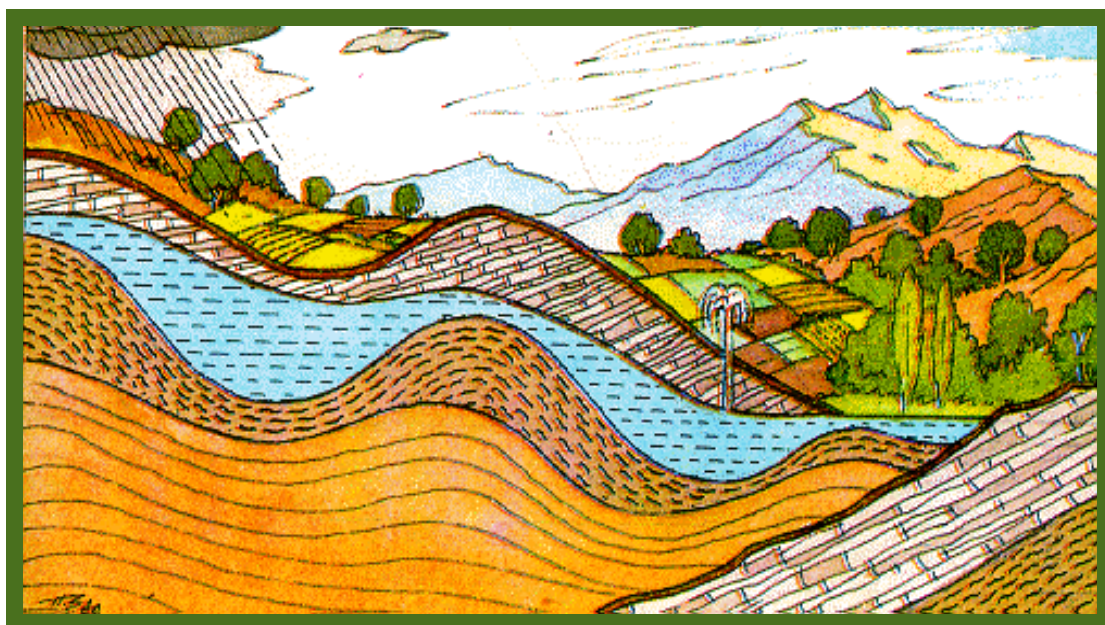


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

‘ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ’



ΡΑΧΟΒΙΤΣΑ ΕΛΕΝΗ ΑΕΜ:4473
Επιβλέπων Καθηγητής: Βουδούρης Κωνσταντίνος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	4
3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	5
3.1 Θέση	5
3.2 Γεωγραφικά στοιχεία	7
3.3 Μορφολογικά στοιχεία	8
3.4 Κλίμα	11
4. ΔΗΜΟΙ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ – ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	16
4.1 Δήμοι του Νομού Μαγνησίας	17
4.2 Πληθυσμιακά δεδομένα	19
5. ΓΕΩΛΟΓΙΑ	21
6. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	24
7. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	26
7.1 Ανάπτυξη υπόγειων υδροφορέων	26
8. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ	34
8.1 Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης	34
8.1.1 Απογραφή γεωτρήσεων	34
8.1.1.1 Πτώση στάθμης και μείωση παροχής	34
8.1.1.2 Υφαλμύριση παράκτιων γεωτρήσεων περιοχών	41
8.1.1.3 Εμφάνιση νιτρικών	43
8.1.2 Πηγαία νερά	44
9. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΔΗΜΩΝ ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	46
9.1 Το φαινόμενο της υφαλμύρισης	47
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	51
10.1 Συμπεράσματα	51
10.2 Προτάσεις.	53
11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	58

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή με τίτλο: «Υπόγεια νερά στο Νομό Μαγνησίας» πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος σπουδών του τμήματος Γεωλογίας, της Σχολής Θετικών Επιστημών, του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και ανατέθηκε από τον Επίκουρο Καθηγητή Κωνσταντίνο Βουδούρη.

Νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τον κ. Βουδούρη Κωνσταντίνο για την ανάθεση της μελέτης αυτής και την αμέριστη συμπαράστασή του στην ολοκλήρωσή της.

Επίσης, ευχαριστίες οφείλω στον κ. Δημουλά Απόστολο, υδρογεωλόγο στην Περιφέρεια Μαγνησίας, για τις πολύτιμες πληροφορίες που μου προσέφερε σχετικά με τα υδρογεωλογικά στοιχεία του Νομού Μαγνησίας, καθώς και στους γεωλόγους Τσιάμη Θεόδωρο και Κοσμίδη Δημήτριο για την εξίσου σημαντική βοήθειά τους.

Για την εκπόνηση της εργασίας αυτής πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω εργασίες:

- Αναζήτηση και εύρεση χαρτών της περιοχής μελέτης.
- Αναζήτηση και εύρεση μορφολογικών, γεωλογικών, σεισμολογικών και υδρογεωλογικών στοιχείων του Νομού.
- Κατασκευή διαγραμμάτων στο Microsoft Excel.
- Κατασκευή χάρτη χρήσεων γης μέσω του λογισμικού ArcGIS έκδοσης 10 και συγκεκριμένα στο ArcMap 10.
- Συλλογή πληθυσμιακών δεδομένων της περιοχής.
- Εκτίμηση του υπόγειου υδατικού δυναμικού.
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού.

2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η Μαγνησία έχει μια πλούσια ιστορική διαδρομή καθώς από τα αρχαία χρόνια μέχρι σήμερα πρωταγωνιστεί στα γεγονότα που καθόρισαν τις εξελίξεις στον Ελλαδικό χώρο.

Σύμφωνα με τη μυθολογία τα βουνά του Πηλίου θεωρούνται η πατρίδα των μυθικών κενταύρων, ενώ ο Βόλος ταυτίζεται με την αρχαία πόλη Ιωλκό από την οποία ξεκίνησε ο Ιάσωνας με την Αργώ το ταξίδι του προς την Κολχίδα για την αναζήτηση του χρυσόμαλλου δέρατος.

Η Μαγνησία οφείλει την ονομασία της στους Μάγνητες, παλαιότατους κατοίκους της, που άνηκαν στα αιολικά φύλα. Κατοικήθηκε από τη Νεολιθική Εποχή, όπως φανερώνουν τα εντυπωσιακά ευρήματα στο Σέσκλο, το Διμήνι και τον Αλμυρό.

Ιστορικές έρευνες και αρχαιολογικά ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι η Θεσσαλία ήταν η πιο πυκνοκατοικημένη περιοχή του Ελλαδικού χώρου κατά τη Λίθινη Εποχή. Η δε Μαγνησία ήταν από τις πρώτες περιοχές που κατοικήθηκαν στην Ελλάδα και εμφανίζεται πολυπληθής ήδη από τους πρώιμους προϊστορικούς χρόνους. Μετά τους Μυκηναϊκούς χρόνους αρχίζει η παρακμή, η οποία συνεχίζεται και κατά τους Ελληνιστικούς χρόνους.

Οι αιώνες που ακολουθούν σηματοδεύονται από τις επιδρομές βαρβαρικών φύλων με πρώτους τους Γότθους (4^{ος} αι.) και αργότερα τους Σλάβους (6^{ος} αι.) και τους Βλάχους (10^{ος} αι.), τα οποία όμως γρήγορα εξελληνίστηκαν.

Με την εγκατάσταση των Βενετσιάνων αλλά και των Γενουατών και των Πισατών η ζωή επανέρχεται στη Μαγνησία τον 12^ο αι., οπότε και ο Αλμυρός εξελίσσεται σε ισχυρό εμπορικό κέντρο. Κατά τον 13^ο αι. μετά το διαμελισμό της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας έχουμε και στο χώρο του Πηλίου την επικράτηση των Λατίνων.

Το 1411 άρχισε η αναγκαστική παράδοση των εδαφών από τους Λατίνους στους Τούρκους που ολοκληρώθηκε το 1423 με την υποταγή ολόκληρης της Θεσσαλίας στους Οθωμανούς. Η ενσωμάτωση του Πηλίου και ολόκληρης της Θεσσαλίας στο Ελληνικό Κράτος έγινε το 1881 (Συνθήκη του Βερολίνου 1878).

3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

3.1 ΘΕΣΗ

Ο Νομός Μαγνησίας βρίσκεται στο νότιο-ανατολικό τμήμα της Θεσσαλίας, στο κέντρο της Ηπειρωτικής Ελλάδας, ευρισκόμενος ουσιαστικά πάνω στον επικοινωνιακό άξονα Αθηνών – Θεσσαλονίκης, σε ίση σχεδόν απόσταση από τα δύο αυτά μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας και καλύπτει έκταση 2.636 km².

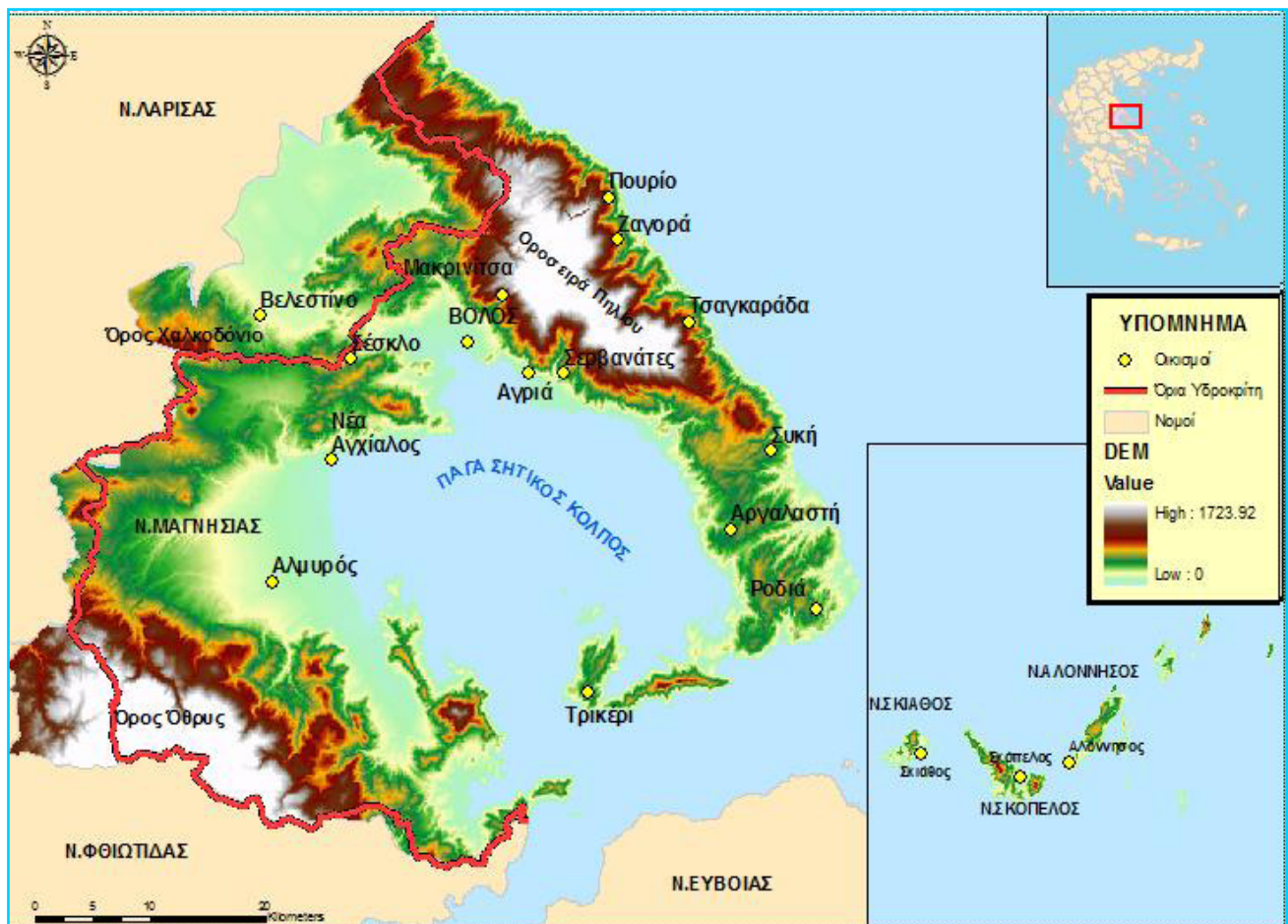
Η συνολική έκταση της Θεσσαλίας είναι 14.036 km², που αντιπροσωπεύει περίπου το 11% της συνολικής έκτασης της ελληνικής επικράτειας. Συνορεύει βόρεια με τις περιφέρειες της Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας, νότια με την περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδος, δυτικά με την περιφέρεια της Ηπείρου και ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος (σχ. 1).



Σχήμα 1. Η θέση της Περιφέρειας Θεσσαλίας στον Ελληνικό και το διεθνή χώρο.

Ο νομός συνορεύει με τους νομούς Λάρισας στα βόρεια – βορειοδυτικά και Φθιώτιδας στα δυτικά – νοτιοδυτικά, ενώ το ανατολικό τμήμα του διαβρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος και το νοτιοανατολικό από τον Παγασητικό Κόλπο (σχ.2). Ο νομός διαρρέεται στο δυτικό σύνορό του με το νομό Λάρισας από τον Ενιπέα ποταμό, ενώ σε όλη την έκτασή του απαντούν και αρκετοί μικροί παραπόταμοι και χείμαρροι. Στα ανατολικά- βορειοανατολικά όρια του νομού Μαγνησίας υψώνεται η οροσειρά του Πηλίου με υψόμετρο 1.445 m, νότια βρίσκεται το όρος Όθρυς με υψόμετρο 1.645 m και δυτικά το όρος Χαλκοδόνιο με υψόμετρο 725 m.

Πέρα από το ηπειρωτικό του μέρος περιλαμβάνει και τα νησιά των Βόρειων Σποράδων (Σκιάθος, Σκόπελος, Αλόνησος), καθώς και κάποια ακατοίκητα μικρότερα νησάκια και βραχονησίδες.



Σχήμα 2. Χάρτης του Νομού Μαγνησίας. Η κόκκινη γραμμή οριοθετεί την περιοχή μελέτης και συμπίπτει με τον υδροκρίτη των λεκανών των υδρογραφικών δικτύων του νομού που εκβάλουν στη θάλασσα.

3.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το ανάγλυφο του νομού Μαγνησίας διαμορφώνεται βασικά από τους ορεινούς όγκους Μαυροβουνίου – Πηλίου και του βόρειου τμήματος της Όθρυς, μεταξύ των οποίων σχηματίζονται οι πεδιάδες του Αλμυρού και του Βόλου – Βελεστίνου, τις οποίες χωρίζει η χαμηλή βουνοσειρά του Χαλκοδονίου.

Το Μαυροβούνι, ασβεστολιθικό και κρυσταλλικό όρος με πολλά δάση, ιδίως στο νότιο τμήμα του, καταλαμβάνει το βορειότερο τμήμα του νομού και συνεχίζεται στο νομό Λαρίσης, όπου βρίσκεται και η ψηλότερη κορυφή του (1.054 m). Προέκτασή του προς τα νότια αποτελεί το Πήλιο, το βασικό βουνό του νομού Μαγνησίας. Η Όθρυς κλείνει το νομό Μαγνησίας προς τα νότια και τον χωρίζει από το νομό Φθιώτιδος· η ψηλότερη κορυφή της (Γερακοβούνι, 1.726 m) βρίσκεται στα σύνορα ακριβώς των δύο νομών, αρχίζει από το ακρωτήριο Σταυρός, στην είσοδο του Παγασητικού, και προχωρεί στα δυτικά με κορυφές ολοένα και ψηλότερες, για να φτάσει στον ψηλότερο όγκο της στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού (Ξεροβούνι, 1.454 m και Αραπάς, 1.291 m). Προς την ακτή του Παγασητικού και απέναντι από το Τρίκερι, υψώνεται απομονωμένο το Χλωμό όρος.

Η πεδιάδα του Αλμυρού, που απλώνεται μεταξύ του Χαλκοδονίου και της Όθρυς, είναι η βασική πεδιάδα του νομού Μαγνησίας. Η πεδιάδα Βόλου – Βελεστίνου, χαμηλή περιοχή μεταξύ Χαλκοδονίου και Πηλίου, αποτελεί συνέχεια της μεγάλης πεδιάδας της Λάρισας. Στην περιοχή αυτή βρίσκεται και η αποξηραμένη σήμερα λίμνη Κάρλα ή Βοιβής.

Η ακτή του νομού Μαγνησίας στο Αιγαίο είναι γενικά αλίμενη, καθώς το Μαυροβούνι και το Πήλιο κλείνουν απότομα προς τη θάλασσα, και μόνο σε λίγα σημεία σχηματίζονται χαμηλές παραλιακές ζώνες, όπου βρίσκονται μερικά από τα ωραιότερα χωριά του Πηλίου.

Πιο νότια, μετά το ακρωτήριο Σηπιάς, η ακτή κάμπτεται προς τα δυτικά και σχηματίζει την είσοδο του Παγασητικού κόλπου, ο οποίος έχει σχηματιστεί από ευρεία καταβύθιση ύστερα από διαρρήξεις, στις οποίες οφείλονται και οι σεισμοί της περιοχής.

Ο Παγασητικός αρχίζει από τα ακρωτήρια Καβούλια (στο Τρίκερι) δεξιά και Σταυρός αριστερά. Ο εσωτερικός διαμελισμός του παρουσιάζει αρκετή ποικιλία: στη δυτική ακτή του σχηματίζονται οι όρμοι Πτελεού, Νιε, Μαλιάπολης, Σούρπης και ο

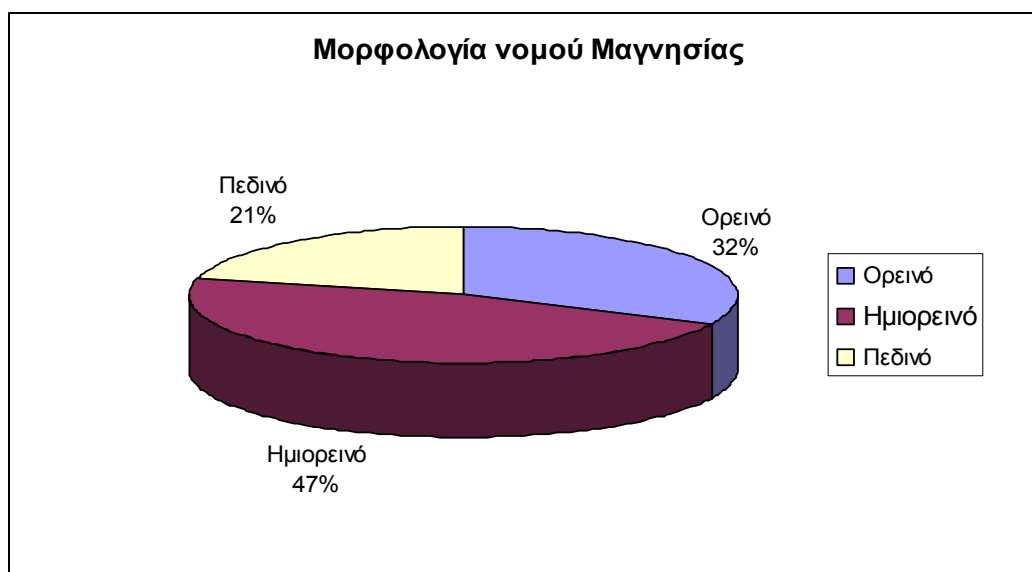
μεγαλύτερος όρμος του Αλμυρού· στο μυχό του σχηματίζεται ο κόλπος του Βόλου στον ανατολικό του βραχίονα, που σχηματίζεται από το Πήλιο, η ακτή παρουσιάζει μεγαλύτερη ποικιλία ανατολικά της εισόδου του βρίσκονται τα νησάκια Παλαιό Τρικέρι, Πυθού, Στρογγυλή κ.ά.

3.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι μεταβολές του ανάγλυφου και οι μεγάλες υψομετρικές διαφορές του νομού διαμορφώνουν τέσσερις κατηγορίες τοπίου (Στοιχεία για τον Νομό Μαγνησίας, www.magnesia.gr/SHAM/SXAM-arxiki.htm) :

- Ορεινό τοπίο με κυρίαρχη τη δασική βλάστηση.
- Ημιορεινό, όπου παρατηρείται μίξη χαμηλής και αραιής δασικής βλάστησης με φρυγανότοπους και με καλλιέργειες.
- Αγροτικό τοπίο με κυρίαρχες τις δενδρώδεις καλλιέργειες.
- Αγροτικό με κυρίαρχες τις αροτραίες καλλιέργειες (πεδινές περιοχές).

Το ορεινό τμήμα του νομού καταλαμβάνει το 32% της συνολικής έκτασής του, το ημιορεινό το 47%, ενώ το πεδινό το 21%, όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.



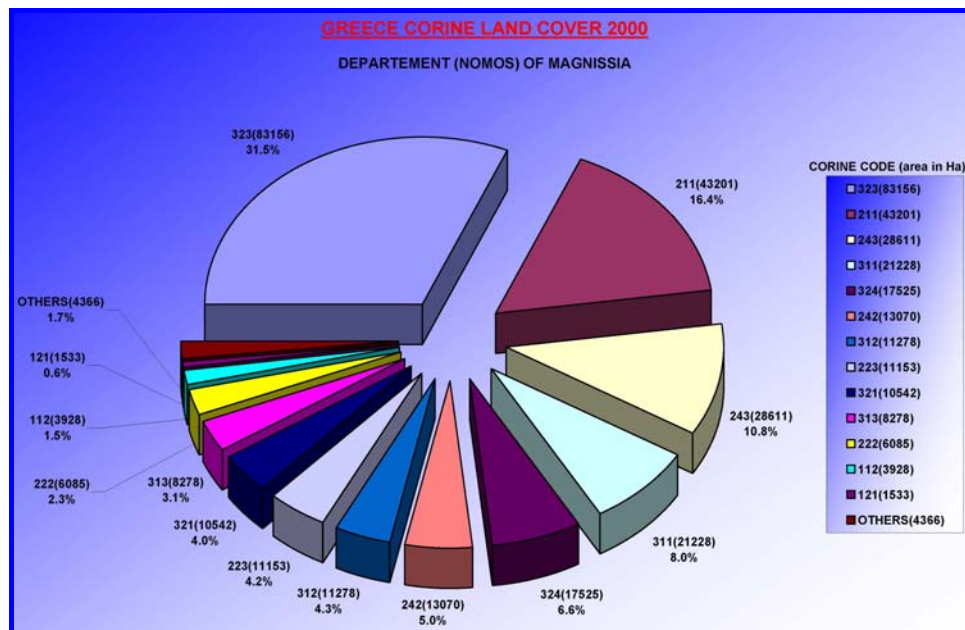
Σχήμα 3. Μορφολογία νομού Μαγνησίας.

Όσον αφορά στις χρήσεις γης του νομού Μαγνησίας, καθορίζονται από την μορφολογία του εδάφους, το υπάρχον υδατικό δυναμικό και την εν γένει ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, η κάλυψη γης για το Νομό Μαγνησίας και το έτος 2000, σύμφωνα με τα παραδοτέα του προγράμματος **CORINE** της Ευρωπαϊκής Ένωσης απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Χρήσεις γης στο Νομό Μαγνησίας.

Κωδικός	Περιγραφή	Ποσοστό (%)	Έκταση σε εκτάρια (ha) *
112	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	1,5	3928
121	Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες	0,6	1533
211	Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη	16,4	43201
222	Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	2,3	6085
223	Ελαιώνες	4,2	11153
242	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	5,0	13070
243	Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης	10,8	28611
311	Δάσος πλατύφυλλων	8,0	21228
312	Δάσος κωνοφόρων	4,3	11278
313	Μικτό δάσος	3,1	8278
321	Φυσικοί βοσκότοποι	4,0	10542
323	Σκληροφυλλική βλάστηση	31,5	83156
324	Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις	6,6	17525
	Λοιπά	1,7	4366

* Το **εκτάριο** (διεθνές σύμβολο **ha**) είναι μονάδα μέτρησης επιφανείας. Ένα εκτάριο ισούται με 10.000 τετραγωνικά μέτρα, δηλαδή 10 στρέμματα.



Σχήμα 4. Ποσοστιαία κατανομή χρήσεων γης νομού Μαγνησίας.

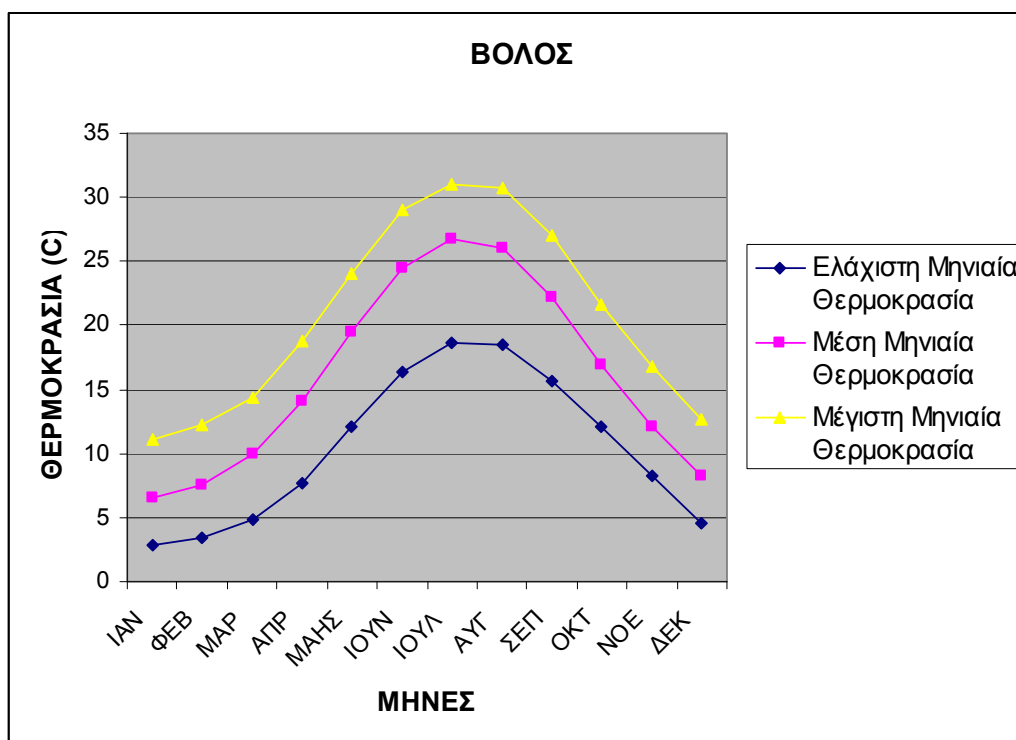
3.4 ΚΛΙΜΑ

Ο νομός Μαγνησίας ανήκει στην κλιματική περιοχή της Βόρειας Ελλάδας, η οποία περιλαμβάνει το εσωτερικό της Ηπείρου, Θεσσαλίας, Μακεδονίας και Θράκης. Το κλίμα της περιοχής αυτής αποτελεί μετάβαση από το Μεσογειακό προς το Ηπειρωτικό.

Το κλίμα της Μαγνησίας παρουσιάζει αρκετές διαφοροποιήσεις στις διάφορες περιοχές της, γενικά όμως είναι εύκρατο, επειδή η περιοχή δέχεται την ευεργετική επίδραση της θάλασσας. Ο Βόλος έχει μέση ετήσια θερμοκρασία 16,9 °C, με κρύο χειμώνα και ζεστό καλοκαίρι, με μέση θερμοκρασία Ιανουαρίου 7,6 °C και Ιουλίου 26,6 °C. Οι βροχοπτώσεις δεν είναι μεγάλες (500-600 mm), ενώ εξαίρεση αποτελεί το ανατολικό Πήλιο.

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία και υγρασία της πόλης του Βόλου, καθώς και η μέση μηνιαία βροχόπτωση και διεύθυνση ανέμου.

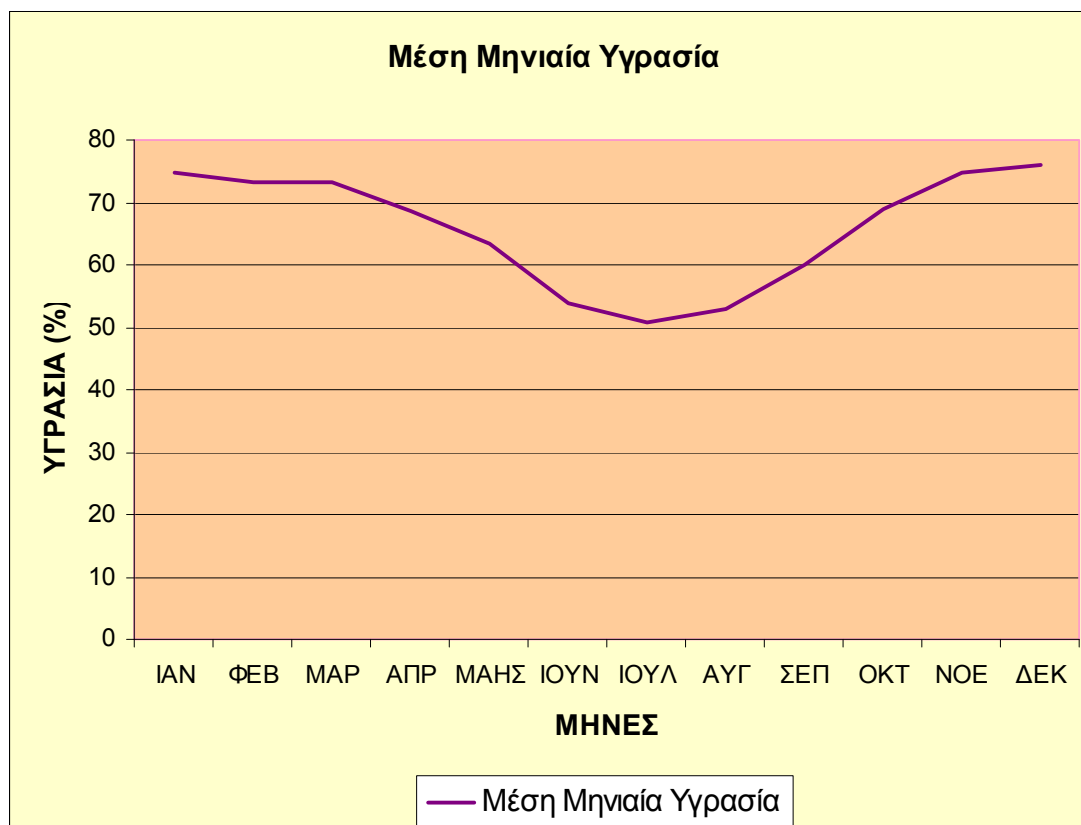
Σύμφωνα, λοιπόν, με τα διαγράμματα παρατηρείται ότι η ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία εντοπίζεται τον Ιανουάριο με 2,8 °C, ενώ αντίστοιχα, η μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία τον Ιούλιο με 31 °C. Επίσης, ο μήνας με τη μεγαλύτερη υγρασία είναι ο Δεκέμβριος με ποσοστό 76% και ο μήνας με τις περισσότερες βροχοπτώσεις είναι ο Νοέμβριος με τιμή 63,6 mm. Τέλος, η κύρια διεύθυνση του ανέμου είναι Ανατολική.



Σχήμα 5. Διάγραμμα μηνιαίας θερμοκρασίας για κάθε μήνα, 1956-1997.

Πίνακας 2. Τιμές μηνιαίας θερμοκρασίας (C) για κάθε μήνα, 1956-1997.

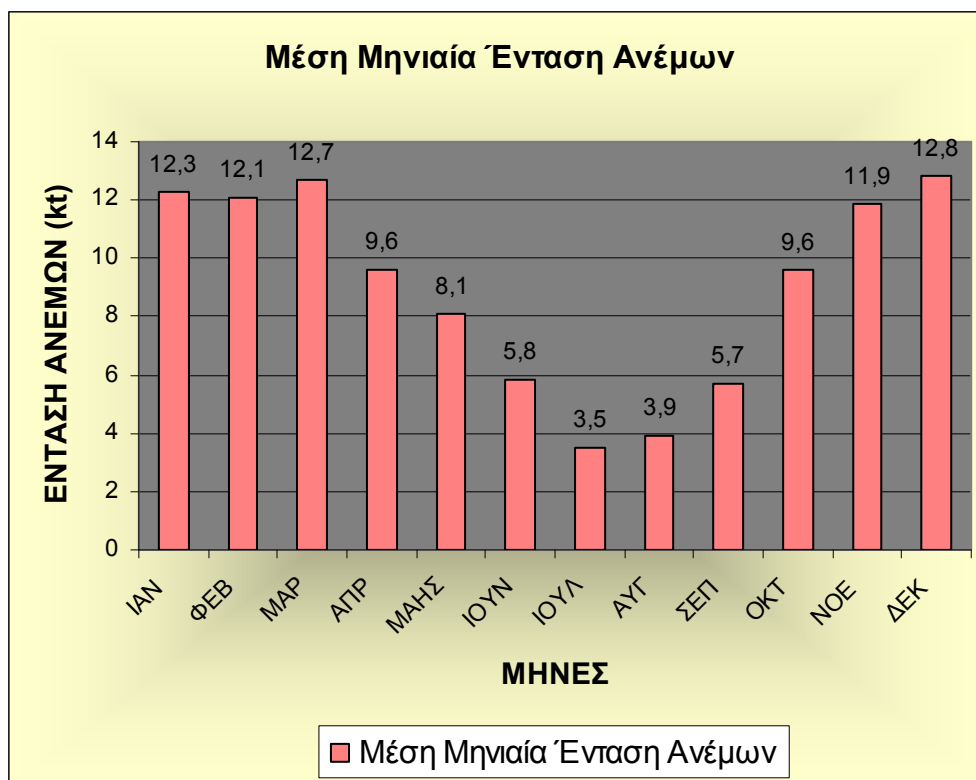
1 ^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	2,8	12,3	4,8	7,7	12,1	16,3
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	6,6	7,6	9,9	14,1	19,5	24,5
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	11,1	12,3	14,3	18,8	24,0	29,0
2 ^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	18,6	18,5	15,7	12,1	8,2	4,5
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	26,8	26,1	22,2	16,9	12,1	8,2
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	31,0	30,7	27,0	21,6	16,8	12,6



Σχήμα 6. Διάγραμμα μέσης μηνιαίας υγρασίας στο σταθμό του Βόλου, 1956-1997.

Πίνακας 3. Μέση μηνιαία υγρασία (%) για κάθε μήνα, 1956-1997.

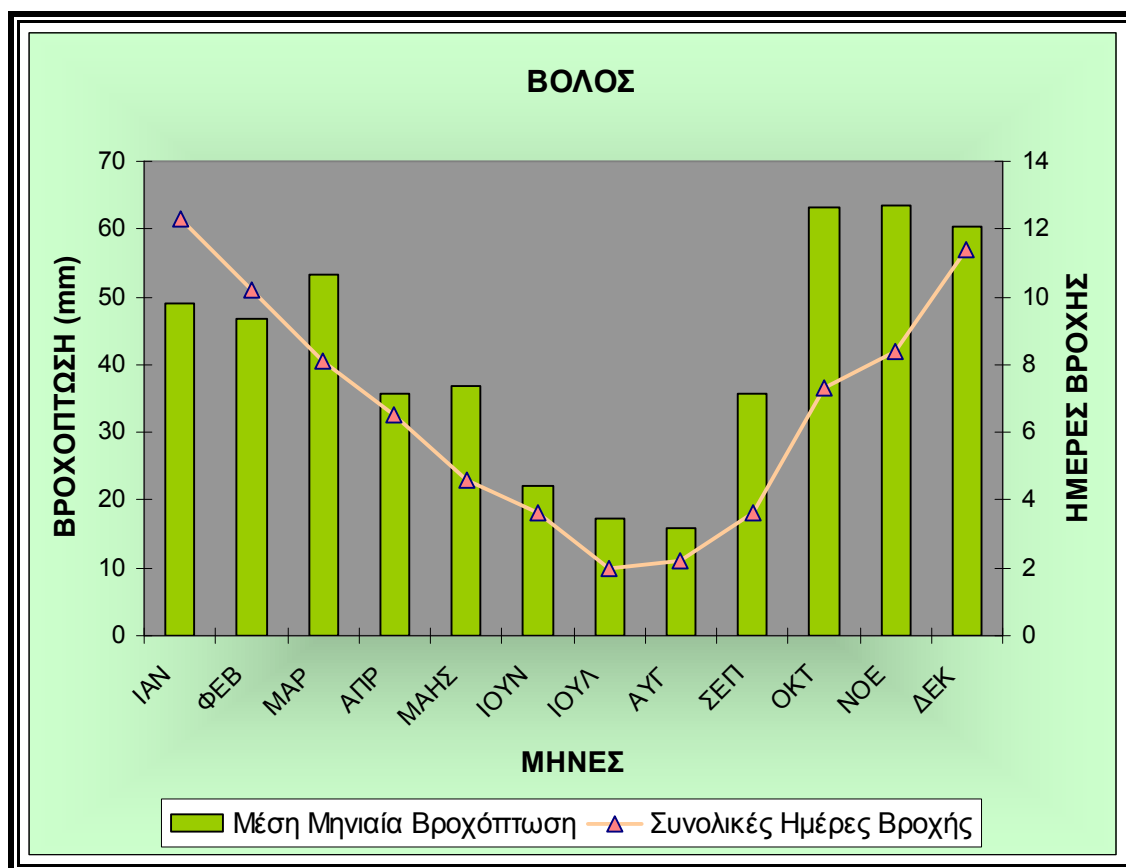
1 ^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	74,8	73,3	73,2	68,7	63,5	53,7
2 ^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	50,7	52,8	60,0	68,8	74,9	76,0



Σχήμα 7. Διάγραμμα μέσης μηνιαίας έντασης ανέμων στο σταθμό του Βόλου, 1956-1997.

Πίνακας 4. Μέση μηνιαία ένταση ανέμων (kt) και διεύθυνση ανέμων για κάθε μήνα, 1956-1997.

1 ^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	ΒΔ	Δ	Α	Α	Α	Α
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	12,3	12,1	12,7	9,6	8,1	5,8
2 ^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	Α	Α	Α	Α	Δ	ΒΔ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	3,5	3,9	5,7	9,6	11,9	12,8



Σχήμα 8. Διάγραμμα μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης και σύνολο ημερών βροχής για κάθε μήνα, 1956-1997.

Πίνακας 5. Μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) και συνολικές ημέρες βροχής για κάθε μήνα στο σταθμό του Βόλου, 1956-1997.

1 ^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	49,0	46,9	53,3	35,8	36,8	22,1
Συνολικές Ημέρες Βροχής	12,3	10,2	8,1	6,5	4,6	3,6
2 ^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	17,4	15,9	35,6	63,1	63,6	60,5
Συνολικές Ημέρες Βροχής	2,0	2,2	3,6	7,3	8,4	11,4

4. ΔΗΜΟΙ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ –

ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ο νομός Μαγνησίας είναι ένας από τους 51 νομούς της Ελλάδας και ανήκει διοικητικά στην περιφέρεια της Θεσσαλίας. Περιλαμβάνει γεωγραφικά, όπως αναφέραμε και προηγουμένως, την περιοχή της Μαγνησίας στη Θεσσαλία και τα νησιά των Βόρειων Σποράδων, Αλόνησο, Σκιάθο και Σκόπελο. Ο πληθυσμός του νομού ανέρχεται στους 208.500 κατοίκους (απογραφή 2011). Πρωτεύουσα του νομού είναι ο Βόλος με πληθυσμό 144.420 κατοίκους. Δεύτερη σε πληθυσμό είναι η επαρχία του Αλμυρού.

Όσον αφορά τη διοικητική διαίρεση του νομού, όπως αυτή ίσχυε με το Σχέδιο του Καποδίστρια από το 1999 έως το 2010, αποτελούταν από 22 δήμους και 4 κοινότητες.

Η τρέχουσα διοικητική διαίρεση του νομού διαμορφώθηκε από το πρόγραμμα «Καλλικράτης» (Ν. 3852/2010) και ισχύει από την 1^η Ιανουαρίου 2011. Σύμφωνα με αυτήν, έχουμε την Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας η οποία δεν ταυτίζεται απόλυτα με τον αντίστοιχο νομό.

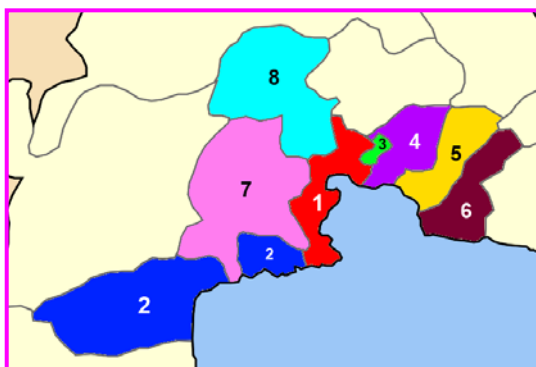
Προέκυψε από την κατάτμηση του νομού Μαγνησίας σε ηπειρωτικό και νησιωτικό κομμάτι. Το ηπειρωτικό μαζί με τις νησίδες του Παγασητικού αποτελεί την Π. Ε. Μαγνησίας, ενώ το κατ' εξοχήν νησιωτικό (Σποράδες πλην της Σκύρου) αποτελεί την Π. Ε. Σποράδων.

Η Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας, λοιπόν, αποτελείται πλέον από 5 δήμους: το δήμο Βόλου, Αλμυρού, Ζαγοράς- Μουρεσίου, Νότιου Πηλίου και Ρήγα Φεραίου.

4.1 ΔΗΜΟΙ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΔΗΜΟΣ ΒΟΛΟΥ

Ο δήμος Βόλου έχει έκταση 387,14 km² με έδρα τον ομώνυμο Βόλο και ο πληθυσμός του ανέρχεται στους 14.420 κατοίκους. Η σημερινή μορφή του δήμου προέκυψε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης, από την επέκταση του αρχικού δήμου Βόλου με τη συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Ιωλκού, Νέας Αγχιάλου, Αγριάς, Πορταριάς, Νέας Ιωνίας, Αρτέμιδας και Αισωνίας και της Κοινότητας Μακρινίτσας.



Χάρτης των δημοτικών ενότητων (πρώην δήμων και κοινοτήτων) του Δήμου Βόλου.

1 – <u>Βόλου</u>	2 – <u>Νέας Αγχιάλου</u>
3 – <u>Ιωλκού</u>	4 – <u>Πορταριάς</u>
5 – <u>Αγριάς</u>	6 – <u>Αρτέμιδας</u>
7 – <u>Αισωνίας</u>	8 – <u>Νέας Ιωνίας</u>
9 – <u>Μακρινίτσας</u>	

ΔΗΜΟΣ ΑΛΜΥΡΟΥ

Ο δήμος Αλμυρού έχει έκταση 909,79 km² και έχει πληθυσμό 18.260 κατοίκους. Έδρα του είναι ο Αλμυρός. Η περιοχή είναι κυρίως αγροτική και οι κάτοικοί της ασχολούνται με την καλλιέργεια βάμβακος, σιτηρών, ντομάτας και αμυγδάλων. Η σημερινή μορφή του δήμου προέκυψε από την επέκταση του αρχικού δήμου Αλμυρού με τη συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Σούρπης και Πτελεού και της Κοινότητας Ανάβρας.

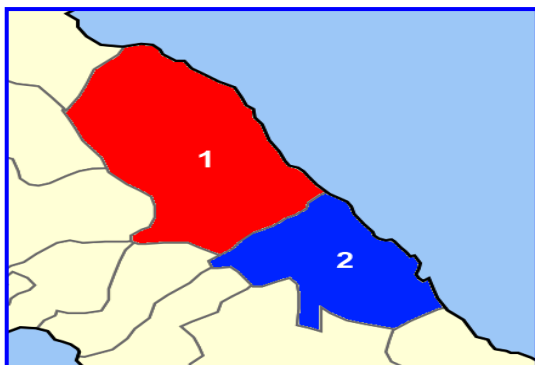


Χάρτης των δημοτικών ενότητων (πρώην δήμων και κοινοτήτων) του Δήμου Αλμυρού.

1 – <u>Αλμυρού</u>	2 – <u>Σούρπης</u>	3 – <u>Πτελεού</u>
4 – <u>Ανάβρας</u>		

ΔΗΜΟΣ ΖΑΓΟΡΑΣ – ΜΟΥΡΕΣΙΟΥ

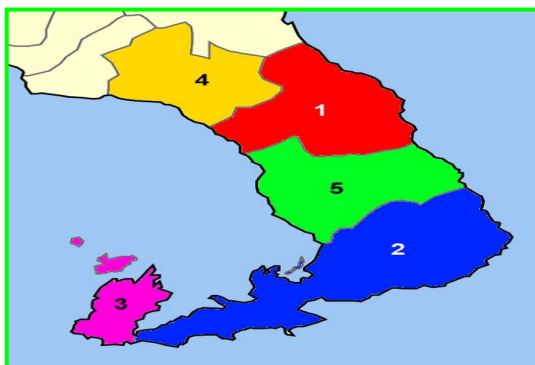
Ο δήμος Ζαγοράς- Μουρεσίου έχει έκταση 150,54 km² και πληθυσμό 5.830 κατοίκους. Έδρα του δήμου είναι η Ζαγορά. Προέκυψε από τη συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Ζαγοράς και Μουρεσίου.



Χάρτης των δημοτικών ενοτήτων (πρώην δήμων και κοινοτήτων) του Δήμου Νοτίου Πηλίου. ■ 1 – Ζαγοράς
■ 2 – Μουρεσίου

ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΟΥ ΠΗΛΙΟΥ

Ο δήμος Νότιου Πηλίου έχει έκταση 369,36 km² και πληθυσμό 10.320 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Έδρα του δήμου είναι η Αργαλαστή. Συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης. Προέκυψε από τη συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Αφειτών, Σηπιάδος, Αργαλαστής και Μηλεών και της κοινότητας Τρικερίου.



Χάρτης των δημοτικών ενοτήτων (πρώην δήμων και κοινοτήτων) του Δήμου Νοτίου Πηλίου. ■ 1 – Αφειτών
■ 2 – Σηπιάδος ■ 3 – Τρικερίου ■ 4 – Μηλεών ■ 5 – Αργαλαστής

ΔΗΜΟΣ ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ

Ο δήμος Ρήγα Φεραίου έχει έκταση 549,77 km² και έχει πληθυσμό 10.970 κατοίκους. Έδρα του δήμου είναι το Βελεστίνο. Συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης από τη συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Φερών και Κάρλας και της Κοινότητας Κεραμιδίου.



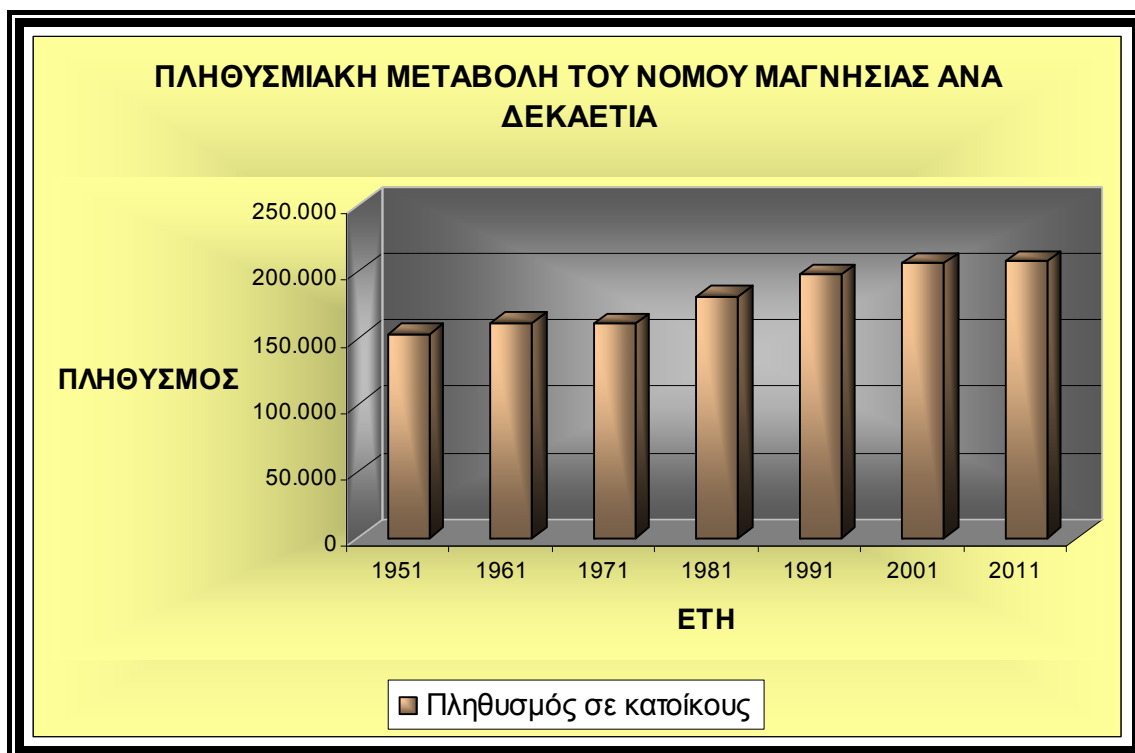
Χάρτης των δημοτικών ενοτήτων (πρώην δήμων και κοινοτήτων) του Δήμου Ρήγα Φεραίου. ■ 1 – Φερών
■ 2 – Κάρλας ■ 3 – Κεραμιδίου

4.2 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Σύμφωνα με τα στοιχεία από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος και τις απογραφές που λαμβάνουν χώρα κάθε 10 χρόνια, ο πληθυσμός του νομού Μαγνησίας από το έτος 1951 έως το 2011 δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6. Απογραφή πληθυσμού Νομού Μαγνησίας, 1951-2011.

ΕΤΟΣ	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2011
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	153.808	162.285	161.392	182.222	198.434	206.995	208.500
N.							
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ							



Σχήμα 9. Εξέλιξη του πληθυσμού στο Νομό Μαγνησίας, 1951-2011.

5. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή του Βόλου, καθώς και όλος ο νομός Μαγνησίας, αποτελεί τμήμα της Πελαγονικής ζώνης, του υβώματος που χώριζε κατά τους Αλπικούς χρόνους, την αύλακα του Αξιού στα Ανατολικά από την αύλακα της Πίνδου στα Δυτικά.

Από γεωλογικής- στρωματογραφικής πλευράς η χερσόνησος της Μαγνησίας συνίσταται κυρίως από (σχήμα 10) :

- ♦ Ημιμεταμορφωμένα έως μεταμορφωμένα πετρώματα (γνεύσιοι, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, μάρμαρα, κλπ.).
- ♦ Σποραδικές εμφανίσεις οφιολιθικών, σχιστοκερατολιθικών και ασβεστολιθικών πετρωμάτων, φλύσχη.
- ♦ Μικρές επιφάνειες από σχετικά πρόσφατες ποταμολιμναίες αποθέσεις του Τεταρτογενούς.

Στη συνέχεια, δίνεται αναλυτικότερα η περιγραφή των κύριων γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης κατά σειρά από τα παλαιότερα προς τα νεότερα (Μιχαηλίδου, 2000):

Μεταμορφωσιγενή πετρώματα υποβάθρου

Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούν κυρίως το υπόβαθρο της περιοχής και συνίσταται πετρογραφικά από πολυφασικό σύστημα ορθο-παραμεταμορφωμένων πετρωμάτων, γνευσιακών μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, φυλλιτών και πρσινιτών, στους οποίους παρεμβάλλονται μάρμαρα, σιπολίνες και χαλαζίτες.

Μάρμαρα

Πρόκειται για σχηματισμό που είναι έντονα τεκτονισμένος και πτυχωμένος με άξονες πτυχώσεων κυρίως ΒΑ – ΝΔ διεύθυνσης. Το πάχος του σχηματισμού φθάνει τα 800 m περίπου.

Σχιστόλιθοι- γνεύσιοι-γνευσιοσχιστόλιθοι

Ο σχηματισμός αυτός απαντάται στη λεκάνη του Βόλου και το πάχος του δε ξεπερνά τα 200 m περίπου.

Σύμπλεγμα μεταμορφωμένων οφιολιθικών πετρωμάτων

Πρόκειται για τεκτονικό κάλυμμα που αποτελείται από σύμπλεγμα πετρωμάτων και ειδικότερα από σερπεντινωμένους περιδοτίτες και σερπεντινίτες, από

αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους και χλωρίτες, στους οποίους παρεμβάλλονται και ενστρώσεις μαρμάρων μικρού πάχους και τέλος από γνευσιοσχιστολίθους και οφθαλμογνευσίους. Το πάχος του σχηματισμού που εξαιτίας της τεκτονικής προέλευσης, παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από θέση σε θέση, είναι όμως της τάξης των 500 m περίπου.

Ασβεστόλιθοι

Πρόκειται για αδροκρυσταλλικούς, σκουρόχρωμους και παχυστρωματώδεις έως άστρωτους ασβεστόλιθους και δολομίτες. Το πάχος του σχηματισμού φθάνει τα 500 m περίπου με κυριότερη εμφάνιση στο Τρίκερι.

Φλύσχης

Ο σχηματισμός αυτός στρωματογραφικά επικάθεται στους ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους και συνίσταται κυρίως από μεσόκοκκους έως αδρόκοκκους ψαμμίτες, στους οποίους παρεμβάλλονται ιλυόλιθοι, πηλίτες και τοπικά ασβεστιτικοί ψαμμίτες. Το πάχος του σχηματισμού ξεπερνά τα 300 m περίπου, με κυριότερη εμφάνιση στο νησί Παλιό Τρίκερι.

Κώννοι κορημάτων

Τα πλευρικά κορήματα οφείλουν τη δημιουργία τους στο απότομο ανάγλυφο, που εμφανίζεται σε πολλά σημεία της περιοχής, στα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της, καθώς και στη φύση των πετρωμάτων. Αυτά αναπτύσσονται κατά μήκος των επιπεύσεων, καθώς και των απότομων χαραδρών, όπου η αποσάθρωση των σχηματισμών ενισχύεται και από την τεκτονική καταπόνηση. Πρόκειται για συγκολλημένα ή χαλαρά και ασύνδετα γωνιώδη θραύσματα, ποικίλης σύστασης, που εξαρτάται από το μητρικό πέτρωμα προέλευσης. Καλύπτουν όλες τις κοκκομετρικές διαβαθμίσεις και φθάνουν το μέγεθος τεράστιων ογκόλιθων που προέρχονται από αποκολλήσεις βράχων, ενώ το πάχος τους δεν ξεπερνά τα 20 m.

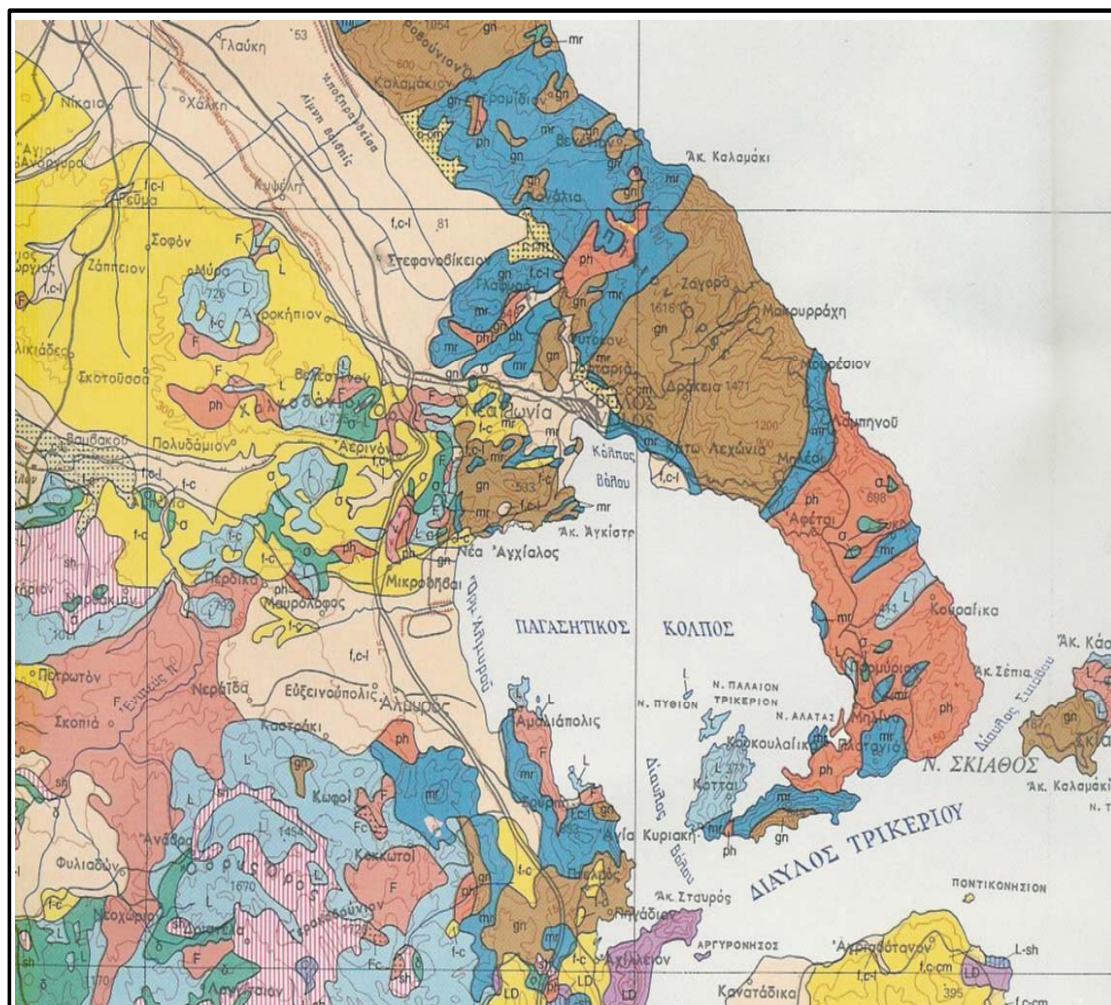
Ποταμοχειμάρειες αποθέσεις

Οι ποταμοχειμάρειες αποθέσεις συνίστανται κυρίως από αποσαθρωμένα υλικά, που μεταφέρθηκαν από τα ψηλότερα τοπογραφικά σημεία σε μικρή ή μεγάλη απόσταση, έτσι ώστε η κοκκομετρία, η σύνθεση και η σύσταση τους να εξαρτάται από την απόσταση, το είδος του μητρικού πετρώματος, κλπ. Πρόκειται για ασύνδετες ή χαμηλής συνεκτικότητας αποθέσεις που αναπτύσσονται στις κοίτες των ποταμών, στους χώρους εκφόρτισής τους στη θάλασσα (περιοχή Βόλου) και στα πεδινά τμήματα (περιοχή Κάρλας). Καλύπτουν όλες τις κοκκομετρικές διαβαθμίσεις, από ιλύ, άμμο, χαλίκια μέχρι κροκάλες καθώς και τις ενδιάμεσες φάσεις, με διάφορες

αναλογίες που ποικίλουν από θέση σε θέση. Το πάχος του σχηματισμού δε ξεπερνάει τα 50 m περίπου.

Αποθέσεις λίμνης Κάρλας

Στην περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλας επικρατούν κυρίως αργιλομαργαϊκές αποθέσεις, πάχους μέχρι 60 m. Στη συνέχεια ακολουθούν λατυπο-κροκαλο-χαλικομιγείς αποθέσεις πάχους 40-50 m.



Σχήμα 10. Γεωλογικοί σχηματισμοί του Νομού Μαγνησίας (ΙΓΜΕ).

Υποσημείωση: Κύριοι Γεωλογικοί Σχηματισμοί
 gn: μεταμορφωμένα ανθρακικά πετρώματα (καφέ χρώμα)
 fc-1: χαλαρά τεταρτογενή (ροζ ανοιχτό)
 rh: ημιμεταμορφωμένα πετρώματα (κόκκινο χρώμα)

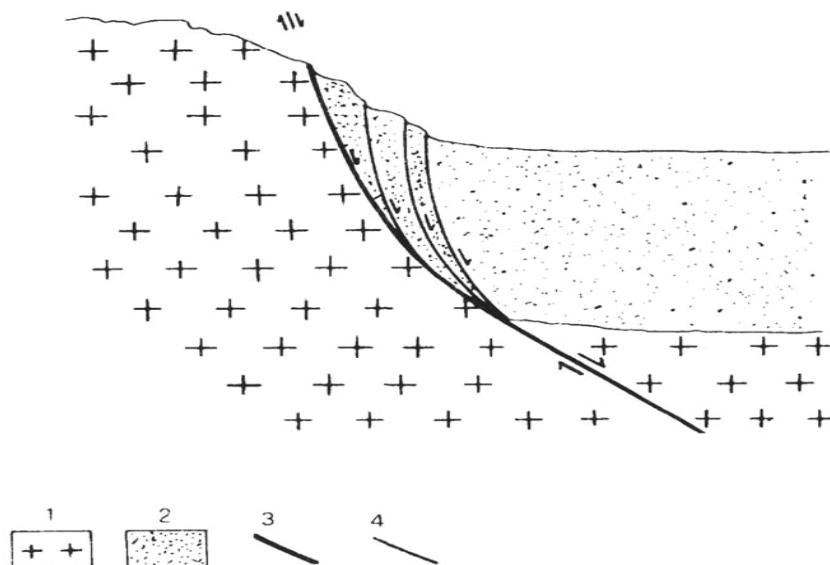
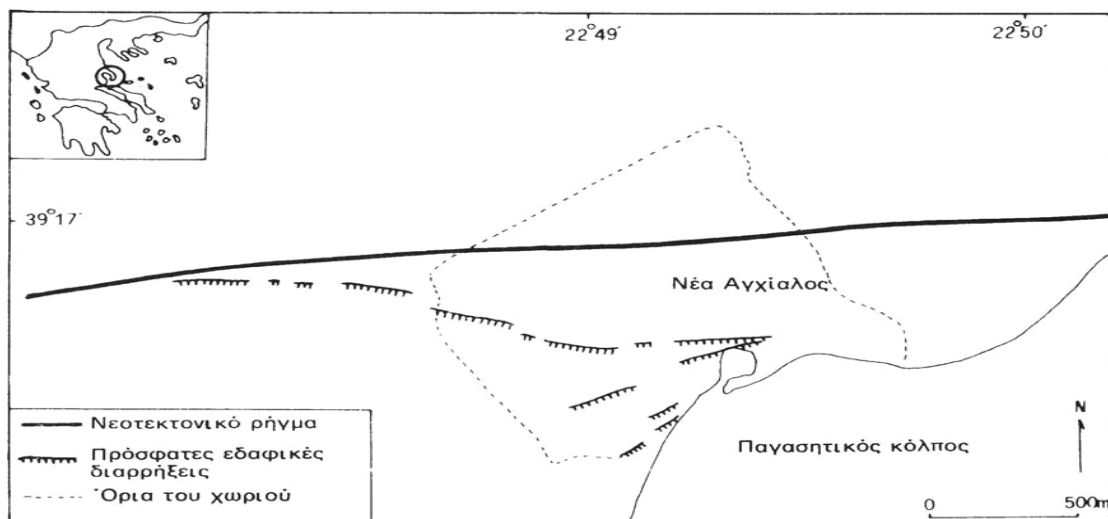
6. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η Μαγνησία αποτελεί ένα τεκτονικό εργαστήριο με βάση την ενεργό τεκτονική που χαρακτηρίζει την ευρύτερη περιοχή. Η περιοχή αποτελεί μία από τις πλέον σεισμικά ευαίσθητες περιοχές του Ελληνικού χώρου αν λάβουμε υπόψη τη μορφολογία της περιοχής που διαμορφώνεται από συστήματα τεκτονικών κεράτων και βυθισμάτων. Αναλυτικότερα, έχουμε το βύθισμα του Αλμυρού- Παγασητικού και το τεκτονικό κέρας της Όθρυος που ακολουθούν τη γενική διεύθυνση Α – Δ, το τεκτονικό κέρας της χερσονήσου του Πηλίου κατά τη διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ και το βύθισμα του διαύλου των Ωραίων – Τρικερίου το οποίο ακολουθεί ΑΒΑ – ΔΝΔ διεύθυνση.

Οι κύριες διευθύνσεις, λοιπόν, των τεκτονικών ρηγμάτων που επικρατούν στην περιοχή είναι ΑΒΑ – ΔΝΔ (ρήγμα Νέας Αγχιάλου) και ΑΝΑ – ΔΒΔ (ρήγμα Αταλάντης).

Από τα διαθέσιμα σεισμολογικά δεδομένα για το νομό Μαγνησίας και με βάση το σεισμικό κατάλογο του κ. Παπαζάχου, προκύπτει ότι η περιοχή του νομού Μαγνησίας βρίσκεται σε ζώνη με υψηλή σεισμική δράση. Το μέγιστο μέγεθος σεισμού με επίκεντρο το Νομό είναι $M=6.8$ στις 8 Μαρτίου 1957 στην περιοχή Βελεστίνου και η μέγιστη μακροσεισμική ένταση που έχει παρατηρηθεί στην περιοχή είναι Χ βαθμοί της κλίμακας Mercalli στις 20 Ιανουαρίου 1905, ενώ συνολικά έχουν συμβεί (12) σεισμοί με μέγεθος $M \geq 6.0$, καθώς, υπήρξαν 5 θύματα κατά το χρονικό διάστημα 1743-1980.

Συγκεκριμένα, η σεισμική πηγή που έδωσε στο πιο πρόσφατο παρελθόν (τον Ιούλιο του 1980) σεισμό μεγέθους 6.5, είναι το ρήγμα της Νέας Αγχιάλου (σχήμα 10). Κατά τη διάρκεια του σεισμού αυτού δεν υπήρχε σαφές επιφανειακό ίχνος σεισμικού ρήγματος, αλλά τα μετασεισμικά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά (ρωγμώσεις, μικρές μετατοπίσεις), οριοθετούσαν τη σεισμική ζώνη. Η διεύθυνση αυτής της κύριας νεοτεκτονικής δομής είναι ΑΒΑ – ΔΝΔ, ενώ ο εφελκυσμός που προκάλεσε το σεισμό, όπως προκύπτει από το μηχανισμό γένεσης, είναι διεύθυνσης ΒΒΑ- ΝΝΔ και συμφωνεί με τον εφελκυσμό που έχει υπολογιστεί από νεοτεκτονικές έρευνες για το σύγχρονο πεδίο τάσεων.



Σχήμα 11. Το Νεοτεκτονικό ρήγμα της Νέας Αγχιάλου στο νομό Μαγνησίας και οι επιφανειακές εκδηλώσεις του κατά την επαναδραστηριοποίησή του από το σεισμό του 1980 ($M=6.5$). Επάνω: χάρτης της περιοχής. Κάτω: Τομή. 1) Υπόβαθρο. 2) Αλλουβιακές αποθέσεις. 3) Κανονικό ρήγμα. 4) Εδαφικές διαρρήξεις. (Κατά Παραζαχός et al. 1983).

7. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

7.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΕΩΝ

Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα συνεπικουρούμενα από την γεωλογική διάρθρωση είναι τα βασικά χαρακτηριστικά που δημιουργούν τους υπόγειους υδροφορείς. Τα υδροφόρα στρώματα που απαντώνται τόσο επιφανειακά όσο και σε βαθύτερα σημεία του εδάφους εξαρτώνται από τους παραπάνω βασικούς παράγοντες.

Η γεωλογία της ευρύτερης περιοχής παίζει τον καθοριστικότερο ρόλο στη δημιουργία του υδάτινου δυναμικού. Αναλόγως, τη πετρογραφικής δομής έχουμε τρεις βασικές κατηγορίες πετρωμάτων που παρέχουν την ευχέρεια στο κατεισδύον νερό να δημιουργεί τα υδροφόρα στρώματα.

Είναι τα **υδατοπερατά**, **ημιδιαπερατά** και **αδιαπέρατα** πετρώματα τα οποία ανάλογα με τις ιδιαιτερότητές των και τα φυσικά τους χαρακτηριστικά επιτρέπουν ή μη να κινείται το νερό και να δημιουργεί κατ' αυτόν τον τρόπο υδροφορείς άλλοτε δυνατούς και άλλοτε περιορισμένης ισχύς.

Στα **υδατοπερατά** πετρώματα, όπως στους χαλαρούς σχηματισμούς, - προσχωματικές αποθέσεις ή ανθρακικά πετρώματα- δημιουργούνται αρκετά ισχυρά υδροφόρα στρώματα τα οποία αποκαλούνται και «ελεύθεροι υδροφορείς» και των οποίων η παροχή ενίοτε εγγίζει μερικές εκατοντάδες κυβικά μέτρα νερού. Αυτό γίνεται αντιληπτό τόσο σε γεωτρήσεις όσο και σε πηγές.

Στις μεν γεωτρήσεις εφόσον ανορυχθούν με τεχνικές προδιαγραφές παραμένουν οι εκμεταλλεύσιμες παροχές ακέραιες, στις πηγές, όμως, λόγω του ότι η διαίτά τους προέρχεται από το εγγύς περιβάλλον παρουσιάζεται κάποια σημαντική μείωση.

Στα **ημιδιαπερατά** πετρώματα δεν έχουμε σοβαρές κινήσεις νερού και ως εκ τούτου η παροχή νερού των υδροφορέων είναι μικρής έως μεσαίας τάξης. Συνήθως είναι πετρώματα της παραπάνω κατηγορίας, εν μέρει πιο συμπαγή και με παρουσία αργίλου (νεογενείς σχηματισμοί). Για τους λόγους αυτούς η κίνηση του νερού γίνεται πιο αργή και πιο περιορισμένη.

Τέλος, στα **αδιαπέρατα** (υδατοστεγή) πετρώματα τα οποία χαρακτηρίζονται από το συμπαγές των η κίνηση του νερού τόσο στο πορώδες όσο και στις ρηγματώσεις είναι σχεδόν μηδενική.

Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η κίνηση του νερού μέσα στα πετρώματα και κυρίως στα πολύ συμπαγή γίνεται με πολύ αργό ρυθμό. Δεν είναι δυνατόν λοιπόν το νερό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων να κατεισδύει μέσα σε λίγους μήνες στους αρκετά βαθύς υδροφορείς. Άρα, οι ελλειπείς βροχοπτώσεις-χιονοπτώσεις δεν επηρεάζουν την ίδια εποχή το υδρολογικό ισοζύγιο.

Πρέπει να αναλογισθεί κανείς ότι η δημιουργία των υδροφορέων ξεκίνησε πριν από εκατομμύρια χρόνια για να φτάσουν στο σημείο από το οποίο ξεκίνησαν οι αντλήσεις αυτών μέσω των γεωτρήσεων.

Η χρονική περίοδος εκκίνησης της ανόρυξης βρίσκεται περίπου στο τέλος της δεκαετίας του 1960, αρχές της δεκαετίας του 1970. Άρα, ο ψευδοπαράγοντας «λειψυδρία» δεν ευθύνεται για την κατάσταση που βρίσκεται σήμερα το υδατικό δυναμικό στο υπέδαφος και δεν είναι η αιτία αυτής της διατάραξης του υδατικού ισοζυγίου. Ο καθεαυτού λόγος είναι η υπεράντληση των υδροφορέων που σε μια χρονική διάρκεια μόλις 30 ετών δημιούργησε το τεράστιο αυτό πρόβλημα.

Ο νομός Μαγνησίας, λοιπόν, δομείται από πετρώματα με πολλές υδρογεωλογικές ιδιορρυθμίες. Σε γενικές γραμμές παρουσιάζεται πολύ πολύπλοκος, η δε δυναμικότητα των υδροφορέων είναι μιας μεσαίας τάξης.

Οροσειρά του Πηλίου

Εκτείνεται από τα βορειοδυτικά προς τα νοτιοανατολικά σχηματίζοντας λωρίδα γης που διαχωρίζει τον Παγασητικό κόλπο με το Αιγαίο. Έχει μήκος, κατά προσέγγιση, 44 km και πλάτος που κυμαίνεται από 10 km στο νότο, μέχρι 25 km στο βορρά και σε συντεταγμένες 39,44N 23,04^E. Προσεγγιστικά τα όριά του είναι νότια στο Πλατανόρεμα κοντά στο Νεοχώρι και βόρεια στο Καπόρεμα κοντά στη μονή Φλαμουρίου. Το γεωλογικό υπόστρωμα αποτελείται κατά 70% από σχιστόλιθους (φυλλίτες και γνεύσιοι), ενώ το 30% αποτελείται από σερπεντίνες (Μουντράκης 1987).

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό είναι και η υδρολογική του φύση, καθώς οι ανατολικές πλαγιές δέχονται πολύ μεγάλα ποσά βροχής και χιονιού που ξεπερνάνε κατά πολύ τη

μέση τιμή της πεδινής Θεσσαλίας. Παρά την παρουσία σε ποσοστό 70% σχιστολιθικών πετρωμάτων που δεν θα επέτρεπαν τη δημιουργία σημαντικών υπόγειων πηγών, η ύπαρξη μεγάλων ρηγμάτων έχει οδηγήσει στη δημιουργία αξιόλογων πηγών.

Οι σημαντικότερες εξ' αυτών είναι αυτές της Καλιακούδας και της Λαγωνίκας. Συνολικά οι γνωστές πηγές στο βουνό φτάνουν τις 70. Ποτάμια με σταθερή ροή δεν υπάρχουν στο Πήλιο, αλλά μεγάλες ρεματιές, όπως αυτή της Λαγωνίκας, του Βρύχωνα, της Καλιακούδας και της Φελούκας με αξιόλογη ροή τους χειμερινούς και ανοιξιάτικους μήνες, καθώς και δεκάδες μικρά ρέματα.

Η **οροσειρά του Πηλίου** με μια σχιστολιθική διάπλαση δεν προσφέρεται για γεωτρήσεις, καθότι τόσο το γεωλογικό όσο και το μορφολογικό δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη υδροφόρων στρωμάτων. Το μόνο θετικό στοιχείο είναι οι παρεμβολές ανθρακικών πετρωμάτων τα οποία δημιουργούν μια αρκετά ικανοποιητική υδροφορία, η οποία εκτονώνεται με μορφή πηγών. Κατά τα άλλα το νερό κινείται μέσα στον αποσαθρωμένο μανδύα του μητρικού πετρώματος μέχρι ένα βάθος 60 m και λόγω της απότομης τοπογραφικής κλίσης δεν δημιουργεί περιθώρια εκμετάλλευσης.

Πεδιάδα Βόλου-Βελεστίνου (ευρύτερη περιοχή πρώην λίμνης Κάρλας)

Η λίμνη Βοιβής (παλαιότερα) ή Κάρλα (σήμερα) έπειτα από μια ιστορική πορεία αιώνων, αποστραγγίστηκε το 1962 με απόφασή της με σκοπό την εξασφάλιση καλλιεργήσιμων εκτάσεων.

Η αποξήρανση της λίμνης επέφερε ριζικές οικολογικές και κοινωνικό-οικονομικές αλλαγές στους παραλίμνιους οικισμούς, προσδίδοντας μια παθητική προσαρμογή των ανθρώπων με έντονη αλιευτική παράδοση στο “νέο” περιβάλλον με μεταβολή των παραγωγικών δραστηριοτήτων και παράλληλη εμφάνιση οικονομικού μαρασμού καθιστώντας ένα αυξημένο κύμα αστυφιλίας.

Τα αποτελέσματα που προκλήθηκαν σε περιβαλλοντικό επίπεδο ήταν η ραγδαία πτώση της υπόγειας υδροφορίας, η απώλεια της παραλίμνιας χλωρίδας και πανίδας και οι κλιματολογικές μεταβολές που επηρέασαν το σύνολο του Θεσσαλικού χώρου.

Η ανασυσταθείσα λίμνη Κάρλα αποτελεί μια φραγματογενή λίμνη. Καταλαμβάνει έκταση 38.000 στρεμμάτων περίπου. Οριοθετήθηκε στο χαμηλότερο τμήμα της παλιάς λίμνης Κάρλα σε κοντινή απόσταση από το χωριό Κανάλια. Διαμορφώνεται

από το ανατολικό και δυτικό ανάχωμα, το οποίο χωρίζεται σε δύο τμήματα, το Βόρειο και το Νότιο.

Η λίμνη τροφοδοτείται κυρίως από τις εισροές νερού από τον Πηνειό ποταμό μέσω του ρέματος Ασμάκι. Το Ασμάκι αποτελεί αποστραγγιστική τάφρο με δύο κλάδους. Ο πρώτος κλάδος ξεκινά από την περιοχή του Ομορφοχωρίου και εμπλουτίζεται από τον Πηνειό ποταμό. Ο δεύτερος κλάδος ξεκινά από την περιοχή Χασάμπαλη, έχει πηγαίο νερό και ενώνεται με τον πρώτο κλάδο. Τη χειμερινή περίοδο ενισχύεται από τον Άμυρο (Ντερέ) ποταμό. Αξίζει να σημειωθεί ότι το Ασμάκι δέχεται απόβλητα είτε άμεσα είτε έμμεσα από βιομηχανικές-βιοτεχνικές μονάδες της περιοχής.

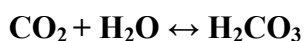
Σημαντικός όγκος νερού προέρχεται από τα ρέματα της περιοχής τα οποία εκβάλλουν απευθείας στον ταμιευτήρα. Ένα από τα ρέματα αυτά είναι το Βαθύρεμα, το οποίο βρίσκεται ανατολικά της περιοχής μελέτης, στην πλευρά του Μαυροβουνίου, και εκβάλλει απευθείας στη λίμνη.

Η υπό ανασύσταση λίμνη Κάρλα αποτελεί τμήμα της παλαιότερης λίμνης και καλύπτει το νότιο-ανατολικό τμήμα (άκρο) του Θεσσαλικού τεκτονικού βυθίσματος.

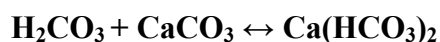
Ο ταμιευτήρας της λίμνης περιβάλλεται από έντονο ορεινό ανάγλυφο με τους ορεινούς όγκους (Μαυροβούνι, Δυτικό Πήλιο) που την περιβάλλουν να αγγίζουν το υψόμετρο των 1978 m. Η ευρύτερη περιοχή παρουσιάζει έντονη γεωμορφολογία με τα υψόμετρα να κυμαίνονται από 100 m μέχρι 300 m..

Η γεωμορφολογία της λεκάνης διαμορφώνεται κυρίως από τη διαβρωτική δράση των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων. Παρατηρείται η παρουσία χειμάρρων περιστασιακής ροής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Χαρακτηριστική είναι η παρουσία καρστικού ανάγλυφου, ενώ και η καρστική διάβρωση της περιοχής κρίνεται προχωρημένη. Στην περιοχή υπάρχουν εκτεταμένα καρστικά έγκοιλα.

Τα ανθρακικά πετρώματα της περιοχής μελέτης και κυρίως οι ασβεστόλιθοι (CaCO_3) υπόκεινται στην καρστική διάβρωση. Οι ασβεστόλιθοι της ευρύτερης περιοχής μελέτης είναι θαλάσσια ιζήματα ανθρακικού ασβεστίου που δεν έχουν υποστεί μεταμόρφωση. Η χημική σύσταση των ασβεστόλιθων παρουσιάζει διαφοροποιήσεις ως προς τις προσμίξεις. Ο ασβεστόλιθος είναι λίγο διαλυτός στο καθαρό νερό και η διαλυτική του δράση αυξάνεται με τον εμπλουτισμό του νερού σε CO_2 . Η αντίδραση διάλυσης του διοξειδίου του άνθρακα στο νερό είναι:



Το όξινο ανθρακικό διάλυμα που εισέρχεται στην ανθρακική μάζα μεταβάλλει το ανθρακικό ασβέστιο σε διανθρακικό ασβέστιο διαλυτό στο νερό και πολύ ασταθές.

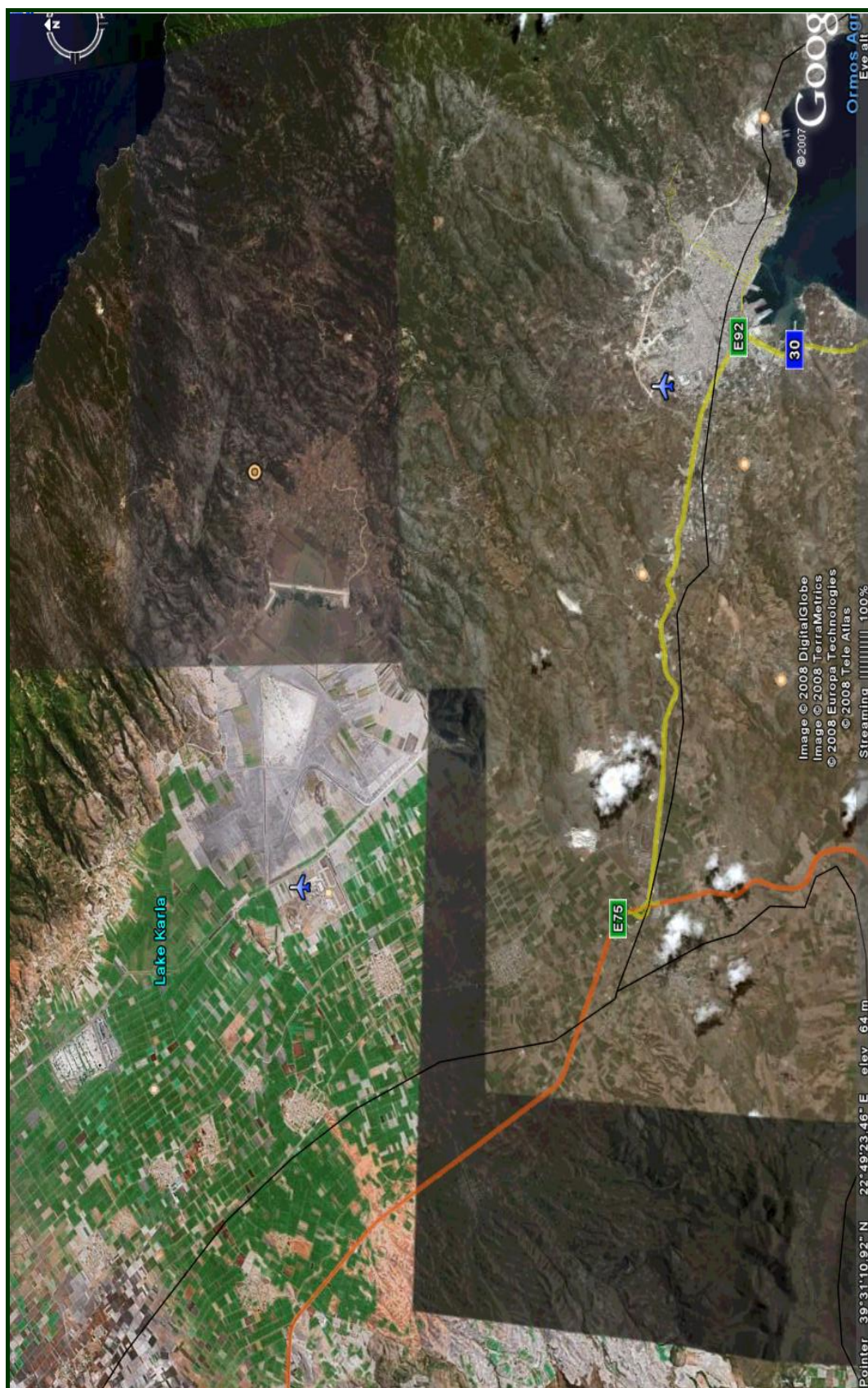


Στο χώρο της πρώην **Λίμνης Κάρλας** η στρωματογραφία είναι πιο απλή όπου κυριαρχούν οι προσχωματικές αποθέσεις. Εναλλαγές από αργίλους, άμμους, χάλικες, κροκάλες και άλλα, άλλοτε τελείως ασύνδετα και άλλοτε εν μέρει συμπαγή. Στους προσχωματικούς αυτούς σχηματισμούς η υδροφορία θεωρείται δεδομένη τόσο από την απευθείας διήθηση του νερού όσο και από την πλευρική τροφοδοσία κυρίως των οροσειρών του Πηλίου- Κισσάβου.

Η ανάπτυξη των υδροφορέων γίνεται σε γενικές γραμμές πιο εύκολα, καθώς, και στη συνέχεια η άντληση αυτών.

Το πάχος των αποθέσεων ποικίλει όπως και η στρωματογραφική διάπλαση που την πολυπλοκότητα της την οφείλει στις νεοτεκτονικές κυρίως κινήσεις. Το πεδινό τμήμα χαρακτηρίζεται από ένα πλήθος βυθισμάτων και εξάρσεων με πάρα πολλά ρήγματα, στοιχεία που διαφοροποιούν τη γενική εικόνα της λεκάνης.

Η υπόγεια υδροφορία μέσα σε χαλαρούς σχηματισμούς είναι αρκετά θετική πλην όμως όταν η άντληση γίνεται ανεξέλεγκτα, η καταστροφή είναι αρκετά μεγάλη και όπως διαπιστώνεται και επιζήμια, αφού προκαλεί εκτός των άλλων και ρηγματώσεις στο έδαφος.



Σχήμα 12. Λεκάνη απορροής Κάρλας.

Λεκάνη Αλμυρού

Η περιοχή βρίσκεται στο νοτιοανατολικό περιθώριο της θεσσαλικής λεκάνης. Έχει γεωγραφικό μήκος 22°30'-23°00' και πλάτος 39°00'-39°15'. Εκτείνεται ανατολικά μέχρι τον Παγασητικό κόλπο και περιορίζεται νότια από το Χαλκοδόνιο όρος ή Μαυροβούνι. Η μορφολογία των βόρειων περιθωρίων της λεκάνης υποδηλώνει την ύπαρξη διαύλων επικοινωνίας μεταξύ της λεκάνης του Αλμυρού και του νοτιοανατολικού περιθωρίου της ανατολικής θεσσαλικής πεδιάδας.

Γεωγραφικά πρόκειται ουσιαστικά για τη μοναδική πεδιάδα του νομού Μαγνησίας, καθώς η πεδιάδα Βόλου-Βελεστίνου (ευρύτερη περιοχή πρώην λίμνης Κάρλας) αποτελεί συνέχεια της πεδιάδας της Λάρισας.

Η λεκάνη του Αλμυρού αποτελεί τμήμα του ενιαίου βυθίσματος Αλμυρού-Παγασητικού.

Η έκταση της υδρολογικής λεκάνης είναι 855.90 km² και η περίμετρος της 175.77 km. Εντοπίζεται η παρουσία δύο υπολεκάνων με βάση τόσο τα μορφολογικά, όσο τα τεκτονικά και υδρογεωλογικά δεδομένα, συγκεκριμένα: βόρεια την υπολεκάνη της Ευξεινούπολης και νότια την υπολεκάνη της Σούρπης (Μυριούνης 2008). Η γενική διεύθυνση της υπολεκάνης της Ευξεινούπολης είναι από ανατολικά προς τα δυτικά, μήκους 20 km περίπου και πλάτους μικρότερου των 15 km, ενώ η υπολεκάνη της Σούρπης έχει μήκος 10 km, πλάτος 5 km και μεγάλο άξονα που έχει διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ.

Η μορφολογία της λεκάνης διαμορφώνεται κυρίως από τη διαβρωτική δράση των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων. Γενικά παρατηρείται η παρουσία εποχιακών χειμάρρων, εκτός του χειμάρρου Χολόρεμα που είναι ο μεγαλύτερος. Χαρακτηριστική είναι, τέλος, η παρουσία του καρστικού ανάγλυφου, ενώ και η καρστική διάβρωση της περιοχής κρίνεται προχωρημένη. Στην περιοχή υπάρχουν εκτεταμένα καρστικά έγκοιλα.

Στην ευρύτερη λεκάνη **Αλμυρού-Σούρπης** η γεωλογική διάρθρωση είναι εξίσου πολύπλοκη όπως αυτή του Πηλίου. Τόσο, όμως, η μορφολογία όσο και η παρουσία περισσότερων ανθρακικών πετρωμάτων προσδίδουν έναν πιο θετικό χαρακτήρα ανάπτυξης στους υπόγειους υδροφορείς.

Στη προκειμένη περίπτωση δεν έχουμε πηγές όπως στο Πήλιο αλλά υπόγεια κίνηση του νερού μέσα στους υδροφορείς, οι οποίοι αναπτύσσονται τόσο στις χαλαρές αποθέσεις όσο και στους ανθρακικούς σχηματισμούς.

Και στο χώρο αυτής της λεκάνης έχουμε την δράση της νεοτεκτονικής η οποία, όπως και στη λεκάνη της Κάρλας έτσι και εδώ προσδιορίζει τις κινήσεις του νερού στους υδροφορείς. Σημαντικός παράγοντας λοιπόν η δράση της νεοτεκτονικής, αφού προσδιορίζει τους χώρους όπου η δυναμικότητα των υδροφορέων δεν είναι αρκετά ικανοποιητική ώστε να εμποδίζεται η υφαλμύριση παράκτιων ζωνών, καθότι η πίεση του γλυκού νερού, λόγω της μη γρήγορης επαναπλήρωσης των υδροφορέων, είναι πολύ μικρότερη αυτής του θαλασσινού νερού.



Σχήμα 13. Λεκάνη απορροής Αλμυρού (Σούρπη, Πτελεός, Ανάβρα, Όθρυς).

8. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ

ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

8.1 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η καταγραφή του υπόγειου διαθέσιμου υδατικού δυναμικού, αναπτύσσεται σε δύο ενότητες:

- ◆ Υπόγεια ύδατα από πορώδεις υδροφορείς (γεωτρήσεις).
- ◆ Υπόγεια νερά από πηγές (πηγές).

8.1.1 ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Η ανόρυξη γεωτρήσεων σε **υπερβολικά** μεγάλο αριθμό, η αύξηση των αρδευομένων εκτάσεων και η **κακή διαχείριση** του νερού των γεωτρήσεων δημιούργησαν προβλήματα τα οποία συνοψίζονται σε:

1. Πτώση στάθμης
2. Μείωση παροχής
3. Υφαλμύριση παράκτιων γεωτρήσεων-περιοχών
4. Εμφάνιση επιφανειακών εδαφικών ρηγμάτων

8.1.1.1 Πτώση στάθμης και μείωση παροχής

Ο αριθμός των ανορυχθέντων γεωτρήσεων και η πτώση στάθμης αυτών φαίνεται στους πίνακες 7, 8, 9, 10, 11. **(Στο παράρτημα παρατίθεται ο πιεζομετρικός χάρτης Νο1 με τη θέση των γεωτρήσεων σε 11 διαφορετικά σημεία του Νομού Μαγνησίας).**

Η μείωση της παροχής παρουσιάζεται παράλληλα με την πτώση στάθμης.

Πίνακας 7. Εξέλιξη της ανόρυξης γεωτρήσεων (1980-2004) στο Νομό.

Έτος	Μαγνησία
1980	76
1981	39
1982	119
1983	226
1984	250
1985	355
1986	345
1987	216
1988	183
1989	266
1990	278
1991	78
1992	160
1993	192
1994	308
1995	144
1996	138
1997	81
1998	33
1999	118
2000	110
2001	120
2002	61
2003	52
2004	61
Σύνολο	4009

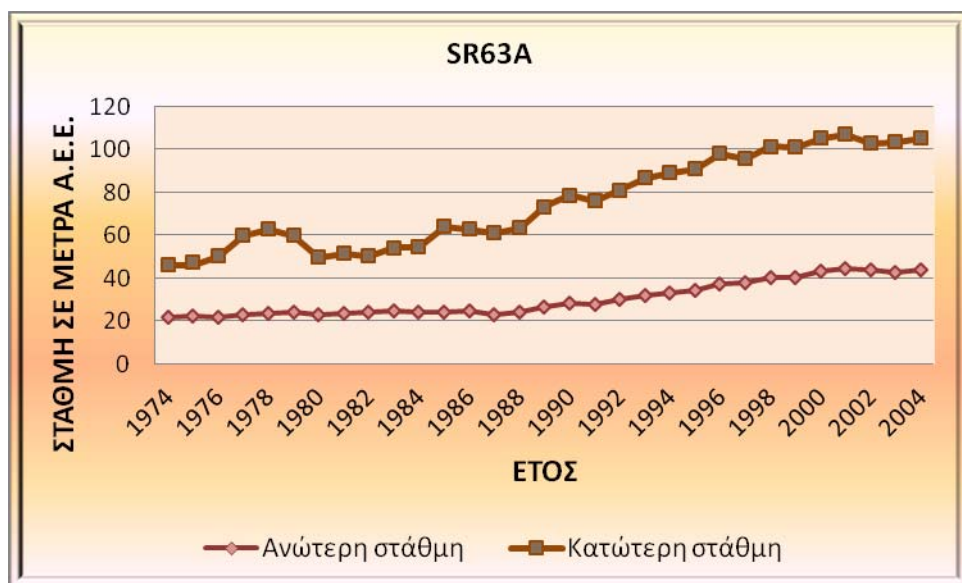


Σχήμα 14. Διάγραμμα εξέλιξης ανόρυξης γεωτρήσεων.

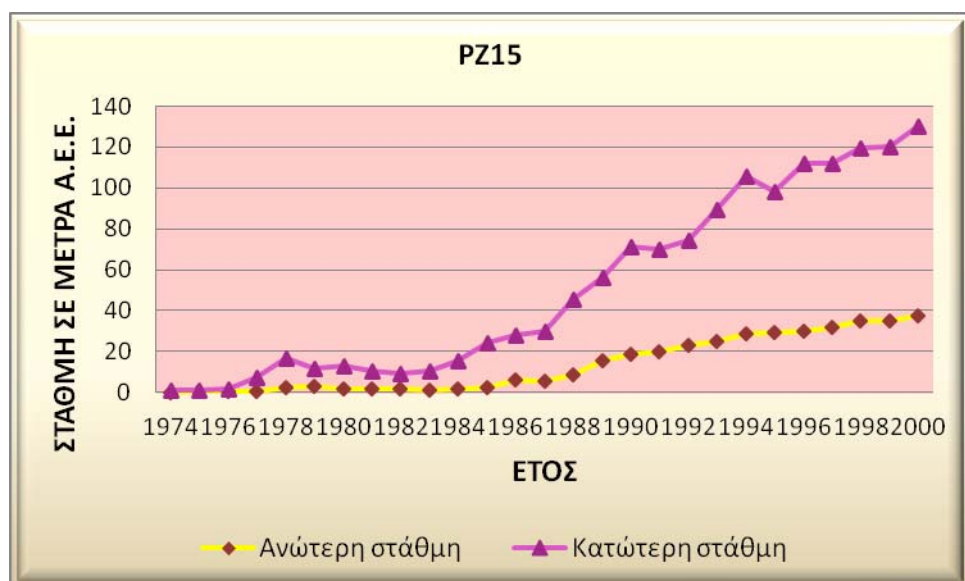
Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις στάθμης υπόγειων νερών πιεζομετρικών γεωτρήσεων σε 11 διαφορετικές θέσεις του Νομού. (Ανώτερη στάθμη από επιφάνεια εδάφους (α.ε.ε.) την άνοιξη και κατώτερη το τέλος καλοκαιριού).

**Πίνακας 8. Ανώτερη και κατώτερη στάθμη στις γεωτρήσεις SR63A και PZ15 του
Νομού Μαγνησίας.**

Στάθμη (α.ε.ε.) σε μέτρα	SR63A Ριζόμυλος		PZ15 Στεφανοβίκειο	
	Ανωτ.	Κατωτ.	Ανωτ.	Κατωτ.
1974	21.90	24.12	0.00	0.84
1975	22.13	25.40	0.50	0.50
1976	22.02	28.37	0.30	1.62
1977	23.10	36.93	0.34	7.15
1978	23.80	38.84	2.40	14.55
1979	24.06	35.89	2.80	9.09
1980	23.14	26.60	1.92	11.15
1981	23.62	28.00	2.05	8.40
1982	24.20	26.35	1.80	7.25
1983	24.53	29.68	1.11	9.42
1984	23.97	30.35	2.00	13.54
1985	24.02	39.83	2.59	21.45
1986	24.64	38.18	6.15	21.75
1987	23.21	38.02	5.47	24.27
1988	24.13	39.25	8.63	37.10
1989	26.38	46.96	15.30	40.86
1990	28.60	50.03	18.99	52.53
1991	27.94	47.95	20.23	49.88
1992	30.20	50.88	23.38	51.34
1993	31.78	55.00	24.80	64.51
1994	33.20	55.72	28.80	76.76
1995	34.33	56.68	29.18	68.86
1996	37.15	60.88	29.68	82.25
1997	37.57	58.18	31.60	80.52
1998	40.30	61.06	34.77	85.00
1999	40,53	60,70	34,74	85,48
2000	43,15	61,93	37,24	92,71
2001	44,63	62,65	-	-
2002	43,60	59,10		
2003	42,60	60,87		
2004	43,68	61,38		



Σχήμα 15. Διάγραμμα διακύμανσης ανώτερης και κατώτερης στάθμης α.ε.ε. της γεώτρησης SR63A στο Νομό Μαγνησίας.



Σχήμα 16. Διάγραμμα διακύμανσης ανώτερης και κατώτερης στάθμης α.ε.ε. της γεώτρησης PZ15 στο Νομό Μαγνησίας.

**Πίνακας 9. Ανώτερη και κατώτερη στάθμη στις γεωτρήσεις Κ 1, ΑΛ 1 και ΑΛ 2
του Νομού Μαγνησίας.**

Στάθμη (α.ε.ε.) σε μέτρα	Κ 1 Ξυλογέφυρα Κροκίου		ΑΛ 1 Ξεριάς Αλμυρού		ΑΛ 2 Δρόμος Λούτσα Αλμυρού	
	Ανωτ.	Κατωτ.	Ανωτ.	Κατωτ.	Ανωτ.	Κατωτ.
Έτος						
1990	17,90	41,25	Αρτες.	Αρτες.	10,90	12,50
1991	16	41,80	Αρτες.	Αρτες.	9,76	11,65
1992	16,56	43,60	+1,00	Αρτες.	9,50	14,05
1993	17,72	47,60	+0,55	2,70	10,95	15
1994	11,98	43,88	+0,12	5,20	7,87	13,83
1995	15,35	46,50	+0,70	3,60	4,75	10,83
1996	14,85	43,75	+0,40	3,30	4,85	11,85
1997	16,10	46,20	+0,85	10,60	5,89	11,85
1998	16,02		4,05	13,20	7,55	
1999	17,40		7,30	11,80	6,50	
2000	16,80	48,90	4,22	16,24	7,23	14,30
2001	20,60	45,80	7,28	18,35	9,15	14,05
2002	20,60	43,20	5,80	22,50	9	12,70
2003	13,70				3,73	

**Πίνακας 10. Ανώτερη και κατώτερη στάθμη στις γεωτρήσεις ΣΤ 4, ΣΤ 2 ΚΑΙ ΣΤ 3
του Νομού Μαγνησίας.**

Στάθμη (α.ε.ε.) σε μέτρα	ΣΤ 4 Ξηραύλακας Στεφανοβίκειο		ΣΤ 2 Καραμουλάρ Στεφανοβίκειο		ΣΤ 3 Πετρομαγούλες Στεφανοβίκειο	
	Ανωτ.	Κατωτ.	Ανωτ.	Κατωτ.	Ανωτ.	Κατωτ.
Έτος						
1989	21,80	40,15	17,60	29,70	26	32,67
1990	23,30	42,66	22,45	32,20	29,55	32,88
1991	24,52		27,20		32,05	
1992	24,60	42,57	24,25	33,12	33,40	42,70
1993	30,25	51,30	25,15	35,30	36,30	40,20
1994	31,20	57,10	27,90	43,70	38	49,20
1995	24,60		28,10		41,10	

**Πίνακας 11. Ανώτερη και κατώτερη στάθμη στις γεωτρήσεις ΣΤ 1, Ρ 1 και Φ 1 του
Νομού Μαγνησίας.**

Στάθμη (α.ε.ε.) σε μέτρα	ΣΤ 1 Ποταμιές Στεφανοβίκειο		Ρ 1 Αλπές Ριζόμυλο		Φ 1 Καμπάδικα Αερινό		
	Έτος	Ανωτ.	Κατωτ.	Ανωτ.	Κατωτ.	Ανωτ.	Κατωτ.
1989							
1990			32	35,22			45,80
1991	29,15		34,38	34,80	42,52		
1992	29,90	37,72	36,10	39,96	43,82		48,06
1993	32,80	43,65	39,10	41,25	47,60		55,60
1994	34,65	48,30	40,70	43,60	52,35		59,10
1995	39,40		44,20		55,60		
1996							
1997							
1998							67,50
1999							
2000							71,10
2001					67,70		72,60
2002					70,10		77,30
2003					71,20		78,30

Τι επιδεινώνει το πρόβλημα;

- Η **αύξηση του βάθους** ανόρυξης των γεωτρήσεων συντελεί στη μεταφορά των ανωτέρω υδροφόρων στρωμάτων παρακάτω.
- **Κακοτεχνίες των γεωτρήσεων** (Χρησιμοποιούνται φίλτρα σ' όλο το μήκος της γεώτρησης και όχι μόνο στην περιοχή των υδροφόρων στρωμάτων). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κλείνουν τα υδροφόρα στρώματα (μείωση παροχής), να καταστρέφονται τα αντλητικά συγκροτήματα (εισροή λεπτόκοκκων υλικών στον στρόβιλο).
- Η αδυναμία παρακολούθησης της στάθμης της γεώτρησης λόγω **έλλειψης πιεζομετρικού σωλήνα**.
- Η **καταστρατήγηση** των όρων της αδείας (Αύξηση των αρδευομένων εκτάσεων, υπεράντληση, αύξηση της ταχύτητας άντλησης).

Η μελέτη της **SOGREAH** η οποία συντάχθηκε για όλη τη Θεσσαλία και αναθεωρήθηκε με το μαθηματικό του Υ.Γ. το έτος 1986 προέβλεπε για το ΝΑ τμήμα της Κάρλας (Περιοχή Μαγνησίας) περιορισμένες ποσοστιαίες αυξήσεις ανόρυξης γεωτρήσεων σε συγκεκριμένες περιοχές και μέχρι 20% των υφισταμένων τότε γεωτρήσεων, γεγονός που δεν τηρήθηκε αλλά απεναντίας καταστρατηγήθηκε.

Δυσμενή αποτελέσματα από τα παραπάνω

- **Αχρήστευση γεωτρήσεων** σε σύντομο χρονικό διάστημα ιδίως αυτών που ανορύχθηκαν σε χαλαρά πετρώματα από καταπτώσεις και εισροή αργιλικών στοιχείων μέσα στα υδροπερατά με αποτέλεσμα την έμφραξη των υδροφόρων στρωμάτων.
- **Εμφάνιση επιφανειακών εδαφικών ρηγμάτων.**
Η μείωση της συνοχής του εδάφους λόγω έλλειψης νερού, η συρρίκνωση της αργίλου σε συνδυασμό με την μικροτεκτονική της περιοχής δημιουργούν τα γνωστά φαινόμενα επιφανειακής ρηγμάτωσης στο Ριζόμυλο, Νίκη και λοιπούς οικισμούς.
- **Μείωση ή μηδενισμό** της παροχής πηγών όπως η «Υπέρεια Κρήνη» Βελεστίνου και η πηγή «Χορταριά» στον Αλμυρό. (Αυτό γίνεται είτε με απ' ευθείας άντληση του νερού που τροφοδοτεί την πηγή είτε με διατάραξη των προνομιακών ροών αυτής (φλέβες).
- **Οικονομική επιβάρυνση** των αγροτών από την πτώση στάθμης.

8.1.1.2 Υφαλμύριση παράκτιων γεωτρήσεων περιοχών

Η **υφαλμύριση** των γεωτρήσεων είναι το αποτέλεσμα της μείωσης της πίεσης του γλυκού νερού προς το θαλασσινό και έτσι έχουμε εισροή θάλασσας στη γεώτρηση και στη συνέχεια διά της άρδευσης στο έδαφος.

Αίτια:

- Υπεράντληση παράκτιων γεωτρήσεων.
- Ανόρυξη γεωτρήσεων σε βάθος πολύ κάτω από το μηδέν (Ν. Αγχίαλος)
- Πτώση στάθμης των γεωτρήσεων πολύ κάτω από το μηδέν.

- Παρουσία διαπερατών πετρωμάτων κυρίως ανθρακικών (ασβεστόλιθοι- δολομίτες– κροκαλοπαγή) όπως στην περίπτωση της Αγριάς και Κονταρόλακκας Πλατάνου.

Η παρουσία των πετρωμάτων αυτών σε συνδυασμό με την τεκτονική της περιοχής (διάταξη- διεύθυνση πετρωμάτων- κλίσεις μητρικού υποβάθρου, του βάθους ανόρυξης των γεωτρήσεων και της πτώσης στάθμης δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες εισροής του θαλασσινού νερού π.χ. έναρξη υφαλμύρισης Ν. τμήματος περιοχής Κάρλας. Φυσικές υφαλμυρίσεις έχουμε στις περιοχές Πλατάνου- Τσιγγέλι- Κονταρόλακκας- Αχιλλείου- Αμαλιάπολης και στον όρμο Σούρπης.

Από τις **445** γεωτρήσεις που εξετάστηκαν συνολικά, οι **46** εμφανίζουν χλωριόντα άνω των 100 mg/L και **80** άνω των 250 mg/L.

Πίνακας 12. Γεωτρήσεις με αυξημένα χλωριόντα.

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΑ ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ			
ΔΗΜΟΣ	αρ. γεωτρήσεων που ερευνήθηκαν	αρ. γεωτρήσεων με χλωριούχα >100	αρ. γεωτρήσεων με χλωριούχα >250
ΑΓΡΙΑΣ	10	3	5
ΑΙΣΩΝΙΑΣ	21	4	12
ΑΛΜΥΡΟΥ	78	3	3
ΑΛΟΝΝΗΣΟΥ	7	4	3
ΑΡΓΑΛΑΣΤΗΣ	6	0	2
ΑΡΤΕΜΙΔΑΣ	31	3	1
ΑΦΕΤΩΝ	1	0	0
ΒΟΛΟΥ	9	1	5
ΙΩΛΚΟΥ	1	0	0
ΚΑΡΛΑΣ	65	3	11
ΚΕΡΑΜΙΔΙΟΥ	4	0	0
ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ	4	0	0
ΜΗΛΕΩΝ	19	3	4
Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΥ	32	3	8
Ν. ΙΩΝΙΑΣ	8	1	2
ΠΟΡΤΑΡΙΑΣ	1	0	0
ΠΤΕΛΕΟΥ	15	2	1
ΣΗΠΙΑΔΟΣ	8	1	2
ΣΚΙΑΘΟΥ	6	4	2
ΣΚΟΠΕΛΟΥ	9	3	1
ΣΟΥΡΙΠΗΣ	34	8	14
ΦΕΡΡΩΝ	76	0	4
ΣΥΝΟΛΟ	445	46	80

Θετικό στοιχείο για την μη υφαλμύριση περιοχών θεωρείται η ύπαρξη προσχωσιγενών εδαφών ή μεταμορφωμένων πετρωμάτων (σχιστόλιθοι-μάργες) τα οποία δεν επιτρέπουν την ταχεία διείσδυση του θαλασσινού νερού με την προϋπόθεση ότι δεν θα αλλάξουν δραματικά οι συνθήκες άντλησης (αύξηση αρδευομένων εκτάσεων ή περαιτέρω πτώση της στάθμης των γεωτρήσεων). Περίπτωση πεδινού τμήματος Αλμυρού και Κ. Λεχωνίων.

8.1.1.3 Εμφάνιση νιτρικών

Η υπερβολική, αλόγιστη και σε πολλές περιπτώσεις περιττή χρήση αζωτούχων λιπασμάτων έχει σαν συνέπεια την ρύπανση του περιβάλλοντος και ένα από τα άμεσα αποτελέσματα των παραπάνω είναι η εμφάνιση νιτρικών στα υπόγεια ύδατα.

Εξετάστηκαν συνολικά **440** γεωτρήσεις από τις οποίες **41** εμφανίζουν νιτρικά άνω των 30 mg και **59** άνω των 50 mg. (Στο παράρτημα παρατίθεται χάρτης Νο2 με τις περιοχές με αυξημένα νιτρικά).

Πίνακας 13. Γεωτρήσεις με αυξημένα νιτρικά.

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΑ ΝΙΤΡΙΚΑ			
ΔΗΜΟΣ	αρ. γεωτρήσεων που ερευνήθηκαν	αρ. γεωτρήσεων με νιτρικά >30	αρ. γεωτρήσεων με νιτρικά >50
ΑΓΡΙΑΣ	10	1	1
ΑΙΣΩΝΙΑΣ	21	1	7
ΑΛΜΥΡΟΥ	78	13	24
ΑΛΟΝΝΗΣΟΥ	7	0	0
ΑΡΓΑΛΑΣΤΗΣ	6	0	0
ΑΡΤΕΜΙΔΑΣ	31	2	3
ΑΦΕΤΩΝ	1	0	0
ΒΟΛΟΥ	9	0	0
ΙΩΛΚΟΥ	1	0	0
ΚΑΡΛΑΣ	65	3	3
ΚΕΡΑΜΙΔΙΟΥ	4	0	0
ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ	4	0	0
ΜΗΛΕΩΝ	19	1	0
Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΥ	32	4	3
Ν. ΙΩΝΙΑΣ	8	1	0
ΠΟΡΤΑΡΙΑΣ	1	0	0
ΠΤΕΛΕΟΥ	15	1	0
ΣΗΠΙΑΔΟΣ	8	0	1
ΣΚΙΑΘΟΥ	6	0	0
ΣΚΟΠΕΛΟΥ	9	0	0
ΣΟΥΡΙΗΣ	34	3	10
ΦΕΡΡΩΝ	76	11	7
ΣΥΝΟΛΟ	445	41	59

8.1.2 ΠΗΓΑΙΑ ΝΕΡΑ

- 1) Η πλειονότητα των πηγών είναι πηγές επαφής, δηλαδή υπάρχει μητρικό αδιαπέρατο πέτρωμα με επικάλυψη αποσαθρωμένου μανδύα του ιδίου πετρώματος και είναι περισσότερο σχιστολιθικής διάπλασης και λιγότερο ανθρακικής- καρστικής.
- 2) Και στους δύο ορεινούς όγκους του Νομού, Πήλιο και Όθρυς, κυριαρχούν οι ίδιοι γεωλογικοί σχηματισμοί (διαφορετικής ηλικίας). Εν τούτοις στο Πήλιο έχουμε εμφάνιση πολλών και ποικίλης παροχής πηγών σε αντίθεση με την Όθρυ όπου έχουμε ελάχιστες πηγές πολύ μικρής παροχής ,με εξαίρεση την πηγή «Ανάβρα». Αυτό εξηγείται από τις κλίσεις των στρωμάτων του πετρώματος οι οποίες στο Πήλιο είναι θετικές (παράλληλες) με την τοπογραφική κλίση ενώ στην Όθρυ είναι αρνητικές (κάθες) προς αυτή. Οι πηγές «Κεφάλωση» και «Χαλάσματα» στον Πλάτανο είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα της κίνησης του νερού όπως αναφέρεται παραπάνω.
- 3) Οι παροχές των πηγών στους σχιστολιθικούς σχηματισμούς έχουν σχετικά σταθερή παροχή. Αντίθετα, στους ανθρακικούς έχουμε μεγάλες διακυμάνσεις (Κεφάλωση Πλατάνου, Καλιακούδα, Μπουρμπουλήθρα). Στα όρια (επαφή) των δύο παραπάνω σχηματισμών έχουμε ενδιάμεσες καταστάσεις (Λαγωνίκα, Κρομμύδα, Ανάβρα).
- 4) Οι κακής ποιότητας υδρομαστεύσεις-καλλιέργειες έχουν σαν αποτέλεσμα την μη λήψη όλου του υδάτινου δυναμικού της πηγής ή και μείωση σε περίπτωση κακοτεχνίας.
- 5) Ο χημισμός των πηγών οι οποίες δεν γειτνιάζουν με την θάλασσα παραμένει σταθερός ενώ των πηγών που εκφορτίζονται σε ανθρακικούς σχηματισμούς και γειτνιάζουν με την θάλασσα είναι επιβαρυνμένος.

Τέτοιες πηγές υπάρχουν πολλές και με πολύ μεγάλες παροχές όπως η Κεφάλωση, τα Χαλάσματα, η Μπουρμπουλήθρα, το Μαλάκι, Αγ. Ιωάννης Κεραμιδίου, Σκεπαστή Προμυρίου κλπ.

Στις δύο τελευταίες έγιναν **ανεπιτυχείς** προσπάθειες για την αξιοποίησή τους (μία γεώτρηση το έτος 1986 στο Κεραμίδι και τέσσερις στο Προμύρι το έτος 1980).

- 6) Μικροί ή μεγάλοι σεισμοί διαταράσσουν το γεωλογικό υπόβαθρο, δημιουργούν νέες ρηγματωμένες ζώνες με αποτέλεσμα την αλλαγή πορείας του νερού προκαλώντας εξαφάνιση ή μείωση της παροχής υφισταμένων πηγών ή εμφάνιση νέων πηγών μικρότερης παροχής.

Είναι δυνατόν να έχουμε εμφάνιση του φαινομένου μερικής μεταβολής του χημισμού των πηγών όταν αλλάξει η ροή του νερού και διανύσει μεγάλη απόσταση μέσα σε ανθρακικά (υδατοδιαλυτά) πετρώματα.

- 7) Αρνητικό ρόλο στην παροχή και την διάρκεια των πηγών έχει το ανάγλυφο του Πηλίου (μεγάλες τοπογραφικές κλίσεις) το οποίο συμβάλει στην ταχύτερη κίνηση του νερού στο αποσαθρωμένο επιφανειακό τμήμα-μανδύα ή στην περιορισμένη συγκράτηση του νερού στον ορεινό όγκο με αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό παράκτιων πεδινών περιοχών (π.χ. Κ. Λεχώνια) ή την εμφάνιση πλειάδος πολύ μεγάλης παροχής παράκτιων ή υποθαλάσσιων πηγών.

- 8) Η ποιότητα του νερού των περισσοτέρων πηγών είναι αρίστη και τούτο οφείλεται στη μη διάβρωση των σχιστολιθικών σχηματισμών, οι οποίοι είναι οι κατ' εξοχήν τροφοδότες στο σύνολο των πηγών του ορεινού όγκου Πηλίου.

- 9) Εμφάνιση προβλημάτων ποιότητας νερού (κυρίως ύπαρξη μικροβιακού φορτίου οφείλεται:

- Παλιές και κακοσυντηρημένες υδρομαστεύσεις,
- Παλιές ακατάλληλες –ρηγματωμένες δεξαμενές,
- Φθαρμένο δίκτυο μεταφοράς νερού,
- Άναρχη δόμηση χωρίς προδιαγραφές για κατάλληλους βόθρους,
- Βοσκή ζώων. (Πρέπει να γίνει περίφραξη σε ικανή ακτίνα για προστασία των πηγών από άμεση διήθηση ρύπων).

(Στο παράρτημα παρατίθεται χάρτης Νο3 με τις θέσεις των πηγών).

9. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΔΗΜΩΝ

NΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

Οι δήμοι του ορεινού όγκου Πηλίου και Όθρυος υδρεύονται κατά κύριο λόγο από πηγαία νερά τα οποία από την φύση τους είναι **εξαιρετικής ποιότητας** αλλά πιθανόν να παρουσιάζουν ορισμένα, ιδίως **μικροβιολογικής φύσεως**, προβλήματα τα οποία όπως προαναφέρθηκε οφείλονται στις παλιές υδρομαστεύσεις-καλλιέργειες οι οποίες δεν συντηρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα, στην έλλειψη περίφραξης, στην βοσκή ζώων πέριξ της πηγής, σε πιθανές ατέλειες του δικτύου μεταφοράς του νερού και των δεξαμενών αποθήκευσης και σε οικιακά λύματα. Εάν ξεπερασθούν τα προβλήματα που δημιουργούνται από τα παραπάνω τότε θα ήταν δυνατόν να χρησιμοποιείται το νερό χωρίς χλωρίωση.

Οι δήμοι του πεδινού τμήματος του Νομού υδρεύονται απεναντίας από νερά γεωτρήσεων και σε ορισμένες περιπτώσεις αναμεμιγμένα με νερό πηγών όπως κατά κύριο λόγο γίνεται στο πολεοδομικό συγκρότημα Βόλου όπου η αναλογία πηγαιού και νερού γεωτρήσεων ανέρχεται σε 80/20 την υγρά περίοδο και 30/70 την ξηρά περίοδο.

Ορισμένοι δήμοι οι οποίοι αντιμετωπίζουν ιδιαίτερο πρόβλημα ανεύρεσης καλής ποιότητας νερού προχώρησαν – ευφύως σκεπτόμενοι- στην δημιουργία δευτέρου δικτύου ύδρευσης με κοινόχρηστες βρύσες (Αγριά– Σούρπη- Αγ. Τριάδα– Ευξεινούπολη).

Η ποιότητα του νερού των γεωτρήσεων ποικίλει ανάλογα με την περιοχή και τους υδρογεωλογικούς σχηματισμούς. Συνεχής όμως είναι ο κίνδυνος **εμφάνισης νιτρικών, χλωριόντων ή βαρέων μετάλλων** επειδή στην πλειονότητά τους βρίσκονται μέσα ή κοντά σε καλλιεργούμενες εκτάσεις όπου χρησιμοποιούνται πληθώρα αγροχημικών ή κοντά στην Θάλασσα.

Ενώ η ποιότητα του νερού των γεωτρήσεων είναι γενικά σταθερή (εκτός βέβαια από τους παραπάνω παράγοντες) η μη τήρηση των τεχνικών προδιαγραφών ανόρυξης όπως έχουν αναφερθεί παραπάνω και η έλλειψη τσιμεντώσεως συντελούν τόσο στην καταστροφή των γεωτρήσεων όσο και στην επιβάρυνσή τους με μικροβιολογικούς και χημικούς ρύπους.

9.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΙΣΗΣ

Η διείσδυση της θάλασσας σε παράκτιους υδροφορείς της Ελλάδας προβάλλει τα τελευταία χρόνια ως ένα ιδιαίτερα σοβαρό πρόβλημα που απειλεί να περιορίσει τη χρήση σημαντικού μέρους των διαθέσιμων υπόγειων υδατικών πόρων. Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα, όπου τα υπόγεια νερά αποτελούν τον μοναδικό διαθέσιμο υδατικό πόρο, η διείσδυση της θάλασσας μπορεί να οδηγήσει σε ολοκληρωτική έλλειψη γλυκού νερού. Η διείσδυση της θάλασσας σε παράκτιους υδροφορείς είναι μια σημαντική διαδικασία που μπορεί να οδηγήσει στην αλμύριση του υπόγειου νερού σε τέτοια επίπεδα που να υπερβαίνουν τα αποδεκτά όρια του πόσιμου νερού και του νερού της άρδευσης. Τα υπόγεια νερά συντηρούν, τόσο τους παράκτιους υγροβιότοπους όσο και τις ευεργετικές για τους οργανισμούς του αβαθούς θαλασσίου περιβάλλοντος ιδιότητες.

Η διείσδυση της θάλασσας σε χερσαίους υπόγειους υδροφορείς και η υποθαλάσσια εκροή υπόγειου νερού είναι διαδικασίες στενά συνδεδεμένες και επηρεάζουν άμεσα η μία την άλλη. Η ποσότητα της υποθαλάσσιας εκροής γλυκού νερού ελέγχει κάτω από ορισμένες συνθήκες τη διείσδυση της θάλασσας. Από την άλλη πλευρά, ο ρυθμός της διείσδυσης της θάλασσας και οι σχετιζόμενες με αυτήν διαδικασίες (π.χ. ανοδική κίνηση αλμυρών νερών), μπορεί επίσης να επηρεάσει τους ρυθμούς της υποθαλάσσιας εκροής γλυκού νερού. Η υποθαλάσσια εκροή υπόγειου νερού είναι δυναμικά μια σημαντική συνιστώσα του νερού και των βιοχημικών κύκλων σε πολλά παράκτια περιβάλλοντα. Αυτή, σε αρκετές περιπτώσεις, αποτελεί σημαντικό κλάσμα των εισροών γλυκού νερού μέσα στο παράκτιο περιβάλλον και αποτελεί μια σημαντική διαδρομή τροφοδοσίας του με θρεπτικές ουσίες. Η αλμυρότητα στο νερό της άρδευσης μπορεί να είναι καταστροφική στη γεωργία, μέσω της μείωσης της παραγωγής και του θανάτου φυτών μικρής αντοχής στα άλατα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι συνθήκες μπορεί να επιβάλλουν την αλλαγή των καλλιεργειών με φυτά πιο ανθεκτικά στα άλατα.

Η διείσδυση της θάλασσας σε λίγες μόνο περιπτώσεις έχει μελετηθεί επαρκώς. Η επιστημονική προσέγγιση του φαινομένου περιλαμβάνει σημαντικές δυσκολίες που αναφέρονται ιδιαίτερα στο χαρακτηρισμό της διαδικασίας υφαλμύρισης και στη διάκριση των διαφορετικών πηγών που την προκαλούν.

Διείσδυση αλμυρού νερού, παθητική- ενεργητική υφαλμύριση

Το σχήμα και η θέση του ορίου ανάμεσα στο αλμυρό υπόγειο νερό και στο γλυκό υπόγειο νερό είναι συνάρτηση του όγκου του γλυκού νερού που εκρέει από τον υδροφορέα. Το όριο είναι σε κατάσταση φαινομενικής ισορροπίας. Φυσικές αλλαγές στη θέση ισορροπίας οφείλονται σε αλλαγές στο κλιματικό πρότυπο ή στη θέση του θαλασσίου επιπέδου. Η είσοδος αλμυρού υπόγειου νερού σε γλυκούς υδροφορείς που προκαλείται από ανθρώπινες ενέργειες ονομάζεται **διείσδυση αλμυρού νερού**. Αυτή προκαλείται σαν αποτέλεσμα της εκτροπής της ροής του γλυκού νερού, το οποίο προηγούμενα διέφευγε από τον παράκτιο υδροφορέα. Η διείσδυση είναι *παθητική ή ενεργητική*.

Στην παθητική διείσδυση η διεπιφάνεια μετατοπίζεται ελαφρώς προς τη στεριά μέχρι να αποκατασταθεί η ισορροπία κάτω από τις νέες συνθήκες εκροής. Η μορφή αυτή διείσδυσης συμβαίνει σήμερα σε πολλούς παράκτιους υδροφορείς εκεί όπου υπάρχει εκμετάλλευση των υπόγειων υδατικών πόρων. Η διείσδυση συμβαίνει αργά και μπορεί να χρειασθούν εκατοντάδες χρόνια για να μετατοπισθεί η διεπιφάνεια σε μια σημαντική απόσταση.

Οι συνέπειες της *ενεργητικής* διείσδυσης είναι πολύ πιο σοβαρές, καθώς έχουμε αντιστροφή της φυσικής υδραυλικής κλίσης και το γλυκό νερό στην πραγματικότητα απομακρύνεται από την διεπιφάνεια. Αυτές οι συνθήκες οφείλονται στις επικεντρωμένες υπεραντλήσεις οι οποίες δημιουργούν ένα βαθύ κώνο κατάπτωσης. Η διεπιφάνεια μετακινείται πολύ πιο γρήγορα και θα σταματήσει τότε μόνο, όταν θα φθάσει στο χαμηλότερο σημείο της υδραυλικής κλίσης στο κέντρο της άντλησης.

♦ Παράκτιες περιοχές στις οποίες έχει ξεκινήσει η υφαλμύριση είναι:

Περιοχή Αγριάς: Είναι η μόνη περιοχή του Πηλίου στην οποία παρουσιάζεται υφαλμύριση επειδή γεωλογικά δομείται από ασβεστόλιθους και δολομίτες οι οποίοι καταλήγουν στη θάλασσα και επιτρέπουν στο θαλασσινό νερό, λόγω έλλειψης μεγάλης πίεσης γλυκού νερού, να εισχωρήσει στην ενδοχώρα.

Το φαινόμενο επιδεινώνεται λόγω της ανόρυξης πολλών γεωτρήσεων, αντίθετα με όλες τις άλλες παράκτιες περιοχές του Πηλίου οι οποίες δεν παρουσιάζουν το φαινόμενο της υφαλμύρισης, αν και έχουν την ίδια γεωλογική δομή, αλλά δεν έχουν ανορυχθεί σ' αυτές πολλές γεωτρήσεις.

Εξαιρέση αποτελεί το πεδινό τμήμα των Λεχωνίων όπου η πολύ μεγάλη τροφοδοσία της λεκάνης με γλυκό νερό σε συνδυασμό με την έλλειψη ανθρακικών πετρωμάτων και την ύπαρξη προσχωματικών σχηματισμών δεν επιτρέπουν την εμφάνιση του φαινομένου.

Λεκάνη Βόλου, Αισωνίας, Παγασών: Παρουσιάζονται έντονα φαινόμενα υφαλμύρισης λόγω ύπαρξης ανθρακικών πετρωμάτων (πηγή «Μπουρμπουλήθρας») τα οποία επιδεινώνονται από την έντονη εκμετάλλευση του υπόγειου υδροφορέα της περιοχής.

Λεκάνη Μάραθου, Κριθαριάς, Χρυσής Ακτής Παναγίας: Αν και στην περιοχή απουσιάζουν τα ανθρακικά πετρώματα, η μειωμένη τροφοδοσία με γλυκό νερό δημιουργεί το φαινόμενο της υφαλμύρισης.

Λεκάνη Ν. Αγγιάλου: Στη λεκάνη Ν. Αγγιάλου έχουμε δύο περιοχές με διαφορετική συμπεριφορά.

Στην πρώτη, από Χρυσή Ακτή Παναγίας μέχρι τον δρόμο προς αεροδρόμιο, όπου η έλλειψη δυνατών υδροφορέων σε συνδυασμό με την γεωλογική διάρθρωση επιτρέπουν την εμφάνιση του φαινομένου.

Στην δεύτερη, δυτικά του δρόμου προς αεροδρόμιο μέχρι το «Χολόρεμα», όπου οι μέτριοι έως δυνατοί υδροφορείς σε συνδυασμό με τους προσχωματικούς σχηματισμούς αποτρέπουν την εμφάνιση του φαινομένου.

Λεκάνη ευρύτερης περιοχής Αλμυρού: Δεν παρουσιάζονται φαινόμενα υφαλμύρισης λόγω μεγάλης τροφοδοσίας γλυκού νερού σε συνδυασμό με τους προσχωματικούς σχηματισμούς. Εξαιρέση αποτελεί το Ν. τμήμα (ΒΙΠΕ Αλμυρού– Τσιγγέλι Πλατάνου) όπου οι ανθρακικοί σχηματισμοί επιτρέπουν την εμφάνιση του φαινομένου.

Λεκάνη ευρύτερης περιοχής Σούρπης: Στη λεκάνη αυτή παρουσιάζεται εντονότατα το φαινόμενο της υφαλμύρισης, περισσότερο από κάθε άλλη περιοχή του Νομού. Τα νερά της περιοχής παρουσιάζουν υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας και εμφανίζονται ιδιαίτερα επιβαρημένα. Ο προσχωματικός υδροφορέας της περιοχής έρχεται σε άμεση επαφή με τα

ανθρακικά πετρώματα, τα οποία και αποτελούν προνομιακούς διαδρόμους διεύθυνσης του θαλασσινού νερού (Μυριούνης 2008).

Λεκάνη Πτελεού – Αχιλλείου: Το φαινόμενο εμφανίζεται λίγο στην περιοχή του Πτελεού και εντονότατα στην περιοχή Αχιλλείου όπου συντρέχουν οι προαναφερθέντες λόγοι.

(Στο παράρτημα παρατίθεται χάρτης Νο4 με τις υφάλμυρες περιοχές).

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

10.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο Νομός Μαγνησίας βρίσκεται στο ΝΑ τμήμα της Θεσσαλίας και έχει πληθυσμό 208.500 κατοίκους (2011). Αποτελείται από το ηπειρωτικό τμήμα, τα νησιά των Βόρειων Σποράδων, καθώς και κάποια ακατοίκητα μικρότερα νησάκια και βραχονησίδες. Έχει συνολική έκταση 2.636 km². Οι μεταβολές του ανάγλυφου και οι μεγάλες υψομετρικές διαφορές στο νομό διαμορφώνουν τέσσερις κατηγορίες τοπίου: ορεινό τοπίο, ημιορεινό, αγροτικό τοπίο, πεδινές περιοχές. Το κλίμα της Μαγνησίας είναι γενικά εύκρατο. Η Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας αποτελείται από 5 δήμους: το δήμο Βόλου, Αλμυρού, Ζαγοράς- Μουρεσίου, Νότιου Πηλίου και Ρήγα Φεραίου.

Από γεωλογικής – στρωματογραφικής πλευράς, η χερσόνησος της Μαγνησίας συνίσταται κυρίως από: α) ημιμεταμορφωμένα, μέχρι μεταμορφωμένα πετρώματα (γνεύσιοι, μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, μάρμαρα, κ.λπ.), β) σποραδικές εμφανίσεις οφιολιθικών, σχιστοκερατολιθικών και ασβεστολιθικών πετρωμάτων και φλύσχη και γ) μικρές επιφάνειες από σχετικά πρόσφατες ποταμολιμναίες αποθέσεις του Τεταρτογενούς. Επίσης, είναι έντονα τεκτονισμένη με πλούσια νεοτεκτονική δράση.

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής μελέτης προσδιορίζονται από τα επί μέρους υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών που καθορίζουν τη δομή της. Με βάση τα στοιχεία αυτά οι γεωλογικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες υδροπερατότητας: 1)υδατοπερατούς, 2)ημιδιαπερατούς, 3)αδιαπέρατους.

Ο νομός Μαγνησίας, λοιπόν, δομείται από πετρώματα με πολλές υδρογεωλογικές ιδιορρυθμίες. Σε γενικές γραμμές παρουσιάζεται πολύ πολύπλοκος, η δε δυναμικότητα των υδροφορέων είναι μιας μεσαίας τάξης.

Στο μεγαλύτερο μέρος του ορεινού όγκου του Νομού υπάρχει πηγαίο νερό άριστης ποιότητας το οποίο περίπου 7 μήνες το έτος δεν χρησιμοποιείται και ρέει προς την θάλασσα.

Σχεδόν όλα τα έργα υδρομάστευσης – καλλιέργειας πηγών, αξιοποίησης πηγαίου νερού για ύδρευση και άρδευση δεν είναι επαρκώς συντηρημένα.

Έχει ανορυχθεί υπερβολικά μεγάλος αριθμός γεωτρήσεων πέρα από τα προβλεπόμενα από τις υδρογεωλογικές μελέτες.

Εξ' αιτίας αυτού του γεγονότος έχουμε φαινόμενα πτώσης στάθμης, μείωσης παροχής, ρηγμάτωσης εδαφών, υφαλμύρισης περιοχών και ρύπανσης υπόγειων υδάτων.

Σχεδόν όλες οι γεωτρήσεις άρδευσης (με εξαίρεση όσες έχουν κατασκευασθεί από την ΔΕΒ) είναι κατασκευασμένες **χωρίς προδιαγραφές** με αποτέλεσμα την πρόωρη καταστροφή τόσο των γεωτρήσεων και των αντλητικών τους συγκροτημάτων όσο και των υπογείων υδροφορέων.

Σχεδόν όλες οι γεωτρήσεις ύδρευσης (με εξαίρεση όσες έχουν κατασκευασθεί από την ΔΕΒ) είναι κατασκευασμένες δυστυχώς **χωρίς προδιαγραφές** με αποτέλεσμα εκτός από τα παραπάνω να αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο μόλυνσης – ρύπανσης.

Το βάθος ανόρυξης των γεωτρήσεων είναι ανεξέλεγκτο, γεγονός που δημιουργεί επιδείνωση και καταστροφή στους υδροφόρους ορίζοντες.

Καταστρατήγηση σημαντικών όρων (βάθος γεώτρησης, μη τοποθέτηση πιεζομετρικού σωλήνα, ωριαία παροχή, αριθμός αρδευόμενων στεμμάτων) της κανονιστικής απόφασης.

Οι συχνές αντικαταστάσεις των γεωτρήσεων, το μεγάλο βάθος άντλησης, τα ενεργοβόρα αντλητικά και αρδευτικά συγκροτήματα αυξάνουν υπερβολικά το κόστος παραγωγής.

Από τις χημικές αναλύσεις των εξετασθέντων γεωτρήσεων διαπιστώθηκε ύπαρξη **νιτρικών** σε αρκετά μεγάλο αριθμό δειγμάτων γεγονός που πρέπει να μας ανησυχεί.

Η υφαλμύριση, ως επί το πλείστον, πεδινών περιοχών του Νομού διαπιστώνεται με την **εμφάνιση χλωριούχων** σε πολλές γεωτρήσεις και από αυτό το γεγονός πρέπει ν' αρχίσουμε ν' ανησυχούμε για την αλλαγή χημισμού του υπόγειου υδροφορέα και την ερημοποίηση ολόκληρων περιοχών από την καταστροφή των εδαφών που προκαλείται από την χρήση του υφάλμυρου νερού.

10.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Για την αντιμετώπιση της εξάντλησης των υπόγειων υδροφορέων και της ποιοτικής υποβάθμισης των υπόγειων νερών προτείνονται τα παρακάτω μέτρα :

- Να **μειωθεί** η αντλήσιμη παροχή νερού της γεώτρησης τουλάχιστον κατά 30% για να δοθεί η ευκαιρία στους υπόγειους υδροφορείς να ανακάμψουν.
- Να **απαγορευθούν** οι νέες ανορύξεις γεωτρήσεων διότι τουλάχιστον στον χώρο της πρώην λίμνης Κάρλας όπου υπάρχει υδρογεωλογική μελέτη το ποσοστό ανόρυξης έχει ξεπεράσει κατά πολύ το προσδιορισθέν όριο.
- Να τοποθετηθούν **υδρόμετρα** σε όλες ανεξαιρέτως τις γεωτρήσεις καθότι είναι η μοναδική λύση που θα δεσμεύσει τον καλλιεργητή να κάνει άσκοπη εκμετάλλευση του νερού, όπως επίσης θα πρέπει να σταματήσει η μεταφορά νερού σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 300 μέτρων.
- Να εκπονηθεί **υδρογεωλογική μελέτη** όλου του υδάτινου δυναμικού του Νομού καθότι οι κυριαρχούντες υδρογεωλογικοί σχηματισμοί είναι αρκετά πολύπλοκοι και αρκετά δύσκολοι στην ευχέρεια κυκλοφορίας του νερού. Η μελέτη αυτή θα δώσει επιτέλους τα χαρακτηριστικά εκείνα στοιχεία που θα ορίζουν πλέον την σωστή διαχείριση του υπόγειου κυρίως νερού.
- Να γίνουν οπωσδήποτε **λιμνοδεξαμενές** οι οποίες θα δώσουν στην αρδευτική περίοδο όχι μόνο λύση αλλά θα επιτρέψουν στους υπόγειους υδροφορείς να ενδυναμώσουν και να αποτρέψουν την καταστροφή τους .
- Να ξεκινήσει η εφαρμογή του **τεχνητού εμπλουτισμού** σε όλους τους μεγάλους χείμαρρους του Νομού με οποιαδήποτε μέθοδο για την επαναπλήρωση των επιφανειακών κυρίως υδροφόρων στρωμάτων που έχουν πληγεί περισσότερο από τις αντλήσεις. Η εφαρμογή του τεχνικού εμπλουτισμού θα βοηθήσει επίσης στην ανάσχεση του φαινομένου της υφαλμύρισης καθότι θα αυξήσει την πίεση του γλυκού νερού στο μέτωπο με

το θαλασσίνο και έτσι θα περιορίσει την έκταση αυτού του πολύ δυσάρεστου και κατά πολύ δύσκολα αναστρέψιμου φαινομένου.

- Να ελέγχεται τόσο η κίνηση του υπόγειου νερού με μετρήσεις της διακύμανσης της **πιεζομετρικής στάθμης**, όσο και με τακτικές **χημικές αναλύσεις** κυρίως στις παράκτιες ζώνες για την εξάπλωση ή περιορισμό του φαινομένου της υφαλμύρισης.

- Τέλος, θα πρέπει οι **Υπηρεσίες** του Νομού που έχουν άμεση επαφή με την διαχείριση του υδατικού δυναμικού να συνειδητοποιήσουν ότι είναι οι μόνοι φορείς που μπορούν να είναι οι κύριοι ρυθμιστές στην καταστολή των σοβαρών φαινομένων που αντικατοπτρίζονται μέσα από την αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών. Θα πρέπει να αντιμετωπίσουν τα υδατικά προβλήματα με σοβαρότητα, διότι τα περιθώρια έχουν στενέψει αρκετά και οι εφαρμογές των προτεινόμενων λύσεων δεν είναι ούτε **εύκολη υπόθεση** αλλά ούτε και **άμεσα εφαρμόσιμες**.

Θα πρέπει επίσης να διευκρινισθεί ότι η παρατεταμένη ανομβρία παρουσιάζει τις επιπτώσεις της τα επόμενα έτη στους υπόγειους υδροφορείς και μόνο στο άμεσο μέλλον σε πηγές των οποίων η τροφοδοσία επιτυγχάνεται άμεσα και η δίαιτα των εξαρτάται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα του εγγύς περιβάλλοντος.

Μελλοντικά σχέδια

Οι μέσο- μακροπρόθεσμες λύσεις που δρομολογούνται για την αντιμετώπιση του υδροδοτικού προβλήματος στην μείζονα περιοχή ου Βόλου είναι οι ακόλουθες:

- ***Γεωτρήσεις Κάρλας (παραγωγή 10 hm³ ετησίως)***

Στο σχεδιασμό κατασκευής και λειτουργίας του έργου περιλαμβάνεται η αποδέσμευση του υπόγειου υδροφορέα από αρδευτικές γεωτρήσεις και η κατασκευή νέων γεωτρήσεων για την ενίσχυση της ύδρευσης του Βόλου με περίπου 10 hm³ ετησίως, στην τελική του φάση. Το έργο βρίσκεται σε εξέλιξη από το Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε και η κατασκευή της Α΄ φάσης των γεωτρήσεων για την ύδρευση του Πολεοδομικού συγκροτήματος του Βόλου αναμένεται όταν ολοκληρωθεί να παρέχει 5.3 hm³ στο Π.Σ. Βόλου.

- ***Λιμνοδεξαμενή Μακρινίτσας 1,6 hm³ (παραγωγή 3,5 hm³ ετησίως)***

Πρόκειται για την εκμετάλλευση επιφανειακών απορροών στην περιοχή της Κοινότητα Μακρινίτσας με την κατασκευή λιμνοδεξαμενής χωρητικότητας 1,6 hm³. Έχει ολοκληρωθεί η προμελέτη του έργου, το οποίο με την κατασκευή του θα παρέχει περίπου 3,5 hm³ ετησίως. Απαιτείται η εκπόνηση συμπληρωματικών μελετών (γεωτεχνική, περιβαλλοντική και Η/Μ) για να υπάρξει πλήρης ωριμότητα για την κατασκευή του. Δεν έχουν εξασφαλισθεί κονδύλια για την κατασκευή του έργου, το κόστος του οποίου υπολογίζεται στα 30 εκατ. ευρώ.

- ***Αφαλάτωση νερών Μπουρμπουλήθρας (παραγωγή 1,5-2 hm³ ετησίως)***

Το έργο αφορά στην εκμετάλλευση των υπογείων νερών στην περιοχή της Μπουρμπουλήθρας. Η μονάδα αφαλάτωσης με τη μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης θα έχει τη δυνατότητα παραγωγής 450 m³/h ή 325.000 m³/μήνα και θα κοστίσει περίπου 5 εκατ. ευρώ. Έχει εκπονηθεί προκαταρκτική μελέτη και απαιτείται χωροθέτηση της εγκατάστασης, προμελέτη και Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Υπολογίζεται ότι το έργο μπορεί να ολοκληρωθεί και να λειτουργήσει σε 1,5 -2 χρόνια.

- ***Κατασκευή αρδευτικής λιμνοδεξαμενής Μακρινίτσας και αξιοποίηση πηγών (παραγωγή~2 hm³ ετησίως)***

Το συγκεκριμένο έργο κατασκευής αρδευτικής λιμνοδεξαμενής αποσκοπεί στην αποδέσμευση πηγαιών νερών του Πηλίου που σήμερα χρησιμοποιούνται για αρδευτικούς σκοπούς και την χρήση τους για την ύδρευση της Μακρινίτσας και του Π.Σ. Βόλου. Έχει εκπονηθεί προκαταρκτική μελέτη και απαιτείται η εκπόνηση συμπληρωματικών έργων (γεωτεχνική, περιβαλλοντική) για να υπάρξει πλήρης ωριμότητα για την κατασκευή του. Το κόστος υπολογίζεται σε 15 εκατ. ευρώ.

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βουδούρης Κ. (2009): 'Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος – Υπόγεια νερά και περιβάλλον'
Εκδόσεις Τζιόλα.
2. Γάκη - Παπαναστασίου Κ., Αναπλ. Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών, 'Εκτίμηση διακινδύνευσης σε πλημμυρικά φαινόμενα στο Νομό Μαγνησίας'.
3. Δημουλάς Α., Μανούδης Ν. (2005): 'Υδατικό δυναμικό Νομού Μαγνησίας, Προβλήματα – Προτάσεις', Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας.
4. Δημουλάς Α. (2007): 'Ανάπτυξη υπόγειων υδροφορέων – Αίτια διατάραξης υδρογεωλογικού ισοζυγίου – Προτάσεις επαναφοράς', Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας.
5. Ελληνική Στατιστική Αρχή, www.statistics.gr.
6. Κλήμης, Ν. Σ. Αναπλ. Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δ.Π.Θ., 'Μέθοδοι προεκτίμησης κατολισθητικού κινδύνου μέσω Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών: αξιολόγηση και εφαρμογή στο Νομό Μαγνησίας'.
7. Μαλλισόβα Α. (2012): 'Υδρογεωλογικές συνθήκες και ποιότητα υπόγειων νερών της ευρύτερης περιοχής της πόλης Βόλου', διπλωματική εργασία, τμήμα γεωλογίας Α.Π.Θ.
8. Μιχαηλίδου Κ., 2000. 'Περιγραφή Νομού Μαγνησίας', διπλωματική εργασία, τμήμα γεωπονικής σχολής πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
9. Μουντράκης Δ. (1985): 'Γεωλογία της Ελλάδας'
Εκδόσεις University Studio Express.
10. Μυριούνης Χ., 2008: 'Υδρογεωλογική και υδροχημική διερεύνηση των υπόγειων νερών της παράκτιας ζώνης της υδρολογικής λεκάνης Αλμυρού Μαγνησίας'.
11. Νομαρχία Μαγνησίας – ANEM, τμήμα περιβάλλοντος.
12. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Μαγνησίας,
DC/<http://www.magnesia.gr/SXAM/SXAM-arxiki.htm>.
13. Παππαευαγγέλου Β. (2008): 'Υδατικοί πόροι Νομού Μαγνησίας', διπλωματική εργασία, τμήμα μηχανικών περιβάλλοντος πολυτεχνικής σχολής Θράκης.
14. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%AE%CE%BB%CE%B9%CE%BF>
15. <http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg764e/index.htm>
16. <http://www.tovima.gr/files/1/2011/07/22/apograph22.pdf>

17. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%AF%CF%81%CE%B5%CF%83%CE%B7_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1%CF%82_2011
18. http://www.touristorama.com/europe/greece/thessaly/n_magnesias
19. http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams_html?dr_city=Volos_Aghialos
20. magrathea.eetaa.gr
21. www.geodata.gov.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (παρατίθεται σε ηλεκτρονική μορφή)