



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

**Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών**

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ - ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

**ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΗ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2**

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ
Μακροσεισμικές κλίμακες

1. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ EMS-98 (12βάθμια)

Ένταση	Περιγραφή
V Ισχυρός	Βλάβες βαθμού 1 σε λίγα κτίρια τρωτότητας A και B.
VI Ελαφρά βλαβερός	Βλάβες βαθμού 1 σε πολλά κτίρια τρωτότητας A και B. Βλάβες βαθμού 2 σε λίγα κτίρια τρωτότητας A και B. Βλάβες βαθμού 1 σε λίγα τρωτότητας C.
VII Βλαβερός	Βλάβες βαθμού 3 σε πολλά κτίρια τρωτότητας A· σε λίγα βαθμού 4. Βλάβες βαθμού 2 σε πολλά κτίρια τρωτότητας B· σε λίγα βαθμού 3. Βλάβες βαθμού 2 σε λίγα κτίρια τρωτότητας C. Βλάβες βαθμού 1 σε λίγα κτίρια τρωτότητας D.
VIII Βαριά βλαβερός	Βλάβες βαθμού 4 σε πολλά κτίρια τρωτότητας A· σε λίγα βαθμού 5. Βλάβες βαθμού 3 σε πολλά κτίρια τρωτότητας B· σε λίγα βαθμού 4. Βλάβες βαθμού 2 σε πολλά κτίρια τρωτότητας C· σε λίγα βαθμού 3. Βλάβες βαθμού 2 σε λίγα κτίρια τρωτότητας D.
IX Καταστρεπτικός	Βλάβες βαθμού 5 σε πολλά κτίρια τρωτότητας A. Βλάβες βαθμού 4 σε πολλά κτίρια τρωτότητας B· σε λίγα βαθμού 5. Βλάβες βαθμού 3 σε πολλά κτίρια τρωτότητας C· σε λίγα βαθμού 4. Βλάβες βαθμού 2 σε πολλά κτίρια τρωτότητας D· σε λίγα βαθμού 3. Βλάβες βαθμού 2 σε λίγα κτίρια τάξης E.
X Πολύ καταστρεπτικός	Βλάβες βαθμού 5 στα περισσότερα κτίρια τρωτότητας A. Βλάβες βαθμού 5 σε πολλά κτίρια τρωτότητας B. Βλάβες βαθμού 4 σε πολλά κτίρια τρωτότητας C· σε λίγα βαθμού 5. Βλάβες βαθμού 3 σε πολλά κτίρια τρωτότητας D· σε λίγα βαθμού 4. Βλάβες βαθμού 2 σε πολλά κτίρια τρωτότητας E· σε λίγα βαθμού 3. Βλάβες βαθμού 2 σε λίγα κτίρια τάξης F.
XI Συντριπτικός	Βλάβες βαθμού 5 στα περισσότερα κτίρια τρωτότητας B. Βλάβες βαθμού 4 στα περισσότερα κτίρια τρωτότητας C· σε πολλά βαθμού 5. Βλάβες βαθμού 4 σε πολλά κτίρια τρωτότητας D· σε λίγα βαθμού 5. Βλάβες βαθμού 3 σε πολλά κτίρια τρωτότητας E· σε λίγα βαθμού 4. Βλάβες βαθμού 2 σε πολλά κτίρια τρωτότητας F· σε λίγα βαθμού 3.
XII Ολοκληρωτικά συντριπτικός	Όλα τα κτίρια τρωτότητας A, B και σχεδόν όλα τρωτότητας C καταστρέφονται. Τα περισσότερα κτίρια τρωτότητας D, E και F καταστρέφονται. Οι επιπτώσεις του σεισμού έχουν προσεγγίσει τις μέγιστες δυνατές επιπτώσεις.

ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ ΕΝΤΑΣΕΩΝ

Ταξινομήσεις που χρησιμοποιούνται στην Ευρωπαϊκή Μακροσεισμική Κλίμακα (EMS)

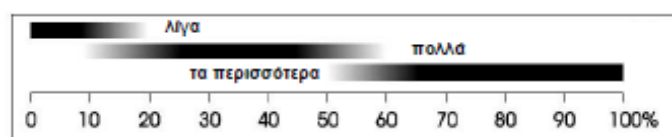
Κατάταξη κατασκευών (κτηρίων) σε κατηγορίες τρωτότητας (Πίνακας Τρωτότητας)

	Τύπος κατασκευής	Κατηγορία τρωτότητας					
		A	B	C	D	E	F
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	Αργολιθοδομή	○					
	Χαλαρή λιθοδομή	○	—				
	Πλινθοδομή	○	—				
	Απλή λιθοδομή	—	○				
	Λιθοδομή με μεγάλους λίθους		—	○	—		
	Άοπλη λιθοδομή / Ταιμεντόλιθος	—	○	—			
	Άοπλη λιθοδομή με πλάκες οπλ. σκυροδέματος		—	○	—		
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	Οπλισμένη πλινθοδομή ή εγκιβωτισμένη τοιχοποιία			—	○	—	
	Σκελετός χωρίς αντισεισμική σχεδίαση (ΑΣ)	—	—	○	—		
	Σκελετός με μέτριο βαθμό ΑΣ		—	—	○	—	
	Πλαίσιο με υψηλό βαθμό ΑΣ			—	—	○	—
	Τοιχεία χωρίς ΑΣ		—	○	—		
	Τοιχεία με μέτριο βαθμό ΑΣ			—	○	—	
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ	Χαλύβδινες κατασκευές			—	○	—	
	Ξύλινες κατασκευές		—	—	○	—	

○ πιθανότερη κατηγορία τρωτότητας — πιθανό εύρος
— λιγότερο πιθανό εύρος, ειδικές περιπτώσεις

Οι κτηριακοί τύποι από τοιχοποιία νοούνται ως, π.χ. απλή λιθοδομή, ενώ οι κτηριακοί τύποι από οπλισμένο σκυρόδεμα (ΟΣ) νοούνται ως, π.χ. σκελετός ΟΣ ή τοιχείο ΟΣ. Βλ. ενότητα 2 των Οδηγιών και Υλικού Υποβάθρου για περισσότερες λεπτομέρειες, επίσης σε σχέση με τη χρήση των κτηρίων με αντισεισμικό σχεδιασμό.

Καθορισμός ποσοτήτων

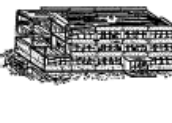
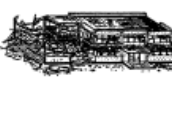


Ταξινόμηση βλαβών

Παρατήρηση: ο τρόπος με τον οποίο ένα κτήριο παραμορφώνεται υπό την επήρεια σεισμικού φορτίου εξαρτάται από τον κτηριακό τύπο. Ως μια ευρεία ταξινόμηση μπορεί κανείς να ομαδοποιήσει τύπους κτηρίων από τοιχοποιία καθώς και κτήρια από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ταξινόμηση βλαβών

Κατηγορίες βλαβών σε κτήρια από τοιχοποιία	
	Βαθμός 1: Αμελητέες έως ελαφρές βλάβες (καθόλου δομικές βλάβες, ελαφρές μη δομικές βλάβες) Τριχοειδείς ρωγμές σε λίγους τοίχους. Πτώση μόνο μικρών κομματιών επιχρίσματος. Πτώση χαλαρών λίθων από τα ανώτερα τμήματα του κτηρίου σε πολύ λίγες περιπτώσεις.
	Βαθμός 2: Μέτριες βλάβες (ελαφρές δομικές βλάβες, μέτριες μη δομικές βλάβες) Ρωγμές σε πολλούς τοίχους. Πτώση αρκετά μεγάλων κομματιών επιχρίσματος. Μερική κατάρρευση καπνοδόχων.
	Βαθμός 3: Σημαντικές έως βαριές βλάβες (μέτριες δομικές βλάβες, βαριές μη δομικές βλάβες) Μεγάλες και εκτεταμένες ρωγμές στους περισσότερους τοίχους. Αποκόλληση κεραμιδιών. Θραύση σε καπνοδόχους κατά μήκος της γραμμής της οροφής. Βλάβες σε μεμονωμένα μη δομικά στοιχεία (χωρίσματα, αετώματα).
	Βαθμός 4: Πολύ βαριές βλάβες (βαριές δομικές βλάβες, πολύ βαριές μη δομικές βλάβες) Σοβαρές αστοχίες στους τοίχους. Μερική δομική αστοχία οροφών και δαπέδων.
	Βαθμός 5: Καταστροφή (πολύ βαριές δομικές βλάβες) Ολική ή σχεδόν ολική κατάρρευση

Κατηγορίες αστοχιών σε κτήρια από οπλισμένο σκυρόδεμα	
	Βαθμός 1: Αμελητέες έως ελαφρές βλάβες (καθόλου δομικές βλάβες, ελαφρές μη δομικές βλάβες) Λεπτές ρωγμές στο επιχρίσμα πάνω από στοιχεία του σκελετού ή σε τοίχους στη βάση. Λεπτές ρωγμές σε χωρίσματα και τοίχους πληρώσεως.
	Βαθμός 2: Μέτριες βλάβες (ελαφρές δομικές βλάβες, μέτριες μη δομικές βλάβες) Ρωγμές σε υποστυλώματα και δοκούς του φέροντος σκελετού και σε δομικούς τοίχους. Ρωγμές σε χωρίσματα και τοίχους πληρώσεως. Πτώση ασθρών επενδύσεων και επιχρισμάτων. Πτώση κονιάματος από τους αρμούς των πανέλλων τοιχοποιίας.
	Βαθμός 3: Σημαντικές έως βαριές βλάβες (μέτριες δομικές βλάβες, βαριές μη δομικές βλάβες) Ρωγμές στα υποστυλώματα και στους κόμβους δοκών και υποστυλωμάτων των σκελετών στη βάση και στους αρμούς συνδεδεμένων τοιχέων. Θραύση επικάλυψης οπλισμού, παραμόρφωση ράβδων οπλισμού. Μεγάλες ρωγμές σε χωρίσματα και τοίχους πληρώσεως, αστοχία ανεξάρτητων πανέλλων πλήρωσης.
	Βαθμός 4: Πολύ βαριές βλάβες (βαριές δομικές βλάβες, πολύ βαριές μη δομικές βλάβες) Μεγάλες ρωγμές στα δομικά στοιχεία με αστοχία του σκυροδέματος σε θλίψη και θραύση των ράβδων οπλισμού. Αστοχία πρόσφυσης των οπλισμών των δοκών, κλίση υποστυλωμάτων. Κατάρρευση λίγων υποστυλωμάτων ή ενός μεμονωμένου ανώτερου ορόφου.
	Βαθμός 5: Καταστροφή (πολύ βαριές δομικές βλάβες) Κατάρρευση ισόγειου ή μέρους (π.χ. πτέρυγας) κτηρίου.

2. ΚΛΙΜΑΚΑ ROSSI-FOREL RF (10βάθμια)

Ένταση	Περιγραφή
VII	Πτώση σοβάδων.
Ισχυρός VIII	Πτώση καπνοδόχων. Ρωγμές στους τοίχους και τα ταβάνια.
Πολύ ισχυρός IX	Μερική ή ολική καταστροφή μερικών κτηρίων.
Υπερβολικά ισχυρός X	Μεγάλες καταστροφές, ερείπια.
Υπερβολικής έντασης	

3. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΚΛΙΜΑΚΑ MERCALLI MM1956 (12βάθμια)

Ένταση	Περιγραφή
VI	Ρωγμές σε χαλαρό σοβά και λιθοδομές τύπου D.
VII	Βλάβες σε λιθοδομές τύπου D, συμπεριλαμβανομένων και των ρωγμών. Χαλαρά συνδεδεμένες καπνοδόχοι σπάζουν στο ύψος της οροφής. Πτώση σοβά, χαλαρών τούβλων, λίθων, κεραμιδιών, γύψινων. Λίγες ρωγμές σε λιθοδομές τύπου C.
VIII	Βλάβες σε λιθοδομές τύπου C, μερική κατάρρευση. Λίγες βλάβες σε λιθοδομές τύπου B, καμία βλάβη σε τύπου A. Πτώση στόκου και λίθινων τοίχων. Περιστροφή ή πτώση καπνοδόχων, μνημείων, πύργων, υπερυψωμένων δεξαμενών. Σπίτια με σκελετό κινούνται από τα θεμέλιά τους ή βυθίζονται. Χαλαροί τοίχοι πέφτουν.
IX	Καταστροφές σε λιθοδομές τύπου D. Βαριές βλάβες σε τύπου C, μερικές φορές ολοκληρωτική κατάρρευση. Σοβαρές βλάβες σε τύπου B.

	Γενικευμένες βλάβες στα θεμέλια.
X	Οι περισσότερες κατασκευές με λιθοδομή ή σκελετό καταστρέφονται από τα θεμέλια. Μερικές καλοκτισμένες κατασκευές και γέφυρες καταστρέφονται. Σοβαρές βλάβες σε φράγματα, αγωγούς, όχθες.
XI	Ράγες κάμπτονται. Υπόγεια δίκτυα εκτός λειτουργίας.
XII	Σχεδόν ολοκληρωτική καταστροφή
A	Καλή κατασκευή, ενισχυμένη, δεμένη με σίδηρο και τσιμέντο, σχεδιασμένη να αντισταθεί σε πλευρικές κινήσεις
B	Καλή κατασκευή, ενισχυμένη, αλλά όχι σχεδιασμένη να αντισταθεί σε πλευρικές κινήσεις
C	Κανονική κατασκευή, με δεμένες γωνίες αλλά όχι σχεδιασμένη να αντισταθεί σε πλευρικές κινήσεις
D	Χαλαρά υλικά, χαμηλών προδιαγραφών

B. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Ποιες είναι οι γενικές σας παρατηρήσεις για τις 3 κλίμακες σε σχέση με τις επιπτώσεις του σεισμού στις κατασκευές; Από πού ξεκινούν και που τελειώνουν;
2. Να αναγνωρίσετε την κατηγορία τρωτότητας και το βαθμό βλάβης στις φωτογραφίες που σας δίνονται.
3. Για κάθε φωτογραφία να θεωρήσετε ότι απεικονίζει μία κατάσταση (συνδυασμός κατηγορίας τρωτότητας και βαθμού βλάβης) που συμβαίνει σε α) λίγα, β) πολλά και γ) τα περισσότερα κτήρια ενός τόπου. Για κάθε περίπτωση να εκτιμήσετε την ένταση του σεισμού στις τρεις κλίμακες που σας δίδονται.

