



Βελτιστοποίηση κατανομής πόρων
για συντήρηση οδοστρωμάτων
με χρήση λογισμικού

Πανεπιστήμιο Πατρών - Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Επιμέλεια παρουσίασης
Παναγιώτης Τσίκας
Αθανάσιος Χασιακός

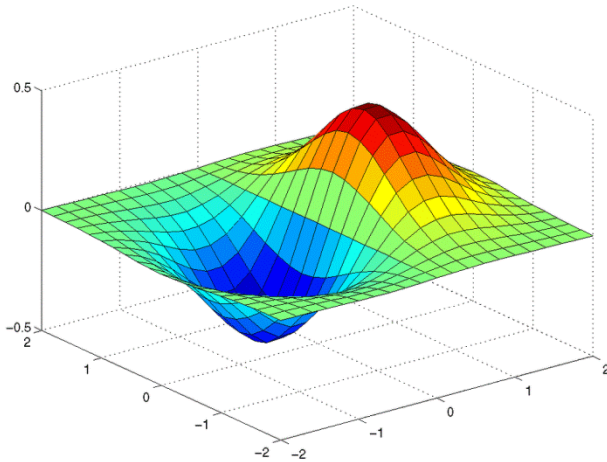
Σκοπός του προβλήματος

Σκοπός του προβλήματος, είναι η **βέλτιστη κατανομή πόρων** για τη συντήρηση των οδοστρωμάτων ενός οδικού δικτύου, με στόχο την καλύτερη δυνατή κατάσταση του οδικού δικτύου.



Βελτιστοποίηση

Η βελτιστοποίηση είναι μια διαδικασία για την επίλυση ενός προβλήματος, κατά την οποία αναζητείται η λύση που ικανοποιεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα δεδομένα του προβλήματος.



Μεταβλητές Απόφασης π.χ. $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$
Ποσότητες τις οποίες μπορεί να ελέγξουμε
ώστε να βελτιώσουμε το στόχο.

Αντικειμενική συνάρτηση π.χ. $f(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$
Επιδίωξη είναι η ελαχιστοποίηση ή
η μεγιστοποίηση της συνάρτησης.

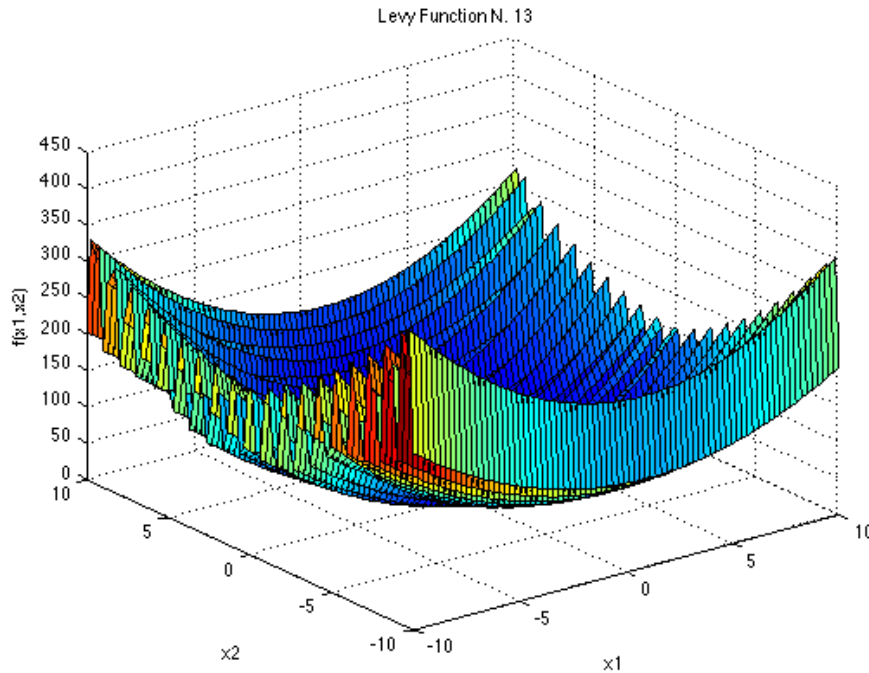
Περιορισμοί π.χ. $3 < x_1, x_2, x_3 \dots x_n < 10$

Τα προβλήματα βελτιστοποίησης διακρίνονται ως προς τον τύπο των μεταβλητών

- σε προβλήματα με μεταβλητές που λαμβάνουν συνεχείς τιμές (συνεχή) και
- σε προβλήματα με μεταβλητές που λαμβάνουν διακριτές τιμές (διακριτά - συνδυαστικά).

Βελτιστοποίηση συνάρτησης

π.χ. Ελαχιστοποίηση συνάρτησης

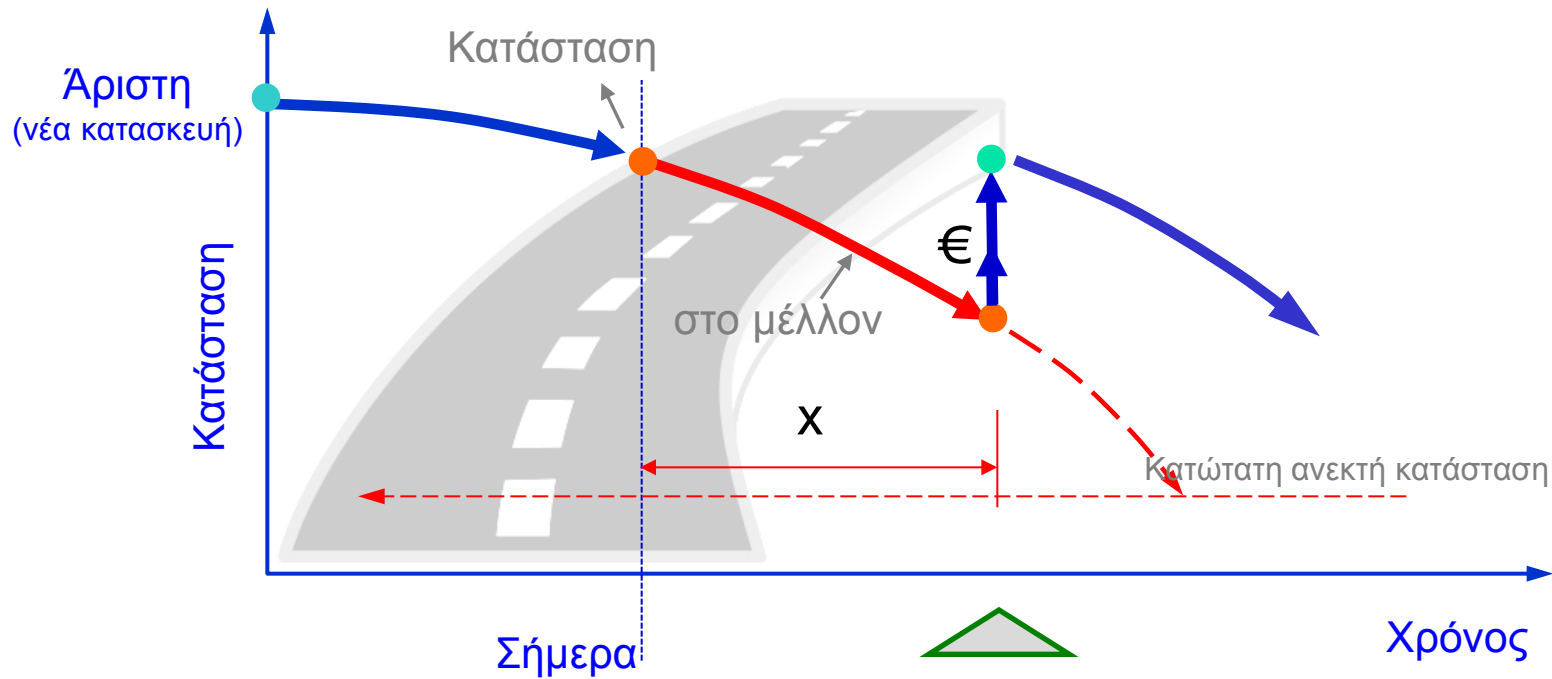


$$f(x, y) = \sin^2(3\pi x) + (x - 1)^2 (1 + \sin^2(3\pi y)) \\ + (y - 1)^2 (1 + \sin^2(2\pi y))$$

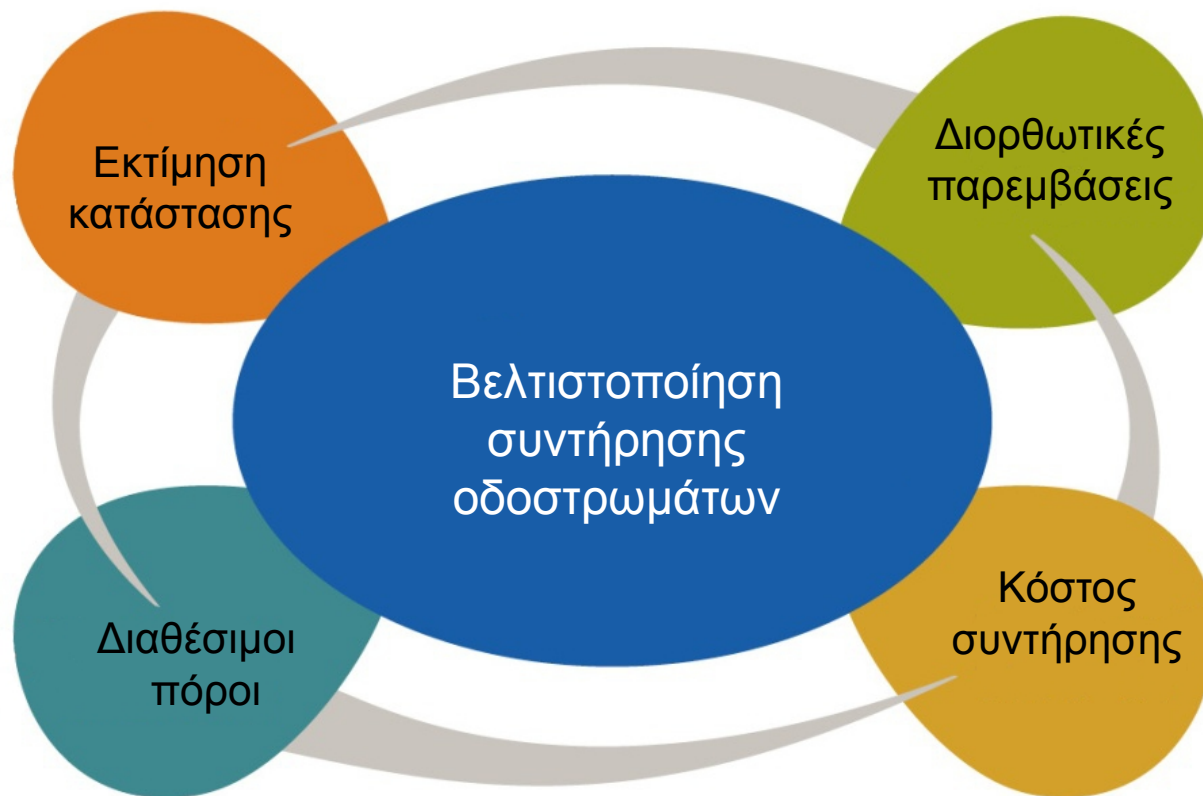
$$-10 \leq x, y \leq 10$$

Διαχείριση συντήρησης

Ποιό τμήμα να επισκευαστεί ;
Πότε να επισκευαστεί ;
Τι είδους επισκευή ;



Βελτιστοποίηση συντήρησης οδοστρωμάτων



Επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης με Η/Υ

Για την επίλυση ενός προβλήματος βελτιστοποίησης με Η/Υ του απαιτείται:

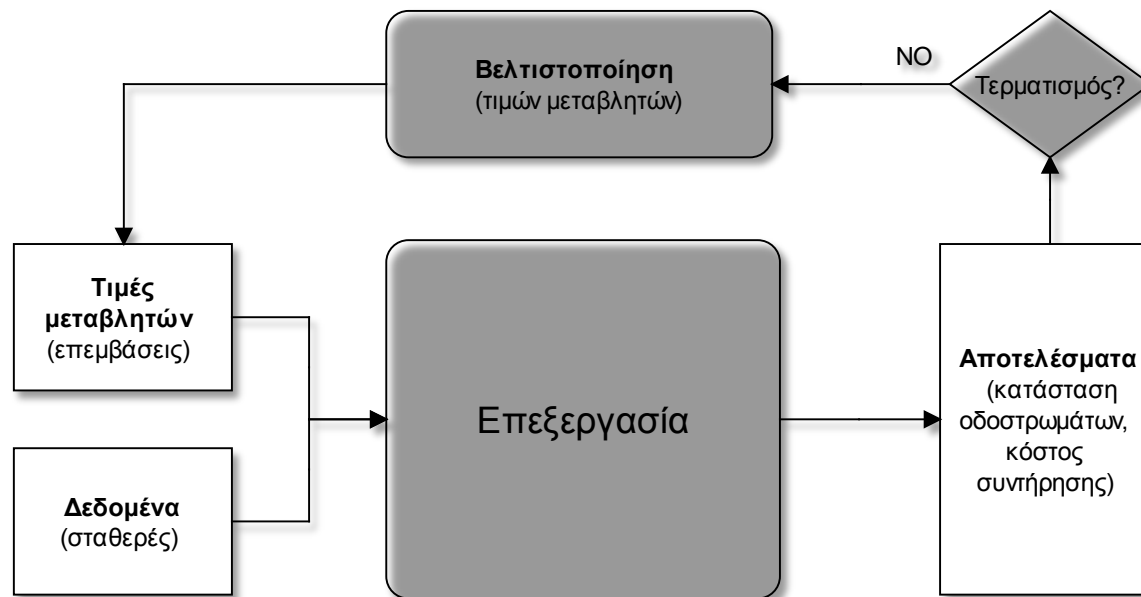
- Η αλγοριθμική προσέγγιση του προβλήματος, μέσα από μια σειρά αυστηρά καθορισμένων και πεπερασμένων ενεργειών που ως στόχο έχουν την επίλυση του προβλήματος.
 - Η ανάπτυξη του συστήματος, μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας κάποιο λογισμικό (mathematica, matlab, excel).
- Και η εφαρμογή (στη συνέχεια) μιας μεθόδου βελτιστοποίησης, για την εύρεση του βέλτιστου προγράμματος συντήρησης (ώστε να έχουμε την καλύτερη κατάσταση των οδοστρωμάτων).
 - Για τη βελτιστοποίηση θα χρησιμοποιηθούν οι γενετικοί αλγόριθμοι. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό evolver (το οποίο συνεργάζεται με το excel).



Επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης με Η/Υ

Για την επίλυση ενός προβλήματος βελτιστοποίησης με Η/Υ απαιτείται:

- Το σύστημα επεξεργασίας
- Το σύστημα βελτιστοποίησης



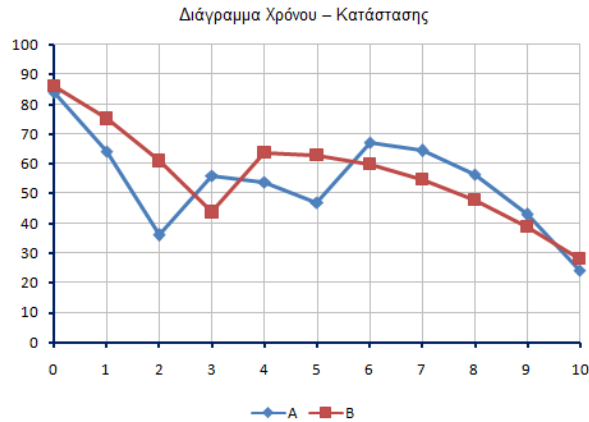
Αλγοριθμική προσέγγιση προβλήματος (Excel)

Δεδομένα
(σταθερές)

1

Τμήμα	A	B
Φθορές	Φ1	Φ2
Δt	2,0	3,0
η	5,0	8,0
C _{fi}	1.200	1.500
C _{vi}	100	130

Ετήσιο ποσό	2.100
-------------	-------



3

Αποτελέσματα (κόστος, κατάσταση)

Ύψος επέμβασης X

Χρόνος	A	B
0	0	0
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	0	0
5	1	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0

2

Μεταβλητές
(επεμβάσεις)

Βελτίωση

A	B
0	0
0	0
20	0
0	20
0	0
20	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Δt

A	B
2	3
3	4
4	5
0	6
1	0
2	1
0	2
1	3
2	4
3	5
4	6

KOmax

A	B
100	100
100	100
100	100
56	100
56	64
56	64
67	64
67	64
67	64
67	64
67	64

Κόστος C					Κατάσταση KOt		
A	B	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο	A	B	μ.ο.
0	0	2.100	0	2.100	84	86	85,0
0	0	4.200	0	4.200	64	75	69,5
3.200	0	6.300	3.200	3.100	36	61	48,5
0	4.100	5.200	4.100	1.100	56	44	49,9
0	0	3.200	0	3.200	54	64	58,8
3.200	0	5.300	3.200	2.100	47	63	54,9
0	0	4.200	0	4.200	67	60	63,4
0	0	6.300	0	6.300	64	55	59,6
0	0	8.400	0	8.400	56	48	52,1
0	0	10.500	0	10.500	43	39	40,9
0	0				24	28	26,0

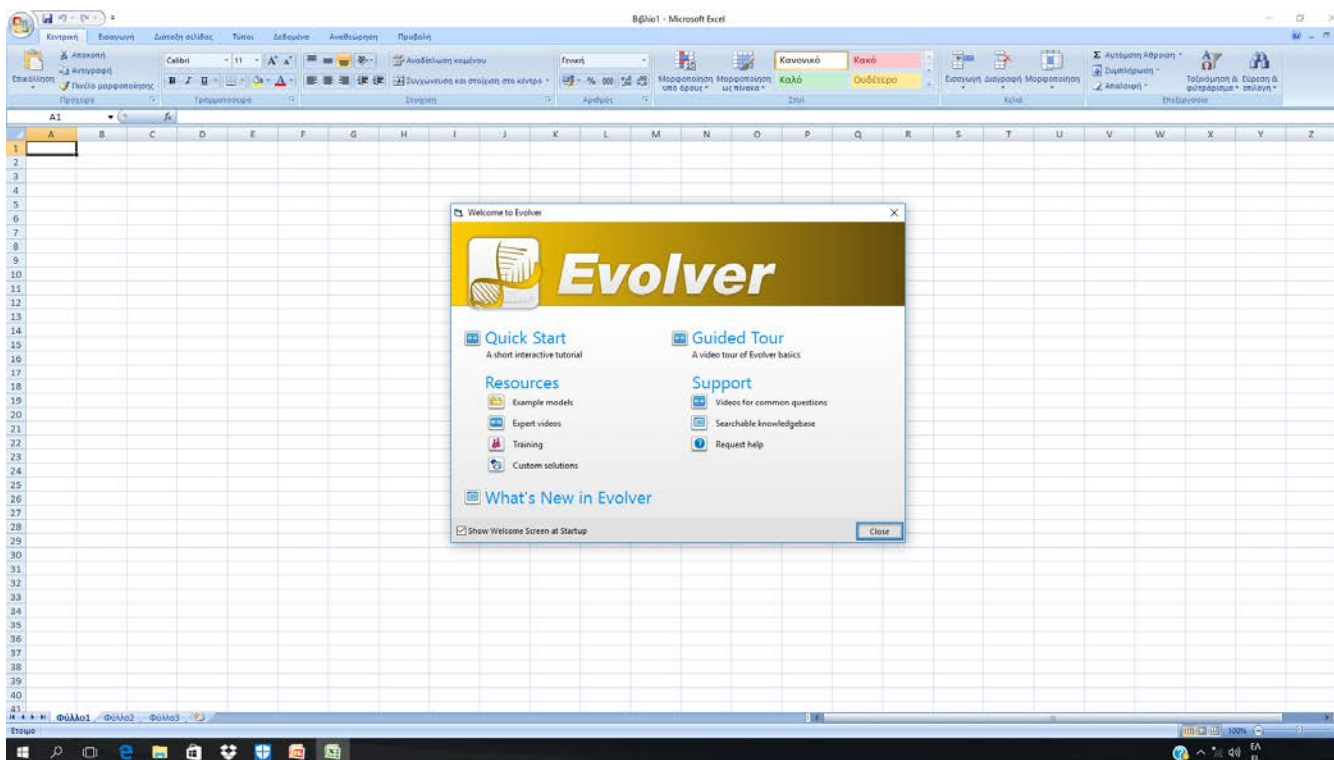
sum	6.400	4.100
%	0,61	0,39

μ.ο.	54	56
μ.ο.		55,3
μ.ο/C		5,267

Κόστος	10.500
Σ.Ποσό	21.000

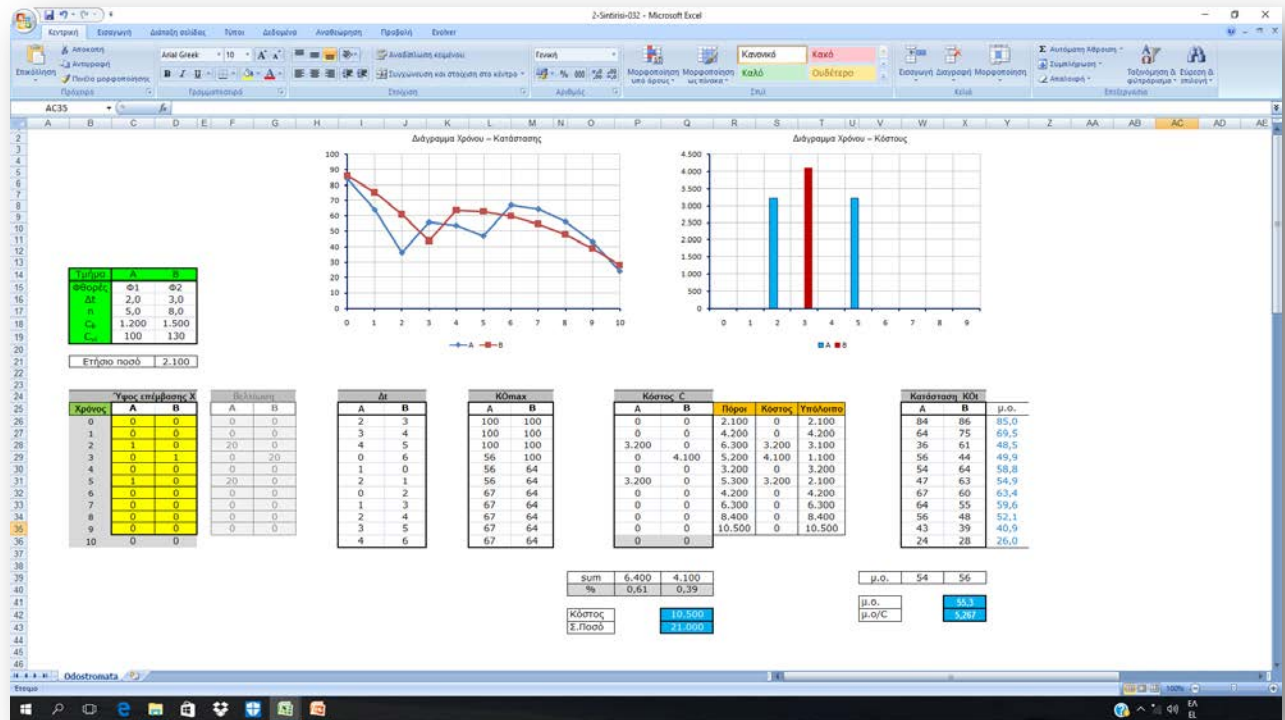
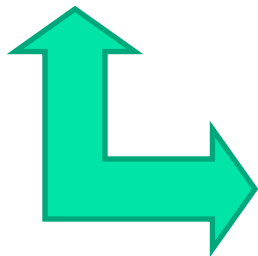
Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Εκκίνηση – πλοήγηση λογισμικού



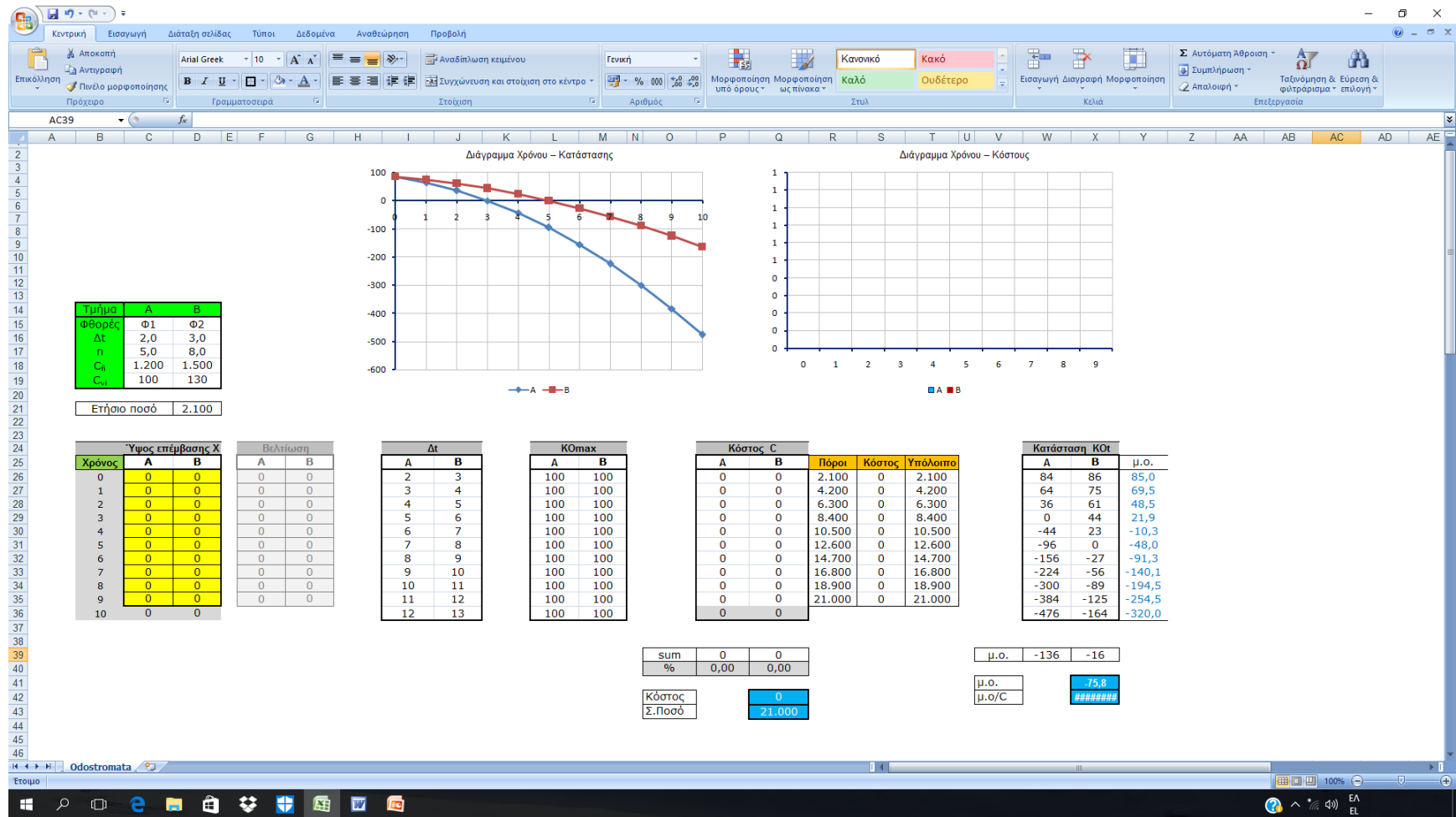
Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Παράδειγμα 1-α. Μεγιστοποίηση της μέσης κατάστασης του δικτύου



Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βήμα 1. Κατασκευή μοντέλου βελτιστοποίησης → Model Definition



Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βήμα 1. Κατασκευή μοντέλου βελτιστοποίησης → Model Definition

1. Καθορισμός στόχου:
Ελαχιστοποίηση ή Μεγιστοποίηση

2. Καθορισμός μεταβλητών:
Εύρος τιμών, και τύπος δεδομένων (πραγματικοί ακέραιοι), κωδικοποίηση

3. Καθορισμός περιορισμών:
Καθορισμός, και επιλογή αν μπορεί να παραβιαστούν (soft) ή όχι (hard)

Τμήμα	A	B
Φθορές	Φ1	Φ2
Δε	2,0	3,0
π	5,0	8,0
C _π	1.200	1.500
C _φ	100	130

Χρόνος	A	B
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0

A	B	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
0	0	2.100	0	2.100
0	0	4.200	0	4.200
0	0	6.300	0	6.300
0	0	8.400	0	8.400
0	0	10.500	0	10.500
0	0	12.600	0	12.600
0	0	14.700	0	14.700
0	0	16.800	0	16.800
0	0	18.900	0	18.900
0	0	21.000	0	21.000

A	B	μ.ο.
84	86	85
64	75	69,5
36	61	48,5
0	44	22
-44	23	-10,3
-96	0	-48,0
-156	-27	-91,3
-224	-56	-140,1
-300	-89	-194,5
-384	-125	-254,5
-476	-164	-320,0

μ.ο.	-136	-16
μ.ο.	75,8	
μ.ο/C		

Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βήμα 2. Επιλογές αλγορίθμου → Settings

The screenshot displays the Evolver software interface with two optimization settings dialog boxes open. The background shows a spreadsheet with data tables and charts.

Evolver - Optimization Settings (Left):

- Optimization Runtime: 1000
- Time: 5 Minutes
- Progress: (Maximum Change: 0,01 %)
- Number of Trials: 20000
- Formula is True:
- Stop on Error:

Evolver - Optimization Settings (Right):

- Random Numbers: Initial Seed: Automatic
- Optimization Mode: Automatic
- About Automatic Mode: In the automatic mode Evolver selects the optimization engine and its settings.

Data Tables:

Τμήμα	A	B
Φθορές	Φ1	Φ2
Δt	2,0	3,0
n	5,0	8,0
C _π	1.200	1.500
C _ε	100	130

Ετήσιο ποσό	2.100
-------------	-------

Χρόνος	A	B
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0

Κατάσταση	KO1
84	86
64	75
36	61
0	44
-44	23
-96	0
-156	-27
-224	-56
-300	-89
-384	-125
-476	-164

sum	0	0
%	0,00	0,00

Κόστος	0
Σ.Ποσό	21.000

μ.ο.	-136	-16
μ.ο.	75,8	
μ.ο/C	#####	

1. Runtime:
Τερματισμός αλγορίθμου

2. Engine:
Επιλογή χαρακτηριστικά αλγορίθμου (μέγεθος πληθυσμού, πόστο διασταύρωσης, μετάλλαξης)

3. view:
παρουσίαση αποτελεσμάτων κατά την εκτέλεση

3. macro:
Επιλογή μακροεντολών που θα χρησιμοποιηθούν

Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βήμα 3. Εύρεση μιας εφικτής λύσης → Utilities → Constraint Solve → Yes

Θερώνοντας μηδενικές όλες τις μεταβλητές

Διάγραμμα Χρόνου - Κατάσταση

Διάγραμμα Χρόνου - Κόστος

Σύγκλιση αλγορίθμου: στην εφικτή λύση (αρχική)

Evolver Watcher

Number of Constraints=32 Best=32 Constraints Met. (Trial #176) Original=18 Constraints Met. Trials=176 Time=00:00:08

Τμήμα	A	B
Φθορέα	Φ1	Φ2
Δε	2,0	3,0
η	5,0	8,0
C _η	1.200	1.500
C _η	100	130

Ετήσιο ποσό 2.100

Χρόνος	A	B
0	0	0
1	0	0
2	1	0
3	0	0
4	0	1
5	0	0
6	0	0
7	2	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0

Βελτίωση	A	B
0	0	0
1	0	0
2	20	0
3	0	0
4	0	20
5	0	0
6	0	0
7	40	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0

Δε	A	B
2	3	4
3	4	5
4	4	4
0	6	6
1	7	7
2	0	0
3	1	1
4	2	2
0	3	3
1	4	4
2	5	5

Κόστος C	A	B	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
0	0	0	2.100	0	2.100
0	0	0	4.200	0	4.200
3.200	0	0	6.300	3.200	3.100
0	0	0	5.200	0	5.200
0	4.100	0	7.300	4.100	3.200
0	0	0	5.300	0	5.300
0	0	0	7.400	0	7.400
5.200	0	0	9.500	5.200	4.300
0	0	0	6.400	0	6.400
0	0	0	8.500	0	8.500
0	0	0			

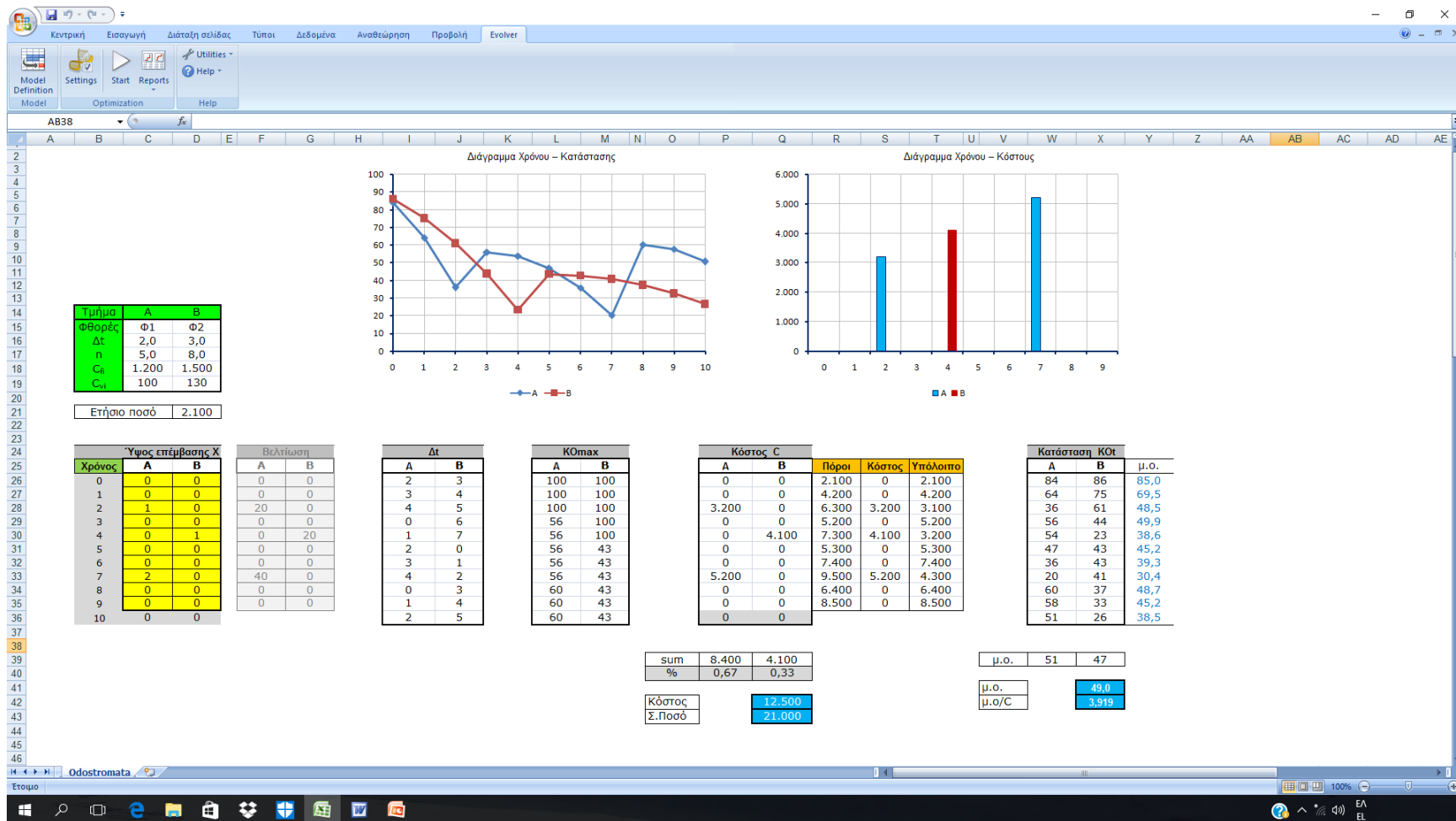
sum	8,400	4,100
%	0,67	0,33

Κόστος	12.500
Σ.Ποσό	21.000

μ.ο.	51	47
μ.ο.	49,0	
μ.ο/С	3,919	

Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Εφικτή λύση (αρχική): Ικανοποίηση όλων των περιορισμών του προβλήματος



Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βήμα 4. Εκτέλεση αλγορίθμου → Start

The screenshot shows the Evolver software interface with the 'Start' button highlighted in the toolbar. A tooltip for 'Start' is visible, indicating that the user should press F1 for more help. The main workspace displays several data tables and charts related to the optimization process.

Start
Starts an optimization
EvolverExcel12_EN
Πιέστε το πλήκτρο F1 για περισσότερη βοήθεια.

Διάγραμμα Χρόνου - Κατάσταση

Διάγραμμα Χρόνου - Κόστος

Τύπος	A	B
Φθορές	Φ1	Φ2
Δt	2,0	3,0
n	5,0	8,0
C _π	1.200	1.500
C _μ	100	130

Ετήσιο ποσό 2.100

Υγος επέμβασης X		
Χρόνος	A	B
0	0	0
1	0	0
2	1	0
3	0	0
4	0	1
5	0	0
6	0	0
7	2	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0

Βελτίωση		
A	B	
0	0	0
0	0	0
20	0	0
0	0	0
0	0	20
0	0	0
0	0	0
40	0	0
0	0	0
0	0	0

Δt		
A	B	
2	3	
3	4	
4	5	
0	6	
1	7	
2	0	
3	1	
4	2	
0	3	
1	4	
2	5	

Κόστος C		
A	B	
100	100	
100	100	
100	100	
56	100	
56	100	
56	43	
56	43	
56	43	
60	43	
60	43	
60	43	

Κόστος C				
A	B	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
0	0	2.100	0	2.100
0	0	4.200	0	4.200
3.200	0	6.300	3.200	3.100
0	0	5.200	0	5.200
0	4.100	7.300	4.100	3.200
0	0	5.300	0	5.300
0	0	7.400	0	7.400
5.200	0	9.500	5.200	4.300
0	0	6.400	0	6.400
0	0	8.500	0	8.500
0	0			

Κατάσταση ΚΟt		
A	B	μ.ο.
84	86	85,0
64	75	69,5
36	61	48,5
56	44	49,9
54	23	38,6
47	43	45,2
36	43	39,3
20	41	30,4
60	37	48,7
58	33	45,2
51	26	38,5

sum	8.400	4.100
%	0,67	0,33

Κόστος	12.500
Σ.Ποσό	21.000

μ.ο.	51	47
μ.ο.		49,0
μ.ο/C		3.919

Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βήμα 4. Εκτέλεση αλγορίθμου → Start

The screenshot displays the Evolver software interface with the following components:

- Worksheet (F108):** Contains input data for the optimization problem.

Τύπος	A	B
Φθορέζ	Φ1	Φ2
Δt	2,0	3,0
n	5,0	8,0
C _h	1.200	1.500
C _{cl}	100	130

Ετήσιο ποσό	2.100
-------------	-------
- Charts:**
 - Διάγραμμα Χρόνου - Κατάσταση:** Line chart showing the state of variables A (blue) and B (red) over 10 iterations.
 - Διάγραμμα Χρόνου - Κόστους:** Bar chart showing the cost for variables A (blue) and B (red) over 9 iterations.
- Evolver Watcher:** A dialog box showing the progress of the algorithm. It includes a 'Progress' tab with a 'Summary' section and two line graphs: 'Last 3000 Trials' and 'All Trials'. The 'All Trials' graph shows the cost decreasing and stabilizing around 73.8.

Progress: Συγκλιση αλγορίθμου
- Summary Tables:**
 - Κόστος C:**

A	B	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
0	0	2.100	0	2.100
3.200	0	4.200	3.200	1.000
0	0	3.100	0	3.100
0	4.100	5.200	4.100	1.100
3.200	0	3.200	3.200	0
0	0	2.100	0	2.100
0	4.100	4.200	4.100	100
0	0	2.200	0	2.200
3.200	0	4.300	3.200	1.100
3.200	0	3.200	3.200	0
0	0			
 - Κατάσταση ΚΟι:**

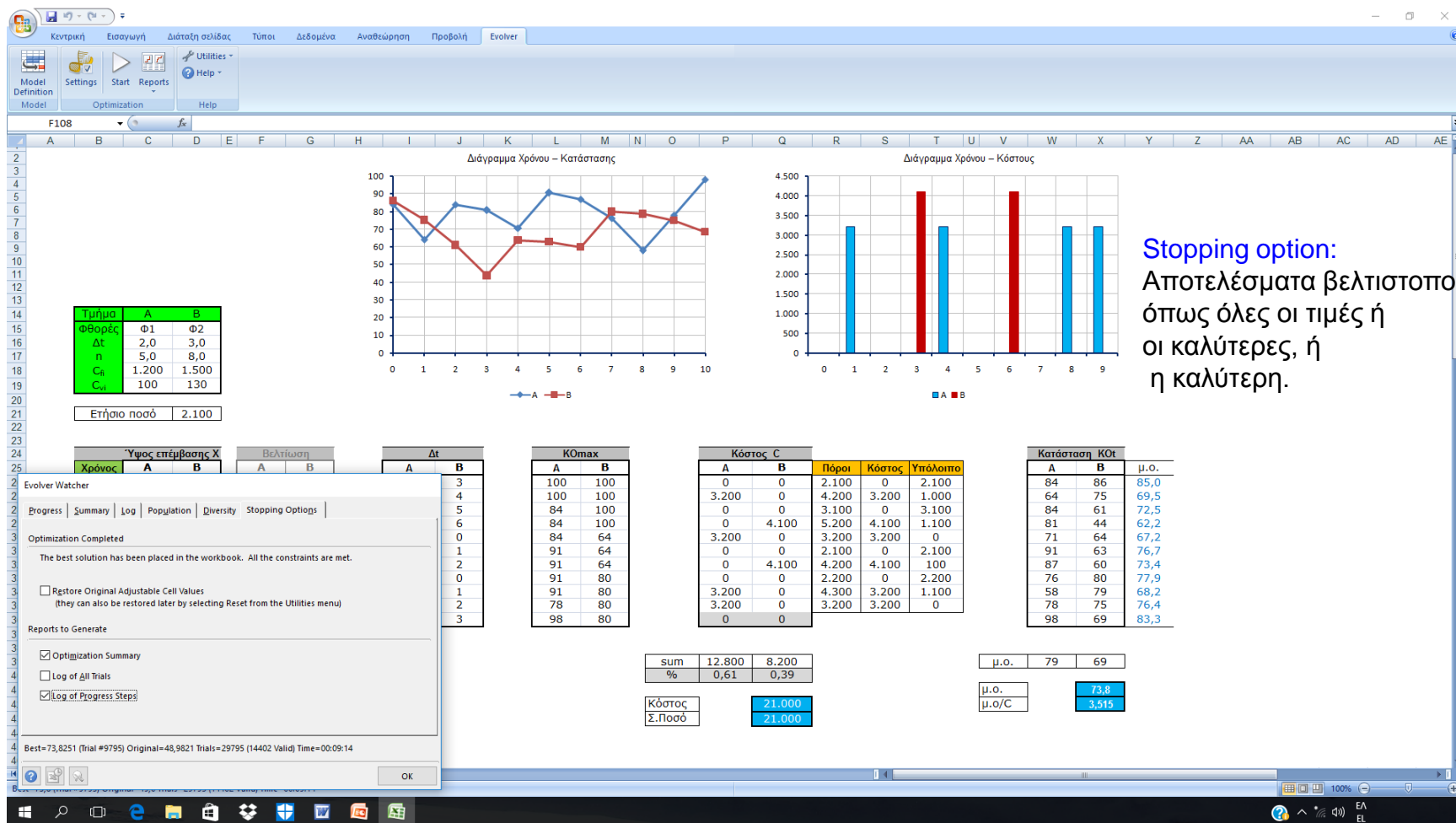
A	B	μ.ο.
84	86	85,0
64	75	69,5
84	61	72,5
81	44	62,2
71	64	67,2
91	63	76,7
87	60	73,4
76	80	77,9
58	79	68,2
78	75	76,4
98	69	83,3
 - Summary Statistics:**

sum	12.800	8.200
%	0,61	0,39

μ.ο.	79	69
μ.ο.		73.8
μ.ο/C		3.515

Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βήμα 5. Αποτελέσματα

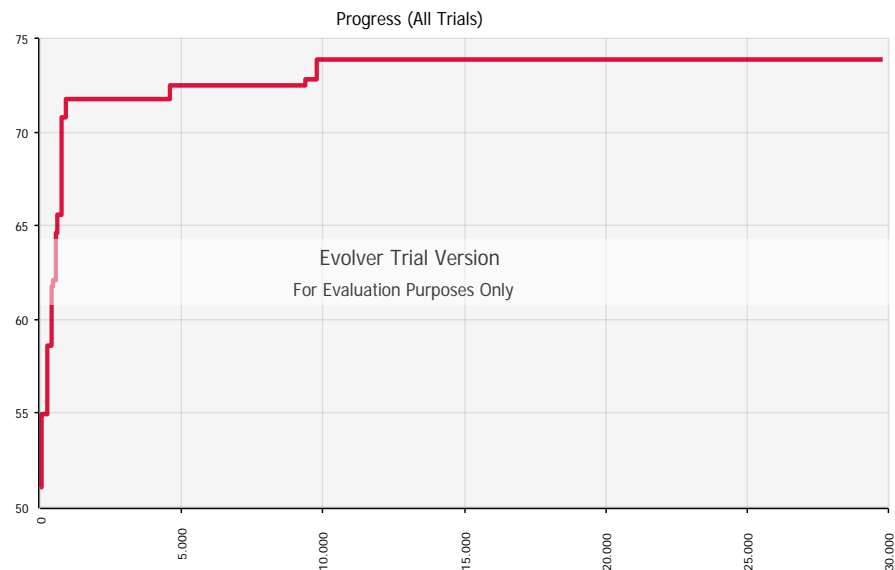


Stopping option:
Αποτελέσματα βελτιστοποίησης,
όπως όλες οι τιμές ή
οι καλύτερες, ή
η καλύτερη.

Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βήμα 5. Εμφάνιση αποτελεσμάτων → Reports

Results	
Total Trials	29795
Original Value	49
Best Value Found	73,8
Best Trial Number	9795
Time to Find Best Value	0:03:04
Total Optimization Time	0:09:14

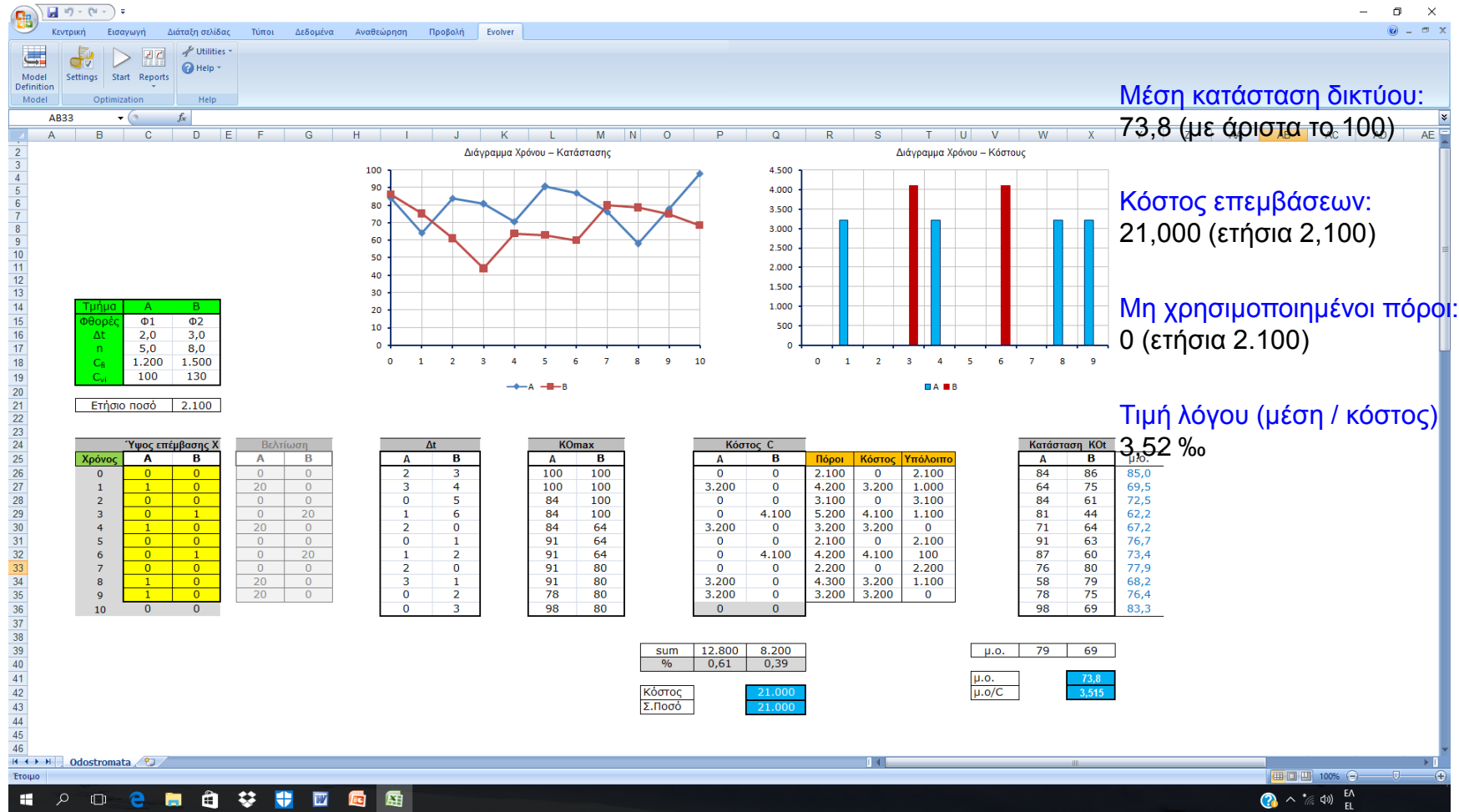


Οι καλύτερες λύσεις του προβλήματος κατά την εκτέλεση

1	0:00:02	49,0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	
10	0:00:02	51,1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	1	0
34	0:00:03	53,7	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
41	0:00:03	55,0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
232	0:00:07	58,6	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
396	0:00:10	61,7	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
436	0:00:11	62,1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	1
579	0:00:14	64,6	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	1
622	0:00:15	65,6	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2
748	0:00:18	70,8	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2
914	0:00:21	71,7	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	1
4584	0:01:27	72,5	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1
9370	0:02:56	72,8	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	
9795	0:03:04	73,8	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	

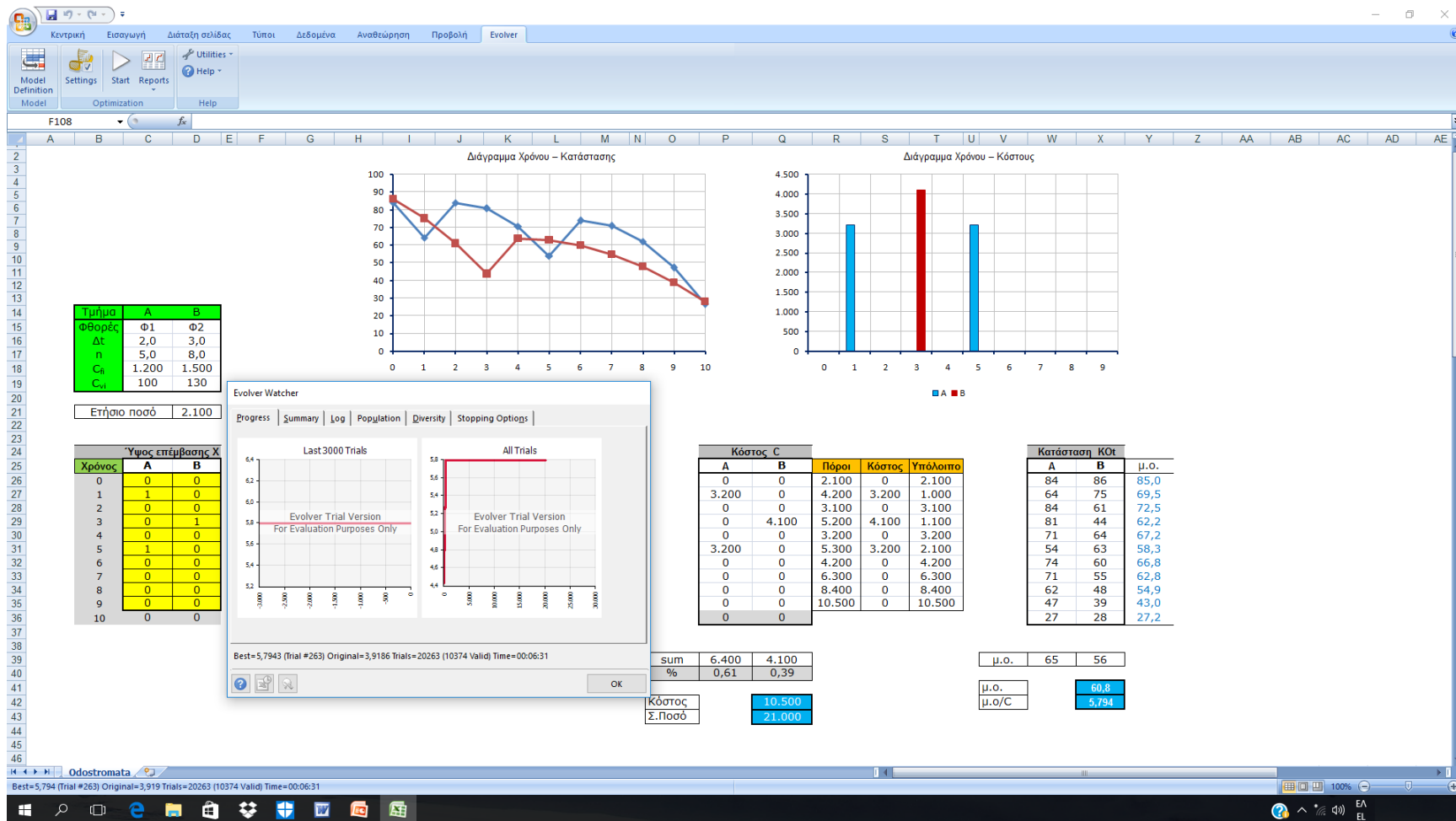
Παράδειγμα 1-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βέλτιστη λύση: για μεγιστοποίηση της μέσης κατάστασης του δικτύου



Παράδειγμα 1-β: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

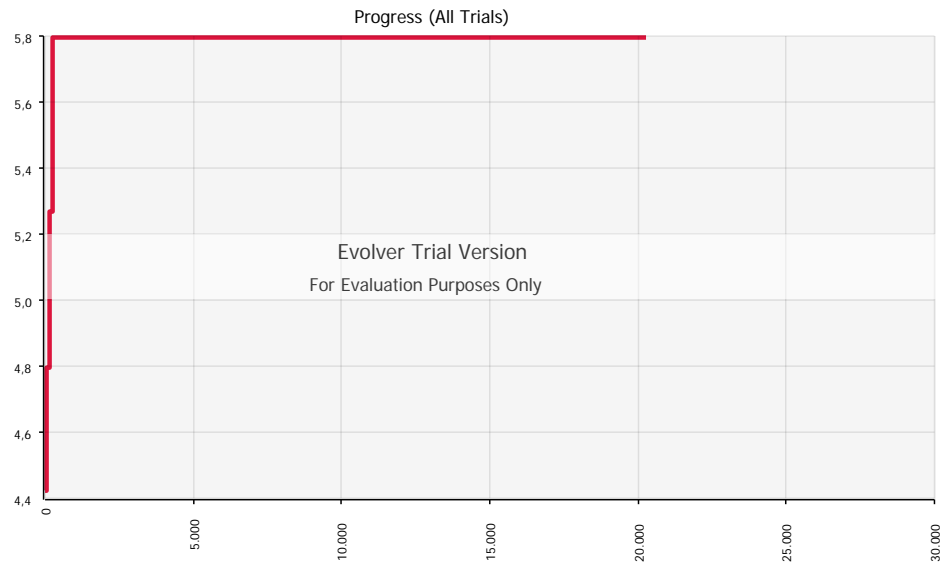
Παράδειγμα 1-β. Μεγιστοποίηση του λόγου (μέση κατάσταση/κόστος συντήρησης)



Παράδειγμα 1-β: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βήμα 4. Αποτελέσματα

Results	
Total Trials	20263
Original Value	3,919
Best Value Found	5,794
Best Trial Number	263
Time to Find Best Value	0:00:07
Total Optimization Time	0:06:31

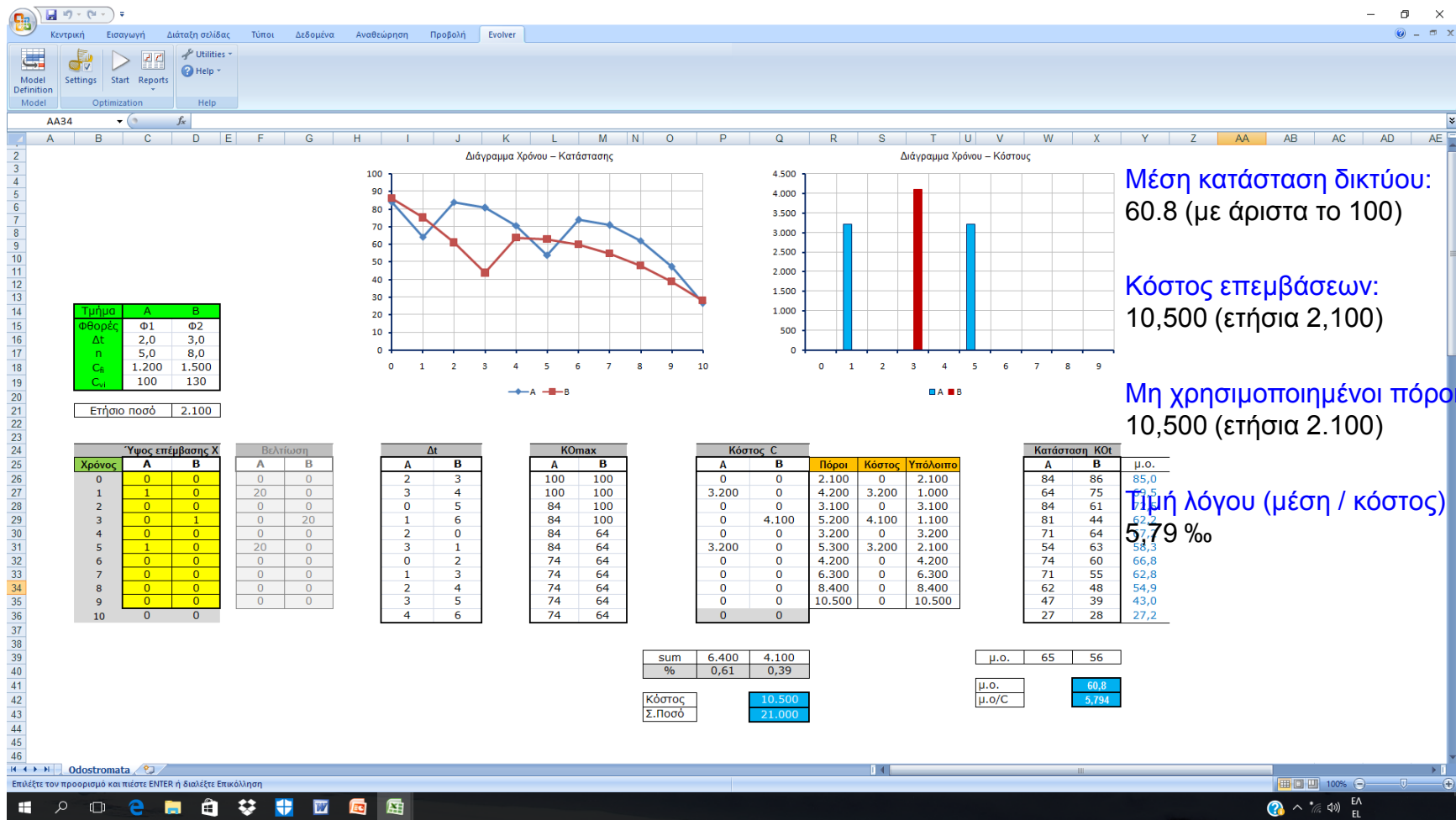


Οι καλύτερες λύσεις του προβλήματος κατά την εκτέλεση

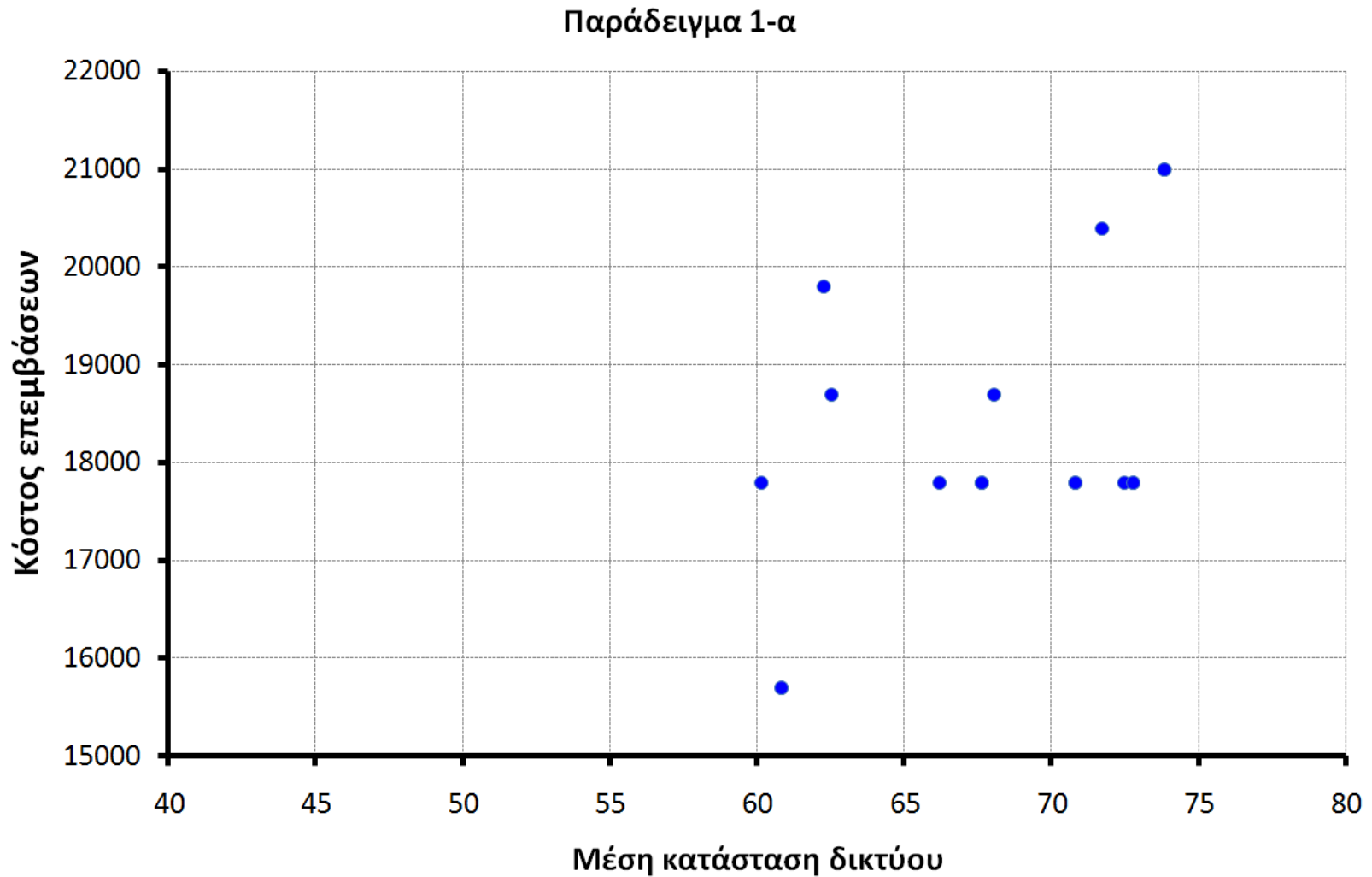
1	0:00:02	3,919	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
2	0:00:02	4,423	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
42	0:00:03	4,796	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
150	0:00:05	5,267	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
263	0:00:07	5,794	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Παράδειγμα 1-β: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Βέλτιστη λύση: για μεγιστοποίηση του λόγου (μέση κατάσταση/κόστος συντήρησης)



Παράδειγμα 1: Συσχέτιση μέση κατάσταση - κόστος επεμβάσεων



Παράδειγμα 2-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Παράδειγμα 2-α. Μεγιστοποίηση της μέσης κατάστασης του δικτύου

Εφικτή λύση (αρχική): ικανοποίηση όλων των περιορισμών του προβλήματος

Τμήμα	A	B	Γ	Δ	Ε
Φθορές	Φ1	Φ2	Φ2	Φ1	Φ12
Δε	2,0	3,0	5,0	4,0	3,0
η	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0
η	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0

Μετρήσις χρόνου	A	B	Γ	Δ	Ε
Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	2	3	5	4	3
1	3	4	6	5	4
2	0	5	7	0	5
3	1	6	0	1	6
4	2	7	0	2	0
5	3	0	1	3	1
6	4	1	2	0	2
7	0	0	3	1	3
8	1	1	4	2	4
9	2	2	5	3	0
10	3	3	0	4	1
11	4	4	1	0	2
12	5	5	0	0	3
13	0	6	1	1	4

ΚΟmax	A	B	Γ	Δ	Ε
Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	100	100	100	100	100
1	100	100	100	100	100
2	95	100	100	51	100
3	95	100	43	51	100
4	95	100	63	51	47
5	95	43	63	51	47
6	95	43	63	58	47
7	73	63	63	58	47
8	73	63	63	58	47
9	73	63	63	58	51
10	73	63	59	58	51
11	73	63	59	52	51
12	73	63	78	72	51
13	42	63	78	72	51

Κόστος επεμβάσεων C	A	B	Γ	Δ	Ε	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
0	0	0	0	0	0	5.100	0	5.100
1	2.980	0	0	2.980	0	10.200	5.960	4.240
2	0	0	4.000	0	0	9.340	4.000	5.340
3	0	0	4.000	0	4.420	10.440	8.420	2.020
4	0	4.000	0	0	0	7.120	4.000	3.120
5	0	0	0	2.980	0	8.220	2.980	5.240
6	2.980	4.000	0	0	0	10.340	6.980	3.360
7	0	0	0	0	0	8.460	0	8.460
8	0	0	0	0	4.420	13.560	4.420	9.140
9	0	0	4.000	0	0	14.240	4.000	10.240
10	0	0	0	2.980	0	15.340	2.980	12.360
11	0	0	4.000	2.980	0	17.460	6.980	10.480
12	2.980	0	0	0	0	15.580	2.980	12.600
13	0	0	0	0	0			

Κατάσταση οδοστρώματος Kot	B	Γ	Δ	Ε	μ.ο.
	B	Γ	Δ	Ε	μ.ο.
86	61	56	82	74,6	
75	44	31	67	58,3	
61	23	51	49	55,8	
44	43	49	27	51,0	
23	63	45	47	52,6	
43	62	38	46	52,1	
43	59	58	43	51,1	
63	55	56	38	56,9	
62	48	51	31	52,6	
59	39	43	51	51,4	
54	59	32	50	49,9	
47	58	52	47	48,9	
38	78	72	42	50,5	
27	77	70	35	50,2	

Κατάσταση οδοστρώματος Kot	B	Γ	Δ	Ε
	B	Γ	Δ	Ε
52	55	50	47	

Evolver Watcher

Progress Summary Log Population Diversity Constraint Solver Stopping Options

Last 800 Trials

All Trials

Number of Constraints=85 Best=85 Constraints Met. (Trial #5605) Original=32 Constraints Met. Trials=5605 Time=00:02:43

Κόστος

sum	8.940	8.000	16.000	11.920	8.840	53.700
%	0,17	0,15	0,30	0,22	0,16	1,00

Σ.Πόροι 66.300

Παράδειγμα 2-α: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Παράδειγμα 2-α. Μεγιστοποίηση της μέσης κατάστασης του δικτύου

AG41

Φθορές	Φ1	Φ2	Φ2	Φ1	Φ12
Δt	2,0	3,0	5,0	4,0	3,0
n	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0
n	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0

Φ1	Φ2	C _B	C _Y
Φ1	6,0	1060	96
Φ2	8,0	1100	145
Φ12	7,0	1740	134

Πόροι	X	Y	Z
5.100	4	2	9

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	2	3	5	4	3
1	3	4	6	0	4
2	0	5	0	1	5
3	1	6	1	2	0
4	2	0	2	3	1
5	3	1	3	0	2
6	0	0	4	1	3
7	1	1	0	2	4
8	2	2	1	0	0
9	3	3	0	1	1
10	0	0	1	2	2
11	1	1	2	0	3
12	2	2	3	1	0
13	3	3	0	2	1

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	100	100	100	100	100
1	100	100	100	76	100
2	95	100	64	76	100
3	95	100	64	76	69
4	95	64	64	76	69
5	95	64	64	77	69
6	91	83	64	77	69
7	91	83	68	77	69
8	91	83	68	88	66
9	91	83	87	88	66
10	88	91	87	88	66
11	88	91	87	98	66
12	88	91	87	98	74
13	99	91	95	98	74

Κατάσταση οδοστρώματος Kot	B	Γ	Δ	Ε	μ.ο.
86	61	56	82	74,6	
75	44	76	67	67,3	
61	64	73	49	68,4	
44	63	67	69	67,0	
64	60	57	68	66,4	
63	55	77	63	65,8	
83	48	75	56	70,5	
81	68	68	46	70,5	
78	67	88	66	76,0	
71	87	86	65	75,4	
91	85	78	61	80,9	
90	81	98	54	81,9	
85	75	96	74	81,7	
78	95	87	73	86,3	

Κόστος επεμβάσεων C	Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
0	0	0	0	2.980	0	5.100	2.980	2.120	
1	2.980	0	4.000	0	0	7.220	6.980	240	
2	0	0	0	0	4.420	5.340	4.420	920	
3	0	4.000	0	0	0	6.020	4.000	2.020	
4	0	0	0	2.980	0	7.120	2.980	4.140	
5	2.980	4.000	0	0	0	9.240	6.980	2.260	
6	0	0	4.000	0	0	7.360	4.000	3.360	
7	0	0	0	2.980	4.420	8.460	7.400	1.060	
8	0	0	4.000	0	0	6.160	6.980	2.160	
9	2.980	4.000	0	0	0	7.260	4.000	280	
10	0	0	0	2.980	0	5.380	2.980	2.400	
11	0	0	0	0	4.420	7.500	4.420	3.080	
12	2.980	0	4.000	0	0	8.180	6.980	1.200	
13	0	0	0	0	0				

0	0	0	1	0
1	0	0	1	0
0	0	0	0	1
0	1	0	0	0
0	0	1	0	0
1	1	0	0	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
1	1	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	0	1
1	0	1	0	0

Κόστος	sum	11.920	12.000	16.000	11.920	13.260	65.100
%	0,18	0,18	0,25	0,18	0,20	1,00	

Σ.Πόροι: 66.300

Evolver Watcher

Progress | Summary | Log | Population | Diversity | Stopping Options

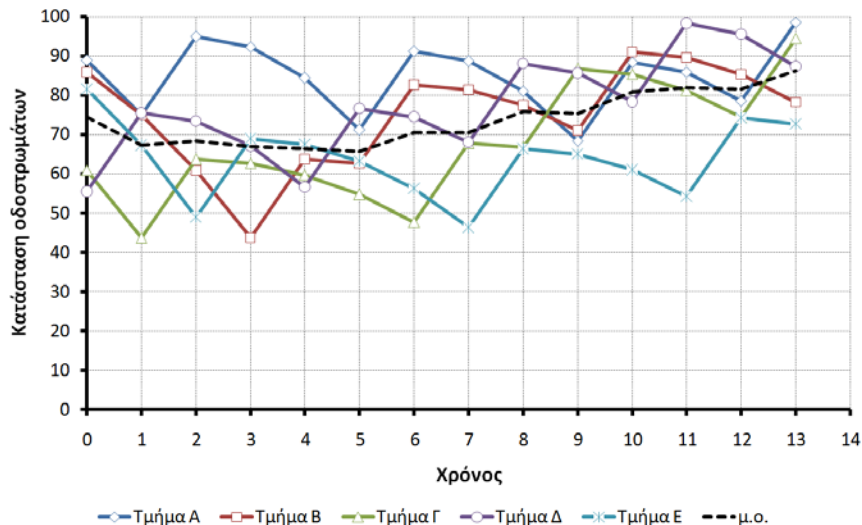
Best=73,7740 (Trial #43428) Original=53,9933 Trials=63428 (25390 Valid) Time=00:27:51

OK

μ.ο.	μ.ο/C
74	1.133

Παράδειγμα 2-α: Αποτελέσματα βελτιστοποίησης

Παράδειγμα 2-α



Προϋπολογισμός: 5,100 κάθε περίοδο (13 περιόδους)

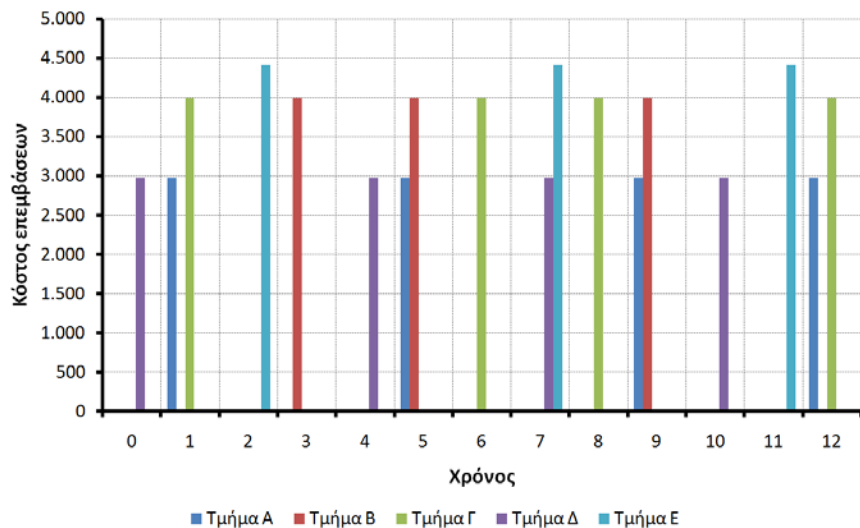
Αντικειμενική συνάρτηση: $\max(\text{μέση κατάσταση})$

Μέση κατάσταση δικτύου: 73.8 (με άριστα το 100)

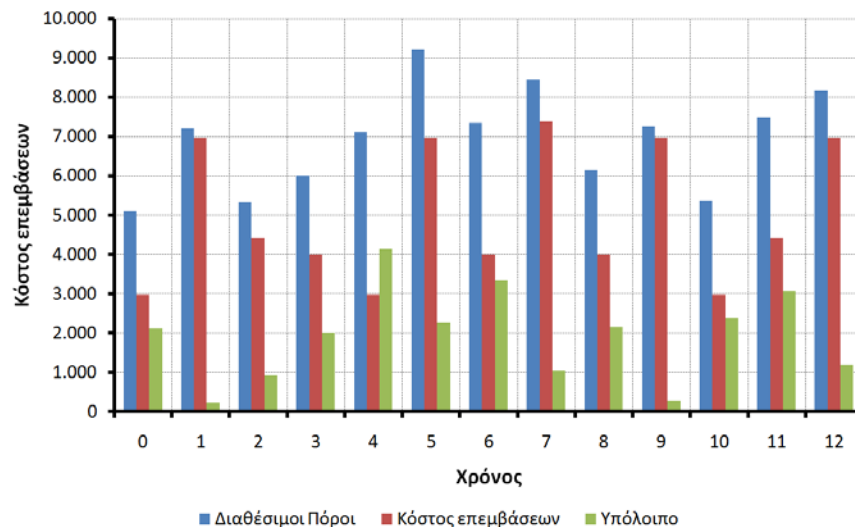
Κόστος επεμβάσεων δικτύου: 65,100 (από 66,300)

Λόγος (μέση κατάσταση)/(κόστος): 1.13 ‰

Παράδειγμα 2-α



Παράδειγμα 2-α



Παράδειγμα 2-β: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Παράδειγμα 2-β. Μεγιστοποίηση του λόγου (μέση κατάσταση/κόστος συντήρησης)

Screenshot of the Evolver optimization software interface showing a spreadsheet model for pipe maintenance optimization.

Model Parameters:

Τμήμα	A	B	Γ	Δ	Ε
Φθορές	Φ1	Φ2	Φ2	Φ1	Φ12
Δt	2,0	3,0	5,0	4,0	3,0
n	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0
n	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0

	π _i	C _{0i}	C _{1i}
Φ1	6,0	1060	96
Φ2	8,0	1100	145
Φ12	7,0	1740	134

Πόροι	X	Y	Z
5.100	4	2	9

Μετρήσις χρόνου

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	2	3	5	4	3
1	3	4	6	0	4
2	0	5	0	1	5
3	1	6	1	2	0
4	2	0	2	3	1
5	3	1	3	0	2
6	0	2	4	1	3
7	1	3	0	2	0
8	2	0	1	0	1
9	3	1	2	1	2
10	0	2	3	2	3
11	1	3	4	3	4
12	2	4	5	4	5
13	3	5	6	5	6

Κόστος

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	100	100	100	100	100
1	100	100	100	76	100
2	95	100	64	76	100
3	95	100	64	76	69
4	95	64	64	76	69
5	95	64	64	77	69
6	91	64	64	77	69
7	91	64	68	77	76
8	91	75	68	88	76
9	91	75	68	88	76
10	88	75	68	88	76
11	88	75	68	88	76
12	88	75	68	88	76
13	88	75	68	88	76

Υψος επέμβασης X

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	0	0	0	20	0
1	20	0	20	0	0
2	0	0	0	0	20
3	0	20	0	0	0
4	0	0	0	20	0
5	20	0	0	0	0
6	0	0	20	0	20
7	0	20	0	20	0
8	0	0	0	0	0
9	20	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0

Κατάσταση οδοστρώματος Kot

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε	μ.ο.
0	89	86	61	56	82	74,6
1	75	75	44	76	67	67,3
2	95	61	64	73	49	68,4
3	92	44	63	67	69	67,0
4	84	64	60	57	68	66,4
5	71	63	55	77	63	65,8
6	91	60	48	75	56	65,9
7	89	55	68	68	76	71,2
8	81	75	67	88	75	77,1
9	68	74	64	86	70	72,3
10	88	70	58	78	62	71,5
11	86	64	51	66	51	63,7
12	79	56	41	49	37	52,5
13	66	46	30	27	20	37,7

Κόστος επεμβάσεων C

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
0	0	0	0	2.980	0	5.100	2.980	2.120
1	2.980	0	4.000	0	0	7.220	6.980	240
2	0	0	0	0	4.420	5.340	4.420	920
3	0	4.000	0	0	0	6.020	4.000	2.020
4	0	0	0	2.980	0	7.120	2.980	4.140
5	2.980	0	0	0	0	9.240	2.980	6.260
6	0	0	4.000	0	4.420	11.360	8.420	2.940
7	0	4.000	0	2.980	0	8.040	6.980	1.060
8	0	0	0	0	0	6.160	0	6.160
9	2.980	0	0	0	0	11.260	2.980	8.280
10	0	0	0	0	0	13.380	0	13.380
11	0	0	0	0	0	18.480	0	18.480
12	0	0	0	0	0	23.580	0	23.580
13	0	0	0	0	0			

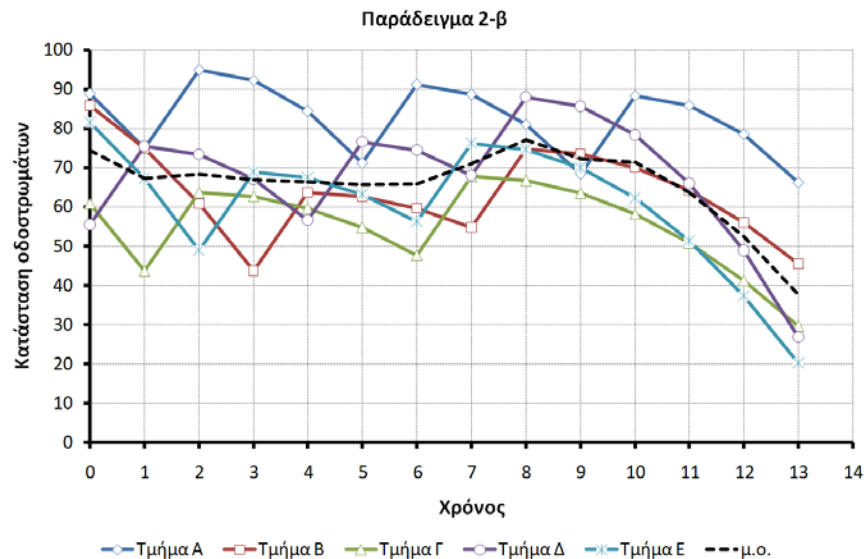
Σύνολο

μ.ο.	83	64	55	67	60
μ.ο.	μ.ο/C				
66	1,541				

sum	8.940	8.000	8.000	8.940	8.840	Κόστος
%	0,21	0,19	0,19	0,21	0,21	42.720
Σ.Πόροι						66.300

Line Chart: Shows the evolution of variables A, B, Gamma, Delta, E, and the mean (μ.ο.) over 14 iterations. The Y-axis ranges from 0 to 100. The X-axis ranges from 0 to 14. The legend indicates: A (blue diamonds), B (red squares), Gamma (green triangles), Delta (purple crosses), E (cyan asterisks), and μ.ο. (black line).

Παράδειγμα 2-β: Αποτελέσματα βελτιστοποίησης



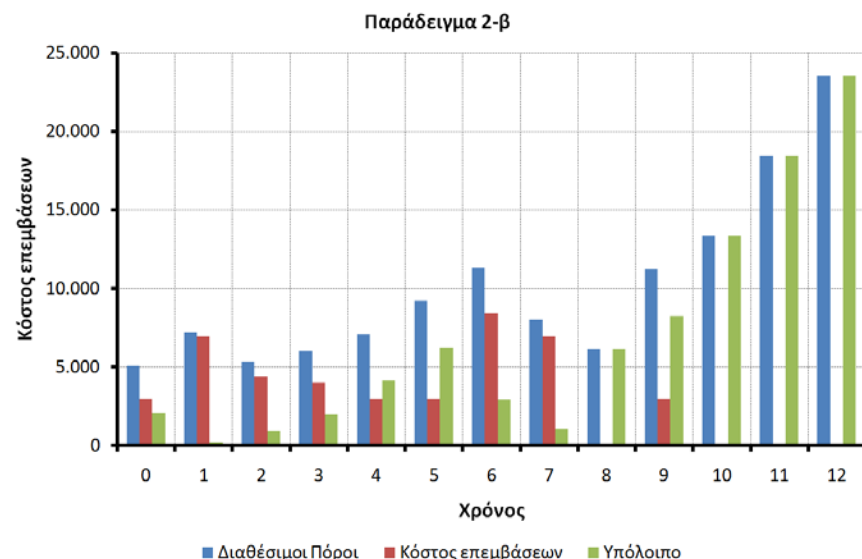
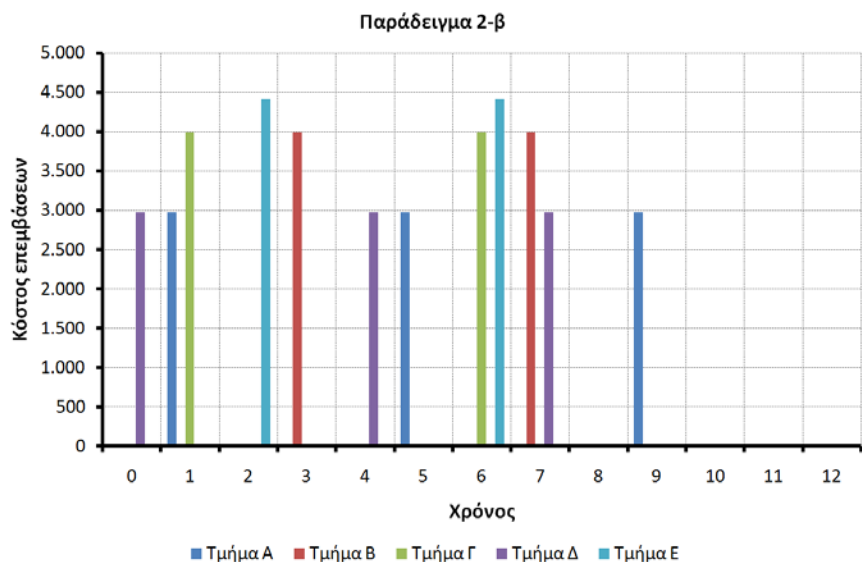
Προϋπολογισμός: 5,100 κάθε περίοδο (13 περιόδους)

Αντικειμενική συνάρτηση: $\max(\text{μέση κατάσταση/κόστος})$

Μέση κατάσταση δικτύου: 65,8 (με άριστα το 100)

Κόστος επεμβάσεων δικτύου: 42,720 (από 66,300)

Λόγος (μέση κατάσταση)/(κόστος): 1.54 ‰



Παράδειγμα 2-γ: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Παράδειγμα 2-γ. Μεγιστοποίηση της μέσης κατάστασης του δικτύου (B=13C)

Screenshot of the Evolver software interface showing optimization results for a network problem. The interface includes a menu bar, a toolbar, and a main workspace with several data tables and a line chart.

Table 1: Φθορές (Losses)

Τμήμα	A	B	Γ	Δ	Ε
Φ1	2,0	3,0	5,0	4,0	3,0
Φ2	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0
Φ12	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0

Table 2: Πι, C_{0i}, C_{1i}

	π _i	C _{0i}	C _{1i}
Φ1	6,0	1060	96
Φ2	8,0	1100	145
Φ12	7,0	1740	134

Table 3: Πόροι (Resources)

	X	Y	Z
5.100	4	2	9

Table 4: Μετρητής χρόνου (Time Metric)

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	2	3	5	4	3
1	3	4	0	0	4
2	0	5	1	1	0
3	1	0	2	2	1
4	2	1	0	0	2
5	3	2	1	1	0
6	0	0	2	2	1
7	1	1	3	0	2
8	2	2	4	1	3
9	3	3	0	2	4
10	0	4	1	3	0
11	1	0	2	0	1
12	2	1	3	1	2
13	0	2	0	2	3

Table 5: Κόστος (Cost)

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	100	100	100	100	100
1	100	100	81	76	100
2	95	100	81	76	87
3	95	81	81	76	87
4	95	81	96	87	87
5	95	81	96	87	100
6	91	96	96	87	100
7	91	96	96	97	100
8	91	96	96	97	100
9	91	96	92	97	100
10	88	96	92	97	87
11	88	92	92	93	87
12	88	92	92	93	87
13	99	92	99	93	87

Table 6: Υγος επέμβασης X (X Intervention)

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	0	0	20	20	0
1	20	0	0	0	20
2	0	20	0	0	0
3	0	0	20	20	0
4	0	0	0	0	20
5	20	20	0	0	0
6	0	0	0	20	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	20	0	0
9	20	0	0	0	20
10	0	20	0	20	0
11	0	0	0	0	0
12	20	0	20	0	0
13	0	0	0	0	0

Table 7: Κατάσταση οδοστρώματος Kot (Kot Road Status)

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε	μ.ο.
0	89	86	61	56	82	74,6
1	75	75	81	76	67	74,8
2	95	61	80	73	87	79,3
3	92	81	76	67	86	80,4
4	84	80	96	87	80	85,5
5	71	76	94	85	100	85,3
6	91	96	90	77	98	90,5
7	89	94	82	97	92	91,0
8	81	90	72	95	82	83,9
9	68	82	92	87	67	79,4
10	88	72	90	73	87	82,3
11	86	92	86	93	86	88,6
12	79	90	79	91	80	83,8
13	99	86	99	83	71	87,6

Table 8: Κόστος επεμβάσεων C (C Interventions)

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
0	0	0	4.000	2.980	0	5.100	6.980	-1.880
1	2.980	0	0	0	4.420	3.220	7.400	-4.180
2	0	4.000	0	0	0	920	4.000	-3.080
3	0	0	4.000	2.980	0	2.020	6.980	-4.960
4	0	0	0	0	4.420	140	4.420	-4.280
5	2.980	4.000	0	0	0	820	6.980	-6.160
6	0	0	0	2.980	0	-1.060	2.980	-4.040
7	0	0	0	0	0	1.060	0	1.060
8	0	0	4.000	0	0	6.160	4.000	2.160
9	2.980	0	0	0	4.420	7.260	7.400	-140
10	0	4.000	0	2.980	0	4.960	6.980	-2.020
11	0	0	0	0	0	3.080	0	3.080
12	2.980	0	4.000	0	0	8.180	6.980	1.200
13	0	0	0	0	0			

Table 9: Summary Statistics

μ.ο.	85	83	84	81	83
μ.ο.	μ.ο/C				
83,3	1,280				

Table 10: Final Summary

sum	11.920	12.000	16.000	11.920	13.260	65.100
%	0,18	0,18	0,25	0,18	0,20	1,00

Table 11: Σ. Πόροι (Total Resources)

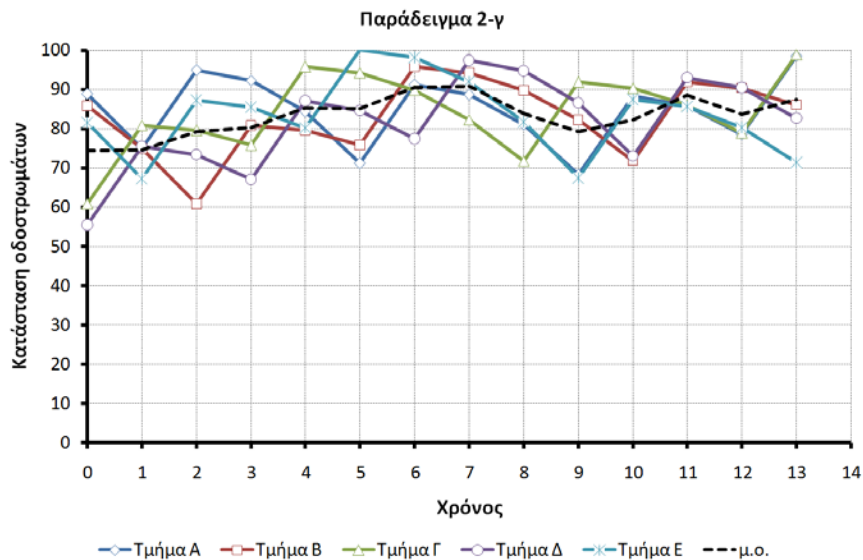
Σ. Πόροι	66.300

Table 12: Matrix

0	0	1	1	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	0
0	0	1	1	0
0	0	0	0	1
1	1	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	0	0	1
1	0	0	0	1
0	1	0	1	0
1	0	1	0	0

Figure 1: Line Chart

Παράδειγμα 2-γ: Αποτελέσματα βελτιστοποίησης



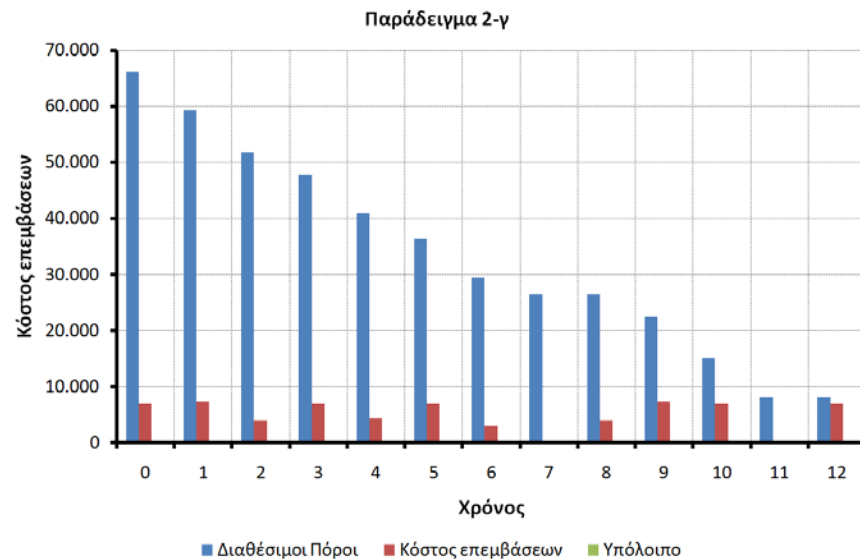
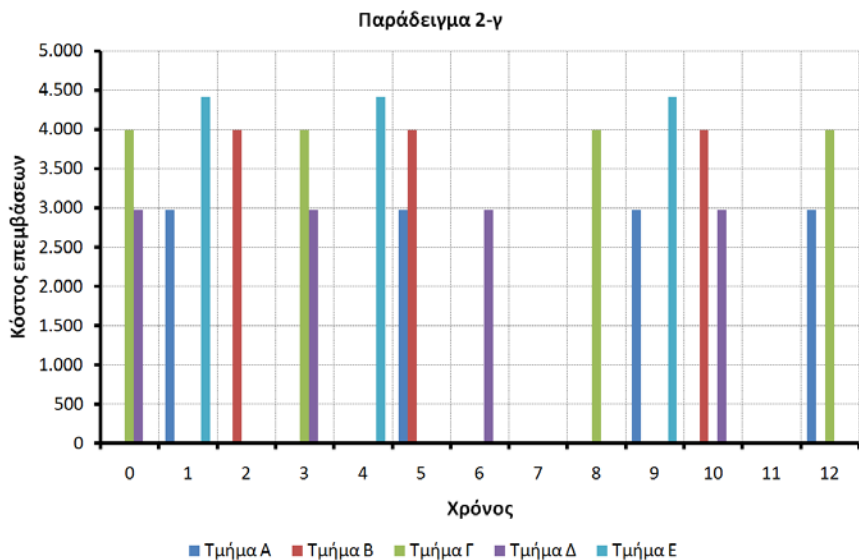
Προϋπολογισμός: 66,300 από την αρχή

Αντικειμενική συνάρτηση: $\max(\text{μέση κατάσταση})$

Μέση κατάσταση δικτύου: 83.3 (με άριστα το 100)

Κόστος επεμβάσεων δικτύου: 65,100 (από 66,300)

Λόγος (μέση κατάσταση)/(κόστος): 1.28 ‰



Παράδειγμα 2-δ: Βελτιστοποίηση προβλήματος (Evolver)

Παράδειγμα 2-δ. Ελαχιστοποίηση της μέσης κατάστασης του δικτύου (για τους λιγότερους πόρους ανά περίοδο)

Screenshot of the Evolver optimization software interface showing a spreadsheet model and a line chart.

Model Parameters:

Τμήμα	A	B	Γ	Δ	Ε
Φθορές	Φ1	Φ2	Φ2	Φ1	Φ12
Δt	2,0	3,0	5,0	4,0	3,0
n	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0
n	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0

	π _i	C _{0i}	C _{1i}
Φ1	6,0	1060	96
Φ2	8,0	1100	145
Φ12	7,0	1740	134

Πόροι	X	Y	Z
3.700	4	2	9

Μετρήσις χρόνου

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	2	3	5	4	3
1	3	4	6	5	4
2	4	5	7	0	5
3	5	6	0	1	6
4	0	7	1	2	0
5	1	0	2	3	1
6	2	1	3	4	2
7	3	2	4	0	3
8	4	3	5	1	4
9	0	4	0	2	5
10	1	5	1	3	0
11	2	0	2	4	1
12	3	1	3	0	2
13	4	2	4	1	3

Κόστος

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	100	100	100	100	100
1	100	100	100	100	100
2	100	100	100	51	100
3	100	100	43	51	100
4	51	100	43	51	47
5	51	43	43	51	47
6	51	43	43	51	47
7	51	43	43	48	47
8	51	43	43	48	47
9	48	43	46	48	47
10	48	43	46	48	43
11	48	46	46	48	43
12	48	46	46	47	43
13	48	46	46	47	43

Υψος επεμβάσης X

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	20	0
2	0	0	20	0	0
3	20	0	0	0	20
4	0	20	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	20	0
7	0	0	0	0	0
8	20	0	20	0	0
9	0	0	0	0	20
10	0	20	0	0	0
11	0	0	0	20	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0

Κατάσταση οδοστρώματος Kot

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε	μ.ο.
0	89	86	61	56	82	74,6
1	75	75	44	31	67	58,3
2	56	61	23	51	49	47,9
3	31	44	43	49	27	38,7
4	51	23	43	45	47	41,6
5	49	43	41	38	46	43,4
6	45	43	37	28	43	39,2
7	38	41	33	48	38	39,5
8	28	37	26	47	31	34,0
9	48	33	46	43	23	38,5
10	47	26	46	36	43	39,6
11	43	46	44	27	42	40,3
12	36	46	40	47	39	41,6
13	27	44	35	45	35	37,1

Κόστος επεμβάσεων C

Χρόνος	A	B	Γ	Δ	Ε	Πόροι	Κόστος	Υπόλοιπο
0	0	0	0	0	0	3.700	0	3.700
1	0	0	0	2.980	0	7.400	2.980	4.420
2	0	0	4.000	0	0	8.120	4.000	4.120
3	2.980	0	0	0	4.420	7.820	7.400	420
4	0	4.000	0	0	0	4.120	4.000	120
5	0	0	0	0	0	3.820	0	3.820
6	0	0	0	2.980	0	7.520	2.980	4.540
7	0	0	0	0	0	8.240	0	8.240
8	2.980	0	4.000	0	0	11.940	6.980	4.960
9	0	0	0	0	4.420	8.660	4.420	4.240
10	0	4.000	0	0	0	7.940	4.000	3.940
11	0	0	0	2.980	0	7.640	2.980	4.660
12	0	0	0	0	0	8.360	0	8.360
13	0	0	0	0	0			

Σύνολο

μ.ο.	A	B	Γ	Δ	Ε	Κόστος
μ.ο.	47	46	40	42	44	39.740
μ.ο./C	43,9	1,104				1,00

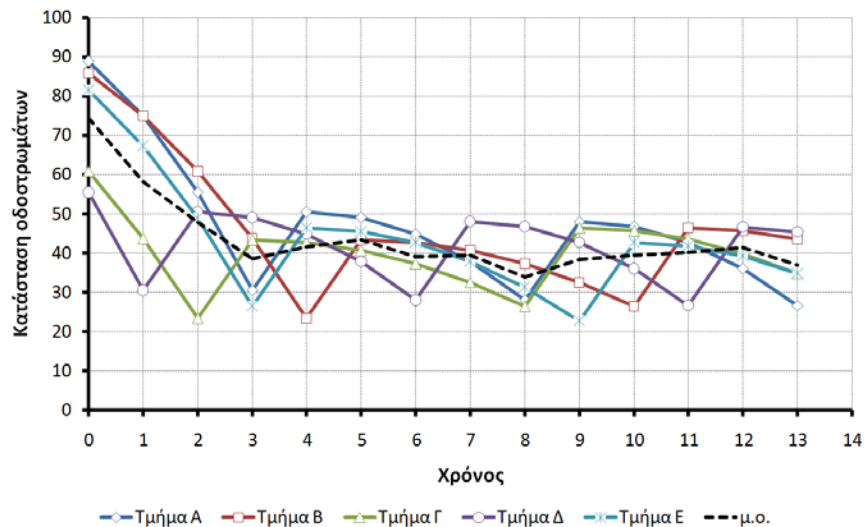
Σύνολο Πόροι

48.100

Line Chart: Shows the evolution of the average network status (μ.ο.) over 13 periods for different scenarios (A, B, Γ, Δ, Ε). The y-axis represents the average status (0-100) and the x-axis represents the period (0-14). Scenario A (blue diamonds) shows the highest average status, while scenario E (black circles) shows the lowest.

Παράδειγμα 2-δ: Αποτελέσματα βελτιστοποίησης

Παράδειγμα 2-δ



Προϋπολογισμός: 3,700 κάθε περίοδο (13 περιόδους)

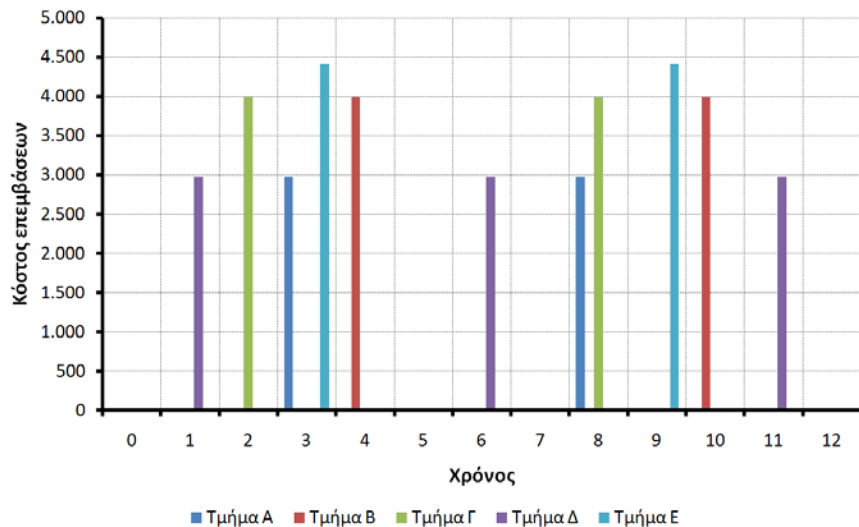
Αντικειμενική συνάρτηση: $\min(\text{μέση κατάσταση})$

Μέση κατάσταση δικτύου: 42 (με άριστα το 100)

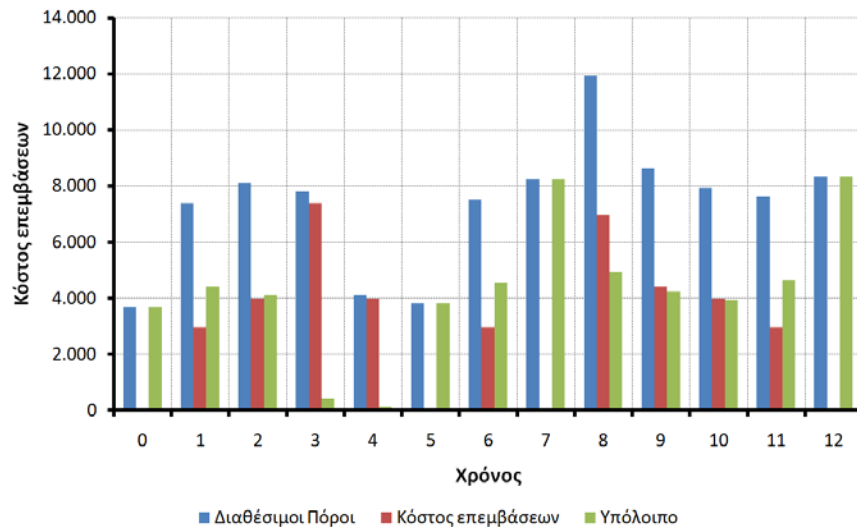
Κόστος επεμβάσεων δικτύου: 39,740(από 44,400)

Λόγος (μέση κατάσταση)/(κόστος): 1.04 ‰

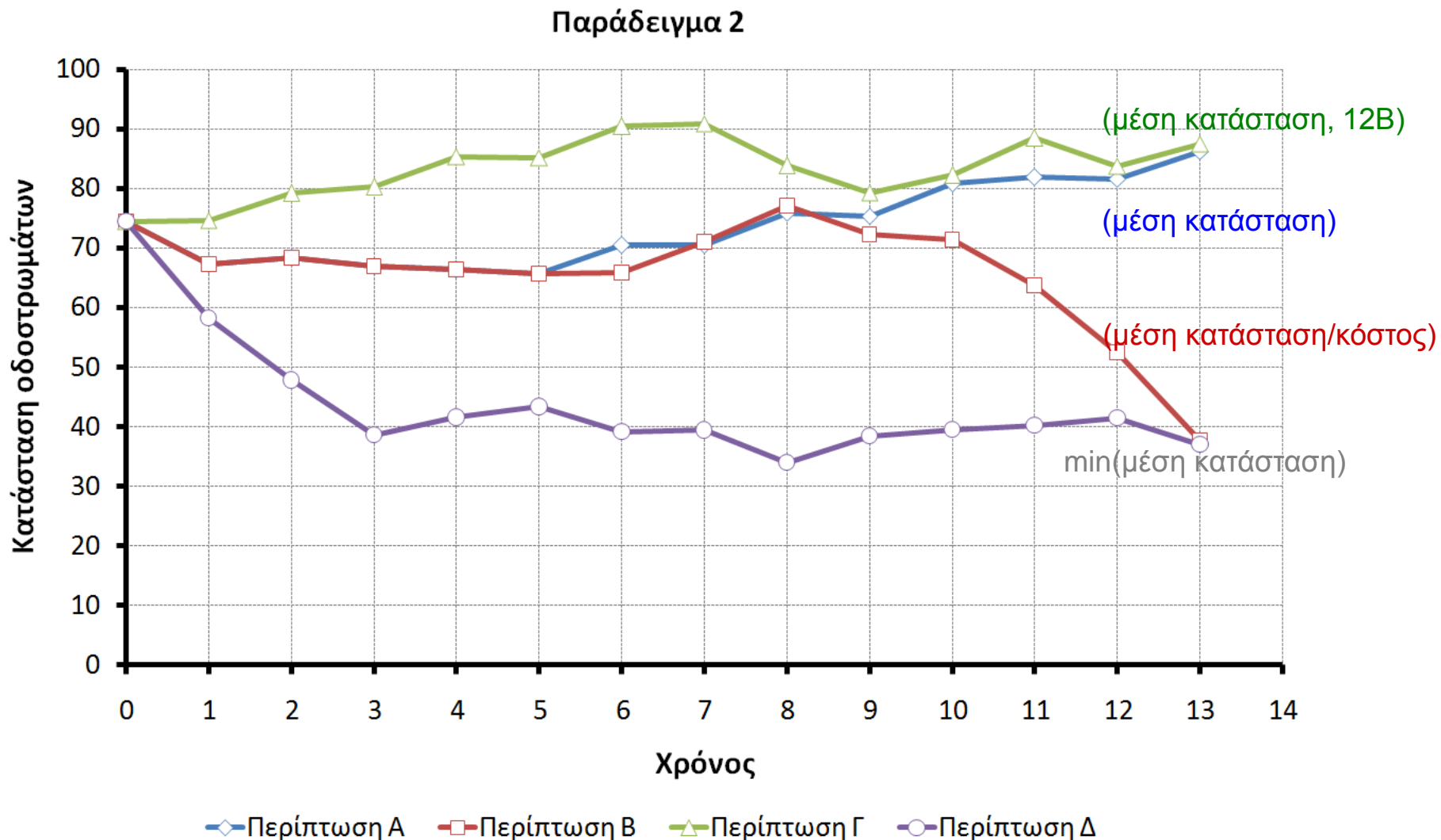
Παράδειγμα 2-δ



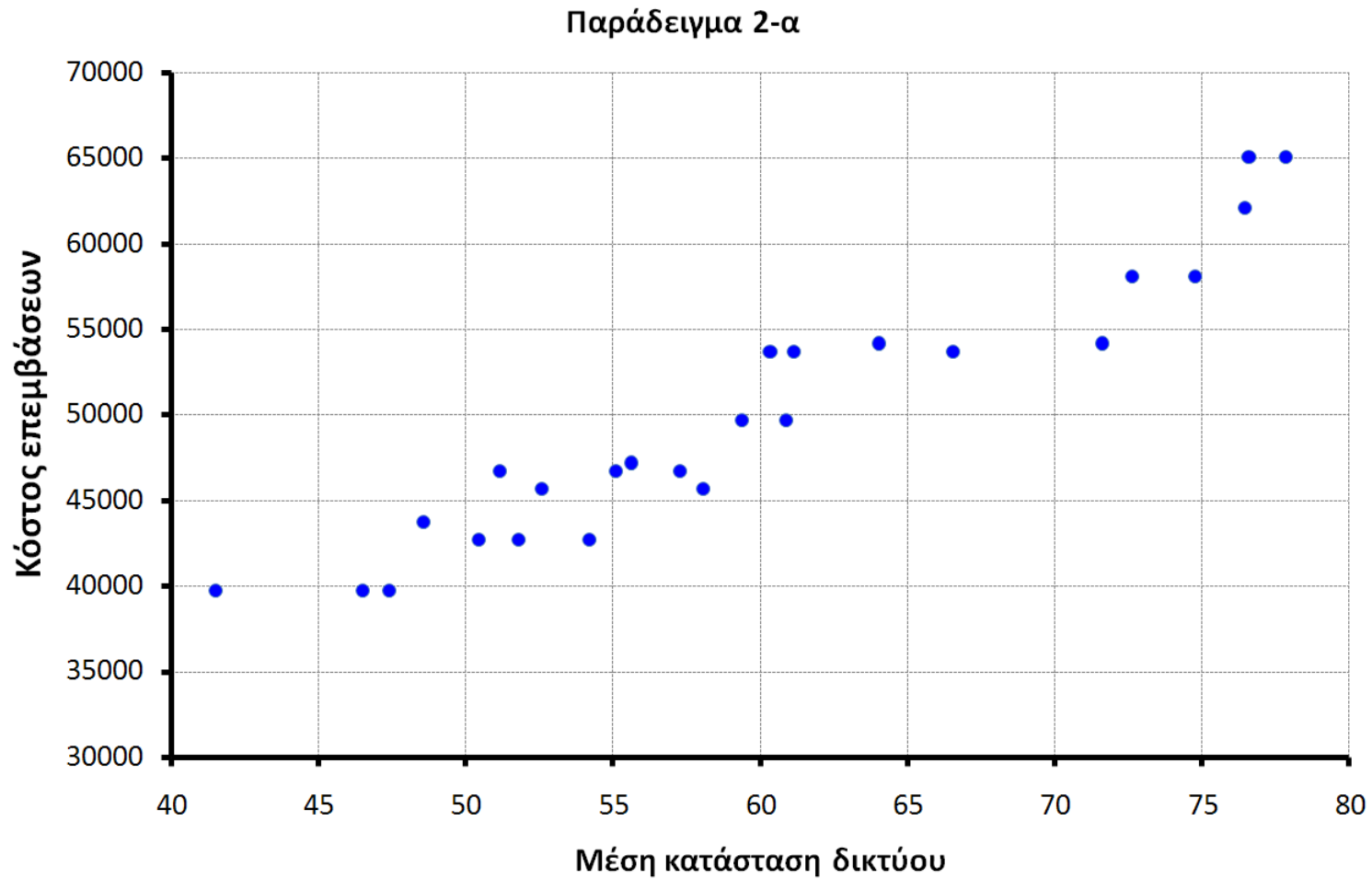
Παράδειγμα 2-δ



Παράδειγμα 2: Αποτελέσματα βελτιστοποίησης

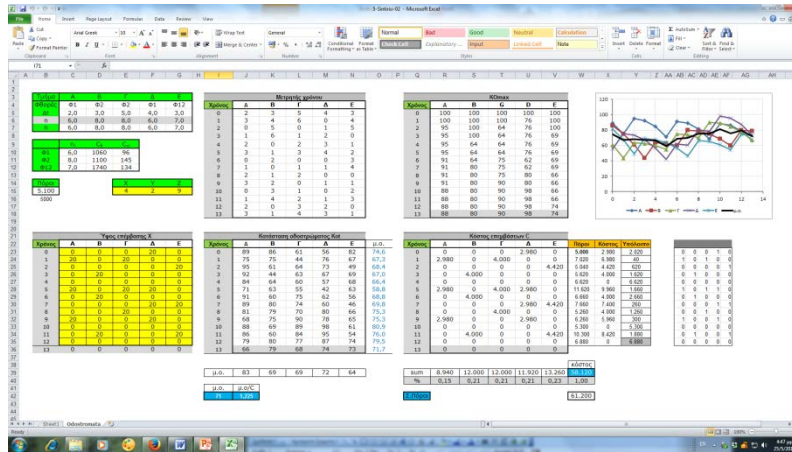


Παράδειγμα 2: Συσχέτιση μέση κατάσταση - κόστος επεμβάσεων

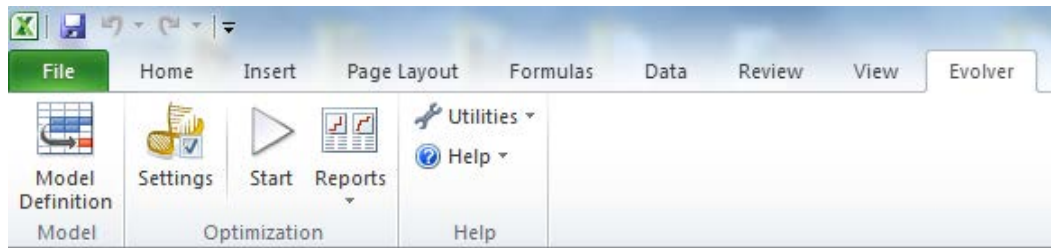


Βελτιστοποίηση (Evolver)

- **Βήμα 1.** Αρχικά υλοποιούμε το πρόβλημα μας στο περιβάλλον του Excel (το όνομα του αρχείου να είναι στα Αγγλικά). Μόνο το συγκεκριμένο αρχείο Excel θα πρέπει είναι ανοιχτό.



- **Βήμα 2.** Καλούμε το Evolver (οπότε εμφανίζεται η παρακάτω εικόνα στο excel)

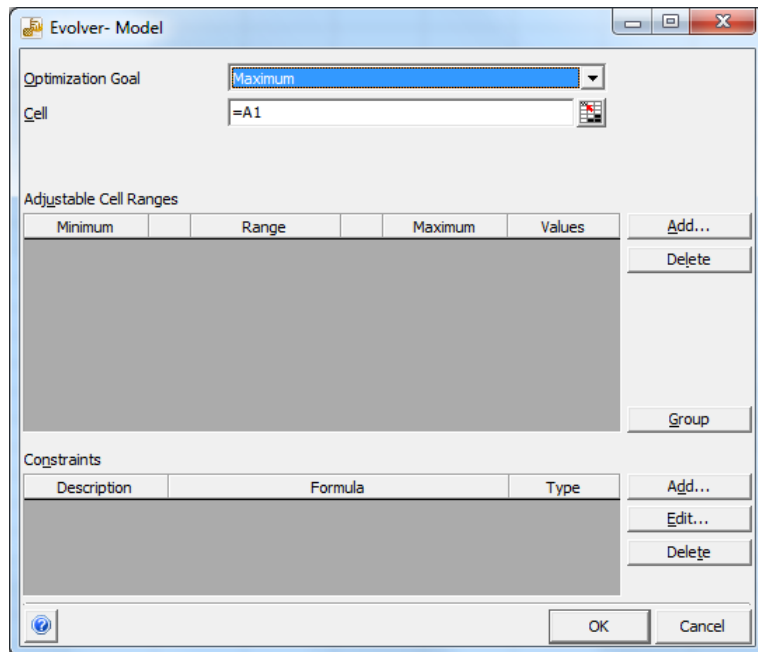


- **Βήμα 3.** Αν δεν έχουμε ήδη ανοίξει το αρχείο, το ανοίγουμε (file → open).

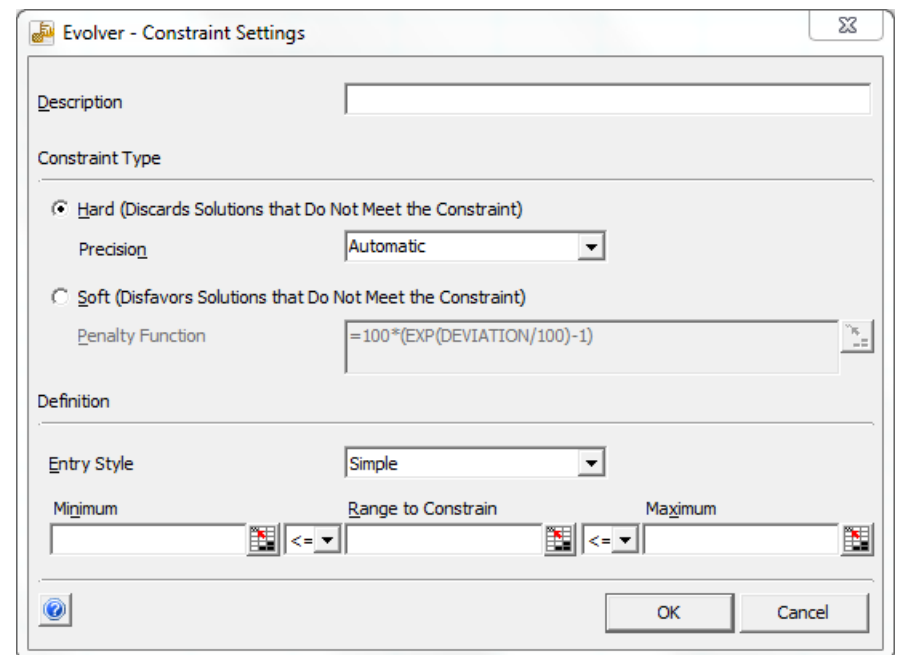
Βελτιστοποίηση (Evolver)

- **Βήμα 4.** Στη συνέχεια κατασκευάζουμε το μοντέλο βελτιστοποίησης με το **Model Definition** (Εικόνα **βήματος 2**). Κάνοντας κλικ μεταβαίνουμε στην **Εικόνα 1** της επόμενης σελίδας.
 - **Βήμα 4.1.** στο **optimization goal** επιλεγούμε το είδος της βελτιστοποίησης (ελαχιστοποίηση, μεγιστοποίηση ή ισότητα), αντίστοιχα στο **cell** επιλεγούμε από το excel το κελί της αντικειμενικής συνάρτησης του προβλήματος.
 - **Βήμα 4.2.** στο **adjustable cell ranges** καθορίζουμε τις μεταβλητές του προβλήματος, επιλέγοντας
 - Καθορίζοντας, ελάχιστη, μέγιστη τιμή, αλλά και τύπο μεταβλητών (ακέραιοι, πραγματικοί), επιλεγούμε (add)
 - **Βήμα 4.2.** στο **constraints** καθορίζονται οι περιορισμοί του προβλήματος, με **add** προσθέτουμε νέους περιορισμούς, αντίστοιχα με **edit** επεξεργαζόμαστε και με **delete** διαγράφουμε περιορισμούς.
 - **Βήμα 4.2.1.** κάνουμε **add** για να προσθέσουμε έναν περιορισμό (**Εικόνα 2** επόμενη σελίδα – *μικρές διαφορές στη φόρμα μπορεί να εμφανίζονται μεταξύ διαφορετικών εκδόσεων του προγράμματος*), στη συνέχεια επιλέγουμε τα κελιά από το **range to constraints** καθορίζουμε αντίστοιχα τους περιορισμούς (\geq ή $=$ ή \leq). Τέλος επιλέγουμε τον τύπο του περιορισμού **hard** ή **soft**, ο hard περιορισμός δεν παραβιάζεται ποτέ (κατά την βελτιστοποίηση) ενώ ο soft περιορισμός μπορεί να παραβιαστεί.

Βελτιστοποίηση (Evolver)



Εικόνα 1. κατασκευή μοντέλου βελτιστοποίησης

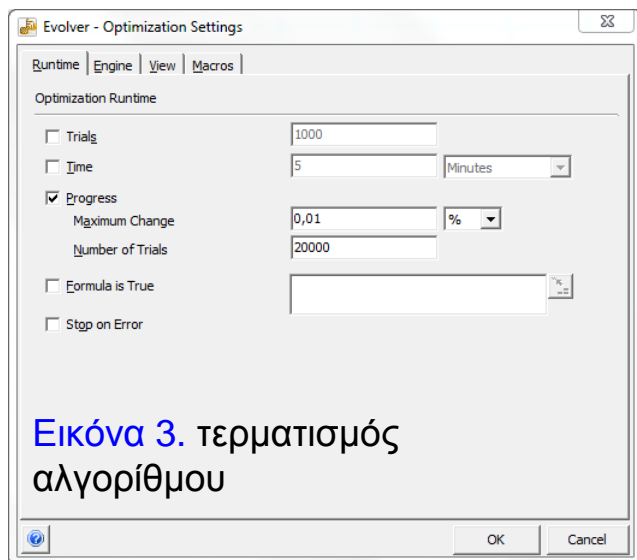


Εικόνα 2. Επιλογή περιορισμών προβλήματος

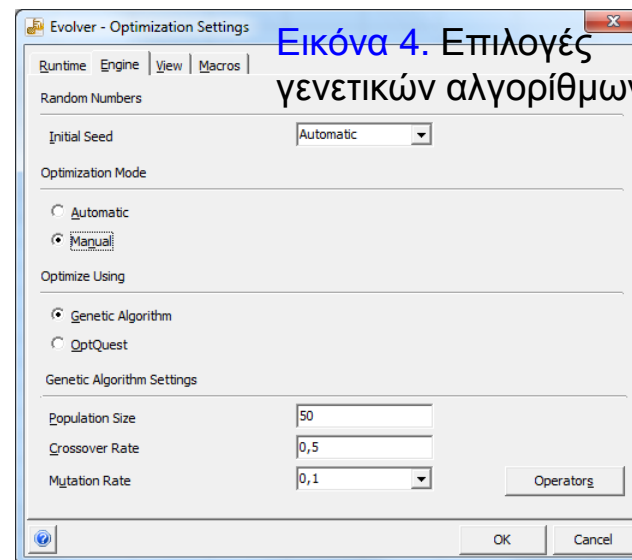
Βελτιστοποίηση (Evolver)

- **Βήμα 5.** Τα χαρακτηριστικά του αλγορίθμου καθορίζονται από **settings** (Εικόνα βήματος 2). Κάνοντας κλικ εμφανίζονται οι παρακάτω επιλογές
 - **Βήμα 5.1.** Στο **Runtime** (Εικόνα 3) καθορίζουμε τον τρόπο τερματισμού του αλγορίθμου (μετά από συγκεκριμένο αριθμό επαναλήψεων - trials, χρόνου – time, μεταβολή - progress).
 - **Βήμα 5.2.** Στο **Engine** (Εικόνα 4) αν επιλεγεί **optimization method** → **manual**, επιλέγονται τα χαρακτηριστικά αλγορίθμου (μέγεθος πληθυσμού, ποσοστό διασταύρωσης, μετάλλαξης), Αντίθετα αν επιλεγεί **optimization method** → **automatic** τα παραπάνω καθορίζονται αυτόματα.
 - **Βήμα 5.3.** Στο **view** επιλέγουμε τον τρόπο παρουσίασης αποτελεσμάτων κατά την εκτέλεση του αλγόριθμου.
 - **Βήμα 5.4.** Στο **marco** επιλέγουμε τις μακροεντολες που θα χρησιμοποιηθούν (αν υπάρχουν).
- Στα πλαίσια της αρχικής ενασχόλησης με το πρόγραμμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αυτόματες επιλογές.

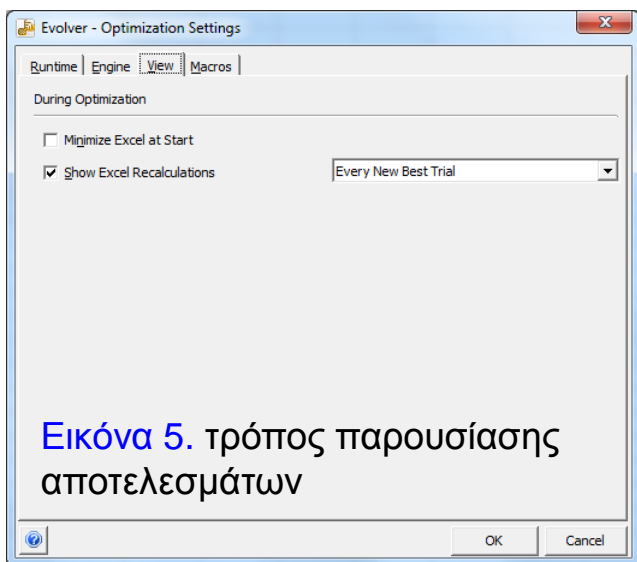
Βελτιστοποίηση (Evolver)



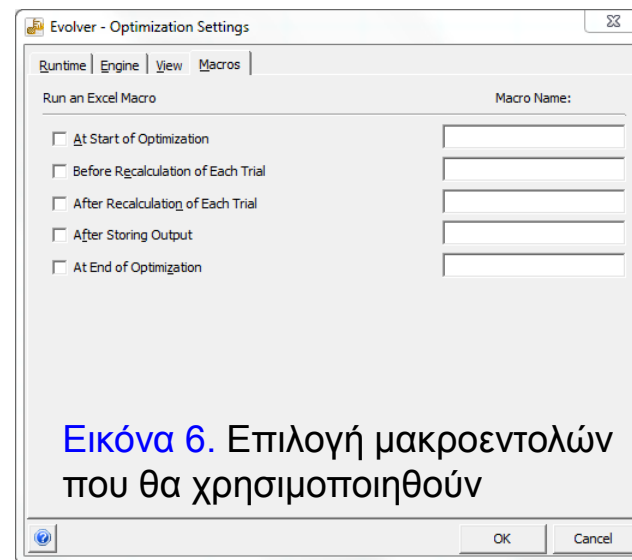
Εικόνα 3. τερματισμός αλγορίθμου



Εικόνα 4. Επιλογές γενετικών αλγορίθμων



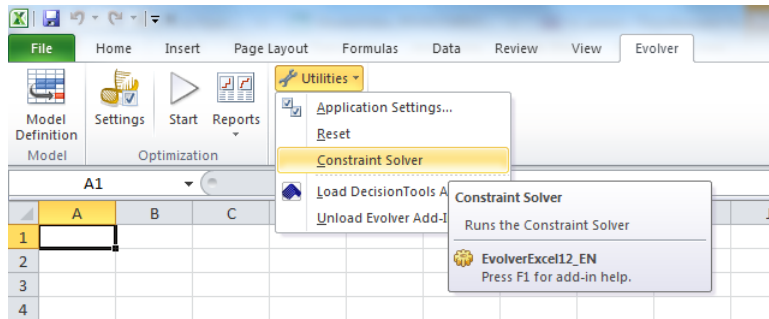
Εικόνα 5. τρόπος παρουσίασης αποτελεσμάτων



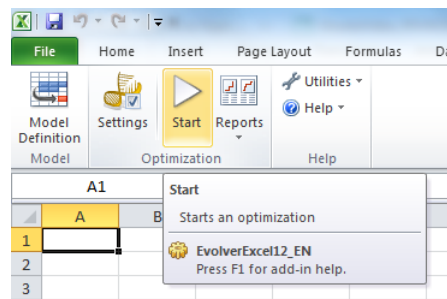
Εικόνα 6. Επιλογή μακροεντολών που θα χρησιμοποιηθούν

Βελτιστοποίηση (Evolver)

- **Βήμα 6.** Για να ξεκινήσουμε τη βελτιστοποίηση απαιτείται μια αρχική εφικτή (αλλά όχι βέλτιστη) λύση (που να ικανοποιεί δηλαδή όλους τους περιορισμούς του προβλήματος). Μπορούμε είτε να τη δημιουργούμε μόνοι μας (με το χέρι) ή δίνουμε σε όλες τις μεταβλητές μηδενικές τιμές και εκτελούμε την εντολή **utilities** → **constraint solver**

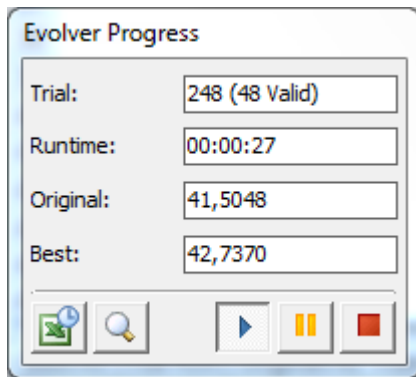


- **Βήμα 7.** Για να τρέξει η βελτιστοποίηση χρησιμοποιούμε την επιλογή **start** (αφού έχουμε βρει μια εφικτή λύση του προβλήματος)

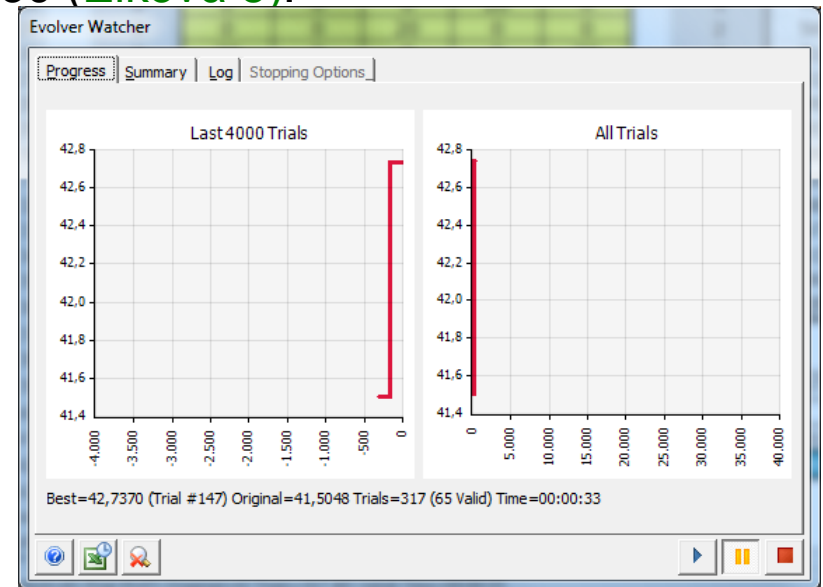


Βελτιστοποίηση (Evolver)

- **Βήμα 8.** Κατά τη διάρκεια του τρεξίματος κάτω αριστερά εμφανίζεται η **Εικόνα 5** (στην οποία εμφανίζεται ο αριθμός της επανάληψης, ο χρόνος τρεξίματος, η αρχική τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης και η αντίστοιχη καλύτερη ως τώρα τιμή).
 - Μπορούμε να κάνουμε προσωρινή ή οριστική παύση του αλγορίθμου (από τα αντίστοιχα κουτάκια κάτω δεξιά)
 - Τέλος υπάρχει η δυνατότητα μεγέθυνσης της **Εικόνας 7** και παρουσίασης γραφικά της σύγκλισης του αλγορίθμου (**Εικόνα 8**).



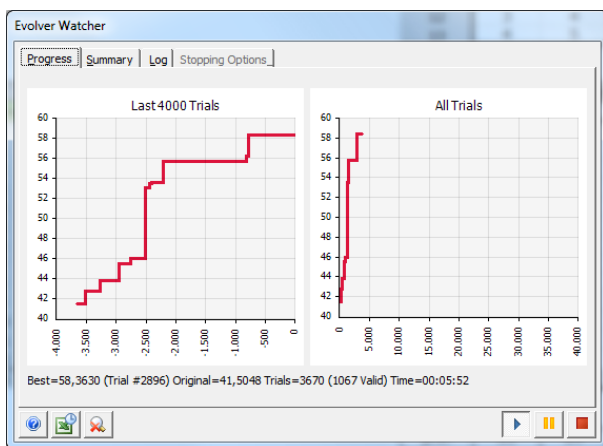
Εικόνα 7. τρέξιμο αλγορίθμου



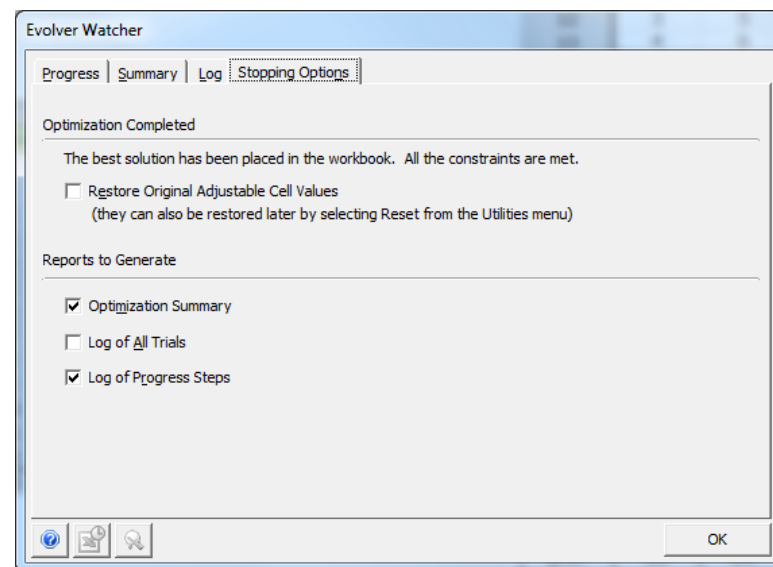
Εικόνα 8. τρέξιμο αλγορίθμου

Βελτιστοποίηση (Evolver)

- **Βήμα 9.** Κατά τη διάρκεια του τρέξιματος μπορούμε να βλέπουμε την πορεία σύγκλισης του αλγορίθμου (**Εικόνα 9**), ο αλγόριθμος τερματίζει είτε βάση κριτηρίου τερματισμού είτε όταν το κρίνουμε εμείς (κάτω δεξιά κουμπί, **Εικόνα 9**).
- **Βήμα 10.** Όταν σταματήσει ο αλγόριθμος, μπορούμε να επιλέξουμε τα αποτελέσματα που επιθυμούμε να εμφανιστούν (για να μην έχουμε πάρα πολλά αποτελέσματα επιλεγούμε να εμφανιστούν μόνο τα καλύτερα κατά τη σύγκλιση του αλγορίθμου, **Εικόνα 10**)



Εικόνα 9. τρέξιμο αλγορίθμου



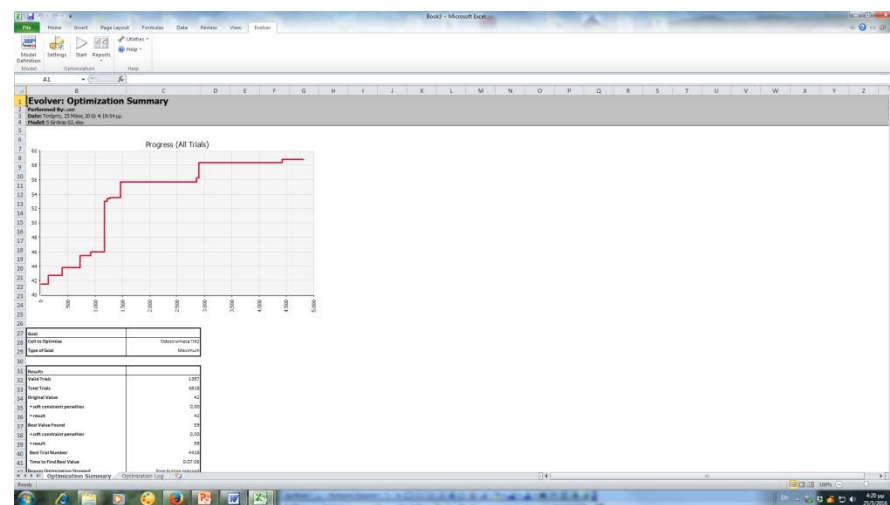
Εικόνα 10. Επιλογή αποτελεσμάτων αλγορίθμου

Βελτιστοποίηση (Evolver)

- **Βήμα 11.** Σταματώντας ο αλγόριθμος εμφανίζονται τόσο οι καλύτερες λύσεις (οι τιμές των μεταβλητών) κατά την πορεία σύγκλισης του αλγορίθμου (**Εικόνα 11**), αλλά και γενικά στοιχεία (**Εικόνα 12**) όπως το διάγραμμα σύγκλισης ο αριθμός των επαναλήψεων κ.τ.λ

Trail	Report Time	Adjusted Cost
0	0.00000000	43
147	0.00000000	43
304	0.00000000	43
391	0.00000000	43
717	0.00000000	43
734	0.00000000	43
818	0.00000000	43
1046	0.00000000	43
1221	0.00000000	43
1340	0.00000000	43
1462	0.00000000	43
1801	0.00000000	43
1806	0.00000000	43
4433	0.00000000	43

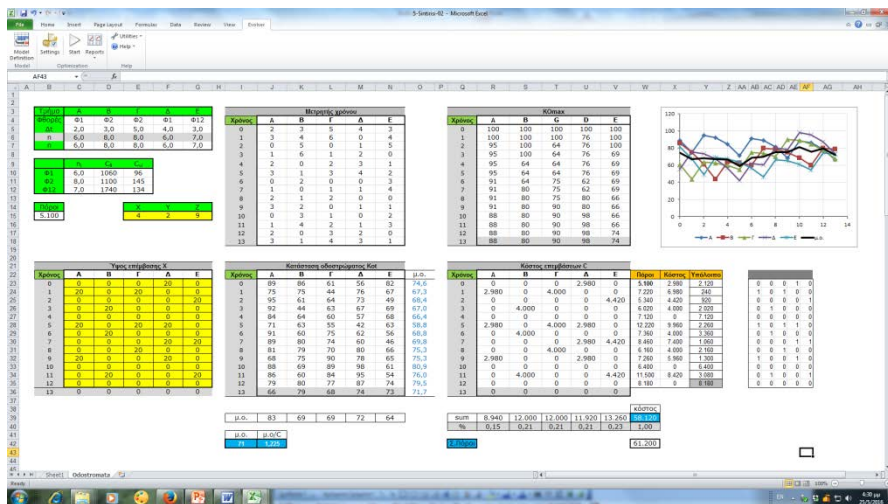
Εικόνα 11. Οι καλύτερες λύσεις του αλγορίθμου κατά την πορεία σύγκλισης



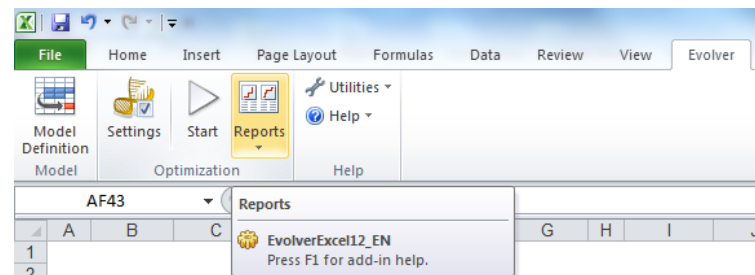
Εικόνα 12. Γενικά στοιχεία αλγορίθμου

Βελτιστοποίηση (Evolver)

- **Βήμα 12.** Επιστρέφοντας στην καρτέλα του προβλήματος, παρατηρούμε ότι οι μεταβλητές του προβλήματος έχουν αντικατασταθεί (Εικόνα 13) από τις καλύτερες τιμές της βελτιστοποίησης.
- **Βήμα 13.** Τέλος από το Report (Εικόνα 14) μπορούμε να επιστέψουμε στα αποτελέσματα του αλγορίθμου (βήμα 12).



Εικόνα 13. βέλτιστη λύση



Εικόνα 14. εμφάνιση αποτελεσμάτων αλγορίθμου



Τέλος παρουσίασης!

ts_panos@yahoo.gr
a.chassiakos@upatras.gr