



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ, ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΡΗΓΑΚΗΣ

**Υδρογεωλογική έρευνα και συνθήκες υδροδότησης  
του Δήμου Γρεβενών**

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2023





ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΡΗΓΑΚΗΣ

Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5957

### ***Υδρογεωλογική έρευνα και συνθήκες υδροδότησης του Δήμου Γρεβενών***

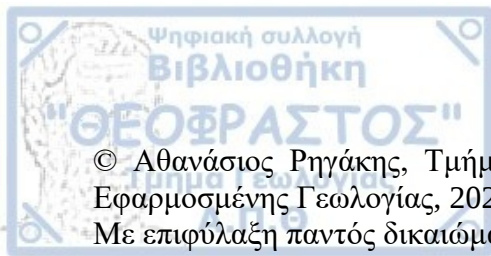
Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας

Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας

### **Επιβλέπων**

Καθηγητής Κωνσταντίνος Σ. Βουδούρης



© Αθανάσιος Ρηγάκης, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Υδρογεωλογική έρευνα και συνθήκες υδροδότησης του Δήμου Γρεβενών – *Διπλωματική Εργασία*

© Athanasios Rigakis, School of Geology, Dept. of Structural, Historical and Applied Geology, 2023

All rights reserved.

Hydrogeological investigation and water supply conditions of the Municipality of Grevena – *Bachelor Thesis*



## Ευχαριστίες

Πρώτα οφείλω να ευχαριστήσω τον Άγιο Τριαδικό Θεό που με έχει υποστηρίξει και συνεχίζει να με υποστηρίζει στην ακαδημαϊκή σταδιοδρομία μου, αλλά και σε όλη μου τη ζωή.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω το στενό μου περιβάλλον, οικογένεια, φίλους και πρόσωπα που μου έχουν προσφέρει την αδιάλειπτη συμπαράστασή τους.

Δεν μπορώ να παραλείψω και τους καθηγητές, διδάκτορες και συμφοιτητές του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης που συνέβαλλαν σημαντικά στην πορεία της φοίτησής μου στο τμήμα, αλλά και στην τελική εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες, αποδίδω στον καθηγητή μου Κωνσταντίνο Σ. Βουδούρη που μου ανέθεσε την εργασία και μου παρείχε την απαραίτητη και καθοδήγηση για τη διεκπεραίωση αυτής.

Τέλος, ευχαριστώ και την Δ.Ε.Υ.Α. Γρεβενών, τους ανθρώπους της και τον κ. Επαμεινώνδα Τοτίδη, για την παροχή χρήσιμων, για την εργασία αυτή, πληροφοριών.



## Εισαγωγή

Η εργασία αυτή εξετάζει τις συνθήκες υδροδότησης του Δήμου Γρεβενών. Αρχικά, ερευνώντας το ευρύ γεωλογικό, αλλά και πολιτικό πλαίσιο θα περιγραφεί το υφιστάμενο καθεστώς ύδρευσης. Αυτό θα γίνει συγκεντρώνοντας στοιχεία για τον πληθυσμό, την γεωλογία, την μορφολογία, το κλίμα κ.ά. Θα μελετηθούν κρίσιμα σημεία και θα γίνουν αναλύσεις για την εκτίμηση της κατάστασης στο μέλλον.

Στη συνέχεια θα γίνει εστίαση στις υδρογεωλογικές παραμέτρους και στη διαχείριση του υπογείου νερού. Τέλος, θα εξαχθούν συμπεράσματα και θα προταθούν δράσεις που θα έχουν ως στόχο τη βελτίωση της διαχείρισης των υδατικών πόρων της περιοχής, αλλά και την γενική ανάπτυξή της.

Αναλυτικά η δομή της προπτυχιακής διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνει 2 μέρη που αφορούν την εκτενή υδρογεωλογική μελέτη της περιοχής, ενώ στο τέλος παρατίθενται και σχόλια που αφορούν της ερμηνεία των δεδομένων. Το Α' μέρος αποτελείται από επτά (7) συνολικά κεφάλαια. Στα πρώτα από αυτά εξετάζονται οι κοινωνικές και πληθυσμιακές συνθήκες, ιδιαίτερα για τις τελευταίες δεκαετίες με στόχο την εξαγωγή των υδρευτικών αναγκών. Μέσα στα υπόλοιπα κεφάλαια ερευνώνται, παράγοντες που είναι κρίσιμοι για την εκτίμηση του υδρολογικού ισοζυγίου, όπως το κλίμα, η μορφολογία, στοιχεία υδροπερατότητας κ.ά.

Όσον αφορά το Β' μέρος, το συνθέτουν τέσσερα (4) συνολικά κεφάλαια. Εκεί γίνεται συγκέντρωση των πληροφοριών που αφορούν κυρίως τις συνθήκες υδροδότησης του δήμου Γρεβενών. Αρχικά περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του δικτύου, καθώς και πως επιτυγχάνεται κάλυψη των αναγκών σε νερό. Το μεγαλύτερο τμήμα του Β' μέρους, αναφέρεται στο υπόγειο νερό. Συγκεκριμένα εξετάζεται το κύριο υπόγειο υδατικό σύστημα για τον δήμο και το ομώνυμο υποσύστημα των Γρεβενών. Τέλος, γίνεται και αποτύπωση των δεδομένων από διάφορες γεωτρήσεις της περιοχής.

## Πίνακας περιεχομένων

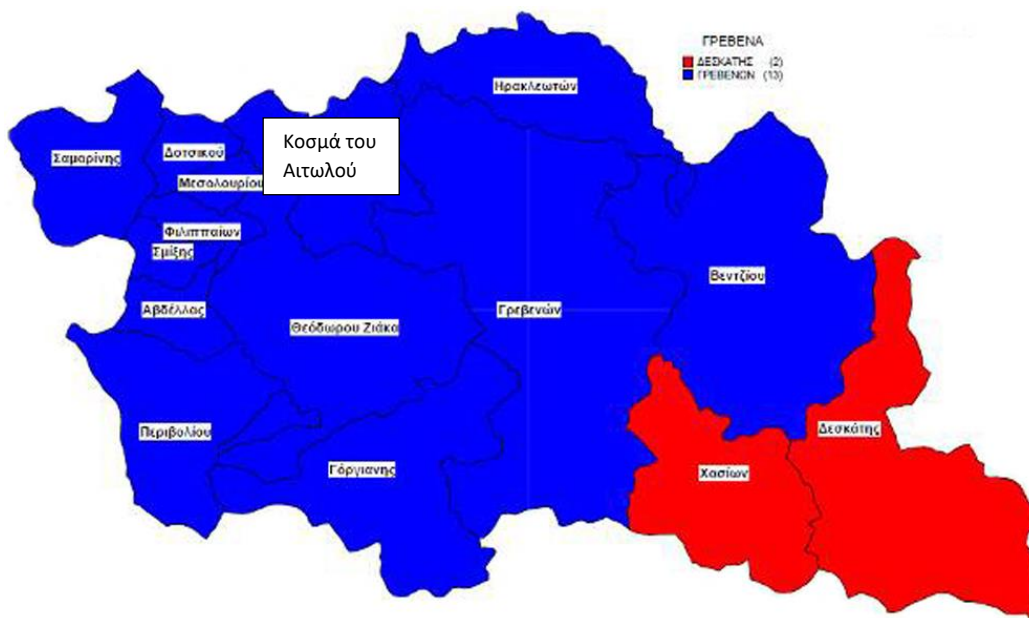
|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Ευχαριστίες</b> .....                                                  | <b>5</b>  |
| <b>Εισαγωγή</b> .....                                                     | <b>6</b>  |
| <b>Πίνακας περιεχομένων</b> .....                                         | <b>7</b>  |
| <b>Α' Μέρος</b> .....                                                     | <b>8</b>  |
| 1) Γεωγραφικό πλαίσιο, διοικητική διαίρεση και ιστορία των Γρεβενών ..... | 8         |
| 1.1 Διοικητική διαίρεση .....                                             | 8         |
| 1.2 Ιστορία .....                                                         | 9         |
| 1.3 Πόλη των Γρεβενών .....                                               | 9         |
| 2) Πληθυσμός, πληθυσμιακή εξέλιξη και υδρευτικές ανάγκες Γρεβενών .....   | 11        |
| 2.1 Πληθυσμός .....                                                       | 11        |
| 2.2 Υδρευτικές ανάγκες .....                                              | 14        |
| 2.3 Εκτίμηση μεταβολής πληθυσμού τις ερχόμενες δεκαετίες .....            | 16        |
| 2.4 Σύνοψη .....                                                          | 21        |
| 3) Φυσικό περιβάλλον και χρήσεις γης .....                                | 24        |
| 4) Μορφολογία .....                                                       | 27        |
| 4.1 Τοπογραφία .....                                                      | 27        |
| 4.2 Υδρογραφικό δίκτυο .....                                              | 30        |
| 5) Κλίμα – Υδρομετεωρολογία .....                                         | 34        |
| 5.1 Κλιματικά δεδομένα .....                                              | 34        |
| 5.2 Ανάλυση των δεδομένων για την εξαγωγή χρήσιμων στοιχείων .....        | 38        |
| 6) Γεωλογία .....                                                         | 42        |
| 6.1 Γεωτεκτονική εξέλιξη .....                                            | 42        |
| 6.2 Περιγραφή των σχηματισμών .....                                       | 45        |
| 7) Γεωτεχνικά – Υδρολιθολογικά στοιχεία .....                             | 51        |
| <b>Β' Μέρος – Υδροδότηση της πόλης Γρεβενών</b> .....                     | <b>55</b> |
| 8) Γενικά .....                                                           | 55        |
| 9) Υδρογεωλογικό καθεστώς .....                                           | 56        |
| 10) Δεδομένα γεωτρήσεων και πιεζομετρία .....                             | 59        |
| 11) Ποιοτικά στοιχεία νερού .....                                         | 65        |
| <b>Συμπεράσματα και προτάσεις</b> .....                                   | <b>73</b> |
| <b>Βιβλιογραφία</b> .....                                                 | <b>75</b> |

## Α' Μέρος

### 1) Γεωγραφικό πλαίσιο, διοικητική διαίρεση και ιστορία των Γρεβενών

#### 1.1 Διοικητική διαίρεση

Η περιφερειακή ενότητα – νομός Γρεβενών είναι μία από τις τέσσερις (4) περιφερειακές ενότητες που συνθέτουν την περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας. Διαιρείται αυτοδιοικητικά σε δύο (2) Δήμους (από το 2011, βάσει του προγράμματος Καλλικράτης). Μεγαλύτερος είναι ο Δήμος Γρεβενών που προέκυψε από την ένωση έξι (6) Καποδιστριακών δήμων (Γρεβενών, Βεντζίου, Γοργιανής, Θεόδωρου Ζιάκα, Κοσμά του Αιτωλού, Ηρακλεωτών ) και επτά (7) κοινοτήτων (Αβδέλλας, Δοτσικού, Μεσολουρίου, Σαμαρίνης, Περιβολίου, Σμίξης και Φιλιππαίων ), που αποτελούν και τις σημερινές 13 δημοτικές ενότητες και δεύτερος ο Δήμος Δεσκάτης που προήλθε από την συνένωση του δήμου Δεσκάτης και του δήμου Χασίων. Ο δήμος των Γρεβενών, στον οποίο και θα εστιάσουμε, αποτελεί τον μεγαλύτερο δήμο της Ελλάδος με έκταση 1.859 Km<sup>2</sup>.



**Εικόνα 1.1:** Διοικητική διαίρεση Περιφερειακής Ενότητας Γρεβενών (πηγή: Δήμος Γρεβενών, dimosgrevenon.gr).

## **1.2 Ιστορία**

Στην περιοχή υπάρχουν ευρήματα και άλλα στοιχεία που δείχνουν ανθρώπινη δραστηριότητα από τα προϊστορικά κιόλας χρόνια. Αποτελούσε το όριο μεταξύ των περιοχών στις οποίες κατοικούσαν τα ελληνικά φύλα του νότου (Αρκάδες, Ίωνες ) και της δύσης (Μακεδόνες, Δωριείς) ένα των οποίων είναι και οι Ελιμιώτες που θεωρούνται πως βρισκόταν στην περιοχή τον 12<sup>ο</sup> π.Χ. αιώνα. Σε μεγάλο μέρος της ιστορίας της περιοχής σημειώνονται πολεμικές συρράξεις μεταξύ των εκάστοτε κατοίκων της νότιας ηπειρωτικής Ελλάδας και διάφορων επιδρομέων από τα βόρεια. Για αυτό κατασκευάστηκε πλήθος οχυρών αρχικά από Μακεδόνες βασιλείς, τα οποία ενισχύθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν από τους Ρωμαίους για την αντιμετώπιση επιδρομών φύλων από τα βόρεια, τα οποία επαναχρησιμοποιήθηκαν για την απόκρουση σλαβικών φύλλων κατά τα μεταρωμαϊκά – βυζαντινά χρόνια, στον 6<sup>ο</sup> – 7<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα.

Η περιοχή τέλεσε υπό οθωμανική κατοχή από το 1385 μέχρι την απελευθέρωση το 1912. Σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της ορθόδοξης πίστης και εθνικής συνείδησης των Ελλήνων της περιοχής, διαδραμάτισαν μεγάλοι άγιοι όπως ο Άγιος Νικάνορας τον 16<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα και ο Άγιος Κοσμάς ο Αιτωλός τον 18<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα.

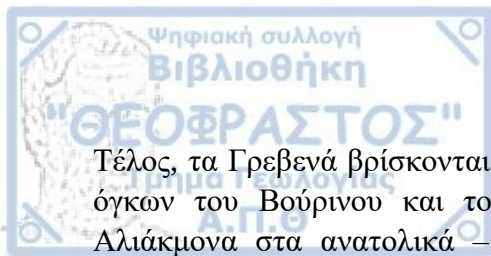
Μεγάλες μορφές των Γρεβενών είναι και αγωνιστές του 1821 όπως ο Θεόδωρος Ζιάκας και σημαντικές μορφές του μακεδονικού αγώνα, όπως ο Γεώργιος Μπούσιος αλλά και ο εθνομάρτυς μητροπολίτης των Γρεβενών Αιμιλιανός Λαζαρίδης.

Οι αναταραχές στον τόπο συνέχισαν, με τα βουνά της γειτονικής Πίνδου να αποτελούν το μέτωπο της μάχης των Ελλήνων κατά των Ιταλών, στον 2<sup>ο</sup> Παγκόσμιο πόλεμο, το 1940, αλλά και κατά την γερμανική κατοχή με τις μάχες που έδωσαν διάφορα αντάρτικα σώματα.

## **1.3 Πόλη των Γρεβενών**

Η πόλη των Γρεβενών είναι η έδρα του δήμου, όπως επίσης η μεγαλύτερη πόλη και πρωτεύουσα του ομώνυμου νομού. Βρίσκεται στην περιοχή ανάμεσα σε 2 ρωμαϊκούς οικισμούς που υπήρχαν σε υψώματα δυτικά και ανατολικά της πόλης. Η πρώτη φορά που εντοπίζεται αναφορά στην πόλη σε ιστορικά κείμενα είναι με το όνομα Γριβανά από τον Κωνσταντίνο τον Πορφυρογέννητο (905-953). Γενικά υπάρχουν και διάφορες παραλλαγές του ονόματος που πιθανώς προήλθαν από την επίδραση διαφόρων γλωσσών. Η αρχική προέλευση του ονόματος θεωρείται λατινική, από την λέξη *gravis* που σημαίνει δυσχερής.

Το υψόμετρο της πόλης κυμαίνεται στα 530 περίπου, μέτρα. Σε αυτήν συναντώνται 2 κεντρικές πλατείες, η πλατεία Αιμιλιανού και η πλατεία Ρολογιού που ενώνονται με πεζόδρομο. Εξαιτίας της μεγάλης ποικιλίας, από είδη μανιταριών που έχουν βρεθεί στην περιοχή, η πόλη ανακηρύχθηκε επίσημα και ως η πόλη των μανιταριών το Νοέμβριο του 2007.



Τέλος, τα Γρεβενά βρίσκονται στο μέσο μίας μεγάλης λεκάνης και μεταξύ των ορεινών όγκων του Βούρινου και του Όρλιακα στην Πίνδο και αποστραγγίζεται από τον Αλιάκμονα στα ανατολικά – νοτιοανατολικά ή στην λίμνη της Καστοριάς και τις Πρέσπες στα βόρεια. Συγκεκριμένα, η λεκάνη αυτή συναντάται ανάμεσα στην οροσειρά της Πίνδου, συγκεκριμένα του όρους Σμόλικα, στα δυτικά και στο Άσκιο όρος στα ανατολικά. Εκτείνεται από την Αλβανία στα βόρεια και διασχίζοντας τους νομούς Καστοριάς και Γρεβενών φτάνει μέχρι και το νοτιοανατολικό άκρο του νομού Γρεβενών.

## 2) Πληθυσμός, πληθυσμιακή εξέλιξη και υδρευτικές ανάγκες Γρεβενών

### 2.1 Πληθυσμός

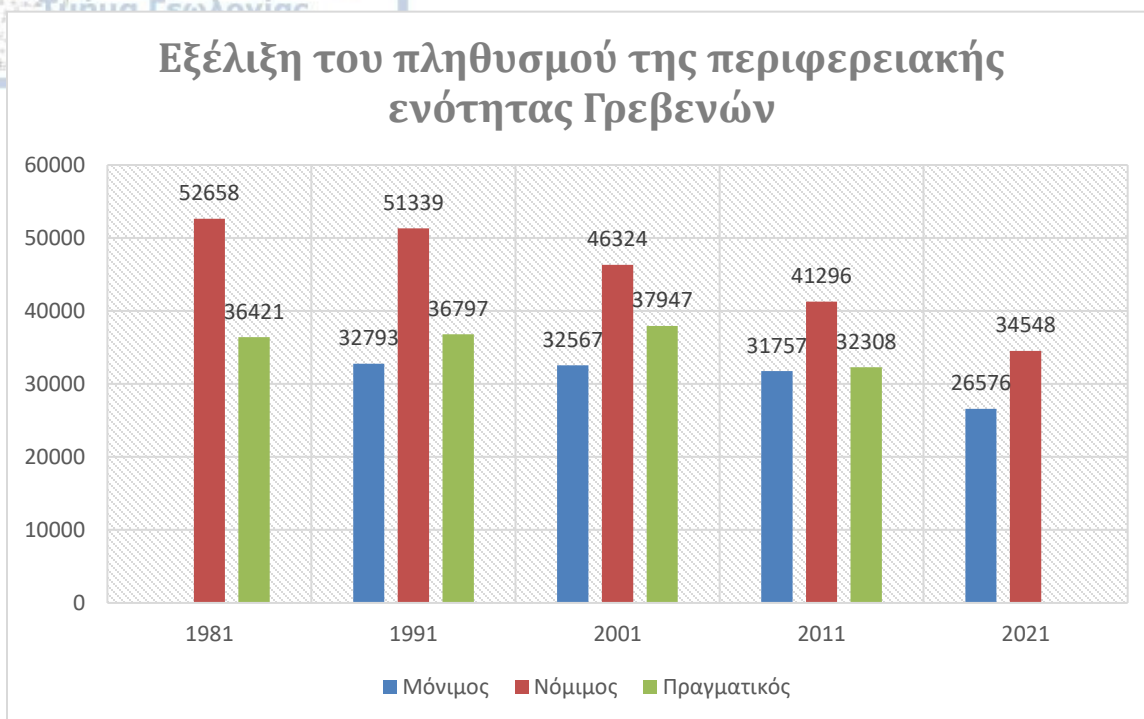
Βλέποντας τα δεδομένα για την μεταβολή του πληθυσμού του νομού (σημερινής περιφερειακής ενότητας) και του στενότερου κύκλου της περιοχής των Γρεβενών παρατηρούμε τα εξής. Αρχικά βλέπουμε ότι υπάρχει μία σταθερή μείωση του πληθυσμού στις τελευταίες δεκαετίες στο επίπεδο του νομού, ιδιαίτερα την τελευταία εικοσαετία. Γεγονός αποτελεί, το ότι στον νομό παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη μείωση μόνιμου πληθυσμού στην χώρα, σημειώνοντας μείωση 16.3%.

Για την περιοχή κοντά στην πόλη των Γρεβενών, αν και υπήρχε γενικά μία αύξηση του πληθυσμού στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα, σύμφωνα με την πιο πρόσφατη απογραφή (του 2021), σημειώθηκε μείωση της τάξης του 10 %.

Οι μεταβολές αυτές αποδίδονται κατά κύριο λόγο στην υπογεννητικότητα, η οποία οδηγεί σε ένα δημογραφικό έλλειμμα, όπου οι θάνατοι υπερτερούν των γεννήσεων. Άλλος, δευτερεύον παράγοντας είναι και η μετανάστευση – αστικοποίηση, δηλαδή η μετακίνηση των κατοίκων (κυρίως νεότερων) σε μεγαλύτερα αστικά κέντρα του εσωτερικού ή και του εξωτερικού για την κάλυψη διαφόρων αναγκών τους. Παρατίθεται αναλυτικά η μεταβολή του πληθυσμού σε επίπεδο περιφερειακής ενότητας, δήμου και δημοτικής ενότητας.

**Πίνακας 2.1:** Μεταβολή νόμιμου, μόνιμου και πραγματικού πληθυσμού τις τελευταίες δεκαετίες στην περιφερειακή ενότητα Γρεβενών (πρώην νομός).

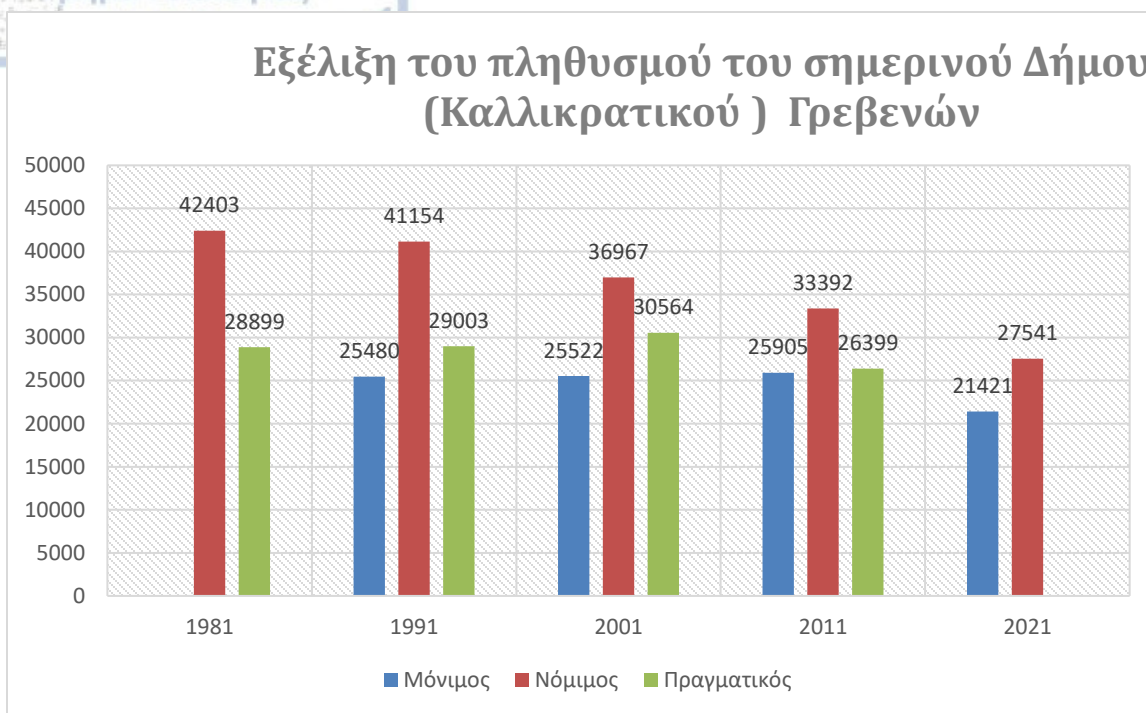
| Περιφερειακή ενότητα Γρεβενών<br>(πρώην νομός) |         |         |             |
|------------------------------------------------|---------|---------|-------------|
| Πληθυσμός                                      |         |         |             |
|                                                | Μόνιμος | Νόμιμος | Πραγματικός |
| 1981                                           |         | 52658   | 36421       |
| 1991                                           | 32793   | 51339   | 36797       |
| 2001                                           | 32567   | 46324   | 37947       |
| 2011                                           | 31757   | 41296   | 32308       |
| 2021                                           | 26576   | 34548   |             |



**Διάγραμμα 2.1:** Γραφική απεικόνιση μεταβολής νόμιμου, μόνιμου και πραγματικού πληθυσμού τις τελευταίες δεκαετίες στην περιφερειακή ενότητα Γρεβενών (πρώην νομός).

**Πίνακας 2.2:** Μεταβολή νόμιμου, μόνιμου και πραγματικού πληθυσμού τις τελευταίες δεκαετίες στον δήμο Γρεβενών (Καλλικρατικός δήμος).

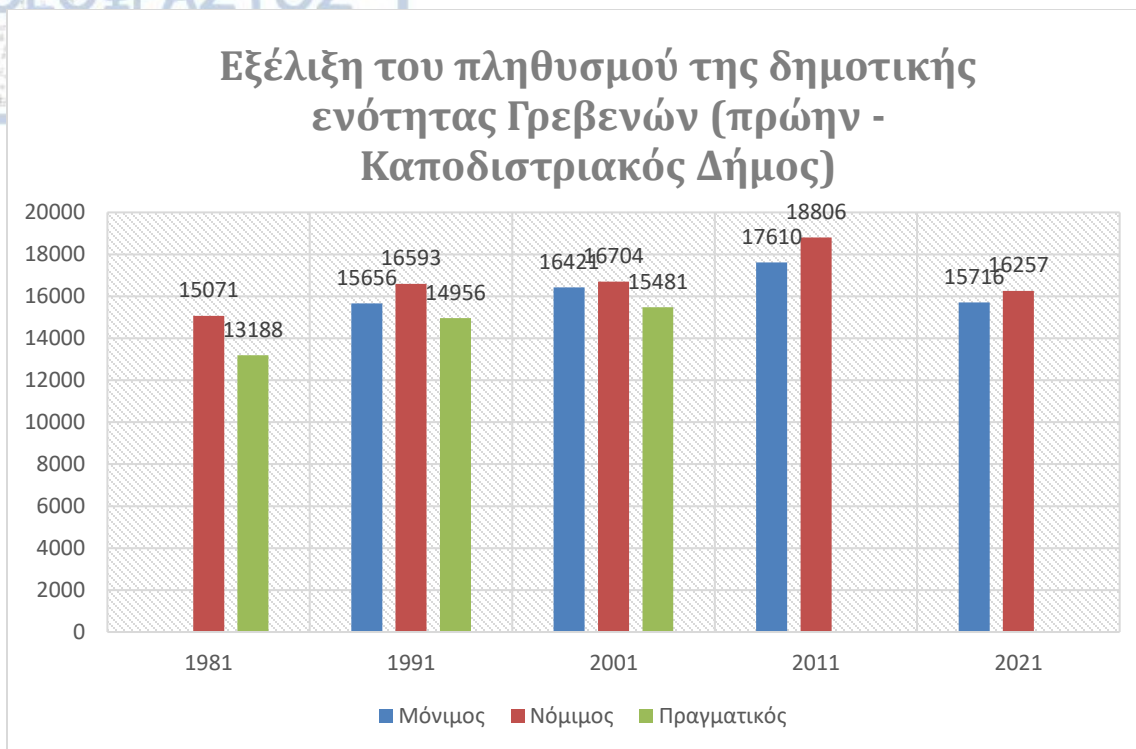
| Δήμος Γρεβενών (Καλλικρατικός) |         |         |             |
|--------------------------------|---------|---------|-------------|
| Πληθυσμός                      |         |         |             |
|                                | Μόνιμος | Νόμιμος | Πραγματικός |
| 1981                           |         | 42403   | 28899       |
| 1991                           | 25480   | 41154   | 29003       |
| 2001                           | 25522   | 36967   | 30564       |
| 2011                           | 25905   | 33392   | 26399       |
| 2021                           | 21421   | 27541   |             |



**Διάγραμμα 2.2:** Γραφική απεικόνιση μεταβολής νόμιμου, μόνιμου και πραγματικού πληθυσμού τις τελευταίες δεκαετίες στον σημερινό Δήμο Γρεβενών (Καλλικρατικό).

**Πίνακας 2.3:** Μεταβολή νόμιμου, μόνιμου και πραγματικού πληθυσμού τις τελευταίες δεκαετίες στην δημοτική ενότητα Γρεβενών (πρώην - Καποδιστριακός δήμος).

| Δημ. Ενότητα Γρεβενών (ή πρώην<br>Καποδιστριακός Δήμος ) |         |         |             |
|----------------------------------------------------------|---------|---------|-------------|
| Πληθυσμός                                                |         |         |             |
|                                                          | Μόνιμος | Νόμιμος | Πραγματικός |
| 1981                                                     |         | 15071   | 13188       |
| 1991                                                     | 15656   | 16593   | 14956       |
| 2001                                                     | 16421   | 16704   | 15481       |
| 2011                                                     | 17610   | 18806   |             |
| 2021                                                     | 15716   | 16257   |             |



**Διάγραμμα 2.3:** Γραφική απεικόνιση μεταβολής νόμιμου, μόνιμου και πραγματικού πληθυσμού τις τελευταίες δεκαετίες στην δημοτική ενότητα Γρεβενών (πρώην - Καποδιστριακός δήμος).

**\*Σημείωση:** Ως **μόνιμος πληθυσμός**, ορίζεται ο αριθμός των ατόμων που έχουν την κύρια και μόνιμη διαμονή τους στον τόπο απογραφής.

Ως **νόμιμος πληθυσμός** (ή δημότες), ορίζεται ο αριθμός των ατόμων που είναι εγγεγραμμένα στα αντίστοιχα δημοτολόγια των εκάστοτε δήμων (ή παλαιότερα και κοινοτήτων), που κατά την ημέρα της απογραφής ήταν παρόντες ή έλλειπαν προσωρινά στο εξωτερικό.

Ως **πραγματικός πληθυσμός**, ορίζεται το σύνολο των παρόντων ατόμων στον τόπο απογραφής, κατά την μέρα της απογραφής (ανεξάρτητα του αν διαμένουν εκεί μονίμως, προσωρινώς ή τυχαίως).

## **2.2 Υδρευτικές ανάγκες**

Στην εργασία αυτή, μας ενδιαφέρει κυρίως η υδροδότηση της δημοτικής ενότητας Γρεβενών (πρώην – Καποδιστριακός δήμος ). Για αυτό χρήσιμο είναι να εκτιμήσουμε την υδατικές ανάγκες του μόνιμου πληθυσμού αλλά και την μεταβολή του πληθυσμού αυτού στις ερχόμενες δεκαετίες και συνεπώς τη μεταβολή των αναγκών σε νερό, της περιοχής .

Μέση ημερήσια κατανάλωση νερού ανά κάτοικο είναι περίπου ίση με 200 λίτρα [= 0,2 κυβικά μέτρα νερού( $m^3$ )] τον χειμώνα και 250 λίτρα το καλοκαίρι. Σε αυτά περιλαμβάνονται οικιακές χρήσεις από μόνιμους και μη κατοίκους, όπως τουρίστες και παραθεριστές που διαμένουν σε δικιά τους οικία ή σε ξενοδοχείο.

Επίσης, οι απώλειες δικτύου είναι τυπικά κοντά στο 10% - 15% καθώς θεωρείται δυσανάλογη δαπανηρή η επίτευξη απωλειών <10% μέσω ερευνών και επισκευών. Γενικά απώλειες της τάξης του 15% θεωρούνται αποδεκτές.

Έτσι, έχοντας υπόψιν τον μόνιμο πληθυσμό της δημοτικής ενότητας Γρεβενών το 2021, μπορούμε να εκτιμήσουμε τις υδρευτικές του ανάγκες με βάση τον τύπο:

**Υδρευτικές ανάγκες =**

πληθυσμός \* μέση κατανάλωση θερινής περιόδου \* διάρκεια θερινής περιόδου (153 ημέρες) +

Πληθυσμός \* μέση κατανάλωση χειμερινής περιόδου \* διάρκεια χειμερινής περιόδου (212 ημέρες)

Όπου ο μόνιμος πληθυσμός της ΔΕ Γρεβενών= 15.716

Άρα οι υδρευτικές ανάγκες για το 2021 υπολογίζονται ως = 15.716 κάτοικοι \* 0,2  $m^3/day$  \* 212 ημέρες + 15.716 κάτοικοι \* 0,25  $m^3$  \* 153 ημέρες = 643.462,4  $m^3$  + 580.482  $m^3$  = **1.223.944,4  $m^3$  ή  $1,22 * 10^6 m^3$  νερού ανά έτος.**

Και για να συμπεριληφθούν τυχόν απώλειες δικτύου της τάξης του 10% =>

υδατικές ανάγκες = 1,22 \*  $10^6 m^3/yr$  \* 1,1 = **1,34 \*  $10^6 m^3$  νερού ανά έτος**

\*Σημείωση: στο Επιχειρησιακό σχέδιο δήμου Γρεβενών 2020-2024 Φάση Α': Στρατηγικός Σχεδιασμός, αναφέρεται ότι στον Δήμο υπάρχουν 18.550 υδρόμετρα, με μέση παροχή 120  $m^3/έτος$ , εκ των οποίων τα 9.550 βρίσκονται στην Δ.Ε. Γρεβενών. Αυτό αντιστοιχεί σε 1,15 \*  $10^6 m^3/yr$  αν θεωρήσουμε ότι στα 9.550 υδρόμετρα υπάρχει επίσης παροχή 120  $m^3/έτος$ . Αλλά επειδή στην Δ.Ε. Γρεβενών, το 2011 και το 2021, αντιστοιχεί πληθυσμός περίπου 70 % από τον πληθυσμό του Δήμου και ο πληθυσμός αυτός αντιστοιχεί σε περίπου το 51% των υδρομέτρων, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η μέση παροχή των υδρομέτρων στην Δ.Ε. είναι περίπου 151,5  $m^3/έτος$ , θεωρώντας ότι όλοι οι κάτοικοι του Δήμου καταναλώνουν την ίδια ποσότητα νερού. Αν λάβουμε επίσης υπόψη ότι οι μονοκατοικίες καταναλώνουν ανά άτομο περίπου το 150% του νερού από ότι οι ένοικοι πολυκατοικιών (Ανδρεαδάκη, 2004) και θεωρώντας ότι το 80% των κατοίκων της πόλης των Γρεβενών διαμένει σε πολυκατοικίες, που αντιστοιχεί στα 2/3 του πληθυσμού της ΔΕ, τότε η κατανάλωση ανά υδρόμετρο στην ΔΕ υπολογίζεται ίση με 144,5  $m^3/έτος/υδρόμετρο$  άρα η συνολική κατανάλωση στην ΔΕ ίση με **1,38 \*  $10^6 m^3$  νερού ανά έτος** συμπεριλαμβανομένων των απωλειών.

### 2.3 Εκτίμηση μεταβολής πληθυσμού τις ερχόμενες δεκαετίες

Για την πρόβλεψη του πληθυσμού σε μία περιοχή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία πληθώρα αριθμητικών μεθόδων οι οποίες έχουν τυπικά ένα σφάλμα μικρότερο του 10% για προβλέψεις μίας δεκαετίας, όταν εφαρμοστούν σε δεδομένα των δύο (2) τελευταίων απογραφών.

**Μέθοδος 1<sup>η</sup>**: Πρόβλεψη πληθυσμού που ακολουθεί μία αριθμητική μεταβολή:

Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής χρησιμοποιείται ο τύπος:

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

Όπου:  $P_1$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_1$

$P_2$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ )

$P_m$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_m$  που ψάχνουμε

Θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα του μονίμου πληθυσμού του 2011 ( $=t_1$ ) και του 2021 ( $=t_2$ ) για να εκτιμήσουμε τον πληθυσμό το 2031 και το 2041. Υπενθυμίζεται ότι το  $P_1 = 17.610$  κάτοικοι και το  $P_2 = 15.716$  κάτοικοι.

Έτσι για το 2031 έχουμε  $P_{2031} = \frac{2031-2021}{2021-2011} * (15716 - 17610) + 15716$

$$P_{2031} = 1 * (-1894) + 15716$$

$$P_{2031} = 13.822 \text{ κάτοικοι}$$

Και για το 2041:  $P_{2041} = \frac{2041-2021}{2021-2011} * (15716 - 17610) + 15716$

$$P_{2041} = 2 * (-1894) + 15716$$

$$P_{2041} = 11.928 \text{ κάτοικοι}$$

**Μέθοδος 2<sup>η</sup>**: Πρόβλεψη πληθυσμού που ακολουθεί μία γεωμετρική μεταβολή:

Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής χρησιμοποιείται ο τύπος:

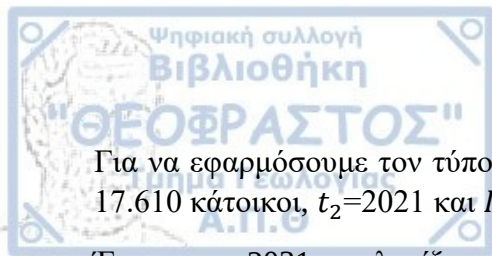
$$\log(P_m) = \frac{t_m - t_2}{t_2 - t_1} * (\log \frac{P_2}{P_1}) + \log P_2$$

Όπου  $P_1$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_1$

$P_2$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ )

$P_m$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_m$  που ψάχνουμε

Log ο δεκαδικός λογάριθμος



Για να εφαρμόσουμε τον τύπο στο δεδομένα μας, χρησιμοποιούμε ως  $t_1=2011$  και  $\Pi_1=17.610$  κάτοικοι,  $t_2=2021$  και  $\Pi_2=15.716$  κάτοικοι.

Έτσι για το 2031, υπολογίζεται:

$$\log(\Pi_{2031}) = \frac{2031 - 2021}{2021 - 2011} * (\log \frac{15716}{17610}) + \log 15716$$

$$\log(\Pi_{2031}) = 1 * (-0,049) + 4,196$$

$$\log(\Pi_{2031}) = 4,147 \Rightarrow \Pi_{2031} = 10^{4,147}$$

$$\underline{\Pi_{2031} = 14.028 \text{ κάτοικοι}}$$

Για το 2041:

$$\log(\Pi_{2041}) = \frac{2041 - 2021}{2021 - 2011} * (\log \frac{15716}{17610}) + \log 15716$$

$$\log(\Pi_{2041}) = 2 * (-0,049) + 4,196$$

$$\log(\Pi_{2041}) = 4,098 \Rightarrow \Pi_{2041} = 10^{4,098}$$

$$\underline{\Pi_{2041} = 12.531 \text{ κάτοικοι}}$$

### **Μέθοδος 3<sup>η</sup>**: Πρόβλεψη πληθυσμού με το νόμο του Malthus:

Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$\Pi_t = \Pi_0 * e^{k*t} \quad \text{όπου } k = \frac{1}{t_0 - t_{-1}} * (\ln \frac{\Pi_0}{\Pi_{-1}})$$

Όπου:  $\Pi_{-1}$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_{-1}$

$\Pi_0$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_0$  ( $t_0 > t_{-1}$ )

$\Pi_t$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_m$  που ψάχνουμε

$t$  είναι η διαφορά μεταξύ του έτους που θέλουμε να κάνουμε την πρόβλεψη (όπου ο πληθυσμός είναι ίσος με  $\Pi_t$ ) και του τελευταίου έτους που έχουμε στοιχεία (όπου ο πληθυσμός είναι  $\Pi_0$ ) άρα  $t = t_m - t_0$

$\ln$  ο νεπέριος λογάριθμος που έχει βάση την σταθερά  $e$

Εφαρμόζοντας την σχέση αυτή για να υπολογίζουμε τον πληθυσμό το 2031 ( $\Pi_t = \Pi_{2031}$ )

και θέτοντας ως  $t_{-1}=2011$  και  $\Pi_{-1}=17.610$  κάτοικοι,  $t_0=2021$  και  $\Pi_0=15.716$  κάτοικοι.

έχουμε:

$$\Pi_{2031} = \Pi_{2021} * e^{k*(t_m - t_0)} \quad \text{όπου } k = \frac{1}{2021 - 2011} * (\ln \frac{15716}{17610})$$

$$k = 0,1 * (-0,114) \Rightarrow k = -0,0114$$

$$\text{άρα: } P_{2031} = 15716 * e^{(-0,0114) * 10}$$

$$P_{2031} = 15716 * 0,8922$$

$$P_{2031} = \underline{14.023 \text{ κάτοικοι}}$$

Και για το 2041: (  $t_m = 2041$  )

$$P_{2041} = P_{2021} * e^{k * (t_m - t_0)} \quad \text{όπου } k = \frac{1}{2021 - 2011} * \left( \ln \frac{15716}{17610} \right)$$

$$(k = 0,1 * (-0,114) \Rightarrow k = -0,0114$$

)

$$\Rightarrow P_{2041} = 15716 * e^{(-0,0114) * 20}$$

$$P_{2041} = 15716 * 0,796$$

$$P_{2041} = \underline{12.512 \text{ κάτοικοι}}$$

**Μέθοδος 4<sup>η</sup>:** Πρόβλεψη πληθυσμού με την μέθοδο ανατοκισμού

Η εκτίμηση του μελλοντικού πληθυσμού, βάσει αυτής της μεθόδου γίνεται με την χρήση του τύπου:

$$P_t = P_2 * (1 + a)^t \quad \text{όπου } a = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{1/\Delta t} - 1$$

όπου  $P_1$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_1$

$P_2$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ )

$P_t$  ο πληθυσμός την χρονολογία  $t_m$  που ψάχνουμε

$a$  το μέσο ετήσιο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού

$t$  είναι η διαφορά μεταξύ του έτους που θέλουμε να κάνουμε την πρόβλεψη (όπου ο πληθυσμός είναι ίσος με  $P_t$ ) και του τελευταίου έτους που έχουμε στοιχεία (όπου ο πληθυσμός είναι  $P_2$ ) άρα  $t = t_m - t_2$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Αντικαθιστώντας τις μεταβλητές  $t_1$ ,  $t_2$  και  $P_1, P_2$  με τα δεδομένα που έχουμε, δηλαδή  $t_1 = 2011$ ,  $t_2 = 2021$  (άρα  $\Delta t = 2021 - 2011 = 10$ ) και  $P_1 = 17.610$  κάτοικοι,  $P_2 = 15.716$  κάτοικοι, εκτιμούμε τον πληθυσμό το 2031 ( $= P_t$ ):

$$P_{2031} = P_{2021} * (1 + a)^{(t_m - t_2)} \quad \text{όπου } a = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{1/\Delta t} - 1$$

$$\alpha = \left( \frac{15716}{17610} \right)^{1/10} - 1 = 0.989 - 1 \Rightarrow \alpha = -0,011$$

$$\text{άρα } P_{2031} = 15716 * (1 - 0,011)^{10}$$

$$P_{2031} = 15716 * (0,989)^{10}$$

$$P_{2031} = 15716 * 0.895$$

$$P_{2031} = \underline{14.066 \text{ κάτοικοι}}$$

Για το 2041:

$$P_{2041} = P_{2021} * (1 + \alpha)^{(t_m - t_2)} \quad \text{όπου } \alpha = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{1/\Delta t} - 1$$

$$\alpha = \left( \frac{15716}{17610} \right)^{1/10} - 1 = 0.989 - 1 \Rightarrow \alpha = -0,011$$

$$\text{άρα } P_{2041} = 15716 * (1 - 0,011)^{20}$$

$$P_{2041} = 15716 * (0,989)^{20}$$

$$P_{2041} = 15716 * 0.8015$$

$$P_{2041} = \underline{12.597 \text{ κάτοικοι}}$$

### Υπολογιστικά με το λογισμικό excel:

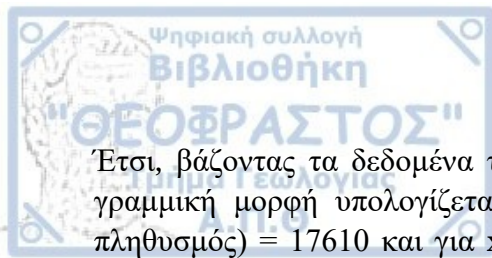
Με τη χρήση του λογισμικού excel μπορεί να βρεθεί η γραμμή τάσης των δεδομένων που παρέχουμε. Η γραμμή τάσης αυτή μπορεί να έχει μορφή

Γραμμική ( $a_1 + b_1 * x$ ), εκθετική ( $a_2 * e^{b_2 * x}$ ), λογαριθμική ( $a_3 * \ln(x) + b_3$ ), δύναμης ( $a_4 * x^{b_4}$ )

ή πολυωνύμου n τάξης ( $a_5 + b_1 * x + c_5 * x^2 + d_5 * x^3 + \dots + n_5 * x^n$ )

όπου οι σταθερές  $a_1, b_1, a_2, b_2$  κλπ. Υπολογίζονται αυτόματα από το excel.

Αφού το πρόγραμμα βρει την γραμμή τάσης, οποιασδήποτε μορφής από τις παραπάνω έχουμε επιλέξει, που διέρχεται ή όχι από τα δεδομένα μας (αν δεν διέρχεται βρίσκει την γραμμή τάσης της μορφής που επιθυμούμε, με τον μέγιστο συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$ , ο οποίος είναι  $<1$  όταν η γραμμή τάσης δεν διέρχεται από όλα τα δεδομένα και  $=1$  όταν διέρχεται από όλα τα δεδομένα), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την γραμμή τάσης που έχει υπολογιστεί από τα δεδομένα (που αντιπροσωπεύονται από την τιμή του  $x$  της γραμμής τάσης) και να υπολογίσουμε την τιμή της για ένα  $x$  που θα αντιπροσωπεύει μία επόμενη τιμή, δηλαδή στην περίπτωση μας, να εκτιμήσουμε τον μελλοντικό πληθυσμό.



Έτσι, βάζοντας τα δεδομένα του 2011 και 2021 στο excel, η γραμμή τάσης που έχει γραμμική μορφή υπολογίζεται ίση με  $-1894x + 19504$  όπου για  $x = 1$  είναι  $y$  (ο πληθυσμός)  $= 17610$  και για  $x=2$ ,  $y = 15716$ , που είναι τα δεδομένα μας. Έτσι για να υπολογίσουμε τον πληθυσμό το 2031 και το 2041 θέτουμε  $x = 3$  και  $x = 4$  αντίστοιχα.

Για  $x=3$ , το  $y = 13822$  και για  $x=4$  το  $y = 11928$  που είναι και τα αποτελέσματα της 1<sup>ης</sup> μεθόδου.

Η γραμμή τάσης, εκθετικής μορφής, υπολογίστηκε ως  $y = 19732 * e^{-0.114 * x}$ , όπου  $y$  ο πληθυσμός και  $x = 1$  για το 2011,  $x = 2$  για το 2021 κ.ο.κ.

Πάλι για  $x=1$  και  $x=2$  βρίσκουμε τα δεδομένα μας.

Για να εκτιμήσουμε τον πληθυσμό το 2031, θέτουμε  $x=3$

$$\text{Άρα } P_{2031} = 19732 * e^{-0.114 * 3}$$

$$P_{2031} = \underline{14.017 \text{ κάτοικοι}}$$

Για να εκτιμήσουμε τον πληθυσμό το 2041, θέτουμε  $x=4$

$$\text{Άρα } P_{2041} = 19732 * e^{-0.114 * 4}$$

$$P_{2041} = \underline{12.506 \text{ κάτοικοι}}$$

Η γραμμή τάσης, με τη μορφή δύναμης, υπολογίστηκε ως  $y = 17610 * x^{-0.164}$

Για να εκτιμήσουμε τον πληθυσμό το 2031, θέτουμε  $x=3$

$$\text{Άρα } P_{2031} = 17610 * 3^{-0.164}$$

$$P_{2031} = \underline{14.707 \text{ κάτοικοι}}$$

Για να εκτιμήσουμε τον πληθυσμό το 2041, θέτουμε  $x=4$

$$\text{Άρα } P_{2041} = 17610 * 4^{-0.164}$$

$$P_{2041} = \underline{14.029 \text{ κάτοικοι}}$$

Η γραμμή τάσης, λογαριθμικής μορφής, υπολογίστηκε ως  $y = -2732 * \ln(x) + 17610$

Για να εκτιμήσουμε τον πληθυσμό το 2031, θέτουμε  $x=3$

$$\text{Άρα } P_{2031} = -2732 * \ln(3) + 17610$$

$$P_{2031} = \underline{14.609 \text{ κάτοικοι}}$$

Για να εκτιμήσουμε τον πληθυσμό το 2041, θέτουμε  $x=4$

$$\text{Άρα } P_{2041} = -2732 * \ln(4) + 17610$$

$$P_{2041} = \underline{13.823 \text{ κάτοικοι}}$$

Εφόσον έχουμε δεδομένα 4 διαδοχικών δεκαετιών, μπορούμε να βρούμε την γραμμική τάση, είτε των παραπάνω μορφών, είτε πολυωνυμικής μορφής, χρησιμοποιώντας τις τιμές για τους πληθυσμούς από όλες τις δεκαετίες αυτές. Αλλά τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της μεθόδου αυτής εμφανίζουν:

α) συχνά πολύ μικρό συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  (τυπικά  $<0,2$ )

β) ή και αποτελέσματα που αποκλίνουν κατά πολύ από όλες τις άλλες μεθόδους

γ) και τέλος έχει βρεθεί ότι συχνά αποκλίνουν από το πραγματικό αποτέλεσμα (δηλαδή τον πληθυσμό που θα μετρήσουμε την χρονιά, για την οποία τώρα κάνουμε την εκτίμηση) σε ένα μεγαλύτερο ποσοστό από ότι άλλες μέθοδοι (αριθμητική και γεωμετρική πρόοδος), σε βάθος δεκαετίας.

Γι' αυτό και δεν χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της μεταβολής του πληθυσμού σε αυτήν την εργασία.

## 2.4 Σύνοψη

Συνοψίζοντας όλα τα αποτελέσματα από την χρήση των ανωτέρω μεθόδων, προκύπτει ο Πίνακας 2.4.

Από τον Πίνακα 2.4, παρατηρούμε πως με τη χρήση όλων των μεθόδων που εφαρμόσαμε, παρατηρείται μείωση του πληθυσμού, αφού βασιστήκαμε στα στοιχεία του 2011 και του 2021 που σημειώνεται μείωση από 17.610 κατοίκους σε 15.716 κατοίκους. Χρησιμοποιώντας τον μέσο όρο, υπολογίζουμε τις εκτιμώμενες υδατικές ανάγκες της Δ. Ε. Γρεβενών για το 2031 και το 2041, όπως τις υπολογίσαμε για το 2021:

**Υδρευτικές ανάγκες** = πληθυσμός \* μέση κατανάλωση θερινής περιόδου \* διάρκεια θερινής περιόδου (153 ημέρες) +

Πληθυσμός \* μέση κατανάλωση χειμερινής περιόδου \* διάρκεια χειμερινής περιόδου

**Πίνακας 2.4:** Εκτίμηση του πληθυσμού με διάφορες μεθόδους.

|          |           | Εκτιμώμενος πληθυσμός         |                     |                   |                     |                        |                        |                          | μέσος όρος |
|----------|-----------|-------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
|          |           | Κλασσικές αριθμητικές μέθοδοι |                     |                   |                     | Μέθοδοι με χρήση excel |                        |                          |            |
|          |           | Αριθμητική μεταβολή           | Γεωμετρική μεταβολή | Νόμος του Malthus | Μέθοδος ανατοκισμού | Εκθετική γραμμή τάσης  | Γραμμή τάσης ως δύναμη | Λογαριθμική γραμμή τάσης |            |
|          |           |                               |                     |                   |                     |                        |                        |                          |            |
| Μεταβολή | 2031      | 13822                         | 14028               | 14023             | 14066               | 14017                  | 14707                  | 14609                    | 14182      |
|          | 2041      | 11928                         | 12531               | 12512             | 12597               | 12506                  | 14029                  | 13823                    | 12847      |
|          | 2021-2031 | -0.137                        | -0.120              | -0.121            | -0.117              | -0.121                 | -0.069                 | -0.076                   | -0.109     |
|          | 2031-2041 | -0.159                        | -0.119              | -0.121            | -0.117              | -0.121                 | -0.048                 | -0.057                   | -0.106     |



Ενώ για το **2041**:  $12847 * 0,25 m^3/day * 153 \text{ days} + 12847 * 0,2 m^3/day * 212 \text{ days} =$   
 $491.397,75 + 544.712,8 = 1.036.110,55 m^3$

ή  **$1,04 * 10^6 m^3$  νερού ανά έτος.**

Και για να συμπεριληφθούν τυχόν απώλειες δικτύου της τάξης του 10% =>

υδατικές ανάγκες =  $1,04 * 10^6 m^3/yr * 1,1 =$   **$1,14 * 10^6 m^3$  νερού ανά έτος.**

Αν χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα που προέκυψαν από τους υπολογισμούς βάσει των δεδομένων των υδρομέτρων και θεωρώντας πως η μείωση του πληθυσμού συνεπάγει και την αντίστοιχη μείωση της συνολικής κατανάλωσης οι υδρευτικές ανάγκες είναι ίσες με:

Υδρευτικές ανάγκες 2021 + μέση προβλεπόμενη μεταβολή του πληθυσμού 2021-2031 \* υδρευτικές ανάγκες 2021

=>  $1,28 * 10^6 m^3 - 0.109 * 1,28 * 10^6 m^3 = 0.891 * 1,28 * 10^6 m^3 =$   **$1,14 * 10^6 m^3$**  για το 2031

Και  $1,14 * 10^6 m^3 - 0.106 * 1,14 * 10^6 m^3 = 0.894 * 1,14 * 10^6 m^3 =$   **$1,02 * 10^6 m^3$**  για το 2041.

Υποθέτοντας πως η κατάσταση του δικτύου θα παραμείνει παρόμοια τις ερχόμενες δεκαετίες.

### 3) Φυσικό περιβάλλον και χρήσεις γης

Στον δήμο Γρεβενών παρουσιάζεται μεγάλη έκταση και ποικιλία περιβαλλοντικού και φυσικού πλούτου. Με την ανάπτυξη μεγάλων δασών εντός των ορίων του, την ύπαρξη διαφόρων χαρακτηριστικών γεωλογικών δομών αλλά και τη πλούσια χλωρίδα και πανίδα που συναντώνται στην περιοχή, όλος ο νομός καθίσταται ιδιαίτερος για όσους θελήσουν να τον εξερευνήσουν.

Συγκεκριμένα, ο δήμος, στο μεγαλύτερο μέρος του, καλύπτεται από δασικές εκτάσεις, ώστε άνω του 60% της γης του να φιλοξενεί διάφορα δασικά συμπλέγματα, βασικότερο των οποίων είναι τα εξής:

**Πίνακας 3.1:** Βασικότερα δημόσια δασικά συμπλέγματα του δήμου Γρεβενών.

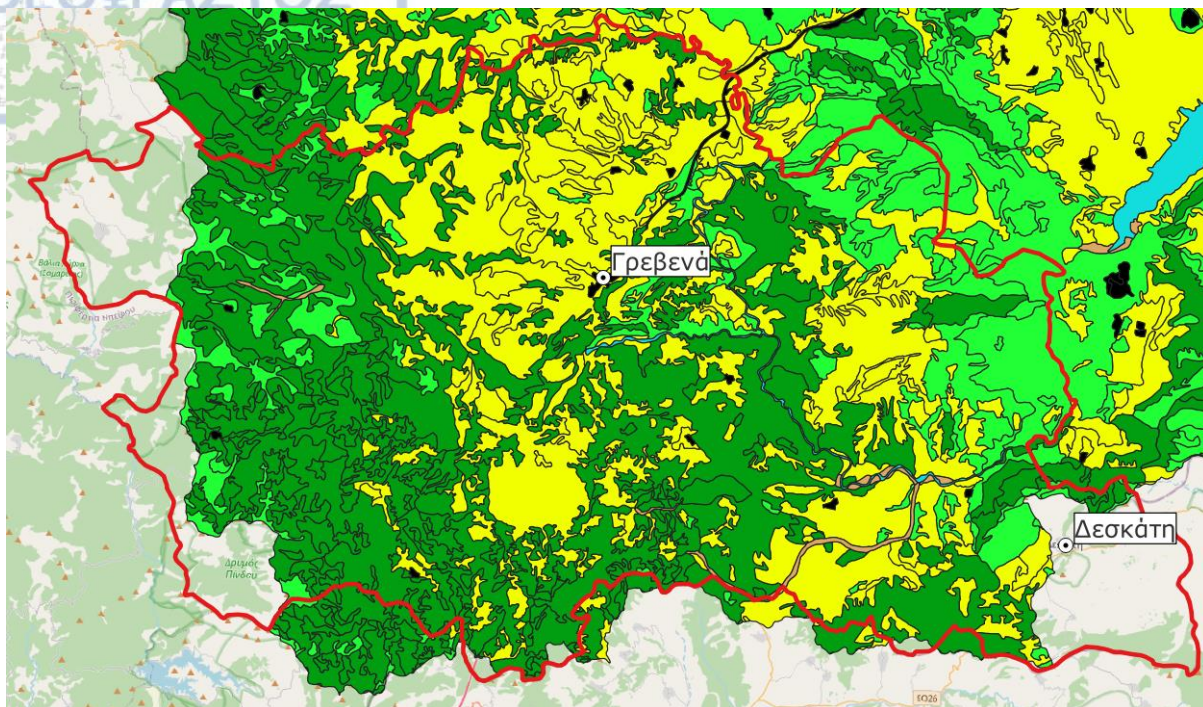
| Όνομασία                          | Έκταση (Ha)      | Κύρια Δασοπονικά είδη                       |
|-----------------------------------|------------------|---------------------------------------------|
| Αλατόπετρας                       | 24.352,0         | Μαύρη πεύκη, δρυς                           |
| Αγίων Θεοδώρων – Φελλίου - Σιταρά | 11.192,6         | Δρύς,                                       |
| Κρασιάς                           | 14.948,6         | Μαύρη πεύκη, δρυς, ελάτη                    |
| Περιβολίου                        | 16,095,7         | Μαύρη πεύκη, λευκή πεύκη, δρυς, ελάτη       |
| Σαμαρίνας                         | 11.201,2         | Μαύρη πεύκη, λευκή πεύκη, δρυς, ελάτη, οξιά |
| Φιλιππαιών                        | 17.275,3         | Μαύρη πεύκη, δρυς, ελάτη, οξιά              |
| <b>Σύνολο</b>                     | <b>114.713,4</b> |                                             |

Πηγή: Τοπικό Πρόγραμμα Leader Γρεβενών

Στα δάση αυτή κυρίαρχα είναι τα πλατύφυλλα φυλλοβόλα δέντρα, ενώ δευτερευόντως συναντώνται και κωνοφόρα, όπως πεύκες και ελάτες.

Η υπόλοιπη έκταση του δήμου αξιοποιείται κυρίως με την μορφή αγρών και βοσκοτόπων, αλλά και για την ανάπτυξη οικιστικών ζωνών.

Ενδεικτικός είναι και ο χάρτης με τις χρήσεις γης του 9<sup>ου</sup> υδατικού διαμερίσματος, που περιλαμβάνει σχεδόν όλη την δυτική Μακεδονία, αλλά και μέρος της κεντρικής Μακεδονίας και της Θεσσαλίας. Παρακάτω παρατίθεται το μέρος του χάρτη που απεικονίζει την πιο πρόσφατη καταγεγραμμένη κατάσταση, στην περιοχή του νομού των Γρεβενών:



**Εικόνα 3.1:** Χάρτης που απεικονίζει τις χρήσεις γης στον νομό Γρεβενών. Οι διάφορες χρήσεις έχουν ομαδοποιηθεί ως εξής: 1) Με σκούρο πράσινο οι δασικές και μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις, 2) με κίτρινο απεικονίζονται οι εκτάσεις που αξιοποιούνται αγροτικά, για διάφορα είδη καλλιεργειών και φυτειών, 3) με ανοιχτό πράσινο, τα χαμηλά είδη βλάστησης όπως θάμνοι αλλά και φυσικοί βοσκότοποι και λιβάδια, 4) με μαύρο απεικονίζονται οι διάφορες αστικές ζώνες και άλλα μεγάλα έργα (αεροδρόμια, οδικά δίκτυα κτλ.), 5) με μπλε τα υδάτινα σώματα και τέλος 6) με καφέ, οι αμμώδεις περιοχές και βάλτοι (πηγή: Δεδομένα χρήσεις γης 9<sup>ου</sup> υδατικού διαμερίσματος, Σχέδιο Διαχείρισης 9<sup>ου</sup> Υδατικού Διαμερίσματος).

Όπως παρατηρείται και στον παραπάνω χάρτη, ένα μεγάλο ποσοστό του δυτικού τμήματος του δήμου, καλύπτεται από δασικές εκτάσεις. Το τμήμα αυτό βρίσκεται στην οροσειρά της Πίνδου και ένα μεγάλο μέρος του έχει χαρακτηριστεί ως προστατευόμενη περιοχή. Συγκεκριμένα, μέσα στα όρια του δήμου υπάρχουν τέσσερις (4) σημαντικές προστατευόμενες περιοχές. Οι 2 μεγαλύτερες από αυτές είναι ο εθνικός δρυμός Πίνδου και η ευρύτερη περιοχή, γνωστή και ως Βάλια Κάλντα, μαζί με την τεχνητή λίμνη Αώου. Οι περιοχές αυτές μοιράζονται στις περιφερειακές ενότητες Γρεβενών και Ιωαννίνων. Οι άλλες δύο περιοχές είναι τα όρη Όρλιακας και Τσούργιακα αλλά και το όρος Βασιλίτσα, που βρίσκονται επίσης στην περιοχή της Πίνδου.

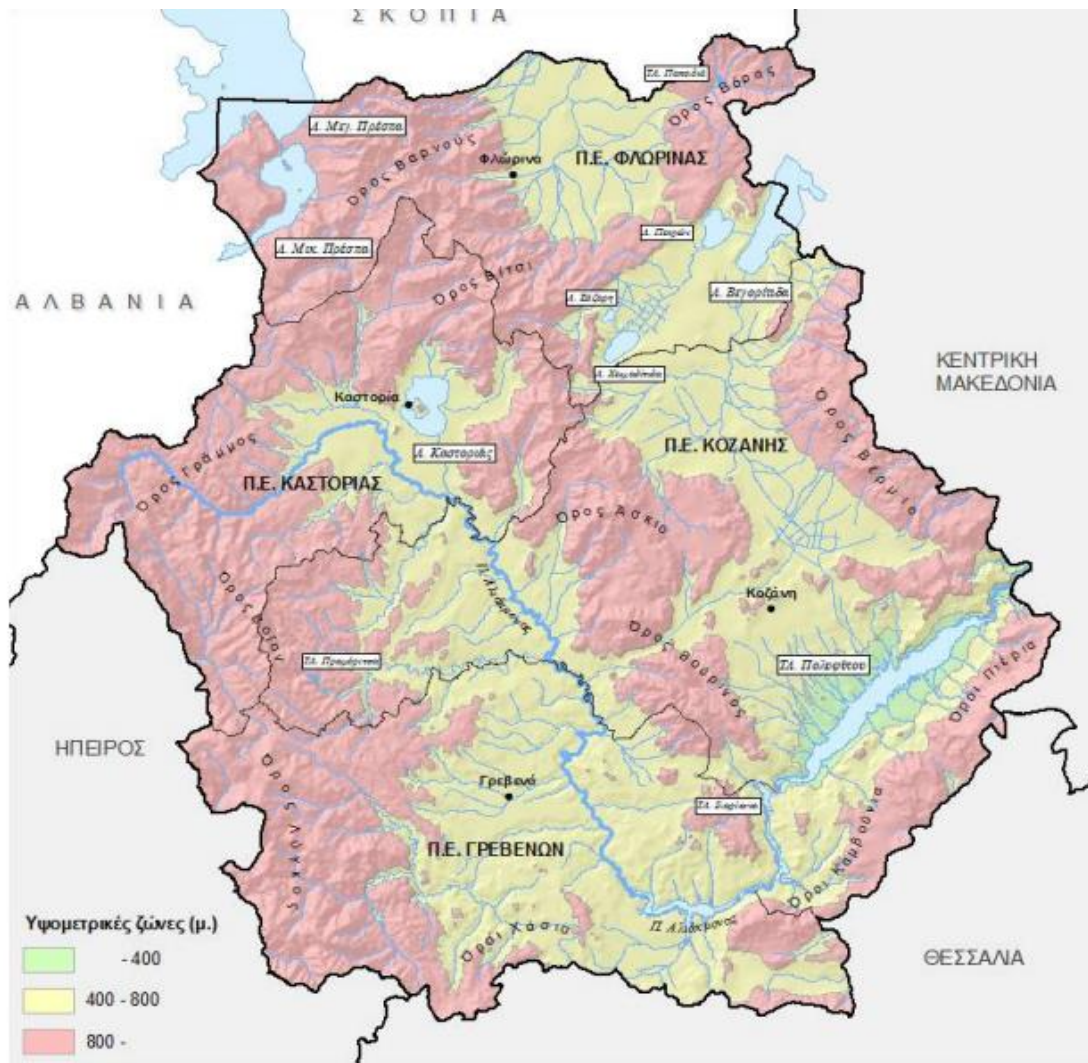
**Πίνακας 3.2:** Αναλυτική απεικόνιση των προστατευόμενων περιοχών που υπάρχουν εξ ολοκλήρου ή μερικώς στην περιοχή του δήμου Γρεβενών ανά κατηγορία και το καθεστώς προστασίας στο οποίο αυτές υπάγονται.

| Κατηγορία                                                                   | Ονομασία Περιοχής                           | Καθεστώς Προστασίας                                          | Κωδικός   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| Περιοχές με Καθεστώς Προστασίας                                             | Εθνικός Δρυμός Πίνδου                       | Ν.Δ. 996/71, Οδ. 79/409/ΕΟΚ, 92/43/ΕΟΚ (NATURA 2000)         | GR1310002 |
|                                                                             | Εθν. Δρυμός (Βάλια Κάλντα) ευρύτερη περιοχή | Ν.Δ. 996/71, Οδ. 79/409/ΕΟΚ, 92/43/ΕΟΚ (NATURA 2000)         | GR1310003 |
|                                                                             | Βασιλίτσα                                   | Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (NATURA 2000)                               | GR1310001 |
|                                                                             | Κορυφές Σμόλικα (τμήμα Σαμαρίνας Γρεβενών)  | Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (NATURA 2000)                               | GR2130002 |
|                                                                             | Φιλιππαιοί - Σπήλαιο                        | Εθνικό Πάρκο Βόρειας Πίνδου (ΦΕΚ 639Δ/14-6-2005)             | Ζώνη Π3   |
|                                                                             | Όρος Βούρινος (Μεσιανό Νερό) - Έξαρχου      | Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (NATURA 2000)                               | GR1330001 |
| Σημαντικές για τα Πουλιά                                                    | Όρη Όρλιακας και Τσούργιακας                | Ζώνες Ειδικής προστασίας(Οδηγία 79/409/ΕΟΚ)                  | GR050     |
|                                                                             | Όρη Τύμφη και Σμόλικας                      | Ζώνες Ειδικής προστασίας(Οδηγία 79/409/ΕΟΚ)                  | GR066     |
|                                                                             | Βάλια Κάλντα (Εθνικός Δρυμός Πίνδου)        | Ζώνες Ειδικής προστασίας(Οδηγία 79/409/ΕΟΚ)                  | GR068     |
|                                                                             | Όρος Βούρινος                               | Ζώνες Ειδικής προστασίας(Οδηγία 79/409/ΕΟΚ)                  | GR051     |
| Περιοχές Ιδιαίτερης οικολογικής αξίας -Δεν εμπίπτουν σε καθεστώς προστασίας | Βάλια Κίρνα                                 |                                                              | AG0060105 |
|                                                                             | Εθνικός δρυμός Πίνδου (Βάλια Κάλντα)        | CORINE (Βάση δεδομένων Φιλότης)                              | AG0010208 |
|                                                                             | Όρος Όρλιακας                               |                                                              | AG0060107 |
|                                                                             | Σπήλαιο Γρεβενών και όρος Όρλιακας          | Τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (Βάση δεδομένων Φιλότης)    | AT4010052 |
|                                                                             | Κοιλάδα Βάλια Κίρνα                         |                                                              | AT4011014 |
|                                                                             | Αλατόπετρα Γρεβενών                         |                                                              | AB4080070 |
|                                                                             | Νότια της Σαμαρίνας                         | Άλλοι βιότοποι (Βάση δεδομένων Φιλότης)                      | AB3080176 |
|                                                                             | Σαμαρίνα Γρεβενών                           |                                                              | AB4080069 |
|                                                                             | Όρος Βούρινος                               | CORINE (Βάση δεδομένων Φιλότης)                              | AG0010206 |
| Κατηγορία                                                                   | Ποταμός                                     | Πηγή-Εκβολές                                                 | Μήκος(km) |
| Ποτάμια Οικόμια                                                             | Αλιάκμονας                                  | Γράμμος - Θερμαϊκός Κόλπος                                   | 320       |
|                                                                             | Βενέτικος                                   | Μικρολίβαδο - Συμβολή με Αλιάκμονα                           | 46        |
|                                                                             | Γρεβενίτης                                  | Καλιράχη και Μέγαρο - Συμβολή με Αλιάκμονα                   | 32        |
| Κατηγορία                                                                   | Όνομα Καταφυγίου                            | Περιοχή                                                      | Έκτ (στρ) |
| Καταφύγια Θηραμάτων                                                         | Βάλια Κίρνα                                 | ΦΕΚ 522/Β/86 Σαμαρίνα                                        | 21.000    |
|                                                                             | Κυρά Καλή - Τρυπημένη                       | ΦΕΚ 522/Β/86 Μοναστήρι, Κρανιά                               | 26.000    |
|                                                                             | Παλιομονάστηρο Μπατεφούρλο                  | / ΦΕΚ 522/Β/86 Περιβόλι                                      | 14.000    |
|                                                                             | Τσούκα Καραλή - Βελόνι                      | ΦΕΚ 321/Β/81 Κρανιά                                          | 18.000    |
|                                                                             | Βουνάσια                                    | ΦΕΚ 407/Β/81 Παλιουριά - Δήμος Βεντζίου                      | 10.000    |
|                                                                             | Κίσαβος                                     | ΦΕΚ 492/Β/76 Έξαρχος, Κνίδη, Ποντινή και Πυλωρός             | 40.000    |
|                                                                             | Προφήτης Ηλίας - Σταυρός                    | ΦΕΚ 447/Β/83 Δήμος Γρεβενών                                  | 5.200     |
|                                                                             | Σμιξιώματα - Αχερώνες                       | ΦΕΚ 492/Β/76 Καρπερό και Φελλί – Δήμος Δεσκάτης και Γρεβενών | 17.000    |

Πηγή: Τοπικό Πρόγραμμα Leader Γρεβενών

#### 4.1 Τοπογραφία

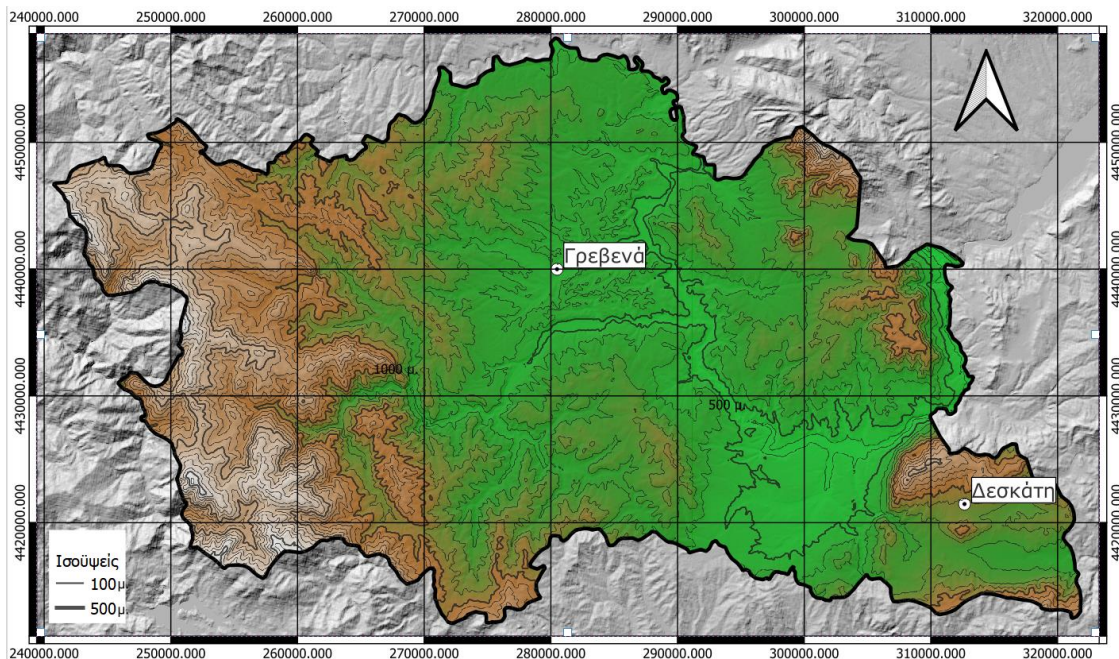
Όπως αναφέραμε, τα Γρεβενά, βρίσκονται στο μέσο μίας μεγάλης λεκάνης που εκτείνεται από τα σύνορα με την Αλβανία μέχρι και την Θεσσαλία. Η λεκάνη αυτή οριοθετείται από τα ανατολικά – βορειοανατολικά (ΑΒΑ) και από τα δυτικά – νοτιοδυτικά (ΔΝΔ) από μεγάλους ορεινούς όγκους. Στα ανατολικά βρίσκονται οι ορεινοί όγκοι: του Άσκιου, στα βορειοανατολικά των Γρεβενών, του Βούρινου στα ανατολικά και των Καμβούνιων στα νοτιοανατολικά. Γενικά στα δυτικά του νομού υπάρχει η οροσειρά της Πίνδου και συγκεκριμένα το όρος Λύγκος και πιο βόρεια το όρος Βόιο.



**Εικόνα 4.1:** Μορφολογική διαμόρφωση της περιοχής της Δυτικής Μακεδονίας (πηγή: ΥΠΕΚΑ, Αξιολόγηση, αναθεώρηση και εξειδίκευση ΠΠΧΣΑΑ Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας, Στάδιο Α1, 2012).

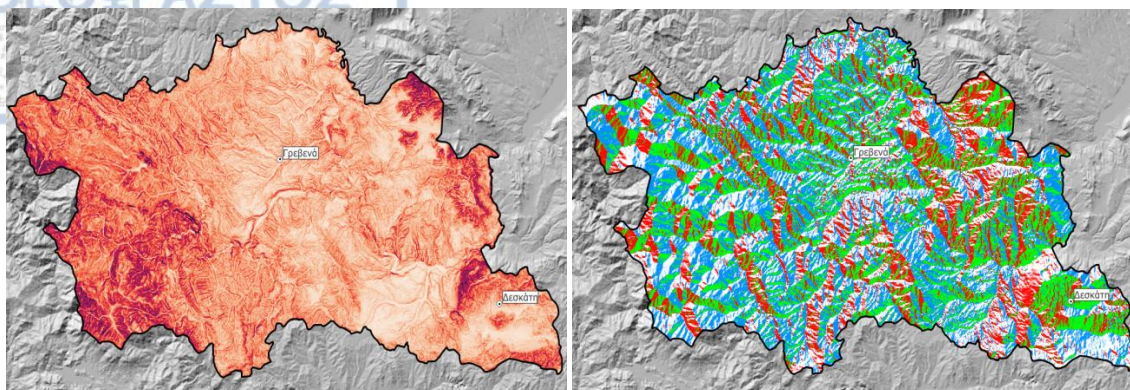
Το υψόμετρο στην περιοχή των Γρεβενών παραμένει μόνιμα πάνω των 500 μέτρων με σημεία που βρίσκονται στο άμεσο περιβάλλον των ποταμών Βενέτικου και Αλιάκμονα. Έτσι μπορεί και να χαρακτηριστεί ως μία ημιορεινή – ορεινή περιοχή.

Με την χρήση δορυφορικών δεδομένων μπορούμε να έχουμε μία σχετικά ακριβή απεικόνιση της μορφολογίας της περιοχής. Με την επεξεργασία δεδομένων από διάφορα είδη σένσορα που βρίσκονται σε δορυφόρους, μπορούν να προκύψουν ψηφιακά μοντέλα που απεικονίζουν το ανάγλυφο της Γης (Digital Elevation Models ή DEM). Συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας το EU-DEM (European Digital Elevation Model ) που έχει δημιουργηθεί στα πλαίσια των υπηρεσιών του διαστημικού προγράμματος Copernicus της Ε.Ε., με βάση δεδομένα ASTER και SRTM και σε κάποιες περιπτώσεις τοπογραφικών χαρτών, μπορούμε να μελετήσουμε το ανάγλυφο της περιοχής των Γρεβενών:

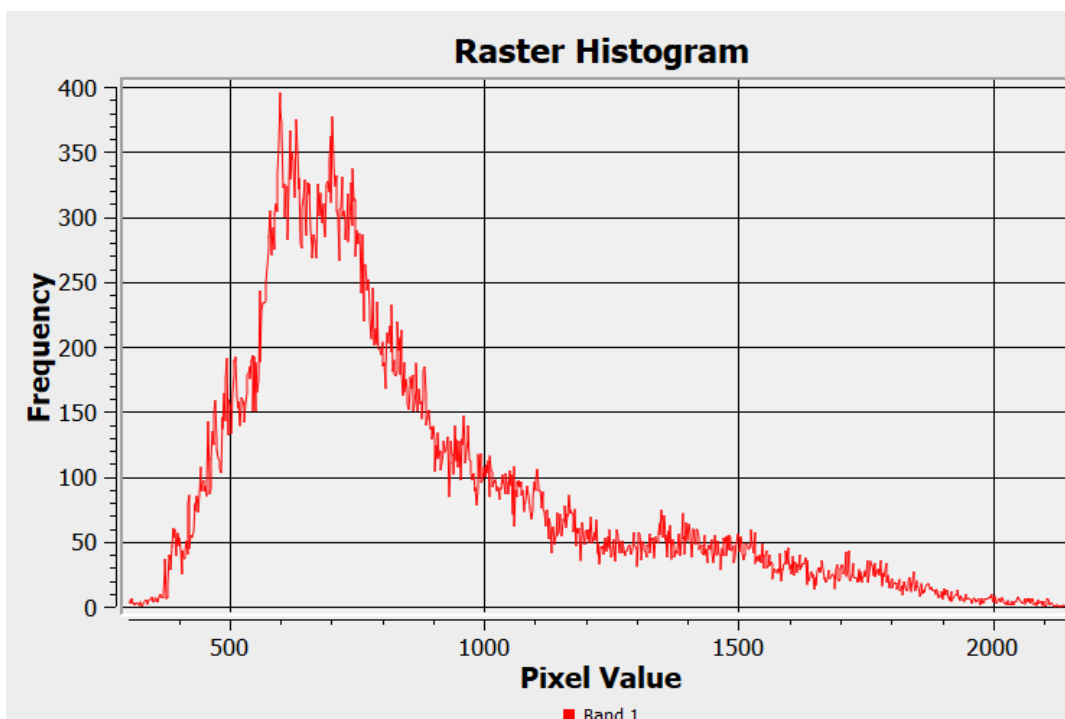


**Εικόνα 4.2:** Τοπογραφικός χάρτης νομού Γρεβενών, από δεδομένα EU-DEM. Η ανάλυση του EU-DEM είναι 25 μέτρα x 25 μέτρα, δηλαδή το κάθε εικονοστοιχείο του αντιστοιχεί σε μία περιοχή των 25x25 μέτρων. Η συντεταγμένες είναι αυτές του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ'87) σε μονάδες μέτρων.

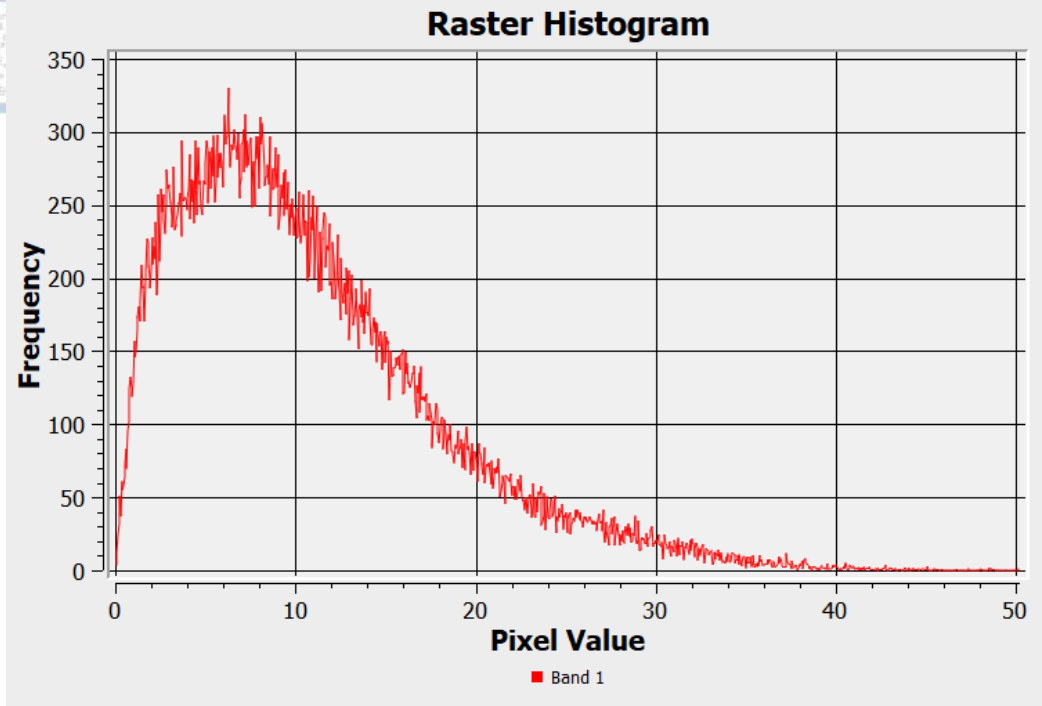
Μέσα σε περιβάλλον GIS, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα από το EU-DEM για να συλλέξουμε πολλά χρήσιμα στοιχεία σε σχέση με την μορφολογία, όπως την κατανομή των υψομέτρων στον επιλεγμένο χώρο (εδώ της περιφερειακής ενότητας), την κλίση και την διεύθυνση των κλιτύων, κ.ά.



**Εικόνα 4.3 και 4.4:** Στα αριστερά βλέπουμε χάρτη που απεικονίζει την κλίση των κλιτύων (0-50 περίπου μοίρες) όπου πιο ανοιχτό χρώμα αντιπροσωπεύει μικρότερη κλίση. Στα δεξιά (**εικόνα 4.4**) φαίνεται ο προσανατολισμός των κλιτύων (με άσπρο οι κλιτύες που είναι προσανατολισμένες προς τα Βόρεια, με μπλε αυτές που είναι προσανατολισμένες προς τα Ανατολικά, με πράσινο αυτές που είναι προσανατολισμένες προς τα Νότια και με κόκκινο αυτές που είναι προσανατολισμένες προς τα Δυτικά).



**Εικόνα 4.5 και 4.6:** Στην πρώτη εικόνα (**4.5**) βλέπουμε την κατανομή των υψομέτρων (σε μέτρα) ανά εικονοστοιχείο (αντιπροσωπεύει περιοχή 25x25 μέτρων) για την περιοχή του νομού των Γρεβενών ενώ στην δεύτερη εικόνα (**4.6**) φαίνεται η κατανομή των κλίσεων ανά εικονοστοιχείο, σε μοίρες ( $^{\circ}$ ).



## 4.2 Υδρογραφικό δίκτυο

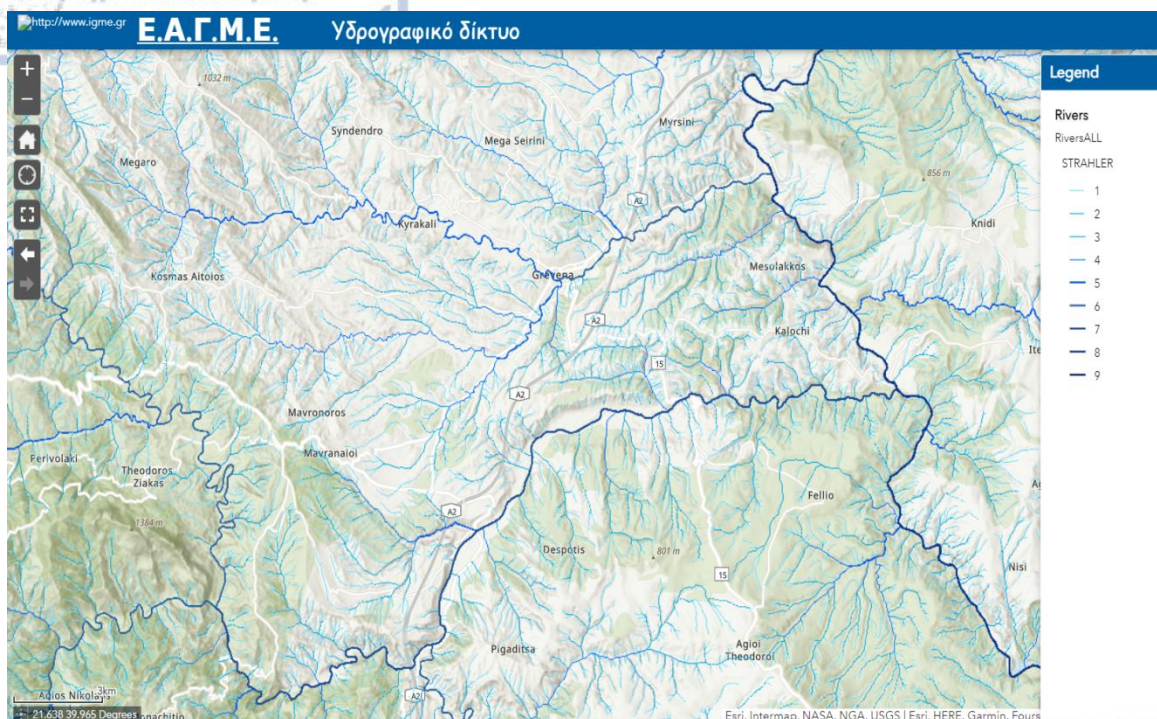
Ο δήμος Γρεβενών, στο μεγαλύτερο ποσοστό του, αποστραγγίζεται από τους ποταμούς Γρεβενίτη και Βενέτικο που πηγάζουν από την Πίνδο. Αυτοί οι δύο ποταμοί τελικά καταλήγουν στον Αλιάκμονα ποταμό, σε κοντινή απόσταση και δυτικά της πόλης των Γρεβενών. Ο Αλιάκμονας ποταμός είναι ο μεγαλύτερος ποταμός που βρίσκεται εξ ολοκλήρου σε Ελληνικό έδαφος, με μήκος 297 χιλιομέτρων.

Οι πηγές του βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τα σύνορα με την Αλβανία, στην Περιφερειακή ενότητα Καστοριάς. Έπειτα διατρέχει και την περιφερειακή ενότητα Γρεβενών και Κοζάνης, όπου και εδράζεται και η τεχνητή λίμνη Πολυφύτου που τροφοδοτείται από τον Αλιάκμονα. Τέλος, εκβάλλει στην Κεντρική Μακεδονία, λίγο νοτιότερα των δέλτα του Αξιού και του Λουδία.



**Εικόνα 4.7:** Κύριοι ποταμοί και λεκάνες απορροής στην Δυτική Μακεδονία (πηγή: ΥΠΕΚΑ, Αξιολόγηση, αναθεώρηση και εξειδίκευση ΠΠΧΣΑΑ Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας, Στάδιο Α1, 2012).

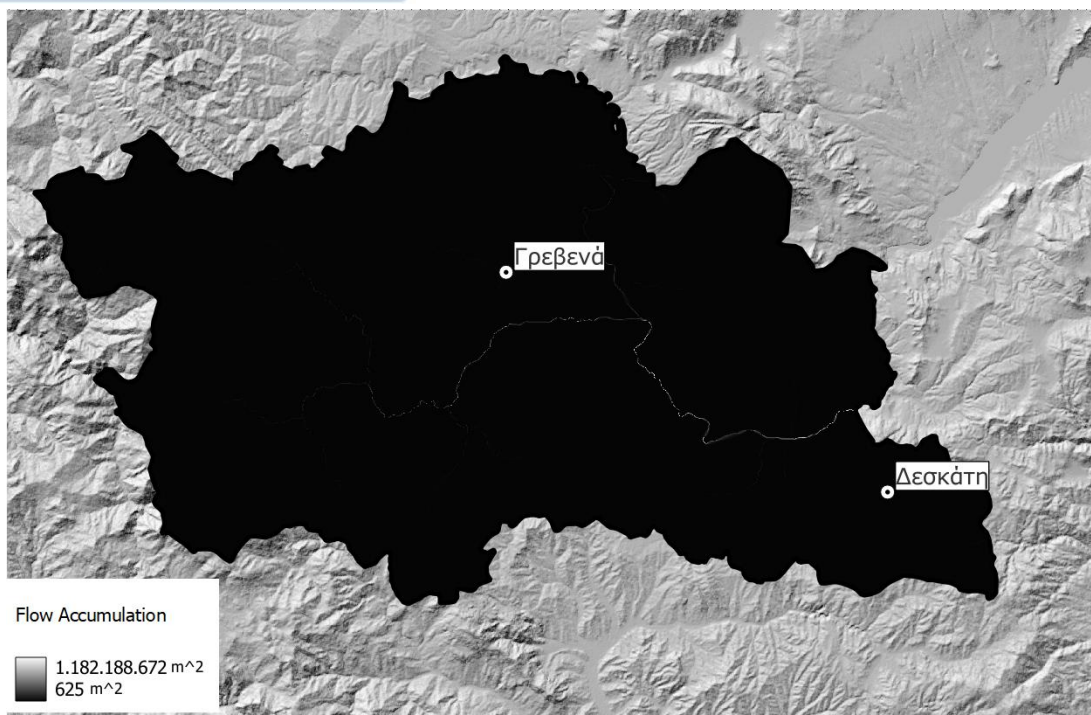
Η Ε.Α.Γ.Μ.Ε. διαθέτει αναλυτική απεικόνιση του υδρογραφικού δικτύου της χώρας, ως μέρος των ψηφιακών υπηρεσιών της. Το υδρογραφικό δίκτυο έχει αριθμηθεί με την μέθοδο Strahler (1957), στην οποία, για να δημιουργηθεί ένας κλάδος  $n$  τάξης, απαιτείται η ένωση δύο κλάδων τάξης  $n-1$ .



**Εικόνα 4.8:** Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής των Γρεβενών, όπως παρουσιάζεται από την Ε.Α.Γ.Μ.Ε., πάνω σε τοπογραφικό χάρτη. Παρατηρείται ο ποταμός Γρεβενίτης που διασχίζει την πόλη των Γρεβενών και στην συνέχεια καταλήγει στον Αλιάκμονα, που έχει κατεύθυνση προς τα Νότια. Επίσης διακρίνεται και ο ποταμός Βενέτικος που ενώνεται με τον Αλιάκμονα λίγο νοτιότερα από ότι ο Γρεβενίτης.

Με την χρήση τοπογραφικών δεδομένων, μπορούμε σε περιβάλλον GIS να εξάγουμε το υδρογραφικό σύστημα καθώς και τις λεκάνες και υπολεκάνες απορροής. Για την επίτευξη έμπιστων αποτελεσμάτων, απαιτούνται ακριβή τοπογραφικά δεδομένα καθώς και η ποσοτική περιγραφή της διείσδυσης του νερού στο έδαφος, δηλαδή του συντελεστή κατείσδυσης.

Η χρησιμότητα αυτής της δυνατότητας έγκειται στο ότι μπορούν να εξαχθούν ποσοτικά στοιχεία της επιφανειακής απορροής, εύκολα και γρήγορα, εφόσον τα δεδομένα είναι ακριβή και έχουν αποτυπωθεί με σωστό τρόπο. Έχοντας αυτό το μοντέλο του υδρογραφικού συστήματος βρίσκουμε γρήγορα το αριθμό και έκταση των λεκανών απορροής, την έκταση που αποσταγγίζεται σε κάθε μέρος του ποταμού αλλά και σε κάθε σημείο της λεκάνης, ο αριθμός και η τάξη των κλάδων κατά Shreve (1967) κ.ά.



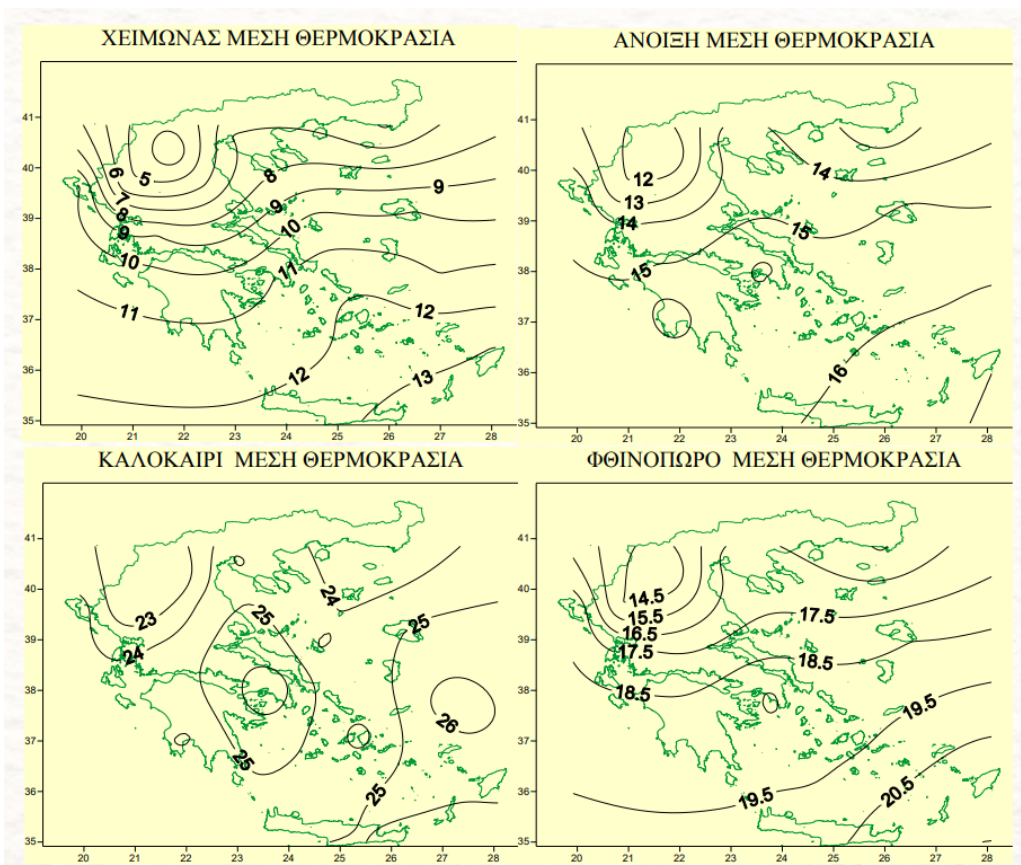
**Εικόνα 4.9:** Συσσώρευση ροής για τον νομό Γρεβενών, από το λογισμικό QGIS, με βάση τοπογραφικά δεδομένα EU-DEM. Η τιμή του κάθε εικονοστοιχείου αναπαριστά την έκταση της περιοχής, της οποίας το επιφανειακό νερό, καταλήγει στο εικονοστοιχείο αυτό. Στη συγκεκριμένη εικόνα έχει εισέλθει σφάλμα γιατί δεν συμπεριλαμβάνει τους ποταμούς και ρέματα που αν και αρχίζουν εντός του νομού, πιθανώς να ενώνονται μεταξύ τους ή με τον τελικό ποταμό εκτός του νομού. Έτσι αν η ροή αυτών των ρεμάτων καταλήγει στον κύριο ποταμό (Αλιάκμονα), το λογισμικό δεν το έχει λάβει υπόψιν, αν ενώνονται έξω από την περιοχή του νομού. Επίσης δεν έχουν εισαχθεί δεδομένα του ποσοστού κατεΐσδυσης ανά περιοχή, που εισάγουν επιπλέον σφάλμα.

## 5) Κλίμα – Υδρομετεωρολογία

### 5.1 Κλιματικά δεδομένα

Η ευρύτερη περιοχή της δυτικής Μακεδονίας χαρακτηρίζεται από το έντονα ψυχρό κλίμα που επικρατεί κατά τους χειμερινούς μήνες. Μεγάλο πλήθος των χαμηλότερων καταγεγραμμένων θερμοκρασιών, έχει προέλθει από περιοχές της περιφέρειας, ιδιαίτερα από την περιοχή της Φλώρινας. Γενικά, αυτό θεωρείται ως αποτέλεσμα “εισβολής” ψυχρών ανέμων από τα βόρεια -δηλαδή από τα Βαλκάνια-, σε συνδυασμό με το γενικά υψηλό υψόμετρο της περιοχής, που γενικά συνδέεται με μειωμένες θερμοκρασίες.

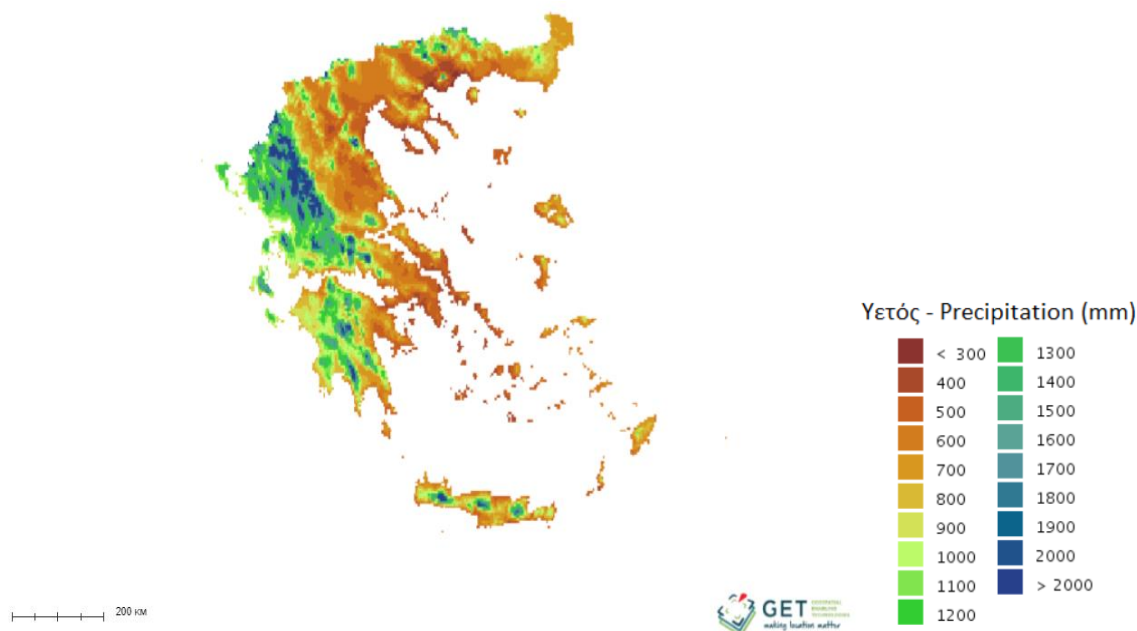
Έτσι το κλίμα της περιοχής, περιγράφεται από πολλούς, είτε ως ένα είδος ηπειρωτικού κλίματος, είτε ως ένας μεταβατικός τύπος, από το Μεσογειακό κλίμα που επικρατεί στην νότια και νησιωτική Ελλάδα, σε ένα πιο ξεκάθαρο ηπειρωτικό κλίμα της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης.



**Εικόνα 5.1:** Κατανομή της μέσης θερμοκρασίας στον Ελλαδικό χώρο, ανά εποχή, για την περίοδο 1958 – 2000. (πηγή: σημειώσεις Γενικής Κλιματολογίας – Κλίμα Μεσογείου και Ελλάδος – Τολίκα και Αναγνωστοπούλου, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ).

Παρατηρώντας την κατανομή του νετού στην Ελλάδα, μπορούμε να την χωρίσουμε σε δύο μεγάλες περιοχές. Πρώτη, η περιοχή ανατολικά της Πίνδου, στην οποία επικρατεί ένα σχετικά ξηρό κλίμα, με ετήσια βροχόπτωση  $< 700$  mm. Αυτό είναι αναμενόμενο σε μία Μεσογειακή περιοχή που χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και ξηρά καλοκαίρια.

Στα δυτικά όμως της Πίνδου, παρατηρούνται μεγάλες τιμές ετήσιας βροχόπτωσης, που μπορεί να ξεπερνούν και τα 2000 mm. Η αυξημένες αυτές τιμές αποδίδονται κυρίως, στις υφέσεις (ή βαρομετρικά χαμηλά) της Μεσογείου, οι οποίες έχουν γενικά κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Οι υφέσεις αυτές, όταν φτάνουν στον Ελληνικό χώρο, αφήνουν μία μεγάλη ποσότητα νετού στην δυτική Ελλάδα και συνήθως δεν καταφέρνουν να περάσουν στα ανατολικά της οροσειράς της Πίνδου.

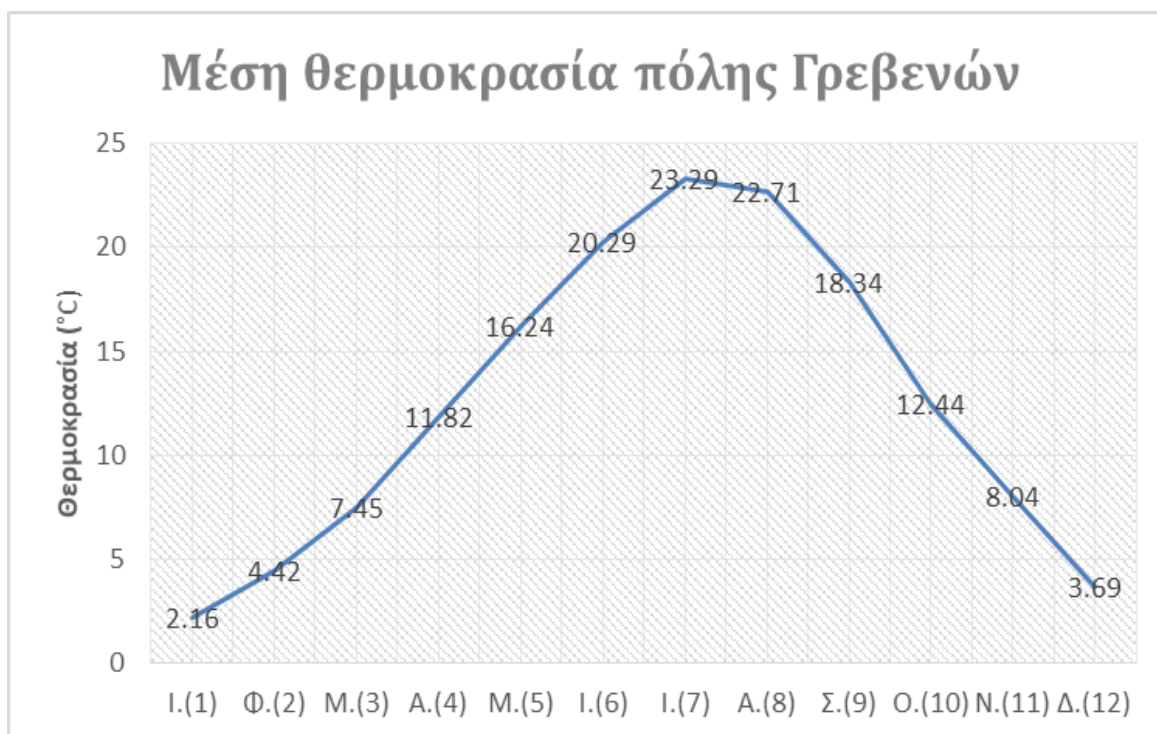


**Εικόνα 5.2:** Κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης, την περίοδο 1971-2000 (πηγή Κλιματικός Άτλαντας της Ελλάδας – Ε.Μ.Υ. (climatlas.hnms.gr)).

Εστιάζοντας στην περιοχή των Γρεβενών, συλλέγοντας τα διαθέσιμα δεδομένα, μπορούμε να ερευνήσουμε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια, το κλιματικό καθεστώς της περιοχής. Συγκεκριμένα, από τον σταθμό των Γρεβενών, που βρίσκεται υπό την ιδιοκτησία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, παρατηρούμε ότι η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου είναι γενικά δυτική (δηλαδή ο άνεμος έρχεται από τα δυτικά ) και συγχρόνως παίρνουμε τα εξής αναλυτικά δεδομένα θερμοκρασίας και νετού, για την περίοδο Ιανουαρίου 2009 – Ιούλιο 2023:

**Πίνακας και διάγραμμα 5.1:** Η κατανομή της θερμοκρασίας ανά μήνα για την περίοδο Ιανουαρίου 2009 – Ιούλιο 2023, από σταθμό κοντά στην πόλη των Γρεβενών και υψόμετρο 510 m.

|               | Μέση θερμοκρασία |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        | Yearly average |
|---------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|----------------|
|               | Ι.(1)            | Φ.(2) | Μ.(3) | Α.(4) | Μ.(5) | Ι.(6) | Ι.(7) | Α.(8) | Σ.(9) | Ο.(10) | Ν.(11) | Δ.(12) |                |
| 2009          | 3.2              | 2.9   | 6.3   | 11.5  | 17    | 19.6  | 23    | 21.6  | 17.7  | 12.5   | 7.3    | 6.9    | 12.46          |
| 2010          | 3.6              | 4     | 7.3   | 12.1  | 16.3  | 19.7  | 22    | 23.9  | 17.7  | 11.7   | 10     | 4.4    | 12.73          |
| 2011          | 2.6              | 4.1   | 6.7   | 10.8  |       | 19.6  | 22.9  | 22.4  | 19.3  | 10     | 3.8    | 2.4    | 11.33          |
| 2012          | -1.2             | 1.2   | 7.5   | 11.8  | 15.6  | 21.3  | 25.3  | 23.3  | 18.9  | 13.9   | 8.8    | 2.2    | 12.38          |
| 2013          | 2.7              | 4.9   | 7.9   | 13.1  | 17.3  | 20.3  | 22    | 22.6  | 18.4  | 12.3   | 8.6    | 1.1    | 12.60          |
| 2014          | 4.1              | 6.1   | 8.2   | 11.5  | 14.8  | 19.6  | 22.6  | 23.1  | 17.3  | 12.3   | 8.1    | 4.5    | 12.68          |
| 2015          | 2.2              | 3     | 6.3   | 11    | 17.3  | 19.1  | 23.8  | 22.2  | 19.8  | 13.5   | 8.1    | 1.5    | 12.32          |
| 2016          | 3                | 8     | 7.9   | 14    | 15    | 20.8  | 23.6  | 22.2  | 17.1  | 12.7   | 6.9    | 0.1    | 12.61          |
| 2017          | -1.4             | 5.1   | 9.3   | 11.1  | 16    | 21.3  | 23.6  | 22.8  | 17.9  | 11.3   | 7.4    | 4.1    | 12.38          |
| 2018          | 3.4              | 5.3   | 9     | 14.7  | 17.5  | 19.8  | 22.7  | 21.3  | 17.6  | 13.1   | 7.9    | 1.8    | 12.84          |
| 2019          | -1               | 4.6   | 8.7   | 11.5  | 14.7  | 21.1  | 22.9  | 23.5  | 19.5  | 14     | 10.7   | 4.7    | 12.91          |
| 2020          | 1.2              | 5.3   | 8.2   | 10.8  | 16.5  | 19.6  | 22.9  | 22.7  | 19.4  | 13.3   | 6.6    | 7.2    | 12.81          |
| 2021          | 4.6              | 4.3   | 6     | 11    | 17.7  | 20.8  | 24.4  | 24.1  | 18    | 11     | 9.2    | 4      | 12.93          |
| 2022          | 1.3              | 4.1   | 3.9   | 11.7  | 17.2  | 22    | 22.9  | 22.2  | 18.2  | 12.6   | 9.1    | 6.8    | 12.67          |
| 2023          | 4.1              | 3.4   | 8.6   | 10.7  | 14.5  | 19.7  | 24.7  |       |       |        |        |        |                |
| total average | 2.16             | 4.42  | 7.45  | 11.82 | 16.24 | 20.29 | 23.29 | 22.71 | 18.34 | 12.44  | 8.04   | 3.69   | 12.54          |



**Πίνακας και διάγραμμα 5.2:** Η κατανομή του νετού, ανά μήνα για την περίοδο Ιανουαρίου 2009 – Ιούλιο 2023, από σταθμό κοντά στην πόλη των Γρεβενών και υψόμετρο 510 m. Με πορτοκαλί αναγράφονται τα δεδομένα από τους μήνες για τους οποίους λείπουν οι καταγραφές από έναν αριθμό ημερών και με πράσινο αναγράφονται τα δεδομένα τα οποία αν και είναι ελλιπή, έχουν διορθωθεί με βάση ποιοτικά σχόλια σχετικά με την λειτουργία του σταθμού.

|               | Υετός (mm) |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        | Total  |
|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|               | I.(1)      | Φ.(2) | Μ.(3) | Α.(4) | Μ.(5) | Ι.(6) | Ι.(7) | Α.(8) | Σ.(9) | Ο.(10) | Ν.(11) | Δ.(12) |        |
| 2009          | 128        | 25.2  | 88.2  | 62    | 41.8  | 53.6  | 5.6   | 53.6  | 61    | 116.4  | 117.7  | 117.8  | 870.9  |
| 2010          | 59.8       | 152.8 | 90    | 31    | 50.8  | 34.4  | 86.4  | 0.2   | 128.8 | 146    | 104.4  | 73.2   | 957.8  |
| 2011          | 24         | 19.6  | 44.4  | 2.4   | 15.2  | 25.6  | 6.2   | 5.8   | 32.2  | 48.4   | 30.4   | 88.8   | 343    |
| 2012          | 27.2       | 100.4 | 29.4  | 88    | 82.2  | 9.2   | 1.2   | 9.4   | 70.8  | 103.4  | 90.8   | 101    | 713    |
| 2013          | 58         | 85.8  | 48.2  | 16.4  | 55.2  | 20.8  | 37.6  | 7.2   | 25.2  | 85.6   | 125    | 37     | 602    |
| 2014          | 24.2       | 37.4  | 39    | 69.4  | 14.2  | 34.2  | 27    | 4.2   | 47.6  | 80.2   | 40.6   | 99     | 517    |
| 2015          | 72.2       | 94.2  | 87    | 52.4  | 19    | 52.2  | 45.0  | 33.8  | 103.6 | 74.8   | 61.6   | 2.8    | 698.6  |
| 2016          | 92.8       | 30.4  | 85.6  | 12.6  | 99.6  | 46.2  | 2.4   | 34.2  | 295.2 | 90.6   | 86.8   | 0.8    | 877.2  |
| 2017          | 82.6       | 21.4  | 28    | 20.4  | 72.8  | 126.8 | 33.4  | 9.6   | 22.0  | 26.6   | 166.4  | 58.8   | 668.8  |
| 2018          | 18.8       | 129.6 | 75.2  | 5     | 89    | 95.2  | 72.6  | 52.4  | 16.2  | 19.6   | 127.2  | 17     | 717.8  |
| 2019          | 123.8      | 1.6   | 24.8  | 47.4  | 41.6  | 20.8  | 28.8  | 1.2   | 35.8  | 64.4   | 167.6  | 76.4   | 634.2  |
| 2020          | 2.8        | 15.2  | 29.6  | 70.8  | 17.6  | 20.2  | 71.6  | 15.8  | 53.8  | 34.8   | 4.8    | 102.6  | 439.6  |
| 2021          | 165.4      | 17.4  | 62.6  | 47    | 21.6  | 88.6  | 44.2  | 10.8  | 14.6  | 156.6  | 77.2   | 123.8  | 829.8  |
| 2022          | 22.8       | 95.6  | 70    | 32    | 15.2  | 54.8  | 52    | 51.6  | 3.6   | 37     | 87.6   | 23.8   | 546    |
| 2023          | 74.4       | 6.2   | 17.4  | 48.2  | 75    | 94.2  | 20.4  |       |       |        |        |        |        |
| Total average | 65.12      | 55.52 | 54.63 | 40.33 | 47.39 | 51.79 | 35.63 | 20.70 | 65.03 | 77.46  | 92.01  | 65.91  | 672.55 |



## 5.2 Ανάλυση των δεδομένων για την εξαγωγή χρήσιμων στοιχείων

- 1) Έχοντας τα θερμοκρασιακά και βροχομετρικά δεδομένα, μπορούμε να κατατάξουμε το κλίμα της περιοχής. Μία από τις πιο διαδεδομένες κατατάξεις είναι η κατάταξη σε κλιματικούς τύπους κατά Köppen.

Για την κατάταξη αυτή θέλουμε τα εξής δεδομένα:

Την ετήσια βροχόπτωση  $r$ . Στα Γρεβενά = 672,55 mm

Την βροχόπτωση του ξηρότερου μήνα  $r_x$ . Στα Γρεβενά = 20,7 (Αύγουστος)

Την βροχόπτωση του υγρότερου μήνα  $r_h$ . Στα Γρεβενά = 92,01 (Νοέμβριος)

Την μέση ετήσια θερμοκρασία  $T$ . Στα Γρεβενά = 12,54 °C

Την θερμοκρασία του θερμότερου μήνα  $T_h$ . Στα Γρεβενά = 23,29 °C (Ιούλιος)

Την θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα  $T_\psi$ . Στα Γρεβενά = 2,16 °C (Ιανουάριος)

Την βροχόπτωση της θερινής περιόδου  $r_\theta$  (Απρίλιος – Σεπτέμβριος). Στα Γρεβενά = 260,86 mm

Την βροχόπτωση της χειμερινής περιόδου  $r_\chi$  (Οκτώβριος – Μάρτιος). Στα Γρεβενά = 410,65 mm

\*Η ετήσια βροχόπτωση δεν αποτελεί το άθροισμα των βροχοπτώσεων της θερινής και χειμερινής περιόδου γιατί για τους μήνες Ιανουάριο – Ιούλιο, έχουν χρησιμοποιηθεί και δεδομένα του 2023 για την εξαγωγή του μέσου όρου της βροχόπτωσης για τους μήνες αυτούς, ενώ για την ετήσια βροχόπτωση έχουν χρησιμοποιηθεί δεδομένα του 2009 – 2022.

Επίσης υπολογίζουμε και το  $R_o$ , όπου:

$$\text{Αν } r_\theta > 0,7r \quad \Rightarrow \quad R_o = 20 * T + 280$$

$$\text{Αν } r_\chi > 0,7r \quad \Rightarrow \quad R_o = 20 * T$$

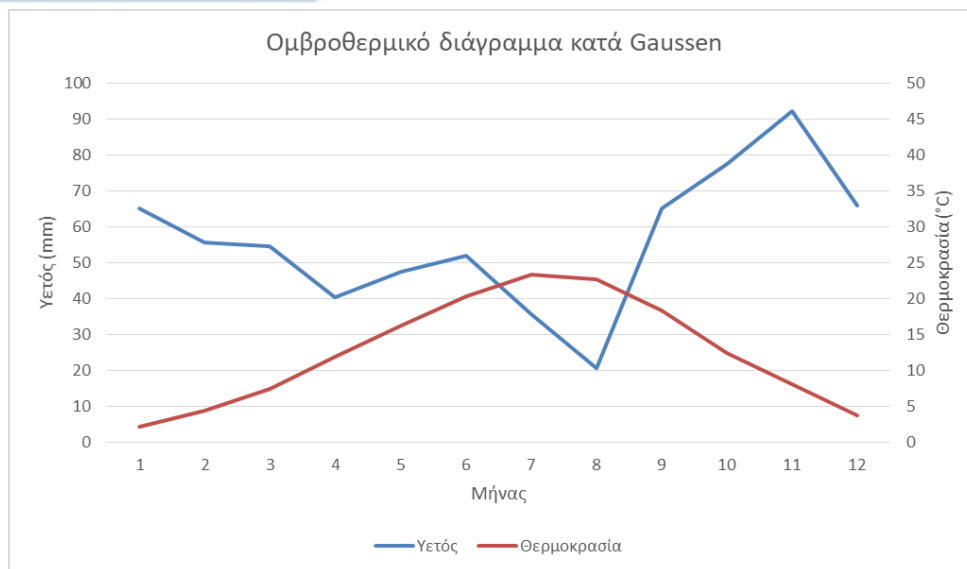
$$\text{Αν } r_\chi < 0,7r > r_\theta \quad \Rightarrow \quad R_o = 20 * T + 140$$

Σύμφωνα με τα δεδομένα μας,  $0,7r = 470,785 \text{ mm} > r_\theta$  και  $> r_\chi$ . Άρα  $R_o = 20 * T + 140 = 20 * (12,54) + 140 = 250,8 + 140 \Rightarrow R_o = \underline{390,8}$

Τώρα μπορούμε να βρούμε τον τύπο κλίματος κατά Köppen, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Έτσι για την περιοχή των Γρεβενών βρίσκουμε ότι έχει κλίμα τύπου Csa, χερσαίο μεσογειακό ξηρού και θερμού θέρους.

- Αυτό φαίνεται εύκολα σχηματικά, θέτοντας ως κατακόρυφο άξονα τις μονάδες της βροχόπτωσης σε mm, οι οποίες θα αντιστοιχούν σε έναν δευτερεύοντα κατακόρυφο άξονα που θα δείχνει τις μονάδες της θερμοκρασίας σε °C, ο οποίος θα έχει το μισό εύρος τιμών του πρώτου και το ίδιο μήκος. Έτσι για τα Γρεβενά έχουμε:



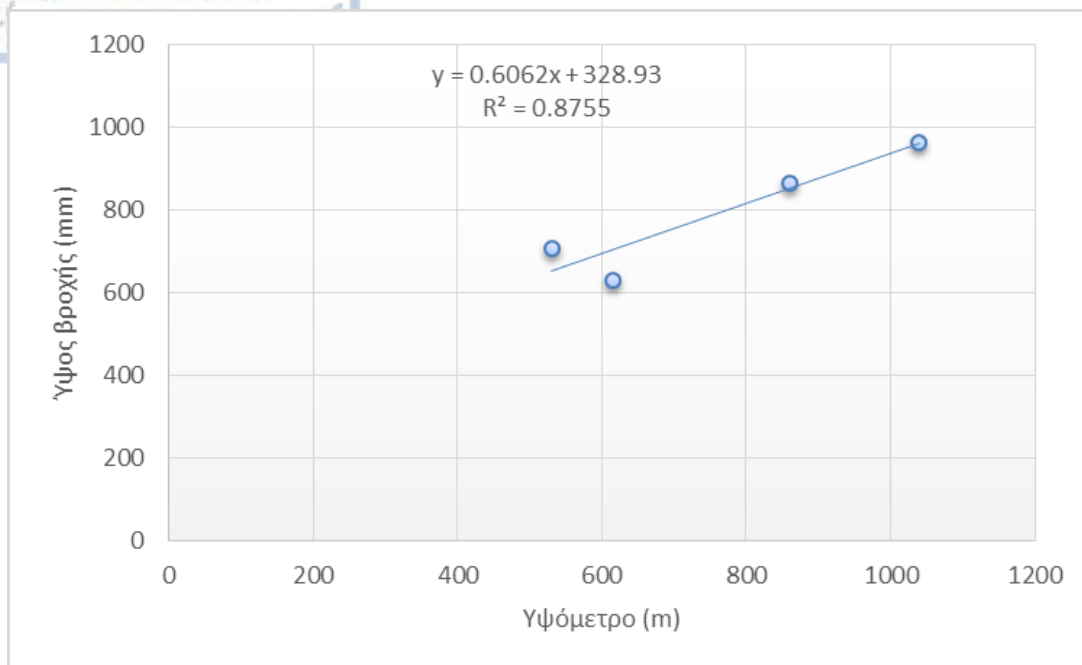
**Διάγραμμα 5.3:** Ομβροθερμικό διάγραμμα κατά Gaussen για τον σταθμό των Γρεβενών (510m) για την περίοδο Ιανουαρίου 2009 – Ιούλιο 2023.

Παρατηρούμε ότι βάσει της μεθόδου αυτής, οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος χαρακτηρίζονται ως ξηροί, ενώ όλοι οι υπόλοιποι (Σεπτέμβριος – Ιούνιος ) χαρακτηρίζονται ως υγροί.

- 3) Γενικά έχει παρατηρηθεί ότι με αύξηση του υψομέτρου, υπάρχει και μία αύξηση στην βροχύπτωση. Έτσι, έχοντας δεδομένα από την ANKO για 4 περιοχές της περιοχής των Γρεβενών για την περίοδο του 2<sup>ου</sup> μισού του προηγούμενου αιώνα, μπορούμε να εκτιμήσουμε και την συσχέτιση υψομέτρου – υετού για την λεκάνη.

**Πίνακας 5.4:** Περιγραφή των σταθμών της ANKO για την περιοχή του δήμου Γρεβενών μαζί με τις αντίστοιχες τους βροχομετρικές μετρήσεις. Όπου δεν βρέθηκε το ακριβές υψόμετρο του σταθμού, χρησιμοποιήθηκε το μέσο υψόμετρο της περιοχής στον οποίο βρίσκεται ο σταθμός. Για την εξαγωγή της μέσης ετήσιας βροχύπτωσης δεν χρησιμοποιήθηκαν έτη από τα οποία έλλειπαν δεδομένα άνω των 2 μηνών.

| Δεδομένα ANKO           |          |                        |                     |
|-------------------------|----------|------------------------|---------------------|
| Σταθμός                 | Υψόμετρο | Μέση ετήσια βροχύπτωση | Περίοδος καταγραφών |
| Γρεβενά                 | 530      | 705                    | 1956 - 1999         |
| Αγία Παρασκευή Γρεβενών | 615      | 629.39                 | 1978 - 2003         |
| Αναβρυτά                | 860      | 865.75                 | 1978 - 2003         |
| Πεντάλοφο               | 1040     | 961.36                 | 1973 - 1997         |



**Διάγραμμα 5.4:** Συσχέτιση υψόμετρου – υετού για την περιοχή του δήμου Γρεβενών, για τις περιόδους που λειτούργησαν οι σταθμοί της ANKO στην περιοχή (περίπου 1970-2000). Παρατηρούμε ότι το ύψος της βροχόπτωσης είναι περίπου ίσο με  $0,606 * \text{υψόμετρο} + 328,93$ .

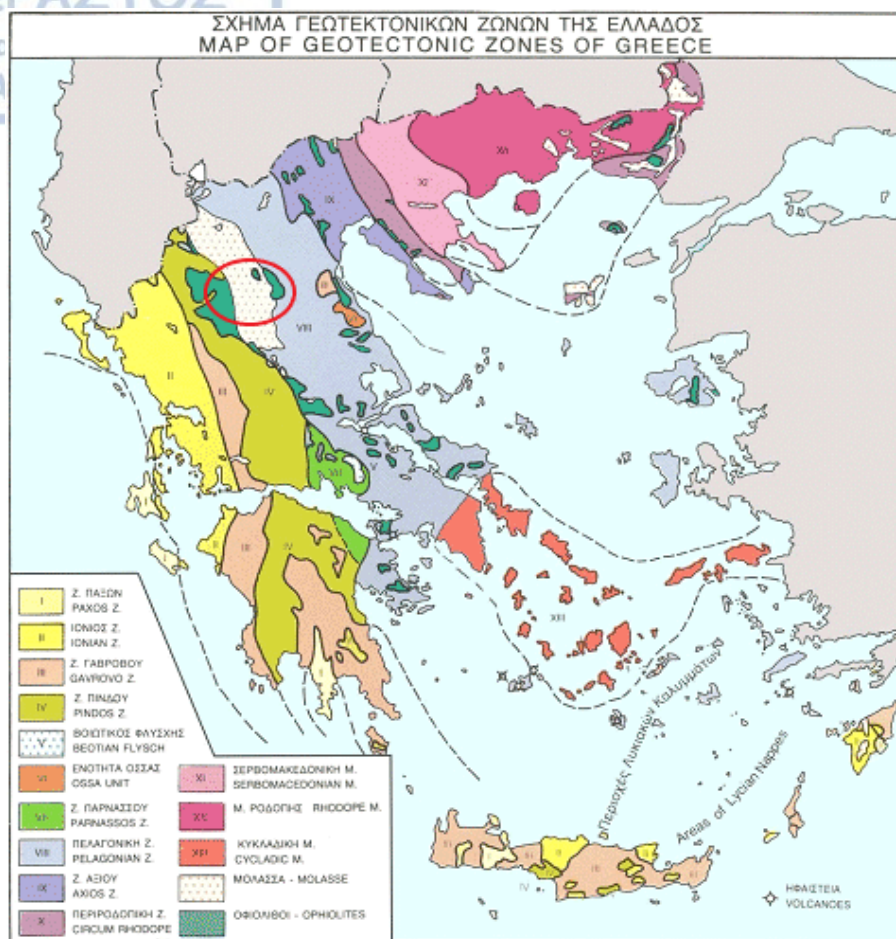
Τα Γρεβενά αποτελούν μία ιδιαίτερη περιοχή από γεωλογικής άποψης. Τα στοιχεία που απορρέουν από την μελέτη των σχηματισμών που συνθέτουν το υπέδαφος της όλης περιφερειακής ενότητας, έχουν επιτελέσει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση της σκέψης σχετικά με την γεωτεκτονική εξέλιξη των εξωτερικών ελληνίδων αλλά και της Πελαγονικής.

Μοναδικό κομμάτι της γεωλογίας της περιοχής, αποτελεί αναμφίβολα η Μεσοελληνική αύλακα. Η Μεσοελληνική αύλακα αποτελείται από διάφορα ιζηματογενή πετρώματα και έχει μήκος 300 περίπου χιλιομέτρων, εκ των οποίων τα 150 βρίσκονται στα όρια του Ελληνικού κράτους. Το πλάτος της ξεπερνά ανά σημεία τα 40 χιλιόμετρα και αποτελείται κυρίως από γεωλογικούς σχηματισμούς μολασσικού τύπου. Ως μολάσσεσ αναφέρονται τα ιζηματογενή πετρώματα αυτά τα οποία έχουν σχηματιστεί μετά τα τελευταία στάδια της ορογένεσης (σύγκρουση ηπειρωτικών φλοιών) και έτσι έχουν επηρεαστεί ελάχιστα από την τεκτονική. Η χρήση του όρου αυτού όμως δεν έχει υιοθετηθεί από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας για τους σχηματισμούς αυτούς, καθώς φαίνεται πως σε πολλά σημεία είναι συντεκτονικοί, δηλαδή η απόθεσή τους έγινε ταυτόχρονα με την δράση τεκτονικής.

### **6.1 Γεωτεκτονική εξέλιξη**

Παρατηρώντας τη συνολική γεωλογική διάρθρωση της χώρας και των κύριων γεωτεκτονικών ζωνών, σύντομα έγινε κοινά αποδεκτό ότι γενικά στην περιοχή έχει δράσει –και συνεχίζει να δρα– τεκτονική με διεύθυνση ΒΑ προς τα ΝΔ, με τις ζώνες στα ΒΑ να επωθούνται σε αυτές στα ΝΔ τους. Πολλά μοντέλα έχουν προταθεί για να περιγράψουν το σημερινό αποτέλεσμα που παρατηρείται στην Ελλάδα, τα οποία βασίζονται κυρίως στην θέση και τον τεκτονισμό των οφιολίθων. Σε πολλά από αυτά τα μοντέλα, ως κύρια ορογενετικά γεγονότα που επηρεάζουν και την περιοχή των Γρεβενών, θεωρούνται η συμπίεση και επαύξηση της Πελαγονικής ζώνης, σε παρόμοιο χρόνο με το κλείσιμο του ωκεανού του Αξιού και την τοποθέτηση των οφιολίθων του στο ανατολικό περιθώριό της ζώνης. Το άλλο σημαντικό ορογενετικό γεγονός θεωρείται η συμπίεση και λεπίωση στην περιοχή της Πίνδου και τελικά η ανύψωσή της καθώς και η επώθηση οφιολίθων αυτήν.

Οι απόψεις δίστανται σχετικά με την προέλευση των οφιολίθων καθώς και τις διεργασίες που συνέβαλλαν και τους διαμόρφωσαν στο παρατηρούμενο σημερινό αποτέλεσμα. Διαφωνίες υπάρχουν σχετικά με τον αριθμό των ωκεάνιων χώρων, καθώς και το χρονικό πλαίσιο στο οποίο αυτοί υπήρξαν στον Ελληνικό χώρο. Το πιο αμφιλεγόμενο σημείο, αποτελεί η ύπαρξη ή όχι, ωκεάνιου χώρου στην περιοχή της Πίνδου, που συνδέεται με τους οφιολίθους που παρατηρούνται να υπέρκεινται αυτής.

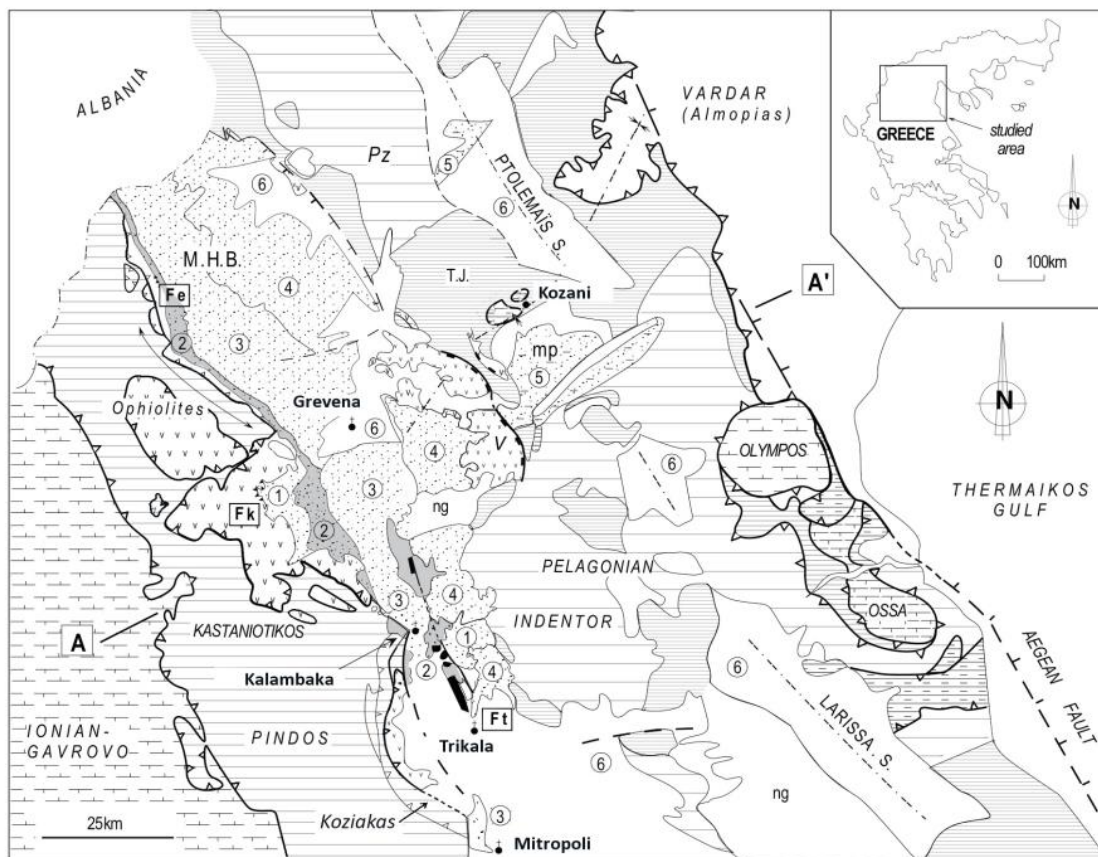


**Εικόνα 6.1:** Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας και εμφανίσεις οφιολίθων και μολασσικών σχηματισμών στην χώρα (Μουντράκης, 2010). Η περιοχή των Γρεβενών είναι κυκλωμένη με κόκκινο χρώμα.

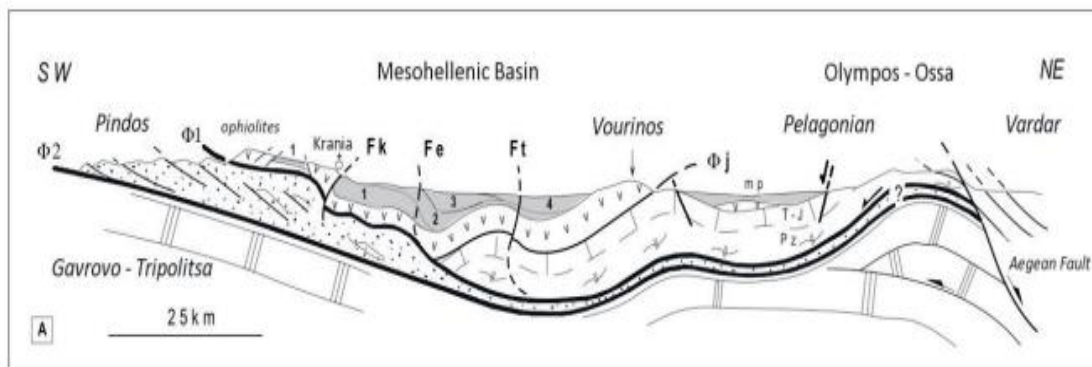
Ο σχηματισμός της Μεσοελληνικής αύλακας καθώς και η απόθεση των υλικών που συνθέτουν τα πετρώματά της, στοιχειοθετείται ότι συνδέεται άμεσα με τις τεκτονικές διεργασίες που επηρέασαν και τους δύο ορεινούς όγκους που την περιβάλλουν. Πολλά από τα προτεινόμενα μοντέλα για την γεωτεκτονική εξέλιξη που αφορούν έμμεσα ή άμεσα στην περιοχή της δυτικής Μακεδονίας συμφωνούν στα εξής:

- 1) Υπήρξε συμπίεση που οδήγησε στον σχηματισμό επωθήσεων και πτυχών με διεύθυνση άξονα ΒΔ – ΝΑ. Έτσι υπήρξε επαύξηση της Πελαγονικής ζώνης. Αποτυπώματα αυτής της τεκτονικής παρατηρούνται στους οφιολίθους που χαρακτηρίζονται ως Α. Ιουραϊκοί και συναντώνται στο δυτικό περιθώριό της.
- 2) Η απόθεση των υλικών της Μεσοελληνικής αύλακας άρχισε πριν την ολοκλήρωση της συμπίεσης της Πελαγονικής με την ανάπτυξη του σχηματισμού της Κρανιάς, που θεωρείται Μ. – Α. Ηωκαίνου.

- 3) Η συμπίεση προχώρησε προς τα δυτικά, προς την περιοχή της Πίνδου, που οδήγησε στην έντονη πτύχωση και λεπίωσή της. Στα αρχικά στάδια αυτού του τεκτονισμού θεωρείται πως σχηματίστηκε και η αρχική λεκάνη που φιλοξένησε τον σχηματισμό της Κρανιάς. Η συμπίεση στην περιοχή συνέχισε και επηρέασε τον σχηματισμό, ενώ η Πίνδος σταδιακά ανυψώθηκε.
- 4) Ο χώρος της δυτικής Μακεδονίας – Μεσοελληνικής αύλακας έπαυσε να επηρεάζεται από τις έντονες συμπιεστικές δυνάμεις που παρατηρούνται κατά την ορογένεση. Η Πελαγονική και η Πίνδος τροφοδοτεί με υλικά την λεκάνη που οδηγεί στην διαμόρφωση των υπόλοιπων σχηματισμών της αύλακας.
- 5) Οι υπερκείμενοι σχηματισμοί της αύλακας, εντοπίζονται προς τα βόρειο-ανατολικά. Αυτό αποδίδεται σε μετατόπιση του χώρου ιζηματογένεσης που πιθανώς να έχει τεκτονικά αίτια, ενώ δεν αποκλείεται η επίδραση αλλαγών στην στάθμη της θάλασσας.



**Εικόνα 6.2:** Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής. Με τα νούμερα 1-4 σημειώνονται οι κύριες ενότητες της Μεσοελληνικής αύλακας, με το νούμερο 5 ιζήματα της λεκάνης της Πτολεμαϊδος και με το νούμερο 6 τα ιζήματα που χαρακτηρίζονται ως Τεταρτογενή. Με F αναφέρονται ρήγματα τα οποία είναι flexure – fold, δηλαδή ρήγματα τα οποία υπάρχουν σε ένα μέρος μιας πτυχής και θεωρείται πως συνδέονται γενετικά με τον σχηματισμό αυτής (πηγή: Jacky Ferrière et al., 2013. « Evolution of the Mesohellenic Basin (Greece): a synthesis »).



**Εικόνα 6.3:** Γενική εικόνα της σημερινής διαμόρφωσης της Μεσοελληνικής αύλακας, καθώς και των σχηματισμών που θεωρούνται ότι αποτελούν το υπόβαθρό της. Με Φ1 και Φ2 σημειώνονται οι κύριες επωθήσεις που χαρακτηρίζονται ως Τριτογενείς, ενώ η Φj θεωρείται ως η ζώνη επώθησης των οφιολίθων (πηγή: Jacky Ferrière et al. 2013, « Evolution of the Mesohellenic Basin (Greece): a synthesis »).

## 6.2 Περιγραφή των σχηματισμών

Εντός των ορίων της Περιφερειακής ενότητας, συναντώνται οι περισσότεροι σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης, ο φλύσχης της ζώνης Πίνδου, οι σχηματισμοί της Μεσοελληνικής αύλακας και γενικά νεώτεροι σχηματισμοί και ιζήματα με μικρό βαθμό τεκτονισμού.



**Εικόνα 6.4:** Συνοπτική λιθοστρωματογραφική στήλη της λεκάνης των Γρεβενών.

Οι σχηματισμοί της Πελαγονικής που βρίσκονται στον νομό είναι οι εξής:

- 1) Κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο: αναφέρεται και ως παλαιοζωικό υπόβαθρο και αποτελείται από πολλά είδη πετρωμάτων τα οποία δείχνουν συνθήκες μεταμόρφωσης σχετικά μεγάλων πιέσεων και θερμοκρασιών που αντιστοιχούν σε αυτές της πρασινοσχιστολιθικής φάσης μέχρι και συνθήκες της ανώτερης αμφιβολιτικής φάσης.  
Ο σχηματισμός αποτελείται από πολλά διαφορετικά πετρώματα όπως οφθαλμοειδείς βιοτιτικούς γνευσίους, ταινιωτούς γνευσίους, μοσχοβιτικούς γνευσίους, αμφιβολίτες και αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι καθώς και μαρμαρυγικοί, γρανατούχοι και επιδοτικοί σχιστόλιθοι κ.ά.  
Συναντάται κυρίως στο ανατολικό τμήμα του σημερινού δήμου Δεσκάτης, κοντά στα όρια του νομού με την Θεσσαλία.
- 2) Μετακλαστικές ακολουθίες: ιζηματογενές στρώμα πάχους περίπου 200 m. Αποτελείται από ενστρώσεις κλαστικών καθώς και ηφαιστειακών υλικών, όπως λάβες και τόφφοι βασικού και όξινου χημισμού. Ο σχηματισμός αυτός θεωρείται Περμοτριασσικός και ότι είναι ενδεικτικός μίας ηπειρωτικής διάρρηξης.  
Πετρογραφικά συνίσταται από φυλλίτες, μετααρκόζες, μεταπηλίτες, μετακροκαλοπαγή, σχιστόλιθους, μεταρύολιθους και μετατόφους και γενικά πετρώματα που δείχνουν μία μεταμόρφωση χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής φάσης.  
Οι εμφανίσεις του είναι περιορισμένες και σχεδόν πάντα βρίσκεται σε επαφή με το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο. Βρίσκεται σε ορισμένες θέσεις δυτικά και νοτιοδυτικά της πόλης της Δεσκάτης.
- 3) Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι: ο σχηματισμός αυτός έχει ονομαστεί και Μεσοζωικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής και χαρακτηρίζεται ως Τριασσικός - Ιουρασικός. Θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει την νηριτική ιζηματογένεση ενός υποθαλάσσιου υβώματος ή μίας ηπειρωτικής πλατφόρμας, σύμφωνα με νεότερες απόψεις και γενικά παρατηρούνται στοιχεία χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης καθ' όλη την έκτασή του.  
Μετά από έρευνες του Μουντράκη (1983,1984) ο σχηματισμός έχει διαχωριστεί σε ένα ανατολικό και ένα δυτικό κομμάτι. Το ανατολικό θεωρείται ότι είναι παρα-αυτόχθονο και επωθήθηκε προς τα δυτικά. Αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, μάρμαρα, σιπολίνες και δολομίτες που δείχνουν ένα καθαρά νηριτικό περιβάλλον. Το δυτικό μέρος συνίσταται από νηριτικές ιζηματολογικές φάσεις, οι οποίες σταδιακά αλλάζουν σε ημιπελαγικές – πελαγικές. Πετρογραφικά συγκροτείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους που εμφανίζονται ως λευκοί ή τεφροί ή μαύροι, πλακώδεις, λεπτοστρωματώδεις ή άστρωτοι με περιορισμένο αριθμό πηλινικών εντρώσεων να παρεμβάλλονται.

Εντοπίζονται στον δήμο Δεσκάτης, συχνά σε επαφή με πετρώματα της μετακλαστικής ακολουθίας.

- 4) Οφιόλιθοι και σχιστοκερατολιθική διάπλαση: ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από βασικά και υπερβασικά πυριγενή πετρώματα όπως δουνίτες, χαρτζβουργίτες, πυροξενίτες, περιδοτίτες, γάββρους, διαβάσες, βασάλτες και pillow λάβες και τα ιζήματα βαθειάς θάλασσας, όπως οι ραδιολαρίτες. Χαρακτηρίζεται ως Ιουρασικός και μεγάλες εμφανίσεις του βρίσκονται στα ΒΑ και ΝΔ των Γρεβενών, στους ορεινούς όγκους του Βούρινου και της Πίνδου αντίστοιχα. Στην περιοχή της Πίνδου, στη βάση του καλύμματος υπάρχει και οφιολιθικό λατυποπαγές σημαντικού πάχους. Επίσης σε πολλά σημεία στη βάση του σχηματισμού υπάρχουν "σφηνωμένα" μεγάλα κομμάτια ασβεστολίθων και ραδιολαριτών και το τελικό αποτέλεσμα αναφέρεται ως τεκτονικό melange.
- 5) Ασβεστόλιθοι με ρουδιστές: ο σχηματισμός αυτός είναι σπάνιος για την περιοχή, όμως υπάρχουν εμφανίσεις του στα βόρεια της πόλης των Γρεβενών. Βρίσκεται σε επαφή με οφιολίθους και θεωρείται άνω Κρητιδικός. Συνίσταται από νηριτικούς και μαργαϊκούς ή τουρβιδιτικούς ασβεστολίθους.

Από την ζώνη Ωλονού-Πίνδου, μέσα στην περιφερειακή ενότητα των Γρεβενών, βρίσκεται ο φλύσχης :

Φλύσχης Πίνδου: κυριαρχούν μαργαϊκά και ψαμμιτικά υλικά σε εναλλαγές, ενώ σπανιότερα εντοπίζονται και στρώσεις ασβεστολίθων και κροκαλοπαγών. Παρουσιάζεται γενικά έντονα πτυχωμένος και συχνά μέσα σε λέπια στο δυτικό μέρος του. Στο ανατολικό τμήμα του, τυπικά βρίσκεται σε επαφή με οφιολίθους, ασβεστολίθους της Πελαγονικής και πετρώματα της Μεσοελληνικής αύλακας. Γενικά μέσα στον φλύσχη υπάρχουν πολλές θέσεις με κορήματα και έχει χαρακτηριστεί ως σχηματισμός Μαιστριχτίου.

Σχηματισμοί της Μεσοελληνικής αύλακας:

- 1) Σχηματισμός Κρανιάς: είναι ο κατώτερος και πιο δυτικός σχηματισμός της Μεσοελληνικής αύλακας. Εμφανίζει έναν μεγάλο ρυθμό τεκτονικής καταπόνησης με χαρακτηριστικές πτυχώσεις και αναστροφές ιδιαίτερα κοντά στην επαφή με τους οφιολίθους της Πίνδου στα δυτικά. Η μορφή του αυτή οδήγησε κάποιους ερευνητές να θεωρήσουν τον σχηματισμό αυτό και ως φλύσχη. Αποτελείται από γενικά λεπτόκοκκα υλικά μεγέθους λεπτής άμμου – ιλύος, αλλά σε κάποια σημεία και από κροκάλες. Τα υλικά αυτά είναι κατά μεγάλο βαθμό οφιολιθικά, ασβεστολιθικά αλλά και ηφαιστειακά υλικά. Χαρακτηρίζεται ως ένας άνω Ηωκαινικός σχηματισμός και το πάχος του γενικά μειώνεται προς τα ανατολικά, με το μέγιστο πάχος του να είναι στα 1.300 περίπου μέτρα.

Η κύρια εμφάνισή του είναι στα νότια – νότια νοτιοδυτικά της Περιφερειακής ενότητας Γρεβενών.

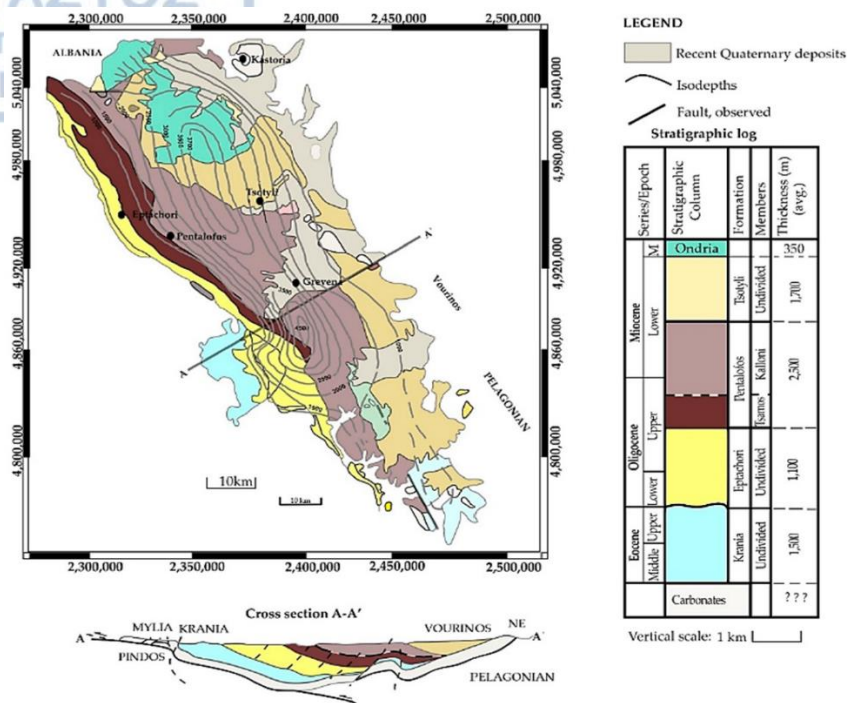
- 2) Σχηματισμός Επταχωρίου: υπέρκειται του σχηματισμού της Κρανιάς και είναι λιγότερο τεκτονισμένος από αυτόν. Η βάση του συνίσταται κατά μεγάλο μέρος από κροκαλοπαγή με κυρίως οφιολιθικές κροκάλες προς τα δυτικά και γνευσιακές στα ανατολικά ενώ σε κάποιες περιοχές εντοπίζονται και ασβεστόλιθοι στα κατώτερα στρώματα. Ο υπόλοιπος σχηματισμός αποτελείται από ψαμμίτες και αργιλικούς σχίστες που ερμηνεύονται ως τουρβιδίτες καθώς και από μάργες. Θεωρείται Ολιγοκαινικός και μέσα σε αυτόν εντοπίζονται και λιγνιτικά στρώματα. Γενικά εκτείνεται στο δυτικό περιθώριο της Μεσοελληνικής αύλακας, όμως συναντάται και προς το κέντρο της, στην περιοχή της Καλαμπάκας.
- 3) Σχηματισμός Πενταλόφου: αποτελείται από φάσεις που παρουσιάζουν έντονες πλευρικές και κατακόρυφες αλλαγές. Τον σχηματισμό συνθέτουν κροκαλοπαγή, με καλά στρογγυλεμένες κροκάλες, ψαμμίτες, ιλυόλιθοι και μάργες. Το κλαστικό υλικό αυτών είναι κυρίως γνευσιακό ή από μάρμαρο και λιγότερο συχνά οφιολιθικό. Στη βάση κυριαρχούν τα κροκαλοπαγή και βάσει της μορφής και αλληλουχίας των στρωμάτων σε αυτήν, έχει θεωρηθεί ότι αντιστοιχεί σε αποθέσεις δέλτα τύπου Gilbert.  
Διάσημη είναι η εμφάνιση του Πενταλόφου ως οι βράχοι των Μετεώρων, όμως καλύπτει και μεγάλη έκταση του νομού Γρεβενών. Το πάχος του εκτιμάται ότι φτάνει μέχρι και τα 4.000 μέτρα στο νομό Καστοριάς. Από κάποιους ερευνητές κατατάχθηκε ως σχηματισμός άνω Ολιγοκαίνου ενώ από κάποιους άλλους ως κάτω Μειοκαίνου.
- 4) Σχηματισμός Τσοτυλίου: είναι τοποθετημένος πάνω στον σχηματισμό Πενταλόφου και έχει χαρακτηριστεί ως κάτω Μειοκαινικός. Στο μεγαλύτερο μέρος του κυριαρχούν μάργες ενώ σε μικρότερο ποσοστό συμμετέχουν και τα κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και ιλυόλιθοι που νεώτερες απόψεις ερμηνεύουν ως τουρβιδίτες και δελταϊκές αποθέσεις. Οι κλάστες που συνθέτουν τα πετρώματα αυτά είναι κυρίως οφιολιθικοί στα βόρεια μέρη του σχηματισμού και γνευσιακοί ή από μάρμαρο στα νότια μέρη. Εντοπίζεται στο βόρειο τμήμα του νομού Γρεβενών, στο νοτιοδυτικό τμήμα του δήμου Δεσκάτης καθώς και στα ανατολικά της πόλης των Γρεβενών και βόρεια της τεχνητής λίμνης του Ιλαρίωνα. Το πάχος μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή, με το μέγιστο να εκτιμάται στα 2.200 περίπου μέτρα.
- 5) Σχηματισμός Όντρια: ο σχηματισμός αυτός συναντάται στο νότιο Βούρινο, αλλά η κύριά του εμφάνιση βρίσκεται πιο βόρεια, στην περιοχή του Άργους Ορεστικού. Αποτελείται κυρίως από μάργες και ασβεστόλιθους με *Ostrea*, *Lithothamnium* και άλλα απολιθώματα που είναι ενδεικτικά ρηχής



ιζηματογένεσης. Τα στρώματά του εντοπίζονται συνήθως σε οριζόντια θέση και το πάχος του είναι περίπου 50 μέτρα. Θεωρείται ότι είναι ένας μέσο – άνω Μειοκαινικός σχηματισμός και είναι ο ανώτερος σχηματισμός της Μεσοελληνικής αύλακας.

#### **Ανώτεροι σχηματισμοί:**

- 1) Σχηματισμός Κιβωτού: είναι τοποθετημένος πάνω στις σειρές Πενταλόφου και Τσοτυλίου προς τα νοτιοδυτικά και πάνω στους σε σχηματισμούς της Πελαγονικής στα βορειοανατολικά. Περιέχει πολύμεικτα κροκαλοπαγή, χαλαρούς ψαμμίτες, άμμους και αργίλους σε μορφή αναβαθμίδων, ενδεικτικά ποταμολιμναίου περιβάλλοντος απόθεσης. Ο σχηματισμός αυτός χαρακτηρίζεται ως Πλειοκαίνου – Πλειστοκαίνου και καλύπτει ένα μεγάλος μέρος της περιοχής του δήμου Γρεβενών. Το πάχος του υπολογίζεται ότι είναι της τάξης των 100 μέτρων.
- 2) Παλαιές χερσαίες αναβαθμίδες, συνεκτικοί ή μη κώνοι κορημάτων, αλλουβιακές αποθέσεις που αποτελούνται από κροκάλες, λατύπες, άμμους, ιλύες και αργίλους. Χαρακτηρίζονται ως Τεταρτογενείς σχηματισμοί και υπέρκεινται των άλλων.
- 3) Εδάφη – ιζήματα με χημική σύσταση ανάλογη των πετρωμάτων της περιοχής. Οι κύριοι τύποι αυτών είναι τα ασβεστολιθικά, τα βασικών πυριγενών (συνήθως αργιλώδη – αργιλοπηλώδη ), τα μεταμορφωσιγενή – γνευσίων και σχιστολίθων και τέλος αυτά που προέρχονται από την αποσάθρωση – διάβρωση πετρωμάτων της Μεσοελληνικής αύλακας.



**Εικόνα 6.5:** Γεωλογικός χάρτης της Μεσοελληνικής αύλακας στον χώρο της δυτικής Μακεδονίας και της βορειοδυτικής Θεσσαλίας. Συμπεριλαμβάνονται και οι ισοβαθείς καμπύλες που περιγράφουν την μορφή της βάσης της, όπως έχουν εκτιμηθεί από την ερμηνεία σεισμικών δεδομένων (Κοντόπουλος κ.ά., 1999) και παρατηρήσεων από την ύπαιθρο (πηγή: Koukouzas et al., 2021).

## 7) Γεωτεχνικά – Υδρολιθολογικά στοιχεία

Τα πετρώματα που υπάρχουν στην περιοχή του δήμου Γρεβενών, βάσει των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών τους, χωρίζονται σε 6 κυρίως κατηγορίες:

- 1) Οφιόλιθοι Πελαγονικής – Πίνδου
- 2) Ασβεστόλιθοι Πελαγονικής
- 3) Φλύσχης Πίνδου
- 4) Σχηματισμοί Μεσοελληνικής αύλακας
- 5) Σχηματισμός Κιβωτού
- 6) Χαλαρές αποθέσεις

Αυτά τα πετρώματα μετά διαχωρίζονται σε υποενότητες ανάλογα με την καταπόνησή που έχουν υποστεί, τον βαθμό αποσάθρωσης και την κοκκομετρία τους.

### Γεωτεχνικά χαρακτηριστικά:

- 1) Οφιόλιθοι: γενικά αποτελούν έναν συνεκτικό σχηματισμό που συχνά εμφανίζεται έντονα καταπονημένος. Τυπικά ο βαθμός αποσάθρωσης τους αυξάνεται κοντά στην επιφάνεια, όπου και παρατηρούνται έντονα εξαλλοιωμένοι, καλυμμένοι από μανδύα αποσάθρωσης. Μία ιδιαιτερότητα που παρουσιάζουν, είναι ότι μέσα σε αυτούς μπορεί να υπάρχουν και λείες επιφάνειες, με γενικά ακανόνιστη κατανομή εντός της βραχώμαζας, που μπορούν να αποτελέσουν και δυνητική επιφάνεια ολίσθησης. Επίσης, πολλές φορές, εμφανίζονται και χαρακτηριστικές ρωγμές και διακλάσεις σε αυτούς, με αποτέλεσμα την μείωση της αντοχής.

Ως προς την υδροπερατότητα οι οφιόλιθοι συνήθως βρίσκονται να είναι αδιαπέρατοι, με περιοχές υψηλότερης περατότητας σε ρωγματοωμένες ή και κατακερματισμένες ζώνες. Μπορεί μέσα σε αυτούς να συναντώνται ελεύθεροι υδροφορείς μέσα στο έντονα αποσαθρωμένο τμήμα τους, σε μικρά σχετικά βάθη.

- 2) Ασβεστόλιθοι: ως άρρηκτος βράχος παρουσιάζει μεγάλες αντοχές, όμως σε επίπεδο βραχώμαζας η αντοχή μπορεί να μειωθεί λόγω της εναλλαγής στρωμάτων, με κλαστικά – λεπτόκοκκα υλικά, λόγω της ύπαρξης πολλών συστημάτων διακλάσεων, πληρωμένων με αργίλικα υλικά καθώς και με την χαλάρωση των επιφανειακών στρωμάτων. Κύριο χαρακτηριστικό των ασβεστολίθων αποτελεί το φαινόμενο της καρστικοποίησης και των ιδιαίτερων δομών που σχηματίζονται από την διάλυση του υλικού του πετρώματος από το νερό της βροχής. Άλλες ζώνες με μικρές αντοχές μπορούν να εμφανιστούν τοπικά σε περιοχές που ο σχηματισμός είναι έντονα κερματισμένος και καταπονημένος καθώς και στα επιφανειακά αποσαθρωμένα στρώματα.

Η περατότητα των ασβεστολίθων τυπικά είναι δευτερογενής, προέρχεται δηλαδή από διεργασίες που εξαλλοίωσαν το πέτρωμα μετά την δημιουργία του. Γενικά παρουσιάζουν μέτρια έως υψηλή περατότητα, με το νερό να διέρχεται και να αποθηκεύεται σε αυτούς, κυρίως στις καρστικές δομές και έγκοιλα καθώς και σε

κερματισμένες ζώνες (π.χ. σε ζώνες ρήγματος ). Η περατότητά τους μπορεί να μειωθεί όταν μέσα στον σχηματισμό υπάρχουν πολλές εναλλαγές με άλλα ιζηματογενή στρώματα ή και όταν καρστικές και άλλες δομές που επιτρέπουν την κυκλοφορία του νερού, έχουν πληρωθεί με αργιλικό υλικό.

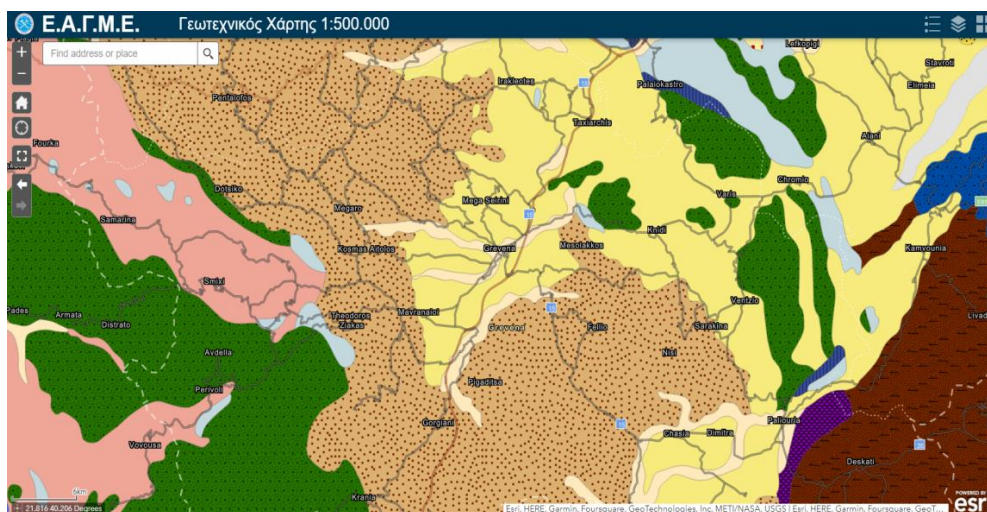
- 3) Φλύσσης Πίνδου: ετερογενής σχηματισμός αποτελούμενος από στρώσεις με ποικίλη κοκκομετρία, σε εναλλαγές. Κυριαρχούν οι ιλυόλιθοι και οι ψαμμίτες, ενώ λιγότερο συχνά εντοπίζονται στρώσεις κροκαλοπαγών και πιο σπάνια ασβεστόλιθοι. Το πάχος των στρωμάτων συνήθως είναι της τάξης των 3-10 cm, κάνοντάς τους λεπτοστρωματώδεις, όμως πολλές φορές εντοπίζονται και ψαμμιτικές ενστρώσεις των 50-100 cm μέσα στον σχηματισμό. Γενικά σε αυτόν εντοπίζονται διάφορες τεκτονικές δομές (πτυχώσεις, αναστροφές, διαρρήξεις ) καθώς και αρκετά συστήματα ασυνεχειών. Η αντοχή του είναι γενικά μικρή λόγω των ιλυολίθων και του έντονου κερματισμού. Επιφανειακά παρουσιάζει αποσάθρωση μέτριου με υψηλού βαθμού και συχνά σχηματίζεται και μανδύας αποσάθρωσης.  
Ο σχηματισμός γενικά είναι αδιαπέρατος άλλα μπορεί να εμφανίζονται περιορισμένες υδροφορίες στις πιο αδρόκοκκες στρώσεις ψαμμιτών και κροκαλοπαγών.
- 4) Σχηματισμοί Μεσοελληνικής αύλακας: συγκροτούνται από πολλών ειδών ιζηματογενών στρώσεων όπως ψαμμίτες, αργίλους, ιλυόλιθους, μάργες, κροκαλοπαγή, ενώ σπανιότερα και από ασβεστόλιθους. Γενικά δεν παρατηρούνται μέσα σε αυτούς ιδιαίτερες τεκτονικές δομές, εκτός από το δυτικό όριο στο οποίο εντοπίζονται πτυχώσεις και αναστροφές στον σχηματισμό Κρανιάς. Υπάρχουν και περιοχές ρηγμάτων που έχουν όμως επιρροή μόνο στο άμεσο περιβάλλον τους. Χαρακτηριστικά είναι τα κροκαλοπαγή που έχουν μεγάλη εξάπλωση και συχνά αποτελούνται από μεγάλες κροκάλες των 20 – 30 cm συγκολλημένες με ασβεστιτικό και ψαμμιτικό υλικό. Μία ιδιαιτερότητα των σχηματισμών αυτών είναι το φαινόμενο της σχάσης που εκδηλώνεται στα επιφανειακά στρώματά ιλυολίθων και αργίλων. Έτσι, πολλές φορές, σε μικρά βάθη εμφανίζονται ως έντονα αποσαθρωμένοι και σχιστοποιημένοι, προσεγγίζοντας έτσι τις ιδιότητες εδαφικού υλικού ενώ αντίθετα, σε μεγαλύτερα βάθη, είναι συμπαγείς και μαζώδεις. Η αντοχή είναι συνήθως ανάλογη των υλικών στην κάθε περιοχή καθώς και ο επί τόπου βαθμός αποσάθρωσης ή και η επίδραση της τεκτονικής.  
Ως προς την υδροπερατότητα, οι σχηματισμοί αυτοί έχουν συνολικά χαμηλή – μέτρια υδροπερατότητα, όμως στις αδρομερείς φάσεις μπορεί να σχηματιστούν ελεύθεροι ή υπό πίεση υδροφορείς με σχετικά περιορισμένη έκταση. Η περατότητα, πέρα από την κοκκομετρία είναι ανάλογη της παρουσίας αργιλικών υλικών αλλά και του βαθμού διαγένεσης.
- 5) Σχηματισμός Κιβωτού: περιέχει πετρώματα όμοια με αυτά που συνθέτουν και τους σχηματισμούς της Μεσοελληνικής αύλακας. Αυτό που τους διαχωρίζει είναι κυρίως η μικρή κλίση των στρωμάτων (οριζόντια – υποοριζόντια ) αλλά και η

συνεκτικότητα και ο βαθμός διαγένεσης που είναι γενικά χαμηλότερα στον σχηματισμό Κιβωτού. Αποτελείται από ψαμμίτες, αργιλοίλυες, μάργες και κροκαλοπαγή που παρουσιάζουν συνοχή και αντοχή, τυπικά ανάλογη της σύστασής τους αλλά και τον βαθμό διαγένεσης. Συχνές είναι οι απότομες αλλαγές στην φύση του υλικού κατακόρυφα αλλά και πλευρικά με αποτέλεσμα ο σχηματισμός να παρουσιάζει πολλές φορές ανισότροπη συμπεριφορά.

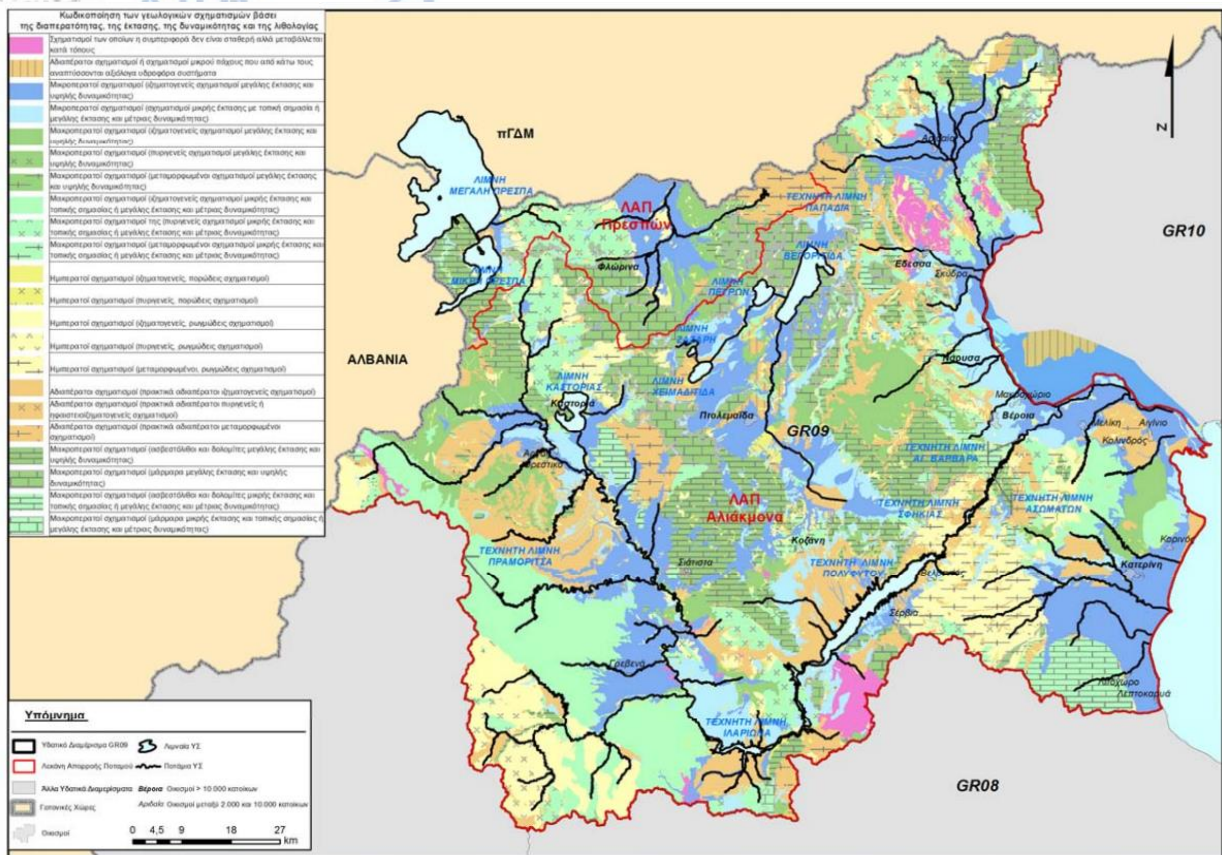
Ο σχηματισμός αυτός μπορεί να είναι από σχετικά αδιαπέρατος έως αρκετά περατός. Σε αυτό συντελλούν διάφοροι παράγοντες, όπως η κοκκομετρία, ο βαθμός διαγένεσης αλλά και η χημική σύσταση των υλικών των πετρωμάτων στην κάθε περιοχή. Μπορεί να υπάρχει υδροφορία μέσα σε ζώνες υψηλής περατότητας σχηματίζοντας έτσι ελεύθερους ή υπό πίεση υδροφορείς.

- 6) Χαλαρά υλικά: κυρίως μη συνεκτικές αλλουβιακές αποθέσεις, αναβαθμίδες και κορήματα. Τα ιζήματα μπορεί να έχουν διαστάσεις από κροκάλες μέχρι και αργίλους ενώ η στρογγυλότητά τους συνήθως είναι ανάλογη του περιβάλλοντος στο οποίο αποτέθηκαν. Πιογωνιώδη είναι τα διάφορα κορήματα ενώ λιγότερο γωνιώδη είναι τα αλλούβια που υπάρχουν κοντά στους ποταμούς. Παρουσιάζουν γενικά χαμηλή αντοχή ανάλογη της κοκκομετρίας και της σύστασης των υλικών.

Τυπικά χαρακτηρίζονται από μέτρια έως μεγάλη υδροπερατότητα και έτσι μπορούν να αποτελέσουν μεγάλα υδροφόρα στρώματα, ιδιαίτερα οι σχετικά αδρόκοκκες αποθέσεις. Η περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκα ποικίλει, όμως συνήθως είναι μικρή στην περιοχή των Γρεβενών. Μεγάλη περατότητα μετράται συχνά σε κώνους κορημάτων και μπορεί να τροφοδοτούνται από νερό μέσω της άμεσης κατείσδυσης ή μέσω γειτονικών πετρωμάτων.



**Εικόνα 7.1:** Τμήμα του γεωτεχνικού χάρτη της Ελλάδας κλίμακας 1:500.000, του ΕΑΓΜΕ. Με πράσινο συμβολίζονται οι οφιόλιθοι, με μπλε οι ασβεστόλιθοι, με ροζ ο φλύσχης, με καφέ με κουκίδες οι σχηματισμοί της Μεσοελληνικής αύλακας, με κίτρινο ο σχηματισμός Κιβωτού και με ανοιχτό καφέ χρώμα οι χαλαρές αποθέσεις.



**Εικόνα 7.2:** Υδρολιθολογικός χάρτης του 9<sup>ου</sup> υδατικού διαμερίσματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο χάρτης αυτός αφορά τις επιφανειακές εμφανίσεις και απεικονίζει την γενική περατότητα του σχηματισμού. Η υδροπερατότητα μπορεί να αλλάζει σε περιοχές με αδρόκοκκα υλικά ή σε έντονα κερματισμένες περιοχές μέσα στον ίδιο σχηματισμό. Επίσης η υπόγεια υδροφορία που μπορεί να εντοπίζεται σε κάποιες περιοχές, δεν είναι κατ’ ανάγκη μέσα στα πετρώματα που έχουν χαρτογραφηθεί στην περιοχή εκείνη αφού αυτά φτάνουν μέχρι ένα συγκεκριμένο βάθος. (πηγή: Σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών του υδατικού διαμερίσματος δυτικής Μακεδονίας 2014, Παράρτημα Α, Παραδοτέο 1 Α’ Φάσης – Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Ιανουάριος 2014).

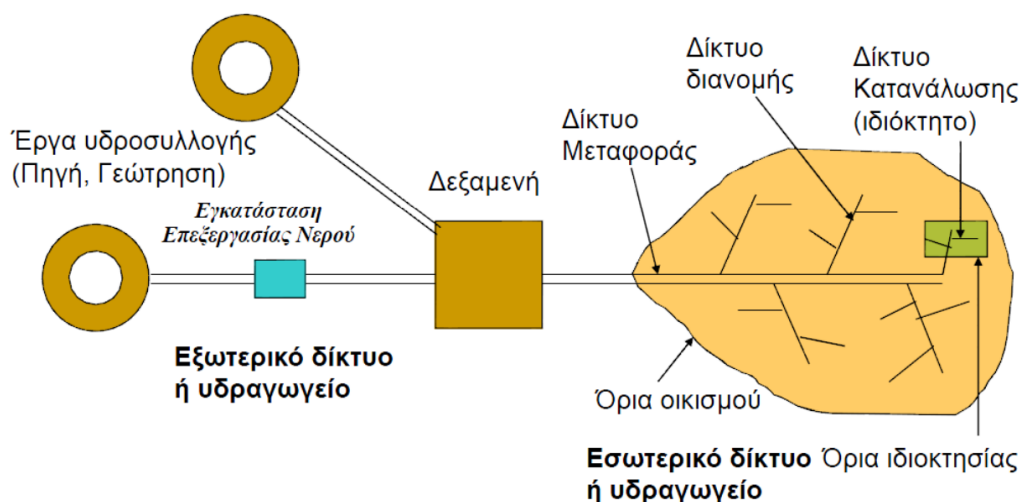
## Β' Μέρος - Υδροδότηση της πόλης Γρεβενών

### 8) Γενικά

Σύμφωνα με την ΔΕΥΑΓ οι διάφοροι οικισμοί και κοινότητες της περιοχής υδροδοτούνται κυρίως με νερό που έχει αποληφθεί από φυσικές πηγές. Ένα σημαντικό ποσοστό των διαφόρων οικισμών υδροδοτούνται από πηγές που βρίσκονται στα δυτικά της Περιφερειακής ενότητας, δηλαδή στην περιοχή της Πίνδου. Οι πηγές αυτές είναι περίπου στο ύψος της Βασιλίσσας και του χωριού της Σμίξης. Κάποιες δημοτικές ενότητες που κατά μέσο όρο βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο χρησιμοποιούν νερό από τοπικές πηγές, ενώ κάποιες άλλες (βόρεια και ανατολικά της πόλης των Γρεβενών) αξιοποιούν το υπόγειο νερό, αντλώντας το με γεωτρήσεις.

Η Δημοτική Ενότητα των Γρεβενών, στην οποία διαμένει το μεγαλύτερο ποσοστό του πρώην νομού, τροφοδοτείται με νερό που παραλαμβάνεται με διάφορους τρόπους. Η πλειονότητα των μικρότερων Δημοτικών Διαμερισμάτων καλύπτουν τις ανάγκες τους σε νερό μέσω των φυσικών πηγών, μέσω υδρογεωτρήσεων ή συνδυασμού αυτών. Η πόλη των Γρεβενών μαζί με τους οικισμούς Δοξαράς, Καλαμίτσι, Κυρακαλή και Έλατος, για την ύδρευσή τους, χρησιμοποιούν νερό που αντλείται από τον ποταμό Σμιζιώτικο, στα κατάντη του οικισμού της Σμίξης. Το νερό αυτό, μέσω εξωτερικού δικτύου ύδρευσης και συγκεκριμένα του κλάδου Γ' ή κλάδου Αετιάς (συνολικού μήκους 17,36 χιλιομέτρων), καταλήγει στην περιοχή των Γρεβενών και των 4 οικισμών. Επίσης, κατά την θερινή περίοδο, πολλές φορές λειτουργούν γεωτρήσεις για την υδροδότηση της περιοχής, οι οποίες μπορούν να φτάσουν συνολικά την παροχή των 400 m<sup>3</sup>/h.

Για την διάθεση του νερού στους καταναλωτές χρησιμοποιείται εσωτερικό και εξωτερικό δίκτυο και δεξαμενές. Όσον αφορά το εξωτερικό δίκτυο, αποτελείται από κυρίως χαλύβδινους σωλήνες, ενώ σε μικρότερο ποσοστό συμμετέχουν και σωλήνες από πλαστικό. Το εσωτερικό δίκτυο έχει συνολικό μήκος της τάξης των 100 και άνω χιλιομέτρων και στο παρελθόν απαρτιζόταν εξ ολοκλήρου από πλαστικούς σωλήνες με κάποιες εξαιρέσεις (στο δίκτυο του Καλαμιτισίου). Στο πλαίσιο των έργων που έλαβαν χώρα για την συντήρηση και αναβάθμιση του εσωτερικού δικτύου της πόλης των Γρεβενών, αντικαταστάθηκαν 70 περίπου χιλιόμετρα από αγωγούς με σωλήνες, κυρίως πολυαιθυλενίου 3<sup>ης</sup> γενιάς και λιγότερο με σωλήνες ελατού χυτοσιδήρου. Επίσης έγινε επέκταση στις δεξαμενές με αποτέλεσμα η συνολική χωρητικότητα αυτών να φτάσει τα 5.500 m<sup>3</sup> (από τα 1.500 m<sup>3</sup> που είχαν προηγουμένως), καθώς και η τοποθέτηση συστήματος τηλεχειρισμού – τηλεελέγχου. Τέλος, έχει υπογραφεί και σύμβαση που περιλαμβάνει την εγκατάσταση 50 και 14 περίπου χιλιομέτρων στους κλάδους Β' και Α' αντίστοιχα, σωληνών πολυαιθυλενίου και ελατού χυτοσιδήρου που θα περιέχουν και σύστημα τηλε-ελέγχου.



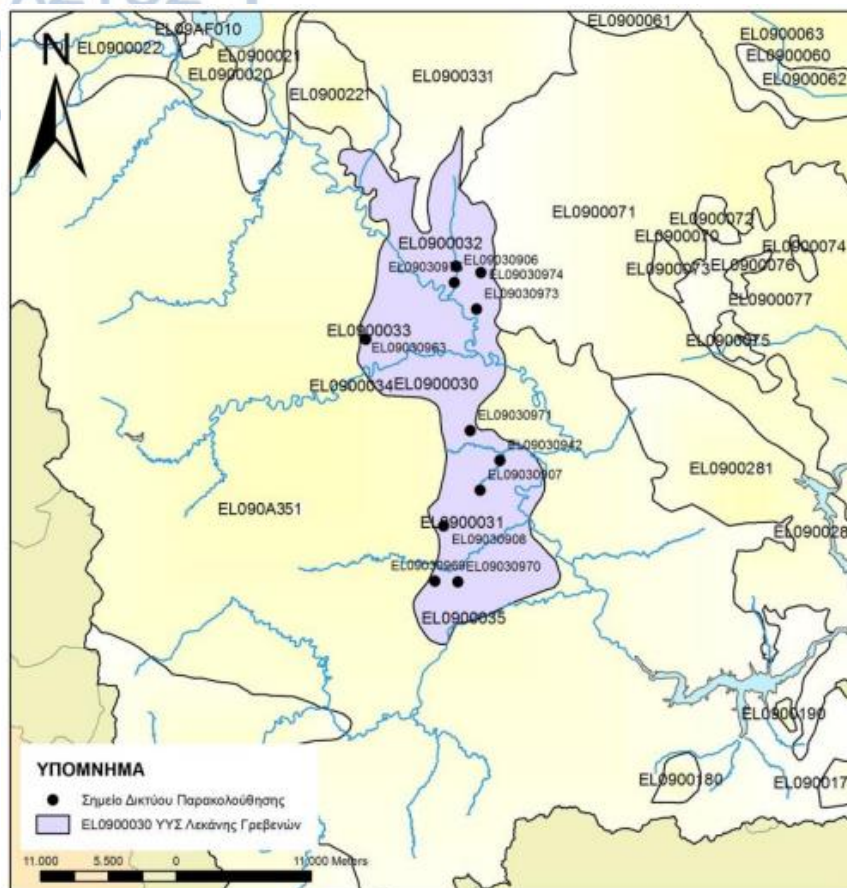
Α. Ζαφειράκου, 2010

**Σχήμα 8.1:** Σχηματική αναπαράσταση των βασικών τμημάτων ενός δικτύου ύδρευσης.

## 9) Υδρογεωλογικό καθεστώς

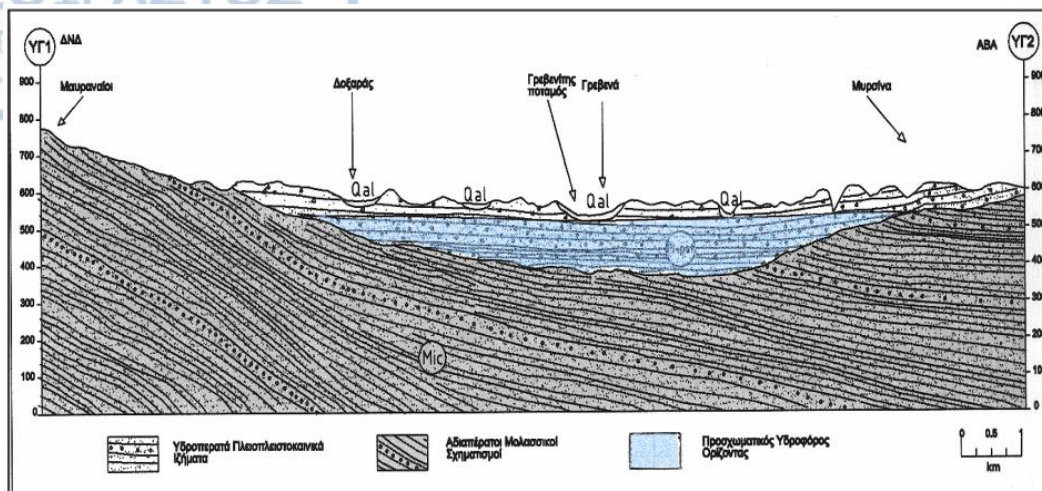
Στο σύνολο της Περιφερειακής ενότητας των Γρεβενών έχουν καταγραφεί κυρίως κοκκώδη και ρωγμώδη υπόγεια υδατικά συστήματα. Τα ρωγμώδη εδράζονται συχνά σε σχηματισμούς της Μεσοελληνικής Αύλακας, στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα στην περιοχή της Δεσκάτης ή σε οφιόλιθους στο Βούρινο και στην Πίνδο. Έχουν γενικά μικρή δυναμικότητα και η υδροφορία τους εντοπίζεται μέσα σε συστήματα ρωγμών. Τα διάφορα κοκκώδη υπόγεια συστήματα έχουν συγκριτικά μικρότερη έκταση από τα προηγούμενα. Όμως το κύριο από αυτά με έκταση περίπου των  $250 \text{ km}^2$  είναι αυτό της λεκάνης των Γρεβενών που εκτείνεται από την πόλη των Γρεβενών και τον Δοξαρά και φτάνει μέχρι και την Περιφερειακή ενότητα της Κοζάνης. Φιλοξενείται κυρίως στον σχηματισμό Κιβωτού, έχοντας ως υπόβαθρο πετρώματα της Μεσοελληνικής Αύλακας που τυπικά παρουσιάζουν χαμηλές τιμές περατότητας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το κοκκώδες σύστημα Αετιάς -έκτασης  $0,8 \text{ km}^2$  και πάχους μέχρι  $20 \text{ m}$ -, γιατί τροφοδοτείται από διήθηση του Σμιξιώτικου ποταμού και στη συνέχεια εκμεταλλεύεται για την ύδρευση πολλών δημοτικών διαμερισμάτων του δήμου Γρεβενών.

Μέσα στο κοκκώδες σύστημα της λεκάνης των Γρεβενών υπάρχουν και διάφορα υποσύστημα όπως αυτό του Αγ. Γεωργίου και του Πυλωρίου Κοζάνης. Το μεγαλύτερο από αυτά είναι το υποσύστημα Καλονερίου Κοζάνης στα νοτιοδυτικά του νομού Κοζάνης με έκταση των  $92,8 \text{ km}^2$ .

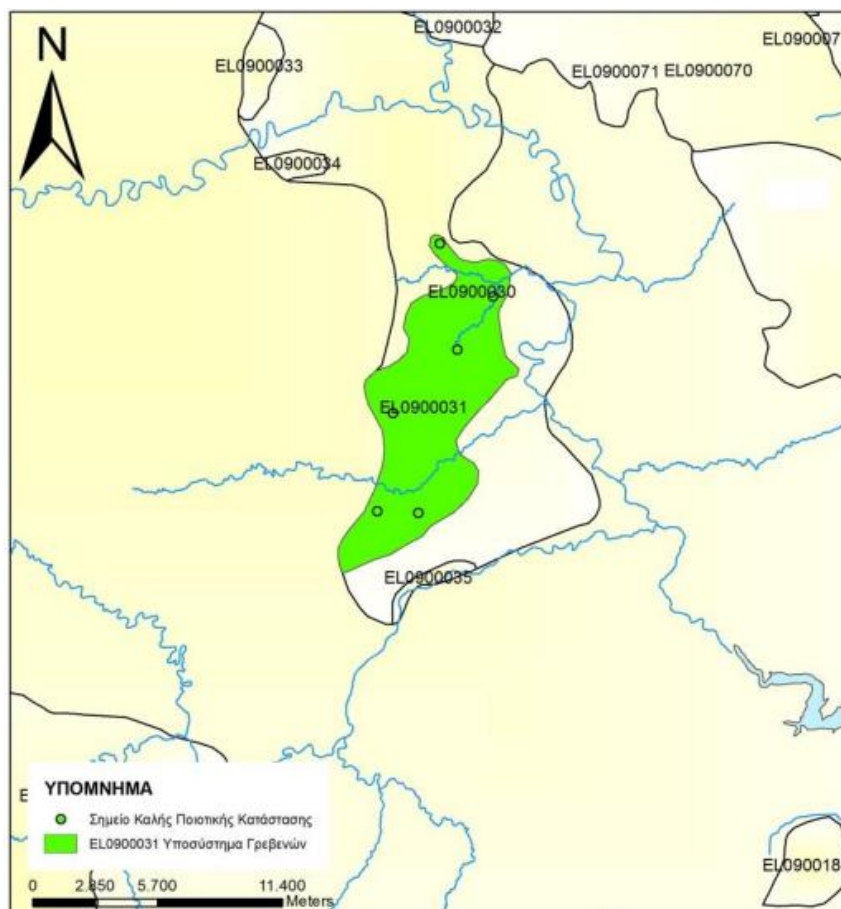


**Εικόνα 9.1:** Χάρτης των υπόγειων υδατικών συστημάτων (Υ.Υ.Σ.) μαζί με τους αντίστοιχους κωδικούς τους, του νοτιοδυτικού τμήματος του 9<sup>ου</sup> υδατικού διαμερίσματος (πηγή: 1<sup>η</sup> Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας, EL 09).

Το πιο σημαντικό υποσύστημα ως προς την ύδρευση της περιοχής είναι αυτό των Γρεβενών με έκταση  $57,81 \text{ km}^2$  που αξιοποιείται κυρίως κατά την θερινή περίοδο. Στο νότιο τμήμα του υπάρχει η πόλη των Γρεβενών, στο κεντρικό τα χωριά μικρό και μεγάλο Σειρήνη, η Μυρσίνα, στο βόρειο τμήμα του βρίσκονται ο Βατόλακκος ενώ η Μηλιά βρίσκεται οριακά εκτός. Η ετήσια ανατροφοδότηση του υδροφορέα εκτιμάται ότι είναι ίση με  $20 * 10^6 \text{ m}^3$  νερού και ότι οι απολήψεις δεν ξεπερνούν τα  $15 * 10^6 \text{ m}^3$ . Συνολικά το σύστημα φτάνει το πάχος των 120 m με υδροφόρα στρώματα που τυπικά έχουν αθροιστικό πάχος ίσο με 50 μέτρα. Οι υδρογεωτρήσεις μέσω των οποίων εκμεταλλεύεται ο υδροφορέας έχουν παροχή 60 – 100  $\text{m}^3/\text{hr}$ . Σε κάποιες περιοχές έχουν εντοπιστεί αυξημένες ποσότητες Mn, Fe, Ba και  $\text{NO}_3$ .



**Εικόνα 9.2:** Γεωλογική τομή της περιοχής του υποσυστήματος (πηγή: Μουρατίδης, 2005).



**Εικόνα 9.3:** Χάρτης του κοκκώδους υποσυστήματος Γρεβενών. Περιλαμβάνονται και οι θέσεις 6 γεωτρήσεων, μέσω των οποίων παρακολουθείται η υφιστάμενη κατάσταση (πηγή: 1<sup>η</sup> Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας, EL 09).

## 10) Δεδομένα γεωτρήσεων και πιεζομετρία

Κατά την θερινή περίοδο, η ποσότητα του νερού των φυσικών πηγών και ρεμάτων, δεν είναι πάντα αρκετή για να καλύψει πλήρως τις ανάγκες της περιοχής. Έτσι έχουν ανορυχθεί αρκετές γεωτρήσεις για την εκμετάλλευση του υπόγειου υποσυστήματος των Γρεβενών. Οι περισσότερες από αυτές χρησιμοποιούνται για την άρδευση των περιοχών κοντά στην εκάστοτε γεώτρηση. Επίσης, έχουν ανορυχθεί και ερευνητικές γεωτρήσεις, κυρίως από το ΙΓΜΕ, οι οποίες χρησιμοποιούνται και σήμερα για την μέτρηση της στάθμης καθώς και χημικών και φυσικών χαρακτηριστικών του υπογείου νερού. Κάποιες από αυτές, στις οποίες έχουν μετρηθεί καλά ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία νερού, χρησιμοποιούνται και για ύδρευση ή άρδευση.

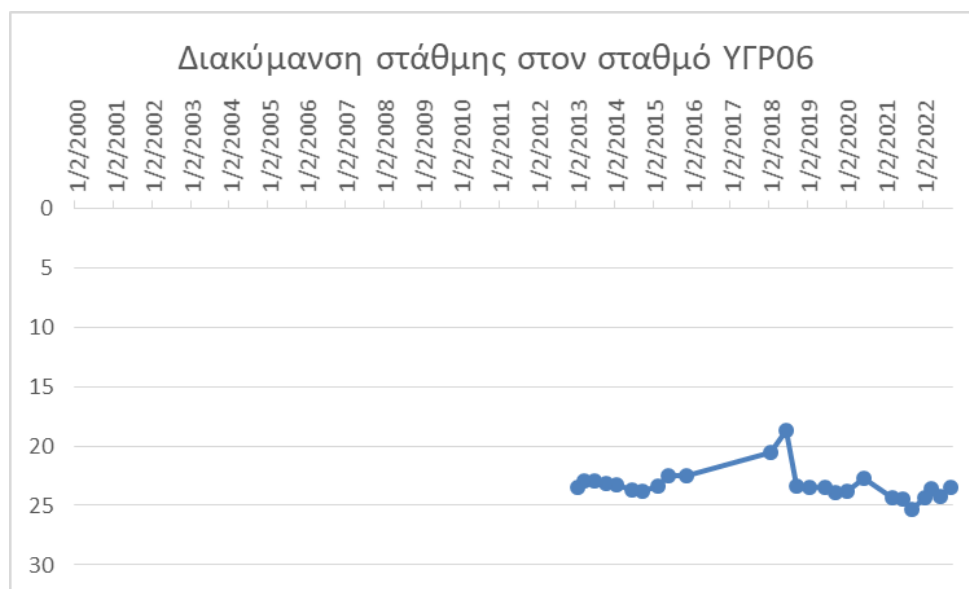
Στο πλαίσιο της υλοποίησης του έργου του Δικτύου Παρακολούθησης Υπογείων Νερών (ΔΙ.Π.Υ.Ν.), από το ΕΑΓΜΕ, χρησιμοποιούνται οι 6 στάθμοι της εικόνας 9.3. Έτσι, από εκεί μπορούμε να πάρουμε πιεζομετρικά δεδομένα για τα σημεία αυτά.

Οι σταθμοί, από τα βόρεια προς τα νότια, είναι οι εξής:

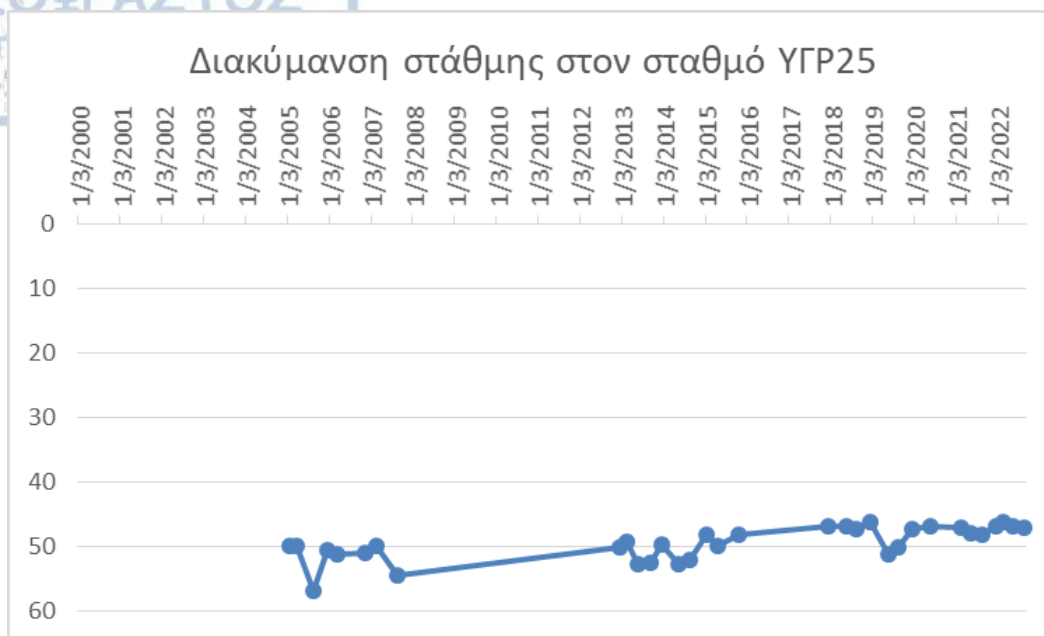
**-ΥΓΡ06:** βρίσκεται λίγο έξω από το χωριό Μηλιά, προς τα δυτικά, σε υψόμετρο 600 μέτρων (τα υψόμετρα των σταθμών έχουν βρεθεί από τα υψομετρικά δεδομένα του Google Earth).

**-ΥΓΡ25:** βρίσκεται στα βορειοανατολικά του Βατόλακκου σε υψόμετρο 541 μέτρων.

**-Β9:** βρίσκεται στα βόρειο – βορειοδυτικά της Μυρσίνας Γρεβενών σε υψόμετρο 576 μέτρων. Το βάθος διάτρησης είναι 134 μέτρα, τα υδροφόρα στρώματα έχουν αθροιστικό πάχος 58 m και συναντώνται σε βάθη 19-126 μέτρων. Τα πετρώματα που διατρήθηκαν είναι κυρίως του σχηματισμού Κιβωτού.



**Εικόνα 10.1:** Διακύμανση της στάθμης του υπογείου νερού στον σταθμό με κωδικό ΥΓΡ06, βάσει δεδομένων του ΕΑΓΜΕ.



**Εικόνα 10.2:** Διακύμανση της στάθμης του υπογείου νερού στον σταθμό με κωδικό ΥΓΡ25, βάσει δεδομένων του ΕΑΓΜΕ. Οι κάθε μέτρηση συμβολίζεται στο διάγραμμα ως μία τελεία. Στο διάγραμμα, οι μετρήσεις συνδέονται μεταξύ του με ευθείες γραμμές, οι οποίες δεν αντικατοπτρίζουν την ακριβή στάθμη για τα ενδιάμεσα χρονικά διαστήματα.



**Εικόνα 10.3:** Διακύμανση της στάθμης του υπογείου νερού στον σταθμό με κωδικό Β9, βάσει δεδομένων του ΕΑΓΜΕ.

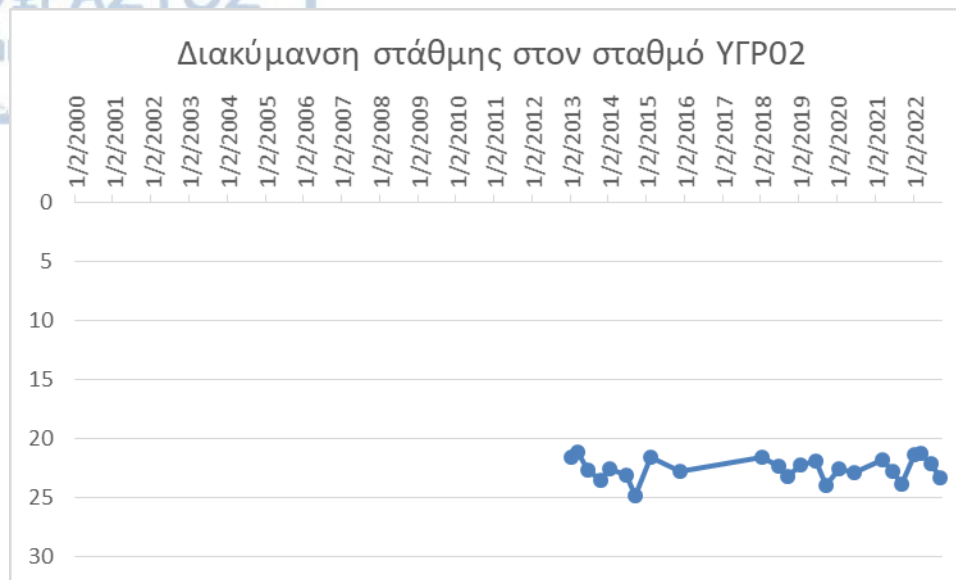
**-EP8:** βρίσκεται στα ανατολικά του Μεγάλου Σειρηνίου σε υψόμετρο 572 μέτρων. Το βάθος διάτρησης είναι 88 μέτρα, τα υδροφόρα στρώματα έχουν αθροιστικό πάχος 59 m και συναντώνται σε βάθη 23-82 μέτρων. Τα πετρώματα που διατρήθηκαν είναι κυρίως του σχηματισμού Κιβωτού.

**-ΥΓΡ02** ή γεώτρηση Μάννα: βρίσκεται σε μικρή σχετικά απόσταση από το κέντρο της πόλης των Γρεβενών, προς τα νοτιοδυτικά, σε υψόμετρο 559 μέτρων. Το βάθος διάτρησης είναι 100 μέτρα, με τα πετρώματα που διατρήθηκαν να είναι κυρίως του σχηματισμού Κιβωτού. Στην γεώτρηση αυτή γίνεται άντληση νερού που χρησιμοποιείται για την ύδρευση της περιοχής, με παροχή της τάξης των  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ .

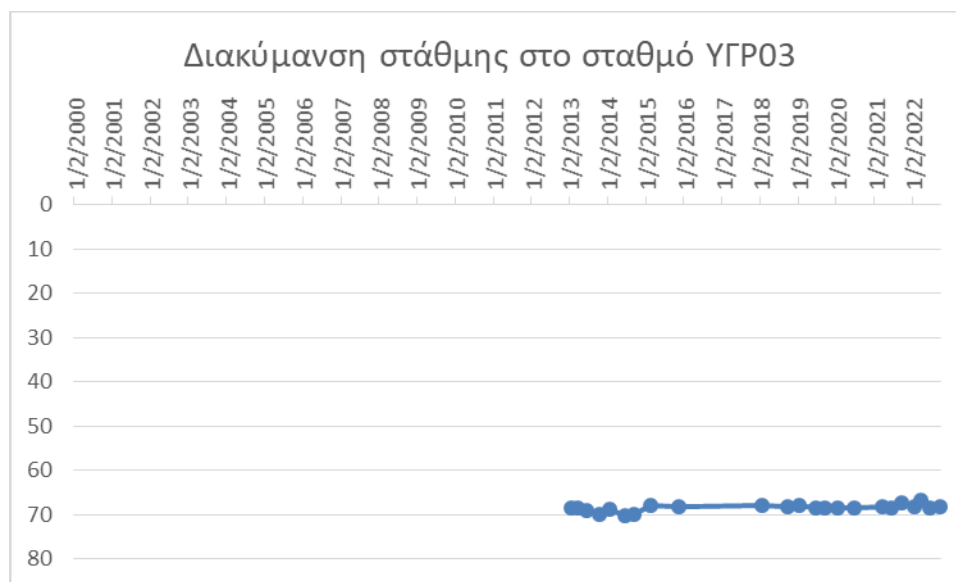
**-ΥΓΡ03:** βρίσκεται στα νότια του κέντρου των Γρεβενών σε υψόμετρο 597 μέτρων. Το βάθος διάτρησης είναι 125 μέτρα, με τα πετρώματα που διατρήθηκαν να είναι κυρίως του σχηματισμού Κιβωτού. Στην γεώτρηση αυτή γίνεται άντληση νερού που χρησιμοποιείται για την ύδρευση της περιοχής, με παροχή της τάξης των  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ . Η γεώτρηση αναφέρεται και ως γεώτρηση Αγίας Παρασκευής ή Πατώματα.



**Εικόνα 10.4:** Διακύμανση της στάθμης του υπογείου νερού στον σταθμό με κωδικό EP8, βάσει δεδομένων του ΕΑΓΜΕ.



**Εικόνα 10.5:** Διακύμανση της στάθμης του υπογείου νερού στον σταθμό με κωδικό ΥΓΡ02, βάσει δεδομένων του ΕΑΓΜΕ.



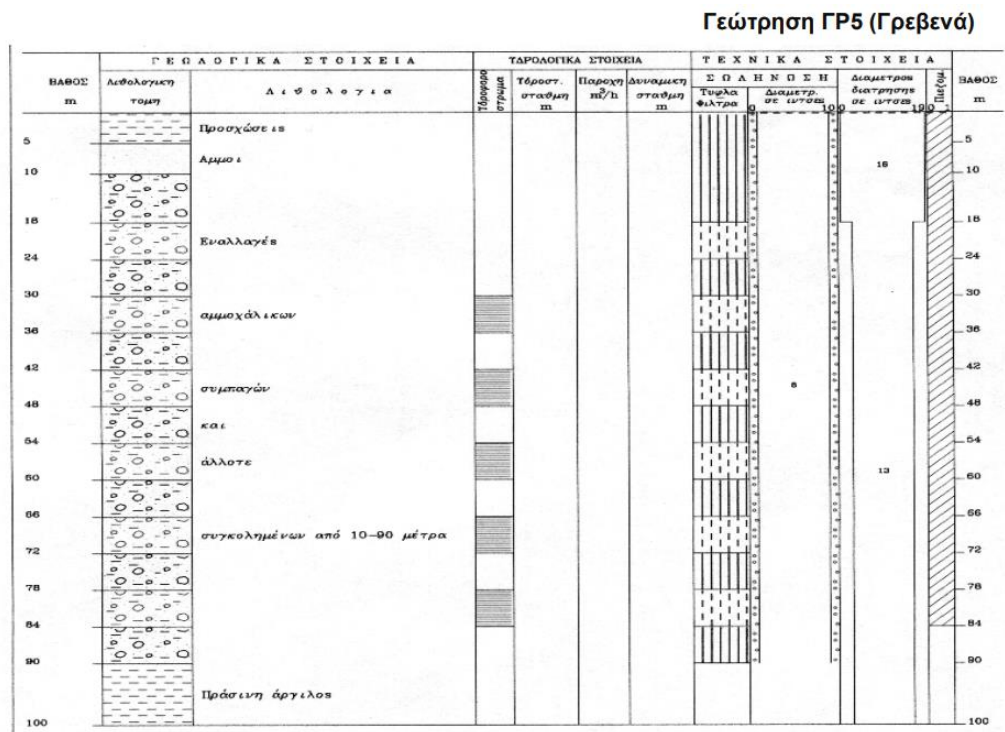
**Εικόνα 10.6:** Διακύμανση της στάθμης του υπογείου νερού στον σταθμό με κωδικό ΥΓΡ03, βάσει δεδομένων του ΕΑΓΜΕ.

Πολύ κοντά ή μέσα στην πόλη των Γρεβενών, υπάρχουν και άλλες 3 γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της πόλης.

- Γεώτρηση Αμπέλια ή Βάρκα στα 590 m, με βάθος 162 m, φτάνοντας μέχρι και πετρώματα σχηματισμών της Μεσοελληνικής αύλακας στα 120 – 130 μέτρα.

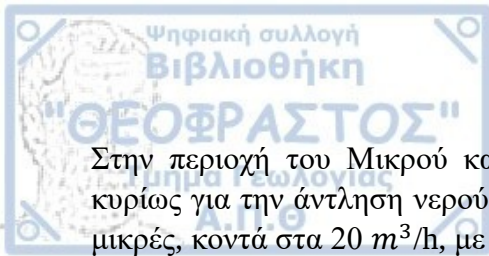
Αντλείται νερό με παροχή περί τα  $80 \text{ m}^3/\text{h}$ . Η στάθμη ηρεμίας μετρήθηκε στα 54 μέτρα στις 1/10/2002.

- Γεώτρηση Αγροκήπιο στα 519 m, με βάθος 100 m. Έχουν διατρηθεί κυρίως πετρώματα του σχηματισμού Κιβωτού, χωρίς να έχουν εντοπιστεί ακόμα πετρώματα των σχηματισμών της Μεσοελληνικής αύλακας. Αντλείται νερό με παροχή περί τα  $75 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Γεώτρηση Καστράκι στα 560 m, με βάθος 100 m. Στα κατώτερα 10 μέτρα εντοπίζεται άργιλος που έχει ερμηνευθεί πως αποτελεί ένα από τα πετρώματα των σχηματισμών της Μεσοελληνικής αύλακας. Στα υπόλοιπα 90 μέτρα κυριαρχεί ο σχηματισμός Κιβωτού. Τα υδροφόρα στρώματα έχουν αθροιστικό πάχος περίπου 62 μέτρων και εντοπίζονται σε βάθη 18 – 90 m. Η στάθμη ηρεμίας είναι ίση με 21.9 – 25.8 μέτρα, όπως αυτή προέκυψε στις 23/10/2002. Από την γεώτρηση αυτή αντλείται νερό με παροχή της τάξης των  $120 \text{ m}^3/\text{h}$ .



**Εικόνα 10.7:** Τομή της γεώτρησης Καστράκι (ή ΓΡ5) (Στάμος et al., 2001).

Στην περιοχή του Βατόλακκου, υπάρχουν γεωτρήσεις που αξιοποιούνται για την άρδευση των τοπικών καλλιεργειών με παροχές της τάξης των  $60 - 80 \text{ m}^3/\text{h}$ . Σε αυτές έχουν εντοπιστεί και σχηματισμοί της Μεσοελληνικής αύλακας στα 160 περίπου μέτρα βάθος από την επιφάνεια του εδάφους που στο σημείο εκείνο είναι σε υψόμετρο 580 m. Στο σημείο αυτό η στάθμη μετρήθηκε στα 21,1 μέτρα στις 22/10/2002.



Στην περιοχή του Μικρού και Μεγάλου Σειρηνίου, οι γεωτρήσεις χρησιμοποιούνται κυρίως για την άντληση νερού για την ύδρευση των οικισμών. Οι παροχές είναι σχετικά μικρές, κοντά στα  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ , με εξαίρεση την γεώτρηση Τριανταφυλλιάς που φτάνει τα  $70 \text{ m}^3/\text{h}$ . Κάποιες από αυτές έχουν φτάσει μέχρι και στους σχηματισμούς της Μεσοελληνικής αύλακας, ενώ η στάθμη στην περιοχή, γενικά κυμαίνεται στα 20 – 40 μέτρα, σε απόλυτο υψόμετρο 570 – 550 μέτρων.

## 11) Ποιοτικά στοιχεία νερού

Φυσικά και χημικά δεδομένα για τα έξι (6) σημεία της εικόνας 9.3, έχουν συλλεχθεί και αρχειοθετηθεί στην ιστοσελίδα του προγράμματος "Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης Υδάτων" με την Ειδική Γραμματεία Υδάτων να είναι αρμόδια, σε συνεργασία με τις Διευθύνσεις Υδάτων της αποκεντρωμένης διοίκησης. Το έργο αυτό έχει υλοποιηθεί μέσω διαφόρων φορέων (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., Ε.Κ.Β.Υ., Γ.Χ.Κ. κ.ά.) που έχουν συντονιστεί και επιβλέπονται από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων.

Για τα σημεία που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της κατάστασης του Υπόγειου Υποσυστήματος των Γρεβενών, υπάρχουν δεδομένα για τις χρονιές 2013-2015 και 2018-2020. Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται οι μέσοι όροι από τις μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων, ανά έτος. Σε κάθε έτος έχουν γίνει τρεις (3) μετρήσεις ανά μέσο όρο. Στην τελευταία σειρά δίνονται και οι παραμετρικές τιμές που δίνονται στο ΦΕΚ 3525, τεύχος Β', της υπουργικής απόφασης Αριθμ. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829 της 25/5/2023.

Πίνακες 11.1, 11.2 και 11.3: Χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του νερού στο σημείο ΥΓΡ06.

|                         | ΥΓΡ06              |                     |                    |                 |                  |                  |                   |
|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
|                         | Ασβέστιο<br>(mg/l) | Χλωριούχα<br>(mg/l) | Μαγνήσιο<br>(mg/l) | Κάλιο<br>(mg/l) | Νάτριο<br>(mg/l) | Θειικά<br>(mg/l) | Αμμώνιο<br>(mg/l) |
| 2013                    |                    | 12.12               |                    |                 |                  | 44.625           | 0.035             |
| 2014                    |                    | 13.27               |                    |                 |                  | 48.333           | 0.2               |
| 2015                    |                    | 10.7133             |                    |                 |                  | 39.907           | 0.13              |
| 2018                    | 90.8433            | 16.2867             | 22.6533            | 9.1633          | 11.2667          | 38.667           | 0.2267            |
| 2019                    | 95.153             | 13.3463             | 24.147             | 2.2815          | 12.3093          | 40.149           | 0.1367            |
| 2020                    | 100.95             | 14.8375             | 24.9095            | 4.4216          | 12.725           | 44.217           | 0.05              |
| <b>Παραμετρική τιμή</b> |                    | <b>250</b>          |                    |                 | <b>200</b>       | <b>250</b>       | <b>0.5</b>        |

|                         | ΥΓΡ06                          |                                     |                                                                  |                   |                   |                            |                           |                                |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|                         | Διαλυμένο<br>Οξυγόνο<br>(mg/l) | Ηλεκτρική<br>αγωγιμότητα<br>(μS/cm) | Διττανθρακικό HCO <sub>3</sub><br>(Hydrogen Carbonate)<br>(mg/l) | Νιτρικά<br>(mg/l) | Νιτρώδη<br>(mg/l) | pH                         | Θερμοκρασία<br>νερού (°C) | Σύνολο<br>φωσφορικών<br>(mg/l) |
| 2013                    | 7.75                           | 655.50                              |                                                                  | 26.275            | 0.345             | 7.70                       | 13.88                     |                                |
| 2014                    | 4.3                            | 675.67                              |                                                                  | 26.433            | 0.41              | 7.81                       | 13.70                     |                                |
| 2015                    | 5.4                            | 625.00                              |                                                                  | 23                | 0.025             | 7.77                       | 12.83                     |                                |
| 2018                    | 7.85                           | 641.00                              | 335.547                                                          | 23.3              | 0.06              | 7.66                       | 13.00                     | 0.3833                         |
| 2019                    | 8.7667                         | 664.67                              | 356.073                                                          | 23.856            | 0.1033            | 7.65                       | 12.40                     | 0.1267                         |
| 2020                    | 8.2                            | 689.00                              | 367.065                                                          | 25.533            | 0.025             | 8.05                       | 14.20                     | 0.025                          |
| <b>Παραμετρική τιμή</b> |                                | <b>2500.00</b>                      |                                                                  | <b>50</b>         | <b>0.5</b>        | <b>≥ 6,5 και<br/>≤ 9,5</b> |                           |                                |

|                         | ΥΓΡ06                       |                        |                                |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|
|                         | Ψευδάργυρος<br>(διαλυμένος) | Χαλκός<br>(διαλυμένος) | Σίδηρος<br>(διαλυμένος) (μg/l) |
| 2013                    | 2.5                         | 2.5                    | 35                             |
| 2014                    | 10                          | 10                     | 40                             |
| 2015                    |                             | 2.5                    | 50                             |
| 2018                    |                             | 10                     | 5                              |
| 2019                    |                             | 10                     | 5                              |
| 2020                    |                             | 10                     | 5                              |
| <b>Παραμετρική τιμή</b> |                             | <b>2000</b>            | <b>200</b>                     |

Πίνακες 11.4, 11.5 και 11.6: Χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του νερού στο σημείο ΥΓΡ25.

|                  | ΥΓΡ25              |                     |                    |                 |                  |                  |                   |
|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
|                  | Ασβέστιο<br>(mg/l) | Χλωριούχα<br>(mg/l) | Μαγνήσιο<br>(mg/l) | Κάλιο<br>(mg/l) | Νάτριο<br>(mg/l) | Θειικά<br>(mg/l) | Αμμώνιο<br>(mg/l) |
| 2013             |                    | 15.375              |                    |                 |                  | 26.625           | 0.035             |
| 2014             |                    | 15.12               |                    |                 |                  | 26               | 0.32              |
| 2015             |                    | 12.7367             |                    |                 |                  | 25.443           | 0.09              |
| 2018             | 27.34              | 15.85               | 31.2               | 1.625           | 37.5             | 18               | 0.05              |
| 2019             | 35.1783            | 16.294              | 36.0267            | 1.5927          | 37.79            | 18.472           | 0.0967            |
| 2020             | 27.1685            | 18.953              | 38.677             | 2.5379          | 44.72            | 14.501           | 0.05              |
| Παραμετρική τιμή |                    | 250                 |                    |                 | 200              | 250              | 0.5               |

|                  | ΥΓΡ25                          |                                     |                                                                  |                   |                   |                    |                           |                                |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------|
|                  | Διαλυμένο<br>Οξυγόνο<br>(mg/l) | Ηλεκτρική<br>αγωγιμότητα<br>(μS/cm) | Διττανθρακικό HCO <sub>3</sub><br>(Hydrogen Carbonate)<br>(mg/l) | Νιτρικά<br>(mg/l) | Νιτρώδη<br>(mg/l) | pH                 | Θερμοκρασία<br>νερού (°C) | Σύνολο<br>φωσφορικών<br>(mg/l) |
| 2013             | 4.05                           | 586.50                              |                                                                  | 4.3025            | 0.1263            | 7.82               | 16.38                     |                                |
| 2014             | 3.77                           | 579.00                              |                                                                  | 2.5               | 0.1275            | 8.02               | 13.93                     |                                |
| 2015             | 5.00                           | 569.00                              |                                                                  | 2.5               | 0.025             | 7.76               | 13.07                     |                                |
| 2018             | 3.30                           | 501.00                              | 292.825                                                          | 1.935             | 0.4875            | 7.97               | 13.30                     | 0.3225                         |
| 2019             | 3.63                           | 578.67                              | 335.19                                                           | 2.8727            | 0.2267            | 7.56               | 14.13                     | 0.025                          |
| 2020             | 3.90                           | 588.00                              | 340.25                                                           | 3.2339            | 0.025             | 7.77               | 15.50                     | 0.025                          |
| Παραμετρική τιμή |                                | 2500.00                             |                                                                  | 50                | 0.5               | ≥ 6,5 και<br>≤ 9,5 |                           |                                |

|                  | ΥΓΡ25                         |                                |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                  | Αργίλιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) | Σίδηρος<br>(διαλυμένος) (μg/l) |
| 2013             | 5                             | 115                            |
| 2014             | 36                            | 80                             |
| 2015             | 5                             | 55                             |
| 2018             | 30                            | 5                              |
| 2019             | 30                            | 5                              |
| 2020             | 30                            | 60                             |
| Παραμετρική τιμή | 200                           | 200                            |

Πίνακες 11.7, 11.8 και 11.9: Χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του νερού στο σημείο B9.

|                  | B9                 |                     |                    |                 |                  |                  |                   |
|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
|                  | Ασβέστιο<br>(mg/l) | Χλωριούχα<br>(mg/l) | Μαγνήσιο<br>(mg/l) | Κάλιο<br>(mg/l) | Νάτριο<br>(mg/l) | Θειικά<br>(mg/l) | Αμμώνιο<br>(mg/l) |
| 2013             |                    | 11.575              |                    |                 |                  | 72.45            | 0.035             |
| 2014             |                    | 14.7667             |                    |                 |                  | 76               | 0.1833            |
| 2015             |                    | 11.4267             |                    |                 |                  | 55.187           | 0.05              |
| 2018             | 90.0933            | 11.89               | 47.11              | 2.25            | 12.6             | 65.633           | 0.1267            |
| 2019             | 94.4363            | 13.4887             | 50.1               | 2.2358          | 13.4467          | 62.6             | 0.18              |
| 2020             | 94.9345            | 11.871              | 52.0975            | 1.5027          | 12.824           | 66.085           | 0.05              |
| Παραμετρική τιμή |                    | 250                 |                    |                 | 200              | 250              | 0.5               |

|                  | B9                          |                                  |                                                                  |                   |                   |                 |                        |                             |
|------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------------|-----------------------------|
|                  | Διαλυμένο Οξυγόνο<br>(mg/l) | Ηλεκτρική αγωγιμότητα<br>(μS/cm) | Διττανθρακικό HCO <sub>3</sub><br>(Hydrogen Carbonate)<br>(mg/l) | Νιτρικά<br>(mg/l) | Νιτρώδη<br>(mg/l) | pH              | Θερμοκρασία νερού (°C) | Σύνολο φωσφορικών<br>(mg/l) |
| 2013             | 5.875                       | 771.75                           |                                                                  | 13.555            | 0.0825            | 7.62            | 10.30                  |                             |
| 2014             | 4.3667                      | 820.33                           |                                                                  | 14.167            | 0.1033            | 8.01            | 11.23                  |                             |
| 2015             | 5.9667                      | 779.00                           |                                                                  | 12.68             | 0.025             | 7.87            | 10.83                  |                             |
| 2018             | 7.15                        | 788.67                           | 442.3267                                                         | 10.633            | 0.11              | 7.65            | 11.13                  | 0.6467                      |
| 2019             | 7.2667                      | 808.67                           | 464.0133                                                         | 13.84             | 0.025             | 7.33            | 10.57                  | 0.0867                      |
| 2020             | 8.2                         | 815.50                           | 464.79                                                           | 11.24             | 0.025             | 7.69            | 11.75                  | 0.025                       |
| Παραμετρική τιμή |                             | 2500.00                          |                                                                  | 50                | 0.5               | ≥ 6,5 και ≤ 9,5 |                        |                             |

|                  | B9                             |                                |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                  | Μαγγάνιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) | Σίδηρος<br>(διαλυμένος) (μg/l) |
| 2013             | 2.5                            | 115                            |
| 2014             | 2.5                            | 80                             |
| 2015             | 2.5                            | 55                             |
| 2018             | 82                             | 5                              |
| 2019             | 2.5                            | 5                              |
| 2020             | 2.5                            | 60                             |
| Παραμετρική τιμή | 50                             | 200                            |

Πίνακες 11.10, 11.11 και 11.12: Χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του νερού στο σημείο EP8.

|                  | EP8                |                     |                    |                 |                  |                  |                   |
|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
|                  | Ασβέστιο<br>(mg/l) | Χλωριούχα<br>(mg/l) | Μαγνήσιο<br>(mg/l) | Κάλιο<br>(mg/l) | Νάτριο<br>(mg/l) | Θειικά<br>(mg/l) | Αμμώνιο<br>(mg/l) |
| 2013             |                    | 20.95               |                    |                 |                  | 31.775           | 0.035             |
| 2014             |                    | 22.9133             |                    |                 |                  | 30               | 0.76              |
| 2015             |                    | 21.52               |                    |                 |                  | 31.343           | 0.03              |
| 2018             | 91.4633            | 20.5967             | 51.3867            | 1.9367          | 14.7333          | 28.733           | 0.1267            |
| 2019             | 87.0673            | 21.9787             | 44.6953            | 1.8143          | 16.11            | 29.95            | 0.0967            |
| 2020             | 93.264             | 20.482              | 53.3555            | 1.7995          | 16.3             | 24.345           | 0.05              |
| Παραμετρική τιμή |                    | 250                 |                    |                 | 200              | 250              | 0.5               |

|                  | EP8                         |                                  |                                                                  |                   |                   |                 |                        |                             |
|------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------------|-----------------------------|
|                  | Διαλυμένο Οξυγόνο<br>(mg/l) | Ηλεκτρική αγωγιμότητα<br>(μS/cm) | Διττανθρακικό HCO <sub>3</sub><br>(Hydrogen Carbonate)<br>(mg/l) | Νιτρικά<br>(mg/l) | Νιτρώδη<br>(mg/l) | pH              | Θερμοκρασία νερού (°C) | Σύνολο φωσφορικών<br>(mg/l) |
| 2013             | 3.725                       | 859.25                           |                                                                  | 25.425            | 0.1613            | 7.45            | 14.65                  |                             |
| 2014             | 3.2667                      | 848.00                           |                                                                  | 24.5              | 2.1483            | 7.83            | 14.77                  |                             |
| 2015             | 3.7333                      | 861.67                           |                                                                  | 23.733            | 0.025             | 7.81            | 13.67                  |                             |
| 2018             | 5.2                         | 844.00                           | 499.1867                                                         | 16.933            | 0.61              | 7.31            | 14.90                  | 0.81                        |
| 2019             | 4.9                         | 788.33                           | 423.97                                                           | 37.367            | 0.39              | 7.38            | 15.10                  | 0.025                       |
| 2020             | 4.95                        | 872.00                           | 521.245                                                          | 20.514            | 0.025             | 7.39            | 15.10                  | 0.025                       |
| Παραμετρική τιμή |                             | 2500.00                          |                                                                  | 50                | 0.5               | ≥ 6,5 και ≤ 9,5 |                        |                             |

|                  | EP8                           |                                |                              |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
|                  | Αργίλιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) | Σίδηρος<br>(διαλυμένος) (μg/l) | Χρώμιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) |
| 2013             | 5                             | 200                            | 7.75                         |
| 2014             | 43                            | 180                            | 2.5                          |
| 2015             | 32                            | 115                            | 2.5                          |
| 2018             | 30                            | 5                              | 2.5                          |
| 2019             | 30                            | 5                              | 2.5                          |
| 2020             | 30                            | 20                             |                              |
| Παραμετρική τιμή | 200                           | 200                            | 25                           |

-Για το σημείο ΥΓΡ02:

Πίνακες 11.13, 11.14 και 11.15: Χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του νερού στο σημείο ΥΓΡ02.

|                  | ΥΓΡ02              |                     |                    |                 |                  |                  |                   |
|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
|                  | Ασβέστιο<br>(mg/l) | Χλωριούχα<br>(mg/l) | Μαγνήσιο<br>(mg/l) | Κάλιο<br>(mg/l) | Νάτριο<br>(mg/l) | Θειικά<br>(mg/l) | Αμμώνιο<br>(mg/l) |
| 2013             |                    | 12.76               |                    |                 |                  | 51.375           | 0.035             |
| 2014             |                    | 14.38               |                    |                 |                  | 44.333           | 0.2733            |
| 2015             |                    | 12.65               |                    |                 |                  | 43.907           | 0.03              |
| 2018             | 78.3933            | 12.2933             | 69.7333            | 2.6067          | 9.4              | 48.3             | 0.13              |
| 2019             | 77.349             | 12.7263             | 69.6043            | 2.3611          | 10.5415          | 43.845           | 0.08              |
| 2020             | 78.715             | 13.6675             | 69.834             | 4.589           | 8.9788           | 45.89            | 0.05              |
| Παραμετρική τιμή |                    | 250                 |                    |                 | 200              | 250              | 0.5               |

|                  | ΥΓΡ02                       |                                  |                                                                  |                   |                   |                 |                        |                             |
|------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------------|-----------------------------|
|                  | Διαλυμένο Οξυγόνο<br>(mg/l) | Ηλεκτρική αγωγιμότητα<br>(μS/cm) | Διττανθρακικό HCO <sub>3</sub><br>(Hydrogen Carbonate)<br>(mg/l) | Νιτρικά<br>(mg/l) | Νιτρώδη<br>(mg/l) | pH              | Θερμοκρασία νερού (°C) | Σύνολο φωσφορικών<br>(mg/l) |
| 2013             | 7.95                        | 856.50                           |                                                                  | 34.85             | 0.025             | 7.95            | 13.80                  |                             |
| 2014             | 4.1667                      | 844.00                           |                                                                  | 27.133            | 0.0475            | 8.04            | 13.17                  |                             |
| 2015             | 5.44                        | 870.33                           |                                                                  | 31.4              | 0.025             | 7.93            | 13.40                  |                             |
| 2018             | 6.65                        | 885.67                           | 517.0433                                                         | 28.833            | 0.39              | 7.82            | 13.67                  | 0.0767                      |
| 2019             | 7.8667                      | 877.00                           | 515.8267                                                         | 29.113            | 0.2517            | 7.72            | 14.03                  | 0.025                       |
| 2020             | 8.75                        | 851.50                           | 517.555                                                          | 27.252            | 0.025             | 8.15            | 13.75                  | 0.025                       |
| Παραμετρική τιμή |                             | 2500.00                          |                                                                  | 50                | 0.5               | ≥ 6,5 και ≤ 9,5 |                        |                             |

|                  | ΥΓΡ02                       |                               |                                |                              |                              |                                |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                  | Ψευδάργυρος<br>(διαλυμένος) | Χαλκός<br>(διαλυμένος) (μg/l) | Σίδηρος<br>(διαλυμένος) (μg/l) | Χρώμιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) | Κάδμιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) | Μαγγάνιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) |
| 2013             | 2.5                         | 2.5                           | 25                             | 2.5                          | 10                           | 6.25                           |
| 2014             | 10                          | 10                            | 30                             | 2.5                          | 0.25                         | 2.5                            |
| 2015             |                             | 2.5                           | 90                             | 10.4                         | 0.25                         | 2.5                            |
| 2018             |                             | 10                            | 5                              | 2.5                          | 0.25                         | 15                             |
| 2019             |                             | 10                            | 45                             | 2.5                          | 0.25                         | 2.5                            |
| 2020             |                             | 10                            | 5                              |                              | 0.25                         | 2.5                            |
| Παραμετρική τιμή |                             | 2000                          | 200                            | 25                           | 5                            | 50                             |

-Για το σημείο ΥΓΡ03:

Πίνακες 11.16, 11.17, 11.18 και 11.19: Χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του νερού στο σημείο ΥΓΡ03.

|                         | ΥΓΡ03              |                     |                    |                 |                  |                  |                   |
|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
|                         | Ασβέστιο<br>(mg/l) | Χλωριούχα<br>(mg/l) | Μαγνήσιο<br>(mg/l) | Κάλιο<br>(mg/l) | Νάτριο<br>(mg/l) | Θειικά<br>(mg/l) | Αμμώνιο<br>(mg/l) |
| 2013                    |                    | 14.24               |                    |                 |                  | 9.2              | 0.035             |
| 2014                    |                    | 15.0967             |                    |                 |                  | 13.333           | 0.2367            |
| 2015                    |                    | 14.1333             |                    |                 |                  | 12.58            | 0.06              |
| 2018                    | 57.8               | 16.4                | 63.6               | 1.235           | 6.1              | 10.9             | 0.14              |
| 2019                    | 59.6817            | 17.757              | 67.4563            | 1.3468          | 6.9109           | 13.08            | 0.1433            |
| 2020                    | 62.4295            | 17.912              | 65.9925            | 1.4665          | 6.3898           | 11.521           | 0.05              |
| <b>Παραμετρική τιμή</b> |                    | <b>250</b>          |                    |                 | <b>200</b>       | <b>250</b>       | <b>0.5</b>        |

|                         | ΥΓΡ03                          |                                     |                                                                  |                   |                   |                            |                           |                                |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|                         | Διαλυμένο<br>Οξυγόνο<br>(mg/l) | Ηλεκτρική<br>αγωγιμότητα<br>(μS/cm) | Διττανθρακικό HCO <sub>3</sub><br>(Hydrogen Carbonate)<br>(mg/l) | Νιτρικά<br>(mg/l) | Νιτρώδη<br>(mg/l) | pH                         | Θερμοκρασία<br>νερού (°C) | Σύνολο<br>φωσφορικών<br>(mg/l) |
| 2013                    | 7.83                           | 728.5                               |                                                                  | 20.275            | 0.0513            | 7.81                       | 14.33                     |                                |
| 2014                    | 4.73                           | 753.00                              |                                                                  | 23.467            | 0.22              | 8.08                       | 14.30                     |                                |
| 2015                    | 6.33                           | 682.67                              |                                                                  | 19.833            | 0.025             | 7.99                       | 13.17                     |                                |
| 2018                    | 8.10                           | 722.50                              | 448.75                                                           | 24.6              | 0.025             | 7.82                       | 14.20                     | 0.62                           |
| 2019                    | 8.70                           | 748.67                              | 470.81                                                           | 23.788            | 0.07              | 7.84                       | 15.00                     | 0.025                          |
| 2020                    | 9.00                           | 765.00                              | 471.905                                                          | 25.747            | 0.025             | 7.86                       | 15.55                     | 0.025                          |
| <b>Παραμετρική τιμή</b> |                                | <b>2500.00</b>                      |                                                                  | <b>50</b>         | <b>0.5</b>        | <b>≥ 6,5 και<br/>≤ 9,5</b> |                           |                                |

|                         | ΥΓΡ03                       |                               |                                |                              |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
|                         | Ψευδάργυρος<br>(διαλυμένος) | Χαλκός<br>(διαλυμένος) (μg/l) | Σίδηρος<br>(διαλυμένος) (μg/l) | Κάδμιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) |
| 2013                    | 2.5                         | 2.5                           | 5                              | 6.25                         |
| 2014                    | 10                          | 10                            | 50                             | 0.25                         |
| 2015                    |                             | 2.5                           | 40                             | 0.25                         |
| 2018                    |                             | 18                            | 5                              | 0.65                         |
| 2019                    |                             | 10                            | 40                             | 0.25                         |
| 2020                    |                             | 10                            | 5                              | 0.25                         |
| <b>Παραμετρική τιμή</b> |                             | <b>2000</b>                   | <b>200</b>                     | <b>5</b>                     |

| ΥΓΡ03                       |                              |                            |                                 |                                |
|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|                             | Χρώμιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) | Εξασθενές χρώμιο<br>(μg/l) | Μόλυβδος<br>(διαλυμένος) (μg/l) | Μαγγάνιο<br>(διαλυμένο) (μg/l) |
| 2013                        | 2.5                          | 5                          | 18.5                            | 2.5                            |
| 2014                        | 23                           | 23                         | 2.5                             | 2.5                            |
| 2015                        | 23                           | 20                         | 2.5                             | 2.5                            |
| 2018                        | 2.5                          | 5                          | 2.5                             | 10                             |
| 2019                        | 2.5                          | 5                          | 2.5                             | 2.5                            |
| 2020                        |                              | 5                          | 2.5                             | 2.5                            |
| <b>Παραμετρική<br/>τιμή</b> | 25                           |                            | 5                               | 50                             |

Γενικά παρατηρούμε ότι οι συγκεντρώσεις των διαφόρων στοιχείων σπάνια υπερβαίνει τις παραμετρικές τιμές και όχι σε μετρήσεις από σειρά ετών, αλλά σε μεμονωμένα έτη. Κατά τόπους εντοπίζονται αυξημένες ποσότητες σε νιτρικά που αποδίδονται σε γεωργικές δραστηριότητες. Επίσης παρατηρείται και αυξημένη ποσότητα σε σίδηρο και μαγγάνιο που θεωρούνται ότι έχουν πρωτογενή προέλευση.

Για τα υπόλοιπα στοιχεία που μετρήθηκαν, βρέθηκε ότι υπάρχουν σε ποσότητες μικρότερες από αυτές του ελάχιστου ορίου εντοπισμού τους, που είναι ανάλογο της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευσή τους.

## 12) Συμπεράσματα και προτάσεις

Η περιοχή των Γρεβενών αποτελεί ένα ξεχωριστό τοπίο με μεγάλο φυσικό πλούτο. Με τους μεγάλους ορεινούς όγκους, της Πίνδου στη Δύση και του Βούρινου στην Ανατολή, σχηματίζεται ένα ξεχωριστό μέρος της Ελλάδας που αποτελεί και το σταυροδρόμι μεγάλων αστικών κέντρων και σημαντικών περιοχών της Δυτικής και της Βόρειας Ελλάδας. Αυτά είναι από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του τόπου αυτού που μπορούν να συμβάλλουν και στην ανάπτυξή του. Παρ' όλα αυτά το κύριο πρόβλημα φαίνεται να είναι ο συνεχώς μειούμενος πληθυσμός, πράγμα που μπορεί να αποτελέσει την αιτία διαφόρων δυσμενών επιπτώσεων στον οικονομικό αλλά και στον κοινωνικό τομέα. Όπως δείχθηκε και στην ανωτέρω εργασία, η μεταβολή των κατοίκων των Γρεβενών παρουσιάζει μία καθοδική τάση, της τάξεως του 10%. Γεγονός αποτελεί η ερήμωση, άλλοτε πολυπληθών οικισμών και η περιορισμένη πια, αξιοποίηση της υπαίθρου.

Όσον αφορά το κλίμα, στα Γρεβενά παρατηρούνται μεγάλες μεταβολές στην θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του έτους, χαρακτηριστικό ενός ηπειρωτικού τύπου κλίματος. Η συνολική ετήσια βροχόπτωση που έχει μετρηθεί σε σταθμό στην πόλη των Γρεβενών είναι περίπου στα 670 mm για τα τελευταία 15 χρόνια, κοντά στο μέσο όρο για την ηπειρωτική Ελλάδα.

Από γεωλογικής σκοπιάς, εντός των ορίων της Περιφερειακής ενότητας, συναντάται η Μεσοελληνική αύλακα, που έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πολλών Ελλήνων γεωλόγων ή του εξωτερικού. Βέβαια έχει μικρή υδρογεωλογική σημασία καθώς παρουσιάζει γενικά μικρή διαπερατότητα, χωρίς να λείπουν όμως περιορισμένες υδροφορίες τοπικού χαρακτήρα.

Γνωστά για τις ξεχωριστές δομές με τις οποίες συνδέονται αλλά και την σημασία τους για την άρδευση, είναι τα πολυάριθμα ρέματα και ποτάμια της περιοχής. Έτσι, έχουν κατασκευαστεί φράγματα που δημιουργούν ταμιευτήρες, ιδιαίτερα χρήσιμους για τον σκοπό αυτό.

Για την ύδρευση του δήμου Γρεβενών, μεγάλη σημασία έχουν οι τοπικές πηγές, μέσω των οποίων υδροδοτούνται πολλοί οικισμοί. Ένα μεγάλο ποσοστό αυτών βρίσκεται στην οροσειρά της Πίνδου, στα δυτικά. Για αυτό και η διατήρηση του εκεί φυσικού περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα σημαντική και από αυτή την άποψη.

Κατά τους θερινούς μήνες, όπως και σε πολλές άλλες περιοχές της Ελλάδας, αξιοποιείται το υπόγειο νερό των υπόγειων υδροφορέων. Στα κεντρικά και βόρεια του δήμου υπάρχει το κοκκώδες υδροφόρο σύστημα των Γρεβενών που φτάνει και στα νότια της περιφερειακής ενότητας της Κοζάνης. Συγκεκριμένα το σύστημα αυτό ξεπερνάει τα 200  $km^2$ , αλλά περισσότερη σημασία δίδεται στο ομώνυμο υποσύστημα που εξυπηρετεί τις υδρευτικές ανάγκες του μεγαλύτερου μέρους των κατοίκων του δήμου, που ζουν στην πόλη. Έχει έκταση που εκτιμάται ότι είναι ίση με 57,81  $km^2$  και φιλοξενείται κυρίως στον σχηματισμό Κιβωτού που υπέρκειται των σχηματισμών της Μεσοελληνικής αύλακας. Αξιοποιείται μέσω ενός αριθμού υδρογεωτρήσεων, κυρίως κατά την περίοδο

του καλοκαιριού. Κοντά στην πόλη των Γρεβενών σημειώνονται οι μεγαλύτερες παροχές άντλησης νερού, που φτάνουν και τιμές μεγαλύτερες των  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ . Η στάθμη ηρεμίας στην περιοχή, βάσει των δεδομένων, είναι στα 530-540 m σε απόλυτο υψόμετρο. Αξιόλογη παροχή παρουσιάζουν και γεωτρήσεις κοντά στον οικισμό του Βατολάκκου με στάθμη ηρεμίας περί τα 490 m από τη μέση στάθμη της θάλασσας. Οι ολικές απολήψεις σε νερό από το υποσύστημα, εκτιμώνται πως είναι ίσες με  $15 * 10^6 \text{ m}^3$  και η ετήσια ανατροφοδότηση ίση με  $20 * 10^6 \text{ m}^3$ . Άρα το ισοζύγιο είναι πλεονασματικό.

Από μετρήσεις που έγινε σε δείγματα υπογείου νερού, παίρνουμε χρήσιμα στοιχεία για τον χημισμό του. Αρχικά βλέπουμε ότι κατά τόπους, η συγκέντρωση σε νιτρικά είναι αυξημένη. Η αυξημένες τιμές αυτές τυπικά συσχετίζονται με την άμετρη χρήση φυτοφαρμάκων σε καλλιέργειες, τα συστατικά των οποίων μπορούν να φτάσουν μέχρι τον υδροφόρο ορίζοντα και μέσα στο υπόγειο νερό. Επίσης, λίγο αυξημένα είναι και κάποια μέταλλα που αποδίδονται στον χημισμό των πετρωμάτων του υδροφορέα και δεν έχουν φτάσει σε ανησυχητικά επίπεδα.

Έχοντας όλα αυτά τα δεδομένα μπορούν να σημειωθούν οι κατάλληλες ενέργειες και να υπάρξει μία βελτιωμένη διαχείριση των διαφόρων πόρων του δήμου που θα έχουν ως στόχο την διασφάλιση των επιφανειακών και υπογείων υδάτων αλλά και την αποδοτικότερη χρήση αυτών. Συγκεκριμένα, έχοντας υπόψη την διαφορά μεταξύ της ποσότητας του υπογείου νερού που αξιοποιείται και της ποσότητας των ανανεώσιμων αποθεμάτων, μπορούν να προωθηθούν δραστηριότητες που δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν σε άλλες περιοχές, λόγω της έλλειψης νερού. Κάποιες από αυτές είναι η επέκταση των αρδεύσιμων εκτάσεων και της γεωργίας ή η ανάπτυξη καλλιεργειών που επωφελούνται από την περίσσεια νερού. Επίσης μπορούν να δοθούν κίνητρα σε βιομηχανίες να εγκατασταθούν στην περιοχή, που θα είναι σε θέση να εκμεταλλευτούν τις υδατικές συνθήκες, αλλά και την λειτουργία της περιοχής ως σταυροδρόμι μεταξύ Δυτικής Ελλάδας και Μακεδονίας. Πέρα από την καλή ποσοτική διαχείριση, απαραίτητη κρίνεται και η προστασία ως προς την ποιότητα. Με τις κατάλληλες δράσεις θα προφυλαχτεί, όχι μόνο το περιβάλλον και οι κάτοικοι της περιοχής, αλλά και όσοι επηρεάζονται από την ροή του Αλιάκμονα στα κατάντη, καθώς αυτός αποστραγγίζει το μεγαλύτερο μέρος της Περιφερειακής Ενότητας Γρεβενών. Τα μεγαλύτερα προβλήματα υπάρχουν στην ποιότητα του νερού του Γρεβενίτη ποταμού και στην αυξημένη συγκέντρωση σε νιτρικά στα υπόγεια νερά συγκεκριμένων περιοχών. Για την αντιμετώπιση αυτών, καλή αρχή είναι η τήρηση των σχετικών νόμων, η λειτουργία βιολογικών καθαρισμών και η ενημέρωση των αγροτών. Στη συνέχεια, σημαντική είναι και η τακτική παρακολούθηση της κατάστασης και ο ακριβής εντοπισμός των κυρίων εστιών ρύπανσης, ώστε να υιοθετηθούν μέτρα που θα αποδειχθούν αποτελεσματικά.

Εν κατακλείδι, είναι εμφανής η χρησιμότητα της διατήρησης του φυσικού περιβάλλοντος και κατ' επέκταση του βασικού αγαθού, του νερού. Γι' αυτό, πρέπει η μέριμνα αυτή να είναι στις προτεραιότητες της τοπικής αυτοδιοίκησης αλλά και των πολιτών ώστε να αποδειχθούν αντάξιοι κληρονόμοι της πλούσιας κληρονομιάς αυτού του τόπου.



## Ελληνική

- 1) Βουδούρης Κ. (2021). «Τεχνική υδρογεωλογία, 1<sup>η</sup> Βελτιωμένη Έκδοση», εκδόσεις Τζιόλα.
- 2) Βουδούρης Κ. (2022). «Εκμετάλλευση και Διαχείριση Υπόγειου Νερού, 2<sup>η</sup> Έκδοση», εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- 3) Γκλούμπος Α. (2014). Διπλωματική εργασία «Συνθήκες υδροδότησης δήμου Κοζάνης». Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ.
- 4) Γρημπυλάκος Γ. (2020). Διδακτορική διατριβή «Συμβολή των υδρομορφολογικών, γεωλογικών και κλιματολογικών παραμέτρων στον προσδιορισμό της τυπολογίας των λεκανών απορροής, εφαρμογές σε λεκάνες της Βόρειας Ελλάδας».
- 5) Καλδής Μ. (2018). Μεταπτυχιακή διατριβή «Χαρτογραφική και στατιστική ανάλυση της κατανάλωσης ύδατος στην πόλη της Μυτιλήνης, με τη χρήση ΓΣΠ».
- 6) Κυζιρίδου Ε. (2015). Διπλωματική εργασία «Στρωματογραφική μελέτη γεωτρήσεων και φυσικών τομών της περιοχής Ταξιάρχη Γρεβενών με χρήση λογισμικού».
- 7) Λάζος Η. (2014). Μεταπτυχιακή διατριβή ειδίκευσης «Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση αντοχής και παραμορφωσιμότητας μολυσματικών σχηματισμών της Μεσοελληνικής άυλακας. Εκτίμηση τεχνικογεωλογικής συμπεριφοράς και προσωρινής υποστήριξης στα υπόγεια έργα».
- 8) Μακρόπουλος Χ., Ευστρατιάδης Α., και Κοσσιέρης Π., Σημειώσεις Υδραυλικής και Υδραυλικών Έργων: Υδρεύσεις, 80 σελ., Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Δεκέμβριος 2019.
- 9) Μουντράκης Δ. (2010). «Γεωλογία της Ελλάδος, Β' έκδοση», (Εκδοτές: University Studio Press – Ανώνυμος Εταιρία Γραφικών Τεχνών και Εκδόσεων).
- 10) Μουρατίδης Η. (2005). «Διδακτορική διατριβή Συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) στη Διαχείριση των υδατικών πόρων της υδρολογικής λεκάνης του Γρεβενίτη ποταμού Νομού Γρεβενών».
- 11) Μπατσή Α. (2007). Διπλωματική εργασία «Στρωματογραφική και Τεκτονική Μελέτη του ορύγματος από χ.θ. 9+250 έως χ.θ. 9+600 της Εγνατίας οδού (Ταξιάρχης Γρεβενών, Δυτ. Μακεδονία)».
- 12) Μπατσή Α. (2011). Διατριβή ειδίκευσης Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος «Τεκτονική Εξέλιξη της περιοχής Ροδιανής, Δυτική Μακεδονία».

13) Μπίρος Δ. (2012). Διπλωματική εργασία «Τεχνικογεωλογικές παράμετροι ανάλυσης ευστάθειας βραχώδων πρανών σε περιβάλλον μολάσσας».

14) Μπουλάλα Α., Μουζάκη Β., (2003). Πτυχιακή εργασία «Μεσογειακό Κλίμα – Το Κλίμα/Πλαίσιο της Ελλάδας και οι τρεις χαρακτηριστικές καλλιέργειες: Αμπέλι, Ελιά και Εσπεριδοειδή».

15) Παπαηλίας Γ. (2018). Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία «Μη σεισμικές μέθοδοι εξερεύνησης υδρογονανθράκων σε χερσαίες εκτάσεις: Η περίπτωση της λεκάνης Ν.Γρεβενών και Ν.Τρικάλων– ερμηνεία γεωλογικών, γεωφυσικών και γεωχημικών δεδομένων και σχεδιασμός ενεργειακών υποδομών».

16) Παπανικολάου Δ., Λέκκας Ε., Μαριολάκος Η., Μίρκου Ρ., (1986). «Συμβολή στη Γεωδυναμική εξέλιξη της Μεσοελληνικής Αύλακας », Πρακτικού 3<sup>ου</sup> Συνεδρίου, Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ., Τομ. XX, σελ. 17-36, Αθήνα 1988.

17) Παπαοικονόμου Ι., (2004). Μεταπτυχιακή διατριβή ειδίκευσης « Τεκτονική εξέλιξη του Δυτικού ορίου της Μεσοελληνικής Αύλακας, περιοχή Κραριάς Γρεβενών ».

18) Σούλιος Γ., Γκούμας Κ., Μεντές Α., Κακλής Τ., Σωτηριάδης Μ., Μάττας Χ., (2018). «Εκτίμηση αναγκών σε νερό του Δήμου Λάρισας και ομόρων Δήμων».

### **Ξενόγλωσση**

1) Ferriere J., Reynaud JY., Pavlopoulos A., Bonneau M., Migiros G., Chanier F., Proust JN., Gardin S., (2004). «Geologic evolution and geodynamic controls of the Tertiary intramontane piggyback Meso-Hellenic basin, Greece», Bulletin de la Societe Geologique de France 175(4):361-381, July 2004.

2) Ferrière J., Chanier F., Reynaud JY., Pavlopoulos Andreas, Ditbanjong P., Coutand I., (2013). «Evolution of the Mesohellenic Basin (Greece): a synthesis».

3) Hodgkinson J., (2009). «Geological control of physiography in Southeast Queensland: a mult-scale analysis using GIS ».

4) Köppen W., (1936). « Das geographische System der Klimate ».

5) Koukouzas Nikolaos , Tyrologou Pavlos , Karapanos Dimitris, Carneiro J., Pereira P., Fernanda de Mesquita Lobo Veloso, Koutsovitis Petros, Karkalis Christos, Manoukian Eleonora, Karametou Rania, (2021). «Carbon Capture, Utilisation and Storage as a Defense Tool against Climate Change: Current Developments in West Macedonia (Greece)».

6) Manuals on Methods of Estimating Population. Manual 1. Methods of Estimating Total Population for Current Dates. New York, Population Division, United Nations, 1952 [Reprint, 1962]



- 1) Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών Δυτικής Μακεδονίας (geodm.gr)
- 2) Γεωπύλη δεδομένων ΕΑΓΜΕ (gaia.igme.gr/portal)
- 3) Δήμος Γρεβενών (dimosgrevenon.gr)
- 4) Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Γρεβενών (ΔΕΥΑΓ) (deyag.gr)
- 5) Εθνικό δίκτυο παρακολούθησης υδάτων (nmwn.ypeka.gr)
- 6) Ελληνική Εταιρεία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης – ΕΕΤΑΑ (eetaa.gr)
- 7) Ε.Μ.Υ. – Κλιματικός Άτλαντας (climatlas.hnms.gr)
- 8) Ελληνική Στατιστική Αρχή – ΕΛΣΤΑΤ (statistics.gr)
- 9) Δρ. Ευθύμης Λέκκας, Καθηγητής – Χαρτογραφικό υλικό (elekkas.gr)
- 10) Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας – (pdm.gov.gr)
- 11) Περιφερειακή ενότητα Γρεβενών – Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (grevena.pdm.gov.gr)
- 12) Πρόγραμμα Ε.Ε. Copernicus – Land Monitoring Services (land.copernicus.eu)
- 13) Υπουργείο Εσωτερικών (ypes.gr)
- 14) Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (wfdgis.ypeka.gr )
- 15) Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας – Πρόγραμμα Παρακολούθησης (ypen.gov.gr)
- 16) el.wikipedia.org
- 17) gnoristetinellada.gr
- 18) Greek Travel Pages (gtp.gr)
- 19) grevenaportal.gr
- 20) greveniotis.gr
- 21) ypodomes.com

### **Λοιπές πηγές**

- 1) 1<sup>η</sup> Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας (ΕΛ 09).
- 2) Γεωλογικοί χάρτες ΙΓΜΕ 1:50.000, φύλλο Γρεβενών, φύλλο Παναγιά, φύλλο Άγραφα.

3) Δεδομένα χρήσεις γης 9<sup>ου</sup> υδατικού διαμερίσματος, Σχέδιο Διαχείρισης 9ου Υδατικού Διαμερίσματος.

4) Επιχειρησιακό σχέδιο δήμου Γρεβενών 2015-2019, Φάση Α': Στρατηγικός σχεδιασμός, Αύγουστος 2015.

5) Επιχειρησιακό σχέδιο δήμου Γρεβενών 2020-2024, Φάση Α': Στρατηγικός Σχεδιασμός, Δεκέμβριος 2020.

6) Ηλιόπουλος Ιωάννης (2020) – Σημειώσεις για πετρώματα Πελαγονικής, Τμήμα Γεωλογίας Πανεπιστήμιο Πατρών.

7) Β. Μαρίνος – Παρουσιάσεις Τεχνικής Γεωλογίας – Τομέας Γεωλογίας ΑΠΘ.

8) Νομοθέτημα Υ.Α. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/2023, Φ.Ε.Κ. 3525/Β` 25.5.2023

9) Πυθαρούλης Ιωάννης – Σημειώσεις Μετεωρολογίας σε τμήμα Μαθηματικών, ΑΠΘ.

10) Σκιάς Στ., Παπαθανασίου Γ. – Παρουσιάσεις Τεχνικής Γεωλογίας – Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΔΠΘ.

11) Σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας 2014, Παράρτημα Α, Παραδοτέο 1 Α' Φάσης – Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Ιανουάριος 2014.

12) Σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας, Παράρτημα Η, Παραδοτέο 14, Α' Φάσης.

13) Τολίκα Κωνσταντία – σημειώσεις Γενικής Κλιματολογίας – Κλίμα Μεσογείου και Ελλάδος, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ.

14) ΥΠΕΚΑ, Αξιολόγηση, αναθεώρηση και εξειδίκευση ΠΠΧΣΑΑ Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας, Στάδιο Α1 (2012).