



Σύστημα διαχείρισης της συντήρησης γεφυρών στον κύκλο ζωής τους υπό σεισμικό κίνδυνο

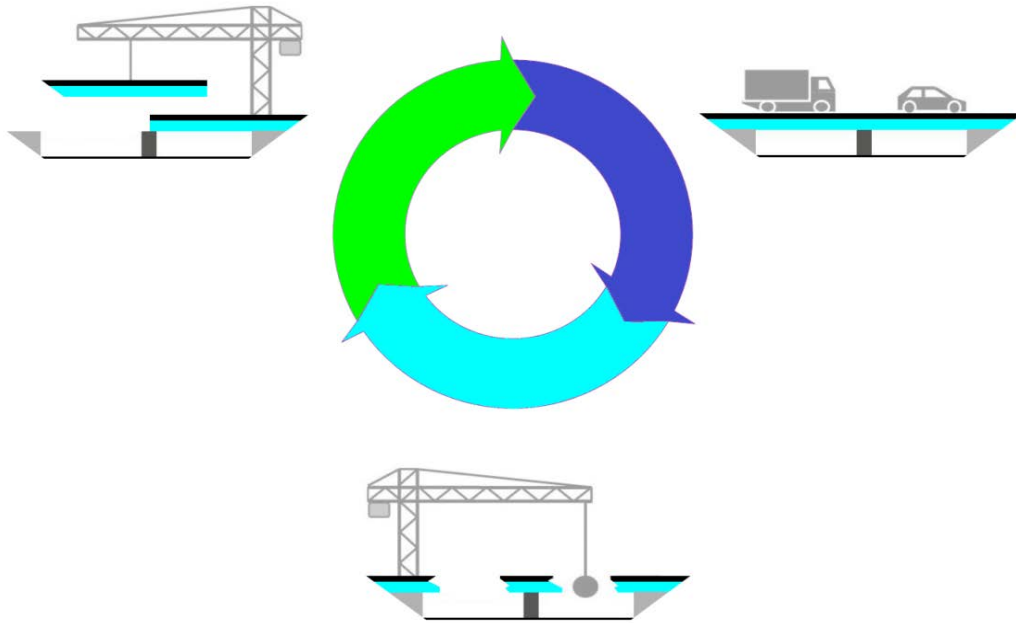


Πανεπιστήμιο Πατρών - Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Επιμέλεια παρουσίασης
Παναγιώτης Τσίκας
Αθανάσιος Χασιακός

Σκοπός εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διαχείριση οδικών γεφυρών, σε περιβάλλον σεισμικού κίνδυνου, κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, χρησιμοποιώντας μεθοδολογίες ευκάμπτου προγραμματισμού (**soft computing**).



Η διαχείριση περιλαμβάνει το σύνολο των ενεργειών όλων των φάσεων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής.

Ενσωματώνει γνώσεις:

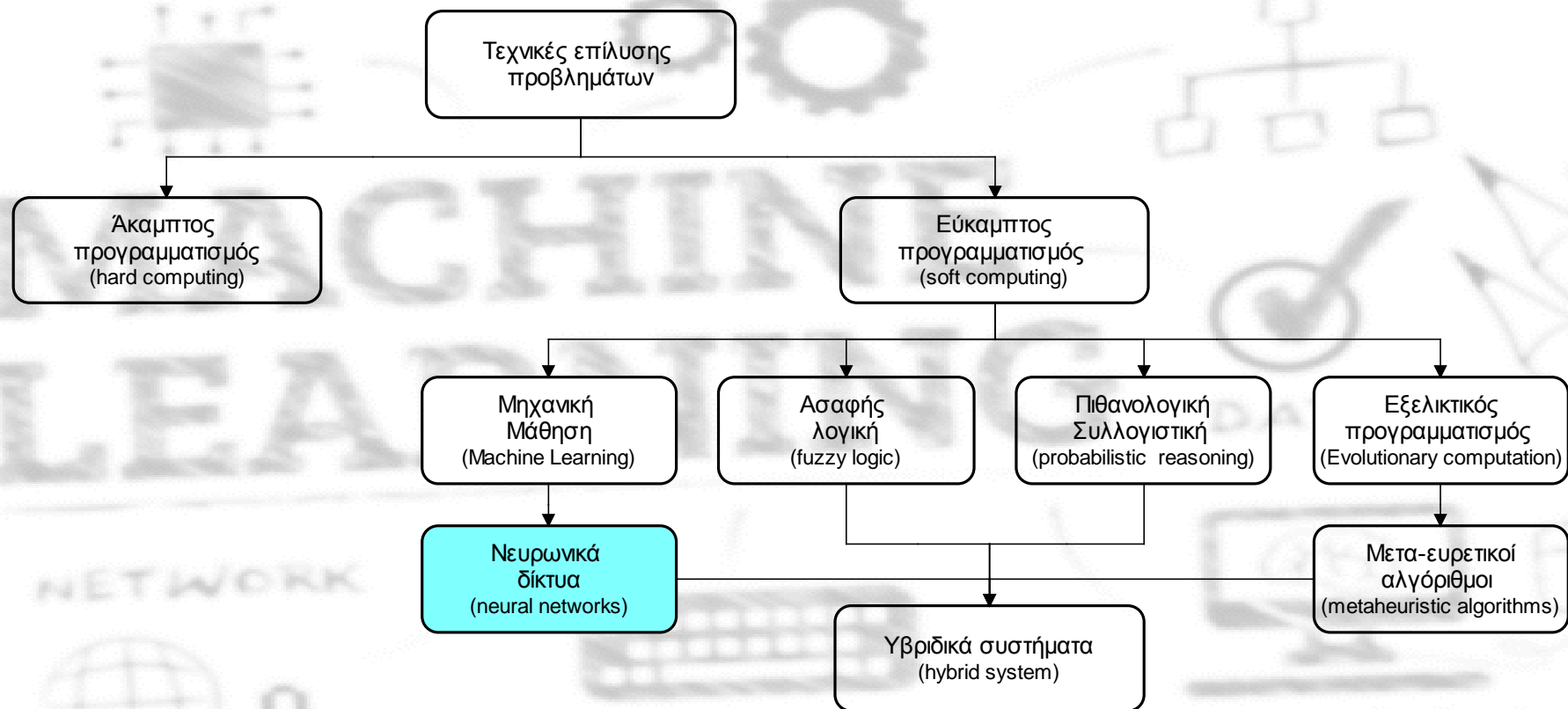
- μηχανικής,
- τεχνολογιών πληροφορικής,
- οικονομίας.

Επιμέρους στόχοι εργασίας

- Εκτίμηση του σεισμικού κίνδυνου και η ενσωμάτωση του στη διαδικασία διαχείρισης της συντήρησης οδικών γεφυρών.
- Εκτίμηση της κατάστασης των γεφυρών ανάλογα με ένα αριθμό χαρακτηριστικών – παραμέτρων στον κύκλο ζωής τους.
- Εφαρμογή μεθόδων υπολογιστικής νοημοσύνης για την αποδοτικότερη υλοποίηση της διαχείρισης των γεφυρών στη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.
- Ανάπτυξη ευφυών τεχνικών για την αποδοτικότερη επίλυση επιμέρους θεμάτων σε πρακτικές εφαρμογές.



Τεχνικές επίλυσης προβλημάτων | Τεχνητή νοημοσύνη



Μέθοδοι βελτιστοποίησης

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



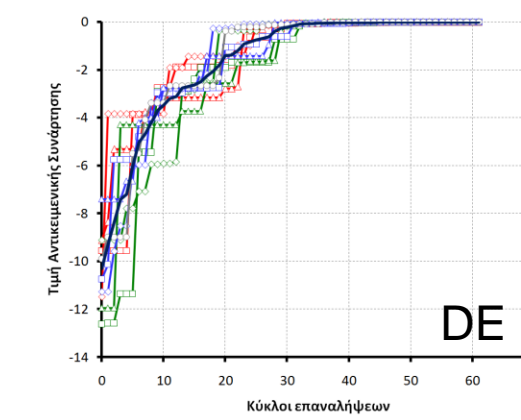
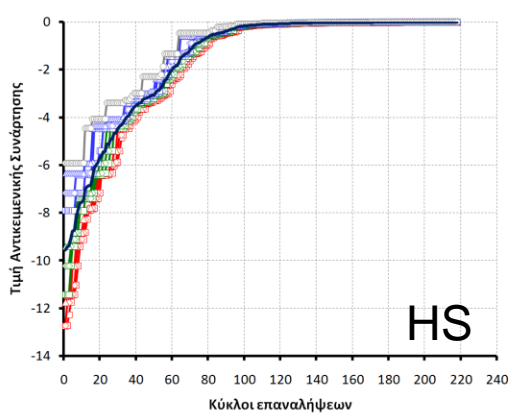
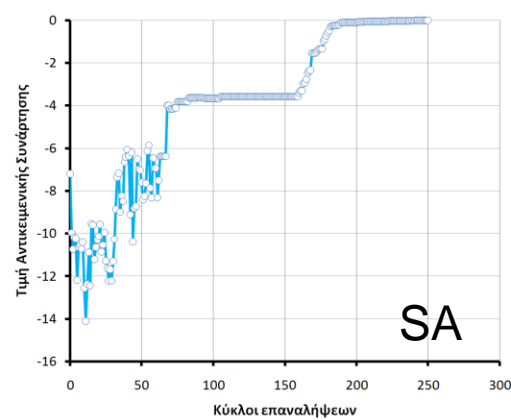
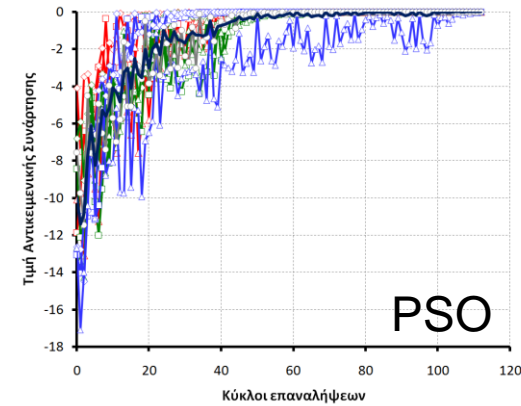
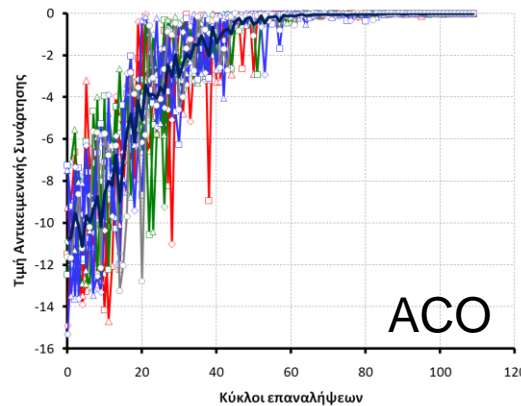
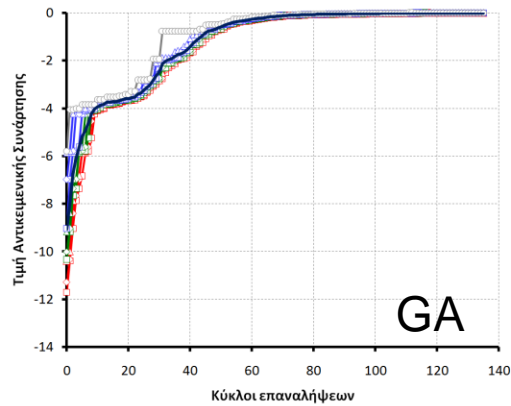
Μετα-ευρετικές τεχνικές βελτιστοποίησης:

- ❖ Γενετικοί αλγόριθμοι
- ❖ Αποικίες μυρμηγκιών
- ❖ Σμήνος σωματιδίων
- ❖ Προσομοιωμένη ανόπτηση
- ❖ Απαγορευμένες καταστάσεις
- ❖ Αρμονική αναζήτηση
- ❖ Διαφορική εξέλιξη
- ❖ Νευρωνικά δίκτυα

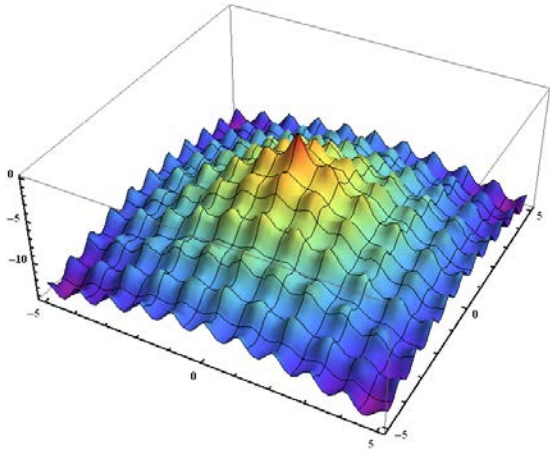
Εφαρμογή | βελτιστοποίηση συνάρτησης

$$f(x, y) = 20 \cdot e^{\left(-0.2\sqrt{0.5(x^2 + y^2)}\right)} + e^{0.5(\cos(2\pi \cdot x) + \cos(2\pi \cdot y))} - e - 20$$

$$-5 \leq x, y \leq 5$$

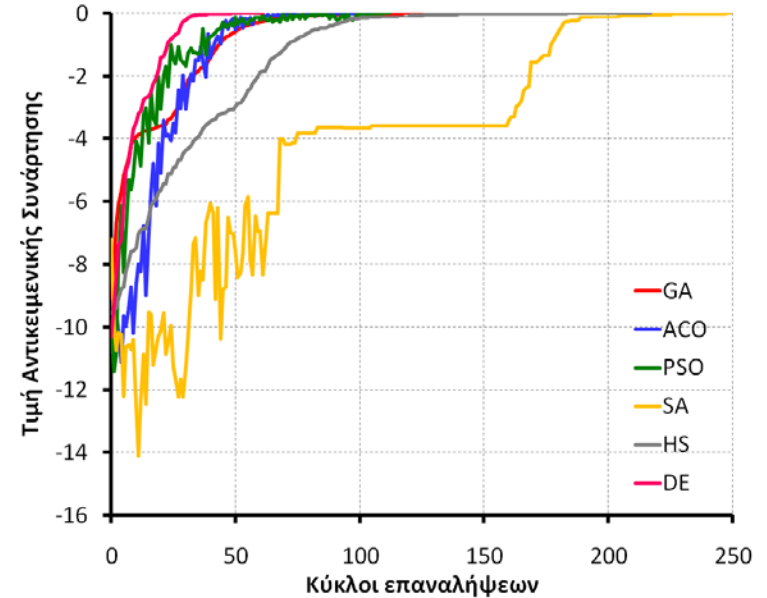


Μεγιστοποίηση συνάρτησης



$$-5 \leq x, y \leq 5$$

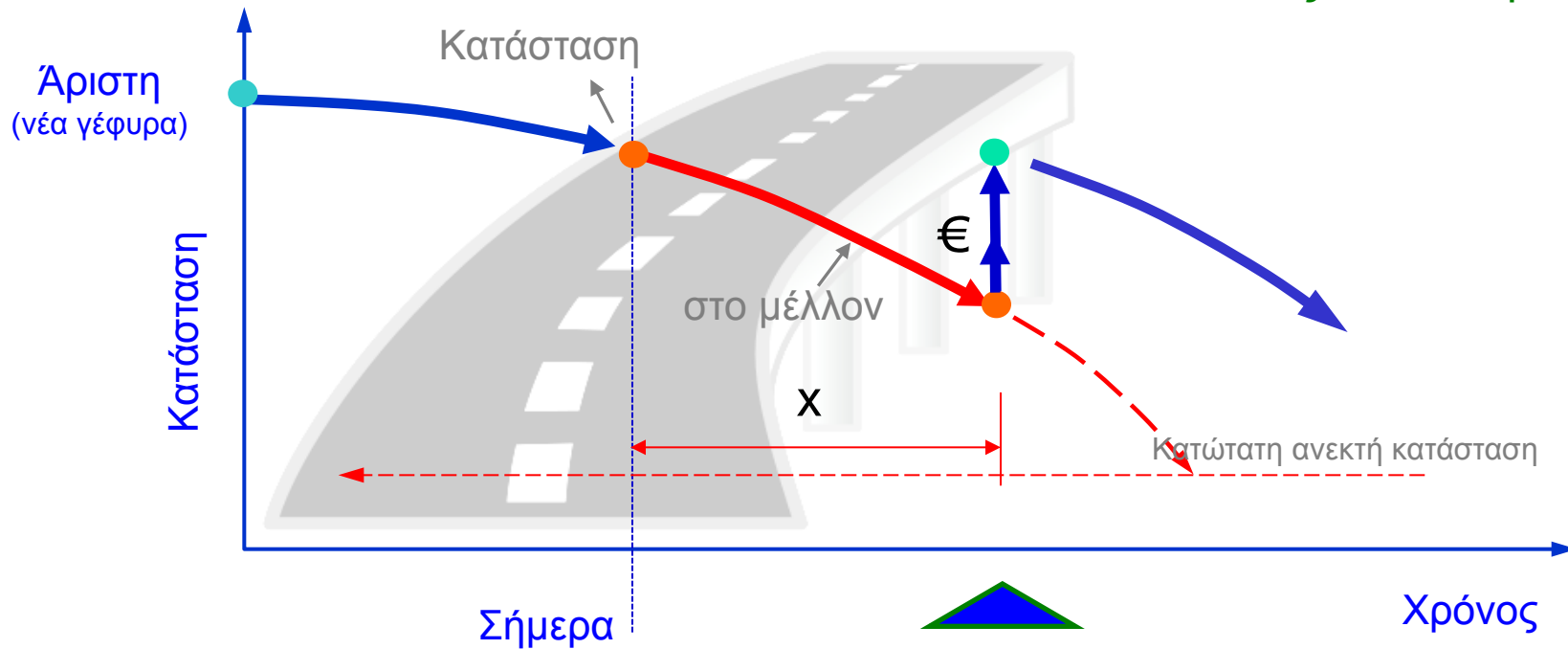
$$f(x, y) = 20 \cdot e^{\left(-0.2\sqrt{0.5(x^2 + y^2)}\right)} + e^{0.5(\cos(2\pi \cdot x) + \cos(2\pi \cdot y))} - e - 20$$



Συνάρτηση	GA	ACO	PSO	SA	HS	DE
Επαναλήψεις	50	50	50	50	50	50
Αποτέλεσμα	-0.0034	-0.0214	-0.0010	-0.0044	-0.0038	-0.0020
Βαθμός επιτυχίας	100%	80%	100%	100%	100%	100%
Αριθμός κύκλων ⁽¹⁾	118	73	43	252	176	41
Αριθμός δοκιμών	838	730	430	1655	296	410
Χρόνος (sec)	0.08	0.47	0.03	0.10	0.10	0.05
Αριθμός κύκλων ⁽²⁾	126	120	92		192	56
Αριθμός δοκιμών	884	1200	920		321	560
Χρόνος (sec)	0.09	0.71	0.05		0.11	0.07

Διαχείριση συντήρησης γεφυρών

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

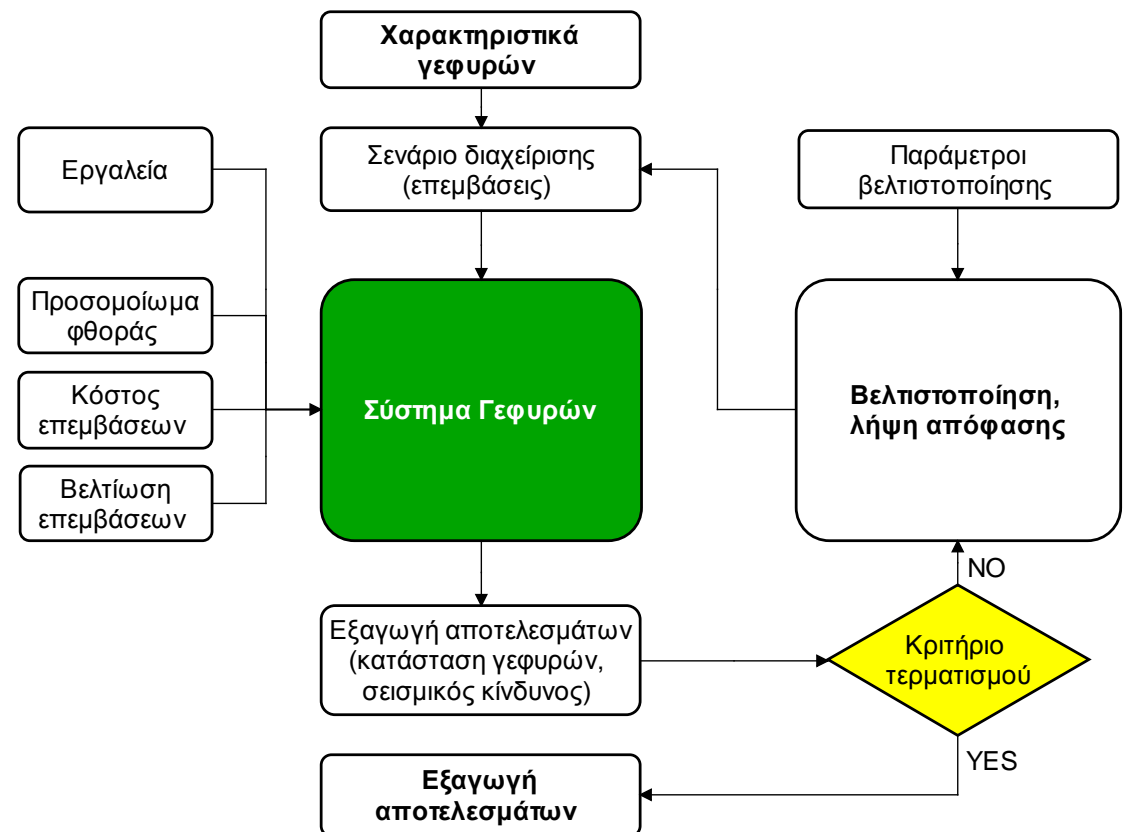


Λήψη αποφάσεων - Βελτιστοποίηση

Ο στόχος ενός συστήματος διαχείρισης γεφυρών (ΣΔΓ) είναι η βέλτιστη κατανομή πόρων για την πραγματοποίηση επισκευών σε ένα δίκτυο οδικών γεφυρών σκυροδέματος.

Τα αποτελέσματα ενός ΣΔΓ είναι:

- Ο καθορισμός του βέλτιστου προγράμματος επεμβάσεων
- Η κατανομή των πόρων και η εκτέλεση του προγράμματος.



Διαχείριση σεισμικής διακινδύνευσης

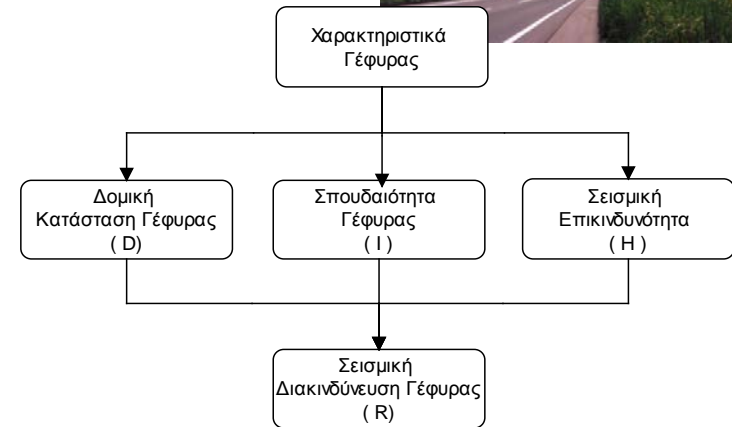
Η **σεισμική διακινδύνευση** (δείκτης R) αφορά τις ενδεχόμενες οικονομικές, κοινωνικές ή περιβαλλοντικές συνέπειες εξαιτίας του σεισμού.

$$R = \sqrt[3]{(10 - D)HI} = \sqrt[3]{VHI}$$

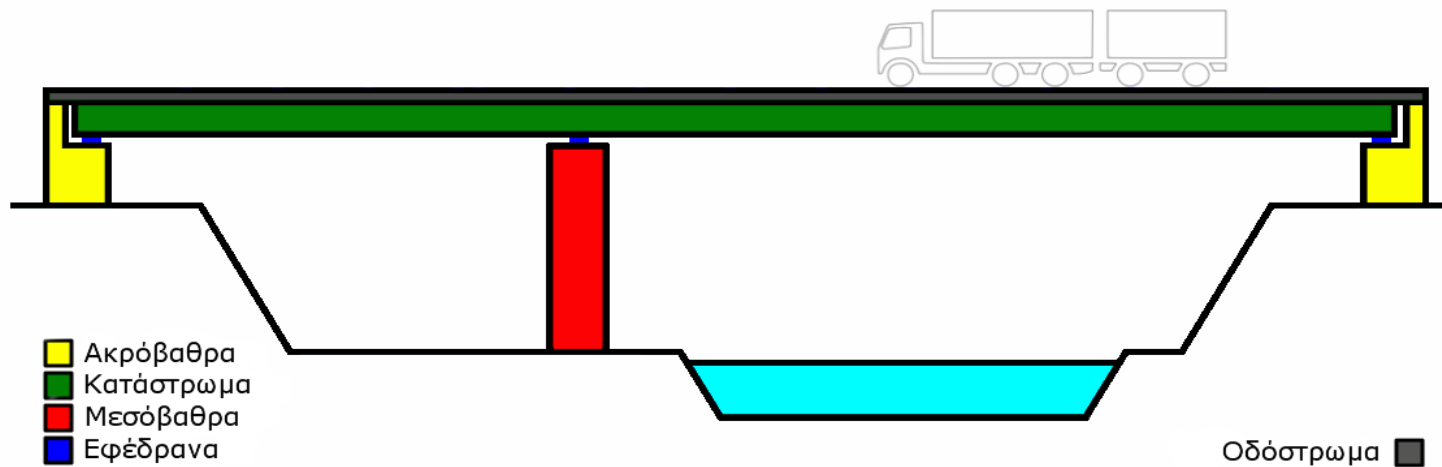
Για τον υπολογισμό του δείκτη σεισμικής διακινδύνευσης «R» απαιτούνται:

- α)** ο Δείκτης **Σεισμικής Επικινδυνότητας** «H»,
- β)** ο Δείκτης **Σπουδαιότητας** «I», και
- γ)** ο Δείκτης **Τρωτότητας** «D».

Όλοι οι δείκτες λαμβάνουν τιμές από 0 έως 10.

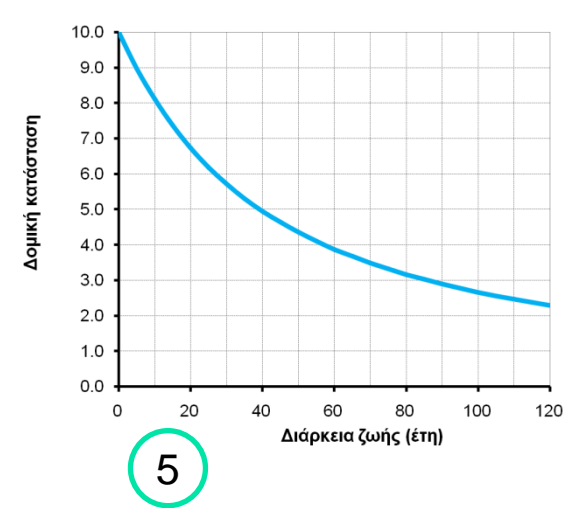
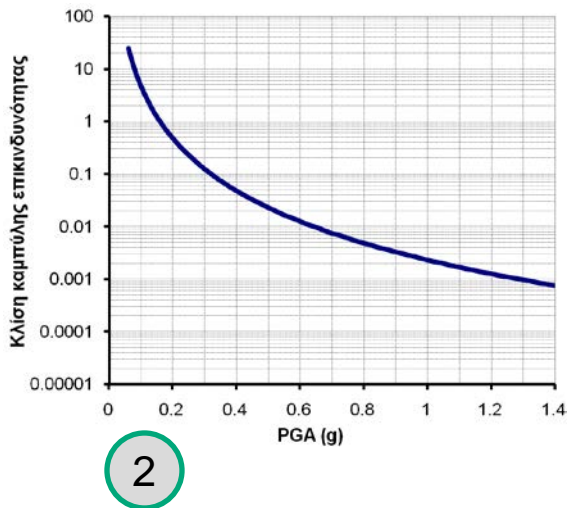
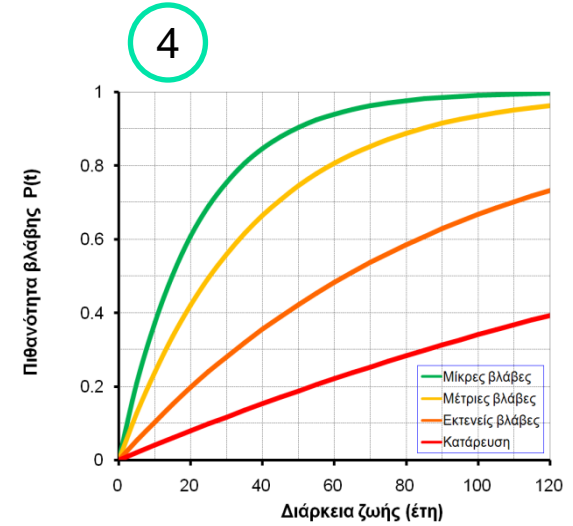
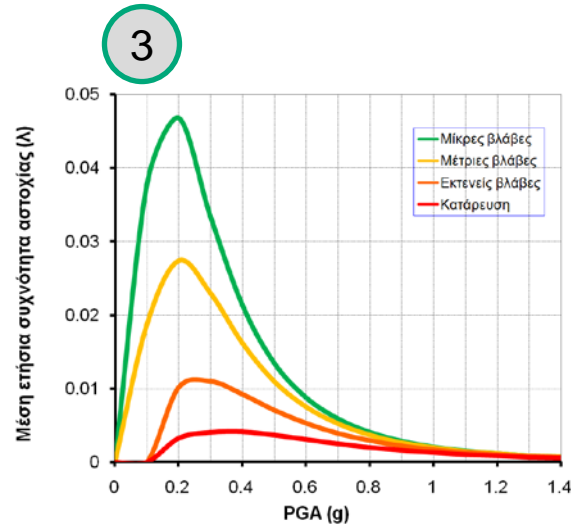
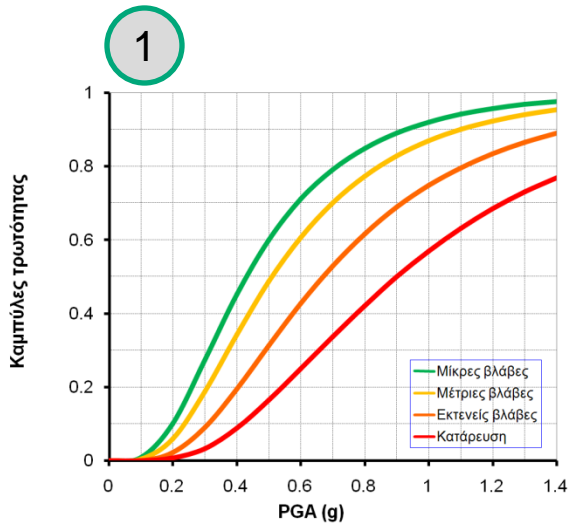


Κατηγοριοποίηση οδικών γεφυρών

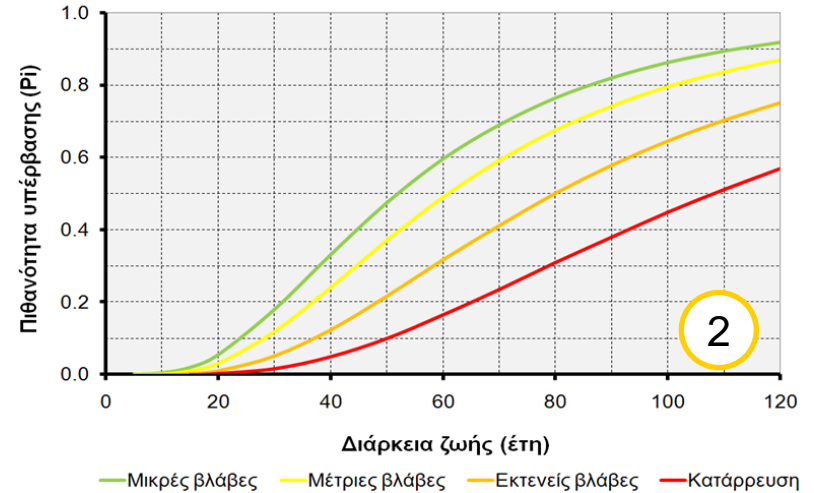
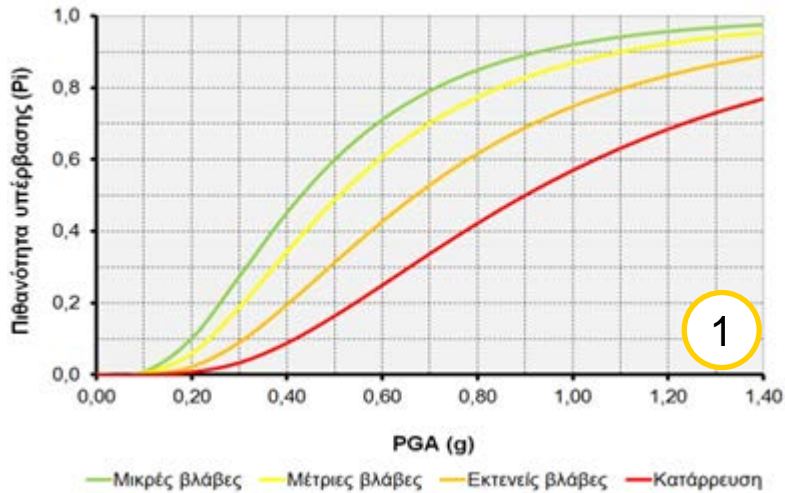


	Τύπος σύνδεσης ακροβάθρου με ανωδομή	Τύπος σύνδεσης υποδομής με ανωδομή	Τύπος υποδομής (βάθρα)	Τύπος ανωδομής (κατάστρωμα)
Γέφυρα Β1	Εφέδρανα	Μονολιθικά	Πολύστηλα	Συνεχές
Γέφυρα Β2	Εφέδρανα	Εφέδρανα	Πολύστηλα	Συνεχές
Γέφυρα Β3	Εφέδρανα	Εφέδρανα	Πολύστηλα	Αμφιέριστο
Γέφυρα Β4	Εφέδρανα	Μονολιθικά	Μονόστηλα	Συνεχές
Γέφυρα Β5	Εφέδρανα	Εφέδρανα	Μονόστηλα	Συνεχές
Γέφυρα Β6	Εφέδρανα	Εφέδρανα	Μονόστηλα	Αμφιέριστο
Γέφυρα Β7	Μονολιθικά	-	-	Συνεχές
Γέφυρα Β8	Εφέδρανα	-	-	Συνεχές

Εκτίμηση σεισμικής διακινδύνευσης | μέση ετήσια συχνότητα αστοχίας

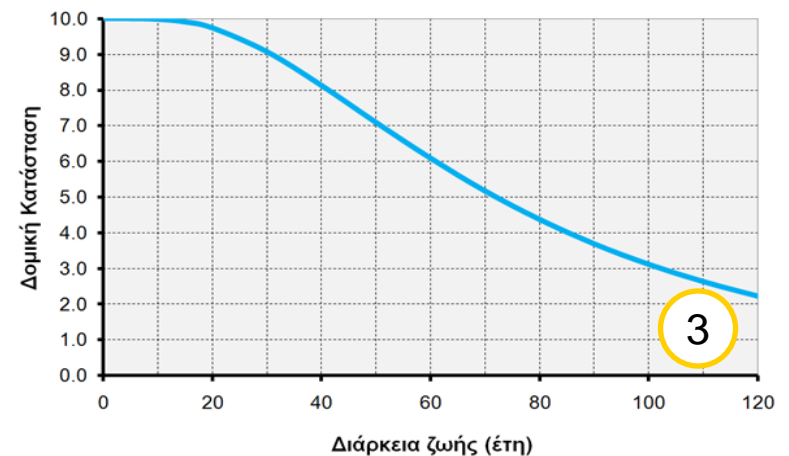


Καμπύλες φθοράς | Τρωτότητα



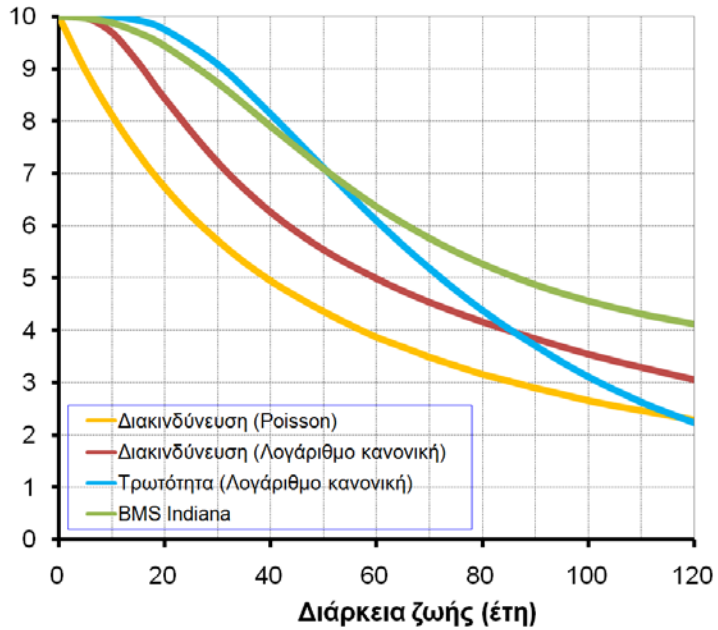
Επιτυγχάνεται συσχετίζοντας τις πιθανότητες εμφάνισης συγκεκριμένων βλαβών με χρονικές περιόδους στη διάρκεια ζωής της κατασκευής, κατά τις οποίες αναμένονται να εμφανιστούν.

max acceleration (PGA) | Service life

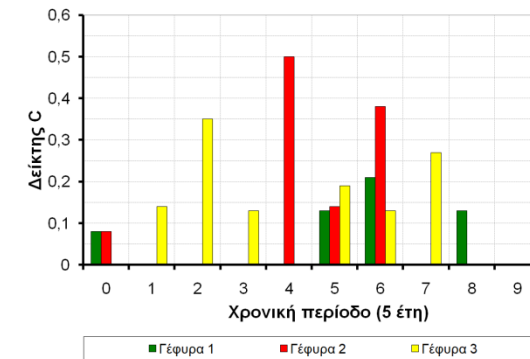
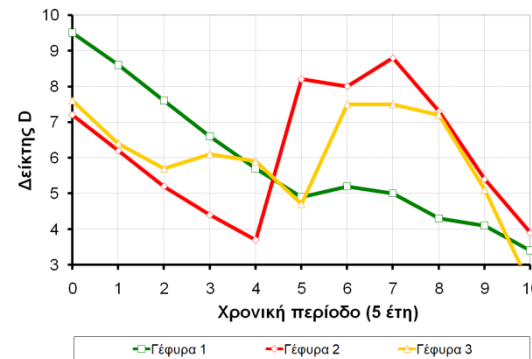
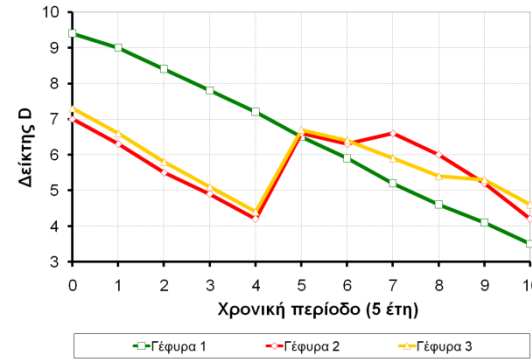


Καμπύλες φθοράς | Διακινδύνευση - Τρωτότητα

Κατάσταση

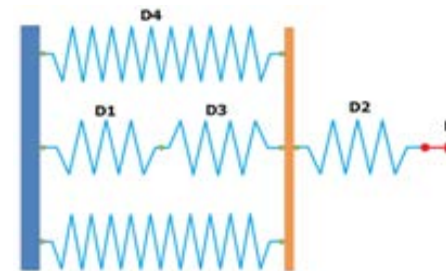
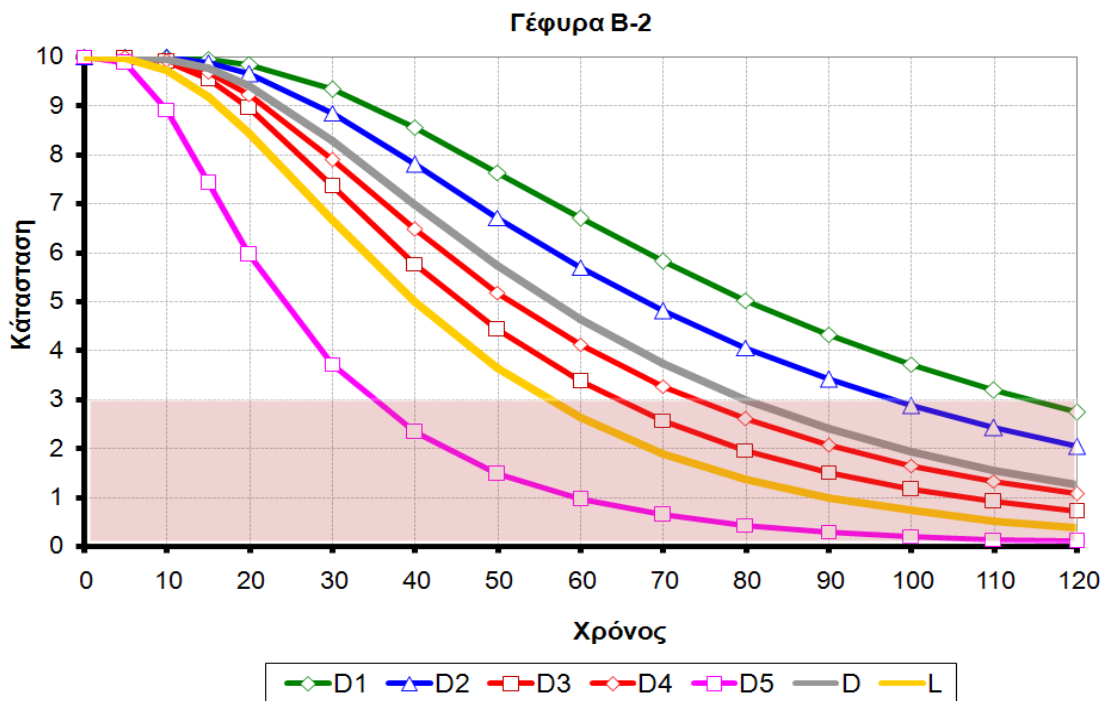


Τρωτότητα



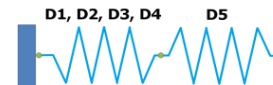
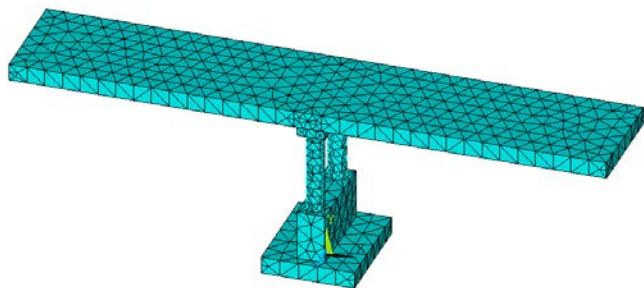
Διακινδύνευση

Δομική τρωτότητα οδικής γέφυρας



Η **δομική τρωτότητα (D)** υπολογίζεται ως συνάρτηση της κατάστασης:

- της υποδομής (δείκτης D1)
- της ανωδομής (δείκτης D2)
- των εφεδράνων στα μεσόβαθρα (D3)
- των εφεδράνων στα ακρόβαθρα (D4)



Η **λειτουργικότητα (L)** υπολογίζεται ως συνάρτηση:

- της δομικής τρωτότητας (δείκτης D)
- της κατάστασης του οδοστρώματος (D5)

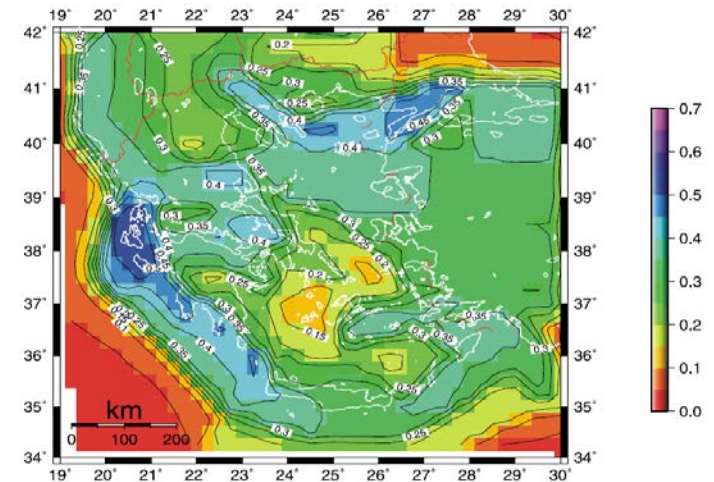
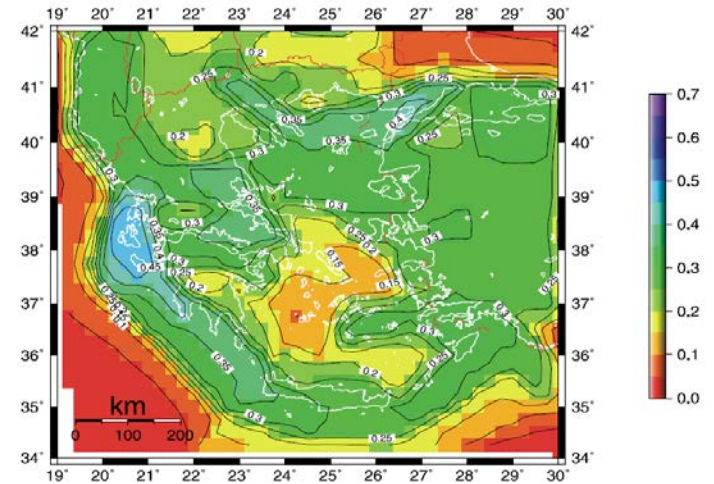
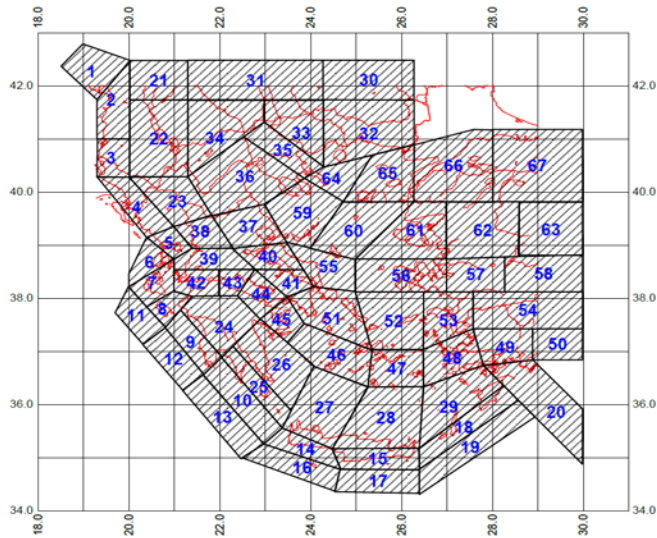
Εκτίμηση σεισμικής επικινδυνότητας

Σεισμική Επικινδυνότητα (δείκτης H) είναι η πιθανότητα κάποια εδαφική παράμετρος (εδαφική επιτάχυνση) να ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα σε μια θέση

$$P_t = 1 - \exp[-10^a \cdot t \cdot \exp(-b \cdot M \cdot \ln 10)]$$

$$\text{LogPGA} = 0.39 \cdot M \rightarrow \text{PGA} = \frac{10^{0.39M}}{981} g$$

$$H = 10 \cdot (\text{PGA}) \cdot S$$



Σπουδαιότητα οδικών γεφυρών

Ο Δείκτης Σπουδαιότητας «I» εκφράζει τη σοβαρότητα και το ρόλο της γέφυρας στη λειτουργία του οδικού δικτύου και υπολογίζεται με βάση τις ακόλουθες παραμέτρους.

$$I = 0.50 \frac{I_1 \cdot I_2}{10} + 0.10 \frac{I_3 \cdot I_4}{10} + 0.15 \cdot I_5 + 0.15 \cdot I_6 + 0.10 \cdot I_7$$

- I_1 Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΜΗΚ) επί της γέφυρας.
- I_2 Μήκος παράκαμψης οχημάτων διερχομένων πάνω από τη γέφυρα.
- I_3 Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία κάτω από την Γέφυρα (ΜΗΚΚΓ).
- I_4 Μήκος παράκαμψης οχημάτων διερχομένων κάτω από τη γέφυρα.
- I_5 Ανθρώπινες απώλειες - υλικές καταστροφές από αστοχία της γέφυρας
- I_6 Στρατηγική σημασία της γέφυρας
- I_7 Διέλευση δικτύων επί της γέφυρας

Βασικές ενέργειες επέμβασης

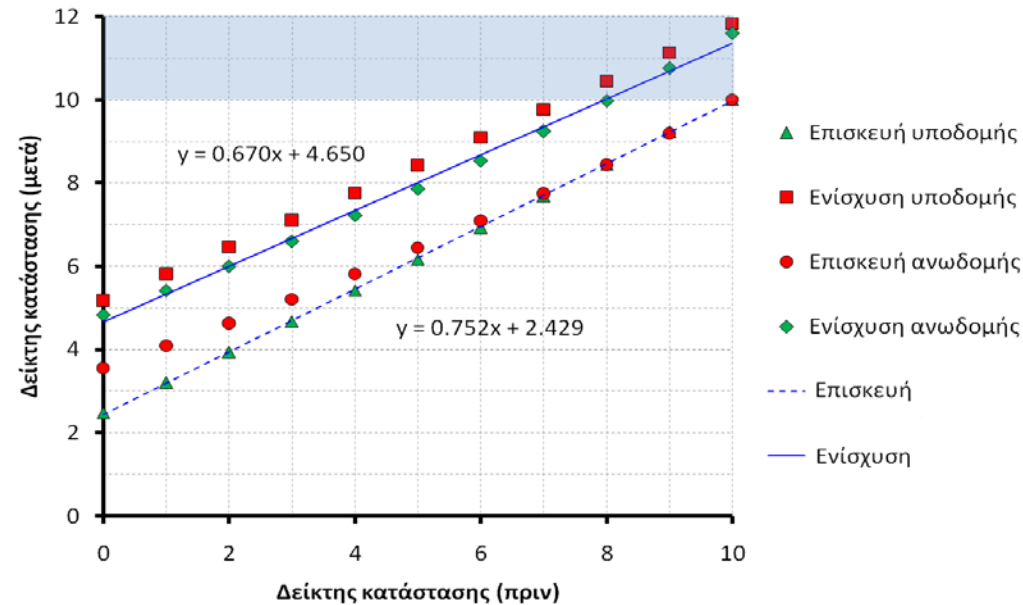
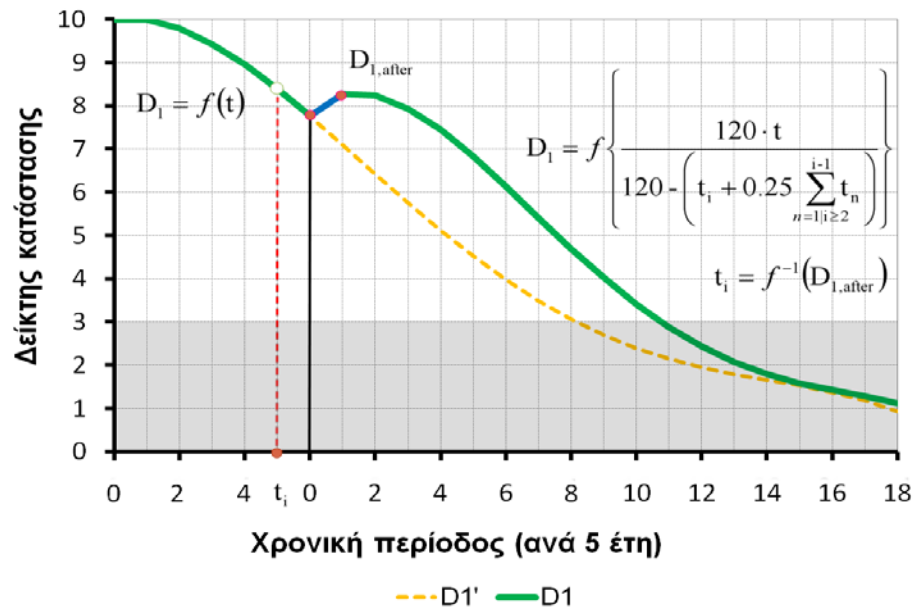
	Γέφυρα	Υποδομή	Ανωδομή	Εφέδρανα	Επιφάνεια Κύλισης
Επισκευή		✓	✓		✓
Ενίσχυση		✓	✓		
Αντικατάσταση	✓		✓	✓	

Κόστος βασικών ενεργειών επέμβασης

	Γέφυρας	Υποδομής	Ανωδομής	Εφεδράνων	Οδόστρωμα
Εξοπλισμός	100 €/m ²	20 €/m ²	40 €/m ²	10 €/m ²	10 €/m ²
Επισκευή	-	60 €/m ²	90 €/m ²	-	70 €/m ²
Ενίσχυση	-	120 €/m ²	260 €/m ²	-	-
Αντικατάσταση	1000 €/m ²	-	350 €/m ²	50 €/m ²	-

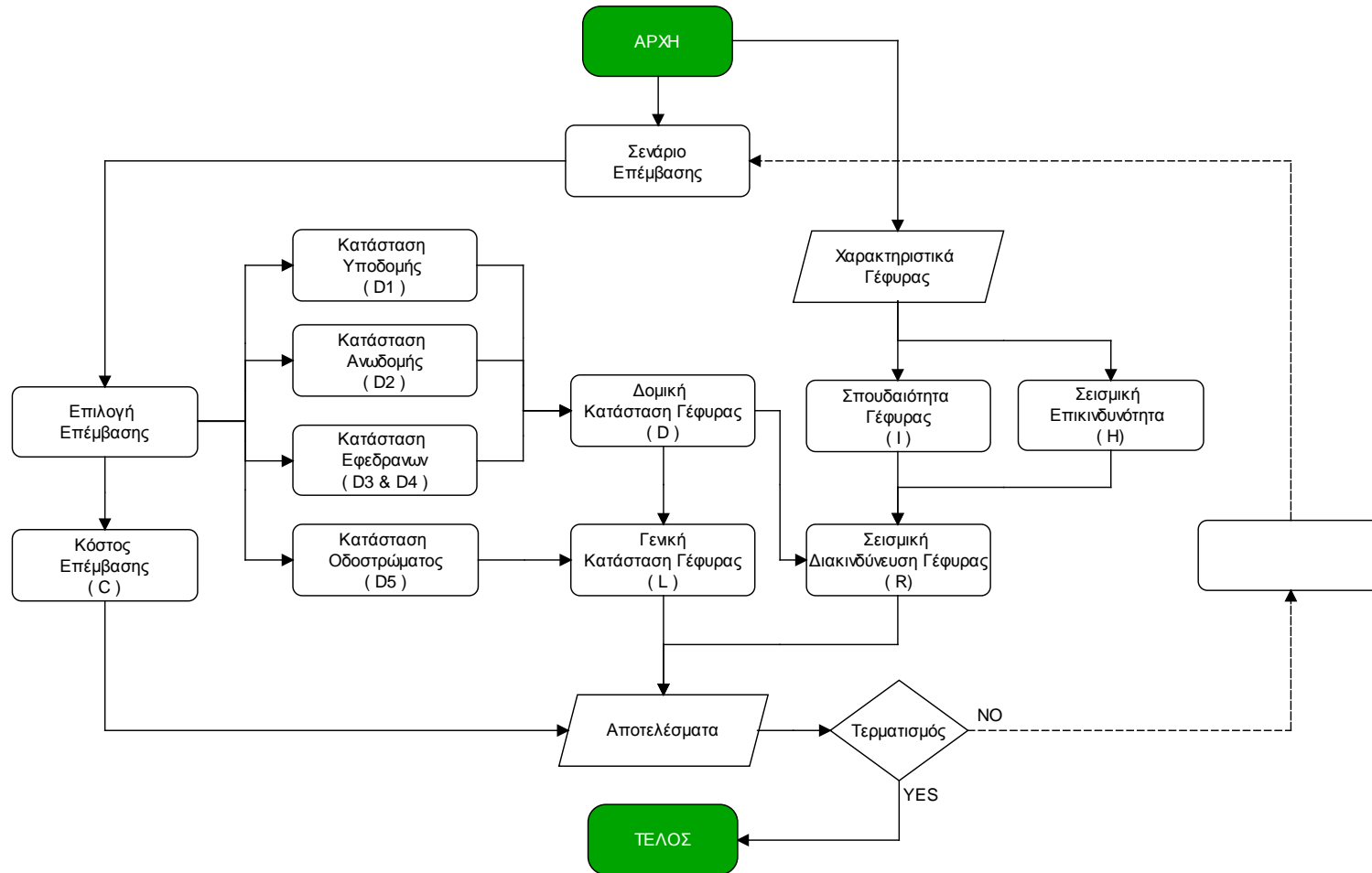
Το κόστος επέμβασης συσχετίζεται με το κόστος κατασκευής της γέφυρας και υπολογίζεται ως ποσοστό του κόστους κατασκευής, χρησιμοποιώντας οικονομικούς δείκτες.

Αποτελεσματικότητα επέμβασης και εξέλιξη κατάστασης



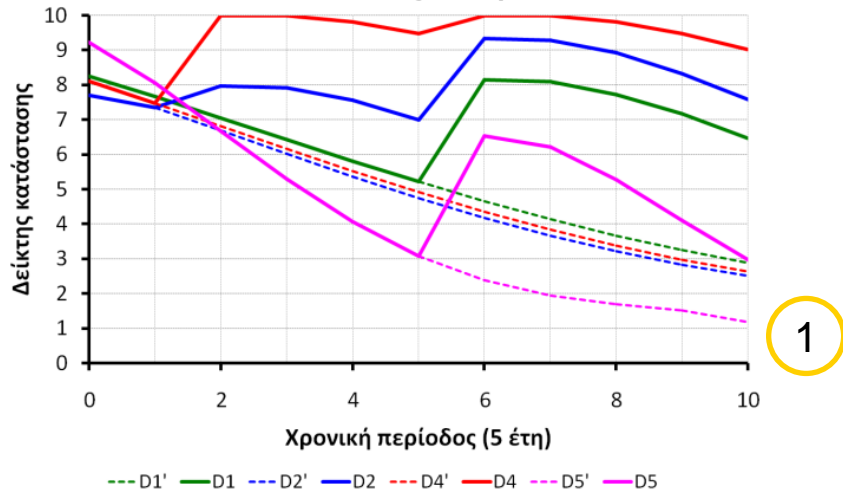
Η επιλογή των βελτιωτικών παρεμβάσεων γίνεται σε μεσοσκοπικό επίπεδο ως προς τα κρίσιμα τμήματα της κατασκευής ενώ οι δράσεις οι οποίες προτείνονται αφορούν γενικές ενέργειες επισκευής ή αποκατάστασης των τμημάτων.

Σύστημα Διαχείρισης Γεφυρών

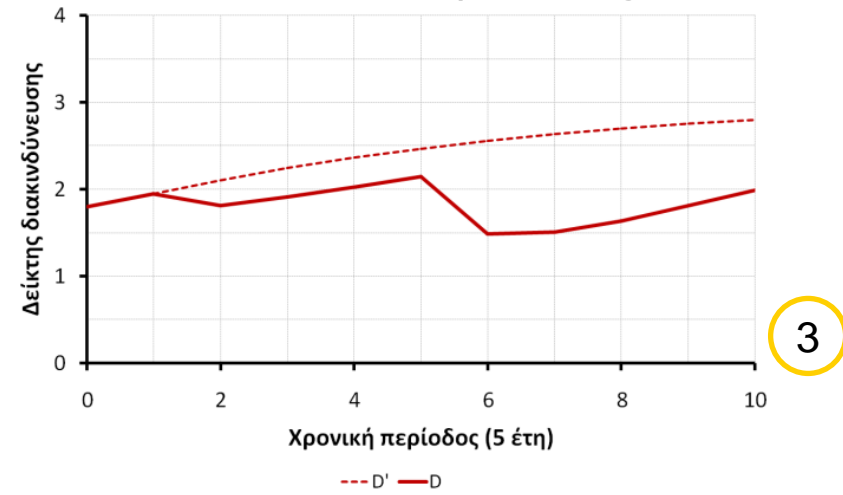


Σύστημα Διαχείρισης Γεφυρών | Διορθωτικές παρεμβάσεις

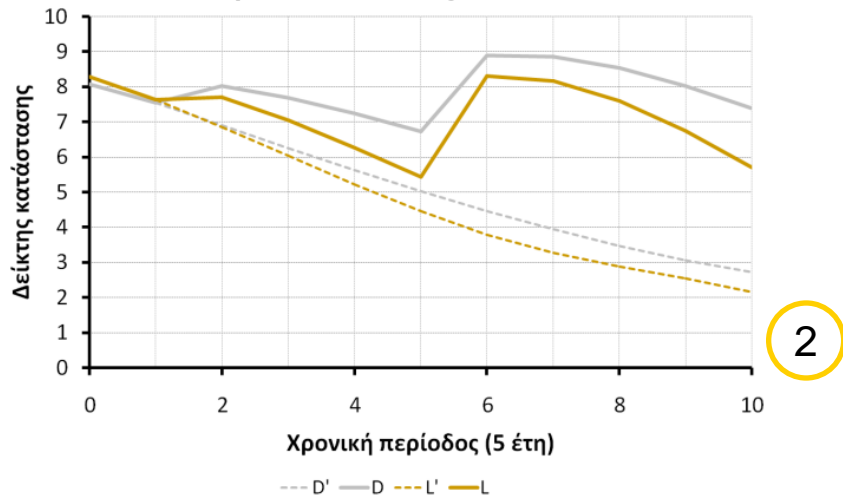
(επιμέρους τμήματα)



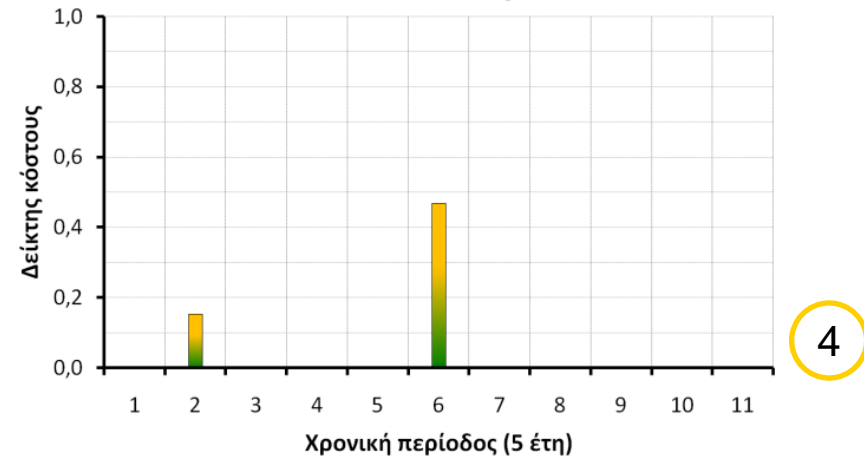
(διακινδύνευση γέφυρας)



(η γέφυρα ως σύνολο)



(κόστος)



Σύστημα Διαχείρισης Γεφυρών | Στιγμιότυπα υλοποίησης

BMS-Sixma - Microsoft Excel

Κεντρική Εισαγωγή Διάταξη σελίδας Τύποι Δεδομένα Αναθεώρηση Προβολή

Αποκοπή Αντιγραφή Επικόλληση Πενόλο μορφοποίησης Πρόχειρο

Αριθμός

Μορφοποίηση υπό όρους Μορφοποίηση ως πίνακα

Normal 2 Κανονικό

Κακό Καλό

Εισαγωγή Διαγραφή Μορφοποίηση

Αυτόματη Αθροισή Συμπλήρωση Απαλοιφή


Ταξινόμηση & Εύρεση & Φιτράρισμα επιλογή

Επεξεργασία

U43

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47



1

Ετος 2016

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Γέφυρα 1	Γέφυρα 2	Γέφυρα 3	Γέφυρα 4	Γέφυρα 5
Τύπος Γέφυρας	3	5	6	1	4
Εμβαδόν	1482	1617	1600	1296	513
Έτος Κατασκευής	2000	1980	1985	1988	1992
Ανοίγματα	3	4	4	2	3
Λοξότητα	28	60	0	0	0
LBΘ	120	90	90	90	120
Έδαφος	2	1	1	2	2
Δείκτης I	0,95	1,71	1,19	1,83	1,58
Δείκτης H	3,55	1,21	1,95	1,65	4,02

Δείκτης D

Περίοδος	Γέφυρα 1	Γέφυρα 2	Γέφυρα 3	Γέφυρα 4	Γέφυρα 5
0	9,4	7,0	7,6	8,2	8,8
1	9,0	6,2	6,9	7,5	8,2
2	8,4	5,5	6,2	6,7	7,6
3	7,7	4,8	5,4	6,0	6,9
4	7,1	4,6	4,8	5,3	6,2
5	6,4	4,4	4,1	4,6	6,0
6	5,7	7,2	7,2	4,4	5,5
7	5,0	6,7	7,1	4,0	5,0
8	4,4	6,0	6,7	6,2	4,4
9	3,8	5,2	6,1	5,9	3,8
10	3,3	4,4	5,4	5,3	3,3

Δείκτης L

Περίοδος	Γέφυρα 1	Γέφυρα 2	Γέφυρα 3	Γέφυρα 4	Γέφυρα 5
0	8,9	7,0	7,8	8,4	9,0
1	8,1	6,1	7,0	7,6	8,4
2	7,2	5,3	6,5	6,7	7,6
3	6,2	4,5	5,8	5,8	6,8
4	7,0	4,9	5,1	5,0	5,9
5	6,4	4,7	4,4	4,2	5,4
6	5,6	6,7	7,3	4,8	5,8
7	4,7	5,9	7,1	4,3	5,2
8	4,7	6,2	6,4	6,0	4,5
9	4,1	5,3	5,4	5,3	3,9
10	3,4	4,2	4,2	4,4	3,2

3

ΣΕΝΑΡΙΟ

Περίοδος	Γέφυρα 1	Γέφυρα 2	Γέφυρα 3	Γέφυρα 4	Γέφυρα 5
0	0	0	0	0	0
1	0	0	7	0	0
2	0	0	0	0	0
3	7	19	0	0	0
4	0	1	0	0	3
5	0	6	38	19	7
6	0	0	0	0	0
7	7	7	0	11	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0

2

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Ποροι	0,05	0
	0,00	0,000
Κατ. Πόρων	1	1
Γεφυρες	2	5
Κατασταςης	1,000	1,00
Κοστους	1,000	1,00
Συνολο	1,000	1,00

5

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ

Min C	0,34
Min R	3,50

Δείκτης R

Περίοδος	Γέφυρα 1	Γέφυρα 2	Γέφυρα 3	Γέφυρα 4	Γέφυρα 5
0	1,24	1,84	1,76	1,77	1,97
1	1,52	1,98	1,93	1,97	2,25
2	1,76	2,10	2,07	2,15	2,49
3	1,97	2,21	2,19	2,30	2,71
4	2,15	2,24	2,30	2,43	2,89
5	2,31	2,26	2,39	2,53	2,93
6	2,45	1,79	1,86	2,56	3,05
7	2,56	1,89	1,88	2,63	3,18
8	2,67	2,02	1,97	2,25	3,29
9	2,75	2,15	2,08	2,31	3,40
10	2,82	2,27	2,20	2,41	3,49

Δείκτης C

Περίοδος	Γέφυρα 1	Γέφυρα 2	Γέφυρα 3	Γέφυρα 4	Γέφυρα 5
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,08	0,21	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,08	0,00	0,00	0,04
5	0,00	0,06	0,35	0,17	0,03
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,08	0,08	0,00	0,11	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

	Γέφυρα 1	Γέφυρα 2	Γέφυρα 3	Γέφυρα 4	Γέφυρα 5
Δείκτης R	2,82	2,27	2,39	2,63	3,49
Δείκτης C	0,16	0,43	0,43	0,35	0,21
Δείκτης L	6,02	5,52	6,10	5,66	5,97
Δείκτης D	6,37	5,64	6,15	5,83	5,97

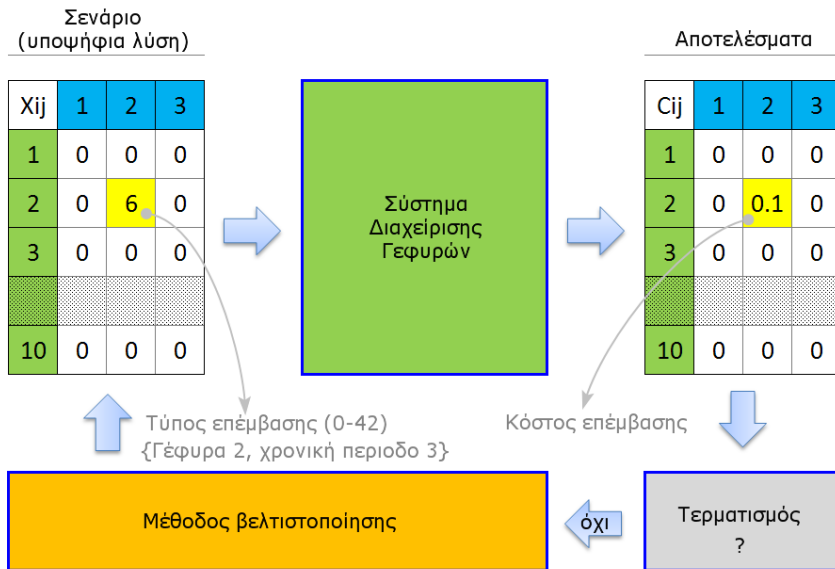
Φύλλο1 Epiloges Epilo-G5 Φύλλο2 Υποδομι-A-1 Anodomi-A-1 Efedrana-M-1 Efedrama-M-2 Odostrota-A-1 Kosτος QMADA-A DATA Apotelesmata

Ετοιμο

100%

ΕΛ 10:33 μμ
EL 22/4/2017

Σύστημα Διαχείρισης Γεφυρών | Βελτιστοποίηση συντήρησης



$$\min Z = \ln(a_1 - s_1 + 1) + x_1 \cdot \ln\left(\frac{a_2 + 0.1}{s_2 + 0.1} + 3\right) + x_2 \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}$$

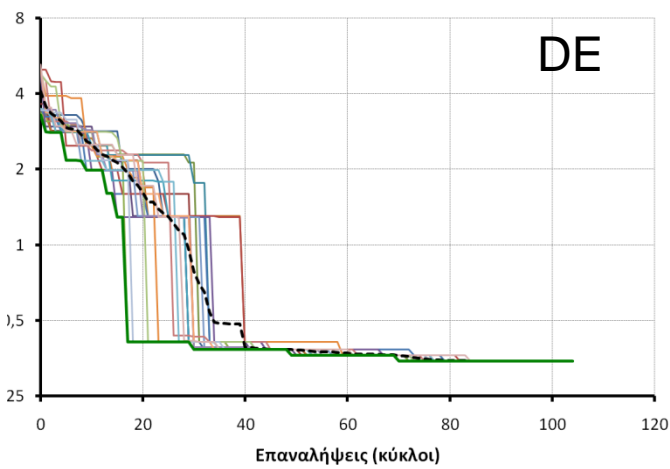
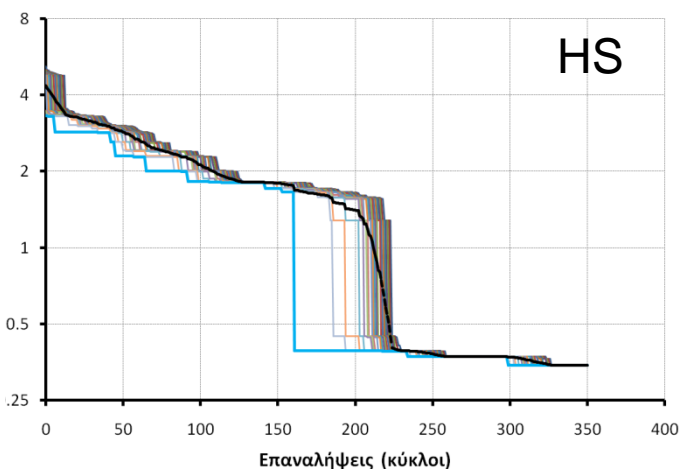
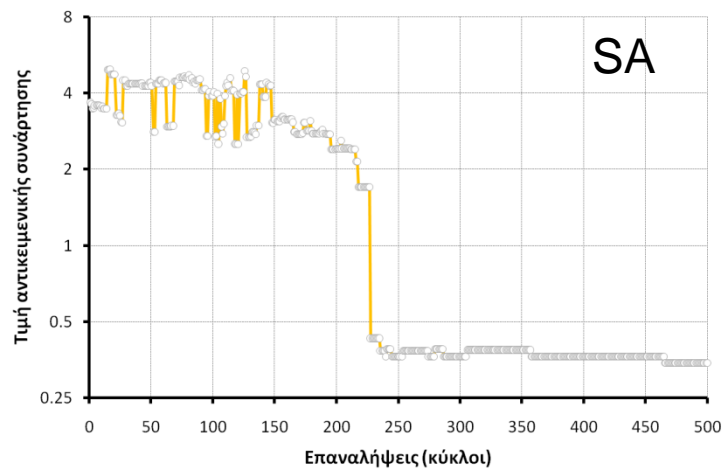
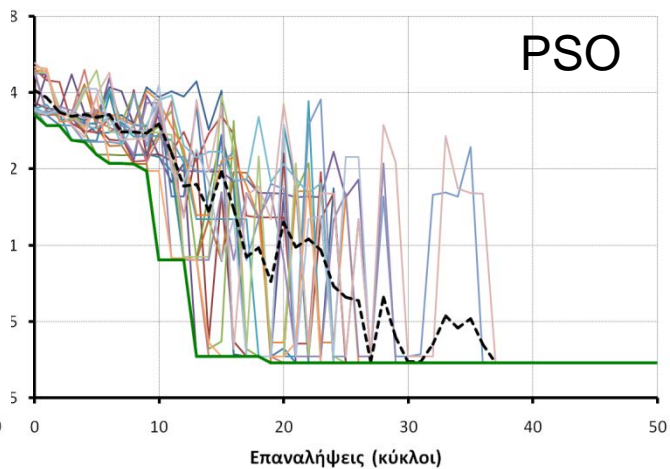
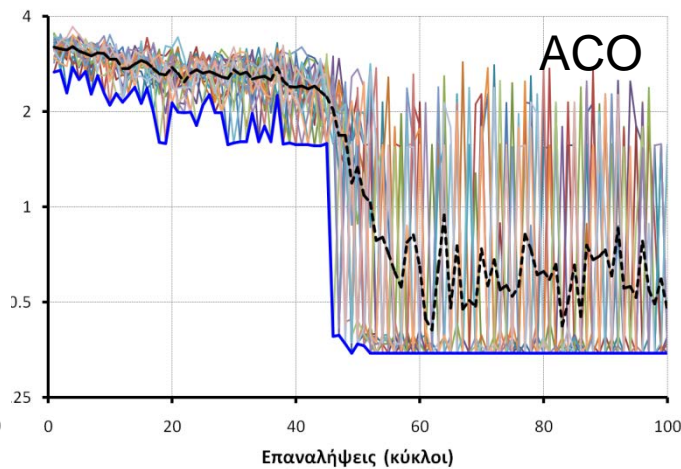
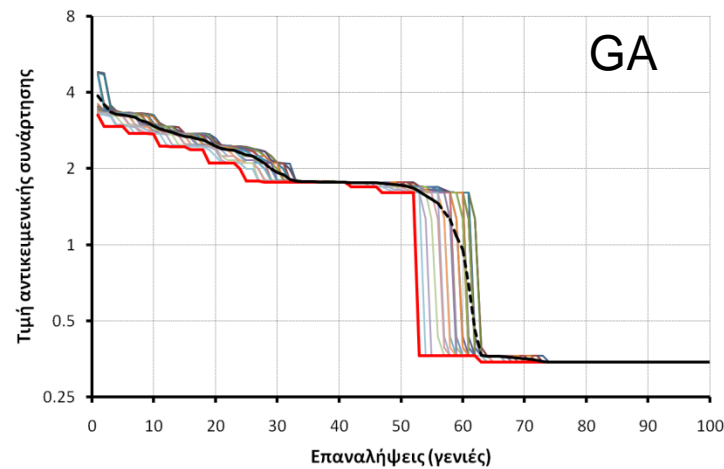
Αντικειμενική συνάρτηση

Περιορισμοί

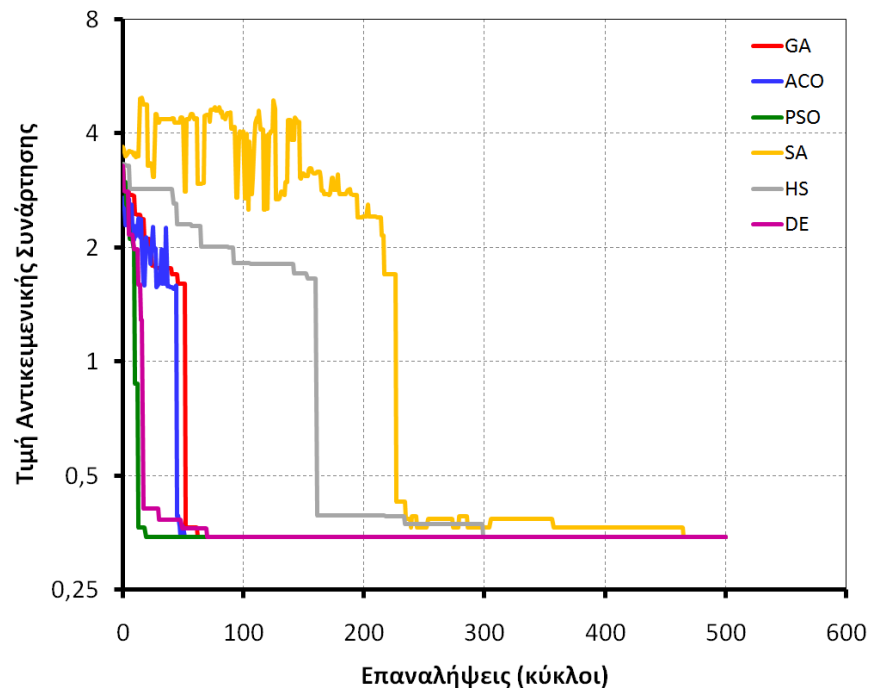
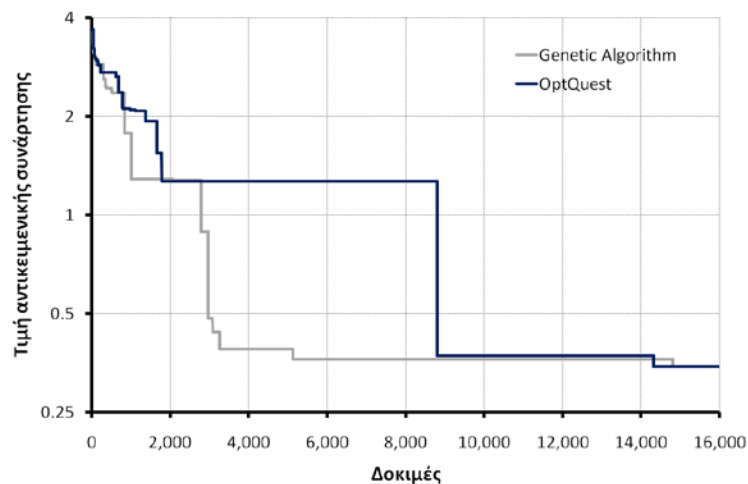
$$0 \leq C_j \leq B_j + \sum_1^{j-1} (B_j - C_j)$$

$$3 \leq D1_{ij}, D2_{ij}, D3_{ij}, D4_{ij}, D5_{ij}$$

α) min C



α) min C (συγκριτικά αποτελέσματα)



	GA	ACO	PSO	SA	HS	DE	GA (Evo)	OptQuest
Δείκτης D	6.12	6.31	6.25	6.28	6.32	6.28	6.33	6.30
Δείκτης L	5.89	6.10	6.00	6.08	6.05	6.09	6.06	6.08
Δείκτης R	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Δείκτης C	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318
Κύκλοι	63	48	18	466	300	71		300
Δοκιμές	650	960	360	3,384	1,131	710	14,805	14,321
Χρόνος	0:18:50	0:43:03	0:16:28	0:14:35	0:28:46	0:53:14	0:11:54	0:11:31

B=5%

	GA	ACO	PSO	SA	HS	DE	GA (Evo)	OptQuest
Δείκτης D	6.97	7.07	6.83	6.77	6.73	6.68	6.82	6.81
Δείκτης L	6.72	6.75	6.68	6.65	6.56	6.54	6.57	6.56
Δείκτης R	2.25	2.27	2.32	2.29	2.32	2.36	2.32	2.36
Δείκτης C	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.42
Κύκλοι	803	147	200	1,227	479	114		300
Δοκιμές	8,050	2,920	4,000	9,635	2,295	1,140	155,744	136,981
Χρόνος	4:07:56	1:50:19	2:34:40	0:36:55	0:57:46	1:48:37	2:04:09	1:46:30

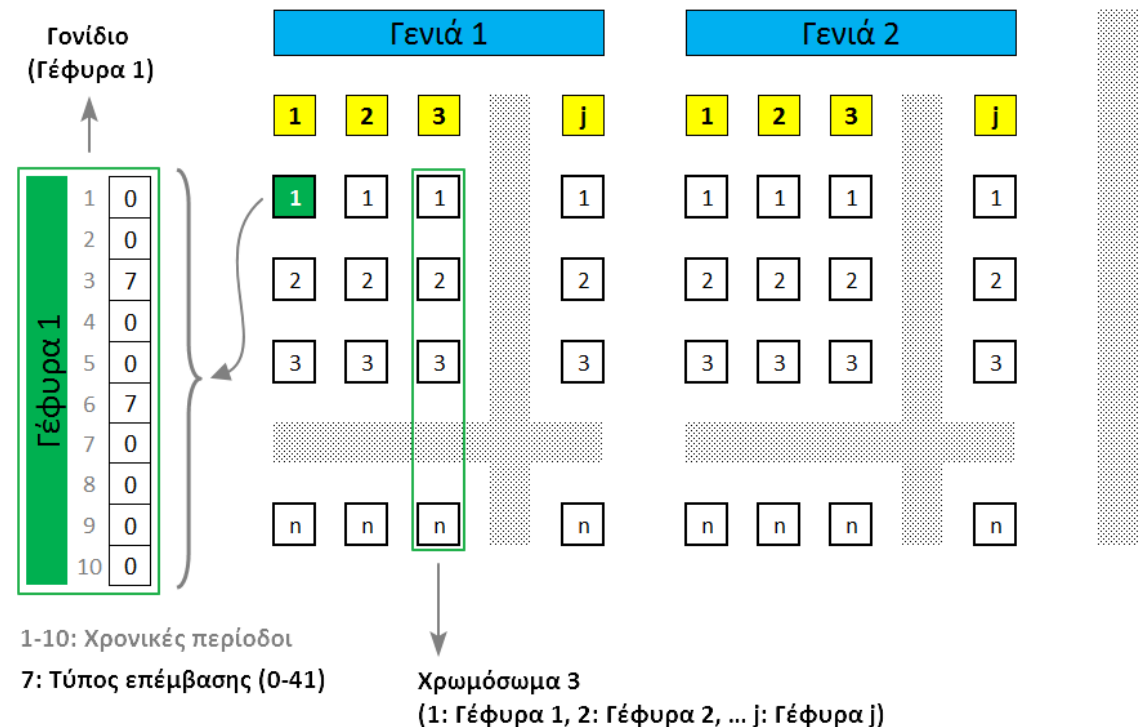
B=10%

	GA	ACO	PSO	SA	HS	DE	GA (Evo)	OptQuest
Δείκτης D	8.32	8.35	8.34	8.41	8.40	8.34	8.24	8.34
Δείκτης L	7.71	7.70	7.85	7.69	7.58	7.73	7.64	7.65
Δείκτης R	1.79	1.81	1.84	1.72	1.78	1.88	1.91	1.74
Δείκτης C	0.90	0.79	0.83	0.85	0.85	0.85	0.73	0.83
Κύκλοι	782	914	296	2054	862	298		
Δοκιμές	7,850	18,280	5,920	17,655	3,158	2,980	334,424	195,682
Χρόνος	4:01:26	11:30:36	3:32:36	1:05:09	1:38:49	4:20:04	4:28:48	2:37:22

Μέθοδος «διαίρει και βασίλευε» (divide and conquer)

- Βέλτιστο πρόγραμμα συντήρησης
- 3 οδικές γέφυρες, 42 δυνατότητες επέμβασης, 10 χρονικές περιόδους ανάλυσης
- Πιθανές λύσεις $42^{3 \times 10}$

Η διαίρεση του αρχικού προβλήματος σε μικρότερα (υπο)προβλήματα βοηθάει σημαντικά στην επίλυση του προβλήματος.



Διαίρει και βασίλευε (divide and conquer)

min C	GA	ACO	PSO	SA	HS	DE	Evolver GA	Evolver optquest	divide
Δείκτης D	6.12	6.31	6.25	6.28	6.32	6.28	6.33	6.30	6.14
Δείκτης L	5.89	6.10	6.00	6.08	6.05	6.09	6.06	6.08	5.99
Δείκτης R	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Δείκτης C	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318
κύκλος	63	48	18	466	300	71			5
Δόκιμη	650	960	360	3384	1,131	710	14,805	14,321	1,814
Χρόνος	0:18:50	0:43:03	0:16:28	0:14:35	0:28:46	0:53:14	0:11:54	0:11:31	0:01:05

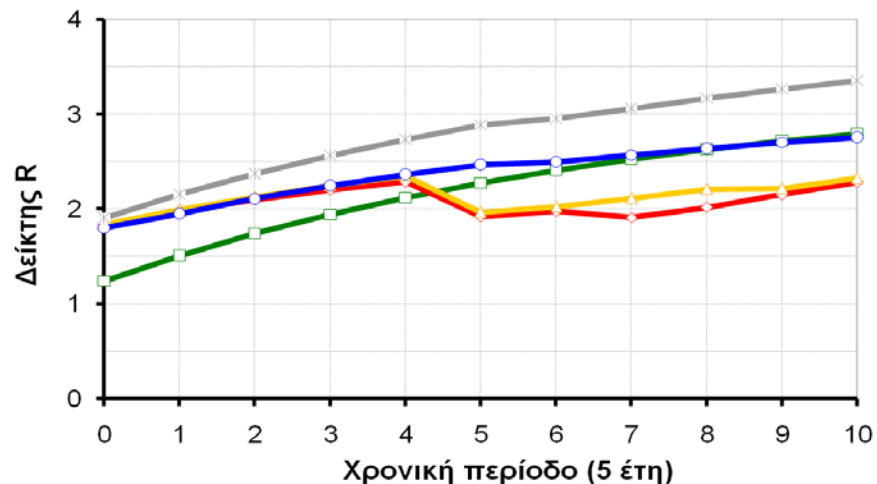
min Rmax 5%	GA	ACO	PSO	SA	HS	DE	Evolver GA	Evolver optquest	divide
Δείκτης D	6.97	7.07	6.83	6.77	6.73	6.68	6.82	6.81	6.70
Δείκτης L	6.72	6.75	6.68	6.65	6.56	6.54	6.57	6.56	6.43
Δείκτης R	2.25	2.27	2.32	2.29	2.32	2.36	2.32	2.36	2.35
Δείκτης C	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.42	0.44
κύκλος	803	147	200	1,227	479	114			13
Δόκιμη	8,050	2,920	4,000	9,635	2,295	1,140	155,744	136,981	3,643
Χρόνος	4:07:56	1:50:19	2:34:40	0:36:55	0:57:46	1:48:37	2:04:09	1:46:30	0:02:50

Διαχείριση δικτύου οδικών γεφυρών

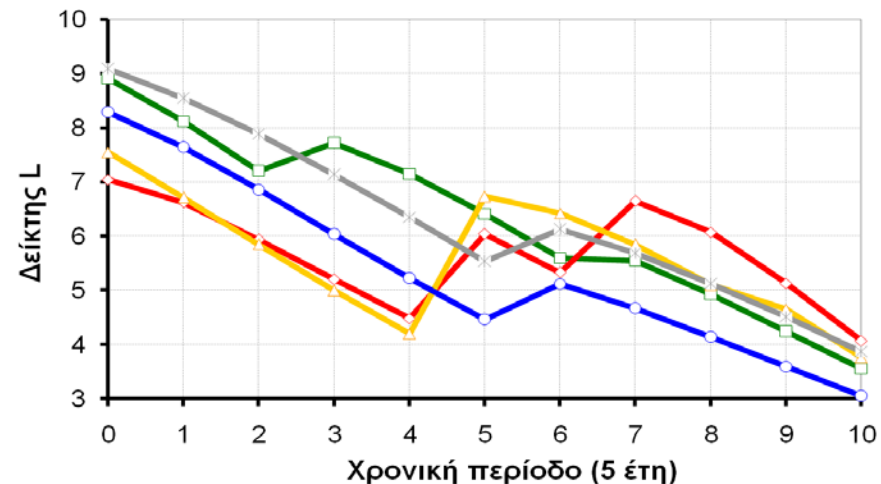
	Γέφυρα 1	Γέφυρα 2	Γέφυρα 3	Γέφυρα 4	Γέφυρα 5
Τύπος	B-3	B-5	B-6	B-1	B-4
Εμβαδόν	1482 m ²	1617 m ²	1600 m ²	1296 m ²	513 m ²
Έτος κατασκευής	2000	1980	1985	1988	1992
Ανοιγματα ()	3	4	4	2	3
Λοξότητα (°)	28	60	0	0	0
Έδαφος	B	A	A	B	B
Δείκτης I	0.95	1.71	1.19	1.83	1.58
Δείκτης H	3.55	1.65	1.96	1.65	4.02
Σεισμική ζώνη	a=4.49 b=0.95	a=3.41 b=0.90	a=4.36 b=0.98	a=3.41 b=0.90	a=4.31 b=0.90

	Γέφυρα 1	Γέφυρα 2	Γέφυρα 3	Γέφυρα 4	Γέφυρα 5
Δείκτης I	0.95	1.71	1.19	1.83	1.58
Δείκτης H	3.55	1.21	1.95	1.65	4.02
Δείκτης D	9.4	7.0	7.3	8.1	8.9
Δείκτης R	1.24	1.84	1.84	1.80	1.91

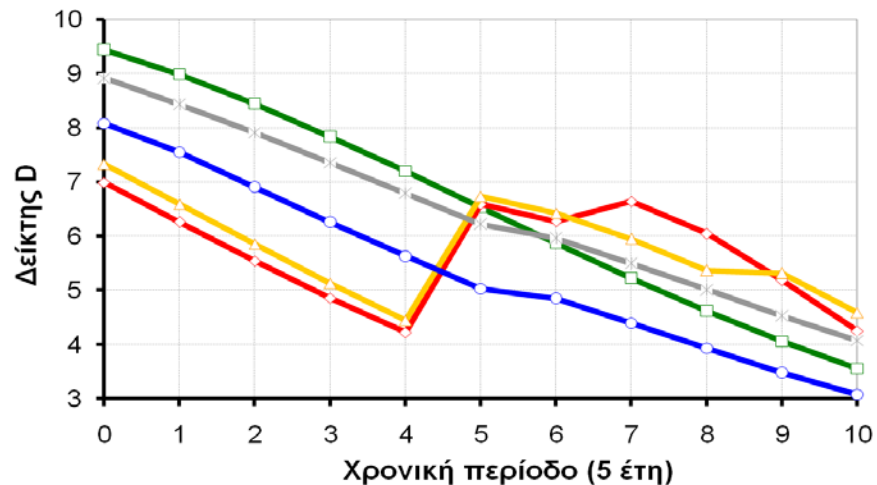
α) Ελαχιστοποίηση κόστους (min C)



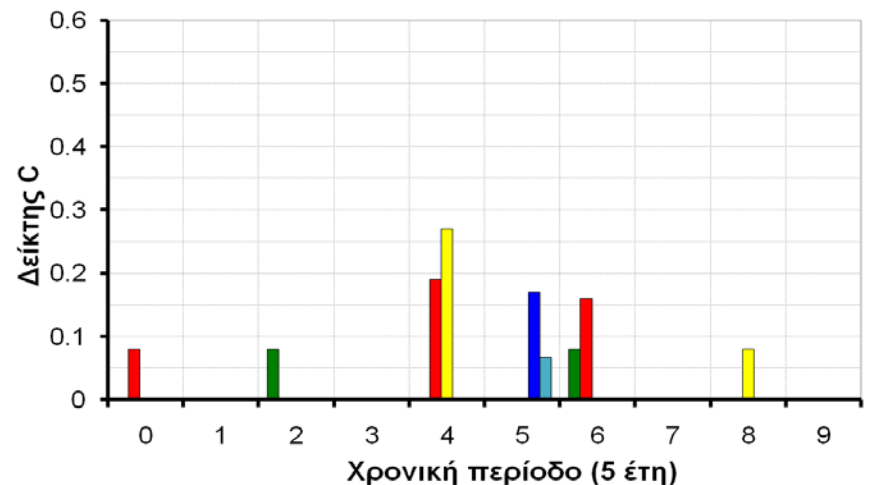
1



3

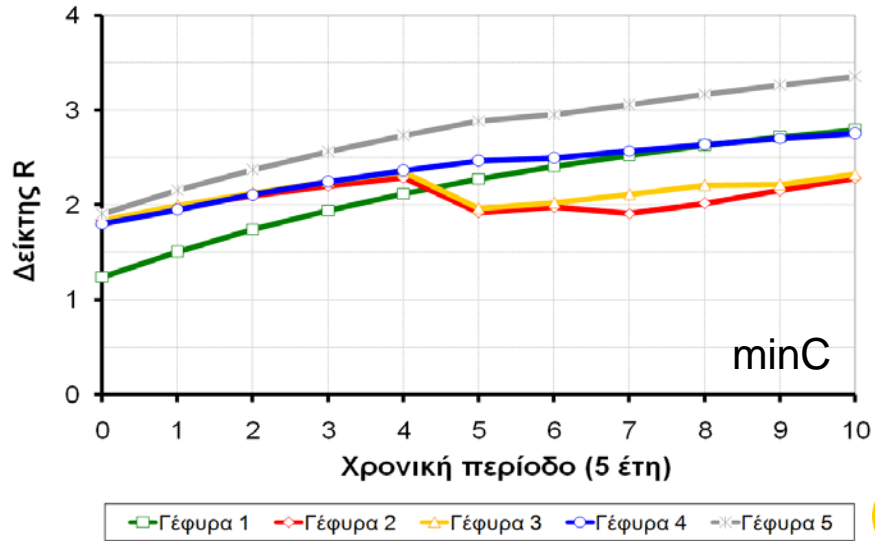


2

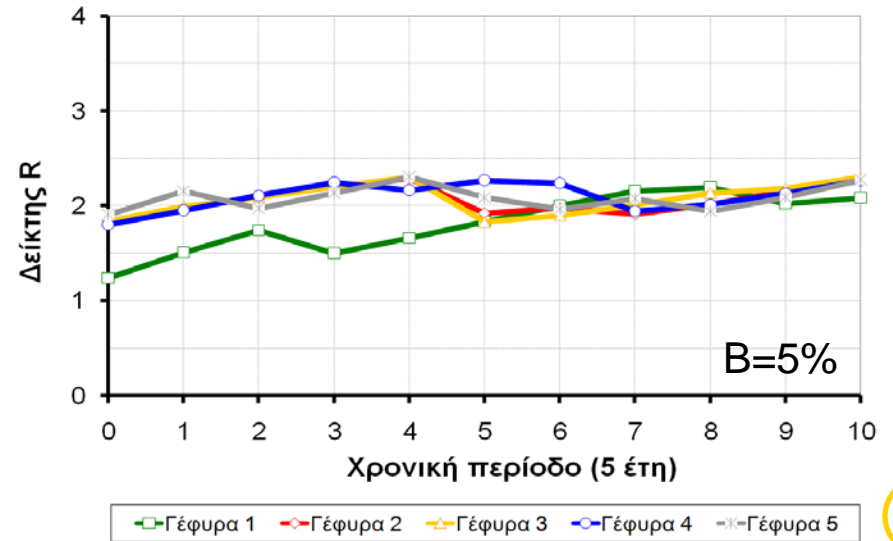


4

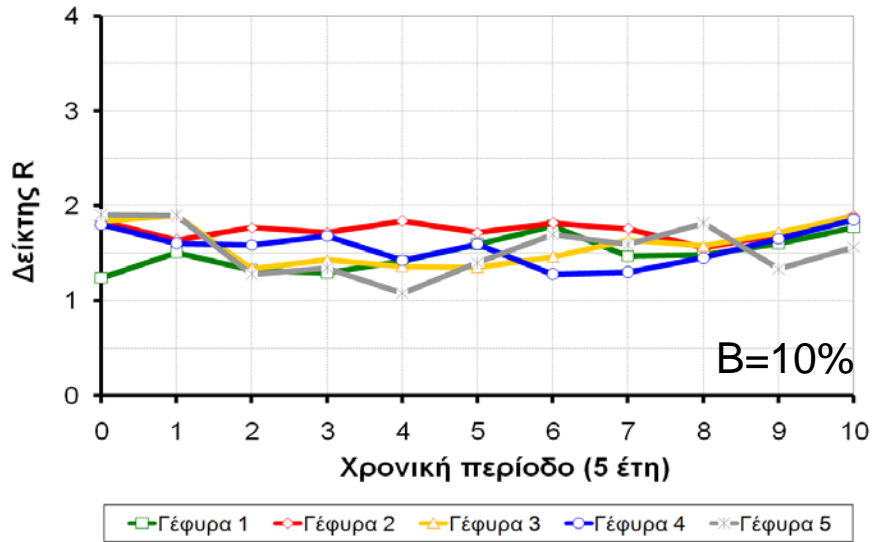
β) Ελαχιστοποίηση διακινδύνευσης $\min [maxR]$



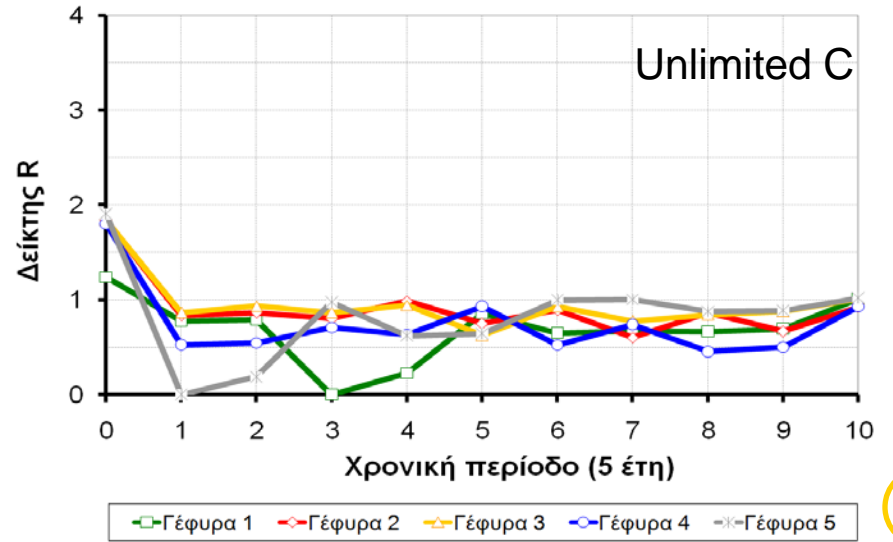
1



3

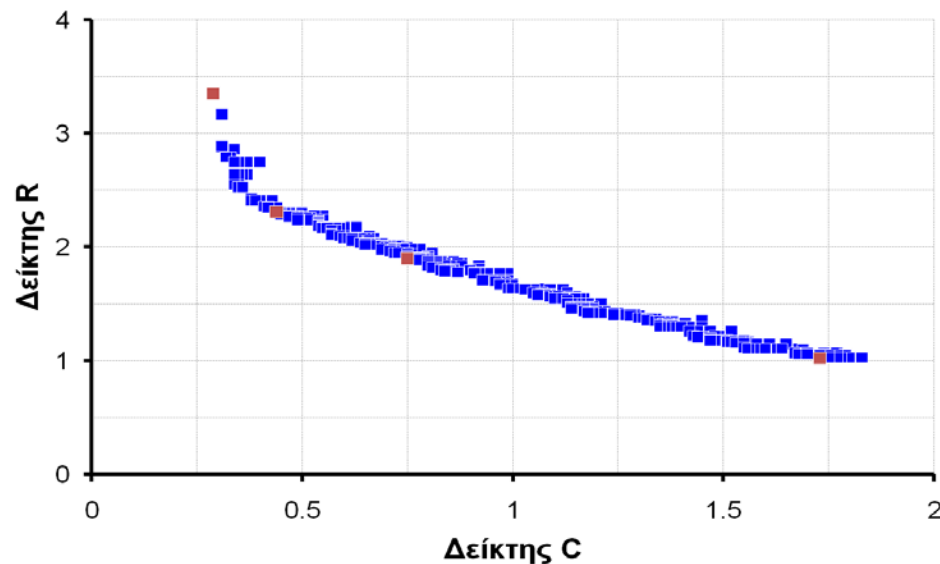
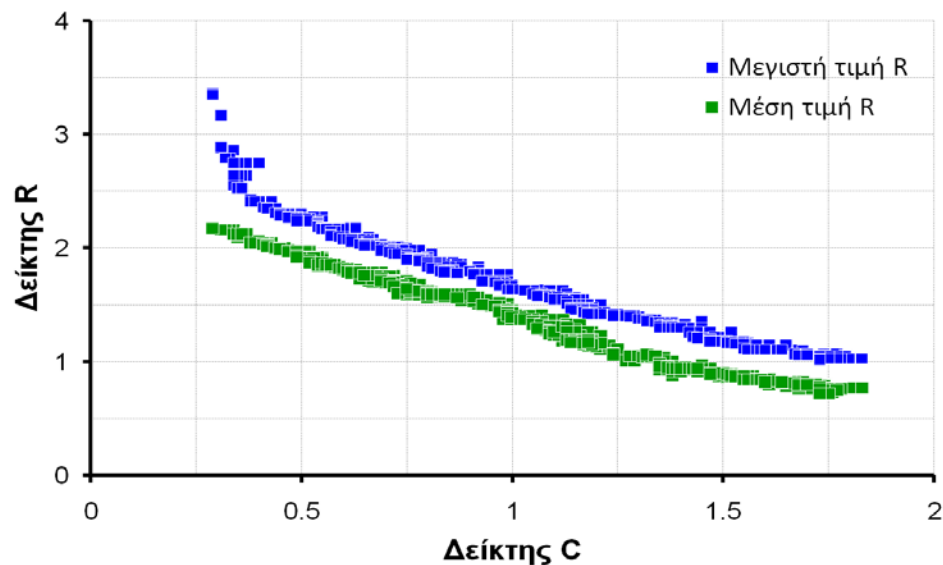


2



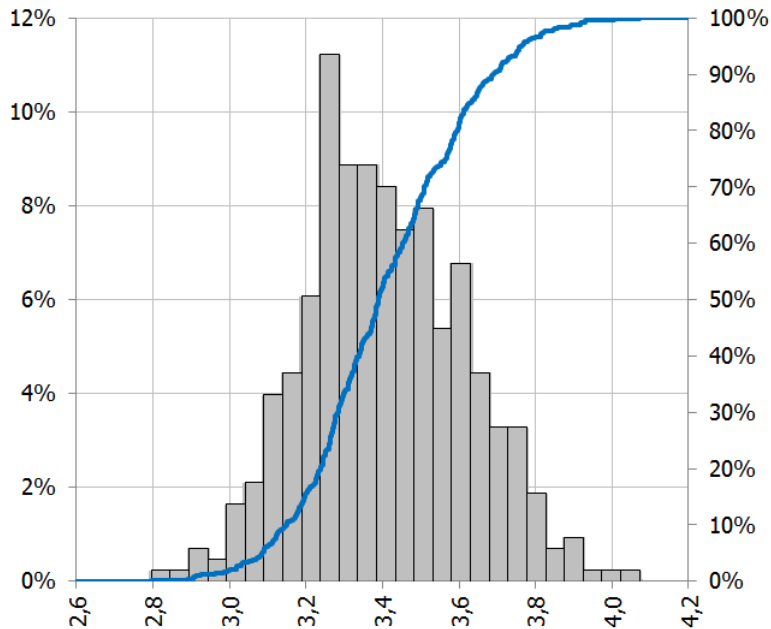
4

Πληθώρα λύσεων και βέλτιστες λύσεις κατά Pareto

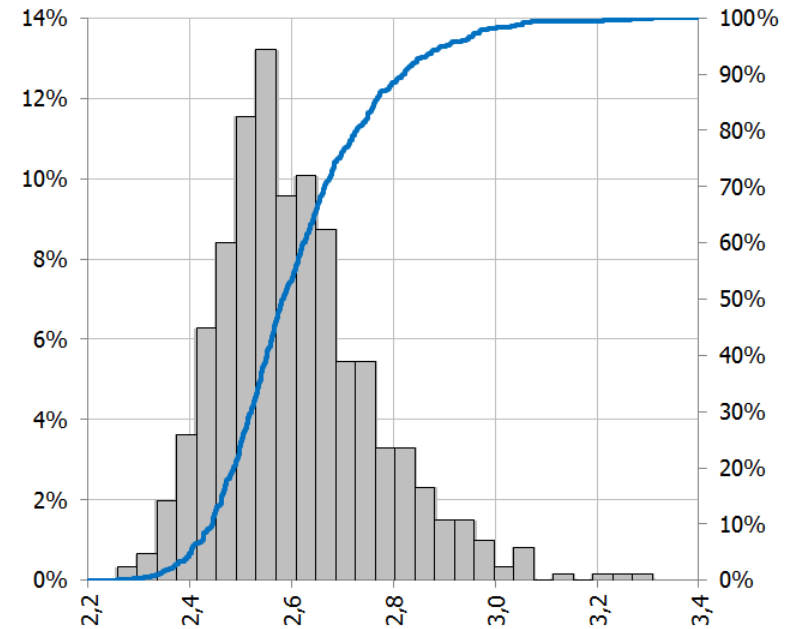


	min[maxR] min C	min[maxR] 5%	min[maxR] 10%	min[maxR] unlimited C
Δείκτης R	3.35	2.31	1.90	1.02
Μέσο R	2.36	2.06	1.57	0.74
Δείκτης C	0.29	0.44	0.75	1.73
Δείκτης L	5.86	6.75	7.75	9.19
Δείκτης D	5.96	7.07	8.52	9.67

Ποια είναι η πιθανότητα της διακινδύνευσης ενός δικτύου όταν οι τιμές των παραμέτρων εμπιρεύουν αβεβαιότητες;

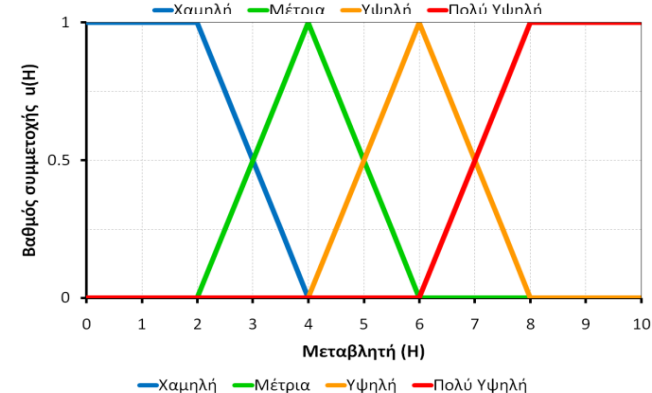
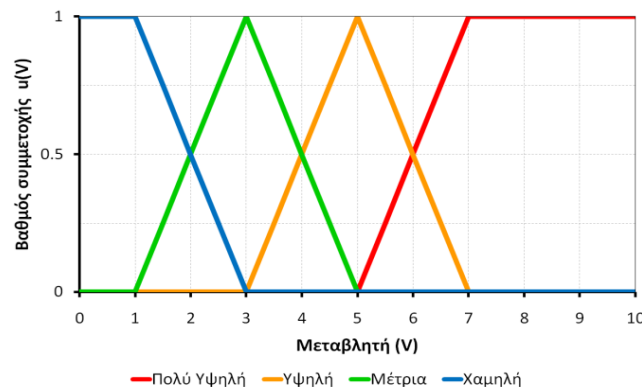
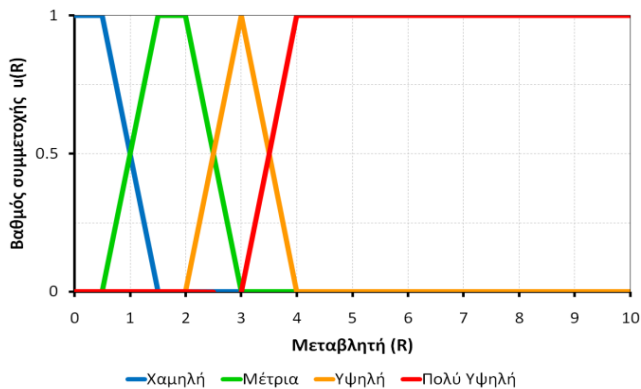
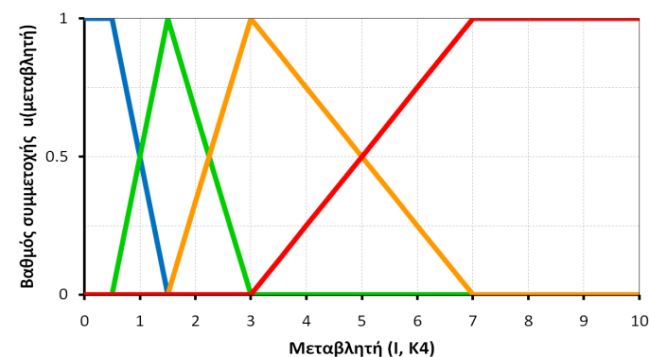
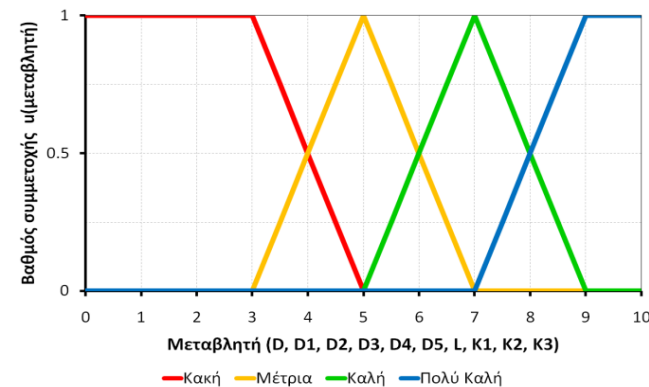
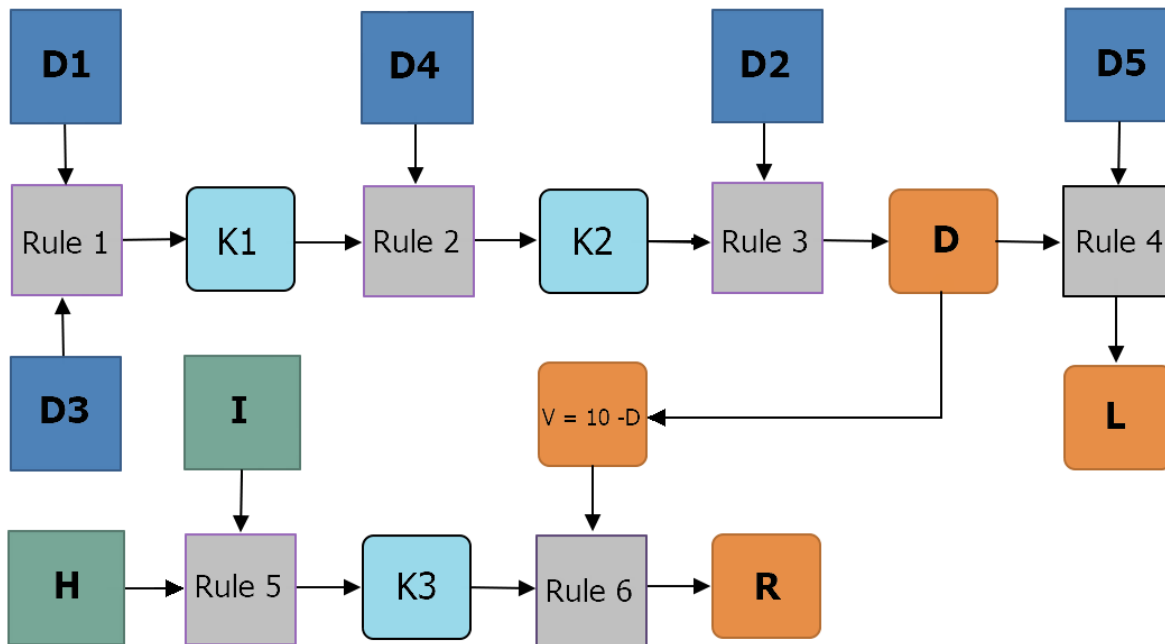


Κατανομή τιμών δείκτη (median 3,38)
σεισμικής διακινδύνευσης (R)
για minC



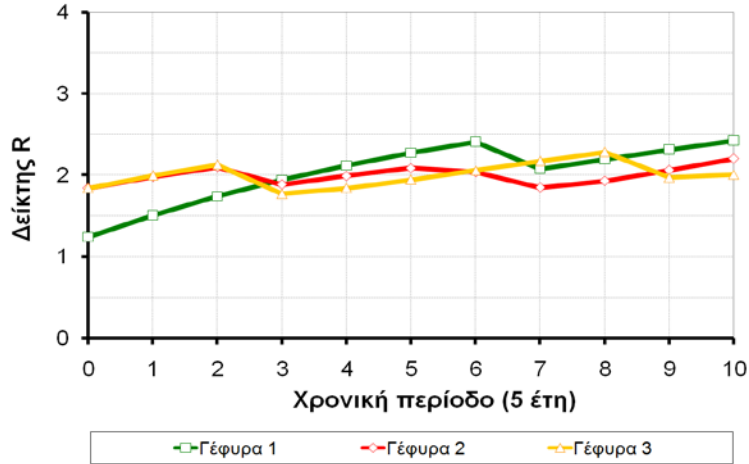
Κατανομή τιμών δείκτη (median 2,58)
σεισμικής διακινδύνευσης (R)
για B=5%

Ασαφής λογική & ασαφές σύστημα

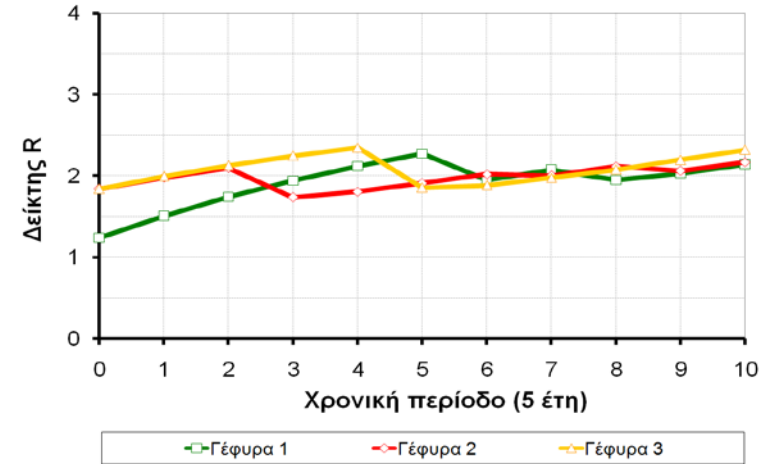


Ασαφής λογική & ασαφές σύστημα

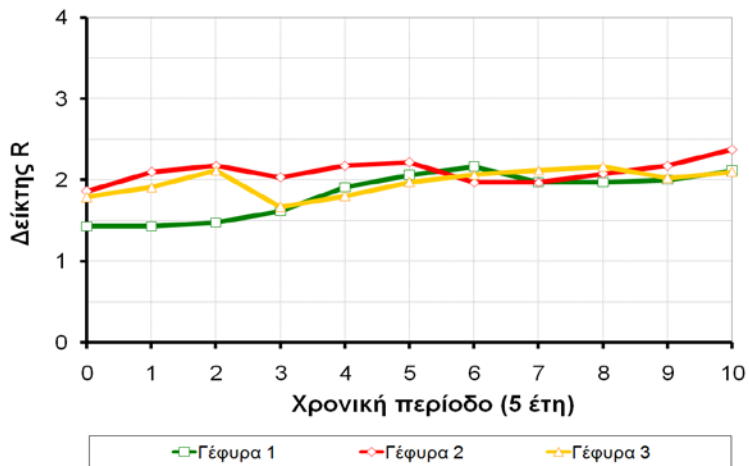
Ντετερμινιστικό (minR, B=5%)



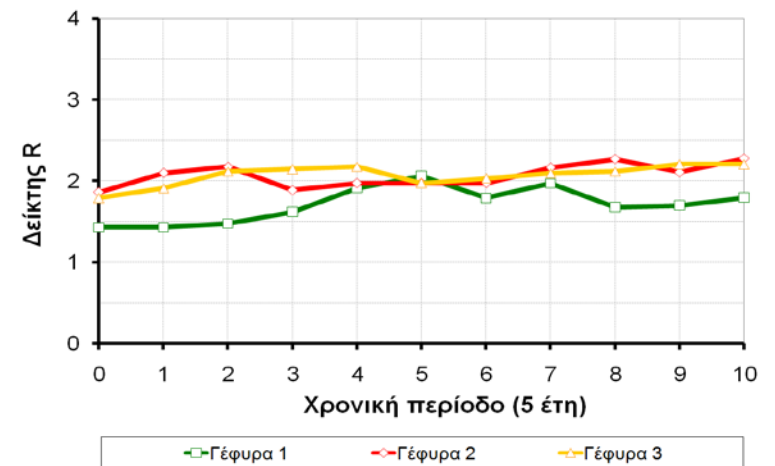
Ντετερμινιστικό (minR, B=10%)



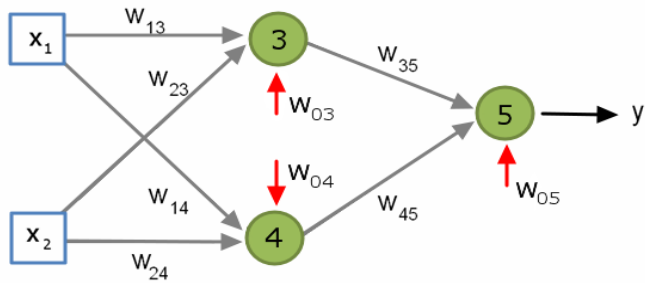
Ασαφές (minR, B=5%)



Ασαφές (minR, B=10%)

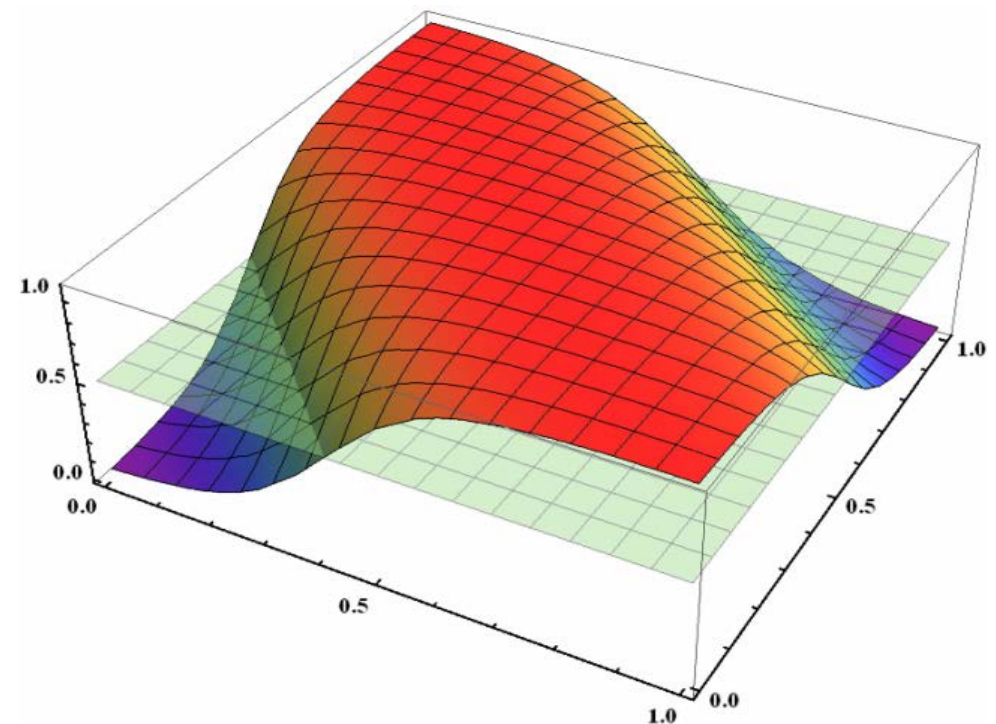


Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα | ΤΝΔ δύο επιπέδων (παράδειγμα)



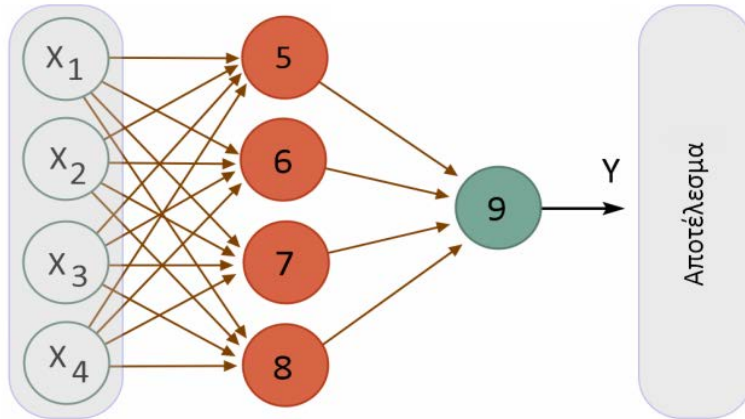
Δεδομένα - Αποτελέσματα

X1	X2	Y
0	0	0,05
1	0	0,96
0	1	0,96
1	1	0,04



Αποτελέσματα ΤΝΔ

Εφαρμογή ΤΝΔ για ανάλυση σεισμικής διακινδύνευσης



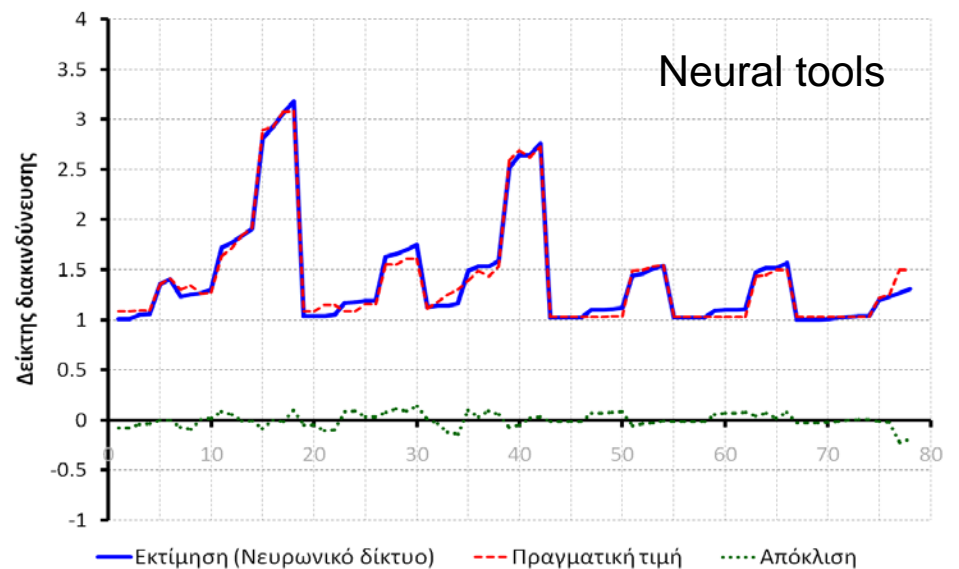
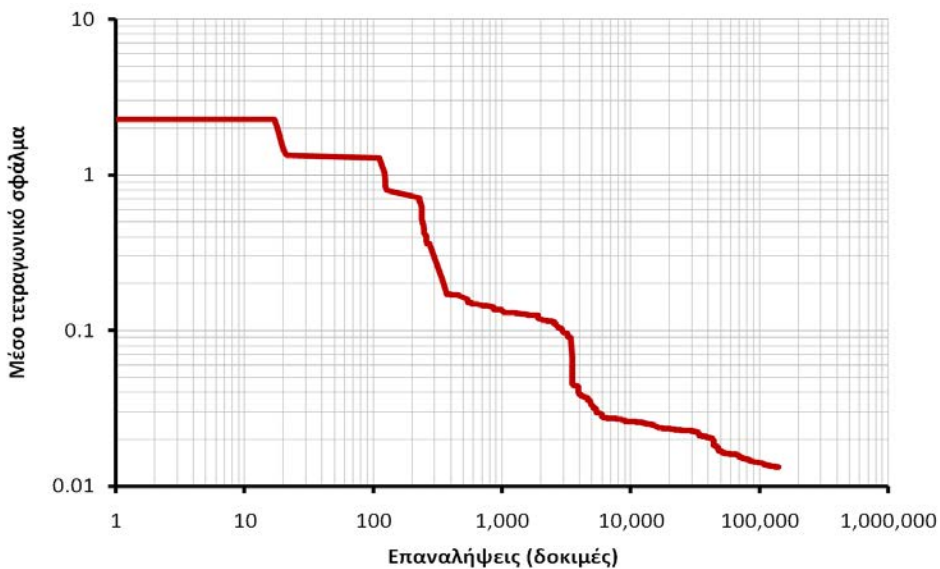
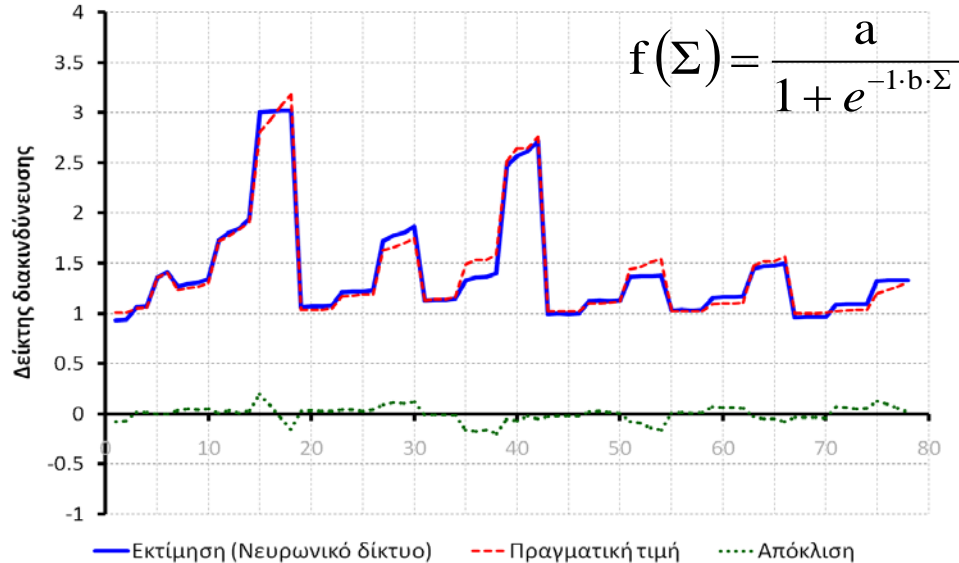
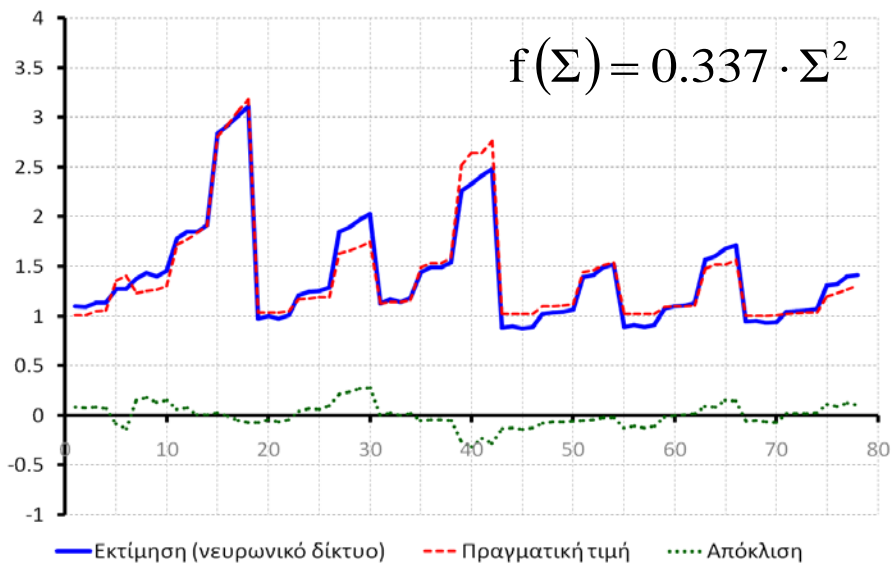
Συνοπτικά βάρη

$w_{13}=5.657$, $w_{14}=4.250$,
 $w_{23}=5.654$, $w_{24}=4.257$,
 $w_{03}=-2.428$, $w_{04}=-6.536$,
 $w_{05}=-3.665$,
 $w_{35}=7.915$ και $w_{45}=-8.407$

Δεδομένα

#	Τύπος γέφυρας	PGA	Αριθμός ανοιγμάτων	Λοξότητα	Διακινδύνευση	Οικονομικός δείκτης	Χρόνος αποκατάστασης
1	1	0,15	1	0	1,01	0	0,1
2	1	0,15	1	30	1,01	0,001	0,1
3	1	0,25	1	0	1,05	0,004	0,8
...
78	7	0,45	4	30	1,31	0,033	9,5

Αποτελέσματα εφαρμογής ΤΝΔ



- Αναπτύχθηκε μεθοδολογία και υπολογιστικό σύστημα για τη διαχείριση της συντήρησης των γεφυρών υπό σεισμικό κίνδυνο.
- Το σύστημα στοχεύει στη στήριξη αποφάσεων για το βέλτιστο πρόγραμμα συντήρησης σε ένα χρονικό ορίζοντα.
- Το σύστημα περιλαμβάνει μοντέλα εξέλιξης της κατάστασης των γεφυρών στο χρόνο και μοντέλα βελτιστοποίησης.
- Δημιουργήθηκαν προσομοιώματα γεφυρών και αναπτύχθηκαν μοντέλα δομικής τρωτότητας και σεισμικής διακινδύνευσης αυτών.
- Υλοποιήθηκαν και αξιολογήθηκαν αλγόριθμοι βελτιστοποίησης από την κατηγορία των μετα-ευρετικών αλγορίθμων.
- Η εφαρμογή του συστήματος σε πιλοτικές εφαρμογές με πραγματικές γέφυρες οδηγεί σε λογικά και ρεαλιστικά αποτελέσματα σε συμφωνία με τα κατασκευαστικά και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των γεφυρών και τους στόχους της βελτιστοποίησης.
- Έγιναν πρόσθετες αναλύσεις για να διερευνηθεί η εφαρμοσιμότητα του συστήματος στην πράξη (αναλύσεις ευαισθησίας παραμέτρων, προσαρμογή σε αβεβαιότητες δεδομένων και ασάφειες στον καθορισμό των παραμέτρων).

Τέλος παρουσίασης

Εργαστήριο
Συγκοινωνιακών
Έργων

