

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	3
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	5
2.1. Γενικά .....	5
2.2. Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης .....	8
2.2.1 Τοπογραφία της περιοχής μελέτης .....	8
2.2.2 Υδρογραφικό δίκτυο .....	10
2.2.3 Κλίσεις εδαφών .....	11
2.3. Γεωλογική και τεκτονική δομή .....	14
2.3.1 Γεωλογική δομή του λεκανοπεδίου Αθηνών .....	14
2.3.2 Γεωλογία της υδρολογικής λεκάνης .....	22
2.3.3 Τεκτονική - νεοτεκτονική δομή .....	26
2.3.4 Σεισμοτεκτονικό πλαίσιο .....	28
2.3.5 Υδρογεωλογικό καθεστώς .....	32
2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μελέτης .....	37
2.4.1 Θερμοκρασία .....	37
2.4.2 Βροχόπτωση .....	39
2.4.3 Σχετική υγρασία .....	41
2.4.4 Άνεμοι .....	41
2.4.5 Κλιματική κατάταξη .....	44
2.4.6 Εξατμισοδιαπνοή .....	45
2.4.7 Υδρολογικό ισοζύγιο υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης .....	47
2.5. Χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης .....	52
2.6. Προστατευόμενες περιοχές .....	54
3. ΠΙΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ .....	56
3.1. Γραμμικές πηγές ρύπανσης .....	57
3.2. Ατμοσφαιρική ρύπανση .....	58
3.2.1 Εκτίμηση ρυπαντικών πιέσεων στην ατμόσφαιρα .....	58
3.2.2 Ισχύουσα νομοθεσία .....	60
3.2.3 Μετρήσεις παραμέτρων ατμοσφαιρικής ρύπανσης .....	61
3.2.4 Το φαινόμενο του σαββατοκύριακου .....	72
4. Αποτελέσματα προγράμματος παρακολούθησης .....	73

4.1. Αποτελέσματα μετρήσεων φυσικοχημικών παραμέτρων .....	74
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα βασικά στατιστικά στοιχεία του συνόλου των φυσικοχημικών μετρήσεων που είναι διαθέσιμες από την παρούσα ερευνητική προσπάθεια (Πίνακας 17). .....	74
4.2. Χημικές αναλύσεις .....	81
4.3. Μικροβιολογικές αναλύσεις.....	90
4.3.1 Εισαγωγή.....	90
4.3.2 Μεθοδολογία.....	90
4.3.3 Αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων .....	91
4.4. Υδρογονάνθρακες .....	93
4.4.1 Εισαγωγή.....	93
4.4.2 Μεθοδολογία.....	94
4.4.3 Αποτελέσματα από τις αναλύσεις στο ίζημα .....	94
4.5. Υδρολογικές μετρήσεις .....	97
4.5.1 Μεθοδολογία.....	97
4.5.2 Αποτελέσματα.....	98
4.6. Χλωρίδα και πανίδα .....	101
4.6.1 Παρόχθια ζώνη.....	101
4.6.2 Προσδιορίζοντας τον σχηματισμό της παρόχθιας ζώνης: «ζώνη παρόχθιου δάσους».	101
4.6.3 Επισκοπήσεις βλάστησης στην Πικροδάφνη.....	103
4.6.4 Υδρομορφολογική κατάσταση του Ρέματος της Πικροδάφνης.....	104
4.7. Μακροασπόνδυλη πανίδα .....	111
4.7.1 Μεθοδολογία συλλογής μακροασπόνδυλης πανίδας.....	111
4.7.2 Αποτελέσματα.....	112
5. Πλημμυρική επικινδυνότητα .....	114
5.1. Εισαγωγή.....	114
5.2. Υδροδυναμικό μοντέλο .....	115
5.3. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ρέματος .....	117
5.4. Βαθμονόμηση και μετρήσεις πεδίου .....	118
5.5. Προκαταρκτικές προσομοιώσεις.....	119
5.6. Τρέχουσες και προβλεπόμενες εργασίες.....	119
6. Διαχείριση και αποκατάσταση του ρέματος Πικροδάφνης .....	120
6.1. Οικολογική αποκατάσταση .....	120

6.1.1	Βήματα προς την αποκατάσταση στην Πικροδάφνη.....	121
6.1.2	Στόχοι βιοποικιλότητας - Απαραίτητα στοιχεία αποκατάστασης.....	122
6.1.3	Διαχειριστικές πρακτικές .....	124
6.2.	Ελαχιστοποίηση της ρύπανσης .....	125
6.3.	Πλημμυρική επικινδυνότητα.....	126
7.	Ομάδα έργου .....	127
8.	Βιβλιογραφία .....	128

## 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ρέμα Πικροδάφνης είναι ένα από τα ελάχιστα εναπομείναντα αστικά ρέματα στην Αττική. Πηγάζει από το νοτιοδυτικό τμήμα του Υμηττού και διέρχεται από τους Δήμους Βύρωνα, Ηλιούπολης, Αγίου Δημητρίου, Αλίμου και Παλαιού Φαλήρου. Έχει μήκος περίπου 9 km εκ των οποίων στα 6 km περίπου, διατηρεί την φυσική του κοίτη. Έχει υποστεί σημαντικό αριθμό παρεμβάσεων και οχλήσεων διαχρονικά με κυρίαρχες το μπάζωμα των πρανών, την καταστροφή της παρόχθιας ζώνης για οικιστική εξάπλωση και την ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμάτων και αστικών λυμμάτων.

Στο έργο αυτό επιχειρήθηκε η καταγραφή της οικολογικής κατάστασης του ρ. Πικροδάφνης, η αποτύπωση των ρυπαντικών πιέσεων, μια προκαταρκτική εκτίμηση επικινδυνότητας της πλημμύρας και ο αρχικός σχεδιασμός του πλαισίου αποκατάστασης και διαχείρισης του ρέματος. Από τα αποτελέσματα του έργου διαπιστώθηκε ότι το ρέμα δέχεται σημαντικές ρυπαντικές πιέσεις που αφορούν κυρίως την διάθεση αστικών λυμάτων στο ανάντη τμήμα του (μεταξύ των θέσεων P1 και P2, πιθανότατα υπερχείλιση αποχετευτικού αγωγού δίπλα στην πεζογέφυρα της οδού Αιγαίου). Επίσης, η παρόχθια βλάστηση είναι αρκετά υποβαθμισμένη λόγω της επικράτησης ξενικών ειδών (κυρίως καλλωπιστικά φυτά) και η απουσία των αναμενόμενων αυτόχθονων ειδών (ιτιά, πικροδάφνη, πλάτανος, κτλ). Τα βενθικά μακροσπόνδυλα υποδεικνύουν και αυτά μια σχετική υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων, αφού καταγράφηκε μικρή βιοποικιλότητα από είδη ανθεκτικά στην ρύπανση. Ως προς τα ψάρια, παρατηρήθηκαν κεφαλοειδή κοντά στις εκβολές ενώ θα μπορούσαν να βρεθούν και πιο ψηλά στο εσωτερικό του ρέματος, αλλά υπάρχουν τεχνητά εμπόδια (αναβαθμοί) που εμποδίζουν την κυκλοφορία τους. Πολύ σημαντική είναι η ανακάλυψη χελιών στο ρέμα κάτι που του δίνει ιδιαίτερη οικολογική αξία για την διατήρηση αυτού του προστατευόμενου είδους.

Η προκαταρκτική εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας υπέδειξε μια περιοχή που εκτείνεται από 100m κατάντη της γέφυρας της Λ. Αμφιθέας έως και 800m ανάντη του σημείου αυτού ως περιοχή σχετικά υψηλής επικινδυνότητας πλημμύρας καθώς επίσης στην ίδια κατηγορία κατατάχθηκε και η περιοχή των εκβολών του ρέματος. Παρόλα αυτά θα πρέπει να γίνει μια προσεκτικότερη θεώρηση του συγκεκριμένου θέματος με την ενσωμάτωση υδρολογικών δεδομένων που θα αυξήσουν την αξιοπιστία των υδραυλικών προσομοιώσεων.

Το συμπέρασμα από την παρούσα ερευνητική προσπάθεια είναι ότι το ρ. Πικροδάφνης μπορεί και πρέπει να διατηρηθεί και να αποκαταθεί όσο πιο κοντά στην φυσική του κατάσταση. Όποιες

τεχνικές παρεμβάσεις πρέπει να είναι στοχευμένες και να λαμβάνουν υπόψη την σύγχρονη διεθνή εμπειρία ώστε να αντιμετωπίζουν επαρκώς τα προβλήματα πλημμύρας και διάβρωσης με την ταυτόχρονη όμως διατήρηση της φυσικότητας του ρέματος.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ρέμμα της Πικροδάφνης είναι ένα από τα ελάχιστα εναπομείναντα ρέμματα της Αττικής, το οποίο εξακολουθεί να διατηρεί ορισμένα σημαντικά υδρομορφολογικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του. Το εν λόγω ρέμμα πηγάζει από τα δυτικά πρηνή του Υμηττού, στην περιοχή του Καρέα, διέρχεται μέσα από τον αστικό ιστό της πόλης και συγκεκριμένα από τους Δήμους Βύρωνα, Ηλιούπολης, Αγίου Δημητρίου, Παλαιού Φαλήρου και εκβάλλει στη θάλασσα εντός των ορίων του Δήμου Αλίμου. Το ρέμμα Πικροδάφνης έχει υποστεί μέχρι σήμερα σημαντικές αλλοιώσεις κατά μήκος της κοίτης του, λόγω της ανεξέλεγκτης αστικοποίησης αλλά και λόγω αντιπλημμυρικών παρεμβάσεων. Οι αλλοιώσεις αυτές έχουν διαταράξει σημαντικά το υδρομορφολογικό αλλά και το βιολογικό καθεστώς του ρέμματος, επιδεινώνοντας σε ορισμένες περιπτώσεις και την πλημμυρική επικινδυνότητα του. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ακόμη και σήμερα, σημαντικά τμήματα του συγκεκριμένου ρέμματος που διατηρούνται σε σχετικά καλή οικολογική κατάσταση και αποτελούν μοναδικό πόλο βιοποικιλότητας και φυσικού τοπίου μέσα σε ένα έντονα αστικοποιημένο χώρο. Οι περιοχές αυτές του ρέμματος θα μπορούσαν και θα έπρεπε να διατηρηθούν, αφενός για να εξασφαλίζουν την αισθητική αναβάθμιση του τοπίου και την αναψυχή του κοινού αλλά παράλληλα για να αποτελέσουν πόλο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ενημέρωσης ενώ θα μπορούσαν ενδεχομένως να συμβάλλουν αποτελεσματικά και στην εκτόνωση πλημμυρικών γεγονότων.

## Σκοπιμότητα υλοποίησης του έργου

Η προστασία και αποκατάσταση των αστικών ρεμάτων είναι διεθνής πρακτική που εφαρμόζεται εντατικά κατά την τελευταία δεκαετία. Τα αστικά ρέματα προσφέρουν πολύτιμες υπηρεσίες στο ανθρωπογενές περιβάλλον της πόλης συμβάλλοντας στην βελτίωση του μικροκλίματος (αφού λειτουργούν σαν διάδρομοι ανανέωσης του αέρα), βελτιώνουν σημαντικά την αισθητική του τοπίου, αποτελώντας μια σπάνια όαση πρασίνου και δροσιάς μέσα στο απόλυτα τεχνητό τοπίο της πόλης ενώ προσφέρουν μοναδικές ευκαιρίες για αναψυχή και περιβαλλοντική εκπαίδευση. Για τους παραπάνω λόγους μεγάλος αριθμός σημαντικά τροποποιημένων αστικών υδάτινων σωμάτων αποκαθίστανται διεθνώς, σήμερα, με σκοπό να επανέλθουν οι πολύτιμες αυτές υπηρεσίες των υδάτινων συστημάτων στον κοινωνικό ιστό της πόλης. Το ρέμα της Πικροδάφνης είναι ένα από τα ελάχιστα ρέματα που έχουν απομείνει στην Αττική έχοντας διατηρηθεί σε σχεδόν φυσική κατάσταση στο μεγαλύτερο ποσοστό του μήκους του, δίνοντας μοναδική ευκαιρία για αποκατάσταση, αναβάθμιση και διατήρηση του. Το εν λόγω ρέμα δέχεται ορισμένες ρυπαντικές

πιέσεις που αφορούν κυρίως την αναξέλεγκτη διάθεση αστικών λυμάτων και απορριμμάτων και παρεμβάσεις στην παρόχθια ζώνη του που διαταράσσουν την φυσική βλάστηση. Επίσης, ελάχιστα αξιόπιστα δεδομένα υπάρχουν για την περιβαλλοντική / οικολογική κατάσταση του ρέματος, για την υδρολογική του συμπεριφορά και την πλημμυρική επικινδυνότητα του καθώς και για την παρόχθια ζώνη του που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για πολλαπλούς σκοπούς (αξιοποίηση της με αύξηση της επισκεψιμότητας, ελεγχόμενη εκτόνωση πλημμύρας με δημιουργία τεχνητών υγροτόπων, κτλ). Επομένως, απαιτείται μια ολοκληρωμένη ερευνητική προσέγγιση για την καταγραφή και ανάλυση σημαντικού αριθμού περιβαλλοντικών δεδομένων σε κομβικά σημεία κατά μήκος του ρέματος ώστε να μπορέσει να αποκτηθεί η απαιτούμενη γνώση και κατανόηση των οικο-υδρολογικών διεργασιών του ρέματος για να σχεδιαστούν κατάλληλα μέτρα διατήρησης και διαχείρισης του.

Επιπρόσθετα, η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα (2000/60/ΕΕ) και η σχετική Εθνική Νομοθεσία, επιβάλλουν την συνεχή παρακολούθηση των υδάτινων σωμάτων και την εξασφάλιση της καλής οικολογικής τους κατάστασης εντός συγκεκριμένου χρονοδιαγράμματος και με συγκεκριμένα μέτρα. Επίσης, η εν λόγω περιβαλλοντική παρακολούθηση είναι απολύτως απαραίτητη για κάθε επιστημονικά ορθό σχεδιασμό αποκατάστασης, ανάπλασης και αξιοποίησης / προστασίας του ρέματος.

#### **Ο σκοπός της συγκεκριμένης πρότασης έργου είναι:**

- 1) Να καταγραφεί η οικολογική κατάσταση του ρέματος Πικροδάφνης και να χαρτογραφηθούν τα τμήματα του που μπορούν να αποκτήσουν μια καλή οικολογική κατάσταση.
- 2) Να αναγνωριστούν οι ρυπαντικές και υδρομορφολογικές πιέσεις που δέχεται το ρέμα σε όλο το μήκος του και να περιγραφούν συγκεκριμένα μέτρα προστασίας και αποκατάστασης του.
- 3) Να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων για το ρ. Πικροδάφνης, με όλα τα απαραίτητα περιβαλλοντικά δεδομένα που προβλέπονται στην Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα.
- 4) Να σχεδιαστούν μέτρα αποκατάστασης, αξιοποίησης και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης του ρ. Πικροδάφνης
- 5) Να υπάρξει ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με την περιβαλλοντική αξία και την ανάγκη διατήρησης του ρέματος Πικροδάφνης.

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1. Γενικά

Το ρέμα της Πικροδάφνης εντοπίζεται στο νοτιοανατολικό τμήμα του λεκανοπεδίου της Αττικής, το οποίο περιβάλλεται δυτικά από το όρος Αιγάλεω (υψόμετρο +453 m), βόρεια από τα όρη Πάρνηθα (υψόμετρο +1.413 m) και Πεντέλη (υψόμετρο + 1.107 m) και ανατολικά από το όρος Υμηττός (υψόμετρο + 1.026 m). Το ρέμα αποτελεί μαζί με τον Κηφισό και τον Ιλισό ένα από τα μεγαλύτερα σε μήκος ρέματα της περιοχής (Εικόνα 1). Οι πηγές του εντοπίζονται στις ανατολικές υπώρειες του Υμηττού στην περιοχή του Καρέα και οι εκβολές του στον Σαρωνικό κόλπο, στην ευρύτερη περιοχή του Φαληρικού κόλπου. Από το συνολικό μήκος του ρέματος (9.300 m περίπου), τα 6.000 m περίπου διατηρούν ακόμα την φυσική του κοίτη, ενώ τα υπόλοιπα είναι εγκιβωτισμένα. Το όριο των δύο αυτών τμημάτων αποτελεί η λεωφόρος Βουλιαγμένης. Ανάντη αυτής το ρέμα στην πλειονότητά του έχει εγκιβωτιστεί και έχει μετατραπεί σε δρόμους, πάρκα ή γήπεδα, ενώ κατάντη αυτής το ρέμα ρέει σχεδόν στο σύνολό του φυσικά (Σκριμιζέα, 2011).

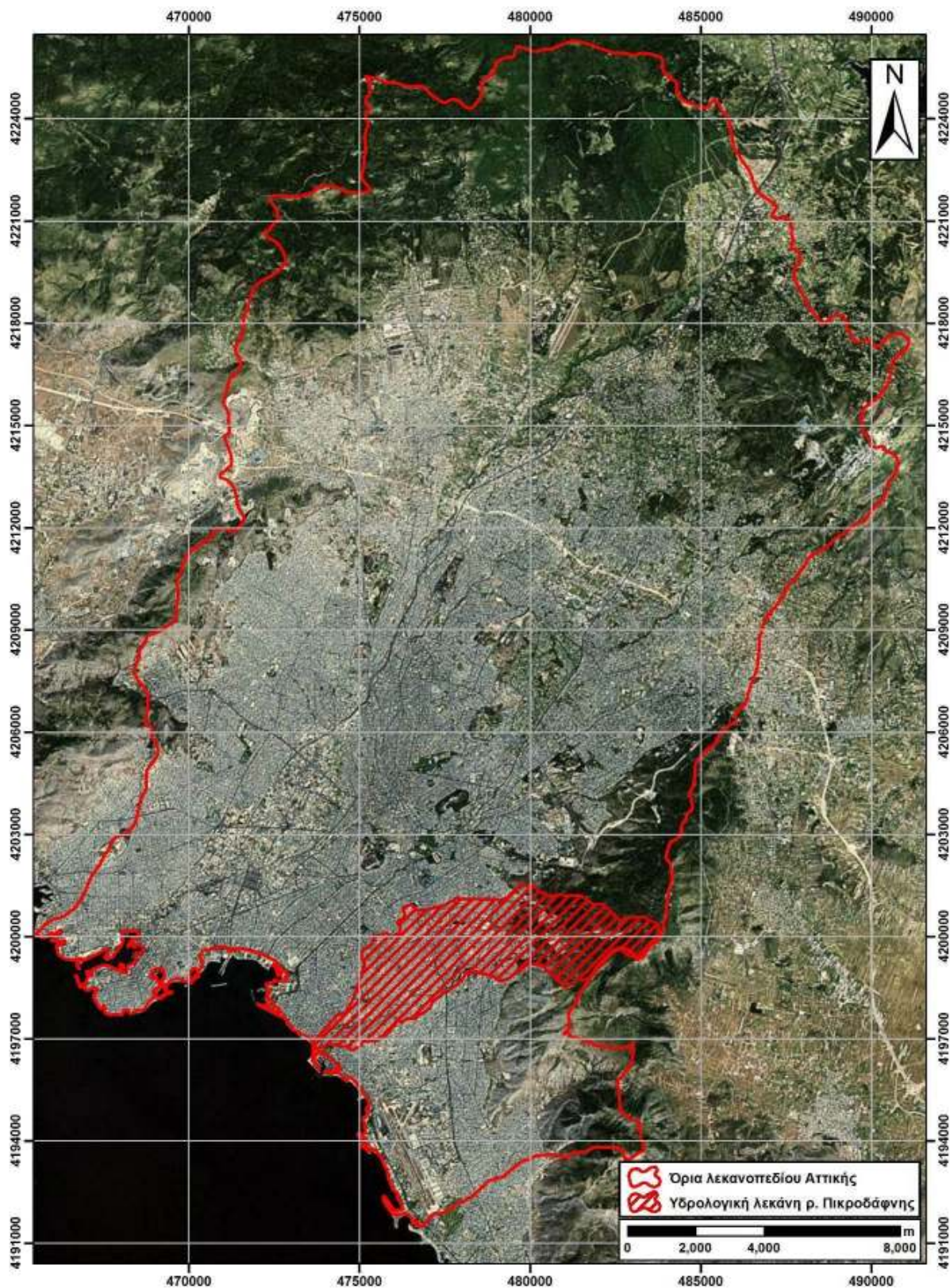
Ο υδροκρίτης της λεκάνης απορροής του ρέματος Πικροδάφνης διέρχεται από το δυτικό τμήμα του Υμηττού.

Διοικητικά η υδρολογική λεκάνη του ρέματος Πικροδάφνης υπάγεται στο κεντρικό και νότιο τομέα της Περιφέρειας Αττικής και κυρίως στους δήμους Βύρωνος, Αγίου Δημητρίου, Ηλιούπολης και Δάφνης - Υμηττού και λιγότερο στους δήμους Καισαριανής, Παλαιού Φαλήρου, Νέας Σμύρνης και Αλίμου (Πίνακας 1, Εικόνα 2).

**Πίνακας 1: Δήμοι στην υδρολογική λεκάνη του ρέματος Πικροδάφνης (πρόγραμμα Καλλικράτης)**

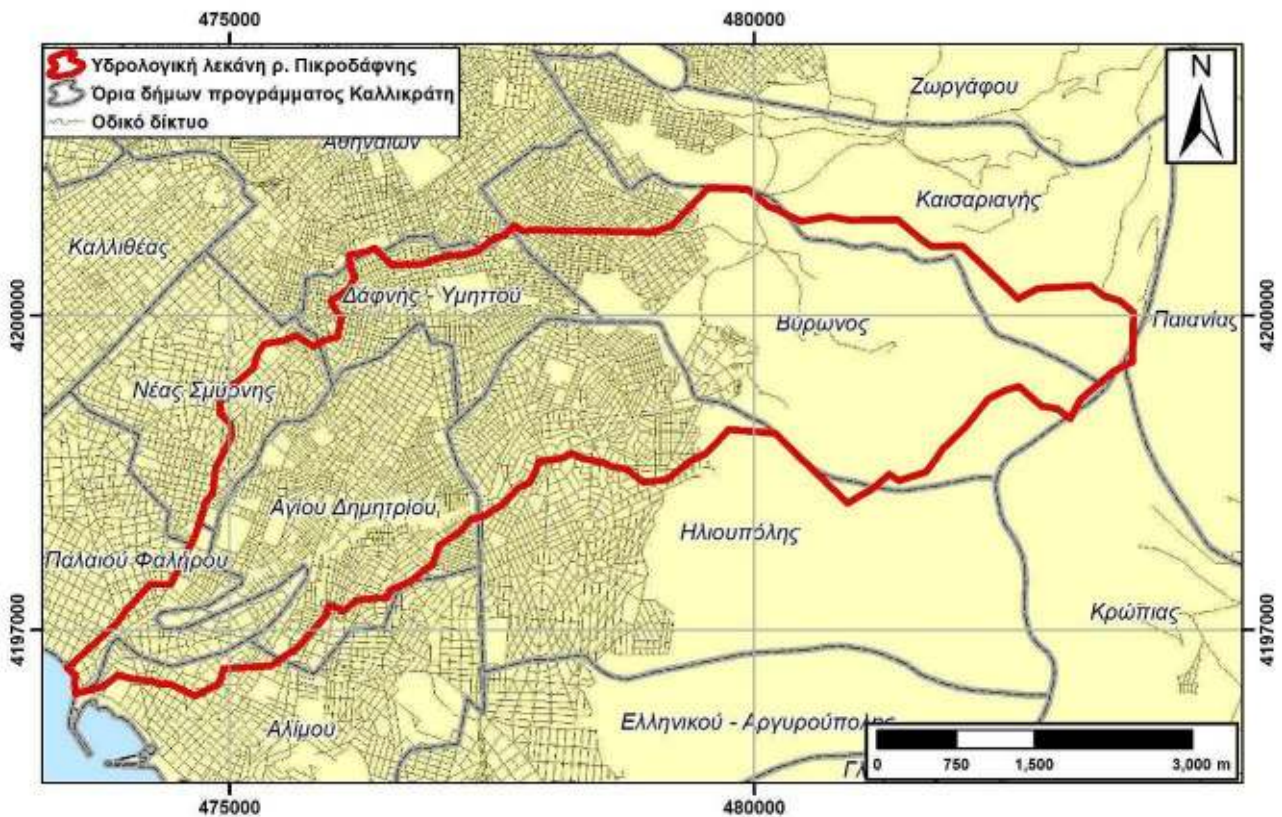
Δήμος	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Έκταση (%)
Βύρωνος	7.40	35%
Αγίου Δημητρίου	4.56	23%
Ηλιούπολης	3.13	15%
Δάφνης- Υμηττού	2.10	10%
Καισαριανής	1.30	6%
Παλαιού Φαλήρου	1.11	5%
Νέας Σμύρνης	0.90	4%
Αλίμου	0.41	2%
<b>Σύνολο</b>	<b>20.93</b>	<b>100%</b>







**Εικόνα 1: Θέση της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης στο λεκανοπέδιο Αττικής (υπόβαθρο: Bing maps)**



**Εικόνα 2: Διοικητική διαίρεση της υδρολογικής λεκάνης της λίμνης Κουμουνδούρου (πρόγραμμα Καλλικράτης)**

Το φυσικό περιβάλλον του ρέματος Πικροδάφνης είναι γενικά υποβαθμισμένο, λόγω αστικών πιέσεων και πιο συγκεκριμένα λόγω της ανεξέλεγκτης δόμησης στην παράχθια ζώνη, την κατά τόπους παράνομη απόρριψη απορριμμάτων και της διευθέτησης της φυσικής κοίτης. Το ρέμα παρουσιάζει ροή τους περισσότερους μήνες του έτους, ενώ χαρακτηρίζεται από την παρουσία μαιάνδρων, πλημμυρικών όχθων και μικρών ταμιευτήρων. Παράλληλα το ρέμα της Πικροδάφνης είναι ο τελικός αποδέκτης αστικών λυμάτων αφού αγωγού αποχέτευσης καταλήγουν στην κοίτη του.

Τα ρέμα της Πικροδάφνης συμπεριλαμβάνεται στα ρέματα της Αττικής που έχουν χαρακτηριστεί ως Ιδιαίτερου Περιβαλλοντικού Ενδιαφέροντος (ΦΕΚ 281Δ/1993).

## 2.2. Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

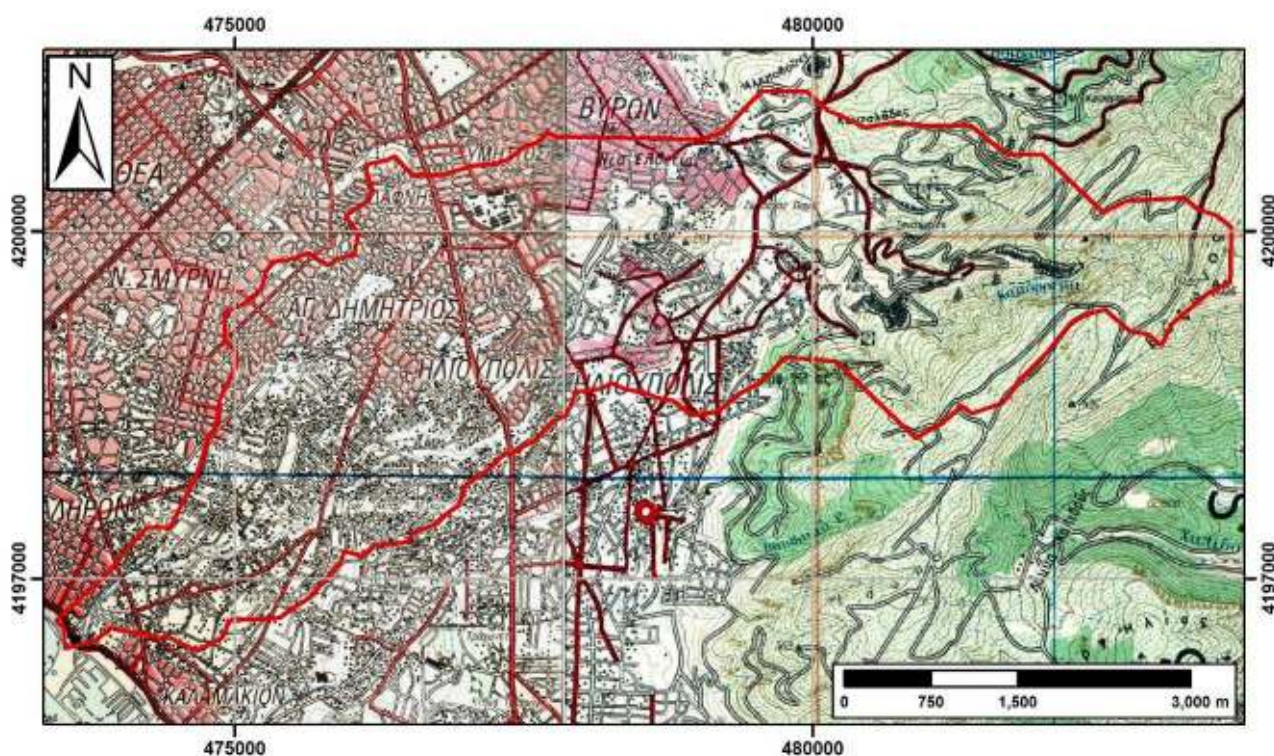
### 2.2.1 Τοπογραφία της περιοχής μελέτης

Η λεκάνη απορροής του ρέματος Πικροδάφνης έχει έκταση 20,93 km<sup>2</sup> (Πίνακας 2). Η διεύθυνση της λεκάνης είναι βορειοανατολική - νοτιοδυτική και είναι ανοικτή νοτιοδυτικά στον Σαρωνικό κόλπο, ενώ βορειοανατολικά οριοθετείται από τον Υμηττό (Εικόνα 3).

Το υψόμετρο της λεκάνης απορροής κυμαίνεται από 0 έως 1.026 m (κορυφή Εύζωνος), με μέση τιμή 231,3 m.

**Πίνακας 2: Γεωμορφολογικά στοιχεία περιοχής μελέτης.**

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	
ΕΚΤΑΣΗ (km <sup>2</sup> )	20,93
ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ (km)	27,30
ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΑΞΟΝΑΣ (km)	10,73
ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΑΞΟΝΑΣ (km)	2,15
ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΛΙΣΗ (°)	53,0
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΚΛΙΣΗ (°)	0,0
Μ.Ο. ΚΛΙΣΗΣ (°)	8,1

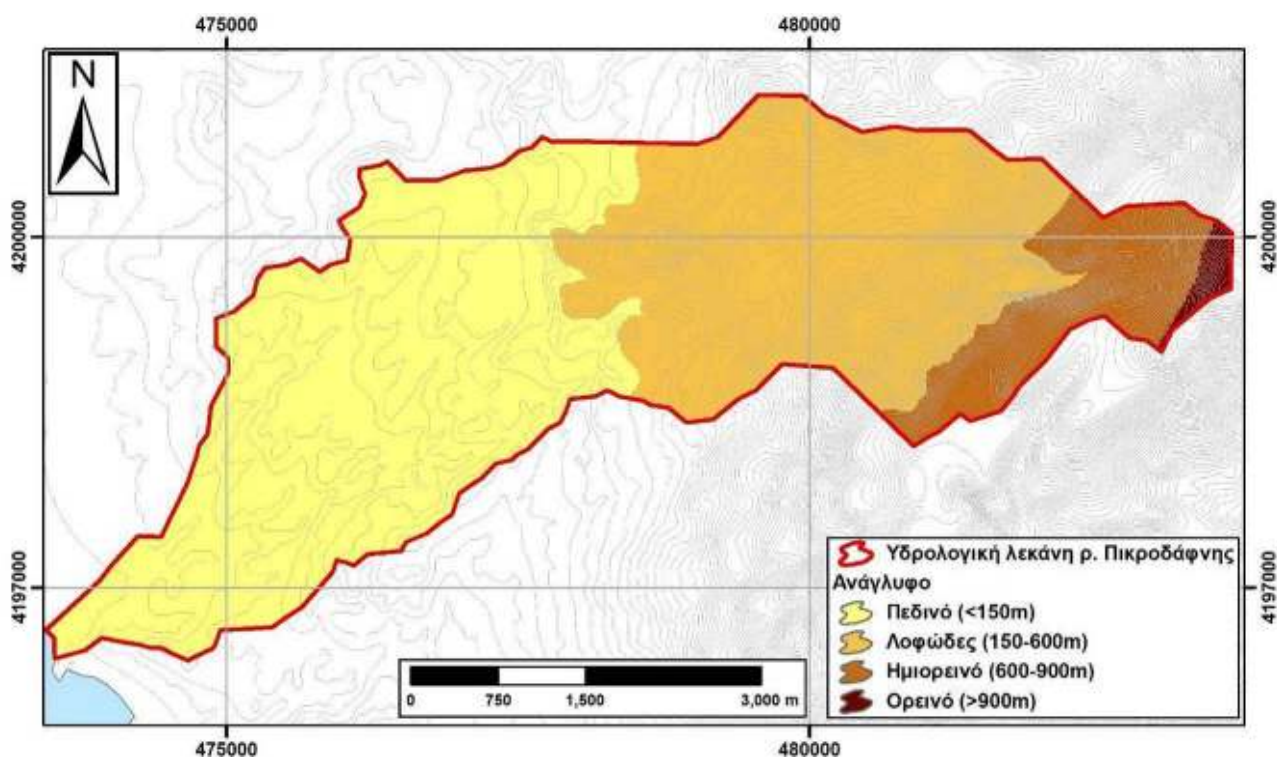




**Εικόνα 3: Τοπογραφικός χάρτης της υπό μελέτης υδρολογικής λεκάνης ( Γ.Υ.Σ., φύλλα Αθήναι - Πειραιεύς και Αθήναι - Κορωπίον, κλίμακα 1:50.000).**

Η ταξινόμηση του μορφολογικού αναγλύφου της λεκάνης απορροής του ρέματος Πικροδάφνης μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση το σύστημα του Dikau (1989). Σύμφωνα με αυτό, η περιοχή μελέτης διαχωρίζεται στα παρακάτω τμήματα:

- < 150 m: πεδινές περιοχές
- 150 - 600 m: λοφώδεις περιοχές.
- 600 - 900 m: ημιορεινές περιοχές, με βουνά και ψηλούς λόφους.
- > 900 m: ορεινές περιοχές.

**Εικόνα 4: Μορφολογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του ρέματος Πικροδάφνης****Πίνακας 3: Έκταση των κλάσεων του μορφολογικού αναγλύφου**

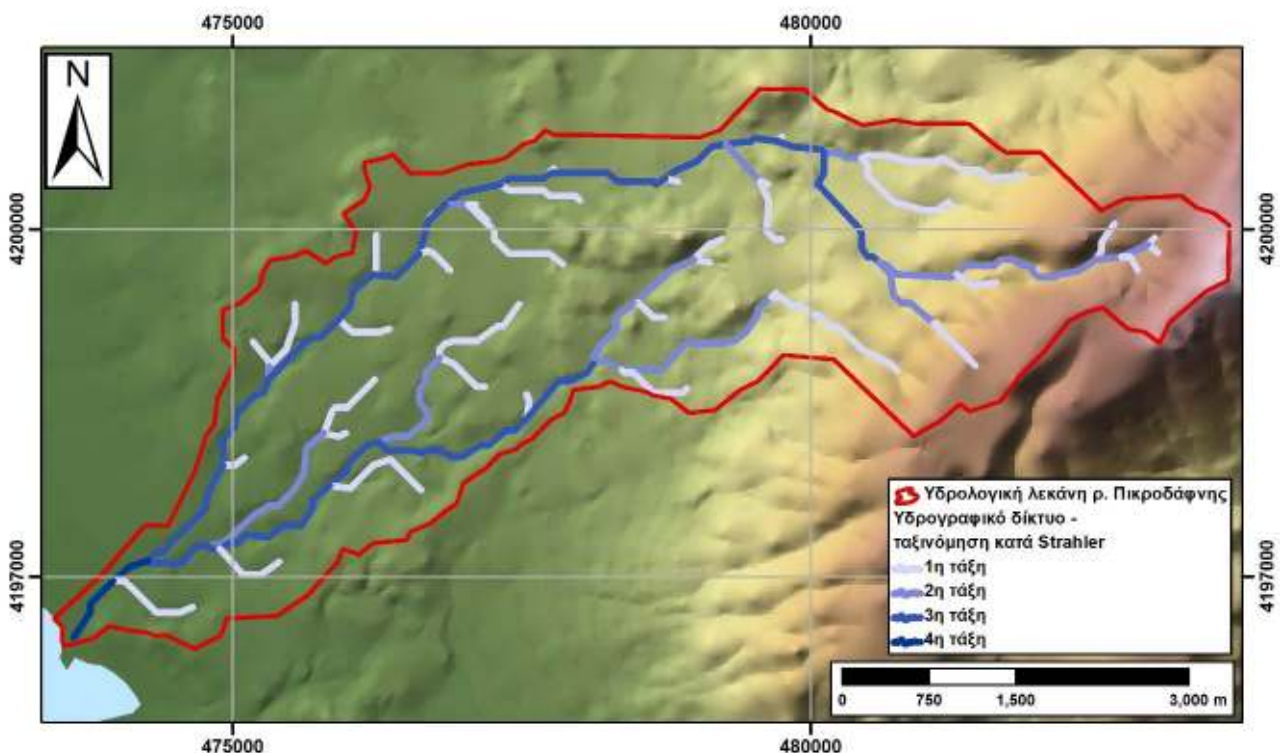
Υψόμετρο (m)	Χαρακτηρισμός	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Έκταση (%)
< 150	Πεδινό	10.58	51%
150-600	Λοφώδεις	8.02	38%
600-900	Ημιορεινό	2.14	10%
> 900	Ορεινό	0.20	1%
<b>Σύνολο</b>		<b>20.93</b>	<b>100%</b>

Με βάση την κατάταξη αυτή προκύπτει ότι κατά κύριο λόγο το μορφολογικό ανάγλυφο της λεκάνης χαρακτηρίζεται πεδινό (ποσοστό 51%) και δευτερευόντως λοφώδες (38%). Ημιορεινό ανάγλυφο συναντάται μόνο στο 10% της λεκάνης απορροής, ενώ ορεινό χαρακτηρίζεται μόνο το 1% (Εικόνα 4, Πίνακας 3).

### 2.2.2 Υδρογραφικό δίκτυο

Βασικός μορφογενετικός παράγοντας του νοτιοδυτικού τμήματος του Υμηττού αποτελεί το ρέμα Πικροδάφνης, το οποίο είναι περιοδικής ροής.

Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής του ρέματος Πικροδάφνης έχει επιμηκυσμένη δενδριτική μορφή. Παράλληλα, το ρέμα εμφανίζει ασύμμετρη ροή, καθώς ο κεντρικός του κλάδος είναι μετατοπισμένος προς τα δυτικά, γεγονός που αποδίδεται στην προσφορά υλικού από τα δυτικά πρηνή του Υμηττού που τον αναγκάζει να μετατοπιστεί παράλληλα στον άξονά του και μακρύτερα από τον ορεινό όγκο (Μπάση, 2004).



Εικόνα 5: Υδρογραφική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ρέματος Πικροδάφνης κατά Strahler

Από την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler προκύπτει ότι το ρέμα της Πικροδάφνης είναι 4<sup>ης</sup> τάξης και έχει διεύθυνση ροής βορειοανατολική - νοτιοδυτική. Οι κλάδοι 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης έχουν διεύθυνση ροής κυρίως ανατολική - δυτική και σε μικρό ποσοστό βορειοανατολική - νοτιοδυτική, ενώ οι κλάδοι 3<sup>ης</sup> τάξης έχουν διεύθυνση ροής βορειοανατολική - νοτιοδυτική (Εικόνα 5).

Αναφέρεται ακόμα το γεγονός ότι στην υδρολογική λεκάνη του ρέματος Πικροδάφνης δεν παρατηρούνται αποθέσεις κοίτης και αναβαθμίδες, αλλά αντίθετα παρατηρείται έντονη κατά βάθος διάβρωση, η οποία δεν γίνεται εύκολα αντιληπτή λόγω του έντονου αστικού ιστού της περιοχής (Μπάση, 2004).

### 2.2.3 Κλίσεις εδαφών

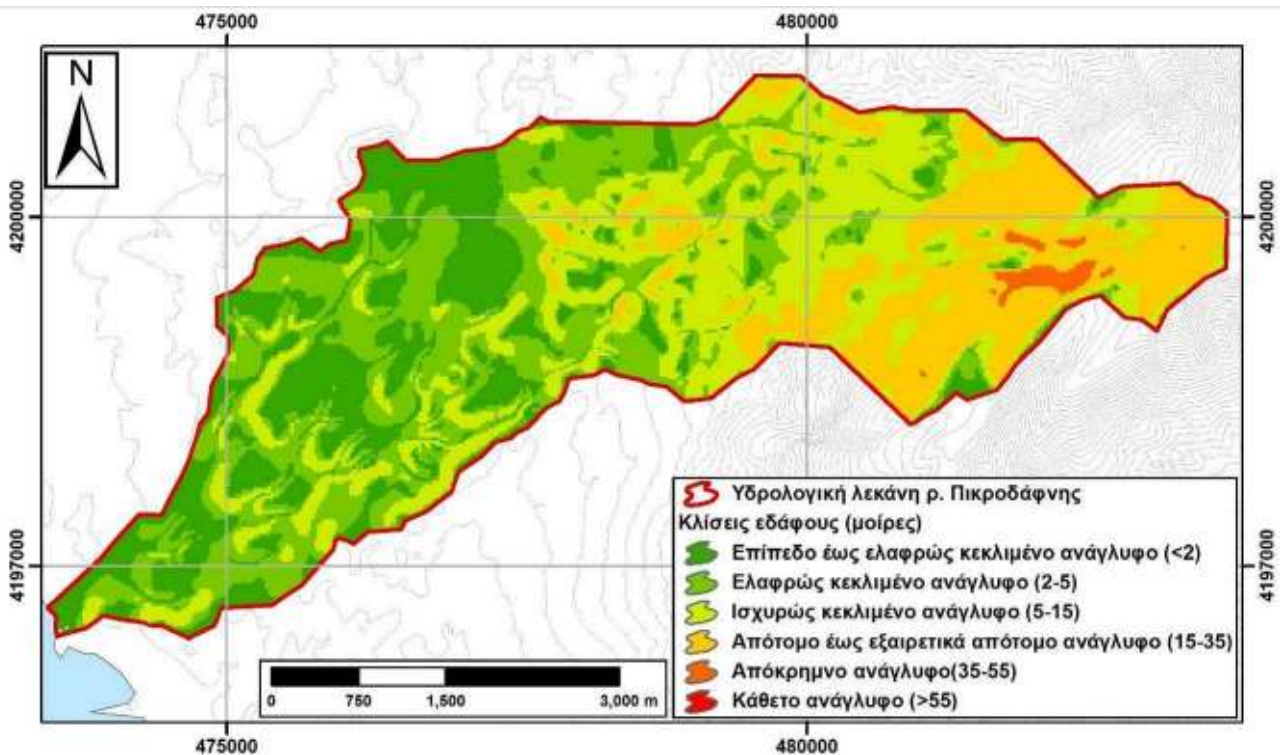
Οι κλίσεις του εδάφους κυμαίνονται από 0° έως 53°, με μέση κλίση 8,1°.

Αναφορικά με το μορφολογικό ανάγλυφο της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης, αυτό μπορεί να ταξινομηθεί με βάση το σύστημα της Διεθνούς Γεωγραφικής Εταιρίας (International Geographical Union/IGU) (Demek, 1972):

- **Κλίση εδάφους < 2°:** Επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πλημμυρικά πεδία, επιφάνειες επιπέδωσης, αναβαθμίδες). Έναρξη διάβρωσης τύπου καλύμματος.
- **Κλίση εδάφους 2-5°:** Ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πρόποδες κοιλάδων, περιοχές τελικών μοραίνων, κλιτύες θινών). Διάβρωση καλύμματος και έναρξη αυλακωτής διάβρωσης. Μέτρα προστασίας του εδάφους στις καλλιεργούμενες περιοχές. Προτεινόμενη η καλλιέργεια κατά ισοϋψείς.
- **Κλίση εδάφους 5-15°:** Ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (κλιτύες κοιλάδων, τεκτονικές αναβαθμίδες). Κινήσεις μαζών, ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή, με έντονες διαβρωτικές διεργασίες. Πιθανές ολισθήσεις εδάφους και ερπυσμός. Στις 15° βρίσκεται η κρίσιμη γωνία για το σχηματισμό πλήρους εδαφικού ορίζοντα. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες συναντούν ιδιαίτερες δυσκολίες, ενώ η καλλιέργεια είναι αδύνατη χωρίς την χρήση αναβαθμίδων.
- **Κλίση εδάφους 15-35°:** Απότομο έως εξαιρετικά απότομο ανάγλυφο (κλιτύες κοιλάδων μεσαίων ορέων). Έντονες διεργασίες απογύμνωσης, ερπυσμοί εδαφών, λασπορροές, έντονη

αυλακωτή και γραμμική διάβρωση. διάβρωση τόσο σε γυμνές όσο και σε δασικές περιοχές. Αδύνατη η καλλιέργεια, δύσκολη η υλοτομία. Στις κλίσεις αυτές ανήκουν οι περιοχές των δασών.

- **Κλίση 35-55°:** Απόκρημνο ανάγλυφο. Πολύ λεπτό ασυνεχές στρώμα εδάφους, έντονη απογύμνωση του μητρικού πετρώματος, ισχυρότατη έκθεση στους παράγοντες της διάβρωσης και της βαρύτητας. Αδύνατη προσπέλαση, περιοχή δασών και οριακή εκμετάλλευση της υλοτομίας.
- **Κλίση > 55°:** Κάθετο ανάγλυφο. Απουσία εδάφους. Απογύμνωση πετρωμάτων και κατάρρευση βράχων. Αδυναμία οικονομικής εκμετάλλευσης.



Εικόνα 6: Χάρτης κλίσεων της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης

Πίνακας 4: Έκταση των κλάσεων των μορφολογικών κλίσεων

Κλίση (°)	Χαρακτηρισμός	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Έκταση (%)
0-2	Επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο	4.63	23%
2-5	Ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο	6.16	29%
5-15	Ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο	6.14	29%
15-35	Απότομο έως εξαιρετικά απότομο ανάγλυφο	3.80	18%
35-55	Απόκρημνο ανάγλυφο	0.20	1%
>55	Κάθετο ανάγλυφο	0.00	0%

---

<b>Σύνολο</b>	<b>20.93</b>	<b>100%</b>
---------------	--------------	-------------

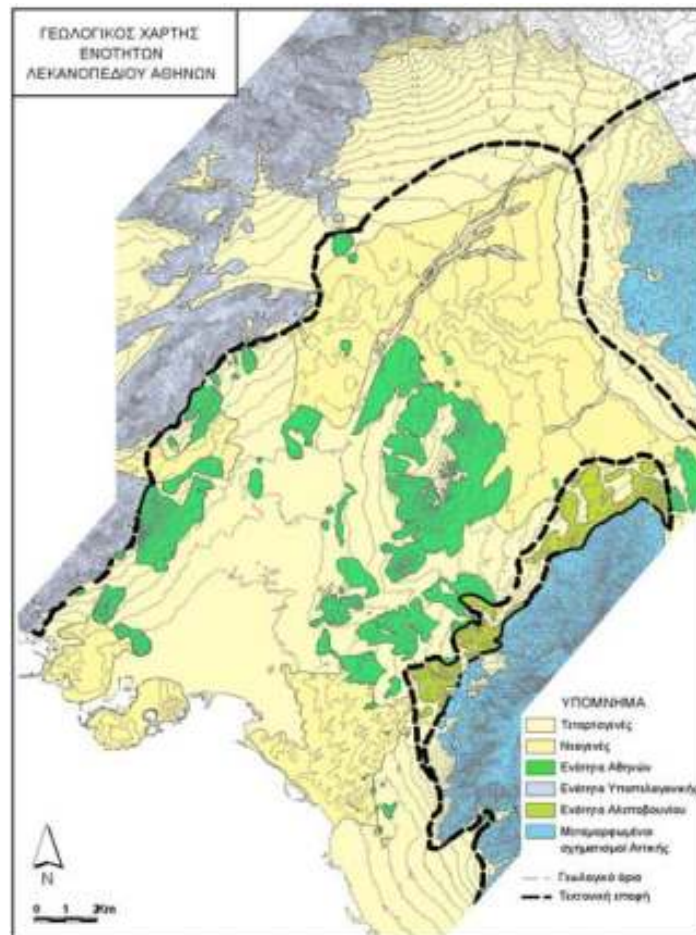
Με βάση την παραπάνω ταξινόμηση προκύπτει ότι στην υπό μελέτη υδρολογική λεκάνη κατά κύριο λόγο επικρατεί το ελαφρώς και ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (29% έκαστο), καθώς και το επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (23%), ενώ δεν συναντάται κάθετο ανάγλυφο (Εικόνα 6, Πίνακας 4).



## 2.3. Γεωλογική και τεκτονική δομή

### 2.3.1 Γεωλογική δομή του λεκανοπεδίου Αθηνών

Η υπό μελέτη υδρολογική λεκάνη του ρέματος Πικροδάφνης εντοπίζεται στο νοτιοανατολικό τμήμα του λεκανοπεδίου της Αττικής, το οποίο είναι μία νεοτεκτονική λεκάνη πληρωμένη δευτερογενώς με μεταλικά ιζήματα και το οποίο περιβάλλεται από αλπικούς σχηματισμούς. Σχηματισμοί της αλπικής ορογένεσης συναντώνται ακόμα στους λόφους που αναπτύσσονται εντός του λεκανοπεδίου, κατά μήκος του κεντρικού του άξονα (Τουρκοβούνια, Λυκαβηττός, Στρέφη, Ακρόπολη, Φιλοπάππου, Αρδηττός, Ζωοδόχος Πηγή κ.α.). Πιο συγκεκριμένα, δυτικά και βορειοδυτικά το λεκανοπέδιο οριοθετείται από τους ορεινούς όγκους του Αιγάλεω και της Πάρνηθας, οι οποίοι δομούνται από αμεταμόρφωτους σχηματισμούς της Υποπελαγονικής ενότητας και ανατολικά και βορειοανατολικά από τους ορεινούς όγκους Υμηττού και Πεντέλης, οι οποίοι δομούνται από τα μεταμορφωμένα πετρώματα της σχετικά αυτόχθονης ενότητας Αττικής (Paranikolaou, 1986, Εικόνα 7).



## **Εικόνα 7: Τεκτονικές ενότητες του λεκανοπεδίου Αθηνών (Μπάση, 2004)**

Εντός του λεκανοπεδίου της Αθήνας εντοπίζονται οι ακόλουθοι σχηματισμοί (Μπάση, 2004, Παπανικολάου κ.α., 2004α, Εικόνα 8):

### **ΜΕΤΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ**

#### **i) Τεταρτογενές**

##### **- Ανθρωπογενείς αποθέσεις**

Υλικά επιχωματώσεων, τεχνητών νησίδων, λιμενοβραχιόνων, θαμμένες αρχαίες κατασκευές κ.α., ηλικίας σημερινής μέχρι 10.000 ετών. Πρόκειται για γωνιώδεις ογκόλιθους, λατύπες, άμμους και αργίλους με μεγάλη ανομοιογένεια και διαφορεικό βαθμό καθίζησης λόγω της πλημμελούς συμπύκνωσής τους.

##### **- Αλλουβιακοί σχηματισμοί**

Πρόκειται για ποτάμιες προσχώσεις, κυρίως του Κηφισού ποταμού και των παραποτάμων του. Αργίλοι, ιλύες και χαλαρά κροκαλοπαγή με πλευρικές μεταβάσεις. Το πάχος των σχηματισμών αυτών είναι γενικά λίγα μέτρα βόρεια του λεκανοπεδίου μέχρι 30-40 m νότια.

##### **- Τεναγώδεις αποθέσεις**

Πρόκειται για ιδιαίτερα πλαστικές αργίλους και ιλύες με οργανικό υλικό. Το πάχος του σχηματισμού είναι λίγα μέτρα. Συναντάται στην περιοχή του Φαληρικού δέλτα, όπου μέχρι τους ιστορικούς χρόνους υπήρχε εκτεταμένη ελώδης έκταση η οποία έχει πλέον αποξηρανθεί καθώς πληρώθηκε με ποτάμιες προσχώσεις του Κηφισού και από τα έργα θεμελίωσης των Μακρών Τειχών την εποχή του Κίμωνα.

##### **- Παράκτιες αποθέσεις**

Πρόκειται για ασύνδετες άμμους και κροκάλες, πάχους έως λίγα μέτρα. Συναντώνται σε περιορισμένες θέσεις μεταξύ Πειραιά και Γλυφάδας.

##### **- Πλευρικά κορήματα**

Χαλαροί σχηματισμοί στις εξόδους των ρεμάτων από τους ορεινούς όγκους. Πρόκειται για λατύπες, άμμοι και ιλύες. Πάχος συνήθως έως 5-10 m.

##### **- Διλουβιακές αποθέσεις**

Υλικά αποσάθρωσης υποκείμενων σχηματισμών και αποτελούνται από αργίλους και ιλύες εντός των οποίων συναντώνται θραύσματα του υποβάθρου. Το πάχος τους κυμαίνεται από λίγα εκατοστά έως αρκετά μέτρα. Συναντώνται στις περιοχές Νέου Κόσμου, Δάφνη, κέντρο Αθήνας, Πατήσια και Ζωγράφου.

#### - Ποτάμιες αποθέσεις

Κροκαλοπαγή με λεπτές ενστρώσεις λατυποπαγών, πηλών, ψαμμιτών και ερυθρών ψαμμούχων μαργών και με παρεμβολές κίτρινης ψαμμούχας μάργας σε διασταυρούμενες στρώσεις. Πάχος έως 20-25 m.

#### - Πλευρικά κορήματα

Πρόκειται για σχηματισμούς που συχνά αναπτύσσονται κατά μήκος ρηγμάτων ή ρηξιγενών ζωνών. Η λιθολογική τους σύσταση και η συνεκτικότητά τους ποικίλει. Το πάχος τους φτάνει μέχρι τα 30-40 m. Συναντώνται σε μεγάλο μέρος των υπωρειών των ορέων Αιγάλεω και Ποικίλο (Κορυδαλλός, Νίκαια, Χαϊδάρι, Περιστέρι, Ίλιον), της Πάρνηθας (Θρακομακεδόνες, Βαρυμπόμπη, Κρυονέρι), της Πεντέλης (Δροσιά, Εκάλη, Ν. Ερυθραία, Κηφισιά, Μελίτσια) και του Υμηττού (Αγ. Παρασκευή, Χολαργός, Παπάγου, Ζωγράφου, Παγκράτι, Ηλιούπολη, Αργυρούπολη) και περιμετρικά της Ακρόπολης, στις ανατολικές, νότιες και δυτικές υπώρειες του Λυκαβηττού και στις δυτικές κλιτείες των Τουρκοβουνίων.

#### - Ριπίδια ή κώνοι κορημάτων

Οι σχηματισμοί αυτοί αναπτύσσονται στην έξοδο των ρεμάτων από τους ορεινούς όγκους και είναι αρκετά έως πολύ συνεκτικοί, με έντονη ανομοιογένεια ως προς την οριζόντια έννοια και μεγάλο ποσοστό αργιλικών υλικών. Το πάχος τους είναι μεταβαλλόμενο, με τα μεγαλύτερα πάχη να συναντώνται στο κεντρικό τους τμήμα. Το όρια τους με τα παρακείμενά τους πλευρικά κορήματα είναι ασαφή.

### ii) Νεογενές

#### - Θαλάσσιοι νεογενείς σχηματισμοί

Πρόκειται για πλειοκαινικούς και ανωμειοκαινικούς σχηματισμούς.

Οι πλειοκαινικοί θαλάσσιοι σχηματισμοί αποτελούνται κυρίως από μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθους μεταβαλλόμενης σύστασης και σκληρότητας. Η κύρια εμφάνιση αυτών των σχηματισμών είναι αυτή η οποία δομεί την Πειραιϊκή χερσόνησο. Άλλες, μικρότερες

εμφανίσεις βρίσκονται στον Άλιμο και στο Καλαμάκι, όπου υπέρκεινται ασύμφωνα των θαλάσσιων σχηματισμών του Αν. Μειόκαινου.

Οι ανωμειοκαινικοί σχηματισμοί είναι "παράκτιας και παράλιας" φάσης και περιλαμβάνουν δύο κύριες διακριτές λιθολογικές ενότητες: μία υποκείμενη κλαστική σειρά και τους υπερκείμενους ανθρακικούς σχηματισμούς. Οι σχηματισμοί της κλαστικής σειράς συναντώνται κυρίως στο νότιο τμήμα του λεκανοπεδίου (από την Καλλιθέα και τη Νέα Σμύρνη ως τον Αγ. Δημήτριο και από το Παλαιό Φάληρο ως το Καλαμάκι και τον Άλιμο). Περιλαμβάνουν εναλλαγές από αργίλους και ιλύες με κυμαινόμενα ποσοστά σχιστολιθικών λατυπών, αμμούχες μάργες, κροκαλοπαγή, λατυποπαγή με αμμώδες συνδετικό υλικό και συνεκτικά λατυποκροκαλοπαγή με ογκόλιθους. Οι υπερκείμενοι της κλαστικής σειράς ανθρακικοί σχηματισμοί αποτελούνται από λατυποπαγείς ασβεστόλιθους, ασβεστοψαμμίτες, κοραλλιογενείς ασβεστόλιθους, ωολιθικούς ασβεστόλιθους και ασβεστόλιθους με πορσελανώδη υφή. Πρόκειται για σχηματισμούς παράκτιας φάσης, όπου τοπικά είχαμε ανάπτυξη κοραλλιογενών υφάλων. Συναντώνται κυρίως στις κορυφές λόφων (περιοχές Τραχώνων, Καλλιθέας και Παλαιού Φαλήρου).

#### - **Ηπειρωτικοί νεογενείς σχηματισμοί**

Πρόκειται για τους πλειοκαινικούς (?) ηπειρωτικούς σχηματισμούς, τους ανωμειοκαινικούς ηπειρωτικούς - λιμναίους σχηματισμούς και τους ηπειρωτικούς τεταρτογενείς σχηματισμούς.

Οι πλειοκαινικοί ηπειρωτικοί σχηματισμοί αποτελούνται από άμμους και αργίλους με αραιές παρεμβολές λιγνιτικών οριζόντων μικρού πάχους, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και χαλαρά κροκαλοπαγή και ψαμμίτες. Οι κλίσεις είναι ήπιες, εκτός από την περιοχή των περιθωρίων της λεκάνης, όπου οι κλίσεις φτάνουν μέχρι τις 40°. Συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή της Μεταμόρφωσης, ανατολικά των Αχαρνών, στη Φιλοθέη, στο Μαρούσι και στο Χαλάνδρι.

Οι ανωμειοκαινικοί ηπειρωτικοί - λιμναίοι και χερσαίοι σχηματισμοί αποτελούνται από μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, αμμούχες μάργες, μάργες με λιγνιτικές εμφανίσεις, άργιλοι και κροκαλοπαγή. Συναντώνται κυρίως στο βόρειο και δυτικό τμήμα του λεκανοπεδίου Αττικής (λιμναία φάση: Ανθούπολη, Άσπρα Χώματα, Νέα Λιόσια, Άγιοι Ανάργυροι, Νέο Ηράκλειο, Καλογρέζα, Παύκη, Φυλή και Θρακομακεδόνες, χερσαία φάση: Γέρακας).

Οι ηπειρωτικοί τεταρτογενείς σχηματισμοί συναντώνται περιμετρικά του λεκανοπεδίου και αφορούν πλευρικά κορήματα και ριπίδια. Συναντώνται κυρίως στους Θρακομακεδόνες με

τροφοδοσία από την Πάρνηθα, στην Κηφισιά - Εκάλη με τροφοδοσία από την Πεντέλη και στην Αργυρούπολη - Γλυφάδας με τροφοδοσία από τον Ύμηττο.

## ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

### i) Ενότητα Αθηνών

Πρόκειται για την ανώτερη τεκτονική ενότητα του λεκανοπεδίου Αθηνών. Αναγνωρίζουμε δύο τεκτονικό καλύμματα, η επαφή των οποίων αποτελεί μία μεγάλη και σαφή τεκτονική επιφάνεια με τεκτονικά λατυποπαγή σημαντικού πάχους (1,0-1,5 m):

- Ανώτερο - υπερκείμενο κάλυμμα: λευκοί, συμπαγείς, ανακρυσταλλωμένοι, άστρωτοι, νηριτικοί ασβεστόλιθοι. Κατά θέσεις δολομιτιωμένοι και με θραύσματα ρουδιστών και τρηματοφόρων του αν. Κρητιδικού.
- Κατώτερο - υποκείμενο κάλυμμα: μείγμα (melange) πετρωμάτων ("σχιστόλιθοι Αθηνών") αποτελούμενο από κλαστικά ιζήματα (ψαμμίτες, άργιλοι, ψαμμούχες μάργες, γραουβάκες, πηλίτες και σχίστες) και πλακώδεις πελαγικούς ασβεστολίθους με πυριτικές διαστρώσεις και κονδύλους πυριτιολίθων.

Οι σχηματισμοί της ενότητας αυτής δομούν το μεγαλύτερο τμήμα του λεκανοπεδίου αλλά εντοπίζονται επιφανειακά μόνο στις κορυφές λόφων, καθώς καλύπτονται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τα μεταλικά ιζήματα (Παπανικολάου κ.α., 2004β). Συναντώνται από την περιοχή του Μενιδίου έως την Νίκαια και το Κερατσίνι και τις νοτιοδυτικές απολήξεις του Ύμηττου, με την μεγαλύτερή της ανάπτυξη να λαμβάνει χώρα στο κεντρικό τμήμα του λεκανοπεδίου, όπου δομούν τους λόφους Τουρκοβουνίων (339 m), τον Λυκαβηττό (278 m), του Στρέφη (163m), της Ακρόπολης (156 m), του Φιλοπάππου (147 m), Σικελίας (79 m), του Αρδηττού (131 m), του Κατσιποδίου (129 m) και άλλους μικρότερους νοτιότερα.

### ii) Υποπελαγονική ενότητα

Η Υποπελαγονική ενότητα υπόκειται τεκτονικά της ενότητας Αθηνών και δομεί τους δυτικούς ορεινούς όγκους (Αιγάλεω, Ποικίλο όρος και Πάρνηθα). Στη βάση της ενότητας συναντώνται κλαστικά ιζήματα ηλικίας αν. Παλαιοζωικού - κατ. Τριαδικού και στη συνέχεια ακολουθεί μία ανθρακική σειρά ηλικίας αν. Τριαδικού - αν. Ιουρασικού. Τα κλαστικά ιζήματα αποτελούνται από εναλλαγές αργιλικών σχιστών, πηλιτών, ψαμμιτών, κροκαλοπαγών, τόφφων και τοφφιτών, ενώ

εντοπίζονται και ασβεστόλιθοι (με τη μορφή ολισθόλιθων, ηλικίας Περμίου), αρκόζες, γραουβάκες και τεμάχη λαβών. Η ανθρακική σειρά αποτελείται από ασβεστόλιθους και δολομιτικούς ασβεστόλιθους, άστρωτους έως παχυστρωματώδεις, κυρίως κρυσταλλικούς, νηρητικής φάσεως και συχνά κατακερματισμένοι, διακλασμένοι και έντονα καρστικοποιημένοι.

### **iii)Ενότητα Αλεποβουνίου**

Η ενότητα Αλεποβουνίου υπόκειται τεκτονικά της ενότητας των Αθηνών και απαντάται στο δυτικό τμήμα του Υμηττού και δομεί τους λόφους της περιοχής (Τσακός, Λιθάρι, Κόρακας, Αλεποβούνι, Κουταλάδες, Κοπανάς κ.α.). Πρόκειται για ελαφρά μεταμορφωμένα πετρώματα στα οποία αναγνωρίζουμε δύο τεκτονικά καλύμματα:

- Ανώτερο - υπερκείμενο κάλυμμα: συμπαγείς ασβεστόλιθοι, κρυσταλλικοί, άστρωτοι έως παχυστρωματώδεις. Συχνά εξελίσσονται σε πιο πλακώδεις κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους. Μεσοζωικής ηλικίας, εν μέρει Τριαδική (Παπανικολάου κ.α., 2004β).
- Κατώτερο - υποκείμενο κάλυμμα: ελαφρά μεταμορφωμένοι έως ημιμεταμορφωμένοι ψαμμιτικοί και σχιστομαργαϊκοί σχηματισμοί και έντονα σχιστοποιημένοι φυλλίτες. Παρεμβάλλονται πλακώδεις ασβεστόλιθοι, χαλαζίτες και πρασινίτες.

Η επαφή των δύο καλυμμάτων είναι τεκτονική και συχνά παρεμβάλλεται ζώνη έντονα σχιστοποιημένου σερπεντινίτη (σερπεντινωμένου περιδοτίτη). Παρουσία τεκτονικού λατυποπαγούς και φαινόμενα έντονης σχιστοποίησης παρατηρούνται ακόμα μεταξύ της ενότητας Αλεποβουνίου και της υπερκείμενης ενότητας των Αθηνών.

### **iv)Μεταμορφωμένοι σχηματισμοί Αττικής**

Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούν το σχετικό αυτόχθονο της περιοχή μελέτης, καθώς υπόκεινται τεκτονικών όλων των υπόλοιπων ενοτήτων. Η επαφή με τους υπερκείμενους σχηματισμούς της ενότητας του Αλεποβουνίου είναι τεκτονική και σηματοδοτείται με την παρουσία τεκτονικού λατυποπαγούς. Δομούν τα όρη Πεντέλης και Υμηττού και αποτελούνται από τις ακόλουθες επιμέρους ενότητες:

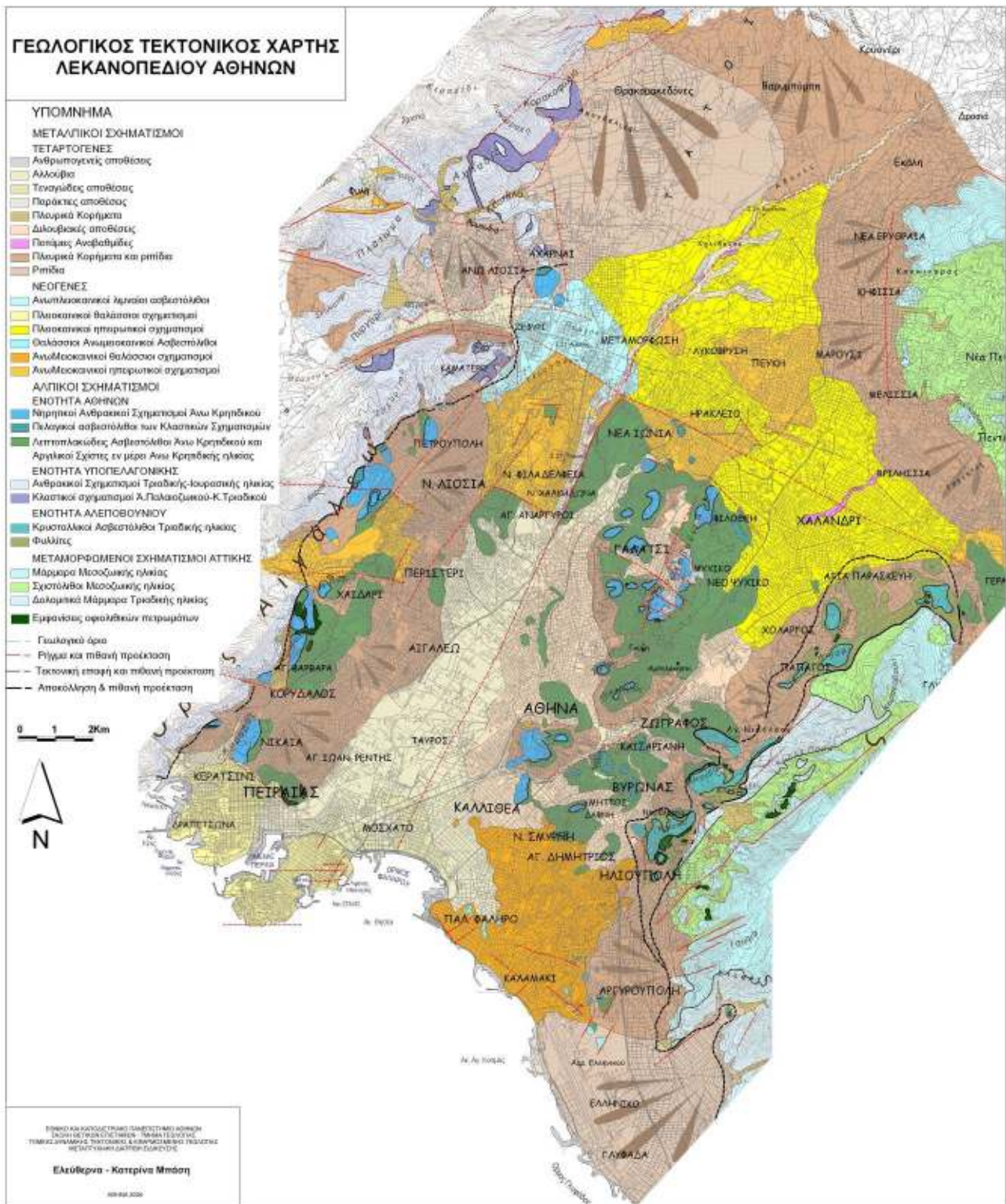
- Μεταμορφωμένη ενότητα Υμηττού: μάρμαρα και δολομίτες που μεταβαίνουν σε μαρμαρυγικούς σχιστόλιθους. Πτυχωμένη ισοκλινώς. Τριαδικής - ιουρασικής ηλικίας.

- Μεταμορφωμένη ενότητα Πεντέλης: μετα- ηφαιστειοϊζηματογενή ακολουθία (σχιστόλιθοι) που μεταβαίνει σε μάρμαρα μεγάλου πάχους. Η Πεντέλη δομείται κυρίως από σχιστόλιθους, ενώ ο Υμηττός από μάρμαρα.
- Μεταμορφωμένη ενότητα Βάρης: σχιστόλιθοι και μεταβασικά πετρώματα που εξελίσσονται σε δολομιτικά μάρμαρα μεγάλου πάχους. Πτυχωμένη και με πολλές εσωτερικές ολισθήσεις. Τριαδικής ηλικίας.

#### **ν) Οφιόλιθοι**

Εμφανίζονται με την μορφή τεκτονικών σφηνών στις τεκτονικές επαφές μεταξύ των ενοτήτων.







**Εικόνα 8: Γεωλογικός χάρτης λεκανοπεδίου Αττικής (Μπάση, 2004)****2.3.2 Γεωλογία της υδρολογικής λεκάνης**

Η υδρολογική λεκάνη του ρέματος Πικροδάφνη δομείται από μεταλλικούς σχηματισμούς και σχηματισμούς της ενότητας Αθηνών, της ενότητας Αλεποβουνίου και του μεταμορφωμένου αυτόχθονου της Αττικής (Μπάση, 2004, Ι.Γ.Μ.Ε., 1986, Ι.Γ.Μ.Ε., 1992, Εικόνα 9, Πίνακας 5).

**ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ****i) Τεταρτογενές****- Ανθρωπογενείς αποθέσεις**

Υλικά επιχωματώσεων, τεχνητών νησίδων, λιμενοβραχιόνων, θαμμένες αρχαίες κατασκευές κ.α., ηλικίας σημερινής μέχρι 10.000 ετών. Πρόκειται για γωνιώδεις ογκόλιθους, λατύπες, άμμους και αργίλους με μεγάλη ανομοιογένεια και διαφορεικό βαθμό καθίζησης λόγω της πλημμελούς συμπύκνωσής τους.

**- Αλλουβιακοί σχηματισμοί (Ολόκαινο)**

Πρόκειται για ποτάμιες προσχώσεις. Αργίλοι, ιλύες, άμμοι, χαλίκια και χαλαρά κροκαλοπαγή με πλευρικές μεταβάσεις. Το πάχος των σχηματισμών αυτών είναι γενικά λίγα μέτρα μέχρι 30-40 m.

**- Διλουβιακές αποθέσεις (αν. Πλειστόκαινο)**

Υλικά αποσάθρωσης υποκείμενων σχηματισμών και αποτελούνται από ερυθρούς πηλούς, αργίλους, άμμους (στα κατώτερα μέλη) και ιλύες εντός των οποίων συναντώνται θραύσματα του υποβάθρου. Εναλλάσσονται με κροκαλολατυποπαγή μικρής συνεκτικότητας. Το πάχος τους κυμαίνεται από λίγα εκατοστά έως αρκετά μέτρα.

**- Παλαιά ριπίδια ή κώνοι κορημάτων (αν. Πλειστόκαινο)**

Οι σχηματισμοί αυτοί αναπτύσσονται στην έξοδο των ρεμάτων από τους ορεινούς όγκους και είναι αρκετά έως πολύ συνεκτικοί, με έντονη ανομοιογένεια ως προς την οριζόντια έννοια και μεγάλο ποσοστό αργιλικών υλικών. Το πάχος τους είναι μεταβαλλόμενο, με τα μεγαλύτερα πάχη να συναντώνται στο κεντρικό τους τμήμα. Το όρια τους με τα παρακείμενά τους πλευρικά κορήματα είναι ασαφή.

**- Ποτάμιες αποθέσεις (Πλειστόκαινο)**

Κροκαλοπαγή με λεπτές ενστρώσεις λατυποπαγών, πηλών, ψαμμιτών και ερυθρών ψαμμούχων μαργών και με παρεμβολές ψαμμούχας μάργας σε διασταυρούμενες στρώσεις. Πάχος έως 20-25 m.

## ii) Νεογενές

### - Θαλάσσιοι νεογενείς σχηματισμοί (Πλειόκαινο)

Οι πλειοκαινικοί θαλάσσιοι σχηματισμοί αποτελούνται κυρίως από μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθους μεταβαλλόμενης σύστασης και σκληρότητας.

### - Ηπειρωτικοί νεογενείς σχηματισμοί (αν. Μειόκαινο - κατ. Πλειόκαινο)

Οι ηπειρωτικοί σχηματισμοί αποτελούνται από άμμους και αργίλους με αραιές παρεμβολές λιγνιτικών οριζόντων μικρού πάχους, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και χαλαρά κροκαλοπαγή και ψαμμίτες.

## ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

### i) Ενότητα Αθηνών

Πρόκειται για την ανώτερη τεκτονική ενότητα του λεκανοπεδίου Αθηνών. Αναγνωρίζουμε δύο τεκτονικά καλύμματα, η επαφή των οποίων αποτελεί μία μεγάλη και σαφή τεκτονική επιφάνεια με τεκτονικά λατυποπαγή σημαντικού πάχους (1,0-1,5 m):

- Ανώτερο - υπερκείμενο κάλυμμα: λευκοί, συμπαγείς, ανακρυσταλλωμένοι, άστρωτοι, νηριτικοί ασβεστόλιθοι. Κατά θέσεις δολομιτιωμένοι και με θραύσματα ρουδιστών και τρηματοφόρων του αν. Κρητιδικού.
- Κατώτερο - υποκείμενο κάλυμμα: μείγμα (melange) πετρωμάτων ("σχιστόλιθοι Αθηνών") αποτελούμενο από κλαστικά ιζήματα (ψαμμίτες, άργιλοι, ψαμμούχες μάργες, γραουβάκες, πηλίτες και σχίστες) και πλακώδεις πελαγικούς ασβεστολίθους με πυριτικές διαστρώσεις και κονδύλους πυριτιολίθων.

### ii) Ενότητα Αλεποβουνίου

Η ενότητα Αλεποβουνίου υπόκειται τεκτονικά της ενότητας των Αθηνών και απαντάται στο δυτικό τμήμα του Υμηττού και δομεί τους λόφους της περιοχής (Τσακός, Λιθάρι, Κόρακας, Αλεποβούνι, Κουταλάδες, Κοπανάς κ.α.). Πρόκειται για ελαφρά μεταμορφωμένα πετρώματα στα οποία αναγνωρίζουμε δύο τεκτονικά καλύμματα:

- Ανώτερο - υπερκείμενο κάλυμμα: συμπαγείς ασβεστόλιθοι, κρυσταλλικοί, άστρωτοι έως παχυστρωματώδεις. Συχνά εξελίσσονται σε πιο πλακώδεις κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους. Μεσοζωικής ηλικίας.
- Κατώτερο - υποκείμενο κάλυμμα: ελαφρά μεταμορφωμένοι έως ημιμεταμορφωμένοι σχιστομαργαϊκοί σχηματισμοί και έντονα σχιστοποιημένοι φυλλίτες. Παρεμβάλλονται πλακώδεις ασβεστόλιθοι, χαλαζίτες και πρασινίτες.

Η επαφή των δύο καλυμμάτων είναι τεκτονική και συχνά παρεμβάλλεται ζώνη έντονα σχιστοποιημένου σερπεντινίτη (σερπεντινωμένου περιδοτίτη). Παρουσία τεκτονικού λατυποπαγούς και φαινόμενα έντονης σχιστοποίησης παρατηρούνται ακόμα μεταξύ της ενότητας Αλεποβουνίου και της υπερκείμενης ενότητας των Αθηνών.

### iii) Μεταμορφωμένοι σχηματισμοί Αττικής

Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούν το σχετικό αυτόχθονο της περιοχή μελέτης, καθώς υπόκεινται τεκτονικών όλων των υπόλοιπων ενοτήτων. Η επαφή με τους υπερκείμενους σχηματισμούς της ενότητας του Αλεποβουνίου είναι τεκτονική και σηματοδοτείται με την παρουσία τεκτονικού λατυποπαγούς. Στην περιοχή μελέτης εντοπίζεται η Μεταμορφωμένη ενότητα Υμηττού, η οποία αποτελείται από μάρμαρα, δολομίτες και δολομιτικά μάρμαρα που μεταβαίνουν σε μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Πτυχωμένη ισοκλινώς. Τριαδικής - ιουρασικής ηλικίας.

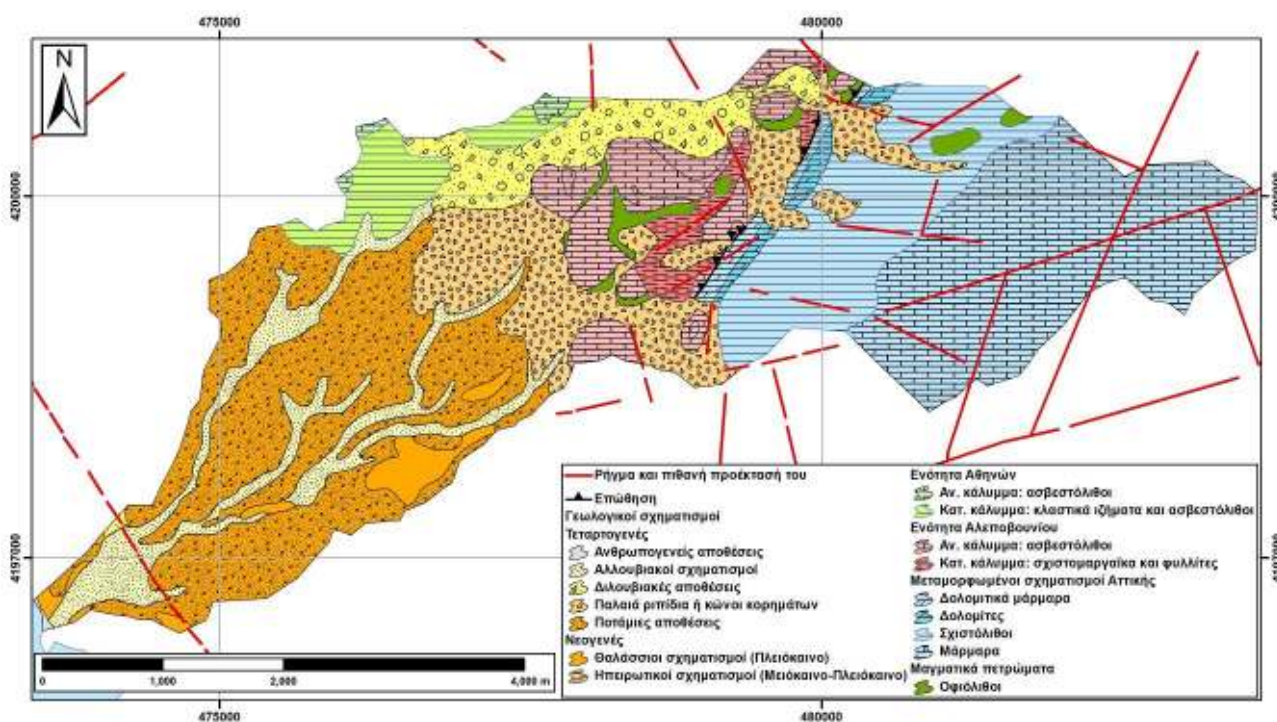
### iv) Οφιόλιθοι

Εμφανίζονται με την μορφή τεκτονικών σφηνών στις τεκτονικές επαφές μεταξύ των ενοτήτων. Βασικά και υπερβασικά, κατά κανόνα σερπεντινωμένα πετρώματα, έντονα τεκτονισμένα, παραμορφωμένα και μερικώς εξαλλοιωμένα.

**Πίνακας 5: Κατανομή των γεωλογικών σχηματισμών στην υδρολογική λεκάνη του ρέματος Πικροδάφνης**

Γεωλογικοί σχηματισμοί	Έκταση	
	(km <sup>2</sup> )	(%)
<b>Τεταρτογενές</b>		
Ανθρωπογενείς αποθέσεις	0.01	0.05%
Αλλουβιακοί σχηματισμοί	1.64	7.86%
Διλουβιακές αποθέσεις	1.27	6.06%
Παλαιά ριπίδια ή κώνοι κορημάτων	2.61	12.49%
Ποτάμιες αποθέσεις	4.98	23.83%
<b>Νεογενές</b>		

Θαλάσσιοι σχηματισμοί (Πλειόκαινο)	0.42	2.03%
Ηπειρωτικοί σχηματισμοί (Μειόκαινο - Πλειόκαινο)	0.04	0.19%
<b>Ενότητα Αθηνών</b>		
Αν. κάλυμμα: ασβεστόλιθοι	0.04	0.17%
Κατ. κάλυμμα: κλαστικά ιζήματα και ασβεστόλιθοι	0.79	3.76%
<b>Ενότητα Αλεποβουνίου</b>		
Αν. κάλυμμα: ασβεστόλιθοι	1.50	7.18%
Κατ. κάλυμμα: σχιστομαργακικά και φυλλίτες	0.42	2.00%
<b>Μεταμορφωμένη ενότητα Υμηττού</b>		
Δολομιτικά μάρμαρα	0.18	0.87%
Δολομίτες	0.19	0.89%
Σχιστόλιθοι	2.30	11.03%
Μάρμαρα	4.18	20.03%
<b>Μαγματικά πετρώματα</b>		
Οφιόλιθοι	0.33	1.56%
<b>Σύνολο</b>	20.89	100.00%



Εικόνα 9: Γεωλογικός χάρτης της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης (Μπάση, 2004, Ι.Γ.Μ.Ε., 1986, Ι.Γ.Μ.Ε., 1992, με τροποποιήσεις)

### 2.3.3 Τεκτονική - νεοτεκτονική δομή

Το λεκανοπέδιο της Αθήνας αποτελεί μία νεοτεκτονική λεκάνη η οποία οριοθετείται από δύο ρηξιγενείς ζώνες βορειο- βορειοανατολικής / νότιο- νοτιοδυτικής διεύθυνσης παράλληλα προς τους μεγάλους ορεινούς όγκους Αιγάλεω, Ποικίλου και Πάρνηθας δυτικά και Υμηττού και Πεντέλης ανατολικά (Εικόνα 10). Οι ρηξιγενείς αυτές ζώνες αποτελείται από πλήθος επιμέρους ρηγμάτων, συνήθως βορειο- βορειοανατολικής / νότιο- νοτιοδυτικής ή βορειοανατολικής / νοτιοδυτικής και σπανιότερα βορειο- βορειοδυτικής / νότιο- νοτιοανατολικής διεύθυνσης, ενώ δευτερογενή ρήματα ανατολικής - δυτικής διεύθυνσης χωρίζουν τις ρηξιγενείς ζώνες σε επιμέρους τμήματα. Στην περιοχή του Υμηττού ο αριθμός των ρηγμάτων αυτών είναι μικρότερος και έχουν κυρίως βορειο-βορειοανατολικής / νότιο- νοτιοδυτικής ή βορειοανατολικής - νοτιοανατολικής διεύθυνση, ενώ στην περιοχή της Πεντέλης τα ρήματα είναι ακόμα σπανιότερα και έχουν κυρίως διεύθυνση βορράς - νότος (Μπάση, 2004).

Σύστημα ρηγμάτων βορειο- βορειοανατολικής / νότιο- νοτιοδυτικής διεύθυνσης παρατηρείται εντός στο αλπικό υπόβαθρο του Υμηττού και πιθανώς συνδέεται με την ύπαρξη του παλιότερου κανονικού ρήματος μικρής κλίσης που βυθίζεται κάτω από το λεκανοπέδιο, οριοθετώντας τους υποκείμενους μεταμορφωμένους με τους υπερκείμενους μη μεταμορφωμένους σχηματισμούς (Παπανικολάου κ.α., 2004α).

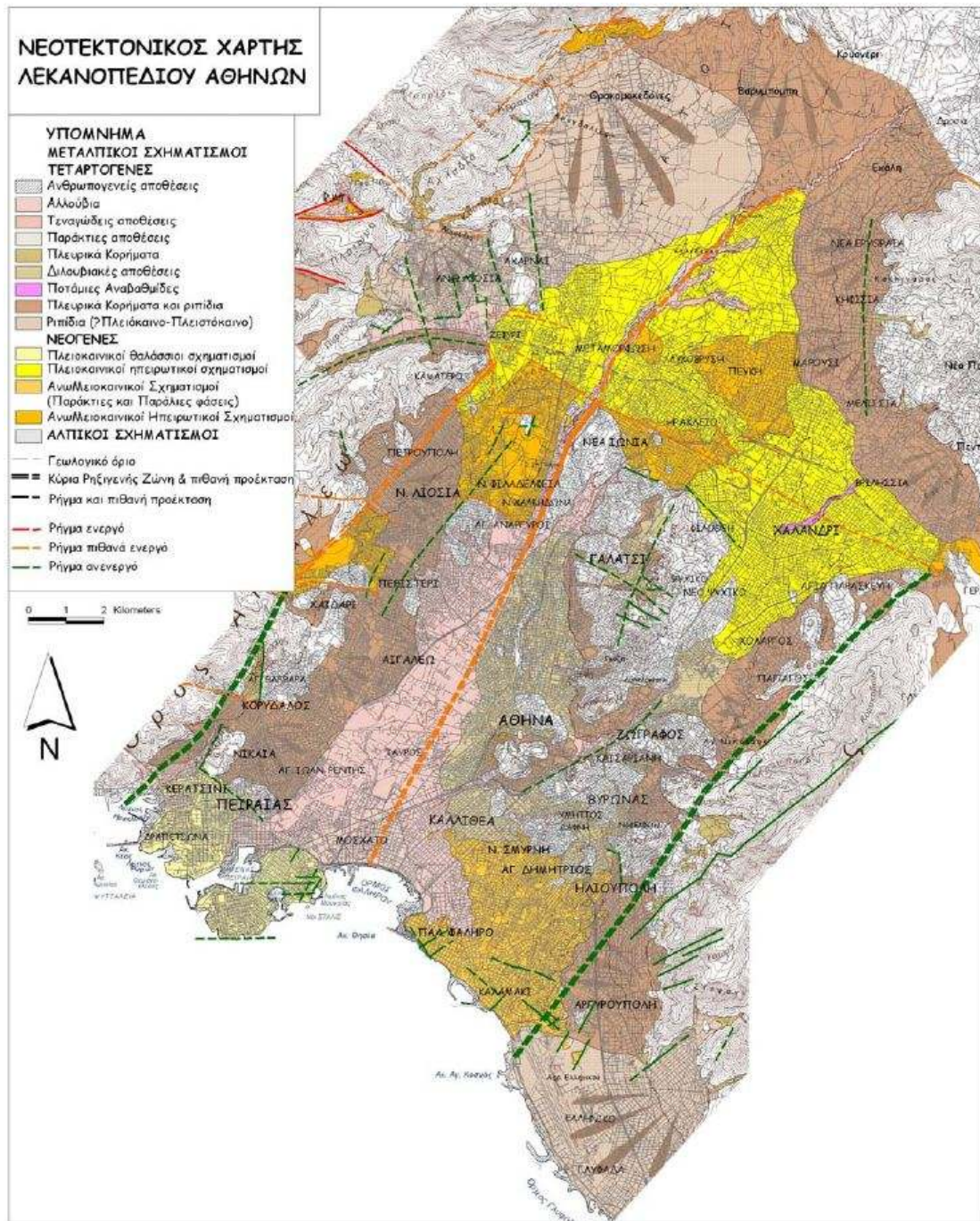
Από νεοτεκτονικής άποψης αλλά και παλαιογεωγραφικής εξέλιξης, η λεκάνη των Αθηνών χωρίζεται στο ανατολικό και δυτικό τμήμα, με όριο τη ρηξιγενή ζώνη βορειο- βορειοανατολικής / νότιο- νοτιοδυτικής διεύθυνσης η οποία αναπτύσσεται στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης Αθηνών και κατά μήκος του ποταμού Κηφισού. Η ζώνη αυτή σχετίζεται με μορφολογικές ανωμαλίες του υδρογραφικού δικτύου και την ασυμμετρία του υδρογραφικού δικτύου που παρατηρείται δυτικά και ανατολικά του κύριου κλάδου του Κηφισού. Παράλληλα, δυτικά της ρηξιγενούς ζώνης του Κηφισού εμφανίζονται κυρίως μεταλπικοί σχηματισμοί, καθώς οι αλπικοί σχηματισμοί είναι βυθισμένοι, ενώ ανατολικά το αλπικό υπόβαθρο έχει ανυψωθεί και οι μεταλπικοί σχηματισμοί απουσιάζουν ή είναι μικρού πάχους (Παπανικολάου, 2004α). Στο ανατολικό τμήμα τα ρήματα είναι περισσότερα και παρουσιάζουν ποικίλες διευθύνσεις, σε αντίθεση με το δυτικό όπου είναι λιγότερα και επικρατούν οι βορειοανατολικές / νοτιοδυτικές και βορειοδυτικές / νοτιοανατολικές διευθύνσεις (Μπάση, 2004).

Στο βόρειο τμήμα του λεκανοπεδίου των Αθηνών εντοπίζεται ρηξιγενής ζώνη δυτικής - βορειοδυτικής / ανατολικής - νοτιοανατολικής διεύθυνσης, η οποία διασχίζει το λεκανοπέδιο από

την περιοχή του Ζεφυρίου (όριο Ποικίλου όρους και Πάρνηθας) μέχρι την Αγία Παρασκευή (όριο Υμηττού και Πεντέλης). Βόρεια της ρηξιγενούς αυτής ζώνης συναντώνται λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις, οι οποίες αντίθετα απαντώνται σε πολύ μικρότερο βαθμό νότια αυτής. Παράλληλα, νότια αυτής οι αναδύσεις του αλπικού υποβάθρου είναι συχνές, σε αντίθεση με το βόρειο τμήμα, όπου απουσιάζουν εντελώς. Τέλος, βόρεια της ρηξιγενούς ζώνης ο αριθμός των ρηγμάτων είναι μικρότερος, σε αντίθεση με το νότιο τμήμα (Μπάση, 2004).

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι στην ευρύτερη περιοχή της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης (νοτιοανατολικό τμήμα λεκανοπεδίου Αθηνών) δεν υπάρχουν ενεργές δομές, καθώς η νεοτεκτονική και μορφοτεκτονική εικόνα των ρηγμάτων της περιοχής υποδηλώνει ανενεργά ρήγματα που σχετίζονται περισσότερο με το αλπικό υπόβαθρο από ότι με τις μεταλπικές αποθέσεις. Ρήγματα που εντοπίζονται εντός των θαλάσσιων ανωμειοκαινικών σχηματισμών αποτελούν μάλλον επίσης ανενεργές δομές (Μπάση, 2004).





Εικόνα 10: Νεοτεκτονικός χάρτης λεκανοπεδίου Αθηνών (Παπανικολάου κ.α., 2002)

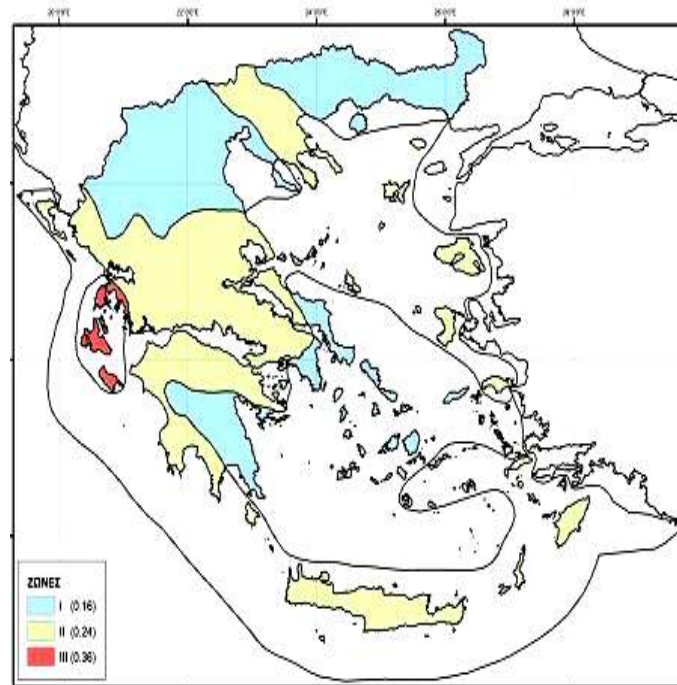
### 2.3.4 Σεισμοτεκτονικό πλαίσιο

Η περιοχή μελέτης ανήκει στην Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας I σύμφωνα με τον σχετικό χάρτη και τον αναθεωρημένο Αντισεισμικό Κανονισμό (Εικόνα 11). Η εν λόγω περιοχή έχει επιτάχυνση σχεδιασμού  $a=0,16$  και η σεισμική επιτάχυνση εδάφους προκύπτει ως εξής:

$$A = a * g,$$

όπου: a η επιτάχυνση σχεδιασμού και g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Επομένως, η σεισμική επιτάχυνση εδάφους στην περιοχή μελέτης είναι:  $A = 0,16 * 9,81 \text{ m/sec}^2 = 1,57 \text{ m/sec}^2$ .



**Εικόνα 11: Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας για τον Ελληνικό χώρο (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, 2004)**

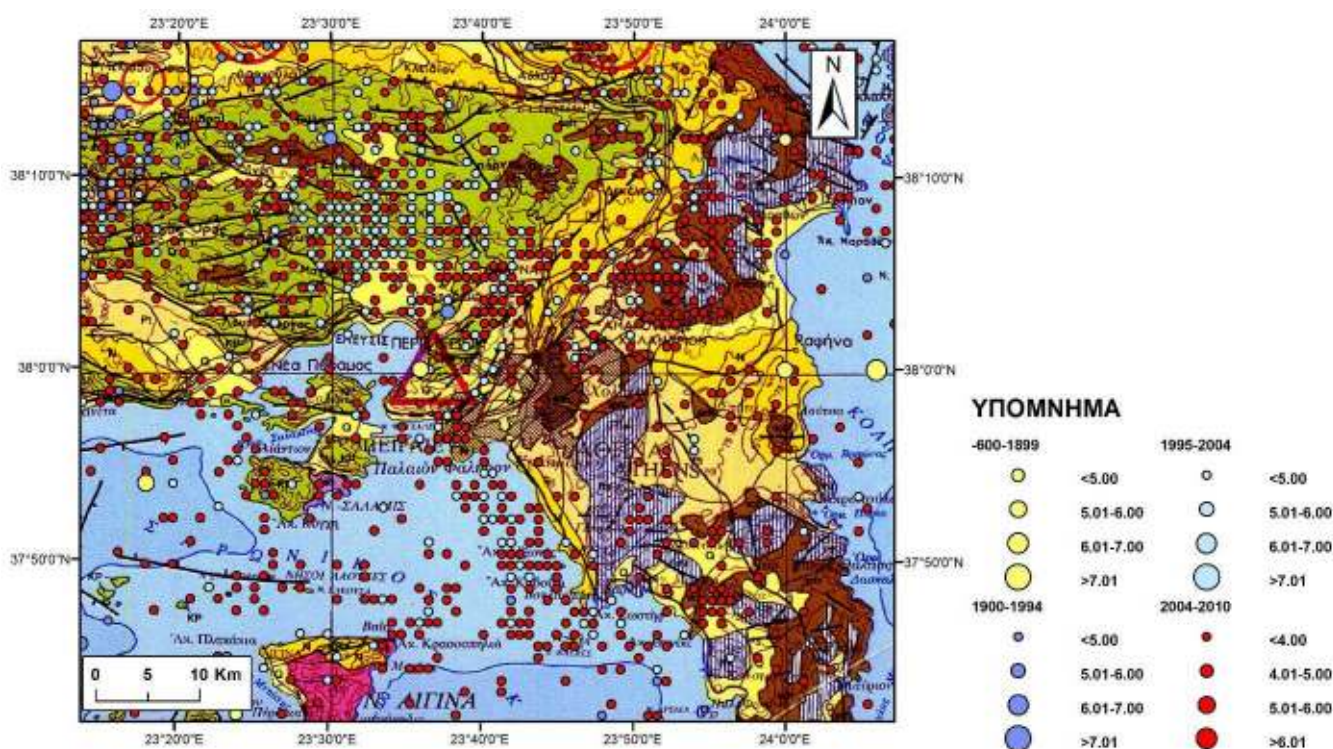
Τα εδάφη της περιοχής ως προς την σεισμική επικινδυνότητα που παρουσιάζουν, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Αντισεισμικού Κανονισμού κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες (Πίνακας 6).

**Πίνακας 6: Κατηγορίες εδάφους στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με τον αντισεισμικό κανονισμό**

Γεωλογικοί σχηματισμοί	Κατηγορίες Εδάφους
<b>Τεταρτογενές</b>	
Ανθρωπογενείς αποθέσεις	X
Αλλουβιακοί σχηματισμοί	Δ ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)
Διλουβιακές αποθέσεις	Δ ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)
Παλαιά ριπίδια ή κώνοι κορημάτων	Δ ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)
Ποτάμιες αποθέσεις	Δ ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)
<b>Νεογενές</b>	
Θαλάσσιοι σχηματισμοί (Πλειόκαινο)	Γ/B ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)
Ηπειρωτικοί σχηματισμοί (Μειόκαινο - Πλειόκαινο)	Γ ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)



<b>Ενότητα Αθηνών</b>	
Αν. κάλυμμα: ασβεστόλιθοι	A ή B (ανάλογα με τον βαθμό αποσάθρωσης)
Κατ. κάλυμμα: κλαστικά ιζήματα και ασβεστόλιθοι	Γ ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)
<b>Ενότητα Αλεποβουνίου</b>	
Αν. κάλυμμα: ασβεστόλιθοι	A ή B (ανάλογα με τον βαθμό αποσάθρωσης)
Κατ. κάλυμμα: σχιστομαργαϊκά και φυλλίτες	Γ ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)
<b>Μεταμορφωμένη ενότητα Υμηττού</b>	
Δολομιτικά μάρμαρα	A ή B (ανάλογα με τον βαθμό αποσάθρωσης)
Δολομίτες	A ή B (ανάλογα με τον βαθμό αποσάθρωσης)
Σχιστόλιθοι	Γ ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)
Μάρμαρα	A ή B (ανάλογα με τον βαθμό αποσάθρωσης)
<b>Μαγματικά πετρώματα</b>	
Οφιόλιθοι	Γ ή X (σε συνθήκες κορεσμού, μεγάλων κλίσεων ή κοντά σε ρήγματα)



**Εικόνα 12: Επίκεντρα σεισμικών γεγονότων της ευρύτερης περιοχής μελέτης (αρχείο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, υπόβαθρο: Σεισμοτεκτονικός Χάρτης Ελλάδας, Ι.Γ.Μ.Ε.)**

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης δεν θεωρείται ιδιαίτερη σεισμογενής. Όπως προκύπτει και από την γεωγραφική κατανομή των epicέντρων των καταγεγραμμένων σεισμικών γεγονότων (Εικόνα 12) η ευρύτερη περιοχή μελέτης πλήττεται κυρίως από σεισμούς μικρού γενικά μεγέθους (έως 3,5 βαθμούς της κλίμακας Richter). Ωστόσο, έχουν παρατηρηθεί και σεισμοί μεγαλύτερου μεγέθους,

συχνά με καταστροφικές για την ευρύτερη περιοχή της Αττικής συνέπειες. Ο πιο σημαντικός από αυτούς είναι ο σεισμός που έπληξε την Αττική στις 7 Σεπτεμβρίου 1999 (14:56 τοπική ώρα), ο οποίος είχε μέγεθος 5,9 της κλίμακας Ρίχτερ. Το επίκεντρο του συγκεκριμένου σεισμού εντοπίστηκε στην περιοχή της Πάρνηθας, 25 km περίπου βορειοδυτικά από την περιοχή μελέτης. Ο σεισμός αυτός συνδέεται με το σύστημα ρηγμάτων Θριάσιου πεδίου και η έντασή του έφτασε μέχρι το ΙΧ της κλίμακας Mercalli στη βορειοδυτική περιοχή του λεκανοπεδίου της Αθήνας.

### 2.3.5 Υδρογεωλογικό καθεστώς

Οι σημαντικότεροι από υδρογεωλογική άποψη λιθολογικοί σχηματισμοί, οι οποίοι δομούν την υπό μελέτη λεκάνη απορροής είναι οι μεταλλικοί και ασβεστολιθικοί σχηματισμοί. Οι υδρογεωλογικοί σχηματισμοί, ανάλογα με τα υδρολιθολογικά τους χαρακτηριστικά, μπορούν να διαχωριστούν σε υδροπερατούς (σχηματισμοί μεγάλης έως πολύ μεγάλης υδροπερατότητας -  $k=10^{-3}$  έως  $10^{-5}$  m/sec), ημιπερατούς (χαμηλής έως μέτριας υδροπερατότητας -  $k=10^{-5}$  έως  $10^{-7}$  m/sec) και αδιαπέρατους σχηματισμούς (πολύ χαμηλής υδροπερατότητας -  $k<10^{-7}$  m/sec).

Πιο συγκεκριμένα, στην υδρολογική λεκάνη του ρέματος Πικροδάφνης συναντώνται (Εικόνα 13):

#### i) Υδροπερατοί κοκκώδεις σχηματισμοί

- **Αλλουβιακοί σχηματισμοί (Ολόκαινο):** Πρόκειται για τους αδρομερείς σχηματισμούς, αργίλους, ιλύες, άμμους, χαλίκια και χαλαρά κροκαλοπαγή που αναπτύσσονται παραλιακά και κατά μήκος των μεγάλων ρεμάτων της περιοχής.

Οι σχηματισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται στο σύνολό τους *υδροπερατοί*, καλής υδαταγωγιμότητας και αποθηκευτικότητας αλλά περιορισμένης δυναμικότητας λόγω του μικρού τους πάχους (έως 30-40 m). Η τροφοδοσία τους, λόγω του ιδιαίτερα αναπτυγμένου αστικού ιστού της περιοχής, γίνεται κυρίως από τους γειτονικούς σχηματισμούς με πλευρική τροφοδοσία και σε πολύ μικρό βαθμό άμεσα από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

- **Παλαιά ριπίδια ή κώνοι κορημάτων (αν. Πλειστόκαινο):** Πρόκειται για τους ανομοιογενείς σχηματισμούς με μεγάλο ποσοστό αργιλικών υλικών που συναντώνται στο κεντρικό τμήμα της υπό μελέτη υδρολογική λεκάνη.

Οι σχηματισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται *υδροπερατοί* με περιορισμένη ωστόσο φρεάτια υδροφορία. Η τροφοδοσία τους, λόγω του ιδιαίτερα αναπτυγμένου αστικού ιστού της περιοχής, γίνεται κυρίως από τους γειτονικούς ασβεστολιθικούς σχηματισμούς με πλευρική υπόγεια τροφοδοσία και σε πολύ μικρό βαθμό άμεσα από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, ενώ αποτελούν και ζώνη τροφοδοσία πλευρικών σχηματισμών.

#### ii) Ημιπερατοί κοκκώδεις σχηματισμοί

- **Διλουβιακές αποθέσεις (αν. Πλειστόκαινο):** Πρόκειται για πηλούς, αργίλους, άμμους, ιλύες και κροκαλολατυποπαγή που αναπτύσσονται στο βόρειο τμήμα της λεκάνης.

Οι σχηματισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται *υδροπερατοί έως ημιπερατοί* λόγω μεγάλης ανομοιομορφίας τόσο κατά την κατακόρυφη, όσο και κατά την οριζόντια έννοια, ενώ τοπικά μπορεί να είναι πολύ υδροπερατοί, καλής υδαταγωγιμότητας και αποθηκευτικότητας. Η τροφοδοσία τους, λόγω του ιδιαίτερα αναπτυγμένου αστικού ιστού της περιοχής, γίνεται κυρίως από τους γειτονικούς ασβεστολιθικούς σχηματισμούς με πλευρική τροφοδοσία και σε πολύ μικρό βαθμό άμεσα από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

- **Ποτάμιες αποθέσεις (Πλειστόκαινο):** Πρόκειται για κροκαλοπαγή με λεπτές ενστρώσεις λατυποπαγών, πηλών, ψαμμιτών και ερυθρών ψαμμούχων μαργών και με παρεμβολές κίτρινης ψαμμούχας μάργας σε διασταυρούμενες στρώσεις. Συναντώνται στο δυτικό τμήμα της λεκάνης.

Οι σχηματισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται *ημιπερατοί* με μέτριες υδραυλικές παραμέτρους και φτωχούς υδροφόρους ορίζοντες στην επαφή τους με στεγανά πετρώματα.

### iii) Ημιπερατοί έως αδιαπέρατοι κοκκώδεις σχηματισμοί

- **Θαλάσσιοι νεογενείς σχηματισμοί (Πλειόκαινο):** Πρόκειται για μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθους μεταβαλλόμενης σύστασης και σκληρότητας. Συναντώνται τοπικά στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης.

Οι σχηματισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται *ημιπερατοί έως αδιαπέρατοι* λόγω της παρουσίας των ψαμμιτικών - κροκαλοπαγών - ασβεστολιθικών διαστρώσεων. Μικρού ενδιαφέροντος.

- **Ηπειρωτικοί νεογενείς σχηματισμοί (αν. Μειόκαινο - κατ. Πλειόκαινο):** Πρόκειται για άμμους και αργίλους με αραιές παρεμβολές λιγνιτικών οριζόντων μικρού πάχους, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και χαλαρά κροκαλοπαγή και ψαμμίτες.

Ο σχηματισμός αυτός στις περιοχές όπου αναπτύσσονται οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, οι ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή χαρακτηρίζεται ως *πολύ περατός*, σε αντίθεση με τις περιοχές όπου αναπτύσσονται οι μάργες, όπου ο σχηματισμός χαρακτηρίζεται ως *πρακτικά αδιαπέρατος*. Πιο συγκεκριμένα, η υδροπερατότητα του σχηματισμού κυμαίνεται από  $10^{-4}$  -  $10^{-5}$  m/sec στις περιοχές όπου αναπτύσσεται ψαμμίτης έως  $10^{-6}$  -  $10^{-9}$  m/sec σε περιοχές όπου αναπτύσσεται μάργα. Σημαντικό ρόλο στην αύξηση της περατότητας του σχηματισμού διαδραματίζει η ύπαρξη τεκτονικών δομών που επηρεάζουν τον βαθμό συνεκτικότητας, καθώς και η παρουσία καρστικών μορφών στους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους (Μπιτζιλέκη, 2010).

### iv) Καρστικοί σχηματισμοί μεγάλης περατότητας

- **Ανώτερο κάλυμμα ενότητας Αθηνών:** Πρόκειται για συμπαγείς, άστρωτους, ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους. Συναντώνται στο βόρειο τμήμα της λεκάνης.

Οι σχηματισμοί του ανώτερου καλύμματος (ασβεστόλιθοι) χαρακτηρίζονται *περατοί* καθώς εμφανίζουν αναπτυγμένο δευτερογενές πορώδες λόγω καρστικοποίησης και τεκτονικής καταπόνησης. Ωστόσο εμφανίζουν μικρή εμφάνιση και συνεπώς και το ενδιαφέρον τους είναι καθαρά τοπικό.

- **Ανώτερο κάλυμμα ενότητας Αλεποβουνίου:** Πρόκειται για συμπαγείς, άστρωτους έως παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους.

Οι σχηματισμοί του ανώτερου καλύμματος (ασβεστόλιθοι) χαρακτηρίζονται *πολύ περατοί* καθώς εμφανίζουν αναπτυγμένο δευτερογενές πορώδες λόγω καρστικοποίησης και τεκτονικής καταπόνησης. Λόγω της αρκετά μεγάλης έκτασης, εμφανίζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

- **Ασβεστιτικοί σχηματισμοί μεταμορφωμένου συστήματος Αττικής:** Πρόκειται για μάρμαρα, δολομίτες και δολομιτικά μάρμαρα.

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί (μάρμαρα, δολομίτες και δολομιτικά μάρμαρα) χαρακτηρίζονται *πολύ περατοί* καθώς εμφανίζουν αναπτυγμένο δευτερογενές πορώδες λόγω καρστικοποίησης και τεκτονικής καταπόνησης.

#### ν) Βραχώδεις αδιαπέρατοι σχηματισμοί

- **Κατώτερο κάλυμμα ενότητας Αθηνών:** Πρόκειται για ψαμμίτες, άργιλους, ψαμμούχες μάργες, γραουβάκες, πηλίτες, σχιστες και πλακώδεις ασβεστόλιθους με πυριτικές διαστρώσεις.

Οι σχηματισμοί του κατώτερου καλύμματος (κλαστικοί σχηματισμοί και πλακώδεις ασβεστόλιθους με πυριτικές διαστρώσεις) χαρακτηρίζονται στο σύνολό τους ως *αδιαπέρατοι* σχηματισμοί.

- **Κατώτερο κάλυμμα ενότητας Αλεποβουνίου:** Πρόκειται για ελαφρά μεταμορφωμένους σχιστομαργαϊκούς σχηματισμούς και έντονα σχιστοποιημένοι φυλλίτες.

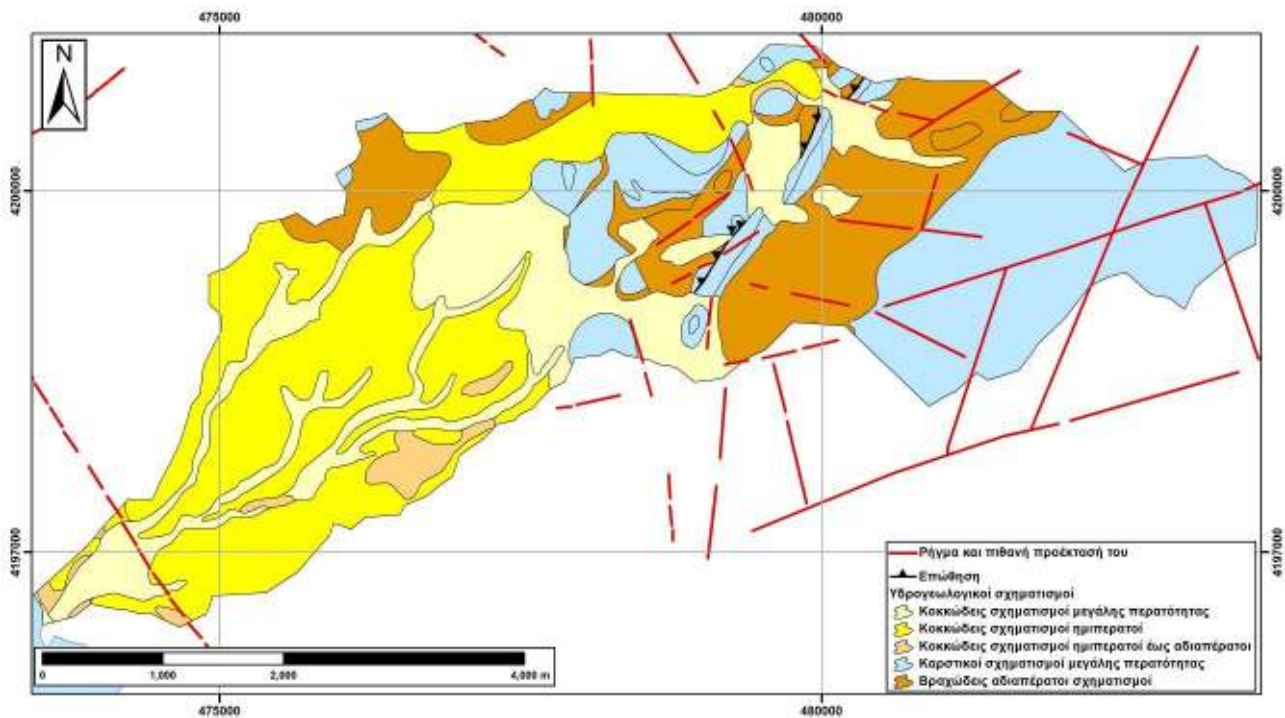
Οι σχηματισμοί του κατώτερου καλύμματος (σχιστομαργαϊκά και φυλλίτες) χαρακτηρίζονται στο σύνολό τους ως *αδιαπέρατοι* σχηματισμοί.

- **Σχιστόλιθοι του μεταμορφωμένου συστήματος Αττικής:** Πρόκειται για τους μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους στους οποίους μεταβαίνουν οι ανθρακικοί σχηματισμοί του συστήματος.

Οι μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι θεωρούνται πρακτικά *αδιαπέρατοι* και μόνο λόγω έντονης τεκτονικής καταπόνησης είναι δυνατό να αναπτυχθεί τοπική υδροφορία σε επικοινωνία με τους ανθρακικούς σχηματισμούς του συστήματος.

- **Οφιόλιθοι:** Πρόκειται για βασικά και υπερβασικά, κατά κανόνα σερπεντινωμένα πετρώματα, έντονα τεκτονισμένα, παραμορφωμένα και μερικώς εξαλλοιωμένα.

Οι σχηματισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται ως πρακτικά *αδιαπέρατοι* σχηματισμοί και μόνο τοπικά είναι δυνατό να αναπτυχθεί μικρή υδροφορία λόγω δευτερογενούς πορώδους.



**Εικόνα 13: Υδρογεωλογικός χάρτης της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης**

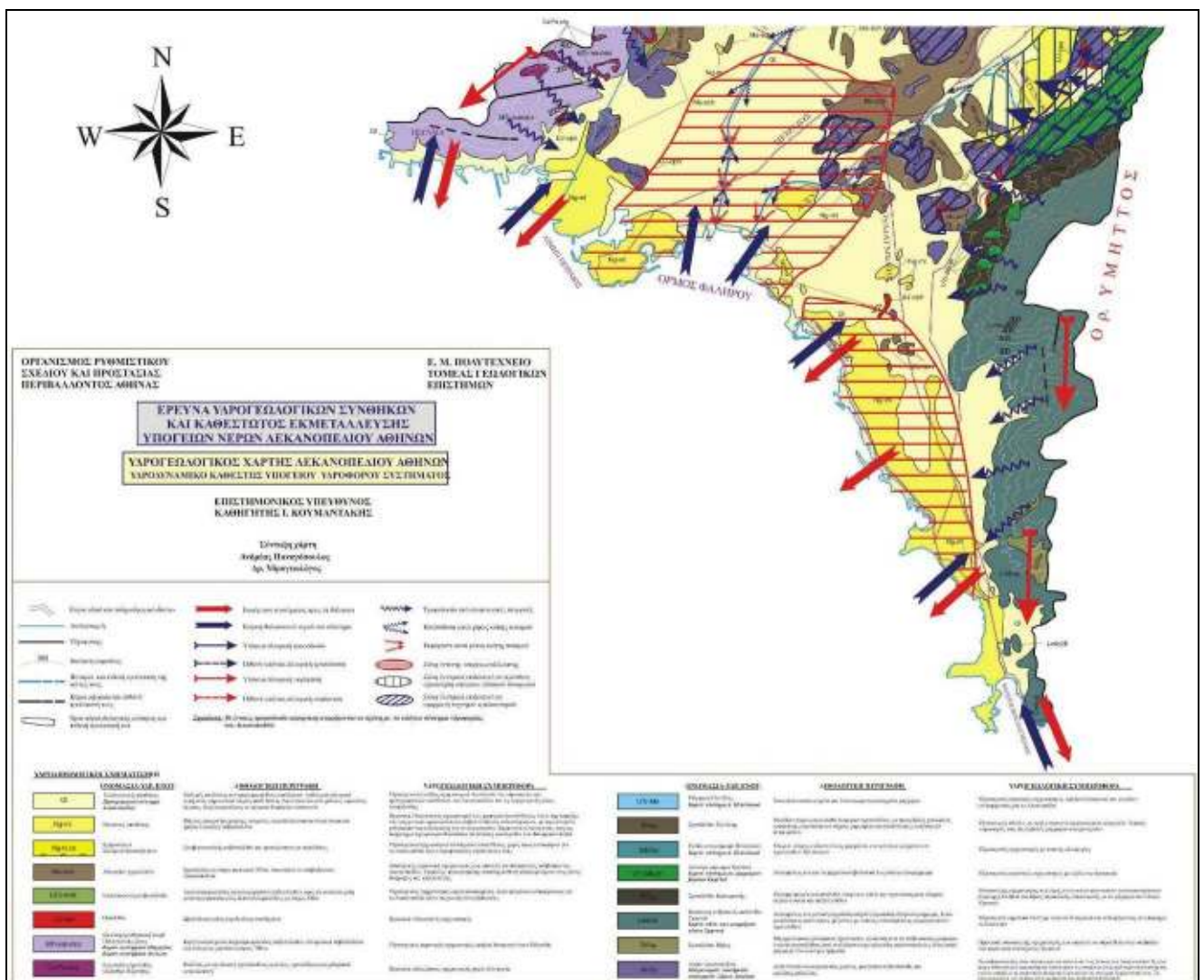
Λόγω της πολύπλοκης γεωλογικής και λιθολογικής δομής της υπό μελέτη υδρολογικής λεκάνης, καθώς και λόγω του έντονου τεκτονισμού, στην περιοχή αναπτύσσονται τόσο φρεάτιοι, όσο και υπό πίεση επάλληλοι υδροφόροι ορίζοντες.

Στους τεταρτογενείς σχηματισμούς αναπτύσσονται τόσο φρεάτιοι όσο και υπό πίεση υδροφόροι ορίζοντες και για τον λόγο αυτό εκμεταλλεύονταν από την αρχαιότητα ακόμα με πηγάδια. Τις τελευταίες δεκαετίες ωστόσο λόγω της μεγάλης οικιστικής ανάπτυξης, η τροφοδοσία τους από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής έχει μειωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την υπεράντληση από πλήθος υδρογεωτρήσεων



έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των αποθεμάτων (Εικόνα 14). Η μείωση αυτή ωστόσο είναι σε πολύ μικρότερο βαθμό από την αναμενόμενη, λόγω της μεγάλης τροφοδοσία των τεταρτογενών πραγματοποιείται από τις διαρροές του δικτύου ύδρευσης της Ε.Υ.Δ.Α.Π., του δικτύου αποχέτευσης και των απορροφητικών βόθρων (Κουμαντάκης, 1997).

Στους νεογενείς σχηματισμούς, λόγω της παρουσίας εναλλαγών σχηματισμών με διαφορετικό βαθμό υδροπερατότητας και φακών έχουμε την δημιουργία κυρίως υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων, οι οποίοι ανάλογα με την λιθολογία και το πάχος των σχηματισμών μπορεί να είναι μέτριοι έως φτωχοί.



Εικόνα 14: Υδροδυναμικό καθεστώς υπόγειου υδροφόρου συστήματος νότιου τμήματος λεκανοπεδίου Αθηνών (Κουμαντάκης, 1997)

## 2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μελέτης

Καθοριστικός παράγοντας της διαμόρφωσης του κλίματος της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης, είναι η παρουσία της θάλασσας νοτιοδυτικά (Σαρωνικός κόλπος), καθώς και ο ορεινός όγκος του Υμηττού ανατολικά.

Τα στοιχεία για τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής έχουν ληφθεί από τον μετεωρολογικό σταθμό του παλιού αεροδρομίου του Ελληνικού, ο οποίος ανήκει στην Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.). Ο σταθμός κρίνεται αξιόπιστος και βρίσκεται σε μικρή απόσταση νότια της περιοχής μελέτης (υψόμετρο +15 m, συντεταγμένες  $X = 476.406,683$  και  $Y = 4.194.465,820$  - γεωγραφικό πλάτος:  $37^{\circ} 54' 00''$  και γεωγραφικό μήκος:  $23^{\circ} 44' 00''$ ). Ο μετεωρολογικός σταθμός λειτουργεί από το 1946, ωστόσο για κάποια χρονικά διαστήματα, από μερικές ημέρες μέχρι μήνες (Απρίλιος 1971 έως Δεκέμβριος 1972) λόγω τεχνικών δυσκολιών δεν υπάρχουν καταγραφές. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων από το υδρολογικό έτος 1973-74 έως 2010-11, περίοδος για την οποία υπάρχουν συνεχείς μετρήσεις.

### 2.4.1 Θερμοκρασία

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και ζεστά καλοκαίρια. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες σημειώνονται τον Ιούλιο - Αύγουστο και οι χαμηλότερες τον Ιανουάριο - Φεβρουάριο. Οι υψηλότερες μέγιστες μηνιαίες θερμοκρασίες σημειώνονται κατά τον Ιούλιο και τον Αύγουστο ( $32,6^{\circ}$  και  $32,5^{\circ}$  αντίστοιχα), ενώ οι χαμηλότερες ελάχιστες μηνιαίες σημειώνονται κατά τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο μήνα ( $6,5^{\circ}$ ) (Πίνακας 7, Εικόνα 15). Παράλληλα, από το 1973-74 έως σήμερα σημειώνεται διαχρονικά μία μικρή σταδιακή αύξηση της μέση μηνιαίας θερμοκρασίας (Εικόνα 16).

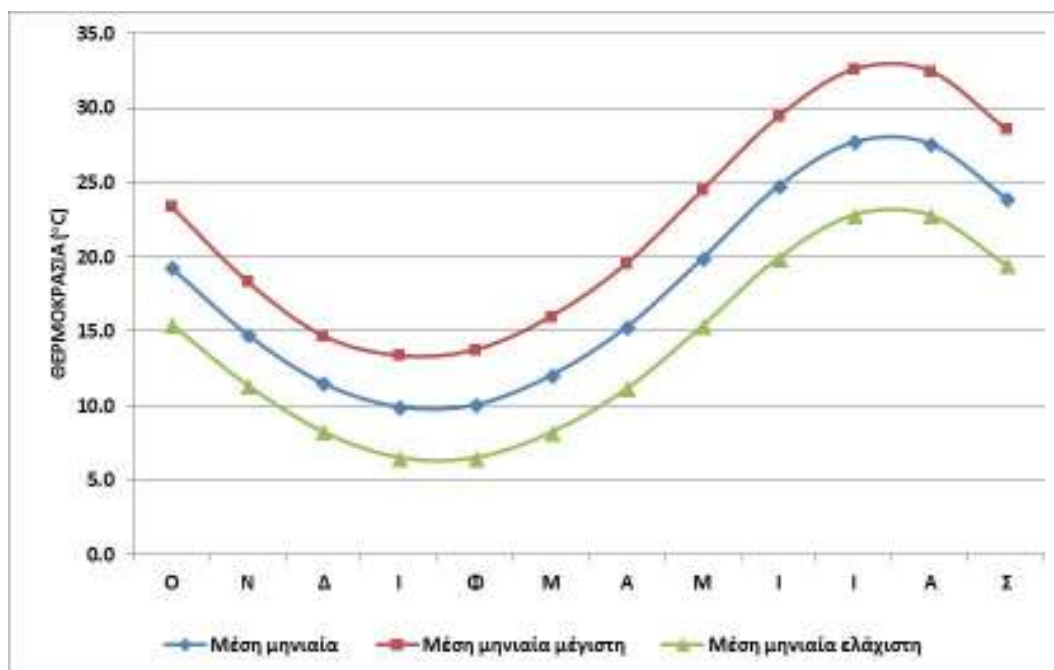
Η μέση υπερετήσια θερμοκρασία για τα υδρολογικά έτη 1973-74 έως 2010-11 είναι  $18,1^{\circ}\text{C}$ . Παρατηρείται ότι από τη διαθέσιμη χρονοσειρά δεδομένων, για τα 19 υδρολογικά έτη η μέση ετήσια θερμοκρασία ήταν μεγαλύτερη από την μέση υπερετήσια ( $18,1^{\circ}\text{C}$ ).

**Πίνακας 7: Μέση, μέγιστη και ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασίας (Μ.Σ. Ελληνικού)**

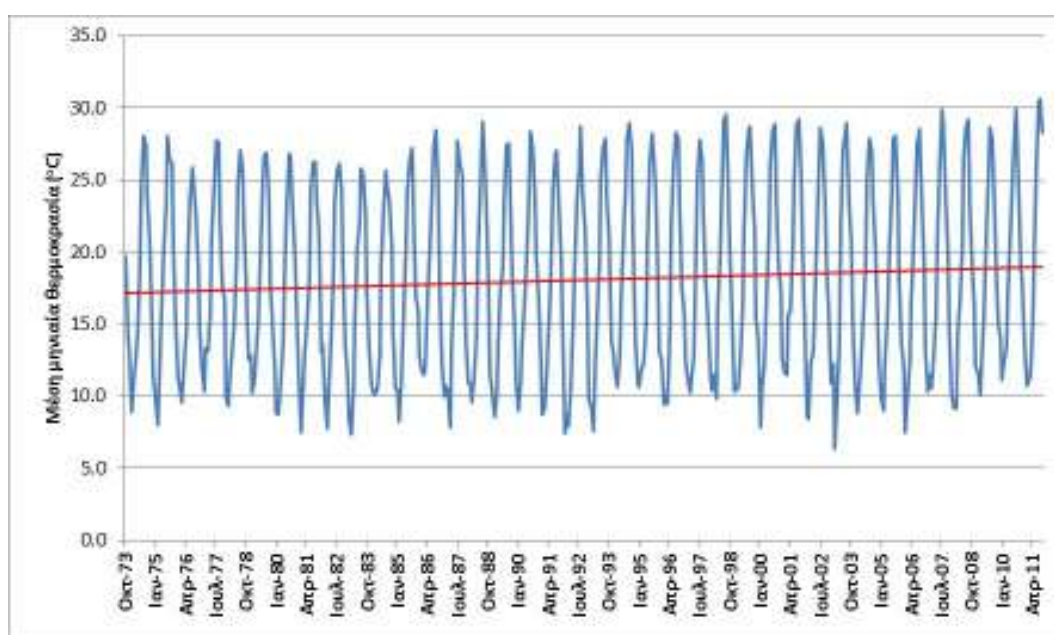
Μήνας	Μέση μηνιαία θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ )			Μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ )			Μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ )		
	mean	max	min	mean	max	min	mean	max	min
Ο	19.3	21.5	16.9	23.4	26.0	21.4	15.5	17.9	12.8
Ν	14.8	18.0	11.6	18.3	21.6	15.0	11.4	14.5	8.6
Δ	11.5	13.9	7.4	14.7	17.4	10.3	8.2	10.8	4.6



<b>I</b>	9.9	12.2	7.5	13.4	15.6	10.5	6.5	8.8	4.2
<b>Φ</b>	10.0	13.3	6.3	13.7	16.9	9.5	6.5	9.8	3.3
<b>M</b>	12.0	15.7	7.8	16.0	19.9	11.6	8.2	11.5	4.3
<b>A</b>	15.3	17.3	12.7	19.6	21.6	16.6	11.1	13.1	8.9
<b>M</b>	19.9	21.8	17.3	24.5	27.3	21.7	15.4	16.9	13.1
<b>I</b>	24.7	27.1	22.0	29.4	32.1	26.5	19.9	21.8	17.3
<b>I</b>	27.7	30.5	25.6	32.6	34.9	30.2	22.8	24.4	19.8
<b>A</b>	27.6	30.6	24.6	32.5	35.1	29.1	22.8	25.1	19.0
<b>Σ</b>	23.9	28.3	21.9	28.6	32.2	26.1	19.5	21.5	17.8



Εικόνα 15: Διακύμανση της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης μηνιαίας θερμοκρασίας (Μ.Σ. Ελληνικού)



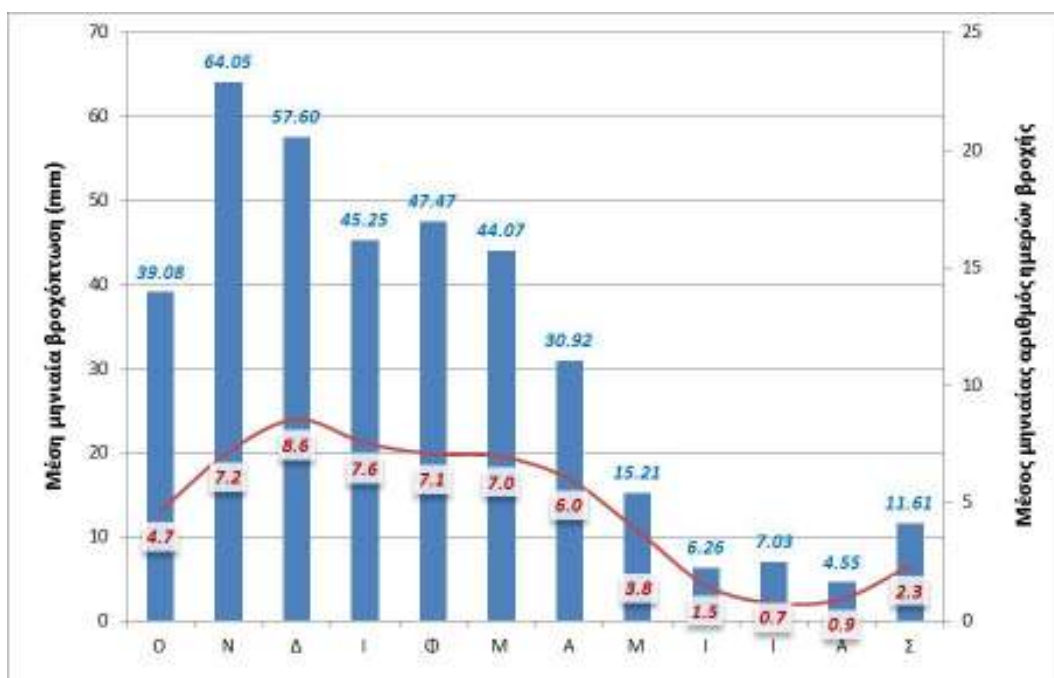
**Εικόνα 16: Διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (Μ.Σ. Ελληνικού)**

**2.4.2 Βροχόπτωση**

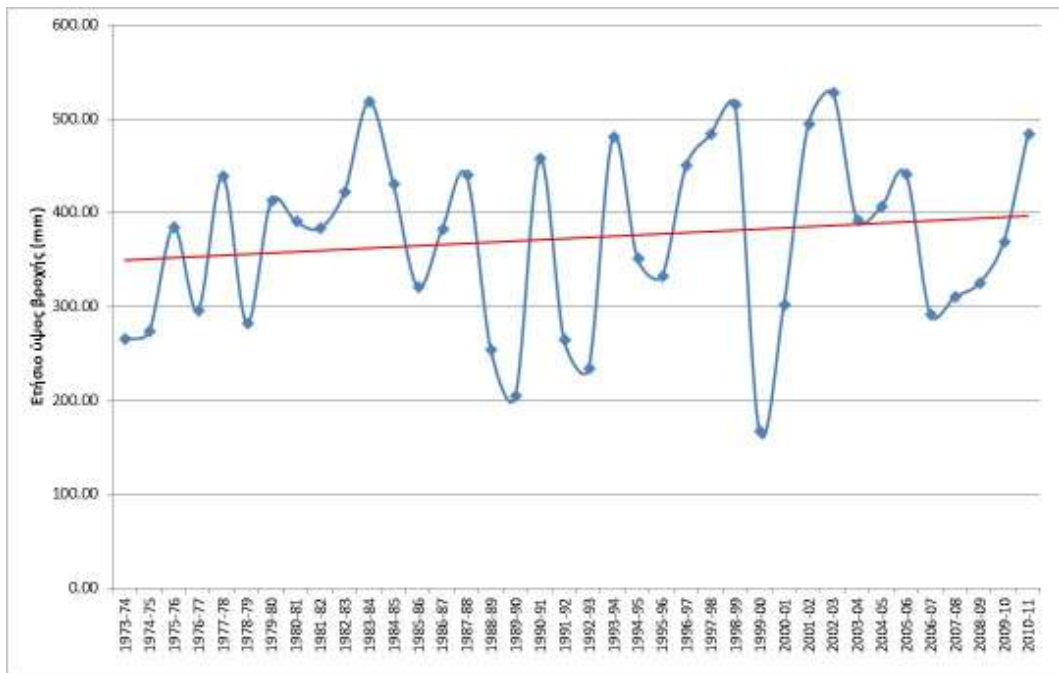
Το μέσο μηνιαίο ύψος βροχής παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές του τον Νοέμβριο και τον Δεκέμβριο με 64,05 mm και 57,60 mm αντίστοιχα, ενώ τις μικρότερες τιμές του τις παίρνει τον Ιούνιο και τον Αύγουστο με 6,26 mm και 4,55 mm αντίστοιχα. Αντίστοιχα, ο μεγαλύτερος μέσος μηνιαίος αριθμός ημερών βροχής σημειώνεται τον Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο με 8,6 και 7,6 αντίστοιχα, ενώ ο μικρότερος αριθμός σημειώνεται τον Ιούλιο και τον Αύγουστο με 0,7 και 0,9 ημέρες βροχής αντίστοιχα (Εικόνα 17).

Με βάση τη διακύμανση της ετήσιας βροχόπτωσης του Μ.Σ. Ελληνικού, προκύπτει ότι διαχρονικά, από το 1973-74 έως σήμερα, παρατηρείται μία γενικότερη αυξητική τάση στις τιμές της βροχόπτωσης (Εικόνα 18). Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στην περιοχή του ρέματος Πικροδάφνης κατά την περίοδο 1973-74 έως 2010-11 είναι 373,10 mm. Το υψηλότερο ετήσιο ύψος βροχής παρατηρήθηκε κατά το υδρολογικό έτος 2002-03 (527,83 mm), ενώ το χαμηλότερο σημειώθηκε κατά το υδρολογικό έτος 1999-00 (166,89 mm).

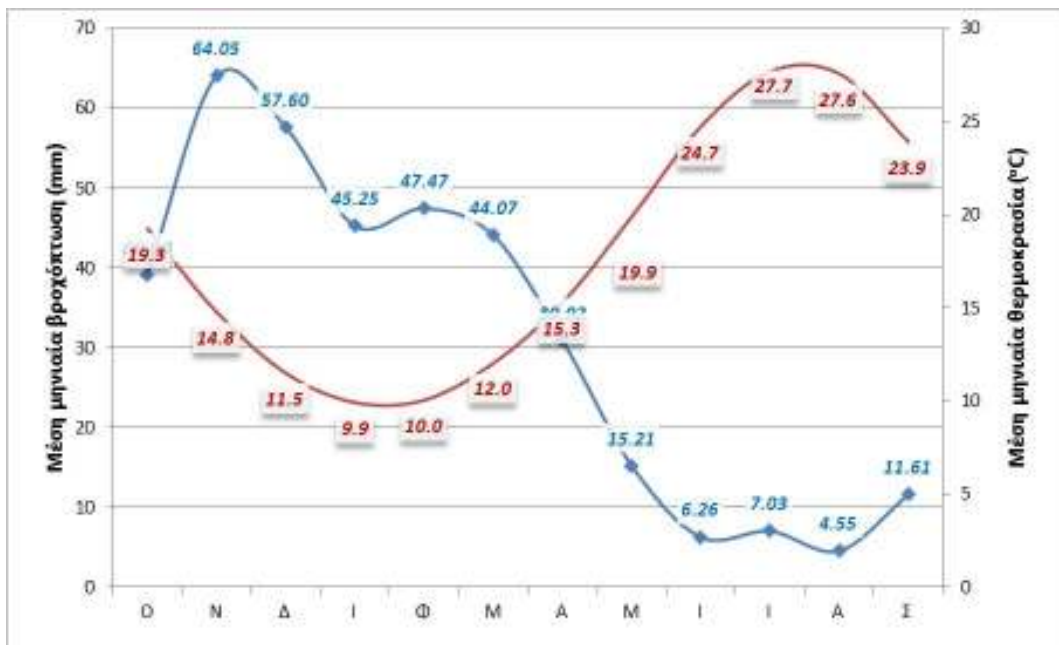
Με βάση το ομβροθερμικό διάγραμμα του Μ.Σ. Ελληνικού προκύπτει ότι η ξηροθερμική περίοδος της περιοχής είναι μεταξύ του Απριλίου και του Οκτωβρίου κάθε έτους.



**Εικόνα 17: Διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης και του μέσου μηνιαίου αριθμού ημερών βροχής (Μ.Σ. Ελληνικό)**



**Εικόνα 18: Διακύμανση του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης υδρολογικά έτη 1951/52-2010/11 (Μ.Σ. Ελληνικό)**



**Εικόνα 19: Ομβροθερμικό διάγραμμα του Μ.Σ. Ελληνικού για τα υδρολογικά έτη 1973/74-2010/11**

### 2.4.3 Σχετική υγρασία

Η μέση σχετική υγρασία, στη περιοχή μελέτης παίρνει μέτριες τιμές παρά την παρουσία της θάλασσας σε πολύ κοντινή απόσταση, (μέση τιμή 60,63% για τα υδρολογικά έτη 1973/74-2010/11).

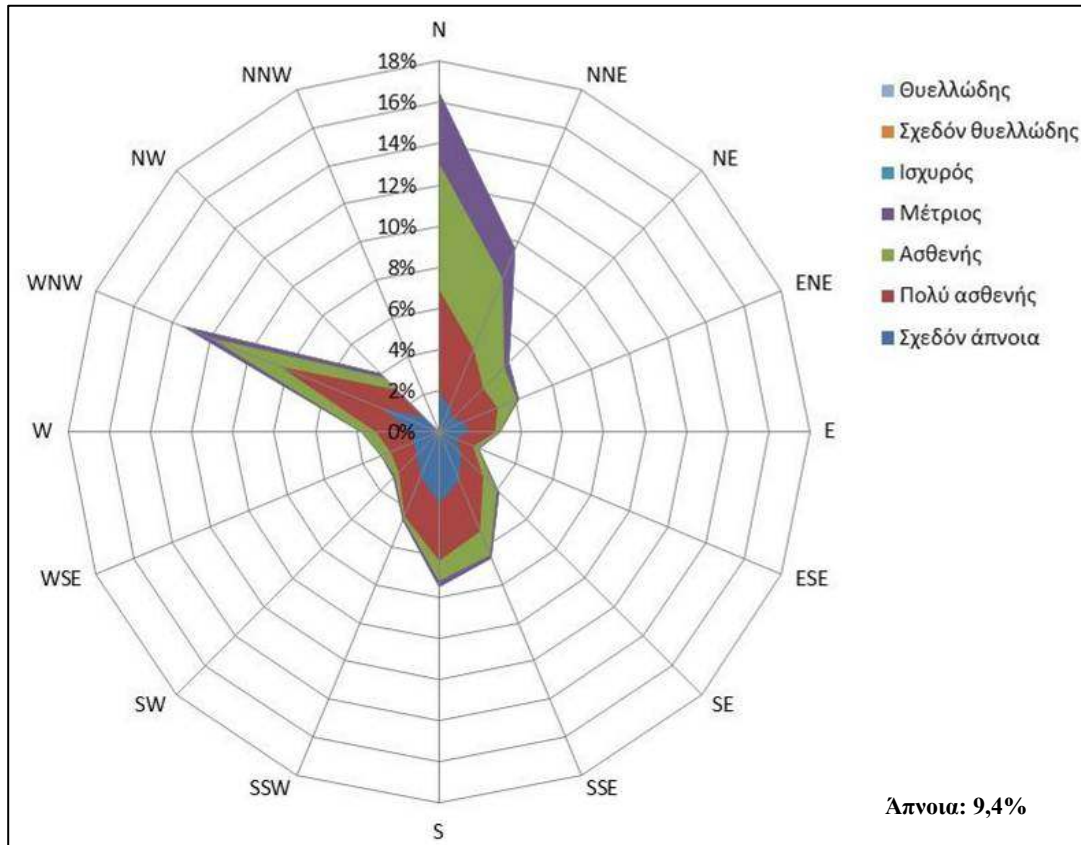
Οι πιο υγροί μήνες του έτους είναι ο Δεκέμβριος, ο Νοέμβριος και ο Ιανουάριος με μέση σχετική υγρασία 70,2%, 68,8% και 68,8%% αντίστοιχα. Ο πιο ξηρός μήνας του έτους είναι ο Ιούλιος με 46,9% σχετική υγρασία (Εικόνα 20).

**Εικόνα 20: Μέση μηνιαία σχετική υγρασία του Μ.Σ. Ελληνικού**

### 2.4.4 Άνεμοι

Με βάση τα δεδομένα του Μ.Σ. Ελληνικού της Ε.Μ.Υ. (μέσες ημερήσιες τιμές για τα υδρολογικά έτη 1999/00-2010/11), η κυρίαρχη διεύθυνση ανέμου είναι η βόρεια σε ποσοστό 16,5% και η δυτική βορειοδυτική σε ποσοστό 13,5%. Αντίστοιχα, επικρατούν οι πολύ ασθενείς άνεμοι σε ποσοστό 34,3%, ενώ σχεδόν άπνοια συναντάται σε ποσοστό 26,1% (Εικόνα 21, Πίνακας 8). Άπνοια συναντάται σε ποσοστό 9,4%.

Η μέση τιμή της έντασης του ανέμου διαχρονικά από το 1999 έως σήμερα παρουσιάζει μία τάση μείωσης, ενώ από τον Ιούλιο του 2004 και μετά παρατηρείται μία μείωση της μέσης μηνιαίας τιμής της έντασης (Εικόνα 22).

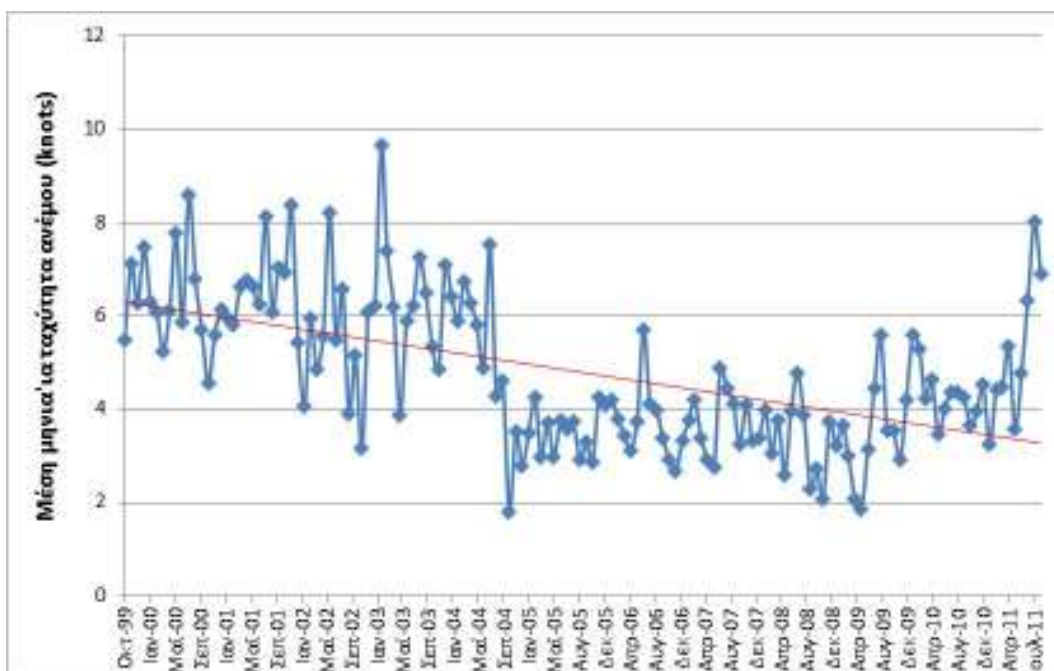


Εικόνα 21: Ροδόγραμμα ανέμου Μ.Σ. Ελληνικό

Πίνακας 8: Συχνότητα διευθύνσεων και εντάσεων του ανέμου του Μ.Σ. Ελληνικό

Ένταση Bofor	knots	Χαρακτηρισμός ανέμου	Διεύθυνση ανέμου																Σύνολο	
			N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSE	W	WNW	NW	NNW		
0	<1	Άπνοια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.4%
1	1-3	Σχεδόν άπνοια	1.96	1.35	0.98	1.35	1.41	0.89	1.55	2.53	3.42	2.35	1.53	1.35	1.32	3.01	1.07	0.00	26.1%	
2	4-6	Πολύ ασθενής	4.97	3.03	2.05	1.73	1.30	0.91	1.48	2.67	2.81	2.03	1.23	1.19	1.71	5.34	1.85	0.00	34.3%	
3	7-10	Ασθενής	6.11	3.70	1.44	1.03	0.23	0.23	0.94	1.25	0.98	0.14	0.25	0.48	0.71	3.63	0.82	0.00	21.9%	
4	11-16	Σχεδόν μέτριος	3.22	1.51	0.32	0.09	0.02	0.07	0.16	0.16	0.25	0.09	0.11	0.02	0.02	1.41	0.30	0.00	7.8%	
5	17-21	Μέτριος	0.25	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.02	0.00	0.5%	
6	22-27	Ισχυρός	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	
7	28-33	Σχεδόν θυελλώδης	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	

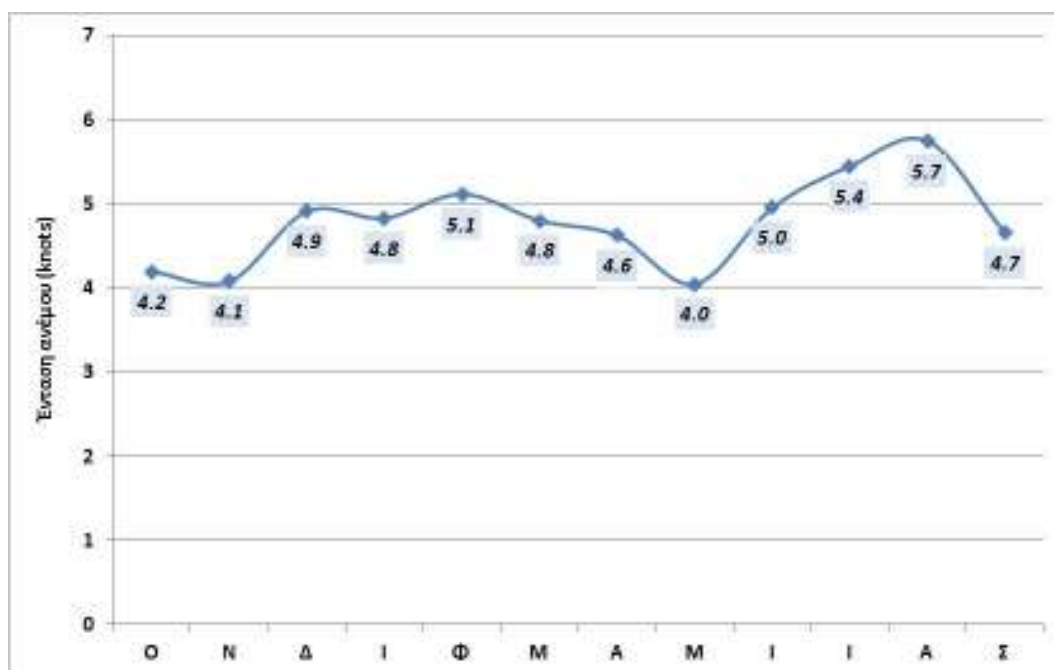
8	34-40	Θυελλώδης	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Σύνολο			16.5%	9.7%	4.8%	4.2%	3.0%	2.1%	4.1%	6.6%	7.5%	4.6%	3.1%	3.0%	3.8%	13.5%	4.1%	0.0%	100.0%



**Εικόνα 22: Διακύμανση της μηνιαίας έντασης ανέμου για τα υδρολογικά έτη 1999/00-2010/11 (Μ.Σ. Ελληνικό)**

Οι μήνες με τις μεγαλύτερες εντάσεις ανέμου είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος με 5,4 και 5,7 κόμβους αντίστοιχα. Ο μήνας με την μικρότερη ένταση ανέμου είναι ο Νοέμβριος και ο Μάρτιος (4,1 και 4,0 κόμβοι αντίστοιχα) (Εικόνα 23).





Εικόνα 23: Διακύμανση της μέσης μηνιαίας έντασης ανέμου για τα υδρολογικά έτη 1999/00-2010/11 (Μ.Σ. Ελληνικό)

#### 2.4.5 Κλιματική κατάσταση

Για την κλιματική κατάταξη της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα μέσα μηνιαία δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού Ελληνικού της Ε.Μ.Υ. για την περίοδο 1973/74 - 2010/11.

Με βάση την κατάταξη κατά Κορπεν, η περιοχή μελέτη κατατάσσεται στον **κλιματικό τύπο C**, καθώς ισχύουν τα κριτήρια:  $T_{\theta} > 10^{\circ}\text{C}$  και  $-3^{\circ}\text{C} < T_{\psi} < 18^{\circ}\text{C}$ , όπου  $T_{\theta}$  η μέση μηνιαία θερμοκρασία του θερμότερου μήνα σε  $^{\circ}\text{C}$  και  $T_{\psi}$  η μέση μηνιαία θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα σε  $^{\circ}\text{C}$ .

Ισχύει:

$$T_{\theta} = 27,7^{\circ}\text{C} (\text{Ιούνιος}) > 10^{\circ}\text{C} \text{ και } -3^{\circ}\text{C} < T_{\psi} = 9,9^{\circ}\text{C} (\text{Ιανουάριος}) < 18^{\circ}\text{C}.$$

Στη συνέχεια, η περιοχή μελέτης κατατάσσεται στην **υποκατηγορία s: Ξηρό καλοκαίρι** με κριτήρια  $P_{\xi\theta} < 40 \text{ mm}$  και  $P_{\xi\theta} < P_{\nu\psi} / 3$ , όπου  $P_{\xi\theta}$  η κατακρήμνιση του ξηρότερου μήνα του θερμού εξαμήνου σε mm και  $P_{\nu\psi}$  η κατακρήμνιση του υγρότερου μήνα του ψυχρού εξαμήνου σε mm, καθώς ισχύει:

$$P_{\xi\theta} = 4,6 \text{ mm} (\text{Αύγουστος}) < 40 \text{ mm} \text{ και } P_{\xi\theta} = 4,6 \text{ mm} < P_{\nu\psi} / 3 = 64,1 (\text{Νοέμβριος}) \text{ mm} / 3 = 21,4 \text{ mm}.$$

Τέλος με βάση το κριτήριο  $T_{\theta} > 22^{\circ}\text{C}$  και  $T_{\mu} > 10^{\circ}\text{C}$  για 4 τουλάχιστον μήνες, η ευρύτερη περιοχή μελέτης κατατάσσεται στην κατηγορία **α: Μεγάλο και θερμό καλοκαίρι**, καθώς ισχύει:

$T_{\theta} = 27,7^{\circ}\text{C}$  (Ιούνιος)  $> 22^{\circ}\text{C}$  και  $T_{\mu} > 10^{\circ}\text{C}$  για 11 μήνες.

Συνεπώς η ευρύτερη περιοχή μελέτης κατατάσσεται στον κλιματικό τύπο **Csa**, ο οποίος αντιπροσωπεύει το **Μεσογειακό κλίμα** (ήπιοι, υγροί χειμώνες και ήπια ξηρά καλοκαίρια λόγω της επιρροής των υποτροπικών αντικυκλώνων) και με ετήσια βροχή που κυμαίνεται από 300 έως 900 mm και μόνο τοπικά περισσότερο.

#### 2.4.6 Εξατμισοδιαπνοή

Ο προσδιορισμός της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής, δηλαδή του συνόλου των απωλειών νερού από την εξάτμιση εδαφών και από την διαπνοή της χλωρίδας, μπορεί να επιτευχθεί έμμεσα με βάση άλλες μετεωρολογικές μεταβλητές, από τις οποίες εξαρτάται. Από αυτές σημαντικότερες είναι η θερμοκρασία, η ηλιακή και γήινη ακτινοβολία, η ηλιοφάνεια, η σχετική υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου. Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή είναι συνήθως μεγαλύτερη από την πραγματική, η οποία εξαρτάται εκτός των ανωτέρω και από την διαθεσιμότητα του νερού σε κάθε περιοχή (υγρασία του εδάφους). Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη και αξιόπιστη μέθοδος προσδιορισμού της εξατμισοδιαπνοής θεωρείται η Penman - Monteith, η οποία λαμβάνει υπόψη όλες τις παραπάνω μεταβλητές. Η μέθοδος αυτή είναι συχνά αδύνατο να εφαρμοστεί, λόγω της απουσίας των σχετικών δεδομένων εισόδου.

Ο προσδιορισμός της εξατμισοδιαπνοής στην λεκάνη απορροής του ρέματος Πικροδάφνης, λόγω της απουσίας δεδομένων ηλιοφάνειας, επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί με την εμπειρική μέθοδο Hargreaves, η οποία απαιτεί μόνο δεδομένα θερμοκρασίας σε μηνιαίο ή ημερήσιο βήμα:

$$E = 0.023 \frac{S_0}{\lambda} (T_m + 17.8)(T_{\max} - T_{\min})^{0.5},$$

όπου  $S_0$  η εξωγήινη ακτινοβολία σε  $\text{kJ}/(\text{m}^2\text{d})$ ,

$\lambda$  η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης σε  $\text{kJ}/\text{kg}$ ,

$T_m$  η μέση μηνιαία ή ημερήσια θερμοκρασία,

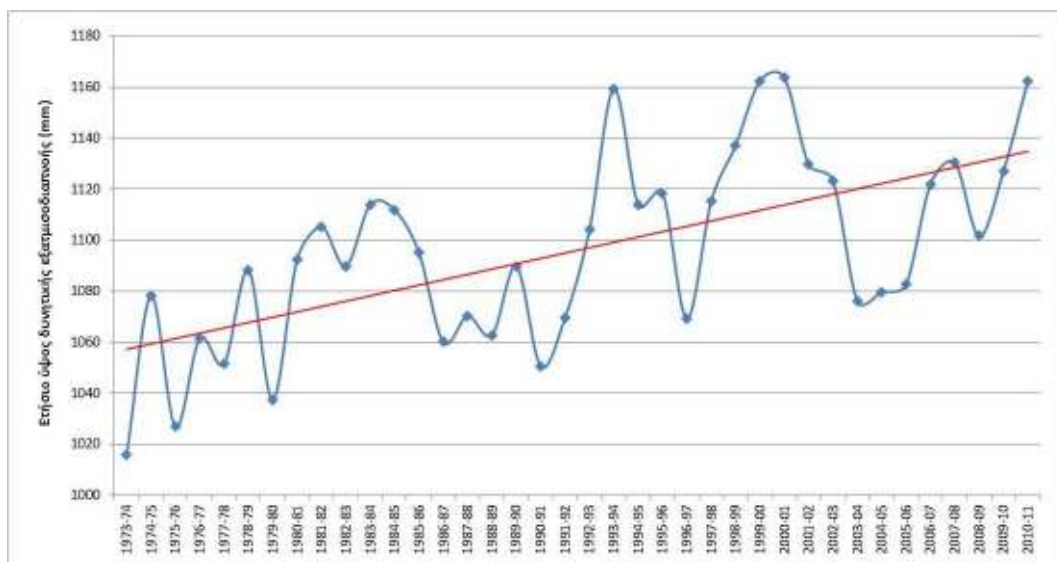
$T_{\max}$  η μηνιαία ή ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία και

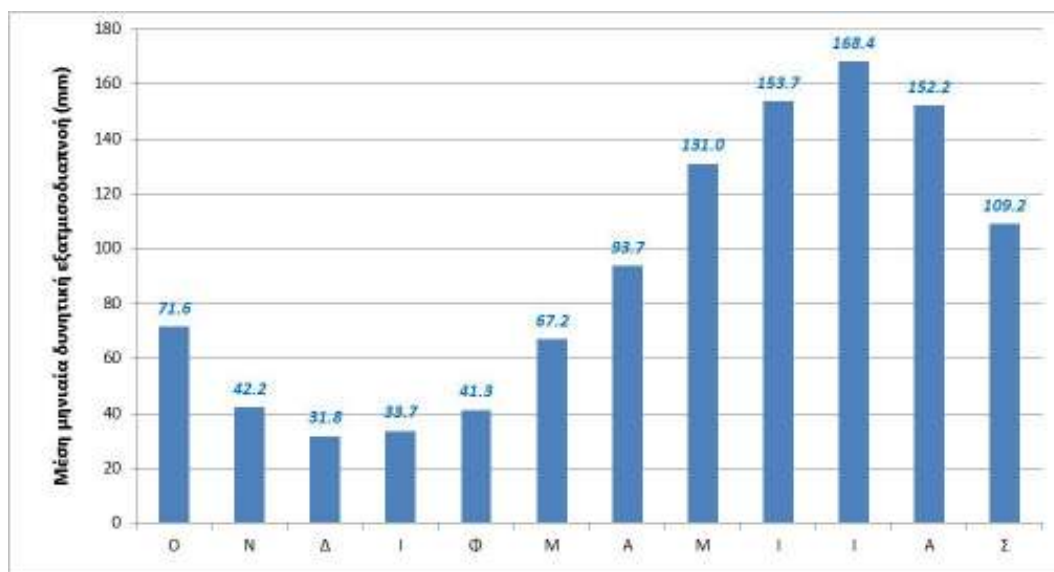
$T_{\min}$  η μηνιαία ή ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία σε  $^{\circ}\text{C}$ .



Η μέθοδος αυτή θεωρείται ότι δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα με σφάλμα της τάξης του 10-15% ή του 1 mm/d (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999).

Με βάση το διάγραμμα της διακύμανσης του ετήσιου ύψους της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για τα υδρολογικά έτη 1973/74-2010/11, όπως υπολογίστηκε με τη μέθοδο Hargreaves και τα δεδομένα του Μ.Σ. Ελληνικού, προκύπτει ότι το ύψος της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής στην περιοχή κυμαίνεται από 1015,7 mm (υδρολογικό έτος 1973/74) έως 1163,7 mm (υδρολογικό έτος 2000/01) (Εικόνα 24). Παρατηρείται επίσης, μία σταδιακή αύξηση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής διαχρονικά, που οφείλεται στην αντίστοιχη μικρή αύξηση της θερμοκρασίας ενώ η μέγιστη δυνητική εξατμισοδιαπνοή παρατηρείται τον Ιούλιο (168,4 mm) και η ελάχιστη τον Δεκέμβριο (31,8 mm) (Εικόνα 25).



**Εικόνα 24: Διακύμανση του ετήσιου ύψους δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για τα υδρολογικά έτη 1973/74-2010/11 (Μ.Σ. Ελληνικό), όπως υπολογίστηκε με τη μέθοδο Hargreaves****Εικόνα 25: Διακύμανση του μέσης μηνιαίας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για τα υδρολογικά έτη 1973/74-2010/11 (Μ.Σ. Ελληνικού), όπως υπολογίστηκε με τη μέθοδο Hargreaves**

#### 2.4.7 Υδρολογικό ισοζύγιο υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης

Η κατανομή του των διάφορων συνιστωσών του κύκλου του νερού μέσα σε μια υδρολογική λεκάνη μπορεί να περιγραφεί σε γενικές γραμμές από την μαθηματική έκφραση:

$$P = Q + E + I + \Delta S + \Delta q$$

όπου:

P = η βροχόπτωση

Q = η επιφανειακή απορροή

E = η πραγματική εξατμισοδιαπνοή

I = η κατείσδυση

$\Delta S$  = η διαφορική αποθήκευση νερού στη γη

$\Delta q$  = Προσφορές και απολείψεις νερού από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις

Με την προϋπόθεση ότι οι υδρολογικές λεκάνες αποτελούν αυτοτελή συστήματα στα οποία ισχύει η αρχή διατήρησης της μάζας και μην λαμβάνοντας, κατ' αρχήν υπόψη τις ανθρώπινες μεταβολές στα αποθέματα νερού, οι παράγοντες ΔS, Δq της παραπάνω εξίσωσης παραλείπονται και παίρνει τη μορφή:

$$P = Q + E + I$$

Δηλαδή το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε μια υδρολογική λεκάνη ισούται με το άθροισμα των αντιστοίχων υψών των παραγόντων της επιφανειακής απορροής, της εξατμισοδιαπνοής, και της κατείδυσης στην λεκάνη αυτή.

Παρακάτω ακολουθεί ο υπολογισμός του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής του ρέματος Πικροδάφνης με την κλασική αυτή μέθοδο. Για την πραγματοποίηση των σχετικών υπολογισμών, δεχόμαστε ως μέγιστη αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους ίση με 25 mm. Ως εκ τούτου, σύμφωνα με τα ανωτέρω, οι συνιστώσες του υδρολογικού ισοζυγίου για τα υδρολογικά έτη 1973/74-2010/11 διαμορφώνονται ως ακολούθως (Πίνακας 9):

**Πίνακας 9: Υδρολογικό ισοζύγιο της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης για τα υδρολογικά έτη 2073/74-2010/11.**

Υδρολογικό έτος	P		E		I		Q	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
1973-74	265.7	100.0%	257.5	96.9%	8.2	3.1%	0.0	0.0%
1974-75	273.6	100.0%	250.8	91.7%	22.8	8.3%	0.0	0.0%
1975-76	384.5	100.0%	277.2	72.1%	60.3	15.7%	47.0	12.2%
1976-77	295.9	100.0%	210.2	71.0%	49.5	16.7%	36.2	12.2%
1977-78	439.2	100.0%	267.8	61.0%	87.6	20.0%	83.7	19.1%
1978-79	281.9	100.0%	225.2	79.9%	40.9	14.5%	15.8	5.6%
1979-80	412.5	100.0%	288.0	69.8%	76.8	18.6%	47.6	11.6%
1980-81	390.7	100.0%	250.5	64.1%	75.0	19.2%	65.2	16.7%
1981-82	383.6	100.0%	340.5	88.8%	36.9	9.6%	6.1	1.6%
1982-83	422.1	100.0%	304.8	72.2%	56.4	13.4%	61.0	14.4%
1983-84	518.2	100.0%	381.6	73.6%	93.5	18.0%	43.1	8.3%
1984-85	430.6	100.0%	231.2	53.7%	75.0	17.4%	124.3	28.9%
1985-86	321.0	100.0%	280.2	87.3%	38.8	12.1%	2.1	0.7%
1986-87	382.8	100.0%	336.1	87.8%	42.7	11.2%	4.0	1.1%
1987-88	439.7	100.0%	273.8	62.3%	78.6	17.9%	87.2	19.8%
1988-89	253.2	100.0%	125.7	49.7%	50.0	19.7%	77.5	30.6%
1989-90	204.5	100.0%	192.9	94.4%	11.5	5.6%	0.0	0.0%
1990-91	457.5	100.0%	304.0	66.4%	75.0	16.4%	78.5	17.2%
1991-92	263.7	100.0%	236.8	89.8%	26.9	10.2%	0.0	0.0%

<b>1992-93</b>	234.0	100.0%	217.4	92.9%	16.5	7.1%	0.0	0.0%
<b>1993-94</b>	480.6	100.0%	263.3	54.8%	50.0	10.4%	167.3	34.8%
<b>1994-95</b>	351.1	100.0%	231.5	66.0%	50.0	14.2%	69.5	19.8%
<b>1995-96</b>	332.3	100.0%	236.6	71.2%	85.1	25.6%	10.5	3.2%
<b>1996-97</b>	450.6	100.0%	249.0	55.3%	75.0	16.6%	126.6	28.1%
<b>1997-98</b>	483.4	100.0%	232.2	48.0%	75.0	15.5%	176.2	36.4%
<b>1998-99</b>	514.9	100.0%	316.1	61.4%	50.0	9.7%	148.8	28.9%
<b>1999-00</b>	166.9	100.0%	157.3	94.3%	9.6	5.7%	0.0	0.0%
<b>2000-01</b>	302.2	100.0%	225.0	74.5%	50.6	16.7%	26.6	8.8%
<b>2001-02</b>	494.5	100.0%	301.0	60.9%	57.4	11.6%	136.1	27.5%
<b>2002-03</b>	527.8	100.0%	256.5	48.6%	91.4	17.3%	179.9	34.1%
<b>2003-04</b>	392.2	100.0%	235.2	60.0%	100.0	25.5%	57.0	14.5%
<b>2004-05</b>	406.9	100.0%	303.2	74.5%	61.6	15.1%	42.2	10.4%
<b>2005-06</b>	440.8	100.0%	247.7	56.2%	53.8	12.2%	139.3	31.6%
<b>2006-07</b>	291.3	100.0%	260.1	89.3%	25.2	8.7%	6.0	2.0%
<b>2007-08</b>	310.2	100.0%	307.8	99.2%	2.4	0.8%	0.0	0.0%
<b>2008-09</b>	324.9	100.0%	257.8	79.4%	50.0	15.4%	17.1	5.3%
<b>2009-10</b>	369.0	100.0%	259.5	70.3%	56.5	15.3%	53.0	14.4%
<b>2010-11</b>	483.6	100.0%	339.1	70.1%	75.0	15.5%	69.6	14.4%
<b>Σύνολο</b>	<b>373.1</b>	<b>100.0%</b>	<b>261.4</b>	<b>70.0%</b>	<b>53.7</b>	<b>14.4%</b>	<b>58.0</b>	<b>15.6%</b>

P: ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

E: εξατμισοδιαπνοή

I: κατεισδύση

Q: επιφανειακή απορροή

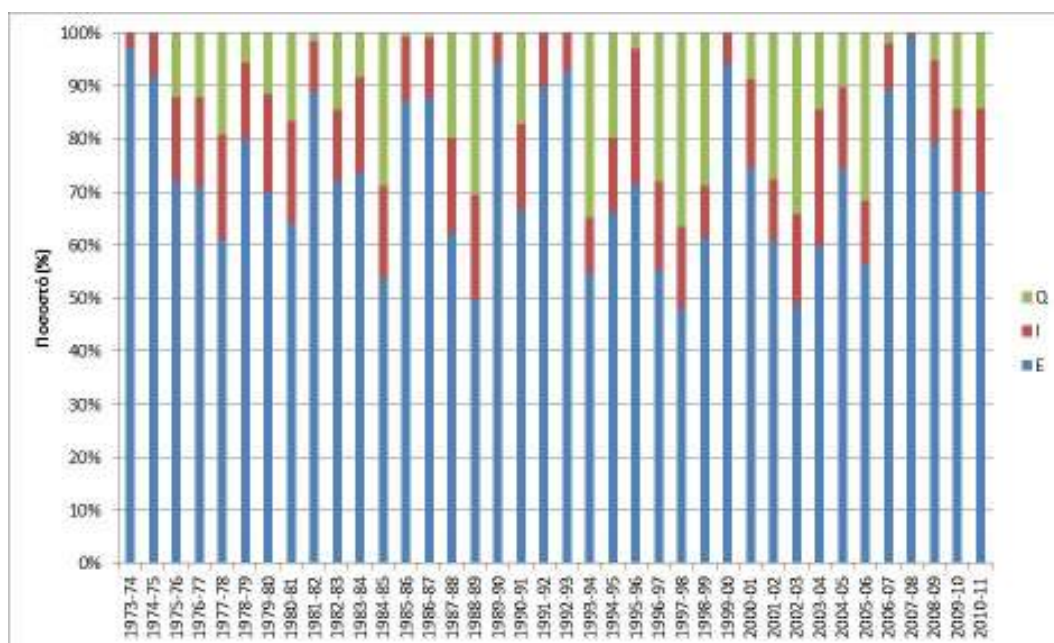
Σύμφωνα με τα παραπάνω, από το σύνολο του νερού που ετησίως εισρέει στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής με την μορφή ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, το 70,0% καταναλίσκεται στην εξατμισοδιαπνοή, το 14,4% κατεισδύει και τροφοδοτεί τους υπόγειους υδροφόρους και το υπόλοιπο 15,6% απορρέει επιφανειακά.

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η εξατμισοδιαπνοή αποτελεί το μεγαλύτερο τμήμα του υδατικού ισοζυγίου (70,0%), κάτι ωστόσο αναμενόμενο, καθώς η υπό μελέτη περιοχή εμφανίζει σχετικά μεγάλη μέση θερμοκρασία και μικρό ετήσιο ύψος βροχής (Εικόνα 26).

Από το σύνολο της βροχόπτωσης μικρό μόνο ποσοστό απορρέει επιφανειακά στην συγκεκριμένη περιοχή (15,6%), ενώ εμφανίζει μεγάλη διακύμανση από έτος σε έτος (0,0% έως 36,4%). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από την απουσία μόνιμης ροής στο υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης.

Η ποσότητα του νερού που κατεισδύει γενικά μπορεί να θεωρηθεί μικρή (14,4%). Το πεδινό τμήμα της περιοχής μελέτης αποτελεί χώρο οικοδόμησης οικισμών με συνέπεια ο συντελεστής

κατείδυσης στην δεδομένη περιοχή να είναι μικρός. Στα ορεινά τμήματα ωστόσο της λεκάνης, τα οποία δομούνται και από ανθρακικούς σχηματισμούς, ο συντελεστής κατείδυσης μπορεί να είναι μεγαλύτερος και είναι δυνατό να αναπτυχθούν σημαντικές υδροφορίες.



E: εξατμισοδιαπνοή  
I: κατείδυση  
Q: επιφανειακή απορροή

**Εικόνα 26: Ποσοστιαία κατανομή των συντελεστών του υδρολογικού ισοζυγίου της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης για τα υδρολογικά έτη 1973/74-2010/11.**

Παρακάτω δίνεται η μηνιαία κατανομή των συνιστωσών του υδρολογικού ισοζυγίου της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης (Πίνακας 10, Εικόνα 27). Από αυτά προκύπτει ότι επιφανειακή απορροή και αύξηση των υπόγειων αποθεμάτων έχουμε μόνο κατά τους υγρούς μήνες (Οκτώβριος - Μάρτιος), ενώ κατά την ξηρή περίοδο (Μάιος - Σεπτέμβριος) όλη η βροχόπτωση καταναλίσκεται στην εξάτμιση και την διαπνοή.

**Πίνακας 10: Μηνιαία μεταβολή των συνιστωσών του υδρολογικού ισοζυγίου της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης για τα υδρολογικά έτη 1973/74-2010/11.**

Μήνες	P		E		I		Q	
Ο	39.08	100.0%	32.83	84.0%	4.10	10.5%	2.14	5.5%
Ν	64.05	100.0%	35.69	55.7%	11.46	17.9%	16.90	26.4%
Δ	57.60	100.0%	28.14	48.8%	14.56	25.3%	14.90	25.9%
Ι	45.25	100.0%	24.67	54.5%	10.85	24.0%	9.73	21.5%
Φ	47.47	100.0%	30.34	63.9%	7.48	15.8%	9.65	20.3%

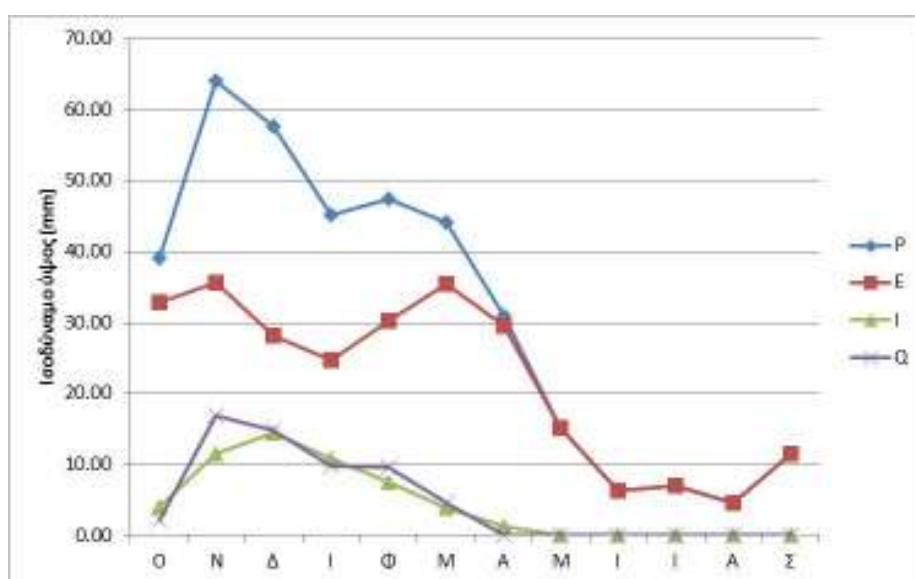
<b>Μ</b>	44.07	100.0%	35.49	80.5%	3.98	9.0%	4.59	10.4%
<b>Α</b>	30.92	100.0%	29.52	95.5%	1.29	4.2%	0.11	0.3%
<b>Μ</b>	15.21	100.0%	15.21	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
<b>Ι</b>	6.26	100.0%	6.26	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
<b>Ι</b>	7.03	100.0%	7.03	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
<b>Α</b>	4.55	100.0%	4.55	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
<b>Σ</b>	11.61	100.0%	11.61	100.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
<b>Σύνολο</b>	<b>373.10</b>	<b>100.0%</b>	<b>261.35</b>	<b>70.0%</b>	<b>53.73</b>	<b>14.4%</b>	<b>58.03</b>	<b>15.6%</b>

P: ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

E: εξατμισοδιαπνοή

I: κατείσδυση

Q: επιφανειακή απορροή



**Εικόνα 27: Μηνιαία μεταβολή των συνιστωσών του υδρολογικού ισοζυγίου της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης για τα υδρολογικά έτη 1973/74-2010/11.**

Τονίζεται ότι στον υπολογισμό του υδρολογικού ισοζυγίου δεν λήφθηκε υπόψη η πλευρική τροφοδοσία από τον Υμηττό ανατολικά και οι υπόγειες εκφορτίσεις στον Σαρωνικό κόλπο και συνεπώς τα πραγματικά υπόγεια αποθέματα είναι δυνατό να διαφέρουν.

## 2.5. Χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης

Βασικό χαρακτηριστικό της υπό μελέτη υδρολογικής λεκάνης αποτελεί ο πυκνός οικιστικός ιστός που έχει αναπτυχθεί (Πίνακας 11, Εικόνα 28). Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι η αστική δόμηση καταλαμβάνει το 64,5% του συνόλου της έκτασης της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης (34,9% συνεχής αστική δόμηση και 29,6% ασυνεχής αστική δόμηση).

Σημαντικό ποσοστό της υδρολογικής λεκάνης καταλαμβάνουν οι περιοχές με φυσική βλάστηση. Πρόκειται κυρίως για τις μεταβατικές εκτάσεις δασών και θαμνότοπων (ποσοστό 25,6%) και πρόκειται θαμνώδεις περιοχές και εκτάσεις που προήλθαν από υποβάθμιση δασών. Παράλληλα, στην περιοχή συναντώνται δάση κωνοφόρων σε ποσοστό 3,8% και σκληρόφυλλη βλάστηση σε ποσοστό μόλις 0,7%. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτελούν οι αστικές περιοχές πρασίνου που καταλαμβάνουν το 0,3% της υδρολογικής λεκάνης και πρόκειται για το Άλσος Αλέξανδρου Άρη.

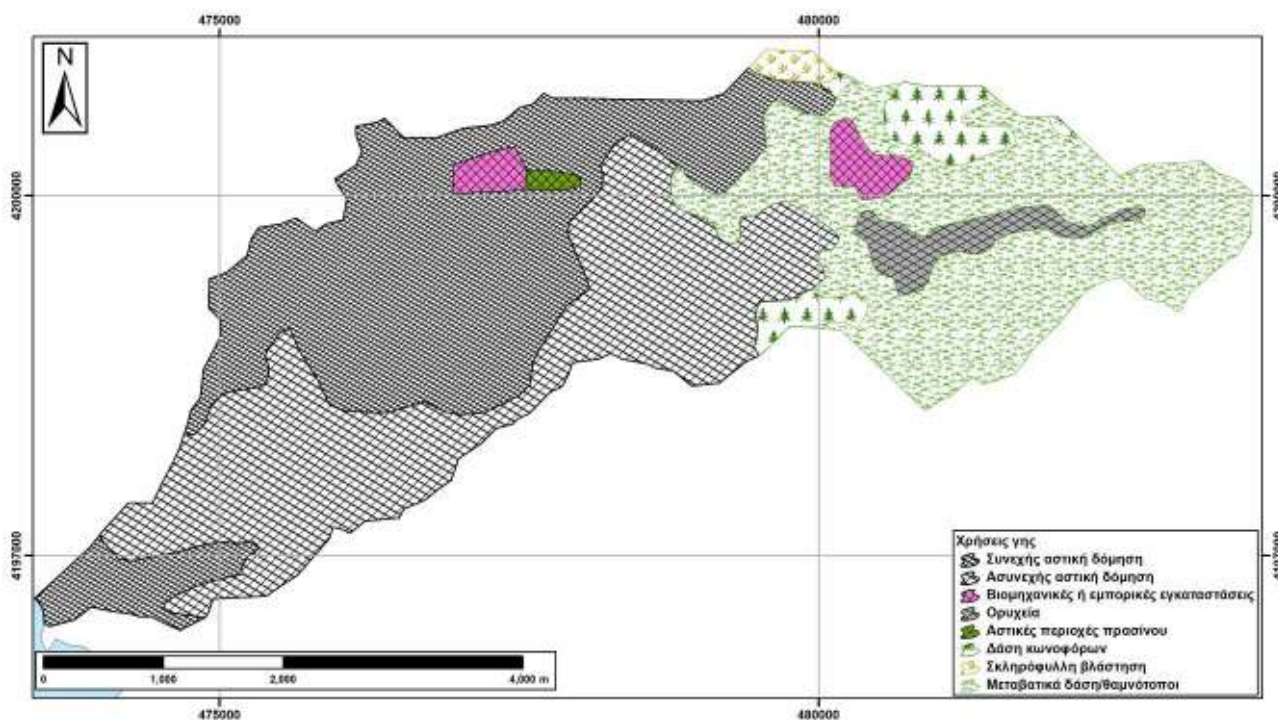
Στην περιοχή μελέτης παράλληλα συναντώνται βιομηχανικές και εμπορικές εγκαταστάσεις (ποσοστό 2,2%). Πρόκειται για τα Ελληνικά Αμυντικά Συστήματα Α.Β.Ε.Ε. δίπλα στο Άλσος Αλέξανδρου Άρη και στρατιωτικές εγκαταστάσεις. Το εργαστηριακό συγκρότημα των Ελληνικών Αμυντικών Συστημάτων Α.Β.Ε.Ε. στην περιοχή αυτή του Υμηττού δραστηριοποιείται κυρίως με την παραγωγή πυρομαχικών φορητού οπλισμού, βομβών ασκήσεων αεροπορίας και των μεταλλικών μερών πυρομαχικών μεσαίων και μεγάλων διαμετρημάτων. Στις συγκεκριμένες εγκαταστάσεις περιλαμβάνονται ένα εργοστάσιο παραγωγής καλύκων, κενών κορμών και μεταλλικών μερών πυρομαχικών, ένα εργοστάσιο παραγωγής πυρομαχικών φορητού οπλισμού, ένα εργοστάσιο αυτομάτων μηχανημάτων, ένα πλήρες και εκσυγχρονισμένο μηχανουργείο, όπου κατασκευάζονται εξαρτήματα και διατάξεις υψηλής ακρίβειας, όπως εργαλεία, ελεγκτήρες κλπ., καθώς και ένα βλητικό σταθμό και το Εθνικό Ελληνικό Κέντρο Στατικών & Βλητικών Δοκιμών, όπου ελέγχεται η ποιότητα όπλων και πυρομαχικών (<http://www.eas.gr>).

Στην περιοχή αυτή υπάρχουν ακόμα στρατιωτικές εγκαταστάσεις. Πρόκειται για το στρατόπεδο ΣΑΚΕΤΤΑ όπου βρίσκεται το Ειδικό Κέντρο Εφοδιασμού Μονάδων Στρατού (Ε.Κ.Ε.Μ.Σ.), η Σχολή Αξιωματικών Νοσηλευτικής και η Υπηρεσία Διακριβώσεων (ΥΠΗ.Δ.) της Πολεμικής Αεροπορίας.



**Πίνακας 11: Χρήσεις γης της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης (European Environmental Agency, CORINE Land Cover 2006, με τροποποιήσεις)**

Χρήσεις γης	Κωδικός CORINE	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Έκταση (%)
Συνεχής αστική δόμηση	111	7.30	34.9%
Ασυνεχής αστική δόμηση	112	6.19	29.6%
Βιομηχανικές ή εμπορικές εγκαταστάσεις	121	0.46	2.2%
Ορυχεία	131	0.61	2.9%
Αστικές περιοχές πρασίνου	141	0.07	0.3%
Δάση κωνοφόρων	312	0.80	3.8%
Σκληρόφυλλη βλάστηση	323	0.15	0.7%
Μεταβατικά δάση/θαμνότοποι	324	5.35	25.6%
<b>Σύνολο</b>		<b>20.93</b>	<b>100,0%</b>



**Εικόνα 28: Χρήσεις γης της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης (πηγή: European Environmental Agency, CORINE Land Cover 2006, με τροποποιήσεις)**

## 2.6. Προστατευόμενες περιοχές

Στο ανατολικό τμήμα του λεκανοπεδίου Αττικής, παρά τις πολλαπλές πιέσεις που δέχεται λόγω κυρίως της ανεξέλεγκτης οικιστικής ανάπτυξης, εντοπίζονται σημαντικές περιοχές με οικολογικό ενδιαφέρον. Αναφορικά με την στενή περιοχή μελέτης, το κεντρικό και νοτιοδυτικό τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης χαρακτηρίζεται από την παρουσία πυκνού οικιστικού ιστού που υποβαθμίζει το φυσικό περιβάλλον. Στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης ωστόσο βρίσκεται το όρος Υμηττός, το οποίο παρά τις έντονες περιβαλλοντικές πιέσεις που δέχεται, χαρακτηρίζεται ακόμα από πλούσια πανίδα και χλωρίδα. Για το λόγο αυτό τμήμα της περιοχής μελέτης περιλαμβάνεται στις λίστες προστατευόμενων περιοχών (Πίνακας 12).

Πιο συγκεκριμένα, οι *Κορυφές του Υμηττού και η περιοχή Καισαριανής - Καρέα* έχουν χαρακτηριστεί ως βιότοπος CORINE (A00060040). Από την συνολική έκταση του συγκεκριμένου τόπου (37,0 km<sup>2</sup>), το 16,3% βρίσκεται εντός της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης. Ο συγκεκριμένος τόπος περιλαμβάνει το υψηλότερο τμήμα του όρους Υμηττού και το αισθητικό δάσος της Καισαριανής.

Παράλληλα, οι περιοχές *Όρος Υμηττός και Υμηττός - Αισθητικό δάσος Καισαριανής - Λίμνη Βουλιαγμένη* έχουν χαρακτηριστεί ως βιότοποι NATURA (GR3000015 και GR3000006 αντίστοιχα). Οι συγκεκριμένοι τόποι έχουν μεγάλη έκταση (83,2km<sup>2</sup> και 88,4 km<sup>2</sup> αντίστοιχα), το 7,8% και 7,3% των οποίων αντίστοιχα βρίσκεται εντός της υπό μελέτη υδρολογική λεκάνη. Οι δύο αυτοί βιότοποι NATURA σε πολύ μεγάλο βαθμό αλληλεπικαλύπτονται.

Τέλος, το *Δάσος Καισαριανής* (AT2011023), στα πλαίσια του προγράμματος "Οριοθέτηση και Καθορισμός Μέτρων Προστασίας Τοπίων Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους" του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. έχει χαρακτηριστεί ως Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους (Χατζημπίρος, 1998). Από την συνολική έκταση του συγκεκριμένου τόπου (4,9 km<sup>2</sup>), το 14,9% βρίσκεται εντός της υδρολογική λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης.

Ο Υμηττός είναι καλυμμένος με μεσογειακή μακία, φρύγανα, πεύκα (χαλέπιο πεύκη - *Pinus halepensis*) και κυπαρίσσια, ενώ συναντώνται και γυμνές περιοχές. Στην περιοχή υπάρχουν πολλά ενδημικά είδη της Αττικής. Σημαντική όχληση αποτελούν οι κεραιές τηλεπικοινωνίας και τηλεόρασης που έχουν τοποθετηθεί στις κορυφές του όρους, ενώ σημαντική απειλή αποτελούν οι πυρκαγιές, η οικιστική ρύπανση, η κατασκευή δρόμων και η ανεξέλεγκτη αστικοποίηση και η

καταπάτηση δασικών και αγροτικών εκτάσεων, καθώς και οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις της περιοχής (Φιλότης, 2012).

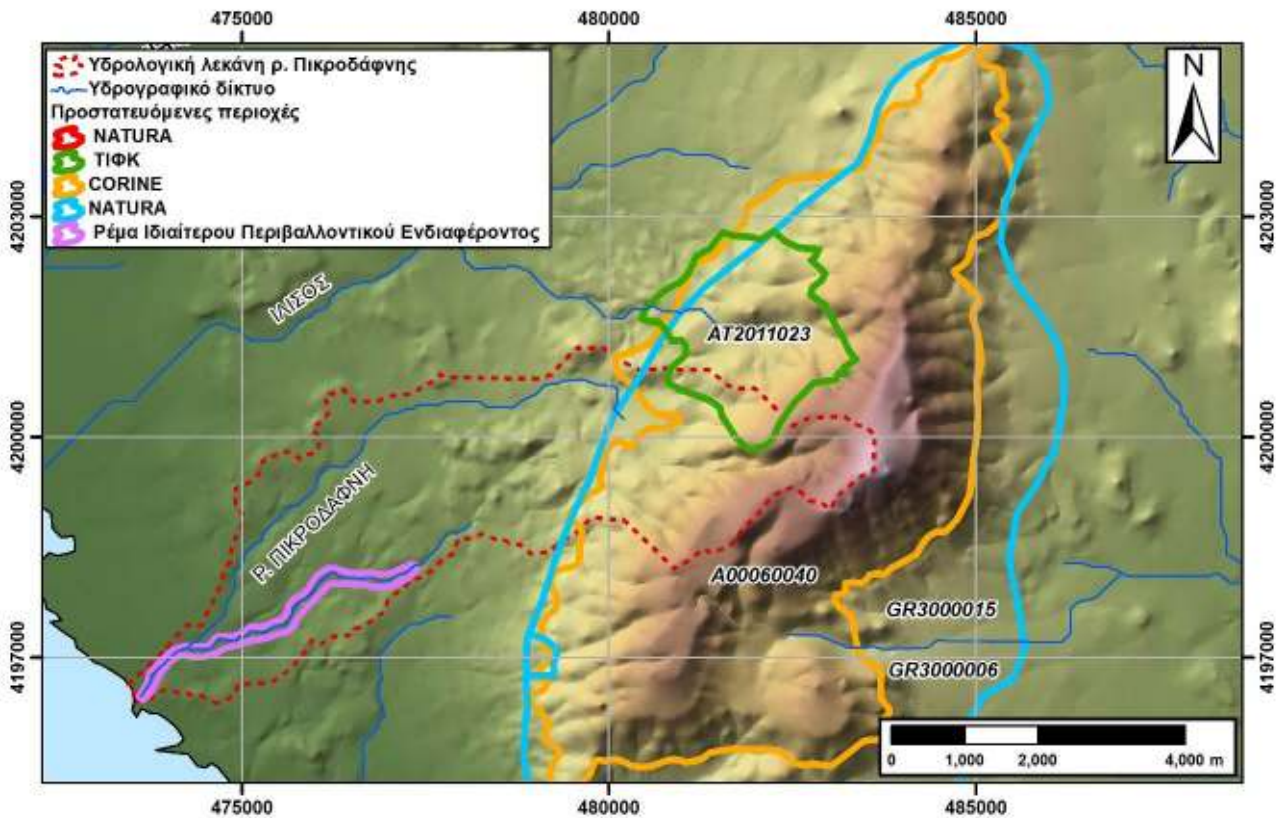
Το Δάσος Καισαριανής έχει αναδασωθεί σταδιακά από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και μετά με πεύκα, κυπαρίσσια κ.λπ., ενώ στην περιοχή συναντώνται και η ιστορική Μονή Καισαριανής, Παλαιοχριστιανική Βασιλική και άλλα σημαντικά κτίσματα, στην ευρύτερη περιοχή των οποίων υπάρχουν λεύκες, πλατάνια, κουτσουπιές, δάφνες κ.α. και ένας αρκετά εκτεταμένες ελαιώνας. Στον συγκεκριμένο τόπο βρίσκουν καταφύγιο πολλά πουλιά και άλλα ζώα και συγκεντρώνονται πολλά σπάνια φυτά ενδημικά της Αττικής. Η περιοχή αποτελεί σημαντικό χώρο αναψυχής των κατοίκων της πρωτεύουσας, καθώς υπάρχουν πολλά μονοπάτια για πεζοπορία (Φιλότης, 2012).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι εκβολές του ρέματος της Πικροδάφνης πρόσφατα συμπεριλήφθηκε στην λίστα με τους σημαντικότερους υγροτόπους της Αττικής από την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία. Στην περιοχή εντοπίστηκαν (29) είδη ορνιθοπανίδας, ενώ από τα καταγεγραμμένα είδη, για ένα είδος προβλέπονται ειδικά μέτρα διατήρησης για την εξασφάλιση της επιβίωσης και της αναπαραγωγής τους σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας για τα πουλιά 79/409/ΕΟΚ - Παράρτημα Ι. Πρόκειται για το *Alcedo atthis* (Αλκούνη) (Τζάλη, κ.α., 2009).

Τα ρέμα της Πικροδάφνης τέλος συμπεριλαμβάνεται στα ρέματα της Αττικής που έχουν χαρακτηριστεί ως *Ιδιαίτερου Περιβαλλοντικού Ενδιαφέροντος* (ΦΕΚ 281Δ/1993). Με βάση τον χαρακτηρισμό αυτό, στο τροποποιημένο Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Αγ. Δημητρίου (ΦΕΚ 227Δ/1999) γίνεται αναφορά στην "προστασία του ρέματος Πικροδάφνης και διευθέτηση της κοίτης αυτοί με ανοικτή διατομή λαμβάνοντας υπόψη το οικοσύστημα του ρέματος και της παραρεμάτιας ζώνης αυτού".

**Πίνακας 12: Προστατευόμενες περιοχές στην περιοχή μελέτης**

Ονομασία τόπου	Είδος τόπου	Κωδικός τόπου	Συνολική έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό έκτασης εντός λεκάνης ρ. Πικροδάφνης
Κορυφές Όρους Υμηττός και περιοχή Καισαριανής - Καρέα	CORINE	A00060040	37.0	16.3%
Όρος Υμηττός	NATURA	GR3000015	83.2	7.8%
Υμηττός-Αισθητικό δάσος Καισαριανής-Λίμνη Βουλιαγμένη	NATURA	GR3000006	88.4	7.3%
Δάσος Καισαριανής	ΤΙΦΚ	ΑΤ2011023	4.9	14.9%



Εικόνα 29: Περιοχές υπό καθεστώς προστασίας στην ευρύτερη περιοχή της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης

### 3. ΠΙΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Βασικό χαρακτηριστικό των χρήσεων γης της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης αποτελεί ο μικτός χαρακτήρας, καθώς στην περιοχή εντοπίζονται τόσο μονοκατοικίες και πολυκατοικίες, όσο και βιομηχανική - βιοτεχνική δραστηριότητα.

Η οικοδομική δραστηριότητα στην ευρύτερη περιοχή του ρέματος άρχισε από την δεκαετία του '50, ενώ τα τελευταία 20 χρόνια βρίσκεται σε έξαρση. Στις παραρεμάτιες περιοχές εντοπίζεται σημαντικός αριθμός παλαιών κατοικιών, σημαντικός αριθμός των οποίων δεν έχει αποχέτευση ή θέρμανση. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι το 1991, το 19,5% των κατοικιών δεν ήταν συνδεδεμένο με το αποχετευτικό δίκτυο και λειτουργούσαν βόθροι, ενώ το 37,4% των κατοικιών δεν είχαν κεντρική θέρμανση (Αναγνωστόπουλος κ.α., 2010).

Η μεγάλη αστική ανάπτυξη στην περιοχή είχε ως αποτέλεσμα την παράλληλα ανάπτυξη του εμπορίου, των υπηρεσιών και της αναψυχής και γενικότερα της τριτογενούς παραγωγής. Παράλληλα, αναπτυγμένος είναι και ο δευτερογενής τομέας παραγωγής (βιοτεχνίες και μικρές βιομηχανίες). Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή δραστηριοποιούνται κυρίως βιοτεχνίες ξύλου και επίπλων, αλλά και ένδυσης, σιδηροκατασκευών, αλουμινοκατασκευών, συνεργεία αυτοκινήτων, ανθοκομεία, κ.α., σημαντικός αριθμός των οποίων λειτουργεί παράνομα. Τέλος ο πρωτογενής τομέας (αγροτικές καλλιέργειες, κηπευτικά) δεν είναι καθόλου αναπτυγμένα (Αναγνωστόπουλος κ.α., 2010).

Αναφορικά με την κοινωνική διαστρωμάτωση της περιοχής, η πλειονότητα των κατοίκων ανήκουν στην χαμηλή και μεσαία τάξη.

### **3.1. Γραμμικές πηγές ρύπανσης**

Οι γραμμικές πηγές ρύπανσης αναφέρονται στο οδικό δίκτυο και στο σύνολο των δικτύων κοινής ωφελείας (ύδρευσης, αρδευτικών και αστικών λυμάτων).

#### **- Οδικό δίκτυο**

Βασικό χαρακτηριστικό του οδικού δικτύου στο κεντρικό και νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής αποτελεί η ύπαρξη μεγάλων οδικών αρτηριών (λεωφόροι Ποσειδώνος, Βουλιαγμένης, Αμφιθέας, Ελευθερίας, Αγ. Δημητρίου και Αγ. Βαρβάρας) και πυκνού και άναρχου δευτερογενούς οδικού δικτύου. Η κακή ρυμοτομία της περιοχής οφείλεται στην παρουσία του ρέματος Πικροδάφνης και των υπόλοιπων μικρότερης σημασίας ρεμάτων, που έχουν ως αποτέλεσμα πολλοί οδοί να ακολουθούν την διεύθυνσή τους ή να καταλήγουν σε αδιέξοδα.

Οι οδικοί άξονες στην ευρύτερη περιοχή μελέτης εμφανίζουν ιδιαίτερο κυκλοφορικό φόρτο, τόσο τις καθημερινές, καθώς η περιοχή συνδέει τις νοτιοανατολικές περιοχές της Αττικής με το κέντρο, την Εθνική οδό και το λιμάνι του Πειραιά, όσο και τα σαββατοκύριακα, αφού στην περιοχή λειτουργούν πλήθος κέντρων διασκέδασης και οργανωμένες ή μη παραλίες. Τονίζεται ωστόσο ότι η μεταφορά του Διεθνούς Αεροδρομίου Αθηνών από το Ελληνικό στα Σπάτα και η βελτίωση των συγκοινωνιών της περιοχής με την κατασκευή του τραμ στο παραλιακό μέτωπο, έχει βελτιώσει σημαντικά την κατάσταση. Όταν παραδοθεί και η επέκταση της γραμμής 2 του ΜΕΤΡΟ Άγιος Δημήτριος - Ελληνικό αναμένεται να μειωθεί σημαντικό ο κυκλοφορικός φόρτος της περιοχής, καθώς αναμένεται να εξυπηρετεί 80.000 επιβάτες ετησίως από τους δήμους Αγίου Δημητρίου, Ηλιούπολης, Αργυρούπολης, Αλίμου και Ελληνικού και τις ευρύτερες περιοχές τους και να μειώσει

την οδική κυκλοφορία κατά περίπου 50.000 μετακινήσεις Ι.Χ. ημερησίως (Λεουτσάκος & Αλιφραγκής, 2006).

Μελέτες έχουν δείξει ότι το οδικό δίκτυο μπορεί να αποτελέσει σημαντική πηγή ρύπανσης, καθώς επιβαρύνει το περιβάλλον με αιωρούμενα σωματίδια, οξείδιο του αζώτου, άνθρακα, βαρέα μέταλλα, πετρελαιοειδή, κ.α. Πιο συγκεκριμένα τα οχήματα είναι υπεύθυνα για την παραγωγή Pb από την καύση της βενζίνης και τη διάβρωση της επίχρσης των οχημάτων, Cu, Zn και Cd από τα καυσαέρια, τα λάστιχα των οχημάτων, τα λιπαντικά και την φθορά των φρένων (τακάκια) και Ni και Cr από την διάβρωση των οχημάτων (Christoforidis & Stamatis, 2009, Karageorgis κ.α., 2009). Το σύνολο των ρύπων αυτών αποβάλλονται στην ατμόσφαιρα υποβαθμίζοντάς της και στη συνέχεια μπορεί να αποτεθούν με την μορφή σκόνης στην ευρύτερη περιοχή (dry deposition) ή να διαλυθούν στην βροχή και καταλήξουν στα υδατικά συστήματα (wet deposition). Ρύπανση πραγματοποιείται ακόμα από την απόπλυση του οδοστρώματος και της ευρύτερης περιοχής κατά την διάρκεια των βροχοπτώσεων λόγω της επιφανειακής απορροής.

#### - Δίκτυα ύδρευσης

Στην περιοχή μελέτης οι υδρευτικές ανάγκες των περιοίκων καλύπτονται από το δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π., το οποίο είναι επαρκές.

#### - Δίκτυα αστικών λυμάτων

Τα αστικά λύματα του λεκανοπεδίου Αττικής διοχετεύονται με αγωγούς όμβριων και ακαθάρτων. Οι μεν αγωγοί όμβριων καταλήγουν με φυσική ροή στη θάλασσα, οι δε αγωγοί ακαθάρτων καταλήγουν στη θαλάσσια περιοχή της Ψυτάλλειας αφού προηγηθεί ο βιολογικός καθαρισμός των λυμάτων στο Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων της Ψυτάλλειας.

Στην περιοχή ωστόσο λειτουργούν ακόμα βόθροι που επιβαρύνουν παροδικά το ρέμα.

### 3.2. Ατμοσφαιρική ρύπανση

#### 3.2.1 Εκτίμηση ρυπαντικών πιέσεων στην ατμόσφαιρα

Μία από τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές πιέσεις που δέχεται μία έντονα αστικοποιημένη ή βιομηχανοποιημένη περιοχή, με σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία μίας μεγάλης μερίδας του πληθυσμού, είναι η υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος. Οφείλεται στην είσοδο

μεγάλης ποσότητας χημικών συστατικών, σωματιδίων ή οργανικών υλικών στην ατμόσφαιρα, τα οποία βλάπτουν ή προκαλούν δυσφορία στους ανθρώπους και σε άλλους οργανισμούς ενώ υποβαθμίζουν το φυσικό και δομημένο περιβάλλον.

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι μπορούν να διαχωριστούν σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Οι πρωτογενείς ρύποι απελευθερώνονται απευθείας από μία πηγή (π.χ. CO, NO, SO<sub>2</sub>, υδρογονάνθρακες, σωματίδια), ενώ οι δευτερογενείς ρύποι προκύπτουν μετά από χημικές αντιδράσεις στην ατμόσφαιρα, στις οποίες συμμετέχουν οι πρωτογενείς ρύποι (π.χ. O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση μίας περιοχής εξαρτάται από τις πηγές ρύπανσης, τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν και την τοπογραφία.

Στην περιοχή μελέτης, σημαντική πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελούν τα μεταφορικά μέσα, καθώς στο νοτιοδυτικό τμήμα εντοπίζονται οδικοί άξονες (λεωφόρος Ποσειδώνος, λεωφόρος Βουλιαγμένης, λεωφόρος Αμφιθέας, κ.α.) με μεγάλο κυκλοφορικό φόρτο. Η ατμοσφαιρική ρύπανση της περιοχή μπορεί ακόμα να οφείλεται στις διάσπαρτες μικρές ή μεγαλύτερες βιοτεχνίες και βιομηχανίες που συναντώνται, οι οποίες αν και λίγες συμβάλουν στην υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα.

Παράλληλα, σημαντική πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελούν οι εγκαταστάσεις θέρμανσης κατοικιών. Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης είναι ιδιαίτερα πυκνοδομημένο, γεγονός που συνεπάγεται μεγάλη επιβάρυνση από τη συγκεκριμένη πηγή ρύπων.

Στην ευρύτερη περιοχή της υδρολογικής λεκάνης του ρέματος Πικροδάφνης επικρατούν γενικά κλιματολογικές συνθήκες που ευνοούν την εμφάνιση επεισοδίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Πιο συγκεκριμένα, οι δευτερογενείς ρύποι και κυρίως το όζον σχηματίζονται από φωτοχημικές διεργασίες στις οποίες καθοριστικό ρόλο παίζει η ηλιακή ακτινοβολία και η θερμοκρασία. Συνεπώς σε περιοχές όπως η συγκεκριμένη, με μεγάλη ηλιοφάνεια, ευνοείται η ανάπτυξη σημαντικών συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων.

Τέλος, αναφορικά με την τοπογραφία της περιοχής, η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο λεκανοπέδιο της Αθήνας, το οποίο αποτελεί μία πεδιάδα ανοικτή νότια προς τη θάλασσα (Σαρωνικός κόλπος) που περικλείεται από βουνά (ανατολικά τον Υμηττό, βόρεια την Πάρνηθα και δυτικά την Πεντέλη και το Αιγάλεω όρος). Η επικρατούσα διεύθυνση των ανέμων με βάση τον μετεωρολογικό σταθμό του Ελληνικού (Ε.Μ.Υ.) είναι η βόρεια, γεγονός που ευνοεί την απομάκρυνση των ατμοσφαιρικών ρύπων προς νότο (Σαρωνικό κόλπο). Ωστόσο, λόγω του αρκετά υψηλού ποσοστού άπνοιας (9,4%),



συχνά επικρατούν συνθήκες που ευνοούν την αύξηση της συγκέντρωσης και την τοπική απόθεση ρύπων.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει ακόμα στο φαινόμενο της θερμοκρασιακής αναστροφής (τοπική αύξηση της θερμοκρασίας με το ύψος), η οποία ευνοείται από την τοπογραφία και το κλίμα της περιοχής και η οποία ευθύνεται για τον εγκλωβισμό των παραγόμενων ρύπων. Ανάλογα με το ύψος των θερμοκρασιακών αναστροφών ιδιαίτερα κατά τους ψυχρούς μήνες του έτους, οι ρύποι είναι δυνατό να παγιδευτούν σε χαμηλό ύψος. Το ύψος των αναστροφών εξαρτάται από το ύψος της κορυφής του χαμηλότερου λόφου που περιβάλλει το λεκανοπέδιο Αθηνών.

### 3.2.2 Ισχύουσα νομοθεσία

Στην Ελλάδα ισχύουν νομοθετημένα όρια και στόχοι για τους σημαντικότερους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Πρόκειται για εναρμονίσεις οδηγιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αναφέρονται τόσο στην προστασία της ανθρώπινης υγείας όσο και των οικοσυστημάτων.

Οι οδηγίες που έχουν εκδοθεί μέχρι σήμερα και αφορούν στην ποιότητα της ατμόσφαιρας είναι οι ακόλουθες (<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=493>):

- Οδηγία 1992/72/ΕΟΚ σχετικά με την *Ατμοσφαιρική ρύπανση από το όζον*.
- Εναρμόνιση της Οδηγίας 1996/62/ΕΚ για την *Εκτίμηση και διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος* (ΚΥΑ 3277/209/2000, ΦΕΚ 180/Β/17-2-2000).
- Οδηγία 1997/101/ΕΚ για την καθιέρωση διαδικασίας για την αμοιβαία ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων που προέρχονται από τα δίκτυα και τους μεμονωμένους σταθμούς μέτρησης της ρύπανσης του αέρα του περιβάλλοντος στα κράτη μέλη.
- Εναρμόνιση της Οδηγίας 1999/30/ΕΚ για τις *Οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου, στον αέρα του περιβάλλοντος* - Πρώτη θυγατρική της 1996/62/ΕΚ (ΠΥΣ 34/30.5.2002, ΦΕΚ125/Α/ 5-6-02).
- Εναρμόνιση της Οδηγίας 2000/69/ΕΚ για τις *Οριακές τιμές βενζολίου και μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα του περιβάλλοντος* - Δεύτερη θυγατρική της 1996/62/ΕΚ (ΚΥΑ 9238/332, ΦΕΚ 405Β/27.2.05).
- Εναρμόνιση της Οδηγίας 2002/3/ΕΚ σχετικά με το *όζον στον ατμοσφαιρικό αέρα* - Τρίτη θυγατρική της 1996/62/ΕΚ (ΚΥΑ ΗΠ 38638/2016, ΦΕΚ 1334Β/21.9.05).

- Εναρμόνιση της Οδηγίας 2004/107/ΕΚ σχετικά με το αρσενικό, το κάδμιο, τον υδράργυρο, το νικέλιο και τους πολυκυκλικούς υδρογονάνθρακες στον ατμοσφαιρικό αέρα - Τέταρτη θυγατρική της 1996/62/ΕΚ (ΚΥΑ ΗΠ 22306/1075/Ε103, ΦΕΚ 920Β/8.6.07).
- Οδηγία 2008/50/ΕΚ για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη, η οποία συσσωματώνει την 1996/62/ΕΚ και τις τρεις θυγατρικές της (1999/30/ΕΚ, 2000/69/ΕΚ και 2002/3/ΕΚ), όπως και την απόφαση 1997/101/ΕΚ για την καθιέρωση διαδικασίας για την αμοιβαία ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων ατμοσφαιρικής ρύπανσης από μεμονωμένους σταθμούς και δίκτυα.

Με βάση τα παραπάνω, τα όρια συγκέντρωσης των σημαντικότερων παραμέτρων ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα διαμορφώνονται ως εξής (Πίνακας 13):

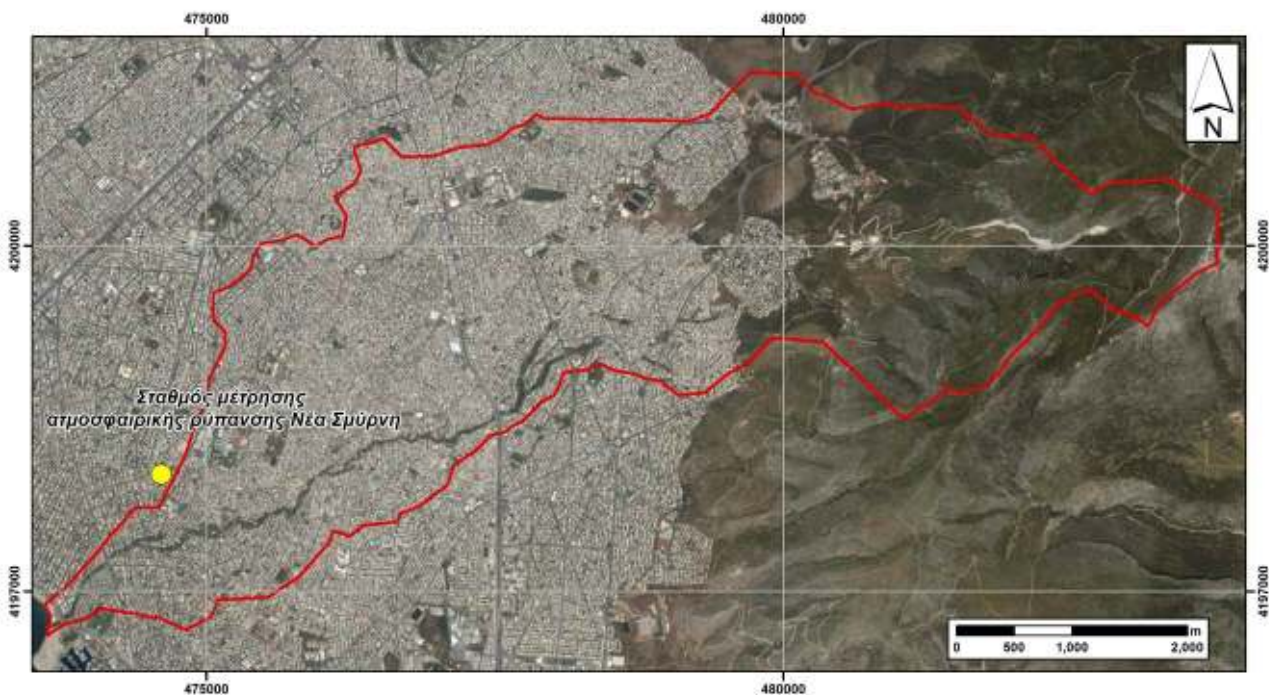
**Πίνακας 13: Θεσμοθετημένα όρια ρυπαντών της ατμόσφαιρας (οδηγία 2008/50/ΕΚ)**

Παράμετρος	Περίοδος	Για την προστασία	Όριο	Υπέρβαση
SO <sub>2</sub>	1h	της ανθρώπινης υγείας	350 µg/m <sup>3</sup>	<24 φορές/έτος
	24h	της ανθρώπινης υγείας	125 µg/m <sup>3</sup>	<3 φορές/έτος
	1 h	όριο συναγεµού	500 µg/m <sup>3</sup>	για 3 συνεχόμενες ώρες
	Έτος / Χειµώνας (Οκτώβριος-Μάρτιος)	του οικοσυστήµατος	20 µg/m <sup>3</sup>	-
NO <sub>2</sub>	1h	της ανθρώπινης υγείας	200 µg/m <sup>3</sup>	<18 φορές/έτος
	Έτος	της ανθρώπινης υγείας	40 µg/m <sup>3</sup>	-
	1 h	όριο συναγεµού	400 µg/m <sup>3</sup>	για 3 συνεχόμενες ώρες
	Έτος	του οικοσυστήµατος	30 µg/m <sup>3</sup>	-
O <sub>3</sub>	8h	της ανθρώπινης υγείας	120 µg/m <sup>3</sup>	<25 φορές/έτος για 3 συνεχόμενα έτη
	1h	όριο ενηµέρωσης	180 µg/m <sup>3</sup>	-
	1h	όριο συναγεµού	240 µg/m <sup>3</sup>	-
CO	8h	της ανθρώπινης υγείας	10 mg/m <sup>3</sup>	-

### 3.2.3 Μετρήσεις παραμέτρων ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται δεδομένα της διαχρονικής εξέλιξης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ευρύτερη περιοχή της υδρολογικής λεκάνης του ρέµατος Πικροδάφνης. Οι μετρήσεις προέρχονται από τον σταθµό µέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης Νέα Σµύρνη του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιµατικής Αλλαγής - Υ.Π.Ε.Κ.Α. (υψόµετρο +50 m, συντεταγµένες X = 474.610,415 και Y= 4.198.015,466 - γεωγραφικό πλάτος: 37°55'55,18" και γεωγραφικό

μήκος: 23°42'46,83"), ο οποίος βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση δυτικά της υδρολογικής λεκάνης της Πικροδάφνης, και αφορούν δεδομένα των βασικότερων παραμέτρων ατμοσφαιρικής ρύπανσης (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> και CO) (Εικόνα 30). Η μέτρηση των ρύπων γίνεται σε συνεχή βάση καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Ο χρόνος απόκρισης των αυτομάτων αναλυτών είναι της τάξης του ενός λεπτού και με ένα μικροεπεξεργαστή, που βρίσκεται σε κάθε αυτόματο σταθμό και που είναι συνδεδεμένος με τους αυτόματους αναλυτές, υπολογίζονται κάθε ώρα οι μέσες ωριαίες τιμές ρύπανσης.



**Εικόνα 30: Θέση σταθμού μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης Νέα Σμύρνη του Υ.Π.Ε.Κ.Α.**

Παρακάτω παρατίθεται ο συγκεντρωτικός πίνακας του αριθμού υπερβάσεων ορίου (Πίνακας 14) καθώς και οι μέσες ετήσιες (Πίνακας 15) για τις υπό μελέτη παραμέτρους της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> και CO) για την περίοδο 1984-2011.

**Πίνακας 14: Συγκεντρωτικός πίνακας αριθμού υπερβάσεων ορίου με βάση την Οδηγία 1999/30/ΕΚ για τις υπό μελέτη παραμέτρους ατμοσφαιρικής ρύπανσης**

Έτος	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			CO (mg/m <sup>3</sup> )
	Όριο 125 µg*m <sup>-3</sup> / 24h	Όριο 350 µg*m <sup>-3</sup> / 1h	Όριο 200 µg*m <sup>-3</sup> / 1h	Όριο 120 µg*m <sup>-3</sup> / 8h	Όριο 180 µg*m <sup>-3</sup> / 1h	Όριο 240 µg*m <sup>-3</sup> / 1h	Όριο 10 mg*m <sup>-3</sup> / 8h
Υπέρβαση	<3 φορές/έτος	<24 φορές/έτος	<18 φορές/έτος	<25 φορές/έτος για 3 έτη στη σειρά	Όριο ενημέρωσης	Όριο συναγερμού	-
1984	0	0	-	-	-	-	1

1985	0	0	5	-	-	-	0
1986	0	0	2	-	-	-	0
1987	1	0	2	4	7	0	0
1988	0	0	28	22	12	0	2
1989	0	0	77	21	12	2	5
1990	0	1	21	28	21	4	1
1991	9	19	22	18	7	1	5
1992	14	13	8	65	22	1	0
1993	1	3	14	71	30	5	0
1994	9	18	31	17	13	0	0
1995	7	8	17	6	6	0	0
1996	1	3	20	14	5	1	0
1997	0	0	15	51	17	1	1
1998	0	0	21	16	13	0	0
1999	0	0	13	14	11	0	0
2000	0	0	29	6	6	1	0
2001	0	0	22	25	10	0	0
2002	0	0	6	128	33	2	0
2003	0	0	7	178	55	5	0
2004	0	0	1	3	1	0	0
2005	0	0	3	92	25	1	0
2006	0	0	1	39	6	0	0
2007	0	0	2	64	18	1	0
2008	0	0	3	88	10	0	0
2009	0	0	0	47	8	0	0
2010	0	0	0	73	9	0	0
2011	-	-	0	34	8	2	0

**Πίνακας 15: Συγκεντρωτικός πίνακας των μέσων ετήσιων τιμών για τις υπό μελέτη παραμέτρους ατμοσφαιρικής ρύπανσης**

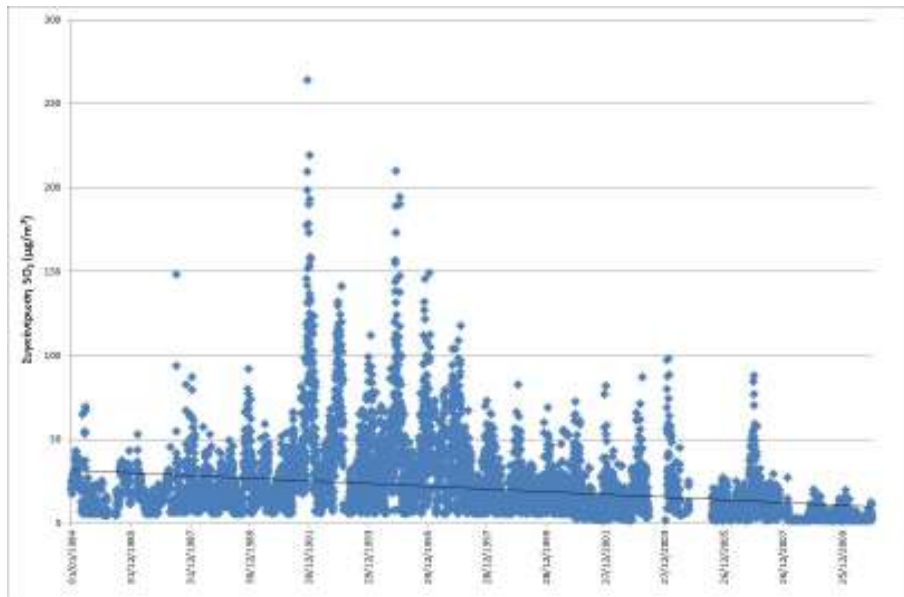
Έτος	SO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) Χειμερινή περίοδος (Οκτώβριος - Μάρτιος)	Έτος	NO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )
1984-85	10.7	1985	20.5
1985-86	26.4	1986	27.5
1986-87	13.7	1987	33.3
1987-88	21.8	1988	40.7
1988-89	17.4	1989	42.4
1989-90	26.9	1990	29.0
1990-91	18.0	1991	37.3
1991-92	74.5	1992	50.9
1992-93	63.1	1993	37.4
1993-94	37.8	1994	50.7

1994-95	58.0	1995	47.5
1995-96	53.1	1996	49.0
1996-97	47.0	1997	50.5
1997-98	25.5	1998	51.5
1998-99	22.8	1999	52.3
1999-00	21.1	2000	52.8
2000-01	19.9	2001	44.8
2001-02	14.3	2002	47.1
2002-03	19.9	2003	46.0
2003-04	35.6	2004	43.2
2004-05	10.9	2005	44.7
2005-06	8.2	2006	43.5
2006-07	22.0	2007	43.2
2007-08	7.4	2008	42.3
2008-09	5.3	2009	32.9
2009-10	4.9	2010	26.3
2010-11	8.8	2011	31.2

#### - Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>)

Πρόκειται για ένα άχρωμο μη εκρηκτικό αέριο, άοσμο σε μικρές συγκεντρώσεις και με έντονη ερεθιστική οσμή σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις. Πηγές διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα είναι τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι βιομηχανίες κυρίως πετρελαιοειδών, οι χημικές και μεταλλουργικές μονάδες και οι κεντρικές θερμάνσεις (Δελήμπασης, 2010).

Το διοξείδιο του θείου όταν αντιδρά με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας παράγει όξινη βροχή (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), με επιπτώσεις τόσο στο φυσικό, όσο και στο δομημένο περιβάλλον. Σε συνδυασμό με τον καπνό και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις μεγάλων συγκεντρώσεων υγρασίας, μπορεί να προκαλέσει πνευμονικές και καρδιακές παθήσεις, ενώ συνδέεται με περιπτώσεις άσθματος ή χρόνιας βρογχίτιδας (Ραγομανίκης, 2009).

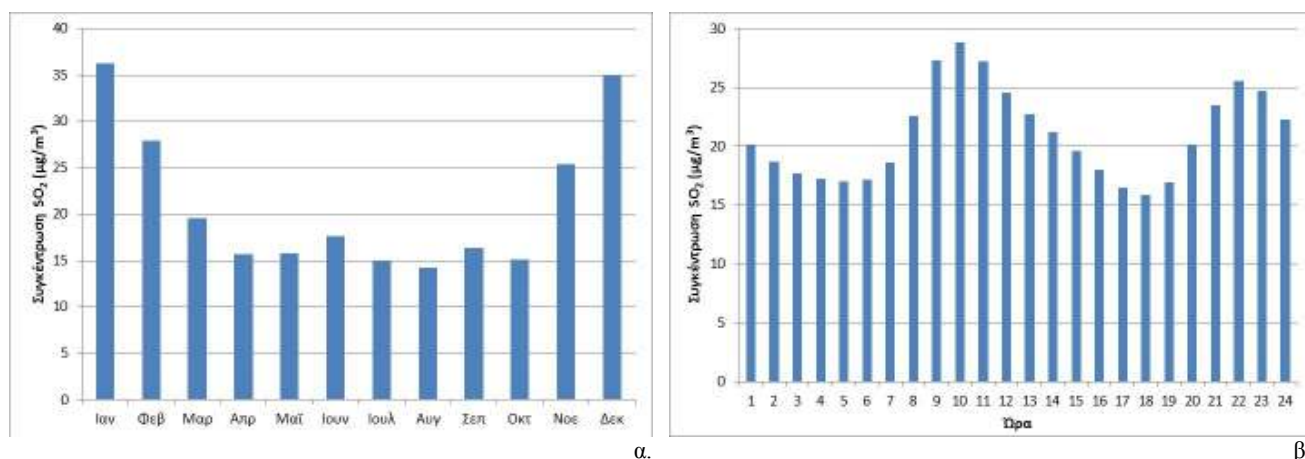


**Εικόνα 31: Διαχρονική εξέλιξη της συγκέντρωσης διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) (μέσος όρος ημερήσιας συγκέντρωσης)**

Με βάση τα δεδομένα του σταθμού παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της Νέας Σμύρνης (Υ.Π.Ε.Κ.Α.) προκύπτει ότι γενικά οι μέσες μηνιαίες τιμές της συγκέντρωσης του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub> - μετρήσεις 1h) συναρτήσει του χρόνου σταδιακά μειώνονται, ενώ αυξημένες συγκεντρώσεις παρατηρούνται κατά την περίοδο 1991-96 (Εικόνα 31). Παράλληλα, είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι κατά τους χειμερινούς μήνες (Νοέμβριος - Μάρτιος) οι συγκεντρώσεις SO<sub>2</sub> είναι υψηλές, ενώ κατά την περίοδο Απρίλιο - Οκτώβριο οι συγκεντρώσεις παραμένουν πρακτικά σταθερές, γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στην αυξημένη λειτουργία καυστήρων θέρμανσης (Εικόνα 32α). Αναφορικά με την ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων SO<sub>2</sub> προκύπτει ότι οι υψηλότερες τιμές παρατηρούνται κατά τις πρωινές (8:00-12:00) και τις βραδινές (20:00-24:00) ώρες, κάτι που μπορεί να αποδοθεί τόσο στην αυξημένη χρήση καυστήρων θέρμανσης και στον αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο, όσο και στις ευνοϊκές μετεωρολογικές συνθήκες (άπνοια) τις ώρες αυτές (Εικόνα 32β).

Για την περίοδο 1991-95 οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του θείου ήταν ιδιαίτερα αυξημένες και μεγαλύτερες από τη θεσμοθετημένη συγκέντρωση των 125 µg/m<sup>3</sup> (σε ημερήσια βάση) περισσότερες από 3 φορές τον χρόνο (Οδηγία 1999/30/ΕΚ για την προστασία της ανθρώπινης υγείας). Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου είναι εντός των θεσμοθετημένων ορίων αναφορικά με της ωριαίες μετρήσεις, καθώς οι συγκεντρώσεις δεν ήταν μεγαλύτερες από 350 µg/m<sup>3</sup> (σε ωριαία βάση) περισσότερες από 24 φορές τον χρόνο αντίστοιχα (Πίνακας 14).





Εικόνα 32: Μέση μηνιαία και ωριαία μεταβολή του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>)

Ωστόσο, παρατηρούνται υπερβάσεις του ορίου για την προστασία του οικοσυστήματος (Οδηγία 1999/30/ΕΚ), καθώς για την περίοδο 1991/92-1999/00 και για μεμονωμένες χρονιές (1985/86, 1987/88, 2003/04 και 2006/07) η μέση συγκέντρωση του διοξειδίου του θείου κατά την χειμερινή περίοδο είναι μεγαλύτερη από τη θεσμοθετημένη τιμή των 20 µg/m<sup>3</sup> (Πίνακας 15).

Σημειώνεται ότι στις 14/12/1991 και 3/12/1994 είχαμε υπέρβαση του ορίου συναγεµού, καθώς σημειώθηκαν ωριαίες τιμές διοξειδίου του θείου μεγαλύτερες από 500 µg/m<sup>3</sup> για 3 συνεχόμενες ώρες

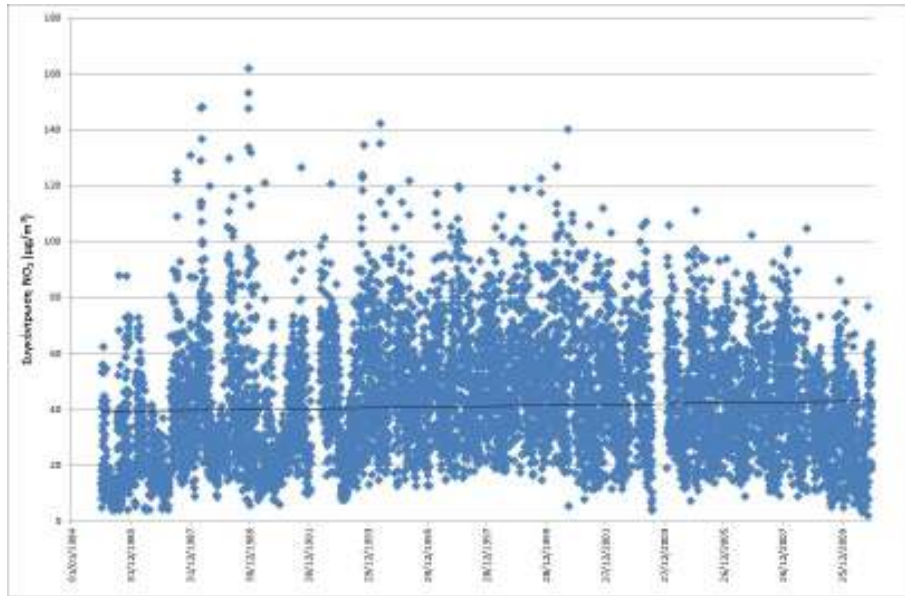
#### - Διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>)

Το διοξείδιο του αζώτου είναι ένα καφέ - κίτρινου χρώματος αέριο με ιδιάζουσα οσμή. Πηγές του διοξειδίου του αζώτου είναι τα προϊόντα καύσης των αυτοκινήτων και των υπόλοιπων μέσων μεταφοράς, των βιομηχανικών καυστήρων και των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Δελήµπασης, 2010).

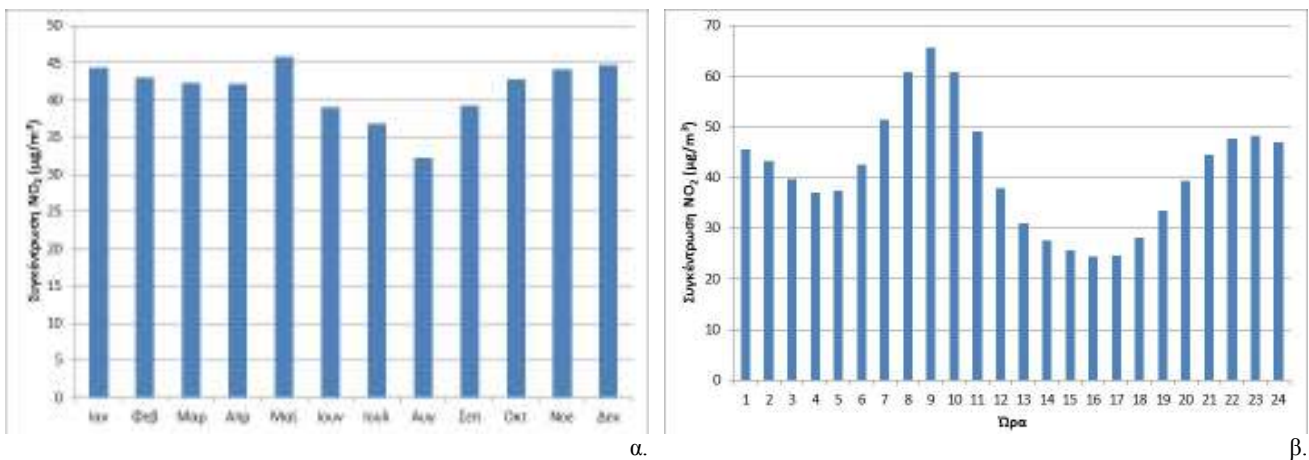
Υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του αζώτου μπορεί να οδηγήσουν σε ποικιλία περιβαλλοντικών προβλημάτων και προβλημάτων υγείας αφού συνδέεται με περιπτώσεις άσθματος και είναι πιθανόν να διευκολύνει τις μολυσματικές ασθένειες (Ραψοµανίκης, 2009).

Οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου είναι σχετικά αυξημένες και διαχρονικά παρατηρείται μία μικρή αυξητική τάση, ενώ η μέση υπερετήσια τιμή του είναι οριακά μεγαλύτερη από το θεσμοθετημένο όριο των 40 µg/m<sup>3</sup> (Εικόνα 33). Οι μέσες μηνιαίες τιμές του διοξειδίου του αζώτου δεν παρουσιάζουν κάποια σαφή μηνιαία μεταβολή (Εικόνα 34α), ενώ οι μέσες ωριαίες

συγκεντρώσεις παίρνουν τις μέγιστες τιμές κατά τις πρωινές (8:00 - 11:00) και βραδινές (21:00 - 24:00) ώρες, με τις βραδινές να είναι σαφώς μικρότερες από τις πρωινές (Εικόνα 34β).



**Εικόνα 33: Διαχρονική εξέλιξη της συγκέντρωσης διοξειδίου του αζώτου (NO<sub>2</sub>) (μέσος όρος ημερήσιας συγκέντρωσης)**



**Εικόνα 34: Μέση μηνιαία και ωριαία μεταβολή του διοξειδίου του αζώτου (NO<sub>2</sub>)**

Για τις περιόδους 1988-1999 και 1994-2001 οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου είναι ιδιαίτερα αυξημένες και μεγαλύτερες από τη θεσμοθετημένη συγκέντρωση των 200 µg/m<sup>3</sup> (σε ωριαία βάση) περισσότερες από 18 φορές τον χρόνο (Οδηγία 1999/30/ΕΚ για την προστασία της ανθρώπινης υγείας) (Πίνακας 14). Παράλληλα, για τις περιόδους 1988-89 και 1994-2008 οι μέσες

ετήσιες συγκεντρώσεις είναι μεγαλύτερες από τη θεσμοθετημένη τιμή των 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Οδηγία 1999/30/ΕΚ για την προστασία της ανθρώπινης υγείας) (Πίνακας 15).

Τέλος, παρατηρούνται υπερβάσεις του ορίου για την προστασία του οικοσυστήματος (Οδηγία 1999/30/ΕΚ), καθώς για όλα σχεδόν τα έτη οι μέσες τιμές είναι μεγαλύτερες από το όριο των 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Πίνακας 15).

Σημειώνεται ότι καθ' όλη τη διάρκεια για την οποία υπάρχουν δεδομένα διοξειδίου του αζώτου δεν παρατηρήθηκαν υπερβάσεις του ορίου συναγεμίου.

### - Όζον ( $\text{O}_3$ )

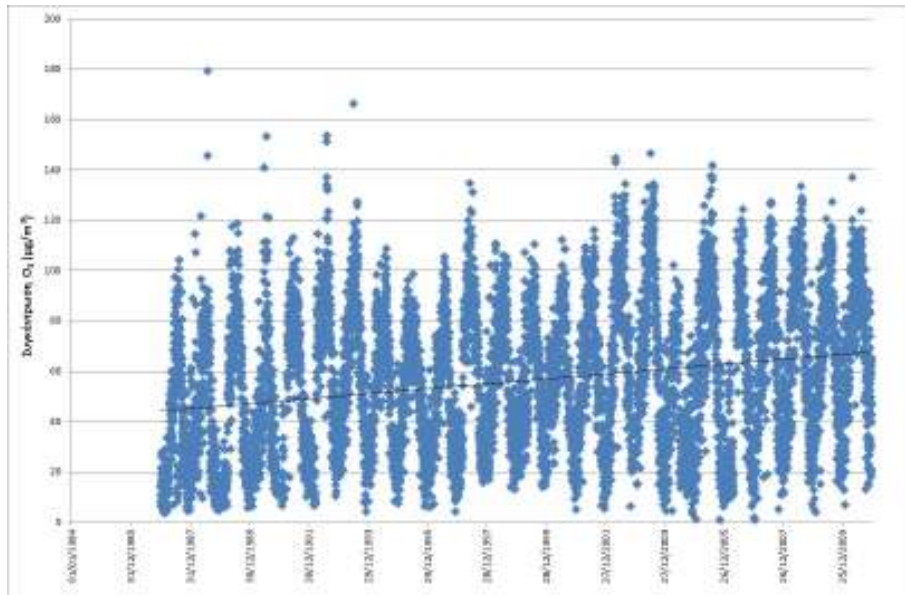
Το όζον είναι ένα άχρωμο, με χαρακτηριστική οσμή αέριο της κατώτερης ατμόσφαιρας και σχηματίζεται από χημικές αντιδράσεις μεταξύ του οξυγόνου  $\text{O}_2$ , πτητικών οργανικών ενώσεων VOC και οξειδίων του αζώτου  $\text{NO}_x$  υπό συνθήκες έντονης ηλιακής ακτινοβολίας και υψηλών θερμοκρασιών. Η δημιουργία του όζοντος είναι μία φυσιολογική διαδικασία. Ωστόσο, σε περιοχές όπου λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων οι συγκεντρώσεις των οξειδίων του αζώτου και των πτητικών οργανικών ενώσεων είναι μεγάλες, επιτυγχάνεται σε υπέρμετρο βαθμό. Στις περιπτώσεις μεγάλων συγκεντρώσεων όζοντος, σε συνδυασμό με άλλα αέρια, έχουμε το φαινόμενο της αιθαλομίχλης (smog), το οποίο είναι ένα μίγμα αερίων ιδιαίτερα αντιδραστικό και οξειδωτικό. Τέλος, το όζον αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα αέρια που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Οι σημαντικότερες πηγές όζοντος στην ατμόσφαιρα είναι τα οχήματα, τα εργοστάσια, οι χωματερές και τα χημικά διαλυτικά, καθώς και πολλές άλλες μικρότερες πηγές όπως βενζινάδικα, αγροτικός εξοπλισμός, κλπ. (Δελημπασής, 2010).

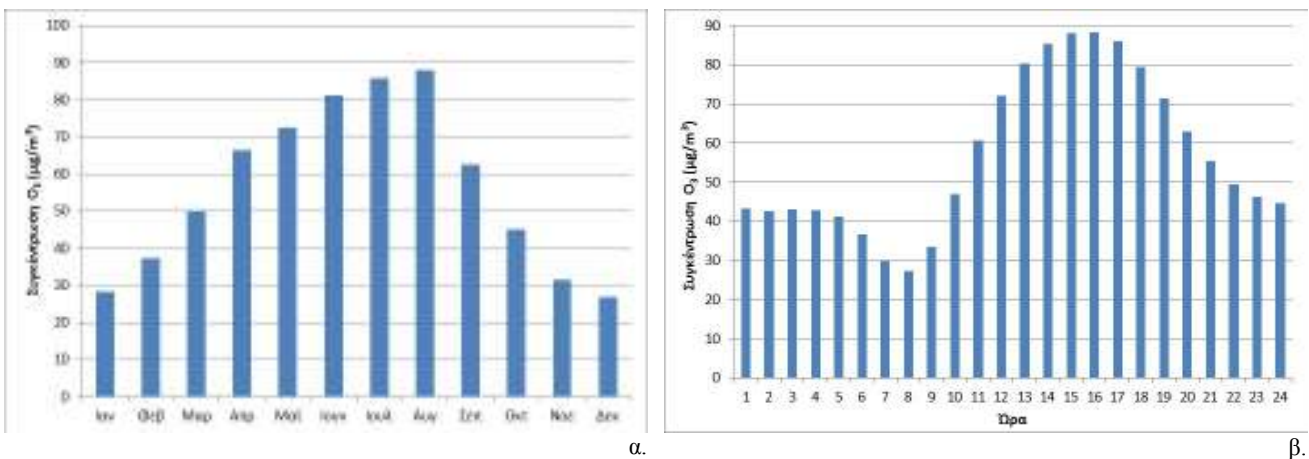
Υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος δημιουργούν πρόβλημα στο αναπνευστικό σύστημα, ενώ ερεθίζονται τα μάτια και μπορεί να αυξηθεί η ευαισθησία σε μολυσματικές ασθένειες. Είναι ισχυρό οξειδωτικό και τοξικό για κάποια είδη καλλιεργειών και φυσικής βλάστησης (Ραψομανίκης, 2009).

Οι συγκεντρώσεις του όζοντος γενικά εμφανίζονται αυξημένες, ενώ διαχρονικά παρατηρείται μια αυξητική τάση (Εικόνα 35). Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εμφανίζονται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Μάιο - Αύγουστο), λόγω της αυξημένης ηλιοφάνειας και συνεπώς λόγω των πιο έντονων φωτοχημικών διεργασιών (Εικόνα 36α), ενώ για τους ίδιους λόγους, οι μεγαλύτερες ωριαίες

συγκεντρώσεις εμφανίζονται κατά τις μεσημβρινές - απογευματινές ώρες (13:00 - 19:00) (Εικόνα 36β).



Εικόνα 35: Διαχρονική εξέλιξη της συγκέντρωσης όζοντος (O<sub>3</sub>) (μέσος όρος ημερήσιας συγκέντρωσης)



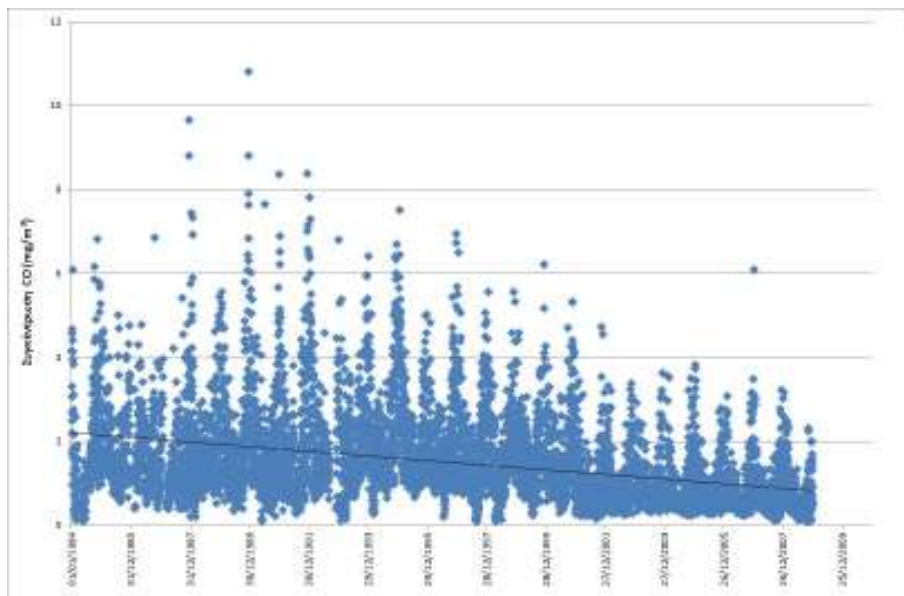
Εικόνα 36: Μέση μηνιαία και ωριαία μεταβολή του όζοντος (O<sub>3</sub>)

Η μέγιστη ημερήσια μέση τιμή δώρου υπερβαίνει το θεσμοθετημένο από την Ευρωπαϊκή Ένωση όριο των 120 µg/m<sup>3</sup> (Οδηγία 2002/3/ΕΚ) για περισσότερο από 25 φορές σε ένα χρόνο για 3 συνεχόμενα έτη τις περιόδους 2001-03 και 2005-2011 (Πίνακας 14). Παράλληλα, από το 1987 έως το 2011 κάθε χρόνο είχαμε υπερβάσεις του ορίου ενημέρωσης των 180 µg/m<sup>3</sup> σε ωριαία βάση

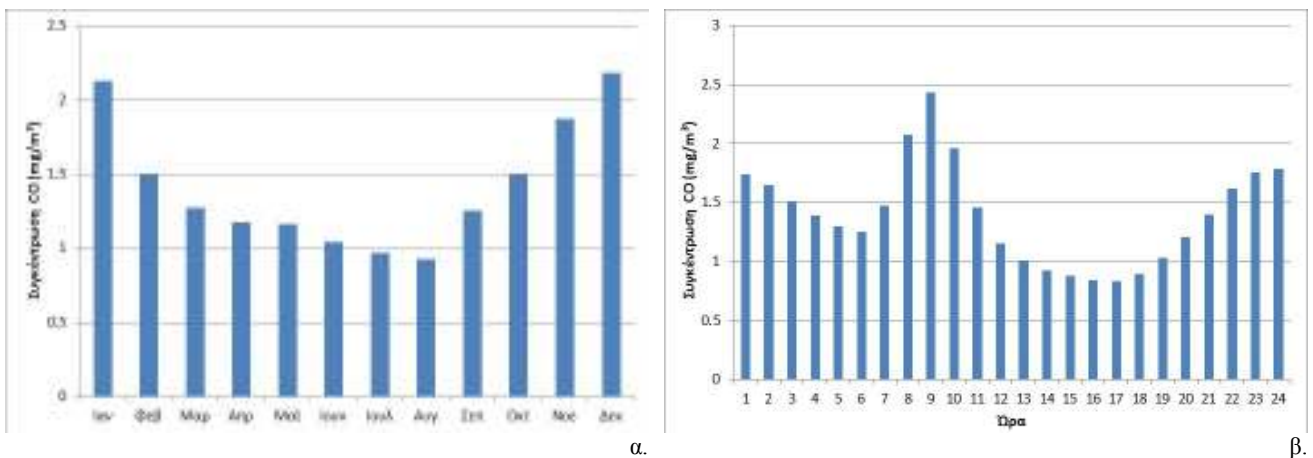
(Οδηγία 2002/3/ΕΚ), οι όμως οποίες σταδιακά μειώνονται. Αντίστοιχα, υπερβάσεις του ορίου συναγεμού των 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  σε ωριαία βάση (Οδηγία 2002/3/ΕΚ) είχαμε κυρίως κατά την περίοδο 1989-93 και 2002-03. Ο αριθμός τους επίσης τείνει να μειωθεί (Πίνακας 14).

#### - Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άοσμο, άχρωμο, άγευστο και ιδιαίτερα τοξικό αέριο, το οποίο σταδιακά οξειδώνεται στην ατμόσφαιρα προς  $\text{CO}_2$ . Αποτελεί προϊόν ατελών καύσεων ανθρακούχων καυσίμων (βενζίνης, πετρελαίου, γαιανθράκων) και συνεπώς η σημαντικότερη πηγή του αποτελούν τα βενζινοκίνητα οχήματα και οι καυστήρες κεντρικής θέρμανσης, ενώ παράγεται και στα μεταλλουργία, τα διυλιστήρια πετρελαίων και άλλες βιομηχανικές μονάδες. Σε μικρές ποσότητες μπορεί να προέρχεται από φυσικές πηγές, όπως τα ηφαιστεια ή από πυρκαγιές δασών ή το κάψιμο υπολειμμάτων. Αυξημένες συγκεντρώσεις παρατηρούνται σε κλειστούς χώρους όπως οι χώροι στάθμευσης οχημάτων, καθώς και κατά μήκος δρόμων μεγάλης κυκλοφορίας.





**Εικόνα 37: Διαχρονική εξέλιξη της συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα (CO) (μέσος όρος ημερήσιας συγκέντρωσης)****Εικόνα 38: Μέση μηνιαία και ωριαία μεταβολή του μονοξειδίου του άνθρακα (CO)**

Αυξημένες συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα στον εισπνεόμενο αέρα εμποδίζει την σωστή οξυγόνωση των ιστών, προκαλώντας συμπτώματα έλλειψης οξυγόνου. Σε μικρές συγκεντρώσεις ( $10-15 \text{ mg/m}^3$ ) αυτά μπορεί να είναι ζαλάδες και μείωση της κριτικής ικανότητας, σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ( $\sim 100 \text{ mg/m}^3$ ) πονοκέφαλος και νωθρότητα και σε ακόμα μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ( $300-1.000 \text{ mg/m}^3$ ) λιποθυμίες ή ακόμα και θάνατος. Γενικά τα όργανα που επηρεάζονται περισσότερο από την έκθεση σε μονοξείδιο του άνθρακα είναι ο εγκέφαλος, η καρδιά και οι μύες (Μασσαρά, 2011).

Με βάση τα αποτελέσματα του σταθμού μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης Νέας Σμύρνης διαχρονικά παρατηρείται μια τάση μείωσης της συγκέντρωσης του μονοξειδίου του άνθρακα, ενώ ιδιαίτερα αυξημένες ήταν κατά την περίοδο 1991-95 (Εικόνα 37). Παράλληλα, οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται κατά τους χειμερινούς μήνες (Οκτώβριο - Φεβρουάριο), κάτι που μπορεί να αποδοθεί στον μεγαλύτερο κυκλοφορικό φόρτο στο οδικό δίκτυο της περιοχής κατά την περίοδο αυτή, καθώς και στις χειρότερες συνθήκες λειτουργίας των κινητήρων των οχημάτων λόγω ψύχους (Εικόνα 38α). Τέλος, οι υψηλότερες τιμές του μονοξειδίου του θείου παρατηρούνται κατά τις πρωινές ώρες (8:00 - 10:00), ενώ αυξημένες εμφανίζονται και κατά τις βραδινές ώρες (22:00 - 2:00) (Εικόνα 38β).

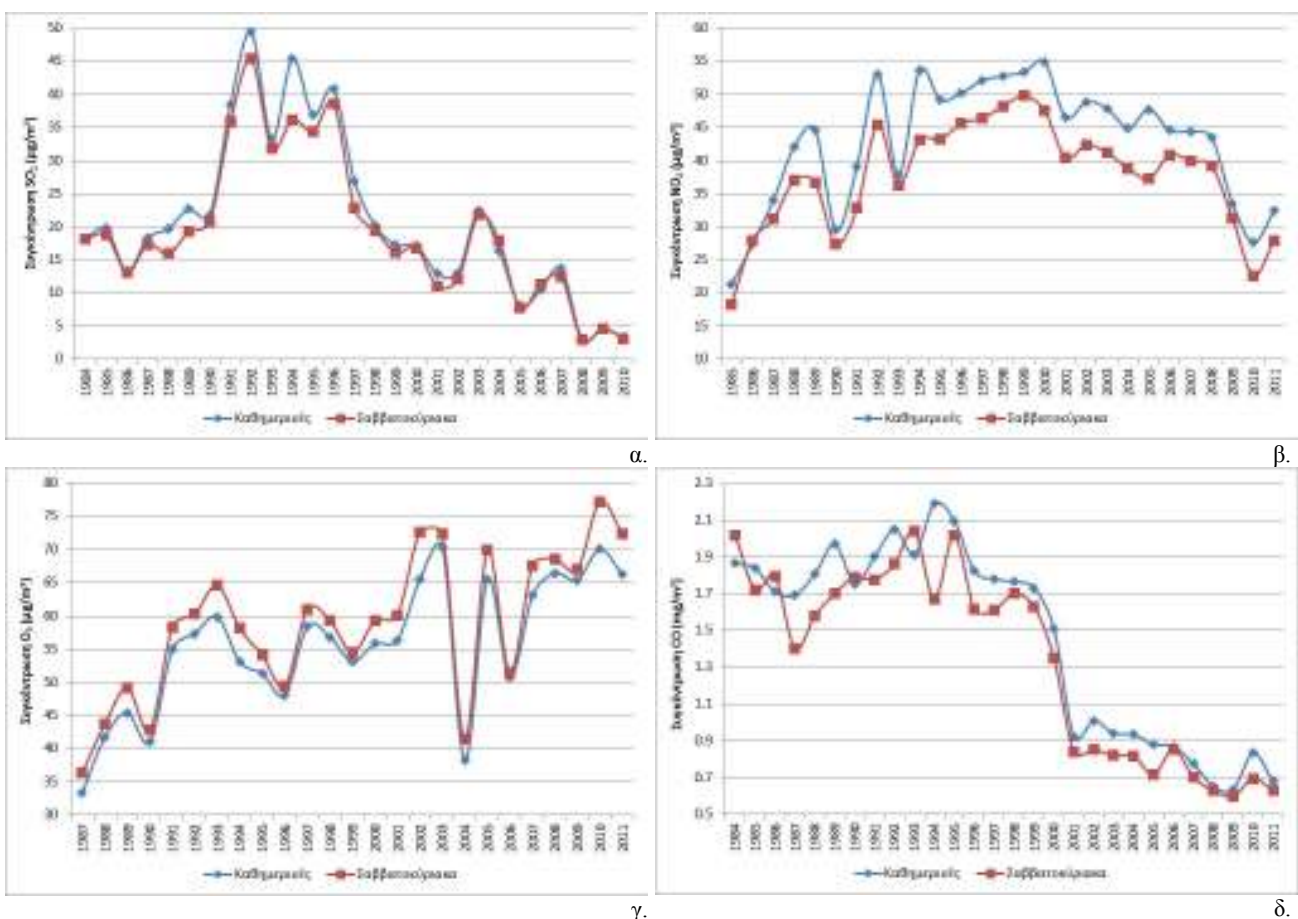
Σημειώνεται ότι υπερβάσεις του ορίου των  $10 \text{ mg/m}^3$  (μέγιστη μέση τιμή 8ώρου) είχαμε κυρίως κατά την περίοδο 1988-91 (Πίνακας 14).



### 3.2.4 Το φαινόμενο του σαββατοκύριακου

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των ατμοσφαιρικών ρύπων σε μία περιοχή όπου οι ανθρώπινες δραστηριότητες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη σύσταση της ατμόσφαιρας, είναι η περιοδική μεταβολή τους μέσα στην εβδομάδα. Πρόκειται για το γνωστό Φαινόμενο του Σαββατοκύριακου, όπου παρατηρείται μείωση των συγκεντρώσεων των ρύπων κατά τη διάρκεια του σαββατοκύριακου συγκριτικά με τις υπόλοιπες ημέρες της εβδομάδας, λόγω της διαφοροποίησης των βασικότερων δραστηριοτήτων της περιοχής, όπως περιορισμός του κυκλοφοριακού φόρτου και της λειτουργίας των βιομηχανιών - βιοτεχνιών.

Πράγματι, με βάση τα δεδομένα του σταθμού μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων του Υ.Π.Ε.Κ.Α. Νέα Σμύρνη προκύπτει ότι στην πλειονότητα των περιπτώσεων οι ατμοσφαιρικοί ρύποι μειώνονται το σαββατοκύριακο (Εικόνα 39).



Εικόνα 39: Μεταβολή της μέσης ετήσια συγκέντρωσης (ωριαίες μετρήσεις) των σημαντικότερων ατμοσφαιρικών ρύπων τα σαββατοκύριακα και μεσοβδόμαδα

Πιο συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) εμφανίζονται ελαφρά μειωμένες κατά περίπου 7,1% κατά τα σαββατοκύριακα, το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>) εμφανίζεται σαφώς μειωμένο κατά ένα ποσοστό 13,5%, ενώ μείωση εμφανίζει και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) κατά ένα ποσοστό 9,5%.

Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις του όζοντος (O<sub>3</sub>) εμφανίζονται αυξημένες κατά τα σαββατοκύριακα κατά 5,6% περίπου. Το φαινόμενο αυτό έχει καταγραφεί σε πολλές πόλεις του κόσμου και συνδέεται με πολύπλοκες φωτο-οξειδωτικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στην τροπόσφαιρα (στα χαμηλότερα 15 km της ατμόσφαιρας).

Τονίζεται ότι το Φαινόμενο του Σαββατοκύριακου στην συγκεκριμένη περιοχή δεν είναι ιδιαίτερα έντονο, συγκριτικά με άλλες περιοχές του λεκανοπεδίου. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στις μεγάλες οδικές αρτηρίες που διέρχονται από την περιοχή μελέτης και στον αρκετά αυξημένο κυκλοφορικό φόρτο και τα σαββατοκύριακα, λόγω του μεγάλου αριθμού κέντρων διασκέδασης.

#### 4. Αποτελέσματα προγράμματος παρακολούθησης

Στα πλαίσια του παρόντος έργου πραγματοποιούνται επιτόπιες μετρήσεις φυσικοχημικών, υδρολογικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων στο ρέμα της Πικροδάφνης, σε δίκτυο πέντε (5) σημείων κάθε ένα μήνα (Πίνακας 16). Το δίκτυο δειγματοληψίας θεσπίστηκε με στόχο την χωρική κάλυψη του ρέματος, λαμβάνοντας υπόψη τις ανθρωπογενείς πιέσεις, τα διαφορετικά ενδιαιτήματα, καθώς και τις υδρομορφολογικές συνθήκες του ρέματος. Κατά τη συλλογή των δειγμάτων μετρούνται επιτόπου με φορητό όργανο (Aquameter της εταιρείας Aquaread), οι φυσικοχημικές παράμετροι του νερού (pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, διαλυμένο οξυγόνο, αλατότητα, θολότητα και δυναμικό οξειδοαναγωγής). Πριν από κάθε δειγματοληψία πραγματοποιείται βαθμονόμηση του οργάνου, όπως απαιτείται από την διεθνή επιστημονική πρακτική. Στη συνέχεια, από τα ίδια σημεία λαμβάνονται δείγματα νερού και γίνονται εργαστηριακές αναλύσεις για τον προσδιορισμό των νιτρικών (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), νιτρωδών (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), αμμωνιακών (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), θεικών (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), φωσφορικών (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), πυριτικών (SiO<sub>4</sub><sup>4-</sup>) χλωριούχων (Cl<sup>-</sup>), ανθρακικών (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) και όξινων ανθρακικών (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ιόντων, καθώς και των ιόντων ασβεστίου (Ca<sup>2+</sup>), μαγνησίου (Mg<sup>2+</sup>), νατρίου (Na<sup>+</sup>) και καλίου (K<sup>+</sup>).

Παράλληλα, στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, εγκαταστάθηκαν τον Σεπτέμβριο 2012, αυτόματοι σταθμοί παρακολούθησης φυσικοχημικών παραμέτρων στις θέσεις που βρίσκονται και οι σταθμοί δειγματοληψίας P1, P3 και P6, με σκοπό την παρακολούθηση της διακύμανσης της στάθμης του νερού του ρέματος της Πικροδάφνης. Οι μετρήσεις στάθμης πραγματοποιούνται σε ωριαίο βήμα με

τον πολυπαραμετρικό αισθητήρα OTT Ecolog 800 της εταιρείας Metrica και δημοσιοποιούνται στην ιστοσελίδα του έργου ([www.remapikrodafnis.gr](http://www.remapikrodafnis.gr)).

**Πίνακας 16: Δίκτυο ποιοτικής παρακολούθησης του ρέματος της Πικροδάφνης.**

Σημείο δειγματοληψίας	Συντεταγμένη X WGS84 (dd)	Συντεταγμένη Y WGS84 (dd)	Συντεταγμένη X ΕΓΣΑ87	Συντεταγμένη Y ΕΓΣΑ87	Είδος σταθμού
P1	23.74024100	37.93235	477023.983	4198053.382	Δειγματοληπτικός
P2	23.726512	37.929239	475816.486	4197711.662	Δειγματοληπτικός
P3	23.718333	37.925651	475096.493	4197315.709	Δειγματοληπτικός
P4	23.707882	37.923682	474176.55	4197099.704	Δειγματοληπτικός
P6	23.70316	37.9202	473761.064	4196715.049	Δειγματοληπτικός

#### 4.1. Αποτελέσματα μετρήσεων φυσικοχημικών παραμέτρων

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα βασικά στατιστικά στοιχεία του συνόλου των φυσικοχημικών μετρήσεων που είναι διαθέσιμες από την παρούσα ερευνητική προσπάθεια (Πίνακας 17).

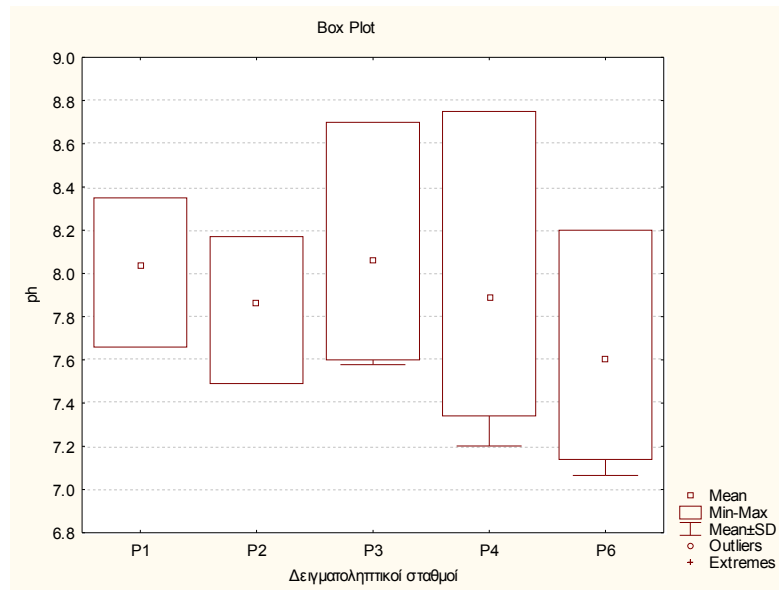
**Πίνακας 17: Στατιστικά στοιχεία των φυσικοχημικών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στο ρέμα της Πικροδάφνης στα πλαίσια της παρούσας μελέτης (περίοδος από 07/2012 - 10/2012).**

Παράμετρος	Μονάδες	Αριθμός μετρήσεων	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
pH	-	19	7.14	8.75	7.9	0.45
T	°C	19	21.3	28.5	23.73	2.02
D.O.	mg/l	19	0.93	11.3	5.3	3.14
Ηλ.Αγωγ.	μS/cm	19	827	1157	953.8	95.33

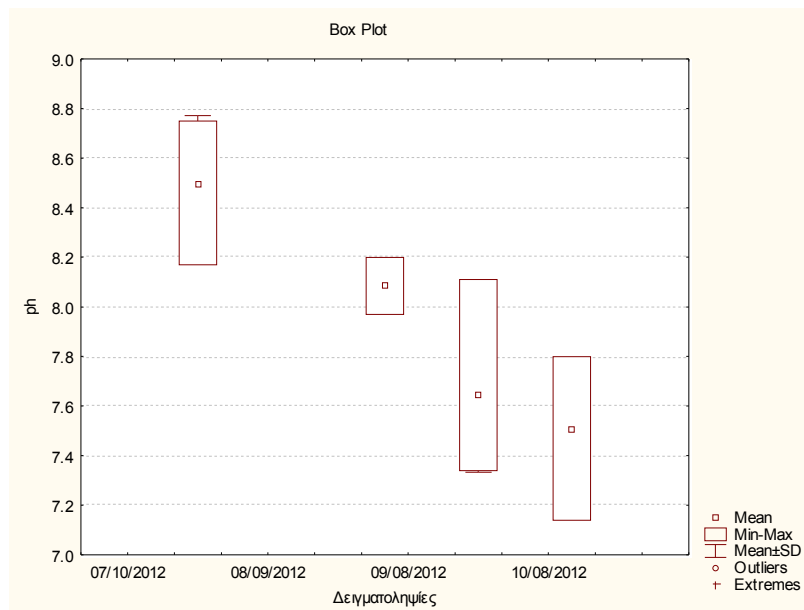
#### - pH

Η τιμή του pH στα περισσότερα φυσικά νερά κυμαίνεται από 6 έως 9 με την αύξηση της φωτοσύνθεσης κατά την διάρκεια της θερμής περιόδου του έτους να μπορεί να αυξήσει σημαντικά την τιμή του pH στο νερό. Με βάση τις μετρήσεις της παρούσας μελέτης το pH χαρακτηρίζεται ως βασικό με την τιμή του να κυμαίνεται από 7,14 έως 8,75, με μέση τιμή 7,9. Οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές του pH σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς δε διαφέρουν σημαντικά καθώς επίσης δεν παρατηρούνται σε κανένα σταθμό ακραίες τιμές οι οποίες να αποκλίνουν κατά πολύ από τη μέση τιμή (**Error! Reference source not found.**).





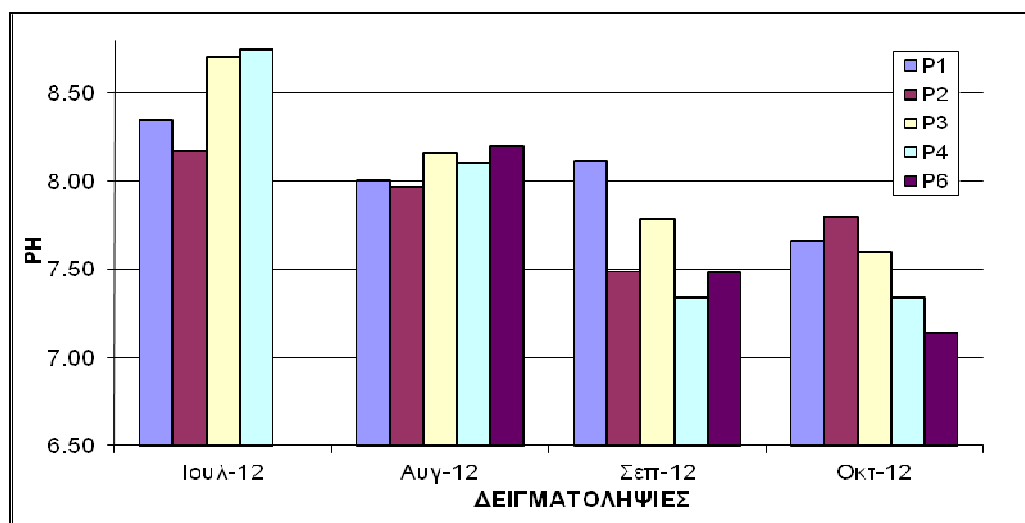
**Εικόνα 40:** Διακύμανση του pH στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια των τεσσάρων δειγματοληψιών (26/7/2012, 30/08/2012, 20/09/2012 και 18/10/2012) στο ρέμα της Πικροδάφνης.



**Εικόνα 41:** Διακύμανση του pH με βάση την ημερομηνία των δειγματοληψιών (26/7/2012, 30/08/2012, 20/09/2012 και 18/10/2012) για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

Η μέγιστη τιμή pH εμφανίζεται στο σταθμό P4 ενώ η ελάχιστη στο σταθμό P6. Είναι χαρακτηριστικό ακόμα το γεγονός ότι οι μεγαλύτερες τιμές του pH συναντώνται κυρίως στις δειγματοληψίες του Ιουλίου, Αυγούστου και Σεπτεμβρίου σε σχέση με αυτή του Οκτωβρίου και σταδιακά παρατηρείται ότι μειώνονται. Αυτό οφείλεται στην ηλιοφάνεια που υπάρχει κατά τους

συγκεκριμένους μήνες και ευνοεί την φωτοσύνθεση, ενώ η μείωση της ηλιοφάνειας στα μέσα του Οκτώβρη είχε σαν αποτέλεσμα και τη μείωση των αντίστοιχων τιμών του pH (Εικόνα 2).

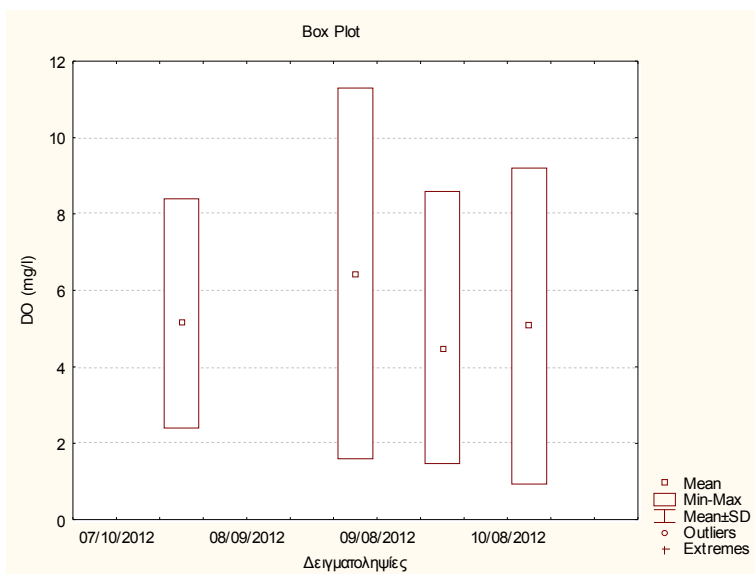


**Εικόνα 42:** Διαχρονική διακύμανση του pH για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

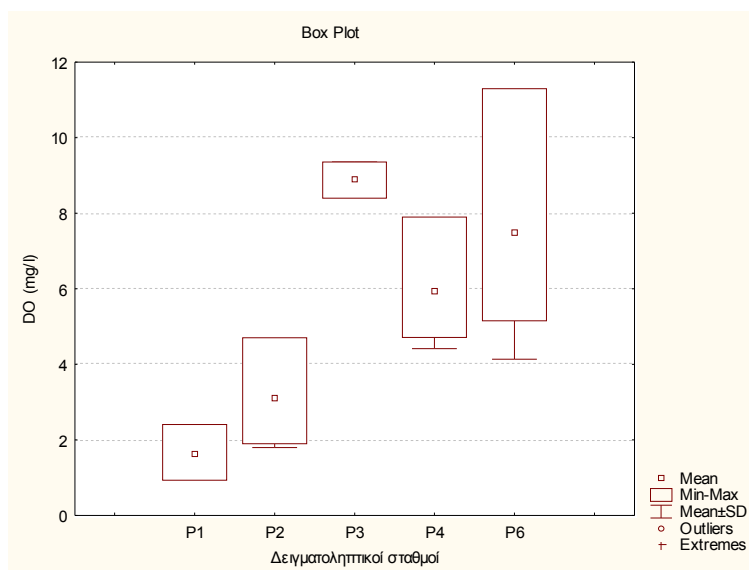
#### - Διαλυμένο οξυγόνο

Με βάση τις μετρήσεις της παρούσας μελέτης οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου στο ρέμα της Πικροδάφνης κυμαίνονται από 0,93 έως 11,3 mg/l, με μέση τιμή 5,3 mg/l, η οποία χαρακτηρίζεται ως μέτρια δεδομένου ότι ξεπερνάει ελαφρώς τα 5 mg/l. Η ελάχιστη τιμή του διαλυμένου οξυγόνου εμφανίζεται στο σταθμό P1 και η μέγιστη αντίστοιχα στο σταθμό P6 (Εικόνα 4). Γενικότερα οι σταθμοί P3, P4 και P6 είναι περισσότερο εμπλουτισμένοι με διαλυμένο οξυγόνο σε σχέση με τους σταθμούς P1 και P2, των οποίων το νερό χαρακτηρίζεται σαν μέτριας έως φτωχής ποιότητας με βάση την περιεκτικότητα διαλυμένου οξυγόνου. Η χαμηλή περιεκτικότητα του ρέματος σε διαλυμένο οξυγόνο υποδεικνύει την πιθανή ύπαρξη υψηλού οργανικής φορτίου, η οποία συνήθως προκλείεται από διάθεση λυμάτων. Επιπρόσθετα, η δειγματοληψία του Αυγούστου παρουσιάζει μεγαλύτερο εύρος τιμών κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών, το οποίο και κυμαίνεται από 1,6 mg/l (σταθμός P1) έως 11,3 mg/l (σταθμός P6, Εικόνα 5).

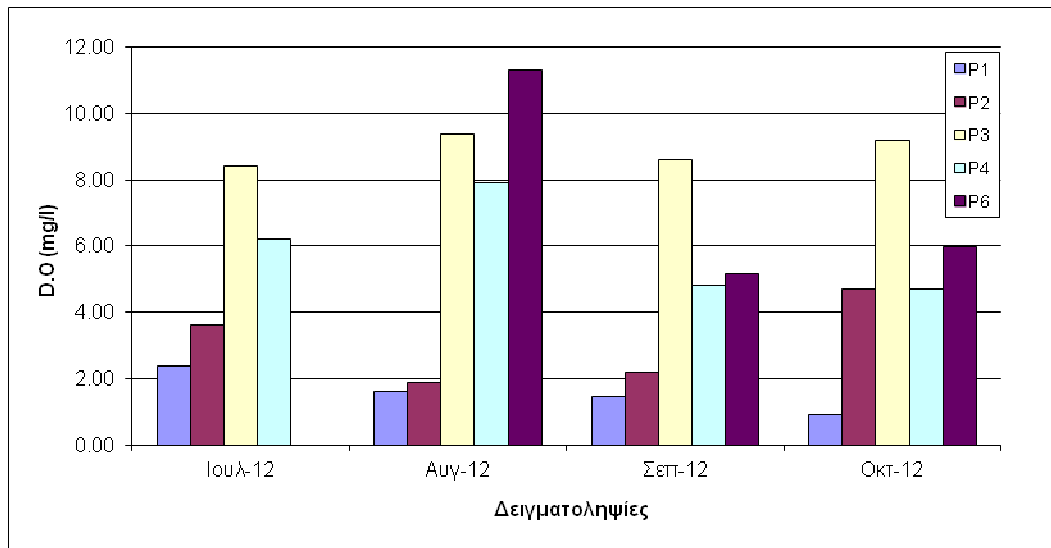




**Εικόνα 43:** Διακύμανση του διαλυμένου οξυγόνου στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια των τεσσάρων δειγματοληψιών (26/7/2012, 30/08/2012, 20/09/2012 και 18/10/2012) στο ρέμα της Πικροδάφνης.



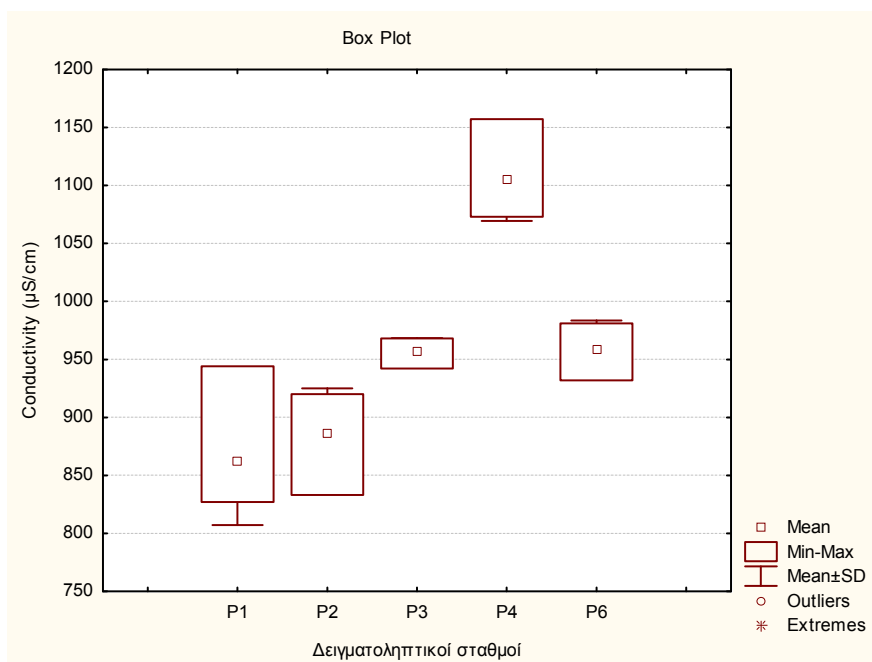
**Εικόνα 44:** Διακύμανση του διαλυμένου οξυγόνου με βάση την ημερομηνία των δειγματοληψιών (26/7/2012, 30/08/2012, 20/09/2012 και 18/10/2012) για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.



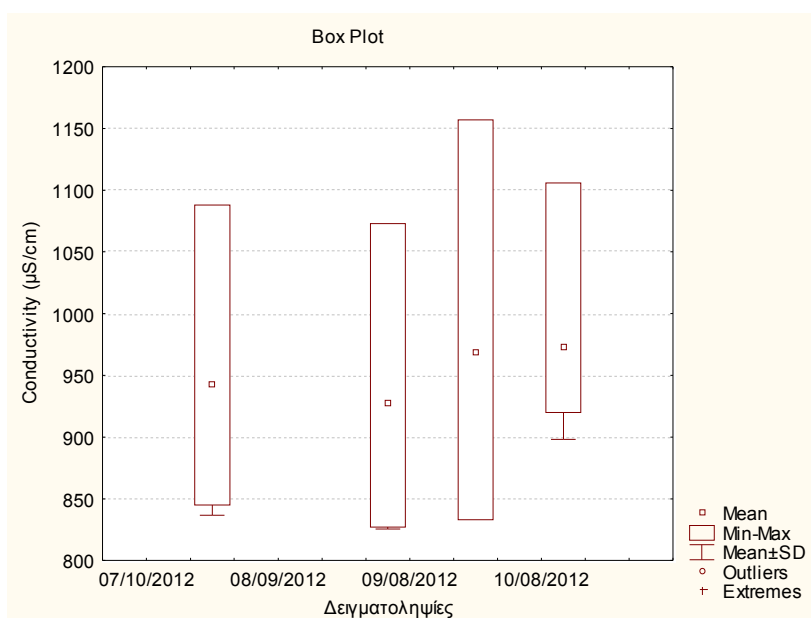
**Εικόνα 45:** Διαχρονική διακύμανση του διαλυμένου οξυγόνου για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

#### - Ηλεκτρική αγωγιμότητα

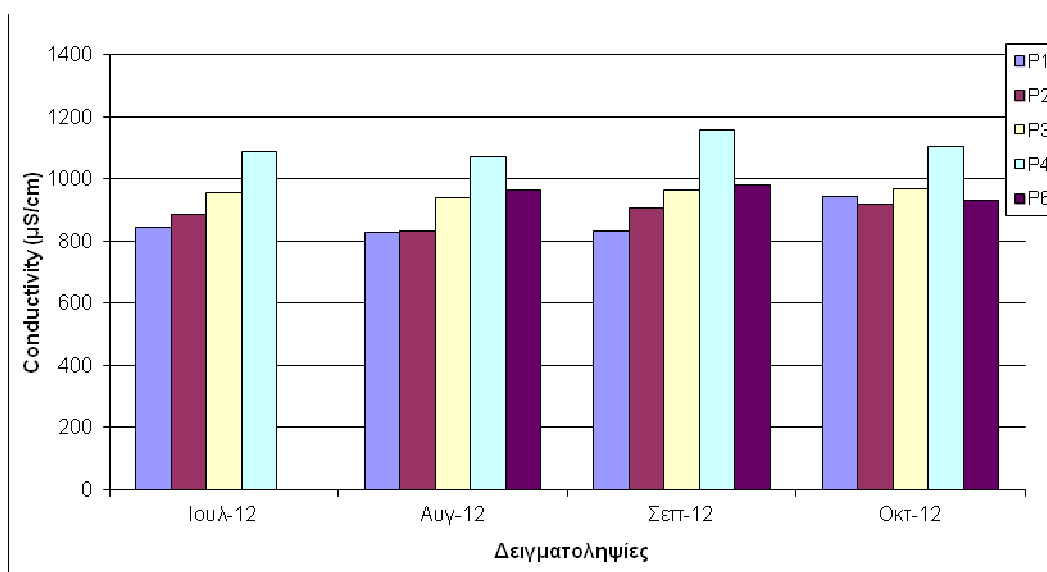
Οι τιμές της αγωγιμότητας κατά την περίοδο των τεσσάρων δειγματοληψιών κυμαίνονται από 827 έως 1.157  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , με μέση τιμή 953,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στο σταθμό P4, ο οποίος γενικότερα εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας συγκριτικά με τους υπόλοιπους και υποδηλώνει την αυξημένη ύπαρξη διαλυμένων αλάτων. Από τις μετρήσεις της παρούσας μελέτης προκύπτει ότι η αγωγιμότητα εμφανίζει τις μικρότερες τιμές της, όπως και την ελάχιστη τιμή της, στο σταθμό P1, ο οποίος βρίσκεται στο ανάντη τμήμα της υδρολογικής λεκάνης. Επομένως, παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση των μέσων τιμών του κάθε σταθμού από ανάντη προς κατάντη με εξαίρεση τον σταθμό P6, ο οποίος παρουσιάζει σχετικά χαμηλές τιμές αγωγιμότητας (Εικόνα 46). Οι ιδιαίτερα αυξημένες τιμές αγωγιμότητας στον σταθμό P4, πρέπει να οφείλεται στην απόρριψη ανθρωπογενών υλικών και όχι σε φυσική διακύμανση που αναμένεται στο κατάντη τμήμα της υδρολογικής λεκάνης λόγω της επίδρασης της θάλασσας. Επιπρόσθετα, η μέση τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για όλες τις δειγματοληψίες κυμαίνεται μεταξύ 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  και 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , τιμές που απέχουν κατά πολύ από το ενδεικτικό επίπεδο της αγωγιμότητας στο πόσιμο νερό (400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), με τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διακύμανση (Εικόνα 47).



**Εικόνα 46:** Διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια των τεσσάρων δειγματοληψιών (26/7/2012, 30/08/2012, 20/09/2012 και 18/10/2012) στο ρέμα της Πικροδάφνης.



**Εικόνα 47:** Διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας με βάση την ημερομηνία των δειγματοληψιών (26/7/2012, 30/08/2012, 20/09/2012 και 18/10/2012) για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.



**Εικόνα 48:** Διαχρονική διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

#### 4.2. Χημικές αναλύσεις

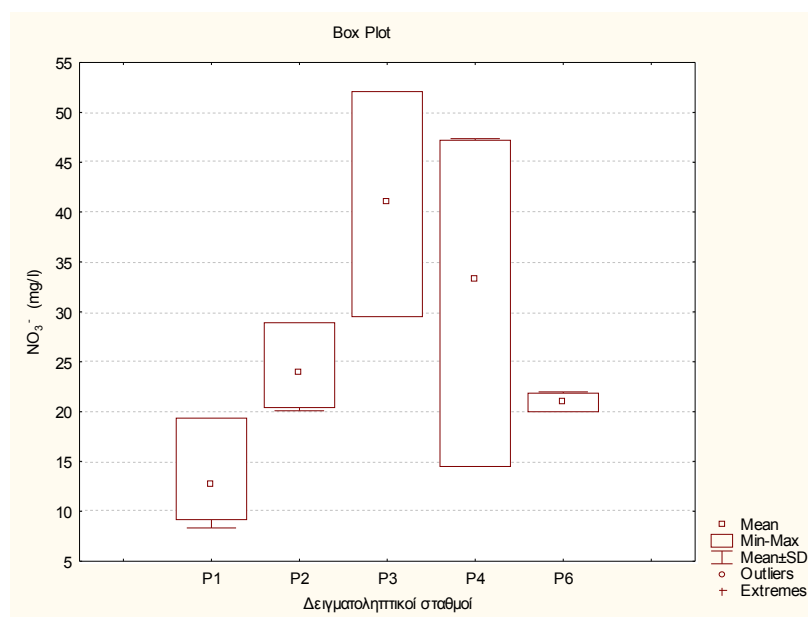
Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα στατιστικά στοιχεία χημικών αναλύσεων για τα θρεπτικά άλατα στο δίκτυο των πέντε σημείων δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης, στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος (Πίνακας 18).

**Πίνακας 18:** Στατιστικά στοιχεία των χημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στο ρέμα της Πικροδάφνης στα πλαίσια της παρούσας μελέτης.

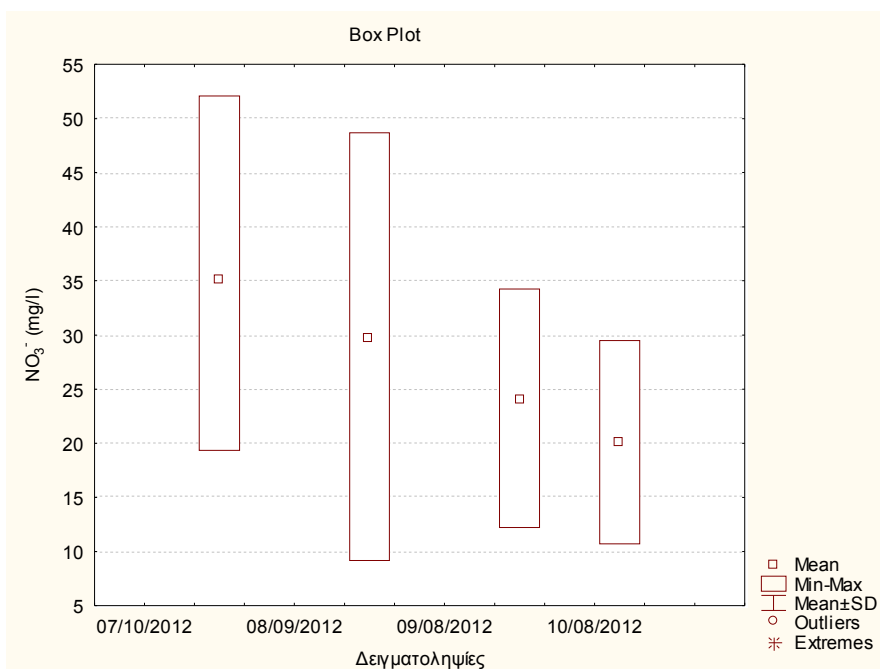
Παράμετρος	Μονάδες	Αριθμός μετρήσεων	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
NO <sub>3</sub>	mg/l	19	9.15	52.1	26.76	12.83
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	19	0.02	2.42	0.67	0.73
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	19	0.046	6.64	1.76	2.26
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	19	0.39	3.12	1.56	0.98
Cl	mg/l	14	42.82	134.43	70.22	28.2
SO <sub>4</sub>	mg/l	14	68.79	117.74	91.51	15.84
SiO <sub>2</sub>	mg/l	19	13.79	25.1	20.41	2.79

Με βάση την Εικόνα 49, όπου παρουσιάζεται η διακύμανση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια όλων των δειγματοληψιών στο ρέμα της Πικροδάφνης, προκύπτει ότι η ελάχιστη συγκέντρωση νιτρικών ιόντων σημειώνεται στο σταθμό P1 (9.15 mg/l, Αύγουστος), η μέγιστη αντίστοιχα στο σταθμό P3 (52.1 mg/l, Ιούλιος) ενώ η μέση τιμή

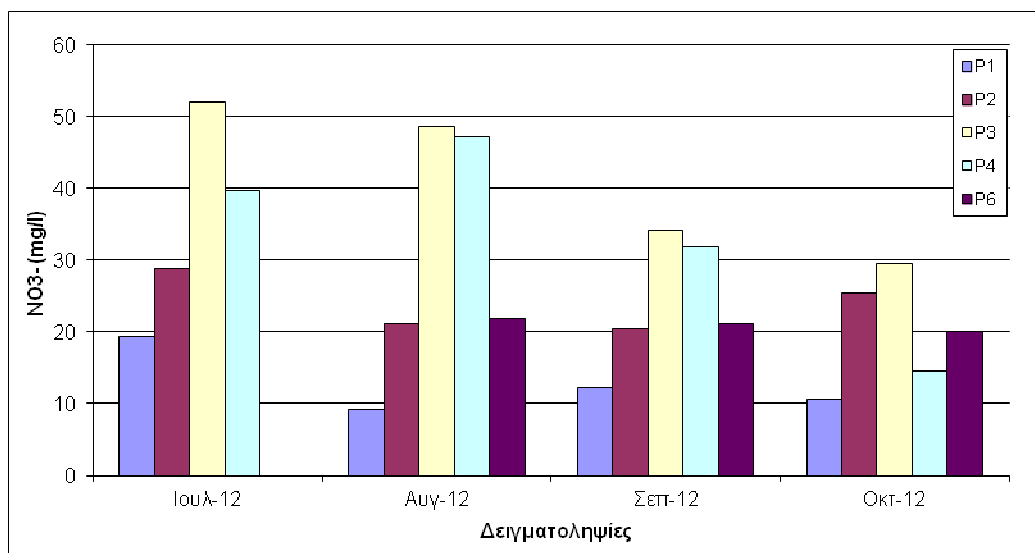
συγκέντρωσης είναι 26.8 mg/l. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται μεταξύ των σταθμών P2 και P4 σε όλες τις δειγματοληψίες γεγονός που μπορεί να συνδυαστεί με το μεγάλο μικροβιακό φορτίο που παρουσίασε ιδιαίτερα ο σταθμός P2 (βλέπε σχετικό κεφάλαιο) και να αποδοθεί σε πιθανή παράνομη διάθεση αστικών λυμάτων. Η δειγματοληψία που παρουσίασε το μεγαλύτερο εύρος τιμών είναι αυτή του Αυγούστου ενώ το μικρότερο εύρος τιμών αντίστοιχα αυτή του Οκτωβρίου. Επιπρόσθετα παρατηρείται πως η μέση συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων μειώνεται με το πέρασμα των μηνών (λόγω αύξησης της παροχής και αραίωσης), η οποία και κυμαίνεται από 35 mg/l (Ιούλιος) έως και 20 mg/l (Οκτώβρης), τιμές ιδιαίτερα υψηλές για φυσικά νερά (Εικόνα 50). Η ταξινόμηση των υδάτων του ρέματος της Πικροδάφνης με βάση τη συγκέντρωσή τους σε νιτρικά ιόντα χαρακτηρίζεται ως κακή εφόσον η μέση τιμή σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς κατά τη διάρκεια και των τεσσάρων δειγματοληψιών ξεπερνάει κατά πολύ το όριο των 7.98 mg/l. Αποτελούν ύδατα που χαρακτηρίζονται από έντονη υποβάθμιση κυρίως λόγω ανεξέλεγκτης απόθεσης αστικών λυμάτων.



**Εικόνα 49:** Διακύμανση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια όλων των δειγματοληψιών στο ρέμα της Πικροδάφνης.



**Εικόνα 50:** Διακύμανση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων με βάση την ημερομηνία των δειγματοληψιών για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

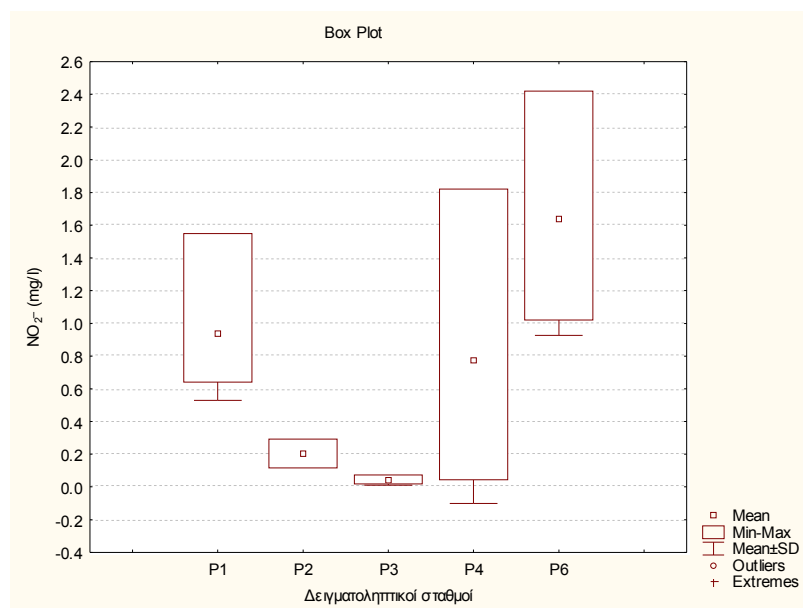


**Εικόνα 51:** Διαχρονική διακύμανση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

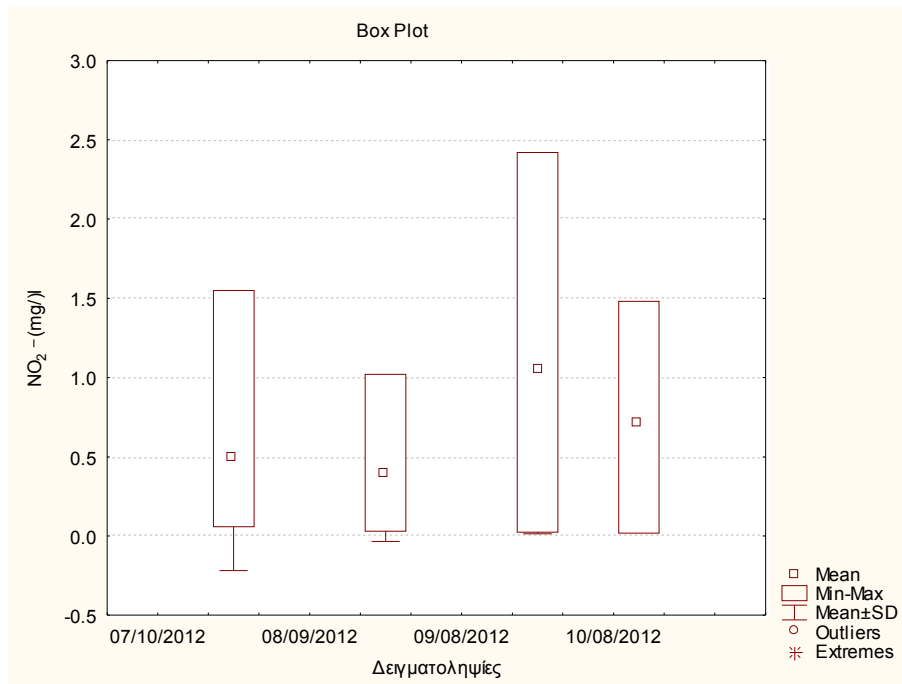
- Νιτρώδη ιόντα (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)



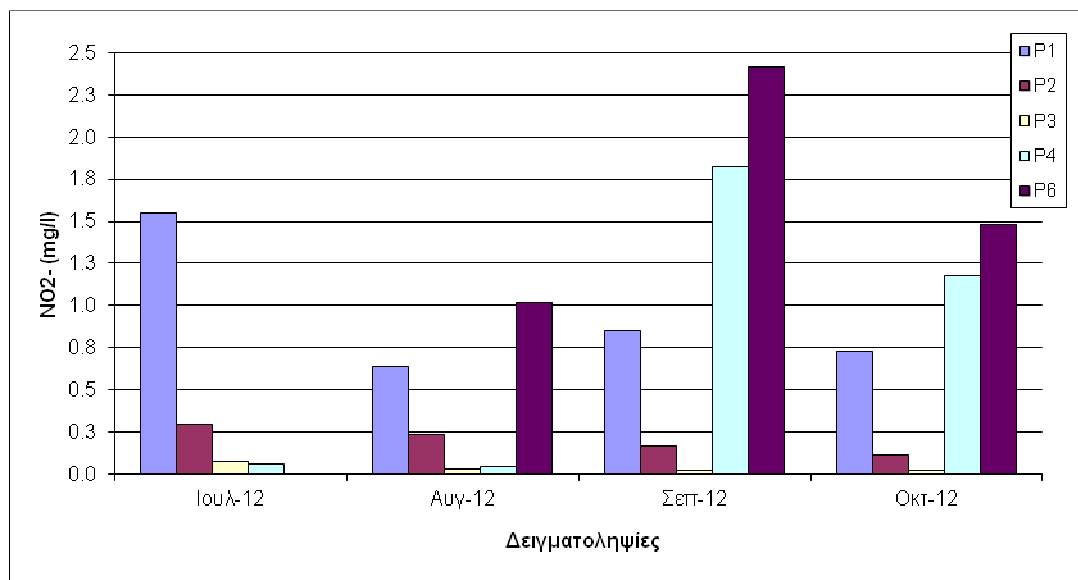
Κατά την δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2012 σημειώθηκε η υψηλότερη τιμή των νιτρωδών και συγκεκριμένα στο σταθμό P6 (2,42 mg/l). Οι μετρήσεις της παρούσας μελέτης υποδεικνύουν ότι οι συγκεντρώσεις των νιτρωδών ιόντων κυμαίνονται από 0,02 έως 2,42 mg/l, με μέση τιμή 0,67 mg/l. Οι συγκεντρώσεις για τα διάφορα σημεία δειγματοληψίας του ρέματος της Πικροδάφνης είναι υψηλές τον Ιούλιο (0,49 mg/l), κατά τη διάρκεια του Αυγούστου οι τιμές είναι σχετικά μικρότερες (0,39 mg/l), στην επόμενη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου η συγκέντρωση των νιτρωδών αυξάνεται σημαντικά (1,1 mg/l) ενώ τον Οκτώβρη σημειώνεται μείωση της συγκέντρωσής τους (0,71 mg/l) (Εικόνα 52). Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σημειώθηκαν στους σταθμούς P6, P4, P1, γεγονός που συνάδει με τις επίσης υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνίας, και οι μικρότερες στους P2 και P3. Τιμή συγκέντρωσης νιτρωδών σε φυσικά νερά μεγαλύτερη από 0,23 mg/l, τα χαρακτηρίζει ως κακής ποιότητας και αυτή η τιμή έχει ξεπεραστεί σε όλες τις δειγματοληψίες. Αντίστοιχα, όσον αφορά στους σταθμούς δειγματοληψίας, η μέση τιμή συγκέντρωσης των σταθμών P2 και P3 είναι αρκετά χαμηλότερη. Πιο συγκεκριμένα τα ύδατα στο σταθμό P2 (0,17 mg/l) χαρακτηρίζονται ως φτωχά ενώ στο σταθμό P3 (0,04 mg/l) ως καλής ποιότητας (Εικόνα 53).



**Εικόνα 52:** Διακύμανση της συγκέντρωσης των νιτρωδών ιόντων στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια όλων των δειγματοληψιών στο ρέμα της Πικροδάφνης.



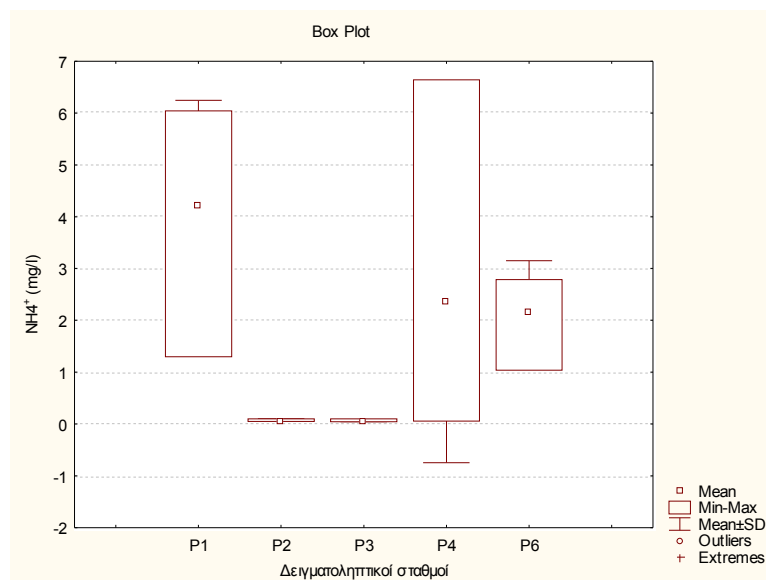
**Εικόνα 53:** Διακύμανση της συγκέντρωσης των νιτρωδών ιόντων με βάση την ημερομηνία των δειγματοληψιών για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.



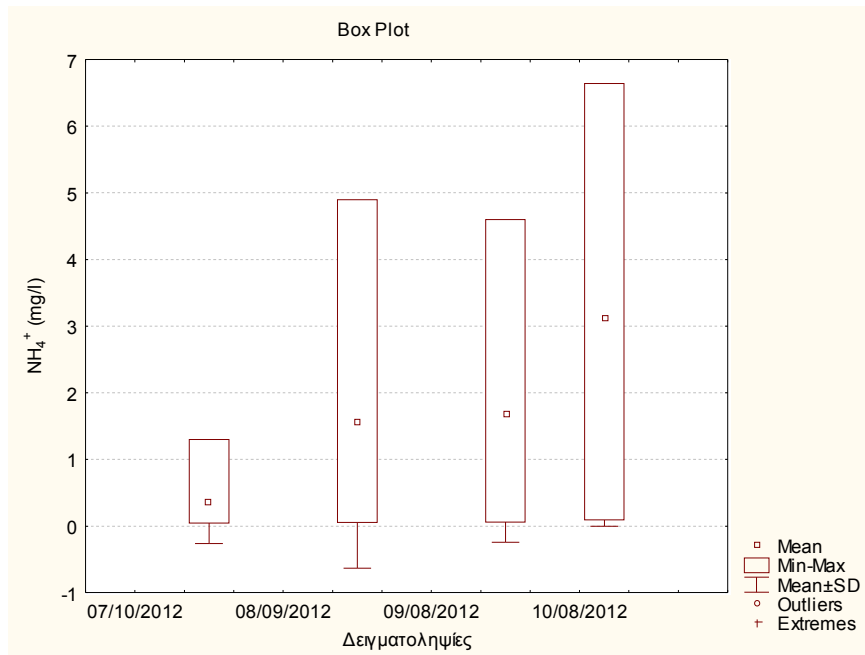
**Εικόνα 54:** Διαχρονική διακύμανση της συγκέντρωσης των νιτρωδών ιόντων για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

### - Ιόντα αμμωνίας (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

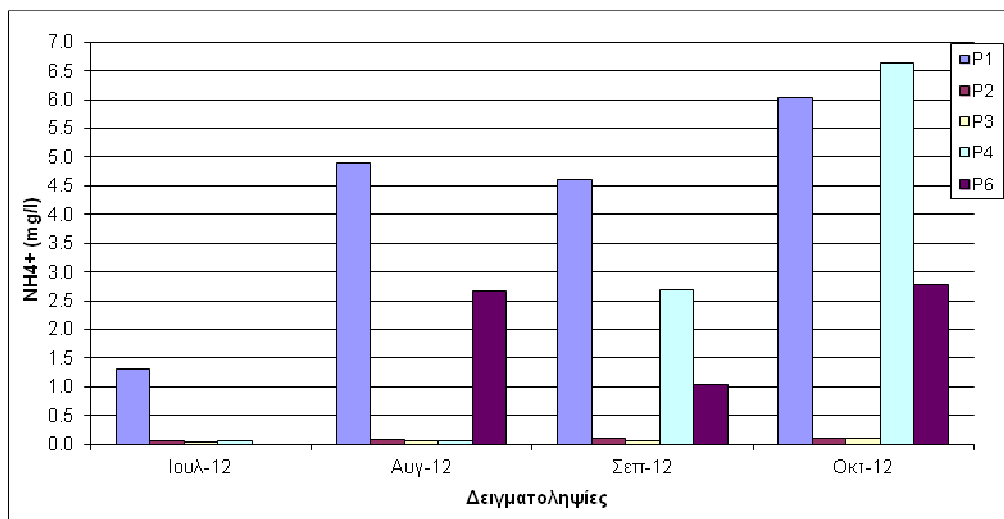
Η περίοδος που πραγματοποιείται η παρούσα μελέτη καλύπτει το τέλος της ξηρής και την αρχή της υγρής περιόδου του έτους, όπου λαμβάνει χώρα εντονότερη αποσύνθεση της οργανικής ύλης και επομένως παραγωγή NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Παρόλα αυτά, οι τιμές αμμωνίας και η χρονική κατανομή τους, που παρατηρήθηκαν στην περίοδο του έργου δεν μπορούν να αποδοθούν μόνο στο ανωτέρω φυσικό φαινόμενο. Από το διάγραμμα μεταβολής των συγκεντρώσεων ιόντων αμμωνίας στους σταθμούς δειγματοληψίας του ρέματος της Πικροδάφνης προκύπτει ότι οι συγκεντρώσεις των ιόντων αμμωνίας κατά την περίοδο των τεσσάρων δειγματοληψιών κυμαίνονται από 0,05 (P3, Ιούλιος) έως 6,64 mg/l (P6, Οκτώβριος), με μέση τιμή 1,76 mg/l (Εικόνα 16). Όσον αφορά στις δειγματοληψίες, η μέση τιμή συγκέντρωσης των ιόντων αμμωνίας αυξάνεται με το χρόνο από τον Ιούλιο (0,36 mg/l) έως και τον Οκτώβριο (3,13 mg/l) (Εικόνα 17). Η ύπαρξη αμμωνίας συμβάλλει στο σχηματισμό νιτροδών ιόντων και ομοίως με τις συγκεντρώσεις αυτών, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αμμωνίας παρατηρούνται στους σταθμούς P4, P1 και P6 και οι μικρότερες στους P2 και P3. Τα ύδατα των σταθμών P1, P4 και P6 χαρακτηρίζονται ως κακής ποιότητας και θεωρούνται υποβαθμισμένα πιθανόν λόγω της αποσύνθεσης της νεκρής οργανικής ύλης που ευνοείται κατά την θερινή περίοδο αλλά κυρίως λόγω της εισροής αστικών λυμάτων επιφανειακά ή υπόγεια. Αντίθετα, τα ύδατα των δειγματοληπτικών σταθμών P2 και P3 χαρακτηρίζονται ως μέτριας και καλής ποιοτικής κατάστασης με μέση τιμή συγκέντρωσης 0,08 mg/l και 0,066 mg/l, αντίστοιχα.



**Εικόνα 55:** Διακύμανση της συγκέντρωσης των ιόντων αμμωνίας στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια όλων των δειγματοληψιών στο ρέμα της Πικροδάφνης.



**Εικόνα 56:** Διακύμανση της συγκέντρωσης των ιόντων αμμωνίας με βάση την ημερομηνία των δειγματοληψιών για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

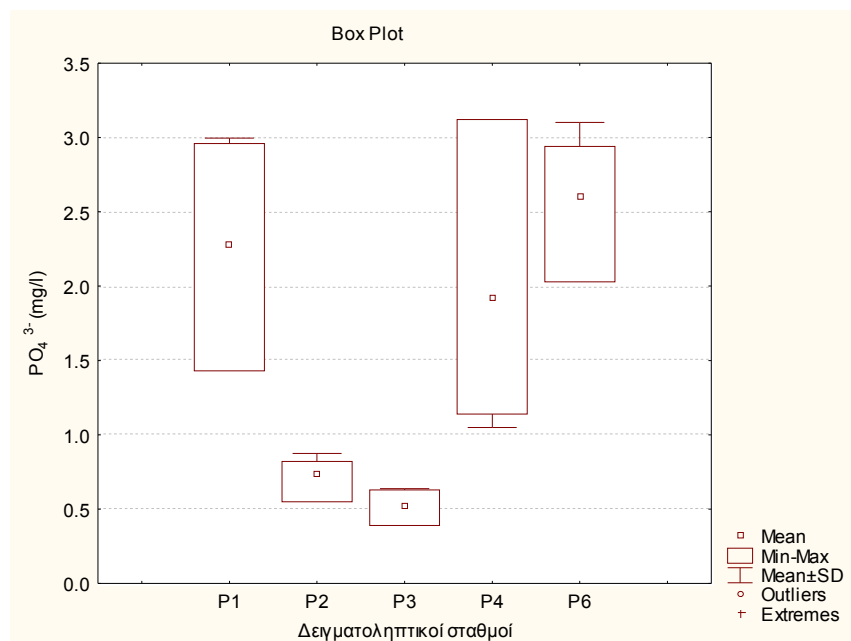


**Εικόνα 57:** Διαχρονική διακύμανση της συγκέντρωσης των ιόντων αμμωνίας για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

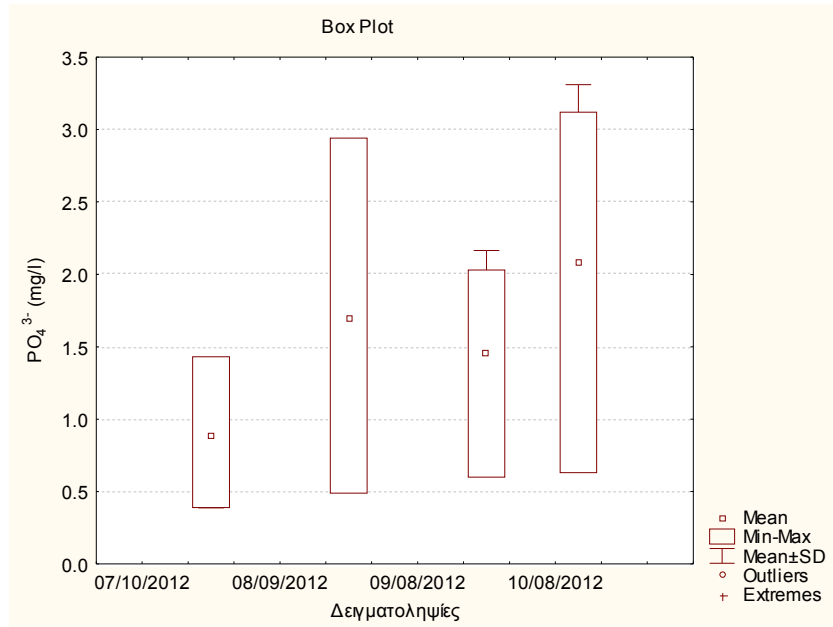
### - Φωσφορικά ιόντα ( $PO_4^{3-}$ )

Όλες οι ενώσεις του φωσφόρου συναντώνται στα νερά και αποτελούν βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των αλγών καθώς επίσης ο φώσφορος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τον

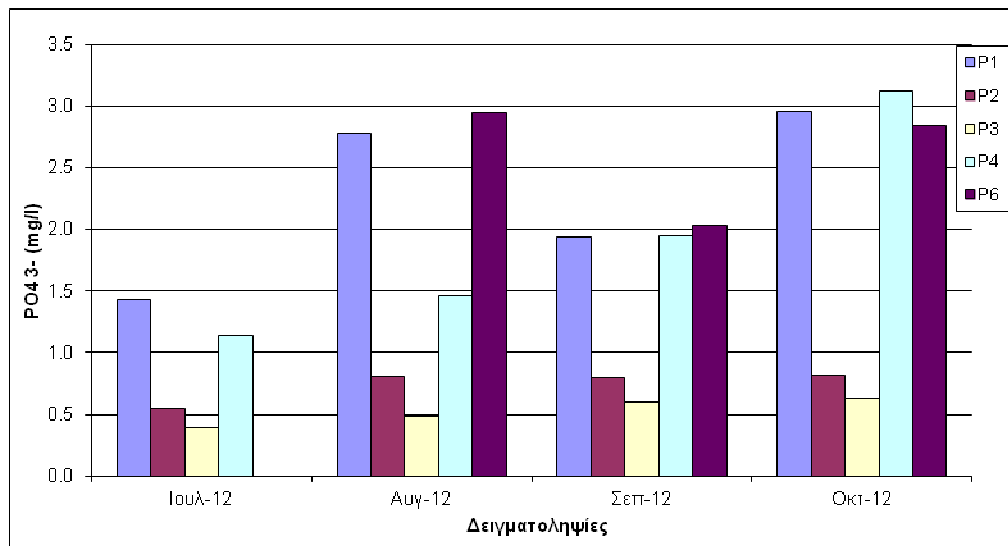
ευτροφισμό των υδάτων. Από το διάγραμμα διακύμανσης των τιμών των φωσφορικών σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης προκύπτει ότι οι συγκεντρώσεις εμφανίζονται αυξημένες. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο, δηλ. την περίοδο που πραγματοποιήθηκαν και οι συγκεκριμένες δειγματοληψίες, αναπτύσσονται τα φυτά με αποτέλεσμα να απορροφούν τα φωσφορικά ιόντα από το νερό. Αυτό σημαίνει ότι τους χειμερινούς μήνες αναμένονται πιθανόν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων. Οι συγκεντρώσεις των ιόντων φωσφόρου στο ρέμα της Πικροδάφνης κυμαίνονται από 0,39 (P3, Ιούλιος) έως 3,12 mg/l (P4, Οκτώβρης), με μέση τιμή 1,56 mg/l. Ομοίως με τις συγκεντρώσεις των νιτρικών και της αμμωνίας, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εντοπίζονται στους σταθμούς P4, P1 και P6 και οι μικρότερες στους P2 και P3. Αντίστοιχα, τα ύδατα των σταθμών P4, P1 και P6 χαρακτηρίζονται ως κακής ποιότητας και ευτροφικά ενώ τα ύδατα των σταθμών P2 και P3 ως φτωχά με μέση τιμή 0,75 ,g/l και 0,53 mg/l αντίστοιχα (Εικόνα 58). Αναφορικά με τις δειγματοληψίες οι μέσες τιμές αυξομειώνονται, γεγονός που υποδεικνύει πως η συγκέντρωση των φωσφορικών ιόντων στο ρέμα της Πικροδάφνης εξαρτάται κατά κύριο λόγο από εξωτερικούς παράγοντες (Εικόνα 59). Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση και εύρος τιμών παρουσίασε η δειγματοληψία του Οκτωβρίου και οι υψηλές τιμές μαρτυρούν την παράνομη απόθεση ανθρώπινων λυμάτων, τα οποία αποτελούν κύρια πηγή του φωσφόρου στα φυσικά ύδατα.



**Εικόνα 58:** Διακύμανση της συγκέντρωσης των φωσφορικών ιόντων στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια όλων των δειγματοληψιών στο ρέμα της Πικροδάφνης.



**Εικόνα 59:** Διακύμανση της συγκέντρωσης των φωσφορικών ιόντων με βάση την ημερομηνία των δειγματοληψιών για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.



**Εικόνα 60:** Διαχρονική διακύμανση της συγκέντρωσης των φωσφορικών ιόντων για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας στο ρέμα της Πικροδάφνης.

### 4.3. Μικροβιολογικές αναλύσεις

#### 4.3.1 Εισαγωγή

Η μικροβιακή καταλληλότητα του νερού για διάφορες χρήσεις ελέγχεται με τον εντοπισμό και τον ποσοτικό προσδιορισμό των μικροβιακών δεικτών. Οι δείκτες αυτοί αφορούν μετρήσεις παθογόνων μικροοργανισμών, η παρουσία των οποίων στο νερό υποδεικνύει κοπρανοειδή μόλυνση από λύματα ή κτηνοτροφικά απόβλητα και σχετίζονται με φαινόμενα αύξησης της θολότητας του νερού, δυσάρεστων οσμών και γρήγορης κατανάλωσης του διαλυμένου οξυγόνου. Οι κυριότεροι από τους ανωτέρω δείκτες περιλαμβάνουν την ομάδα των ολικών κολοβακτηρίων (*Total Coliform*), την ομάδα των κοπρανωδών κολοβακτηρίων (*Faecal Coliform*) και την ομάδα των κοπρανωδών στρεπτόκοκκων (*Faecal Streptococci*). Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε να γίνει έλεγχος της συγκέντρωσης των ολικών κολοβακτηρίων (*Total Coliform*) και των κολοβακτηρίων *E.coli*.

Τα ολικά κολοβακτήρια (*Total Coliform*) είναι αρκετά διαδεδομένα στην φύση και εντοπίζονται εκτός από τα λύματα, στο χώμα και στα βυθισμένα στο νερό ξύλα, ενώ κάποια μέλη της ομάδας είναι δυνατό να αναπτυχθούν σε νερό πλούσιο σε θρεπτικά άλατα. Συνεπώς, η παρουσία τους δείχνει επιμόλυνση από εξωτερική πηγή που μπορεί να έχει κοπρανώδη όσο και σε περιβαλλοντική (έδαφος, φύλλα) προέλευση.

Τα κοπρανώδη κολοβακτήρια είναι μία υποομάδα των ολικών κολοβακτηρίων, έχουν προέλευση τον εντερικό σωλήνα των θερμόαιμων ζώων (μεταξύ των οποίων και του ανθρώπου) και τυπικό μέλος της ομάδας αυτής αποτελεί το *E.Coli*, η παρουσία του οποίου υποδεικνύει την ύπαρξη πρόσφατης, κοπρανώδους επιμόλυνσης, συνοδευόμενη πιθανά από εντερικά παθογόνα.

#### 4.3.2 Μεθοδολογία

Για τον προσδιορισμό των ολικών κολοβακτηριδίων και της *Escherichia Coli* επιλέχθηκε η μέθοδος διήθησης με μεμβράνη. Με τη μέθοδο αυτή ικανή ποσότητα νερού διηθείται δια μέσου φίλτρου, με διάμετρο πόρων 0.25μm. Για τον προσδιορισμό των ολικών κολοβακτηριδίων χρησιμοποιήθηκε η πρότυπη μέθοδος ανάλυσης APHA 9222B, η οποία ως θρεπτικό υπόστρωμα χρησιμοποιεί το M-Endo Agar Les, θερμοκρασία επώασης τους 35oC και χρόνο επώασης 22h . Για τον προσδιορισμό της *E.coli*, χρησιμοποιήθηκε ως θρεπτικό υλικό το HiCrome E. Coli Agar, που περιέχει ειδικό χρωμογόνο.



#### 4.3.3 Αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων

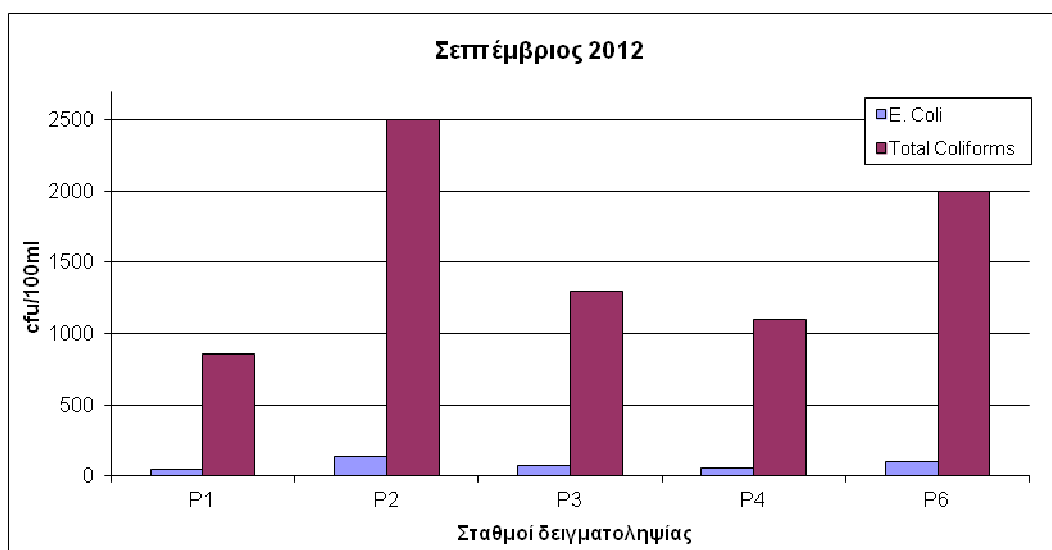
Με βάση τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων από τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου, προκύπτει ότι η μέγιστη συγκέντρωση των κολοβακτηρίων συναντάται στο σταθμό P2. Πιο συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των ολικών κολοβακτηρίων (*Total Coliform*) στο σημείο δειγματοληψίας P2 είναι 2.500 cfu/100ml και των *E.coli* 140 cfu/100ml, ενώ και στα υπόλοιπα σημεία μετρήθηκαν ιδιαίτερα μεγάλες συγκεντρώσεις, με τη μικρότερη να εντοπίζεται στο σταθμό P1 (860 cfu/100ml *Total Coliform* και 50 cfu/100ml *E.Coli*).

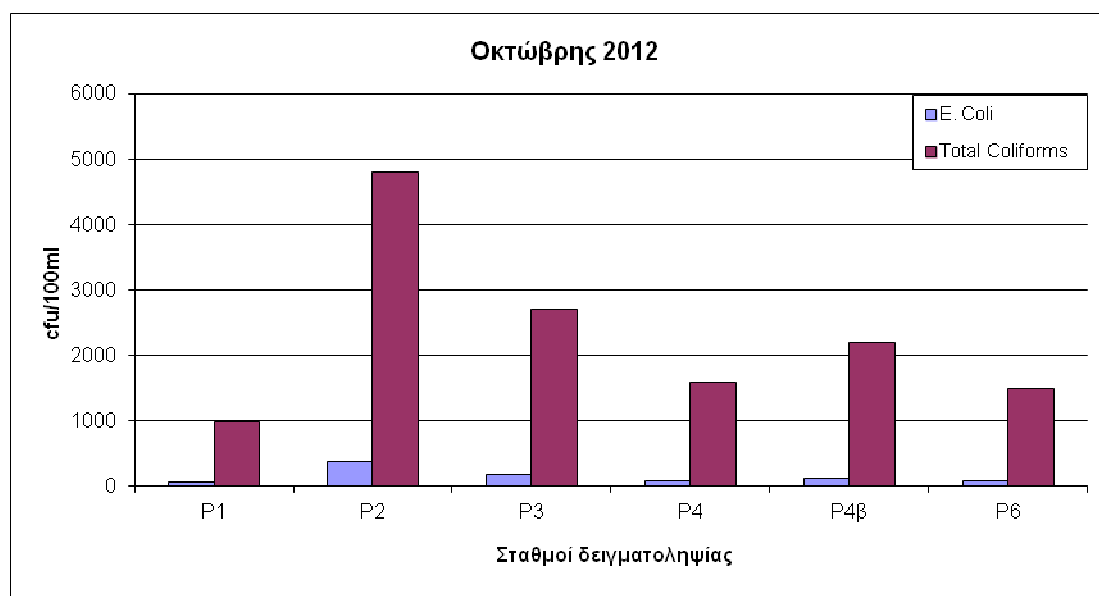
Αντίστοιχα η συγκέντρωση των κολοβακτηρίων που μετρήθηκε στη δειγματοληψία του Οκτωβρίου εμφανίζεται επίσης πολύ υψηλή και ιδιαίτερα υψηλότερη από αυτή του Σεπτεμβρίου. Ο σταθμός δειγματοληψίας P2 παρουσιάζει ξανά την μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών κολοβακτηρίων (*Total Coliform*) και *E.coli* με τιμές 4800 cfu/100ml και 370 cfu/100ml αντίστοιχα. Παράλληλα, ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις μετρήθηκαν και στους υπόλοιπους σταθμούς με τη μικρότερη να εντοπίζεται επίσης στο σταθμό P1 (62 cfu/100ml *E.coli* και 980 cfu/100ml *Total Coliform*) (Πίνακας 19). Επιπρόσθετα, τον Οκτώβρη πραγματοποιήθηκε η λήψη δείγματος με την ονομασία P4β, από τοποθεσία πλησίον του σταθμού P4 κατάντη της συμβολής του κύριου κλάδου του ρέματος με παρακείμενο κλάδο, με σκοπό να εξακριβωθεί εάν το το υψηλό μικροβιακό φορτίο εκφορτίζεται από αυτό τον δευτερεύοντα κλάδο. Από τις μικροβιακές αναλύσεις προκύπτει ότι ο σταθμός P4β παρουσιάζει υψηλότερη συγκέντρωση ολικών κολοβακτηρίων και *E.Coli* με τιμές 2200 και 130 cfu/100ml, συγκριτικά με τον P4 του οποίου οι τιμές ολικών κολοβακτηρίων και *E.Coli* είναι 1600 και 90 cfu/100ml, αντίστοιχα. Τα προκαταρκτικά αυτά αποτελέσματα υποδεικνύουν μια πιθανή εκφόρτιση μικροβιακού φορτίου από τον επιμέρους κλάδο (σταθμός P4β), περαιτέρω όμως δειγματοληψίες και μικροβιακές αναλύσεις θεωρούνται απαραίτητες έτσι ώστε το γεγονός να εξακριβωθεί.

Σύμφωνα με τα όρια αξιολόγησης και ταξινόμησης των υδάτων κολύμβησης, τα ύδατα με επαρκή ποιότητα είναι εκείνα με συγκέντρωση κολοβακτηρίων έως και 900 cfu/100ml. Οι πολύ υψηλές συγκεντρώσεις ολικών κολοβακτηρίων υποδεικνύουν σαφώς την ύπαρξη κάποιου μολυσματικού γεγονότος, ιδιαίτερα πλησίον του σταθμού δειγματοληψίας P2 (αναξέλεγκτη διάθεση αστικών λυμάτων).

**Πίνακας 19:** Συγκεντρώσεις ολικών κολοβακτηρίων (*Total Coliform*) και *E.Coli* στους σταθμούς δειγματοληψίας του ρέματος της Πικροδάφνης.

Δείγμα	Ημερομηνία δειγματοληψίας	<i>E. Coli</i> (cfu/100 ml)	<i>Total Coliforms</i> (cfu/100ml)
P1	20/09/2012	50	860
P2		140	2500
P3		70	1300
P4β		60	1100
P6		105	2000
P1	18/10/2012	62	980
P2		370	4800
P3		180	2700
P4		90	1600
P4β		130	2200
P6		78	1500

**Εικόνα 61:** Συγκεντρώσεις ολικών κολοβακτηρίων (*Total Coliform*) και *E.Coli* στους σταθμούς δειγματοληψίας του ρέματος της Πικροδάφνης τον Σεπτέμβριο 2012.



**Εικόνα 62:** Συγκεντρώσεις ολικών κολοβακτηρίων (*Total Coliform*) και *E.Coli* στους σταθμούς δειγματοληψίας του ρέματος της Πικροδάφνης τον Οκτώβριο 2012.

#### 4.4. Υδρογονάνθρακες

##### 4.4.1 Εισαγωγή

Αν και οι υδρογονάνθρακες σε ένα οικοσύστημα μπορεί να έχουν τόσο ανθρωπογενή όσο και βιογενή προέλευση (παράγονται κατά τη διαγένεση οργανικών ουσιών), οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Π.Α.Υ.) συνήθως έχουν ανθρωπογενή προέλευση και αποτελούν παραπροϊόντα καύσης των οργανικών υλών (πυρολυτικοί Π.Α.Υ.) ή είναι συστατικά του πετρελαίου (πετρογενείς Π.Α.Υ.). Πρόκειται για οργανικές ενώσεις με έναν ή περισσότερους βενζολικούς δακτυλίους. Γενικά οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Π.Α.Υ.) είναι αρκετά τοξικές ενώσεις, έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα στην φυσικοχημική και βιολογική αποσύνθεση, ενώ κάποιοι από αυτούς θεωρείται ότι προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις σε υδρόβιους ή χερσαίους οργανισμούς ή ότι είναι καρκινογόνες. Οι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες αποτελούν τα κύρια συστατικά του πετρελαίου και όλων των υγρών καυσίμων ενώ κάποιοι από αυτούς είναι συστατικά των ανώτερων χερσαίων φυτών ή μπορούν να παραχθούν από το πλαγκτόν. Οι ενώσεις αυτές έχουν υδρόφοβο χαρακτήρα, με συνέπεια ο χρόνος παραμονής τους στην υδάτινη στήλη να είναι μικρός και γρήγορα καταλήγουν στον τελικό αποδέκτη το ίζημα, αφού απορροφηθούν από την αιωρούμενη οργανική ύλη. Έτσι, οι συγκεντρώσεις των Π.Α.Υ. στα ιζήματα αποτυπώνουν τις

ρυπαντικές συνθήκες μίας περιοχής και για τον λόγο αυτόν περιλαμβάνονται στη λίστα των ουσιών προτεραιότητας (POPs, Priority Pollutants).

#### 4.4.2 Μεθοδολογία

Τον Οκτώβρη 2012, από το ίδιο δίκτυο συλλέχθηκαν δείγματα των επιφανειακών ιζημάτων από όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας του ρέματος της Πικροδάφνης. Τα ιζήματα ξηράθηκαν σε συσκευή λυοφίλησης, κοσκινίστηκαν σε κόσκινο 250 μm και ακολούθησε ο προσδιορισμός των ενώσεων.

Για τον προσδιορισμό των υδρογονανθράκων τα ιζήματα μετά από προσθήκη εσωτερικών προτύπων εκχυλίστηκαν σε συσκευή Soxhlet χρησιμοποιώντας μίγμα διγλωρομεθάνιου - μεθανόλης 2:1, ακολούθησε σαπωνοποίηση με μεθανολικό διάλυμα ΚΟΗ, εκχύλιση των μη σαπωνοποιήσιμων συστατικών με εξάνιο και κλασματοποίηση και καθαρισμός με χρωματογραφία στήλης σε ενεργοποιημένη silica gel. Συλλέχθηκαν δύο κλάσματα, το πρώτο περιείχε τους αλειφατικούς υδρογονάνθρακες και το δεύτερο τους Π.Α.Υ.. Τα κλάσματα αυτά συμπυκνώθηκαν μέχρι τελικού όγκου 100 μL, και ο προσδιορισμός των αλειφατικών υδρογονανθράκων και των Π.Α.Υ. έγινε με αέρια χρωματογραφία - φασματοσκοπία μάζας χρησιμοποιώντας τεχνική πλήρους σάρωσης των ιόντων.

#### 4.4.3 Αποτελέσματα από τις αναλύσεις στο ίζημα

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 20) παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των Π.Α.Υ. στο ίζημα των σταθμών δειγματοληψίας του ρέματος της Πικροδάφνης. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Π.Α.Υ. παρατηρούνται στο ίζημα του σταθμού δειγματοληψίας P6 (3082.0 ng/g), στη συνέχεια ακολουθεί το ίζημα του σταθμού P2 (1671.6 ng/g) και ο σταθμός P1 (1556.6 ng/g). Η EPA (United States Environmental Protection Agency) χρησιμοποιεί την τιμή ERL (Effects Range Low) σαν οριακό σημείο για τα ιζήματα, δηλαδή σαν όριο πέρα του οποίου υπάρχει πιθανότητα βλάβης ή πιθανών κινδύνων για τους οργανισμούς στο περιβάλλον. Η τιμή ERL είναι 3500 ng/g και όπως παρατηρείται από τον πίνακα των αναλύσεων δεν ξεπερνάται από κανένα δείγμα ιζήματος του ρέματος της Πικροδάφνης γεγονός που χαρακτηρίζει την ποιοτική κατάσταση των μελετούμενων ιζημάτων ως καλή.

**Πίνακας 20:** Συγκεντρώσεις των Π.Α.Υ. και των αλειφατικών υδρογονανθράκων στα δείγματα των ιζημάτων του ρέματος της Πικροδάφνης.

Σταθμός	P1	P2	P3	P4	P6
Συνολικοί υδρογονάνθρακες (μg/g)	46.5	15.7	6.9	5.4	62.7
Αλειφατικοί υδρογονάνθρακες (μg/g)	705.4	656.3	532.4	636.0	1408.4
<b>Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ng/g)</b>					
U/R	21.8	18.4	8.7	14.1	29.3
Ναφθαλένιο	19.2	28.6	16.0	16.6	61.4
Ακεναφθυλένιο	5.9	5.2	5.6	2.9	8.3
Ακεναφθένιο	1.4	1.5	1.2	0.8	2.9
Φλουορένιο	3.1	3.3	2.4	1.9	6.8
Διβενζοθειοφένιο	3.3	3.4	2.4	2.5	7.6
Φαινανθρένιο	36.1	61.1	34.1	28.5	82.8
Ανθρακένιο	7.8	11.6	6.8	5.3	16.3
Φλουορανθένιο	70.8	91.1	45.9	35.8	111.3
Πυρένιο	86.5	95.8	50.5	39.3	151.6
Βενζο(α)ανθρακένιο	51.9	68.2	37.5	27.5	60.3
Χρυσένιο	76.5	93.1	52.5	42.7	127.6
Βενζο(β)φλουορανθένιο	94.3	128.1	67.7	53.2	117.0
Βενζο(κ)φλουορανθένιο	33.0	40.8	21.5	15.9	34.0
Βενζο(ε)πυρένιο	68.2	93.9	54.7	46.4	106.9
Βενζο(α)πυρένιο	60.7	87.8	45.4	34.0	72.5
Περυλένιο	16.6	19.0	11.3	8.0	15.1
Ινδενο(1,2,3-cd)πυρένιο	43.8	62.3	34.3	27.4	60.6
Διβενζο(a,h)ανθρακένιο	8.8	12.9	7.4	6.0	12.5
Βενζο(ghi)περυλένιο	60.8	81.5	49.0	40.8	104.9
Μεθυλοναφθαλένια	20.6	32.6	18.0	17.4	85.9
Διμεθυλοναφθαλένια	27.1	25.8	16.6	17.8	56.3
Τριμεθυλοναφθαλένια	29.8	18.9	8.6	17.3	48.3
Μεθυλοδιβενζοθειοφένια	8.9	6.2	3.8	7.8	21.6
Διμεθυλοδιβενζοθειοφένια	28.0	19.0	10.3	19.0	85.0
Μεθυλοφαινανθρένια	73.9	70.1	41.1	52.8	155.1
Διμεθυλοφαινανθρένια	133.3	93.9	53.5	88.9	340.0
Τριμεθυλοφαινανθρένια	143.6	69.8	37.1	76.2	358.5
Μεθυλοπυρένια	86.2	73.9	41.1	47.7	207.1
Διμεθυλοπυρένια	86.5	86.8	46.6	33.6	224.5

<b>Μεθυλογρυσένια</b>	76.9	85.4	50.4	57.6	123.6
<b>Διμεθυλογρυσένια</b>	85.1	86.7	53.1	61.5	193.2
<b>Ρετένιο</b>	7.9	13.0	4.2	6.3	22.6
<b>ΣΠΑΥ</b>	<b>1556.6</b>	<b>1671.6</b>	<b>930.6</b>	<b>939.5</b>	<b>3082.0</b>

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις στα ιζήματα ως προς τις συγκεντρώσεις τους σε πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs). Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια θεωρούνται ευρέως διαδεδομένοι περιβαλλοντικοί ρύποι, οι οποίοι αναφέρονται ως υψηλής προτεραιότητας από την Αμερικάνικη Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (US-Environmental Protection Agency, US-EPA) και από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η χρήση τους έχει απαγορευτεί σε όλες τις βιομηχανικές χώρες και αυτό που έχει παγκόσμιο αντίκτυπο είναι η παρουσία των παραμενόντων οργανικών ρύπων στο οικοσύστημα και ο κύκλος τους στη φύση. Σύμφωνα με τα όρια που έχει θεσπίσει η Αμερικάνικη Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (EPA, 1998), όλα τα στερεά δείγματα μπορούν να διατεθούν στο περιβάλλον εφόσον οι συγκεντρώσεις του συνόλου των PCBs δεν υπερβαίνει το 1 μg/kg. Παρατηρείται στον πίνακα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων (Πίνακας 21) ότι το σύνολο των PCBs σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας ξεπερνούν την επιτρεπόμενη παραμετρική τιμή, γεγονός που υποδεικνύει την διαχρονική παραμονή των συγκεκριμένων ρύπων στο υπό μελέτη ίζημα με πηγές προέλευσης πιθανόν βιομηχανικές δραστηριότητες ή και παράνομη χρήση απαγορευμένων τοξικών ουσιών στην ευρύτερη περιοχή του ρέματος. Παρόλα αυτά, συγκεντρώσεις μεταξύ 10 και 20 ng/g είναι συνήθεις σε περιοχές με μέτρια προς υψηλά ρυπαντικά φορτία.

**Πίνακας 21:** Συγκεντρώσεις πολυχλωριωμένων διφαινυλίων (PCBs) (ng/g) στα ιζήματα του ρέματος της Πικροδάφνης.

Σταθμός	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	Σύνολο
<b>P1</b>	0.27	0.34	0.99	0.30	0.44	0.17	0.42	0.12	0.11	0.01	0.11	0.32	0.08	<b>3.68</b>
<b>P2</b>	0.19	0.26	2.16	0.42	0.64	0.29	0.59	0.19	0.22	0.05	0.33	0.23	0.08	<b>5.65</b>
<b>P3</b>	0.06	0.04	0.66	0.11	0.32	0.04	0.24	0.13	0.09	0.03	0.14	0.19	0.02	<b>2.07</b>
<b>P4</b>	0.21	0.23	0.57	0.14	0.25	0.11	0.16	0.45	0.09	0.01	0.13	0.12	0.04	<b>2.51</b>
<b>P5</b>	0.27	0.33	0.58	0.23	0.16	0.21	0.79	0.38	0.12	0.00	0.08	0.04	0.02	<b>3.21</b>

## 4.5. Υδρολογικές μετρήσεις

### 4.5.1 Μεθοδολογία

Για την κατανόηση των υδρολογικών συνθηκών του ρέματος και τις κατά μήκος της κοίτης του μεταβολές μετρήθηκαν σε μηνιαία βάση οι παροχές σε 5 σημεία δειγματοληψίας (Εικόνα 63). Οι υδρολογικές μετρήσεις πραγματοποιούνταν πάντα στο ίδιο σημείο του ρέματος, εγκάρσια της κοίτης του και αποτυπώνονταν η ταχύτητα ροής του νερού και το βάθος σε διάφορα σημεία, ώστε να εκτιμηθεί η διαβρεγμένη διατομή του και η παροχή του. Οι μετρήσεις βάθους, γίνονταν με τη χρήση βαθμονομημένου μεταλλικού σωλήνα, στα ίδια ακριβώς σημεία που καταγραφόταν και η ροή του ρέματος.

Οι μετρήσεις της ταχύτητας ροής έγιναν με μιλίσκο (ψηφιακό ροόμετρο Swoffer 2100) σε διάφορα σημεία εγκάρσια της κοίτης έτσι ώστε να αποτυπώνονται οι διαφορετικές συνθήκες ροής και βάθους της μετρούμενης διατομής. Σε κάθε περίπτωση καταβάλλονταν προσπάθεια οι μετρήσεις ροής να γίνονται σε σημεία στα οποία δεν υπήρχαν εμπόδια, ή άλλοι σχηματισμοί, που θα προκαλούσαν τοπικές μεταβολές στην ταχύτητα ροής του ρέματος και οι μετρήσεις καταγράφονταν στο 60% περίπου του μέγιστου βάθους. Τα δεδομένα της βρεχόμενης περιμέτρου των διατομών, του βάθους και της ταχύτητας ροής εισήχθησαν σε λογισμικό GIS προκειμένου να υπολογιστούν κατ' αρχήν τα εμβαδά των διαβρεγμένων διατομών και στη συνέχεια οι ολοκληρωμένες τιμές των παροχών για κάθε σταθμό δειγματοληψίας.

Η ολοκλήρωση των τιμών της μέσης ταχύτητας και ο υπολογισμός της παροχής έγινε σύμφωνα με τη βασική εξίσωση μέσης παροχής σε ποτάμι:

$$\bar{Q} = \bar{U} \times A$$

Η συνολική μέση παροχή του ποταμού υπολογίζεται από τις επιμέρους παροχές σύμφωνα με τη σχέση:

$$\bar{Q}_{total} = \bar{Q}_1 + \bar{Q}_2 + \dots + \bar{Q}_n$$

Όπου  $\bar{Q}_1$ ,  $\bar{Q}_2$ , έως  $\bar{Q}_n$ :

$$\bar{Q}_1 = \frac{\bar{U}_0 + \bar{U}_1}{2} \times A1$$

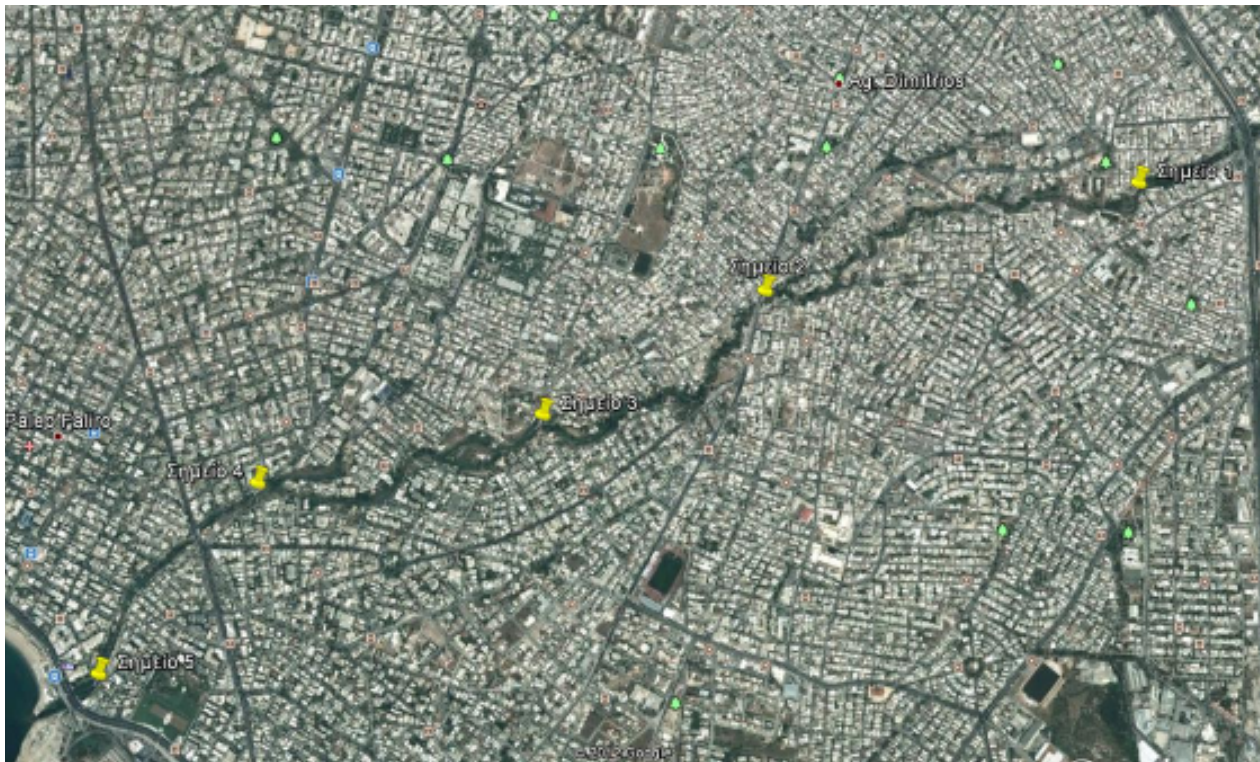
$$\bar{Q}_2 = \frac{\bar{U}_1 + \bar{U}_2}{2} \times A2$$



...

$$\bar{Q}_n = \frac{\bar{U}_{n-1} + \bar{U}_n}{2} \times A_n$$

όπου  $\bar{U}_0, \bar{U}_1, \dots, \bar{U}_n$  αντιστοιχούν στη μέση ταχύτητα ροής του ποταμού σε ένα σημείο της διατομής του και σε βάθος  $\sim 6/10$  από την επιφάνεια, ενώ  $A_1, A_2, \dots, A_n$  είναι τα υπολογισμένα τμήματα επιφάνειας της διατομής μεταξύ δύο μετρήσεων μέσης ταχύτητας ροής (Weight & Sonderegger, 2001).



**Εικόνα 63. Δίκτυο σταθμών μέτρησης υδρολογικών παραμέτρων**

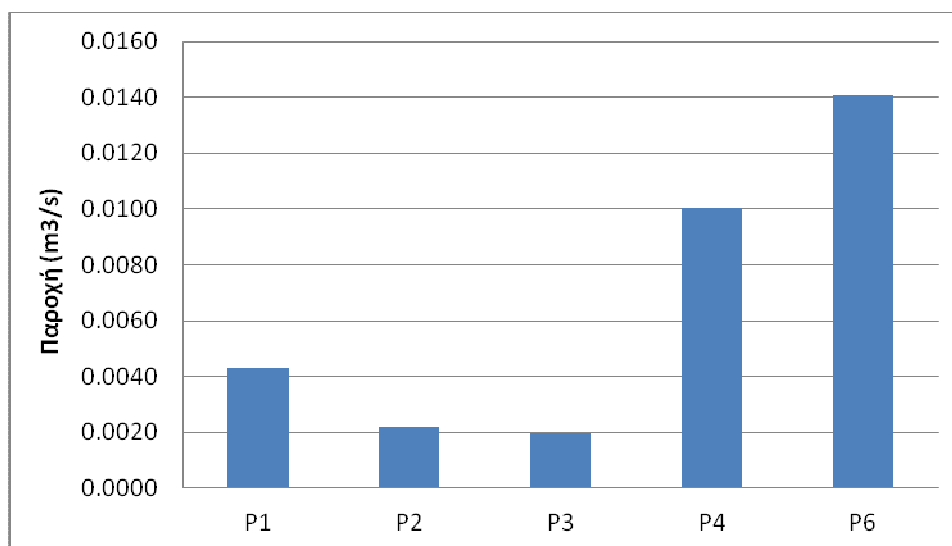
#### 4.5.2 Αποτελέσματα

Οι μετρήσεις παροχής που πραγματοποιήθηκαν κατά μήκος του ρέματος Πικροδάφνη έδειξαν πολύ χαμηλές τιμές, γεγονός αναμενόμενο, αφού η περίοδος μετρήσεων κάλυπτε το διάστημα Ιουνίου – Νοεμβρίου 2012. Είναι αξιοσημείωτο πως το ρέμα μπορεί οριακά να χαρακτηριστεί ως διαρκούς ροής αφού ακόμη και στο τέλος της ξηρής περιόδου διατηρούσε ροή σε όλο το μήκος του με εξαίρεση το σημείο P3 όπου το βάθος του νερού ήταν τόσο μικρό που δεν μπορούσε να μετρηθεί η παροχή (Πίνακας 22).

**Πίνακας 22.** Μετρήσεις παροχής ( $m^3/s$ ) στους σταθμούς δειγματοληψίας της Πικροδάφνης

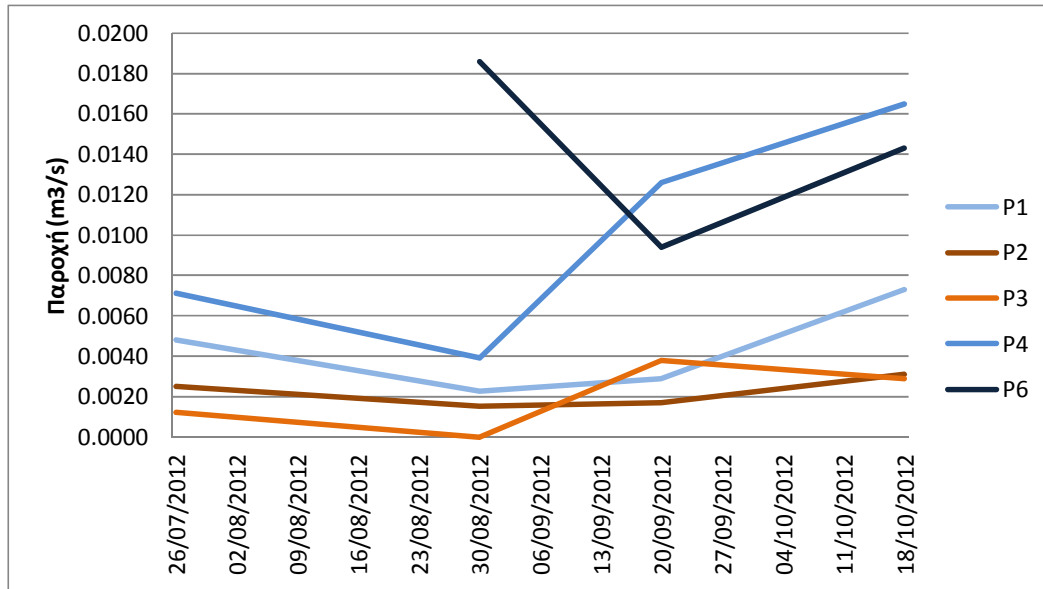
Ημερομ.	Σταθμοί δειγματοληψίας				
	P1	P2	P3	P4	P6
26/07/2012	0.0048	0.0025	0.0012	0.0071	
30/08/2012	0.0023	0.0015	0.0000	0.0039	0.0186
20/09/2012	0.0029	0.0017	0.0038	0.0126	0.0094
18/10/2012	0.0073	0.0031	0.0029	0.0165	0.0143
<b>Μέση τιμή</b>	<b>0.0043</b>	<b>0.0022</b>	<b>0.0020</b>	<b>0.0100</b>	<b>0.0141</b>

Οι μέσες τιμές παροχής μειώνονται από ανάντη προς κατόντη στους 3 πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας ( $P1 > P2 > P3$ ) ενώ παρατηρείται μια σημαντική αύξηση της παροχής στους σταθμούς P4 και P6 (Εικόνα 64). Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται σε δευτερεύοντα κλάδο του υδρογραφικού δικτύου που εισέρχεται στην κύρια κοίτη του ρέματος μεταξύ των σημείων P3 και P4 (συμβολή οδού Θέμιδος και Πικροδάφνης), καθώς και σε αγωγούς ομβρίων ή παράνομους αγωγούς διάθεσης λυμάτων.

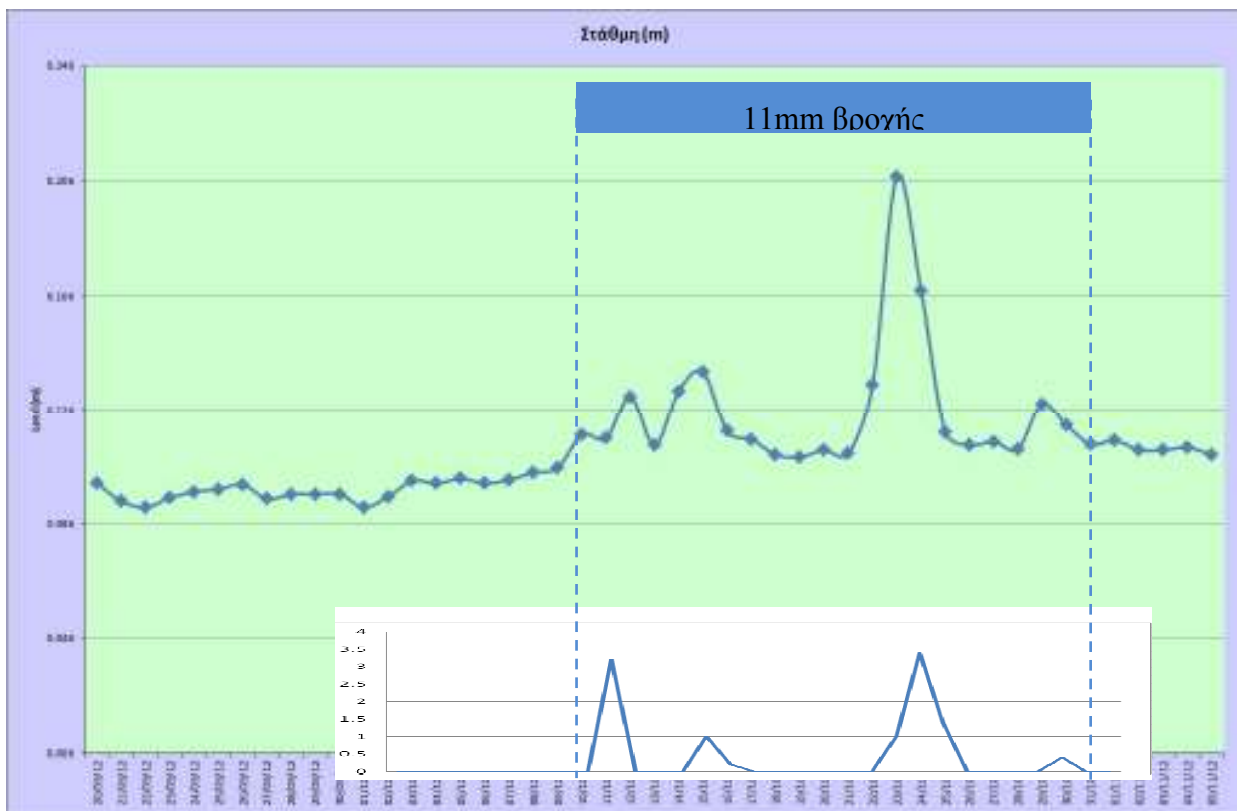
**Εικόνα 64.** Μέσες τιμές παροχής στους σταθμούς δειγματοληψίας του ρ. Πικροδάφνης

Κατά την περίοδο των μετρήσεων έπεσαν περίπου 11mm βροχής στην περιοχή μελέτης, γεγονός που αύξησε στο διπλάσιο περίπου την παροχή στον σταθμό P4 και κατά 30% στον σταθμό P1 ενώ δεν φαίνεται να επηρέασε σημαντικά τους σταθμούς P2 και P3 (Εικόνα 26). Επίσης, η ανωτέρω ποσότητα βροχής ανέβασε το επίπεδο της στάθμης στον σταθμό P6 κατά περίπου 12 cm, ενώ το

μέγιστο επίπεδο στάθμης επιτεύχθηκε λίγες ώρες μετά την κορύφωση του γεγονότος βροχόπτωσης στις 23 Οκτωβρίου 2012 (3,4 mm βροχής, Εικόνα 27).



Εικόνα 65. Διακύμανση της παροχής στους σταθμούς δειγματοληψίας του ρ. Πικροδάφνης



Εικόνα 66. Μετρήσεις στάθμης στον σταθμό P6 του ρ. Πικροδάφνης

Ως εκ τούτου, από τις μέχρι τώρα μετρήσεις φαίνεται ότι στα σημεία P2 και P3 παρατηρούνται σημαντικές απώλειες νερού (περίπου κατά 50%) πιθανότατα λόγω αυξημένης κατείσδυσης τοπικά ενώ το σημείο P4 δέχεται σημαντικές ποσότητες νερού από παρακείμενο δευτερεύοντα κλάδο με αποτέλεσμα να αυξάνεται απότομα και σε μεγάλο βαθμό η παροχή του όταν καταγράφεται κάποιο σημαντικό γεγονός βροχοπτώσης. Επιπρόσθετα, και το σημείο P6 παρουσιάζει άμεση απόκριση της στάθμης του σε σχετικά υψηλές βροχοπτώσεις, αλλά κατά πάσα πιθανότητα σε μικρότερο βαθμό από ότι το σημείο P4.

Τα ανωτέρω συμπεράσματα είναι σχετικά πρόωρα και πρέπει να επιβεβαιωθούν από την συνεχιζόμενη παρατήρηση ενός τουλάχιστον υδρολογικού έτους, ώστε να εξαχθούν σαφή συμπεράσματα για την υδρολογική συμπεριφορά του ρέματος και κατ' επέκταση για την πλημμυρική του επικυδυνότητα.

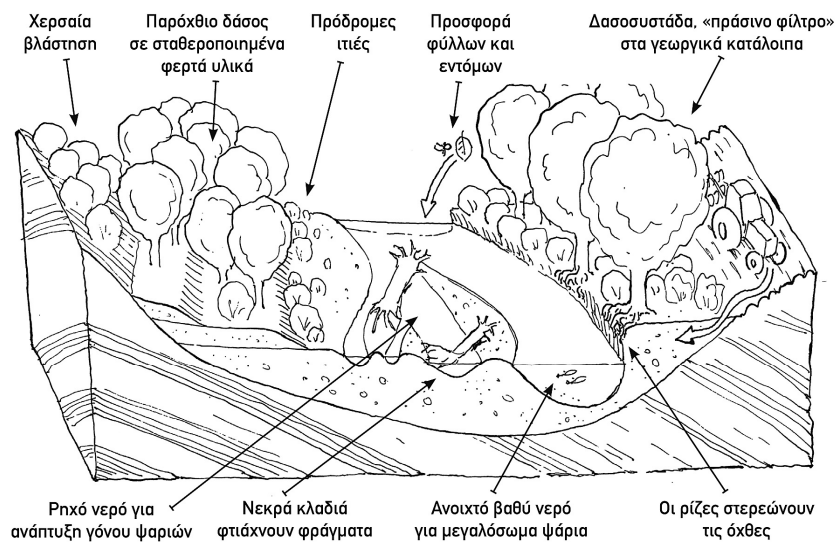
#### **4.6. Χλωρίδα και πανίδα**

##### **4.6.1 Παρόχθια ζώνη**

Η παρόχθια ζώνη είναι η ημι-χερσαία, μεταβατική ζώνη που παρεμβάλλεται ανάμεσα στα υδάτινα και τα χερσαία οικοσυστήματα και επηρεάζεται από το παρακείμενο νερό του ποταμού. Οι παρόχθιες ζώνες προφανώς περιλαμβάνουν τις όχθες του ποταμού, τις ζώνες πλημμυρών και τα παρόχθια δάση ή άλλους παρόχθιους σχηματισμούς βλάστησης (παρόχθια έλη, λιβάδια, χερσότοποι). Η παρόχθια ζώνη σε αστικές περιοχές, όπως και σε απότομες χαράδρες συνήθως είναι πολύ περιορισμένη. Η παρόχθια βλάστηση ωστόσο έχει ιδιαίτερη σημασία για το ποτάμι επειδή επηρεάζεται πρωταρχικά από την παρουσία νερού και της υγρασίας δίπλα στην κοίτη και επηρεάζει την υδρομορφολογική και οικολογική κατάσταση του ποταμού. Για αυτό το λόγο η οριοθέτηση και ο χαρακτηρισμός της παρόχθιας βλάστησης απαιτεί προσεκτική τοποθέτηση. Η παρόχθια ζώνη πάντα χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα και διαρκή εναλλαγή ενδιαιτημάτων όπως φαίνεται και στην Εικόνα 67.

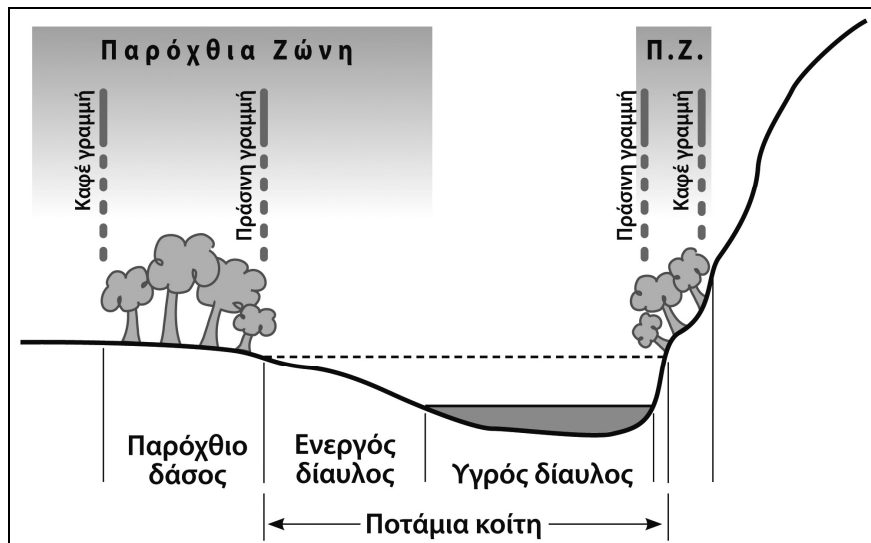
##### **4.6.2 Προσδιορίζοντας των σχηματισμό της παρόχθιας ζώνης: «ζώνη παρόχθιου δάσους».**

Για την επισκόπηση της ξυλώδους βλάστησης επικεντρωθήκαμε σε μια διακριτή ζώνη άμεσα παρόχθιας δασικής βλάστησης εντός του ποτάμιου διαδρόμου που την ονομάζουν «Παρόχθιο Δάσος» στην Εικόνα 68.



**Εικόνα 67. Σκαρίφημα που αναφέρεται σε λειτουργίες των παρόχθιων ζωνών στο σύνολο του ποτάμιου διάδρομου (Σκαρίφημα Β. Χατζηρβασάνη στο Ζόγκαρης κ.α. 2007).**

Προκειμένου να δημιουργήσουμε μια πρακτική οριοθέτηση του παρόχθιου δάσους είναι σημαντικό να χρησιμοποιήσουμε κριτήρια που αξιολογούνται στο πεδίο εύκολα και ουσιαστικά – και αυτό είναι ιδιαίτερα δύσκολο σε αστικούς ποταμούς και ρέματα. Τα παρόχθια δάση σχηματίζουν συνήθως παραποτάμιες «λωρίδες» ξυλώδους βλάστησης (κυριαρχούμενες από δέντρα και μεγάλους θάμνους), που κατά κανόνα ξεκινούν από το ανώτερο όριο της ενεργούς κοίτης. Η πρώτη πολυετής ξυλώδης βλάστηση που σχηματίζει μια γραμμική λωρίδα βλάστησης κοντά στην άκρη του νερού μπορεί να οριστεί από μια νοητή γραμμή, την οποία ας ονομάσουμε «πράσινη γραμμή». Το παρόχθιο δάσος εκτείνεται προς τα χέρσα όπου η τοπογραφία και η εδαφική ξηρότητα αποκλείουν την κυριαρχία της υδροφυτικής βλάστησης. Το γραμμικό όριο όπου ξεκινά η πραγματική χερσαία βλάστηση ορίζει μια νοητή «καφέ δασογραμμή». Οι «καφέ γραμμή» οριοθετείται πιο εύκολα κυρίως σε ημι-ερημικά, μεσογειακά ή αγροτικά τοπία, αν και, ακόμα και σε δασικά τοπία, οι αλλαγές της βλάστησης επηρεάζονται έντονα από την εδαφική υγρασία και το μικροανάγλυφο. Φυσικά, αυτά τα δύο γραμμικά, εννοιολογικά όρια, συχνά είναι συγκεχυμένα, αλλά μπορούν να είναι χρήσιμοι οδηγοί για πρακτικούς σκοπούς καθορισμού και καταγραφής (VERRY et al. 2004, Zogaris et al. 2008).



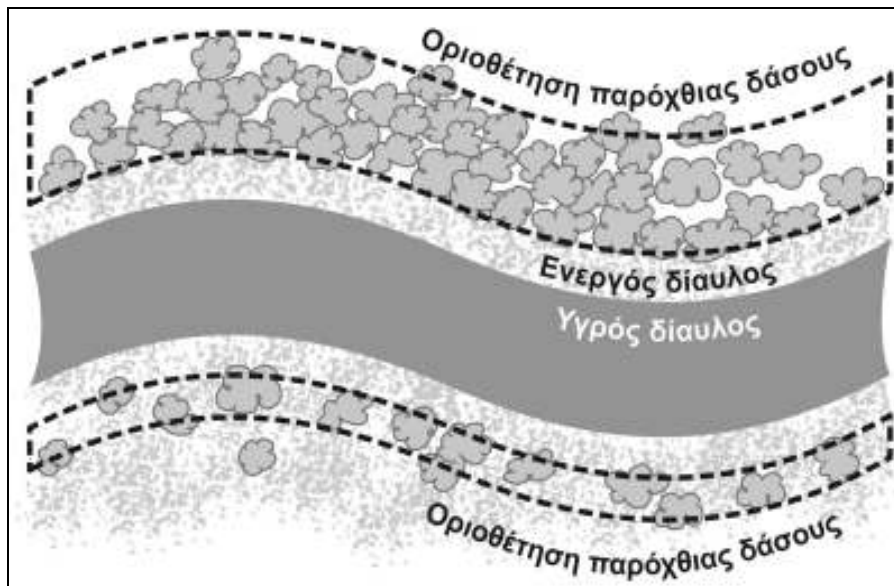
**Εικόνα 68.** Σχηματική τομή ποτάμιου διαδρόμου που δείχνει την ευρύτερη παρόχθια ζώνη καθώς και την πιο συγκεκριμένη «ζώνη παρόχθιου δάσους» που έχει την έναρξη της συνήθως στο ανώτερο τοπογραφικό όριο της ενεργούς κοιτης (πράσινη γραμμή).

#### 4.6.3 Επισκοπήσεις βλάστησης στην Πικροδάφνη

Στις δειγματοληψίες στο Ρέμα της Πικροδάφνης σε κάθε θέση (100 μ. μήκους) συλλέξαμε δεδομένα δύο κατηγοριών:

- α) ξυλώδη χλωρίδα (δέντρα, θάμνοι, αναρριχώμενα φυτά) της κάθε όχθης και,
- β) οπτική εκτίμηση των ανθρωπογενών πιέσεων και της σχετικής υποβάθμισης στο σύνολο της παρόχθιας ζώνης στη θέση αυτή του ποταμού με την χρήση του δείκτη QBR.

Στην Εικόνα 69 παρουσιάζεται σχηματική κάτοψη του τρόπου που οριοθετείται η παρόχθια βλάστηση στο συγκεκριμένο έργο επισκόπησης. Παρότι κάθε δειγματοληψία έχει όμοιο μήκος (100 m.) το πλάτος της δειγματοληπτικής επιφάνειας ποικίλει επειδή ποικίλει και το πλάτος του παρόχθιου δάσους (σκουρόχρωμα γκρι σχήματα). Αν και ο ερευνητής αποφασίζει το πλάτος της δειγματοληπτικής επιφάνειας στο πεδίο, το σημείο έναρξης της επιφάνειας πάντα αρχίζει από την νοητή γραμμή που σχηματίζουν τα πρώτα ξυλώδη φυτά στο άκρο της ενεργής κοιτης (πράσινη γραμμή). Η επιφάνεια μπορεί να έχει πλάτος το λιγότερο δύο μέτρα (όταν υπάρχουν ελάχιστα δέντρα στην παρόχθια ζώνη) (όπως στο κάτω μέρος του σχήματος).



**Εικόνα 69.** Οριοθέτηση της στενής λωρίδας που χαρακτηρίζεται ως «Παρόχθιο Δάσος» που ουσιαστικά επηρεάζει και επηρεάζεται από τον ποταμό. Οριοθετείται εδώ η σχηματική κάτοψη των δειγματοληπτικών τεμαχίων εντός της οριζόμενης ζώνης παρόχθιου δάσους (στικτές γραμμές).

#### 4.6.4 Υδρομορφολογική κατάσταση του Ρέματος της Πικροδάφνης

Η κατάσταση της κοίτης, των υδρομορφολογικών σχηματισμών, και της παρόχθιας ζώνης του ρέματος της Πικροδάφνης δείχνει ότι έχει υποστεί εκτεταμένη ανθρωπογενή υποβάθμιση. Ωστόσο υπάρχουν στοιχεία που αναδεικνύουν κάποιο βαθμό φυσικότητας και οικολογικής ακεραιότητας σε πολλά τμήματα του ποταμού. Τα θετικά στοιχεία αυτά είναι τα εξής:

- Μεγάλη ποικιλία υδρόβιων υδραυλικών ενδιατημάτων όπως διαδοχή κυματισμάτων (riffles) και μικρολιμνών (pools).
- Περιοχές με φυσικές προσχώσεις με χαλικοστρώσεις που λειτουργούν ως φίλτρα αυτοκαθαρισμού των υδάτων.
- Ποικιλία φυσικού υποστρώματος, χοντρόκοκκο υπόστρωμα στα ανάντη τμήματα (ογκόλιθοι-κροκάλες) και πιο λεπτόκοκκο υπόστρωμα σε ορισμένα σημεία στα κατόντη (βότσαλα-άμμος-ιλύς).
- Ποικιλόμορφη και αρκετά καλά αναπτυγμένη βλάστηση δέντρων και θάμνων (ενώ σχετικά σπάνια είναι τα ιθαγενή είδη δέντρων και θάμνων)



- Παρουσία υδρόβιας βλάστησης μακροφύτων σε ορισμένα σημεία (ελόβια φυτά και είδη της ομάδας του νεροκάρδαμου)

Υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά που αναδεικνύουν την υποβάθμιση σχετίζονται με τα εξής:

- Τεχνητές ανθρωπογενείς «στενώσεις» στις γέφυρες ή εκεί που υπάρχουν αυθαίρετα παρόχθια κτίσματα.
- Κάλυψη και στερεοποίηση των πρανών με συρματοκυβώτια και μπετόν σε ορισμένα σημεία.
- Γέφυρες ή άλλες κατασκευές που δημιουργούν υδατοπτώσεις και φράγματα στην προσπέλαση υδρόβιας πανίδας (ψάρια κ.α.).
- Κάλυψη από δόμηση και δρόμους και επιχωμάτωση της παρόχθιας ζώνης
- Έντονη εγκάρσια και κάθετη διάβρωση της ποτάμιας κοίτης που συχνά οφείλεται σε αλλοιώσεις στην παρόχθια ζώνη καθώς και στην επίδραση μεγα-πλημμυρών.
- Έλλειψη φυσικής παρόχθιας βλάστησης από ιθαγενή δέντρα και θάμνους και την σημειακή κυριαρχία του χωροκατακτητικού κοινού καλάμιού (*Arundo donax*).

#### - Χλωρίδα

Ένα από τα σπουδαιότερα προβλήματα ως προς τη φυσική ακεραιότητα του ποτάμιου διαδρόμου της Πικροδάφνης αφορά της φυσικότητα και ακεραιότητα των σχηματισμών παρόχθιας βλάστησης. Συγκριτικά με άλλες περιοχές όπου έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες της παρόχθιας χλωρίδας (Zogaris et al. 2008, 2009) το ρέμα της πικροδάφνης κυριαρχείται από ξενικά είδη. Έχουν καταγραφεί περισσότερα από 25 είδη ξενικών φυτών που βρέθηκαν να ευδοκιμούν στον χώρο της παρόχθιας βλάστησης (εδώ δεν συμπεριλαμβάνουμε τα είδη που είναι εμφανώς φυτεμένα από ανθρώπους) (Πίνακας 23). Η αυτοφυής χλωρίδα ιθαγενών ειδών της Αττικής είναι πολύ περιορισμένη και περιλαμβάνει περίπου 13 είδη (Πίνακας 24).

#### Πίνακας 23. Διαδεδομένα είδη Ξενικών Δέντρων και Θάμνων

- Λεύκα ή υβρίδια καβακιού *Populus nigra*
- Μουριά η μαύρη *Morus nigra*
- Μουριά η λευκή *Morus alba*
- Λαντάνα *Lantana camara*
- Πυράκανθος *Pyracantha coccinea*
- Γλεδισχια η τριάκανθος *Gleditsia triacanthos*
- Παρκινσόνια η ακανθώδης *Parkinsonia aculeata*
- Είδη Ακακίας *Acacia spp.*
- Αλμπίτσια ή Ακακία της Κωνσταντινουπόλεως *Albizia julibrissin*

- Ρετάμα ή Νύμφη *Retama retam*
- Πασχαλιά *Syringa vulgaris*
- Βουγκαινβίλλεα *Bougainvillea glabra*
- Φυτολάκκα *Phytolacca sp.*
- Ψευδακακία *Robinia pseudacacia*
- Ρίκινος *Ricinus communis*
- Αϊλανθος ή βρομοκαρυδιά *Alianthus altissima*
- Μελία *Melia azedarah*
- Παρθενοκισσός *Parthenocissus quinquefolia*
- Ευκάλυπτος η καμαλδουλένσεια *Eucalyptus camaldulensis*
- Βίγκα η μείζων *Vinca major*
- Νικοτιανή η γλαυκή *Nicotiana glauca*
- Γιούκα η ελεφαντόπους *Yucca elephantipes*
- Ουασιγτόνια η νηματοφόρος *Washingtonia filifera*
- Καρυδιά *Juglans regia*

#### Πίνακας 24. Ιθαγενή είδη Δέντρων και θάμνων

- Πλάτανος *Platanus orientalis*
- Ασημοιτιά *Salix alba*
- Ασημόλευκα *Populus alba*
- Συκιά *Ficus carica*
- Σπάρτο *Spartium junceum*
- Κάπαρη *Capparis spinosa*
- Λιγαριά *Vitex agnus-castus*
- Πικροδάφνη *Nerium oleander*
- Κλήμα *Vitis vinifera*
- Κισσός *Hedera helix*
- Δάφνη *Laurus nobilis*
- Βάτος *Rubus sanctus*

Τονίζουμε ότι παρότι δεν έχουν μελετηθεί τα είδη που δεν περιλαμβάνονται στα δέντρα και στους θάμνους (π.χ. πόες κ.α.), έχουν πολύ μεγάλη συμμετοχή σε ξενικά είδη. Για ορισμένα είδη υπάρχει ακόμη διένεξη ως προς το αν είναι ξενικά ή όχι στην συγκεκριμένη περιοχή ή στην περιφέρεια της Αττικής. Ένα από αυτά τα είδη είναι το ισχυρά επεκτατικό κοινό καλάμι *Arundo donax*.

#### - Πανίδα

##### Ορνιθοπανίδα

Η ορνιθοπανίδα της Πικροδάφνης έχει αποκτήσει σημαντικό βαθμό διάκρισης επειδή τυχαίνει να είναι ένας «μικρός υγρότοπος» εντός του πολεοδομικού συμπλέγματος του Λεκανοπεδίου Αττικής. Τα υγροτοπικά ενδιαυτήματα έλκουν πουλιά. Ωμως οι εκτιμήσεις και καταμετρήσεις της ομάδας

μελέτης δεν έχουν δείξει ότι η περιοχή έχει σπουδαίο ορνιθολογικό ενδιαφέρον σε σύγκριση με άλλους υγρότοπους της Αττικής. Η αξιολόγηση και οι γενικεύσεις που αναφέρονται εδώ δεν γίνονται για να υποτιμηθεί η ορνιθολογική αξία της Πικροδάφνης, υπάρχουν σαφέστατα συγκεκριμένο λόγοι για τους οποίους η ορνιθοπανίδα στην ρεματιά είναι συγκριτικά φτωχότερη με άλλους μικρούς υγρότοπους στην Αττική. Αναβαθμίζοντας ενδιαιτήματα, συνθήκες και πόρους για τα πουλιά θα μπορούσαμε να βελτιώσουμε αισθητά την ορνιθολογική σημασία της Πικροδάφνης. Η ορνιθοπανίδα είναι συνεπώς πολύ καλός ενδείκτης αξιολόγησης της κατάστασης των ενδιαιτημάτων της ρεματιάς.

Ενώ η ρεματιά της Πικροδάφνης μπορεί να μη πληρεί κάποια κριτήρια αξιολόγησης της ως υγρότοπος εθνικής ή περιφερειακής αξίας προφανώς έχει σημαντικά χαρακτηριστικά που έλκουν μεγάλο αριθμό ειδών πουλιών και προφανώς αρκετά από αυτά τα είδη είναι εξειδικευμένα, σπάνια, απειλούμενα και προστατευόμενα. Αυτό είναι μια από τις διακρίσεις ως προς την βιοποικιλότητα του Ρέματος όμως δεν θα πρέπει να υπερτιμηθεί ή να υπερτονιστεί μόνο (ή κυρίως) η ορνιθολογική αξία της περιοχής. Η Πικροδάφνη δεν είναι ένας εξαιρετικά σημαντικός υγρότοπος για τα πουλιά<sup>1</sup>, όμως η εκβολή και ο κάτω ρους (κατάντη της γέφυρας της Αμφιθέας) έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα πουλιά (και κυρίως για την παρατήρηση και φωτογράφιση πουλιών).

#### - **Είδη ενδείκτες για την εκτίμηση, παρακολούθηση και αποκατάσταση του ρέματος**

Ως προς την φυσική ακεραιότητα του παρόχθιου τοπίου, τα πουλιά μπορεί να λειτουργήσουν ως καλοί ενδείκτες ποιότητας (environmental quality indicators). Υπάρχουν πολλά είδη πουλιών που είναι ιδιαίτερα εξειδικευμένα ή έχουν εξειδικευμένες ανάγκες. Καθένα από τα εξειδικευμένα είδη που ζουν σε υγροτόπους, ποτάμια, παρόχθια δάση, ή/και σε παρόχθιους χερσότοπους απαιτούν ειδικές συνθήκες και πόρους για να τραφούν, να φωλιάσουν ή/και να κουρνιάσουν. Αν αυτές οι συνθήκες και πόροι υποβαθμίζονται από ανθρωπογενείς πιέσεις έχουμε μείωση και υποβάθμιση των χαρακτηριστικών της κοινότητας πουλιών που απαντά στην περιοχή.

Τα πουλιά της πικροδάφνης με εξαιρετική εξειδίκευση και ανάγκες για παρόχθιες ζώνες και υγροτοπικά ενδιαιτήματα μπορούν χωριστούν στις εξής κατηγορίες:

---

<sup>1</sup> Αυτή η αξιολόγηση γίνεται συγκριτικά με άλλες μικρές παράκτιες υγροτοπικές περιοχές καθώς και ορισμένες περιοχές εσωτερικών υδάτων στην Αττική όπως είναι το Ρέμα Ραφήνας, ο Φαληρικός Όρμος, Λίμνη Κουμουνδούρου, Πάρκο Πύργου Βασιλίσσης, Αλυκή Λούτσας, Βουρκάρι Μεγάρων, Εκβολές Ερασίνου-Βραυρώνα κ.α.

- Παρυδάτια (χαραδριόμορφα, γλάροι)
- Καλοβατικά (Ερωδιοί)
- Υδρόβια (πάπιες, νερόκοτες)
- Άλλα μη-στρουθιόμορφα με εξειδικευμένες απαιτήσεις που έχουν ανάγκη υγροτοπικά ενδιαιτήματα (π.χ. Αλκυόνα)
- Στρουθιόμορφα πουλιά με εξειδικευμένες απαιτήσεις που έχουν ανάγκη υγροτοπικά ενδιαιτήματα (π.χ. Ψευταηδόνη, Ακροκέφαλοι)

Τα χερσαία είδη πουλιών που αναζητούν ανοιχτούς χώρους ή φυσικά ενδιαιτήματα στα παρόχθια και ποτάμια ενδιαιτήματα μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

- Αρπακτικά πουλιά (ημερόβια και νυκτόβια, βραχοκιρκίνεζο, Κουκουβάγια)
- Σχετικά σπάνια είδη χερσαίων μη-στρουθιόμορφων-μεταναστών (π.χ. Μελισσοφάγος)
- Χερσαία στρουθιόμορφα (π.χ. Κατσουλάρης)
- Χερσαία στρουθιόμορφα που δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στην παρουσία νερού (π.χ. Σταχτοσουσουράδα).

#### - Ψάρια

Το ρέμα της πικροδάφνης δεν έχει πρωτογενή ψάρια γλυκού νερού, δηλαδή είδη που κατάγονται από τα γλυκά νερά και ζουν αποκλειστικά σε αυτά. Δεν αποκλείεται κατά το παρελθόν να υπήρξε ένα είδος ψαριού που να ζούσε στον κάτω ρου του ποταμού διότι ένα τέτοιο είδος κάποτε ήταν διαδεδομένο σε ρέματα του λεκανοπεδίου (Αττικόψαρο, *Pelagus marathonicus*). Ωστόσο υπάρχουν ψάρια ακόμη και σήμερα στον κάτω ρου και στην εκβολή του ρέματος.

Το σημαντικότερο είδος ψαριού, και ένα από τα πιο απειλούμενα σπονδυλόζωα του ρέματος είναι το Χέλι (*Anguilla anguilla*) –είδος που κατατάσσεται πλέον στα κρισίμως κινδυνεύοντα ζώα από τη Διεθνή Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN). Το χέλι είναι ιδιαίτερα ευάλωτο στις αλλαγές στην δια μήκους συνέχεια του ποταμού και δεν μπορεί εύκολα να περάσει φράγματα ή άλλα μεγάλα εμπόδια που κατακερματίζουν τη συνέχεια των ποταμών. Τα χέλια είναι μεταναστευτικά κατάδρομα είδη, ζουν το μεγαλύτερο μέρος του ενήλικης ζωής τους μέσα στο ποτάμι και ορισμένα μπορούν να φθάσουν και σε αρκετά μεγάλο υψόμετρο αν υπάρχουν κατάλληλα ενδιαιτήματα - σημεία κάλυψης με ελώδης βλάστηση, καλή κάλυψη από ογκολίθους ή άλλη μορφή κάλυψης καθώς και τροφή (έντομα, αμφίβια, ψάρια κ.α.). Τα ενήλικα χέλια που μπορεί να έχουν επιβιώσει 7 έως 15 χρόνια μέσα στον ποταμό αναχωρούν για την θάλασσα όπου ολοκληρώνουν μια μεγάλη μετανάστευση ως τα βάθη της θάλασσας των Σαργασών στον Ατλαντικό όπου αναπαράγονται. Τα μικρά χέλια (γνωστά ως γυαλόχελα) εμφανίζονται στις εκβολές της Ελλάδας κυρίως την άνοιξη και

εκείνη την εποχή κάνουν μια ανοδική μετανάστευση από τα στόμιο ποταμών προς τα ανάντη τμήματα τους.

Ο πληθυσμός χελιών στον κάτω ρου του ποταμού είναι ικανοποιητικός και κατάντη της γέφυρας της Αμφιθέας παρατηρήθηκαν 7 χέλια μέσα σε μια έκταση μήκους 150 μέτρων στα μέσα Οκτωβρίου 2012. Τα χέλια δεν εντοπίζονται εύκολα, εκτός αν υπάρξει ειδική μέθοδος αλιείας (ηλεκτραλιεία ή παγίδες). Στην συγκεκριμένη επισκόπηση χρισσιμοποιήθηκε ηλεκτραλιεία (φορητή συσκευή Smith-Root 24L). Μεγάλα χέλια (>60 εκ. έχουν παρατηρηθεί στον κάτω ρου και τον μήνα Δεκέμβριο. Συνεπώς οι παρατηρήσεις αποδεικνύουν για πρώτη φορά ότι ένας υγιής πληθυσμός διαβιώνει στα νερά της πικροδάφνης.

Αλλά είδη ψαριών έχουν παρατηρηθεί στην εκβολή και εντός του στομίου του ποταμού τους θερινούς μήνες<sup>2</sup>:

- Λειροσαλιάρα (*Salaria pavo*)
- Είδος Σαλιάρας (*Parablennius sanguinolentus*)
- Κεφαλόπουλα (*Mugil cephalus*, *Liza spp.*)
- Λαυράκια (*Dicentrarchus labrax*)
- Κουτσομούρα (*Mullus barbatus*)

Είναι πολύ πιθανό να απαντούν και άλλα ευρύαλα είδη ψαριών θαλασσινης προέλευσης που εισέρχονται στο στόμιο της εκβολής για να τραφούν στα ευτροφικά νερά. Το σημαντικότερο όμως είδος ψαριού είναι τα κεφαλόπουλα ή κεφαλοειδη (*Mugilidae*). Αυτά τα είδη αφθονούν σε ορισμένες περιόδους του έτους στην εκβολή αλλά και στα κάτω τμήματα του ποταμού (έχουν παρατηρηθεί τον Αύγουστο 2012 ως και 300 μέτρα από το στόμιο της εκβολής – ανάντη της Ποσειδώνος (ως την πεζογέφυρα της οδού Κορυζή στον Άλιμο). Η οικογένεια αυτή ευρύαλων ψαριών ζει σε υφάλμυρα και γλυκά νερά – όμως πάντα αναπαράγεται στην θάλασσα. Τα ιχθύδια των κεφαλοειδών εισέρχονται μέσα στο στόμιο του ποταμού σε πολύ μικρή ηλικία (1 έως 4 εκ.) και σε πολύ μεγάλους αριθμούς. Τα ψάρια αυτά αποτελούν σημαντικό στοιχείο το ποταμού διότι απαντούν σε μεγάλες πυκνότητες και τρέφονται με τη νηματώδη άλγη που καλύπτει μεγάλο μέρος του πυθμένα της κοίτης. Επίσης τα κεφαλόπουλα στηρίζουν τροφικά πλέγματα διότι αποτελούν σημαντική τροφή και για τα πουλιά (ιδιαίτερα τους ερωδιούς).

<sup>2</sup> Ο προκαταρκτικός κατάλογος στηρίζεται σε οπτικές παρατηρήσεις κατά τον μήνα Ιούνιο και Ιούλιο 2012.

### - Λοιπά χερσαία σπονδυλόζωα

Τονίζουμε ότι δεν έχουν γίνει σχετικές μελέτες για ορισμένα άλλα είδη όπως τα θηλαστικά και τα χερσαία ερπετά του ρέματος. Πολύ σημαντική είναι η παρουσία της χερσαίας κρασπεδωτής χελώνας (*Testudo marginata*) – που παρόλο που πολλά από αυτά τα άτομα προέρχονται μάλλον από απελευθερώσεις – είναι σημαντικό και προστατευόμενο είδος. Ορισμένα ερπετά όπως τα φίδια και οι μεγαλόσωμες σαύρες είναι καλοί ενδείκτες φυσικότητας των ανοιχτών χώρων της πόλης. Ένα από τα σοβαρά προβλήματα για αυτά τα είδη είναι ο συνδυασμός περιοχών κάλυψης και καταφυγίου από τις οικόσιτες γάτες (αυξημένη θήρευση – τα οικόσιτα ζώα λειτουργούν ως σημαντική ανθρωπογενή πίεση).

### - Αμφίβια και ημι-υδρόβια ερπετά

Τα αμφίβια είναι ευαίσθητα στις κλιματικές μεταβολές, καθώς και στην παρουσία υγροτοπικών συνθηκών (εναποθέτουν τα αυγά τους μέσα στο νερό, τρέφονται στα νεαρά στάδια της ζωής τους αποκλειστικά μέσα στο νερό κ.ο.κ.). Στην περιοχή έχουν εντοπιστεί πολύ μεγάλες πυκνότητες πληθυσμών δύο διαδεδομένων ειδών του βαλτοβάτραχου (*Pseudepidalea* (= *Bufo viridis*) και του *Pelophylax kurtmuelleri*). Πιθανότατα διαβιώνει και άλλο ένα αμφίβιο (Δεντροβάτραχος, *Hyla arborea*) όμως δεν έχει ακόμη εντοπιστεί από την ερευνητική ομάδα.

### - Απειλούμενα είδη

Η αξιολόγηση ως προς τα απειλούμενα είδη, ακολουθώντας την κατάταξη της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) δεν έχει ολοκληρωθεί και απαιτεί προσεκτική επισκόπηση με σκοπό την καταγραφή της συχνότητας εμφάνισης κάθε είδους στην συγκεκριμένη περιοχή. Ορισμένα πουλιά για παράδειγμα επισκέπτονται την θαλάσσια περιοχή ή την ευρύτερη περιοχή της εκβολής και εκεί συγκεντρώνεται σχετικά μεγάλος αριθμός ειδών που υπάγονται στα απειλούμενα είδη (π.χ. Μαυροκέφαλος γλάρος). Πολλά άλλα μεταναστευτικά είδη είναι αυστηρά προστατευόμενα είδη, αλλά πολλά από αυτά δεν σχετίζονται τακτικά ή άμεσα με τον χώρο του ρέματος (π.χ. ορισμένα μεταναστευτικά που απλά πετούν πάνω από την περιοχή).

## 4.7. Μακροασπόνδυλη πανίδα

### 4.7.1 Μεθοδολογία συλλογής μακροασπόνδυλης πανίδας

Η μέθοδος συλλογής του δείγματος πραγματοποιήθηκε με ημι-ποσοτική τρίλεπτη σάρωση του πυθμένα (ISO 7828) σε όλα τα πιθανά ενδιαιτήματα του σταθμού δειγματοληψίας. Για τη δειγματοληψία χρησιμοποιήθηκε απόχη με πλαίσιο σε σχήμα D ή παραλληλόγραμμου και διαστάσεις 0,25 x 0,25 που στηρίζεται σε μακρύ χέρι. Το δίχτυ του πλαισίου της απόχης έχει μέγεθος 500 μm (Εικόνα 70). Η μέθοδος δειγματοληψίας συνίσταται στην τοποθέτηση της απόχης κατάντη του δειγματολήπτη και στην ανατάραξη του βυθού για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η απόχη κρατιέται κοντά στην περιοχή αυτή, ούτως ώστε οι μακροασπόνδυλοι οργανισμοί να παρασύρονται από τη ροή και να εισέρχονται μέσα στην απόχη, αλλά και σε μια απόσταση τέτοια ώστε η άμμος και τα χαλίκια να ξαναπέφτουν κάτω χωρίς να προλαβαίνουν να μπαίνουν στην απόχη. Τις μεγαλύτερες πέτρες που κάποιες φορές πιάνονται, εξετάζονται προσεκτικά για τυχόν προσκολλημένους οργανισμούς και αφού αφαιρεθούν με προσοχή με το χέρι ή με τη λαβίδα, επανατοποθετούνται στο ποτάμι. Εντός των τριών λεπτών όλα τα ενδιαιτήματα που αναγνωρίστηκαν θα πρέπει να καλυφθούν. Ταυτόχρονα με τα βενθικά μακροασπόνδυλα συμπληρώνεται και το σχετικό πρωτόκολλο δειγματοληψίας.

Στο πρωτόκολλο αυτό απαιτείται να καταγράφονται πρόσθετες πληροφορίες, όπως:

- στοιχεία δειγματοληψίας:
  - όνομα ή κωδικός της θέσης
  - ονοματεπώνυμο ερευνητή υπεύθυνου της δειγματοληψίας,
  - ονοματεπώνυμο αυτού που συμπλήρωσε το πρωτόκολλο,
  - ημερομηνία και ώρα δειγματοληψίας,
  - συντεταγμένες της θέσης,
  - υψόμετρο της θέσης,
- video της θέσης,
- υδρομορφολογικά στοιχεία:
  - σύσταση υποστρώματος,
  - υδρολογικές μετρήσεις (πλάτος και βάθος νερού, ροή).
- στοιχεία βλάστησης (σκίαση της θέσης, κάλυψη παρόχθιας βλάστησης, κάλυψη υδρόβιας βλάστησης)



- συνθήκες κατά την δειγματοληψία (θερμοκρασία αέρα, μετεωρολογικές συνθήκες)
- *in situ* φυσικοχημικές μετρήσεις του νερού (διαλυμένο οξυγόνο, θερμοκρασία, αγωγιμότητα, pH, θολερότητα),
- δείγματα νερού προς ανάλυση *ex situ*:
  - του βιολογικός απαιτούμενου οξυγόνου σε 5 ημέρες,
  - των βασικών θρεπτικών ιόντων (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>, P-PO<sub>4</sub>).

Τα βενθικά μακροασπόνδυλα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, σε διάλυμα αλκοόλης 96%, για ανάλυση και ταυτοποίηση σύμφωνα με σχετικές κλείδες. Η ταυτοποίηση των βενθικών μακροασπόνδυλων έγινε στο ταξινομικό επίπεδο της οικογένειας, και όπου ήταν εφικτό σε επίπεδο είδους.



**Εικόνα 70. Απόχη δειγματοληψίας βενθικών μακροασπόνδυλων σε ρέοντα επιφανειακά ύδατα.**

#### 4.7.2 Αποτελέσματα

Η δειγματοληψία του βένθους στους σταθμούς του ρέματος Πικροδάφνης πραγματοποιήθηκε στις 26 Ιουλίου και 20 Σεπτεμβρίου 2012. Οι πρώτες εκτιμήσεις δείχνουν ότι η βιοποικιλότητα είναι σημαντικά υποβαθμισμένη αφού βρέθηκαν πολύ λίγα είδη τα οποία ήταν κατανεμημένα σε όλο το μήκος του ρέματος. Κυριαρχούν είδη που είναι ανθεκτικά σε μέτρια και υψηλά επίπεδα ρύπανσης. Χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι των συλλεχθέντων μακροασπονδύλων από όλους τους σταθμούς του

δικτύου ήταν οι οικογένειες Chironomidae (Δίπτερα), Baetidae (Εφημερόπτερα) Physidae (Γαστερόποδα) ενώ αισθητή παρουσία είχαν και οι Ολιγόχαιτοι της οικογένειας Tubificidae (Πίνακας 25). Οι αφθονίες τους ήταν σημαντικά αυξημένες ενώ οι αφθονίες των άλλων ειδών όπως *Orthetrum sp.*, *Sympetrum sp.* (Οδοντόγναθα) ήταν πολύ περιορισμένες (Πίνακας 25).

**Πίνακας 25. Η σύνθεση της βενθικής ασπόνδυλης πανίδας του ρέματος Πικροδάφνης**

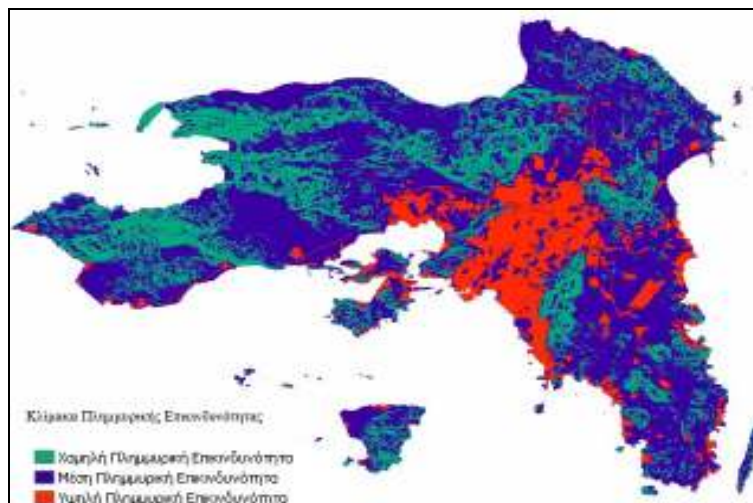
Κλάση		
Γαστερόποδα	<b>Physidae</b>	<i>Physa sp.</i>
	<b>Planorbidae</b>	Planorbidae
Δίπτερα	<b>Chironomidae</b>	<i>Chironomus plumosus-type</i>
	<b>Simuliidae</b>	Simuliidae
	<b>Anthomyiidae</b>	Anthomyiidae
	<b>Tipulidae</b>	<i>Tipula sp.</i>
	<b>Culicidae</b>	<i>Culex sp.</i>
Ολιγόχαιτοι	<b>Tubificidae</b>	Tubificidae
	<b>Oligochaeta</b>	Oligochaeta
Καρκίνοειδή	<b>Ostracoda</b>	Ostracoda
Εφημερόπτερα	<b>Baetidae</b>	Baetidae
	<b>Baetidae</b>	<i>Centroptilum luteolum</i>
Οδοντόγναθα	<b>Libellulidae</b>	<i>Orthetrum sp.</i>
	<b>Libellulidae</b>	<i>Sympetrum sp.</i>
	<b>Aeshnidae</b>	<i>Anax sp.</i>
	<b>Gomphidae</b>	<i>Onychogomphus sp.</i>
Τριχόπτερα	<b>Hydroptilidae</b>	Hydroptilidae

## 5. Πλημμυρική επικινδυνότητα

### 5.1. Εισαγωγή

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η περιοχή της Αθήνας και η Αττική γενικότερα είναι αυτό των πλημμυρών. Η περιοχή της Αττικής εμφανίζει ιδιαίτερα αυξημένη πλημμυρική επικινδυνότητα, γεγονός που αποδεικνύεται από τον μεγάλο αριθμό πλημμυρών με καταστροφικές συνέπειες σε οικονομικό επίπεδο αλλά και ενίοτε σε ανθρώπινες ζωές.

Αίτια της αυξημένης πλημμυρικής επικινδυνότητας της Αθήνας αποτελούν η μορφολογία της περιοχής (μικρές κλίσεις εδάφους), η χωρίς σχέδιο αστικοποίηση της περιοχής και η καταστροφή περιοχών πρασίνου που επέτρεπαν παλαιότερα την κατείσδυση του νερού των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Ως αποτέλεσμα παρατηρείται αύξηση της επιφανειακής απορροής, χωρίς όμως να συνοδεύεται από τα κατάλληλα αντιπλημμυρικά έργα διοχέτευσης του νερού προς την θάλασσα. Παράλληλα, στα πλαίσια της αστικοποίησης της Αττικής πολλά ρέματα της περιοχής εγκιβωτίστηκαν, διευθετήθηκαν ή μπαζώθηκαν και η φυσική τους κοίτη και διατομή τροποποιήθηκε και αλλοιώθηκε, με συνέπεια την μείωση της παροχετευτικής τους ικανότητας. Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με τα ακραία καιρικά φαινόμενα που εμφανίζονται ιδιαίτερα αυξημένα τα τελευταία χρόνια, έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη πλημμυρική επικινδυνότητα της Αθήνας.



Εικόνα 71. Χάρτης πλημμυρικής επικινδυνότητας Αττικής (Κανδηλιώτη, 2009)

Το κατάντη τμήμα της λεκάνης απορροής του ρέματος Πικροδάφνης χαρακτηρίζεται από μικρές κλίσεις εδάφους, καθώς και από έντονη αστικοποίηση, ενώ ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του ρέματος είναι ο εγκιβωτισμός του από την περιοχή της λεωφόρου Βουλιαγμένης και ανάντη. Επίσης, η διατομή και η κοίτη του ρέματος έχει δεχτεί μεγάλο αριθμό επεμβάσεων, χωρίς απαραίτητα να έχουν προηγηθεί οι αναγκαίες μελέτες. Ως αποτέλεσμα, η περιοχή αποτελεί μία από τις περιοχές αυξημένης πλημμυρικής επικινδυνότητας της Αττικής (Εικόνα 1) και για το λόγο αυτό το τμήμα του ρέματος κατάντη της συμβολής του με την λεωφόρο Βουλιαγμένης επιλέχθηκε για την έλεγχο της χωρικής εξάπλωσης πλημμυράς.

## 5.2. Υδροδυναμικό μοντέλο

Στην υδραυλική προσομοίωση εφαρμόστηκαν μονοδιάστατα μοντέλα του τύπου (α) HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers - River Analysis System) του Hydrologic Engineering Center (HEC) του U.S. Army Corps of Engineers (USACE), (β) Mike 11, το οποίο έχει αναπτυχθεί από το Danish Hydraulic Institute Water and Environment (DHI,2007), και (γ)FROM -Flood Routing Model το οποίο δομήθηκε στο ΕΜΠ (Στάμου,2005).

Στους υπολογισμούς μπορεί να θεωρηθεί βαθμιαία μεταβαλλόμενη ροή, η οποία χαρακτηρίζεται από σχετικά μικρές μεταβολές του βάθους και της ταχύτητας ροής από τη μια διατομή στην επόμενη. Εφαρμόζεται η κλασσική μέθοδος του άμεσου βήματος (direct step method), η οποία βασίζεται στην επίλυση της εξίσωσης ενέργειας μεταξύ δυο διαδοχικών διατομών σε όλο το μήκος του ρέματος. Αναλυτικότερα, η εξίσωση ενέργειας για δυο διαδοχικές διατομές (1) και (2) γράφεται στην ακόλουθη μορφή, όπως φαίνεται στην Εικόνα 72.

$$H_1 = H_2 + H_L \rightarrow Z_1 + Y_1 + a \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + a \frac{V_2^2}{2g} + H_L \quad (1)$$

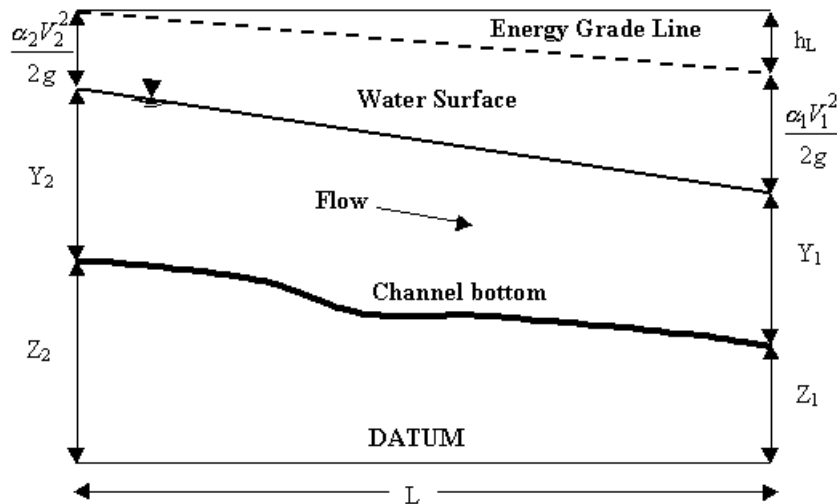
όπου

- $H_1$  = ολικό ύψος ενέργειας στη διατομή (1),
- $H_2$  = ολικό ύψος ενέργειας στη διατομή (2),
- $Z_1$  = υψόμετρο του πυθμένα στη διατομή (1),
- $Z_2$  = υψόμετρο του πυθμένα στη διατομή (2),
- $Y_1$  = μέσο βάθος ροής στη διατομή (1),
- $Y_2$  = μέσο βάθος ροής στη διατομή (2),
- $V_1$  = μέση ταχύτητα ροής στη διατομή (1),
- $V_2$  = μέση ταχύτητα ροής στη διατομή (2),
- $aV_1^2/2g$  = ύψος κινητικής ενέργειας στη διατομή (1), όπου  $a=1$ ,

$\alpha V_2^2/2g$  = ύψος κινητικής ενέργειας στη διατομή (2),

$g$  = η επιτάχυνση της βαρύτητας και

$H_L$  = απώλειες ενέργειας (γραμμικές και τοπικές), ανά μονάδα βάρους ρέοντος ρευστού, από τη διατομή (1) στη διατομή (2).



**Εικόνα 72. Εξίσωση ενέργειας για δυο διαδοχικές διατομές (1) και (2)**

Με δεδομένα (1) τα χαρακτηριστικά της ροής (βάθος και μέση ταχύτητα ροής) σε μια από τις δυο διατομές, έστω στην (1), και (2) τις απώλειες ενέργειας από τη διατομή (1) στη διατομή (2), ο σκοπός της μεθόδου του άμεσου βήματος είναι ο υπολογισμός των χαρακτηριστικών ροής στη διατομή (2) με βάση την εξίσωση (1).

Η φορά εκτέλεσης των υπολογισμών εξαρτάται από το είδος της ροής. Όταν η ροή είναι υποκρίσιμη (αριθμός  $Fr < 1$ ), τότε η ροή ελέγχεται από τα κατάντη, οπότε οι υπολογισμοί ξεκινούν από τα κατάντη και συνεχίζονται προς τα ανάντη μέχρι τη θέση αλλαγής του είδους ροής. Όταν η ροή είναι υπερκρίσιμη (αριθμός  $Fr > 1$ ), τότε η ροή ελέγχεται από τα ανάντη, οπότε οι υπολογισμοί ξεκινούν από τα ανάντη και συνεχίζονται προς τα κατάντη μέχρι τη θέση αλλαγής του είδους ροής.

Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι μονοδιάστατες εξισώσεις της μη-μόνιμης ροής με μικρές συνήθως απλοποιητικές παραδοχές. Οι εξισώσεις αυτές επιλύονται με διάφορες μεθόδους, όπως των πεπερασμένων διαφορών, των χαρακτηριστικών και της ανάλογης διάχυσης. Οι εξισώσεις της μη-μόνιμης ροής συχνά καλούνται εξισώσεις Saint-Venant, επειδή παρουσιάστηκαν από τον Barre de Saint-Venant το 1871. Αποτελούνται από τις ακόλουθες εξισώσεις συνέχειας και ποσότητας κίνησης

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left( \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial y}{\partial x} + S_f - S_0 \right) = 0 \quad (4)$$

όπου

x = η κατά μήκος απόσταση του χειμάρου

t = ο χρόνος

y = το βάθος ροής

Q = η παροχή του χειμάρου

A = η διατομή της ροής

S<sub>f</sub> = η κλίση της γραμμής ενέργειας

S<sub>0</sub> = η κλίση του πυθμένα

### 5.3. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ρέματος

Για την πραγματοποίηση των προσομοιώσεων καθορίστηκε η κοίτη του ρέματος Πικροδάφνης αμέσως κατάντη της λεωφόρου Βουλιαγμένης και μέχρι την εκροή του στο Σαρωνικό κόλπο. Στο κύριο κλάδο του ρέματος ορίστηκαν τα σημεία των κύριων διατομών του ρέματος και έγινε η σχεδιάσή τους με βάση μετρήσεις υπαίθρου και υπάρχουσες μελέτες (Εικόνα 73).

Για τη δόμηση των διατομών του ρέματος κατασκευάστηκε αρχικά σε περιβάλλον GIS το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (dem - digital elevation model) της περιοχής με μέγεθος κελιού 1m, με βάση τις ισοϋψείς της στενής περιοχής της κοίτης, όπου απαιτείται μεγαλύτερη λεπτομέρεια, με ισοδιάσταση 0,4 m (Παπαδοπούλου κ.α., 2009), ενώ για την υπόλοιπη περιοχή χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του ψηφιακού μοντέλου εδάφους της περιοχής με μέγεθος κελιού 25m. Στην συνέχεια σε περιβάλλον GIS έγινε η εξαγωγή των διατομών σε στρατηγικά σημεία της κοίτης του ρέματος και στη συνέχεια η εισαγωγή των δεδομένων στο υδροδυναμικό μοντέλο.



**Εικόνα 73.** Υδρογραφικό δίκτυο της υδρολογικής λεκάνης. Διακρίνεται ο κύριος κλάδος του ρέματος Πικροδάφνης που προσομοιώθηκε με το μαθηματικό μοντέλο, οι οριακές συνθήκες (κόκκινα ορθογώνια), οι θέσεις των διατομών του ποταμού (μπλε τραπέζια) και οι κόμβοι (κίτρινα σημεία) που χρησιμοποιούνται από το μοντέλο για τον υπολογισμό της στάθμης και της παροχής.

#### 5.4. Βαθμονόμηση και μετρήσεις πεδίου

Για την πραγματοποίηση των προσομοιώσεων πρέπει να έχει προηγηθεί η βαθμονόμηση (calibration) του μοντέλου, η οποία συνίσταται στον προσδιορισμό των τιμών συντελεστών του μοντέλου, για τις οποίες παρατηρείται ικανοποιητική συμφωνία με τις διαθέσιμες μετρήσεις πεδίου. Ο κύριος συντελεστής του μοντέλου, που προσδιορίζεται κατά τη βαθμονόμηση του μοντέλου είναι ο συντελεστής τριβών κατά Manning (Cowan, 1956).

Για τη λήψη των απαιτούμενων μετρήσεων πεδίου εγκαταστάθηκαν τρεις αυτόματοι τηλεμετρικοί σταθμοί μέτρησης της στάθμης κατά μήκος του ρέματος.

Δυστυχώς, μέχρι την περίοδο παράδοσης της παρούσας έκθεσης δεν είχε μεταβληθεί σημαντικά η στάθμη του ρέματος σαν αποτέλεσμα ισχυρής βροχόπτωσης, ώστε να αποκτηθούν στοιχεία πεδίου με τα οποία θα επιτευχθεί η βαθμονόμηση του μοντέλου. Αναμένοντας το πλημμυρικό γεγονός, η ερευνητική ομάδα αποφάσισε την πραγματοποίηση προκαταρκτικών υπολογισμών για τον αρχικό έλεγχο του μοντέλου και των τοπικών συνθηκών προσομοίωσης πριν από τη βαθμονόμηση του μοντέλου και τις τελικές προσομοιώσεις.



### 5.5. Προκαταρκτικές προσομοιώσεις

Στους προκαταρκτικούς υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε ως στοιχείο εισόδου ενδεικτικό πλημμυρογράφημα συμμετρικής τριγωνικής μορφής διάρκειας 6.5 ωρών και παροχής αιχμής 24.4 m<sup>3</sup>/s που αντιστοιχεί σε ένα γεγονός θεωρητικής πλημμύρας. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν και στοιχεία των συντελεστών του μοντέλου και του συντελεστή Manning από τη διεθνή βιβλιογραφία.

Από τους υπολογισμούς, τμήμα των οποίων φαίνεται στην Εικόνα 74, προέκυψε ότι το βάθος ροής φτάνει τα 2.5 m με τις περιοχές που εμφανίζουν μεγαλύτερη πλημμυρική επικινδυνότητα να συναντώνται ανάντη της λεωφόρου Αμαλίας, περίπου 500 m ανάντη από τις εκβολές του ρέματος στον Σαρωνικό κόλπο, μέχρι την οδό Κουντουριώτου, περίπου 1600 m ανάντη. Επίσης, αυξημένη πλημμυρική επικινδυνότητα σημειώνεται στις εκβολές του ρέματος στον Σαρωνικό κόλπο. Τα αποτελέσματα αυτά είναι προκαταρκτικά και θα οριστικοποιηθούν μετά τη βαθμονόμηση του μοντέλου με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν και πραγματοποιούνται στο ρέμα.



**Εικόνα 74. Μέγιστες τιμές βάθους ροής νερού κατά τις προκαταρκτικές προσομοιώσεις**

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν για τις παροχές αιχμής, οι οποίες αντιστοιχούν στα πλημμυρογραφήματα, τα οποία προσδιορίστηκαν κατά την υδρολογική ανάλυση.

### 5.6. Τρέχουσες και προβλεπόμενες εργασίες

Κατά την περίοδο αυτή δομείται η οριστική μορφή του μοντέλου, πραγματοποιούνται μετρήσεις πεδίου, επεξεργάζονται οι διαθέσιμες μετρήσεις και προβλέπεται άμεσα η βαθμονόμηση του

μοντέλου. Παράλληλα, πραγματοποιούνται οι σχετικοί υδρολογικοί υπολογισμοί για τον προσδιορισμό του (πραγματικού-ρεαλιστικού) πλημμυρογραφήματος που θα χρησιμοποιηθεί ως οριακή ανάντη συνθήκη στις οριστικές υδροδυναμικές προσομοιώσεις.

## 6. Διαχείριση και αποκατάσταση του ρέματος Πικροδάφνης

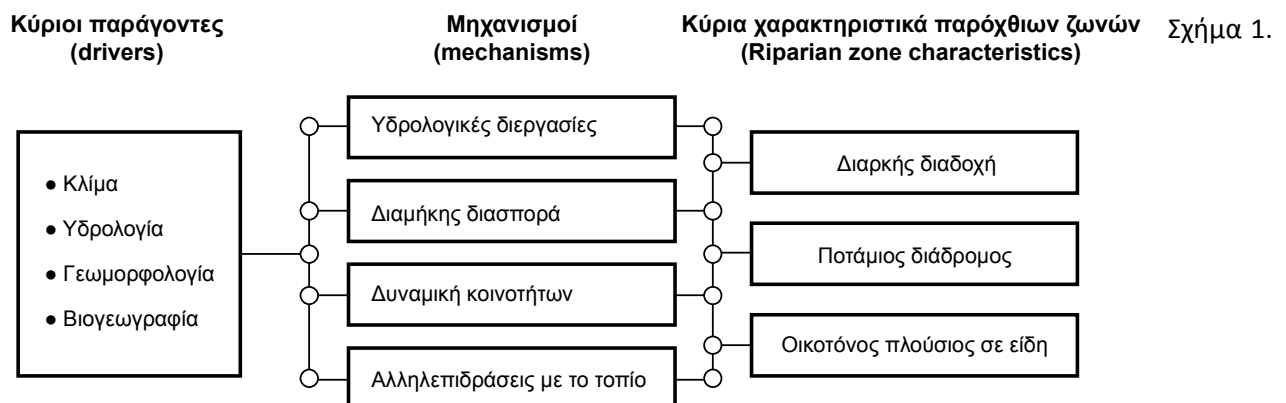
### 6.1. Οικολογική αποκατάσταση

Ο σχεδιασμός της οικολογικής αποκατάστασης ή της ανάπλασης πρέπει να εμπεριέχει επιστημονική έρευνα και παρακολούθηση.

#### Η σημασία της παρόχθιας βλάστησης

Η παρόχθια βλάστηση είναι σημαντικός ενδείκτης της κατάστασης διατήρησης των ποτάμιων διαδρόμων. Μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες για την ακεραιότητα του παρόχθιου περιβάλλοντος κάτι που ενδιαφέρει ως «στοιχείο προσδιορισμού» της υδρομορφολογικής κατάστασης του ποταμού, όπως ορίζει η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα. Η παρόχθια βλάστηση, ως βιοκοινότητα, ενσωματώνει τις οικολογικές συνθήκες και τις ανθρωπογενείς πιέσεις που εκφράζονται σε διαφορετικές χρονικές και χωρικές κλίμακες, και επομένως βοηθά σε μια ολιστικής μορφής περιβαλλοντική αξιολόγηση του ποτάμιου διαδρόμου. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια ώστε να κατανοήσουμε στην πράξη τις βασικές αντιδράσεις ή αποκρίσεις της βλάστησης σε συγκεκριμένη και συνδυασμένη ανθρωπογενή διαταραχή.

Παρακάτω ακολουθεί μια ανασκόπηση των βασικών περιβαλλοντικών «οδηγών» του ποτάμιου συστήματος και αναπτύσσουμε τους περιβαλλοντικούς μηχανισμούς που εμπλέκονται στη διαμόρφωση των παρόχθιων κοινοτήτων.



Απλουστευμένο εννοιολογικό μοντέλο που παρουσιάζει τρία βασικά χαρακτηριστικά των παρόχθιων

ζωνών (οι οποίες ρυθμίζονται από τους βιογεωγραφικούς, υδρολογικούς, γεωμορφολογικούς και κλιματικούς οδηγούς τους) και πώς αυτά σχετίζονται με τους συγκεκριμένους μηχανισμούς που τα επηρεάζουν σε διάφορες κλίμακες. Δεν αναφέρεται στο σχήμα η επίδραση ανθρωπογενών παραγόντων.

### 6.1.1 Βήματα προς την αποκατάσταση στην Πικροδάφνη

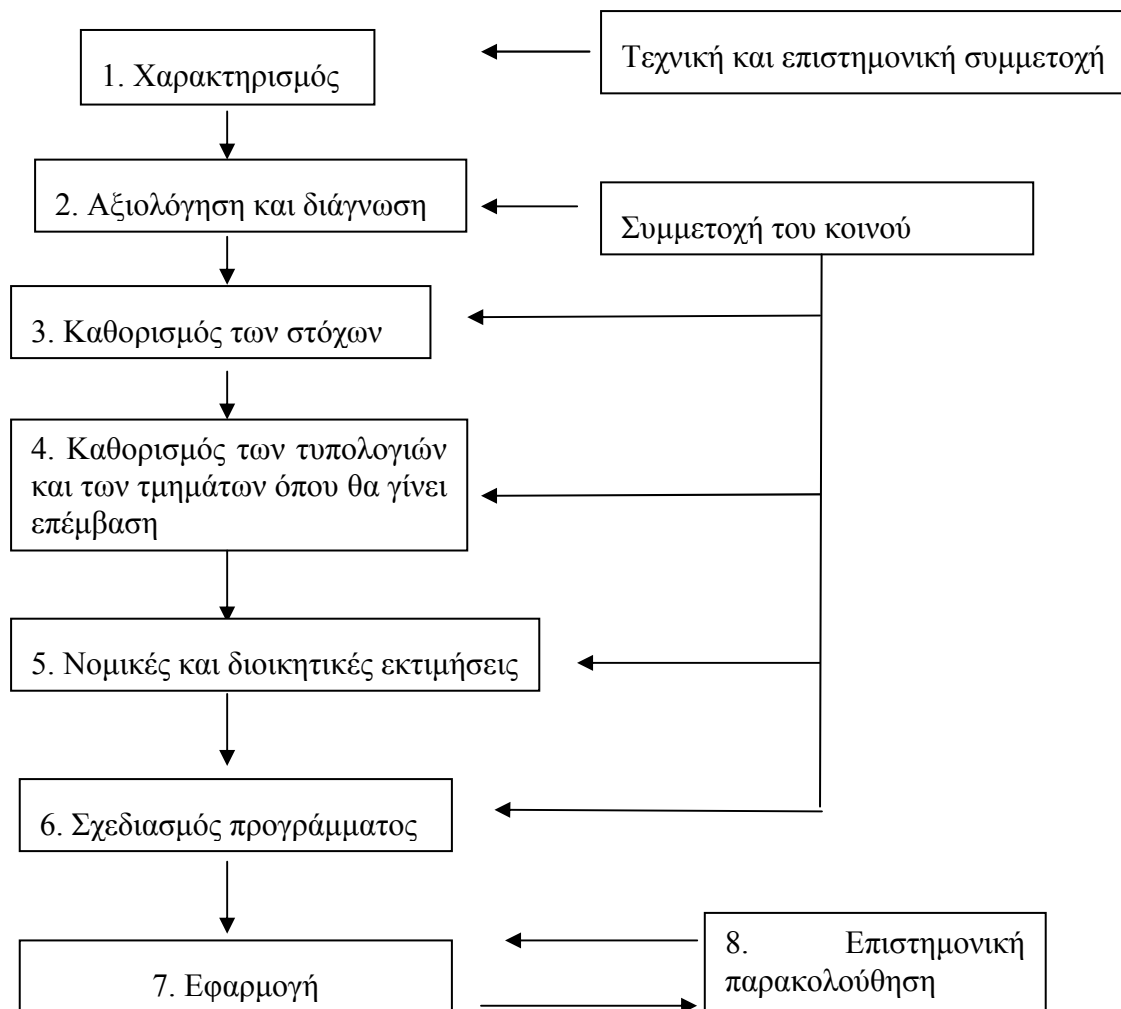
Η στρατηγική είναι σημαντική για τις αποτελεσματικές ενέργειες προστασίας. Ο στρατηγικός σχεδιασμός είναι μια πειθαρχημένη προσπάθεια να παραχθούν θεμελιώδεις αποφάσεις για τις σχετικές με ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα ενέργειες. Αυτό το είδος σχεδιασμού προκύπτει από την ανάλυση των δυνάμεων και αδυναμιών των διαφόρων επιλογών και μπορεί έτσι να καθορίσει τι έχει να προσφέρει η συγκεκριμένη κατάσταση (δυνατότητες και απειλές), ώστε να πραγματοποιηθούν οι επιθυμητοί στόχοι.

#### Τύπος του έργου αποκατάστασης

Ο τύπος του έργου που προωθείται εδώ μπορεί να περιγραφεί ως: «πρόγραμμα αποκατάστασης - βελτίωσης ενός υποβαθμισμένου οικοσυστήματος» (Clewell and Rieger 1997). Οι ενέργειες αποκατάστασης προωθούνται κυρίως για να ενισχύσουν τη φυσικότητα των σχηματισμών βλάστησης που απομένουν, να προσφέρουν ενδιαίτημα σε απειλούμενα είδη και να ξεκινήσουν τη δημιουργία «διαδρόμων άγριας ζωής» που θα επανασυνδέσουν πράσινους χώρους και θα προωθήσουν την επισκεψιμότητα (αναψυχή, περιβαλλοντική εκπαίδευση, φυσιολατρεία). Αυτή η προσέγγιση προσπαθεί να επαναφέρει κάποιες ιδιότητες της ιστορικής ή προϋπάρχουσας κατάστασης ενός συγκεκριμένου τοπίου. Μια τέτοια βελτίωση-αποκατάσταση μπορεί να οριστεί ως «kin-kind» (αποκαθιστά την «ιστορική μορφή» του οικοσυστήματος) και επιτόπια (η αποκατάσταση πραγματοποιείται στην ίδια θέση που εκδηλώθηκε η βλάβη του ιστορικού οικοσυστήματος). Η επιθυμητή μελλοντική κατάσταση της περιοχής είναι προφανώς τέτοια που να συνδυάζει προστασία φυσικών στοιχείων στο ποτάμι και στην παρόχθια ζώνη με την προώθηση της ήπιας αναψυχής. Στο μέλλον, η προσπάθεια αποκατάστασης μπορεί να επεκταθεί και να συμπεριλάβει άλλες ποιοτικές πτυχές (επανεισαγωγή ειδών κ.α.).

Οι μέθοδοι που υιοθετούνται σε ένα πρόγραμμα οικολογικής αποκατάστασης περιλαμβάνουν διάφορες φάσεις και βήματα για την επιτυχία των καθορισμένων στόχων. Η ακολουθία ενεργειών περιλαμβάνει τη συλλογή των δεδομένων που είναι θεμελιώδη για την ανάλυση και το χαρακτηρισμό της παρούσας κατάστασης, τον καθορισμό των στόχων και τον προσδιορισμό του

τύπου και των τμημάτων που θα υπαχθούν στο έργο αποκατάστασης, όπως φαίνεται στο πιο κάτω διάγραμμα ροής:



**Εικόνα 75.** Διάγραμμα ροής της επεξεργασίας ενός προγράμματος για την ανάκτηση ποτάμιου συστήματος.

### 6.1.2 Στόχοι βιοποικιλότητας - Απαραίτητα στοιχεία αποκατάστασης

#### Παρόχθιες Ζώνες

- Απομάκρυνση ορισμένων ξενικών ειδών βλάστησης
- Απομάκρυνση και φύτευση δέντρων σε θέσεις όπου κυριαρχεί το κοινό καλάμι (*Arundo donax*)
- Διαμόρφωση παρόχθιου πλημμυρικού διάδρομου σε ορισμένες θέσεις εγκάρσια της ενεργούς κοίτης

- Ειδικά έργα στήριξης σε σημεία διάβρωσης με την τεχνικές bio-engineering όπου κυριαρχούν τα φυσικά υλικά και οι φυτεύσεις.

### Εκβολή

- Έργο ανάπλασης ενδιαιτημάτων για την προσέλκυση υδρόβιων και παρυδάτιων πουλιών και την παρατήρηση τους από επισκέπτες.

### Κάτω ρους (κατάνη Γέφ. Αμφιθέας)

- Παρεμβάσεις για την βελτίωση προσβασιμότητας, προσπέλασης εμποδίων και ανάπτυξη ειδικών ενδιαιτημάτων του χελιού (*Anguilla anguilla*) και των κεφαλοειδών (Mugilidae).
- Φυτεύσεις ιτιάς (*Salix alba*) σε θέσεις με λόχμες-καλαμιώνες *Arundo donax* αφού απομακρυνθούν οι λόχμες και τα ριζικά συστήματα των καλαμιώνων.
- Ειδικές διαμορφώσεις για την προσέκλυση υδρόβιων και παρυδάτιων πουλιών.

### Γενικά περί φυτεύσεων για την οικολογική αποκατάσταση φυτοκοινοτήτων στην παρόχθια ζώνη

Συνίσταται η χρήση μόνο ιθαγενών θάμνων και δέντρων και ειδικά σε σχέση με τις αναμενόμενες φυτοκοινότητες που μπορεί να προϋπήρχαν σε ένα φυσικό ρέμα του τύπου της Πικροδάφνης στην Αττική. Ο σχεδιασμός φυτεύσεων απαιτεί την συμβολή έμπειρου φυτοκοινωνιολόγου. Πολλά από τα φυτά θα μπορούν να εισαχθούν με την μέθοδο των μεταφυτεύσεων από άλλες περιοχές της Αττικής. Στον κάτω ρου πρέπει να κυριαρχούν ιτιές, ασημόλευκες, και λίγα σκλήθρα ενώ στον άνω ρου πλάτανια, και διάφορα μεσογειακά υγρόφιλα φυλλοβόλα. Συνίσταται η χρήση περισσότερων φυλλοβόλων παρά την εκτεταμένη χρήση αείφυλλων σκληρόφυλλων θάμνων.

### Γενικά περί της επανεισαγωγής ειδών

Συνίσταται η δυνατότητα εισαγωγής ορισμένων ειδών που προϋπήρχαν ή δυνητικά προϋπήρχαν στα ρέματα του λεκανοπεδίου. Ένα παράδειγμα είναι η γραμμωτή νεροχελώνα (*Mauremys rivulata*) που είναι προστατευόμενο είδος και θα μπορούσε να μεταφερθεί ένας πληθυσμός από ορισμένους υγρότοπους της Αττικής και Εύβοιας όπου το είδος αφθονεί. Η γραμμωτή νεροχελώνα έχει παρατηρηθεί και φωτογραφηθεί στο ρέμα της Πικροδάφνης στο παρελθόν όμως δεν γνωρίζουμε για πιο λόγο είναι εξαιρετικά σπάνια ή στα πρόθυρα εξαφάνισης ο τοπικός πληθυσμός. Άλλα είδη που θα μπορούσαν να εισαχθούν είναι το Αττικόψαρο (*Pelagus marathonicus*) – είδος που κάποτε

ήταν διαδεδομένο και στο Λεκανοπέδιο Αττικής. Πριν γίνουν τέτοιες δράσεις επανεισαγωγής πρέπει να υπάρχει ειδική μελέτη που να υποστηρίζει την δράση.

### 6.1.3 Διαχειριστικές πρακτικές

#### Ορνιθοπανίδα:

Έργο ανάπλασης ενδιαιτημάτων μπορούν να πραγματοποιηθεί για την προσέλκυση υδρόβιων και παρυδάτιων πουλιών και την παρατήρηση τους από επισκέπτες σε διάφορα σημεία του ποταμού και κυρίως στην Εκβολή. Αυτή τα έργα απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή και προμελέτη. Κριτήριο της επιτυχίας της οικολογικής αποκατάστασης πρέπει να είναι και η ορνιθολογική αξιολόγηση.

#### Ιχθυοπανίδα:

- Τα κεφαλόπουλα (Mugilidae) φθάνουν ως την πεζογέφυρα στην οδό Κορυζή διότι υπάρχει εμπόδιο (έργο στήριξης της γέφυρας που δημιουργεί τεχνητό σχηματισμό υδατόπτωσης τύπου «τσουλίθρα» που δεν μπορούν τα ψάρια να περάσουν. Προτείνουμε την διερεύνηση τεχνικού έργου «σκάλας ανόδου» στα σημεία-εμπόδια στην άνοδο ψαριών (ειδικά κάτω από τις γέφυρες Ποσειδώνος, Πεζογέφυρα Κορυζή και ανάντη).
- Σημαντική είναι η επίπτωση των πλημμυρών για τα ψάρια στο κάτω ρου του ποταμού. Σε περιόδους έντονης πλημμύρας τα ψάρια μπορούν να καλυφθούν ή να βρουν καταφύγιο μέσα στα ριζώματα θάμνων και δέντρων (σε αντίθεση τα κοινά καλάμια *Arundo donax* δεν προσφέρουν τέτοια στέρεα καταφύγια κατά την πλημμύρα). Συνεπώς θετικό θα ήταν για τα ψάρια να φυτευτούν είδη μέσα στην παρόχθια ζώνη όπως πλάτανοι, σκλήθρα, ιτιές.
- Είναι αξιοσημείωτο το ότι το κάτω ρου του ποταμού δεν έχει καλάμιώνες με κοινό καλάμι *Phragmites australis* (ενώ υπάρχουν πολύ μικρές λόγχμες με ψαθί *Typha* sp. καθώς και η κυριαρχία του *Arundo donax*). Πιθανότατα να μην μπορούν να αναπτυχθούν λόγω της εισβλητικής κυριαρχίας του *Arundo donax* και των ξενικών ειδών. Επειδή το χέλι ωφελείται πολύ από υγροτοπικές συνθήκες που δημιουργούν οι καλάμιώνες ενδιαφέρον θα είχε η φύτευση του ιθαγενούς αγριοκάλαμου *Phragmites australis* στην περιοχή του κάτω ρου του Ρέματος.

**Απειλούμενα είδη:**

Υπάρχει ανάγκη έρευνας συγκεκριμένων ειδών και να αναπτυχθεί με προσοχή και ακρίβεια η στρατηγική για την αποκατάσταση συγκεκριμένων ενδιαιτημάτων για αυτά τα είδη. Ηδη αναφέρονται κάποια πτυχές των αναγκών ορισμένων ειδών παραπάνω (βλ. Χέλι, Ψάρια, κ.α.).

**6.2. Ελαχιστοποίηση της ρύπανσης**

Στο ρέμα της Πικροδάφνης παρατηρούνται 2 πολύ σημαντικές ρυπαντικές πιέσεις που έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην οικολογική κατάσταση του συστήματος. Η ανεξέλεγκτη διάθεση αστικών λυμάτων που είναι μία από αυτές, είναι αρκετά έντονη και υποβαθμίζει σημαντικά την ποιότητα νερού του ρέματος. Η πρακτική αυτή παρατηρείται αφενός στα σπίτια που έχουν χτιστεί παρανόμως εντός της κοίτης και σε ορισμένες περιπτώσεις στις παρυφές των μπαζωμένων πρανών του ρέματος αλλά ενδεχομένως και από αγωγούς υπερχειλίσης του αποχετευτικού δικτύου (πχ πλησίον της πεζογέφυρας οδού Αιγαίου). Οι πρακτικές αυτές πρέπει να ελεγχθούν και να αποτραπούν μέσω:

- 1) της εγκαθίδρυσης ενός συνεχούς προγράμματος παρακολούθησης της ποιότητας νερού του ρέματος στα σημεία που θα εντοπιστούν οι σχετικές πηγές ρύπανσης, το οποίο θα συνοδεύεται από ποινές στο ρυπαίνων σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Συγκεκριμένα, αφού εντοπιστούν οι πηγές ρύπανσης μπορεί να λαμβάνονται δείγματα νερού αμέσως κατάντη των πηγών αυτών, για μικροβιολογικές αναλύσεις, σε τυχαίες ημερομηνίες (τουλάχιστον 1 φορά το δίμηνο) και να επιβάλλονται ποινές (πρόστιμα) εφόσον τα επίπεδα ρύπανσης υπερβούν ένα συγκεκριμένο όριο κατάντη μιας πηγής ρύπανσης. Επίσης, τα αποτελέσματα του προγράμματος παρακολούθησης θα πρέπει να δημοσιοποιούνται έτσι ώστε να λειτουργούν αποτρεπτικά για τους ρυπαίνοντες. Το ετήσιο κόστος του προγράμματος παρακολούθησης ποιότητας νερού δεν αναμένεται να ξεπερνά τα 10.000 ευρώ.
- 2) Της απομάκρυνσης, σε βάθος χρόνου, των παράνομων κατοικιών που βρίσκονται εντός της κοίτης του ρέματος και οι οποίες, εκτός της ρύπανσης που δημιουργούν, επιδεινώνουν ή και απειλούνται από τις πλημμυρικές απορροές. Αυτή η πρακτική θα έδινε την δυνατότητα να αποκατασταθεί η παρόχθια ζώνη του ρέματος και να δημιουργηθούν ενδεχομένως ελεγχόμενες πλημμυρικές ζώνες (λεκάνες εκτόνωσης) που θα συνέβαλαν και στην μείωση της πλημμυρικής επικινδυνότητας.



Η δεύτερη ρυπαντική πίεση είναι η διάθεση ανθρωπογενών υλικών και σκουπιδιών στο ρέμα, η οποία είναι διαδεδομένη σχεδόν σε όλο το μήκος του. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η πίεση προτείνονται τα εξής:

- 1) η αποκομιδή των υπαρχόντων σκουπιδιών με δράσεις καθαρισμού του ρέματος στις οποίες θα συμμετέχουν ομάδες πολιτών, συνεργεία των Δήμων αλλά και σχολεία της περιοχής.
- 2) Θεσμοθέτηση αυστηρών ποινών για την διάθεση απορριμμάτων στο ρέμα και λήψη μέτρων αστυνόμευσης των χώρων στους οποίους παρατηρούνται τέτοιες πρακτικές με χρήση της Δημοτικής Αστυνομίας αλλά και των σύγχρονων τεχνολογιών (κάμερες, λειτουργία φωτισμού με θερμικό ανιχνευτή, κτλ).

### 6.3. Πλημμυρική επικινδυνότητα

Το ρέμα παρουσιάζει κάποιες περιοχές που έχουν έντονο πρόβλημα διάβρωσης των πρηνών αλλά και πλημμυρικής επικινδυνότητας. Οι περιοχές αυτές συμπίπτουν με θέσεις που έχουν υποστεί εντατικό μπάζωμα κατά το παρελθόν για να κτιστεί η παρόχθια ζώνη, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν απότομα πρηνή που αποτελούνται από ασύνδετα κυρίως υλικά (σκουπίδια και μπάζα). Το αποτέλεσμα αυτής της πρακτικής είναι η έντονη πλευρική διάβρωση που υποσκάφτει τα πρηνή και εγκυμονεί κινδύνους για την ασφάλεια των κτισμάτων. Αυτές οι περιοχές είναι συγκεκριμένες και σχετικά περιορισμένες και απαιτούν στοχευμένες, τοπικές παρεμβάσεις σταθεροποίησης των πρηνών. Πρέπει στις περιπτώσεις αυτές να ληφθεί υπόψη στον σχεδιασμό των όποιων παρεμβάσεων, η διεθνής σχετική εμπειρία και να προτιμηθούν λύσεις που να συνάδουν με την αρχή της διατήρησης της φυσικότητας του ρέματος (bio-engineering).

Ως προς την πλημμυρική επικινδυνότητα, και πάλι το ρέμα χρειάζεται τοπικές, στοχευμένες παρεμβάσεις. Τα μέχρι τώρα δεδομένα έδειξαν ότι πρόβλημα επικινδυνότητας πλημμύρας ενδέχεται να παρουσιάζεται στον παράκτιο χώρο (εκβολές) καθώς και περίπου 150 m κατάντι της συμβολής του ρέματος με την Λ. Αμφιθέας έως και περίπου 800 m ανάντι αυτής. Η εκδήλωση πλημμυρικής επικινδυνότητας σε αυτές τις περιοχές οφείλεται κυρίως στη σημαντική μείωση της παροχευτευτικότητας του ρέματος λόγω και της κατασκευής γεφυρών που έχουν μειώσει αισθητά την διατομή του ρέματος. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα έπρεπε να εξετασθεί, κατ' αρχήν η χρήση ελεύθερου χώρου της παρόχθιας ζώνης ανάντι της ανωτέρω περιοχής για δημιουργία λεκανών

εκτόνωσης της πλημμύρας και έπειτα να σχεδιαστούν τοπικά, αντιπλημμυρικά έργα αύξησης της παροχευτικότητας του ρέματος.

## 7. Ομάδα έργου

Για την εκτέλεση των εργασιών του έργου συνεργάστηκαν οι εξής:

Όνοματεπώνυμο	Ειδικότητα	Φορέας
Δρ. Ηλίας Δημητρίου	Γεωλόγος - Διαχείριση Υδατικών Πόρων. Επιστ. Υπεύθυνος	ΕΛΚΕΘΕ - ΙΘΒΠ&ΕΥ
Δρ. Σταμάτης Ζόγγαρης	Γεωγράφος - Οικολογική ποιότητα	ΕΛΚΕΘΕ - ΙΘΒΠ&ΕΥ
Δρ. Νικόλαος Σκουλικίδης	Υδροβιογεωχημικός	ΕΛΚΕΘΕ - ΙΘΒΠ&ΕΥ
Δρ. Ιωάννης Καραούζας	Βιολόγος - Μακροασπόνδυλα	ΕΛΚΕΘΕ - ΙΘΒΠ&ΕΥ
Αγγελική Μεντζαφού	Γεωλόγος	ΕΛΚΕΘΕ - ΙΘΒΠ&ΕΥ
Εύα Κολόμπαρη	Ιχθυολόγος - GIS	ΕΛΚΕΘΕ - ΙΘΒΠ&ΕΥ
Βασιλική Μαρκογιάννη	Περιβαλλοντολόγος	ΕΛΚΕΘΕ - ΙΘΒΠ&ΕΥ
Δρ. Αλέκα Παυλίδου	Χημικός	ΕΛΚΕΘΕ - ΙΩ
Δρ. Ιωάννης Χατζηανέστης	Χημικός	ΕΛΚΕΘΕ - ΙΩ

## 8. Βιβλιογραφία

- Bergmeier, E., Dimopoulos, P. & Zogaris, S. (2010). *Retama retam* (Forssk.)Web. In Greuter, W. & Raus, T.(eds). Med-Checklist Notulae 29. *Willdenowia* 40:197.
- Chatzinikolaou, G., Ntemiri, K., & Zogaris, S. (2011). River riparian zone assessment using a rapid site-based index in Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20(2): 296-302.
- Clewell, A. and Rieger, J. P. (1997). What practitioners need from restoration ecologists. *Restoration Ecology*, 5(4), 350-354.
- Cowan, W.L., 1956, Estimating hydraulic roughness coefficients: *Agricultural Engineering*, v. 37, no. 7, p. 473-475.
- DHI - Danish Hydraulic Institute Water and Environment (2007), Mike 11: A modelling system for Rivers and Channels, User Guide.
- Dimopoulos, P. & Zogaris, S. (2008). Vegetation and flora of riparian zones. In “Sustainable Riparian Zones: A Management Guide (eds: D.Arizpe, A.Mendes, & J.Rabaca). Pp. 66-82. Generalitat Valenciana, Valencia, Spain. [In Greek, Spanish, Portuguese, French and English Editions]. ISBN:978-84-482-4967-0.
- EPA, Monday, June 29, 1998. Federal Register Part IV, Environmental Protection Agency, 40 CFR Parts 750 and 761, Disposal of Polychlorinated Biphenyls (PCBs); Final Rule, Vol.63, No.124, Rules and Regulations.
- Zenetos, A., Pancucci-Papadopoulou, M.A., Zogaris, S., Papastergiadou E., Vardakas, A, L. Aligizaki, K., & Economou, A.N. (2009). Aquatic alien species in Greece (2009): Tracking sources, patterns and effects on the ecosystem. *Journal of Biological Research -Thessaloniki* 12: 135 – 172.
- Zogaris S., Y. Chatzinikolaou & P. Dimopoulos (2008). Riparian woodland flora in upland rivers of Western Greece. *Mediterranean Marine Science*, 9 (2): 87-103.
- Zogaris S., Chatzinikolaou Y. & P. Dimopoulos (2009). Assessing environmental degradation of montane riparian zones in Greece. *Journal of Environmental Biology*, 30(5), 719-726

Zogaris, S., Bjorkland, R., Bjorkland, R.H., Chatzinikolaou, Y., Giakoumi, S., Economou, A.N., & P.Dimopoulos. (2008). Rapid assessment protocols for monitoring in riparian zones. In "Sustainable Riparian Zones: A Management Guide (eds: D.Arizpe, A.Mendes, & J.Rabaca). Pp. 127-141. Generalitat Valenciana, Valencia, Spain. [In Greek, Spanish, Portuguese, French and English Editions]. English Edition ISBN: 978-84-482-4967-0.

Verry, E.S., Dolloff, C.A. and Manning, M.E. (2004). Riparian ecotone: a functional definition and delineation for resource assessment. *Water, air and soil pollution: focus* 4:67-94.

---

### Ελληνική Γλώσσα

Κανδηλιώτη Γ. (2009), Εκτίμηση της Πλημμυρικής Επικινδυνότητας στο Υδατικό Διαμέρισμα της Αττικής, Μεταπτυχιακή διατριβή, Ε.Μ.Π. - Δατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων"

Κομηνός, Θ (επιμέλεια) (2004). Η Αθήνα των Πουλιών (κεφάλαιο: Όρμος Φαλήρου, Εκβολές Ιλισού & Ρέμα Πικροδάφνης). Ειδική Έκδοση, Ελληνικό Ορνιθολογική Εταιρεία.

Ζόγκαρης, Σ. (1988). "Το Δέλτα του Ιλισού. Πρόταση για την δημιουργία ενός φυσικού πάρκου". *Η Φύση (Δελτίο Ελληνικής Εταιρείας Προστασίας της Φύσης)* No.42: 17-18.

Ζόγκαρης, Σ. (1997). Εκβολή Ραφήνας: ένας σημαντικός μικρός αστικός υγρότοπος. *Οιωνός* 3:20-21.

Ζόγκαρης, Σ., Χατζηρβασάνης, Οικονόμου, Α. Χατζηνικολάου, Γ., Γιακουμή, Σ. & Δημόπουλος, Π. (2007). Παρόχθιες Ζώνες στην Ελλάδα: Προστατεύοντας τις παραποτάμιες οάσεις ζωής. Ειδικές Εκδόσεις ΕΛΚΕΘΕ. Σελ. 96. ISBN:978-960-98054-2-1.

Παπαδοπούλου Μ. Κατσούρος Σ., Δακόπουλος Ε., Παπαμακάριος Κ., Δ. Αναγνωστόπουλος & Σια Ε.Ε., Κολαΐτη Ε., Πολιτόπουλος Β., Ανδρέου Κ., Σαχνικά Α., Σκλαβενίτης Θ. (2009), Ανάπλαση ρέματος Πικροδάφνης (από λεωφ. Βουλιαγμένης έως εκβολή) - Οριστική Γεωλογική Μελέτη, Νομαρχία Αθηνών

Στάμου Α. (2005). "Μαθηματικό Μοντέλο Υπολογισμού Διόδευσης Πλημμύρας και Εφαρμογή του στη Θραύση Φράγματος", Πρακτικά 5ου Εθνικού Συνεδρίου της ΕΕΔΥΠ με θέμα "Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων με βάση τη λεκάνη απορροής", Ξάνθη, 153-159

