

# Η εικονική πραγματικότητα των Ρίχτερ

**ΣΕΙΣΜΟΙ**

Μελέτη  
των Ρίχτερ  
με τρισδιάστατα  
μοντέλα και  
κομπιούτερ.

Πώς  
χρησιμοποιούνται  
τα δεδομένα των  
δορυφόρων

**Ε**ίναι μια εικονική πτήση, αλλά η θέα δεν παύει να είναι καταπληκτική. Και όχι μόνο αυτό. Επιλέγουμε εμείς τις διαδρομές μας από όποιο ύψος θέλουμε και με όποια κατεύθυνση επιθυμούμε. Δεν έχουμε τεχνικούς περιορισμούς, δεν πρέπει να ακολουθούμε έναν συγκεκριμένο αεροδιάδρομο, μπορούμε να πετάμε σε ύψος χιλιάδων ποδών ή μόλις μερικών δεκάδων μέτρων. Και το πιο σημαντικό: τα στοιχεία που μπορούμε να συλλέξουμε για ένα σεισμό μάς επιτρέπουν να διαχειριστούμε αποτελεσματικότερα μια σεισμική καταστροφή, να έχουμε άμεση εικόνα της έντασης και κατανομής των ζημιών, μπορούμε να κατευθύνουμε αποτελεσματικά ομάδες επέμβασης και διάσωσης σε εγκλωβισμένους. Μπορούμε να μειώσουμε εν τέλει τον κίνδυνο μιας φυσικής καταστροφής, εκείνης που ίσως προξενεί το μεγαλύτερο δέος στους ανθρώπους...

Οι δορυφόροι -που μας δίνουν αυτές τις επιλογές-

φόρνησης, άλλοτε προσβάσιμης και άλλοτε όχι, ανάλογα με τις ανάγκες που εξυπηρετούσαν. Η σημερινή τεχνολογία όμως έχει καταργήσει κάθε σύνορο γεωγραφικής πληροφορίας, χρησιμοποιώντας τεχνικές που ξεφεύγουν από την επίγεια παρατήρηση και αξιοποιούν πληροφορία που προέρχεται από το Διάστημα, από το οποίο διακρίνονται τα πάντα ή σχεδόν τα πάντα. Εξαιρείται ένα: τα σύνορα που υπάρχουν μεταξύ των κρατών, των θρησκειών και των επιστημονικών απόψεων... Η εποχή των δορυφόρων δεν βρίσκεται πα σε νηπιακό στάδιο. Εχουν επιτευχθεί θεαματικές πρακτικές εφαρμογές στον έλεγχο της ποιότητας του περιβάλλοντος, τη μετεωρολογία, τις φυσικές καταστροφές, τη γεωργία, τον αστικό και χωροταξικό σχεδιασμό, τις μεταφορές, σχεδόν παντού...

Δορυφόροι τελευταίας τεχνολογίας, που είναι ικανοί να διακρίνουν αντικείμενα της τάξεως μερικών μέτρων και που τελευταία έχουν κατακλύσει το Διάστημα, φωτογραφίζουν αδιάλειπτα την επιφάνεια της Γης σε ένα πολύ μεγάλο φασματικό εύρος. Οι φωτογραφίες που

έχουν τεθεί στην υπηρεσία αντιμετώπισης των Ρίχτερ. Η βοήθειά τους, απείρως σημαντική...

Από την εποχή του Ηρόδοτου και του Στράβωνα, που οι χάρτες αποτελούσαν εφτασφράγιστα στρατηγικά μυστικά, μέχρι τη σημερινή εποχή της τεχνολογίας και της διάχυσης της πληροφόρησης έχει περάσει πολύς καιρός. Είναι αλήθεια, βέβαια, ότι κάθε είδους χάρτες πάντα αποτελούσαν μια πηγή πληρο-

Του Ευθυμίου Λέκκα

Αναπληρωτή καθηγητή Γεωλογίας Πανεπιστημίου Αθηνών



αποστέλλονται και λαμβάνονται στη Γη δεν απεικονίζουν πάντα τα πραγματικά χρώματα, τα οποία υπάρχουν στην επιφάνεια, αλλά για κάθε συγκεκριμένο μήκος κύματος, οι πόλεις ένα ορισμένο χρώμα, οι θάλασσες διαφορετικό, όπως διαφορετικό είναι και το χρώμα για τις αγροτικές περιοχές. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι δυνατόν να προσδιοριστεί από το χρώμα αυτό ακόμη και το είδος της καλλιέργειας ή το είδος του δάσους, κάτι ιδιαίτερα χρήσιμο για τον έλεγχο της εκμετάλλευσης-υλοτόμησης των δένδρων, πυρκαγιάς ή πιθανής ασθένειας. Το πλήθος των πληροφοριών που λαμβάνεται για την επιφάνεια της Γης και πολλές φορές για το υπέδαφος είναι πραγματικά τεράστιο εάν μέσα από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές συνθέσουμε δύο ή περισσότερες φωτογραφίες της ίδιας επιφάνειας, που έχουν ληφθεί όμως με διαφορετικά μήκη κυμάτων.

Οι τεχνικές αυτές αναπτύχθηκαν ραγδαία την τελευταία δεκαετία κυρίως για στρατιωτικούς σκοπούς, αλλά γρήγορα η εφαρμογή τους ξεπέρασε τα στενά στρατιωτικά πλαίσια. Το μόνο αρνητικό είναι πως οι εικόνες αυτές που στέλνουν δεν έχουν ανάγλυφη μορφή, αλλά απεικονίζουν τη Γη μονοδιάστατα, δηλαδή σε ένα επίπεδο, και έτσι δεν γίνονται εύκολα κατανοητές από μη ειδικούς. Όμως, τον τελευταίο καιρό, μια δυνατότητα που έχει παρουσιαστεί, αυτή της εικονικής πραγματικότητας (virtual reality), με τρισδιάστατα μοντέλα ανάγλυφου, έχει φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη σε πολλούς επιστημονικούς τομείς, μεταξύ των οποίων και οι σεισμοί της προηγούμενης χρονιάς.

Τα τρισδιάστατα μοντέλα πραγματικής απεικόνισης του εδάφους χρησιμοποιούν ως βάση μια συνδυασμένη άντληση στοιχείων, αφ' ενός από δορυφόρους που περιστρέφονται συνεχώς γύρω από τη Γη και τη φωτογραφίζουν, αφ' ετέρου σε ψηφιακούς χάρτες που απεικονίζουν την επιφάνεια της Γης.

Τα δορυφορικά αυτά δεδομένα συνδυάζονται με τα τοπογραφικά δεδομένα που υπάρχουν για την επιφάνεια της Γης, αλλά τα οποία τώρα λαμβάνουν ψηφιακή

μορφή, δηλαδή δεν αποτυπώνονται αναλογικά πάνω στους συμβατούς τοπογραφικούς χάρτες με όλα τα ενδεχόμενα σφάλματα, αλλά σε μαγνητικά μέσα με υψηλή ακρίβεια και μπορούν με μεγάλη ευκολία να επεξεργαστούν σε βάσεις δεδομένων για την κατασκευή μιας μεγάλης ποικιλίας θεματικών χαρτών.

Τα δύο αυτά στοιχεία, τα δεδομένα των δορυφόρων δηλαδή και εκείνα του ανάγλυφου της Γης, αφού επεξεργαστούν με εξελιγμένα λογισμικά προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών μας δίνουν την ευκαιρία να παρατηρήσουμε την επιφάνεια της Γης, άρα και να κάνουμε λεπτομερείς σεισμολογικές έρευνες ή να απεικονίσουμε σεισμοτεκτονικά στοιχεία, από οποίο ύψος, γωνία, διεύθυνση και παραμόρφωση θέλουμε. Μπορούμε να κάνουμε την εικονική πτήση που προαναφέραμε στην εισαγωγή.

Όμως, η πραγματική χρησιμότητα της πτήσης αυτής είναι η δυνατότητα επιλογής από εμάς των φασματικών περιοχών στις δορυφορικές εικόνες στις οποίες αποτυπώνονται διάφορα γεωλογικά, τεκτονικά και σεισμολογικά δεδομένα. Ετσι, μπορούμε να διακρίνουμε αρκετά πιο εύκολα τις μορφολογικές ασυνέχειες που συνήθως συμπιπουν με μεγάλα ρήγματα που προκάλεσαν το σεισμό, τα άλλα ρήγματα που συνόδευσαν το σεισμικό ρήγμα στην κίνησή του, τις περιοχές στις οποίες έχουμε μεγάλης ή μικρότερης ζημιές, τη διάχυση των σεισμικών εντάσεων πάνω στην επιφάνεια και πολλές φορές –με ορισμένες σύγχρονες τεχνικές– τα ίχνη του σεισμικού κύματος στην επιφάνεια. Μπορούμε ακόμη και φωτιές που εκδηλώθηκαν μετά την καταστροφή να διακρίνουμε, όπως συνέβη στον πρόσφατο σεισμό της Τουρκίας, ή μεγάλες κατολισθήσεις, περιοχές που καταποντίστηκαν στη θάλασσα, ακτές που προσβλήθηκαν από τσουνάμι...

Τα στοιχεία αυτά μας δίνουν πληροφορίες που απαιτούν σε τεράστια επιστημονικά ερωτήματα που απαιτούν πειστικά άμεση απάντηση, αλλά συνάμα και μας επιτρέπουν να διαχειριστούμε αποτελεσματικότερα μια καταστροφή από σεισμό. ■

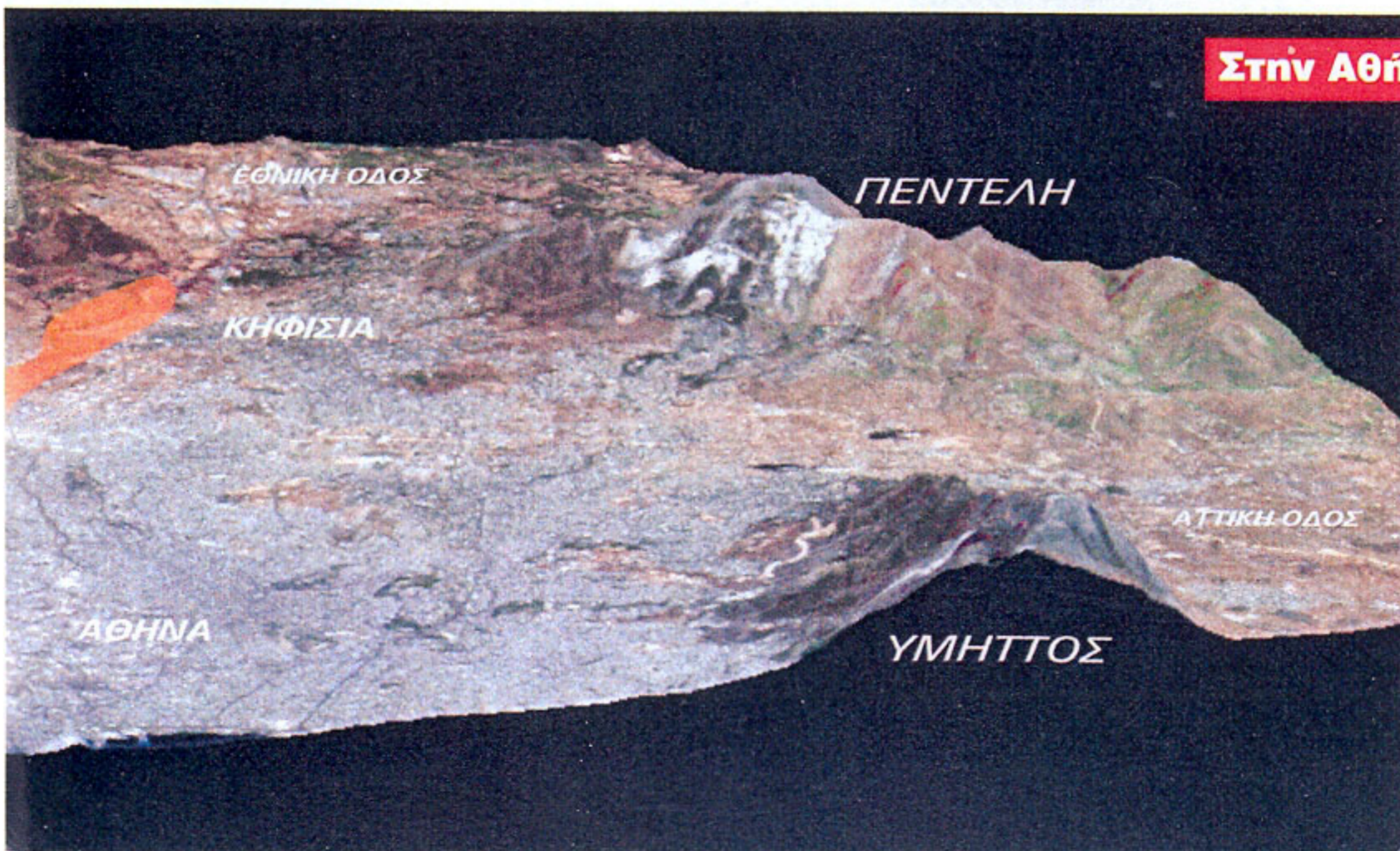
## Η ακτινοβολία των σεισμικών κυμάτων

Η εικονική πραγματικότητα του σεισμού των Αθηνών. Το Λεκανοπέδιο και η Αθήνα στα δεξιά της φωτογραφίας με τον πυκνοδομημένο ιστό, διαχωρίζεται από το Θριάσιο πεδίο στα αριστερά με το Αιγάλεω όρος. Στους πρόποδες της Πάρνηθας, το επίκεντρο του σεισμού και των μεγαλύτερων μετασεισμών που διατάσσονται σε μια διεύθυνση Α-Δ και ουσιαστικά υποδεικνύουν και τη θέση του σεισμογόνου ρήγματος. Στη γραμμοσκιασμένη περιοχή αντιστοιχούν οι Θρακομακεδόνες, το Μενίδι, τα Ανω Λιόσια, η Χελιδονού, οι Αδάμες, η Νέα Φιλαδέλφεια, το Ιλίο, το Αιγάλεω και το Περιστέρι, δηλαδή τα προάστια όπου εκδηλώθηκαν οι μεγαλύτερες ζημιές. Ο ορεινός όγκος του Αιγάλεω στο ενδιάμεσο μεταξύ επικέντρου και μέγιστων εντάσεων δεν εμπόδισε την εξάπλωση των ζημιών στο Λεκανοπέδιο, όπως είχε αρχικά υποστηριχτεί. Αντίθετα, ο Ασπρόπυργος και η Ελευσίνα πολύ λίγο επηρεάστηκαν από το σεισμό, παρά το γεγονός ότι είχαν πολύ μικρή απόσταση από το επίκεντρο. Η εκδήλωση των ζημιών προς τα ανατολικά του σεισμογόνου ρήγματος μέσα στο Λεκανοπέδιο μάλλον αποδίδεται στα φαινόμενα

κατευθυντικότητας, δηλαδή ακτινοβολίας των σεισμικών κυμάτων προς μια συγκεκριμένη διεύθυνση. Για τα

φαινόμενα αυτά σε παγκόσμιο επίπεδο μόλις τώρα αρχίζουμε να αντιλαμβανόμαστε την τεράστια σημασία τους.

### Στην Αθήνα



Το τρισδιάστατο μοντέλο έχει παραχθεί από τη σύνθεση εικόνων των δορυφόρων Landsat 5-TM διακριτικής ικανότητας 30 m σε φυσικό χρώμα και IRS 1c διακριτικής ικανότητας 5 m, σε συνδυασμό με το ψηφιακό μοντέλο ανάγλυφου της περιοχής. Η επεξεργασία έγινε σε Η/Υ χρησιμοποιώντας ειδικό λογισμικό στο Πανεπιστήμιο Αθηνών από τον Msc Μανώλη Βασιλάκη και τον αναπλ. καθηγητή Ευθύμιο Λέκκα.

# ΠΕΡΩ

ΤΕΥΧΟΣ  
1  
ΣΑΒΒΑΤΟ  
15 ΑΠΡΙΛΙΟΥ  
2000

ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ

## Ντουμπάι Το Μανχάταν της Αραβίας

Δωμάτια με θέα  
από το ψηλότερο  
ξενοδοχείο του κόσμου

### Βιρμανία

Η φάνη με  
τους 1.000 Βούδες

### Ασία

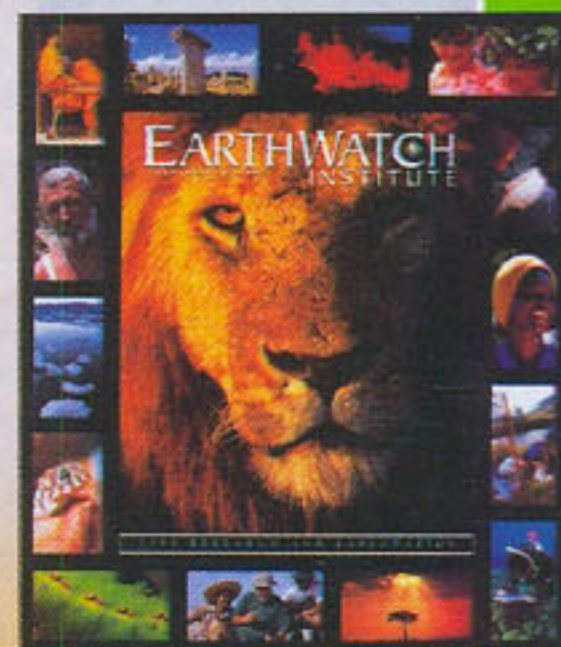
Εκεί που τα παιδιά  
περισσεύουν

### Έντομα

Όταν τα ζουζούνια  
κάνουν σεξ

Εκδοση με τη συνεργασία των περιοδικών

GEO,  
BBC Wildlife  
και  
EARTH WATCH  
INSTITUTE



Χάρτης Πορείας  
Ανατολική Κρήτη