



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ, ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Ν. ΠΑΤΣΑΚΙΔΟΥ

**ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ
ΔΗΜΟΥ ΚΙΑΚΙΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2022





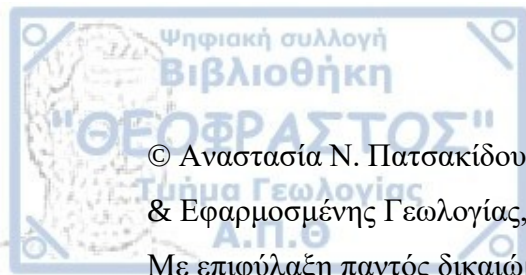
ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Ν. ΠΑΤΣΑΚΙΔΟΥ

Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ.
ΑΕΜ: 5371

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΙΛΚΙΣ

Επιβλέπων Καθηγητής

Βουδούρης Κωνσταντίνος - Καθηγητής Α.Π.Θ.



© Αναστασία Ν. Πατσακίδου, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΙΛΚΙΣ

- Διπλωματική Εργασία

© Anastasia N. Patsakidou, A.U.TH., School of Geology, Department of Structural, Historical & Applied Geology, 2022

All rights reserved

HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION AND WATER SUPPLY IN THE MUNICIPALITY OF KILKIS - *Bachelor Thesis*

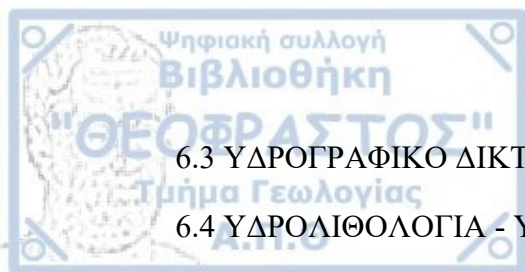
Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.



Πίνακας περιεχομένων

ΠΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ	vii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	6
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	6
2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΗΜΟΥ ΚΙΑΚΙΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ - ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	12
3.1 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΟΥ ΚΙΑΚΙΣ	12
3.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ	14
3.2.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΜΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ	14
3.2.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΜΕ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ	15
3.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ - ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ	17
4.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	17
4.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΗΜΟΥ ΚΙΑΚΙΣ	20
4.3 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΗΜΟΥ ΚΙΑΚΙΣ	27
5.1 ΓΕΝΙΚΑ	27
5.2 ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	28
5.3 ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	30
5.4 ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ	34
6.1 ΓΕΝΙΚΑ	34
6.2 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	35



6.3 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	35
6.4 ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	37
6.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ - ΙΑΜΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	41
7.1 ΓΕΝΙΚΑ	41
7.2 ΠΗΓΕΣ	44
7.3 ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	45
7.4 ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΝΕΡΟΥ	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ	47
8.1 ΓΕΝΙΚΑ	47
8.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΙΑΚΙΣ	48
8.2.1 ΔΕ ΚΙΑΚΙΣ	48
8.2.2 ΔΕ ΓΑΛΛΙΚΟΥ	50
8.2.3 ΔΕ ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗΣ	51
8.2.4 ΔΕ ΧΕΡΣΟΥ	53
8.2.6 ΔΕ ΔΟΙΡΑΝΗΣ	55
8.2.3 ΔΕ ΜΟΥΡΙΩΝ	56
8.2.4 ΔΕ ΚΡΟΥΣΣΩΝ	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	61
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	67



ΠΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, τον κ. Κωνσταντίνο Βουδούρη, Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ., για την ανάθεση της εργασίας και για την καθοδήγηση και βοήθειά του καθ' όλη την διάρκεια συγγραφής της.

Ευχαριστώ ιδιαιτέρως τον κ. Αβραμίδα Ηλία, Γενικό Διευθυντή της Δ.Ε.Υ.Α. Κιλκίς, και την κ. Αγαπίδου Βάσω, για την παροχή πληροφοριών και δεδομένων από την Δ.Ε.Υ.Α.Κ. και την Τεχνική Υπηρεσία της αντίστοιχα, τα οποία ήταν απαραίτητα για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη στην οικογένεια μου, τους αγαπητούς μου γονείς, Νικόλαο και Σωτηρία και τα αδέλφια μου, Θεοδώρα και Κωνσταντίνο, που με στηρίζουν και μου δίνουν δύναμη σε κάθε μου βήμα και απόφαση όλα αυτά τα χρόνια.

Ευχαριστώ θερμά τις αγαπητές μου φίλες, που με ενθάρρυναν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και τον Ι. Τσάλωφ, για τη συμβολή του στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, καθώς και για τη συνεχή στήριξή του όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τη φίλη και συνάδελφο Α. Κατσαγώνη, της οποίας η βοήθεια και η παρότρυνση συνέβαλαν καθοριστικά στην επιτυχή ολοκλήρωση των σπουδών μου.





ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΙΛΚΙΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης το 2022, είναι η έρευνα των υδρογεωλογικών συνθηκών, αλλά και των συνθηκών ύδρευσης του Δήμου Κιλκίς, με σκοπό την αξιολόγηση και πιθανώς, την αναθεώρησή τους. Τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν κυρίως από παλαιότερες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή, καθώς και από δεδομένα που παραχωρήθηκαν από την Δ.Ε.Υ.Α. Κιλκίς και την Τεχνική Υπηρεσία Κιλκίς.

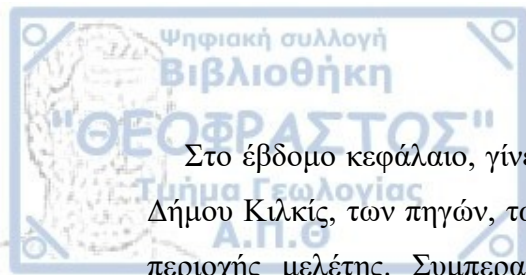
Η εργασία αποτελείται από εννέα κεφάλαια. Στο πρώτο γίνεται μία εισαγωγή στο θέμα και τον σκοπό της εργασίας, ενώ στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η θέση μελέτης και τα κύρια χαρακτηριστικά της και γίνεται απεικόνιση αυτής σε δορυφορική εικόνα με τη χρήση του προγράμματος Google Earth Pro. Γίνεται επίσης μία σύντομη αναδρομή στην ιστορία της ευρύτερης περιοχής του δήμου.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται πληθυσμιακά στοιχεία του Δήμου Κιλκίς από δεδομένα των απογραφών πληθυσμού της ΕΛΣΤΑΤ, επιχειρείται πληθυσμιακή πρόβλεψη για τις επόμενες τρεις δεκαετίες και επισημαίνεται η απαιτούμενη ποσότητα νερού για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών των κατοίκων του δήμου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται τα γεωμορφολογικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, καθώς και η ζώνη σεισμικότητας στην οποία ανήκει η περιοχή μελέτης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, λήφθηκαν από τις ιστοσελίδες Climpact.gr και Meteo.gr τα κλιματικά δεδομένα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών από τον μετεωρολογικό σταθμό Κιλκίς, για την χρονική περίοδο 2012-2021 και υπολογίστηκε η μέση ετήσια θερμοκρασία, η μέση ετήσια βροχόπτωση και η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύονται τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, όπως οι λεκάνες απορροής, το υδρογραφικό δίκτυο, οι υδρολιθολογικές ενότητες και τα υπόγεια υδατικά συστήματα. Βρέθηκε ότι στα τρία κοκκώδη ΥΥΣ (Γαλλικού, Αξιού και Δοϊράνης) υπάρχει ελλειμματικό ισοζύγιο, λόγω υπεράντλησης. Ερευνώνται επίσης και τα σημεία γεωθερμικού ενδιαφέροντος.



Στο έβδομο κεφάλαιο, γίνεται περιγραφή και ανάλυση των συνθηκών ύδρευσης του Δήμου Κιλκίς, των πηγών, των γεωτρήσεων και των αποταμιευτικών έργων νερού της περιοχής μελέτης. Συμπεραίνεται ότι το δίκτυο ύδρευσης καλύπτει επαρκώς τις υδρευτικές ανάγκες του δήμου, ωστόσο η ΔΕ Πικρολίμνης και οι ορεινοί οικισμοί της ΔΕ Κρουσσών είναι άνυδρες και έχουν κακή ποιότητα πόσιμου νερού. Αναφέρονται έργα βελτίωσης του υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης που σχεδιάζονται από τη ΔΕΥΑΚ. Παρατίθενται στοιχεία των δημοτικών γεωτρήσεων και των δημοτικών φραγμάτων. Οι δημοτικές γεωτρήσεις, με διαθέσιμες συντεταγμένες, απεικονίστηκαν σε δορυφορική εικόνα του δήμου.

Στο όγδοο κεφάλαιο, με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων νερού ανθρώπινης κατανάλωσης του εργαστήριου της ΔΕΥΑΚ, αναλύεται η υδροχημεία των υπόγειων νερών του Δήμου Κιλκίς και η ποιότητα του πόσιμου νερού, ανά Δημοτική Ενότητα. Από τα αποτελέσματα, συμπεραίνεται ότι υπάρχει ανάγκη ελέγχου των γεωργικών πρακτικών και περιορισμού της ανθρωπογενής ρύπανσης. Σε περιοχές όπου το υπόγειο υδατικό δυναμικό είναι περιορισμένο ή/και υποβαθμισμένο, γίνεται εμφανής η ανάγκη στροφής στην εκμετάλλευση των επιφανειακών υδάτων.

Τέλος, γίνεται μία παρουσίαση των συμπερασμάτων της παρούσας εργασίας στο ένατο κεφάλαιο και γίνονται προτάσεις για τη βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων της περιοχής.



HYDROGEOLOGICAL RESEARCH AND WATER SUPPLY IN THE MUNICIPALITY OF KILKIS

The purpose of this Bachelor Thesis, which was conducted at the Aristotle University of Thessaloniki in 2022, is to research the hydrogeological conditions, but also the water supply conditions of the Municipality of Kilkis, with the aim of evaluating and possibly revising them. The information was collected mostly from earlier studies that took place in the region, as well as data provided by the Municipal Enterprise for Water Supply and Sewerage of Kilkis (known as DEYAK) and the Kilkis Municipal Technical Services.

This thesis consists of nine chapters. The first chapter is an introduction, concerning the topic and purpose of the thesis. In the second chapter, the research area and its main characteristics are described and it is displayed in a satellite image, created with Google Earth Pro. There is also a brief overview of the history of the region.

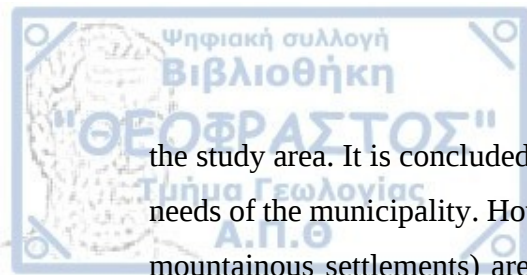
In the third chapter, population data of the Municipality of Kilkis are presented (from the population censuses of the Hellenic Statistics Agency, known as ELSTAT), projections of the population growth for the next three decades are attempted and the required amount of water needed by the residents is noted.

In the fourth chapter, the geomorphological and geological features of the area are mentioned, as well as the seismicity zone to which the study area belongs.

In the fifth chapter, the National Observatory of Athens' climatic data from the meteorological station of Kilkis, for the period 2012-2021 were obtained from the websites Climipact.gr and Meteo.gr and the average annual temperature, the average annual precipitation and the average annual wind speed were calculated.

In the sixth chapter, the hydrogeological characteristics of the study area, such as the drainage basins, the hydrographic network, the hydrolithological units and the groundwater systems are analyzed. A deficit in the water balance was found in three granular groundwater systems (Gallikos, Axios and Doirani), due to over-pumping. Possible geothermal fields are also investigated.

In the seventh chapter, there is a description and analysis of the water supply conditions of the Municipality of Kilkis, the springs, the wells and the water reservoirs of



the study area. It is concluded that the water supply network adequately covers the water needs of the municipality. However, the Municipal Units of Pikrolimni and Krousso (its mountainous settlements) are arid and have poor drinking water quality. Improvement plans of the existing water supply network made by DEYAK are mentioned. Information of municipal boreholes and dams are listed. The municipal boreholes, with available coordinates, were depicted on a satellite photo of the municipality.

In the eighth chapter, based on the results of the analysis of water for human consumption by DEYAK's laboratory, the hydrochemistry of the groundwater of the Municipality of Kilkis and the quality of the drinking water are analyzed, per Municipal Unit. Based on the results, it is concluded that there is a need to control agricultural practices and limit man-made pollution. In areas where the groundwater is limited and/or degraded, the need to start the exploitation of surface water becomes apparent.

Lastly, the conclusions of this thesis are presented in the ninth chapter and proposals for the sustainable management of the region's water resources are made.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με στόχο την ορθολογική και βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων ενός τόπου, καθώς και την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών του πληθυσμού του, κρίνεται απαραίτητη η παρακολούθηση, αξιολόγηση και πιθανώς, αναθεώρηση των συνθηκών ύδρευσής του. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης το 2022, είναι η έρευνα των υδρογεωλογικών συνθηκών, αλλά και των συνθηκών ύδρευσης του Δήμου Κιλκίς.

Η εργασία αποτελείται από εννέα κεφάλαια και τα θέματα που αυτά πραγματεύονται είναι τα εξής:

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στο θέμα της εργασίας και περιγραφή της διάρθρωσής της.

Κεφάλαιο 2: Ορισμός του Δήμου Κιλκίς ως θέση μελέτης, περιγραφή των κύριων χαρακτηριστικών της περιοχής και σύντομη αναδρομή στην ιστορία της.

Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση των πληθυσμιακών στοιχείων του Δήμου Κιλκίς, πληθυσμιακή πρόβλεψη για τις επόμενες τρεις δεκαετίες με την αριθμητική και την γεωμετρική μέθοδο και επισήμανση της απαιτούμενης ποσότητας νερού για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών του δήμου.

Κεφάλαιο 4: Αναφορά των γεωμορφολογικών και γεωλογικών χαρακτηριστικών της περιοχής, καθώς και της ζώνης σεισμικότητας στην οποία ανήκει η περιοχή μελέτης.

Κεφάλαιο 5: Αναφορά κλιματικών στοιχείων του μετεωρολογικού σταθμού Κιλκίς και υπολογισμός της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας, της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και της μέσης ετήσιας ταχύτητας του ανέμου για την περίοδο 2012-2021.

Κεφάλαιο 6: Ανάλυση των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης, όπως των λεκανών απορροής, του υδρογραφικού δικτύου, των υδρολιθολογικών ενοτήτων, σημείων γεωθερμικού ενδιαφέροντος, καθώς και αναφορά σε δύο πηγές του δήμου που έχουν χαρακτηριστεί Ιαματικοί Φυσικοί Πόροι.

Κεφάλαιο 7: Περιγραφή και ανάλυση των συνθηκών ύδρευσης του Δήμου Κιλκίς, παρουσίαση στοιχείων των πηγών, των γεωτρήσεων και των αποταμιευτικών έργων νερού της περιοχής μελέτης.

Κεφάλαιο 8: Παρουσίαση και ανάλυση της υδροχημείας των υπόγειων νερών του Δήμου Κιλκίς και ανάλυση της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

Κεφάλαιο 9: Συνοπτική παρουσίαση των συμπερασμάτων της παρούσας εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο Δήμος Κιλκίς αποτελεί έναν από τους δύο δήμους της Περιφερειακής Ενότητας (ΠΕ) Κιλκίς, η οποία ανήκει στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας. Συνορεύει νότια και νοτιοανατολικά με την ΠΕ Θεσσαλονίκης, δυτικά και νοτιοδυτικά με το Δήμο Παιονίας, ανατολικά και βορειοανατολικά με την ΠΕ Σερρών και βόρεια με την Δημοκρατία της Βόρειας Μακεδονίας (ΠΓΔΜ).

Ένα πλεονέκτημα της γεωγραφικής θέσης του Δήμου Κιλκίς είναι το γεγονός ότι αποτελεί κόμβο σύνδεσης με το Πολεοδομικό Συγκρότημα της Θεσσαλονίκης. Μεγάλης σημασίας είναι και η παρουσία τριών σημαντικών συνοριακών σταθμών σε κοντινή απόσταση. Εντός Δήμου βρίσκεται ο οδικός σταθμός Δοϊράνης, ενώ σε μικρή απόσταση, στον Δήμο Παιονίας υπάρχει ο οδικός σταθμός Ευζώνων και ο σιδηροδρομικός σταθμός Ειδομένης, από τον οποίο διέρχεται η σιδηροδρομική γραμμή, μέσω της οποίας ενώνεται η Ελλάδα με τις λοιπές Βαλκανικές χώρες και την Ευρώπη.



Εικόνα 1. Δορυφορική φωτογραφία της θέσης της περιοχής μελέτης στην Ελλάδα (αριστερά) και των ορίων του Δήμου Κιλκίς (δεξιά) (Google Earth Pro, πηγή shapefile: HELIX)

Ο Δήμος Κιλκίς συστάθηκε στο πλαίσιο λειτουργίας της «Νέας Αρχιτεκτονικής της Αυτοδιοίκησης και της αποκεντρωμένης Διοίκησης - Πρόγραμμα Καλλικράτης» (ΦΕΚ 87/τεύχος Α΄/07.06.2010). Αποτελείται από 116 οικισμούς και απέκτησε τη σημερινή του εικόνα, όταν θεσπίστηκε το πρόγραμμα «Καλλικράτης» το 2010 και ενοποιήθηκαν οι προϋπάρχοντες Καποδιστριακοί Δήμοι Κιλκίς, Κρουσσών, Μουριών, Δοϊράνης, Χέρσου, Γαλλικού και Πικρολίμνης. Η έκταση του νέου Δήμου είναι 1.599,604 Km², που τον κάνει τον τρίτο μεγαλύτερο σε έκταση δήμο της Ελλάδας. Ο Δήμος Κιλκίς έχει μόνιμο πληθυσμό 45.489 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2021.



Σχήμα 1. Χάρτης των επτά δημοτικών ενοτήτων του Δήμου Κιλκίς.

Στην περιοχή του Δήμου Κιλκίς, συναντιούνται τα βουνά Μπέλλες και Κρούσσια, τμήματα των μεγάλων, εύφορων πεδιάδων των ποταμών Γαλλικού και Αξιού, καθώς και οι λίμνες Δοϊράνη και Πικρολίμνη (Κεφ. 4.1). Επίσης, ιδιαίτερης γεωλογικής, αλλά και τουριστικής σημασίας είναι το Σπήλαιο του Αγίου Γεωργίου του Κιλκίς.

Το Σπήλαιο του Αγίου Γεωργίου είναι το πιο γνωστό και ίσως το σημαντικότερο τουριστικό αξιοθέατο του Κιλκίς και κατατάσσεται στα πιο αξιόλογα σπήλαια της Ελλάδας. Βρίσκεται στους νοτιοδυτικούς πρόποδες του ομώνυμου λόφου της πόλης του Κιλκίς, μέσα σε ασβεστόλιθους ηλικίας Μέσο - Άνω Τριαδικού. Αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα και η συνολική του έκταση φτάνει τα 1.000 Km². Διαθέτει έξι επισκέψιμους θαλάμους και η μορφή του είναι δαιδαλώδης, με ψηλούς και στενούς διαδρόμους, που ακολουθούν κυρίως τεκτονικές ασυνέχειες και από τους οποίους έχουν εξερευνηθεί περίπου 500 m και έχουν αξιοποιηθεί τουριστικά περίπου 300 m. Η θερμοκρασία του σπηλαίου μένει σταθερή όλο το χρόνο στους 15-17°C και η υγρασία του παραμένει σταθερή στο 95%.

Το σπήλαιο ανακαλύφθηκε τυχαία το 1925, ενώ η πρώτη χαρτογράφησή του έγινε το 1960, από την σπηλαιολόγο Άννα Πετροχείλου, τότε πρόεδρο της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας (Ε.Σ.Ε.). Οι εργασίες αξιοποίησης του σπηλαίου από την Ε.Σ.Ε. πραγματοποιήθηκαν από το 1977 μέχρι και το 1983, ενώ το 1986 το σπήλαιο άνοιξε για πρώτη φορά για το κοινό.

Η δημιουργία σπηλαίων και υπόγειων καρστικών εγκοίλων επιτυγχάνεται όταν πραγματοποιηθεί διάλυση στο εσωτερικό του ανθρακικού πετρώματος. Οι σταλαγμίτες και οι σταλακτίτες, που βρίσκονται στο έδαφος και στην οροφή του σπηλαίου αντίστοιχα, δημιουργούνται από την απόθεση ανθρακικού ασβεστίου (ασβεστίτη) (Βουβαλίδης, 2011). Ο σταλακτιτικός και σταλαγμιτικός διάκοσμος είναι ιδιαίτερα πλούσιος και έχει σχηματισμούς κυρίως με μορφές κοραλλιών, κουρτινών και ροής-καταρρακτών (Tsoukala, 1992, Αντωνέλου, 2007).

Το σπήλαιο παρουσιάζει επίσης πολύ μεγάλο παλαιοντολογικό ενδιαφέρον. Εντός του σπηλαίου έχουν βρεθεί, με τη συμβολή του σπηλαιολόγου Βασιλείου Μακρίδη, περισσότερα από 300 δείγματα απολιθωμένων οστών ζώων, διατηρημένα σε πολύ καλή κατάσταση. Η μελέτη τους από την καθηγήτρια Παλαιοντολογίας του ΑΠΘ Ευαγγελία Τσουκαλά, έδειξε την παρουσία στο σπήλαιο κατά το Α. Πλειστόκαινο, της στικτής ύαινας των σπηλαίων (*Crocota crocuta spelaea GOLDFUSS*), της αλεπούς (*Vulpes vulpes L.*), της μεγαλόσωμης νυφίτσας (*Mustela putorius robusta NEWTON*), των ιππιδών (*Equus hydruntinus REGALIA* και *Equus caballus cf. Germanicus*), των βοοειδών, (*Bos primigenius BOJANUS*) και των ελαφοειδών (*Cervus elaphus L.*)

(Tsoukala, 1992). Αξιοσημείωτη είναι η παρουσία απολιθωμένων δοντιών και οστών που ανήκουν σε μικροθηλαστικά, όπως τρωκτικά, εντομοφάγα και νυχτερίδες - χειρόπτερα.

Οι ύαινες κατοικούσαν τη σπηλιά, όπως συμπεραίνεται και από την ύπαρξη οστών νεαρών ατόμων. Τα φυτοφάγα ζώα μεταφέρονταν εκεί ως τροφή, όπως συμπεραίνεται και από την καταστροφή στα κόκκαλα τους από τα σαρκοφάγα ζώα. Η παρουσία ολόκληρων και καλοδιατηρημένων οστών υποδεικνύει την τυχαία παρουσία κάποιων ειδών της περιοχής, που πιθανώς παγιδεύονταν και πέθαιναν στο σπήλαιο. Η νυφίτσα *Mustela putorius robusta* αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα στο σπήλαιο του Αγίου Γεωργίου. Το παλαιοπεριβάλλον ήταν λειβαδικό με θάμνους και η επικρατούσα άποψη είναι ότι το παλαιοκλίμα ήταν σχετικά θερμό (Tsoukala, 1992). Επίσης, στο Κιλκίς υπάρχει η μεγαλύτερη συλλογή του Ευρωπαϊκού Άγριου Ημίονου (*Equus hydruntinus*) παγκοσμίως (eidisis.gr, 2012).

2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΗΜΟΥ ΚΙΛΚΙΣ

Όλη η περιοχή του Δήμου Κιλκίς φαίνεται ότι ήταν χώρος ανθρώπινης δραστηριότητας από την εποχή του Χαλκού και του Σιδήρου. Η περιοχή αποτελούσε τόπο κατοικίας του πελασγικού λαού των Κρηστώνων στα ανατολικά και των Παίωνων στα δυτικά. Κάποιοι από τους πιο σημαντικούς οικισμούς που έχουν ανακαλυφθεί είναι η αρχαία Κρηστωνία, ανατολικά του Αξιού ποταμού και πιο δυτικά η Παιονία, στην οποία αναφέρεται ο Όμηρος, καθώς οι Παίονες της Αμυδώνας συμμετείχαν στον Τρωικό Πόλεμο. Η Αμυδών (πιθανώς κοντά στο σημερινό Αξιοχώρι, Δήμου Παιονίας), ήταν πρωτεύουσα της Παιονίας, στην οποία εμφανίζεται η αρχαιότερη χρήση σιδήρου στα νότια Βαλκάνια. Σημαντικές πόλεις των Κρηστώνων ήταν το Ίωρον (σημερινό Παλατιανό), όπου βρισκόταν ο ναός του Διονύσου, αλλά και οι Κλιταί (σημερινή Ξυλοκερατιά).

Ο λόφος του Αγίου Γεωργίου του Κιλκίς και η γύρω περιοχή κατοικούνται σύμφωνα με τα ευρήματα από την αρχαϊκή εποχή. Την κλασική περίοδο, η ευρύτερη περιοχή εισέρχεται στο βασίλειο των Μακεδόνων και η Κρηστωνία συγκεκριμένα κατακτήθηκε το 479 π.Χ. από τον Αλέξανδρο Α΄ της Μακεδονίας. Κατά τα ελληνιστικά χρόνια, ιδρύονται οι πόλεις Τέρπυλλος, Καλλίνδροια και Μόρρυλος (σημερινοί Άνω Απόστολοι), της οποίας το όνομα προέρχεται από το ιαματικό λασπώδες υλικό (μορρία

ύλη) της περιοχής της. Τότε η περιοχή της Μορρύλου ήτανε βαλτώδης, κατάλοιπο της μεγάλης αρχαίας λίμνης που έφθανε μέχρι τον Αξιό ποταμό (Γ. Εχέδωρος, 2008). Ωστόσο, η περιοχή, καθώς και όλη η Μακεδονία, υποτάσσεται στην Ρωμαϊκή κυριαρχία το 168-148π.Χ., για πάνω από 250 χρόνια.

Η πόλη του Κιλκίς πήρε το όνομά της από την αρχαία πόλη Καλλικώς, που στη συνέχεια ως Ρωμαϊκός σταθμός του 1^{ου} αιώνα π.Χ. ονομάζονταν Κάλλικουμ (Callicum) (ή μετέπειτα Γκάλλικουμ). Αποτελούσε σημαντικό κέντρο συλλογής χρυσού, προερχόμενου από τον ποταμό Εχέδωρο (ο έχων δώρα). Το «Callicum» ήταν το δερμάτινο κόσκινο με το οποίο συλλέγονταν ο χρυσός. Η ονομασία «Γαλλικός» του ποταμού Εχέδωρου προέρχεται από τον οικισμό αυτό. Σήμερα, ο οικισμός Καλλικώς/Καλλικός έχει ταυτιστεί με την Κολχίδα Κιλκίς, όπου υπάρχουν ρωμαϊκά και παλαιοχριστιανικά ερείπια.

Περίπου τον 5^ο αιώνα μ.Χ., ιδρύεται στον λόφο της σημερινής πόλης του Κιλκίς, η μονή της Παναγίας της Καλλικούς και γύρω από αυτήν εξελίσσεται ένα μικρό πόλισμα. Τους αιώνες που ακολούθησαν, οι επιδομές Γόθων, Ούννων, Αβάρων και Σλάβων έφεραν πολλές καταστροφές και μετακινήσεις πληθυσμών και ερήμωσαν πολλούς οικισμούς. Η περιοχή του Κιλκίς αναφέρεται επί πολλούς αιώνες ως κατεστραμμένη περιοχή ('loca destructa') (Γ. Εχέδωρος, 2007). Κατά τον 10^ο αιώνα, η Δεύτερη Βουλγαρική Αυτοκρατορία κάνει επιδρομή στην περιοχή και η πόλη Καλλικόν λεηλατείται. Το 1014, ο Βουλγαρικός στρατός νικήθηκε από τον αυτοκράτορα Βασίλειο Β' και το πόλισμα που υπήρχε εξελίχθηκε στον πρόγονο της σημερινής πόλης, μία κωμόπολη με το όνομα Καλλικούς και μετέπειτα, Καλκούσι.

Τον 14^ο αιώνα, η περιοχή κατακτιέται από την Οθωμανική Αυτοκρατορία. Το «χωρίον Κηλήση» αναφέρεται ως ένα σημαντικό αγροτοεμπορικό κέντρο κατά τον 17^ο αιώνα. Το 1716 οι κάτοικοι της περιοχής του σημερινού Δήμου Κιλκίς συμμετείχαν, με την υποστήριξη της Αυστρίας, στην εξέγερση της Μακεδονίας για την απελευθέρωσή τους από τους Τούρκους. Η πρωτεύουσα του καζά του Αβρετ-Ισάρ μεταφέρθηκε στα μέσα του 18^{ου} αιώνα από το Γυναικόκαστρο στο Κιλκίς. Στα χρόνια της ύστερης τουρκοκρατίας, ένα μεγάλο δίκτυο υπόγειων αγωγών, πηλινών και λιθόκτιστων, μετέφερε το νερό σε διάφορα σημεία της πόλης. Οι κάτοικοι της περιοχής συμμετέχουν

στην επανάσταση του 1821, άμεσα ή έμμεσα (συλλέγοντας οπλισμό). Η πόλη του Κιλκίς λεηλατήθηκε το 1822 από τις Οθωμανικές αρχές, ως αντίποινα.

Στα χρόνια που ακολουθήσαν, επικρατεί βίαιος ανταγωνισμός για την επικράτηση στην περιοχή, μεταξύ Βουλγάρων και Ελλήνων. Το 1874 ο πληθυσμός της περιοχής ήταν σχεδόν αποκλειστικά βουλγαρικός. Αποκορύφωμα της διαμάχης ήταν ο Μακεδονικός Αγώνας (1904-1908). Στον Β΄ Βαλκανικό Πόλεμο (1913), έλαβε χώρα η ιστορική, τριήμερη μάχη του Κιλκίς-Λαχανά, στις 19-21 Ιουνίου. Η μάχη ήταν πολύνεκρη, με τις ελληνικές απώλειες να ξεπερνούν τις 10.000, αλλά αποτέλεσε καθοριστικό βήμα για την τελική έκβαση του πολέμου, που ήταν νικηφόρα για την Ελλάδα. Μετά από την μάχη, ο ελληνικός στρατός εισήλθε στην πόλη του Κιλκίς, εκκενωμένη από τον βουλγαρικό πληθυσμό. Στην περιοχή προσέφυγαν μετά τον πόλεμο πολλοί Έλληνες από περιοχές βορείως των συνόρων (Γευγελή, Στρώμνιτσα κ.α.).

Στον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, η περιοχή αποτελεί σημαντικό κέντρο επιχειρήσεων των συμμάχων. Ακολουθούν οι ανταλλαγές πληθυσμών με Βουλγαρία και Τουρκία, οι οποίες έφεραν και τη μεγάλη ανάπτυξη της πόλης (ειδικά μετά τη Μικρασιατική καταστροφή), αφού εγκαταστάθηκαν πολλοί Έλληνες πρόσφυγες από τον Πόντο, τη Μικρά Ασία, την Καππαδοκία, την Βόρειο και Ανατολική Θράκη και τη Στενήμαχο. Τη δεκαετία του '30 έγιναν σημαντικά εγχειρίσματα έργα με σκοπό την αγροτική ανάπτυξη, όπως η αποξήρανση των διδύμων λιμνών Αρζάν - Αματόβου.

Κατά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, η περιοχή περιήλθε υπό την Γερμανική κατοχή και το 1943, η πόλη του Κιλκίς ήρθε υπό Βουλγαρική κυριαρχία. Η περιοχή έγινε κέντρο αντάρτικης αντιστασιακής δράσης, πριν απελευθερωθεί το 1944. Η περιοχή υφίσταται μετέπειτα τις οδυνηρές συνέπειες του Ελληνικού εμφυλίου πολέμου που ακολούθησε. Η Μάχη του Κιλκίς, μεταξύ του ΕΛΑΣ και Ταγμάτων Ασφαλείας της Μακεδονίας, θεωρείται ως η πιο πολύνεκρη εμφύλια σύγκρουση κατά τη διάρκεια της κατοχικής περιόδου, αλλά και ως το τέλος του εμφυλίου πολέμου, το 1949 και κατέληξε σε πλήρη επικράτηση του ΕΛΑΣ. Από το 1949 έως και σήμερα η ανάπτυξη του Κιλκίς είναι συνεχής και σήμερα συνιστά έναν σημαντικό πόλο ανάπτυξης και πολιτισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ - ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ

3.1 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΟΥ ΚΙΛΚΙΣ

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται ο μόνιμος πληθυσμός του Δήμου Κιλκίς και των Δημοτικών Ενοτήτων του Δήμου, σύμφωνα με τις απογραφές του 2001 και 2011. Επίσης, συμπεριλήφθηκε ο μόνιμος πληθυσμός της πόλης του Κιλκίς. Από την απογραφή του 2021, είναι διαθέσιμος στον χρόνο συγγραφής της παρούσας εργασίας μονάχα ο συνολικός μόνιμος πληθυσμός του Δήμου Κιλκίς.

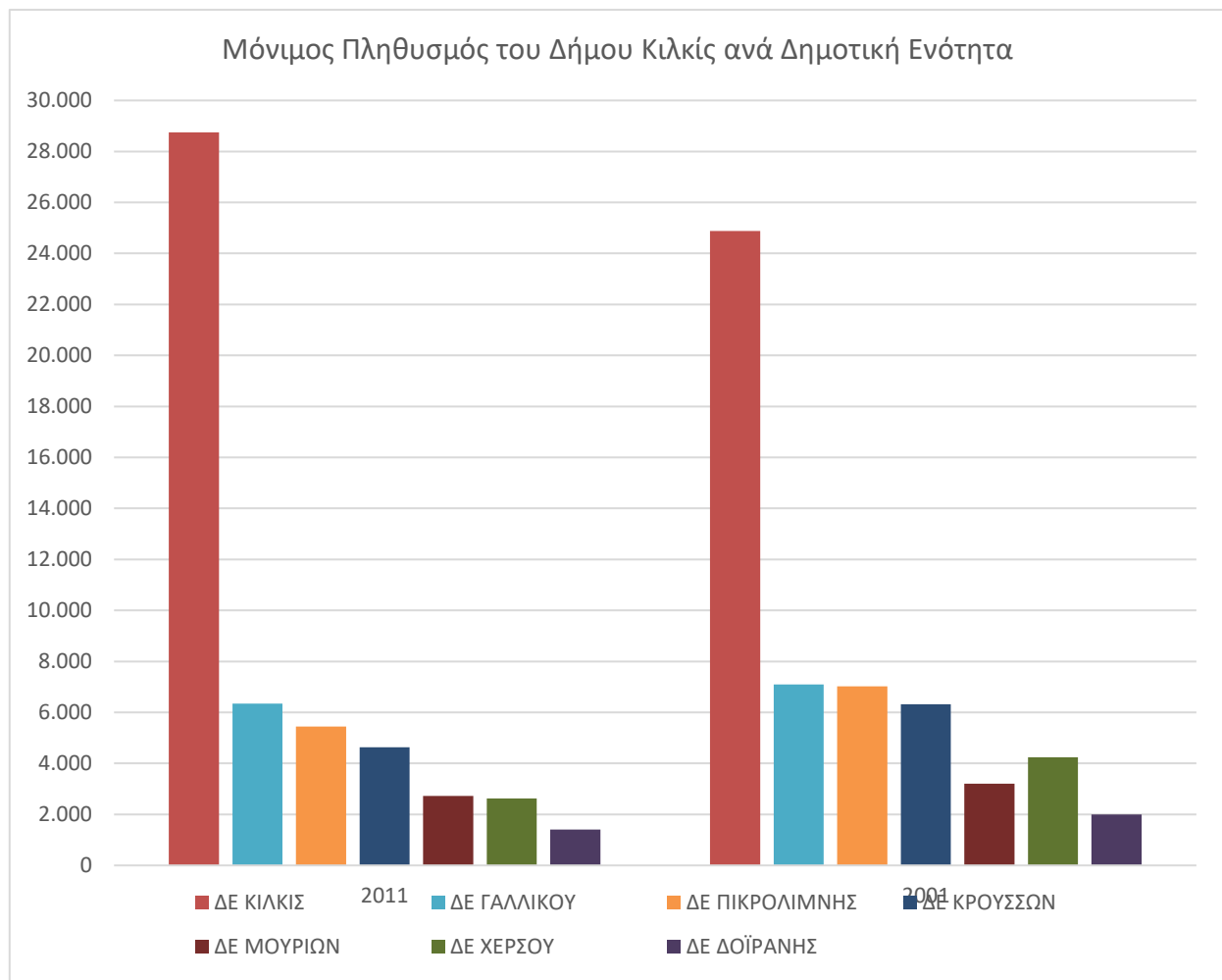
Πίνακας 1. Μόνιμος Πληθυσμός Δήμου, Δημοτικών Ενοτήτων και πόλης του Κιλκίς

	2021	2011	2001
ΔΗΜΟΣ ΚΙΛΚΙΣ	45.489	51.926	54.750
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΙΛΚΙΣ	-	28.745	24.874
<i>Πόλη του Κιλκίς</i>	-	22.914	17.744
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΓΑΛΛΙΚΟΥ	-	6.343	7.095
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗΣ	-	5.442	7.019
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΡΟΥΣΣΩΝ	-	4.638	6.319
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΟΥΡΙΩΝ	-	2.725	3.206
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΧΕΡΣΟΥ	-	2.629	4.237
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΟΪΡΑΝΗΣ	-	1.404	2.000

Ο Δήμος Κιλκίς, κατά την δεκαετία 2001-2011, παρουσίασε μείωση -5,2% του μόνιμου πληθυσμού (51.926 από 54.750 κατοίκους). Όπως φαίνεται κι από το διάγραμμα του Σχήματος 2, όλες οι Δημοτικές Ενότητες παρουσίασαν σημαντική μείωση, εκτός της Δημοτικής Ενότητας Κιλκίς, στην οποία παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση, με ποσοστό 15,56%. Στην πόλη του Κιλκίς υπήρξε αύξηση κατά 29,13%, συγκεντρώνοντας έτσι το 2011, με 22.914 μόνιμους κατοίκους, το 44,13% του συνολικού μόνιμου πληθυσμού του Δήμου Κιλκίς.

Κατά την δεκαετία 2011-2021 παρατηρείται επίσης ιδιαίτερα μεγάλη μείωση του μόνιμου πληθυσμού του δήμου, με ποσοστό -12,4% (45.489 από 51.926 κατοίκους). Κύριοι παράγοντες αυτής της γενικής μείωσης του πληθυσμού αυτών των δύο δεκαετιών, αποτελούν οι μεταναστευτικές ροές προς το εξωτερικό, λόγω της οικονομικής κρίσης,

καθώς και η παράλληλη μείωση των εισερχόμενων μεταναστευτικών ροών από χώρες του εξωτερικού (Βαφείδης, 2018).



Σχήμα 2. Διάγραμμα Μόνιμου Πληθυσμού του Δήμου Κιλκίς ανά Δημοτική Ενότητα, με βάση τα στοιχεία των απογραφών του 2001 και του 2011

3.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Για την πρόβλεψη του πληθυσμού του Δήμου Κιλκίς θα χρησιμοποιηθούν δύο μέθοδοι υπολογισμού, η αριθμητική και η γεωμετρική, ώστε να εκτιμηθεί ο πληθυσμός για το 2031, το 2041 και το 2051.

3.2.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΜΕ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ

Η Αριθμητική μέθοδος υπολογίζεται με τον τύπο:

$$P_m = \frac{[(t_m - t_2)(P_2 - P_1)]}{(t_2 - t_1)} + P_2$$

Όπου P_1 και P_2 ο πληθυσμός για τα έτη t_1 και t_2 αντίστοιχα, ενώ t_m η χρονιά για την οποία γίνεται η πρόβλεψη πληθυσμού P_m .

Αριθμητική πρόβλεψη για το **2031**:

$$\begin{aligned} P_{2031} &= [(t_{2031} - t_{2021})(P_{2021} - P_{2011}) / (t_{2021} - t_{2011})] + P_{2021} \\ &= [(2031 - 2021)(45.489 - 51.926) / (2021 - 2011)] + 45.489 \\ &= [10 * (-6.437) / 10] + 45.489 \\ &= -6.437 + 45.489 = 39.052 \text{ κάτοικοι} \end{aligned}$$

Αριθμητική πρόβλεψη για το **2041**:

$$\begin{aligned} P_{2041} &= [(t_{2041} - t_{2031})(P_{2031} - P_{2021}) / (t_{2031} - t_{2021})] + P_{2031} \\ &= [(2041 - 2031)(39.052 - 45.489) / (2031 - 2021)] + 39.052 \\ &= [10 * (-6.437) / 10] + 39.052 \\ &= -6.437 + 39.052 = 32.615 \text{ κάτοικοι} \end{aligned}$$

Αριθμητική πρόβλεψη για το **2051**:

$$\begin{aligned} P_{2051} &= [(t_{2051} - t_{2041})(P_{2041} - P_{2031}) / (t_{2041} - t_{2031})] + P_{2041} \\ &= [(2051 - 2041)(32.615 - 39.052) / (2041 - 2031)] + 32.615 \\ &= [10 * (-6.437) / 10] + 32.615 \\ &= -6.437 + 32.615 = 26.178 \text{ κάτοικοι} \end{aligned}$$

3.2.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΜΕ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ

Η Γεωμετρική μέθοδος υπολογίζεται ως εξής:

$$\log \Pi_m = \frac{[(t_m - t_2) \times \log(\Pi_2/\Pi_1)]}{(t_2 - t_1)} + \log \Pi_2$$

Όπου Π_1 και Π_2 ο πληθυσμός για τα έτη t_1 και t_2 αντίστοιχα, ενώ t_m η χρονιά για την οποία γίνεται η πρόβλεψη πληθυσμού Π_m .

Γεωμετρική πρόβλεψη για το **2031**:

$$\begin{aligned} \log \Pi_{2031} &= [(t_{2031}-t_{2021}) * \log(\Pi_{2021}/\Pi_{2011}) / (t_{2021}-t_{2011})] + \log \Pi_{2021} \\ &= [(2031-2021) * \log(45.489/51.926)] / (2021-2011) + \log(45.489) \\ &= [10 * \log(0,876) / 10] + 4,658 \\ &= -0,057 + 4,658 = 4,601 \end{aligned}$$

Άρα $\Pi_{2031} = 39.902$ κάτοικοι

Γεωμετρική πρόβλεψη για το **2041**:

$$\begin{aligned} \log \Pi_{2041} &= [(t_{2041}-t_{2031}) * \log(\Pi_{2031}/\Pi_{2021}) / (t_{2031}-t_{2021})] + \log \Pi_{2031} \\ &= [(2041-2031) * \log(39.902/45.489)] / (2031-2021) + \log(39.902) \\ &= [10 * \log(0,877) / 10] + 4,601 \\ &= -0,057 + 4,601 = 4,544 \end{aligned}$$

Άρα $\Pi_{2041} = 34.995$ κάτοικοι

Γεωμετρική πρόβλεψη για το **2051**:

$$\begin{aligned} \log \Pi_{2051} &= [(t_{2051}-t_{2041}) * \log(\Pi_{2041}/\Pi_{2031}) / (t_{2041}-t_{2031})] + \log \Pi_{2041} \\ &= [(2051-2041) * \log(34.995 / 39.902)] / (2041-2031) + \log(34.995) \\ &= [10 * \log(0,877) / 10] + 4,544 \\ &= -0,057 + 4,544 = 4,487 \end{aligned}$$

Άρα $\Pi_{2051} = 30.690$ κάτοικοι

Στον παρακάτω πίνακα συγκρίνονται τα αποτελέσματα της γεωμετρικής με την αριθμητική μέθοδο:

Πίνακας 2. Πρόβλεψη πληθυσμού Δήμου Κιλκίς με αριθμητική και γεωμετρική μέθοδο

Έτος	Πρόβλεψη πληθυσμού με την αριθμητική μέθοδο	Πρόβλεψη πληθυσμού με τη γεωμετρική μέθοδο
2031	39.052	39.902
2041	32.615	34.995
2051	26.178	30.690

Παρατηρείται ότι και στις δύο μεθόδους είναι εμφανής η συνεχής μείωση του μόνιμου πληθυσμού του δήμου. Ωστόσο, όσο μεγαλύτερο το έτος πρόβλεψης, τόσο μεγαλύτερη και η απόκλιση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο μεθόδων.

3.3 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΥΑΚ, η μέση ετήσια κατανάλωση νερού για ύδρευση του Δήμου Κιλκίς είναι 10.000.000 m³.

Η μέση ειδική κατανάλωση νερού του Δήμου Κιλκίς υπερβαίνει το ανώτατο όριο των 250 lit/κάτοικο/ημέρα, το οποίο έχει οριστεί στην ΚΥΑ Δ11/Φ.16/8500/91 (ΦΕΚ Β'174/26.03.91) (Σχέδιο Διαχείρισης Λ.Α.Π. του GR10, ΕΓΥ, 2014).

Η μέση ημερήσια κατανάλωση είναι $10.000.000/365=27.397,26 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$ ή αλλιώς 27.397.260 lit/ημέρα. Από την απογραφή του 2021, ο μόνιμος πληθυσμός του Δήμου ανέρχεται στους 45.489 κατοίκους, οπότε η μέση κατανάλωση φτάνει τα 602 lit/κάτοικο/ημέρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ - ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ

4.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ο **Γαλλικός ποταμός** πηγάζει από το όρος Δύσωρο του ορεινού όγκου των Κρουσσίων και κατευθυνόμενος νότια, εκβάλλει στον Θερμαϊκό κόλπο, λίγο έξω από τη Θεσσαλονίκη, κοντά στο Καλοχώρι. Ονομάζεται και Εχέδωρος (ο «έχων δώρα»), λόγω της παρουσία σε αυτόν ψηγμάτων προσχωματικού χρυσού, με εκμετάλλευσή τους από την αρχαιότητα. Στο παρελθόν ήταν γνωστός και ως Γομαροπνίχτης, λόγω των ξαφνικών πλημμυρών του. Κυριότερος παραπόταμός του είναι ο Σπανός. Η ροή του χαρακτηρίζεται ως εποχική, με μεγάλο τμήμα της κοίτης του να μην έχει συνεχόμενη επιφανειακή ροή. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην υποχώρηση της στάθμης των υπόγειων υδροφορέων και την υπεράντληση από τις γεωτρήσεις (Πουλτσάκης, 2021). Ωστόσο, από το 2004, μεγάλες ποσότητες νερού του Αλιάκμονα, που μεταφέρονται για καθαρισμό στο εργοστάσιο της ΕΥΑΘ με σκοπό την υδροδότηση της Θεσσαλονίκης, περισσεύουν και από εκεί διοχετεύονται στην κοίτη του Γαλλικού (Kathimerini.gr, 2005).

Η **λίμνη Δοϊράνη** είναι φυσική λίμνη με ωσειδές σχήμα, με μέσο βάθος 4 m. Η λίμνη χωρίζεται από τη συνοριακή μεθόριο και τα 15,8 Km² από την συνολική επιφάνεια των 43,1 Km² ανήκουν στην Ελλάδα, ενώ τα υπόλοιπα στη Βόρεια Μακεδονία. Σχηματίζεται σε υψόμετρο 150 m, στους νότιους πρόποδες του όρους Μπέλλες. Το υδρολογικό σύστημα της λίμνης είναι κλειστό και αυτοτελές. Την κύρια πηγή τροφοδοσίας της λίμνης αποτελούν τα γύρω ορεινά ρέματα που προέρχονται από το Μπέλλες και τα Κρούσσια όρη και καταλήγουν σε αυτήν. Στην λίμνη ζουν 19 είδη ψαριών και 21,05 Km² της λίμνης αποτελούν προστατευόμενο βιότοπο του Natura 2000. Αποτελεί πιθανόν κατάλοιπο της πολύ μεγαλύτερης λίμνης Παιονίας, ο σχηματισμός της οποίας τοποθετείται στην Προπαγετώδη περίοδο. Βρίσκεται στην ομώνυμη υπολεκάνη απορροής, η οποία ανήκει στην ευρύτερη ΛΑΠ Αξιού. Η λεκάνη της Δοϊράνης είναι τεκτονικής προέλευσης και το σχήμα της είναι ελλειψοειδές. Βρίσκεται μεταξύ των δύο τεκτονικών πλακών που περιλαμβάνουν τον ορεινό όγκο του Μπέλλες και τη λεκάνη του Αξιού αντίστοιχα.

Η **λίμνη Πικρολίμνη** είναι μία φυσική λίμνη μικρής έκτασης, περίπου 4.500 m² και μέσου βάθους 1 m, στα δυτικά του Γαλλικού ποταμού. Είναι η μοναδική λίμνη της Ελλάδας με αλμυρό νερό και ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της είναι η εξαιρετικά υψηλή αλατότητα των νερών της (τρεις φορές μεγαλύτερη από τη Νεκρά Θάλασσα), η οποία εξηγεί και την απουσία ψαριών στη λίμνη. Τους θερινούς μήνες, λόγω εξάτμισης, σχηματίζονται λιμναίοι εβαπορίτες. Θεωρείται ότι έχει ιαματικές ιδιότητες και για τον λόγο αυτό είναι φημισμένη από την αρχαιότητα.

Το μέσο υψόμετρο του Δήμου ανέρχεται σε 303 m, ενώ η μέση κλίση σε 5,9%, δηλαδή σε 3,3 μοίρες (Κουρτίδου, 2016). Ο Δήμος Κιλκίς περιβάλλεται ΒΑ-Α από την **οροσειρά των Κρουσσίων**, η οποία αποτελεί το φυσικό σύνορο μεταξύ των νομών Κιλκίς και Σερρών. Αποτελείται από τα όρη Μαυροβούνι και Δύσωρο. Στο όρος Μαυροβούνι συναντιέται η ψηλότερη κορυφή των Κρουσσίων (1.179 m). Οι δυτικές πλαγιές των Κρουσσίων οριοθετούν τη λεκάνη απορροής του Γαλλικού ποταμού.

Βόρεια εκτείνεται η **οροσειρά Μπέλλες** (ή Κερκίνη), που αποτελεί φυσικό σύνορο της Ελλάδας με την Βουλγαρία και τη Βόρεια Μακεδονία. Το μέγιστο υψόμετρο που συναντιέται στον Δήμο Κιλκίς είναι 1.732 m.

Η ευρύτερη περιοχή του Δήμου Κιλκίς χαρακτηρίζεται από ήπιο ανάγλυφο, εκτός των τμημάτων κοντά στους ορεινούς όγκους Μπέλλες και Κρουσσίων. Με βάση τα στοιχεία από την απογραφή του 2011 (πίνακες 3 και 4), προκύπτει ότι από τις 53 Τοπικές Κοινότητες του Δήμου Κιλκίς χαρακτηρίζονται 37 ως πεδινές, 13 ως ημιορεινές και 3 ως ορεινές. Συμπεραίνεται οπότε, ότι στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Κιλκίς κυριαρχούν οι πεδινές περιοχές, καθώς η έκταση των πεδινών Τοπικών Κοινοτήτων αποτελεί το 66,82% της συνολικής επιφάνειας του Δήμου (1.599,604 Km²). Το ποσοστό των ημιορεινών είναι 25,13%, ενώ των ορεινών 8,05%.

Επίσης, όπως φαίνεται στον πίνακα 4, το 91,20% του πραγματικού πληθυσμού του Δήμου Κιλκίς (51.710, απογραφή 2011) κατοικεί σε πεδινές περιοχές, το 8,15% σε ημιορεινές και μόλις το 0,65% σε ορεινές περιοχές.

Πίνακας 3. Ορεινότητα στις 53 ΤΚ του Δήμου Κιλκίς, Απογραφή 2011

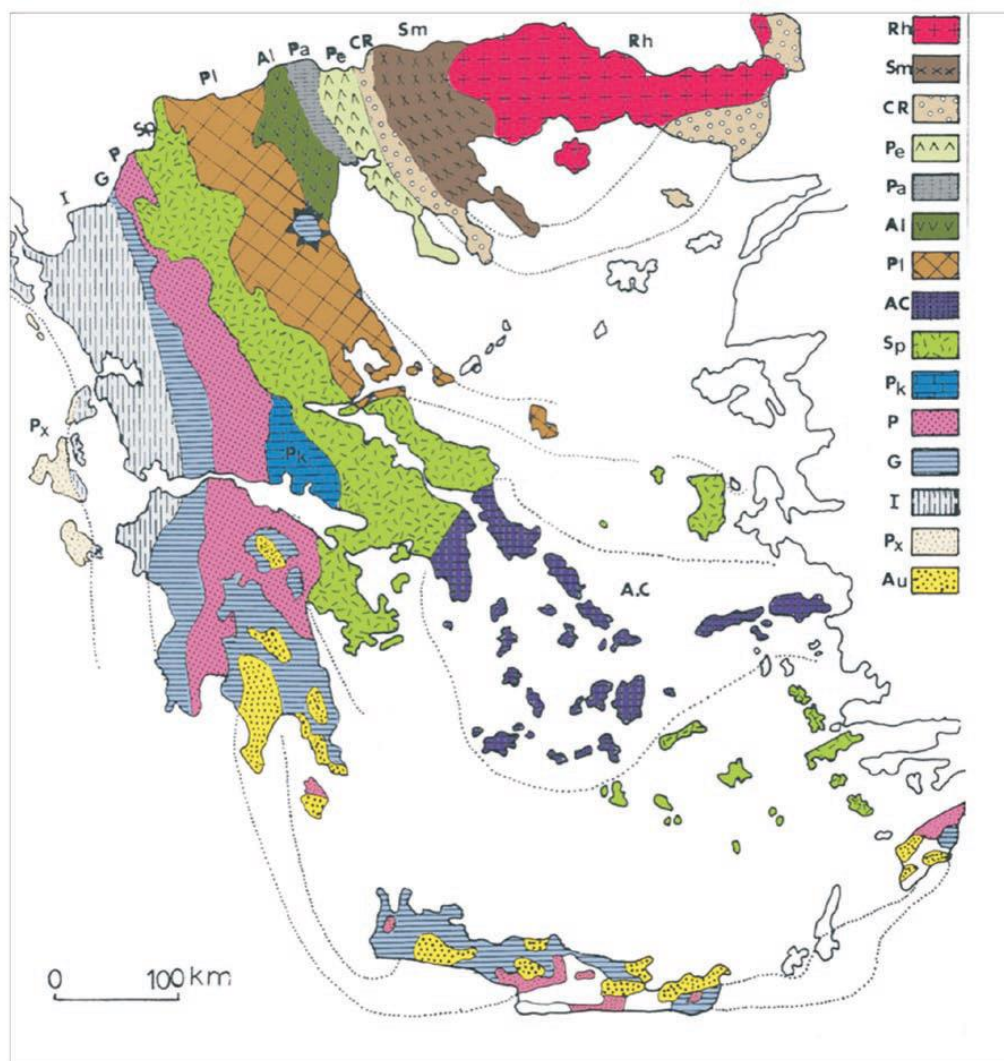
ΔΕ ΚΙΑΚΙΣ			ΔΕ ΔΟΪΡΑΝΗΣ		
1	Δ.Κ. Κιλκίς	Π	1	Τ.Κ. Δροσάτου	Π
2	Τ.Κ. Βαπτιστού	Π	2	Τ.Κ. Ακρίτας	Π
3	Τ.Κ. Καστανεών	Π	3	Τ.Κ. Αμαράντων	Π
4	Τ.Κ. Κρηστώνης	Π	ΔΕ ΜΟΥΡΙΩΝ		
5	Τ.Κ. Λειψυδρίου	Π	1	Τ.Κ. Σταθμού Μουριών	Η
6	Τ.Κ. Μεγάλης Βρύσης	Π	2	Τ.Κ. Αγίας Παρασκευής	Η
7	Τ.Κ. Μελανθίου	Η	3	Τ.Κ. Μουριών	Π
8	Τ.Κ. Μεσιανού	Π	4	Τ.Κ. Μυριοφύτου	Η
9	Τ.Κ. Σταυροχωρίου	Π	ΔΕ ΚΡΟΥΣΣΩΝ		
10	Τ.Κ. Χωρυγίου	Π	1	Τ.Κ. Τερπύλλου	Π
ΔΕ ΓΑΛΛΙΚΟΥ			2	Τ.Κ. Αγίου Μάρκου	Η
1	Τ.Κ. Καμπάνη	Π	3	Τ.Κ. Αναβρυτού	Η
2	Τ.Κ. Γαλλικού	Π	4	Τ.Κ. Αντιγονείας	Π
3	Τ.Κ. Μανδρών	Π	5	Τ.Κ. Βάθης	Η
4	Τ.Κ. Νέας Σάντας	Π	6	Τ.Κ. Γερακαρίου	Η
5	Τ.Κ. Πεδινού	Π	7	Τ.Κ. Ελληνικού	Ο
6	Τ.Κ. Χρυσοπέτρας	Π	8	Τ.Κ. Επταλόφου	Η
ΔΕ ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗΣ			9	Τ.Κ. Ευκαρπίας	Π
1	Τ.Κ. Μικροκάμπου	Π	10	Τ.Κ. Θεοδοσίων	Η
2	Τ.Κ. Ανθοφύτου	Π	11	Τ.Κ. Ισώματος	Η
3	Τ.Κ. Μαυρονερίου	Π	12	Τ.Κ. Κ. Θεοδωρακίου	Η
4	Τ.Κ. Νέου Αγιονερίου	Π	13	Τ.Κ. Κεντρικού	Π
5	Τ.Κ. Νέου Γυναικοκάστρου	Π	14	Τ.Κ. Κοιλαδίου	Π
6	Τ.Κ. Ξυλοκερατέας	Π	15	Τ.Κ. Κοκκινιάς	Η
7	Τ.Κ. Παλαιού Αγιονερίου	Π	16	Τ.Κ. Κορωνούδας	Π
ΔΕ ΧΕΡΣΟΥ			17	Τ.Κ. Ποντοκερασέας	Ο
1	Τ.Κ. Χέρσου	Π	18	Τ.Κ. Τριποτάμου	Ο
2	Τ.Κ. Ηλιόλουστο	Π	19	Τ.Κ. Φύσκας	Π
3	Τ.Κ. Μεγάλης Στέρνας	Π			
4	Τ.Κ. Πλαγιάς	Π			

Πίνακας 4. Πλήθος ΤΚ, επιφάνεια (Km²) και πραγματικός πληθυσμός των πεδινών, ημιορεινών και ορεινών ΤΚ

	ΔΚ/ΤΚ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (Km ²)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (%)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (%)
ΠΕΔΙΝΕΣ	37	1,068,923	66,82	47.157	91,20%
ΗΜΙΟΡΕΙΝΕΣ	13	401,966	25,13	4.215	8,15%
ΟΡΕΙΝΕΣ	3	128,715	8,05	338	0,65%
Σύνολο	53	1.599,604		51.710	

4.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΗΜΟΥ ΚΙΛΚΙΣ

Όσον αφορά τις γεωτεκτονικές ζώνες (Σχήμα 3), το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής του Δήμου Κιλκίς ανήκει στις Εσωτερικές Ελληνίδες και συγκεκριμένα στις ζώνες Περιοδοπικής και Παιονίας (υποζώνη της ζώνης Αξιού). Το ανατολικό τμήμα του Δήμου ανήκει, ωστόσο, στη Σερβομακεδονική μάζα (Ελληνική Ενδοχώρα).



Σχήμα 3. Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών (Πηγή: Μουντράκης, 2010)

Η **Σερβομακεδονική Μάζα** αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα Παλαιοζωικής ή Προκάμβριας ηλικίας και διαιρείται από την κατώτερη ενότητα των Κερδυλλίων και από την ανώτερη ενότητα του Βερτίσκου. Στην περιοχή μελέτης συναντιέται μόνο η ενότητα του Βερτίσκου, η οποία καταλαμβάνει το ανατολικό τμήμα του Δήμου και του ΥΔ GR10.

Αποτελείται κυρίως από διαμαρμαρυγικούς, μιγματιτωμένους, βιοτιτικούς και κεροστιλβικούς γνευσίους, μοσχοβιτικούς και διαμαρμαρυγικούς σχιστολίθους, αμφιβολίτες. Συχνά συναντώνται πηγματίτες, χαλαζίτες, όξινοι πλουτωνίτες και κατά θέσεις υπάρχουν εμφανίσεις από γρανίτες, ηφαιστειακές διεισδύσεις και βασικά και υπερβασικά σερπεντινωμένα πετρώματα που αναπτύσσονται στον ορεινό όγκο των Κρουσσίων και στον άξονα Κορυφής - Κορομηλιάς (Μουντράκης, 2010). Τα σερπεντινικά σώματα παρεμβάλλονται τεκτονικά μέσα στα άλλα πετρώματα της ενότητας (Θωμαΐδου, 2009).

Δυτικά της Σερβομακεδονικής βρίσκεται η **Περιοδοπική Ζώνη**, η οποία από τα ανατολικά προς τα δυτικά διακρίνεται στις ενότητες: Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά, Μελισσοχωρίου - Χολομώντα και Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη (η τελευταία δεν έχει εμφάνιση στην περιοχή μελέτης, δηλαδή εντός των ορίων του δήμου).

Η **ενότητα Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά** αναπτύσσεται κατά διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και περιλαμβάνει το σχηματισμό του Εξαμιλίου, ο οποίος περιέχει προαλπικά μετακλαστικά ιζήματα. Συνίσταται από πρασινωπούς λεπτόκοκκους λεπτοστρωματώδεις χαλαζίτες που εναλλάσσονται με λεπτόκοκκους χαλαζιακούς και σερικιτικούς σχιστόλιθους, μετα-ψαμμίτες, αλλά και με λεπτοστρωματώδη μετα-κροκαλοπαγή ηλικίας Περμίου (Μάττας, 2009). Τα πετρώματα αυτά εμφανίζονται κατά τόπους, σε έναν άξονα Β-Ν στις περιοχές Αντιγόνη, Ζαχαράτο και νότια του οικισμού Λαοδικηνού (Κουρτίδου, 2016).

Πάνω από τη σειρά Εξαμιλίου συναντιέται μια ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά, ηλικίας Περμίου - Κ. Τριαδικού, την οποία απαρτίζουν εναλλασσόμενα ηφαιστειακά και ημιμεταμορφωμένα ιζηματογενή υλικά, χαλαζιακοί και ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι, χαλαζίτες, πυροκλαστικά υλικά, σχιστοποιημένοι ρυόλιθοι, μετα-ψαμμίτες, μετα-κροκαλοπαγή, μετα-αρκόζες και φυλλίτες (Θωμαΐδου, 2009). Η ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά εκτείνεται σε έναν άξονα ΒΔ-ΝΑ (Ακρίτα, Μεταλλικό, Κολχίδα, Πυργωτό) (Κουρτίδου, 2016).

Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε με την απόθεση μιας ανθρακικής νηριτικής σειράς κατά το Μ. Τριαδικό - Μ. Ιουρασικό, η οποία αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστολίθους, με φύκη και κοράλλια (Θωμαΐδου, 2009).

Από τις τρεις ενότητες της Περιοδοπικής ζώνης, η **ενότητα Μελισσοχωρίου - Χολομώντα** παρουσιάζει τη μεγαλύτερη έκταση. Στα όρια του Δήμου Κιλκίς εμφανίζεται κυρίως βόρεια του Π. Γυναικοκάστρου μέχρι δυτικά του οικισμού Μεσιανού. Εκτείνεται κατά διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ, από την περιοχή της Λίμνης Δοϊράνης προς το βουνό Χολομώντα της Χαλκιδικής και τη Σιθωνία (Μουντράκης, 2010).

Περιλαμβάνει έναν κατώτερο σχηματισμό ηλικίας Μ. - Α. Τριαδικού, με μάρμαρα και παρεμβολές σερικιτικών σχιστολίθων και γραφιτικών φυλλιτών, που προς τα ανώτερα μέλη εξελίσσονται σε καθαρά φυλλιτικό σχηματισμό (Θωμαΐδου, 2009). Επίσης, περιλαμβάνει έναν ανώτερο σχηματισμό φλύσχη, ηλικίας Κ. - Μ. Ιουρασικού. Ο σχηματισμός αυτός, γνωστός ως "Φλύσχη Σβούλας" είναι ιδιαίτερα σημαντικός, καθώς αποτελεί ένδειξη ότι κατά τη διάρκεια του Ιουρασικού, η Περιοδοπική ζώνη αποτέλεσε την ηπειρωτική κατωφέρεια της ηπειρώτικης Ελληνικής Ενδοχώρας προς τον ωκεανό της Τηθύος. Στον σχηματισμό του φλύσχη συναντιούνται τουρβιδιτικές εναλλαγές με μετα-ιζήματα και συχνές εμφανίσεις μεγάλων ολισθολίθων μαρμάρων (Μουντράκης, 2010, Θωμαΐδου, 2009).

Η **Ζώνη Αξιού**, μία ζώνη που αποτελούσε τον ωκεάνιο χώρο της Τηθύος, απ' όπου προήλθαν οι οφιόλιθοι και αποτέθηκαν ιζήματα βαθιάς θάλασσας στο Μεσοζωικό, διαχωρίζεται σε τρεις υποζώνες: Παιονίας, Πάικου και Αλμωπίας. Τον παλιό ωκεάνιο χώρο αντιπροσωπεύουν οι ζώνες Παιονίας και Αλμωπίας, ενώ η ζώνη Πάικου αποτελούσε μία περιοχή παλιού νησιωτικού ηφαιστειακού τόξου (Μουντράκης, 2010). Στα όρια του Δήμου Κιλκίς συναντιέται μόνο η ζώνη Παιονίας.

Η **υποζώνη Παιονίας** («Αύλακα Παιονίας») με χαρακτηριστική λεπιδοειδή τεκτονική, αποτελείται κυρίως από οφιόλιθους Α. Ιουρασικής ηλικίας, ωκεάνια ιζήματα Τριαδικού – Ιουρασικού και μερικές όξινες και ενδιάμεσες πυριγενείς διεισδύσεις Ιουρασικής ηλικίας. Η ενότητα Ωραιοκάστρου εμφανίζεται εντός της περιοχής μελέτης με τη μορφή ενός κροκαλοπαγούς με τεφρά έως κεραμόχρωμα στρώματα, που εναλλάσσονται με ερυθρούς αργιλικούς σχιστόλιθους και ερυθρωπούς ψαμμίτες (Μάττας, 2009).

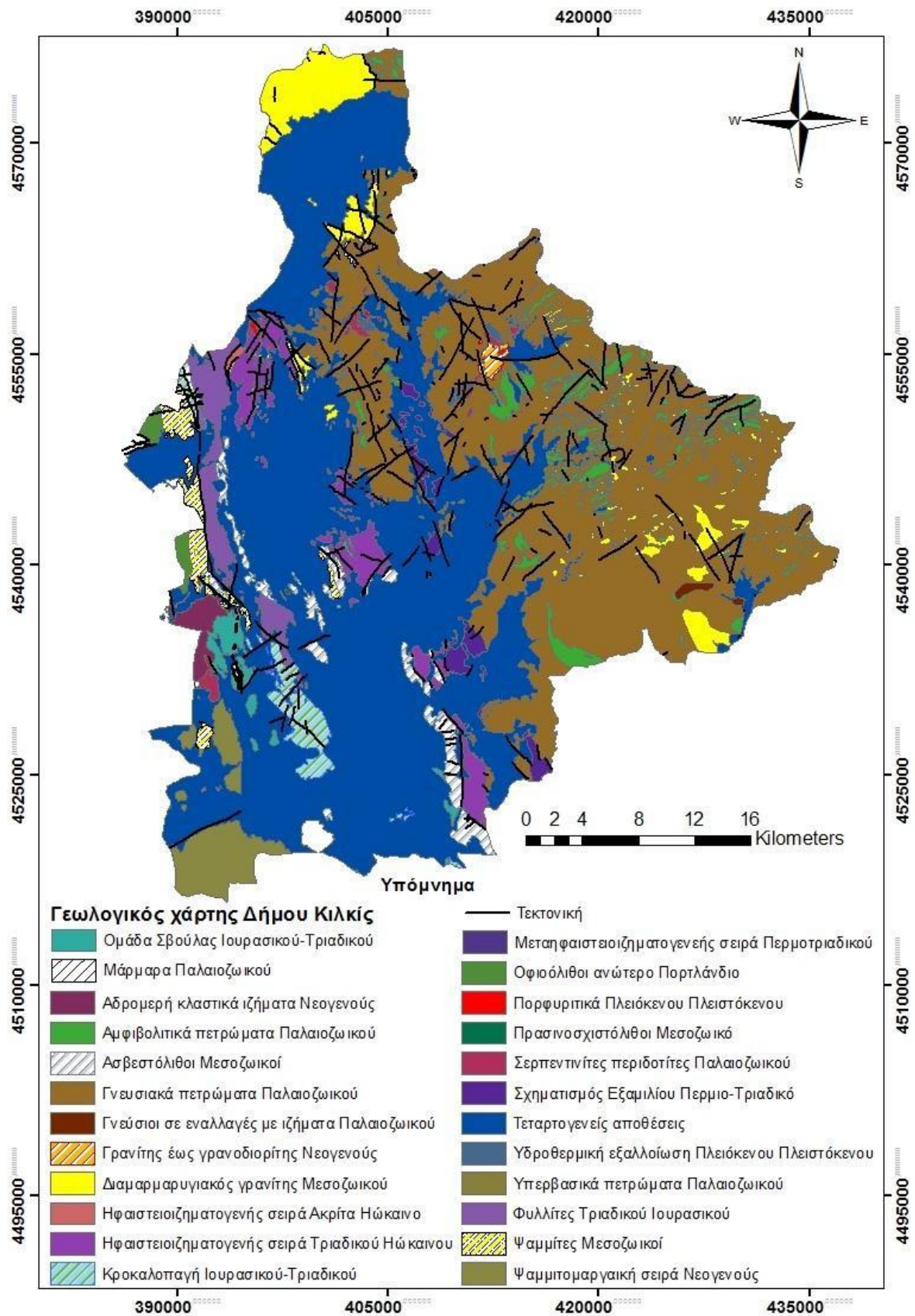
Η μαγματική δράση στην περιοχή μετά το Α. Ιουρασικό εμφανίζεται περιορισμένη, πέρα από την εμφάνιση ηφαιστειοϊζηματογενών σχηματισμών Μ. - Α. Ησκαίνου στα

χωριά Γυναικόκαστρο και Μεταλλικό (Ζαχαριάδου, 2005). Όλοι οι σχηματισμοί της υποζώνης Παιονίας εμφανίζουν ασθενή μεταμόρφωση πρασινοσχιστολιθικής φάσης (Α. Ιουρασικό - Κ. Κρητιδικό) (Θωμαΐδου, 2009).

Μεταλλικά ιζήματα παρουσιάζουν ιδιαίτερα σημαντική εξάπλωση στις λεκάνες Αξιού και Γαλλικού. Πρόκειται για κυρίως κλαστικά ιζήματα, διαφόρων λιθολογιών, τα οποία αποτέθηκαν στις τεκτονικές τάφρους που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια των τεκτονικών φάσεων του Ηωκαίνου.

Παλαιογενείς αποθέσεις που αποτελούνται από μάργες, ψαμμίτες και ασβεστόλιθους συναντιούνται στις περιοχές Νέου και Παλιού Αγιονερίου και ανατολικά του Βακουφίου. Νεογενείς σχηματισμοί καλύπτουν τα πεδινά τμήματα των επιμέρους λεκανών απορροής της περιοχής του Δήμου Κιλκίς. Πρόκειται για Πλειστοκαινικές και Ολοκαινικές αποθέσεις ιζημάτων λιμναίας, χερσαίας, ποτάμιας και ποταμοχειμάρρειας φάσης.

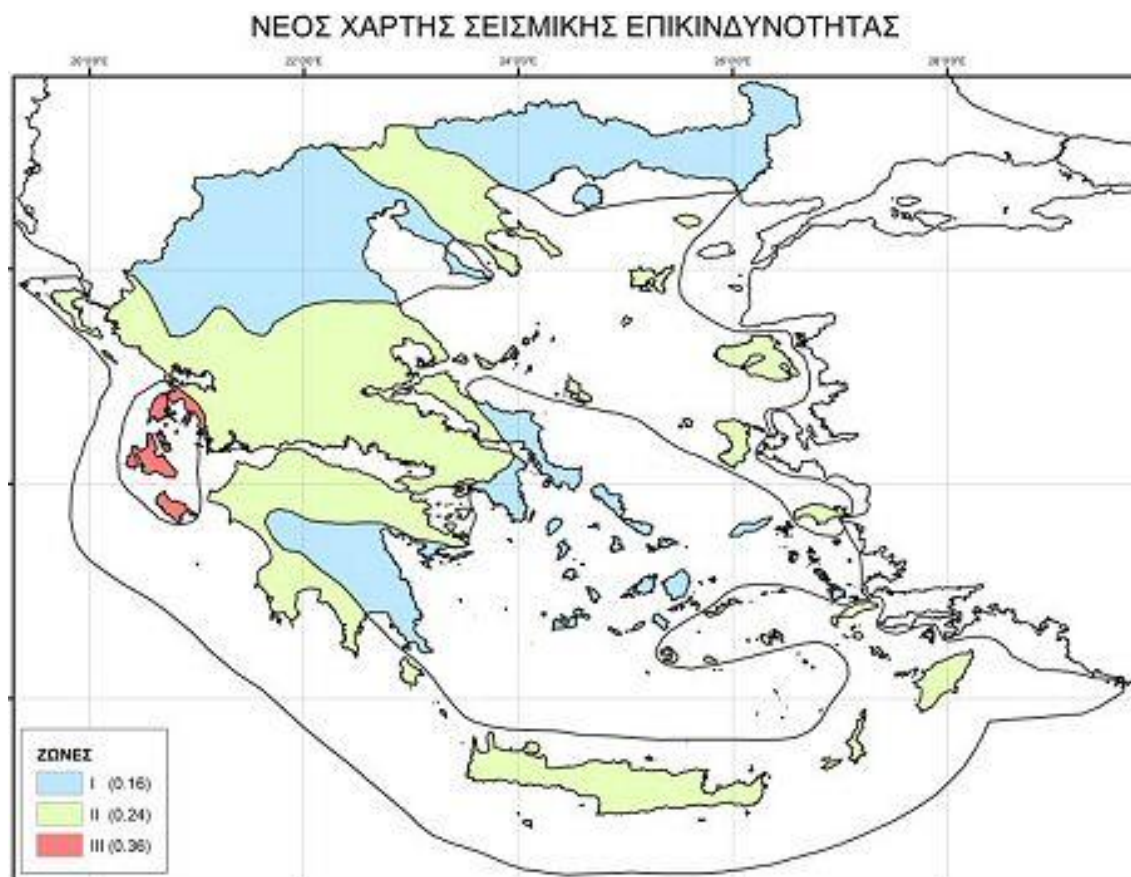
Όσον αφορά την τεκτονική της περιοχής του Δήμου Κιλκίς, συναντιούνται κυρίως ρήγματα κανονικά, με ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ και Α-Δ διευθύνσεις. Κατά το Α. Ιουρασικό - Κ. Κρητιδικό, Α. Κρητιδικό και Ηώκαινο, έλαβαν χώρα τεκτονικά φαινόμενα τα οποία μεταμόρφωσαν και πτύχωσαν τα πετρώματα των ζωνών, δημιουργώντας μικρο- και μακρο-πτυχές, με διευθύνσεις αξόνων κυρίως ΒΔ. Οι Νεογενείς τεκτονικές φάσεις προκάλεσαν λεπιώσεις, επιπτεύσεις, ανοιχτές πτυχές, επωθήσεις των μαζών, καθώς και την αναστροφή του δυτικού περιθωρίου της Σερβομακεδονικής μάζας, με αποτέλεσμα την τοποθέτησή της πάνω στο σχηματισμό της Περιοδοπικής Ζώνης. Οι ενότητες της Περιοδοπικής ζώνης επωθούνται επί της υποζώνης Παιονίας (Μάττας, 2009). Οι αλπικοί σχηματισμοί της ενότητας Ωραιοκάστρου της Παιονίας επιπτεύονται από τα ανατολικά από τους σχηματισμούς των ενοτήτων Ντεβέ Κοράν-Δουμπιών και Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη της Περιοδοπικής ζώνης (Κουρτίδου, 2016).



Σχήμα 4. Γεωλογικός Χάρτης Δήμου Κιλκίς (Πηγή: Κουρτίδου, 2016)

4.3 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Σύμφωνα με το «Νέο Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας Ελλάδας» και το ΦΕΚ 1154/τεύχος Β΄/12.08.2003, ο ελληνικός χώρος κατανέμεται σε τρεις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας. Παλαιότερα χωριζόταν σε τέσσερις ζώνες, όμως η χαμηλότερη ζώνη (0,12g) καταργήθηκε.



Σχήμα 5. Κατανομή των ζωνών στον Νέο Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας
(Πηγή: Ο.Α.Σ.Π., 2003)

Η σεισμική επιτάχυνση του εδάφους είναι $A = ag$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Οι τιμές A ανά ζώνη είναι:

Ζώνη I: 0,16g Ζώνη II: 0,24g Ζώνη III: 0,36g

Οι παραπάνω τιμές των σεισμικών επιταχύνσεων είναι οι μέγιστες ενεργές εδαφικές επιταχύνσεις σχεδιασμού (ΜΕΕΕΣ), με βάση τις οποίες έγινε η κατανομή των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας και σχεδιάστηκε ο Νέος Χάρτης (Σχήμα 5).



Όπως αναγράφεται και στον παρακάτω πίνακα, όλες οι Δημοτικές Ενότητες του Δήμου Κιλκίς ανήκουν στη Ζώνη II.

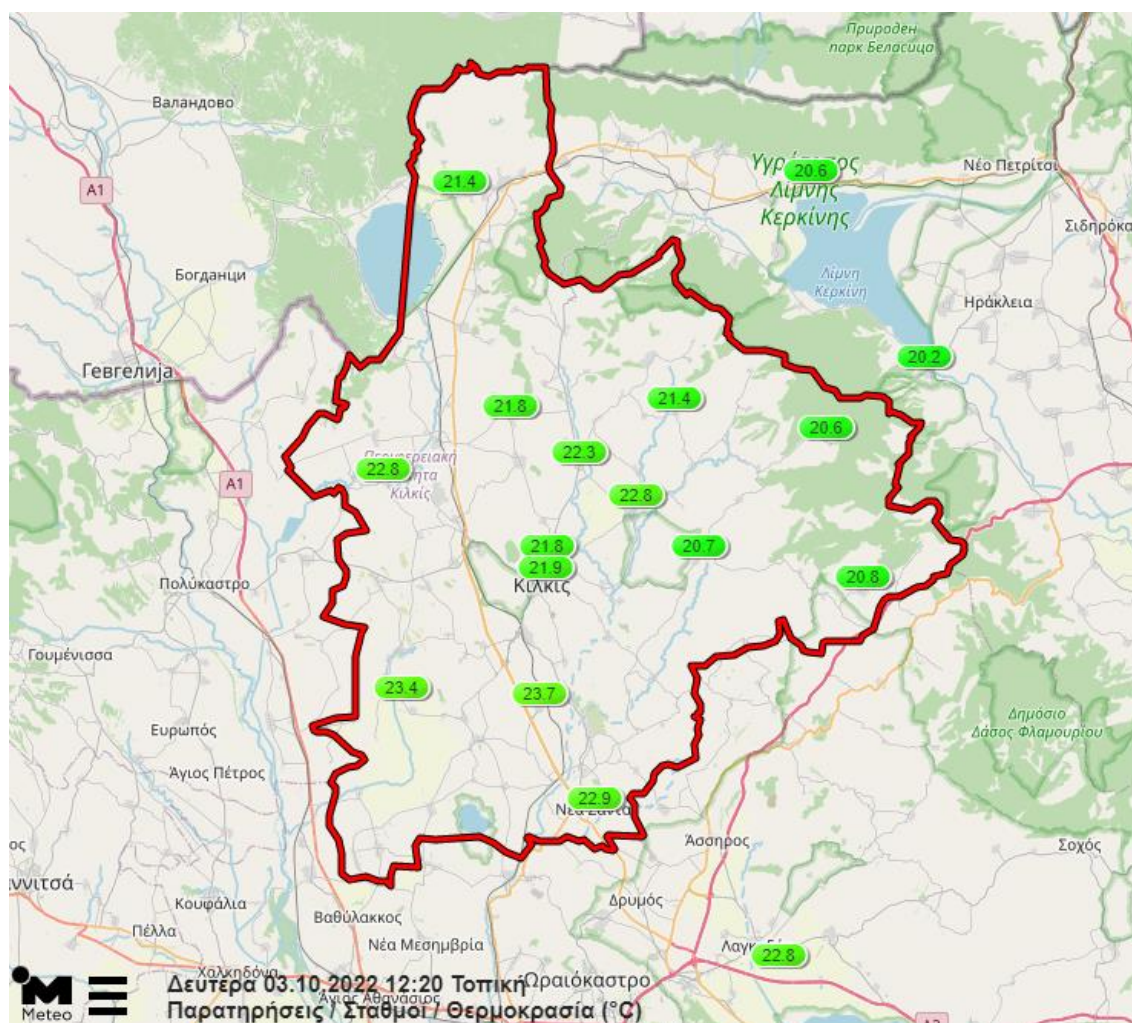
Πίνακας 5. Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας ανά Δημοτική Ενότητα του Δήμου Κιλκίς (Πηγή: ΦΕΚ 1154/τεύχος Β'/12.08.2003)

ΔΗΜΟΣ ΚΙΛΚΙΣ	Ζώνη	Τιμές <i>a</i>
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΓΑΛΛΙΚΟΥ	II	0.24
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΟΪΡΑΝΗΣ	II	0.24
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΙΛΚΙΣ	II	0.24
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΡΟΥΣΣΩΝ	II	0.24
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΟΥΡΙΩΝ	II	0.24
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗΣ	II	0.24
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΧΕΡΣΟΥ	II	0.24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΗΜΟΥ ΚΙΛΚΙΣ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κλίμα του Δήμου Κιλκίς χαρακτηρίζεται ως εύκρατο μεσογειακό, με το καλοκαίρι να χαρακτηρίζεται ως ξηρό και θερμό (Νάστος, 1995). Με βάση την ΚΥΑ Δ6/Β/οικ.5825/30.03.2010 (ΦΕΚ 407/τεύχος Β'/09.04.2010) «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων», οι περιφερειακές ενότητες της Ελλάδας χωρίζονται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες, ανάλογα με τις βαθμομέρες θέρμανσης. Η ΠΕ Κιλκίς ανήκει στην Κλιματική Ζώνη Γ, αλλά οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 600 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, εντάσσονται στην Κλιματική Ζώνη Δ.



Εικόνα 2. Οι 14 ενεργοί μετεωρολογικοί σταθμοί που υπάρχουν εντός των ορίων του Δήμου Κιλκίς (Πηγή: MeteoScope, noa.gr)

Στον Δήμο Κιλκίς υπάρχουν 14 ενεργοί μετεωρολογικοί σταθμοί (Εικόνα 2), με τον παλαιότερο αυτών να είναι εγκατεστημένος λίγο έξω από την πόλη του Κιλκίς (εγκαταστάσεις ΔΕΥΑΚ), με καταγραφές δεδομένων που ξεκινούν από 11/2006. Από 10/2020, ξεκίνησαν οι σταθμοί Γυναικοκάστρου, Επταλόφου, Ευκαρπίας, Ηλιόλουστου, Ισώματος, πόλης του Κιλκίς (στον λόφο), Νέας Σάντας και Τερπύλου, από 04/2021 οι σταθμοί Μουριών, Πεδινού, Ποντοκερασιάς και Φύσκας και τέλος, ο σταθμός Πλαγιάς από 8/2021.

Για τους παρακάτω υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν κλιματικά δεδομένα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, από τον παλαιότερο μετεωρολογικό σταθμό του Δήμου, το σταθμό Κιλκίς (ΔΕΥΑΚ), για τη χρονική περίοδο 2012-2021, τα οποία λήφθηκαν από τις ιστοσελίδες Climpact.gr και Meteo.gr.

5.2 ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Με βάση τα δεδομένα, που καταγράφηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του Κιλκίς για τη δεκαετία 2012-2021, υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για τη χρονική περίοδο αυτή και παρατίθενται στον Πίνακα 6. Έπειτα, υπολογίστηκε η μέση θερμοκρασία για κάθε χρονιά ξεχωριστά, καθώς και η μέση ετήσια θερμοκρασία του Δήμου Κιλκίς για την περίοδο 2012-2021 (Πίνακας 7 και Σχήμα 6).

Πίνακας 6. Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία Δήμου Κιλκίς, 2012-2021

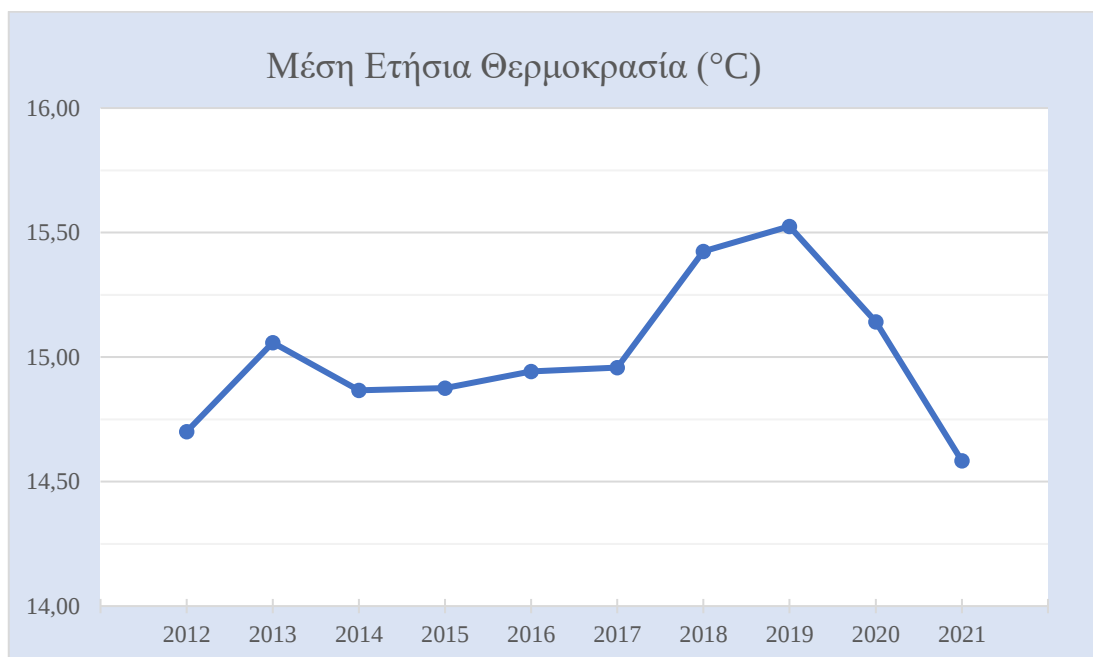
Μέση Θερμοκρασία (°C)												
Έτος	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μάι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
2012	1,6	1,4	9,4	13,3	17,5	24,3	28,1	26,2	21,4	17,6	11,8	3,8
2013	4,8	6,9	8,7	14,4	19,8	22,4	25,0	26,2	20,6	15,2	11,6	5,1
2014	7,0	8,5	10,7	12,8	17,1	22,1	24,4	25,0	19,0	14,6	10,6	6,6
2015	5,3	5,8	7,4	12,2	19,1	21,3	26,2	25,2	21,7	14,9	12,6	6,8
2016	4,6	10,4	9,8	15,3	17,1	23,8	25,7	24,9	19,0	13,5	9,5	5,7
2017	-0,2	7,4	11,5	13,2	18,3	23,8	25,9	26,1	21,4	15,1	9,9	7,1
2018	5,8	6,6	10,2	16,7	19,9	22,2	24,8	25,2	21,6	16,6	11,0	4,5
2019	2,7	6,6	11,4	13,2	17,4	23,8	25,3	26,7	21,6	17,2	13,5	6,9
2020	4,6	7,6	9,2	12,1	18,5	22,0	25,2	24,7	22,6	16,5	9,9	8,8
2021	5,8	7,4	7,7	11,0	18,2	22,4	26,8	26,7	20,2	12,5	10,7	5,6

Από τον Πίνακα 6 παρατηρείται ότι οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Δεκέμβριος (μπλε χρώμα), ενώ οι θερμότεροι μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος (κόκκινο χρώμα).

Πίνακας 7. Μέση Ετήσια Θερμοκρασία Δήμου Κιλκίς, 2012-2021

Έτος	Μέση Ετήσια Θερμοκρασία (°C)
2012	14,70
2013	15,06
2014	14,87
2015	14,88
2016	14,94
2017	14,96
2018	15,43
2019	15,53
2020	15,14
2021	14,58
	M.O = 15,01

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 7, η μέση ετήσια θερμοκρασία του Δήμου Κιλκίς υπολογίζεται στους **15°C**.



Σχήμα 6. Διάγραμμα Μέσης Ετήσιας Θερμοκρασίας Δήμου Κιλκίς, 2012-2021

Παρακάτω παρουσιάζονται τα στοιχεία των μηνιαίων βροχοπτώσεων που καταγράφηκαν στο μετεωρολογικό σταθμό Κιλκίς, τη χρονική περίοδο 2012-2021, καθώς και το συνολικό ύψος βροχής ανά τα έτη, για τον κάθε μήνα (Πίνακας 8).

Πίνακας 8. Στοιχεία βροχόπτωσης Δήμου Κιλκίς, 2012-2021

Συνολικό Ύψος Βροχής (mm)												
Έτος	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μάι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
2012	38,8	29,2	30,0	38,6	134,4	9,6	0,0	69,2	69,0	37,4	35,2	83,2
2013	45,0	112,6	47,4	24,0	28,8	65,0	11,8	3,6	47,8	16,8	51,4	35,0
2014	50,0	79,8	101,2	161,8	58,0	27,4	57,0	42,4	175,6	65,4	88,6	204,6
2015	21,0	66,0	74,2	22,0	14,4	69,6	38,6	78,0	66,8	132,6	28,0	0,4
2016	45,8	35,6	98,4	11,6	53,2	80,4	14,0	86,6	47,8	13,0	0,0	0,0
2017	47,2	32,6	41,6	14,2	120,2	14,8	85,2	7,2	29,4	33,2	112,0	20,6
2018	13,6	69,6	75,0	13,0	82,6	66,2	75,0	28,2	2,6	0,4	52,0	25,2
2019	82,0	2,4	8,6	50,2	28,4	80,4	27,2	0,6	85,0	44,4	130,0	75,8
2020	4,2	21,0	114,2	97,4	6,2	41,0	18,0	71,4	29,0	36,0	11,4	44,8
2021	132,0	18,2	27,6	65,6	24,0	20,4	16,4	11,0	60,6	160,6	28,0	37,8
Acc.	479,6	467,0	618,2	498,4	550,2	474,8	343,2	398,2	613,6	539,8	536,6	527,4

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται πως οι υγρότεροι μήνες για τον Δήμο Κιλκίς, δηλαδή οι μήνες με την περισσότερη καταγεγραμμένη βροχόπτωση, είναι ο Μάρτιος και ο Σεπτέμβριος (μπλε χρώμα), ενώ οι ξηρότεροι μήνες με την λιγότερη καταγεγραμμένη βροχόπτωση είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος (κόκκινο χρώμα).

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 9 και στο Σχήμα 7 παρουσιάζονται οι συνολικές ετήσιες βροχοπτώσεις για τη δεκαετία 2012-2021. Τέλος, υπολογίστηκε η μέση ετήσια βροχόπτωση του Δήμου Κιλκίς, στα **604,7 mm**.

Πίνακας 9. Συνολική Ετήσια Βροχόπτωση Δήμου Κιλκίς, 2012-2021

Έτος	Συνολική Ετήσια Βροχόπτωση (mm)
2012	574,6
2013	489,2
2014	1111,8
2015	611,6
2016	486,4
2017	558,2
2018	503,4
2019	615,0
2020	494,6
2021	602,2
	Μ.Ο = 604,7



Σχήμα 7. Διάγραμμα Συνολικής Ετήσιας Βροχόπτωσης, 2012-2021

5.4 ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία των μέσων ταχυτήτων του ανέμου που καταγράφηκαν στο μετεωρολογικό σταθμό Κιλκίς τη χρονική περίοδο 2012-2021.

Πίνακας 10. Μέση Μηνιαία Ταχύτητα Ανέμου Δήμου Κιλκίς, 2012-2021

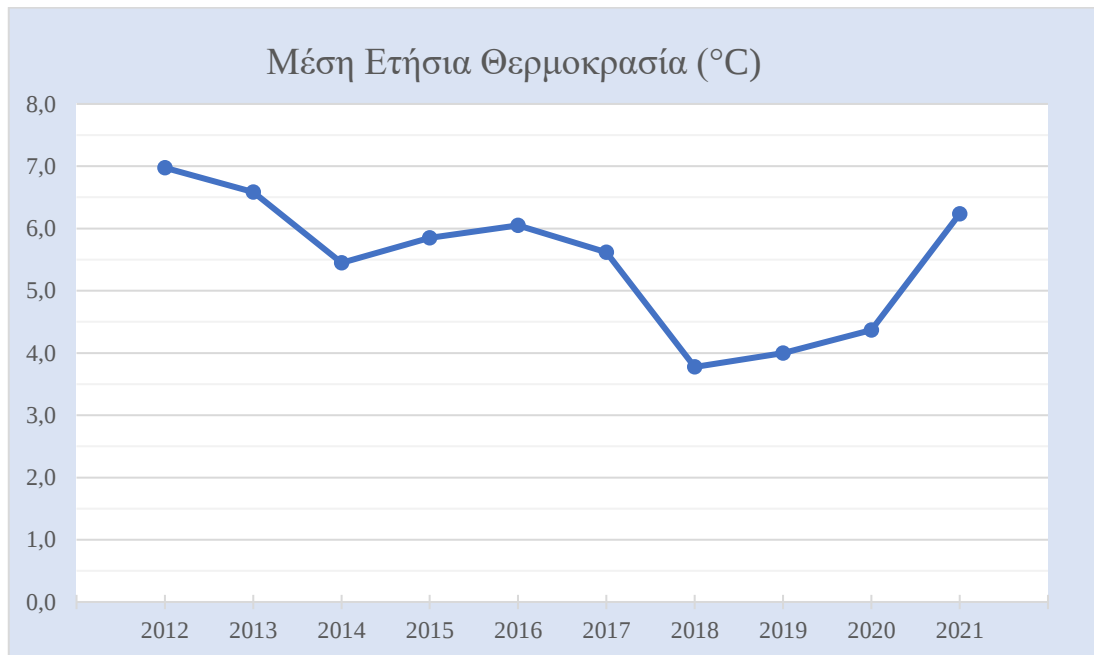
Μέση Ταχύτητα Ανέμου (Km/h)												
Έτος	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μάι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
2012	8,3	8,1	8,0	7,4	6,6	6,8	7,3	7,0	6,6	5,9	4,7	7,0
2013	8,2	6,7	8,0	6,2	6,7	6,9	6,2	6,4	6,9	6,3	5,0	5,5
2014	4,6	3,9	5,9	5,6	6,2	6,4	6,3	5,8	5,3	5,0	4,0	6,4
2015	7,2	6,5	5,7	7,5	5,5	6,1	5,7	5,3	5,4	4,5	6,3	4,5
2016	6,9	5,7	6,0	6,4	6,8	6,0	7,0	6,8	5,5	4,5	6,1	4,9
2017	6,4	4,7	7,4	8,0	5,6	4,9	4,7	5,2	3,8	5,3	4,5	6,9
2018	4,4	3,4	3,4	3,3	2,7	3,5	4,1	3,6	5,0	3,4	3,0	5,5
2019	5,2	5,8	3,6	3,4	4,6	3,1	3,5	4,3	3,2	2,6	3,1	5,6
2020	4,6	6,5	4,6	3,2	3,7	4,0	4,4	3,2	4,2	5,2	4,0	4,8
2021	7,8	6,3	7,2	5,5	6,3	6,1	6,6	5,9	5,4	5,2	5,3	7,2

Στον Πίνακα 10 έχουν επισημανθεί με κόκκινο χρώμα οι μεγαλύτερες μέσες ταχύτητες ανέμου κάθε έτους για την περίοδο 2012-2021. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου του Δήμου Κιλκίς για κάθε χρονιά της δεκαετίας, καθώς και η μέση ταχύτητα του ανέμου για την περίοδο 2012-2021 (Πίνακας 11 και Σχήμα 8).

Πίνακας 11. Μέση Ετήσια Θερμοκρασία Δήμου Κιλκίς, 2012-2021

Έτος	Μέση Ετήσια Ταχύτητα Ανέμου (Km/h)
2012	7,0
2013	6,6
2014	5,5
2015	5,9
2016	6,1
2017	5,6
2018	3,8
2019	4,0
2020	4,4
2021	6,2
	M.O = 5,5

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 11, η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου του Δήμου Κιλκίς υπολογίζεται στα **5,5 Km/h**.



Σχήμα 8. Διάγραμμα Μέσης Ετήσιας Ταχύτητα Ανέμου Δήμου Κιλκίς, 2012-2021

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η γεωγραφική έκταση της περιοχής μελέτης, του Δήμου Κιλκίς, ανήκει κατά ποσοστό 92%, στο Υδατικό Διαμέρισμα της Κεντρικής Μακεδονίας (GR10) και κατά 8%, στο Υδατικό Διαμέρισμα της Ανατολικής Μακεδονίας (GR11) (Κουρτίδου, 2016). Ο δήμος περιλαμβάνει στο υδατικό δυναμικό του τις φυσικές λίμνες Δοϊράνη και Πικρολίμνη, τον ποταμό Γαλλικό και έναν σημαντικό αριθμό ρεμάτων και χειμάρρων.



Σχήμα 9. Χάρτης Λεκανών Απορροής και Υδρογραφικού Δικτύου του ΥΔ GR10, με επισημασμένα όρια του Δήμου Κιλκίς με έντονη κόκκινη γραμμή (Πηγή: ΕΚΒΥ, 2008)

Σύμφωνα με την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), οι κύριες Λεκάνες Απορροής Ποταμών (ΛΑΠ) των Υδατικών Διαμερισμάτων αποτελούνται από επιμέρους λεκάνες απορροής ποταμών και λιμνών, ανάλογα με τα υδρογραφικά χαρακτηριστικά τους. Εντός των ορίων του Δήμου Κιλκίς, υπάρχουν οι παρακάτω λεκάνες απορροής, οι οποίες τροφοδοτούν με νερό τους αντίστοιχους υδάτινους αποδέκτες (Κουρτίδου, 2016):

- Το 74% της ΛΑΠ Γαλλικού (GR10), κεντρικό και βόρειο τμήμα της λεκάνης (777 Km² των συνολικών 1.051 Km²)
- Το 41% του Ελληνικού τμήματος της διασυνοριακής ΛΑΠ Αξιού (GR10), το ανατολικό τμήμα της (667 Km² από τα 1.636 Km² του Ελληνικού τμήματος)
- Το 100% του Ελληνικού τμήματος της διακρατικής Λεκάνης της λίμνης Δοϊράνης (GR10), έκτασης 191,8 Km² (69% των συνολικών 276,3 Km²)
- Το 3,4% του Ελληνικού τμήματος της διασυνοριακής ΛΑΠ Στρυμόνα (GR11), μικρό δυτικό κομμάτι (128 Km² από τα 3.755 Km² του Ελληνικού τμήματος)
- Το 0,9% της Λεκάνης των λιμνών Θεσσαλονίκης (GR10), αμελητέο βόρειο τμήμα (17 Km² των συνολικών 1.902 Km²)

6.3 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Το τρεχούμενο επιφανειακό νερό μέσα σε μία λεκάνη απορροής οργανώνεται σε ένα δίκτυο από ρυάκια, χειμάρρους και ποταμούς, που αποτελούν το υδρογραφικό δίκτυο. Μέσα στο δίκτυο αυτό, μεταφέρονται παράλληλα με την κίνηση του νερού και υλικά διάβρωσης. Υπάρχουν διαφορετικές μορφές υδρογραφικών δικτύων (παράλληλη, δενδριτική, κλιμακωτή, ακτινωτή, δακτυλιοειδής, ορθογώνια πολυλεκανώδης, σύνθετης παραμόρφωσης), λόγω των διαφορετικών πιθανών τρόπων ανάπτυξής τους (Βουβαλίδης, 2011). Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιφανειακή απορροή του νερού και την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου είναι οι κλιματικοί, οι γεωμορφολογικοί, οι γεωλογικοί, η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, αλλά και οι χρήσεις της γης (Βουδούρης, 2017).

Εντός των ορίων του Δήμου Κιλκίς, αναπτύσσονται διάφορες μορφές υδρογραφικού δικτύου, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες της περιοχής (Μουρατίδης, 2009):

Στη λεκάνη απορροής του Γαλλικού ποταμού, αναπτύσσεται πυκνό υδρογραφικό δίκτυο, σύνθετης μορφής. Η ανάπτυξή του αυτή οφείλεται κυρίως στην τεκτονική δομή της λεκάνης, αφού η σύνθετη μορφή εμφανίζεται σε περιοχές με έντονες γεωλογικές δομές, συνδεδεμένες με τη δράση της μεταμόρφωσης και της νεοτεκτονικής (Βουβαλίδης, 2011). Στο βόρειο τμήμα του υδρογραφικού δικτύου η μορφή είναι δενδριτική, όπως στα ρέματα Κοτζά και Σπανού, ενώ στο νότιο παράλληλη και παράλληλη πτεροειδής, όπως στα ρέματα Μεγάλου Ποταμιού και Κριθιάς. Από αυτά γίνεται η αποστράγγιση των νοτιοδυτικών κλιτύων του Μαυροβουνίου, του νοτιοδυτικού τμήματος του Δυσώρου, των ανατολικών λόφων του ορεινού συγκροτήματος Βερτίσκου και των δυτικών προβούνων του. Ο Γαλλικός ή Εχέδωρος ποταμός είναι ο κύριος αποδέκτης αυτής της επιφανειακής απορροής. Η αυξημένη πυκνότητά του υδρογραφικού δικτύου οφείλεται στη μειωμένη κατείσδυση του νερού, λόγω των κυρίως αδιαπέραστων γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής. Για τον λόγο αυτό υπάρχει αυξημένη επιφανειακή απορροή και πυκνότερο υδρογραφικό δίκτυο.

Ενώ το υδρογραφικό δίκτυο της ΛΑΠ Αξιού έχει μορφή που χαρακτηρίζεται ως σύνθετη, λόγω των διαφορετικών μορφών των ρεμάτων του, η μορφή του υδρογραφικού δικτύου στο τμήμα της λεκάνης που ανήκει στον Δήμο Κιλκίς είναι κυρίως αραιή κιγκλιδωειδής. Η κύρια αιτία είναι τα πλειοπλειστοκαινικά ιζήματα των περιοχών που βρίσκονται τα ρέματα. Τα δύο ρέματα που βρίσκονται εντός των ορίων του δήμου έχουν ως τελικό αποδέκτη της επιφανειακής απορροής τους τον Αξιό ποταμό, ο οποίος βρίσκεται στον Δήμο Παιονίας. Το ρέμα Αγιάκ συγκεντρώνει τα επιφανειακά νερά της υπολεκάνης Χέρσου. Παλαιότερος αποδέκτης των νερών του ήταν η λίμνη Αρτζάν, αλλά πλέον καταλήγει στον Αξιό μέσω της τεχνητής αποστραγγιστικής τάφρου Λιμνοτόπου, η οποία είχε κατασκευασθεί για την αποξήρανση των λιμνών Αρτζάν και Αματόβου. Το ρέμα Λεβεντοχωρίου - Γυναικοκάστρου (ή αλλιώς Βούρκου ή Βρυσούλων) αποστραγγίζει τα νερά της λοφώδους υπολεκάνης Γυναικοκάστρου - Μικρόκαμπου. Καταλήγει στον Αξιό ποταμό μέσω της τάφρου του Ανθοφύτου.

Στα βόρεια όρια του δήμου, στο βόρειο τμήμα της λεκάνης της Δοϊράνης, αναπτύσσεται ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο, παράλληλης μορφής. Στο νότιο και

ανατολικό τμήμα της λεκάνης απαντάται ένα αραιό υδρογραφικό δίκτυο, επίσης παράλληλης μορφής. Η παράλληλη μορφή υδρογραφικού δικτύου αναπτύσσεται λόγω της απότομης κλίσης των πετρωμάτων της περιοχής και λόγω της ύπαρξης ενός πεδίου που επιβάλλει μια επιλεκτική κατεύθυνση (Βουβαλίδης, 2011). Το πυκνό υδρογραφικό δίκτυο συγκεντρώνει τα επιφανειακά νερά του ορεινού συγκροτήματος Μπέλλες, τα οποία μεταφέρονται μέσω του ρέματος Χίλια Δένδρα, ενώ το αραιό δίκτυο συγκεντρώνει τα επιφανειακά νερά των δυτικών κλιτύων του όρους Δύσωρου, μέσω του ρέματος του Μυριόφυτου και του Δροσάτου. Τελικός αποδέκτης όλων αυτών των επιφανειακών υδάτων είναι η λίμνη Δοϊράνη.

Στο τμήμα της λεκάνης απορροής του Στρυμόνα ποταμού, που είναι εντός των ορίων του Δήμου Κιλκίς, υπάρχει ανάπτυξη πυκνού υδρογραφικού δικτύου, λόγω των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής. Αυτό το δίκτυο συγκεντρώνει τα επιφανειακά ύδατα των βορειοανατολικών κλιτύων των Κρουσσιών και ο τελικός αποδέκτης τους είναι ο ποταμός Στρυμόνας.

6.4 ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η υδρολιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών που φιλοξενούν τις υπόγειες υδροφορίες αποτελεί αρχικό κριτήριο για το διαχωρισμό των υπόγειων συστημάτων. Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών εξαρτάται από την λιθολογία τους, την τεκτονική τους καταπόνηση, από τον βαθμό εξαλλοίωσης καθώς και από τον βαθμό διαγένεσης. Με βάση τη διαπερατότητα των σχηματισμών και τη δυναμικότητα των υδροφορέων, οι σχηματισμοί διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λ.Α.Π. του ΥΔ GR10, Ε.Γ.Υ., Υ.Π.Ε.Κ.Α.):

- **Περατοί σχηματισμοί** (διαπερατότητα: $\geq 10^{-5}$ m/s): α) μικροπερατοί ή πορώδεις σχηματισμοί, β) μακροπερατοί ή ρωγμώδεις σχηματισμοί.
- **Ημιπερατοί σχηματισμοί** (διαπερατότητα: 10^{-5} - 10^{-7} m/s): μικροπερατοί ή και μακρο-περατοί σχηματισμοί. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται επίσης όλοι οι διαπερατοί σχηματισμοί: α) μικρής έκτασης, μικρής δυναμικότητας και β) περιορισμένης σημασίας.

- **Αδιαπέρατοι σχηματισμοί** (διαπερατότητα: $<10^{-7}$ m/s): α) πρακτικά αδιαπέρατοι σχηματισμοί, β) αδιαπέρατοι σχηματισμοί ή σχηματισμοί μικρού πάχους, που από κάτω τους αναπτύσσονται αξιόλογα υδροφόρα συστήματα.

Ανάλογα με την ικανότητα των γεωλογικών σχηματισμών στην αποθήκευση αλλά και την κίνηση του υπόγειου νερού, οι υδροφορείς χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- **Προσχωματικοί ή κοκκώδεις ή πορώδεις υδροφορείς:** παρουσιάζουν διάκενα (πόρους) και αποτελούνται από εναλλαγές οριζόντων αδρο-μέσο-κλαστικών υλικών και οριζόντων λεπτοκλαστικών υλικών. Στους κοκκώδεις σχηματισμούς ανήκουν οι άργιλοι, μάργες, ψαμμίτες, πηλίτες, κροκαλοπαγή, κ.λ.π. Στην περιοχή μελέτης, προσχωματικοί υδροφορείς συναντώνται κυρίως κατά μήκος των ποταμών Αξιού και Γαλλικού και της λίμνης Δοϊράνης.
- **Καρστικοί υδροφορείς:** εμφανίζονται σε καρστικοποιημένους ανθρακικούς σχηματισμούς, όπως μάρμαρα και ασβεστόλιθοι.. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται μέσω των καρστικών δομών. Οι υδροφορείς αυτοί παρουσιάζουν μεγάλη τρωτότητα στη ρύπανση, μεγάλο συντελεστή κατείσδυσης καθώς και γρήγορη κίνηση του νερού. Στην περιοχή μελέτης, καρστική υδροφορία εντοπίζεται σε ορεινές-ημιορεινές-λοφώδεις περιοχές (Ντεβέ-Κοράν, Βαφειοχώρι κ.α.).
- **Ρωγματικοί υδροφορείς ή διαρρηγμένων πετρωμάτων:** σε όλους τους μη ανθρακικούς λιθολογικούς σχηματισμούς, βραχώδους δομής. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται μόνο μέσω του δικτύου ασυνεχειών. Στους ρωγματικούς σχηματισμούς ανήκουν μαγματικά, μεταμορφωμένα ή ημιμεταμορφωμένα πετρώματα του υποβάθρου (γρανίτες, γνεύσιοι, φυλλίτες, σχιστόλιθοι, οφιόλιθοι, ηφαιστειοϊζηματογενή πετρώματα, κ.λ.π.). Στην περιοχή μελέτης, οι ρωγματικοί υδροφορείς που αναπτύσσονται είναι τοπικής σημασίας, όπως στις περιοχές Κερδυλλίων-Κρουσίων και Μαυρονερίου.

Η ΕΓΥ, στο Σχέδιο Διαχείρισης Λ.Α.Π. του ΥΔ Κεντρικής Μακεδονίας (2014), διαχωρίζει την περιοχή μελέτης, ανάλογα με τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών, στα παρακάτω **Υπόγεια Υδατικά Συστήματα (ΥΥΣ)**. Σημειώνονται και οι εκτάσεις των ΥΥΣ, εντός των ορίων του Δήμου Κιλκίς (Κουρτίδου, 2016):

- ΥΥΣ Κρουσίων-Κερδυλλίων (ρωγματικό) - 520 Km²
- ΥΥΣ Αξιού (κοκκώδες) – 340 Km²
- ΥΥΣ Γαλλικού (κοκκώδες) - 298 Km²
- ΥΥΣ Δοϊράνης (κοκκώδες) - 98,6 Km²
- ΥΥΣ Μ. Στέρνας (καρστικό) - 33,4 Km²
- ΥΥΣ Μαυρονερίου (ρωγματικό) - 24,4 Km²
- ΥΥΣ Ντεβέ-Κοράν (καρστικό) - 22,5 Km²
- ΥΥΣ Βαφειοχωρίου (καρστικό) - αμελητέας έκτασης
- ΥΥΣ Μπέλλες (ρωγματικό) - μηδαμινή υδροπερατότητα, θεωρείται αμελητέο

6.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ - ΙΑΜΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Το Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΠΠΧΣΑΑ) της Κεντρικής Μακεδονίας (2004), στην αναφορά του στην γεωθερμική ενέργεια, δεν αναφέρει την ΠΕ Κιλκίς ως περιοχή με αξιόλογο δυναμικό, καθώς δεν υπάρχουν έως τώρα επιβεβαιωμένα γεωθερμικά πεδία (Μήτσιος, 2014).

Ωστόσο, μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από το Ι.Γ.Μ.Ε., υποδεικνύουν την πιθανότητα ύπαρξης ενός γεωθερμικού πεδίου στην περιοχή των Δημοτικών Ενοτήτων Μουριών και Δοϊράνης (Μουρατίδης, 2009).

Στη ΔΕ Πικρολίμνης υπάρχει ο Ιαματικός Φυσικός Πόρος Πικρολίμνης. Το νερό της πηγής χαρακτηρίζεται με βάση το ΦΕΚ 2997/Β/6-11-2014 για τα κριτήρια χαρακτηρισμού των ιαματικών φυσικών πόρων, ως όξινο, μεταλλικό (≥ 1 g/l), υποτονικό ($M < 300$ mmol/l, $\Delta < 0,55 < O$) ιαματικό νερό. που θεωρείται πως έχει θεραπευτικές ιδιότητες. Γεωθερμικό ενδιαφέρον έχει, ωστόσο, το γεγονός ότι το νερό της πηγής έχει μέση θερμοκρασία στους 38°C (νερά ομοιόθερμα - υπέρθερμα). Η λίμνη Πικρολίμνη, λόγω του μεταλλικού νερού της πηγής και του πηλού της λίμνης πλούσιο σε θειούχες ενώσεις και νιτρικά άλατα, συστήνεται για πηλοθεραπεία και είναι φημισμένη για τις ιαματικές και καλλυντικές της ιδιότητες.

Στον οικισμό Μεταλλικό της ΔΕ Κιλκίς, σε απόσταση περίπου 7 χιλιομέτρων από την πόλη του Κιλκίς, βρίσκεται ο Ιαματικός Φυσικός Πόρος «Γιάννες», ο μόνος άλλος

αναγνωρισμένος ιαματικός φυσικός πόρος του Δήμου, που έχει όμως ψυχρό μεταλλικό νερό. Αυτό είναι ευρέως γνωστό στην περιοχή λόγω της γεύσης του ως «Το Ξινό Νερό». Είναι επίσης ελαφρώς αναβράζον, λόγω περιεχόμενου CO₂. Η φυσική μεταλλική πηγή Γιάννες (που ήταν η παλιά ονομασία του χωριού κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας και μέχρι το 1926, πριν ονομαστεί Μεταλλικό λόγω των πηγών), αποτελεί μέρος ενός γενικότερου συστήματος αναβλύσεων στην περιοχή. Ο μεταλλικός υδροφορέας της περιοχής εκφορτίζεται σε επτά πηγές, με σχεδόν τοξοειδή διάταξη, οι οποίες συναντώνται μέσα στην Άνω Τριαδική ανθρακική σειρά και αναβλύζουν από τις διακλάσεις των ασβεστολίθων (Μπαλή, 2016).

Η αυξημένη συγκέντρωση του νερού σε Ca⁺, Mg²⁺ και HCO₃⁻ οφείλεται στη διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων, ενώ η αυξημένη συγκέντρωση σε Na⁺, K⁺ και Cl⁻ οφείλεται στην παρουσία δύο ηφαιστειοϊζηματογενών σειρών. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα παρουσιάζει υψηλές τιμές (2400 – 2450 μS/cm). Με βάση το ΦΕΚ 2997/Β/6-11-2014, το μεταλλικό νερό της περιοχής Γιάννες χαρακτηρίζεται ως εξής (Μπαλή, 2016):

1. Ψυχρό (<20°C) με βάση τη θερμοκρασία του, 15-16°C.
2. Μεταλλικό (≥1 g/l) ως προς τη μεταλλικότητά του και γλυκό ως προς την αλατότητα, με βάση το στερεό του υπόλειμμα (T.D.S): (1,57 g/l).
3. Με βάση τη συνολική ραδιενέργεια (3,74 Bq/l), ως Ασθενές (R<266,6 Bq/l).
4. Τύπος του νερού με βάση τα υπερέχοντα κατιόντα και ανιόντα: Ca-Mg-HCO₃, ασβεστούχο-μαγνησιούχο-οξυανθρακικό.

Οι πηγές και οι ιαματικές ιδιότητες του νερού του Μεταλλικού είναι γνωστές από το παρελθόν, με διάφορες αναφορές σε περιηγητικά και ιστορικά κείμενα. Θεωρείται ευεργετικό για το ουροποιητικό και το γαστρεντερικό σύστημα λόγω της διουρητικής του δράσης και ενδείκνυται για ποσιθεραπεία. Παρά τις ιαματικές ιδιότητες που του αποδίδονται, παραμένει μέχρι σήμερα αναξιοποίητο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΥΑ Κιλκίς, στον Δήμο Κιλκίς υπάρχουν συνολικά 33 Συστήματα Ύδρευσης: 11 στη ΔΕ Κρουσσών, 4 στη ΔΕ Κιλκίς, 4 στη ΔΕ Γαλλικού, 4 στη ΔΕ Μουριών, 4 στη ΔΕ Χέρσου, 3 στη ΔΕ Δοϊράνης και 3 στη ΔΕ Πικρολίμνης. Ως σύστημα ύδρευσης ορίζεται το σύστημα το οποίο περιλαμβάνει τα έργα συλλογής και μεταφοράς του νερού από τις πηγές, τις μονάδες επεξεργασίας, τις δεξαμενές ρύθμισης και το σύστημα διανομής, μέχρι τον καταναλωτή (Μελέτη Σχεδίου Ασφάλειας Νερού Δήμου Κιλκίς, 2020).

Η χωρική κατανομή του δικτύου ύδρευσης της περιοχής μελέτης, καλύπτει ικανοποιητικά τα υπόγεια υδατικά συστήματα που αναπτύσσονται στην περιοχή (Κουρτίδου, 2016). Τα δίκτυα ύδρευσης των οικισμών τροφοδοτούνται από υπόγειους υδάτινους πόρους, παρά την ύπαρξη και επιφανειακών πηγών υδροληψίας (Γαλλικός, Δοϊράνη, κ.ά.). Η υδροληψία γίνεται από γεωτρήσεις, πηγές και πηγάδια, με τη βοήθεια ή μη αντλητικών συγκροτημάτων και το δίκτυο ύδρευσης έχει μήκος 60.000 Km. Παρακάτω εξετάζονται οι συνθήκες ύδρευσης κάθε δημοτικής ενότητας του Δήμου Κιλκίς ξεχωριστά (Μουρατίδης, 2009):

- Η ΔΕ Κιλκίς υδρεύεται από 30 γεωτρήσεις. Η πόλη του Κιλκίς και οι περισσότεροι οικισμοί του ανατολικού τμήματος της δημοτικής ενότητας υδρεύονται από γεωτρήσεις μικρού βάθους που βρίσκονται εντός της κοίτης του Γαλλικού. Οι οικισμοί του δυτικού τμήματος υδρεύονται από διάσπαρτες γεωτρήσεις που βρίσκονται στη ΛΑΠ Αξιού. Εξαίρεση αποτελεί το τοπικό διαμέρισμα Μελανθίου, το οποίο υδρεύεται από πηγή.
- Η ΔΕ Γαλλικού υδρεύεται από 7 γεωτρήσεις. Από αυτές οι τρεις βρίσκονται κατά μήκος και παραπλεύρως των κεντρικών κλάδων του Γαλλικού και οι υπόλοιπες τέσσερις στον λόφο του Καμπάνη. Υπάρχουν και πέντε εφεδρικές γεωτρήσεις στην κοίτη του ποταμού, για την κάλυψη των θερινών υδρευτικών αναγκών, τρεις στον Καμπάνη, μια στο Γαλλικό και μια στις Μάνδρες.



- Η ΔΕ Πικρολίμνης υδρεύεται από 15 γεωτρήσεις. Μια μικροπηγή που βρίσκεται κοντά στον οικισμό Πικρολίμνης χρησιμοποιείται συμπληρωματικά για την ύδρευση του οικισμού.
- Η ΔΕ Χέρσου υδρεύεται από 7 γεωτρήσεις, οι 6 από τις οποίες βρίσκονται στην κοίτη του χειμάρρου Μαρσογιάννη.
- Η ΔΕ Δοϊράνης υδρεύεται από 5 γεωτρήσεις. Αυτές βρίσκονται στην περιοχή της Δοϊράνης, με εξαίρεση τον οικισμό Ακρίτα.
- Η ΔΕ Μουριών υδρεύεται πρωτίστως από 10 πηγές του όρους Μπέλλες, δευτερευόντως από 3 γεωτρήσεις.
- Η ΔΕ Κρουσσών υδρεύεται από 24 γεωτρήσεις, 7 πηγάδια και 10 μικροπηγές. Ο μεγάλος αριθμός γεωτρήσεων συνδέεται με το πλήθος (38) και τη διασπορά των οικισμών, αλλά και με τους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής, οι οποίοι είναι κυρίως αδιαπέραστοι. Οι περισσότερες γεωτρήσεις βρίσκονται στην κοίτη του Γαλλικού ποταμού και των παραποτάμων του, όπου αναπτύσσονται υπόγεια υδροαποθέματα που τροφοδοτούνται από τα επιφανειακά νερά των ρεμάτων.

Η ΔΕΥΑ Κιλκίς καλύπτει τις ανάγκες ύδρευσης των μόνιμων κατοίκων του Δήμου Κιλκίς και η Δημοτική Ενότητα Κιλκίς, στην οποία διαμένει το 55% του μόνιμου πληθυσμού του δήμου, υδροδοτείται χωρίς προβλήματα επάρκειας. Δύο Δημοτικές Ενότητες είναι όμως άνυδρες και έχουν κακή ποιότητα υδατικών πόρων (ΔΕ Πικρολίμνης και οι ορεινοί οικισμοί της ΔΕ Κρουσσών). Υπάρχουν επίσης πολλοί οικισμοί με πεπαλαιωμένο δίκτυο, το οποίο συχνά θραύεται και προκαλεί διακοπή της υδροδότησης, καθώς και οικισμοί χωρίς εφεδρικό αντλητικό συγκρότημα και σε περίπτωση καταστροφής του, διακόπτεται η υδροληψία για 1-2 ημέρες. Τέλος, κάποιοι οικισμοί, όπως το Ίσωμα, τα Ριζανά και το Μελάνθιο, δεν έχουν επαρκείς πηγές υδροληψίας και υπάρχουν προβλήματα επάρκειας νερού (maxitis.gr, 2021).

Με στόχο την ορθολογική πολιτική διαχείρισης των υδατικών πόρων, την εξοικονόμηση των απωλειών και τη διασφάλιση (ποιοτικά και ποσοτικά) της επάρκειας πόσιμου νερού σε όλους τους οικισμούς του Δήμου Κιλκίς, η Δ.Ε.Υ.Α.Κ. σχεδιάζει έργα αποκατάστασης και ενίσχυσης του υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης και παλαιών φθαρμένων αγωγών. Τα παρακάτω έργα είναι ενταγμένα στο πρόγραμμα «ΑΝΤΩΝΗΣ ΤΡΙΤΣΗΣ» και κάποια είναι ήδη σε στάδιο ωρίμανσης μελετών και αδειοδοτήσεων:

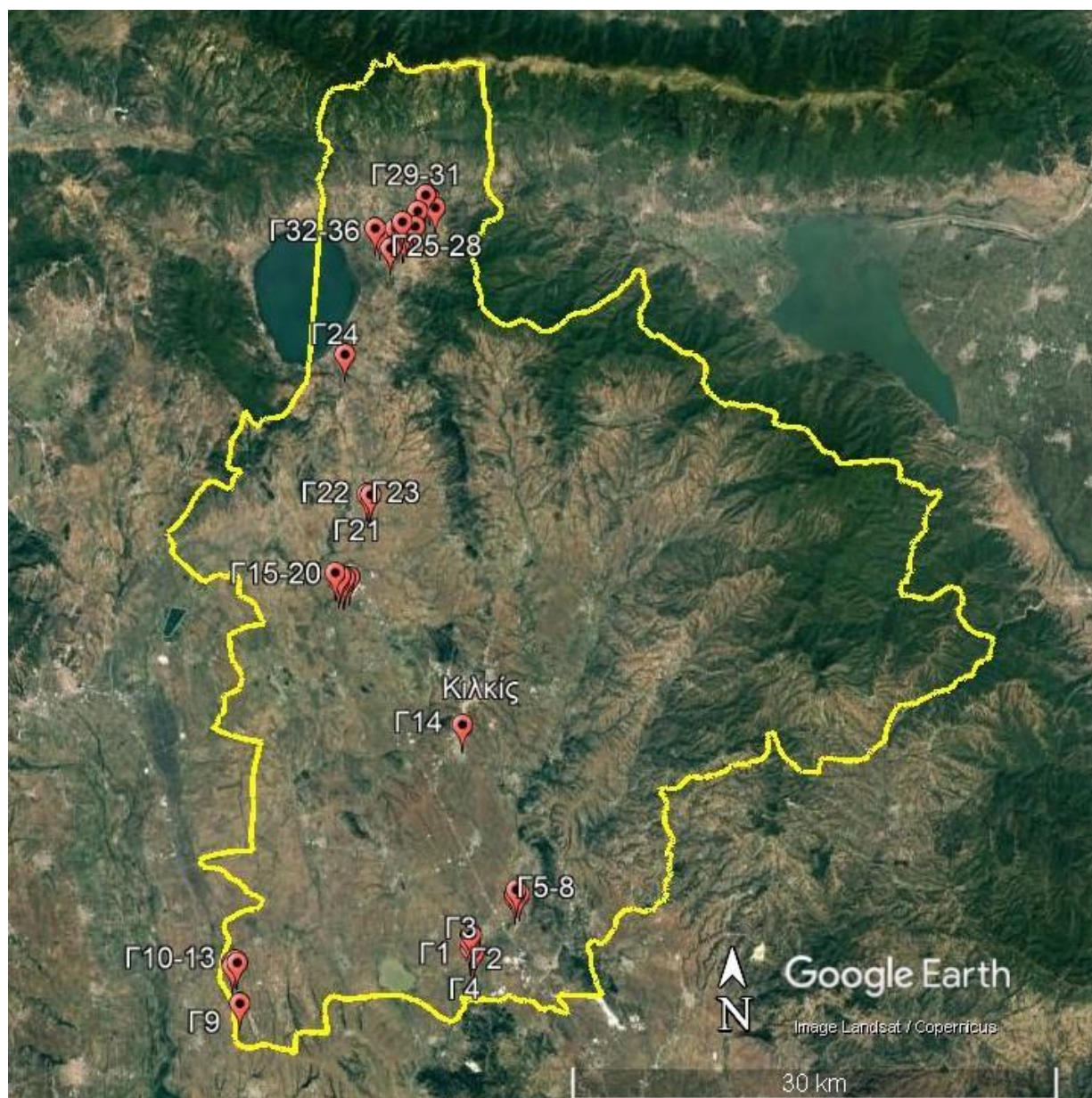
- Αντικατάσταση 302 Km εσωτερικών-παλαιωμένων δικτύων ύδρευσης της δεκαετίας του '60, σε 36 Τοπικές Κοινότητες στις επτά ΔΕ του Δήμου, περιλαμβανομένης της πόλης του Κιλκίς, καθώς και αναβάθμιση όλων των αντλιοστασίων και γεωτρήσεων όλων αυτών των οικισμών.
- Αντικατάσταση αγωγού τροφοδοσίας ΣΥ Κιλκίς, από το κεντρικό αντλιοστάσιο Σταυροχωρίου έως το ενδιάμεσο αντλιοστάσιο Ξηρόβρυσης, καθώς και επέκταση δεξαμενής ύδρευσης Αγίου Γεωργίου ΣΥ Κιλκίς.
- Ενοποίηση των Συστημάτων Ύδρευσης των ΔΕ Πικρολίμνης και Γαλλικού με κατασκευή κεντρικού αντλιοστασίου και διυλιστηρίου νερού στον οικισμό Μάνδρες και αγωγών σύνδεσης του Α/Σ με τις δεξαμενές Μαυρονερίου και Μανδρών.
- Υδροδότηση οικισμών της ΔΕ Μουριών με αξιοποίηση του ταμιευτήρα Σουρμένων και των πηγών υδροληψίας του όρους Μπέλλες, κατασκευή αγωγών σύνδεσής τους με νέα κεντρική δεξαμενή και νέο διυλιστηρίου νερού, καθώς και κατασκευή αγωγών σύνδεσης του διυλιστηρίου με τους οικισμούς για υδροδότηση της δημοτικής ενότητας με φυσική ροή.
- Ενοποίηση Συστημάτων Ύδρευσης των κεντρικών οικισμών της ΔΕ Κρουσσών, με δημιουργία κεντρικού Α/Σ στον οικισμό Διπόταμο, που θα συγκεντρώνει τις παρόχθιες γεωτρήσεις και θα υδροδοτεί τους οικισμούς: Τέρπυλλο, Φύσκα, Μεταξοχώρι, Σπουργίτη, Κοκκινιά, Επτάλοφο, Κορωνούδα, Αναβρυτό, Αγ. Μάρκο, Αγ. Αντώνιο και Μεταξοχώρι.
- Υδρότηση των οικισμών Ισώματος, Θεοδοσίων, Ριζανών και Ελληνικού της ΔΕ Κρουσσών από τη ΛΑΠ Σερρών.
- Νέο αγωγό ύδρευσης για τους οικισμούς βορείου άξονα ΔΕ Κρουσσών από Χέρσο (οικισμοί Αντιγόνειας, Μαυροπλαγιάς, Χειμαδιού, Κοιλαδίου, Τριποτάμου, Κεντρικού, Γάβρας, Ευκαρπίας, Γερακαριού, Δίβουνου), ώστε να σταματήσουν να τροφοδοτούνται από τα φίλτρα αποσιδήρωσης.

Σημαντικό πλήθος πηγών πόσιμοι νερού, μέτριας μέσης παροχής, αναβλύζουν στα όρη Μπέλλες, με παροχές που ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή. Έχουν μικρό χρόνο παραμονής στο υπέδαφος και έχουν ταχύτατη ανανέωση, για αυτό έχουν σύσταση νερών εμπλουτισμού και πρόκειται για μαλακά νερά με τις χαμηλότερες τιμές pH της περιοχής μελέτης (6,50-6,60) και με τις χαμηλότερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας ($<300\mu\text{S}/\text{cm}$) (Κουρτίδου, 2016). Λόγου του βαθμού αποσάθρωσης και ρωγμάτωσης των πετρωμάτων, τα οποία αποτελούνται από γρανίτες, αμφιβολίτες και γνεύσιους, οι πηγές που ανήκουν γεωγραφικά στον Δήμο Κιλκίς έχουν σημαντικά μικρότερες παροχές από αυτές των πηγών που ανήκουν στο Δήμο Σερρών. Η παροχή των πηγών παρουσιάζει έντονη εποχιακή διακύμανση και η συνολική ετήσια απορροή μεταβάλλεται σημαντικά ανά τα έτη (Μουρατίδης, 2009).

Στο τμήμα της ΛΑΠ Γαλλικού που ανήκει στον Δήμο Κιλκίς και συγκεκριμένα στην οροσειρά των Κρουσσίων, συναντιέται μεγάλο πλήθος πηγών μικρής παροχής ($5\text{--}30\text{ m}^3/\text{ημέρα}$), σε διάφορα ύψη των κλιτύων και στις βάσεις τους. Λόγω του μεγάλου αριθμού τους και της διασπορά τους, οι πηγές αυτές συμβάλουν μερικώς στην αντιμετώπιση υδρευτικών προβλημάτων μεμονωμένων ημιορεινών οικισμών, αλλά και στην κάλυψη ενός μέρους των υδατικών αναγκών της κτηνοτροφίας. Οι πηγές αυτές αποστραγγίζουν το ασυνεχές ή αποσαθρωμένο τμήμα των μη υδροπερατών σχηματισμών, κυρίως γνεύσιων. Πηγαίες αναβλύσεις, με παροχή της τάξης $0,5\text{--}3\text{ m}^3/\text{h}$, εμφανίζονται και στην επαφή των ασβεστόλιθων με σχιστόλιθους ή και με άλλα στεγανά πετρώματα (π.χ. πηγές Κολχίδας, Καμπάνη, Κιλκίς) (Μουρατίδης, 2009).

Στο τμήμα της ΛΑΠ Αξιού που ανήκει στον Δήμο Κιλκίς, δεν υπάρχουν ορεινοί όγκοι και μεγάλες ανθρακικές μάζες και για τον λόγο αυτόν δεν εντοπίζονται πηγές αξιολογής παροχής. Οι υπάρχουσες πηγές, π.χ. Μεταλλικού, Λεβεντοχωρίου, Βαφειοχωρίου, Κορομηλιάς, Πλαγιάς, είναι πολύ μικρής παροχής, $<2\text{ m}^3/\text{h}$ (Μουρατίδης, 2009).

Στον Δήμο Κιλκίς υπάρχουν 210 καταγεγραμμένες γεωτρήσεις. Τα διαθέσιμα στοιχεία 41 δημοτικών γεωτρήσεων που παραχωρήθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία Κιλκίς παρατίθενται στο παράρτημα, στο τέλος της παρούσας εργασίας. Οι δημοτικές γεωτρήσεις με διαθέσιμες συντεταγμένες απεικονίζονται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3. Δορυφορική εικόνα απεικόνισης των δημοτικών γεωτρήσεων του Δήμου Κιλκίς (Google Earth Pro, πηγή shapefile: HELIX)

Η άντληση του νερού φαίνεται ότι γίνεται από πολλαπλά βάθη, στα οποία συναντιούνται, ωστόσο, κοινοί γεωλογικοί σχηματισμοί (Κουρτίδου, 2016).

Από τα Υπόγεια Υδατικά Συστήματα της περιοχής μελέτης, το κοκκώδες Γαλλικού δέχεται σημαντικές πιέσεις λόγω άντλησης υπόγειου νερού, καθώς καταγράφεται τοπικά και πτώση της στάθμης. Σημαντικές πιέσεις λόγω των αντλήσεων δέχονται επίσης και τα συστήματα κοκκώδες Αξιού και κοκκώδες Δοϊράνης. Σε αυτά τα τρία συστήματα το ισοζύγιο είναι ελλειμματικό, καθώς ο ρυθμός εκφόρτισης ή εκμετάλλευσης αυτών των υπόγειων υδροφορέων είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό φόρτισης ή εμπλουτισμού τους. Τα υπόγεια υδατικά συστήματα, τα οποία εντάσσονται εξ' ολοκλήρου στο μητρώο προστατευόμενων περιοχών με σκοπό την ανθρώπινη κατανάλωση και στα οποία εφαρμόζονται περιορισμοί στις επιτρεπόμενες ανθρώπινες δραστηριότητες, είναι το ρωγματικό σύστημα Μαυρονερίου και το καρστικό σύστημα Ντεβέ Κοράν (Σχέδιο Διαχείρισης Λ.Α.Π. του GR10, ΕΓΥ, 2014).

7.4 ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΝΕΡΟΥ

Γενικά, η άρδευση του Δήμου γίνεται με συλλογικά δίκτυα χρήσης επιφανειακού ή υπόγειου νερού, όπως φράγματα, γεωτρήσεις και υδρομάστευση ρεμάτων, είτε υπό τη διαχείριση του Δήμου είτε των Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (Τ.Ο.Ε.Β.) (Μουρατίδης, 2009).

Στον Δήμο Κιλκίς και συγκεκριμένα στις Δημοτικές Ενότητες Γαλλικού, Κρουσσών και Κιλκίς, υπάρχουν ορισμένα έργα αποταμίευσης νερού. Στο παράρτημα στο τέλος της εργασίας, παρατίθενται τα διαθέσιμα στοιχεία 21 καταγεγραμμένων δημοτικών φραγμάτων, τα οποία παραχωρήθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία Κιλκίς.

Για να καλύψουν ένα μέρος των αρδευτικών τους αναγκών, αυτές οι Δημοτικές Ενότητες έχουν κατασκευάσει και μικρά έργα ταμίευσης ή συγκράτησης επιφανειακού νερού από διάφορα υδρορέματα. Αυτά τα έργα, κυρίως γκιόλες και μικροφράγματα, συνεισφέρουν σημαντικά στις απαιτήσεις αρδευτικού νερού στις λοφώδεις, ημιορεινές και άνυδρες περιοχές του Δήμου και η κατασκευή τους κρίνεται ως η καταλληλότερη μέθοδος για αυτές τις περιοχές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ

8.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η σύσταση των υπόγειων υδάτων ενός ΥΥΣ διαφέρει από τη σύσταση των νερών εμπλουτισμού. Η σύσταση του υπόγειου νερού μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια κίνησής του μέσα στους υδροφορείς. Η ποιότητα των υπόγειων υδάτων καθορίζεται τόσο από φυσικούς παράγοντες, όπως η αποσάθρωση και διάλυση των πετρωμάτων και οι αντιδράσεις ιοντοανταλλαγής, όσο και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες που υποβαθμίζουν την ποιότητα των υπόγειων νερών, όπως χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων στη γεωργία, διαρροές από χωματερές, διάθεση αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων στο έδαφος (Βουδούρης, 2017).

Λόγω τροφοδοσίας του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Κιλκίς από τους υπόγειους υδάτινους πόρους, τα χαρακτηριστικά της ποιότητας των υπόγειων υδάτων και του πόσιμου νερού είναι τα ίδια.

Στην περιοχή του Δήμου Κιλκίς, τα υπόγεια νερά χαρακτηρίζονται γενικά ασβεστομαγνησιούχα και ασβεστομαγνησιούχα ανθρακικά και συνεχούς τροφοδοσίας. Κυμαίνονται από μαλακά νερά (πηγές όρους Μπέλλες και ΥΥΣ Δοϊράνης) έως πολύ σκληρά νερά (στο κεντρικό, νότιο και ανατολικό τμήμα) (Κουρτίδου, 2016).

Η Δ.Ε.Υ.Α. Κιλκίς, για την επίτευξη του στόχου της διασφάλισης καθαρού και υγιεινού νερού σε όλους τους πολίτες του Δήμου Κιλκίς, καταρτίζει προγράμματα συστηματικών ελέγχων της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

Η συχνότητα της Δοκιμαστικής και της Ελεγκτικής Παρακολούθησης καθορίζεται από τον όγκο του νερού που διανέμεται κατά μέσο όρο ημερησίως. Επιμέρους Ζώνες Παροχής Ύδρευσης (ΖΠΥ), δηλαδή γεωγραφικά οριοθετημένες περιοχές, με βάση τα υδρογεωλογικά τους χαρακτηριστικά, εντός των οποίων η ποιότητα του νερού μπορεί να θεωρηθεί σχεδόν ομοιόμορφη, δεν έχουν οριστεί μέχρι στιγμής για τη Δ.Ε.Υ.Α. Κιλκίς. Κατά παραδοχή ΖΠΥ, έχουν οριστεί οι επτά Δημοτικές Ενότητες, με την Πόλη του Κιλκίς να μετριέται ως επιπλέον ζώνη, ξεχωριστά από την υπόλοιπη ΔΕ Κιλκίς (Μελέτη Σχεδίου Ασφάλειας Νερού Δήμου Κιλκίς, 2020).

Παρακάτω θα εξεταστούν αποτελέσματα των αναλύσεων νερού ανθρώπινης κατανάλωσης του εργαστηρίου της ΔΕΥΑΚ, ανά δημοτική ενότητα. Πιο αναλυτικά εξετάστηκαν οι τιμές των εξής παραγόντων: pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, ολική σκληρότητα, ολικά διαλυμένα στερεά, νάτριο, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο, χλωριούχα, θειικά και νιτρικά. Για τις υπόλοιπες παραμέτρους γίνεται αναφορά μόνο όταν αυτές υπερβαίνουν τα όρια ποσιμότητας. Στον Πίνακα 12 αναφέρονται οι επιτρεπόμενες παράμετροι του πόσιμου νερού. Πέρα από τις αναγραφόμενες, αναφέρονται επιπλέον και τα εξής όρια: Ολικά διαλυμένα στερεά: 1500 mg/L, Κάλιο: 12 mg/L, Νιτρικά: 50 mg/L.

Πίνακας 12. Ενδεικτικές παράμετροι του πόσιμου νερού
(Πηγή: Οδηγία 98/83/EK του Συμβουλίου της 3^{ης}/11/1998, Παράρτημα I, Μέρος Γ')

α/α	Παράμετρος	Μονάδα έκφρασης αποτελεσμάτων	Παραμετρική τιμή
1	Ιόντα υδρογόνου	μονάδα pH	6,5≤pH≤9,5
2	Αγωγιμότητα	μS/cm	2500
3	Χλωριούχα άλατα	mg/L	250
4	Θειικά άλατα	mg/L	250
5	Νάτριο	mg/L	200
6	Αργίλιο	μg/L	200
7	Αμμώνιο	mg/L	0,50
8	Σίδηρος	μg/L	200
9	Μαγγάνιο	μg/L	50
10	Χρώμα, οσμή, γεύση, θολότητα		Αποδεκτά από τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής

8.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΙΑΚΙΣ

8.2.1 ΔΕ ΚΙΑΚΙΣ

Η ποιότητα του πόσιμου νερού της ΔΕ Κιλκίς καλύπτει όλες τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για το πόσιμο νερό. Παρακάτω εξετάζονται αποτελέσματα από αναλύσεις δεμάτων από 11 θέσεις της Δημοτικής Ενότητας.

Σημεία Δειγματοληψίας	pH	Ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$ σε 20°C)	Ολική σκληρότητα (Γαλλικοί βαθμοί °F)	Ολικά διαλυμένα στερεά (mg/L)
Κιλκίς	7,5	798	36	469
Καστανιές	7,4	700	33	398
Μεταλλικό	7,3	701	30	376
Κρηστώνη	7,4	747	28	461
Κολχίδα	7,6	779	37	486
Χωρύγι	7,5	811	34	500
Βαπτιστής	7,4	701	29	385
Λεβεντοχώρι	7,6	886	32	546
Αργυρούπολη	7,5	729	32	439
Ακροποταμιά	7,7	686	30	424
Μελάνθιο	7,6	774	40	465
Μ.Ο.	7,5	756	33	450

Στη ΔΕ Κιλκίς, το pH του πόσιμου νερού κυμαίνεται μεταξύ 7,3 - 7,7 και έχει μέση τιμή 7,5. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 686 - 886 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και έχει μέσο όρο 756 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (σε 20°C). Οι τιμές της ολικής σκληρότητας και των ολικά διαλυμένων στερεών κυμαίνονται μεταξύ 28 - 40 °F (Γαλλ. βαθμοί) και 376 - 546 mg/L και έχουν μέσες τιμές 33 °F και 450 mg/L αντίστοιχα.

Σημεία Δειγματοληψίας	Νάτριο (mg/L)	Κάλιο (mg/L)	Ασβέστιο (mg/L)	Μαγνήσιο (mg/L)
Κιλκίς	51	4,0	80,2	38,9
Καστανιές	24	1,5	96,2	21,8
Μεταλλικό	43	2,0	80,2	24,2
Κρηστώνη	49	2,0	77,0	21,3
Κολχίδα	36,4	1,5	72,1	46,1
Χωρύγι	57	2,5	72,1	38,8
Βαπτιστής	49	2,2	84,2	19,4
Λεβεντοχώρι	62	2,8	56,1	43,7
Αργυρούπολη	36	3,6	73,7	33,0
Ακροποταμιά	37	4,0	70,5	30,1
Μελάνθιο	29	3,4	64,1	58,2
Μ.Ο.	43,0	2,7	75,1	34,1

Η περιεκτικότητα του νατρίου του πόσιμου νερού κυμαίνεται μεταξύ 24 - 62 mg/L και έχει μέση τιμή 43 mg/L. Η περιεκτικότητα του καλίου κυμαίνεται μεταξύ 1,5 - 4 mg/L και έχει μέσο όρο 2,7 mg/L. Η περιεκτικότητες του ασβεστίου και του μαγνησίου κυμαίνονται αντίστοιχα μεταξύ 56,1 - 96,2 και 19,4 - 58,2 mg/L. Οι μέσες τιμές τους είναι 75,1 και 34,1 mg/L αντίστοιχα.

Σημεία Δειγματοληψίας	Χλωριούχα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)
Κιλκίς	42,5	80,6	31,0
Καστανιές	24,1	68,7	34,2
Μεταλλικό	53,2	71,8	21,0
Κρηστώνη	46,1	<40	35,0
Κολχίδα	46,1	<40	19,8
Χωρόγι	48,2	57,5	17,9
Βαπτιστής	46,1	38,6	17,5
Λεβεντοχώρι	49,6	45,5	41,0
Αργυρούπολη	28,4	85,2	19,4
Ακροποταμιά	31,9	71,1	13,3
Μελάνθιο	24,8	<40	2,5
M.O.	40,1	-	23,0

Η περιεκτικότητα των χλωριούχων αλάτων κυμαίνεται μεταξύ 24,1 - 53,2 mg/L και έχει μέση τιμή 40,1 mg/L, ενώ η περιεκτικότητα των θεικών παρουσιάζει εύρος τιμών μεταξύ 38,6 - 85,2 mg/L και σε άλλες τρεις θέσεις είναι <40 mg/L. Η περιεκτικότητα των νιτρικών κυμαίνεται μεταξύ 2,5 - 41 mg/L και έχει μέση τιμή 23 mg/L.

8.2.2 ΔΕ ΓΑΛΛΙΚΟΥ

Η ποιότητα του πόσιμου νερού της ΔΕ Γαλλικού καλύπτει όλες τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, με όλες τις τιμές των παραμέτρων της να είναι εντός των ορίων ποσιμότητας. Παρακάτω εξετάζονται μερικά αποτελέσματα δειγμάτων, από τέσσερα σημεία δειγματοληψίας.

Σημεία Δειγματοληψίας	pH	Ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$ σε 20°C)	Ολική σκληρότητα (Γαλλικοί βαθμοί °F)	Ολικά διαλυμένα στερεά (mg/L)
Γαλλικός	7,7	652	30	406
N. Σάντα	7,5	658	33	405
Λαοδικηνό	7,8	665	31	411
Καμπάνη	7,5	648	31	401
M.O.	7,6	656	31	406

Το πόσιμο νερό στη ΔΕ Γαλλικού, έχει pH που κυμαίνεται μεταξύ 7,5 - 7,8 και έχει μέση τιμή 7,6 και η ηλεκτρική αγωγιμότητα έχει τιμές μεταξύ 648 - 665 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και έχει μέσο όρο 656 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Οι τιμές της ολικής σκληρότητας κυμαίνονται μεταξύ 30 - 33 °F,

με μέσο όρο 31 °F και των ολικά διαλυμένων στερεών μεταξύ 401 - 411 mg/L, με μέσο όρο 406 mg/L.

Σημεία Δειγματοληψίας	Νάτριο (mg/L)	Κάλιο (mg/L)	Ασβέστιο (mg/L)	Μαγνήσιο (mg/L)
Γαλλικός	29,0	1,9	88,2	19,4
Ν. Σάντα	18,5	1,5	100,2	19,4
Λαοδικηνό	26,5	2,7	60,1	60,1
Καμπάνη	31,0	1,5	84,2	84,2
Μ.Ο.	26,3	1,9	83,2	45,8

Η περιεκτικότητα του νατρίου κυμαίνεται μεταξύ 18,5 - 31 mg/L και έχει μέση τιμή 26,3 mg/L, ενώ η περιεκτικότητα του καλίου κυμαίνεται μεταξύ 1,5 - 2,7 mg/L, με μέσο όρο 1,9 mg/L. Η περιεκτικότητα του ασβεστίου παρουσιάζει εύρος τιμών μεταξύ 60,1 - 100,2 και έχει μέση τιμή 83,2 mg/L και του μαγνησίου κυμαίνεται μεταξύ 19,4 - 84,2 και έχει μέση τιμή 45,8 mg/L.

Σημεία Δειγματοληψίας	Χλωριούχα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)
Γαλλικός	28,4	<40	12,8
Ν. Σάντα	21,3	<40	11,3
Λαοδικηνό	28,4	<40	14,7
Καμπάνη	26,2	<40	13,8
Μ.Ο.	26,1	-	13,2

Η περιεκτικότητα των χλωριούχων κυμαίνεται μεταξύ 21,3 - 28,4 mg/L, με μέση τιμή 26,1 mg/L, ενώ η περιεκτικότητα των θεικών είναι <40 mg/L. Η περιεκτικότητα των νιτρικών κυμαίνεται μεταξύ 11,3 - 24,7 mg/L και έχει μέση τιμή 13,2 mg/L.

8.2.3 ΔΕ ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗΣ

Εντός του λεκανοπεδίου, που αποτελεί γεωμορφολογικά η ΔΕ Πικρολίμνης και που περιβάλλεται περιμετρικά από λόφους, υπάρχει παρουσία νιτρικών που υπερβαίνει το ανώτατο επιτρεπτό όριο, καθιστώντας το πόσιμο νερό ακατάλληλο. Η υπέρβαση αυτή θα αναλυθεί παρακάτω. Οι τιμές αυτές αποδίδονται σε ανθρωπογενή ρύπανση, κυρίως λόγω εκτεταμένης γεωργικής δραστηριότητας, εκτεταμένης λίπανσης, σποραδικής βιομηχανικής δραστηριότητας και αποστράγγισης οικιακών λυμάτων στα χαλαρά τεταρτογενή ιζήματα αυτής της περιοχής (Κουρτίδου, 2016). Οι υπόλοιπες τιμές των

παραμέτρων είναι εντός των ορίων ποσιμότητας. Παρακάτω βρίσκονται αποτελέσματα από αναλύσεις δειγμάτων από επτά θέσεις της Δημοτικής Ενότητας.

Σημεία Δειγματοληψίας	pH	Ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$ σε 20°C)	Ολική σκληρότητα (Γαλλικοί βαθμοί °F)	Ολικά διαλυμένα στερεά (mg/L)
Κ. Αποστόλοι	7,5	1000	36	511
Ν. Γυναικόκαστρο	7,4	975	39	598
Ξυλοκερατιά	7,5	1462	44	882
Ν. Αγιονέρι	7,6	958	39	595
Π. Αγιονέρι	7,8	939	39	586
Μικρόκαμπος	7,8	963	35	595
Μαυρονέρι	7,4	1252	39	771
Μ.Ο.	7,6	1078	39	648

Στη ΔΕ Πικρολίμνης, το pH του πόσιμου νερού κυμαίνεται μεταξύ 7,4 - 7,8 και έχει μέση τιμή 7,6, ενώ η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 939 - 1462 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και έχει μέσο όρο 1078 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Οι τιμές της ολικής σκληρότητας βρίσκονται μεταξύ 35 - 44 °F, με μέσο όρο 39 °F και των ολικά διαλυμένων στερεών μεταξύ 511 - 882 mg/L, με μέσο όρο 648 mg/L.

Σημεία Δειγματοληψίας	Νάτριο (mg/L)	Κάλιο (mg/L)	Ασβέστιο (mg/L)	Μαγνήσιο (mg/L)
Κ. Αποστόλοι	54	6,2	112,2	19,4
Ν. Γυναικόκαστρο	49	3,2	104,2	31,5
Ξυλοκερατιά	134	3,2	113,8	37,8
Ν. Αγιονέρι	41	1,3	84,2	43,7
Π. Αγιονέρι	46	1,1	84,2	43,7
Μικρόκαμπος	62	1,6	88,2	31,5
Μαυρονέρι	96	2,8	112,2	29,1
Μ.Ο.	68,9	2,8	99,9	33,8

Η περιεκτικότητα του νατρίου του πόσιμου νερού κυμαίνεται μεταξύ 41 - 134 mg/L και έχει μέση τιμή 68,9 mg/L. Η περιεκτικότητα του καλίου παρουσιάζει εύρος τιμών μεταξύ 1,1 - 6,2 mg/L και έχει μέσο όρο 2,8 mg/L. Η περιεκτικότητες του ασβεστίου και του μαγνησίου κυμαίνονται αντίστοιχα μεταξύ 84,2 - 113,8 και 19,4 - 43,7 mg/L. Οι μέσες τιμές τους είναι 99,9 και 33,8 mg/L αντίστοιχα.

Σημεία Δειγματοληψίας	Χλωριούχα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)
Κ. Αποστόλοι	70,9	111	54,6
Ν. Γυναικόκαστρο	63,8	114	57
Ξυλοκερατιά	195	110	51
Ν. Αγιονέρι	49,6	64,5	96
Π. Αγιονέρι	61,7	74	75
Μικρόκαμπος	78	78,6	52
Μαυρονέρι	78	131	94
M.O.	85,3	97,6	68,5

Η περιεκτικότητα των χλωριούχων κυμαίνεται μεταξύ 49,6 - 195 mg/L και έχει μέση τιμή 85,3 mg/L, ενώ η περιεκτικότητα των θεικών κυμαίνεται μεταξύ 64,5 - 131 mg/L, με μέση τιμή 97,6 mg/L. Σε όλες τις θέσεις της ΔΕ Πικρολίμνης, η περιεκτικότητα των νιτρικών υπερβαίνει το ανώτατο νομοθετικό όριο (50 mg/L) και κυμαίνεται μεταξύ 51 - 96 mg/L, με μέση τιμή 68,5 mg/L.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος προτείνεται από τη ΔΕΥΑΚ η τροφοδότηση των οικισμών από αβαθείς γεωτρήσεις στην κοίτη του ποταμού Γαλλικού, ανατολικά της περιοχής Πικρολίμνης, στην περιοχή του αγροκτήματος του οικισμού Μανδρών και σε απόσταση περίπου 12 Km από την υπάρχουσα κεντρική δεξαμενή τροφοδοσίας όλων των οικισμών της ΔΕ Πικρολίμνης. Υπάρχει ετοιμότητα μελέτης όδευσης αγωγού για το έργο αυτό και απαιτείται η ολοκλήρωση των δανειοδοτήσεων και των λοιπών μελετών.

8.2.4 ΔΕ ΧΕΡΣΟΥ

Η ποιότητα του πόσιμου νερού της ΔΕ Χέρσου καλύπτει όλες τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Παρακάτω εξετάζονται μερικά αποτελέσματα δειγμάτων, από πέντε σημεία δειγματοληψίας.

Σημεία Δειγματοληψίας	pH	Ηλεκτρική αγωγιμότητα (μS/cm σε 20°C)	Ολική σκληρότητα (Γαλλικοί βαθμοί °F)	Ολικά διαλυμένα στερεά (mg/L)
Ηλιόφωτο	7,3	576	24	356
Πλαγιά	7,5	832	34	521
Χέρσο	7,3	575	24	336
Μ. Στέρνα	7,5	570	26	346
Ηλιόλουστο	7,5	573	24	346
M.O.	7,4	625	26	381

Στη ΔΕ Χέρσου, το pH του πόσιμου νερού κυμαίνεται μεταξύ 7,3 - 7,5 και έχει μέση τιμή 7,4. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 570 - 832 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και έχει μέσο όρο 625 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Οι τιμές της ολικής σκληρότητας και των ολικά διαλυμένων στερεών κυμαίνονται μεταξύ 24 - 34 $^{\circ}\text{F}$ και 336 - 521 mg/L και έχουν μέσες τιμές 26 $^{\circ}\text{F}$ και 381 mg/L αντίστοιχα.

Σημεία Δειγματοληψίας	Νάτριο (mg/L)	Κάλιο (mg/L)	Ασβέστιο (mg/L)	Μαγνήσιο (mg/L)
Ηλιόφωτο	8	0,9	84,2	7,2
Πλαγιά	40	1,3	88,2	29,1
Χέρσο	35	1,7	64,1	19,4
Μ. Στέρνα	8	1,0	82,6	13,1
Ηλιόλουστο	35	1,6	60,1	21,8
Μ.Ο.	25,2	1,3	75,8	18,1

Η περιεκτικότητα του νατρίου παρουσιάζει εύρος τιμών μεταξύ 8-40 mg/L και έχει μέση τιμή 25,2 mg/L , ενώ η περιεκτικότητα του καλίου κυμαίνεται μεταξύ 0,9-1,7 mg/L και έχει μέσο όρο 1,3 mg/L . Η περιεκτικότητες του ασβεστίου και του μαγνησίου κυμαίνονται αντίστοιχα μεταξύ 60,1-88,2 και 7,2-29,1 mg/L . Οι μέσες τιμές τους είναι 75,8 και 18,1 mg/L αντίστοιχα.

Σημεία Δειγματοληψίας	Χλωριούχα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)
Ηλιόφωτο	21,3	<40	16,9
Πλαγιά	49,6	84	39,8
Χέρσο	28,4	45,9	24,0
Μ. Στέρνα	19,8	<40	15,6
Ηλιόλουστο	31,9	44,6	23,9
Μ.Ο.	30,2	-	24,0

Η περιεκτικότητα των χλωριούχων αλάτων κυμαίνεται μεταξύ 19,8 - 49,6 mg/L και έχει μέση τιμή 30,2 mg/L , ενώ η περιεκτικότητα των θεικών κυμαίνεται από <40 μέχρι και 84 mg/L . Η περιεκτικότητα των νιτρικών κυμαίνεται μεταξύ 15,6 - 39,8 mg/L και έχει μέση τιμή 24 mg/L .

Όλες οι τιμές των παραμέτρων της ΔΕ Δοϊράνης είναι εντός των νομοθετικών ορίων ποσιμότητας. Παρακάτω εξετάζονται αποτελέσματα από δείγματα τριών θέσεων, εντός της Δημοτικής Ενότητας.

Σημεία Δειγματοληψίας	pH	Ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$ σε 20°C)	Ολική σκληρότητα (Γαλλικοί βαθμοί $^\circ\text{F}$)	Ολικά διαλυμένα στερεά (mg/L)
Δροσάτο	7,6	251	8	151
Αμάραντα	7,6	384	15	36
Ακρίτας	7,3	646	31	408
M.O.	7,5	427	18	198

Στη ΔΕ Δοϊράνης, το pH του πόσιμου νερού κυμαίνεται μεταξύ 7,3 - 7,6 και έχει μέση τιμή 7,5, ενώ οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας κυμαίνονται μεταξύ 251 - 646 $\mu\text{S}/\text{cm}$, με μέσο όρο 427 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Οι τιμές της ολικής σκληρότητας κυμαίνονται μεταξύ 8 - 31 $^\circ\text{F}$, με μέσο όρο 18 $^\circ\text{F}$ και των ολικά διαλυμένων στερεών μεταξύ 36 - 408 mg/L, με μέσο όρο 198 mg/L.

Σημεία Δειγματοληψίας	Νάτριο (mg/L)	Κάλιο (mg/L)	Ασβέστιο (mg/L)	Μαγνήσιο (mg/L)
Δροσάτο	23	1,3	20,0	7,3
Αμάραντα	30	1,2	40,1	12,1
Ακρίτας	8	0,8	106,6	10,6
M.O.	20,3	1,1	55,6	10,0

Το πόσιμο νερό έχει περιεκτικότητα του νατρίου που κυμαίνεται μεταξύ 8 - 30 mg/L και έχει μέση τιμή 20,3 mg/L και περιεκτικότητα του καλίου που κυμαίνεται μεταξύ 0,8 - 1,3 mg/L, με μέσο όρο 1,1 mg/L. Η περιεκτικότητα του ασβεστίου κυμαίνεται μεταξύ 20 - 106,6 και έχει μέση τιμή 55,6 mg/L και του μαγνησίου κυμαίνεται μεταξύ 7,3 - 12,1 και έχει μέση τιμή 10 mg/L.

Σημεία Δειγματοληψίας	Χλωριούχα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)
Δροσάτο	7,8	<40	4,1
Αμάραντα	17,7	<40	25,7
Ακρίτας	10,6	<40	12,1
M.O.	12,0	-	14,0

Η περιεκτικότητα των χλωριούχων αλάτων κυμαίνεται μεταξύ 7,8 - 17,7 mg/L και έχει μέση τιμή 12 mg/L, ενώ η περιεκτικότητα των θεικών είναι <40 mg/L. Η περιεκτικότητα των νιτρικών κυμαίνεται μεταξύ 4,1 - 25,7 mg/L, με μέση τιμή 14 mg/L.

8.2.3 ΔΕ ΜΟΥΡΙΩΝ

Στη ΔΕ Μουριών υπάρχουν υπερβάσεις στα νομοθετικά όρια σε δύο παραμέτρους. Η πρώτη υπέρβαση ορίου είναι στην περιεκτικότητα των νιτρικών αλάτων στη θέση του Μυριοφύτου, που θα αναλυθεί παρακάτω. Η δεύτερη υπέρβαση βρίσκεται στην περιεκτικότητα των φθοριούχων και οφείλεται στην παρουσία γρανιτικών σχηματισμών (Κουρτίδου, 2016). Οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 0,96 – 1,83 mg/L και υπερβαίνει το ανώτατο νομοθετικό όριο (1,5 mg/L) σε 2 θέσεις: ΣΣ Μουριών (1,83 mg/L) και Άνω Σούρμενα (1,78 mg/L). Οι υπόλοιπες τιμές των παραμέτρων είναι εντός των ορίων ποσιμότητας. Αποτελέσματα από αναλύσεις δειγμάτων από έξι θέσεις της Δημοτικής Ενότητας βρίσκονται παρακάτω.

Σημεία Δειγματοληψίας	pH	Ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$ σε 20°C)	Ολική σκληρότητα (Γαλλικοί βαθμοί °F)	Ολικά διαλυμένα στερεά (mg/L)
ΣΣ Μουριών	7,0	90	4	54
Μουριές	7,0	115	4,5	75
Άνω Σούρμενα	7,3	108	5	65
Αγ. Παρασκευή	7,1	187	7	111
Μυριόφυτο	7,2	593	22	371
Καλλιρρόη	7,3	135	5	83
Μ.Ο.	7,2	205	7,9	127

Το πόσιμο νερό στη ΔΕ Μουριών, έχει pH που κυμαίνεται μεταξύ 7,0 - 7,3 και έχει μέση τιμή 7,2. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 90 - 593 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και έχει μέσο όρο 205 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Οι τιμές της ολικής σκληρότητας και των ολικά διαλυμένων στερεών κυμαίνονται μεταξύ 4 - 22 °F και 54 - 371 mg/L και έχουν μέσες τιμές 7,9 °F και 127 mg/L αντίστοιχα.

Η περιεκτικότητα του νατρίου του πόσιμου νερού κυμαίνεται μεταξύ 5,8 - 37,6 mg/L και έχει μέση τιμή 13,1 mg/L. Η περιεκτικότητα του καλίου κυμαίνεται μεταξύ 1 - 2,7 mg/L και έχει μέσο όρο 1,6 mg/L. Η περιεκτικότητες του ασβεστίου και του μαγνησίου

κυμαίνονται αντίστοιχα μεταξύ 8 - 60,1 και 3,4 - 17 mg/L. Οι μέσες τιμές τους είναι 20,7 και 6,7 mg/L αντίστοιχα.

Σημεία Δειγματοληψίας	Νάτριο (mg/L)	Κάλιο (mg/L)	Ασβέστιο (mg/L)	Μαγνήσιο (mg/L)
ΣΣ Μουριών	7,2	1,4	8,0	4,8
Μουριές	9,2	1,1	9,6	5,1
Άνω Σούρμενα	5,8	1,2	14,4	3,4
Αγ. Παρασκευή	9,0	2,4	17,6	6,3
Μυριόφυτο	37,6	2,7	60,1	17,0
Καλλιρρόη	9,6	1,0	14,4	3,4
M.O.	13,1	1,6	20,7	6,7

Σημεία Δειγματοληψίας	Χλωριούχα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)
ΣΣ Μουριών	3,5	<40	1,2
Μουριές	6,4	<40	<1
Άνω Σούρμενα	5,6	<40	1
Αγ. Παρασκευή	7,1	<40	N.D.
Μυριόφυτο	28,4	70,7	51
Καλλιρρόη	7,1	<40	N.D.
M.O.	9,7	-	-

* N.D.: Not detected /Δεν ανιχνεύθηκε

Η περιεκτικότητα των χλωριούχων αλάτων κυμαίνεται μεταξύ 3,5 - 28,4 mg/L και έχει μέση τιμή 9,7 mg/L. Η περιεκτικότητα των θεικών είναι <40 mg/L και των νιτρικών είναι ιδιαίτερα χαμηλή, μέχρι 1,2 mg/L, ενώ σε δύο θέσεις δεν ανιχνεύθηκαν καν. Εξάιρεση αποτελεί το δείγμα από το Μυριόφυτο, όπου η περιεκτικότητα των θεικών μετρήθηκε στα 70,7 mg/L και των νιτρικών στα 51 mg/L, υπερβαίνει δηλαδή το ανώτατο νομοθετικό όριο (50 mg/L).

8.2.4 ΔΕ ΚΡΟΥΣΣΩΝ

Στη ΔΕ Κρουσσών υπάρχουν ορεινοί οικισμοί με σχετικά κακή ποιότητα νερού. Στο ΥΥΣ Κρουσσίων-Κερδυλλίων, λαμβάνει χώρα γηγενής ρύπανση, με υδρόλυση πετρογενετικών και οξείδωση θειούχων ορυκτών των γνευσιακών και αμφιβολιτικών πετρωμάτων (Κουρτίδου, 2016). Για τον λόγο αυτό δημιουργούνται προβλήματα με υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων σιδήρου, μαγγανίου και θειικών, που υπερβαίνουν τα νομοθετικά όρια. Κάποιοι ορεινοί οικισμοί υδρεύονται από νερό που υφίσταται

επεξεργασία αποσιδήρωσης και απομάκρυνσης του μαγγανίου και πολλές φορές τα φίλτρα τίθενται εκτός λειτουργίας.

Σε γηγενή προέλευση οφείλονται πιθανώς και οι ποσότητες αρσενικού που εμφανίζονται στις περιοχές Σπυργίτι, Δίβουνου, Διπόταμου, σε έναν άξονα Βορρά-Νότου (Κουρτίδου, 2016).

Υπέρβαση του νομοθετικού ορίου γίνεται στην περιεκτικότητα των θεικών, η οποία θα αναλυθεί παρακάτω. Οι υπόλοιπες τιμές των παραμέτρων είναι εντός των ορίων ποσιμότητας. Αποτελέσματα από αναλύσεις δειγμάτων από 20 θέσεις της Δημοτικής Ενότητας βρίσκονται παρακάτω.

Σημεία Δειγματοληψίας	pH	Ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$ σε 20°C)	Ολική σκληρότητα (Γαλλικοί βαθμοί °F)	Ολικά διαλυμένα στερεά (mg/L)
Κεντρικό	7,5	489	27	302
Αντιγόνη	7,8	601	29	366
Επτάλοφος	7,8	572	27	349
Τέρπυλος	7,6	714	32	441
Χειμαδί	7,7	673	32	421
Ευκαρπία	7,8	582	30	356
Σταύλοι Ευκαρπίας	7,7	716	31	439
Βάθη	8,4	865	50	546
Φύσκα	7,6	692	32	424
Σπυργίτι	7,5	1060	48	664
Κ. Θοδωράκι	7,6	593	29	367
Θεοδόσια	8,0	934	42	566
Ίσωμα	8,0	831	36	516
Ελληνικό	7,9	440	21	276
Ριζανά	7,3	803	34	492
Αγ. Αντώνιος	7,7	934	42	566
Μελισουργείο	7,7	831	36	516
Ποντοκερασιά	7,7	440	21	276
Κοκκινιά	7,5	803	34	492
Παρόχθιο	7,5	663	32	405
Μ.Ο.	7,7	712	33	439

Το πόσιμο νερό έχει pH που κυμαίνεται μεταξύ 7,3 - 8,4 και έχει μέση τιμή 7,7 και ηλεκτρική αγωγιμότητα που κυμαίνεται μεταξύ 440 - 1060 $\mu\text{S}/\text{cm}$, με μέσο όρο 712 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Οι τιμές της ολικής σκληρότητας κυμαίνονται μεταξύ 21 - 50 °F, με μέσο όρο 33 °F και των ολικά διαλυμένων στερεών μεταξύ 276 - 664 mg/L, με μέσο όρο 439 mg/L.

Σημεία Δειγματοληψίας	Νάτριο (mg/L)	Κάλιο (mg/L)	Ασβέστιο (mg/L)	Μαγνήσιο (mg/L)
Κεντρικό	22	5,2	64,1	26,7
Αντιγόνηα	23	2,4	72,1	26,7
Επτάλοφος	22,5	4,5	64,1	26,7
Τέρπυλος	35	6,4	72,1	34,0
Χειμαδίο	27	2,5	74,5	32,5
Ευκαρπία	24	2,6	76,1	26,7
Σταύλοι Ευκαρπίας	44	1,6	68,1	34,0
Βάθη	14	4,8	16,0	111,7
Φύσκα	24	5,7	77,7	30,6
Σπουργίτι	42,6	5,4	128,2	38,8
Κ. Θοδωράκι	19	2,5	56,1	36,4
Θεοδόσια	25	6,6	116,2	31,5
Ίσωμα	40	6,4	84,2	36,4
Ελληνικό	11,9	2,8	48,1	21,8
Ριζανά	46	1,9	81,8	33,0
Αγ. Αντώνιος	25	6,6	116,2	31,5
Μελισσουργείο	40	6,4	84,2	36,4
Ποντοκερασιά	11,9	2,8	48,1	21,8
Κοκκινιά	46	1,9	81,8	33,0
Παρόχθιο	17	3,1	80,2	29,1
Μ.Ο.	28,0	4,1	75,5	35,0

Η περιεκτικότητα του νατρίου του πόσιμου νερού κυμαίνεται μεταξύ 11,9 - 46 mg/L και έχει μέση τιμή 28 mg/L. Η περιεκτικότητα του καλίου κυμαίνεται μεταξύ 1,6 - 6,6 mg/L και έχει μέσο όρο 4,1 mg/L. Η περιεκτικότητες του ασβεστίου και του μαγνησίου κυμαίνονται αντίστοιχα μεταξύ 16 - 128,2 και 21,8 - 111,7 mg/L. Οι μέσες τιμές τους είναι 75,5 και 35 mg/L αντίστοιχα.

Στο ΥΥΣ Κρουσίων-Κερδυλλίων, λόγω της αποσάθρωσης και της διάλυσης ανθρακικών και πυριτικών ορυκτών, υπάρχουν σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων ασβεστίου, μαγνησίου και όξινων ανθρακικών. Σε δύο πηγές, Βάθης και Ριζανών, εμφανίζονται πολύ υψηλές τιμές όξινων ανθρακικών ιόντων, τις οποίες συνοδεύουν ασυνήθιστα υψηλές περιεκτικότητες μαγνησίου, άνω των 100 mg/L, που οφείλονται κυρίως στη διάλυση υπερβασικών οφιολιθικών πετρωμάτων (Κουρτίδου, 2016).

Σημεία Δειγματοληψίας	Χλωριούχα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)
Κεντρικό	21,3	40	0,9
Αντιγόνη	21,3	61,9	10,2
Επτάλοφος	22,7	73,3	17,2
Τέρπυλος	28,4	66,8	24,7
Χειμαδιό	25,5	69,3	21,2
Ευκαρπία	21,3	59	18,6
Σταύλοι Ευκαρπίας	28,4	83,9	22,0
Βάθη	10,6	48,3	3,9
Φύσκα	15,6	75	3,1
Σπουργίτι	28,4	268	1,6
Κ. Θεοδώρακι	21,3	<40	7,9
Θεοδόσια	21,3	267	N.D.
Ίσωμα	31,2	125	13,9
Ελληνικό	14,2	33	N.D.
Ριζανά	30,5	89	21,5
Αγ. Αντώνιος	21,3	267	N.D.
Μελισσουργείο	31,2	125	13,9
Ποντοκερασιά	14,2	33	N.D.
Κοκκινιά	30,5	89	21,5
Παρόχθιο	19,1	89,7	22,4
M.O.	22,9	-	14,0

Η περιεκτικότητα των χλωριούχων κυμαίνεται μεταξύ 10,6 - 31,2 mg/L και έχει μέση τιμή 22,9 mg/L. Η περιεκτικότητα των θεικών κυμαίνεται μεταξύ 33 - 268 mg/L και υπερβαίνει το ανώτατο νομοθετικό όριο (250 mg/L) σε 3 θέσεις: Ριζανά και Θεοδόσια (267 mg/L), Σπουργίτι (268 mg/L). Η περιεκτικότητα των νιτρικών κυμαίνεται μεταξύ 0,9 - 24,7 mg/L, με μέση τιμή 14 mg/L, ενώ σε τέσσερις θέσεις δεν ανιχνεύθηκαν καν.

Η ποιότητα των νερών των πηγών στα ορεινά συγκροτήματα είναι ωστόσο πολύ καλή. Χλωρίωση γίνεται κυρίως στο νερό που προέρχεται από γεωτρήσεις ενώ στο δίκτυο γίνεται τακτικός υγειονομικός ποιοτικός έλεγχος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά τη διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών και των συνθηκών ύδρευσης του Δήμου Κιλκίς προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Ο μόνιμος πληθυσμός του Δήμου Κιλκίς είναι 45.489 κάτοικοι (απογραφή του 2021). Στην απογραφή του 2011 οι μόνιμοι κάτοικοι ήταν 51.926, άρα πρόκειται για μία μείωση 12,4%. Ωστόσο, το 2011 παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση +15,56% του μόνιμου πληθυσμού στη ΔΕ Κιλκίς και αύξηση +29,13% στην πόλη του Κιλκίς, στην οποία κατοικεί το 44,13% του συνολικού μόνιμου πληθυσμού του δήμου. Οι προβλέψεις του πληθυσμού του Δήμου Κιλκίς υποδεικνύουν μια σταθερή τάση μείωσης του πληθυσμού στις επόμενες τρεις δεκαετίες. Επιπλέον, επισημάνθηκε ότι οι κάτοικοι του Δήμου Κιλκίς χρειάζονται ετησίως περίπου 10.000.000 m³ νερού για τις υδρευτικές τους ανάγκες.
- Η ευρύτερη περιοχή του Δήμου Κιλκίς χαρακτηρίζεται από ήπιο ανάγλυφο, εκτός των τμημάτων κοντά στους ορεινούς όγκους Μπέλλες και Κρουσίων. Από τη συνολική επιφάνεια του δήμου, η έκταση των πεδινών Τοπικών Κοινοτήτων αποτελεί το 66,82%, των ημιορεινών το 25,13%, ενώ των ορεινών το 8,05%.
- Το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης ανήκει στις Εσωτερικές Ελληνίδες, συγκεκριμένα στη ζώνη Περιοδοπικής και στην υποζώνη Παιονίας. Το ανατολικό τμήμα του Δήμου ανήκει στη Σερβομακεδονική μάζα (Ελληνική Ενδοχώρα).
- Ο Δήμος Κιλκίς ανήκει στη Ζώνη II (A=0,24g) Σεισμικής Επικινδυνότητας.
- Το κλίμα του Δήμου Κιλκίς χαρακτηρίζεται ως εύκρατο μεσογειακό, με το καλοκαίρι να χαρακτηρίζεται ως ξηρό και θερμό. Υπάρχουν 14 ενεργοί μετεωρολογικοί σταθμοί. Από δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού του Κιλκίς για τη χρονική περίοδο 2012-2021, η μέση ετήσια θερμοκρασία του Δήμου Κιλκίς υπολογίζεται στους 15°C, η μέση ετήσια βροχόπτωσή του στα 604,7 mm και η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου στα 5,5 Km/h.
- Η γεωγραφική έκταση της περιοχής μελέτης, του Δήμου Κιλκίς, ανήκει κυρίως στο ΥΔ Κεντρικής Μακεδονίας (GR10), ενώ σε αυτήν συναντιούνται α) το 74% της ΛΑΠ Γαλλικού, όπου αναπτύσσεται πυκνό υδρογραφικό δίκτυο, σύνθετης μορφής, β) το 41% της ΛΑΠ Αξιού, όπου αναπτύσσεται υδρογραφικό δίκτυο με μορφή κυρίως αραιή κιγκλιδοειδή, γ) όλο το Ελληνικό τμήμα της διακρατικής Λεκάνη Απορροής της λίμνης Δοϊράνης, με πυκνό (βόρεια) και αραιό (νότια και ανατολικά) υδρογραφικό δίκτυο, παράλληλης μορφής, δ) ένα πολύ μικρό τμήμα της ΛΑΠ Στρυμόνα (GR11), με πυκνό υδρογραφικό δίκτυο και ε) αμελητέο τμήμα Λεκάνης των λιμνών Θεσσαλονίκης. Οι τρεις

υδρολιθολογικές ενότητες στις οποίες χωρίζονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι: 1) Περατοί σχηματισμοί, 2) Ημιπερατοί σχηματισμοί, 3) Αδιαπέρατοι σχηματισμοί.

- Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν 9 Υπόγεια Υδατικά Συστήματα, στα οποία υπάρχουν 3 κοκκώδεις, 3 ρωγματικοί και 3 καρστικοί υδροφορείς. Από αυτά τα ΥΥΣ, στο ρωγματικό σύστημα Μαυρονερίου και στο καρστικό σύστημα Ντεβέ Κοράν εντάσσονται εξ' ολοκλήρου στο μητρώο προστατευόμενων περιοχών με σκοπό την ανθρώπινη κατανάλωση. Σε τρία ΥΥΣ υπάρχει ελλειμματικό ισοζύγιο, λόγω μεγαλύτερου ρυθμού εκμετάλλευσής τους σε σχέση με τον ρυθμό εμπλουτισμού τους (κοκκώδες Γαλλικού, κοκκώδες Αξιού και κοκκώδες Δοϊράνης).
- Στην περιοχή του Δήμου Κιλκίς, τα υπόγεια νερά χαρακτηρίζονται γενικά ασβεστομαγνησιούχα και ασβεστομαγνησιούχα ανθρακικά και κυμαίνονται από μαλακά (βόρειο τμήμα) έως πολύ σκληρά νερά (κεντρικό, νότιο, ανατολικό τμήμα).
- Όσον αφορά τη γεωθερμική ενέργεια, στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν έως τώρα επιβεβαιωμένα γεωθερμικά πεδία. Η έκταση που περιβάλλει τον αναγνωρισμένο Ιαματικό Φυσικό Πόρο Πικρολίμνης είναι πιθανή περιοχή γεωθερμικού ενδιαφέροντος, αφού το νερό έχει μέση θερμοκρασία στους 38°C. Επίσης, μελέτες υποδεικνύουν πιθανή ύπαρξη γεωθερμικού πεδίου στις περιοχές της ΔΕ Μουριών και της ΔΕ Δοϊράνης.
- Σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΥΑΚ, στον Δήμο Κιλκίς υπάρχουν συνολικά 33 Συστήματα Ύδρευσης. Τα δίκτυα ύδρευσης των οικισμών τροφοδοτούνται από υπόγειους υδάτινους πόρους, παρά την ύπαρξη και επιφανειακών πηγών υδροληψίας (Γαλλικός, Δοϊράνη, κ.ά.). Κύρια πηγή υδροληψίας του Δήμου Κιλκίς είναι οι 210 καταγεγραμμένες γεωτρήσεις, των οποίων η κατανομή καλύπτει ικανοποιητικά τα υπόγεια υδατικά συστήματα. Συμπληρωματικά, κάποιοι οικισμοί υδρεύονται κι από πηγές. Σημαντικό πλήθος πηγών πόσιμου νερού, μέτριας μέσης παροχής, με έντονη εποχιακή διακύμανση, αναβλύζουν στα όρη Μπέλλες. Στη ΛΑΠ Αξιού, υπάρχουν οι πηγές Μεταλλικού, Λεβεντοχωρίου, Βαφειοχωρίου, Κορομηλιάς και Πλαγιάς, αλλά είναι πολύ μικρής παροχής. Στη ΛΑΠ Γαλλικού και συγκεκριμένα στην οροσειρά των Κρουσσίων, συναντιέται μεγάλο πλήθος πηγών μικρής παροχής, οι οποίες συμβάλουν μερικώς στην αντιμετώπιση υδρευτικών προβλημάτων μεμονωμένων ημιορεινών οικισμών.
- Το δίκτυο ύδρευσης της ΔΕΥΑΚ καλύπτει επαρκώς τις υδρευτικές ανάγκες των μόνιμων κατοίκων του δήμου. Η ΔΕ Πικρολίμνης και οι ορεινοί οικισμοί της ΔΕ Κρουσσών είναι όμως άνυδρες και έχουν κακή ποιότητα υδάτινων πόρων.

- Με στόχο τη διασφάλιση της επάρκειας πόσιμου νερού καλής ποιότητας σε όλους τους οικισμούς του δήμου η ΔΕΥΑΚ σχεδιάζει έργα αποκατάστασης και ενίσχυσης του υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης και των παλαιών φθαρμένων αγωγών, με κάποια έργα ήδη σε στάδιο ωρίμανσης μελετών και αδειοδοτήσεων.
- Γενικά, η άρδευση του Δήμου γίνεται με συλλογικά δίκτυα χρήσης επιφανειακού ή υπόγειου νερού, όπως φράγματα, γεωτρήσεις και υδρομάστευση ρεμάτων, είτε υπό τη διαχείριση του Δήμου είτε των Τ.Ο.Ε.Β.. Οι ΔΕ Γαλλικού, Κρουσσών και Κιλκίς, για να καλύψουν μέρος των αρδευτικών τους αναγκών, έχουν κατασκευάσει μικρά έργα αποταμίευσης ή συγκράτησης επιφανειακού νερού από διάφορα υδρορέματα.
- Όσον αφορά την ποιότητα των υπόγειων υδάτων και του πόσιμου νερού του δήμου, λόγω τροφοδοσίας από υπόγειους υδάτινους πόρους, τα χαρακτηριστικά τους, όπως και όσα προβλήματα παρουσιάζονται, ταυτίζονται.
- Στο ΥΥΣ Κρουσσίων-Κερδυλλίων λαμβάνει χώρα γηγενής ρύπανση, λόγω των πετρωμάτων της περιοχής. Δημιουργούνται έτσι προβλήματα με τις συγκεντρώσεις ιόντων σιδήρου, μαγγανίου και θειϊκών στο νερό και σε κάποιους ορεινούς οικισμούς της ΔΕ Κρουσσών γίνεται επεξεργασία αποσιδήρωσης και απομάκρυνσης του μαγγανίου, ώστε να μην υπερβαίνουν τα νομοθετικά όρια και το νερό να είναι πόσιμο. Η ποιότητα των νερών των πηγών στα ορεινά συγκροτήματα είναι ωστόσο πολύ καλή.
- Στη ΔΕ Μουριών υπάρχουν υπερβάσεις στα νομοθετικά όρια σε δύο παραμέτρους, στην περιεκτικότητα των φθοριούχων σε δύο θέσεις και στον νιτρικών σε μία θέση.
- Σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας του νερού της ΔΕ Πικρολίμνης, η περιεκτικότητα των νιτρικών υπερβαίνει το ανώτατο νομοθετικό όριο. Αυτό αποδίδεται σε ανθρωπογενή ρύπανση, κυρίως λόγω εκτεταμένης γεωργικής δραστηριότητας, εκτεταμένης λίπανσης, σποραδικής βιομηχανικής δραστηριότητας και αποστράγγισης οικιακών λυμάτων στα χαλαρά τεταρτογενή ιζήματα αυτής της περιοχής.
- Από τα παραπάνω αποτελέσματα, συμπεραίνεται ότι υπάρχει ανάγκη ελέγχου των γεωργικών πρακτικών και περιορισμού της ανθρωπογενής ρύπανσης. Σε περιοχές του Δήμου όπου το υπόγειο υδατικό δυναμικό είναι περιορισμένο ή/και υποβαθμισμένο, εμφανίζεται η ανάγκη στροφής στην εκμετάλλευση των επιφανειακών υδάτων με την κατασκευή κατάλληλων έργων υποδομής (φράγματα, λιμνοδεξαμενές, ταμιευτήρες).



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίν. Π1. Στοιχεία Δημοτικών Γεωτρήσεων Δήμου Κιλκίς (Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Κιλκίς).

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	Κωδικός Γεώτρησης	Συντεταγμένες ΕΓΣΑ' 87	Βάθος (m)	Εκμεταλ- λεύσιμη παροχή (m ³ /h)	Στάθμη Αντλησης (m)
ΔΕ ΓΑΛΛΙΚΟΥ					
ΓΑΛΛΙΚΟΣ	Γ1	X=404446,491 Ψ=4521524,399	76	140	18
ΓΑΛΛΙΚΟΣ	Γ2	X=404383,520 Ψ=4521186,658	70	140	23
ΓΑΛΛΙΚΟΣ	Γ3	X=404410,375 Ψ=4520704,718	70	125	24
ΓΑΛΛΙΚΟΣ	Γ4	X=404637,785 Ψ=4520422,143	75	165	12
ΜΑΝΔΡΕΣ	Γ5	X=407498,311 Ψ=4524020,210	21	140	6
ΜΑΝΔΡΕΣ	Γ6	X=407212,097 Ψ=4524019,938	22	135	8
ΜΑΝΔΡΕΣ	Γ7	X=407198,560 Ψ=4523819,267	26	150	9
ΜΑΝΔΡΕΣ	Γ8	X=407297,453 Ψ=4524280,901	22	135	9
ΔΕ ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗΣ					
ΑΓΙΟΝΕΡΙ	Γ9	X=390049,300 Ψ=4517450,500	6	-	-
ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗ	Γ10	X=389919,264 Ψ=4519969,279	180	50	130
ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗ	Γ11	X=389594,091 Ψ=4519983,333	170	38	130
ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗ	Γ12	X=389623,856 Ψ=4519757,775	160	40	110
ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗ	Γ13	X=389783,930 Ψ=4520114,067	160	240	125
ΔΕ ΚΙΛΚΙΣ					
ΚΡΗΣΤΩΝΗ ΠΑΡΚΟ	Γ14	X=404115,200 Ψ=4534521,230	120	10	70
ΚΙΛΚΙΣ	Γ15	X=396338,509 Ψ=4543998,702	72	105	18
ΚΙΛΚΙΣ	Γ16	X=396674,993 Ψ=4543792,326	120	85	22
ΚΙΛΚΙΣ	Γ17	X=396565,720 Ψ=4543454,187	140	95	24
ΚΙΛΚΙΣ	Γ18	X=396877,399 Ψ=4543377,458	135	85	26
ΣΤΑΥΡΟΧΩΡΙ	Γ19	X=397240,190 Ψ=4543698,900	60	40	20
ΚΙΛΚΙΣ	Γ20	X=396952,806 Ψ=4543658,843	130	165	20
ΔΕ ΧΕΡΣΟΥ					
ΧΕΡΣΟ	Γ21	X=398378,41 Ψ=4548813,48	180	50	60
ΧΕΡΣΟ	Γ22	X=398513,75 Ψ=4548759,50	180	50	60
ΧΕΡΣΟ	Γ23	X=398611,38 Ψ=4548771,41	180	50	60
ΔΕ ΔΟΪΡΑΝΗΣ					
ΔΡΟΣΑΤΟ	Γ24	X=397133,08 Ψ=4557450,50	90	50	40
ΔΕ ΜΟΥΡΙΩΝ					
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ25	X=400054 Ψ=4563958	100	60	-
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ26	X=400860 Ψ=4564706	100	60	-
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ27	X=401129 Ψ=4565064	100	55	-
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ28	X=401593 Ψ=4565273	200	120	5
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ29	X=402279 Ψ=4567192	200	100	9
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ30	X=402510 Ψ=4567011	80	70	9
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ31	X=402868 Ψ=4566409	100	70	15
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ32	X=399405 Ψ=4564889	120	60	-
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ33	X=399116 Ψ=4565197	90	55	6
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ34	X=400812 Ψ=4565563	80	110	2,5
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ35	X=400396 Ψ=4565179	72	-	2,5
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ36	X=401766 Ψ=4566206	52	-	-
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ37	(ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ Α. ΣΟΥΡΜΕΝΩΝ)	-	-	-
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ38	(ΛΙΘΩΤΟ)	-	-	-
ΜΟΥΡΙΕΣ	Γ39	(ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ)	-	-	-
ΔΕ ΚΡΟΥΣΣΩΝ					
ΚΑΤΩ ΘΕΟΔΩΡΑΚΙΑ	Γ40	-	-	-	-
ΒΑΘΗ	Γ41	-	-	-	-

Πίν. Π2. Στοιχεία Δημοτικών Φραγμάτων Δήμου Κιλκίς
(Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Κιλκίς).

ΦΡΑΓΜΑΤΑ

ΟΙΚΙΣΜΟΣ	Ύψος Στέψης Φράγματος (m)	Μήκος Στέψης Φράγματος (m)	Συνολικός Όγκος Ταμίευσης Νερού (Κm)	Επιφανειακή Λεκάνη Απορροής (Κm²)	Ετήσια Κατανάλωση Νερού (Κm)
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΓΑΛΛΙΚΟΥ					
ΦΡΑΓΜΑ ΠΕΔΙΝΟΥ	4,5	35	12000	1,16	16352
ΦΡΑΓΜΑ ΧΡΥΣΟΠΕΤΡΑΣ	4,5	36	35000	0,50	59294
ΛΑΟΔΙΚΗΝΟ (1ο ΦΡΑΓΜΑ ΛΑΟΔΙΚΗΝΟΥ)	4,2	40	8000	0,45	13646
ΛΑΟΔΙΚΗΝΟ (2ο ΦΡΑΓΜΑ ΛΑΟΔΙΚΗΝΟΥ)	4,6	40	10000	0,75	18940
ΛΑΟΔΙΚΗΝΟ (3ο ΦΡΑΓΜΑ ΛΑΟΔΙΚΗΝΟΥ)	4,5	55	18000	0,87	59294
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΡΟΥΣΣΩΝ					
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ 3 ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ Α1-Β1 & Γ1 ΕΠΤΑΛΟΦΟΥ	4,0	47	53000	1,40	74764,45
ΦΡΑΓΜΑ ΕΠΤΑΛΟΦΟΥ	4,2	50	14000	3,50	26353
ΦΡΑΓΜΑ ΕΥΚΑΡΙΠΑΣ	4,7	65	-	1,71	26294
1ο ΦΡΑΓΜΑ ΕΥΚΑΡΙΠΑΣ	4,5	21	13000	1,94	21470
2ο ΦΡΑΓΜΑ ΕΥΚΑΡΙΠΑΣ	4,7	65	15000	1,71	26294
ΦΡΑΓΜΑ ΑΝΑΒΡΥΤΟΥ	4,7	30	15000	9,00	15264
ΦΡΑΓΜΑ ΦΥΣΚΑΣ	4,0	-	7000	2,20	11117
ΦΡΑΓΜΑ Νο1 ΦΥΣΚΑΣ	4,8	50	15000	1,33	24412
ΦΡΑΓΜΑ Νο2 ΦΥΣΚΑΣ	4,5	-	7000	0,90	13648
ΜΙΚΡΟΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΕΡΙΠΥΛΛΟΥ	4,0	-	29500	3,50	45235
ΦΡΑΓΜΑ ΓΕΡΑΚΑΡΙΟΥ	4,5	30	19000	0,80	38588
ΦΡΑΓΜΑ ΚΟΡΩΝΟΥΔΑΣ	4,5	40	25000	1,54	65234,85
ΦΡΑΓΜΑ ΚΟΙΛΑΔΙΟΥ	3,0	80	-	0,80	14118
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΙΛΚΙΣ					
ΦΡΑΓΜΑ ΜΕΛΑΝΘΙΟΥ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΣΕΛΗ)	4,5	40	25000	0,80	65177
ΦΡΑΓΜΑ ΜΕΛΑΝΘΙΟΥ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΤΑΥΡΟΥ)	4,2	57	-	2,70	55294
ΦΡΑΓΜΑ ΜΕΛΑΝΘΙΟΥ	-	-	-	-	24118

Αντωνέλου Α. (2007): Μελέτη Σπηλαιοθεμάτων από το Σπήλαιο Αγίου Γεωργίου του Νομού Κιλκίς: Διερεύνηση των Παλαιοκλιματικών Περιβαλλοντικών Συνθηκών με Χρήση των Σταθερών Ισοτόπων C και O. Διπλωματική Εργασία Ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Πάτρας, 84

Βαφειάδης, Θ. (2010): Ο υδάτινος κόσμος του Κιλκίς. Έκδοση ΔΕΥΑΚ, 92.

Βαφείδης, Α. (2018): Στρατηγικό σχέδιο Δήμου Κιλκίς. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.

Βουβαλίδης Κ. (2011): Φυσική Γεωγραφία. Εκδόσεις Δίσιγμα, Θεσσαλονίκη, 158.

Βουδούρης, Κ. (2015): Εκμετάλλευση & Διαχείριση υπόγειου νερού. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 653.

Βουδούρης, Κ. (2016): Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος - Υπόγεια νερά & Περιβάλλον. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 460.

Βουδούρης, Κ. (2017): Τεχνική Υδρογεωλογία - Υπόγεια νερά. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σελ. 448.

Δ.Ε.Υ.Α. Κιλκίς (2020): Μελέτη Σχεδίου Ασφάλειας Νερού (ΣΑΝ) Δήμου Κιλκίς.

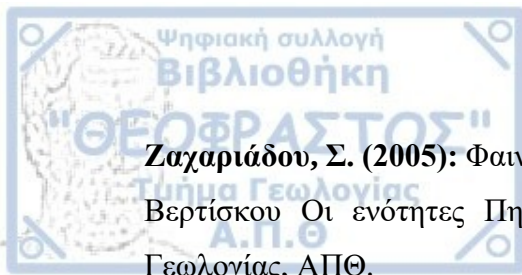
Δήμος Κιλκίς (2015): Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Κιλκίς 2019 – 2023.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), ΥΠΕΚΑ (2014): Σχέδιο διαχείρισης των ΛΑΠ του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10). Αθήνα.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), ΥΠΕΚΑ (2015): Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας (GR10). Αθήνα.

Εχέδωρος, Γ. (2007): Μακεδονία, Ιστορία του Κιλκίς. Κιλκίς, Εκδόσεις Όθων Γραμματικόπουλος.

Εχέδωρος, Γ. (2008): Αρχαία Κρηστωνία (Ιστορίες & Θρύλοι). Κιλκίς, Εκδόσεις Όθων Γραμματικόπουλος.



Ζαχαριάδου, Σ. (2005): Φαινόμενα μερικής τήξης στη ζώνη Stip-Αξιού και στην ομάδα Βερτίσκου. Οι ενότητες Πηγής και Καραθόδωρου. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ.

Θωμάϊδου, Ε. (2009): Η γεωλογική δομή της νήσου Λέσβου. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ.

Κουρτίδου, Σ. (2016): Διερεύνηση της ποιότητας των υπόγειων νερών στα όρια του Δήμου Κιλκίς. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Μάττας, Χ. (2009): Υδρογεωλογική έρευνα στη λεκάνη του Γαλλικού ποταμού. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ.

Μήτσιος Χ. (2014): Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Χωροταξικός Σχεδιασμός: Εφαρμογή στην Περιφερειακή Ενότητα Κιλκίς. Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, ΑΠΘ

Μουντράκης, Α. (2010): Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 374.

Μουρατίδης, Θ. (2009): Διαχείριση υδατικών πόρων Νομού Κιλκίς με τη χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (G.I.S.). Διπλωματική εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ.

Μπαλή, Ε. (2016): Ταξινόμηση των ιαματικών πηγών Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας με υδρογεωλογικά, υδροχημικά και γεωθερμικά κριτήρια. Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ.

Νάστος, Π. (1995): Επίδραση των φυσικογεωγραφικών παραγόντων στο θερμοκρασιακό καθεστώς της Ελλάδος. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, ΕΚΠΑ

Πουλτσάκης, Χ. (2021): Εκτίμηση Πλημμυρικού Κινδύνου Του Γαλλικού Ποταμού - Η Περίπτωση Της Γέφυρας Του Σεβαστού-Αργυρούπολης Της Π.Ε. Κιλκίς. Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, ΑΠΘ.

Tsoukala, Evangelia S. (1992): The Pleistocene Large Mammals from the Agios Georgios Cave, Kilkis (Macedonia, N. Greece). Geobios 25 (3): 415–33.

Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της 3^{ης}/11/1998, Παράρτημα Ι, Μέρος Γ'

Υ.Α. Δ17α/115/9/ΦΝ275/07.08.2003 «Τροποποίηση διατάξεων του «Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ-2000» λόγω Αναθεώρησης του χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας» (ΦΕΚ 1154/τεύχος Β'/12.08.2003)

ΦΕΚ Β 218/2004 «Έγκριση Περιφερειακού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου ανάπτυξης Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας»

ΚΥΑ Δ6/Β/οικ.5825/30.03.2010 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων» (ΦΕΚ 407/τεύχος Β'/09.04.2010)

Ν. 3852/2010 «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης» (ΦΕΚ 87/τεύχος Α'/07.06.2010)

Υ.Α. 22527/2014 - ΦΕΚ 2997/Β/6-11-2014 «Τροποποίηση της υπ' αριθμ. 16655/22-12-2006 απόφασης Υπουργού Τουριστικής Ανάπτυξης «Διαδικασία αναγνώρισης ιαματικών φυσικών πόρων» (Φ.Ε.Κ. Β'1932)»

Διαδικτυακές Πηγές

Δ.Ε.Υ.Α. Κιλκίς:

<https://www.deyak.gr>

Δήμος Κιλκίς:

<https://www.e-kilkis.gr>

ΕΚΒΥ - Διαχειριστικά ΥΠΑΝ / Χαρτογραφικό υλικό:

https://www.ekby.gr/Diaxeiristika_YPAN/pages/Maps.htm

Ελληνική Στατιστική Αρχή:

www.statistics.gr

Μετεωρολογικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού Κιλκίς, 2021:

<http://penteli.meteo.gr/stations/kilkis/NOAAPRYR.TXT>

Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας - Νέος Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας Ελλάδας:



Σύνδεσμος Δήμων Ιαματικών Πηγών Ελλάδας:

www.thermalsprings.gr

Τουριστικός Οδηγός Κιλκίς:

www.enjoykilkis.gr

ΥΠΕΚΑ - Εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης ΥΔ10:

<http://wfdver.ypeka.gr/el/management-plans-gr/approved-management-plans-gr/gr10-approved-gr>

CLIMPACT-GR - Meteorological data time series (Daily - UTC) – kilkis:

<https://climpact.gr>

HELIX - Όρια Δήμων (Καλλικράτης) – Datasets:

<https://hellenicdataservice.gr>

MeteoScope (noa.gr):

<http://stratus.meteo.noa.gr/meteoscope/kilkis>

Άρθρα

Archive.org (2005) - Ο Γαλλικός ποταμός ζει μέρες υδάτινης δόξας (kathimerini.gr):

https://web.archive.org/web/20111211161846/http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_ell_219859_07/06/2005_146248

Eidisis.gr (2012) - Παλαιοντολογικό Μουσείο από τα ευρήματα του Σπηλαίου

<https://www.eidisis.gr/politistika/palaiontologiko-moyseio-apo-ta-eyrimata-toy-spilaioy.html>

Eidisis.gr (2021) - Το Ξινό Νερό του Μεταλλικού:

<https://www.eidisis.gr/arthrografia/to-ksino-nero-toy-metallikoy.html>

Maxitis.gr (2021) - Θ. Βαφειάδης: «Επείγοντα εποχικά θέματα του δήμου Κιλκίς που θέλουν άμεση αντιμετώπιση»:

<http://maxitis.gr/theodoros-vafeiadis-epeigonta-epoxika-themat-tou-dimou-kilkis-pou-theloun-amesi-antimetopisi/>