

# Η ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Τι επιπτώσεις αναμένουμε από  
μελλοντικούς σεισμούς στην Ευρώπη;



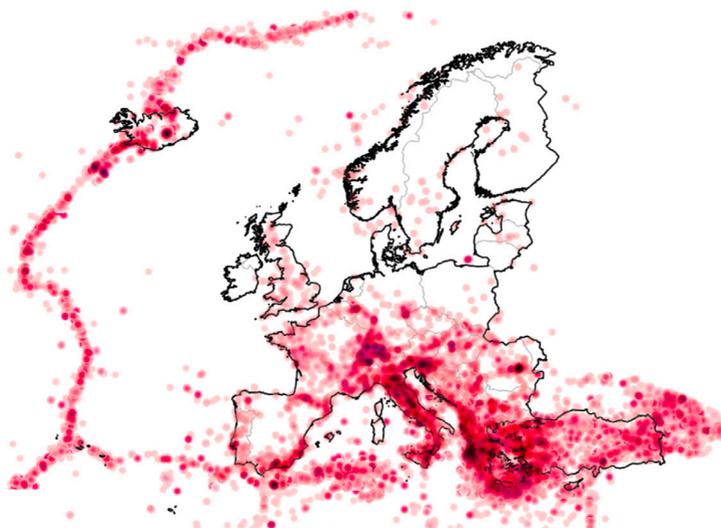
---

## Οι σεισμοί στην Ευρώπη

---

Κάθε χρόνο, εκατομμύρια σεισμοί συμβαίνουν στην Ευρώπη. Οι περισσότεροι από αυτούς τους σεισμούς είναι τόσο μικροί ώστε δεν γίνονται αισθητοί και δεν έχουν καταστροφικές επιπτώσεις, ωστόσο, ισχυροί σεισμοί συμβαίνουν περιοδικά. Κάθε φορά που ένας τόσο ισχυρός σεισμός επηρεάζει μια περιοχή της Ευρώπης, μας υπενθυμίζει τις βλάβες που μπορεί να προκαλέσει στα κτίρια και το περιβάλλον, καθώς και τις επιπτώσεις του στην ευημερία των ανθρώπων.

Οι σεισμοί αποτελούν έναν από τους πιο θανατηφόρους φυσικούς κινδύνους. Το πότε θα συμβεί ένας σεισμός δεν μπορεί ούτε να αποφευχθεί ούτε να προβλεφθεί με ακρίβεια. Ωστόσο, με τη βοήθεια της εκτίμησης της σεισμικής επικινδυνότητας και διακινδύνευσης, αποκτούμε μια καλύτερη αντίληψη για το πού υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβεί ένας ισχυρός σεισμός, καθώς και τι επιπτώσεις πρέπει να αναμένουμε από μελλοντικούς σεισμούς.



**Σχήμα 1:** Καταγεγραμμένοι Σεισμοί από το 1000 μ.Χ. ως το 2014 μ.Χ. στην Ευρώπη.

# Τι είναι η σεισμική διακινδύνευση?

Οι πληροφορίες για τη σεισμική διακινδύνευση παρέχουν μια εκτίμηση για τις φυσικές, οικονομικές κοινωνικές και ανθρωπιστικές επιπτώσεις που μπορούμε να αναμένουμε από πιθανούς σεισμούς. Για την εκτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσης στην Ευρώπη πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράγοντες, όπως:



## Σεισμική επικινδυνότητα

Δίδονται πληροφορίες για το επίπεδο και την πιθανότητα της έντασης της σεισμικής δόνησης σε μία θέση.



## Εδαφικές συνθήκες

Παρέχονται πληροφορίες για τις εδαφικές συνθήκες στην Ευρώπη που επηρεάζουν την αναμενόμενη ένταση της σεισμικής δόνησης.



## Τρωτότητα

Πρόκειται για την εκτίμηση των βλαβών στα κτίρια και στα περιεχόμενά τους για συγκεκριμένα επίπεδα εδαφικής δόνησης, των επακόλουθων οικονομικών απωλειών σαν ποσοστό επί του κόστους αντικατάστασης των κτιρίων, καθώς και των ανθρώπινων απωλειών.



## Έκθεση

Πληροφορίες για την χωρική κατανομή των διαφόρων κατηγοριών κτιρίων με χρήση κατοικίας, καθώς και εμπορική και βιομηχανική χρήση, σε όρους αριθμού κτιρίων, εμβαδού, αριθμού κατοίκων και χρηστών, όπως και του κόστους αντικατάστασης.

Η εκτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσης συνεισφέρει στον αποτελεσματικό σχεδιασμό μέτρων περιορισμού των οικονομικών, κοινωνικών και ανθρώπινων απωλειών και στο να γίνουν οι κοινότητες σε όλη την Ευρώπη περισσότερο ανθεκτικές έναντι μελλοντικών σεισμών.



# Τι παρουσιάζεται στον χάρτη σεισμικής διακινδύνευσης της Ευρώπης;

Ο χάρτης σεισμικής διακινδύνευσης της Ευρώπης παρουσιάζει την σχετική κατανομή της αναμενόμενης σεισμικής διακινδύνευσης στην Ευρώπη μέσω ενός σύνθετου δείκτη. Ο δείκτης αυτός προκύπτει από τον συνδυασμό των μέσων ετήσιων οικονομικών απωλειών και των μέσων ετήσιων απωλειών ανθρωπίνων ζών, κανονικοποιημένων ως προς το κατά κεφαλήν ΑΕΠ της κάθε χώρας, ώστε να ληφθούν υπόψη τα διαφορετικά επίπεδα ανθεκτικότητας στην Ευρώπη.

## Μέσες ετήσιες οικονομικές απώλειες

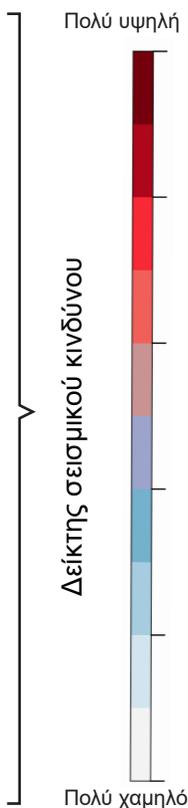
Οι μέσες ετήσιες οικονομικές απώλειες περιγράφουν τις αναμενόμενες οικονομικές απώλειες ανά έτος, κατά μέσο όρο, λόγω των βλαβών στα κτίρια που προκαλούνται άμεσα από τους σεισμούς.

Παράδειγμα: Σε χρονική περίοδο 100 ετών, μπορεί να αναμένουμε λίγους σπάνιους, μεγάλους σεισμούς (που ο καθένας από αυτούς προκαλεί πολύ υψηλές οικονομικές απώλειες), καθώς και πολλούς μικρότερους σεισμούς (που ο καθένας από αυτούς μπορεί να επιφέρει πολύ μικρότερες οικονομικές απώλειες), που αθροιστικά επιφέρουν οικονομικές απώλειες 10 δις €. Οι μέσες ετήσιες οικονομικές απώλειες σε αυτήν την περίπτωση θα ήταν επομένως 100 εκατομμύρια €.

## Μέσες ετήσιες απώλειες ανθρώπινων ζών

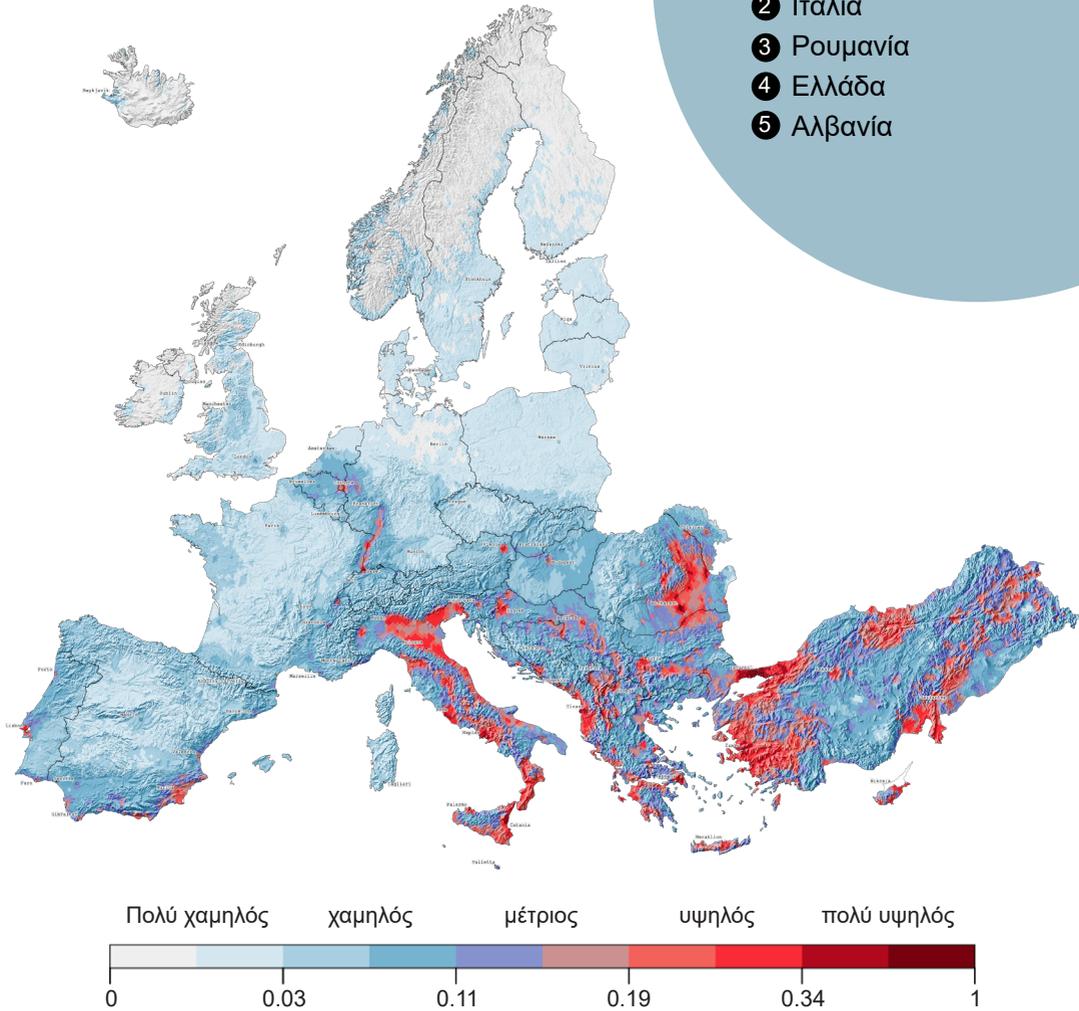
Οι μέσες ετήσιες απώλειες ανθρώπινων ζών εκφράζουν τον αναμενόμενο αριθμό θανάτων ανά χρόνο, κατά μέσο όρο, λόγω των κτιρίων που κατέρρευσαν ή υπέστησαν βλάβες από σεισμούς.

Παράδειγμα: Σε χρονική περίοδο 100 ετών μπορεί να αναμένουμε λίγους σπάνιους, μεγάλους σεισμούς που να προκαλέσουν συνολικά 200 θανάτους. Οι μέσες ετήσιες απώλειες ανθρώπινων ζών σε αυτήν την περίπτωση θα ήταν επομένως 2.



Χώρες με την υψηλότερη  
διακινδύνευση στην Ευ-  
ρώπη:

- 1 Τουρκία
- 2 Ιταλία
- 3 Ρουμανία
- 4 Ελλάδα
- 5 Αλβανία



**Σχήμα 2:** Ο χάρτης σεισμικής διακινδύνευσης της Ευρώπης βάσει του Ευρωπαϊκού Μοντέλου Σεισμικής Διακινδύνευσης 2020. Οι περιοχές με χαμηλή διακινδύνευση είναι χρωματισμένες με λευκό ως ανοιχτό μπλε, οι περιοχές με μέτρια διακινδύνευση είναι χρωματισμένες με μπλε ως κόκκινο και οι περιοχές με υψηλή διακινδύνευση είναι χρωματισμένες με σκούρο κόκκινο.



---

## **Μια πιο προσεκτική ματιά στη σεισμική διακινδύνευση στην Ευρώπη**

---

Σε γενικές γραμμές η σεισμική διακινδύνευση οφείλεται κυρίως στα μέσου ύψους πλαισιακά κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα που κατασκευάστηκαν πριν τη δεκαετία του 1980 και στις χαμηλού ύψους κατοικίες από άοπλη τοιχοποιία που υπόκεινται σε υψηλά επίπεδα σεισμικής επικινδυνότητας. Παρότι οι Ευρωπαϊκές χώρες έχουν πρόσφατους αντισεισμικούς κανονισμούς (Ευρωκώδικας 8 και εθνικοί κανονισμοί) που εξασφαλίζουν επαρκή προστασία από τους σεισμούς, υπάρχουν ακόμα πολλά παλιότερα κτίρια που κινδυνεύουν περισσότερο να υποστούν ζημιές όταν συμβαίνουν σεισμοί.

Συνεπώς, η μεγαλύτερη διακινδύνευση και επομένως οι πιο σοβαρές συνέπειες από τους σεισμούς αναμένονται σε αστικές περιοχές που βρίσκονται σε περιοχές με υψηλή σεισμική επικινδυνότητα και το κτιριακό απόθεμα έχει τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Παραδείγματα τέτοιων περιοχών αποτελούν η Κωνσταντινούπολη και η Σμύρνη στην Τουρκία, η Κατάνια και η Νάπολη στην Ιταλία, το Βουκουρέστι στη Ρουμανία και η Αθήνα στην Ελλάδα. Σε αυτές τις τέσσερις χώρες συγκεντρώνεται περίπου το 80% των συνολικών μέσων ετήσιων οικονομικών απωλειών της Ευρώπης. Αλλά και πόλεις όπως το Ζάγκρεμπ (Κροατία), τα Τίρανα (Αλβανία), η Σόφια (Βουλγαρία), η Λισαβόνα (Πορτογαλία), οι Βρυξέλλες (Βέλγιο) ή η Βασιλεία (Ελβετία) έχουν μια σεισμική διακινδύνευση άνω του μέσου όρου συγκρινόμενες με άλλες πόλεις όπως το Βερολίνο (Γερμανία), το Λονδίνο (Ηνωμένο Βασίλειο) ή το Παρίσι (Γαλλία).

Το πιο αποτελεσματικό μέτρο για τη μείωση της σεισμικής διακινδύνευσης στην Ευρώπη θα ήταν η ενίσχυση ή αντικατάσταση των πιο τρωτών κτιρίων. Αν οι κατηγορίες κτιρίων με χρήση κατοικίας στις οποίες οφείλεται κυρίως η διακινδύνευση μπορούσαν να έρθουν στο επίπεδο αντισεισμικού σχεδιασμού που απαιτούν οι πιο πρόσφατοι ευρωπαϊκοί κανονισμοί (Ευρωκώδικας 8) μόνο στην Τουρκία και την Ιταλία, ο μέσος ετήσιος αριθμός ανθρώπινων απωλειών θα μειωνόταν κατά περισσότερο από 50% και οι μέσες ετήσιες οικονομικές απώλειες τουλάχιστον κατά 30%.

---

## Τι μπορούμε να μάθουμε από ένα μοντέλο σεισμικής διακινδύνευσης για την Ευρώπη;

---

Τα μοντέλα εκτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης ενσωματώνουν μεθόδους και κατάλληλους υπολογισμούς προσδιορισμού του πώς κάτι μπορεί να εξελιχθεί στη πραγματικότητα, π.χ. οικονομικές απώλειες λόγω ενός ισχυρού σεισμού σε ένα συγκεκριμένο μέρος.

Το Ευρωπαϊκό Μοντέλο Σεισμικής Διακινδύνευσης 2020 είναι το πρώτο εναρμονισμένο, πλήρως ανοιχτής πρόσβασης μοντέλο εκτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης για την Ευρώπη. Διαμορφωμένο και τεκμηριωμένο από ερευνητικές ομάδες από όλη την Ευρώπη, προσφέρει σε όλους τους χρήστες που ενδιαφέρονται μια πολύτιμη αναφορά πάνω στην οποία μπορούν να βασιστούν στρατηγικές και πολιτικές περιορισμού της διακινδύνευσης.

### **Μπορούμε να προετοιμαστούμε καλύτερα για μελλοντικούς σεισμούς.**

Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, οι σεισμοί στην Ευρώπη ήταν υπεύθυνοι για περισσότερους από 200.000 θανάτους και περισσότερα από 250 δις € σε οικονομικές απώλειες λόγω των βλαβών στα κτίρια<sup>1</sup>. Οι εμπειριστατωμένες πληροφορίες για τη σεισμική διακινδύνευση βοηθούν στον αποτελεσματικό σχεδιασμό μέτρων μείωσης της διακινδύνευσης ώστε να γίνουν οι κοινότητες πιο ανθεκτικές.

### **Μπορούμε να συγκρίνουμε τη σεισμική διακινδύνευση μεταξύ των χωρών.**

Πολλές Ευρωπαϊκές χώρες δεν έχουν ακόμα διενεργήσει και δημοσιεύσει εθνικές μελέτες σεισμικής διακινδύνευσης. Επομένως, αυτό το μοντέλο σεισμικής διακινδύνευσης για την Ευρώπη προσφέρει τη δυνατότητα συγκρίσεων μεταξύ κρατών, κάτι που είναι καίριας σημασίας για τον καθορισμό στρατηγικών μείωσης της διακινδύνευσης ή ασφαλιστικές πολιτικές σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.



## Περισσότερες πληροφορίες



Μπορείτε να μάθετε περισσότερα για τη σεισμική επικινδυνότητα και διακινδύνευση στην Ευρώπη στο [www.efehr.org](http://www.efehr.org). Στη συγκεκριμένη ιστοσελίδα είναι στη διάθεσή σας περισσότερες πληροφορίες, επεξηγηματικό υλικό και πρόσβαση σε τεχνικές εκθέσεις, χάρτες, δεδομένα και πολλά περισσότερα.

## Ευχαριστίες

Μια βασική ομάδα ερευνητών από διαφορετικά ιδρύματα σε όλη την Ευρώπη εργάστηκαν συνεργατικά στο πλαίσιο διαφόρων προγραμμάτων για να αναπτύξουν το Ευρωπαϊκό Μοντέλο Σεισμικής Διακινδύνευσης 2020 (ESRM20).

Πολλοί ερευνητές ακόμη συνεισέφεραν στην ανάπτυξη του ESRM20 με διάφορους τρόπους, όπως τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, την ανταλλαγή γνώσεων και την παροχή ανατροφοδότησης στο πλαίσιο επιστημονικών συναντήσεων και σεμιναρίων. Όλα αυτά έγιναν σε στενή συνεργασία με το Ίδρυμα GEM και το Ευρωπαϊκό Σύστημα Παρατήρησης Λιθόσφαιρας (EPOS).

—> Μπορείτε να βρείτε μια λίστα με όλα τα ονόματα και τα ιδρύματα που συνεισέφεραν στο [www.risk.efehr.org/contributors](http://www.risk.efehr.org/contributors).

## Χρηματοδότηση

Η ανάπτυξη του Ευρωπαϊκού Μοντέλου Σεισμικής Διακινδύνευσης 2020 (ESRM20) χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης Horizon 2020 μέσω των συμφωνιών επιχορήγησης No. 730900, 676564 and 821115 των προγραμμάτων [SERA](#), [EPOS-IP](#) και [RISE](#).

# Χρήση επιστημονικών προϊόντων

Όποτε κάνετε χρήση των επιστημονικών προϊόντων όπως τα αρχεία εισαγωγής ή όταν διανέμετε εικόνες από το Ευρωπαϊκό Μοντέλο Σεισμικής Διακινδύνευσης 2020 (ESRM20), σας παρακαλούμε να κάνετε την εξής αναφορά:

Crowley H.<sup>1</sup>, Dabbeek J.<sup>1</sup>, Despotaki V.<sup>2\*</sup>, Rodrigues D.<sup>1\*</sup>, Martins L.<sup>2</sup>, Silva V.<sup>2</sup>, Romão, X.<sup>3</sup>, Pereira N.<sup>3</sup>, Weatherill G.<sup>4</sup> and Danciu L.<sup>5</sup> (2021) European Seismic Risk Model (ESRM20), EFEHR Technical Report 002, V1.0.0, 84 pp, <https://doi.org/10.7414/EUC-EFEHR-TR002-ESRM20>

1. EUCENTRE Foundation, Italy
  2. Global Earthquake Model Foundation (GEM), Italy
  3. Faculty of Engineering, University of Porto, Portugal
  4. GFZ German Research Centre for Geosciences, Germany
  5. Swiss Seismological Service (SED), ETH Zurich, Switzerland
- \* Former affiliation

## risk.EFEHR

EUCENTRE Foundation

Via A. Ferrata

27100 Pavia, Italy

Email: [efehr.risk@sed.ethz.ch](mailto:efehr.risk@sed.ethz.ch)

—> Επισκεφτείτε το [www.risk.efehr.org](http://www.risk.efehr.org) για πρόσβαση στις υπηρεσίες σεισμικής διακινδύνευσης.

## Δικαιώματα και άδειες

Εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά, όλα τα δεδομένα και τα επιστημονικά προϊόντα του ESRM20 διανέμονται με άδεια [Creative Commons BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Αυτά τα προϊόντα μπορούν επομένως να χρησιμοποιηθούν για προσωπικούς, επιστημονικούς, εμπορικούς και μη εμπορικούς σκοπούς, εφόσον παρέχεται επαρκής αναφορά.



# Η κοινοπραξία EFEHR

Το EFEHR (European Facilities for Earthquake Hazard and Risk) είναι ένα μη κερδοσκοπικό δίκτυο οργανισμών που στοχεύει σε προηγμένες εκτιμήσεις της σεισμικής επικινδυνότητας και διακινδύνευσης στην Ευρωπαϊκή-Μεσογειακή περιοχή. Το EFEHR συντηρεί και θα αναπτύξει περαιτέρω τα μοντέλα σεισμικής επικινδυνότητας και διακινδύνευσης για την Ευρώπη σε συνεργασία με το Ίδρυμα GEM και το Ευρωπαϊκό Σύστημα Παρατήρησης Λιθόσφαιρας (EPOS).

Περισσότερες πληροφορίες: [www.efehr.org/efehr/about](http://www.efehr.org/efehr/about)



EFEHR  
ETH Zurich  
Department of Earth Science  
Sonneggstrasse 5  
8092 Zurich, Switzerland  
Email: [efehr@sed.ethz.ch](mailto:efehr@sed.ethz.ch)



## Εκτύπωση

### Εκδότης

Swiss Seismological Service, ETH Zurich

### Σύλληψη, σχεδιασμός και κείμενο

N. Valenzuela, M. Marti, S. Zaugg, H. Crowley, J. Dabbeek, L. Danciu, and I. Dallo

### Νομική ειδοποίηση

Η μοναδική ευθύνη είναι των συγγραφέων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν ευθύνεται για οποιαδήποτε χρήση ενδέχεται να γίνει των πληροφοριών που περιέχονται εδώ.

Μεταφράστηκε από τα Αγγλικά στα Ελληνικά από την Ερευνητική Μονάδα Εδαφοδυναμικής και Γεωτεχνικής Σεισμικής Μηχανικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

© 2022, Το ETH Zurich έχει τα πνευματικά δικαιώματα εκ μέρους της Κοινοπραξίας EFEHR