



Project funded by
EUROPEAN UNION



Εκτίμηση αναμενόμενων βλαβών στο δομημένο περιβάλλον (κτίρια, δίκτυα)[ΙΗΥ/ΙΤΣΑΚ]

Γεώργιος Παναγόπουλος
Πολιτικός Μηχανικός, Λέκτορας Εφαρμογών

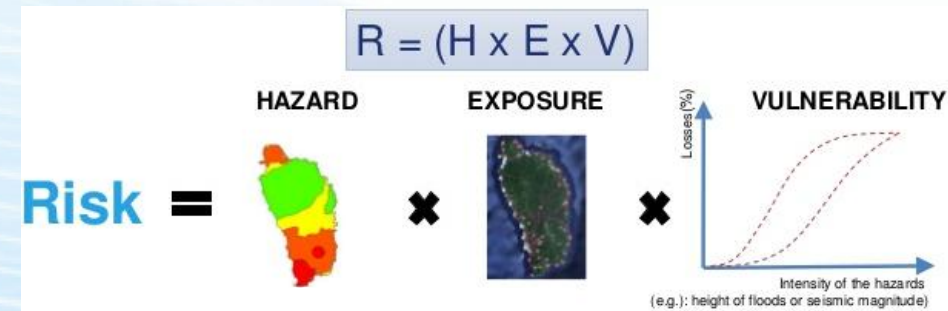


Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας

Η εκτίμηση των αναμενόμενων βλαβών μπορεί να θεωρηθεί ότι επιμερίζεται σε 3 συνιστώσες

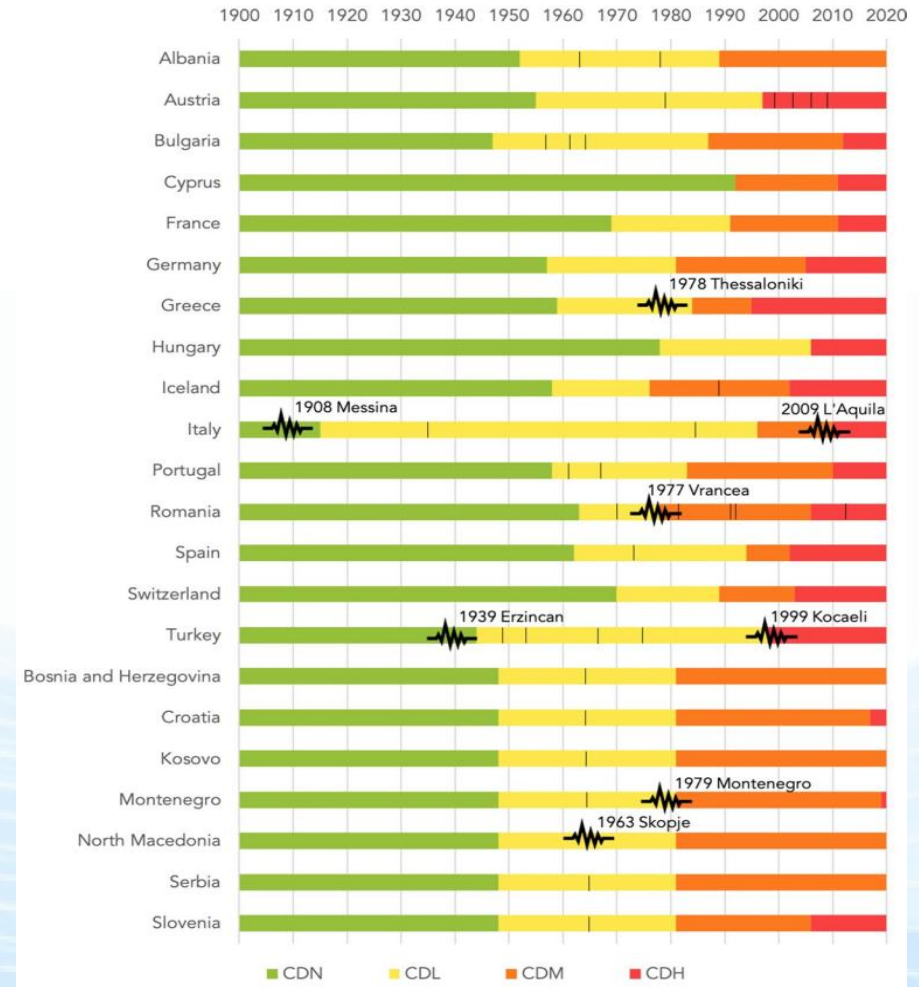
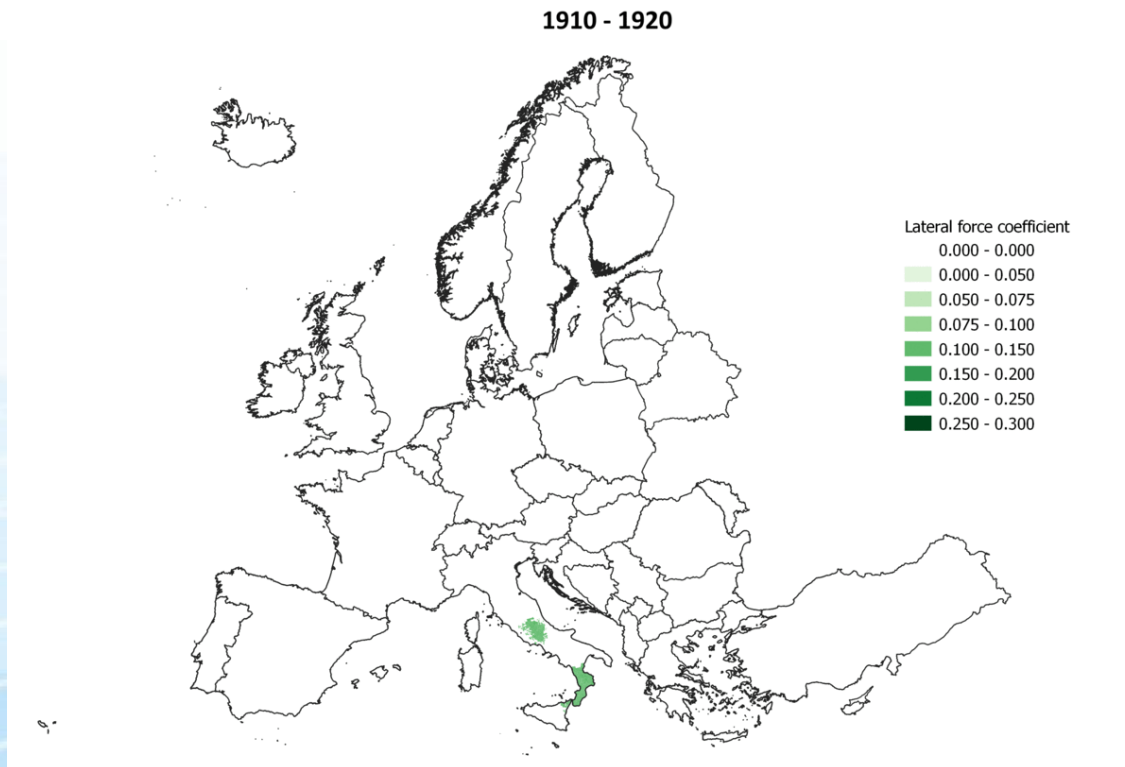


Hazard: Επικινδυνότητα (σεισμική κίνηση)
Exposure: Στοιχεία υπό έκθεση (κτίρια, αγωγοί κ.α.)
Vulnerability: Τρωτότητα



Διαφοροποίηση στο υφιστάμενο κτιριακό απόθεμα στις χώρες που συμμετέχουν στο έργο (Ελλάδα, Τουρκία, Ρουμανία, Μολδαβία). Κύριοι παράγοντες:

- Διαφορετικές διατάξεις σχεδιασμού και κανονιστικά κείμενα
- Τοπικές κατασκευαστικές πρακτικές



Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

Crowley et al. (2021)

Ανάγκη για κοινό πλαίσιο αναφοράς σε όλες τις συμμετέχουσες χώρες

- Ομοιομορφοποίηση αποτελεσμάτων
- Αποφυγή προβλημάτων ασυμβατότητας στη μεθοδολογία και το λογισμικό που αναπτύχθηκε (**REDAS**)
- Υιοθέτηση του συστήματος ταξινόμησης κατά **GEM** (Global Earthquake Model)

Μελέτες διαχείρισης σεισμικού κινδύνου αστικών κέντρων

- Αδυναμία εξέτασης μεμονωμένων κτιρίων - Ομαδοποίηση σε κατάλληλες **τυπολογίες** με κοινά χαρακτηριστικά
- Βασικά χαρακτηριστικά κτιρίων που επηρεάζουν τη σεισμική τους απόκριση/τρωτότητα
 - Υλικό (οπλισμένο σκυρόδεμα, φέρουσα τοιχοποιία, χάλυβας κ.α.)
 - Ηλικία (επίπεδο κανονιστικών διατάξεων σχεδιασμού)
 - Ύψος (αριθμός ορόφων)
 - Σύστημα παραλαβής σεισμικών δράσεων (πλαισιακό, δίδυμο κ.τ.λ.)
 - Μη κανονικότητες (σε κάτοψη ή καθύψος - διάταξη τοικοπληρώσεων)



(Brzev et al., 2013)

Common borders. Common solutions.

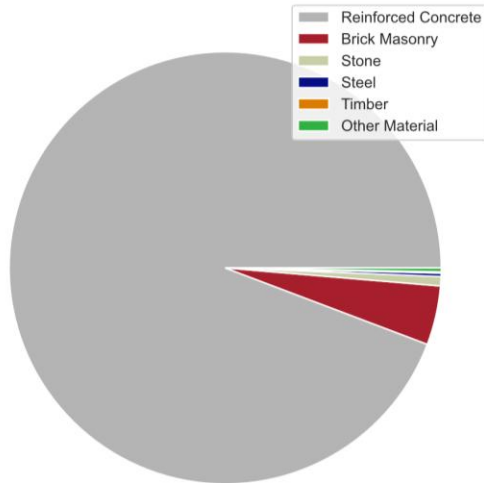
Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

Η ερευνητική ομάδα αιτήθηκε και παρέλαβε από την ΕΛΣΤΑΤ τα αποτελέσματα της Απογραφής Κτιρίων του 2011

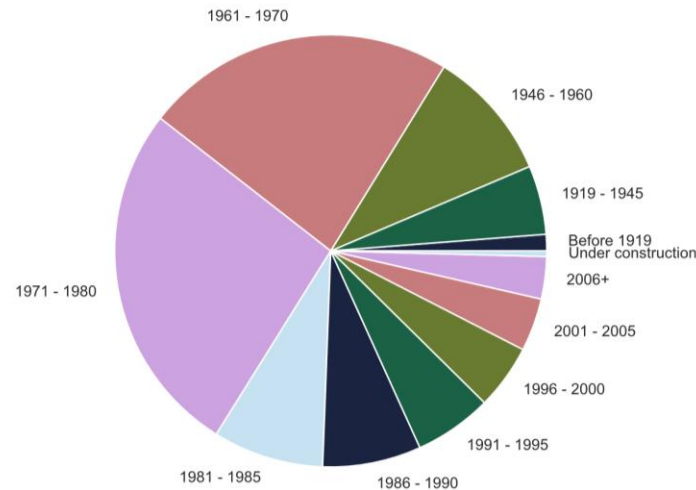
- Περιοχές Κεντρικής Μακεδονίας, Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης
- Στοιχεία ανά κτίριο στις πρωτεύουσες νομών και ανά οικισμό στις υπόλοιπες περιοχές
- Θεώρηση του οικοδομικού πολυγώνου («τετραγώνου») ως γεωγραφική μονάδα της μελέτης

Κτιριακό απόθεμα Δήμου Θεσσαλονίκης

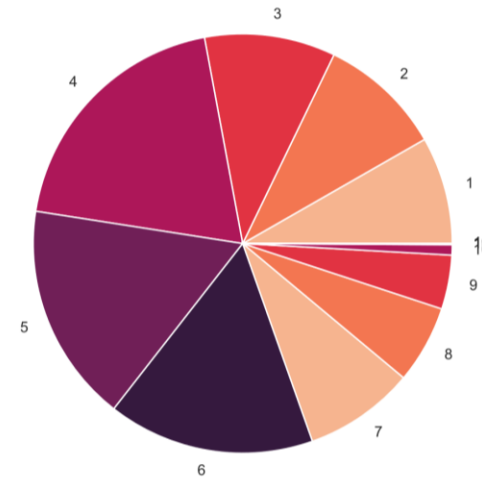
Material



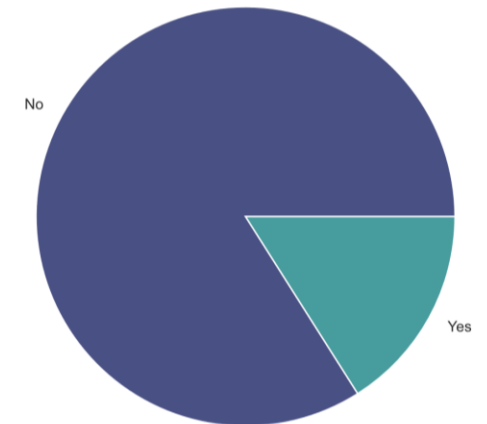
Construction period



Number of storeys

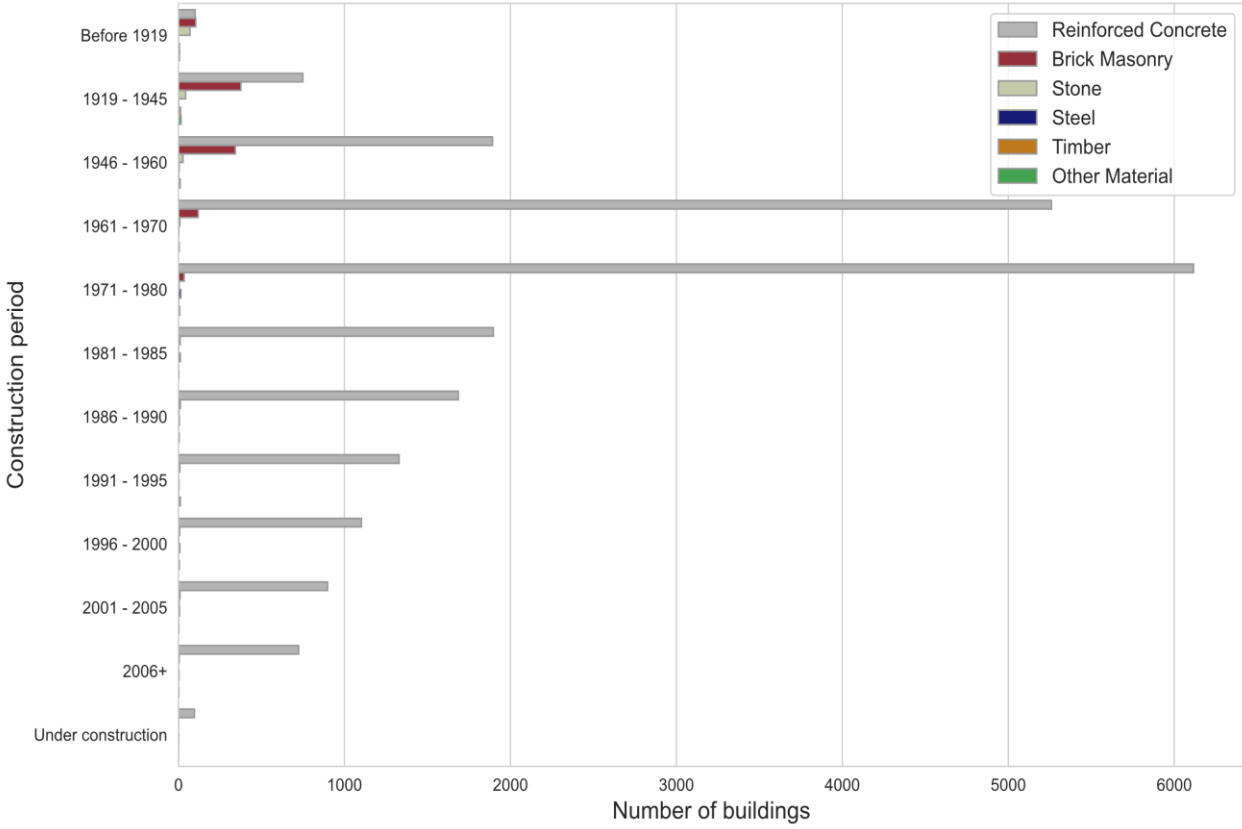


Soft storey (RC buildings)

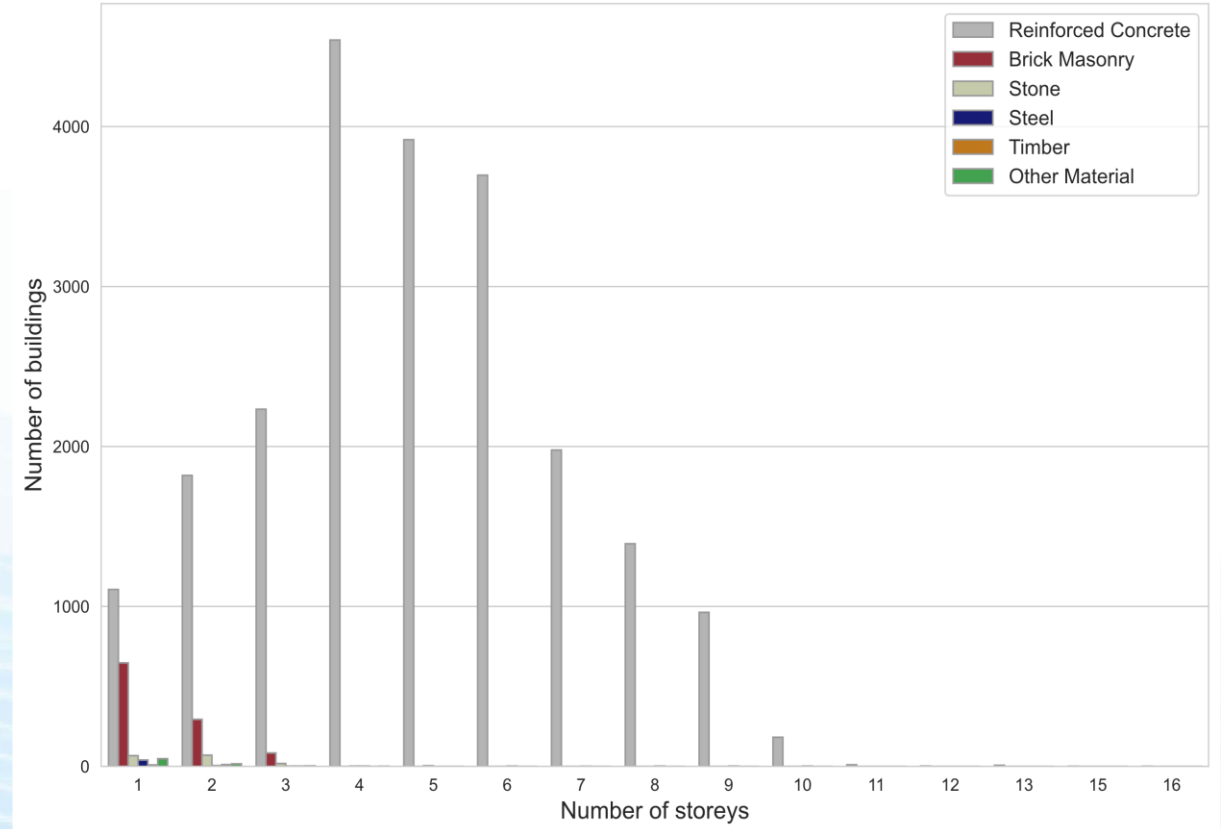


Κτιριακό απόθεμα Δήμου Θεσσαλονίκης

Construction material - Thessaloniki



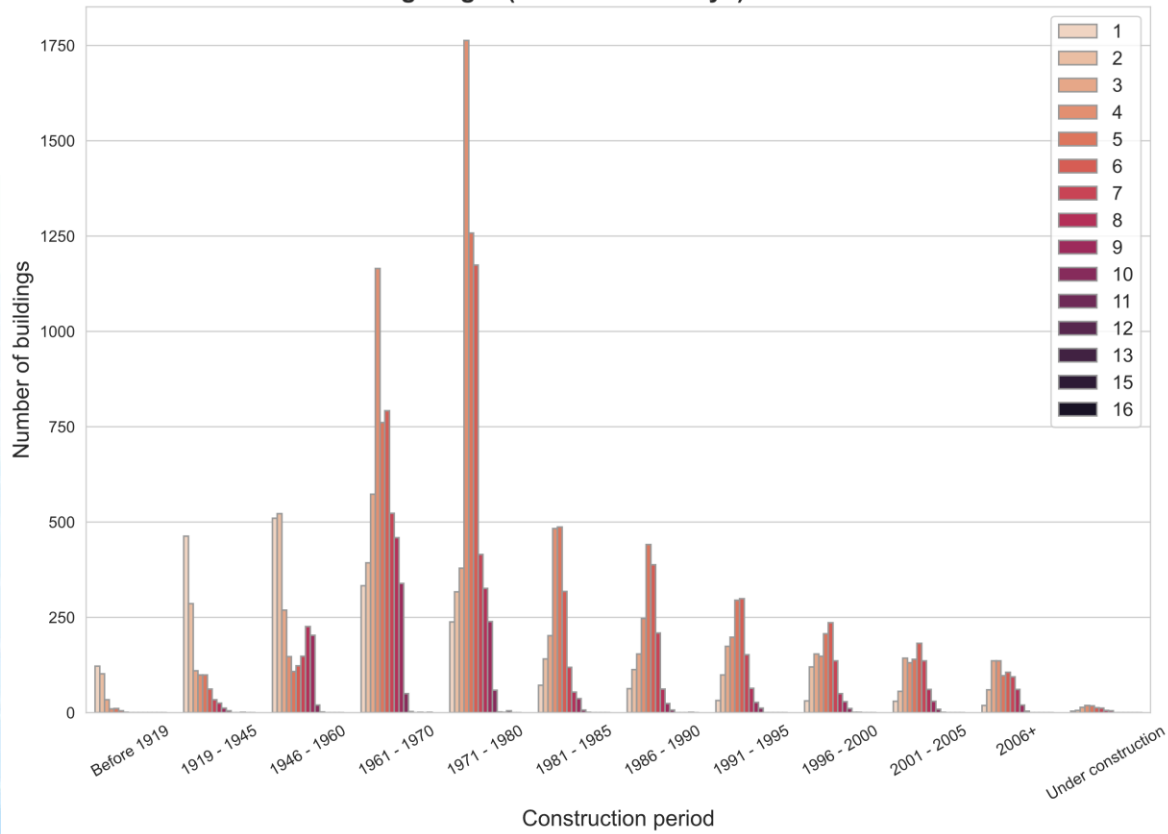
Material vs height (number of storeys) - Thessaloniki



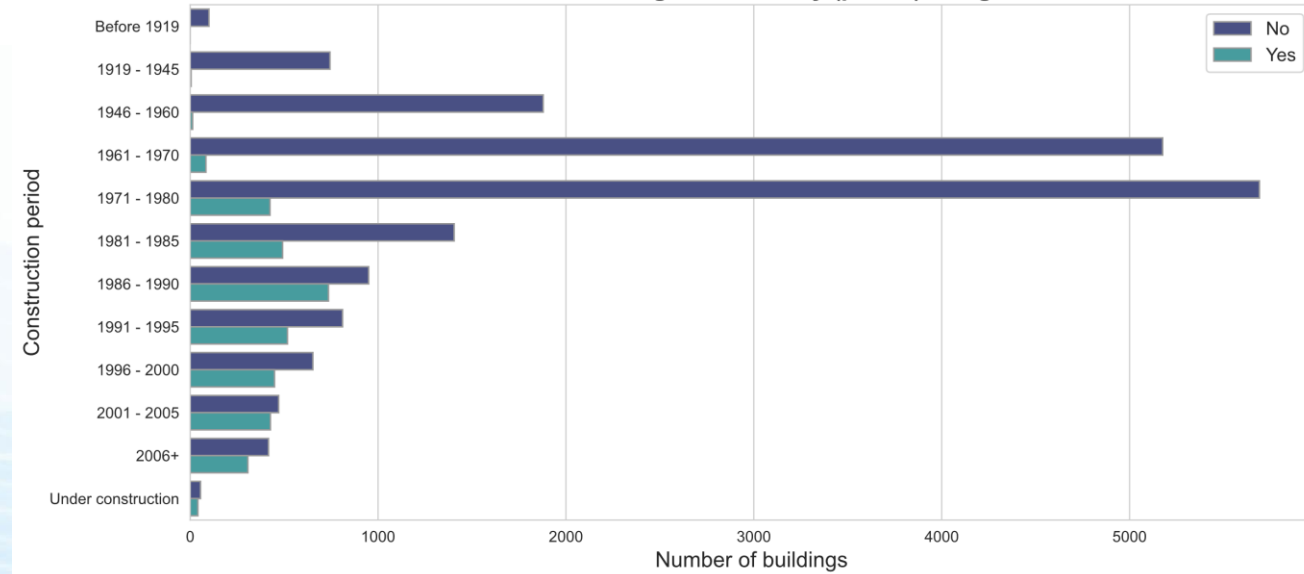
Common borders. Common solutions.

Κτιριακό απόθεμα Δήμου Θεσσαλονίκης

Building height (number of storeys) - Thessaloniki



Reinforced concrete buildings: Soft storey (pilotis) vs age - Thessaloniki



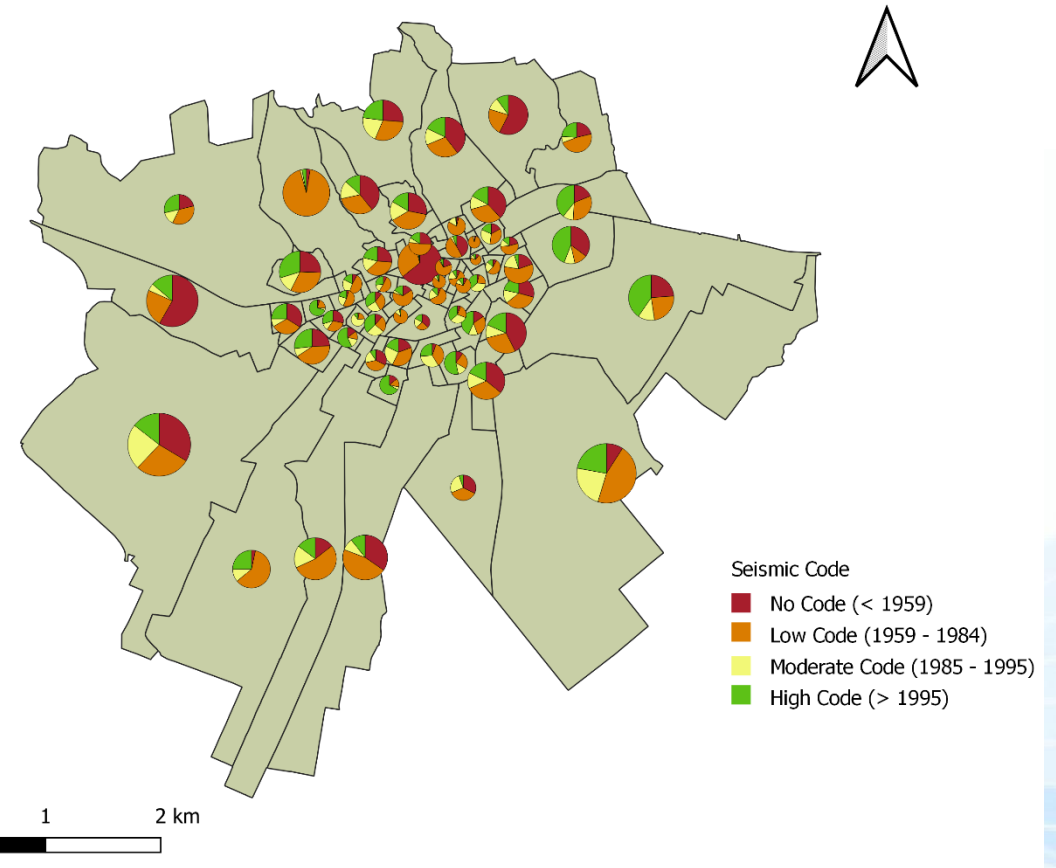
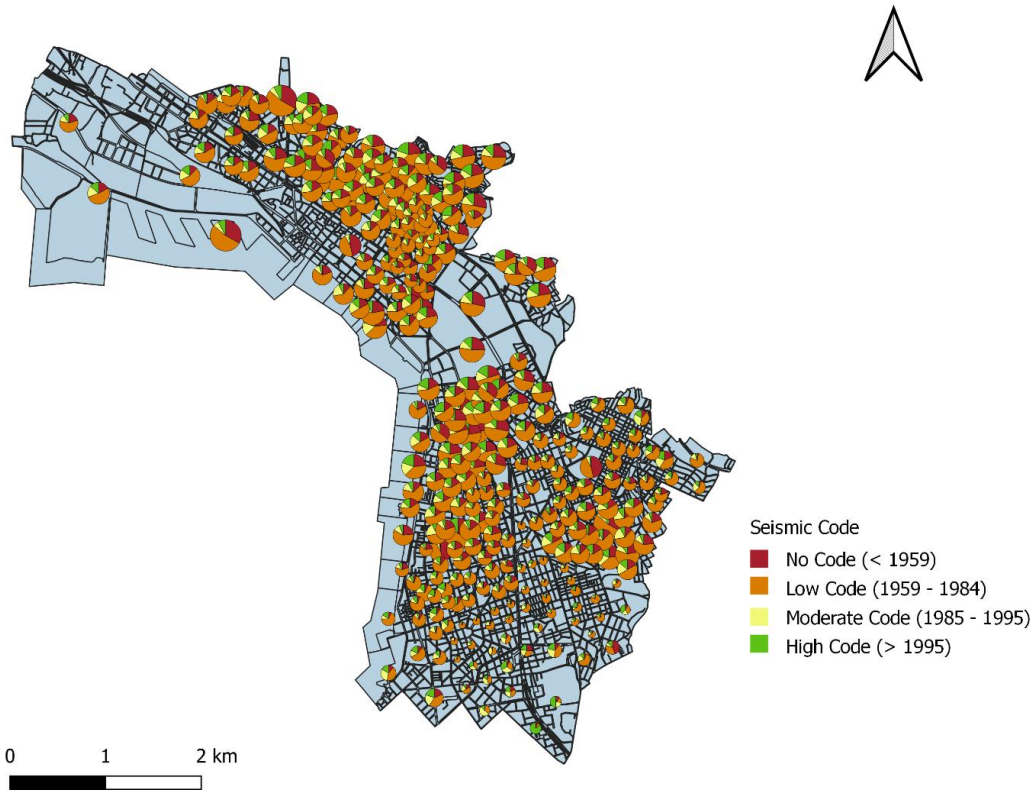
Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

Επίπεδο Αντισεισμικού Σχεδιασμού (Ηλικία κτιρίων) - Χωρική κατανομή

Κτιριακό απόθεμα Δήμου Θεσσαλονίκης

Κτιριακό απόθεμα Δήμου Σερρών

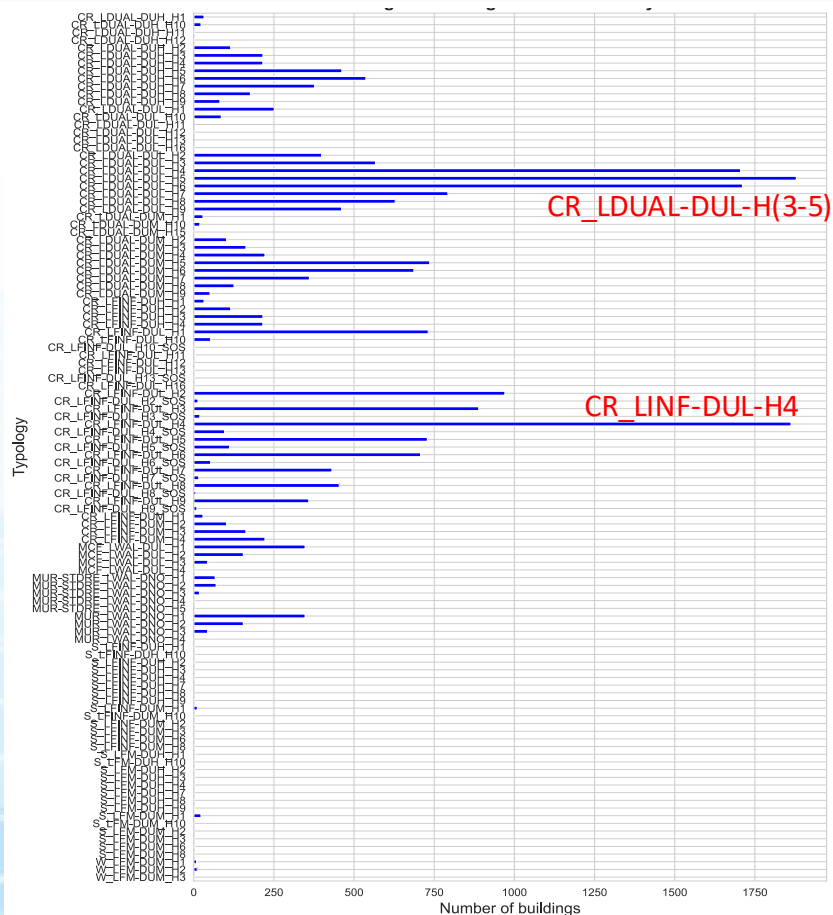


Common borders. Common solutions.

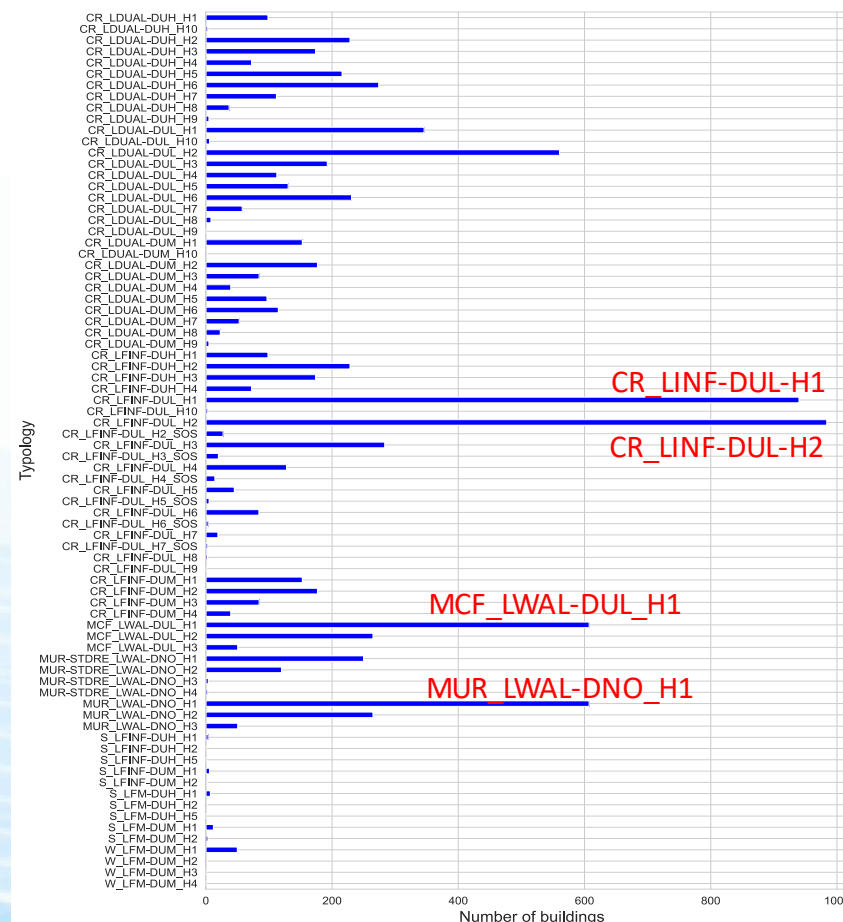
Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

Αντιστοίχιση κτιριακού αποθέματος στις τυπολογίες κατά GEM

Κτιριακό απόθεμα Δήμου Θεσσαλονίκης



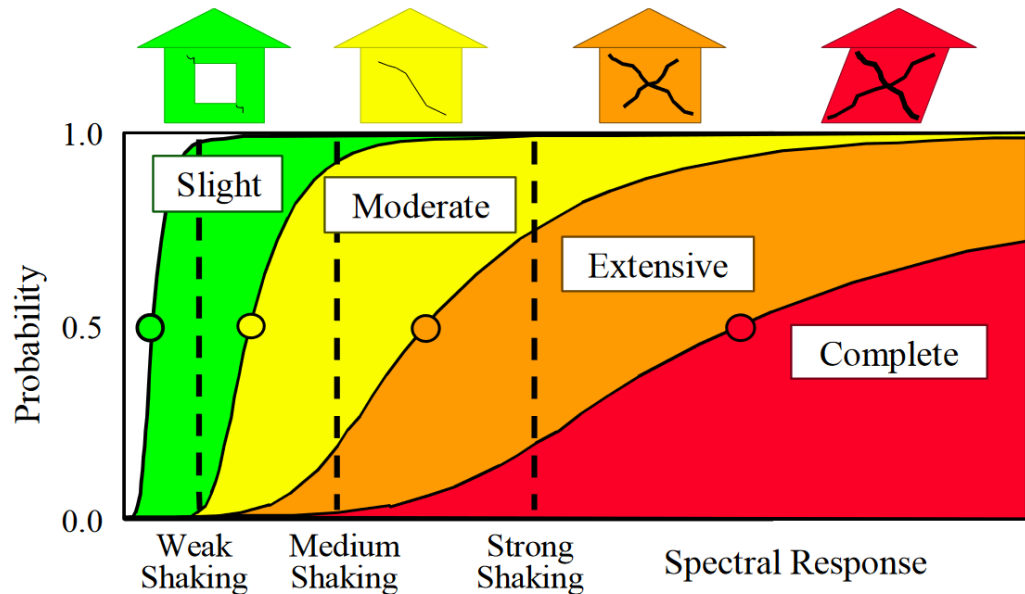
Κτιριακό απόθεμα Δήμου Σερρών



Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

- Οι καμπύλες τρωτότητας προσφέρουν ένα βολικό τρόπο εκτίμησης των αναμενόμενων βλαβών
- Η απόκριση κάθε τυπολογίας κτιρίων περιγράφεται από την αντίστοιχη σειρά καμπυλών τρωτότητας
- Ορίζονται κατάλληλες στάθμες βλάβης, αυξούμενες από τη μηδενική βλάβη έως την πλήρη αστοχία
- Κάθε καμπύλη περιγράφει την πιθανότητα η βλάβη να έχει ξεπεράσει το κατώφλι μιας συγκεκριμένης στάθμης, για δεδομένο επίπεδο της σεισμικής διέγερσης (π.χ. φασματική επιτάχυνση, μετακίνηση κ.τ.λ.)



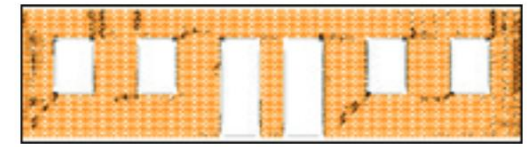
a) Slight Damage Threshold (DT1)
(maximum crack width - 1 mm).



b) Moderate Damage Threshold (DT2)
(maximum crack width - 5 mm).



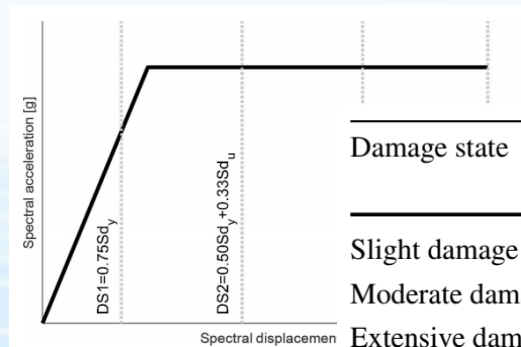
c) Extensive Damage Threshold (DT3)
(maximum crack width - 10 mm).



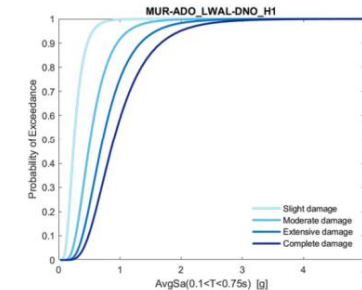
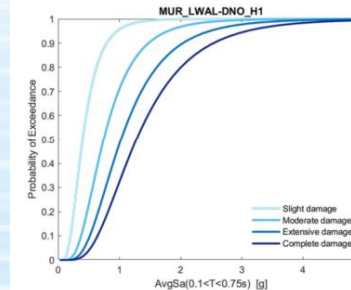
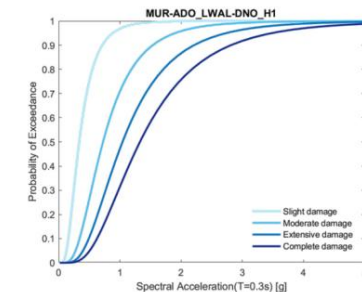
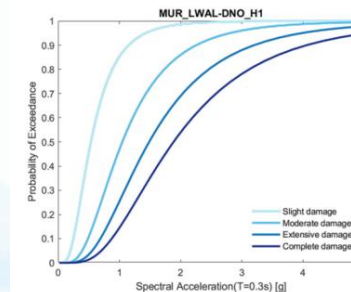
d) Complete Damage or Collapse Threshold (DT4)
(Maximum crack width - 15 mm).

Τυπικές στάθμες βλάβης για κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία

- Επιλέχθηκαν οι καμπύλες τρωτότητας που προτάθηκαν πρόσφατα από τους **Martins & Silva (2020)**
 - Υιοθετήθηκαν από το Seismic Risk Model 2020 (**ESRM 2020**)
 - Έχουν χρησιμοποιηθεί και ελεγχθεί συστηματικά σε σειρά ερευνητικών προγραμμάτων
 - Καλύπτουν ικανοποιητικά το κτιριακό απόθεμα στις χώρες των εταίρων του προγράμματος
 - Θεώρηση 4 σταθμών βλάβης (DS1: slight, DS2: moderate, DS3: extensive and DS4: complete), ορισμένων με οικονομικούς όρους (κόστος αποκατάστασης προς κόστος ανακατασκευής)

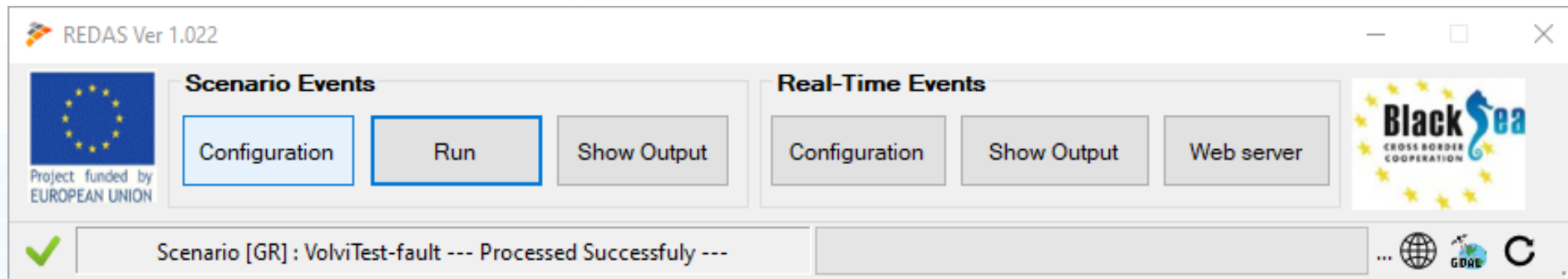


Damage state	Expected loss ratio E[LR]
Slight damage (DS1)	0.05
Moderate damage (DS2)	0.20
Extensive damage (DS3)	0.60
Complete damage (DS4)	1.00



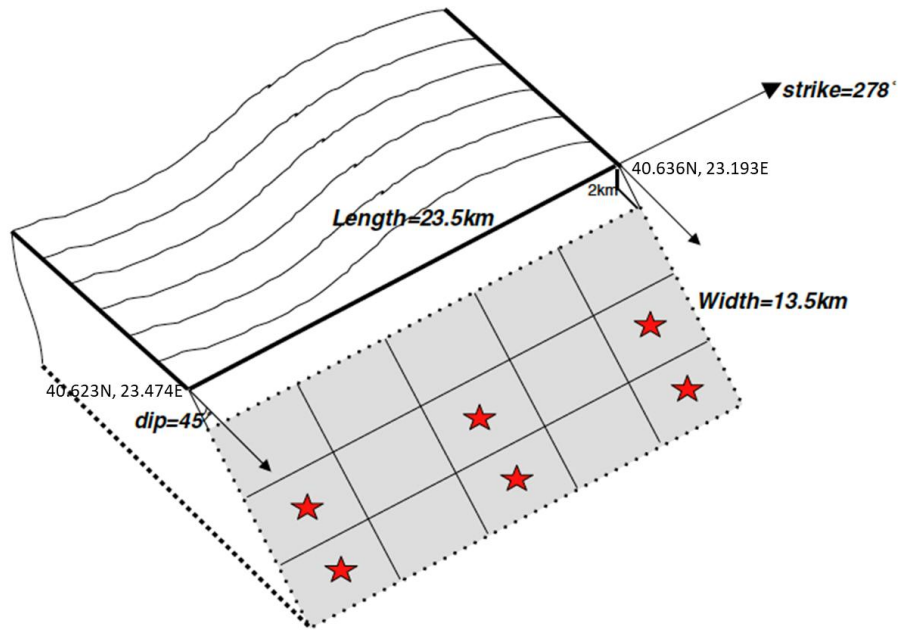
Common borders. Common solutions.

- Στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου αναπτύχθηκε το λογισμικό **REDAS** με δυνατότητες
 - Εκτέλεσης σεναρίων σεισμικής διακινδύνευσης για προκαθορισμένες διεγέρσεις (**Scenario Events**)
 - Παραγωγής αποτελεσμάτων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο (**Near Real-Time Events**)



- Υπεύθυνοι για την ανάπτυξη του λογισμικού ήταν οι Τούρκοι εταίροι του έργου
- Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του λογισμικού ελέγχθηκε μέσω της προσομοίωσης του σεισμού της Θεσσαλονίκης του 1978 και τον έλεγχο των αποτελεσμάτων με τα πραγματικά στατιστικά στοιχεία βλαβών (Penelis et al., 1984)

Προσομοίωση του ρήγματος του σεισμού του 1978



(Theodoulidis et al. 2006)

Run Event: C:\REDAS\Scenarios_pilot_faults\VolviTest-fault-N.xml

C:\REDAS\Scenarios_pilot_faults\VolviTest-fault-N.xml

id	Volvi fault
netid	—
network	—
lat	40.6295
lon	23.3335
mag	6.5
depth	8
year	1978
month	1
day	1
hour	1
minute	1
second	1
time	—
timezone	—
locstring	—
created	—
Fault_Name	Volvi fault
Fault_Type	N
Fault_Lat	(Collection)
Fault_Lon	(Collection)
Fault_Dip	45
Fault_Width	13.5
Fault_Top	0
Fault_Zdir	1

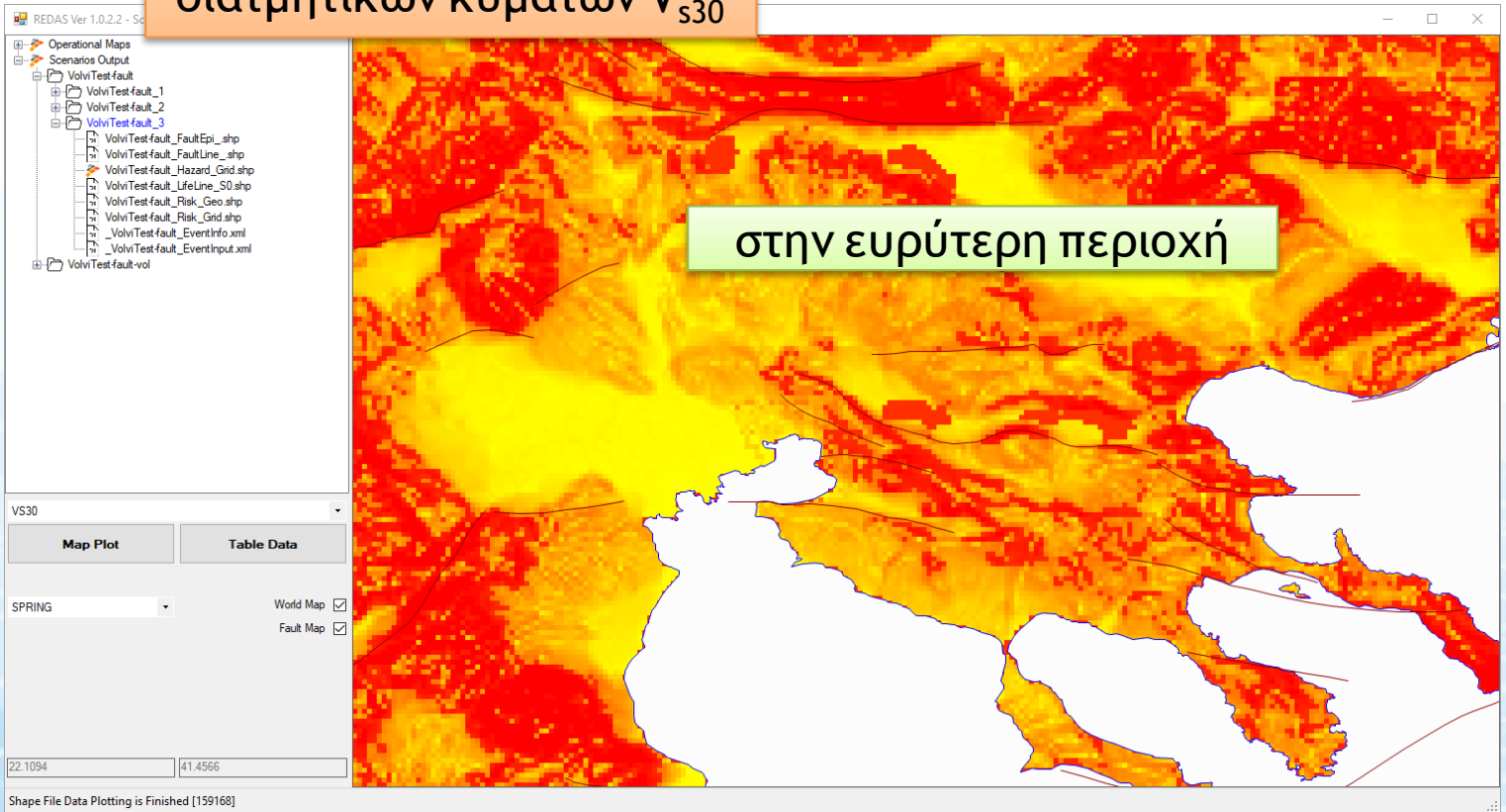
Refresh Map

Cancel Start

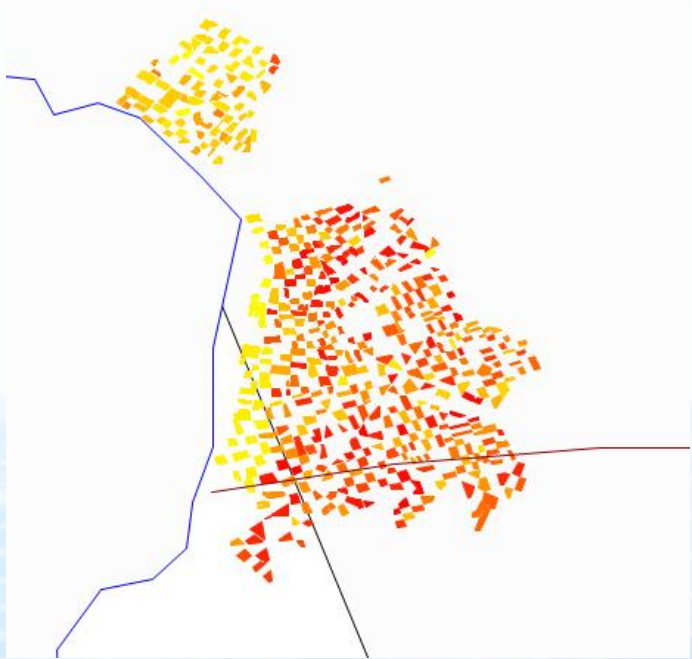
22.06643 39.88603

Επιρροή των τοπικών εδαφικών συνθηκών

Χωρική κατανομή της μέσης ταχύτητας διατμητικών κυμάτων V_{s30}



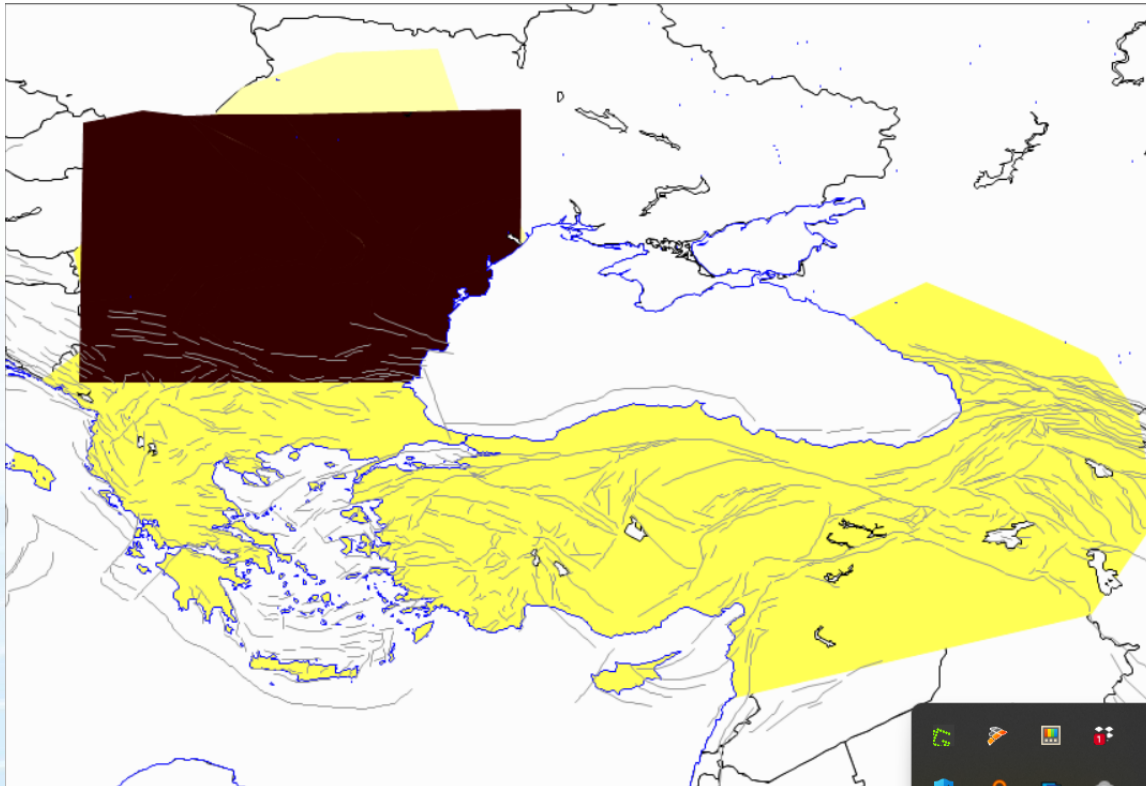
στα οικοδομικά πολύγωνα της Θεσσαλονίκης



Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

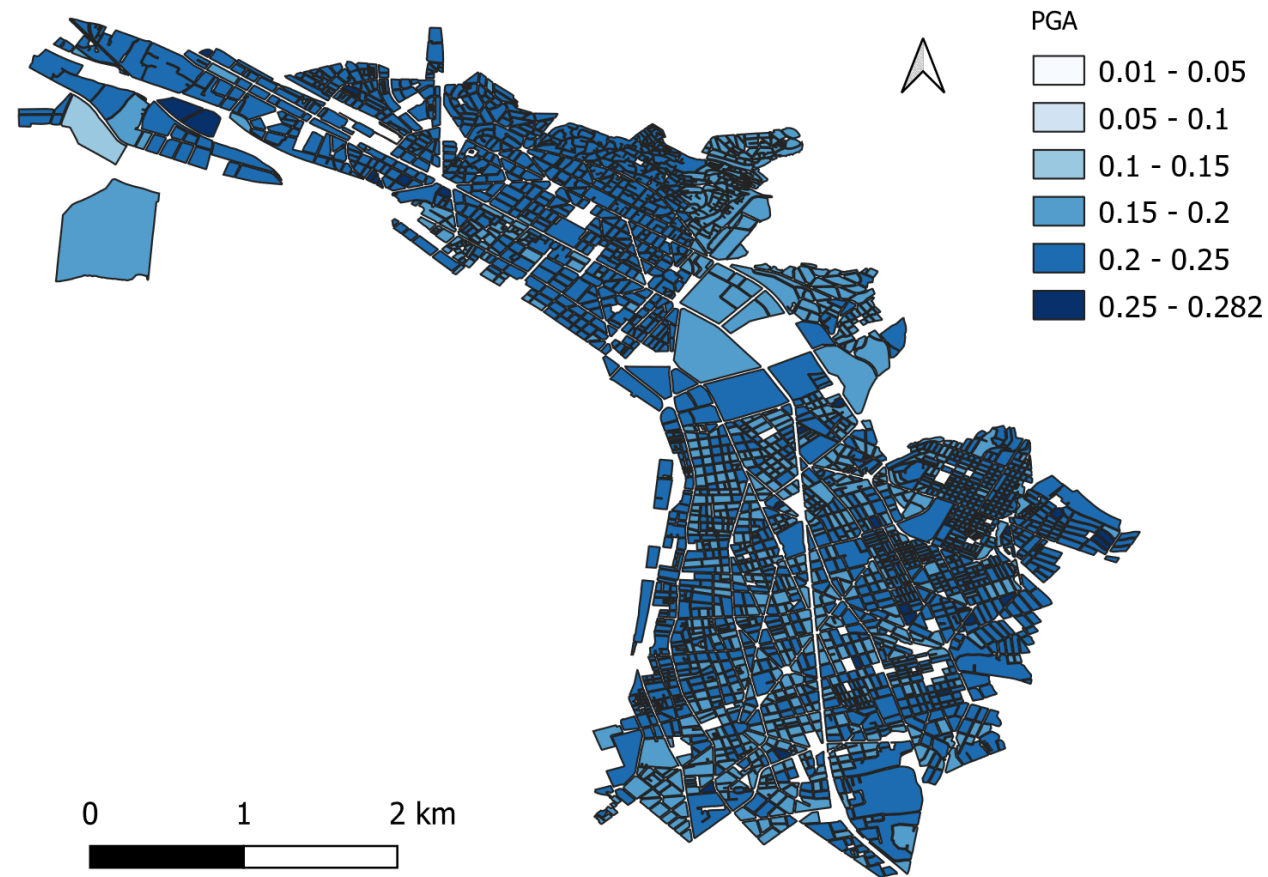
Σχέσεις εκτίμησης της εδαφικής κίνησης - GMPEs



- Για την περιοχή της Ελλάδας και της Τουρκίας
 - Boore et al. with bias (2001)
 - Boore et al. without bias (2001)
 - Chiou and Youngs (2014)

ZONE	GMPE	BSSA14	CB14	ASK14	CY14	KAAH15	BWTB21	BWOB21	SKV08	VAC15	ZMIN
Crustal earthquakes in and near Romania	Boore et al (2014), Ca...	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
Crustal earthquakes in Vrancea	Boore et al (2014), Ca...	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
▶ Crustal earthquakes in and near Greece and Turkey	Boore et al (2021) wt...	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.34	0.34	0.00	0.00	0.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000
Intermediate Depth in and near Romania	Sokolov et al 2008, V...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	60.000

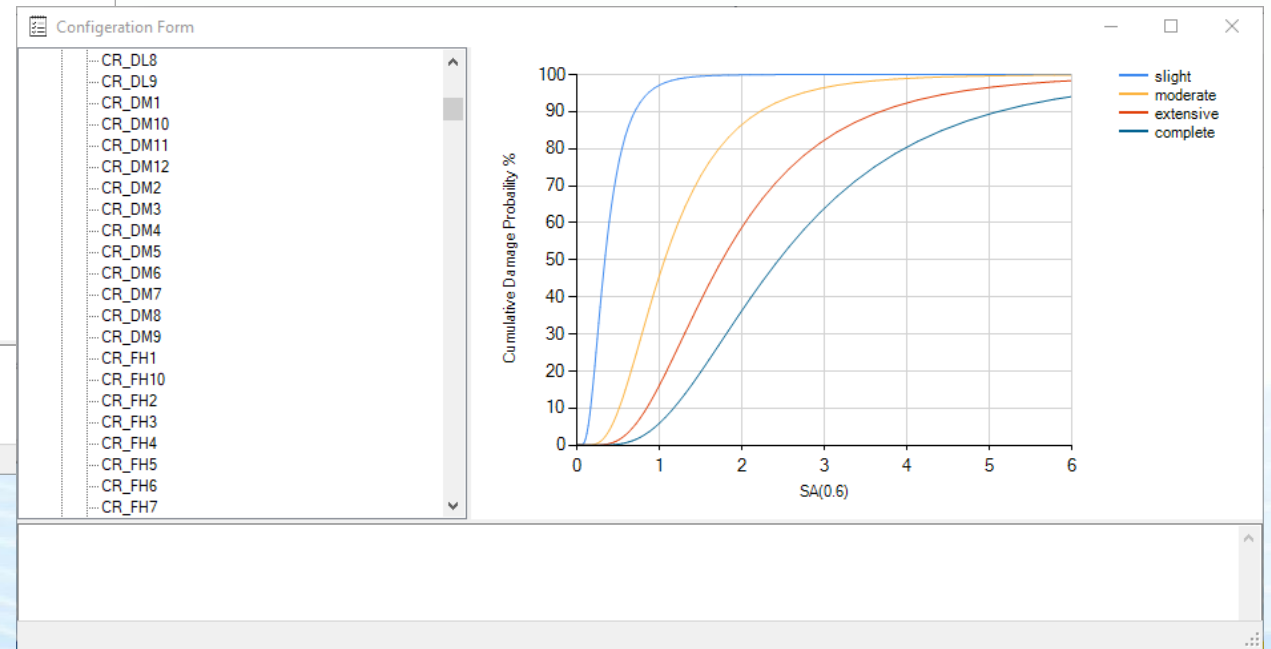
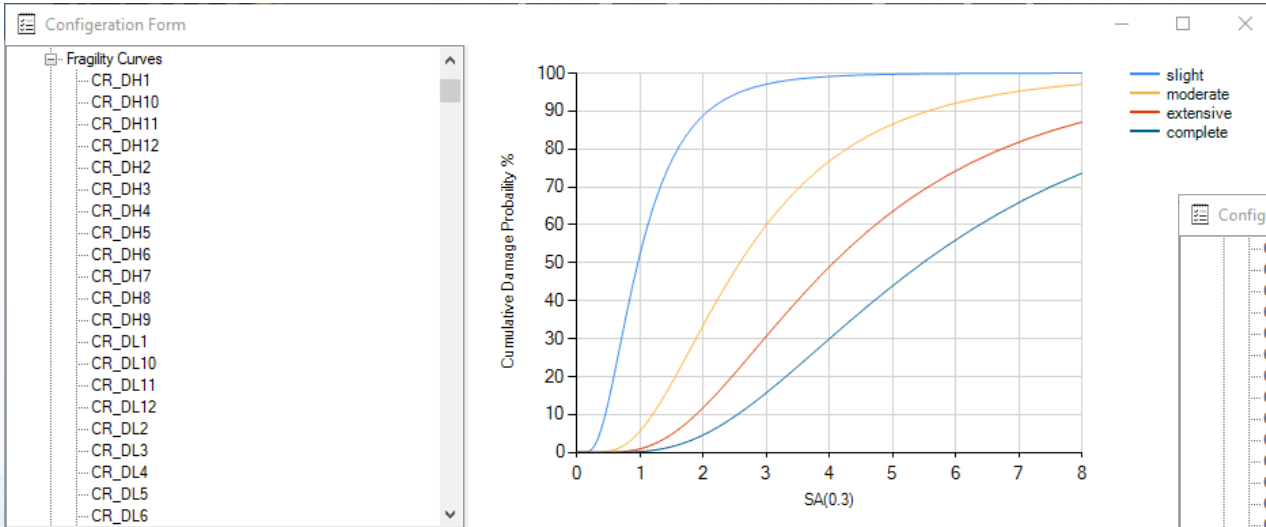
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση (PGA) στα οικοδομικά πολύγωνα της Θεσσαλονίκης



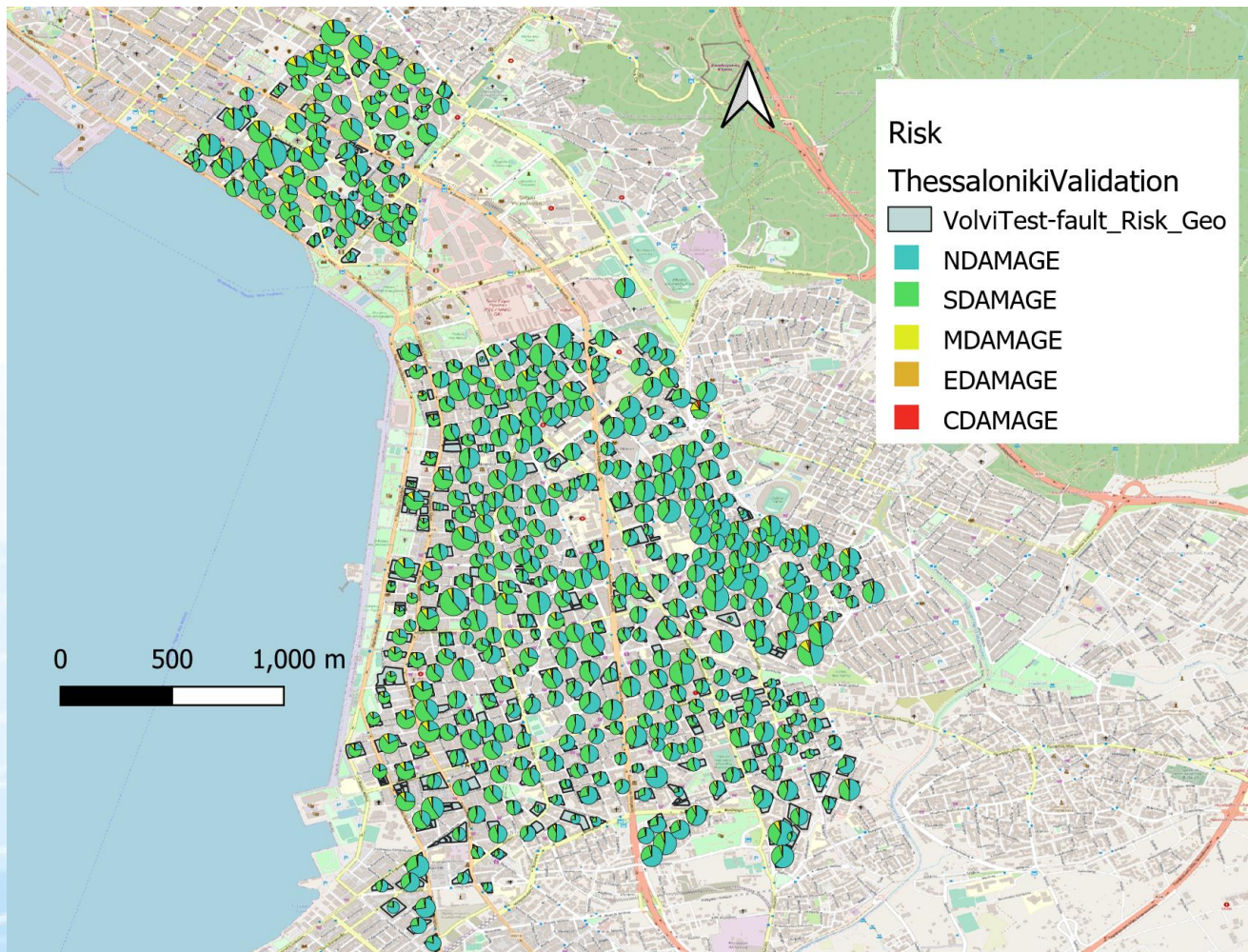
Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

Καμπύλες τρωτότητας



Σύγκριση εκτιμώμενων απωλειών σεισμού Θεσσαλονίκης 1978 με στατιστικά στοιχεία βλαβών



Εκτίμηση REDACT		Στατιστικά στοιχεία	
No	45.95%	Πράσινα	74.27%
Small	47.66%	Κίτρινα	19.42%
Moderate	4.96%	Κόκκινα	6.31%
Extensive	0.96%		
Complete	0.46%		

- Πολύ καλή σύγκλιση με τα στατιστικά στοιχεία βλαβών.
- Δεν υπάρχει άμεση (1-1) αντιστοίχιση μεταξύ των σταθμών βλάβης και του μετασεισμικού χαρακτηρισμού.

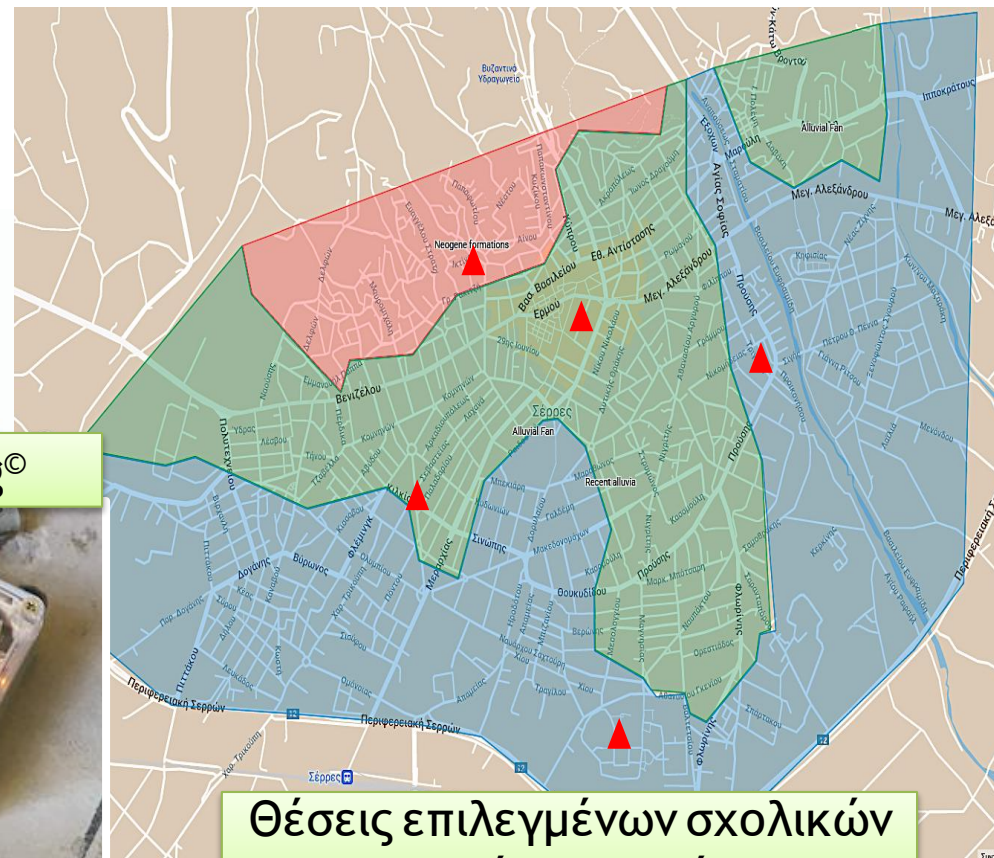
Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

- Ενοργάνωση σχολικών κτιρίων στη Θεσσαλονίκη και στις Σέρρες
- Σύνδεση με το δίκτυο επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ



Θέσεις επιλεγμένων σχολικών κτιρίων Θεσσαλονίκης



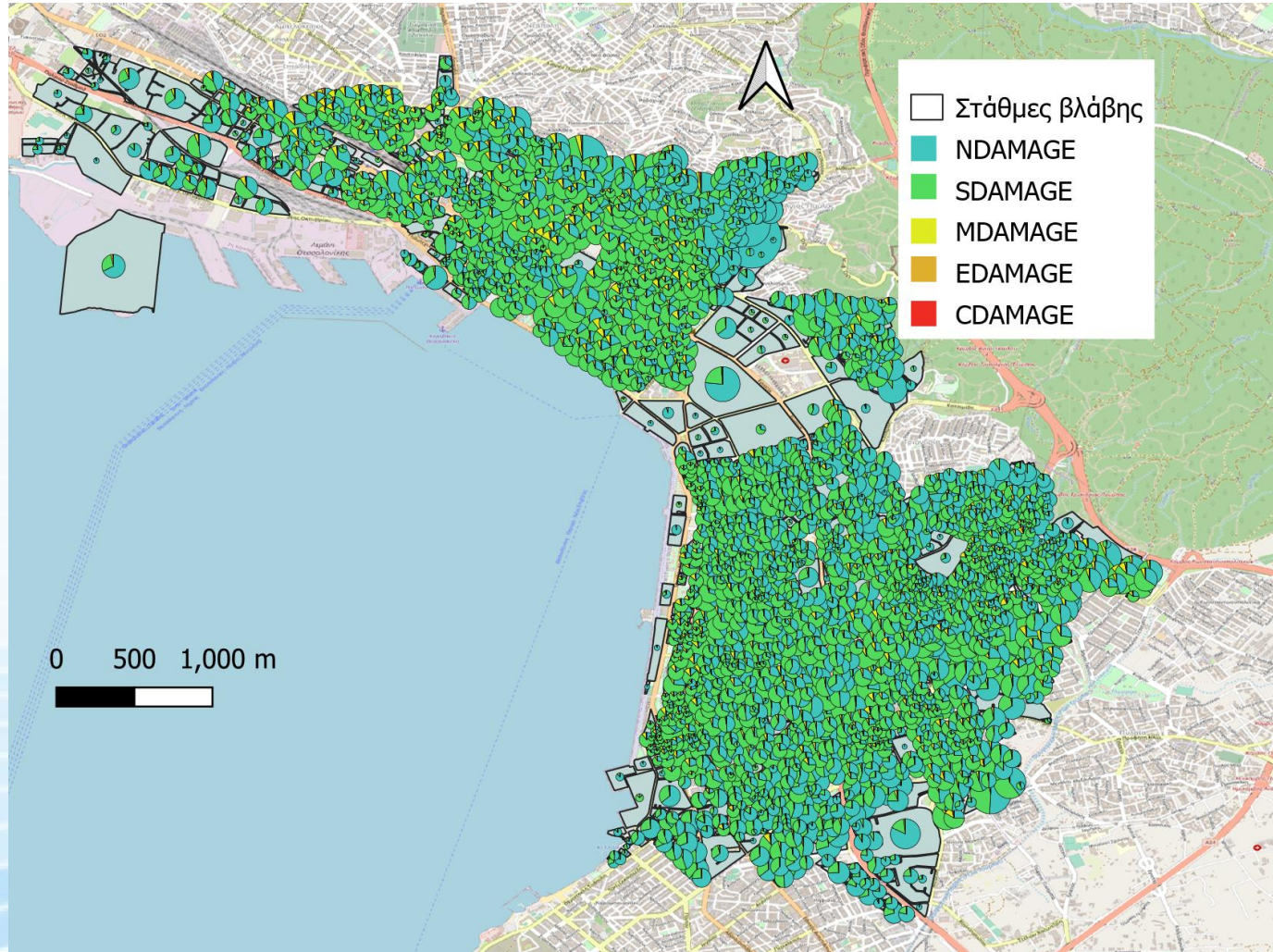
Θέσεις επιλεγμένων σχολικών κτιρίων Σερρών



Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

Εκτίμηση εκτιμώμενων απωλειών στο σημερινό κτιριακό απόθεμα της Θεσσαλονίκης για το σεισμό του 1978



Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

Ταχύς Οπτικός Έλεγχος (Rapid Visual Screening):

- Κατάλληλος για εφαρμογή σε μεγάλο πλήθος κτιρίων
- Υιοθετήθηκε από τον ΟΑΣΠ το 2000 για τον προσεισμικό έλεγχο δημόσιων κτιρίων (παραλλαγή αντίστοιχης μεθόδου της US FEMA 1992) και βρίσκεται πλέον στην 5^η έκδοση/επικαιροποίηση.
- Σχετικά μικρές χρονικές απαιτήσεις για τον έλεγχο του κάθε κτιρίου
- Υλοποίηση της καταγραφής/ελέγχου από ομάδα δυο Πολιτικών Μηχανικών
- Οδηγεί στην απόδοση μιας βαθμολογίας στο κάθε εξεταζόμενο κτίριο αναφορικά με το επίπεδο της σεισμικής του διακινδύνευσης. Σημειώνεται ότι η βαθμολογία πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν για την προτεραιοποίηση τυχόν απαίτησης δευτεροβάθμιου ελέγχου και όχι ως απόλυτος δείκτης σεισμικής συμπεριφοράς του κτιρίου.
- Στο πλαίσιο του έργου η μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε όλα τα σχολικά κτίρια όπου γίνεται εγκατάσταση επιταχυνσιογράφου (31 στη Θεσσαλονίκη και 5 στις Σέρρες)
- Παράλληλα συγκεντρώθηκαν όλα τα διαθέσιμα στοιχεία για τα υπόψιν κτίρια (φωτογραφίες, σχέδια μελέτης, τεύχη μελέτης όταν ήταν διαθέσιμα κτλ - σημειώνεται η πολύτιμη συμβολή της κας Αρβανιτίδου, επικεφαλής της Τεχνικής Υπηρεσίας του Δ. Θεσσαλονίκης)

Δελτίο καταγραφής Τ.Ο.Ε.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ & ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
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 ΠΟΥ ΣΥΝΑΘΡΟΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ: ΜΕΧΡΙ 10 10 - 100 > 100

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 / ΕΝΔΕΧΥΘΕΙ 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:

- ΟΝΟΜΑ: ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: ΤΗΛ:
- ΟΝΟΜΑ: ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: 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
 ΧΛ1α ΧΛ1β ΧΛ2α ΧΛ2β

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 δημοσιευθούν πληροφορίες ή διευκρινίσεις που αφορούν τον Προσεισμικό Έλεγχο.

Στις δυνατότητες του REDAS περιλαμβάνεται η εκτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσης δικτύων φυσικού αερίου.

Το συγκεκριμένο αντικείμενο αναπτύσσεται πιλοτικά για περιοχή της Κωνσταντινούπολης στο πλαίσιο του έργου REDACT, από τον εταίρο του έργου GTU (Gebze Technical University) με συνεργαζόμενους ερευνητές:

- Can Zülfikar (GTU scientific responsible), Furkan Kanlı, Rizwan Akram [Gebze Technical University]
- Yasin Fahjan [Istanbul Technical University]
- Okan İlhan [Ankara Yıldırım Beyazıt University]

Παραδείγματα αστοχιών σε δίκτυα φυσικού αερίου κατά τη διάρκεια ισχυρών σεισμών.

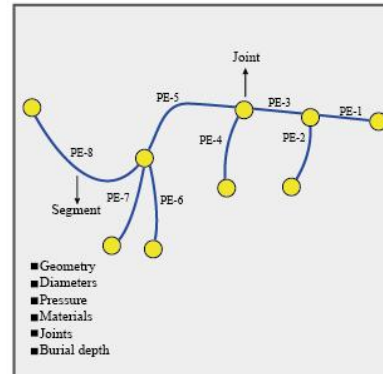


Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

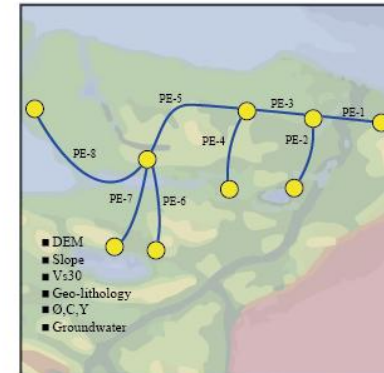
Μεθοδολογία εκτίμησης της σεισμικής επικινδυνότητας σε δίκτυα.

Στοιχεία δικτύου



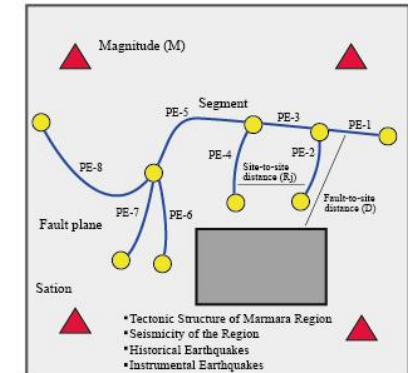
(I)

Χάρτες περιοχής

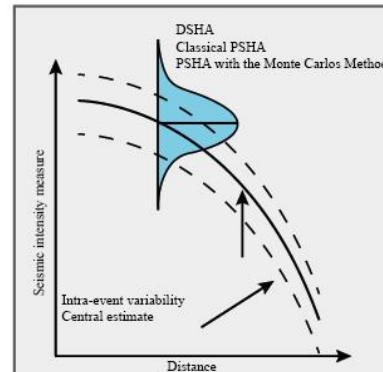


(II)

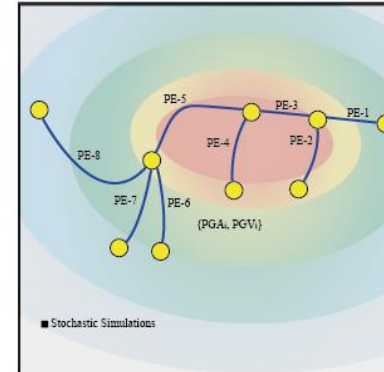
Παράγοντες επικινδυνότητας



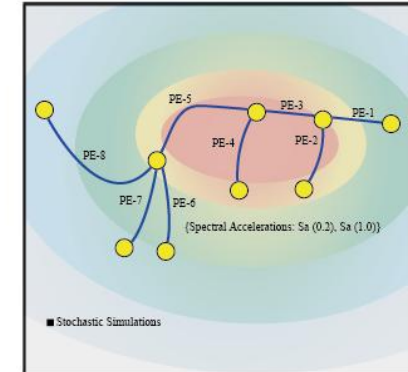
(III)



(IV)



(V)



(VI)

Σχέσεις εξασθένισης

PGA - PGV

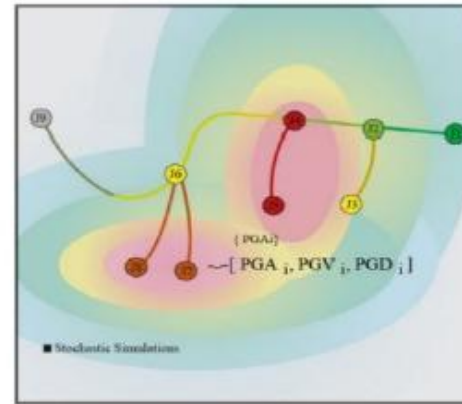
Sa (0.1) - Sa (0.2)

Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

Μεθοδολογία εκτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης σε δίκτυα.

Παράμετροι σεισμικής επικινδυνότητας



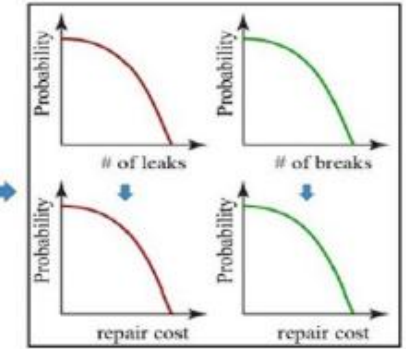
(I)

Ανάλυση τρωτότητας

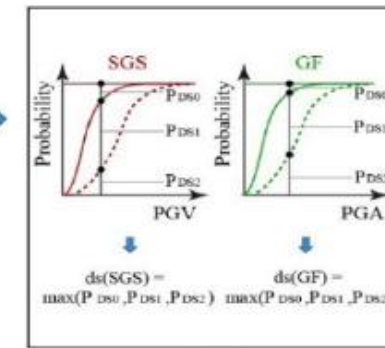


(II)

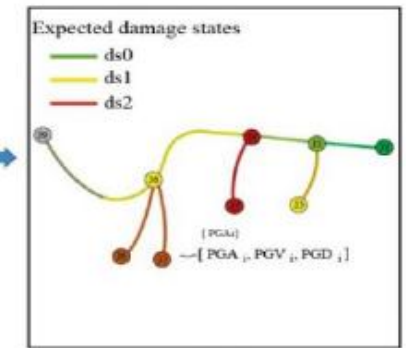
Στοιχεία απωλειών



(III)



(IV)



(V)

Καμπύλες τρωτότητας

Εκτίμηση βλαβών

Πιλοτική εφαρμογή



a) Turkish regional map and buried gas pipelines network b) High-pressure gas network of Düzce – Gebze regions as a test-bed scenario

Pipe Element	Diameter (m)	Thickness (m)
PE-1	0.4572	0.0041
PE-2	0.9144	0.0088
PE-3	0.6096	0.0064
PE-4	0.5080	0.0048
PE-5	0.6096	0.0064
PE-6	0.6096	0.0064
PE-7	0.6096	0.0064
PE-8	0.9144	0.0088

Pipelines diameter and thickness
(Ref: www.botas.gov.tr)

Common borders. Common solutions.

Seminar for Stakeholders in Town Hall of Thessaloniki

Brzev, S., Scawthorn, C., Charleson, A. W., Allen, L., Greene, M., Jaiswal, K., Silva, V. (2013). GEM Building Taxonomy Version 2.0. Technical Report 2013-02 Exposure Modelling. GEM (Global Earthquake Model)

Crowley, H., Rodrigues, D., Silva, V., Despotaki, V., Martins, L., Romão, X., Castro, J. M., Pereira, N., Pomonis, A., Lemoine, A., Roullé, A., Tourlière, B., Weatherill, G., Pitilakis, K., Danciu, L., Correia, A. A., Akkar, S., Hancilar, U., & Covi, P. (2019). The European Seismic Risk Model 2020 (ESRM 2020)

Crowley, H., Despotaki, V., Silva, V. et al. Model of seismic design lateral force levels for the existing reinforced concrete European building stock. Bull Earthquake Eng 19, 2839-2865 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10518-021-01083-3>

Erberik, M. A. (2008). Fragility-based assessment of typical mid-rise and low-rise RC buildings in Turkey. Engineering FEMA (2010) Hazus MH MR5 technical manual. Federal Emergency Management Agency, Washington, DC

Martins, L., Silva, V. (2020). Development of a fragility and vulnerability model for global seismic risk analyses. Bulletin of Earthquake Engineering. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00885-1>