

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Γεωλογίας / Τομέας Γεωλογίας
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας

Διπλωματική Εργασία
“Συνθήκες Ύδρευσης της πόλης Λάρισας”

Φοιτητής: Παντελίδης Αλέξανδρος

AEM: 3756

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Κώστας Βουδούρης

Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2009

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΕΠΙΤΕΛΙΚΗ ΣΥΝΟΨΗ	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
2. ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ.....	9
2.1 Θέση	9
2.2 Πληθυσμός.....	11
2.3 Πρόβλεψη πληθυσμού	12
3. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	16
4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	17
4.1 Γεωμορφολογία ευρύτερης περιοχής.....	17
4.2 Γεωμορφολογία περιοχής μελέτης.....	22
4.2.1 Γεωμορφολογική ανάπτυξη πεδινής ζώνης	22
4.2.2 Γεωμορφολογική ανάπτυξη της λοφώδους – ημιλοφώδους ζώνης.....	24
4.2.3 Κλίσεις του εδάφους.....	25
5. ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	27
5.1 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής.....	27
5.2 Γεωλογία της περιοχής του δήμου Λαρισαίων.....	35
5.2.1 Λιθολογικά χαρακτηριστικά	35
6. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ – ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	45
6.1 Κλιματολογικά χαρακτηριστικά.....	45
6.2 Βιοκλιματικά χαρακτηριστικά - Ομβροθερμικό πηλίκο EMBERGER - Ομβροθερμικό διάγραμμα.....	53
6.3 Υδρογεωλογία.....	57
6.3.1 Γενικά	57
6.3.2 Υδρολιθολογική κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών	58
6.3.3 Ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας	61
6.3.4 Πηγές στην ανθρακική μάζα.....	63
7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ.....	65
7.1 Α΄ Ομάδα Γεωτρήσεων	65
7.2 Β΄ Ομάδα Γεωτρήσεων.....	67
7.3 Γ΄ Ομάδα Γεωτρήσεων.....	69
7.4 Δυνατότητα υδροδότησης	70
8. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ	74
9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	83

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Απογραφή πληθυσμού Λάρισας (στοιχεία Ε.Σ.Υ.Ε.).....	11
Πίνακας 2: Πρόβλεψη πληθυσμού του Δήμου Λάρισας και Τερψιθέας με την αριθμητική και την γεωμετρική μέθοδο.....	14
Πίνακας 3: Μέση τιμή μηνιαίων θερμοκρασιών (Σταθμός Λάρισας), 1955 - 1997	45
Πίνακας 4: Κατηγορίες Συντελεστή Ύδροπερατότητας κατά Terzaghi και Peck (1967)	58
Πίνακας 5: Απόδοση Α' ομάδας γεωτρήσεων	66
Πίνακας 6: Απόδοση Β' ομάδας γεωτρήσεων.....	67
Πίνακας 7: Απόδοση Γ' ομάδας γεωτρήσεων.....	70
Πίνακας 8: Αντιστοιχία ομάδων γεωτρήσεων-παροχής.....	71
Πίνακας 9: Χημικές αναλύσεις της δευτέρης γεώτρησης της Γ' ομάδας γεωτρήσεων της Λάρισας σε mg/L	74
Πίνακας 10: Χημικές αναλύσεις του πόσιμου νερού της Λάρισας σε mg/L.....	77

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1: Δορυφορική φωτογραφία Λάρισας, Ολύμπου και Θεσσαλονίκης	9
Σχήμα 2: Εξέλιξη του πληθυσμού στο Δήμο Λάρισας και Τερψιθέας, 1951 - 2001	12
Σχήμα 3: Εξέλιξη του πληθυσμού και των προβλέψεων πληθυσμού στο Δήμο Λάρισας και Τερψιθέας, 1951 - 2031	14
Σχήμα 4: Τοπογραφικός χάρτης της Λάρισας και της ευρύτερης περιοχής (ΓΥΣ).....	18
Σχήμα 5: Γεωλογικός χάρτης της Λάρισας και της ευρύτερης περιοχής (ΙΓΜΕ)	29
Σχήμα 6: Συνοπτική στρωματογραφική στήλη περιοχής Λάρισας – Γιάννουλης.....	32
Σχήμα 7: Συνοπτική στρωματογραφική στήλη περιοχής Κουλουρίου	33
Σχήμα 8: Συνοπτική στρωματογραφική στήλη περιοχής Γυρτώνης – Αμφιθέας	34
Σχήμα 9: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού al1	37
Σχήμα 10: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού al2.....	38
Σχήμα 11: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού Pl - Pt.....	40
Σχήμα 12: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού Pl – Pt.....	41
Σχήμα 13: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού Pl (κλαστικός σχηματισμός)	42
Σχήμα 14: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού Pl (σχηματισμός μαργών)	43
Σχήμα 15: Μέση τιμή θερμοκρασίας ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1955 - 1997	45
Σχήμα 16: Μέση τιμή βροχομετρικών στοιχείων ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1931 – 1960	47
Σχήμα 17: Ετήσια βροχόπτωση στη Λάρισα, 1931 – 1959.....	47
Σχήμα 18: Μέση τιμή βροχομετρικών στοιχείων ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1960 – 1980	48
Σχήμα 19: Ετήσια βροχόπτωση στη Λάρισα, 1960 - 1979	49
Σχήμα 20: Μέση τιμή βροχομετρικών στοιχείων ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1980 – 2004	50
Σχήμα 21: Ετήσια βροχόπτωσης στη Λάρισα, 1980 - 2003.....	51
Σχήμα 22: Μέση τιμή μηνιαίου αριθμού ημερών υετού ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1955 -2002	53
Σχήμα 23: Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής Λάρισας BAGNOULS-GAUS	56
Σχήμα 24: Γεωλογικός χάρτης με τις γεωτρήσεις της Α' Ομάδας που υδρεύουν τη Λάρισα	65
Σχήμα 25: Γεωλογικός χάρτης με τις γεωτρήσεις της Β' Ομάδας που υδρεύουν τη Λάρισα	67
Σχήμα 26: Γεωλογικός χάρτης με τις γεωτρήσεις της Γ' Ομάδας που υδρεύουν τη Λάρισα	69
Σχήμα 27: Συνολική παροχή νερού Λάρισας, 2001 - 2007.....	72
Σχήμα 28: Συνολική παροχή, κατανάλωση και απώλειες νερού για τη Λάρισα, 2001 - 2007.....	72
Σχήμα 29: Ποσοστό παραγωγής - απώλειας νερού για τη Λάρισα, 2001 - 2007	73
Σχήμα 30: Διαχρονική μεταβολή στάθμης υπόγειου ορίζοντα Π.Β.....	73

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία δε θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί χωρίς τη βοήθεια του επιβλέποντα κ. Κωνσταντίνου Βουδούρη. Τον ευχαριστώ θερμά για τη βοήθεια και την υποστήριξη του, επιστημονική και ηθική, σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου τόσο στον διευθυντή της Δ.Ε.Υ.Α.Λ., όσο και στους κ. Κυριακοπούλου Κωνσταντίνα και κ. Σωτήρη Μπέλτσιο, υπαλλήλους της Επιχείρησης, για τα πολύτιμα στοιχεία και πληροφορίες που μου έδωσαν σχετικά με την Επιχείρηση.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αλέξανδρο Μπέλεση, Γεωλόγο, που έχοντας μελετήσει ο ίδιος την περιοχή με ενημέρωσε σχετικά και μου έδωσε πολύτιμες πληροφορίες, που έχουν προκύψει από την πολύχρονη εμπειρία του.

ΕΠΙΤΕΛΙΚΗ ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία μελετά τις συνθήκες ύδρευσης της πόλης Λάρισας.

Η πόλη της Λάρισας βρίσκεται στην Κεντρική Ελλάδα, ενώ ο Δήμος Λαρισαίων έχει επίσημα καταγεγραμμένο πληθυσμό 127.366 κατοίκους. Στην τελευταία απογραφή το 2001 συμπεριλήφθη και η Κοινότητα Τερψιθέας. Σύμφωνα με αποδεκτές μεθόδους για την πρόβλεψη του πληθυσμού, τα επόμενα τριάντα χρόνια αναμένεται αύξηση της τάξης των 43.000 με 55.000 κατοίκων.

Σήμερα, η πόλη της Λάρισας υδρεύεται από τρεις ομάδες γεωτρήσεων, ως εξής:

- Η πρώτη βρίσκεται στη Γιάννουλη και έχει 5 γεωτρήσεις, που μπορούν να δώσουν 1565 m³/h. Όμως, αποδίδουν περίπου τα μισά, δηλαδή 783 m³/h.
- Η δεύτερη βρίσκεται στον Αμπελώνα και έχει 7 γεωτρήσεις, με μέγιστη απόδοση 1730 m³/h. Σε καθημερινή βάση χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της Λάρισας, το ποσοστό 50%. Αυτό μεταφράζεται σε 865 m³/h.
- Η τρίτη ομάδα τοποθετείται στα Πλατανούλια και εν δυνάμει παρέχει 1990 m³/h. Αλλά, πρακτικά παρέχονται μόλις 995 m³/h, αριθμός μικρότερος του μισού.

Από γεωλογικής άποψης η πόλη της Λάρισας ανήκει στην Πελαγονική ζώνη και η γεωμορφολογική ανάπτυξη της χαρακτηρίζεται από ήπιο έως σχετικά έντονο ανάγλυφο. Η πεδινή ζώνη περιλαμβάνει 78,44 km², ενώ η λοφώδης και ημιλοφώδης ζώνη καλύπτει συνολική έκταση 44,08 km². Η περιοχή μελέτης εντάσσεται γεωλογικά στην επιμήκη ενδοορεινή τεκτονική λεκάνη της Ανατολικής Θεσσαλικής πεδιάδας (Λάρισας). Στην περιοχή μελέτης μπορούν να διακριθούν δύο διαφορετικοί τύποι υπόγειων υδροφόρων: α) οι καρστικοί υδροφόροι που αναπτύσσονται στα ανθρακικά πετρώματα, β) οι προσχωματικοί υδροφόροι που αναπτύσσονται στη Λεκάνη Λάρισας, και στη Μεσοθεσσαλική ράχη από Τερψιθέα – Κοιλιάδα - Νίκαια.

Σύμφωνα με υπολογισμούς, ο κάτοικος της Λάρισας καταναλώνει κατά μέσο όρο περισσότερα από 250 λίτρα νερού / ημέρα. Το παραπάνω γεγονός σε συνδυασμό με τις σημαντικές απώλειες του δικτύου ύδρευσης, οι οποίες υπολογίζονται στο 30% της παροχής νερού, αυξάνουν την μέση κατανάλωση στα 400 λίτρα νερού / ημέρα. Αν λάβει κανείς υπόψη την υψηλή μέση κατανάλωση και τις προβλέψεις για μεγάλη αύξηση του πληθυσμού της πόλης, στα επόμενα χρόνια πρέπει να υπάρξει κυρίως σχετική μέριμνα για τη βελτίωση του δικτύου και τη μείωση των απωλειών νερού. Επίσης, καλό θα ήταν να

ευαισθητοποιηθεί το κοινό και να μειωθεί η μέση κατανάλωση νερού ανά κάτοικο, ώστε η πόλη της Λάρισας να μην αντιμετωπίσει πρόβλημα υδροδότησης. Ακόμη, σύμφωνα με τα στοιχεία που προκύπτουν από τη χημική ανάλυση του νερού στα βαρύνουσας σημασίας για την ανθρώπινη υγεία στοιχεία, το νερό που χρησιμοποιείται για την ύδρευση της πόλης της Λάρισας δεν ελλοχεύει κανέναν κίνδυνο. Το νερό είναι ασφαλές και η ποιότητα του παραμένει υψηλή.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας) και εξετάζει τις συνθήκες ύδρευσης της πόλης Λάρισας.

Αποτελείται από οχτώ κεφάλαια και ένα παράρτημα, που έχουν ως εξής:

Στο παρόν κεφάλαιο που αποτελεί και το πρώτο της Διπλωματικής Εργασίας, επιχειρείται μία εισαγωγή στη δομή και το θέμα της.

Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με τη θέση και τα ιστορικά στοιχεία της πόλης. Εκεί εξετάζεται ακόμη η εξέλιξη του πληθυσμού, τόσο στα προηγούμενα χρόνια, όσο και οι προβλέψεις για τα επόμενα. Συγκεκριμένα, συμπεριλαμβάνονται επίσημες απογραφές του πληθυσμού από το 1951, καθώς και μελλοντικές προβλέψεις τόσο με την αριθμητική, όσο και με τη γεωμετρική μέθοδο.

Στο κεφάλαιο τρία μελετάται η ποσότητα νερού που απαιτείται, ώστε να υδροδοτηθεί η πόλη. Χρησιμοποιούνται σημερινά δεδομένα για τους υπολογισμούς, ενώ επιπλέον προκύπτουν συμπεράσματα για την ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο και ανά ημέρα. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται λόγος και για τις απώλειες που προκύπτουν από το δίκτυο ύδρευσης.

Στο επόμενο κεφάλαιο (κεφάλαιο τέσσερα) γίνεται μία αναλυτική προσέγγιση της μορφολογίας, τόσο στην ευρύτερη περιοχή, όσο και στην περιοχή της πόλης της Λάρισας. Πληροφορούμαστε πως η ευρύτερη περιοχή ανήκει στην Πελαγονική ζώνη και πιο συγκεκριμένα στη λεκάνη Ανατολικής Θεσσαλίας. Επίσης, πως η ευρύτερη περιοχή διαρρέεται από το υδρογραφικό δίκτυο του Πηνειού ποταμού και πως το κεντρικό τμήμα της λεκάνης Λάρισας έχει δεχθεί τις επιδράσεις του. Όσο για την περιοχή μελέτης, αυτή περιλαμβάνει: α) την πεδινή ζώνη του αναπτύγματος του κάμπου της λεκάνης Λάρισας και β) τη λοφώδη ζώνη.

Το πέμπτο κεφάλαιο ερευνά διεξοδικά τη γεωλογία στην ευρύτερη περιοχή, αλλά και στην πόλη της Λάρισας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται και επεξηγούνται συνοπτικές στρωματογραφικές στήλες που προκύπτουν από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή, καθώς και λιθολογικά χαρακτηριστικά.

Στο κεφάλαιο έξι, παρουσιάζονται σημαντικά στοιχεία για το κλίμα της περιοχής, το οποίο χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό και συγκεκριμένα μεταβατικό, από το μεσογειακό προς

το μεσοευρωπαϊκό. Επίσης, υπολογίζεται το ομβροθερμικό πηλίκο Emberger και παρουσιάζεται το αντίστοιχο διάγραμμα. Τέλος, γίνεται αναλυτικός προσδιορισμός των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής.

Το έβδομο κεφάλαιο ασχολείται με την περιγραφή των αντλητικών πεδίων που υδρεύουν την πόλη της Λάρισας. Τα πεδία αυτά χωρίζονται σε τρεις ομάδες γεωτρήσεων, που βρίσκονται στην περιοχή της Γιάννουλης, του Αμπελώνα και των Πλατανουλίων αντιστοίχως. Επιπλέον, δίνονται στοιχεία για την παροχή, την κατανάλωση και τις απώλειες του νερού.

Το όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζει τα κύρια αποτελέσματα των χημικών εξετάσεων για τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο των ετών 2004 – 2007, που αφορούν την μεγαλύτερη σε παροχή νερού γεώτρηση της πόλης της Λάρισας, καθώς και το πόσιμο νερό που διοχετεύεται στο δίκτυο ύδρευσης.

Το τελευταίο κεφάλαιο ανακεφαλαιώνει και παραθέτει τα κύρια σημεία και συμπεράσματα της Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος, στο παράρτημα δίνονται αναλυτικά στοιχεία για τη βροχόπτωση, εκτιμήσεις απωλειών και καταναλώσεις, ενδεικτικές τομές των γεωτρήσεων που υδρεύουν την πόλη και ποιοτικές χημικές αναλύσεις του νερού.

2. ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

2.1 Θέση

Ο Νομός Λάρισας καταλαμβάνει το κεντρικό τμήμα της Θεσσαλίας, ευρισκόμενος ουσιαστικά πάνω στον επικοινωνιακό άξονα Αθηνών – Θεσσαλονίκης.

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 Στερεάς Ελλάδος, Δυτικά με την περιφέρεια Ηπείρου, ενώ Ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος.



Σχήμα 1: Δορυφορική φωτογραφία Λάρισας, Ολύμπου και Θεσσαλονίκης

Το έδαφος ως προς τη διαμόρφωσή του είναι 50% ορεινό - ημιορεινό και 50% πεδινό και στα όριά του περιλαμβάνεται η πεδιάδα της Θεσσαλίας, η μεγαλύτερη πεδιάδα και σιτοβολώνας της ελληνικής επικράτειας, που διαρρέεται στο άξονα Ανατολή - Δύση από τον ποταμό Πηνειό, το τρίτο μεγαλύτερο ποτάμι της χώρας. Στις ορεινές περιοχές περιλαμβάνονται ο Όλυμπος, το νότιο τμήμα της οροσειράς της Πίνδου, το βόρειο τμήμα των Αγράφων, η Όσσα, το Πήλιο και η Όθρυς. Ιδιαίτερης σημασίας γεωστρατηγικό και οικονομικό έργο στην περιφέρεια της Θεσσαλίας είναι η τεχνητή λίμνη του Ταυρωπού, η οποία δημιουργήθηκε ύστερα από απόφραξη της κοίτης του Ταυρωπού, παραπόταμου του Αχελώου.

Η πόλη της Λάρισας είναι χτισμένη στις δύο όχθες του Πηνειού ποταμού και βρίσκεται στο κέντρο του ανατολικού τμήματος της θεσσαλικής πεδιάδας το οποίο και καταλαμβάνει σχεδόν εξ' ολοκλήρου ο νομός της Λάρισας, με ένα μικρό τμήμα της να βρίσκεται στο νομό Μαγνησίας, ενώ το υψόμετρο της από το επίπεδο της Θάλασσας είναι στα 72 m. Τα βουνά που περικλείουν την πόλη είναι τα εξής: από τα Ανατολικά τα όρη Όσσα (1972 m.) και Μαυροβούνι (1.054 m.), από Βόρεια ανατολικά τα όρη Κάτω Όλυμπος (1.587 m.), και Όλυμπος (2918 m.), από Βόρεια Δυτικά το όρος Μελούνα και Βόρεια Ανατολικά το όρος Τίτανος (693 m.).

Οι πρωιμότερες αρχαιολογικές μαρτυρίες για την παρουσία του ανθρώπου στην περιοχή που περιλαμβάνει ο Νομός Λάρισας, ανάγονται στο απώτατο παρελθόν της προϊστορίας, στην Παλαιολιθική εποχή. Στους αρχαϊκούς χρόνους (7ος - 4ος αιώνας π.Χ.) πραγματοποιείται η διαίρεση της πεδινής Θεσσαλίας σε 4 διαμερίσματα, τις λεγόμενες "τετραρχίες" ή "τετράδες" ή "μοίρες", που έφεραν τα ονόματα Πελασγιώτις, Εστιαιώτις, Θεσσαλιώτις και Φθιώτις κατ' αντιστοιχία με τις σημερινές περιοχές της Λάρισας, των Τρικάλων, της Καρδίτσας και των Φαρσάλων. Η διαίρεση αυτή δεν είχε εθνικό χαρακτήρα, καθώς η μεγάλη πλειοψηφία των κατοίκων την εποχή αυτή είναι Θεσσαλοί, αλλά κυρίως γεωγραφικό, οικονομικό και διοικητικό, ως αποτέλεσμα αφενός μεν της φυσικής διαμόρφωσης του θεσσαλικού εδάφους σε κλειστές γόνιμες λεκάνες, αφετέρου δε του διαδοχικού τρόπου, με τον οποίο ολοκληρώθηκε η "κατάκτηση" της χώρας από τους Θεσσαλούς. Η Λάρισα κατοικήθηκε από τους Πελασγούς σύμφωνα με τα αρχαιολογικά στοιχεία κατά τους προομηρικούς χρόνους. Ο πρώτος Βασιλιάς της Λάρισας ήταν ο Αλεύας, ο οποίος ήταν και ο επώνυμος ήρωας από το γένος των Αλευαδών. Η Λάρισα υπήρξε πρωτεύουσα της Πελασγιώτιδος, μιας από τις τέσσερις Θεσσαλικές τετραρχίες – "μοίρες". Κατά τη διάρκεια του ρωμαϊκού εμφυλίου πολέμου, η Λάρισα ήταν το στρατιωτικό κέντρο του Πομπηίου. Στην εποχή του Αυγούστου γνωρίζει νέα ακμή

ιδιαίτερα στον τομέα των τεχνών και του πολιτισμού. Την τελευταία της ακμή η Λάρισα γνωρίζει στην εποχή της ρωμαιοκρατίας, όταν γίνεται έδρα του νέου κοινού των Θεσσαλών με ανώτατο άρχοντα το "Στρατηγό". Στη σκοτεινή περίοδο της Τουρκοκρατίας η Λάρισα υπέφερε τα πάνδεινα και πλήρωσε βαρύ το φόρο της σκλαβιάς ολόκληρου του γένους. Οι διώξεις από το πολυάριθμο τουρκικό στοιχείο της περιοχής και οι επιδημίες αποδεκάτιζαν τους Λαρισαίους, πολλοί απ' τους οποίους κατέφευγαν στα γύρω βουνά. Εκείνη την περίοδο ήταν που 3.000 άοπλοι Λαρισαίοι σφάχτηκαν από τους Τούρκους για να μη μεταδοθεί το επαναστατικό πνεύμα σ' άλλες περιοχές. Το πρώτο σχέδιο της πόλης εκπονείται το 1883 και ρυθμίζει την ανάπτυξη μιας Λάρισας των 20.000 κατοίκων. Δυστυχώς στο ίδιο αυτό σχέδιο ασφυκτιά αργότερα η πόλη των 50.000, 60.000 και 80.000, ως τις μέρες μας. Απελευθερώθηκε το 1881. Μετά το μακεδονικό αγώνα (1900 - 1910), στη διάρκεια του οποίου η Λάρισα έγινε τόπος εξόρμηση πολλών μακεδονομάχων, και μετά την εθνική εξόρμηση για τους απελευθερωτικούς πολέμους του 1912 - 13 που τη Λάρισα είχαν σαν αφετηρία -ως έδρα στρατιωτικών δυνάμεων, η πόλη άρχισε τη μεγάλη προσπάθεια για την αναγέννησή της. Το 1930 εγκαινιάζεται ο υδατόπυργος. Ο Οκτώβρης του 1940 έφερε τη Λάρισα πάλι στην πρώτη γραμμή των γεγονότων. Πόλη στρατιωτική και κόμβος συγκοινωνιακός η πόλη και οι κάτοικοί της κατάλαβαν εκείνη τη χρονιά τι έμελλε να προσφέρουν στο βωμό της άμυνας της πατρίδας και στον αντιφασιστικό αγώνα που θα ακολουθούσε. Από το Σεπτέμβρη του 1944 η Ελευθερία άρχισε να ανατέλλει στον τόπο. Τις πρώτες αχτίδες της έβλεπαν οι Λαρισαίοι. Οι αντάρτες έδιναν τα τελευταία καίρια χτυπήματα στο φασισμό και τον συνέτριβαν. Από τότε, η Λάρισα αναπτύσσεται σε σύγχρονο οικονομικό, εμπορικό και πολιτιστικό κέντρο.

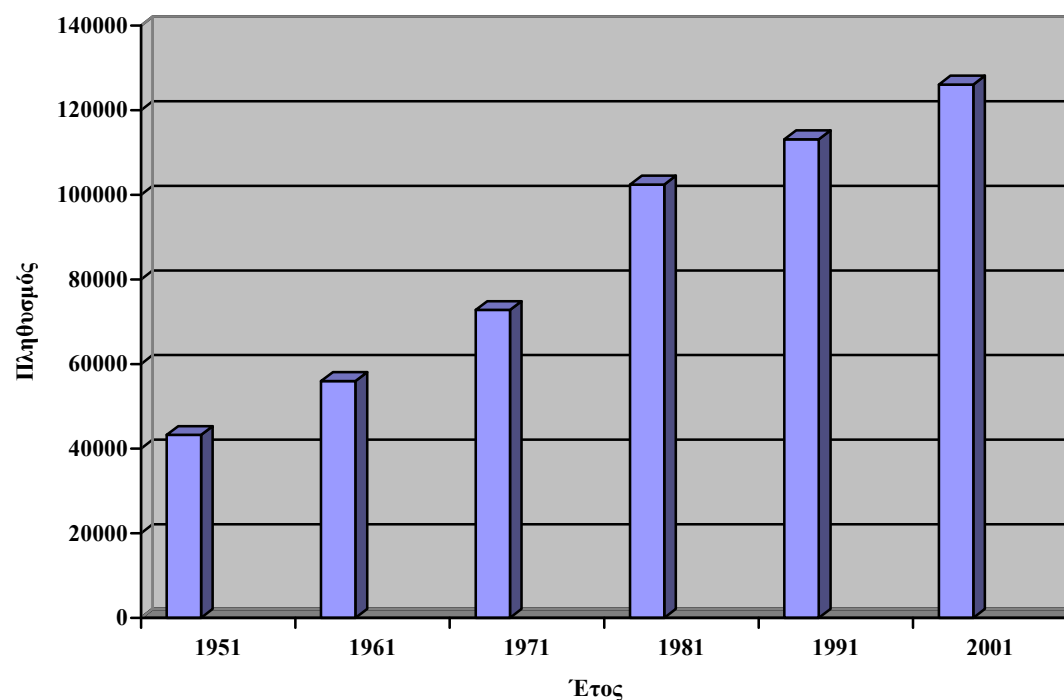
2.2 Πληθυσμός

Πίνακας 1: Απογραφή πληθυσμού Λάρισας (στοιχεία Ε.Σ.Υ.Ε.)

Έτος Δήμος/Κοινότητα	1951	1961	1971	1981	1991	2001
Δήμος Λάρισας	43.225	56.010	72.760	102.426	113.090	126.076
Κοινότητα Τερψιθέας						1.290
Σύνολο	43.225	56.010	72.760	102.436	113.090	127.366

Τα στοιχεία προέρχονται από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (ΕΣΥΕ). Αφορούν τις επίσημες απογραφές, που λαμβάνουν χώρα κάθε 10 χρόνια. Διαπιστώνεται η δημογραφική έκρηξη μέσα σε διάστημα 50 ετών, από το 1951, ως την τελευταία απογραφή, αυτή του 2001. Συγκεκριμένα, εύκολα παρατηρείται πως ο πληθυσμός της πόλης, έχει πολλαπλασιαστεί, αυξάνοντας τόσο τις ανάγκες όσο και τις απαιτήσεις των κατοίκων που αυτή φιλοξενεί. Είναι χαρακτηριστικό πως μέσα σε μόλις πέντε δεκαετίες, ο πληθυσμός έχει σχεδόν τετραπλασιαστεί, ως αποτέλεσμα της αστυφιλίας. Αυτό μεταφράζεται σε μεγαλύτερη πλην ποιοτική ποσότητα νερού για την ύδρευση της Λάρισας.

Να σημειωθεί ακόμη πως υπάρχουν μετρήσεις για την κοινότητα της Τερψιθέας, ήδη από το 1951. Όμως, προστέθηκε στο Δήμο της Λάρισας, μόλις το 2001. Γι’ αυτόν το λόγο συμπεριλαμβάνεται μόνο στη τελευταία καταμέτρηση.



Σχήμα 2: Εξέλιξη του πληθυσμού στο Δήμο Λάρισας και Τερψιθέας, 1951 - 2001

2.3 Πρόβλεψη πληθυσμού

Υπάρχουν δύο τρόποι υπολογισμού για την πρόβλεψη του πληθυσμού, ως εξής:

- I. Αριθμητική μέθοδος: $\Pi_m = [(t_m - t_2) \cdot (\Pi_2 - \Pi_1)] / (t_2 - t_1) + \Pi_2$
- II. Γεωμετρική μέθοδος: $\log \Pi_m = [(t_m - t_2) \cdot \log(\Pi_2 / \Pi_1)] / (t_2 - t_1) + \log \Pi_2$.

όπου Π_1 και Π_2 ο πληθυσμός κατά τα έτη t_1 και t_2 αντίστοιχα, και t_m είναι η χρονιά για την οποία κάνουμε την πρόβλεψη του πληθυσμού.

Αριθμητική πρόβλεψη για το 2011

$$\begin{aligned}\Pi_{2011} &= [(t_{2011} - t_{2001}) \cdot (\Pi_{2001} - \Pi_{1991})] / (t_{2001} - t_{1991}) + \Pi_{2001} = \\ &= [(2011 - 2001) \cdot (127366 - 113090)] / (2001 - 1991) + 127366 = \\ &= (10 \cdot 14276) / 10 + 127366 = \\ &= 141.642 \text{ κάτοικοι στους Δήμους Λάρισας και Τερψιθέας}\end{aligned}$$

Γεωμετρική πρόβλεψη για το 2011

$$\begin{aligned}\log \Pi_{2011} &= [(2011 - 2001) \cdot \log(127366/113090)] / (2001 - 1991) + \log 127366 = \\ &= (10 \cdot \log 1.126) / 10 + 5.105 = \\ &= 0.052 + 5.105 = 5.157\end{aligned}$$

Άρα: $\Pi_{2011} = 143.549$ κάτοικοι στους Δήμους Λάρισας και Τερψιθέας

Αριθμητική πρόβλεψη για το 2021

$$\begin{aligned}\Pi_{2021} &= [(t_{2021} - t_{2011}) \cdot (\Pi_{2011} - \Pi_{2001})] / (t_{2011} - t_{2001}) + \Pi_{2011} = \\ &= [(2021 - 2011) \cdot (141642 - 127366)] / 10 + 141642 = \\ &= (10 \cdot 14276) / 10 + 141642 = \\ &= 155.918 \text{ κάτοικοι στους Δήμους Λάρισας και Τερψιθέας}\end{aligned}$$

Γεωμετρική πρόβλεψη για το 2021

$$\begin{aligned}\log \Pi_{2021} &= [(2021 - 2011) \cdot \log(143549/127366)] / (2011 - 2001) + \log 143549 = \\ &= (10 \cdot \log 1.127) / 10 + 5.157 = \\ &= 0.052 + 5.157 = 5.209\end{aligned}$$

Άρα: $\Pi_{2021} = 161.808$ κάτοικοι στους Δήμους Λάρισας και Τερψιθέας

Αριθμητική πρόβλεψη για το 2031

$$\begin{aligned}\Pi_{2031} &= [(t_{2031} - t_{2021}) \cdot (\Pi_{2021} - \Pi_{2011})] / (t_{2021} - t_{2011}) + \Pi_{2021} = \\ &= [(2031 - 2021) \cdot (155918 - 141642)] / 10 + 155918 = \\ &= (10 \cdot 14276) / 10 + 155918 = \\ &= 170.194 \text{ κάτοικοι των Δήμων Λάρισας και Τερψιθέας}\end{aligned}$$

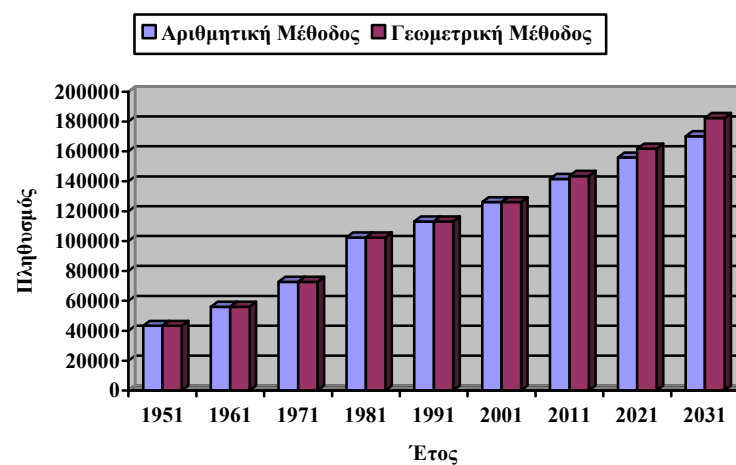
Γεωμετρική πρόβλεψη για το 2031

$$\begin{aligned}\log \Pi_{2031} &= [(2031-2021) \cdot \log(161808/143549)] / (2021-2011) + \log 161808 = \\ &= (10 \cdot \log 1.127) / 10 + 5.209 = \\ &= 0.052 + 5.209 = 5.261\end{aligned}$$

Άρα: $\Pi_{2031} = 182.390$ κάτοικοι στους Δήμους Λάρισας και Τερψιθέας

Πίνακας 2: Πρόβλεψη πληθυσμού του Δήμου Λάρισας και Τερψιθέας με την αριθμητική και την γεωμετρική μέθοδο

Έτος	Πληθυσμός με την Αριθμητική Μέθοδο	Πληθυσμός με την Γεωμετρική Μέθοδο
2011	141642	143549
2021	155918	161808
2031	170194	182390



Σχήμα 3: Εξέλιξη του πληθυσμού και των προβλέψεων πληθυσμού στο Δήμο Λάρισας και Τερψιθέας, 1951 - 2031

Με βάση τις ανωτέρω μεθόδους, προκύπτει μία αύξηση του πληθυσμού του Δήμου Λάρισας και της Κοινότητας Τερψιθέας της τάξης του 33,6% (αριθμητική μέθοδος) και 43,2% (γεωμετρική μέθοδος).

Η αύξηση που αναμένεται και με τις δύο μεθόδους, κάνει λόγο για περίπου 38% περισσότερους κατοίκους, σε σχέση με την τελευταία καταμέτρηση. Το ποσοστό είναι πάρα πολύ σημαντικό και δεν πρέπει να αγνοηθεί. Αντίθετα, πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες επενδύσεις, τόσο σε εξοπλισμό, όσο και σε ανθρώπινο δυναμικό. Οι περίπου

45.000 πολίτες που θα προστεθούν στον ιστό της πόλης, αποτελούν τεράστια πρόκληση. Η πρόκληση αφορά τόσο την επέκταση του δικτύου, την συντήρηση και αλλαγή των σωληνώσεων, αλλά ακόμη και την πολιτική για την εξοικονόμηση του νερού. Καλό θα ήταν η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Λάρισας (ΔΕΥΑΛ) να ξεκινήσει εκστρατεία ενημέρωσης, με σκοπό την αποφυγή της κατασπατάλησης και τη διάσωση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ποσότητας του υπέρτατου αγαθού, του νερού.

3. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 2001 ο πληθυσμός Λάρισας και Τερψιθέας ανερχόταν σε 127.336 κατοίκους.

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της ΔΕΥΑΛ ο καταναλωθείς όγκος νερού για την ύδρευση της Λάρισας, την ίδια χρονιά ήταν $11.705.246 \text{ m}^3$. Άρα, η ημερήσια κατανάλωση κατά μέσο όρο είναι $32.069,167 \text{ m}^3$. Ακόμη, η κατά μέσο όρο κατανάλωση νερού κατ’ άτομο για το 2001 είναι $91,9 \text{ m}^3$. Τέλος, για την ίδια πάντα χρονιά, η κατά μέσο όρο κατανάλωση νερού για ύδρευση, ανά άτομο και ανά ημέρα είναι $0,2517875 \text{ m}^3$ νερού. Αυτά ισοδυναμούν με 251,78 λίτρα. Στο σημείο αυτό να τονιστεί πως οι υπολογισμοί αφορούν την ποσότητα σε m^3 νερού που καταναλώθηκαν για την ύδρευση των δήμων Λάρισας και Τερψιθέας.

Αν συμπεριληφθούν και οι απώλειες, οι οποίες ξεπερνούν το 30% του καταναλωθέντος όγκου, τότε η τρέχουσα μέγιστη ανά κάτοικο ημερήσια ζήτηση για παραγωγή ανέρχεται στα $0,3884751 \text{ m}^3$ νερού. Με τη μετατροπή σε l είναι 388,47 λίτρα / ημέρα / κάτοικο.

4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

4.1 Γεωμορφολογία ευρύτερης περιοχής

Η περιοχή ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας στο Νομό Λάρισας και βρίσκεται στο Κεντρικό τμήμα της λεκάνης Ανατολικής Θεσσαλίας.

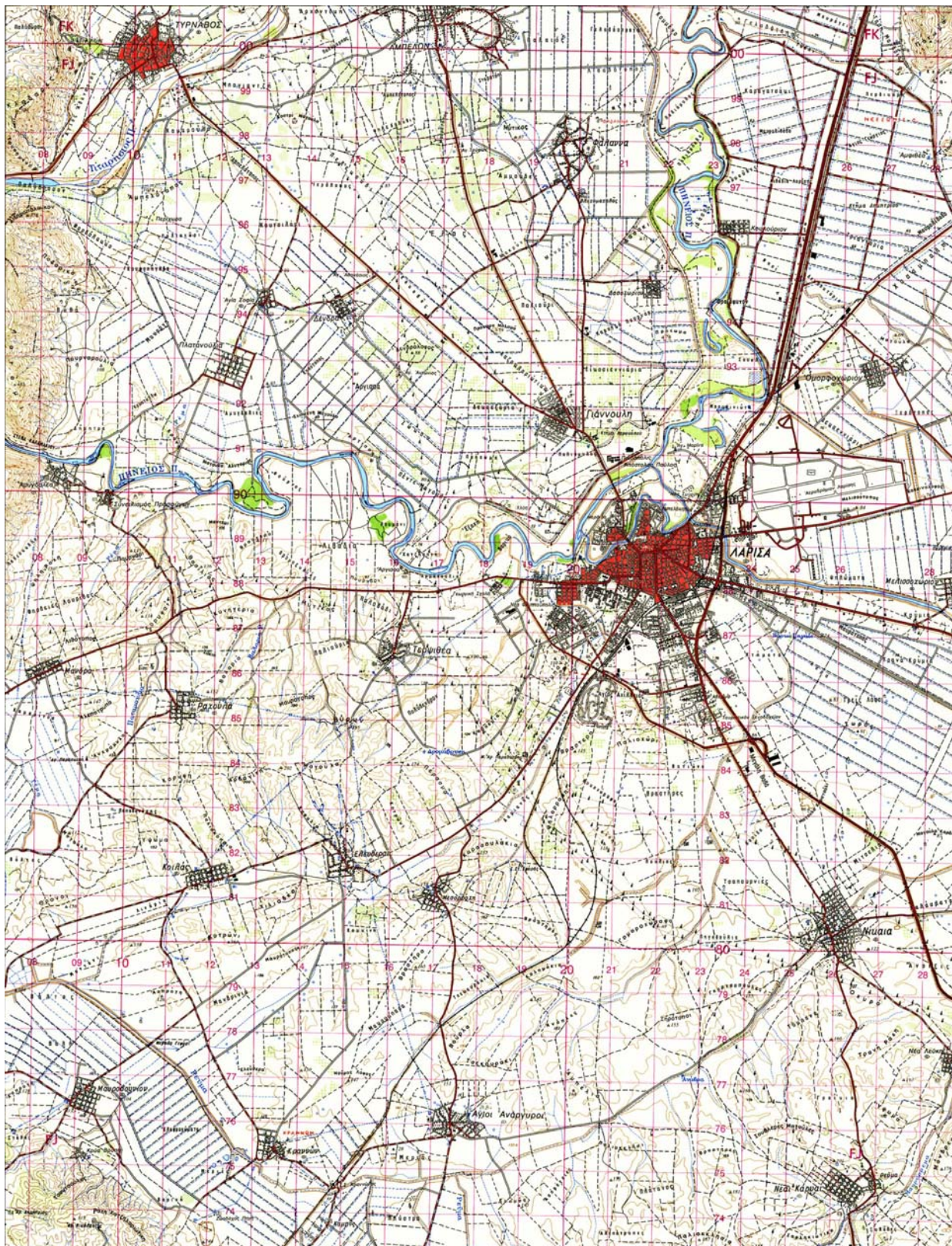
Η λεκάνη Ανατολικής Θεσσαλίας αποτελεί τμήμα του ονομαζόμενου κεντρικού βυθίσματος του "Πελαγονικού τεμάχους". Το Πελαγονικό τέμαχος έχει μορφή παραλληλογράμμου, με τις μεγάλες πλευρές του να ξεκινούν από τα Ελληνογιουγκοσλαβικά σύνορα και με κατεύθυνση Βόρεια-Βορειοδυτικά – Νότια-Νοτιοανατολικά να φθάνουν μέχρι τους διαύλους Ωρεών – Τρικερίου. Το Πελαγονικό τέμαχος μπορεί να χωρισθεί σε τρία τμήματα:

- την Ανατολική οροσειρά
- τα κεντρικά βυθίσματα
- τη Δυτική οροσειρά

Τα τρία αυτά τμήματα έχουν μια ζωνώδη διάταξη, σύμφωνη με τον προσανατολισμό του Πελαγονικού τεμάχους και εκφράζουν μορφολογικά της μεγάλης κλίμακας τεκτονικές γραμμές του Ελληνικού χώρου, δηλαδή τις γραμμές γεωτεκτονικών ζωνών.

Γεωλογικές, μορφολογικές και τεκτονικές παρατηρήσεις κατά μήκος της ευρύτερης πελαγονικής ζώνης (πελαγονικό μορφοτεκτονικό τέμαχος) δείχνουν ότι το υδρογραφικό δίκτυο που αναπτύχθηκε ασύμφωνα προς το ανάγλυφο (κάθετα) κατά το τεταρτογενές έχει άμεση σχέση με τη γεωλογική δομή και την τεκτονική δράση της περιοχής (παλιότερη και νέα). Το υδρογραφικό δίκτυο του Πηνειού ποταμού έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά: αρχίζει από Δυτικά με Νότια - Νοτιοανατολική ροή, στη συνέχεια στρέφεται προς Ανατολικά - Βορειοανατολικά, τέμνει εγκάρσια τους ορεινούς όγκους των δύο παράλληλων οροσειρών και καταλήγει στο Θερμαϊκό κόλπο, αφού διανοίξει βαθιές κοιλάδες και φαράγγια.

Το μορφοανάγλυφο του "Πελαγονικού τεμάχους" ελέγχεται σήμερα από ρήγματα Ανατολής - Δύσης και Ανατολικής-Βορειοανατολικής – Δυτικής-Νοτιοδυτικής διεύθυνσης. Τα ρήγματα αυτά χώρισαν σε επιμέρους τεμάχη το "Πελαγονικό τέμαχος" που τα τοποθέτησαν κλιμακωτά από Βόρεια - Βορειοδυτικά (Φλώρινα > 800 M) προς Νότια - Νοτιοδυτικά (Παγασητικός κάτω από το επίπεδο της θάλασσας).



Σχήμα 4: Τοπογραφικός χάρτης της Λάρισας και της ευρύτερης περιοχής (ΓΥΣ)

Η λεκάνη Λάρισας έχει διεύθυνση Βορειοδυτική - Νοτιοανατολική που είναι σύμφωνη με την ορεογραφική διεύθυνση των Ελληνίδων (Βορειοδυτικά - Νοτιοανατολικά).

Η λεκάνη αυτή είναι ένα Μεταλλικό τεκτονικό βύθισμα. Δημιουργήθηκε με την δράση των Νεοτεκτονικών δυνάμεων. Είναι χερσαία Μεταλλική λεκάνη. Έχει πληρωθεί με κλαστικά ιζήματα από το Πλειόκαινο μέχρι σήμερα, που έχουν αποθεθεί σε ποικιλία παλαιογεωγραφικών χώρων, με αποτέλεσμα να έχουμε διάφορους κυκλοαποθεματικούς κύκλους ιζηματογένεσης με ποικιλία κλαστικών ιζημάτων.

Πρόκειται για μία περίπου επιμήκη ταπείνωση διεύθυνσης Βορειοδυτικής - Νοτιοανατολικής, με μήκος 60 km, πλάτος 15 - 20 km και υψόμετρα που κυμαίνονται μεταξύ + 40 m και + 100 m. Έχει γενικά σαφή και γραμμικά όρια, με τη Βορειοανατολική και Βορειοδυτική πλευρά της να περιορίζεται από ιδιαίτερα ορεινό ανάγλυφο στο οποίο συμμετέχουν σημαντικά όρη με υψόμετρα που φτάνουν τα + 2.000 m (Πήλιο, Μαυροβούνι, Όσσα και Κάτω Όλυμπος), η Νοτιοδυτική πλευρά της διαχωρίζεται από τη Δυτική Θεσσαλική πεδιάδα (Καρδίτσας) από μια Βορειοδυτική - Νοτιοανατολική διευθυνόμενη ημιορεινή – λοφώδη ράχη που δεν υπερβαίνει υψομετρικά τα + 730 m (Τίτανος, Φηλλήιο, Χαλκοδόνιο) και η Νοτιοανατολική πλευρά της διαχωρίζεται από την πεδιάδα του Βόλου από μια λοφώδη περιοχή μέγιστου υψομέτρου + 550 m (Μεγαβούνι, Σέσκλο).

Στο υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής δεσπόζει ο Πηνειός ο οποίος συγκεντρώνει σχεδόν το σύνολο της επιφανειακής απορροής των Θεσσαλικών πεδιάδων και έχει ένα συνολικό μήκος 205 km. Μέσω μιας διόδου στο Βόρειο τμήμα της κεντρικής λοφοσειράς μεταξύ των δύο πεδιάδων εισέρχεται από τη Δυτική στην Ανατολική, όπου και αναπτύσσει έντονους μαιανδρισμούς. Σε αεροφωτογραφίες και σε φυσιογεωγραφικούς χάρτες της περιοχής διακρίνονται οι μεταναστεύσεις των μαιανδρικών μορφών του στο Βόρειο τμήμα της πεδιάδας η οποία αποτελεί το κυρίως αλλουβιακό πεδίο, οι μεταναστεύσεις διακρίνονται από πεταλοειδή βυθίσματα που αντιπροσωπεύουν εγκαταλελειμμένους μαιάνδρους. Στη συνέχεια, αφού ενωθεί με τον Τιταρήσιο ποταμό, εξέρχεται της πεδιάδας προς τα Βόρεια μέσω του στενού της Ροδιάς και της κοιλάδας των Τεμπών εκβάλλοντας στο Αιγαίο Πέλαγος μεταξύ Όσσας και Κάτω Ολύμπου. Στο αλλουβιακό του πεδίο από την έξοδό του στην πεδιάδα έως την πόλη της Λάρισας έχει γενική πορεία από Ανατολικά προς τα Δυτικά και κατέρχεται από υψόμετρο + 90 m σε υψόμετρο + 70 m έχοντας κλίση κατά μήκος του 1.42 ‰, ενώ από τη Λάρισα έως το στενό της Ροδιάς έχει γενική πορεία Νότια - Νοτιοδυτικά προς Βόρεια - Βορειοανατολικά και

κατέρχεται από υψόμετρο + 70 m σε υψόμετρο + 60 m έχοντας κλίση κατά μήκος του 0.5 %.

Το κεντρικό τμήμα της λεκάνης Λάρισας έχει δεχθεί τις επιδράσεις του Πηνειού ποταμού (λιμναίο, ποταμολιμναίο και ποτάμιο περιβάλλον). Η περιοχή που εκτείνεται Ανατολικά – Νοτιοανατολικά - Νότια του Πηνειού είναι περιοχή που ήταν λιμναίο περιβάλλον και ποταμολιμναίο προς τα περιθώρια της πεδινής έκτασης και με τον ορεινό όγκο στην ανατολική πλευρά οριοθετούνται από την ισοϋψή των 80 m. και πάνω. Η πεδινή έκταση έχει υψόμετρο μικρότερο των 80 m. Το Βορειοανατολικό τμήμα των περιθωρίων έχει ένα υψόμετρο από 60 m έως και 80 m. Η γεωμορφολογική κλίση είναι μικρή 0 – 10 ‰ για το πεδινό και 1 – 3 ‰ προς τα περιθώρια της λεκάνης.

Η απορροή λαμβάνει χώρα από σύστημα τάφρων και καναλιών με κύριο αποδέκτη την κεντρική τάφρο T1.

Το Νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής συμπίπτει με το Νοτιοανατολικό άκρο της Ανατολικής Θεσσαλίας, που αποτελεί τη λεκάνη της Κάρλας.

Η λεκάνη της Κάρλας αποτελεί τη Νοτιοανατολική απόληξη της πεδιάδας της Λάρισας και γεωγραφική συνέχεια αυτής. Όμως γεωλογικά και παλαιογεωγραφικά αποτελεί διάφορον ενότητα, ανεξάρτητη της πρώτης με διαφορετική γεωλογική ιστορία δοθέντος ότι δημιουργήθηκε μεταγενέστερα από μετατετακτονικές καταβυθίσεις του Πλειστοκαίνου (τεκτονική τάφρος) ενώ η λεκάνη Λάρισας είχε ήδη σχηματισθεί από το Πλειόκαινο.

Το κέντρο της λεκάνης αποτελεί και το βαθύτερο τμήμα της πεδιάδας. Μορφολογικά, η τεκτονική αυτή τάφρος αποτελεί κλειστή λεκάνη. Τα περιθώρια αυτής από Βορειοανατολικά, Ανατολικά έως Νότια υψούνται απότομα και εμποδίζουν τη φυσική απορροή των υδάτων ενός σημαντικού τμήματος της πεδιάδας Λαρίσης ενώ από τα Βορειοδυτικά, τα Δυτικά έως τα Νοτιοδυτικά δεν υπάρχουν περιθώρια και το πεδινό τμήμα της λεκάνης εκτείνεται σχεδόν ελεύθερα με εξαίρεση την παρουσία δύο μικρών υψωμάτων προς την Ανατολή και τη Δύση του αναχώματος (μικρή ή χατζημισιώτικη και Μεγάλη Μαγούλα ή Πέτρα αντίστοιχα).

Υπολείμματα του καταβυθυσθέντος τεμάχους αποτελούν μικροί μεμονωμένοι λοφίσκοι, οι οποίοι ακριβώς φαίνονται να αναδύονται από το Πλειστοκαινικό - Ολοκαινικό πλήρωμα της τάφρου και δομούνται από τα πετρώματα του υποβάθρου.

Οι κύριες διευθύνσεις τόσο των μορφολογικών όσο και των λιθολογικών και τεκτονικών γραμμών είναι Βορειοδυτικές - Νοτιοανατολικές ενώ στο Νοτιότερο τμήμα της μελετηθείσας περιοχής γίνεται Ανατολικά - Δυτικά με κάμψη προς

Βορειοδυτικά. Στην ονομαζόμενη λεκάνη της Κάρλας το ορεινό συγκρότημα Ανατολικά οριοθετείται περίπου άνω της ισοϋψής 60 - 70 m. Η πεδινή έκταση κυμαίνεται από 60 - 70 m. έως το χαμηλότερο σημείο που είναι περίπου 40 m. Η γεωμορφολογική κλίση είναι μικρή 0 – 10 ‰.

Η λεκάνη Κάρλας αποτελεί το χαμηλότερο τμήμα της πεδινής Θεσσαλίας είναι κλειστή, λειτουργούσε σαν λίμνη. Από το 1964 και μετά με τα τεχνικά έργα που έγιναν -σήραγγα απαγωγής των νερών στο Νότιο της άκρο- χύνονται τα νερά στον Παγασητικό κόλπο. Σήμερα πλέον είναι πραγματικότητα η ανασύσταση της.

Μολονότι το ανάγλυφο στην Ανατολική Θεσσαλική πεδιάδα είναι πολύ ήπιο διακρίνονται στο Βόρειο και στο Νότιο τμήμα δύο μορφολογικές ταπεινώσεις. Στο Βόρειο (της Λάρισας) όπως προαναφέρθηκε έχει αναπτύξει το αλλουβιακό του πεδίο ο Πηνειός. Στο Νότιο υπήρχε η σήμερα αποξηραμένη λίμνη της Κάρλας. Οι δύο αυτές περιοχές διαχωρίζονται από το τοπογραφικό υψηλό της Χασάμπαλης. Πριν την κατασκευή των αντιπλημμυρικών έργων στη Θεσσαλική πεδιάδα τα πλημμυρικά νερά του Πηνειού τροφοδοτούσαν τη λίμνη Κάρλα μέσω του ποταμού Ασμάκη. Με την κατασκευή όμως των αναχωμάτων οι δύο περιοχές διαχωρίστηκαν σε δύο ξεχωριστές υδρολογικές λεκάνες και σε μεγάλο βαθμό καθορίστηκε το πεδινό υδρογραφικό δίκτυο.

Από πλευράς χρήσης γης, παραδοσιακά ο Θεσσαλικός κάμπος παρουσιάζει πολύ έντονη γεωργική δραστηριότητα στην οποία συμβάλλει εκτός των μεγάλων πεδινών εκτάσεων, τα λεπτόκοκκα αλλουβιακά εδάφη και ο πλούτος επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων. Επίσης αξιοσημείωτη είναι και η παρουσία βιομηχανικών μονάδων και μονάδων χονδρεμπορίου, ενώ αυξημένη είναι και η οικιστική ανάπτυξη.

Το κλίμα της Θεσσαλίας είναι ηπειρωτικού τύπου καθόσον η περιοχή περικλείεται από ορεινούς όγκους οι οποίοι παρεμποδίζουν την επίδραση της θάλασσας. Παρουσιάζει δύο κύριες περιόδους, μια θερμή και ξηρά περίοδο από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο και μια ψυχρή και υγρή περίοδο από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο.

4.2 Γεωμορφολογία περιοχής μελέτης

Η γεωμορφολογική ανάπτυξη της περιοχής χαρακτηρίζεται από ήπιο έως σχετικά έντονο ανάγλυφο. Ουσιαστικά μπορεί να διακριθεί σε δύο τμήματα:

- 1) Την πεδινή ζώνη του αναπτύγματος του κάμπου της λεκάνης Λάρισας η οποία καταλαμβάνει το Βορειοδυτικό-Βόρειο – Ανατολικό-Νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης (με σημείο αναφοράς την πόλη της Λάρισας) και με μέσο υψόμετρο 60 m έως 90 m περίπου.
- 2) Τη λοφώδη ζώνη η οποία περιλαμβάνει το Νότιο - Νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης (με σημείο αναφοράς την πόλη της Λάρισας), και μέρος στο Βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης (Ανατολικά της Αμφιθέας) τα υψόμετρα των οποίων κυμαίνονται από 90 m έως 300 m.

4.2.1 Γεωμορφολογική ανάπτυξη πεδινής ζώνης

Η πεδινή ζώνη ανήκει στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης Ανατολικής Θεσσαλίας. Η λεκάνη Ανατολικής Θεσσαλίας εκτείνεται κατά διεύθυνση Βορειοδυτική - Νοτιοανατολική, οριοθετείται Βόρεια και Ανατολικά από τους ορεινούς όγκους του Ολύμπου, της Όσσας και του Μαυροβουνίου, ενώ τα προς Νότο και Δυσμάς όρια της περιορίζονται από τους λοφώδεις σχηματισμούς του Χαλκοδονίου, του Φυλληΐου και του Τίταρου. Την περιοχή μελέτης διαρρέει ο Πηνειός ποταμός. Ο Πηνειός ρέει αρχικά με γενική διεύθυνση Δυτική – Ανατολική από την έξοδό του από την λεκάνη Δυτικής Θεσσαλίας από τα στενά της Αμυγδαλέας ρέοντας στην πεδιάδα της Λάρισας και στρέφεται σε Νότια – Βόρεια μεταξύ Λάρισας και των στενών της Ροδιάς στο βόρειο τμήμα της περιοχής και τέλος στρέφεται σε Δυτική – Ανατολική από τα στενά της Ροδιάς και των Τεμπών εκβάλλοντας στον Θερμαϊκό κόλπο, σχηματίζοντας το γνωστό Δέλτα του Πηνειού στην περιοχή Στομίου – Ομολίου – Κουλούρας.

Το ανάπτυγμα της πεδινής ζώνης των διοικητικών ορίων του Δήμου Λαρισαίων οριοθετείται Νοτιοδυτικά της πόλης σε μια διεύθυνση Βορειοδυτική - Νοτιοανατολική από το λοφώδες σύστημα Τερψιθέας – Νίκαιας, Δυτικά αναπτύσσεται κατά μήκος του Πηνειού ποταμού σε μία διεύθυνση Δυτική - Ανατολική, και Βόρεια μεταξύ του Πηνειού ποταμού και Ανατολικότερα της Εθνική Οδό Λάρισας – Θεσσαλονίκης. Στα Δυτικά οριοθετείται

ως επί το πλείστον από τον Πηνειό ποταμό, εκτός από μικρή έκταση Νότια του οικισμού της Γιάννουλης στην περιοχή Χλόη. Στα Βόρεια οριοθετείται από τα υψώματα Φωτεινή (267 m) και Πάτωμα (447 m) στην περιοχή της Αμφιθέας. Στα Ανατολικά από την Αμφιθέα έως το Κουλούρι η περιοχή οριοθετείται Ανατολικά της παλαιάς Εθνικής Οδού Λάρισας – Θεσσαλονίκης από τις περιοχές Κτήμα Φασούλα και Τριαντάρια. Εν συνεχεία και έως το ύψος του Ομορφοχωρίου η περιοχή οριοθετείται από την παλαιά Εθνική Οδό Λάρισας – Θεσσαλονίκης. Τέλος στα Ανατολικά της πόλης της Λάρισας η περιοχή οριοθετείται από τις περιοχές Δεκαεννιάρια, Μελισσότοπος και Τρεις Λόφοι.

Σε ορισμένα σημεία το πιο ήπιο ανάγλυφο το οποίο προσδιορίζει την πεδινή έκταση εκτείνεται έως και την ισοϋψή των 80 m. Η συνολική έκταση που περιλαμβάνει η πεδινή ζώνη είναι 78,44 km² ή 64,08 % της όλης περιοχής.

Η μορφολογία χαρακτηρίζεται από τις μικρές έως σχεδόν αμελητέες κλίσεις της πεδιάδας της Λάρισας, την ύπαρξη της κοίτης του Πηνειού ο οποίος αναπτύσσει έντονους μαιανδρισμούς, πεταλοειδείς καταβυθίσεις οι οποίες έχουν προκύψει από την απενεργοποίηση / εγκατάλειψη μαιάνδρων του Πηνειού και κατασκευές όπως τεχνητά αναχώματα, κατασκευασμένα για την αντιπλημμυρική προστασία από τον Πηνειό, αντιπλημμυρικές τάφρους, αρδευτικά κανάλια, δρόμους και κτίρια. Κατά μήκος του ποταμού παρατηρείται η πεδιάδα πλημμύρας του Πηνειού, η οποία βρίσκεται περίπου 4 - 5 m χαμηλότερα από την υπόλοιπη πεδιάδα, διαμορφώνοντας πρηνή που την περιορίζουν. Παράλληλα με τις όχθες του ποταμού, διαμορφώνονται σε αρκετές περιπτώσεις πολύ ομαλά υβώματα τα οποία φαίνεται να αντιπροσωπεύουν τα φυσικά αναχώματα του ποταμού. Αυτά είναι καλύτερα διαμορφωμένα στις κοίλες πλευρές (εξωτερικές) των μαιάνδρων. Το πλάτος της περιοχής που πλημμυρίζει βρίσκεται σήμερα διαμορφωμένη από τα τεχνητά αναχώματα. Η περιοχή της Γιάννουλης είναι επίσης ανυψωμένη κατά 9 - 13 m από τις όχθες του Πηνειού και 4 - 5 m από τα όρια της πεδιάδας πλημμύρας, όπου Νότια και Νοτιοδυτικά αυτή η υψομετρική διαφορά καλύπτεται από πρηνή που παρουσιάζουν τις μέγιστες κλίσεις που παρατηρούνται στην πεδιάδα (~3°), ενώ προς τα Ανατολικά καλύπτεται από μια σχεδόν συνεχή πολύ μικρή κλίση (0.5° - 1.0°). Από την πεδιάδα προβάλλουν σε λίγες θέσεις μικρά λοφοειδή, ύψους λίγων μέτρων, με μεγαλύτερο το ύψωμα της Γεωργικής Σχολής και μικρότερα στις θέσεις “Πρόχωμα”, “Εργοστάσιο” και “Πρόχωμα Μαλαμά” καθώς και σε δύο θέσεις Νοτιοδυτικά του εργοστασίου Σακχάρεως.

Το υψόμετρο της περιοχής κυμαίνεται από 63 m (στο εσωτερικό εγκαταλελειμμένου μαιάνδρου στο Βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής) έως 78 m (στην περιοχή του

υψώματος της Γεωργικής Σχολής, 77 m Νοτιοδυτικά της Γιάννουλης) και οι μέγιστες κλίσεις που παρατηρούνται στην πεδιάδα είναι περίπου 3° και εντοπίζονται Νοτιοδυτικά της Γιάννουλης, ενώ περίπου 6° παρατηρούνται στα πρανή του λόφου της Γεωργικής Σχολής. Μεγαλύτερες κλίσεις παρατηρούνται μόνο τοπικά, στις όχθες του Πηνειού και στα τεχνητά αναχώματα.

Πρόκειται για περιοχή στην οποία ανήκει ο οικιστικός ιστός της Λάρισας και των οικισμών Κουλουρίου και Αμφιθέας, κατά μήκος των οδών που αποτελούν την έξοδο της πόλης προς τις πρωτεύουσες των όμορων νομών και της Εθνικής Οδού Λάρισας - Θεσσαλονίκης αναπτύσσονται βιομηχανίες και βιοτεχνίες και εκθεσιακοί χώροι, κατά περιοχές στο πεδινό τμήμα υπάρχουν μεμονωμένες αγροικίες – στάβλοι και αποθήκες.

Πρόκειται για περιοχή στην οποία τα τελευταία 30 χρόνια έχουν αναπτυχθεί έντονες αγροτικές εκμεταλλεύσεις αποτελούμενες κυρίως από βαμβάκι.

Η απορροή λαμβάνει χώρα από σύστημα αποτελούμενο από πρωτεύουσες και δευτερεύουσες διώρυγες, τάφρους και συλλεκτήρες με κύριο αποδέκτη τον Πηνειό ή την Κάρλα.

4.2.2 Γεωμορφολογική ανάπτυξη της λοφώδους – ημιλοφώδους ζώνης

Η λοφώδης και ημιλοφώδης ζώνη αναπτύσσεται μεταξύ της ισοϋψούς γραμμής των 90 m και των 300 m και καλύπτει συνολική έκταση 44,08 km² ή 35,92 % της όλης περιοχής.

Η συμβατική οριοθέτηση της ζώνης δεν είναι απόλυτη διότι σε ορισμένες θέσεις η διαμόρφωση του μορφολογικού ανάγλυφου είναι τέτοια που επιτρέπει την επέκτασή της σε υψόμετρα μεγαλύτερα ή μικρότερα των 90 m ή αντίστοιχα σε υψόμετρα μεγαλύτερα ή μικρότερα των 300 m. Σε κάθε περίπτωση οι διαφοροποιήσεις αυτές δεν ανατρέπουν την γενική εικόνα της γεωμορφολογικής οριοθέτησης.

Στο ανάπτυγμα της ζώνης, από Νότο προς Βορρά, μπορούν να διακριθούν τα ακόλουθα τμήματα:

- *Νότιο τμήμα:* Η λοφώδης ζώνη αναπτύσσεται στα Νότια – Νοτιοδυτικά της πόλης της Λάρισας. Αναπτύσσεται μεταξύ της ισοϋψούς γραμμής των 80 m και των 200 m και καλύπτει συνολική έκταση 43,93 km² ή 35,80 % της όλης περιοχής. Η περιοχή στα Νότια και Νοτιοδυτικά οριοθετείται από τα υψώματα: Βραστερά (111 m), Κυνηγέρια (144 m), Βαλαριά (159 m), Μαυρότοπος (190 m), Μαγούλα (202 m), Πέρασμα (174 m), Ψηλορράχη, Σείτη (118 m). Οι λόφοι είναι αποστρωγγυλοποιημένοι, και οι

κοιλιάδες που διακόπτουν την συνέχεια των λόφων έχουν σκαφοειδή μορφή. Η μορφολογική κλίση της περιοχής είναι της τάξης από 5 – 15 %.

- *Βόρειο Ανατολικό τμήμα:* Πρόκειται για την περιοχή Βορειοανατολικά της Αμφιθέας με την κύρια ανάπτυξη της λοφώδους ζώνης. Αναπτύσσεται σε διεύθυνση Νότια - Βόρεια και τα κυριότερα υψώματα που περιλαμβάνει είναι το Πάτωμα (293 m), Κόρακας (274 m), Γιδομάντρι (235 m). Τα πρανή γενικά παρουσιάζουν μέτριες κλίσεις (13° – 19°), εκτός ορισμένων περιπτώσεων που είναι απότομα και βραχώδη. Το λοφώδες αυτό συγκρότημα αποτελεί μία εδαφική έξαρση η οποία διαχωρίζει τη λεκάνη Ανατολικής Θεσσαλίας από την περιφερειακή λεκάνη Συκουρίου – Μακρυχωρίου – Γόννων. Καλύπτει συνολική έκταση $0,15 \text{ km}^2$ ή 0,12 % της όλης περιοχής.

Στην περιοχή μελέτης των διοικητικών ορίων του Δήμου Λαρισαίων απουσιάζει η ημιορεινή και ορεινή ζώνη.

4.2.3 Κλίσεις του εδάφους

Η κλίση του εδάφους σε συνδυασμό με άλλα χαρακτηριστικά καθορίζει την δυνατότητα να επηρεαστεί μια περιοχή από κάποιο φαινόμενο. Για παράδειγμα, η κλίση του εδάφους, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του γεωλογικού σχηματισμού, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ευστάθεια μιας περιοχής (κατολισθήσεις, διάβρωση κ.ά.), ενώ σε συνδυασμό με τις κοίτες των υδατορευμάτων καθορίζει την δυνατότητα κατάκλυσης από πλημμύρες. Επίσης, λόγω του ιδιαίτερου ενδιαφέροντος που έχουν για την ασφάλεια των κατασκευών, παρουσιάζονται οι βραχώδεις απόκρημνες εκτάσεις.

Η αύξηση της κλίσης του εδάφους συντελεί στην αύξηση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας των έργων υποδομής καθώς και στην επιβάρυνση του τοπίου απ’ αυτά.

Με τη χρήση της ψηφιακής μορφής των ισοϋψών και κατάλληλο πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή διαχωρίστηκαν ζώνες σε επτά κατηγορίες κλίσεων και κατασκευάστηκε χάρτης κλίσεων. Διαχωρίστηκαν οι εξής ζώνες:

- Ζώνες κλίσεων 0 – 4%.
- Ζώνες κλίσεων 4 – 9%, ζώνες κλίσεων 9 – 20% και ζώνες κλίσεων 20 – 35%.
- Ζώνες κλίσεων 35 – 50%.
- Ζώνες κλίσεων 50 – 100%.
- Ζώνες κλίσεων > 100%

Οι ζώνες κλίσεων 4 – 9%, 9 – 20% και 20 – 35% παρουσιάζονται ενοποιημένες για λόγους ευληπτότητας του σχεδίου, δεδομένου ότι στην περιοχή παρουσιάζουν παρόμοια δυναμικά φαινόμενα.

Σημειώνεται ότι στις εκτάσεις με κλίσεις της κατηγορίας 4 – 35 %, εντάχθηκαν επίσης:

- Οι περιοχές με κλίσεις 0 – 4 % σε υψηλές θέσεις υψωμάτων. Αυτές είναι δυνατό να παρουσιάσουν κάποια προβλήματα απομάκρυνσης των όμβριων νερών, αλλά αυτά είναι σπάνια και συνήθως μικρής σημασίας, γι’ αυτό στην παρούσα μελέτη δεν παρουσιάζονται ξεχωριστά αλλά ενοποιούνται με την κατηγορία κλίσεων 4 – 35 %.
- Μικρές εκτάσεις με κλίσεις 0 – 4 % ευρισκόμενες στην λοφώδη ζώνη στα Νότια του Δήμου και περιβαλλόμενες από περιοχές κλίσεων 4 – 35 %. Μεγάλο μέρος από τις εκτάσεις αυτές φαίνεται ότι ανήκει στην πραγματικότητα στην κατηγορία κλίσεων 4 - 35 %. Η ένταξη του στην κατηγορία 0 - 4 % προκύπτει λόγω της κλίμακας εργασίας και της αντίστοιχης ισοδιάστασης (1:25.000 και 20 m αντίστοιχα). Εάν οι περιοχές αυτές προκριθούν για πολεοδόμηση ή συναφή χρήση, τυχόν μικρά τμήματα με κλίσεις 0 – 4 % θα εντοπιστούν στις φάσεις λεπτομερέστερων γεωλογικών μελετών.

5. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

5.1 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

Η περιοχή μελέτης εντάσσεται γεωλογικά στην επιμήκη ενδοορεινή τεκτονική λεκάνη της Ανατολικής Θεσσαλικής πεδιάδας (Λάρισας) η οποία έχει σχηματιστεί παράλληλα με τη Βορειοδυτική – Νοτιοανατολική διεύθυνση των Εσωτερικών Ελληνίδων. Το υπόβαθρο και τα ορεινά που την περιβάλλουν από Βορειοδυτικά, Βορειοανατολικά και Νοτιοανατολικά αποτελούνται κυρίως από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα και οφιόλιθους με τα συνοδά τους ιζήματα, της Πελαγονικής και Υποπελαγονικής Ζώνης, αντίστοιχα. Η λοφώδης ράχη που περιορίζει τη Νοτιοδυτική πλευρά της λεκάνης και τη διαχωρίζει από τη Δυτική Θεσσαλική πεδιάδα, αποτελείται κυρίως από τεκτονικά ανυψωμένα ιζήματα της ίδιας της λεκάνης τα οποία επικάθονται επί μιας αντικλινικής δομής του υποβάθρου.

Η λεκάνη αυτή δημιουργήθηκε κατά το Πλειόκαινο (ή ανώτερο Μειόκαινο) σαν αποτέλεσμα της διαστολής που ακολούθησε την τελευταία αλπική ορογενετική φάση (Αλπιδική) που διαμόρφωσε οριστικά το ορογενές και επηρέασε την περιοχή από το Ηώκαινο έως το Μέσο Μειόκαινο.

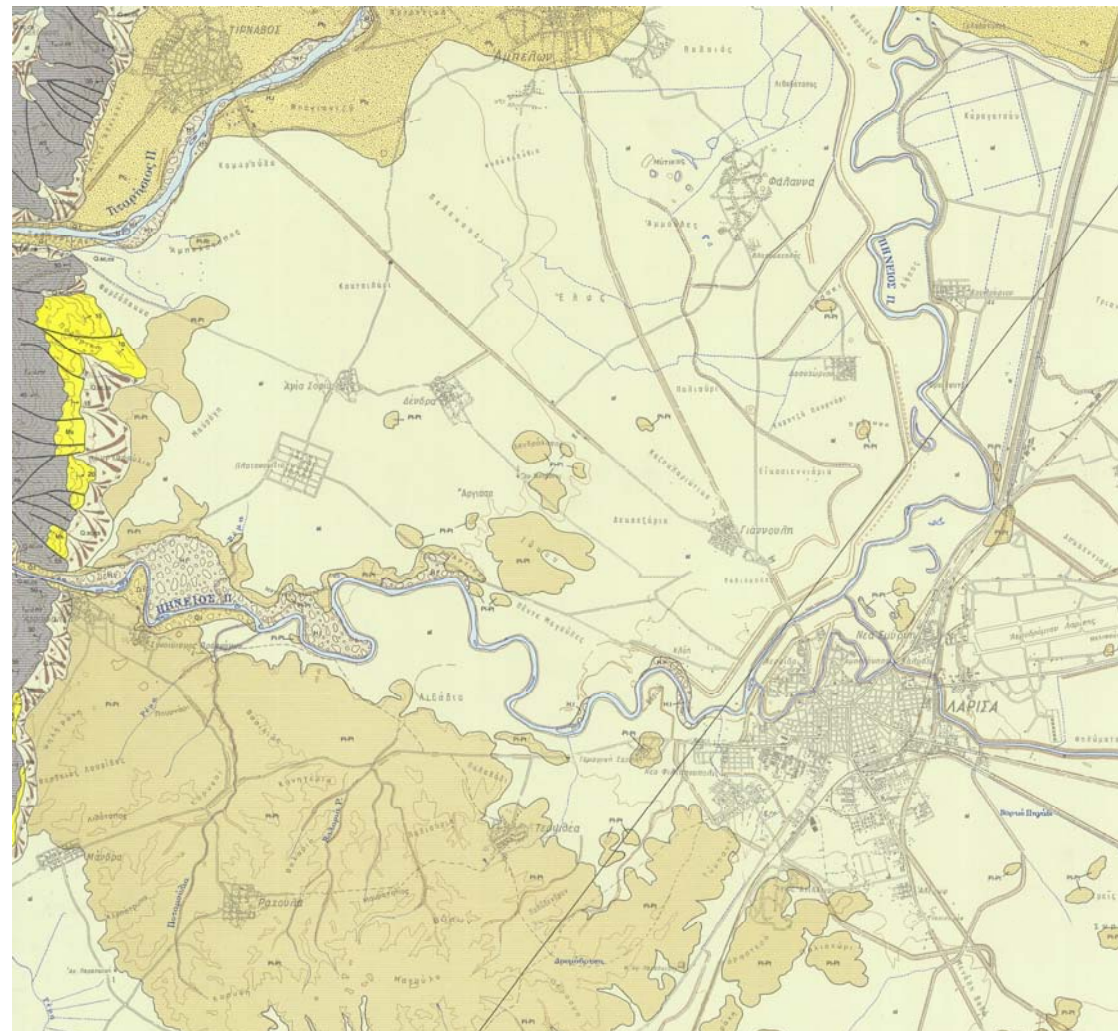
Η διαστολή έλαβε χώρα σε δύο κύριες φάσεις. Η πρώτη φάση διήρκησε από το Πλειόκαινο έως το Μέσο Πλειστόκαινο, είχε διεύθυνση Βορειοανατολική - Νοτιοδυτική και δημιούργησε τα μεγάλα Βορειοδυτικά - Νοτιοανατολικά διευθυνόμενα ρήγματα τα οποία καθορίζουν έως σήμερα τη μορφολογική διάταξη και το μέγεθος της λεκάνης. Η δεύτερη φάση διαστολής διαρκεί από το Μέσο Πλειστόκαινο έως σύγχρονα, έχει διεύθυνση Βορρά - Νότο έως Βόρεια-Βορειοανατολική – Νότια-Νοτιοδυτική και δημιούργησε τα Ανατολικά - Δυτικά έως Δυτικά-Βορειοδυτικά – Ανατολικά-Νοτιοανατολικά διευθυνόμενα ρήγματα τα οποία καθόρισαν στη συνέχεια την εσωτερική μορφολογία της λεκάνης. Στα πλαίσια αυτών των ρηγξιγενών δομών δημιουργήθηκε ένα σύνθετο ποταμολιμναίο – ποταμοχερσαίο περιβάλλον απόθεσης, εντός του οποίου αποτέθηκαν ιζήματα με μέγιστο πάχος περίπου 500 m. Το περιβάλλον αυτό καθορίστηκε από την αρχική ανάπτυξη μιας μεγάλης λίμνης με μεταβλητό βάθος που είχε μέγιστο μερικές δεκάδες μέτρα και με τα νερά της κάλυπτε και τις δύο Θεσσαλικές πεδιάδες ενώ κατά το Μέσο Πλειόκαινο απομονώθηκαν μεταξύ τους. Η λίμνη τροφοδοτούνταν με μεγάλο ποσοστό ιζημάτων από την αποσάθρωση των γύρω ορεινών και δημιουργούσαν

δελταϊκές αποθέσεις, προελαυνούσες στο εσωτερικό της λίμνης, όπως το δέλτα της Ροδιάς. Περίπου σε αυτήν την εποχή ο Πηνειός άρχισε να σχηματίζει το δέλτα του στο Αιγαίο και το γεγονός αυτό συνδέεται με τη διαμόρφωση της κοιλάδας των Τεμπών η οποία επέτρεψε τη σταδιακή εκκένωση της θεσσαλικής λίμνης από τα νερά της και στη θέση της αναπτύχθηκε ένα σύστημα απορροής. Οι μεταβολές αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τις διαφοροποιήσεις στο περιβάλλον απόθεσης, ανάλογο με την έκταση της λίμνης, τα σημεία τροφοδοσίας με κλαστικά υλικά στη λεκάνη και τη διάταξη του υδρογραφικού δικτύου.

Η αλλαγή του τεκτονικού καθεστώτος από το Μέσο Πλειστόκαινο και η ανάπτυξη μιας δεύτερης γενιάς ρηγμάτων διεύθυνσης Αναολικής - Δυτικής έως Δυτικής-Βορειοδυτικής – Ανατολικής-Νοτιοανατολικής δημιούργησε μεταβολές στην τοπογραφία της λεκάνης της Λάρισας και συγκεκριμένα μια Βορειοδυτική λεκάνη –τη λεκάνη του Τυρνάβου- που κατά το Πλειστόκαινο ήταν λίμνη και στη συνέχεια το αλλουβιακό πεδίο του Πηνειού και του Τιταρήσιου ποταμού, ένα τοπογραφικό υψηλό που την οριοθετεί –της Χασάμπαλης– και μια λεκάνη στο Νοτιοανατολικό τμήμα της πεδιάδας -της Κάρλας- η οποία μέχρι πρόσφατα αποτελούσε το υπόλειμμα της πλειο - πλειστοκαινικής λίμνης, αλλά σήμερα έχει αποξηρανθεί και επανασυστήνεται. Κατά το διάστημα αυτό η λεκάνη του Τυρνάβου αποτελεί πλέον το κυρίως αποθετικό κέντρο στη θεσσαλική πεδιάδα λόγω της καταβύθισης της από τα ρήγματα που την οριοθετούν και περιλαμβάνει μια σημαντική πλειστοκαινική – ολοκαινική ποταμολιμναία και ποταμοχερσαία ιζηματογένεση.

Α.Π.Θ.
Τμήμα Γεωλογίας

Διπλωματική Εργασία:
“Συνθήκες Ύδρευσης της πόλης Λάρισας”



Σχήμα 5: Γεωλογικός χάρτης της Λάρισας και της ευρύτερης περιοχής (IGME)



Παντελίδης Αλέξανδρος, ΑΕΜ 3756

- 29 -

Φεβρουάριος 2009

Η στρωματογραφική στήλη έχει της εξής διάρθρωση:

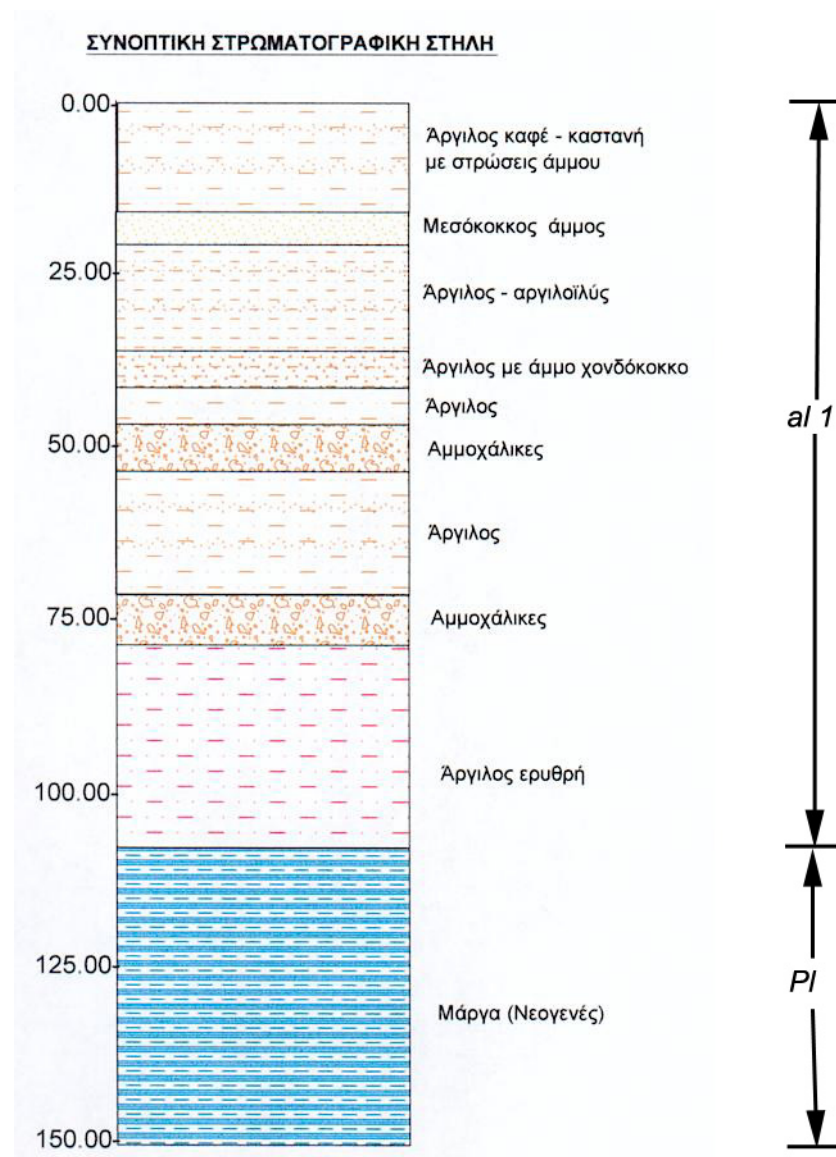
- **Πλειόκαινο (Ανώτερο Μειόκαινο) – Μέσο Πλειστόκαινο:** Οι πλειοκαινικές αποθέσεις εμφανίζονται ευρύτατα στην κεντρική λοφοσειρά της Θεσσαλίας καθώς και σε τοπογραφικά ανυψωμένες θέσεις στη λεκάνη της Λάρισας. Επίσης έχουν διαπιστωθεί κατά τη διάρκεια γεωτρητικών ερευνών κάτω από τα νεώτερα ιζήματα της λεκάνης. Στο μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης, φαίνεται ότι υπέρκεινται ασύμφωνα απευθείας στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο και όχι σε παλαιότερα μολασσικά ιζήματα (όπως συμβαίνει στη λεκάνη της Καρδίτσας). Σε κάποιες περιοχές διαπιστώθηκε ένας ορίζοντας βάσης, αποτελούμενος από λατυποπαγή, στα οποία εντοπίστηκε Πικερμική πανίδα που συνάγει έναρξη της ιζηματογενέσης κατά το Ανώτερο Μειόκαινο. Υπερκείμενα αυτής συναντώνται ποτάμια και λιμναία ιζήματα αποτελούμενα από αργιλοαμμώδη υλικά, πηλούς με διάσπαρτες κροκάλες και παρεμβολές χαλαρών / ημιχαλαρών κροκαλολατυποπαγών (ποτάμια), καθώς και μάργες, μαργαϊκούς ψαμμίτες και κροκαλοπαγή (λιμναία). Η ακριβής στρωματογραφική τους σχέση και πλευρική συνέχεια είναι δύσκολο να διευκρινιστεί, λόγω απουσίας σημαντικών τομών. Το πάχος αυτών των σχηματισμών παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση από λίγα μέτρα έως λίγες εκατοντάδες μέτρα.
- **Μέσο Πλειστόκαινο – Ολόκαινο:** Οι πρόσφατες και σύγχρονες αποθέσεις καλύπτουν το σχεδόν επίπεδο αλλουβιακό πεδίο της λεκάνης της Λάρισας και φαίνεται ότι βρίσκεται σε στρωματογραφική συμφωνία με τα υποκείμενα πλειοκαινικά ιζήματα. Αντιπροσωπεύονται επίσης από ποταμοχερσαίες και ποταμολιμναίες αποθέσεις, η διευθέτηση των οποίων στο χώρο και η πλευρική τους συνέχεια είναι δύσκολο να διευκρινιστεί. Στο Βορειοδυτικό τμήμα της λεκάνης του Τυρνάβου διακρίνονται πλειστοκαινικές ποταμολιμναίες αποθέσεις οι οποίες αποτελούνται από αργίλους και άμμους με παρεμβολές κροκαλοπαγών. Οι αποθέσεις αυτές διατέμνονται από τον Πηνειό και Τιταρήσιο ποταμό και καλύπτονται κατά μήκος τους από πρόσφατες αποθέσεις των ποταμών. Η υπόλοιπη λεκάνη καλύπτεται από αλλουβιακές αποθέσεις ή ποταμολιμναίες αποθέσεις στην περιοχή της αποξηραμένης λίμνης Κάρλας και άλλα μικρότερα τοπογραφικά χαμηλά, αποτελούμενες από χαλαρές αργίλους, άμμους και κροκαλολατύπες με ενδιαστρώσεις από τύρφη – σαπροπηλούς και τεφρές – τεφρομέλανεσ αργίλους .

Υδρογεωλογικά, εκτός από τους σημαντικούς επιφανειακούς υδατικούς πόρους με κυριότερο τον Πηνειό ποταμό, η περιοχή παρουσιάζει επίσης αξιόλογους υπόγειους Παντελίδης Αλέξανδρος, ΑΕΜ 3756 - 30 - Φεβρουάριος 2009

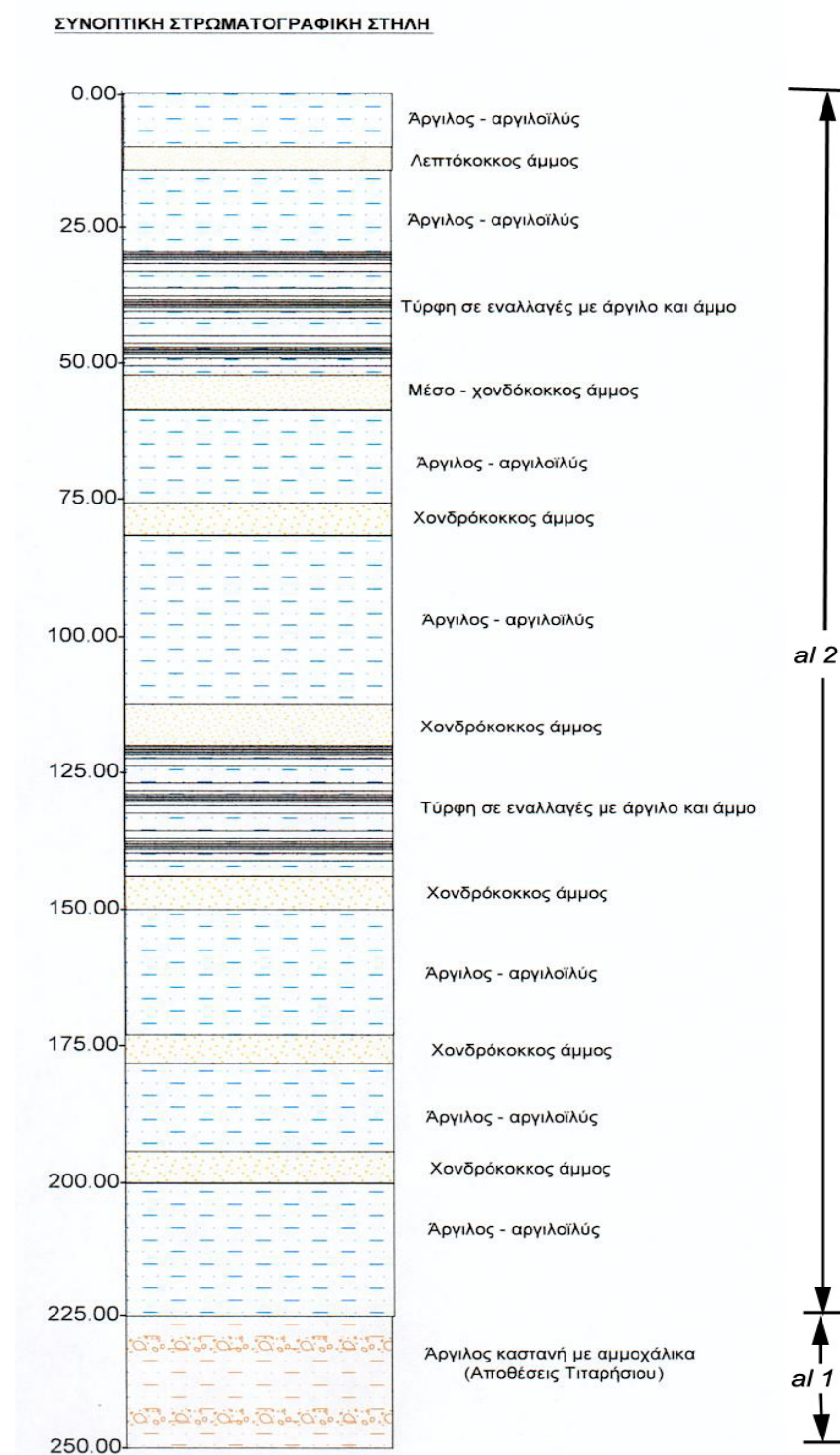
υδροφόρους οι οποίοι βρίσκονται υπό εκμετάλλευση από πολύ παλιά για αρδευτικούς σκοπούς, μέσω φρεάτων και στη συνέχεια με την διάνοιξη γεωτρήσεων.

Γίνεται αναφορά στη γεωλογία και την τεκτονική της ευρύτερης περιοχής και αναφέρεται η επιρροή τους στην περιοχή που ερευνάται.

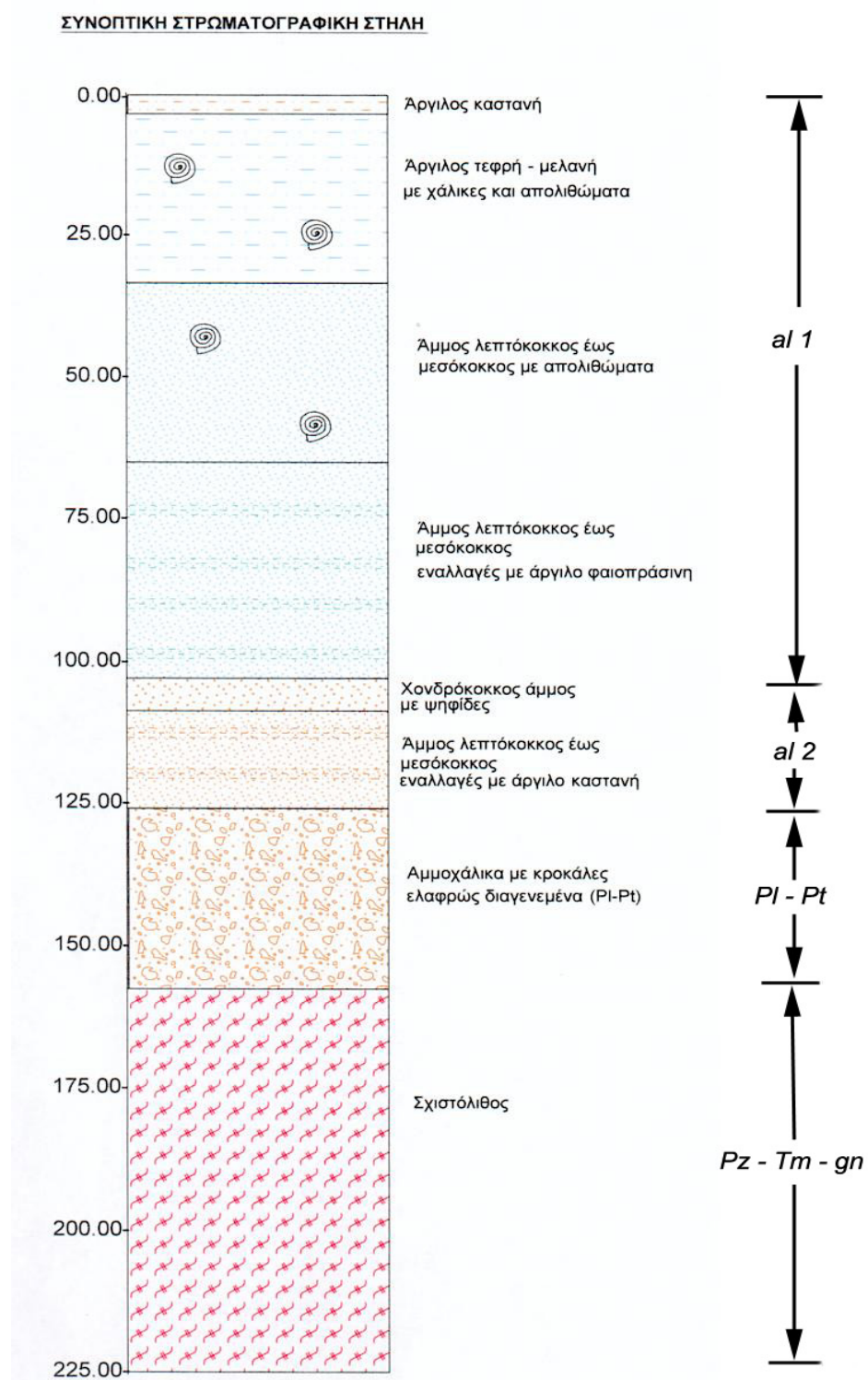
Ακολουθούν συνοπτικές στρωματογραφικές στήλες διαφόρων περιοχών που ανήκουν στα όρια του Δήμου Λάρισας.



Σχήμα 6: Συνοπτική στρωματογραφική στήλη περιοχής Λάρισας – Γιάννουλης
(Στοιχεία από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή)



Σχήμα 7: Συνοπτική στρωματογραφική στήλη περιοχής Κουλουρίου
(Στοιχεία από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή)



Σχήμα 8: Συνοπτική στρωματογραφική στήλη περιοχής Γυρτώνης – Αμφιθέας
(Στοιχεία από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή)

5.2 Γεωλογία της περιοχής του δήμου Λαρισαίων

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τόσο τμήμα της λεκάνης της Λάρισας όσο και τμήμα του λοφώδους συστήματος Τερψιθέας – Νίκαιας, που βρίσκεται στα Νότια – Νοτιοδυτικά της Λάρισας. Περιλαμβάνει επίσης και ένα μικρό τμήμα της ορεινής περιοχής Πάτωμα – Κατσίκια - Κόρακας που βρίσκεται στα Βόρειοανατολικά της Λάρισας και στα Ανατολικά του δημοτικού διαμερίσματος Καλοχωρίου.

Συνεπώς η γεωλογία αναφέρεται σε πρόσφατες / σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις της πεδιάδας, σε ανθρωπογενείς αποθέσεις που αφορούν αναχώματα αντιπλημμυρικής προστασίας, σε τεχνητές επιχωματώσεις, σε νεογενείς σχηματισμούς (μάργες - κροκαλοπαγή) . Οι παλαιότεροι σχηματισμοί που περιλαμβάνονται στην περιοχή μελέτης είναι γνεύσιοι – γνευσιοσχιστόλιθοι της Πελαγονικής ζώνης, που δομούν το ορεινό τμήμα Πάτωμα – Κατσίκια – Κόρακας που βρίσκεται στα Βορειοδυτικά της Λάρισας.

Οι πρόσφατες αποθέσεις καθορίζονται από την αποθετική δράση του Πηνειού ποταμού και για το λόγο αυτό παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια και συχνές λιθολογικές εναλλαγές και μεταβάσεις, τόσο πλευρικές, όσο και κατακόρυφες.

Η απουσία όμως φυσικών τομών και η επίπεδη μορφολογία στο πεδινό τμήμα δυσχέραιναν τη διεξαγωγή της γεωλογικής χαρτογράφησης, η οποία βασίστηκε σε παρατήρηση της επιφανειακής λιθολογίας. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι το γεωλογικό αυτό υπόβαθρο στηρίχθηκε σε στοιχεία υδρογεωτρήσεων και δειγματοληπτικών γεωτρήσεων για να ομαδοποιήσουμε τις λιθολογίες της περιοχής του πεδινού τμήματος. Στο λοφώδες τμήμα κατά την χαρτογράφηση δε συναντήθηκαν ιδιαίτερα προβλήματα, εξαιτίας της ύπαρξης πάρα πολλών φυσικών τομών, που μας βοήθησαν να κατανοήσουμε την ακριβή στρωματογραφία της περιοχής και την εξάπλωση, τόσο την επιφανειακή όσο και κατά βάθος, των σχηματισμών.

5.2.1 Λιθολογικά χαρακτηριστικά

Κριτήριο για τη διάκριση των λιθολογικών σχηματισμών ήταν κυρίως η ποσοστιαία αναλογία των διάφορων κλαστικών συστατικών του και δευτερευόντως η δομή τους και η γενετική τους προέλευση διότι δεν ήταν δυνατή η λεπτομερής παρατήρησή τους. Διακρίθηκαν τρεις κύριες ενότητες σχηματισμών που από τις νεώτερες προς τις παλαιότερες έχουν ως εξής:

- Ανώτεροι χαλαροί ορίζοντες
- Σχηματισμοί της αλλουβιακής πεδιάδας
- Σχηματισμοί πλειο-πλειστοκαινικού υποβάθρου

Στη συνέχεια παρατίθενται οι σχηματισμοί που περιλαμβάνονται στις ενότητες αυτές.

- **Ανώτεροι Χαλαροί Ορίζοντες**

Ανθρωπογενείς Αποθέσεις: Πρόκειται για τεχνητές χαλαρές αποθέσεις (μπάζα) αποτελούμενες από αργίλους, χάλικες και από ποικίλα οικοδομικά κ.α. υλικά. Έχουν αποτεθεί, ως επί το πλείστον πλησίον του επαρχιακού οδικού δικτύου, κυρίως στα πλαίσια της κατασκευής καταστημάτων, βιοτεχνιών, οικοδομών κ.α., με σκοπό την εξομάλυνση της υψομετρικής διαφοράς μεταξύ των οδών και του εδάφους θεμελίωσης και στην κοίτη του Πηνειού και σε χειμάρους.

Έχει εντοπισθεί επίσης θέση η οποία αποτελούσε τον παλαιό χώρο υγειονομικής ταφής απορριμμάτων της Λάρισας. Βρίσκεται στα Βορειοδυτικά του οικισμού της Λάρισας και συγκεκριμένα στην περιοχή μεταξύ των οικισμών Λάρισας και Γιάννουλης.

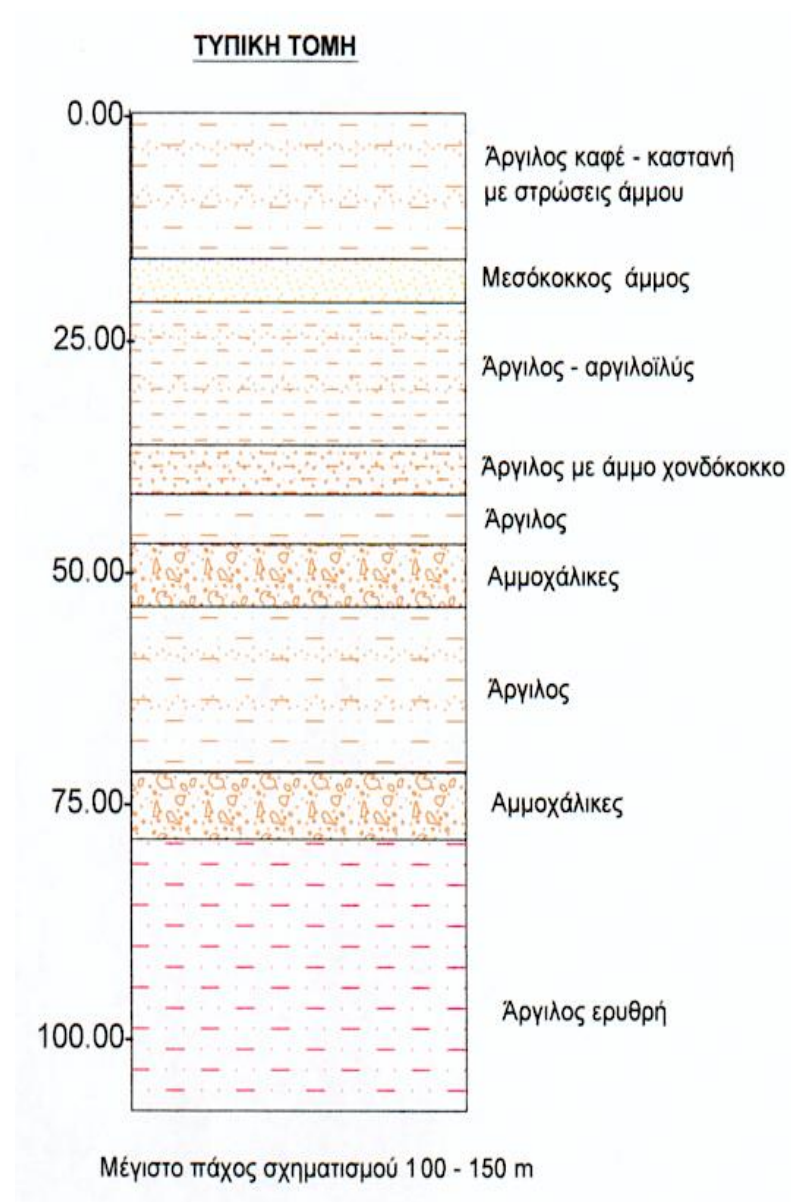
Ανώτερος Εδαφικός Ορίζοντας: Στα ανώτερα 0.5 - 1.0 m οι γεωλογικοί σχηματισμοί α₁ και α₂ καλύπτονται στο μεγαλύτερο μέρος τους από έναν επιφανειακό χαλαρό εδαφικό ορίζοντα, ο οποίος έχει περίπου την ίδια σύσταση με τον εκάστοτε υποκείμενό του (μίγματα αργίλων, άμμων, ιλύων, χάλικων, ασβεστιτικών συγκριμμάτων, καθώς και φυτικών υπολειμμάτων). Οι γεωργικές δραστηριότητες, όπως η άροση και η φύτευση έχουν συμβάλει στη διαμόρφωση των χαρακτηριστικών του, εντείνοντας τη χαλαρή δομή, το πάχος του και εν μέρει αλλάζοντας τη σύστασή του (απομάκρυνση ποσοστού χάλικων, μεγαλύτερη συμμετοχή φυτικών υπολειμμάτων κλπ). Ο ορίζοντας αυτός δε χαρτογραφήθηκε λόγω του μικρού του πάχους.

Πρόσφατες ποτάμιες αναβαθμίδες: Πρόκειται για πρόσφατες ποτάμιες αποθέσεις και κινούμενα ποταμοχειμαρώδη υλικά αποτελούμενα από εναλλαγές άμμου, ιλυώδους άμμου, αργίλων και αμμοχάλικων.

- **Σχηματισμοί της αλλουβιακής πεδιάδας**

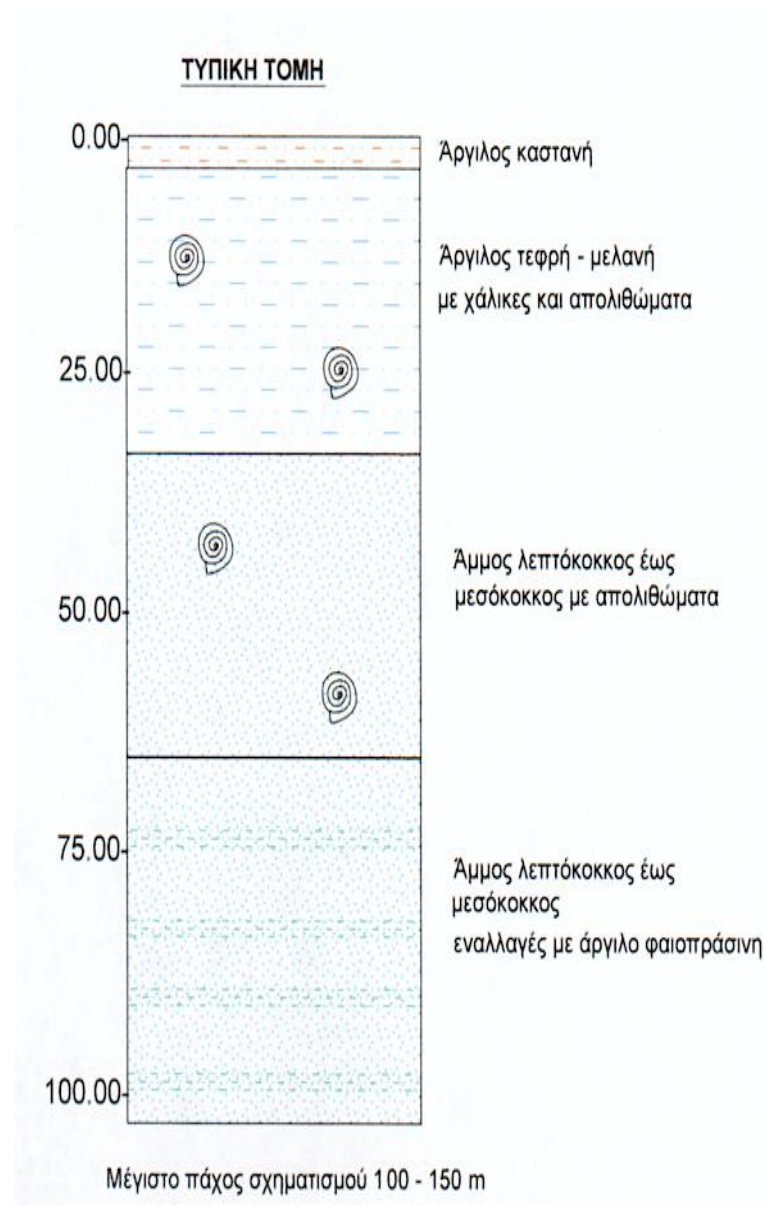
Ποταμοχερσαίες – ποταμολιμναίες αποθέσεις: Πρόκειται για αργίλους και αργιλοϊλίες κόκκινου – καφέ ή σκούρου καφέ χρώματος, με κατά τόπους ενδιαστρώσεις λεπτόκοκκης άμμου και αμμοχάλικες. Επίσης παρατηρούνται ορίζοντες με αυξημένο

ποσοστό ασβεστιτικών συγκριμάτων, καθώς και ορίζοντες με μεγάλο ποσοστό οργανικών υλικών. Μέγιστο πάχος σχηματισμού: 100 – 120 m.



Σχήμα 9: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού a11
(Στοιχεία από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή)

Ποταμολιμναίες – λιμναίες αποθέσεις: Πρόκειται για εναλλαγές λεπτόκοκκης άμμου και φαιοπράσινης αργίλου με απολιθώματα και ορίζοντες από σαπροπηλούς και τύρφη. Επίσης παρατηρούνται εναλλαγές πλαστικής αργίλου φαιοπράσινου χρώματος, πράσινης αργίλου με οργανικά υλικά, ιλύ και χάλικες και σκληρής αργίλου κυανοπράσινου χρώματος, με οργανικά υλικά και κατά θέσεις στρώσεις άμμου. Μέγιστο πάχος σχηματισμού: 200 m.



Σχήμα 10: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού α12

(Στοιχεία από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή)

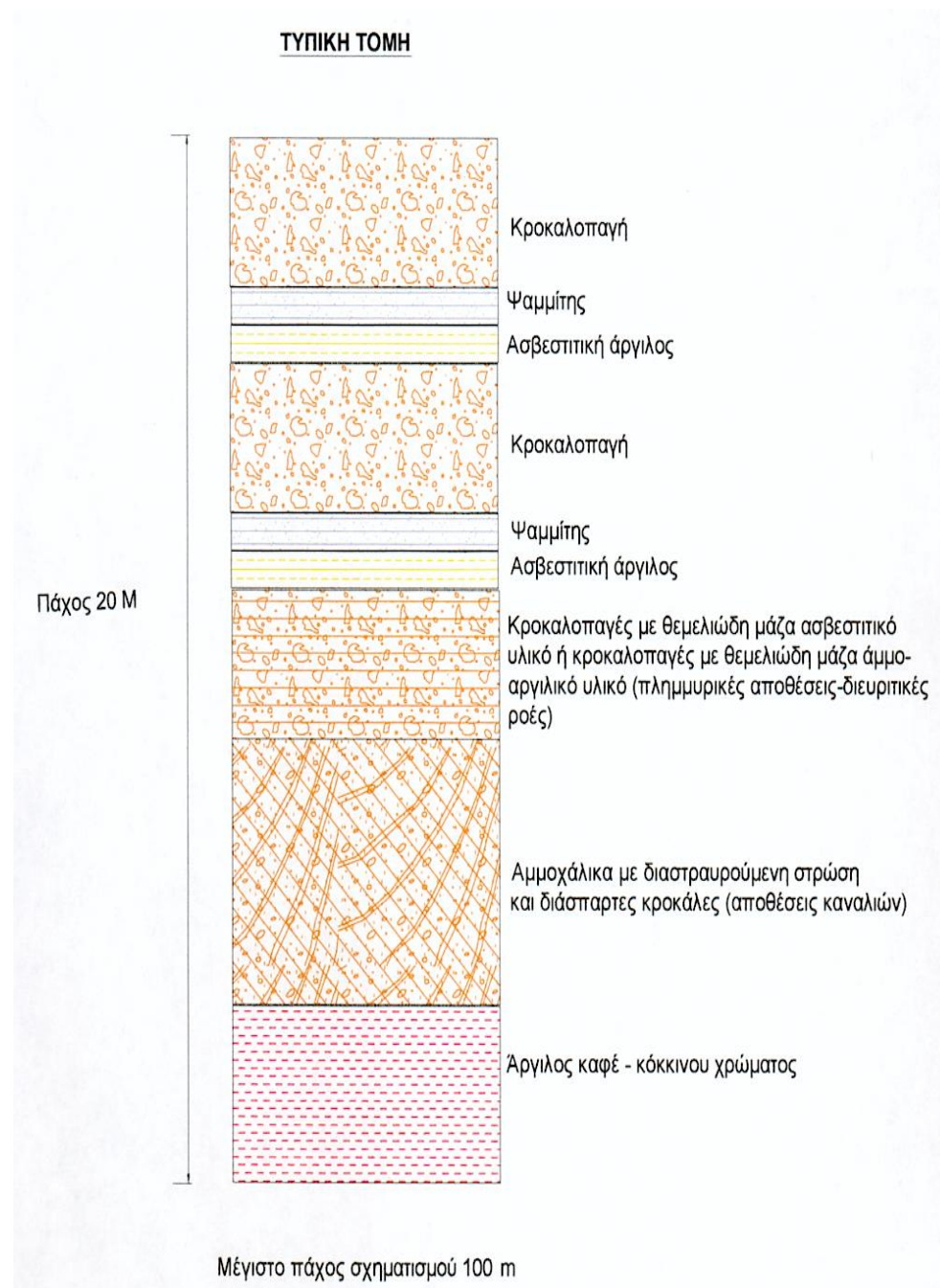
Πλευρικά κορήματα: Πρόκειται για παλιά και σύγχρονα πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων. Αποτελούνται κυρίως από τεμάχια των μητρικών πετρωμάτων που αποτελούν και το υπόβαθρο της περιοχής μελέτης. Απαντώνται στα περιθώρια της λεκάνης της Λάρισας. Ένα μικρό τέμαχος ή μια μεγάλη μάζα των πετρωμάτων μιας απότομης πλαγιάς αποκόπτεται και αποδεσμεύεται από τα γειτονικά πετρώματα και μετακινείται με την επίδραση της βαρύτητας προς το επίπεδο βάσης της κοιλάδας. Οι σωροί των πετρωμάτων που συσσωρεύονται στους πρόποδες των απόκρημνων πρανών συγκροτούν τα υλικά των κορημάτων.

▪ **Σχηματισμοί Πλειο - Πλειστοκαινικού Υποβάθρου**

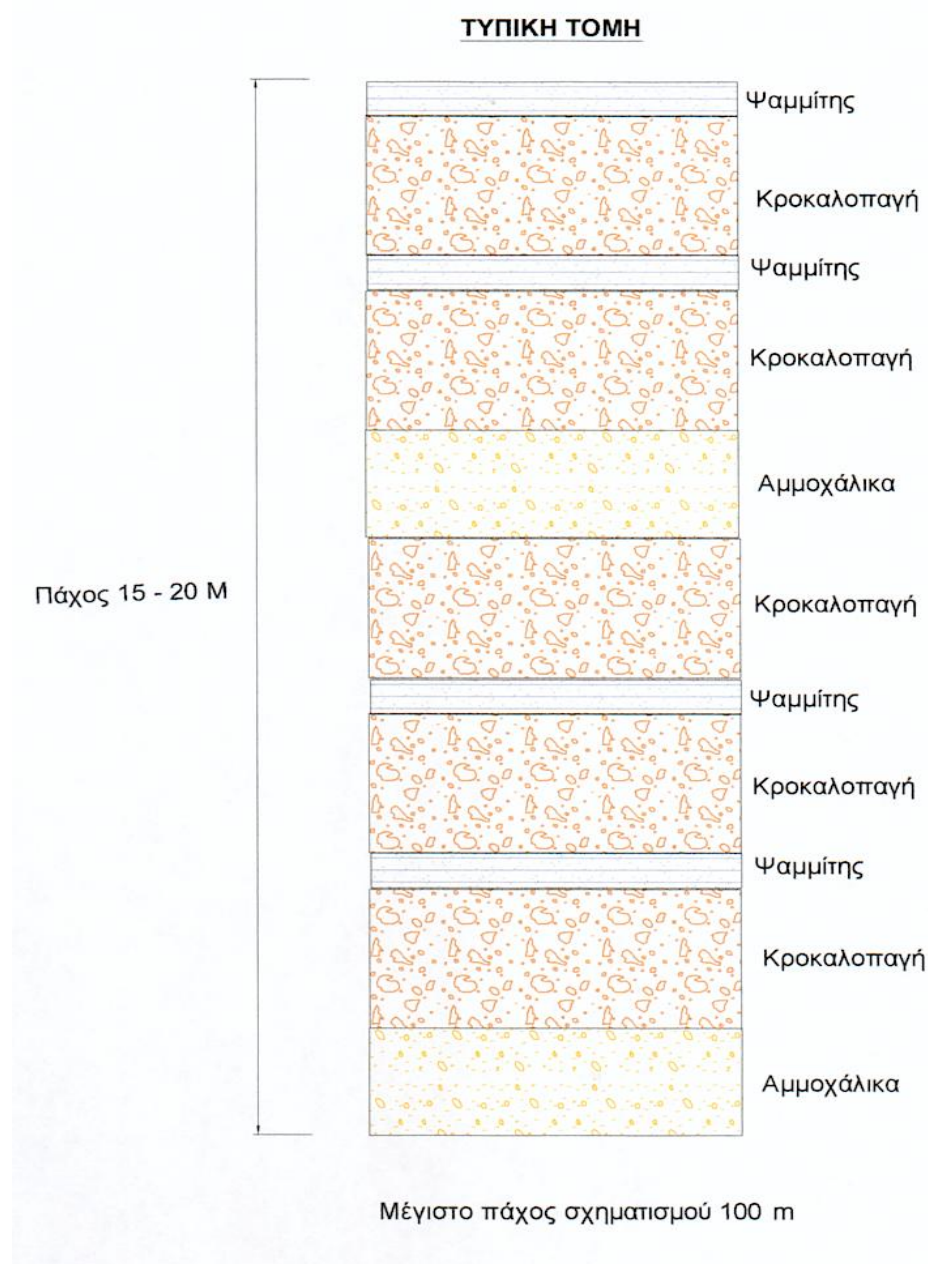
Οι σχηματισμοί του πλειο - πλειστοκαινικού υποβάθρου χωρίστηκαν σε τρεις κυρίους σχηματισμούς:

Ποταμολιμναίες αποθέσεις λεκάνης Λάρισας: Πρόκειται για ποταμολιμναίες αποθέσεις αποτελούμενες από αργίλους και άμμους με παρεμβολές στρωμάτων αδρομερών υλικών ποικίλου πάχους. Απαντώνται στα Βόρεια της περιοχής μελέτης, στους οικισμούς Τύρναβος – Αμπελώνας – Γυρτώνη.

Κροκαλοπαγή: Πρόκειται για εναλλαγές διαγενεμένων αμμοχάλικων με αργιλικούς και ψαμμιτικούς ορίζοντες. Τα αμμοχάλικα εμφανίζονται με διασταυρούμενη στρώση και με διάσπαρτες κροκάλες χαρακτηρίζονται ως αποθέσεις καναλιών. Στον σχηματισμό αυτό απαντώνται κροκαλολατυποπαγή, ελαφρώς διαγενεμένα έως σκληρά αποτελούμενα από κροκάλες ασβεστολιθικής, χαλαζιακής, ψαμμιτικής, σύστασης με συνδετική ύλη ασβεστιτική και ψαμμιτική και με παρεμβολές λεπτόκοκκων ψαμμιτικών υλικών πάχους 0,40 έως 1,00 m (πλημμυρικές αποθέσεις – διευρυτικές ροές). Συνηθισμένη επίσης είναι η εναλλαγή κροκαλοπαγών, ψαμμιτικών και αργιλικών στρωμάτων. Μέγιστο πάχος σχηματισμών: 150 m.



Σχήμα 11: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού ΡΙ - Ρt
(Στοιχεία από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή)

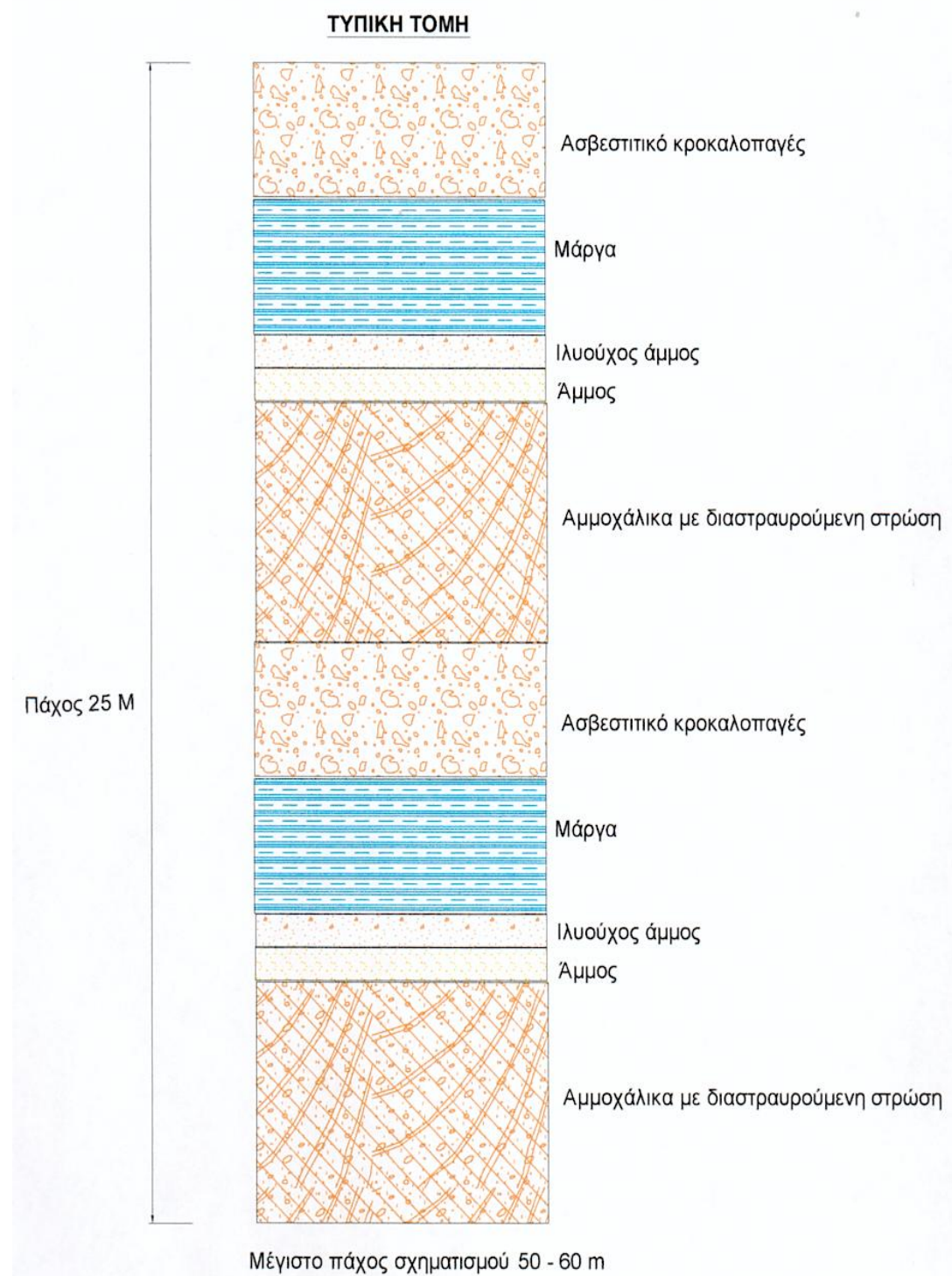


Σχήμα 12: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού ΡΙ – Ρt
(Στοιχεία από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή)

Ποταμογερασαίες έως ποταμολιμναίες αποθέσεις: οι αποθέσεις αυτές αποτελούνται από δύο σχηματισμούς:

Κλαστικός Σχηματισμός: Αποτελείται από αμμούχους αργίλους, αργιλώδεις, ιλυούχους αμμοχάλικα με διασταυρούμενη στρώση, με διάσπαρτες κροκαλολατύπες και παρεμβολές κροκαλολατυποπαγών, χρώματος ανοικτού καστανού, καστανοκίτρινο έως τεφροκάστανου, με κυμαινόμενη συνεκτικότητα από μέτρια έως μεγάλη. Ο σχηματισμός

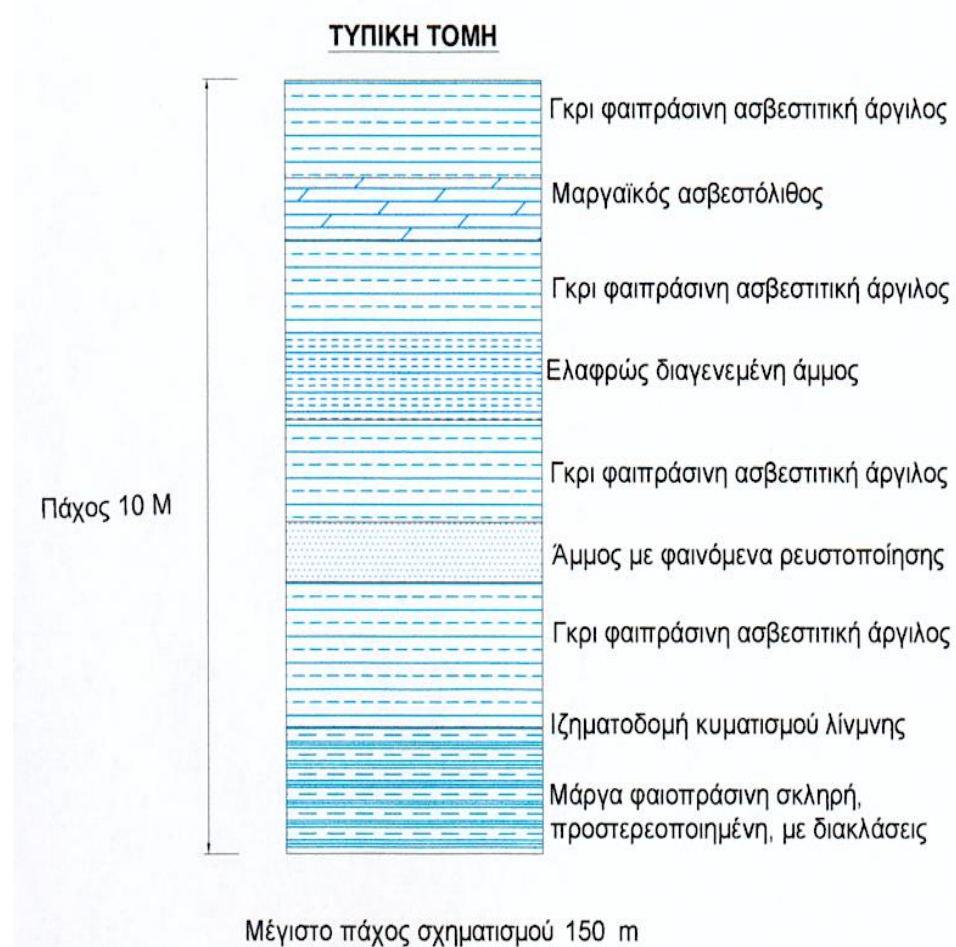
αυτός αντιπροσωπεύει ποταμοχερσαίους έως ποταμολιμναίους ορίζοντες. Μέγιστο πάχος:
50 – 60 m.



Σχήμα 13: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού P1 (κλαστικός σχηματισμός)
(Στοιχεία από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή)

Σχηματισμός Μαργών: Αποτελείται από μάργες και μαργαϊκούς ψαμμίτες, χρώματος λευκού έως υπόλευκου, με ορατή στρωμάτωση και παρουσιάζεται αρκετά έως μέτρια

συνεκτικός. Η στρωμάτωση προκαλεί εναλλαγή στρωμάτων διαφορετικής συνεκτικότητας.
Ο σχηματισμός αυτός αντιπροσωπεύει λιμναίους ορίζοντες.



Σχήμα 14: Τυπική τομή Γεωλογικού σχηματισμού ΡΙ (σχηματισμός μαργών)
(Στοιχεία από τη διάνοιξη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων στην περιοχή)

Πελαγονική ζώνη (Γνεύσιοι και γνευσιοσχιστόλιθοι): Πρόκειται για πετρώματα με οφθαλμώδη - μυλονιτικό ιστό και προσανατολισμένη σχιστοποιημένη υφή. Κύρια ορυκτολογικά χαρακτηριστικά είναι : χαλαζίας – άστριοι – βιοτίτης – μαρμαρυγίες.

Οι σχηματισμοί αυτοί απαντώνται στα Βόρειοανατολικά της περιοχής μελέτης (περιοχή Αμφιθέας). Κυρίως επικρατούν οι διμαρμαρυγικοί γνεύσιοι με παρεμβολές αμφιβολιτικών σχιστολίθων και αμφιβολιτών.

Οι γνεύσιοι είναι πετρώματα συνήθως ανοιχτόχρωμα, υποπράσινα έως υπόλευκα, λόγω των αστρίων που περιέχουν είναι γαλακτόχρωα πετρώματα, παρουσιάζουν συχνά καολινίωση και καμιά φορά οφθαλμώδη υφή. Η περιεκτικότητά τους σε φεμικά συστατικά

παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση σύστασης κατά την οριζόντιο και την κατακόρυφο. Έτσι αυτά εμφανίζονται άλλοτε ως λευκοκρατικά και άλλοτε ως μεσοκρατικά.

Στους γνεύσιους απαντώνται επίσης στρωματοειδείς απλιτικές φλέβες και κοίτες οι οποίες έχουν πάχος από μερικά εκατοστά έως τέσσερα μέτρα, καθώς και παρεμβολές αμφιβολιτικών σχιστολίθων και αμφιβολιτών.

Η υφή των πετρωμάτων είναι προσανατολισμένη, ή κατακλαστική και σε ορισμένα δείγματα σχιστώδης. Αποτελούνται κυρίως από χαλαζία, αστρίους και μαρμαρυγίες. Σε μικρότερη αναλογία απαντώνται επίδοτα και σερικήτης και σε πολύ μικρότερη αμφίβολοι, χλωρίτης και τιτανίτης.

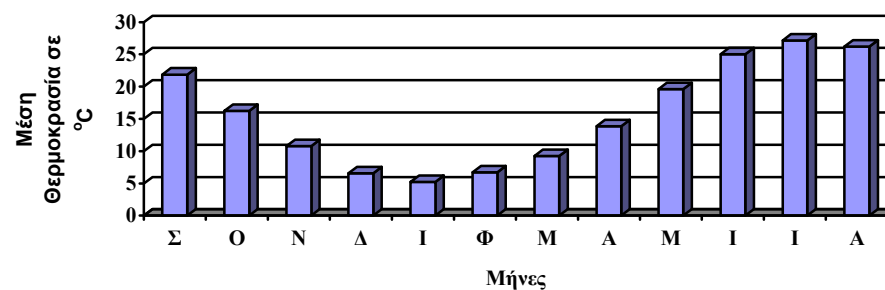
6. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ – ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

6.1 Κλιματολογικά χαρακτηριστικά

Η περιοχή της Λάρισας, χαρακτηρίζεται από κλίμα ηπειρωτικό και συγκεκριμένα μεταβατικό, από το μεσογειακό προς το μεσευρωπαϊκό. Οι παραλιακοί οικισμοί χαρακτηρίζονται από κλίμα εύκρατο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η θεσσαλική πεδιάδα περικλείεται από τους ψηλούς ορεινούς όγκους της Πίνδου, του Ολύμπου, της Όσσας, του Μαυροβουνίου, του Πηλίου και των Αγράφων που την απομονώνουν από την ευεργετική επίδραση του Αιγαίου, που επηρεάζει τα Ανατολικά της παράλια.

Πίνακας 3: Μέση τιμή μηνιαίων θερμοκρασιών (Σταθμός Λάρισας), 1955 - 1997

Μήνας	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ
Μέση τιμή (°C)	21,87	16,26	10,80	6,57	5,23	6,74	9,25	13,86	19,63	25,04	27,17	26,22



Σχήμα 15: Μέση τιμή θερμοκρασίας ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1955 - 1997

Τόσο στον πίνακα, όσο και στο σχήμα εύκολα παρατηρείται πως η θερμοκρασία στην πόλη της Λάρισας είναι σε γενικές γραμμές υψηλή. Αυτό φαίνεται επειδή στις μέσες τιμές της θερμοκρασίας / μήνα σε 5 από τους 12 μετρήσεις, αυτή είναι τουλάχιστον 20 βαθμοί. Επιπλέον, ακόμη και τα κατά τους χειμερινούς μήνες, είναι αξιοσημείωτο πως η θερμοκρασία δεν αποκτά αρνητικές τιμές, γεγονός ασυνήθιστο για ηπειρωτική πόλη που δεν έχει διέξοδο προς την θάλασσα.

▪ **Θερμοκρασία**

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 15,98 °C, με ελάχιστη 9,99 °C και μέγιστη 21,37 °C. Γενικά η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται από 0,6 °C τον Ιανουάριο έως τους 33,1 °C τον Ιούλιο. Η διαφορά αυτή χαρακτηρίζει το κλίμα της περιοχής ως ηπειρωτικού τύπου. Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία έχει φτάσει τους +45,5 °C και η απόλυτη ελάχιστη τους -21,6 °C τον Ιανουάριο, με 52,9 ημέρες παγετού το χρόνο.

▪ **Νέφωση – Ηλιοφάνεια**

Η ετήσια νέφωση ανέρχεται για την περιοχή σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία σε 34,3 και 46,1 ημέρες / έτος ενώ οι αίθριες ημέρες ανέρχονται από 103 έως 172 και οι νεφοσκεπείς από 63 έως 75 ανά έτος σύμφωνα με τα μετεωρολογικά δεδομένα.

▪ **Υγρασία – Ομίχλη**

Η μέση σχετική υγρασία στην περιοχή κυμαίνεται στο 62,85 % στην περιοχή που βρίσκεται πιο κοντά στην πόλη της Λάρισας, ενώ το διάστημα που παρατηρούνται οι μέγιστες τιμές της είναι οι μήνες από Νοέμβριο ως Φεβρουάριο (περίπου 75 % κατά μέσο όρο) και οι ελάχιστες τους καλοκαιρινούς μήνες (περίπου 48,5 %).

Η μέση ετήσια τιμή υετού είναι έως 117 ημέρες / έτος με μέση μηνιαία έως 9,75 ημέρες για την περιοχή Λάρισας.

Ομίχλες σημειώνονται καθ'όλη τη διάρκεια του έτους, κυρίως τις νυκτερινές και πρωινές ώρες. Εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα κατά την περίοδο Νοεμβρίου – Φεβρουαρίου (7 ημέρες / μήνα). Οι μέρες ομίχλης ανά έτος ανέρχονται έως 51,0 για τη περιοχή Λάρισας.

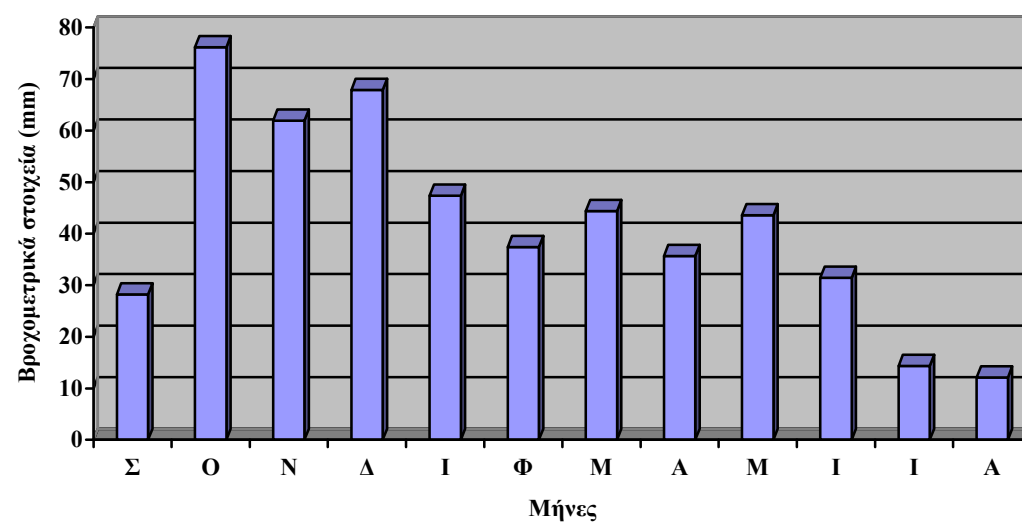
▪ **Βροχή – Καταιγίδες – Χιόνι**

Οι μέρες βροχής ανέρχονται από 59,6 έως 110,8 ημέρες ανά έτος στην περιοχή μελέτης. Η βροχή παρουσιάζεται γενικά ως υετός στρωματοφόρων νεφών, δηλαδή ασθενής και συνεχής, επειδή επικρατεί η σφήνα των υψηλών βαρομετρικών πιέσεων της Βαλκανικής και της Κεντρικής Ευρώπης.

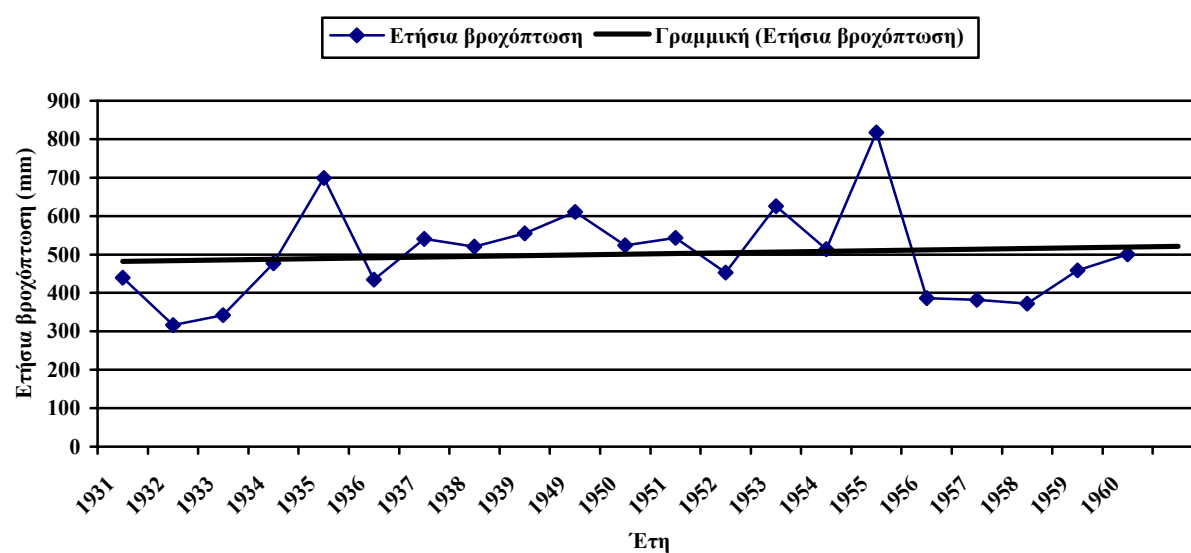
Κατά τους μήνες όμως Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο εμφανίζονται βροχές βίαιης μορφής και καταιγίδες λόγω διέλευσης ψυχρών μετώπων με τιμές που κυμαίνονται έως 12 ημέρες / μήνα στην περιοχή κοντά στην πόλη της Λάρισας.

Οι θερμικές τοπικές καταιγίδες χαρακτηρίζονται από μεγάλη ένταση και μικρή διάρκεια (1 - 2 h) και συμβαίνουν κυρίως τις απογευματινές ώρες. Οι μέρες καταιγίδας ανέρχονται ετησίως έως 49.

Οι μέρες χιονιού ετησίως ανέρχονται έως 23,8 για την περιοχή πλησίον της πόλης της Λάρισας.



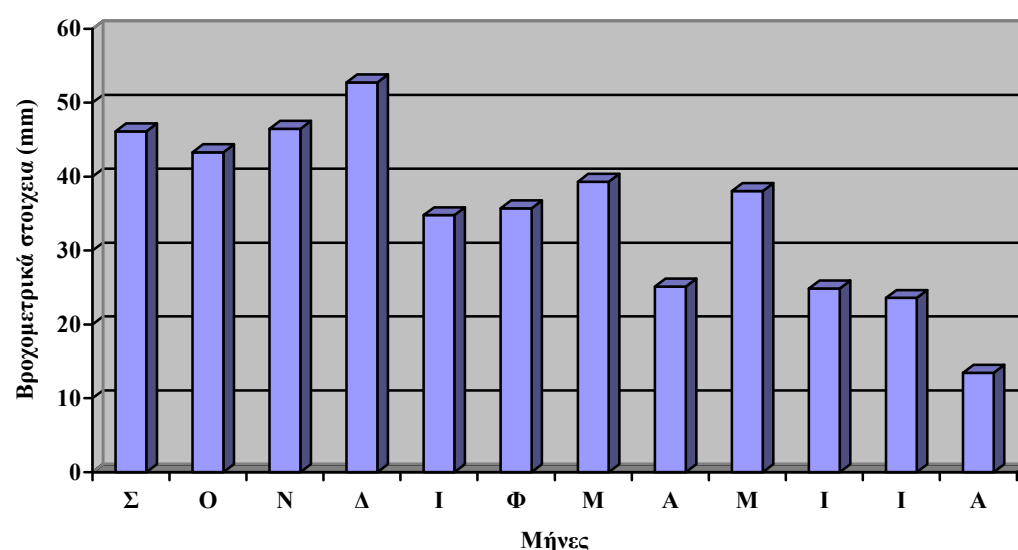
Σχήμα 16: Μέση τιμή βροχομετρικών στοιχείων ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1931 – 1960



Σχήμα 17: Ετήσια βροχόπτωση στη Λάρισα, 1931 – 1959

Παρατηρείται πως υπάρχει μία συνεχής αυξομείωση στην ποσότητα της βροχής που καταμετρήθηκε. Συγκεκριμένα, η βροχή συνήθως κυμαίνεται σε τιμές άνω των 400 mm, ενώ η μέση τιμή που προκύπτει είναι 500,50 mm. Επίσης, παρατηρούνται και δύο μέγιστα: 699,1 mm βροχόπτωσης κατά το έτος 1935 και 817,4 mm, δύο δεκαετίες αργότερα, το 1955. Από την άλλη μεριά, η χαμηλότερη τιμή σημειώθηκε το έτος 1932 –μόλις 316,1 mm. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως μόλις πέντε χρονιές, η βροχόπτωση κινήθηκε σε επίπεδα χαμηλότερα των 400 mm. Μάλιστα, οι χρονιές αυτές χωρίζονται σε δύο ομάδες. Συγκεκριμένα, τα έτη 1932 και 1933 είχαμε τις τιμές 316,1 mm και 341,7 mm αντίστοιχα. Η δεύτερη ομάδα τοποθετείται χρονικά από το 1956 έως και το 1958, με τιμές κοντά στα 400 mm, πλην όμως χαμηλότερες. Δηλαδή το 1956 το ύψος της βροχής ήταν 385,8 mm, το 1957 έπεσε στα 382,2 mm και το 1958 ήταν ακόμα χαμηλότερο, στα 371,7 mm. Η τιμή όχι μόνο διατηρήθηκε κάτω από τα 400 mm ύψους ετήσιας βροχόπτωσης, αλλά μειώνονταν σταθερά. Επιπλέον, η γραμμή τάσης κινείται στα 500 mm ύψους βροχής, πολύ κοντά στη μέση τιμή που προέκυψε από τους υπολογισμούς.

Πολύ σημαντική λεπτομέρεια αποτελεί και το γεγονός πως οι καταμετρήσεις παρουσιάζουν χρονικό κενό, από το 1940 – 1948. Κατά τα έτη αυτά, για άγνωστο λόγο δεν υπάρχουν δεδομένα. Αυτό ίσως επηρεάζει εν μέρει τα συμπεράσματα που εξήχθησαν, όμως δεν τα θέτει σε αμφιβολία.



Σχήμα 18: Μέση τιμή βροχομετρικών στοιχείων ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1960 – 1980



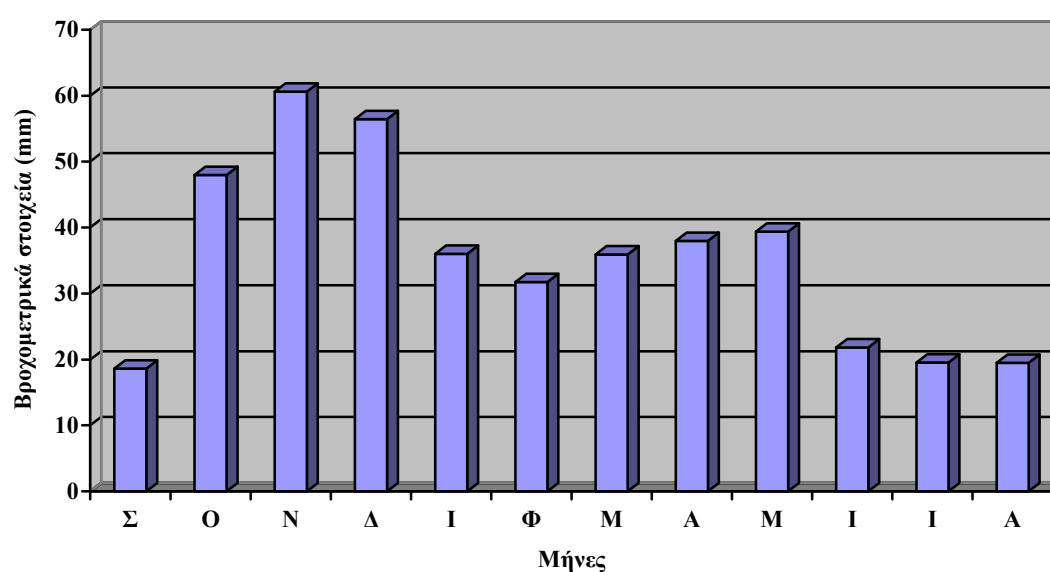
Σχήμα 19: Ετήσια βροχόπτωση στη Λάρισα, 1960 - 1979

Κατά τα έτη 1960 – 1979 παρατηρούνται πολλές και σημαντικές αυξομειώσεις, όσον αφορά το ύψος της βροχής. Για την ακρίβεια, μόνο την περίοδο 1966 – 1970, παραμένει σταθερά πάνω από τα 300 mm, αν και ακόμη και τότε παρατηρούνται διακυμάνσεις στην τιμή. Σε γενικές γραμμές διακρίνονται τρεις ελάχιστες τιμές, και τρεις μέγιστες. Οι ελάχιστες είναι οριακά χαμηλότερες από 300 mm. Συγκεκριμένα, τα έτη 1961, 1965 και 1976 τις τιμές 300,2 mm, 238,9 mm και 277,5 mm αντίστοιχα. Να σημειωθεί πως η τιμή 238,9 mm ύψους βροχής είναι αρκετά χαμηλή και είναι βέβαιο πως έπληξε τόσο την ύδρευση της πόλης, όσο και την άρδευση. Από την άλλη πλευρά, οι 3 μέγιστες τιμές σημειώθηκαν τα έτη 1962, 1971 και 1978. Οι τιμές τους είναι 704,9 mm (1962), 562,4 mm (1971) και 598,6 mm (1978). Ακόμη και τα μέγιστα παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση, καθώς έχουν διαφορές αρκετών mm βροχής μεταξύ τους.

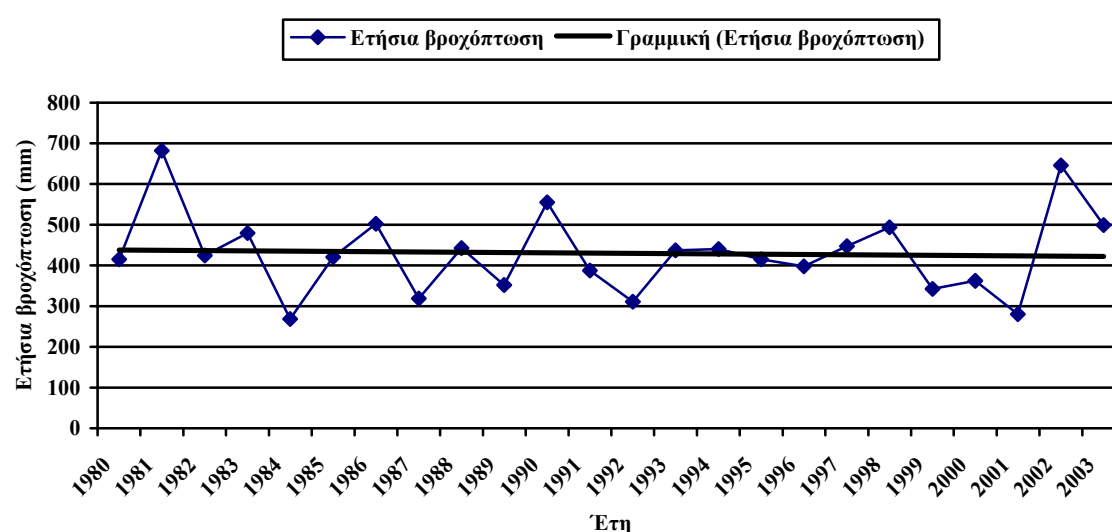
Εντύπωση προκαλεί ακόμη, το γεγονός πως ενώ το 1961 σημειώνεται τιμή μόλις 300,2 mm, την αμέσως επόμενη χρονιά το ύψος της βροχής εκτοξεύεται στα 704,9 mm. Επίσης, σε βάθος χρόνου φαίνεται πως μόλις μία χρονιά η βροχή ξεπέρασε τα 700 mm σε ύψος (1962: 704,9 mm), ενώ καμία χρονιά δεν έπεσαν περισσότερα από 600 mm. Επιπλέον, μόλις 5 χρονιές είχαμε τιμές μεγαλύτερες από 500 mm (1960: 500,8 mm, 1962: 704,9mm, 1971: 562,4 mm, 1978: 598,6mm και 1979: 531,6mm). Ακόμη, ύψος βροχής μεταξύ 400 και 500 mm, υπάρχει καταγεγραμμένο σε μόλις 3 χρονιές, τα έτη 1963 με 488,9 mm, 1973

με 423,7 mm και η αμέσως επόμενη χρονιά 1974 με το ύψος της να κυμαίνεται στα 437,3 mm. Επίσης, οι τιμές μεγαλύτερες των 300 mm παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα, αλλά και μία σχετική σταθερότητα στην εμφάνιση τους. Συγκεκριμένα, το 1961 η βροχή μετρήθηκε στα 300,2 mm. Πέντε έτη αργότερα και για μία περίοδο πέντε ετών, η βροχή ήταν σταθερά μεταξύ 388,5 mm (1966) και 327,7 mm (1970). Μετά από 2 χρόνια δηλαδή το 1972 έπεσαν στη Λάρισα 334,1 mm βροχής, ενώ ακολούθησαν πολλά συναπτά έτη με αυξομειώσεις, ώστε να καταμετρηθούν τα 348,0 mm του 1977. Τιμές μεταξύ 200 mm και 300 mm σημειώθηκαν μόλις 2 φορές. Αυτές αποτελούν και τα 2 από τα 3 ελάχιστα που παρατηρούνται. Ήταν τα έτη 1965, όπου υπήρχαν μόλις 238,9 mm βροχής και 11 χρόνια αργότερα (δηλαδή το 1976) με 277,5 mm ύψους βροχής.

Το γεγονός πως η βροχόπτωση σημείωσε ραγδαία μείωση, διαπιστώνεται και από ένα ακόμη δεδομένο. Αυτό δεν είναι άλλο από τη μέση τιμή. Σε σχέση με τα την προηγούμενη καταμετρηθείσα περίοδο (1931 - 1959) παρατηρήθηκε μείωση. Η μείωση είναι της τάξεως των 77,03 mm, που μεταφράζεται σε 15,39% λιγότερα mm βροχής. Η γραμμή τάσης αποτελεί δείκτη που επιβεβαιώνει όλα τα προηγούμενα. Παρατηρείται πως είναι λίγο μεγαλύτερη από 400 mm ύψους βροχής.



Σχήμα 20: Μέση τιμή βροχομετρικών στοιχείων ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1980 – 2004



Σχήμα 21: Ετήσια βροχόπτωσης στη Λάρισα, 1980 - 2003

Στο συγκεκριμένο γράφημα παρατηρούνται πολλές αυξομειώσεις του ύψους της βροχής. Σχεδόν κάθε χρονιά που αυτό αυξάνεται, την επόμενη μειώνεται και αντίστροφα. Αυτό ισχύει για ως επί το πλείστον, ενώ μία σταθερότητα διακρίνεται για την εξαετία 1993 – 1998, όπου οι τιμές κυμαίνονται από τα 436,7 mm του 1993 στα 494 mm του 1998. Δηλαδή, είναι σχεδόν μεταξύ 400 mm και 500 mm για όλα τα προαναφερθέντα έτη. Τα επόμενα τρία χρόνια υπάρχει σημαντική μείωση, ενώ το τελευταίο μέγιστο λαμβάνει χώρα το 2002. Η τιμή του είναι 645,8 mm ύψος βροχής.

Φυσικά δεν είναι το μοναδικό μέγιστο. Διακρίνονται ακόμη δύο, το πρώτο χρονικά του 1981 με 682,1 mm βροχής και το επόμενο του 1990 με 555,5 mm. Το τελευταίο μέγιστο – όπως έχει ήδη αναφερθεί σημειώθηκε το 2002 και ήταν στα 645,8 mm.

Εντύπωση προκαλεί το γεγονός πως η αυξημένη τιμή του 2002, ακολουθεί μία εκ των ελαχίστων τιμών. Συγκεκριμένα, την προηγούμενη χρονιά (2001) σημειώθηκε ύψος βροχής που δεν ξεπερνούσε τα 280,4 mm. Έταιρα ελάχιστα καταμετρήθηκαν τα έτη 1984 και 1992. Ειδικά η τιμή του 1984 είναι η χαμηλότερη, με μόλις 268,6 mm βροχής, ενώ εκείνη του 1992 κυμαινόταν στα 311,1 mm βροχής.

Πρέπει να επισημανθεί πως τιμές μεγαλύτερες από 500 mm βροχής παρατηρήθηκαν μόλις τέσσερις φορές. Τα τρία μέγιστα που ήδη αναφέρθηκαν, αλλά και η μέτρηση του 1986, οπότε η τιμή είναι οριακά μεγαλύτερη, 502,3 mm.

Όμως, οριακά μικρότερες βροχοπτώσεις από τα 500 mm, καταγράφησαν δύο φορές: τα έτη 1998 και 2003, με τιμές 494 mm και 499,1 mm αντίστοιχα. Σε γενικές γραμμές, το

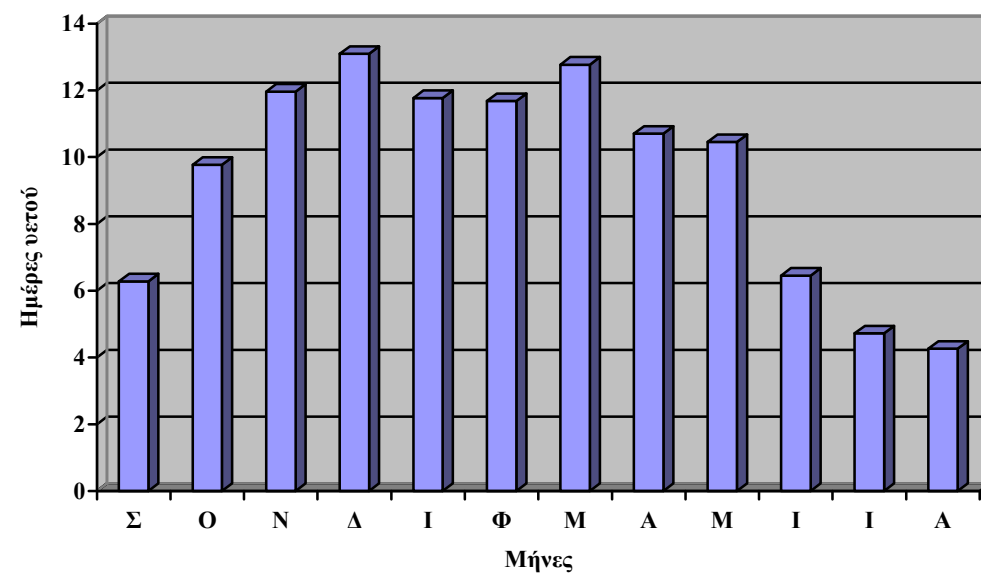
ύψος της βροχής μετράται μεταξύ 400 mm και 500 mm. Είναι οι εξής ένδεκα: 1980: 414,6 mm, 1982: 424,3 mm, 1983: 479,3 mm, 1985: 420,1 mm, 1988: 442,3 mm, 1993: 436,7 mm, 1994: 439,8 mm, 1995: 415,3 mm, 1997: 447,2 mm, 1998: 494,0 mm και 2003: 499,1 mm.

Ακόμη, οι τιμές μεταξύ 300 mm και 400 mm είναι λιγότερες, μόλις επτά: 1987: 318,6 mm, 1989: 351,9 mm, 1991: 387,1 mm, 1992: 311,1 mm, 1996: 397,6 mm, 1999: 342,4 mm και 2000: 362,1 mm. Μάλιστα, εκείνη του 1996 σχεδόν ανήκει στην προηγούμενη κατηγορία, αφού είναι μόλις 0,4 mm μικρότερη από τα 400 mm.

Επίσης, μόλις δύο φορές οι τιμές δεν ξεπέρασαν τα 300 mm: το 1984 με τα 268,6 mm που αποτελεί και τη χαμηλότερη τιμή και το 2001, όταν καταμετρήθηκαν 280,4 mm.

Τέλος, η μέση τιμή για το ύψος βροχής, μετά από υπολογισμούς ανέρχεται στα 425,58 mm. Ο αριθμός αυτός είναι περίπου ίσος με εκείνον της προηγούμενης περιόδου. Η γραμμή τάσης δεν αποτελεί εξαίρεση, αφού κινείται σε επίπεδα μεγαλύτερα από 400 mm ύψους βροχής, αλλά η ποσότητα της βροχής είναι λίγο περισσότερη από την προηγούμενη καταμετρηθείσα περίοδο.

Τα γεγονότα αυτά μαρτυρούν πως πραγματικά εδώ και τέσσερις δεκαετίες, το ποσό της βροχής έχει μειωθεί σε μεγάλο βαθμό. Έτσι, και δεδομένων των αναγκών σε νερό για ύδρευση στην εύφορη θεσσαλική πεδιάδα, το πρόβλημα οξύνεται, διότι είτε το νερό είναι λιγοστό –σε αντιδιαστολή με τις ανάγκες, οι οποίες μεγαλώνουν, όσο μεγαλώνει η πόλη- είτε κατασπαταλάται, είτε μολύνεται από τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα των αγροτών, είτε όλα τα προηγούμενα μαζί.



Σχήμα 22: Μέση τιμή μηνιαίου αριθμού ημερών νετού ανά μήνα στο Σταθμό Λάρισας, 1955 - 2002

6.2 Βιοκλιματικά χαρακτηριστικά - Ομβροθερμικό πηλίκο EMBERGER - Ομβροθερμικό διάγραμμα

Πολλοί κατά καιρούς προσπάθησαν να εκφράσουν την συνολική επίδραση του κλίματος με αριθμοδείκτες. Η προσπάθεια όμως αυτή προσκρούει σε δυσκολίες, γιατί από το ένα μέρος είναι πολύ δύσκολη η έκφραση του κλίματος σε σύνολο με αριθμούς και από το άλλο μέρος γιατί πολλοί από τους κλιματικούς παράγοντες μπορούν να αντικατασταθούν ή να συμπληρωθούν από άλλους παράγοντες του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα από παράγοντες του εδάφους.

Τέτοιες μαθηματικές εκφράσεις ή αριθμοί ονομάζονται κλιματικοί ή βιοκλιματικοί δείκτες αντίστοιχα, ανάλογα με το αντικείμενο που επηρεάζουν.

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης ανήκει στη μεταβατική ζώνη : α) του έντονου θερμομεσογειακού και β) του ασθενή θερμομεσογειακού τύπου βιοκλίματος. Στους βιοκλιματικούς αυτούς τύπους οι βιολογικά ξηρές ημέρες (χ) κατά την θερμή και ξηρή περίοδο του έτους έχουν ως εξής :

α) $150 < X < 125$

β) $125 < X < 100$

Τα μετεωρολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι του Σταθμού EMY Λάρισας.

Για την περιοχή της Μεσογείου δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα ο τύπος του Embarger (ομβροθερμικό πηλίκο) :

$$Q_1 = \frac{100P}{2\left(\frac{M+m}{2}\right)(M-m)} \Rightarrow Q_1 = \frac{100P}{M^2 - m^2}$$

όπου:

P: η ετήσια βροχόπτωση σε χιλιοστά,

M: η μέση τιμή των μέγιστων θερμοκρασιών του θερμότερου μήνα του έτους

m: η μέση τιμή των ελαχίστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα του έτους.

Επειδή όμως η τιμή του m μπορεί να είναι και αρνητική για την αποφυγή σφαλμάτων η θερμοκρασία μετατρέπεται σε βαθμούς Kelvin ($T(K)=T(^{\circ}C)+273$) οπότε ο τύπος του Embarger μετασχηματίζεται στην παρακάτω εξίσωση :

$$Q_2 = \frac{P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M-m)} \Rightarrow Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης Q τόσο ξηρότερο είναι το κλίμα. Με βάση τις τιμές του Q και την τιμή του m ο Embarger έχει συντάξει τα λεγόμενα κλιματικά διαγράμματα.

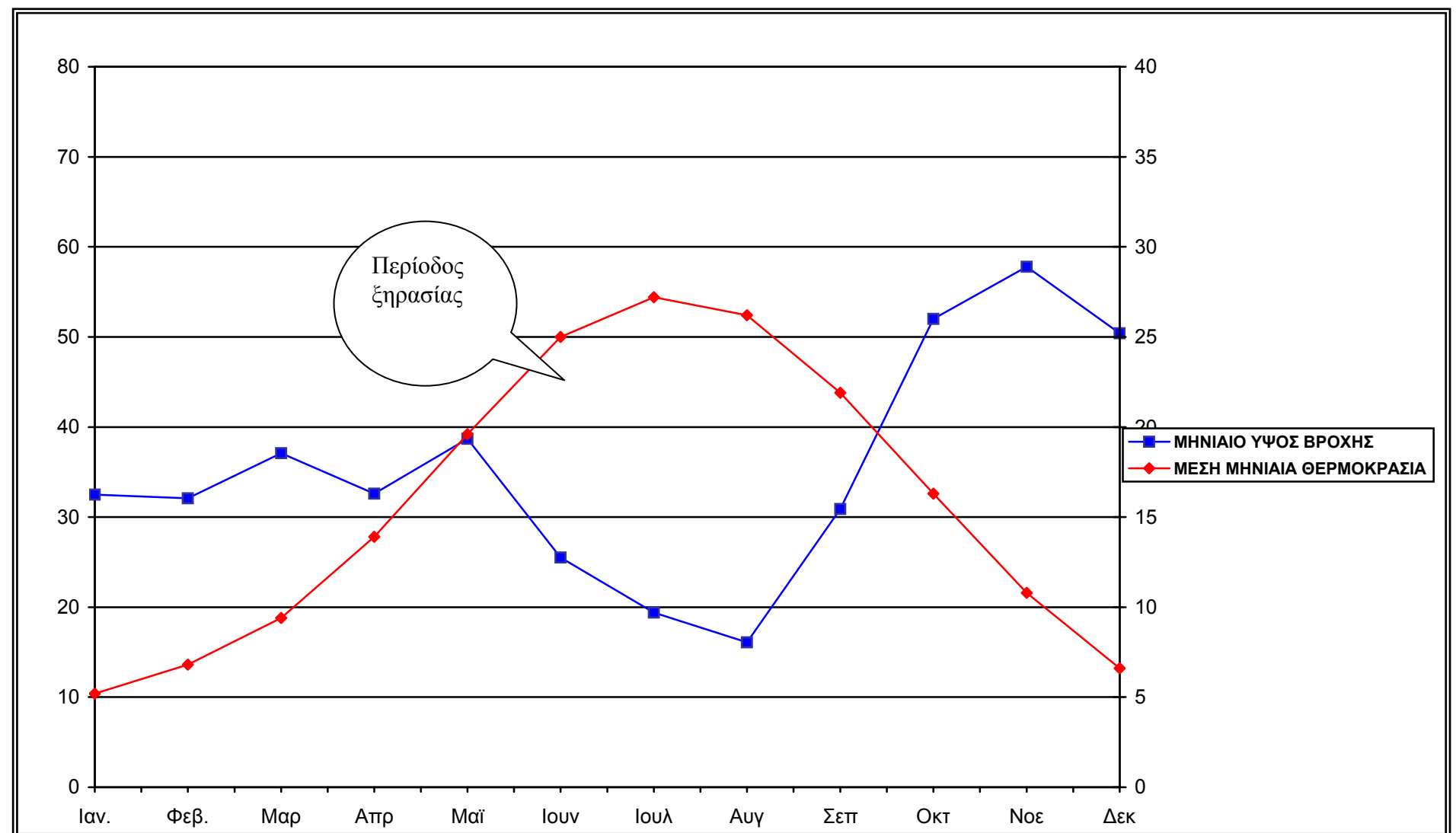
	P(mm)	M(^{\circ}C)	m(^{\circ}C)	Q ₂
Σταθμός ΕΜΥ Λάρισας	425,1	33,1	1,3	46,06

Έτσι σύμφωνα με το διάγραμμα που ακολουθεί το κλίμα της περιοχής κατατάσσεται στους παρακάτω βιοκλιματικούς ορόφους.

Περιοχή	Βιοκλιματικός όροφος
Περιοχή Λάρισας	Ημίξηρος, με δροσερό χειμώνα

Σύμφωνα με τους Gaussen & Bagnouls, η μεταβολή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας σε $^{\circ}C$ και του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής σε mm, μπορεί να απεικονιστεί με ένα διάγραμμα το οποίο ονομάζεται «ομβροθερμικό διάγραμμα» και στο οποίο αποτυπώνεται η πορεία των παραπάνω μεταβλητών μήνα προς μήνα. Για την καμπύλη των θερμοκρασιών παίρνουμε κλίμακα διπλάσια εκείνης του όμβρου (1 $^{\circ}C$ αντιστοιχεί σε 2 mm βροχής). Η περίοδος κατά την οποία η καμπύλη του όμβρου βρίσκεται χαμηλότερα από την καμπύλη της θερμοκρασίας θεωρείται ως ξηρή. Η διάκριση αυτή σύμφωνα με τα

ομβροθερμικά διαγράμματα είναι περισσότερο κατατοπιστική από τους αριθμοδείκτες και αποδίδουν περισσότερο την πραγματική «οικολογικώς» ξηρή περίοδο, αν συνυπολογιστούν, παράγοντες όπως αποταμιεύματα του εδάφους σε διαθέσιμο νερό, μορφολογικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους καθώς και το βάθος του.



Σχήμα 23: Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής Λάρισας BAGNOULS-GAUS

6.3 Υδρογεωλογία

6.3.1 Γενικά

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες μιας περιοχής προσδιορίζονται εκτός από τα υδρομετεωρολογικά στοιχεία και από τα επί μέρους υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών που καθορίζουν τη δομή τους. Οι υδρογεωλογικοί χαρακτήρες προσδιορίζονται από την ιδιότητα των πετρωμάτων και τον βαθμό της ικανότητάς τους να επιτρέπουν την κυκλοφορία και την αποθήκευση του νερού στα πρωτογενή ή δευτερογενή διάκενα που υπάρχουν στη μάζα τους. Η ιδιότητα αυτή προσδιορίζεται από δύο παραμέτρους το πορώδες και την υδροπερατότητα.

Όσον αφορά το πορώδες, υδρογεωλογικά ενδιαφέρον είναι το ενεργό πορώδες, το οποίο αντιστοιχεί σε τμήμα του ολικού πορώδους στο οποίο ο όγκος του ελεύθερου νερού μπορεί να αποληφθεί με άντληση.

Υδροπερατότητα είναι η ιδιότητα των πετρωμάτων και των γεωλογικών σχηματισμών να επιτρέπουν τη διακίνηση του νερού διαμέσου αυτών. Στα κοκκώδη πετρώματα και σχηματισμούς η περατότητα οφείλεται στο πρωτογενές πορώδες, δηλαδή στους κενούς χώρους που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων των πετρωμάτων. Το πρωτογενές πορώδες ρυθμίζεται κυρίως από το σχήμα και τη διάταξη των κόκκων. Στα συμπαγή ή ρωγμώδη πετρώματα η περατότητα οφείλεται στο δευτερογενές πορώδες τους το οποίο είναι συνάρτηση του μεγέθους των τεκτονικών και στρωματογραφικών ασυνεχειών τους (ρωγμές, διαρρήξεις, μεσοστρωματικά διάκενα, στρώσεις κ.ά.) καθώς και της πυκνότητας και του μεγέθους των καρστικών εγκοίλων στα ανθρακικά πετρώματα.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί ανάλογα με τη δυνατότητα που παρέχουν στο νερό να διηθηθεί και να αποθηκευθεί στα διάκενα τους, διακρίνονται σε υδροπερατούς, ημιπερατούς και υδροστεγανούς. Οι υδροπερατοί σχηματισμοί παρουσιάζουν τιμές του συντελεστή υδροπερατότητας $K > 10^{-5}$ m/sec. Οι υδροστεγανοί $K < 10^{-7}$ m/sec και οι ημιπερατοί σχηματισμοί (επιτρέπουν περιορισμένη κυκλοφορία του νερού διαμέσου αυτών) $10^{-7} < K < 10^{-5}$ m/sec.

Για την ταξινόμηση των γεωλογικών σχηματισμών ως προς την κατηγορία του συντελεστή υδροπερατότητας k γίνεται με βάση την ταξινόμηση κατά Terzaghi και Peck (1967) που παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Κατηγορίες Συντελεστή Ύδροπερατότητας κατά Terzaghi και Peck (1967)

Συντελεστής k (m/sec)	Χαρακτηρισμός
$10^{-3} \leq k$	ΥΨΗΛΗ
$10^{-5} \leq k < 10^{-3}$	ΜΕΤΡΙΑ
$10^{-7} \leq k < 10^{-5}$	ΧΑΜΗΛΗ
$10^{-9} \leq k < 10^{-7}$	ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ
$k < 10^{-9}$	ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΑΔΙΑΠΕΡΑΤΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

Σα γενική θεώρηση η τιμή της υδροπερατότητας των σχηματισμών αναμένεται να είναι μέτρια έως χαμηλή, ενώ στους αμμοχαλικώδεις ορίζοντες η τιμή της υδροπερατότητας αναμένεται να είναι υψηλή και σε αυτούς είναι δυνατή η διαμόρφωση των πιο αξιόλογων υδροφόρων. Η ποσοστιαία αναλογία μεταξύ του κλάσματος της αργίλου και της άμμου - χαλίκων μεταβάλλει την τιμή της και έτσι αναμένεται οι πιο αργιλώδεις ορίζοντες να έχουν τιμές k μικρότερες του 10^{-5} , ενώ οι ορίζοντες που έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πιο αδρόκοκκα κλάσματα να έχουν τιμές k μεγαλύτερες του 10^{-5} . Το πλειο - πλειστοκαινικό υπόβαθρο αναμένεται να έχει μικρότερες γενικά τιμές υδροπερατότητας, ιδιαίτερα σε περιοχές που επικρατούν οι μάργες, ενώ επίσης στους αμμοχαλικώδεις ορίζοντες είναι δυνατή η ανάπτυξη σημαντικών υδροφόρων λόγω μεγαλύτερης υδροπερατότητας.

6.3.2 Υδρολιθολογική κατάταξη γεωλογικών σχηματισμών

Η υδρολιθολογική κατάταξη των γεωλογικών σχηματισμών που συμμετέχουν στη δομή της περιοχής μελέτης γίνεται με βάση το πορώδες και την υδροπερατότητά τους.

Όσον αφορά το πορώδες μπορούν να διακριθούν τρεις βασικές κατηγορίες σχηματισμών ανάλογα με τον τρόπο κυκλοφορίας του νερού στη μάζα τους.

- **Οι κοκκώδεις σχηματισμοί:** Η κυκλοφορία του νερού στη μάζα τους γίνεται μέσω του πρωτογενούς πορώδους, δηλαδή στα διάκενα που δημιουργούνται μεταξύ των κόκκων των πετρωμάτων. Στην κατηγορία ανήκουν τα πετρώματα που απαρτίζουν τις προσχώσεις του Τεταρτογενούς και τις αποθέσεις του Νεογενούς, ανεξαρτήτως του βαθμού υδροπερατότητας που παρουσιάζουν. Πρόκειται για τις αλλουβιακές αποθέσεις, τα πλευρικά κορήματα και τους κώνους κορημάτων. Δε συμπεριλαμβάνονται τα πετρώματα τα οποία είναι αδιαπέρατα. Πρόκειται για τις αργίλους, τους αργιλοπηλούς σε αμιγή μορφή, τις μάργες και τα κοκκινοχώματα.
- **Ρωγμώδεις σχηματισμοί:** Η κυκλοφορία του νερού στη μάζα τους γίνεται μέσω του δευτερογενούς πορώδους τους, δηλαδή μέσα από το σύνολο των ασυνεχειών που παρουσιάζει η μάζα τους όπως ρήγματα, διακλάσεις, μεσοστρωματικά διάκενα κλπ. Για τα ανθρακικά πετρώματα το δευτερογενές πορώδες καθορίζεται κυρίως από το καρστικό δίκτυο που αναπτύσσεται στη μάζα τους. Οι σχηματισμοί αυτοί στη στενή περιοχή του έργου δεν αναπτύσσονται επιφανειακά (αναπτύσσονται δυτικότερα στην περιοχή Αμυγδαλέα – Δένδρα - Τύρναβος - Δαμάσι - Κουτσόχειρο από όπου υδρεύεται και η Λάρισα), αποτελούν τμήμα του υπόβαθρου της περιοχής.
- **Αδιαπέρατοι σχηματισμοί:** Είναι οι σχηματισμοί των οποίων η δόμηση της μάζας τους δεν επιτρέπει την κυκλοφορία του νερού και το ενεργό πορώδες τους πρακτικά θεωρείται μηδενικό. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται από τους κοκκώδεις σχηματισμούς οι αμιγείς άργιλοι, αργιλοπηλοί, μάργες και τα κοκκινοχώματα και από τους ρωγμώδεις σχηματισμούς το σύνολο των σχιστολίθων (σε αμιγή μορφή) που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης ως υπόβαθρο.

Όσον αφορά την υδροπερατότητα, η οποία αποτελεί την πλέον βασική υδρογεωλογική ιδιότητα των πετρωμάτων, στην περιοχή μελέτης μπορούν να διακριθούν οι ακόλουθοι υδρολιθολογικοί τύποι:

- **Υδροπερατοί σχηματισμοί:** Οι υδροπερατοί σχηματισμοί μπορούν να διακριθούν σε δύο υποκατηγορίες, σε αυτούς που παρουσιάζουν υψηλή και σε αυτούς που παρουσιάζουν μέτρια έως χαμηλή υδροπερατότητα.

α) *Σχηματισμοί υψηλής υδροπερατότητας:*

Στους σχηματισμούς αυτούς περιλαμβάνονται:

Τα ανθρακικά πετρώματα που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης. Πρόκειται για τα μάρμαρα Δυτικά - Βορειοδυτικά της πόλης της Λάρισας, τα μάρμαρα Κουτσοχείρου - Τυρνάβου από όπου υδρεύεται η πόλη της Λάρισας.

Η υψηλή υδροπερατότητα των μαρμάρων αποδίδεται στην έντονη τεκτονική καταπόνηση και στην παρουσία ρωγμών σε όλο το ανάπτυγμά τους, στον κατακερματισμό των πετρωμάτων από πυκνό δίκτυο ρωγμών και διακλάσεων διαφόρων διευθύνσεων και στην καρστική διεργασία που έχουν υποστεί με αποτέλεσμα την δημιουργία καρστικών εγκοίλων και αγωγών.

Οι αμμοχαλικώδεις ορίζοντες η τιμή της υδροπερατότητας αναμένεται να είναι υψηλή και σε αυτούς είναι δυνατή η διαμόρφωση των πιο αξιόλογων υδροφόρων.

Τα κροκαλοπαγή των πλειο – πλειστοκαινικών σχηματισμών Τερψιθέας – Κοιλιάδας.

Η υψηλή υδροπερατότητα των αμμοχάλικων και των κροκαλοπαγών αποδίδεται στα διάκενα που δημιουργούνται μεταξύ των κόκκων των πετρωμάτων.

β) *Σχηματισμοί μέτριας έως χαμηλής υδροπερατότητας:*

Στους σχηματισμούς αυτούς περιλαμβάνονται τα ιζήματα της λεκάνης Λάρισας, οι αλλουβιακές αποθέσεις και τα κορήματα του Τεταρτογενούς που αναπτύσσονται στις κοιλάδες και τις επιφάνειες ταπείνωσης του λοφώδους συγκροτήματος από Τερψιθέα - Ραχούλα - Κοιλιάδα - Λάρισα. Η υδροπερατότητα των σχηματισμών αυτών οφείλεται στα πετρώματα από τα οποία απαρτίζονται όπως οι αμιγείς άργιλοι και τα αμμοχάλικα. Η συμμετοχή όμως στους σχηματισμούς αυτούς, συνήθως με τη μορφή προσμίξεων ή ενδιαστρώσεων και υδροστεγανών πετρωμάτων όπως άργιλοι, ιλύς και πηλοί περιορίζουν την υδροπερατότητα των σχηματισμών και τους καθιστούν μέτριας έως χαμηλής υδροπερατότητας.

- **Ημιπερατοί σχηματισμοί:** Στην κατηγορία αυτή ανήκει ο πλειο – κάτω πλειστοκαινικός σχηματισμός της περιοχής από Τερψιθέα - Ραχούλα - Κοιλιάδα – Μεσοράχη - Λάρισα. Στη σύνθεσή τους συμμετέχουν υδροπερατά πετρώματα όπως

ψαμμίτες και κροκαλοπαγή αλλά και υδροστεγανά πετρώματα όπως οι ασβεστιτικές άργιλοι, τα κοκκινοχώματα και οι μάργες που περιορίζουν σημαντικά την υδροπερατότητά τους και καθιστούν τους σχηματισμούς στο σύνολό τους ημιπερατούς.

- **Υδοστεγανοί σχηματισμοί:** Στους σχηματισμούς αυτούς περιλαμβάνονται οι μάργες (φαιοπράσινες) – μικρές ενδιαστρώσεις μαργαϊκών ασβεστολίθων και μικρές ενδιαστρώσεις λεπτόκοκκων άμμων από Τερψιθέα – Μεσοράχη και οι γνεύσιοι της Αμφιθέας. Η υδροπερατότητα των σχηματισμών αυτών είναι τόσο μικρή ώστε πρακτικά να κατατάσσονται στην κατηγορία των υδροστεγανών.

6.3.3 Ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας

Η ανάπτυξη της υπόγειας υδροφορίας στους γεωλογικούς σχηματισμούς αποδίδεται στην ιδιότητά τους να επιτρέπουν την αποθήκευση νερού στα πρωτογενή και δευτερογενή διάκενά τους. Η περιοχή μελέτης ανήκει στην Υδρογεωλογική Λεκάνη Ανατολικής Θεσσαλίας. Το υδατικό δυναμικό της λεκάνης βρίσκεται υπό καθεστώς εκμετάλευσης από τη δεκαετία του '70. Σε όλες τις υδατικές περιοχές του Νομού Λάρισας μέχρι το 1985, η συμπεριφορά των γεωτρήσεων τόσο των ιδιωτικών όσο και των συλλογικών υπήρξε κανονική δηλαδή χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα άρδευσης και σε έντονα ξηρά έτη.

Στη συνέχεια -και μέχρι σήμερα- διάφοροι παράγοντες λειτούργησαν ενισχυτικά στη ζήτηση αρδευτικού νερού. Η ζήτηση αυτή στράφηκε στο υπόγειο υδάτινο δυναμικό, διότι η γεώτρηση αποτελεί λύση άμεσης απόδοσης αρδευτικού νερού και ήταν μονόδρομος αφού δεν υπήρξε άλλη εναλλακτική λύση από επιφανειακά νερά στις περισσότερες υδατικές περιοχές του Νομού Λάρισας.

Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- η αλματώδης εκμηχάνιση της γεωργίας στην περιοχή,
- οι οικονομικές ενισχύσεις υπό μορφή επιδοτήσεων στις υδροβόρες καλλιέργειες (βαμβάκι, καλαμπόκι, τεύτλα κτλ.) και

- οι επιχορηγήσεις στα πλαίσια των σχεδίων βελτίωσης (ανόρυξη γεωτρήσεων, εγκατάσταση αρδευτικού δικτύου κτλ.)

Συνέπεια των παραπάνω και λόγω των μειωμένων βροχοπτώσεων της 20ετίας 1982 – 2001, σε ποσοστό έως και 30 % από τις κανονικές. Ακόμη, τα εντόνως ξηρά έτη 1989, 1990, 1993, 2000, 2001 έχουν παίξει πολύ σημαντικό ρόλο. Τέλος, δεν πρέπει να λησμονηθεί η κατατεμαχισμένη και κατακερματισμένη διαχείριση του νερού από την πλευρά της πολιτείας, που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Το πρόβλημα είναι πως η διαχείριση του νερού δε βρίσκεται σε έναν ενιαίο φορέα, αλλά διασπάται σε πολλούς φορείς, με πάμπολλες αρμοδιότητες. Παρατηρείται λοιπόν απουσία ελέγχου του νερού που χρησιμοποιείται, ειδικά σε περιοχές με περιορισμένες ποσότητες, όπως είναι η θεσσαλική γη, αλλά και η πόλη της Λάρισας.

Πλέον, έχει κατασκευασθεί ένας μεγάλος αριθμός αρδευτικών γεωτρήσεων κυρίως ιδιωτικών, νόμιμων και παράνομων, σε όλη την επικράτεια του νομού.

Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω και σε αυτές τις πλούσιες σε υπόγεια νερά περιοχές η αλόγιστη εκμετάλλευσή τους να επηρεάσει αρνητικά το υπόγειο υδάτινο δυναμικό στις περισσότερες υδατικές περιοχές του Νομού Λάρισας.

Στην περιοχή μελέτης μπορούν να διακριθούν δύο διαφορετικοί τύποι υπόγειων υδροφόρων:

- Οι καρστικοί υδροφόροι που αναπτύσσονται στα ανθρακικά πετρώματα.
- Οι προσχωματικοί υδροφόροι που αναπτύσσονται στη λεκάνη Λάρισας, και στη Μεσοθεσσαλική ράχη από Τερψιθέα – Κοιλάδα - Νίκαια.

Στην περιοχή μελέτης έγιναν μετρήσεις στάθμης σε τριαντατέσσερις γεωτρήσεις από την περιοχή του Δήμου Λαρισαίων που αναπτύσσονται και στη ζώνη Ταουσάνης και στο πεδινό τμήμα.

Στη συνέχεια περιγράφονται οι συνθήκες διακίνησης του νερού στους επί μέρους τύπους υδροφόρων και αναλύονται τα χαρακτηριστικά τους καθώς και το υδρογεωλογικό ενδιαφέρον που παρουσιάζουν.

6.3.4 Πηγές στην ανθρακική μάζα

Πηγές σε όλο το μέτωπο της ανθρακικής μάζας:

α) Η πηγή Μάτι Τυρνάβου εμφανίζεται στους πρόποδες του ανθρακικού – μαρμάρινου όγκου, περίπου 8 km Βόρεια του Τυρνάβου σε υψόμετρο 73,5 m περίπου, εκτός από την κύρια εμφάνιση της πηγής, παρατηρούνται πολλές τοπικές αναβλύσεις κατάντη αυτής. Η πηγή Μάτι εκδηλώνεται στο πιο χαμηλό σημείο της περιμέτρου του όγκου των μαρμάρων, γεγονός που υποδηλώνει μία ομοιογένεια στην καρστικοποίηση και εκκένωση των μέσο των καταβόθρων και αγωγών προς τα χαμηλά σημεία.

β) Η πηγή Αγίας Άννας εμφανίζεται στη βάση ασβεστολιθικής έξαρσης περίπου 3,5 km Βόρεια του Τυρνάβου, σε υψόμετρο 76 m περίπου. Η πηγή της Αγίας Άννας είναι η μόνη άλλη πηγή που εμφανίζεται στο Βόρειο τμήμα σε ανάλογο χαμηλό υψόμετρο σε αναθόλωση του μαρμάρου που έχει εκεί βυθιστεί κάτω από τις προσχώσεις.

γ) Οι πηγές της Αμυγδαλέας, στην αριστερή όχθη του Πηνειού στην έξοδο του από τα στεγανά του Καλαμακίου. Υπάρχουν εκεί διάφορα σημεία εξόδου του νερού, που λειτουργούν ανάλογα με την υψομετρική τους διαφορά. Οι πηγές ξεραίνονται συχνά εντελώς, κατά την ξηρή περίοδο του έτους. Οι πηγές είναι ευδιάκριτες, αλλά δεν είναι δυνατό να εκτιμηθεί η παροχή τους.

Γενικά στην περιοχή ανάντη των πηγών Μάτι, κάτω από κάποιο πάχος ασβεστολιθικών κορημάτων, εφτά ερευνητικές γεωτρήσεις και οι αρδευτικές γεωτρήσεις του Πέρα Κάμπου Δαμασίου έχουν ανορυχθεί και παραμένουν σε όλο το βάθος τους σε κρυσταλλικούς ασβεστολίθους – μάρμαρα και δεν έχουν συναντήσει υπόβαθρο μέχρι τα βάθη ανόρυξης. Η διαμόρφωση αυτή δημιουργεί τυπική γεωμετρία πηγής υπερπλήρωσης. Κατάντη της πηγής αλλά κοντά σε αυτή, οι γεωτρήσεις που εκτελέστηκαν από την Υπηρεσία Εγγύων Βελτιώσεων (ΥΕΒ) τα τελευταία χρόνια, τα ασβεστολιθικά κορήματα έχουν πάχος γύρω στα 80 m, γεγονός που βοηθά στην ομογενοποίηση ως ένα βαθμό και στον ρυθμό εκκένωσης του νερού.

Οι παροχές των πηγών Μάτι Τυρνάβου – Αγίας Άννας – Αμυγδαλέας μετρούνται σε μηνιαία βάση από την ΥΕΒ και εκτιμάται ότι δεν είναι ανεξάρτητες από τις εκμεταλλεύσεις των υπαρχουσών γεωτρήσεων στα μάρμαρα της περιοχής.

Χαρακτηριστικό είναι ότι με την ξηρασία του 1998, αλλά πολύ περισσότερο την λειψυδρία του 1990, η πηγή Μάτι έφτασε και σε μηδενικά επίπεδα στην ξηρή περίοδο. Η εκμετάλλευση του συνόλου των καρστικών γεωτρήσεων αρδευτικών και υδρευτικών προκαλούν δηλαδή μία αναρρύθμιση της λειτουργίας της πηγής, χωρίς να έχουν ανορυχθεί για τον σκοπό αυτό.

Ο Τιταρήσιος διηθεί μεγάλες ποσότητες προς την καρστική μάζα πριν την έξοδο του στην Ανατολική Θεσσαλία, πιθανά μέσα από μεγάλα ρήγματα, επαφή εταιρογενών σχηματισμών, αποσφύνωση σχιστολίθων στην περιοχή Δαμασούλι, αναπτυγμένο Κάρστ κ.τ.λ. στο ύψος του Δαμασίου.

Η υδροδυναμικότητα των μαρμάρων της περιοχής είναι σημαντική.

Τα πετρώματα αυτά φιλοξενούν τεράστιες ποσότητες υπογείου νερού. Για την δημιουργία αυτών των υδροφόρων οριζόντων, εκείνο που συμβάλει σημαντικά είναι όπως έχει ήδη αναφερθεί ο βαθμός καρστικοποίησης, το υδατοστεγές υπόβαθρο και προπάντων το ευνοϊκό ανάγλυφο.

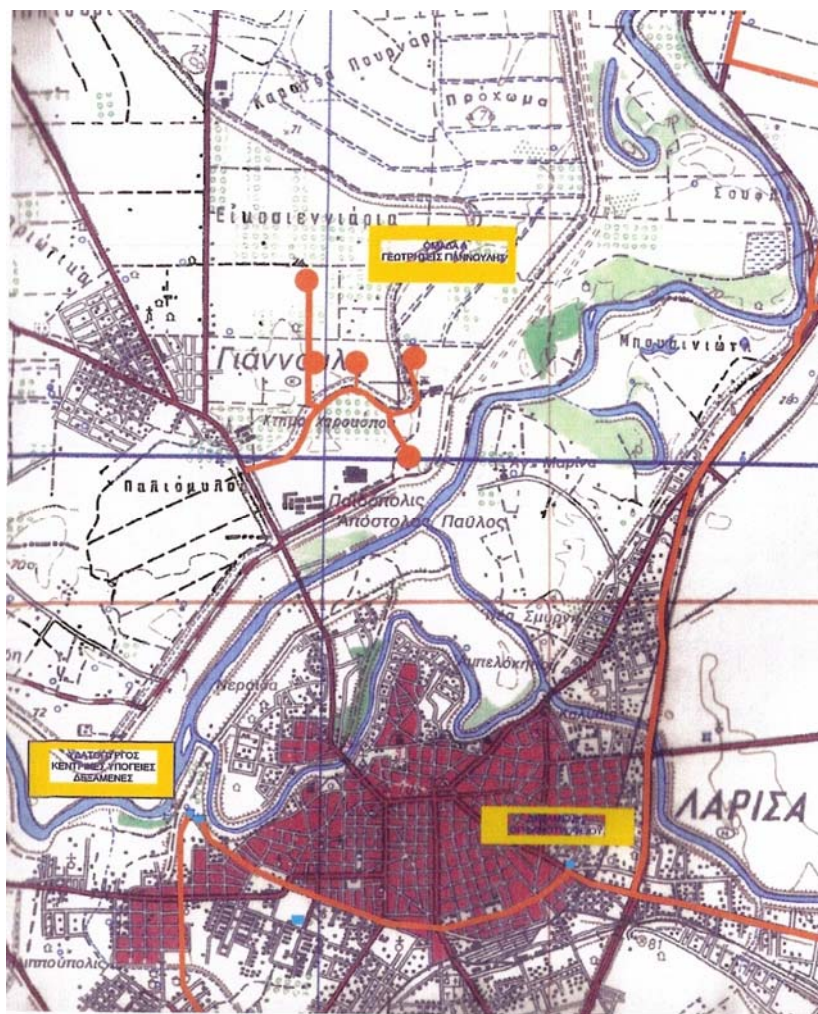
Σε πολλές περιπτώσεις όπως και σε αυτή υπάρχει πάντα μία επιφύλαξη σε καρστικούς υδροφορείς με πλευρικούς τροφοδότες και αυτό επειδή από χωροχρονικές παρατηρήσεις φάνηκε ότι κατά την διάρκεια ξηρών ετών οι επιπτώσεις στις παροχές των καρστικών πηγών, αλλά και γεωτρήσεων είναι άμεσες.

7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ

Συνολικά, τρία πεδία (ομάδες γεωτρήσεων) υδρεύουν την πόλη της Λάρισας. Αυτά περιγράφονται παρακάτω.

7.1 Α' Ομάδα Γεωτρήσεων

Το πρώτο βρίσκεται στην περιοχή της Γιάννουλης και αποτελείται από 5 γεωτρήσεις. Συνολικά μπορούν να αποδώσουν $1565 \text{ m}^3/\text{h}$.



Σχήμα 24: Γεωλογικός χάρτης με τις γεωτρήσεις της Α' Ομάδας που υδρεύουν τη Λάρισα

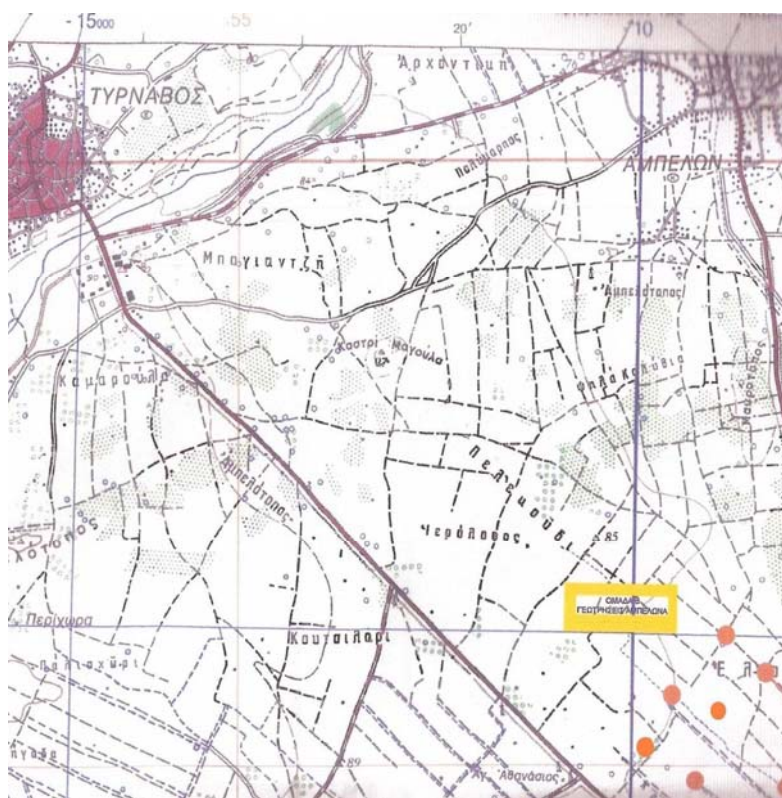
Πίνακας 5: Απόδοση Α' ομάδας γεωτρήσεων

Αριθμός Γεώτρησης	Απόδοση (m ³ /h)
1	460
2	150
3	275
4	380
5	300
Συνολική Απόδοση	1565

Παρατηρείται πως η Α' ομάδα γεωτρήσεων αριθμεί μόλις πέντε γεωτρήσεις. Η πρώτη εξ αυτών αποδίδει τα μέγιστα (460 m³/h), ενώ αντίθετα, η δεύτερη είναι εκείνη με τη μικρότερη απόδοση, μόλις 150 m³/h. Ακόμη, συνολικά οι γεωτρήσεις της Γιάννουλης έχουν τη μικρότερη εν δυνάμει απόδοση, αυτή των 1565 m³/h.

7.2 Β' Ομάδα Γεωτρήσεων

Η Β' ομάδα γεωτρήσεων βρίσκεται στον Αμπελώνα και αριθμεί 7 γεωτρήσεις. Αυτές, μπορούν να αποδώσουν έως και 1730 m³/h.



Σχήμα 25: Γεωλογικός χάρτης με τις γεωτρήσεις της Β' Ομάδας που υδρεύουν τη Λάρισα

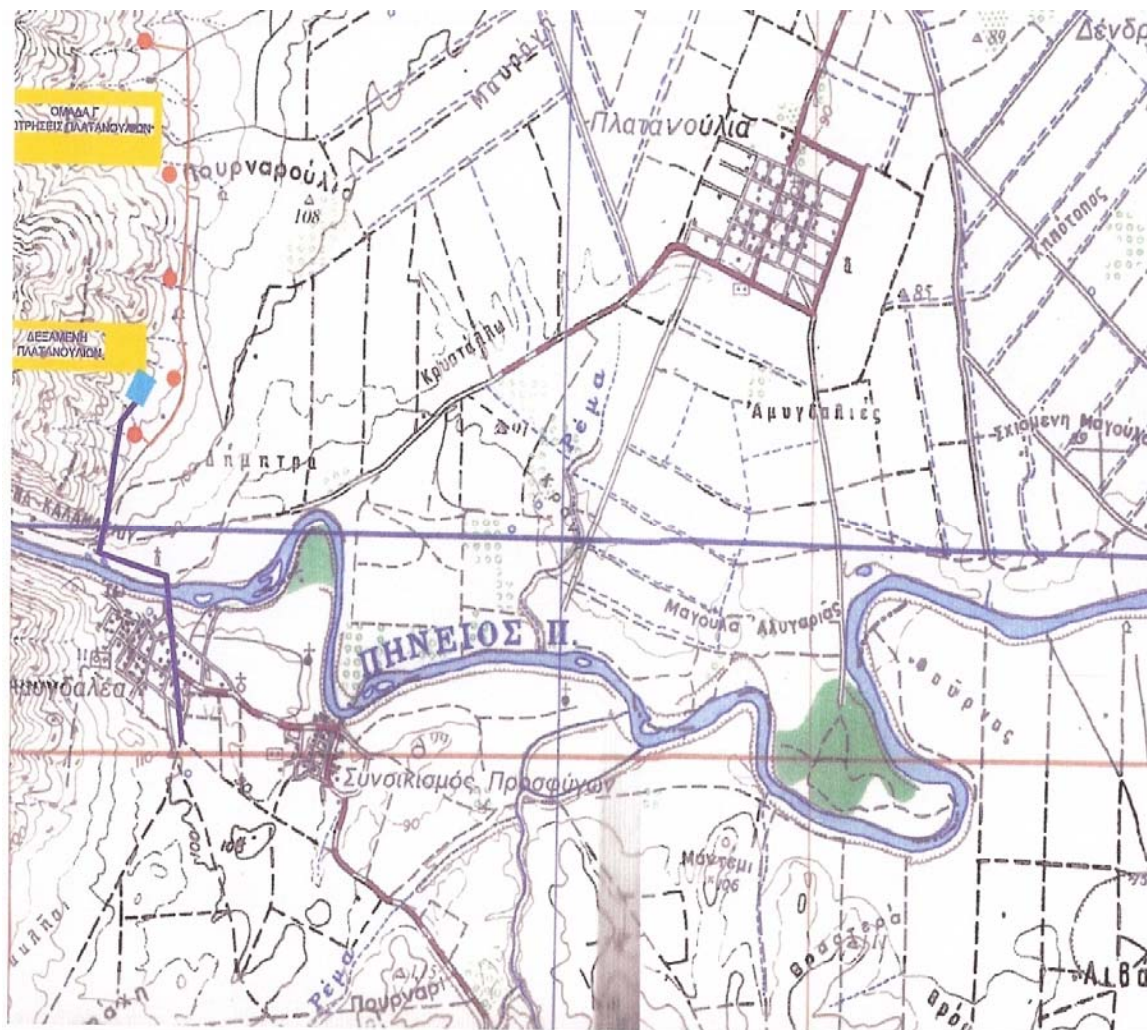
Πίνακας 6: Απόδοση Β' ομάδας γεωτρήσεων

Αριθμός Γεώτρησης	Απόδοση (m ³ /h)
1	265
2	265
3	265
4	270
5	265
6	200
7	200
Συνολική Απόδοση	1730

Όμως, η γεώτρηση 1 δεν βρίσκεται σε λειτουργία, άρα πρακτικά η απόδοση είναι 1670 m³/h.

Η ομάδα του Αμπελώνα είναι η πολυαριθμότερη, δεδομένου ότι συμπεριλαμβάνει επτά γεωτρήσεις. Η απόδοση τους δεν παρουσιάζει μεγάλες αποκλίσεις, Η μεγαλύτερη απόκλιση παρουσιάζεται ανάμεσα στη γεώτρηση με τον αριθμό τέσσερα και στις γεωτρήσεις έξι και επτά και είναι της τάξεως των 70 m³/h. Επίσης, η ομοιομορφία φαίνεται και από το γεγονός πως πάνω από τις μισές γεωτρήσεις έχουν απόδοση 265 m³/h, μία έχει 270 m³/h και οι υπόλοιπες δύο, μόλις 200 m³/h. Σημαντικό είναι και το γεγονός πως η πρώτη γεώτρηση δεν χρησιμοποιείται. Αυτό σημαίνει πως παρά το γεγονός ότι η δυναμική απόδοση της γεώτρησης είναι τα 265 m³/h και της Β' ομάδας τα 1730 m³/h, η πραγματικότητα είναι διαφορετική. Η απόδοση θεωρητικά είναι 1465 m³/h, δηλαδή μικρότερη και από εκείνη της ομάδας της Γιάννουλης.

Επίσης, η Γ' Ομάδα διαθέτει 5 γεωτρήσεις και βρίσκεται στα Πλατανούλια. Η απόδοση τους είναι θεωρητικά: 1990 m³/h, ενώ πρακτικά: 1670 m³/h.



Σχήμα 26: Γεωλογικός χάρτης με τις γεωτρήσεις της Γ' Ομάδας που υδρεύουν τη Λάρισα.

Πίνακας 7: Απόδοση Γ' ομάδας γεωτρήσεων

Αριθμός Γεώτρησης	Απόδοση (m ³ /h)
1	320
2	500
3	480
4	310
5	380
Συνολική Απόδοση	1990

Τέλος, η ομάδα των Πλατανουλίων μετρά πέντε γεωτρήσεις, όπως και εκείνη της Γιάννουλης. Όμως, η δυναμική απόδοση της Γ' ομάδας, ξεπερνά κατά πολύ εκείνη της Α' ομάδας. Γεγονός απολύτως λογικό, δεδομένου πως η Γ' ομάδα δημιουργήθηκε τελευταία, ενώ και οι αποδόσεις των επί μέρους γεωτρήσεων ξεχωριστά είναι κατά πολύ μεγαλύτερες, από τις αντίστοιχες της Γιάννουλης.

Στα Πλατανούλια η γεώτρηση με τη μεγαλύτερη απόδοση είναι η πρώτη, με 500 m³/h. Από την άλλη πλευρά, αυτή με τη μικρότερη είναι η πέμπτη και τελευταία, με 380 m³/h. Παρά το γεγονός πως η διαφορά τους είναι 120 m³/h, συγκρίνοντάς τις με εκείνες της Α' Ομάδας, η διαφορά τους εντοπίζεται και στη μεγάλη απόδοση της κάθε γεώτρησης χωριστά. Αυτό αποτυπώνεται και στη δυναμική απόδοση, που είναι η μεγαλύτερη ανάμεσα στις τρεις ομάδες που υδρεύουν την πόλη της Λάρισας.

7.4 Δυνατότητα υδροδότησης

Ανακεφαλαιώνοντας τα παραπάνω δεδομένα σχετικά με τη δυνατότητα υδροδότησης έχουμε τα εξής:

- **Από Γιάννουλη: 1565 m³/h.** Αν ληφθεί υπόψη ότι πρέπει να υπάρχουν και διαλείμματα στην λειτουργία των αντλιών των γεωτρήσεων, με λόγο Παύσης/Λειτουργίας τουλάχιστον 50%, μπορούμε να εκτιμήσουμε ότι άνετα οι εγκαταστάσεις στη Γιάννουλη μπορούν στη σημερινή κατάσταση να τροφοδοτήσουν την πόλη με μέση παροχή περίπου 783 m³/h και 18.780 m³/ημέρα.μέρα/κάτοικο. Επομένως, η δυνατότητα τροφοδότησης από την Γιάννουλη είναι **18.780 m³/ημέρα**.

- **Από Αμπελώνα: 1730 m³/h.** Η μέση παροχή που προκύπτει από τις έφτα γεωτρήσεις του Αμπελώνα είναι 865 m³/h, σε θεωρητικό επίπεδο. Με τον ίδιο λόγο Παύσης/Λειτουργίας (=50%) η μέση παροχή ανά ημέρα είναι 20.760 m³/ημέρα. Άρα, η δυνατότητα τροφοδότησης από τον Αμπελώνα είναι 20.760 m³/ημέρα.
- **Από Πλατανούλια: 1990 m³/h.** Ο λόγος Παύσης/Λειτουργίας παραμένει στο 50%, οπότε προκύπτει παροχή 995 m³/h από τις γεωτρήσεις αυτές. Θεωρητικά, με τον ίδιο λόγο Παύσης/Λειτουργίας, η παροχή είναι **23.880 m³/ημέρα**. Συνεπώς και η δυνατότητα τροφοδότησης από τα Πλατανούλια είναι η ίδια.

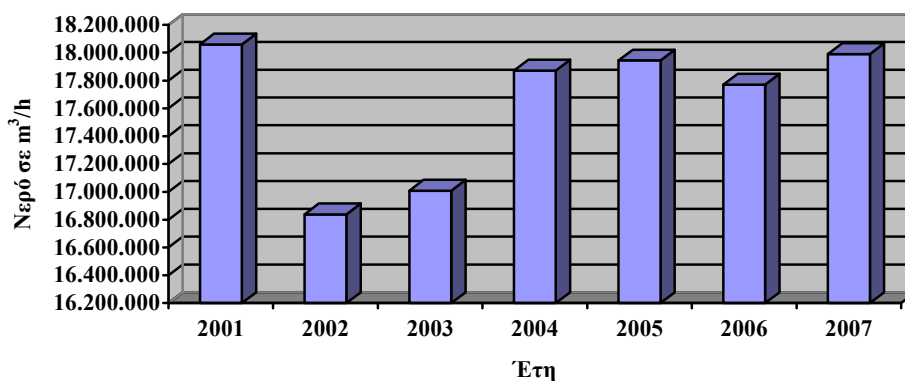
Πίνακας 8: Αντιστοιχία ομάδων γεωτρήσεων-παροχής

Ομάδες Γεωτρήσεων	Παροχή (m ³ /h)
Α' Ομάδα (Γιάννουλης)	783
Β' Ομάδα (Αμπελώνα)	865
Γ' Ομάδα (Πλατανουλίων)	995
Σύνολο	2643

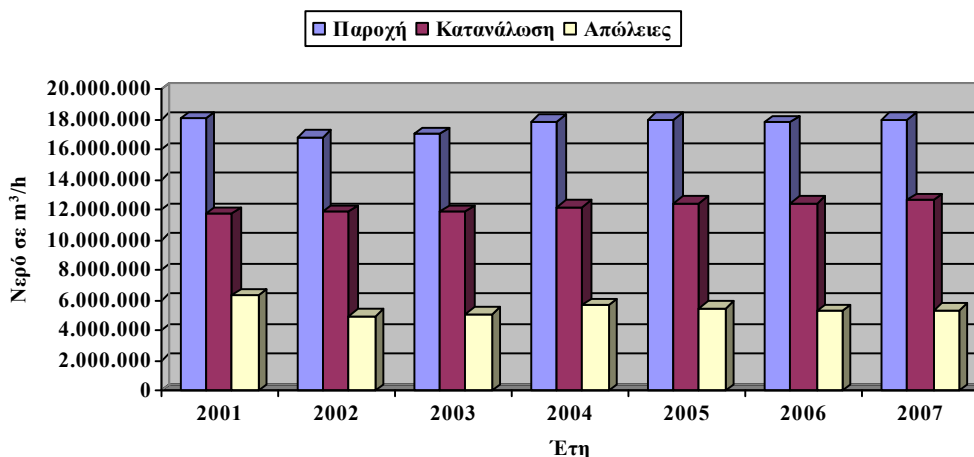
Θεωρητικά, η πόλη της Λάρισας μπορεί να παραλαμβάνει 4965 m³/h. Το αξιοσημείωτο είναι πως την τετραετία 2004 - 2007, η συνολική παροχή νερού είναι σταθερά πάνω από 17.770.000 m³/h ανά έτος. Ενώ η υψηλότερη τιμή ήταν 17.990.143 m³/h το 2007.

Τελικά, η σημερινή δυνατότητα παραγωγής νερού από τη Δ.Ε.Υ.Α.Λ. για την υδροδότηση των δήμων Λάρισας και Τερψιθέας είναι:

Συνολική Δυνατότητα Παραγωγής Νερού: 2.643 m³/h ή 63.432 m³/ημέρα.

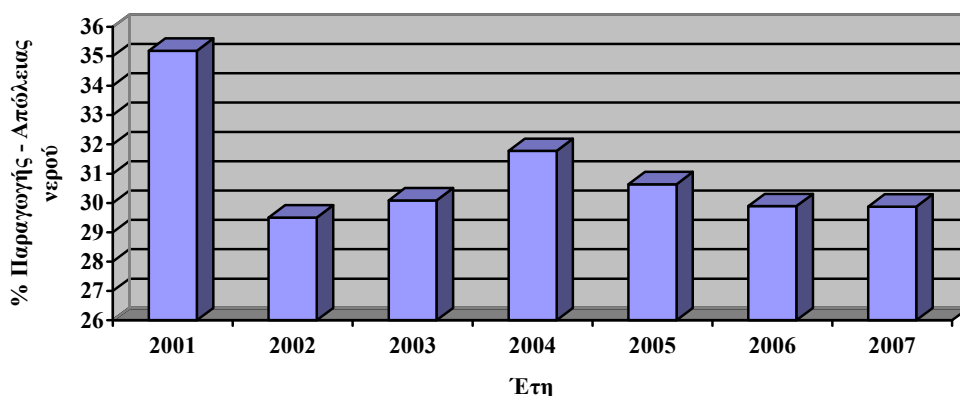


Σχήμα 27: Συνολική παροχή νερού Λάρισας, 2001 - 2007



Σχήμα 28: Συνολική παροχή, κατανάλωση και απώλειες νερού για τη Λάρισας, 2001 - 2007

Παρατηρείται πως οι απώλειες είναι σχεδόν πάντοτε περισσότερες από 5.000.000 m³ / έτος. Το ποσοστό είναι ιδιαίτερα αυξημένο και πρέπει να βρεθεί άμεση λύση ώστε να μην κατασπαταλάται περισσότερο από το 1/3 της συνολικής παραγωγής νερού. Αξίζει να σημειωθεί πως οι απώλειες αποτελούν σταθερά πάνω από το 29 % της παραγωγής ύδατος.



Σχήμα 29: Ποσοστό παραγωγής - απωλείας νερού για τη Λάρισα, 2001 - 2007

Οι μεταβολές της στάθμης της Β' Ομάδας Γεωτρήσεων είναι πολύ έντονες και αυξάνεται με το πέρασμα των ετών.



Σχήμα 30: Διαχρονική μεταβολή στάθμης υπόγειου ορίζοντα Π.Β.

8. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ

Για τον καθορισμό των υδροχημικών παραμέτρων του υπογείου και πόσιμου νερού πραγματοποιείται συνεχής δειγματοληψία από τη ΔΕΥΑΛ. Η δειγματοληψία λαμβάνει χώρα σε πληθώρα γεωτρήσεων, οι οποίες δεν είναι κάθε φορά οι ίδιες, καθώς και στο πόσιμο νερό που διοχετεύεται στο δίκτυο ύδρευσης της πόλης της Λάρισας.

Οι μετρήσεις οι οποίες επιλέχθηκαν, παρουσιάζονται και σχολιάζονται στο παρόν κεφάλαιο αφορούν τη δεύτερη γεώτρηση της Γ' Ομάδας γεωτρήσεων, η οποία είναι η μεγαλύτερη από άποψη παροχής, καθώς και το πόσιμο νερό της πόλης. Τα αποτελέσματα που παρατίθενται παρακάτω αφορούν τις χημικές εξετάσεις για τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο και για τα έτη 2004, 2005, 2006 και 2007.

Πίνακας 9: Χημικές αναλύσεις της δεύτερης γεώτρησης της Γ' ομάδας γεωτρήσεων της Λάρισας σε mg/L

Δείγμα	pH	Αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$ 20°C)	Ca	Mg	Na	K	CL ⁻	SO ₄	NO ₃	Ολική Σκληρότητα ως CaCO ₃
Αυγ.04	7,50	527	82,40	12,72	10,76	1,54	5,25	13,30	19,32	258
Σεπ.04	7,40	485	74,80	11,65	-	-	4,90	13,00	18,00	235
Οκτ.04	7,35	490	76,80	11,66	-	-	6,90	12,80	18,90	240
Αυγ.05	7,40	477	82,50	20,12	7,62	1,64	5,35	13,99	16,62	289
Σεπ.05	7,50	450	83,22	10,25	8,22	2,81	5,14	17,43	15,55	250
Οκτ.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αυγ.06	7,41	468	81,50	11,24	8,04	2,05	6,98	15,75	18,43	250
Σεπ.06	7,48	450	57,60	22,80	8,10	2,41	6,90	15,00	22,60	238
Οκτ.06	7,33	442	59,20	23,55	8,75	2,38	11,50	19,00	20,70	245
Αυγ.07	7,70	490	86,32	8,30	20,00	2,67	8,28	20,00	20,60	250
Σεπ.07	7,68	485	59,60	9,88	5,06	2,43	8,21	20,49	18,92	190
Οκτ.07	7,61	477	84,00	12,01	15,45	2,03	11,76	15,23	18,07	259

Γενικώς, το pH του υπογείου νερού καθορίζεται από τις διάφορες χημικές αντιδράσεις και ισορροπίες μεταξύ των διαλυμένων ιόντων μέσα σε αυτό. Στον παραπάνω πίνακα, παρατηρείται πως η τιμή του pH στη Γ2 γεώτρηση κυμαίνεται από 7,33 έως και 7,70. Ως εκ τούτου, βρίσκεται μέσα στα όρια προδιαγραφών για το πόσιμο νερό.

Πρόβλημα δεν υπάρχει ούτε και με τα ποσοστά της αγωγιμότητας. Αυτή συνδέεται άμεσα με την ποσότητα και τη φύση των διαλυμένων ηλεκτρολυτών. Η αύξηση της ποσότητας των διαλυμένων αλάτων και η αύξηση της θερμοκρασίας συνεπάγονται και αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, Γι’ αυτό η μέτρηση της πρέπει να γίνεται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, εν προκειμένω στους 20 °C. Η παραμετρική τιμή της αγωγιμότητας είναι στα 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ποσό κατά πολύ μεγαλύτερο από τις μετρήσεις στη δεύτερη γεώτρηση της Γ’ Ομάδας.

Το Ασβέστιο (Ca) προέρχεται ως επί το πλείστον από τα ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα και τα μάρμαρα, καθώς και τους ασβεστονατριούχους αστρίους, τη γύψο, τους πυρόξενους και τους αμφιβόλους. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων βρίσκονται σταθερά κάτω από το όριο των 100 mg/L. Η μεγαλύτερη τιμή που καταγράφηκε ήταν 86,32 mg/L (τον Αύγουστο του 2007), ενώ η μικρότερη ήταν αισθητά μειωμένη, 57,60 mg/L (Σεπτέμβριος 2006).

Σε πολύ χαμηλά επίπεδα κινείται το Μαγνήσιο (Mg), αφού ακόμη και το μέγιστο ποσοστό που μετρήθηκε (23,55 mg/L – Οκτώβριος 2006) δεν πλησιάζει ούτε το μισό της παραμετρικής τιμής.

Το Νάτριο (Na) επίσης κινείται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Πρέπει να επισημανθεί πως η παρουσία των αλκαλίων σχετίζεται με τη διείσδυση της θάλασσας σε παράκτιους υδροφόρους ορίζοντες ή με αερομεταφερόμενα σταγονίδια από τη θάλασσα. Στην προκειμένη περίπτωση δεν υπάρχει το παραμικρό πρόβλημα, διότι η μέγιστη τιμή που παρουσιάζεται, είναι δέκα φορές μικρότερη από το ενδεικτικό επίπεδο συγκέντρωσης Na στο υπόγειο νερό.

Η συγκέντρωση του Καλίου (K) στα υπόγεια νερά της γεώτρησης που υδρεύει την πόλη της Λάρισας είναι μεταξύ 1,54 mg/L και 2,81 mg/L. Τα ποσοστά κρίνονται ως χαμηλά, αφού το ανώτατο επιτρεπτό όριο τοποθετείται στα 12 mg/L.

Ακόμη, τα χλωριούχα (Cl^-) που προέρχονται κατά κύριο λόγο από τα ιζηματογενή πετρώματα που περιέχουν αργιλικά ορυκτά θαλάσσιας γένεσης, καθώς και από τους εβαπορίτες δεν αποτελούν κανένα πρόβλημα. Το συμπέρασμα εξάγεται αβίαστα, διότι το ανώτατο όριο περιεκτικότητας τους είναι τα 250 mg/L, την ίδια στιγμή που η μέγιστη καταμετρηθείσα τιμή ήταν 11,76 mg/L, τον Οκτώβριο του 2007.

Επιπλέον, τα ποσοστά παραμένουν χαμηλά και για τα Θειικά Ιόντα (SO_4). Το όριο είναι στα 250 mg/L, όμως υπάρχει πολύ μεγάλη διαφορά μεταξύ αυτού και των τιμών που μετρήθηκαν.

Τα Νιτρικά Ιόντα (NO_3) περιλαμβάνουν ρίζες αζώτου (αμμώνιο, νιτρώδη και νιτρικά) και φωσφόρου. Η παρουσία των παραμέτρων αυτών στο πόσιμο νερό, σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν το ανώτατο όριο (50 mg/L), εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία των ανθρώπων. Ο μέσος όρος νιτρικών των δειγμάτων που αναλύθηκαν είναι 18,9 mg/L και συνεπώς κυμαίνονται κάτω από τα ανώτερα επιτρεπτά όρια.

Η σκληρότητα του νερού προέρχεται από την παρουσία δισθενών μεταλλικών κατιόντων, εκ των οποίων τα πιο συνηθισμένα είναι το Ca^{2+} και το Mg^{2+} . Ο προσδιορισμός της σκληρότητας έχει μεγάλη σημασία γιατί αποτελεί κριτήριο καταλληλότητας για πολλές χρήσεις του νερού. Η σκληρότητα, η οποία συνδέεται και με την υγεία του ανθρώπου διακρίνεται σε παροδική, μόνιμη και ολική. Περισσότερη έμφαση δίνουμε στην ολική, που είναι το άθροισμα της παροδικής ή ανθρακικής και της μόνιμης σκληρότητας. Από τις τιμές της σκληρότητας των νερών της περιοχής έρευνας, προκύπτει ότι τα υπόγεια νερά της δεύτερης γεώτρησης της Γ' Ομάδας εμφανίζονται μέτρια έως σκληρά.

Μετά τη διεξοδική μελέτη των παραμέτρων, διακρίνεται πως το νερό που αντλείται από τη δεύτερη γεώτρηση της Γ' Ομάδας γεωτρήσεων στα Πλατανούλια δεν επισείει κανένα κίνδυνο σε όσους το καταναλώνουν. Η ποιότητα του είναι διαχρονική και οι τιμές πολύ μικρότερες από τα ανώτερα επιτρεπτά όρια.

Να σημειωθεί ακόμη πως σημειώνεται ένα μικρό κενό στις μετρήσεις, τον Οκτώβριο του 2005. Αυτό συμβαίνει, επειδή η ΔΕΥΑΛ εκείνο το μήνα είχε πραγματοποιήσει δειγματοληπτικό έλεγχο στην πρώτη Γεώτρηση της Γ' Ομάδας. Ακόμη, άγνωστο γιατί το Σεπτέμβριο και τον Αύγουστο του 2004 δεν υπάρχουν μετρήσεις για τα στοιχεία K και Na.

Πίνακας 10: Χημικές αναλύσεις του πόσιμου νερού της Λάρισας σε mg/L

Δείγμα	pH	Αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$ 20°C)	Ca	Mg	Na	K	Cl ⁻	SO ₄	NO ₃	Ολική Σκληρότητα ως CaCO ₃
Αυγ.04	7,42	475	69,76	12,40	12,61	1,66	5,63	14,25	15,64	226
Σεπ.04	7,35	450	67,20	11,41	-	-	5,20	14,00	15,50	215
Οκτ.04	7,35	440	65,56	11,20	-	-	5,95	14,75	16,10	210
Αυγ.05	7,51	422	64,77	19,75	9,98	1,50	5,01	13,19	13,36	243
Σεπ.05	7,53	428	68,77	12,56	12,32	2,37	6,60	24,01	13,82	223
Οκτ.05	7,60	415	64,88	12,83	11,56	2,19	6,15	22,90	13,40	215
Αυγ.06	7,45	412	70,50	11,85	14,95	2,04	8,05	17,80	14,95	225
Σεπ.06	7,57	425	56,00	23,06	13,80	2,10	9,15	19,00	19,30	235
Οκτ.06	7,34	441	56,00	24,28	11,05	2,51	11,96	11,05	20,50	240
Αυγ.07	7,65	435	68,14	5,98	10,04	1,91	11,50	23,00	16,70	195
Σεπ.07	7,60	425	48,50	10,87	8,57	2,02	12,25	25,92	18,94	166
Οκτ.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Εύκολα παρατηρείται πως το pH του πόσιμου νερού είναι σχεδόν ουδέτερο. Οι τιμές παρουσιάζουν μικρή διαφορά μεταξύ τους, μόλις 0,29. Ακόμη, εύκολα διαπιστώνεται πως δεν εγκυμονεί κανένα κίνδυνο η κατανάλωση του, διότι τα ανώτατα επιτρεπτά όρια είναι κατά πολύ μεγαλύτερα.

Η αγωγιμότητα παρουσιάζει μεγαλύτερες διακυμάνσεις, αφού οι τιμές είναι μεταξύ 412 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και 475 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως και σε αυτή την περίπτωση η παραμετρική τιμή είναι κατά πολύ μεγαλύτερη και τοποθετείται στα 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Το όριο περιεκτικότητας του νερού σε Ca είναι τα 100 mg/L. Στο πόσιμο νερό μετρήθηκαν τιμές που παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους, αλλά καμία δε ξεπερνά τα 70,50 mg/L. Συνεπώς, δεν υπάρχει κανένας φόβος για τους κατοίκους της Λάρισας.

Το πόσιμο νερό περιέχει μικρά ποσοστά Mg, που συνήθως είναι μεγαλύτερα από 10 mg/L. Ο αριθμός αυτός είναι κατά πολύ μικρότερος από την παραμετρική τιμή των 50 mg/L.

Η περιεκτικότητα του πόσιμου νερού σε Na είναι εξόχως μικρότερη από το ανώτατο επιτρεπτό όριο. Να σημειωθεί πως η πρώτη είναι κατά μέσο όρο 11,7 mg/L, ενώ η δεύτερη 200 mg/L.

Η συγκέντρωση του K στο πόσιμο νερό που καταναλώνουν οι κάτοικοι της Λάρισας εμφανίζει τιμές μεταξύ 1,50 mg/L και 2,51 mg/L. Οι τιμές είναι πολύ μικρότερες από το όριο των 12 mg/L. Συνεπώς, δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα με την ποιότητα του νερού.

Την ίδια στιγμή, τα Cl⁻ παρουσιάζουν τιμές που δε ξεπερνούν τα 12,25 mg/L. Ο αριθμός αυτός δεν είναι επισφαλής, δεδομένου πως η παραμετρική τιμή ανέρχεται στα 250 mg/L.

Ακόμη, τα SO₄ με όριο τα 250 mg/L εμφάνισαν ποσοστά που φτάνουν μέχρι τα 25,92 mg/L. Είναι εμφανής η διαφορά και κατανοητό πως τα ποσοστά δε θέτουν σε κίνδυνο την υγεία των κατοίκων.

Επιπλέον, τα ποσοστά των NO₃ κυμαίνονται μεταξύ 13,36 mg/L και 20,50 mg/L, τιμές που απέχουν πολύ από το ανώτατο επιτρεπτό όριο (50 mg/L).

Τέλος, ο μέσος όρος της ολικής σκληρότητας μας επιτρέπει να συμπεράνουμε πως το πόσιμο νερό χαρακτηρίζεται μέτριο ως σκληρό.

Από όλα τα παραπάνω δεδομένα, παρατηρείται πως οι ομοιότητες μεταξύ του νερού που προέρχεται από τον υπόγειο υδροφόρο της δεύτερης γεώτρησης της Γ' Ομάδας στα Πλατανούλια και του πόσιμου νερού είναι πολλές και σημαντικές. Η περιεκτικότητα του νερού σε βαρύνουσας σημασίας χημικά στοιχεία εμφανίζεται κάτω από το ανώτατο όριο και στις δύο περιπτώσεις. Επίσης, τα ποσοστά δε διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Επιπλέον, τόσο στη δεύτερη γεώτρηση της Γ' Ομάδας όσο και στο πόσιμο νερό, το νερό χαρακτηρίζεται μέτριο έως σκληρό, με βάση το μέσο όρο της ολικής σκληρότητας.

Όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία και ποσοστά επιτρέπουν την παρατήρηση πως το πόσιμο νερό είναι απόλυτα ασφαλές. Σε όλες τις μετρήσεις, τα ποσοστά είναι μικρότερα από το ανώτατο επιτρεπτό όριο, άλλοτε σε μεγάλο και άλλοτε σε μικρότερο βαθμό. Ακόμη, το γεγονός πως παρουσιάζεται διαχρονικότητα στα αποτελέσματα, δεν επιτρέπει την αμφιβολία τόσο για τους συνεχείς ελέγχους, όσο και για την ποιότητα του νερού που καταναλώνουν οι κάτοικοι της Λάρισας.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει ως σκοπό τη διερεύνηση των συνθηκών ύδρευσης της πόλης Λάρισας. Από τη διερεύνηση προέκυψαν τα παρακάτω κύρια σημεία:

- Με βάση αποδεκτές μεθόδους πρόβλεψης του πληθυσμού, ο πληθυσμός της Λάρισας και της ευρύτερης περιοχής αναμένεται να αυξηθεί κατά περίπου 50.000 κατοίκους έως το 2031.
- Η πόλη της Λάρισας ανήκει στην Πελαγονική ζώνη. Συγκεκριμένα, ανήκει στη ομώνυμη λεκάνη, η οποία διαρρέεται από το υδρογραφικό δίκτυο του Πηνειού. Το κεντρικό τμήμα της λεκάνης Λάρισας έχει δεχθεί τις επιδράσεις του Πηνειού ποταμού (λιμναίο, ποταμολιμναίο και ποτάμιο περιβάλλον).
- Η γεωμορφολογική ανάπτυξη της περιοχής χαρακτηρίζεται από ήπιο έως σχετικά έντονο ανάγλυφο. Η συνολική έκταση που περιλαμβάνει η πεδινή ζώνη είναι 78,44 km² ή 64,08 % της όλης περιοχής. Η λοφώδης και ημιλοφώδης ζώνη αναπτύσσεται μεταξύ της ισοϋψούς γραμμής των 90 m και των 300 m και καλύπτει συνολική έκταση 44,08 km² ή 35,92 % της όλης περιοχής.
- Η περιοχή μελέτης εντάσσεται γεωλογικά στην επιμήκη ενδοορεινή τεκτονική λεκάνη της Ανατολικής Θεσσαλικής πεδιάδας (Λάρισας) η οποία έχει σχηματιστεί παράλληλα με τη Βορειοδυτική – Νοτιοανατολική διεύθυνση των Εσωτερικών Ελληνίδων. Το υπόβαθρο και τα ορεινά που την περιβάλλουν από Βορειοδυτικά, Βορειοανατολικά και Νοτιοανατολικά αποτελούνται κυρίως από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα και οφιόλιθους με τα συνοδά τους ιζήματα, της Πελαγονικής και Υποπελαγονικής Ζώνης, αντίστοιχα.
- Η περιοχή της Λάρισας, χαρακτηρίζεται από κλίμα ηπειρωτικό και συγκεκριμένα μεταβατικό, από το μεσογειακό προς το μεσευρωπαϊκό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 15,98 °C, με ελάχιστη 9,99 °C και μέγιστη 21,37 °C. Η μέση σχετική υγρασία στην περιοχή κυμαίνεται στο 62,85 % στην περιοχή που βρίσκεται πιο κοντά στην

πόλη της Λάρισας. Η μέση ετήσια τιμή υετού είναι έως 117 ημέρες / έτος. Οι μέρες βροχής ανέρχονται από 59,6 έως 110,8 ημέρες ανά έτος στην περιοχή μελέτης.

- Στην περιοχή μελέτης μπορούν να διακριθούν δύο διαφορετικοί τύποι υπόγειων υδροφόρων:
 - Οι καρστικοί υδροφόροι που αναπτύσσονται στα ανθρακικά πετρώματα.
 - Οι προσχωματικοί υδροφόροι που αναπτύσσονται στη λεκάνη Λάρισας, και στη Μεσοθεσσαλική ράχη από Τερψιθέα – Κοιλάδα - Νίκαια.
- Υπάρχουν τρεις ομάδες γεωτρήσεων. Η Α' Ομάδα στη Γιάννουλη που αριθμεί πέντε γεωτρήσεις, η Β' Ομάδα στον Αμπελώνα που αριθμεί επτά και η Γ' Ομάδα στα Πλατανούλια που έχει επίσης πέντε γεωτρήσεις. Συνολικά υπάρχουν 17 γεωτρήσεις για την ύδρευση του Δήμου Λαρισαίων. Η μέγιστη απόδοση τους είναι 1565 m³/h (Α' Ομάδα), 1730 m³/h (Β' Ομάδα) και 1990 m³/h (Γ' Ομάδα) αντίστοιχα. Όμως, η πραγματικότητα διαφέρει. Πρακτικά η Α' Ομάδα τροφοδοτεί με 783 m³/h, η Β' με 856 m³/h και η Γ' με 995 m³/h. Η συνολική ετήσια παροχή από όλες τις ομάδες γεωτρήσεων μπορεί να φτάσει στο επίπεδο των 46,3 x 10⁶ m³. Η συνολική ετήσια κατανάλωση, η οποία είναι περίπου 18,0 x 10⁶ m³ δεν ξεπερνά την εν δυνάμει παροχή νερού.
- Σύμφωνα με υπολογισμούς, ο κάτοικος της Λάρισας καταναλώνει κατά μέσο όρο περισσότερα από 250 l νερού, σε ημερήσια βάση. Αν συνυπολογιστούν και οι απώλειες, το αριθμός αυξάνεται κατακόρυφα στα περίπου 400 l νερού.
- Οι απώλειες νερού ξεπερνούν σταθερά το 30% της παραγωγής. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως για κάθε τρία λίτρα (l) νερού που παράγονται, το ένα από αυτά χάνεται λόγω της κακής κατάστασης του δικτύου. Ο αριθμός αυτός είναι πολύ μεγάλος, δεδομένων των υφισταμένων αναγκών, αλλά και του γεγονότος πως η μεγάλη αυτή ποσότητα είναι αδύνατο να αναπληρωθεί.
- Το νερό που χρησιμοποιείται για την ύδρευση είναι απόλυτα ασφαλές, αφού τα ποσοστά των χημικών ουσιών που περιέχει είναι αισθητά κάτω από την παραμετρική τιμή.

Συμπερασματικά και με βάση τα παραπάνω, στα επόμενα χρόνια πρέπει να υπάρξει κυρίως σχετική μέριμνα για την βελτίωση του δικτύου και τη μείωση των απωλειών νερού. Επίσης, καλό θα ήταν να ευαισθητοποιηθεί το κοινό και να μειωθεί η μέση κατανάλωση νερού ανά κάτοικο, ώστε η πόλη της Λάρισας να μην αντιμετωπίσει πρόβλημα υδροδότησης.

Τέλος, για λόγους πρόληψης μελλοντικών αναγκών, το επιχειρησιακό σχέδιο της ΔΕΥΑΛ για το μεσομακροπρόθεσμο ορίζοντα περιλαμβάνει την ανάπτυξη μιας ακόμη ομάδας γεωτρήσεων. Η ακριβής τοποθεσία και περαιτέρω λεπτομέρειες δεν είναι ακόμη διαθέσιμες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ Κ. (2009): “Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος – Υπόγεια Νερά και Περιβάλλον”, *Εκδόσεις Τζιόλα*

ΕΥΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ (2005): “Διαχειριστική Μελέτη του Υπόγειου Υδάτινου Δυναμικού περιοχών δικαιοδοσίας των Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (Τ.Ο.Ε.Β.) Νομού Λάρισας”

ΜΠΕΛΕΣΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ (2008): “Γεωλογικές Μελέτες για την Αναθεώρηση και Επέκταση του ισχύοντος Γ.Π.Σ. του Δ. Λαρισαίων (Στάδιο Α΄ - Προκαταρκτική Πρόταση Γεωλογικής Μελέτης 1:25.000)”

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ (1985): “ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ”
Εκδόσεις UNIVERSITY STUDIO PRESS

ΣΟΥΛΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (2004): “ΓΕΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΤΡΙΤΟΣ ΤΟΜΟΣ”
Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΣ) 1931 - 1960

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒ- ΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΑ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ
1931 - 1932	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	16,4	31,9	49,5	105,8	7,8	52,4	88,2	25	16,2	40,4	5,4	0,8	439,8	0,88
1932 - 1933	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	15,8	11,5	53,3	7,5	13,1	37,6	6,7	24,5	64,5	36,5	16	29,1	316,1	0,63
1933 - 1934	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	14,6	98,1	17,6	57,8	30,9	3,8		11,2	25	59,7	13	10	341,7	0,68
1934 - 1935	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	25	72	20,6	80,6	121	37	77,7	2	4,6	17,2	13	6,4	477,1	0,95
1935 - 1936	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	1	68	52,4	164,9	44,8	93,9	52,8	69,3	107,4	18,5	17,3	8,8	699,1	1,40
1936 - 1937	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	26,2	84,4	15,4	24,5	21	41,1	31,7	45,6	25,2	63,5	43,9	12	434,5	0,87
1937 - 1938	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	78,1	44,2	138,4	70,8	13,7	38,4	16,5	90,8	38,6		9,7	1,7	540,9	1,08
1938 - 1939	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	5,7	68,4	27,5	177,1	27,7	28,6	55,3	52,5	29,8	38,6	2,2	7,2	520,6	1,04
1939 - 1940	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	39	40,8	55,2	95,2	124,6	16,2	34,4	41,9	55,3	26,1	18	8,2	554,9	1,11
1949 - 1950	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	30,2	85,9	141,8	64	61,8	35,6	46,4	17	88,5	28,1	1	10	610,3	1,22
1950 - 1951	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	56	46,9	38,5	59,2	118,2	59,4	54,7	20	19,2	13,1	29,4	8,9	523,5	1,05
1951 - 1952	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	14,8	192,5	53,7	63,9	57,3	38,6	22,4	7,4	59,9	17,5	5	10	543	1,08
1952 - 1953	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	9,2	19,4	71,4	121,9	7	8,1	33,1	41,3	64,4	20,2	33,9	22,8	452,7	0,90
1953 - 1954	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	25	109,5	119,1	62,3	57	101,2	65,5	36,9	27,5	20	1	0,4	625,4	1,25
1954 - 1955	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	1,4	30,4	80	66,3	41,8	10,6	59,6	96,6		24,3	21,9	81,3	514,2	1,03
1955 - 1956	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	55,4	285,6	83,9	11,2	86,4	66,9	80,7	17	54,5	65,2	10,1	0,5	817,4	1,63
1956 - 1957	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	1,5	31	92,1	28,6	14,5	35,1	20,8	20,7	56,3	64,2	11	10	385,8	0,77
1957 - 1958	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	53,8	130	40,8	33,9	21,9	6,4	37,9	20,8	11,3	5,3	19,1	1	382,2	0,76
1958 - 1959	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	33,9	24,4	61	15,3	45,8	2,2	49,4	42,5	37,5	38	15,8	5,9	371,7	0,74

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒ- ΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΑ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ
1959 - 1960	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	61,6	48	26,8	46,7	30,6	35,3	54,3	31	85,7	31,9	0,3	6,9	459,1	0,92
ΣΥΝΟΛΟ		564,6	1522,9	1239	1357,5	946,9	748,4	888,1	714	871,4	628,3	287	241,9	10010	20
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ		28,23	76,15	61,95	67,88	47,35	37,42	44,41	35,70	43,57	31,42	14,35	12,10	500,50	1,00
ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ		21,96	64,15	36,74	45,56	36,90	26,74	21,78	25,06	27,55	17,95	11,21	17,32	120,54	0,24
ΜΕΓΙΣΤΟ		78,1	285,6	141,8	177,1	124,6	101,2	88,2	96,6	107,4	65,2	43,9	81,3	817,4	1,63
ΕΛΑΧΙΣΤΟ		1	11,5	15,4	7,5	7	2,2	6,7	2	4,6	5,3	0,3	0,4	316,1	0,63

ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΣ) 1960 - 1980

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒ- ΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΑ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ
1960 - 1961	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	74,9	13,9	14,1	156	41,6	12,2	92,9	16,3	36,2	19,8	16	6,9	500,8	1,24
1961 - 1962	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	2,2	37,9	46,8	55,6	17,6	40,8	34,2	12,3	27	1,2	13,6	11	300,2	0,74
1962 - 1963	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	139,6	98,1	103,8	101,3	46,8	51,2	41,4	23,7	44,2	25,4	11,7	17,7	704,9	1,74
1963 - 1964	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	4,5	94,1	49,6	70,9	25,9	12,6	74	9,6	58,6	62	16,1	11	488,9	1,21
1964 - 1965	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	26	23	29,4	59,7	38,9	41	29,3	26,5	17,2	50,2	38,5	12	391,7	0,97
1965 - 1966	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	43	0,5	37,1	22	38,3	8,5	12,9	12,4	8,4	45,3	3	7,5	238,9	0,59
1966 - 1967	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	20,3	40,6	103,5	11	18,5	11,5	12	42,7	67,4	3	38,5	19,5	388,5	0,96
1967 - 1968	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	101	31	24	38,2	28,8	24,1	14,8	14,7	89,6	10	1	5,5	382,7	0,94
1968 - 1969	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	17	36	40,5	68,9	46,6	33,7	66,4	2	0,6	4	20	12	347,7	0,86
1969 - 1970	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	35,1	41	23,7	106,6	27	51,2	21,1	2,4	28,6	27,6	7	0,2	371,5	0,92
1970 - 1971	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	5,9	4,2	2,2	33,9	14,9	60,5	57	15,3	42	18,8	59,1	13,9	327,7	0,81
1971 - 1972	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	30,9	49,3	10,6	35,5	19,7	72	48,4	75,8	46,8	20,5	131,8	21,1	562,4	1,39
1972 - 1973	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	12,9	92,8	3,5	5,3	79	36,7	54,8	12,1	4,2	2,2	22,8	7,8	334,1	0,82
1973 - 1974	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	53,7	74,4	42,2	50	33	34	37	23	23,5	50,1	2	0,8	423,7	1,05
1974 - 1975	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	13	34,3	64	51,3	5,8	35,5	23,2	22,1	26,7	106	0,3	55,1	437,3	1,08
1975 - 1976	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	37,6	27,6	53,6	48,2	22,1	58,2	30,8	57,9	84,7	7,3	38,3	46,3	512,6	1,27
1976 - 1977	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	15,8	23,4	73,7	11,7	11,5	47,4	24,8	17,2	23,4	15,6	9,6	3,4	277,5	0,68
1977 - 1978	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	28,4	9,2	26,4	30,6	68	26,7	48,2	49,9	31,8	8,2	20	0,6	348	0,86

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒ- ΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΑ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ
1978 - 1979	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	240,5	60,3	26,1	55,4	49,6	44,8	16,1	37,5	55,8	2,8	2,3	7,4	598,6	1,48
1979 - 1980	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	19,9	74,5	154,1	43	61,8	11,5	46,9	29,1	44,5	17,2	20	9,1	531,6	1,31
ΣΥΝΟΛΟ		922,2	866,1	928,9	1055,1	695,4	714,1	786,2	502,5	761,2	497,2	471,6	268,8	8469,3	20,91
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ		46,11	43,31	46,45	52,76	34,77	35,71	39,31	25,13	38,06	24,86	23,58	13,44	423,47	1,05
ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ		55,76	29,21	37,18	35,13	19,07	17,91	21,42	18,55	23,74	25,66	29,06	13,74	115,11	0,28
ΜΕΓΙΣΤΟ		240,5	98,1	154,1	156	79	72	92,9	75,8	89,6	106	131,8	55,1	704,9	1,74
ΕΛΑΧΙΣΤΟ		2,2	0,5	2,2	5,3	5,8	8,5	12	2	0,6	1,2	0,3	0,2	238,9	0,59

ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (ΣΤΑΘΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΣ) 1980 - 2004

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒ- ΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΑ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ
1980 - 1981	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	15,4	90,4	56,6	43,1	75,7	30,1	8,9	26,8	30,6	9,5	8,6	18,9	414,6	0,97
1981 - 1982	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	10,4	75	57,7	39,6	9	121,9	36	122,8	128,8	26,4	13,6	40,9	682,1	1,60
1982 - 1983	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	7,3	74,8	92,2	30,6	5,8	29,8	9,9	11,8	22,1	51,5	77,1	11,4	424,3	1,00
1983 - 1984	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	3,2	21,2	40,5	156,5	26,6	26,7	42,8	74,9	13,1	17,8	2,2	53,8	479,3	1,13
1984 - 1985	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	6	26,9	54,7	30,7	30,2	9,9	54,8	13,6	11,4	9,6	2,8	18	268,6	0,63
1985 - 1986	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	2,2	47,8	154	14,9	17,4	68,5	29,7	4,8	23,2	40,2	7,2	10,2	420,1	0,99
1986 - 1987	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	8	116,8	8,2	60	28	42,5	116,4	74,7	33,4	1,9	2,4	10	502,3	1,18
1987 - 1988	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	7	60,9	76,2	35,8	37,8	26,2	25,9	30,4	6,9	9	0,9	1,6	318,6	0,75
1988 - 1989	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	9,8	34,2	122,6	96,9	1,7	5,4	34,9	11	29,4	35	31,5	29,9	442,3	1,04
1989 - 1990	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	2,3	22,4	43,1	76,1	1,2	6,9	10,2	15,4	53,9	6	50,3	64,1	351,9	0,83
1990 - 1991	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	6,5	30,8	71,1	73,6	30,8	17,3	51,4	90,5	60	24,6	42,5	56,4	555,5	1,31
1991 - 1992	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	40,8	24,7	47,6	2,9	5,8	9,2	10,4	88,3	51,4	74,2	13,8	18	387,1	0,91
1992 - 1993	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	17	39,3	62	25,4	16	29,2	25,3	12,4	76	3,9	1,4	3,2	311,1	0,73
1993 - 1994	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	6,9	9,1	148,7	24,6	71,4	32,2	21,5	61,9	26,7	1,3	24,2	8,2	436,7	1,03
1994 - 1995	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	17	85,9	49,9	61,5	58,8	5,9	32,7	18,1	32,3	34,4	31	12,3	439,8	1,03
1995 - 1996	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	24	7,8	22,5	92,7	73,6	56	61,9	22,3	9	0,3	14,7	30,5	415,3	0,98
1996 - 1997	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	63,7	70	30,9	50	31,4	14,5	20,8	36	17,6	30,7	1,4	30,6	397,6	0,93
1997 - 1998	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	1,4	55,2	18,1	67,7	71,1	57,1	32,6	4,5	131,5	7	0,3	0,7	447,2	1,05
1998 - 1999	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	37,1	17,6	155	52,8	47,6	55,8	80,5	30,3	5,4	5	0	6,9	494	1,16

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ		ΣΕΠΤΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒ- ΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒ- ΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑ- ΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΑ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ
1999 - 2000	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	23,9	57,4	63,5	61,7	14,1	38	24,7	13	25,7	16	0,8	3,6	342,4	0,80
2000 - 2001	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	9,6	40,8	25,8	16	32,8	20,8	8,9	49,2	66,8	11,4	61,1	18,9	362,1	0,85
2001 - 2002	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	0,9	2,3	15,7	57,2	13,5	15,5	42,1	61,2	7,4	0,5	56,9	7,2	280,4	0,66
2002 - 2003	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	102,4	64,8	64,4	145,9	88,8	18,2	20,1	26,4	47,9	33,2	28,4	5,3	645,8	1,52
2003 - 2004	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	22,8	86,1	8,3	52,8	87,8	8,4	31,9	43,5	57,1	93,2	4,6	2,6	499,1	1,17
2004 - 2005	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ	20,1	37,2	26	41,8	23	47,6	64,1	5,7	16,4	3,6	11,3	24,4	321,2	0,75
ΣΥΝΟΛΟ		465,7	1199,4	1515,3	1410,8	899,9	793,6	898,4	949,5	984	546,2	489	487,6	10639,4	25,00
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ		18,63	47,98	60,61	56,43	36,00	31,74	35,94	37,98	39,36	21,85	19,56	19,50	425,58	1,00
ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ		22,28	29,10	42,76	36,08	27,34	25,57	24,63	31,33	33,19	23,14	21,84	17,64	100,23	0,24
ΜΕΓΙΣΤΟ		102,4	116,8	155	156,5	88,8	121,9	116,4	122,8	131,5	93,2	77,1	64,1	682,1	1,60
ΕΛΑΧΙΣΤΟ		0,9	2,3	8,2	2,9	1,2	5,4	8,9	4,5	5,4	0,3	0	0,7	268,6	0,63

