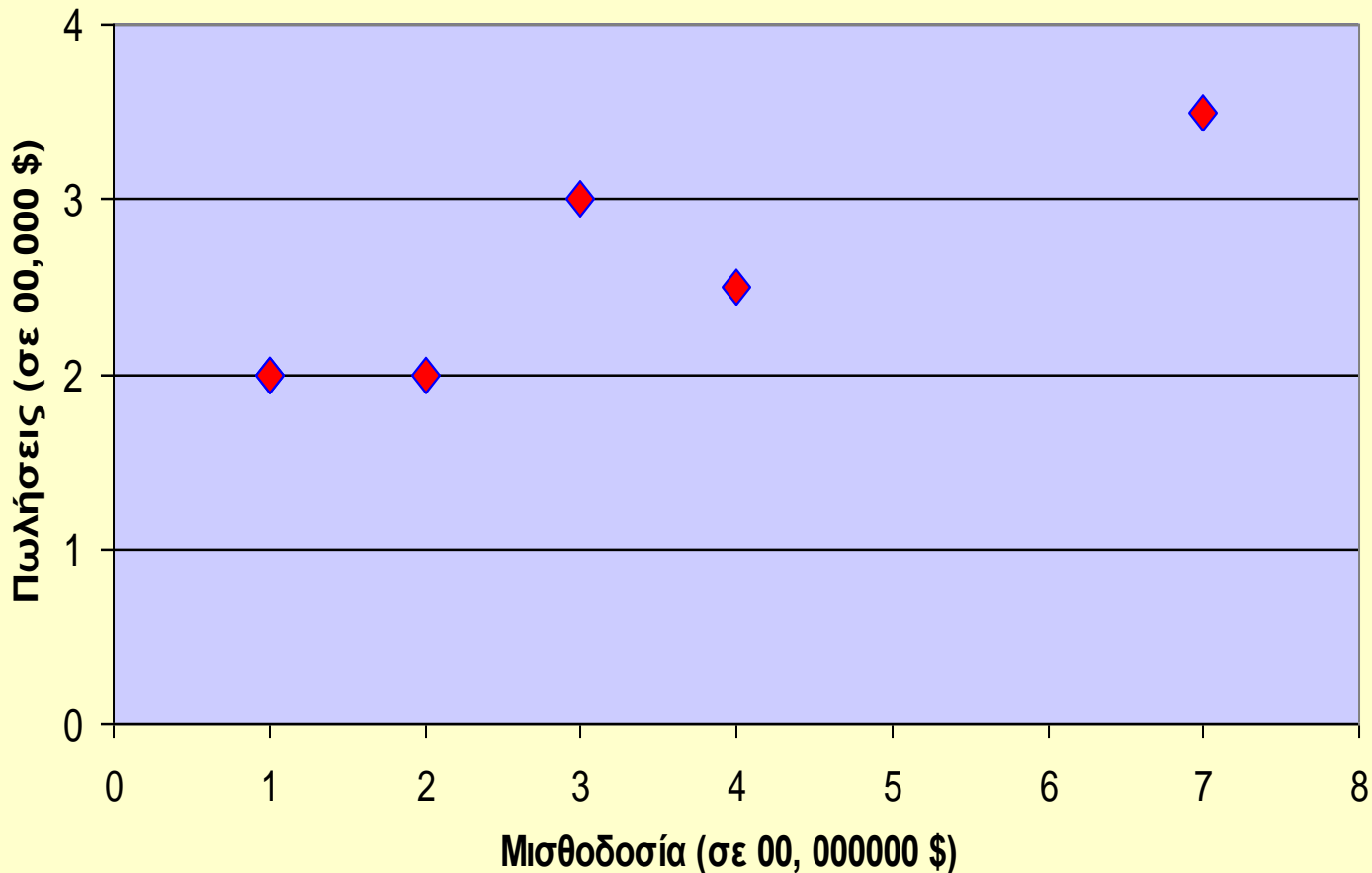
- ◆ Δείχνει τη γραμμική σχέση μεταξύ δυο μεταβλητών
 - ◆ Παράδειγμα: **Πωλήσεις** & **Διαφήμιση** (όχι χρόνος)

The diagram shows the linear regression equation $\hat{Y}_i = a + bX_i$ with several labels and arrows pointing to its parts:

- Y-intercept**: A label above the equation with a red arrow pointing to the constant a .
- Slope**: A label above the equation with a red arrow pointing to the coefficient b .
- Εξαρτημένη (ζήτηση) μεταβλητή**: A label below the equation with a red arrow pointing to the predicted variable \hat{Y}_i .
- Ανεξάρτητη μεταβλητή**: A label below the equation with a red arrow pointing to the independent variable X_i .

Διάγραμμα Συσχέτισης

Σχέση Πωλήσεων - Μισθοδοσίας



Συντελεστής Συσχέτισης

- ◆ Απαντάει: *πόσο δυνατή* είναι η σχέση μεταξύ των μεταβλητών
- ◆ Συμβολίζεται *r*
 - ◆ Τιμές μεταξύ *-1* και *+1*
 - ◆ Μετράει το βαθμό συσχέτισης

Συντελεστής Συσχέτισης

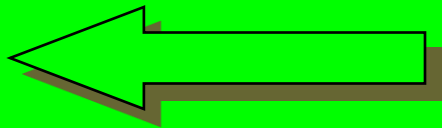
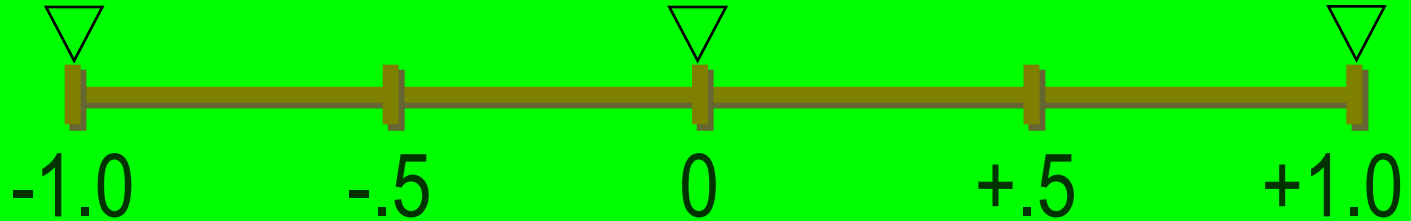
$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

Τιμές Συντελεστή Συσχέτισης

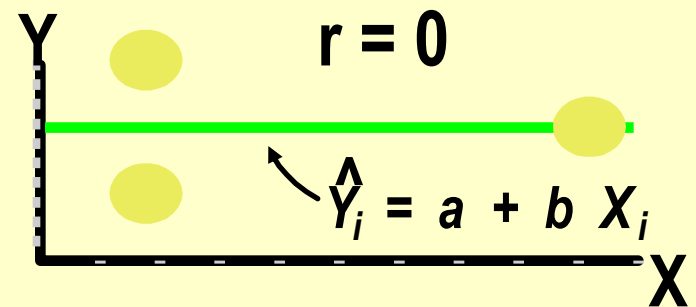
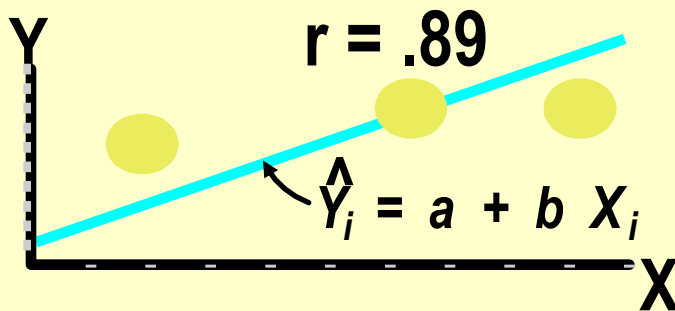
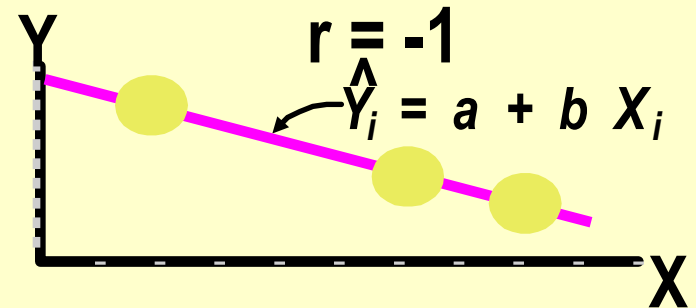
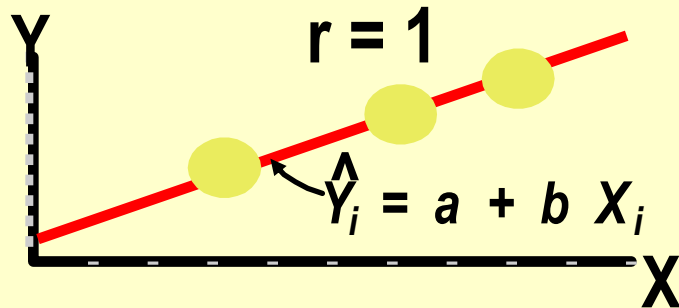
Τέλεια
Αρνητική
Συσχέτιση

Καθόλου
Συσχέτιση

Τέλεια
Θετική
Συσχέτιση



Συντελεστής Συσχέτισης & Μοντέλα Παλινδρόμησης



r^2 = το ποσοστό διακύμανσης στη μεταβλητή Y που εξηγεί η εξίσωση παλινδρόμησης

Τυπικό Λάθος Πρόβλεψης

- ◆ Διακύμανση του πραγματικού Y από το προβλεπόμενο \hat{Y}
- ◆ Συμβολίζεται $S_{Y,X}$
- ◆ Επηρεάζει διάφορους παράγοντες
 - ◆ Σημαντικότητα Παραμέτρων
 - ◆ Ακρίβεια Πρόβλεψης

Τυπικό Λάθος Πρόβλεψης

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_c)^2}{n - 2}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - a \sum_{i=1}^n y_i - b \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n - 2}}$$

Προβλέψεις - Ανακεφαλαίωση

- ◆ Συλλογή Ιστορικών Στοιχείων & Επιλογή Μοντέλου
 - ◆ Μοντέλα Κινητών Μέσων (Επέλεξε αριθμό περιόδων - n / Επέλεξε βαρύτητες)
 - ◆ Εκθετική Εξομάλυνση (Επέλεξε α)
 - ◆ Μοντέλα Τάσης/ Συσχέτισης ή Εποχικότητας (υπολόγισε γραμμή τάσης, γραμμή συσχέτισης, δείκτες εποχικότητας)
- ◆ Οι Επιλογές Πρέπει να Δίνουν μία Καλή Πρόβλεψη

...αλλά τι είναι καλή πρόβλεψη;

- ◆ Μία με Μικρό Λάθος, όπου:

Λάθος = Ζήτηση - Πρόβλεψη

ΜΕΣΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ

Μέσα Εκτίμησης Λάθους

ΜΕΣΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΤΟΥ ΛΑΘΟΥΣ

- ◆ *Μέση Απόλυτη Απόκλιση (**MAD**)*
 - ◆ Προσδιορίζει το Απόλυτο Μέγεθος του Λάθους
- ◆ *Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Λάθος (**MAPE**)*
 - ◆ Προσδιορίζει τα Λάθη ως Ποσοστά της Ζήτησης
- ◆ *Μέσο Τετραγωνικό Λάθος (**MSE**)*
 - ◆ Προσδιορίζει τα Τετράγωνα των Λαθών (εστίαση σε μεγάλα λάθη)

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ ΤΟΥ ΛΑΘΟΥΣ

- ◆ *Μέση Απόκλιση (**BIAS**)* – Απλός μέσος όρος όλων των σφαλμάτων (αρνητικά και θετικά μαζί)
 - ◆ Προσδιορίζει την Κατεύθυνση του Λάθους

Παράδειγμα Μ

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n} = \frac{40}{4} = 10$$

Ποια είναι η τιμή του MAD για τις παρακάτω προβλέψεις;

	A_t	F_t	$ A_t - F_t $
Μήνας	Πωλήσεις	Προβλέψεις	
1	220	n/a	
2	250	255	5
3	210	205	5
4	300	320	20
5	325	315	10

$$\sum_{t=1}^n |A_t - F_t| = 40$$

MSE/RMSI

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} = \frac{550}{4} = 137.5$$

Ποια είναι η τιμή του MSE;

$$RMSE = \sqrt{137.5} = 11.73$$

	A_t	F_t
Μήνας	Πωλήσεις	Προβλέψεις
1	220	n/a
2	250	255
3	210	205
4	300	320
5	325	315

$ A_t - F_t $	$(A_t - F_t)^2$
5	25
5	25
20	400
10	100

$$\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2 = 550$$

Επιλογή Μοντέλου Πρόβλεψης Παράδειγμα

Ποιο Μοντέλο Είναι Καλύτερο;

<u>Έτος</u>	<u>Πραγματικές Πωλήσεις</u>	<u>Μοντέλο Τάσης Προβλέψεις</u>	<u>Μοντέλο Εξομάλυνσης Προβλέψεις (.9)</u>
2020	1.0	0.6	1.0
2021	1.0	1.3	1.0
2022	2.0	2.0	1,0
2023	2.0	2.7	1,9
2024	4.0	3.4	2,0

Υπολογισμοί Μοντέλου Τάσης

Έτος	A_i	F_i	Λάθος	Λάθος ²	Λάθος	$\frac{ \text{Λάθος} }{\text{Πραγμ}}$
2020	1.0	0.6	0.4	0.16	0.4	0.40
2021	1.0	1.3	-0.3	0.09	0.3	0.30
2022	2.0	2.0	0.0	0.00	0.0	0.00
2023	2.0	2.7	-0.7	0.49	0.7	0.35
2024	4.0	3.4	0.6	0.36	0.6	0.15
Σύν			0.0	1.10	2.0	1.20

$$\text{MSE} = \sum \text{Λάθος}^2 / n = 1.10 / 5 = \mathbf{0.22 \text{ (RMSE = 0,47)}}$$

$$\text{MAD} = \sum |\text{Λάθος}| / n = 2.0 / 5 = \mathbf{0.40}$$

$$\text{MAPE} = \sum |\text{Απόλυτο Λάθος} / \text{Πραγματική Ζήτηση}| / n = 1.20 / 5 = \mathbf{0.24}$$

Υπολογισμοί Μοντέλου Εξομάλυνσης

Χρόνος	A_i	F_i	Λάθος	Λάθος ²	Λάθος	$\frac{ \text{Λάθος} }{\text{Πραγμ}}$
2020	1.0	1.0	0.0	0.00	0.0	0.00
2021	1.0	1.0	0.0	0.00	0.0	0.00
2022	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5
2023	2.0	1.9	0.1	0.01	0.1	0.05
2024	4.0	2.0	2.0	4.0	2.0	0.5
Total			3.1	5.01	3.1	1.05

$$\text{MSE} = \sum \text{Λάθος}^2 / n = 5.01 / 5 = \mathbf{1 \text{ (RMSE=1)}}$$

$$\text{MAD} = \sum |\text{Λάθος}| / n = 3.1 / 5 = \mathbf{0.62}$$

$$\text{MAPE} = \sum |\text{Απόλυτο Λάθος} / \text{Πραγματική Ζήτηση}| / n = 1.05 / 5 = \mathbf{0.21}$$

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Μοντέλο Τάσης:

$$\text{MSE} = 0.22$$

$$\text{MAD} = 0.40$$

$$\text{MAPE} = 0.24$$

Μοντέλο Εκθετικής Εξομάλυνσης:

$$\text{MSE} = 1.00$$

$$\text{MAD} = 0.62$$

$$\text{MAPE} = 0.21$$

Προβλήματα Εξάσκησης

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 1:

Οι πωλήσεις αυτοκινήτων μιας επιχείρησης παρουσιάζονται παρακάτω. Υπολογίσετε την πρόβλεψη πωλήσεων για την έβδομη εβδομάδα, χρησιμοποιώντας **Κινητό Μέσο 3 Περιόδων**

Εβδομάδα	Πωλήσεις
1	8
2	10
3	9
4	11
5	10
6	13
7	—

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 1:

Οι πωλήσεις
παρακάτω. Υ
εβδομάδα, χρ

Κινητός Μέσος

$$\frac{\sum \text{ζήτηση προηγούμενων } n \text{ περιόδων}}{n}$$

νται
ομη

Εβδομάδα	Πωλήσεις	Κ. Μέσος 3 περιόδων
1	8	
2	10	
3	9	
4	11	
5	10	
6	13	
7	—	$(11 + 10 + 13)/3 = 11\frac{1}{3}$

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 1:

Στις ίδιες πωλήσεις, υπολογίσετε την **ακρίβεια** που δίνει η μέθοδος του **Κινητού Μέσου 3 Περιόδων** (με MAD)

Εβδομάδα	Πωλήσεις	Κ. Μέσος 3 περιόδων
1	8	
2	10	
3	9	
4	11	$(8 + 10 + 9)/3 = 9$
5	10	$(10 + 9 + 11)/3 = 10$
6	13	$(9 + 11 + 10)/3 = 10$
7	—	

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 1:

Στις ίδιες πωλήσεις, υπολογίσετε την **ακρίβεια** που δίνει η μέθοδος του **Κινητού Μέσου 3 Περιόδων** (με MAD)

<u>Εβδομάδα</u>	<u>Πωλήσεις</u>	<u>Κ. Μέσος 3 περιόδων</u>	<u>Σφάλματα</u>
1	8		
2	10		
3	9		
4	11	$(8 + 10 + 9)/3 = 9$	$ 11 - 9 = 2$
5	10	$(10 + 9 + 11)/3 = 10$	$ 10 - 10 = 0$
6	13	$(9 + 11 + 10)/3 = 10$	$ 13 - 10 = 3$
7	—		

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 1:

Στις ίδιες πωλήσεις, υπολογίσετε την **ακρίβεια** που δίνει η μέθοδος του **Κινητού Μέσου 3 Περιόδων** (με MAD)

Εβδομάδα	Πωλήσεις	Κ. Μέσος 3 περιόδων	Σφάλματα
1	8		
2	10		
3	9		
4	11	$(8 + 10 + 9)/3 = 9$	$ 11 - 9 = 2$
5	10	$(10 + 9 + 11)/3 = 10$	$ 10 - 10 = 0$
6	13	$(9 + 11 + 10)/3 = 10$	$ 13 - 10 = 3$
7			

$$MAD = \frac{\sum |\text{αποκλίσεων}|}{n}$$

$$MAD = \frac{5}{3} = 1,67$$

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 2:

Η εταιρία αποφασίζει να κάνει τις προβλέψεις χρησιμοποιώντας **Σταθμισμένο Κινητό Μέσο 3 Περιόδων** με τις παρακάτω βαρύτητες. Υπολογίσετε την πρόβλεψη πωλήσεων για την έβδομη εβδομάδα, χρησιμοποιώντας το **Σταθμισμένο Κινητό Μέσο 3 Περιόδων**

Βαρύτητες	Περίοδος
3	Προηγ. Εβδομάδα
2	Δυο Εβδομάδες Πριν
1	Τρεις Εβδομάδες Πριν
6	Σύνολο

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβ

$$\Sigma\text{KM} = \frac{\Sigma(\text{βαρύτητα περιόδου } n)(\text{ζήτηση περιόδου } n)}{\Sigma\text{βαρύτητες}}$$

Η εταιρ

Σταθμ

ητες.

Υπολογίσετε την πρόβλεψη πωλήσεων για την έβδομη εβδομάδα

χρησι

Εβδομάδα	Πωλήσεις	3-Περιοδων ΣΚΜ
1	8	
2	10	
3	9	
4	11	
5	10	
6	13	
7	—	$(3*13 + 2*10 + 1*11)/6 = 11\frac{2}{3}$

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 2:

Υπολογίσετε την **ακρίβεια** που δίνει η μέθοδος του **Σταθμισμένου Κινητού Μέσου 3 περιόδων** με αυτές τις βαρύτητες (με MAD/MSE/MAPE κλπ.)

Βαρύτητες	Περίοδος
3	Προηγ. Εβδομάδα
2	Δυο Εβδομάδες Πριν
1	Τρεις Εβδομάδες Πριν
6	Σύνολο

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 2:

Υπολογίσετε την **ακρίβεια** που δίνει η μέθοδος του **Σταθμισμένου Κινητού Μέσου 3 περιόδων** με αυτές τις βαρύτητες (με MAD/

Εβδομάδα	Πωλήσεις
1	8
2	10
3	9
4	11
5	10
6	13
7	—

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 2:

Υπολογίσετε την **ακρίβεια** που δίνει η μέθοδος του **Σταθμισμένου Κινητού Μέσου 3 περιόδων** με αυτές τις βαρύτητες (με MAD/

Εβδομάδα	Πωλήσεις	3-Περιοδων ΣΚΜ
1	8	
2	10	
3	9	
4	11	$(3 \cdot 9 + 2 \cdot 10 + 1 \cdot 8) / 6 = 9,17$
5	10	$(3 \cdot 11 + 2 \cdot 9 + 1 \cdot 10) / 6 = 10,17$
6	13	$(3 \cdot 10 + 2 \cdot 11 + 1 \cdot 9) / 6 = 10,17$
7	—	

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 2:

Υπολογίσετε την **ακρίβεια** που δίνει η μέθοδος του **Σταθμισμένου Κινητού Μέσου 3 περιόδων** με αυτές τις βαρύτητες (με MAD/MSE/MAPE κλπ.)

Εβδομάδα	Πωλήσεις	Κ. Μέσος 3 περιόδων	Σφάλματα
1	8		
2	10		
3	9		
4	11	$(8 + 10 + 9)/3 = 9,17$	$11 - 9,17 = 1,83$
5	10	$(10 + 9 + 11)/3 = 10,17$	$10 - 10,17 = -0,17$
6	13	$(9 + 11 + 10)/3 = 10,17$	$13 - 10,17 = 2,83$
7	—		

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 2:

Οι πωλήσεις αυτοκινήτων μιας επιχείρησης παρουσιάζονται παρακάτω. Υπολογίσετε την **ακρίβεια** που δίνει η μέθοδος του **Κινητού Μέσου 3 περιόδων** (με MAD/MSE/MAPE κλπ.)

Εβδομάδα	Πωλήσεις	Κ. Μέσος 3 περιόδων	Απόλυτα Σφάλματα
1	8		
2	10		
3	9		
4	11	$(8 + 10 + 9)/3 = 9,17$	$ 1,83 = 1,83$
5	10	$(10 + 9 + 11)/3 = 10,17$	$ -0,17 = 0,17$
6	13	$(9 + 11 + 10)/3 = 10,17$	$ 2,83 = 2,83$
7			

$\text{MAD} = \frac{\sum \text{αποκλίσεων} }{n}$	$\text{MAD} = \frac{4,83}{3} = 1,61$
---	--------------------------------------

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 3:

Υπολογίσετε την **ακρίβεια** των μεθόδων **εκθετικής εξομάλυνσης** με σταθερές **$\alpha = 0.8$** και **$\alpha = 0.5$** , για τις παρακάτω πωλήσεις. Ποια μέθοδος είναι καταλληλότερη; (Η πρόβλεψη για τον Ιανουάριο είναι **22**)

Μήνας	Πωλήσεις Μπαταριών
Ιαν.	20
Φεβ.	21
Μαρ.	15
Απρ	14
Μαΐος	13
Ιούνιος	18

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 3:

Υπολογίσετε την ακρίβεια των μεθόδων εκθετικής εξομάλυνσης με σταθερές $\alpha = 0.8$ και $\alpha = 0.5$, για τις παρακάτω πωλήσεις. Ποια μέθοδος είναι καταλληλότερη; (Η πρόβλεψη για τον Ιανουάριο είναι 22)

Μήνας	Πωλήσεις Μπαταριών	Πρόβλεψη $\alpha = 0.8$	Πρόβλεψη $\alpha = 0.5$
Ιαν	20	22	22
Φεβ	21	20	21
Μαρ	15	21	21
Απρ	14	16	18
Μαΐος	13	14	15
Ιουν	18	13	14

Προβλήματα Εξάσκησης

$$MAD = \frac{\sum |\text{αποκλίσεων}|}{n}$$

Πρόβλημα 3:

Υπολογίσετε την ακρίβεια των μεθόδων εξομάλυνσης με σταθερές $\alpha = 0.8$ και $\alpha = 0.5$, για τις παρακάτω πωλήσεις. Ποια μέθοδος είναι καταλληλότερη; (Η πρόβλεψη για τον Ιανουάριο είναι 22)

Μήνας	Πωλήσεις Μπαταριών	Πρόβλεψη $\alpha = 0.8$	Πρόβλεψη $\alpha = 0.5$
Ιαν	20	22	22
Φεβ	21	20	21
Μαρ	15	21	21
Απρ	14	16	18
Μαΐος	13	14	15
Ιουν	18	13	14

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 3:

Υπολογίσετε την ακρίβεια των μεθόδων της προβολής με σταθερές $\alpha = 0.8$ και $\alpha = 0.5$, για τις παρακάτω πωλήσεις. Ποια μέθοδος είναι καταλληλότερη; (Η πρόβλεψη για τον Ιανουάριο είναι 22)

$$MAD = \frac{\sum |\text{αποκλίσεων}|}{n}$$

Μήνας	Πωλήσεις Μπαταριών	Πρόβλεψη $\alpha = 0.8$	Απόλυτο Λάθος	Πρόβλεψη $\alpha = 0.5$	Απόλυτο Λάθος
Ιαν	20	22	2	22	2
Φεβ	21	20	1	21	0
Μαρ	15	21	6	21	6
Απρ	14	16	2	18	4
Μαΐος	13	14	1	15	2
Ιουν	18	13	5	14	4
			$\Sigma = 17$		
			MAD = 2.83		
				$\Sigma = 18$	
				MAD = 3.0	

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 4:

Χρησιμοποιώντας τα παρακάτω δεδομένα πωλήσεων, υπολογίστε: (α) τη **γραμμή τάσης**, και (β) την **πρόβλεψη πωλήσεων για το 2025**.

Έτος	Πωλήσεις (Μονάδες)
2018	100
2019	110
2020	122
2021	130
2022	139
2023	152
2024	164

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα
Χρησιμοποιήστε
(α) τη μέθοδο

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{28}{7} = 4$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{917}{7} = 131$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{3961 - (7)(4)(131)}{140 - (7)(4^2)} = \frac{293}{28} = 10.46$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 131 - (10.46 \cdot 4) = 89.16$$

λογίστε:
το 2023.

2020	122	3	0	366
2021	132	4	0	520
2022	142	5	0	695
2023	152	6	0	912
2024	162	7	0	
Σ				

$$\hat{y} = a + bx = 89.16 + 10.46x$$

$$\text{Πωλήσεις 2025} = 89.16 + 10.46 \cdot 8 = 172.84$$

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 5:

Υπολογίστε το MAD ανά έτος για τα παρακάτω στοιχεία:

Έτος	Πρόβλεψη Ζήτησης	Πραγματική Ζήτηση
1	78	71
2	75	80
3	83	101
4	84	84
5	88	60
6	85	73

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 5:

Υπολογίστε το MAD ανά έτος για τα παρακάτω στοιχεία:

Έτος	Πρόβλεψη Ζήτησης	Πραγματική Ζήτηση	Αθροιστικό Λάθος 	ΜΑD
1	78	71	7	7.0
2	75	80	7	
3	83	101		
4	84	84		
5	88	60		
6	85	73		

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 5:

Υπολογίστε το MAD ανά έτος για τα παρακάτω στοιχεία:

Έτος	Πρόβλεψη Ζήτησης	Πραγματική Ζήτηση	Αθροιστικό		MAD
			Λάθος	Λάθος	
1	78	71	7	7	7.0
2	75	80	5	12	6.0
3	83	101			
4	84	84			
5	88	60			
6	85	73			

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 5:

Υπολογίστε το MAD ανά έτος για τα παρακάτω στοιχεία:

Έτος	Πρόβλεψη Ζήτησης	Πραγματική Ζήτηση	Αθροιστικό		
			Λάθος	Λάθος	MAD
1	78	71	7	7	7.0
2	75	80	5	12	6.0
3	83	101	18	30	10.0
4	84	84			
5	88	60			
6	85	73			

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 5:

Υπολογίστε το MAD ανά έτος για τα παρακάτω στοιχεία:

Έτος	Πρόβλεψη Ζήτησης	Πραγματική Ζήτηση	Αθροιστικό		
			Λάθος	Λάθος	MAD
1	78	71	7	7	7.0
2	75	80	5	12	6.0
3	83	101	18	30	10.0
4	84	84	0	30	7.5
5	88	60			
6	85	73			

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 5:

Υπολογίστε το MAD ανά έτος για τα παρακάτω στοιχεία:

Έτος	Πρόβλεψη Ζήτησης	Πραγματική Ζήτηση	Αθροιστικό		
			Λάθος	Λάθος	MAD
1	78	71	7	7	7.0
2	75	80	5	12	6.0
3	83	101	18	30	10.0
4	84	84	0	30	7.5
5	88	60	28	58	11.6
6	85	73			

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 5:

Υπολογίστε το MAD ανά έτος για τα παρακάτω στοιχεία:

Έτος	Πρόβλεψη Ζήτησης	Πραγματική Ζήτηση	Αθροιστικό		
			Λάθος	Λάθος	MAD
1	78	71	7	7	7.0
2	75	80	5	12	6.0
3	83	101	18	30	10.0
4	84	84	0	30	7.5
5	88	60	28	58	11.6
6	85	73	12	70	11.7

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 5:

$$\text{MAD} = \frac{\sum |\text{Λαθών Πρόβλεψης}|}{n} = \frac{70}{6} = 11.7$$

Υπολογίστε το MAD ανά έτος, για τα παρακάτω στοιχεία:

Έτος	Πρόβλεψη Ζήτησης	Πραγματική Ζήτηση	Αθροιστικό		
			Λάθος	Λάθος	MAD
1	78	71	7	7	7.0
2	75	80	5	12	6.0
3	83	101	18	30	10.0
4	84	84	0	30	7.5
5	88	60	28	58	11.6
6	85	73	12	70	11.7

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 6:

Τον προηγούμενο χρόνο οι πωλήσεις μιας επιχείρησης φορητών υπολογιστών ήταν 10,000. Οι μέσες τριμηνιαίες πωλήσεις τα τελευταία 5 χρόνια ήταν: Άνοιξη 4,000, Καλοκαίρι 3,000, Φθινόπωρο 2,000 και Χειμώνα 1,000. **Υπολογίστε τους τριμηνιαίους δείκτες εποχικότητας.**

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 6:

Τον προηγούμενο χρόνο οι πωλήσεις μιας επιχείρησης φορητών υπολογιστών ήταν 10,000. Οι μέσες τριμηνιαίες πωλήσεις τα τελευταία 5 χρόνια ήταν: Άνοιξη 4,000, Καλοκαίρι 3,000, Φθινόπωρο 2,000 και Χειμώνα 1,000. **Υπολογίστε τον τριμηνιαίο δείκτη**

εποχ

$$\text{Συνολική Μέση Ζήτηση} = 10,000 / 4 = 2,500$$

Άνοιξη	$4,000 / 2,500 = 1.6$
Καλοκαίρι	$3,000 / 2,500 = 1.2$
Φθινόπωρο	$2,000 / 2,500 = 0.8$
Χειμώνας	$1,000 / 2,500 = 0.4$

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 7:

Εάν η προηγούμενη εταιρία αναμένει **άνοδο πωλήσεων 10%** τον επόμενο χρόνο, υπολογίστε τις τριμηνιαίες πωλήσεις για τον επόμενο χρόνο.

Προβλήματα Εξάσκησης

Πρόβλημα 7:

Εάν η προηγούμενη εταιρία αναμένει **άνοδο πωλήσεων 10%** τον επόμενο χρόνο, υπολογίστε τις τριμηνιαίες πωλήσεις για τον επόμενο χρόνο.

Οι ετήσιες πωλήσεις θα είναι 11,000 ($10,000 * 1.10 = 11,000$)

Άνοιξη	$(11,000 / 4) * 1.6 = 4,400$
Καλοκαίρι	$(11,000 / 4) * 1.2 = 3,300$
Φθινόπωρο	$(11,000 / 4) * 0.8 = 2,200$
Χειμώνας	$(11,000 / 4) * 0.4 = 1,100$
