

Αξιόπιστες μέθοδοι πιθανοτικής βαθμονόμησης προσεισμικού ελέγχου στην Ελλάδα και διεθνώς



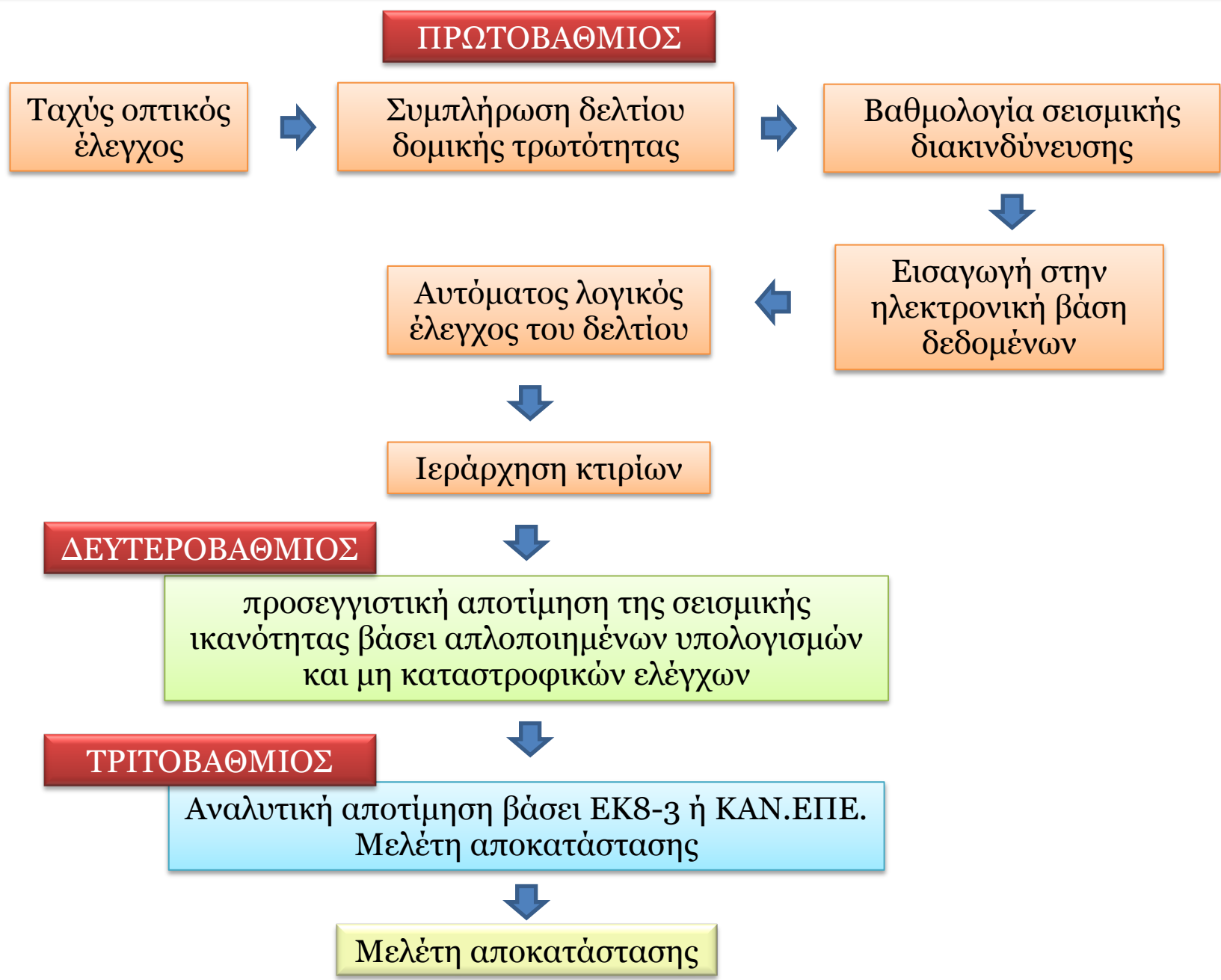
Αναστάσιος Σέξτος

Καθηγητής Αντισεισμικής
Μηχανικής

Πρόεδρος Ε.Τ.Α.Μ.



Πλαίσιο προσεισμικού ελέγχου



Πλαίσιο προσεισμικού ελέγχου

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ & ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ (5^η Έκδοση, 2020)

ΕΝΟΤΗΤΑ Α: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

- ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: _____
- ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: _____
- ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: _____ Τ.Κ.: _____
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ φ: _____ λ: _____
- ΟΝΟΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ: _____ Τηλ: _____
- ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ: _____
- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΡΗΣΤΗ: _____
- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ: _____
- ΑΡΜΟΔΙΟΣ ΦΟΡΕΑΣ: _____
- ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΠΟΥ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ: _____
- ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΣΩΠΩΝ ΜΕΧΡΙ 10 10 – 100 > 100
ΠΟΥ ΣΥΝΑΘΡΟΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ:

ΕΝΟΤΗΤΑ Β: ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

- ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΟΦΩΝ: _____ ΥΠΟΓΕΙΩΝ: _____
- ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΤΟΨΗΣ: _____
- ΟΛΙΚΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: _____
- ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: _____
- ΕΤΟΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ: _____
- ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ Η ΜΕΛΕΤΗ: ΝΑΙ ΟΧΙ
- ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ Η ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ: ΝΑΙ ΟΧΙ
- ΕΧΕΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΕΙ ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΟ: ΝΑΙ ΟΧΙ
- ΕΧΕΙ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΕΙ / ΕΝΙΣΧΥΘΕΙ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ: ΝΑΙ ΟΧΙ
- ΑΝ ΝΑΙ ΓΙΑ ΠΟΙΑ ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΠΟΤΕ: _____
- ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΤΑ Ε.Α.Κ.-2000 Σ1 Σ2 Σ3 Σ4
- ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ: _____

23. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. ΟΝΟΜΑ: _____ | 2. ΟΝΟΜΑ: _____ |
| ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: _____ | ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: _____ |
| ΤΗΛ: _____ | ΤΗΛ: _____ |

24. ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ: _____

ΕΝΟΤΗΤΑ Γ : ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

25. Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας κατά Ε.Α.Κ.-2000 (σύμφωνα με τροπ. 2003)

I II III

26. Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας κατά το χρόνο μελέτης του Κτιρίου

Πριν το 1995 I II III
Μεταξύ 1995 και 2003 I II III IV
Μετά το 2004 I II III

27. Κατηγορία Εδάφους κατά Ε.Α.Κ. - 2000

A B Γ Δ X
Άγνωστη κατηγορία εδάφους

ΕΝΟΤΗΤΑ Δ : ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

28. Δομικός τύπος του κτιρίου

(Σύμφωνα με το συνημμένο πίνακα 1)

ΟΣα ΟΣβ ΟΣγ
ΠΟΣ1 ΠΟΣ2
ΑΤ ΔΤ ΟΤ ΕΤ
ΧΑ1α ΧΑ1β ΧΑ2α ΧΑ2β

ΕΝΟΤΗΤΑ Ε : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

(Σημειώστε με Χ τις θετικές απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα)

- Χωρίς αντισεισμικό κανονισμό
- Έχει αυξηθεί η σπουδαιότητα λόγω αλλαγής της χρήσης
- Προηγούμενες σεισμικές επιβαρύνσεις
- Κακή κατάσταση λόγω ελλιπούς συντήρησης/κακοτεχνιών/καθιζήσεων
- Κίνδυνος κρούσης με γειτονικά κτίρια
- Μαλακός όροφος
- Μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη
- Μεγάλο ύψος
- Μη κανονικότητα καθ' ύψος
- Οριζόντια μη κανονικότητα
- Ενδεχόμενο στρέψης
- Κοντά υποστυλώματα

Σημείωση: Για τυχόν πρόσθετες πληροφορίες παρακαλούμε απευθύνεστε στον ΟΑΣΠ / Τμήμα Αντισεισμικής Τεχνολογίας (e-mail: "info@oasp.gr").

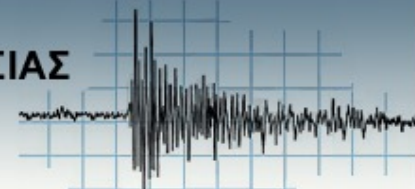
Όλες οι οδηγίες, οι πίνακες και τα Δελτία Ελέγχου που περιλαμβάνονται ή αναφέρονται στο τεύχος αυτό, βρίσκονται επίσης στην ιστοσελίδα του ΟΑΣΠ στη διεύθυνση "<http://www.oasp.gr>". Στη σελίδα αυτή θα δημοσιεύονται πληροφορίες ή διακρινίσεις που αφορούν τον Προσεισμικό Έλεγχο.



Βάση Δεδομένων Προσεισμικού Ελέγχου ΟΑΣΠ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ



ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

A: Ταυτότητα Κτιρίου B: Τεχνικά στοιχεία κτιρίου Γ: Σεισμολογικά -Γεωτεχνικά στοιχεία Δ: Δομικός τύπος κτιρίου Ε: Στοιχεία τρωτότητας

1. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ:

2. ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ:

3. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ:

Ταχ. Κώδικας: Τηλέφωνο:

4. ΟΝΟΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ:

5. ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ:

5α. ΕΙΔΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ: 5β. ΕΙΔΙΚΗ ΧΡΗΣΗ:

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΡΗΣΤΗ:

7. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ:

8. ΑΡΜΟΔΙΟΣ ΦΟΡΕΑΣ:

9. ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΠΟΥ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ:

10. ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΣΩΠΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΑΘΡΟΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ:

* Α/Α πεδίων με αστερίσκο (π.χ. 1,12,23)

Χρήστης: Admin

Τετάρτη, 9 Απριλίου

2014

20:41

Κωδικός 2777

Μητρώο
Σφαλμάτων

Παράμετροι
Βαθμολογίας

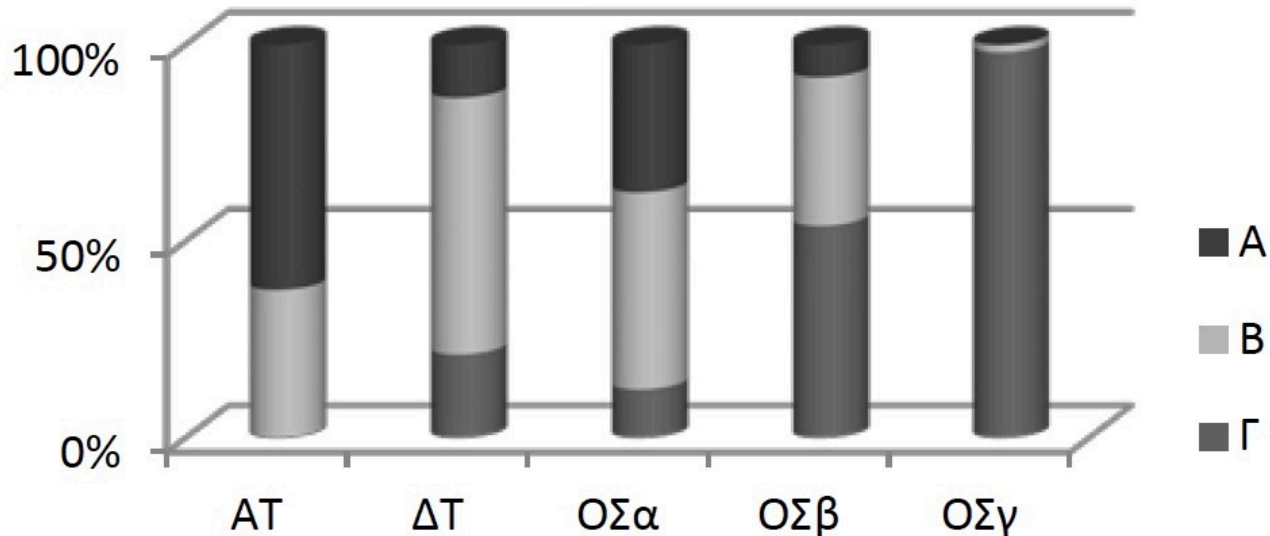
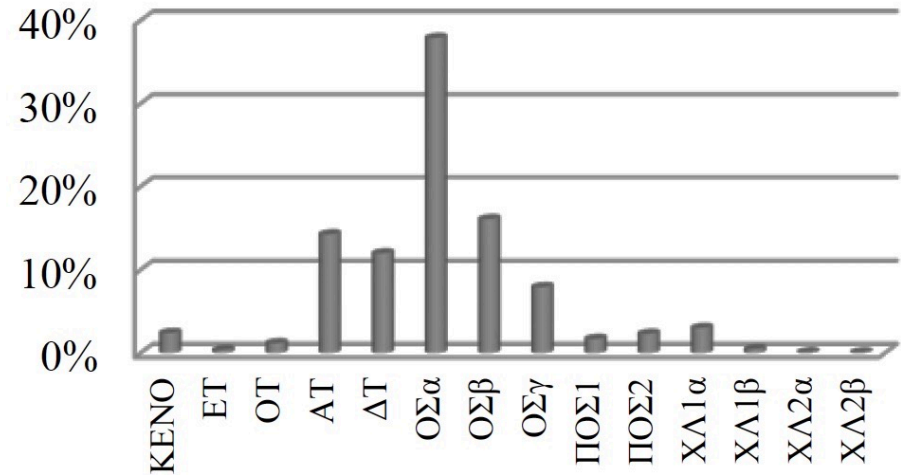
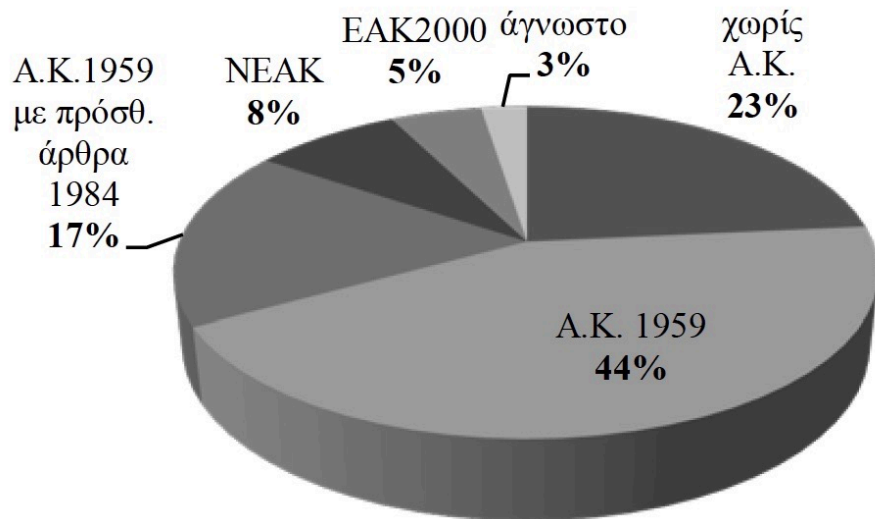
Εγχειρίδιο
χρήσης

Στατιστικά
Στοιχεία

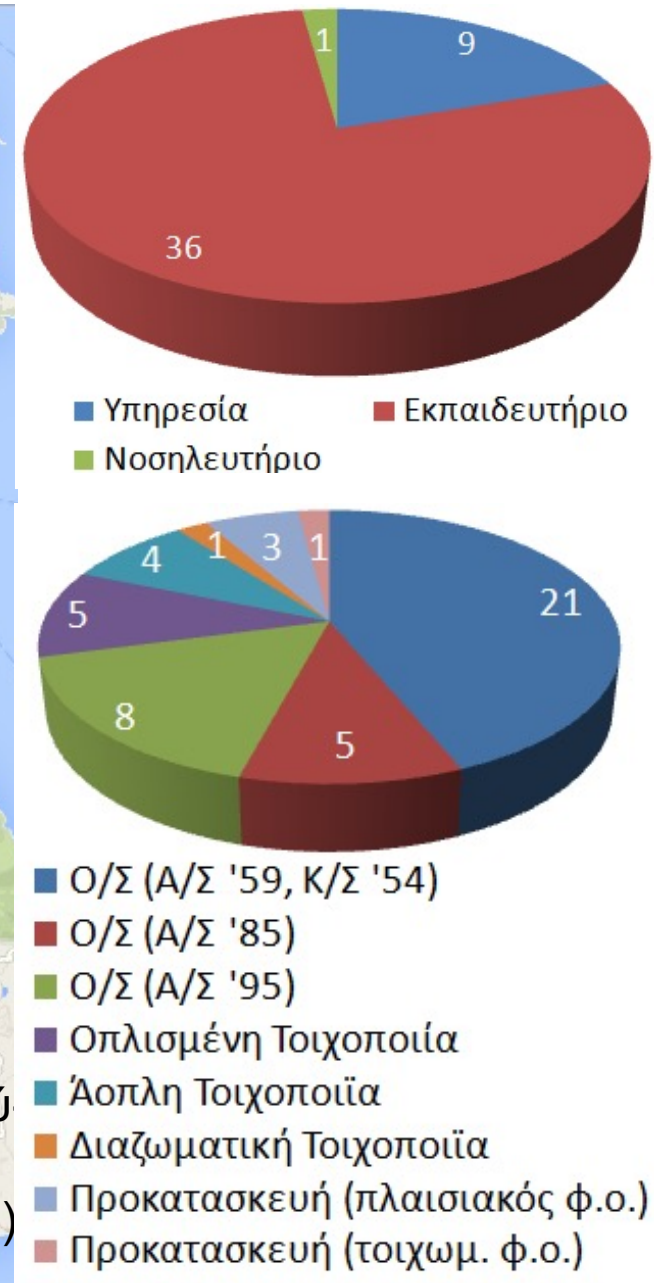
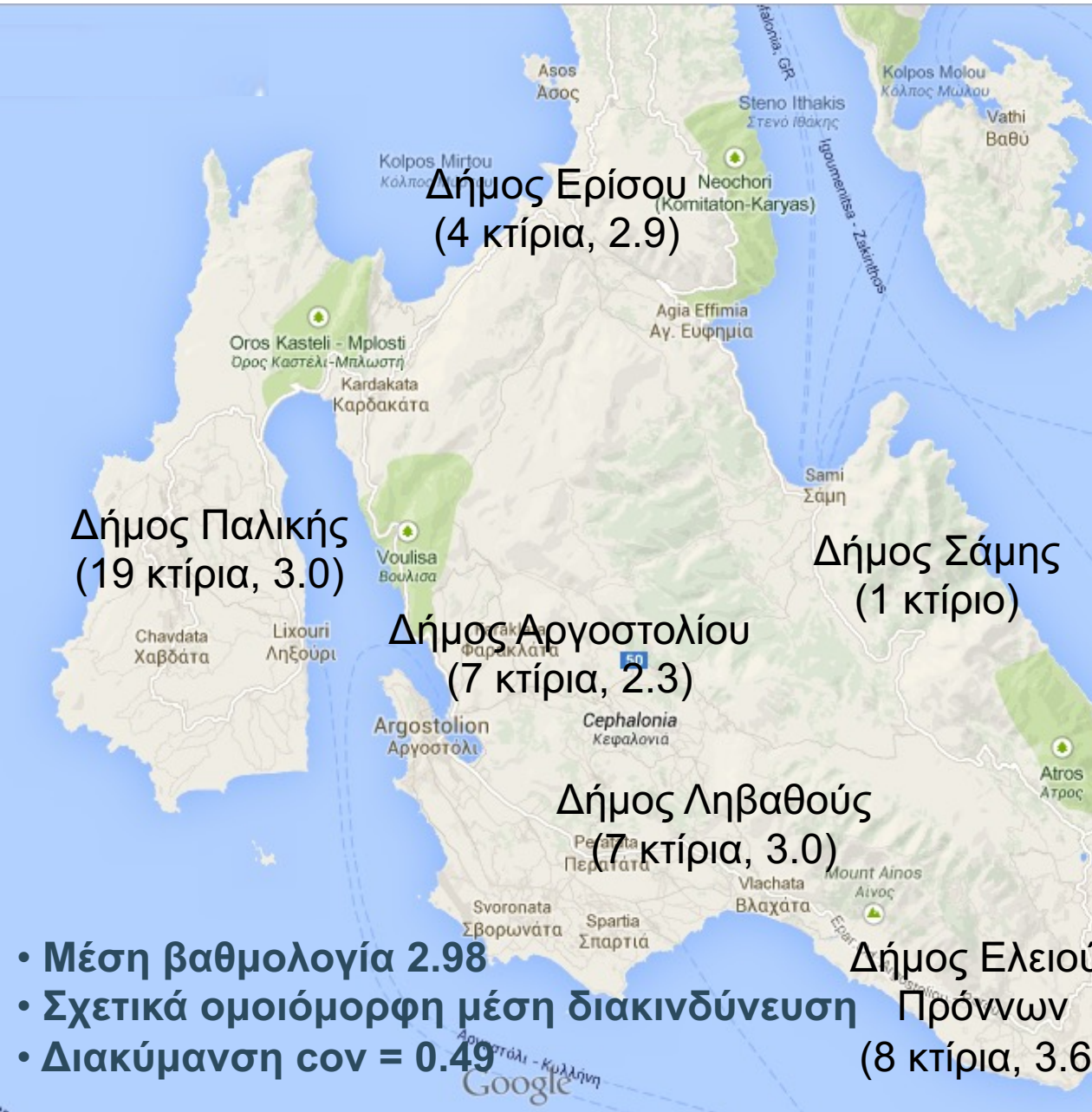


ΠΛΗΡΕΣ

Συγκεντρωτικά στοιχεία



Εμμεσα οφέλη προσεισμικού: ο μετασεισμικός έλεγχος



- Μέση βαθμολογία 2.98
- Σχετικά ομοιόμορφη μέση διακινδύνευση
- Διακύμανση $\sigma = 0.49$

Αξιοπιστία δεδομένων

- Εκπαίδευση Μηχανικών
- Συστηματικά λάθη
- Σχήμα βαθμολόγησης
(υποκειμενική κρίση vs. ακριβούς
ανάλυσης)

$$BS = -\log_{10}(\text{Probability of collapse} | MCE)$$

Επεξεργασία

- Χρόνος Επεξεργασίας
- Κόστος Επεξεργασίας
- Κόστος Προσεισμικού Ελέγχου
- Αυτόματη εισαγωγή στη βάση
Αποτύπωση σε χάρτη GIS



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook

Third Edition

FEMA P-154 / January 2015



Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation

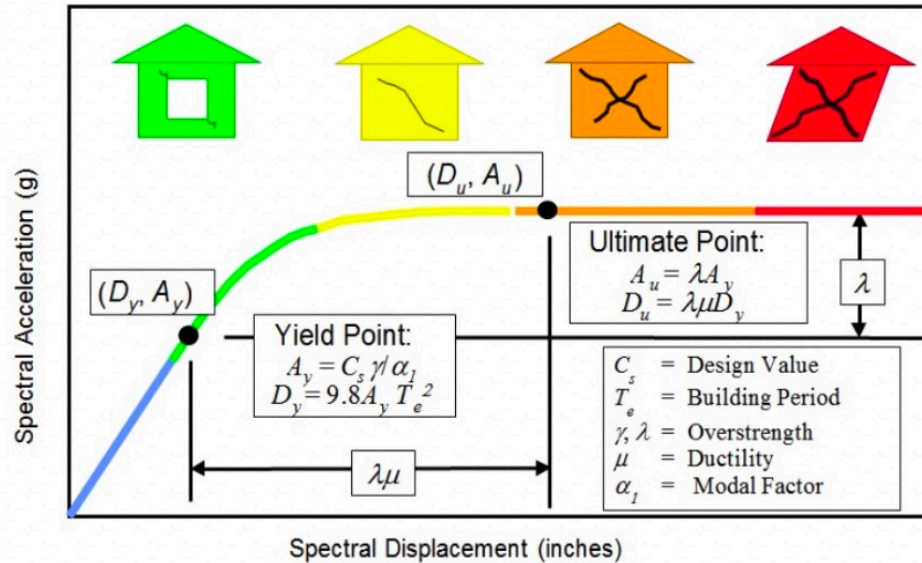
Third Edition

FEMA P-155 / January 2015



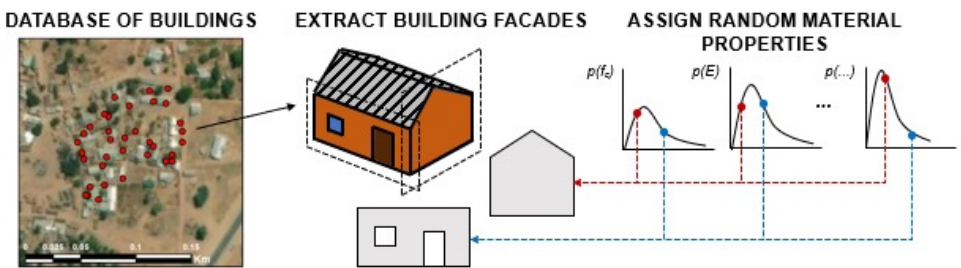
Η Δομική Βαθμολογία εξαρτάται από την **πιθανότητα* κατάρρευσης** για κάθε δομικό τύπο δοθέντος ενός μέτρου έντασης της σεισμικής κίνησης

$$BS = -\log_{10} (\text{Probability of collapse} | MCE)$$

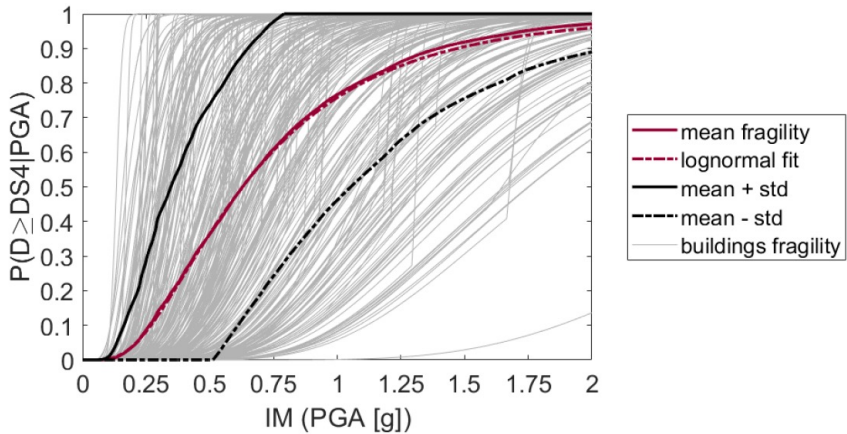


***Πιθανότητα κατάρρευσης:** συναρτάται με την αβεβαιότητα της σεισμικής κίνησης, το στατικό σύστημα, τις ιδιότητες των υλικών, τη διασπορά τους στο κτήριο, τον τρόπο προσομοίωσης κ.α.

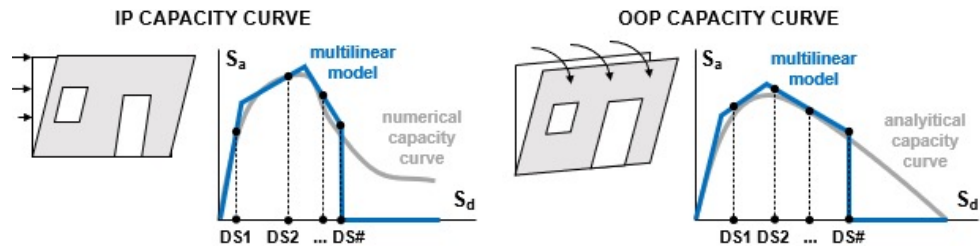
Καμπύλες τρωτότητας για κάθε δομικό τύπο



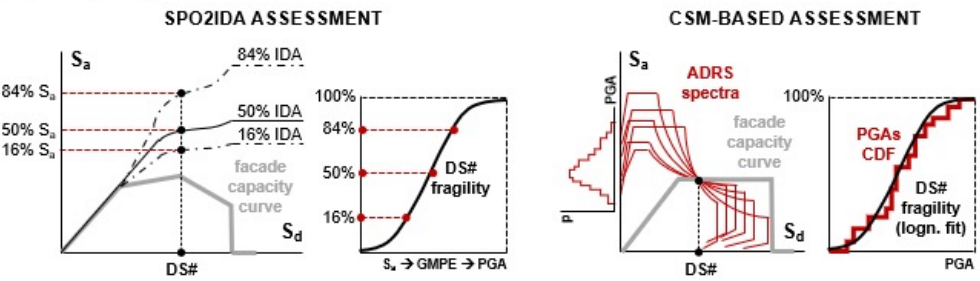
Quantify confidence intervals and uncertainties of fragility results



Assessment of multiple damage modes



Epistemic variability



- Giordano, De Luca, Sextos (2020) Out-of-plane closed-form solution for the seismic assessment of unreinforced masonry schools in Nepal. Engineering Structures, 203, 109548.
- Giordano, De Luca, Sextos (2020). Analytical fragility curves for masonry school building portfolios in Nepal. Bulletin of Earthquake Engineering, 19(2), 1121-1150.

*42 δομικοί τύποι x 22 στοιχεία τρωτότητας = 924 καμπύλες τρωτότητας

$$BS = -\log_{10}(\text{Probability of collapse} | MCE)$$

Πιλοτική Εφαρμογή App & WebApp

sky NEWS HD

LATEST KATHMANDU



BREAKING NEWS NEPAL EARTHQUAKE

- Date: April 25, 2015
- Magnitude: 7.8Mw or 8.1M_s
- Total damage: 10 billion USD (about 50% of Nepal's nominal GDP)
- Max. intensity: IX (Violent)
- Casualties: 8,970 dead, 22,302 injured, 195 missing, 3.5 million homeless
- Buildings collapsed (public and private) = 775,782
- Buildings damaged (public and private) = 302,774

Πιλοτική Εφαρμογή App & WebApp



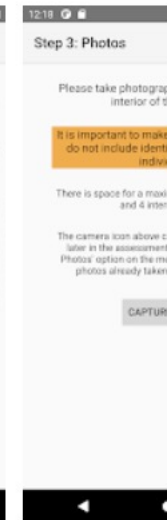
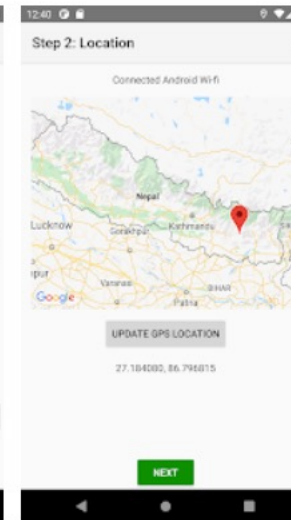
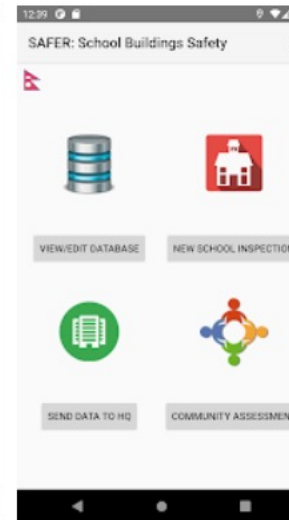
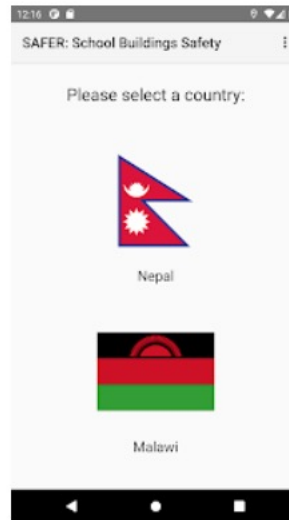
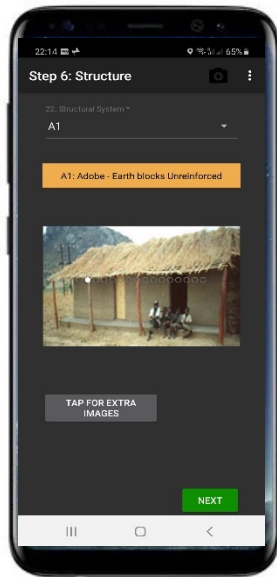
School Buildings Safety (SAFER PREPARED) (Beta)

University of Bristol Tools

PEGI 3

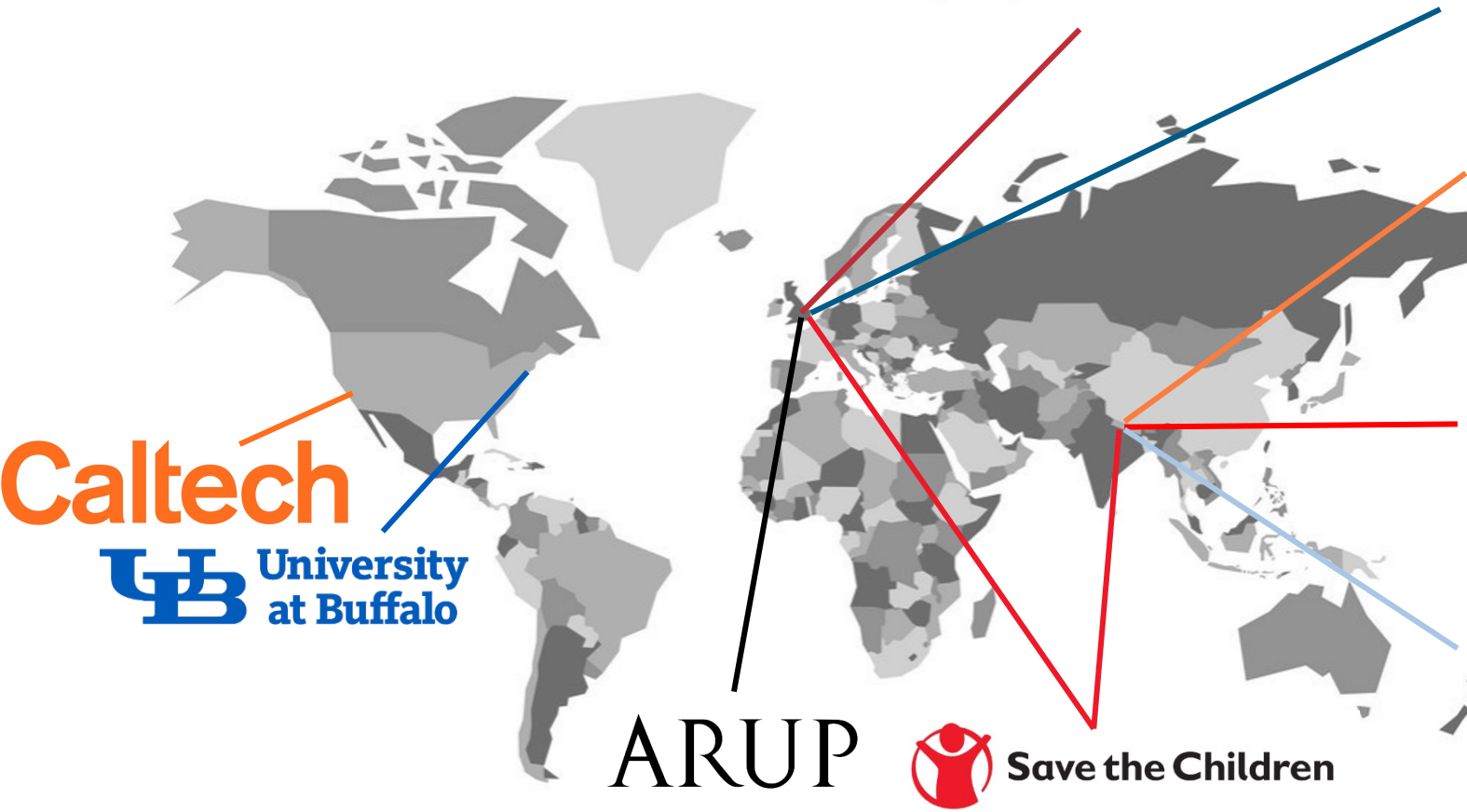
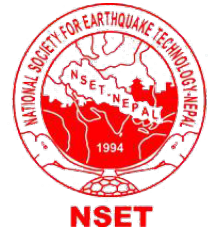
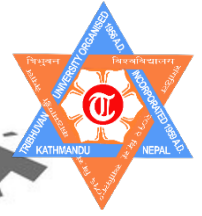
- You're a beta tester for this app. Awesome!
- This app is available for all of your devices

Installed



Πιλοτική Εφαρμογή App & WebApp

www.safernepal.net



ARUP



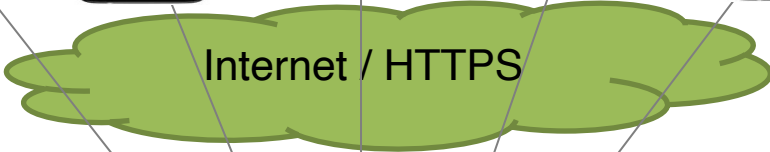
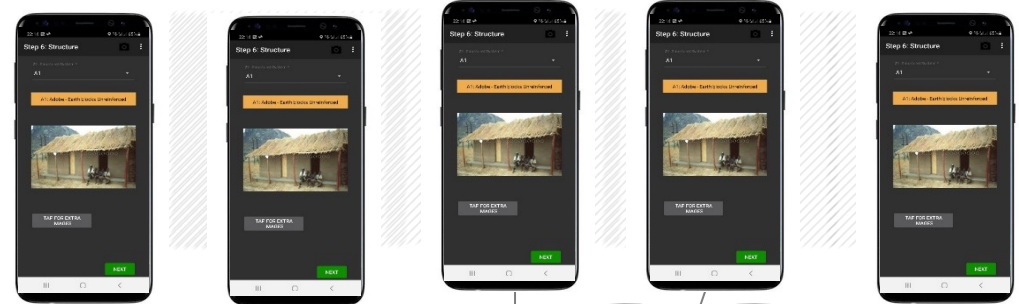
Χρηματοδότηση:



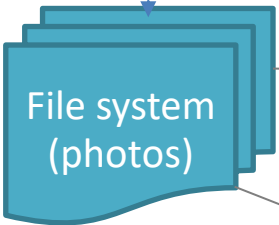
Υποστήριξη:



Πιλοτική Εφαρμογή MobileApp

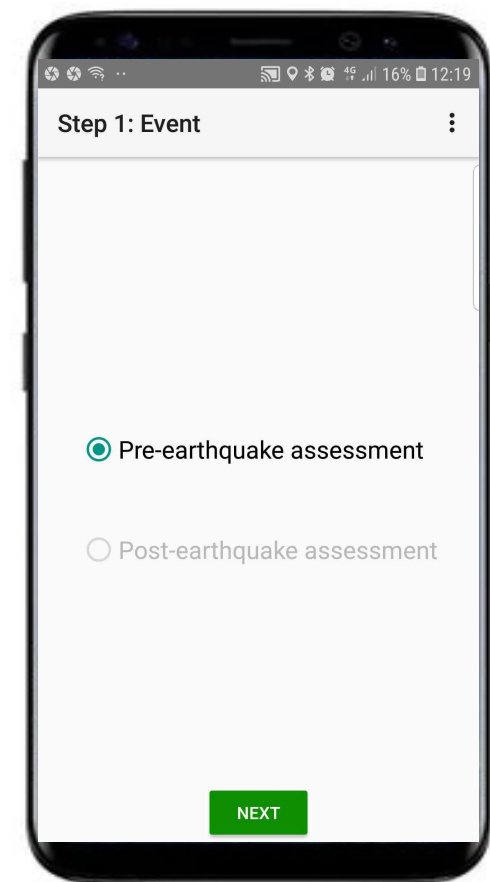
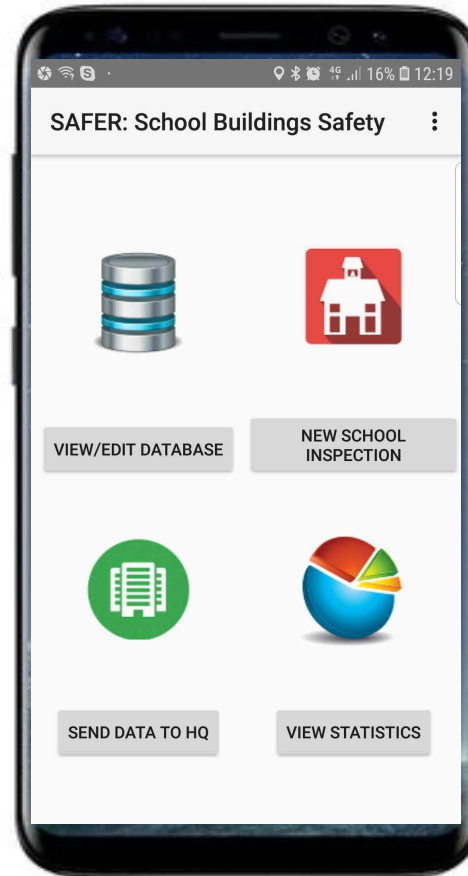
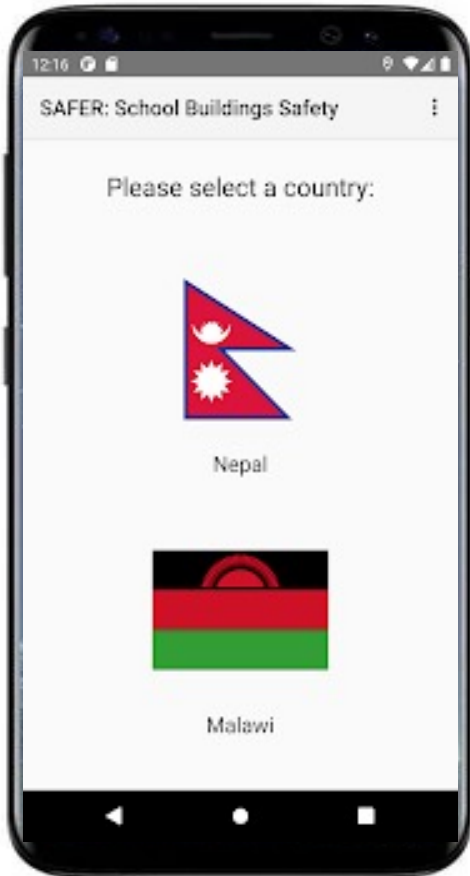


Database

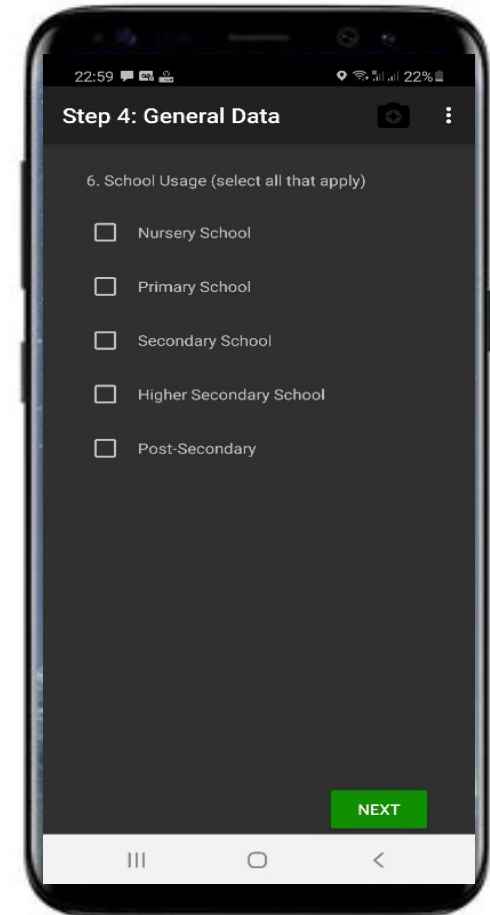
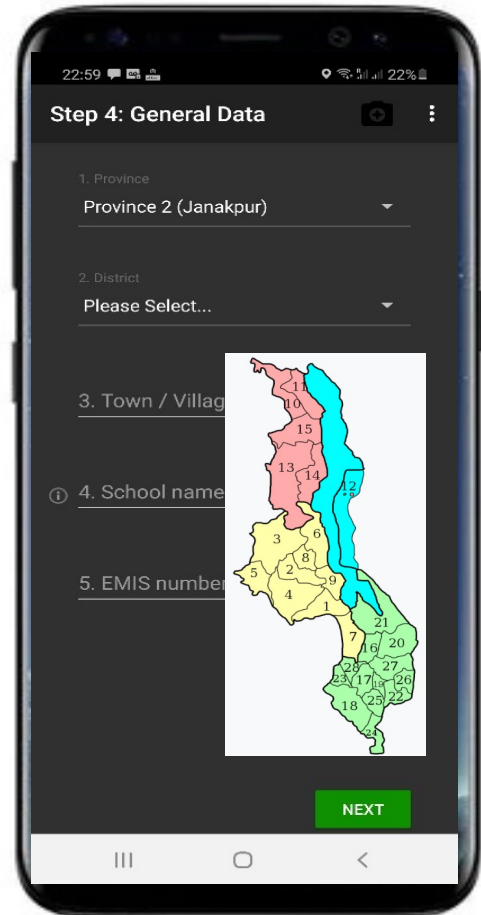
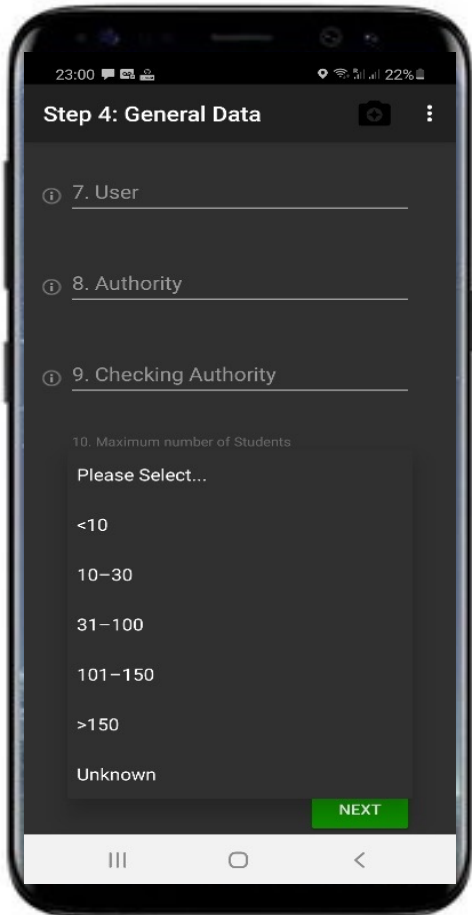


Mobile phone app

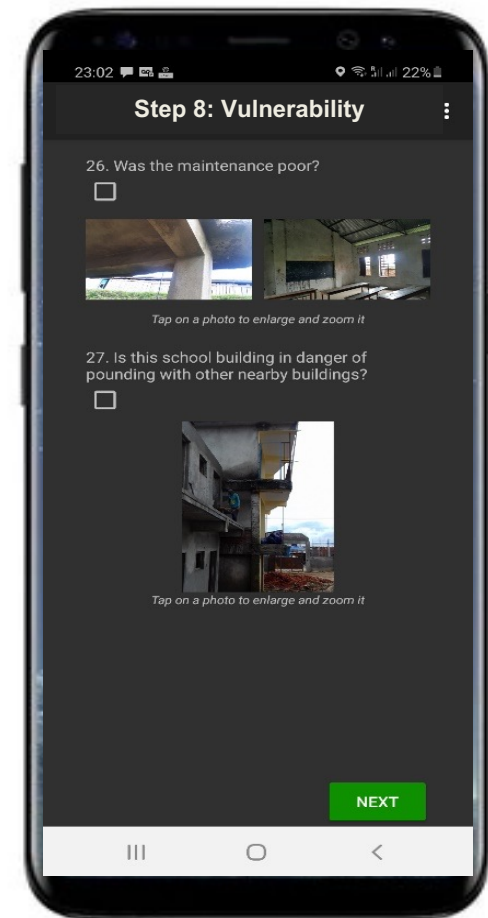
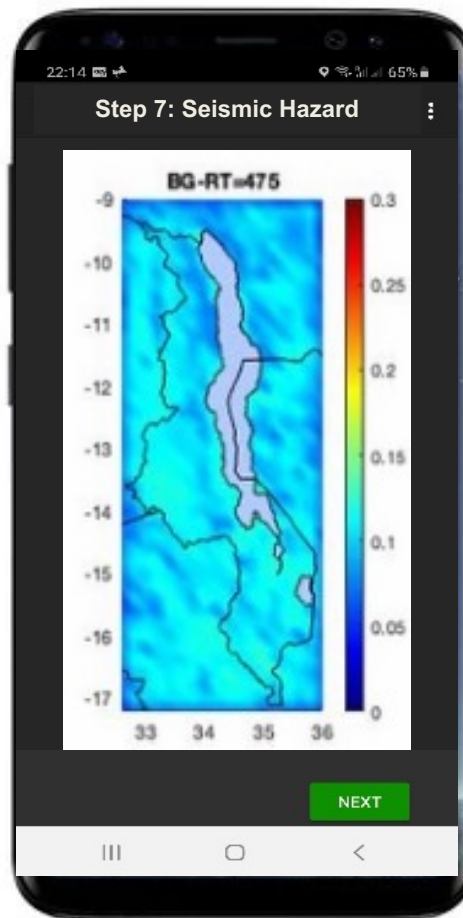
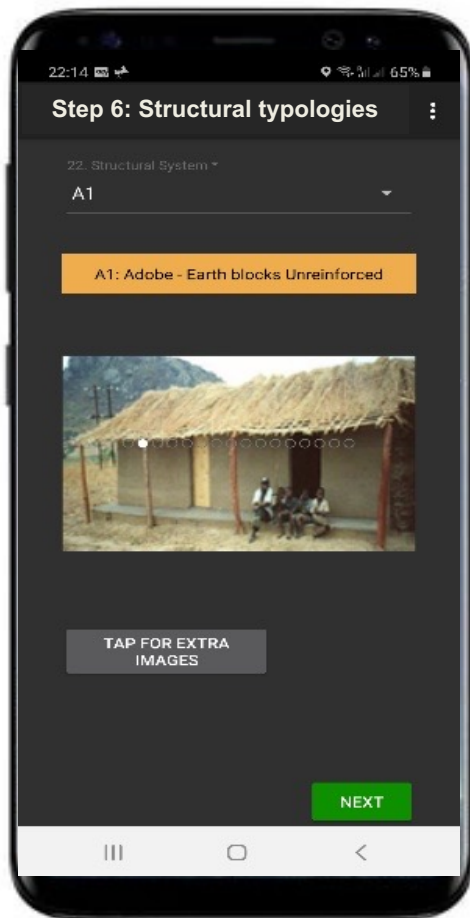
Πιλοτική Εφαρμογή MobileApp



Πιλοτική Εφαρμογή MobileApp

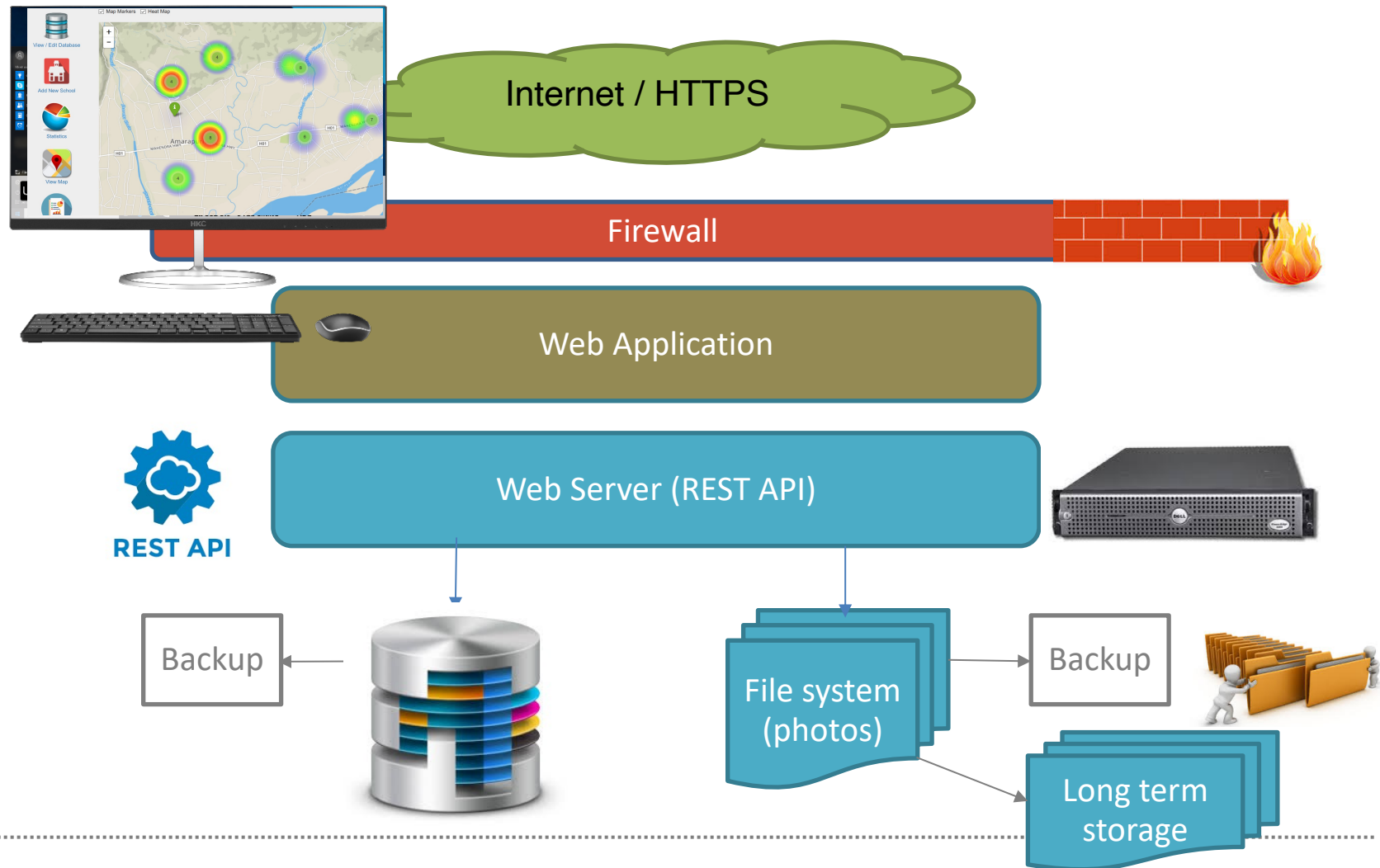


Πιλοτική Εφαρμογή MobileApp



*Η σεισμική επικινδυνότητα υπολογίζεται αυτόματα με βάση τη θέση του κτηρίου (μέσω GPS τηλεφώνου) για πιθανότητας υπέρβασης 10% σε 50 έτη (περ. επαναφοράς 475 έτη) ως συνάρτηση του αριθμού ορόφων ($S_a(T_1)$).

Πιλοτική Εφαρμογή WebApp



Πιλοτική Εφαρμογή WebApp

School Assessments

Duplicate Assessment Delete Assessment Recompute Scores

Show 10 entries Filter Records:

Latitude	Longitude	Province	District	Town	School Name	Date/Time	Seismic Zone	Soil Category	Structural System	Vulnerability Score
27.6636195	85.563935	Province 3 (Bagmati)	Kavrepalanchok			23/04/19 14:31	Z1	Type I: Rock or Stiff Soil Sites	RC2	0

Double click a cell in the table below to update its value, or add photos below.

Guid:	c5a9b206-5026-4303-bc22-fed146b3cecb		
LOCATION			
Latitude:	27.6636195	Longitude:	85.563935
SCHOOL DETAILS			
School:	null	User:	null
Town:	null	Authority:	null
District:	Kavrepalanchok	Checking Authority:	null
Province:	Province 3 (Bagmati)	Max Students:	31-100
EMIS:	null		
SCHOOL USAGE			
Nursery School:	false	Higher Secondary School:	false
Primary School:	false	Post-Secondary School:	false
Secondary School:	true		
TECHNICAL DATA			
Number of Storeys:	2	Drawings Available:	false
Floor Area (m2):	0	Drawings Used:	false
Total Area (m2):	0	Has been Retrofitted:	false

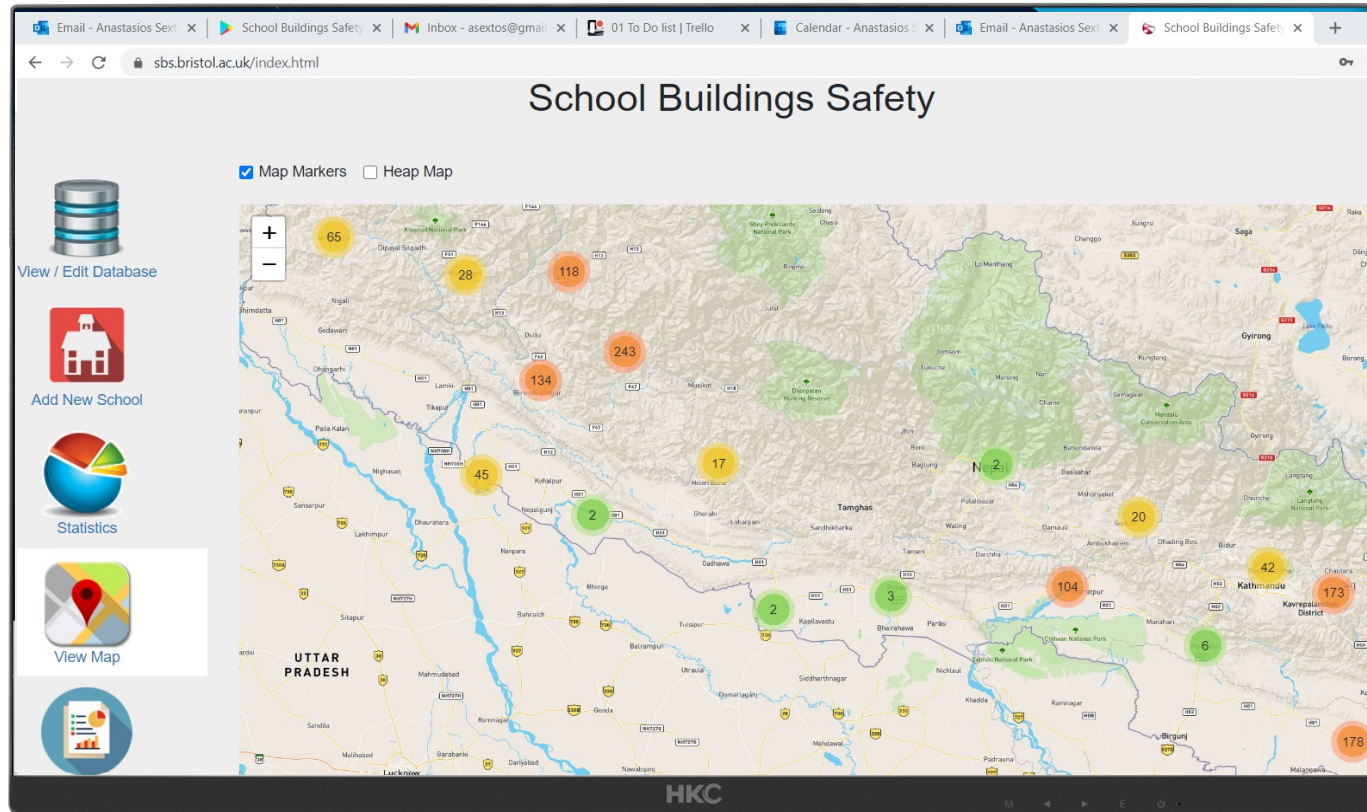
School Building Photographs

1245 σχολικά
κτήρια στο Νεπάλ
(σε εξέλιξη)

Web app



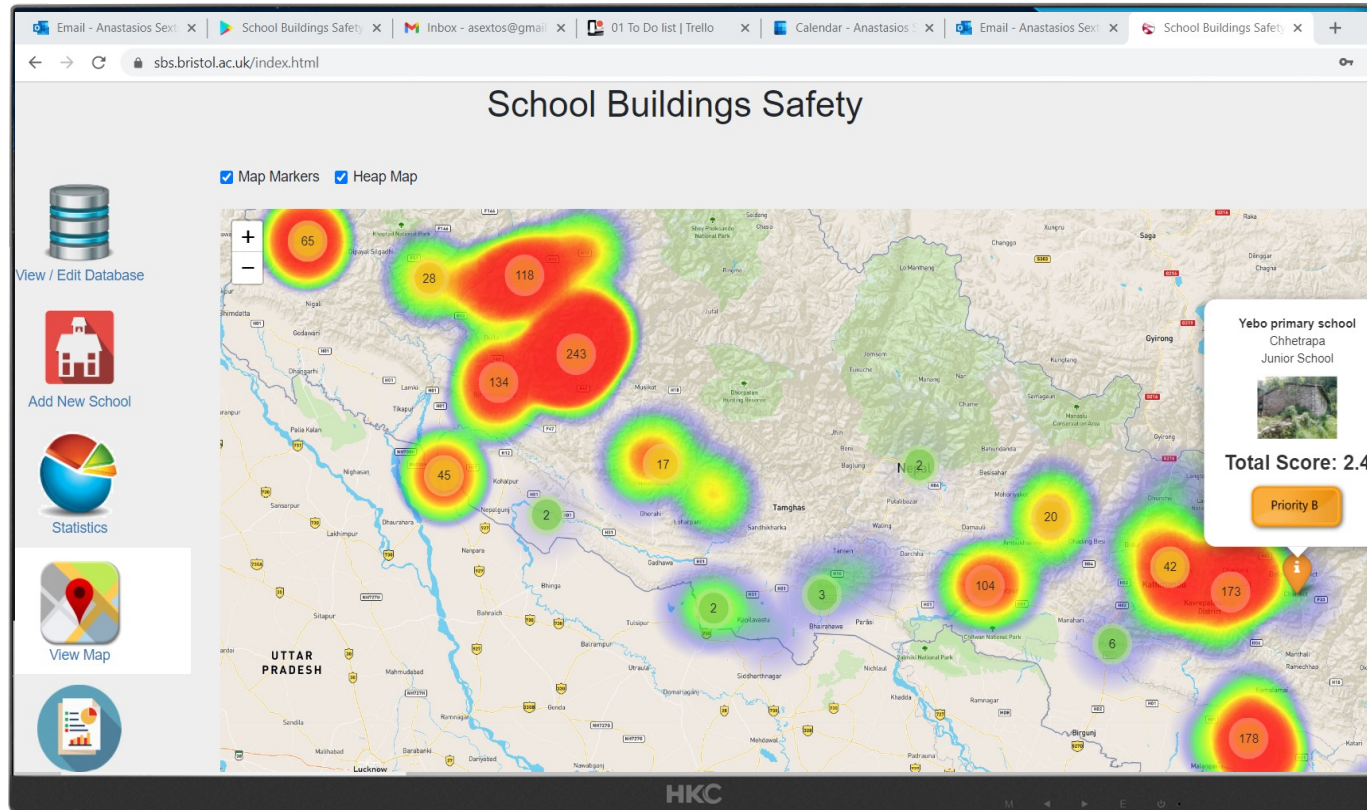
Πιλοτική Εφαρμογή WebApp



1245 σχολικά
κτίρια στο Νεπάλ
(σε εξέλιξη)



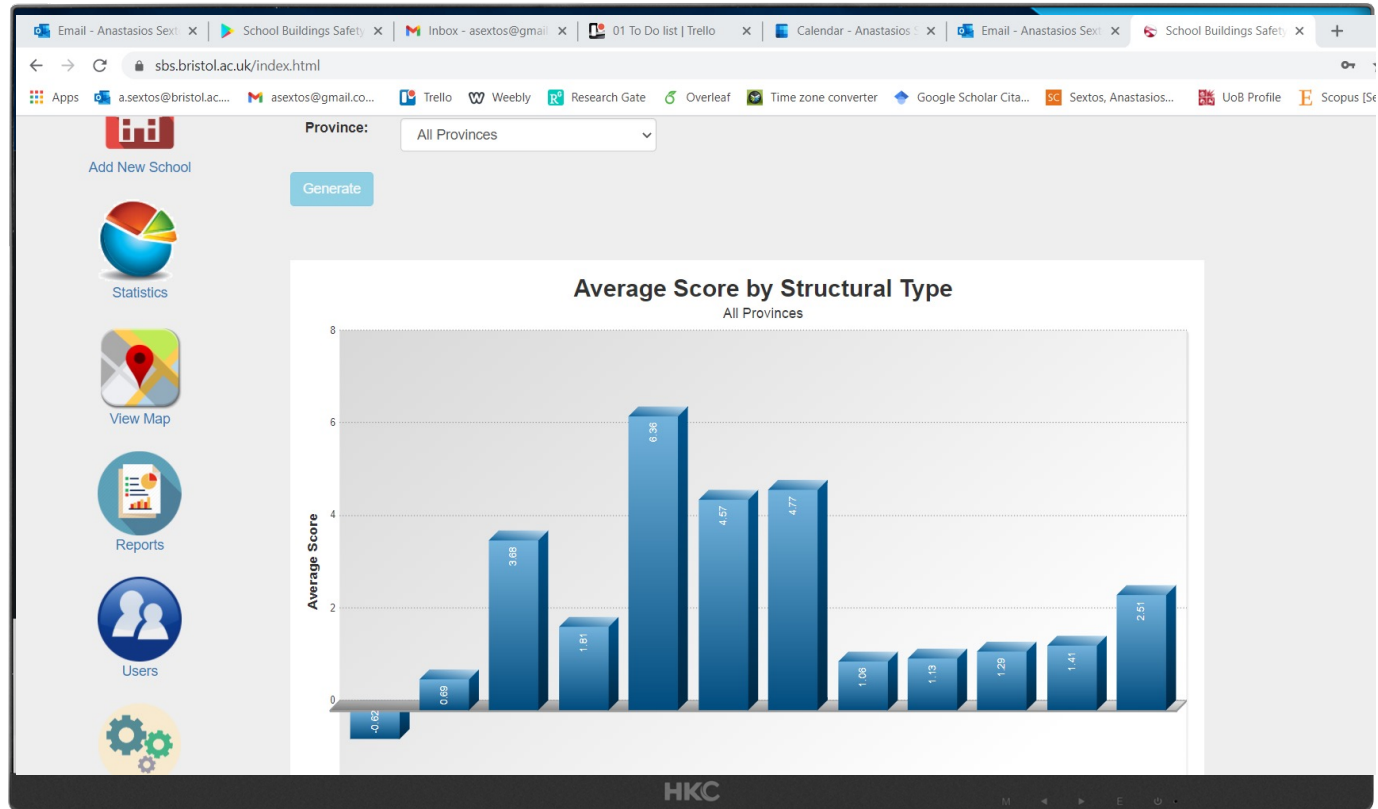
Πιλοτική Εφαρμογή WebApp



1245 σχολικά
κτίρια στο Νεπάλ
(σε εξέλιξη)



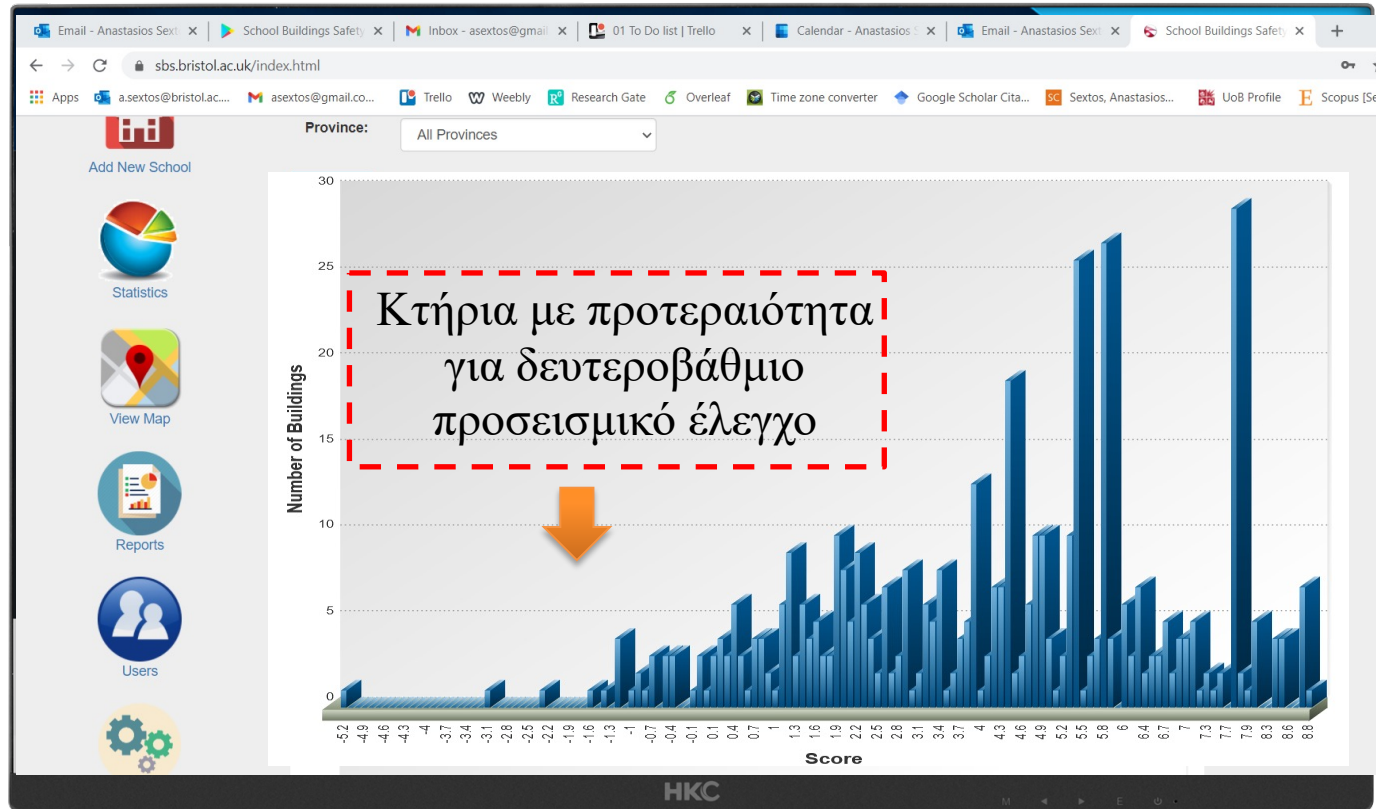
Πιλοτική Εφαρμογή WebApp



1245 σχολικά
κτίρια στο Νεπάλ
(σε εξέλιξη)



Πιλοτική Εφαρμογή WebApp



Πιλοτική Εφαρμογή WebApp (Μετασεισμικός έλεγχος)

Double click a cell in the table below to update its value.

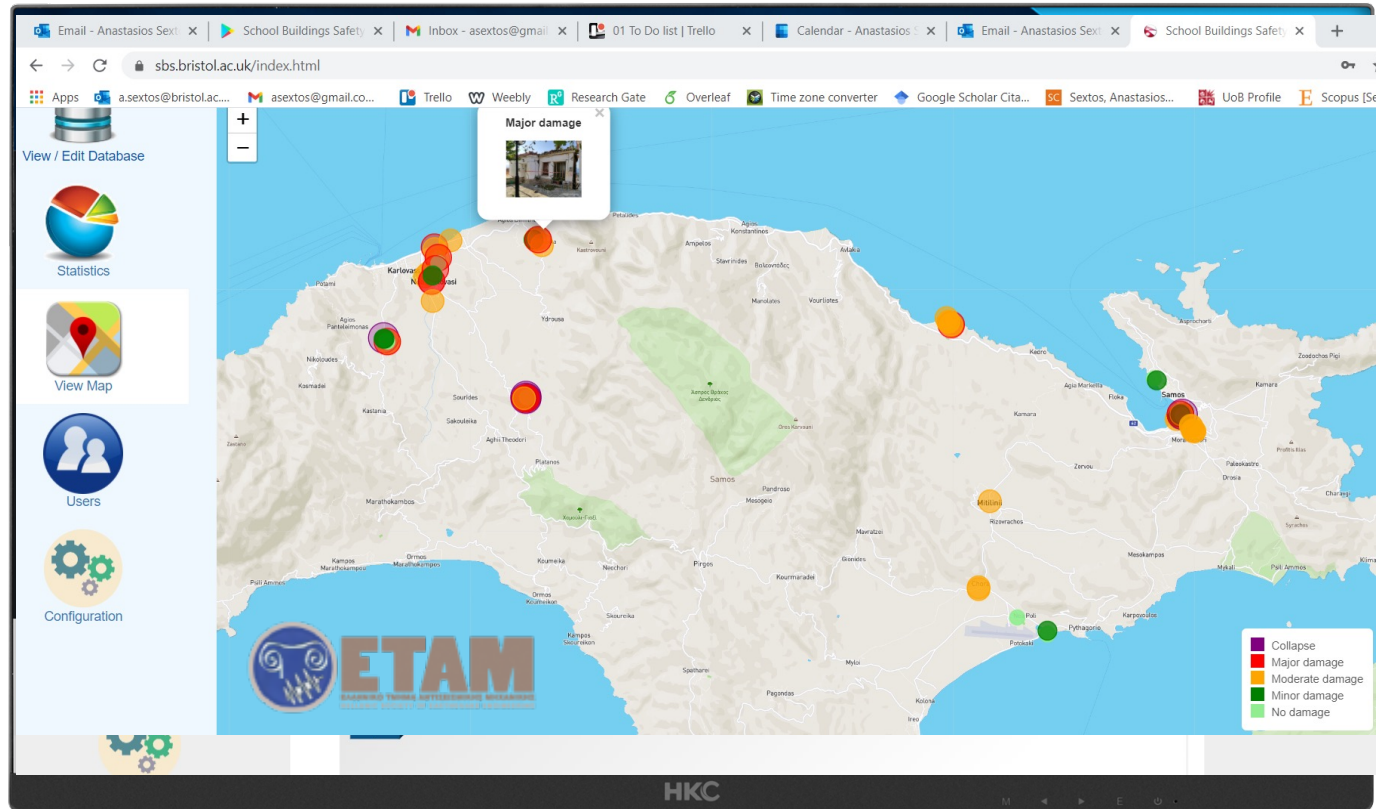
Guid:	146eb273-f00d-423f-aacb-f5845ca349d1		
EARTHQUAKE DATE			
Earthquake:	Greece, Nov 2020	Earthquake Date:	2020-11-24
LOCATION			
Latitude:	37.7569104	Longitude:	26.7389381
Assessment Country:	Greece	GPS Country:	
BUILDING INFORMATION			
Structural System:	Unreinforced Stone Masonry (URM3)	Soil Conditions:	Not Known
Extent of Damage:	Major damage	Regular Plan:	Yes
Number of Storeys:	2	Regular Height:	No
TYPE OF DAMAGE			
Settlement:	false	Tilt:	false
Infill panel cracking in plane:	false	Infill panel cracking out of plane:	false
Beam failure flexure:	false	Beam failure shear:	false
Column failure flexure:	false	Column failure shear:	false
Shear wall failure flexure:	false	Shear wall failure shear:	false
Masonry wall out of plane:	true	Masonry wall in plane:	true
Masonry wall diagonal tension:	true		
Floor and roof damage:	false	Secondary elements damage:	false
Short column failure:	false	Joint failure:	false
Soft storey:	false	Pounding:	false
OTHER INFORMATION			
Notes:			
Date/Time:	2020-11-07 08:33		
Username:	aristidi@3dr.eu		

Building Photographs

Σεισμός Σάμου
2020



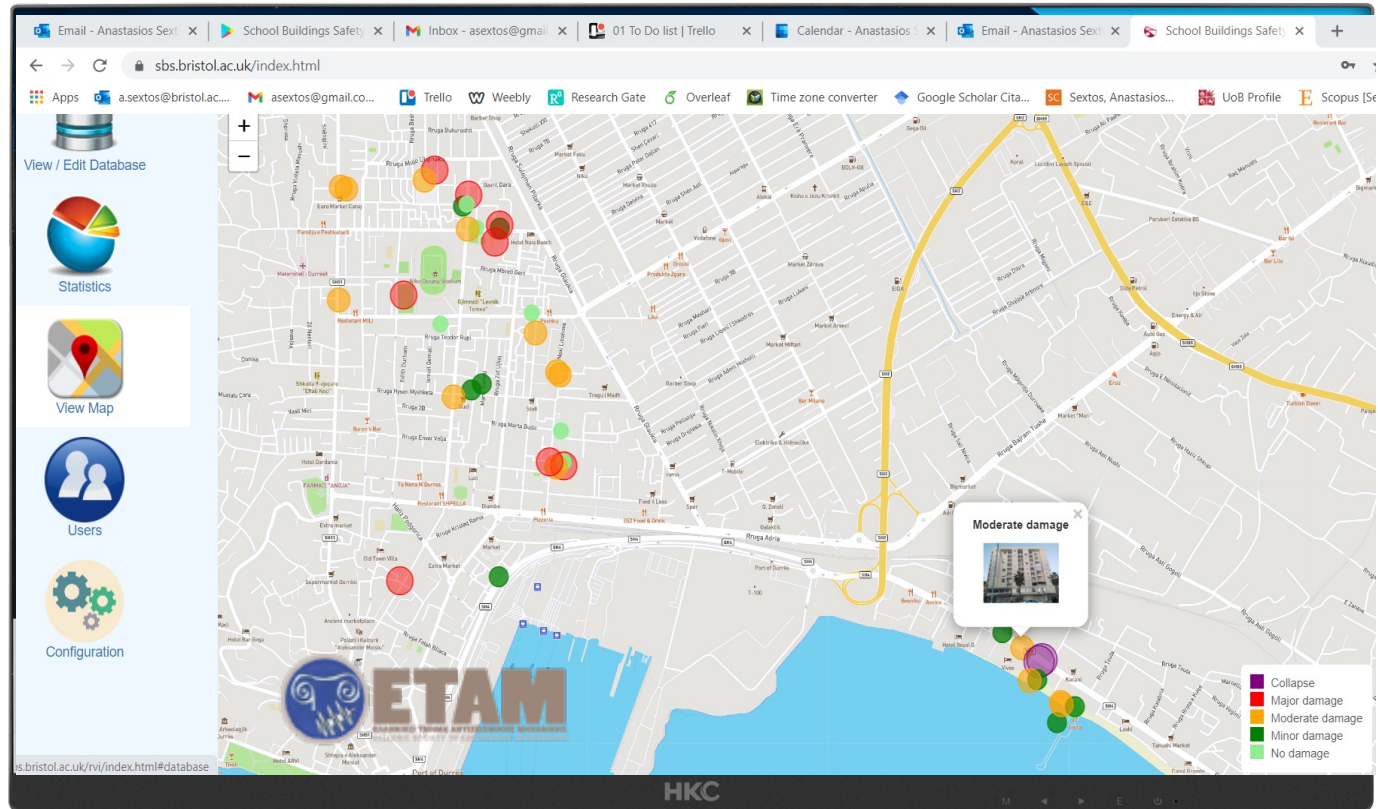
Πιλοτική Εφαρμογή WebApp (Μετασεισμικός έλεγχος)



Σεισμός Σάμου
2020



Πιλοτική Εφαρμογή WebApp (Μετασεισμικός έλεγχος)



Σεισμός Δυρραχίου
2019



Συμπεράσματα

- Ο προσεισικός έλεγχος δημοσίων κτηρίων, σχολείων και υποδομών είναι κεφαλαιώδους σημασίας για τη μείωση της σεισμικής διακινδύνευσης δεδομένου του πλήθους γηρασμένων κατασκευών.
- Οι βασικοί λόγοι που καθυστερούν το εγχείρημα είναι (α) η χρηματοδότηση των Υπηρεσιών και ομάδων Τ.Ο.Ε. πεδίου και (β) ο χρόνος και οι πόροι που απαιτούνται για την εισαγωγή και επεξεργασία των στοιχείων.
- Το επίπεδο τεχνικών γνώσεων και το κανονιστικό πλαίσιο (ΚΑΝ.ΕΠΕ., Κ.Α.Δ.Ε.Τ., Ευρωκώδικας 8 - 3) βρίσκονται σε υψηλό επίπεδο.
- Ο προσεισικός έλεγχος έχει ολοκληρωθεί επιτυχώς εφόσον περάσει στο Δευτεροβάθμιο επίπεδο και (κυρίως) οδηγήσει στην ενίσχυση των κτηρίων με την υψηλότερη σεισμική διακινδύνευση.
- Η διασύνδεση προσεισμικού και μετασεισμικού ελέγχου σε ενιαίο μητρώο για ιδιωτικά και δημόσια κτήρια μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην διαχείριση του δομικού αποθέματος της χώρας.
- Στο πλαίσιο αυτό η Ταυτότητα του Κτηρίου καθώς και η θεσμοθέτηση παράλληλης ενεργειακής αναβάθμισης και προσεισμικού ελέγχου μπορεί να συμβάλει στην σταδιακή βελτίωση της σεισμικής επίδοσης κυρίως κατασκευών σχεδιασμένων με προηγούμενους κανονισμούς (Κοινή Επιτροπή Ο.Α.Σ.Π. – Τ.Ε.Ε.).