



**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ/ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ»**

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΚΑΣΑΠΗ ΑΘΗΝΑ

ΑΕΜ: 4305

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2012



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ-ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
Σκοπός.....	3
Μεθοδολογική προσέγγιση.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΣΗ-ΑΞΙΟΘΕΑΤΑ-ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	4
Νομός Ροδόπης.....	4
Δήμος Κομοτηνής.....	5
Αξιοθέατα του Νομού Ροδόπης.....	9
Μορφολογία Ν. Ροδόπης.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ-ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ.....	14
Πληθυσμιακή μεταβολή.....	14
Πρόβλεψη πληθυσμού.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΥΔΡΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΔΗΜΟΥ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.....	20
Υδρευτικές ανάγκες.....	20
Αντλούμενες ποσότητες νερού που προορίζονται για πόσιμο.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ-ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	22
Υδρολογικά στοιχεία ευρύτερης περιοχής.....	22
Υδρολογικές λεκάνες της περιοχής μελέτης.....	23
Μετεωρολογικά-Κλιματολογικά στοιχεία.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	29
Γεωλογία ευρύτερης περιοχής.....	29
Τεκτονική.....	31
Σεισμικότητα περιοχής.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	33
Γενικά.....	33
Υδρογεωτρήσεις της περιοχής έρευνας.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΩΝ.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	58



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ-ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Για την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επίκουρο καθηγητή του τομέα Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κύριο Βουδούρη Κωνσταντίνο, για την καθοδήγηση, τις συμβουλές και τον χρόνο που αφιέρωσε.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον προϊστάμενο της Τεχνικής Υπηρεσίας της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης Αποχέτευσης Κομοτηνής (Δ.Ε.Υ.Α.Κ), Πελτέκη Κωνσταντίνο, για το ενδιαφέρον και τα χρήσιμα δεδομένα που μου παρείχε και στην Msc Υδρογεωλόγο Κασάπη Κωνσταντία Αναστασία για την υποστήριξή της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου καθώς και τους φίλους μου για την πολύτιμη υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Κασάπη Αθηνά
Θεσσαλονίκη, 2012



Σκοπός

Η παρούσα Διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και εξετάζει τις συνθήκες ύδρευσης της πόλης της Κομοτηνής, έχοντας ως στόχο:

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

Μεθοδολογική προσέγγιση

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν οι εξής εργασίες:

- ✚ Συλλογή βιβλιογραφικών δεδομένων της ευρύτερης περιοχής.
- ✚ Συλλογή και επεξεργασία υδρολογικών στοιχείων.
- ✚ Συγκέντρωση και αξιολόγηση των γεωλογικών και υδρογεωλογικών στοιχείων των γεωτρήσεων της περιοχής.
- ✚ Απογραφή αντιπροσωπευτικών σημείων νερού (γεωτρήσεις).
- ✚ Επεξεργασία των λιθολογικών τομών των γεωτρήσεων με τη βοήθεια του λογισμικού LogPlot.
- ✚ Κατασκευή χάρτη με τις θέσεις των γεωτρήσεων και με τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων.
- ✚ Επεξεργασία των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων πάνω στους χάρτες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΘΕΣΗ-ΑΞΙΟΘΕΑΤΑ-ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Νομός Ροδόπης

Ο νομός Ροδόπης είναι ένας από τους 51 νομούς της Ελλάδας και ανήκει στην περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Γεωγραφικά, ο νομός Ροδόπης ανήκει στην Θράκη. Βόρεια συνορεύει με την Βουλγαρία, στα δυτικά του βρίσκεται ο νομός Ξάνθης, ανατολικά ο νομός Έβρου και στα νότια βρέχεται από το Θρακικό πέλαγος. Στα βόρεια του νομού βρίσκεται το ανατολικό μέρος της οροσειράς της Ροδόπης στην οποία οφείλει και την ονομασία του. Πρωτεύουσα του νομού είναι η Κομοτηνή.

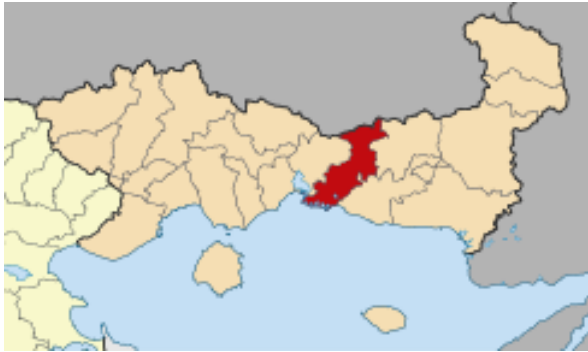
Η πόλη της Κομοτηνής βρίσκεται στην ΒΑ Ελλάδα. Καθημερινά εξυπηρετεί πάνω από 100.000 κατοίκους. Απέχει 95km από τα Ελληνοτουρκικά σύνορα, 17km από τα Ελληνοβουλγαρικά, 275km από τη Θεσσαλονίκη και 25km από τη θάλασσα.



Χάρτης 1. Θέση του Νομού Ροδόπης στο χάρτη της Ελλάδας

Δήμος Κομοτηνής

Ο Δήμος Κομοτηνής είναι δήμος της περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης με έδρα την Κομοτηνή. Με το Πρόγραμμα Καλλικράτης συνενώθηκαν σε αυτόν οι προηγούμενοι δήμοι Κομοτηνής, Αιγείρου και Νέου Σιδηροχωρίου. Η έκταση του Δήμου είναι 644.66 km² και ο πληθυσμός του 60.574 κάτοικοι σύμφωνα με την απογραφή του 2001.



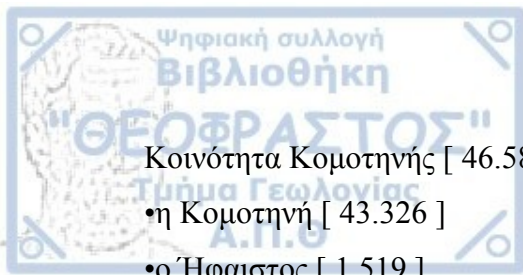
Χάρτης 2. Δήμος Κομοτηνής

Ενότητες και οικισμοί

Ο Δήμος Κομοτηνής αποτελείται από 3 «δημοτικές ενότητες», οι οποίες αντιστοιχούν στους 3 δήμους από τους οποίους προήλθε. Κάθε δημοτική ενότητα διαιρείται σε «κοινότητες», οι οποίες αντιστοιχούν στα τοπικά διαμερίσματα των καταργηθέντων ΟΤΑ. Οι σημερινές κοινότητες του Δήμου, ήταν αυτόνομες κοινότητες και δήμοι πριν την εφαρμογή του προγράμματος Καποδίστρια.

1) Δημοτική ενότητα Κομοτηνής

Η έκτασή της είναι 288,5 km² και ο πληθυσμός της 52.659 κάτοικοι, σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Η Κομοτηνή είναι και η έδρα του δήμου. Οι κοινότητες από τις οποίες αποτελείται αντιστοιχούν στα 12 δημοτικά διαμερίσματα του προϋπάρχοντος δήμου Κομοτηνής, που με την σειρά τους αντιστοιχούσαν σε 12 κοινότητες και οικισμούς που συνενώθηκαν με το πρόγραμμα Καποδίστρια.



Κοινότητα Κομοτηνής [46.586]

- η Κομοτηνή [43.326]

- ο Ήφαιστος [1.519]

- το Μέγα Κρανοβούνιον [227]

- το Μεσοχώριον [161]

- το Μικρόν Κρανοβούνιον [198]

- η Παραδημή [551]

- η Σχολή Αστυνομίας [274]

- οι Υφαντές [330]

Κοινότητα Ανθοχωρίου -- το Ανθοχώριον [142]

Κοινότητα Γρατινής -- η Γρατινή [533]

Κοινότητα Θρυλορίου [1.651]

- το Θρυλόριον [629]

- ο Ροδίτης [753]

- ο Φύλακας [269]

Κοινότητα Ιτέας -- η Ιτέα [71]

Κοινότητα Κάλχαντος [1.183]

- ο Κάλχας [643]

- η Ιάμπολις [145]

- η Μεγάλη Άδα [9]

- ο Μύτικας [6]

- η Σαρακηνή [78]

- το Τυχηρόν [302]

Κοινότητα Καρυδιάς -- η Καρυδιά [245]

Κοινότητα Κηκιδίου -- το Κηκίδιον [424]

Κοινότητα Κοσμίον -- το Κόσμιον [914]

Κοινότητα Πανδρόσου [443]

- η Πάνδροσος [125]

- η Νυμφαία [70]

- τα Σύμβολα [248]

Κοινότητα Σιδηράδων -- οι Σιδηράδες [167]

Κοινότητα Στυλαρίου -- το Στυλάριον [300]

2) Δημοτική ενότητα Αιγείου

Έχει συνολικό πληθυσμό 4.418 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2001 και η έκτασή της είναι 51,1 km². Ο προηγούμενος δήμος Αιγείου είχε δημιουργηθεί από την συνένωση των κοινοτήτων Αιγείου, Νέας Καλλίστης, Μέσης και Φαναρίου. Έδρα του πρώην δήμου ήταν ο Αίγειρος

Κοινότητα Αιγείου [1.541]

- η Αίγειρος [1.111]

- το Αγροτικό Ορφανοτροφείο [61]

- η Μεσσούνη [369]

Κοινότητα Αρωγής -- η Αρωγή [223]

Κοινότητα Γλυφάδος -- η Γλυφάδα [170]

Κοινότητα Καλλίστης -- η Καλλίστη [179]

Κοινότητα Μελέτης -- η Μελέτη [626]

Κοινότητα Μέσης -- η Μέση [317]

Κοινότητα Νέας Καλλίστης -- η Νέα Καλλίστη [461]

Κοινότητα Παραλίας Μέσης -- η Παραλία Μέσης [31]

Κοινότητα Πόρπης -- η Πόρπη [448]

Κοινότητα Φαναρίου -- το Φανάρι [422]

3) Δημοτική ενότητα Νέου Σιδηροχωρίου

Έχει συνολικό πληθυσμό 3497 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Έδρα του πρώην δήμου ήταν το Νέο Σιδηροχώρι. Είχε δημιουργηθεί από την συνένωση των κοινοτήτων Νέου Σιδηροχωρίου και Αγίων Θεοδώρων και των οικισμών Παγούρια και Μέγα Δουκάτο από τις κοινότητες Μέσης και Κοσμίου αντίστοιχα.

Κοινότητα Νέου Σιδηροχωρίου [1.818]

- το Νέον Σιδηροχώρι [891]

- η Αδριανή [247]

- το Καλαμόκαστρο [365]

- το Μαυρομμάτι [133]

- το Μικρό Δουκάτο [182]

Κοινότητα Αγίων Θεοδώρων -- οι Άγιοι Θεόδωροι [556]

Κοινότητα Μεγάλου Δουκάτου -- το Μέγα Δουκάτον [415]

Κοινότητα Παγουριών -- τα Παγούρια [708]



Χάρτης 3. Χάρτης των δημοτικών ενοτήτων (πρώην δήμων) του Δήμου Κομοτηνής. 1-Κομοτηνής 2-Αιγείρου 3-Νέου Σιδηροχωρίου



Χάρτης 4. Τοπογραφικός χάρτης του Δήμου Κομοτηνής

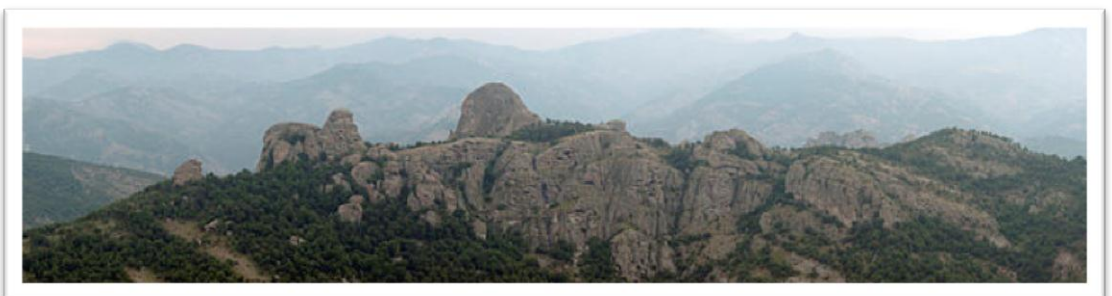
Αξιοθέατα του Νομού Ροδόπης

- Το αρχαίο Περιθεώριο με τους μεσαιωνικούς πύργους.
- Το όρος Παπίκιο με τα ερείπια των παλαιοχριστιανικών μοναστηριών.
- Η διαδρομή από τα Αρριανά προς ανατολάς, έως τα σύνορα με το νομό Έβρου μέσα από το δάσος.
- Το περιαστικό δάσος της Νυμφαίας βόρεια από την Κομοτηνή.
- Η αρχαία Μαρώνεια.



Εικόνα 1. Αρχαίο θέατρο Μαρώνειας

- Τα Θρακικά μετέωρα -τοπίο φυσικού κάλλους με άγρια φύση και άγρια άλογα - βορείως του Ιάσμου.



Εικόνα 2. Θρακικά Μετέωρα βορείως του Ιάσμου

- Η γέφυρα 17^{ου} - 18^{ου} αιώνα στο ποταμό Κομνιάτο.



Εικόνα 3. Γέφυρα 17^{ου} -18^{ου} αιώνα

- Ο περίκεντρος ναός 11ου - 13ου αιώνα της Μαξιμιανούπολης-Μοσυνόπολης λίγα χιλιόμετρα δυτικά της Κομοτηνής.



Εικόνα 4. Ο περίκεντρος ναός στην Μαξιμιανούπολη-Μοσυνόπολη

- Η Βυζαντινή εκκλησία Κοιμήσεως της Θεοτόκου στην Κομοτηνή.



Εικόνα 5. Η Βυζαντινή εκκλησία Κοιμήσεως της Θεοτόκου

- Η παραλία των Καγκέλων, κοντά στη Μαρόνεια.



Εικόνα 6. Η παραλία στις Καγκέλες

- Η παραλία Κρυονερίου κοντά στους Προσκυνητές.
- Η παραλία Ιμέρου.
- Οι παραλίες Φαναρίου – Αρωγής.



Εικόνα 7. Η αμμουδερή παραλία στο Φανάρι

Μορφολογία Ν. Ροδόπης

Η μορφολογία του Νομού Ροδόπης θεωρουμένου ως ευρύτερη περιοχή της πόλης της Κομοτηνής κατατάσσεται σε τρεις ζώνες.

- ✚ Η πρώτη κατέχει το νότιο τμήμα που είναι πεδινό, με μηδενικές σχεδόν κλίσεις.
- ✚ Η δεύτερη εκτείνεται βόρεια, παράλληλα της πρώτης και κατέχει το κέντρο του Νομού μέχρι τις κλιτείες της οροσειράς της Ροδόπης.
- ✚ Η τρίτη ζώνη βρίσκεται βόρεια της δεύτερης περιοχής και κατέχει το ορεινό τμήμα του Νομού.

Πίνακας 1. Μορφολογία εδάφους στο Νομό Ροδόπης

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	
Πεδινό τμήμα	38%
Ημιορεινό τμήμα	32%
Ορεινό τμήμα	30%

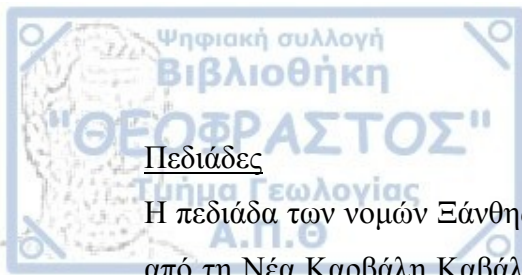
Ισχυρό ανάγλυφο υπάρχει και στο Νότιο Ανατολικό μέρος του Νομού όπου βρίσκεται το όρος Ίσμαρος.

Οι υψηλότερες κορυφές είναι στο Παπίκιο (1460m), ο Παρατηρητής (986m), το Μεγάλο Λιβάδι (1267m) και ο Ίσμαρος (678m).

Η πόλη της Κομοτηνής βρίσκεται στο κεντρικό βόρειο, πεδινό τμήμα (δεύτερη ζώνη) του Νομού, σε ένα βύθισμα της πεδιάδας με υψόμετρο 28m έως 35m από την επιφάνεια της θάλασσας και είναι εξολοκλήρου κτισμένη επάνω σε αλλουβιακά εδάφη. Αναλυτικά αναφέρονται τα εξής :

Ορεινοί όγκοι

Ορεινό είναι το βόρειο τμήμα του νομού, όπου βρίσκεται η οροσειρά της Ανατολικής Ροδόπης που εκτείνεται σε μήκος 1.267m και συνορεύει βόρεια με τη Βουλγαρία.



Πεδιάδες

Η πεδιάδα των νομών Ξάνθης-Ροδόπης εκτείνεται κατά μήκος του θαλάσσιου μετώπου από τη Νέα Καρβάλη Καβάλας μέχρι τα όρια του νομού Έβρου και σε αυξομειούμενο μεγάλο βάθος από τις ακτές ,που φθάνει τα 26km περίπου (υψομετρική καμπύλη 200m) στο νομό Ροδόπης. Η συνολική έκταση αυτής της πεδιάδας είναι της τάξεως του 1.000.000 στρεμμάτων.

Λίμνες

Η λίμνη Βιστωνίδα καλύπτει επιφάνεια 45km² και είναι η 5η σε μέγεθος λίμνη της χώρας. Βρίσκεται στα όρια των νομών Ξάνθης και Ροδόπης. Είναι μία αβαθής λίμνη και σημαντικός φυσικός τόπος, ενταγμένος στους υδροβιότοπους της συνθήκης Ramsar, όπως και τα δέλτα των δύο ποταμών και η μικρή λίμνη Μητρικού στην παραθαλάσσια περιοχή του Ν. Ροδόπης.

Λιμνοθάλασσες

Οι λιμνοθάλασσες είναι το κύριο χαρακτηριστικό του φυσικού χώρου στο μεγαλύτερο τμήμα της ηπειρωτικής παραλιακής ζώνης της περιφέρειας. Αναπτύσσονται κατά συστάδες στα δέλτα των ποταμών Έβρου και Νέστου. Στα όρια των νομών Ξάνθης-Ροδόπης και κατά μήκος της παραλίας υπάρχει επίσης λιμνοθάλασσα εκατέρωθεν της λίμνης Βιστωνίδας.

Ακτές

Ο νομός Ροδόπης είναι παραθαλάσσιος και διαθέτει μεγάλο μήκος ακτών (περίπου 200km). Η ακτογραμμή του νομού αρχίζει στα δυτικά, στα όρια των νομών Ξάνθης-Ροδόπης και καταλήγει, στα ανατολικά, μέχρι τον νομό Έβρου. Το συνεχές ανάπτυγμα ακτών διακόπτεται από τα στόμια εισόδου της θάλασσάς στο φυσικό λιμάνι Λαγούς (Πόρτο Λάγος) και την παρακείμενη λίμνη Βιστωνίδα. Οι απολήξεις του χερσαίου χώρου στη θάλασσα είναι γενικά ομαλές ,με εξαίρεση τις απόκρημνες ακτές εκτός του μετώπου των πεδιάδων που βρίσκονται στα όρια των νομών Ροδόπης και Έβρου.

Πληθυσμιακή Μεταβολή

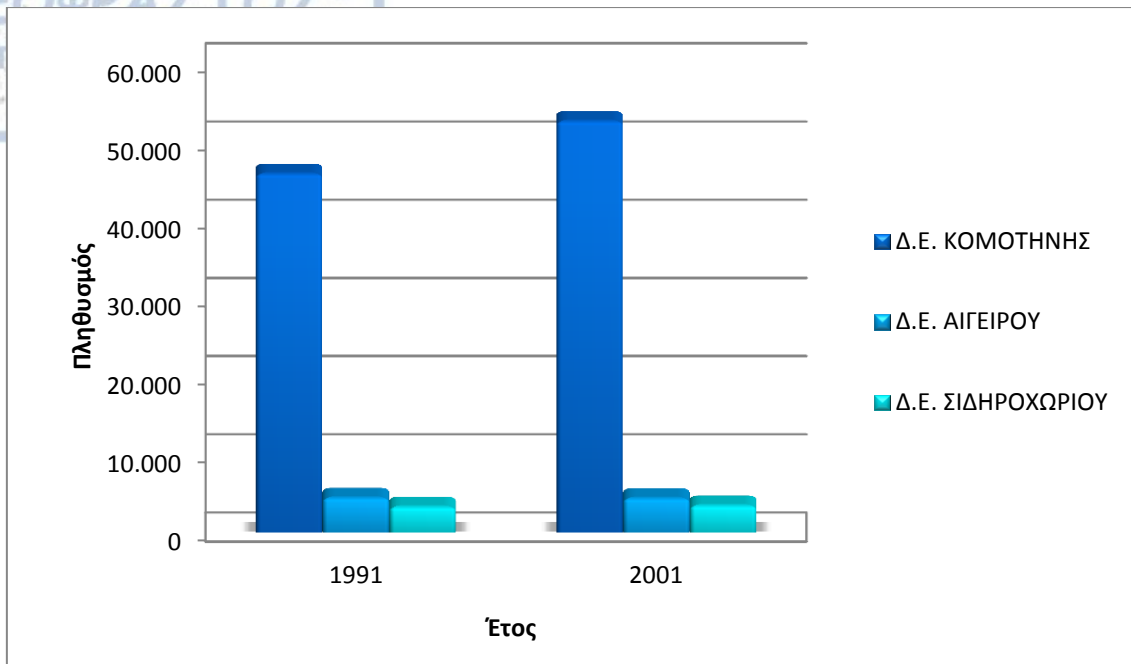
Κατά την περίοδο 1991-2001, σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ, ο πραγματικός πληθυσμός στο σύνολο του Δήμου Κομοτηνής παρουσίασε σημαντική αύξηση, της τάξης του 12,7% (53.743 άτομα το 1991 και 60.574 άτομα το 2001).

(βλ. Πίνακα 2, Διάγραμμα 1,2)

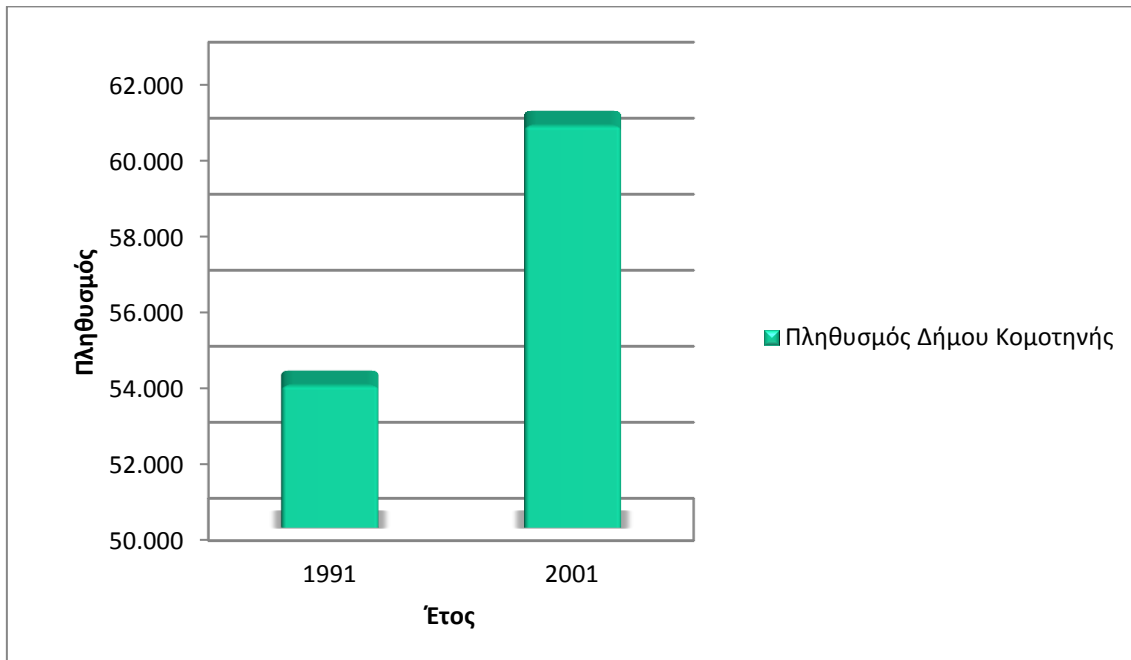
Με βάση τη διοικητική διάρθρωση του Σχεδίου Καλλικράτης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο Δήμος Κομοτηνής υποδιαιρείται σε τρεις δημοτικές ενότητες, την Δ.Ε. Κομοτηνής, τη Δ.Ε. Αιγείρου και τέλος τη Δ.Ε. Ν.Σιδηροχωρίου. Η μεγαλύτερη αύξηση εμφανίζεται στη νυν δημοτική ενότητα Κομοτηνής (τέως Καποδιστριακός Δήμος Κομοτηνής) με μεταβολή από το έτος 1991 στο 2001, 14,6%. Ακολουθεί η δημοτική ενότητα Ν.Σιδηροχωρίου (τέως Δήμος Ν.Σιδηροχωρίου), με σχετική αύξηση της τάξης του 5,1%. Αντίθετα, ο πραγματικός πληθυσμός της δημοτικής ενότητας Αιγείρου (τέως καποδιστριακός Δήμος Αιγείρου) το 2001 μειώθηκε κατά 1,4% σε σχέση με το 1991 (βλ. Πίνακα 2).

Πίνακας 2. Πηγή Ε.Σ.Υ.Ε.

Α/Α	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΕΤΟΣ 1991	ΕΤΟΣ 2001	ΜΕΤΑΒΟΛΗ 1991-2001
A	Δ.Ε. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ	45.934	52.659	14.6%
B	Δ.Ε. ΑΙΓΕΙΡΟΥ	4.482	4.418	1.4%
Γ	Δ.Ε. ΣΙΔΗΡΟΧΩΡΙΟΥ	3.327	3.497	5.1%
	ΣΥΝΟΛΟ	53.743	60.574	12.7%



Διάγραμμα 1. Διακύμανση του πληθυσμού στις 3 δημοτικές ενότητες, από τις οποίες αποτελείται ο Δήμος Κομοτηνής



Διάγραμμα 2. Μεταβολή του πραγματικού πληθυσμού στον Δήμο Κομοτηνής

Πρόβλεψη πληθυσμού

Για την πρόβλεψη της εξέλιξης του πραγματικού πληθυσμού, χρησιμοποιείται ο τύπος του ανατοκισμού, με εκτιμώμενο ετήσιο ποσοστό αύξησης ίσο με +1,5% για την πόλη της Κομοτηνής. Η μέθοδος αυτή προτείνεται με εγκύκλιο του ΥΠ. ΕΣ. για τις προβλέψεις μελλοντικών πληθυσμών. Η ίδια εγκύκλιος επιτρέπει τη χρήση ετήσιων ρυθμών αύξησης του +1,5% ή και +1% στην περίπτωση μικρών οικισμών-ενοτήτων.

Ο τύπος του ανατοκισμού είναι:

$$E_v = E_0 (1+\rho)^v$$

Όπου:

E_v : ο προβλεπόμενος πληθυσμός

E_0 : ο πληθυσμός κατά το έτος απογραφής

ρ : η ετήσια αύξηση του πληθυσμού

v : τα έτη για τα οποία θα γίνει η πρόβλεψη

Ακολουθούν παρακάτω, τρεις πίνακες με τον εκτιμώμενο πληθυσμό στις τρεις δημοτικές ενότητες Κομοτηνής, Αιγείρου και Νέου Σιδηροχωρίου αντίστοιχα.

(βλ. Πίνακα 3,4,5)

Προκύπτει, λοιπόν, συνολικά μία αύξηση του πληθυσμού του Δήμου Κομοτηνής - αποτελούμενος από τις παραπάνω αναφερόμενες δημοτικές ενότητες - σύμφωνα με τις προβλέψεις και τους υπολογισμούς για τα επόμενα έτη.

(βλ. Πίνακας 6, Διάγραμμα 3)

Η αύξηση αυτή που αναμένεται είναι αρκετά σημαντική. Επομένως, παίζει σπουδαίο ρόλο η αποφυγή της άσκοπης σπατάλης αυτού του πολύτιμου αγαθού, που ονομάζεται νερό.



Εικόνα 8. Νερό

Πίνακας 3. Εκτιμώμενος πληθυσμός δημοτικής ενότητας Κομοτηνής

Α/Α	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ - ΟΙΚΙΣΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2001	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 2007	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 20ΕΤΙΑΣ (2027)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 40ΕΤΙΑΣ (2047)
A	Δ.Ε. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ				
A.1	Κομοτηνή	43.326	47.375	63.807	85.938
A.2	Ήφαιστος	1.519	1.641	2.043	2.542
A.3	Μέγα Κρανοβούνι	227	245	305	380
A.4	Μεσοχώρι	161	174	217	269
A.5	Μικρό Κρανοβούνι	198	214	266	331
A.6	Παραδημή	551	595	741	922
A.7	Σχολή Αστυνομίας	274	296	368	459
A.8	Υφαντές	330	357	444	552
A.9	Ανθοχώρι	142	153	191	238
A.10	Γρατινή	533	576	717	892
A.11	Θρυλόριο	629	680	846	1.053
A.12	Ροδίτης	753	814	1.013	1.260
A.13	Φύλακας	269	291	362	450
A.14	Ιτέα	71	77	95	119
A.15	Κάλχας	643	695	865	1.076
A.16	Ιάμπολη	145	157	195	243
A.17	Μεγάλη Άδα	9	10	12	15
A.18	Μύτικας	6	6	8	10
A.19	Σαρακηνή	78	84	105	131
A.20	Τυχηρό	302	326	406	505
A.21	Καρυδιά	245	265	329	410
A.22	Κηκίδιο	424	458	570	710
A.23	Κόσμιο	914	988	1.229	1.530
A.24	Πάνδροσος	125	135	168	209
A.25	Νυμφαία	70	76	94	117
A.26	Σύμβολα	248	268	334	415
A.27	Σιδηράδες	167	180	225	280
A.28	Στυλάρι	300	324	403	502
	Σύνολο	52.659	57.460	76.358	101.558

Πίνακας 4. Εκτιμώμενος πληθυσμός δημοτικής ενότητας Αιγείου

A/A	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ - ΟΙΚΙΣΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2001	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 2007	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 20ΕΤΙΑΣ (2027)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 40ΕΤΙΑΣ (2047)
B	Δ.Ε. ΑΙΓΕΙΟΥ				
B.1	Αίγειρος	1.111	1.201	1.494	1.860
B.2	Αγροτικό ορφανοτροφείο	61	66	82	102
B.3	Μεσσούνη	369	399	496	618
B.4	Αρωγή	223	241	300	373
B.5	Γλυφάδα	170	184	229	285
B.6	Καλλίστη	179	193	241	300
B.7	Μελέτη	626	676	842	1.048
B.8	Μέση	317	343	426	531
B.9	Νέα Καλλίστη	461	498	620	772
B.10	Παραλία Μέσης	31	33	42	52
B.11	Πόρπη	448	484	603	750
B.12	Φανάρι	422	456	568	706
	Σύνολο	4.418	4.774	5.943	7.397

Πίνακας 5. Εκτιμώμενος πληθυσμός δημοτικής ενότητας Νέου Σιδηροχωρίου

A/A	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ - ΟΙΚΙΣΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2001	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 2007	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 20ΕΤΙΑΣ (2027)	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 40ΕΤΙΑΣ (2047)
Γ	Δ.Ε. ΝΕΟΥ ΣΙΔΗΡΟΧΩΡΙΟΥ				
Γ.1	Νέο Σιδηροχώρι	891	963	1.198	1.491
Γ.2	Αδριανή	247	267	332	413
Γ.3	Καλαμόκαστρο	365	394	491	611
Γ.4	Μαυρομμάτι	133	144	179	223
Γ.5	Μικρό Δουκάτο	182	197	245	305
Γ.6	Άγιοι Θεόδωροι	556	601	748	931
Γ.7	Μέγα Δουκάτο	415	448	558	695
Γ.8	Παγούρια	708	765	952	1.185
	Σύνολο	3497	3779	4703	5854

Πίνακας 6. Εκτιμώμενος συνολικός πληθυσμός του Δήμου Κομοτηνής

	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2001	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 2007	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 2027	ΠΡΟΒΛΕΨΗ 2047
ΔΗΜΟΣ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ	60.574	66.013	87.004	114.809



Διάγραμμα 3. Πληθυσμός 2001 και προβλέψεις για τα έτη 2007, 2027, 2047 αντίστοιχα, για ολόκληρο το Δήμο Κομοτηνής

Υδρευτικές ανάγκες

Βασικός παράγοντας, ο οποίος καθορίζει την κατανάλωση νερού, είναι η μέση ημερήσια κατανάλωση ύδατος ανά κάτοικο. Η ημερήσια κατανάλωση σε πόσιμο νερό μπορεί να υπολογισθεί:

- ✚ Από στατιστικά στοιχεία του οικισμού, με βάση τις σημερινές του συνθήκες ύδρευσης.
- ✚ Από στατιστικά στοιχεία άλλων οικισμών, με παρόμοιες παραμέτρους ύδρευσης με τον εξεταζόμενο οικισμό.
- ✚ Από την βιβλιογραφία που δίνει τυπικές καταναλώσεις για οικισμούς με παρόμοια χαρακτηριστικά.

Ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός που υδροδοτείται από το Υδραγωγείο Κομοτηνής είναι:

- ✚ Πόλη Κομοτηνής (απογραφή 2001) : 45.000 κάτοικοι
- ✚ Φοιτητές – Στρατός, Σχολή Αστυνομίας (εκτίμηση) : 15.000 κάτοικοι
- ✚ Οικισμοί της «δημοτικής ενότητας» Κομοτηνής (απογραφή 2001) : 7.450 κάτοικοι
- ✚ Οικισμοί της «δημοτικής ενότητας» Ν.Σιδηροχωρίου : 1.520 κάτοικοι
(Αγ. Θεόδωροι, Μικ.Δουκάτο, Μεγ.Δουκάτο και Καλαμόκαστρο – απογραφή 2001)

Συνεπώς, το σύνολο του εξυπηρετούμενου πληθυσμού είναι περίπου 70.000 κάτοικοι.

- ✚ Η μέση ημερήσια ποσότητα απαιτούμενου νερού ύδρευσης είναι:

$$Q = 70.000 \text{ κατ.} \times 0,3 \text{ m}^3 / \text{d.κατ.} = 21.000 \text{ m}^3 / \text{d.}$$

- ✚ Η μέγιστη ωριαία ποσότητα απαιτούμενου νερού ύδρευσης (καλοκαίρι) είναι:

$$q_{\max} = 21.000 \text{ m}^3 / \text{d} : 16 \text{ hr/d} = 1.300 \text{ m}^3 / \text{hr.}$$

Αντλούμενες ποσότητες νερού που προορίζονται για πόσιμο

- ✚ Το σύνολο της ωριαίας αντλούμενης ποσότητας νερού που προορίζεται για πόσιμο από τις είκοσι μία (21) γεωτρήσεις της Κομοτηνής Γ1 έως Γ21 είναι $1.450 \text{ m}^3/\text{hr}$.
- ✚ Η ωριαία δυνατότητα μεταφοράς νερού από το κεντρικό αντλιοστάσιο προς το Υδραγωγείο Κομοτηνής με σύγχρονη λειτουργία τεσσάρων (4) αντλητικών είναι:
 $2 \times 250 + 380 + 450 = 1.330 \text{ m}^3/\text{hr}$.
- ✚ Οι απώλειες νερού λόγω της μεθόδου επεξεργασίας (καθίζηση – διύλιση) είναι της τάξης 8% επί της αντλούμενης ποσότητας.

Επομένως, οι αντλούμενες ποσότητες νερού των υπόγειων νερών, κατά τους θερινούς μήνες, καλύπτουν οριακά τις απαιτήσεις του εξυπηρετούμενου πληθυσμού, δεδομένου ότι κατά τους υπολογισμούς δεν ελήφθησαν υπόψη βλάβες Η/Μ εξοπλισμού, σπασίματα δικτύου κ.λπ.

Υδρολογικά στοιχεία ευρύτερης περιοχής

Το υδατικό διαμέρισμα της Θράκης έχει έκταση 11.240km^2 και περιλαμβάνει τους νομούς Έβρου, Ροδόπης και Ξάνθης, τμήματα των νομών Δράμας και Καβάλας και τα νησιά Θάσο και Σαμοθράκη.

Οι κυριότεροι επιφανειακοί υδατικοί πόροι είναι οι ποταμοί Νέστος και Έβρος, με παραπόταμους τον Άρδα και τον Ερυθροπόταμο και μικρότερους ποταμούς όπως ο Φιλιουρής, το ρέμα Κομοτηνής, ο Ποταμός, το ρέμα Λουτρού, το Ξηρόρεμα, ο Ασπροπόταμος, το ρέμα Ξάνθης και τα ρέματα Θάσου και Σαμοθράκης. Από τις φυσικές λίμνες οι σημαντικότερες είναι η Βιστωνίδα και ακολουθούν οι λίμνες Μητρικού, Μαυρόλιμνη, Αλυκή, Φαναριού και Νυμφών.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων κυμαίνεται από 350mm μέχρι 1300mm περίπου. Επειδή τα όρια των υδατικών και γεωγραφικών διαμερισμάτων δεν ταυτίζονται, οι παρακάτω υπολογισμοί για το υδατικό ισοζύγιο και τα αποθέματα νερού στηρίζονται στο άθροισμα των υδατικών πόρων που διαθέτουν τα 2 υδατικά διαμερίσματα Αν. Μακεδονίας και Θράκης, ενώ η κατανάλωση νερού αναφέρεται στα αντίστοιχα γεωγραφικά διαμερίσματα για το έτος 1995.

Αθροιστικά τα 2 υδατικά διαμερίσματα δέχονται από βροχοπτώσεις κατά μέσο όρο περίπου $13.200 \times 10^5 \text{ m}^3$ νερού. Εξ αυτών εκτιμάται ότι $6.000 \times 10^5 \text{ m}^3$ απορρέουν επιφανειακά. Επίσης, απορρέουν άλλα $9.800 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού που προέρχονται από λεκάνες απορροής εκτός Ελλάδος. Έτσι το σύνολο της επιφανειακής απορροής ανέρχεται σε $15.800 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού ($6.000 + 9.800$).

Το υπόγειο υδατικό δυναμικό έχει εκτιμηθεί σε $1.630 \times 10^6 \text{ m}^3$. Εξ αυτών $680 \times 10^6 \text{ m}^3$ τροφοδοτούν επιφανειακούς υδατικούς πόρους και έχουν υπολογιστεί στα προηγούμενα μεγέθη των επιφανειακών απορροών. Τα υπόλοιπα $950 \times 10^6 \text{ m}^3$ κινούνται υπογείως ($400 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε καρστικούς υδροφορείς και 550 m^3 σε μικροπερατούς).

Το σύνολο των αποθεμάτων είναι:

Επιφανειακά $15.800 \text{ m}^3 +$ υπόγεια $950 \times 10^6 \text{ m}^3 = 16.750 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Από αυτό το απόθεμα εκτιμήθηκε ότι το 1995 χρησιμοποιήθηκαν $2.255 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού.

Αυτή η κατανάλωση αντιστοιχεί στο 13% των ανανεώσιμων αποθεμάτων. Η μεγαλύτερη ποσότητα νερού, περίπου 93% καταναλώθηκε σε αρδεύσεις, σύμφωνα με την ακόλουθη κατανομή:

- ✚ Ύδρευση $125 \times 106 \text{ m}^3$ νερού,
- ✚ Άρδευση $2.100 \times 106 \text{ m}^3$ και
- ✚ Κατανάλωση Βιομηχανιών $30 \times 106 \text{ m}^3$ περίπου.

Από τα προαναφερθέντα φαίνεται ότι υπάρχουν αρκετά περιθώρια μεγαλύτερης εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων για την επίλυση σημαντικών τοπικών προβλημάτων, πλην όμως θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι πολύ μεγάλο τμήμα της επιφανειακής απορροής και στα δύο υδατικά διαμερίσματα προέρχεται από ποταμούς Νέστο και Έβρο που πηγάζουν από τη Βουλγαρία. Επομένως, δεν είναι δυνατή η πλήρης εκμετάλλευση τους.

Σημειώνεται σχετικά ότι, η φυσική λεκάνη απορροής του ποταμού Νέστου ανέρχεται σε 5.550 km^2 , από τα οποία 3.440 km^2 βρίσκονται στο βουλγαρικό έδαφος και μόνον 1.110 km^2 στο ελληνικό έδαφος. Μετά την εκτροπή του παραπόταμου Δεσπότη από τους Βούλγαρους, προς την κοιλάδα του Έβρου, η λεκάνη απορροής στο βουλγαρικό έδαφος, η οποία τροφοδοτεί το Νέστο, έχει περιοριστεί στα 2.870 km^2 .

Υδρολογικές λεκάνες της περιοχής μελέτης

Στην περιοχή μελέτης εμφανίζονται οι δύο παρακάτω αυτοτελείς υδρολογικές λεκάνες :

- ✚ Η υδρολογική λεκάνη των χειμάρρων της Κομοτηνής που εκβάλλουν στη λίμνη Μητρικού (λεκάνη Βοζβόζης).
- ✚ Η υδρολογική λεκάνη του Λίσου ποταμού που εκβάλει στο Θρακικό πέλαγος.

Η υδρολογική λεκάνη των χειμάρρων της Κομοτηνής αποτελείται από τρία κύρια ρεύματα.

- 1) Δυτικός χείμαρρος ή Βοζβόζης (Πος – Πος) .
- 2) Κεντρικός χείμαρρος ή Μπουκλουτζάς, ο οποίος έκλεισε το 1962 με παράκαμψη προς τον ανατολικό χείμαρρο.
- 3) Ανατολικός χείμαρρος ή Τρελλοχείμαρος.

Η λίμνη Μητρικού αποτελεί ένα σπάνιο υδροβιότοπο που προστατεύεται από τη συνθήκη Ramsar. Σήμερα η λίμνη Μητρικού αποτελεί τον αποδέκτη των νερών των χειμάρρων της Κομοτηνής.

Μετεωρολογικά-Κλιματολογικά στοιχεία

Σε γενικές γραμμές η ευρύτερη περιοχή παρουσιάζει εύκρατο κλίμα με μεγάλα ημερήσια και ετήσια θερμομετρικά εύροι μαζί με υπο-ηπειρωτικές περιόδους. Το χαρακτηριστικό του μεσογειακού αυτού τύπου κλίματος είναι ξηρό και θερμό καλοκαίρι και ήπιος βροχερός χειμώνας.

Όσον αφορά τους ανέμους, γενικά στην περιοχή εμφανίζονται δύο ομάδες ανέμων. Οι άνεμοι της πρώτης ομάδας οφείλονται στο συνδυασμό αφ' ενός της επέκτασης του θερινού χαμηλού από την Ασία, που μπορεί να ενισχυθεί και από τη μεταφορά ψυχρών αέριων μαζών καθ' ύψος από την Ανατολική Μεσόγειο, και αφ' ετέρου στον αντικυκλώνα του Ατλαντικού προς τη ΝΑ Ευρώπη. Οι εν λόγω άνεμοι αρχίζουν να πνέουν από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου οπότε και σημειώνεται η μεγαλύτερη ένταση και συχνότητα. Σε ημερήσια χρονική κλίμακα το μέγιστο εμφανίζεται απόγευμα, ενώ το βράδυ η έντασή τους μηδενίζεται.

Στη δεύτερη ομάδα εμφανίζεται ένας άνεμος βόρειας προέλευσης, που επικρατεί σε διάφορες περιοχές της Μακεδονίας και ιδίως κατά την ψυχρή εποχή. Από τον Οκτώβριο μέχρι τον Απρίλιο οι δύο τύποι υφέσεων (τυπικοί Μεσογειακοί και με ασθενή βαροβαθμίδα) προκαλούν υγρό καιρό, που οδηγεί σε περιόδους βροχής και ομίχλης, με αποτέλεσμα η φθινοπωρινή περίοδος να χαρακτηρίζεται από άφθονες βροχοπτώσεις. Τέλος, κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου η απουσία βαροβαθμίδας και η ομοιόμορφη κατανομή των πιέσεων, οδηγούν στην εμφάνιση του ξηρού υφesiaκού καιρού με σχετικά μεγάλη διάρκεια.

Συγκεκριμένα, για την περιγραφή του κλίματος της ευρύτερης περιοχής επιλέχθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός Κομοτηνής.

Έτσι το κλίμα της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως ενδιάμεσου τύπου μεταξύ μεσογειακού και μεσευρωπαϊκού. Οι άνεμοι και ιδίως οι βόρειας διεύθυνσης χαρακτηρίζονται από μεγάλες εντάσεις, έως και 8 μονάδες της κλίμακας Beaufort. Οι μήνες με το περισσότερο χιόνι είναι ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος, ενώ η περίοδος παγετού καλύπτει την περίοδο Οκτωβρίου – Μαρτίου.

Στη συνέχεια, παραθέτονται τα στοιχεία για τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση, την υγρασία και τους ανέμους.

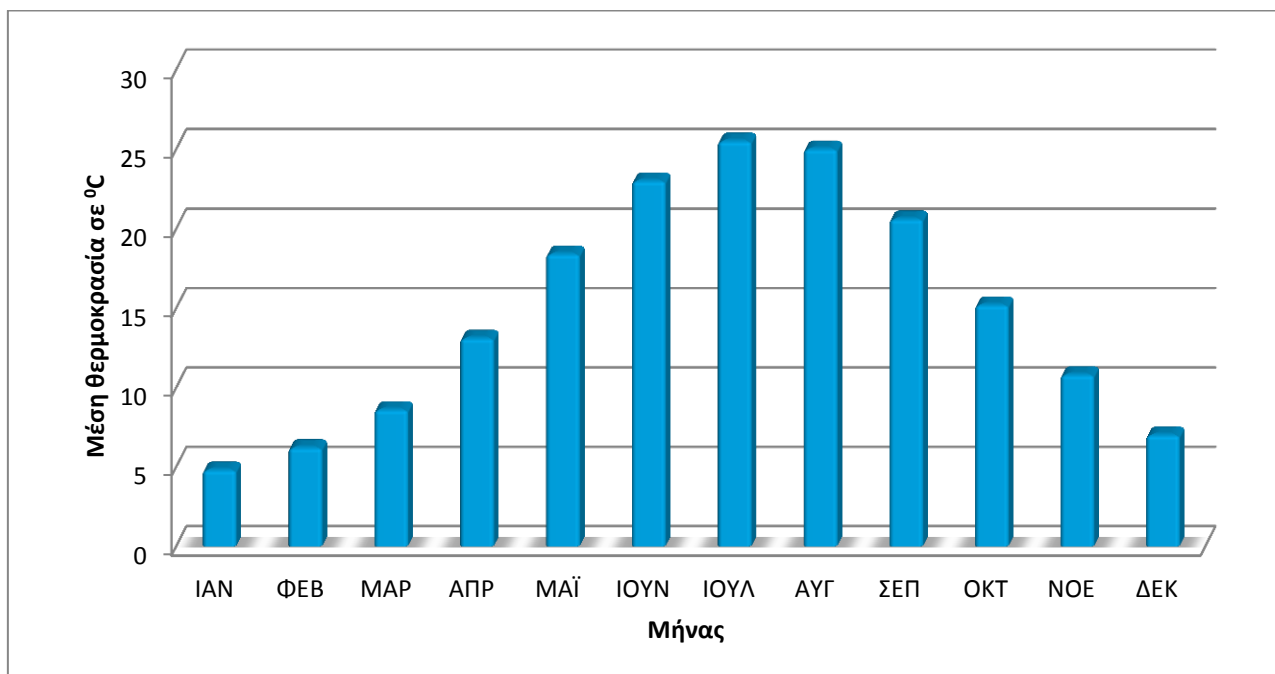
• Θερμοκρασία

Στην περιοχή της Κομοτηνής η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι $14,8^{\circ}\text{C}$, και η μέση για το διάστημα 1955-83 κυμαίνεται από $4,8$ έως $25,5^{\circ}\text{C}$ (βλ. Πίνακα 7, Διάγραμμα 4). Η μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ $1,4$ και $17,6^{\circ}\text{C}$, η δε μέση μέγιστη μεταξύ $8,8$ και $30,4^{\circ}\text{C}$.

Από τα κλιματολογικά στοιχεία προκύπτει ότι ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος με μέση ελάχιστη θερμοκρασία $1,4^{\circ}\text{C}$, ενώ ο θερμότερος μήνας είναι ο Αύγουστος με μέση μέγιστη θερμοκρασία $30,4^{\circ}\text{C}$.

Πίνακας 7. Μέση τιμή μηνιαίων θερμοκρασιών (Μ.Σ. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ)

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ
Μέση τιμή ($^{\circ}\text{C}$)	4,8	6,2	8,6	13,1	18,4	23	25,5	25	20,6	15,2	10,8	7	14,9



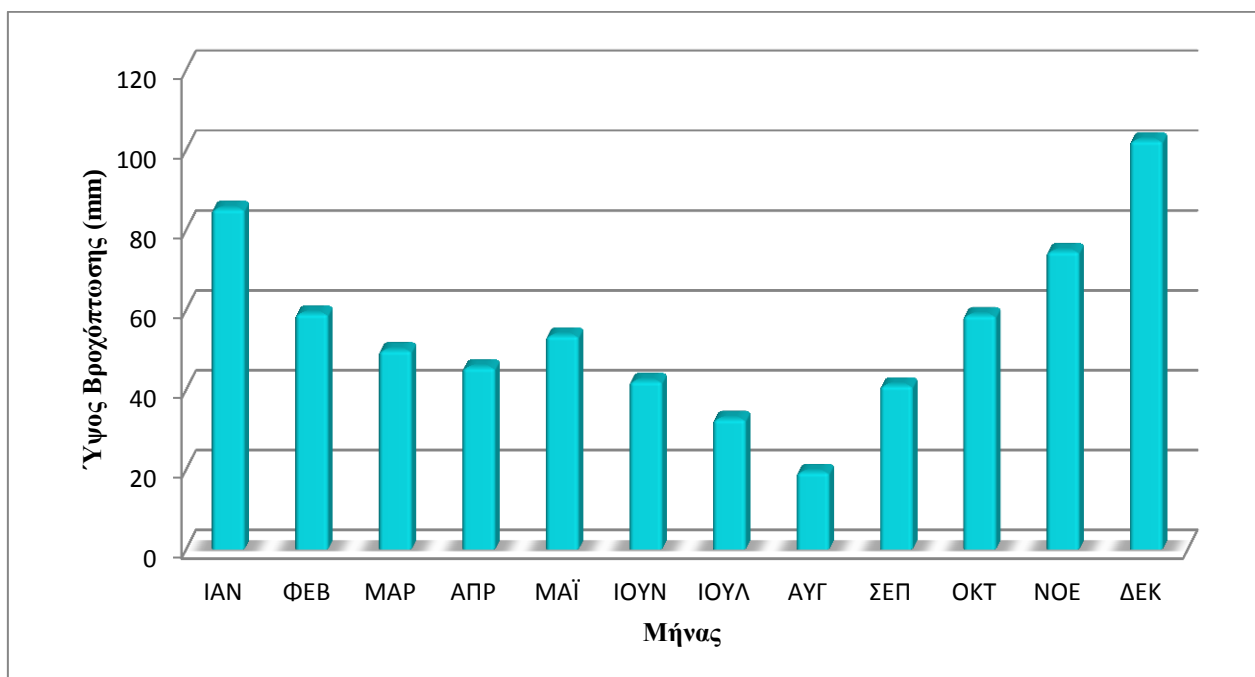
Διάγραμμα 4. Μέση τιμή θερμοκρασίας ανά μήνα στο Μ.Σ. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ

• **Βροχόπτωση**

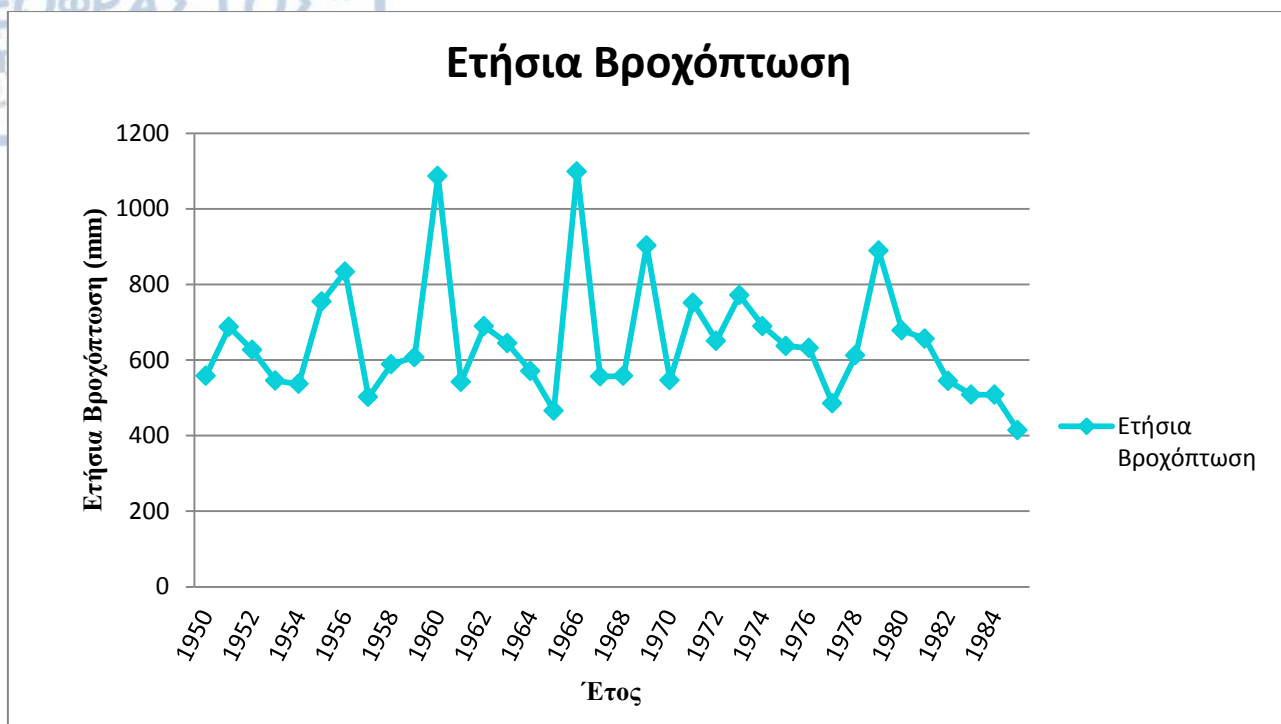
Από τα στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού Κομοτηνής προκύπτει για το διάστημα 1955-1983, ότι το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 664,7mm. Από τον παρακάτω Πίνακα 8 προκύπτει ότι οι μέσες μηνιαίες τιμές της βροχόπτωσης κυμαίνονται από 19,4 έως 102,4mm, ενώ η μεγαλύτερη τιμή σε 24ωρη βάση παρατηρήθηκε το μήνα Ιανουάριο (171,8mm).

Πίνακας 8. Ύψος Βροχοπτώσεων (mm) Μ.Σ. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ
Συνολικό ύψος Βροχόπτωσης	85,3	59,1	49,9	45,6	53,6	42,2	32,7	19,4	41,1	58,7	74,7	102,4	664,7
Μέγιστο ύψος 24ώρου	171,8	83,7	52,5	58,1	55,6	43,7	65,7	28,4	85,2	86,4	85,9	111	



Διάγραμμα 5. Μέση τιμή Βροχόπτωσης ανά μήνα στο Μ.Σ. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ



Διάγραμμα 6. Ετήσια βροχόπτωση στην Κομοτηνή, 1950-1985

• Υγρασία

Η σχετική υγρασία παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή το μήνα Δεκέμβριο (75,6%), ενώ σε υψηλά επίπεδα διατηρείται τους μήνες Νοέμβριο έως και Μάρτιο με τιμές που ξεπερνούν το 70%. Η χαμηλότερη τιμή είναι 51,3% και εμφανίζεται το μήνα Αύγουστο. (βλ. Πίνακα 9)

Πίνακας 9. Σχετική υγρασία (%)

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ
Σχετική Υγρασία	72,5	71,7	70,2	69,8	67,1	58,3	52,4	51,3	58,9	67,9	75,1	75,6	65,9

• **Άνεμοι**

Για την απόκτηση μιας γενικής εικόνας από την κλιματολογική «φυσιογνωμία» της περιοχής παραθέτουμε παρακάτω τα διατιθέμενα ανεμολογικά στοιχεία από τον Μ.Σ. Κομοτηνής. Σ' αυτά καταγράφονται οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή και η έντασή τους. Όπως παρατηρούμε, επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή είναι οι βορειοανατολικοί (συχνότητα περίπου 23,5%). Ακολουθούν οι νοτιοδυτικοί (13,7%) και οι βόρειοι (13,2%) και νότιοι (12,5%).

(βλ. Πίνακα 10)

Πίνακας 10. Ανεμολογικά στοιχεία Μ.Σ. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ

BEAUF	B	BA	A	NA	N	NA	Δ	ΒΔ	ΝΗΝΕΜΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ %
0									14,826	14,826
1	3,632	7,979	3,676	3,522	4,468	4,887	3,555	3,192		34,911
2	1,838	4,369	1,321	1,453	3,357	4,634	1,64	0,649		19,261
1-2										
3	1,552	3,324	0,605	0,594	2,972	3,027	0,77	0,132		12,976
4	2,851	4,314	0,275	0,319	1,332	0,924	0,187	0,088		10,29
5	2,036	2,289	0,044	0,099	0,264	0,143	0,022	0,055		4,952
3-5										
6	1,035	0,902	0,011	0,033	0,11	0,055	0,011	0,011		2,168
7	0,253	0,165	0,011	0,011	0,022	0,011	0	0,011		0,484
8	0,055	0,033	0,011	0	0	0	0	0		0,11
9	0,011	0,011	0	0	0	0	0	0		0,022
10	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>11	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>5										
ΣΥΝΟΛΟ %	13,236	23,386	5,954	6,031	12,525	13,681	6,185	4,149	14,826	100

Γεωλογία ευρύτερης περιοχής

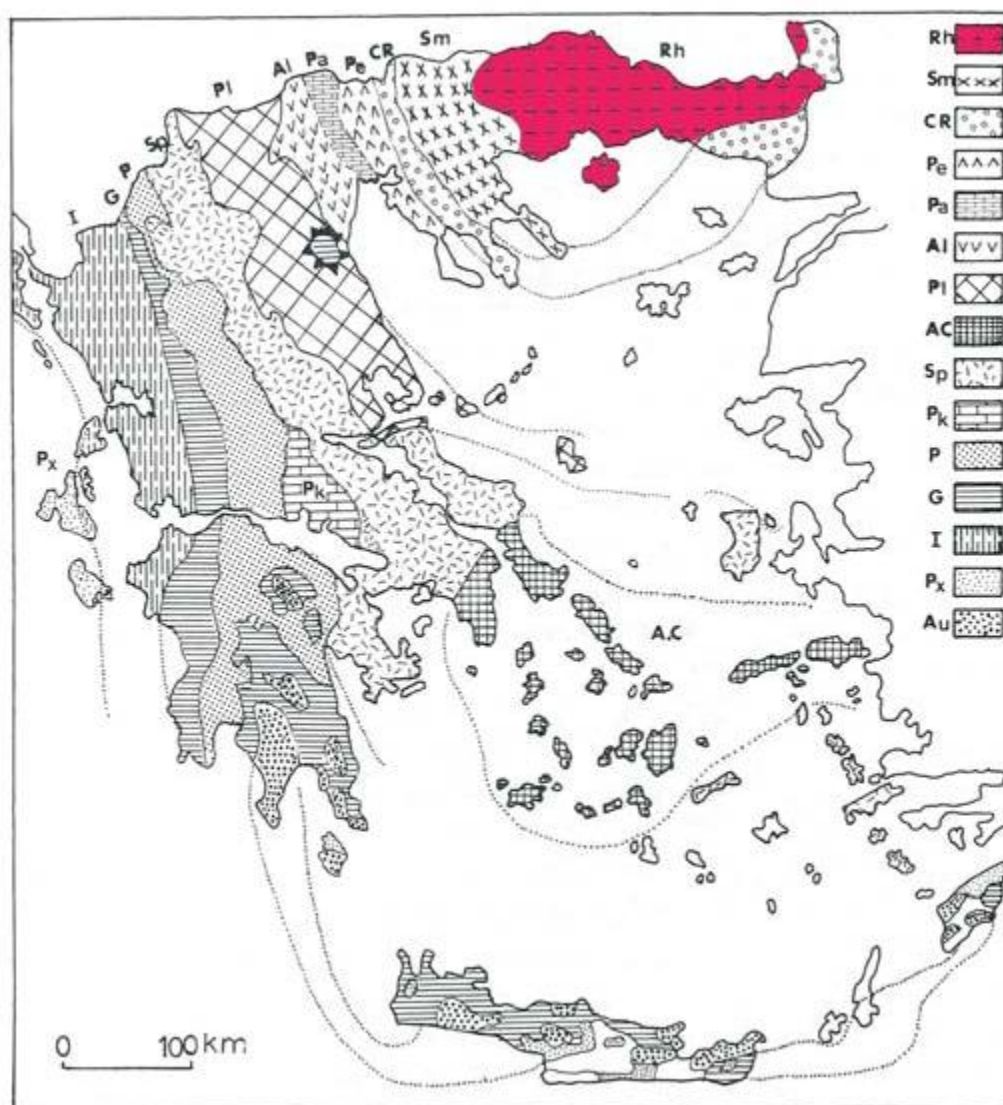
Η ευρύτερη περιοχή Ξάνθης – Κομοτηνής αποτελεί ενιαία γεωλογική ζώνη γνωστή σαν «Μάζα Ροδόπης» (βλ. Σχήμα 1). Η Ροδόπη αποτελεί μια γεωτεκτονική μονάδα με χαρακτηριστικά ηπειρωτικού φλοιού, πιθανόν της παλιάς Ευρασιατικής πλάκας. Αποτελείται κυρίως από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα μέσα στα οποία διεισδύουν όξινα πλουτωνικά σώματα.

Γεωλογικά, η περιοχή Αν. Μακεδονίας-Θράκης συγκροτείται από πετρώματα που ανήκουν σε 3 μεγάλες ενότητες και είναι οι ακόλουθες:

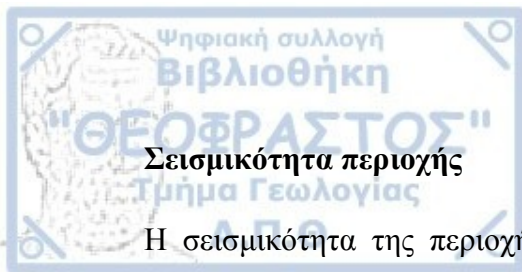
- 1) Τα Προ-Μεσοζωικά κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υπόβαθρου, τα οποία συναντώνται στην Ανατολική Μακεδονία και το βόρειο τμήμα της Θράκης. Αποτελούνται από την κατώτερη γνευσιακή σειρά που περιλαμβάνει μοσχοβιτικούς γνεύσιους, βιοτικούς και διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους, αμφιβολίτες και μάρμαρα, και την ανώτερη ανθρακική σειρά που περιλαμβάνει μάρμαρα και σχιστόλιθους.
- 2) Τα Μεσοζωικά πετρώματα της Περιοδοπικής ζώνης, τα οποία εμφανίζονται στην περιοχή της Αλεξανδρούπολης και αποτελούνται από φυλλίτες, πρασινοσχιστόλιθους και ανθρακικά πετρώματα.
- 3) Τα Τεταρτογενή ηφαιστειο-ιζηματογενή πετρώματα των λεκανών που καλύπτουν την υπόλοιπη περιοχή της Θράκης. Αποτελούνται από ιζήματα μολασσικού τύπου (κροκαλοπαγή, αργιλομάργες, μαργαϊκούς νουμουλιτοφόρους ασβεστόλιθους, ψαμμίτες) και ηφαιστειακούς τόφφους (ανδεσίτες, ρυοδακίτες κ.λ.π.).

Τα πετρώματα των παραπάνω 3 ενοτήτων διακόπτονται από διεισδύσεις πυριγενών πετρωμάτων σε όλη την έκταση της Ανατ. Μακεδονίας και Θράκης. Τα πυριγενή πετρώματα που απαντώνται είναι είτε πλουτώνια (γρανίτες, γρανοδιορίτες, μονζονίτες, διορίτες) είτε τα αντίστοιχα ηφαιστειακά (ρυόλιθοι, ανδεσίτες, δακίτες, δολερίτες).

Το βύθισμα Ξάνθης – Κομοτηνής δημιουργήθηκε μετά την ολοκλήρωση της Αλπικής ορογένεσης. Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής αποτελείται από τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ροδοπικής μάζας που καταλαμβάνουν καθολική σχεδόν εξάπλωση προς το βορρά και αποτελούνται από γνευσιοσχιστόλιθους που είναι αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Στις υπώρειες της ορεινής ζώνης βόρεια της πόλης, καθώς και στην περιοχή των λιμνοθαλασσών επικρατούν εδάφη από πυριτικές τριτογενείς αποθέσεις, όξινα με πηλώδη υφή. Τέλος, στην Κομοτηνή και γύρω και Νότια από αυτήν επικρατούν αλλουβιακά γεωργικά εδάφη δηλαδή ιζήματα.



Σχήμα 1. Η θέση της Μάζας της Ροδόπης στο γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών



Σεισμικότητα περιοχής

Η σεισμικότητα της περιοχής δεν είναι μεγάλη. Από γεωλογική άποψη, η περιοχή χαρακτηρίζεται σταθερή και ασεισμική και εντάσσεται στις ζώνες I και II του Νέου Αντισεισμικού Κανονισμού (NEAK). Η περιοχή κατατάσσεται σύμφωνα με τον NEAK (Νέο Αντισεισμικό Κανονισμό) στη ζώνη II που αναφέρεται σε περιοχή με μέτρια σεισμική επικινδυνότητα. Η περιοχή τα τελευταία χρόνια δεν ήταν επίκεντρο μεγάλου σεισμού, αλλά «αισθάνθηκε» σεισμούς από κοντινά επίκεντρα (Τουρκία, Σαμοθράκη, Λήμνος). Τελευταίος σεισμός με επίκεντρο την Κομοτηνή αναφέρεται το 1784 εντάσεως 6,3 R με καταστροφή 500 κατοικιών. Είναι άγνωστη η τυχόν επιρροή του φράγματος της Γρατινής που πρόσφατα ολοκληρώθηκε για τις ανάγκες του εργοστασίου της ΔΕΗ, στη σεισμικότητα της περιοχής.

Γενικά

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή εξαρτώνται από την διαπερατότητα των λιθολογικών σχηματισμών, το γεωτεκτονικό καθεστώς που επικρατεί, τη γεωμορφολογία και το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Τα πετρώματα που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή μπορούν να διακριθούν όσον αφορά την συμπεριφορά τους σχετικά με το πόσο εύκολα επιτρέπουν την κυκλοφορία του υπόγειου νερού μέσα τους, σε α) υψηλής υδροπερατότητας, β) μέτριας υδροπερατότητας, γ) χαμηλής υδροπερατότητας και δ) σε αδιαπέρατα. Οι διάφοροι επίσης γεωλογικοί σχηματισμοί, ταξινομούνται ως προς την υδροφορία, με βάση το πορώδες τους (πρωτογενές και δευτερογενές).

Οι σπουδαιότερες, από άποψη δυναμικότητας υδροφορίας, υδρογεωλογικές ενότητες εντοπίζονται στις κλαστικές τεταρτογενείς αποθέσεις και στους ανθρακικούς σχηματισμούς της περιοχής.

Στην περιοχή μελέτης επικρατούν οι τριτογενείς, τεταρτογενείς αποθέσεις και κυρίως τα αλλουβιακά ιζήματα όπως άμμοι, χαλίκια, κροκάλες και αργιλοαμμώδη. Συνήθως, σε τέτοιους σχηματισμούς το νερό μπορεί να ρέει δια μέσου του συστήματος αγωγών που δημιουργούν οι μικροί ή μεγάλοι πόροι και τα μικρά ή μεγάλα ενδιάκενα που πρωτογενώς, δηλαδή από τη γέννεσή του, είχε το πέτρωμα ή ο σχηματισμός. Χαρακτηρίζονται λοιπόν, πορώδεις (ή κοκκώδεις) οι συγκεκριμένοι σχηματισμοί. Συμβατικά οι πορώδεις σχηματισμοί στους οποίους το νερό κινείται μέσα στα ενδιάκενα που κατά κανόνα έχουν μικρές διαστάσεις, ονομάστηκαν μικροπερατοί (όχι κατ'ανάγκη μικρής περατότητας) γιατί έχουν ενδιάκενα μικρών διαστάσεων, αλλά συνήθως πυκνά.

Υδρογεωτρήσεις της περιοχής έρευνας

Οι υδρευτικές γεωτρήσεις του Δήμου- «Δημοτικής ενότητας» Κομοτηνής είναι τριάντα μία (31), που κατανέμονται ως εξής:

- ✚ Είκοσι μία (21) γεωτρήσεις, που έχουν ανορυχθεί δυτικά της πόλης Κομοτηνής και χρησιμοποιούνται κατά την θερινή περίοδο (Ιούνιος-Οκτώβριος) για την ύδρευση της πόλης και την ευρύτερη περιοχή της «δημοτικής ενότητας» Κομοτηνής (οικισμοί Μεσοχωρίου, Υφαντών, Μικρού Κρανοβουνίου, Μεγάλου Κρανοβουνίου, Παραδήμης, Πανδρόσου, Καρυδιάς, Συμβόλων, Ιτέας, Ροδίτη, Κάλχα, Τυχηρού, Ιάμπολης, Σιδηράδων, Στυλαρίου και Γρατινής).
- ✚ Μία (1) γεώτρηση Καρυδιάς που χρησιμοποιείται εναλλακτικά για την ύδρευση του οικισμού Καρυδιάς εάν υπάρχει αδυναμία υδροδότησης του οικισμού από το Υδραγωγείο Κομοτηνής.
- ✚ Μία (1) γεώτρηση Πανδρόσου που χρησιμοποιείται εναλλακτικά για την ύδρευση του οικισμού Πανδρόσου εάν υπάρχει αδυναμία υδροδότησης του οικισμού από το Υδραγωγείο Κομοτηνής.
- ✚ Μία (1) γεώτρηση Κικηδίου που χρησιμοποιείται εναλλακτικά για την ύδρευση του οικισμού Κικηδίου εάν υπάρχει αδυναμία υδροδότησης του οικισμού από το Υδραγωγείο Κομοτηνής.
- ✚ Τρεις (3) γεωτρήσεις περιοχής Κικηδίου που χρησιμοποιούνται εναλλακτικά για την ύδρευση των οικισμών Κάλχα, Τυχηρού, Ιάμπολης, Στυλαρίου, Σιδηράδων και Γρατινής εάν υπάρχει αδυναμία υδροδότησης των οικισμών από το Υδραγωγείο Κομοτηνής.
- ✚ Μία (1) γεώτρηση Θρυλορίου που υδροδοτεί καθ' όλο το έτος τους οικισμούς Θρυλορίου – Φύλακα. Προβλέπεται η ύδρευση των οικισμών από το Υδραγωγείο Κομοτηνής στο εγγύς μέλλον.
- ✚ Μία (1) γεώτρηση Ανθοχωρίου που υδροδοτεί καθ' όλο το έτος τον οικισμό Ανθοχωρίου.
- ✚ Δύο (2) γεωτρήσεις Κοσμίου που υδροδοτούν καθ' όλο το έτος τον οικισμό μεγάλου Δουκάτου της «δημοτικής ενότητας» Ν.Σιδηροχωρίου και εναλλακτικά τον οικισμό του Κοσμίου εάν υπάρχει αδυναμία κανονικής υδροδότησης του οικισμού από το Υδραγωγείο Κομοτηνής.

Κάποιες από τις παραπάνω υδρογεωτρήσεις, σήμερα έχουν καταργηθεί ή εγκαταλειφθεί. Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται μερικά στοιχεία σχετικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων που λειτουργούν και των οποίων τα στοιχεία μας έχουν παραχωρηθεί (βλ. Πίνακα 11).

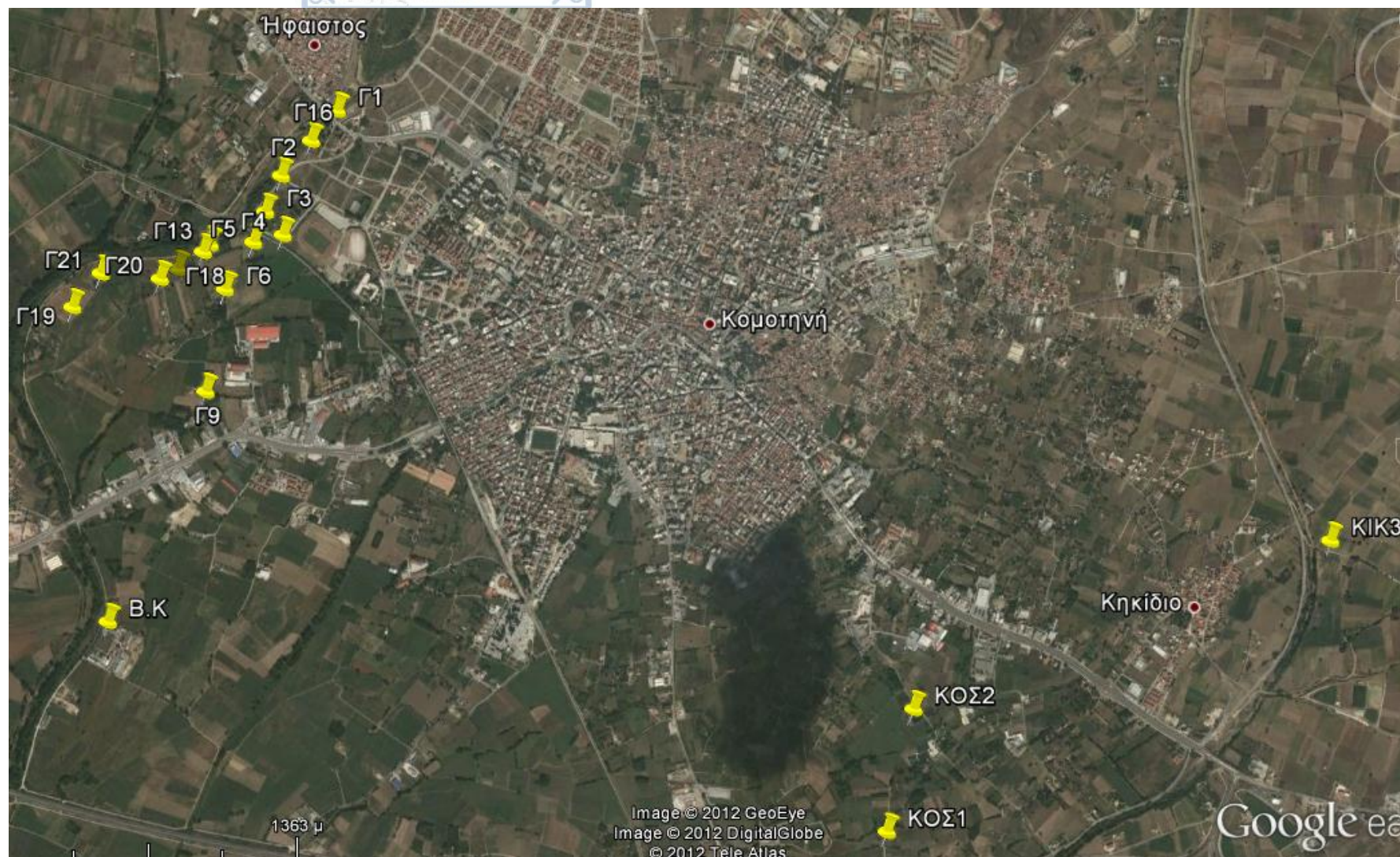
Ο συνολικός αριθμός αυτών των υδρογεωτρήσεων είναι 18 και οι αναλυτικές τομές αυτών παραθέτονται στο Παράρτημα.

Πίνακας 11. Τεχνικά χαρακτηριστικά των υδρευτικών γεωτρήσεων του Δήμου Κομοτηνής (Από Δ.Ε.Υ.Α Κομοτηνής)

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ (m)	ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h)	ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΤΛΗΣΕΩΣ (m)	ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
Γ1-ΓΕΦΥΡΑ	31	160	18	1973
Γ2-ΓΕΦΥΡΑ ΗΦΑΙΣΤΟΥ II	191	80	23,5	1991
Γ3-ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΕΝΟΥ 1	102	120	7	1985
Γ4-ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΕΝΟΥ 4	60	90	9,8	1994
Γ5-ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΕΝΟΥ 6	62	90	9,7	1994
Γ6-ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΕΝΟΥ 7	65	90	9,2	1994
Γ9-ΠΑΛΙΑ ΑΜΠΕΛΙΑ	166	100	6,7	1988
Γ12-ΝΕΑ ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΕΝΟΥ 3β	76	80	12	1996
Γ13-ΝΕΑ ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΕΝΟΥ 2β	119	90	11	1992
Γ16-ΓΕΦΥΡΑ ΗΦΑΙΣΤΟΥ 3	198	100	48	2000
Γ18-ΚΤΗΜΑ ΚΟΛΟΦΑΚΗ	100	100	24	2005
Γ19-ΚΤΗΜΑ ΓΚΟΔΟΣΙΔΗ	116	70	21	2005
Γ20-ΚΤΗΜΑ ΕΥΡΙΠΠΙΔΗ 2	98	80	17	2005
Γ21-ΚΤΗΜΑ ΓΚΟΔΟΣΙΔΗ 2	100	50	35	2005
ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΚΙΚΗΔΙΟΥ Νο3	120	85	28	2002
ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΚΟΣΜΙΟΥ 1	186	45	45	1993
ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΚΟΣΜΙΟΥ 2	100	60	22	1983
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	204	80	21	1991

Πρόκειται λοιπόν για υδρογεωτρήσεις όχι πολύ βαθιές (31m έως 204m), που έχουν διατρήσει και αξιοποιούν τους υδροφόρους ορίζοντες των αλλουβιακών κυρίως αποθέσεων. Οι στάθμες αντλήσεων κυμαίνονται από 6,7m βάθος μέχρι 48m βάθος και οι παροχές από 45-160m³/h. Όλες οι γεωτρήσεις βρίσκονται στην πεδινή ζώνη, σε ένα βύθισμα της πεδιάδας με υψόμετρο 28-35m από την επιφάνεια της θάλασσας.

Ακολουθεί ο χάρτης με τις θέσεις των συγκεκριμένων γεωτρήσεων (βλ. Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Θέσεις των υδρογεωτρήσεων πάνω στο χάρτη

Οι κυριότεροι παράμετροι των υπόγειων νερών είναι:

- ✚ Φυσικές (θερμοκρασία, χρώμα, θολότητα, οσμή, ραδιενέργεια).
- ✚ 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, Μεταλλοειδή: Pb^{2+} , Cr^{6+} , Hg^{2+} , As^{3+} , Cd^{2+} 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 (κυρίως της βροχής), τη λιθολογική σύσταση του υδροφορεά μέσα στον οποίο φιλοξενείται και από τα πετρώματα μέσα από τα οποία έχει διέρθει.

Στην παρούσα εργασία γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων πάνω σε χάρτες, οι οποίοι δείχνουν τη γεωγραφική κατανομή διαφόρων παραμέτρων με χρωματικές βαθμίδες. Παρουσιάζονται, περιγράφονται και σχολιάζονται αναλυτικά στο παρόν κεφάλαιο οι σημαντικότεροι παράμετροι της έκθεσης των χημικών αναλύσεων που μας παρείχε η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Κομοτηνής (Δ.Ε.Υ.Α Κομοτηνής).

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

Αναλυτικά στοιχεία για την ποιότητα των νερών ύδρευσης υπάρχουν στο Παράρτημα.

• **Ολική σκληρότητα**

Η σκληρότητα των νερών προέρχεται από την παρουσία διαλυμένων μεταλλικών κατιόντων εκ των οποίων τα πιο συνηθισμένα είναι το ασβέστιο και το μαγνήσιο. Η σκληρότητα εξαρτάται από τα πετρώματα από τα οποία έχει περάσει το νερό.

Η σκληρότητα του νερού μετρείται σε ισοδύναμο CaCO_3 (mg/l), σε Γερμανικούς βαθμούς, και σε Γαλλικούς βαθμούς. Για την μετατροπή από τη μία μονάδα μέτρησης σε άλλη ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις :

1 Γαλλικός βαθμός = 0,56 Γερμανικοί

1 Γερμανικός βαθμός = 1,79 Γαλλικοί

1 Γαλλικός βαθμός = 10 mg CaO/l

1 Γερμανικός βαθμός = 17,9 mg CaCO_3/l

Ο πίνακας που ακολουθεί μας δίνει τον χαρακτηρισμό των νερών ανάλογα με το επίπεδο σκληρότητας (βλ. Πίνακα 12).

Πίνακας 12. Χαρακτηρισμός νερών ανάλογα με το επίπεδο σκληρότητας (από Ε.Υ.Α.Θ)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΝΕΡΟΥ	ΓΑΛΛΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ	ΓΕΡΜΑΝΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ	mg CaCO_3/l
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

Ο προσδιορισμός της σκληρότητας είναι σημαντικός, αφού αποτελεί κριτήριο καταλληλότητας για πάρα πολλές χρήσεις των νερών, επειδή δείχνει την τάση σχηματισμού ανθρακικών επικαθίσεων στους λέβητες και στις ψυκτικές δεξαμενές, όπως και την ικανότητα δέσμευσης σαπώνων και χρωμάτων.

Η σκληρότητα του πόσιμου νερού συνδέεται, επίσης, και με την υγεία του ανθρώπου. Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία. Αντίθετα, έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ αυξημένης σκληρότητας και μείωσης των καρδιοαγγειακών παθήσεων. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί το γεγονός ότι δεν υπάρχουν προδιαγραφές για την τιμή της σκληρότητας του πόσιμου νερού στην υγειονομική διάταξη. Νερό με σκληρότητα μέχρι και 500 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμο, αλλά οι πιο καλές τιμές είναι μεταξύ 80 και 150.

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

Από τις μετρήσεις της σκληρότητας στις γεωτρήσεις, στην περιοχή της Κομοτηνής, και την αποτύπωσή τους στον χάρτη, συμπεραίνεται ότι το νερό είναι πολύ καλό. Στις περισσότερες γεωτρήσεις η σκληρότητα του νερού κυμαίνεται μεταξύ 14,32-21,48 γαλλικών βαθμών. Μόνο στις γεωτρήσεις Γ5 και Γ6 και Γ9 κυμαίνεται μεταξύ 21,48-32,22 γαλλικών βαθμών (βλ. *Εικόνα 10*).

Η χρωματική διαβάθμιση της κατανομής της ολικής σκληρότητας πάνω στο χάρτη είναι η εξής:

ΓΑΛΛΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ	ΧΡΩΜΑ
7,6-14,32	Κίτρινο
14,32-21,48	Πράσινο
21,48-32,22	Μπλέ

(βλ. *Εικόνα 10*)



Εικόνα 10. Η κατανομή και οι τιμές της ολικής σκληρότητας πάνω στο χάρτη.

- **Νιτρικά, N**

Τα νιτρικά ιόντα είναι το προϊόν της φυσικής αποσύνθεσης οοργανικών αζωτούχων ενώσεων, όπως, φυτικής και ζωικής πρωτεΐνης. Τα νιτρικά ιόντα προέρχονται από τα λιπάσματα, τα απορρίματα, τα ζωικά ή ανθρώπινα απόβλητα καθώς και την προηγούμενη χρήση του νερού από τον άνθρωπο. Υπάρχουν ακόμη και στον αέρα, λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με αποτέλεσμα να παρασσύρονται από τη βροχή ή να αποτίθενται στο έδαφος. Σε αερόβιες συνθήκες τα νιτρικά διεισδύουν στον υδροφόρο ορίζοντα.

Μεγάλη περιεκτικότητα σε νιτρικό ιόν δείχνει την παρουσία βιολογικών ρύπων ή νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης ή ανάμειξη με νερά άρδευσης από λιπαινόμενες γαίες. Το επιθυμητό όριο συγκέντρωσης νιτρικών στο πόσιμο νερό είναι 25 mg/l, ενώ το ανώτατο όριο είναι 50 mg/l.

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

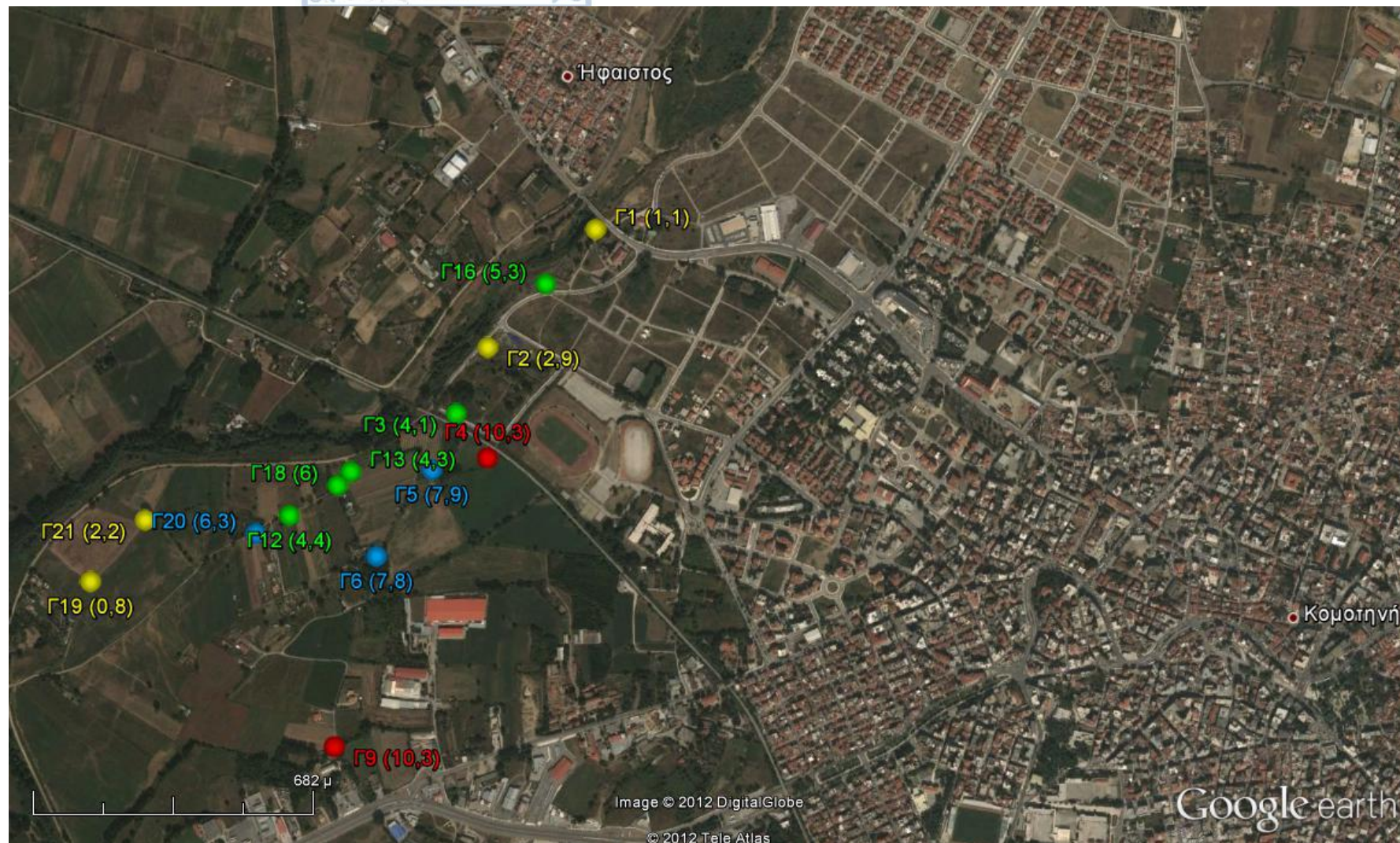
Η κύρια διαδικασία απομάκρυνσης των νιτρικών είναι η αναγωγή τους.

Στην περιοχή της Κομοτηνής, οι μετρήσεις της περιεκτικότητας σε νιτρικά ιόντα έδωσαν χαμηλές τιμές. Οι τιμές που μετρήθηκαν κυμαίνονται μεταξύ 0,8 και 10,3 mg/l. Επομένως, η περιεκτικότητα σε νιτρικά είναι πολύ μικρότερη από το επιθυμητό όριο και δεν ελοχεύει κανένας κίνδυνος (βλ. *Εικόνα 11*).

Ακολουθεί ο προσδιορισμός της χρωματικής κατάταξης πάνω στο χάρτη των τιμών των νιτρικών.

mg/l	ΧΡΩΜΑ
0-3	Κίτρινο
3-6	Πράσινο
6-9	Μπλέ
9-12	Κόκκινο

(βλ. *Εικόνα 11*)



Εικόνα 11. Η κατανομή και οι τιμές των νιτρικών, N, στις θέσεις των γεωτρήσεων πάνω στο χάρτη.



- **Σίδηρος, Fe**

Στα νερά ο σίδηρος απαντάται με τη δισθενή και τρισθενή μορφή του. Προέρχεται από μαγματικά πετρώματα, οξειδία, σουλφίδια και ανθρακικά ορυκτά. Υπάρχει κυρίως σε υπόγεια νερά, που διέρχονται από πετρώματα πλούσια σε οξείδια του σιδήρου.

Το ενδεικτικό επίπεδο συγκέντρωσης του σιδήρου είναι τα 20 $\mu\text{g/l}$ και το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο είναι τα 100 $\mu\text{g/l}$. Ο σίδηρος είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον άνθρωπο και η έλλειψή του προκαλεί αναιμία. Συνεχής κατανάλωση νερού με υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου, μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο, και ιδιαίτερα στα παιδιά, βλάβες στους ιστούς (αιμοχρωμάτωση).

Στην περιοχή μελέτης οι συγκεντρώσεις σε σίδηρο κυμαίνονται μεταξύ 0 και 20 $\mu\text{g/l}$. (βλ. Εικόνα 12)

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η κλίμακα των τιμών του σιδήρου, Fe, σε αντιστοιχία με τα χρώματα που απεικονίζουν τις τιμές αυτές πάνω στο χάρτη, καθώς και η μετατροπή της μονάδας μέτρησης από mg/l σε $\mu\text{g/l}$.

mg/l	$\mu\text{g/l}$	ΧΡΩΜΑ
0-0,010	0-10	Πράσινο
0,010-0,020	10-20	Κόκκινο

(βλ. Εικόνα 12)



Εικόνα 12. Η κατανομή και οι τιμές του σιδήρου, Fe, στις θέσεις των γεωτρήσεων πάνω στο χάρτη.

- **Μαγγάνιο, Mn**

Η κύρια προέλευση του μαγγανίου είναι η διάλυση ορυκτών που περιέχουν μαγγάνιο. Δεν έχουν διαπιστωθεί βλαβερές συνέπειες στην υγεία από πόσιμο νερό που περιέχει μαγγάνιο. Θεωρείται από τα στοιχεία τα λιγότερο τοξικά για τον άνθρωπο. Η απορρόφησή του στον οργανισμό συνδέεται άμεσα με την απορρόφηση του σιδήρου. Υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση και συμβάλλουν στην ανάπτυξη μικροοργανισμών στις δεξαμενές και τα δίκτυα ύδρευσης. Μελετώντας τις τιμές του μαγγανίου από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε γεωτρήσεις στην Κομοτηνή, διαπιστώνεται ότι είναι αμελητέες (βλ. *Εικόνα 13*). Παρακάτω παρουσιάζεται η χρωματική κλίμακα των τιμών του μαγγανίου, Mn, που χρησιμοποιήθηκε για την απεικόνιση αυτών στις θέσεις των γεωτρήσεων πάνω στο χάρτη.

mg/l	ΧΡΩΜΑ
0-0,010	Πράσινο
0,011-0,020	Κόκκινο
0,021-0,030	Μπλέ

(βλ. *Εικόνα 13*)



Εικόνα 13. Η κατανομή και οι τιμές του μαγγανίου, Mn, στις θέσεις των γεωτρήσεων πάνω στο χάρτη.

- **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 250 mg/l σε θειϊκά ιόντα καθιστά τη χρήση των νερών προβληματική τόσο για πόση, διότι προκαλούνται γαστρεντερικές διαταραχές και ερεθίζεται το αναπνευστικό σύστημα όσο και για βιομηχανική χρήση, αφού παρατηρούνται φαινόμενα διάβρωσης σε αγωγούς.

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

Οι περιεκτικότητες σε θειϊκά ιόντα στην περιοχή της Κομοτηνής είναι χαμηλές και κυμαίνονται μεταξύ 17 και 66 mg/lt όπως διαπιστώνουμε από τα στοιχεία πάνω στο χάρτη (βλ. *Εικόνα 14*).

Η χρωματική κατάταξη των τιμών που λαμβάνουν τα θειϊκά, SO₄, στις διάφορες θέσεις των γεωτρήσεων πάνω στο χάρτη είναι η ακόλουθη.

mg/l	ΧΡΩΜΑ
1-20	Κόκκινο
21-40	Πράσινο
41-60	Μπλέ
61-80	Κίτρινο

(βλ. *Εικόνα 14*)



Εικόνα 14. Η κατανομή και οι τιμές των θεϊκών, SO_4 , στις θέσεις των γεωτρήσεων πάνω στο χάρτη.

- **Αγωγιμότητα (20°C)**

Εκφράζει το σύνολο των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Η αύξηση της ποσότητας των διαλυμένων αλάτων και η αύξηση της θερμοκρασίας συνεπάγονται την αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Συνεπώς, η ηλεκτρική αγωγιμότητα συνδέεται άμεσα με την ποσότητα και τη φύση των διαλυμένων ηλεκτρολυτών.

Η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας οφείλεται σε ρύπανση από ανόργανα λιπάσματα (χλωριούχα, νατριούχα κλπ) ή σε διείσδυση θαλασσινού νερού. Το ενδεικτικό επίπεδο της αγωγιμότητας είναι $400 \mu\text{S}/\text{cm}$. Η αυξημένη αγωγιμότητα είναι δυνατό, να δημιουργήσει προβλήματα υγείας, ανάλογα με τη φύση και τη συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων.

Αντίστροφη όσμωση, ιοντοεναλλαγή ή χημική ιζηματοποίηση είναι ενέργειες αποκατάστασης.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα στις γεωτρήσεις όπου μετρήθηκε βρίσκεται πολύ κοντά στη τιμή των $400 \mu\text{S}/\text{cm}$, κοντά δηλαδή στο ενδεικτικό επίπεδο. Σε ορισμένες γεωτρήσεις η ηλεκτρική αγωγιμότητα υπερβαίνει κατά πολύ τα $400 \mu\text{S}/\text{cm}$. Η αυξημένη τιμή της αγωγιμότητας που παρατηρείται οφείλεται στη χρήση λιπασμάτων (βλ. *Εικόνα 15*).

Η παραμετρική τιμή είναι $2500 \mu\text{S}/\text{cm}$ στους 20°C .

Η αντιχτοιχία του κάθε χρώματος που έχουν τα διαφορετικά σημεία τα οποία απεικονίζονται στον παρακάτω χάρτη, με τις τιμές των σημείων αυτών φανερώνεται αμέσως παρακάτω.

mS/cm	ΧΡΩΜΑ
210-400	Πράσινο
410-600	Κόκκινο
610-800	Μπλέ
>810	Κίτρινο

(βλ. *Εικόνα 15*)



Εικόνα 15. Η κατανομή και οι τιμές της αγωγιμότητας (20°C) στις θέσεις των γεωτρήσεων πάνω στο χάρτη.



- **Χλωριούχα, Cl**

Κύρια προέλευση των χλωριούχων ιόντων είναι τα ιζηματογενή πετρώματα, που περιέχουν αργιλικά ορυκτά θαλάσσιας γένεσης, οι εβαπορίτες, καθώς και οι θερμές πηγές. Άλλη πηγή αποτελεί η διείσδυση της θάλασσας στους παράκτιους υδροφορείς. Στις βιομηχανικές περιοχές αύξηση του χλωρίου οφείλεται στην καύση των πλαστικών και στα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια.

Το επιθυμητό όριο συγκέντρωσης των χλωριόντων στο πόσιμο νερό είναι 25 mg/l και το ανώτατο 250 mg/l. Σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν στο πόσιμο νερό γλυφή γεύση. Παρατητώντας τις μετρήσεις από τις γεωτρήσεις που εκτελέστηκαν στην ευρύτερη περιοχή της Κομοτηνής συμπεραίνεται ότι οι περιεκτικότητες σε χλωριόντα πλησιάζουν το επιθυμητό όριο (βλ. *Εικόνα 16*).

Η αντιστοιχία των χρωμάτων των σημείων του παρακάτω χάρτη, με τις τιμές των σημείων αυτών είναι η εξής:

mg/l	ΧΡΩΜΑ
15-35	Πράσινο
35-55	Μπλέ
55-75	Κίτρινο

(βλ. *Εικόνα 16*)



Εικόνα 16. Η κατανομή και οι τιμές των χλωριούχων, Cl, στις θέσεις των γεωτρήσεων πάνω στο χάρτη.

Η παρούσα Διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό τη διερεύνηση των συνθηκών ύδρευσης της πόλης Κομοτηνής. Από τη διερεύνηση προέκυψαν τα παρακάτω κύρια συμπεράσματα:

- Ο Δήμος Κομοτηνής είναι δήμος της περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης με έδρα την Κομοτηνή, η έκτασή του είναι 644.66 km² και με το Πρόγραμμα Καλλικράτης συνενώθηκαν σε αυτόν οι προηγούμενοι δήμοι Κομοτηνής, Αιγείρου και Νέου Σιδηροχωρίου.
- Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ, ο πραγματικός πληθυσμός στο σύνολο του Δήμου Κομοτηνής παρουσίασε σημαντική αύξηση, της τάξης του 12,7%, από 53.743 άτομα το 1991 στα 60.574 άτομα το 2001. Επίσης, με βάση αποδεκτές μεθόδους πρόβλεψης του πληθυσμού, αρκετά σημαντική αναμένεται να είναι η αύξηση του πληθυσμού της Κομοτηνής, κατά περίπου 54.235 κατοίκους, και της ευρύτερης περιοχής έως το 2047.
- Η γεωμορφολογική ανάπτυξη της περιοχής χαρακτηρίζεται από ήπιο έως σχετικά έντονο ανάγλυφο. Η συνολική έκταση που περιλαμβάνει το πεδινό τμήμα είναι 38% της όλης περιοχής, το ημιορεινό τμήμα 32% και το ορεινό τμήμα 30% .
- Στην περιοχή μελέτης εμφανίζονται δύο αυτοτελείς υδρολογικές λεκάνες, η υδρολογική λεκάνη των χειμάρρων της Κομοτηνής που εκβάλουν στη λίμνη Μητρικού (λεκάνη Βοσβόζη) και η υδρολογική λεκάνη του Λίσου ποταμού που εκβάλει στο Θρακικό πέλαγος.
- Η περιοχή της Κομοτηνής, χαρακτηρίζεται από εύκρατο κλίμα με μεγάλα ημερήσια και ετήσια θερμομετρικά εύροι και συγκεκριμένα ενδιάμεσου τύπου μεταξύ μεσογειακού και μεσευρωπαϊκού. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 14,8⁰C, με μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία να κυμαίνεται μεταξύ 1,4 και 17,6⁰C και μέση μέγιστη μεταξύ 8,8 και 30,4⁰C. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 664,7mm, ενώ η μεγαλύτερη τιμή σε 24ωρη βάση παρατηρήθηκε το μήνα Ιανουάριο και είναι ίση με 171,8 mm. Η σχετική υγρασία παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή το μήνα Δεκέμβριο που φτάνει το ποσοστό 75,6% και τη χαμηλότερη τιμή το μήνα Αύγουστο με ποσοστό

51,3%. Οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή είναι οι βορειοανατολικοί, ΒΑ, με συχνότητα περίπου 23,5%.

- Γεωτεκτονικά η περιοχή μελέτης ανήκει στη «Μάζα της Ροδόπης». Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής αποτελείται από τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ροδοπικής μάζας και αποτελούνται από γνευσιοσχιστόλιθους που είναι αδιαπέρατοι σχηματισμοί. Στις υπώρειες της ορεινής ζώνης βόρεια της πόλης, καθώς και στην περιοχή των λιμνοθαλασσών επικρατούν εδάφη από πυριτικές τριτογενείς αποθέσεις, όξινα με πηλώδη υφή.
- Στην περιοχή μελέτης επικρατούν τα αλλουβιακά ιζήματα, κυρίως άμμοι, χαλίκια, κροκάλες, αργιλοαμμώδη και το νερό μπορεί να ρέει δια μέσου του συστήματος αγωγών που δημιουργούν οι μικροί ή μεγάλοι πόροι και τα μικρά ή μεγάλα ενδιάκενα.
- Η σεισμικότητα της περιοχής δεν είναι μεγάλη. Τελευταίος σεισμός με επίκεντρο την Κομοτηνή αναφέρεται το 1784 εντάσεως 6,3R με καταστροφή 500 κατοικιών.
- Από την επεξεργασία των τεχνικών χαρακτηριστικών των υδρογεωτρήσεων από τις οποίες υδρεύεται ο Δήμος, πρόκειται για όχι πολύ βαθιές (31m έως 204m), που έχουν διατρήσει και αξιοποιούν τους υδροφόρους ορίζοντες των αλλουβιακών κυρίως αποθέσεων.
- Το σύνολο του εξυπηρετούμενου πληθυσμού που υδροδοτείται από το Υδραγωγείο Κομοτηνής είναι περίπου 70.000 κάτοικοι. Σύμφωνα με υπολογισμούς ο κάτοικος της Κομοτηνής καταναλώνει κατά μέσο όρο $0,3 \text{ m}^3$ (300 l) νερού σε ημερήσια βάση (συμπεριλαμβανομένων των απωλειών δικτύου), η μέση ημερήσια ποσότητα απαιτούμενου νερού ύδρευσης είναι $21.000 \text{ m}^3/\text{day}$ και η μέγιστη ωριαία ποσότητα απαιτούμενου νερού ύδρευσης (καλοκαίρι) είναι $1.300 \text{ m}^3/\text{hr}$.
- Το σύνολο της ωριαίας αντλούμενης ποσότητας νερού που προορίζεται για πόσιμο από τις είκοσι μία (21) γεωτρήσεις της Κομοτηνής Γ1 έως Γ21 είναι $1.450 \text{ m}^3/\text{hr}$. Όμως, η ωριαία δυνατότητα μεταφοράς νερού από το κεντρικό αντλιοστάσιο προς το Υδραγωγείο Κομοτηνής είναι $1.330 \text{ m}^3/\text{hr}$ και οι απώλειες νερού λόγω της μεθόδου επεξεργασίας (καθίζηση – διύλιση) είναι της τάξης 8% επί της αντλούμενης ποσότητας.

- 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 ή κοντά σε αυτή. Η ολική σκληρότητα κυμαίνεται μεταξύ 14,32-21,48 γαλλικών βαθμών. Οι περιεκτικότητες σε νιτρικά ιόντα είναι χαμηλές με τιμές οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 0,8-10,3 mg/l (<50 mg/l που είναι το όριο), καθώς επίσης χαμηλές είναι και οι περιεκτικότητες σε θειϊκά ιόντα που κυμαίνονται μεταξύ 17 και 66 mg/l. Οι συγκεντρώσεις σε ολικό σίδηρο κυμαίνονται μεταξύ 0 και 20 μg/l, δηλαδή πολύ κοντά στο ενδεικτικό επίπεδο συγκέντρωσης του ολικού σιδήρου, ενώ οι συγκεντρώσεις του μαγγανίου είναι αμελητέες με τις περισσότερες τιμές να κυμαίνονται από 0 μέχρι 0,010 mg/l. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα λαμβάνει τιμές από 290 έως 880 μS/cm και το μεγαλύτερο πλήθος αυτών βρίσκεται κοντά στο ενδεικτικό επίπεδο των 400 μS/cm. Τέλος, οι συγκεντρώσεις των χλωριούχων ιόντων κυμαίνονται μεταξύ 17,75-67,45 mg/l, εντός του ορίου ποσιμότητας (<250 mg/l).

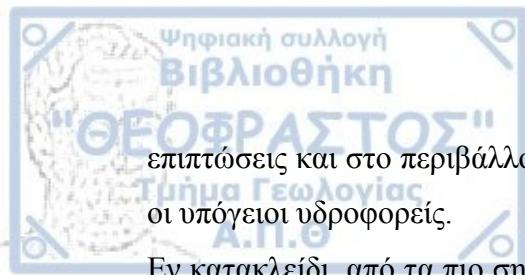
Ανακεφαλαιώνοντας, όπως έχει ήδη αναφερθεί, σήμερα η υδροδότηση των κατοίκων του Δήμου Κομοτηνής καθώς και των όμορων Δήμων καλύπτεται ικανοποιητικά από υδρογεωτρήσεις. Πλήθος, όμως, μελετών επί σειρά ετών, καταδεικνύουν προβλήματα σχετικά με την επάρκεια και την ποιότητα του πόσιμου ύδατος. Καθίσταται αναγκαία, λοιπόν, η λήψη μέτρων για την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων.

Οι αντλούμενες ποσότητες νερού των υπόγειων νερών κατά τους θερινούς μήνες, καλύπτουν οριακά τις απαιτήσεις του εξυπηρετούμενου πληθυσμού, όπως έχει προαναφερθεί, δεδομένου ότι κατά τους υπολογισμούς δεν ελήφθησαν υπόψη βλάβες Η/Μ εξοπλισμού, απώλειες δικτύου κ.λπ. Κατά συνέπεια για να εξομαλυνθεί η εύρυθμη λειτουργία του συστήματος προτείνεται:

α. Η λειτουργία των υφιστάμενων γεωτρήσεων των οικισμών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όταν υπάρχει ανάγκη (βλάβη, μεγάλη ζήτηση, κ.λπ.)

β. Η ανόρυξη τουλάχιστον δύο (2) επιπλέον γεωτρήσεων στο πεδίο της Κομοτηνής.

Επιπρόσθετα, στα πλαίσια της αειφόρου διαχείρισης των υδάτων αλλά και της ανάγκης των κατοίκων της περιοχής για πόσιμο νερό, έχουν γίνει μελέτες για την κατασκευή φράγματος επί του ποταμού Βοσβόζη, κοντά στον οικισμό Συμβόλων Ροδόπης. Τα οφέλη από την κατασκευή του έργου αυτού αναμένεται να είναι ιδιαίτερα σημαντικά για όλους τους Δήμους της ευρύτερης περιοχής καθώς θα βελτιωθεί η ποιότητα ζωής με παροχή επαρκούς και υψηλής ποιότητας πόσιμου νερού. Ακόμη, αναμένονται θετικές



επιπτώσεις και στο περιβάλλον καθώς θα προστατευτούν και θα εμπλουτιστούν έμμεσα οι υπόγειοι υδροφορείς.

Εν κατακλείδι, από τα πιο σημαντικά μέτρα αντιμετώπισης του υδατικού προβλήματος, αποτελεί η ενημέρωση των δημοτών από τον Δήμο, με στόχο τον περιορισμό της κατανάλωσης νερού. Για παράδειγμα εξοικονόμηση νερού στην κουζίνα μας, στο μπάνιο, στο πλύσιμο των ρούχων, στον κήπο, στους εξωτερικούς χώρους ακόμα και στο σχολείο.

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

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ (2010): "Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας", Εκδόσεις University Studio Press.

ΣΟΥΛΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (2010): "Γενική Υδρογεωλογία, πρώτος τόμος", Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη.

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ (2001): "Διαχειριστική μελέτη υδατικού δυναμικού λεκάνης φράγματος Συμβόλων", Δ.Ε.Υ.Α. Κομοτηνής.

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Μηχανή αναζήτησης Google, www.google.gr

Βικιπαίδεια, η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια, el.wikipedia.org

Επίσημη ιστοσελίδα του Δήμου Κομοτηνής, www.komotini.gr

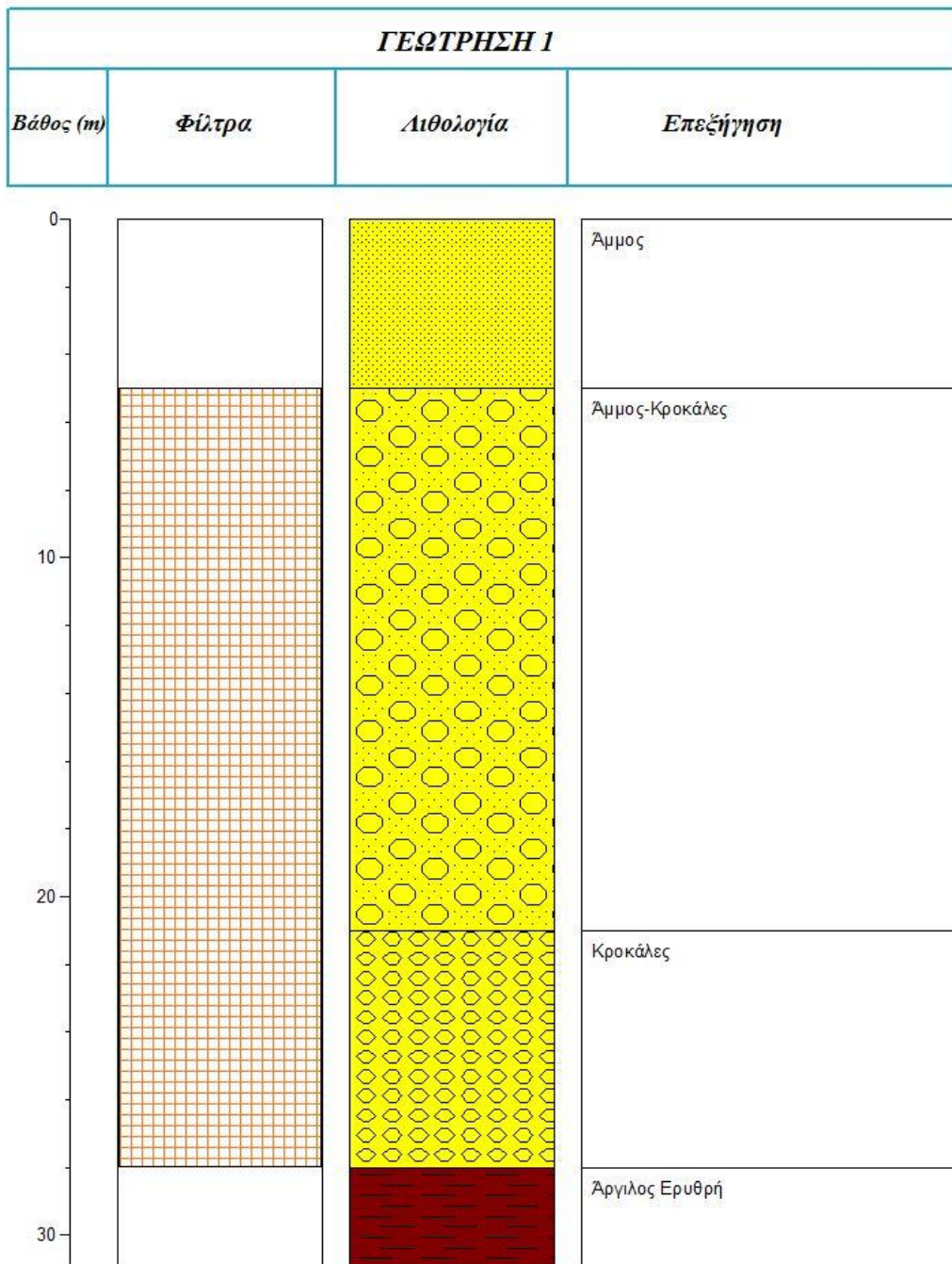
www.geo.auth.gr/museum/Mammalfiles/Rodopi.pdf

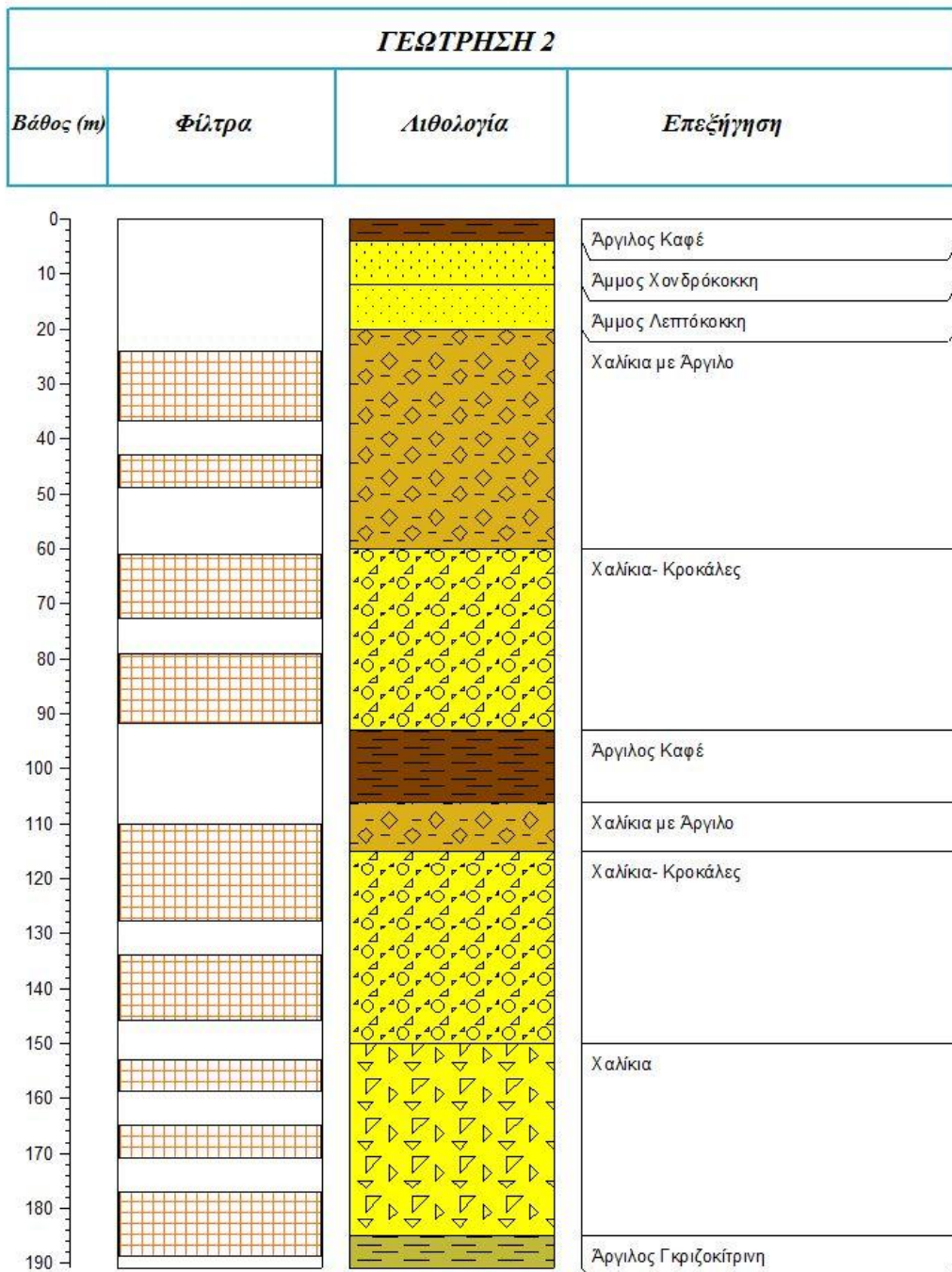
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ:

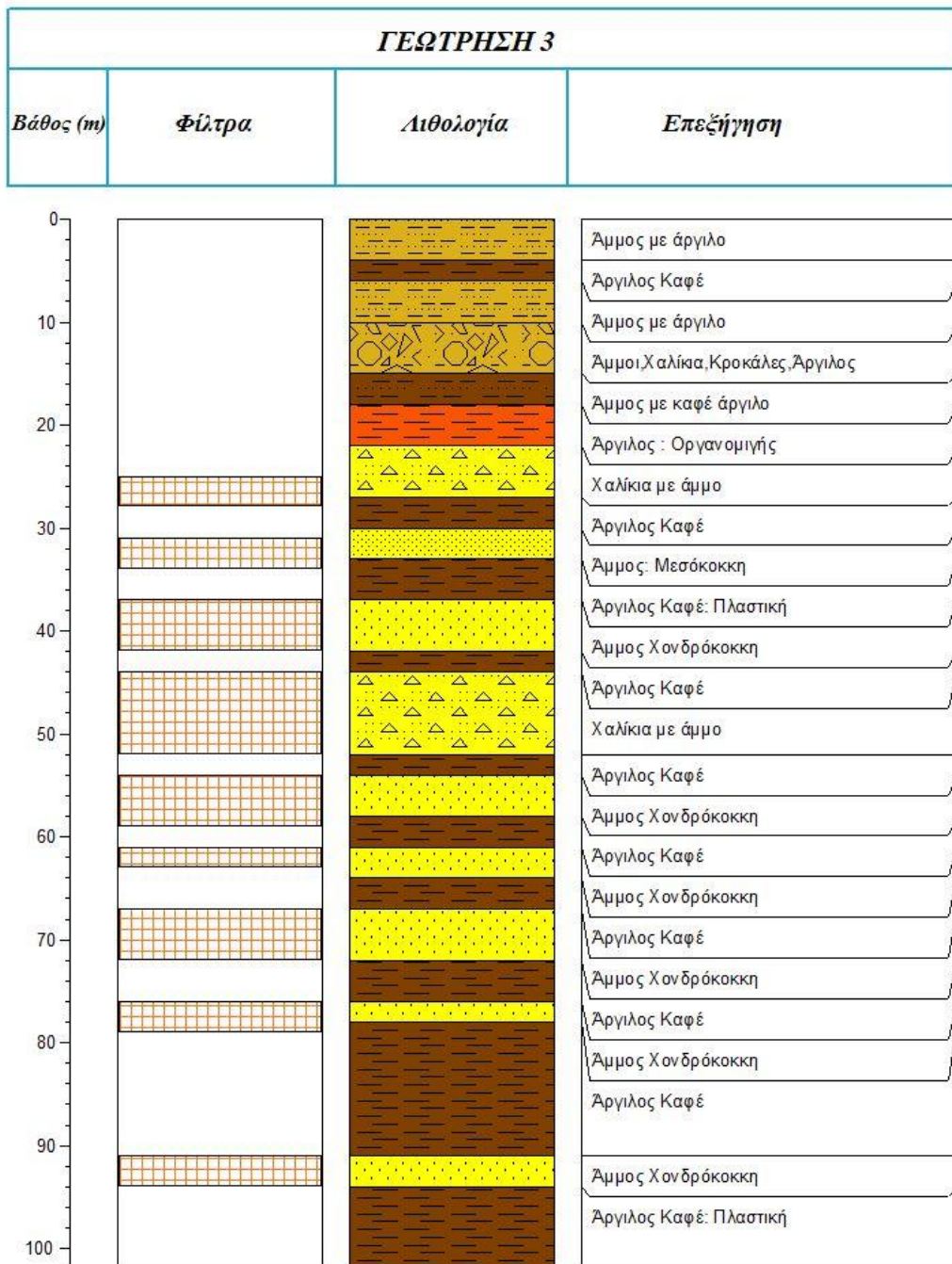
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ
(Δ.Ε.Υ.Α.Κ)

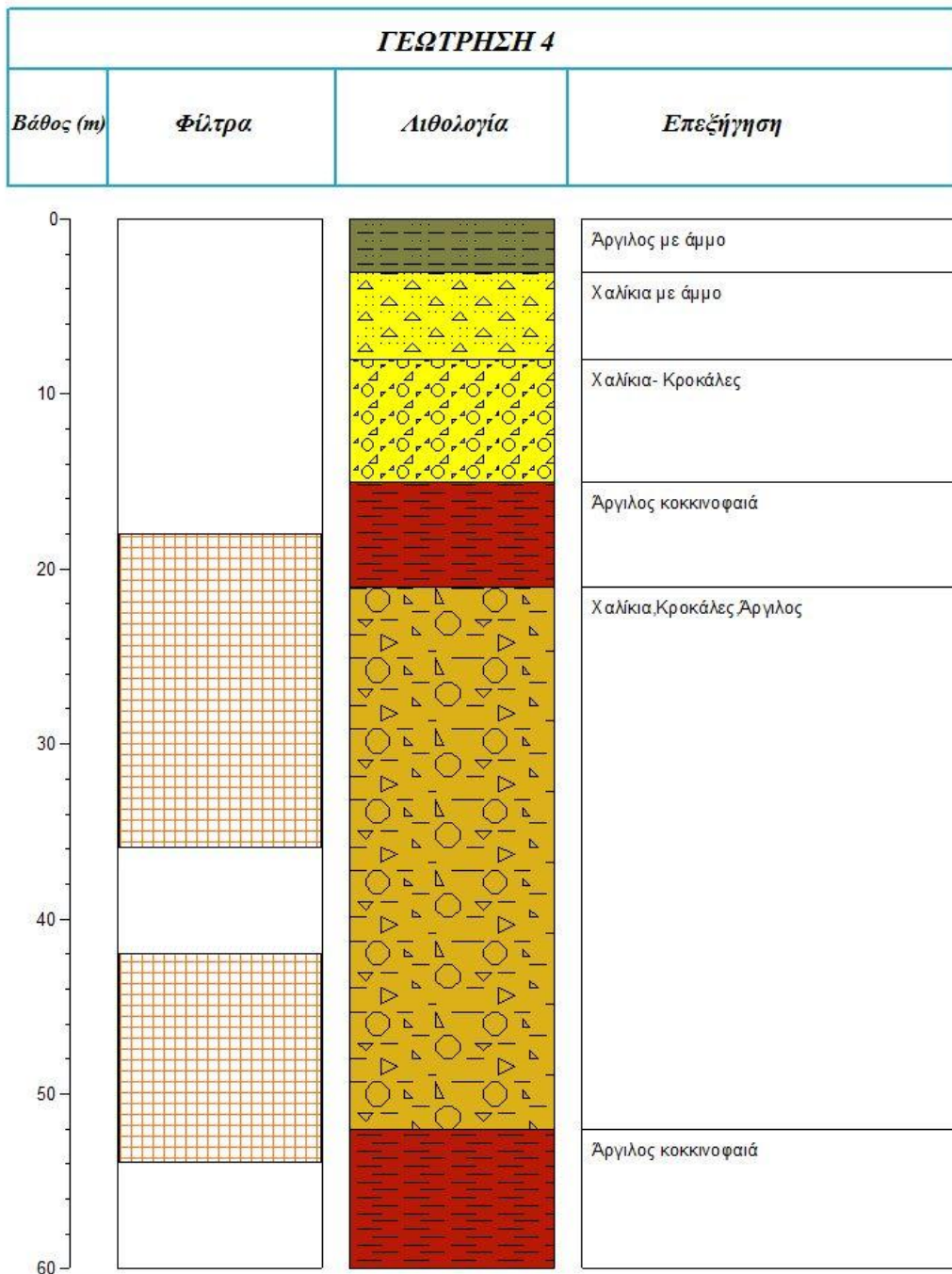


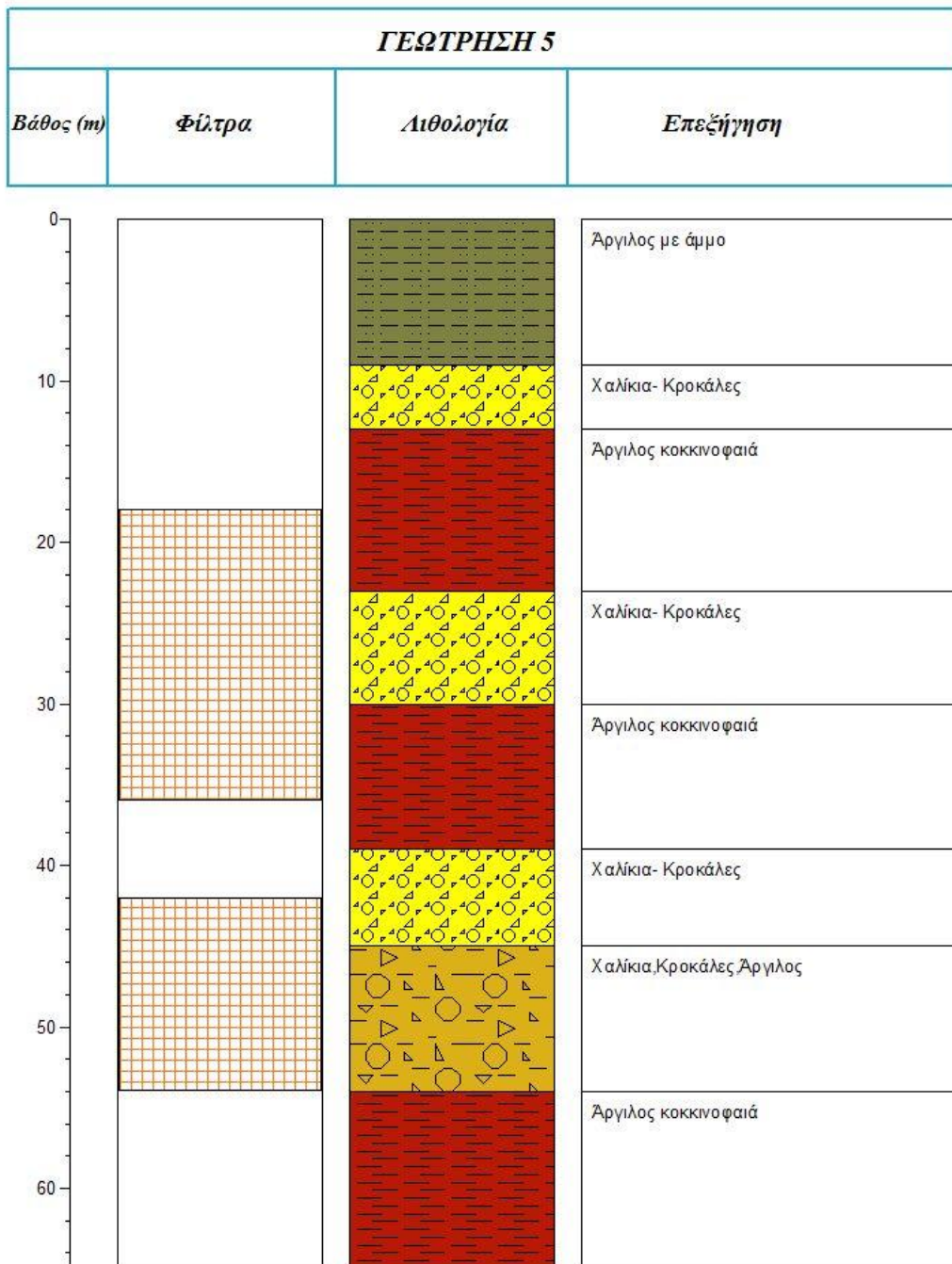
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

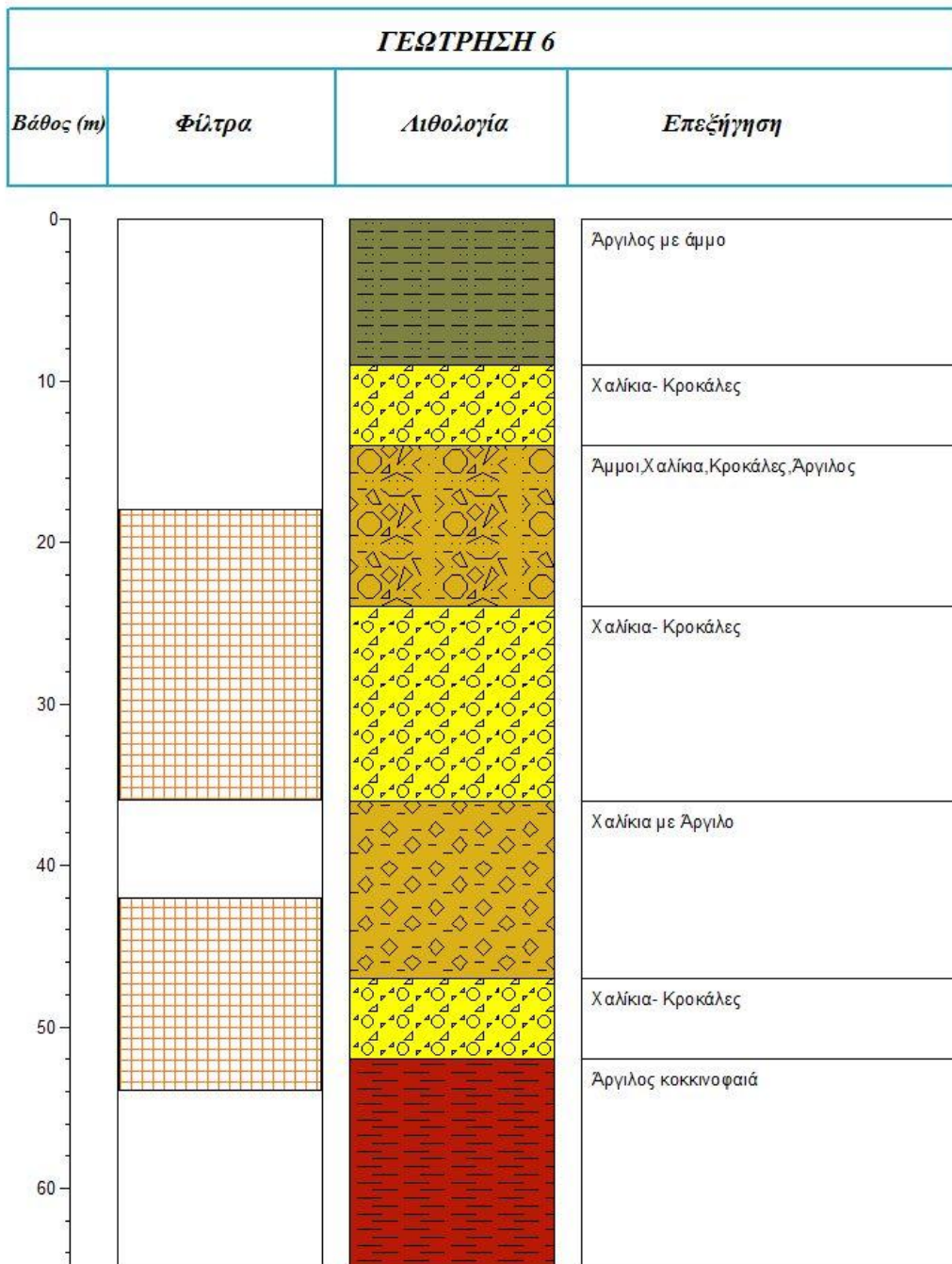


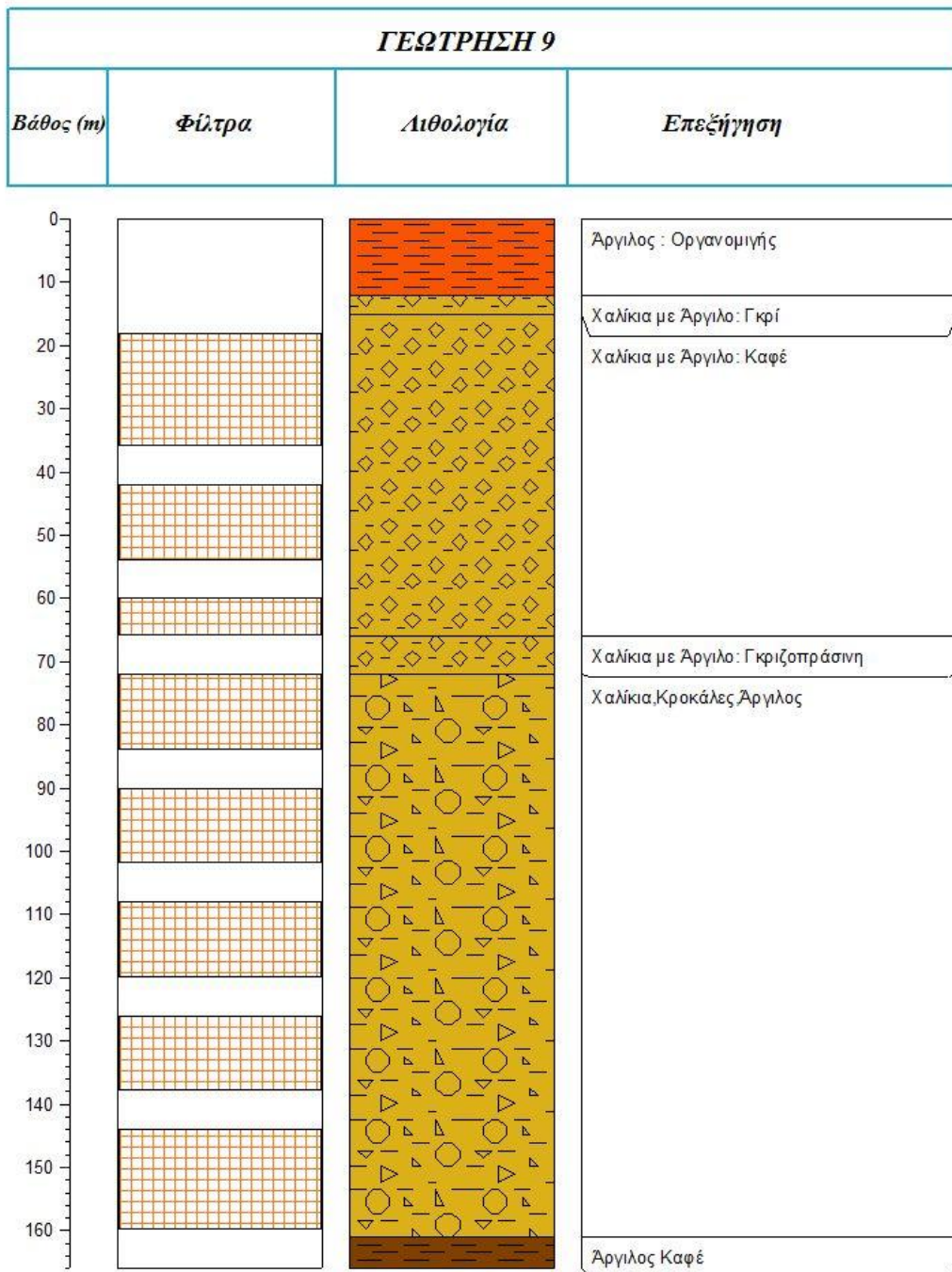


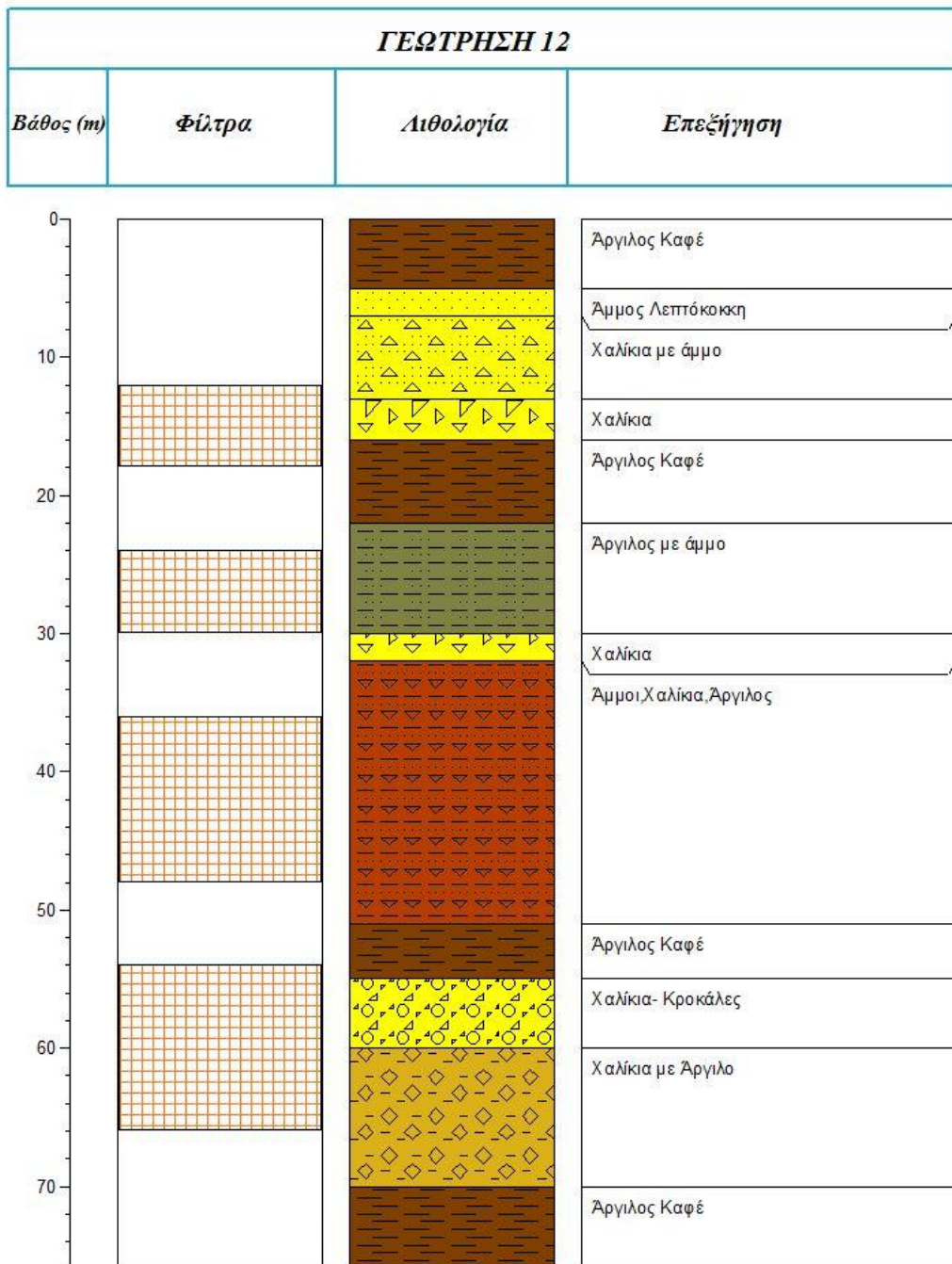










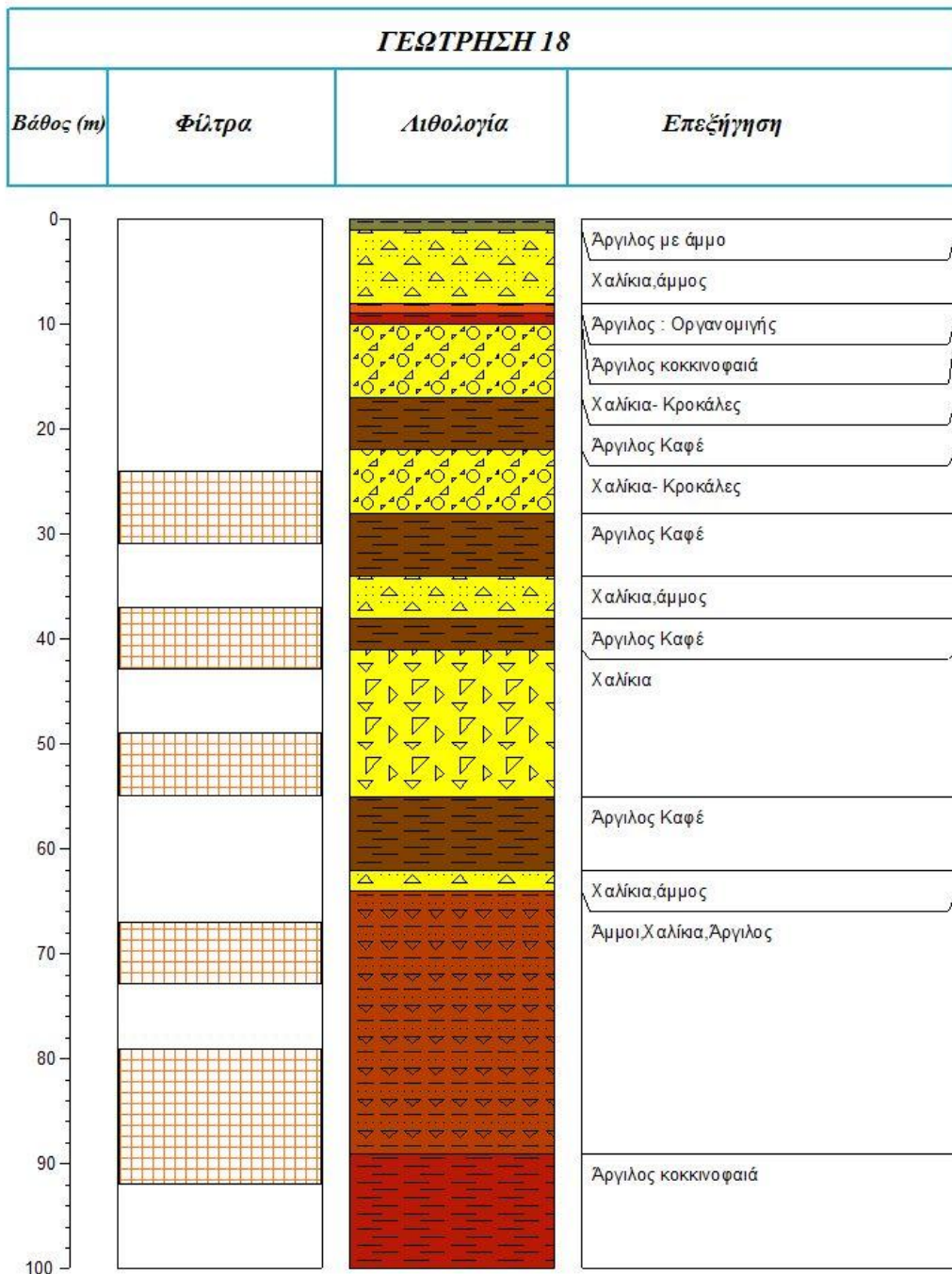


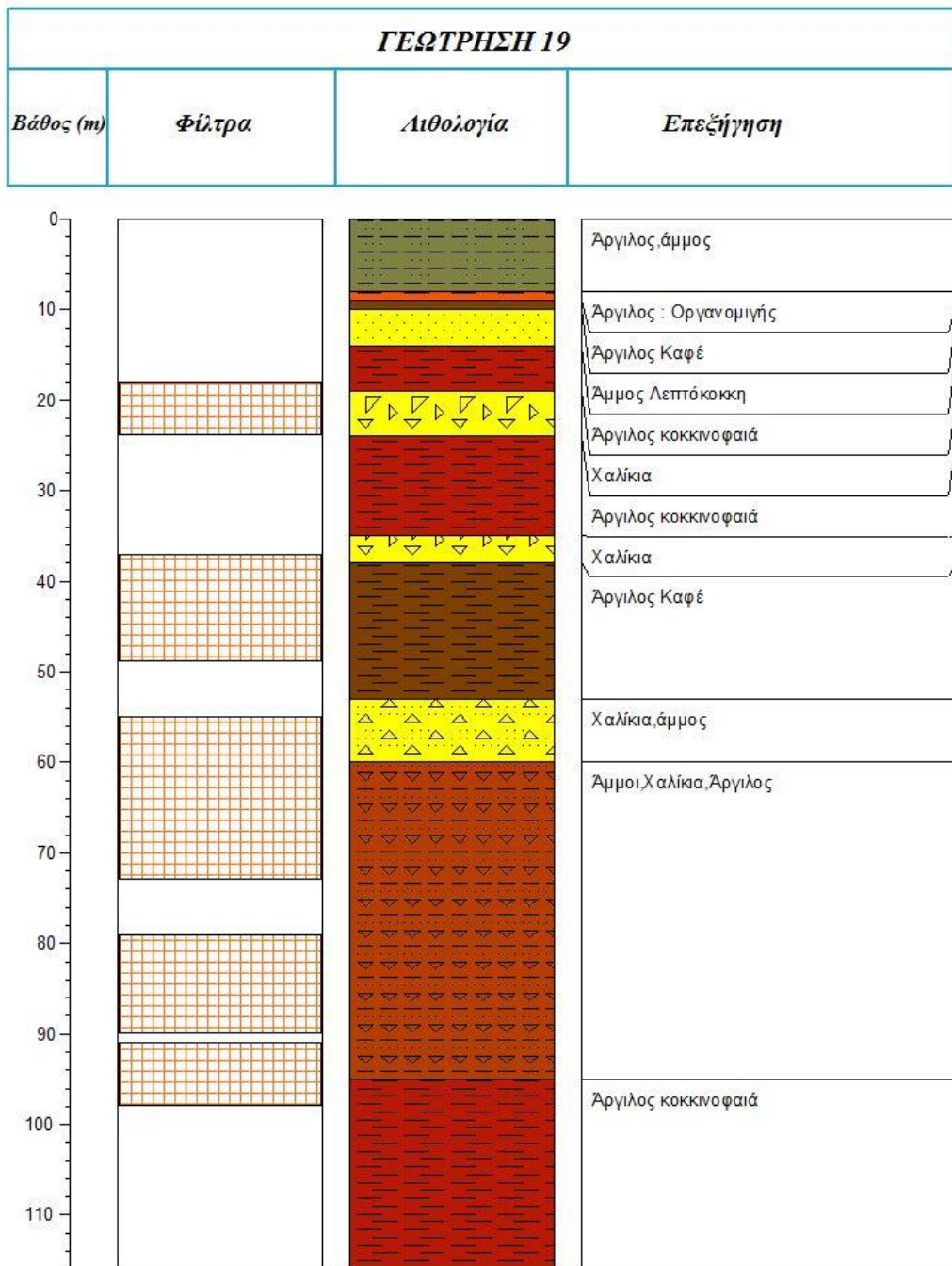
ΓΕΩΤΡΗΣΗ 13

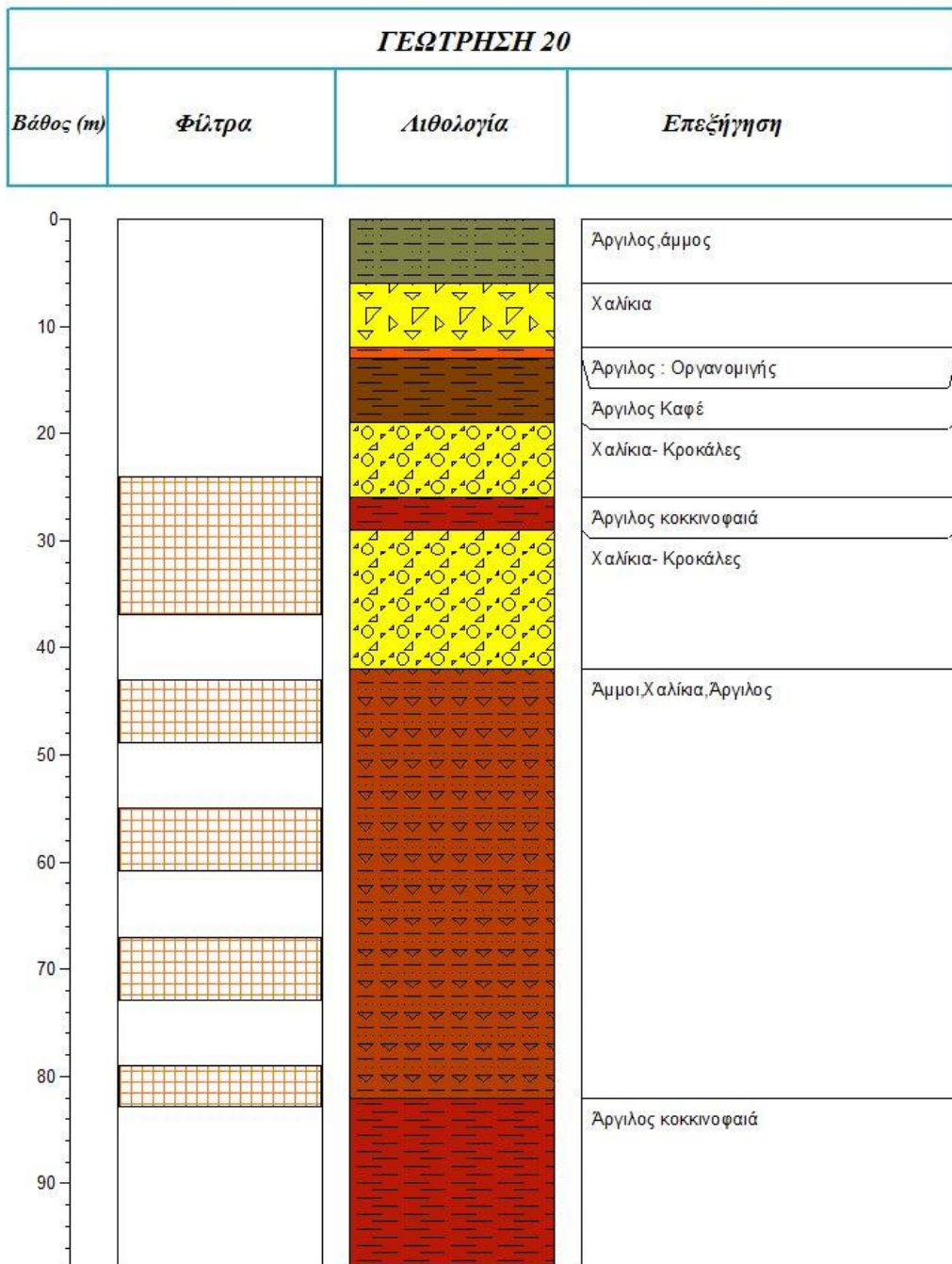
Βάθος (m)	Φύλλα	Λιθολογία	Επεξήγηση
0			Άμμος Λεπτόκοκκη
10			Άμμος με άργιλο
20			Άμμος
30			Άργιλος : Οργανοαμιγής
40			Χαλίκια με άμμο
50			Άργιλος
60			Χαλίκια με Άργιλο
70			
80			
90			Χαλίκια με άμμο
100			
110			Άργιλος κοκκινοφαιά: Πλαστική

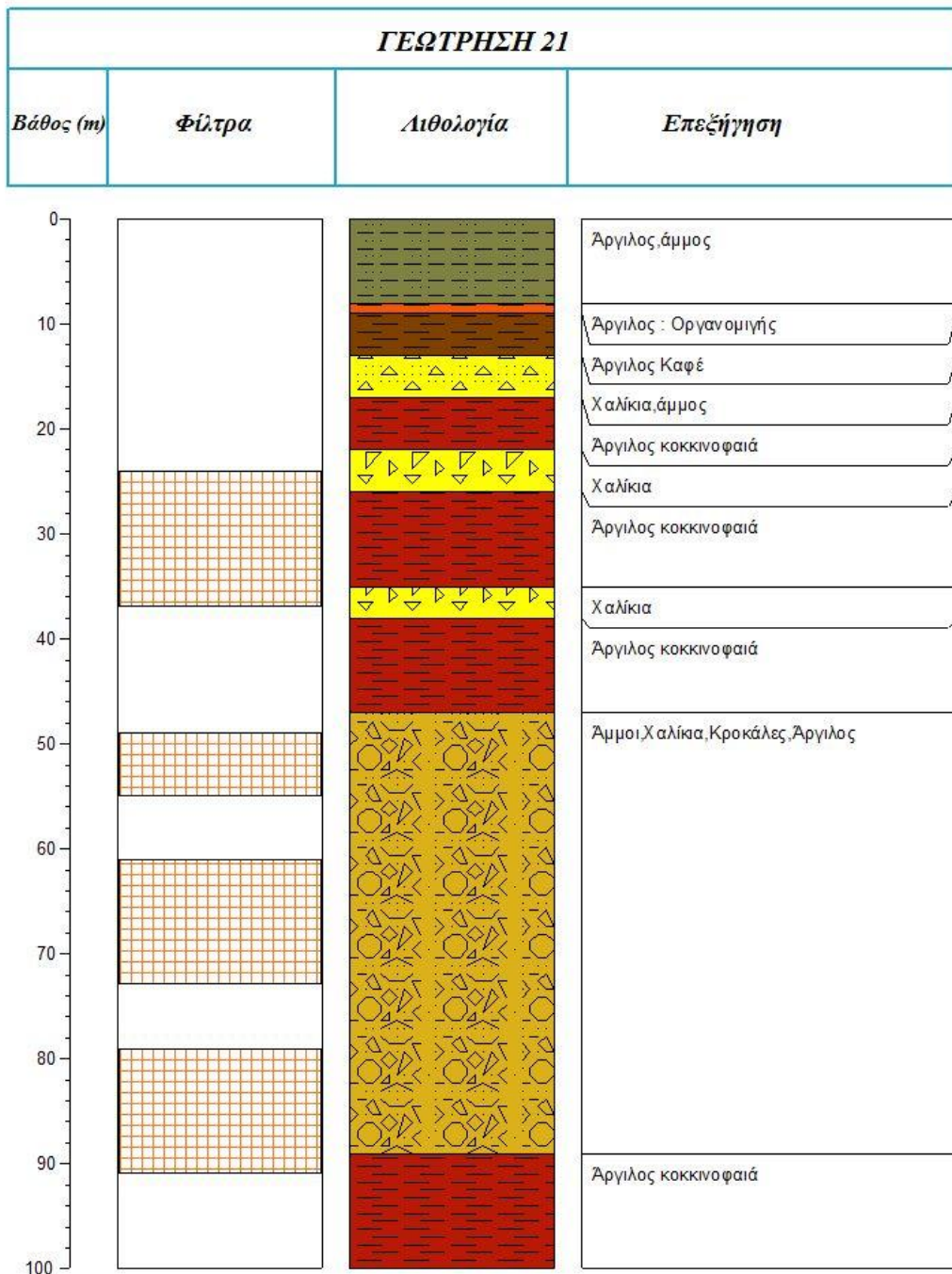
ΓΕΩΤΡΗΣΗ 16

Βάθος (m)	Φύλλα	Λιθολογία	Επεξήγηση
0			Αργίλος με άμμο
10			Άμμοι, Χαλίκια, Κροκάλες
20			Χαλίκια
30			Αργίλος Καφέ
40			Χαλίκια
50			Αργίλος : Οργανομιγής
60			Αργίλος με άμμο
70			Χαλίκια
80			Άμμοι, Χαλίκια, Αργίλος
90			Χαλίκια
100			Χαλίκια με Αργίλο
110			Χαλίκια
120			Αργίλος Καφέ
130			Εναλλαγές άμμων, χαλικιών με άργιλο καφέ-Ψ αμμίτες, κροκαλοπαγή
140			
150			
160			
170			Αργίλος Καφέ
180			
190			

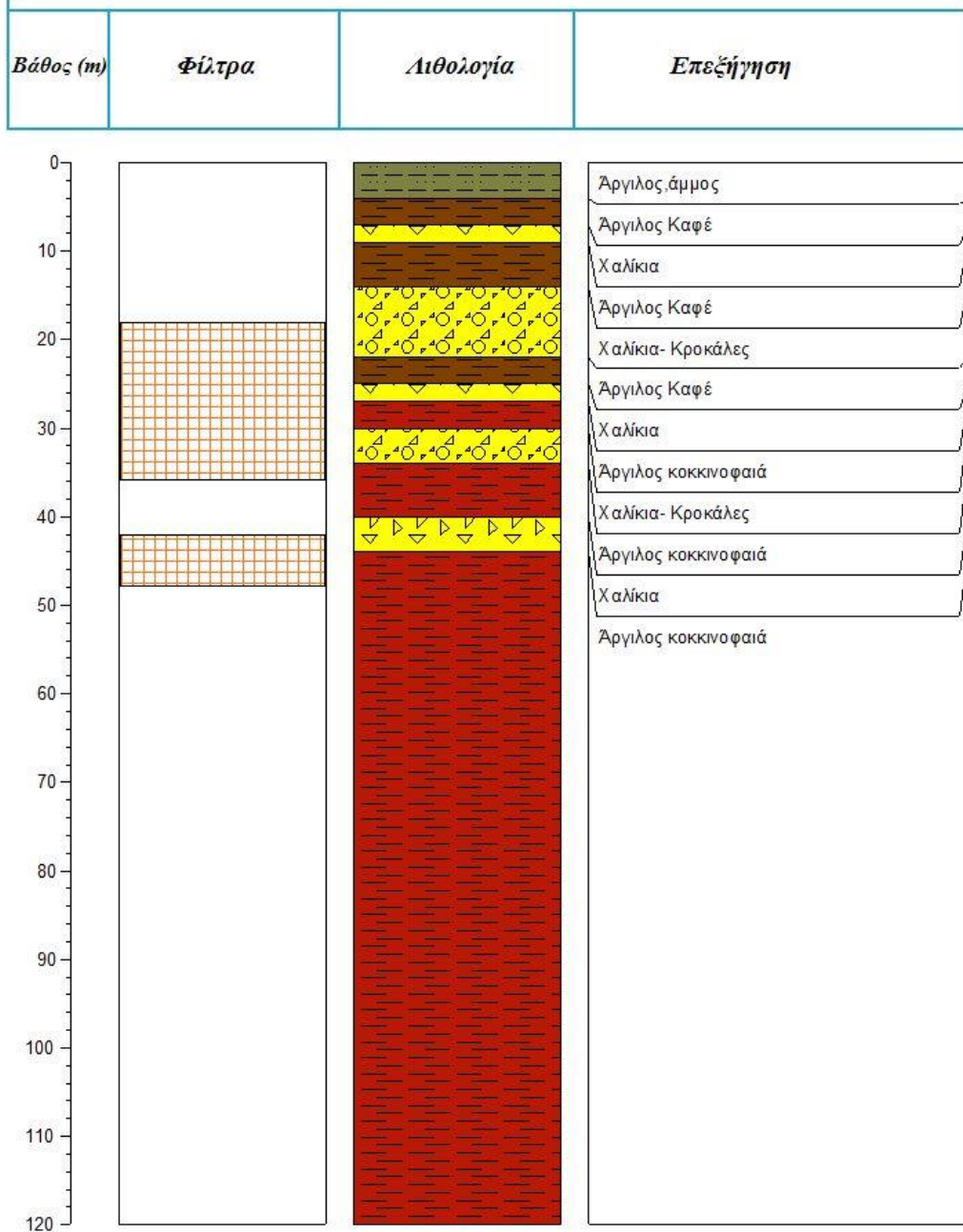








ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΚΙΚΗΛΙΟΥ



ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΚΟΣΜΙΟΥ 1

Βάθος (m)	Φύτρα	Λιθολογία	Επεξήγηση
0			Αργίλος κοκκινοφαιά
10			Αργίλος, άμμος
20			Χαλίκια
30			Αργίλος κοκκινοφαιά
40			Χαλίκια
50			Αργίλος κοκκινοφαιά
60			Χαλίκια, άμμος
70			Άμμοι, Χαλίκια, Αργίλος
80			
90			
100			
110			
120			
130			
140			
150			
160			
170			
180			Αργίλος κοκκινοφαιά

ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΚΟΣΜΙΟΥ 2

Βάθος (m)	Φύτρα	Λιθολογία	Επεξήγηση
0			Άργιλο, Χαλίκια
10			Άμμος
20			Άργιλος : Οργανομιγής, σκούρα
30			Άργιλος ερυθροκίτρινη
40			Χαλίκια, άμμος
50			Άργιλος καφεκίτρινη
60			Χαλίκια, άμμος
70			Άργιλος καφεκίτρινη
80			Χαλίκια, άμμος
90			Άργιλος καφεκίτρινη
100			Άργιλος καφεκίτρινη

