



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (Ι.Γ.Μ.Ε.)

Ν.Π.Ι.Δ. ΕΠΟΠΤΕΥΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
(Ν. 272/76 και ΚΥΑ 12935-ΦΕΚ 1247/Β/24-6-2015)

Σπ. Λούη 1, Ολυμπιακό Χωριό, Αχαρνάι Τ.Κ. 13677, Τηλ. 213-1337000-3, Fax 213-1337015

_____ , _____ , _____

{ μ μ μ μ . . . μ <
μ μ μ μ μ . . . μ
μ (μ) >> }

Πάσχο Παναγιώτη
Δρ Γεωλόγο
Νικολάου Νικόλαο
Δντή Τεχνικής Γεωλογίας
Στάμο Αλκιβιάδη
Υδρογεωλόγο

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	.....	2
2	- -	3
3	,	5
3.1	.....	5
3.2	.....	7
3.3	μ	8
4	.....	11
4.1	μ	11
5	.....	19
5.1	.....	19
5.2	μ	21
6	.....	26
	.....	28
	.....	29

. 1:	μ . . μ	4
. 2:	μ	5
. 3:	μμ μ :	7
. 4:	μ , " μ ", . . . , μ	8
1:50.000	.....	8
. 5:	μ μ μ	10
. 6:	μ μ μ	13
. 7:	μ μ 46	14
. 8:	μ μ 47	15
. 9:	μ μ	17
. 10:	μ μ -	17
μ 2009.	.....	18
. 11:	μ μ ,	20
μ μ (μ)	20	
. 12:	μ μ	21
. 13:	μ μ ,	21
. .	.....	23
. 14:	μ μ 1	24
2 . .	.....	24
. 15:	μ μ	25
. .	.....	25
. 16:	μ μ	26
. .	.....	26



1

Το Ι.Γ.Μ.Ε. διενήργησε σε εφαρμογή του, από 16-6-2016, Μνημονίου Συνεργασίας του με τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.) «για την παροχή υπηρεσιών ΣΥΜΒΟΥΛΟΥ μέσω της Ομάδας Άμεσης Παρέμβασης του Ι.Γ.Μ.Ε. μετά από σοβαρά καταστροφικά φαινόμενα γεωλογικής αιτιολογίας και συνεργασία σε επίπεδο ανάλυσης και χαρτογράφησης του κινδύνου καταστροφών από φαινόμενα γεωλογικής αιτιολογίας (πλην σεισμών)», Τεχνικογεωλογική αναγνώριση φαινομένων αστοχιών στις τοπικές κοινότητες Βαλτόνερων, Πεδινού, Ροδώνα και Φανού του Δήμου Αμυνταίου.

Πιο συγκεκριμένα μετά τη σχετική διαβίβαση αιτήματος από το Δήμο Αμυνταίου (10893/9-8-2018), στο οποίο είχε επισυναφθεί και το 236/7-11-2017 έγγραφο του ΕΚΠΑ , για την εξέταση των παραπάνω φαινομένων, στη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, υπεβλήθη από αυτή στο ΙΓΜΕ το υπ' αριθ. 5751/20-8-2018 αίτημα, σε εκτέλεση των όρων του Μνημονίου Συνεργασίας μεταξύ Γ.Γ.Π.Π. και Ι.Γ.Μ.Ε.

Το ΙΓΜΕ ενεργοποίησε ταχύτατα την συγκρότηση της ομάδας άμεσης παρέμβασης και πραγματοποίησε επιτόπια τεχνικογεωλογική εξέταση στην περιοχή, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 28-31/8/2018 από τον Γενικό Δ/ντη του ΙΓΜΕ Δρ Δημήτριο Τσαγκά, τον Δ/ντή της Διεύθυνσης Τεχνικής Γεωλογίας κο Νικολάου Νικόλαο, τον Γεωλόγο της Π.Μ. ΗΠΕΙΡΟΥ κο Πάσχο Παναγιώτη, τον Υδρογεωλόγο της ΠΜΔΜ κο Στάμο Αλκιβιάδη και τον προϊστάμενο της Περιφερειακής Μονάδας Δυτικής Μακεδονίας κο Ματθαιόπουλο Δημήτριο.

Προκειμένου να ληφθούν στοιχεία για τα φαινόμενα πραγματοποιήθηκε σύσκεψη στο Δημαρχείο, όπου μετά την ενημέρωση, μας παρασχέθηκε και η έκθεση του Α.Π.Θ.« ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΡΩΓΜΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ Τ.Κ. ΒΑΛΤΟΝΕΡΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ ΤΗΣ Π.Ε. ΦΛΩΡΙΝΑΣ»(Μάρτιος 2015), καθώς και τις εκθέσεις επικίνδυνης οικοδομής που έχει συντάξει η Δ/ση Πολεοδομίας και Χωροταξίας της Ν. Α. Φλώρινας το 2008, σε οικίες στις Τ. Κ. Φανού (12 αυτοψίες) και Βαλτόνερων(7 αυτοψίες). Επίσης υλοποιήθηκε συνάντηση στη ΔΕΗ , με του μηχανικούς κκ Κοσμίδη, Μαχτή και Χατζόπουλο, όπου μας εδόθησαν υδρογεωλογικά στοιχεία για το ορυχείο Αμυνταίου καθώς και για την εξέλιξη της επέκτασης αυτού.

Σημειώνεται , ότι το ΙΓΜΕ είχε εκπονήσει το 2010 , για λογαριασμό της ΔΕΗ την έκθεση «Γεωτεχνικές εργασίες στο ΔΔ Αναργύρων του Δήμου Αετού Νομού Φλώρινας» (Μάιος 2010), στοιχεία από την οποία ελήφθησαν στην σύνταξη της παρούσας. Στοιχεία επίσης ελήφθησαν υπόψη από τη διδακτορική διατριβή "Υδρογεωλογικές συνθήκες ορυχείου Αμυνταίου, προβλήματα κατά την εκμετάλλευση και αντιμετώπισή τους", που εκπονήθηκε από τον κο Δημητράκοπουλος Δ., (2001). και από την μελέτη, "Ερευνα του Α.Π.Θ. για τις αιτίες που οφείλονται στις ζημιές - ρωγμές σε κτίσματα του χωριού Ανάργυροι του Δήμου Αετού του Ν. Φλώρινας καθώς και οι λόγοι που τις προκάλεσαν ", Α.Π.Θ., από τον Σούλιο Γ.,(2009).

Οι υπαίθριες αναγνωρίσεις έγιναν σε συνεργασία με τον Δήμαρχο Αμυνταίου κο Θεοδωρίδη , τον Αντιδήμαρχο κο Ι. Νάτση, τον Πρόεδρο της Τ.Κ. Φανού κο Τιμ Ιωαννίδη, της Τ.Κ. Ροδώνα κο Δ. Παρασκευά, τον σύμβουλο του Δημάρχου



κο Θ. Πελεκούδα και τον εκπρόσωπο πληττομένων της Τ.Κ. Βαλτόνερων κ. Σ. Μάνο.

Στη συνέχεια έγιναν, από τους συγγράφοντας την έκθεση, επανειλημμένες αυτοψίες-αναγνωρίσεις κατά τις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες εργασίες:

- συγκέντρωση πληροφοριών
- αξιολόγηση όλων των ευρημάτων στο έδαφος (ρωγμές, άλματα, μετατοπίσεις εδαφών κ.α)
- διεξαγωγή μετρήσεων συντεταγμένων με GPS (προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87) για την ακριβή οριοθέτηση των εδαφικών αστοχιών

Στην παρούσα έκθεση παρατίθενται τα αποτελέσματα της Τεχνικογεωλογικής εξέτασης των φαινομένων αστάθειας που έλαβαν χώρα στην ανωτέρω περιοχή και ειδικότερα γίνεται:

↳ Περιγραφή και αποτύπωση των θέσεων εκδήλωσης των εδαφικών αστοχιών.

↳ Εκτίμηση της επικινδυνότητας των κατολισθητικών φαινομένων, με βάση την αξιολόγηση των παραμέτρων που υπεισέρχονται στο πρόβλημα.

↳ Διατύπωση συγκεκριμένων προτάσεων, όπου αυτό είναι δυνατό με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, σχετικών με την αποκατάσταση των ασταθών περιοχών ή προσδιορισμός περαιτέρω ερευνών και μελετών που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων αυτών.

Η αναλυτική παρουσίαση των παραπάνω στοιχείων, η παράθεση των αποτελεσμάτων των επιμέρους αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν καθώς και τα συμπεράσματα και οι προτάσεις για την αντιμετώπιση των φαινομένων αστάθειας που αυτές υπαγορεύουν, παρουσιάζονται στη συνέχεια.

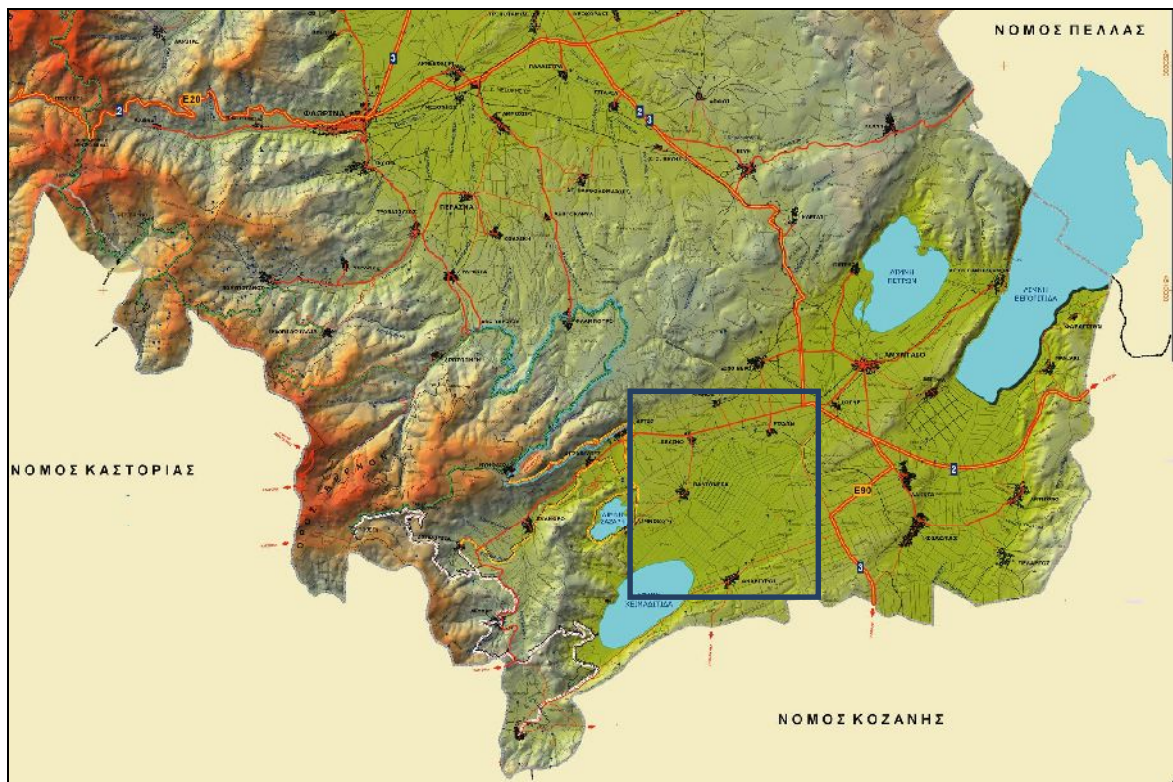
2

—

-

Η περιοχή ενδιαφέροντος βρίσκεται στη Δυτική Μακεδονία και πιο συγκεκριμένα στην Π.Ε. Φλώρινας (εικ.1). Χαρακτηριστικό γνώρισμα της περιοχής είναι το έντονο ανάγλυφο όπου δεσπόζουν οι ορεινοί όγκοι του Βόρα (Καϊμακτσάλαν), που είναι το τρίτο ψηλότερο βουνό της Ελλάδας με υψόμετρο +2.524m, ο Βαρνούντας με υψόμετρο +2.334m, ενώ νοτιοανατολικά του Βαρνούντα εκτείνεται η οροσειρά του Βέρνου με υψόμετρο μέχρι +2.128m στην κορυφή Βίτσι και το όρος Τρικλάριο με υψόμετρο +1.776m στην κορυφή Μπούτσι.





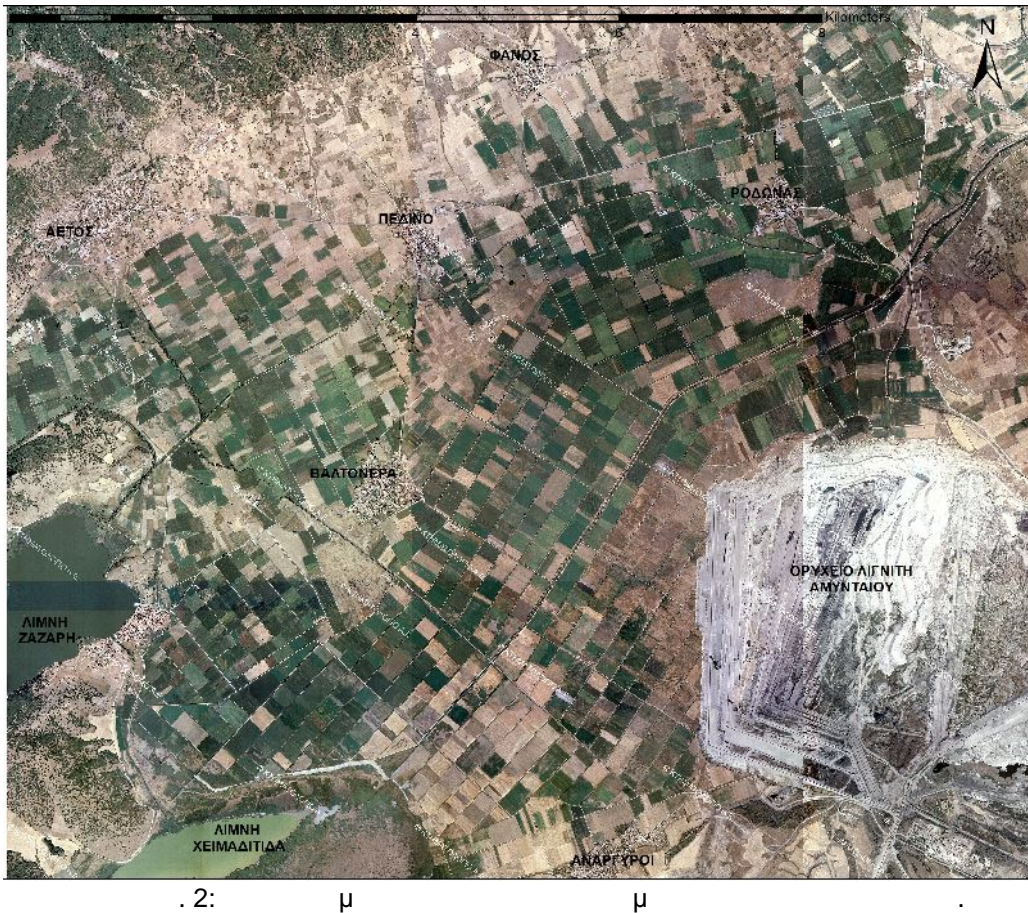
. 1: μ . . μ

Μεταξύ των ορεινών όγκων αναπτύσσεται η λεκάνη Φλώρινας – Βεγορίτιδας – Πτολεμαΐδας, η οποία διαχωρίζεται σε επιμέρους υπολεκάνες και φτάνει μέχρι την Κοζάνη. Στο σύνολό της η λεκάνη έχει μήκος περί τα 100km και μέσο πλάτος περί τα 15km, περίπου. Στα χαμηλότερα υψόμετρα της λεκάνης υπάρχουν αρκετές λίμνες όπως οι λίμνες Ζάζαρη, Χειμαδίτιδα, Πετρών και Βεγορίτιδα οι οποίες, μετά την κατασκευή καναλιών, επικοινωνούν μεταξύ τους. Η λίμνη Ζάζαρη βρίσκεται σε υψόμετρο +602m, πάνω από το επίπεδο της θάλασσας και είναι υψομετρικά ψηλότερα των άλλων λιμνών. Οι δύο υψομετρικά ψηλότερες λίμνες, Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, συνδέθηκαν μεταξύ τους με την κατασκευή της ενωτικής διώρυγας. Στη συνέχεια από τη Χειμαδίτιδα κατασκευάστηκε απαγωγός τάφρος μέσω της οποίας τα υπερχειλίζοντα νερα καταλήγουν στο ρέμα του Αμύντα με τελικό αποδέκτη τη λίμνη Πετρών. Ακολούθως κανάλι μέσω σήραγγας συνδέει τις λίμνες Πετρών και Βεγορίτιδας.

Η Π.Ε Φλώρινας χωρίζεται στους εξής τρεις (3) δήμους, το Δήμο Φλώρινας, το Δήμο Αμυνταίου και το δήμο Πρεσπών.

Ο Δήμος Αμυνταίου, σύμφωνα με την ΕΛ. ΣΤΑΤ., έχει πληθυσμό 20.049 κατοίκους και προέκυψε από τη συνένωση με τους Δήμους Αετού, Αμυνταίου, Φιλώτα και τις Κοινότητες Βαρικού, Λεχόβου και Νυμφαίου.

Οι Τ.Κ Βαλτόνερων, Φανού, Ροδώνα και Πεδινού βρίσκονται στο πεδινό τμήμα της υπολεκάνης Αετού – Αμυνταίου, δυτικά του ορυχείου Αμυνταίου (εικ.2).



3

3.1 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

Η περιοχή της νεογενούς λεκάνης Φλώρινας - Πτολεμαΐδας στο χώρο εξάπλωσης της Πελαγονικής ζώνης. (Εικ. 3). Τα πετρώματα που συνθέτουν τη δομή της Πελαγονικής ζώνης είναι τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υπόβαθρου, με τους γνευσιωμένους γρανίτες, πάνω στους οποίους έχουν αποθεθεί Μεσοζωικά ιζήματα. Τα Μεσοζωικά ιζήματα αποτελούνται από το Τριαδικό - Ιουρασικό ανθρακικό κάλυμμα και από τα Άνω Κρητιδικά πελαγικά ιζήματα μέσα στα οποία εντοπίζονται και οφειολιθικές μάζες.

Ειδικότερα, η Πελαγονική ζώνη αποτελείται από τις εξής λιθοστρωματογραφικές ενότητες (Brunn 1956, Mercier 1968, Μουντράκης 1976, 1979, 1983, Μουντράκης & Σούλιος 1978, Κίλιας 1980, Kiliias & Mountrakis 1981):

α. Κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο

Τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υποβάθρου έχουν μεγάλη εξάπλωση στο χώρο της Πελαγονικής ζώνης, όπου και εμφανίζονται με τη μορφή αλληπάλληλων τεκτονικών λεπιών..

β. Γνευσιωμένοι γρανίτες Άνω Λιθανθρακοφόρου

Οι γρανίτες αποτελούν μαγματικές διεισδύσεις μέσα στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Πελαγονικής. Οι διεισδύσεις αυτές είναι παλαιές και σύμφωνα με ραδιοχρονολογήσεις η γένεσή τους καθορίστηκε στο Άνω Λιθανθρακοφόρο.



γ. Περιμοτριάδικές μετακλαστικές ακολουθίες

Οι μετακλαστικές ακολουθίες αποτελούνται από κλαστικά ιζήματα που αποτέθηκαν κατά τη διάρκεια του Περμίου και Κάτω Τριαδικού και στη συνέχεια μεταμορφώθηκαν κατά τη διάρκεια του Ανώτερου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού σε συνθήκες χαμηλής πραιοσχοιστολιθικής φάσης.

δ. Ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού - Ιουρασικού

Η ιζηματογένεση στην Πελαγονική ζώνη κατά τη διάρκεια του Τριαδικού - Ιουρασικού χαρακτηρίζεται ως νηριτική ανθρακική και αποτελεί το λεγόμενο «Μεσοζωικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής».

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα νεώτερων ερευνών (Μουντράκης 1983, 1984) το ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής στην ουσία αποτελείται από δύο τμήματα, το ανατολικό και το δυτικό, τα οποία και αποτέθηκαν στα αντίστοιχα περιθώρια της ζώνης.

ε. Οφειόλιθοι και συνοδά ιζήματα

Οι οφιολιθικές μάζες και τα συνοδά ιζήματα βαθιάς θάλασσας που εμφανίζονται στο χώρο της Πελαγονικής είναι αλλόχθονοι σχηματισμοί που προέρχονται από τους ωκεάνιους χώρους της Παλαιο - Τηθύος και της Νέο - Τηθύος από όπου και επωθήθηκαν πάνω στο Μεσοζωικό ανθρακικό κάλυμμα.

Κατά την επώθηση των οφιολίθων πάνω στο ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής σχηματίστηκε ένας τεκτονικός σχηματισμός που χαρακτηρίζεται ως τεκτονικό οφιολιθικό μίγμα ή τεκτονικό οφειολιθικό melange. Ο σχηματισμός αυτός προήλθε από τη συσσωμάτωση μικρών και μεγάλων τεμαχίων του ασβεστόλιθου, τμημάτων του πέλματος των λεπιών του οφιολίθου και μέρους των ιζημάτων βαθιάς θάλασσας και προκλήθηκε υπό την επίδραση των τεκτονικών δυνάμεων.

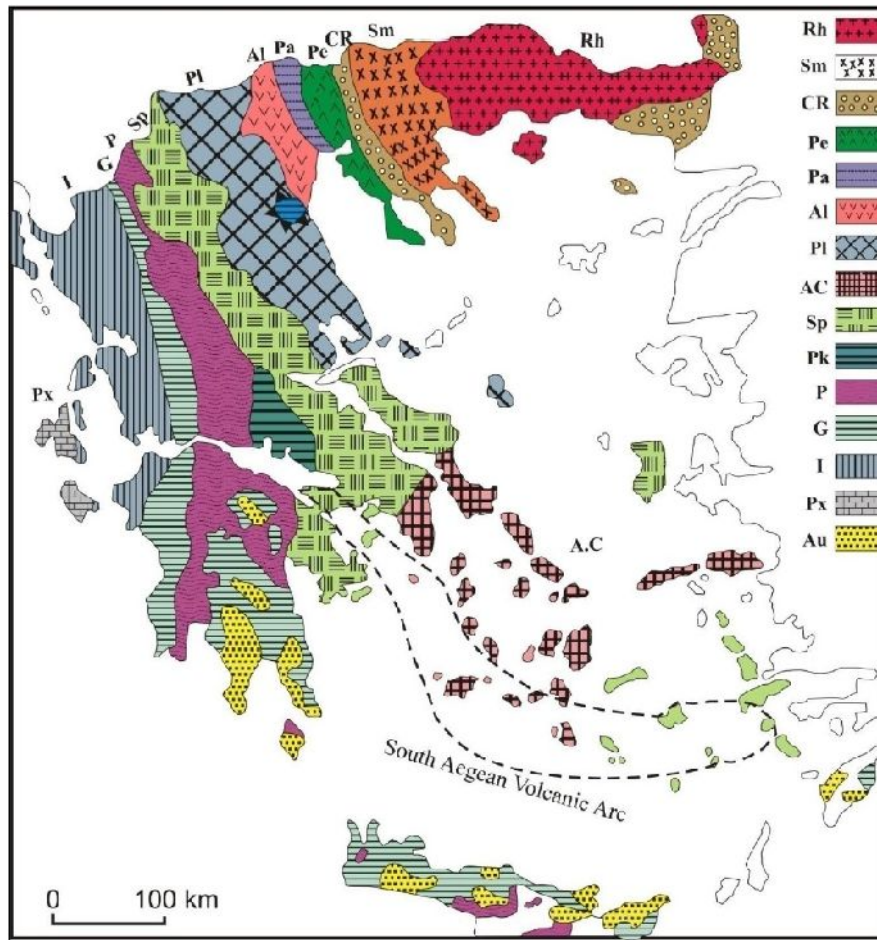
στ. Επικλυσιγενή ιζήματα Μέσου - Άνω Κρητιδικού

Τα θαλάσσια ιζήματα της Μέσο - Άνω Κρητιδικής επίκλησης τοποθετούνται ασύμφωνα πάνω στα ήδη πτυχωμένα Τριαδικοϊουρασικά πετρώματα του ανθρακικού καλύμματος και πάνω στους οφειόλιθους και τα συνοδά πελαγικά ιζήματα, όπου αυτά υπάρχουν. Η επίκληση με την αντίστοιχη απόθεση ιζημάτων άρχισε το Κενομάνιο - Τουρώνιο του Μέσου - Άνω Κρητιδικού ή κατά περίπτωση το Σαντώνιο - Μαιστρίχτιο του Άνω Κρητιδικού.

ζ. Νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα

Τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα αποθέτονται σε λεκάνες τεκτονικές και μη που σχηματίστηκαν μετά το τέλος των πτυχώσεων. Η λεκάνη Φλώρινας - Πτολεμαΐδας είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα τεκτονικής λεκάνης η οποία είναι πληρωμένη με ιζήματα χερσαίας, ποταμοχειμάριας και λιμναίας προέλευσης τα οποία περιλαμβάνουν και τους λιγνίτες.





. 3: μ μ :

Rh: , Sm: μ μ μ , CR: , [Pe: , Pa: , Al: μ μ] = , Pl: , Ac: - , Sp: , Pk: - , P: , G: - , I: , Px: , Au: « - » . (Mountrakis et al. 1983).

3.2 Νεοτεκτονική εξέλιξη στην περιοχή

Η νεοτεκτονική εξέλιξη της περιοχής χαρακτηρίζεται από εκτεταμένο εφελκυστικό περιβάλλον συνεχές από το Μέσο - Ανώτερο Μειόκαινο μέχρι σήμερα γεγονός που διαπιστώνεται και από τα συνιζηματογενή ρήγματα που παρατηρούνται στα Πλειο-πλειστοκαινικά ιζήματα.

Η αρχική μεγάλη λεκάνη Φλώρινας-Πτολεμαΐδας, που αναπτύχθηκε κατά τη διεύθυνση του κύριου ορογραφικού άξονα των Ελληνίδων, δηλαδή ΒΔ-ΝΑ, και οι σχεδόν κάθετες σ' αυτή υπολεκάνες έχουν τεκτονική προέλευση. Δύο κύριες διευθύνσεις ρηγμάτων παρατηρούνται στην περιοχή. Τα ρήγματα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑκη συνδέονται με την αρχική εξέλιξη της λεκάνης. Τα ρήγματα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης συνδέονται με νεότερα εφελκυστικά πεδία τάσεων.

Επισημαίνεται ο σημαντικός ρόλος των ρηγμάτων ΒΑ-ΝΔ ως ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνσης στη σύγχρονη τεκτονική της ευρύτερης περιοχής. Τα ρήγματα αυτά δρουν σαν κύρια ρήγματα και σε συνδυασμό με τα αντιθετικά τους σχηματίζουν κλιμακωτά βυθίσματα κατά μήκος μιας αξονικής διεύθυνσης από τα βόρεια προς τα νότια. Τέλος, μόνο βάσει γεωλογικών κριτηρίων, ορισμένα από τα παραπάνω ρήγματα μπορούν να χαρακτηριστούν ενεργά. Η περιοχή στο σύνολό της



παρουσιάζει έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα και ήπια σεισμική δράση με αποτέλεσμα να χαρακτηρίζεται από γεωλογικής πλευράς ενεργή.

3.3 Γεωλογικές συνθήκες της περιοχής μελέτης

Οι σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή έρευνας σύμφωνα με το απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη φύλλο Πτολεμαΐδα, του Ι.Γ.Μ.Ε., κλίμακας 1:50.000 (εικ.4 και 5), περιγράφονται στη συνέχεια από τους αρχαιότερους προς τους νεότερους.

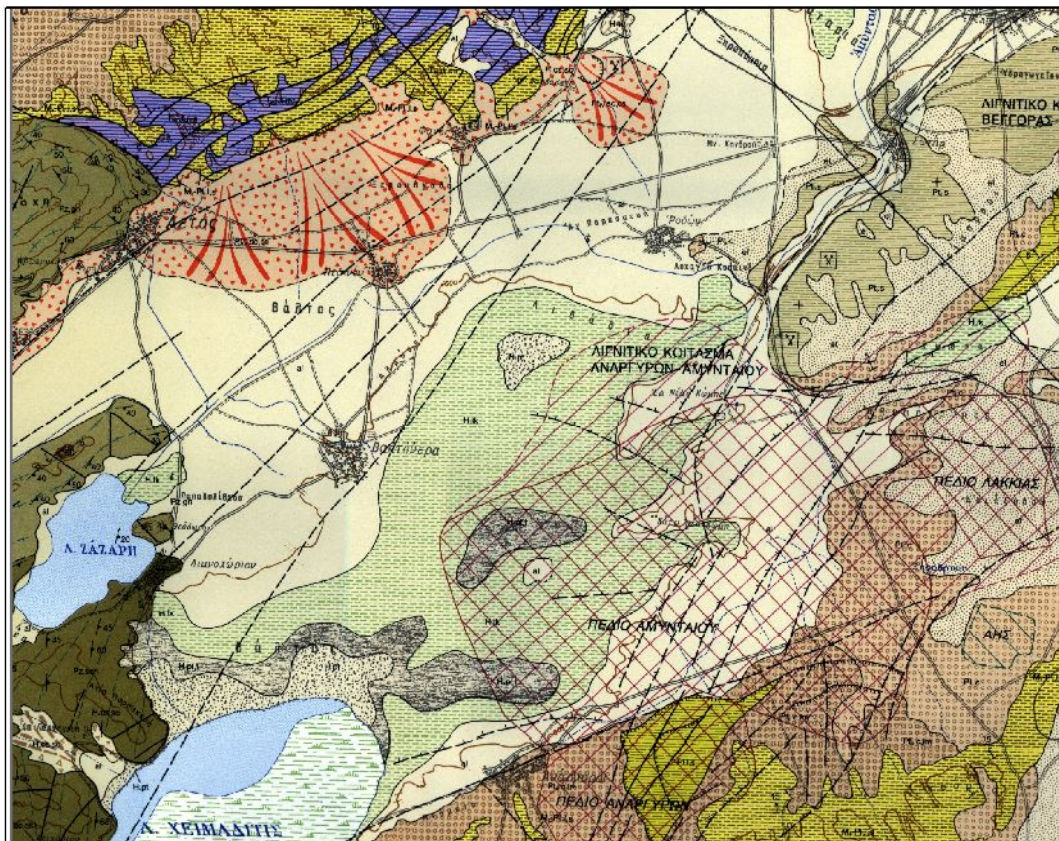
Σχηματισμοί του Κρυσταλλικού υποβάθρου

Κρυσταλλικοί σχιστόλιθοι (Pz.sch), ηλικίας Παλαιοζωικού ή παλαιότερης. Πρόκειται για πολυπτυχωμένη σχιστολιθική σειρά με εναλλαγές αμφιβολιτικών, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων και λεπτινιτών. Παρατηρούνται επίσης παρατηρούνται διμαρμαρυγιακοί γρανατούχοι σχιστόλιθοι και βιοτιτικοί σχιστόλιθοι, συχνές είναι και χαλαζιακές ενστρώσεις, καθώς και οι οριζόντες λεπτομερών γνευσίων. Οριζόντες αμφιβολιτικών σχιστόλιθων που αντέχουν στη διάβρωση, διαμορφώνουν προεξέχουσες τοπογραφικές μορφές.

Γνεύσιοι (Pz.gn), ηλικίας Παλαιοζωικού ή παλαιότερης,. Εμφανίζονται σε εναλλαγές με βιοτιτικούς και αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους. Συχνή επίσης είναι και η παρουσία οφθαλμογνευσίων. Στην περιοχή του Αετού επι της σειράς των γνευσίων βρίσκονται επιπευμένοι κρυσταλλικοί αβεστόλιθοι του Πελαγονικού καλύμματος.

Σχηματισμοί του Πελαγονικού Καλύμματος

Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και μάρμαρα (Tm-Ji.mr), ηλικίας Μέσου Τριαδικού – Κατώτερου Ιουρασικού. Λευκά έως υπόλευκα, συμπαγή χωρίς εμφανή στρώση με παρεμβολές δολομιτών και δολομιτικών μαρμάρων.



Εικ. 4: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης, κλίμακα 1:50.000



Σχηματισμοί του Νεογενούς

Λιγνιτοφόρος Σχηματισμός Κομνηνών (Ms Pl.I,s), ηλικίας Ανώτερου Μειόκαινου - Κατώτερου Πλειόκαινου. Λιμνοποτάμιες, ελώδεις και ποτάμιες αποθέσεις. Τα ανώτερα μέλη της σειράς του σχηματισμού συγκροτούνται από εναλλαγές αργίλων και άμμων με φακοειδής ενστρώσεις ψαμμιτών και ιλυολίθων. Βαθύτερα εμφανίζονται στρώματα ιλύος και φακοειδής παρεμβολές αργίλων, άμμων και μαργών. Τα μεσαία μέλη αποτελούνται από εναλλαγές λιγνιτών, άμμων, αργίλων, ιλύος και σπανιότερα μαργών. Το μέγιστο πάχος της λιγνιτοφόρου σειράς ανέρχεται σε 135 μέτρα και μειώνεται προοδευτικά προς τα δυτικά. Στη λιγνιτοφόρα αυτή σειρά ανήκουν τα λιγνιτικά κοιτάσματα Κομνηνών - Ανατολικού, Πετρών, Βεγόρας και Βεύης.

Σχηματισμοί του Τεταρτογενούς

Σχηματισμός Προαστείου (Pti.c), ηλικίας Κατώτερου - Μέσου Πλειστοκαινού. Πρόκειται για ποταμοχειμάρριες αποθέσεις, αποτελούμενες από πολύμεικτα κροκαλοπαγή με κροκάλες ποικίλου μεγέθους με φακούς αμμούχων αργίλων και ψηφιδομαγών άμμων. Στους βαθύτερους ορίζοντες εμφανίζονται στρώματα ερυθρών πηλών και χαλικομιγών αργιλούχων άμμων ερυθροκίτρινου χρώματος.

Σχηματισμός Περδίκκα (Pti.s), ηλικίας Κατώτερου - Μέσου Πλειστοκαινού, ο οποίος αποτελείται από ενστρώσεις άμμων ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης, σε εναλλαγή με αμμούχες αργίλους και φακοειδείς ενστρώσεις χαλαρών υλικών συνήθως ψηφιδομαγών και πολύμεικτων μικροκροκαλοπαγών.

Χαλαρά κροκαλοπαγή και ερυθροί πηλοί (Pt,c.Im), ηλικίας Μέσου Πλειστοκαινού. Πρόκειται για ποταμο - χειμάρριες αποθέσεις από εναλλαγές ερυθροκαστανών αμμούχων αργίλων, χαλαρών κροκαλοπαγών, ερυθρών πηλών και σπανιότερα αργιλούχων άμμων κιτρινέρυθρου χρώματος.

Παλαιά πλευρικά κορήματα, κώνοι κορημάτων και αλλουβιακά ριπίδια (Ptiv.sc.cs), ηλικίας Ανωτέρου Πλειστοκαινού, οι οποίοι αποτελούνται από γωνιώδη θραύσματα ποικίλου μεγέθους και σύστασης, αντιπροσωπευτικής της λιθολογικής δομής των ανάντι ορεινών όγκων και λοφοσειρών.

Σύγχρονοι κώνοι κορημάτων και σύγχρονα πλευρικά κορήματα (H.cs.sc), Ολοκαινικής ηλικίας.

Πρόσφατες λιμναίες αποθέσεις (H.lk), οι οποίες αποτελούνται από λεπτόκοκκες άμμους, αμμούχες - ασβεστούχες αργίλους, ασβεστολιθική και οργανική ιλύς, αλλουβιακές αποθέσεις (al), οι οποίες αποτελούνται από άμμους, αμμούχες αργίλους, χαλίκια και σύγχρονος τυρφώνας (pt), Ολοκαινικής ηλικίας.

4

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή έχουν καθοριστικό ρόλο στην διαμόρφωση των τεχνικογεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών της. Ιδιαίτερη σημασία έχει η υδρολιθολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών που συμμετέχουν στην γεωλογική δομή της περιοχής.

Στοιχεία Υδροσυστήματος

Το υδροφόρο σύστημα Αμυνταίου αναπτύσσεται βόρεια της λεκάνης Πτολεμαΐδας όπου αποτελεί μέρος της μεγάλης τεκτονικής τάφρου Κοζάνης, Πτολεμαΐδας και Φλώρινας.

Καταλαμβάνει το πεδινό τμήμα του Νομού Φλώρινας στην περιοχή Αμυνταίου. Η πεδιάδα του Αμυνταίου, όπου και βρίσκεται το ομώνυμο υδροφόρο σύστημα, τοποθετείται ανάμεσα από τις οροσειρές του Βερμίου και Ασκίου ανατολικά και δυτικά αντίστοιχα, νότια συνεχίζεται στην πεδιάδα Πτολεμαΐδας και βόρεια διακόπτεται από την χαμηλή οροσειρά του Κλειδίου. Οριοθετείται από τους οικισμούς Αγίων Αναργύρων, Σκλήθρου, Αετού, Φανού, Πετρών, Αμυνταίου και Σωτήρος. Η περιοχή έχει πλούσια επιφανειακά νερά καθώς απαριθμεί 4 λίμνες, τη Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη, Πετρών και Βεγορίτιδα. Η έκτασή του ανέρχεται στα 98 km². Εδώ αναπτύσσεται και το ορυχείο εξόρυξης λιγνίτη της ΔΕΗ Αμυνταίου.

Η ανάπτυξη του υδροφόρου συστήματος Αμυνταίου γίνεται στις Τεταρτογενείς αποθέσεις των ποταμοχειμάρων αποθέσεων και προσχώσεων που συνίστανται από αργίλους, αμμοχάλικες με μικρό ή μεγάλο ποσοστό συμμετοχής λεπτόκοκκων αργιλικών υλικών, κώνους κορημάτων, πλευρικών κορημάτων.

Στο υδροφόρο σύστημα του Αμυνταίου περιλαμβάνονται επίσης και οι σύγχρονες προσχώσεις με ασύνδετα υλικά (άμμοι, άργιλοι, χαλίκια) στις κοίτες των ποταμών, των χειμάρων και σε χαμηλότερες μορφολογικά επιφάνειες, παλαιά και σύγχρονα πλευρικά κορήματα, κώνους κορημάτων, ποταμοχειμαρρώδεις αποθέσεις στις παρυφές Νεογενών λεκανών, χερσαίες αποθέσεις από ερυθρογαίες και ασβεστολιθικά κορήματα, κροκαλοπαγή, ψαμίτες, άμμους και κοκκινοχώματα.

Οι χειμαρρώδεις – ποτάμιες αποθέσεις με ποικίλο βαθμό συνεκτικότητας και όλα τα παραπάνω σύγχρονα ιζήματα, υπέρκεινται, άλλοτε στους μολασσικούς σχηματισμούς και άλλοτε και κυρίως των Νεογενών σχηματισμών. Το πάχος τους κυμαίνεται στα 100 m περίπου.

Εντός των παραπάνω Τεταρτογενών αποθέσεων διαμορφώνεται ο υδροφόρος του Αμυνταίου, ο οποίος χρησιμοποιείται για άρδευση και ύδρευση. Τα ιζήματα αυτά παρουσιάζουν ικανοποιητικό πορώδες στη μάζα τους και αποθηκεύουν σημαντικά αποθέματα υπόγειου νερού. Πέραν των απολήψεων άρδευσης και ύδρευσης, ο υδροφόρος υφίσταται μεγάλες απολήψεις (υπεραντλήσεις) και από τη λειτουργία υδρογεωτρήσεων προστασίας των ορυχείων της ΔΕΗ, που βρίσκονται περιμετρικά του λιγνιτορυχείου Αμυνταίου, όπου, επιτυγχάνεται η τεχνητή ταπείνωση της στάθμης του υδροφόρου και έτσι αποφεύγεται η αποστράγγισή του στο χώρο του ορυχείου, εξυπηρετώντας την απρόσκοπτη λειτουργία των εργασιών εξόρυξης του λιγνίτη.

Στα Τεταρτογενή αυτά ιζήματα αναπτύσσεται ο υδροφόρος, πάχους περίπου 130 μέτρων, με καθαρά υδροφόρα στρώματα πάχους 45 μέτρων περίπου που βρίσκονται είτε υπό πίεση είτε μερικώς υπό πίεση αλλά και ελεύθερα.

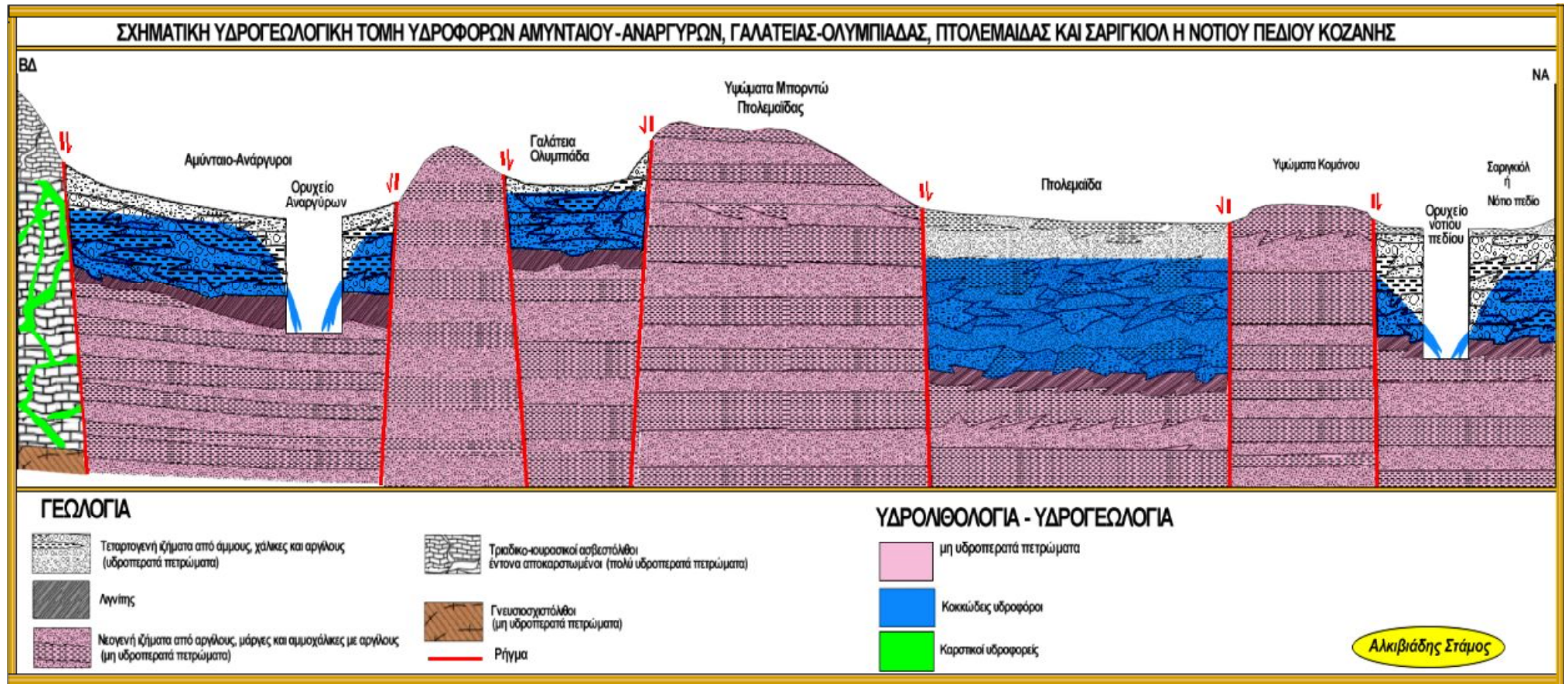
Η στάθμη του υδροφόρου κυμαίνεται σε ευρέα όρια και εξαρτάται από την απόσταση από τα ορυχεία, όπου πλησίον τους η πτώση μπορεί να ξεπεράσει και τα 50 μέτρα.

Στον υδροφόρο ανορύχθηκαν από το υδρογεωλογικό τμήμα του ΙΓΜΕ της ΠΜΔΜ στα πλαίσια του Γ'ΚΠΣ δύο ερευνητικές υδρογεωτρήσεις με κωδικούς YAM 46 και YAM 47 με τις συντεταγμένες που αναγράφονται στις τομές που παρατίθενται στη συνέχεια (εικ. 6, 7 & 8).

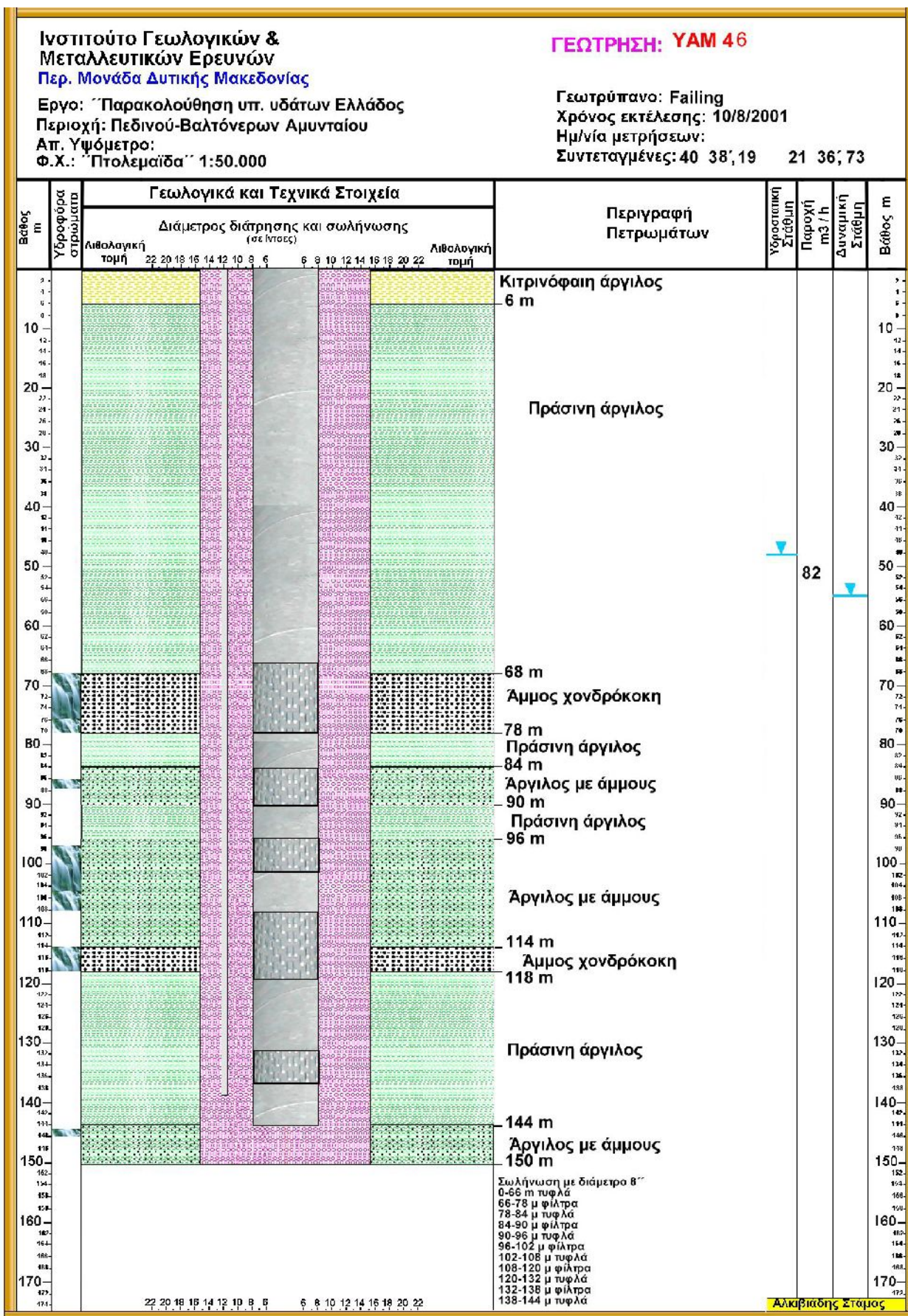
Στην υδρογεώτρηση YAM 46 στην περιοχή Βαλτόνερων -Πεδινού, συναντήθηκαν υδροφόρα στρώματα υπό πίεση, καθώς και αέριο μεθάνιο επίσης υπό πίεση με ικανή παροχή αερίου το οποίο εξαντλήθηκε μετά από 12 και πλέον έτη. Είναι προφανές ότι σε μια ζώνη άγνωστης ακτίνας από τη γεώτρηση, το υδροφόρο στρώμα υπέστη αποσυμπίεση και συνεπώς απολέπτυνση. Οι μετρήσεις στάθμης στη γεώτρηση αυτή δεν είναι αξιόπιστες εξ αιτίας των υπό πίεση υδροφόρων στρωμάτων που περιείχαν υπό πίεση αέριο.

Στην έτερη υδρογεώτρηση YAM 47 συναντήθηκαν περισσότερα υδροφόρα στρώματα αλλά ελεύθερα, χωρίς υπό πίεση.

Οι μετρήσεις στάθμης των δύο αυτών υδρογεωτρήσεων του υδροφόρου που πραγματοποιήσαμε από το 2013 μέχρι το 2018, δεν παρουσιάζουν περαιτέρω πτώση της στάθμης των ούτε της τάξης του ενός μέτρου και να σημειώσουμε ότι τοποθετούνται σχετικά πλησίον του ορυχείου.



.6: μ μ μ
 Οι τομές των δύο υδρογεωτρήσεων παρατίθενται παρακάτω (εικ. 7 και 8).

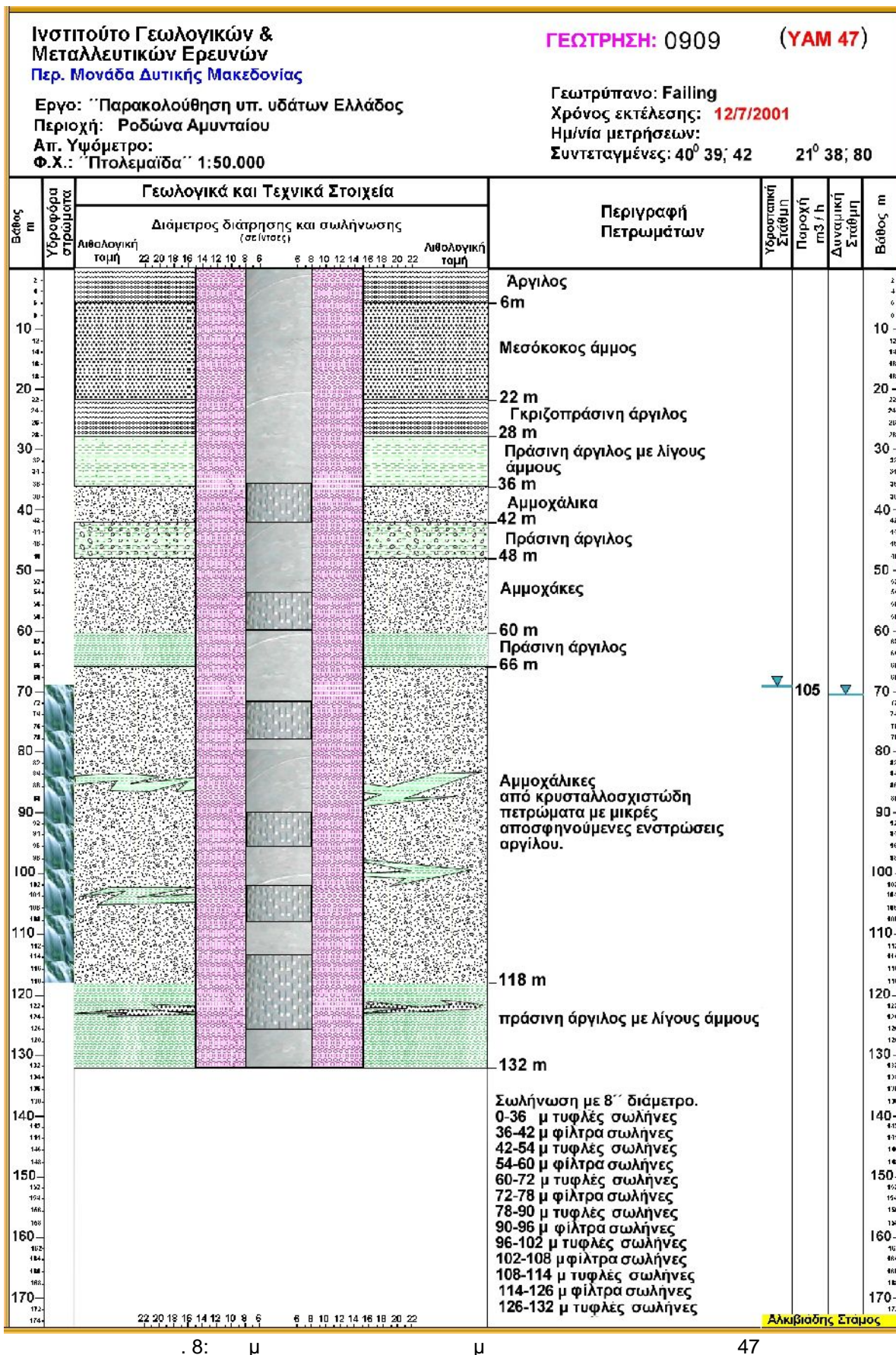


.7: μ

μ

46





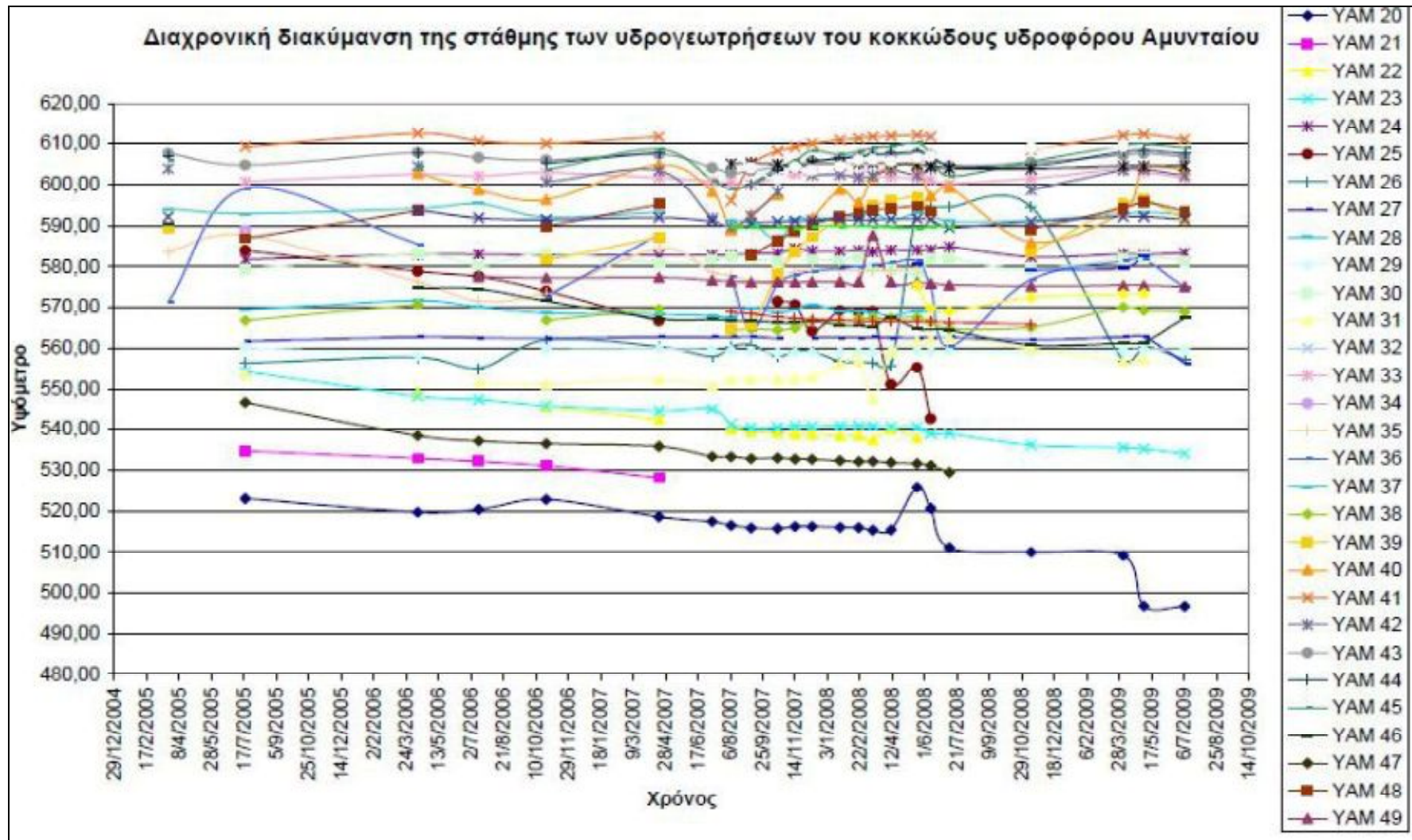
Γενικά στον υδροφόρο παρατηρούμε μια φθίνουσα πορεία της στάθμης του από την αρχή της διάνοιξης του ορυχείου όπου και οι αρδευτικές



υδρογεωτρήσεις λειτουργούν προσθετικά στην πτώση του. Η πτώση της στάθμη του υδροφόρου είναι επόμενο να αυξάνει όσο πλησιάζουμε στο ορυχείο όπου φθάνει και τα 50 μέτρα ή και την εξάντλησή της. Ο υδροφόρος τροφοδοτείται από την απευθείας κατέκλυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στην επιφάνεια του υδροφόρου, από τη διήθηση των επιφανειακών νερών του καναλιού το διερχόμενου από το κέντρο του υδροφόρου (λίμνη Χειμαδίτιδα-λίμνη Πετρών) και από την πλευρική τροφοδοσία του καρστικού υδροφορέα προς τον υδροφόρο, όπως φαίνεται στην υδρογεωλογική τομή που παρατίθεται παραπάνω.

Στο παρακάτω υδρόγραμμα των υδρογεωτρήσεων του υδροφόρου για την περίοδο 2004-2010 (εικ. 9), παρατηρούμε μια μικρή τάση φθίνουσας πορείας του υδροφόρου.

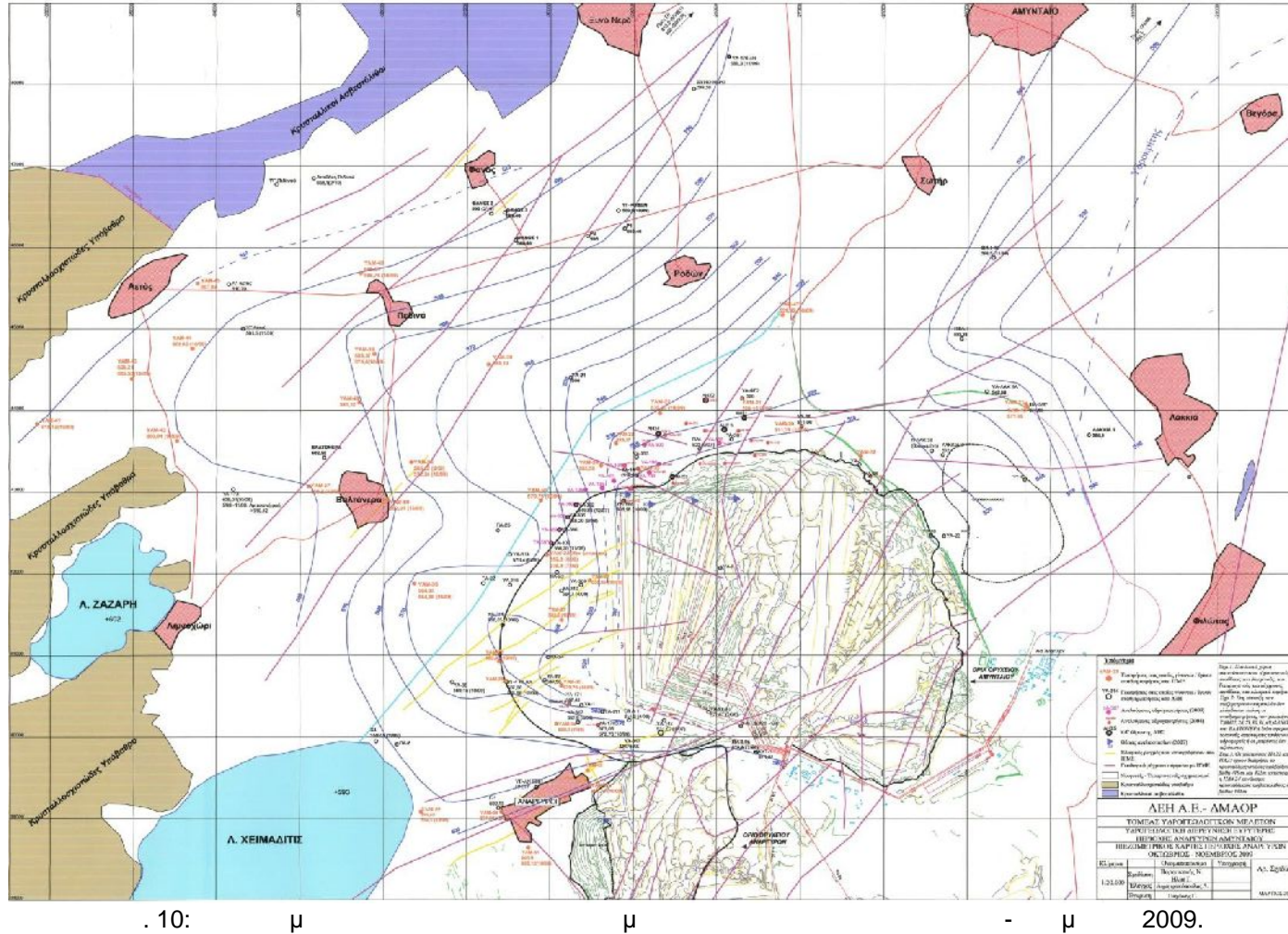




. 9: μ μ



Ενδεικτική εικόνα της διαμόρφωσης του υδροφόρου ορίζοντα φαίνεται και στο διάγραμμα της εικ.10 (στοιχεία από ΔΕΗ). Διακρίνονται οι ισοπιεζομετρικές καμπύλες που έχουν προσανατολιστεί σχεδόν παράλληλα με τα περιθώρια της εκσκαφής καθώς και οι γραμμές ροής.



5

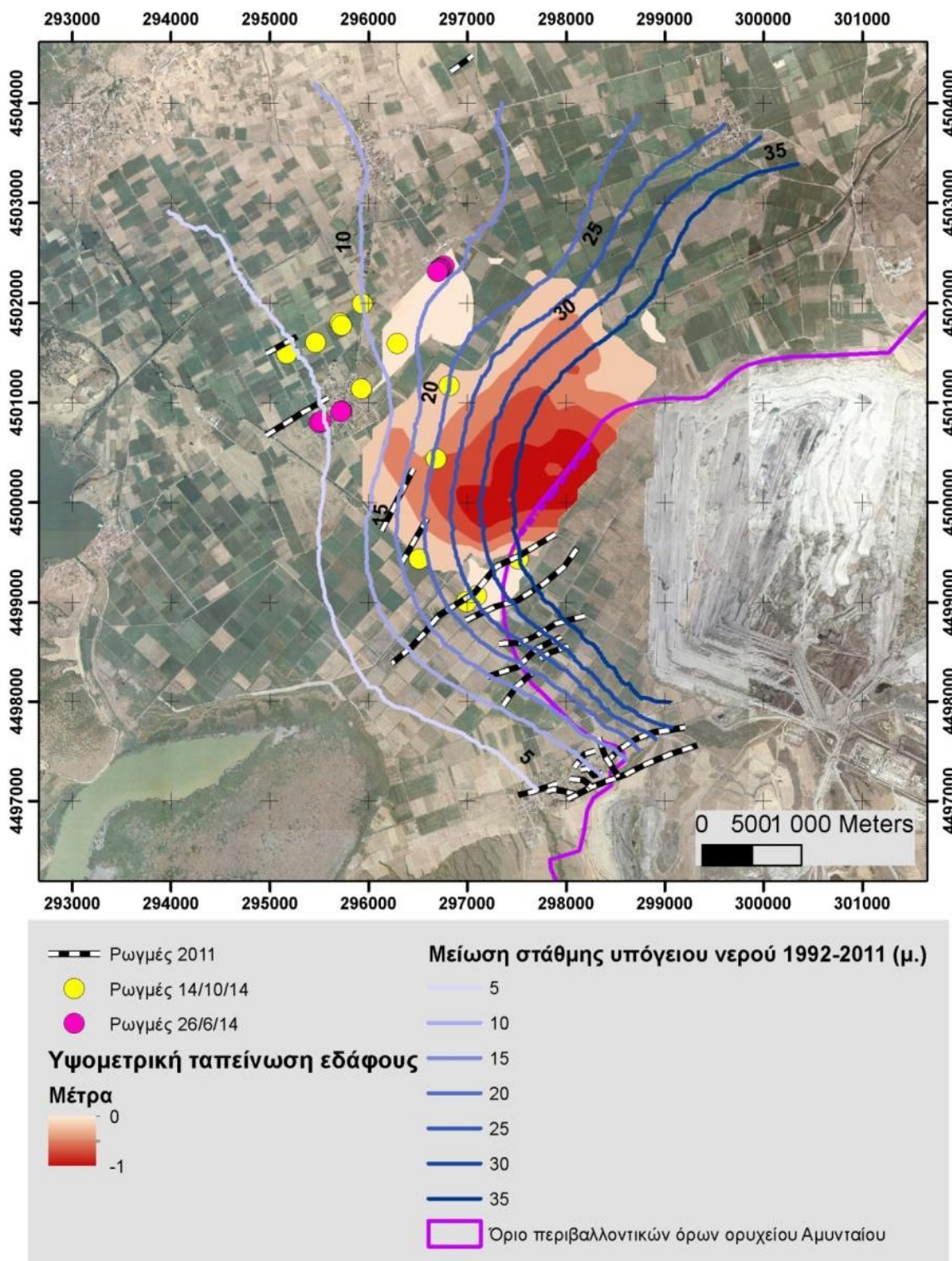
5.1 Ιστορικό

Εδαφικές αστοχίες εμφανίζονται σε διάφορα σημεία της λεκάνης και η εμφάνισή τους άρχισε να γίνεται αντιληπτή αρκετά χρόνια πριν. Το ΙΓΜΕ κατά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου "Γεωτεχνικές εργασίες στο ΔΔ Αναργύρων του Δήμου Αετού, του Νομού Φλώρινας" (Μάιος 2010), είχε εντοπίσει τα φαινόμενα, χωρίς όμως περαιτέρω έρευνα δεδομένου ότι δεν ενέπιπταν στο αντικείμενο της σύμβασης του με τη ΔΕΗ. Όπως αναφέρθηκε, το Α.Π.Θ. ανέλαβε και υλοποίησε το έργο « ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΡΩΓΜΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ Τ.Κ. ΒΑΛΤΟΝΕΡΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ ΤΗΣ Π.Ε. ΦΛΩΡΙΝΑΣ»(Μάρτιος 2015) στο οποίο περιλαμβάνονται οι επιμέρους έρευνες:

- Σύγκριση Μοντέλων Εδάφους
- Υδρογεωλογική Έρευνα
- Γεωφυσική Έρευνα
- Σεισμολογική Έρευνα
- Γεωτεχνική Έρευνα Ευστάθειας Πρανών.

Η έρευνα αποδίδει τις ρωγμώσεις και τις εδαφικές υποχωρήσεις στην περιοχή των Βαλτόνερων εμφανίζονται εντός των ορίων του κώνου πτώσης στάθμης που οφείλεται στις αντλήσεις στην ευρύτερη περιοχή.

Στο σχήμα της εικόνας 11 (όπως προκύπτει από την παραπάνω έρευνα), δίδεται ένας συνδυαστικός χάρτης όπου παρουσιάζεται η πτώση στάθμης, η σχετική υψομετρική ταπείνωση του εδάφους (τοπογραφικές μετρήσεις), καθώς και οι χαρτογραφημένες ρωγμές που δείχνουν τη συσχέτιση της πτώσης στάθμης με την κατακόρυφη μετατόπιση.



. 11: (μ) μ , μ μ



5.2 Περιγραφή των κατολισθητικών φαινομένων Το σύνολο των εδαφικών διαρρήξεων που περιγράφονται στη συνέχεια αποτυπώνονται στη δορυφορική εικόνα 12. Οι θέσεις των εδαφικών διαρρήξεων μας υποδείχθηκαν από το Δήμο Αμυνταίου και τον πρόεδρο των πληγέντων της Τ.Κ. Βαλτονέρων.



. 12:

μ μ

Τ.Κ. Βαλτονέρων.

Το χωριό Βαλτόνερα είναι δομημένο πάνω σε σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις που καλύπτουν τους τεταρτογενείς σχηματισμούς.

Οι τελευταίοι αποτελούνται από εναλλαγές άμμων αμμούχων αργίλων και χαλικών σύμφωνα με τις γεωφυσικές διασκοπήσεις της έρευνας του ΑΠΘ και παρουσιάζουν ταχεία μεταβολή της εξάπλωσης ως προς την οριζόντια και κατακόρυφο.

Βρίσκεται σε απόσταση 1800 μέτρα από τη στέψη του ορυχείου λιγνίτη του Αμυνταίου σήμερα και 1500 μέτρα από το όριο απαλλοτρίωσης.

Από την επιτόπια εξέταση παρατηρήθηκαν εδαφικές ρωγμές οι οποίες καταγράφηκαν και αποτυπώθηκαν σε δορυφορική εικόνα του Κτηματολογίου (εικ. 13). Η κύρια διάρρηξη (1) διασχίζει το χωριό σε όλη την έκτασή του απ' άκρη σε άκρη, με διεύθυνση ΔΝΔ – ΑΒΑΚή . Είναι ορατή σε μήκος 1100 μέτρων περίπου. σε κάποιες θέσεις εκτός από την κύρια διάρρηξη υπάρχουν εκατέρωθεν αυτής μικρότερες διαρρήξεις. Η διαταραγμένη ζώνη έχει εύρος 15 -20 μέτρα. Στην κύρια διάρρηξη παρατηρείται κατακόρυφο άλμα 20 – 40 εκατοστά με βύθιση του κατερχόμενου τεμάχους προς τα ΑΝΑκά. Από τη δράση του ρήγματος αυτού έχουν προκληθεί ζημιές σε κτίσματα (οικίες, αποθήκες, περιφράξεις) και υποδομές. (φωτ.). Οι ρωγματώσεις στις οικίες είναι κυρίως διατμητικές εκ

Οι ζημιές είναι αθροιστικές από την εξέλιξη των εδαφικών διαρρήξεων, σε μεγάλη ή μικρή έκταση, σε διαφορετικές χρονικές περιόδους (φωτ. 1-5).

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, το 2008 είχαν πραγματοποιηθεί επτά (7) εκθέσεις επικινδύνων οικοδομών στην Τ. Κ. και είχε αποφασισθεί η κατεδάφιση έξι (6) κτισμάτων (αποθήκες και κατοικίες) και η τμηματική κατεδάφιση ενός (1) κτίσματος.

Οι αυτοψίες θα πρέπει να επαναληφθούν όσον αφορά τη στατικότητα κατοικιών που εδράζονται στη ζώνη των διαρρήξεων και δεν είχαν παρουσιάσει προβλήματα. Αξιοσημείωτο είναι ότι κατά την αυτοψία διαπιστώθηκε η ανέγερση κτίσματος εντός της πληγείσας περιοχής στην Τ. Κ. Βαλτόνερα.

Εδαφικές διαρρήξεις παρατηρήθηκαν και εκτός του οικισμού, νότια στο χώρο μεταξύ του χωριού και του ορυχείου (θέση2) καθώς και βόρεια αυτού (θέση3). Η διάρρηξη 3 πιθανόν να συνδέεται με αυτή που εκδηλώθηκε και είναι ορατή στο δρόμο μεταξύ Βαλτονέρων και Πεδινού (διάρρηξη1) (εικ.14).



. 13:

μ μ

..

Τ.Κ. Πεδινού

Η Τ.Κ. πεδινού είναι θεμελιωμένη πάνω σε αλλουβιακές αποθέσεις. Εντός του οικισμού δεν εντοπίστηκαν εδαφικές ρωγμές που να προκαλούν ζημιές σε κτίσματα και υποδομές. Εδαφικές θραύσεις στο εσωτερικό οδικό δίκτυο δεν αξιολογούνται ότι συνδέονται με τα γενικότερα προβλήματα εδαφικών διαρρήξεων που εμφανίστηκαν στην Τ.Κ. Βαλτόνερων και Φανού. Εδαφικές διαρρήξεις εντοπίζεται στην έξοδο του χωριού στο δρόμο που συνδέει την Τ.Κ. Πεδινού με τα Βαλτόνερα (διάρρηξη 1), χωρίς κατακόρυφη μετακίνηση, καθώς και σε αγροτικό δρόμο νοτιοανατολικά του οικισμού (διάρρηξη 2) (εικ.14).



. 14.:

μ μ

1 2



Τ.Κ. Ροδώνα

Η Τ. Κ. Ροδώνα, είναι δομημένη πάνω σε παλαιά ριπίδια και αλλουβιακές αποθέσεις που καλύπτουν τους πλειοτεταρτογενείς σχηματισμούς.

Εδαφικές ρωγμές εντοπίζονται στον αγροτικό δρόμο ανατολικά του οικισμού (εικ.15) σε δύο σημεία με απόσταση 15 m περίπου μεταξύ τους. Η συνέχεια τους στις καλλιεργημένες εκτάσεις δεν είναι ορατή.



. 15.: μ μ . .

Οι ζημιές που παρατηρούνται στην εκκλησία του χωριού (Άγιος Νικόλαος) φαίνεται ότι οφείλονται σε φαινόμενα διαφορικής καθίζησης λόγω διαφοροποιήσεων της θεμελίωσης του ναού (φωτ.6). Είναι πετρόχτιστη, κατασκευής του 1950, με θεμελίωση που είναι από λιθοδομή. Θεωρείται σκόπιμη η διενέργεια έρευνας αναφορικά με τη στατικότητα του Ι. Ναού.

Δεν είναι ορατές εδαφικές διαρρήξεις σε σημεία περιμετρικά της εκκλησίας που να δείχνουν κάποια διασύνδεση των ζημιών στον Ι. Ναό με αυτές.

Τ.Κ. Φανού

Η Τ.Κ. Φανού είναι δομημένη στο βορειοδυτικό περιθώριο της λεκάνης Αετού – Πετρών και στο ήπιο πρηνές που διαμορφώνεται από τα παλιά συνεκτικά κορήματα.

Εντοπίστηκαν δύο εδαφικές διαρρήξεις. Η μία εντός του οικισμού (1 της εικόνας 16) που διασχίζει τον οικοδομικό ιστό, είναι ορατή σε μήκος 750 m και παρατηρείται μεταβλητό κατακόρυφο άλμα από 5 - 15 cm. Έχει επηρεάσει κατοικίες και αποθήκες προκαλώντας σοβαρά προβλήματα ευστάθειας.

Παρατηρήθηκε ότι κατοικίες που είναι θεμελιωμένες πάνω στο ίχνος της εδαφικής διάρρηξης και που έχουν κατασκευαστεί με συνδετήρια δοκάρια και

οπλισμένο σκυρόδεμα έχουν λιγότερες ζημιές μα άλλες κατασκευασμένες από λιθοδομή ή πλημμελούς κατασκευής.

Η δεύτερη διάρρηξη υπάρχει στην είσοδο του χωριού η οποία είναι ορατή σε μήκος 600 m και γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτή επί της επαρχιακής οδού με κατακόρυφο άλμα 15 cm.

Η εμφάνιση των φαινομένων στο Φανό άρχισε να γίνεται αντιληπτή το 1993 σε ήπια μορφή.

Από τη διάρρηξη εντός του οικισμού έχουν σημειωθεί ζημιές σε κτίσματα και υποδομές (φωτ. 7 & 8).

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, το 2008 είχαν πραγματοποιηθεί δώδεκα (12) εκθέσεις επικινδύνων οικοδομών, συνοδών κατασκευών και περιφράξεων στην Τ. Κ. και είχε αποφασισθεί η κατεδάφιση των έξι (6) και η επισκευή των υπολοίπων έξι (6), που πρόκειται κύρια για περιφράξεις.



. 16:

μ μ

6

Ως γενικό συμπέρασμα ερμηνείας των γενικότερων φαινομένων που παρατηρούνται στην περιοχή και κατά συνέπεια των εδαφικών διαρρήξεων που παρατηρούνται κύρια στις Τ.Κ. Βαλτόνερων και Φανού, καθώς και δευτερευόντως σε αυτές Πεδινού, Ροδώνα είναι ότι αυτές οφείλονται σε καθιζήσεις από τη συμπίεση των υποκείμενων εδαφικών υλικών λόγω υπεράντλησης του υδροφόρου ορίζοντα. Οι υπεραντλήσεις οφείλονται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (λιγνιτωρυχείο, αντλήσεις για καλλιέργειες).

Η μεγάλη πτώση στάθμης σε συνδυασμό με την παρουσία πλευρικών λιθολογικών μεταβολών με ταχεία μεταβολή κατά την οριζόντια και κατακόρυφο είναι ο κύριος λόγος για την εμφάνιση του φαινομένου των ρωγμών στην περιοχή. (ΑΠΘ Μάρτιος 2015).

Η θέση εκδήλωσης των εδαφικών διαρρήξεων ακολουθεί θέσεις υπαρχόντων ασυνεχειών (πιθανά ρήγματα) και συνδέονται, όπως ναφέρθηκε, με έντονες και σημαντικού μήκους πλευρικές λιθολογικές διαφοροποιήσεις με διακριτά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά. Σε κάποιες περιπτώσεις φαίνεται να συσχετίζονται με ρήγματα που εντοπίζονται στα βαθύτερα γεωλογικά στρώματα. Σε κάποιες άλλες όμως τα στοιχεία της έρευνας δεν υποδεικνύουν τεκτονική προέλευση.

Τα φαινόμενα των εδαφικών διαρρήξεων θα συνεχίσουν να εκδηλώνονται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό με ενδεχόμενο να σημειώνονται περιοδικές εξάρσεις, με ενεργοποίηση των υφιστάμενων διαρρήξεων, αλλά και την πιθανή εμφάνιση νέων, όσο θα συνεχίζουν να υφίστανται οι παράγοντες (οι αντλήσεις των υπόγειων νερών της λεκάνης) που προκαλούν τα φαινόμενα.

Είναι απαραίτητη η συστηματική διαχρονική παρακολούθηση της εξέλιξης του φαινομένου των ρωγμών καθώς αυτό αποτελεί τον αναμφισβήτητο δείκτη του βαθμού επικινδυνότητας του φαινομένου. Για το λόγο αυτό προτείνονται:

- Επιλογή αντιπροσωπευτικών γεωτρήσεων και διαρκής παρακολούθηση της διακύμανσης της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα.
- Εγκατάσταση δικτύου τοπογραφικών σημείων μαρτύρων (GPS) & χρήση σύγχρονων δορυφορικών τεχνικών απεικόνισης της μετατόπισης.
- Εγκατάσταση οργάνων για την καταγραφή νέων και παρακολούθηση των υφιστάμενων ρωγμών, στην καθορισθείσα ζώνη επίδρασης του φαινομένου με κατάλληλα όργανα π.χ. αποκλισιόμετρα.
- Για τη λήψη των αναγκαίων μέτρων προστασίας των υφιστάμενων κτισμάτων που έχουν επηρεαστεί από τις διαρρήξεις θα πρέπει να ενεργοποιηθούν οι σχετικές διαδικασίες μετεγκατάστασης σε όσες έχουν χαρακτηριστεί κατεδαφιστές, ενώ είναι αναγκαίος και ο έλεγχος από τις αρμόδιες υπηρεσίες της Περιφέρειας και των νέων κατασκευών που έχουν πληγεί και δεν είχαν εξετασθεί το 2008 στους οικισμούς Βαλτόνερα και Φανού.
- Για τον καθορισμό ζώνης προστασίας από μελλοντική εξέλιξη των φαινομένων στους οικισμούς Βαλτόνερα και Φανού προτείνεται η εκπόνηση μελέτης γεωλογικής καταλληλότητας, στις οποίες θα καθορίζονται οι κατάλληλες και ακατάλληλες ζώνες οικιστικής ανάπτυξης. Ειδικά για την Τ.Κ. Φανού η υφιστάμενη πληροφορία υπολείπεται αυτή της Τ. Κ. Βαλτονέρων και πρέπει να γίνουν επίσης οι αναγκαίες σχετικές έρευνες προ της μελέτης γεωλογικής καταλληλότητας (γεωφυσικές διασκοπήσεις, γεωτεχνικές γεωτρήσεις και εργαστηριακές δοκιμές)

Οι Γεωλόγοι
Πάσχος Παναγιώτης
Νικολάου Νικόλαος
Στάμος Αλκιβιάδης



- Αγγελίδης Γ. και Βαρκά Π., 2004, "Τα ενεργά ρήγματα της Δυτικής Μακεδονίας", Διπλωματική εργασία, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Γκουντούλας Κ., 2012, "Διερεύνηση των μηχανισμών λειτουργίας των λιμνών Χειμαδίτιδας και Ζάζαρης της λεκάνης Αμυνταίου του Ν. Φλώρινας από Υδρογεωλογική και περιβαλλοντική άποψη", Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Δ.Ε.Η., 2005, "Ειδική υδρογεωλογική μελέτη ορυχείων Αμυνταίου και Λακκιάς" Αθήνα.
- Δημόπουλος Γ., 1986, "Τεχνική Γεωλογία", Α.Π.Θ., ΓΙΑΧΟΥΔΗ - ΓΙΑΠΟΥΛΗ, Θεσσαλονίκη.
- Δημητρακόπουλος Δ., 2001, "Υδρογεωλογικές συνθήκες ορυχείου Αμυνταίου, προβλήματα κατά την εκμετάλλευση και αντιμετώπισή τους", Διδακτορική διατριβή, Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- Δημητρακόπουλος Δ., Τερζοπούλου Ε, Σύρρος Σ., (2009) Πορεία αποστράγγισης ορυχείου Αμυνταίου 2007, ΔΕΗ Α.Ε., Διεύθυνση Μελετών και Ανάπτυξης Ορυχείων,
- Τομέας Υδρογεωλογικών Μελετών, Αθήνα.
- Κούκουζας Κ. Γεωλογικός χάρτης Φ. Πτολεμαΐδα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, 1997
- Παυλίδης Σ., 1985, "Νεοτεκτονική εξέλιξη της λεκάνης Φλώρινας - Βεγορίτιδας - Πτολεμαΐδας (Δ. Μακεδονία)", Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Μουντράκης Δ., 1985, "Γεωλογία της Ελλάδας", University Studio Press, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Παυλίδης Σ., 2003, "Γεωλογία των Σεισμών - Εισαγωγή στη Νεοτεκτονική, Μορφοτεκτονική και Παλαιοσεισμολογία", University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Σούλιος Γ., 1986, "Γενική Υδρογεωλογία", University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Σούλιος Γ., 2009, "Έρευνα του Α.Π.Θ. για τις αιτίες που οφείλονται στις ζημιές - ρωγμές σε κτίσματα του χωριού Ανάργυροι του Δήμου Αετού του Ν. Φλώρινας καθώς και οι λόγοι που τις προκάλεσαν ", Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Τόλη Δ., 2011, "Υδρογεωλογική μελέτη της Λεκάνης Αμυνταίου - Αναργύρων, Δ. Μακεδονία", Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Τσούρλος Π., 2007, "Διερεύνηση και προτάσεις για το πρόβλημα που δημιούργησε το ρήγμα που εμφανίστηκε στα Δ.Δ. Φανός και Ξινού Νερού", Τομέας Γεωφυσικής, Τμήμα Γεωλογίας, έργο επιτροπής Ερευνών, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.





. 1. μ . .



. 2. μ . .



. 3. μ . .



.4. μ . .



.5. . .



.6. μ



.7. μ . . .



.8. μ . . .