



ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Όταν το heavy metal συναντά τη σεισμολογία...

Κ. Μπούκουρας, Ε. Δασκαλάκη, Μ. Χαραλαμπίδης, Ι. Φουντουλάκης, Χ. Ευαγγελίδης

Εθνικό Σεισμολογικό Δίκτυο ΕΑΑ

Τον Μάιο του 2026, το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών εγκατέστησε προσωρινά έναν σεισμολογικό σταθμό υψηλής ευαισθησίας στον χώρο του Ολυμπιακού Αθλητικού Κέντρου Αθηνών (ΟΑΚΑ), με αποκλειστικό σκοπό την καταγραφή και μελέτη των δονήσεων που προκαλούνται από μεγάλες μουσικές εκδηλώσεις και τη μαζική συμμετοχή του κοινού.

Ο σταθμός λειτούργησε κατά τη διάρκεια των συναυλιών των **Metallica** (9 Μαΐου 2026) και των **Iron Maiden** (23 Μαΐου 2026), καταγράφοντας συνεχώς τις μικροσκοπικές κινήσεις του εδάφους που προκλήθηκαν από δεκάδες χιλιάδες θεατές. Οι καταγραφές έδειξαν ότι η ένταση και η συμμετοχή του κοινού αποτυπώνονται με σαφήνεια στα σεισμικά δεδομένα, επιτρέποντας ακόμη και τη συσχέτιση συγκεκριμένων κορυφώσεων με επιμέρους τραγούδια του προγράμματος.

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η συναυλία των Metallica παρήγαγε σημαντικά ισχυρότερες εδαφικές δονήσεις σε σχέση με εκείνη των Iron Maiden (Εικόνες 1 και 2). Οι μέγιστες καταγεγραμμένες επιτάχυνσεις ήταν περίπου δύομισι φορές μεγαλύτερες, ενώ η συνολική σεισμική ενέργεια που καταγράφηκε αντιστοιχεί σε ισοδύναμο τοπικό μέγεθος περίπου ML 1.5 για τους Metallica και ML 0.9 για τους Iron Maiden (Εικόνα 3).

Αν και οι τιμές αυτές δεν αντιστοιχούν σε πραγματικούς σεισμούς, αποτελούν έναν χρήσιμο τρόπο ποσοτικοποίησης και σύγκρισης της έντασης των δονήσεων που προκαλεί το κοινό. Η υψηλότερη επιτάχυνση που καταγράφηκε στη συναυλία των Metallica συνδέεται με το μεγαλύτερο και πιο ενεργό πλήθος, το οποίο μετέφερε σημαντικά περισσότερη ενέργεια στο έδαφος σε σχέση με τη συναυλία των Iron Maiden.

Από την ανάλυση των σεισμολογικών καταγραφών προκύπτει ότι το τραγούδι που προκάλεσε τη μεγαλύτερη σεισμική απόκριση στη συναυλία των Metallica ήταν το «**Moth Into Flame**», κατά το οποίο καταγράφηκε η υψηλότερη τιμή εδαφικής επιτάχυνσης. Υψηλές τιμές καταγράφηκαν επίσης στα «Master of Puppets», «Fade to Black», «Wherever I May Roam» και «One» (Εικόνα 1). Αντίστοιχα, στη συναυλία των Iron Maiden η μεγαλύτερη σεισμική απόκριση παρατηρήθηκε στο

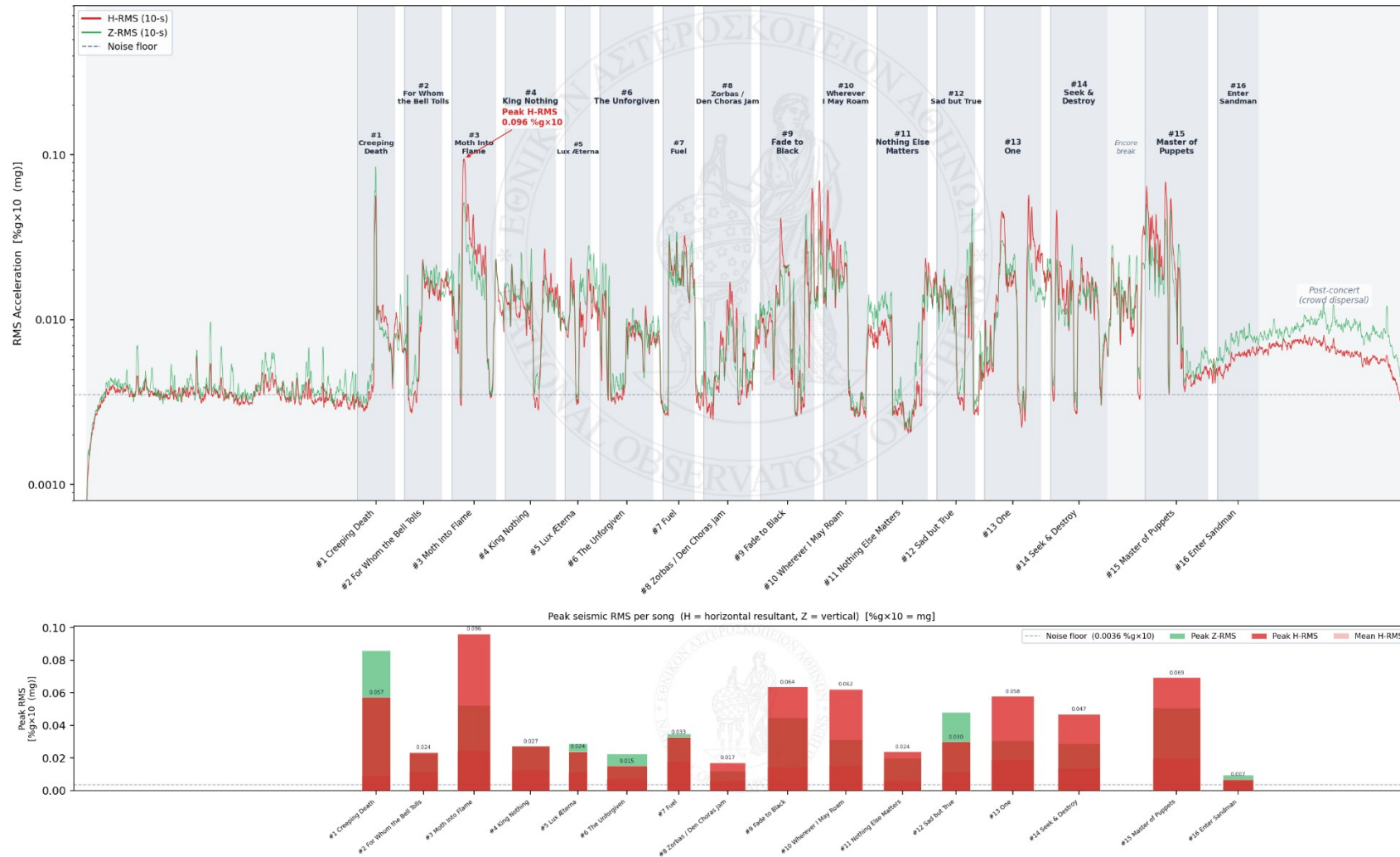
«Killers», ενώ έντονη συμμετοχή του κοινού καταγράφηκε και στα «2 Minutes to Midnight», «Seventh Son of a Seventh Son», «Rime of the Ancient Mariner» και «Wrathchild» (Εικόνα 2).

Η σύγκριση των καταγραφών δείχνει ότι η συναυλία των Metallica στο ΟΑΚΑ παράγαγε σαφώς μεγαλύτερη μέγιστη σεισμική επιτάχυνση σε σχέση με εκείνη των Iron Maiden, γεγονός που αποτυπώθηκε και στο υψηλότερο ισοδύναμο τοπικό μέγεθος (ML) που υπολογίστηκε (Εικόνα 3). Η εντονότερη και πιο συγχρονισμένη κίνηση του κοινού στους Metallica οδήγησε σε επιταχύνσεις περίπου διπλάσιες έως τριπλάσιες από αυτές των Iron Maiden, με αποτέλεσμα ML της τάξης ~1.3–1.5 έναντι ~0.8–1.0. Παρότι οι τιμές αυτές δεν αντιστοιχούν σε πραγματική σεισμική δραστηριότητα, προσφέρουν ένα χρήσιμο μέτρο σύγκρισης της ενέργειας που μεταφέρθηκε στο έδαφος και αναδεικνύουν τη δυνατότητα των σειсмоγράφων να καταγράφουν ανθρωπογενείς δονήσεις μεγάλης κλίμακας.

Εκτός από τις δύο μεγάλες συναυλίες, ο προσωρινός σεισμολογικός σταθμός λειτούργησε και κατά τη διάρκεια του τελικού του **EuroLeague Final Four 2026** στο ΟΑΚΑ. Οι καταγραφές έδειξαν ότι οι αντιδράσεις των φιλάθλων κατά τη διάρκεια κρίσιμων φάσεων του αγώνα, αλλά κυρίως κατά την απονομή του τροπαίου, δημιούργησαν σαφώς ανιχνεύσιμα σεισμικά σήματα (Εικόνα 4). Αν και τα επίπεδα δόνησης ήταν γενικά χαμηλότερα από εκείνα που καταγράφηκαν στη συναυλία των Metallica, ήταν συγκρίσιμα με εκείνα της συναυλίας των Iron Maiden, αναδεικνύοντας τον σημαντικό ρόλο που παίζει η συλλογική ανθρώπινη συμπεριφορά στη δημιουργία μετρήσιμων δονήσεων του εδάφους.

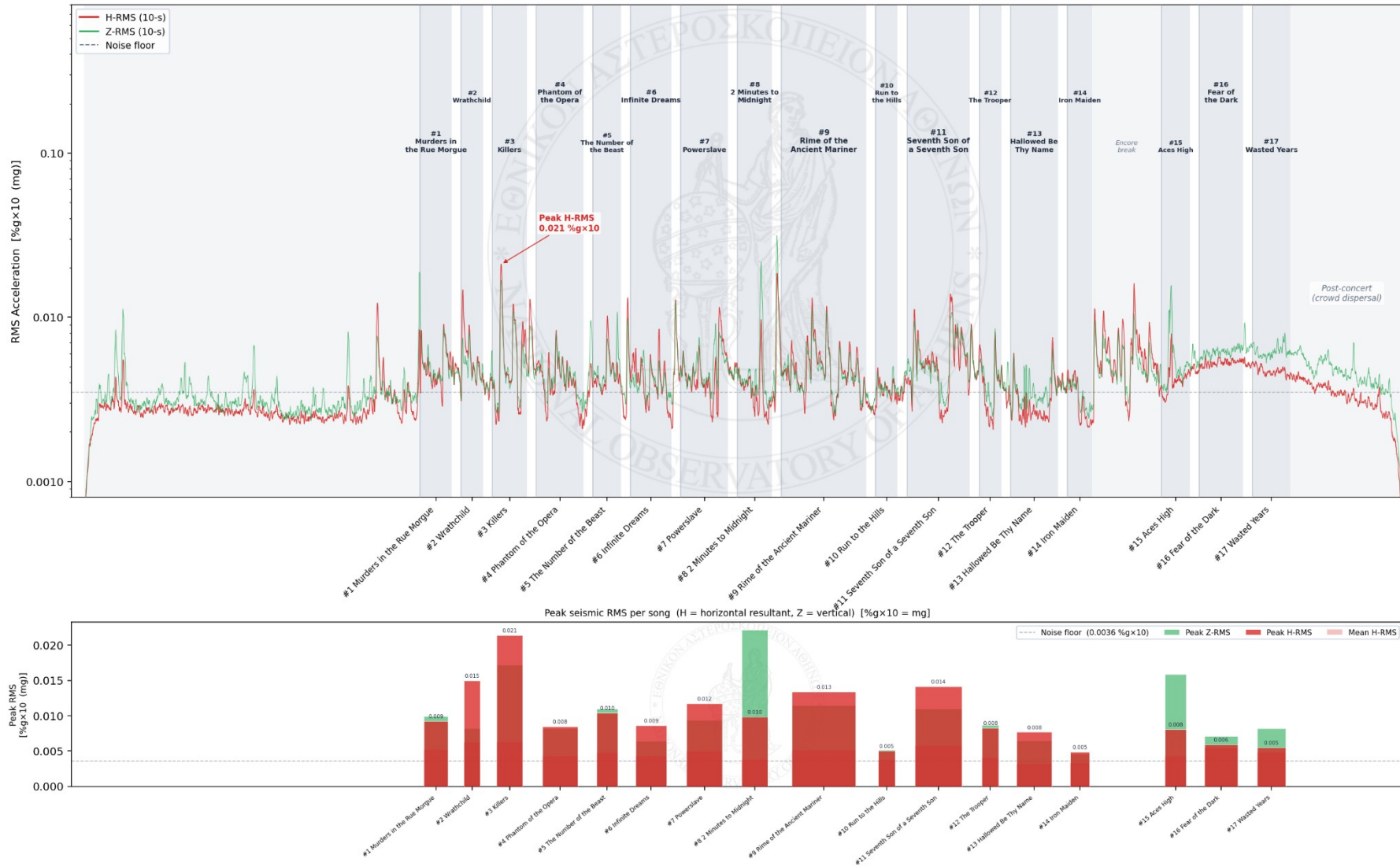
Η δράση αυτή εντάσσεται στο πλαίσιο της λεγόμενης «σεισμολογίας του πλήθους» (crowd seismology). Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τις δυνατότητες της σεισμολογίας να καταγράφει όχι μόνο φυσικά φαινόμενα, αλλά και την επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον, μετατρέποντας δύο από τις μεγαλύτερες μουσικές εκδηλώσεις της χρονιάς σε ένα πρωτότυπο επιστημονικό πείραμα πεδίου. Οι δύο συναυλίες στο ΟΑΚΑ λειτούργησαν ως ένα φυσικό εργαστήριο μεγάλης κλίμακας, όπου η προσωρινή εγκατάσταση του σεισμολογικού σταθμού επέτρεψε στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο να μελετήσει πώς η συλλογική κίνηση, ο ρυθμός και ο ενθουσιασμός δεκάδων χιλιάδων θεατών μετατρέπονται σε μετρήσιμα σεισμικά σήματα. Τα αποτελέσματα προσφέρουν μια σπάνια ευκαιρία να εξερευνηθεί η αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπινων συγκεντρώσεων και εδαφικής απόκρισης, γεφυρώνοντας με εντυπωσιακό τρόπο την επιστημονική παρατήρηση με τη ζωντανή μουσική εμπειρία και αναδεικνύοντας τη σημασία της σεισμολογίας ως εργαλείου κατανόησης της ευρύτερης περιβαλλοντικής δυναμικής.

Metallica | Olympic Athletic Centre Athens (OAKA) | May 9, 2026 | M72 World Tour 2026
Station HL.OAKA · National Observatory of Athens (NOA) · 100 Hz
Seismic ground acceleration envelope (10-s RMS) | EEST (UTC+3)

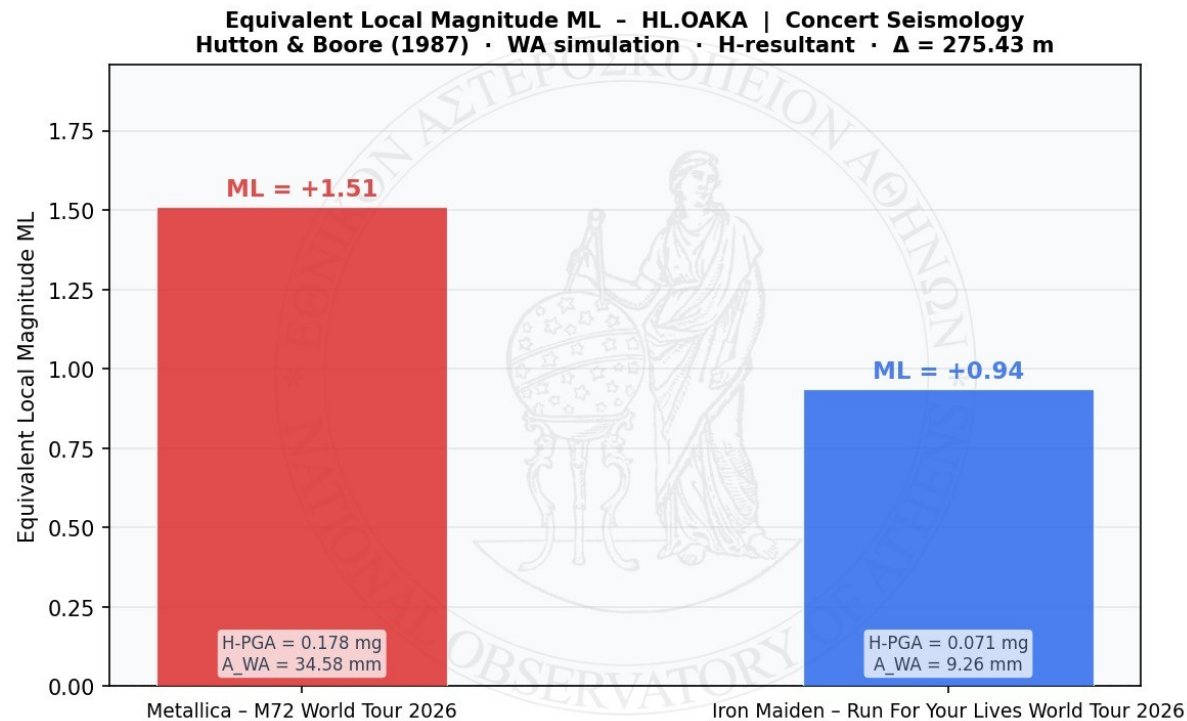


Εικόνα 1: Σεισμική απόκριση του κοινού κατά τη συναυλία των *Metallica* στο ΟΑΚΑ στις 9 Μαΐου 2026. Παρουσιάζονται οι μέγιστες τιμές της οριζόντιας και κάθετης σεισμικής επιτάχυνσης (*Peak H-RMS, Z-RMS*) που καταγράφηκαν για κάθε τραγούδι.

Iron Maiden | Olympic Athletic Centre Athens (OAKA) | May 23, 2026 | Run For Your Lives World Tour 2026
Station HL.OAKA · National Observatory of Athens (NOA) · 100 Hz
Seismic ground acceleration envelope (10-s RMS) | EEST (UTC+3)

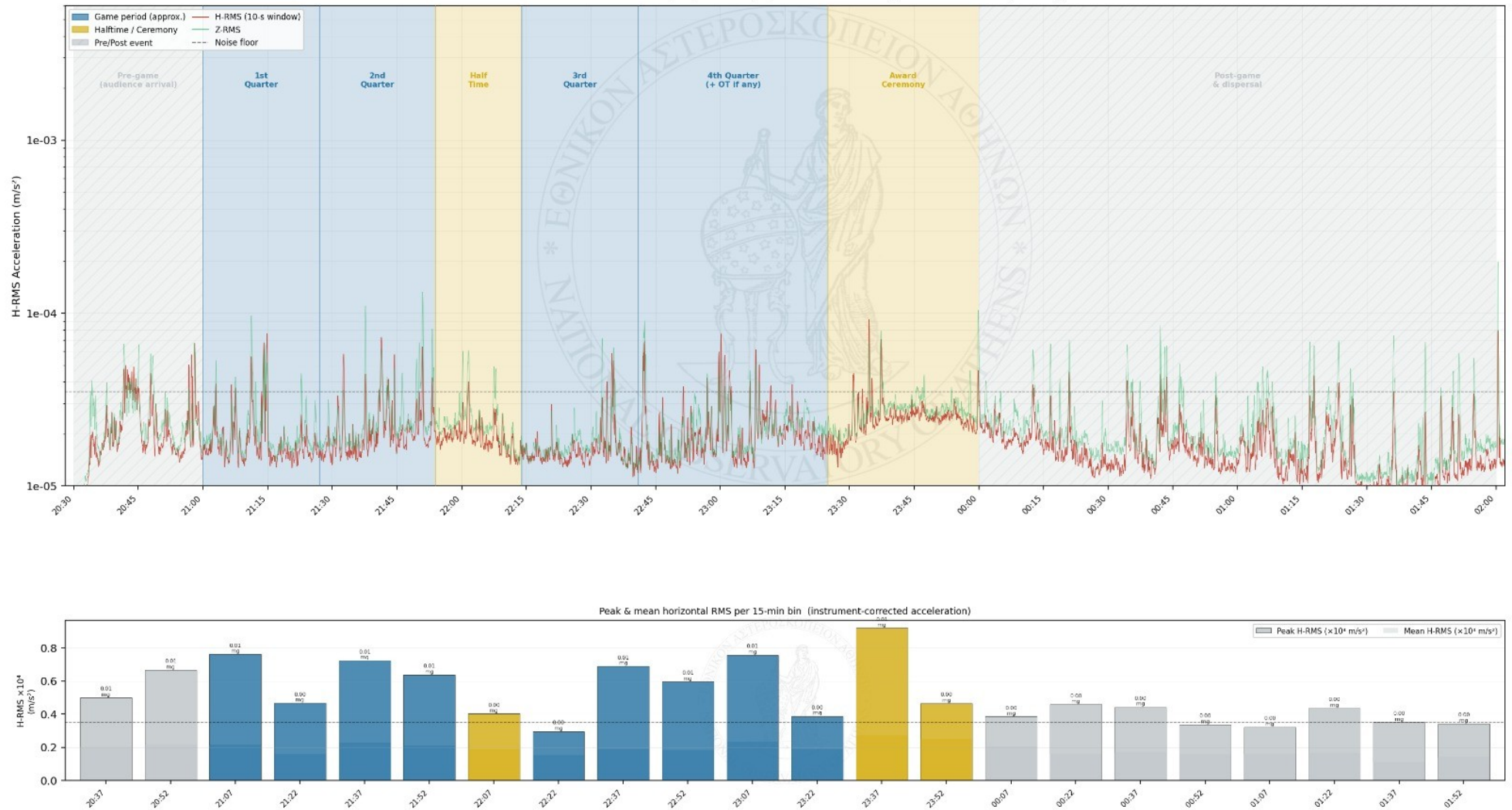


Εικόνα 2: Σεισμική απόκριση του κοινού κατά τη συναυλία των Iron Maiden στο ΟΑΚΑ στις 23 Μαΐου 2026. Παρουσιάζονται οι μέγιστες τιμές της οριζόντιας και κάθετης σεισμικής επιτάχυνσης (Peak H-RMS, Z-RMS) ανά τραγούδι.



Εικόνα 3: Σύγκριση της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης που καταγράφηκε κατά τις συναυλίες των *Metallica* και *Iron Maiden* στο ΟΑΚΑ. Οι τιμές μετατράπηκαν σε ισοδύναμο τοπικό μέγεθος σεισμού (ML)

EuroLeague Final Four Athens 2026 | Olympic Athletic Centre (OAKA) | 24 Μαΐου 2026
Station HL.OAKA · Hellenic Network (NOA) · 100 Hz · SH channels
Horizontal seismic envelope (10-s RMS) | All times in EEST (Athens local time, UTC+3)



Εικόνα 4. Σεισμική καταγραφή του τελικού του EuroLeague Final Four 2026 στο ΟΑΚΑ (24 Μαΐου 2026). Παρουσιάζεται η χρονική εξέλιξη της οριζόντιας σεισμικής επιτάχυνσης που καταγράφηκε από τον προσωρινό σεισμολογικό σταθμό HL.OAKA κατά τη διάρκεια του αγώνα, του ημιχρόνου και της τελετής απονομής