

Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ. XIX	σελ. 213-218	Αθήνα 1987
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens

ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΤΟΥΣ  
ΥΠΟΓΕΙΟΥΣ ΥΔΡΟΦΟΡΕΙΣ  
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΣΕΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΤΗ  
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΤΟΥΣ ΥΔΡΟΦΟΡΕΙΣ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Δ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ\*

1.- Το πρόβλημα

Το πρόβλημα της πρόβλεψης των σεισμών είναι από τα μεγαλύτερα κοινωνικοοικονομικά προβλήματα που πρέπει ν'απασχολήσει τον γεωλόγο και ενδιαφέρει τη χώρα μας ιδίως μετά από τους τε ευταίους σεισμούς της Θεσ/νίκης, Αθήνας (Κορινθιακός), τους σεισμούς της Θεσσαλίας το έτος 1980 και μετά απ'την ενεργοποίηση των περιοχών αυτών και του Αιγαίου.

Οι σεισμοί είναι από τα δύσκολα ή ανεπίλυτα προβλήματα και σ' αυτοούς άλλωστε πρέπει να στηρίζεται η δομή και μελλοντική ανάπτυξη μιας περιοχής.

Η πρόβλεψη των σεισμών έχει προχωρήσει ικανοποιητικά στις μεγάλες χώρες κι έτσι στην Κίνα, Ιαπωνία, Ρωσία, Αμερική, Σουηδία κ.α. ερευνούν σε βάθος κάθε μια από τις μεθόδους πρόβλεψης σεισμών.

Άλλωστε παλαιότερα υπήρχαν δύο βασικές θεωρίες για την πρόβλεψη των σεισμών, η Ρώσικη και η Αμερικάνικη, σ'αυτές προστέθηκε και η Κινέζικη που αρχικά θεωρήθηκε πιο βάσιμη. Αλλά σήμερα αναπτύχθηκαν και πολλές άλλες θεωρίες για την πρόγνωση των σεισμών γιατί έχουν αυξηθεί οι παρατηρήσεις στους διάφορους τομείς και έχουν γίνει και προβλέψεις (στην Κίνα, συσκευή BAN;).

Στην Ιαπωνία ως γνωστό παρατήρησαν κατακόρυφες και οριζόντιες κινήσεις του φλοιού της γής κοντά στο επίκεντρο προ του σεισμού, σ'άλλες χώρες παρατήρησαν σεισμικά κενά και μεταβολές της σεισμικής δράσης.

Είναι γνωστό ότι διάφορα φυσικά φαινόμενα παρατηρούνται πριν από το σεισμό, όπως αλλαγή στο μηχανισμό γένεσης μικρών σεισμών, μεταβολές στη διάδοση των σεισμικών κυμάτων, αλλαγή στην ηλεκτρική αντίσταση των πετρωμάτων, στην ένταση του γεωμαγνητικού, γεωηλεκτρικού και βαρυτομετρικού πεδίου, μεταβολές στη θερμοκρασία και το ύψος του Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστου, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.  
και το ύψος του υψομέτρου κ.α. Η αλλαγή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ραδιενεργού Ραδονίου στα μεταλλικά νερά.

## 2.- Η Μέθοδος

Στη μελέτη αυτή θα περιγράψουμε και αναλύσουμε τις παρατηρήσεις και μετρήσεις για την μη κανονική-ανώμαλη-μεταβολή της στάθμης στους υπόγειους υδροφορείς περιοχής Θεσσαλίας που προήλθε από το αποτέλεσμα της προσεισμικής αλλαγής της δομής και υψών των ιζημάτων των υδροφορέων, κι αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την πιθανή μικρή αλλαγή στις υδροδυναμικές ιδιότητες των υπόγειων υδροφορέων.

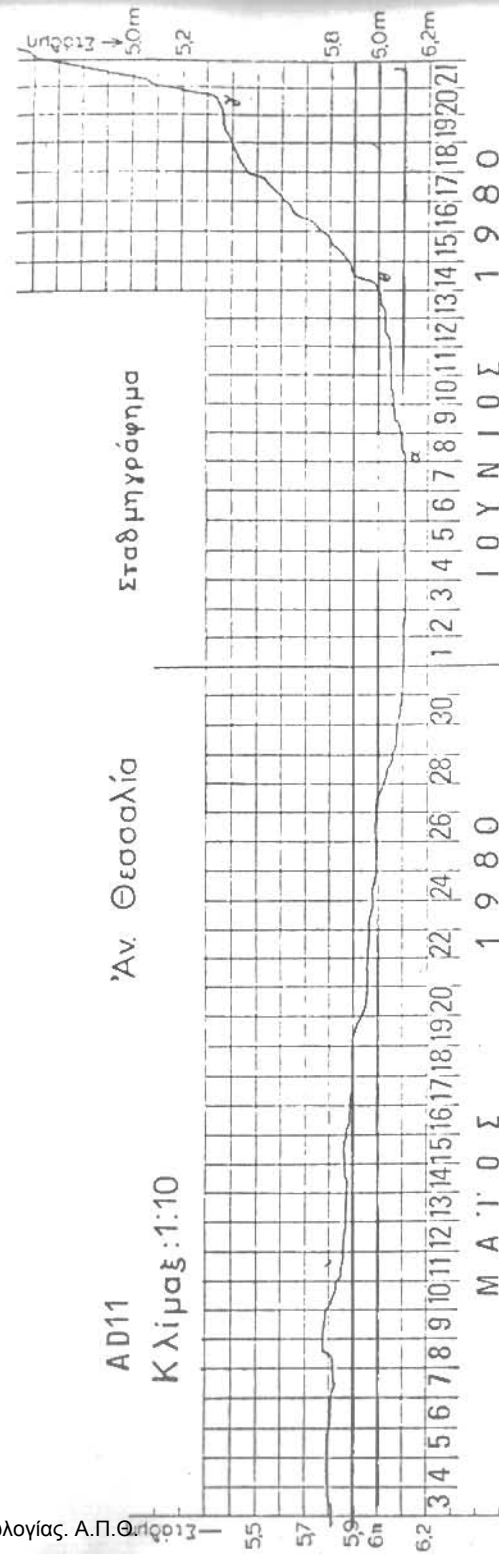
Η μέθοδος αυτή της πρόβλεψης του σεισμού με την αλλαγή της στάθμης που στην περίπτωση μας είναι ανύψωση της πιεζομετρικής στάθμης, έχει εφαρμοσθεί στην Κίνα, για μια τουλάχιστο περίπτωση με απόλυτη επιτυχία όπου ο σεισμός του 1975 των 7,3 Richter ισοπέδωσε την πόλη Χάϊ-Τσεγκ, κι αυτό είχε προβλεφθεί από τους Κινέζους σεισμολόγους που ειδοποίησαν το κοινό και δύο μέρες πριν η πόλη είχε αδειάσει.

Βέβαια τα φαινόμενα αυτά απαιτούν ειδικές μακροχρόνιες παρατηρήσεις στάθμης νερών και φαίνεται πως οι Κινέζοι εδώ και χρόνια κάνουν τέτοιες παρατηρήσεις.

Η μέθοδος λοιπόν απαιτεί να έχουν γίνει επί σειρά πολλών προηγούμενων ετών περιοδικές μετρήσεις στάθμης, και μάλιστα με σταθμηγράφους-κατά προτίμηση-σε βαθιές γεωτρήσεις, για να υπάρχουν σταθμηγραφικά διαγράμματα μεταβολής της πιεζομετρικής ή ελεύθερης στάθμης του υπόγειου νερού για να είναι δυνατή η σύγκριση των ετήσιων ή μηνιαίων ή ημερησίων σταθμηγραφικών διαγραμμάτων.

Τέτοιου είδους διαγράμματα μεταβολής της στάθμης -των κλειστών κυρίως υδροφορέων- έχουμε για τη Θεσσαλία για 10-15 και πλέον έτη, κι έτσι μπορεί να γίνει μία πρόβλεψη της κανονικής αναμενόμενης ετήσιας και ιδίως θερινής μεταβολής της στάθμης -με ικανοποιητική ακρίβεια- ανάλογα με τις βροχοπτώσεις του χειμώνα, για τα 300 πεζόμετρα που παρακολουθούνται απ'την ΥΕΒ Υπ. Γεωργίας.

Αυτά τα υπάρχοντα διαγράμματα μεταβολής της στάθμης συγκρίνονται με τα παρατηρούμενα προσεισμικά διαγράμματα, και βρίσκουμε ότι δεν είναι η κανονική αναμενόμενη στάθμη, άρα κάποιο ανώμαλο φαινόμενο μπορεί να συμβεί, κι εφόσον δεν μπορεί να ερμηνευθεί διαφορετικά, μπορούμε να δώσουμε την ερμηνεία ότι θα πρέπει να είναι ο σεισμός.



Διάγραμμα Προσεισμικής μεταβολής - ανύψωσης - τής στάθμης τών υπόγειων νερών στο πιεζόμετρο-γεώτρηση: AD11

Σχ: 1

### 3.- Το Υδρογεωλογικό Φαινόμενο

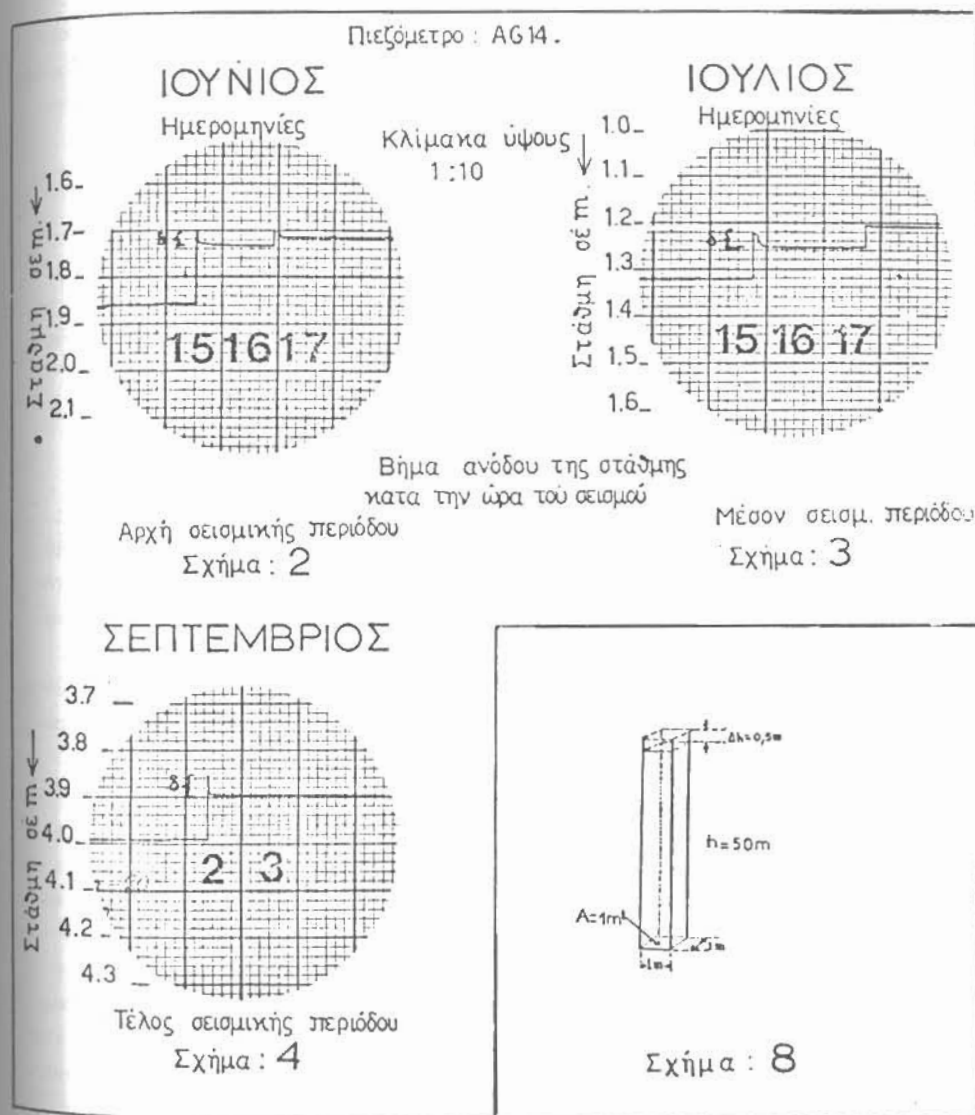
Έτσι κατά τη διάρκεια του μήνα Ιούνη 1980 και μάλιστα στις αρχές του μήνα, παρατηρήθηκε μία αναμενόμενη ανύψωση της στάθμης στα πιεζόμετρα παρατήρησης που έγινε αρχικά αντιληπτό στους παρατηρητές, και στην αρχή θεωρήθηκε παράξενο κι ανεπιθύμητο υδρογεωλογικό φαινόμενο, και μάλιστα πρώτα στο πιεζόμετρο παρατήρησης AG14 όπου υπήρχε σταθμηγράφος και ενώ η στάθμη κατέβαινε με κάποιο ορισμένο ρυθμό, άρχισε ν'ανεβαίνει απότομα χωρίς καμιά προηγούμενη βροχόπτωση και χωρίς καμιά άλλη υδρολογική αλλαγή. Επίσης περσοσότερο άρχισε ν'ανεβαίνει και στο πιεζόμετρο AD11 όπου υπήρχε και σταθμηγράφος (βλέπε σχήμα 1).

Παρατηρούμε ότι στις 3 του μήνα Ιούνη η στάθμη άρχισε λ'γο ν'ανεβαίνει, μετά από τις 8 του μήνα συνέβη άλλη αύξηση ρυθμού ανύψωσης και μέχρι τις 14 του μήνα, οπότε είχαμε κι' άλλη αύξηση του ρυθμού ανόδου της στάθμης μέχρι και τις 20 Ιουλίου όπου άρχισε πιο απότομη άνοδος.

Προφανώς στις ώρες α, β και γ του προσεισμικού σταθμηγραφικού διαγράμματος έχουμε αλλαγή των υδροδυναμικών ιδιοτήτων του υδροφορέα δηλ. μείωση του πορώδους ή και του συντελεστού υδατοχωρητικότητας S, από νέα επίδραση των δυνάμεων πίεσης και ο κλειστός βαθύς υδροφορέας αναγκάζεται ν'αποβάλλει νερό εκ νέου, με αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης του.

Ήταν αδύνατο να ερμηνεύσουμε τις ανυψώσεις της στάθμης, γιατί σε κανένα από τα γνωστά ή συνηθισμένα φαινόμενα δεν μπορούσε ν'αποδοθεί η ανώμαλη αυτή μεταβολή της στάθμης, ήρθε μετά από 30 ημέρες ο σεισμός των 6,4 Richter με επίκεντρο τον Αλμυρό Ν.Μαγνησίας και επιβεβαίωσε τις πιθανολογίες μας δίνοντας αυτός την ερμηνεία της ανώμαλης μεταβολής-ανύψωσης της στάθμης.

Είχαμε λοιπόν μία άνοδο της στάθμης προσεισμικά, που ερμηνεύεται με την συμπίεση που υφίσταται το πέτρωμα-υδροφορέας- από τις διάφορες δυνάμεις πίεσης. Άλλωστε με την παραδοχή της ελαστικότητας των πετρωμάτων-ιζημάτων ερμηνεύεται και προσεισμικά η ανύψωση της στάθμης. Όταν τη στιγμή του σεισμού, υπερβεί το όριο αντοχής της ελαστικότητας έχουμε μία αλλαγή στην κωή (στη θέση των κόκκων μεταξύ τους) δηλ. την αλλαγή της δομής. Γι' αυτό άλλωστε παρατηρείται και ερμηνεύεται ότι στο σταθμηγράφημα της ώρα του σεισμού έχουμε ένα βήμα ανόδου της στάθμης (βλέπε σχήματα 2, 3 και 4). Το βήμα αυτό οφείλεται στην αλλαγή δομής των κόκκων



του υδροφορέα. Το σχήμα του βήματος ανύψωσης είναι χαρακτηριστικό δηλ. υπάρχει μία σχεδόν απότομη άνοδος και μετά σε μερικά δεκάλεπτα μέχρι και ώρα μικρή κάθοδος και μετά σταθεροποίηση της στάθμης, που αυτό σημαίνει πως το τμήμα δ (διάγραμμα αιχμής) οφείλεται στη στιγμιαία ελαστικότητα του υδροφορέα γι' αυτό και επανέρχεται, ενώ το κανονικό βήμα είναι η μόνιμη παραμόρφωση τουλάχιστο κατά τη διάρκεια της σεισμικής περιόδου.

Πρέπει να τονίσουμε ότι δεν γινόταν δοκιμαστική άντληση στην περιοχή.

#### 4.- Μεταβολή στις υδροδυναμικές ιδιότητες

Από τη μεταβολή του βήματος ανύψωσης της στάθμης σε σχέση με το μέγεθος του σεισμού σε κλίμακα M, βγήκε η εξίσωση της μορφής  $\psi = \alpha + \beta \log \chi$ , που παίρνει τις παρακάτω τιμές:  $\alpha = 3,1M$  και  $\beta = 50^\circ$  οπότε έχουμε την εξίσωση: (βλέπε σχήμα: 5).

$$\psi = 3,1 + 50^\circ \log \chi$$

$$\Delta \sigma = 3,1 + 50^\circ \log M$$

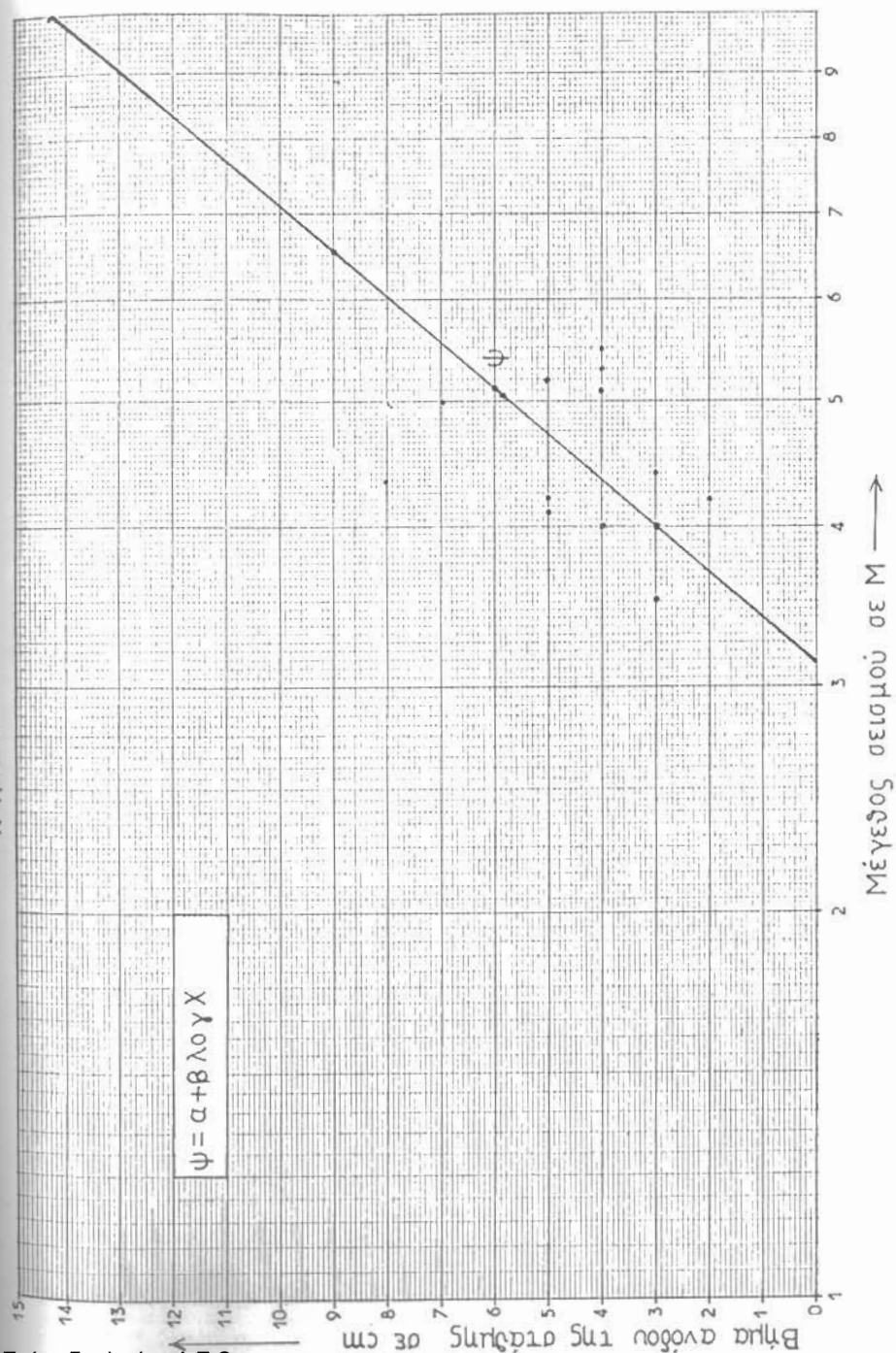
Η μείωση του ολικού πορώδους των υδροφορέων είναι προφανής γιατί γίνεται κάποια ανακατάταξη των κόκκων και νέα θέση μεταξί τους. Έχουμε δηλ. μία μείωση της υδατοχωρητικότητας κι απ' αυτό μία ανύψωση της πιεζομετρικής στάθμης κατά ωρισμένα μέτρα ή εκατοστά (βλέπε σχήματα 6 και 7).

Στους υδροφορείς αυτούς τους μικροπορώσεις ή διαπερατούς εν μικρώ είχαμε και τα περισσότερα σημεία παρατηρήσεων - πιεζόμετρα και ελάχιστα στους καρστικούς υδροφορείς.

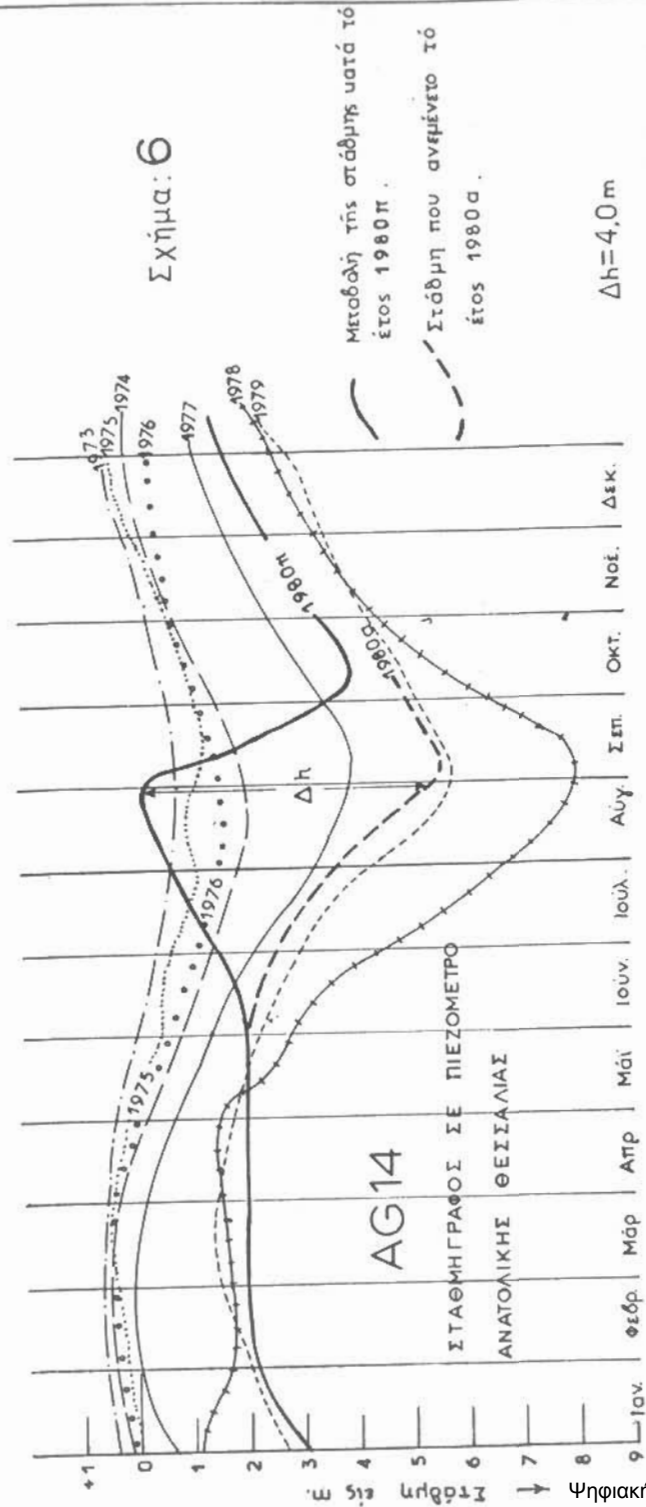
Από τις κανονικές ετήσιες μεταβολές της στάθμης στα πιεζόμετρα αναφοράς έχουν χαραχθεί τα διαγράμματα μεταβολής της στάθμης για 10 έτη από το 1970 μέχρι και το 1979. Τα διαγράμματα αυτά επιβεβαιώθηκαν για κάθε χρόνο και για κάθε πιεζόμετρο, με τα μαθηματικά μοντέλα των υπόγειων υδροφορέων απ' τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Έτσι έγινε και για το έτος 1980 όπου παρατηρήσαμε προσεισμικά την ανώμαλη ανύψωση της στάθμης. Όμως διαγράφοντας την προβλεπόμενη καμπύλη της στάθμης και συγκρίνοντας την με την παρατηρηθείσα ανώμαλη καμπύλη, βρίσκουμε την διαφορά ανύψωσης  $\Delta h$  (βλέπε σχήματα 6 και 7, Διαγράμματα της AG14 και AD11).

Έτσι για τα πιεζόμετρα αυτά η διάρκεια επηρεασμού όπως φαίνεται και στα παραπάνω σχήματα ήταν 2 ή 3 μήνες και όχι κάποιο υδρογεωλογικό φαινόμενο μικρής διάρκειας.

ΣΧΗΜΑ: 5

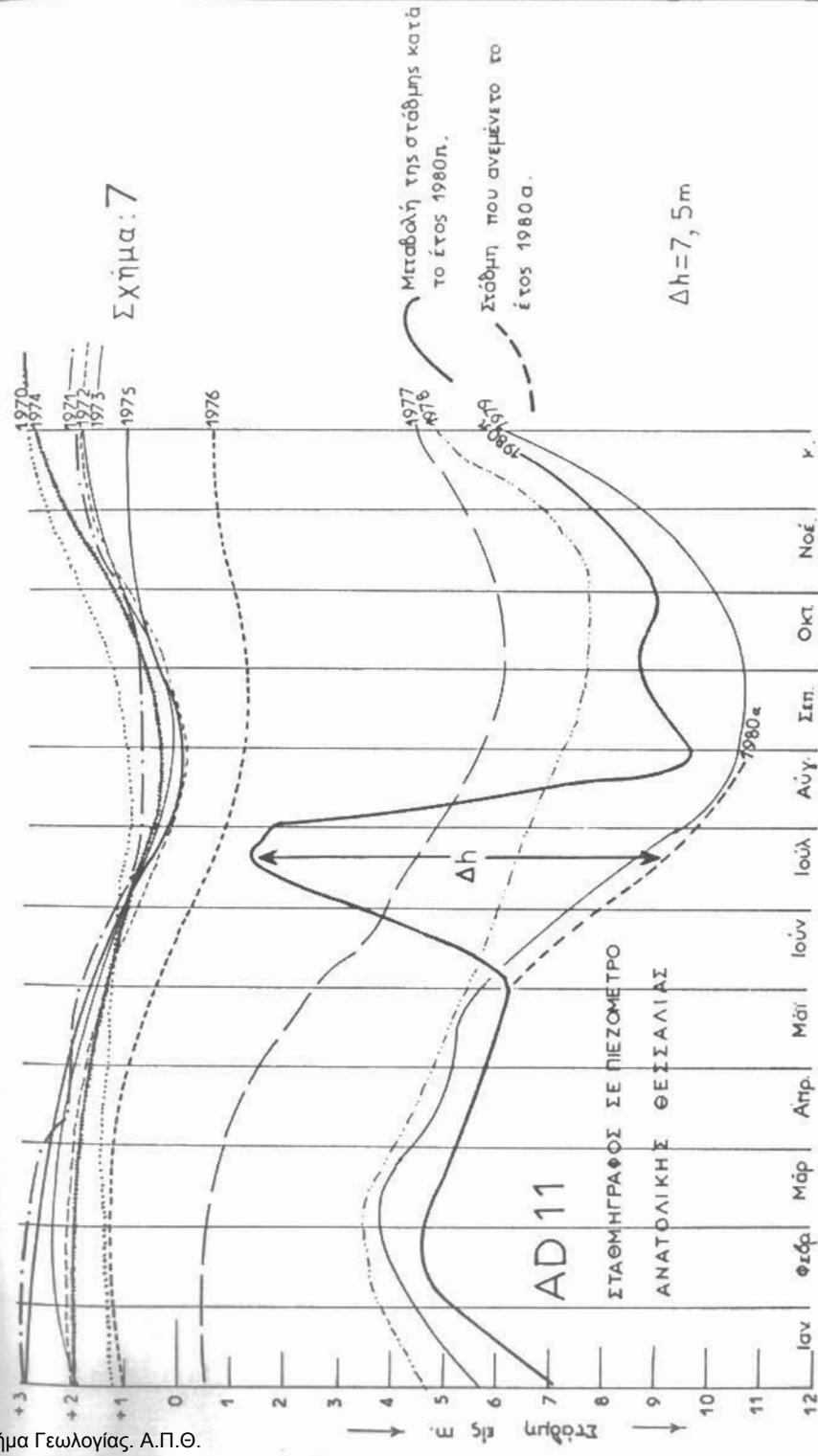


ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ



Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ





Στον πίνακα 1 γίνονται υπολογισμοί της μείωσης της υδροδυναμικής ιδιότητας: Υδατοχωρητικότητας S ή και αύξηση της Υδαταγωγιμότητας T που συμβαίνει τουλάχιστο κατά τη διάρκεια της σεισμικής περιόδου, ως εξής:

α) Για τον υπολογισμό της μείωσης της τιμής της Υδατοχωρητικότητας παίρνουμε τον τύπο:  $W = S \cdot A \cdot h$ , όπου:

W : η ποσότητα του νερού που συγκρατείται στο ολικό πάχος του υδροφορέα

S : ο συντελεστής υδατοχωρητικότητας

A : η επιφάνεια του υδροφορέα ή η μονάδα επιφάνειας

h : το ολικό πάχος του .

Έτσι αν έχουμε  $S=0,05$  ή  $5\%$ , αν  $A=1m^2$   $h=50m$  τότε η ποσότητα του νερού που συγκρατεί το υδροφόρο είναι:

$$W = S \cdot A \cdot h = 0,05 \cdot 1,50 = 2,5m^3 \text{ (βλέπε σχήμα 8) .}$$

Αν τώρα με τη νέα κατάσταση το πάχος αλλάξει και γίνει  $h_v = 50,5$  που είναι η νέα, τιμή πάχους υδροφόρου που επηρεάστηκε από το σεισμό, τότε η διαφορά στάθμης μεταξύ αναμενόμενης καμπύλης κι αυτής που επηρεάστηκε από το σεισμό είναι  $\Delta h = 0,5m$ .

Ο όγκος του νερού W παραμένει ο ίδιος και η επιφάνεια A ίδια, αλλάζει ο συντελεστής υδατοχωρητικότητας S και γίνεται  $S_v$ .

Έτσι έχουμε:  $W = 2,5m^3 = S_v \cdot A \cdot h_v = S_v \cdot 1,50,5$  δηλ.

$$S_v = \frac{2,5}{1,50,5} = 0,0495$$

Οπότε με τη νέα κατάσταση ο συντελεστής υδατοχωρητικότητας μειώθηκε κατά τη διαφορά  $S-S_v$  που είναι:

$$0,05 - 0,0495 = 0,0005$$

β) Για να βρούμε την αύξηση της Υδαταγωγιμότητας T εφαρμόζουμε τον τύπο:  $T = h \cdot K$ . Αφού το πάχος αυξάνεται και γίνεται  $h_v$ , αλλάζει κι αυτή.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι τιμές μείωσης της υδατοχωρητικότητας S ή και αύξησης της υδαταγωγιμότητας T για μερικά βασικά πιεζόμετρα Θεσσαλίας:

Αριθμός πιεζόμετρου	Πάχος h υδροφορέων	S%	T $\times 10^{-3} m^2/s$	Ανύψωση της στάθμης $\Delta h$ σε m	Νέα στάθμη $h_v$ εις m	W εις $m^3$	Μείωση του S $\times 10^{-3}$	Νέος T $\times 10^{-3} m^2/s$	Νέος $S_v$ %
AG14	60	7	1,5	4,0	64	4,2	4,375	1,699	6,5625
AD11	90	7	1	7,5	97,5	6,3	5,3847	1,083	6,46153
SR31	80	7	1,8	1,7	81,7	5,6	1,4566	1,838	6,85434
E3*	50	5	2	1,2	51,2	2,5	1,1712	2,048	4,88288
AG9a	60	5	3	0,5	60,5	3,0	0,4133	3,025	4,95867
SR72	60	3	1,5	1,2	61,5	1,8	0,7318	1,54	2,92682
SR35	50	4	3	0,4	50,4	2,0	0,3171	3,02	3,96829
SR14	70	5	4 ή 11	0,6	70,6	3,5	0,425	4,03	4,9575
PE10	110	6	15	0,5	10,5	6,6	0,2711	15,068	5,97289
PE30	160	9	9,5	0,5	160,5	14,4	0,5562	9,529	8,97196
PE27	140	5	6	0,2	140,2	7,0	0,0712	6,008	4,99286
CS0	80	12	7	1,0	81,0	9,6	1,4815	7,087	11,85185
GS04	55	3	17	0,5	55,5	1,65	0,2703	17,154	2,97297
GA08	52	7	35	0,8	52,8	3,64	1,0607	35,538	6,89393
D46	80	2,5	16	0,4	80,4	2,0	0,1244	16,08	2,48756
253	80	3,5	10	0,5	80,5	2,8	0,2174	10,06	3,47826
78	28	6	4	0,2	28,2	1,68	0,4256	4,028	5,95744

\* Το πιεζόμετρο E3 παρά το ότι βρίσκεται σε ελεύθερο υδροφορέα που περιορίζεται κυρίως από σχιστολιθικά πετρώματα παρουσίασε ανύψωση επειδή βρίσκεται πολύ κοντά στην επικεντρική περιοχή.

Από τη μελέτη των διαφορών της ανώμαλης ανύψωσης της στάθμης  $\Delta h$  που τοποθετήθηκαν επάνω σε χάρτη και χαράχθηκαν οι ισομεταβλητές  $\Delta h$  βρίσκουμε ότι στην Ανατολική Θεσσαλία αυξάνονται προς την διεύθυνση περίπου ΒΔ→ΝΑ ενώ στη Δυτική περίπου Δ→Α.

Έτσι ο χάρτης Νο9 έδωσε μια προσέγγιση για τον προσδιορισμό του σεισμικού επικέντρου που ήταν στην περιοχή Αλμυρού Ν.Μαγνησίας.

Πρέπει να αναφέρουμε ότι στις ακτές της πεδιάδας Αλμυρού και στο επίπεδο της θάλασσας εμφανίστηκαν πηγές σε διασπορά που σταμάτησαν μετά το τέλος της σεισμικής περιόδου.

## 5.- Συμπεράσματα

Από τη μελέτη της μεταβολής της στάθμης σύμφωνα με τα προαναφερόμενα βγαίνουν τα βασικά συμπεράσματα του υδρογεωλογικού αυτού φαινομένου.

- Έτσι όσο πιο κοντά στο επίκεντρο βρίσκεται το σημείο παρατήρησης τόσο μεγαλύτερη ανύψωση και μεγαλύτερο επηρεασμό έχουμε.
- Επίσης όσο πιο βαθύ είναι το πιεζόμετρο παρατήρησης -δηλ. επηρεάζεται από τα βαθιά υδροφόρα στρώματα- τόσο περισσότερο ανυψώνεται η στάθμη σ' αυτό.
- Άλλη παρατήρηση είναι ότι οι κλειστοί υδροφορείς -τα κλειστά υδροφόρα στρώματα- επηρεάζονται πολλαπλάσια περισσότερο από τα ελεύθερα υδροφόρα στρώματα.
- Έτσι και στους υδροφορείς που το πάχος είναι σχετικά μεγάλο ο επηρεασμός τους είναι αντίστροφα ανάλογος όπως και με την υδαταγωγιμότητα T.

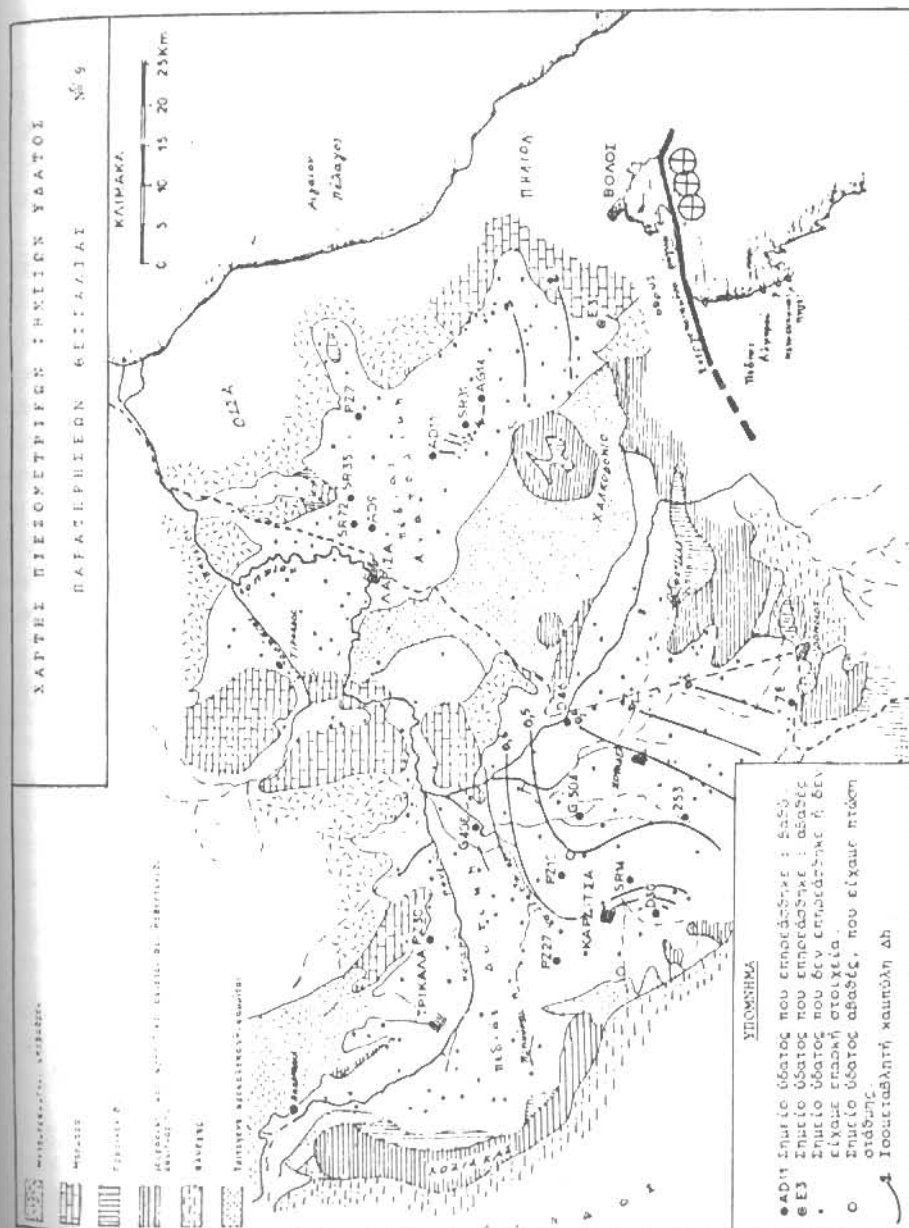
Υπάρχουν μερικές περιπτώσεις που όταν ο υδροφορέας έχει μικρή T και είναι δυνατή η εκκένωσή του στα κατάντη και λόγω της μεγάλης υδραυλικής κλίσης της επιφάνειας του υπόγειου νερού, παρατηρείται πτώση της στάθμης, κι αυτό συνέβη σε μερικές περιφερειακές ζώνες των πεδιάδων της Θεσσαλίας και μάλιστα στους υψηλούς και ελεύθερους υδροφορείς, αλλά όμως εδώ οι παρατηρήσεις μας ήταν περιορισμένες.

Μία άλλη παρατήρηση που ισχύει για τη Θεσσαλία είναι ότι όσο προς το κέντρο της πεδιάδας βρίσκεται το πιεζόμετρο τόσο περισσότερο έχει ανυψωθεί.

Επίσης τα διάφορα πιεζόμετρα δεν είχαν τον ίδιο χρόνο προσεισμικού επηρεασμού αλλά κυρίως τα βαθύτερα = 200m, ένα μήνα προ του σεισμού ενώ τα αβαθή πιεζόμετρα λιγότερες μέρες ανάλογα.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι η λεκάνη του Αλμυρού Νομού Μαγνησίας είναι μία ανεξάρτητη υδρογεωλογική μονάδα (ανεξάρτητη υδρογεωλογική λεκάνη) που έχει κοινά όρια στα ΒΔ της με τη λεκάνη Πηνειού Θεσσαλίας στα ΝΑ όρια αυτής.

Επίσης η προτεινόμενη μελετηθείσα μέθοδος προσεισμικής μεταβολής της στάθμης δεν διεκδικεί μόνη της και μόνο αυτή την πρόβλεψη σεισμών, αλλά η μέθοδος συνδυαζόμενη και με άλλες μεθόδους ή παρατηρήσεις μπορεί να συμβάλει απόλυτα θετικά για μελλοντικές προβλέψεις σεισμών, ιδίως μεγάλων, που πρέπει να απασχολεί σοβαρά όχι μόνο την γεωλογική έρευνα ή τον μηχανικό αλλά να προβληματίζει



ή κατευθύνει τον κοινωνικό τομέα για τον "ΑΝΘΡΩΠΟ".

#### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επίδραση των σεισμών στα υδρογεωλογικά φαινόμενα αναφέρεται από αρχαιολογικούς χρόνους με την περιγραφή της εμφάνισης νέων πηγών ή στείρεψής τους μετά από σεισμό.

Η πρόβλεψη των σεισμών με την προσεισμική μεταβολή της υπόγειας στάθμης έχει μελετηθεί και εφαρμοστεί από τους Κινέζους.

Στην Ελλάδα δεν αναφέρονται προσεισμικά φαινόμενα μεταβολής της στάθμης του υπογείου νερού, παρά μόνο μετασεισμικά φαινόμενα.

Στη Θεσσαλία από 20 και πλέον έτη παρακολουθούνται οι στάθμες των υπόγειων νερών και με την βοήθεια των μαθηματικών μοντάλων μπορούμε να προβλέψουμε τις αναμενόμενες στάθμες των υπόγειων νερών τουλάχιστο για το επόμενο θέρος μετά από ωριδμένες βροχοπτώσεις του χειμώνα.

Ετσι τον Ιούνιο του 1980 και προ του σεισμού του Αλμυρού Ν. Μαγνησίας ενώ η στάθμη των υπογείων νερών βρισκόταν στην πτώση της, ένα μήνα προ της εκδήλωσης του σεισμού άρχισε ν'ανεβαίνει χωρίς να συμβεί άλλο υδρογεωλογικό φαινόμενο που να εξηγεί αυτήν την ανύψωση. Την ανώμαλη αυτή μεταβολή της στάθμης την επιβεβαίωσε μετά από 29 μέρες ο σεισμός της περιοχής.

Απ'τα διαγράμματα διακύμανσης της στάθμης υπολογίστηκε η ανώμαλη μεταβολή της στάθμης λόγω του σεισμού και οι μεταβολές στις υδροδυναμικές ιδιοτητες των υδροφορέων.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1963 - Δρ Ι. Φραγκόπουλου: Επίδρασεις των σεισμών επί των υδάτων της χέρσου (3<sup>ο</sup> Δελτίο Ε.Ε.Α.Α.)
- 1978 - Dr D. Constantinidis: Hydrodynamique d' un système heterogéne, These d' Etat - Univ. Grenoble.
- 1979 - SOGREAH: Modeles Mathématiques Rapports 360756,7,8 et 9.
- 1980 - B. Papazachos, D. Mountrakis, G. Dimopoulos, D. Panagiotopoulos, and T. Tsapanos. A Study of the summer 1980 seismic sequence in the Magnesia region of central Greece. Journal of the R. Astronomical Society.