

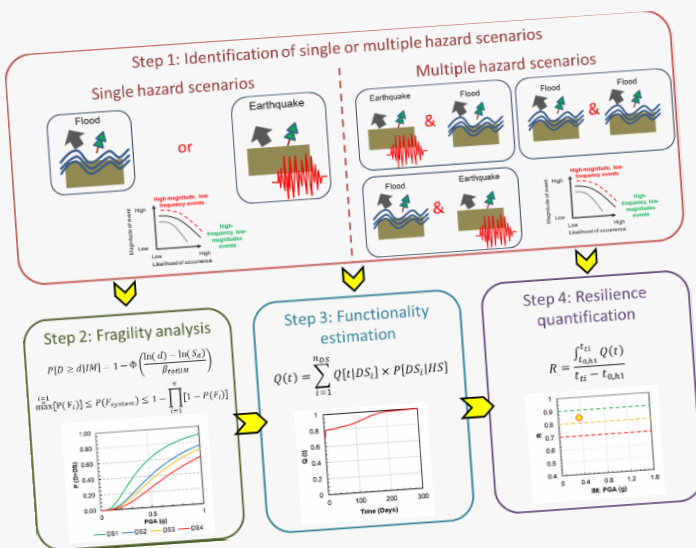


Η Μ Ε Ρ Ι Δ Α

ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ INFRARES

Σύνοψη ερευνητικού έργου



Υλοποιείται στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου:

INFRARES: Towards resilient transportation infrastructure in a multi-hazard environment

που υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «2^η προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση Μεταδιδακτορικών Ερευνητών/τριών»

(Αριθμός Έργου: 927)



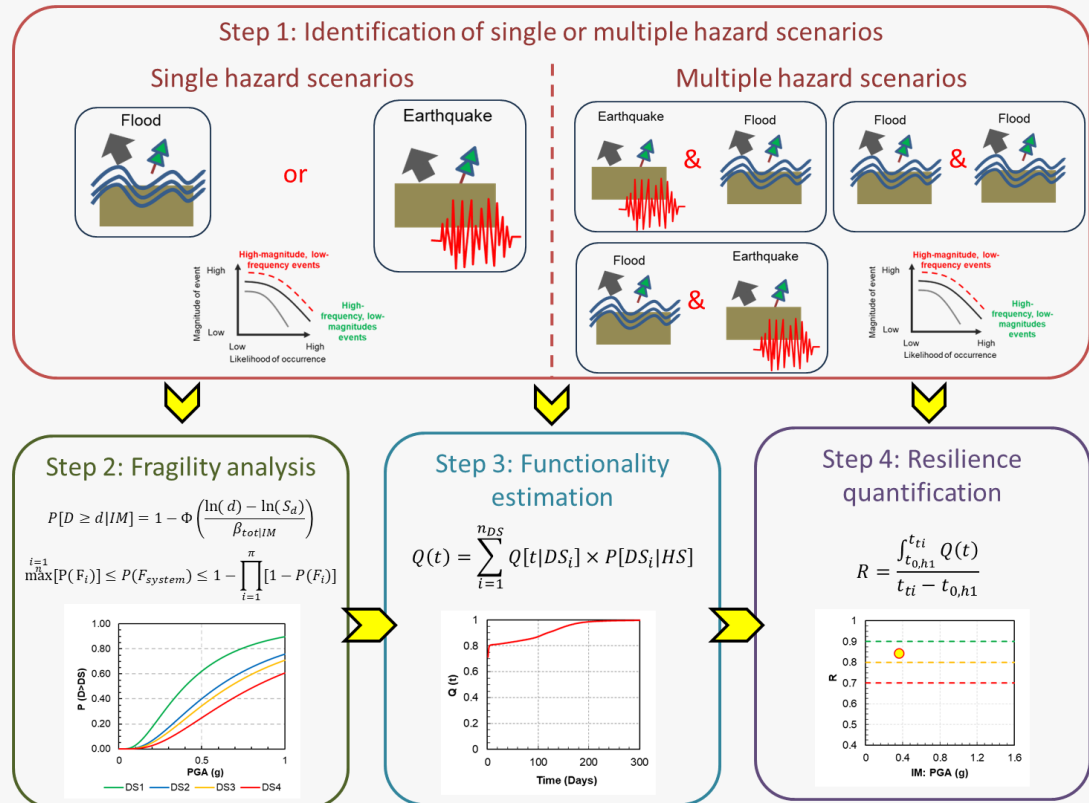
ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Πρόσφατα γεγονότα στην Ελλάδα, π.χ. οι πλημμύρες του 2023 στη Θεσσαλία, ανέδειξαν την ανάγκη για την εκτίμηση της ανθεκτικότητας των οδικών δικτύων έναντι φυσικών κινδύνων.

Το ερευνητικό έργο INFRARES προτείνει μια μεθοδολογία αποτίμησης της ανθεκτικότητας οδικών γεφυρών και σηράγγων που υπόκεινται σε πολλαπλούς φυσικούς κινδύνους.

Βήματα της προτεινόμενης μεθοδολογίας:

- Βήμα 1: Εκτίμηση της επικινδυνότητας σε πολλαπλούς φυσικούς κινδύνους (σεισμοί, πλημμύρες)
- Βήμα 2: Εκτίμηση τρωτότητας γεφυρών ή σηράγγων έναντι φυσικών κινδύνων
- Βήμα 3: Εκτίμηση απώλειας λειτουργικότητας γεφυρών ή σηράγγων λόγω φυσικών κινδύνων
- Βήμα 4: Εκτίμηση ανθεκτικότητας (δείκτης ανθεκτικότητας) έναντι φυσικών κινδύνων

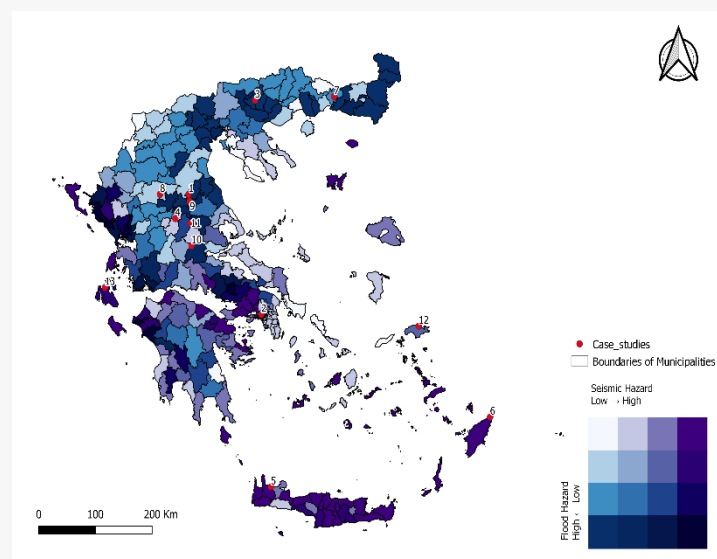


Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας για αποτίμησης της ανθεκτικότητας οδικών γεφυρών και σηράγγων που υπόκεινται σε πολλαπλούς φυσικούς κινδύνους.

Βήμα 1: Εκτίμηση της επικινδυνότητας σε πολλαπλούς φυσικούς κινδύνους

Αναπτύχθηκε μεθοδολογία για την εκτίμηση της επικινδυνότητας σεναρίων μεμονωμένων φυσικών κινδύνων (σεισμός, πλημμύρες) ή πολλαπλών κινδύνων που οδηγεί σε ανάπτυξη σχετικών χαρτών για όλους του δήμους της Ελλάδας.

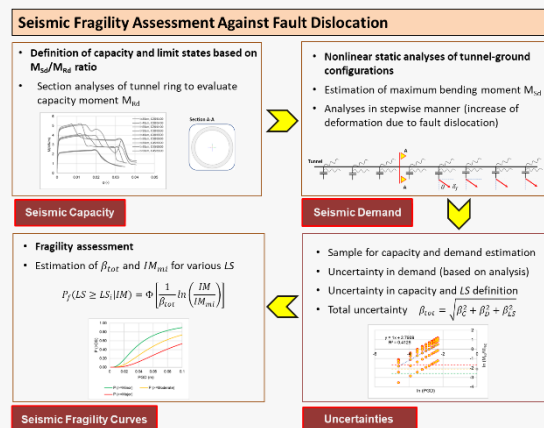
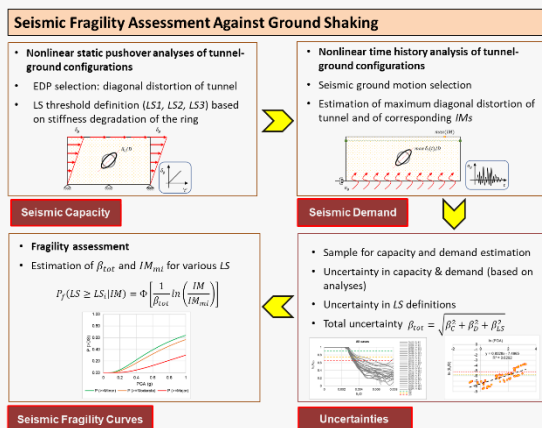
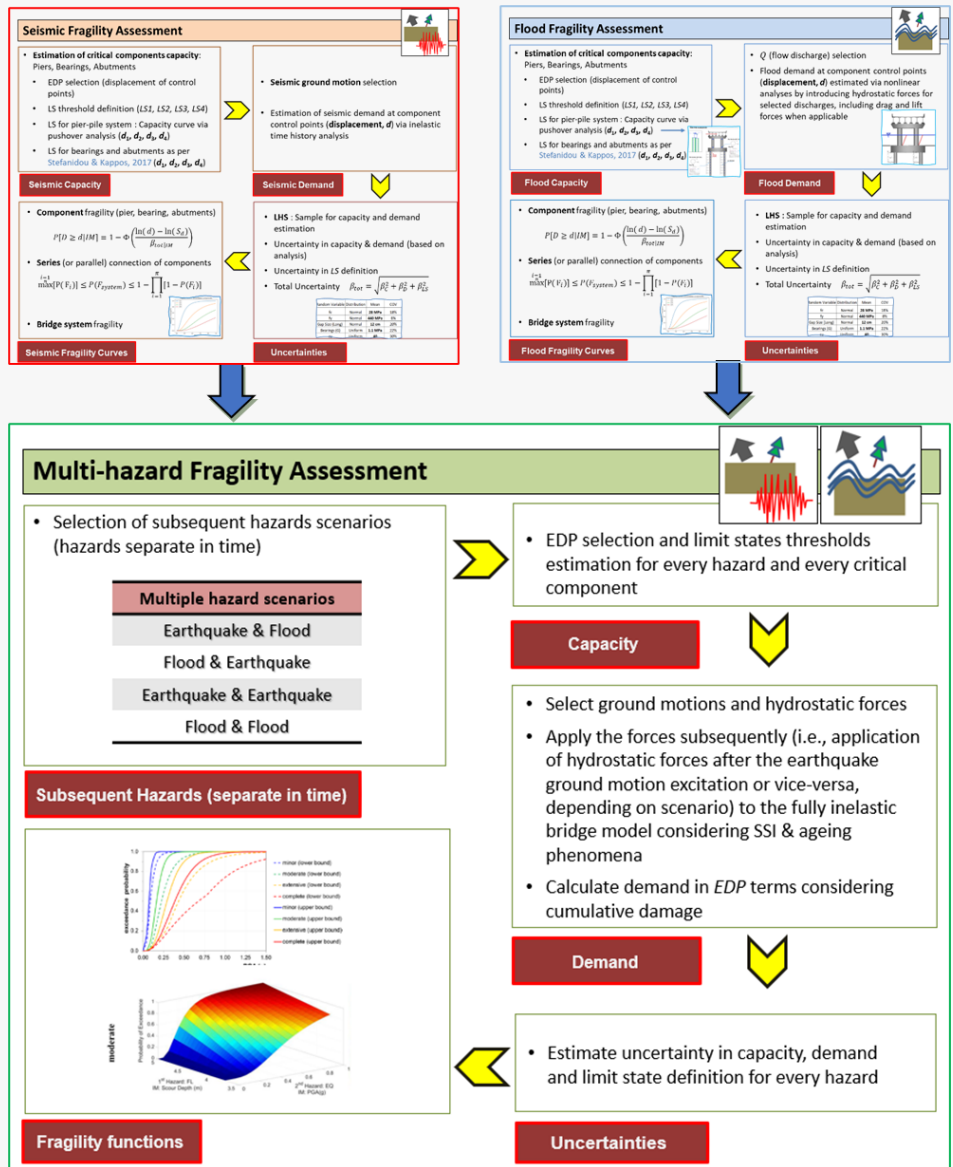
Εικόνα 2: Χάρτης δύο μεταβλητών που απεικονίζει τον συνδυασμό σεισμικού και πλημμυρικού κινδύνου για την Ελλάδα (περίοδοι επαναφοράς: $T_{ms} = 475$ έτη και $T_{mf} = 100$ έτη για τον σεισμικό και τον κίνδυνο πλημμύρας, αντίστοιχα)



Βήμα 2: Εκτίμηση τρωτότητας γεφυρών ή σιράγγων έναντι φυσικών κινδύνων

Αναπτύχθηκαν αριθμητικές μεθοδολογίες για την εκτίμηση της τρωτότητας γεφυρών και σιράγγων έναντι μεμονωμένων και πολλαπλών φυσικών κινδύνων. Οι μεθοδολογίες εφαρμόστηκαν σε χαρακτηριστικές περιπτώσεις γεφυρών και σιράγγων και προέκυψαν αναλυτικές καμπύλες τρωτότητας που μεταξύ άλλων λαμβάνουν υπόψη φαινόμενα αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής, φαινόμενα γήρανσης των κατασκευών καθώς και τη σωρευτική βλαπτική δράση πολλαπλών φυσικών κινδύνων στην τρωτότητα των εξεταζόμενων κατασκευών έναντι των επιλεγμένων σεναρίων φυσικών κινδύνων.

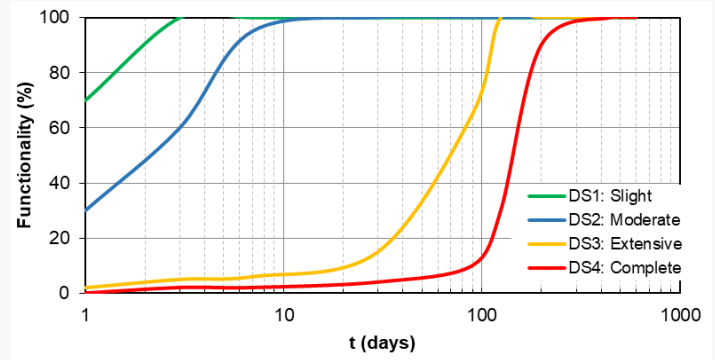
Εικόνα 3: Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας για αποτίμησης της τρωτότητας γεφυρών έναντι συνδυασμένης δράσης σεισμικού και πλημμυρικού κινδύνου



Εικόνα 4: Διαγράμματα ροής μεθοδολογίας για αποτίμησης της τρωτότητας σιράγγων έναντι σεισμικού κινδύνου (σεισμική ταλάντωση και ενεργοποίηση ρήγματος)

Βήμα 3: Εκτίμηση απώλειας λειτουργικότητας γεφυρών ή σηράγγων λόγω φυσικών κινδύνων

Για την εκτίμηση της επαναφοράς της λειτουργικότητας της εξεταζόμενης γέφυρας ή σήραγγας μετά ένα συμβάν (μεμονωμένος σεισμός, μεμονωμένη πλημμύρα ή πολλαπλή δράση κινδύνων σε σειρά) έγινε χρήση καμπυλών επαναφοράς λειτουργικότητας της βιβλιογραφίας



Εικόνα 5: Ενδεικτικές καμπύλες επαναφοράς λειτουργικότητας γεφυρών με βάση το επίπεδο βλάβης που υπέστησαν από πλημμυρικό συμβάν

Βήμα 4: Εκτίμηση ανθεκτικότητας (δείκτης ανθεκτικότητας) έναντι φυσικών κινδύνων

Προτάθηκε ένας δείκτης ανθεκτικότητας R (resilience index) για την ποσοτικοποίηση της ανθεκτικότητας της εξεταζόμενης κατασκευής:

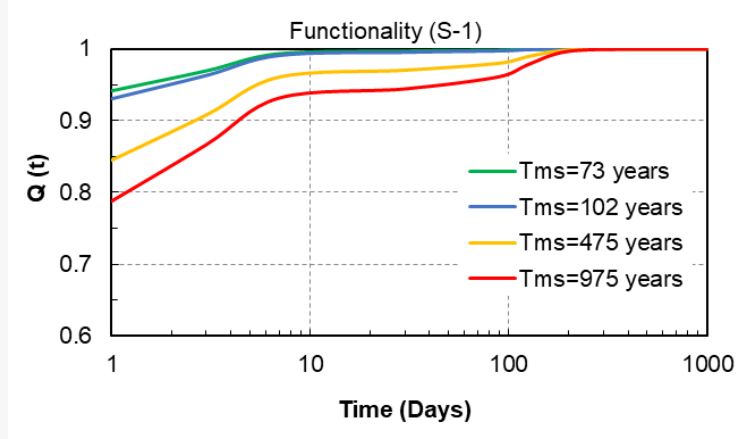
$$R = \frac{\int_{t_0}^{t_h} Q(t)}{t_h - t_0}$$

όπου: $Q(t)$ η λειτουργικότητα της κατασκευής τη χρονική στιγμή t , t_t τυχαίος χρόνος μετά το συμβάν, t_0 χρόνος που έγινε το συμβάν

Επιπρόσθετα, προτάθηκαν βαθμοί ανθεκτικότητας (*resilience grade*) βάσει του εκτιμώμενου δείκτη ανθεκτικότητας R

Πίνακας 1: Βαθμοί ανθεκτικότητας

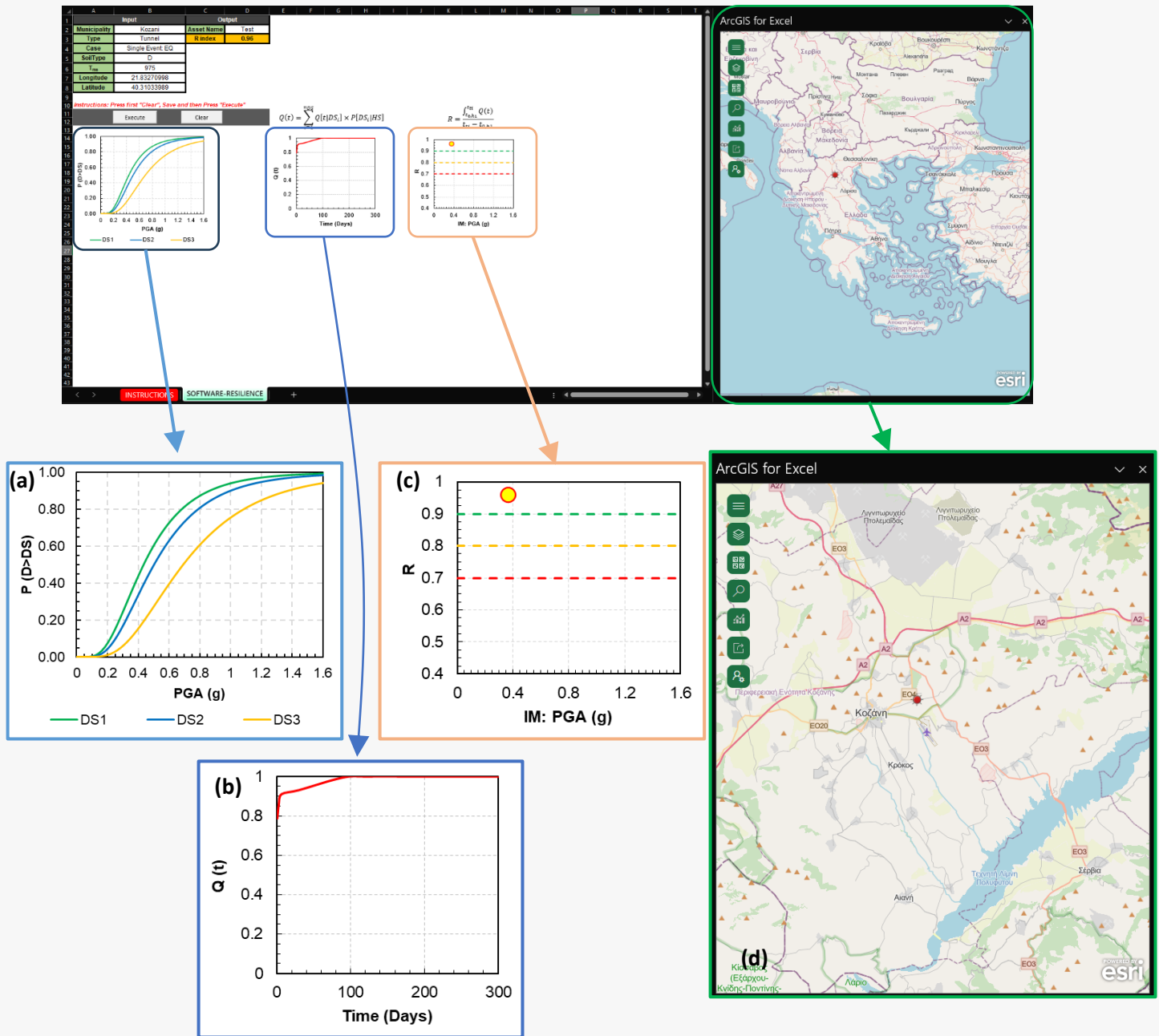
Βαθμός ανθεκτικότητας	Εύρος δείκτη R	Χρώμα
Υψηλή στάθμη ανθεκτικότητας	$0.9 \leq R < 1.0$	Πράσινο
Σχετικά υψηλή στάθμη ανθεκτικότητας	$0.8 \leq R < 0.9$	Κίτρινο
Μέση στάθμη ανθεκτικότητας	$0.7 \leq R < 0.8$	Πορτοκαλί
Χαμηλή στάθμη ανθεκτικότητας	$R < 0.7$	Κόκκινο



Εικόνα 6: Παράδειγμα ανάλυσης απώλειας λειτουργικότητας γέφυρας μετά από σεισμικά συμβάντα διαφορετικής έντασης (διάφορες περιόδοι επαναφοράς)

INFRARES Software: αναπτύχθηκε λογισμικό ανοικτού κώδικα σε Excel, το οποίο επιτρέπει την εύκολη εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για την αποτίμηση της ανθεκτικότητας οδικών γεφυρών και σηράγγων που υπόκεινται σε μεμονωμένους ή πολλαπλούς φυσικούς κινδύνους.

Το λογισμικό είναι διαθέσιμο στην ιστοσελίδα του ερευνητικού έργου INFRARES.



Εικόνα 7: Λογισμικό INFRARES Software για την αποτίμηση της ανθεκτικότητας οδικών γεφυρών και σηράγγων που υπόκεινται σε πολλαπλούς φυσικούς κινδύνους.

Ιστοσελίδα ερευνητικού έργου INFRARES: www.infrares.gr

Το ερευνητικό έργο **INFRARES: Towards resilient transportation infrastructure in a multi-hazard environment** υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «2^η προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση Μεταδιδακτορικών Ερευνητών/τριών» (Αριθμός Έργου: 927)



ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας