



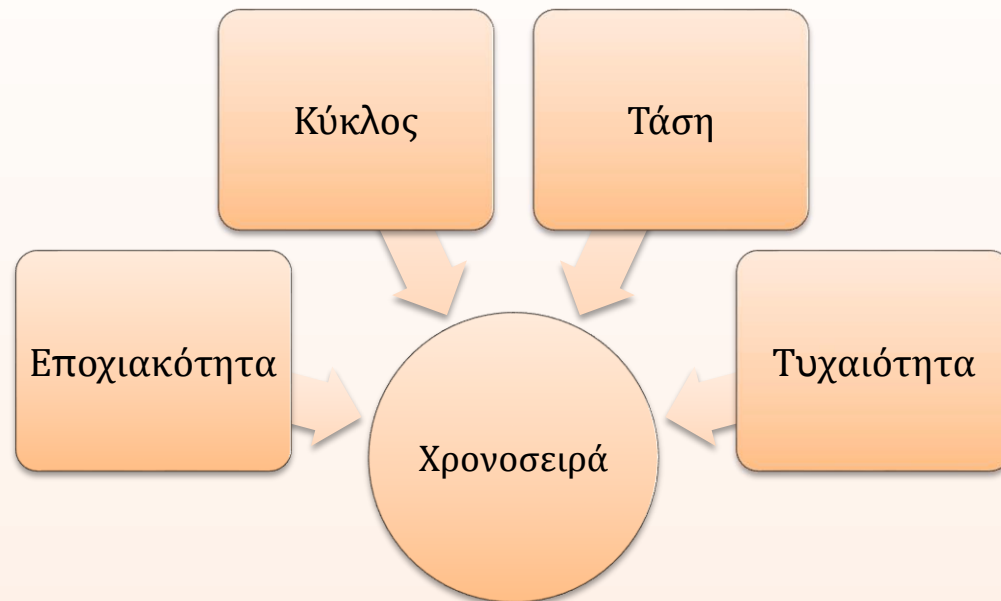
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Μονάδα Προβλέψεων & Στρατηγικής
Forecasting & Strategy Unit

Τεχνικές Προβλέψεων

Παράδειγμα Αποσύνθεσης

Σκοπός της αποσύνθεσης:

Απομόνωση των 4 βασικών συνιστωσών της χρονοσειράς:



Blaine Port

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

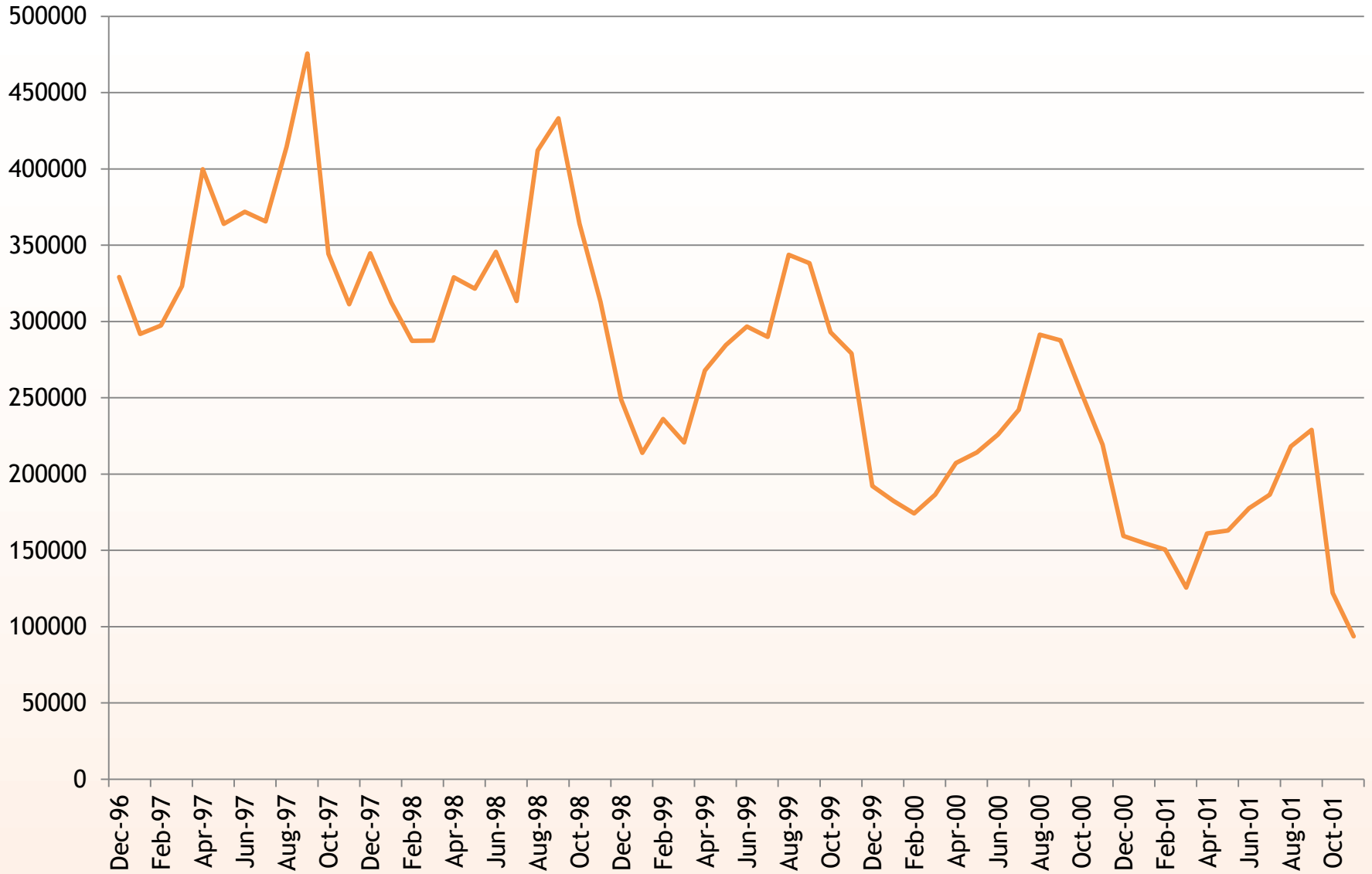
Perios	POVs
Δεκ-96	329225
Ιαν-97	291927
Φεβ-97	297449
Μαρ-97	323086
Απρ-97	399828
Μαϊ-97	363939
Ιουν-97	371906
Ιουλ-97	365572
Αυγ-97	414576
Σεπ-97	475699
Οκτ-97	344335
Νοε-97	311346
Δεκ-97	344691
Ιαν-98	312641
Φεβ-98	287327

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

POVs



		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	340553,0
16	Μαρ-98	287500	338678,3
17	Απρ-98	329035	337731,5
18	Μαϊ-98	321590	338628,3
19	Ιουν-98	345714	334691,5
20	Ιουλ-98	313396	326568,4

Βήμα 1^ο

Εύρεση Κεντρικών Κινητών Μέσων Όρων

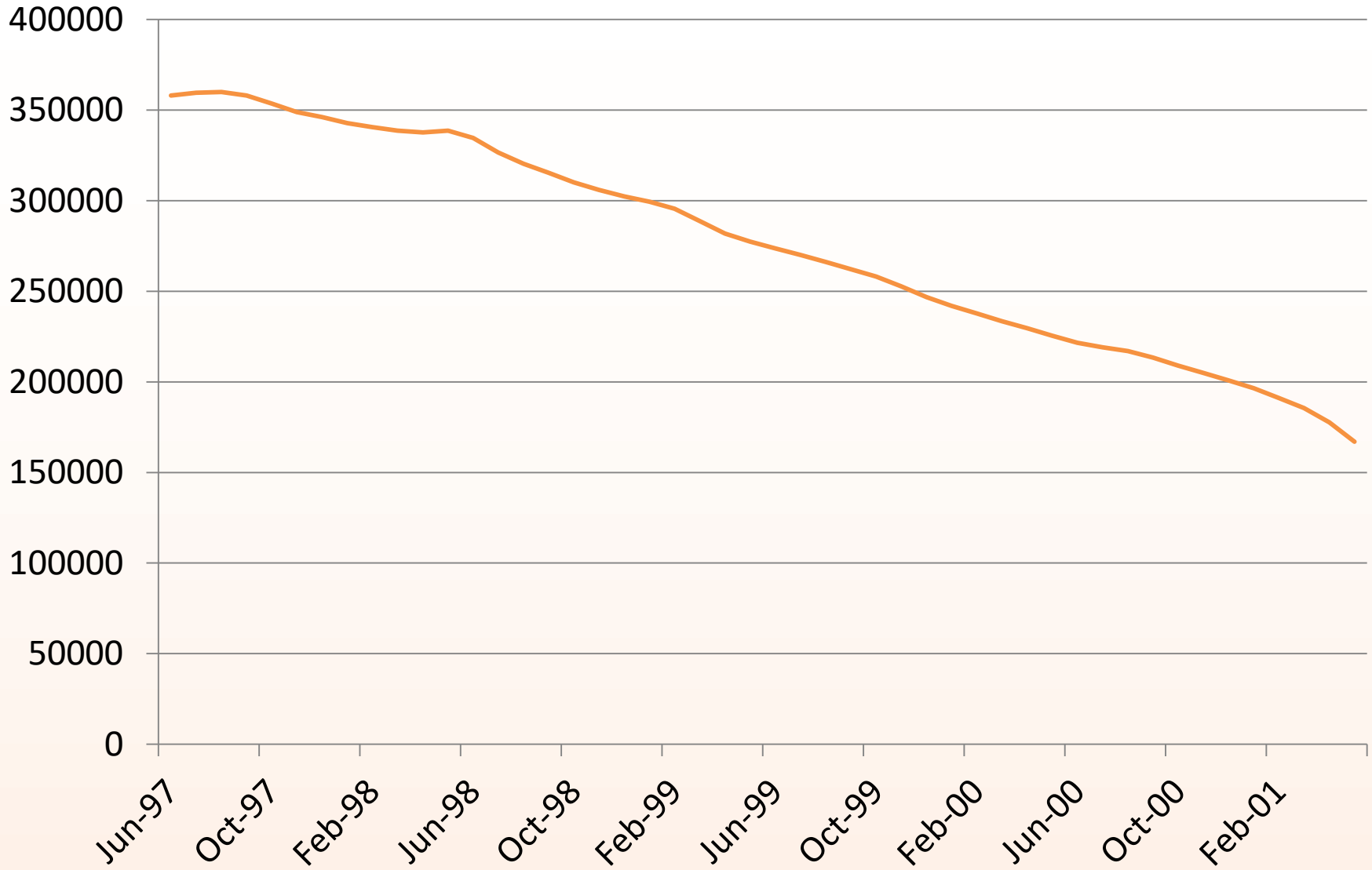
$$\frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{12}}{12} = \frac{329225 + 291927 + 297449 + \dots + 311346}{12} = 357407.3$$

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

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

Η σειρά που προκύπτει δεν περιέχει εποχιακότητα και τυχειότητα. Δίνει όμως μια πολύ καλή εικόνα της τάσης και του κύκλου της χρονοσειράς.

ΚΚΜΟ



		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	103,87
8	Ιουλ-97	365572	359559,3	101,67
9	Αυγ-97	414576	360000,6	115,16
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	337731,5	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

Βήμα 2^ο

Υπολογισμός των Λόγων
Εποχιακότητας

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

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

Βήμα 3^ο

Απαλοιφή Τυχειότητας και Εύρεση Δεικτών Εποχιακότητας

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

ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΟΧΙΑΚΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ (ΔΕΧ)	ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΟΧΙΑΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ (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

Συντελεστής Κανονικοποίησης:

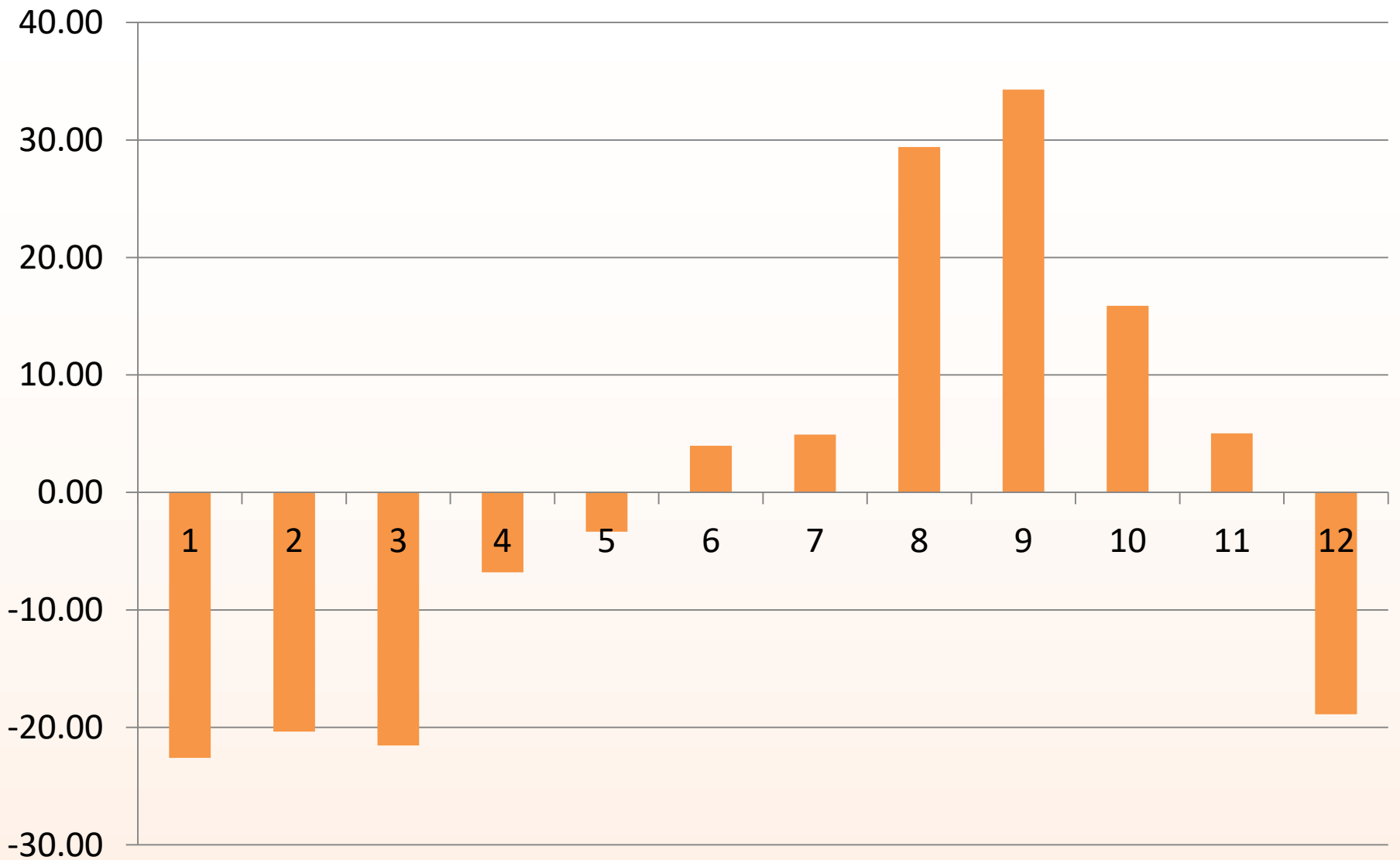
$$\Sigma K = \frac{77,11 + 79,34 + 78,17 + \dots + 80,80}{1200} = 0,9962$$

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

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

Οι ΔΕ οφείλουν να αθροίζονται στη
συχνότητα της χρονοσειράς

Εποχιακότητα (100-Δ.Ε.)



		Data	ΔΕ	ΑΧ
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

Βήμα 4^ο

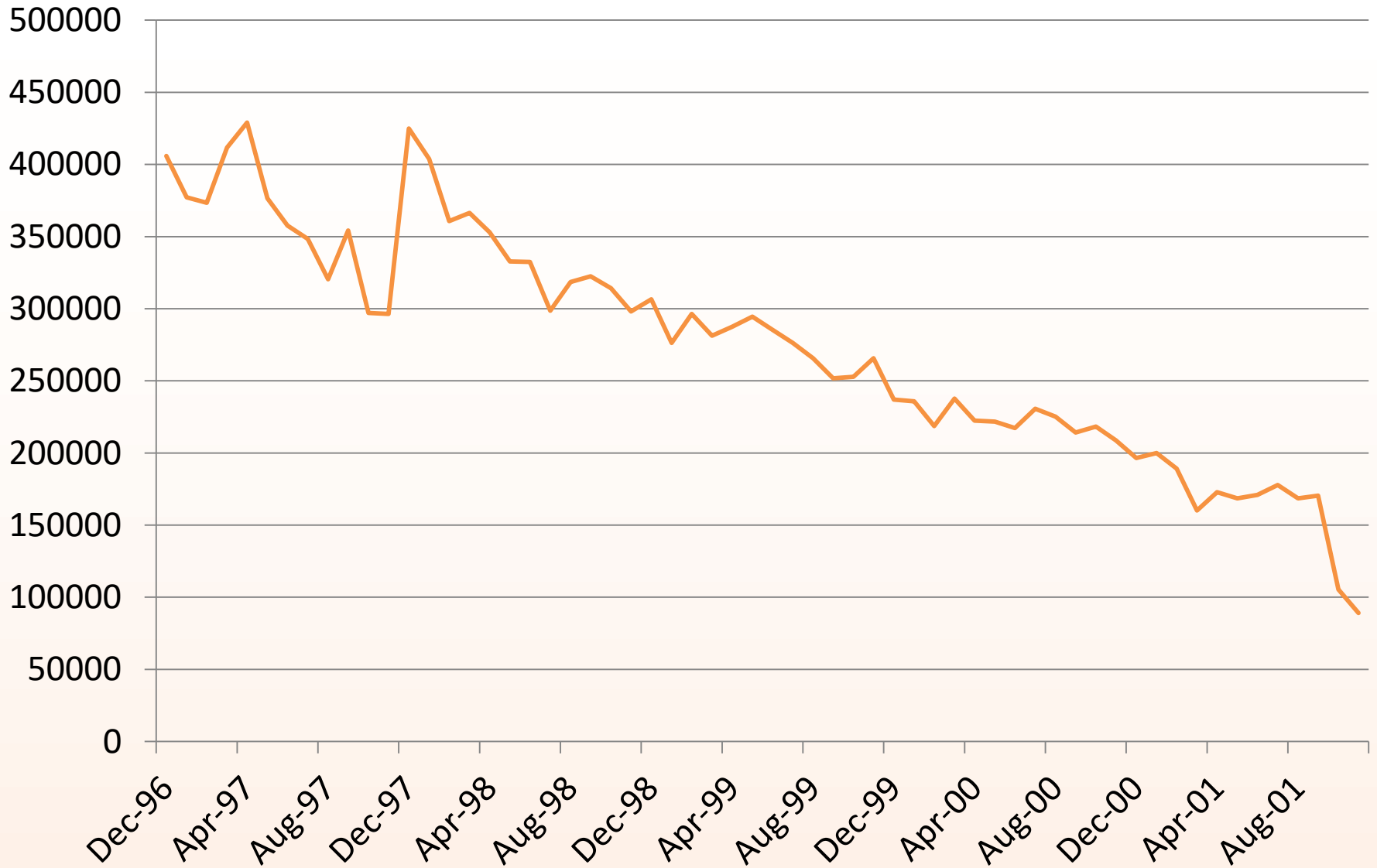
Εύρεση της Αποεποχικοποιημένης Χρονοσειράς

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

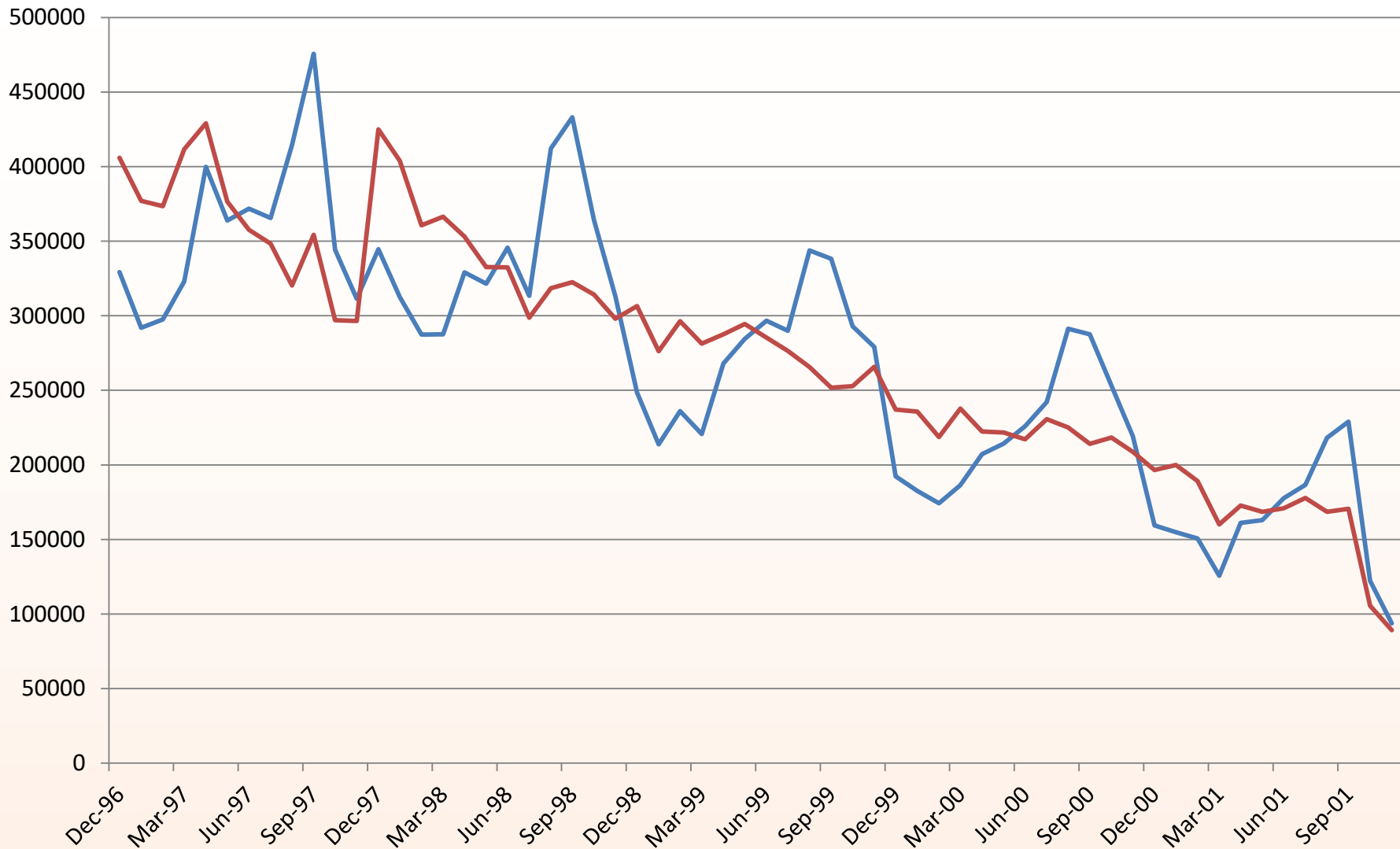
$$AX(1) = \frac{329225}{81,11} \times 100 = 405923$$

Η σειρά που προκύπτει περιέχει τάση, κύκλο και τυχαιότητα.

Αποεποχικοποιημένη Χρονοσειρά (ΑΧ)



Σύγκριση Αυθεντικών Δεδομένων με Αποεποχικοποιημένη Χρονοσειρά



		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

Βήμα 5^ο

Εύρεση της Σειράς Τάσης - Κύκλου

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

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

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

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

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

Εύρεση Οριακών Τιμών

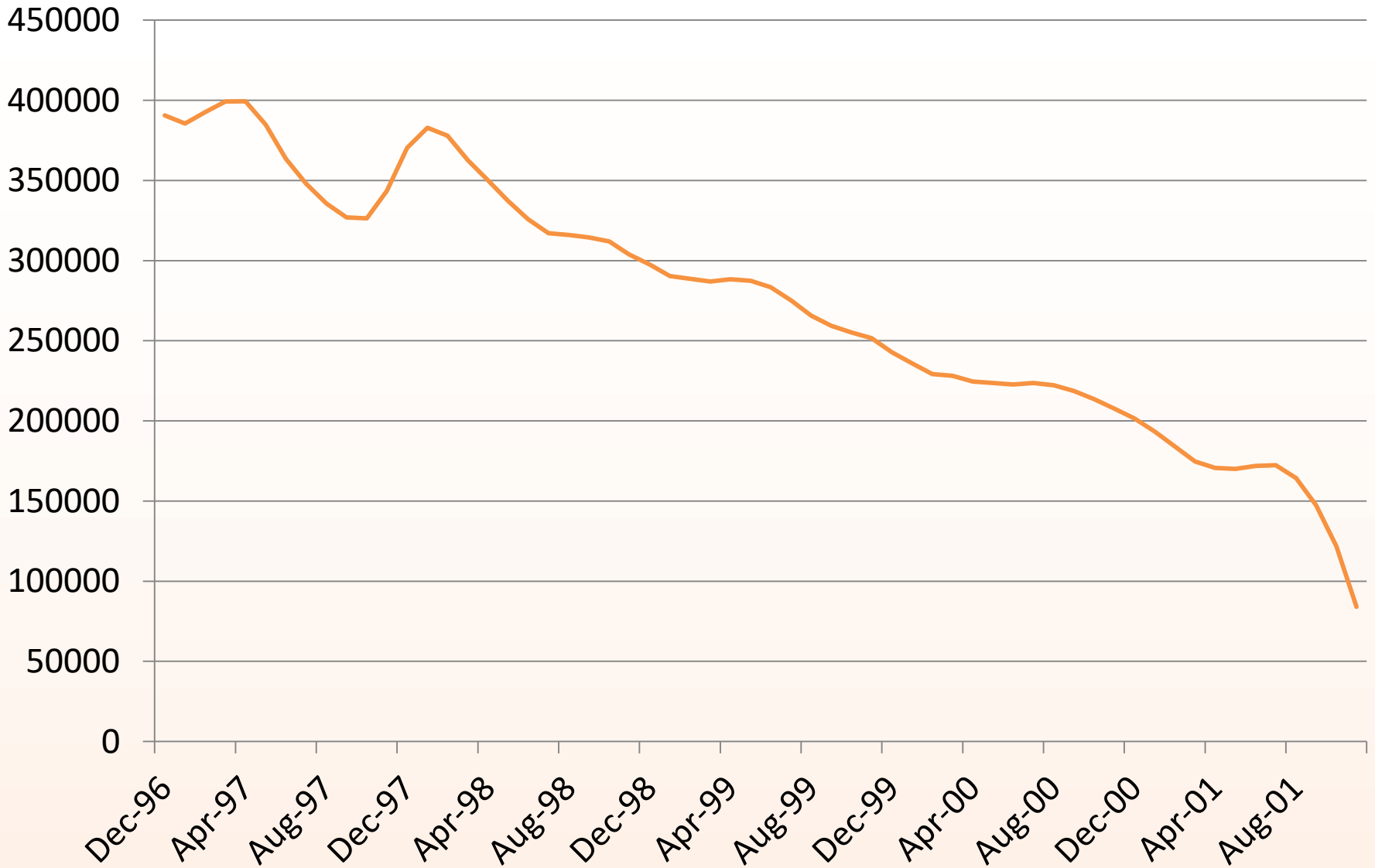
$$KMO(3 \times 3)_2 = KMO(3)_2 \rightarrow KMO(3 \times 3)_2 = 385511,1$$

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

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

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

Σειρά Τάσης-Κύκλου



		AX	KMO(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

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

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

Διαχωρισμός Τάσης και Κυκλικότητας

Παρατηρώντας το γράφημα της σειράς T_{X_C} , επιλέγουμε το γραμμικό μοντέλο τάσης που περιγράφει την σειρά ικανοποιητικά, οπότε εφαρμόζουμε απλή παλινδρόμηση.

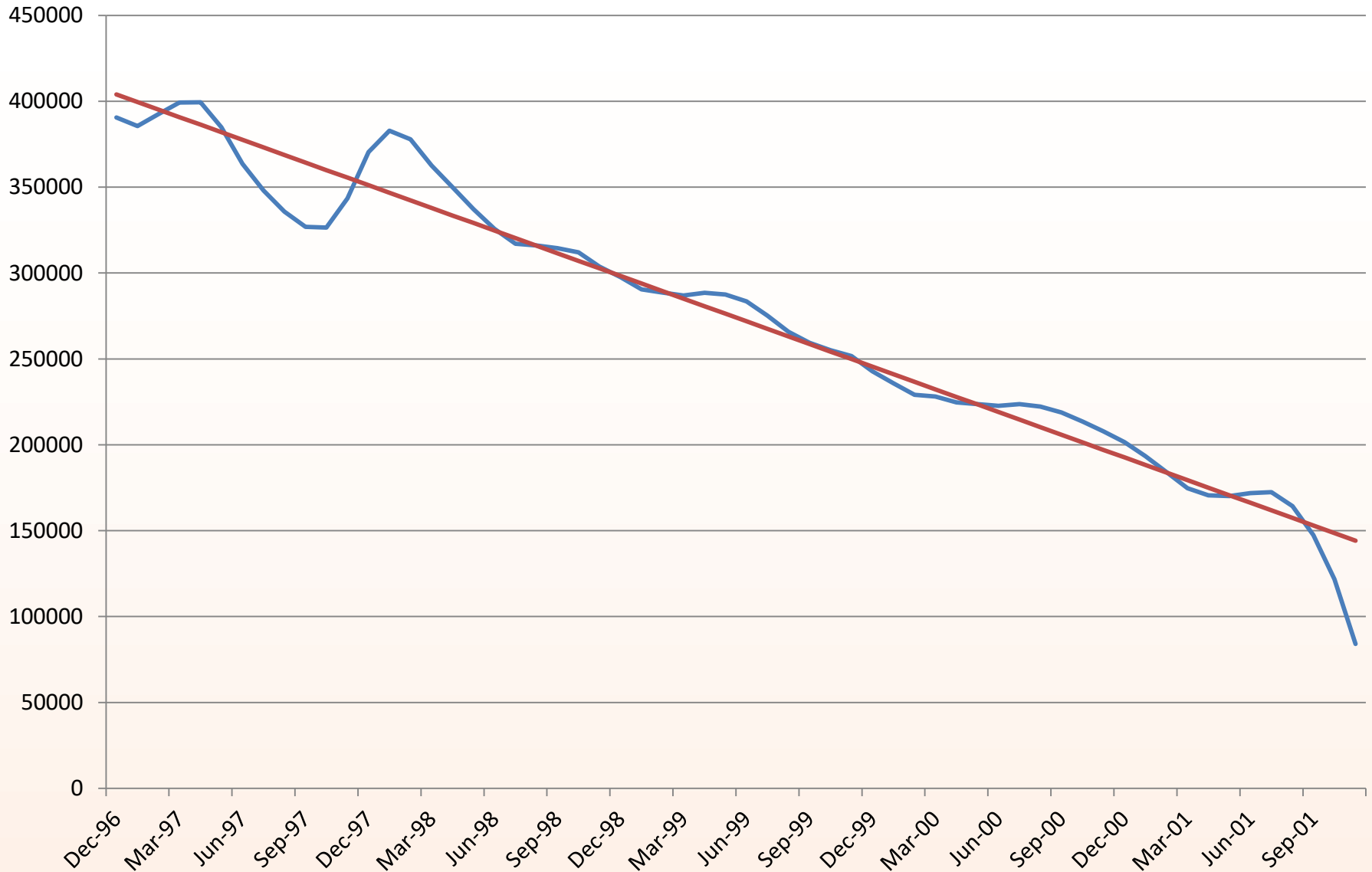
		ΚΜΟ(3x3)	T
X			
1	Δεκ-96	390556,4	403971,4
2	Ιαν-97	385511,1	399569
3	Φεβ-97	392576,9	395166,5
4	Μαρ-97	399332,3	390764
5	Απρ-97	399430	386361,6
6	Μαϊ-97	384799,9	381959,1
7	Ιουν-97	363591,1	377556,6
8	Ιουλ-97	348005,2	373154,1
9	Αυγ-97	335678,6	368751,7
10	Σεπ-97	326935	364349,2
11	Οκτ-97	326442,3	359946,7
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

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

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

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

Σύγκριση Σειράς Τάσης-Κύκλου και Καμπύλης Τάσης



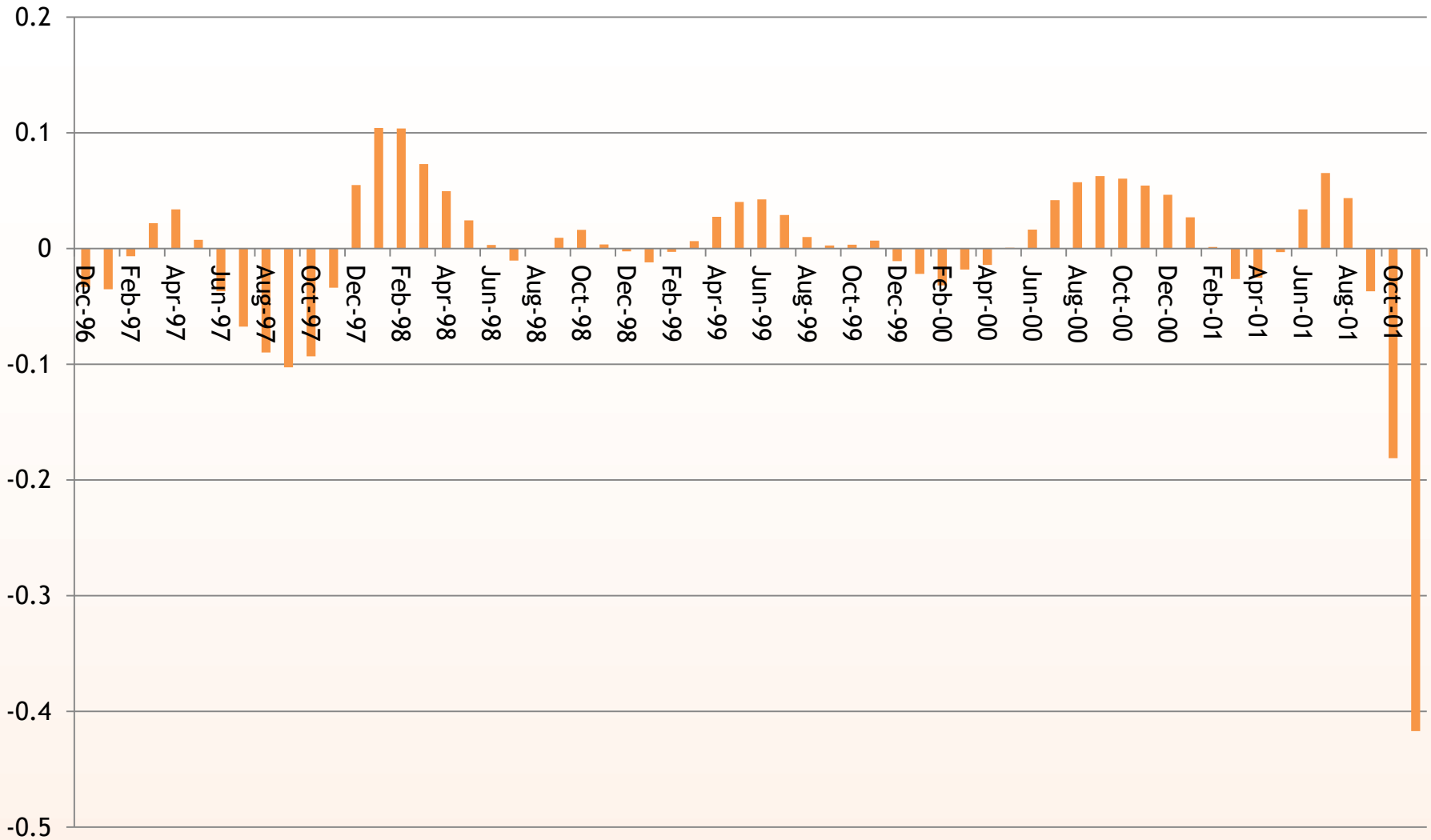
Εύρεση Κυκλικών Δεικτών

		ΚΜΟ(3x3)	T	C
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

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

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

Κυκλικοί Δείκτες



Προετοιμασία Πρόβλεψης βασισμένης στην Αποσύνθεση

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

$$T_{n+1} = 408373,9 - 4402,47 \cdot (n + 1) \rightarrow$$
$$T_{61} = 408373,9 - 4402,47 \cdot 61 = 139823,23$$

$$C_{61} = 1$$

$$S_{61} = \Delta E(\text{Δεκεμβρίου}) = 81,11$$

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