

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

ΗΜΕΡΙΔΑ ΓΙΑ ΤΑ 40 ΧΡΟΝΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΟΥ 1978

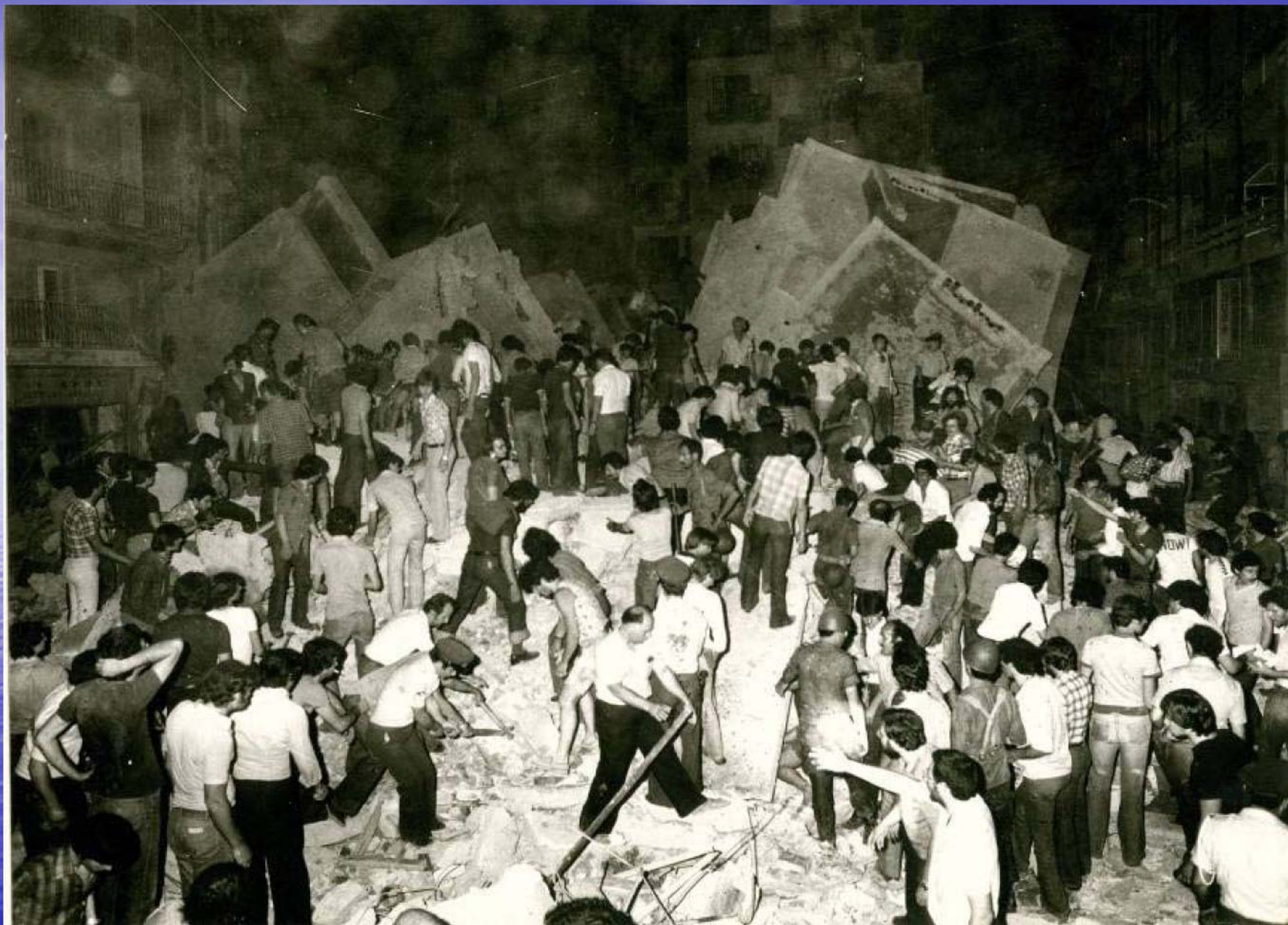
**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΣΕΙΣΜΟΣ 1978:
ΤΑ ΠΑΘΗΜΑΤΑ - ΜΑΘΗΜΑΤΑ**

Γεώργιος Γρ. Πενέλης
Δρ. Πολιτικός Μηχ-κός
Ομ. Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΘΕΣ/ΝΙΚΗ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2018

ΚΑΤΑΓΡΑΜΜΕΝΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ ΤΗΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Έτος	Εστία	Ένταση (Μ.Μ.)	Μέγεθος	Νεκροί	Χρ. Διαστ.
489 π.Χ.	Ποτίδαια	-	7,0	-	
620 μ.Χ.	Θεσ/νίκη	VII	6,8	-	
700 μ.Χ.	Θεσ/νίκη	VIII	-	-	•
1420 μ.Χ.	Θεσ/νίκη	-	<6,0	-	
1430 μ.Χ.	Θεσ/νίκη	VII	6,5	-	977
1564 μ.Χ.	Άθως	VI	6,4	-	
1677 μ.Χ.	Βασιλικά	VIII	6,2	-	
1759 μ.Χ.	Θεσ/νίκη	IX	6,5	>100	•
1765 μ.Χ.	Άθως	VI	6,3	-	
1779 μ.Χ.	Άθως	VI	6,3	-	143
1797 μ.Χ.	Άθως	VI	6,5	-	
1902 μ.Χ.	Θεσ/νίκη	IX (Άσσηρος)	6,5	5	•
1904 μ.Χ.	Κρέσνα	X (Κρέσνα)	7,3	1	30
1923 μ.Χ.	Χαλκιδική	VIII (Βάλτα)	6,4	-	
1932 μ.Χ.	Ιερισσός	X (Ιερισσός)	7,0	161 (Ιερισσός)	• 46
1978 μ.Χ.	Θεσ/νίκη	VII-VIII (Στίβος)	6,5	49	•
Πηγές:	Παπαζάχος Β.	} 2003, Οι σεισμοί της Ελλάδας			
	Παπαζάχος Κ.				
	Σπυρόπουλος Π.	: 1997, Χρονικό των σεισμών της Ελλάδας			



Εικ.1. Εικόνα από την κατάρρευση της θορόφου οικοδομής στην πλατεία ιπποδρομίου.



Εικ.2. Εικόνα από την κατάρρευση της θορόφου οικοδομής στην πλατεία ιπποδρομίου.

1. ΙΣΤΟΡΙΚΟ

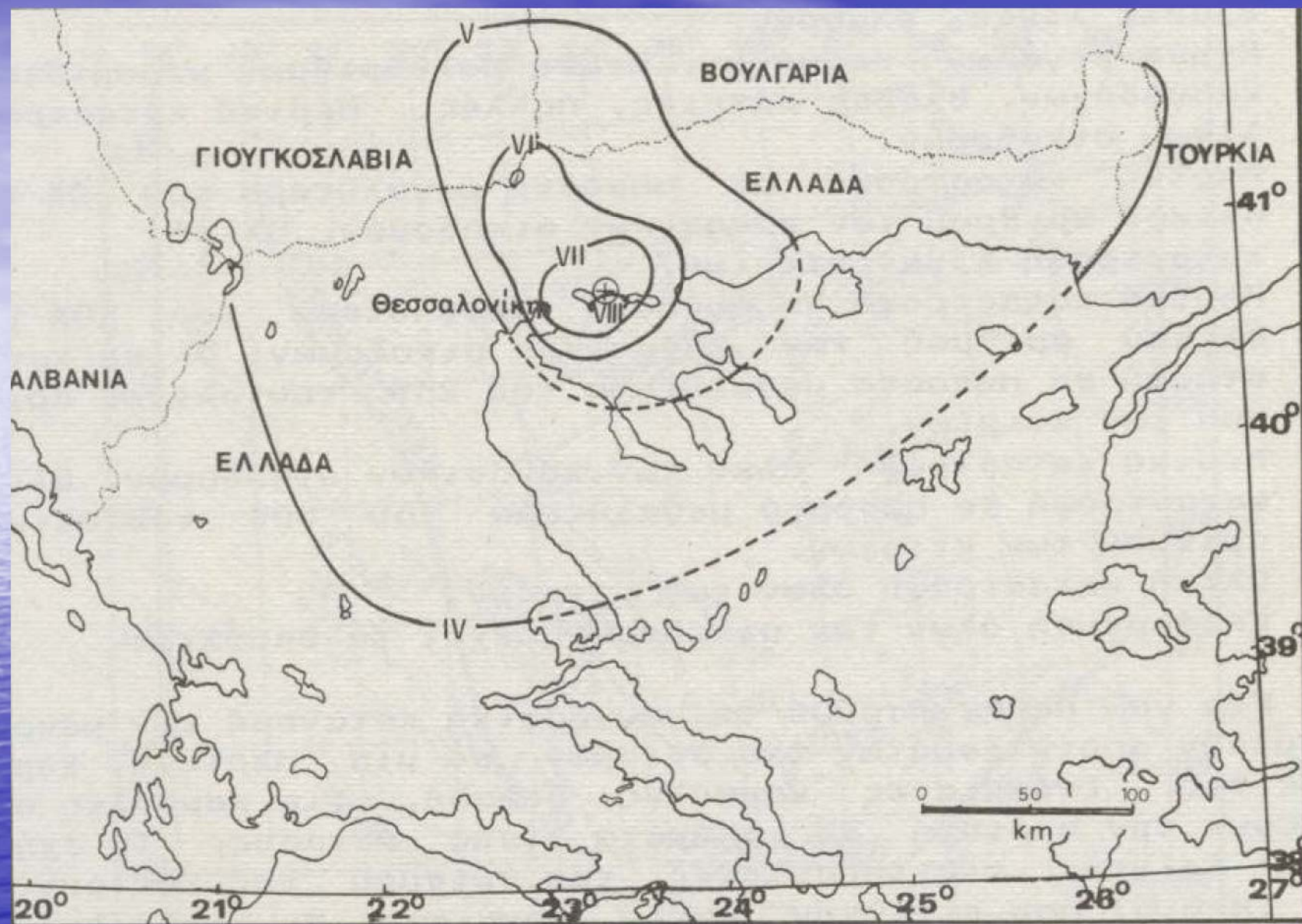
1.1. Χαρακτηριστικά του σεισμού

α. Στον τόπο γένεσης

- Χρόνος Συμβάντος : 20-6-78, ώρα 20:30
- Επίκεντρο: 20χλμ. ανατολικά
- Βάθος: 8÷10χλμ. (Μικρού βάθους)
- Μέγεθος: 6,5 βαθμοί κλίμακας RICHTER
- Διάρκεια: 10 sec

β. Στη Θεσσαλονίκη

- Ένταση : VI-VII βαθμοί Μ.Μ.
- Μέγιστη Επιτάχυνση : $a_{\max} = 0.15g$
- Προέχουσα Περίοδος: $T_o = 0.40 \div 0.50 \text{ sec}$
- Ισόσειστες
- Φάσμα Επιταχύνσεων



Εικ.3. Ισόσειστες σεισμού Βόλβης 20-06-78

1.2. Τα χαρακτηριστικά του δομικού συγκροτήματος

- Σύγχρονο αστικό κέντρο (800.000 περίπου κάτοικοι)
- Η πλειονότητα των κτιρίων 3όροφες έως 9όροφες οικοδομές
- Αριθμός κτιρίων: 66.000 περίπου
- Φέρων οργανισμός: 65% από Ο/Σ
20% μικτός
15% πλινθοδομές
- Η πλειονότητα των εξ Ο/Σ κατασκευών μετά το 1950
- Το 95% των εξ Ο/Σ κατασκευών σχεδιασμένες με βάση τον Α/Κ του 1959

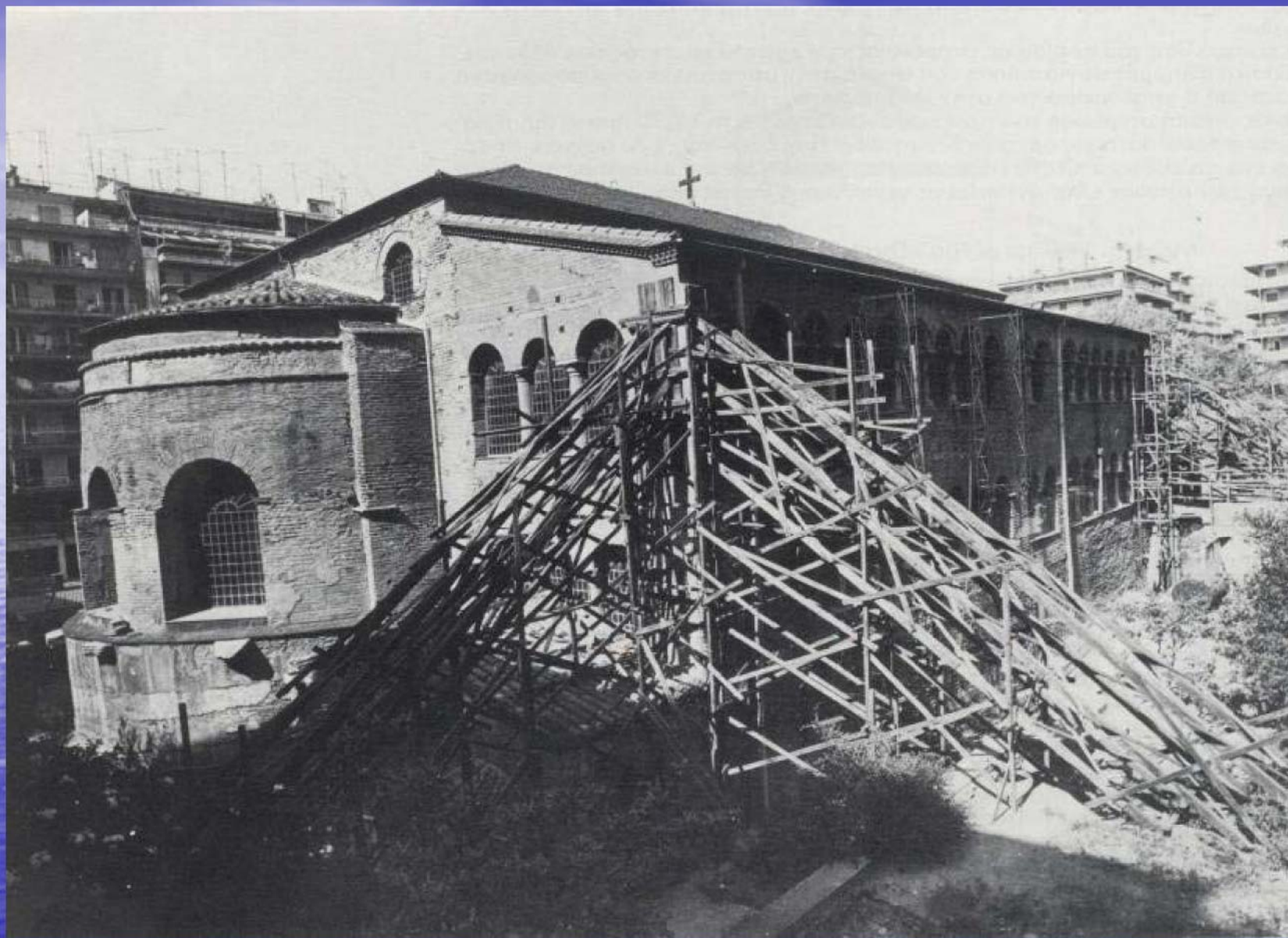
1.3. Οι απώλειες

- Κατάρρευση μιας οκταώροφης οικοδομής (Πλατεία ιπποδρομίου)
- Νεκροί: 49
- Τραυματίες: 220
- Κόκκινες Οικοδομές: 3.170 (4,5%)
- Κίτρινες Οικοδομές: 13.918 (21,0%)
- Πράσινες Οικοδομές: 49.071 (74,5%)
- Εκτεταμένες βλάβες σε Μνημεία

Μαζί με τις απώλειες γκρεμίστηκε και η ψευδαισθηση ότι οι σύγχρονες Ελληνικές πόλεις με αντισεισμικά κτίρια από μπετόν ήταν άτρωτες σε σεισμό



Εικ.4. Η Ροτόντα Θεσσαλονίκης μετά από το σεισμό της 20-06-78



Εικ.5. Η Αχειροποίητος Θεσσαλονίκης μετά το σεισμό της 20-06-78

ΕΣΒΕΥΤΗΣ ΚΛΕΣΕ ΣΑΝΤΑΤ

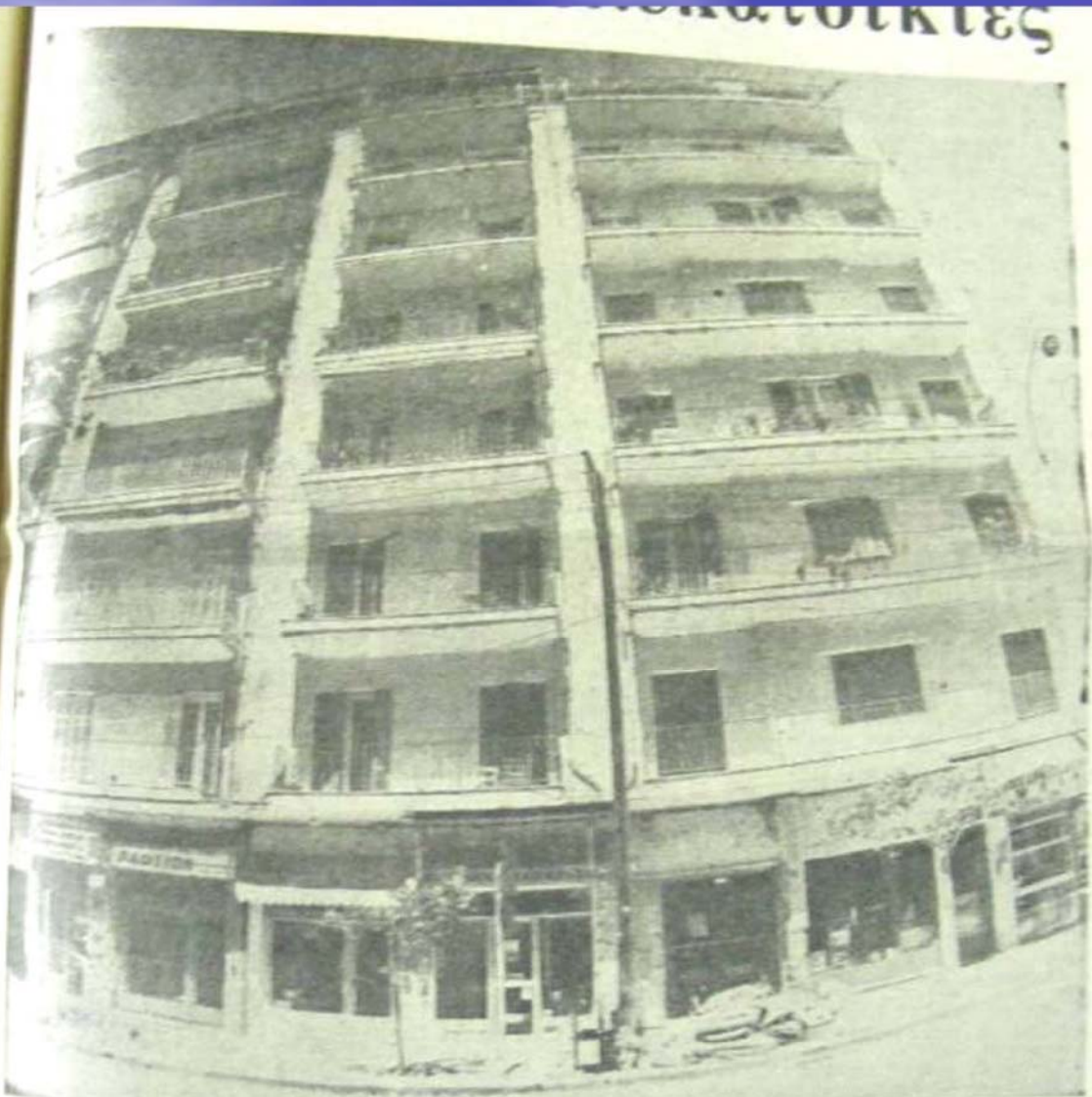
ει στο Κάιρο
δικαστήριο.
ήν πολιτική.

...κατηγορούνται ότι θέ-
...είδωλο την έθνική ενότη-
...αυτοί, που καταγγέλλουν το
...πό χαρακτήρα της δια-
...πολιτικής του κατηγορούν
...έχουν την κοινωνική επι-

...τηγός Σαΐντ, που ήταν
...του πολέμου του Ουα-
...3 διακοπής των αεροπορι-
...ακαθήμενων, που διάλεξαν
...γα του Σουέζ για να δια-
...ν από Σινά, τόνισε το έ-

...επιτυχίες ένοπλης δύναμης
...ο κυριώτερος παράγον-
...να μπορούσε να επιτρέψει
...κή ηγερσία της χώρας να
...πυθεί ένα ειρηνικό δια-
...από άσκησης λογός, έγινε
...από την ισχύ τους. Η έ-
...τους υπολογίζεται μόλις
...ού επιπέδου της ποιν 0-
...3. Αντίθετα, έκκληση των
...δυνάμεων αϊχμήθηρα κα-
...από την ίδια περιοχή...
...αίνομαί τώρα να δοίμ
...αι η αντίδραση του προ-
...ατ, ύστερα από όσα ει-
...παράσει δημοκρατικά ή
...Είμαι έτοιμος και για
...εχόμενα», απάντησε έ-
...γκυριστός για την πίστη
...την του πρώην προέδρου

...μα πρακτορεία ελέγχουν



...ένα πολυκατοικίες στην οδό Βασιλίσσης Σοφίας 23 και 25, που μπορεί να καταρρεύσει από στιγμή
...ε στιγμή. Το τμήμα της οδού όπου βρίσκονται έχει αποκλειστεί και απαγορεύεται παντελώς η κυκλοφορία

Εικ.6. Οικοδομή με βλάβες στη Βασ. Σοφίας



Εικ.7. Οικοδομή με βλάβες γωνία Ι. Μιχαήλ - Δ.Γούναρη

1.4. Αξιολόγηση της συμπεριφοράς του Δομ.Συγκροτήματος

- Βλάβες περιορισμένης βαρύτητας αλλά πολύ μεγάλης έκτασης
- Συμπεριφορά των κατασκευών **εντυπωσιακά καλή** παρά την **υψηλή ένταση** του σεισμού και την **χαμηλή ποιότητα** των κατασκευών
- Το γεγονός αποδίδεται (με καλή τεκμηρίωση) στους **καλοδομημένους οργανισμούς πληρώσεως** (οπτοπλινθοδομές)
- **Η γεωγραφική κατανομή των ζημιών** επηρεάσθηκε σημαντικά από το εδαφικό προφίλ.
- **Τα χαρακτηριστικά του Φ/Ο** από Ο/Σ επηρέασαν σημαντικά την **κατανομή των ζημιών** στις οικοδομές
- Κόστος αποκατάστασης (επικυροποιημένο) $1,0 \div 1,2$ Δις. € (χωρίς τις έμμεσες απώλειες)

1.5. Η αντίδραση της Πολιτείας

- Προηγήθηκε μακροχρόνιος **γενικός εφησυχασμός**
- Επί 25 χρόνια ο **Α.Κ/1959** έμεινε **αναλλοίωτος**
- Η πολιτεία βρέθηκε **ανέτοιμη**
- Μετά όμως το πρώτο σοκ **η ενεργοποίηση υπήρξε άμεση** με το παρακάτω σχήμα για την αντιμετώπιση των βραχυπρόθεσμων προβλημάτων

Παράλληλα η Πολιτεία προχώρησε σε μακροπρόθεσμες δράσεις για την αντισεισμική θωράκιση της Χώρας.

ΓΕΝ. ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.
αιμν. Ν. Ζαρντινίδης

ΤΕΕ-Τμ.Κ.Μακ.
Σωτ. Κούβελας
Σ.Π.Μ.Θ
Παν. Μάμαλης



Επιτελική
οργάνωση



Σύμβουλοι Καθηγητές Α.Π.Θ.

- Γ.Νιτσιώτας
- Δ. Βαλαλάς
- Ν.Μουτσόπουλος
- Β.Παπαζάχος
- Γ.Πενέλης

ΦΟΡΕΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

- Κρατ. Υπηρεσίες
- Στρατός
- Εκκλησία
- Νομαρχία
- Δήμος

2. ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑΣ

- Περίθαλψη πληγέντων
- Εκτίμηση ζημιών – Υποστυλώσεις – Καθαιρέσεις
- Επισκευές – Ενισχύσεις – Χρηματοδότηση
- Αναστύλωση των Μνημείων
- Δημιουργία θεσμικού πλαισίου για τα παραπάνω
- Δημιουργία υπηρεσιακών δομών υλοποίησης

3. ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΕΙΑΣ

- Ενίσχυση Επιστημονικών Υποδομών
- Δημιουργία Διοικητικών Υποδομών



Αποτελέσματα



- Δημιουργία της **απαραίτητης κρίσιμης μάζας επιστημόνων** για την παραγωγή **έρευνας** και **διάχυσης της γνώσης** για την αντισεισμική προστασία
- Δημιουργία **πλέγματος Κανονισμών** για την αντισεισμική θωράκιση της Χώρας
- **Αναβάθμιση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων** των Σχολών Πολιτικών Μηχανικών της Χώρας

- **Ευαισθητοποίηση** όλης της πυραμίδας του **τεχνικού δυναμικού** σε θέματα σεισμού

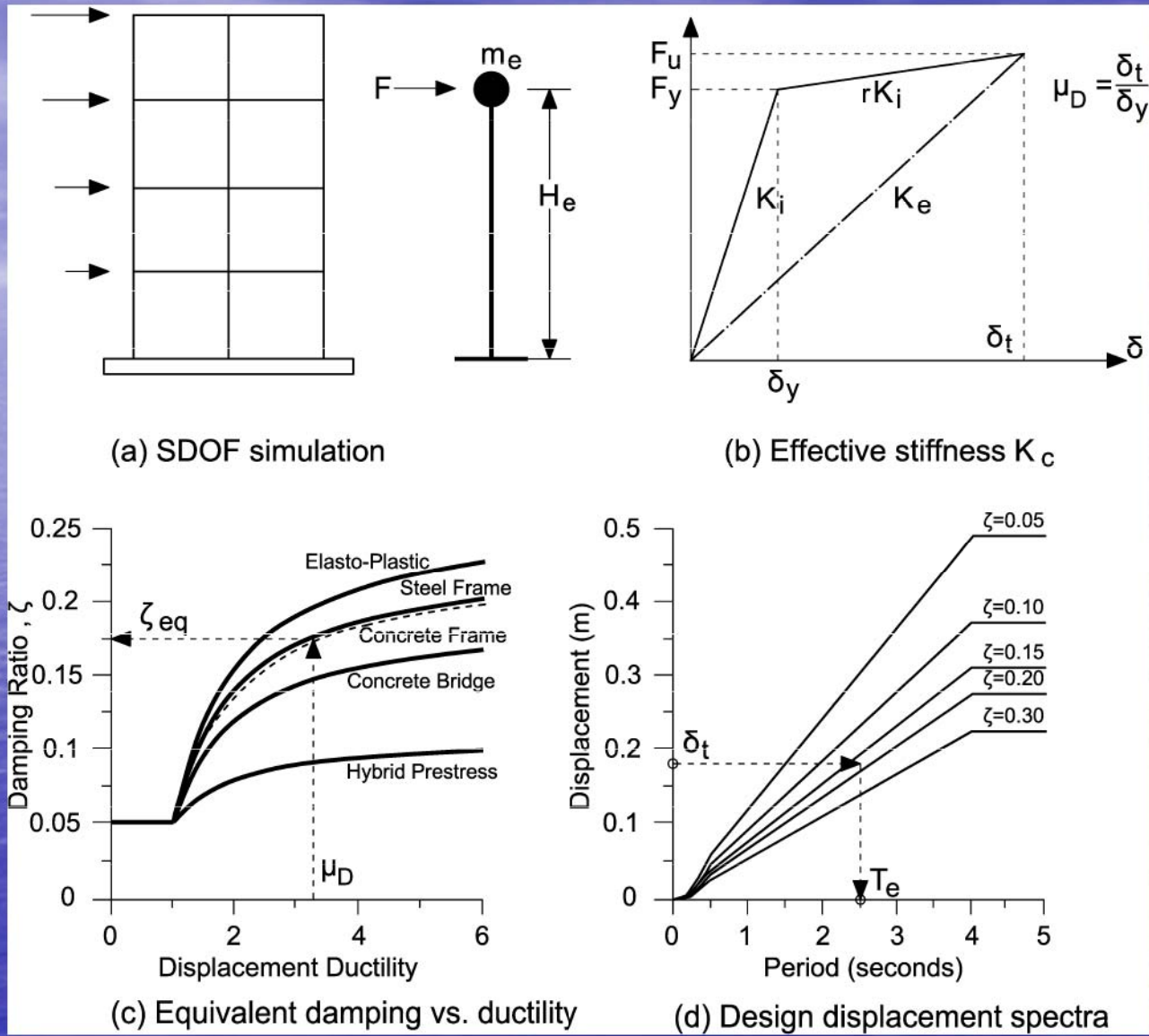
4. Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΗΜΕΡΑ

4.1 Βήματα για τη μείωση του σεισμικού κινδύνου τα τελευταία 40 χρόνια

Τομέας 1. Βελτίωση της αντισεισμικής δόμησης

- Η βελτίωση της αντισεισμικής δόμησης εξακολούθησε να αποτελεί τον πρώτο στόχο διεθνώς:
 - Δόμηση νέων κτιρίων
 - Ενίσχυση υφισταμένων με βλάβες μετά από σεισμό

Σημειώνεται ότι η αντισεισμική δόμηση προστατεύει **άμεσα** τους χρήστες όμως στατιστικά συμβάλλει με **πολύ βραδείς ρυθμούς** στη μείωση του σεισμικού κινδύνου για το δομικό σύνολο.

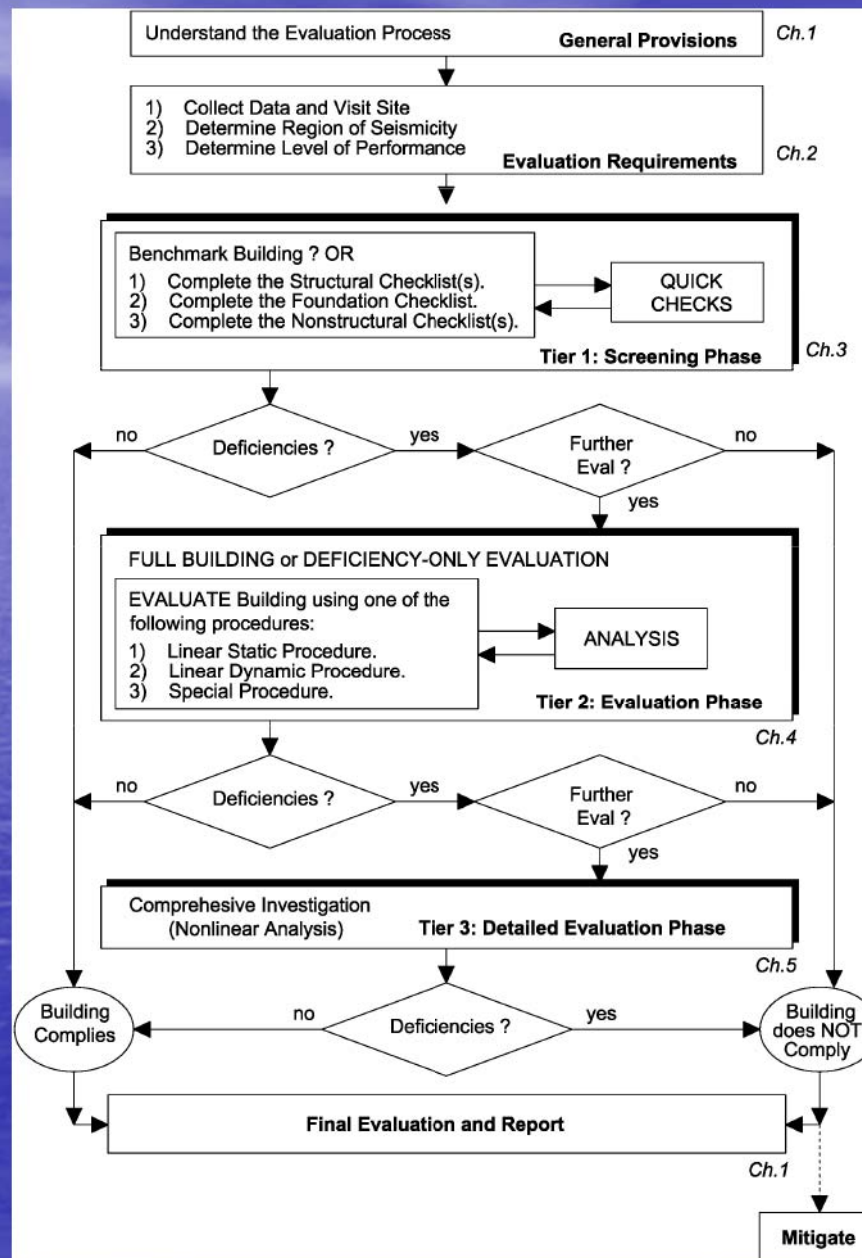


Εικ.8. Αντισεισμικός σχεδιασμός με βάση τις μετακινήσεις
 (From Priestley, M.J., Calvi, G.M. and Kowalsky, M.J. 2007)

Στον τομέα αυτό η Χώρα μας προχωρεί με ρυθμούς προηγμένης Δύσης

Τομέας 2. Προσεισμική ενίσχυση επικίνδυνων κατασκευών

- Στα χρόνια αυτά ωρίμασε διεθνώς η ιδέα της **επιλεκτικής προσεισμικής ενίσχυσης επικίνδυνων** κατασκευών ώστε να επιταχυνθεί ο ρυθμός μείωσης του σεισμικού κινδύνου για το δομημένο σύνολο
 - Μεθοδολογία “προσεισμικού ξεσκαρταρίσματος” των κτισμάτων υψηλής τρωτότητας με διαδοχικά βήματα (3 συνήθως) “κοσκινίσματος”
 - Οι ΗΠΑ έχουν αναπτύξει ολοκληρωμένο σύστημα προσεισμικού ελέγχου και το έχουν εφαρμόσει στα Δημόσια κτίρια (1994-2000) με στόχο την εν συνεχεία ενίσχυση των επικίνδυνων έως το 2020

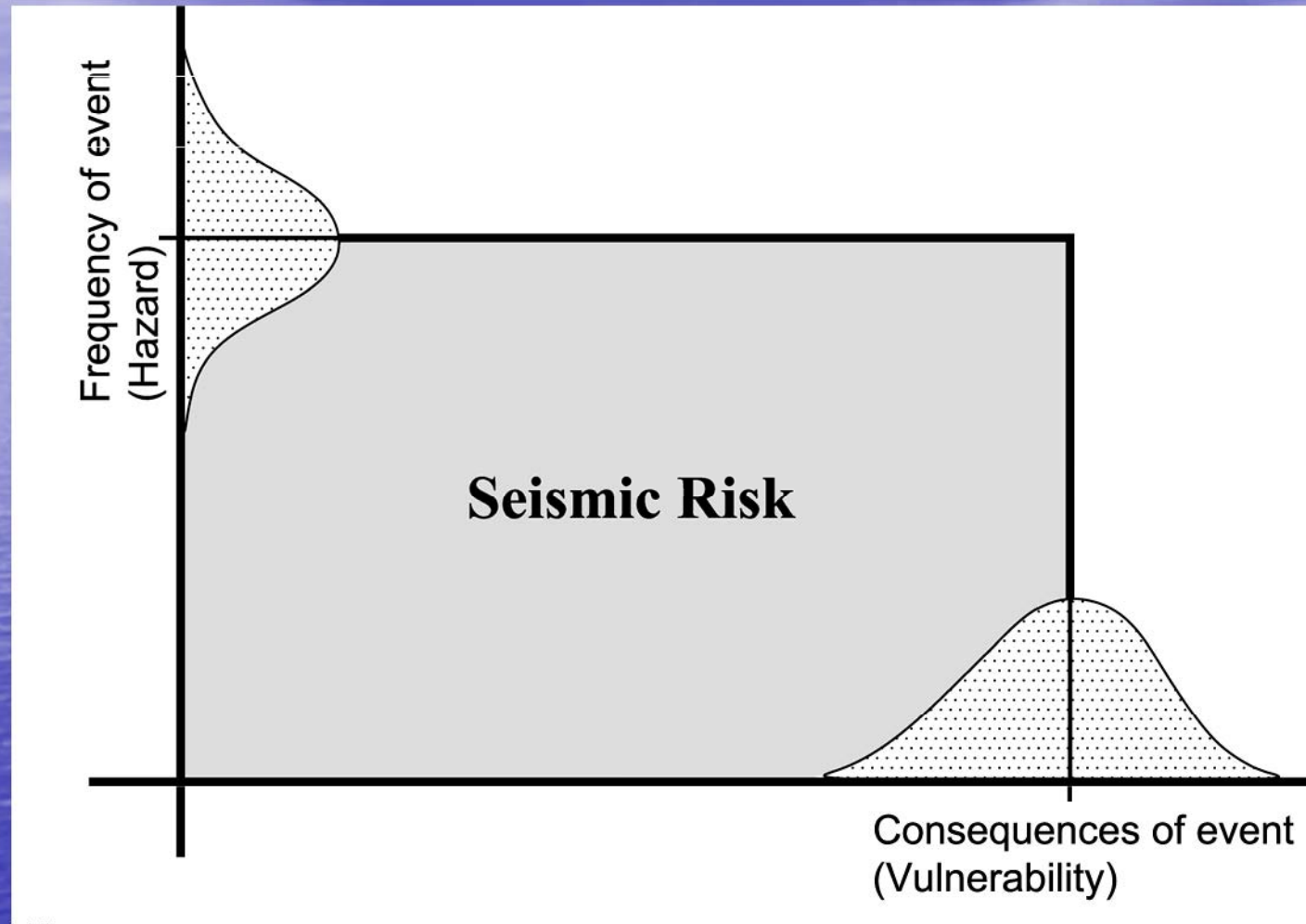


Εικ.9. Διαδικασία σεισμικής αξιολόγησης κτιρίων σύμφωνα με το ASCE 31-02/FEMA 310/1998.

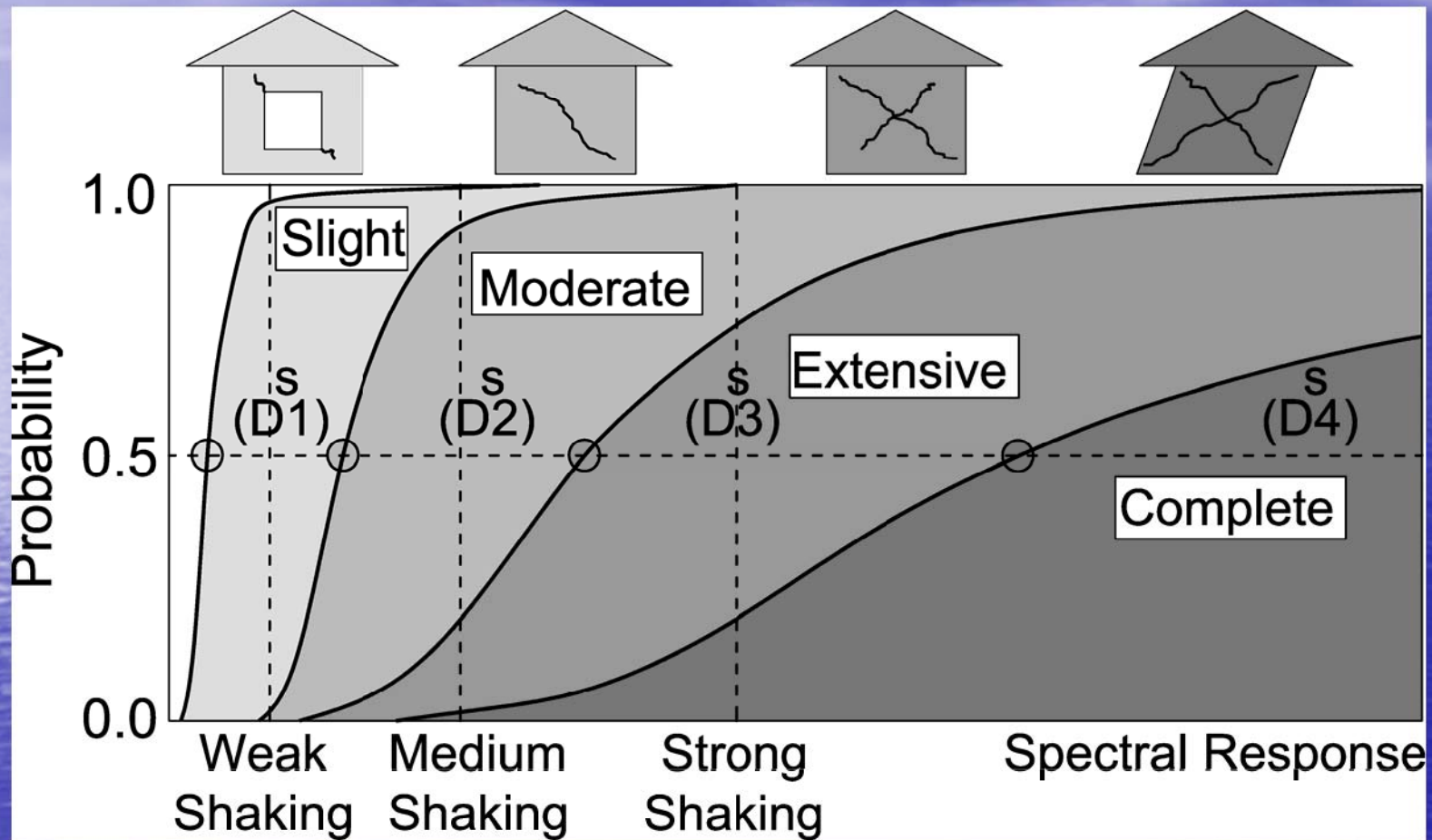
- Στην Ελλάδα η προσπάθεια έμεινε στα χαρτιά (Συνεργασία ΟΑΣΠ – Α.Π.Θ.). Η προσπάθεια για εφαρμογή του πρώτου βήματος (ταχύς οπτικός έλεγχος) σε κτίρια σχολείων ξεκίνησε και έμεινε στη μέση
- Η Κύπρος ενίσχυσε τα σεισμικώς ευάλωτα σχολεία της με την μέθοδο όπως αναπτύχθηκε στο Α.Π.Θ. (Εργαστήριο Οπλ. Σκυροδέματος)

Τομέας 3. Στατιστική εκτίμηση του σεισμικού κινδύνου

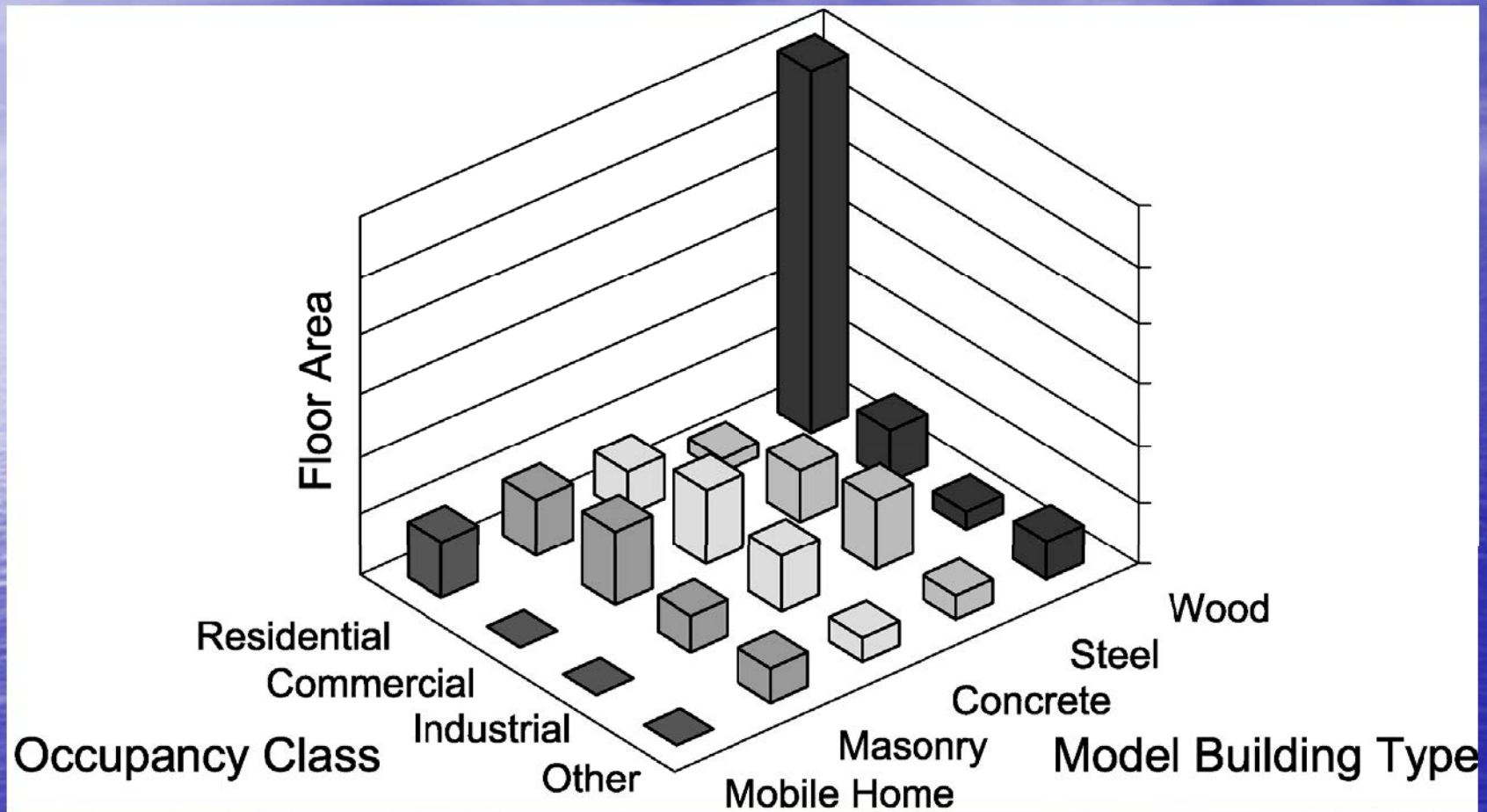
- Την ίδια περίοδο προωθήθηκε διεθνώς η διαδικασία της **στατιστικής εκτίμησης του σεισμικού κινδύνου** εκπεφρασμένου σε **νομισματικά μεγέθη** ανά **περιοχή** και **περίοδο χρονική**



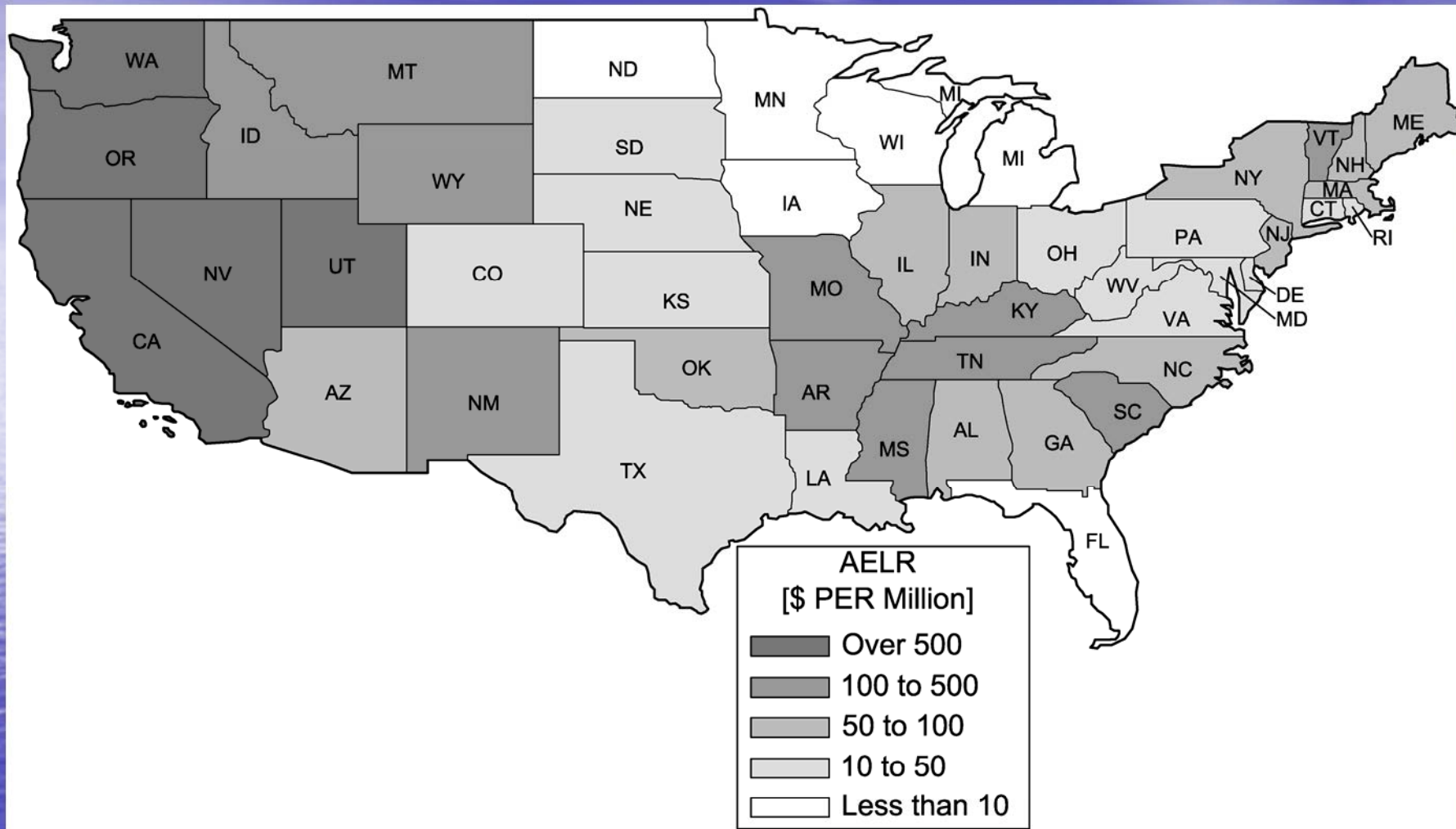
Εικ.10. Απλοποιημένη απεικόνιση σεισμικού κινδύνου
(γινόμενο σεισμικής επικινδυνότητας και συνεπειών)



Εικ.11. Παραδείγματα καμπύλων θραυστότητας
(fragility curves) (From FEMA/HAZUS-MH/MR1. 2002.)



Εικ.12. Παραδείγματα αρχείου κτιρίων με βάση τον τύπο και την χρήση (From FEMA/HAZUS-MH/MR1. 2002)



Εικ.13. AELRs στις Η.Π.Α. ανά πολιτεία

(From FEMA 366. 2008. HAZUS-MH: Estimated Analyzed Earthquake Losses for the United States)

- Στις ΗΠΑ αναπτύχθηκε σε ομοσπονδιακή βάση το σύστημα HAZUS – MH (1999) και ήδη εφαρμόζεται σε ετήσια βάση
- Στην Ευρωπαϊκή Ένωση αναπτύχθηκε το σύστημα RISK – UE (2004), όμως η υλοποίηση **αφέθηκε να γίνει σε εθνικό επίπεδο**
- Η Ιταλία προχωρεί στην εφαρμογή του συστήματος. Παρ' ότι ανεξάρτητοι Έλληνες ερευνητές πήραν μέρος στην ανάπτυξη του RISK – UE και η Θεσσαλονίκη υπήρξε μια από τις πόλεις μοντέλα που εφαρμόσθηκε ως ένα βαθμό, η Ελλάδα δεν έχει κάνει **κανένα συντονισμένο βήμα** προς αυτή την κατεύθυνση

Τομέας 4. Συστήματα άμεσης καταγραφής και αποτίμησης συνεπειών του σεισμού

- Τέλος την ίδια χρονική περίοδο έχουν αναπτυχθεί σε πολλές χώρες (π.χ. Ιαπωνία) **συστήματα ταχείας καταγραφής και επεξεργασίας σεισμικού συμβάντος**
 - Πυκνά δίκτυα επιταχυνσιογράφων με τηλεματικές συνδέσεις με ενιαίο κέντρο ελέγχου μεταδίδουν τις καταγραφές τους. Το κέντρο μετά από αυτόματη επεξεργασία των σημάτων **προβαίνει άμεσα στην εκτίμηση:**
 - Των ορίων της πληγείσας περιοχής
 - Την εκτιμώμενη έκταση των ζημιών σε νομισματικούς όρους
 - Την εκτιμώμενη έκταση των ζημιών σε βαθμό μηχανικής βλάβης
 - Τον εκτιμώμενο αριθμό θυμάτων

- Όλοι γνωρίζουμε ότι επί του παρόντος στην Ελλάδα **δεν λειτουργούν τέτοια δίκτυα**

4.2 Συμπεράσματα

- Από τα παραπάνω προκύπτει ότι δεν πρέπει να εφησυχάζουμε στα θετικά βήματα του παρελθόντος
- Χρειάζεται **ενεργοποίηση της Πολιτείας σε κεντρικό επίπεδο** για την παρακολούθηση και εφαρμογή και εδώ των βημάτων που γίνονται διεθνώς **για τη μείωση του σεισμικού κινδύνου**