



ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ Μακροσεισμικές κλίμακες

Α. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ο σεισμός της 28ης Μαρτίου 2025, M7.7 κοντά στο Mandalay της Βιρμανίας (Μιανμάρ), σημειώθηκε ως αποτέλεσμα ενεργοποίησης ενός ρήγματος οριζόντιας ολίσθησης μεταξύ των πλακών Ινδίας και Ευρασίας. Οι λύσεις του μηχανισμού γένεσης υποδεικνύουν ότι η ολίσθηση σημειώθηκε είτε σε ένα δεξιόστροφο ρήγμα Β-Ν, με απότομη κλίση, ή σε ένα αριστερόστροφο ρήγμα με διεύθυνση Α-Δ. Η λύση πεπερασμένου ρήγματος υποδεικνύει ένα ρήγμα που χτυπά βόρεια δεξιά-πλευρικά. Αυτή η λύση συνάδει με την ζώνη που τέμνει το ρήγμα της Sagaing το οποίο ορίζει το όριο μεταξύ των πλακών της Ινδίας και της Sunda.

Σε αυτή την περιοχή έχουν λάβει χώρα σεισμοί παρόμοιου με μεγέθους (> 7). Από το 1900. Ο πιο πρόσφατος από αυτούς ήταν ένας σεισμός μεγέθους 7.0 στην τοπική κλίμακα τον Ιανουάριο του 1990, ο οποίος προκάλεσε πτώση κτιρίου. Ένας σεισμός μεγέθους 7.9 σημειώθηκε νότια του σημερινού σεισμού τον Φεβρουάριο του 1912. Μέσα σε αυτήν την ευρεία ζώνη τεκτονικής παραμόρφωσης, άλλοι μεγάλοι σεισμοί, συμπεριλαμβανομένου ενός με 7.7 μέγεθος τοπικής κλίμακας το 1988, έχουν προκαλέσει δεκάδες θανάτους.

Μαζί με τους πίνακες με τις κλίμακες εντάσεων, επισυνάπτονται και τα μακροσεισμικά δεδομένα (τόπος, γεωγραφικές συντεταγμένες τόπου, ώρα καταγραφής μέτρησης, πηγή, ένταση) του σεισμού αυτού και το shapefile της ακτογραμμής της περιοχής

(https://mega.nz/folder/PYIIWZIZ#wDxQmJ91xXP_whAmivcBvQ).

Συστήνεται η προσέγγιση για την κατασκευή των ισόσειστων να είναι είτε με την μέθοδο Triangulation ή Nearest neighbor (**X= γεωγραφικό μήκος, Y=Γεωγραφικό πλάτος, Z=Ένταση**).

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

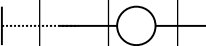
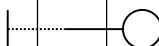
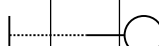
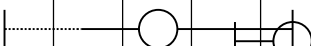
Ένταση	Περιγραφή
V Ισχυρός	Βλάβες βαθμού 1 σε λίγα κτίρια τάξης τρωτότητας A και B.
VI Ελαφρά βλαβερός	Βλάβες βαθμού 1 σε πολλά κτίρια τάξης τρωτότητας A και B. Βλάβες βαθμού 2 σε λίγα κτίρια τάξης A και B. Βλάβες βαθμού 1 σε λίγα τάξης C.

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

	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 / Τσιμεντόλιθος	—○					
	Άοπλη λιθοδομή με πλάκες οπλ. σκυροδέματος		—○—				

|—○—|

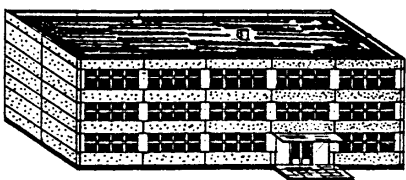
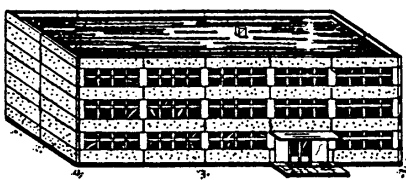
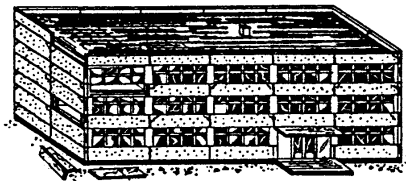
|—○

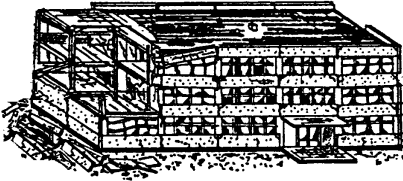
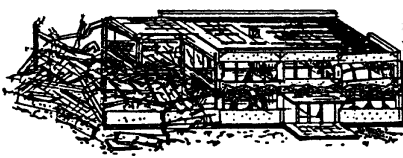
	Οπλισμένη πλινθοδομή (εγκιβωτισμένη τοιχοποιία)						
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ (RC)	RC χωρίς αντισεισμική σχεδίαση (ΑΣ)						
	RC με ελάχιστη ΑΣ						
	RC με μέση ΑΣ						
	RC με υψηλό βαθμό ΑΣ						
ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ							

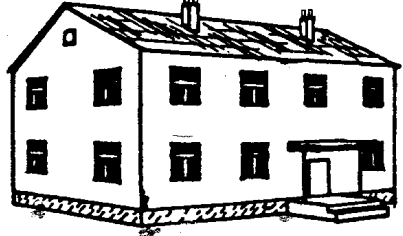
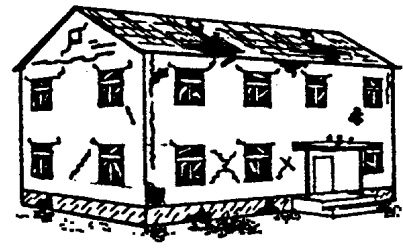
 πλέον πιθανή κατηγορία τρωτότητας

 πιθανή περιοχή

 λιγότερο πιθανό, εξαιρετικές περιπτώσεις

Κατηγορίες αστοχιών σε κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα	
	Βαθμός 1: Ελάχιστες και Ελαφρές Βλάβες Λεπτές ρωγμές στο κονίαμα γύρω από τα ξύλινα πλαίσια (κασώματα)
	Βαθμός 2: Μέτριες Βλάβες Τριχοειδείς ρωγμές σε κολώνες ή δοκούς· πτώση σοβάδων από αρμούς αιωρούμενων κομματιών τοίχου· ρωγμές σε μεσοτοιχία· πτώση κομματιών εύθραυστης επένδυσης και σοβάδων
	Βαθμός 3: Άφθονες έως Μεγάλες Βλάβες Ρωγμές σε κολώνες με αποκόλληση κομματιών μπετόν· ρωγμές σε δοκούς

	Βαθμός 4: Πολύ Μεγάλες Βλάβες Σοβαρή βλάβη των κόμβων του κτιριακού σκελετού με καταστροφή στο μπετόν και σιδηροπλισμού· μερική κατάρρευση· κλίση σε κολώνες
	Βαθμός 5: Καταστροφικές Βλάβες Ολική ή σχεδόν ολική κατάρρευση

Κατηγορίες αστοχιών σε κτίρια με τοιχοποιίες	
	Βαθμός 1: Ελάχιστες και Ελαφρές Βλάβες Τριχοειδείς ρωγμές σε μερικές τοιχοποιίες· πτώση μόνο μερικών μικρών κομματικών σοβάδων. Πτώση χαλαρών πλίνθων από τα ανώτερα τμήματα του κτιρίου, όμως σε πολύ λίγες περιπτώσεις.
	Βαθμός 2: Μέτριες Βλάβες Ρωγμές σε πολλές τοιχοποιίες· πτώση αρκετά μεγάλων κομματιών σοβάδων· πτώση τμημάτων καμινάδων
	Βαθμός 3: Αφθονες έως Μεγάλες Βλάβες Μεγάλες και εκτεταμένες ρωγμές στις περισσότερες τοιχοποιίες· διαφυγή κεραμιδιών. Οι καμινάδες διαρρηγνύονται κατά μήκος της γραμμής της σκεπής· βλάβη σε μεμονωμένα μη δομικά στοιχεία
	Βαθμός 4: Πολύ Μεγάλες Βλάβες Σημαντική βλάβη στις τοιχοποιίες. Μερική δομική βλάβη

	Βαθμός 5: Καταστροφικές Βλάβες Ολική ή σχεδόν ολική κατάρρευση
---	--

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

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 σίδερο 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

4. ΙΑΠΩΝΙΚΗ ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ (8βάθμια)

Ένταση	Περιγραφή
V Πολύ ισχυρός	Ρωγμές στα τούβλα και το σοβά στους τοίχους. Βλάβες στις καπνοδόχους. Βλάβες σε αποθήκες χτισμένες με σοβά και λάσπη.
VI Καταστρεπτικός	Προκαλεί καταστροφή στο 1-30% των ιαπωνικών ξύλινων σπιτιών.
VII Ερειπωτικός	Προκαλεί καταστροφή σε περισσότερα από 30% των σπιτιών.

B. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Ποιες είναι οι γενικές σας παρατηρήσεις για τις 4 κλίμακες σε σχέση με τις επιπτώσεις του σεισμού στις κατασκευές; Από πού ξεκινούν και που τελειώνουν;
2. Στον παρακάτω πίνακα να προσπαθήσετε να εντάξετε τα στοιχεία για τρωτότητα και βλάβες που αναγνωρίζετε σε όλες φωτογραφίες στην κλίμακα EMS98. Να εκτιμήσετε το εύρος εντάσεων.
3. Για τις ίδιες φωτογραφίες να βρείτε το εύρος έντασης στις άλλες κλίμακες.
4. Να υπολογιστεί το μακροσεισμικό επίκεντρο του σεισμού από το αρχείο excel που δίδεται στα δεδομένα σας.
5. Με τη βοήθεια του προγράμματος Surfer, να κατασκευαστούν οι ισόσειστες του σεισμού.

[illegible]



Eik.1



Eik.2



EIK.3



EIK.4



Еик.5



Еик.6



EIK.7