

Ταχεία Εκτίμηση Σεισμικών Βλαβών (REDAS): Συμβολή στη Μείωση της Σεισμικής Διακινδύνευσης

Θεοδοουλίδης Νίκος
Σεισμολόγος – Δντής Ερευνών ΙΤΣΑΚ



Funded by
the European Union

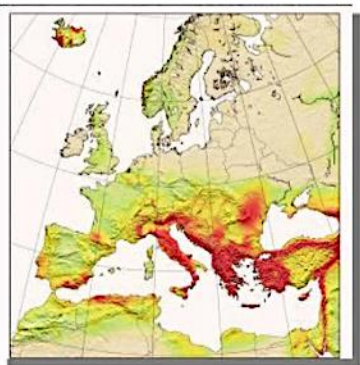
Ημερίδα στο πλαίσιο του WP6 - Νοέμβριος 7, 2025- Αρχαιολογικό Μουσείο Πάτρας



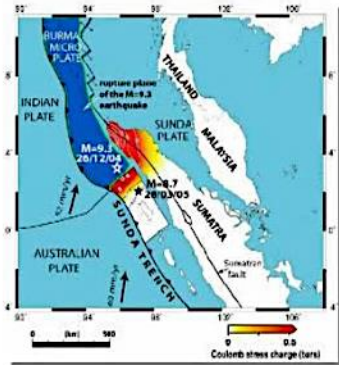
ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ

- Απαιτήσεις Αμέσως Μετά από Ισχυρό Σεισμό
- Σύστημα Ταχείας Εκτίμησης Σεισμικών Βλαβών (REDAS) (έμφαση σε Διασυνοριακές Περιοχές)
 - Σύστημα και Συνιστώσες
 - Λειτουργικότητα του Συστήματος
 - Τεκμηρίωση
- Συζήτηση - Συμπεράσματα

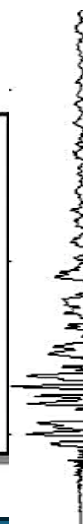
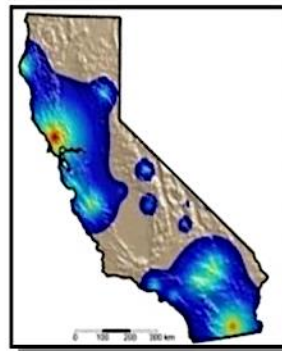
Χάρτες Σεισμικού Κινδύνου



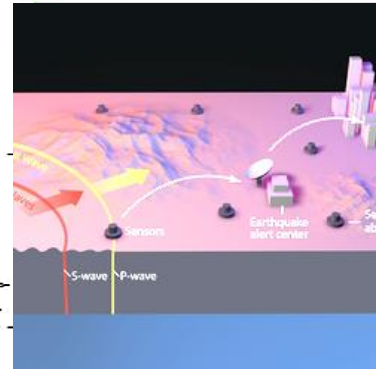
Μακροπρόθεσμη Πρόγνωση



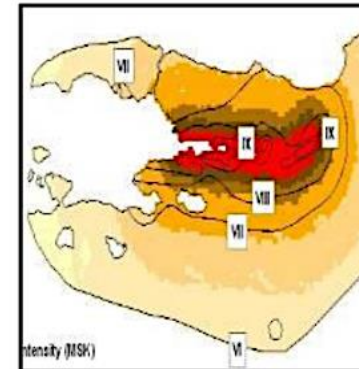
Βραχυπρόθεσμη Πρόγνωση



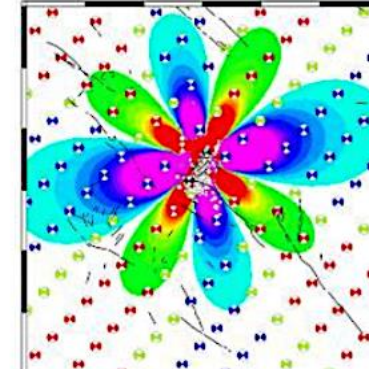
Σύστημα Έγκαιρης Ειδοποίησης



Χάρτες εδαφικής κίνησης & βλαβών



Σεισμικός Κίνδυνος από Μετασεισμούς



Δεκαετίες

Χρόνια

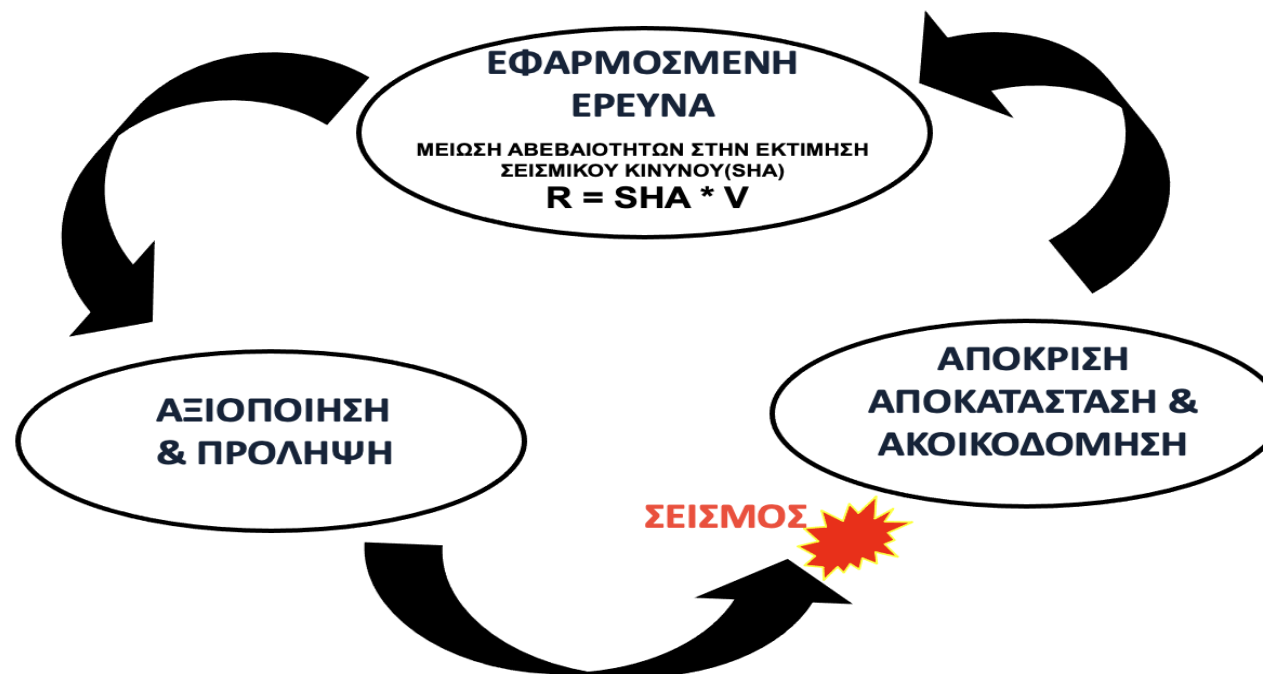
Μέρες/Ώρες

ΣΕΙΣΜΟΣ

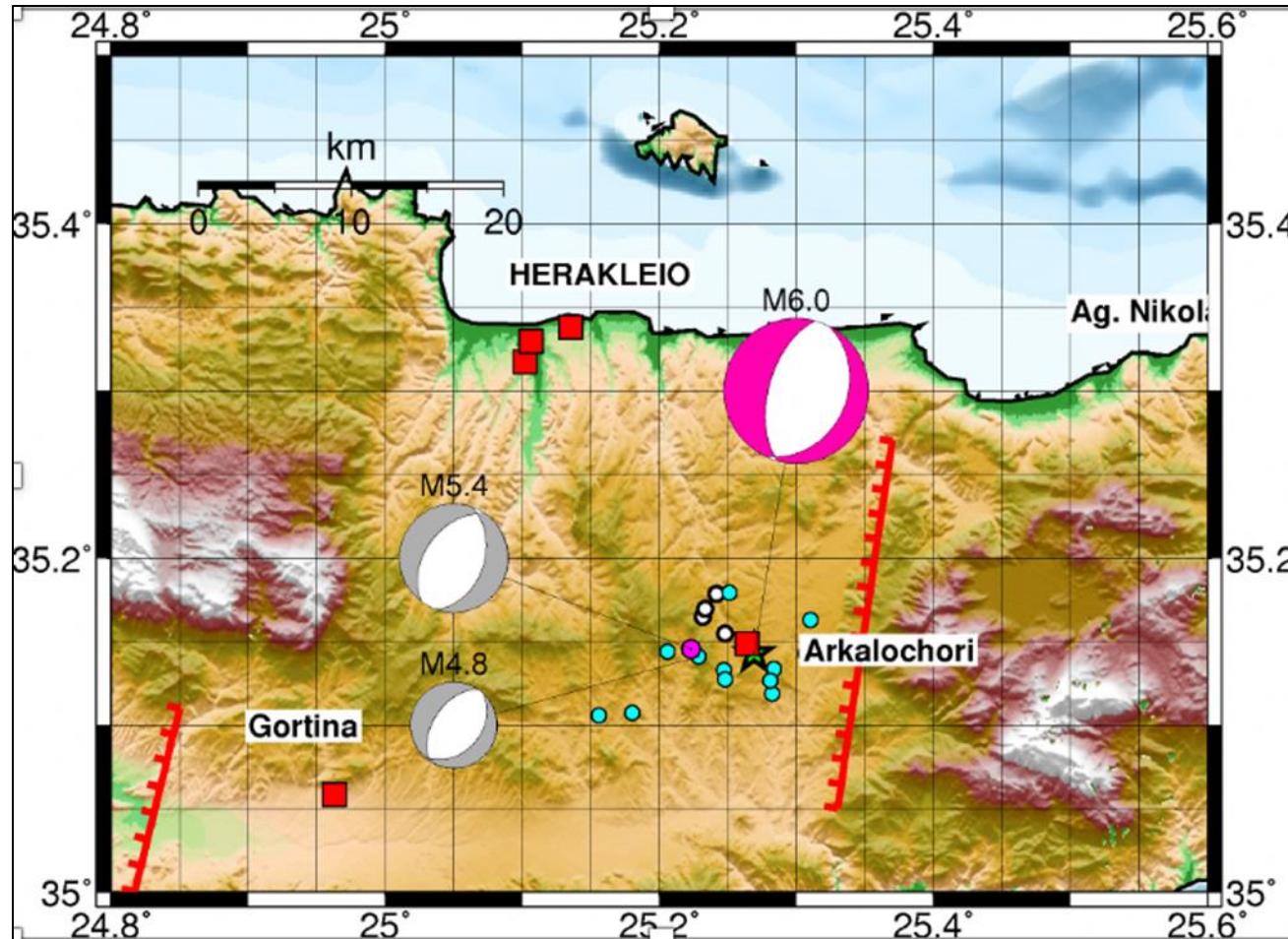
Δευτερόλεπτα

Λεπτά/Ώρες

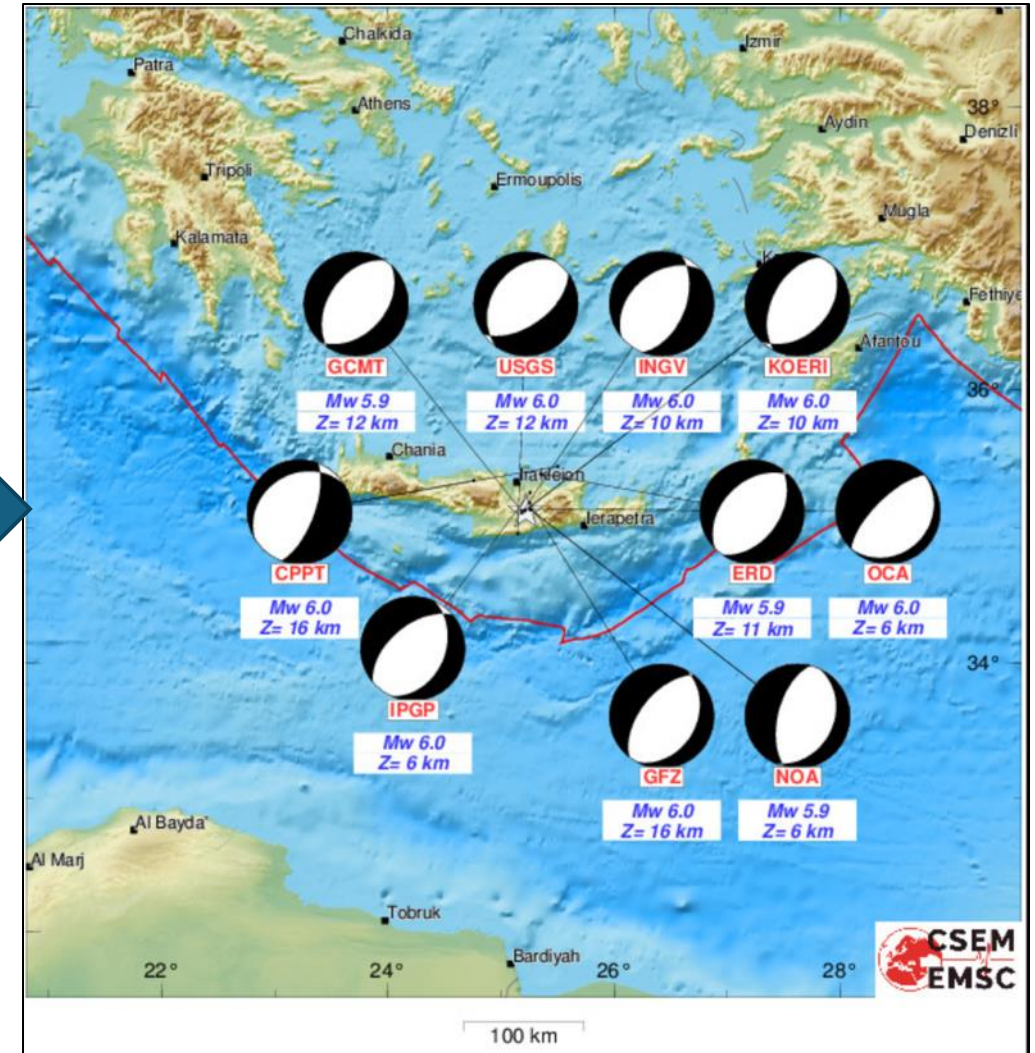
Ημέρες/Μήνες



Εθνικό Δίκτυο Σειсмоγράφων Επίκεντρο, Βάθος, Μέγεθος Σεισμού



Διεθνή Κέντρα



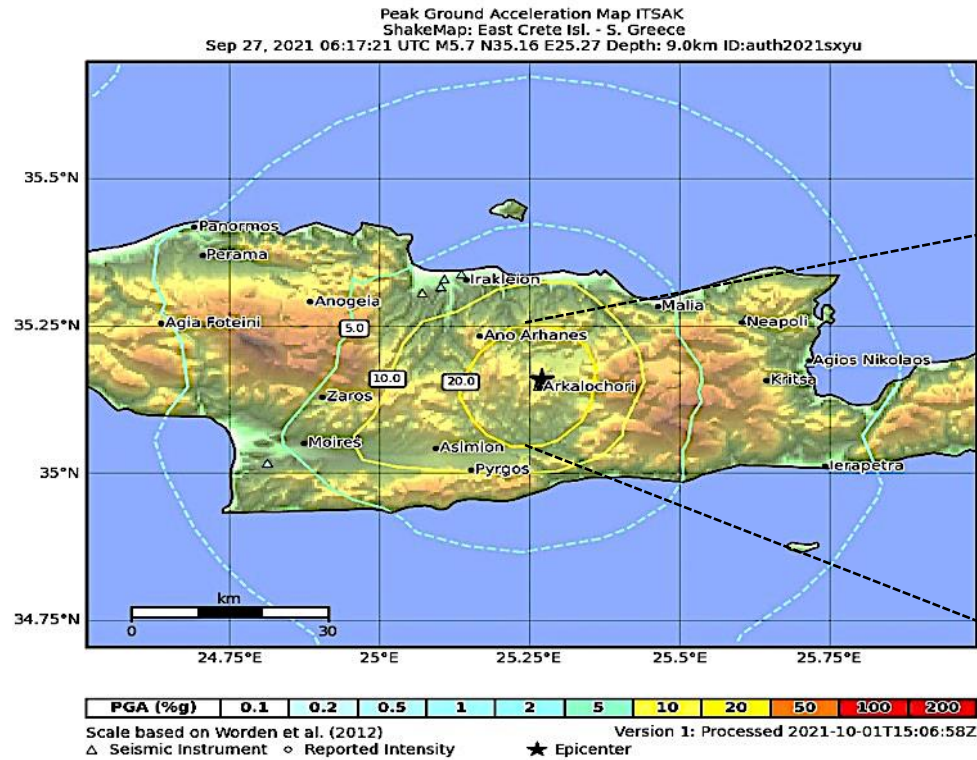
ΠΟΛΥ ΧΡΗΣΙΜΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ !

ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΗ;

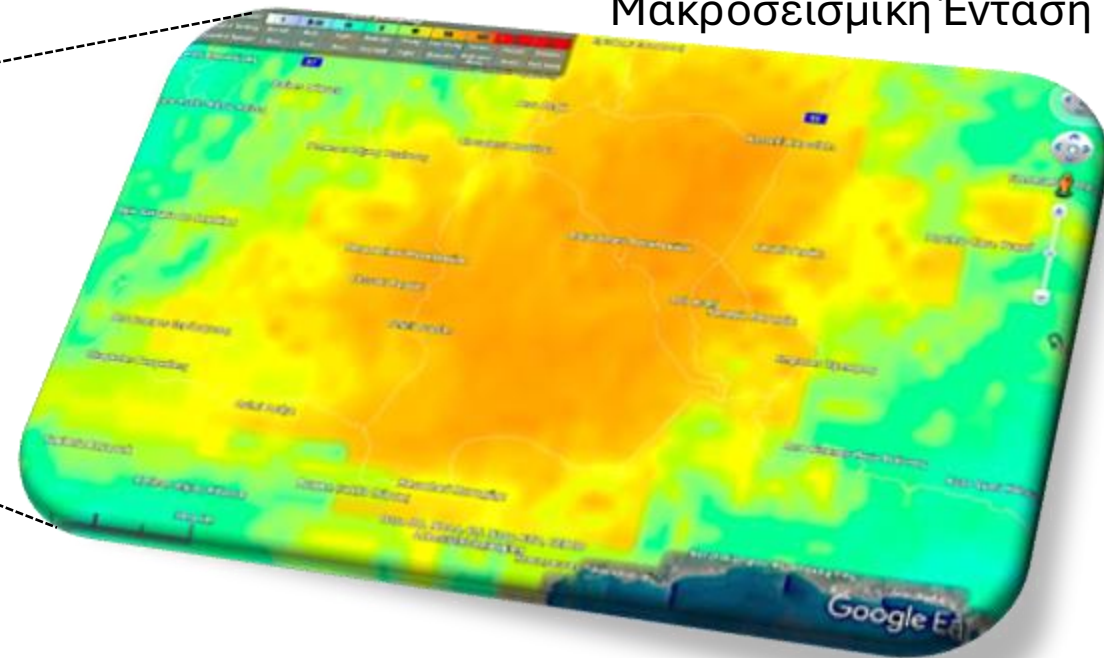
ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΔΟΝΗΣΗΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

<http://shakemaps.itsak.gr>

Εδαφική Επιτάχυνση



Μακροσεισμική Ένταση

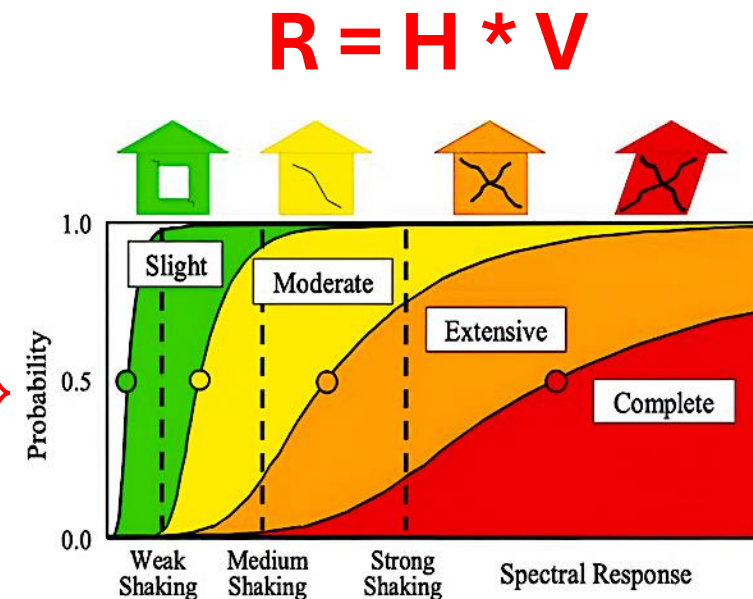
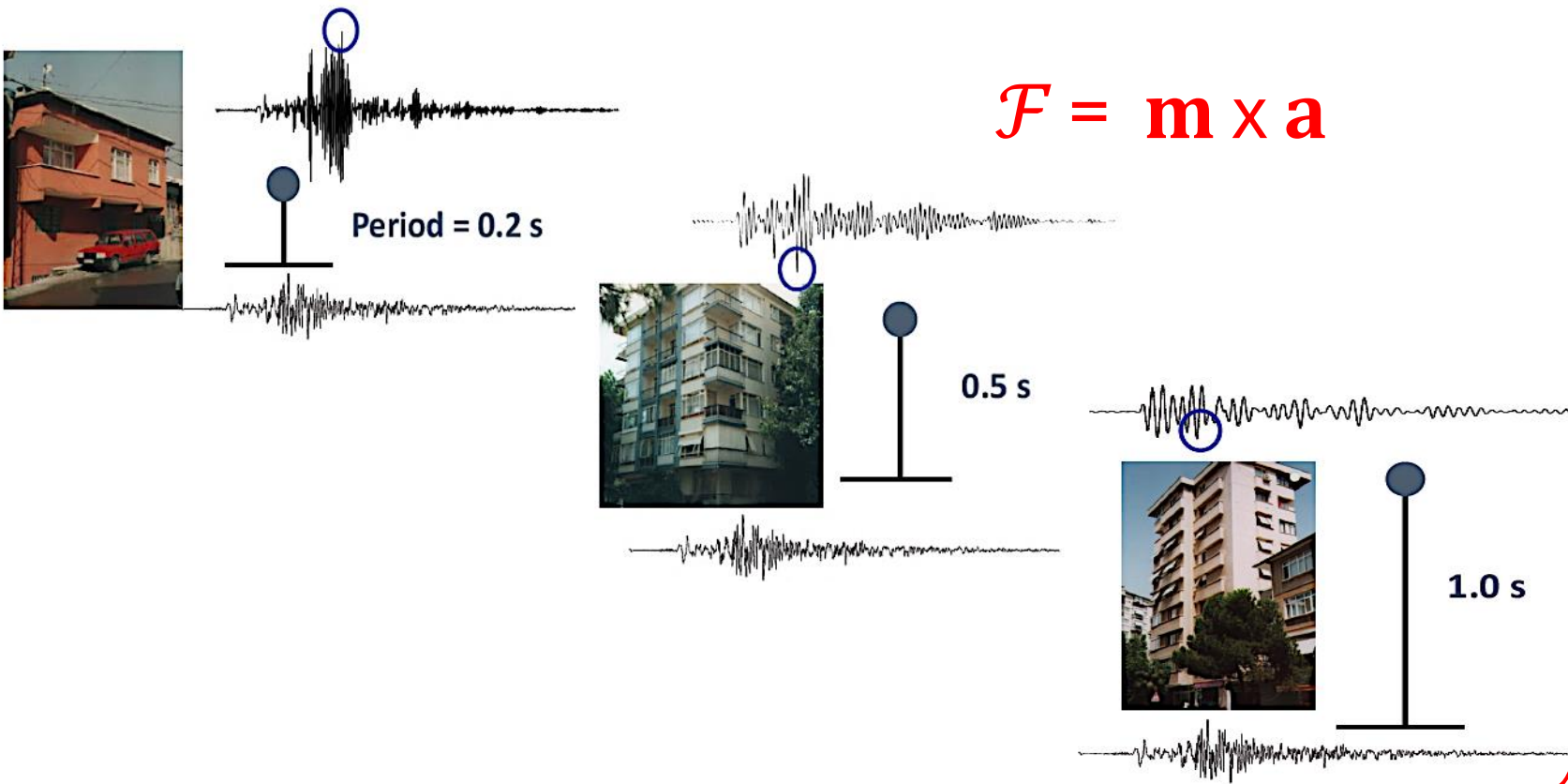


ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΟΝΗΣΗΣ

ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ (I_{MM}) : $I_{MM} \propto M, R$

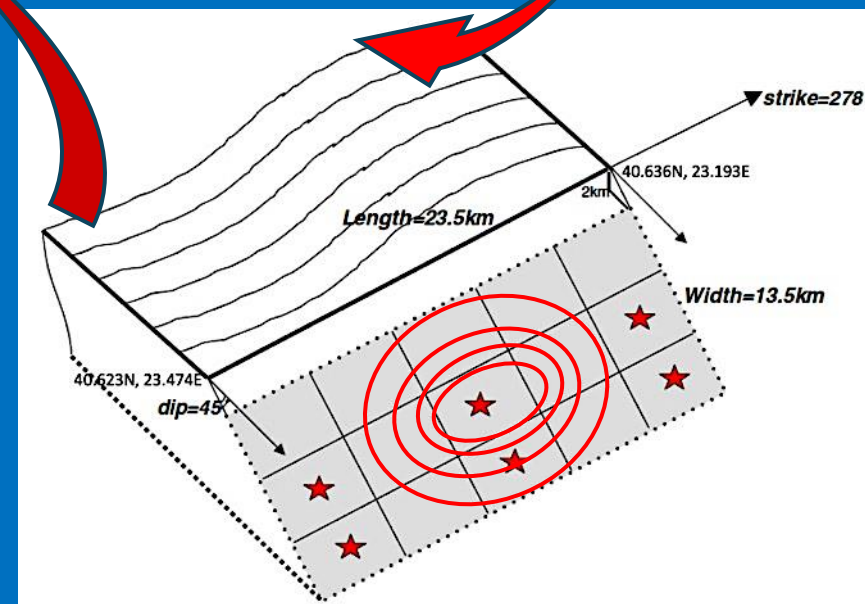
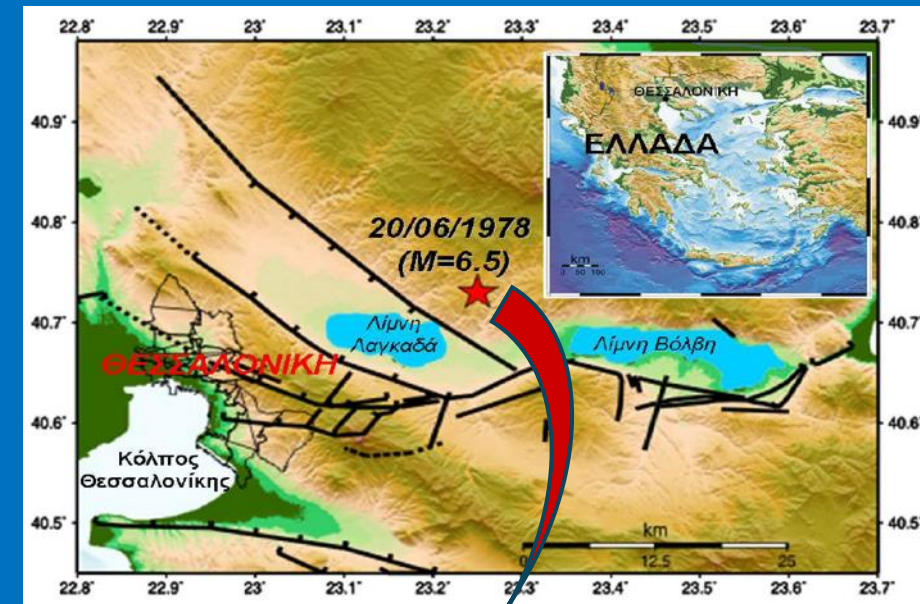
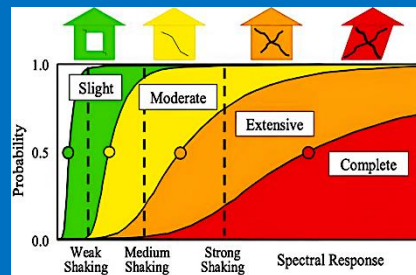
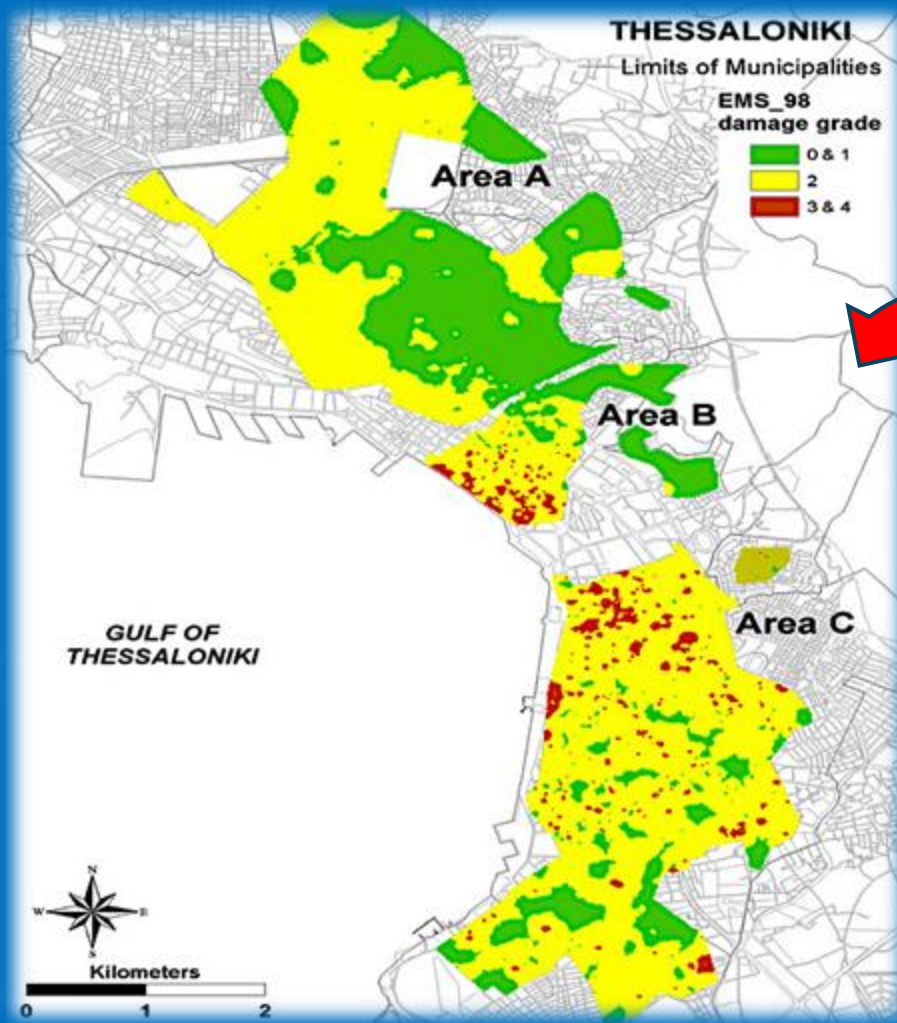
ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΔΑΦΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ : $\text{Log}(a \%g) \propto M, R, s$

ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ : $\text{Log}(S_a \%g) \propto M, R, s$



FRAGILITY CURVES
ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

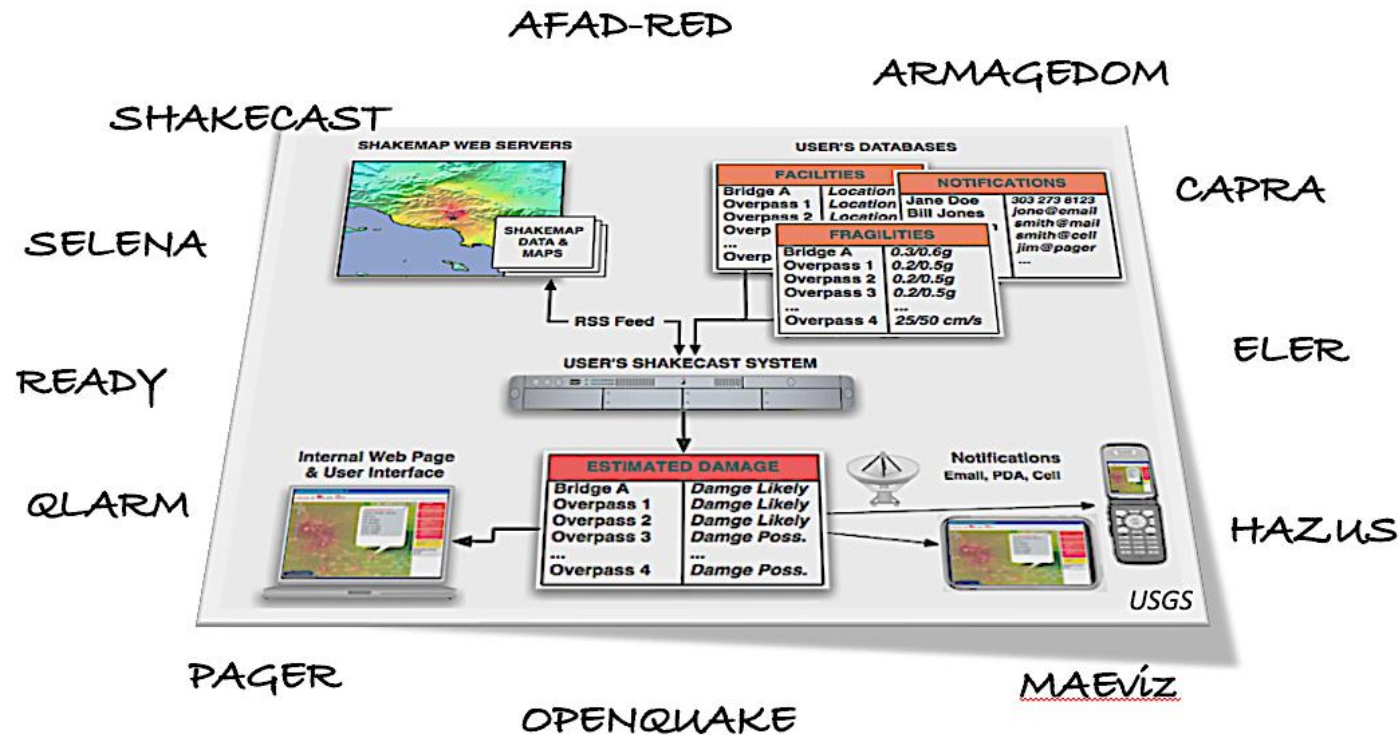
ΣΤΟΧΟΣ



ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΧΕΙΑΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ

RAPID EARTHQUAKE DAMAGE SYSTEM (REDAS)

...οι σεισμοί δεν έχουν σύνορα!

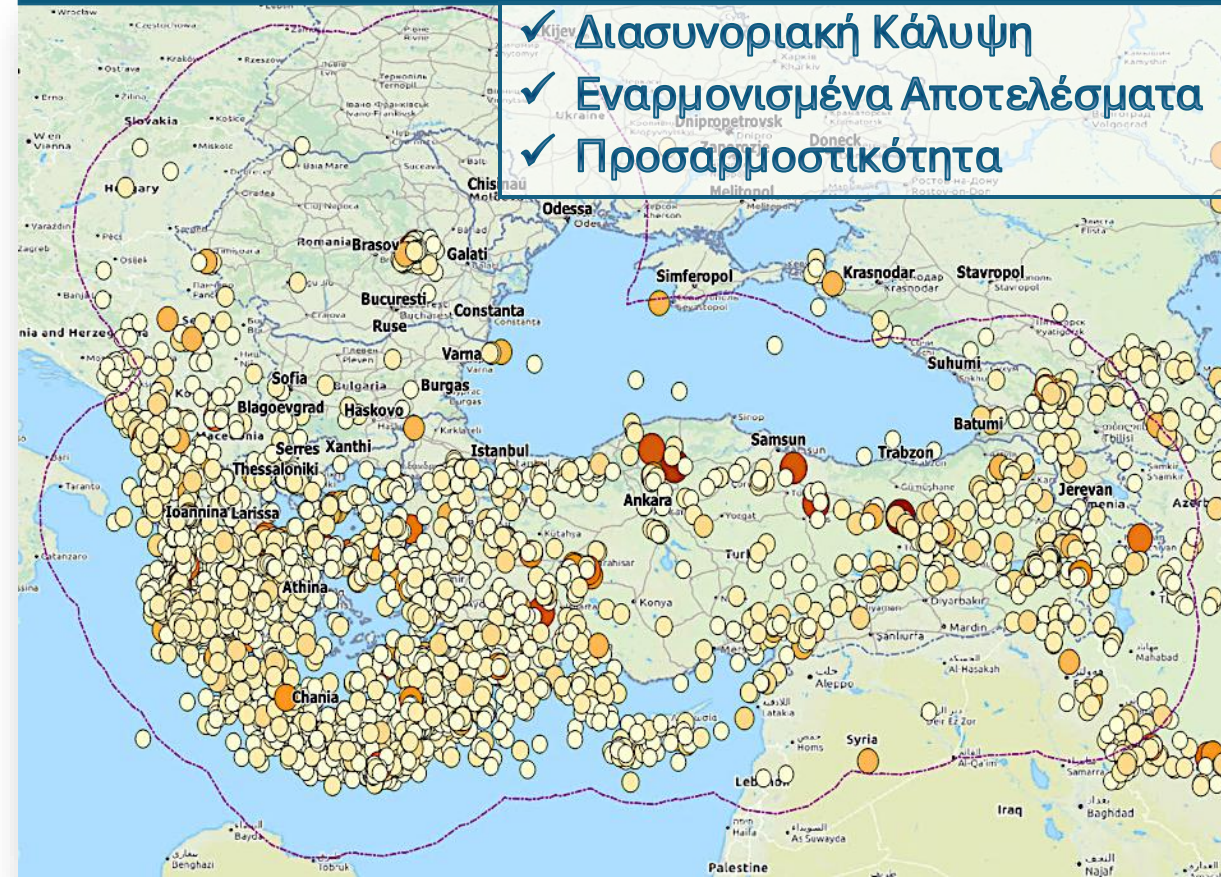


ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΧΕΙΑΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ

RAPID EARTHQUAKE DAMAGE SYSTEM (REDAS)

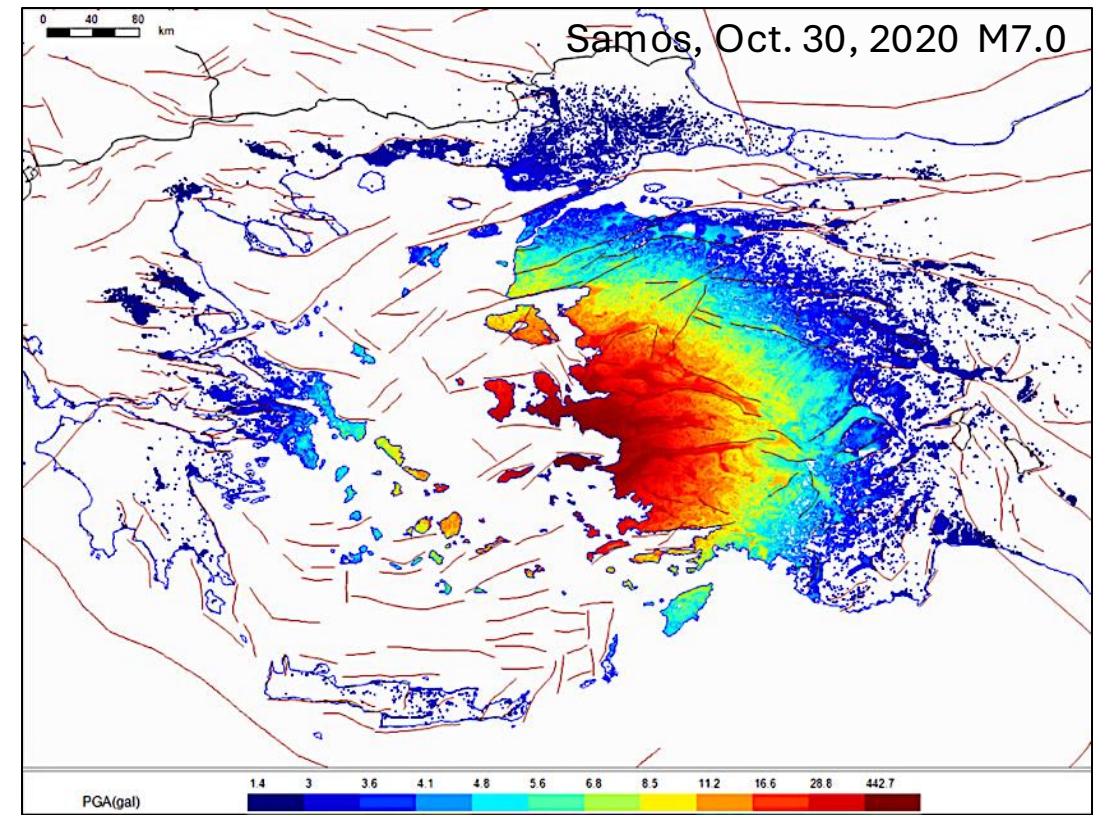
Βασικοί Στόχοι

- ✓ Διασυνοριακή Κάλυψη
- ✓ Εναρμονισμένα Αποτελέσματα
- ✓ Προσαρμοστικότητα



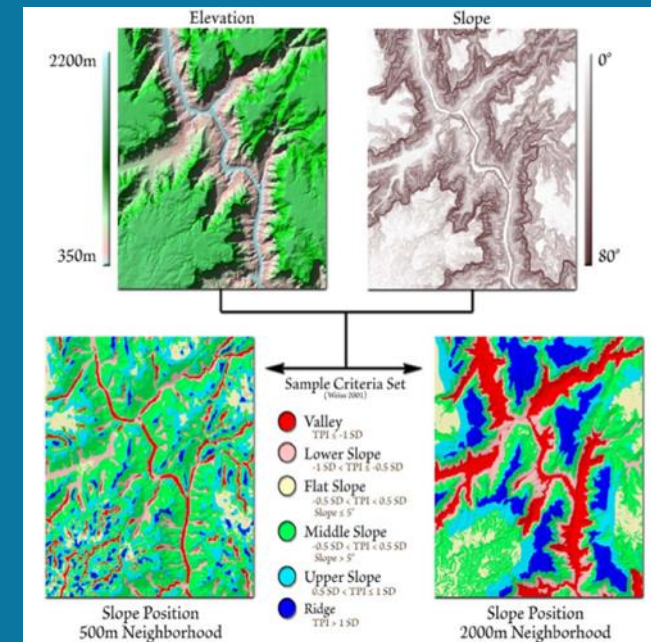
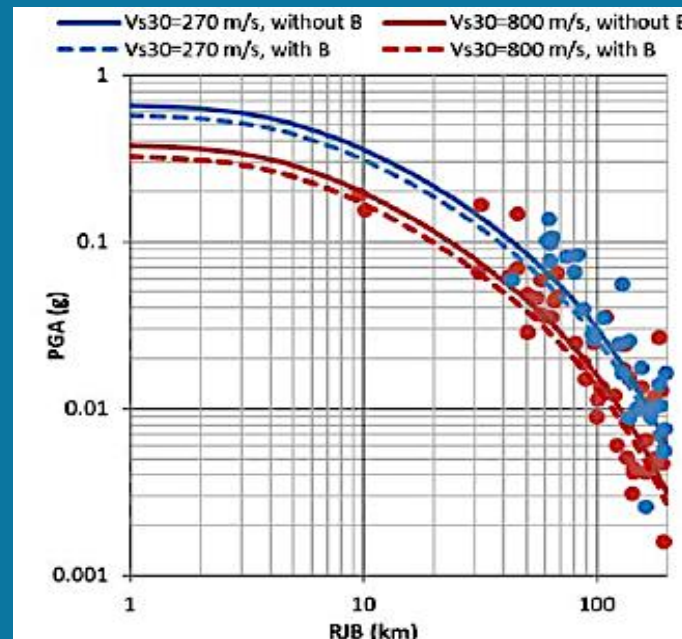
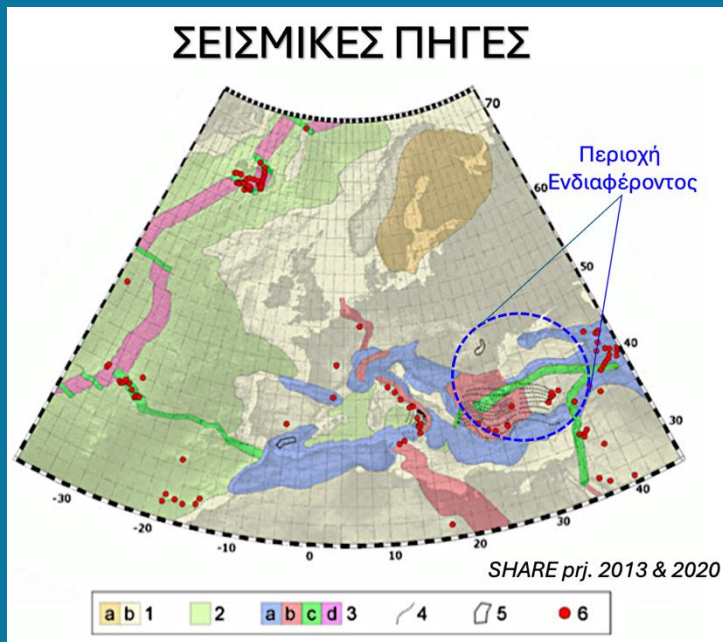
ΑΝΑΓΚΗ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

ΑΝΑΓΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΕ ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ



Οι Εταίροι των Χωρών Δίνουν με Εναρμονισμένο Τρόπο:

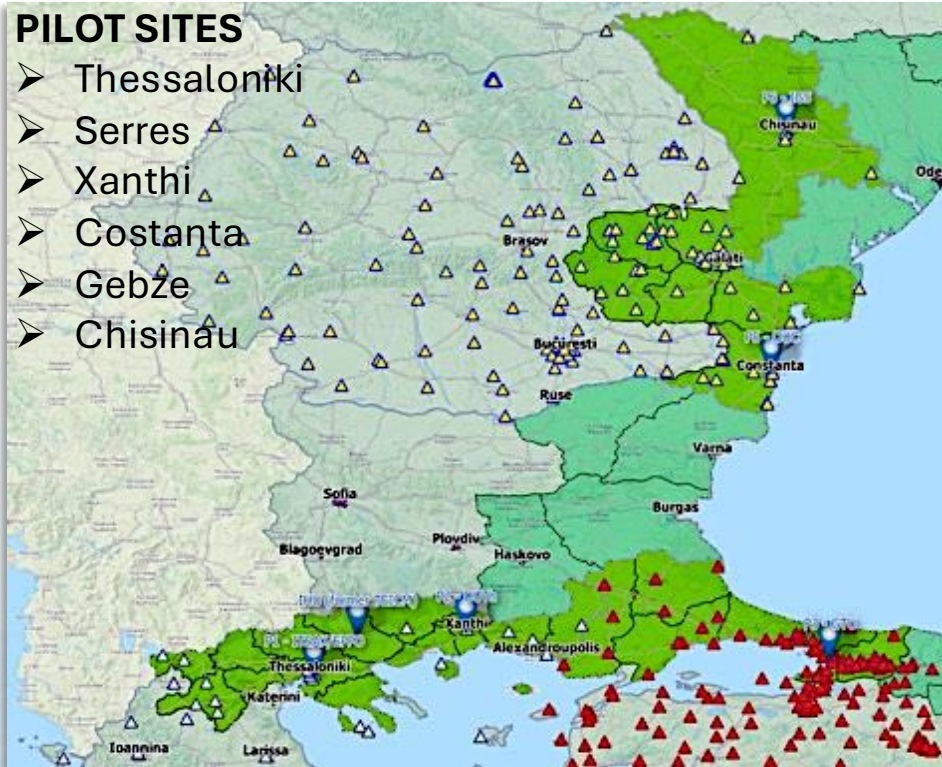
- Σεισμικά ρήγματα και πηγές των περιοχών τους
- Επιλογή κατάλληλων μοντέλων πρόβλεψης σεισμικής δόνησης (GMMs)
- Λεπτομερείς & Εναρμονισμένοι Χάρτες Κατανομής Vs30
- Καμπύλες τρωτότητας κτιρίων & υποδομών (Προαιρετικά)



ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ REDAS

- ΚΑΛΥΨΗ ΔΙΑΣΥΝΟΡΙΑΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

- ΠΥΚΝΩΣΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΓΡΑΦΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ ;;;



ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ
(Επίκεντρο, Βάθος, Μέγεθος)

• Αποθήκευση
Δεδομένων

• Γεω-δεδομένα
• Καμπύλες
Τρωτότητας

REDAS

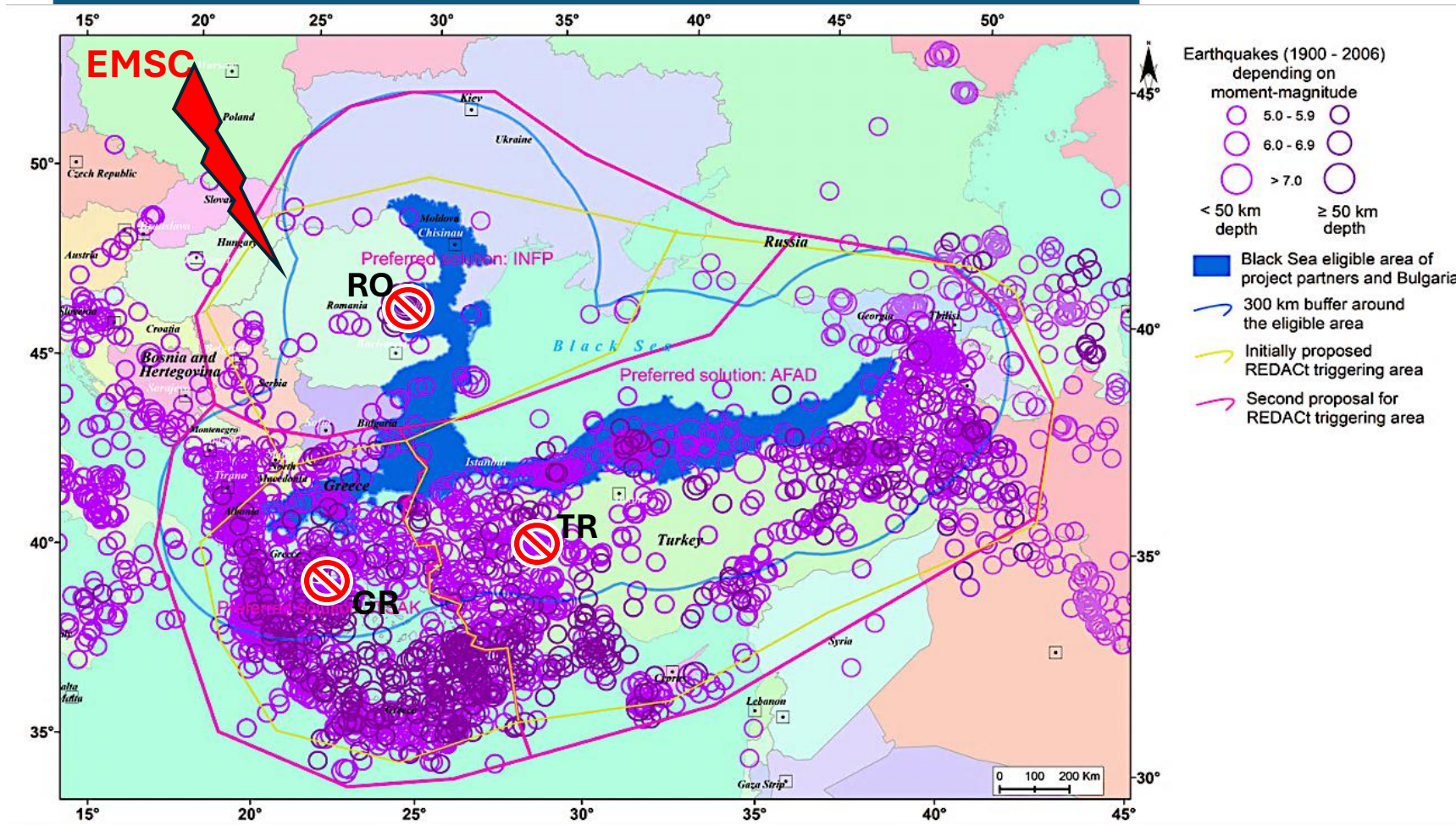
Ταχεία Εκτίμηση Βλαβών από Σεισμό

Report on Web



Common borders. Common solutions.

Περιοχή Ενεργοποίησης του REDAS



ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΓΡΑΦΩΝ (ΙΤΣΑΚ – ΟΑΣΠ)



ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΠΕΔΙΟΥ:

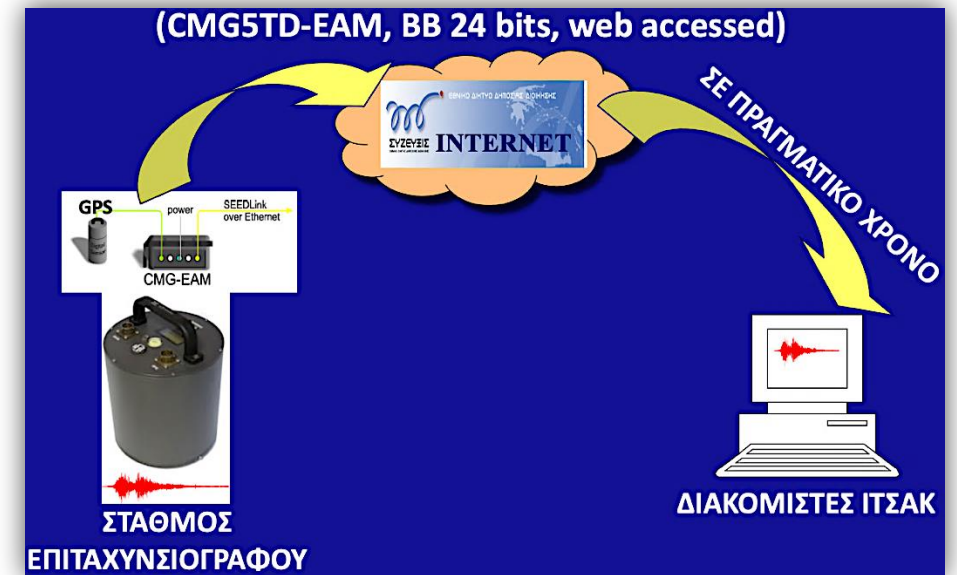
120 συνεχούς καταγραφής &
80 με διέγερση

ΕΝΤΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ:

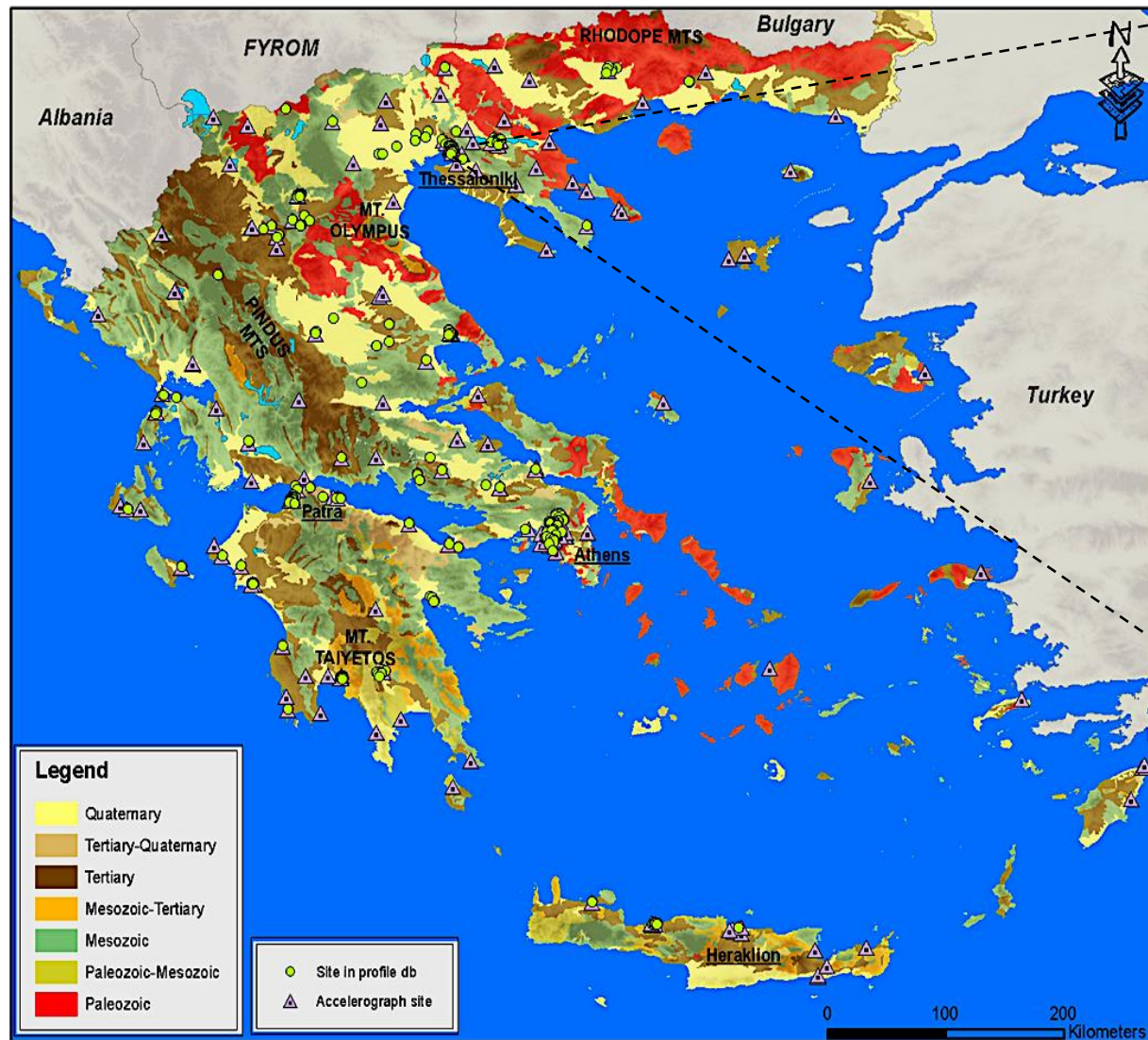
10 συνεχούς καταγραφής

ΕΠΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ:

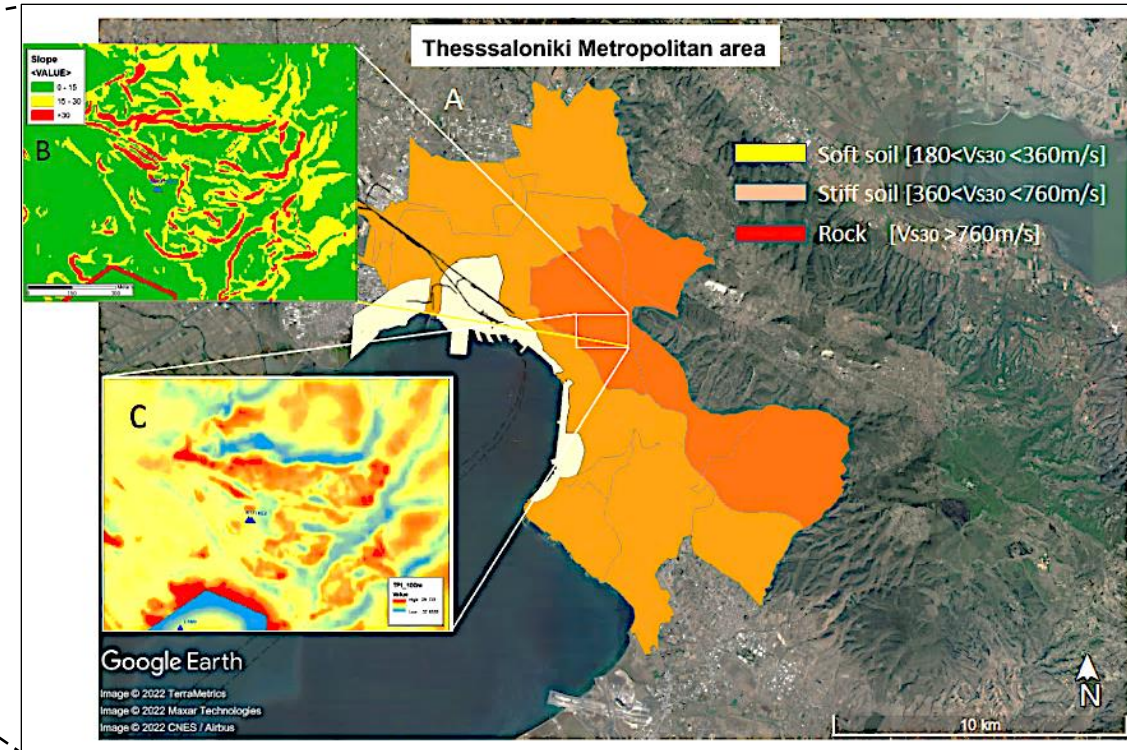
72 μονοαξονικοί επιτ/φοι



V_{s30} από Γεωλογία & Τοπογραφική Κλίση

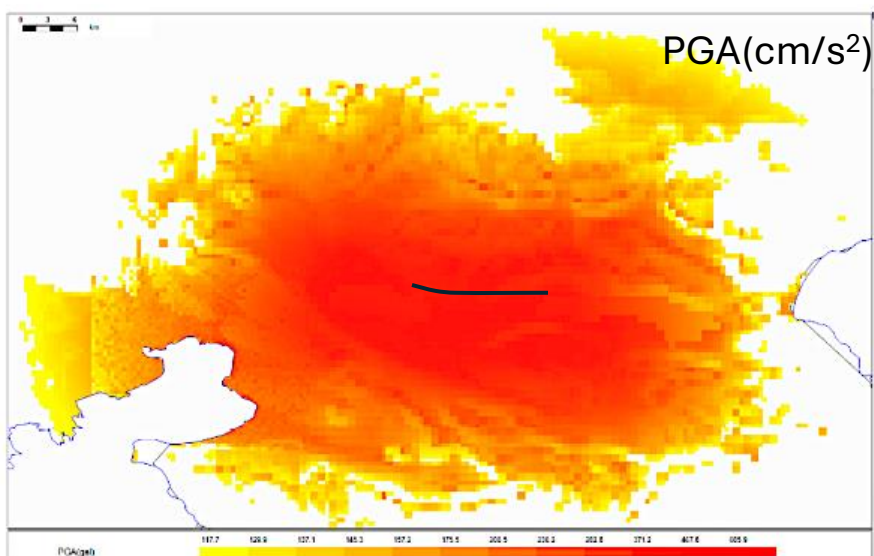
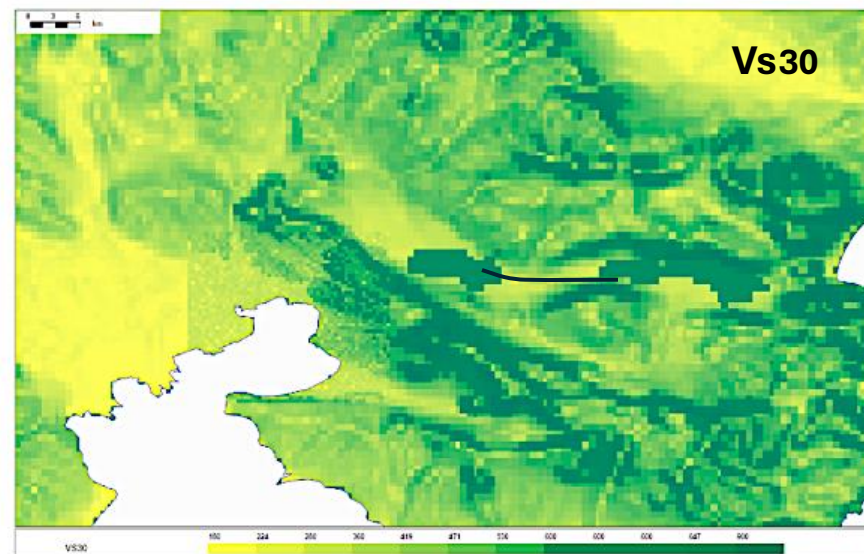
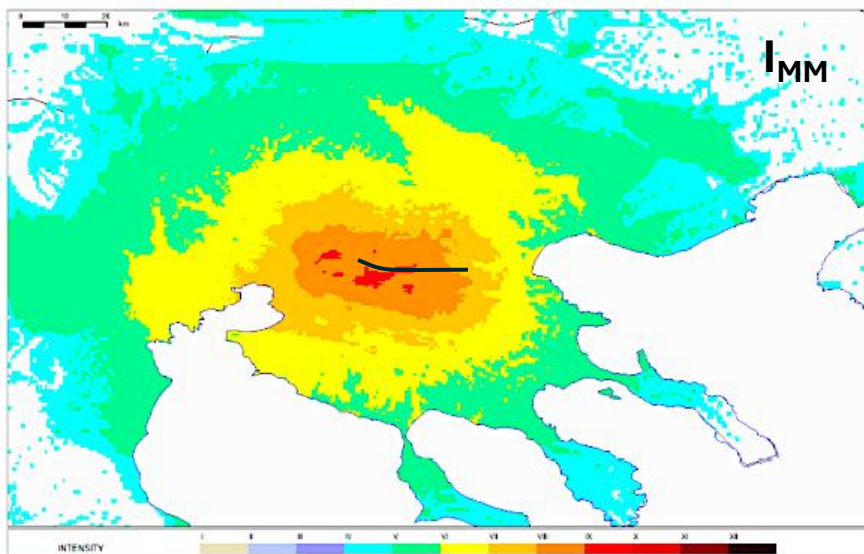


V_{s30} λεπτομερή εντός πολεοδομικών συγκροτημάτων



REDAS Scenario Thessaloniki eq. 1978, M6.5

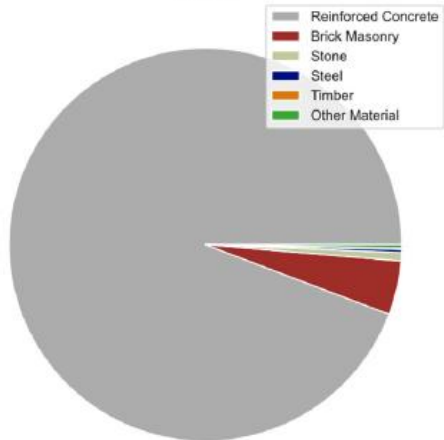
VALIDATION



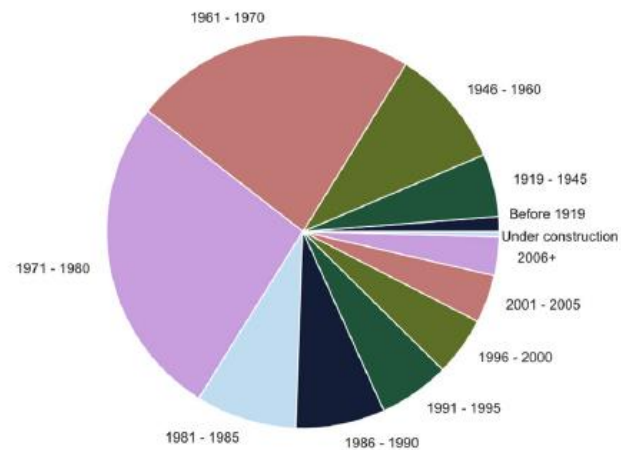
VALIDATION



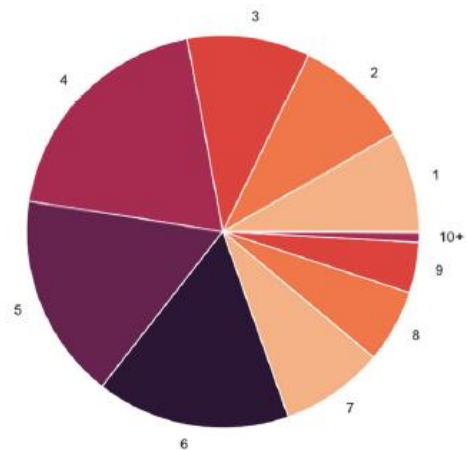
Material



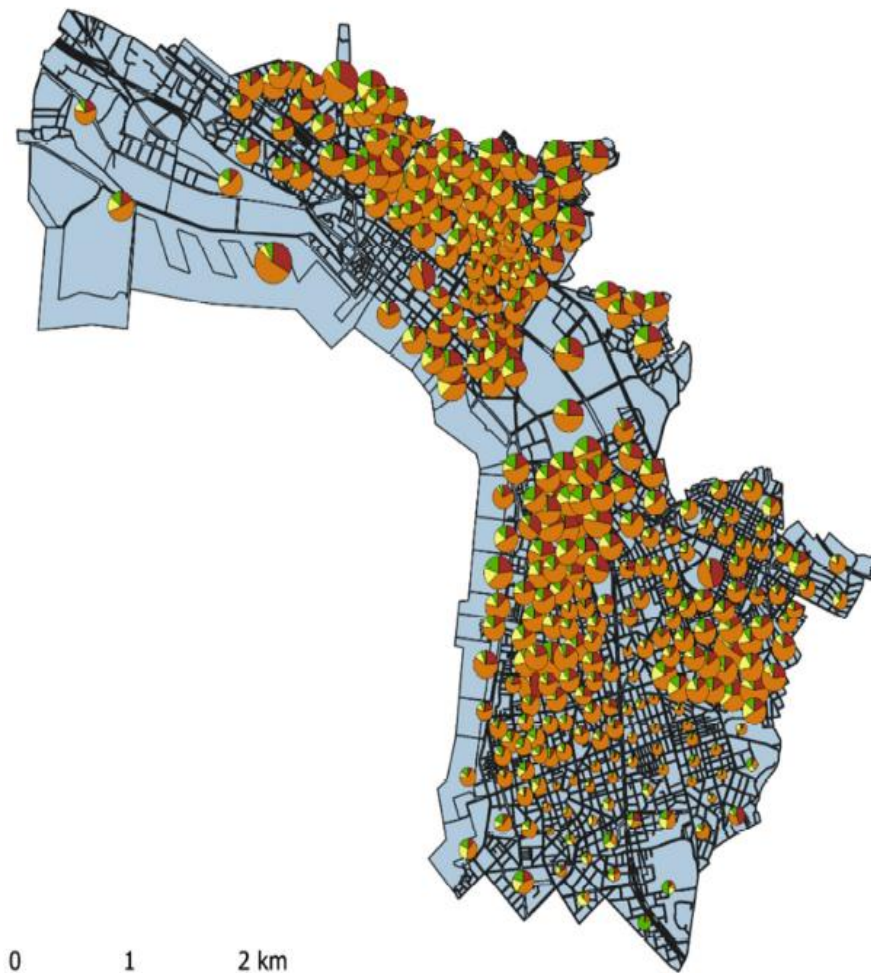
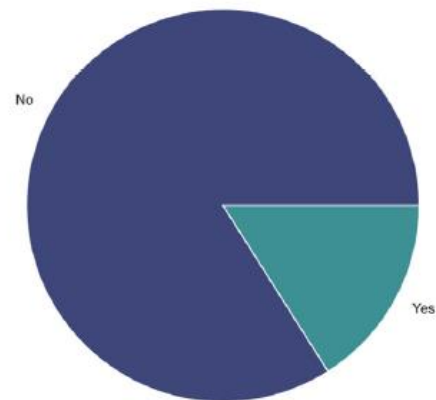
Construction period



Number of storeys



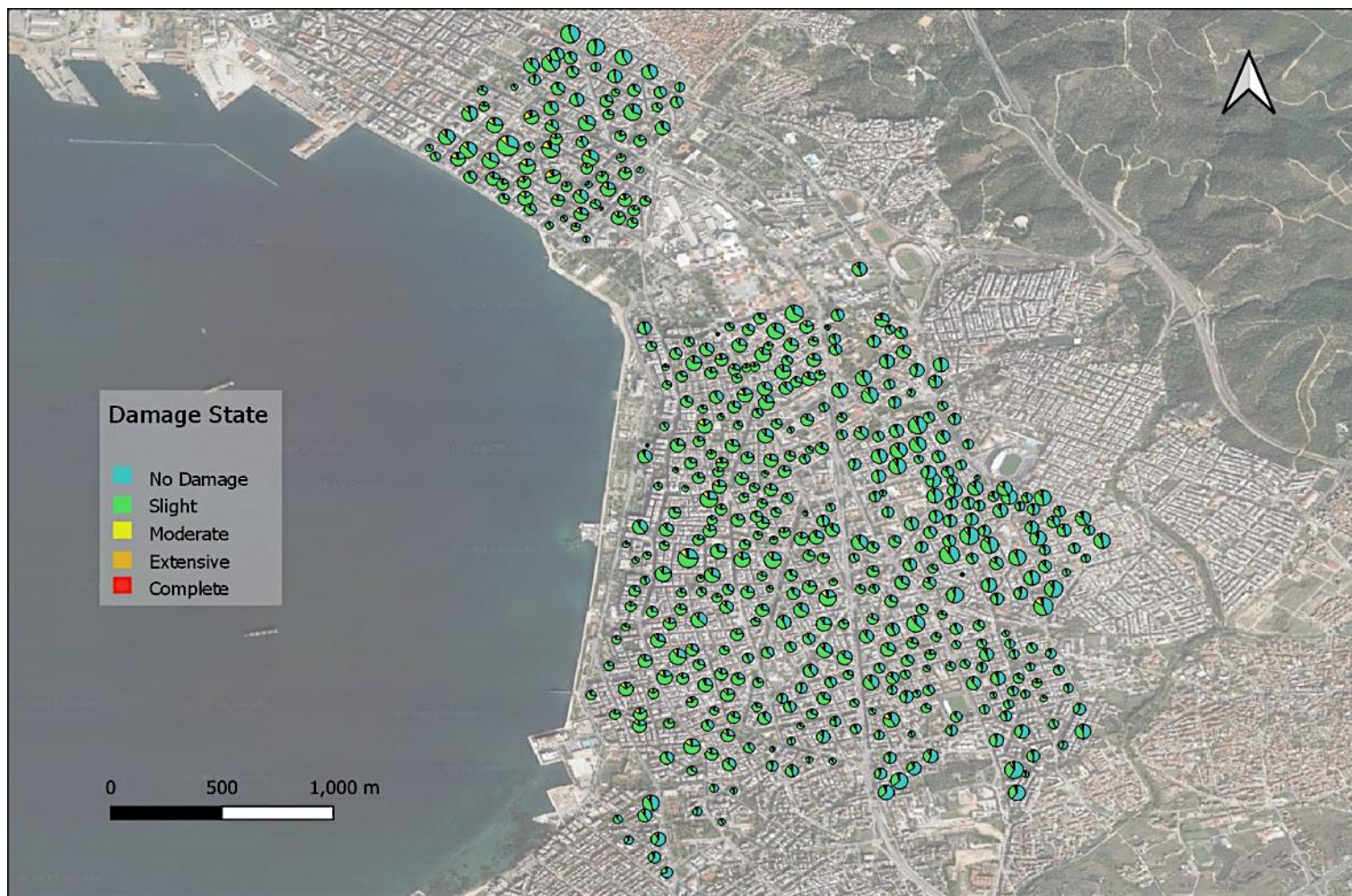
Soft storey (RC buildings)



Seismic Code

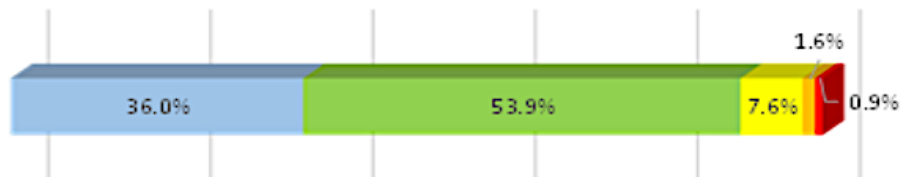
- No Code (< 1959)
- Low Code (1959 - 1984)
- Moderate Code (1985 - 1995)
- High Code (> 1995)



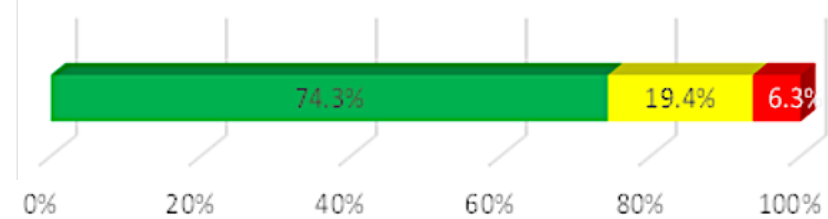


VALIDATION

Damage State estimates



Observed Damage



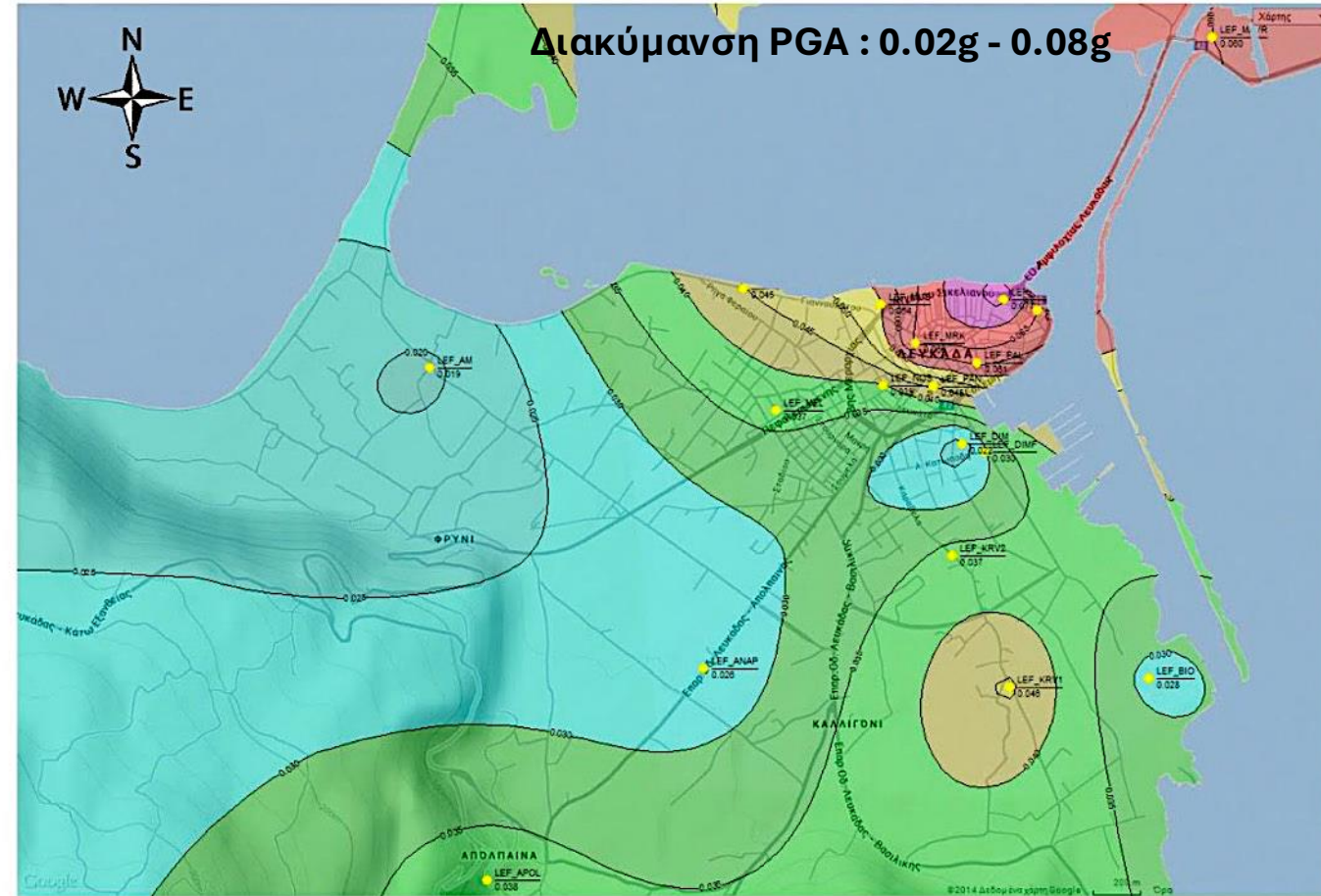
Green Yellow Red

Τι κάνουμε στα εκτεταμένα πολεοδομικά συγκροτήματα;

Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων Λευκάδας



Σεισμός Κεφαλονιάς 26/1/2014, M6.1



(Karakostas & Papanikolaou 2014)

(Papanikolaou et al. 2021)

ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΦΟΣ – ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΓΡΑΦΟΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

SeismoBug v2.0

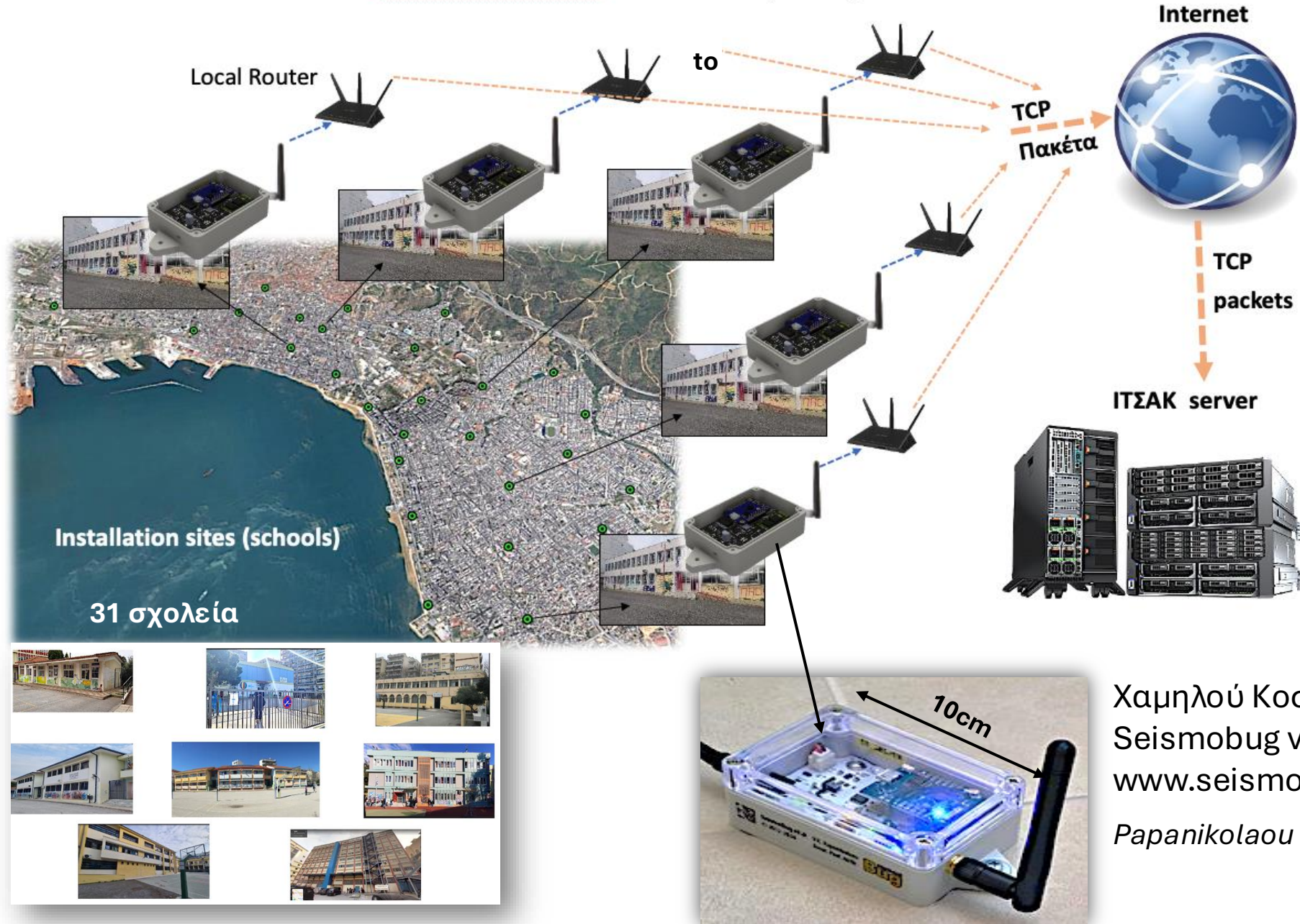
Κύριες Προδιαγραφές

- 3-αξονικό επιταχυνσιόμετρο
- 20-bits ακρίβεια ανάλυσης
- Επίπεδο θορύβου ~ 0.1 mg RMS
- Ασύρματη μετάδοση δεδομένων
- Συνεχής ροή δεδομένων
- STA/LTA τρόπος διέγερσης
- Τοπική αποθήκευση δεδομένων
- Εσωτερική μπαταρία
- Λογισμικό ad-hoc



Σχεδιασμός – Υλοποίηση (Β. Παπανικολάου, Αν. Καθ. ΑΠΘ)

Real time data transmission to ITSAC Computing Center



Χαμηλού Κοστους Επιτ/γράφος
Seismobug v2.0 ©
www.seismobug.com

Papanikolaou et al. (2021)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Αναπτύχθηκε μεθοδολογία ταχείας εκτίμησης βλαβών από σεισμό και σεναρίων σεισμικής διακινδύνευσης με έμφαση σε πολεοδομικά συγκροτήματα, με χρήση χαμηλού κόστους επιταχυνσιογράφου (SeismoBug v3.0).
- Η τεκμηρίωση της στη Θεσσαλονίκη για το σεισμό του 1978 (M6.5), κατέδειξε ικανοποιητικό βαθμό αξιοπιστίας, παρά την απουσία πυκνού δικτύου επιταχυνσιογράφων.
- Μετά από έλεγχο αξιοπιστίας των επιταχυνσιογράφων χαμηλού κόστους η πιλοτική εφαρμογή της μεθοδολογίας έχει ξεκινήσει πιλοτικά από κτίρια υψηλής σπουδαιότητας όπως οι σχολικές μονάδες σε τρία πολεοδομικά συγκροτήματα της χώρας (Θεσσαλονίκη, Αλεξανδρούπολη, Βαθύ-Σάμου).
- Τα πρώτα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά για την περαιτέρω ανάπτυξη και εφαρμογή της μεθοδολογίας και σε άλλους οικισμούς της χώρας. Η υιοθέτηση και εφαρμογή του λογισμικού REDAS σε συνδυασμό με πυκνό δίκτυο επιταχυνσιογράφων χαμηλού κόστους σε επιλεγμένα κτίρια σπουδαιότητας, μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο της Πολιτικής Προστασίας:
 - (1) σε προληπτικό επίπεδο με τη δοκιμή επιλεγμένων σεισμικών σεναρίων σεισμικής διακινδύνευσης
 - (2) κατά το στάδιο της απόκρισης λεπτά/ώρες μετά το σεισμικό συμβάν, για την αποτελεσματική κατανομή των πόρων που πρέπει να διατεθούν για την ανακούφιση των πληγέντων



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ στο REDACT Consortium & όλους τους συναδέλφους του ΙΤΣΑΚ που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση του Έργου



***“Η επόμενη καταστροφή έρχεται
όταν ξεχνάμε την τελευταία”***

Ιαπωνικό Ρητό