

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
Μονάδα Προβλέψεων & Στρατηγικής

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές  
Αποσύνθεση Χρονοσειράς Διάλεξη 3



# Αποσύνθεση (Decomposition)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



- Τάση  
Trend component
- Εποχιακότητα  
Seasonal Component
- Τυχειότητα  
Irregular or Random component
- Κύκλος  
Cyclical component

Μαθηματική Διατύπωση:

$$Y_t = f(S_t, T_t, C_t, R_t)$$

- $Y_t$ : παρατήρηση κατά τη χρονική περίοδο  $t$
- $S_t$ : συνιστώσα εποχιακότητας
- $T_t$ : συνιστώσα τάσης
- $C_t$ : συνιστώσα κύκλου
- $R_t$ : συνιστώσα τυχειότητας

# Παράδειγμα Αποσύνθεσης

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



- Τάση  
Trend component
- Εποχιακότητα  
Seasonal component
- Τυχαιότητα  
Random component
- Κύκλος  
Cyclical component

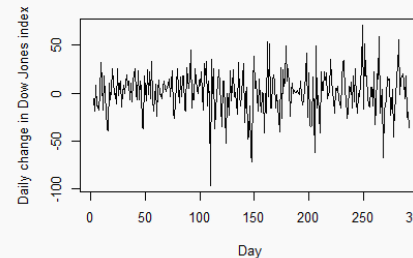
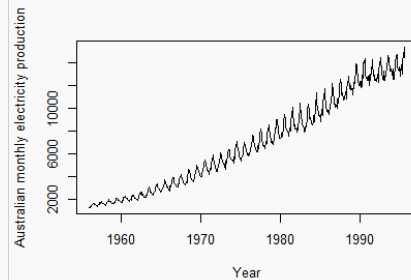
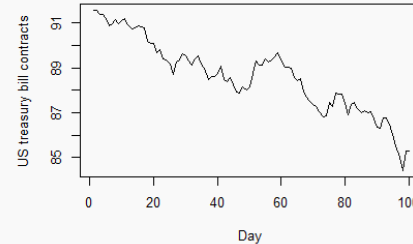
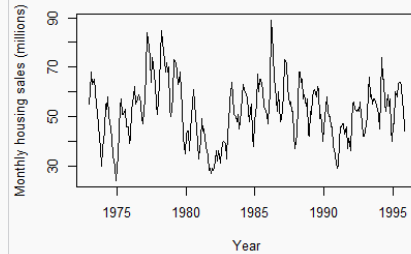
Σκοπός της αποσύνθεσης είναι η απομόνωση των 4 βασικών συνιστωσών της χρονοσειράς:

- $Y_t$ : παρατήρηση κατά τη χρονική περίοδο  $t$
- $S_t$ : συνιστώσα εποχιακότητας
- $T_t$ : συνιστώσα τάσης
- $C_t$ : συνιστώσα κύκλου
- $R_t$ : συνιστώσα τυχαιότητας

# Αναγνώριση Βασικών Συνιστωσών Χρονοσειρών (1/2)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

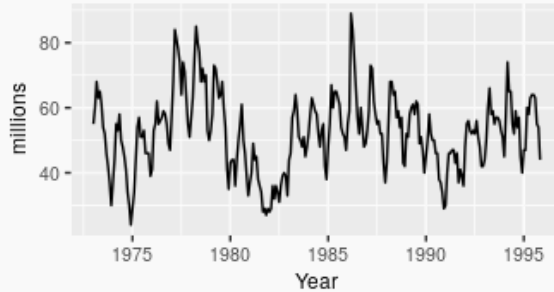
```
par(mfrow=c(2,2))  
plot(hsales,xlab="Year",ylab="Monthly housing sales (millions)")  
plot(ustreas,xlab="Day",ylab="US treasury bill contracts")  
plot(elec,xlab="Year",ylab="Australian monthly electricity production")  
plot(diff(dj),xlab="Day",ylab="Daily change in Dow Jones index")
```



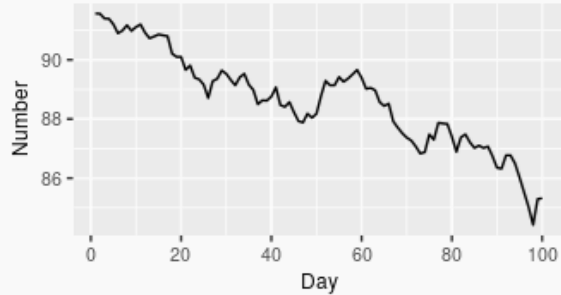
# Αναγνώριση Βασικών Συνιστωσών Χρονοσειρών (2/2)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

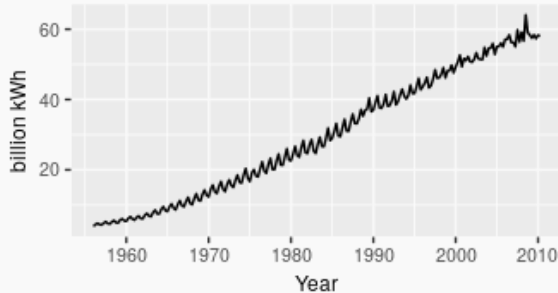
Sales of new one-family houses, USA



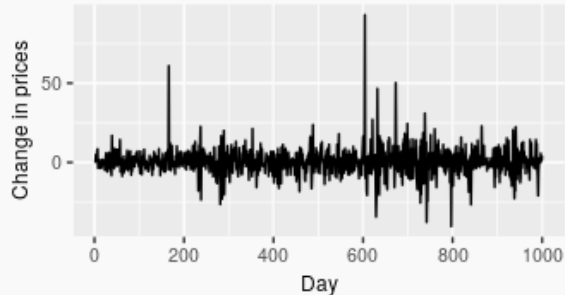
US treasury bill contracts



Australian quarterly electricity production



Google daily closing stock price



# Βήματα Αποσύνθεσης

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



## Βήμα 1°

Υπολογισμός ενός κινητού μέσου όρου ο οποίος βασίζεται στο μήκος της εποχιακότητας



## Βήμα 2°

Διάρθρωση των πραγματικών δεδομένων με τις αντίστοιχες τιμές των κινητών μέσων όρων



## Βήμα 3°

Απαλοιφή της τυχαιότητας από τους λόγους εποχιακότητας του Βήματος 2



## Βήμα 4°

Διάρθρωση των πραγματικών δεδομένων με τους αντίστοιχους δείκτες εποχιακότητας για την εύρεση της αποεποχικοποιημένης χρονοσειράς



## Βήμα 5°

Απαλοιφή της τυχαιότητας από την αποεποχικοποιημένη χρονοσειρά



## Βήμα 6°

Υπολογισμός της τάσης από τη χρονοσειρά τάσης-κύκλου του Βήματος 5



## Βήμα 7°

Πρόβλεψη μέσω αποσύνθεσης

# Blaine Port

## Number of Privately Owned Vehicles (POVs) Arriving at the Port

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

| Perios  | POVs   |
|---------|--------|
| Δεκ-96  | 329225 |
| Ιαν-97  | 291927 |
| Φεβ-97  | 297449 |
| Μαρ-97  | 323086 |
| Απρ-97  | 399828 |
| Μαϊ-97  | 363939 |
| Ιουν-97 | 371906 |
| Ιουλ-97 | 365572 |
| Αυγ-97  | 414576 |
| Σεπ-97  | 475699 |
| Οκτ-97  | 344335 |
| Νοε-97  | 311346 |
| Δεκ-97  | 344691 |
| Ιαν-98  | 312641 |
| Φεβ-98  | 287327 |

| Perios  | POVs   |
|---------|--------|
| Μαρ-98  | 287500 |
| Απρ-98  | 329035 |
| Μαϊ-98  | 321590 |
| Ιουν-98 | 345714 |
| Ιουλ-98 | 313396 |
| Αυγ-98  | 412149 |
| Σεπ-98  | 433132 |
| Οκτ-98  | 364180 |
| Νοε-98  | 313022 |
| Δεκ-98  | 248532 |
| Ιαν-99  | 213847 |
| Φεβ-99  | 236071 |
| Μαρ-99  | 220733 |
| Απρ-99  | 267954 |
| Μαϊ-99  | 284585 |

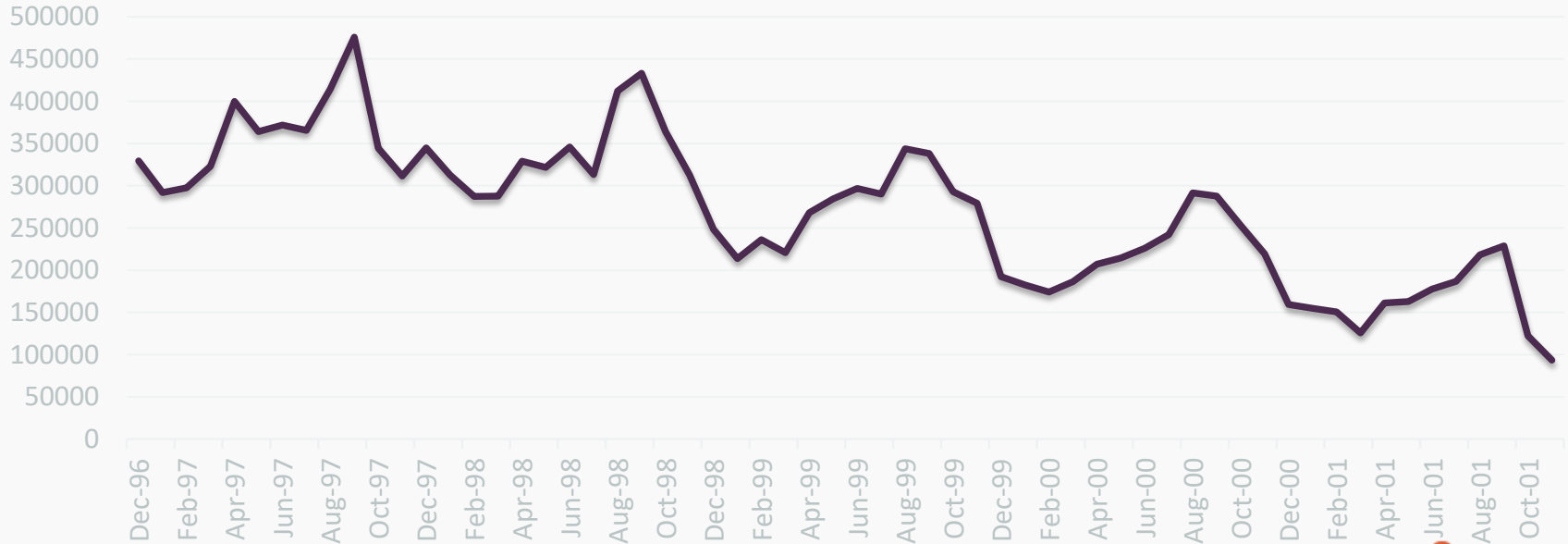
| Perios  | POVs   |
|---------|--------|
| Ιουν-99 | 296772 |
| Ιουλ-99 | 289979 |
| Αυγ-99  | 343785 |
| Σεπ-99  | 338192 |
| Οκτ-99  | 292954 |
| Νοε-99  | 279097 |
| Δεκ-99  | 192255 |
| Ιαν-00  | 182494 |
| Φεβ-00  | 174189 |
| Μαρ-00  | 186489 |
| Απρ-00  | 207218 |
| Μαϊ-00  | 214285 |
| Ιουν-00 | 225851 |
| Ιουλ-00 | 242094 |
| Αυγ-00  | 291357 |

| Perios  | POVs   |
|---------|--------|
| Σεπ-00  | 287615 |
| Οκτ-00  | 253046 |
| Νοε-00  | 219190 |
| Δεκ-00  | 159448 |
| Ιαν-01  | 154789 |
| Φεβ-01  | 150617 |
| Μαρ-01  | 125641 |
| Απρ-01  | 161009 |
| Μαϊ-01  | 162959 |
| Ιουν-01 | 177692 |
| Ιουλ-01 | 186589 |
| Αυγ-01  | 218141 |
| Σεπ-01  | 228940 |
| Οκτ-01  | 122245 |
| Νοε-01  | 93667  |

# Blaine Port Number of Privately Owned Vehicles (POVs) Arriving at the Port

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## POVs





# Βήμα 1<sup>ο</sup> Υπολογισμός Κεντρικών Κινητών Μέσων Όρων

|    |         | Data   | ΚΚΜΟ     |
|----|---------|--------|----------|
| 1  | Δεκ-96  | 329225 |          |
| 2  | Ιαν-97  | 291927 |          |
| 3  | Φεβ-97  | 297449 |          |
| 4  | Μαρ-97  | 323086 |          |
| 5  | Απρ-97  | 399828 |          |
| 6  | Μαϊ-97  | 363939 |          |
| 7  | Ιουν-97 | 371906 | 358051,8 |
| 8  | Ιουλ-97 | 365572 | 359559,3 |
| 9  | Αυγ-97  | 414576 | 360000,6 |
| 10 | Σεπ-97  | 475699 | 358096,1 |
| 11 | Οκτ-97  | 344335 | 353663,6 |
| 12 | Νοε-97  | 311346 | 348949,4 |
| 13 | Δεκ-97  | 344691 | 346093,5 |
| 14 | Ιαν-98  | 312641 | 342828,2 |
| 15 | Φεβ-98  | 287327 | 323380,2 |
| 16 | Μαρ-98  | 287500 | 286285,4 |
| 17 | Απρ-98  | 329035 | 252117,3 |
| 18 | Μαϊ-98  | 321590 | 224797,3 |
| 19 | Ιουν-98 | 345714 | 197462,4 |
| 20 | Ιουλ-98 | 313396 | 170073,5 |

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

$$\frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{12}}{12} = \frac{329225 + 291927 + 297449 + \dots + 311346}{12} = 357407.3$$

$$\frac{X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_{13}}{12} = \frac{291927 + 297449 + 323086 + \dots + 344691}{12} = 358696.3$$

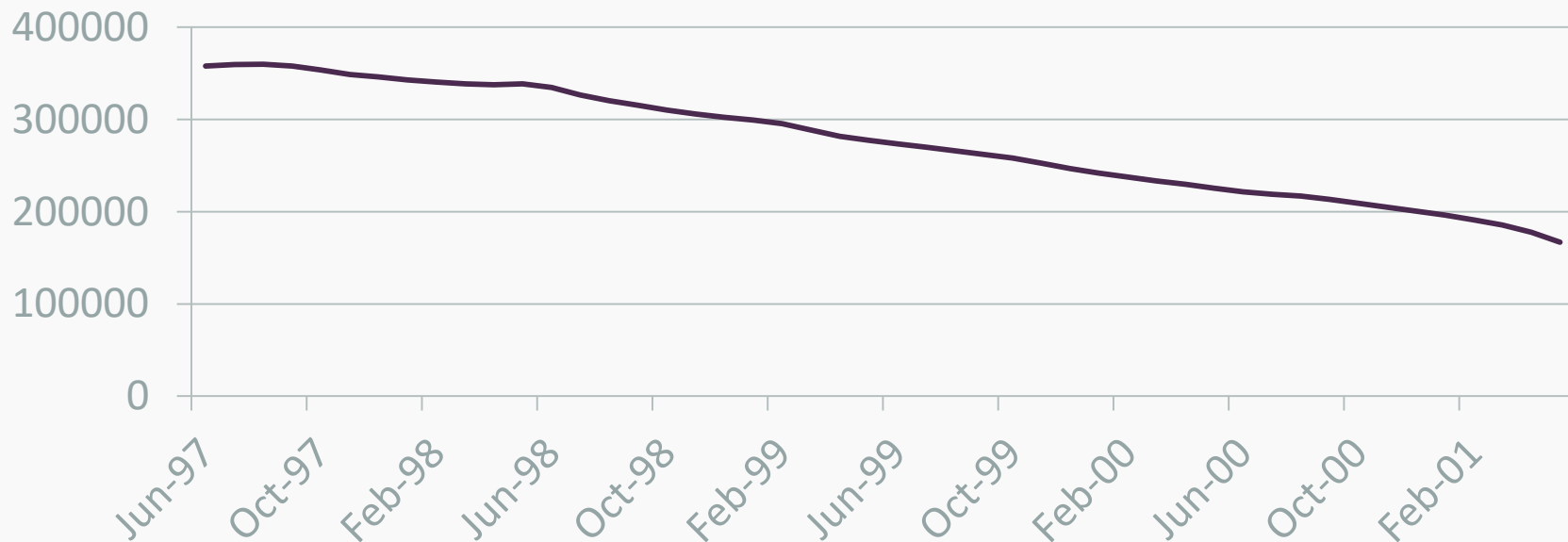
$$ΚΚΜΟ(Ιούν - 97) = \frac{357407.3 + 358696.3}{2} = 358051,8$$

Η σειρά που προκύπτει δεν περιέχει εποχιακότητα και τυχαιότητα. Δίνει όμως μια πολύ καλή εικόνα της συνιστώσας τάσης-κύκλου της χρονοσειράς.

# Βήμα 1<sup>ο</sup> Υπολογισμός Κεντρικών Κινητών Μέσων Όρων

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## ΚΚΜΟ(12)



# Βήμα 2<sup>ο</sup> Υπολογισμός Λόγων Εποχιακότητας

|    |         | Data   | ΚΚΜΟ     | Λ.Ε.   |
|----|---------|--------|----------|--------|
| 1  | Δεκ-96  | 329225 |          |        |
| 2  | Ιαν-97  | 291927 |          |        |
| 3  | Φεβ-97  | 297449 |          |        |
| 4  | Μαρ-97  | 323086 |          |        |
| 5  | Απρ-97  | 399828 |          |        |
| 6  | Μαϊ-97  | 363939 |          |        |
| 7  | Ιουν-97 | 371906 | 358051,8 | 103,83 |
| 8  | Ιουλ-97 | 365572 | 359559,3 | 101,67 |
| 9  | Αυγ-97  | 414576 | 360000,6 | 115,15 |
| 10 | Σεπ-97  | 475699 | 358096,1 | 132,84 |
| 11 | Οκτ-97  | 344335 | 353663,6 | 97,36  |
| 12 | Νοε-97  | 311346 | 348949,4 | 89,22  |
| 13 | Δεκ-97  | 344691 | 346093,5 | 99,59  |
| 14 | Ιαν-98  | 312641 | 342828,2 | 91,19  |
| 15 | Φεβ-98  | 287327 | 340553,0 | 84,37  |
| 16 | Μαρ-98  | 287500 | 338678,3 | 84,89  |
| 17 | Απρ-98  | 329035 | 252117,3 | 97,43  |
| 18 | Μαϊ-98  | 321590 | 338628,3 | 94,97  |
| 19 | Ιουν-98 | 345714 | 334691,5 | 103,29 |
| 20 | Ιουλ-98 | 313396 | 326568,4 | 95,97  |

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

$$\Lambda E(7) = \frac{Data(7)}{ΚΚΜΟ(7)} = \frac{371906}{358051,8} \times 100 = 103,86$$

Η σειρά των Λόγων Εποχιακότητας περιέχει πληροφορίες για την εποχιακή συμπεριφορά της χρονοσειράς

# Βήμα 3<sup>ο</sup> Απαλοιφή Τυχειότητας και Εύρεση Δεικτών Εποχιακότητας

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Δείκτες εποχιακότητας  
πριν την κανονικοποίηση

|       |    | ΕΤΟΣ   |        |        |        |       |
|-------|----|--------|--------|--------|--------|-------|
|       |    | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001  |
| ΜΗΝΑΣ | 1  |        | 91,19  | 71,43  | 75,44  | 78,78 |
|       | 2  |        | 84,37  | 79,87  | 73,27  | 78,81 |
|       | 3  |        | 84,89  | 76,44  | 79,89  | 67,69 |
|       | 4  |        | 97,43  | 95,07  | 90,23  | 90,60 |
|       | 5  |        | 94,97  | 102,57 | 95,03  | 97,56 |
|       | 6  | 103,87 | 103,29 | 108,43 | 101,90 |       |
|       | 7  | 101,67 | 95,97  | 107,38 | 110,49 |       |
|       | 8  | 115,16 | 128,67 | 129,16 | 134,28 |       |
|       | 9  | 132,84 | 137,33 | 129,00 | 134,74 |       |
|       | 10 | 97,36  | 117,45 | 113,46 | 121,07 |       |
|       | 11 | 89,22  | 102,30 | 110,43 | 106,95 |       |
|       | 12 | 99,59  | 82,19  | 77,88  | 79,41  |       |

| MIN    | MAX    | AVERAGE |
|--------|--------|---------|
| 71,43  | 91,19  | 77,11   |
| 73,27  | 84,37  | 79,34   |
| 67,69  | 84,89  | 78,17   |
| 90,23  | 97,43  | 92,84   |
| 94,97  | 102,57 | 96,29   |
| 101,90 | 108,43 | 103,58  |
| 95,97  | 110,49 | 104,53  |
| 115,16 | 134,28 | 128,92  |
| 129,00 | 137,33 | 133,79  |
| 97,36  | 121,07 | 115,46  |
| 89,22  | 110,43 | 104,63  |
| 77,88  | 99,59  | 80,80   |

# Βήμα 3<sup>ο</sup> Απαλοιφή Τυχαιότητας και Εύρεση Δεικτών Εποχιακότητας

| ΔΕΙΚΤΕΣ<br>ΕΠΟΧΙΑΚΟΤΗΤΑΣ<br>ΧΩΡΙΣ<br>ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ<br>(ΔΕΧ) | ΔΕΙΚΤΕΣ<br>ΕΠΟΧΙΑΚΟΤΗΤΑΣ<br>ΜΕΤΑ ΤΗΝ<br>ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ<br>(ΔΕΜ) |
|--|---|
| 77,11  | 77,41   |
| 79,34  | 79,64   |
| 78,17  | 78,46   |
| 92,84  | 93,19   |
| 96,29  | 96,66   |
| 103,58   | 103,98  |
| 104,53   | 104,93  |
| 128,92   | 129,41  |
| 133,79   | 134,30  |
| 115,46   | 115,90  |
| 104,63   | 105,03  |
| 80,80  | 81,11   |

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Συντελεστής Κανονικοποίησης:

$$\Sigma K = \frac{77,11 + 79,34 + 78,17 + \dots + 80,80}{1200} = 0,9962$$

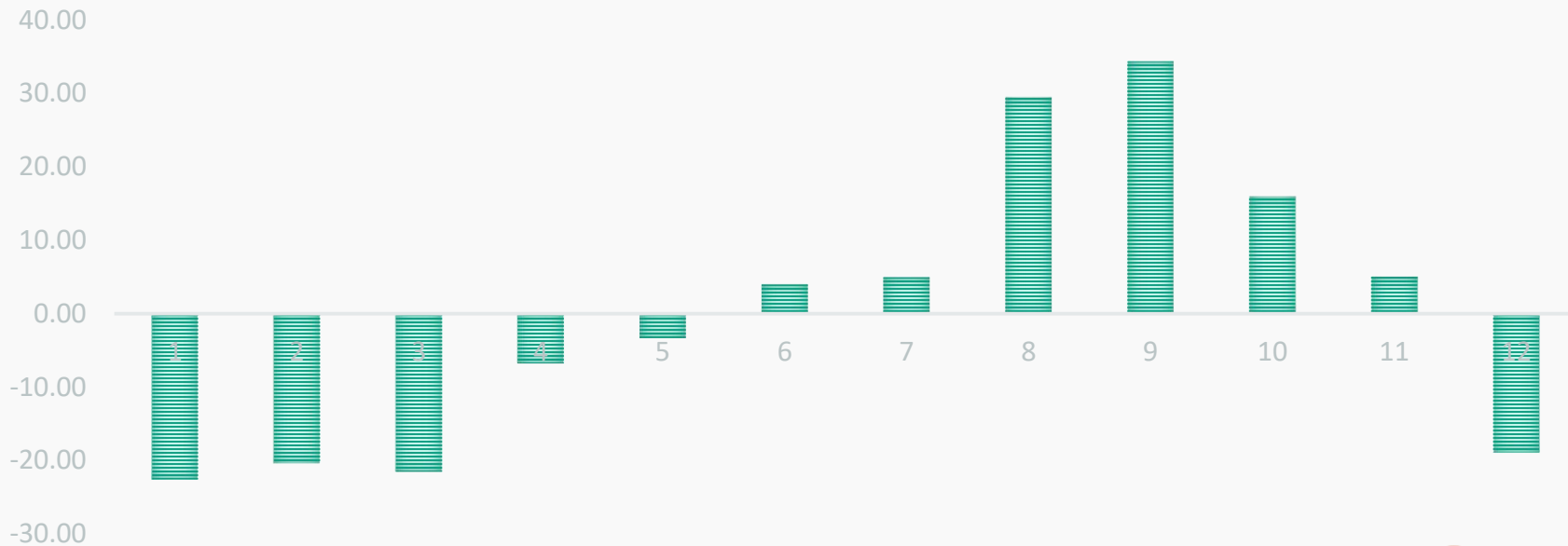
$$\Delta EM(i) = \frac{\Delta EX(i)}{\Sigma K}$$

$$\Delta EM(1) = \frac{77,11}{0,9962} = 77,40$$

# Βήμα 3<sup>ο</sup> Απαλοιφή Τυχειότητας και Εύρεση Δεικτών Εποχιακότητας

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΟΧΙΑΚΟΤΗΤΑΣ



# Βήμα 4<sup>ο</sup> Υπολογισμός Αποεποχικοποιημένης Χρονοσειράς

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

|    |         | <b>Data</b> | <b>ΔΕ</b> | <b>ΑΧ</b> |
|----|---------|-------------|-----------|-----------|
| 1  | Δεκ-96  | 329225      | 81,10535  | 405922,7  |
| 2  | Ιαν-97  | 291927      | 77,40612  | 377136,9  |
| 3  | Φεβ-97  | 297449      | 79,64385  | 373473,9  |
| 4  | Μαρ-97  | 323086      | 78,46414  | 411762,6  |
| 5  | Απρ-97  | 399828      | 93,1895   | 429048,4  |
| 6  | Μαϊ-97  | 363939      | 96,65814  | 376521,8  |
| 7  | Ιουν-97 | 371906      | 103,9767  | 357682,2  |
| 8  | Ιουλ-97 | 365572      | 104,9258  | 348410    |
| 9  | Αυγ-97  | 414576      | 129,4089  | 320361,3  |
| 10 | Σεπ-97  | 475699      | 134,2995  | 354207,6  |
| 11 | Οκτ-97  | 344335      | 115,8962  | 297106,3  |
| 12 | Νοε-97  | 311346      | 105,0259  | 296446,9  |
| 13 | Δεκ-97  | 344691      | 81,10535  | 424991,7  |
| 14 | Ιαν-98  | 312641      | 77,40612  | 403897    |
| 15 | Φεβ-98  | 287327      | 79,64385  | 360764,8  |
| 16 | Μαρ-98  | 287500      | 78,46414  | 366409,4  |
| 17 | Απρ-98  | 329035      | 93,1895   | 353081,6  |
| 18 | Μαϊ-98  | 321590      | 96,65814  | 332708,6  |
| 19 | Ιουν-98 | 345714      | 103,9767  | 332491,9  |
| 20 | Ιουλ-98 | 313396      | 104,9258  | 298683,5  |

$$AX(i) = \frac{Data(i)}{\Delta E(i)} \times 100$$

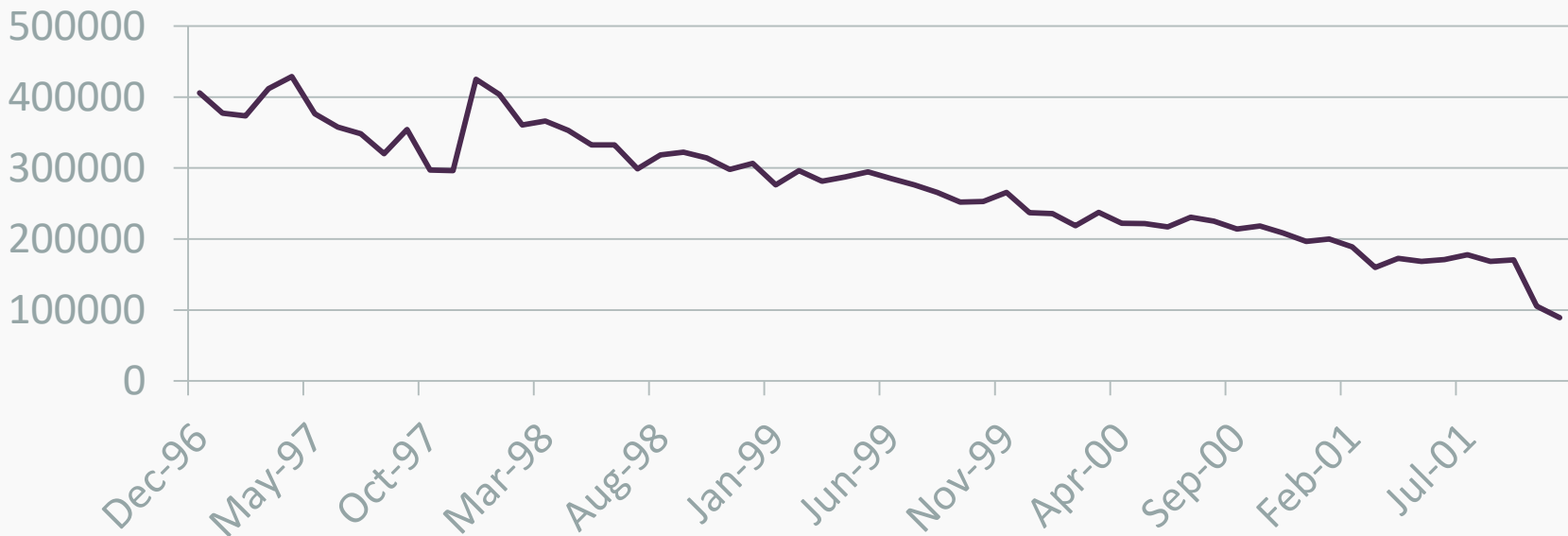
$$AX(1) = \frac{329225}{81,11} \times 100 = 405923$$

Η σειρά που προκύπτει περιέχει τάση, κύκλο και τυχαιότητα.

# Βήμα 4<sup>ο</sup> Υπολογισμός Αποεποχικοποιημένης Χρονοσειράς

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## AX

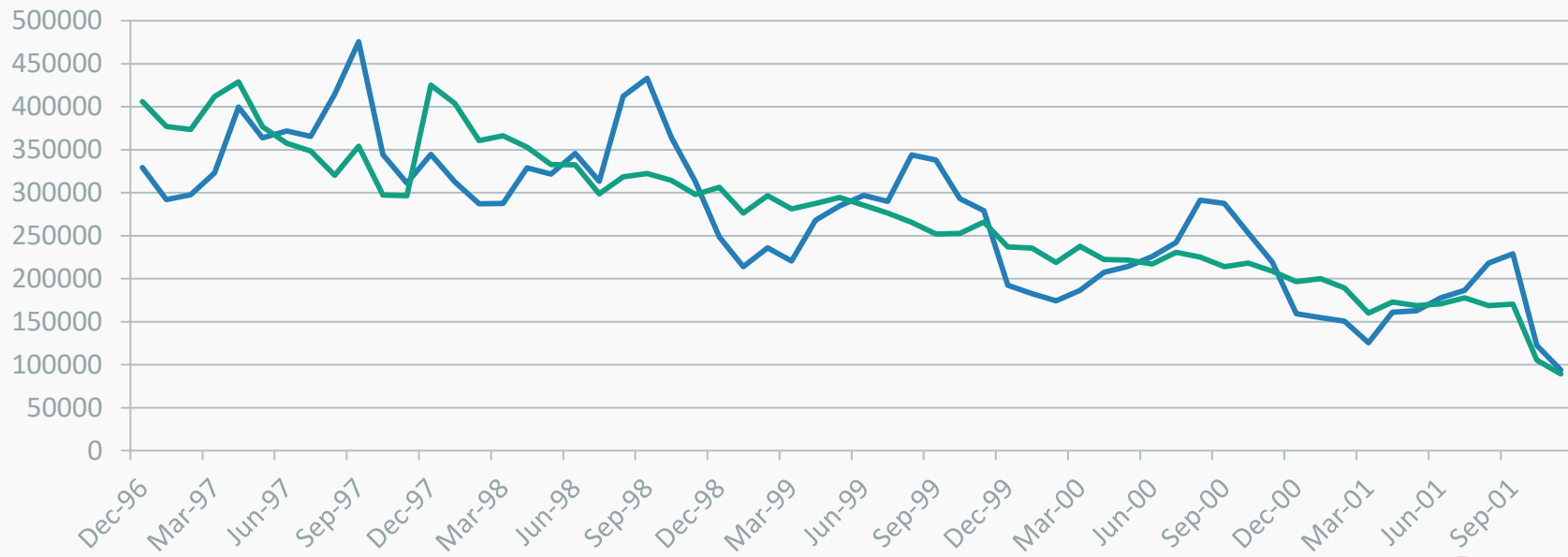




# Βήμα 4<sup>ο</sup> Υπολογισμός Αποεποχικοποιημένης Χρονοσειράς

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## Σύγκριση Data με ΑΧ



# Βήμα 5ο Υπολογισμός Τάσης - Κύκλου

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

|    |         | ΑΧ       | ΚΜΟ(3)   | ΚΜΟ(3x3) |
|----|---------|----------|----------|----------|
| 1  | Δεκ-96  | 405922,7 |          | 390556,4 |
| 2  | Ιαν-97  | 377136,9 | 385511,1 | 385511,1 |
| 3  | Φεβ-97  | 373473,9 | 387457,8 | 392576,9 |
| 4  | Μαρ-97  | 411762,6 | 404761,6 | 399332,3 |
| 5  | Απρ-97  | 429048,4 | 405777,6 | 399430   |
| 6  | Μαϊ-97  | 376521,8 | 387750,8 | 384799,9 |
| 7  | Ιουν-97 | 357682,2 | 360871,3 | 363591,1 |
| 8  | Ιουλ-97 | 348410   | 342151,2 | 348005,2 |
| 9  | Αυγ-97  | 320361,3 | 340993   | 335678,6 |
| 10 | Σεπ-97  | 354207,6 | 323891,7 | 326935   |
| 11 | Οκτ-97  | 297106,3 | 315920,3 | 326442,3 |
| 12 | Νοε-97  | 296446,9 | 339515   | 343515,7 |
| 13 | Δεκ-97  | 424991,7 | 375111,9 | 370392,7 |
| 14 | Ιαν-98  | 403897   | 396551,2 | 382895,6 |
| 15 | Φεβ-98  | 360764,8 | 377023,8 | 377886,7 |
| 16 | Μαρ-98  | 366409,4 | 360085,3 | 362614,1 |
| 17 | Απρ-98  | 353081,6 | 350733,2 | 350082   |
| 18 | Μαϊ-98  | 332708,6 | 339427,4 | 337151,8 |
| 19 | Ιουν-98 | 332491,9 | 321294,7 | 325758,6 |
| 20 | Ιουλ-98 | 298683,5 | 316553,7 | 317025,2 |

$$ΚΜΟ(3)_i = \frac{ΑΧ(i-1) + ΑΧ(i) + ΑΧ(i+1)}{3}$$

$$ΚΜΟ(3)_2 = \frac{ΑΧ(1) + ΑΧ(2) + ΑΧ(3)}{3} = \frac{405922,7 + 377136,9 + 373473,9}{3} = 385511,1$$

$$ΚΜΟ(3 \times 3)_i = \frac{ΚΜΟ(3)_{i-1} + ΚΜΟ(3)_i + ΚΜΟ(3)_{i+1}}{3}$$

$$ΚΜΟ(3 \times 3)_3 = \frac{ΚΜΟ(3)_2 + ΚΜΟ(3)_3 + ΚΜΟ(3)_4}{3} = \frac{385511,1 + 387457,8 + 404761,6}{3} = 392576,9$$

Με το βήμα αυτό εξαλείφεται η τυχαιότητα, επομένως η σειρά που προκύπτει περιέχει μόνο τάση και κυκλικότητα

# Βήμα 5ο Υπολογισμός Τάσης - Κύκλου

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Εύρεση Οριακών Τιμών

$$KMO(3 \times 3)_2 = KMO(3)_2 \rightarrow KMO(3 \times 3)_2 = 385511,1$$

$$KMO(3 \times 3)_1 = \frac{AX(1) + AX(2)}{2} + \frac{KMO(3)_2 - KMO(3)_3}{2} \rightarrow$$

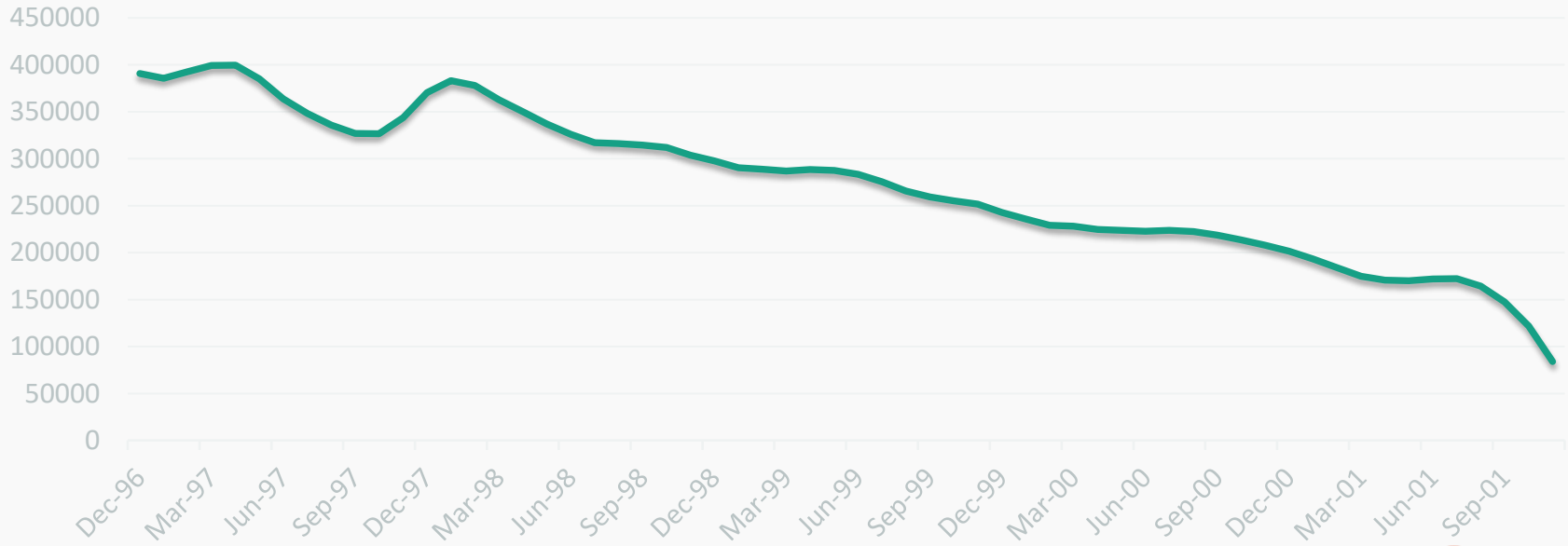
$$KMO(3 \times 3)_1 = \frac{405922,7 + 377136,9 + 385511,1 - 387456,8}{2} = 390556,4$$

\*ομοίως υπολογίζονται και οι 2 οριακές τιμές που λείπουν από το τέλος της σειράς

# Βήμα 5ο Υπολογισμός Τάσης - Κύκλου

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## Τάση-Κύκλος



# Βήμα 5ο Υπολογισμός Τάσης - Κύκλου

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

|    |         | ΑΧ       | ΚΜΟ(3x3) | R        |
|----|---------|----------|----------|----------|
| 1  | Δεκ-96  | 405922,7 | 390556,4 | 1,039344 |
| 2  | Ιαν-97  | 377136,9 | 385511,1 | 0,978277 |
| 3  | Φεβ-97  | 373473,9 | 392576,9 | 0,95134  |
| 4  | Μαρ-97  | 411762,6 | 399332,3 | 1,031128 |
| 5  | Απρ-97  | 429048,4 | 399430   | 1,074152 |
| 6  | Μαϊ-97  | 376521,8 | 384799,9 | 0,978487 |
| 7  | Ιουν-97 | 357682,2 | 363591,1 | 0,983748 |
| 8  | Ιουλ-97 | 348410   | 348005,2 | 1,001163 |
| 9  | Αυγ-97  | 320361,3 | 335678,6 | 0,954369 |
| 10 | Σεπ-97  | 354207,6 | 326935   | 1,083419 |
| 11 | Οκτ-97  | 297106,3 | 326442,3 | 0,910134 |
| 12 | Νοε-97  | 296446,9 | 343515,7 | 0,862979 |
| 13 | Δεκ-97  | 424991,7 | 370392,7 | 1,147408 |
| 14 | Ιαν-98  | 403897   | 382895,6 | 1,054849 |
| 15 | Φεβ-98  | 360764,8 | 377886,7 | 0,95469  |
| 16 | Μαρ-98  | 366409,4 | 362614,1 | 1,010467 |
| 17 | Απρ-98  | 353081,6 | 350082   | 1,008568 |
| 18 | Μαϊ-98  | 332708,6 | 337151,8 | 0,986822 |
| 19 | Ιουν-98 | 332491,9 | 325758,6 | 1,02067  |
| 20 | Ιουλ-98 | 298683,5 | 317025,2 | 0,942144 |

Απομόνωση της Τυχειότητας

$$\left\{ \begin{array}{l} X = S \times T \times C \times R \\ AX = \frac{X}{S} \\ KMO(3 \times 3) = T \times C \end{array} \right\} \leftrightarrow R = \frac{AX}{KMO(3 \times 3)}$$

$$R_1 = \frac{AX_1}{KMO(3 \times 3)_1} = \frac{405922,7}{390556,4} = 1,039344$$

# Βήμα 6<sup>ο</sup> Υπολογισμός Τάσης

X

Y

|    |         | ΚΜΟ(3x3) | T        |
|----|---------|----------|----------|
| 1  | Δεκ-96  | 390556,4 | 403971,4 |
| 2  | Ιαν-97  | 385511,1 | 399569   |
| 3  | Φεβ-97  | 392576,9 | 395166,5 |
| 4  | Μαρ-97  | 399332,3 | 390764   |
| 5  | Απρ-97  | 399430   | 386361,6 |
| 6  | Μαϊ-97  | 384799,9 | 381959,1 |
| 7  | Ιουν-97 | 363591,1 | 377556,6 |
| 8  | Ιουλ-97 | 348005,2 | 373154,1 |
| 9  | Αυγ-97  | 335678,6 | 368751,7 |
| 10 | Σεπ-97  | 326935   | 364349,2 |
| 11 | Οκτ-97  | 326442,3 | 359946,7 |
| 12 | Νοε-97  | 343515,7 | 355544,3 |
| 13 | Δεκ-97  | 370392,7 | 351141,8 |
| 14 | Ιαν-98  | 382895,6 | 346739,3 |
| 15 | Φεβ-98  | 377886,7 | 342336,9 |

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## Διαχωρισμός Τάσης και Κυκλικότητας

Παρατηρώντας το γράφημα της σειράς T<sub>X</sub>, επιλέγουμε το γραμμικό μοντέλο τάσης που περιγράφει την σειρά ικανοποιητικά, οπότε εφαρμόζουμε απλή παλινδρόμηση.

$$b = \frac{\sum X \cdot Y}{\sum X^2} - \bar{X} \cdot \bar{Y}$$
$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X}$$

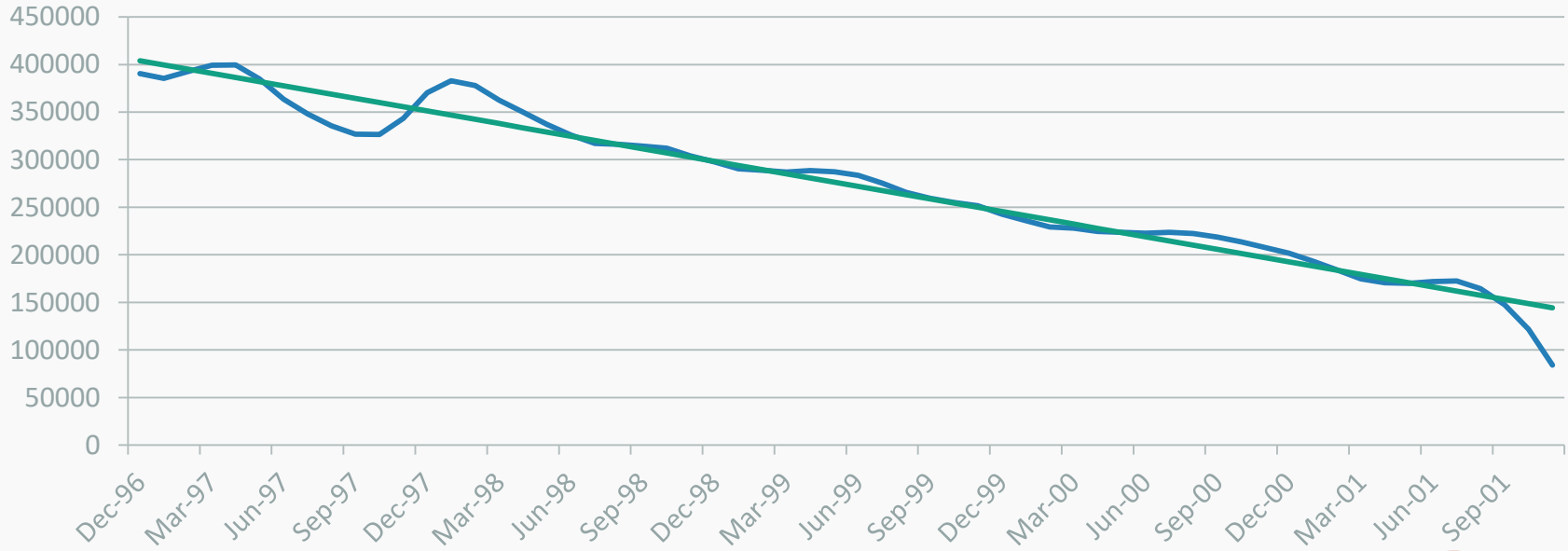
$$Y = a + b \cdot X \rightarrow T_t = a + b \cdot t = 408373,9 - 4402,47 \cdot t$$

$$T_1 = 408373,9 - 4402,47 \cdot 1 = 403971,4$$

# Βήμα 6° Υπολογισμός Τάσης

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## Σύγκριση Τάσης-Κύκλου και Τάσης



# Βήμα 5ο Υπολογισμός Τάσης - Κύκλου

|    |         | <b>ΚΜΟ(3x3)</b> | <b>T</b> | <b>C</b> |
|----|---------|-----------------|----------|----------|
| 1  | Δεκ-96  | 390556,4        | 403971,4 | 0,967    |
| 2  | Ιαν-97  | 385511,1        | 399569   | 0,965    |
| 3  | Φεβ-97  | 392576,9        | 395166,5 | 0,993    |
| 4  | Μαρ-97  | 399332,3        | 390764   | 1,022    |
| 5  | Απρ-97  | 399430          | 386361,6 | 1,034    |
| 6  | Μαϊ-97  | 384799,9        | 381959,1 | 1,007    |
| 7  | Ιουν-97 | 363591,1        | 377556,6 | 0,963    |
| 8  | Ιουλ-97 | 348005,2        | 373154,1 | 0,933    |
| 9  | Αυγ-97  | 335678,6        | 368751,7 | 0,910    |
| 10 | Σεπ-97  | 326935          | 364349,2 | 0,897    |
| 11 | Οκτ-97  | 326442,3        | 359946,7 | 0,907    |
| 12 | Νοε-97  | 343515,7        | 355544,3 | 0,966    |
| 13 | Δεκ-97  | 370392,7        | 351141,8 | 1,055    |
| 14 | Ιαν-98  | 382895,6        | 346739,3 | 1,104    |
| 15 | Φεβ-98  | 377886,7        | 342336,9 | 1,104    |
| 16 | Μαρ-98  | 362614,1        | 337934,4 | 1,073    |
| 17 | Απρ-98  | 350082          | 333531,9 | 1,050    |
| 18 | Μαϊ-98  | 337151,8        | 329129,4 | 1,024    |
| 19 | Ιουν-98 | 325758,6        | 324727   | 1,003    |
| 20 | Ιουλ-98 | 317025,2        | 320324,5 | 0,990    |

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

$$\frac{KKMO(3 \times 3)}{T} = \frac{T \times C}{T} = C$$

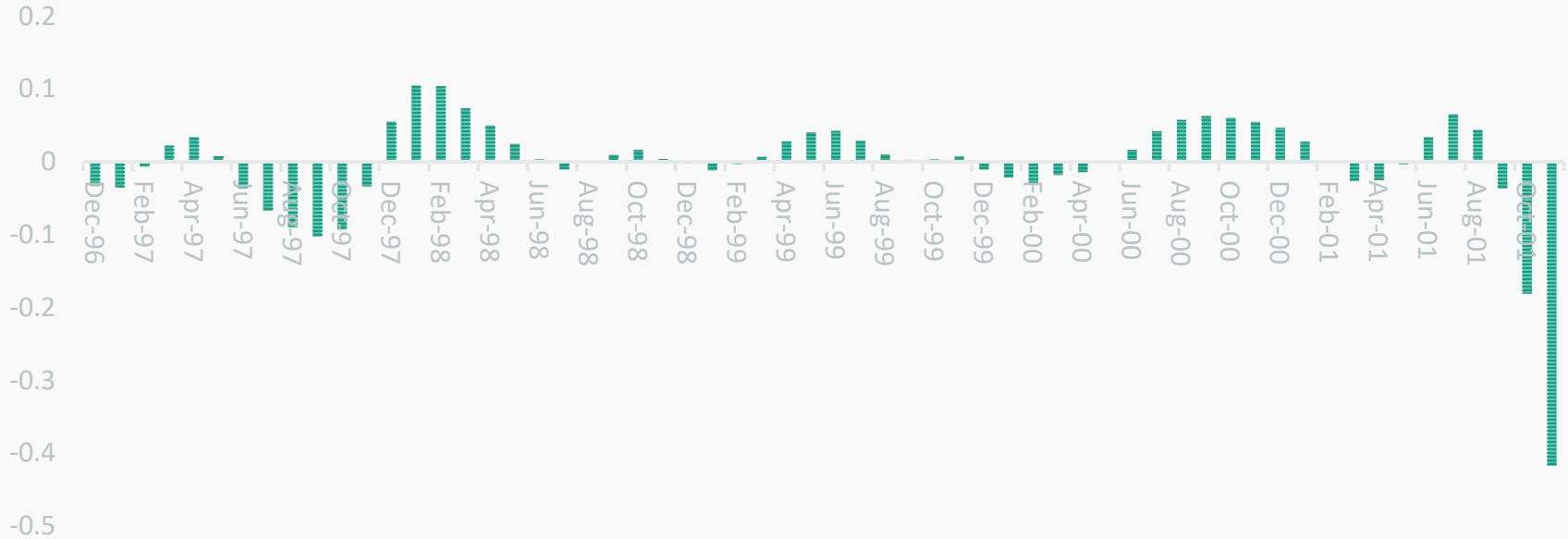
$$\frac{KKMO(3 \times 3)_1}{T_1} = \frac{390556,4}{403971,4} = 0,967$$



# Βήμα 5ο Υπολογισμός Τάσης - Κύκλου

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## ΚΥΚΛΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ



## Βήμα 7<sup>ο</sup> Πρόβλεψη μέσω Αποσύνθεσης

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

$$X = T \times C \times S \times R \rightarrow X = T \times C \times S$$

$$T_{n+1} = 408373,9 - 4402,47 \cdot (n + 1) \rightarrow$$

$$T_{61} = 408373,9 - 4402,47 \cdot 61 = 139823,23$$

$$C_{61} = 1$$

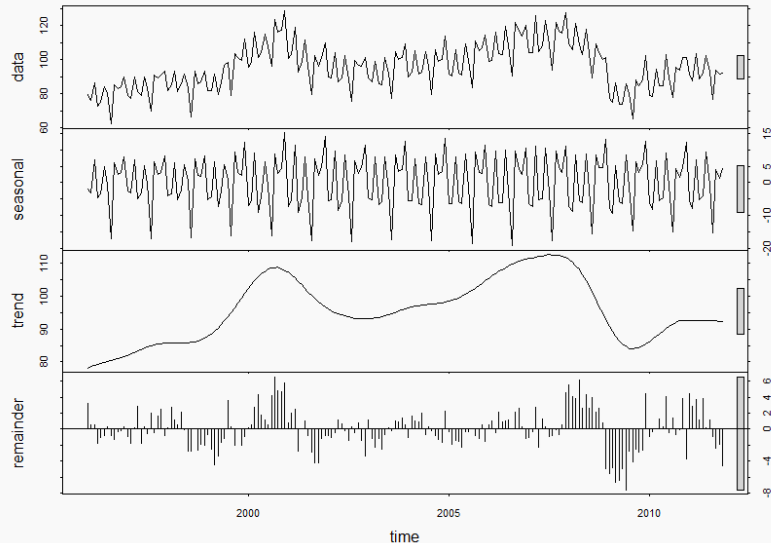
$$S_{61} = \Delta E(\Delta \epsilon \kappa \epsilon \mu \beta \rho \acute{\iota} \omicron \upsilon) = 81,11$$

$$X_{61} = T_{61} \times C_{61} \times S_{61} = 139823,23 \times 1 \times \frac{81,11}{100} = 113410,62$$

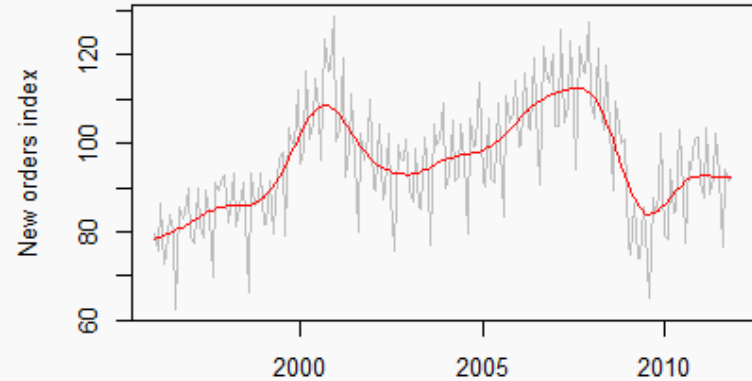
# Παράδειγμα Αποσύνθεσης R

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

```
fit <- stl(elecequip, s.window=5)
plot(elecequip, col="gray",
     main="Electrical equipment manufacturing",
     ylab="New orders index", xlab="")
lines(fit$time.series[,2],col="red",ylab="Trend")
```



## Electrical equipment manufacturing

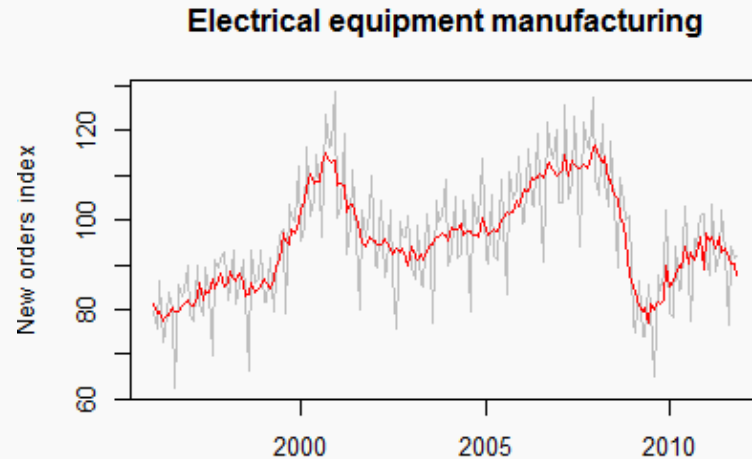


```
plot(fit)
```

# Παράδειγμα Αποσύνθεσης R

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

```
plot(elecequip, col="grey",  
     main="Electrical equipment manufacturing",  
     xlab="", ylab="New orders index")  
lines(seasadj(fit), col="red", ylab="Seasonally adjusted")
```



# Παράδειγμα Αποσύνθεσης R

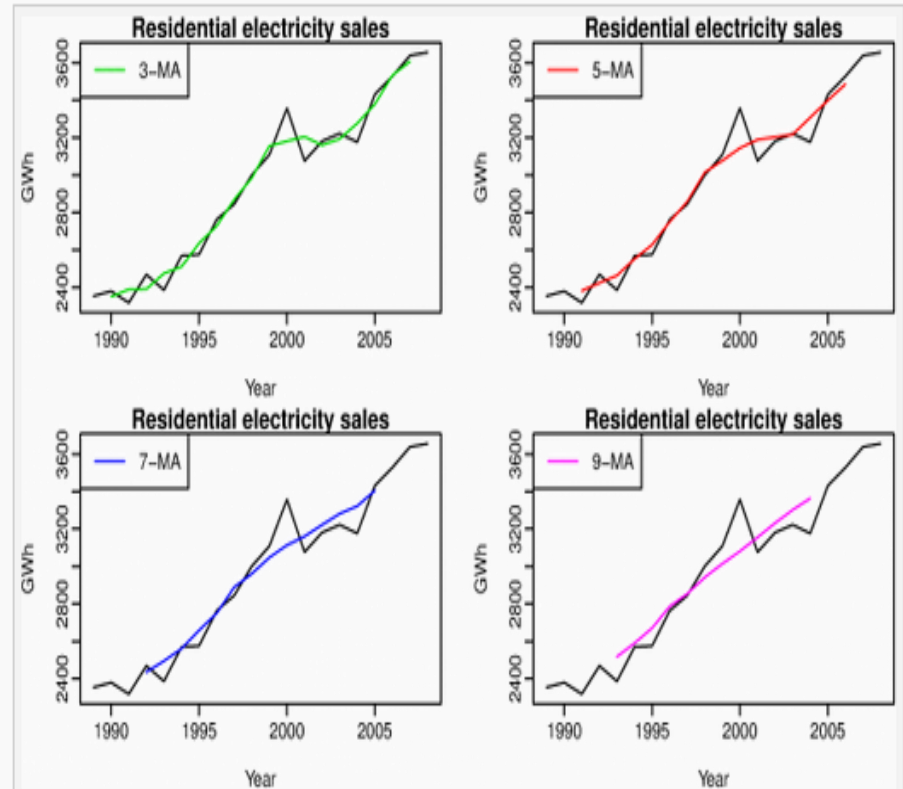
Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

## Εύρεση ΚΜΟ

```
plot(elecsales, main="Residential  
electricity sales", ylab="GWh",  
xlab="Year")  
lines(ma(elecsales, 5), col="red")
```

## Εύρεση ΚΚΜΟ

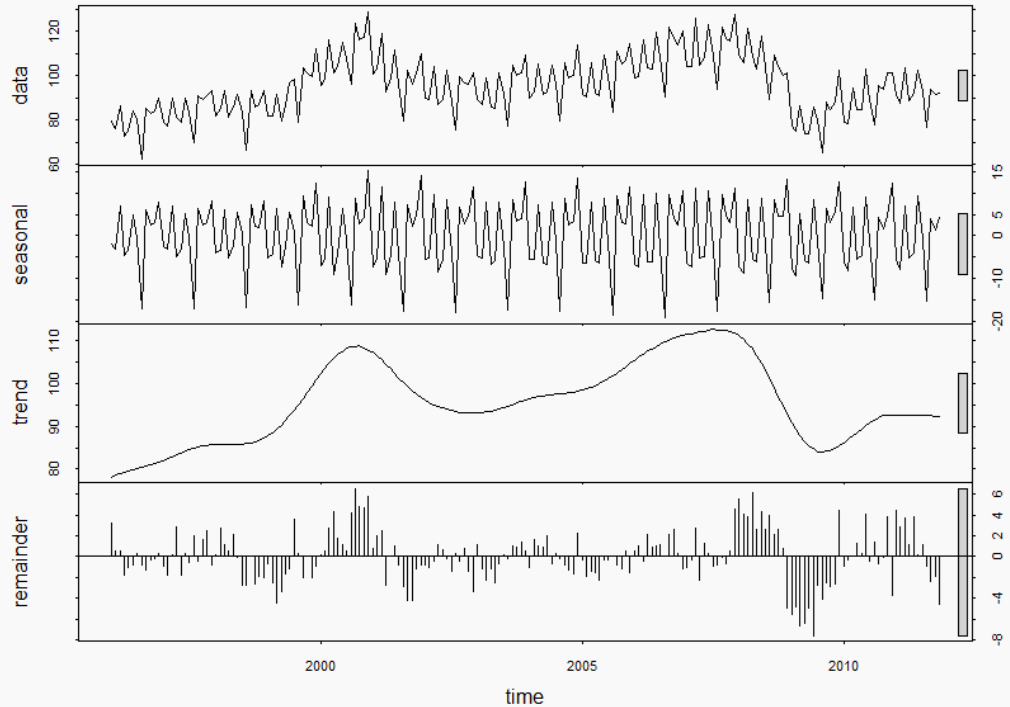
```
beer2 <-  
  window(ausbeer, start=1992)  
ma4 <- ma(beer2, order=4,  
centre=FALSE)  
ma2x4 <- ma(beer2, order=4,  
centre=TRUE)
```



# Παράδειγμα Αποσύνθεσης R

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

```
# x is the time series  
fit <- decompose(x, type="multiplicative")  
plot(fit)
```



# References & Further Reading

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

- <https://www.otexts.org/fpp/6/8>
- Επιχειρησιακές Προβλέψεις, Πετρόπουλος Φ., Ασημακόπουλος Β., Αθήνα 2012
- [Cleveland, R. B., W. S. Cleveland, J. E. McRae and I. J. Terpenning \(1990\). STL : A seasonal-trend decomposition procedure based on loess. \*Journal of Official Statistics\* 6\(1\), 3–73.](#)
- Gomez, V. and A. Maravall (2001). “Seasonal adjustment and signal extraction in economic time series”. In: [\*A course in time series analysis\*. Ed. by D. Pena, G.C. Tiao and R.S. Tsay. New York: John Wiley & Sons. Chap. 8, pp.202–246.](#)
- [Ladiray, D. and B. Quenneville \(2001\). \*Seasonal adjustment with the X-11 method\*. Lecture notes in statistics. Springer-Verlag.](#)
- [Miller, D. M. and D. Williams \(2003\). Shrinkage estimators of time series seasonal factors and their effect on forecasting accuracy. \*International Journal of Forecasting\*, 19\(4\), 669–684.](#)
- [Theodosiou, M. \(2011\). Forecasting monthly and quarterly time series using STL decomposition. \*International Journal of Forecasting\*, 27\(4\), 1178–1195.](#)



# Fell free to say hi!

## We are friendly and social

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφος  
Αττική, 15780, Ελλάδα  
E-mail: [info@fsu.gr](mailto:info@fsu.gr)  
Τηλέφωνο: 2107723637 Fax: 2107723740

Κτίριο της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών  
2ος όροφος - 2.2.1 Εργαστήριο



@FSU NTUA



Μονάδα  
Προβλέψεων και  
Στρατηγικής ΕΜΠ



[lesson@fsu.gr](mailto:lesson@fsu.gr)

