

**ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ.— Γεγονότα και απόψεις επί τῆς μεθόδου BAN και τῆς διε-
θνοῦς τῆς ἀξιολογήσεως, ὑπὸ Περικλῆ Σ. Θεοχάρη και Α. Ν. Κουνάδη*,
διὰ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Περικλῆ Θεοχάρη.**

Τὴν τελευταία 10ετία ἀναπτύχθηκε στὴ χώρα μας μέθοδος προγνώσεως σεισμῶν βραχέος χρόνου (short time prediction), γνωστὴ ὡς μέθοδος τῆς ομάδας BAN, ἡ ὁποία βασίζεται στὶς μεταβολές τοῦ ἠλεκτροτελλουρικοῦ πεδίου τῆς γῆς πρὸ προη-
γοῦνται τῶν σεισμῶν. Ἡ μέθοδος αὐτὴ ἀνιχνεύσεως προσεισμικῶν ἠλεκτρικῶν ση-
μάτων ἔχει προκαλέσει τὸ ζωνηρὸ ἐνδιαφέρον τῆς διεθνοῦς ἐπιστημονικῆς κοινότητας,
ἐπισύροντας τὴν ὑποστήριξή της ἀπὸ κορυφαίους εἰδικούς στὸ σχετικὸ ἐπιστημο-
νικὸ τομέα, ἀλλὰ και ἀπὸ ξένες κυβερνήσεις, χωρὶς ὅμως νὰ λείψουν και μεμονω-
μένες κριτικὲς — κυρίως στὴ χώρα μας.

Μία μέθοδος προβλέψεων φυσικῶν καταστροφῶν, ὅπως τὸ BAN, θέτει ἐνώπιόν
μας δύο εἰδῶν ἐρωτήματα:

i) Τὸ πρῶτο ἐρώτημα ἀφορᾷ τὴν ἀξιοπιστία της: Εἶναι πράγματι ἡ μέθοδος
αὐτὴ σὲ θέση νὰ παράσχει ἀσφαλεῖς, μέσα σὲ λογικὰ ὄρια, προβλέψεις ὡς πρὸς τὸ
μέγεθος, τὴ θέση τοῦ ἐπίκεντρο, και τὸ χρόνο ἐκδηλώσεως ἐνὸς ἐπικείμενου
σεισμοῦ;

ii) Τὸ δεύτερο ἐρώτημα ἀφορᾷ τὸ ἐνδεχόμενον ἀξιοποιήσεως τῶν προγνώσεων:
Ποῖο ὄργανο πρέπει νὰ ὀρισθεῖ ὡς ἀρμόδιο νὰ δεχθεῖ τὴ σχετικὴ πρόγνωση, νὰ
τὴν ἀξιολογήσει, νὰ λάβει τὰ ἀπαιτούμενα μέτρα και νὰ προβεῖ σὲ σχετικὲς ἀνακοι-
νώσεις στὸ κοινό;

Παρὰ τὴν ἐκ μέρους μας σχετικὴ μόνο συγγένεια στὸ διεπιστημονικὸ αὐτὸ
ἐρευνητικὸ πεδίο —δεδομένου ὅτι εἴμεθα γνώστες τοῦ θεωρητικοῦ μόνον φαινομέ-
νου στὸ ὁποῖο στηρίζουν τὴ μέθοδο BAN οἱ ἐπινοητές της— θεωρήσαμε καθήκον
μας, νὰ ἐκθέσουμε ὀρισμένα πορίσματα διεθνοῦς κύρους ἐπιστημόνων ἐπὶ τοῦ φλέ-
γοντος αὐτοῦ ζητήματος, και ἀκολούθως τίς σκέψεις μας ἐπὶ τῶν δύο παραπάνω
ἐρωτημάτων.

* P. S. THEOCARIS - A. N. KOUNADIS, **Events and aspects on the VAN
method and its international evaluation.**

Θα αρχίσουμε την ανακοίνωση αυτή παραθέτοντας όρισμένες κριτικές σχετικές με την αξιολόγηση τής μεθόδου.

I) Ο καθηγητής του Bunkyo University τής Ίαπωνίας και έρευνητικός συνεργάτης του Ίνστιτούτου Τεχνολογίας του Μέλλοντος, κ. Hiroaki Yoshii, αφιέρωσε σημαντικό μέρος τής εκθέσεως του Ίνστιτούτου του, του Ώκτωβρίου 1989, στή μέθοδο BAN. Η έκθεση αυτή αναφέρεται στις μεθόδους αντιμετώπισης τών διαφόρων φυσικών καταστροφών και κυρίως τών σεισμών στήν Ελλάδα. Ίδιαίτερη προσοχή έδόθη στις μεθόδους προγνώσεως τών σεισμών στήν Ελλάδα και τις κοινωνικές επιπτώσεις τους. Περιγράφεται έν έκτασει ή μέθοδος, ή διεθνής της αναγνώριση, καθώς και ή υπάρχουσα διαμάχη μεταξύ τής ομάδας BAN και του ΟΑΣΠ. Επίσης περιλαμβάνονται πολλά άποσπάσματα έλληνικών έφημερίδων που δίδουν χαρακτηριστική εικόνα για την υπάρχουσα διαμάχη.

Κατά την έκθεση αυτή, όταν ή έρευνητική ομάδα του καθηγητή Yoshii, συνοδούμενη από τόν συνεργείο τής κρατικής ιαπωνικής τηλεοράσεως, βρισκόταν στήν Ελλάδα τόν περασμένο καλοκαίρι, ή ομάδα BAN την 29η Ίουλίου 1989 προέβλεψε σεισμό μεγέθους 5 Richter σέ απόσταση 40 km Β.Α. τών Αθηνών. Πράγματι, την 1η Αυγούστου 1989 συνέβη σεισμός 5,1 Richter σέ απόσταση περίπου 60 km από την Αθήνα. Όπως παρατηρεί ό καθηγητής Yoshii, άν και ύπῆρχε λάθος στήν εκτίμηση τής απόστασης του επίκεντρου, μπορεί νά λεχθεῖ ότι ή πρόγνωση επιβεβαιώθηκε.

Η ανωτέρω ιαπωνική ομάδα έκανε επίσης έρευνα στους κατοίκους τής περιοχής Βαρθολομιά, ύποβάλλοντας σ' αυτούς έρωτηματολόγιο σχετικά με τούς σεισμούς Σεπτεμβρίου -Ώκτωβρίου 1988 που έγιναν στήν περιοχή. Τα αποτελέσματα τής έρευνας αυτής συνοψίζονται ως εξής:

i) Περίπου 25% τών έρωτηθέντων είχαν σπίτια που ύπέστησαν σημαντικές βλάβες.

ii) Περίπου 23% τών έρωτηθέντων ήξεραν καλά τή σχετική πρόγνωση τής ομάδας BAN, 8% άπλως την γνώριζαν, 37% είχαν ακούσει γι' αυτήν και 33% δέν ήξεραν τίποτε.

iii) Άπ' αυτούς που γνώριζαν τις προγνώσεις του BAN 80% γνώριζαν την πρόγνωση BAN από τις έφημερίδες, 22% από την τηλεόραση και ένα άλλο 25% από φίλους τους.

iv) Άπό αυτούς που γνώριζαν τις προγνώσεις BAN περίπου 2% πίστευαν ότι ή πρόγνωση θα έχει 100% επιτυχία, ένω 82% ότι θα έχει πάνω από 50% επιτυχία.

v) Σε έρώτηση, αν θα πίστευαν μία μελλοντική πρόγνωση τής ομάδας BAN, ή συντριπτική πλειοψηφία είπε ότι λίγο ή πολύ θα την πίστευε, μόνο δε ένα 3% απάντησε αρνητικά, και

vi) Επίσης σε έρώτηση, αν θα πρέπει ή Κυβέρνηση να ανακοινώνει αυτό του είδους τις προγνώσεις, το 80% απάντησε καταφατικά.

Στόν επίλογο τής εκθέσεως τονίζεται ότι ή ομάδα BAN υποστηρίζει ότι ή ευθύνη της σταματά, όταν γνωστοποιήσει την πρόγνωση στην Κυβέρνηση. Έν τούτοις ό ΟΑΣΠ —λόγω τής ύπαρχούσης αντιθέσεως με την ομάδα BAN— δεν ανακοινώνει την πρόγνωση, και υποστηρίζει ότι δεν μπορεί να προβεί σε δημόσια ανακοίνωση λόγω του χαμηλού βαθμού ακρίβειας τής μεθόδου και τής έλλείψεως αξιολογήσεως τής τεχνικής της. Άσχετως τούτων, ό ΟΑΣΠ πιστεύει ότι πρέπει να δοθεί περισσότερη σημασία στην βελτίωση του αντισεισμικού κανονισμού και την αντισεισμική θωράκιση τών κτιρίων.

Έν κατακλείδι, ό καθηγητής Yoshii αναφέρει ότι στην Ίαπωνία δεν υπάρχουν τέτοιου είδους αντιθέσεις μεταξύ κράτους και επιστημόνων, αλλά ότι, εάν στο έγγυς μέλλον υπήρχε πρόγνωση ήφαιστειακής εκρήξεως ή σεισμού μεγέθους 7 Richter, θα ήταν προτιμότερον να υπάρχει ή πρόγνωση αυτή, έστω και ανακριβής, από την παντελή έλλειψη προβλέψεως. Εκφράζει επίσης την πεποίθησή του ότι ή υπάρχουσα αντίθεση και διαφωνία θα συμβάλει τελικά στην βελτίωση τής προβλέψεως τών σεισμών στην Έλλάδα.

II) Οί κ.κ. J. Hamada, (διευθυντής του Έθνικού Ίαπωνικού Κέντρου για την Πρόληψη τών Φυσικών Καταστροφών), και Π. Γ. Βαρώτσος σε ανακοίνωσή τους στο Έθνικό Σεισμολογικό Συνέδριο τής Ίαπωνίας με τίτλο «*Η μέθοδος προγνώσεως σεισμών BAN που εφαρμόζεται στην Έλλάδα και ή πιθανοτική αποτελεσματικότη της*», περιγράφουν τις διάφορες παραδοχές που ισχύουν για την εκτίμηση του μεγέθους και τής αποστάσεως ενός σεισμού και αναλύουν στατιστικές καταγραφές τής ομάδας BAN που αντιστοιχούν σε περίοδο παρατηρήσεως περίπου 700 ήμερών, δηλαδή από 1ης Ίουλίου 1987 μέχρι του τέλους Νοεμβρίου 1988(*). Στην ανακοίνωση αυτή μεταξύ άλλων αναφέρονται και τά ακόλουθα:

(*) Στην έργασία αυτή οι προγνώσεις θεωρούνται έπιτυχείς όταν:

- α) Ό σεισμός γίνει σε χρονικό διάστημα 22 ήμερών από τής ανακοινώσεως.
- β) Η ακρίβεια του μεγέθους του σεισμού είναι μικρότερη τής μιάς μονάδας Richter.
- γ) Το πραγματικό επίκεντρο εύρίσκεται μέσα σ' έναν κύκλο με κέντρο τó προγνωσθέν επίκεντρο και ακτίνα 100 km.

— Για σεισμούς με μέγεθος κυμάτων όγκου M_B (magnitude of body waves) μικρότερον του 4,5 Richter, ή στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε μικρή απο-τελεσματικότητα τής μεθόδου BAN, πιθανώς λόγω του μεγάλου αριθμού συμβάντων, χωρίς από το άρνητικό αυτό αποτέλεσμα τής στατιστικής ανάλυσεως να μπορεί να συναχθεί ότι υπάρχει άρνητική σχέση αίτιας και αποτελέσματος των σεισμικών ηλεκτρικών σημάτων και των σεισμών.

— Για σεισμούς με μέγεθος $M_B > 4,5$ Richter το ποσοστό των προαναγγελλθέντων σεισμών είναι 27%, το δε ποσοστό έπιτυχίας τής προγνώσεως είναι 55%.

— Για σεισμούς με μέγεθος $M_B > 5$ Richter το ποσοστό των προαναγγελλθέντων σεισμών είναι πολύ ύψηλό και ίσο με 55% (*), το δε ποσοστό έπιτυχίας τής πρόγνωσης ήταν περίπου 27%.

III) Ο πρώην Διευθυντής του Κέντρου Άσθενών Άκτινοβολιών του Έθνικου Κέντρου Έρευνών CNRS τής Γαλλίας κ. J. Labeyrie σ' ένα ενδιαφέρον δημοσίευσμά του στο έγκριτο περιοδικό «La Recherche» αναφέρεται στη μέθοδο BAN και τις σχετικές της προβλέψεις για τους τελευταίους σεισμούς στη χώρα μας. Στο άρθρο αυτό επιχειρεί να δώσει ενδιαφέρουσα έπιστημονική έρμηνεία για τή γένεση των πρόδρομων ηλεκτρικών σημάτων που προηγούνται τής θραύσεως (και κατ' έπέκταση των σεισμών), καταλήγει δε στο συμπέρασμα ότι ή μέθοδος BAN: «καθίσταται εργαλείο προβλέψεως σεισμών πολλά ύποσχόμενον, καθίσταται δε συνεχώς ύλον και περισσότερον αξιόπιστον με τήν ανάπτυξιν των βαθμονομημένων ζωνών».

IV) Ο καθηγητής του Πανεπιστημίου του Τόκιο και εκδότης του έγκριτου περιοδικού «Tectonophysics» κ. S. Uyeda και οι συνεργάτες του έρευνητές κ.κ. M. Kinoshita και M. Uyeshima δημοσίευσαν προσφάτως στο περιοδικό του Έρευνητικού Σεισμολογικού Ίνστιτούτου του άνωτέρω Πανεπιστημίου τήν εκ 55 σελίδων πρώτη έκθεση προόδου έρευνητικού προγράμματος που είχε ως στόχο τήν εξέταση τής αποτελεσματικότητας τής μεθόδου BAN στην Ίαπωνία. Το πρόγραμμα αυτό —που εκπονήθηκε σε συνεργασία του άνωτέρω Ίνστιτούτου με τον Έθνικό Όργανισμό Τηλεπικοινωνιών τής Ίαπωνίας, και χρηματοδοτήθηκε από το Ύπουργείο Παιδείας, Έπιστημών και Πολιτισμού τής Ίαπωνίας— προσέβλεπε 22 σταθμούς BAN, οι όποιοι εγκαταστάθηκαν σε κατάλληλες θέσεις, ώστε να καλύπτεται ή μείζων περιοχή τής Ίαπωνίας (βλ. Παράρτημα).

Στο σημαντικό αυτό έρευνητικό πρόγραμμα οι άνωτέρω έρευνητές προχώρησαν

(*) Λαμβάνοντας ύπόψη και σεισμούς εκτός τής έμβέλειας του δικτύου BAN.

—όπως αναφέρουν οι ίδιοι— μετά από στενή και έπισταμένη παρακολούθηση και μελέτη του BAN μέσω των σχετικών δημοσιεύσεων και άρθρων επισκέψεών τους στην Αθήνα. Στην αυτή έκθεση προόδου αναφέρουν μεταξύ άλλων ότι όρισμένοι εκ των 22 σταθμών έγκατελείφθηκαν, διότι υπήρχαν πολλοί θόρυβοι, ενώ άλλοι έδωκαν λογικά αποτελέσματα άπηλλαγμένα θορύβων. Το φαινόμενο αυτό —όπως παρατηρούν οι ίδιοι— δεν ήταν κάτι το μη άναμενόμενο, διότι, συμφώνως με την ύπαρχουσα έμπειρία τής ομάδας BAN, ή αποτελεσματικότης τής μεθόδου έξαρτάται από τον έντοπισμό των σχετικώς σπανίων διαύλων πού είναι ευαίσθητοι στα πρόδρομα αυτά ήλεκτρικά σήματα. Για τον σκοπό αυτό προγραμματίζεται ήδη έπισταμένη και λεπτομερής αναζήτηση σταθμών σε διάφορες τοποθεσίες, όπου έγκαθίστανται μικρού ανοίγματος «δίπολα», και σε έπιλεγμένες θέσεις. Σε συμπληρωματική έκθεσή τους τής 21ης Νοεμβρίου 1989 οι Uyeda, Kawase, Uyeshima και Kinoshita αναφέρουν ότι ο αριθμός των ήλεκτρικών σημάτων ηύξήθη σημαντικώς πρό τριών σεισμών τής περιόδου 1987-1989.

V) Ο συνεργάτης του Έργαστηρίου Στατικής και Σιδηρών Κατασκευών κ. Ν. Θεοφανόπουλος, άριστοϋχος Δρ. Σεισμολογίας και Άντισεισμικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου του Τόκιο, προέβη σε άντιπαραβολή των προγνώσεων BAN (με βάση τα άποσταλέντα τηλεγραφήματα, τα όποια έν φωτοτυπία έτέθησαν ύπόψη μας) και των σεισμών πού καταγράφηκαν από το Άστεροσκοπείο Άθηνών και το Έργαστήριο Γεωφυσικής του ΑΠΘ κατά τή διάρκεια τής τριετίας 1987-1989 (βάσει των στοιχείων του Άστεροσκοπίου Άθηνών του Μαρτίου 1990), από τήν όποία προκύπτουν τα ακόλουθα:

i) Στην έκταση (*) πού καλύπτει το δίκτυο BAN (Γεωγραφικό Πλάτος 36° - 41° , Γεωγραφικό Μήκος 10° - 25°) συνέβησαν 42 σειμοί με μέγεθος μεγαλύτερο ή ίσο του 5 Ms άντι των 37 πού αναφέρονται στην έκθεση τής σεισμολόγου Ε. Δολόγλου μέλους τής ομάδας BAN.

ii) Έπί συνόλου 42 σεισμών καταγραφέντων από το Άστεροσκοπείο Άθηνών (***) για μέγεθος $M_s \geq 5$ άπεστάλησαν από τήν ομάδα BAN 21 τηλεγραφήματα. Δηλαδή το ποσοστό έπιτυχίας προαναγγελίας τέτοιων σεισμών είναι 50%. Για μέγεθος, όμως, $M_s \geq 5,5$ το προηγούμενο ποσοστό άνέρχεται σε 75% (έπί συνόλου 12 σεισμών τέτοιου μεγέθους), ενώ για μέγεθος $M_s \geq 5,8$ άνέρχεται σε 80% (έπί συνόλου 5 σεισμών).

(*) Το Άστεροσκοπείο Άθηνών καλύπτει περιοχή μεταξύ γεωγραφικών πλατών 34° - 42° και γεωγραφικών μηκών 19° - 29° .

(**) Με βάση τα διορθωθέντα τελικά στοιχεία.

iii) Με την παραδοχή ότι μία πρόβλεψη θεωρείται έπιτυχής, αν τὸ μέγεθος σὲ Ms ἔχει προβλεφθεῖ με προσέγγιση 0,5R, ἢ ἐπικεντρικὴ ἀπόσταση 50 km καὶ ὁ χρόνος προβλέψεως μέχρι 22 ἡμέρες πρὸ τοῦ σεισμοῦ, ἐπιτυχεῖς προβλέψεις ἦταν μόνο 4 (δηλαδὴ ποσοστὸ ἐπιτυχίας 10%). Ἐὰν ὅμως ἡ προσέγγιση 0,5R γίνει 0,7R, καὶ τὰ 50 km γίνουν 100 km καθὼς καὶ οἱ ἡμέρες παραμείνουν 22, τότε οἱ ἐπιτυχεῖς προβλέψεις εἶναι 11 (ποσοστὸ ἐπιτυχίας 26%).

iv) Πάντως, ὅσο αὐξάνεται τὸ μέγεθος τοῦ σεισμοῦ, τόσο αὐξάνεται ἡ ἐπιτυχία τῶν προβλέψεων BAN.

v) Τὰ ἀνωτέρω ποσοστὰ ἐπιτυχίας προβλέψεων σεισμῶν σὲ πραγματικούς χρόνους με βάση τὴν ὑπάρχουσα σχετικὴ γνώση εἶναι ἱκανοποιητικὰ καὶ πέραν κάθε τυχαίας προβλέψεως, ἐπειδὴ προσδιορίζουν ἐκτὸς ἀπὸ τὸν χρόνο καὶ τὸ μέγεθος, τὴν τοποθεσία ὅπου θὰ γίνει ὁ σεισμός. Οἱ 19 ἀπὸ τὶς 21 περιπτώσεις προβλέψεων προηγήθηκαν μεταξὺ 1 καὶ 22 ἡμερῶν με μέσο ὄρο περίπου 9 ἡμέρες. Ἡ πιθανότης γενέσεως τυχαίου σεισμικοῦ γεγονότος στὸν ἑλληνικὸ χῶρο με μέγεθος μεγαλύτερο ἢ ἴσο ἀπὸ 5 Ms γιὰ περίοδο 9 ἡμερῶν εἶναι περίπου 3,5%.

Ἡ πιθανότης αὐτὴ εἶναι πάρα πολὺ μικρότερη ἀπὸ τὸ ποσοστὸ ἐπιτυχίας προβλέψεως γενέσεως σεισμῶν τοῦ ἴδιου μεγέθους ἀπὸ τὴν ὁμάδα BAN. Τὸ ποσοστὸ αὐτό, ἀν περιορισθοῦμε μόνο στὸ μέγεθος ἑνὸς σεισμοῦ γίνεταί 33% με ἀκρίβεια 0,5R, καὶ 45% με ἀκρίβεια 0,7R. Ἄς σημειωθεῖ ἀκόμη ὅτι οἱ προβλέψεις BAN ἔγιναν σὲ συγκεκριμένους χρόνους, ἀνομοιόμορφα κατανεμημένους στὴ χρονικὴ περίοδο 1987-1989, πρᾶγμα τὸ ὁποῖο αἶρει τὸν τυχαῖο χαρακτήρα τῶν προβλέψεων.

VI) Γιὰ τὴν περαιτέρω διερεύνηση τῆς μεθόδου BAN ἔγινε ἀπὸ 6-8 Φεβρουαρίου διεθνὲς συνέδριο στὴν Ἀθήνα στὸ ὁποῖο μετεῖχαν οἱ διευθυντὲς τῶν μεγαλύτερων σεισμολογικῶν κέντρων τοῦ κόσμου. Ἀπὸ τὰ Πρακτικὰ τῆς διεθνοῦς αὐτῆς συναντήσεως παραθέτουμε τὸ σχετικὸ πόρισμα:

«ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΜΕ ΤΙΤΛΟ: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΛΙΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ».

Ἀθήνα, 8 Φεβρουαρίου 1990

«Μετὰ ἀπὸ πρόσκληση τοῦ Τομέως Φυσικῆς Στερεᾶς Καταστάσεως τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν καὶ με οἰκονομικὴ ἐνίσχυση τοῦ Κοινωφελοῦς Ἰδρύματος «Ἀλέξανδρος Σ. Ὠνάσης», πολλοὶ ἐπιστήμονες ἀπὸ ἀρκετὲς χῶρες συναντηθήκαμε στὴν Ἀθήνα ἐπὶ τρεῖς ἡμέρες, ἀπὸ 6 ὠς 8 Φεβρουαρίου 1990, γιὰ νὰ ἀξιολογήσουμε τὴν πρόοδο τῆς συνεχιζόμενης μελέτης τῶν μεταβατικῶν μεταβολῶν τοῦ ἠλεκτρικοῦ πε-

δίου τῆς γῆς πού προηγούνται τῶν σεισμῶν. Αὐτὸ τὸ πρόγραμμα, πού ἀνεπτύχθη στὴν Ἑλλάδα ἀπὸ τοὺς Καθηγητὲς Βαρῶτσο, Ἀλεξόπουλο καὶ Νομικό (BAN), ἔχει ἀποδείξει ὅτι συνιστᾷ μεγάλη ὑπόσχεση σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ στὴν πρόγνωση τῶν σεισμῶν.

Ἐπιθυμοῦμε νὰ εὐχαριστήσουμε τὸ Ἴδρυμα Ὠνάση πού μᾶς ἔδωσε τὴν δυνατότητα νὰ συναντηθοῦμε ὅλοι μαζὶ καὶ νὰ συζητήσουμε τὰ ἐπιστημονικὰ θέματα πού ἔχουν σχέση με τὴν σπουδαία αὐτὴ (ἐρευνητικὴ) ἐργασία.

Ἄν καὶ ἡ ἔρευνα τῆς πρόγνωσης τῶν σεισμῶν στὴν Ἑλλάδα πιθανὸν νὰ ἀπαιτή-σει τὴν ὀλοκλήρωση πολλῶν καὶ διαφόρων γεωφυσικῶν δεδομένων, ἡ τεχνικὴ BAN ὑπόσχεται πολλὰ στὸ σημεῖο αὐτό. Τὸ σύστημα BAN ἔχει δείξει ὅτι, ὑπὸ ὀρισμένες προϋποθέσεις σὲ βαθμονομημένες περιοχές, τὰ ἠλεκτρικὰ σήματα μποροῦν νὰ ἀνιχνευθοῦν ἔως καὶ ἀρκετὲς μέρες πρὶν γιὰ σημαντικοὺς σεισμούς. Κατὰ τὴν διάρ-κεια τοῦ τελευταίου ἔτους (*) ἀρκετὰ (σεισμικὰ) γεγονότα με μεγέθη μεγαλύτερα τῶν 5 Ρίχτερ ἔχουν προβλεφθεῖ μὲ λογικὴ ἀκρίβεια σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὸ μέγεθος, τὸν χρόνο καὶ τὸν προσδιορισμὸ τοῦ ἐπικέντρου. Οἱ ἐπιτυχίες αὐτὲς ὤθησαν καὶ ἄλλες χῶρες, ὅπως τὴν Ἰαπωνία, Γαλλία, Ἰταλία καὶ Βουλγαρία νὰ προβοῦν σὲ διεξαγωγὴ σχετικῶν προγραμμάτων.

Γιὰ τὸ ἄμεσον μέλλον εἶναι σπουδαῖο νὰ συνεχισθεῖ τὸ πρόγραμμα BAN καὶ νὰ ἐπεκταθεῖ, ἂν εἶναι δυνατόν καὶ σὲ ἄλλες περιοχὲς τῆς Ἑλλάδος. Παροτρύνουμε τὸ Ἴδρυμα Ὠνάση νὰ χρησιμοποιοῦσι τίς καλὲς τοῦ ὑπηρεσίες γιὰ νὰ ἐνθαρρυνθεῖ ἡ συνέχιση τῆς ἀναπτύξεως τοῦ προγράμματος αὐτοῦ καὶ ἰδιαίτερος νὰ ἐξασφαλι-σθεῖ ἡ χορήγηση στὴν ομάδα BAN τῶν ἀπαραίτητων τηλεφωνικῶν γραμμῶν χωρὶς οἰκονομικὴ ἐπιβάρυνση».

Τὸ πόρισμα αὐτὸ (πού συνοδεύεται στὰ Πρακτικὰ καὶ ἀπὸ ἐνδιαφέρουσες διευ-κρινίσεις τῶν ξένων εἰδικῶν) ἀποκτᾷ ἰδιαίτερη σημασία, ἂν ληφθεῖ ὑπόψη ὅτι ὑπο-γράφεται ἀπὸ διακεκριμένους ἐρευνητὲς στοὺς ὁποίους περιλαμβάνονται μεταξὺ ἄλ-λων οἱ: H. Kanamori, τοῦ Τεχνολογικοῦ Ἰνστιτούτου Καλιφόρνιας, M. G. John-ston, Προϊστάμενος εἰς ΗΠΑ τοῦ κλάδου Τεκτονοφυσικῆς, D. Lazarus, Ἐπιστη-μονικὸς ἐκδότης ὅλων τῶν ἐρευνητικῶν περιοδικῶν τῆς Ἀμερικανικῆς Ἐταιρείας Φυσικῶν, K. Hamada, Ἐπικεφαλῆς τοῦ Ἐθνικοῦ Κέντρου τῆς Ἰαπωνίας γιὰ τὴν Πρόληψη Φυσικῶν Καταστροφῶν, S. Uyeda, Ἐκδότης τοῦ ἐγκυρου περιοδικοῦ Tectonophysics, G. Sobolev, A. N. Colaer καὶ Gokhberg, Ἐπικεφαλῆς τοῦ Ἰν-στιτούτου Φυσικῆς τῆς Γῆς στὴ Μόσχα, Le Mouel, Διευθυντῆς τοῦ Ἰνστιτούτου Φυσικῆς τῆς Γῆς στὸ Παρίσι, O. Kulhanek, Διευθυντῆς τοῦ Σεισμολογικοῦ Κέντρου τῆς Οὐψάλας, P. Teisseyre, τῆς Πολωνικῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν καὶ τοῦ Ἰν-

(*) Προδῆλως τῶν τριῶν τελευταίων ἐτῶν.

στιτούτου Γεωφυσικῆς, W. Ludwig, Διευθυντῆς τοῦ Ἰνστιτούτου Θεωρητικῆς Φυσικῆς τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Βεσφαλίας καὶ ἄλλοι.

Ἐκ τοῦ συνόλου τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων καὶ ἐν ὄψει τοῦ ὅτι μὲ βάσιν τὰ διατιθέμενα σημερινὰ δεδομένα καὶ τὶς ὑπάρχουσες μέχρι τώρα μεθόδους, ἡ ἐπιστήμη δὲν ἔφθασε ἀκόμη στὸ σημεῖο νὰ κάνει προγνώσεις σεισμῶν βραχέος χρόνου, ἡ τεχνικὴ τῆς ομάδας BAN μὲ τὰ προαναφερθέντα ποσοστὰ ἐπιτυχίας προγνώσεως δίδει ἐλπιδοφόρο μήνυμα. Γι' αὐτὸ ἄλλωστε ἐνδείκνυται —ὅπως ἄλλωστε συνέστησαν οἱ προαναφερθέντες εἰδικοὶ— ἡ ἐπέκταση τοῦ δικτύου σταθμῶν τοῦ BAN γιὰ τὴν κάλυψη μεγαλύτερης ἐπιφάνειας τῆς χώρας μας.

Ἡ ἐρευνητικὴ προσπάθεια τῆς ομάδας BAN δίνει στὴν χώρα μας διεθνῆς προβάδισμα στὸν τομέα προγνώσεως τῶν σεισμῶν, ἀφοῦ μάλιστα μετὰ ἀπὸ τὴν Ἑλλάδα καὶ σὲ ἄλλες χώρες, ὅπως ἡ Ἰαπωνία, Γαλλία, Ἰταλία, Βουλγαρία, Ρωσία, Αἰθιοπία καὶ Ἀλγερία, ἡ μέθοδος αὐτὴ ἐφαρμόζεται ἀπὸ εἰδικούς σὲ ἐρευνητικὸ στάδιο. Τοῦτο δημιουργεῖ στὴν χώρα μας τὴν εὐθύνῃ ἀμερίστου ἠθικῆς καὶ ὑλικῆς ὑποστηρίξεως τῆς ἐρευνητικῆς αὐτῆς προσπάθειας ἐκ μέρους τῆς Πολιτείας καὶ τῶν ἀρμοδίων ὀργανισμῶν. Ἐν τούτοις πρέπει ἐδῶ νὰ τονισθεῖ ὅτι ἡ προσπάθεια αὐτὴ, μέχρις ὅτου ἡ τεχνικὴ BAN φθάσει στὸ σημεῖο νὰ δίδει μόνη τῆς, ἢ καὶ σὲ συνδυασμὸ μὲ ἄλλες τεχνικὰς ἢ καὶ ἐν ὄψει ἄλλων δεδομένων, προβλέψεις ἀσφαλεῖς ἐντὸς λογικῶν χρονικῶν ὁρίων γιὰ τὸ μέγεθος καὶ ἰδιαιτέρως γιὰ τὴ θέση τοῦ ἐπίκεντρο τοῦ σειсмоῦ, μπορεῖ νὰ διαρκέσει ἐπὶ μακρὸν καὶ νὰ ἀπαιτήσῃ τὴ διακλαδικὴ στενὴ συνεργασία πολλῶν εἰδικότητων.

Τοῦτο, σὲ μεγάλο βαθμὸ, ὀφείλεται κυρίως στὶς δυσχέρειες προσδιορισμοῦ τῶν εὐαίσθητων σὲ ἤλεκτρικὰ σήματα διαύλων, τὶς ὁποῖες πρέπει νὰ ἀντιμετωπίσει ἡ ομάδα BAN γιὰ τὴν ἐπέκταση τοῦ ὑπάρχοντος δικτύου σταθμῶν, ἡ ὁποία ἐπέκταση κρίνεται ἀναγκαία γιὰ τὴ βελτίωση τῶν ποσοστῶν ἐπιτυχίας τῶν προβλέψεων τῆς μεθόδου.

Ἄς σημειωθεῖ ὅτι τὸ ὑπάρχον δίκτυον BAN ἐκ 16 σταθμῶν, ἐκ τῶν ὁποίων σήμερα μόνον 4 λειτουργοῦν, ἐκτιμᾶται ὅτι καλύπτει μόνον τὸ 45% τῆς ἐλληνικῆς ἐπικρατείας.

Ἐξ ὅλων τῶν ἀνωτέρω τίθεται ἐπίσης ὀξύτατο τὸ ζήτημα τοῦ τρόπου ἀξιοποιήσεως καὶ δημοσιοποιήσεως τῶν προβλέψεων τῆς μεθόδου BAN, ἰδιαίτερος ἐν ὄψει τῶν ὑπαρχουσῶν ἀντιθέσεων.

Κατάλληλη διαδικασία ποὺ θὰ μπορούσε νὰ ἐφαρμοσθεῖ θὰ ἦταν νὰ συγκροτηθεῖ ὀλιγομελὴς ἐπιτροπὴ εἰδικῶν ἐκ τῶν ἀσχοληθέντων μὲ τὴν ἀξιολόγησιν τῆς μεθόδου BAN, ἡ ὁποία θὰ ἔχει ὡς ἔργον νὰ ἀποφαίνεται κατὰ πόσον ἡ βελτίωση τῆς τεχνικῆς BAN ἔχει φθάσει σὲ τέτοιο βαθμὸ, ὥστε ἡ Πολιτεία νὰ δύναται νὰ κάμει

χρήση τῶν σχετικῶν προβλέψεων. Μέχρις ὅτου, ὅμως, ἐπιτευχθεῖ αὐτὴ ἢ πρόοδος, εἶναι ἀνεπίτρεπτη ἡ δημοσιοποίηση τῶν προγνώσεων BAN. Τοῦτο ἄλλωστε συμφωνεῖ μὲ τὸν σχετικὸ κώδικα δεοντολογίας ποὺ ἰσχύει στὶς ΗΠΑ, τὶς ὑποδείξεις τοῦ Προέδρου τῆς Εὐρωπαϊκῆς Σεισμολογικῆς Ἐπιτροπῆς καὶ τῆς Ἵποεπιτροπῆς Ἐρεύνης γιὰ τὴν μελέτη προγνώσεως σεισμῶν, τὴ σχετικὴ πρόσφατη δι-Ἵπουργικὴ ἀπόφαση στὴν Μάλτα κατὰ τὴν ὁποία ἀπεφασίσθη νὰ ἐτοιμασθεῖ ἡ ἐξαγγελία ἐνὸς «Moratorium» «περὶ μὴ δημοσιοποιήσεως δι' ἓν ἔτος σεισμικῶν προγνώσεων». Σὲ ἐκτέλεση μάλιστα τῆς τελευταίας ἀποφάσεως, τὸ φθινόπωρο τοῦ 1991 θὰ γίνεῖ στὸ Στρασβοῦργο συνέδριο ὑπὸ τὴν αἰγίδα τοῦ Συμβουλίου τῆς Εὐρώπης, ὅπου ἐπίσης θὰ ἐξετασθεῖ κατὰ πόσον ἡ ἐπιστήμη εἶναι σήμερα σὲ θέση νὰ κάνει προβλέψεις βραχέος χρόνου.

Στὴν περίπτωσι, ὅπου κριθεῖ ὅτι οἱ προγνώσεις BAN ἔχουν φθάσει σὲ ἰκανοποιητικὸ ἐπίπεδο ἀξιοπιστίας, ὥστε νὰ μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἀπὸ τὴν Πολιτεία, ἡ τελευταία θὰ ἦταν σκόπιμο νὰ προβεῖ σὲ συγκρότηση Τριμελοῦς ἢ Πενταμελοῦς Ἐπιτροπῆς ἐκ κορυφαίων ξένων καὶ Ἑλλήνων εἰδικῶν ἐπιστημόνων, ἡ ὁποία κατὰ τὴν διάρκεια μεταβατικοῦ σταδίου —μέχρις ὅτου νὰ ἐκπαιδευθοῦν καὶ ἄλλοι ἐπιστήμονες στὸν τομέα αὐτὸ— νὰ προβαίνει στὴν ἀξιολόγησι τῶν μείζονος σημασίας προειδοποιητικῶν σημάτων, τὰ ὁποῖα θὰ θέτονται ὑπ' ὄψη τῆς ἀπὸ τὴν ομάδα BAN, ἀκολούθως δὲ θὰ εἰσηγεῖται στὸ ἀρμόδιο κυβερνητικὸ ὄργανο τὰ ἐνδεικνύμενα νὰ ληφθοῦν μέτρα.

Μὲ βάση ὅσα ἐξετέθησαν, ὀδηγοῦμεθα ἀκόμη στὴν διατύπωσι τῆς ἀκόλουθης εὐχῆς: Νὰ ἀρχίσει ἀμέσως γόνιμος ἐπιστημονικὸς διάλογος —μακρὰν προσωπικῶν ἀντιπαραθέσεων— μεταξὺ ὅλων τῶν δυναμένων νὰ ἔχουν ἔγκυρη γνώμη ἐπὶ τοῦ θέματος, ἐπ' ὠφελεία τῆς ἐπιστήμης, ἀλλὰ καὶ τῆς χώρας μας γιὰ τὴν πρωτοποριακὴ αὐτὴ ἑλληνικὴ ἐπινόησι.

Εὐχαριστίες

Θερμὲς εὐχαριστίες ἀπὸ τῆς θέσεως αὐτῆς ἀπευθύνονται στὸν προμνημονευθέντα Δρ. Ν. Θεοφανόπουλο, τόσο γιὰ τὴ συμμετοχὴ του στὴν ἔρευνα αὐτὴ, ὅσο καὶ γιὰ τὴν ἀπόδοσι στα Ἑλληνικὰ τῶν προαναφερθέντων ἰαπωνικῶν κειμένων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Yoshii H., «Prediction of earthquakes in Greece and its social effects», Publication of the Institute for Future Technology, Tokyo, Japan, 1-48, (1984).
2. Hamada K. and B. Varotsos P., «Earthquake Prediction in Greece by the VAN method — Statistical Analysis of the results», Annual Meeting of the Japan Seismological Society, (1989).
3. Drakopoulos, J., Stavrakakis, G. and Latoussakis, J., «Physical Properties of the variation of the electric field of the earth preceding earthquakes — Discussion», Tectonophysics, 161, 55-57. Reply by Varotsos P. and Alexopoulos K., 161, 58-62, (1989).
4. Uyeda, S., «Some results of the application of the VAN-method in Japan-izupeninsula, Tokyo University, (1989).
5. Labeyrie, J., «Un moyen fiable de prévoir les séismes ?», La Recherche, 19, No 203, Oct., 1236-1240, (1988).
6. Kinoshita, M., Uyeshima, M., and Uyeda, S., «Earthquake Prediction Research by Means of Telluric Potential Monitoring, Progress Report No 1: Installation of Monitoring Network», Bulletin of the Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo, 64, 225-431, (1989).
7. Theofanopoulos, N., «Research on the earthquake prediction methods applied in Greece», Annual meeting of the Architectural Institute of Japan, (1990).
8. Varotsos, P., Alexopoulos, K., Nomicos, K., Lazaridou, M., «Earthquake prediction and electric signals», Nature, 320, p. 120, (1986).
9. Varotsos, P. and Alexopoulos, K., «Physical properties of the variations in the electric field of the earth preceding earthquakes», III «Tectonophysics, 136, 335-339, (1987).
10. Varotsos, P., Alexopoulos, N., Nomicos, K., Lazaridou, M., «Official earthquake prediction procedure in Greece», Tectonophysics, 152, 193-196, (1984).
11. Μετρήσεις και θεωρητικά πρότυπα των μεταβολών του ηλεκτρικού πεδίου της γης που συνδέονται με τους σεισμούς, Διεθνές Συνέδριο, Όργαν. Τομέυς Φυσικής Στερεάς Καταστάσεως και Ύδρασιο Ίδρυμα, ΆΑθηναι 6-8 Φεβρουαρίου, (1990).

Π Α Ρ Α Π Τ Η Μ Α

BULLETIN OF THE EARTHQUAKE
RESEARCH INSTITUTE
UNIVERSITY OF TOKYO
Vol. 64 (1989) pp. 255-311

*Earthquake Prediction Research by Means of
Telluric Potential Monitoring
Progress Report No. 1: Installation of
Monitoring Network*

Masataka KINOSHITA, Makoto UYESHIMA
and Seiya UYEDA
Earthquake Research Institute

(Received April 28, 1989)

Abstract

In order to test the applicability of the VAN-method of short term earthquake prediction which has reportedly been extremely successful in Greece, a telluric potential monitoring network has been set up in Japan under a cooperative program with the Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT). So far, 22 stations have been tested.

Earthquake Prediction Research by Telluric Potential Monitoring I 257

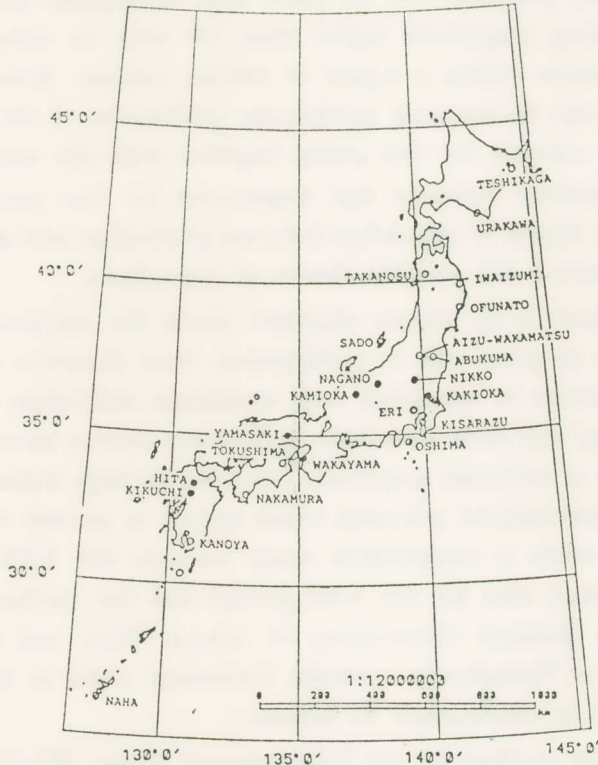


Fig. 1. The distribution of stations for telluric potential monitoring. Open circles: stations presently working, closed circles: stations already aborted.

SUMMARY

**Events and aspects on the VAN method and
its international evaluation**

During the last decade a method for short time earthquake predictions, known as VAN technique, based on the variations in the electrotelluric field of the earth preceding earthquakes was developed in Greece. After a short description of this technique mainly as far as its relation to the physical phenomenon is concerned, the most authoritative evaluation by eminent scientists in the field is brought into light. In particular from recent evaluation for the period 1987-1989 it is deduced that the VAN technique provides a potentially very powerful tool for short time earthquake predictions for earthquakes having magnitude higher than 5R with an error 0.7R, and distance of epicentre within a region of 100 km radius. More specifically examination of the documented earthquake predictions of the stations of VAN telemetric network for this period together with the actual recorded earthquakes, epicentre locations and magnitudes for this period shows a very satisfactory degree of correlation between predictions and actual events which are far beyond any possible chance of coincidence.

Although there is no serious objection about the emission of seismic electrical signals as precursors to earthquakes, their detection and capture by the VAN stations is associated with significant difficulties and can be realized by a trial and error technique. Laboratory studies have shown that electrical signals of sufficient magnitude (detected at large distances) can be generated by stress-induced processes which appear in natural rocks. Dr. N. Theofanopoulos made a comparative study between the VAN predictions (based on telegrams sent by the VAN group) and the earthquake events recorded by the National Observatory of Athens (NOA) and the Geophysics Laboratory of Thessaloniki Aristotle University (data as March 1990). The results may be summarized as follows:

a. In the area covered by the VAN network (Long. 36°-41°, Lat. 40°-25°) 42 earthquakes with magnitude greater or equal to 5R have occurred,

in contrast with the 37 events that have been examined in the report of the seismologist E. Dologlou, member of VAN group.

b. In relation to the total number of earthquakes recorded by the NOA with magnitudes $M_s > 5$, 21 related telegrams have been sent by the VAN group. The warning success rate in this case is 50%. For magnitudes $M_s > 5.5$ the previous success rate becomes 75% (statistics on 12 earthquakes) and for magnitudes $M_s > 5.8$ it rises to 80% (statistics on 5 earthquakes).

c. Under the assumption that a prediction can be considered successful when the magnitude is given with an accuracy of 0.5R, the epicentral distance within range of 50 km and the time between the announcement and the earthquake is 22 days, only 4 predictions were successful (prediction success rate about 10%). If the intervals for acceptance of the predicted magnitude and epicentral distance are increased to 0.7 and 100 km, respectively, and the time before the earthquake remains the same (22 days), the successful predictions become 11 (prediction success rate 26%).

d. However, the success of the VAN group predictions increases with the increase of earthquake magnitude.

e. The above mentioned prediction success rates may be considered as satisfactory in relation to the existing knowledge on this subject and far away from any accidental prediction because they determine, besides the magnitude and the time, the place where the earthquake is going to be occur.

In 19 out of 21 predicted cases the announcements preceded the earthquake events by a time interval ranging from 1 to 22 days, with a mean occurrence interval of 9 days. The probability of an accidental seismic event with magnitude $M_s > 5$ during a period of 9 days over the Greek territory is about 3.5%. That rate is considerably smaller than the prediction success rate of the VAN group for earthquakes of same magnitude.

The prediction success rate of the VAN group, if we consider only the earthquake magnitude, rises up to 33% (accuracy of magnitude 0.5) and to 45% (accuracy of magnitude 0.7).

Furthermore, it is useful to be mentioned that the VAN group predictions have been made at times irregularly distributed over the span of time from 1987 to 1989, a fact inconsistent to an assumption for accidental character of the predictions.

It is the considered judgement of the authors that much more research

is required to elucidate the nature of the aforementioned seismic electrical signals. The authors are in favor of supporting the research activities of the VAN group; activities which could last for a long time until the method be able (alone or in conjunction with other data or techniques) to provide reliable predictions useful to the state. This could be judged only by eminent scientists in the field with a thorough knowledge of this technique. Before such an evaluation is realized, publicity of the VAN predictions should be prohibited in order to avoid arousing public feelings.