

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΓΡΗΓΟΡΙΑΔΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ 4739

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ.3	σελ.3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....σελ.4	σελ.4
1.1.Φυσικά χαρακτηριστικά του νομού Δράμας.....σελ.4	σελ.4
1.2.Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του νομού Δράμας.....σελ.5	σελ.5
1.3.Υδρογραφικό δίκτυο του νομού Δράμας.....σελ.9	σελ.9
1.4. Κλίμα του νομού Δράμας.....σελ.14	σελ.14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ.....σελ.16	σελ.16
2.1.Γεωλογία του νομού Δράμας.....σελ.16	σελ.16
2.2.Τεκτονική του νομού Δράμας.....σελ.21	σελ.21
2.3.Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών.....σελ.22	σελ.22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΕΥΣΗ –ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....σελ.27	σελ.27
3.1.Υδρευση της πόλης.....σελ.27	σελ.27
3.2.Υφιστάμενη Κατάσταση.....σελ.27	σελ.27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΩΝ.....σελ.31	σελ.31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ-ΥΔΡΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ.....σελ.41	σελ.41
5.1.Πληθυσμιακή μεταβολή του Δήμου Δράμας.....σελ.42	σελ.42
5.2.Πρόβλεψη πληθυσμού της πόλης Δράμας.....σελ.42	σελ.42
5.3.Υδρευτικές ανάγκες της πόλης Δράμας.....σελ.44	σελ.44
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑσελ.46	σελ.46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.49	σελ.49
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....σελ.50	σελ.50

Η παρούσα Διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και εξετάζει τις συνθήκες ύδρευσης της πόλης Δράμας.

Για την ολοκλήρωση της, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κύριο Κωνσταντίνο Βουδούρη, για τη καθοδήγηση του, καθώς επίσης και τον Διδάκτορα Γεωλογίας Τριαντάφυλλο Κακλή για το χρόνο που μου αφιέρωσε.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για τον κύριο Χρήστο Βογιατζή, Διευθυντή της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης και Αποχέτευσης (Δ.Ε.Υ.Α.Δ.), για τα δεδομένα που μου παρείχε, καθώς επίσης και τη κυρία Σίσσυ Πατρονίδου, χημικό του βιολογικού καθαρισμού για τις πληροφορίες της ποιότητας του νερού.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κυρία Βασιλική Μπαρούτη, Γεωλόγο του Τμήματος Περιβάλλοντος και Υδροοικονομίας της Περιφερειακής Ενότητας της Δράμας, για το ενδιαφέρον που έδειξε και τη πολύτιμη βοήθεια της.

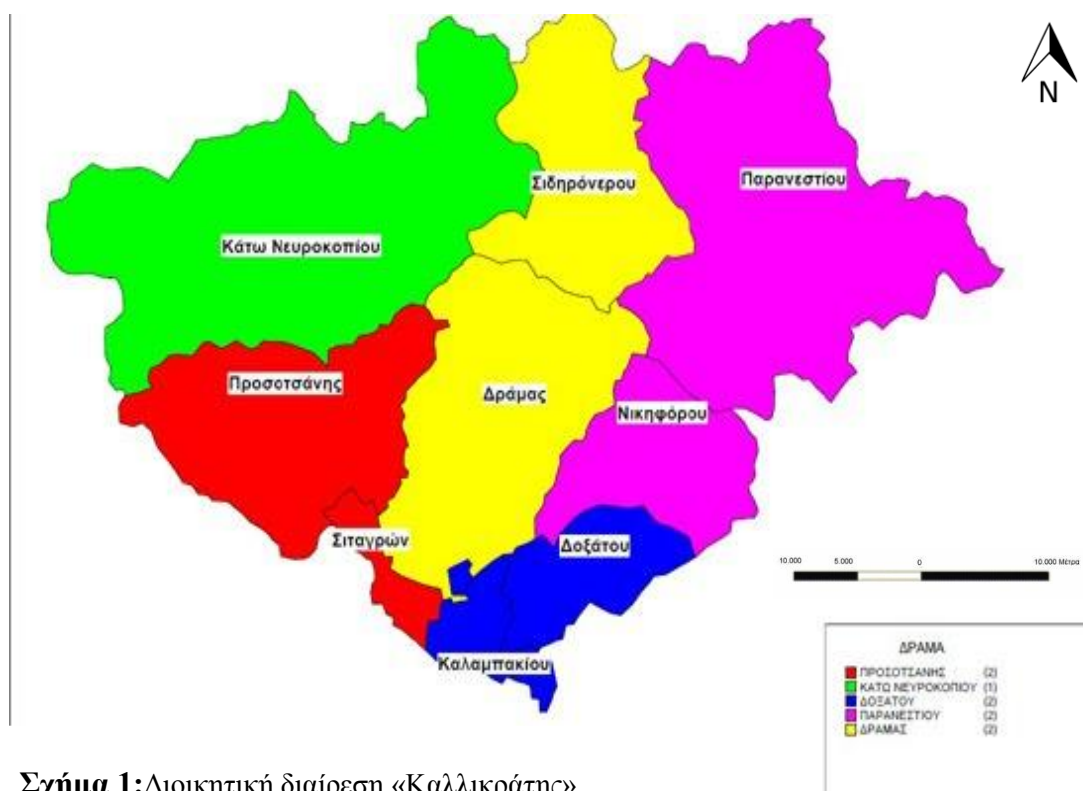
Η παρούσα Διπλωματική εργασία έχει ως στόχο :

- Τη γνώση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής μελέτης .
- Τον ποιοτικό έλεγχο των υπόγειων υδάτων.

1.1.ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΜΑΣ

Ο Νομός Δράμας βρίσκεται στον βόρειο Ελλαδικό χώρο, στα σύνορα με τη Βουλγαρία. Ανήκει στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης και υπάγεται στη διευρυμένη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ξάνθης-Δράμας-Καβάλας. Συνορεύει προς Βορρά με τη Βουλγαρία, νότια-νοτιοανατολικά με το Νομό Καβάλας, ανατολικά με το Νομό Ξάνθης και δυτικά-νοτιοδυτικά με το Νομό Σερρών. Ο Νομός Δράμας καταλαμβάνει συνολική έκταση 3.468 km^2 , αποτελώντας το 36,3 % της έκτασης της Ανατολικής Μακεδονίας και το 2,63 % της χώρας.

Έχει πρωτεύουσα τη Δράμα και είναι χωρισμένος διοικητικά, σύμφωνα με το νέο πλαίσιο της τοπικής αυτοδιοίκησης («Καλλικράτης»), σε πέντε μεγάλους Δήμους όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1. Γεωμορφολογικά, υπάρχει έντονη διαφοροποίηση- διαχωρισμός μεταξύ του νότιου(πεδινού) τμήματος του Νομού, όπου βρίσκονται οι τρεις υδρολογικές λεκάνες και του βόρειου(ορεινού) τμήματος όπου αποτελείται από το όρος Φαλακρό και τους ορεινούς όγκους του Ορβήλου και της Δυτικής Ροδόπης, με αποτέλεσμα μια ανισόρροπη ανάπτυξη.



Σχήμα 1: Διοικητική διαίρεση «Καλλικράτης»

Πηγή: http://karakaxadra.blogspot.gr/2011_01_01_archive.html

1.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΜΑΣ

Στο Νομό Δράμας εντοπίζονται τρεις ευδιάκριτοι γεωμορφολογικοί τύποι:

- Ο γεωμορφολογικός τύπος της ορεινής μάζας, που συνδέεται με τα συμπαγή πετρώματα του υποβάθρου.
- Ο γεωμορφολογικός τύπος των περιοχών με λοφώδες έως ημιορεινό ανάγλυφο, που συνδέεται είτε με νεογενή ιζήματα, είτε με τα αποσαθρωμένα πετρώματα του υποβάθρου.
- Ο γεωμορφολογικός τύπος των περιοχών με πεδινό ανάγλυφο, που συνδέεται κυρίως με χαλαρά ιζήματα.

Το φυσικό ανάγλυφο του Νομού χαρακτηρίζεται από έντονη ορεινή μορφολογία. Η ορεινή μάζα καταλαμβάνει το 70% της έκτασης του, το 18% καταλαμβάνει το λοφώδες έως ημιορεινό ανάγλυφο και το υπόλοιπο 12% περίπου η πεδινή έκταση (Μελέτη Δ.Π.Θ, 1998).

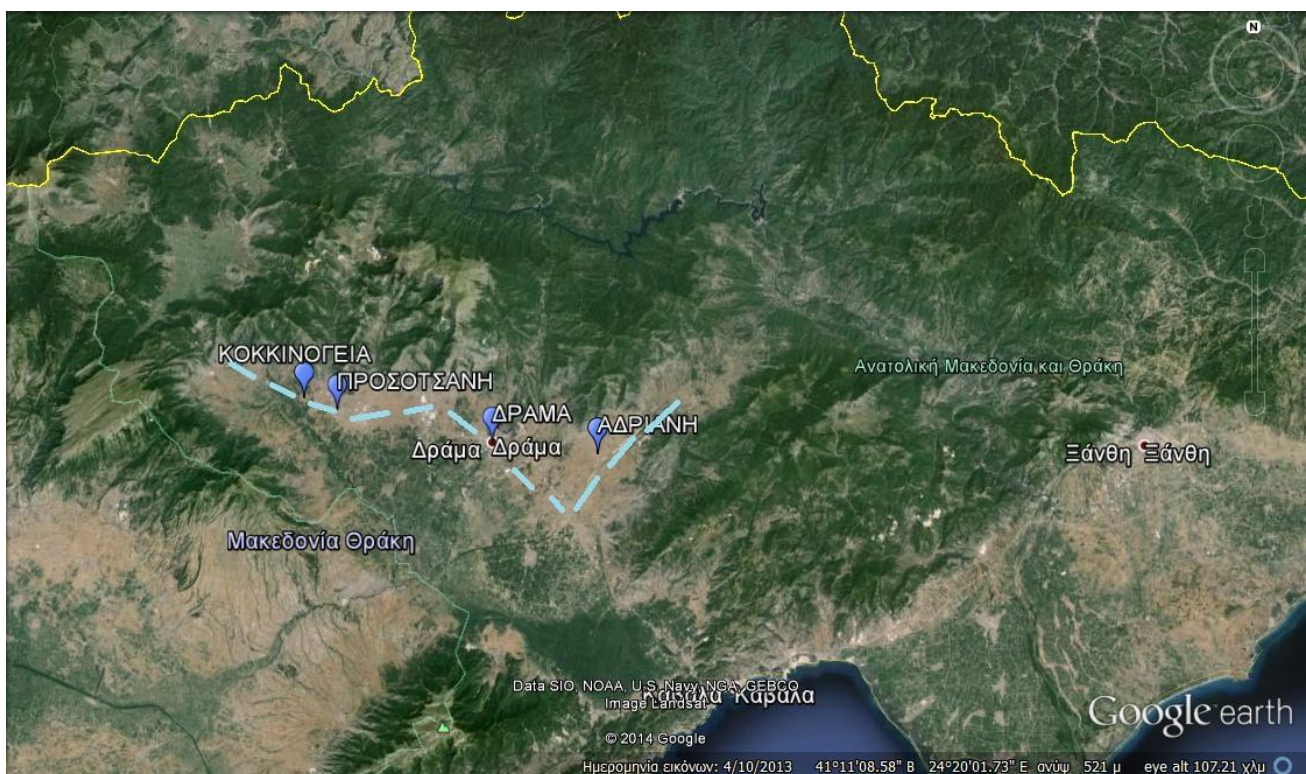
Η ποσοστιαία κατανομή του γεωμορφολογικού περιβάλλοντος (κατά προσέγγιση) δίνεται στο Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Γεωμορφολογία Νομού Δράμας (Μελέτη Δ.Π.Θ, 1998)

Γεωμορφολογία	Ποσοστό	Έκταση σε km^2
Ορεινή μάζα	70%	2.437
Λοφώδης-Ημιορεινή	18%	630
Πεδινή	12%	401
Σύνολο Νομού	100%	3.468

Απο τα παραπάνω προκύπτει η κυριαρχία του ορεινού αναγλύφου, το οποίο διαμορφώνεται απο τους μεγάλους ορεινούς όγκους του Ορβήλου και της Δυτικής Ροδόπης, οι οποίοι χωρίζουν το Νομό απο τη Βουλγαρία στα βόρεια, απο τα όρη της Λεκάνης στα νοτιοανατολικά όρια με το Νομό Καβάλας, απο το Φαλακρό όρος, που βρίσκεται στο κέντρο του νομού και απο τα όρη της Βροντούς και του Μενοικίου Δυτικά, στα όρια με το Νομό Σερρών.

Η πεδινή ζώνη καταλαμβάνει το νότιο τμήμα του Νομού Δράμας. Απο το βορρά οριοθετείται με μια νοητή ευθεία (Σχήμα 2), που ενώνει τους οικισμούς Κοκκινόγεια-Προσοτσάνη-Δράμα-Αδριανή. Το ανάγλυφο στη πεδινή ζώνη είναι ομαλό, με μικρές κλίσεις.

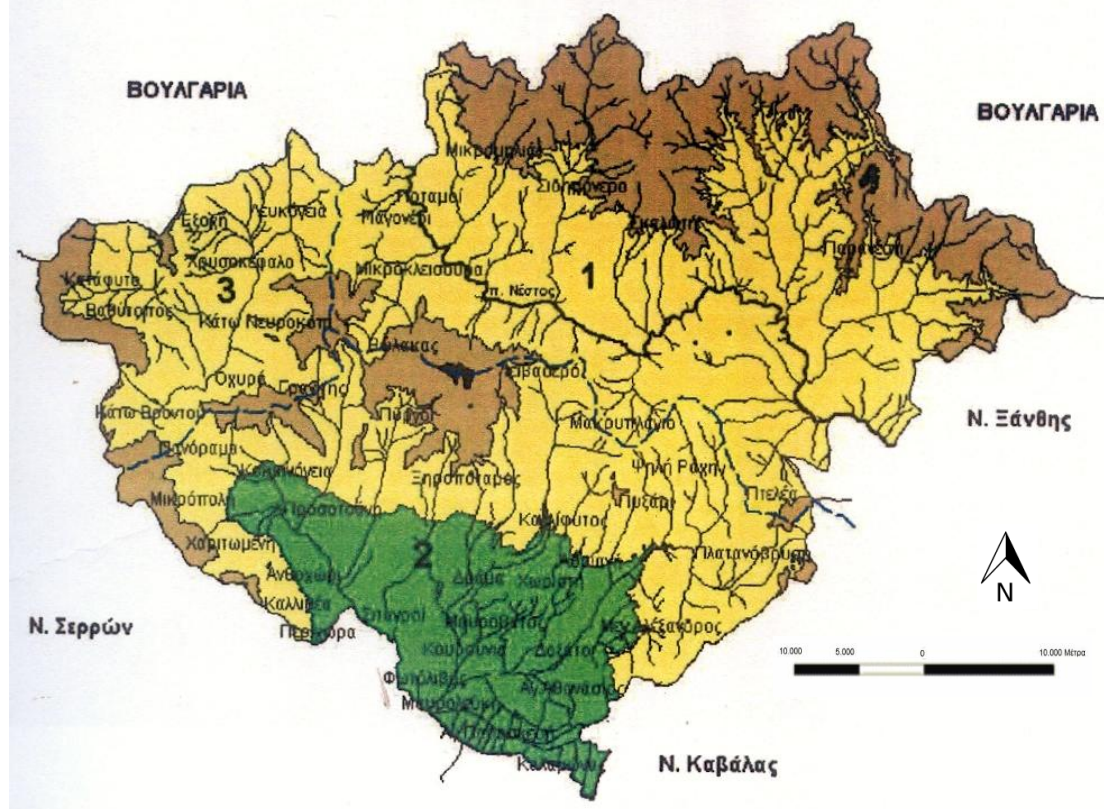


Σχήμα 2: Όριο βόρειου και νότιου τμήματος
Google Earth

Η πεδινή ζώνη είναι μια σχεδόν κλειστή λεκάνη. Τα νερά της απορρέουν, μέσω του Αγγίτη, προς τον ποταμό Στρυμόνα. Ο Αγγίτης είναι ο τελικός αποδέκτης των νερών όλου της πεδινής περιοχής, που μέσα απο ένα πυκνό σύστημα τεχνητών τάφρων κι διώρυγων καταλήγουν στη Κεντρική Αποστραγγιστική Τάφρο Φιλίππων, και στη συνέχεια εκβάλλει στον Αγγίτη, κοντά στο χωριό Συμβολή.

Στην ημιορεινή ζώνη περιλαμβάνονται οι παρυφές των βουνών που περικλείουν την πεδινή ζώνη με υψόμετρο έως τα 1000 m, τη λεκάνη του Κάτω Νευροκοπίου και τη στενή κοιλάδα του Νέστου (Σχήμα 3:Μορφολογικός Χάρτης).

Μορφολογικός Χάρτης



Σχήμα 3: Μορφολογικός χάρτης Ν.Δράμας

Πηγή: Μελέτη Δ.Π.Θ, 1998

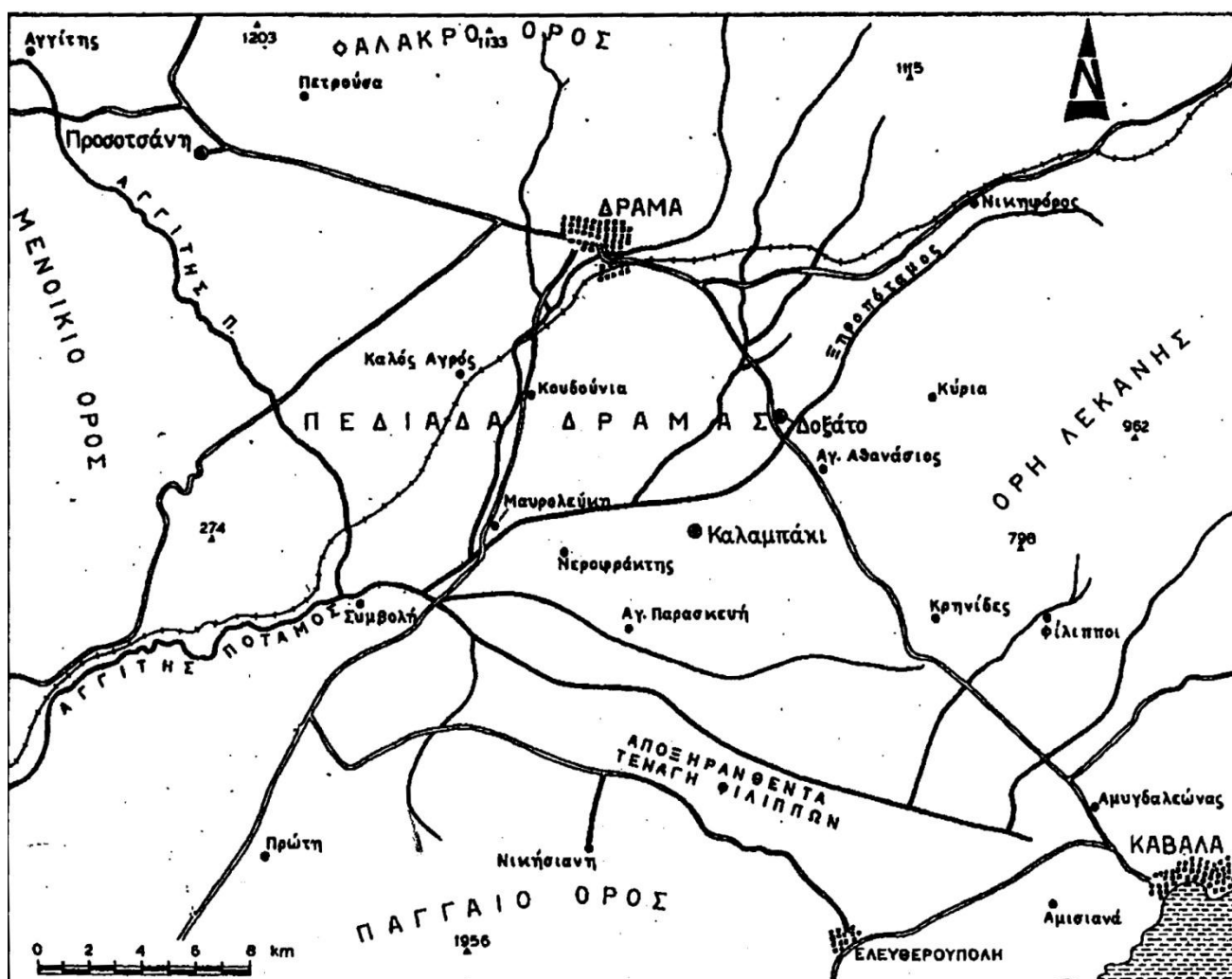
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΧΑΡΤΗ

	Υψομετρική Ζώνη μέχρι 200m		Υδρογραφικό δίκτυο
	Υψομετρική Ζώνη από 200m μέχρι 1000m		Ποταμός Νέστος
	Υψομετρική Ζώνη από 1000m μέχρι 2000m		Υδροκρίτης
	Υψομετρική Ζώνη πάνω από 2000m		Λεκάνη Απορροής π.Νέστου
			Λεκάνη Απορροής π.Αγγίτη
			Λεκάνη Απορροής Νευροκοπίου

1.3 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Το υδρογραφικό δίκτυο του νομού με τη κυριαρχία του Νέστου ποταμού και του Αγγίτη δίνει μια ξέχωρη διάσταση. Τον χωρίζει σε τρεις ευδιάκριτες υδρολογικές λεκάνες, οι εκτάσεις των οποίων καταλαμβάνουν τα εξής ποσοστά, επι της συνολικής έκτασης του Νομού (3468 Km^2):

- 1.Λεκάνη Νέστου: 41%
- 2.Λεκάνη Δράμας: 47%
- 3.Λεκάνη Νευροκοπείου: 12%



Σχήμα 4:Υδρολογική λεκάνη Δράμας(Μ.Π.Ε. Δ.Ε.Υ.Α.Δ.)

1.3.1 Λεκάνη του Νέστου

Αποτελεί τμήμα της λεκάνης απορροής του Νέστου ποταμού (βλ. Σχήμα 3), η οποία έχει έντονο ορεινό ανάγλυφο (>1000m) και της οποίας ένα τμήμα περίπου 60% βρίσκεται στο Βουλγαρικό έδαφος.

Ο ποταμός φτάνοντας από τη Βουλγαρία στο ελληνικό έδαφος(νομό Δράμας) διασχίζει με N-NA κατεύθυνση όλο το νομό, ρέει δε μεταξύ του Φαλακρού όρους και των νοτίων υπωρειών της Κεντρικής Ροδόπης, η έκταση που καταλαμβάνει στο νομό η λεκάνη του Νέστου είναι περίπου 1432 km².

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο της λεκάνης του Νέστου είναι κατά θέσεις έντονο πολυσχιδές και τραχύ. Η διαφοροποίηση έχει σχέση με το είδος των πετρωμάτων που δομούν τη περιοχή (γενευσιακά,σχιστίλιθοι,μάρμαρα κ.α.). Κατά μήκος της κοίτης εντοπίζονται ορισμένα πεδινά τμήματα που έχουν δημιουργηθεί από τις διαβρώσεις και αποθέσεις του ποταμού. Ένα τέτοιο πεδινό τμήμα εντοπίζεται στην ευρύτερη περιοχή της έδρας του Δήμου Παρανεστίου

Χαρακτηρίζεται γενικά από μεγάλες κλίσεις.Έχει υπολογιστεί ότι (Κωτούλας 1991):

- Το 36,37% της έκτασης της λεκάνης εμφανίζει υψόμετρο 501-1000 m
- Το 32,41% της έκτασης της λεκάνης εμφανίζει υψόμετρο 1001-1500 m
- Το 15% της έκτασης της λεκάνης εμφανίζει υψόμετρο μεγαλύτερο από 1500 m
- Μόλις το 16% της έκτασης τη λεκάνης εμφανίζει υψόμετρο μικρότερο από 500 m

Από πλευράς υδρογραφικού δικτύου η κεντρική κοίτη του Νέστου έχει ήδη διαμορφωθεί κατά τη διαδρομή της στη Βουλγαρία, γι' αυτό και οι ελλαδικοί χείμαρροι δεν μπορούν να καθορίσουν την υδρολογική και μορφολογική συμπεριφορά του ποταμού. Εκτιμάται ότι υπάρχουν περίπου 70 διαφόρων μεγεθών ελλαδικά ρεύματα που τροφοδοτούν το Νέστο με λεκάνες απορροής

μεγαλύτερες των 50km^2 . Τα περισσότερα και μεγαλύτερα αναπτύσσονται στη ανατολική πλευρά της Ροδόπης.

Η τεκτονική των πετρωμάτων της λεκάνης είναι σημαντική. Ένας μεγάλος αριθμός διακλάσεων και ρωγματώσεων και άλλων ασυνεχειών διατρέχουν τη μάζα όλων των πετρωμάτων προς όλες τις κατευθύνσεις και υποβοηθούν έτσι την αποσάθρωση και τη διάβρωση τους, καθώς επίσης και όπου οι γεωμορφολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές, έχει δημιουργηθεί ένας μανδύας αποσαθρωμένου καλύμματος. Τα προϊόντα της αποσάθρωσης, κυρίως των μεταμορφωμένων και γρανιτικών πετρωμάτων μεταφέρονται με τα υδάτινα ρεύματα προς τα χαμηλότερα σημεία.

Ο Νέστος κατα τη διαδρομή του εκτρέπεται από την ευθύγραμμη κοίτη του με αποτέλεσμα την δημιουργία μιας μαιανδρικής ζώνης, στην οποία οφείλεται η δημιουργία των ελαχίστων πεδινών εκτάσεων της λεκάνης (Μελέτη Δ.Π.Θ. 1998).

1.3.2 Λεκάνης Δράμας

Καταλαμβάνει το δυτικό τμήμα του Νομού και έχει τη μεγαλύτερη έκταση 1610.7km^2 με ένα κεντρικό σχετικό πεδινό τμήμα έκτασης περίπου 402km^2 με υψομετρικά όρια περίπου από τα 50 ως τα 200 m. Το πεδινό τμήμα περιβάλλεται από ορεινούς όγκους, όπως του Φαλακρού προς τα βόρεια, των όρεων της Λεκάνης ανατολικά και του Μενοικίου, του Παγγαίου και του Συμβόλου προς τα νότια. Το πεδινό τμήμα συνεχίζεται και στους νομούς Καβάλας και Σερρών και συνολικά αποτελεί μια τάφρο που διαμορφώθηκε από μεγάλα ρήγματα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ. Ο μεγαλύτερος άξονας της λεκάνης έχει μήκος 55 km και μέγιστο πλάτος 20 km.

Στη λεκάνη της Δράμας σχηματίζεται ένα υδρογραφικό δίκτυο, κύριο στοιχείο του οποίου αποτελεί ο ποταμός Αγγίτης, ο οποίος αρχίζει από τις καρστικές πηγές του Μααρά, ακολουθεί τη δυτική πλευρά της λεκάνης της Δράμας και δέχεται τα νερά των χειμάρων Δοξάτου, Αγίας

Βαρβάρας ή Δράμας και του Ξηροποτάμου και οι οποίοι συμβάλλουν στον Αγγίτη πριν τα στενά της Συμβολής (Σχήμα 4).

Επίσης γίνεται και τεχνητή αποστράγγιση της πεδιάδας, με τάφρους και διώρυγες, όπου το σύστημα τους διανοίγεται προς τα ανατολικά της λεκάνης. Τα νερά της τεχνητής αποστράγγισης καταλήγουν και αυτά στον Αγγίτη ποταμό. Ο Αγγίτης ποταμός αποτελεί παραπόταμο του Στρυμόνα ποταμού και έτσι θεωρείται ο συνδετικός χώρος της λεκάνης της Δράμας με τη λεκάνη του Στρυμόνα. Η υπόλοιπη έκταση της λεκάνης της Δράμας καταλαμβάνεται από ημιλοφώδες αλλά στη μεγαλύτερη έκταση από ορεινό ανάγλυφο που συμπίπτει με τα διάφορα όρη που αναφέρθηκαν.

Γενικά το ανάγλυφο της ορεινής ζώνης είναι έντονο με μεγάλες κλίσεις και οφείλεται στην παρουσία των μαρμάρων που κυριαρχούν στο μεγαλύτερο τμήμα της. Επίσης χαμηλές περιοχές ημιορεινές έως λοφώδεις, εμφανίζουν ένα ήπιο ανάγλυφο με γενικά μικρές κλίσεις, που οφείλεται στο είδος των υλικών που δομούν τις περιοχές αυτές, χαλαρά ιζηματογενή πετρώματα τα οποία αποσαθρώνονται εύκολα, αλλά και κώνοι κορημάτων που προέρχονται από την διάβρωση των υλικών στην ορεινή ζώνη (Μελέτη Δ.Π.Θ. 1998).

1.3.3 Λεκάνη του Νευροκοπίου

Η λεκάνη του Νευροκοπίου έχει συνολική έκταση 425km^2 και βρίσκεται στο βορειοδυτικό άκρο της λεκάνης της Δράμας. Είναι κλειστή λεκάνη με εποχιακή-επιφανειακή απορροή που παρουσιάζεται με τη μορφή των χειμάρρων του Νευροκοπίου, Βροντούς και Βαθύτοπου και οι οποίοι καταλήγουν όλοι μαζί στις καταβόθρες Νευροκοπίου (Οχυρού).

Τα νερά των χειμάρρων της λεκάνης του Νευροκοπίου αποστραγγίζονται μέσω των καταβόθρων Φαλακρού και τροφοδοτούν τις πηγές Μααρά οι οποίες εμφανίζονται στους νότιους πρόποδες του

ΒΔ τμήματος του Φαλακρού. Η δυσκολία διοχέτευσης των πλημμυρικών νερών διαμέσου των καταβόθρων, δημιουργεί συχνά το χειμώνα πλημμυρικά φαινόμενα στα χαμηλότερα σημεία του λεκανοπεδίου του Νευροκοπίου.

Το ανάγλυφο της λεκάνης Νευροκοπίου έχει προς βορρά υδροκριτική γραμμή που την χωρίζει με τη Βουλγαρία, προς δυτικά υδροκριτική γραμμή που αποτελεί το όριο με το νομό Σερρών, προς το νότο υδροκριτική γραμμή με τη λεκάνη της Δράμας και προς ανατολικά υδροκριτική γραμμή με τη λεκάνη του Νέστου. Το κεντρικό τμήμα, χαρακτηρίζεται από πεδινά τμήματα τα οποία φιλοξενούνται στα υλικά αποθέσεως των διαφόρων χειμάρρων της περιοχής. Περιβάλλεται από διάφορους ορεινούς όγκους που εμφανίζουν κατά θέσεις ένα τραχύ και σε άλλες έντονο ανάγλυφο. Η διαφοροποίηση έχει σχέση με το είδος του υλικού που δομεί την ορεινή ζώνη. Στις θέσεις όπου επικρατούν τα μάρμαρα Ν-ΝΑ και ΒΔ το ανάγλυφο είναι τραχύ με ένα πολύ αραιό υδρογραφικό δίκτυο. Αντίθετα, στην υπόλοιπη περιοχή όπου επικρατούν σκληρά πετρώματα που διαβρώνονται δύσκολα (γνεύσιοι, γρανίτες κ.λ.π.) το ανάγλυφο, είναι έντονο και εμφανίζει ένα σχετικά πυκνό υδρογραφικό δίκτυο, όπου οι σχηματισμοί είναι υγιείς και λοφώδεις έως ημιορεινό εκεί όπου αυτοί είναι αποσαθρωμένοι. Έτσι ο μεγαλύτερος όγκος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων κυκλοφορεί επιφανειακά και σε συνδυασμό με την χαλαρότητα των σχηματισμών προκαλεί έντονες διαβρωτικές διεργασίες (Μελέτη Δ.Π.Θ.1998).

1.4.ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα του νομού Δράμας αποκλίνει απο το μεσογειακό και τείνει προς το κεντροευρωπαϊκό τύπο. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι η περιοχή περιβάλλεται απο σχετικά υψηλά όρη ιδίως στα βόρεια και δυτικά τα οποία αποκλείουν την ευεγερτική επίδραση της θάλασσας .

Οι ορεινές περιοχές χαρακτηρίζονται απο υγρό ηπειρωτικό κλίμα, ενώ οι πεδινές από μεσογειακό, με τους μήνες Ιούνιο έως Σεπτέμβριο ξηρούς και τους υπόλοιπους εύκρατους. Η θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει μέγιστο τον Ιούλιο και ελάχιστο τον Ιανουάριο και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος υπερβαίνει τους 20 °C (http://greek_greek.enacademic.com).

Στις πεδινές περιοχές ,η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος των θερμότερων μηνών του έτους δεν υπερβαίνει τους 28 °C, ενώ η μέση ημερήσια είναι συχνά μεγαλύτερη των 30 °C, με ακραίες τιμές τους 35 °C και 40 °C κατα τη διάρκεια της ημέρας. Κατά τη χειμερινή περίοδο, η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα βρίσκεται πάνω απο τους 0 °C, ωστόσο μπορεί να πέσει πολλούς βαθμούς κάτω απο το μηδέν, με ακραίες τιμές που φτάνουν στους -14 °C ή και χαμηλότερα στους -20 °C στο Κ.Νευροκόπι, όπου δημιουργούνται θύλακες απο ψυχρές μάζες που κινούνται απο τα βουνά (<http://el.wikipedia.org/>)

Η υγρασία είναι σχετικά υψηλή και η βροχή, που κυμαίνεται κατα μέσο όρο μεταξύ 500 mm και 600 mm(Διάγραμμα 1), κατανέμεται ομοιόμορφα στη διάρκεια του έτους.

Πιο ειδικά, το κλίμα της περιοχής, σύμφωνα με τη κατάταξη **Koppen**, είναι των εξής τύπων:

1) **Κλίμα ενδογώρας της Μεσογείου ή Μεσογειακό κλίμα:**

Χαρακτηρίζεται απο πολύ θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι μεγαλύτερη των 10 °C και του ψυχρότερου μήνα βρίσκεται ανάμεσα στους -3 °C και 18 °C.

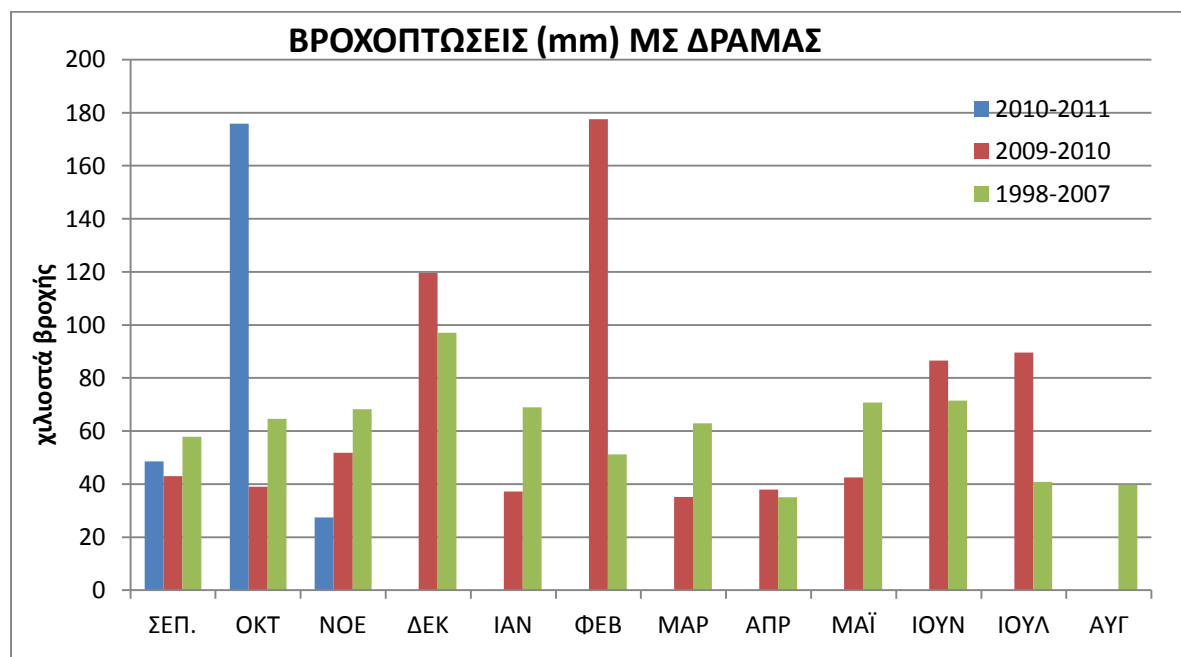
Το ύψος της βροχόπτωσης του ξηρότερου θερμού μήνα είναι μικρότερο των 30mm και μικρότερο απο το 1/3 του ύψους βροχής του βροχερότερου μήνα. Η τιμή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα είναι μεγαλύτερη των 22 °C. Ο κλιματικός αυτός τύπος συνάγεται απο τα δεδομένα των σταθμών Δράμας και Καλαμπακίου.

2)Κλίμα Υγρό Ηπειρωτικό:

Χαρακτηρίζεται από δρυμείς χειμώνες, μεγάλης διάρκειας και πολύ θερμό καλοκαίρι. Όλες οι εποχές του έτους είναι υγρές.

Το μηνιαίο ύψος βροχής του ξηρότερου μήνα είναι μεγαλύτερο των 30mm και η βροχή κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη την διάρκεια του έτους. Η τιμή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα είναι μεγαλύτερη των 22°C. Ο κλιματικός αυτός τύπος συνάγεται απο τα δεδομένα του σταθμού Κάτω Νευροκοπίου.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι το κλίμα της πεδινής περιοχής συγγενεύει με το Μεσογειακό κλίμα, ενώ αυτο της υπόλοιπης περιοχής χαρακτηρίζεται σαφώς Ηπειρωτικό (Μελέτη Δ.Π.Θ.,1998).



Διάγραμμα 1: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης Σταθμού Δράμας

2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΝΟΜΟΥ ΔΡΑΜΑΣ

Από γεωλογικής πλευράς ο νομός Δράμας ανήκει στη γεωτεκτονική μάζα της Ροδόπης.

Η Μάζα Ροδόπης, στο χώρο της Ανατολικής Μακεδονίας, αποτελείται από μεταμορφωμένα και πυριγενή (πλουτωνικά) πετρώματα και περιλαμβάνει δύο βασικές σειρές πετρωμάτων: την κατώτερη των γνευσίων και την ανώτερη των μαρμάρων. Μέσα στα μεταμορφωμένα πετρώματα της Μάζας της Ροδόπης μεταξύ Ηωκαίνου και Μειοκαίνου διεισδύουν όξινα πυριγενή πετρώματα όπως γρανίτες (μοσχοβιτικοί, βιοτιτικοί και κεροστιλβικοί), γρανοδιορίτες, μονζονίτες, χαλαζιακοί μονζονίτες και διορίτες (Μουντράκης, 1985), (Σχήμα 5).

➤ Μεταμορφωμένα πετρώματα (εκτός Μαρμάρων)

Ένα μεγάλο ποσοστό της έκτασης του νομού δομείται από γνευσίους και σχιστόλιθους, με όλες τις ενδιάμεσες μεταξύ αυτών σειρές. Στη λεκάνη της Δράμας, τα μεταμορφωμένα πετρώματα καταλαμβάνουν, επίσης, μια σημαντική έκταση και εντοπίζονται κυρίως μέσα στα μάρμαρα, πολλές φορές υπο μορφή φακών. Έτσι, καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη έκταση της λεκάνης του Νέστου και εντοπίζονται σε μια ζώνη ΒΔ-ΝΑ, στο μέσο περίπου της περιοχής. Προς τα νότια εντοπίζονται σε φακούς ή στρώσεις μέσα στα μάρμαρα και διακόπουν την συνέχεια των μαρμάρων.

Τέλος η ορεινή ζώνη της λεκάνης του Νευροκοπίου, η οποία όπως προαναφέρθηκε αποτελεί μια κλειστή λεκάνη, δομείται από γνευσίους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και γρανίτες, σε εναλλαγές με τα μάρμαρα.

➤ Μάρμαρα

Καταλαμβάνουν σχεδόν τη μεγαλύτερη έκταση του νομού. Ιδιαίτερη είναι η παρουσία τους στη λεκάνη της Δράμας, όπου καταλαμβάνουν πολύ μεγάλη έκταση με μεγάλο πάχος σχηματισμού. Πρόκειται για αδρόκοκκα, συνήθως λευκά μάρμαρα, που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος, καθώς και για ταινιωτά και δολομιτοποιημένα μάρμαρα που καταλαμβάνουν μικρότερη έκταση. Κύρια χαρακτηριστικά τους είναι ο έντονος τεκτονισμός, προερχόμενος από μεγάλα ή μικρά ρήγματα, η μεγάλου βαθμού καρστικοποίηση και η πλήρωση πολλών κενών και ρηγμάτων με μεταλλεύματα.

Τα μάρμαρα στη περιοχή του Νέστου καλύπτουν μόνο ένα μικρό μέρος της έκτασης του.

Τα μάρμαρα στη λεκάνη του Νευροκοπίου εντοπίζονται κυρίως, στο νότιο και νοτιοανατολικό τμήμα. Αποτελούν μέρος των μαρμάρων του Φαλακρού όρους και την περιοχή με την οποία συνδέεται η λεκάνη του του Νευροκοπίου με τη λεκάνη της Δράμας. Ένα μικρό τμήμα μαρμάρων εμφανίζεται στα βορειοδυτικά όρια της λεκάνης και αποτελούν τις απολήξεις του Ορβήλου όρους. Γενικά, τα μάρμαρα εμφανίζονται έντονα καρστικοποιημένα και εμφανίζουν κοινά χαρακτηριστικά με τα μάρμαρα της λεκάνης της Δράμας.

➤ Ιζηματογενή πετρώματα

Τα ιζηματογενή πετρώματα που συναντώνται στην περιοχή μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες:

A) στα ιζήματα, που φιλοξενούνται στα πεδινά τμήματα και έχουν προέλθει από τη διάβρωση των πετρωμάτων των ορεινών περιοχών του νομού, καθώς και σε αυτά που έχουν αποθεθεί στην ευρύτερη κοίτη των ποταμών ή χειμάρρων και

B) στα ιζηματογενή πετρώματα, που εντοπίζονται στο εσωτερικό των λεκανών και προήλθαν από μικρά βυθίσματα, που δημιουργήθηκαν από τον τεκτονισμό του υποβάθρου. Τα τελευταία

εντοπίζονται, συνήθως, στις λοφώδεις περιοχές, κάτω από τις αλλουβιακές αποθέσεις των πεδινών τμημάτων. Αποτελούνται από ψαμμίτες και αργιλικούς σχιστολίθους, που συνήθως εναλλάσσονται με λιγνιτικές ενστρώσεις και κροκαλοπαγή.

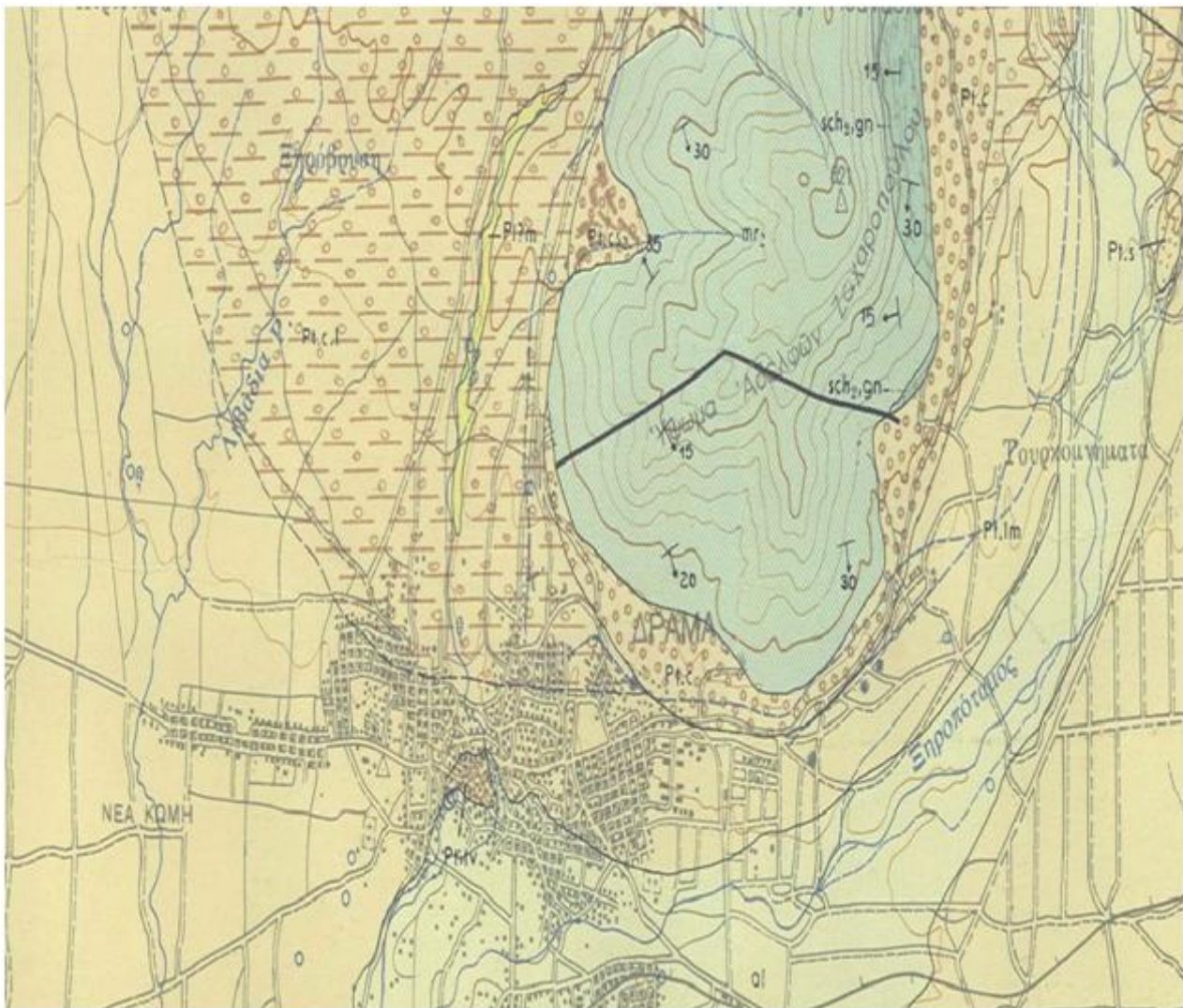
Στη λεκάνη του Νέστου, τα ιζηματογενή πετρώματα καταλαμβάνουν πολύ περιορισμένη έκταση.

Στη λεκάνη της Δράμας, οι λοφώδεις και ημιορεινές περιοχές, που εντοπίζονται στα κράσπεδα με την ορεινή ζώνη, καθώς και στα περιθώρια των πεδινών τμημάτων, δομούνται αποκλειστικά από Τριτογενή ιζήματα. Το πεδινό τμήμα, το οποίο αποτελεί τεκτονικό βύθισμα, έχει πληρωθεί με ιζήματα των οποίων το πάχος κυμαίνεται έως και 370 m. Από την επιφάνεια μέχρι βάθους περίπου 80m συναντώνται τα Τεταρτογενή ιζήματα, που χαρακτηρίζονται από εναλλαγές στρώσεων αργίλων, χαλίκων, άμμων και ιλύος. Στα βαθύτερα στρώματα επικρατούν τα αργιλικά υλικά και η ασβεστολιθική ιλύς, τα οποία διακόπτονται από λιγνιτικά στρώματα.

Στη λεκάνη του Νευροκοπίου, τα χαμηλά τμήματα του λεκανοπεδίου καλύπτονται από χαλαρά κυρίως ιζήματα, αποτελούμενα από εναλλαγές άμμων, χαλίκων και άργιλων, ενώ περιμετρικά (στα κράσπεδα της ορεινής ζώνης) επικρατούν ιζηματογενή πετρώματα, που αποτελούνται από εναλλαγές μαργών, ψαμμιτών, κροκαλοπαγών κ.α. (Μελέτη Δ.Π.Θ., 1998).

➤ Πυριγενή πετρώματα

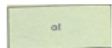
Ένα μεγάλο τμήμα της περιοχής, όπου εμφανίζονται τα μεταμορφωμένα πετρώματα όλων των λεκανών, καταλαμβάνουν οι γρανιτικές διεισδύσεις και τα ηφαιστιακά πετρώματα. Εντοπίζονται σε μεγαλύτερη έκταση στη λεκάνη του Νέστου και ιδιαίτερα σε μια ζώνη κατά μήκος, σχεδόν, με τα βουλγαρικά σύνορα. Μέσα στα μεταμορφωμένα πετρώματα της λεκάνης της Δράμας εμφανίζονται, επίσης, γρανιτικές και γρανοδιοριτικές διεισδύσεις (περιοχή Γρανίτη, Πανοράματος). Τέλος, στη λεκάνη του Νευροκοπίου εμφανίζονται ορισμένες φακοειδείς ενστρώσεις γρανιτικών πετρωμάτων σε εναλλαγές με τα μεταμορφωμένα και τα μάρμαρα.



Σχήμα 5 :Γεωλογικός χάρτης 1: 50000, Απόσπασμα από το γεωλογικό χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε., Φύλλο Δράμα

ΥΠΟΜΝΗΜΑ : Γεωλογικός χάρτης 1: 50000 Φύλλο Δράμας Ι.Γ.Μ.Ε.

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ ΟΛΟΚΑΙΝΟ



Προσχώσεις σύγχρονες : Υλικά χωρίς κανένα ειδικό χαρακτηριστικό
Κροκάλες,χαλαρά κροκαλοπαγή,λεπτοκοκκώδες υλικό και κόκκινοι άργιλοι



Λιμναίες αποθέσεις Λεκάνης Φιλίππων: άργιλοι που εναλλάσσονται συνήθως με ανθρακούχο ιλύ και άμμο. Χουμώδεις άργιλοι μεταξύ αργίλου και τύρφης.

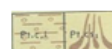


Τύρφη: τεφρού συνήθως χρώματος

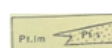
ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ



Συνεκτικά κροκαλολατυποπαγή και κώνοι των κορημάτων τους: Οι κροκάλες και οι λατύπες αποτελούνται από μάρμαρο,με συνδετικό υλικό κυρίως ασβεστιτικό και κατά θέσεις αργιλικό με λεπτόκοκκη άμμο.



Εναλλαγές κροκαλοπαγών με ερυθρές ψαμμούχες αργίλους και κώνοι των κορημάτων τους: Οι κροκάλες αποτελούνται από γνεύσιο, μαρμαρυγικό σχιστόλιθο και μάρμαρο

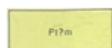


Καστανοκόκκινος πηλός με διάσπαρτες κροκάλες: Οι δύο παραπάνω σχηματισμοί μεταπίπτουν , στα τοπογραφικά χαμηλότερα μέρη,σε ποταμολιμναίες αποθέσεις που αποτελούνται από κόκκινες ψαμμούχες αργίλους εως πηλούς με διάσπαρτες κροκάλες,κυρίως από μάρμαρο και μερικώς από χαλαζία και γνεύσιο.Κατά θέσεις ενστρώσεις μαργαϊκών άμμων εως ψαμμιτών (Pt.s) μέσα στους οποίους βρέθηκαν τα οστρακώδη:



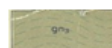
Τραβερτίνης: Στις θέσεις όπου εκδηλώνονται πηγές εμφανίζεται τραβερτίνης.Ανατολικά του χωριού Ταξιάρχης και ΒΒΔ του χωριού Καλλίφυτος, όπου είναι παλαιότερος,βρίσκεται μέσα στους σχηματισμούς του Πλειστόκαινου.

ΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

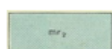


Εναλλαγές ψαμμιτών και μαργαϊκών ασβεστολίθων λιμναίας φάσεως.
Απολιθώματα:Ελασματοβράγχια,Γαστερόποδα κυρίως στο ΝΔ τμήμα του χάρτη.

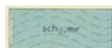
Μεταμορφωμένοι σχηματισμοί



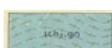
Γνεύσιοι και σχιστογνεύσιοι: λεπτο- εως μικροκρυσταλικοί γνεύσιοι και σχιστογνεύσιοι,τεφροί εως χρώματος δέρματος.Ιστός γρανοβλαστικός εως λεπιδοβλαστικός και κατά θέσεις ποικιλοβλαστικός. Κύρια ορυκτά: ορθόκλαστα και σπανίως όξινά πλαγιόκλαστα ,χαλαζίας και μοσχοβίτης. Δευτερεύοντα ορυκτά: επίδοτο,ζιρκόνιο,τιτανίτης,βιοτίτης και οξείδια-υδροξείδια σιδήρου. Ο παραπάνω σχηματισμός επίσκειται του Φαλακρού όρους.



Μάρμαρα: Συμπαγή ,λευκά,μερικώς δολομιτωμένα και κατά το πλείστο μερικώς βιτουμενιούχα.Κατά θέσεις λεπτοστρωματώδη μάρμαρα σε εναλλαγές με χαλαζίτη καθώς και φακοί απο βαθύτεφρο μάρμαρο.Μέσα στο σχηματισμό αυτό παραμβάλονται:



Μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι και μάρμαρα: εναλλαγές ασβεστομαρμαρυγικών ασβεστολίθων και μαρμάρων .Κατά θέσεις πλευρική μετάβαση των μεν προς τους δε.



Μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι,σχιστογνεύσιοι και γνεύσιοι: εναλασσόμενα στρώματα με επικράτηση των ασβεστιτικών και χαλαζιακών διμαρμαρυγικών σχιστολίθων και μάλιστα των μοσχοβιτικών ,χρώματος τεφρού εως καστανού.Ιστός Γρανοβλαστικός εως Λεπιδοβλαστικός.

Μέσα στους σχηματισμούς αυτούς υπάρχουν μερικές φορές λεπτές ενστρώσεις ή φακοί μαρμάρου και σε μια θέση μεταξύ των χωριών Βαθύλακκος και Ταξιάρχης εμφανίζεται ακτινολιθικός σχιστόλιθος μερικά αμεινωποιημένος.

2.2.ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η μάζα της ελληνικής Ροδόπης διαχωρίζεται σε δύο τεκτονικές μονάδες: την ανώτερη «τεκτονική ενότητα του Σιδηρονερίου» στα βόρεια κατά μήκος των ελληνοβουλγαρικών συνόρων και τη κατώτερη «τεκτονική ενότητα του Παγγαίου», που καταλαμβάνει τη δυτική-νοτιοδυτική Ροδόπη (Papanikolaou & Panagopoulos, 1981). Η ενότητα Σιδηρόνερου εφίππεύει στην ενότητα του Παγγαίου απο Βορρά προς Νότο κατά μήκος μιας μεγάλου μήκους τεκτονικής γραμμής γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΔ (περίπου 110°).

Η τεκτονική ανάλυση του κρυσταλλοσχιστώδους, που έγινε μέχρι τώρα σε ορισμένες περιοχές της Ροδόπης, διαπίστωσε τρεις φάσεις πτυχώσεων των σχηματισμών. Η πρώτη φάση προκάλεσε πτυχές ισοκλινείς, συμμεταμορφικές, γενικής αξονικής διεύθυνσης Β-Ν. Η ηλικία της υποθέτεται ότι είναι Παλαιοζωική σύγχρονη της πρώτης κύριας μεταμόρφωσης του κρυσταλλοσχιστώδους.

Η δεύτερη φάση με πτυχές υποϊσοκλινείς και άξονες διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ έως ΑΒΑ-ΔΝΔ συνοδεύεται από μια πολύ εμφανή γράμμωση. Οι δομές της φάσης αυτής είναι εκείνες που κυριαρχούν στα πετρώματα της Ροδόπης και τα περισσότερα πλουτωνικά σώματα εμφανίζονται προσανατολισμένα κατά τη διεύθυνση των αξόνων αυτών κατέχοντας κυρίως τους πυρήνες των μέγα αντικλίνων. Η τοποθέτηση αυτή των πλουτωνικών σωμάτων αποτελεί και ουσιαστικό κριτήριο για την ηλικία της φάσης πτυχώσεων που εξαρτάται βέβαια από την αρχική ηλικία των πλουτωνιτών. Επομένως, το θέμα μπαίνει ως εξής: Αν η αρχική ηλικία των πλουτωνιτών είναι πράγματι μόνο Ηωκαινική-Ολιγοκαινική τότε και η δεύτερη φάση πτυχώσεων είναι της ίδια ηλικίας.

Η τρίτη φάση πτυχώσεων έχει πτυχές ανοιχτές, διεύθυνσης αξόνων ΒΔ-ΝΑ (συνήθως 120°) που επαναπτυχώνουν τις προγενέστερες πτυχές. Η ηλικία της τρίτης φάσης πιστεύεται ότι είναι Ολιγοκαινική, και με αυτή μάλλον συνδέεται η μεγάλη εφφιπευτική κίνηση της «ενότητας του Σιδηρόνερου», που αναφέρθηκε παραπάνω, πάνω στην «ενότητα του Παγγαίου», η τεκτονική επαφή των οποίων συμπίπτει γενικά με την αξονική διεύθυνση της τρίτης φάσης.

Οι φάσεις πτυχώσεων που περιγράφηκαν, επιβαβαιώνουν την άποψη ότι η Μάζα της Ροδόπης επηρεάστηκε από τις Αλπικές παραμορφώσεις, ανεξάρτητα από την ηλικία των μεταμορφωμένων πετρωμάτων της, άποψη που σήμερα έχει πλέον εδραιωθεί (Μουντράκης, 2010).

2.3.ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Με βάση τους γεωλογικούς σχηματισμούς που δομούν την περιοχή (Σχήμα 6) και αναφέρθηκαν, ακολουθεί περιγραφή της υδρογεωλογικής τους συμπεριφοράς (Μελέτη Δ.Π.Θ 1998, Πανίλας, 1998):

➤ Μεταμορφωμένα πετρώματα (εκτός Μαρμάρων)

Τα μεταμορφωμένα πετρώματα δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον από υδρογεωλογικής πλευράς, αφού είναι μικρής υδροπερατότητας. Υδροφόροι αναπτύσσονται, κυρίως, μόνο στο επιφανειακό αποσαθρωμένο ή χαλαρωμένο από ρωγμές τμήμα τους, το οποίο όμως δεν παρουσιάζει ούτε μεγάλο πάχος, ούτε συνεχή ανάπτυξη, ώστε να μπορεί να προκαλέσει ενδιαφέρον για ευρύτερη συστηματική εκμετάλλευση.

Στα τμήματα της περιοχής όπου εμφανίζονται σχιστόλιθοι και γνεύσιοι, η απορροή των νερών της βροχής είναι μεγάλη και η κατείσδυση μικρή.

Εκδηλώσεις της υδροφορίας αυτής είναι το πλήθος των πηγών, μικρής γενικά παροχής, που εμφανίζονται σε διάφορα ύψη των κλιτύων ή στις βάσεις τους και οι οποίες αποστραγγίζουν το ασυνεχές αυτό χαλαρό τμήμα των αδιαπέρατων σχηματισμών. Ο μεγάλος αριθμός εμφάνισης των πηγών και η διασπορά τους σε διάφορα υψόμετρα είναι χαρακτηριστικό της απουσίας ενιαίας

υπόγειας αποστράγγισης, γεγονός που θα επέτρεπε τη σύγκλιση των υδάτων προς αξιόλογες υπόγειες υδροαποθεματικές ζώνες.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν μόνο στη λεκάνη του Νέστου, όπου από τις διάσπαρτες πηγές που φιλοξενούν, μαζί με ελάχιστες γεωτρήσεις, υδροδοτούν τους οικισμούς που βρίσκονται στη περιοχή της λεκάνης.

➤ Μάρμαρα

Τα μάρμαρα μπορούν να φιλοξενήσουν σημαντικές ποσότητες υπόγειων νερών, ένα μέρος των οποίων χρησιμοποιείται σήμερα για διάφορες χρήσεις και καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των υδρευτικών αναγκών του Νομού.

Τα μάρμαρα του νομού παρουσιάζονται κατακερματισμένα και καρστικοποιημένα με μεγάλο συντελεστή κατείσδυσης.

Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει η υδροφορία των μαρμάρων της Λεκάνης της Δράμας για τους παρακάτω λόγους:

A) προς αυτήν εκφορτίζονται μέσω των μαρμάρων, τα νερά της λεκάνης του Νευροκοπίου και πιθανώς νερά της λεκάνης του Νέστου. Αυτό γίνεται, λόγω της υψομετρικής διαφοράς μεταξύ των λεκανών και επειδή τα μάρμαρα τους χαρακτηρίζονται από πλήθος ασυνεχειών και ρηγμάτων. Συνεπώς, στη λεκάνη της Δράμας προκαλείται εκφόρτιση πολύ μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού, από αυτές που μπορούν τα μάρμαρα της ίδιας λεκάνης να αποθηκεύσουν.

B) η ύπαρξη εκτεταμένου πεδινού τμήματος, το οποίο εντοπίζεται στα κράσπεδα της ορεινής ζώνης και αποτελείται από κοκκώδη υλικά, προκαλεί ευνοϊκές συνθήκες εκδήλωσης της υδροφορίας των μαρμάρων, ενώ παράλληλα πραγματοποιείται υπόγεια πλευρική τροφοδοσία προς τους υδροφορείς των προσχώσεων ή των άλλων ιζηματογενών σχηματισμών του κάμπου. Οι πηγές που εκφορτίζουν στα κράσπεδα της ορεινής ζώνης είναι η πηγή του Μααρά, της Αγίας Βαρβάρας –Δράμας, του Μυλοποτάμου, της Βοϊράνης κ.α..

Στη Λεκάνη του Νέστου τα χαρακτηριστικά των μαρμάρων αποτελούν συνέχεια των μαρμάρων των ορέων της Λεκάνης και του Φαλακρού όρους. Η υδροφορία τους όμως, εκδηλώνεται προς τα νότια, είτε σε περιοχές του νομού Ξάνθης (πηγές Τοξοτών και Παραδείσου), είτε στη Λεκάνη της Δράμας, εξυπηρετώντας έτσι τις ανάγκες ύδρευσης μεγάλου μέρους των τριών νομών (Δράμας-Καβάλας-Ξάνθης).

Όσο αφορά τη καρστική υδροφορία της Λεκάνης του Νευροκοπίου, παρόλο που αυτή είναι σημαντική, λόγω της έντονης καρστικοποίησης των μαρμάρων του Ορβήλου και του Φαλακρού όρους, εκδηλώνεται εκτός της λεκάνης του Νευροκοπίου, στη λεκάνη της Δράμας (πηγή Μααρά, Άγγιστρου).

➤ Πυριγενή

Η υδροφορία στους σχηματισμούς αυτούς εμφανίζεται κυρίως στον αποσαθρωμένο μανδύα, ο οποίος εντοπίζεται σχεδόν σε όλη την έκταση των γρανιτών, με πολύ μικρό όμως δυναμικό. Οι πηγές που εντοπίζονται στους γρανίτες, είναι μεν συνεχούς ροής αλλά έχουν μικρή παροχή. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι η πηγή Κρυονέρι και οι πηγές Σερμίτσας στη λεκάνη Νευροκοπίου.

Γενικό χαρακτηριστικό των πετρωμάτων αυτών και ιδιαίτερα των ηφαιστιακών, είναι η εμφάνιση πολλών πηγών μικρής παροχής, που εμφανίζονται κυρίως κατά την υγρή περίοδο.

➤ Νεογενή Ιζήματα

Τα νεογενή ιζήματα, τα οποία καταλαμβάνουν πολύ μικρή έκταση στο νομό και εντοπίζονται σχεδόν αποκλειστικά στη λεκάνη της Δράμας (Δοξάτο, Αδριανή, Χωριστή, Καλλίφυτο, Ξηροπόταμο, Προσοτσάνη, Κοκκινόγεια, Αργυρούπολη, Σιταγροί και Βοιράνη), φιλοξενούν σε εκλεκτικές ζώνες (στους ψαμμίτες και στα κροκαλοπαγή) μικρού έως μέσου δυναμικού υδροφόρα στρώματα. Τα υδροφόρα αυτά στρώματα περιορίζονται τόσο σε βάθος όσο και σε έκταση. Έτσι, η οποιαδήποτε υδροφορία αναπτύσσεται εκεί οφείλεται συνήθως στην πλευρική υδραυλική

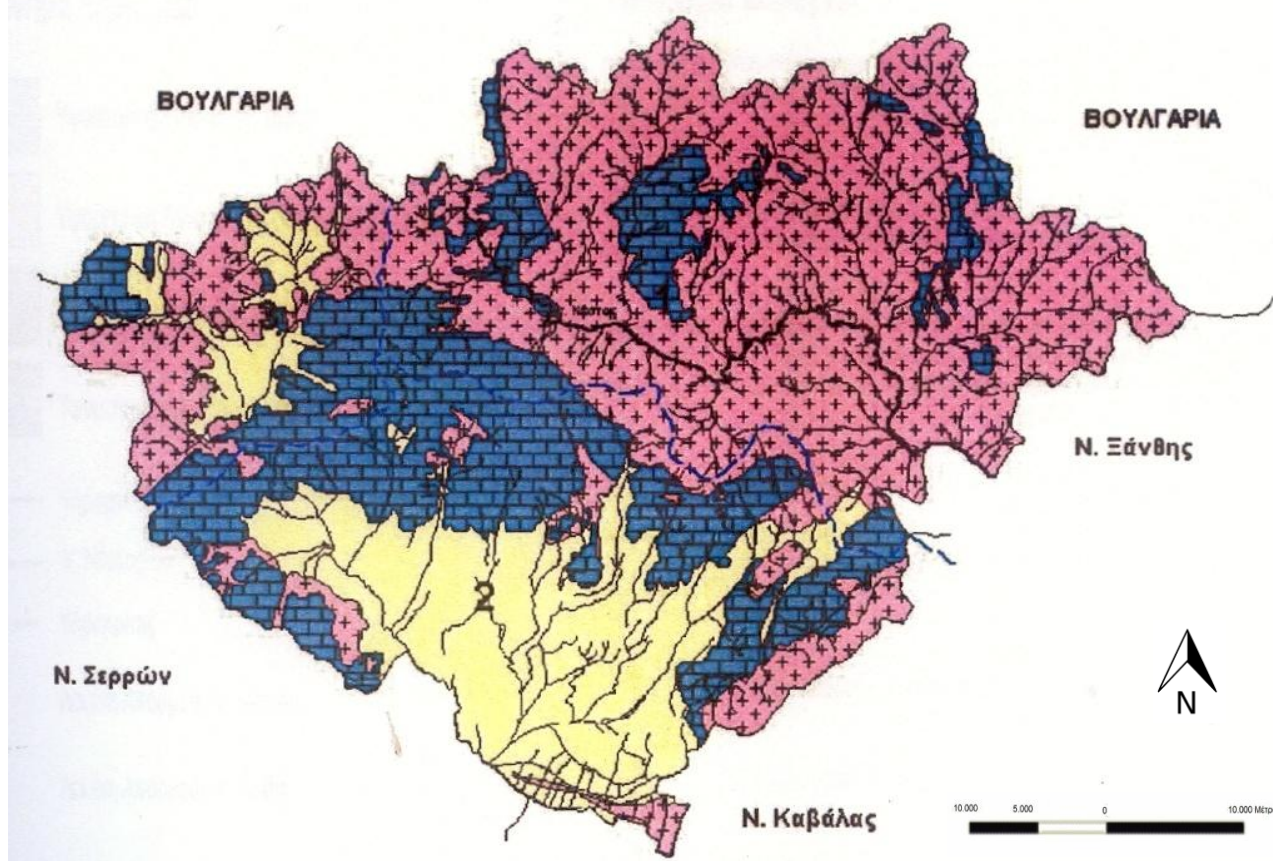
επικοινωνία με την καρστική υδροφορία. Αρκετές πηγές, που εκδηλώνονται στους σχηματισμούς αυτούς, με επικεφαλής τις πηγές του Μυλοποτάμου, δεν είναι τίποτα άλλο παρά μια εκδήλωση της καρστικής υδροφορίας, μέσα απο εκλεκτικές διαδρομές στα κροκαλοπαγή, σε μια σημαντική απόσταση απο τα μάρμαρα.

➤ Τεταρτογενείς αποθέσεις

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις βρίσκονται στο πεδινό τμήμα της λεκάνης της Δράμας, όπου καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση, καθώς επίσης και στο αντίστοιχο πεδινό τμήμα της λεκάνης του Νευροκοπίου. Η υδροφορία αναπτύσσεται στους κοκκώδεις σχηματισμούς (άμμους κ.λ.π). Γενικά, αναπτύσσεται ένας ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας, ο οποίος νότια μεταπίπτει σε επάλληλους υπό πίεση ορίζοντες. Τα υδροφόρα στρώματα στο κεντρικό τμήμα της πεδιάδας αποελούνται απο λεπτόκοκκα υλικά με αργλικές ενστρώσεις (Πανίλας, 1995). Προς τα περιθώρια, παρατηρείται μια αύξηση τόσο της κοκκομετρίας των υλικών, αλλά και του πάχους των αμμώδων αποθέσεων, με αποτέλεσμα την παρουσία σημαντικών παροχών. Η τροφοδοσία τους εξασφαλίζεται κατα κύριο λόγο, απο βροχοπτώσεις που πέφτουν στο ανάπτυγμα του κάμπου. Ακόμα, δευτερογενώς εξασφαλίζεται απο τις διηθήσεις των ποταμών και των χειμάρρων και τις πλευρικές μεταγίσεις των καρστικών νερών, δια μέσου των νεογενών σχηματισμών των κρασπέδων, στις περιοχές που υπάρχει ευνοϊκή δομή.

Στη λεκάνη του Νευροκοπίου, τα υλικά αυτά φιλοξενούν, κατα θέσεις, σημαντική υδροφορία, σε επάλληλους υπο πίεση ορίζοντες. Η τροφοδοσία τους εξασφαλίζεται, από την κατείσδυση των νερών της βροχής που πέφτει στο ανάπτυγμα τους, απο τη διήθηση των νερών των χειμάρρων, καθώς και απο τις πλευρικές μεταγίσεις, στις περιοχές όπου έρχονται σε πλευρική επαφή με τα μάρμαρα.

Υδρολιθολογικός Χάρτης



Σχήμα 6: Υδρολιθολογικός χάρτης Ν.Δράμας

ΥΠΟΜΗΝΑ ΧΑΡΤΗ



Ζώνες παλαιών κορημάτων. Σύγχρονες και παλαιότερες αποθέσεις πεδινής ζώνης. Περατότητα από καλή ως υψηλή. Ζώνες έντονων διηθήσεων στα ανάντη τμήματα. Ανάπτυξη πλούσιων ως μέσου δυναμικού υδροφόρων οριζόντων.



Μάρμαρα. Σημαντική καρστική υδροφορία. Υψηλοί συντελεστές κατείσδυσης. Κύρια εκφόρτιση από ένα μεγάλο αριθμό πηγών στα χαμηλότερα κυρίως σημεία του μαρμάρου.



Σχιστόλιθοι, γνεύσιοι, γρανίτες, ηφαιστιακά. Αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Ελάχιστες (προς ΝΔ) παρεμβολές ιζηματογενών πετρωμάτων. Αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Τοπικές μικρές περιορισμένες υδροφορίες σε αποσαθρωμένους επιφανειακούς μανδύες ή κερματισμένες ζώνες



Υδρογραφικό δίκτυο



Ποταμός Νέστος



Υδροκρίτης

1

Λεκάνη Απορροής π. Νέστου

2

Λεκάνη Απορροής π. Αγγίτη

3

Λεκάνη Απορροής Νευροκοπίου

Πηγή: Γεωλογικός χάρτης Ροδοπικής Μάζας Δημάδη Ε., Ζάχου Σ. 1986

3.1 ΥΔΡΕΥΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ

Η παρουσία οικισμών και της πόλεως της Δράμας στα κράσπεδα της ορεινής ζώνης ή κοντά σε αυτή δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την ύδρευση. Υπεύθυνη ύδρευσης του Δήμου Δράμας είναι η Δημοτική Επιχείριση Ύδρευσης- Αποχέτευσης Δράμας (Δ.Ε.Υ.Α.Δ).

Η ύδρευση της Δράμας μελετήθηκε αρχικά το 1975, οπότε και κατασκευάστηκαν το κεντρικό αντλιοστάσιο της πόλης και οι γεωτρήσεις στην ανατολική πλευρά της πόλης.

Η τότε μελέτη εκπονήθηκε με στόχο να εκπληρώσει τις ανάγκες ύδρευσης για ένα χρονικό ορίζοντα 25 ετών, αναφορικά με τις δεξαμενές 50 ετών για το δίκτυο.

3.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

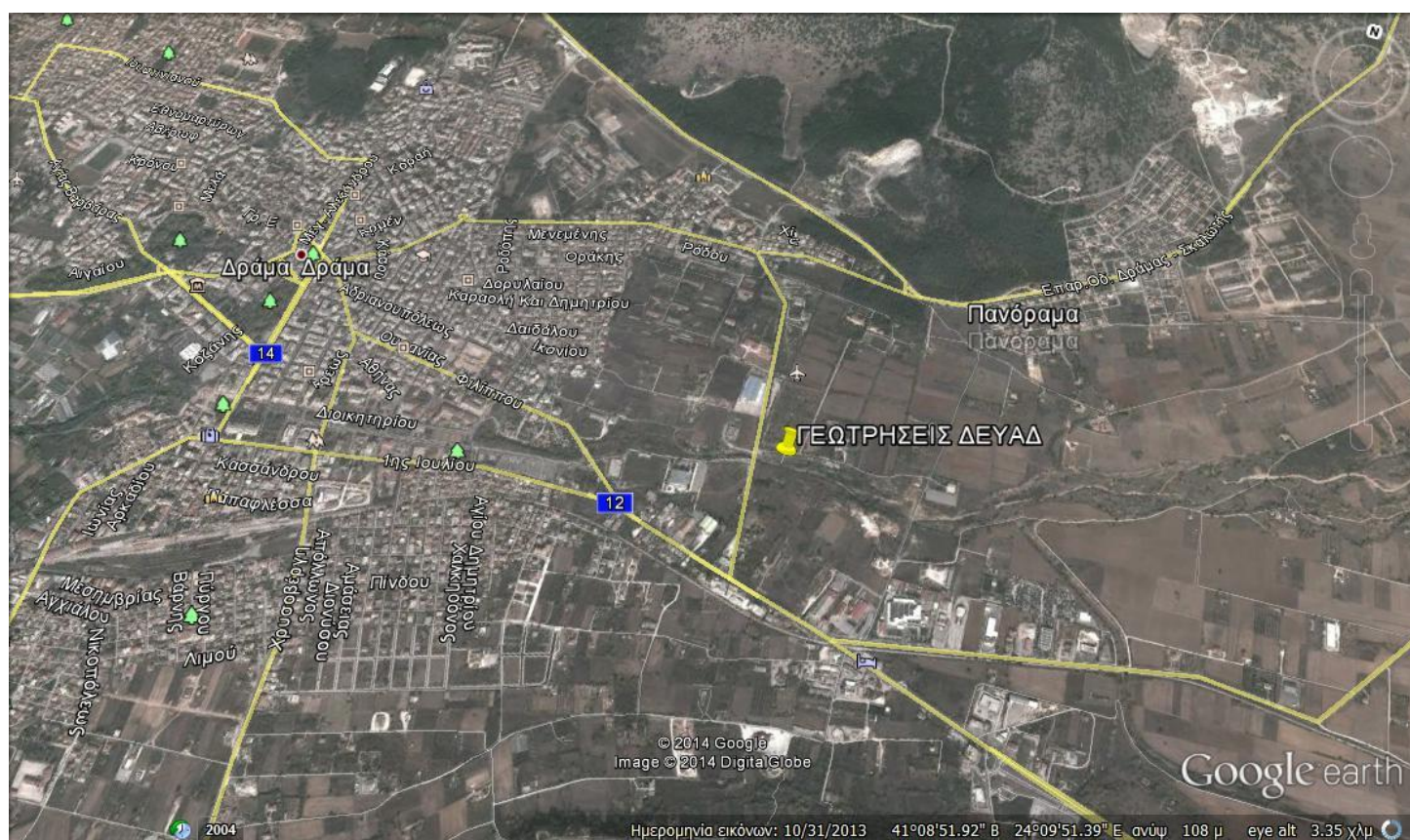
Η υδροληψία για την πόλη της Δράμας (έδρα του ομώνυμου δήμου), πραγματοποιείται με τέσσερις γεωτρήσεις που αντλούν από μια υδροφορία η οποία είναι κατάληξη του τεράστιου καρστικού όγκου του όρους Φαλακρού. Οι γεωτρήσεις αυτές βρίσκονται περίπου 600 m νότια του Καπνολογικού Ινστιτούτου Δράμας (σε υψόμετρο +108 m) (Σχήμα 7), με βάθος σωληνώσεως περίπου 175 m, βάθος αντλήσεως 17-18m η κάθε μία, η ελεύθερη στάθμη βρίσκεται περίπου στα 12m και η συνολική παροχή είναι 1800 m³/h (Πίνακας 2).

Λόγω της ύπαρξης Χ.Α.Δ.Α. παρά του χειμάρου Καλλιφύτου, ο οποίος διέρχεται κοντά απο τη περιοχή των γεωτρήσεων, οι γεωτρήσεις αυτές είναι μονωμένες σε βάθος 80 m, προκειμένου να εξασφαλιστεί η προστασία του υδροφορέα απο τα επιφανειακά νερά. (Τμήμα Αξιολόγησης Έργων και Υδροοικονομίας της Δ.Ε.Β.Ν.Α. Δράμας).

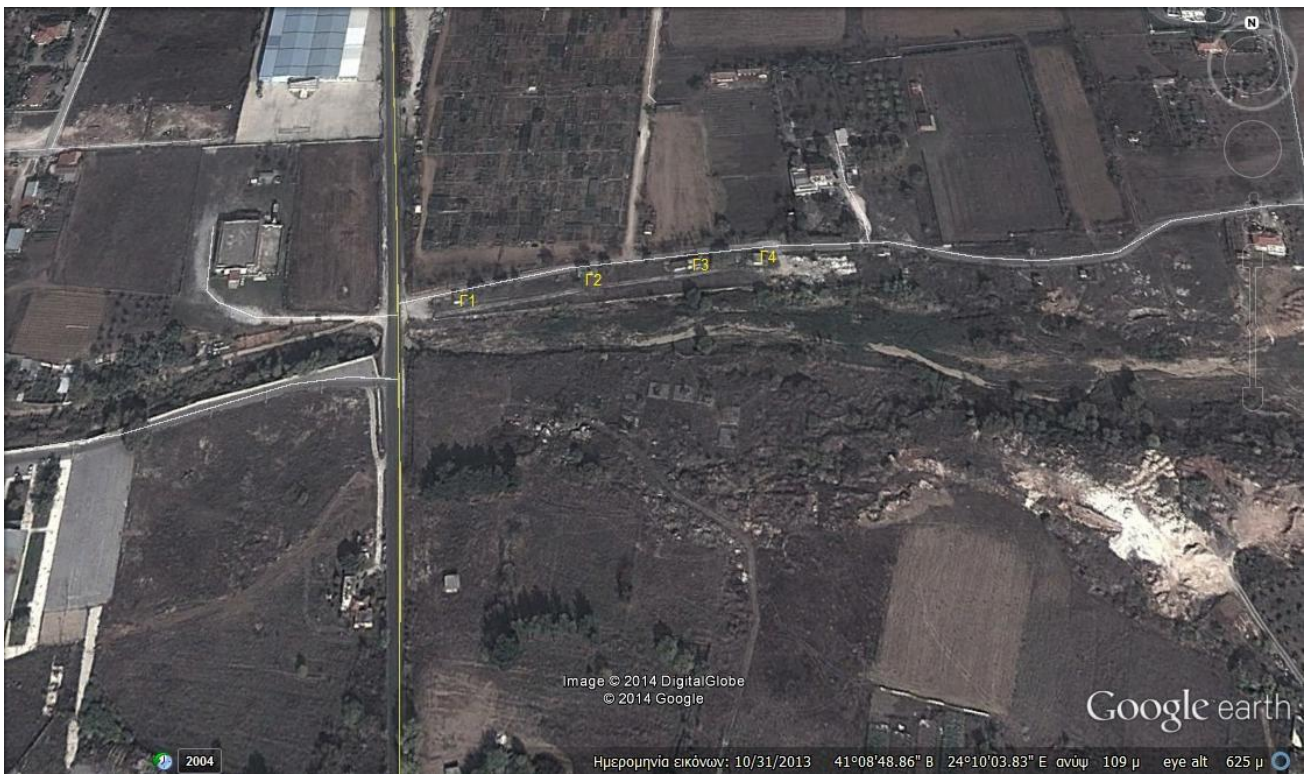
Πίνακας 2: Στοιχεία γεωτρήσεων Δ.Ε.Υ.Α.Δ

Γεώτρηση	Παροχή (m ³ /h)	Λειτουργία (h/ day)
Γ1	550	23-24
Γ2	550	23-24
Γ3	500	εφεδρική
Γ4	230	Εφεδρική

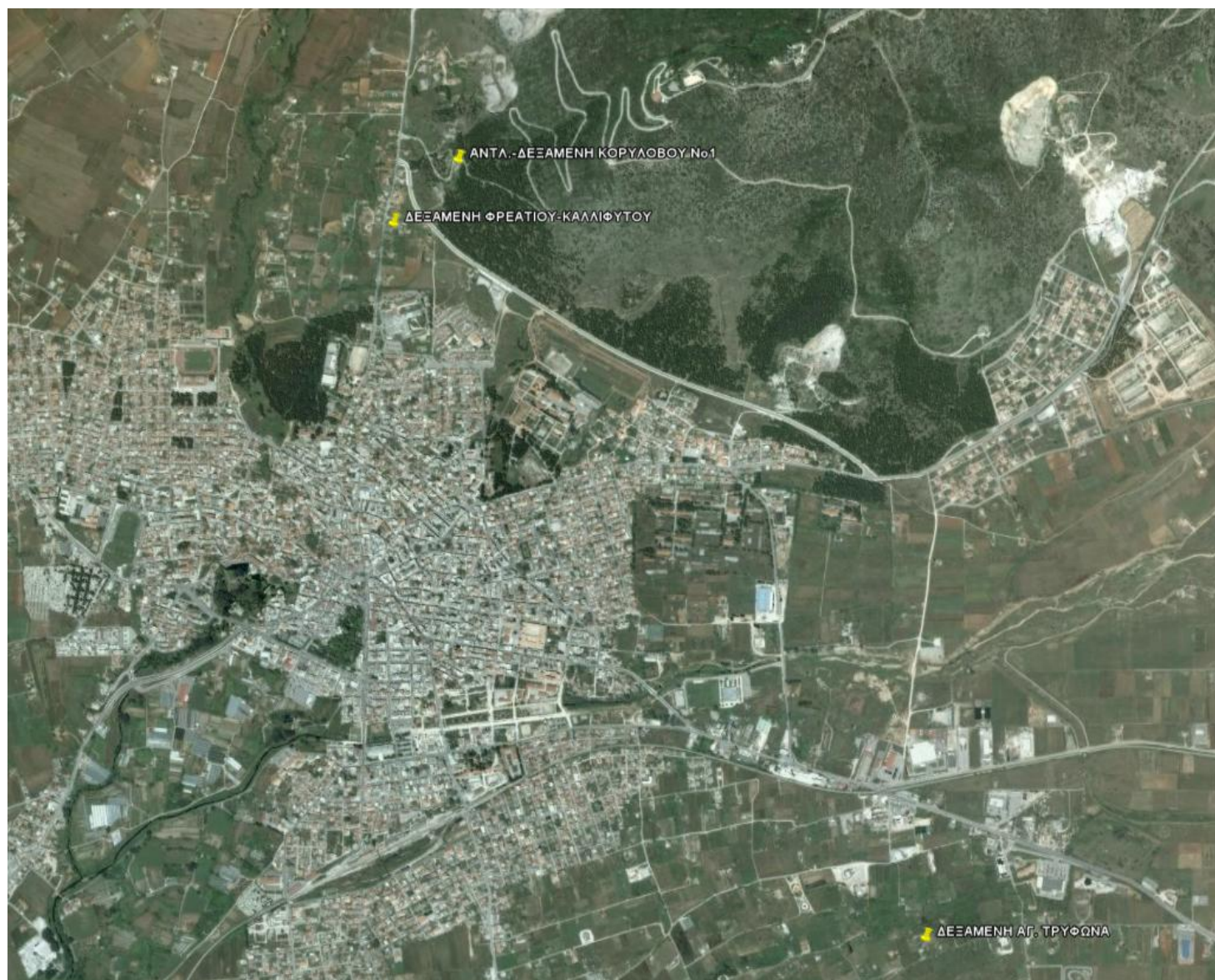
Οι αποστάσεις των γεωτρήσεων από τη δεξαμενή είναι 600-7000 m (Σχήμα 9). Από τις γεωτρήσεις το νερό μεταφέρεται, με άντληση, με δύο καταθλιπτικούς αγωγούς, μήκους 570m και διαμέτρου 350mm, στη δεξαμενή αντλήσεως, πλησίον του Κεντρικού Αντλιοστασίου, όπου πραγματοποιείται η πρώτη χλωρίωση.



Σχήμα 7: Γενική θέση των γεωτρήσεων (Google earth)



Σχήμα 8: Θέσεις των Γεωτρήσεων



Σχήμα 9: Θέση δεξαμενών υδροδότησης (Google earth)

Σύμφωνα με τη Μελέτη Δ.Π.Θ. (2001), με βάση στοιχεία του Δήμου, καταμετρείται κατανάλωση, για όλες τις χρήσεις, περίπου $2.500.000 \text{ m}^3$ / έτος. Η κατανάλωση αυτή αντιστοιχεί σε 177 λίτρα την ημέρα ανά κάτοικο, μαζί με τις ανάγκες για τους λαχανόκηπους. Η τιμή αυτή δηλώνει (σύμφωνα με τη μελέτη) επάρκεια για τις ανάγκες των κατοίκων.

Ακόμα, σύμφωνα με πληροφορίες της Δ.Ε.Υ.Α.Δ., διατίθενται συνολικά κάθε έτος $8.500.000 \text{ m}^3$ νερού (παραγόμενα), που αντιστοιχούν σε $>500 \text{ lt/ κάτοικο την ημέρα}$. Έτσι υπάρχει σαφώς επάρκεια νερού, ακόμη και κατά τους θερινούς μήνες.

4.1.ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Η ποιότητα του νερού ύδρευσης αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα που καθορίζει την επάρκεια του. Αυτό συμβαίνει εξ' αιτίας της πληθώρας των πηγών ρύπανσης, που υπάρχουν ή δημιουργούνται και οι οποίες μπορούν, ανα πάσα στιγμή, να καταστήσουν μεγάλες ποσότητες ύδατος ακατάλληλες για κατανάλωση. Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου και η εκμηχάνιση της γεωργίας συμβάλλουν στη κατεύθυνση αυτή, προκαλώντας μεταβολές στη ποιότητα των διαθέσιμων νερών (Βουδούρης, 2009)

Οι κυριότεροι παράμετροι των υπόγειων νερών είναι:

- Οι **φυσικές** (θολότητα, θερμοκρασία, χρώμα, οσμή, ραδιενέργεια)
- Οι **χημικές** (pH,αγωγιμότητα ,σκληρότητα, αλκαλικότητα, δυναμικό οξειδοαναγωγής)

Κύρια ιόντα: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-

Δευτερεύοντα ιόντα: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , NH_4^+ , F^- , CO_3^{2-} , Al^{3+} κ.ά.

Βαρέα μέταλλα: Pb, Cr, Hg, As, Cd κ.ά.

Θρεπτικές ενώσεις του N, P

Πρωτεΐνες, οργανικές ενώσεις, Αέρια (O_2 , N_2 , H_2S , NH_3 , CH_4)

Επιπλέον, η ποιότητα των υπόγειων νερών επηρεάζεται από την αρχική σύσταση των κατακρημνισμάτων, τη λιθολογική σύσταση του υδροφορέα μέσα στην οποία φιλοξενείται και από τα πετρώματα μέσα από τα οποία έχει διέρθει.

Στη παρούσα εργασία γίνεται σχολιασμός των χημικών αναλύσεων και περιγράφονται αναλυτικά οι παράμετροι της έκθεσης των χημικών αναλύσεων που μας παρείχε η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Δράμας (Δ.Ε.Υ.Α.Δ.).

Η κατασκευή υδροχημικών διαγραμμάτων παρουσίασης χημικών αναλύσεων, όπως είναι τα γνωστά τριγωνικά διαγράμματα PIPER και DUROV είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί στη προκειμένη περίπτωση, αφού τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για τη κατασκευή αυτών δεν είναι γνωστά από τα αποτελέσματα χημικής εξέτασης των υδάτων των γεωτρήσεων του δήμου Δράμας.

► Ολική σκληρότητα

Η σκληρότητα του νερού προέρχεται από την παρουσία στο υπόγειο νερό διαλυμένων μεταλλικών κατιόντων, από τα οποία τα πιο συνηθισμένα είναι το ασβέστιο και το μαγνήσιο. Η παρουσία τους βέβαια, οφείλεται στη διάλυση αντίστοιχων αλάτων ασβεστίου ή μαγνησίου, που υπάρχουν είτε στο έδαφος, είτε στα πετρώματα. Η ολική σκληρότητα εκφράζεται σε ισοδύναμο CaCO_3 σε mg/l και είναι αυτή που συνήθως χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό του νερού ως σκληρό ή μαλακό (Βουδούρης, 2009).

Η ακαταλληλότητα ή όχι του νερού, για οικιακή χρήση ή γενικά για ύδρευση, κυμαίνεται σε ορισμένα όρια. Αυτό συμβαίνει γιατί ο χαρακτηρισμός της σκληρότητας του νερού είναι σχετικός και διαφέρει από χώρα σε χώρα, καθώς και μέσα στην ίδια τη χώρα. Οι απόψεις των διαφόρων επιστημόνων είναι αντικρουόμενες, όσον αφορά σε θέματα υγείας, σε σχέση με τη σκληρότητα. Νερό μέχρι και 500 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμο, αλλά πιο καλές τιμές είναι μεταξύ 80 - 150 (Πίνακας 3).

Πίνακας 3.: Χαρακτηρισμός νερών ανάλογα με το βαθμό σκληρότητας (www.eyath.gr)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΝΕΡΟΥ	ΓΑΛΛΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ	ΓΕΡΜΑΝΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ	$\text{mg/CaCO}_3/\text{lt}$
ΠΟΛΥ ΜΑΛΑΚΑ ΝΕΡΑ	0-7,6	0-4	0-71,6
ΜΑΛΑΚΑ	7,6-14,32	4-8	71,6-143,2
ΗΜΙΣΚΛΗΡΑ	14,32-21,48	8-12	143,2-214,8
ΣΧΕΤΙΚΑ ΣΚΛΗΡΑ	21,48-32,22	12-18	214,8-322,2
ΣΚΛΗΡΑ	32,22-53,70	18-30	322,2-537,0
ΠΟΛΥ ΣΚΛΗΡΑ	>53,70	>30	>537,0

Η αποσκλήρυνση του νερού γίνεται με χημικές διαδικασίες (ιζηματογένεση), με αντίστροφη όσμωση, ηλεκτροδιάλυση, καθώς και με χρήση ιοντοανταλλακτών (ρητίνες ή ζεόλιθοι).

Από τις μετρήσεις της σκληρότητας στο ήδη χλωριωμένο σε δεξαμενές νερό των γεωτρήσεων (Πίνακας 4, Πίνακας 5), της περιοχής της Δράμας, το νερό είναι καλό για πόση. Πιο συγκεκριμένα στις χημικές αναλύσεις του έτους 2012 και 2013, η σκληρότητα κυμαίνεται στα όρια 214,8- 322,2 $\text{CaCO}_3 \text{ mg/Lt}$, που σύμφωνα με το παραπάνω πίνακα το νερό χαρακτηρίζεται σχετικά σκληρό.

► Αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα αποτελεί σπουδαία υδροχημική παράμετρο. Πρόκειται για το αντίστροφο της ηλεκτρικής αντίστασης και εκφράζεται σε $\mu\text{S/cm}$. Με την αύξηση της περιεκτικότητας των διαλυμένων στερεών και της θερμοκρασίας, έχουμε και αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Στις συνήθεις περιπτώσεις των υπόγειων νερών παίρνει τιμές από 140 $\mu\text{S/cm}$ έως 1100 $\mu\text{S/cm}$. Τα ελαφριά νερά έχουν τιμές αγωγιμότητας που κυμαίνονται έως 400 $\mu\text{S/cm}$, ενώ τα βαριά νερά έχουν τιμές πάνω από 900 $\mu\text{S/cm}$ (Σούλιος, 2006).

Μια παράμετρος η οποία συνδέεται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι το σύνολο των διαλυμένων στερεών (TDS), η οποία εκφράζεται σε mg/Lt . Ουσιαστικά εξαρτάται από τη διαλυτότητα των σχηματισμών μέσα στους οποίους είναι αποταμιευμένο το υπόγειο νερό ή διαρέονται από αυτό (Σούλιος, 2006). Η παρουσία των αλάτων στο υπόγειο νερό σχετίζεται άμεσα με το είδος των πετρωμάτων, μέσα στα οποία αυτό κινείται, το χρόνο παραμονής του και την ταχύτητα ροής (Βουδούρης, 2009). Έτσι με βάση παρατηρήσεις σε γρανιτικούς σχηματισμούς αναμένουμε χαμηλές τιμές TDS (200-300 mg/Lt), ενώ σε ιζηματογενείς, εκτός από τις περιπτώσεις υφάλμυρων υδροφορέων, μπορεί να συναντήσουμε τιμές TDS έως 1200 mg/Lt . (Κάκλής, 2011).

Η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας οφείλεται σε ρύπανση από ανόργανα λιπάσματα ή από διείσδυση θαλασσινού νερού. Η αυξημένη αγωγιμότητα είναι δυνατόν να δημιουργήσει προβλήματα

υγείας ανάλογα με τη φύση και τη συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων. Αντίστροφη όσμωση, ιοντοαλλαγή και χημική ιζηματοποίηση είναι ενέργειες αποκατάστασης.

Η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο ήδη χλωριωμένο νερό των γεωτρήσεων της περιοχής της Δράμας, ξεπερνά το ενδεικτικό επίπεδο για πόση ($400\mu\text{S}/\text{cm}$). Πιο συγκεκριμένα στις χημικές αναλύσεις του έτους 2012 και 2013 (Πίνακας 4, Πίνακας 5), φτάνει μέχρι και $466\mu\text{S}/\text{cm}$ στους 25°C , τιμή που οφείλεται στην αυξημένη χρήση λιπασμάτων.

► Νιτρικά, N (NO_2^- , NO_3^- και NH_4^+)

Τα νιτρικά ιόντα είναι δείκτες, ειδικά σε περιοχές με έντονη αγροτική δραστηριότητα, για τη ρύπανση των υπόγειων υδροφόρων οριζόντων από λιπάσματα. Η κύρια πηγή προέλευσης τους είναι η ατμόσφαιρα, τα υπολείμματα χλωρίδας, τα νιτρώδη λιπάσματα και περιττώματα (Καλλέργης, 2000). Ουσιαστικά πρόκειται για το τελικό προϊόν της φυσικής αποσύνθεσης οργανικών αζωτούχων ενώσεων, όπως φυτικής και ζωϊκής πρωτεΐνης. Μπορεί δηλαδή, να προέρχεται από λιπάσματα ή από άλλες προηγούμενες ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η ανεξέλεγκτη χρήση οικιακών λυμάτων, η αποστράγγιση αστικών βόθρων αλλά και η διάθεση ή διαφυγή στραγγισμάτων από Χ.Υ.Τ.Α. είναι παράγοντες που επιβαρύνουν την περιεκτικότητα των νιτρικών ιόντων στο υπόγειο νερό (Κακλής, 2011).

Το επιθυμητό όριο συγκέντρωσης νιτρικών στο πόσιμο νερό είναι $25\text{ mg}/\text{lt}$, και το ανώτατο $50\text{mg}/\text{lt}$.

Η αυξημένη περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα έχει βλαβερές συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου. Τα νιτρικά ιόντα κατηγορούνται για τη πρόκληση διαφόρων μορφών καρκινογένεσης και για την ασθένεια των «μπλε παιδιών».

Η απονίτρωση ή αζωτοποίηση είναι διεργασία που προκαλεί την απομάκρυνση της νιτρικής ρίζας, αρχικά με την αναγωγή του NO_3^- αρχικά σε N_2O και στη συνέχεια σε N_2 . Επειδή, η νιτρική ρίζα

είναι ισχυρή σε οξειδωτικό περιβάλλον, η ανάπτυξη ενός ισχυρά αναγωγικού περιβάλλοντος ευνοεί την απονίτρωση (Κακλής, 2011).

Στις χημικές αναλύσεις (2012-2013) του ήδη χλωριωμένου νερού των γεωτρήσεων της περιοχής της Δράμας (Πίνακας 4, Πίνακας 5), οι τιμές των νιτρικών ιόντων ήταν πολύ χαμηλές 4,254- 7,745. Επομένως, η περιεκτικότητα σε νιτρικά είναι πολύ μικρότερη από το επιθυμητό όριο και δεν ελοχεύει κανένας κίνδυνος.

► Θειϊκά SO₄

Η κύρια προέλευση των θειϊκών ανιόντων είναι η διάλυση της γύψου και του ανυδρίτη, η χρήση θειϊκών λιπασμάτων και η οξείδωση θειούχων ενώσεων που εμφανίζονται σε αργιλικά πετρώματα.

Σε μεγάλες περιεκτικότητες θειϊκών ανιόντων το νερό δρα ως καθαρτικό. Επιπλέον, προσδίδουν στο νερό χαρακτηριστικά δυσάρεστη οσμή και γεύση. Περιεκτικότητα μεγαλύτερη από 250mg/lit σε θειϊκά ιόντα καθιστά τη χρήση των νερών προβληματική τόσο για πόση, διότι προκαλούνται γαστρεντερικές διαταραχές και ερεθίζεται το αναπνευστικό σύστημα όσο και βιομηχανική χρήση, αφού παρατηρούνται φαινόμενα διάβρωσης σε αγωγούς (Βουδούρης, 2009).

Η απομάκρυνση των θειϊκών ανιόντων επιτυγχάνεται με αερισμό, ιονροεναλλαγή, οξείδωση με χλώριο, αντίστροφη όσμωση ή ιζηματοποίηση με υδροξείδιο του ασβεστίου.

Η περιεκτικότητα σε θειϊκά ιόντα στο ήδη χλωριωμένο νερό της περιοχής της Δράμας είναι χαμηλή (Πίνακας 6, Πίνακας 7, Πίνακας 8). Οι τιμές τους κυμαίνονται μεταξύ 6,84 -11,3.

► Ιόντα Χλωρίου (Cl⁻)

Τα ιόντα Cl⁻ έχουν ως κύρια πηγή προέλευσης τα ιζηματογενή πετρώματα και κυρίως τους εβαπορίτες. Ως δευτερεύουσα πηγή είναι τα μαγματικά πετρώματα. Χλώριο μπορεί να προέλθει και από τις θερμές πηγές καθώς και από τη δειύσδυση της θάλασσας. Σε βιομηχανικές περιοχές η

αύξηση του Cl⁻ προέρχεται από τη καύση των πλαστικών και τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια (Βουδούρης, 2009).

Το χλώριο χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων (Cook & Herczeg 1998, Ting et al. Σούλιος, 2006). Οι συνήθεις τιμές της συγκέντρωσης των ιόντων Cl⁻ είναι κάτω από 10mg/lit στις υγρές περιοχές, ενώ στις ξηρές περιοχές μπορεί να ανέλθει ή και να ξεπεράσει τα 1000mg/lit (Καλλέργης 2000, Σούλιος 2006).

Το επιθυμητό όριο συγκέντρωσης των χλωριόντων στο πόσιμο νερό είναι 25 mg/lit και το ανώτατο 250 mg/lit. Σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν στο πόσιμο νερό γλυφή γεύση.

Στις χημικές αναλύσεις του ήδη χλωριωμένου νερού, η ποσότητα σε χλωριούχα είναι μικρή σε σύγκριση με το επιθυμητό όριο και κυμαίνεται από 5,3-11,1, για τα έτη 2012-2013(Πίνακας 6, Πίνακας 7, Πίνακας 8).

► **Ιόντα Νατρίου (Na⁺)**

Τα ιόντα νατρίου προέρχονται από τους νατριούχους αστρίους (αλβίτη), τα αργιλικά ορυκτά, τους εβαπορίτες όπως αλίτης (NaCl) και μιραβιλίτης (Na₂SO₄·10H₂O) καθώς και από βιομηχανικά απόβλητα (Καλλέργης, 2000). Οι συγκεντρώσεις των ιόντων νατρίου παίρνουν τιμές μικρότερες από 200mg/lit. Οι συνήθεις τιμές είναι έως 50 mg/lit ενώ σε περιπτώσεις ανθρωπογενούς επίδρασης αλλά και υφαλμύρινσης είναι μεγαλύτερες (Σούλιος, 2006). Γενικά υψηλές τιμές στις συγκεντρώσεις νατρίου οφείλονται σε μεγάλο χρονικό διάστημα παραμονής του υπόγειου νερού στον υδροφόρα, καθώς και στη συνδυασμένη δράση της ιοντικής ανταλλαγής και της διάλυσης του ασβεστίτη, του δολομίτη και των αργιλικών ορυκτών.

Η ποσότητα ιόντων νατρίου στο ήδη χλωριωμένο νερό της περιοχής της Δράμας είναι μικρή και οι τιμές του κυμαίνονται μεταξύ 2,91-4,3 (Πίνακας 6, Πίνακας 7, Πίνακας 8).

Πίνακας 4: Φύλλο Παρακολούθησης Πόσιμου Νερού – Έτος 2012 (Δ.Ε.Υ.Α.Δ.)

ΚΩΔ. ΔΕΓΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘC	ΧΡΩΜΑ (PCoH2)	ΦΩΛΕΡΟΤΗΤΑ (FAU)	ΟΣΜΗ	ΓΕΥΣΗ	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ @ 25 °C (μ S/cm)	ΑΜΜΟΝΙΑΚΑ (NH _4) (m g/L)	ΝΤΡΙΚΑ (NO _3) (m g/L)	ΝΤΡΩΔΗ (NO _2) (m g/L)	ΟΛΙΚΗ Σ Σ (P _2 O_5) (m g/L)	Φ ΩΣ Φ ΟΡΟ Υ ΠΟΛΛΕΜΑΤΙΚ Ο ΧΛΩΡΙΟ (m g/L)	Escherichia e Εντερόκοκκοι (6 Κολοβακτήρια/σ)			
		Αν εν μεταβολή	Αν εν μεταβολή	Αν εν μεταβολή	Αν εν μεταβολή	6,5-9,5	2500	0,5	50	0,5	100-500	5 (0,2-0,4)	0	0	0	
ΥΧΛ1_180112	11,9	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,5	340			0		0,26	0,2			
ΥΧΛ5_190112	11,5	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,6	400			0		0,97	0,1	0	0	0
ΥΧΛ5_190112	11,7	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,5	410			0,01		0,21	0,1	0	0	0
ΦΡΤ2_190112	10,9	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,6	400			0	210	0,12	0,1	0	0	0
Σ 2012						6,55	387,5			0,003	210	0,39	0,1	0	0	0
ΥΧΛ4_140212	8,8	Αποδεκτό	0,03	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,5	410	0,034	7,39	0,006	210	0,06	0,2	0	0	0
ΦΡΤ1_140212	10,3	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,5	390	M/A	7,83	0	200	0,01	0,1	0	0	0
ΦΡΤ5_210212	10,5	Αποδεκτό	0,03	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,5	410	M/A	7,39	0,005	210	0,07	0,1	0	0	0
ΦΡΤ3_210212	11,6	Αποδεκτό	0,03	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,5	410	M/A	7,83	0,026	210	1,24	0,1	0	0	0
ΑΤΡ4_140212	11,6	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,5	410	M/A	7,39	0	210	0,4	0	0	0	0
ΙΟΥΣ 2012						6,5	406	0,034	7,566	0,007	208	0,36	0,1	0	0	0
ΥΧΛ2_140312	15	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,7	420	M/A	6,96	0,018	210	1,37	0	0	0	0
ΦΡΤ2_070312	13,1	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,5	420	M/A	7,39	0	210	0,7	0,1	0	0	0
ΥΧΛ3_140312	14,9	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,7	420	M/A	7,39	0,018	210	1,34	0,1	0	0	0
ΦΡΤ5_280312	18,2	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,7	420	M/A	7,83	0,01	210	0,16	0,2	0	0	0
ΦΡΤ1_280312	17,2	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,6	410	M/A	7,39	0,007	210	0,06	0,1	0	0	0
ΑΤΡ4_140312	14,7	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,6	410	M/A	7,39	0	210	0,2	0,2	0	0	0
012						6,63	416,7	M/A	7,392	0,009	210	0,64	0,1	0	0	0
ΥΧΛ2_180412	18	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,6	410	M/A	7,08	0,01	210	0,28	0,1	0	0	0
ΥΧΛ3_230412	18,4	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,5	465	M/A	7,52	0,007	210	0,12	0,1	0	0	0
ΥΧΛ4_230412	17,8	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,69	470	M/A	7,52	0,013	210	0,07	0,1	0	0	0
ΥΧΛ5_230412	17,3	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,53	466	M/A	7,97	0,013	210	0,65	0,1	0	0	0
ΑΤΡ5_180412	17,9	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,6	410	M/A	7,52	0,007	210	0,32	0,1	0	0	0
ΑΤΡ2_180412	17,5	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,6	420	M/A	6,64	0,016	210	0,4	0	0	0	0
ΑΤΡ1_180412	17,4	Αποδεκτό	0	Αποδεκτή	Αποδεκτή	6,6	420	M/A	8,41	0,023	210	0,32	0,1	0	0	0
012						7,02	437,3	M/A	7,523	0,013	210	0,31	0,1	0	0	0

Πίνακας 5: Φύλλο Παρακολούθησης Πόσιμου Νερού – Έτος 2013(Δ.Ε.Υ.Α.Δ.)

		ΘΕΡΜΟΚΡ ΗΜΕΡΟΜΗΝΗ ΚΩΔ. ΔΕΓΜΑΤΟΣ	ΧΡΩΜΑ (PCoH)	ΦΩΛΕΡΟΤΗΤΑ (FAU)	ΟΣΜΗ	ΓΕΥΣΗ	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ @ 25 °C (μS/cm)	ΑΜΜΟΝΙΑΚΑ (NH ₄) (mg/L)	ΝΤΡΙΚΑ (NO ₃) (mg/L)	ΝΤΡΩΔΗ (NO ₂) (mg/L)	ΦΩΣΦΟΡΟΣ Σ (P ₂ O ₅) (mg/L)	ΥΠΟΛΕΒΜΑΤΙΚΟ ΧΛΩΡΙΟ (mg/L)	Escherichia	Εντερόκοκκοι	Κολοβακτήρια	
ΟΡΑ:		Αν εν μεταβολή	Αν εν μεταβολή	Αν εν μεταβολή	Αν εν μεταβολή	6,5-9,5		2500	0,5	50	0,5	100-500	5 (0,2-0,4)	0	0	0	
2/8/2013	ΦΡΤ2_02081	28,6	Αποδεκτό	0,26	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,56	460	0,021	6,96	0	230	0,05	0,1			
Μ.Ο.ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2013			Αποδεκτό				7,56	460	0,021	6,96	0	230	0,05	0,1	0	0	0
4/9/2013	ΥΧΛ5_0409	24,1	Αποδεκτό	0,22	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,95	462	0,012	2,17	0,016	231	0,07	0,1	0	0	0
4/9/2013	ΚΔΜ1_0409	24,3	Αποδεκτό	0,34	Αποδεκτή	Αποδεκτή	8,07	461	0,022	3,48	0,016	230	0,12	0,1	0	0	0
19/9/2013	ΥΧΛ1_1909	23,3		0,1			7,69	466	MA	8,26	0,023	232	0,08	0,1	0	0	0
4/9/2013	ΑΤΡ5_04091	24,8	Αποδεκτό	0,25	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,9	462	0,031	2,17	0,02	231	0,06	0,1	0	0	0
4/9/2013	ΠΑΝ1_04091	24,7	Αποδεκτό	0,33	Αποδεκτή	Αποδεκτή	8,12	460	0,019	3,48	0,016	230	0,04	0,1	0	0	0
10/9/2013	ΠΑΝ1_10091	25,5	Αποδεκτό	0,17	Αποδεκτή	Αποδεκτή	8,03	457	0,015	2,17	0,01	228	0,07	0	0	0	0
10/9/2013	ΦΡΤ1_10091	24,8	Αποδεκτό	0,16	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,91	460	0,021	2,17	0,01	230	0,08	0	0	0	0
19/9/2013	ΦΡΤ3_19091	22,1	Αποδεκτό	0,23	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,73	464	0,006	7	0,013	232	0,03	0,1	0	0	0
19/9/2013	ΦΡΤ1_19091	23,7		0,18			7,66	471	0,006	7,39	0,013	236	0,05	0,1	0	0	0
Μ.Ο.ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2013							7,9	462,6	0,017	4,254	0,015	231	0,07	0,1	0	0	0
11/10/2013	ΦΡΤ3_11101	20,5	Αποδεκτό	0,31	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,89	464	MA	9,3	0,02	232	0,04	0,1	0	0	0
25/10/2013	ΦΡΤ4_25101	17,5	Αποδεκτό	0,15	Αποδεκτή	Αποδεκτή	8,05	462	0,014	7,97	0,016	231	0,09	0,1	0	0	0
30/10/2013	ΦΡΤ5_30101	16,6	Αποδεκτό	2,52	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,83	475	0,01	MA	0,036	238	0,1	0,1	0	0	0
11/10/2013	ΥΧΛ2_1110	20,4	Αποδεκτό	0,28	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,93	464	MA	7,08	0,023	232	0,1	0,1	0	0	0
30/10/2013	ΥΧΛ3_3010	17,2	Αποδεκτό	2,67	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,82	465	0,006	4,43	0,03	232	0,01	0,1	0	0	0
11/10/2013	ΑΤΡ2_11101	20,2		0,28			7,72	465	MA	7,08	0,02	233	0,03	0,1	0	0	0
15/10/2013	ΑΤΡ5_15101	21,2	Αποδεκτό	0,26	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,7	464	MA	7,53	0,016	232	0,04	0,1	0	0	0
25/10/2013	ΑΤΡ4_25101	17,6	Αποδεκτό	0,18	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,97	463	0,03	7,97	0,016	232	0,06	0,1	0	0	0
30/10/2013	ΑΤΡ1_30101	17,7	Αποδεκτό	0,27	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,76	464	MA	5,76	0,023	232	0,09	0,1	0	0	0
Μ.Ο.ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2013					Αποδεκτή		7,85	465,1	0,015	7,14	0,022	233	0,06	0,1	0	0	0
5/11/2013	ΥΧΛ1_05111	21,2	Αποδεκτό	0,13	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,86	467	0,009	8,41	0,02	233	0,03	0,1	0	0	0
5/11/2013	ΦΡΤ3_05111	19,4	Αποδεκτό	0,28	Αποδεκτή	Αποδεκτή	7,74	465	0,005	7,08	0,02	232	0,06	0,1	0	0	0
Μ.Ο.ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2013							7,8	466	0,007	7,745	0,02	233	0,06	0,1	0	0	0

**Μέσοι όροι Φυσικοχημικών παραμέτρων σε γραμμές ύδρευσης
το έτος 2013(πηγή Δ.Ε.Υ.Α.Δ.)**

Πίνακας 6: Γραμμή Ύδρευσης 2

ΕΤΟΣ 2013				
ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ Δ.Κ. ΔΡΑΜΑΣ (Γραμμή Ύδρευσης 2)				
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΟΡΙΟ
<i>Νιτρικά</i>	Analogous to DIN 38405D	13,1	mg/l	50
<i>Νιτρώδη</i>	EN ISO 26777	<0,01	mg/l	0,5
<i>Αμμώνιο</i>	ISO 14911	<0,01	mg/l	0,5
<i>Χλωριούχα</i>	EN ISO 10304-1	10,2	mg/l	250
<i>Σίδηρος</i>	Internal Method	<0,01	mg/l	0,2
<i>Μαγγάνιο</i>	Internal Method	0,02	mg/l	0,05
<i>Θειικά</i>	EN ISO 10304-1	6,84	mg/l	250
<i>Νάτριο</i>	Ion sensitive electrode	2,91	mg/l	200
<i>Κυανιούχα άλατα</i>	EN ISO 38405	<0,01	μg/l	50
<i>Βόριο</i>	EN ISO 11885	<0,01	mg/l	1,0
<i>Φθοριούχα</i>	EN ISO 10304-1	<0,01	mg/l	1,5
<i>Κάλιο</i>	EN ISO 38406	<0,01	mg/l	12
<i>Αρσενικό</i>	Analogous to APHA 3500-As	5	μg/l	10
<i>Κάδμιο</i>	Internal Method	<1	μg/l	5
<i>Χρώμιο</i>	APHA 3500-Cr	31	μg/l	50
<i>Χαλκός</i>	Internal Method	<0,01	mg/l	2
<i>Μόλυβδος</i>	Internal Method	<1	μg/l	10
<i>Νικέλιο</i>	APHA 3500-Ni E	<1	μg/l	20

Πίνακας 7: Γραμμή Ύδρευσης 3

ΕΤΟΣ 2013				
ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ Δ.Κ. ΔΡΑΜΑΣ (Γραμμή Ύδρευσης 3)				
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΟΡΙΟ
<i>Νιτρικά</i>	Analogous to DIN 38405D	13	mg/l	50
<i>Νιτρώδη</i>	EN ISO 26777	<0,01	mg/l	0,5
<i>Αμμώνιο</i>	ISO 14911	0,03	mg/l	0,5
<i>Χλωριούχα</i>	EN ISO 10304-1	5,3	mg/l	250
<i>Σίδηρος</i>	Internal Method	0,02	mg/l	0,2
<i>Μαγγάνιο</i>	Internal Method	<0,01	mg/l	0,05
<i>Θειικά</i>	EN ISO 10304-1	11,8	mg/l	250
<i>Νάτριο</i>	Ion sensitive electrode	4,3	mg/l	200
<i>Κυανιούχα άλατα</i>	EN ISO 38405	<1	μg/l	50
<i>Βόριο</i>	EN ISO 11885	0,11	mg/l	1,0
<i>Φθοριούχα</i>	EN ISO 10304-1	<0,01	mg/l	1,5
<i>Κάλιο</i>	EN ISO 38406	0,6	mg/l	12
<i>Αρσενικό</i>	Analogous to APHA 3500-As	<1	μg/l	10
<i>Κάδμιο</i>	Internal Method	<1	μg/l	5
<i>Χρώμιο</i>	APHA 3500-Cr	<1	μg/l	50
<i>Χαλκός</i>	Internal Method	<0,01	mg/l	2
<i>Μόλυβδος</i>	Internal Method	<1	μg/l	10
<i>Νικέλιο</i>	APHA 3500-Ni E	<1	μg/l	20

Πίνακας 8: Γραμμή Ύδρευσης 4

ΕΤΟΣ 2013				
ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ Δ.Κ. ΔΡΑΜΑΣ (Γραμμή Ύδρευσης 4)				
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΤΙΜΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΟΡΙΟ
<i>Νιτρικά</i>	Analogous to DIN 38405D	11	mg/l	50
<i>Νιτρώδη</i>	EN ISO 26777	<0,01	mg/l	0,5
<i>Αμμώνιο</i>	ISO 14911	0,08	mg/l	0,5
<i>Χλωριούχα</i>	EN ISO 10304-1	5,2	mg/l	250
<i>Σίδηρος</i>	Internal Method	0,01	mg/l	0,2
<i>Μαγγάνιο</i>	Internal Method	<0,01	mg/l	0,05
<i>Θειικά</i>	EN ISO 10304-1	11,3	mg/l	250
<i>Νάτριο</i>	Ion sensitive electrode	4,2	mg/l	200
<i>Κυανιούχα άλατα</i>	EN ISO 38405	<0,01	μg/l	50
<i>Βόριο</i>	EN ISO 11885	0,08	mg/l	1,0
<i>Φθοριούχα</i>	EN ISO 10304-1	<0,01	mg/l	1,5
<i>Κάλιο</i>	EN ISO 38406	0,3	mg/l	12
<i>Αρσενικό</i>	Analogous to APHA 3500-As	<1	μg/l	10
<i>Κάδμιο</i>	Internal Method	<1	μg/l	5
<i>Χρώμιο</i>	APHA 3500-Cr	<1	μg/l	50
<i>Χαλκός</i>	Internal Method	<0,01	mg/l	2
<i>Μόλυβδος</i>	Internal Method	<1	μg/l	10
<i>Νικέλιο</i>	APHA 3500-Ni E	<1	μg/l	20

5.1.ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ

Κατά τη περίοδο 1971-1981, σύμφωνα με τα στοιχεία της Ε.Σ.Υ.Ε. ο πραγματικός πληθυσμός στο σύνολο του Δήμου Δράμας παρουσίασε μικρή αύξηση, γεγονός το οποίο οφείλεται στην επιστροφή των μεταναστών που είχαν φύγει στο εξωτερικό τη δεκαετία του 1961-1971. Στη συνέχεια, ο πληθυσμός παραμένει σταθερός με μικρές αυξομειώσεις του ανα περιοχές στη περίοδο 1981-1991, ενώ αυξάνεται στη δεκαετία του 1991-2001 (Πίνακας 9, Διάγραμμα 2). Τέλος, τα αποτελέσματα της απογραφής του 2011 δείχνουν μια μικρή μείωση του πληθυσμού στη πόλη της Δράμας και ακόλουθα σε κάποια χωριά αύξηση των κατοίκων, όπου ερμηνεύεται με την υφιστάμενη κατάσταση της οικονομικής κρίσης της χώρας, όπου οι πολίτες διαφεύγουν είτε στα χωριά είτε σε μεγαλύτερα αστικά κέντρα (Πίνακας 10, Διάγραμμα 2).

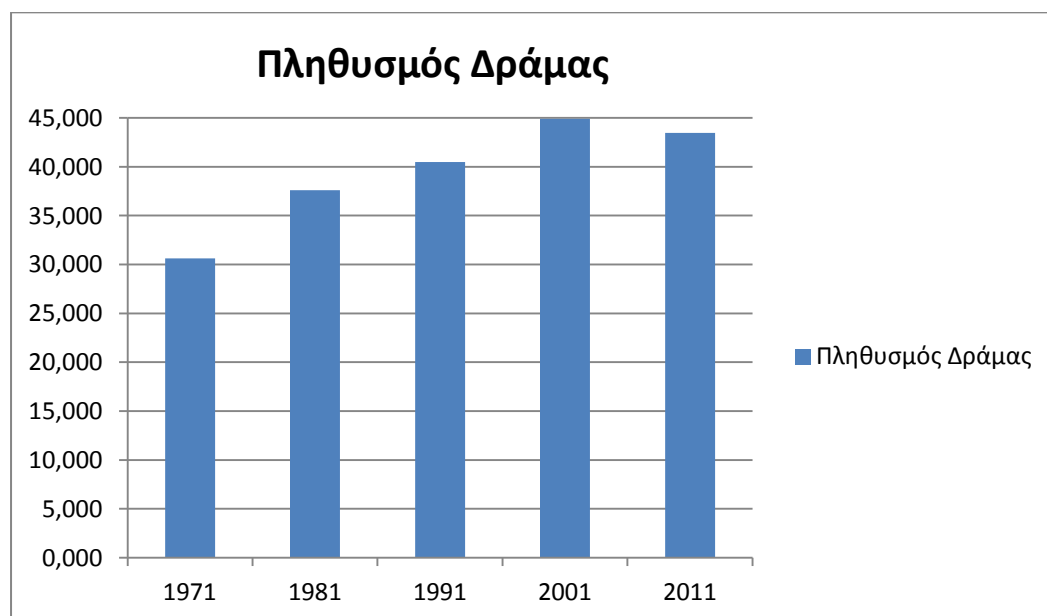
Πίνακας 9:Πρόγραμμα «Καποδίστριας»-Δήμος Δράμας (Ε.Σ.Υ.Ε.)

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΟΥ ΔΡΑΜΑΣ - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΣ»				
Δημοτικό Διαμέρισμα	1971	1981	1991	2001
Δράμας	30.627	37.602	40.495	44.916
Καλλιφύτου	1.780	1.421	1.071	1.144
Καλού Αγρού	915	1.250	1.032	1.184
Κουδουνίων	715	850	796	888
Λιβαδερίου	143	230	193	143
Μακρυπλαγίου	142	80	75	86
Μαυροβάτου	525	630	585	719
Μικροχωρίου	438	590	542	570
Μοναστηρακίου	788	840	759	874
Μυλοποτάμου	557	640	764	774
Νικοτσάρας				312
Ξηροποτάμου	2.064	2.297	2.531	2.763
Χωριστής	2.111	2.200	2.227	2.660

Πίνακας 10:Πρόγραμμα «Καλλικράτης» - Δήμος Δράμας

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΟΥ ΔΡΑΜΑΣ - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΗΣ» 2011	
Κοινότητα	Πληθυσμός
Δράμας	43.485
Καλλιφύτου	1.149
Καλού Αγρού	1.216
Κουδουνίων	885
Λιβαδερού	146
Μακρυπλαγίου	84
Μαυροβάτου	714
Μικροχωρίου	598
Μοναστηρακίου	866
Νικοτσάρας	309
Ξηροποτάμου	2.777
Χωριστής	2.625

Πηγή: Εργαστήριο Δημογραφικών και Κοινωνικών Αναλύσεων Πανεπιστημίου Θεσσαλίας



Διάγραμμα 2: Μεταβολή του πληθυσμού Δράμας ανά έτος

5.2.ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Οι υδρευτικές ανάγκες εκτιμώνται με βάση το πληθυσμό μιας περιοχής και την ημερήσια κατανάλωση νερού κατα άτομο. Ο σχεδιασμός των υδρευτικών έργων απαιτεί πρόβλεψη των υδρευτικών αναγκών και αυτό γίνεται με εμπειρικούς τύπους. Η πρόβλεψη πληθυσμού θα γίνει με δύο τρόπους (Βουδούρης, 2012):

A) **γραμμική μέθοδος**, δέχεται ότι ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι σταθερός :

$$\Pi_m = \frac{t_m - t_2}{t_2 - t_1} (\Pi_2 - \Pi_1) + \Pi_2$$

B) **γεωμετρική μέθοδος**, δέχεται ότι ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι ανάλογος του

πληθυσμού:
$$\log \Pi_m = \frac{t_m - t_2}{t_2 - t_1} \left(\log \frac{\Pi_2}{\Pi_1} \right) + \log \Pi_2$$

t = έτος

Π= πληθυσμός

Πίνακας 11: Πρόβλεψη Πληθυσμού

Έτος	Μέθοδος	Πληθυσμός
2021	Γραμμική Μέθοδος	42054
2021	Γεωμετρική Μέθοδος	41686
2031	Γραμμική Μέθοδος	40623
2031	Γεωμετρική Μέθοδος	40738

5.3.ΥΔΡΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Το δίκτυο ύδρευσης της Δράμας καλύπτει τις υδρευτικές ανάγκες του πληθυσμού του Δημοτικού Διαμερίσματος Δράμας ο οποίος εκτιμάται περί τα 55.632 άτομα (απογραφή 2001), και περί τα 59.010 άτομα (απογραφή 2011).

Σύμφωνα με τον οδηγό επίβλεψης μελετών και κατασκευών του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών και του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, στον ελληνικό χώρο οι τυπικές τιμές της οικιακής κατανάλωσης, κυμαίνονται από 150 lit/ημ/κατ για μικρούς οικισμούς, μέχρι 250 lit/ημ/κατ, με μέση τιμή κατανάλωσης νερού τα 200 lit / κατ./ημέρα.

Άρα ο απαιτούμενος όγκος νερού είναι $Q = 59.010 \cdot 0,2 = 11.802 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$, και αντιστοιχεί σε μέση παροχή 24ώρου $q_m = 11.802 / 24 = 491,75 \text{ m}^3/\text{ώρα}$.

Για την ύδρευση της πόλης μόνο με την απογραφή του 2011 (43.485 κάτοικοι) ο απαιτούμενος όγκος νερού είναι $Q=43.485 \cdot 0,2=8.697 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$, και αντιστοιχεί σε μέση παροχή 24ώρου $q_m=86.970/24= 362,375 \text{ m}^3/\text{ώρα}$.

Ο όγκος νερού που καταμετρούν τα παροχόμετρα είναι $20.000 \text{ m}^3/\text{ημερα}$ (μέσος όρος έτους). Άρα η διαφορά ανάμεσα στο νερό που διοχετεύεται προς την κατανάλωση και το νερό που θεωρητικά απαιτείται για την αστική χρήση παρουσιάζει διαφορά $11.000 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$. Δηλαδή το 50% του νερού που στέλνεται στο δίκτυο «χάνεται» σε διαρροές και άλλες απώλειες ή χρησιμοποιείται για άλλες δραστηριότητες (π.χ άρδευση λαχανόκηπων σε αστικούς χώρους).

Από την ανάλυση των καταγραφών των υδρομέτρων προκύπτει πως ο συνολικός όγκος νερού ο οποίος τιμολογείται είναι $2.731.000 \text{ m}^3/\text{ετος}$. Σύμφωνα με υπολογισμούς, ο όγκος νερού είναι $3.285.000 \text{ m}^3/\text{έτος}$. Η διαφορά αυτή των περίπου $554.000 \text{ m}^3/\text{έτος}$ οφείλεται σε νερό που δεν τιμολογείται (π.χ. Δήμος Δράμας, πάρκα, Σχολεία, κλπ) και σε οικιακά υδρόμετρα τα οποία δεν είναι καταγεγραμμένα (Πίνακας 12).

Πίνακας 12: Στον παρακάτω πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά τα στοιχεία κατανάλωσης (Δ.Ε.Υ.Α.Δ.)

ΠΕΡΙΟΧΗ	Αριθμός Υδρομέτρων	Πληθυσμός	Τιμολογούμενη κατανάλωση m ³ /έτος	Καταμετρούμε κατανάλωση m ³ /έτος	Θεωρητική κατανάλωση m ³ /έτος	Διαφορά κατανάλωσης/ Τιμολογούμενο m ³ /έτος	Με	Διαφορά Θεωρητικής/ Τιμολογούμενη m ³ /έτος
Δραμα (+αρκαδικός, ν.Αμισός ,Ταξιάρχες ,Αμπελάκια ,ν.Σεβάστεια)	31,080	45,000	2,731,504	6,935,000	3,285,000	4,203,496		553,496

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό τη διερεύνηση των συνθηκών ύδρευσης της πόλης Δράμας. Απο τη διερεύνηση προέκυψαν τα παρακάτω κύρια συμπεράσματα:

- Ο νομός Δράμας ανήκει στη περιφέρεια της ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Η συνολική του έκταση είναι 3468 km^2 και αποτελεί τον πιο ορεινό νομό.
- Γεωμορφολογικά παρουσιάζει έντονη διαφοροποίηση και γίνεται διαχωρισμός μεταξύ του νότιου πεδινού τμήματος του νομού και του βόρειου ορεινού τμήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια ανομοιόμορφη ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου.
- Πιο συγκεκριμένα το ανάγλυφο της περιοχής μελέτης είναι: 70% της έκτασης του νομού καταλαμβάνει η ορεινή μάζα, 18% αποτελείται από λοφώδες έως ημιορεινό ανάγλυφο και το 12 % της έκτασης του νομού είναι πεδινή έκταση.
- Στην περιοχή εμφανίζονται τρεις ευδιάκριτες υδρολογικές λεκάνες. Η λεκάνη του Νέστου, η οποία διαρρέεται από τον ποταμό Νέστο, η λεκάνη της Δράμας όπου το σύνολο των υδατικών πόρων εκβάλει τελικώς στο ποταμό Αγγίτη και η λεκάνη Νευροκοπίου, όπου το σύνολο των υδάτων εμφανίζεται στις πηγές Μααρά και εκβάλλονται στο ΒΔ τμήμα του Φαλακρού όρους.
- Το κλίμα της πόλης της Δράμας κλίνει προς το κεντροευρωπαϊκό. Οι ορεινές περιοχές χαρακτηρίζονται από υγρό ηπειρωτικό κλίμα, ενώ οι πεδινές από μεσογειακό, με τους μήνες Ιούνιο έως Σεπτέμβριο ξηρούς και τους υπόλοιπους εύκρατους. Η θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει μέγιστο τον Ιούλιο και ελάχιστο τον Ιανουάριο και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος υπερβαίνει τους 20°C . Στις πεδινές περιοχές, η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος των θερμότερων μηνών του έτους δεν υπερβαίνει τους 28°C , ενώ η μέση ημερήσια είναι συχνά μεγαλύτερη των 30°C , με ακραίες τιμές τους 35°C και 40°C κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Κατά τη χειμερινή περίοδο, η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα βρίσκεται πάνω από τους 0 °C, ωστόσο μπορεί να πέσει πολλούς βαθμούς κάτω από το μηδέν, με ακραίες τιμές που φτάνουν στους -14 °C ή και χαμηλότερα στους -20 °C στο Κάτω Νευροκόπι, όπου δημιουργούνται θύλακες από ψυχρές μάζες που κινούνται από τα βουνά.

- Γεωτεκτονικά ο νομός Δράμας ανήκει στη γεωτεκτονική μάζα της Ροδόπης. Η μάζα Ροδόπης, στο χώρο της Ανατολικής Μακεδονίας, αποτελείται από μεταμορφωμένα και πυριγενή (πλουτωνικά) πετρώματα και περιλαμβάνει δύο βασικές σειρές πετρωμάτων: την κατώτερη των γνευσίων και την ανώτερη των μαρμάρων. Μέσα στα μεταμορφωμένα πετρώματα της μάζας της Ροδόπης μεταξύ Ηωκαίνου και Μειοκαίνου διεισδύουν όξινα πυριγενή πετρώματα όπως: γρανίτες (μοσχοβιτικοί, βιοτιτικοί και κεροστιλβικοί), γρανοδιορίτες, μονζονίτες, χαλαζιακοί μονζονίτες και διορίτες.
- Στην ευρύτερη περιοχή της πόλης επικρατούν μάρμαρα που είναι καρστικοποιημένα, γεγονός που βοηθάει την κίνηση του νερού και την ανάπτυξη ενός έντονου υδρογραφικού δικτύου.
- Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ ο μόνιμος πληθυσμός της πόλης Δράμας το 2011 ήταν 43.485, ενώ αναμένεται η μείωση του, σύμφωνα με τους υπολογισμούς να φτάσει στους 40.738 κατοίκους το 2031.
- Για την ύδρευση της πόλης μόνο με την απογραφή του 2011 (43.485 κάτοικοι) ο απαιτούμενος όγκος νερού είναι $Q=8.697 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$, και αντιστοιχεί σε μέση παροχή 24ώρου $q_m=362 \text{ m}^3/\text{ώρα}$.
- Ο όγκος νερού ύδρευσης που καταμετρούν τα παροχόμετρα είναι $20.000 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$ (μέσος όρος έτους). Άρα η διαφορά ανάμεσα στο νερό που διοχετεύεται προς την κατανάλωση και το νερό που θεωρητικά απαιτείται για την αστική χρήση παρουσιάζει διαφορά $11.000 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$. Δηλαδή το 50% του νερού που στέλνεται στο δίκτυο «χάνεται» σε διαρροές και άλλες απώλειες.

- Η κάλυψη των υδατικών αναγκών της πόλης γίνεται από τέσσερις γεωτρήσεις που αντλούν από μια υδροφορία η οποία είναι κατάληξη του τεράστιου καρστικού όγκου του όρους Φαλακρού και έχουν συνολική παροχή $1800 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Το νερό που χρησιμοποιείται για την ύδρευση της πόλης είναι απόλυτα ασφαλές, αφού τα ποσοστά των χημικών ουσιών που περιέχει είναι αισθητά κάτω από τη παραμετρική τιμή ή κοντά σε αυτή. Η ολική σκληρότητα κυμαίνεται στα όρια $214,8\text{-}322,2 \text{ CaCO}_3 \text{ mg/l}$. Η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας φτάνει μέχρι και $466 \text{ }\mu\text{S/cm}$ στους 25°C , τιμή που οφείλεται στην αυξημένη χρήση λιπασμάτων. Οι τιμές των νιτρικών ιόντων ήταν πολύ χαμηλές $4,2\text{-}7,7 \text{ mg/l}$. Η περιεκτικότητα σε θειικά ιόντα κυμαίνεται μεταξύ $6,8\text{-}11,3 \text{ mg/l}$. Η ποσότητα σε χλωριούχα είναι μικρή σε σύγκριση με το επιθυμητό όριο και κυμαίνεται από $5,3\text{-}11,1 \text{ mg/l}$. Η ποσότητα ιόντων νατρίου είναι μικρή και οι τιμές του κυμαίνονται μεταξύ $2,9\text{-}4,3 \text{ mg/l}$.

Προτείνεται οι περιοχές των γεωτρήσεων που αξιοποιούνται για την ύδρευση της πόλης της Δράμας να χαρακτηρισθούν ως προστατευόμενες περιοχές για τη διασφάλιση της καλής ποιότητας των υπόγειων νερών και στο μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ Κ., (2009): «Υδρογεωλογία-Περιβάλλοντος- Υπόγεια Νερά και Περιβάλλον», Εκδόσεις Τζιόλα.
- ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ Κ., (2012): «Φροντιστηριακές ασκήσεις ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ»
- ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ Ι., (1998): «Διερεύνηση Συνθηκών Ύδρευσης Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Δράμας-Προοπτικές (Απο πλευράς Επάρκειας, Ποιότητας Νερού, Κατάσταση Δικτύου και Προστασίας Σημείων Υδροληψίας)», Δ.Π.Θ.
- ΚΑΚΛΗΣ Τ., (2011): « Υδρογεωλογική Μελέτη και Μελέτη Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Πιερίας Λεκάνης Νομού Καβάλας»
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ Δ., (2010): «Γεωλογία και Γεωλογική Εξέλιξη της Ελλάδας», Εκδόσεις University Studio Press
- ΠΑΝΙΛΑΣ Σ., (1998): «Υδρογεωλογικά προβλήματα κατά την εκμετάλλευση λιγνιτικών κοιτασμάτων με τη μέθοδο της ανοικτής εκσκαφής. Η περίπτωση του λιγνιτικού κοιτάσματος Δράμας.»
- ΠΕΡΒΑΝΙΔΟΥ Δ., (2007): «Περιβαλλοντική επισκόπηση Ν.Δράμας σε θέματα ύδρευσης, αποχέτευσης και διαχείρισης απορριμάτων».
- ΣΟΥΛΙΟΣ Γ.,(2010): «Γενική Υδρογεωλογία, Α' Τόμος», Εκδόσεις University Studio Press
- **ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ**Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ) / www.statistics.gr
- Google/ www.google.gr
- Google Earth
- <http://el.wikipedia.org>
- http://greek_greek.enacademic.com
- www.eyath.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

1 ^η Γεώτρηση	
Ανόρυξη	1973 από Υ.Ε.Β.
Βάθος	200 m
Σωλήνωση	178 m
Τοποθέτηση Αντλίας Βαθέων Φρεάτων	42 m
Μέγιστη Δυνατότητα Παροχής	400 m³/h
Αντλία	
Εταιρεία	TORRENT
Τύπος	SEB 16,5 X 8"
Μέγιστη Παροχή	220 m ³ /h
Κινητήρας	
Εταιρεία	HOLLO-SHAFT
Τύπος	RU U.S.A.
Ισχύς	100 PS/75 KW

2 ^η Γεώτρηση	
Ανόρυξη	1976 από ιδιώτη
Βάθος	180 m
Σωλήνωση	178 m
Τοποθέτηση Αντλίας Βαθέων Φρεάτων	42 m
Μέγιστη Δυνατότητα Παροχής	800 m³/h
Αντλία	
Εταιρεία	NHPEY BEK & YOI
Τύπος	-
Μέγιστη Παροχή	600 m ³ /h
Κινητήρας	
Εταιρεία	K.H.M.
Τύπος	OK220/4
Ισχύς	220 PS/162 KW

3 ^η Γεώτρηση	
Ανόρυξη	-
Βάθος	-
Σωλήνωση	-
Τοποθέτηση Αντλίας Βαθέων Φρεάτων	-
Μέγιστη Δυνατότητα Παροχής	-
Αντλία	
Εταιρεία	BAM Ελληνικής κατασκευής
Τύπος	Σ 12
Μέγιστη Παροχή	600 m ³ /h
Κινητήρας	
Εταιρεία	K.H.M.
Τύπος	OK220/4
Ισχύς	220 PS/162 KW

4 ^η Γεώτρηση	
Ανόρυξη	1993 Από Ιδιώτη
Βάθος	200 m
Σωλήνωση	178 m
Τοποθέτηση Αντλίας Βαθέων Φρεάτων	40 m
Μέγιστη Δυνατότητα Παροχής	400 m³/h
Αντλία	
Εταιρεία	Pleuger
Τύπος	QN 122
Μέγιστη Παροχή	500 m³/h
Κινητήρας	
Εταιρεία	Pleuger
Τύπος	MI 10-740-2
Ισχύς	190 PS/140 KW