



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

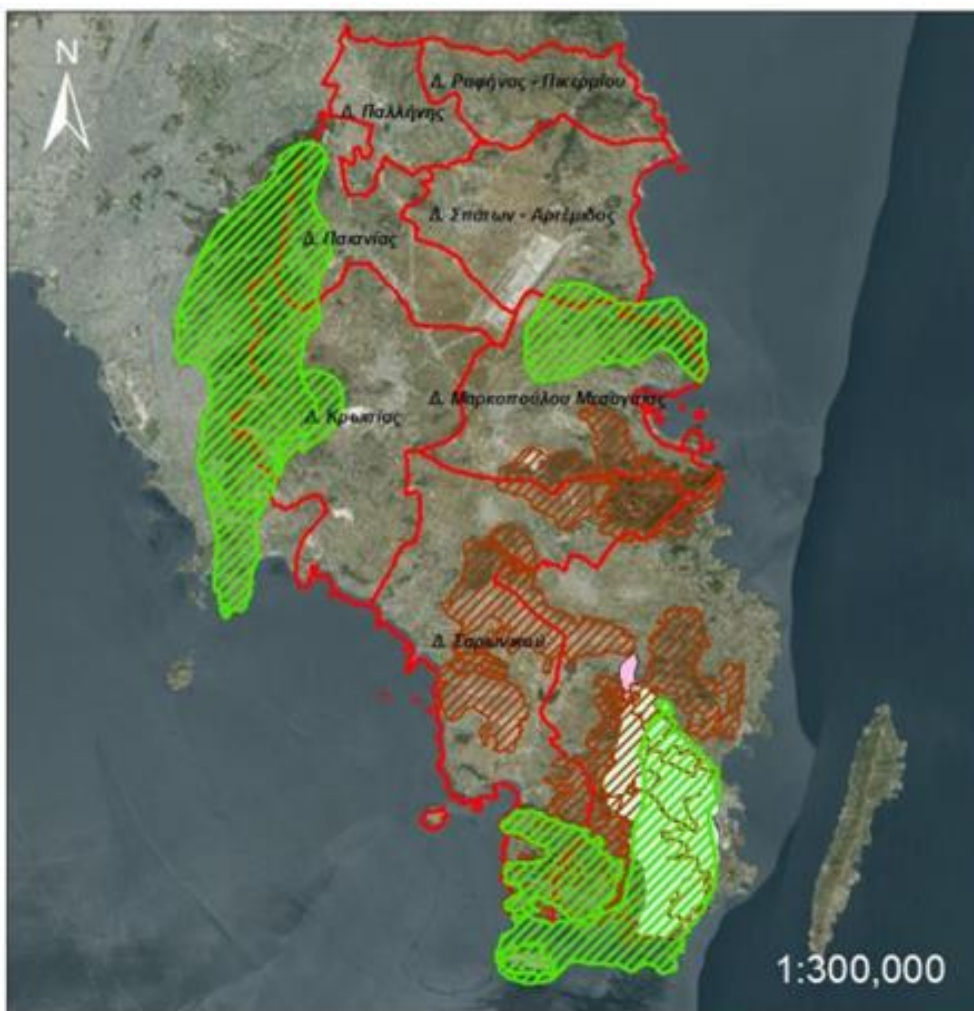
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ DPSIR ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΔΥΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ

Χριστοθανόπουλος Δημήτριος του Ιωάννη



ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ



Επιβλέπων : Δρ. Δημήτριος Αλεξάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής
Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ DPSIR ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΛΕΞΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Η Τριμελής Επιτροπή

Γεώργιος Βαρελίδης

Δημήτριος Αλεξάκης,

Σινιόρος Παναγιώτης

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Χριστοθανόπουλος Δημήτριος του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 167 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένες Πολιτικές και Τεχνικές Προστασίας Περιβάλλοντος» του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Χριστοθανόπουλος Δημήτριος

Περιεχόμενα

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT.....	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Το νερό ως φυσικός πόρος	11
1.2 Υδρογεωλογικός κύκλος	14
1.3 Τύποι υδροφόρων οριζόντων και Υπόγειο νερό	19
1.4 Υδρογεωλογική ταξινόμηση των πετρωμάτων.....	22
1.5 Συστήματα υπόγειας ροής.....	24
1.6 Αλληλεπίδραση του νερού στο περιβάλλον.....	25
1.7 Ρύπανση υπόγειων υδάτων.....	26
1.8 Πηγές ρύπανσης	30
1.9 Μόλυνση υδροφόρων από μικροοργανισμούς.....	32
1.10 Επιπτώσεις και ανίχνευση της ρύπανσης.....	33
1.11 Παρουσίαση της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ για τα Ύδατα	35
1.12 Διαδικασία Υλοποίησης της Οδηγίας	37
1.13 Νομικό Πλαίσιο για τα Ύδατα από την Ελλάδα.....	38
2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	40
2.1 Επισκόπηση Γεωγραφικής θέσης	40
2.2 Διοικητική διάρθρωση περιοχή έρευνας	41
2.3 Πληθυσμιακά και κοινωνικά χαρακτηριστικά.....	44
2.4 Οικονομική δραστηριότητα	49
2.5 Αγροτική δραστηριότητα	53
2.6 Δεδομένα για το φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής έρευνας	55
2.6.1 Μορφολογία.....	55
2.6.2 Κλίμα – μετεωρολογία.....	56
2.6.3 Θερμοκρασία περιοχής	56
2.6.4 Κατακρημνίσματα.....	57
2.6.5 Σχετική υγρασία αέρος και Ηλιοφάνεια.....	57
2.6.6 Γεωλογική άποψη της περιοχής	57
2.6.6.1 Αλπικοί σχηματισμοί.....	58
2.6.6.2 Μεταλπικοί σχηματισμοί.....	59

2.6.7 Τεκτονική	60
2.7 Υδρογεωλογία.....	61
2.8 Υδρογραφικό δίκτυο	62
2.9 Ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά περιοχής έρευνας.....	65
2.9.1 Ορεινός όγκος Υμηττού	65
2.9.2 Περιοχή Βραυρώνας.....	66
2.9.3 Ορεινοί Όγκοι Λαυρίου.....	67
2.9.4 Εθνικός Δρυμός Σουνίου.....	69
2.10 Δίκτυα μεταφορών	71
2.11 Χώροι Διάθεσης Απορριμμάτων.....	71
2.12 Διαχείριση λυμάτων	72
3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ DPSIR	72
3.1 Εισαγωγή.....	72
3.2 Το Δίκτυο παρακολούθησης υπόγειων υδάτων.....	75
3.3 Κινητήριες δυνάμεις – Πιέσεις	76
3.3.1 Αλλαγές στη χρήση γης.....	76
3.3.2 Οικιακή ανάπτυξη.....	78
3.3.3 Γεωργία	81
3.3.4 Κτηνοτροφία	82
3.3.5 Τουρισμός	82
3.3.6 Βιομηχανία.....	83
3.3.7 Περιβαλλοντικά προβλήματα- Πιέσεις.....	84
3.4 Κατάσταση	87
3.4.1 Κατάσταση των υπόγειων υδάτων	87
3.4.2 Ποσοτική κατάσταση υπογείων υδάτων	87
3.4.3 Χημική κατάσταση υπογείων υδάτων.....	89
3.5 Επίδραση Αστικών Λυμάτων στα Υπόγεια Ύδατα.....	90
3.5.1 Ορισμός των υγρών αποβλήτων.....	90
3.5.2 Κατηγορίες υγρών αποβλήτων	91
3.5.3 Παράμετροι και χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων	91
3.5.4 Φυσικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων	92
3.5.4.1 Θερμοκρασία υγρών αποβλήτων	92
3.5.4.2 Οσμή υγρών αποβλήτων	93
3.5.4.3 Χρώμα υγρών αποβλήτων	93
3.5.4.4 Πυκνότητα υγρών αποβλήτων.....	93

3.4.4.5	Ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά	93
3.4.5	Χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων	93
3.4.5.1	Πρωτεΐνες.....	93
3.4.5.2	Υδατάνθρακες	93
3.4.5.3	Οργανικά συστατικά (N και P)	94
3.4.5.4	Λίπη και Έλαια	94
3.4.5.5	Βαρέα μέταλλα	94
3.4.5.6	BOD ₅	94
3.4.5.7	COD	94
3.4.5.8	Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC)	94
3.4.6	Βιολογικά χαρακτηριστικά.....	94
3.5	Συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	95
3.5.1	Συστήματα επεξεργασίας για μικρές παροχές.....	95
3.5.2	Συστήματα επεξεργασίας για μεγάλες περιοχές.....	95
3.5.3	Στάδια επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	96
3.5.3.1	Προεπεξεργασία	96
3.5.3.2	Πρωτοβάθμια επεξεργασία.....	96
3.5.3.3	Δευτεροβάθμια επεξεργασία	97
3.5.3.4	Τριτοβάθμια επεξεργασία	97
3.6	Ανάπτυξη εγκαταστάσεων Ε.Λ στην Ανατολική Αττική.....	98
3.6.1	Υφιστάμενη κατάσταση	98
3.6.2	Σχεδιασμός εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων	98
3.6.3	Στάδια υλοποίησης του του συνόλου των έργων ανά περιοχή	101
3.6.4	Κ.Ε.Λ Βορείων Μεσογείων.....	101
3.6.5	Κ.Ε.Λ. και περιοχή Κεντρικών Μεσογείων	105
3.6.6	Κ.Ε.Λ. και περιοχή Νοτίων Μεσογείων – Σαρωνικού	107
3.6.7	Δήμος Μαρκόπουλου Μεσογαίας.....	108
3.6.8	Οφέλη από την ολοκλήρωση των έργων.....	114
3.7	Προτεινόμενες απαντήσεις.....	114
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	115
	ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	117
	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	118
	ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	123
	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ	124

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διπλωματική αυτή εργασία, είναι μία έρευνα για ένα από τους παράγοντες που προκαλούν τη ρύπανση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και τις πιθανώς επιπτώσεις του από τα αστικά λύματα. Επικεντρώνεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες που κατηγοριοποιούνται στα αστικά λύματα. Γίνεται αναφορά στους τύπους και στις παραμέτρους των υδροφόρων οριζόντων, στα χαρακτηριστικά των υπόγειων νερών, στους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητά του ύδατος, στις ιδιότητες του εδάφους και γενικά στην αλληλεπίδραση του νερού με το περιβάλλον. Αναφέρονται οι πηγές μόλυνσης των υπόγειων υδάτων, και γενικά πώς το έδαφος επιδρά ως αποδέκτης των στερεών αποβλήτων. Παρουσιάζετε η υπάρχουσα κατάσταση, στην περιοχή μελέτης, αναλύοντας τα θέματα των αστικών λυμάτων. Αναλύονται προτάσεις για λύση του υφιστάμενου προβλήματος των αστικών λυμάτων.

Σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας, πολλοί ήταν εκείνοι που με βοήθησαν και πρέπει να ευχαριστήσω για την βοήθεια τους.

Πρωταρχικά πρέπει να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Αλεξάκη Δ. για την υπομονή, τις υποχωρήσεις και την πολύτιμη βοήθειά του. Επίσης πολλές ευχαριστίες απευθύνω στην οικογένεια μου, καθώς και στους συνάδελφους των Κ.Ε.Λ, που με τη συμβολή τους, κατάφερα να προσεγγίσω το θέμα της εργασίας πιο εξειδικευμένα.

ABSTRACT

This dissertation is a research on one of the factors that cause soil and groundwater pollution and its possible effects from urban wastewater. It focuses on human activities categorized in urban wastewater. Reference is made to the types and parameters of aquifers, the characteristics of groundwater, factors that affect water quality, soil properties and generally the interaction of water with the environment. Sources of groundwater contamination are reported, and in general how the soil acts as a recipient of solid waste. You present the current situation in the study area, analyzing the issues of urban wastewater. Proposals for a solution to the existing problem of urban wastewater are analyzed.

At all stages of the work, many were the ones who helped me and I have to thank them for their help.

First of all, I have to thank the supervising professor Mr. Alexakis D. for his patience, concessions and valuable help. I also thank my family, as well as the colleagues of K.E.L., with whose contribution, I managed to approach the issue of work in a more specialized way.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό είναι βασικό και ζωτικό στοιχείο για την ύπαρξη της ζωής στον πλανήτη μας. Τα υπόγεια νερά επηρεάζουν όλα τα οικοσυστήματα, και τους έμβιους οργανισμούς. Πάνω από το μισό του παγκόσμιου ανθρώπινου πληθυσμού, εξαρτάται άμεσα από τα υπόγεια αποθέματα για την χρήση πόσιμου νερού. Το υπόγειο νερό σήμερα παίζει σημαντικό ρόλο και στην πρωτογενή παραγωγή, γεωργία και κτηνοτροφία. Γενικά παρατηρείται αύξηση του ποσοστού χρήσης των υπόγειων νερών σε βάρος των επιφανειακών. Στη χώρα μας υπάρχει πρόβλημα στην ορθή χρήση του νερού, στην κάλυψη των αρδευτικών και υδρευτικών αναγκών μας. Ο παράγοντας της κλιματικής αλλαγής έχει ασκήσει μεγάλες περιβαλλοντικές πιέσεις στους υδατικούς πόρους. Θα λέγαμε ότι πολλές περιοχές της Ελλάδος παρουσιάζετε μεγάλη πτώση στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες συνήθως ευθύνονται σε πολύ σημαντικό βαθμό και για την υποβάθμιση του γεωπεριβάλλοντος, από ρύπανση με φυτοφάρμακα, αγροχημικά, κτηνοτροφία, με υποβαθμίσει της ποιότητα του υπόγειου νερού σε μεγάλο βαθμό που μπορεί να το καταστήσει ακατάλληλο, ακόμα και για άρδευση.

Η ανθρωπογενής ρύπανση, αφορά την εδαφική διάθεση των αστικών, γεωργικών, βιομηχανικών, μεταλλευτικών και άλλων ειδικών αποβλήτων. Συναντάμε και περιπτώσεις με ρύπανση από πετρελαιοειδή, από πυρκαγιές σε ανεξέλεγκτες χωματερές, αλλά και από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Η αξιοποίηση των πρωτογενών στοιχείων ρύπανσης αναφορικά με τα εδάφη και τα υπόγεια νερά αποτελεί τροχοπέδη στην ολοκληρωμένη διαχείρισή τους. Θα λέγαμε ότι τα προγράμματα παρακολούθησης της ποιότητας του εδάφους και του υπόγειου νερού και οι στρατηγικές απορρύπανσης, που θα πρέπει να υιοθετηθούν το συντομότερο δυνατόν. Πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και οι γεωχημικές αντιδράσεις και οι αλληλεπιδράσεις ρύπου - εδάφους - υπόγειου νερού, ώστε να έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Όμως, το μεγάλο ποσοστό των υπεράριθμων χημικών ουσιών που η σύγχρονη υπερκαταναλωτική κοινωνία, παράγει και χρησιμοποιεί, με διαρκώς αυξανόμενους ρυθμούς, πάντα καταλήγει στο έδαφος, και στα υπόγεια νερά προκαλώντας τη ρύπανσή τους.

Η ρύπανση του γεωπεριβάλλοντος, μπορεί να οφείλεται και σε φυσικές διαδικασίες όπως οι διάβρωση πετρωμάτων, με χαρακτηριστικά παραδείγματα για τη χώρα μας το αρσενικό και το χρώμιο.

Η ρύπανση του υπόγειου νερού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και συνυπάρχει με τη ρύπανση του εδάφους και αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες απειλές του πλανήτη μας. Τα αποθέματα γλυκού νερού περιορίζονται δραστικά από τις ολοένα μεγαλύτερες πιέσεις από τον υπερπληθυσμό και την κλιματική αλλαγή. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, υφίσταται στην Ελλάδα σε σχέση με το νερό. Σημαντικός παράγοντας η απουσία για χρόνια μιας σύγχρονης περιβαλλοντικής πολιτικής, που να αποσυνδέει την οικονομική ανάπτυξη από την αλόγιστη κατανάλωσή του νερού. Στα υπόγεια νερά, εκτιμάται πως η κατάσταση θα επιδεινωθεί στα επόμενα χρόνια σε μεγάλο βαθμό, καθώς έχουμε αυξανόμενη μεταβλητότητα εδάφους, με την μειωμένη αξιοπιστία των επιφανειακών αποθέματα νερού, λόγω της κλιματικής αλλαγής θα καταστήσει τη χρήση των υπόγειων αποθεμάτων νερού, ακόμη πιο ελκυστική.

Ο μακροχρόνιος σχεδιασμό, σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη θα πρέπει να προγραμματιστεί άμεσα. Οι κτηνοτροφικές και οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις θα πρέπει να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα. Θα πρέπει να περιοριστεί δραστικά η κατασπατάληση των υδάτινων αποθεμάτων, να ελαχιστοποιηθεί η ρύπανση από νιτρικά και αλλά χημικά, ώστε, μέσω του εμπλουτισμού του με οργανική ύλη και με την ηπιότερη εκμετάλλευσής του να προστατευθεί το έδαφος από την επερχόμενη ερημοποίηση του.

Με βάση την πρόληψη της ρύπανσης στα υπόγεια νερά, είναι απαραίτητη η παύση της ανεξέλεγκτης εδαφικής διάθεσης αστικών, βιομηχανικών, γεωργικών, κτηνοτροφικών και άλλων αποβλήτων, σε συνάρτηση με την ανάπτυξη κατάλληλων αλλά και βιώσιμων υποδομών επεξεργασίας και διαχείρισης των αποβλήτων αυτών, καθώς και την απορρύπανση των ήδη ρυπασμένων εδαφών.

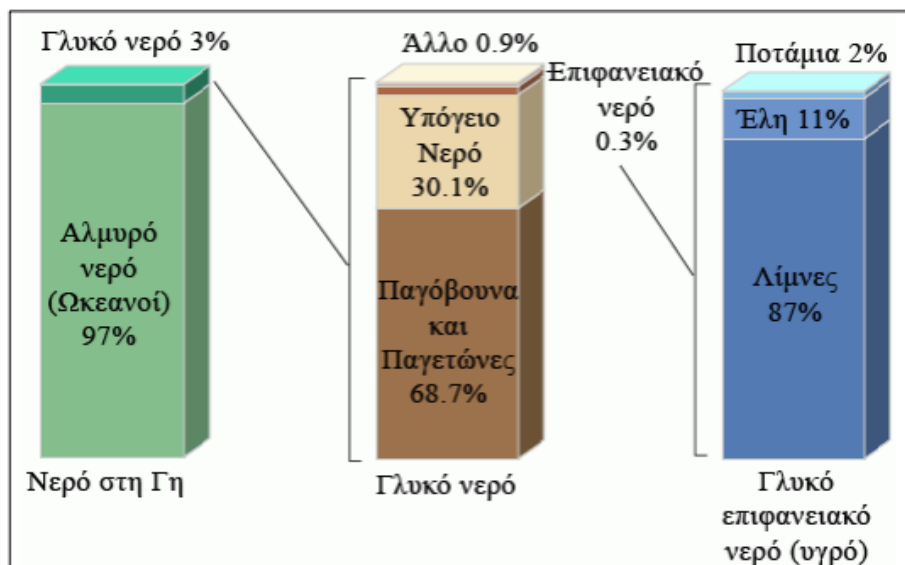
Σήμερα η σημασία των γεγονότων αυτών γίνεται περισσότερο κατανοητή αν αναλογισθούμε την υπάρχουσα κατάσταση στην Ελλάδα, όπου σε ορισμένες περιοχές, όπως στην Ανατολική Αττική τα αστικά λύματα, συνιστούν απειλή για την υγεία τω ανθρώπων και είναι μια από τις κύριες πηγές περιβαλλοντικής υποβάθμισης τόσο στον αστικό ιστό όσο και στον αγροτικό χώρο της περιοχής.

1.1 Το νερό ως φυσικός πόρος

Το νερό στη Γη βρίσκεται σε συνεχής κίνηση. Έτσι λοιπόν, το νερό εξατμίζεται από τις ελεύθερες υδάτινες επιφάνειες, το έδαφος και μέσω της διαδικασίας της διαπνοής του φυλλώματος των φυτών, εμπλουτίζοντας την ατμόσφαιρα με υδρατμούς και υγρασία. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η ποσότητα νερού στην ατμόσφαιρα η οποία ακολούθως θα μειωθεί ξανά μέσω της βροχόπτωσης. Μέσω της βροχόπτωσης αντίστοιχα, ποσότητα νερού μεταφέρεται από την ατμόσφαιρα στη γη, προκαλώντας την αύξηση των εδαφικών υδάτινων αποθεμάτων. Εξαιτίας όμως της κίνησης των αέριων μαζών, η υγρασία και οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας μεταφέρονται, με αποτέλεσμα το νερό το οποίο εξατμίζεται σε μία δεδομένη περιοχή να μην αντικαθίσταται, απαραίτητως άμεσα μέσω της βροχόπτωσης. Στην περίπτωση όπου η βροχόπτωση μακροπρόθεσμα, υπερβαίνει της εξατμισοδιαπνοή, προκύπτει πλεόνασμα υδατικών αποθεμάτων στη γη και με τον τρόπο αυτό δημιουργείται η απορροή η οποία είτε μέσω των επιφανειακών υδάτινων σωμάτων (ποτάμια, ρέματα) είτε μέσω των υπόγειων νερών, μεταφέρει το νερό από τη στεριά στους ωκεανούς. Από εκεί, το νερό μέσω της εξάτμισης μεταφέρεται και πάλι στη στεριά ακολουθώντας την ίδια κυκλική πορεία. Είναι εύκολο έτσι να αντιληφθεί κανείς ότι τα συνολικά επίπεδα νερού στη Γη διατηρούνται σε γενικές γραμμές σταθερά.

Η πλειονότητα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και αναγκών απαιτεί την κατανάλωση γλυκού νερού, ενώ το νερό με τη μορφή με την οποία εμφανίζεται στους ωκεανούς δε δύναται να αξιοποιηθεί σε αυτές, χωρίς επεξεργασία. Η κυκλική πορεία που διαγράφει το νερό στη Γη, δημιουργεί την εντύπωση της αφθονίας του και της συνεχούς ανανέωσης του και της σταθερότητας των αποθεμάτων γλυκού νερού, η πραγματική εικόνα όμως των υδάτινων αποθεμάτων διαφέρει κατά πολύ. Η ικανοποίηση των ανθρωπίνων αναγκών για ύδρευση, άρδευση και βιομηχανική χρήση, απαιτεί, σε ετήσια βάση, μία ποσότητα νερού, η οποία οφείλει να μην υπερβαίνει τον ετήσιο ρυθμό ανανέωσης του δεδομένου υδάτινου συστήματος (Hoekstra et al. 2011). Θα λέγαμε ότι, η δυναμικότητα του εκάστοτε υδάτινου συστήματος συνιστά θέμα μείζονος σημασίας στην κατεύθυνση της διαφύλαξης του νερού ως φυσικού πόρου και στη διαμόρφωση και εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης και ορθολογικής πολιτικής διαχείρισης του νερού, προσαρμοσμένης στις τοπικές ιδιαιτερότητες και ανάγκες.

Παρότι το 70% της συνολικής επιφάνειας της γης καλύπτεται από νερό, τα συνολικά αποθέματα του διατηρούνται σε σταθερά επίπεδα, η τελικά διαθέσιμη κατάλληλη για χρήση ποσότητα νερού είναι ιδιαίτερα μικρή. Πιο συγκεκριμένα, το 98% του νερού της γης βρίσκεται στις θάλασσες και στους ωκεανούς ή είναι εγκλωβισμένο στους πάγους, ενώ το 1,4% είναι τεχνικά μη εκμεταλλεύσιμο καθώς βρίσκεται σε βάθος άνω των 800 m ή είναι υφάλμυρο. Μόλις το 0,6% της συνολικής ποσότητας νερού, σε παγκόσμια κλίμακα θεωρείται κατάλληλο και διατίθεται για χρήση (Μιμίκου 2006). Μέσω του σχήματος που ακολουθεί (Εικόνα 1), παρουσιάζεται η παγκόσμια κατανομή του νερού σε γλυκό και αλμυρό, αντίστοιχα, η κατανομή του γλυκού νερού σε επιφανειακό, υπόγειο και στην ποσότητα αυτού που βρίσκεται εγκλωβισμένη στους πάγους καθώς επίσης και η κατανομή του επιφανειακού (γλυκού) νερού στα επιμέρους υδάτινα σώματα (λίμνες, έλη και ποτάμια).



ΕΙΚΟΝΑ 1: Παγκόσμια κατανομή νερού (<http://water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.html>)

Στη συνολική ποσότητα ανεπάρκεια κατάλληλου και διαθέσιμου προς χρήση νερού, προστίθεται και η ανισομερής χωρική και χρονική κατανομή του στα διάφορα σημεία του πλανήτη, επεκτείνοντας τα φαινόμενα ξηρασίας σε τοπικό επίπεδο ακόμα περισσότερο, σε διάρκεια αλλά και συχνότητα. Ιδιαίτέρως ανησυχητικό, κρίνεται το γεγονός ότι το 35% των κατοίκων της Μεσογείου αντιμετωπίζουν ήδη προβλήματα έλλειψης ή ανεπάρκειας νερού. Στην παγκόσμια κλίμακα το πρόβλημα είναι ότι ένας στους έξι, ανθρώπους δεν έχουν πρόσβαση σε νερό (WWF 2010). Ωστόσο, παρά την περιορισμένη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων και της ανισομερούς χωρικής και χρονικής κατανομής, το μεγαλύτερο μέρος της

ευθύνης καταλογίζετε , στη μη ορθολογική και αειφόρα χρήση των αποθεμάτων . Η ανάπτυξη χρήσεων γης ιδιαιτέρως απαιτητικών σε νερό σε περιοχές με ελλειμματικό υδατικό ισοζύγιο, ασκώντας ακόμη μεγαλύτερες πιέσεις στα ήδη περιορισμένα αποθέματα, εμφανίζετε σε πολλές χώρες .

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Εκτίμηση μέσω ετήσιων διακινήσεων νερού (Τεχνική Υδρολογία Ε.Μ.Π. ,1999)

Εκτίμηση μέσω ετήσιων φυσικών διακινήσεων του νερού της Γης				
Επιφάνεια αναφοράς	Έκταση σε δισεκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα	Διακίνηση	Μέσος ετήσιος όγκος σε κυβικά χιλιόμετρα	Ποσοστό επί των κατακρημνισμάτων %
Σύνολο επιφάνειας Γης	510,0	Κατακρημνίσματα = Εξατμοδιαπνοή	577.000	100,0
Ωκεανοί	361,1	Κατακρημνίσματα	458.000	100,0
		Εξατμοδιαπνοή	505.000	110,3
Ξηρά	148,9	Κατακρημνίσματα	119.000	100,0
		Εξατμοδιαπνοή	72.000	60,5
		Συνολική απορροή	47.000	39,5
		Επιφανειακή συνιστώσα απορροής	47.700	37,6
		Υπόγεια συνιστώσα απορροής	2.300	1,9

Καθώς τα επιφανειακά νερά, όπως οι λίμνες και τα ποτάμια, αποτελούν τις βασικές πηγές νερού, φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα, κατά τον οποίο οι τάξεις μεγέθους των υπογείων νερών είναι πολυπληθέστερες από τα επιφανειακά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι πόροι του νερού είναι ανανεώσιμοι και όχι αποθεματικοί, όπως είναι του πετρελαίου. Άρα σημασία δεν είναι η ποσότητα των υδάτινων πόρων που είναι αποθηκευμένες αλλά αυτές που ανανεώνεται κάθε χρόνο.

Τα βασικότερα στοιχεία που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, είναι ότι:

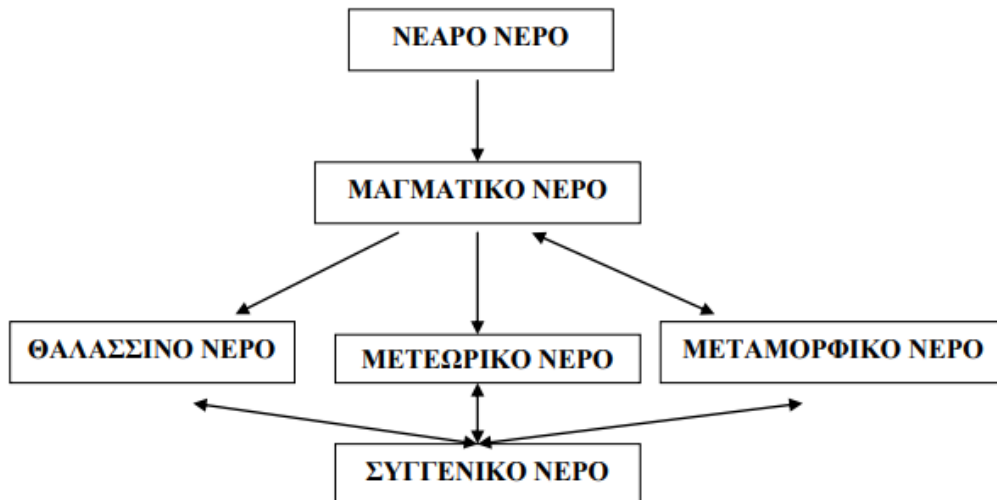
- ✓ Το χερσαίο τμήμα της Γης, δηλαδή η ξηρά, τροφοδοτείται από το θαλάσσιο, μέσω του μηχανισμού της εξάτμισης και της μεταφοράς από τους ανέμους, με τους υδρατμούς (δηλαδή νερό σε καθαρή μορφή) που φτάνουν στο 39,5% των χερσαίων κατακρημνισμάτων (το υπόλοιπο 60,5% των χερσαίων κατακρημνισμάτων προέρχεται από τη χερσαία εξατμοδιαπνοή).
- ✓ Η ίδια ποσότητα το 39,5% οδηγείται μέσω της επιφανειακής και υπόγειας απορροής, από την ξηρά στη θάλασσα, βάση του υδρολογικού κύκλου.
- ✓ Από τη συνολική απορροή, η οποία αποτελεί και την οροφή του εκμεταλλεύσιμου ύδατος, η επιφανειακή εκροή στη θάλασσα είναι περίπου 20 φορές μεγαλύτερη από την υπόγεια εκροή.

1.2 Υδρογεωλογικός κύκλος

Το νερό που υπάρχει στον πλανήτη χωρίζεται σε επιφανειακό (θαλάσσιο, λιμναίο, ποτάμιο, παγετώνων) και σε υπόγειο σε σχέση με την επιφάνεια της γης. Υπάρχουν ακόμη τέσσερις τύποι νερών (Καρβούνη Βασιλική, 2012):

- ✓ Το συγγενικό νερό, που για μεγάλες γεωλογικές περιόδους δεν έχει έρθει σε επαφή με την ατμόσφαιρα.
- ✓ Το μαγματικό νερό, που προέρχεται από το μάγμα και το διακρίνουμε σε πλουτώνιο και ηφαιστειακό.
- ✓ Το νεαρό νερό που είναι νερό μαγματικής ή κοσμικής προέλευσης, το οποίο πρωτοεμφανίστηκε στην υδρόσφαιρα.
- ✓ Το μεταμορφωμένο νερό, που συσχετίζεται με τις διαδικασίες μεταμόρφωσης των πετρωμάτων.

Τα νερά συνδέονται μεταξύ τους όπως φαίνεται στο Σχήμα 1 :



ΣΧΗΜΑ 1 : τύποι νερών (Καρβούνη Βασιλική, 2012)

Ο υδρογεωλογικός κύκλος (hydrogeologic cycle) (Σχήμα 2) αποτελείται από ένα σύνολο διαδικασιών. Βάση αυτών το νερό κυκλοφορεί μεταξύ της υδρόσφαιρας, της ατμόσφαιρας, της ξηράς και της θάλασσας. Στην σειρά των διαδικασιών αυτών, το νερό εμφανίζεται με όλες τις δυνατές μορφές του, δηλαδή υγρό, αέριο (υδρατμοί) και στερεό (χιόνι, χαλάζι). Το σύνολο της ενέργειας που κατευθύνει τον κύκλο του νερού προέρχεται αποκλειστικά από τον ήλιο.

Το νερό στην ατμόσφαιρα βρίσκεται σε μορφή υδρατμών. Ύστερα από την διαδικασία της συμπύκνωσής του πέφτει στην επιφάνεια της γης σε υγρή ή στερεή μορφή. Η έννοια ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα περιλαμβάνει το σύνολο των μορφών με τις οποίες το νερό πέφτει στη γη. Οι μορφές των κατακρημνισμάτων ανάγονται στο ισοδύναμο ύψος της βροχής. Στην περίπτωση της χιονόπτωσης, όταν δεν υπάρχουν συγκεκριμένα στοιχεία σχετικά με την πυκνότητα του χιονιού, θεωρούμε ότι 10 mm ύψος χιονιού ισοδυναμούν με 1 mm ύψος βροχής, δηλαδή με αναλογία 10:1. (www.usgs.gov)

Η **εξατμισοδιαπνοή** αντιπροσωπεύει τις ποσότητες του νερού, που επανέρχονται στην ατμόσφαιρα με συνδυασμένη την δράση της εξάτμισης και της διαπνοής. Εξάτμιση είναι η διαδικασία μεταφοράς, υδρατμών, από την επιφάνεια της γης στην ατμόσφαιρα. Αυτό γίνεται με θερμότητα, ηλιακής ενέργειας, που είναι απαραίτητη για την αλλαγή της φάσης του νερού από την υγρή σε αέρια μορφή (Παπαϊωάννου, 1995). Η εξάτμιση αποτελεί το τρόπο με τον οποίο το νερό από υγρό μπαίνει στην ατμόσφαιρα και μαζί στον υδρολογικό κύκλο του νερού. Όπως είπαμε οι ωκεανοί, οι θάλασσες, οι λίμνες και τα ποτάμια παρέχουν περίπου το 90% της

υγρασίας της ατμόσφαιρας, ενώ τα φυτά, μέσω της διαπνοής τους παρέχουν το υπόλοιπο 10%. Η ενέργεια που παρέχει ο ήλιος με την μορφή θερμότητα χρησιμοποιείται για να σπάσουν οι δεσμοί που κρατούν ενωμένα τα μόρια του νερού. Το νερό εξατμίζεται ευκολότερα στο σημείο βρασμού του (100°C), και εξατμίζεται πιο δύσκολα κοντά στο σημείο πήξης του. Όταν η σχετική υγρασία του αέρα είναι 100% δηλαδή σε κατάσταση κορεσμού, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί εξάτμιση. Η εξάτμιση αφαιρεί θερμότητα από το περιβάλλον. Η εξάτμιση από τη θάλασσα είναι ο τρόπος με τον οποίο το νερό περνά στην ατμόσφαιρα με την μορφή υδρατμών. Η μεγάλη επιφάνεια των ωκεανών επιτρέπει μεγάλης κλίμακας εξάτμιση. Σε παγκόσμιο επίπεδο, θα λέγαμε η ποσότητα νερού που εξατμίζεται είναι ίση με τη ποσότητα του νερού που επιστρέφει στην επιφάνεια της Γης με τη μορφή κατακρημνισμάτων. Η κατανομή αυτή των ποσοτήτων που εξατμίζονται και ξαναπέφτουν στην γη μεταβάλλεται γεωγραφικά. Το περισσότερο νερό που εξατμίζεται από τη θάλασσα, ξαναπέφτει σε αυτή και μόνο περίπου το 10% του νερού αυτού μεταφέρεται στη στεριά και πέφτει με τη μορφή κατακρημνισμάτων. Από τη στιγμή που εξατμίζεται, ένα μόριο νερού μένει στην ατμόσφαιρα για 10 περίπου ημέρες κατά μέσο όρο.

Η εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται από τους παράγοντες, θερμοκρασία εδάφους και αέρα, υγρασία εδάφους και αέρα, ταχύτητα ανέμου, βαρομετρική πίεση, ηλιακή ακτινοβολία, είδος χλωρίδας, πορώδες, κ.λπ. Η εξατμισοδιαπνοή είναι εντονότερη σε ανοικτές υδάτινες περιοχές, ενώ στα υπόγεια νερά είναι πολύ μικρή έως μηδενική. Υπάρχουν πολλοί εμπειρικοί τύποι υπολογισμού της πραγματικής ή δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (Turc, Coutagne, Thornthwaite κ.ά). Η δυνητική είναι ένας κλιματικός δείκτης και εκφράζει τη μέγιστη ποσότητα του νερού που θα εξατμιζόταν ή διαπνεόταν από τα φυτά, αν τα αποθέματα του ήταν αρκετά για να αναπληρώσουν τις απώλειες. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή σε πολλές ημίξηρες περιοχές της Ελλάδας ανέρχεται στο 70-85% του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης, ενώ στις ορεινές περιοχές θα φθάσει έως 55% (Παπαϊωάννου, 1995).

Η έννοια της **διαπνοής** περιλαμβάνει τις διαδικασίες όπου το νερό μεταβαίνει από την υγρή στην αέρια φάση διαμέσου του σώματος των φυτών. Η διαπνοή αποτελεί την διεργασία μέσω της οποίας η υγρασία μεταβιβάζεται από τις ρίζες των φυτών στους μικρούς πόρους των φύλλων. Εκεί μετατρέπεται σε υδρατμό και απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Αυτή η διαδικασία αποτελεί ουσιαστικά την εξάτμιση του νερού από τα φύλλα των φυτών. Είναι συνήθως μια αθέατη διαδικασία, καθώς αδυνατούμε να παρατηρήσουμε τα φύλλα να

"ιδρώνουν" καθώς το νερό εξατμίζεται από την επιφάνεια τους. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ένα φύλλο μπορεί μέσω διαπνοής να διακινήσει πολλαπλάσιο νερό από το βάρος του. Η ποσότητα νερού που τα φυτά διαπνέουν μεταβάλλεται γεωγραφικά και χρονικά.

Οι παράγοντες που καθορίζουν τους ρυθμούς διαπνοής παρουσιάζονται παρακάτω :

- ✓ **Θερμοκρασία:** Οι ρυθμοί διαπνοής αυξάνονται αναλογικά με τη θερμοκρασία, κυρίως τις εποχές ανάπτυξης των φυτών, όταν ο αέρας είναι ζεστός.
- ✓ **Σχετική υγρασία:** Όσο αυξάνει η σχετική υγρασία του αέρα, ο ρυθμός διαπνοής του φυτού μειώνεται. Το νερό εξατμίζεται συνήθως ευκολότερα στον ξηρό αέρα και όχι στον υγρό.
- ✓ **Άνεμος:** Με την αύξηση της ταχύτητας του ανέμου κοντά στο φυτό συνεπάγεται η αύξηση της διαπνοή του .
- ✓ **Τύπος φυτού:** Κάθε τύπος φυτού παρουσιάζει διαφορετικούς ρυθμούς διαπνοής.

Η **απορροή** αντιπροσωπεύει το μέρος των κατακρημνισμάτων που ενώ έχει πέσει στην επιφάνεια της γης και κάποιο μέρος από αυτό θα κατακρατηθεί για τη συμπλήρωση της υγρασίας του εδάφους, οι χείμαρροι το καταλαμβάνουν και το μεταφέρουν στις θάλασσες και στις λίμνες, δηλαδή σε τελικούς αποδέκτες. Η ολική απορροή αποτελείται από την επιφανειακή και την υπόγεια απορροή. Αυτό σημαίνει ότι το νερό που έχει αρχικά διηθηθεί στην γη καταφέρνει να βρει διέξοδο επανερχόμενο στην επιφάνεια και προστιθέμενο στα επιφανειακά νερά. Η συγκεκριμένη διαδικασία είναι αρκετά περίπλοκη, αφού τα ποτάμια χάνουν και κερδίζουν νερό μέσω του εδάφους. Αυτό συμβαίνει καθώς τμήμα της βροχής πέφτει και ποτίζει το έδαφος, αλλά όταν αυτό είναι κορεσμένο ή αδιαπέραστο, όπως για παράδειγμα ένας δρόμος, το νερό αρχίζει να κυλά προς τα χαμηλά με τη μορφή απορροής. Το νερό στην πορεία του προς τα ποτάμια, ρέει μέσω των αυλακιών του εδάφους. Σε αυτή την περίπτωση η απορροή ρέει πάνω από χώμα και συμπαρασύρει στην πορεία του και φερτά υλικά μέσα στο ποτάμι. Το νερό που εισχωρεί στο ποτάμι αρχίζει το ταξίδι του προς τη θάλασσα. Η σχέση μεταξύ των κατακρημνισμάτων και της επιφανειακής απορροής μεταβάλλεται και προσαρμόζεται στο χρόνο και το χώρο, όπως γίνεται σε κάθε μέρος του υδρολογικού κύκλου.

Βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιφανειακή απορροή είναι:

- ✓ οι κλιματικοί βάση της έντασης ανέμων, βροχοπτώσεων, εξάτμιση κλπ
- ✓ οι γεωμορφολογικοί βάση της κλίσης της λεκάνης απορροής και της υδρογραφικής πυκνότητας
- ✓ οι λιθολογικοί βάση του είδους των πετρωμάτων και της περατότητάς τους
- ✓ το είδος της φυτοκάλυψης

Το μέρος των κατακρημνισμάτων που πέφτουν πάνω στο έδαφος, και κυλούν επιφανειακά προς τα ποτάμια, σχηματίζουν την επιφανειακή απορροή. Το ένα τρίτο μόνο, περίπου, του όγκου των κατακρημνισμάτων που πέφτει πάνω στο έδαφος, απορρέει σε υδατορεύματα και γυρίζει στη θάλασσα. Τα υπόλοιπα 2/3 εξατμίζονται ή διηθούνται στα υπόγεια νερά (Κουτσογιάννης κ.ά., 1999).

Η **κατείσδυση** είναι η πιο σημαντική διεργασία σε σχέση με τον καθορισμό της υδροοικονομίας μιας περιοχής. Αντιπροσωπεύει εκείνο το μέρος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, το οποίο περνά από την επιφάνεια του εδάφους και καταλήγει στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, αυξάνοντας τα αποθέματα των υπόγειων νερών. Η ικανότητα της κατείσδυσης (infiltration capacity) εξαρτάται από την υγρασία του εδάφους, τη λιθολογία, την κλίση και τον τύπο του εδάφους. Παράμετρος είναι ακόμα η βλάστηση, την ένταση και κατανομή των βροχοπτώσεων (Κουμαντάκης, 1997). Μέτρο της κατείσδυσης αποτελεί ο συντελεστής κατείσδυσης. Ο συντελεστής αυτός παρουσιάζει το ποσοστό του νερού που κατεισδύει σε σχέση με την ολική βροχόπτωση. Συνήθως οι τιμές του κυμαίνονται από 3% έως 60%. Είναι αναγκαίο να αναφερθεί ότι η ένταση και η συχνότητα του κύκλου εξαρτώνται και από το κλίμα και τη γεωγραφική θέση της κάθε περιοχής (Σούλιος, 1986).

Η διάρκεια πραγματοποίησης του υδρογεωλογικού κύκλου σε σχέση με τον χρόνο δεν είναι σταθερός. Ο κύκλος μπορεί να συντομευθεί όταν τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα πέφτουν απευθείας στη θάλασσα ή τις λίμνες, εδώ δεν υπάρχει επιφανειακή απορροή. Η μελέτη του υδρολογικού κύκλου γίνεται στη λεκάνη απορροής ενός ποταμού ή υδρολογική λεκάνη. (www.usgs.gov)

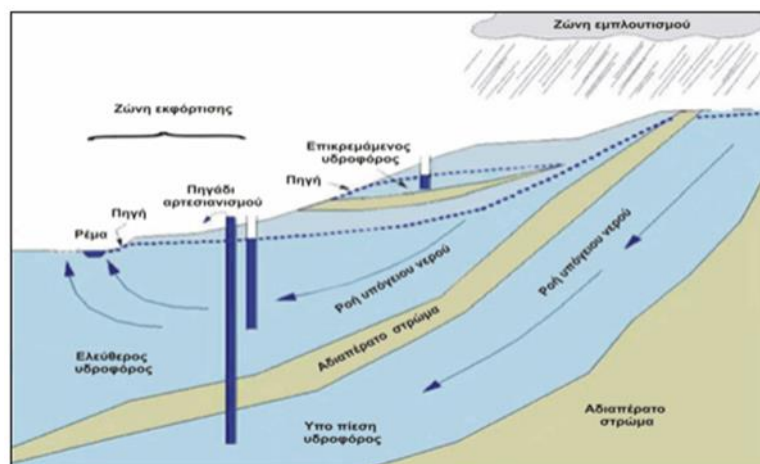
1.3 Τύποι υδροφόρων οριζόντων και Υπόγειο νερό

Υδροφορείς ή υδροφόροι (aquifers) αποτελούν γεωλογικούς σχηματισμούς που περιέχουν αρκετό κορεσμένο με νερό υλικό, ώστε να τροφοδοτήσουν με μεγάλες ποσότητες νερού είτε πηγές είτε γεωτρήσεις. Η αποθήκευση και η μεταβίβαση του νερού αποτελεί σημαντική ικανότητα των υδροφόρων. Ως υδροφόρος ορίζοντας είναι η άνω επιφάνεια του υδροφόρου(www.geo.auth.gr).

Τα είδη των υδροφόρων οριζόντων είναι τα εξής:

1. Οι ελεύθεροι υδροφόροι ορίζοντες είναι αυτοί που έχουν ως δάπεδο στεγανό στρώμα και στην οροφή τους δεν παρεμβάλλεται αδιαπέρατο γεωλογικό στρώμα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ελεύθερη επιφάνεια των υπόγειων νερών. Έχουμε την υδροστατική πίεση να είναι ίση με την ατμοσφαιρική. Οι μεταβολές της στάθμης του υπόγειου νερού αντιστοιχούν σε μεταβολές του όγκου του αποθηκευμένου νερού στον υδροφόρο. Ειδική περίπτωση ελεύθερων υδροφόρων είναι οι κρεμαστοί ή επικρεμάμενοι υδροφόροι (perched) (Σχήμα 2).

2. Οι υπό πίεση υδροφόροι ή εγκλωβισμένοι ή αρτεσιανοί στα στρώματα αυτά το νερό είναι εγκλωβισμένο ανάμεσα στα αδιαπέρατα στρώματα του δαπέδου και της οροφής. Είναι κορεσμένοι σε όλο το πάχος τους και η πίεση του νερού είναι πολύ μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής (Σχήμα 2). Η πιεζομετρική επιφάνεια, που είναι μια εικονική επιφάνεια και συμπίπτει με το επίπεδο της υδροστατικής επιφάνειας στον υδροφόρο, τότε βρίσκεται ψηλότερα από τη βάση της αδιαπέρατης οροφής.



ΣΧΗΜΑ 2: Τύποι υδροφόρων οριζόντων [1]

Όταν η πιεζομετρική επιφάνεια βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, τότε παρατηρείται αυτόματη ροή με τη μορφή πίδακα (αρτεσιανισμός).

3. Οι ημιαρτεσιανοί υδροφόροι ορίζοντες που πρόκειται για υπόγειους υδροφορείς ανάλογους με τους υπό πίεση με τη διαφορά ότι το υπερκείμενο στρώμα είναι ημιπερατό, παρουσιάζει μικρή υδροπερατότητα. Το υποκείμενο στρώμα μπορεί να είναι αδιαπέρατο ή να έχει και αυτό πολύ μικρότερο συντελεστή υδροπερατότητας από το υδροφόρο στρώμα. Σε τέτοιους υδροφόρους ο υποβιβασμός της πιεζομετρικής επιφάνειας, μπορεί να γίνει με άντληση, και προκαλεί συχνά μία κατακόρυφη ροή νερού από το υπερκείμενο στρώμα προς τον αντλούμενο υδροφόρο. Αν θεωρήσουμε ότι η υδροπερατότητα του ημιπερατού υπερκείμενου στρώματος είναι πολύ μικρή, η οριζόντια συνιστώσα ροής μέσα σε αυτό μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα. Όταν η υδροπερατότητα του υπερκείμενου στρώματος είναι τέτοια που οι οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας ροής μέσα σε αυτόν δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα, τότε έχουμε μερικώς ελεύθερους υδροφόρους ορίζοντες.

Από πετρογραφικής άποψης διακρίνονται δύο κατηγορίες υδροφορέων:

- ✓ καρστικοί (karst aquifers), που αναπτύσσονται στα ανθρακικά πετρώματα
- ✓ πορώδεις (porous aquifers), που αναπτύσσονται σε κοκκώδεις σχηματισμούς.

Υπόγειο νερό είναι το νερό που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της Γης για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ανεξαρτήτως κατάστασης, βάθους και προέλευσης. Τα υπόγεια νερά είναι ένα μέρος του υδρολογικού κύκλου και αντιστοιχούν σε 0,61% του συνολικού νερού στον πλανήτη (www.geo.auth.gr). Αυτές οι μεγάλες ποσότητες νερού βρίσκονται αποθηκευμένες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και συνεχίζει να κινείται. Συνήθως με πολύ μικρή ταχύτητα, και αποτελεί μέρος του υδρολογικού κύκλου (Σχήμα 3). Μεγάλο μέρος του υπόγειου νερού έχει προέλθει από την διήθηση των κατακρημνισμάτων. Η ακόρεστη ζώνη αποτελείται από ανώτερα στρώματα. Η ποσότητα του νερού αλλάζει με το χρόνο αλλά ποτέ δεν γεμίζει ολοκληρωτικά τους πόρους του εδάφους, σε αντίθεση με το τι συμβαίνει κάτω από την ζώνη αυτή, δηλαδή την κορεσμένη ζώνη. Σε αυτή όλοι οι πόροι και οι ρωγμές των πετρωμάτων είναι πλήρως γεμισμένες νερό. Η συγκεκριμένη ζώνη περιγράφεται απόλυτα από τον όρο των υπογείων νερών. Με την έννοια "υδροφορέας" περιγράφεται ο χώρος εκείνος που αποθηκεύεται το νερό. Οι υδροφορείς ή τα υδροφόρα στρώματα (Σχήμα 4), είναι πολύ μεγάλες αποθήκες νερού του εδάφους. Η ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων καθημερινά εξαρτάται από αυτούς.



ΣΧΗΜΑ 3: Σχηματική απεικόνιση της κίνησης του ύδατος στα Υδροφόρα στρώματα (USGS, 2005)

Η κυριότερη προέλευσή των υπόγειων νερών είναι τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Ένα πολύ μικρό ποσοστό των υπόγειων νερών είναι μαγματικής ή κοσμικής προέλευσης, που εισέρχεται για πρώτη φορά στον υδρολογικό κύκλο. Το νερό εισέρχεται στο υπέδαφος από την επιφάνεια του εδάφους, κατευθείαν από τις βροχοπτώσεις, ή από σώματα επιφανειακού νερού, ποτάμια, και λίμνες. Μετά κινείται αργά μέχρι να επιστρέψει στην επιφάνεια του εδάφους, με φυσική εκφόρτιση (πηγές), ή με ανθρώπινη παρέμβαση (πηγάδια, γεωτρήσεις. Ο χρόνος ο οποίος παραμένει το υπόγειο νερό στο υπέδαφος αποτελεί την ηλικία του νερού. Η Διήθηση είναι η προς τα κάτω κίνηση του νερού από την επιφάνεια προς τα εδαφικά στρώματα και τα πετρώματα (Λαμπράκης, 1994).

Η ποσότητα του νερού που διηθείται εξαρτάται από κάποιους παράγοντες. Μέρος του νερού που διηθείται παραμένει στην επιφάνεια του εδάφους και έχει την δυνατότητα να καταλήξει τελικά σε ένα υδατόρευμα. Κάποιο άλλο τμήμα του νερού έχει την ικανότητα να διηθηθεί ακόμα πιο βαθιά στο έδαφος και να τροφοδοτήσει υπόγειους υδροφορείς. Στην περίπτωση που οι υδροφορείς βρίσκονται αρκετά κοντά στην επιφάνεια και χαρακτηρίζονται ως αρκετά πορώδεις, μπορούν να επιτρέπουν τη γρήγορη κίνηση του νερού, με αποτέλεσμα την δημιουργία πηγαδιών, ώστε το νερό να χρησιμοποιηθεί για διάφορες ανάγκες. Το νερό έχει την ικανότητα να ταξιδέψει μεγάλες αποστάσεις ή να μείνει αποθηκευμένο υπόγεια για μεγάλη χρονική διάρκεια πριν επανέλθει στην επιφάνεια καταλήγοντας σε ποτάμια ή τη θάλασσα. (www.usgs.gov)

Η κατεύθυνση και η ταχύτητα του υπόγειου νερού καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά των υδροφορέων και των στρωμάτων περιορισμού. Η υπόγεια κίνηση του νερού εξαρτάται από το πόσο εύκολο ή δύσκολο είναι στο νερό να κινηθεί και από την ποσότητα των κενών μέσα στο υλικό των στρώσεων. Αν το υπεδάφιο στρώμα επιτρέπει στο νερό να κινείται

γρήγορα, αυτό μπορεί να διανύσει μεγάλες αποστάσεις. Μπορεί όμως επίσης να βυθιστεί προς πιο βαθιούς υδροφορείς και να κάνει χρόνια μέχρι να ξαναβγει στην επιφάνεια.



ΣΧΗΜΑ 4: Υδατόρευμα (USGS, 2005)

1.4 Υδρογεωλογική ταξινόμηση των πετρωμάτων

Το πορώδες (porosity) ή ολικό πορώδες είναι ένα μέτρο των πόρων, των κενών, και ρωγμών που υπάρχουν σε ένα πέτρωμα ή στο έδαφος και εκφράζεται με το λόγο του συνολικού όγκου των διακένων (V_k) προς τον συνολικό όγκο του πετρώματος /εδάφους

($V_{ολ}$): $n = V_k / V_{ολ}$ (Καλλέργης, 1999). Στον Πίνακα 2 φαίνονται ενδεικτικές τιμές ολικού πορώδους από 0- 60%.

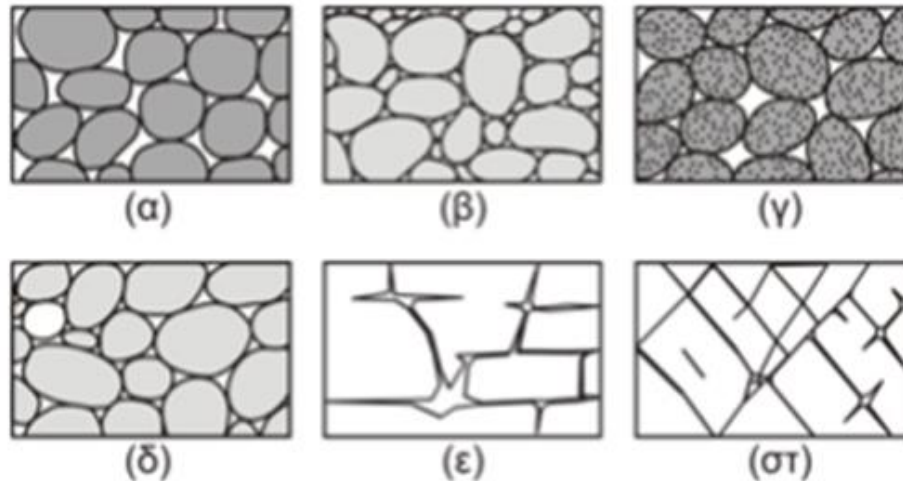
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Τιμές ολικού πορώδους (Καλλέργης, 1999).

ΠΡΟΣΧΩΣΕΙΣ	ΠΟΡΩΔΕΣ %	ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	ΠΟΡΩΔΕΣ %	ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	ΠΟΡΩΔΕΣ %
Μικρά χαλίκια	24-36	Ψαμμίτες	0-30	Ρωγματωμένα	0-10
Μεγάλα χαλίκια	25-38	Ιλυόλιθοι	21-41	Μη ρωγματωμένα	0-5
Χονδρόκοκκη άμμος	31-48	Ασβεστόλιθοι	0-40	Βασάλτες	3-35
Λεπτόκοκκη άμμος	26-53	Καρστοποιημένοι ασβεστόλιθοι	0-40	Αποσαθρωμένοι γρανίτες	34-57
Ίλος	34-61	Σχιστόλιθοι	0-10		
Άργυλος	34-60				

Το **ενεργό πορώδες (Effective porosity)** ορίζει το ποσό των διακένων που επικοινωνούν μεταξύ τους και επιτρέπουν τη ροή του υπόγειου νερού με την επίδραση της βαρύτητας ή κάποιας της υδροστατικής πίεσης. Υπάρχουν όμως διάκενα που δεν

συνεισφέρουν στη ροή αυτή και καταλαμβάνονται από νερό. Ανάλογα με τη δυνατότητα που παρέχουν στο νερό να διεισδύσει και να κινηθεί μέσα στη μάζα τους, ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τους υδροπερατούς και τους αδιαπέρατους σχηματισμούς.

Στο Σχήμα 5 βλέπουμε Παραδείγματα διάκενων (Meinzer, 1923)



ΣΧΗΜΑ 5: Παραδείγματα διάκενων (Meinzer, 1923): α) καλή διαβάθμιση του υλικού με πορώδες υψηλό, β) μικρή διαβάθμιση με μικρό πορώδες, γ) καλή διαβάθμιση σε πορώδη χαλίκια, δ) καλή διαβάθμιση με ορυκτής ύλης, ε) πορώδες από διάλυση, στ) πορώδες από ρηγματώση.

α) ΥΔΡΟΠΕΡΑΤΑ

Υδροπερατά είναι τα πετρώματα εκείνα που επιτρέπουν τη διήθηση και την κυκλοφορία του νερού, μέσω των συνεχών πόρων ή των ρωγμών τους. Τα διακρίνουμε σε δύο επιμέρους κατηγορίες:

- i. Υδροπερατά λόγω πόρων. Σε αυτά ανήκουν οι χαλαροί σχηματισμοί, όπως είναι η άμμος, τα αμμοχάλικα, τα χαλίκια, οι λατύπες.
- ii. Υδροπερατά λόγω διαρρήξεων ή καρστικών αγωγών. Σε αυτά ανήκουν πετρώματα που δεν αποτελούνται από πόρους, αλλά επιτρέπουν τη διέλευση του νερού μέσα από αυτά λόγω του δικτύου των ρωγμών ή των καρστικών αγωγών. Τέτοιου είδους παραδείγματα είναι τα βραχώδη εδάφη, τα μάρμαρα κ.α.

β) ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΗ Η΄ ΑΔΙΑΠΕΡΑΤΑ

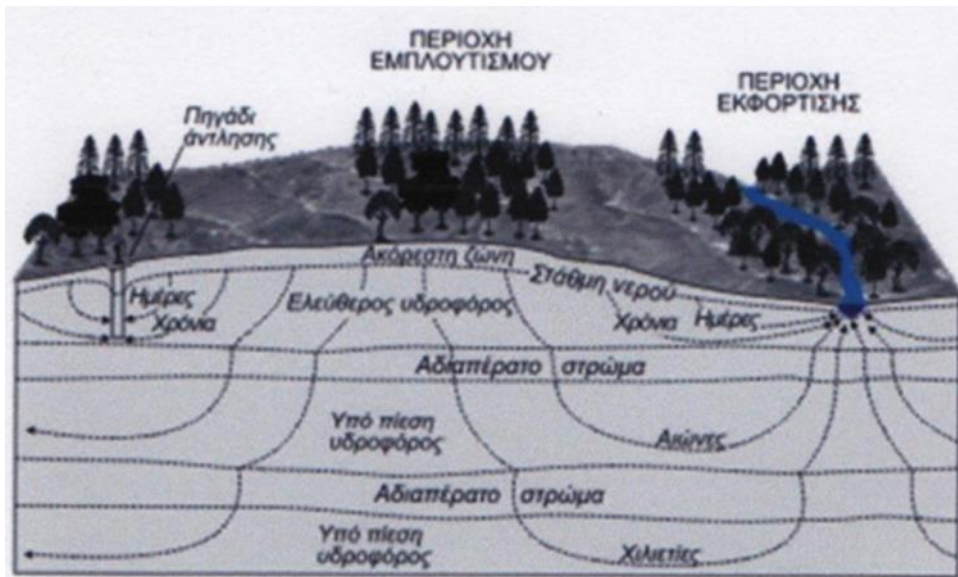
Η κατηγορία αυτή αποτελείται από τα πετρώματα τα οποία δεν επιτρέπουν την κυκλοφορία των νερών μέσω αυτών. Τέτοιου είδους πετρώματα είναι τα αργιλικά, αργιλομιγή και τα πηλιτικά

Υδατοστεγή είναι όλα τα μεταμορφωμένα πετρώματα όπως οι σχιστόλιθοι, εκτός από τα μάρμαρα και τους χαλαζίτες. Στην κατηγορία αυτήν ανήκουν τα περισσότερα εκρηξιγενή πετρώματα.

1.5 Συστήματα υπόγειας ροής

Σύστημα υπόγειας ροής (groundwater flow system) είναι μια συνεχής τρισδιάστατη μονάδα υπόγειας ροής με μία περιοχή τροφοδοσίας (εμπλουτισμού) και μία ή περισσότερες περιοχές εκφόρτισης ή εκροής (Toth, 1963).

Σε περιοχές που το νερό της βροχόπτωσης πέφτει στην επιφάνεια του εδάφους συμβαίνει ο εμπλουτισμός, όπου το νερό κινείται από την ακόρεστη ζώνη και εισέρχεται στην κορεσμένη. Αυτό συμβαίνει και σε περιοχές όπου τα επιφανειακά στρώματα του νερού τροφοδοτούν υπόγεια υδροφόρα στρώματα. Η εκφόρτιση αντίστοιχα συμβαίνει σε πηγές, υδρορεύματα, λίμνες, στις παράκτιες περιοχές της θάλασσας, καθώς και ως διαπνοή των φυτών στις ρίζες των φυτών που είναι κοντά στη στάθμη του υπόγειου νερού (Σχήμα 6).



ΣΧΗΜΑ 6: Περιοχές εμπλουτισμού και εκφόρτισης [2]

Η σταθερότητα στο σύστημα ροής των υδροφόρων στρωμάτων αποτελεί συνάρτηση της θέσης και του βάρους. Οι αλλαγές που συμβαίνουν εμφανίζονται ταχύτερα στην επιφάνεια του εδάφους όταν παρατηρείται ελεύθερη ροή, και όχι μεγάλα βάθη υπό πίεση.

1.6 Αλληλεπίδραση του νερού στο περιβάλλον

Η ισορροπία στα συστήματα της φύσης αποτελεί βασικό κανόνα και συνοδεύεται από πολλές διαδικασίες.

Ως συνέπεια της ιδιότητας αυτής της φύσης το υπόγειο νερό μπορεί (Toth, 1999):

- ✓ Να μεταφέρει ύλη και θερμότητα
- ✓ Να κινεί και αποθέτει ύλη
- ✓ Να παράγει και μεταβάλλει την πίεση του νερού στα πορώδη μέσα
- ✓ Να ολισθαίνει ασυνεχείς επιφάνειες.

Οι παραπάνω δραστηριότητες του υπόγειου νερού παράγουν πολλαπλές συνέπειες, τα οποία εξαρτώνται από τις φυσικοχημικές συνθήκες της περιοχής.

Περιοχές με υψηλή χημική και θερμική ενέργεια τα ορυκτά προστίθενται στο νερό με την διάλυση, οξείδωση, επίδραση οξέων κ.ά. Αντίθετα σε περιοχές που έχουμε χαμηλή χημική, θερμική και κινητική ενέργεια το νερό συγκεντρώνεται και αφήνει το υπέδαφος εκφορτιζόμενο στην επιφάνεια, στις όχθες ποταμών, αποθέτοντας ορυκτή ύλη. Η σχετική υψηλή μηχανική ενέργεια προξενεί κίνηση στο νερό από μια θέση, μεταφέροντας διαλυμένα ορυκτά και θερμότητα. Περιβαλλοντικά αποτελέσματα που προέρχονται από την κίνηση αυτή του υπόγειου νερού είναι τα κάτωθι:

- ✓ Αλλαγή στο υδραυλικό φορτίο στη διεύθυνση ροής, από τις περιοχές εμπλουτισμού προς τις περιοχές εκφόρτισης.
- ✓ Σχετικά τις ξηρές συνθήκες υγρασίας του εδάφους και του επιφανειακού νερού στις περιοχές εμπλουτισμού και το πλεόνασμα νερού στις περιοχές εκφόρτισης.
- ✓ Χημικά οξειδωτικές συνθήκες κοντά σε περιοχές εμπλουτισμού.
- ✓ Χημικά οξειδωτικές συνθήκες κοντά σε αναγωγικές σε περιοχές εκφόρτισης.
- ✓ Συσσώρευση των μεταφερομένων μεταλλικών συστατικών, υδρογονανθράκων και συστατικών ανθρώπινης προέλευσης αρχικά σε περιοχές, όπου το δυναμικό ροής είναι ελάχιστο.
- ✓ Μηχανικές αστοχίες όπως διάβρωση, και κατολισθήση στις περιοχές εκφόρτισης.
- ✓ Αλλαγή στον τύπο και την ποσότητα της βλάστησης, ανάλογα με τις θρεπτικές ουσίες και την υγρασία του εδάφους που επικρατούν σε διάφορα σημεία του συστήματος ροής.

- ✓ Έκπλυση του εδάφους και των πετρωμάτων.
- ✓ Αύξηση περιεκτικότητας αλάτων στον τελικό σταθμό του συστήματος ροής κοντά στις περιοχές εκφόρτισης.
- ✓ Αύξηση αλατότητας στον τελικό σταθμό συστήματος ροής στις περιοχές εκφόρτισης.

Το νερό που διαπερνά το πορώδες μέρος του ανώτερου φλοιού της γης, έχει την δυνατότητα να φθάσει ως και 15-20 km βάθος. Το νερό βρίσκεται σε συνεχόμενη κίνηση με διαφορετικό ρυθμό από 3,6 m/h κοντά στην επιφάνεια της γης έως λιγότερο από $3,6 \cdot 10^{-9}$ m/h σε μεγάλα βάθη. Διακρίνονται τρεις βασικοί τύποι αλληλεπίδρασης μεταξύ των υπόγειων νερών και του περιβάλλοντος (Toth, 1999):

- ✓ Χημική αλληλεπίδραση.
- ✓ Φυσική αλληλεπίδραση.
- ✓ Μεταφορική αλληλεπίδραση.

1.7 Ρύπανση υπόγειων υδάτων

Η ρύπανση των επιφανειακών νερών είχε ως αποτέλεσμα την συνειδητοποίηση της σοβαρότητας των περιπτώσεων της ρύπανσης του εδάφους και των υπόγειων νερών. Η ποιότητα των υπόγειων νερών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και κάποιοι από αυτούς σημειώνεται παρακάτω (Βουδούρης, 2009):

- ✓ Η αποσάθρωση των πετρωμάτων
- ✓ Η διάλυση των πετρωμάτων
- ✓ Η οργανική ύλη που υπάρχει, έκλυση CO_2 , αναγωγή οξειδίων Fe, NO_3 , SO_4 , CH_4
- ✓ Η παρουσία βλάστησης.
- ✓ Οι παράμετροι του υδρολογικού κύκλου π.χ η μεγάλη εξάτμιση στους αβαθείς υδροφόρους ορίζοντες αυξάνει τη συγκέντρωση αλάτων.
- ✓ Ανθρώπινες δραστηριότητες με την χρήση φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων και λιπασμάτων στη γεωργία, διάθεση αστικών λυμάτων στο έδαφος, διαρροές από χωματερές.

Ρύπανση (pollution) ορίζεται η οποιαδήποτε είδους υποβάθμιση της ποιότητας του νερού. Η Οδηγία 2000/60 της Ε.Ε για την πολιτική των νερών, σαν ρύπανση ορίζεται, η συνεπεία των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, άμεση ή έμμεση, που γίνεται στον αέρα, το νερό

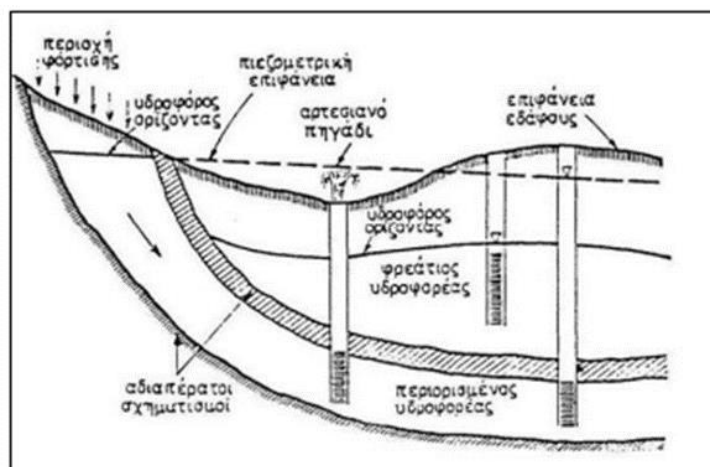
ή το έδαφος, ουσιών ή θερμότητας που μπορούν να είναι επιζήμια για την υγεία του ανθρώπου και την ποιότητα των υδατικών οικοσυστημάτων ή των χερσαίων οικοσυστημάτων αφού εξαρτώνται άμεσα από υδατικά οικοσυστήματα, και συντελούν στη φθορά υλικής ιδιοκτησίας, ή επηρεάζουν δυσμενώς ή σε λοιπές νόμιμες χρήσεις του περιβάλλοντος.

Η μόλυνση (contamination) αφορά την ρύπανση η οποία θέτει σε κίνδυνο την υγεία του ανθρώπινου είδους. Ως συνέπεια των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, η μόλυνση έχει άμεση σύνδεση με την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών και παρουσιάζει μικροβιακό χαρακτήρα .

Ρυπαντής ή ρύπος ή ρυπαντική ουσία ονομάζεται κάθε ουσία είτε διαλυτή είτε αδιάλυτη στο νερό, η οποία όταν μπαίνει στο περιβάλλον από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, προκαλεί δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι πιο συνηθισμένοι ρυπαντές, που καταλήγουν στα νερά με διάφορους τρόπους είναι:

- ✓ Βαρέα μέταλλα (Hg, Pd, Cd κ.ά.)
- ✓ Τοξικά στοιχεία και ενώσεις (As , Se , CN κ.ά.)
- ✓ Ανόργανες ενώσεις (NO_3 , PO_4 , NO_2 κ.ά.)
- ✓ Οργανικές ενώσεις (χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, απορρυπαντικά, παρασιτοκτόνα, χρώματα βαφής, προϊόντα πετρελαίου κ.ά.)
- ✓ Ραδιενεργές ουσίες
- ✓ Παθογόνοι μικροοργανισμοί (βακτήρια και ιοί)

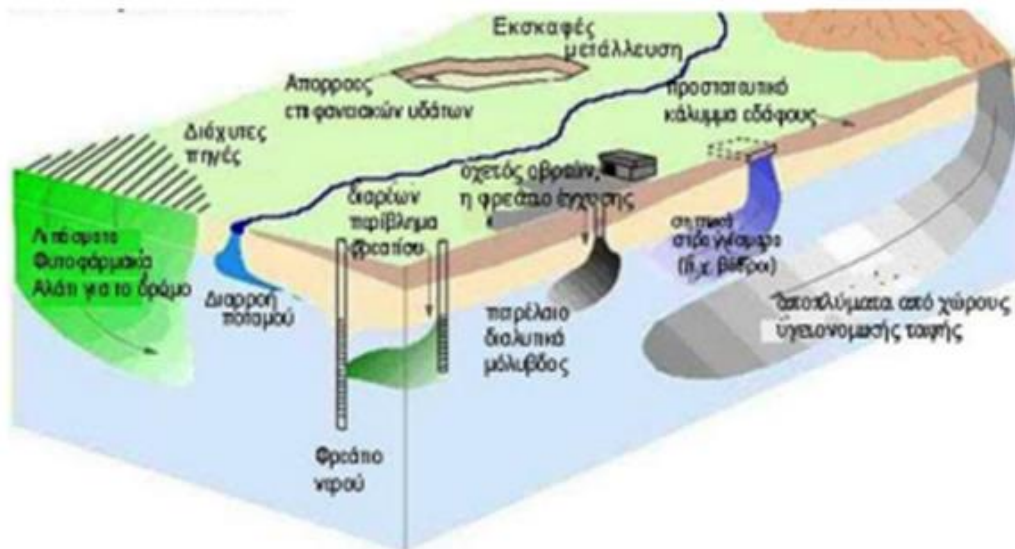
Η υποβάθμιση των νερών σε σχέση με την ποιότητα προκαλείται ακόμα λόγω θερμικής αλλοίωσης από τα νερά ψύξης των βιομηχανιών και από την υφαλμύριση του γλυκού νερού στους παράκτιους υδροφόρους ορίζοντες. (Κουμαντάκης, 1983) (Σχήμα 7)



ΣΧΗΜΑ 7: Τύποι υπόγειων υδροφορέων [3]

Το πόσιμο νερό που προέρχεται από υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, καλύπτει τις ανάγκες περισσότερων από το ¼ των ανθρώπων της γης. Ο υδροφόρος ορίζοντας που βρίσκεται σε μεγάλα υπόγεια βάθη, οι ρύποι που συμπαρασύρονται μαζί με το νερό της βροχής δεν αποτελούν κίνδυνο. Όμως μεγαλύτερες ποσότητες νερού που προορίζονται για κατανάλωση, συνήθως βρίσκεται σε υδροφόρους ορίζοντες, κοντά στην επιφάνεια της γης, με κίνδυνο να ρυπανθούν από τους ρύπους αυτούς που κινούνται προς τα υπόγεια νερά. Όταν ρυπανθεί ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας, η ρύπανση ενδέχεται να επεκταθεί και σε επιφανειακά νερά. Μπορεί να έχουμε και το ακριβώς αντίθετο φαινόμενο, δηλαδή η ρύπανση των επιφανειακών νερών μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την ρύπανση υπόγειων υδροφόρων ζωνών. Τα υπόγεια νερά τα οποία κινούνται με ελάχιστη ταχύτητα, το χρονικό διαστήματα της παραμονής των ρύπων σε αυτά είναι μεγαλύτερη. Από τα πιο σημαντικά προβλήματα που προκαλούνται από έλαια τα οποία χαρακτηρίζονται από χαμηλή διαλυτότητα στο νερό. Όταν τα έλαια παγιδευτούν στο έδαφος ή μέσα στα πετρώματα, συνεχίσουν να εκχυλίζονται με αργό ρυθμό, ρυπαίνοντας συνεχώς τα υπόγεια νερά. Οι επιφανειακοί ρύποι που είναι διαλυτοί στο νερό, μπαίνουν μέσα στο έδαφος και καταλήγουν στα υπόγεια νερά. Αυτά που βρίσκονται σε μικρό βάθος ρυπαίνονται σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η ποσότητα του ρύπου που καταλήγει στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του ρύπου, την απόσταση μεταξύ της επιφάνειας του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα και τον τύπο του εδάφους.

Οι **πηγές ρύπανσης** (Σχήμα 8 & Πίνακας 3) εμπεριέχουν εκροές από αστικές και αγροτικές περιοχές από χώρους ταφής απορριμμάτων. Οι χρήσεις γης επηρεάζουν άμεσα τη ρύπανση των υπογείων νερών. Η παρατεταμένη χρήση σε αγροτικές περιοχές ενδεχομένως να έχει ως αποτέλεσμα την εκχύλιση θρεπτικών συστατικών όπως ενεργό άζωτο από τα λιπάσματα, μικροβιοκτόνων και μικροβίων τα οποία καταλήγουν στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Αντίστοιχα σε αστικές περιοχές, οι εκροές με πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε ρύπους, διεισδύουν προς τα υπόγεια νερά μεταφέροντας ένα μέρος του ρυπαντικού τους φορτίου.



ΣΧΗΜΑ 8: Συνήθεις πηγές ρύπανσης (<http://kireas.org/smf/index.php?topic=683.0>)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Πηγές ρύπανσης υδάτων (Ιδία επεξεργασία)

ΠΗΓΗ	ΡΥΠΟΣ
Χώροι ταφής απορριμμάτων , απροστάτευτοι χώροι διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων, παλαιά λατομεία.	Χημικές ουσίες, διαλυτές στο νερό περιεχόμενες απορρίμματα (μέταλλα, άλατα και οργανικά στοιχεία)
Συστήματα επεξεργασίας λυμάτων	Μικροοργανισμοί και παθογόνες ουσίες
φάρμες, και περιοχές με γρασίδι	Λιπάσματα και μικροβιοκτόνα
Επιφανειακοί αγωγοί νερού	έλαια, επικίνδυνες χημικές ουσίες

Οι υπόγειοι υδροφόροι ορίζοντες ρυπαίνονται κυρίως από ιούς αλλά και παθογενή, που είναι μικρότερα σε σχέση με τα βακτήρια. Τα μικροβιοκτόνα, τα πετροχημικά από τις διαρροές των δεξαμενών, οι ακαθαρσίες από τα συστήματα της επεξεργασίας λυμάτων ή τα εκχυλίσματα από χώρους ταφής απορριμμάτων, ακατάλληλα διαμορφωμένοι αποτελούν πηγές ρύπανσης για τα υπόγεια νερά. Οι ρύποι στις παραπάνω περιπτώσεις είναι ανιχνεύσιμοι. Υπάρχει ανάγκη άμεσης λήψης συγκεκριμένων μέτρων ώστε να προληφθεί η ρύπανση, γιατί γενικά η εξυγίανση των υπόγειων νερών είναι πολύ δύσκολη. (Ηλιοπούλου-Γεωργουδάκη Ι., 2002, Benjamin MM., 2001, Howard AG., 1998).

1.8 Πηγές ρύπανσης

Η ταξινόμηση των πηγών ρύπανσης φαίνονται παρακάτω (Βουδούρης Κ., 2009):

(α) Η γεωμετρία τους

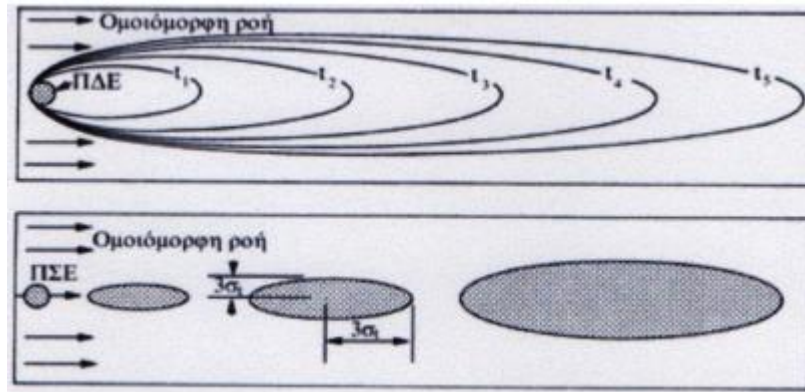
- ✓ Είναι σημειακές, όταν αυτές προέρχονται από μια μοναδική θέση (ΧΥΤΑ, χωματερές, βόθροι, υπόγειες δεξαμενές)
- ✓ Είναι γραμμικές, όταν οι πηγές ή οι αιτίες της ρύπανσης παρουσιάζουν μια επικρατέστερη γραμμική διάταξη (δρόμοι, αύλακες)
- ✓ Είναι διάχυτες, όταν η πηγή ρύπανσης είναι μία εκτεταμένη περιοχή

(β) Ο ρυθμός εκπομπής

Το μεγαλύτερο μέρος των αιτίων της ρύπανσης του εδάφους και εν συνέχεια των υπόγειων νερών, προέρχονται από τις παρακάτω δραστηριότητες:

- ✓ Απόρριψη υγρών και στερεών αποβλήτων όπως οικιακά και δημόσια λύματα, που περιλαμβάνουν υγρά και στερεά απόβλητα των οικισμών και πόλεων και τα υπολείμματα σκουπίδια
- ✓ Διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων που περιλαμβάνουν τα οργανικά απόβλητα ή τα απόβλητα από την επεξεργασία τροφίμων και σκουπιδιών
- ✓ Χρήση φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων και λιπασμάτων.
- ✓ Προϊόντα μεταλλευτικής δραστηριότητας που περιλαμβάνουν απόβλητα που προέρχονται από μεταλλευτικές βιομηχανίες, την εξόρυξη μεταλλευμάτων, διύλιση πετρελαίου, χημικές βιομηχανίες .

Η ρύπανση των υπόγειων νερών που δημιουργείται λόγω φυσικών αιτίων αποδίδεται συνήθως στην επίδραση των ευδιάλυτων πετρωμάτων όπως ο γύψος και το ορυκτό αλάτι, στην έντονη εξάτμιση, η οποία προκαλεί την ανύψωση του υπόγειου νερού και την απόθεση αλάτων, στην οξείδωση των πετρωμάτων και στη διείσδυση της θάλασσας στους υπόγειου υδοφωρείς. Το γεωμετρικό σχήμα της ρύπανσης καλείται ως πλούμιο ή θύσανος (plume). Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η γεωμετρία της ρύπανσης από την οπτική μιας σημειακής πηγής ρύπανσης.



ΣΧΗΜΑ 9: Πλούμιο ρύπανσης σε ισότροπο υδροφόρο από σημειακή πηγή συνεχούς (επάνω) και στιγμιαίας (κάτω) εκπομπής ρυπαντή (Καλλέργης 2000).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στην επιφάνεια του εδάφους, έχουν σαν συνέπεια τη τεχνητή μείωση της φυσικής ποιότητας του νερού. Με το πέρασμα του χρόνου και εξαιτίας της αύξησης των ρυπογόνων αυτών δραστηριοτήτων η μόλυνση επεκτείνεται όπου είναι πιο δύσκολος ο εντοπισμός και η αντιμετώπιση της. Η μόλυνση αποτελεί απαγορευτικό παράγοντα για τη χρήση του και της μετάδοσης ασθενειών. Η ρύπανση του υπογείου νερού είναι βαθιά συνδεδεμένη με ανθρώπινη χρήση του νερού. Μεγάλο κομμάτι της ρύπανσης σήμερα συνδέεται με την απόρριψη των διάφορων αποβλήτων πάνω ή μέσα στο έδαφος. Ο τρόπος απόρριψης των αποβλήτων στις μέρες μας είναι η τοποθέτησή τους σε :

- ✓ λεκάνες, ορύγματα και τάφρους διήθησης
- ✓ επιφάνειες του εδάφους ή σε σκουπιδότοπους
- ✓ ξερά υδατορεύματα
- ✓ αβαθείς γεωτρήσεις απόρριψης & γεωτρήσεις έκχυσης

Οι αιτίες της ρύπανσης, σε σχέση με το χρονικό περιθώριο που προκαλούν την μείωση της ποιότητας των νερών, τις διακρίνουμε σε πιθανές ή ενεργές. Ενεργές είναι εκείνες οι δραστηριότητες που έχουν ως αποτέλεσμα την αναπόφευκτη ρύπανση των υπόγειων νερών, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με τον διασκορπισμό χλωριούχου νατρίου, και ευδιάλυτων οργανικών και ανόργανων λιπασμάτων και παρασιτοκτόνων στις αγροτικές καλλιέργειες. Ενδεχομένως οι πηγές ρύπανσης που σχετίζονται με δραστηριότητες που η διαρροή και η ρύπανση θα συμβούν υπό απρόβλεπτες συνθήκες. Τέτοιου είδους αιτίες φαίνονται παρακάτω:

- ✓ εγκαταστάσεις αποθήκευσης με υδρογονάνθρακες και με πετροχημικά προϊόντα.
- ✓ εγκαταστάσεις αποθήκευσης και διανομής τοξικών ενώσεων σε υγρή και στερεά μορφή.
- ✓ εγκαταστάσεις επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων.
- ✓ μεταλλευτικές εγκαταστάσεις

Η ρύπανση του επιφανειακού νερού συνδυαζόμενη με την μείωση της ποιότητας των υπογείων νερών μεγιστοποιεί το πρόβλημα έλλειψης καθαρού νερού. Συνοπτικά παρακάτω αναφέρονται οι αιτίες υποβάθμισης της ποιότητας του υπόγειου νερού.

- ✓ Η ανάπτυξη, η χρήση και επαναχρησιμοποίηση νερού:
 - ✓ επιστροφές από νερό άρδευσης & επιφανειακή στράγγιση
 - ✓ Διήθηση & επικοινωνία υδροφόρων, λόγω κακής κατασκευής ή εγκατάλειψης γεώτρησης
 - ✓ Εξάντληση υδροφόρων, και η άνοδος νεαρού ή συγγενετικού νερού λόγω υπεράντλησης
 - ✓ Διείσδυση της θάλασσας
 - ✓ Μόλυνση από επιφανειακά νερά λόγω κακής κατασκευής γεωτρήσεων
- ✓ Φυσικές αιτίες : Εισροές ή διηθήσεις μεταλλικών νερών από πηγές και από υδατορεύματα
- ✓ Άλλες αιτίες : - Επιταχυνόμενη διάβρωση και διαπνοή των φυτών και έντονη εξάτμιση τους (Σούλιος, 1996 & 2004).

1.9 Μόλυνση υδροφόρων από μικροοργανισμούς

Οι σημαντικότεροι μικροοργανισμοί στα υπόγεια νερά είναι τα παθογόνα βακτήρια, οι μύκητες και τα παράσιτα. Βασικότερη αιτία μικροβιακής μόλυνσης είναι τα λύματα. Αυτό συμβαίνει καθώς υπάρχουν εντερικά περιττώματα. Οι βασικότερες επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία από την συγκεκριμένη μόλυνση είναι οι ασθένειες όπως τύφος, γαστρεντερίτιδα, διάρροια, χολέρα, ηπατίτιδα κ.ά. Γι' αυτό και στην διάρκεια της επεξεργασίας των λυμάτων πάντα πρέπει να απομακρύνεται σημαντικός αριθμός παθογόνων μικροοργανισμών (97-100% με δευτεροβάθμια επεξεργασία).

Σε σχέση με το περιβάλλον που ζουν οι μικροοργανισμοί, χωρίζονται σε: θεرمόφιλους (45-250 °C), ψυχρόφιλους (-36 έως -15 °C), οξινόφιλους, αλκαλιόφιλους, αερόβιους με την παρουσία O₂, αναερόβιους με την απουσία O₂, αλόφιλους (Καλλέργης, 2000).

Η επιβίωση των βακτηρίων στο υπόγειο νερό σχετίζεται εξαρτάται από την κλίμα της περιοχής, την θερμοκρασία, την υγρασία, το pH, την πίεση και τη συγκέντρωση θρεπτικών ουσιών. Ακόμα η φύση της ακόρεστης ζώνης ή το πάχος συντελούν καθοριστικά στην ανάπτυξη μικροβίων. Στην ακόρεστη ζώνη επικρατούν συνήθως αερόβιες συνθήκες, ενώ στην κορεσμένη αναερόβιες συνθήκες.

Τα μικρόβια εξασφαλίζουν τροφή λόγω της οργανικής ύλης που υπάρχει στα επιφανειακά στρώματα. Πιο βαθιά από τα επιφανειακά στρώματα απουσιάζει η οργανική ύλη, ως αποτέλεσμα την απεβίωση αυτότροφων μικροβίων. Οι πιο σπουδαίες μικροβιολογικές παράγοντες για την ανθρώπινη υγεία είναι:

- ✓ Οργανισμοί δείκτες όπως κολοβακτήρια ή στρεπτόκοκκοι
- ✓ Παθογόνοι μικροοργανισμοί, όπως σαλμονέλα ή εντερομύκητες

Η ταχύτητα της κίνησης του υπογείου νερού επηρεάζει την μεταφορά, αλλά και τις ιδιότητες ή το φορτίο του πορώδους μέσου. Με ελεύθερη μετακίνηση στα διάκενα πραγματοποιείται η μεταφορά βακτηρίων στους υδροφορείς. Με διακοπτόμενη μετακίνηση γίνεται όπου πραγματοποιείται η προσκόλληση, αποκόλληση και μετακίνηση εναλλάξ. Ακόμα με χημειοτακτισμό (chemotactic) πραγματοποιείται η κίνηση των μικροβίων εκλεκτικά από θέσεις με υψηλή συγκέντρωση με κάποια χημική ουσία σε θέσεις με χαμηλή συγκέντρωση (Στουρνάρας, 1996).

1.10 Επιπτώσεις και ανίχνευση της ρύπανσης

Η ρύπανση του υπόγειου νερού έχει σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η συγκεκριμένη ρύπανση έχει την δυνατότητα να ανιχνευτεί με έναν ή με συνδυασμό περισσότερων τρόπων. Οι βασικότεροι από τους τρόπους αυτούς είναι:

- ✓ Από την μεγάλη περιεκτικότητα σε διαλυμένα άλατα. Μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων δημιουργούν αλλοίωση της γεύσης, επιπτώσεις στην καλλιέργεια κ.ά.).

- ✓ Από την περιεκτικότητα σε παθογόνους μικροοργανισμούς που προέρχονται από τα απόβλητα κυρίως αστικής και κτηνοτροφικής προέλευσης, και που είναι υπεύθυνοι για τη διάδοση επικίνδυνων λοιμώξεων σε ανθρώπινους οργανισμούς.
- ✓ Από τα αιωρούμενα και κολλοειδή στερεά υλικά που μειώνουν τη διέλευση του ηλιακού φωτός, και συμβάλλουν έτσι στη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών. Αυτό έχει αποτέλεσμα την αδυναμία επιβίωσης της υδρόβιας πανίδας και χλωρίδας. Τα αιωρούμενα στερεά προκαλούν σημαντικά προβλήματα στα δίκτυα μεταφοράς του νερού.
- ✓ Από την περιεκτικότητα σε διαλυμένο οξυγόνο. Ακόμα και μικρές τιμές του διαλυμένου οξυγόνου φανερώνουν ρυπασμένα νερά με οργανικές ουσίες.
- ✓ Από το φαινόμενο του ευτροφισμού-άνθηση του νερού που επικρατεί σε εμπλουτισμένα με θρεπτικά συστατικά επιφανειακά υδροσυστήματα, στα οποία παρατηρείται υπερβολική βιολογική δραστηριότητα, ελάττωση του διαλυμένου οξυγόνου και αύξηση των φυκών και αλγών του νερού. Αυτά είναι κυρίως ενώσεις του P και N, που προέρχονται από τα απόβλητα αστικής, γεωργοκτηνοτροφικής και βιομηχανικής προέλευσης. Η ανάπτυξη των αλγών μπορεί να γίνει ραγδαία με αποτέλεσμα την πλήρη καταστροφή του υδάτινου οικοσυστήματος. Η εμφάνιση των νερών αυτών είναι θολή, φαιοπράσινη και δίνουν την εικόνα του βρώμικου νερού. Η απότομη αύξηση φυτικών οργανισμών σε μια λίμνη, λόγω της μεγάλης προσφοράς των θρεπτικών συστατικών ονομάζεται άνθηση του νερού. Ο ευτροφισμός μπορεί να μετατρέψει μια λίμνη σε έλος και στη συνέχεια έχουμε ξηρασία της λίμνης.
- ✓ Από την περιεκτικότητα σε τοξικά μέταλλα και ενώσεις στα νερά σχετίζεται με ανθρώπινες δραστηριότητες (απόβλητα). Μεγάλες περιεκτικότητες των στοιχείων αυτών, άνω των επιτρεπτών ορίων, έχει ως αποτέλεσμα το θάνατο της υδρόβιας ζωής στους υδρόβιους οργανισμούς και διαμέσου της τροφικής αλυσίδας την άμεση επίδραση στον άνθρωπο.
- ✓ Από τη θερμική αλλοίωση αφού μεγάλες ποσότητες φυσικών νερών χρησιμοποιούνται σαν ψυκτικό μέσο στη βιομηχανία (θερμοηλεκτρικά και πυρηνικά εργοστάσια) και αποβάλλονται μετά τη χρήση τους στους ποταμούς ή τη θάλασσα αρκετά θερμότερα. Αυτό προκαλεί αρνητικές επιδράσεις όπως μείωση διαλυμένου οξυγόνου, αύξηση της

ταχύτητας των χημικών αντιδράσεων, υπέρμετρο πολλαπλασιασμό των βακτηριδίων, και μείωση της ικανότητας αντίστασης των υδροχαρών οργανισμών.

- ✓ Από την περιεκτικότητα σε ραδιενεργές ουσίες, με τις πυρηνικές δοκιμές, οι εναέριες δοκιμές και χρήσεις ατομικών όπλων, οι με πυρηνικές εφαρμογές στη βιομηχανία και την ιατρική έχουμε απελευθέρωση ραδιενεργών ουσιών στο περιβάλλον.
- ✓ Υφαλμύριση των παράκτιων υδροφόρων οριζόντων, κάτω από φυσικές συνθήκες, αποστραγγίζονται προς τη θάλασσα. Η έντονη αντλήση στις παράκτιες περιοχές ελαττώνουν ή αναστρέφουν τη φυσική υδραυλική βαθμίδα προς τη θάλασσα με συνέπεια τη διείσδυση του θαλασσινού νερού προς την ενδοχώρα (Τσίτσιας, 1985).

1.11 Παρουσίαση της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ για τα Ύδατα

Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ καθορίζει τις αρχές και προτείνει μέτρα για τη διατήρηση και προστασία όλων των υδάτων, ποταμών, λιμνών, μεταβατικών, παράκτιων και υπογείων υδάτων, δίνοντας επίσης την έννοια της οικολογικής σημασίας τους, ανεξάρτητα της άλλης χρήσης τους. Η εφαρμογή της στοχεύει στην ολοκληρωμένη και αειφόρο διαχείριση των υδατικών πόρων, αφού για πρώτη φορά καλύπτονται όλοι οι τύποι και όλες οι χρήσεις του νερού, σε ένα ενιαίο πλαίσιο, κοινό, για όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Με την Οδηγία αυτή, καθιερώνονται και εφαρμόζονται κοινές αρχές και κοινά μέτρα για όλα τα Κράτη Μέλη, με τον θεμελιώδη στόχο την επίτευξη της **καλής κατάστασης** όλων των υδάτων.

Ο σκοπός της Οδηγίας, σύμφωνα με το άρθρο 1, είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και υπόγειων υδάτων. Οι κύριοι στόχοι της οδηγίας αποσκοπούν:

- ✓ Στην αποτροπή της υποβάθμισης των υδάτων, να προστατεύονται και να βελτιώνονται οι υδατικοί πόροι, καθώς και τα χερσαία οικοσυστήματα που τους περιέχουν ή τους περιβάλλουν.
- ✓ Στην προώθηση της ορθολογικής και βιώσιμης χρήσης του νερού βασισμένη σε μακροπρόθεσμη προστασία και αειφόρα, των διαθέσιμων υδάτινων πόρων.
- ✓ Στην βελτίωση και την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος μέσω της εφαρμογής ειδικών μέτρων όπως την σταδιακή μείωση των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών ουσιών, και με την σταδιακή εξάλειψη ή και παύση της ρύπανσης.

- ✓ Στην διασφάλιση της προοδευτικής μείωσης της ρύπανσης των υπογείων υδάτων και αποτροπή μόλυνσης τους.
- ✓ Στον μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες, όπου τα κύρια σημεία στα οποία μπορεί να συνοψιστεί η οδηγία είναι τα εξής:
 - ✓ Ο προσδιορισμός της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού ή συνόλου λεκανών απορροής με την μορφή μιας υδρολογικής περιφέρειας και οι διοικητικές διευθετήσεις για την συγκρότηση αρμόδιας τοπικής αρχής της λεκάνης αφενός και συντονισμού δράσεων αφετέρου (άρθρο 3) .
 - ✓ Ο χαρακτηρισμός και η συνολική περιγραφή της κατάστασης της υδρολογικής περιφέρειας, η ανάλυση των πιέσεων και των επιπτώσεων αυτών στην κατάσταση των συστημάτων επιφανειακών και υπογείων υδάτων συμπεριλαμβανομένης και της οικονομικής ανάλυσης των χρήσεων νερού, βάση των άρθρου 5 & 6, Παράρτημα II, Παράρτημα III).
 - ✓ Η εγκατάσταση και λειτουργία δικτύων παρακολούθησης της ποσοτικής και ποιοτικής κατάστασης υδάτων (άρθρο 8).
 - ✓ Η κατάρθρωση των Διαχειριστικών Σχεδίων που θα περιλαμβάνουν τα απαραίτητα διαχειριστικά μέτρα για την επίτευξη των στόχων της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ (άρθρο 13).

Η πρωτοπορία της Οδηγίας είναι σε ότι αφορά την αντίληψη ότι το νερό είναι πόρο όχι μόνο για τον άνθρωπο, αλλά και για την φύση, σε συνδυασμό με το ευρύ φάσμα δράσεων που περιλαμβάνει και καθιστούν την εφαρμογή της μια διαδικασία μακρόχρονη, με αρκετά στάδια που θα αξιολογούνται και θα επαναπροσδιορίζουν συνεχώς στην πορεία του. Αν και το ζητούμενο εκτιμάται ότι θα είναι η ομοιογένεια σε ένα εξαιρετικά ανομοιογενές περιβάλλον των κρατών μελών και των συνθηκών που επικρατούν σε αυτά. Η Οδηγία απαιτεί την εκτέλεση πολυάριθμων εργασιών, που οδηγούν στην υιοθέτηση επί μέρους αρκετών μέτρων, τα οποία εντάσσονται στο σχέδιο διαχείρισης και της εφαρμογής, αναθεώρησης και ανανέωσης του σε έναν εξαετή κύκλο. Ο πρώτος εξαετής κύκλος εφαρμογής του Σχεδίου Διαχείρισης έληξε το 2015 και ακολουθούν άλλοι δύο κύκλοι ίδιας διάρκειας, βάζοντας σε εφαρμογή την Οδηγία μέχρι το τέλος του έτους 2027. Κάθε Κράτος Μέλος (Κ.Μ.) έχει ευθύνη για την εφαρμογή της.

Για πρώτη φορά θα λέγαμε ότι δίδεται ιδιαίτερη σημασία στην αντιμετώπιση των ακραίων γεγονότων. Ειδικά στην προστασία από τις πλημμύρες και τις ξηρασίες (Τσακίρης, 2001). Ένας βασικός παράγοντας για την εφαρμογή της οδηγίας από τα κράτη μέλη αποτελεί η διάταξη του άρθρου 3, που προβλέπει ως βασική μονάδα σχεδιασμού και διαχείρισης των υδάτινων πόρων, τις λεκάνες απορροής ποταμού. Ως Περιοχή Λεκάνης Απορροής Ποταμού, ορίζεται η θαλάσσια και χερσαία έκταση που αποτελείται από μια ή περισσότερες λεκάνες απορροής ποταμού μαζί με τα συναφή υπόγεια και παράκτια ύδατα (άρθρο 2: 13).

Ακόμα ένα σημείο που σφραγίζει το χαρακτήρα της Οδηγίας είναι η ενεργή συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων φορέων κατά την διάρκεια όλων των σταδίων εφαρμογής της Οδηγίας αλλά και κατά την διάρκεια σύνταξης των διαχειριστικών προγραμμάτων. Τα Κράτη της Ε.Ε οφείλουν να ενημερώνουν και να συμβουλεύονται τους πολίτες για συγκεκριμένα ζητήματα (άρθρο 14).

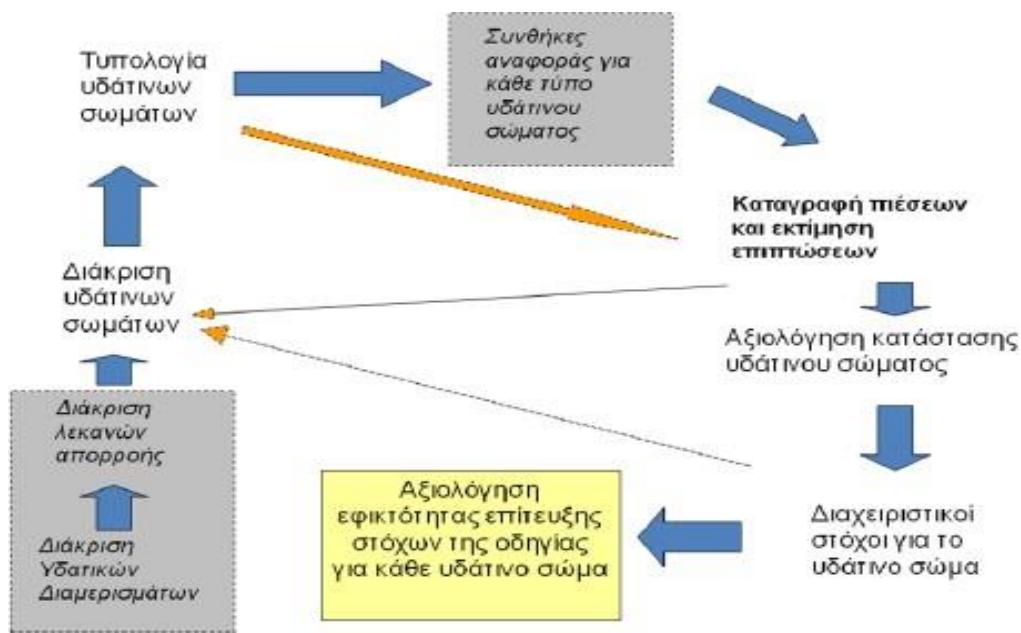
1.12 Διαδικασία Υλοποίησης της Οδηγίας

Ο προγραμματισμός που θέτει η οδηγία 2000/60/ΕΕ ώστε να επιτευχθεί ο βασικός της στόχος περιλαμβάνει την υιοθέτηση βασικών βημάτων από όλα τα κράτη μέλη. Έτσι λοιπόν κατά την διαδικασία υλοποίησης της οδηγίας :

- ✓ Έχουμε την διάκριση των υδατικών διαμερισμάτων
- ✓ Πραγματοποιείται την διάκριση των λεκανών απορροής
- ✓ Έχουμε τη διάκριση των υδάτινων σωμάτων
- ✓ Καθορίζεται η τυπολογία όλων των υδάτινων σωμάτων
- ✓ Προσδιορίζονται οι συνθήκες αναφοράς για κάθε τύπο υδάτινου σώματος
- ✓ Καταγράφονται οι πιέσεις και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- ✓ Αξιολογούνται η κατάσταση των υδάτινων σωμάτων
- ✓ Συντάσσονται οι διαχειριστικοί στόχοι για το κάθε υδάτινο σώμα
- ✓ Αξιολογείται η δυνατότητα υλοποίησης των στόχων της Οδηγίας για κάθε ένα από τα υδατικά σώματα και πραγματοποιείται μια διαρκής ανάδραση της όλης διαδικασίας.

Ειδικότερα οι δράσεις που απαιτούνται για την υλοποίηση της οδηγίας, περιλαμβάνουν (Εικόνα 2) :

- ✓ Προσδιορισμό των υδατικών διαμερισμάτων & καθορισμό και ένταξη υδάτινων σωμάτων σε αυτές
 - ✓ Προσδιορισμό περιβαλλοντικών στόχων
 - ✓ Εκτίμηση πιέσεων και ανάλυση επιπτώσεων
 - ✓ Οικονομική ανάλυση
 - ✓ Σύνταξη μητρώου προστατευόμενων περιοχών
 - ✓ Σχέδια διαχείρισης Υδατικών Διαμερισμάτων
 - ✓ Σύνταξη και εφαρμογή Προγραμμάτων Παρακολούθησης & προγραμμάτων Μέτρων
 - ✓ Δημοσιοποίηση των Σχεδίων Διαχείρισης
 - ✓ Εκπλήρωση υποχρεώσεων στην Επιτροπή ΕΚ
- (Μαμάης, 2008)



ΕΙΚΟΝΑ 2 : Υλοποίηση της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ (Μαμάης, 2008)

1.13 Νομικό Πλαίσιο για τα Ύδατα από την Ελλάδα

Το νομικό πλαίσιο των υδατικών πόρων στην Ελλάδα για μεγάλο χρονικό διάστημα χαρακτηριζόταν από πολυνομία, ή από αντιφατικότητα και έλλειψη εκσυγχρονισμού. Γενικά είχαν εκδοθεί 300 νόμοι, νομοθετικά, βασιλικά και προεδρικά διατάγματα και υπουργικές αποφάσεις, γενικής, ή ειδικής και τοπικής έκτασης, τα οποία συνέθεταν, ένα αρκετά σύνθετο

νομικό πλαίσιο της διαχείρισης των υδατικών πόρων στην χώρα. Αρκετές φορές με αναφορά στην έρευνα, αξιοποίηση, χρήση και προστασία των υδατικών πόρων, νόμοι επικαλύπτονταν ή έρχονταν σε πλήρη αντίθεση μεταξύ τους (Μανιάτη- Σιάτου, 2004).

Τα κύρια χαρακτηριστικά των διατάξεων αυτών φαίνονται παρακάτω :

- ✓ Προσπάθεια προώθησης των θέσεων των φορέων
- ✓ Αποσπασματική αντιμετώπιση των προβλημάτων
- ✓ Απουσία προσέγγισης των σημερινών προβλημάτων.
- ✓ Σχετική υποβάθμιση της ποιοτικής διάστασης της διαχείρισης.
- ✓ Μη δρομολόγηση συντονισμένων και συστηματικών προγραμμάτων αξιολόγησης δεδομένων πεδίου, απαραίτητων για την ουσιαστική εφαρμογή τους.
- ✓ Έλλειψη πρόβλεψης οργάνων παρακολούθησης και εξειδίκευσης της εφαρμογής τους.
- ✓ Απουσία σύνδεσης και εναρμόνισης με τις αναπτυξιακές επιδιώξεις των παραγωγικών τομέων και περιοχών της χώρας.
- ✓ Έλλειψη πρόβλεψης και προοπτικής για το μέλλον.

Τα αρχικά νομοθετήματα που λειτούργησαν συμπληρωματικά και διακρίθηκαν για την διατομεακή τους αντίληψη και την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των υδατικών πόρων φαίνονται παρακάτω:

- ✓ Ο Ν.1650/86(ΦΕΚ 160Α/18-10-86) για την προστασία του περιβάλλοντος, που αντιμετωπίζει το νερό (Άρθρα 9-10) ως στοιχείο του περιβάλλοντος και προβλέπει μέτρα οργανωτικά και θεσμικά για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της ποιότητας των υδατικών πόρων (Μανιάτη-Σιάτου, 2004) και
- ✓ Ο Ν.1739/87(ΦΕΚ201Α/20-11-87) για τη διαχείριση των υδατικών πόρων, που εισάγει μια σύγχρονη αντίληψη για την αντιμετώπιση του νερού στην έρευνα, στη διοίκηση και στην καθημερινή πρακτική, μέσω της θεσμοθέτησης διαδικασιών και οργάνων που επιτρέπουν την άσκηση της διαχείρισης σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο. Με το Ν. 1739/87 καταργήθηκαν όσες από τις διατάξεις των προαναφερθέντων νομικών ρυθμίσεων έρχονται σε αντίθεση με αυτόν ή ανάγονται σε ζητήματα που ρυθμίζονται ειδικότερα από αυτόν (ΥΠΑΝ κ.α., 2003:383).
- ✓ Ο Ν.3199/2003 εκδόθηκε σε εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, με στόχο την εναρμόνιση της εθνικής με την κοινοτική νομοθεσία. Σε μεγάλο βαθμό ο Ν.3199/2003

αναφέρεται στη διοικητική οργάνωση του εθνικού φορέα διαχείρισης με αναφορά στην Εθνική Επιτροπή.

Στόχοι του Ν. 3199/2003 είναι:

- ✓ Η πρόληψη της υποβάθμισης και η μείωση ή παύση απορρίψεων και διαρροών, επικίνδυνων ή μη ουσιών προτεραιότητας, ώστε να επιτευχθεί μείωση της ρύπανσης και η αποφυγή της περαιτέρω μόλυνσης.
- ✓ Η μακροπρόθεσμη προστασία των υδάτων και ο μετριασμός των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες.
- ✓ Η προώθηση της αειφόρου χρήσης των υδάτων για τη διευθέτηση και αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με τα θέματα προσφοράς και ζήτησης του νερού.

Με το Π.Δ 51/2007 ενσωματώθηκαν όλα τα τεχνικά Παραρτήματα της Οδηγίας 2000/60 στο εθνικό μας δίκαιο.

2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Επισκόπηση Γεωγραφικής Θέσης

Τα Μεσόγεια αποτελούν πεδιάδα της Περιφέρειας Αττικής και πιο συγκεκριμένα εντάσσονται στην Περιφερειακή Ενότητα Ανατολικής Αττικής. Εκτείνονται νοτιοανατολικά του λεκανοπέδιου Αθηνών, από το οποίο διαχωρίζονται μέσω του όρους Υμηττού, ενώ η περιοχή περιβάλλεται, επίσης, από τους ορεινούς όγκους της Πεντέλης, στα βόρεια και του Πανείου και Μερέντας στα νότια. Από τον Νότιο Ευβοϊκό Κόλπο και το Αιγαίο Πέλαγος βρέχεται ανατολικά, ενώ στο νοτιοδυτικό βρέχεται από τον Σαρωνικό. Η περιοχή των Μεσογείων, βάσει της οριοθέτησης που έχει πραγματοποιηθεί στην παρούσα εργασία και η οποία παρουσιάζεται στην ακόλουθη ενότητα, καταλαμβάνει συνολική έκταση περίπου 525.000 στρέμματα, αποτελώντας το 14% της συνολικής έκτασης της Αττικής και περίπου το 35% της Περιφερειακής Ενότητας Ανατολικής Αττικής. Ορισμένοι από τους κυριότερους οικισμούς που εδράζουν στην περιοχή είναι τα Σπάτα, η Αρτέμιδα, η Παιανία, η Παλλήνη, το Κορωπί, το Μαρκόπουλο και τα Καλύβια Θορικού.

2.2 Διοικητική διάρθρωση περιοχή έρευνας

Η Περιφέρεια Αττικής, σύμφωνα με το πρόγραμμα «Καλλικράτης» διαιρείται διοικητικά σε 7 περιφερειακές ενότητες, στην περιφερειακή ενότητα (Π.Ε) Κεντρικού Τομέα Αθηνών, στην Π.Ε. Βορείου Τομέα Αθηνών, στην Π.Ε. Δυτικού Τομέα Αθηνών, στην Π.Ε. Νοτίου Τομέα Αθηνών, στην Π.Ε. Πειραιώς, στην Π.Ε. Ανατολικής Αττικής, στην Π.Ε. Δυτικής Αττικής και στην Π.Ε. Νήσων.

Τα Μεσόγεια, τα οποία αποτελούν την περιοχή έρευνας της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εντάσσονται στην περιφερειακή ενότητα Ανατολικής Αττικής. Η διοικητική διαίρεση της περιοχής των Μεσογείων σε δήμους, σύμφωνα με το πρόγραμμα «Καλλικράτης», η χωρική έκταση και η θέση των δήμων αυτών παρουσιάζονται στη συνέχεια.

✓ Δήμος Κρωπίας

Ο Δήμος Κρωπίας αποτελεί δήμο της Π.Ε. Ανατολικής Αττικής με έδρα το Κορωπί. Συνορεύει με τους Δήμους Παιανίας, Μαρκοπούλου Μεσογαίας, Καλυβίων Θορικού και Βάρης, αποτελείται από ένα κοινοτικό διαμέρισμα και καταλαμβάνει έκταση περίπου 103,1 Km². Ο πληθυσμός σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 30.307 κάτοικοι.

✓ Δήμος Μαρκόπουλου Μεσογαίας

Ο Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας αποτελεί δήμο της ανατολικής Αττικής, αποτελούμενος από ένα κοινοτικό διαμέρισμα και έχει έκταση περίπου 81,8 Km². Έδρα του συγκεκριμένου Δήμου είναι το Μαρκόπουλο και ο πληθυσμός του σύμφωνα με απογραφή του 2011 είναι 20.040 κάτοικοι.

✓ Δήμος Σπάτων – Αρτέμιδος

Ο Δήμος Σπάτων - Αρτέμιδος προέκυψε από τη ένωση των Δήμων Σπάτων–Λούτσας και της κοινότητας Αρτέμιδας βάσει του Προγράμματος Καλλικράτης. Βρίσκεται στην περιοχή των Μεσογείων της περιφερειακής ενότητας Ανατολικής Αττικής, καταλαμβάνει έκταση περίπου 73,95 Km² ενώ το πλήθος ανθρώπων του νέου Δήμου σύμφωνα με την απογραφή του 2011 ανέρχεται στους 33.821 κατοίκους.

✓ Δήμος Παιανίας

Ο καλλικρατικός Δήμος Παιανίας προέκυψε από τη ένωση των Δήμων Παιανίας και Γλυκών Νερών και χωροθετείται στην περιοχή των Μεσογείων της περιφερειακής ενότητας

Ανατολικής Αττικής. Ο νέος Δήμος καταλαμβάνει συνολική έκταση 47,14 Km² και ο πληθυσμός του είναι 26.668 κάτοικοι βάση την απογραφή που πραγματοποιήθηκε το 2011.

✓ Δήμος Σαρωνικού

Ο Δήμος Σαρωνικού αποτελεί δήμο της Π.Ε. Ανατολικής Αττικής που συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης. Ο Δήμος σχηματίστηκε με την συνένωση του Δήμου Καλυβίων Θορικού και των Κοινοτήτων Αναβύσσου, Κουβαρά, Παλαιάς Φώκαιας και Σαρωνίδας. Η έκταση του νέου Δήμου είναι 133.43 Km² και ο πληθυσμός του 29.002 κάτοικοι βάση της απογραφής που πραγματοποιήθηκε το 2011. Έδρα του Δήμου ορίστηκαν τα Καλύβια Θορικού.

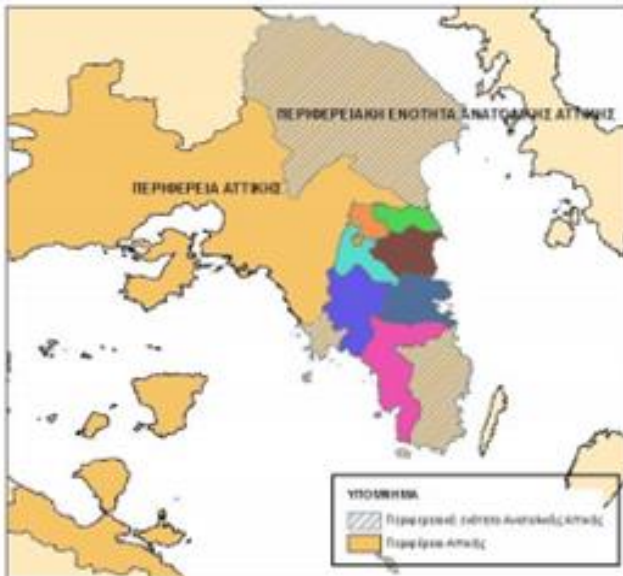
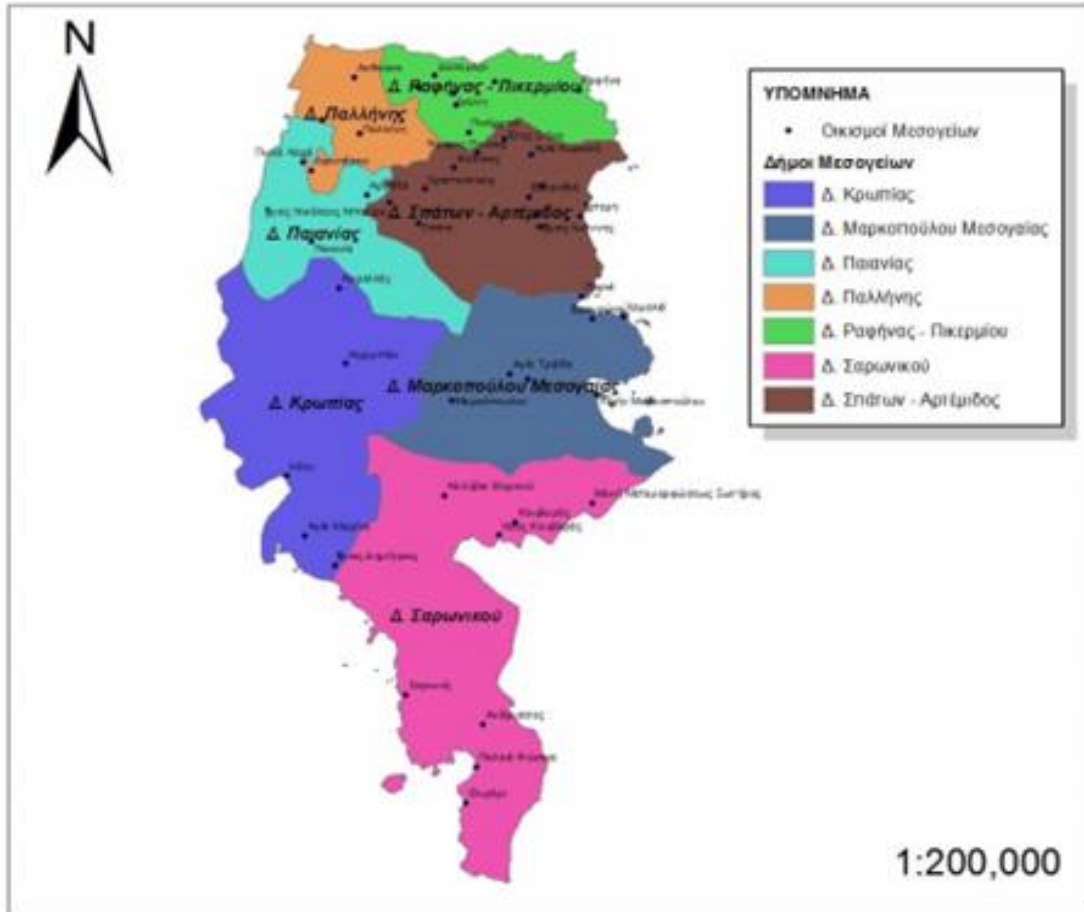
✓ Δήμος Παλλήνης

Ο Δήμος Παλλήνης προέκυψε από τη συνένωση των προϋπαρχόντων Δήμων Παλλήνης και Γέρακα και της Κοινότητας Ανθούσας. Αποτελεί Δήμο της Π.Ε. Ανατολικής Αττικής ο οποίος καταλαμβάνει συνολική έκταση 30,72 Km² και ο πληθυσμός του είναι 54.415 κάτοικοι σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Έδρα του συγκεκριμένου Δήμου αποτελεί ο Γέρακας.

✓ Δήμος Ραφήνας-Πικερμίου

Ο Δήμος Ραφήνας-Πικερμίου της Ανατολικής Αττικής συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης από τη συνένωση των υπό κατάργηση Δήμων Ραφήνας και Πικερμίου. Η συνολική έκταση του νέου Δήμου είναι 41.84 Km² ενώ ο πληθυσμός του, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, ανέρχεται στους 20.266 κατοίκους. Έδρα του νεοσύστατου Δήμου ορίστηκε η Ραφήνα.

Στο χάρτη που ακολουθεί (Εικόνα 3) απεικονίζονται η διοικητική διάρθρωση αλλά και η θέση της περιοχής έρευνας τόσο στην Περιφέρεια Αττικής όσο και στο σύνολο του ελλαδικού χώρου.



ΕΙΚΟΝΑ 3 : Διοικητική διάρθρωση και θέση περιοχής έρευνας (<https://www.google.com/> , Ιδία επεξεργασία)

2.3 Πληθυσμιακά και κοινωνικά χαρακτηριστικά

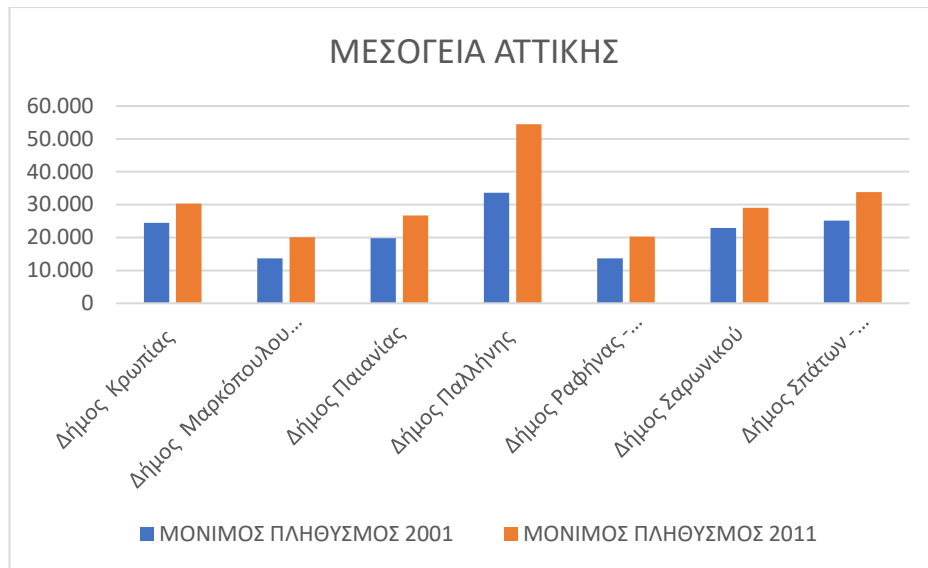
Στον Πίνακα 4 παρατίθενται οι καταγραφές του μόνιμου πληθυσμού βάσει τόσο της απογραφής του 2011, που πραγματοποίησε η Ελληνική Στατιστική Αρχή, όσο και εκείνης του 2001, ενώ η τελευταία στήλη του πίνακα αντιστοιχεί στην ποσοστιαία μεταβολή που διαπιστώθηκε εντός της συγκεκριμένης δεκαετίας. Οι πληθυσμοί αφορούν τόσο στον καθένα από του δήμους που απαρτίζουν την περιοχή έρευνας, ξεχωριστά, όσο και στις επιμέρους δημοτικές ενότητες αυτών. Επιπλέον, οι καταγραφές του πληθυσμού αλλά και η ποσοστιαία μεταβολή του, παρατίθενται για το σύνολο της περιοχής, δηλαδή τα Μεσόγεια Αττικής, αλλά και για την περιφερειακή ενότητα Ανατολικής Αττικής έτσι ώστε να καθίσταται εφικτή οι σύγκριση των επιμέρους ενοτήτων αλλά και η εξαγωγή συμπερασμάτων.

Βάσει της απογραφής του 2011, παρατηρείται ότι οι δήμοι στους οποίους κατεγράφη ο μεγαλύτερος μόνιμος πληθυσμός είναι εκείνοι της Παλλήνης (54.415 κάτοικοι), γεγονός αναμενόμενο λόγω του εντονότερα αστικού χαρακτήρα του δήμου, των Σπάτων - Αρτέμιδος (33.821 κάτοικοι) και της Κρωπίας (30.307 κάτοικοι). Αντίστοιχα, οι δήμοι οι οποίοι σημείωσαν τη μεγαλύτερη πληθυσμιακή αύξηση κατά τις δύο διαδοχικές απογραφές είναι κατά σειρά οι δήμοι Παλλήνης (62%), Ραφήνας – Πικερμίου (49%) και Μαρκοπούλου Μεσογαίας (47%) ενώ στο σύνολο της περιοχής έρευνας διαπιστώθηκε πληθυσμιακή αύξηση 40%.

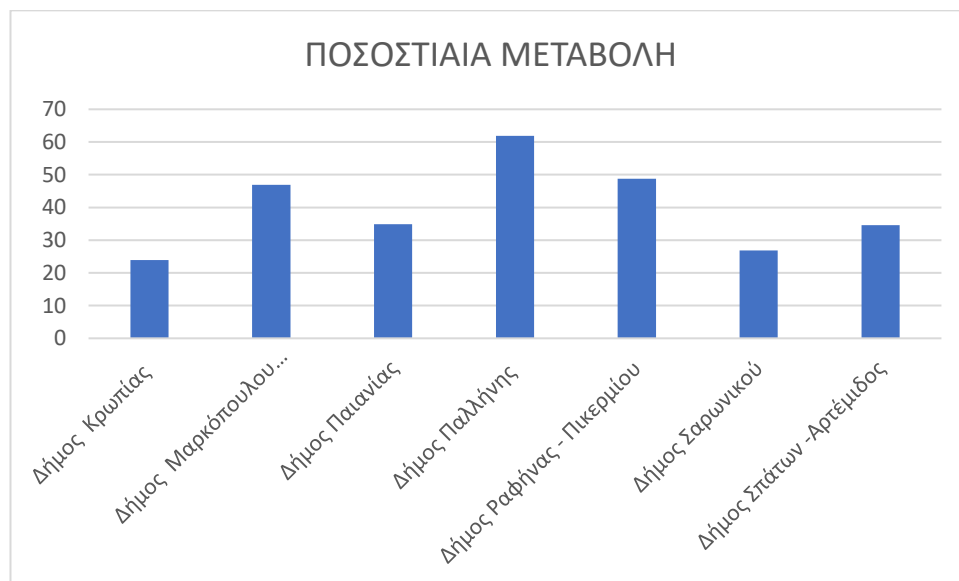
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Απογραφή πληθυσμού 2001 και 2011 στα Μεσόγεια Αττικής (Ελληνική Στατιστική Αρχή, Ιδία επεξεργασία)

	ΜΟΝΙΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2001	ΜΟΝΙΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2011	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ %
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤ. ΑΤΤΙΚΗΣ	379.694	502.348	32
ΜΕΣΟΓΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	153.104	214.519	40
Δήμος Κρωπίας	24.453	30.307	24
Δήμος Μαρκόπουλου Μεσογαίας	13.644	20.040	47
Δήμος Παιανίας	19.767	26.668	35
Δ.Δ Παιανίας	12.997	15.619	20
Δ.Δ Γλυκών Νερών	6.770	11.049	63
Δήμος Παλλήνης	33.611	54.415	62
Δ.Δ Παλλήνης	17.232	22.344	30
Κ.Δ.Ανθούσας	2.389	2.132	-11
Δ.Δ Γέρακας	13.990	29.939	114
Δήμος Ραφήνας - Πικερμίου	13.625	20.266	49
Δ.Δ Ραφήνας	10.701	13.091	22
Κ.Δ Πικερμίου	2.924	7.175	145
Δήμος Σαρωνικού	22.866	29.002	27
Δ.Δ Καλαβίων Θορικού	10.323	14.424	40
Κ.Δ Ανάβυσσου	6.721	6.202	-8
Κ.Δ Κουβαρά	1.542	2.008	30
Κ.Δ Παλαιάς Φωκαίας	2.624	3.436	31
Κ.Δ Σαρωνίδας	1.656	2.932	77
Δήμος Σπάτων -Αρτέμιδος	25.138	33.821	35
Δ.Δ Σπάτων-Λούτσας	10.419	12.333	18
Δ.Δ Αρτέμιδος	14.719	21.488	46

Στο διάγραμμα της Εικόνας 4, πραγματοποιείται σύγκριση ανά δήμο του καταγεγραμμένου μόνιμου πληθυσμού για τα δύο διαδοχικά έτη απογραφής και ακολούθως παρουσιάζεται η ποσοστιαία πληθυσμιακή μεταβολή ανά δήμο (Εικόνα 5).

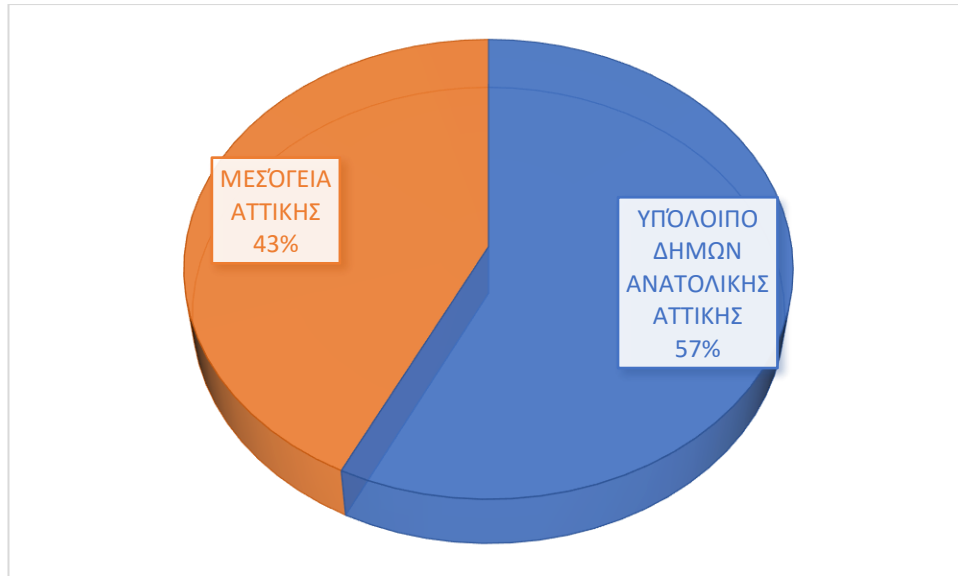


ΕΙΚΟΝΑ 4: Συγκριτική θεώρηση του μόνιμου πληθυσμού για τα έτη απογραφής 2001 και 2011 ανά δήμο της περιοχής μελέτης. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)



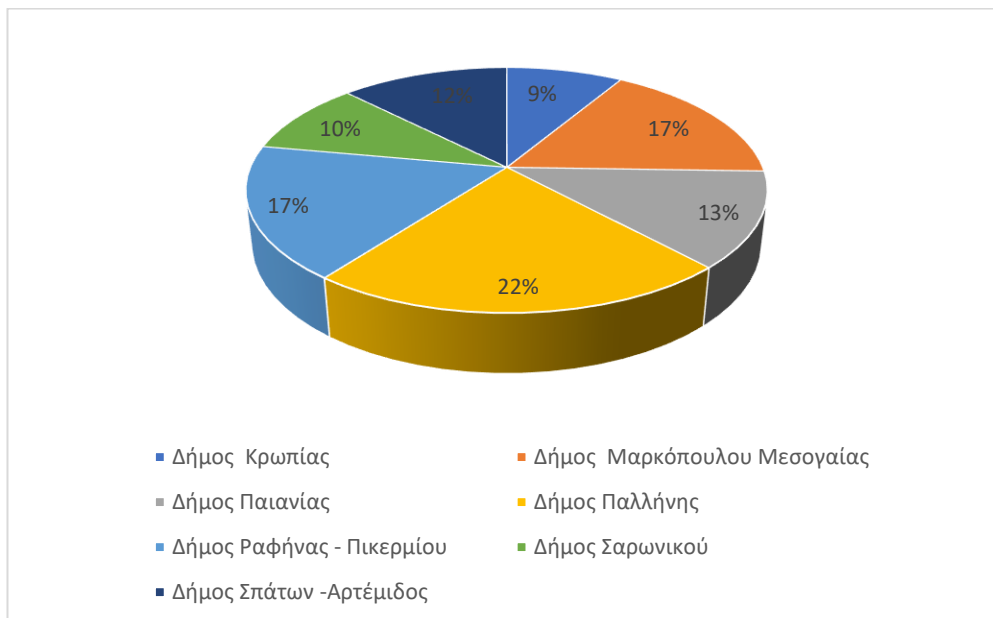
ΕΙΚΟΝΑ 5: Ποσοστιαία μεταβολή μόνιμου πληθυσμού ανά δήμο της περιοχής μελέτης. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)

Στην Εικόνα 6, παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανομή του πληθυσμού εντός της περιφερειακής ενότητας Ανατολικής Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, βάσει δεδομένων της απογραφής του μόνιμου πληθυσμού, διαπιστώνεται ότι το έτος 2011 στην περιοχή των Μεσογείων συγκεντρώνεται το 43% του συνολικού πληθυσμού της Ανατολικής Αττικής, ποσοστό αυξημένο κατά 3% συγκρινόμενο με τα στοιχεία απογραφής του 2001.



ΕΙΚΟΝΑ 6: Ποσοστιαία κατανομή μόνιμου πληθυσμού στην περιφερειακή ενότητα Ανατολικής Αττικής, απογραφή 2011. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)

Αναλυτικότερα, η ποσοστιαία κατανομή του πληθυσμού σε καθένα από τους επιμέρους δήμους που απαρτίζουν την περιοχή έρευνας, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.



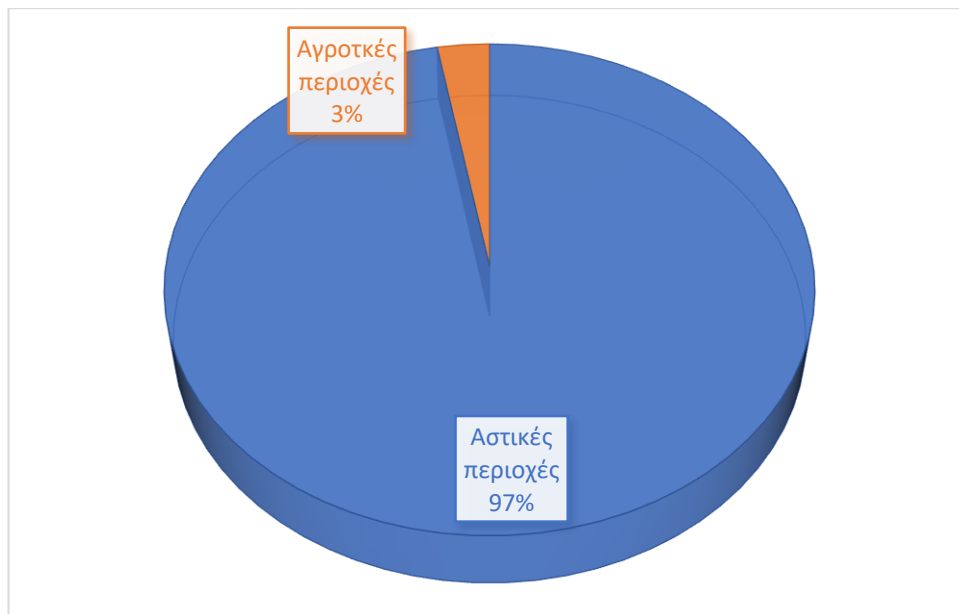
Εικόνα 7: Ποσοστιαία κατανομή μόνιμου πληθυσμού στους δήμους των Μεσογείων Αττικής, απογραφή 2011. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)

Όσον αφορά στην κατανομή του πληθυσμού εντός της περιοχής έρευνας ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των επιμέρους υποπεριοχών διαπιστώνεται ότι ο πληθυσμός της περιοχής

των Μεσογείων είναι ανισομερώς κατανομημένος, καθώς το 97% αυτού συγκεντρώνεται στις αστικές περιοχές ενώ μόλις το 3% κατοικεί στις αγροτικές περιοχές. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα τα οποία αφορούν στην απογραφή του πραγματικού πληθυσμού για το έτος 2001, παρατίθενται στον Πίνακα 5, ενώ οπτικοποιούνται μέσω της Εικόνας 8.

Πίνακας 5: Κατανομή πληθυσμού σε αστικές και αγροτικές περιοχές στα Μεσόγεια Αττικής, απογραφή πραγματικού πληθυσμού 2001. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)

	Πραγματικός πληθυσμός
Αστικές περιοχές	158.312
Αγροτικές περιοχές	4.635

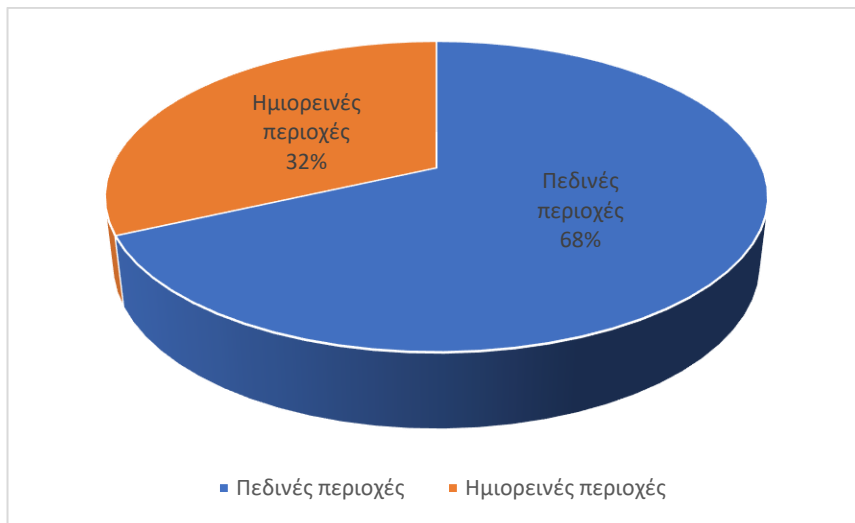


Εικόνα 8: Κατανομή πληθυσμού σε αστικές και αγροτικές περιοχές στα Μεσόγεια Αττικής, απογραφή πραγματικού πληθυσμού 2001. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)

Αντίστοιχα, η κατανομή του πληθυσμού της περιοχής έρευνας σε πεδινές και ημιορεινές περιοχές παρουσιάζεται στον Πίνακα 6 και την Εικόνα 9.

Πίνακας 6: Κατανομή πληθυσμού σε πεδινές και ημιορεινές περιοχές στα Μεσόγεια Αττικής, απογραφή πραγματικού πληθυσμού 2001. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)

	Πραγματικός πληθυσμός
Πεδινές περιοχές	111.039
Ημιορεινές περιοχές	51.908



ΕΙΚΟΝΑ 9: Κατανομή πληθυσμού σε πεδινές και ημιορεινές περιοχές στα Μεσόγεια Αττικής, απογραφή πραγματικού πληθυσμού 2001. Ελληνική Στατιστική Αρχή

2.4 Οικονομική δραστηριότητα

Βάσει των δεδομένων της απογραφής του πραγματικού πληθυσμού του 2001, ο απασχολούμενος πληθυσμός των Μεσογείων αποτελεί το 91% του οικονομικώς ενεργού πληθυσμού, το ποσοστό των ανέργων ανέρχεται στο 9%, ενώ ο οικονομικά μη ενεργός πληθυσμός αντιστοιχεί περίπου στο 50% του συνόλου των κατοίκων της περιοχής μελέτης. Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζεται η διάκριση του πληθυσμού σε οικονομικά ενεργό και μη ενεργό, απασχολούμενους και ανέργους για το σύνολο των δήμων της περιοχής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Οικονομικά ενεργός και μη ενεργός πληθυσμός στα Μεσόγεια Αττικής, απογραφή πραγματικού πληθυσμού 2001. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)

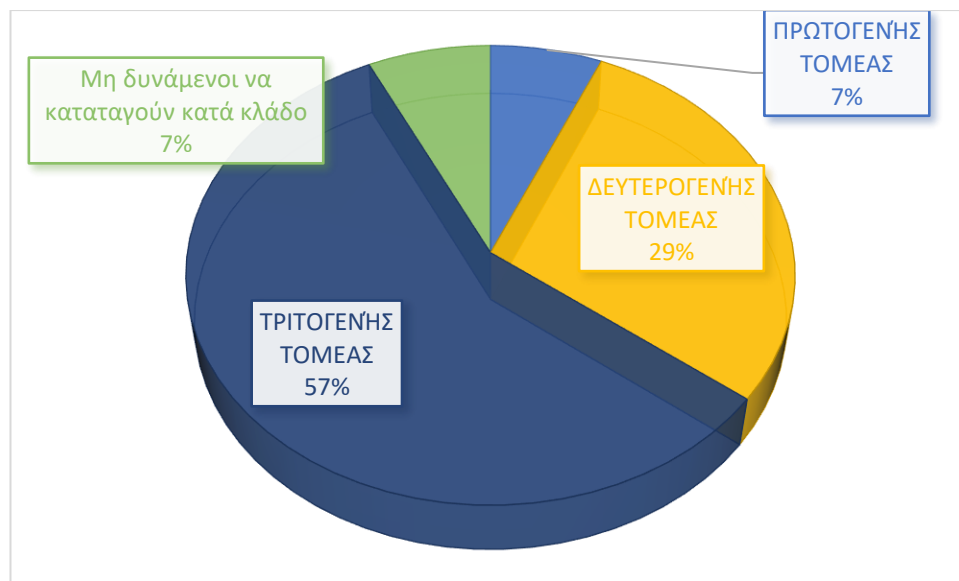
	ΣΥΝΟΛΟ				
	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΣ ΕΝΕΡΓΟΙ				ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΣ ΜΗ ΕΝΕΡΓΟΙ
	ΣΥΝΟΛΟ	ΑΠΑΣΧΟΛΟΥΜΕΝΟΙ	ΑΝΕΡΓΟΙ		
ΣΥΝΟΛΟ			ΑΠΟ ΑΥΤΟΥΣ ΝΕΟΙ		
Δήμος Κρωπίας	11.497	10.538	959	409	11.307
Δ.Δ Κρωπίας	11.497	10.538	959	409	11.307
Δήμος Μαρκόπουλου Μεσογαίας	6.447	5.925	522	240	7.716
Δ.Δ Μαρκόπουλου Μεσογαίας	6.447	5.925	522	240	7.716
Δήμος Παιανίας	8.873	7.947	926	410	8.773
Δ.Δ Παιανίας	5.728	5.184	544	302	5.970
Δ.Δ Γλυκών Νερών	3.145	2.763	382	108	2.803
Δήμος Παλλήνης	15.786	14.368	1.418	531	13.986
Δ.Δ Παλλήνης	7.833	7.170	663	260	6.943
Κ.Δ.Ανθούσας	1.352	1.264	88	42	1.354
Δ.Δ Γέρακας	6.601	5.934	667	229	5.689
Δήμος Ραφήνας - Πικερμίου	6.539	6.094	445	180	6.946
Δ.Δ Ραφήνας	5.208	4.847	361	139	5.666
Κ.Δ Πικερμίου	1.331	1.247	84	41	1.280
Δήμος Σαρωνικού	11.239	10.311	928	428	12.622
Δ.Δ Καλαθίων Θορικού	5.099	4.731	368	181	5.983
Κ.Δ Ανάβυσσου	3.257	2.939	318	165	3.281
Κ.Δ Κουβαρά	683	632	51	16	845
Κ.Δ Παλαιάς Φωκαίας	1.280	1.158	122	48	1.547
Κ.Δ Σαρωνίδας	920	851	69	18	966
Δήμος Σπάτων -Αρτέμιδος	12.164	10.772	1.392	383	12.555
Δ.Δ Σπάτων-Λούτσας	4.398	4.021	377	123	4.736
Δ.Δ Αρτέμιδος	7.766	6.751	1.015	260	7.819
ΣΥΝΟΛΟ	72.545	65.955	6.590	2.581	73.905

Αναλυτικότερα, στο Πίνακα 8 και την Εικόνα 10 παρουσιάζεται η κατανομή του οικονομικώς ενεργού πληθυσμού σε καθέναν από τους τρεις τομείς παραγωγής αλλά και στους επιμέρους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Κατανομή απασχολούμενων ανά παραγωγικό τομέα, απογραφή πραγματικού πληθυσμού 2001. Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)

ΤΟΜΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΚΛΑΔΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΑΠΑΣΧΟΛΟΥΜΕΝΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΑΧΟΛΟΥΜΕΝΩΝ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ
ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ	Γεωργία, Κτηνοτροφία, Θήρα, Δασοκομία	2643	2859
	Αλιεία	117	
	Ορυχεία & Λατομεία	99	
ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ	Μεταποιητικές Βιομηχανίες	6791	12625
	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου και νερό	312	
	Κατασκευές	5522	
ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΤΟΜΕΑΣ	Χονδρικό & Λιανικό εμπόριο, επισκευή αυτοκινήτων, μοτοσυκλετών & είδη ατομικής & οικιακής χρήσης	6844	25171
	Ξενοδοχεία & εστιατόρια	1906	
	Μεταφορές, αποθήκευση & επικοινωνίες	3308	
	Ενδιάμεσοι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί	1093	
	Διαχείριση ακίνητης περιουσίας, εκμισθώσεις & επιχειρηματικές δραστηριότητες	2860	
	Δημόσια διοίκηση	2895	
	Εκπαίδευση	2042	
	Υγεία & κοινωνική μέριμνα	1757	

	Δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών υπέρ του κοινωνικού ή ατομικού χαρακτήρα	1730	
	Ιδιωτικά νοικοκυριά που απασχολούν οικιακό προσωπικό	726	
	Ετερόδοκοι οργανισμοί και όργανα	10	
Μη δυνάμενοι να καταταγούν κατά κλάδο		3147	3147



ΕΙΚΟΝΑ 10: Κατανομή πληθυσμού ανά παραγωγικό τομέα, απογραφή πραγματικού πληθυσμού 2001

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ιδία επεξεργασία)

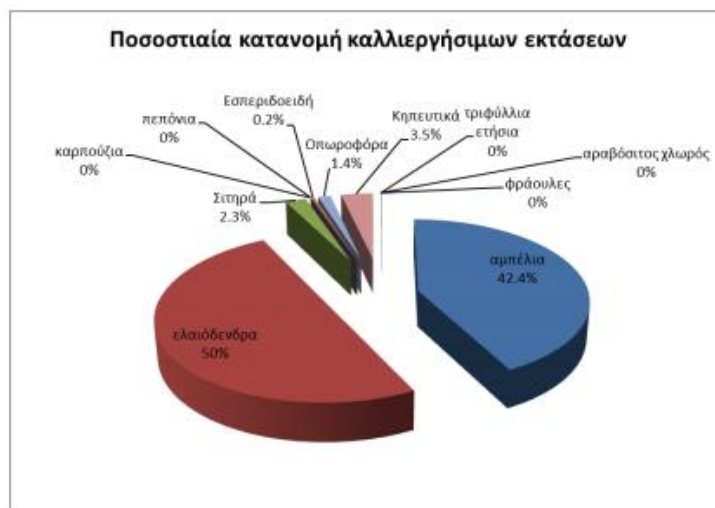
Παρά τον κατεχοχόν αγροτικό χαρακτήρα της περιοχής μέχρι πρότινος, δεδομένου ότι η οικονομία της βασιζόταν σε σημαντικό ποσοστό στη γεωργία και την κτηνοτροφία, την τελευταία 20ετία διαπιστώνεται σημαντική συρρίκνωση του πρωτογενούς τομέα παραγωγής με αντίστοιχη ανάπτυξη και ενδυνάμωση του δευτερογενούς και τριτογενούς. Παρατηρείται, έτσι, βάσει των δεδομένων της απογραφής του 2001, ότι το μεγαλύτερο μέρος του οικονομικώς ενεργού πλήθους εργάζεται στον τριτογενή τομέα παραγωγής (57%) του εμπόριο, τις μεταφορές και τις επικοινωνίες να αποτελούν τους κυρίαρχους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας. Το ποσοστό των απασχολούμενων στο δευτερογενή τομέα ανέρχεται στο 29% ενώ μόλις το 7% των κατοίκων απασχολείται στον πρωτογενή τομέα παραγωγής. Οι

μεταβολές αυτές στην οικονομική δομή της περιοχής είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την αναδιάρθρωση των χρήσεων γης τα τελευταία χρόνια στην ευρύτερη περιοχή, απόρροια κυρίως της κατασκευής του Διεθνούς Αερολιμένα στα Σπάτα αλλά και της ανάληψης των Ολυμπιακών Αγώνων το 2004, γεγονός που συντέλεσε στην υλοποίηση σημαντικών έργων υποδομής και στην ελάττωση, κατ' επέκταση των χώρων πρασίνου και των αγροτικών εκτάσεων.

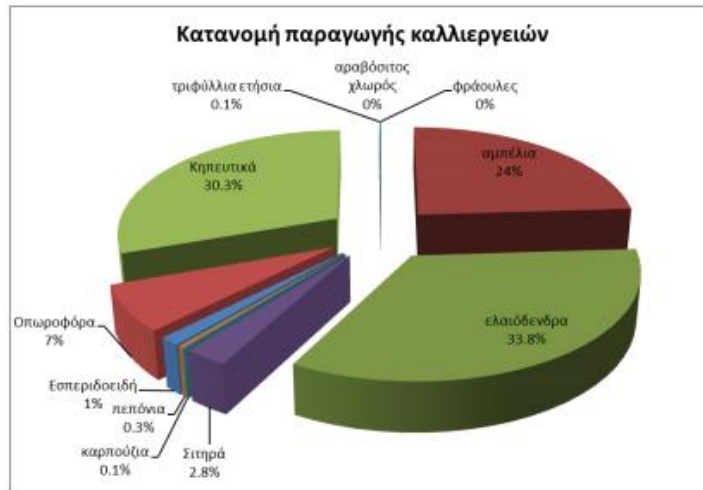
2.5 Αγροτική δραστηριότητα

Ειδικότερα, λόγω του σκοπού της συγκεκριμένης εργασίας, κρίθηκε σκόπιμη η περαιτέρω ανάλυση του κλάδου της γεωργικής δραστηριότητας προκειμένου να καταστεί εφικτή η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την κατανομή του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων στην περιοχή αλλά και με τις αποδόσεις των υφιστάμενων καλλιεργειών σε επίπεδο παραγωγής.

Η ποσοστιαία κατανομή των επιμέρους καλλιεργειών στο σύνολο της περιοχής έρευνας καθώς και η συνεισφορά κάθε καλλιέργειας στη συνολική παραγωγή παρουσιάζονται στις εικόνες 11 και 12, αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι για ορισμένες δενδρώδεις καλλιέργειες για τις οποίες δεν υπήρχε καταγεγραμμένη έκταση, δεδομένου ότι δεν ήταν συγκεντρωμένες σε δενδρώνες, η έκταση αυτή υπολογίστηκε προσεγγιστικά βάσει της παραγωγής τους και της μέσης απόδοσης των αντίστοιχων καλλιεργειών στην περιοχή έρευνας.



ΕΙΚΟΝΑ 11: Κατανομή καλλιεργήσιμων εκτάσεων στο σύνολο της περιοχής μελέτης Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)



ΕΙΚΟΝΑ 12: Κατανομή παραγωγής στο σύνολο της περιοχής μελέτης Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ιδία επεξεργασία)

Δεδομένης της ενοποίησης ορισμένων καλλιεργειών σε ευρύτερες κατηγορίες, με στόχο την καλύτερη οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων, διευκρινίζεται ότι η κατηγορία των κηπευτικών αφορά στα λάχανα, κουνουπίδια, μαρούλια, μελιτζάνες κλπ, τα «οπωροφόρα» αφορούν στις μηλιές, αχλαδιές, βερικοκιές, αμυγδαλιές κλπ, η κατηγορία των εσπεριδοειδών στις πορτοκαλιές, λεμονιές και μανταρινιές και τα «σιτηρά» στα σιτάρι, κριθάρι, βρώμη κλπ.

Αναφορικά με την κατανομή των καλλιεργήσιμων εκτάσεων εντός των ορίων της περιοχής έρευνας διαπιστώνεται ότι οι καλλιέργειες οι οποίες απαντώνται, συγκριτικά, σε μεγαλύτερες εκτάσεις είναι αυτές των ελαιόδεντρων και των αμπελιών, με ποσοστό επί του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων 50% και 42.4%, αντίστοιχα. Ακολουθούν, κατά σειρά, οι καλλιέργειες των κηπευτικών (3.5%), των σιτηρών (2.3%) και των οπωροφόρων (1.3%), με αισθητά μικρότερο ποσοστό κάλυψης επί της συνολικής επιφάνειας της περιοχής, ενώ οι υπόλοιπες καλλιέργειες καλύπτουν αμελητέες εκτάσεις.

Ομοίως, σε ό,τι αφορά στη συνολική παραγωγή των επιμέρους καλλιεργειών, διαπιστώνεται και πάλι ότι η σημαντικότερη παραγωγή προέρχεται από την καλλιέργεια των ελαιόδεντρων, με ποσοστό συμμετοχής 33.8% επί της συνολικής παραγωγής, γεγονός αναμενόμενο λόγω της έκτασης που καταλαμβάνει η καλλιέργεια. Παρατηρείται, ωστόσο, διαφορετική κατανομή του συνόλου των καλλιεργειών όσον αφορά στη συμμετοχή τους στη συνολική παραγωγή, εξαιτίας των διαφορετικών αποδόσεων των καλλιεργειών. Πιο συγκεκριμένα, τα κηπευτικά παρά τη, συγκριτικά με τα αμπέλια και τα ελαιόδεντρα, μικρή έκταση που καταλαμβάνουν, αποτελούν το 30.3% της συνολικής παραγωγής, ενώ ακολουθούν

τα αμπέλια, τα οπωροφόρα, τα σιτηρά και τα εσπεριδοειδή με ποσοστά συμμετοχής 24%, 7%, 2.8% και 1%, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες καλλιέργειες παρουσιάζουν αμελητέα παραγωγή.

2.6 Δεδομένα για το φυσικό περιβάλλοντος της περιοχής έρευνας

2.6.1 Μορφολογία

Η περιοχής έρευνας, των Μεσογείων τοποθετείται στο κεντρικό και βόρειο τμήμα Ανατολικής Αττικής, βάσει φυσικών και διοικητικών ορίων, αντίστοιχα. Οριοθετείτε χονδρικά από το Πεντελικό Όρος στη βόρεια πλευρά, τους λόφους της ανατολικής παράκτιας περιοχής και μια λοφώδη έκταση που ανήκει στον ορεινό όγκο Λαυρίου στα νοτιοανατολικά και του Υμηττού στα δυτικά.

Η ευρύτερη περιοχή των Μεσογείων συνιστά περιοχή χαμηλών υψομέτρων, από 50 έως 200 m, με τις περιοχές μεγαλύτερων υψομέτρων να εντοπίζονται στους πρόποδες των ορεινών όγκων που περιβάλλουν την περιοχή έρευνας. Στην περιοχή εντοπίζονται, τοπικές λοφώδεις εξάρσεις του ανάγλυφου που όμως δεν ξεπερνούν τα 325 m.

Αναλυτικότερα, όσον αφορά το ανατολικό τμήμα της περιοχής έρευνας, εκεί εντοπίζεται η ανατολική παράκτια περιοχή η οποία συνιστά μία ζώνη ανάμεσα στα Μεσόγεια και τα παράλια του Ευβοϊκού. Κατά μήκος της περιοχής αυτής παρατηρείται μερική διαφοροποίηση των επιμέρους υψομέτρων, καθώς το βόρειο τμήμα της παρουσιάζει σχετικά ομαλό ανάγλυφο με υψόμετρα που δεν ξεπερνούν τα 100 m ενώ στα δυτικά της υψώνεται μία λοφώδης έκταση υψομέτρων έως 214 m διαχωρίζοντας την περιοχή αυτή από τα Μεσόγεια. Το κεντρικό τμήμα, αντίστοιχα, της ανατολικής παράκτιας ζώνης χαρακτηρίζεται από εντονότερο, ανάγλυφο λόγω των εξάρσεων του ορεινού όγκου Λαυρίου όπως η Μερέντα.

Στην νότια πλευρά της περιοχής μελέτης δεσπόζει το Πάνειο Όρος, το οποίο αποτελεί ένα ορεινό όγκο επιμηκυμένο με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Καλύπτεται από θαμνώδη βλάστηση και διαχωρίζει την Κερατέα από τις περιοχές της Σαρωνίδας και της Αναβύσσου στις ακτές του Σαρωνικού. Νοτιότερα του Πανείου βρίσκεται το όρος Όλυμπος (487 m.) στους δυτικούς πρόποδες του οποίου βρίσκεται, στις ακτές του Σαρωνικού, η κωμόπολη Σαρωνίδα.

Δυτικά, ένα μεγάλο μέρος της περιοχής μελέτης καλύπτεται από τον ορεινό όγκο του Υμηττού ο οποίος αποτελεί τον πιο εκτεταμένο ορεινό όγκο και κατέχει τα μεγαλύτερα υψόμετρα, ξεπερνώντας τα 1000 m. Είναι επιμήκης με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ αποτελώντας το

φυσικό όριο μεταξύ των Μεσόγειων και το Λεκανοπέδιο της Αττικής. Η υψηλότερη του κορυφή, ο Εύζωνας, βρίσκεται στα βορειοκεντρικά.

Στο βόρειο τμήμα της, τέλος, η περιοχή έρευνας οριοθετείται από το όρος της Πεντέλης, το οποίο οριοθετεί το λεκανοπέδιο των Αθηνών στα νοτιοδυτικά, από την πεδιάδα του Μαραθώνα στα βορειοανατολικά και την κοιλάδα της Μεσογαίας στα νότια. (Λιώσης 2013)

2.6.2 Κλίμα – μετεωρολογία

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής της Αττικής, εντός της οποίας εντάσσεται και η περιοχή των Μεσογείων, παρουσιάζει τη χειμερινή κυρίως περίοδο τα χαρακτηριστικά του κλίματος των εύκρατων ζωνών και κατατάσσεται στον ξηρό μεσογειακό τύπο, με ήπιους και υγρούς χειμώνες, ενώ κατά τη θερινή περίοδο, αντίστοιχα, προσεγγίζει τα χαρακτηριστικά του κλίματος των υποτροπικών ζωνών των υψηλών πιέσεων, με θερμά και ξηρά καλοκαίρια. Τα γενικά αυτά κλιματικά χαρακτηριστικά που αποδίδονται στην ευρύτερη περιοχή παρουσιάζουν τοπικές διαφοροποιήσεις και εναλλαγές οφειλόμενες σε φυσικούς αλλά και γεωγραφικούς παράγοντες. Τέτοιες μεταβλητές οι οποίες καθορίζουν την μεταβολή και διαφοροποίηση, κατά τόπους, των κλιματικών συνθηκών της περιοχής αποτελούν το ανάγλυφο, λόγω της έντονης τοπικής εναλλαγής των μορφολογικών χαρακτηριστικών, καθώς και η απόσταση από τη θάλασσα και το όρος Πεντέλη. Αναλυτικότερα, τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης παρουσιάζονται παρακάτω.

2.6.3 Θερμοκρασία περιοχής

Βάσει χάρτη κατανομής των μέσων ετήσιων θερμοκρασιών που προήλθε από δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών για την περίοδο 1990 – 2017, η μέση ετήσια θερμοκρασία στην περιοχή μελέτης είναι $16,1^{\circ}\text{C}$ - 17°C , με εξαίρεση τα νοτιοανατολικά παράλια όπου είναι $17,1^{\circ}\text{C}$ - 18°C . Η διακύμανση της είναι σχετικά απλή σύμφωνα με τις καταγραφές των μετεωρολογικών σταθμών που καλύπτουν την περιοχή, με τις μεγαλύτερες τιμές να εμφανίζονται το καλοκαίρι και τις μικρότερες το χειμώνα. Ειδικότερα, στον μετεωρολογικό σταθμό Σπάτων, βάσει στοιχείων της περιόδου 1990 – 2018, η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι $17,3^{\circ}\text{C}$ με μέση μηνιαία τιμή του θερμότερου μήνα τον Ιούλιο $27,4^{\circ}\text{C}$, και μέσο όρο μηνιαίας τιμής του ψυχρότερου μήνα τον Ιανουάριο $4,2^{\circ}\text{C}$, (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία 2020).

2.6.4 Κατακρημνίσματα

Η περιοχή έρευνας αποτελεί τις πιο ξηρές περιοχές της ευρύτερης Αττικής, αφού κατά μέσο η ετήσια συγκέντρωση των κατακρημνισμάτων, δεν είναι πάνω από 400 kg/m², όπως προκύπτει από χάρτη κατανομής τους στον Ελλαδικό χώρο (Katsafados et al. 2012). Βάσει στοιχείων της περιόδου 1990 – 2017, από τον μετεωρολογικό σταθμό των Σπάτων, όπως αυτά καταγράφηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, το μέσο ετήσιο ύψος υετού είναι 395.3 mm. Ο βροχερότερος μήνας του έτους βάσει των συγκεκριμένων χρονοσειρών, αποτελεί η χρονική διάρκεια του Δεκέμβριου, με μέση τιμή ύψους κατακρημνισμάτων τα 91,8 mm. Ο πιο άνομβρος, αντίστοιχα, μήνας από τον σταθμό των Σπάτων είναι ο Αύγουστος με ελάχιστο ύψος υετού 1,8 mm. Στην περιοχή μελέτης, το μεγαλύτερο μέρος των κατακρημνισμάτων, πέφτουν με τη μορφή βροχών και καταιγίδων, ενώ οι χιονοπτώσεις και οι χαλαζοπτώσεις είναι ελάχιστες. (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία 2020).

2.6.5 Σχετική υγρασία αέρος και Ηλιοφάνεια

Από τον σταθμό των Σπάτων, παρατηρείται ότι η μέσο όρο τιμή ετήσιας σχετικής υγρασίας είναι 57,68% και κυμαίνεται από 42,87% στην χρονική περίοδο του Ιουλίου έως 68,59% την χρονική διάρκεια Δεκέμβριου. Οι πιο χαμηλές τιμές της μέσης ετήσιας, σχετικής υγρασίας εμφανίζονται στις περιοχές πλησίον του Λεκανοπεδίου των Αθηνών ενώ οι υψηλότερες στην ανατολική παράκτια ζώνη (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία 2020).

Η μέση τιμή του συνολικού αριθμού ωρών ηλιοφάνειας στην ευρύτερη περιοχή είναι τον μήνα Ιανουάριο με 115 ώρες και τον μήνα Ιούλιο με 370 ώρες (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2011).

2.6.6 Γεωλογική άποψη της περιοχής

Από γεωλογική άποψη, η περιοχή έρευνας συνιστά τμήμα του Αττικοκυκλαδικού Συμπλέγματος (Alexakis and Kelepertsis 1998). Στο σύνολο της έκτασης της, εντοπίζονται δύο κύριες γεωλογικές ενότητες, οι αλπικοί και οι μεταλπικοί σχηματισμοί, με τους δεύτερους να υπερισχύουν των πρώτων. Όσον αφορά τους αλπικούς σχηματισμούς, αυτά συναντώνται κυρίως σε ορεινές και λοφώδεις περιοχές της περιοχής και αποτελούνται από ασβεστόλιθους,

μάρμαρα, σχιστόλιθους, δολομίτες και οφιόλιθους (Αλεξάκης 2002). Οι μεταλλικοί σχηματισμοί αποτελούν αποθέσεις του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς και συνίστανται από μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, μάρμες, αργίλους, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και άλλα ενοποιημένα ιζήματα.

2.6.6.1 Αλπικοί σχηματισμοί

Η πρώτη κατηγορία αλπικών πετρωμάτων που απαντώνται στην περιοχή, οι ανθρακικοί σχηματισμοί, περιλαμβάνει τους ασβεστόλιθους και τα μάρμαρα. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί, παρουσιάζονται σε βουνά αλλά και σε λόφους. Απουσιάζοντας μόνο από τα χαμηλότερα υψόμετρα. Υδρογεωλογικά χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερα περατοί σχηματισμοί και αποτελούν τους σημαντικότερους υδροφορείς της περιοχής (Παπαδέας 2002).

Οι ασβεστόλιθοι οι οποίοι απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή, στρωματογραφικά, εντοπίζονται τόσο στην Αυτόχθονη όσο και στην Κατώτερη και Ανώτερη Τεκτονική Ενότητα. Είναι πολύχρωμοι, και πλακώδεις ενώ κατά τόπους εμφανίζονται δολομιτωμένοι και εναλλάσσονται με μαρμαρυγιακούς, χλωριτικούς και ασβεστιτικούς σχιστόλιθους (Λατσούδας 1992). Οι ασβεστόλιθοι της Κατώτερης Τεκτονικής Ενότητας απαντώνται κυρίως σε υψώματα του δυτικού τμήματος της πεδιάδας των Μεσογείων και χρονολογικά εκτιμάται ότι ανήκουν στην περίοδο του Ανώτερου Τριαδικού. Είναι διαρρηγμένοι και διασχίζονται από δίκτυο δευτερογενούς ασβεσίτη εμποτισμένων με οξείδια σιδήρου. Αναφορικά με τους ασβεστόλιθους της Ανώτερης Τεκτονικής Ενότητας, αυτοί εντοπίζονται με μεγάλη συχνότητα στη λοφώδη περιοχή νότια του Πόρτο Ράφτη και εκτιμάται ότι ανήκουν, επίσης, στο Ανώτερο Κρητιδικό. Είναι πλακώδεις, υπόλευκους κατά θέσεις ερυθρίζοντες ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους με διαστρώσεις πυριτόλιθων εναλλασσομένων με ασβεστιτικούς και με μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους (Λατσούδας 1992).

Σε ό,τι αφορά στα μάρμαρα τα οποία απαντώνται στην περιοχή, αυτά εκτιμάται ότι είναι Ιουρασικής ηλικίας. Συνιστούν ένα σύστημα μεγάλου πάχους το οποίο καλύπτει σημαντική έκταση της περιοχής και διακρίνεται σε δύο επιμέρους επίπεδα, το κατώτερο και το ανώτερο μάρμαρο, τα οποία διαχωρίζονται μεταξύ τους από μία σχιστολιθική επιφάνεια, τους σχιστόλιθους Καισαριανής (Baziotis and Mroskos 2011). Τα μάρμαρα που το αποτελούν παρουσιάζουν έντονες πτυχώσεις και σημαντικό βαθμό καρστικοποίησης ενώ εναλλάσσονται

συχνά με δολομίτες και δολομιτικούς ασβεστόλιθους. Μεταπίπτουν κανονικά προς τα κάτω σε σχιστόλιθους, ενώ ενστρώσεις αυτών εντοπίζονται και εντός του υποκείμενου σχιστολιθικού ορίζοντα (Λατσούδας 1992). Το πάχος αυτών εκτιμάται ότι είναι 500 περίπου μέτρα (Παπαδέας 2002). Το κατώτερο μάρμαρο εμφανίζεται σε μεγάλα τμήματα του Υμηττού, του Ολύμπου, των λόφων των ακτών του Σαρωνικού και νοτιοδυτικά του Κορωπίου, επίσης στη Μερέντα και τα υψώματα γύρω από το Πόρτο Ράφτη (Παπαδέας 2002). Έχει ορατό πάχος 250 m και υπέρκειται των δολομιτών Πιρναρής, προς τους οποίους η μετάβαση είναι άλλοτε ομαλή και άλλοτε ασύμφωνη (Λατσούδας 1992).

Όσον αφορά στους δολομίτες, αυτοί απαντώνται με μεγάλες εμφανίσεις στην περιοχή του Υμηττού καθώς επίσης στο Πάνειο Όρος, τον Όλυμπο και τη Μερέντα και ανήκουν στην Αυτόχθονη Ενότητα.

Οι οφιόλιθοι συνιστούν έντονα τεκτονισμένα σώματα βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων τα οποία εντοπίζονται τόσο στη βάση των ασβεστόλιθων όσο και μέσα σε τεκτονισμένους σχιστόλιθους. Ανήκουν στο Ανώτερο Κρητιδικό και απαντώνται στην περιοχή βορειοανατολικά της Πλάκας αλλά και σε λόφους της πεδιάδας των Μεσογείων με μικρότερη όμως συχνότητα (Λατσούδας 1992).

2.6.6.2 Μεταλπικοί σχηματισμοί

Οι Μεταλπικοί σχηματισμοί αποτελούνται από τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα τα οποία αποτέθηκαν στις λεκάνες της περιοχής ως αποτέλεσμα της νεοτεκτονικής δραστηριότητας. Τα ιζήματα διακρίνονται σε ηπειρωτικά και θαλάσσια. Τα μεν ηπειρωτικά αποτελούνται από αποθέσεις κυρίως λιμναίας φάσης και συνίσταται από μάργες, αργίλους, τραβερτίνες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους κλπ, ενώ οι θαλάσσιες αποθέσεις είναι ιζήματα ρηχής θάλασσας (Κουρής 2011).

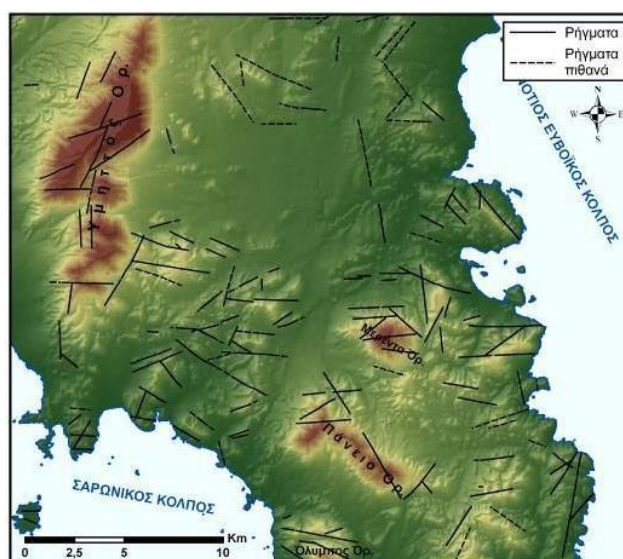
Τα Νεογενή ιζήματα, σε αυτά συμπεριλαμβάνονται τα ποταμολιμναία ιζήματα του Ανώτερου Μειόκαινου τα οποία συντίθενται από εναλλασσόμενες αποθέσεις μαργών, πηλών, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών, μέτριας συνεκτικότητας, τα οποία εντοπίζονται σε χαμηλά και μέσα υψόμετρα της περιοχής καθώς επίσης και τα ιζήματα του Ανώτερου Πλειόκαινου τα οποία συνιστούν τους θαλάσσιους και παράκτιους σχηματισμούς της περιοχής της Ραφήνας

και αποτελούνται από ψαμμούχες, μάργες, ψαμμίτες, κροκαλολατυποπαγή και τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθους (Μπόσκος 2008).

Τα Τεταρτογενή ιζήματα, αποτελούνται από χερσαίες και ποταμοχερσαίες αποθέσεις, οι οποίες απαντώνται στα περισσότερα πεδινά τμήματα της περιοχής και συνίστανται από συνεκτικούς αργιλοπηλούς εναλλασσόμενους με διάσπαρτα κροκαλολατυποπαγή, παλιούς και νέους κώνους κορημάτων, αποτελούμενους από ανομοιογενή και γωνιώδη υλικά ποικίλης συνεκτικότητας, οι οποίοι εμφανίζονται στους πρόποδες των λοφωδών περιοχών καθώς επίσης και από Ολοκαινικές αποθέσεις οι οποίες εντοπίζονται στις κοίτες των χειμάρρων της περιοχής και συνίστανται από ασύνδετα αργιλοαμμώδη υλικά καθώς και κροκαλοπαγή ποικίλης σύστασης (Λατσούδας 1992, Παυλόπουλος 1992).

2.6.7 Τεκτονική

Η γεωμορφολογική εξέλιξη της περιοχής έρευνας καθώς επίσης και η σημερινή εικόνα του αναγλύφου της, είναι αποτέλεσμα του έντονου τεκτονισμού και ρηγματώσης που αυτή έχει υποστεί (Krohe et al. 2010). Τα ρήγματα τα οποία εντοπίζονται στην περιοχή και οι διευθύνσεις αυτών συντελούν στη διαμόρφωση και τον καθορισμό τόσο των ορεινών όγκων όσο και των δημιουργούμενων λεκανών, με κυριότερη τη λεκάνη των Μεσογείων, και οφείλονται στις εφελκυστικές τάσεις που εμφανίστηκαν στην περιοχή κατά το Μειόκαινο εξαιτίας, κυρίως του εφελκυσμού του κεντρικού Αιγαίου (Αντωνίου 2010). Στον χάρτη (Εικόνα 13) παρουσιάζονται τα ρήγματα της περιοχής.



ΕΙΚΟΝΑ 13: Χάρτης με τα ρήγματα της περιοχής έρευνας (<http://mapportal.ypen.gr/maps>)

2.7 Υδρογεωλογία

Το πλήθος των γεωλογικών σχηματισμών διαφορετικών υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών που απαντώνται στην περιοχή, σε συνδυασμό με τη σύνθετη λιθοστρωματογραφία και τεκτονική από την οποία χαρακτηρίζεται, συντελούν στη διαμόρφωση, εντός αυτής, ανεξάρτητων και ημιανεξάρτητων υδρογεωλογικών ενοτήτων (Αλεξάκης 2002). Όσον αφορά στους σχιστόλιθους και τους φυλλίτες οι οποίοι απαντώνται στην περιοχή, αυτοί παρουσιάζουν, γενικά, παρόμοια υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά. Ως αποτέλεσμα του λεπτόκοκκου υλικού τους, οι εν λόγω σχηματισμοί χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερος αδιαπέρατοι, συντελώντας στη διαμόρφωση φτωχών υδροφορέων οι οποίοι δύνανται να τροφοδοτήσουν περιορισμένο αριθμό πηγαδιών. Από αυτά, εκείνα τα οποία είναι μικρού βάθους, συνήθως στεγνώνουν κατά τη διάρκεια παρατεταμένων περιόδων ξηρασίας ενώ οι βαθύτερες, αντίθετα, γεωτρήσεις, οι οποίες υλοποιούνται σε σχιστολιθικές επιφάνειες, παρουσιάζουν ιδιαίτερα μικρές αποδόσεις της τάξης των 5 έως 10 m³/h (Stamatis et al. 2006).

Τους σημαντικότερους υδροφορείς της περιοχής αποτελούν τα ανθρακικά πετρώματα, οι ασβεστόλιθοι και τα μάρμαρα, τα οποία εμφανίζονται με τη μορφή ενστρώσεων στους σχιστόλιθους. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί, λόγω του έντονου τεκτονισμού και τις καρστικοποίησης που έχουν δεχθεί, παρουσιάζουν ιδανικές συνθήκες διαπερατότητας αλλά και αποθηκευτικότητας. Οι υλοποιούμενες σε αυτή την περίπτωση γεωτρήσεις παρουσιάζουν υψηλές αποδόσεις οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 30 και 50 m³/h (Stamatis et al. 2006).

Ακολούθως, οι Νεογενείς σχηματισμοί οι οποίοι καλύπτουν τις λεκάνες της περιοχής, συντελούν στη διαμόρφωση ενός ρηχού σχετικά υδροφορέα, ο πυθμένας του οποίου συντίθεται από σχιστόλιθους που τον καθιστούν αδιαπέρατο. Οι αποδόσεις των πηγαδιών, στην προκειμένη περίπτωση είναι, και πάλι, ιδιαίτερα μικρές (<5 m³/h) ενώ οι αποδόσεις των γεωτρήσεων κυμαίνονται από 15 έως 35 m³/h, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής του αργίλου στο χονδρόκοκκο υλικό των σχηματισμών (Stamatis et al. 2006).

Τέλος, οι Τεταρτογενείς αποθέσεις οι οποίες πληρούν τα πεδινά και τα χαμηλού υψομέτρου τμήματα της περιοχής και συντίθενται κατά βάση από αργιλοπηλούς, άμμους και ψαμμίτες, παρουσιάζουν χαμηλά υδραυλικά χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα τη διαμόρφωση ενός χαμηλής δυναμικότητας φρεάτιου υδροφορέα σε αυτούς τους σχηματισμούς. Ο εν λόγω υδροφορέας, τροφοδοτείται από την άμεση διήθηση του βρόχινου νερού δια μέσω των

Τεταρτογενών αποθέσεων καθώς και από την πλευρική διαρροή στα σκληρά πετρώματα και τους Νεογενείς σχηματισμούς και τροφοδοτεί πλήθος πηγαδιών τα οποία εντοπίζονται κατά μήκος της παράκτιας ζώνης και στις λεκάνες των ρεμάτων της Ραφήνας και του Ερασίνου (Stamatis et al. 2006).

2.8 Υδρογραφικό δίκτυο

Βάσει της διαίρεσης της ελληνικής επικράτειας σε δεκατέσσερα υδατικά διαμερίσματα, οι οποίοι περιλαμβάνουν πλήρης υδρογραφικά δίκτυα με ίδιες υδρολογικές-υδρογεωλογικές περιπτώσεις, η περιοχή έρευνας υπάγεται στο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής. Το Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής (GR06) εμπεριέχει σχεδόν ολόκληρο το Νομό Αττικής το 74,9%, τα νησιά Αίγινα, Αγκίστρι, Σαλαμίνα και Μακρόνησο, καθώς επίσης και μικρό τμήμα του Νομού Βοιωτίας το 1,4% και του Νομού Κορινθίας το 12,9%. Επιπλέον, τα υδατικά διαμερίσματα που αποτελούν το σύνολο της χώρας, διαχωρίζονται σε συνολικά σαράντα-πέντε Λεκάνες Απορροής Ποταμών, όπως αυτές επικυρώθηκαν με την απόφαση 706/16-7-2010 με (ΦΕΚ 1383B/2-9-2010 & ΦΕΚ 1572B/28-9-2010), της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων τα περί καθορισμού των Λεκανών Απορροής Ποταμών της χώρας και ορισμού των αρμόδιων Περιφερειών για τη διαχείριση και προστασία τους (Ειδική Γραμματεία Υδάτων 2015).

Στην περιοχή έρευνας, όπως αυτή έχει καθοριστεί βάσει των διοικητικών ορίων των Δήμων που την συναποτελούν, εμπίπτουν σε τρεις επιμέρους Υπολεκάνες Απορροής οι οποίες απεικονίζονται στο χάρτη της Εικόνας 14. Η υδρολογική λεκάνη του ρέματος Ραφήνας, η οποία καλύπτει το βόρειο τμήμα της περιοχής, έχει ως αποδέκτη το ρέμα Ραφήνας (Μεγάλο Ρέμα), το οποίο διασχίζει την περιοχή από τα δυτικά προς τα ανατολικά για να εκβάλει τελικά στον όρμο Ραφήνας. Οριοθετείται από το Πεντελικό Όρος στα βόρεια, τον Υμηττό στα δυτικά και τον υδροκρίτη της Λεκάνης του χειμάρρου Ερασίνου στα νότια ενώ αποστραγγίζει περιοχή συνολικής έκτασης περίπου 161 Km². Κυριότεροι παραπόταμοι του ρέματος Ραφήνας είναι τα ρέματα Αγ. Παρασκευής, Λυκόρρεμα και Νέου Βουτζά που αποστραγγίζουν τις νότιες πλαγιές του Πεντελικού Όρους.

Το κεντρικό τμήμα της περιοχής αποστραγγίζεται από το χείμαρρο Ερασίνο ο οποίος συγκεντρώνει την απορροή δύο κύριων ρεμάτων: του ρέματος Αγίου Γεωργίου και του ίδιου του Ερασίνου, ο οποίος αποτελεί και τον τελικό αποδέκτη. Η συμβολή των δύο κλάδων πραγματοποιείται σε μικρή απόσταση περίπου 2000 m από την εκβολή του ποταμού στον

όρμος Βραυρώνας. Η υδρολογική λεκάνη του Ερασίνου οριοθετείται από τον υδροκρίτη του ρέματος Ραφήνας στα βόρεια, την οροσειρά του Υμηττού στα ανατολικά και τους αυχένες των υψωμάτων Μερέντα, Κερατοβούνι και Πάνειο Όρος στα νότια, ενώ αποστραγγίζει περιοχή συνολικής έκτασης περίπου 204 Km² (Κασιμάτης 2011).

Τέλος, το νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης εμπίπτει στο συγκρότημα χειμάρρων Βάρης, Αναβύσσου, Λεγρενών. Η σχηματιζόμενη υδρολογική λεκάνη οριοθετείται, κατ'αντιστοιχία, από τις νότιες πλαγιές της οροσειράς του Υμηττού βορειοδυτικά, από τον υδροκρίτη του Ερασίνου βόρεια και από τις εξάρσεις του ορεινού όγκου Λαυρίου στα ανατολικά. Ορισμένα από τα ρέματα τα οποία αποστραγγίζουν την περιοχή είναι το ρέμα Αγ. Μαρίνας, Αγ. Δημητρίου και Αναβύσσου ενώ η υδρολογική λεκάνη στο σύνολο της καταλαμβάνει έκταση περίπου 250 Km²

Στην Εικόνα 14 παρουσιάζονται το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής έρευνας καθώς και οι τρεις επιμέρους υδρολογικές λεκάνες οι οποίες καλύπτουν την περιοχή.



ΕΙΚΟΝΑ 14: Υδρογραφικό δίκτυο περιοχής έρευνας(<http://geodata.gov.gr/maps>)

2.9 Ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά περιοχής έρευνας

2.9.1 Ορεινός όγκος Υμηττού

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα ο Υμηττός αποτελεί ορεινό όγκο της Περιφέρειας Αττικής, τμήματα του οποίου εμπίπτουν στην Ανατολική Αττική και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή των Μεσογείων που είναι και η περιοχή ενδιαφέροντος. Δεδομένης της περιβαλλοντικής και οικολογικής του σημασίας, το όρος προστατεύεται από πλήθος νομικών καθεστώτων τα οποία περιγράφονται εν συνεχεία.

Βάσει του Προεδρικού Διατάγματος, περί καθορισμού ζωνών ρυθμίσεων και προστασίας της περιοχής του όρους Υμηττού το οποίο καθορίζεται από το ΦΕΚ 31-8-1978, υλοποιείται ο καθορισμός δύο επιμέρους ζωνών ρυθμίσεως και προστασίας του όρους Υμηττού την Α και Β, εντός των οποίων δεν επιτρέπεται η χρήση κατοικία ενώ οι επιτρεπόμενες χρήσεις έχουν ως εξής:

- ✓ Ζώνη Α: Καθορίζεται ως περιοχή αναψυχής, περιπάτου και υγείας, στην οποία θα επιτρέπεται η δόμηση μόνο κτηρίων αναψυχής και πολιτιστικών εκδηλώσεων
- ✓ Ζώνη Β: Καθορίζεται ως περιοχή εγκαταστάσεων μόνο κοινωφελών λειτουργιών στην οποία θα επιτρέπεται η δόμηση μόνο κτηρίων χρήσεως αθλητισμού, πολιτιστικών εκδηλώσεων, νοσοκομείων, διδακτηρίων, ορφανοτροφείων, ασύλων, η δημιουργία αλσών, πάρκων και εν γένει χώρων πρασίνου καθώς και η λειτουργία αντλητικών εγκαταστάσεων και υδαταποθηκών.

Παράλληλα, ο ορεινός όγκος του Υμηττού προστατεύεται μέσα από τις γενικές διατάξεις, στόχους και κατευθύνσεις που θέτει το Ρυθμιστικό Σχέδιο Αττικής (ΡΣΑ), το οποίο θεσμοθετήθηκε με το Ν.1515/85. Ο ορεινός όγκος του Υμηττού πέραν από το Προεδρικό Διάταγμα προστασίας του («Περί Ζωνών ρύθμισης και προστασία του όρους Υμηττός», ΦΕΚ 544 Δ'/20.10.1978), έχει χαρακτηριστεί και ως «Τοπίο Ιδιαίτερου Αισθητικού Κάλλους» μέσω του Ν. 1469/50 καθώς και με την Υ.Α του ΦΕΚ 669/30.11.68. Επιπλέον, με το Προεδρικό Διάταγμα 91/22.1.1974 η περί την Ιερά Μονή Καισαριανής έκταση κηρύχθηκε ως «αισθητικό δάσος» ενώ στη συνέχεια με την Υπουργική Απόφαση 38070/1972/6.5.1976 ιδρύθηκε μόνιμο καταφύγιο θηραμάτων στην περιοχή του Υμηττού. Επιπροσθέτως, η έκταση του Υμηττού στο σύνολο της έχει ενταχθεί με τον κωδικό GR 3000006 στο «Δίκτυο Περιοχών της Ευρωπαϊκής

Ένωσης με Ιδιαίτερη Οικολογική Αξία» (Ευρωπαϊκό Δίκτυο Natura 2000) με σκοπό την προστασία του βάσει των προδιαγραφών και απαιτήσεων της Οδηγίας 92/43 της ΕΟΚ. Πιο συγκεκριμένα βάσει του προγράμματος καταγραφής και χαρτογράφησης Natura 2000 στον Υμηττό εντοπίζονται 7 διαφορετικοί τύποι οικοτόπων, οι δύο από τους οποίους αναφέρονται στους οικοτόπους των σπηλαίων και των ασβεστολιθικών κρημνών, ενώ οι υπόλοιποι πέντε αφορούν στα μεσογειακά οικοσυστήματα του βουνού (πευκοδάση, θαμνώνες, φρυγάνων και θαμνώνες, αείφυλλων σκληρόφυλλων θάμνων).

Επισημαίνεται, τέλος, ο χαρακτηρισμός του ρέματος, Ηριδανός το οποίο διέρχεται από την περιοχή του Αισθητικού Δάσους Καισαριανής ως ιδιαίτερου φυσικού ενδιαφέροντος ρέμα με την 9173/1642/3.3.93 απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ.

Ιδιαίτερως σημαντική, επίσης, κρίνεται η βιοποικιλότητα που παρουσιάζει το οικοσύστημα του Υμηττού δεδομένου ότι φιλοξενεί πλήθος ενδημικών σπάνιων και προστατευόμενων ειδών φυτών και ζώων. Σύμφωνα με Μελέτη της Ελληνικής Ορνιθολογικής Εταιρείας, στον Υμηττό έχουν καταγραφεί 96 είδη πουλιών από τα οποία:

- ✓ Δεκαέξι είδη περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I της Κοινοτικής Οδηγίας 79/409 του Συμβουλίου Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων «περί διατήρησης άγριων πτηνών»
- ✓ Εξήντα-πέντε είδη περιλαμβάνονται στο Παράρτημα II της διεθνούς σύμβασης της Βέρνης «Για τη διατήρηση της άγριας ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης», που επικυρώθηκε από το Ν. 1335/14.3.1983.

2.9.2 Περιοχή Βραυρώνας

Η περιοχή της Βραυρώνας, οριοθετείτε εντός του Δήμου Μαρκόπουλου, μεταξύ των οικισμών Αρτέμιδας και Μαρκόπουλου και καταλαμβάνει συνολική έκταση 40.000 στρέμματα. Η εύφορη κοιλάδα από την οποία καλύπτεται η περιοχή, ο χείμαρρος Ερασίνοσ από τον οποίον διαρρέεται, η αμμώδης ακτή και ο αβαθής όρμος που τη χαρακτηρίζουν σηματοδοτούν, το καθένα ξεχωριστά, την αξιολόγηση της περιοχής ως τόπου σημαντικού για διατήρηση και προστασία.

Ολόκληρη η περιοχή της Βραυρώνας είναι ενταγμένη στο δίκτυο Natura 2000, ως τόπος κοινοτικής σημασίας, με το όνομα «Βραυρώνα – Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη» και με κωδικό GR3000004, αντίστοιχα, ενώ ο υγρότοπος της Βραυρώνας, έκτασης 965 στρεμμάτων, αποτελεί

έναν από τους μοναδικούς υγροτόπους της Αττικής, μαζί με το Εθνικό Πάρκο Σχοινιά-Μαραθώνα, που ανήκουν στο Δίκτυο Natura 2000.

Ο υγρότοπος της Βραυρώνας βρίσκεται από τον Αρχαιολογικό χώρο του Πύργου της Βραυρώνας έως τη θαλάσσια ζώνη όπου εκβάλλει ο Ερασίνοσ, εξυπηρετώντας λειτουργίες όπως για παράδειγμα η γεωργία, η βόσκηση, η λειτουργία του αρχαιολογικού χώρου και η αναψυχή και φιλοξενώντας, παράλληλα, σημαντικό αριθμό ειδών πανίδας. Ειδικότερα, στην ορνιθοπανίδα της περιοχής μελέτης έχουν ήδη καταγραφεί 140 είδη και πάνω, από τα οποία τα 30 από αυτά προστατεύονται από την Ε.Ε., ενώ συναντάμε ακόμα πολλά είδη φυτών και ζώων. (Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία 2014).

2.9.3 Ορεινοί Όγκοι Λαυρίου

Οι ορεινοί όγκοι της Λαυρεωτικής χερσονήσου, Μερέντα, Μαυροβούνι, Όλυμπος, Πάνειο, αναπτυσσόμενοι κυρίως κατά μήκος αυτής, καταλαμβάνουν σημαντική έκταση του νότιου τμήματος της Ανατολικής Αττικής και οι δήμοι οι οποίοι περιλαμβάνουν τμήματα τους είναι ο Δ. Μαρκοπούλου, ο Δ. Σαρωνικού και ο Δ. Κερατέας.

Βάσει του ΦΕΚ 121Δ/19.2.2003 καθορίζονται τα όρια των ανωτέρω ορεινών όγκων και τίθενται παράλληλα υπό καθεστώς προστασίας με τον καθορισμό εντός αυτών ζωνών προστασίας Α, Β, Γ, και Δ (Δ1 και Δ2). Αναφορικά με τις επιτρεπόμενες χρήσεις εντός των ζωνών αυτών, ισχύουν τα παρακάτω:

- ✓ Ζώνη Α: Πρόκειται για περιοχή απολύτου προστασίας, με λειτουργίες αναψυχής, υπαίθριων πολιτιστικών εκδηλώσεων, αθλοπαιδιών μικρής κλίμακας καθώς επίσης εγκαταστάσεων περιβαλλοντικής ενημέρωσης. Εντός της ζώνης, γίνεται επιτρεπτή η ανέγερση υπαίθριων ή ημιυπαίθριων καθιστικών περιπτέρων με σκοπό την περιβαλλοντική και ιστορική ενημέρωση για την περιοχή.
- ✓ Ζώνη Β: Κατά αντιστοιχία με τη ζώνη Α, η ζώνη Β διατίθεται για την αναψυχή, τον αθλητισμό, τις πολιτιστικές εκδηλώσεις και της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ενώ εντός αυτής γίνεται επιτρεπτή και η ανέγερση αναψυκτηρίων, εστιατορίων, καφενείων, μικρών αθλητικών εγκαταστάσεων, καθώς και υπαίθριων ή ημιυπαίθριων καθιστικών περιπτέρων ιστορικής και περιβαλλοντικής ενημέρωσης.

- ✓ Ζώνη Γ: Πρόκειται για περιοχή με κύρια χρήση την γεωργία, την αναψυχής, του αθλητισμού, των οργανωμένων κατασκηνώσεων και της κατοικίας, κατά την οποία γίνεται επιτρεπτή η ανέγερση γεωργικών αποθηκών και αντλιοστασίων, αθλητικών εγκαταστάσεων, αναψυκτήριων, εστιατορίων, καφενείων, εγκαταστάσεων κατασκηνώσεων, υπαίθριων ή ημιυπαίθριων καθιστικών περιπτέρων και κατοικίας.
- ✓ Ζώνη Δ: Πρόκειται για περιοχή οργανωμένου Θεματικού Ιστορικού Πάρκου εξόρυξης μεταλλεύματος και μεταλλουργίας στη Λαυρεωτική με δραστηριότητες αναψυχής, πολιτισμού και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Ειδικότερα, διακρίνεται στις υποζώνες Δ1 και Δ2 για καθεμία από τις οποίες ισχύει:

α) Υποζώνη Δ1

Βασικό χαρακτηριστικό της αποτελεί η μορφή ενός μεγάλου υπαίθριου μουσείου κατά την οποία γίνεται επιτρεπτή η ανέγερση υπαίθριων ή ημιυπαίθριων καθιστικών και περιπτέρων ιστορικής και περιβαλλοντικής ενημέρωσης. Ακόμα επιτρέπεται η επισκευή και αποκατάσταση των εγκαταστάσεων των μεταλλευτικών εταιρειών και η χρήση τους για τις ανάγκες του χώρου, η επισκευή και αποκατάσταση του δικτύου Decauville (βιομηχανικού τραίνου) και η κατασκευή των απαραίτητων για το θεματικό πάρκο δικτύων υποδομής.

β) Υποζώνη Δ2

Πρόκειται για περιοχή πολιτισμού κι αναψυχής κατά την οποία γίνεται επιτρεπτή η ανέγερση αναψυκτηρίων, εστιατορίων, κτηρίων πολιτιστικών και εκπαιδευτικών εκδηλώσεων, χώρων εκθέσεως αντικειμένων και παρουσίασης της διαδικασίας εξόρυξης και μεταλλευτικής δραστηριότητας, χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων και υπαίθριων ή ημιυπαίθριων καθιστικών περιπτέρων. Ακόμα γίνεται αποδεκτή η επισκευή και αποκατάσταση των εγκαταστάσεων των μεταλλευτικών εταιρειών, η ανέγερση επιστημονικών εργαστηρίων καθώς και όλες οι εγκαταστάσεις και υποδομές που σχετίζονται με τη φύλαξη του πάρκου.

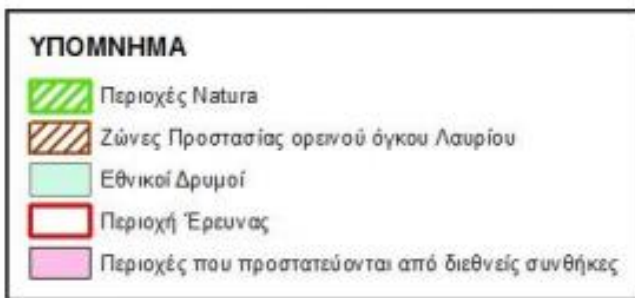
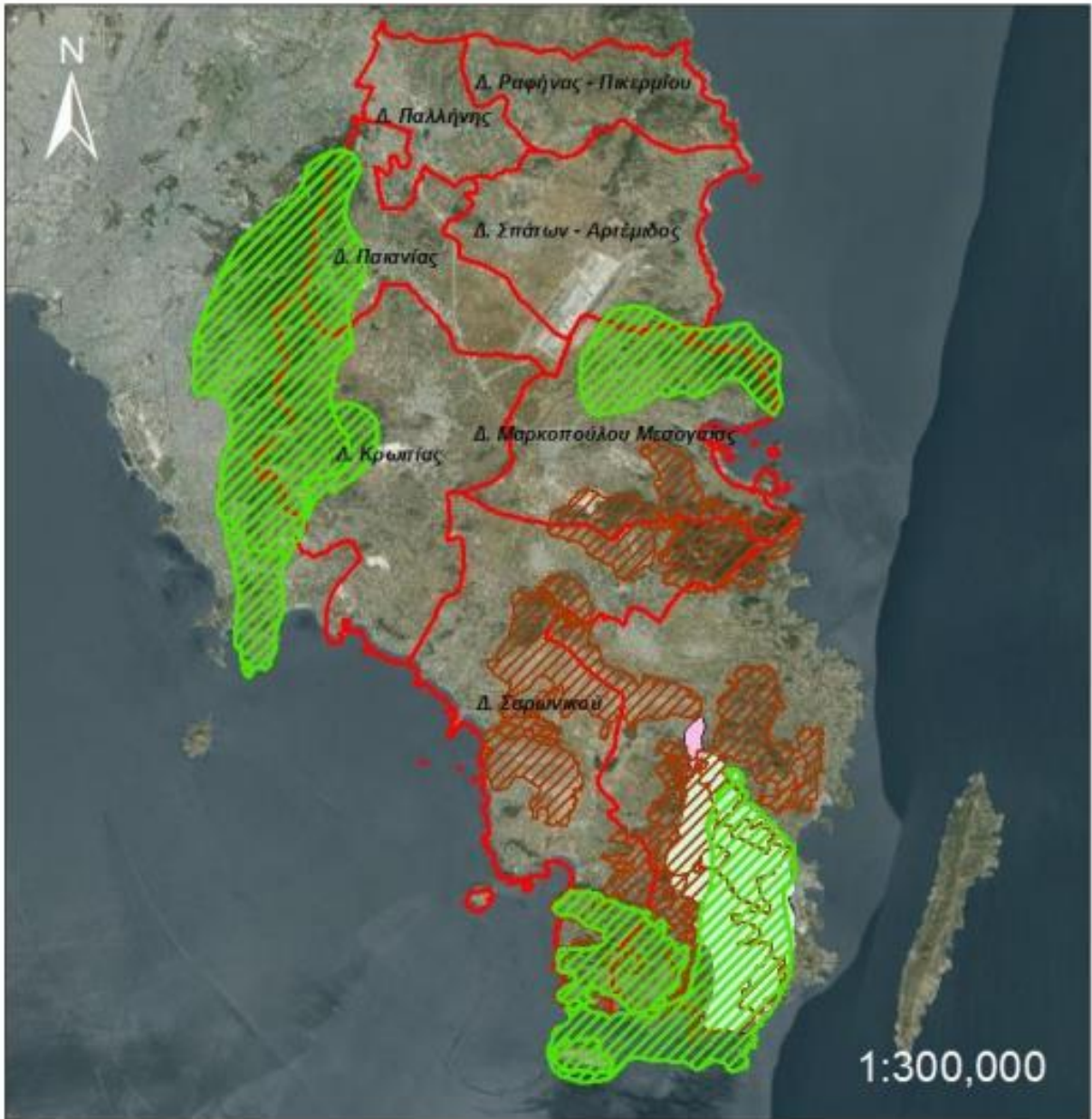
2.9.4 Εθνικός Δρυμός Σουνίου

Ο Εθνικός Δρυμός Σουνίου βρίσκεται στη νότια πλευρά της Λαυρεωτικής χερσονήσου και καταλαμβάνει συνολική έκταση 35000 στρέμματα. Κηρύχθηκε Εθνικός Δρυμός βάσει του Ν. 996/1971 που αποτελεί μέρος του Ν. 86/1969 «Περί Δασικού Κώδικος» ενώ με το Προεδρικό Διάταγμα 182/1974 καθορίστηκαν τα όρια του πυρήνα και της περιφερειακής ζώνης αυτού, έκτασης 7500 στρεμμάτων και 27500 στρεμμάτων, αντίστοιχα.

Η υλοποίηση αυτού του δρόμου πραγματοποιήθηκε ύστερα από συνεκτίμηση της οικολογικής, ιστορικής, γεωλογικής και η παλαιοντολογικής αξίας της περιοχής δεδομένου ότι το πευκοδάσος χαλεπίου πεύκης, το οποίο έχει το μεγαλύτερο μέρος στη βλάστηση του δρυμού, ήταν το πευκοδάσος της Ανατολικής Αττικής με την μεγαλύτερη επέκταση και την καλύτερη περιποίηση. Επιπλέον, το χερσαίο τμήμα της περιοχής αυτής συνιστά παράδειγμα μεσογειακού τοπίου καθώς εντοπίζονται και οι 3 τύποι μεσογειακών οικοσυστημάτων της χώρας τα Μεσογειακά πευκοδάση, ηπειρωτική και παράλια μακκία και οι φρυγανότοποι.

Ο Εθνικός Δρυμός Σουνίου προστατεύεται, από τη Σύμβαση της Βαρκελώνης με τα συνοδευτικά Πρωτόκολλα, η οποία επικύρωσε και η Ελλάδα με Ν. 855/78 (ΦΕΚ235/Α/1978) και τον Ν. 1634/86 (ΦΕΚ 104/Α/1986). Σε εφαρμογή του πρωτοκόλλου, περί των ειδικά προστατευόμενων περιοχών της Μεσογείου, ο Εθνικός Δρυμός Σουνίου χαρακτηρίστηκε ως Ειδικά Προστατευόμενη Περιοχή.

Στο χάρτη της Εικόνας 15 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής και η θέση τους σε σχέση με τους Δήμους ενδιαφέροντος.



ΕΙΚΟΝΑ 15: Ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά ευρύτερης περιοχής έρευνας(Natura 2000)

2.10 Δίκτυα μεταφορών

Ο βασικότερος συγκοινωνιακός άξονας στην περιοχή των Μεσογείων είναι η Αττική οδός η οποία περνά το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής από την βόρεια πλευρά της στα βορειοανατολικά προάστια της πρωτεύουσας ως το κεντρικό τμήμα στο Μαρκόπουλο. Δευτερεύουσες αρτηρίες τη συνδέουν με τους οικισμούς του βόρειου τμήματος και της ανατολικής ακτής. Στο Μαρκόπουλο, συνδέεται με τη Λεωφόρο Λαυρίου, που περνά το νότιο τμήμα της και η οποία καταλήγει στην περιοχή του Λαύριου. Οι άλλες δευτερεύουσες αρτηρίες συνδέουν την Λαυρίου με την περιοχή του Σαρωνικού ενώ ορισμένες ακόμη οδικές αρτηρίες οι οποίες εξυπηρετούν την περιοχή είναι η Λεωφόρος Μαραθώνος η οποία διατρέχει το βόρειο τμήμα της, διερχόμενη από τους δήμους Παλλήνης και Ραφήνας-Πικερμίου, αντίστοιχα, καθώς και οι Λεωφόροι Αρτέμιδας-Βραυρώνας και Σουνίου οι οποίες διατρέχουν τα ανατολικά και δυτικά παράλια της περιοχής, αντιστοίχως. Ζωτικής σημασίας για την περιοχή μεταφορική υποδομή αποτελεί, επίσης, ο Διεθνής Αερολιμένας Ελευθέριος Βενιζέλος δεδομένου ότι με τον ρόλο της Αττικής ως πύλης εισόδου στη χώρα. Το αεροδρόμιο χωροθετείται στο ανατολικό τμήμα της πεδιάδας των Μεσογείων καλύπτοντας συνολική έκταση 12,9 Km², καλύπτει τόσο επιβατικές όσο και εμπορευματικές ανάγκες, ενώ η πρόσβαση σε αυτό πραγματοποιείται μέσω της γραμμής 3 του Μετρό, του Προαστιακού Σιδηρόδρομου που το συνδέει με το Σταθμό Λαρίσης, το Λιμάνι του Πειραιά και το Κιάτο, καθώς επίσης και με λεωφορειακές γραμμές (Γκένα 2014).

2.11 Χώροι Διάθεσης Απορριμμάτων

Η διάθεση των απορριμμάτων της περιοχής γίνεται είτε στη χωματερή των Άνω Λιοσίων είτε σε μεμονωμένους χώρους διάθεσης στο Μαρκόπουλο , την Παιανία , το Κορωπί και τα Καλύβια. Οι χωματερές αυτές λειτουργούν ακόμα χωρίς άδεια αφού δεν πληρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την προστασία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος.

Βρίσκεται σε εξέλιξη το έργο του ΧΥΤΑ της Β/Α Αττικής στο Γραμματικό, πλησίον της περιοχής μελέτης, με έκταση ενεργού χώρου 150 στρέμματα και ετήσια δυναμικότητά σε 127500 τόνους. Ακόμα είναι προγραμματισμένος και αναμένεται να ξεκινήσουν οι εργασίες

κατασκευής στο ΧΥΤΑ Ν/Α Αττικής στην Κερατέα, στη θέση «Βαγόني» με έκταση ενεργού χώρου 154 στρέμματα και ετήσια δυναμικότητά σε 127.500 τόνους (Σταύρου 2006).

2.12 Διαχείριση λυμάτων

Γενικότερα στην πλευρά της Ανατολικής Αττικής η επεξεργασία και διαχείριση των λυμάτων αποτελεί μια μακροχρόνια περιβαλλοντικά μη αποδεκτή κατάσταση. Αυτό συμβαίνει, διότι ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού αποχετεύει τα παραγόμενα αστικά λύματα σε βόθρους, χωρίς να διαθέτουν τις απαιτούμενες υποδομές δικτύων αποχέτευσης και εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων στην περιοχή τα λύματα μεταφέρονται με βυτιοφόρα οχήματα στο Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Μεταμόρφωσης.

Στην περιοχή μελέτης είναι μόνο κατασκευασμένη η ΕΕΛ Μαρκόπουλου, όπου θα εξυπηρετεί τους οικισμούς Μαρκόπουλο, Πόρτο Ράφτη, Καλύβια και Κουβαρά, η οποία, δε λειτουργεί καθώς δεν έχουν ολοκληρωθεί οι εργασίες αναβάθμισης της εγκατάστασης καθώς και τα απαιτούμενα δίκτυα αποχέτευσης (Φούγιας 2005)

3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ DPSIR

3.1 Εισαγωγή

Το μοντέλο DPSIR αποτελείται από μια σειρά από μεταβλητές οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με κυκλικό τρόπο. Αυτές είναι οι Κινητήριες Δυνάμεις – Πιέσεις - Κατάσταση του Περιβάλλοντος – Επίπτωση – Απόκριση (Driving Forces - Pressures - State of environment – Impact – Response) , όπου η καθεμία εξυπηρετεί μια διαφορετική λειτουργία (Σχήμα 1). Το DPSIR αποτελεί ένα οργανωτικό, αναλυτικό και απλουστευμένο πλαίσιο, που σκοπό έχει την προσέγγιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων με χρήση απλών εννοιών προτείνοντας λύσεις περιβαλλοντικής διαχείρισης. Πρόκειται δηλαδή για ένα περιβαλλοντικό μοντέλο, το οποίο προσπαθεί με την χρήση των περιβαλλοντικών δεικτών, να περιγράψει την υφιστάμενη κατάσταση σε μια περιοχή, καθώς και να προσδιορίσει τα αίτια και την ένταση των πιέσεων που ασκούνται πάνω σε αυτό (Sors, 2001).

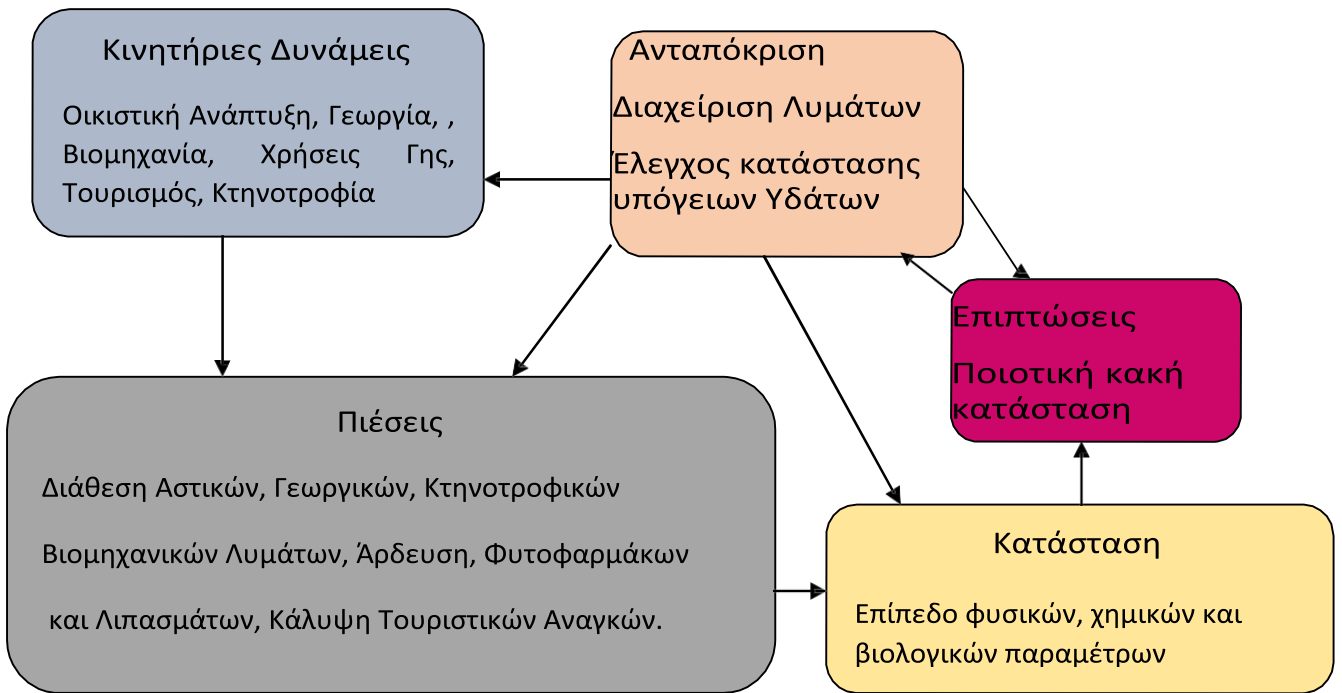
Η ανάλυση DPSIR περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των κοινωνικο-οικονομικών δυνάμεων που είναι η αστικοποίηση, η εντατικοποίηση της γεωργίας, οι τουριστικές

απαιτήσεις, η βιομηχανική ανάπτυξη, οι οποίες δημιουργούν τις πιέσεις στο σύστημα. Οι πιέσεις αυτές περιλαμβάνουν τη μετατροπή της χρήσης γης, την μεγάλη άντληση των υπόγειων υδατικών πόρων, την απορροή αστικών λυμάτων στα οικοσυστήματα, και μαζί με την κλιματική αλλαγή προκαλούν αλλαγές στην περιβαλλοντική κατάσταση του συστήματος. Οι αλλαγές αυτές, όπως είπαμε, γίνονται αργά ή γρήγορα αντιληπτές λόγω των επιπτώσεων στο οικοσύστημα αλλά και στην ανθρώπινη υγεία. Οι επιπτώσεις αυτές μας οδηγούν στην επιλογή της κατάλληλης περιβαλλοντικής πολιτικής. Η εφαρμογή αυτής της πολιτικής σταδιακά θα οδηγήσει στη αλλαγή των περιβαλλοντικών πιέσεων, και διαδοχικά σε όλα τα υπόλοιπα βήματα του DPSIR (Σχήμα 10).

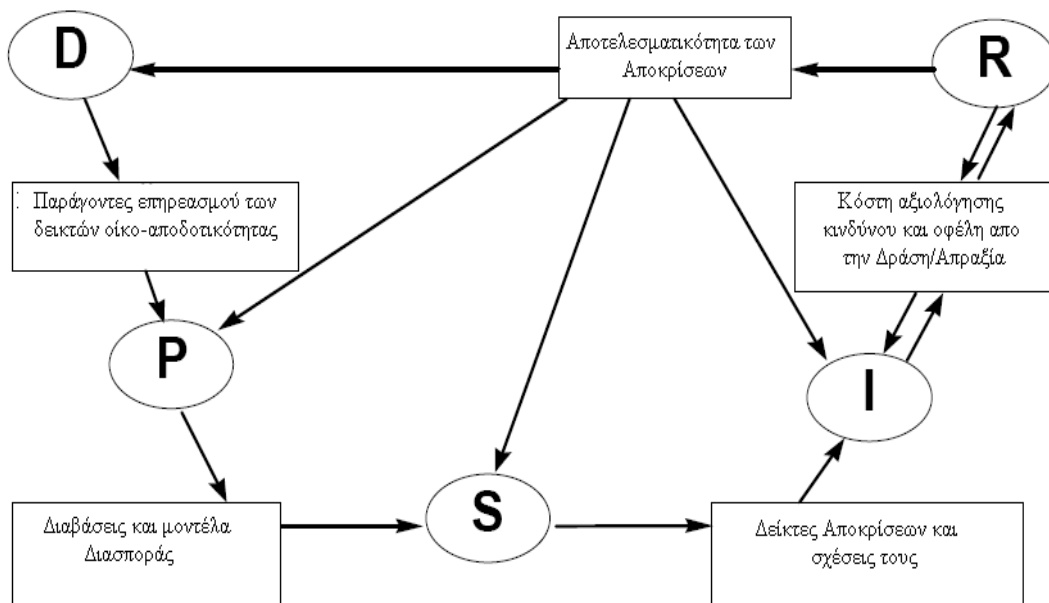
Οι δυναμικές σχέσεις όμως μεταξύ του ανθρώπινου και του περιβαλλοντικού συστήματος είναι αρκετά πιο σύνθετες ώστε να μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα απλοϊκό πλαίσιο με απόλυτη επιτυχία. Το DPSIR αποτελεί ένα πολλαπλό ανατροφοδοτούμενο πλαίσιο, το οποίο επικεντρώνεται στο πώς οι διάφορες κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες όπως π.χ. το σύνολο των βιομηχανικών, γεωργικών και τουριστικών δραστηριοτήτων ασκούν πίεση-ένταση στα εξεταζόμενα οικοσυστήματα, με αποτέλεσμα την μείωση της λειτουργικότητάς τους (Sors, 2001).

Προκειμένου να κατανοηθεί περισσότερο η αλληλοσυσχέτιση μεταξύ της προέλευσης και των συνεπειών των περιβαλλοντικών προβλημάτων, είναι χρήσιμο να εστιαστούν οι συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων του DPSIR (Σχήμα 11). Όπου οι σχέσεις των κινητήριων δυνάμεων και των πιέσεων είναι μια λειτουργία που εξαρτάται από την οίκο-αποδοτικότητα της τεχνολογίας, σύμφωνα με την οποία λιγότερες πιέσεις (P) προέρχονται από περισσότερες κινητήριες δυνάμεις (D) όταν η οίκο-αποδοτικότητα βελτιώνεται. Παρομοίως, η σχέση μεταξύ των επιπτώσεων στον άνθρωπο ή στα οικοσυστήματα και της κατάστασης του περιβάλλοντος (S), εξαρτάται από την ικανότητα μεταφοράς και επηρεασμού των συστημάτων αυτών. Η περίπτωση απόκρισης (R) της κοινωνίας προς τις παρατηρούμενες επιδράσεις (I) εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο οι επιπτώσεις γίνονται αντιληπτές και αξιολογούνται. Το αποτέλεσμα της κοινωνικής απόκρισης προς τις κινητήριες δυνάμεις εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα της απόκρισης (Response). Ως οίκο-αποδοτικότητα της τεχνολογίας εννοείται η δυνατότητα της τελευταίας για μείωση των πιέσεων προς το περιβάλλον (π.χ. αστικά λύματα, μονάδες βιολογικής επεξεργασίας) (Kristensen, 2004).

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή του μοντέλου DPSIR παρέχει ένα χρήσιμο εργαλείο για την διαχείριση των περιβαλλοντικών θεμάτων. Εξετάζει όλους τους παράγοντες που αλληλεπιδρούν στην υδροκρίτη - παράκτια ζώνη, γεφυρώνοντας τις κοινωνικοοικονομικές και φυσικές επιστήμες.



ΣΧΗΜΑ 10: Το μοντέλο DPSIR (Turner et al., 1998).

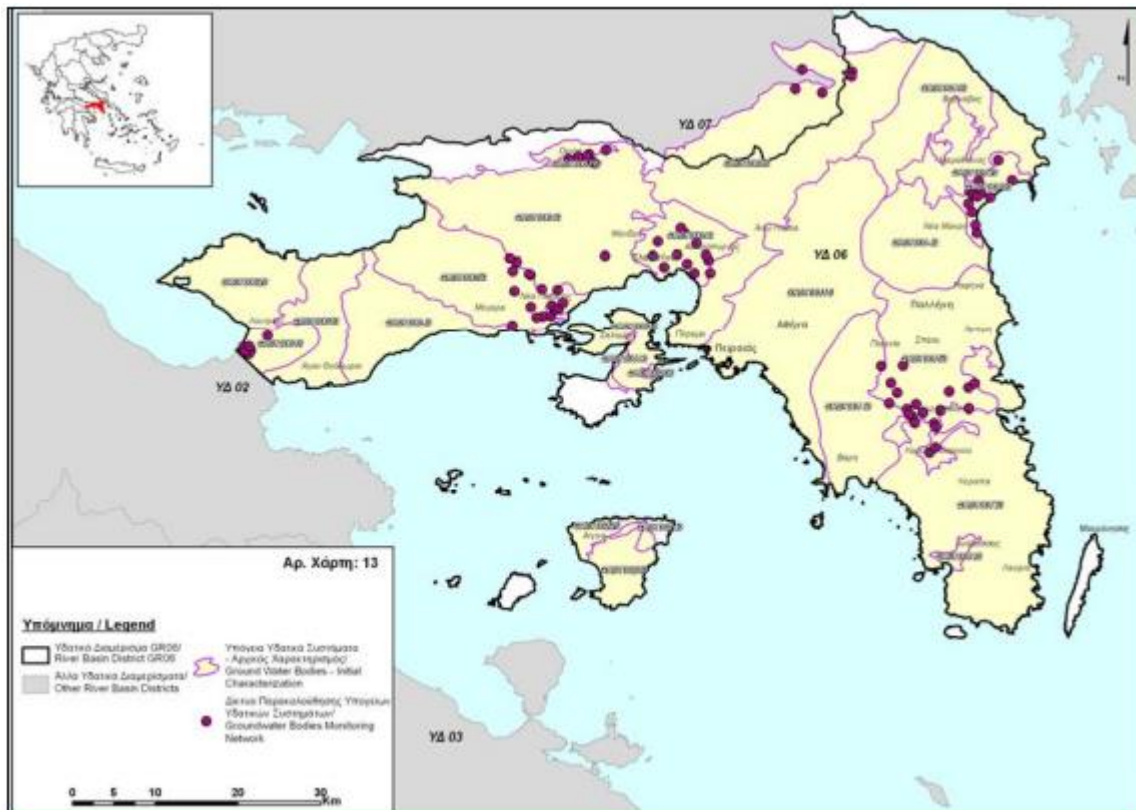


ΣΧΗΜΑ 11: Συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων του DPSIR (EEA., 1999)

3.2 Το Δίκτυο παρακολούθησης υπόγειων υδάτων

Το δίκτυο παρακολούθησης των υπογείων υδάτων στην Περιφέρεια Αττικής περιλαμβάνει 80 σημεία ελέγχου. Τα υπόγεια υδατικά συστήματα παρακολουθούνται, με βάση τα Υ.Σ του Άρθρου 5 (2008). Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν τα σημεία ελέγχου παρακολούθησης, της Μεσογαίας. Οι παράμετροι που εξετάζονται είναι ποσοτικές, και ποιοτικές, φυσικοχημικές, νιτρικά άλατα, βαρέα μέταλλα, φυτοφάρμακα και συνθετικές ουσίες. Ο φορέας που πραγματοποιεί τις δειγματοληψίες, επιβλέπει τις επί τόπου μετρήσεις αλλά και τις αναλύσεις είναι το ΙΓΜΕ.

Οι θέσεις του θεσμοθετημένου δικτύου παρακολούθησης των υπογείων υδατικών συστημάτων του ΙΓΜΕ για την Υ.Δ Αττικής, παρουσιάζονται στην Εικόνα 16.



ΕΙΚΟΝΑ 16: Δίκτυο παρακολούθησης υπογείων υδατικών συστημάτων [4]

Εθνική Αρμόδια Αρχή στην Ελλάδα για την προστασία και διαχείριση των υδάτων είναι η Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ). Ενώ Περιφερειακή αρμόδια αρχή για την προστασία και διαχείριση των υδάτων του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής, είναι η Διεύθυνση

Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Αττικής. Η έδρα της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Αττικής βρίσκεται στην Αθήνα. Βάσει του Νόμου 3852/2010(ΦΕΚ 87/Α/7-6-2010) «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης» οι εκ του Ν.3199/2003 προβλεπόμενες αρμοδιότητες περί προστασίας και διαχείρισης των υδατικών πόρων επιμερίζονται μεταξύ της Δ/σης Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης και των τμημάτων Υδροοικονομίας και Περιβάλλοντος των αιρετών Περιφερειών.

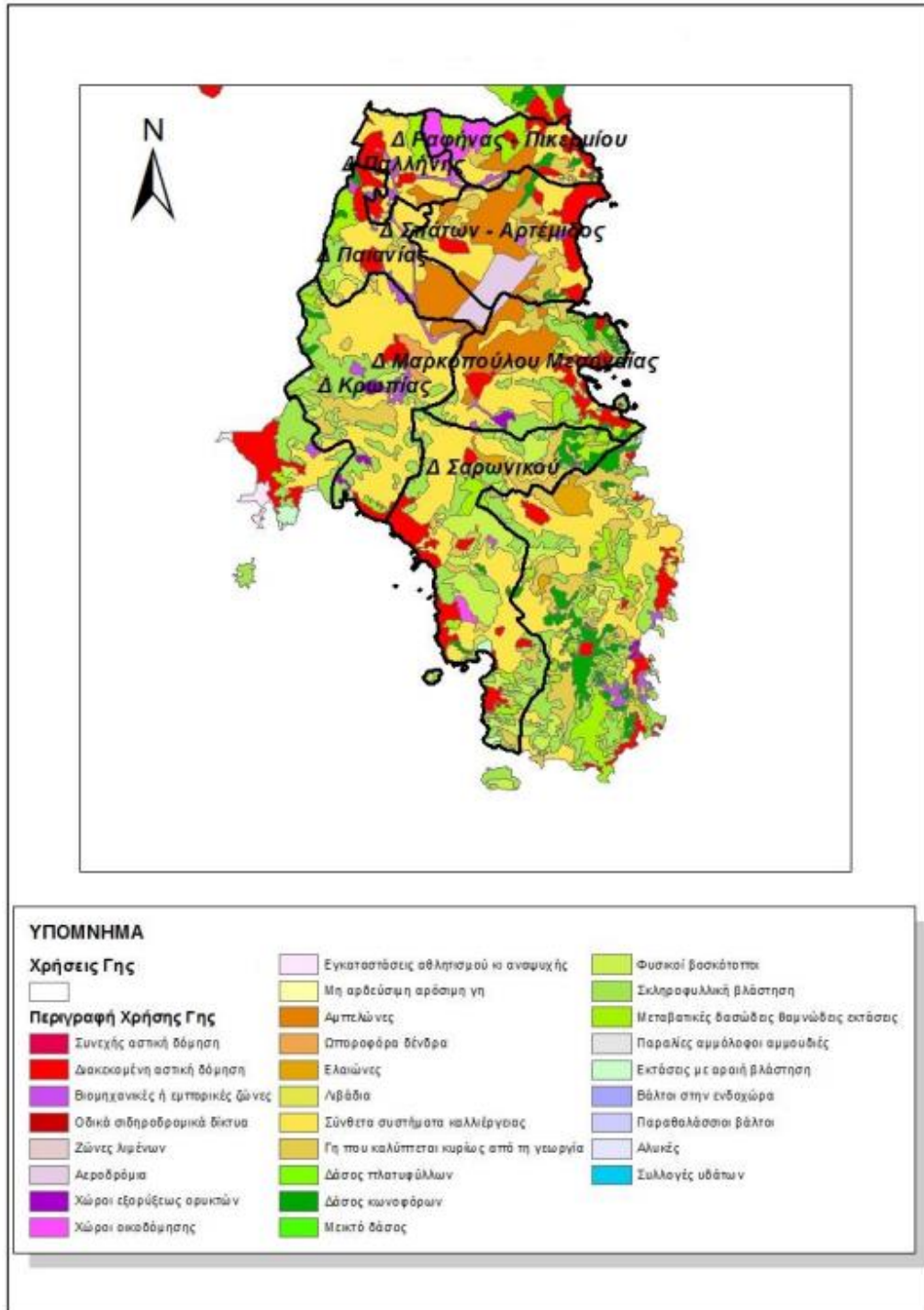
3.3 Κινητήριες δυνάμεις – Πιέσεις

3.3.1 Αλλαγές στη χρήση γης

Οι αλλαγές οι οποίες πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια σε επίπεδο υποδομών στην περιοχή των Μεσογείων σε συνδυασμό με το ευνοϊκό κλίμα της περιοχής, τον εξοχικό της χαρακτήρα, την υψηλή προσφορά γης και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τα οποία συγκεντρώνει, συντέλεσαν στη μεταβολή του αγροτικού της χαρακτήρα εξαιτίας κυρίως της έντονης οικιστικής ανάπτυξης που παρουσίασε, καθώς και της προσέλκυσης δραστηριοτήτων του δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα, αντίστοιχα.

Διαπιστώνονται, έτσι, σημαντικές ανακατατάξεις όσον αφορά στις υφιστάμενες χρήσεις γης σε βάρος κυρίως των αγροτικών εκτάσεων ως αποτέλεσμα αφενός των υλοποιηθέντων έργων υποδομής αυτών καθ' αυτών λόγω των αναγκαστικών απαλλοτριώσεων που επέφεραν και αφετέρου των ευνοϊκών συνθηκών που τα εν λόγω έργα δημιούργησαν. Παρατηρείται, έτσι, στην περιοχή η εγκατάσταση παραγωγικών δραστηριοτήτων όπως η βιομηχανία, το χονδρεμπόριο, γενικά εμπόριο, και εκθέσεις αλλά και δραστηριοτήτων κοινωνικού χαρακτήρα, όπως εκπαίδευση, αναψυχή, και αθλητισμός ενώ παράλληλα από όλο και περισσότερους επιλέγεται ως περιοχή 1ης και 2ης κατοικίας. Η προσέλκυση των παραπάνω χρήσεων υπαγορεύτηκε, πέραν των δημιουργούμενων υποδομών, και από την ανάγκη αποσυμφόρησης της πρωτεύουσας και εγκατάστασης των βιομηχανικών δραστηριοτήτων σε λιγότερο υποβαθμισμένες περιβαλλοντικά περιοχές και εκδηλώθηκε με την περαιτέρω ανάπτυξη των υπαρχόντων οικιστικών πυρήνων της περιοχής και την εγκατάσταση πλήθους βιομηχανικών δραστηριοτήτων κατά μήκος των κύριων οδικών αρτηριών των Μεσογείων. Το γεγονός αυτό, επέφερε, μεταξύ άλλων, ιδιαίτερα θετικές

επιπτώσεις για τις τελευταίες, οι οποίες επωφελοόμενες των σημαντικών οδικών έργων και κατ' επέκταση των αυξημένων δυνατοτήτων προσβασιμότητας της περιοχής, είχαν τη δυνατότητα να μειώσουν σημαντικά τα μεταφορικά τους κόστη (Γκένα 2014, Σταύρου 2006). Στο χάρτη (Εικόνα 17) αποτυπώνονται οι υφιστάμενες χρήσεις γης έτσι όπως καταγράφηκαν από το πρόγραμμα CORINE Land Cover για το έτος 2000.



ΕΙΚΟΝΑ 17: Χρήσεις γης περιοχής έρευνας (πηγή: CORINE 2000)

3.3.2 Οικιακή ανάπτυξη

Η περιοχή της Μεσογαίας δέχεται αναμφίβολα σήμερα έντονες οικιστικές και πληθυσμιακές πιέσεις καθώς αποτελεί μια περιοχή όπου κατευθύνονται προσδοκίες, για ανάπτυξη δραστηριοτήτων και δημιουργίας κερδών από την εκμετάλλευση της γης. Σε αυτό συντείνουν η διαθεσιμότητα του χώρου, οι καλύτερες συνθήκες περιβάλλοντος σε σχέση με το Λεκανοπέδιο, το καλό κλίμα, η σχετική έλλειψη ατμοσφαιρικής ρύπανσης και η γειτνίαση με δασικές, αγροτικές εκτάσεις και παραλίες.

Όλα τα παραπάνω αποτελούσαν στοιχεία έλξης και για την προ της δημιουργίας του αεροδρομίου ροή του πληθυσμού προς την περιοχή. Τα τελευταία χρόνια όμως προστίθενται η εγκατάσταση του αεροδρομίου, η αναμενόμενη ανάπτυξη του λιμανιού του Λαυρίου αλλά και η δημιουργία υποδομών που αυξάνουν την προσπελασιμότητα του χώρου και που ελαχιστοποιούν τις αποστάσεις από το κέντρο της Πρωτεύουσας και τους βασικούς συγκοινωνιακούς κόμβους. Άρα, μεγάλο μερίδιο ευθύνης για την δημογραφική έκρηξη που εμφανίστηκε στην περιοχή τα τελευταία χρόνια φέρει και η εγκατάσταση και λειτουργία του νέου αερολιμένα στα Σπάτα, καθώς συνέβαλλε στη δημιουργία θέσεων εργασίας και λειτούργησε ως πόλος έλξης νέων επενδύσεων. Οι εξελίξεις αυτές μετακίνησαν την πληθυσμιακή βελόνα προς τα πάνω, επιτείνοντας τον ρόλο της αποαστικοποίησης που είναι η αποκέντρωση των ρόλων και αρμοδιοτήτων σε όλο ένα και περισσότερα κέντρα λήψης αποφάσεων.

Ένας άλλος παράγοντας που συντείνει στη ροή πληθυσμού προς την περιοχή είναι η μεγάλη υποβάθμιση του περιβάλλοντος των κεντρικών κυρίως περιοχών του Λεκανοπεδίου. Επομένως, το αεροδρόμιο από μόνο του δεν αρκεί για την εκδήλωση των παρατηρούμενων πιέσεων οικιστικής ανάπτυξης. Έτσι, τα τελευταία χρόνια, το ρεύμα εσωτερικής μετανάστευσης προς τα Μεσόγεια προσλαμβάνει εκρηκτικούς ρυθμούς, καταγράφοντας τη μεγαλύτερη αύξηση πληθυσμού σε όλη τη χώρα (Ε.Σ.Υ.Ε., 2006). Την τελευταία δεκαετία μόνο, κατεγράφη στα Μεσόγεια δημογραφική αύξηση της τάξης του 28%. Ο αερολιμένας «Ελευθέριος Βενιζέλος», η Αττική Οδός, ο προαστιακός σιδηρόδρομος, τα Ολυμπιακά έργα και τα λοιπά έργα υποδομής αλλάζουν ραγδαία τον οικιστικό χαρακτήρα των Μεσογείων, προσελκύοντας μεγάλα πλήθη νέων κατοίκων.

Στο διάστημα των τελευταίων ετών, η αυθαίρετη δόμηση αποτέλεσε το συμαντικό στοιχείο της οικιστικής ανάπτυξης στην περιοχή των Μεσογείων. Στα μέσα της δεκαετίας του '80 οι περιοχές γύρω από τους πυρήνες όλων των παλαιών οικισμών καθώς και εκτεταμένες περιοχές της παραθαλάσσιας ζώνης εντάθηκαν στο σχέδιο. Το ίδιο χρονικό διάστημα οριζήθηκαν ΒΙ.ΠΑ και ΒΙΟ.ΠΑ στην Παιανία, το Κορωπί και το Μαρκόπουλο. Το γεγονός αυτό όμως δεν ανέκοψε, την αυθαίρετη οικιστική ανάπτυξη, παρά το γεγονός ότι εκτεταμένες εκτάσεις εντός των υφιστάμενων σχεδίων παραμένουν αδόμητες. Οι επεκτάσεις των Γ.Π.Σ. (Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια) ακολουθούνται από ανάπτυξιν αυθαίρετης δόμησης έξω από τα όρια των νέων επεκτάσεων. Έτσι, σε διάστημα μικρότερο των δέκα ετών από την εκπόνηση πολεοδομικών μελετών και την έγκριση Γ.Π.Σ. στην περιοχή, οι νέες αναθεωρήσεις και επεκτάσεις των Γ.Π.Σ. ήδη βρίσκονται σε τελική φάση επεξεργασίας και έγκρισης (Ινστιτούτο Περιφερειακής Ανάπτυξης Παντείου Πανεπιστημίου, 1998).

Το 80% της οικοδομικής δραστηριότητας της Αττικής τα τελευταία έτη εντοπίζεται στα Μεσόγεια. Στην περιοχή παρατηρείται μετατροπή εκτεταμένων περιοχών δασικής και γεωργικής γης σε οικιστική, αυθαίρετη κατάτμηση της γης και αυθαίρετη δόμηση κατοικιών, καθώς επίσης και υπερβάσεις ως προς τον όγκο των κτισμάτων. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν κυρίαρχο στοιχείο της οικιστικής ανάπτυξης των Μεσογείων.

Τα τελευταία χρόνια, οι ρυθμοί ανάπτυξης των αυθαίρετων οικισμών ξεπέρασαν κάθε προηγούμενη εποχή. Οι πρόποδες του Υμηττού οικοδομούνται εντός της ζώνης Β' και ως τις παρυφές της Α' προστασίας του ενώ ταυτόχρονα παρατηρούνται οικιστικές αναπτύξεις σε πολλά σημεία του δικτύου υψηλής τάσης, ακόμη και ανάμεσα στις βάσεις των μεταλλικών πυλώνων. Είναι χαρακτηριστικό ότι η εξέλιξη αυτή χαρίζεται στα Μεσόγεια και την Ανατολική Αττική μία ακόμα πρωτιά (πέρα από αυτή της πληθυσμιακής αύξησης), αυτή της πιο «αυθαίρετης» περιοχής της χώρας, καθώς «φιλοξενεί» περίπου το 1/3 των αυθαιρέτων ανά την επικράτεια (Λουκάκης, 2001).

Σήμερα ο πληθυσμός στα Μεσόγεια ξεπερνά τους 250.000 κατοίκους, Αυτή την στιγμή υπάρχει ένας βιολογικός καθαρισμός στην Κερατέα και το Λαύριο και εξυπηρετεί περίπου 25.000 κατοίκους. Αυτό σημαίνει ότι οι υπόλοιποι 225.000 κάτοικοι παράγουν περί τα 2.250 λίτρα λυμάτων το δευτερόλεπτο.

Εκτιμάται από μελέτες της ΕΥΔΑΠ ότι 1.500 με 2.000 λίτρα ακάθαρτων υγρών λυμάτων το δευτερόλεπτο, κατά τις ώρες αιχμής, καταλήγουν στο έδαφος και τον υπόγειο υδροφόρο

ορίζοντα της περιοχής μέσω απορροφητικών βόθρων. Σύμφωνα με δύο μελέτες των βιολογικών καθαρισμών στα κεντρικά Μεσόγεια και στη Ραφήνα, των οποίων η κατασκευή τώρα έχει αρχίσει, υπολογίζουν ότι το 2030 από 550.000 κατοίκους, που ενδεχόμενος να είναι ο πληθυσμός των Μεσογείων, θα έφταναν στις εισόδους των μονάδων τους περίπου τα 4.500 λίτρα ακάθαρτων λυμάτων το δευτερόλεπτο.

Σημειώνεται εδώ ότι και η Ελλάδα, έχει καταδικαστεί από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο για την έλλειψη αποχέτευσης και συστημάτων επεξεργασίας αστικών λυμάτων, για τις περιοχές Αρτέμιδα, Κορωπί, Μαρκόπουλο, Νέα Μάκρη και Ραφήνα.

Κατά τις έρευνες του ΙΓΜΕ στην περιοχή το 2006, ανιχνεύθηκε στα υπόγεια ύδατα καρκινογόνο εξασθενές χρώμιο σε συγκεντρώσεις πάνω από 82 μικρογραμμάριων ανά λίτρο. Εντοπίστηκαν ακόμα μεγάλες ποσότητες ψευδαργύρου. Η κατανομή του ψευδαργύρου στην περιοχή παρουσιάζει δυσανάλογα υψηλές τιμές, 60 έως 100 φορές υψηλότερες από αυτές της ευρύτερης περιοχής της Αττικής, αναφέρει η έκθεση του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών. Δείγματα των γεωτρήσεων που αναλύθηκαν, αναφέρουν οι συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 5 έως 8.500 μικρογραμμάρια ψευδαργύρου ανά λίτρο νερού (Γιαννουλόπουλος & Γκιντώνη 2008).

Τον Μάιο 2007 η Διεύθυνση Προστασίας της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων απέστειλε στην Περιφέρεια και τη Νομαρχία Αττικής, καθώς και στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, προτάσεις για τη λήψη άμεσων μέτρων. Πρότεινε την διερεύνηση επιπτώσεων στην τροφική αλυσίδα αφού βρέθηκε υψηλή περιεκτικότητα στο αρδευτικό νερό σε χρώμιο και ψευδάργυρο. Πρότεινε ακόμα την απαγόρευση της χρήσης του νερού προς άρδευση από γεωτρήσεις όπου έχει εντοπιστεί αυξημένη ποσότητα χλωριόντων. Η Νομαρχία Ανατολικής Αττικής εισηγήθηκε στην Περιφέρεια τη σφράγιση των γεωτρήσεων αυτών, ωστόσο, η πρότασή μας δεν έγινε δεκτή. Οι συγκεκριμένες γεωτρήσεις δεν χρησιμοποιούνται για την ύδρευση των κατοίκων, αλλά μόνο για άρδευση. Γεωτρήσεις αυτές λειτουργούν ακόμη και σήμερα.

Στις περισσότερες κατοικίες στην Ανατολική Αττική που έχουν φτιαχτεί τα τελευταία χρόνια, αλλά σίγουρα και οι παλαιότερες, διαθέτουν μόνο απορροφητικούς βόθρους. Κάποιοι, μάλιστα παράνομα τους έχουν συνδέσει με αγωγούς όμβριων υδάτων και τα λύματα καταλήγουν ανεπεξέργαστα στους δρόμους, έχει αναφέρει σε έκθεση του ο Δρ Ιωάννης Μουρμούρης από την Οικολογική Κίνηση Παλλήνης. Σαν βόθροι χρησιμοποιούνται πολλές

φορές και παλιά πηγάδια της περιοχής, αναφέρει στην ίδια έκθεση ο κ. Γιώργος Μπέλλος, πρόεδρος του Περιβαλλοντικού Συλλόγου Κορωπίου. Δεν είναι λίγες οι φορές που έχω δει βράδυ στο Μαρκόπουλο να αδειάζουν βόθροι πολυκατοικιών με μοτέρ στον δρόμο, αναφέρει στην ίδια έκθεση η γιατρός κ. Γεωργία Στουραϊτή. Από τους απορροφητικούς βόθρους και τα πηγάδια, βλαβερές ουσίες καταλήγουν στον υδροφόρο ορίζοντα της κάθε περιοχής που βρίσκονται. Ο υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής πέρα από τα κολοβακτηρίδια, παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις ψευδαργύρου και νιτρικών από την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων σε καλλιέργειες. Αναφέρετε ότι η συγκέντρωση διοξινών και τοξικών ουσιών σε τρόφιμα που παρήχθησαν στην περιοχή, ήταν έως και τέσσερις φορές πάνω από τα όρια ασφαλείας.

3.3.3 Γεωργία

Στα Μεσόγεια η πρωτογενής παραγωγή αποτελείται από τη αμπελουργία, η ελαιοκομία, η μελισσοκομία και η κτηνοτροφία, τομείς οι οποίοι αναπτύσσονται παρακάτω.

Σύμφωνα με στοιχεία της Περιφέρειας Αττικής η έκταση με οينوποιήσιμες ποικιλίες αμπέλου γενικά στην Ανατολική Αττική είναι περίπου 49.000 στρέμματα.

Η χρησιμοποίηση των φυτοφαρμάκων στη γεωργία αποτελούσε και αποτελεί, μία από τις σημαντικότερες συνιστώσες στην διαχείριση της αγροτικής παραγωγής. Με τα φυτοφάρμακα καταπολεμούνται ο πληθυσμός των εντόμων, των παθογόνων μικροοργανισμών και γενικά οι ασθένειες των φυτών. Η χρησιμοποίηση εντομοκτόνων έχει αυξηθεί σημαντικά από την δεκαετία του '60. Στα φυτοφάρμακα περιλαμβάνονται τα εντομοκτόνα, τα ζιζανιοκτόνα, τα μυκητοκτόνα και οι ρυθμιστικές ουσίες της ανάπτυξης των φυτών. Όλα τα παράγωγα των φυτοφαρμάκων εμπεριέχουν σημαντικούς κινδύνους για το περιβάλλον και την υγεία των ανθρώπων, αφού περιέχουν ουσίες που είναι τοξικές και παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στο περιβάλλον. Οι κίνδυνοι των φυτοφαρμάκων για το περιβάλλον προέρχονται από τις αρκετές ανεπιθύμητες επιδράσεις, όμως το πιο σημαντικό είναι η ρύπανση των υδάτων.

Το αυστηρό όριο για τη μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση φυτοφαρμάκων στο πόσιμο νερό, είναι τα 0,1 μg/l. Γενικά παραβιάζεται σε πολλά υπόγεια νερά που χρησιμοποιούνται στις δημόσιες χρήσεις και άρδευση. Τα φυτοφάρμακα που κυρίως ανιχνεύονται είναι ζιζανιοκτόνα, μαζί με διάφορα εντομοκτόνα εδάφους (Foster et al. 1991).

Η παρακολούθηση και ανάλυση των προβλημάτων ρύπανσης των υπόγειων νερών από τα φυτοφάρμακα είναι δύσκολη και πολύπλοκη λόγω του μεγάλου αριθμού ουσιών που χρησιμοποιούνται στη γεωργία και των τοξικών παραγώγων τους.

3.3.4 Κτηνοτροφία

Στην περιοχή των Μεσογείων υπάρχουν ζωικές μονάδες με αιγοπρόβατα, χοίρους και βοοειδή. Επιπλέον, υπάρχει η δυναμικότητα των θαλάμων εκτροφής ορνίθων κρεοπαραγωγής και ωοπαραγωγής.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η κτηνοτροφία διατηρείται παρά την οικιστική ανάπτυξη και παρουσιάζει περιθώρια ανάπτυξης ώστε να παραμένει ένας δυναμικός κλάδος του πρωτογενούς τομέα.

Η κατεύθυνση που δίνεται είναι η ανάπτυξη εντατικής και εκτατικής μορφής μονάδων παραγωγής των βιώσιμων κτηνοτροφικών κλάδων με αιγοπροβατοτροφία, πτηνοτροφία, και σαλιγκαροτροφία που αυτή θα εξασφαλίσει, ανταγωνιστικά και ποιότητας προϊόντα με χαμηλό κόστος μετακίνησης και πρόσβασης στην αγορά. Η αιγοπροβατοτροφία και η πτηνοτροφία αποτελούν δυναμικούς κτηνοτροφικούς κλάδους στην περιοχή, που μπορεί να ενισχύσουν την τοπική οικονομία, σε συνδυασμό με την εύκολη προσβασιμότητα σε μεγάλες αγορές. Η οικονομική σημασία του κτηνοτροφικούς κλάδους διευρύνεται ιδιαίτερα και από την χρησιμοποίηση του γάλακτος στην παραγωγή τοπικών γαλακτοκομικών προϊόντων ενισχύοντας σημαντικά το δευτερογενή τομέα της τοπικής οικονομίας. Στον κλάδο της πτηνοτροφίας στην περιοχή υπολογίζεται ότι η δυναμικότητα των θαλάμων ορνίθων ανέρχεται στις 1.500.000 περίπου θέσεις και διατηρούνται περίπου 40 πτηνοτροφικές επιχειρήσεις μεγάλης κλίμακας και οικογενειακού τύπου.

3.3.5 Τουρισμός

Η κατασκευή του αερολιμένα στο Μεσογείτικο αμπελώνα έγινε το 1971. Μετά από καθυστερήσεις και πολυάριθμες μελέτες και παρά τις έντονες αντιδράσεις της τοπικής Αυτοδιοίκησης και των κατοίκων για περιβαλλοντικούς λόγους, οι εργασίες ξεκινούν δέκα χρόνια μετά (Σχίζας, 1996: 113-115). Το 1996 συστήνεται η εταιρεία «Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών Α.Ε.» με σύμπραξη ιδιωτικού και δημόσιου τομέα. Το αεροδρόμιο λειτουργεί απο το

2001 και από τότε αναπτύσσεται η περιοχή όπου δραστηριοποιούνται περίπου 300 επιχειρήσεις και απασχολούνται περισσότεροι από 13.000 εργαζόμενοι. Σύμφωνα με μελέτη του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Πραστάκος, Κωστόπουλος, Στρόμπλος, Ιωάννου & Ρεπούσης, 2013: 7-9) ο Αερολιμένας συνεισφέρει στο 2,63% του ΑΕΠ της Ελλάδας ενώ σε τοπικό επίπεδο αντιπροσωπεύει το 21,7% της συνολικής απασχόλησης των Μεσογείων και το 43,5% της συνολικής προστιθέμενης αξίας που παράγεται στην περιοχή. Το 2017 η επιβατική κίνηση σημείωσε την υψηλότερη απόδοση φτάνοντας στα 21,74 εκατομμύρια επιβάτες (Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών-Επιβατική κίνηση 2017). Το 2016 οι επιβάτες έφτασαν τα 20 εκατομμύρια (12,9 εκατομμύρια ήταν επιβάτες εξωτερικού). Η διοίκηση του αερολιμένα συνεργάζεται με τουριστικούς φορείς αλλά και με τοπικούς φορείς αναλαμβάνοντας πρωτοβουλίες για την ενίσχυση του τουρισμού (Α.Ι.Α.-Annual Report, 2016: 7, 10, 21) με δράσεις για τον πολιτισμό και το περιβάλλον.

Στο Μαρκόπουλο που έγινε γνωστό σε όλον τον κόσμο κατά τη διάρκεια των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004, καθώς φιλοξένησε τα αθλήματα της ιππασίας και σκοποβολής, υπάρχει ακόμα το Μουσείο Βραυρώνας, ο Ναός της Αρτέμιδας, ο Ιππόδρομος Μαρκοπούλου, το Ολυμπιακό Ιππικό Κέντρο, ο υγρότοπος της Βραυρώνας, η οργανωμένη παραλία Αυλάκι και το γραφικό λιμανάκι στο Πόρτο Ράφτη. Το παραθαλάσσιο Πόρτο-Ράφτη, αποτελεί έναν από τους πιο δημοφιλείς τόπους καλοκαιρινού παραθερισμού σε ολόκληρη την Αττική. Πόλο έλξης πολλών επισκεπτών αποτελεί ο αρχαιολογικός χώρος της Βραυρώνας, μιας από τις 12 αρχαίες πόλεις της Αττικής, με το περίφημο ιερό της Βραυρωνίας Αρτέμιδος που αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα και πιο σεβάσματα ιερά ολόκληρης της περιφέρειας. Σύμφωνα με την παράδοση, στο ιερό υπήρχε το άγαλμα της θεάς που είχαν μεταφέρει κατόπιν εντολής της Άρτεμης ο Ορέστης και η Ιφιγένεια από την Ταυρίδα.

3.3.6 Βιομηχανία

Οι βιομηχανίες γενικά παράγουν τον μεγαλύτερο αριθμό ποσοτήτων υγρών αποβλήτων καθώς ακολουθούν μεγάλο αριθμό διαδικασιών παραγωγής, επεξεργασίας και ψύξης. Αυτά τα υγρά απόβλητα χωρίζονται με σκοπό να επεξεργαστούν στα συστήματα καθαρισμού που απαιτείται να διαθέτουν, βάσει των περιβαλλοντικών όρων και όχι να διοχετεύονται στους επιφανειακούς αποδέκτες. Τα απόβλητα των οποίων ο καθαρισμός τους είναι

αντιοικονομικός, πρέπει να διατίθενται σε μορφή υγρού ή σαν λάσπη. Τα βιομηχανικά απόβλητα κάθε τύπου, μετά την αναγωγή τους σε ξηρό βάρος, είναι σχεδόν δύο φορές περισσότερα από αυτά που παράγονται από τις αστικές πηγές. Το 90% γενικά των επικίνδυνων αποβλήτων συνήθως πηγαίνουν στην επιφάνεια του εδάφους ή στην Θάλασσα .

Η νομοθεσία για την επεξεργασία των λυμάτων με ιδιόκτητους βιολογικούς καθαρισμούς, δεν εφαρμόζεται εδώ. Το φαινόμενο της ρύπανσης και της μόλυνσης που υφίστανται τα νερά από την απόρριψη λυμάτων και τοξικών αποβλήτων βιομηχανικών μονάδων της Ανατολικής Αττικής ακόμα έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις σε περιοχές που δεν παρουσιάζουν γρήγορη ανανέωση των νερών, αναφέρει σε έκθεσή του ο βιολόγος του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσιών Ερευνών κ. Γιώργος Τριανταφύλλου.

Η πρακτική που συνήθως ακολουθούν στη διαχείριση των ακάθαρτων βιομηχανικών λυμάτων και της λάσπης είναι η διοχέτευσή τους σε ταμειυτήρες νερού, η ταφή τους σε χωματερές και η εισροή τους σε βαθείς αλμυρούς υδροφορείς. Οι τεχνητές λίμνες που κατασκευάζονται όπως τάφροι, δεξαμενές και λιμνούλες είναι μια πολύ σοβαρή πηγή ρύπανσης με την πιθανή διαρροή των επικίνδυνων αυτών ουσιών. Τα αποθηκευμένα λύματα θα οδηγηθούν βαθιά προς τον ποιο κοντινό υδροφορέα, και οι ευκίνητες ουσίες θα μεταφερθούν στο υπόγειο νερό επειδή συνήθως η κατασκευή τους έχει σχεδιαστεί έτσι που να μειώνονται σταδιακά τα αποθηκευμένα υγρά. Η χρήση του νερού των υπόγειων υδροφορέων σε περιοχές με πολύ πυκνή βιομηχανία, καθορίζεται μετά από μετρήσεις για την έκταση και την τοξικότητα των ρύπων από την βιομηχανία στα υπόγεια νερά. Τα στερεά απόβλητα και η λάσπη από τα υπολείμματα των βιομηχανιών συχνά θάβονται μαζί με τα αστικά απόβλητα σε χωματερές. Μόνο η απόθεση των βιομηχανικών λυμάτων σε πολύ βαθιά φρεάτια είναι περιβαλλοντικά αποδεκτή αλλά και οικονομική μέθοδος απόθεσης των επικίνδυνων λυμάτων της βιομηχανίας.

3.3.7 Περιβαλλοντικά προβλήματα- Πιέσεις

Σε ότι αφορά τις πιέσεις που δέχονται τα υδάτινα συστήματα της ευρύτερης περιοχής έρευνας σημειώνεται ότι αυτές εντοπίζονται κυρίως στα υπόγεια νερά, δεδομένου ότι για το σύνολο του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής η σημαντικότερη ζήτηση νερού, η οποία αντιστοιχεί στην ύδρευση, καλύπτεται από επιφανειακούς πόρους υδάτινων σωμάτων εκτός

του Υδατικού Διαμερίσματος της Αττικής (ΕΥΔΑΠ). Αντίστοιχα, η ζήτηση νερού για άρδευση, η οποία αποτελεί και τη δεύτερη κατά σειρά χρήση εντός του λεκανοπεδίου, καλύπτεται εξολοκλήρου από υπόγεια υδατικά συστήματα, καθώς δεν καταγράφεται κάποιο οργανωμένο αρδευτικό δίκτυο στην περιοχή, προκαλώντας σε αυτά και τις μεγαλύτερες πιέσεις.

Τα διαμορφούμενα υπόγεια υδατικά συστήματα της περιοχής έρευνας διαρθρώνονται σε δύο επιμέρους κατηγορίες, σε αυτά των ορεινών όγκων (καρστικά) και σε αυτά των πεδινών περιοχών (κοκκώδη), ενώ η υποβάθμιση που υφίστανται διακρίνεται αντίστοιχα σε ποσοτική και ποιοτική. Οι επαγόμενες, επιπτώσεις είναι συνάρτηση της φύσης, του τύπου του υδροφόρου κάθε υπόγειου υδατικού συστήματος, της γεωλογικής του δομής και των ιδιαιτεροτήτων κάθε περίπτωσης. Γενικά, τα καρστικά συστήματα χαρακτηρίζονται για την άμεση και σε μεγάλη έκταση μετάδοση και διάχυση των προκαλούμενων επιπτώσεων, οι οποίες όμως σε ορισμένες περιπτώσεις θεωρούνται εύκολα αναστρέψιμες ενώ αντιθέτως, οι κοκκώδεις υπόγειοι υδροφορείς ενώ παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της χρονικής υστέρησης μετάδοσης των επιπτώσεων συγκριτικά με τους καρστικούς, η δυνατότητα αποκατάστασης και ανατροπής αυτών κρίνεται συνήθως ιδιαίτερα δύσκολη.

Ως μεγαλύτερης έντασης, συγκριτικά, κρίνεται η ποιοτική υποβάθμιση που υφίστανται τα υπόγεια υδατικά συστήματα της περιοχής, ως αποτέλεσμα τόσο των προερχόμενων από ανθρώπινες δραστηριότητες ρυπαντικών φορτίων, κατά κύριο λόγο από την αστικοποίηση, τη γεωργία και την κτηνοτροφία, τους ΧΑΔΑ και τη βιομηχανία, όσο και των σημαντικών απολήψεων νερού, οι οποίες παρότι δεν οδηγούν σε κακή ποσοτική κατάσταση των υδροφόρων, επιδρούν αρνητικά στην ποιοτική κατάσταση των νερών τους μέσω της υφαλμύρωσης τους. Το συγκεκριμένο φαινόμενο προκύπτει ως αποτέλεσμα της αδυναμίας άμεσης ανανέωσης των αντλούμενων όγκων νερού, της συνεπαγόμενης πτώσης της στάθμης του υπόγειου υδροφορέα και κατ' επέκταση της διείδυσης θαλασσινού νερού το οποίο οδηγεί στην αλλοίωση της χημικής κατάστασης του υπόγειου υδατικού συστήματος.

Ειδικότερα, φαινόμενα θαλάσσιας διείδυσης έχουν εντοπιστεί τόσο στην ανατολική όσο και στη δυτική παράκτια ζώνη της περιοχής μελέτης στις οποίες έχουν μετρηθεί αυξημένες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας και συγκεντρώσεων χλωριόντων στα υπόγεια νερά. Τονίζεται, ωστόσο, η αδυναμία ακριβούς προσδιορισμού της έκτασης της θαλάσσιας διείδυσης, από την ακτή προς την ενδοχώρα, δεδομένου ότι η θέση διάκρισης των δύο υγρών δεν είναι μία σαφώς καθορισμένη επιφάνεια, αλλά μία μεγάλη ζώνη ανάμειξης τους, ενώ παράλληλα η

συγκεκριμένη ζώνη μετακινείται στη διάρκεια του υδρολογικού έτους λόγω της μεταβολής των δεδομένων και κυρίως των βροχοπτώσεων.

Αναλυτικότερα, στην ευρεία περιοχή Μαρκόπουλου Μεσογαίας (υπόγειο υδατικό σύστημα Μεσογαίας, GR0600150), οι τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας κυμαίνονται μεταξύ 1000 - 5400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ενώ οι τιμές των συγκεντρώσεων χλωριόντων προσεγγίζουν τα 1300 mg/L και καταγράφονται κυρίως στο ανατολικό τμήμα της έκτασης του συστήματος υποδεικνύοντας θαλάσσια διείσδυση. Παρόμοιες επιπτώσεις εντοπίζονται κατά μήκος του μεγαλύτερου τμήματος της ανατολικής ακτογραμμής, από την περιοχή της Νέας Μάκρης, στα βόρεια, εκτός της περιοχής μελέτης, έως τον όρμο του Πόρτο Ράφτη, νοτιότερα.

Αντίστοιχα φαινόμενα υφαλμύρωσης εντοπίζονται και στις δυτικές ακτές της περιοχής έρευνας, ξεκινώντας από τις νότιες παρυφές του Υμηττού έως και την περιοχή της Αγίας Μαρίνας και της Αναβύσσου νοτιότερα. Στην περιοχή εκφόρτισης στη θάλασσα της καρστικής υδροφορίας του Υμηττού έχουν μετρηθεί τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας μεταξύ 800 και 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και συγκεντρώσεις χλωριόντων μεταξύ 70 και 1000 mg/L μαρτυρώντας την υφαλμύρωση η οποία συντελείται τόσο στις παράκτιες περιοχές όσο και τοπικά στους πρόποδες του Υμηττού.

Συνολικά, όσον αφορά το καρστικό υπόγειο υδατικό σύστημα του Υμηττού (GR06000160), η ποσοτική και ποιοτική του κατάσταση καταγράφεται ως καλή, γεγονός που οφείλεται κυρίως στο είδος του, στους όγκους νερού εισροών αλλά και στις μειωμένες, συγκριτικά, πιέσεις που του ασκούνται. Εντοπίζεται, ωστόσο, τάση αύξησης των ρύπων –ως απόρροια πιέσεων από αγροτικές χρήσεις, από χρήσεις του δευτερογενή τομέα και από χρήσεις κατοικίας- η οποία ενδέχεται να προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις στη χημική του κατάσταση. Επιπλέον, πιέσεις ασκούνται από δύο θέσεις Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων που εντοπίζονται στο ανατολικό τμήμα του συγκεκριμένου υπόγειου υδατικού συστήματος, καθώς και από θαλάσσια διείσδυση όπως προαναφέρθηκε.

Συναθροίζοντας, αντίστοιχα, τις επιμέρους επιπτώσεις όσον αφορά το κοκκώδες υπόγειο υδατικό σύστημα Μεσογαίας (GR0600150), η ποσοτική του κατάσταση αξιολογείται ως καλή, επισημαίνοντας, ωστόσο, ότι αυτή υπόκειται σε μεταβολές δεδομένου του άμεσου επηρεασμού του συστήματος από τις βροχοπτώσεις και τη διακύμανση απολήψεων- εκροών. Αναφορικά με τη χημική κατάσταση του συστήματος, αυτή αξιολογείται ως κακή, με τάση μάλιστα περαιτέρω αύξησης των ρύπων (Ειδική Γραμματεία Υδάτων 2012).

3.4 Κατάσταση

3.4.1 Κατάσταση των υπόγειων υδάτων

Η Οδηγία πλαίσιο 2000/60/ΕΚ ορίζει ως κατάσταση των υπογείων υδάτων την κατάσταση που καθορίζεται από τις χαμηλότερες τιμές της ποσοτικής και χημικής τους κατάστασης και η οποία λαμβάνει δύο χαρακτηρισμούς, καλή ή κακή.

Καλή ποσοτική κατάσταση των υπογείων υδάτων ορίζεται αφού αξιολογήσουμε το ισοζύγιο εισροών και εκροών. Αυτό θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να εξασφαλίζει ότι ο διαθέσιμος αυτός πόρος των υπογείων υδάτων δεν εξαντλείται από το μακροπρόθεσμο ετήσιο μέσο όρο άντλησης του. Παράλληλα πρέπει να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη συμβολή του υπόγειου νερού στα συσχετιζόμενα χερσαία υδατικά συστήματα.

Καλή χημική κατάσταση των υπογείων υδάτων ορίζεται μέσω της αξιολόγησης της χημικής σύνθεσης των υπογείων υδάτων η οποία δεν υπερβαίνει τα Ποιοτικά Πρότυπα της Οδηγίας για τα Υπόγεια Ύδατα (2006/118/ΕΚ). Να μην οδηγεί σε σημαντική επιδείνωση της οικολογικής ή χημικής ποιότητας των υπόγειων αλλά και των συσχετιζόμενων χερσαίων υδατικών συστημάτων και να μην εμφανίζει επιπτώσεις εισροής αλμυρού νερού ή άλλων υλών. Ελέγχοντας τις μεταβολές της αγωγιμότητας να μην υποδηλώνουν εισροή αλμυρού νερού ή άλλες εισροές στο σύστημα των υπογείων υδάτων.

Για την αξιολόγηση της ποσοτικής και χημικής κατάστασης των ΥΣ ελήφθησαν υπόψη αφενός τα στοιχεία μέτρησης υπόγειας στάθμης, παροχών πηγών και χημικών αναλύσεων. Καταγραφή και αποτίμηση των υδρογεωλογικών χαρακτήρων των υπόγειων νερών και των υδροφόρων συστημάτων της χώρας (ΙΓΜΕ, 2010), προγράμματα παρακολούθησης των υπογείων υδάτων του ΙΓΜΕ, περιόδου 2000 – 2008, χημικές αναλύσεις του Γενικού Χημείου του Κράτους, περιόδου 1996 – 2008.

3.4.2 Ποσοτική κατάσταση υπογείων υδάτων

Τα αποτελέσματα της ταξινόμησης της ποσοτικής κατάστασης των υπόγειων υδατικών συστημάτων του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Αττικής, από τα δίκτυα παρακολούθησης Μαραθώνα Πεντέλης Μεσόγειας Υμηττού Λαυρεωτικής και Αναβύσσου φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 9 και στην Εικόνα 18.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 : Ποσοτική Κατάσταση Υπόγειων Υδατικών Συστημάτων του ΥΔ Αν. Αττικής (ΙΓΜΕ, 2008)

ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΣ	ΟΝΟΜΑ ΥΣ	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ (m ²)	ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ (m ²)	ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ	ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
GR0600120	Μαραθώνας (Α)	25	2,7	Στην παράκτια ζώνη	ΚΑΛΗ
GR0600130	Μαραθώνας (Β)	5	6,9	ΝΑΙ	ΚΑΚΗ
GR0600140	Πεντέλης	15,5	11,9	ΌΧΙ	ΚΑΛΗ
GR0600150	Μεσογέας	15	4,6	Στην παράκτια ζώνη	ΚΑΛΗ
GR0600160	Υμηττού	24	1,8	Στην παράκτια ζώνη	ΚΑΛΗ
GR0600170	Λαυρεωτική	20	3,7	Στην παράκτια ζώνη	ΚΑΛΗ
GR0600180	Αναβύσσου	1,5	0,4	ΝΑΙ	ΚΑΛΗ

**ΕΙΚΟΝΑ 18:** Ποσοτική κατάσταση υπογείων υδάτων (Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτων – Περιληπτικό Κείμενο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής, 2008)

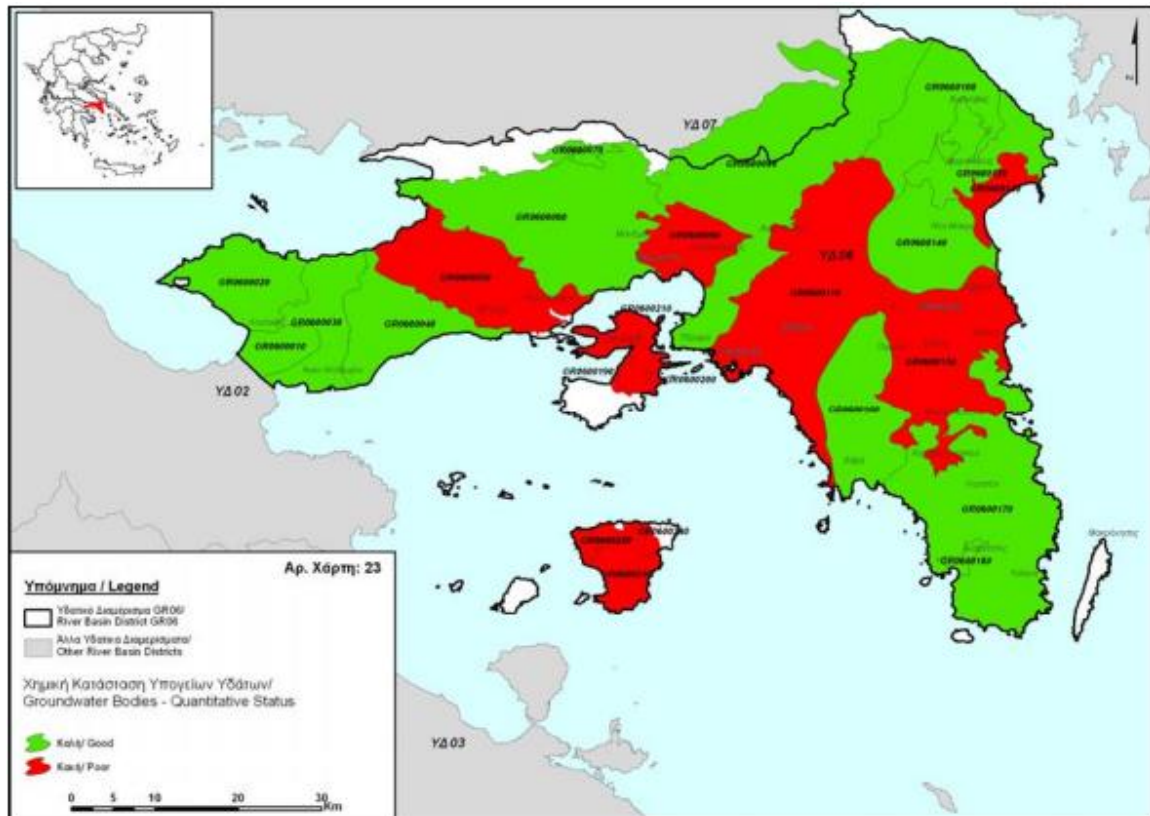
Προβλήματα υπερεκμετάλλευσης δεν παρουσιάζονται (Γενική Γραμματεία Υδάτων (Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτων – Περιληπτικό Κείμενο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής ,GR06) .

3.4.3 Χημική κατάσταση υπογείων υδάτων

Τα αποτελέσματα της ταξινόμησης της χημικής κατάστασης των υπόγειων υδατικών συστημάτων του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Αττικής, από τα δίκτυα παρακολούθησης Μαραθώνα Πεντέλης Μεσόγειας Υμηττού Λαυρεωτικής και Αναβύσσου παρουσιάζονται στον Πίνακα 10 και στην Εικόνα 19 που ακολουθούν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Χημική Κατάσταση Υπόγειων Υδατικών Συστημάτων του ΥΔ Αττικής (ΙΓΜΕ, 2008)

ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΣ	ΟΝΟΜΑ ΥΣ	ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
GR0600120	Μαραθώνας (Α)	ΚΑΛΗ
GR0600130	Μαραθώνας (Β)	ΚΑΚΗ
GR0600140	Πεντέλης	ΚΑΛΗ
GR0600150	Μεσογέας	ΚΑΚΗ
GR0600160	Υμηττού	ΚΑΛΗ
GR0600170	Λαυρεωτική	ΚΑΛΗ
GR0600180	Αναβύσσου	ΚΑΛΗ



ΕΙΚΟΝΑ 19: Χημική κατάσταση υπογείων υδάτων (Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτων – Περιληπτικό Κείμενο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής, 2008)

Σε κάποια υπόγεια υδατικά συστήματα εμφανίζονται αυξημένες συγκεντρώσεις παραμέτρων, λόγω των γεωλογικών συνθηκών που επικρατούν (Γενική Γραμματεία Υδάτων (Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτων – Περιληπτικό Κείμενο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής, GR06).

3.5 Επίδραση Αστικών Λυμάτων στα Υπόγεια Ύδατα

3.5.1 Ορισμός των υγρών αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα είναι αυτά, που συλλέγονται με το δίκτυο αποχέτευσης μιας περιοχής και προέρχονται από οικιακά συγκροτήματα, κτήρια που στεγάζουν διάφορες υπηρεσίες, από βιοτεχνικές και εμπορικές δραστηριότητες, και πιθανόν από μικρές βιομηχανικές μονάδες. Υπάρχουν συστήματα αποχέτευσης που παραλαμβάνουν και τα όμβρια ύδατα, δηλαδή τα νερά της βροχής μαζί με τα προϊόντα έκπλυσης των δρόμων ενώ δέχεται και εισροές από επιφανειακά νερά (Τσώνης, 2004).

Το αποχετευτικό δίκτυο συνήθως καταλήγει σε διαφορετικό κεντρικό αγωγό για τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα και σε διαφορετικό αγωγό για τα υπόλοιπα αστικά λύματα. Όταν όμως δεν υπάρχει διαχωρισμός τους τότε όλα καταλήγουν σε κεντρικό αγωγό, τότε η ροή αυτή ονομάζεται ως υγρά αστικά απόβλητα (Τσώνης, 2004).

Τα βιομηχανικά απόβλητα υποβάλλονται σε κατάλληλη προ επεξεργασία και μετά από αυτό εισέρχονται στο αποχετευτικό δίκτυο (Τσώνης, 2004).

3.5.2 Κατηγορίες υγρών αποβλήτων

Ανάλογα από το που προέρχονται τα υγρά απόβλητα ,κατανέμονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- ✓ Οικιακά υγρά απόβλητα, είναι τα απόβλητα που παράγονται από τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες όπως είναι το μπάνιο, τα απόνερα από οικιακό, ξενοδοχειακό και εμπορικό επίπεδο .
- ✓ Βιομηχανικά υγρά απόβλητα, είναι τα απόβλητα που παράγονται σε διάφορες βιομηχανίες.
- ✓ Γεωργικά υγρά απόβλητα, είναι τα απόβλητα που παράγονται από κάθε γεωργική δραστηριότητα (Τσώνης, 2004).

3.5.3 Παράμετροι και χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων

Όλα τα υγρά απόβλητα έχουν την δυνατότητα να χαρακτηριστούν από τη φυσική, χημική και βιολογική τους σύσταση (Βλυσίδης Απόστολος , 2017)

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Κατηγορίες και Παράμετροι αποβλήτων (ιδία επεξεργασία)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ
Φυσική	Θερμοκρασία
	Οσμή
	Χρώμα
	Πυκνότητα
	Ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά
Χημική	Πρωτεΐνες
	Υδατάνθρακες
	Οργανικά συστατικά (N & P)
	Λίπη και έλαια
	Βαρέα μέταλλα
	Ιχνοστοιχεία
	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο 5 ημερών (ΒΟΔ5)
	Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)
	Ολικός Οργανικός άνθρακας
Βιολογική	Κολοβακτηρίδια
	Πρωτόζωα
	Βακτήρια
	Ιοί
	Μύκητες

3.5.4 Φυσικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων

3.5.4.1 Θερμοκρασία υγρών αποβλήτων

Η θερμοκρασία των υγρών αποβλήτων ανάλογα με την γεωγραφική θέση και κατά μέσο όρο κυμαίνεται στους 10-21 °C. Η θερμοκρασία επιδρά στις χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις, στην υδρόβια ζωή και στην καταλληλότητα του υπόγειου νερού στις διάφορες χρήσεις του.

3.5.4.2 Οσμή υγρών αποβλήτων

Οι οσμές στα αστικά απόβλητα προκύπτουν από τα εκλυόμενα αέρια κατά την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών. Η οσμή μπορεί να μετρηθεί με οργανοληπτικές μεθόδους και με ενόργανη ανάλυση.

3.5.4.3 Χρώμα υγρών αποβλήτων

Το χρώμα συνδέεται με το χρόνο παραγωγής των υγρών αποβλήτων. Τα φρέσκα απόβλητα εμφανίζουν ένα καφέ-γκρίζο χρώμα που αλλάζει σταδιακά σε ένα σκούρο γκρι ενώ στο τέλος όσο παραμένουν στο δίκτυο λόγω της δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών σε ένα μαύρο χρώμα. Τότε το απόβλητο χαρακτηρίζεται σηπτικό.

3.5.4.4 Πυκνότητα υγρών αποβλήτων

Η πυκνότητα των αστικών λυμάτων όταν δεν περιέχει ποσότητες από βιομηχανικά απόβλητα είναι η ίδια με αυτή του νερού όταν έχουν την ίδια θερμοκρασία.

3.4.4.5 Ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά

Ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά υγρών αποβλήτων ονομάζεται το στερεό υλικό που απομένει μετά από εξάτμιση σε 103-105 °C. Τα ολικά στερεά κατηγοριοποιούνται σε διηθήσιμα και αιωρούμενα στερεά.

3.4.5 Χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Στα χημικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνονται οι χημικές ενώσεις τα στοιχεία, οργανικής και ανόργανης προέλευσης.

3.4.5.1 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες προέρχονται από τροφές φυτικής και ζωικής προέλευσης. Λόγω της ύπαρξης θείου, όταν βρίσκονται σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις κατά την αποσύνθεση τους εκλύουν δυνατές οσμές .

3.4.5.2 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες είναι βιοδιασπάσιμες, αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο.

3.4.5.3 Οργανικά συστατικά (N και P)

Τα οργανικά συστατικά, άζωτο και φώσφορος είναι θρεπτικά στοιχεία απαραίτητα για την ανάπτυξη πολλών μικροοργανισμών. Σε πολύ μικρές ποσότητες είναι απαραίτητα για την βιολογική επεξεργασία αλλά σε μεγάλες δημιουργού φαινόμενα ευτροφισμού και κάνουν απαραίτητη την μέτρηση τους.

3.4.5.4 Λίπη και Έλαια

Τα λίπη και έλαια είναι ενώσεις που δεν διασπώνται πολύ εύκολα από βακτήρια. Μπορούν να προκαλέσουν αρκετά προβλήματα αν δεν απομακρυνθούν από τα απόβλητα.

3.4.5.5 Βαρέα μέταλλα

Είναι μέταλλα , όπως ο χαλκός, το νικέλιο και ο υδράργυρος, που αντιδρούν με τα μικροβιακά ένζυμα, αναστέλλοντας ή επιβραδύνοντας το μεταβολισμό τους. Σε υψηλές συγκεντρώσεις πρέπει να απομακρύνονται από τα υγρά απόβλητα γιατί γίνονται τοξικά.

3.4.5.6 BOD₅

Όταν η οργανική ύλη αποσυντίθεται, οι μικροοργανισμοί όπως τα βακτήρια και οι μύκητες τρέφονται από τα υλικά της αποσύνθεσης και προκαλείται η οξείδωση. Το BOD, μετρά την ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς στη διαδικασία αποσύνθεσης οργανικών ουσιών μέσα στο νερό.

3.4.5.7 COD

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για χημική οξείδωση των οργανικών στοιχείων ενός υγρού αποβλήτου.

3.4.5.8 Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC)

Ολικός οργανικός άνθρακας είναι το ποσό του άνθρακα που δεσμεύεται σε μια οργανική ένωση και το χρησιμοποιούμε συχνά ως ένας μη ειδικός δείκτης της ποιότητας του νερού.

3.4.6 Βιολογικά χαρακτηριστικά

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων είναι μικροοργανισμοί που προέρχονται από τις κοπρανώδεις ουσίες. Οι κυριότερες κατηγορίες αυτών είναι

- ✓ οι μύκητες,
- ✓ τα βακτήρια
- ✓ και οι ιοί.

Μπορεί όμως να περιέχονται και εντερικά παράσιτα, όπως οι αμοιβάδες ή αβγά σκουληκιών. Αρκετοί από αυτούς τους μικροοργανισμούς είναι παθογόνοι και μέσω του νερού μπορεί να μεταφέρουν ξεχασμένες ασθένειες όπως χολέρα, δυσεντερία και ηπατίτιδα.

3.5 Συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

3.5.1 Συστήματα επεξεργασίας για μικρές παροχές

Οι εγκαταστάσεις για την επεξεργασία των οικιακών λυμάτων σε μικρές κοινότητες απαιτούν διαφορετικές τεχνοοικονομικών μελετών από εκείνες κατά το σχεδιασμό των μεγάλων μονάδων. Έτσι βάσει των μελετών αυτών αναπτύχθηκαν μέθοδοι με χαμηλό κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης που ταυτόχρονα να είναι φιλικές προς το περιβάλλον.

Τέτοιες μέθοδοι είναι οι εξής:

- ✓ Συστήματα σηπτικών δεξαμενών ή βόθρων
- ✓ Εδαφικά συστήματα
- ✓ Συστήματα δεξαμενών σταθεροποίησης
- ✓ Συστήματα τεχνητών υγροτόπων
- ✓ Συστήματα υδρόχαρων φυτών

3.5.2 Συστήματα επεξεργασίας για μεγάλες περιοχές

Τα υγρά απόβλητα μιας πόλης συλλέγονται οπωσδήποτε με τους αγωγούς αποχέτευσης. Στο σύστημα αγωγών εκτός από τα απόβλητα από τις οικιακές δραστηριότητες μπορεί να δέχεται όμβρια ύδατα, εισροές από επιφανειακά νερά, και υπό προϋποθέσεις κάποιες κατηγορίες βιομηχανικών αποβλήτων από μικρές μονάδες, που όμως έχουν υποστεί κάποιου είδους προεπεξεργασία.

Το δίκτυο αγωγών του συστήματος αποχέτευσης ενώνεται σε έναν Κεντρικό Αποχετευτικό Αγωγό (Κ.Α.Α.) ο οποίος καταλήγει στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.). Εκεί τα λύματα υφίστανται επεξεργασία με σκοπό τη δέσμευση και εξουδετέρωση των ανεπιθύμητων συστατικών τους.

3.5.3 Στάδια επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Τα κύρια στάδια της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων στην μονάδα Ε.Ε.Λ είναι :

- ✓ Προεπεξεργασία
- ✓ Πρωτοβάθμια επεξεργασία
- ✓ Δευτεροβάθμια επεξεργασία
- ✓ Τριτοβάθμια επεξεργασία

3.5.3.1 Προεπεξεργασία

Στην προεπεξεργασία απομακρύνονται υλικά τα οποία συνήθως προκαλούν ζημιές στο μηχανολογικό εξοπλισμό. Με αυτό τον τρόπο πραγματοποιείται η απομάκρυνση των λιπών, της άμμου, των μικρών τεμαχίων πλαστικού και ξύλου, και γίνεται εξομάλυνση του ρυπαντικού φορτίου. Χρησιμοποιούνται στην προεργασία οι παρακάτω μέθοδοι .

- ✓ Σχάρισμα: απομακρύνονται αντικειμένων μεγάλου όγκου
- ✓ Άλεση: τεμαχισμό μεγάλων αντικειμένων σε μικρότερου μεγέθους
- ✓ Εξάμμωση: απομακρύνει την άμμο
- ✓ Λιποσυλλογή: απομακρύνει τα ελαία και τα λίπη
- ✓ Εξισορρόπηση παροχής: εξασφαλίζει την ομοιόμορφης παροχή των υγρών αποβλήτων στα επόμενα στάδια

3.5.3.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Στην Πρωτοβάθμια Επεξεργασία απομακρύνεται μέρος των αιωρούμενων στερεών, μέρος των οργανικών ουσιών, και μέρος του BOD και μέρος των θρεπτικών συστατικών αζώτου και φωσφόρου. Αυτό επιτυγχάνεται με το φυσικό φαινόμενο της καθίζησης για την απομάκρυνση

των αιωρούμενων σωματιδίων από 0,1-0001 mm. Ενώ με την επίπλευση έχουμε την απομάκρυνση ελαφρών στερεών.

Τα παραπροϊόντα της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι μία πρωτογενή λάσπη. Μετά από επεξεργασία πάχυνσης, θα σταθεροποιηθεί και θα αξιοποιηθεί ενεργειακά με διεργασίες αναερόβιας ή αερόβιας χώνευσης. Τελικά θα διατεθεί σε χώρους υγειονομικής ταφής.

3.5.3.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Στη Δευτεροβάθμια επεξεργασία, απομακρύνονται οι βιοαποικοδομήσιμες οργανικές ουσίες και τα αιωρούμενα στερεά. Αυτό γίνεται με τη χρήση βιολογικών, φυσικών και χημικών διεργασιών που συντελούνται από τα υγρά απόβλητα.

Χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι

- ✓ Αερισμός για οξείδωση των οργανικών ουσιών
- ✓ Νιτροποίηση-Απονιτροποίηση
- ✓ Καθίζηση
- ✓ Φιλτράρισμα

Παραπροϊόντα αυτής της επεξεργασίας είναι το βιοαέριο, και μια δευτερογενής λάσπη στη γίνεται πάχυνση και μετά από επεξεργασία θάβεται με υγειονομικό τρόπο με τα αστικά απορρίμματα. Συνήθως έχουμε την πρωτογενή και την δευτερογενή λάσπη να επεξεργάζονται μαζί.

3.5.3.4 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Στη τριτοβάθμια επεξεργασία απομακρύνονται όσοι από τους μολυντές έχουν διαφύγει από την δευτεροβάθμια επεξεργασία. Συνήθως απομακρύνονται ενώσεις αζώτου, φωσφόρου και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί.

Στην Τριτοβάθμια επεξεργασία χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι:

- ✓ Προσθήκη κροκιδωτικών-συσσωμάτωση κροκίδωση
- ✓ Διύλιση & φιλτράρισμα
- ✓ Απολύμανση των αποβλήτων αφού καταστρέφονται ή αδρανοποιούνται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που αποτελούν κίνδυνο για την δημόσια υγεία. Αυτό γίνεται με Χλωρίωση, με Οζόνωση και με έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV)

3.6 Ανάπτυξη εγκαταστάσεων Ε.Λ στην Ανατολική Αττική

3.6.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Στις 25 Οκτωβρίου 2007 η χώρα μας καταδικάστηκε από το Δικαστήριο Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΔΕΚ) για παράβαση της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ, σχετικά με την επεξεργασία των αστικών λυμάτων και την απουσία Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) σε είκοσι τέσσερις οικισμούς μεταξύ των οποίων και τις Ανατολικής Αττικής, όπως η Αρτέμιδα, το Κορωπί, το Μαρκόπουλο και η Νέα Μάκρη.

Οι ελληνικές αρχές δεσμεύτηκαν στην Επιτροπή ότι θα αντιμετωπίσουν το ζήτημα με ταχείες διαδικασίες, ενώ το ΥΠΕΧΩΔΕ υποσχέθηκε ότι αποχέτευση λυμάτων και βιολογικοί καθαρισμοί στις περιοχές αυτές θα έχουν ολοκληρωθεί ως το 2013. Ακόμα όμως και τώρα δεν έχουν ολοκληρωθεί και οικισμοί αυτοί δεν διέθεταν τα απαιτούμενα δίκτυα αποχέτευσης και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.

3.6.2 Σχεδιασμός εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων

Η εκπλήρωση των στόχων της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, η οποία αφορά στην προστασία και διαχείριση των υδατικών πόρων θα γίνει μέσω του Σχεδίου Διαχείρισης. Για αυτή την επίτευξη θεσπίζονται σειρά ρυθμίσεων, που επιχειρούν:

- ✓ Να επιτύχουν τη διατήρηση ή την αποκατάσταση της καλής κατάστασης των επιφανειακών και των υπογείων υδάτων.
- ✓ Να ενοποιήσουν και να συμπληρώσουν την προηγούμενη αποσπασματική νομοθεσία για τα νερά
- ✓ Να προσεγγίσουν τη διαχείριση των υδατικών πόρων σε επίπεδο υδατικής περιφέρειας.
- ✓ Να υπάρχει η διαχείριση υδατικών πόρων βάσει προγραμμάτων-σχεδίων.
- ✓ Να εξασφαλίσουν την κοινωνική συναίνεση.

Στο Σχέδιο Διαχείρισης θα πρέπει να καθοριστούν μέτρα που θα εφαρμοστούν, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της Οδηγίας. Η εφαρμογή τους θα πρέπει να την απαιτούμενη απόδοση και να προάγει τους περιβαλλοντικούς στόχους για τα ύδατα. Ταυτόχρονα πρέπει να

παρουσιάζουν συνάφεια με τους περιβαλλοντικούς στόχους που αφορούν τη βιοποικιλότητα, το έδαφος και την υγεία του πληθυσμού.

Έχουμε την απόφαση του τ. ΥΠΕΧΩΔΕ και ανάληψη από την ΕΥΔΑΠ (1992) :

- ✓ Της αρμοδιότητας για τον σχεδιασμό των έργων αποχέτευσης στην Αττική,
- ✓ Την συμβολή της στην υλοποίηση των συναφών έργων

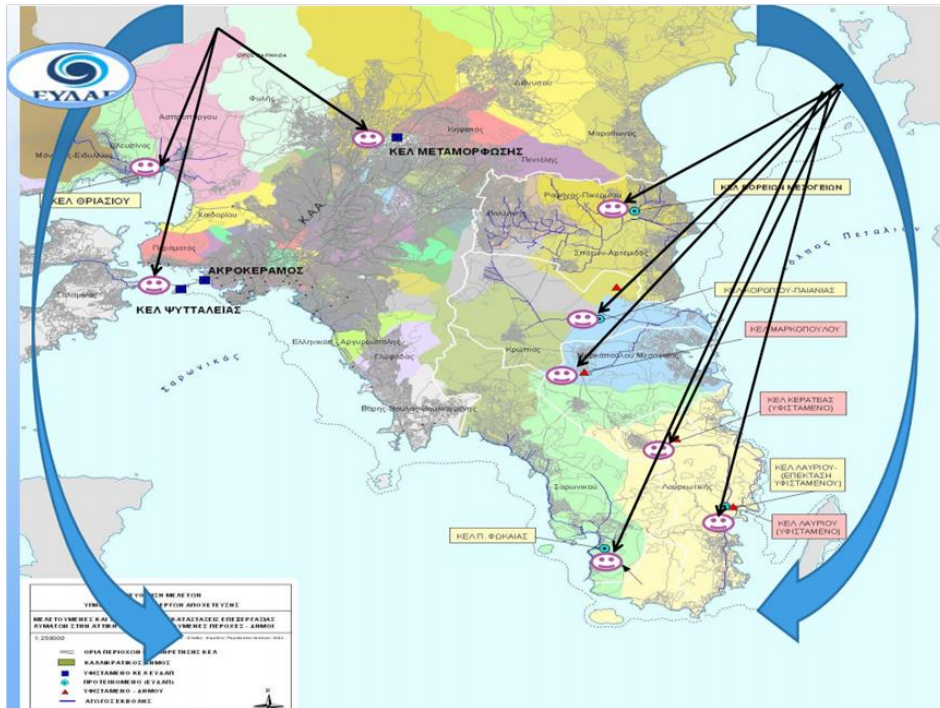
Ανάληψη από την ΕΥΔΑΠ της υλοποίησης ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού με βάση :

- ✓ Την εμπειρία της λειτουργίας των Κ.Ε.Λ.Ψ. και Κ.Ε.Λ.Μ.
- ✓ Την τήρηση των αυστηρότερων εθνικών και ευρωπαϊκών προδιαγραφών
- ✓ Την αξιολόγηση και επιλογή των προσφορότερων λύσεων χωροθέτησης έργων με σεβασμό στο περιβάλλον και στις απαιτήσεις των κοινωνιών

Από το Κ.Ε.Λ. Βορείων Μεσογείων, με χωροθέτηση στη θέση «Πλατύ Χωράφι» του Δήμου Σπάτων. Εξυπηρετούμενοι είναι οι Ο.Τ.Α. Ανθούσας, Γλυκών Νερών, Παλλήνης, Πικερμίου, Αρτέμιδας, Ραφήνας, και τμήματα των Παιανίας, Σπάτων, Πεντέλης και Ν. Μάκρης.

Από το Κ.Ε.Λ. Α/Δ ή Κεντρικών Μεσογείων, με απόφαση χωροθέτησης σε χώρο ΝΑ του Α/Δ Ελ. Βενιζέλος και με εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους του συνόλου των έργων αποχέτευσης στην περιοχή. Εξυπηρετούμενοι είναι τμήματα των Ο.Τ.Α. Παιανίας, Κορωπίου, Σπάτων και Μαρκοπούλου.

Από το Κ.Ε.Λ. Νοτίων Μεσογείων, με χωροθέτηση στη θέση «λατομεία» της Π. Φώκαιας. Εξυπηρετούμενοι είναι οι Ο.Τ.Α. Αναβύσσου, Σαρωνίδας, Π.Φώκαιας, και τμήματα της Κρωπίας και των Καλυβίων Θορικού.



ΕΙΚΟΝΑ 20: Κ.Ε.Λ Αττικής (ΕΥΔΑΠ, 2013)

Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει τα έργα , (Εικόνα 20):

- ✓ τους κεντρικούς / πρωτεύοντες συλλεκτήρες προς κάθε Κ.Ε.Λ.,
- ✓ Τα Κ.Ε.Λ.
- ✓ Τους αγωγούς διάθεσης, με εκβολή στη θαλάσσια περιοχή του νοτίου Ευβοϊκού Κόλπου, καθώς και
- ✓ Τους δευτερεύοντες αγωγούς των δικτύων πόλης.

Στόχοι του ολοκληρωμένου σχεδιασμού :

- ✓ Η προχωρημένη / τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων στα Κ.Ε.Λ. για καθαρές εκροές στο θαλάσσιο περιβάλλον
- ✓ Η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης ποσότητας των εκροών για άρδευση και δευτερεύουσες χρήσεις
- ✓ Η πλήρης επεξεργασία της λάσπης και η απομάκρυνσή της για ξήρανση
- ✓ Η ενεργειακή εκμετάλλευση του παραγόμενου βιοαερίου
- ✓ Η περιβαλλοντικά ορθή ένταξη των έργων στο ευρύτερο αστικό και τοπικό περιβάλλον

3.6.3 Στάδια υλοποίησης του του συνόλου των έργων ανά περιοχή

Το 1ο στάδιο αφορά στην ολοκλήρωση του σχεδιασμού και στην περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων.

Το 2ο στάδιο αφορά στην ένταξη για την συγχρηματοδότηση των έργων από την Ε.Ε. (ΕΣΠΑ/ΠΕΠ Αττικής 2007-2013).

Το 3ο στάδιο αφορά στη δημοπράτηση και κατασκευή των έργων μέχρι τη θέση σε δοκιμαστική λειτουργία των μονάδων και την θέση τους σε πλήρη και αποδοτική λειτουργία στα πλαίσια των εργολαβιών κατασκευής, με την συμβολή της ΕΥΔΑΠ Α.Ε.

Το 4ο στάδιο περιλαμβάνει την ανάληψη της συνεχούς και αδιάλειπτης διαχείρισής των συστημάτων αποχέτευσης λυμάτων των εξυπηρετούμενων περιοχών για παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών από την ΕΥΔΑΠ ΑΕ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Κέντρα επεξεργασίας λυμάτων στην Ανατολική Αττική (Πάσσιος, 2011)

Α/Α	Κ.Ε.Λ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ ΦΑΣΗ Α' 2020		ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ ΦΑΣΗ Β'
		ΧΕΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
1	ΒΟΡΕΙΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	210.000	380.000	470.000
2	ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	50.000	135.000	200.000
3	ΝΟΤΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ	50.000	110.000	210.000

3.6.4 Κ.Ε.Λ Βορείων Μεσογείων

Το Κ.Ε.Λ. Β. Μεσογείων έχει τοποθετηθεί εκτός κατοικημένης περιοχής και σε μακρινή απόσταση από γειτνιάζοντες οικισμούς, με στόχο να αποφεύγονται περιβαλλοντικές οχλήσεις σε αυτούς. Σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο ΠΔ 199/2003, (ΖΟΕ Μεσογείων) η θέση που έχει

εγκριθεί για την εγκατάσταση επεξεργασίας Λυμάτων Βορείων Μεσογείων βρίσκεται στην ζώνη Γ1 που χαρακτηρίζεται ως γεωργική γη (Πάσιος, 2011).

Τα προς επεξεργασία λύματα στο ΚΕΛ Βορείων Μεσογείων είναι σχεδόν αμιγώς οικιακά με δεδομένο ότι η συνεισφορά των βιομηχανικών αποβλήτων στην παροχή εισόδου των εγκαταστάσεων είναι μικρή. Σύμφωνα με τον Κανονισμό Δικτύων Αποχέτευσης της ΕΥΔΑΠ, τα βιομηχανικά απόβλητα γίνονται δεκτά στο δίκτυο μόνον εφόσον ικανοποιούν τα θεσμοθετημένα όρια εκροής τους, τα οποία επιτυγχάνονται εφόσον έχουν υποστεί την απαιτούμενη προεπεξεργασία στο χώρο παραγωγής.

Η πορεία εξέλιξης των διαδικασιών αφορούσε :

Στην έκδοση των περιβαλλοντικών όρων των έργων με την υπ' αρ. 136125/10.9.2003 Κοινή Υπουργική Απόφαση, εναντίον των οποίων προσέφυγαν ο Δήμος Αρτέμιδας και δύο περιβαλλοντικοί σύλλογοι της περιοχής στο Συμβούλιο Επικρατείας.

Στη συνέχεια το Ε' Τμήμα του Συμβουλίου Επικρατείας (6 χρόνια μετά, με την με αρ. 3743 / 2008 απόφασή του) έκανε δεκτή την ως άνω προσφυγή και έθεσε ως προϋπόθεση για την υλοποίηση των έργων την προηγούμενη οριοθέτηση του ρέματος Ραφήνας που διέρχεται από την περιοχή.

Η ΕΥΔΑΠ ΑΕ σε συνεργασία με τα αρμόδια Υπουργεία και την Περιφέρεια Αττικής επανασχεδιάζει τα έργα ώστε :

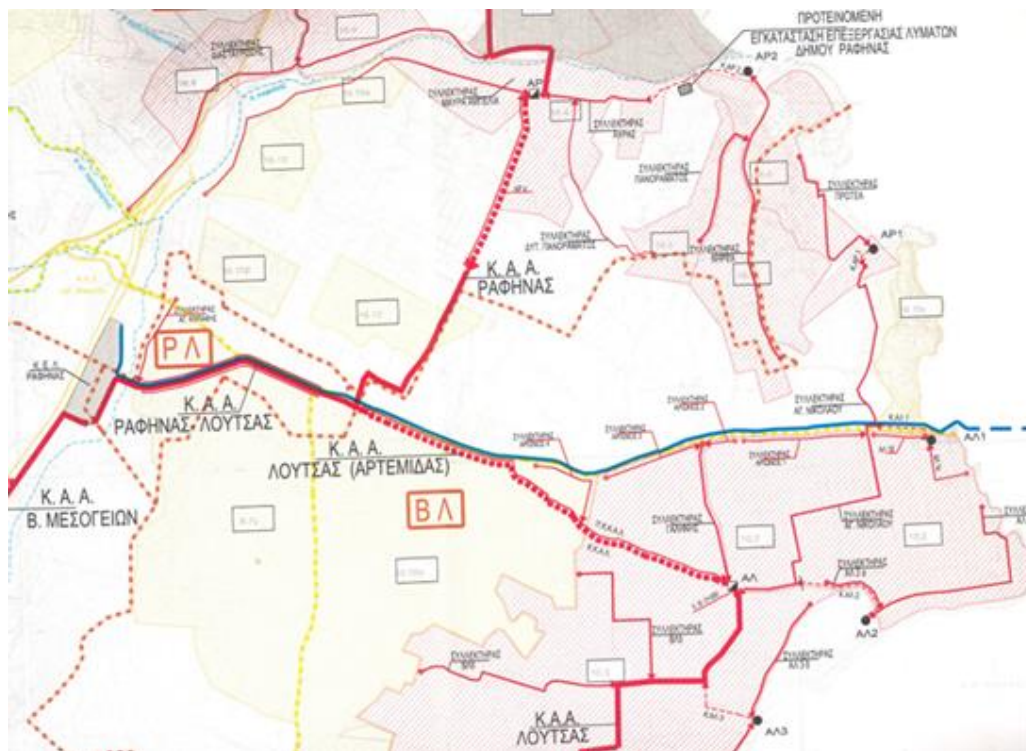
- ✓ Να χωροθετηθεί το Κ.Ε.Λ. σε μεγαλύτερο χώρο στη θέση «Πλατύ Χωράφι» του τ. Δ. Σπάτων, νέα έκταση περί τα 137 στρέμματα όπου τα 80 στρέμματα είναι ελεύθεροι χώροι.
- ✓ Να γίνεται τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων
- ✓ Να επιτυγχάνονται οι στόχοι που τέθηκαν για επαναχρησιμοποίηση εκροών, διάθεση στη θάλασσα, απόσπηση μονάδων, ενεργειακή αυτονομία, διαχείριση της αφυδατωμένης λάσπης, κ.λ.π.
- ✓ Να προωθηθεί η σε σύντομο χρόνο έγκριση του σχεδιασμού, η έναρξη και υλοποίηση των έργων με τη συγχρηματοδότησή τους από την Ε.Ε.

Τα βασικά στοιχεία του σχεδιασμού είναι

- ✓ Η εφαρμογή τριτοβάθμιας επεξεργασίας σε σύστημα βιοαντιδραστήρων μεμβρανών και απολύμανση με στόχο την παραγωγή ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων κατάλληλων για απεριόριστη άρδευση, σύμφωνα με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο.
- ✓ Η κατασκευή μονάδας αξιοποίησης του παραγόμενου βιοαερίου των χωνευτών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- ✓ Μέτρα και επεμβάσεις για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση ενδεχόμενων περιβαλλοντικών οχλήσεων όπως οσμές, ηχητική και οπτική ρύπανση. Όπως η απόσμιση με κάλυψη των μονάδων εσχάρωσης, αφυδάτωσης και πρωτοβάθμιας καθίζησης, πάχυνσης ιλύος, φρεατίων ιλύος και η χρήση συστήματος απόσμισης με χημειοπλυντηρίδα 3 σταδίων. Ακόμα η ηχομόνωση των φυσητήρων, η διάταξη περιφερειακής οδού και αρκετές δενδροφυτεύσεις.
- ✓ Τροποποιείται η αρχική χωροθέτηση των έργων λαμβάνοντας υπόψη την ζώνη οριοθέτησης του ρέματος Ραφήνας.
- ✓ Τα βιολογικά επεξεργασμένα λύματα πρέπει να έχουν πρόσθετη απομάκρυνση θρεπτικών, αζώτου και φωσφόρου, και να διοχετεύονται μέσω υποβρυχίου αγωγού και διαχυτήρα στον Ευβοϊκό κόλπο. Ο αγωγός διάθεσης πρέπει να έχει μήκος 2000 m στη θάλασσα να εκβάλλει σε βάθος περίπου τα 50 m και να αποτελείται από 2 σωλήνες των 1000 cm.
- ✓ Η παραγόμενη ιλύς θα πρέπει να είναι αναερόβια σταθεροποιημένη και αφυδατωμένη και κατάλληλη για διάθεση σε χωματερή ή η αξιοποίηση της με τη μορφή λιπάσματος για τη γεωργία μετά από τις απαιτούμενες αναλύσεις μετάλλων στην ιλύ και τα εδάφη, σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία, και επιβεβαιωθεί η καταρχήν διαφαινόμενη καταλληλότητά της.
- ✓ Τέλος προβλέπεται και η μεταφορά της στη μονάδα ξήρανσης του Κ.Ε.Λ.Ψ (Πάσιος, 2011).

ΠΙΝΑΚΑΣ 13: Χαρακτηριστικά των τριτοβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων (Πάσσιος, 2011)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΟ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΘΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΟΥΝ ΤΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
BOD	10 mg/l	80%
COD	60 mg/l	80%
TSS	10 mg/l	80%
ΟΛΙΚΟ ΑΖΩΤΟ	10 mg/l	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΤΙΜΗ
ΟΛΙΚΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟΣ	4 mg/l (1mg/l*)	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΤΙΜΗ
ΟΛΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΗ	<2/100ml	90%
ΟΛΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΗ	<20/100ml	ΓΙΑ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΠΌ ΈΝΑ ΔΕΙΓΜΑ ΓΙΑ ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ ΣΥΝΕΧΕΣ ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2 ΜΗΝΩΝ
* ΜΕ ΧΗΜΙΚΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΦΩΣΦΟΡΟΥ		

**ΕΙΚΟΝΑ 21:** Γενική Διάταξη Έργων ΚΕΛ Β. Μεσογείων (Πάσσιος, 2011)

3.6.5 Κ.Ε.Λ. και περιοχή Κεντρικών Μεσογείων

Η Διεύθυνση Δημοσίων Έργων της Περιφέρειας Αττικής ανακοίνωσε το έργο «Συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία και διάθεση ακαθάρτων περιοχών Κορωπίου - Παιανίας». (Πάσιος, 2011).

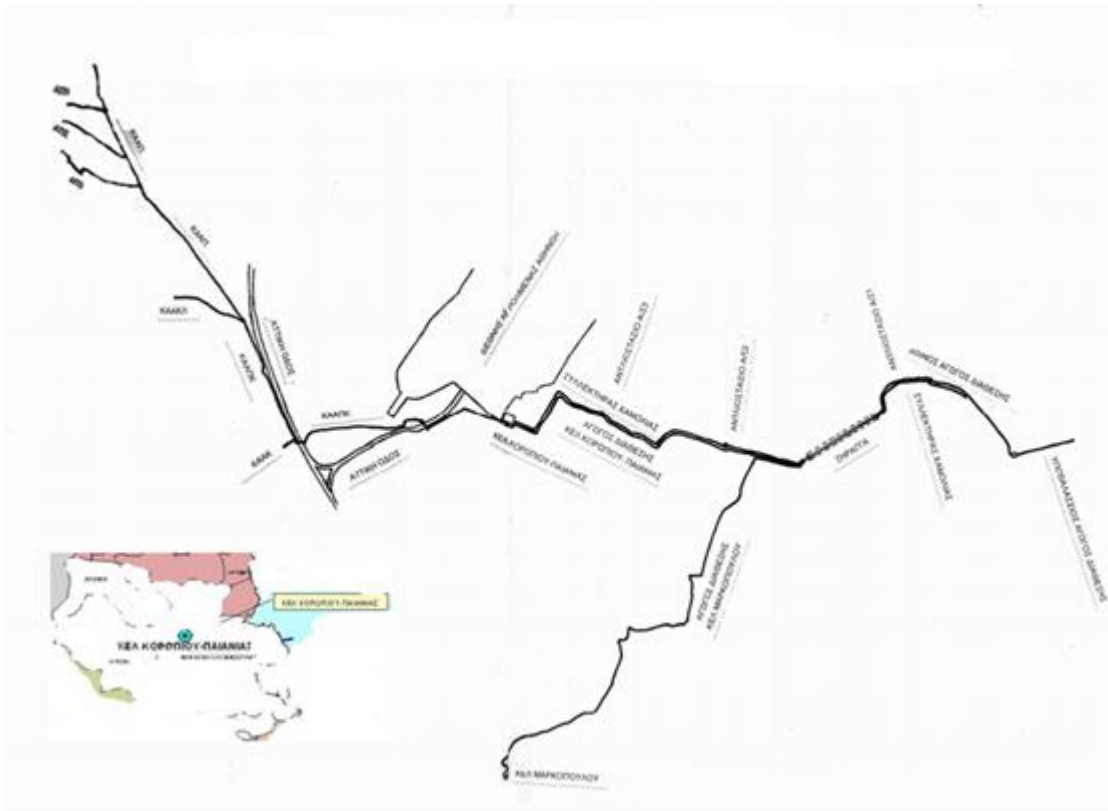
Ο προϋπολογισμός του έργου υπολογίζεται περίπου 112.900.164 ευρώ και χρηματοδοτείται από το ΕΣΠΑ/ΠΕΠ Αττικής 2007-2013.

Συγκεκριμένα το έργο περιλαμβάνει:

- ✓ Την κατασκευή δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων στην περιοχή του Κορωπίου, συνολικού μήκους περίπου 81 km.
- ✓ Τους βασικούς συλλεκτήρες ακαθάρτων που εξυπηρετούν τους οικισμούς του Δήμου Παιανίας, την πόλη του Κορωπίου και τον οικισμό Καρελλά του Δήμου Κρωπίας, καθώς και τις ήδη υπάρχουσες προβλεπόμενες βιομηχανικές περιοχές και τα πάρκα στην περιοχή Κορωπίου - Παιανίας.
- ✓ Το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Κορωπίου - Παιανίας, δυναμικότητας περίπου 90.000 ισοδυνάμων κατοίκων. Η εγκατάσταση εκτός της δευτεροβάθμιας θα περιλαμβάνει και τριτοβάθμια επεξεργασία, με σκοπό να είναι δυνατή η ασφαλής επαναχρησιμοποίηση των εκρών.
- ✓ Τον αγωγό από το ΚΕΛ Κορωπίου - Παιανίας έως την παραλιακή περιοχή νοτίως της Χαμολιάς, στην Αρτέμιδα και τον υποβρύχιο αγωγό διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων (μήκους 1000 m) στη θάλασσα στην εν λόγω περιοχή.

Στη χάραξη του αγωγού αυτού βρίσκεται η σήραγγα διέλευσης αγωγών.

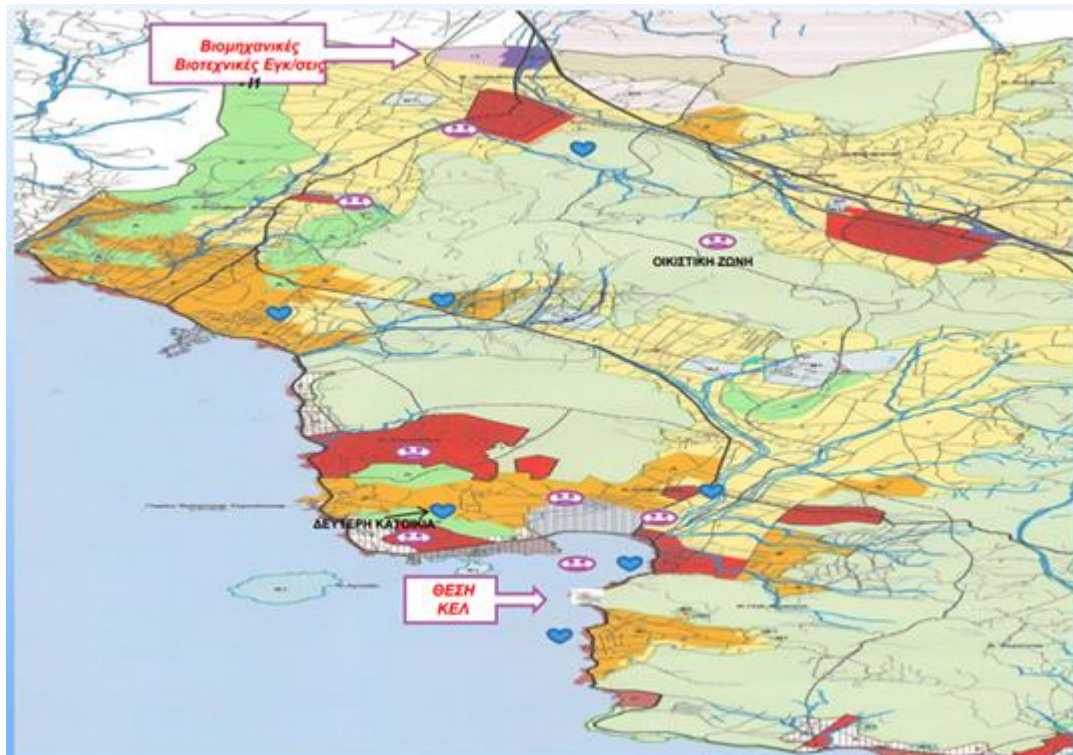
Ακόμα περιλαμβάνεται ο αγωγός από το ΚΕΛ Μερέντας του Δήμου Μαρκόπουλου, ο οποίος συμβάλλει στον αγωγό από το ΚΕΛ Αεροδρομίου που πρωτοαναφέρθηκε.



ΕΙΚΟΝΑ 22: ΚΕΛ Παιανίας – Κορωπίου (Πάσσιος, 2011)



ΕΙΚΟΝΑ 23: Γενική Διάταξη Έργων ΚΕΛ Ν. Μεσογείων (Πάσσιος, 2011)



ΕΙΚΟΝΑ 24: Ζώνες Χρήσεις Γης (Πάσσιος, 2011)

3.6.6 Κ.Ε.Λ. και περιοχή Νοτίων Μεσογείων – Σαρωνικού

Το Κ.Ε.Λ. Νοτίων Μεσογείων, για πληθυσμό 110.000 κατοίκων, με χωροθέτηση στη θέση «λατομεία» της Π. Φώκαιας. Εξυπηρετούμενοι είναι οι Ο.Τ.Α. Αναβύσσου, Σαρωνίδας, Π. Φώκαιας, και τμήματα της Κρωπίας και των Καλυβίων Θορικού. (Πάσσιος, 2011)

Το σύστημα επεξεργασίας των εισερχόμενων λυμάτων περιλαμβάνει προεπεξεργασία δηλαδή εσχάρωση και εξάμμωση, πρωτοβάθμια καθίζηση, βιολογική επεξεργασία με το σύστημα της ενεργούς ιλύος για την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου, του αζώτου και του φωσφόρου, δεξαμενές τελικής καθίζησης και τριτοβάθμια επεξεργασία μέρους των επεξεργασμένων λυμάτων με διύλιση και απολύμανση.

Τα έργα επεξεργασίας της παραγόμενης λάσπης είναι η πάχυνση, αναερόβια χώνευση, μεταπάχυνση και αφυδάτωση προκειμένου το τελικό προϊόν να έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιείται ως βελτιωτικό εδάφους. Θα κατασκευαστή ένας κεντρικός αποχετευτικός αγωγός που ακολουθεί την παραλιακή λεωφόρο από Αγ. Μαρίνα μέχρι την Π. Φώκαια, όπου τοποθετείται το ΚΕΛ. Στον αγωγό αυτό καταλήγουν οι συλλεκτήρες που μεταφέρουν τα λύματα των αποχετευόμενων περιοχών. Λόγω της μικρής κατά μήκος του κλίσης της παραλιακής

λεωφόρου έχουν προβλεφθεί εννέα αντλιοστάσια ανύψωσης λυμάτων κατά μήκος του κεντρικού παραλιακού αγωγού.

Τα λύματα των περιοχών του Σαρωνικού Κόλπου ύστερα την επεξεργασία στις εγκαταστάσεις Π. Φώκαιας οδηγούνται στη θάλασσα μέσω του αγωγού διάθεσης, αποτελούμενου από χερσαίο τμήμα και υποθαλάσσιο τμήμα.

Το χερσαίο τμήμα αυτού είναι αγωγός υπό πίεση που ακολουθεί την παραλιακή λεωφόρο, απολούνται στο βόρειο άκρο του όρμου Τουρκολίμανο σε φρεάτιο. Από εκεί ξεκινά ο υποθαλάσσιος αγωγός διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων και έχει μήκος 3.950 m. Το υποθαλάσσιο τμήμα του αγωγού διάθεσης έχει διάμετρο Φ1000 και μήκος 400 m, ενώ εκβάλλει σε βάθος περίπου 26 m. Στο τελείωμα αυτού τοποθετείται ο διαχυτήρας, το άκρο του οποίου βρίσκεται σε βάθος 32 m περίπου και σε απόσταση 539 m από το φρεάτιο αρχής του υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης (Πάσσιος, 2011).

3.6.7 Δήμος Μαρκόπουλου Μεσογαίας

Στα όρια του Δήμου και συγκεκριμένα στον αστικό ιστό των οικισμών δεν υπάρχει ολοκληρωμένο αποχετευτικό δίκτυο ακαθάρτων, ενώ τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει η κατασκευή τμημάτων αυτού στο Μαρκόπουλο. Σήμερα η αποχέτευση γίνεται κυρίως με απορροφητικούς, αλλά και στεγανούς βόθρους. Εκκένωση των βόθρων γίνεται μια φορά τον μήνα στο Πόρτο Ράφτη, όπου υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές γίνεται μια φορά το τρίμηνο. Βρίσκονται σε εξέλιξη τα έργα κατασκευής των δικτύων αποχέτευσης των οικισμών Μαρκοπούλου και Πόρτο Ράφτη, τα οποία σε συνδυασμό με την επέκταση της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων θα ολοκληρώσουν το σύστημα συλλογής, μεταφοράς και επεξεργασίας των αστικών λυμάτων του Δήμου Μαρκοπούλου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κείμενης νομοθεσίας. Συγκεκριμένα έχει κατασκευαστεί αποχετευτικό δίκτυο μήκους 6.211 m, οι μελέτες κατασκευής έχουν ολοκληρωθεί και αναμένεται δημοπράτηση των έργων στα πλαίσια της δυνατότητας χρηματοδότησης κατά την προγραμματική περίοδο 2007 – 2013 (ΕΣΠΑ).

Τα υπάρχοντα ξενοδοχεία ή συγκροτήματα παραθεριστικών οικιών αποχετεύονται σε εσωτερικά αποχετευτικά δίκτυα και επεξεργάζονται τα λύματά τους σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας και στη συνέχεια διατίθεται η τελική απορροή στο έδαφος ή στη θάλασσα.

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) του Δήμου Μαρκοπούλου βρίσκεται 1.000 m νοτιοανατολικά του Δήμου Μαρκόπουλου και 350 m Δ-ΒΔ του οικισμού Παχάτικα. Η έκταση που καταλαμβάνεται είναι περίπου 35.000 m² και η προσπέλαση γίνεται από παρακείμενο Δημοτικό δρόμο. Η θέση της εγκατάστασης βρίσκεται στο Β.Δ άκρο της ζώνης προστασίας Μερέντας (ΦΕΚ 302/Β/25-04-89), ζώνη Β2, σύμφωνα με τη ΖΟΕ Μεσογείων.

Η εγκατάσταση θα κατασκευαστεί σε δύο φάσεις:

- ✓ Α' Φάση με φορτίο 40.000 ισοδυνάμων κατοίκων
- ✓ Β' Φάση με φορτίο 80.000 ισοδυνάμων κατοίκων

Σε πρώτη φάση η ΕΕΛ λειτούργησε αποκλειστικά με βοθρολύματα, λόγω της μη ύπαρξης δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων και των έργων μεταφοράς αυτών του Δήμου Μαρκοπούλου στην ΕΕΛ. Η μέθοδος επεξεργασίας που θα εφαρμοστεί είναι το σύστημα της ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό με ταυτόχρονη πλήρη σταθεροποίηση της ιλύος, βιολογική απομάκρυνση αζώτου και χημική απομάκρυνση φωσφόρου. Αποδέκτης των επεξεργασμένων λυμάτων καθορίστηκε σύμφωνα με την Νομαρχιακή Απόφαση 10498/29.11.1999 (Νομαρχία Ανατολικής Αττικής) το ρέμα του Αγίου Γεωργίου. Η εγκατάσταση λειτούργησε με βοθρολύματα μέχρι τον Μάιο του 2004, οπότε και σταμάτησε η λειτουργία της από το Δήμο για τους κάτωθι λόγους:

- ✓ Λόγω της λήξης της ισχύος των Π.Ο. του έργου και αναμονής της έκδοσης των νέων όρων.
- ✓ Λόγω της έλλειψης των έργων τριτοβάθμιας επεξεργασίας που απαιτεί αφενός η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων για άρδευση, αφετέρου η διάθεση στο παρακείμενο ρέμα του Αγίου Γεωργίου (ρέμα μη μόνιμης ροής).
- ✓ Λόγω λειτουργικών προβλημάτων που παρουσίαζε η ΕΕΛ από τη συνεχή λειτουργία με βοθρολύματα.
- ✓ Λόγω μη ολοκλήρωσης της κατασκευής του δικτύου αποχέτευσης και των έργων μεταφοράς ακαθάρτων του Δήμου Μαρκοπούλου στην ΕΕΛ.

Συνοπτικά η υφιστάμενη εγκατάσταση περιλαμβάνει τις εξής επιμέρους μονάδες:

ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

- ✓ Εγκατάσταση υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων
- ✓ Φρεάτιο άφιξης

- ✓ Εσχάρωση
- ✓ Μετρητής παροχής
- ✓ Εξάμμωση – λιποσυλλογή

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- ✓ Κεντρικό φρεάτιο διανομής βιολογικής επεξεργασίας
- ✓ Φρεάτια διανομής γραμμών βιολογικής επεξεργασίας
- ✓ Ανοξικές δεξαμενές προαπονιτροποίησης
- ✓ Αερόβιες δεξαμενές
- ✓ Φρεάτια διανομής δευτεροβάθμιας καθίζησης
- ✓ Δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης
- ✓ Αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας ιλύος

ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

- ✓ Μονάδα χλωρίωσης

ΕΡΓΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

- ✓ Φρεάτιο διάθεσης – δειγματοληψίας
- ✓ Αγωγός διάθεσης

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ

- ✓ Αντλιοστάσια περίσσειας ιλύος
- ✓ Μηχανική πάχυνση ιλύος
- ✓ Μηχανική αφυδάτωση ιλύος

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

- ✓ Χώροι προσωπικού και Διοίκησης – Εργαστήριο – Ηλεκτρικός υποσταθμός
- ✓ Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (Η/Ζ)
- ✓ Κεντρικό Σύστημα και Κέντρο Ελέγχου και Τηλεχειρισμού
- ✓ Δίκτυο ακαθάρτων – στραγγισμάτων και αντλιοστάσιο στραγγισμάτων
- ✓ Δίκτυο άρδευσης, βιομηχανικού νερού και πυρόσβεσης
- ✓ Δίκτυο ύδρευσης
- ✓ Οδοποιία – δίκτυο όμβριων
- ✓ Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου

Με την Απόφαση ΠΕΧΩ 5806 / ΦΠΕΡΙΒ – 4 / 4.10.2006 της Περιφέρειας Αττικής εγκρίθηκαν οι Περιβαλλοντικοί όροι για το έργο Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Δήμου

Μαρκόπουλου, Πόρτο Ράφτη, Καλυβίων και Κουβαρά. Έχει προγραμματιστεί η δημοπράτηση του έργου επεξεργασίας λυμάτων, τριτοβάθμιας επεξεργασίας. Σύμφωνα με την εγκριτική απόφαση των περιβαλλοντικών όρων ο σχεδιασμός των έργων αναβάθμισης της εγκατάστασης έγινε με βάση τα εξής δεδομένα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 14: Δεδομένα και Παραμέτροι αποβλήτων (ΕΥΔΑΠ, 2011)

ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	40.000
ΠΑΡΟΧΕΣ		
ΕΙΔΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ	Lt/ισοδύναμο κάτοικο	200
ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ	m³/day	8.000
	m ³ /hr	333,3
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΑΙΧΜΗΣ		1,25
ΜΕΓΙΣΤΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ	m³/day	10.000
	Lt/sec	115,75
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΑΙΧΜΗΣ		1,71
ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	Lt/sec	238
	m ³ /hr	856
ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ		
Βιομηχανικώς απαιτούμενο οξυγόνο, BOD	g/per	60
Βιομηχανικώς απαιτούμενο οξυγόνο, BOD	Kg/d	2.400
Βιομηχανικώς απαιτούμενο οξυγόνο, BOD	mg/Lt	300
Αιωρούμενα στερεά, SS	g/per	70
Αιωρούμενα στερεά, SS	Kg/d	2.800
Αιωρούμενα στερεά, SS	mg/Lt	350
Ολικό άζωτο, TN	g/per	12
Ολικό άζωτο, TN	Kg/d	480
Ολικό άζωτο, TN	mg/Lt	60
Ολικός φώσφορος, TP	g/per	3
Ολικός φώσφορος, TP	Kg/d	120
Ολικός φώσφορος, TP	mg/Lt	15

Η μονάδα που πραγματοποιείται η επεξεργασία των λυμάτων με τη πλήρη λειτουργία της θα εξυπηρετήσει 40.000 κατοίκους των οικισμών Μαρκοπούλου, Πόρτο Ράφτη, Καλυβίων και Κουβαρά και θα πραγματοποιείται τριτοβάθμια επεξεργασία των εισερχομένων λυμάτων.

Τα απαιτούμενα έργα για την τριτοβάθμια επεξεργασία στην ΕΕΛ Μαρκόπουλου είναι τα εξής:

ΜΟΝΑΔΑ ΧΗΜΙΚΩΝ

Μονάδα παρασκευής και δοσομέτρηση διαλύματος κροκιδωτικών μέσων (θειϊκό αργίλιο και πολυηλεκτρολύτη) και προσθήκη σε δύο στάδια με σκοπό την απομάκρυνση του φωσφόρου.

ΔΙΥΛΙΣΗ

- ✓ Αντλιοστάσιο ανύψωσης δευτεροβάθμιων εκροών
- ✓ Μεριστή παροχής
- ✓ Μονάδα ταχείας ανάμιξης
- ✓ Μονάδα διύλισης
- ✓ Αντλιοστάσιο στραγγισμάτων (νερών έκπλυσης)

ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

- ✓ Μέτρηση παροχής
- ✓ Μονάδα απολύμανσης με UV

Στην έξοδο της ΕΕΛ θα δοσομετρείται χλώριο με τον υφιστάμενο εξοπλισμό, για την εξασφάλιση της υπολειμματικής του δράσης. Σύμφωνα με τα παραπάνω η αναβάθμιση της επεξεργασίας των αστικών λυμάτων της ΕΕΛ Μαρκοπούλου, θα παράγει υψηλής ποιότητας εκροή και θα καταστήσει δυνατή, σε περίπτωση που μελλοντικά απαιτηθεί, την ευρύτερη επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση επιλεγμένων καλλιεργειών.

Τα έργα αναβάθμισης της ΕΕΛ και εναρμόνισης με την Απόφαση Περιβαλλοντικών όρων συνοπτικά περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Εργασίες διαμόρφωσης Περιβάλλοντος Χώρου, βελτίωση απορροής ομβρίων, ασφαλοστρώσεις – κράσπεδα – πλακοστρώσεις, δενδροφύτευση – καλλωπισμός, κ.λ.π.
2. Εργασίες αποκατάστασης – επισκευών υφιστάμενων κτιρίων

3. Εγκατάσταση μονάδας βιομηχανικού νερού με εκμετάλλευση υφιστάμενων δεξαμενών για αποθήκευση, εγκατάσταση πιεστικού συγκροτήματος, δίκτυο βιομηχανικού νερού.
4. Εργασίες επισκευής και αναβάθμισης κτιρίου αφυδάτωσης.
5. Εργασίες καθαρισμού δεξαμενών και περιβάλλοντος χώρου ΕΕΛ.
6. Νέο δίκτυο ύδρευσης.
7. Εγκατάσταση συστημάτων απόσμησης.
8. Κατασκευή κτιρίου εξάμμωσης.

Η προσαγωγή των ακαθάρτων προς την εγκατάσταση θα γίνεται μέσω των ακόλουθων κεντρικών αποχετευτικών αγωγών :

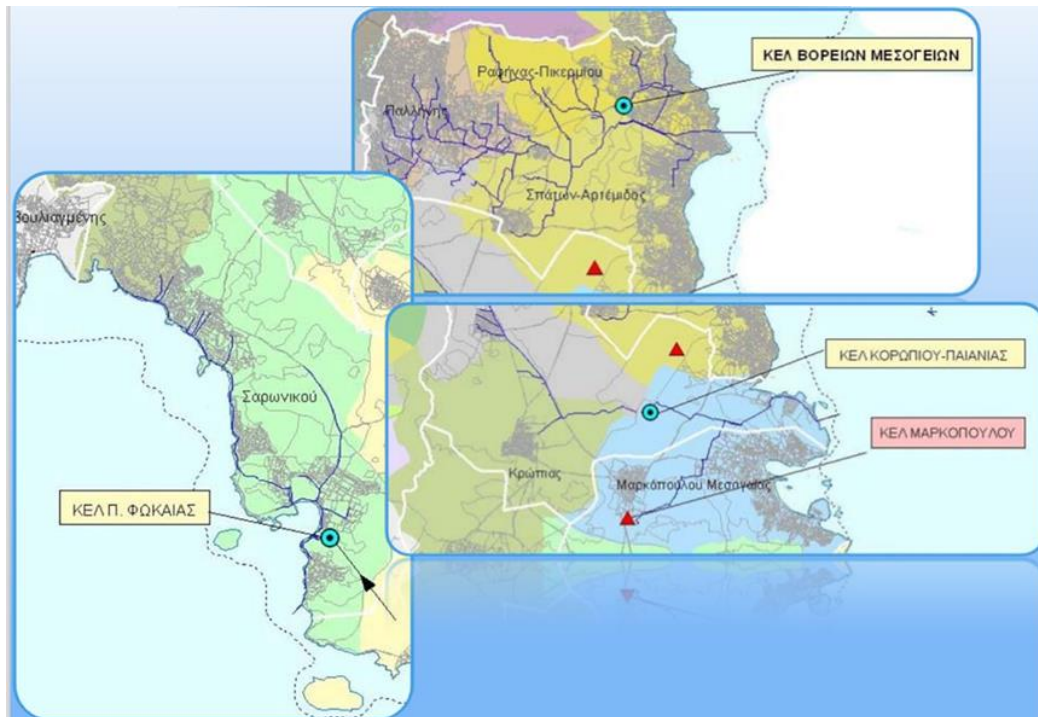
- ✓ Καλυβίων, μήκους 2.800 m
- ✓ Κουβαρά, μήκους 4.285 m
- ✓ Κοινός Καλυβίων – Κουβαρά
- ✓ Μαρκοπούλου – μήκους 5.165 m
- ✓ Πόρτο Ράφτη, μήκους 13.486 m

Για τη μεταφορά των ακαθάρτων του οικισμού του Πόρτο Ράφτη προβλέπεται η κατασκευή τεσσάρων κεντρικών αντλιοστασίων μεταφοράς, που θα κατασκευαστούν κατά μήκος της οδού Πόρτο Ράφτη – Μαρκοπούλου.

Επιπλέον, στην περιοχή του Πόρτο Ράφτη προβλέπεται η κατασκευή οκτώ τοπικών αντλιοστασίων για τη μεταφορά των λυμάτων από το εσωτερικό δίκτυο αποχέτευσης προς τους Κεντρικούς Αποχετευτικούς Αγωγούς. Το σύνολο των λυμάτων των εξυπηρετούμενων οικισμών θα συγκεντρώνεται σε τελικό αντλιοστάσιο και θα καταθλίβεται στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας λυμάτων.

Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία τους θα γίνεται μέσω ενός συνδυασμένου συστήματος διάθεσης. Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται στο ρέμα Αγ. Γεωργίου, στη περιοχή Αγνούσα στο ύψος του κεντρικού αντλιοστασίου , μέχρι ανώτατη ποσότητα 3.500 m³ /ημέρα, ενώ ποσότητες μεγαλύτερες αυτής θα διατίθενται για άρδευση πρασίνου στις περιοχές, για τις οποίες θα υπάρχει σχετική έγκριση από τη Διεύθυνση Υγείας και Δημόσιας Υγιεινής της Ν.Α. Ανατολικής Αττικής.

3.6.8 Οφέλη από την ολοκλήρωση των έργων



ΕΙΚΟΝΑ 25: ΚΕΛ Μεσογείων (ΕΥΔΑΠ, 2013)

Τα οφέλη που προκύπτουν από την ολοκλήρωση των έργων από στοιχεία της ΕΥΔΑΠ είναι

- ✓ Αποφυγή επιβολής προστίμων λόγω της έγκαιρης υλοποίησης των έργων αποχέτευσης
- ✓ Συγχρηματοδότηση από την Ε.Ε. των ιδιαίτερα δαπανηρών έργων
- ✓ Άμεση βελτίωση του αστικού, περιαστικού και θαλάσσιου περιβάλλοντος
- ✓ Άνοδος του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων.
- ✓ Οικονομικό όφελος από τις υψηλού επιπέδου παροχής υπηρεσιών
- ✓ Συμβολή στην ανάπτυξη των εξυπηρετούμενων περιοχών.

3.7 Προτεινόμενες απαντήσεις

Μετά τον εντοπισμό των πιέσεων και των επακόλουθων επιπτώσεις, το επόμενο βήμα είναι να προτείνουμε απαντήσεις σχετικά με βιώσιμες αναπτυξιακές πρακτικές. Οι προτεινόμενες απαντήσεις περιλαμβάνουν κυρίως την παρακολούθηση της ποιότητας των υπόγειων υδάτων και ποσότητα, μέτρα για τη μείωση των μη σημειακών πηγών ρύπανσης και σχέδια διαχείρισης για διάχυτα φορτία ρύπανσης και σημειακή ρύπανση.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εφαρμόστηκε ένα μοντέλο DPSIR για τη διερεύνηση των πιθανών επιπτώσεων από τα αστικά λύματα των υπόγειων υδάτινων πόρων στην περιοχή μελέτης. Η προσέγγιση DPSIR αποδείχθηκε χρήσιμο και ισχυρό εργαλείο για την ποιοτική αξιολόγηση των επιπέδων βιωσιμότητας των υπόγειων υδάτινων πόρων. Αρκετά από τα υπόγεια υδατικά συστήματα της περιοχής μελέτης παρουσιάζουν προβλήματα λόγω των πιέσεων που δέχονται σχεδόν αποκλειστικά από τις ανθρώπινες δραστηριότητες που συντελούνται στην περιοχή ανάπτυξής τους. Από τις πιέσεις προκαλούνται δυσμενείς και ανεπιθύμητες επιδράσεις στα υπόγεια συστήματα, που ενδεχόμενος να είναι μόνιμες και δύσκολα αναστρέψιμες.

Στην ποιοτική και χημική υποβάθμιση των υπόγειων υδατικών συστημάτων συντελούν τα ρυπαντικά φορτία τα οποία προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες, κατά κύριο, τα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα.

Πολλά από τα υπόγεια υδατικά συστήματα είναι καρστικά, άρα χαρακτηρίζονται από μεγάλες ταχύτητες κίνησης των ρυπαντών στο υπέδαφος και σε μεγάλες αποστάσεις. Η ποιοτική υποβάθμιση των συστημάτων αυτών είναι ταχεία και σε μεγάλη έκταση. Στην περίπτωση αυτή θα λέγαμε ότι είναι πολύ εύκολη η αναστροφή της δυσμενούς επίδρασης από τη μόλυνση, με την προϋπόθεση όμως της διακοπής της πηγής μόλυνσης και η εφαρμογή μέτρων απορρύπανσης.

Είναι φανερό πως η ρύπανση των υπογείων υδάτων με οποιοδήποτε ρύπο προκαλεί πολύ σοβαρές ζημιές στους υπόγειους υδροφορείς που πολλές φορές είναι ανεπανόρθωτες. Η πρόληψη της, είναι η αποτελεσματικότερη και οικονομικότερη μέθοδος αντιμετώπιση της ρύπανσης αποφεύγοντας έτσι ανεπανόρθωτες βλάβες. Η απορρύπανση και η εξυγίανση αποσκοπεί μόνο στην ανάληψη ενεργειών και δράσεων για την αποκατάσταση των και τον περιορισμό της επέκτασης της ρύπανσης σε άλλες περιοχές, μέσω της κίνησης του νερού. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πλήρη αποκατάσταση των υπογείων υδροφορέων είναι αδύνατο να επιτευχθεί.

Επιμέρους προτάσεις που αφορούν την προστασία των υδάτων και του εδάφους, σε γενικές γραμμές έχουν ως εξής:

- ✓ Για την προστασία των υδάτων στην περιοχή μελέτης επιβάλλεται η συνεχής εκπόνηση μελετών για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων για όλους τους οικισμούς, που

νομοθετικά επιβάλλεται να διαθέτουν συστήματα δευτεροβάθμιας ή κατάλληλης επεξεργασίας, ώστε να μη δημιουργούνται προβλήματα στον υδάτινο αποδέκτη. Επομένως, προτείνεται η ένταξη των οικισμών που υποχρεούνται για τέτοιου είδους επεξεργασία των λυμάτων τους σε αντίστοιχα χρηματοδοτικά προγράμματα.

- ✓ Επίσης, κατά το σχεδιασμό των συγκεκριμένων εγκαταστάσεων θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα εξοικονόμησης και επαναχρησιμοποίησης του νερού για άρδευση, καθώς και η εξοικονόμηση της ενέργειας, ώστε να εξασφαλίζεται μια συνολικά σωστή διαχείριση.
- ✓ Υπάρχουν ελλείψεις σε δεδομένα πεδίου που σχετίζονται με τη χημική και οικολογική κατάσταση των υδάτων. Πρέπει να καλυφθούν αυτά τα κενά.
- ✓ Προτείνεται η ενίσχυση των προγραμμάτων παρακολούθησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών των υδάτων, ώστε να υπάρχουν αξιόπιστες μετρήσεις.

Ως γενικό συμπέρασμα προκύπτει ότι για μια ολοκληρωμένη διαχείριση και προστασία του περιβάλλοντος στην περιοχή των Μεσογείων, απαιτείται ο συντονισμός και η συνεργασία όλων των διαφόρων φορέων και υπηρεσιών, αλλά και η συνεργασία μεταξύ των φορέων της Κεντρικής Διοίκησης και των τοπικών αρχών.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΣΑ: Αστικά Στερεά Απόβλητα

ΒΑΑ: Βιοαποδομήσιμα Αστικά Απόβλητα

ΓΕΔΣΑΠ: Γραφείο Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων

ΔΣΑ: Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων

ΔσΠ: Διαλογή στην Πηγή

ΕΣΔΚΝΑ: Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής

Κ-Μ: Κράτη Μέλη

ΟΤΑ: Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης

ΣΣΕΔ: Σύστημα Συλλογής Εναλλακτικής Διαχείρισης

ΤΕΔΚΝΑ: Τοπική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Αττικής

Ε.Ε.Λ : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

Ε.Λ : Επεξεργασίας Λυμάτων

Ε.Α.Γ.Μ.Ε : Ελληνική Αρχή Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αγγελάκης Α., Χατζουλάκης Κ., Romano P. (1999): Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα αστικά υγρά απόβλητα. Ξάνθη.

Αλεξάκης Δ., 2002. Επίδραση γεωλογικών και ανθρωπογενών παραγόντων στη χημική σύσταση και ποιότητα υπόγειων νερών της Ανατολικής Αττικής, Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Αλεξόπουλος Α. (2001): Υδρογεωλογία – Υδρογεωτρήσεις. Αθήνα.

Βουδούρης Κ. 2009 , Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος, Υπόγεια Νερά & Περιβάλλον Εκδόσεις Τζιόλη .

Βλυσίδης Απόστολος ,2017. Χαρακτηριστικά αστικών λυμάτων , Ε.Μ.Π Σχολή Χημικών Μηχανικών

Γκένα Β., 2014. Οι χωρικές επιπτώσεις του αερολιμένα Ελ. Βενιζέλος στα Μεσόγεια Αττικής, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Γκουβάς Μ.Α., Σακελλαρίου Ν.Κ., 2011. Κλίμα και δασική βλάστηση της Ελλάδας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Αθήνα. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2014.

Εσωτερική Έκθεση, Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, Ε.Μ.Π., Αθήνα. Οδηγία 2000/60/ΕΚ, 2000. «Θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων», Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015. Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής (GR06), ΥΠΕΚΑ.

Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2015.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ 155

Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, 1994. «Σημαντικές περιοχές για τα πουλιά της Ελλάδας: μια γνωριμία με τους σημαντικότερους βιότοπους της Ελλάδας»

Εσωτερική Έκθεση, Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, Ε.Μ.Π., Αθήνα. Οδηγία 2000/60/ΕΚ, 2000. «Θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων», Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Καλλέργης Γ. (1990): Ρύπανση και μόλυνση υδροφόρων (Πηγές, Αίτια κι Επιπτώσεις), Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας. Πάτρα

Καλλέργης Γ. (2001): Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη ρύπανση νερών και εδαφών. Πρακτικά ημερίδας «Υδρογεωλογία και Περιβάλλον». ΕΕΥ. Αθήνα

Κασιμάτης Δ., 2011. Εκτίμηση Πλημμυρικών Μεγεθών στην Υδρολογική Λεκάνη του Ερασινού, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

Κουρής Α.Ν., 2011. Καταγραφή και Αξιολόγηση ποιότητας νερού υδατορευμάτων: Η περίπτωση του ρεύματος Ραφήνας, Αττικής, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

Κόλλιας Π. (1982): Επεξεργασία ύδατος. Αθήνα.

Κουτσογιάννης Δ. (2007). Σημειώσεις Διαχείρισης Υδατικών Πόρων -Μέρος 1, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κουτσογιάννης Δ., 2007. Σημειώσεις «Νερό και γεωργία», Τομέας Υδατικών Πόρων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Κουτσογιάννης Δ., 2012. Σημειώσεις «Υδρομετεωρολογία-Εξάτμιση και διαπνοή», Τομέας Υδατικών Πόρων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Κουμαντάκης Ι. (1984): Κεφάλαια υδρογεωλογίας. ΕΜΠ.

Κουμαντάκης Ι. (1997): Έρευνα υδρογεωλογικών συνθηκών και καθεστώτος εκμετάλλευσης υπογείων νερών λεκανοπεδίου Αθηνών. ΕΜΠ.

Κουμαντάκης Ι. (2000): Κεφάλαια περιβαλλοντικής υδρογεωλογίας. ΕΜΠ.

Δ. Κουτσογιάννης, και Θ. Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία , Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999

Λατσούδας Χ., (1992), Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας Φύλ. Κορωπί-Πλάκα, κλ. 1:50.000, ΙΓΜΕ.

Λέκκας Θ. (2001): Περιβαλλοντική Μηχανική II- Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος. Μυτιλήνη

Λιώσης Ν., 2013. Μέθοδοι και τεχνικές γεωμορφολογικής χαρτογράφησης: Φύλλα χάρτη Γ.Υ.Σ. Κορωπί και Πλάκα (κλίμακα 1:50000), Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Μαμάης 2008, Υγειονομική Τεχνολογία και Περιβάλλον", Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων(2008). Διδακτικές σημειώσεις 36 σελίδων με τίτλο «Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων».

Μανιάτη-Σιάτου, Χ., Θεσμικό Πλαίσιο Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων, Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα, 2004.

Μαμάσης Ν., 2011. Σημειώσεις «Υδατικό Περιβάλλον και Ανάπτυξη-Διαχείριση υδατικών πόρων», Τομέας Υδατικών Πόρων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Μιμίκου Μ.Α., 2006. Υδατικοί πόροι και διαχείριση τους στην Ελλάδα σε τρέχουσες και κλιματικά αλλαγμένες συνθήκες, Τεχνικά Χρονικά.

Μπόσκος Ε., «Νεογενή και Τεταρτογενή Ιζήματα του Βόρειου Τμήματος της Λεκάνης των Αθηνών και της Ευρύτερης Περιοχής Καπανδριτίου. Συμβολή στην Παλαιογεωγραφική Εξέλιξη του Λεκανοπεδίου Αθηνών από το Άνω Μειόκαινο ως σήμερα», Ορυκτός Πλούτος 149/2008, (2008), σελ. 1 – 18.

Οδηγός για το περιβάλλον, Προβλήματα και Λύσεις για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση του Νερού, Αθήνα.

Οδηγία 2000/60/ΕΚ, 2000. «Θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων», Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Παυλόπουλος Κ., (1992), Γεωμορφολογική Εξέλιξη της Νότιας Αττικής, Γαία Νο2, Τμ. Γεωλογίας ΕΚΠΑ,

Ράπτη Χ., Ευαγγελίδης Χ., Αραμπατζής Γ., 2009. Συγκριτική αξιολόγηση μεθόδων υπολογισμού εξατμισοδιαπνοής αναφοράς, 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος «Η Γεωργική Μηχανική και η Μηχανική Βιοσυστημάτων στην εποχή των βιοκαυσίμων και των κλιματικών αλλαγών», Θεσσαλονίκη.

Σούλιος Γ. (2004): Γενική Υδρογεωλογία. Τόμος Γ'. Αποθέματα και διαχείριση του υπόγειου νερού. Εκδόσεις Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη.

Στάμου Α.Ι., 2010. Το υδατικό αποτύπωμα, πόσο νερό μας «κοστίζει» το εθνικό μας έδεσμα και η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων,

Στάμου Γ., 2012. Εκτίμηση ωριαίων τιμών πυκνότητας ροής ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος μέσω ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Σταύρου Α., 2006. Αστικό και αγροτικό περιβάλλον στην ευρύτερη περιοχή των Μεσογείων: αλλαγές και διαφοροποιήσεις κατά την τελευταία 20ετία, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Ταβουλάρης Κ., 2010. Οι μέσες αποδόσεις φυτικών καλλιεργειών στην Ελλάδα, Υπουργείο αγροτικής ανάπτυξης και τροφίμων, Αθήνα.

Σούλιος Γ. (1996): Γενική Υδρογεωλογία. Τόμος Α'. University Press. Θεσσαλονίκη.

Σούλιος Γ. (2004): Γενική Υδρογεωλογία. Τόμος Γ'. Αποθέματα και διαχείριση του υπόγειου νερού. Εκδόσεις Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη.

Στουρνάρας Γ. (1996): Ειδικά θέματα Υδρογεωλογίας. Τμήμα Γεωλογίας, Παν. Αθηνών.

Τεχνικά Χρονικά. Ναλμπάντης Ι., 2007. Αναλυτική σχέση για την εκτίμηση της ωφέλιμης βροχόπτωσης με βάση δεδομένα από πίνακα του U.S. Bureau of Reclamation,

Τεχνικά Χρονικά, Τεύχος 4, σ. 25-28.

Τζώρτζη Α., 2009. Η βιολογική γεωργία και η επίδραση της στους υδατικούς πόρους, Μεταπτυχιακή Εργασία, ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Τσακίρης Γ., 2004. Σημειώσεις «Ανάγκες σε αρδευτικό νερό», ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Τσακίρης Γ., 2006. Υδραυλικά Έργα-Σχεδιασμός και Διαχείριση (Τόμος II: Εγγειοβελτιωτικά Έργα), Αθήνα.

Τσίτσιος (1985): Εδαφολογία. ΤΕΙ Λαρίσης.

Τσώνης Π., (1996): Διαχείριση και επεξεργασία αποβλήτων ελαιουργείων. Πρακτικά Σεμιναρίου «Επεξεργασία και διάθεση υγρών βιομηχανικών αποβλήτων». Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Παν. Πατρών.

ΦΕΚ Α' 201/19-20.11.1987, 1987. Νόμος 1739/1987 «Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις».

ΦΕΚ 160/Α/16-10-86, 1986. Νόμος 1650/86 «Για την προστασία του περιβάλλοντος».

ΦΕΚ 280/Α/9-12-2003, 2003. Νόμος 3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000».

Φούγιας Ε.Γ., 2005. Και μετά την Ψυτάλλεια τι; Το συνεχιζόμενο έλλειμμα σε υποδομές αποχέτευσης στην Αττική, Διεθνής έκθεση και συνέδριο για την τεχνολογία περιβάλλοντος, HELECO '05, Αθήνα.

Χαρχούση Χ.Δ., 2012. Συγκριτική αξιολόγηση μεθοδολογιών υπολογισμού υδατικού αποτυπώματος-Εφαρμογή στον Κάμπο Χανίων, Διπλωματική Εργασία, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π. WWF Ελλάς, 2010.

Τ.Ε.Ε.- Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων XVI - Γενική Διεύθυνση Περιφερειακής Πολιτικής (1993). Αναγκαίες δράσεις για την προστασία του Περιβάλλοντος στην Ελλάδα, Αθήνα

WWF Ελλάς, 2010. Οδηγός για το περιβάλλον, Προβλήματα και Λύσεις για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση του Νερού, Αθήνα.

Υφιστάμενη κατάσταση περιβάλλοντος στο δήμο Μαρκοπούλου Μεσογαίας
Πάσιος (Γενικός Διευθυντής Ανάπτυξης & Παραγωγής Έργων ΕΥΔΑΠ) \ Αθήνα,
22/03/2011
Περιφέρεια Αττικής , ΑΠΟΦΑΣΗ υπ' αριθμ. 26/2013
Γη – Τροφός της Γεωργίας και των αγαθών της Περιφέρειας Αττικής
Χαρακτηριστικά Υγρών Αποβλήτων & Νερών, Βλυσίδης Απόστολος, Καθηγητής ΕΜΠ
2007
Οδηγία Ε.Ε. 91/271, «Για την επεξεργασία αστικών λυμάτων», ΚΥΑ 5673/400/97 (ΦΕΚ
192/Β)

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alexakis, D., Kagalou, I., Tsakiris, G., 2011: The application of DPSIR (Driving – Pressure – Impact – State – Response) approach on surface water bodies, Volume of Proceedings, VI EWRA International Symposium, Catania – Italy (June 29 – July 2,2011)

Alexakis, D., Kagalou, I., Tsakiris, G., 2013: Assessment of pressures and impacts on surface water bodies of the Mediterranean. Case study: Pamvotis Lake, Greece. Environ Earth Sci 70:687 – 698.

Baziotis I , Mposkos E. Lithos , 2011 . Origin of metabasites from upper tectonic unit of the Lavrion area (SE Attica, Greece) Geochemical implications for dual origin with distinct provenance of blueschist and greenschist's protoliths .

Hoekstra A.Y., Chapagain A.K., Aldaya M.M., Mekonnen M.M., 2011. The Water Footprint Assessment Manual-Setting the Global Standard, Earthscan, London, Water Footprint Network.

Krohe A., Mposkos E., Diamantopoulos A., Kaouras G., 2010. Formation of basins and mountain ranges in Attica (Greece): The role of Miocene to Recent low-angle normal detachment faults, Earth-Science Reviews, 98, 81-104.

Stamatis G., Lambrakis N., Alexakis D., Zagana E., 2006. Groundwater quality in Mesogea basin in eastern Attica (Greece), Hydrological Processes, 20(13), 2803–2818.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

[1] http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg887e/PDF/ΧΥΤΑ_1.pdf

[2] http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg887e/PDF/ΧΥΤΑ_4.pdf

[3] <http://kireas.org/smf/index.php?topic=683.0>

[4] http://wfdver.ypeka.gr/wp-content/uploads/2017/04/files/GR06/GR06_P26a.Perilipsi_GR.pdf

Πηγή: <http://www.attiki.gov.gr>

Πηγή: <http://geodata.gov.gr>

Ελληνική Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, www.hnms.gr

Ελληνική Στατιστική Αρχή, www.statistics.gr

Πηγή: http://dlib.statistics.gr/Book/GRESYE_01_0002_00060.pdf

Πηγή: <http://water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.html>

Πηγή: <http://kireas.org/smf/index.php?topic=683.0>

Πηγή: <http://www.usgs.gov>

Πηγή: <http://www.geo.auth.gr>

ΥΠΕΚΑ : <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=249&language=el-GR>

Ε.Α.Γ.Μ.Ε : <https://gaia.igme.gr/portal/home/>