

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ- ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ



ΛΕΚΙΔΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

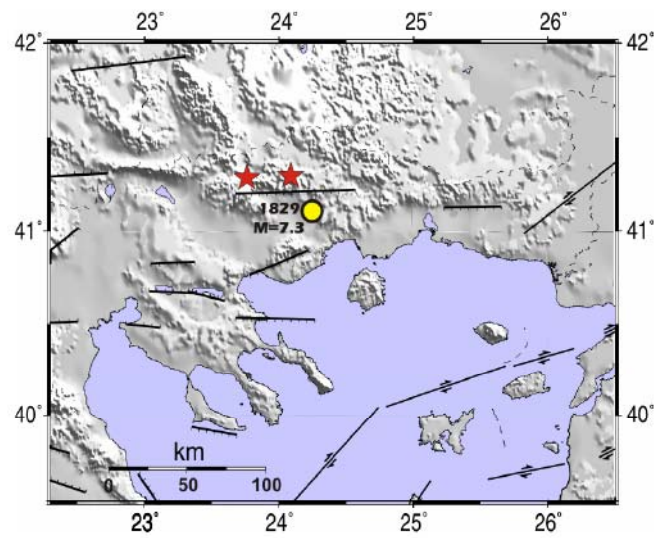
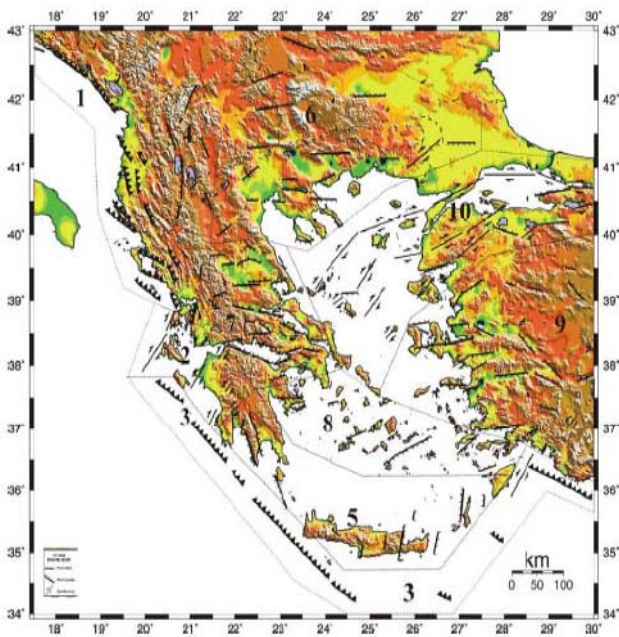
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΕΡΕΥΝΩΝ

Και Συνεργάτες της Μονάδας Έρευνας

Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού &
Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.)-ΙΤΣΑΚ

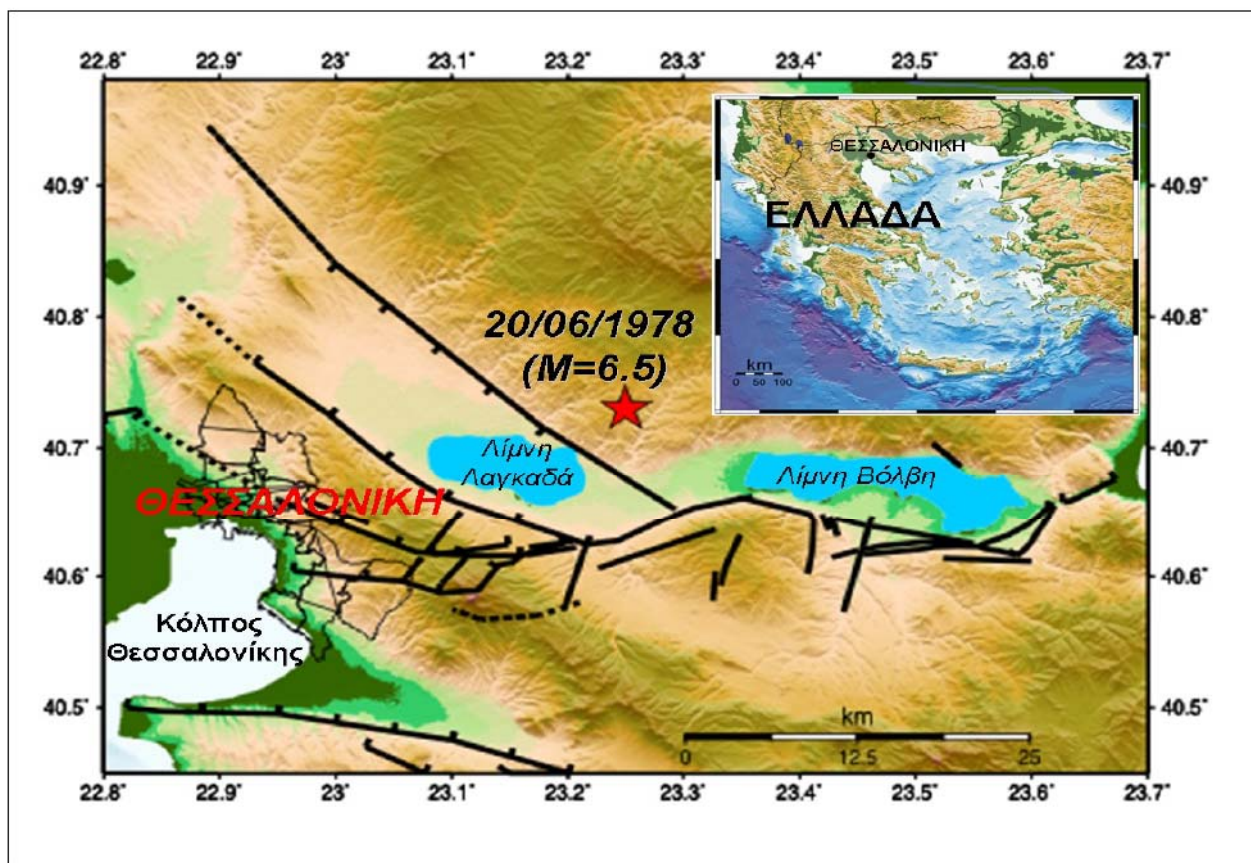
ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ



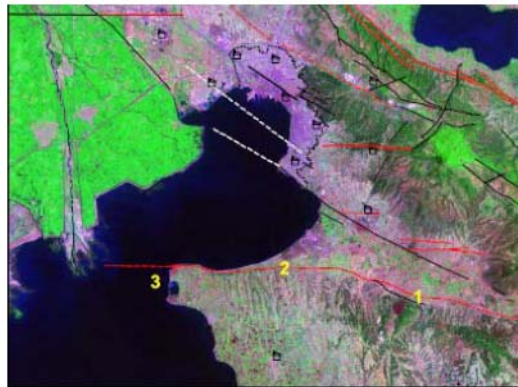


Γνωστά μεγάλα σεισμικά ρήγματα (Παπαζάχος κ.σ. 2001)

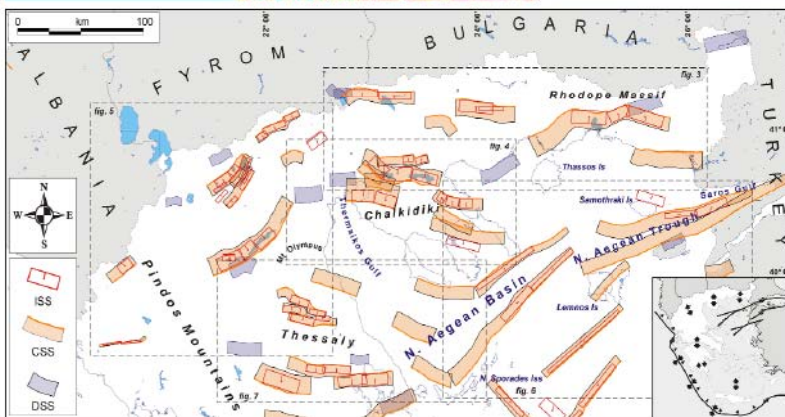
ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ - Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας Αντισεισμικών Κατασκευών , Θεσσαλονίκη , ΕΛΛΑΔΑ



Σχήμα 1: Χάρτης της περιοχής της πόλης της Θεσσαλονίκης και των ρηγμάτων της Λεκάνης της Μυγδονίας (Tranos et al. 2003, Paradeisopoulou et al. 2006). Με αστέρι απεικονίζεται το επίκεντρο του σεισμού του 1978 (Parazachos et al., 1979).



Παυλίδης
Κ.Σ.
2004



Caruto *et al.*, 2012

Χάρτες Ενεργών ρηγμάτων της Θεσσαλονίκης και της ευρύτερης περιοχής

ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ - Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας Αντισεισμικών Κατασκευών, Θεσσαλονίκη, ΕΛΛΑΔΑ

Σενάρια διακινδύνευσης

Διαρκής στόχος: Προοπτική για συνεχή μείωση των συνεπειών των σεισμών

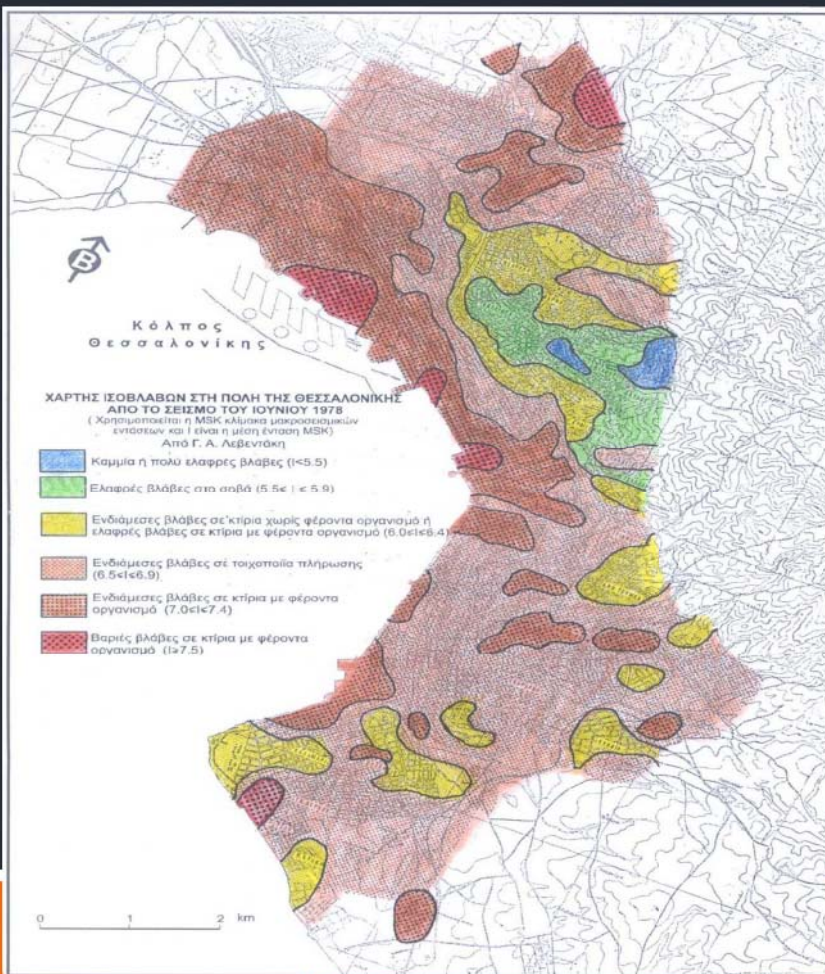
ΣΕΙΣΜΟΣ 20/6/1978 M6.5

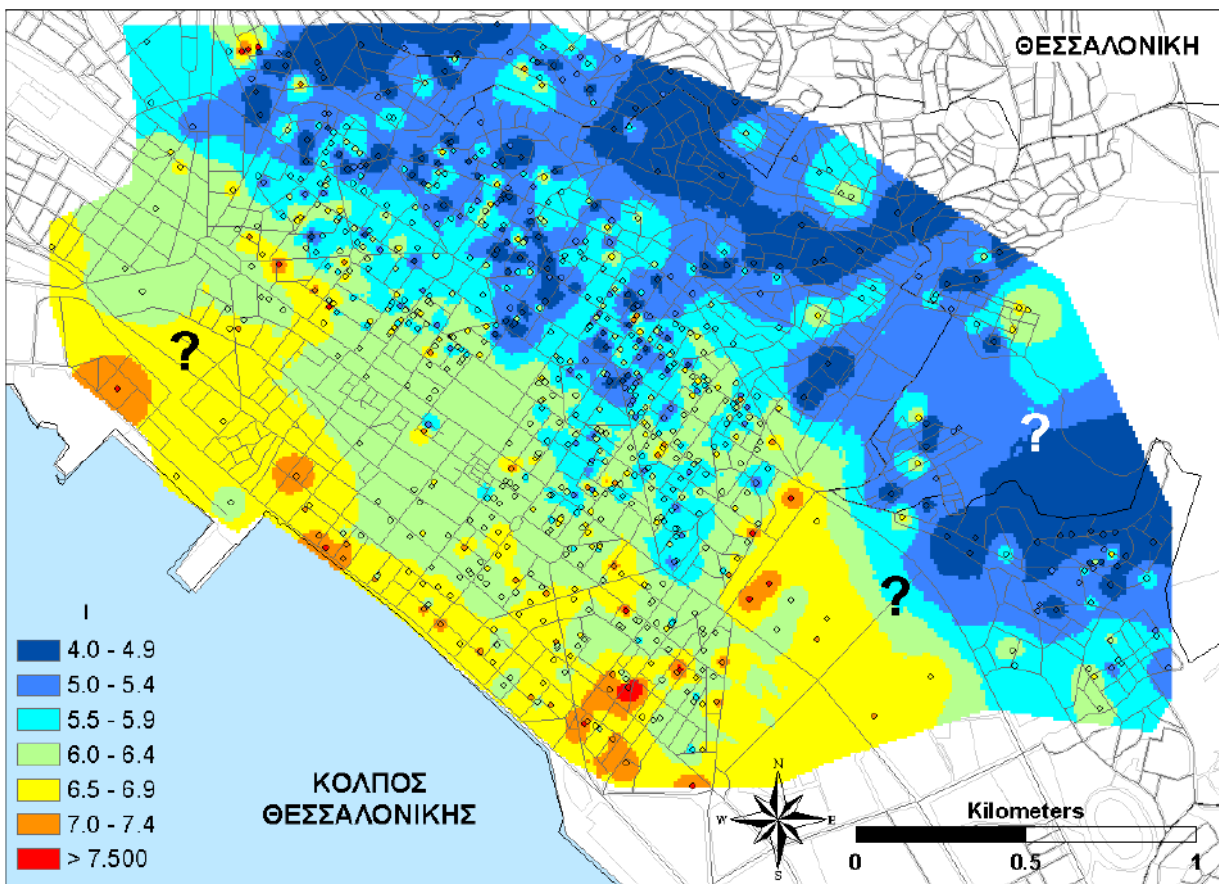


Κόστος αποκατάστασης
Περίπου 1.2-1.5 δις € χωρίς
νέων διανοίξεων οδών,
Οικονομική ζωή

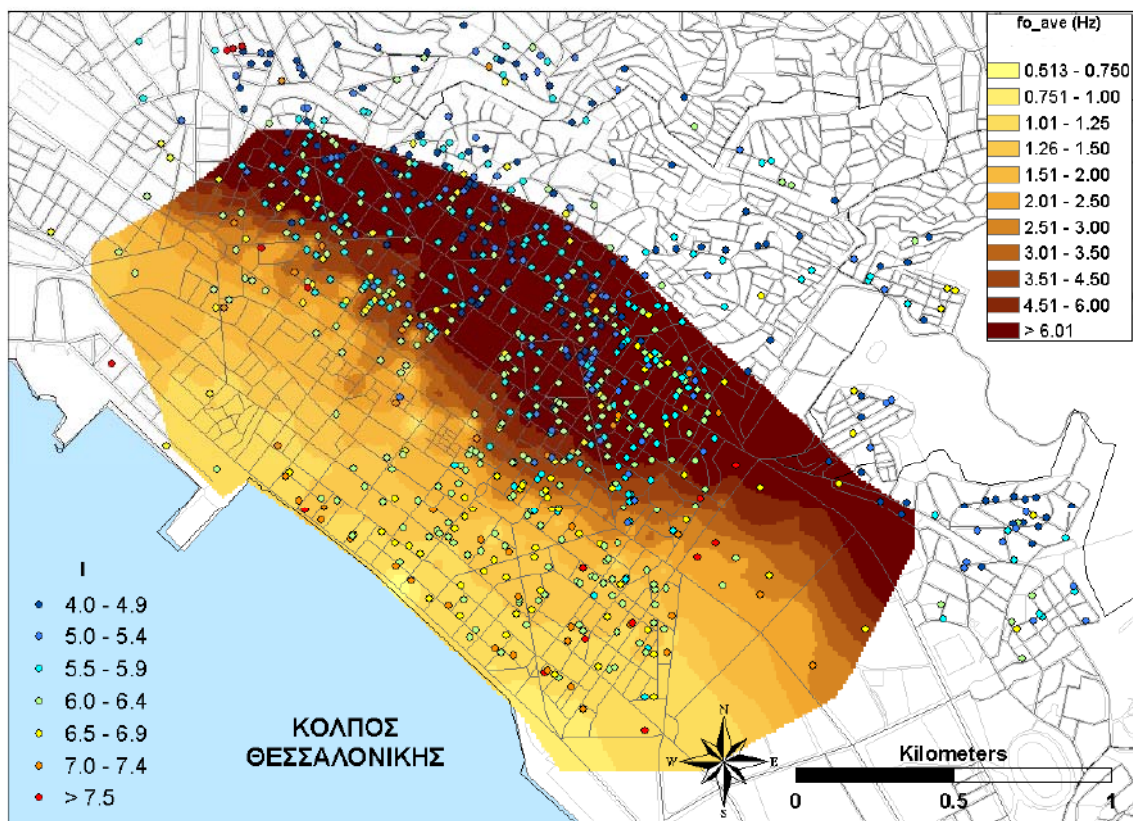
Αστικό συγκρότημα με
66.575 κτίρια. 1978
3.400 (5%) κόκκινα
13.965 (21%) κίτρινα
49.210 (74.0%) πράσινα

Ο Σεισμός Θεσσαλονίκης $M_w = 6.4$ (Λ. Βόλβης) 20/06/1978

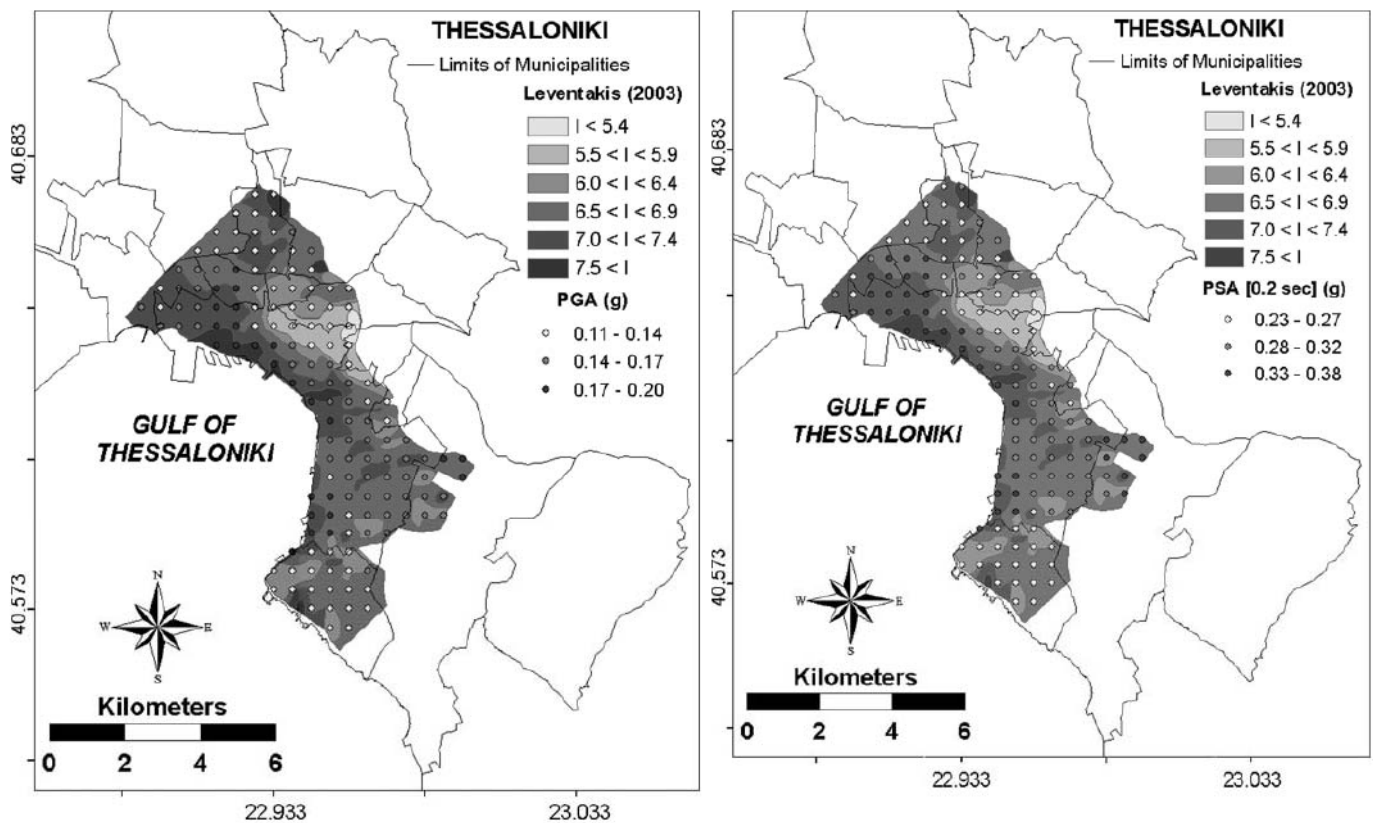




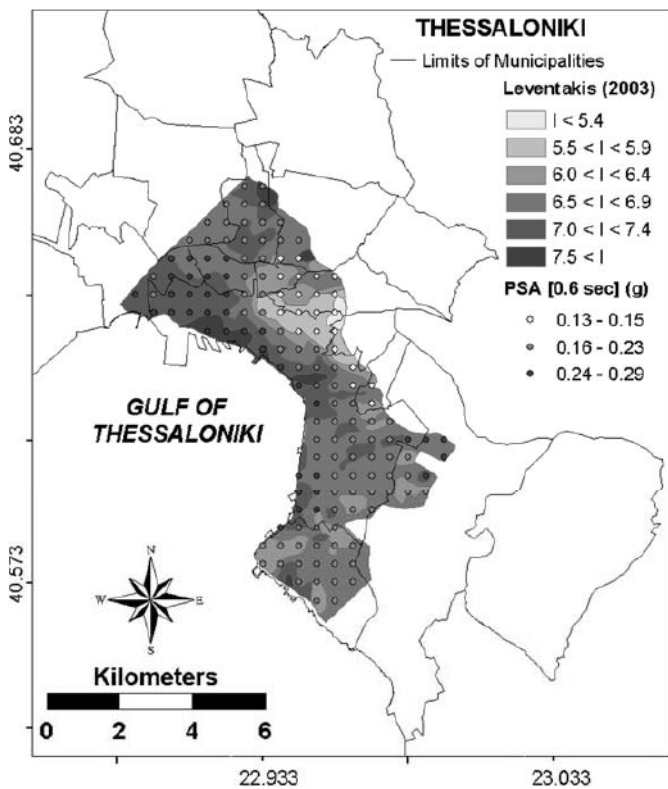
Σχήμα 5. Χάρτης ισοβλαβών καμπύλων στο ιστορικό κέντρο της Θεσσαλονίκης. (Λεβεντάκης και συν.) 2008



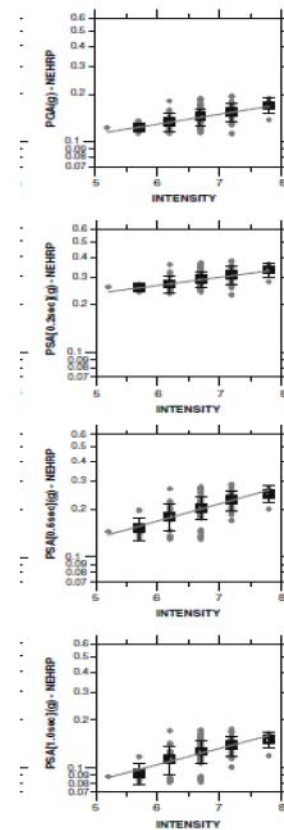
Σχήμα 8. Σύγκριση των θεμελιωδών συχνοτήτων, f_{o_ave} (Hz) (άνω τμήμα) και του αντιστοίχου πλάτους του φασματικού λόγου HVSR, A_{o_ave} (κάτω τμήμα) (Πάνου, 2007) με τις τιμές της μακροσεισμικής έντασης από τον σεισμό του 1978 (Λεβεντάκης, 2003).



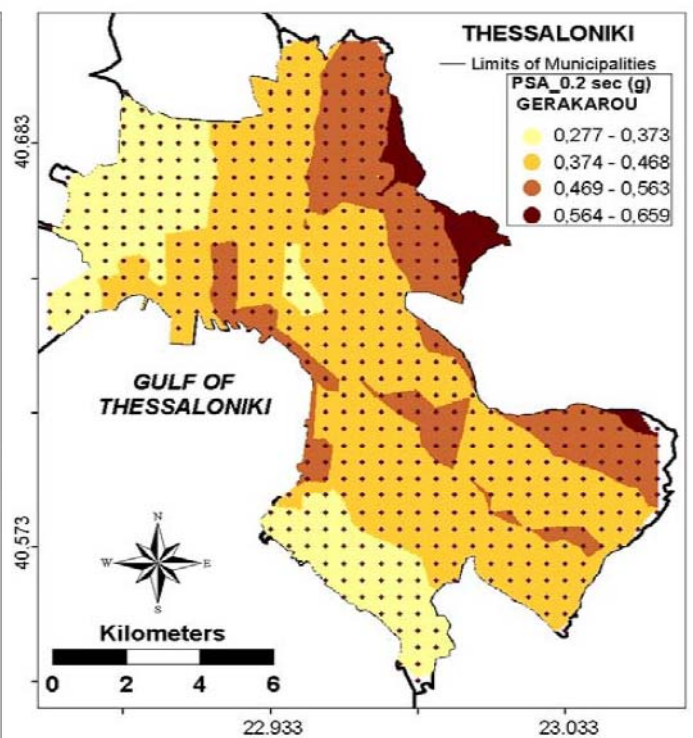
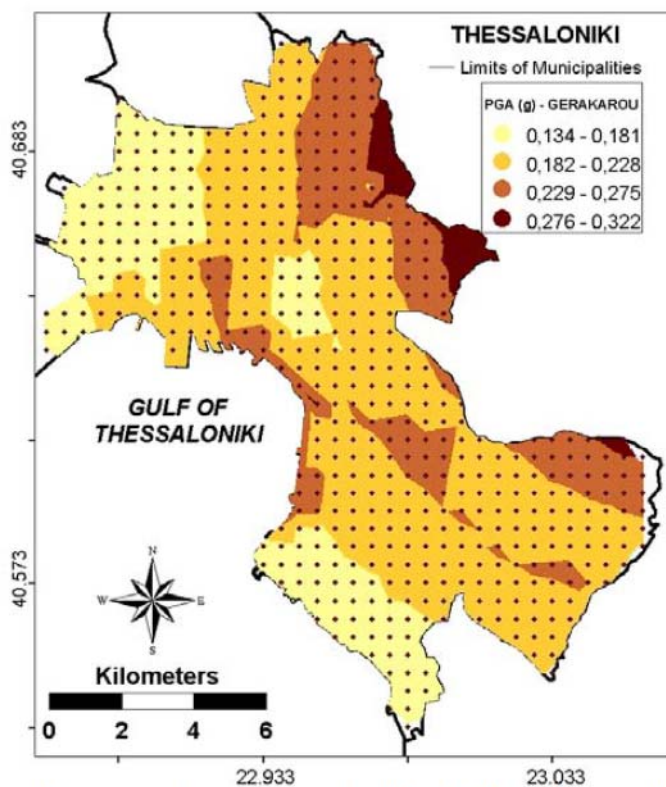
Αντιστοίχιση επιταχύνσεων και συνεπαγόμενων εντάσεων από το ρήγμα της Γερακαρούς για θέσεις που υπολογίστηκαν από τον σεισμό του 1978 Theodulidis et. al. 2006 . **ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΗΣ ΠΗΓΗΣ (ΣΕΙΣΜ. ΡΗΓΜΑ-FSM)**



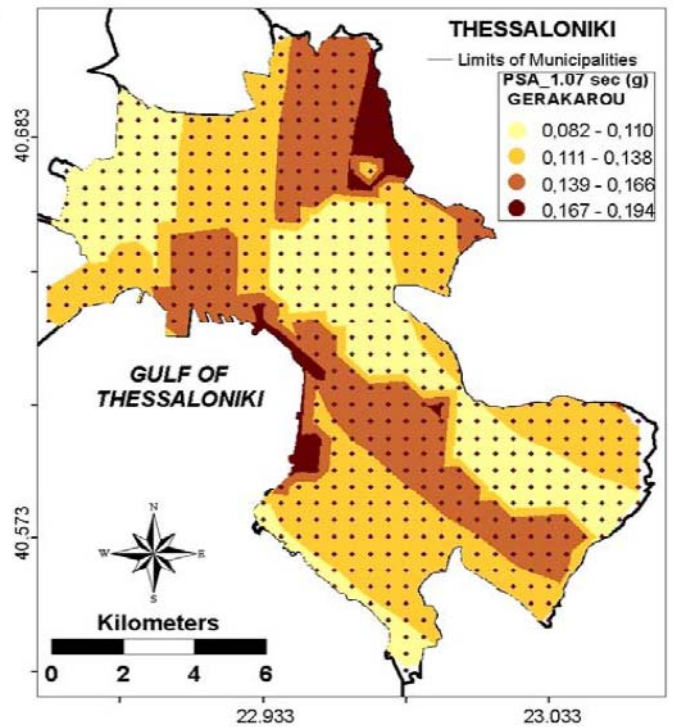
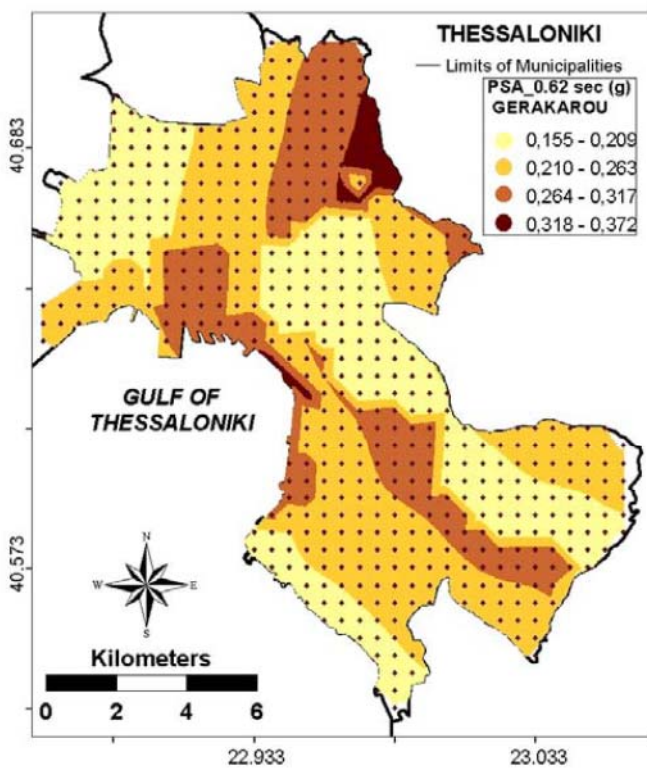
NIKOLAOS THEODULIDIS ET AL.



Αντιστοίχιση επιταχύνσεων και συνεπαγόμενων εντάσεων από το Ρήγμα της Γερακαρούς για θέσεις από τον σεισμό του 1978 (Theodulidis et. al. 2006) . **ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΗΣ ΠΗΓΗΣ (ΣΕΙΣΜ. ΡΗΓΜΑ-FSM)**



Επιταχύνσεις από $M=6.2$ (ρήγμα Γερακαρούς), φασματικές τιμές από Ρήγμα Γερακαρούς, για χαμηλά κτίρια $T=0.2$ sec. (Roumelioti et al. 2006)



Φασματικές τιμές για το σενάριο της Γερακαρούς, δυτικά της Βόλβης
Για ιδιοπερίοδο $T=0.62$, και ψηλά κτίρια $T_a=1.07$ sec (Roumelioti et al. 2006)



Εφαρμογή στο Δήμο Θεσσαλονίκης

Σενάριο διακινδύνευσης για συνήθη κτίρια (Risk-UE WP4) 2001 έως 2004 EUROPEAN COMMISSION

Α. Ι. Κάππος (Ε.Υ.), Χ. Παναγιωτόπουλος,

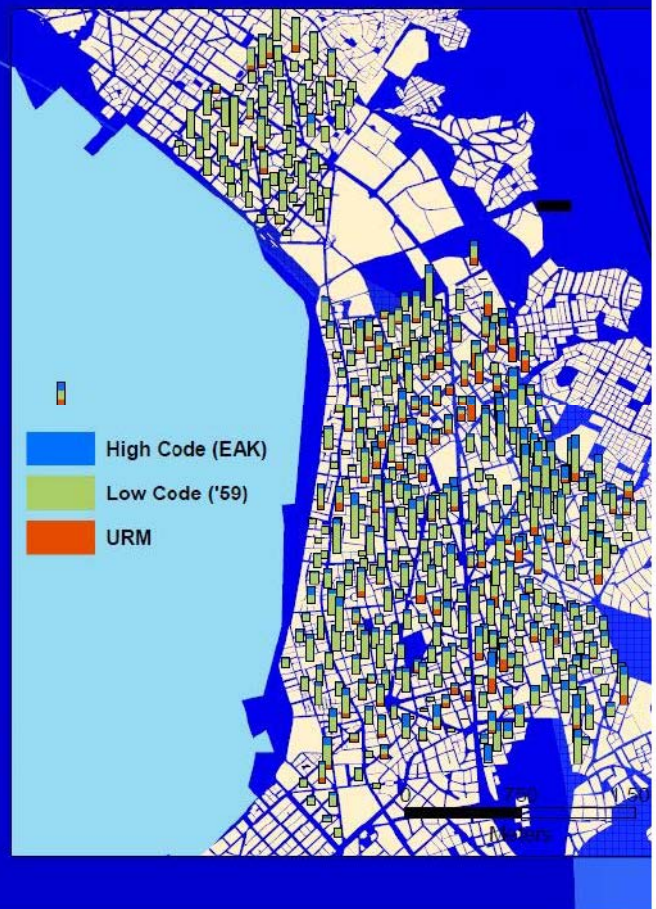
Γ. Παναγόπουλος, Γρ. Πενέλης εργ. Ο.Σ.Φ.Τ.Α.Π.Θ
Karpos et. Al. (2006) Bulletin of Earthquake Eng.



Χωρική κατανομή κτιριακών τύπων

▪ Γενική σύνθεση του κτιριακού αποθέματος στην περιοχή που εξετάστηκε:

- Κτίρια Ο/Σ δομημένα κατά τους παλιούς (προ του 1985) κανονισμούς
- Κτίρια Ο/Σ δομημένα κατά τους νέους (μετά το 1985) κανονισμούς
- Κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία



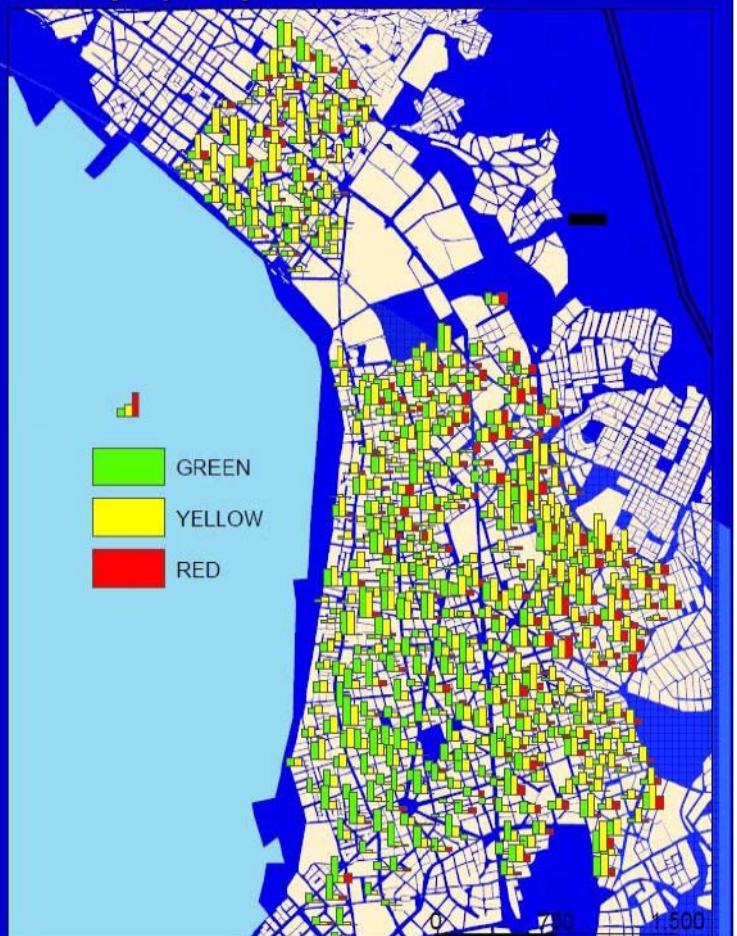
Σενάριο για συνήθη κτίρια

Πρόβλεψη κατάταξης κτιρίων:

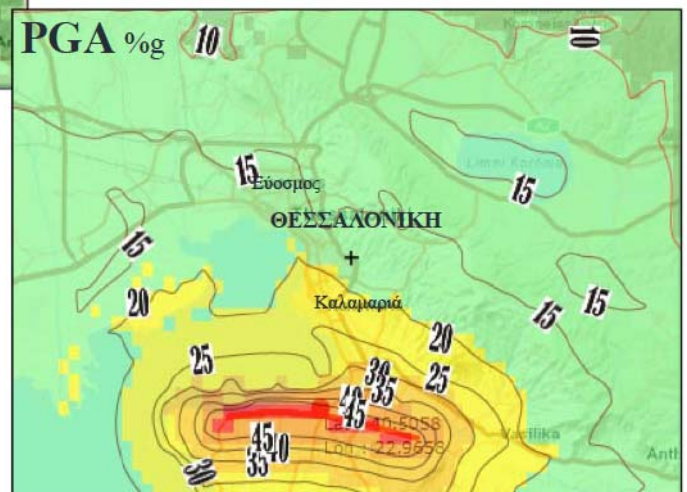
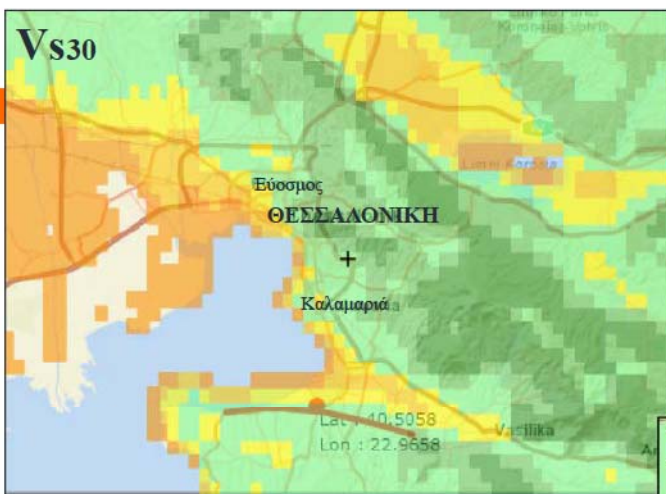
- Πράσινα: DS0 & DS1
- Κίτρινα: DS2 & DS3
- Κόκκινα: DS4 & DS5

Συνολικός αριθμός κτιρίων
σε κάθε κατάταξη

Damage Label	Number of buildings	Percentage (%)
Green	7467	38.93%
Yellow	9432	49.18%
Red	2280	11.89%

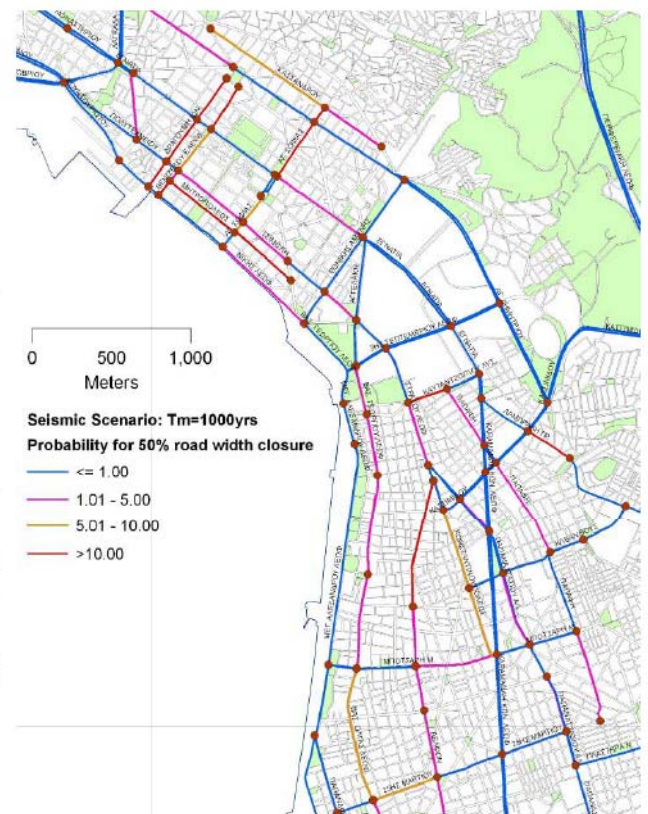
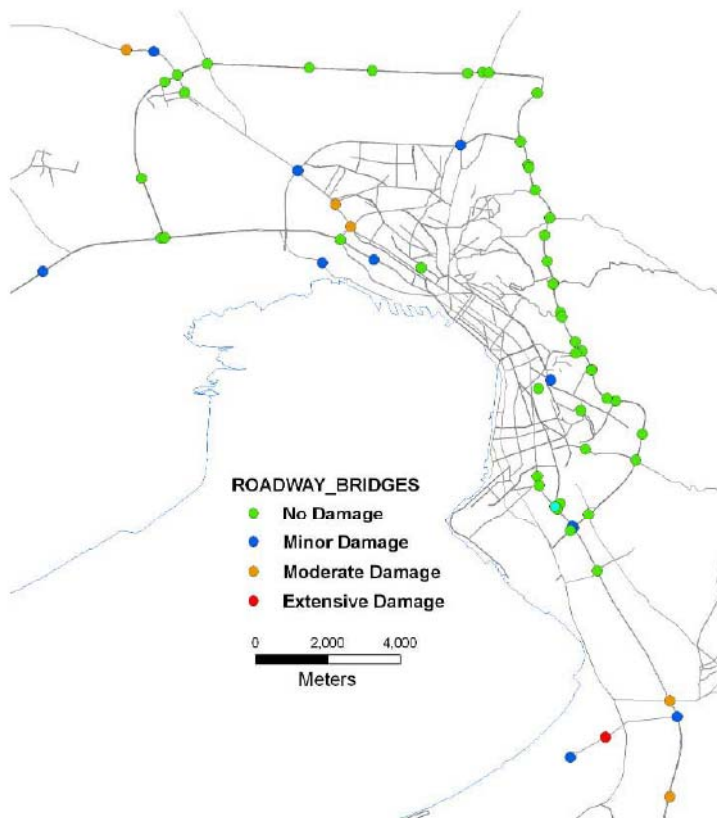


ΣΕΝΑΡΙΟ ΣΕΙΣΜΟΥ “ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ” (M6.5)



(ELER-NET,2018 Erdik M.

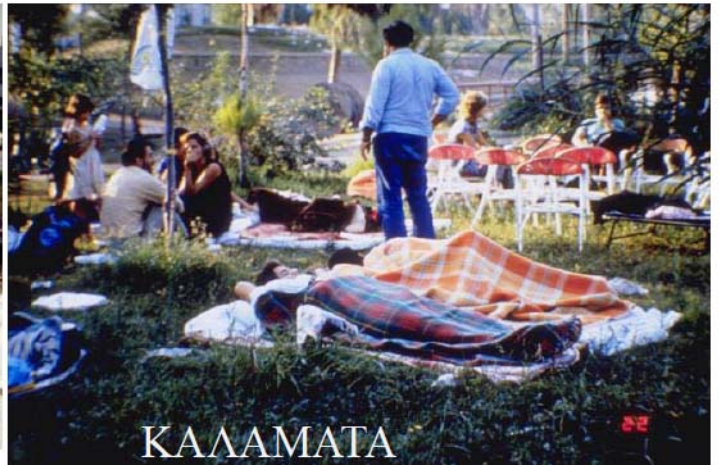




Κατανομή αναμενομένων Βλαβών για Γέφυρες για περίοδο επανάληψης 475 χρόνια. Πιθανότητα αποκλεισμού δρόμων λόγω κατάρρευσης κτιρίων (1000 χρόνια). Kyriazis Pitilakis, Kakderi 2011 Chile, Earth. Geotec. Engin.



ΚΑΛΑΜΑΤΑ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ

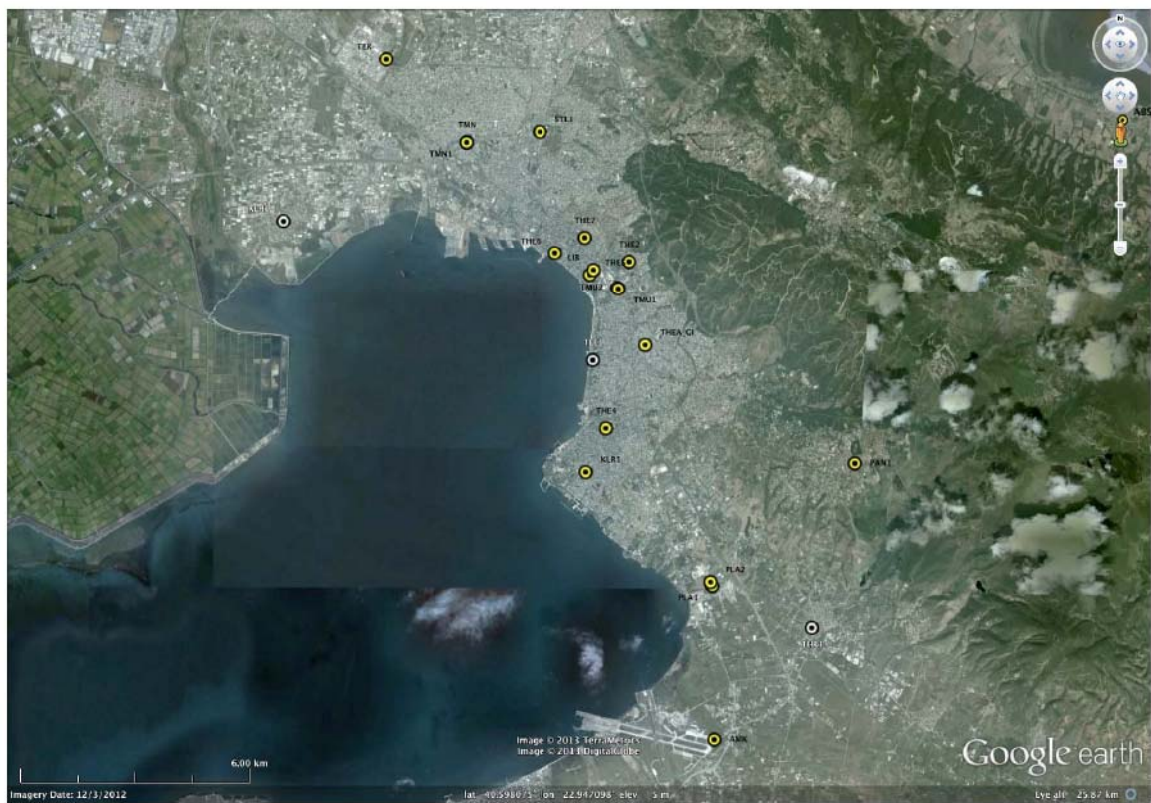


ΠΑΤΡΑ



ΤΟΥΡΚΙΑ

ΔΙΚΤΥΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (20)

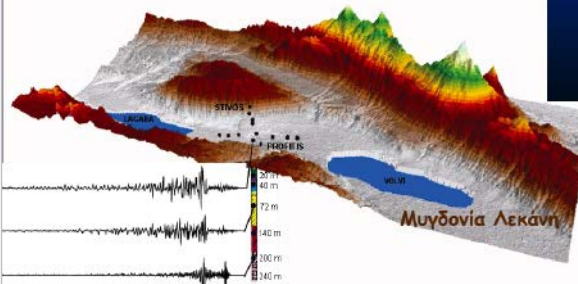


Το έργο του Ινστιτούτου Τεχνικής Σεισμολογίας & Αντισεισμικών Κατασκευών (Ι.Τ.Σ.Α.Κ.)

Εθνικό Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων

Εδάφους & Κατασκευών

ΕΙΔΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ-ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

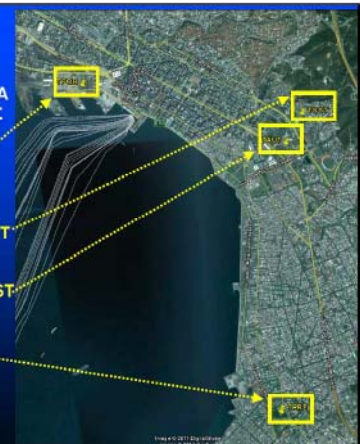
4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ
ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΣΕ ΒΑΘΟΣ ΕΝΤΟΣ
ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Λιμάνι - ΤΡΟΡ
(0μ & -80μ)

ΕΕΘΓΣΜ ΑΠΘ-ΤΑΥΤ
(0μ & -40μ)

Σεισμ. Στ. ΑΠΘ-ΤΣΣΤ
(0μ & -30μ)

Νομαρχία-ΤΡΡΕ
(0μ & -58μ)



ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΑΜΑΚ

Χωροθέτηση των αισθητήρων του 3D δικτύου επιταχυνσιογράφων
του ΙΤΣΑΚ και του ΕΕΘΓΣΜ-ΑΠΘ στο πεδίο δοκιμών EUROSEITEST.



4) Ο Έλεγχος σεισμικής επάρκειας υφισταμένων κατασκευών σε Προσεισμικό στάδιο. Ενίσχυση σε προσεισμικό στάδιο.

■ ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

- Μέθοδος **εφαρμόσιμη επιτόπου** – Αποφυγή πολύπλοκων αναλύσεων.
- Χρήση δεδομένων **εύκολα προσδιορίσιμων** από τους Μηχανικούς:



- ✓ Αριθμός ορόφων n
- ✓ Εμβαδόν ορόφου A_f
- ✓ Θέση και διαστάσεις διατομής κατακόρυφων δομικών στοιχείων (υποστυλώματα, τοιχώματα, τοιχοπληρώσεις) - Ποσοστά $\rho_c, \rho_{wc}, \rho_{wm}$

Ποιότητα υλικών & λεπτομέρειες όπλισης δομικών στοιχείων



Από υφιστάμενη στατική μελέτη

Καταστρεπτικές – Μη καταστρεπτικές μέθοδοι

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ-ΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ

(1)

- Η Θεσσαλονίκη παρουσιάζει σημαντική τρωτότητα, ειδικά για κάποια σενάρια ισχυρών σεισμών. Υπάρχουν πολλά προγράμματα, RISK-UE, SYNER-G, SRM-LIFE, ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗ, NERA, REAKT, για τον σεισμικό κίνδυνο της πόλης.
- Αποτελεσματική στρατηγική διαχείρισης της κρίσης και αποκατάστασης έχει προϋπόθεση την ιεράρχηση της σπουδαιότητας των περιοχών (κτιριακά-ακίνητα), των δραστηριοτήτων, καθώς και των δικτύων, υποδομών, των μεταφορών, των υπηρεσιών και του πληθυσμού.(ΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ). Περίοδοι, κανονικής λειτουργίας, κρίσης, αποκατάστασης.
- Αποτίμηση του χρόνου αποκατάστασης, εξαγωγή χαρτών με το ρυθμό αποκατάστασης των βλαβών για κάθε ένα από τα διάφορα σεισμικά σενάρια.
- Για την εκτίμηση του χρόνου αποκατάστασης, πρέπει να είναι γνωστά τα εξής: διαθέσιμη τεχνολογία, εμπειρία, διαθέσιμο προσωπικό, εξοπλισμός, κανονισμοί, σχέδια έκτακτης ανάγκης, οικονομικές δυνατότητες, δυνατότητα πρόσβασης στα σημεία αστοχίας.



ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ- ΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ (2) πρόταση

- ❑ Από προηγούμενη διαφάνεια βλέπουμε τους δρόμους με μεγάλη πιθανότητα αποκλεισμού σε περίπτωση ισχυρού σεισμού. Με μέριμνα της Πολιτείας θα πρέπει να ενταθούν οι έλεγχοι προσεισμικά στις πιο τρωτές κατασκευές και να βρεθούν κονδύλια Για άμεση αναβάθμιση αυτών των κατασκευών.
- ❑ Με αυτό τον τρόπο θα βελτιώσουμε την σεισμική ασφάλεια του Πολεοδομικού συγκροτήματος σε ενδεχόμενο μελλοντικό σεισμό. Επίσης με μέριμνα των φορέων ΕΥΑΘ, ΑΕ, ΔΕΠΑ, ΠΘΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ θα πρέπει να ελεγχθούν σε κρίσιμες θέσεις τα δίκτυα κοινής ωφέλειας



ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ

ΣΧΕΔΙΑ--ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ ανά αυτοδιοικητική μονάδα ΧΩΡΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΚΟΙΝΟΥ

- Οι χώροι συγκέντρωσης-εκκένωσης να μην απέχουν μεγάλη απόσταση από τα οικοδομικά τετράγωνα που θα εξυπηρετήσουν . Να λαμβάνουν υπόψη την πυκνότητα του πληθυσμού και να έχουν ασφάλεια από τυχόν πτώσεις δομικών υλικών.
- Οι χώροι καταυλισμού να υποστηρίζονται από τρεχούμενο νερό, χώρους υγιεινής και κάποια προσωρινή αποχέτευση. Να έχουν καλή προσπελασιμότητα. Ακόμη να διαθέτουν δυνατότητα για παροχή υπηρεσιών σε τραυματίες.
- Να γίνεται επικαιροποίηση των καταλόγων των εμπλεκομένων στις ομάδες κινητοποίησης, τόσο ως προς τις ιδιότητες όσο και προς τα προσωπικά στοιχεία.
- Να γίνονται ασκήσεις ετοιμότητας για να διαγνωσθούν οι αδυναμίες οι παραλείψεις και οι δυσλειτουργίες, να υπάρχει μηχανισμός διόρθωσης. Να βελτιώνονται τα σχέδια στις επόμενες χρονιές
- Είναι πολύ θετική η συμβολή του Δήμου με τον ορισμό χώρων συγκέντρωσης κοινού.



ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ

Τελικές σκέψεις

- ❖ Ένα σημαντικό ζήτημα είναι από πιο ρήγμα θα έρθει το σεισμικό κύμα στην πόλη.
- ❖ Σε κάθε περίπτωση η κατανομή και η ένταση των αναμενομένων βλαβών μπορεί να εκτιμηθεί, και έτσι να ληφθεί υπόψη και στις Υποδομές , και στους χώρους καταφυγής.
- ❖ Η Μονάδα έρευνας ΙΤΣΑΚ_ΟΑΣΠ με το Α.Π.Θ. ως Σύμβουλος στις υπηρεσίες πολιτικής Προστασίας του Δήμου Θεσσαλονίκης για τον σχεδιασμό των χώρων καταφυγής για Προσωρινή και μεγαλύτερης διάρκειας στέγαση πληγέντων.
- ❖ Οι χώροι καταυλισμών να είναι και χώροι προσυγκέντρωσης, για να υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις.
- ❖ Τα συνεργεία του Ξενοκράτη να μπορούν να αναλάβουν
πολλαπλούς ρόλους.



ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ!

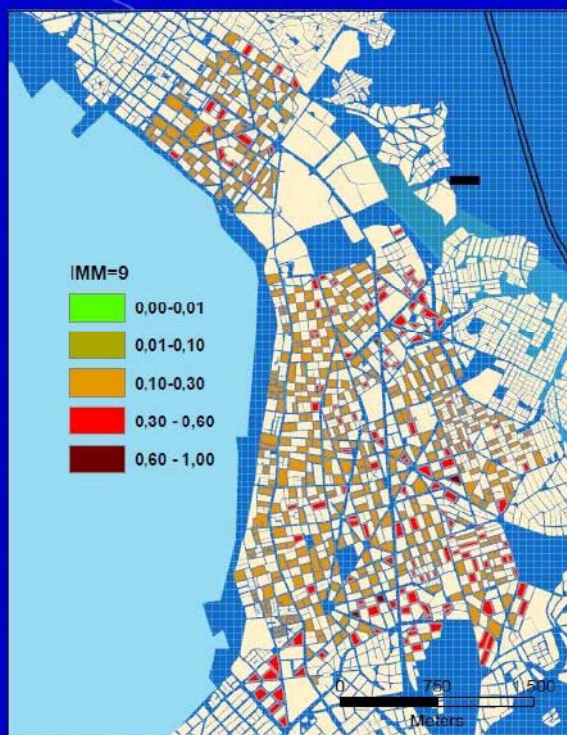
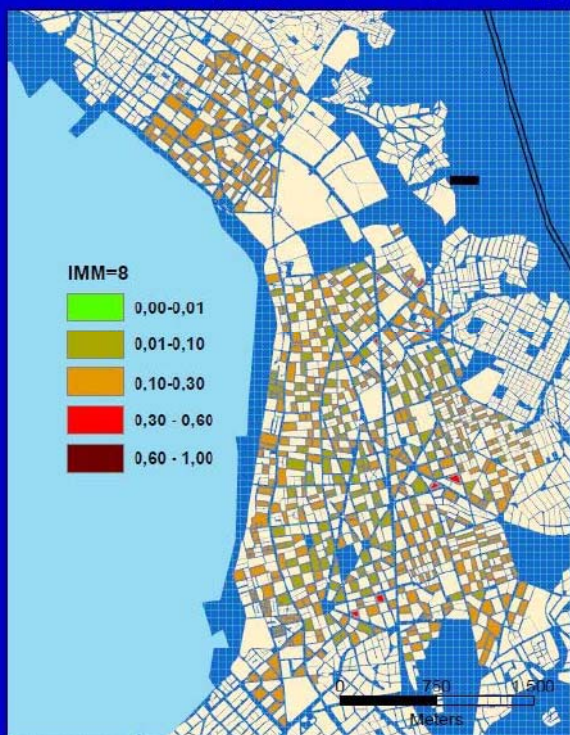
Βασίλης Λεκίδης
Διευθυντής Ερευνών
Ο.Α.Σ.Π.-ΙΤΣΑΚ

lekidis@itsak.gr



Σενάριο για συνήθη κτίρια

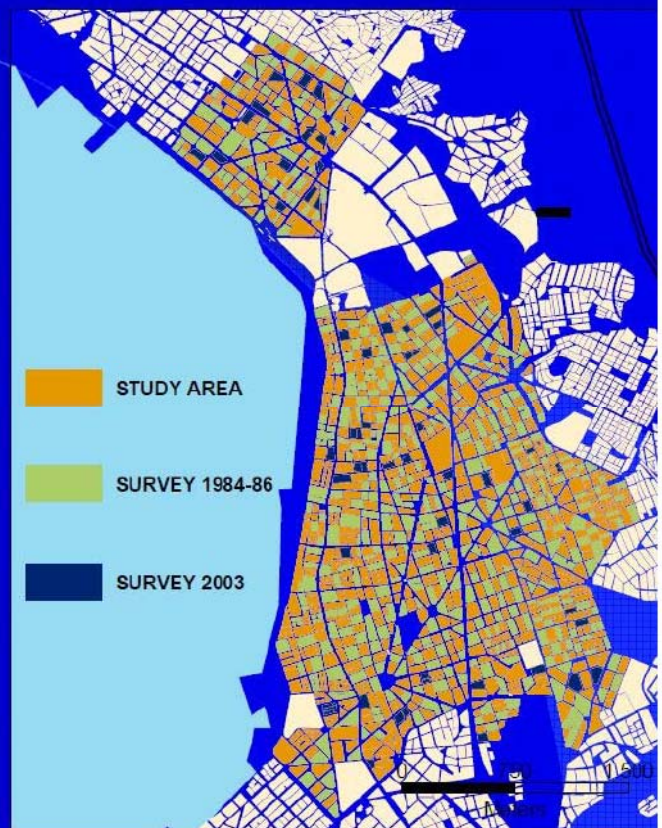
Κατανομή βαθμού βλάβης για ομοιόμορφη ένταση στην περιοχή



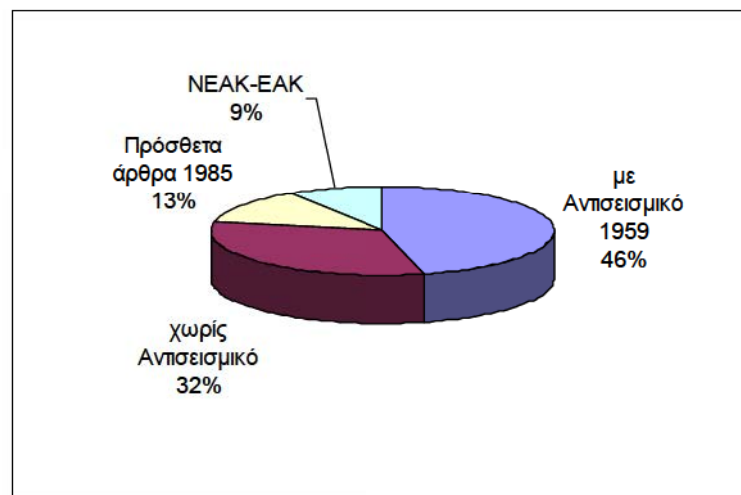
$$\frac{\sum(MDF_i \cdot V_i)}{V_{tot}}$$

Καταγραφή κτιριακού αποθέματος

- Ανάλυση του συνολικού κτιριακού αποθέματος του Δήμου Θεσσαλονίκης που συντέθηκε βάσει:
 - Στοιχείων ΕΣΥΕ 1991
 - Λεπτομερή στοιχεία για 5740 κτίρια που είχαν μελετηθεί από Πενέλη και συν. (1986) μετά το σεισμό του 1978
- Λεπτομερής ανάλυση (ανά οικοδ. τετράγωνο) για τμήμα της πόλης:
 - Επιτόπου καταγραφή από συνεργείο του ΑΠΘ τμήματος (>10%) του κτιριακού αποθέματος του Δήμου που είχε καλύψει η καταγραφή του 1986
 - *‘Αναθεώρηση’* της σύνθεσης του κτιριακού αποθέματος βάσει της νέας καταγραφής των 50 τετραγώνων



Υπάρχουσες κατασκευές



ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ