

Τελική Τεχνική Έκθεση

Μετρήσεις και Αναλύσεις του Περιβαλλοντικού Δείκτη "Ποιότητα των Υδάτων" στη Ζώνη Διέλευσης της Εγνατίας Οδού και των Κάθετων Αξόνων

-Κωδικός Αναφοράς 5322-



Αναθέτουσα Αρχή: ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.

Ανάδοχος: ΔΙΑΒΑΛΚΑΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Λουτρών 18

ΤΚ 572 00, Λαγκαδάς

Τηλ./fax 23940 23485

info@i-bec.org



Δεκέμβριος,

2015

Τα περιεχόμενα και οι τυχόν απόψεις που φιλοξενούνται στις εκθέσεις, στα κείμενα εργασίας και στους χάρτες του Παρατηρητηρίου δεν αντανakλούν απαραίτητα τη σύμφωνη γνώμη της εταιρείας Εγνατία Οδός Α.Ε.

Επιτρέπεται η αναπαραγωγή για μη εμπορικούς σκοπούς με την προϋπόθεση ότι θα αναφέρεται η πηγή (Παρατηρητήριο – Εγνατία Οδός Α.Ε.).



©ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.

Ομάδα Εργασίας:

Επιστημονικά Υπεύθυνος

Καθ. Ζαλίδης Γεώργιος

Συντονιστής Έργου

Δρ. Αντωνιάδης Απόστολος, Dr, MSc Χημικός

Επιβλέπων εκ μέρους της Αναθέτουσας Αρχής (ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ ΑΕ)

Ευθαλία Βαλκούμα, Τμηματάρχης Περιβάλλοντος
Βασίλειος Φούρκας, Τμηματάρχης Παρατηρητηρίου

Ομάδα Εργασίας δειγματοληψιών και in situ μετρήσεων:

Δημητράτος Αγαθοκλής, MSc Γεωλόγος
Ρουσονικολός Βασίλειος, MBA Χημικός
Παναγιώτης Καλαφάτης, MSc Γεωπόνος
Ναβροζίδης Γιάννης, Γεωπόνος

Ομάδα Εργασίας Φυσικοχημικών Αναλύσεων στο εργαστήριο:

Δρ. Αντωνιάδης Απόστολος, Dr, MSc Χημικός
Βαλάρη Μαρία, MSc Χημικός Μηχανικός
Γκουτζικώστας Δημήτρης, MSc Χημικός

Ομάδα Αποθήκευσης σε Βάση Δεδομένων των Εργαστηριακών Αποτελεσμάτων

Δρ. Αντωνιάδης Απόστολος, Dr, MSc Χημικός
Δρ. Μισοπολινός Λάζαρος, Dr, MSc Μηχανολόγος Μηχανικός
Δρ. Παπαδόπουλος Γεώργιος, Dr, MSc Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
Γκουτζικώστας Δημήτρης, MSc Χημικός

Ομάδα Εργασίας επεξεργασίας δεδομένων και συγγραφής εκθέσεων:

Δρ. Αντωνιάδης Απόστολος, Dr, MSc Χημικός
Δρ. Μισοπολινός Λάζαρος, Dr, MSc Μηχανολόγος Μηχανικός
Βαλάρη Μαρία, MSc Χημικός Μηχανικός
Γκουτζικώστας Δημήτρης, MSc Χημικός
Ρουσονικολός Βασίλειος, MBA Χημικός
Δρ. Τερζοπούλου Ευαγγελία, Dr, MSc Χημικός

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΓΕΝΙΚΑ	5
1.1 Εισαγωγή	5
1.2 Ρύπανση των υδάτων και Αυτοκινητόδρομοι	5
1.2.1 Τα χαρακτηριστικά του νερού απορροής αυτοκινητοδρόμου	9
1.2.2 Η διαδικασία της συσσώρευσης	9
1.2.3 Ο αντίκτυπος των νερών απορροής αυτοκινητοδρόμων στις λεκάνες απορροής ..	10
1.2.4 Ο κίνδυνος των νερών απορροής για τις λεκάνες απορροής	11
1.2.5 Πιθανές επιπτώσεις στο βιόκοσμο που προκύπτουν από τα νερά απορροής αυτοκινητοδρόμων	11
1.3 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία τήρηση των Περιβαλλοντικών Όρων	13
1.4 Νομοθεσία-Περιβαλλοντικών Όρων της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.	16
1.5 Σύντομη περιγραφή του έργου	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	27
2.1 Εγνατία Οδός	27
2.2 Καθορισμός Θέσεων	28
2.3 Πρωτόκολλο δειγματοληψίας	31
2.4.1 Διενέργεια Α' Δειγματοληψίας Εγνατίας (Δεκέμβριος 2014)	35
2.4.2 Διενέργεια Β' Δειγματοληψίας Εγνατίας (Μάρτιος 2015)	42
2.4.3 Διενέργεια Γ' Δειγματοληψίας Εγνατίας (Ιούνιος-Ιούλιος 2015)	51
2.4.4 Διενέργεια Δ' Δειγματοληψίας Εγνατίας (Σεπτέμβριος 2015).	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΩΝ	65
3.1 Ποιότητα νερού	65
3.2 Φυσικοχημικές Αναλύσεις	70
3.3 Παρακολούθηση χημικών παραμέτρων	73
3.4 Καταχώρηση σε ΒΔ	85
3.4.1 Μεθοδολογία αποθήκευσης εργαστηριακών δεδομένων σε Βάση Δεδομένων μέσω ειδικά ανεπτυγμένου λογισμικού	87
3.4.2 Περιγραφή ειδικευμένου λογισμικού	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Περιβαλλοντικός Δείκτης ENV10	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Μοντέλο Διάχυσης Ρύπανσης	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα	109

6.1 Φυσικοχημικές Παράμετροι (in situ).....	109
6.2 Περιβαλλοντικός Δείκτης (ENV10).....	119
6.3 Μοντέλο Διάχυσης Ρύπανσης	122
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	125
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	133
Θέσεις Σημείων Δειγματοληψίας	134
Χάρτες Σημείων Δειγματοληψίας	142
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	166
Δειγματοληψία Δεκεμβρίου 2014- Μετρήσεις πεδίου	168
Δειγματοληψία Μαρτίου 2015 - Μετρήσεις πεδίου	176
Δειγματοληψία Ιουνίου- Ιουλίου 2015 – Μετρήσεις πεδίου	184
Δειγματοληψία Σεπτεμβρίου 2015 – Μετρήσεις πεδίου	192

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΓΕΝΙΚΑ

1.1 Εισαγωγή

Η κίνηση σε αυτοκινητοδρόμους δημιουργεί μια σειρά από αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον τόσο από τις υποδομές μεταφορών όσο και από τα οχήματα. Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι άμεσες, έμμεσες και συσσωρευτικές. Έμμεσες επιδράσεις μπορεί να έχουν μεγαλύτερες συνέπειες από τις άμεσες επιδράσεις, αλλά δεν είναι γενικά καλά κατανοητές.

Είναι κοινή γνώση ότι η λειτουργία των αυτοκινητοδρόμων προκαλεί μια σειρά από περιβαλλοντικές πιέσεις μέσω της ρύπανσης από τα ύδατα απορροής.

Τα υλικά αυτά (ρύποι) παρασύρονται από την εθνική οδό κατά τη διάρκεια βροχής ή χιονόπτωσης και μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις αν φτάσουν σε υδάτινους πόρους. Τόσο τα επιφανειακά όσο και τα υπόγεια ύδατα είναι ευαίσθητα στη μόλυνση. Επιφανειακά ύδατα (ρέματα, ποτάμια, νερόλακκοι και λίμνες) είναι ιδιαίτερα ευάλωτα επειδή είναι άμεσα εκτεθειμένα σε ρύπους που απελευθερώνονται στον αέρα και κατά την άμεση απόρριψη από μη σημειακές πηγές. Μόλυνση των υπογείων υδάτων, συμβαίνει αλλά τείνει να συμβεί βαθμιαία διότι οι ρυπαντές φιλτράρονται προς τα κάτω μέσω του εδάφους σε αργούς ρυθμούς, όπου το έδαφος χρησιμεύει ως φίλτρο. Η παρουσία των ανεπιθύμητων ρυπαντών σε επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα μπορεί να παρεμβαίνει στις ζωτικές λειτουργίες των οργανισμών που ζουν σε αυτά ή από αυτά.

1.2 Ρύπανση των υδάτων και Αυτοκινητόδρομοι

Οι απορροές των υδάτων από αυτοκινητοδρόμους είναι μια σημαντική μη σημειακή πηγή ρύπανσης. Τόσο τα μηχανοκίνητα οχήματα όσο η φθορά των οδικών δικτύων οι ρύποι από τα ύδατα που απορρέουν από τους αυτοκινητοδρόμους και τα κατάλοιπα από τις διεργασίες συντήρησης των αυτοκινητοδρόμων παράγουν μια σειρά τοξικών ουσιών, όπως τα βαρέα μέταλλα. Κάτω από ορισμένες συνθήκες, που σχετίζονται με τη φύση και τα χαρακτηριστικά του αυτοκινητοδρόμου, η διαδικασία βροχής- υδάτων απορροής μπορεί να οδηγήσει τον λαμβάνων φορέα των ρύπων που

μπορεί να είναι μια υδάτινη λεκάνη ή κάποιο οικοσύστημα στο να υποστεί αρνητικές επιπτώσεις που θα διαρκέσουν χρόνια.

Οι πιο συνηθισμένοι ρύποι κατά την απορροή υδάτων σε αυτοκινητοδρόμους είναι τα βαρέα μέταλλα, τα ανόργανα άλατα, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες και τα αιωρούμενα στερεά τα οποία συσσωρεύονται στην επιφάνεια του δρόμου, ως αποτέλεσμα της λειτουργίας του αυτοκινητοδρόμου και των δραστηριοτήτων συντήρησης του.

Κατά τη περίοδο του χειμώνα το αλάτισμα του αυτοκινητοδρόμου, για να αποφύγουμε τη δημιουργία πάγου και διάφορες άλλες πρακτικές όπως η λείανση, μπορεί να αφήσουν συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου και ασβεστίου στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Οι συνήθεις εργασίες και η φθορά των μηχανοκίνητων οχημάτων επίσης οδηγεί σε απορροή λαδιού, γράσου, σκουριάς, υδρογονανθράκων, αιωρούμενων σωματιδίων, καουτσούκ, και άλλων στερεών υλικών που εναποτίθενται πάνω στην επιφάνεια του αυτοκινητοδρόμου. Τα υλικά αυτά συχνά πλένονται από την εθνική οδό κατά τη διάρκεια βροχής ή χιονόπτωσης και καταλήγουν να μολύνουν το γύρω οικοσύστημα.

Στην πράξη, δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν λεπτομέρειες σχετικά με τις πηγές για τα ύδατα απορροής των δρόμων που είναι τόσο σταθερές όσο και κινητές (Hvitved-Jacobsen T., Vollertsen J., 2003). Μια επισκόπηση από τις πιο σημαντικές ουσίες οι οποίες μπορεί να βρεθούν στα ύδατα απορροής σε αυτοκινητοδρόμους και των πηγών τους δίνεται στον Πίνακα 1

Πίνακας 1.1: Ύδατα απορροής σε αυτοκινητοδρόμους

Substance	Primary Sources
Particulates	Pavement wear, vehicles, atmosphere, maintenance, snow and ice, sediment disturbance
Nitrogen, phosphor	Atmosphere, fertilizers, sediments
Lead	Bearing wear, leaded fuel, tire wear, lubricating oil and –grease, atmospheric fallout
Zinc	Tire wear, motor oil, grease
Iron	Rust, steely highway structures, engine parts
Copper	Metal plating, bearing wear, engine parts, break pad wear, fungicides, insecticides
Cadmium	Tire wear, insecticides
Chromium	Metal plating, engine parts, break lining wear
Nickel	Diesel fuel, lubricating oil, metal plating, break lining wear, asphalt
Manganese	Engine parts, exhaust
Bromide	Deicing salts
Cyanide	Deicing salts, grease
Sodium, calcium	Deicing salts
Chloride, sulfate	Deicing salts, fuel
Petroleum	Spills, leaks, lubricants, antifreeze, hydraulic fluids, asphalt surface wear
PCB, pesticides	Spaying of highway roadsides, atmospheric deposition, PCB catalyst in synthetic tires
Pathogenic bacteria	Soil litter, bird dung, losses resulting from animal transports
Rubber	Tire wear
Asbest	Clutch and brake lining wear
PAH	Pavement wear, fuel

Η κυκλοφοριακή κίνηση είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνη για τη ρύπανση των αυτοκινητοδρόμων και περιφερειακά αυτών. Η επιφάνεια των αυτοκινητοδρόμων είναι επίσης επιφορτισμένη με βρωμιά που αργότερα εν μέρει απομακρύνεται μέσω, π.χ., της βροχής, του ανέμου, και αναδεύεται μέσω των διερχόμενων οχημάτων και στη συνέχεια εναποτίθενται επί του οδοστρώματος.

Οι ρύποι βρίσκονται σε διάφορες συνθέσεις. Μπορεί να είναι διαλυτοί, μεταφερόμενοι ή σταθεροί στην επιφάνεια. Η σύσταση ορισμένων ουσιών που προέρχονται από την κυκλοφοριακή κίνηση και συμβάλλουν στη μόλυνση των αυτοκινητοδρόμων δίνονται στον Πίνακα 1.2

Πίνακας 1.2: Η σύσταση των υλικών που συμβάλλουν στη μόλυνση των αυτοκινητοδρόμων (Brunner Π. Γ., 1977 Αναφέρεται από Fritzer H., 1992)

Substance	Org.matter	BOD ₅	COD	Grease/oil	Pb	Zn	Cr	Cu	Ni
	[mg/g]	[mg/g]	[mg/g]	[mg/g]	[μg/g]	[mg/g]	[μg/g]	[μg/g]	[μg/g]
Gasoline	999.5	154	682.1	38047	663	10	15	4	10
Diesel	999.6	80.2	399	385.3	12	12	15	8	8
Motor oil	999.6	143.8	220.8	989.2	9	1060	0	3	17
Gear oil	999.8	102.6	193.3	985.6	8	244	0	0	21
Anti-freezer	987.8	37.6	1102	143.8	6	14	0	76	16
Brake fluid	999.8	38224	2421	883	7	15	19	5	31
Underbody coating	998.7	89.8	309.5	958.1	116	108	0	0	476
Lubricating grease	973.9	143.3	-	753.1	0	164	0	0	0
Gum	986.3	38225	2097	191.6	1110	617	182	247	174
Brake pads	285.3	38246	416.5	38137	1050	124	2200	30600	7454

Οι πιο σημαντικές σχετιζόμενες με την κυκλοφοριακή ρύπανση πηγές ρύπανσης είναι (Fritzer H., 1992):

- Η φθορά των οδοστρωμάτων.

Η επιφάνεια των οδοστρωμάτων αποξέετε μεταξύ 0,3 και 1 χιλιοστού ανά έτος. Έτσι προκύπτει υλικό σε μορφή σκόνης από το τριμμένο σκυρόδεμα. Η τριβή της ασφάλτου μπορεί να οδηγήσει στην απελευθέρωση πολύ-αρωματικών υδρογονανθράκων. Από το σύνολο της τριβής των ελαστικών και της απώλειας ελαίου, αιθάλης απελευθερώνετε επίσης μια υψηλή ποσότητα 3,4-Βενζοπυρενίου.

- Η φθορά των ελαστικών.

Με βάση μια μέση ημερήσια κυκλοφορία των 1000 αυτοκινήτων ανά χιλιόμετρο, 0,12 kg ελαστικών χάνεται και παραμένει στον αυτοκινητόδρομο. Ενενήντα τοις εκατό των αποξεσμάτων δεν είναι άμεσα βιοαποικοδομήσιμα, στα μη βιοαποικοδομήσιμα συμπεριλαμβάνετε το καουτσούκ και η αιθάλη, καθώς και τα οξείδια του θείου και των βαρέων μετάλλων (Pb, Cr, Cu, Ni και Zn). Το υλικό εκτριβής περιέχει ένα υψηλό κλάσμα καρκινογόνων ουσιών.

- Απώλεια υγρών.

Η απώλεια υγρών που προέρχεται από τα καύσιμα του κινητήρα, του λαδιού του κιβωτίου ταχυτήτων, τα λιπαντικά, τα υγρά φρένων και τα αντιψυκτικά. προκαλεί υψηλά επίπεδα BOD και COD, καθώς επιτρέπει και την απόρριψη βαρέων

μετάλλων. Γίνεται εύκολα αντιληπτό και είναι περισσότερο εμφανές αυτό σε χώρους στάθμευσης και χώρους διόδων.

➤ Εκπομπές καύσης.

Σε αυτές εμπεριέχονται αεροζόλ ή σωματίδια αιθάλης και περιεχόμενα υδρογονανθράκων, οξείδια του αζώτου, αιθάλη και πίσσα.

➤ Η τριβή στα τακάκια των φρένων και του δίσκου του συμπλέκτη.

Περιέχουν υψηλά επίπεδα βαρέων μετάλλων, κυρίως χαλκού, νικελίου, χρωμίου και μολύβδου.

1.2.1 Τα χαρακτηριστικά του νερού απορροής αυτοκινητοδρόμου

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του νερού απορροής αυτοκινητοδρόμων είναι η υψηλή μεταβλητότητα των συγκεντρώσεων και του φορτίου που μεταφέρει. Η διαδικασία σχηματισμού, παίζει σημαντικό ρόλο στη συσσώρευση των ρύπων στην επιφάνεια του αυτοκινητοδρόμου και στη διαδικασία μετέπειτα της απομάκρυνσης τους. Ως παράδειγμα, μπορούμε να θεωρήσουμε μια καταιγίδα, όπου έχουμε χαρακτηριστικά που μπορούν να εκφραστούν μαθηματικά π.χ., μπορούμε να ορίσουμε μια πιθανότητα να συμβεί το γεγονός, και μια συχνότητα.(Hvitved-Jacobsen T., Vollertsen J., 2003).

Είναι σημαντικό να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά και η συμπεριφορά των ρύπων και να μελετηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτών.

1.2.2 Η διαδικασία της συσσώρευσης

Η γνώση του επιφανειακού ρυπογόνου φορτίου είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό του ρυπογόνου φορτίου στο νερό απορροής, το οποίο είναι σημαντικό για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας του νερού απορροής σε αυτοκινητόδρομο. Υπάρχουν δύο δημοφιλείς οπτικές σχετικά με τη διαδικασία συσσώρευσης ρύπων:

Η πρώτη η οποία είναι αυτή που ακολουθείται στα περισσότερα μοντέλα έλεγχου της ποιότητας του νερού αναφέρει ότι το επιφανειακό ρυπογόνο φορτίο

συσσωρεύεται από το μηδέν, με μηδέν να θεωρούμε τη συσσώρευση από ξηρές-άνυδρες ημέρες. Η δεύτερη οπτική αναφέρει ότι καιρικά φαινόμενα όπως μια καταιγίδα μπορούν να αφαιρέσουν μόνο ένα μικρό ποσοστό των ρύπων οι οποίοι ανοικοδομούνται σχετικά γρήγορα, μέσα σε μερικές μέρες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει ένα ομοιόμορφο επιφανειακό ρυπογόνο φορτίο για περισσότερο χρόνο.

Malmquist (1978) (quoted by Vaze, J., Chiew, F., 2000) μέσα από ένα πείραμα και οι Chiew, Duncan, and Smith (1997) (quoted by Vaze, J., Chiew, F., 2002) έδειξαν ότι μια καταιγίδα αφαιρεί μόνο μέρος του επιφανειακού ρυπογόνου φορτίου.

Οι Vaze και Chiew (2002) ανέφεραν ότι η συσσώρευση κατά τη διάρκεια των ξηρών ημερών συμβαίνει σχετικά γρήγορα μετά από βροχοπτώσεις, αλλά επιβραδύνετε μετά από αρκετές ημέρες, καθώς συμβαίνει αναδιανομή. Το επιφανειακό ρυπογόνο φορτίο μέσω της αποσύνθεσης, επίσης, γίνεται λεπτότερο κατά τη διάρκεια των ξηρών ημερών.

Η διαδικασία της συσσώρευσης επηρεάζεται από παράγοντες όπως η ετήσια μέση ημερήσια κυκλοφορία (ΕΜΗΚ), τη τελευταία ξηρή περίοδο, τις κλιματικές συνθήκες, το οδόστρωμα, την τραχύτητα, την κλίση, τη διαδρομή της ροής και τη διάρκεια της επιρροής της στον καθαρισμό του αυτοκινητοδρόμου.

1.2.3 Ο αντίκτυπος των νερών απορροής αυτοκινητοδρόμων στις λεκάνες απορροής

Οι επιπτώσεις των νερών απορροής αυτοκινητοδρόμων στις λεκάνες απορροής εξαρτώνται από την επεξεργασία του. Νερά απορροής αυτοκινητοδρόμων μπορούν να οδηγούνται σε υδρορροές ή σωλήνες και να απορρίπτονται απευθείας σε ποτάμια, ή να οδηγούνται με τον ίδιο τρόπο σε μια λίμνη, ή σε μια πλαγιά.

Σύλλογή και απόρριψη απευθείας σε ποτάμια μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τα υδατικά συστήματα. Υπό κανονικές συνθήκες νερά απορροής που οδηγούνται φυσικά εκτός δρόμου δεν αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον.

Σε ξηρές λεκάνες μία καταιγίδα μπορεί να οδηγήσει στην έκπλυση των ρύπων. Λεκάνες διήθησης και τάφροι είναι σε θέση να καθαρίσουν το μολυσμένο νερό. Μια μελέτη για τον τρόπο που επιδρά μια καταιγίδα στους επιφανειακούς ρύπους

απορροής αυτοκινητοδρόμων διεξήχθη από τους McNamee, Porter και Seeley, Inc (1998) και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το νερό απορροής που διέρχεται από τάφρους με γρασίδι δεν αποτελεί κίνδυνο για τους οργανισμούς του νερού.

1.2.4 Ο κίνδυνος των νερών απορροής για τις λεκάνες απορροής

Υπό κανονικές συνθήκες, το σύνολο των συγκεντρώσεων των αδιάλυτων ρύπων απορροής των αυτοκινητοδρόμων δεν υπερβαίνουν τα όρια που έχουν οριστεί παγκόσμια για την προστασία της υδρόβιας ζωής

Οι έρευνες για τις επιπτώσεις των νερών απορροής αυτοκινητοδρόμων σε ρέματα-χείμαρρους-ποταμούς (Perdikaki K., Manson CF, 1999?. Barrett ME et al, 1995) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι συγκεντρώσεις ρύπων δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των περιοχών του ποταμού για πολλά βαρέα μέταλλα στα οποία έγιναν μετρήσεις

Παρ'όλα αυτά, η ρύπανση από άλλες πηγές μπορεί να οδηγήσει συσσωρευτικά. Η πλειοψηφία των ρύπων σε αυτοκινητοδρόμους σχετίζεται με σωματιδιακή ρύπανση(Hewitt CN, Rashed MB, 1992? Perdikaki K., Manson CF, 1999), Οι ρύποι έχουν την τάση να συσσωρεύονται στα ιζήματα και ενέχουν μικρό κίνδυνο για τα ζωντανά είδη (Maltby L. et al, 1995?. Perdikaki K., Manson CF, 1999). Παρότι τα συστατικά των ιζημάτων μπορούν να διαλυτοποιηθούν υπό ορισμένες φυσικοχημικές συνθήκες.

1.2.5 Πιθανές επιπτώσεις στο βιόκοσμο που προκύπτουν από τα νερά απορροής αυτοκινητοδρόμων

Μια γενική επισκόπηση των ολοκληρωμένων αποτελεσμάτων για τους ρύπους απορροής αυτοκινητοδρόμων και τη ροή, δίνεται στον ακόλουθο πίνακα

Πίνακας 1.3: Επιπτώσεις των νερών απορροής αυτοκινητοδρόμων στο νερό και στο έδαφος (Hvitved-Jacobsen T., Vollertsen J., 2003)

Overall Effect	Subdivision and Comments
Physical habitat changes	1) Flooding 2) Erosion caused by overland flow and peak flows in channels and rivers 3) Sediment deposition in receiving waters
Dissolved oxygen depletion	Effects on biological communities
Eutrophication	Effects of both nutrients (N and P) and organic matter as substrates for excessive biological growth and activity
Toxic pollutant impacts	Effects of heavy metals and organic micropollutants
Public health risk	1) Direct impacts by pathogenic microorganisms and viruses 2) Indirect impacts via contaminated food
Aesthetic deterioration and public perception	Can be caused by discharge of gross solids and sediments

Μία από τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις των υδάτων απορροής αυτοκινητοδρόμων στα σώματα νερού είναι το υψηλό επίπεδο θολερότητας. Προκαλείται από το πρώτο ξέπλυμα του νερού που εισέρχεται σε ένα ποτάμι με βάση το χαμηλό μέσο επίπεδο του νερού μετά από έντονες βροχοπτώσεις. Μπορεί να επηρεάσει την αναπνοή των ζώων όπως τα ψάρια

Εύκολα βιοαποικοδομήσιμες ουσίες στα νερά απορροής αυτοκινητοδρόμων που εισέρχονται σε ένα σώμα νερού κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας θα αραιωθούν γρήγορα. Ως εκ τούτου, ρύποι νερών απορροής από αυτοκινητοδρόμους μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα μόνο σε υδάτινα συστήματα που έχουν χαμηλό μέσο όρο στάθμης νερού.

Gusinde, et al. (1979) (quoted by Fritzer H., 1992) ανέφερε ότι νερά απορροής από πρόσφατα χτισμένο με σκυρόδεμα αυτοκινητόδρομο έχουν τιμή pH, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικές επιπτώσεις, μέσω ευτροφισμού. Η είσοδος στα νερά απορροής αιωρούμενων στερεών μπορεί να μειώσει την μετάδοση του φωτός, το οποίο περιορίζει σε χείμαρρους τη φωτοσύνθεση.

Επίσης, ένα υψηλό επίπεδο αδιάλυτων ουσιών μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στα ζώα και τα ψάρια καθώς και για στα αυγά των ψαριών και σε κατώτερα είδη. Μέταλλα όπως το κάδμιο, ο χαλκός, ο μόλυβδος και ο ψευδάργυρος ενέχουν μεγάλο κίνδυνο για υδατικά συστήματα καθώς μειώνουν την ικανότητα αυτοκαθαρισμού των υδάτων υποδοχής.

1.3 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία τήρηση των Περιβαλλοντικών Όρων

Μία από τις βασικές αρχές της ΕΕ όσον αφορά το περιβάλλον είναι ο έλεγχος της ρύπανσης στο επίπεδο της πηγής με τον ορισμό των οριακών τιμών εκπομπής και θέσπιση προτύπων για την ποιότητα του περιβάλλοντος. Ειδικότερα, η πολιτική της ΕΕ στον τομέα αυτό: (α) έχει ως στόχο να συμβάλει, μεταξύ άλλων, στη διατήρηση, προστασία και βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, την προστασία της υγείας των ανθρώπων, και στην λογική και ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων, (β) βασίζεται στην αρχή της πρόληψης και της αειφόρου ανάπτυξης, (γ) ορίζει ότι η προστασία του περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι μέρος των κοινοτικών πολιτικών ενεργειών. Στο πλαίσιο αυτό, η ΕΕ έχει εκδώσει περισσότερες από 30 οδηγίες για την προστασία και διατήρηση του υδάτινου περιβάλλοντος, όπως τον 91/676/ΕΚ σχετικά με τα νιτρικά της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ για τα αστικά λύματα, 74/409/ΕΚ για τα πτηνά, κλπ. ανάμεσα σε όλες αυτές τις οδηγίες, η πιο σημαντική είναι η οδηγία 2000/60/ΕΚ, η οποία αφορά την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων σε. Ωστόσο, το πλαίσιο αυτό είναι γενικού περιεχομένου για την προστασία του περιβάλλοντος και των υδάτινων πόρων, χωρίς στην πραγματικότητα να κάνει μια ειδική αναφορά στη μη σημειακή ρύπανση που προέρχεται από την απορροή όμβριων υδάτων των αστικών δρόμων και των αυτοκινητοδρόμων και των συναφών ρύπων. Στο πλαίσιο των σχεδίων ανάπτυξης για την υλοποίηση των διευρωπαϊκών δικτύων της ΕΕ, για το οδικό δίκτυο, περιλαμβάνετε η απόφαση Νο.1692/96/ΕΚ άρθρο 8. Σύμφωνα με την ανωτέρω απόφαση, το σχέδιο αυτό θα πρέπει να υλοποιηθεί με τη χρήση των οδηγιών 85/337/ΕΚ και 92/43/ΕΚ, οι οποίες στην πραγματικότητα έχουν αντικατασταθεί από τις οδηγίες 97/11/ΕΚ και 96/91/ΕΚ. Έως σήμερα, δεν υπάρχει άλλη ειδική οδηγία, απόφαση ή κανονισμός σχετικά με την κοινοτική νομοθεσία που να αφορά τον έλεγχο της απορροής όμβριων υδάτων. Για να υπάρχει μια ολοκληρωμένη εκτίμηση των επιπτώσεων επί των ιδιωτικών και δημοσίων έργων, τις δραστηριότητες και τα προγράμματα, έτσι ώστε να προβλέψει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να επιτευχθεί μια ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων, η ΕΕ παρουσιάζει την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΕΠΕ). Το ΕΠΕ είναι ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία για την εφαρμογή των αρχών της πρόληψης και της αειφόρου ανάπτυξης. Η εφαρμογή των αρχών αυτών εξασφαλίζεται σε μεγάλο

βαθμό από την εκ των προτέρων εκτίμηση των επιπτώσεων κάθε τύπου (άμεσες-έμμεσες, μικρές-μεγάλες, θετικές-αρνητικές, αναστρέψιμες ή μη, κλπ.). Η μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων γίνεται σύμφωνα με την οδηγία 97/11/EK που τροποποιεί την οδηγία 85/337/ΕΟΚ. Η ΕΕ εξέδωσε επίσης την οδηγία 2001/42/EK (κοινώς γνωστή ως οδηγία ΣΠΕ), όσον αφορά την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων για το περιβάλλον. Η συγκεκριμένη οδηγία ανοίγει νέες προοπτικές για τη βελτίωση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Αξιολόγηση των σχεδίων και προγραμμάτων, μεταξύ των οποίων στον τομέα των μεταφορών και των αποβλήτων και της διαχείρισης των υδάτινων πόρων επίσης περιλαμβάνονται.

Η Περιβαλλοντική Εκτίμηση καλύπτεται από την ευρωπαϊκή οδηγία 85/337/ΕΟΚ του Συμβουλίου, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 97/11/EK του Συμβουλίου για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον. Η παρούσα οδηγία εφαρμόζεται σε Αυτοκινητόδρομους έτσι ακριβώς όπως τροποποιήθηκε για τις εθνικές οδούς (Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων) Κανονισμοί του 1994 για εθνικές οδούς (Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων) Κανονισμοί του 1999, όπως τροποποιήθηκε για τις εθνικές οδούς (Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων) Κανονισμοί του 2007.

Ευρωπαϊκή Ένωση Οδηγία 97/11/EK του Συμβουλίου

Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω της Οδηγίας 97/11/EK του συμβουλίου της ορίζει ότι η πολιτική της Κοινότητας στον τομέα του περιβάλλοντος στηρίζεται στις αρχές της προφύλαξης και την αρχή της προληπτικής δράσης, της επανόρθωσης των καταστροφών του περιβάλλοντος, κατά προτεραιότητα στην πηγή και ότι αυτοί που προκαλούν τη ρύπανση θα είναι οικονομικά υπόχρεοι για την αποκατάσταση εκτός των άλλων.

Έργα που απαιτούν περιβαλλοντική εκτίμηση θα πρέπει να υπόκειται σε συναινετική ανάπτυξη και η συναίνεση αυτή πρέπει να χορηγείται μόνο μετά από την ολοκλήρωση αξιολόγησης. Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εντοπίζει, περιγράφει και αξιολογεί δεόντως τις επιπτώσεις του έργου :

- Στον άνθρωπο, την πανίδα και τη χλωρίδα

- Το έδαφος, το νερό, τον αέρα, το κλίμα και το τοπίο
- Στα υλικά αγαθά και στην πολιτιστική κληρονομιά
- Στην αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων που αναφέρονται στην πρώτη, δεύτερη και τρίτη περίπτωση

Εθνικές οδοί (Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων) Κανονισμοί του 1994

Οι Κανονισμοί του 1994 τροποποιούν το 105Α τμήμα του κανονισμού για αυτοκινητοδρόμους του 1980, το οποίο εφαρμόζετε στην ΕΕ και ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων που αφορούν το περιβάλλον, κατά το μέτρο που η οδηγία επηρεάζει τα έργα για την κατασκευή ή τη βελτίωση των αυτοκινητοδρόμων για τα οποία οι υφυπουργοί Μεταφορών της ΕΕ είναι πλέον οι ανώτερες αρχές. Οι κανονισμοί απαιτούν ο υπουργός να κρίνει κατά πόσον ένα σχέδιο εμπίπτει στο παράρτημα Ι της οδηγίας ή στο παράρτημα ΙΙ, και αν είναι πιθανό να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επίσης καθορίζει αόριστα ποια είναι η περιβαλλοντική δήλωση που πρέπει να περιλαμβάνετε για ένα έργο.

Αυτοκινητόδρομοι (Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων) Κανονισμοί του 2007

Η νομοθεσία αυτή είναι η κύρια νομοθεσία για δραστηριότητες οι Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις (ΜΠΕ) οι οποίες συμβαίνουν στο Ηνωμένο Βασίλειο και σύμφωνα με αυτή τη νομοθεσία κινείται και η ΕΕ. Σύμφωνα με τη νομοθεσία αυτή, θα πρέπει να θεωρηθεί μεταξύ των χαρακτηριστικών του έργου ότι έχει θεωρηθεί (μεταξύ άλλων):

- Η χρήση των φυσικών υλικών
- Η παραγωγή των αποβλήτων
- Ρύπανση και οχλήσεις.

Αυτό θα μπορούσε να ερμηνευθεί με δύο τρόπους. Ένας είναι ότι τα χαρακτηριστικά του έργου πρέπει να αξιολογούνται κατά την εξέταση σε κάθε θεματική περιοχή (π.χ. αντίκτυπος στην χρήση των φυσικών πόρων για την οικολογία, το έδαφος, το τοπίο κλπ.), ή ότι η εκτίμηση των ανωτέρω πρέπει να γίνει έξω, ως μέρος της αξιολόγησης ΕΠΕ. Σύμφωνα με τη νομοθεσία η περιγραφή των

πιθανών σημαντικών επιπτώσεων του προτεινόμενου έργου στο περιβάλλον είναι απαραίτητη. Αυτό θα πρέπει να αφορά τις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις, δευτερεύουσες, τις σωρευτικές, τις βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες, μόνιμες και προσωρινές, θετικές και αρνητικές επιπτώσεις της ανάπτυξης, που προκύπτουν από:

- Την ύπαρξη του έργου.
- Τη χρήση των φυσικών πόρων.
- Την εκπομπή των ρύπων.
- Την εξάλειψη των αποβλήτων.

1.4 Νομοθεσία-Περιβαλλοντικών Όρων της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε

Η οδηγία 2000/60/ΕΚ έχει ενσωματωθεί στην εθνική νομοθεσία δυνάμει του Ν. 3199/2003 και του Π.Δ. 51/2007. Η παραπάνω νομοθετική πράξη καθορίζει ένα γενικό πλαίσιο για την προστασία του περιβάλλοντος και των υδάτινων πόρων και δεν περιλαμβάνει λεπτομερή σχέδια για τη διαχείριση των όμβριων υδάτων απορροής και των συναφών ρύπων των αστικών οδών και αυτοκινητοδρόμων. Οδηγιών 84/630/ΕΚ και 85/337/ΕΚ, με την οποία η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων έγινε υποχρεωτική.

Όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ, είναι μέρος της ελληνικής νομοθεσίας (Ν. 1650/86 , Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις - ΚΥΑ 69269/5387/1990 και 75308/5512/1990) .

Ο Νόμος 1650/1986 προβλέπει μέτρα και εφαρμογές περιορισμών για την προστασία των υδάτων από τα έργα και τις διάφορες δραστηριότητες (εφαρμογή τεχνολογιών για την αντιμετώπιση της ρύπανσης, σύμφωνα με τα όρια για τις τιμές των υγρών αποβλήτων, κ.λπ.), η μέριμνα για την ποιότητα του νερού , ανάλογα με το είδος της υποδοχής του νερού, πρέπει να προστατεύεται σύμφωνα με την ευαισθησία των οικοσυστημάτων της περιοχής μελέτης, και απαιτεί τη δημιουργία ενός εθνικού δικτύου σταθμών μέτρησης παραμέτρων ποιότητας των υδάτων και την παρακολούθηση των φυσικών αποδεκτών ,διασφάλιση της καλής λειτουργίας και συντήρησης των εγκαταστάσεων που έχουν να κάνουν με τα έργα και τις δραστηριότητες που παράγουν οποιοδήποτε τύπο αποβλήτων μετά την επεξεργασία,

την προστασία και τη διατήρηση της φύσης και του τοπίου , των χερσαίων , υδάτινων ή μικτού χαρακτήρα περιοχών, οι οποίες χαρακτηρίζονται από οικολογική , γεωμορφολογική , βιολογική , επιστημονική ή αισθητική σημασία και ως εκ τούτου , χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή . Οδηγίες 97/11/EK και 96/61/EK έχουν ενσωματωθεί στην εθνική νομοθεσία δυνάμει του Νόμου 3010/2002 και τροποποιούνται επίσης ορισμένα άρθρα (3,4&5) του Ν. 1650/1986 . Τα έργα και οι δραστηριότητες κατατάσσονται σε τρεις διακριτές κατηγορίες (Α,Β,Γ), σύμφωνα με το νόμο 3010/2002, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους, ως εξής :

Κατηγορία Α: Περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που ενδέχεται να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, λόγω της φύσης, του μεγέθους ή της έκτασής τους .

Κατηγορία Β: Περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που πρέπει να ακολουθούν γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς, παρά το γεγονός ότι δεν έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον .

Κατηγορία Γ: Περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που έχουν μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ανάλογα με το επίπεδο της σημασίας των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον, τα έργα και τις δραστηριότητες της κατηγορίας Α ταξινομούνται στις υποκατηγορίες 1 και 2, ενώ τα έργα και οι δραστηριότητες της κατηγορίας Β κατατάσσονται στις υποκατηγορίες 3 και 4. Η απόφαση 1692/96/EK (άρθρο 8), αναφέρει ρητά ότι « Κατά την ανάπτυξη και πραγματοποίηση δράσεων για την προστασία του περιβάλλοντος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τα κράτη μέλη μέσω της εκτέλεσης των αξιολογήσεων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των έργων κοινού ενδιαφέροντος που πρόκειται να εφαρμοστούν, σύμφωνα με την οδηγία 85/337/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 97/11/EK και με την εφαρμογή της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ». Σύμφωνα με την ΚΥΑ 15393/2332/2002 για εθνικές οδούς και αυτοκινητοδρόμους, εκτελείται η βελτίωση των υφιστάμενων οδών, προκειμένου να αναπτυχθούν σε αστικούς δρόμους ή αυτοκινητόδρομους. Το εθνικό οδικό δίκτυο στο σύνολο του ανήκει στην κατηγορία Α-υποκατηγορία 1. Κατά συνέπεια, για όλες τις περιπτώσεις των εθνικών οδών που αναφέρονται πιο πάνω, χρειάζονται τα ακόλουθα (άρθρο 4, Ν. 3010 /2002):

(α) Προκαταρκτική περιβαλλοντική εκτίμηση και αξιολόγηση,

(β) Οριστική μελέτη περιβαλλοντικών εκτιμήσεων.

Ωστόσο, για την αξιολόγηση και την μετρίαση των επιπτώσεων υποδοχής των όμβριων υδάτων απορροής αυτοκινητοδρόμων, η γνώση των χαρακτηριστικών τους (συγκέντρωση , ρυπαντικά φορτία , κλπ.) είναι απαραίτητη . Αυτά τα δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα στην Ελλάδα και σε πολλές χώρες της ΕΕ , λόγω του γεγονότος ότι το ερευνητικό ενδιαφέρον για το θέμα αυτό είναι πολύ πρόσφατο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι υπάρχουσες προδιαγραφές των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΚΥΑ 11014/703/Φ104/2003 , άρθρο 3) είναι γενικού χαρακτήρα και δεν είναι προσαρμοσμένες για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από τις απορροές όμβριων υδάτων εθνικών οδών

Το πιο σχετικό με το θέμα αυτό είναι οι κατευθυντήριες γραμμές για την εκπόνηση των έργων οδοποιίας στη Μελέτη της Εγνατία Οδός Α.Ε. Αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές καθορίζουν ότι «το πεδίο εφαρμογής της υδραυλικής μελέτης δεν είναι απλώς η διαρροή των υδάτων από το πεζοδρόμιο, αλλά και τη διάθεσή τους στους φυσικούς αποδέκτες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις στο περιβάλλον». Ωστόσο, αυτές οι προδιαγραφές δεν αναφέρονται ειδικά σε αυτές τις επιπτώσεις, καθώς και στα μέτρα που πρέπει να λαμβάνει υπόψη.

Η αρμονική ένταξη των εθνικών οδών στο περιβάλλον και η συνεχής προσπάθεια για την προστασία και την ανάδειξη του πλούτου της κάθε περιοχής αποτελεί δέσμευση της ΕΕ. Η περιβαλλοντική διαχείριση σε όλο το πρόγραμμα, γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Σύμβασης Παραχώρησης και της νομοθεσίας.

Μόνιμη πολιτική της Εγνατία Οδός Α.Ε. είναι να εφαρμόσει την εταιρική πρακτική της και να λάβει αποφάσεις με βάση περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους με έμφαση στην Αειφόρο Ανάπτυξη . Για το λόγο αυτό, οι κύριοι στόχοι της εταιρείας περιλαμβάνουν την προστασία του περιβάλλοντος σε όλες τις δραστηριότητες του έργου, την παρακολούθηση των πιθανών επιπτώσεων από την κατασκευή και λειτουργία του αυτοκινητόδρομου και την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων προστασίας . Οι υποχρεώσεις της Εγνατίας Οδού Α.Ε. για την προστασία του περιβάλλοντος που καθορίζονται στους εγκεκριμένων περιβαλλοντικούς όρους (ΕΠΟ) του έργου . Η απόκτηση των απαραίτητων περιβαλλοντικών αδειών, η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων, η παρακολούθηση του θορύβου οδικής κυκλοφορίας, η μέτρηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η οικοδόμηση διαβάσεων άγριας ζωής, η ανακαίνιση και η συντήρηση της βλάστησης, η κατασκευή δεξαμενών κατακράτησης,

η εφαρμογή σχεδίων περιβαλλοντικής διαχείρισης και παρακολούθησης της συμμόρφωσης είναι μερικά από τα μέτρα που διασφαλίζουν την προστασία του περιβάλλοντος και το έργο της εναρμόνισης με αυτό. Η δέσμευση της Εγνατίας Οδού Α.Ε. για την προστασία του περιβάλλοντος που περιγράφεται στην εφαρμοσμένη περιβαλλοντική πολιτική Περιβαλλοντικής διαχείρισης και υλοποίησης του έργου ΕΡΟ, όπως ορίζεται στη Σύμβαση Παραχώρησης, που ασκείται από τον Οργανισμό Περιβάλλοντος της Εγνατία Οδός Α.Ε. και περιγράφεται στην περιβαλλοντική έκθεση διαχείρισης καταρτίζεται κάθε έξι μήνες.

Επιπλέον, τα ειδικά προγράμματα παρακολούθησης θορύβου οδικής κυκλοφορίας και ατμοσφαιρικής ρύπανσης συνηθίζεται να εφαρμόζονται σε ετήσια βάση με την υποστήριξη του κάποιου Εργαστηρίου Περιβαλλοντικής Ακουστικής.

Η Εγνατία Οδός είναι ένα από τα πρώτα μεγάλα δημόσια έργα στα οποία οι αρχές περιβαλλοντικής διαχείρισης ακολούθησαν μεθόδους οργάνωσης και εφαρμογής των μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος κατά το σχεδιασμό, την κατασκευή και λειτουργία του έργου. Το έργο καλύπτεται από την κοινή υπουργική απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, σύμφωνα με το Ν. 1650/86 και Ν. 3010/02 για την «Προστασία του Περιβάλλοντος», το οποίο περιλαμβάνει υποχρεωτικά μέτρα για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Εγνατία Οδός:

- Στοχεύει στο σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία του δρόμου, ενώ κάνει προσπάθεια να ελαχιστοποιήσει και, ενδεχομένως, να προλάβει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

- Εισάγει μια νέα αντίληψη και μια νέα στρατηγική για την κατασκευή των δρόμων και την προστασία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, επενδύοντας περισσότερο από 7% του συνολικού προϋπολογισμού του έργου.

- Φροντίζει για την περιβαλλοντική αδειοδότηση του έργου μέσα από μια κοινή υπουργική απόφαση (ΚΥΑ) Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων

•Στοχεύει στη βελτίωση των περιβαλλοντικών «επιδόσεων» σύμφωνα με την ελληνική και κοινοτική νομοθεσία για την προστασία του περιβάλλοντος, τα διεθνή πρότυπα και τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.

•Φροντίζει ιδιαίτερα για την εθνική ταυτότητα του δρόμου, μαζί με τη λειτουργικότητα και την ασφάλεια.

Εγνατία Οδός πέρα από την πράξη συνιστά ένα οδοιπορικό:

- Στην ελληνική φύση και τα τοπία της
- Στην ελληνική ιστορία και τον πολιτισμό
- Στους εγχώριους φυσικούς πόρους και το γεωπεριβάλλον

Το περιβάλλον από το οποίο περνά Εγνατία Οδός

Το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον κατά μήκος του έργου είναι εξαιρετικά ποικιλόμορφο, τόσο στις ορεινές περιοχές της Πίνδου και της Δυτικής Μακεδονίας και στα πεδινά της Κεντρικής, Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

Η Εγνατία Οδός διατρέχει ορεινά και πεδινά τοπία στην Ελλάδα, χαρακτηριστικά της ομορφιάς της χώρας και οικολογικής σημασίας. Έχει χαρτογραφηθεί σχεδόν παράλληλα με την Ιστορική Αρχαία Εγνατία οδό και κατά μήκος της σε ζώνη που εκτείνεται 1000 μέτρα, έχουν εντοπιστεί περίπου 270 περιοχές ιστορικής σημασίας. Σε κοντινή απόσταση υπάρχουν σημαντικοί αρχαιολογικοί χώροι και ορυχεία χρυσού, διάφορα σημεία εξόρυξης ορυκτών, υγράτοποι, υπόγεια και επιφανειακά ύδατα, κ.λπ..

Το πέρασμα της Εγνατίας οδού από την Πίνδο και τα άλλα βουνά της Ελλάδας, αποκαλύπτει μια ποικιλία από εξαιρετικά ενδιαφέροντες γεωλογικούς σχηματισμούς, κοιλάδες και φαράγγια.

Κατά τον οδικό άξονα υπάρχουν:

- 17 περιφέρειες της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος του Ευρωπαϊκού Δικτύου Natura 2000
- 4 υγράτοποι που προστατεύονται από τη Σύμβαση Ramsar
- 70 πρώην καταφύγια θηραμάτων
- 270 χώροι και μνημεία ιστορικού ενδιαφέροντος
- Τα περισσότερα από τα μεγάλα ποτάμια της Ελλάδας (Έβρος, Νέστος, Στρυμόνας, γαλλικός, Αξιός, Αλιάκμονας Βενέτικος, Μετσοβίτικος, Αραχθός, κλπ.)

Εργαλεία για την προστασία του περιβάλλοντος:

- Σύνταξη περιβαλλοντικών μελετών (EIS FRP Τεχνική Έκθεση) για τα κύρια έργα και δραστηριότητες καθώς και για τα παρεπόμενα των έργων και δραστηριοτήτων (π.χ. λατομεία, χώροι υγειονομικής ταφής πλεονάζοντος υλικού, εργοταξιακές εγκαταστάσεις , κλπ.).
- Σύνταξη Μελετών Αποκατάστασης
- Σύμβαση για βελτίωση του σχεδιασμού των εγγράφων για την κατασκευή του έργου
- Οδηγός Σχεδιασμού Βελτιώσεων (osat)
- Διαχείρισης των δαπανών Οδηγός εργασίες εκσκαφής για τις συνθήκες χρηματοδότησης των αρχαιολογικών ανασκαφών
- Μελέτη για την καταγραφή των αρχαιολογικών χώρων κατά μήκος της χάραξης
- Επιχειρησιακές διαδικασίες για το περιβάλλον
- Σχέδια και προγράμματα υλοποίησης των Περιβαλλοντικών Όρων
- Τυποποίησης μηνιαίων και ετήσιων εκθέσεων του αναδόχου κατασκευής και λειτουργίας του περιβάλλοντος.
- Παρουσίαση με έγχρωμους χάρτες των βασικών απαιτήσεων περιβαλλοντικής προστασίας στην κατασκευή των νέων τμημάτων .
- Προγράμματα παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ηχορύπανσης των υδάτων, κατά τη λειτουργία του δρόμου .
- Ανάπτυξη βάσης δεδομένων για την παρακολούθηση της εφαρμογής των περιβαλλοντικών όρων κατά τη λειτουργία της Εγνατίας Οδού

Το νομικό πλαίσιο για την περιβαλλοντική παρακολούθηση των εθνικών οδών είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο. Στη συνέχεια παρατίθενται τα κύρια νομικά κείμενα που ισχύουν σε αυτό το στάδιο:

- Νόμος.1650/1986 (ΦΕΚ 160/Α/1986) «Για την προστασία του περιβάλλοντος . " Το κύριο νομοθετικό κείμενο που αναφέρεται στον ορισμό των θεμελιωδών κανόνων και τη θέσπιση κριτηρίων και μηχανισμών για την προστασία του περιβάλλοντος .
- Ν. 3010/2002 , Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 σκηνοθεσία 96/61 και 97/11 της ΕΕ

- ΚΥΑ 69269/5387/15-10-1990 (ΦΕΚ 678/25- « 10-1990/Τ.Υ) για " σχέδια ταξινόμησης δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΙΑ), ο προσδιορισμός του περιεχομένου συγκεκριμένων περιβαλλοντικών μελετών (ΕΠΜ) και λοιπές συναφείς διατάξεις , σύμφωνα με Ν.1650/1986 "
- Ν./15393/2332/02 (ΦΕΚ 1022/Υ/5-8-2002) . Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 1650/1986 , όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 1 του Ν. 3010 /2002 « Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΚ και 96/61 / ΕΚ και άλλες διατάξεις (Α91) "
- ΚΥΑ ΙΡ/11014/703/Υ104/03 (ΦΕΚ 332/Υ/20-3-2003) . Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση διαδικασίας και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν. 1650 /1986 (Α160) , όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του Ν. 3010 / 02 «Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ και άλλες διατάξεις (Α91) . "
- Ν./37111/2021/03 (ΦΕΚ 1391/Υ/26-9-03) . Στις "Ρύθμιση πληροφοριών λειτουργίας και συμμετοχή του κοινού όσον αφορά τους όρους της διαδικασίας έγκρισης των περιβαλλοντικών έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν. 1650/1986 , όπως αντικαταστάθηκε με τις παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του Ν. 3010/2002 "
- Το άρθρο 30 του Ν. 1650 /86 (ΦΕΚ 160 Α) . Νόμος για την προστασία του περιβάλλοντος (άρθρο 30 : Διοικητικές κυρώσεις) .
- κανονισμός για λατομικές εργασίες (ΦΕΚ 931/Υ/31-12-1984) .
- Ν. 3028/2002 (ΦΕΚ 153/Α/2002) « Για την προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της πολιτιστικής κληρονομιάς "
- Ν. 998/1979 (ΦΕΚ 289/Α/1979) " Προστασία των δασών και των δασικών γενικές περιοχές "
- Απόφαση-25535/3281/02 ΦΕΚ-1463/Υ/20-11-02 για την έγκριση των περιβαλλοντικών όρων από το Γενικό Γραμματέα των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην υποκατηγορία της κατηγορίας2.

- Ν. 669/1977 σχετικά με τη λειτουργία των λατομείων ΦΕΚ-241/Α/01-09-1977
- Ν. 210/1973 , ΦΕΚ-277/Α/05-10-1973 Μεταλλευτικού Κώδικα
- Ν.39624/2209/Ε103 (ΦΕΚ 2076ν/25-09-2009) που επηρεάζουν τα μέτρα, περιορισμοί και όροι για τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2006/21/ΕΚ και για την τροποποίηση της οδηγίας 2004/35 / ΕΚ "
- Οδηγία 2001/37/ΕΚ σχετικά με τα ελάχιστα κριτήρια για τις περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις
- Π.Δ. 148/2009 , σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη για την πρόληψη και την αποκατάσταση των ζημιών στο περιβάλλον-Εναρμόνιση με την Οδηγία 2004/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21ης Απριλίου 2004 Ενσωμάτωση στο ελληνικό δίκαιο της ευρωπαϊκής οδηγίας 2004/35/ΕΚ (περιβαλλοντική ευθύνη και την πρόληψη και αποκατάσταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων) , ολοκληρώθηκε με μεγάλη καθυστέρηση το Προεδρικό Διάταγμα 148/29-9-2009

Στο πλαίσιο αυτού του διατάγματος καθορίζεται πως για την αποκατάσταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι πλέον η εκάστοτε επιχείρηση ο αποκλειστικός υπαίτιος. Με νομική ευθύνη να καταρρίπτεται πλέον κατά των επιχειρήσεων δεν έχουμε απλό περιορισμό με καταβολή διοικητικού προστίμου, αλλά επεκτείνεται και στην απόδοση του κόστους αποκατάστασης, καθώς αυτό θα καθοριστεί από το κράτος και τα ενδιαφερόμενα μέρη που έχει συσταθεί . Η νομοθεσία καθορίζει δύο καθεστώτα ευθύνης για κάθε επιχείρηση, που απορρέουν από επικίνδυνες δραστηριότητες. Επιπλέον, σύμφωνα με τα άρθρα 8 και 14 της Ευρωπαϊκής οδηγίας 2004/35/ΕΚ, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να έχουν εξασφαλίσει τις επαρκείς οικονομικές εγγυήσεις για να αντιμετωπίσουν το νέο πανευρωπαϊκό καθεστώς λογοδοσίας. Το νέο προεδρικό διάταγμα σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη συμπληρώνει την υφιστάμενη νομοθεσία, η οποία υποχρεώνει τις επιχειρήσεις που εργάζονται με επικίνδυνες ύλες να συνοδεύουν την άδεια με οικονομική εγγύηση. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στο άρθρο 14 του προεδρικού διατάγματος, οι φορείς εκμετάλλευσης των εμπορικών δραστηριοτήτων, προκειμένου να καλύψουν την ευθύνη που προκύπτουν από τις διατάξεις της, μπορούν να χρησιμοποιήσουν

ασφάλεια (ιδιωτική ασφάλιση και άλλων μορφών χρηματοοικονομικών εγγυήσεων), μέσω των κατάλληλων οικονομικών και χρηματοπιστωτικών φορέων, συμπεριλαμβανομένων χρηματοπιστωτικών μηχανισμών αφερεγγυότητας. Επιπλέον, από την 1η Μαΐου 2010 ξεκίνησε η διαδικασία διεύρυνσης του ισχύοντος καθεστώτος υποχρεωτικής χρηματοοικονομικής ασφάλειας (ασφάλιση, πιστωτικές επιστολές και άλλων τραπεζικών προϊόντων), με ένα ελάχιστο χρηματικό όριο.

Σε γενικές γραμμές, η περιβαλλοντική διαχείριση του κινδύνου περιλαμβάνει τρεις βασικές αρχές:

- Κάλυψη των ζημιών που προκύπτουν από την εθνική νομοθεσία,
- Εστίαση στη διασφάλιση πρόληψης δυνητικών μέτρων αποκατάστασης προεπιλογή ασφάλισης
- Ορισμό της ασφάλειας σε πλήρως καθορισμένες πτυχές της οικολογικής ζημιάς.

1.5 Σύντομη περιγραφή του έργου

Η Εγνατία Οδός είναι ένα από τα πρώτα μεγάλα δημόσια έργα στο οποίο εφαρμόζονται οι αρχές της περιβαλλοντικής διαχείρισης με χρήση μεθόδων οργάνωσης και εφαρμογής των μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος, κατά τη διάρκεια της μελέτης, της κατασκευής και της λειτουργίας του έργου.

Σήμερα σε μια εποχή μεγάλων οικολογικών προβλημάτων το περιβάλλον και ειδικά το νερό απασχολεί ολοένα και περισσότερο τη διεθνή κοινότητα ενώ παίζει και θα παίζει στο μέλλον πρωταρχικό ρόλο στις οικονομικές και πολιτικές αποφάσεις των κοινωνιών, καθώς επίσης και στις στρατηγικές ανάπτυξης των κρατών που μοιράζονται τον πόρο νερό. Το σύνολο των εμπλεκόμενων φορέων καλούνται να συμβάλουν στην προστασία του και την βέλτιστη διαχείριση του, όπως περιγράφεται αναλυτικά παραπάνω σύμφωνα με την Εθνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία και πιο συγκεντρωμένα στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60/ΕΚ.

Αντικείμενο του παρόντος έργου ήταν η πραγματοποίηση δειγματοληψιών και αναλύσεων σε υδάτινους αποδέκτες στην εγγύτητα της Εγνατίας Οδού και των καθέτων Αξόνων της, στα φρεάτια υδατοσυλλογής και στις Μονάδες Ελέγχου Ρύπανσης (MEP) του αυτοκινητοδρόμου, καθώς και η αποτίμηση των δεδομένων αυτών. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με ιδία μέσα και με τους μόνιμους δειγματολήπτες που παρασχέθηκαν από την αναθέτουσα υπηρεσία (ΕΟΑΕ). Πραγματοποιήθηκαν φυσικοχημικές αναλύσεις στα ληφθέντα δείγματα και έγινε η συσχέτιση των συγκεντρώσεων των ρυπαντών με άλλους παράγοντες όπως κλιματολογικά δεδομένα, τεχνικά χαρακτηριστικά του αυτοκινητοδρόμου, κυκλοφορία βροχοπτώσεις, τοπογραφικά και γεωλογικά στοιχεία, άλλες πηγές ρύπανσης των υδατορευμάτων, κ.α. Τα στοιχεία των δειγματοληψιών και αποτελέσματα των αναλύσεων καταχωρήθηκαν σε βάση δεδομένων της Υπηρεσίας σύμφωνα με τις υποδείξεις της αναθέτουσας υπηρεσίας (ΕΟΑΕ) και δημιουργήθηκε και επιπλέον βάση στα πρότυπα των διεθνών απαιτήσεων για την παρακολούθηση των υδάτων. Επίσης αντικείμενο του παρόντος έργου ήταν η δημιουργία μοντέλου διάχυσης της ρύπανσης στους παρακείμενους υδάτινους αποδέκτες, σε συσχετισμό με παράγοντες όπως τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά, η συχνότητα και ποσότητα βροχής κ.α., καθώς και η σύνταξη νέου Περιβαλλοντικού Δείκτη ο οποίος επιτρέπει την παρακολούθηση και αποτύπωση με ολοκληρωμένο τρόπο των επιπτώσεων του

αυτοκινητοδρόμου στην ποιότητα των υδάτων και η κατάρτιση σχεδίων δράσης και λήψης μέτρων πρόληψης ή /και προστασίας σε περίπτωση που απαιτείται.

Ο βασικός σκοπός της υλοποίησης του έργου είναι η παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων απορροής και των υδάτων στην εγγύτητα του αυτοκινητοδρόμου και ο προσδιορισμός της οικολογικής κατάστασης των περιοχών αυτών, με βάση τις τρέχουσες ισχύουσες προδιαγραφές και νομοθεσία για τη ρύπανση των υδάτων από αυτοκινητοδρόμους, η δημιουργία σχετικής Βάσης Δεδομένων που θα συμβάλει στην ομογενοποίηση, συγκέντρωση, διαχείριση, σύγκριση και ανάκτηση των δεδομένων, η σύνταξη του περιβαλλοντικού δείκτη που θα αποτυπώνει την πραγματική επίπτωση του αυτοκινητόδρομου στην ποιότητα των νερών και το υδατικό δυναμικό και η δημιουργία μοντέλου διάχυσης που θα συμβάλλει στην όσο το δυνατόν καλύτερη πρόληψη της ρύπανσης και τον περιορισμό της, μέσω σχεδίων δράσης και μέτρων πρόληψης προστασίας. Στο πλαίσιο υλοποίησης του παρόντος έργου διενεργήθηκαν δειγματοληψίες και αναλύσεις σε 600 δείγματα. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε από εκπαιδευμένο προσωπικό σύμφωνα με το EN ISO 5667 και σύμφωνα με συγκεκριμένη «Οδηγία Διενέργειας Δειγματοληψίας» η οποία έχει αναπτυχθεί και χρησιμοποιείται από το Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος σε όλες τις δράσεις πεδίου. Η «Οδηγία Διενέργειας Δειγματοληψίας» στηρίζεται στο EN ISO 5667 "water quality sampling", το διεθνές πρότυπο θέσπισης μεθοδολογίας υλοποίησης δειγματοληψιών. Η ανάπτυξη και τήρηση της συγκεκριμένης οδηγίας εργασίας αποσκοπεί στη σταθερή υλοποίηση των δειγματοληψιών με σταθερό, επαναλήψιμο τρόπο, από εκπαιδευμένο προσωπικό, ώστε να αποκλειστούν τυχόν λάθη κατά τη διενέργεια εργασιών πεδίου.

Η δειγματοληψία διεξήχθη τόσο ανάντη όσο και κατάντη διασταυρώσεων, εντός λιμνών σε φρεάτια υδατοσυλλογής και σε άλλα σημεία ύστερα από συνεννόηση με την Αναθέτουσα Υπηρεσία, σε εποχική βάση, και λαμβάνονται υπόψη όλες οι ιδιαίτερες συνθήκες διεξαγωγής των δειγματοληψιών, όπως οι κανόνες ασφαλείας αποθήκευσης του εξοπλισμού σε προκαθορισμένους χώρους, κανόνες ασφαλείας κατά την προετοιμασία και μεταφορά του εξοπλισμού, καθώς και κανόνες ασφαλείας στο πεδίο δειγματοληψίας. Οι θέσεις δειγματοληψιών, το χρονικό διάστημα των δειγματοληψιών καθώς και οι παράμετροι που αναλύθηκαν δίνονται στη συνέχεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

2.1 Εγνατία Οδός

Το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον κατά μήκος του έργου είναι εξαιρετικά ποικίλο, τόσο στις ορεινές περιοχές της Πίνδου και της Δυτικής Μακεδονίας και στα πεδινά της Κεντρικής, Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

Η Εγνατία Οδός διατρέχει ορεινά και πεδινά τοπία στην Ελλάδα, χαρακτηριστικά της ομορφιάς της χώρας και οικολογικής σημασίας. Έχει χαρτογραφηθεί σχεδόν παράλληλα με την Ιστορική Αρχαία Εγνατία οδό και κατά μήκος της σε ζώνη που εκτείνεται 1000 μέτρα, έχουν εντοπιστεί περίπου 270 περιοχές ιστορικής σημασίας. Σε κοντινή απόσταση υπάρχουν σημαντικοί αρχαιολογικοί χώροι και ορυχεία χρυσού, διάφορα σημεία εξόρυξης ορυκτών, υγρότοποι, υπόγεια και επιφανειακά ύδατα, κ.λπ..

Το πέρασμα της Εγνατίας οδού από την Πίνδο και τα άλλα βουνά της Ελλάδας, αποκαλύπτει μια ποικιλία από εξαιρετικά ενδιαφέροντες γεωλογικούς σχηματισμούς, κοιλάδες και φαράγγια.

Κατά τον οδικό άξονα υπάρχουν:

- 17 περιφέρειες της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος του Ευρωπαϊκού Δικτύου Natura 2000
- 4 υγρότοποι που προστατεύονται από τη Σύμβαση Ramsar
- 70 πρώην καταφύγια θηραμάτων
- 270 χώροι και μνημεία ιστορικού ενδιαφέροντος

Τα περισσότερα από τα μεγάλα ποτάμια της Ελλάδας (Εβρος, Νέστος, Στρυμόνας, γαλλικός, Αξιός, Αλιάκμονας Βενέτικος, Μετσοβίτικος, Άραχθος, κλπ.)

2.2 Καθορισμός Θέσεων

Ακολουθεί ένας συνολικός χάρτης με τις περιοχές των θέσεων δειγματοληψίας κατά μήκος της Εγνατίας οδού ανάντι και κατάντι καθώς και επεξηγηματικό υπόμνημα:

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Θέση Δειγματοληψίας

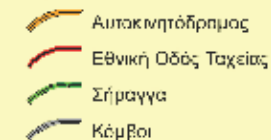
	ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ
	ΑΞΙΟΣ
	ΑΡΑΧΘΟΣ
	ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΣ
	ΒΕΝΕΤΙΚΟΣ
	ΒΟΛΒΗ
	ΓΑΛΛΙΚΟΣ
	ΓΡΕΒΕΝΙΩΤΙΚΟΣ
	ΚΟΜΨΑΤΟΣ
	ΚΟΡΩΝΕΙΑ
	ΚΟΣΥΝΘΟΣ
	ΛΙΣΣΟΣ
	ΛΟΥΔΙΑΣ
	ΜΕΓΑΡΕΜΑ
	ΜΕΤΣΟΒΙΤΙΚΟΣ
	ΜΠΟΣΤΟΣ
	ΝΕΣΤΟΣ
	ΠΑΜΒΩΤΙΔΑ
	ΣΜΟΛΙΤΣΑ
	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ
	ΤΡΕΛΟΧΕΙΜΑΡΟΣ
	ΤΣΑΙ
	ΤΥΡΙΑ
	ΦΑΓΩΜΕΝΟΣ

Υδάτινο Σώμα

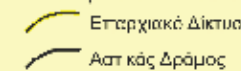


Οδικό Δίκτυο

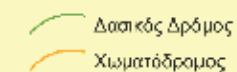
Πρωτεύον Οδικό Δίκτυο

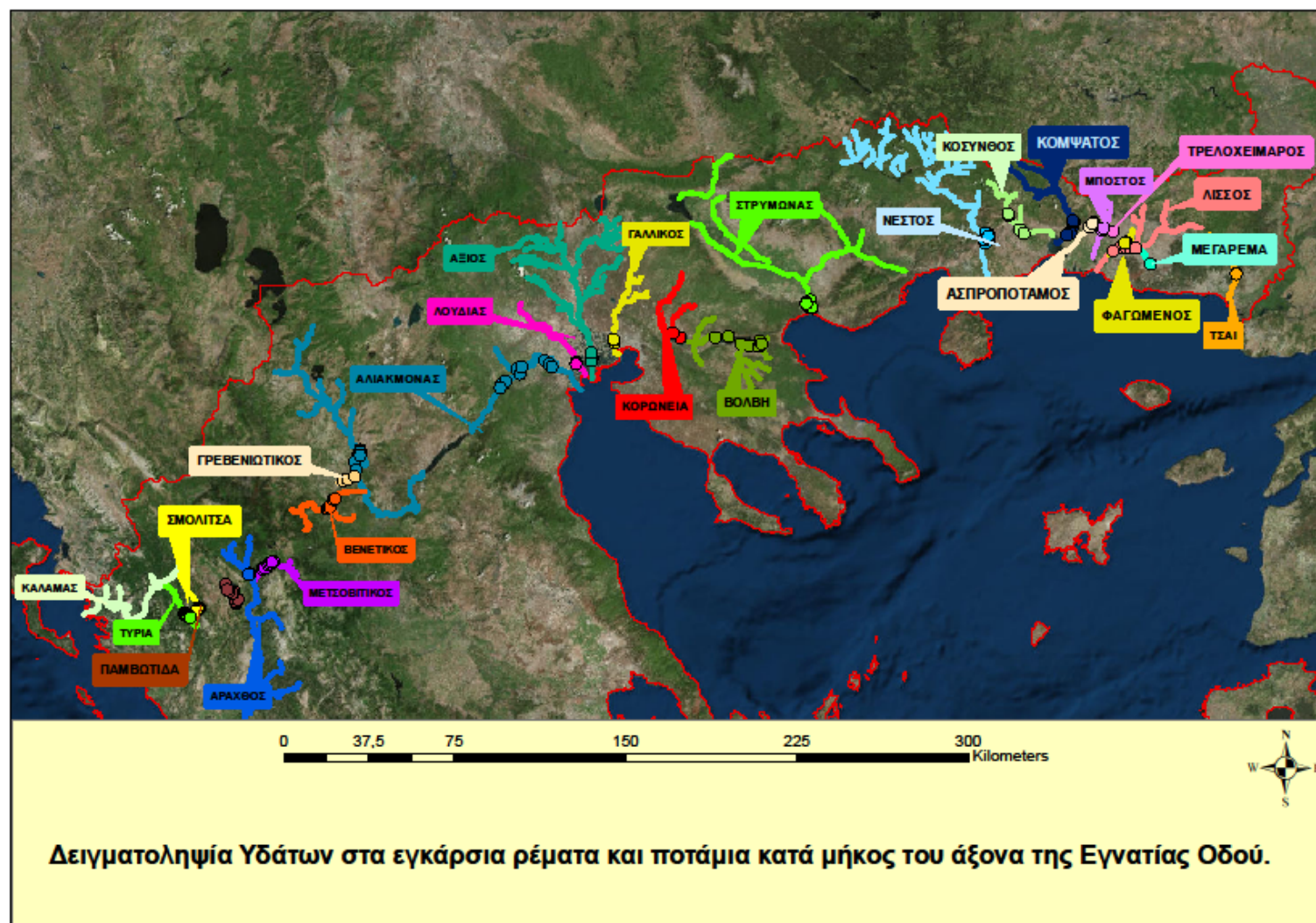


Δευτερεύον Οδικό Δίκτυο



Τριτεύον Οδικό Δίκτυο





2.3 Πρωτόκολλο δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία είναι η αρχική ενέργεια για την παρακολούθηση των φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων και είναι ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία, όσον αφορά την εξασφάλιση αντιπροσωπευτικού δείγματος, απαλλαγμένου από πιθανές επιμολύνσεις.

Πριν από την έναρξη των δειγματοληψιών έγινε απεικόνιση σε χάρτη του υδρολογικού δικτύου της περιοχής, των χρήσεων γης και των υφιστάμενων πηγών ρύπανσης σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Τα σημεία δειγματοληψίας και η συχνότητα συλλογής των δειγμάτων καθορίστηκαν σε συνεργασία με το Τμήμα Περιβάλλοντος της Διεύθυνσης Υποστήριξης Δικτύου του Τομέα Λειτουργίας, Εκμετάλλευσης και Συντήρησης της Εγνατίας Οδού Α.Ε. κατά τη διάρκεια της εναρκτήριας συνάντησης της σύμβασης.

Η επιλογή του σημείου δειγματοληψίας καθώς επίσης και ο χρόνος κατά τον οποίο λήφθηκαν τα δείγματα, αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικές παραμέτρους για τη διεξαγωγή σωστών αποτελεσμάτων και κατά συνέπεια αυτών, τη διεξαγωγή σωστών συμπερασμάτων για την περιοχή έρευνας.

Στον καθορισμό των θέσεων δειγματοληψίας λαμβάνονται υπόψη:

- η δυνατότητα πρόσβασης.
- ο ιδιαίτερος εξοπλισμός που τυχόν απαιτείται.
- οι εποχιακές συνθήκες
- η μέγιστη δυνατή αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος ως προς την σύνθεση, το χρώμα, την κρυσταλλικότητα, κ.λπ.

Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε έγγραφο Αρχείο Σχεδιασμού και Εκτέλεσης Δειγματοληψιών όπου αναγράφονται:

- Οι ονομασίες των σημείων δειγματοληψίας.
- Οι θέσεις τους με συντεταγμένες.
- Οι παράμετροι που παρακολουθούνται.
- Οι διαδικασία λήψης και χειρισμού των δειγμάτων
- Παρατηρήσεις

Η μεθοδολογία δειγματοληψίας πρέπει να στηρίζεται στις «αξιόπιστες πρακτικές» λειτουργίας ενός Χημικού Εργαστηρίου και να είναι σύμφωνες με τα ISO

5667 περί δειγματοληψίας, ανά περίπτωση δειγματοληψίας υδάτινου σώματος (υπόγεια, επιφανειακά ύδατα, ύδατα μετά από επεξεργασία προς πόσην, κτλ). Ο τρόπος συλλογής των δειγμάτων, ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός καθώς και το είδος του χρησιμοποιούμενου δοχείου δειγματοληψίας και ο όγκος του πρέπει να είναι σύμφωνα με τα οριζόμενα διεθνή πρότυπα «Standard Methods for the Examination of water and Wastewater» (APHA- AWWA-WEF, 2005).

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε από εκπαιδευμένο προσωπικό σύμφωνα με το προαναφερόμενο ISO 5667 και σύμφωνα με συγκεκριμένη «Οδηγία Διενέργειας Δειγματοληψίας». Στην Οδηγία αυτή, λαμβάνονται υπόψη όλες οι ιδιαίτερες συνθήκες διεξαγωγής των δειγματοληψιών, όπως οι κανόνες ασφαλείας αποθήκευσης του εξοπλισμού σε προκαθορισμένους χώρους, κανόνες ασφαλείας κατά την προετοιμασία και μεταφορά του εξοπλισμού, καθώς και κανόνες ασφαλείας στο πεδίο δειγματοληψίας.

Ως ιδανικότερη μέθοδος δειγματοληψίας θεωρείται η άμεση, όπου τα δείγματα συλλέγονται άμεσα στα μπουκάλια συλλογής δειγμάτων, καθώς η μέθοδος αυτή ενέχει λιγότερες πιθανότητες μόλυνσης του δείγματος. Στις περιπτώσεις όμως που δεν είναι δυνατό τα δείγματα να ληφθούν άμεσα στα μπουκάλια συλλογής δειγμάτων, τότε γίνεται χρήση του δειγματοληπτικού εξοπλισμού, και που αποτελείται από:

- ✓ Δύο δειγματολήπτες SIBATA, ένας των 0,5L και ένας του 1,0L, ανάλογα με την ποσότητα του δείγματος που πρέπει να ληφθεί.
- ✓ Ψυγείο για τη συντήρηση των δειγμάτων.
- ✓ Φορητός υπολογιστής παλάμης με GPS, με δυνατότητα εισαγωγής ψηφιακών σχηματικών χαρτών και δορυφορικών εικόνων.

Για τη φύλαξη και τη μεταφορά των δειγμάτων χρησιμοποιούνται δοχεία από πολυαιθυλένιο των 0,5 L και 1,0 L, τα οποία φέρουν κωδικό δοχείου, για να εξασφαλιστεί η ταύτιση του σημείου δειγματοληψίας με το δείγμα.

Για τις ανάγκες της δειγματοληψίας χρησιμοποιούνται μια σειρά ακόμα από βοηθητικά υλικά και υλικά ασφαλείας όπως:

- Πλαστικό δοχείο συλλογής δειγμάτων.
- Πλαστική χοάνη
- Ιμάντες ρυμούλκησης
- Πλαστικές μπότες

- Ολόσωμες λαστιχένιες στολές (νιτσεράδες)
- Λαστιχένιες μπότες
- Αναπνευστικές μάσκες
- Γάντια εργασίας
- Κουτί πρώτων βοηθειών

Ιδιαίτερη μέριμνα αποδίδεται στο πλύσιμο του εξοπλισμού τουλάχιστον 2 φορές, με νερό από το σημείο που θα ληφθεί το δείγμα.

Μετά το πέρας των ενεργειών της λήψης του κάθε δείγματος, η ομάδα δειγματοληψίας οφείλει να ονοματίσει/ταυτοποιήσει κάθε δείγμα πριν την αποθήκευση και τη μεταφορά του για τις εργαστηριακές αναλύσεις.

Για την ονομασία του δείγματος τοποθετούμε στο μπουκαλάκι συλλογής του δείγματος άσπρη αυτοκόλλητη ετικέτα στην οποία αναγράφονται τα εξής στοιχεία: Κωδικό δείγματος. Ο κωδικός δείγματος αποτελείται από τους επτά διακριτούς υποκωδικούς. Με αυτούς καταγράφονται τα πλήρη στοιχεία και πληροφορίες που σχετίζονται τόσο με τη δειγματοληψία, όσο και τις απαιτούμενες αναλύσεις, όπως η επίσημη αρίθμηση της λεκάνης απορροής του δείγματος, οι συντεταγμένες και το προσωπικό που πραγματοποίησε τη δειγματοληψία, το είδος του υδατικού δείγματος, λιμναίο, ποτάμιο, μεταβατικό, ή παράκτιο, το είδος των αιτούμενων αναλύσεων, καθώς και ο αριθμός αντιδείγματος, συνοδευόμενος από τον αύξον αριθμό του δείγματος. Επίσης μέσα στο κωδικό καταγράφεται το σύνολο του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε ώστε να είναι γνωστή η αιτία τυχόν επιμόλυνσης.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί κατά την προετοιμασία και την τοποθέτηση της ετικέτας ονομασίας, καθώς θα πρέπει να είναι ευδιάκριτη και ευανάγνωστη για την αποφυγή λαθών. Πάνω από κάθε ετικέτα θα πρέπει τέλος να τοποθετείται διαφανή αυτοκόλλητη ταινία έτσι ώστε να προστατεύεται η ετικέτα σε περίπτωση που έρθει σε επαφή με νερό.

Παράλληλα με την ονομασία του δείγματος συμπληρώνεται και το Έντυπο Καταγραφής Δεδομένων Δειγματοληψίας στο οποίο καταγράφονται:

- Ημερομηνία συλλογής του δείγματος.
- Ο αύξων αριθμός του δείγματος.
- Ο κωδικός δείγματος.
- Η ημερομηνία λήψης του δείγματος.
- Οι περιοχή δειγματοληψίας.

- Οι συντεταγμένες του ακριβούς σημείου δειγματοληψίας.
- Οι τιμές των παραμέτρων που μετρήθηκαν στο πεδίο
- Τα ονόματα των μελών της ομάδας δειγματοληψίας.
- Παρατηρήσεις / Τυχόν αποκλίσεις

Η συμπλήρωση του εντύπου γίνεται άμεσα, μετά την ονομασία του δείγματος.

Με το πέρας της δειγματοληψίας, τα δείγματα ελέγχονται αν έχουν σφραγιστεί σωστά και τοποθετούνται στο ψυγείο συντήρησης και μεταφοράς των δειγμάτων, υπό κατάλληλες συνθήκες (4° C) για τη μεταφορά τους στο Χημικό Εργαστήριο.

Τέλος τα δείγματα μεταφέρονται στο Εργαστήριο εντός 24 ωρών από την στιγμή της δειγματοληψίας και παραδίδονται στον εξουσιοδοτημένο Τεχνικό Υπεύθυνο του Εργαστηρίου, μαζί με το Έντυπο Καταγραφής Στοιχείων Δειγμάτων..

Όλα τα έντυπα καταγραφής δεδομένων Δειγματοληψίας τροφοδοτούν το Αρχείο με το Ιστορικό Δειγματοληψιών.

2.4.1 Διενέργεια Α' Δειγματοληψίας Εγνατίας (Δεκέμβριος 2014).

Η δειγματοληψία κατά μήκος της Εγνατίας Οδού πραγματοποιήθηκε στο διάστημα 3-19 Δεκεμβρίου και χωρίστηκε σε 4 μέρη ώστε να καλυφθεί σύνολο των σημείων δειγματοληψίας στο λιγότερο δυνατό χρόνο. Συγκεκριμένα στις 3 Δεκεμβρίου η ομάδα έργου επισκέφτηκε περιοχές γύρω από τη Θεσσαλονίκη. Έγινε δειγματοληψία στις περιοχές Αξιού –Λουδία –Γαλλικού – Βόλβης και Κορώνειας. Το σύνολο των σημείων που για αυτή την περιοχή ήταν 19. Η κατανομή τους ήταν η ακόλουθη:

Πίνακας 2.1: Κατανομή σημείων 1^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αξιός	4	03/12/14
2	Λουδίας	3	03/12/14
3	Γαλλικός	3	03/12/14
4	Κορώνεια	7	03/12/14
5	Βόλβη	2	03/12/14
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	19	



Εικόνα 2.1: Λουδίας



Εικόνα 2.2: Βόλβη



Εικόνα 2.3: Κορώνεια

Στις 05 Δεκεμβρίου πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία στο Ανατολικό κατάντη τμήμα του Αλιάκμονα που καλύπτει τα σημεία του Αλιάκμονα από Αλεξάνδρεια έως Σιάτιστα. Η ανάγκη διαχωρισμού των ημερών δειγματοληψίας του Αλιάκμονα προέκυψε λόγω του μεγάλου αριθμού σημείων δειγματοληψίας (19) και λόγω των μεγάλων χιλιομετρικών αποστάσεων αφού ο Αλιάκμονας καλύπτει πολύ μεγάλο κομμάτι της Εγνατίας Οδού. Για του παραπάνω λόγους τη συγκεκριμένη ημερομηνία έγινε δειγματοληψία από 11 σημεία του Αλιάκμονα

Πίνακας 2.2: Κατανομή Σημείων 2^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αλιάκμονας (Ανατολικό Κατάντη)	11	05/12/2014
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	11	



Εικόνα 2.4: Αλιάκμονας

Στο διάστημα 10-11-12 Δεκεμβρίου πραγματοποιήθηκε το 3^ο μέρος της δειγματοληψίας που περιλάμβανε τα ποτάμια που βρίσκονται στην ανατολική Εγνατία και συγκεκριμένα στα ποτάμια Νέστο -Στρυμόνα – Κόσυνθο –Κομψάτο- Ασπροπόταμο – Μπόστο- Φαγωμένο- Τρελοχείμαρο- Λυσσό- Μεγαρέμα και Τσάι. Συνολικά έγιναν 60 δειγματοληψίες οι οποίες κατανέμονται ως εξής

Πίνακας 2.3: Κατανομή σημείων 3^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Στρυμόνας	8	10/12/2014
2	Νέστος	14	10/12/2014
3	Κόσυνθος	6	11/12/2014
4	Κομψάτος	6	11/12/2014
5	Φαγωμένος	3	11/12/2014
6	Ασπροπόταμος	5	11/12/2014
7	Μπόστος	3	11/12/2014
8	Τρελοχείμαρος	2	12/12/2014
9	Λύσσος	8	12/12/2014
10	Μεγαρέμα	2	12/12/2014
11	Τσάι	3	12/12/2014
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	60	

Στα σημεία Τσάι και Ασπροπόταμος η δειγματοληψία και οι μετρήσεις πεδίου έγιναν παρουσία εκπροσώπου της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ ΑΕ ώστε να πιστοποιηθεί η ορθότητα της διαδικασίας και η σωστή θέση των σημείων.



Εικόνα 2.5: Στρυμόνας



Εικόνα 2.6: .Κομπάτος



Εικόνα 2.7: Τσάι

Το τέταρτο κομμάτι της δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ 17-19 Δεκεμβρίου και περιλάμβανε τα σημεία που καλύπτουν το δυτικό άξονα της Εγνατίας συμπεριλαμβανομένου και του τμήματος του Αλιάκμονα (Δυτικό ανάντη) όπως είχε καθοριστεί από το διαχωρισμό του Αλιάκμονα σε διαφορετικές ημερομηνίες. Στο τελευταίο κομμάτι προστέθηκαν δύο νέα σημεία κοντά στη Πτολεμαΐδα κατόπιν αιτήματος της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ ΑΕ. Για να εξυπηρετηθεί το αίτημα απορρίφθηκαν δύο καθορισμένα σημεία ‘ένα από τον Αλιάκμονα και ένα από την Παμβώτιδα. Έγιναν συνολικά 60 δειγματοληψίες στο τμήμα που περιλαμβάνει τα τμήματα Αλιάκμονα(Δυτικό ανάντη)-Γρεβενιώτικος-Βενέτικος-Άραχθος-Παμβώτιδα-Σμόλιτσα-Τύρια-Μετσοβίτικος-Πτολεμαΐδα. Η κατανομή των σημείων περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.4: Κατανομή σημείων 4^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αλιάκμονας (Δυτικό Ανάντη)	8	17/12/2014
2	Βενέτικος	7	17/12/2014
3	Γρεβενιώτικος	6	17/12/2014
4	Τύρια	11	18/12/2014
5	Σμόλιτσα	5	18/12/2014
6	Άραχθος	4	18/12/2014
7	Παμβώτιδα	7	18/12/2014
8	Μετσοβίτικος	10	19/12/2014
9	Πτολεμαΐδα	2	19/12/2014
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	60	

Και σε αυτή τη δειγματοληψία υπήρξε παρουσία εκπροσώπου της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε. σε σημεία του Μετσοβίτικου.



Εικόνα 2.8: Μετσοβίτικος



Εικόνα 2.9: Παμβώτιδα



Εικόνα 2.10: Τύρια

Η ομάδα έργου η οποία διενέργησε τις δειγματοληψίες ήταν πλήρως εξοπλισμένη. Η πρόσβαση στα σημεία έγινε με ειδικό όχημα και χρήση GPS. Οι μετρήσεις πεδίου έγιναν με τη χρήση πολυπαραμετρικού αισθητήρα και η δειγματοληψία έγινε με χρήση πλαστικών μπουκαλιών των 250 ml και 1 lt. Τηρήθηκαν πρωτόκολλα μετρήσεων πεδίου και τραβήχτηκαν φωτογραφίες από όλα τα σημεία δειγματοληψίας. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο με φορητό ψυγείο.



Εικόνες 2.11&2.12: Εξοπλισμός Δειγματοληψίας.

2.4.2 Διενέργεια Β' Δειγματοληψίας Εγνατίας (Μάρτιος 2015)

Η δειγματοληψία κατά μήκος της Εγνατίας Οδού πραγματοποιήθηκε στο διάστημα 04-20 Μαρτίου και χωρίστηκε σε 3 μέρη ώστε να καλυφθεί σύνολο των σημείων δειγματοληψίας στο λιγότερο δυνατό χρόνο. Συγκεκριμένα στις 10 Μαρτίου η μία ομάδα έργου επισκέφτηκε περιοχές γύρω από τη Θεσσαλονίκη. Έγινε δειγματοληψία στις περιοχές Αξιού –Λουδία –Γαλλικού – Βόλβης και Κορώνειας. Η δεύτερη ομάδα έργου πραγματοποίησε δειγματοληψία στο Ανατολικό κατάντη τμήμα του Αλιάκμονα που καλύπτει τα σημεία του Αλιάκμονα από Αλεξάνδρεια έως Σιάτιστα. Η ανάγκη διαχωρισμού των ημερών δειγματοληψίας του Αλιάκμονα προέκυψε λόγω του μεγάλου αριθμού σημείων δειγματοληψίας (19) και λόγω των μεγάλων χιλιομετρικών αποστάσεων αφού ο Αλιάκμονας καλύπτει πολύ μεγάλο κομμάτι της Εγνατίας Οδού. Για του παραπάνω λόγους τη συγκεκριμένη ημερομηνία έγινε δειγματοληψία από 11 σημεία του Αλιάκμονα

Το σύνολο των σημείων που για αυτή την περιοχή ήταν 19. Η κατανομή τους ήταν η ακόλουθη:

Πίνακας 2.5: Κατανομή σημείων 1^{ης} Δειγματοληψίας-1^{ης} Ομάδας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αξιός	4	04/03/15
2	Λουδίας	3	04/03/15
3	Γαλλικός	3	04/03/15
4	Κορώνεια	7	04/03/15
5	Βόλβη	2	04/03/15
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	19	

Πίνακας 2.6: Κατανομή Σημείων 1^{ης} Δειγματοληψίας- 2^{ης}

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αλιάκμονας (Ανατολικό Κατάντη)	11	04/03/15
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	11	



Εικόνα 2.13: Αξιός



Εικόνα 2.14: Λουδίας



Εικόνα 2.15: Κορώνεια



Εικόνα 2.16: Αλιάκμονας

Στο διάστημα 10-11-12 Μαρτίου πραγματοποιήθηκε το 2^ο μέρος της δειγματοληψίας που περιλάμβανε τα ποτάμια που βρίσκονται στην ανατολική Εγνατία και συγκεκριμένα στα ποτάμια Νέστο -Στρυμόνα – Κόσυνθο –Κομψάτο- Ασπροπόταμο – Μπόστο- Φαγωμένο- Τρελοχείμαρο- Λυσσό- Μεγαρέμα και Τσάι. Συνολικά έγιναν 60 δειγματοληψίες οι οποίες κατανέμονται ως εξής

Πίνακας 2.7: Κατανομή σημείων 3^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Στρυμόνας	8	12/03/2015
2	Νέστος	14	12/03/2015
3	Τρελοχείμαρος	2	11/03/2015
4	Λύσσοι	8	11/03/2015
5	Φαγωμένος	3	11/03/2015
6	Μεγαρέμα	2	11/03/2015
7	Τσάι	3	11/03/2015
8	Κόσυνθος	6	10/03/2015
9	Κομψάτος	6	10/03/2015
10	Ασπροπόταμος	5	10/03/2015
11	Μπόστος	3	10/03/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	60	



Εικόνα 2.17: Στρυμόνας



Εικόνα 2.18: Κομψάτος



Εικόνα 2.19: Νέστος

Το τρίτο κομμάτι της δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ 18-20 Μαρτίου και περιλάμβανε τα σημεία που καλύπτουν το δυτικό άξονα της Εγνατίας συμπεριλαμβανομένου και του τμήματος του Αλιάκμονα (Δυτικό ανάντη) όπως είχε καθοριστεί από το διαχωρισμό του Αλιάκμονα σε διαφορετικές ημερομηνίες. Τα σημεία της Πτολεμαΐδας δεν πάρθηκαν λόγω έντονης βροχόπτωσης Έγιναν συνολικά 60 δειγματοληψίες στο τμήμα που περιλαμβάνει τα τμήματα Αλιάκμονα(Δυτικό ανάντη)-Γρεβενιώτικος-Βενέτικος-Άραχθος-Παμβώτιδα-Σμόλιτσα-Τύρια-Μετσοβίτικος. Η κατανομή των σημείων περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.8: Κατανομή σημείων 4^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αλιάκμονας (Δυτικό Ανάντη)	9	18/03/2015
2	Βενέτικος	7	18/03/2015
3	Γρεβενιώτικος	6	18/03/2015
4	Τύρια	11	19/03/2015
5	Σμόλιτσα	5	19/03/2015
6	Άραχθος	4	19/03/2015
7	Παμβώτιδα	8	19/03/2015
8	Μετσοβίτικος	10	20/03/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	60	



Εικόνα 2.20: Μετσοβίτικος



Εικόνα 2.21: Παμβώτιδα



Εικόνα 2.22: Άραχθος

Η ομάδα έργου η οποία διενέργησε τις δειγματοληψίες ήταν πλήρως εξοπλισμένη. Η πρόσβαση στα σημεία έγινε με ειδικό όχημα και χρήση GPS. Οι μετρήσεις πεδίου έγιναν με τη χρήση πολυπαραμετρικού αισθητήρα και η δειγματοληψία έγινε με χρήση πλαστικών μπουκαλιών των 250 ml και 1 lt. Τηρήθηκαν πρωτόκολλα μετρήσεων πεδίου και τραβήχτηκαν φωτογραφίες από όλα τα σημεία δειγματοληψίας. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο με φορητό ψυγείο.



Εικόνες 2.23&2.24: Εξοπλισμός Δειγματοληψίας.

2.4.3 Διενέργεια Γ' Δειγματοληψίας Εγνατίας (Ιούνιος-Ιούλιος 2015)

Η δειγματοληψία κατά μήκος της Εγνατίας Οδού πραγματοποιήθηκε στο διάστημα 10-11-12/06 (το δυτικό τμήμα) και 22 -29/07 το (ανατολικό τμήμα μαζί με τα σημεία γύρω από τη Θεσσαλονίκη) Συνολικά η δειγματοληψία χωρίστηκε σε 4 μέρη ώστε να καλυφθεί σύνολο των σημείων δειγματοληψίας στο λιγότερο δυνατό χρόνο.

Το πρώτο κομμάτι της δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ 10-12 Ιουνίου και περιλάμβανε τα σημεία που καλύπτουν το δυτικό άξονα της Εγνατίας συμπεριλαμβανομένου και του τμήματος του Αλιάκμονα (Δυτικό ανάντη) όπως είχε καθοριστεί από το διαχωρισμό του Αλιάκμονα σε διαφορετικές ημερομηνίες.

Έγιναν συνολικά 56 δειγματοληψίες στο τμήμα που περιλαμβάνει τα τμήματα Αλιάκμονα (Δυτικό ανάντη)-Γρεβενιώτικος-Βενέτικος-Άραχθος-Παμβώτιδα-Σμόλιτσα-Τύρια-Μετσοβίτικος-Πτολεμαΐδα. Δεν έγινε η δειγματοληψία σε 6 σημεία είτε λόγω αδυναμίας πρόσβασης ή έλλειψης νερού σε συγκεκριμένα σημεία. Η κατανομή των σημείων περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.9: Κατανομή σημείων 1^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αλιάκμονας (Δυτικό Ανάντη)	8	10/06/2015
2	Βενέτικος	6	10/06/2015
3	Άραχθος	4	10/06/2015
4	Γρεβενιώτικος	7	10/06/2015
5	Τύρια	11	10/06/2015
6	Σμόλιτσα	4	10/06/2015
7	Παμβώτιδα	5	10/06/2015
8	Μετσοβίτικος	9	10/06/2015
9	Πτολεμαΐδα	2	10/06/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	56	



Εικόνα 2.25: Μετσοβίτικος



Εικόνα 2.26: Σμόλιτσα

Στο διάστημα 20-21-22 Ιουλίου πραγματοποιήθηκε το 2^ο μέρος της δειγματοληψίας που περιλάμβανε τα ποτάμια που βρίσκονται στην ανατολική Εγνατία και συγκεκριμένα στα ποτάμια Νέστο -Στρυμόνα – Κόσυνθο –Κομφάτο-

Ασπροπόταμο – Μπόστο- Φαγωμένο- Τρελοχείμαρο- Λυσσό και Τσάι. Συνολικά έγιναν 52 δειγματοληψίες ενώ σε 8 σημεία (εκ των οποίων και τα δύο στο Μεγαρέμα) παρατηρήθηκε έλλειψη νερού. Οι δειγματοληψίες κατανέμονται ως εξής

Πίνακας 2.10: Κατανομή σημείων 2^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Κομψάτος	2	20/07/2015
2	Ασπροπόταμος	5	20/07/2015
3	Μπόστος	3	20/07/2015
4	Κόσυνθος	6	20/07/2015
5	Φαγωμένος	3	21/07/2015
6	Τσάι	1	21/07/2015
7	Λύσσος	8	21/07/2015
8	Τρελοχείμαρος	2	21/07/2015
9	Νέστος	14	22/07/2015
10	Στρυμόνας	8	22/07/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	52	



Εικόνα 2.27: Κόσυνθος



Εικόνα 2.28: Στρυμόνας

Η τρίτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 28/07/2015 στις περιοχές γύρω από τη Θεσσαλονίκη. Έγινε δειγματοληψία στις περιοχές Αξιού –Λουδία –Γαλλικού – Βόλβης και Κορώνειας. Το σύνολο των σημείων που για αυτή την περιοχή ήταν 18 (1 σημείο δεν είχε νερό). Η κατανομή τους ήταν η ακόλουθη:

Πίνακας 2.11: Κατανομή σημείων 3^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αξιός	4	28/07/2015
2	Λουδίας	3	28/07/2015
3	Γαλλικός	3	28/07/2015
4	Κορώνεια	2	28/07/2015
5	Βόλβη	6	28/07/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	18	



Εικόνα 2.29: Αξίος



Εικόνα 2.30: Βόλβη

Στις 29 Ιουλίου πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία στο Ανατολικό κατάντη τμήμα του Αλιάκμονα που καλύπτει τα σημεία του Αλιάκμονα από Αλεξάνδρεια έως Σιάτιστα. Η ανάγκη διαχωρισμού των ημερών δειγματοληψίας του Αλιάκμονα

προέκυψε λόγω του μεγάλου αριθμού σημείων δειγματοληψίας (19) και λόγω των μεγάλων χιλιομετρικών αποστάσεων αφού ο Αλιάκμονας καλύπτει πολύ μεγάλο κομμάτι της Εγνατίας Οδού. Για τους παραπάνω λόγους τη συγκεκριμένη ημερομηνία έγινε δειγματοληψία από 9 σημεία του Αλιάκμονα ενώ σε 2 από αυτά ήταν αδύνατη η πρόσβαση

Πίνακας 2.12: Κατανομή σημείων 4^{ης} Δειγματοληψίας

/Α	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αλιάκμονας (Ανατολικό Κατάντη)	9	29/07/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	9	



Εικόνα 2.31: Αλιάκμονας

Η ομάδα έργου η οποία διενέργησε τις δειγματοληψίες ήταν πλήρως εξοπλισμένη. Η πρόσβαση στα σημεία έγινε με ειδικό όχημα και χρήση GPS. Οι μετρήσεις πεδίου έγιναν με τη χρήση πολυπαραμετρικού αισθητήρα και η δειγματοληψία έγινε με χρήση πλαστικών μπουκαλιών των 250 ml και 1 lt. Τηρήθηκαν πρωτόκολλα μετρήσεων πεδίου και τραβήχτηκαν φωτογραφίες από όλα τα σημεία δειγματοληψίας. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο με φορητό ψυγείο.



Εικόνα 2.32: Δείγματα προς μέτρηση στο εργαστήριο.

2.4.4 Διενέργεια Δ' Δειγματοληψίας Εγνατίας (Σεπτέμβριος 2015).

Η δειγματοληψία κατά μήκος της Εγνατίας Οδού πραγματοποιήθηκε στο διάστημα 02-11 Σεπτεμβρίου και χωρίστηκε σε 4 μέρη ώστε να καλυφθεί σύνολο των σημείων δειγματοληψίας στο λιγότερο δυνατό χρόνο.

Το πρώτο κομμάτι της δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ 2-4 Σεπτεμβρίου και περιλάμβανε τα σημεία που καλύπτουν το δυτικό άξονα της Εγνατίας συμπεριλαμβανομένου και του τμήματος του Αλιάκμονα (Δυτικό ανάντη) όπως είχε καθοριστεί από το διαχωρισμό του Αλιάκμονα σε διαφορετικές ημερομηνίες.

Έγιναν συνολικά 56 δειγματοληψίες στο τμήμα που περιλαμβάνει τα τμήματα Αλιάκμονα (Δυτικό ανάντη)-Γρεβενιώτικος-Βενέτικος-Άραχθος-Παμβώτιδα-Σμόλιτσα-Τύρια-Μετσοβίτικος-Πτολεμαΐδα. Δεν έγινε η δειγματοληψία σε 6 σημεία είτε λόγω αδυναμίας πρόσβασης ή έλλειψης νερού σε συγκεκριμένα σημεία. Η κατανομή των σημείων περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.13: Κατανομή σημείων 1^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αλιάκμονας (Δυτικό Ανάντη)	8	02/09/2015
2	Βενέτικος	6	02/09/2015
3	Γρεβενιώτικος	7	02/09/2015
4	Τύρια	11	03/09/2015
5	Σμόλιτσα	4	03/09/2015
6	Παμβώτιδα	5	03/09/2015
7	Μετσοβίτικος	9	04/09/2015
8	Πτολεμαΐδα	2	04/09/2015
9	Άραχθος	4	04/09/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	56	



Εικόνα 2.33: Τύρια



Εικόνα 2.34: Βενέτικος

Στο διάστημα 7-8-9 Σεπτεμβρίου πραγματοποιήθηκε το 2^ο μέρος της δειγματοληψίας που περιλάμβανε τα ποτάμια που βρίσκονται στην ανατολική Εγνατία και συγκεκριμένα στα ποτάμια Νέστο -Στρυμόνα – Κόσυνθο –Κομψάτο- Ασπροπόταμο – Μπόστο- Φαγωμένο- Τρελοχείμαρο- Λυσσό και Τσάι. Συνολικά έγιναν 52 δειγματοληψίες ενώ σε 8 σημεία (εκ των οποίων και τα δύο στο Μεγαρέμα) παρατηρήθηκε έλλειψη νερού. Οι δειγματοληψίες κατανέμονται ως εξής

Πίνακας 2.14: Κατανομή σημείων 2^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Κομψάτος	2	07/09/2015
2	Ασπροπόταμος	5	07/09/2015
3	Μπόστος	3	07/09/2015
4	Κόσυνθος	6	07/09/2015
5	Φαγωμένος	3	08/09/2015
6	Τσάι	1	08/09/2015
7	Λύσσοι	8	08/09/2015
8	Τρελοχείμαρος	2	08/09/2015
9	Νέστος	14	09/09/2015
10	Στρυμόνας	8	09/09/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	52	



Εικόνα 2.35: Νέστος



Εικόνα 2.36: Κόσυνθος

Η τρίτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 10/09/2015 στις περιοχές γύρω από τη Θεσσαλονίκη. Έγινε δειγματοληψία στις περιοχές Αξιού –Λουδία –Γαλλικού – Βόλβης και Κορώνειας. Το σύνολο των σημείων που για αυτή την περιοχή ήταν 18(1 σημείο δεν είχε νερό). Η κατανομή τους ήταν η ακόλουθη:

Πίνακας 2.15: Κατανομή σημείων 3^{ης} Δειγματοληψίας

A/A	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αξιός	4	10/09/2015
2	Λουδία	3	10/09/2015
3	Γαλλικός	3	10/09/2015
4	Κορώνεια	2	10/09/2015
5	Βόλβη	6	10/09/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	18	



Εικόνα 2.37: Λουδίας



Εικόνα 2.38: Κορώνεια

Στις 11 Σεπτεμβρίου πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία στο Ανατολικό κατάντη τμήμα του Αλιάκμονα που καλύπτει τα σημεία του Αλιάκμονα από Αλεξάνδρεια έως Σιάτιστα. Η ανάγκη διαχωρισμού των ημερών δειγματοληψίας του Αλιάκμονα προέκυψε λόγω του μεγάλου αριθμού σημείων δειγματοληψίας (19) και λόγω των μεγάλων χιλιομετρικών αποστάσεων αφού ο Αλιάκμονας καλύπτει πολύ μεγάλο κομμάτι της Εγνατίας Οδού. Για τους παραπάνω λόγους τη συγκεκριμένη ημερομηνία έγινε δειγματοληψία από 9 σημεία του Αλιάκμονα ενώ σε 2 από αυτά ήταν αδύνατη η πρόσβαση

Πίνακας 2.16: Κατανομή σημείων 4^{ης} Δειγματοληψίας

/Α	Περιοχή Δειγματοληψίας	Αριθμός Δειγμάτων	Ημερομηνία
1	Αλιάκμονας (Ανατολικό Κατάντη)	9	11/09/2015
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	9	



Εικόνα 2.39: Αλιάκμονας

Η ομάδα έργου η οποία διενέργησε τις δειγματοληψίες ήταν πλήρως εξοπλισμένη. Η πρόσβαση στα σημεία έγινε με ειδικό όχημα και χρήση GPS. Οι μετρήσεις πεδίου έγιναν με τη χρήση πολυπαραμετρικού αισθητήρα και η δειγματοληψία έγινε με χρήση πλαστικών μπουκαλιών των 250 ml και 1 lt. Τηρήθηκαν πρωτόκολλα μετρήσεων πεδίου και τραβήχτηκαν φωτογραφίες από όλα

τα σημεία δειγματοληψίας. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο με φορητό ψυγείο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΩΝ

3.1 Ποιότητα νερού

Όπως κάθε μεγάλο έργο υποδομής με γραμμική διάταξη, έτσι και οι αυτοκινητόδρομοι, διασταυρώνονται με υδάτινα ρεύματα συνεχούς ή μη ροής, τα οποία είτε αποτελούν σημαντικούς τελικούς αποδέκτες είτε εκβάλλουν σε σημαντικούς τελικούς αποδέκτες. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει την αλλοίωση των χαρακτηριστικών των αποδεκτών και τη διαταραχή των φυσικών, χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των υδάτων. Οι οικολογικές επιπτώσεις από τη ρύπανση των υδάτων είναι ποικίλες και συχνά συνεπάγονται σοβαρές επιπτώσεις για το κοινωνικό σύνολο.

Είναι γεγονός ότι η ρύπανση των υδάτων που προκαλείται από έναν αυτοκινητόδρομο, προέρχεται κυρίως από τα νερά που απορρέουν από τις επιφάνειες κυκλοφορίας. Το βρόχινο νερό πριν καταλήξει στο υπέδαφος ή σε παρακείμενο υδάτινο αποδέκτη, ξεπλένει, διαλύει και μεταφέρει ουσίες που προέρχονται από τα καυσαέρια και τη διέλευση των οχημάτων.

Πηγές ρύπανσης των υδάτινων αποδεκτών μπορούν να αποτελέσουν:

- η φθορά του οδοστρώματος και των ελαστικών,
- η οξείδωση των μεταλλικών μερών των οχημάτων καθώς και του εξοπλισμού των δρόμων (στηθαία ασφαλείας, κλπ.)
- οι εκπομπές καυσαερίων.
- οι διαρροές λαδιών, κλπ. από τα οχήματα.

Το σύνολο των προαναφερόμενων (υδρογονάνθρακες, λάδια, βαρέα μέταλλα, ελαστικά, φαινόλες) επικάθονται στον τάπητα του αυτοκινητόδρομου και παρασύρονται εκτός οδού από τα νερά της βροχής. Αυτοί οι ρύποι προσκολλώνται σε στερεά σωματίδια και προσβάλλουν κυρίως τα επιφανειακά νερά και τους ευάλωτους υδροφορείς.

Για την περίπτωση της ρύπανσης των υδάτων που προέρχεται από τη λειτουργία ενός αυτοκινητόδρομου, όπως η Εγνατία οδός, ως σημαντικότεροι ρυπαντές θεωρούνται κατά κύριο λόγο οι ακόλουθοι: Αιωρούμενα στερεά (TSS), Βαρέα

μέταλλα (Cu, Ni, Zn, Pb, Cd), Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH), Νιτρικά – Νιτρώδη, Ολικό Άζωτο (TN) και Ολικός Φώσφορος (TP). Επίσης, προκειμένου να διαπιστωθεί η κατάσταση των υδάτων από άποψη ρύπανσης σημαντικός είναι και ο υπολογισμός παραμέτρων όπως τα BOD, COD, pH και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC). Συνοψίζοντας, οι παράμετροι που παρακολουθούνται είναι οι ακόλουθοι:

Πίνακας 3.1.: Παράμετροι παρακολούθησης της ρύπανσης των υδάτων

Παράμετρος	Μονάδες
pH	
Θολρότητα	NTU (μS/cm)
Αγωγιμότητα	NTU (μS/cm)
BOD ₅	mg/L
Αιωρούμενα Στερεά COD	mg/L
Αιωρούμενα Στερεά (S.S.)	mg/L
Ολικά Στερεά (TS)	mg/L
Λίπη και Έλαια	mg/L
Νιτρικά (NO ₃ ⁻)	mg/L
Νιτρώδη (NO ₂ ⁻)	mg/L
Ολικός Φώσφορος (TP)	mg/L
Ολικό Άζωτο (TN)	mg/L
Ολικό Fe	mg/L
Cu	mg/L
Mn	mg/L
Cd	mg/L
Cr	mg/L
Pb	mg/L
As	mg/L
Σκληρότητα (Γαλλικοί Βαθμοί)	°F

Στο πλαίσιο της παρακολούθησης των φυσικοχημικών παραμέτρων πραγματοποιήθηκαν φυσικοχημικές αναλύσεις πεδίου (in situ) για τον προσδιορισμό των παραμέτρων pH, Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας, Θερμοκρασίας, Θολρότητας και Ολικά Διαλυμένων Στερεών.

Επίσης πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις χημικών παραμέτρων (in vitro) για τον προσδιορισμό των παραμέτρων Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD₅), Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD), Ολικά Αιωρούμενων Στερεών, Συγκέντρωσης

Λιπών και Ελαίων, Θρεπτικών Ουσιών (Νιτρικών, Νιτρωδών, Φωσφορικών), καθώς και Συγκέντρωσης Βαρέων Μετάλλων (Μολύβδου, Σιδήρου και Καδμίου).

Επιπλέον των απαιτούμενων παραμέτρων προσδιορίστηκαν και οι παράμετροι Διαλυμένου Οξυγόνου (in situ), Ολικού Διαλυμένου Οργανικού Άνθρακα καθώς και οι συγκεντρώσεις αμμωνιακών ιόντων, Θεικών ιόντων, ιόντων Φθορίου, Χλωρίου, Βρωμίου, Νατρίου, Καλίου, Ασβεστίου και Μαγνησίου (σύμφωνα με ΑΡΗΑ- AWWA- WEF, 2005. 4110-4-3), όπως επίσης και η Ολική Σκληρότητα και η συγκέντρωση σε Αρσενικό. Η παρακολούθηση των επιπλέον αυτών παραμέτρων οδήγησε σε πληρέστερη αντίληψη της κατάστασης των υδάτινων σωμάτων, και η καταγραφή των επιπτώσεων της λειτουργίας του αυτοκινητοδρόμου έγινε με πληρέστερα δεδομένα. Οι εργαστηριακές αναλύσεις πρέπει να εκτελούνται με βάση πρότυπες μεθόδους όπως καθορίζονται από τις Κοινοτικές Οδηγίες, το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Standardization Association – ISO) τον ΑΡΗΑ- AWWA- WEF και εθνικούς Οργανισμούς Τυποποίησης. Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται τόσο η αξιοπιστία όσο και η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

Στον Πίνακα 3.2 που ακολουθεί δίνονται ενδεικτικές πρότυπες μέθοδοι που προτείνονται για τον προσδιορισμό των παραμέτρων παρακολούθησης.

Πίνακας 3.2: Παράμετροι παρακολούθησης.

	Δοκιμή	Μονάδα Μέτρησης	Μέθοδος
Λίπη και Έλαια	Λίπη και Έλαια	mg/L	
Φυσικοχημικές αναλύσεις	θερμοκρασία	° C	
	pH (ενεργός οξύτητα)	4-10	APHA-AWWA-WEF, 2005-4500H ⁺ b
	αγωγιμότητα	μS/cm	APHA-AWWA-WEF, 2005-2510b
	αλατότητα	ppt	APHA-AWWA-WEF, 2005-2520b
	θολερότητα	NTU	(2130, APHA AWWA WEF, 2005)
	Ολική Σκληρότητα	ΓΑΛΛΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ	
Οργανικό φορτίο	BOD ₅ (βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο)	mg/l	APHA-AWWA-WEF, 2005-5210b
	COD (χημικά απαιτούμενο οξυγόνο)	mg/l	APHA-AWWA-WEF, 2005-5220c
	TOC (ολικό οργανικό φορτίο)	mg/l	(5310B, APHA AWWA WEF, 2005).
	DO (Διαλυμένο Οξυγόνο)	mg/l	(APHA AWWA WEF, 2005).
Στερεά	TSS (ολικά αιωρούμενα στερεά)	mg/l	APHA-AWWA-WEF, 2005-2540d
	TDS (ολικά διαλυμένα στερεά)	mg/l	APHA-AWWA-WEF, 2005-2540c
Θρεπτικά ιόντα	νιτρικά (NO ₃ ⁻)	mg/l	APHA-AWWA-WEF, 2005-4500b
	νιτρώδη (NO ₂ ⁻)	mg/l	
	φωσφορικά (PO ₄ ³⁻)	mg/l	
	αμμωνιακά (NH ₄ ⁺)	mg/l	
	Θειικά (SO₄²⁻)	mg/l	
	Φθορίου(F⁻)	mg/l	
	Χλωρίου(Cl⁻)	mg/l	
	Βρωμίου(Br⁻)	mg/l	
	Νατρίου(Na⁺)	mg/l	
	Καλίου(K ⁺)	mg/l	
	Ασβεστίου(Ca²⁺)	mg/l	
	Μαγνησίου(Mg²⁺)	mg/l	
Μέταλλα	μόλυβδος Pb	mg/l, μg/l	APHA-AWWA-WEF, 2005- 3111b,d
	κάδμιο Cd	mg/l, μg/l	
	Σίδηρος Fe	mg/l, μg/l	
	Αρσενικό As	mg/l, μg/l	

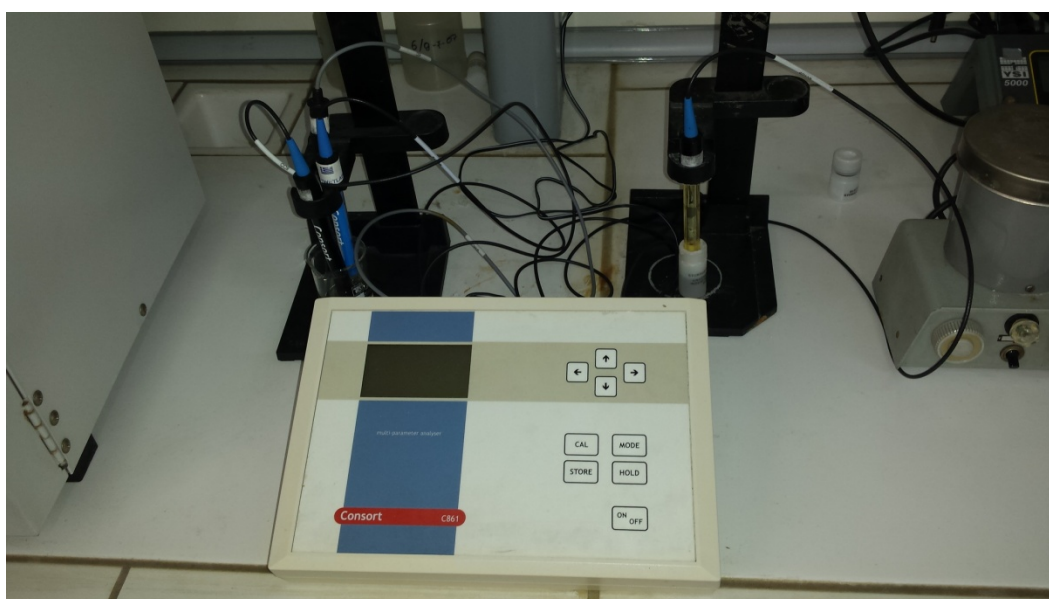
Ο υφιστάμενος εξοπλισμός του Διαβαλκανικού Κέντρου Περιβάλλοντος παρουσιάζεται παρακάτω με αναφορά στον εξοπλισμό και τις δυνατότητες του εργαστηρίου του ΔΚΠ», με αναλυτική περιγραφή στις δυνατότητες και εφαρμογές του. Όλες οι παρεχόμενες υπηρεσίες και δράσεις του ΔΚΠ χαρακτηρίζονται από αυστηρές διαδικασίες ελέγχου ποιότητας. Το Κέντρο διαθέτει εγκεκριμένες εσωτερικές διαδικασίες σύμφωνα με τη **Διαχειριστική Επάρκεια Τύπου Β** (Αρ.Πρωτ. 180078/12-01-2011) από το ΕΠΕΡΡΑ. Παράλληλα, το Χημικό Εργαστήριο του ΔΚΠ είναι **διαπιστευμένο από το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης** (Ε.ΣΥ.Δ) σύμφωνα με το ISO 17025:2005 (αριθμός πιστοποιητικού 720). Με βάση τα παραπάνω υλοποιούνται και τηρούνται όλες οι διαδικασίες ελέγχου ποιότητας, ενώ παράλληλα χρησιμοποιούνται χημικά αντιδράστρια υψηλής καθαρότητας,

αναλυτικώς καθαρά και υψηλότερης καθαρότητας , ενώ η αξιοπιστία των μετρήσεων διασφαλίζεται με τακτικούς έγκυρους ελέγχους βαθμονόμησης των οργάνων, μέσω προτύπων διαδικασιών.

3.2 Φυσικοχημικές Αναλύσεις

Ο προσδιορισμός των παραμέτρων pH, Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας, Διαλυμένου Οξυγόνου, Θερμοκρασίας, Θολερότητας και Ολικά Διαλυμένων Στερεών στο πεδίο διεξάγεται με τη χρήση πολύ-παραμετρικού οργάνου προσδιορισμού ποιότητας υδάτων in situ (MP TROLL 9500).

Οι παραπάνω μετρήσεις διεξάγονται στο πεδίο την ώρα της δειγματοληψίας (in situ) και χαρακτηρίζονται ως μεγάλης σπουδαιότητας. Ωστόσο γίνεται και επαλήθευση των μετρήσεων με τα όργανα του εργαστηρίου. Στην εικόνα 3.2.1 δίνεται το πολύμετρο με διάφορα ηλεκτρόδια για τον προσδιορισμό pH, Αγωγιμότητας, Θολερότητας και Ολικών Διαλυμένων Στερεών (TDS).



Εικόνα 3.1: Πολύμετρο Μέτρησης pH, EC, TDS, Turbidity.
multi- parameter analyser, Consort C861

1. pH και θερμοκρασία

Στο συγκεκριμένο όργανο προσαρμόζεται αισθητήρας για προσδιορισμό pH που αποτελείται από ηλεκτρόδιο pH, ηλεκτρόδιο αναφοράς και θερμομέτρο. Έτσι με εμφύσηση του συγκεκριμένου αισθητήρα στο υδατικό δείγμα, διαβάζεται το σήμα στο ηλεκτρόδιο του pH, το οποίο σε συνδυασμό με το ηλεκτρόδιο αναφοράς και τη

θερμοκρασία του υδατικού διαλύματος, μετατρέπεται σε τιμή pH για θερμοκρασία αναφοράς 25 °C, σύμφωνα με την εξίσωση του Nernst (EPA, 1983, APHA-AWWA-WEF, 2005).

Για τη βαθμονόμηση του αισθητήρα για προσδιορισμό pH χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα ρυθμιστικά διαλύματα pH:

pH buffer solution της Εταιρείας Panreac : 4 και 7 ($\pm 0,02$) στους 20°C καθώς και το pH buffer solution της Εταιρείας Panreac: 10 ($\pm 0,05$) στους 20°C

2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)

Για τον προσδιορισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιείται αντίστοιχος αισθητήρας ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Με τον όρο αγωγιμότητα νοείται η ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να επιτρέπει τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από αυτό. Αυτή η ικανότητα εξαρτάται από τη συγκέντρωση των ιόντων στο δείγμα, την κινητικότητά τους, το σθένος τους και τη θερμοκρασία. Οι καλοί αγωγοί του ρεύματος είναι συνήθως ανόργανα άλατα, σε αντίθεση με τα οργανικά άλατα, τα οποία παρουσιάζουν χαμηλή αγωγιμότητα. Για τη βαθμονόμηση του αισθητήρα για προσδιορισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα KCl ως ακολούθως:

0,005 M KCl: 718 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25 °C)

0,01 M KCl: 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25 °C)

3. Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)

Τα επίπεδα συγκέντρωσης του Διαλυμένου Οξυγόνου στο νερό εξαρτώνται από φυσικές, χημικές και βιοχημικές διεργασίες οι οποίες λαμβάνουν χώρα στα υδάτινα σώματα. Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου αποτελεί ένδειξη της ρύπανσης των υδάτων. Η μέτρηση γίνεται με τη χρήση αισθητήρα, ο οποίος έχει εξοπλισθεί με ηλεκτρόδιο επιλεκτικών μεμβρανών. Το ηλεκτρόδιο επιλεκτικών μεμβρανών αποτελείται από δύο στερεά μεταλλικά ηλεκτρόδια σε επαφή με τον ηλεκτρολύτη, διαχωριζόμενα από το προς μέτρηση δείγμα από μία εκλεκτική μεμβράνη. Για τη βαθμονόμηση του αισθητήρα χρησιμοποιείται υπέρκορο διάλυμα θειώδες νατρίου (Na_2SO_3) για τιμή DO 0% και έκθεση στον αέρα για τιμή DO 100% (APHA AWWA WEF, 2005).

4. Θολερότητα

Η θολερότητα του νερού οφείλεται σε αιωρούμενη και κολλοειδή ύλη, όπως οργανικά και ανόργανα συστατικά, πλαγκτόν και μικροσκοπικοί οργανισμοί. Η θολερότητα είναι μία έκφραση του κατά πόσο η οπτική ιδιότητα σκεδάζεται ή μεταδίδεται χωρίς μεταβολή στη κατεύθυνσή της. Η θολερότητα προσδιορίζεται με τον αντίστοιχο αισθητήρα, με τη νεφελομετρική μέθοδο η οποία στηρίζεται στη σύγκριση της έντασης του σκεδασμένου φωτός σε σχέση με την αντίστοιχη ένταση σε πρότυπο διάλυμα φορμαζίνης. Αυξανόμενη της έντασης του σκεδασμού, αυξάνεται και η θολερότητα. Η βαθμονόμηση του αισθητήρα θολερότητας γίνεται με βαθμονόμηση ενός σημείου (1 point calibration), χρησιμοποιώντας standard πολυμερούς βάσης (4000 μονάδες NTU). Το συγκεκριμένο πρότυπο διάλυμα αναφοράς παρασκευάζεται από την ανάμιξη σε συγκεκριμένη αναλογία πρότυπων διαλυμάτων Turbidity Standard Solution A RS και Turbidity Standard Solution B RS της εταιρείας Panreac (2130, APHA AWWA WEF, 2005).

5. Ολικά Διαλυμένα Στερεά (T.D.S.)

Τα Ολικά Διαλυμένα Στερεά αναφέρονται στην ποσότητα όλων των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Ο όρος στερεά προέρχεται από τον τρόπο εργαστηριακού προσδιορισμού του που έγκειται στο φιλτράρισμα του νερού, την εξάτμιση και το ζύγισμα του υπολείμματος. Τα διαλυμένα στερεά προέρχονται από την διάλυση πετρωμάτων από το νερό. Τα συγκεκριμένα συμπτώματα εξαρτώνται από την ποσότητα και το είδος των αλάτων. Προσδιορίζονται με τον αντίστοιχο αισθητήρα, η βαθμονόμηση του οποίου γίνεται με βαθμονόμηση ενός σημείου (1 point calibration) με διάλυμα NaCl 342 ppm.



Εικόνα 3.2: Πολύμετρο μέτρησης φυσικοχημικών παραμέτρων στο πεδίο, της εταιρείας AquaRead.

3.3 Παρακολούθηση χημικών παραμέτρων

Αναλυτικά οι αναλύσεις στο εργαστήριο θα περιλαμβάνουν:

1. Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (B.O.D.₅)

Είναι η συνήθως χρησιμοποιούμενη παράμετρος για τη Μέτρηση του οργανικού φορτίου των Λυμάτων και ρυπασμένων υδάτινων σωμάτων. Το ολικό BOD (BOD_u) μιας ποσότητας νερού ορίζεται ως η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου που χρησιμοποιούν οι μικροοργανισμοί για την πλήρη βιοχημική οξείδωση των περιεχόμενων οργανικών υλών.

Η ολοκλήρωση του πειράματος BOD απαιτεί πολύ χρόνο . Απαιτούνται 20 ημέρες για να ικανοποιηθούν τα 95-99% του BOD_u και γι' αυτό χρησιμοποιείται συνήθως το BOD₅ που είναι το BOD που ικανοποιείται κατά τις 5 πρώτες ημέρες του πειράματος σε θερμοκρασία 20°C. Η ταχύτητα της βιολογικής οξείδωσης εξαρτάται από το είδος της οργανικής ύλης ,ενώ υπάρχουν οργανικές ύλες που δεν οξειδώνονται βιολογικά (μη βιοδιασπάσιμες ύλες). Έτσι το BOD (BOD_u ή BOD₅) μετρά την οργανική μάζα κατά χονδρική προσέγγιση μόνος και ο λόγος BOD₅/BOD_u επηρεάζεται από το είδος των οργανικών υλών του νερού και λυμάτων αλλά και από το βαθμό βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων αφού προηγείται η οξείδωση των ευκολότερα βιοδιασπασιμων υλών.

Η μεγάλη αξία του BOD βρίσκεται στο ότι μετρά άμεσα το κυριότερο ρυπαντικό αποτέλεσμα της οργανικής ύλης, δηλαδή την κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου που πραγματοποιούν οι μικροοργανισμοί κατά την οξείδωσή της.

Για το χαρακτηρισμό του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου χρησιμοποιείται μονάδα προσδιορισμού B.O.D.5, η οποία αποτελείται από τα εξής:

A) Μονάδα μαγνητικής ανάδευσης

B) Μονάδα προσδιορισμού B.O.D. 5 που συνοδεύεται από 6 φιάλες B.O.D.5, 6 κεφαλές B.O.D.5, 6 μαγνητάκια ανάδευσης, φιαλίδιο με διάλυμα 45% KOH και ένα φιαλίδιο Nitrification Inhibitor.

Γ) Συσκευή Επώασης Δειγμάτων-Κλίβανος για τήρηση των δειγμάτων στην απαιτούμενη θερμοκρασία για το διάστημα 5 ημερών επώασης.

Η συγκεκριμένη διάταξη δύναται να μετρήσει στις παρακάτω περιοχές: 0-40mg/lit B.O.D., 0-80mg/lit B.O.D, 0-200mg/lit B.O.D., 0-400mg/lit B.O.D, 0-800mg/lit B.O.D., 0-2000mg/lit B.O.D., 0-4000mg/lit B.O.D.

Επιπλέον διαθέτει προγραμματιζόμενη περίοδο μέτρησης B.O.D. από 1-28 ημέρες καθώς και μνήμη αυτόματης αποθήκευσης των μετρήσεων έως και 28 μετρήσεις. Το σύστημα να ξεκινά την μέτρηση αφού επιτευχθεί η θερμοκρασία των 20°C, ενώ παρέχεται ψηφιακή ένδειξη των αποτελεσμάτων.

Η μεθοδολογία προσδιορισμού του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου στηρίζεται σε καθορισμένες εργαστηριακές διαδικασίες ώστε να προσδιορισθεί η κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου υπό συγκεκριμένες και σταθερές συνθήκες επώασης των δειγμάτων. Η διεργασία αυτή μετρά την κατανάλωση του μοριακού, διαλυμένου οξυγόνου κατά τη διάρκεια επώασης 5 ημερών για την βιοχημική οξείδωση της οργανικής ύλης του δείγματος, καθώς και κάποιων μορφών ανόργανης ύλης, όπως ιόντων δισθενούς σιδήρου και θειωδών ιόντων (5210, APHA AWWA WEF, 2005)



Εικόνα 3.3: Συσκευή μέτρησης BOD

2. Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (C.O.D.)

Το Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand- COD) είναι η παράμετρος που προσδιορίζει έμμεσα το συνολικό οργανικό φορτίο που υπάρχει στα ύδατα ή τα απόβλητα (βιοαποδομήσιμο και μη). Συγκεκριμένα, προσδιορίζει το οξυγόνο που απαιτείται για την πλήρη διάσπαση- οξείδωση του συνολικού οργανικού φορτίου προς νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Η οξείδωση πραγματοποιείται με ισχυρά οξειδωτικά μέσα, υπό όξινες συνθήκες και λόγω του γεγονότος ότι ορισμένες οργανικές ενώσεις είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στις διαδικασίες πλήρους οξείδωσής τους (π.χ. αρωματικές ενώσεις), η διεργασία αναπτύσσεται παρουσία καταλύτη. Το COD αποτελεί επίσης βασική παράμετρο για το σχεδιασμό και έλεγχο της λειτουργίας μονάδων βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Το COD χρησιμοποιείται ευρύτατα αντί του BOD ή συμπληρωματικά με αυτό. Έχει το μεγάλο πλεονέκτημα της ταχύτητας αφού η μέτρηση ολοκληρώνεται σε λίγες (2-3) ώρες αλλά μετρά όχι μόνο τη βιοδιασπάσιμη αλλά και τη μη βιοδιασπάσιμη οργανική ύλη και συνεπώς αποτελεί μέτρο των αποξυγονωτικών συνεπειών λιγότερο αντιπροσωπευτικό από το BOD. Ισχύει $COD > BOD_u > BOD_5$.

Όσον αφορά το προσδιορισμό του Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου χρησιμοποιείται αυτόματος αναλυτής C.O.D., ο οποίος αποτελείται από τα εξής:

Α) Φασματοφωτόμετρο της εταιρείας WTW SPECTROFLEX 6100

Β) Κλειστού τύπου επωαστήρα για τη θέρμανση των φιαλιδίων CR 4200 REACTOR

Γ) Φιαλίδια επώασης (kit) τα οποία περιέχουν έτοιμα τα αντιδραστήρια για τη διεξαγωγή της ανάλυσης (θειικός άργυρος, θειικός υδράργυρος, χλωριούχος άργυρος, πυκνό θειικό οξύ), με εύρος μέτρησης: COD 15-300mg/l.

Η μεθοδολογία προσδιορισμού του Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου στηρίζεται στην κατανάλωση του μοριακού, διαλυμένου οξυγόνου κατά τη διάρκεια επώασης 2 ωρών για την χημική οξείδωση της οργανικής ύλης του δείγματος, (5220D, APHA AWWA WEF, 2005).

3. Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (T.S.S.)

Ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός είναι συσκευή διήθησης, φίλτρα glass fiber, αναλυτικός ζυγός και κλίβανος.

Όσον αφορά τη μεθοδολογία δείγματα συγκεκριμένου όγκου διηθούνται με τη χρήση προζυγισμένων glass fiber φίλτρων και το κατακρατημένο υπόλειμμα σε αυτά ξηραίνεται σε κλίβανο στους 103-105 ο C, μέχρι ξηρού βάρους. Η αύξηση του βάρους του φίλτρου αντιστοιχεί τη συγκέντρωση των Ολικών Αιωρούμενων Στερεών (TSS) (2540D, APHA AWWA WEF, 2005).



Εικόνα 3.4: Κλίβανος



Εικόνα 3.5: Αναλυτικός Ζυγός

4. Ολικός Οργανικός Άνθρακας (T.O.C.)

Ο Ολικός Οργανικός Άνθρακας (Total Organic Carbon- TOC) είναι παράμετρος άμεσης μέτρησης του συνολικού οργανικού άνθρακα που περιέχεται στα ύδατα και τα απόβλητα, ανεξάρτητα από το είδος των ενώσεων στις οποίες περιέχεται. Ως εκ τούτου παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα και το επίπεδο ρύπανσης των υδάτων ως προς την παρουσία οργανικών συστατικών.

Πέραν των απαιτούμενων προσδιορισμών, θα πραγματοποιείται ταυτόχρονα ο προσδιορισμός του ολικού διαλυμένου οργανικού άνθρακα (TOC).

Χρησιμοποιήθηκε όργανο TOC Analyzer 5000A της εταιρείας Shimadzu, εξοπλισμένο με αυτόματο δειγματολήπτη.

Όσον αφορά τη μεθοδολογία, το δείγμα, μετά από διήθηση, οξινίζεται με αραιό υδροχλωρικό οξύ και διαβιβάζεται σε αυτό ρεύμα αέρος, από το όργανο, με σκοπό την απαγωγή όλων των ανόργανων μορφών άνθρακα. Στη συνέχεια, συγκεκριμένη ποσότητα δείγματος, διαβιβάζεται σε καταλύτη λευκόχρυσου στους 680 °C, όπου ο οργανικός άνθρακας καίγεται προς παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, και ο οποίος ανιχνεύεται σε ανιχνευτή υπέρυθρου. Με τη χρήση προτύπων καμπύλων αναφοράς, υπολογίζεται η συγκέντρωση του οργανικού άνθρακα στο δείγμα. (5310B, APHA AWWA WEF, 2005).



Εικόνα 3.6: Όργανο TOC V-CSN, TN με αυτόματο δειγματολήπτη της εταιρείας Shimadzu.

5. Ολικό Άζωτο (TN)

Χρησιμοποιήθηκε όργανο TOC Analyzer 5000A της εταιρείας Shimadzu, εξοπλισμένο με αυτόματο δειγματολήπτη και αντίστοιχο όργανο εξοπλισμού TNM-1 (Total Nitrogen Measurement) το οποίο προσαρτείται στον TOC Analyzer 5000A.

Το δείγμα, μετά από διήθηση, οξινίζεται με αραιό υδροχλωρικό οξύ και διαβιβάζεται σε αυτό ρεύμα αέρος, από το όργανο. Στη συνέχεια, συγκεκριμένη ποσότητα δείγματος, διαβιβάζεται σε καταλύτη λευκόχρυσου στους 680°C, όπου το άζωτο καίγεται προς παραγωγή διοξειδίου του αζώτου, και το οποίο ανιχνεύεται σε ανιχνευτή υπερύθρου, μετά από την αντίδρασή του με το παραγόμενο όζον. Με τη χρήση προτύπων καμπύλων αναφοράς, υπολογίζεται η συγκέντρωση του ολικού αζώτου στο δείγμα.



Εικόνα 3.7: TNM-1, Σύστημα μέτρησης Ολικού Αζώτου, της εταιρείας Shimadzu.

6. Αναλύσεις Λιπών – Ελαίων.

Τα έλαια προέρχονται κυρίως από τα λουτρά έκπλυσης που χρησιμοποιούνται σε διάφορες βιομηχανίες κατά τις διαδικασίες καθαρισμού, από υγρά μηχανών κ.λ.π. Ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις ελαίων στα ύδατα ενδέχεται να προκαλέσουν προβλήματα γεύσης και οσμής, ενώ η παρουσία τους σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκαλούν ασφυξία και θανάτωση των υδρόβιων οργανισμών. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι σχηματίζουν στρώμα γύρω από το πλαγκτόν και τους οργανισμούς

που βρίσκονται σε μεγάλο βάθος όπως επίσης και στην επιφάνεια των υδατικών αποδεκτών, παρεμποδίζοντας τις διαδικασίες αερισμού και φωτοσύνθεσης. Ο σχηματισμός των λεπτών και μεταφερόμενων στρωμάτων οφείλεται στο ότι τα έλαια είναι πιο ελαφρά από το νερό και σχηματίζουν ξεχωριστή διακριτή στιβάδα.

Στα φυσικά ύδατα εύκρατων και τροπικών ζωνών, τα έλαια χαμηλού ιξώδους βιοαποδομούνται ή/και πολυμερίζονται σε σημαντικό βαθμό ενώ σε ψυχρά ύδατα ο ρυθμός αποδόμησης είναι πολύ αργός. Αντίθετα, τα έλαια υψηλού ιξώδους όπως και αυτά που περιέχουν υψηλό ποσοστό κεριού γενικά δεν αποδομούνται. Επιπλέον τονίζεται ότι οι διεργασίες βιοαποδόμησης των ελαίων ενδέχεται να οδηγήσουν σε μείωση του διαλυμένου οξυγόνου γεγονός το οποίο σε συνδυασμό με την τοξικότητα που παρουσιάζουν ορισμένες κατηγορίες ελαίων μπορεί να προκαλέσει θανάτωση σε πολλά υδρόβια είδη.

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης λιπών – ελαίων στα υδατικά δείγματα στηρίζεται στην εκχύλιση των παραπάνω συστατικών με οργανικό διαλύτη με στόχο τη μεταφορά τους στην οργανική φάση, αφού προηγουμένως το δείγμα έχει οξινισθεί με υδροχλωρικό ή θειικό οξύ. Το υδατικό δείγμα μετά την εκχύλισή του με n- εξάνιο και το διαχωρισμό της οργανικής από την υδατική στοιβάδα, ξηραίνεται με αφυδατικό μέσο (θειικό νάτριο, Na_2SO_4). Εν συνεχεία η οργανική φάση διηθείται για την απομάκρυνση του αφυδατικού, και η οργανική φάση στην οποία περιέχονται τα προς ανάλυση συστατικά βράζεται στους 85°C και αποστάζεται. Από το βάρος του ελαιώδους υπολείμματος υπολογίζεται η συγκέντρωση των ελαίων στο δείγμα. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε mg/L.

7. Ανόργανα Ιόντα (Νιτρικά, Νιτρώδη, Φωσφορικά, Αμμωνιακά, Θειικά, Φθορίου, Χλωρίου, Βρωμίου, Νατρίου, Καλίου, Ασβεστίου και Μαγνησίου)

Χρησιμοποιήθηκε όργανο Ιοντικής Χρωματογραφίας LC 20 AD της εταιρείας Shimadzu το οποίο αποτελείται από αναλυτική στήλη, αντλία, φούρνο ρύθμισης θερμοκρασίας και ανιχνευτή αγωγιμότητας.

Η μεθοδολογία για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης διαλυτών θρεπτικών ιόντων στα δείγματα υδάτων θα αξιοποιηθεί η μέθοδο της Ιοντικής Χρωματογραφίας (APHA- AWWA-WEF, 2005. 4110-4-3). Συγκεκριμένα, υδατικό δείγμα εγχέεται στο όργανο ιοντικής χρωματογραφίας, αφού έχει διηθηθεί από φίλτρο πορώδους $0,45\ \mu\text{m}$,

για την απομάκρυνση αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών. Το δείγμα εγχέεται στην κατάλληλη κινητή φάση ανιόντων ή κατιόντων, και μέσω αντλίας οδηγείται στην κατάλληλη αναλυτική στήλη, ανιόντων ή κατιόντων, αντίστοιχα. Σε αυτή τα προς ανάλυση ιόντα διαχωρίζονται μέσω της προσρόφησης σε κατάλληλο υλικό της στήλης, και εκροφούνται σταδιακά μέσω της κινητής φάσης. Χρησιμοποιείται ανιχνευτής αγωγιμότητας για το ποσοτικό προσδιορισμό των ιόντων, ενώ ο ποιοτικός προσδιορισμός τους επιτυγχάνεται μέσω του χρόνου έκλυσης, ο οποίος διαφοροποιείται ανάλογα με το ιόν.

Οι συνθήκες λειτουργίας και οι χρησιμοποιούμενες στήλες και αντιδραστήρια φαίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 3.3: Συνθήκες προσδιορισμού των ιόντων με τη μέθοδο της ιοντικής χρωματογραφίας.

Είδος Ανάλυσης	Στήλη	Κινητή Φάση	Παροχή Κινητής Φάσης	Θερμοκρασί α Στήλης	Πίεση Στήλης
Κατιόντα	IC YK-421	5mM Tartaric Acid + 1mM dipicolinic acid + 24 mM Boric Acid	1 ml/min	25 oC	4.8 MPa
Ανιόντα	IC SI-90 4E	1.8 mM Na ₂ CO ₃ + 1.7 mM NaHCO ₃	1 ml/min	40 oC	5.3 MPa



Εικόνα 3.8: Ιοντικός χρωματογράφος της εταιρείας Shimadzu με αυτόματο δειγματολήπτη

8. Σκληρότητα

Η σκληρότητα του νερού αποτελεί την παράμετρο προσδιορισμού της συγκέντρωσης κυρίως των αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου και είναι συνάρτηση της φύσης και της σύστασης των γεωλογικών σχηματισμών με τους οποίους έχει έρθει σε επαφή το νερό κατά την κίνησή του. Ανάλογα με την μορφή στην οποία βρίσκονται τα άλατα ασβεστίου και μαγνησίου, η σκληρότητα του νερού διακρίνεται σε παροδική και μόνιμη

Η παροδική σκληρότητα οφείλεται στην παρουσία ευδιάλυτων ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου και αίρεται με το βρασμό του νερού, αφού κατά τη διεργασία αυτή, τα διαλυμένα όξινα ανθρακικά άλατα των δυο μετάλλων καταβυθίζονται ως αδιάλυτα ανθρακικά άλατα, με παράλληλη αποδέσμευση διοξειδίου του άνθρακα, κατά τις αντιδράσεις:



Η μόνιμη σκληρότητα οφείλεται στην παρουσία χλωριούχων και θεικών αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου και δεν αίρεται με το βρασμό, αφού κατά τη

διεργασία αυτή δεν είναι δυνατόν να καταβυθισθούν τα αντίστοιχα άλατα των δύο μετάλλων.

Το σύνολο της παροδικής και μόνιμης σκληρότητας αποτελεί την ολική σκληρότητα του νερού. Η τιμή της σκληρότητας εκφράζεται σε:

— ppm (μέρη διαλυμένης ουσίας ανά εκατομμύριο μερών του διαλύματος) ισοδύναμης ποσότητας CaCO_3 , δηλαδή σε $\text{mg CaCO}_3/\text{l}$ νερού

— ειδικές μονάδες μέτρησης που καλούνται σκληρομετρικοί βαθμοί που ορίζονται ως εξής:

- I. Γερμανικός βαθμός σκληρότητας (1 d0) : αντιπροσωπεύει 10 mg CaO/l νερού
- II. Γαλλικός βαθμός σκληρότητας (1 f0) : αντιπροσωπεύει 10 $\text{mg CaCO}_3/\text{l}$ νερού

Νερό με βαθμούς σκληρότητας από 30-50, θεωρείται σκληρό και χρησιμοποιείται ως πόσιμο μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις, ενώ είναι ακατάλληλο για πλύσιμο με χρήση των κοινών σαπουνιών. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα διαλυμένα όξινα ανθρακικά ή θειικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου σχηματίζουν αδιάλυτα άλατα με τα οργανικά ανιόντα των λιπαρών οξέων που περιέχονται στα κοινά σαπουνία, με αποτέλεσμα την αναστολή της απορρυπαντικής τους δράσης. Επίσης, το σκληρό νερό είναι ακατάλληλο για την τροφοδοσία ατμολεβήτων, θερμαντικών σωμάτων και σωλήνων μεταφοράς θερμού νερού επειδή κατά τη θέρμανση αποτίθενται στα τοιχώματα τους ανθρακικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου. Για τους λόγους αυτούς επιβάλλεται ο προσδιορισμός της σκληρότητας του νερού και όπου είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μέτρα για την αποσκλήρυνσή του.

Η σκληρότητα των υδάτων βρίσκεται υπολογιστικά βάσει των συγκεντρώσεων ιόντων μαγνησίου και ασβεστίου και δίδεται σε γαλλικούς βαθμούς. Ο υπολογισμός γίνεται με βάση την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{Σκληρότητα, Γαλλικοί Βαθμοί} = (2,497 [\text{Ca, mg/L}] + 4,118 [\text{Mg, mg/L}]) / 10$$

9. Συγκεντρώσεις Βαρέων Μετάλλων (Μολύβδου, Σιδήρου, Αρσενικού και Καδμίου)

Μόλυβδος (Pb)

Τα οργανικά παράγωγα του μολύβδου , όπως το τετραμεθύλιο και το τετρααιθύλιο , χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα στα καύσιμα , γεγονός που αυξάνει την πιθανότητα έκθεσης του ανθρώπου στο συστατικό αυτό . Επίσης παλαιότερα χρησιμοποιείτο σε σωλήνες μεταφοράς νερού , με αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του σε αυτό και τη δημιουργία δυσμενών επιπτώσεων στον άνθρωπο . Ο μολύβδος επεμβαίνει στη λειτουργία ενός ευρέως Φάσματος ενζύμων , με αποτέλεσμα να είναι επικίνδυνος για όλους τους οργανισμούς . Ενδεικτικά για τον άνθρωπο έχουν αναφερθεί επιδράσεις στο νευρικό σύστημα , το ήπαρ και στην αναπαραγωγή ακόμη και σε περιπτώσεις έκθεσης μικρής διάρκειας. Κύριες πηγές μολύβδου είναι τα απόβλητα επιμεταλλωτηρίων , βιομηχανιών παραγωγής μπαταριών και χρωμάτων.

Σίδηρος (Fe)

Ο σίδηρος αποτελεί σε μικρές ποσότητες, απαραίτητο συστατικό για την ανάπτυξη των οργανισμών. Υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου παρατηρούνται συνήθως στα υπόγεια ύδατα λόγω της διέλευσής τους από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου . Συνεχής κατανάλωση νερού με μεγάλη περιεκτικότητα σε σίδηρο μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο και ειδικότερα στα παιδιά , βλάβες στους ιστούς .Επίσης, υπόγεια ύδατα πλούσια σε σίδηρο, όταν εξέρχονται στην επιφάνεια του εδάφους γίνονται θολά λόγω οξείδωσης του δισθενούς σιδήρου σε τρισθενή που σχηματίζει κολλοειδές ίζημα .Πηγές σιδήρου είναι τα απόβλητα που προέρχονται από μεταλλευτικές δραστηριότητες και μονάδες επιφανειακής κατεργασίας μετάλλων (αποξείδωση σιδηρούχων επιφανειών).

Αρσενικό (As)

Το αρσενικό είναι το πλέον επικίνδυνο καρκινογόνο στοιχείο της φύσης. Βρίσκεται κυρίως στον φλοιό της γης κι οι άνθρωποι εκτίθενται σε αυτό μέσω του πόσιμου νερού, της σκόνης και της διατροφής. Έχει καταταχθεί στην κατηγορία Α των καρκινογόνων ουσιών κι οι διεθνείς μελέτες έχουν δείξει ότι η χρόνια έκθεση του ανθρώπου σε αυτό σχετίζεται με τον καρκίνο του δέρματος, του αναπνευστικού

συστήματος και της ουροδόχου κύστης. Η τοξικότητα του αρσενικού και των ενώσεών του είναι πολύ μεγάλη.

Το αρσενικό είναι κοινό συστατικό σε πολλά μεταλλεύματα και χρησιμοποιείται σε ποικιλία εφαρμογών. Συνήθως η δηλητηρίαση από αρσενικό οφείλεται στο πόσιμο νερό. Όλες οι πέτρες περιέχουν κάποια ποσότητα αρσενικού, συνήθως από 1-5 ppm. Υψηλότερες συγκεντρώσεις αρσενικού παρουσιάζονται σε πυριγενή και ιζηματογενή πετρώματα. Το αρσενικό μπορεί να κολλήσει στην επιφάνεια μερικών μεταλλευμάτων και μπορεί να παρασυρθεί και να διανύσει αρκετά χιλιόμετρα μέχρι να φθάσει έως την θάλασσα.

Αυξημένες συγκεντρώσεις αρσενικού πάνω από τα επιτρεπτά όρια παρουσιάζονται συνήθως σε διάφορα οικοσυστήματα όπως τα ποτάμια, οι λίμνες, τα δέλτα και άλλα κι αυτό οφείλεται σε ανθρωπογενείς παράγοντες. Όταν οι χημικές αναλύσεις δείξουν ποσοστό αρσενικού πολύ υψηλότερο από το φυσιολογικό, το γεγονός μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν είναι φυσική έκλυση των γεωλογικών σχηματισμών, αλλά προέρχεται από τη λειτουργία βιομηχανικών μονάδων, μονάδων φωσφορικών λιπασμάτων ή άλλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Για να διαπιστωθεί ότι συντρέχει κίνδυνος από το αρσενικό συνήθως χρειάζεται να γίνουν περαιτέρω μελέτες για να διαπιστώσουμε αν οι ποσότητες αυτές απορροφούνται από τα φυτά και κατ' επέκταση από άνθρωπο, αν είναι αερομεταφερόμενες και πόσο επικίνδυνες καθίστανται.

Κάδμιο (Cd)

Το κάδμιο είναι ένα από τα πιο επικίνδυνα μέταλλα και χρησιμοποιείται στην κατασκευή συσσωρευτών, ξηρών μπαταριών, χρωμάτων και πλαστικών. Ο άνθρωπος λαμβάνει το κάδμιο μέσω της αναπνοής και της τροφής και ένα μέρος του αποβάλλεται αλλά η ημιπερίοδος ζωής του στον ανθρώπινο οργανισμό κυμαίνεται από 10 έως 30 έτη. Με υψηλές ποσότητες πρόσληψης, Εναποτίθεται στο ήπαρ, τα νεφρά, το θυρεοειδή και άλλα όργανα προκαλώντας σοβαρές παθήσεις.

Για τον προσδιορισμό των βαρέων μετάλλων στα δείγματα χρησιμοποιείται όργανο Φασματοφωτομετρίας Ατομικής Απορρόφησης Perkin Elmer A Analyst 800, ικανό να προσδιορίσει τις συγκεντρώσεις όλων των βαρέων μετάλλων με τις μεθόδους φούρνου γραφίτη, φλόγας και υδριδίων, εξοπλισμένο με αυτόματο δειγματολήπτη. Για κάθε μέταλλο χρησιμοποιείται η αντίστοιχη λυχνία η οποία

εκπέμπει κατάλληλου μήκους κύματος ακτινοβολία. Τα δείγματα διηθούνται και οξινίζονται σε $\text{pH} < 2$ κατά την παραλαβή τους στο Χημικό Εργαστήριο, για να αποφευχθούν φαινόμενα συμπλοκοποίησης των βαρέων μετάλλων. Το μέταλλο μετά την ατομοποίηση του, απορροφά μέρος της ακτινοβολίας η οποία εκπέμπεται από την αντίστοιχη λυχνία. Η απορρόφηση είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του μετάλλου. Η ποσοτικοποίηση γίνεται βάσει προτύπου καμπύλης αναφοράς.



Εικόνα 3.9: Φασματοσκοπία Ατομικής Απορρόφησης AAS, AA800 της εταιρείας Perkin Elmer.

3.4 Καταχώρηση σε ΒΔ

Για τη σωστή παρακολούθηση, τον έλεγχο και την καταγραφή των παραμέτρων που συμβάλλουν στη βέλτιστη προστασία του περιβάλλοντος, αναπτύχθηκε μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων μέσω της οποίας ελέγχονται τα εξής:

- Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι
- Τα επίπεδα του θορύβου οδικής κυκλοφορίας
- Ρυπαντές του νερού
- Συλλογή των αποβλήτων από το δρόμο
- Διαχείριση Αποβλήτων
- Η συλλογή των νεκρών ζώων και την απομάκρυνση των ζώων από το δρόμο

- Αποκατάσταση των τοπίων
- Καθαρισμός / Συντήρηση οχετών

Σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/EC για τα νερά που καθιερώθηκε στην ελληνική πραγματικότητα με την Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001 και αποτελεί μέρος της ελληνικής νομοθεσίας η καλύτερη διαχείριση των υδάτων μιας χώρας επιτυγχάνεται με τον διαχωρισμό της σε Υδατικά Διαμερίσματα και Λεκάνες απορροής.

Έτσι η ηλεκτρονική βάση δεδομένων αποτελεί μέρος ενός υποστηρικτικού μηχανισμού για την εναρμόνιση των διαδικασιών εκτίμησης της ποιότητας του νερού. Η μεθοδολογία κωδικοποίησης αναπτύχθηκε ώστε να χρησιμοποιηθεί στην κωδικοποίηση των δειγμάτων νερού που θα οδηγούνται για ανάλυση στο χημικό εργαστήριο. Η παρακολούθηση των υδάτων είναι μια συστηματική διαδικασία που περιλαμβάνει την συλλογή και ανάλυση πληροφοριών για την κατάσταση των υδάτων με σκοπό τον εντοπισμό των τάσεων που αναπτύσσονται σε συνάρτηση με το χρόνο. Για την σωστή ανάπτυξη της μεθοδολογίας της κωδικοποίησης αρχικά πραγματοποιήθηκε μια αναζήτηση βιβλιογραφίας ώστε να εξεταστούν υφιστάμενες μέθοδοι κωδικοποίησης και να εντοπιστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα σε συνάρτηση και με τη διαδικασία της δειγματοληψίας όπου και θα εφαρμοστεί. Η διεθνής βιβλιογραφία περιλαμβάνει πολλές μεθόδους κωδικοποίησης στον τομέα της βιομηχανίας αλλά σχεδόν κανένα στον τομέα των χημικών εργαστηρίων. Ενδεικτικά τα πρότυπα κωδικοποίησης τόσο της βιομηχανίας όσο και άλλων τομέων είναι τα ακόλουθα:

- Πρότυπο GS1
- Global Trade Item Number (GTIN)
- Universal Product Code (U.P.C)
- Global Document Identifier
- Global Location Number
- Global Data Synchronization Network (GDSN)
- Stock Keeping Unit (SKU)
- Πινακίδες Αυτοκινήτων
- Αριθμοί αναγνώρισης οχημάτων
- Αριθμοί ISBN

- Αριθμοί τηλεφώνων
- Διεύθυνση Διαδικτύου (IP)

Έπειτα από την αναζήτηση της κατάλληλης βιβλιογραφίας και έχοντας δημιουργήσει μια ολοκληρωμένη άποψη για το θέμα της κωδικοποίησης γενικότερα, ξεκινάει η υλοποίηση της μεθοδολογίας για την κωδικοποίηση των δειγμάτων. Απαραίτητες πληροφορίες για την υλοποίηση αυτή είναι οι απαιτήσεις των χρηστών που θα το χρησιμοποιούν και συγκεκριμένα δηλαδή των υπαλλήλων της Εγνατία Α.Ε. Για το σκοπό αυτό, στα πλαίσια της σύνταξης της παρούσας μελέτης καταγράφηκαν οι πιθανές απαιτήσεις

- Τύπος δεδομένων κωδικού : String
- Αλφάβητο κωδικού:Ελληνικό ή Λατινικό και δεκαδικοί αριθμοί
- Μοναδικότητα του εξαγόμενου κωδικού
- Εποπτικότητα του εξαγόμενου κωδικού
- Κωδικός, σύμφωνος με την Οδηγία 2000/60/EC Πλαίσιο για τα νερά
- Φιλική προς το χρήστη μεθοδολογία κωδικοποίησης

3.4.1 Μεθοδολογία αποθήκευσης εργαστηριακών δεδομένων σε Βάση Δεδομένων μέσω ειδικά ανεπτυγμένου λογισμικού

Στα πλαίσια του έργου και με σκοπό τη δημιουργία ενός σύγχρονου συστήματος αποθήκευσης εργαστηριακών δεδομένων αναπτύχθηκε ειδικευμένο σύστημα το οποίο αποτελείται από λογισμικό και βάση δεδομένων. Ακολουθώντας τις πλέον σύγχρονες τάσεις ανάπτυξης παρόμοιων συστημάτων αναπτύχθηκε λογισμικό με γραφικό περιβάλλον χρήσης ικανό να εκτελείτε σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα υπολογιστών και ταυτόχρονα έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει τα εργαστηριακά δεδομένα σε ειδικά ανεπτυγμένη σχεσιακή βάση δεδομένων .

Η βάση δεδομένων αποτελεί την καρδιά του συστήματος όπου γίνεται η αποθήκευση των εργαστηριακών δεδομένων. Μια Βάση Δεδομένων (ΒΔ) είναι ένα σύνολο αρχείων με υψηλό βαθμό οργάνωσης τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με λογικές σχέσεις, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούνται από πολλές

εφαρμογές και από πολλούς χρήστες ταυτόχρονα. Υπάρχει ένα ειδικό λογισμικό το οποίο μεσολαβεί ανάμεσα στα αρχεία δεδομένων και τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν οι χρήστες και αποκαλείται *Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων (ΣΔΒΔ) ή DBMS (Data Base Management System)*. Το ΣΔΒΔ είναι στην ουσία ένα σύνολο από προγράμματα και υπορουτίνες που έχουν να κάνουν με τον χειρισμό της βάσης δεδομένων, όσον αφορά στη δημιουργία, τροποποίηση, διαγραφή στοιχείων, με ελέγχους ασφαλείας κ.ά.

Το σχεσιακό (relational) μοντέλο έχει επικρατήσει σήμερα στην αναπαράσταση των δεδομένων καθώς διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα και οι Βάσεις Δεδομένων που σχεδιάζονται σύμφωνα μ' αυτό αποκαλούνται σχεσιακές (relational databases). Με τις σχεσιακές βάσεις δεδομένων διαθέτουμε έναν σαφή, απλό και εύκολα κατανοητό τρόπο για να μπορέσουμε να αναπαραστήσουμε και να διαχειριστούμε τα δεδομένα μας. Υστερούν μόνο σε ταχύτητα υπολογισμών και σε χώρο αποθήκευσης, αλλά μόνο όταν έχουμε να κάνουμε με πολύ μεγάλες βάσεις δεδομένων.

Η σχεσιακή βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης χωρικής πληροφορίας με σκοπό την μελλοντική απεικόνιση των δεδομένων σε χάρτη για την εύκολη και άμεση πρόσβαση στα δεδομένων. Η ανάπτυξη έγινε με χρήση του λογισμικού πακέτου Microsoft SQL Server 2012, μια από τις πιο καταξιωμένες και αξιόπιστες βάσεις δεδομένων, με μακρά και επιτυχημένη παρουσία στο χώρο της αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων. Τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά και οι δυνατότητες του σχεσιακού αυτού συστήματος διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων είναι η αυξημένη συμβατότητα, η ασφάλεια, η συνεχής υποστήριξη, η ταχύτητα και η ενσωματωμένη δυνατότητα καταχώρισης χωρικών δεδομένων.

Παράλληλα αναπτύχθηκε και η διεπαφή χρήστη. Η διεπαφή χρήστη υλοποιήθηκε μέσω της ανάπτυξης λογισμικού με γραφικό περιβάλλον χρήσης, ειδικευμένο στην καταχώρηση εργαστηριακών δεδομένων. Το λογισμικό καλύπτει πλήρως τις υπάρχουσες ανάγκες για την αποθήκευση των δεδομένων και ταυτόχρονα έχει τη δυνατότητα επεκτασιμότητας για την κάλυψη μελλοντικών αναγκών. Το λογισμικό αναπτύχθηκε με τη γλώσσα προγραμματισμού JAVA που του δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης σε πολλαπλά λειτουργικά περιβάλλοντα προσωπικών ηλεκτρονικών υπολογιστών όπως Window, Linux, Mac OS και άλλα. Τέλος το λογισμικό διαθέτει τη δυνατότητα ταυτόχρονης πρόσβασης στα δεδομένα σε περισσότερους του ενός

χρήστες μέσα από σε τοπικό δίκτυο (LAN) αλλά και μελλοντικά τη δυνατότητα για πρόσβαση στα δεδομένα μέσω του διαδικτύου (internet).

3.4.2 Περιγραφή ειδικευμένου λογισμικού

Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή του ειδικευμένου λογισμικού που αναπτύχθηκε.

Δημιουργία νέου χρήστη από τον διαχειριστή

Ο διαχειριστής του συστήματος έχει το δικαίωμα της δημιουργίας νέου χρήστη πατώντας το ακόλουθο κουμπί.



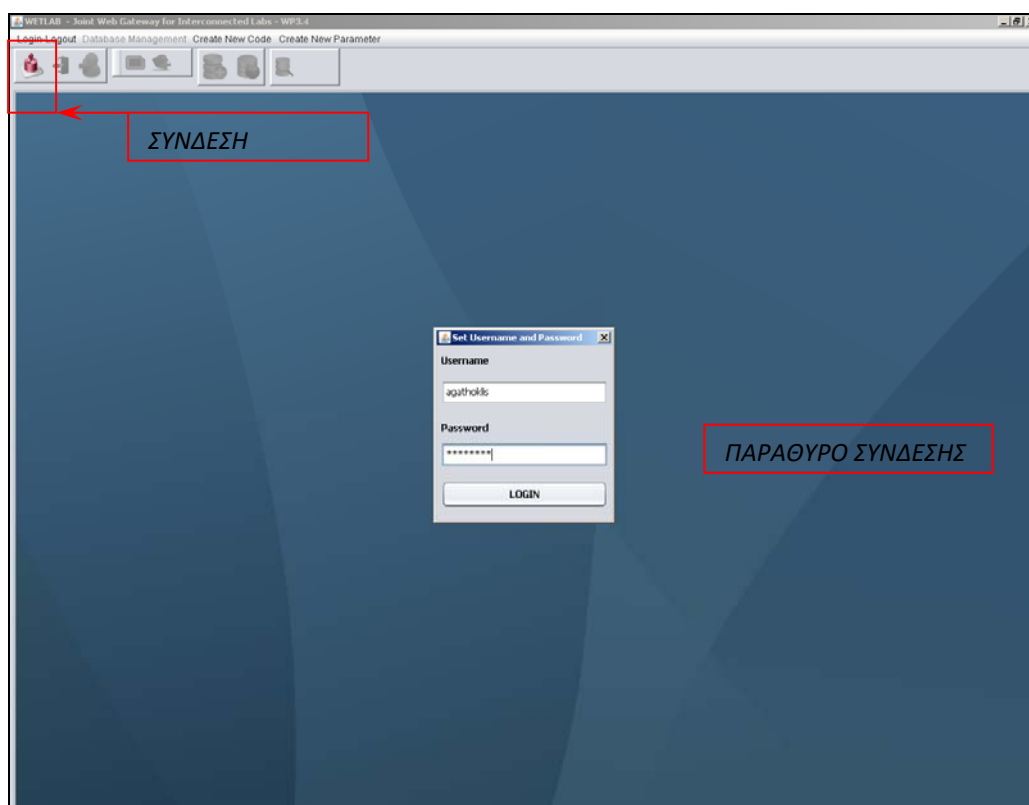
Κατόπιν συμπληρώνει την παρακάτω φόρμα και υποβάλει τα στοιχεία με σκοπό να δημιουργηθεί νέος χρήστης.

Σύνδεση χρήστη

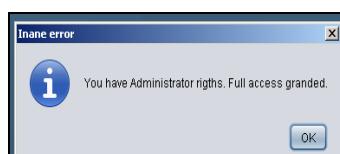
Οι χρήστες συνδέονται στο λογισμικό πατώντας το ακόλουθο κουμπί και ανάλογα τα δικαιώματα που τους έχει δώσει ο διαχειριστής έχουν το δικαίωμα της καταχώρησης δεδομένων είτε μόνο της ανάγνωσης των καταχωρημένων δεδομένων.



Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου για τη εισαγωγή του ονόματος χρήστη και του κωδικού.



Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου που ενημερώνει το χρήστη για την επιτυχή είσοδο του στο σύστημα και τα δικαιώματα χρήσης του.



Αποσύνδεση χρήστη

Οι συνδεδεμένοι χρήστες αποσυνδέονται πατώντας το ακόλουθο κουμπί.



ΚΟΥΜΠΙ ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗΣ ΧΡΗΣΤΗ



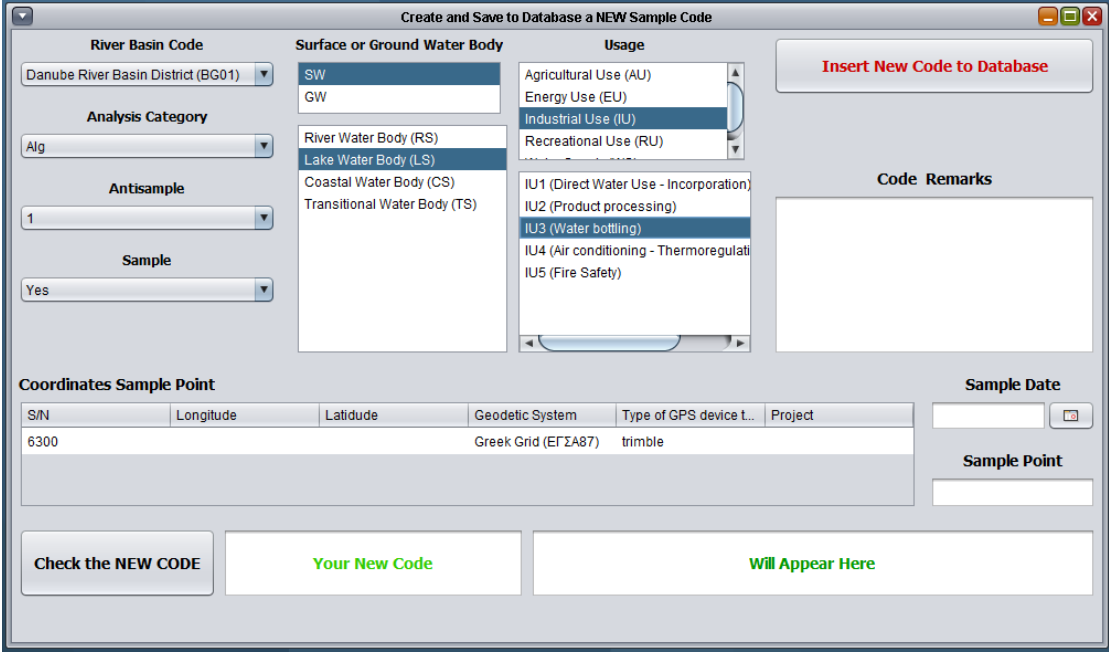
Δημιουργία και αποθήκευση μοναδικού κωδικού νέου δείγματος

Για τη δημιουργία μοναδικού κωδικού νέου δείγματος ο χρήστης πατάει το ακόλουθο κουμπί

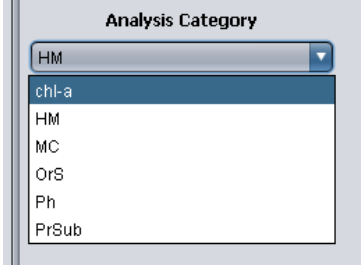
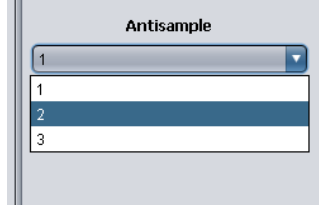


ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΜΟΝΑΔΙΚΟΥ
ΚΩΔΙΚΟΥ ΝΕΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Με σκοπό την καταχώρηση νέου δείγματος στη βάση δεδομένων ο χρήστης αρχικά πρέπει να δημιουργήσει και να αποθήκευση ένα νέο μοναδικό κωδικό δείγματος. Η διαδικασία αυτή υλοποιείται μέσω του ακόλουθου παράθυρου διαλόγου.



Ο χρήστης συμπληρώνει τα κατάλληλα πεδία όπως αυτά εμφανίζονται παρακάτω.

Surface or Ground Water Body

SW

GW

River Water Body (RS)

Lake Water Body (LS)

Coastal Water Body (CS)

Transitional Water Body (TS)

Usage

Agricultural Use (AU)

Energy Use (EU)

Industrial Use (IU)

Recreational Use (RU)

AU1 (Irrigation)

AU2 (Livestock)

AU3 (Aquaculture)

AU4 (Living of fish & shellfish)

AU5 (Agribusiness)

Επίσης ο χρήστης συμπληρώνει και τα πεδία που σχετίζονται με τη θέση του σημείου, τον τρόπο λήψης συντεταγμένων, και το έργο στο οποίο ανήκει το σημείο.

Coordinates Sample Point

S/N	Longitude	Latitude	Geodetic System	Type of GPS device t...	Project
6300			Greek Grid (ΕΓΣΑ87)	trimble	

Στη συνέχεια ο χρήστης ορίζει την ημερομηνία δειγματοληψίας

System: Type of GPS device that ...:

Sample Date:

March 2012

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
09				1	2	3
10	4	5	6	7	8	10
11	11	12	13	14	15	17
12	18	19	20	21	22	24
13	25	26	27	28	29	31

Και ελέγχει την ορθότητα του νέου μοναδικού κωδικού που θα δημιουργηθεί.

Check the NEW CODE

Ο νέος κωδικός εμφανίζεται με πράσινα γράμματα και είναι έτοιμος για αποθήκευση.

Check the NEW CODE	GR03_12_RS_AU2_chl-a_1	12-22.3-44.5-WGS84-Garmin-Δευ, 05 Map 2012
--------------------	------------------------	--

Η αποθήκευση του νέου κωδικού πραγματοποιείται με το παρακάτω κουμπί

Insert New Code to Database

Και προστίθεται στη βάση νέα εγγραφή.

Coordinates Sample Point					
S/N	Longitude	Latitude	Geodetic System	Type of GPS device t...	Project
6300			Greek Grid (ΕΓΣΑ87)	trimble	

Εισαγωγή νέας παραμέτρου

Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να προσθέσουν νέες μετρούμενες παραμέτρους στη βάση πατώντας το παρακάτω κουμπί.



Στο παράθυρο που εμφανίζεται ο χρήστης καταχωρεί τη νέα παράμετρο και στη συνέχεια την αποθηκεύει στη βάση

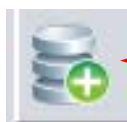
						Add New Parameter
S/N	Analysis Category	Code of Analysis Ca...	Parameter	Units	Pesticides or PAHs	
1	Heavy metals	HM	Cadmium (Cd)	µg/l	NULL	
2						
3						
4						
5						

Πατώντας το παρακάτω κουμπί.

Add New Parameter

Εισαγωγή νέων δεδομένων πεδίου

Χρήστες με δικαιώματα εγγραφής στη βάση δεδομένων μπορούν να αποθηκεύσουν δεδομένα που συλλέγονται από το πεδίο με φορητούς αισθητήρες κάνοντας κλικ στο κουμπί εισαγωγής δεδομένων πεδίου.



ΚΟΥΜΠΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΕΔΙΟΥ

Το αναδυόμενο παράθυρο χωρίζεται σε δύο τμήματα. Στην ενότητα "Πίνακας κώδικα" όπου ο χρήστης συμπληρώνει το δείγμα κώδικα, προσεκτικά για να αποφευχθούν τα λάθη, το σημείο δειγματοληψίας με το όνομα της θέσης του δείγματος, και πιέζει το πλήκτρο ENTER. Αυτόματα τα υπόλοιπα πεδία συμπληρώνονται με τα μεταδεδομένα.

Write Field Sampling Data to Database

Code Table

 Insert New Records to Database

S/N	Sample Code	Sample Point	Basin	Water Body	Coordinates X	Coordinates Y	Sample Date	Sample Type	Usage	Analysis Category	No. AntiSample
1	GR03_12_RS_AU2_chl-a_1	Polykastro	GR03	RS	22.3	44.5	Δευ, 05 Mar 2012	RS	AU2	chl-a	1

Στο επόμενο βήμα, ο χρήστης πρέπει να εισάγει τις απαιτούμενες παραμέτρους στην ενότητα "Πίνακας παραμέτρων», με επιλογή τους από το διαθέσιμο μενού. Μπορεί να επιλέξει περισσότερες από μία παραμέτρους τη φορά κρατώντας πατημένο το πλήκτρο **Ctrl** ή το πλήκτρο **Shift**, εάν οι παράμετροι είναι συνεχόμενοι. Η διαδικασία ολοκληρώνεται πατώντας το κουμπί "Προσθήκη νέας παραμέτρου".



WETLAB - Joint Web Gateway for Interconnected Labs - WP3.4

Login-Logout Database Management Create New Code Create New Parameter

Welcome agathoklis dimitrakos

Write Field Sampling Data to Database

Code Table

Insert New Records to Database

S/N	Sample Code	Sample Point	Basin	Water Body	Coordinates X	Coordinates Y	Sample Date	Sample Type	Usage	Analysis Category	No. AntiSample
1	GR03_12_RS_AU2_chi-a_1	Polykastro	GR03	RS	22.3	44.5	Δευ, 05 Μαρ 2012	RS	AU2	chi-a	1

Parameters Table

Add New Parameter

- Dissolved Oxygen (DO2)
- Specific Conductivity
- pH
- ORP
- Salinity
- Turbidity
- Water Depth
- Water Level
- Water Temperature

«ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΝΕΩ ΔΕΔΟΜΕΝΩ ΠΕΔΙΟΥ»

Parameters Table

Add New Parameter

- Dissolved Oxygen (DO2)
- Specific Conductivity
- pH
- ORP
- Salinity
- Turbidity
- Water Depth
- Water Level
- Water Temperature

ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

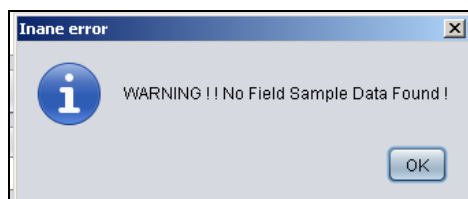
Οι παράμετροι ανάλυση συγκεκριμένου δείγματος έχουν στη συνέχεια εισαχθεί με τον αντίστοιχο αριθμό σειράς στον πίνακα.

Parameters Table			
S/N	Specific Conductivity, μS/cm	Water Depth, cm	Water Level, cm
1			

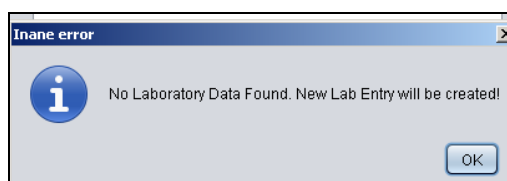
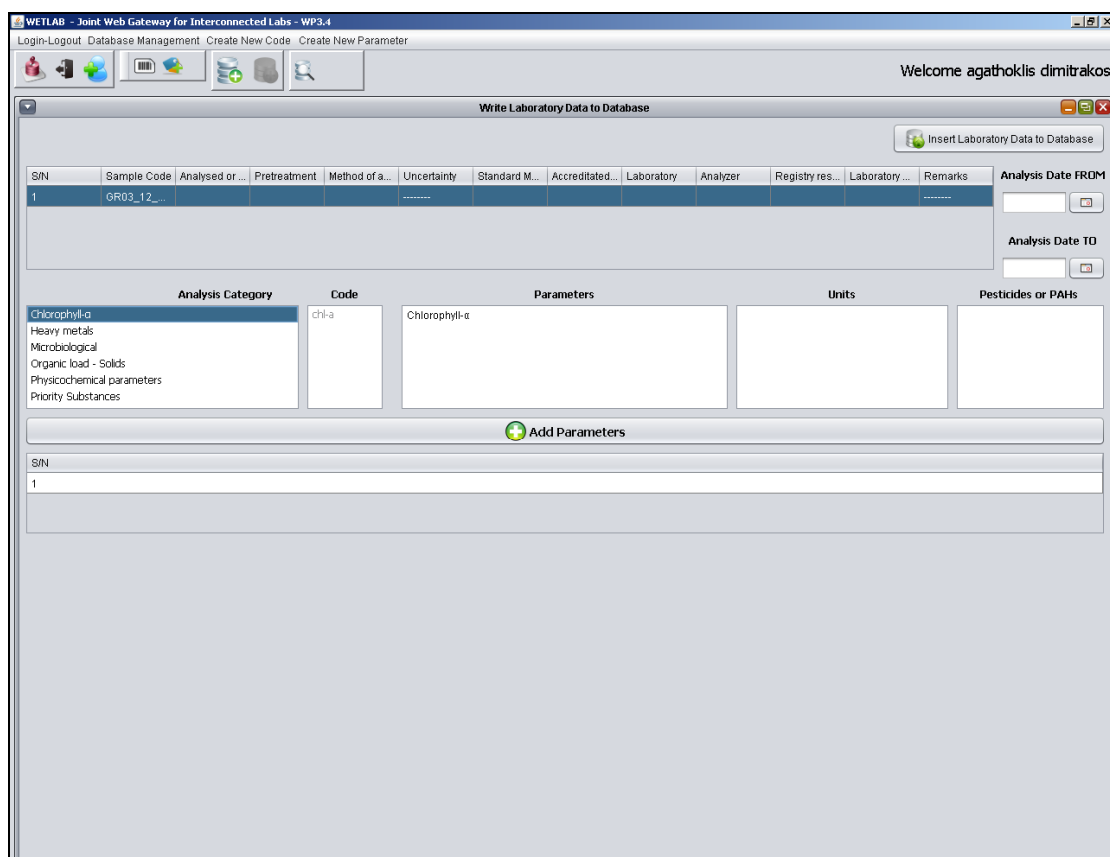
Εισαγωγή νέων δεδομένων εργαστηρίου

Τέλος, η διαδικασία των δεδομένων εισαγωγής ολοκληρώνεται με την προσθήκη των εργαστηριακών δεδομένων. Απαιτείται πρόσβαση με διαχειριστικά δικαιώματα ή απλού χρήστη. Ένα άλλο σημαντικό σημείο είναι ότι τα δεδομένα πεδίου ενός

συγκεκριμένου δείγματος θα πρέπει να έχουν εγγραφεί πρώτα, προκειμένου να προχωρήσει ο χρήστης με την εισαγωγή των δεδομένων του εργαστηρίου.



Ο χρήστης κάνει κλικ στο κουμπί **Add new laboratory data key**

The screenshot shows the WETLAB web application interface. At the top, there's a navigation bar with links like "Login-Logout", "Database Management", "Create New Code", and "Create New Parameter". Below this is a toolbar with various icons. The main area is titled "Write Laboratory Data to Database" and contains a table with columns: SIN, Sample Code, Analysed or ..., Pretreatment, Method of a..., Uncertainty, Standard M..., Accredited..., Laboratory, Analyzer, Registry res..., Laboratory..., Remarks, and Analysis Date FROM. The table has one row with SIN 1 and Sample Code GR03_12... To the right of the table are input fields for "Analysis Date FROM" and "Analysis Date TO". Below the table, there's a section for "Analysis Category" with a list of categories: Chlorophyll-a, Heavy metals, Microbiological, Organic load - Solids, Physicochemical parameters, and Priority Substances. Next to it is a "Code" field with the value "chl-a". To the right are fields for "Parameters" (containing "Chlorophyll-a"), "Units", and "Pesticides or PAHs". At the bottom, there's an "Add Parameters" button and a small table with SIN 1.

Σε αυτό το παράθυρο, ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει τα πεδία με γενικές πληροφορίες σχετικά με την εργαστηριακή ανάλυση, να εισάγει την ημερομηνία, να προσθέσει τις παραμέτρους που απαιτούνται και να συμπλήρωση τα αποτελέσματα της ανάλυσης.

- Αρχικά ο χρήστης συμπληρώνει τον κωδικό του δείγματος και πατάει enter.

Sample Code
GR03_12_RS_AU2_chl-a_1

- Στη συνέχεια δηλώνει αν το δείγμα έχει αναλυθεί ή όχι ή αν έχει υποστεί προεπεξεργασία.

Analysed or not?
Yes
No

Pretreatment
Filtration
pH Adjustment
Filtration & pH Adjustment

- Ακολούθως ο χρήστης συμπληρώνει τις πληροφορίες σχετικά με τη μέθοδο ανάλυσης, αν ήταν μια τυποποιημένη μέθοδος ή αν υπήρχε μια διαπιστευμένη παράμετρος.

Method of analysis

... Standard Methods
... Yes
Yes
No

Accredited parameter
Yes
Yes
No

Laboratory

Laboratory Manager

Registry responsible

Analyzer

- Τα πεδία σχετικά με την αβεβαιότητα της μεθόδου και οι παρατηρήσεις δεν είναι υποχρεωτικά και για αυτό παραμένουν με παύλες αν δεν είναι διαθέσιμες τέτοιες πληροφορίες.

Uncertainty

Remarks

- Η ημερομηνία ανάλυση είναι συμπληρωμένη με την ημερομηνία που η ανάλυση ξεκινά, μέχρι την ημερομηνία εισαγωγής των δεδομένων εργαστηρίου. Ως εκ τούτου, εάν η ανάλυση αρχίσει π.χ. 26/03, και τα δύο πεδία συμπληρώνονται με

την ίδια ημερομηνία που είναι η πρώτη εισαγωγή δεδομένων. Στην επόμενη καταχώρηση δεδομένων που θα αφορά το δείγμα π.χ. 5 ημέρες αργότερα, τα πεδία ΑΠΟ και ΕΩΣ θα διαφέρουν.

Analysis Date FROM

26/03/2012 

Analysis Date TO

26/03/2012 

Analysis Date FROM

26/03/2012 

Analysis Date TO

31/03/2012 

- Τέλος, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει όλες τις κατάλληλες παραμέτρους που απαιτούνται για την ανάλυση,

Analysis Category	Code	Parameters	Units	Pesticides or PAHs
Chlorophyll-a	chl-a	Chlorophyll-a	µg/l	NULL
Heavy metals				
Microbiological				
Organic load - Solids				
Physicochemical parameters				
Priority Substances				



S/N

1

 **Add Parameters**

και να τις προσθέσει μία κάθε φορά πατώντας το κουμπί add parameter.

Analysis Category	Code	Parameters	Units	Pesticides or PAHs
Chlorophyll-a		Biological Oxygen Demand (BOD5)	mg/l	NULL
Heavy metals	OR5	Chemical Oxygen Demand (COD)		
Microbiological		Total Dissolved Solids (TDS)		
Organic load - Solids		Total Organic Carbon (TOC)		
Physicochemical parameters		Total Suspended Solids (TSS)		
Priority Substances				

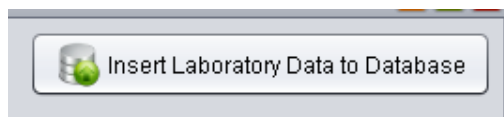
 **Add Parameters**

Total Dissolved Solids (TDS),mg/l	

Μετά την προσθήκη όλων των απαραίτητων παραμέτρων, ο χρήστης πρέπει να εισάγει τα αποτελέσματα των ανάλυσεων.

S/N	Chlorophyll-a, µg/l	Total Dissolved Solids (TDS),mg/l
1	5.3	0.75

Τέλος, κάνοντας κλικ στο “Insert Laboratory Data to Database” τα δεδομένα εισάγονται στο σύστημα, το οποίο με τη σειρά του ενημερώνει το χρήστη ότι μία νέα καταχώρηση πραγματοποιήθηκε.



Μόνο ένας χρήστης με δικαιώματα διαχειριστή μπορεί να αλλάξει ή να διορθώσει ένα αρχείο δεδομένων που έχει ήδη εισαχθεί στο σύστημα.

Εύρεση δεδομένων στη βάση δεδομένων

Ακόμη ένας χρήστης με χαμηλό επίπεδο πρόσβασης στο σύστημα (Επισκέπτης) μπορεί να εκτελέσει ερωτήματα όσον αφορά τα δεδομένα με διάφορα κριτήρια.



ο χρήστης κάνει κλικ στο κουμπί **Search database**.

By Code

GR07_3173_RS_WS1_Alg_1

By River Basin

All

By Surface or Ground Water Body

All

By Code of Analysis Category

All

By Project

All

By Year

2015

Serial Number : 3173

Longitude : 528139.600

Latitude : 4583183.000

Geodetic System : Greek Grid (ΕΓΣΑ87)

GPS device used : trimble

Sampling Date : 13/03/2013

Project : WETLAB - USE

Lab Analysis Date from : 19/03/2013

Lab Analysis Date to : 19/03/2013

Remarks : -----

Comments

Sample Code : GR07_3173_RS_WS1_Alg_1

Comments :

Search Database

Reset Search

Parameters

S/N	Parameter Name, Units	Parameter Value
1	Water Temperature, °C	6.6
2	pH	7.7
3	Salinity, PSU	0.03
4	Specific Conductivity, µS/cm	141.3
5	Turbidity, NTU	4.5
6	Dissolved Oxygen (DO2), ...	10.1
7	no toxic species, cells/ml	0

Pesticides

S/N	Parameter Name, Units	Parameter Value
-----	-----------------------	-----------------

PAHs

S/N	Parameter Name, Units	Parameter Value
-----	-----------------------	-----------------

Η πρώτη επιλογή είναι να αναζητήσει τα στοιχεία με τον κωδικό δείγματος. Τα αποτελέσματα της αναζήτησης παρουσιάζονται με τις τιμές των παραμέτρων, τα αποτελέσματα της ανάλυσης, καθώς και μια πλήρη έκθεση μεταδεδομένων.

Search Database with Criteria

By Code: GR06_1_LS_AU1_Ph_1

By River Basin: GR06

By Year: 2011

Search Database Reset Search

MetaData

Sample Code : GR06_1_LS_AU1_Ph_1
River Basin Code : GR06
Coordinates Sample Point : 1
Surface or Ground Water Body : LS
Usage : AU1
Analysis Category : Ph
Antisample : 1
SamplePoint : Άνω Παναγιά
Serial Number : 1
Longitude : 4585648.0
Latitude : 8569842.0
Geodetic System : Greek Grid (ΕΓΣΑ87)
GPS device used : D5FVBBVFBV
Sampling Date : 22/05/2012

Parameters

S/N	Sample Code	Dissolved Oxyg...	Specific Condu...	pH,	Turbidity,NTU	Water Depth,cm	Water Level,cm	Water Temper...	E.coli,cfu/100ml	Chloride Ions (...)	Chlorophyll-α,...
1	GR06_1_LS_A...	10.50000000	145.80000000	8.52000000	68.50000000	45.00000000	56.00000000	8.90000000	1.00000000	2.00000000	12.00000000
2											
3											
4											
5											

Furthermore, the user can perform queries by the **river basin criterion**, and the available selections are the river catchment coded values (GR02, GR03,...).

Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει ερωτήματα με κριτήρια όπως η λεκάνη απορροής ποταμού, και οι διαθέσιμες επιλογές είναι οι κωδικοποιημένες ονομασίες απορροής ποταμού (GR02, GR03, ...).

Search Database with Criteria

By Code: GR06_1_LS_AU1_Ph_1

By River Basin: All

By Surface or Ground Water Body: GW

By Year: 2011

Search Database Reset Search

MetaData

Latitude : 345.0
Geodetic System : Greek Grid (ΕΓΣΑ87)
GPS device used : hpf
Sampling Date : 07/03/2012

Sample Code : GR04_5_GW_IU2_OrS_2
River Basin Code : GR04
Coordinates Sample Point : 5
Surface or Ground Water Body : GW
Usage : IU2
Analysis Category : OrS
Antisample : 2
SamplePoint : dfh
Serial Number : 5
Longitude : 234.0
Latitude : 234.0
Geodetic System : Greek Grid (ΕΓΣΑ87)
GPS device used : dfh
Sampling Date : 02/03/2012

Parameters

S/N
1
2
3

Κατά παρόμοιο τρόπο, μπορεί κανείς να αναζητήσει τα δεδομένα για επιφανειακά ή υπόγεια υδάτινα σώματα ανάλογα με το αν ψάχνει δεδομένα για υπόγεια ύδατα (GW), παράκτια ύδατα (CS), λίμνες (LS), ή ποτάμια (RS).

By Code

GR06_1_LS_AU1_Ph_1

By River Basin

All

By Surface or Ground Water Body

All

By Code of Analysis Category

chl-a

All

chl-a

HM

MC

OrS

Ph

Search Database

Reset Search

MetaData

Latitude : 345.0
Geodetic System : Greek Grid (ΕΓΣΑ87)
GPS device used : hgt
Sampling Date : 07/03/2012

Sample Code : GR03_12_RS_AU2_chl-a_1
River Basin Code : GR03
Coordinates Sample Point : 12
Surface or Ground Water Body : RS
Usage : AU2
Analysis Category : chl-a
Antisample : 1
SamplePoint : null
Serial Number : 12
Longitude : 22.3
Latitude : 44.5
Geodetic System : WGS84
GPS device used : Garmin
Sampling Date : 05/03/2012

Parameters

S/N
1
2
3
4

Τέλος, η τελευταία επιλογή είναι να αναζητήσει στοιχεία σύμφωνα με τον κωδικό κατηγορίας ανάλυσης (Chl-a, Ph, κτλ) για ένα συγκεκριμένο έτος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Περιβαλλοντικός Δείκτης ENV10

Όπως κάθε μεγάλο έργο υποδομής με γραμμική διάταξη, έτσι και οι αυτοκινητόδρομοι, διασταυρώνονται με υδάτινα ρεύματα συνεχούς ή μη ροής, τα οποία είτε αποτελούν σημαντικούς τελικούς αποδέκτες είτε εκβάλλουν σε σημαντικούς τελικούς αποδέκτες. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει την αλλοίωση των χαρακτηριστικών των αποδεκτών και τη διαταραχή των φυσικών, χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των υδάτων. Οι οικολογικές επιπτώσεις από τη ρύπανση των υδάτων είναι ποικίλες και συχνά συνεπάγονται σοβαρές επιπτώσεις για το κοινωνικό σύνολο.

Είναι γεγονός ότι η ρύπανση των υδάτων που προκαλείται από έναν αυτοκινητόδρομο, προέρχεται κυρίως από τα νερά που απορρέουν από τις επιφάνειες κυκλοφορίας. Το βρόχινο νερό πριν καταλήξει στο υπέδαφος ή σε παρακείμενο υδάτινο αποδέκτη, ξεπλένει, διαλύει και μεταφέρει ουσίες που προέρχονται από τα καυσαέρια και τη διέλευση των οχημάτων.

Πηγές ρύπανσης των υδάτινων αποδεκτών μπορούν να αποτελέσουν:

- η φθορά του οδοστρώματος και των ελαστικών,
- η οξείδωση των μεταλλικών μερών των οχημάτων καθώς και του εξοπλισμού των δρόμων (στηθαία ασφαλείας, κλπ.)
- οι εκπομπές καυσαερίων.
- οι διαρροές λαδιών, κλπ. από τα οχήματα.

Το σύνολο των προαναφερόμενων (υδρογονάνθρακες, λάδια, βαρέα μέταλλα, ελαστικά, φαινόλες) επικάθονται στον τάπητα του αυτοκινητόδρομου και παρασύρονται εκτός οδού από τα νερά της βροχής. Αυτοί οι ρύποι προσκολλώνται σε στερεά σωματίδια και προσβάλλουν κυρίως τα επιφανειακά νερά και τους ευάλωτους υδροφορείς.

Για την περίπτωση της ρύπανσης των υδάτων που προέρχεται από τη λειτουργία ενός αυτοκινητόδρομου, όπως η Εγνατία οδός, ως σημαντικότεροι ρυπαντές θεωρούνται κατά κύριο λόγο οι ακόλουθοι: Αιωρούμενα στερεά (TSS), Βαρέα μέταλλα (Cu, Ni, Zn, Pb, Cd), Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH),

Νιτρικά- Νιτρώδη, Ολικό Άζωτο (TN) και Ολικός Φώσφορος (TP). Επίσης, προκειμένου να διαπιστωθεί η κατάσταση των υδάτων από άποψη ρύπανσης σημαντικός είναι και ο υπολογισμός παραμέτρων όπως τα BOD, COD, pH και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC). Συνοψίζοντας, οι παράμετροι-δείκτες περιβαλλοντικής μόλυνσης που παρακολουθούνται είναι οι ακόλουθοι:

Πίνακας 2: Παράμετροι παρακολούθησης της ρύπανσης των υδάτων

Παράμετρος	Μονάδες
pH	
Θολερότητα	NTU (μS/cm)
Αγωγιμότητα	NTU (μS/cm)
BOD ₅	mg/L
Αιωρούμενα Στερεά COD	mg/L
Αιωρούμενα Στερεά (S.S.)	mg/L
Ολικά Στερεά (TS)	mg/L
Λίπη και Έλαια	mg/L
Νιτρικά (NO ₃ ⁻)	mg/L
Νιτρώδη (NO ₂ ⁻)	mg/L
Ολικός Φώσφορος (TP)	mg/L
Ολικό Άζωτο (TN)	mg/L
Σίδηρος Fe	μg/L
Χαλκός Cu	μg/L
Μαγγάνιο Mn	μg/L

Κάδμιο Cd	μg/L
Χρώμιο Cr	μg/L
Μόλυβδος Pb	μg/L
Αρσενικό As	μg/L
Σκληρότητα (Γαλλικοί Βαθμοί)	°F

Στο πλαίσιο της παρακολούθησης των φυσικοχημικών παραμέτρων πραγματοποιούνται φυσικοχημικές αναλύσεις πεδίου (in situ) για τον προσδιορισμό των παραμέτρων pH, Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας, Θερμοκρασίας, Θολερότητας και Ολικά Διαλυμένων Στερεών.

Επίσης πραγματοποιούνται αναλύσεις χημικών παραμέτρων (in vitro) για τον προσδιορισμό των παραμέτρων Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD₅), Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD), Ολικά Αιωρούμενων Στερεών, Συγκέντρωσης Λιπών και Ελαίων, Θρεπτικών Ουσιών (Νιτρικών, Νιτρωδών, Φωσφορικών), καθώς και Συγκέντρωσης Βαρέων Μετάλλων (Μολύβδου, Σιδήρου και Καδμίου).

Η παρακολούθηση των παραμέτρων αυτών οδηγεί σε πληρέστερη αντίληψη της κατάστασης των υδάτινων σωμάτων, και η καταγραφή των επιπτώσεων της λειτουργίας του αυτοκινητοδρόμου διεξάγεται με πληρέστερα δεδομένα. Οι εργαστηριακές αναλύσεις πρέπει να εκτελούνται με βάση πρότυπες μεθόδους όπως καθορίζονται από τις Κοινοτικές Οδηγίες, το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Standardization Association–ISO) τον APHA- AWWA- WEF και εθνικούς Οργανισμούς Τυποποίησης. Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται τόσο η αξιοπιστία όσο και η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Μοντέλο Διάχυσης Ρύπανσης

Το μοντέλο διάχυσης ρύπανσης υλοποιήθηκε με χρήση σύγχρονων μεθόδων γεωστατιστικής καθώς και με την χρήση πολυκριτηριακών μοντέλων ανάλυσης δεδομένων. Η μέθοδος, η οποία χρησιμοποιήθηκε κατόπιν συνεννόησης και με την αναθέτουσα αρχή, έλαβε υπόψη δεδομένα όπως:

- ✓ Δεδομένα τηλεμετρίας
- ✓ Μετεωρολογικά δεδομένα
- ✓ Δεδομένα υδρολογικής φύσεως (παροχή, στάθμες, βροχοπτώσεις)
- ✓ Εδαφολογικά δεδομένα
- ✓ Δεδομένα χημικών αναλύσεων υδάτων
- ✓ Δεδομένα ψηφιακού αναγλύφου
- ✓ Δεδομένα επιτόπιων παρατηρήσεων

Τα δεδομένα αυτά είναι διαθέσιμα σε ψηφιδωτή (raster) είτε διανυσματική (vector) μορφή και εμπεριέχουν χωρική πληροφορία σε μορφή συμβατή με λογισμικά Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η καταχώριση τους για λόγους οργάνωσης καθώς και ασφάλειας έγινε σε χωρικές βάσεις δεδομένων (geodatabases) οι οποίες εξασφαλίζουν την δυνατότητα αποδοτικής αναζήτησης των δεδομένων καθώς και την δυνατότητα χρήσης σε διαδικτυακές εφαρμογές.

Η υλοποίηση του μοντέλου διάχυσης ρύπανσης έγινε με χρήση πολυκριτηριακών μεθόδων. Η πολυκριτηριακή ανάλυση δύναται να πραγματοποιηθεί με μεθοδολογίες και τεχνικές που εφαρμόζονται σε περιπτώσεις προβλημάτων όπου συνδυάζονται δεδομένα διαφορετικής φύσης προκειμένου να επιλεγεί μια βέλτιστη λύση μεταξύ πολλαπλών πιθανών λύσεων. Η μεθοδολογική προσέγγιση είναι δυνατόν να περιλαμβάνει μεθόδους όπως την Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (AHP: Analytic Hierarchy Process), ανάλυση μέσω Νευρωνικών Δικτύων (Neural Networks) και Ασαφούς Λογικής (Fuzzy Logic), συνδυάζοντας ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα για την εκτίμηση της διάχυσης της ρύπανσης των υδάτινων σωμάτων. Η ενημέρωση του μοντέλου με τα πλέον νεότερα χρονικά δεδομένα είναι ουσιαστικής σημασίας για τον

έγκυρο αλλά και έγκαιρο υπολογισμό του αποτελέσματος. Το μοντέλο πρέπει να είναι σε θέση να ενσωματώνει δυναμικά ποσοτικά δεδομένα όπως οι διαρκώς μεταβαλλόμενες μετρήσεις που τυχόν θα συλλέγονται από δίκτυο τηλεμετρικών σταθμών παρακολούθησης, όσο και σταθερά ποιοτικής και ποσοτικής φύσεως. Το μοντέλο διάχυσης συνδράμει σημαντικά στην πρόληψη της ρύπανσης, στον περιορισμό της, στην αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών/ατυχημάτων με επικίνδυνα φορτία στον αυτοκινητόδρομο, στην κατάρτιση σχεδίων δράσης και αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα

Το σύνολο των αποτελεσμάτων των μετρήσεων, τόσο σε μορφή πινάκων όσο και σε απεικονιστική μορφή διαγραμμάτων έχουν δοθεί στις δυο επιμέρους εκθέσεις προόδου, οι οποίες κατατέθηκαν στην ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟ Α.Ε. το 2015. Στο παράρτημα παρατίθενται για το σύνολο των δειγματοληψιών οι μετρήσεις πεδίου. Το σύνολο των μετρήσεων επισυνάπτεται σε ηλεκτρονική μορφή αντίστοιχα στην 1^η (ημερομηνία υποβολής: 31-3-2015) και 2^η έκθεση (ημερομηνία υποβολής: 30-9-2015).

6.1 Φυσικοχημικές Παράμετροι (in situ)

Μετά την ολοκλήρωση των αναλύσεων και των τεσσάρων δειγματοληψιών στα 150 προκαθορισμένα σημεία κατά μήκος της Εγνατίας Οδού, παρατηρείται σε γενική άποψη ότι όλες σχεδόν οι τιμές των μετρούμενων παραμέτρων βρίσκονται εντός ορίων σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία (Κ.Υ.Α. 5673/400, ΦΕΚ 192/Β/14-03-1997) που αφορά στα νερά που προορίζονται για άρδευση, καθώς και σύμφωνα με την νομοθεσία (Κ.Υ.Α. Υ2/2600/2001, ΦΕΚ 892/Β/11-07-2001) που αφορά χαρακτηριστικά παραμέτρων νερών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Επίσης τα αποτελέσματα των αναλύσεων δεν εμφανίζουν μεταξύ τους έντονες διαφοροποιήσεις κατά τις δυο περιόδους δειγματοληψίας (Δεκέμβριος 2014 & Μάρτιο 2015) όπως επίσης και κατά τις δειγματοληψίες της θερινής και φθινοπωρινής περιόδου (Ιούνιος- Ιούλιος 2015 & Σεπτέμβριος 2015).

Πίνακας 6.1: Όρια φυσικοχημικών παραμέτρων σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία

<u>Όρια Παραμέτρων</u>	Ανθρώπινη κατανάλωση/Πόσιμο	Άρδευση
	Κ.Υ.Α. Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/Β/11-07-2001)	Κ.Υ.Α. 5673/400 (ΦΕΚ 192/Β/14-03-1997)
pH	6,5 έως 9,5	6 έως 8,5
Θολερότητα, NTU	5	10
Αγωγιμότητα $\mu\text{S}/\text{cm}$	έως 2.500	700- 1000
BOD ₅ , mg/L	<3	25
COD, mg/L	30	125
Σκληρότητα, Γαλλικοί Βαθμοί	10-50	-
Ολικά Αιωρούμενα Στερεά, mg/L	25	5
Νιτρώδη Ιόντα mg/L	0,5	-
Νιτρικά Ιόντα mg/L	50	-
Κάδμιο (Cd), $\mu\text{g}/\text{L}$	5,00	5,00
Μόλυβδος (Pb), $\mu\text{g}/\text{L}$	10	50
Σίδηρος (Fe), mg/L	0,2	2

Παρακάτω ακολουθεί αναλυτικότερα η παράθεση των μετρούμενων παραμέτρων, οι οποίες υπερβαίνουν τα παραπάνω όρια, για κάθε περιοχή δειγματοληψίας ξεχωριστά.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων στον ποταμό Ρέμα Τσάι σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας, οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων δεν ξεπέρασαν τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Εξαίρεση αποτέλεσε η Θολερότητα η οποία κυμάνθηκε από 60 NTU φτάνοντας έως και 350 NTU κατά τη θερινή περίοδο δειγματοληψίας. Οι υψηλές συγκεντρώσεις θολερότητας οφείλονται στην έντονη ροή του νερού και αποδίδονται στη παρουσία φερτών και αιωρούμενων στερεών.

Από την παρουσίαση των τιμών των χαρακτηριστικών παραμέτρων που εξετάστηκαν στις θέσεις δειγματοληψίας στον ποταμό Μέγα Ρέμα προέκυψε επίσης ότι μόνο οι τιμές της Θολερότητας και των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) ήταν μεγαλύτερες από τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση, ενώ κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών Ιουλίου - Σεπτεμβρίου 2015 δεν λήφθηκε κανένα δείγμα από τον ποταμό Μέγα Ρέμα λόγω έλλειψης παροχής νερού στα συγκεκριμένα σημεία.

Στον ποταμό Αίσσο παρατηρήθηκε αυξημένη συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων και στα οκτώ σημεία δειγματοληψίας κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο σε αντίθεση με τις λοιπές δυο δειγματοληψίες. Ως γνωστό ο ποταμός διατρέχει πολλές καλλιέργειες αλλά περνά και από πολλούς οικισμούς, με αποτέλεσμα να γίνεται αποδέκτης φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων καθώς και οικιακών απορριμάτων. Επίσης πιθανόν λόγω αυξημένης ροής καταγράφηκαν και εδώ αυξημένες τιμές θολερότητας.

Στις θέσεις δειγματοληψίας στον ποταμό Φαγωμένο προκύπτει ότι οι τιμές της αγωγιμότητας και της Θολερότητας ήταν αυξημένες σε σχέση με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Επιπλέον ανιχνεύθηκε υψηλή συγκέντρωση νιτρωδών ιόντων (NO_2^-), σε σχέση με τα όρια που έχουν οριστεί για τα ύδατα που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο δειγματοληψίας.

Από την παρουσίαση των τιμών των χαρακτηριστικών παραμέτρων που εξετάστηκαν στις θέσεις δειγματοληψίας στον ποταμό Τρελοχείμαρο προκύπτει,

όπως και στην πλειονότητα των σημείων δειγματοληψίας, ότι μόνο οι τιμές της **Θολερότητας** και των **ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS)** ήταν μεγαλύτερες από τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Επίσης όσον αφορά στη συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων, ανιχνεύθηκαν στα όρια ανίχνευσης της μεθόδου, υψηλότερες συγκεντρώσεις **σιδήρου (Fe)**, από τα ύδατα που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στον ποταμό Μπόστο για όλα τα ληφθέντα δείγματα (Μπόστος_1, Μπόστος_2 και Μπόστος_3), οι τιμές των **νιτρωδών ιόντων (NO_2^-)** ήταν μεγαλύτερες από την τιμή των υδάτων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, κατά τη διάρκεια των δυο αρχικών δειγματοληψιών ενώ κατά τη θερινή και φθινοπωρινή περίοδο σημειώθηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις **αμμωνιακών ιόντων (NH_4^+)**. Το γεγονός αυτό πιθανόν οφείλεται στις λοιπές ανθρωπογενείς δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στη γύρω περιοχή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας του ποταμού Ασπροποτάμου παρατηρήθηκε μεγαλύτερη τιμή της **Θολερότητας** και των **ολικών αιωρούμενων στερεών** συγκριτικά με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Δεν ανιχνεύθηκαν συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα όρια ανίχνευσης της μεθόδου, εκτός από το σίδηρο (Fe), οι συγκεντρώσεις του οποίου ωστόσο ήταν για όλα τα σημεία χαμηλότερες από τα ύδατα που προορίζονται για άρδευση. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων ήταν υψηλές, κατά τη θερινή και φθινοπωρινή δειγματοληψία, παραμένοντας ωστόσο κάτω από το όριο των 50 mg/L.

Παρομοίως στον ποταμό Κομψάτο παρατηρήθηκε μεγαλύτερη τιμή της **Θολερότητας** και των **ολικών αιωρούμενων στερεών** συγκριτικά με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση, σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας. Δεν ανιχνεύθηκαν συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα όρια ανίχνευσης της μεθόδου, εκτός από το σίδηρο (Fe), οι συγκεντρώσεις του οποίου ωστόσο ήταν για όλα τα σημεία χαμηλότερες από τα ύδατα που προορίζονται για άρδευση. Κατά τις δυο τελευταίες δειγματοληψίες ωστόσο λήφθηκε δείγμα μόνο από τα σημεία Κομψάτος_3

και Κομπάτος_5 λόγω έλλειψης παροχής νερού, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται στις καιρικές συνθήκες και τις υψηλές θερμοκρασίες της περιόδου.

Στις θέσεις δειγματοληψίας του ποταμού Κόσυνθου μόνο τα δείγματα Κόσυνθος_1 και Κόσυνθος_2 κατά την δειγματοληψία του Δεκεμβρίου 2014 εμφάνισαν αυξημένη τιμή **θολερότητας**, συγκριτικά με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Αντίθετα στις υπόλοιπες δειγματοληψίες όλα τα σημεία εμφάνισαν αυξημένη τιμή θολερότητας και ιδιαίτερα αυξημένη στο σημείο Κόσυνθος_1.

Στον ποταμό Νέστο οι τιμές της **Θολερότητας** και των **αιωρούμενων στερεών** όλων των ληφθέντων δειγμάτων ήταν μεγαλύτερες από τις τιμές των υδάτων που προορίζονταν για άρδευση. Επίσης οι τιμές του C.O.D. και B.O.D. υπερέβησαν τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση για όλες τις θέσεις δειγματοληψίας και στις τέσσερις περιόδους δειγματοληψίας.

Στον ποταμό Στρυμόνα οι τιμές της **Θολερότητας** ήταν μεγαλύτερες από τα όρια των τιμών για ύδατα άρδευσης. Οι συγκεντρώσεις του B.O.D αλλά και των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσίασαν κάποιες διαφοροποιήσεις ανάλογα το σημείο και φυσικά την περίοδο δειγματοληψίας. Επιπλέον γενικά και στις τέσσερις δειγματοληψίες όλα τα σημεία είχαν συγκέντρωση ολικού σιδήρου, υψηλότερη των υδάτων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στη λίμνη Βόλβη οι τιμές της **αγωγιμότητας**, της **Θολερότητας** και του **B.O.D.** ήταν μεγαλύτερες από τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Όσον αφορά στα αιωρούμενα σωματίδια κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο ήταν για όλα τα σημεία εκτός ορίων, ενώ κατά τη δειγματοληψία του Ιουλίου 2015, εκτός ορίων μετρήθηκαν τα σημεία Βόλβη_3 και Βόλβη_4 και στη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου μόνο το σημείο Βόλβη_4. Τέλος όσον αφορά στον **ολικό σίδηρο**, στο σημείο Βόλβη_1 ήταν μεγαλύτερη η συγκέντρωση από τα όρια για άρδευση και στα σημεία Βόλβη_2, Βόλβη_3 και Βόλβη_4 μεγαλύτερη συγκριτικά με τις τιμές για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στην λίμνη Κορώνεια γενικά αξιόλογη ήταν η ιδιαίτερα υψηλή τιμή της αγωγιμότητας και για τα δυο σημεία, η οποία ξεπερνούσε κατά πολύ τα όρια των τιμών. Οι τιμές της Θολερότητας, των αιωρούμενων στερεών, του B.O.D και του C.O.D. ξεπερνούν τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση και αφορά και στις τέσσερις δειγματοληψίες για τα δυο σημεία. Ακόμη η συγκέντρωση του ολικού σιδήρου ήταν μεγαλύτερη του ορίου των υδάτων για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στον Γαλλικό ποταμό κατά τη δειγματοληψία Δεκεμβρίου 2014, η τιμή της αγωγιμότητας για το σημείο Γαλλικός_1 ήταν μεγαλύτερη της τιμής των υδάτων που προορίζονται για άρδευση, όπως και η συγκέντρωση ολικού σιδήρου. Όλα τα σημεία του ποταμού (Γαλλικός_1, Γαλλικός_2 & Γαλλικός_3) εμφάνισαν τιμές Θολερότητας, αιωρούμενων σωματιδίων, C.O.D. και B.O.D μεγαλύτερες συγκριτικά με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Κατά τη δειγματοληψία Ιουλίου 2015, η συγκέντρωση του B.O.D. για το σημεία Γαλλικός_2 και Γαλλικός_3 ήταν μεγαλύτερη της τιμής των υδάτων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Κατά τις δυο τελευταίες περιόδους δειγματοληψίας εμφανίστηκαν οι τιμές της Αγωγιμότητας, Θολερότητας και των αιωρούμενων σωματιδίων, για όλα τα σημεία του ποταμού (Γαλλικός_1, Γαλλικός_2 & Γαλλικός_3), μεγαλύτερες συγκριτικά με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Ο Γαλλικός ποταμός είναι αποδέκτης πολλών βιομηχανικών απορριμάτων καθώς περιτριγυρίζεται από τις βιομηχανικές περιοχές της Σίνδου και του Καλοχωρίου.

Σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας του Αξιού ποταμού παρατηρήθηκε μεγαλύτερη τιμή της Θολερότητας και των ολικών αιωρούμενων στερεών συγκριτικά με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση και στις δυο δειγματοληψίες. Επίσης οι συγκεντρώσεις του B.O.D ήταν μεγαλύτερες για όλα τα σημεία, σε σύγκριση με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση, με εξαίρεση κατά την χειμερινή περίοδο όπου εκτός ορίων ήταν μόνο για τα σημεία Αξιός_1 και Αξιός_2.

Στον Λουδία ποταμό, σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας στο σύνολο των δειγματοληψιών, οι τιμές της Θολερότητας και των αιωρούμενων σωματιδίων ήταν

αυξημένες σε σχέση με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Επιπλέον κατά τις δυο πρώτες περιόδους δειγματοληψιών αυξημένες εμφανίστηκαν οι τιμές της αγωγιμότητας ενώ κατά τη θερινή και φθινοπωρινή περίοδο οι συγκεντρώσεις του *B.O.D.* ήταν υψηλότερες των ορίων για ύδατα που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στον ποταμό Αλιάκμονα λόγω του μεγάλου αριθμού δειγμάτων (20) και της μεγαλύτερης απόστασης μεταξύ των σημείων, υπήρχαν πιο έντονες διαφοροποιήσεις στις τιμές των παραμέτρων. Επιπλέον κατά τη θερινή και φθινοπωρινή περίοδο δειγματοληψιών δεν λήφθηκαν τα δείγματα από τα σημεία Αλιάκμονας_7, Αλιάκμονας_9 και Αλιάκμονας_10, λόγω δυσκολίας στην πρόσβαση των σημείων. Σε γενικές γραμμές οι τιμές της *Θολερότητας* και των *αιωρούμενων στερεών* ξεπέρασαν σε ορισμένα σημεία, τα όρια των τιμών των υδάτων για άρδευση καθώς επίσης και η συγκέντρωση ολικού σιδήρου, τα όρια για ανθρώπινη κατανάλωση.

Όσον αφορά στο Γρεβενιώτικο ποταμό όλες οι τιμές των παραμέτρων για όλα τα σημεία και για τις δυο δειγματοληψίες κυμάνθηκαν εντός των ορίων με εξαίρεση τη συγκέντρωση του ολικού σιδήρου. Η συγκέντρωση αυτή ξεπέρασε την τιμή των υδάτων που προορίζονται για άρδευση φτάνοντας τα 6,5 mg/L, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται στη δομή και την σύσταση του εδάφους της περιοχής. Επίσης, όπως στην πλειονότητα των αποτελεσμάτων, εκτός ορίων βρέθηκαν και οι τιμές της *Θολερότητας* και των *αιωρούμενων στερεών*.

Τα ίδια ακριβώς ισχύουν και για τον ποταμό Βενέτικο όπου η συγκέντρωση του ολικού σιδήρου για όλα τα σημεία δειγματοληψίας ξεπέρασε τα 2 mg/L, που είναι το όριο της συγκέντρωσης υδάτων που προορίζονται για άρδευση.

Στον Μετσοβίτικο ποταμό δεν παρατηρήθηκε αυξημένη η τιμή κάποιας από τις μετρούμενες παραμέτρους για όλα τα σημεία δειγματοληψίας και για τις τέσσερις περιόδους δειγματοληψίας. Μόνον η τιμή της *Θολερότητας* ήταν αυξημένη, η οποία αποδίδεται στην έντονη ροή νερού του ποταμού.

Σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας του ποταμού Αραχθού παρατηρήθηκε μεγαλύτερη τιμή της **Θολερρότητας** συγκριτικά με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Δεν ανιχνεύθηκαν συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα όρια ανίχνευσης της μεθόδου, εκτός από το σίδηρο (Fe), οι συγκεντρώσεις του οποίου ήταν μεγαλύτερες από τα ύδατα που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στη **λίμνη Παμβώτιδα** καθώς και στον **ποταμό Σμόλιτσα** δεν παρατηρήθηκε αυξημένη η τιμή κάποιας από τις μετρούμενες παραμέτρους για όλα τα σημεία δειγματοληψίας για όλες τις περιόδους δειγματοληψίας. Μόνον η τιμή της **Θολερρότητας** ήταν αυξημένη και η οποία αποδίδεται στην έντονη ροή νερού του ποταμού, όπως και η **συγκέντρωση των ολικών αιωρούμενων στερεών**, που παρατηρήθηκε μόνο στη λίμνη Παμβώτιδα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων στα **Τύρια Ιωαννίνων** σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας και για τις τέσσερις περιόδους, όλες οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων δεν ξεπέρασαν τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Εξαίρεση αποτέλεσε η **Θολερρότητα**, η οποία οφείλεται στην έντονη ροή του νερού και αποδίδεται στη παρουσία φερτών και αιωρούμενων στερεών. Επιπλέον οι συγκεντρώσεις του **σιδήρου (Fe)** κατά τη διάρκεια και των τεσσάρων δειγματοληψιών υπερέβη το όριο των υδάτων που αφορά στην ανθρώπινη κατανάλωση, σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας.

Τέλος στα σημεία δειγματοληψίας στην περιοχή της **Πτολεμαΐδας** παρατηρήθηκε η ύπαρξη **αμμωνιακών ιόντων** και **νιτρωδών ιόντων** κατά τις δυο πρώτες και δυο τελευταίες περιόδους δειγματοληψίας αντίστοιχα, οι οποίες ξεπέρασαν το όριο της τιμής των υδάτων τα οποία αφορούν ανθρώπινη κατανάλωση και έχουν οριστεί στα 0,5 mg/L. Επιπλέον η συγκέντρωση σιδήρου ήταν μεγαλύτερη από την τιμή των υδάτων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Από την παρατήρηση των αποτελεσμάτων διακρίνεται ότι:

- ✓ Όσον αφορά στην εποχικότητα των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική μεταβολή. Εξάιρεση αποτελούν ορισμένες μόνο περιοχές, όπως για παράδειγμα στον ποταμό Μπόστο, όπου αυξημένη καταγράφηκε η συγκέντρωση των αμμωνιακών ιόντων κατά την θερινή περίοδο. Επίσης και στο ποταμό Λίσσο καταγράφηκε υψηλότερη συγκέντρωση νιτρικών ιόντων κατά τις δυο πρώτες περιόδους δειγματοληψιών (Δεκεμβρίου 2014 και Μαρτίου 2015).
- ✓ Στην εγγύτητα της Εγνατίας Οδού υπάρχουν διάφορες πηγές ρύπανσης των παρακείμενων υδάτινων σωμάτων, στις οποίες μπορούν να αποδοθούν σε ένα μεγάλο ποσοστό η υπέρβαση συγκεντρώσεων ορισμένων μετρούμενων παραμέτρων. Ο ποταμός Λίσσος για παράδειγμα διατρέχει πολλές καλλιέργειες αλλά περνά και από πολλούς οικισμούς, με αποτέλεσμα να γίνεται αποδέκτης φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων καθώς και οικιακών απορριμμάτων. Κυρίως λοιπόν κατά την περίοδο του καλοκαιριού υπάρχει επιβάρυνση των υδάτινων σωμάτων από τις γεωργικές και λοιπές ανθρωπογενείς δραστηριότητες της γύρω περιοχής.
- ✓ Επιβαρυνμένη συγκριτικά με τις υπόλοιπες λίμνες βρέθηκαν τα σημεία δειγματοληψίας της λίμνης Κορώνειας, με χαρακτηριστικές τις υψηλές τιμές αγωγιμότητας. Επίσης στη περιοχή του Γαλλικού ποταμού, οι τιμές της Αγωγιμότητας, Θολερότητας και των αιωρούμενων σωματιδίων, μετρήθηκαν για όλα τα σημεία (Γαλλικός_1, Γαλλικός_2 & Γαλλικός_3) μεγαλύτερες συγκριτικά με τις τιμές των υδάτων που προορίζονται για άρδευση. Ο Γαλλικός ποταμός είναι αποδέκτης πολλών βιομηχανικών απορριμμάτων καθώς περιτριγυρίζεται από τις βιομηχανικές περιοχές της Σίνδου και του Καλοχωρίου.
- ✓ Σε ελάχιστες λοιπόν περιπτώσεις παρατηρείται υπέρβαση των οριοθετημένων τιμών για τις μετρούμενες παραμέτρους, όπως τα νιτρικά και αμμωνιακά ιόντα, τα οποία οφείλονται κυρίως στην

απορροή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στα υδάτινα σώματα αλλά και οι αυξημένες συγκεντρώσεις ολικού σιδήρου κυρίως, η οποία αποδίδεται κυρίως στη σύσταση και τη δομή του εδάφους.

- ✓ Λαμβάνοντας υπόψη τα συνολικά αποτελέσματα όλων τα αναλύσεων μπορεί να χαρακτηριστεί η επιβάρυνση των υδάτινων σωμάτων από τη λειτουργία της Εργατικής Οδού ως αμελητέα σε σχέση με τις λοιπές ανθρωπογενείς δραστηριότητες, καθώς η σύγκριση των αποτελεσμάτων ανάντη και κατόντη της Εγνατίας Οδού για κάθε υδατορέμμα δεν παρουσιάζει κάποια αξιολογη μεταβολή.

6.2 Περιβαλλοντικός Δείκτης (ENV10)

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες αποτελούν ένα μοντέρνο εργαλείο που μπορεί να συμβάλλει στην αειφορική διαχείριση του περιβάλλοντος. Η χρήση των περιβαλλοντικών δεικτών δίνει σπουδαίες πληροφορίες για την υπάρχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος και την αντοχή του σε οποιαδήποτε αναπτυξιακή δραστηριότητα και συμβάλλει στην παρακολούθηση της προόδου των πολιτικών στόχων που έχουν τεθεί για την καταστολή ή την επανόρθωση μιας κατάστασης που έχει προκληθεί από την αρνητική ανθρώπινη δράση στο περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες αποτελούν ένα αξιόπιστο και εύχρηστο εργαλείο για τη διαχείριση του περιβάλλοντος στα πλαίσια της αειφορικής ανάπτυξης μια περιοχής.

Οι δείκτες ως αποτέλεσμα πρωτογενών και επεξεργασμένων δεδομένων χρησιμοποιούνται για να κάνουν απλούστερη, να αποτυπώσουν με εποπτικό και σαφή τρόπο αλλά και να συμβάλλουν στη λήψη αποφάσεων διαχείρισης περιβαλλοντικών δεδομένων με έγκυρο και έγκαιρο τρόπο, την πληροφορία που αφορά πολυσύνθετα φαινόμενα, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην ευκολότερη επικοινωνία. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες έδωσαν πληροφορίες για φαινόμενα που θεωρούνται χαρακτηριστικά ή κρίσιμα για την ποιότητα του περιβάλλοντος. Σε σχέση με τη διαχείριση του περιβάλλοντος σε πολιτικό επίπεδο οι περιβαλλοντικοί δείκτες χρησιμοποιούνται για τρεις κυρίως λόγους:

- i. για πληροφορίες που αφορούν περιβαλλοντικά προβλήματα με σκοπό τη δραστηριοποίηση και εκτίμηση της σοβαρότητάς τους,
- ii. για να υποστηρίξουν την ανάπτυξη πολιτικής και
- iii. για να θέσουν προτεραιότητες αναγνωρίζοντας τους παράγοντες κλειδιά που προκαλούν περιβαλλοντικές πιέσεις, και φυσικά για τη παρακολούθηση των επιδράσεων.

Η περιβαλλοντική «μοντελοποίηση» (χρήση περιβαλλοντικών δεικτών-προτύπων) αποτελεί λοιπόν ένα πρόσθετο εργαλείο ιδιαίτερα χρήσιμο για την πρόβλεψη των περιβαλλοντικών αλλαγών και επιπτώσεων. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες αντικατοπτρίζουν διάφορες τάσεις στην κατάσταση του περιβάλλοντος και

παρακολουθούν την αναπτυσσόμενη πρόοδο σε στόχους περιβαλλοντικής πολιτικής. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες ακόμη αποκαλύπτουν την κατάσταση και την ποιότητα του περιβάλλοντος παρέχοντας έγκυρες πληροφορίες, υπό την προϋπόθεση πάντα ότι σχεδιάζονται σωστά, παρακολουθούνται στενά και μεταφράζονται συνετά. Υπό αυτή την έννοια, οι περιβαλλοντικοί δείκτες χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία σχεδιασμού ολοκληρωμένου συστήματος περιβαλλοντικής πολιτικής, όπως προαναφέρθηκε, αλλά και σε δεύτερο στάδιο, κατά τη διαδικασία ελέγχου της αποτελεσματικότητας και της επιτυχίας των εφαρμοσμένων αυτών συστημάτων περιβαλλοντικής πολιτικής.

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες έχουν χρησιμότητα τόσο ως εργαλεία σχεδιασμού, όσο και ως εργαλεία ελέγχου. Πιο ειδικά, οι περιβαλλοντικοί δείκτες επιτρέπουν την εκτίμηση περιβαλλοντικών συνιστωσών, οι οποίες δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν άμεσα, με τη μέτρηση φυσικών μεταβλητών, οι οποίες περιγράφουν την κατάσταση αυτών των συστατικών και την αντοχή των συνιστωσών αυτών. Η περεταίρω ανάπτυξη αυτών συμβάλλει στην πρόβλεψη της μελλοντικής κατάστασης του περιβάλλοντος. Παράλληλα, επιτρέπουν τη χωρική και χρονική αντιπαραβολή δεδομένων και διαμορφώνουν μια βάση πληροφοριών προσιτή και εύχρηστη, σε αυτούς που λαμβάνουν τις αποφάσεις (decision-makers) αλλά και στο ευρύ κοινό, εξυπηρετώντας τη διαμόρφωση της κοινής γνώμης και διευκολύνοντας την κοινωνική ευαισθητοποίηση, την περιβαλλοντική εκπαίδευση και επικοινωνία, με την αξιοποίηση αξιόπιστων δεδομένων σε εποπτική μορφή. Επίσης με τη χρησιμοποίηση των περιβαλλοντικών δεικτών καθιερώθηκε ένα μέγεθος μέτρησης της αποτελεσματικότητας των περιβαλλοντικών προγραμμάτων, πολιτικών ή δράσεων και της εκτίμησης της προόδου που επιτυγχάνεται. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι οι δείκτες γενικότερα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένα ισχυρό εργαλείο για την αφύπνιση του κοινού πάνω σε περιβαλλοντικά ζητήματα.

Στο πλαίσιο του παρόντος έργου δημιουργήθηκε "ο περιβαλλοντικός δείκτης του παρατηρητηρίου ENV10 για την ποιότητα των υδάτων", ο οποίος παρακολουθεί και ελέγχει τα επίπεδα της ρύπανσης των παρακείμενων στον αυτοκινητόδρομο υδατορευμάτων και μέσω αυτού του δείκτη εντοπίζονται οι περιοχές στις οποίες παρατηρούνται υπερβάσεις και ελέγχονται με ακρίβεια οι κύριες πηγές ρύπανσης. Ο δείκτης ENV10 αποσκοπεί στον εντοπισμό των ευαίσθητων σημείων από την άποψη

των ενδεχόμενων επιδράσεων του άξονα στο υδατικό δυναμικό. Επιπρόσθετα, ο δείκτης εντοπίζει και τους βασικούς ρυπαντές που προέρχονται αποκλειστικά από τον αυτοκινητόδρομο και τη χρήση του.

Ο δείκτης διαμορφώθηκε βάση σύγχρονων μεθόδων καθώς και με την χρήση μοντέλων ανάλυσης δεδομένων. Για τον υπολογισμό του δείκτη λήφθηκαν υπόψην δεδομένα όπως:

- Δεδομένα χημικών αναλύσεων υδάτων
- Δεδομένα ψηφιακού ανάγλυφου
- Εδαφολογικά δεδομένα
- Δεδομένα υδρολογικής φύσεως (παροχή, στάθμες, βροχοπτώσεις)
- Δεδομένα επιτόπιων παρατηρήσεων
- Μετεωρολογικά δεδομένα
- Τηλεμετρικά Δεδομένα

Συμπερασματικά, η ανάπτυξη του περιβαλλοντικού δείκτη του παρατηρητηρίου ENV10 για την ποιότητα των υδάτων αποτελεί καινοτόμο και ουσιαστικό εργαλείο άσκησης περιβαλλοντικής πολιτικής της Εγνατίας Οδού Α.Ε., καθότι με τη χρήση και αξιοποίησή του, οι Υπηρεσίες της Εγνατίας Οδού Α.Ε., θα είναι σε θέση να απεικονίσουν με εποπτικό τρόπο τη κατάσταση των υδατίνων σωμάτων που διασταυρώνονται με τον αυτοκινητόδρομο, καθώς επίσης θα είναι εφικτή η ποσοτική και ποιοτική αξιολόγηση της επιβάρυνσης του αυτοκινητοδρόμου στην οικολογική κατάσταση των υδατίνων αυτών σωμάτων.

Με την παρούσα Τεχνική Έκθεση επισυνάπτεται τόσο σε έντυπη όσο και σε ηλεκτρονική μορφή η διαμόρφωση του ***Περιβαλλοντικού Δείκτη ENV10***.

6.3 Μοντέλο Διάχυσης Ρύπανσης

Στα πλαίσια του παρόντος έργου που εκπονήθηκε από το Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος αναπτύχθηκαν μοντέλα προσομοίωσης για τη διάχυση και τη μεταφορά των ρύπων που ενδέχεται να διαρρεύσουν σε ποτάμια που διασταυρώνονται με την Εγνατία Οδό. Για τις ανάγκες προσομοίωσης των ρύπων στα ποτάμια χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα WASP (U.S. EPA WASP, Version 7.3).

Το λογισμικό WASP είναι ένα μαθηματικό μοντέλο για την ανάλυση προβλημάτων ποιότητας νερού σε μονοδιάστατα, δισδιάστατα και τρισδιάστατα υδατικά συστήματα (Ambrose et al., 1993). Αναπτύχθηκε από την U.S.EPA και είναι γνωστό ως WASP (Water Quality Analysis Simulation Program). Το μοντέλο περιγράφει τη μεταφορά μάζας και τους μετασχηματισμούς κοινών και τοξικών ρύπων στο νερό και τα ιζήματα των λιμνοδεξαμενών, ποταμών, λιμνών, ταμειευτήρων, δέλτα ποταμών και θαλασσών. Περιλαμβάνει την υδροδυναμική περιγραφή των συστημάτων, τις διαδικασίες μεταφοράς μάζας συντηρητικών ουσιών, τον ευτροφισμό και το ισοζύγιο του διαλυμένου οξυγόνου, αλλά και τη δυναμική των τοξικών χημικών ουσιών και των ιζημάτων.

Τα ποτάμια που λήφθηκαν υπόψη ήταν ο Νέστος, ο Λουδίας καθώς και ο Μπογδάνας ο οποίος έχει μικρή παροχή και βρίσκεται στην εγγύς περιοχή της λίμνης Κορώνειας. Ο λόγος που λήφθηκαν αυτά τα τρία ποτάμια είναι για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων σχετικά με τη διάχυση των ρύπων ανάλογα με την παροχή, την ταχύτητα του νερού και τα γενικότερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κάθε υδάτινου όγκου.

Για τους υδάτινους αποδέκτες που επιλέχθηκαν, αναζητήθηκαν γεωμετρικά και υδραυλικά στοιχεία. Επιπλέον, θεωρήθηκαν κάποιες τιμές για ενδεχόμενη έκχυση ρύπου στα ποτάμια αυτά. Σαν αρχική θέση ελέγχου ελήφθη το τμήμα κατάντι της Εγνατίας Οδού στο σημείο διασταύρωσής της με κάθε ποτάμι. Τα στοιχεία της προσομοίωσης αφορούν διάστημα μερικών ημερών και η ζώνη που λήφθηκε υπόψη στην προσομοίωση είναι 5 km κατάντι της διασταύρωσης της οδού με το ποτάμι. Το χρονικό διάστημα προσδιορίστηκε ουσιαστικά με βάση το χρόνο που χρειάζεται ο ρύπος για να αφομοιωθεί πλήρως από το υδάτινο σώμα.

Το πρόγραμμα WASP προσομοιώνει τις γεωμετρικές συνθήκες του ποταμού αξιοποιώντας πεπερασμένα στοιχεία. Επομένως, η ζώνη των 5km που επιλέχθηκε ως όγκος ελέγχου θεωρήσαμε ότι χωρίστηκε σε 10 τμήματα των 500m.

Ως ρυπαντικά φορτία λήφθηκαν υπόψη αμμωνιακά ιόντα, νιτρικά ιόντα, άζωτο, ορθοφωσφορικά ιόντα, CBOD, αιωρούμενα στερεά καθώς και μεταβολές στην αλατότητα του υδάτινου σώματος. Επιπλέον, σε όλες τις περιπτώσεις θεωρούμε ότι ο ρύπος διαρρέει ακαριαία στην αρχή του πρώτου τμήματος ενώ στα επόμενα η συγκέντρωση της αντίστοιχης ουσίας θεωρείται αρχικά ως μηδενική. Ο λόγος για τον οποίο έγινε αυτή παραδοχή ήταν για να δούμε την εξέλιξη του ρύπου από στιγμή σε στιγμή και από θέση σε θέση. Δηλαδή να δούμε πως η συγκέντρωση του ρύπου μειώνεται στα πρώτα 500m και ταυτοχρόνως αρχίζει σταδιακά να ρυπαίνεται το δεύτερο τμήμα (τα επόμενα 500m) μέχρι τελικά να μειωθεί και στο τμήμα αυτό. Αυτή η διαδικασία έχει ληφθεί υπόψη για όλα τα τμήματα.

Από τα αποτελέσματα των επιλύσεων του μοντέλου που αφορά στην περίπτωση της απόρριψης αμμωνιακών ιόντων στον ποταμό Νέστο, διαπιστώνουμε ότι η αρχική συγκέντρωση των 10mg/lι φτάνει σε πολύ χαμηλά επίπεδα ήδη σε περίπου 2,5 ώρες. Όλα τα επόμενα τμήματα έχουν αρχικά μηδενική συγκέντρωση και με την πάροδο του χρόνου αυξάνεται η συγκέντρωση αυτή, δηλώνοντας τη σταδιακή ρύπανση, μέχρι τελικά να φτάσει στη μέγιστη τιμή της. Από τη θέση αυτή και μετά ο ρύπος μειώνεται σταδιακά μέχρι τελικά να φτάσει σε πολύ χαμηλές τιμές που στην ουσία υποδηλώνουν ότι ο ρύπος έχει πλέον αφομοιωθεί από τον υδάτινο όγκο. Ένα ακόμα συμπέρασμα, το οποίο είναι και αναμενόμενο, είναι ότι ο ρύπος φτάνει στη μέγιστη τιμή συγκέντρωσής του σε κάθε τμήμα σε μεγαλύτερο χρόνο ανάλογα με την απόσταση από την αρχική θέση. Αντίστοιχα συμπεράσματα προκύπτουν σε όλες τις περιπτώσεις των ρύπων ανάλογα βέβαια με το ρύπο και την αντίστοιχο αρχικό ρυπαντικό φορτίο.

Συγκρίνοντας τώρα τα τρία ποτάμια μεταξύ τους διαπιστώνουμε τα εξής:

- Όσο μεγαλύτερη είναι η παροχή του ποταμού τόσο πιο μικρή συγκέντρωση έχει ο ρύπος στο δεύτερο υποτμήμα. Για παράδειγμα, για την περίπτωση των αμμωνιακών ιόντων στον ποταμό Νέστο που έχει μεγάλη παροχή η μέγιστη

συγκέντρωση στα επόμενα τμήματα φτάνει περίπου τα 0,9mg/lit ενώ οι αντίστοιχες τιμές στο Λουδία είναι 2,0mg/lit και στο χειμάρρο Μπογδάνα είναι 2,5mg/lit.

- Βασικό στοιχείο για το πόσο γρήγορα θα φτάσει ο ρύπος στο επόμενο τμήμα είναι προφανώς και η ταχύτητα ροής. Για παράδειγμα, παρά το γεγονός ότι ο Νέστος έχει σαφώς μεγαλύτερη παροχή από το Λουδία, λόγω της μικρότερης διατομής του Λουδία προκύπτει και μεγαλύτερη ταχύτητα σε αυτόν. Βλέπουμε λοιπόν ότι ο ρύπος στην περίπτωση του Λουδία φτάνει πιο γρήγορα σε επόμενες θέσεις της προσομοίωσης. Τα συμπεράσματα είναι κατ' αναλογία και στην περίπτωση του χειμάρρου Μπογδάνα.

Σε κάθε περίπτωση ρύπου και για τα τρία ποτάμια διαπιστώθηκε ότι για να μειωθεί ο ρύπος στα επιτρεπόμενα όρια απαιτούνταν χρονικό διάστημα λιγότερο της μιας ημέρας. Στην πραγματικότητα σε λίγες μόνο ώρες και ανάλογα με την παροχή του ποταμού, ο ρύπος ήταν ήδη θεωρητικά αφομοιωμένος από το ποτάμι.

Με την παρούσα Τεχνική Έκθεση επισυνάπτεται τόσο σε έντυπη όσο και σε ηλεκτρονική μορφή το **Μοντέλο Διάχυσης Ποιότητας**.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ayub, M. and Boyd, C.E. 1994. Comparison of different methods for measuring organic carbon concentrations in pond bottom soils. J. World Aquacult. Soc. 25: 322-325.

Bushnev, D. A. and N. S. Burdel'naya. 2009. Kerogen: chemical structure and formation conditions. Russ. Geol. Geophys. 50: 638-643.

Halicz, L. 1984. The suitability of oil shales from the Har-Tuv area as raw material for the cement industry, Geological Survey of Israel report GSI 18/84 – 1984. (In Hebrew).

Heanes, D. L. 1984. Determination of total organic-C in soils by an improved chromic acid digestion and spectrophotometric procedure. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15: 1191–1213.

Komada, T., M. R. Anderson and C. L. Dorfmeir. 2008. Carbonate removal from coastal sediments for the determination of organic carbon and its isotopic signatures, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{14}\text{C}$: comparison of fumigation and direct acidification by hydrochloric acid. Limnol. Oceanogr. Methods 6: 254-262.

Krishan, G., S. K. Srivastav, S. Kumar, S. K. Saha and V. K. Dadhwal. 2009. Quantifying the underestimation of soil organic carbon by the Walkley and Black technique-examples from Himalayan and Central Indian Soils. Curr. Sci. 96: 1133-1136.

Leong, L. S. and P. A. Tanner. 1999. Comparison of methods for determination of organic carbon in marine sediment. Marine Poll. Bull. 38: 875-879.

Mebius, L.J., 1960. A rapid method for the determination of organic carbon in soil. Anal. Chim. Acta 22: 120-124.

Schneider-Mor, A., S. Askenazi-Plivoda, S. Abramovich, A. Almogi-Labin and S. Feinstein. 2007. Paleooceanographic developments of the late cretaceous oil shale

sequence, Southern Tentys, Negev, Israel inferred from organic geochemistry and stable isotopes. In 2007 GSA Denver Annual meeting. Paper 183-189.

Wang, X. J., P. J. Smethurst and A. M. Herbert. 1996. Relationships between three measures of organic matter or carbon in soils of eucalyptus plantations in Tasmania. *Austral. J. Soil Res.* 34: 545–553

Edwards J.H., C.W. Wood, D.L. Thurlow, and M.E. Ruf. 1999. Tillage and crop rotation effects on fertility status of a Hapludalf soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:1577-1582.

AOAC Official Method of Analysis (1990). *Official Methods of Analysis*. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

AOAC Official Method of Analysis (2002). Method 934.01. Loss on drying (moisture) at 95– 100 °C for feeds. AOAC International, Arlington, VA.

Makkink, C., (2001) Acid binding capacity in feedstuffs. *Feed International*, October: 24-27

Smith, P.K., et al. (1985). "Measurement of protein using bicinchoninic acid". *Anal. Biochem.* 150 (1): 76–85.

Monograph No. 9 (2ed). American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, Madison, WI.

Kimmins, JP. 1987. *Forest Ecology*. Macmillan Publishing Co, New York.

Sheldrick BH and C Wang. 1993. Particle Size Distribution. p. 499-511. In MR Carter (ed.) *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. Ann Arbor.

Carmichael, W.W. (1997). In: *Advances in Botanical Research*. J. Callow, ed., London, Academic Press: 27: 211 Ransom, R., Soong, F.S, Fitzgerald, J., Turczynowicz, L., El Saadi, O., Roder, D., Maynard, T. and Falconer, I. (eds.) (1994).

Health Effects of Toxic Cyanobacteria (bluegreen algae) National Health and Medical Research Council, Australian Govt. Pub. Service, Canberra, pp.108 – 256.

Carpenter, E.J., Carmichael, W.W. Taxonomy of Cyanobacteria (1995). In: Manual on Harmful Marine Microalgae. G.M. Hallegraeff et al., eds., IOC Manuals and Guides No. 33 UNESCO: 373-80.

Chorus, I. and Bartram, J.,(eds.) (1999). Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. World Health Organization, E&FN Spon, Routledge, London, pp. 416.

Codd, G.A. (2000). Cyanobacterial toxins, the perception of water quality and the prioritization of eutrophication control. *Ecological Engineering*, 16: 51-60.

Anderson, J.M., and J.S. Ingram, eds. 1993. Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods. 2nd ed. CAB International, Wallingford, UK. P. 93-94.

Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. Chap. 43 in *Methods of Soil Analysis, Part 1*. C.A. Black, ed. American Society of Agronomy, Madison. Pp. 545-567.

Gee, GW and JW Bauder. 1986. Particle-size analysis. p. 383-411. In A Klute (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Agronomy Monograph No. 9 (2ed). American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, Madison, WI.

Kunze, G.W. 1965. Pretreatment for mineralogical analysis. Chap. 44 in *Methods of Soil Analysis, Part 1*. C.A. Black, ed. American Society of Agronomy, Madison. Pp. 568-577.

Wilde, S.A., R.B. Corey, J.G. Iyer, and G.K. Voigt. 1979. *Soil and Plant Analysis for Tree Culture*. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi. Pp. 12-13.

Abutiate, W.S. "Urban and Peri-Urban Horticultural Activity in Ghana" NRI Peri-Urban Interface Research, Workshop Proceedings 23-25 August 1995, Kumasi, Ghana Chatham Maritime, Kent: National Resources Institute, 1995, 45-50.

Allen, Adriana with Nilvo L.A. da Silva and Enrico Corubolo. Environmental Problems and Opportunities of the Peri-Urban Interface and their Impact on the Poor Document for the Peri-Urban Interface Research Project, Development Planning Unit, University College London, March 1999.

- Codd, G.A., Bell, S.G., Kaya, K., Ward, C.J., Beattie, K.A. and Metcalf, J.S. (1999). Cyanobacterial toxins, exposure routes and human health. *European Journal of Phycology*, 34: 405-415.
- Codd, G.A., Jefferies T.M., Keevil, C.W. and Potter, E. (eds.) (1994). *Detection Methods for Cyanobacterial Toxins*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 191.
- Codd, G.A., Metcalf, J.S., Ward, C.J., Beattie, K.A., Bell, S.G., Kaya, K., and Poon, G.K.(2001). Analysis of cyanobacterial toxins by physicochemical and biochemical methods. *Journal of AOAC International*, 84: 1626-1635.
- CRC for Water Quality and Treatment Occasional paper number 4 (2002). Blue-green algae. Their significance and management within water supplies. http://www.waterquality.crc.org.au/publications/OccPaper04_info.htm
- CSIRO Australia, (1997). Managing algal blooms. Outcomes from CSIRO's multidivisional blue-green algal program. Ed J.R. Davis. pp. 67-77.
- Hallegraeff, G.M. et al. (eds.) (1995). *Manual on Harmful Marine Microalgae*. IOC Manuals and Guides No. 33 UNESCO, pp 551.
- Harada, K. I., Ohtani, I., Iwamoto, K., Suzuki, K., Watanabe, M.F. and Terao, K. (1994). Isolation of cylindrospermopsin from a cyanobacterium *Umezakia natans* and its screening method. *Toxicon*, 32: 73-84.
- Harada, K. (2004). Production of secondary metabolites by freshwater cyanobacteria. *Chem. Pharm. Bull*, 52: 889-899. 136
- Birley, M. H., and K. Lock. A Review of the Health Impacts of Peri-Urban Natural Resource Development. International Health Impact Assessment Research Group, University School of Tropical Medicine, Draft 1998; updated by M. Birley 2/2/1999. 14/5/1999 <http://www.liv.ac.uk/~mhbp/publicat/Periurban/Start.html>.
- Birley, Martin H. and Karen Lock. "Health and peri-urban natural resource production" *Environment and Urbanization*. Vol. 10 no.1, April 1998, 89-106.

Chimbowu, Admos and Davison Gumbo (ENDA-Zimbabwe) “Urban Agriculture Research in East & Southern Africa II: Records, Capacities and Opportunities” Cities Feeding People Series. No. 4, Ottawa: International Development Research Centre (IDRC) 1993.

Faruqui, Naser I. “Wastewater reuse in urban agriculture” in Abstracts: Urban stability through integrated water-related management The 9th Stockholm Water Symposium: 9-12 August 1999, 127-129.

Fazel, M. Sharif, S. Sathyanarayan, P.N. Satish and Lata Muthanna. “Effect of Paper Mill Effluents on Accumulation of Heavy Metals in Coconut Trees near Nanjangud, Mysore District, Karnataka, India.” Environmental Geology and Water Science 1991, 17(1) 47-50.

Kaya, K., Sano, T., Watanabe, M.M., Shiraishi, F. and Ito, H. (1993). Thioic O-acid ester in sulfolipid isolated from freshwater picoplankton cyanobacterium, *Synechococcus* sp. Biochim. Biophys. Acta, 1169: 39-45.

Kaya, K. (2001). Toxic Cyanobacteria, (in Japanese), Tokyo: Shokabo, pp148.

Li, R., Carmichael, W.W., Britain, S., Eaglesham, G.K., Shaw, G.R., Mahakanant, A., Naparatnaraporn, N., Yongmanitchai, W., Kaya, K. and Watanabe, M.M. (2001). Isolation and identification of the cyanotoxin cylindrospermopsin and deoxycylindrospermopsin from a Thailand strain of *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria), Toxicon, 39: 973-980.

Feachem, Richard G., David J. Bradley, Hemda Garelick and D. Duncan Mara Health Aspects of Excreta and Sullage Management: A State-of -the-Art Review Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation vol. 3 Washington: World Bank, 1980.

Furedy, Christine. “Social Aspects of Human Excreta Reuse: Implications for Aquacultural Projects in Asia” in P Edwards and R.S.V. Pullin (Eds.) Wastewater-Fed Aquaculture: Proceedings of the International Seminar on Wastewater Reclamation and Reuse for Aquaculture, Calcutta, India, 6-9 December, 1988. Bangkok: Environmental and Sanitation Center, Asian Institute of Technology, 1990, 251-266.

Kolsky, Peter J. and Ursula J. Blumenthal. “Environmental health indicators and sanitation-related disease in developing countries: limitations to the use of routine data sources” World Health Statistics Quarterly 1995, 48(2): 132-139.

McCollough, Fergus S. “Schistosomiasis and Aquaculture” in P Edwards and R.S.V. Pullin (Eds.) Wastewater-Fed Aquaculture: Proceedings of the International Seminar on Wastewater Reclamation and Reuse for Aquaculture, Calcutta, India, 6-9 December, 1988. Bangkok: Environmental and Sanitation Center, Asian Institute of Technology, 1990, 237-249.

Olayemi, A.B. “Microbiological hazards associated with agricultural utilization of urban polluted river water.” International Journal of Environmental Health Research 1997, 7: 49-154.

Pearson, Howard. “The Biology of Waste Stabilization Ponds” in P Edwards and R.S.V. Pullin (Eds.) Wastewater-Fed Aquaculture: Proceedings of the International Seminar on Wastewater Reclamation and Reuse for Aquaculture, Calcutta, India, 6-9 December, 1988. Bangkok: Environmental and Sanitation Center, Asian Institute of Technology, 1990, 187-200.

Pescod. M.B. (Warren). “The Urban Water Cycle, including Wastewater Use in Agriculture” Outlook on Agriculture 1992, 21(4): 263-270.

World Health Organization Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Technical Report Series 778, Geneva: 1989.

Cooper, C.W. “The epidemiology of human brucellosis in a well defined urban population in Saudi Arabia” Journal of Tropical Medicine and Hygiene 1991, 94: 416-422.

Hill, Catherine L.M. “Healthy Communities, Healthy Animals; Reconceptualizing Health and Wellness; A Discussion Paper”. October 1993 in Indigenous and Local Community Knowledge in Animal Health and Production Systems-Gender Perspectives-A Working Guide to Issues and Initiatives. 1995, Section 2.

McCollough, Fergus S.. “Schistosomiasis and Aquaculture” in P Edwards and R.S.V. Pullin (Eds.) Wastewater-Fed Aquaculture: Proceedings of the International Seminar on Wastewater Reclamation and Reuse for Aquaculture, Calcutta, India, 6-9

December, 1988. Bangkok: Environmental and Sanitation Center, Asian Institute of Technology, 1990, 237-249.

Chris Bryant and Paul Cook, "Environmental Issues and the National Accounts," *Economic Trends* (No. 46, 1992), pp. 99-122.

Steven J. Landefeld and James R. Hines, National Accounting for Non-renewable Natural Resources in the Mining Industries, *Review of Income and Wealth* (vol. 31, no. 1 (March), 1985), pp.1-20.

Myrick A. Freeman III, *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods* (Resources for the Future, Washington, D.C., 1993).

David Watson and Mel Lerohl, "Reflecting Productivity Losses due to Erosion in Physical and Financial Accounts for Agricultural Soils," unpublished manuscript (Department of Rural Economy, University of Alberta, Edmonton).

Environmental performance reviews—Achievements in OECD countries 2001.

Water management-Performance and challenges in OECD countries 2002.

Cotton FA, Wilkinson G (1962) *Advanced inorganic chemistry*. New York, NY, Interscience Publishers, pp. 441–448.

EMEA (1997) Bromide, sodium salt. Summary report. London, European Agency for the Evaluation of Medicinal Products, Committee for Veterinary Medicinal Products, March.

Sangster B et al. (1983) The influence of sodium bromide in man: a study in human volunteers with special emphasis on the endocrine and the central nervous system. *Food and Chemical Toxicology*, 21(4):409–419.

Van Leeuwen FXR, Sangster B (1988) *CRC Critical Reviews in Toxicology*, 18(3):189–215.

Voogd CE (1988) Personal communication [cited in FAO/WHO, 1989].

Morrow, H. (2010). "Cadmium and Cadmium Alloys". *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. John Wiley & Sons. pp. 1-36.

Carballo, Rosa; Castiñeras, Alfonso; Domínguez-Martin, Alicia; García-Santos, Isabel; Niclós-Gutiérrez, Juan (2013). "Chapter 7. Solid state structures of cadmium complexes with relevance to biological systems". In Astrid Sigel; Helmut Sigel; Roland K. O. Sigel. Cadmium: From Toxicology to Essentiality. Metal Ions in Life Sciences 11. Springer. pp.145-189.

Matschullat, Jörg (2000). "Arsenic in the geosphere-a review". The Science of the Total Environment 249 (1–3): 297–312.

Knobeloch, L. M.; Zierold, K. M.; Anderson, H. A. (2006). "Association of arsenic-contaminated drinking-water with prevalence of skin cancer in Wisconsin's Fox River Valley". J. Health Popul Nutr 24 (2): 206–13.

Tseng, Chin-Hsiao; Tai, Tong-Yuan; Chong, Choon-Khim; Tseng, Ching-Ping; Lai, Mei-Shu; Lin, Boniface J.; Chiou, Hung-Yi; Hsueh, Yu-Mei; Hsu, Kuang-Hung; Chen, CJ (2000). "Long-Term Arsenic Exposure and Incidence of Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus: A Cohort Study in Arseniasis-Hyperendemic Villages in Taiwan". Environmental Health Perspectives 108(9): 847–51.

"NIOSH Adult Blood Lead Epidemiology and Surveillance". United States National Institute for Occupational Safety and Health. Retrieved 2007-10-04.

Grandjean, P. (1978). "Widening perspectives of lead toxicity". Environmental Research 17 (2): 303–321.

Ressom, R., Soong, F.S, Fitzgerald, J., Turczynowicz, L., El Saadi, O., Roder, D., Maynard, T. and Falconer, I. (eds.) (1994). Health Effects of Toxic Cyanobacteria (bluegreen algae) National Health and Medical Research Council, Australian Govt. Pub. Service, Canberra, pp.108.

Moore, Michael R. (1977). "Lead in drinking water in soft water areas-health hazards". Science of the Total Environment 7 (2): 109–15.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Θέσεις Σημείων Δειγματοληψίας

X_m	Y_m	Sampling_Code
ΝΕΣΤΟΣ		
563246	4546884	Nestos_1_EO
563236	4546869	Nestos_2_EO
564702	4548352	Nestos_3_EO
564698	4548311	Nestos_4_EO
563174	4545193	Nestos_5
563524	4546680	Nestos_6
564538	4548986	Nestos_7
563634	4545056	Nestos_8
563485	4549091	Nestos_9
563620	4546427	Nestos_10
563190	4546277	Nestos_11
564885	4547058	Nestos_12
565081	4548143	Nestos_13
564596	4548026	Nestos_14
ΚΟΣΥΝΘΟΣ		
579515	4549856	Kosynthos_1_EO
579691	4549681	Kosynthos_2_EO
573609	4557174	Kosynthos_3_EO
578449	4550752	Kosynthos_4
573061	4557906	Kosynthos_5
580287	4549318	Kosynthos_6
ΚΟΜΨΑΤΟΣ		

601535	4551737	Kompsatos_1_EO
601523	4551631	Kompsatos_2_EO
602003	4554175	Kompsatos_3
600653	4549051	Kompsatos_4
601652	4554577	Kompsatos_5
599092	4548274	Kompsatos_6
ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΣ		
610130	4552770	Aspropotamos_1_EO
610096	4552708	Aspropotamos_2_EO
608755	4552011	Aspropotamos_3
610766	4553854	Aspropotamos_4
610500	4553515	Aspropotamos_5
ΜΠΟΣΤΟΣ		
614700	4550505	Mpostos_1_EO
614650	4550362	Mpostos_2_EO
614973	4551632	Mpostos_3
ΤΡΕΛΟΧΕΙΜΑΡΟΣ		
619460	4550194	Treloxeimaros_2_EO
619362	4550097	Treloxeimaros_1_EO
ΦΑΓΩΜΕΝΟΣ		
624881	4545355	Fagomenos_1_EO
624850	4545302	Fagomenos_2_EO
624557	4544756	Fagomenos_3
ΛΙΣΣΟΣ		
627511	4542492	Lissos_1_EO
627462	4542548	Lissos_2_EO

625873	4542424	Lissos_3
622988	4542933	Lissos_4
619294	4541571	Lissos_5
625263	4542399	Lissos_6
627034	4542486	Lissos_7
628964	4542516	Lissos_8
ΜΕΓΑΡΕΜΑ		
635735	4535488	Megarema_1_EO
635715	4535445	Megarema_2_EO
ΤΣΑΙ		
673296	4531689	Tsai_1_EO
673298	4531602	Tsai_2_EO
673367	4531288	Tsai_3
ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ		
289453	4454133	Aliakmonas_1_EO
289766	4454007	Aliakmonas_2_EO
288845	4452303	Aliakmonas_3_EO
288945	4452300	Aliakmonas_4_EO
287184	4448895	Aliakmonas_5_EO
287288	4448921	Aliakmonas_6_EO
287546	4445229	Aliakmonas_7_EO
358395	4489750	Aliakmonas_8
352598	4483238	Aliakmonas_9
352058	4483298	Aliakmonas_10
370444	4493285	Aliakmonas_11
372421	4491749	Aliakmonas_12

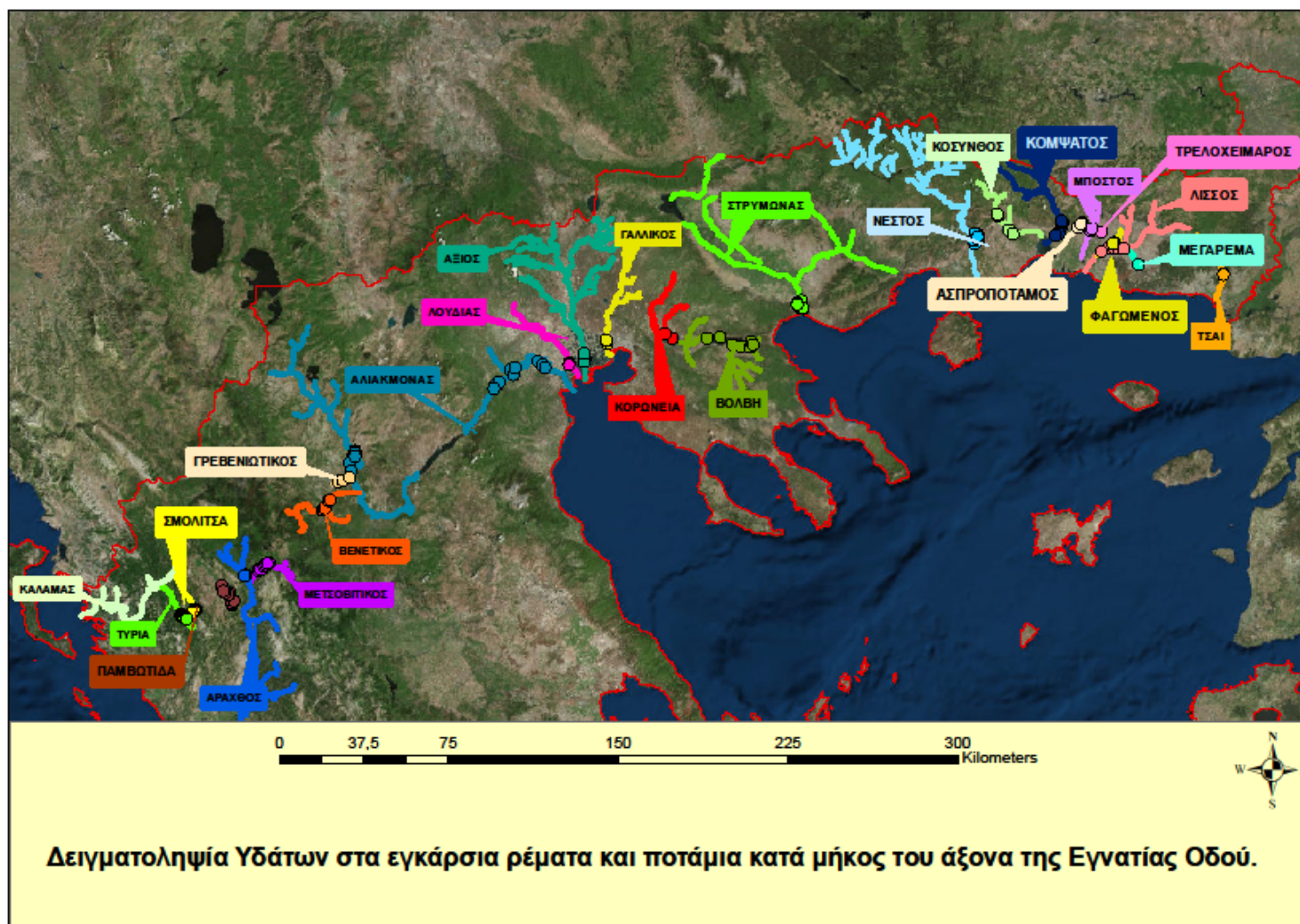
289671	4453290	Aliakmonas_13
289628	4451766	Aliakmonas_14
351464	4482928	Aliakmonas_15
353241	4484518	Aliakmonas_16
359374	4487567	Aliakmonas_17
360256	4490658	Aliakmonas_18
373402	4490787	Aliakmonas_19
350890	4481626	Aliakmonas_20
ΓΡΕΒΕΝΙΩΤΙΚΟΣ		
282769	4440897	Greveniotikos_1_EO
282948	4440854	Greveniotikos_2_EO
283535	4441133	Greveniotikos_3
282587	4440826	Greveniotikos_4
282249	4440624	Greveniotikos_5
284260	4441547	Greveniotikos_6
287048	4442550	Greveniotikos_7
ΒΕΝΕΤΙΚΟΣ		
275293	4428530	Venetikos_1_EO
275474	4428594	Venetikos_2_EO
276056	4429131	Venetikos_3
276404	4429342	Venetikos_4
277672	4432370	Venetikos_5
278484	4432833	Venetikos_6
ΜΕΤΣΟΒΙΤΙΚΟΣ		
248607	4402929	Metsovitikos_1_EO
248545	4402752	Metsovitikos_2_EO

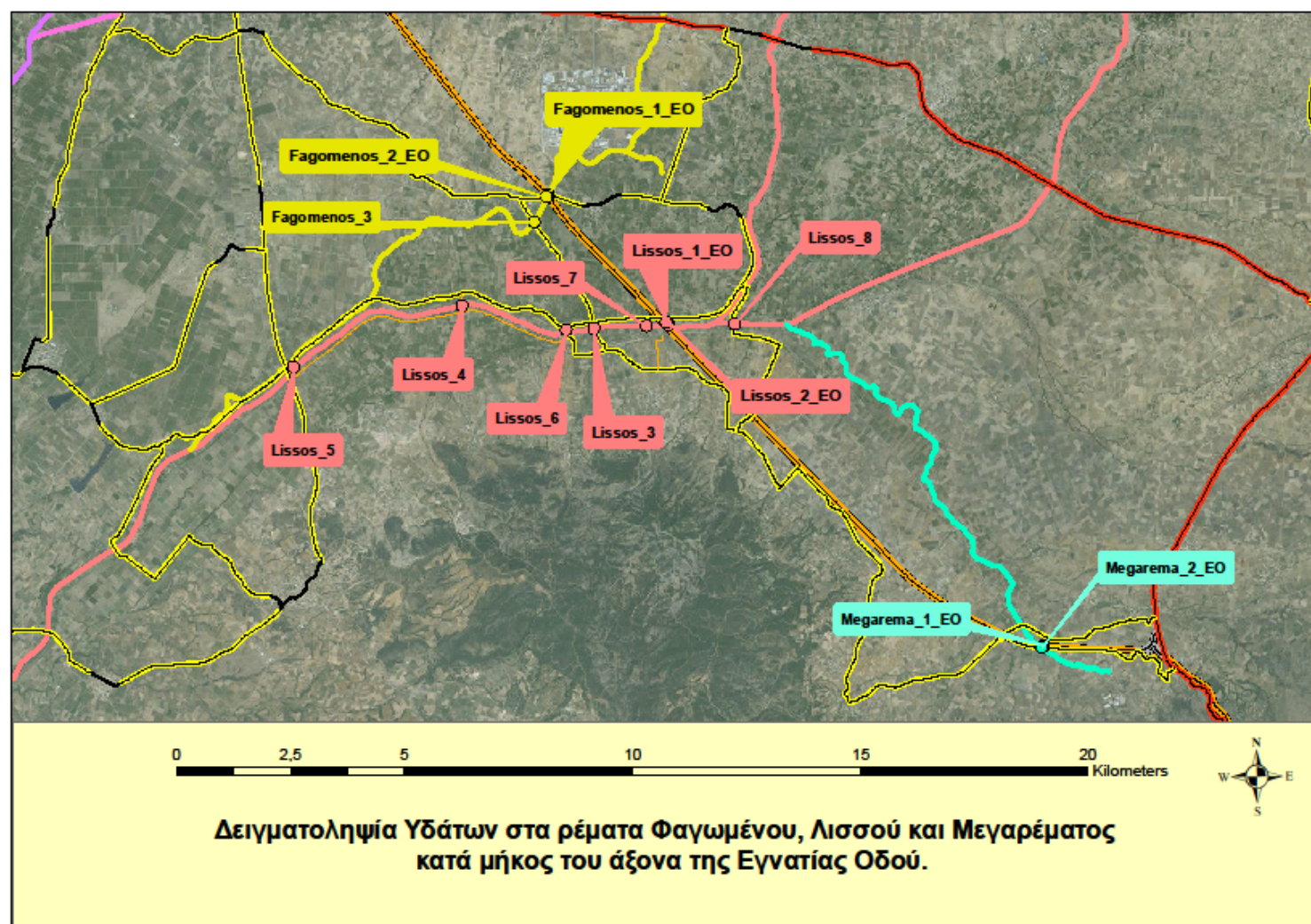
247169	4402201	Metsovitikos_3_EO
246923	4402040	Metsovitikos_4_EO
250427	4404655	Metsovitikos_5_EO
247730	4402444	Metsovitikos_6_EO
249251	4403703	Metsovitikos_7
250281	4404431	Metsovitikos_8
251782	4405475	Metsovitikos_9
250959	4405234	Metsovitikos_10
ΑΡΑΧΘΟΣ		
241079	4399954	Araxthos_1_EO
241312	4399718	Araxthos_2_EO
241100	4400136	Araxthos_3
240896	4399638	Araxthos_4
ΠΑΜΒΩΤΙΔΑ		
235450	4387233	Pamvotida_1_EO
235374	4387570	Pamvotida_2_EO
233923	4392211	Pamvotida_3_EO
230455	4395139	Pamvotida_4
236102	4388686	Pamvotida_5
233644	4391354	Pamvotida_6
232150	4392190	Pamvotida_7
231505	4393029	Pamvotida_8
ΣΜΟΛΙΤΣΑ		
219108	4384748	Smolitsa_1_EO
218709	4384951	Smolitsa_2_EO
218720	4384921	Smolitsa_3

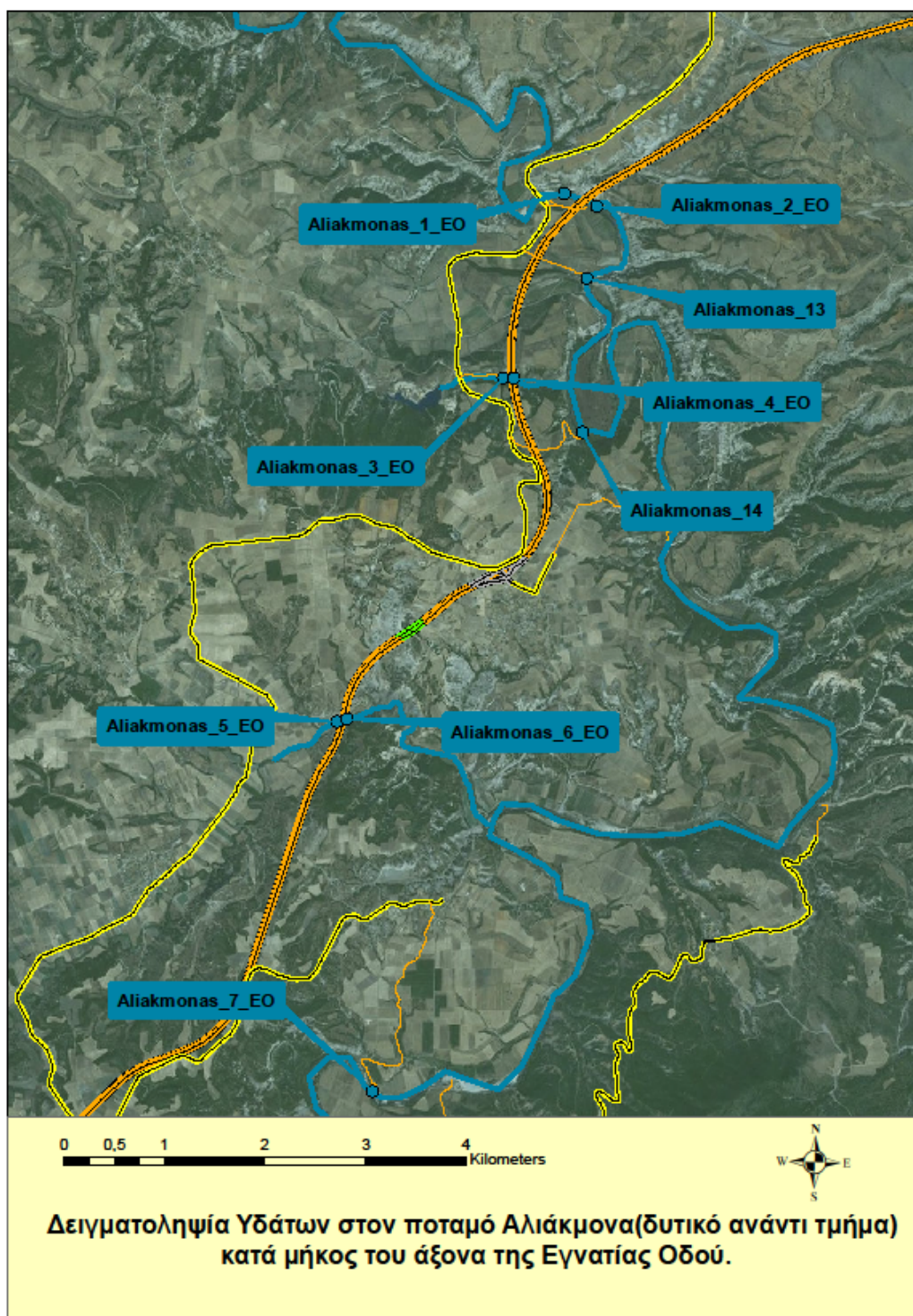
218479	4384399	Smolitsa_4
217720	4383733	Smolitsa_5
ΤΥΡΙΑ		
215347	4381003	Tyria_1_EO
212490	4382531	Tyria_2_EO
212456	4382878	Tyria_3_EO
212488	4382931	Tyria_4
212630	4382353	Tyria_5
212930	4382151	Tyria_6
213936	4381620	Tyria_7
214268	4381318	Tyria_8
214279	4381312	Tyria_9
215119	4381241	Tyria_10
215419	4381023	Tyria_11
ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ		
485513	4519205	Strymonas_1_EO
485427	4517623	Strymonas_2
486475	4516789	Strymonas_3
487815	4516319	Strymonas_4
486786	4519768	Strymonas_5
487429	4516786	Strymonas_6
485086	4518561	Strymonas_7
484962	4518310	Strymonas_8
ΚΟΡΩΝΕΙΑ		
429819	4503374	Koronia_1_EO
426814	4505477	Koronia_2

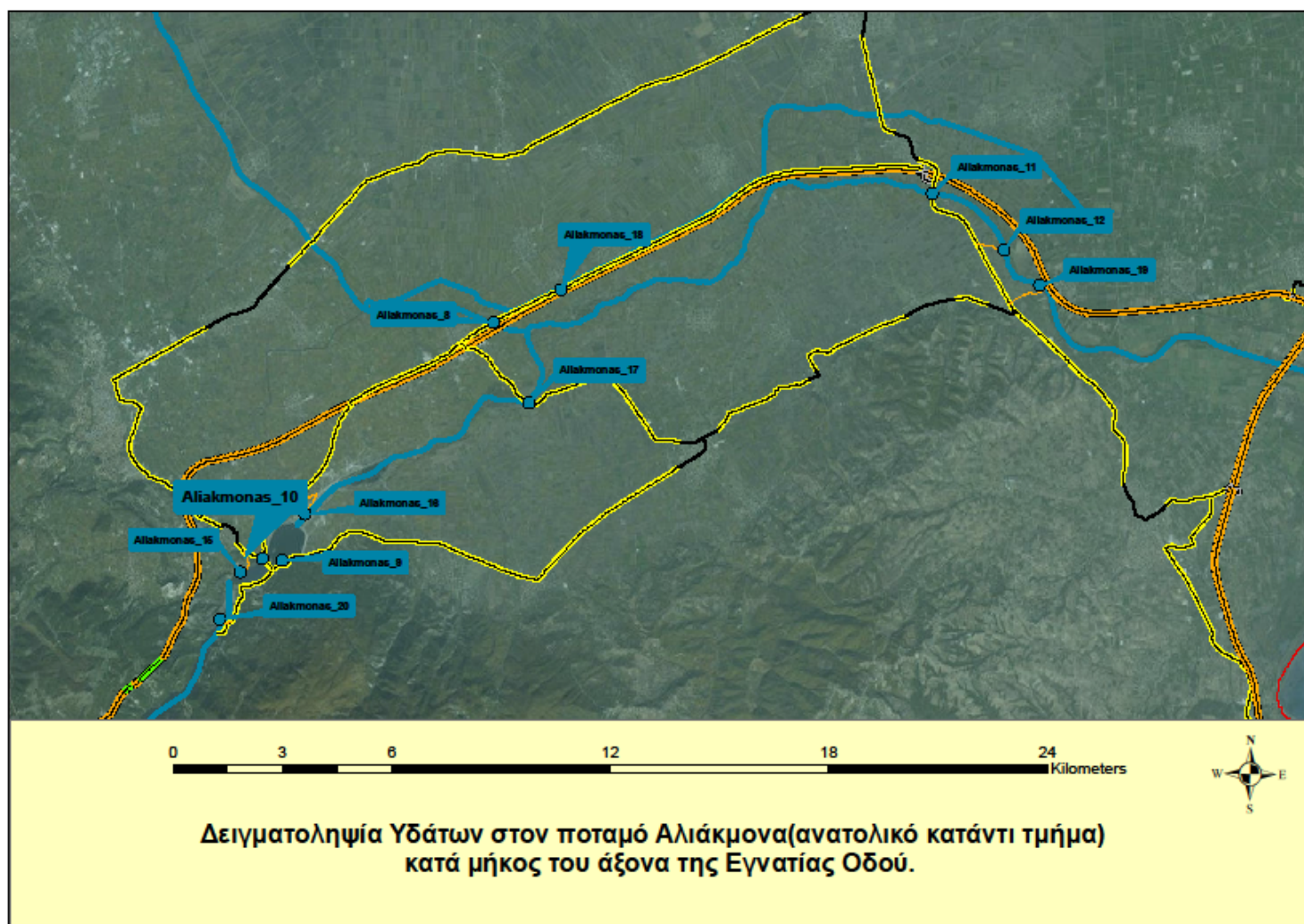
ΒΟΛΒΗ		
456416	4500723	Volvi_1_EO
451118	4503746	Volvi_2_EO
459869	4500112	Volvi_3_EO
464325	4499788	Volvi_4
464459	4501792	Volvi_5
445267	4503663	Volvi_6
465265	4500680	Volvi_7
ΛΟΥΔΙΑΣ		
383942	4492440	Loudias_1
384087	4492033	Loudias_2
384011	4491940	Loudias_3
ΑΞΙΟΣ		
391083	4494402	Axios_1
390809	4493258	Axios_2
390808	4496952	Axios_3
390798	4496840	Axios_4
ΓΑΛΛΙΚΟΣ		
401077	4500363	Gallikos_1
400499	4502497	Gallikos_2
400494	4502601	Gallikos_3

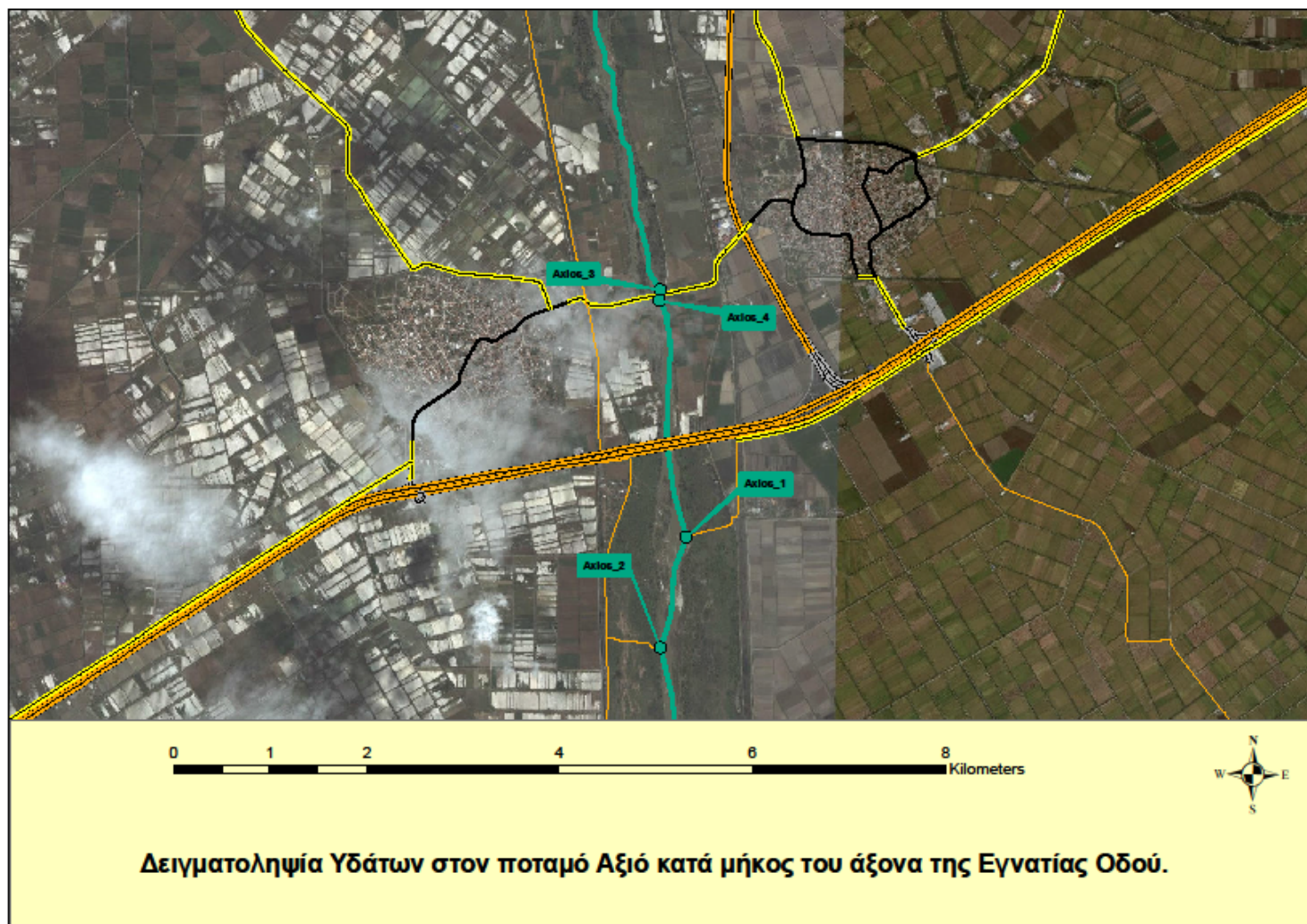
Χάρτες Σημείων Δειγματοληψίας

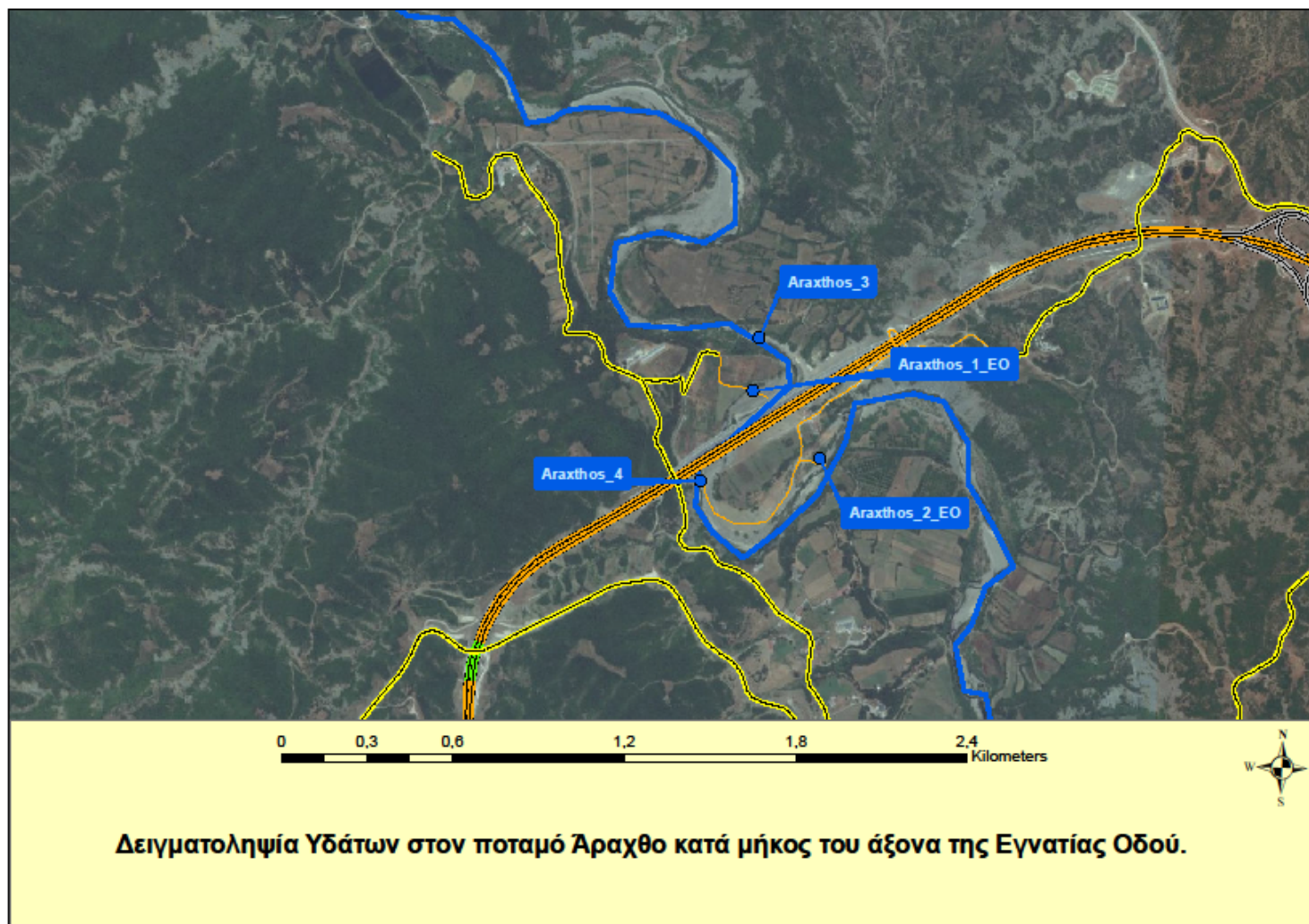


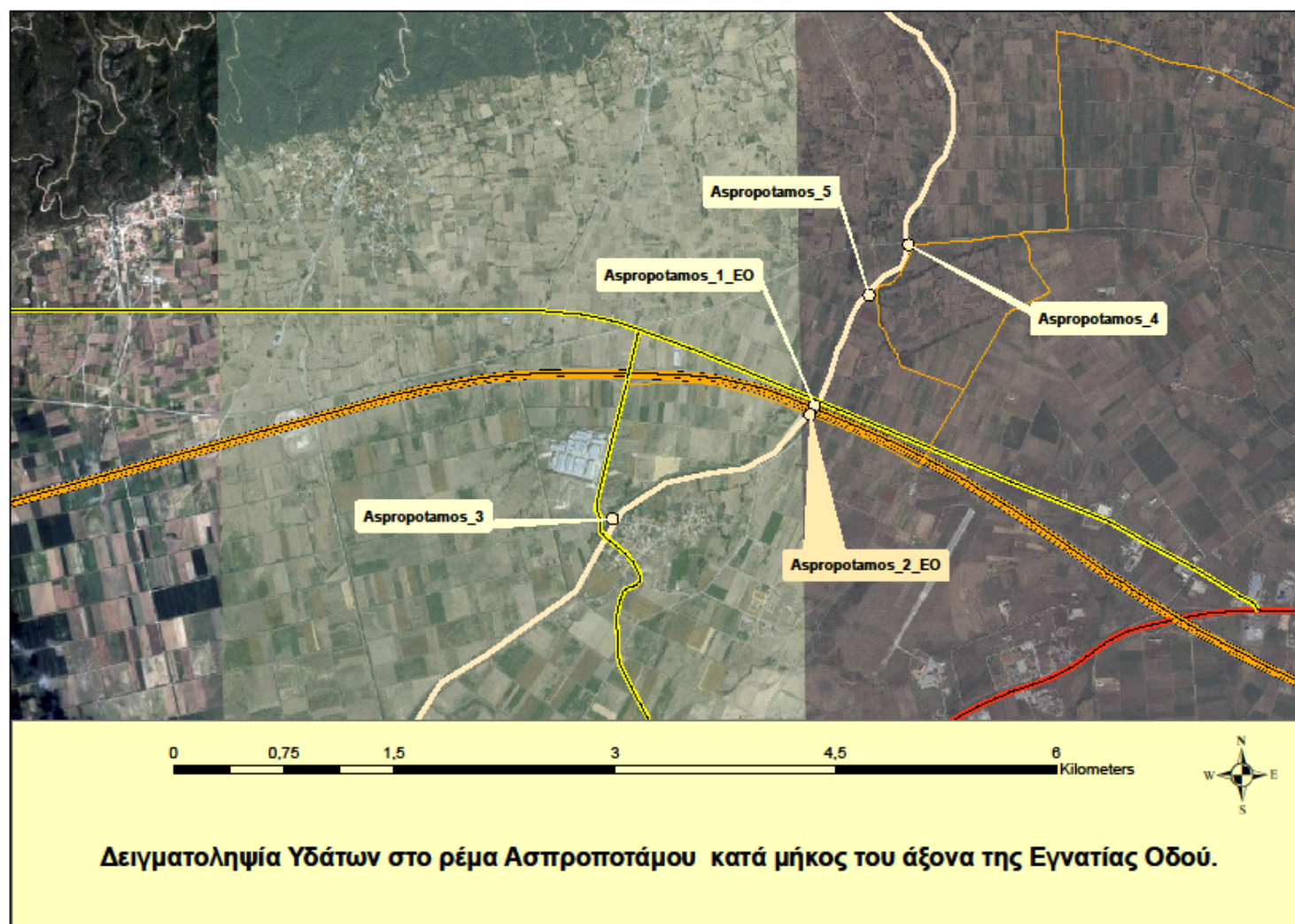


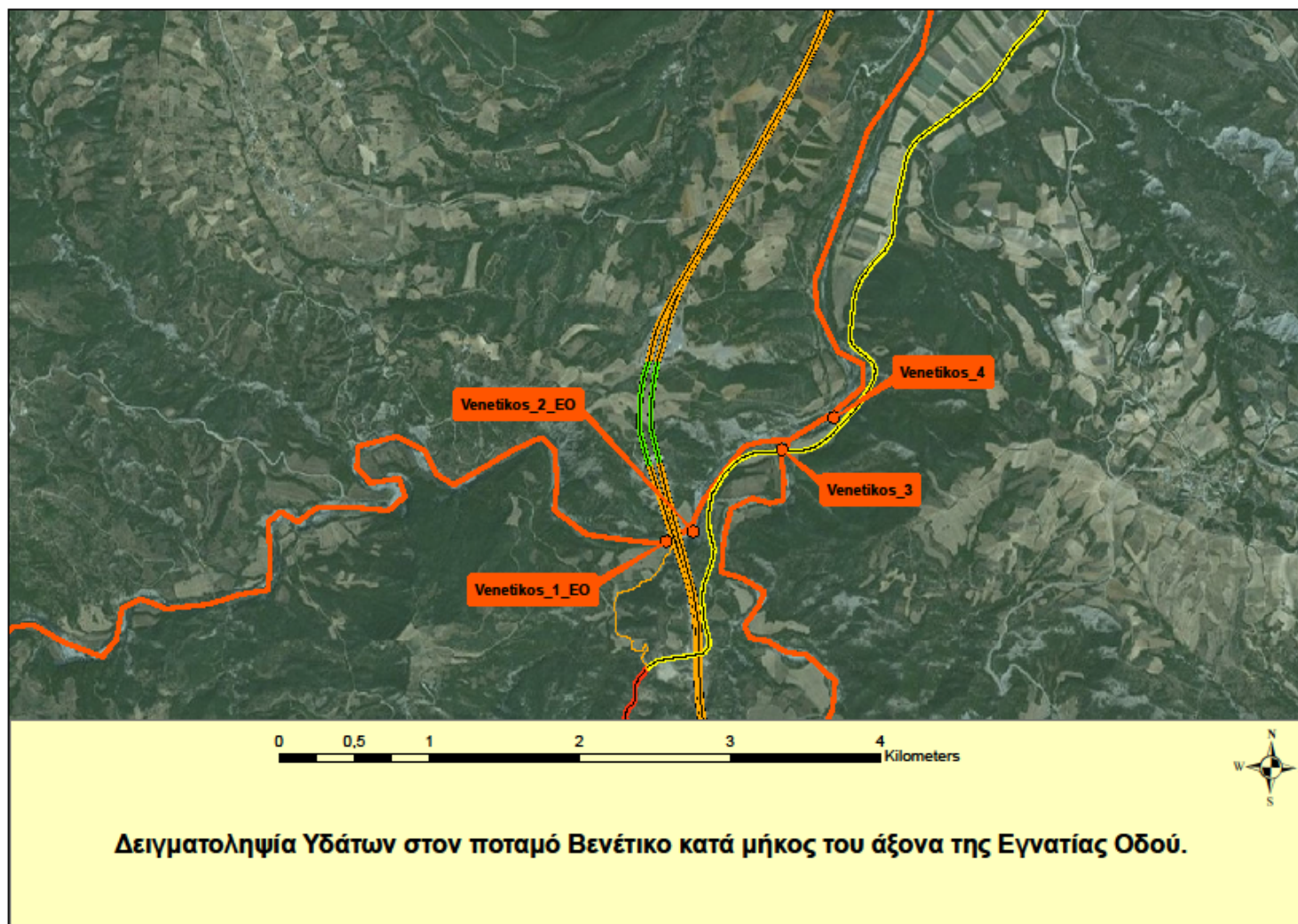


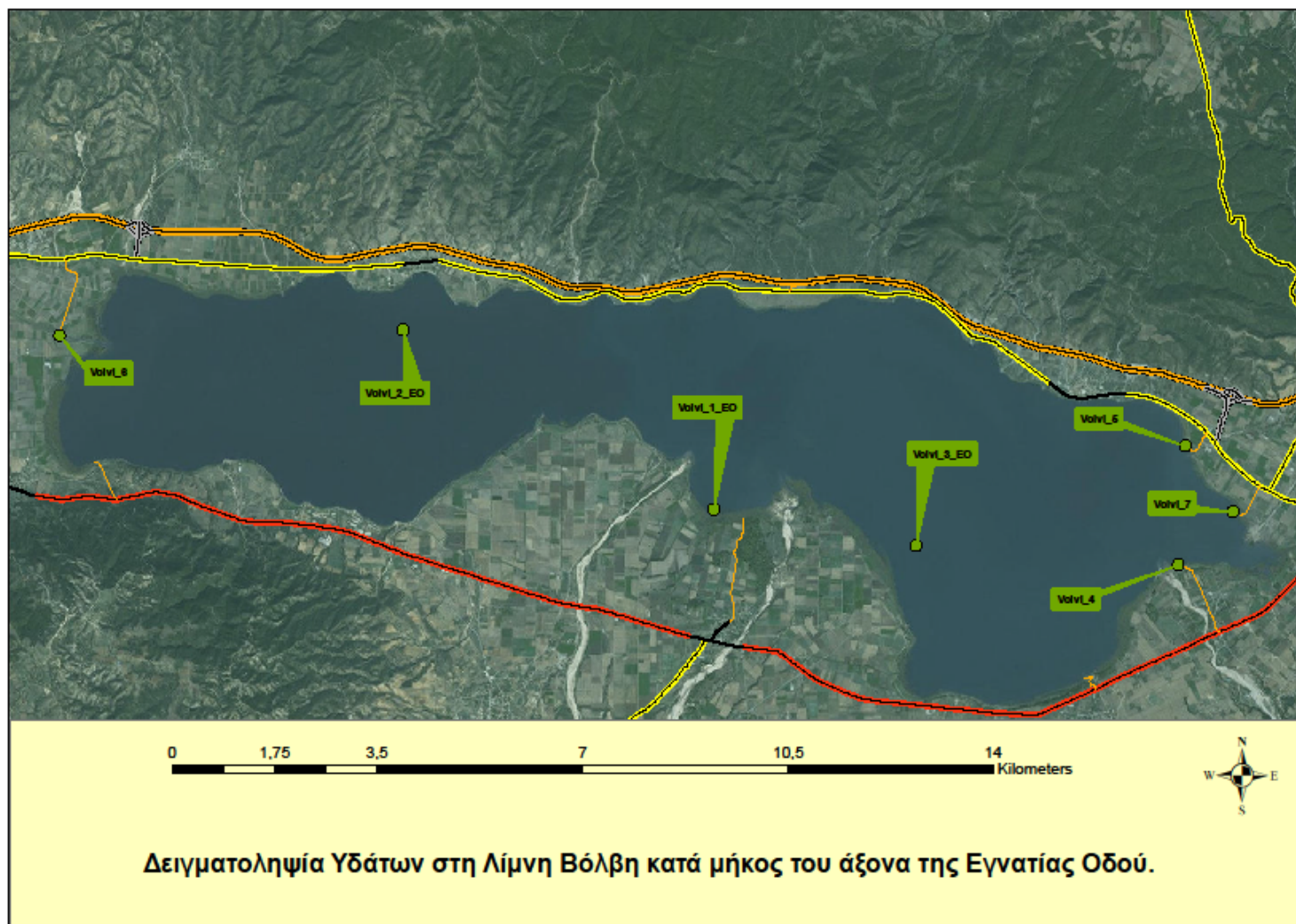


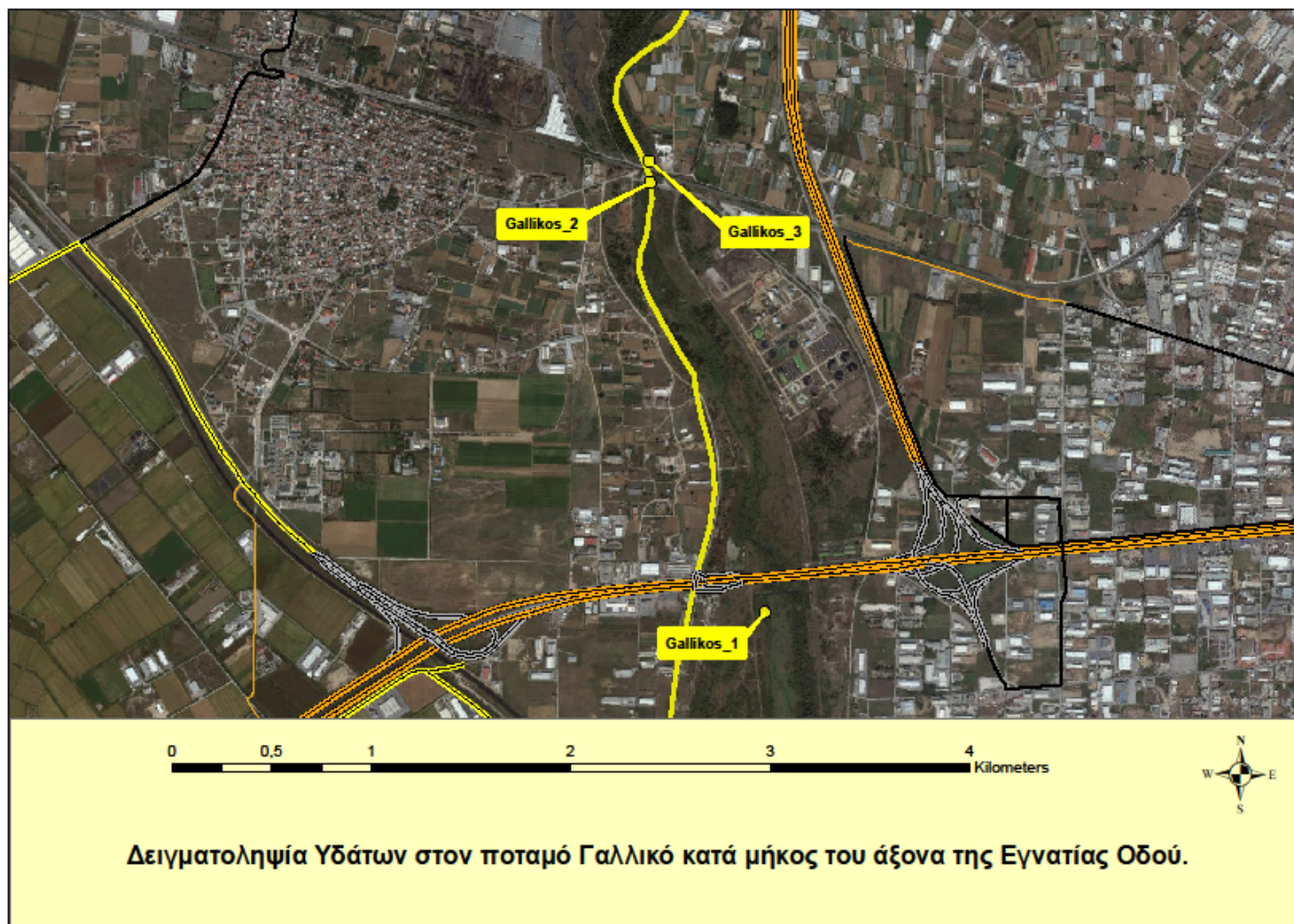


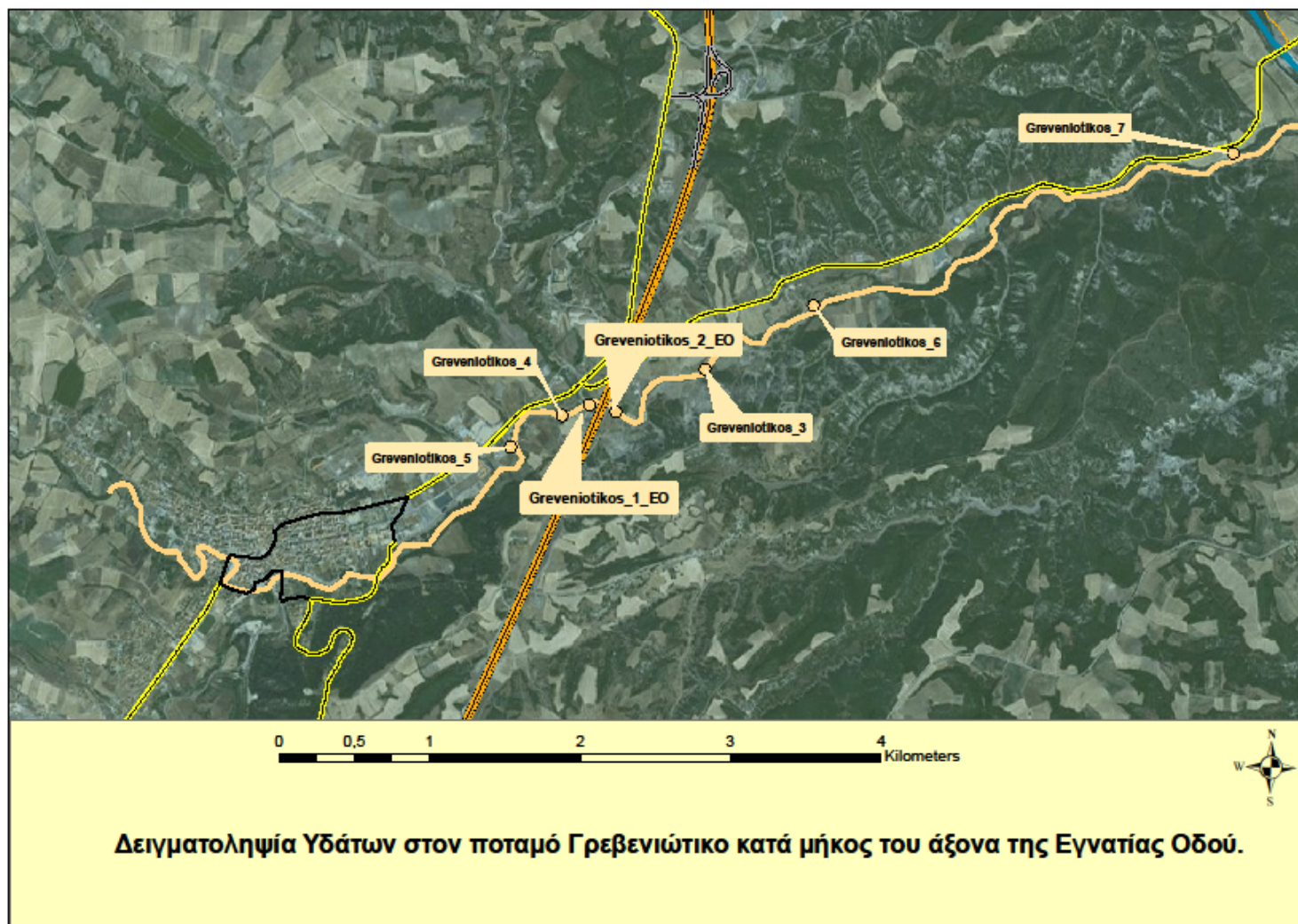


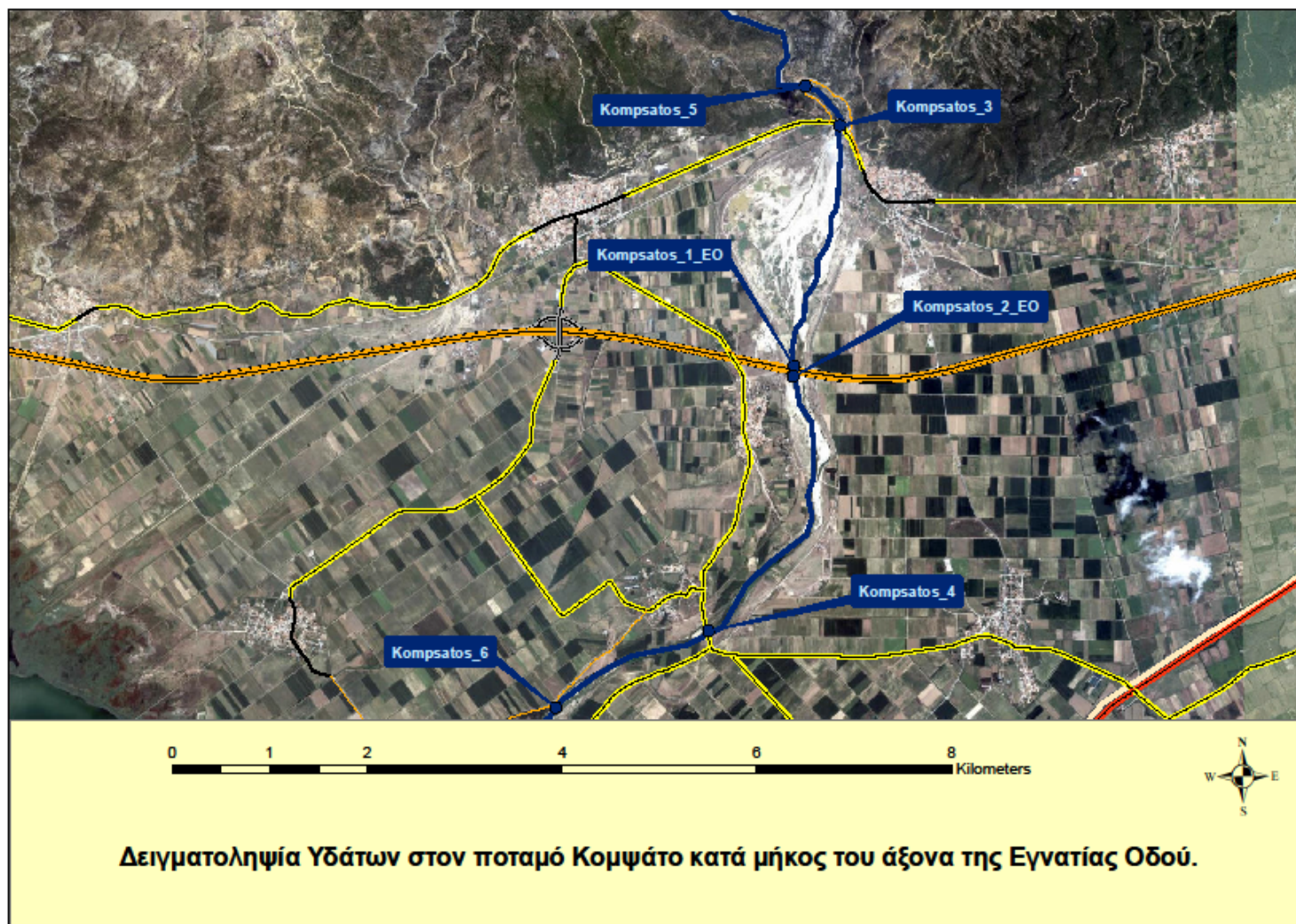


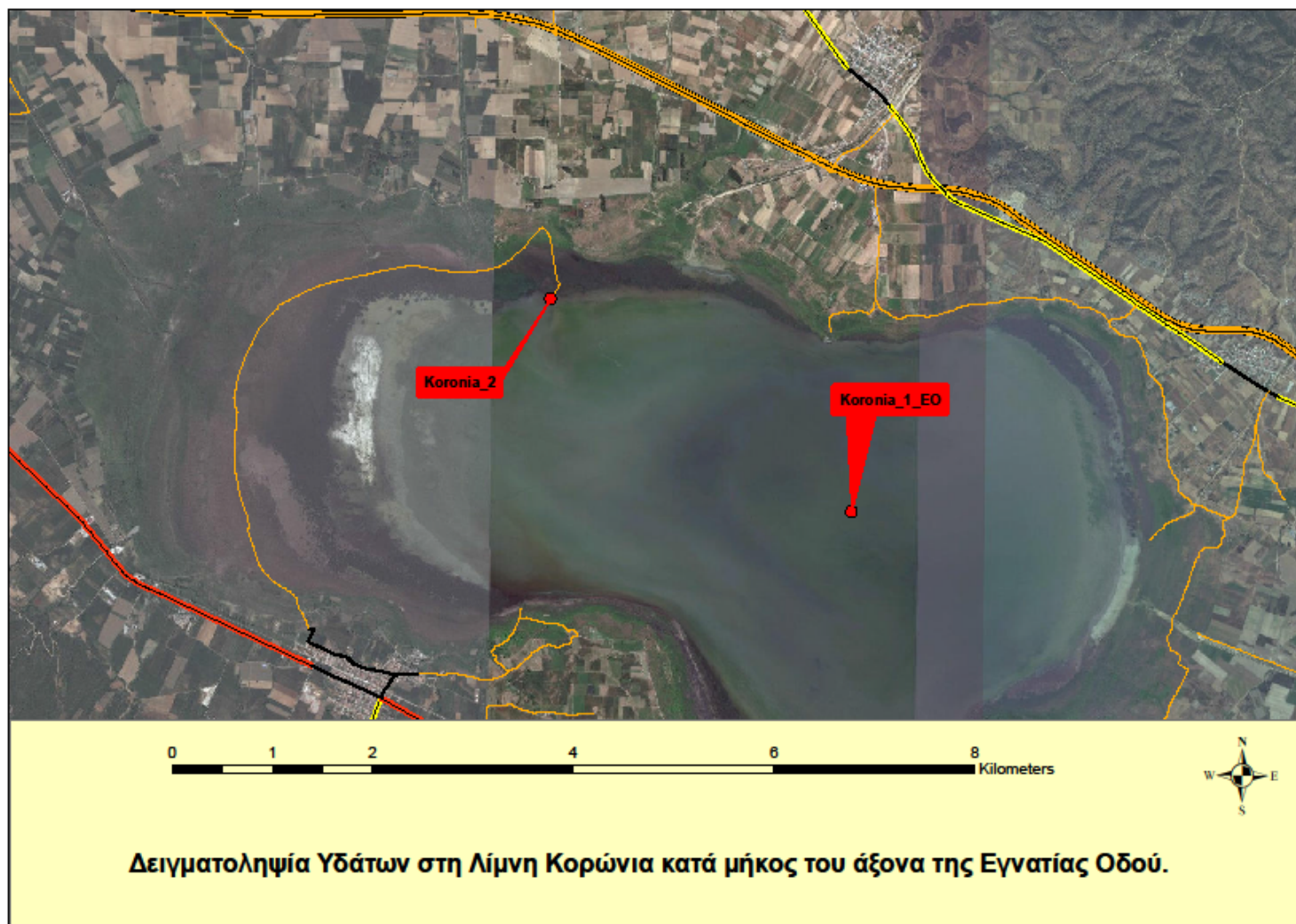


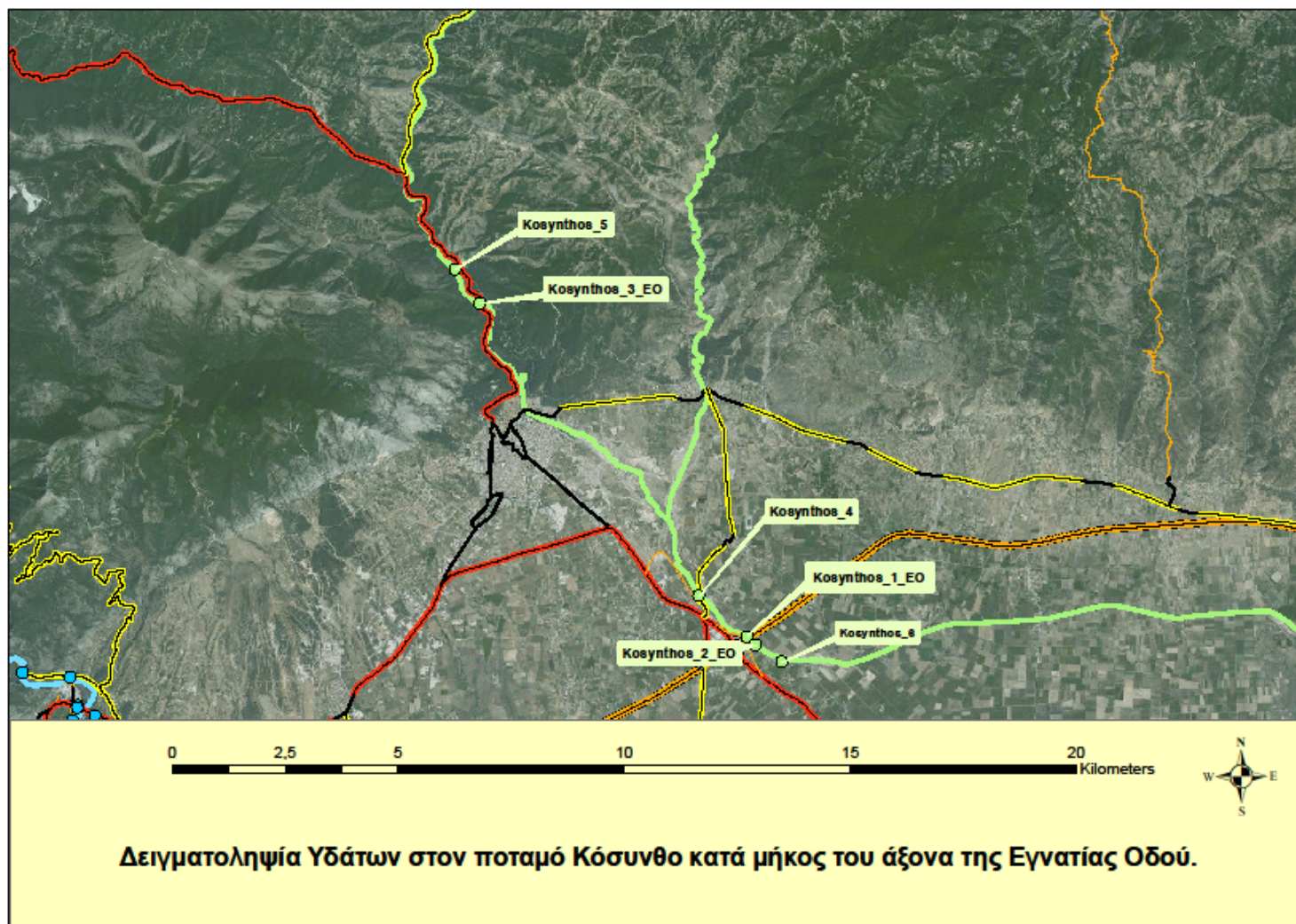


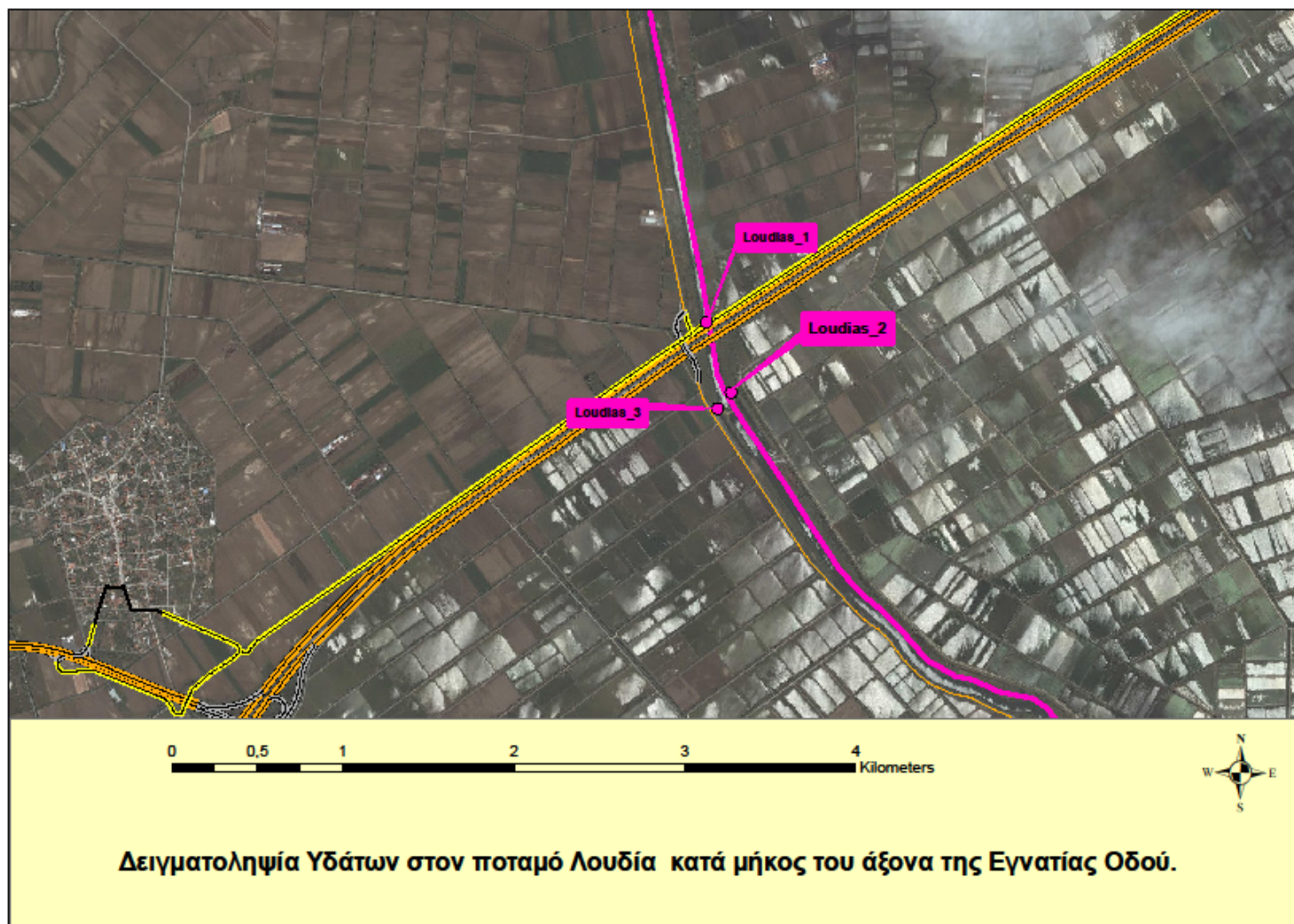


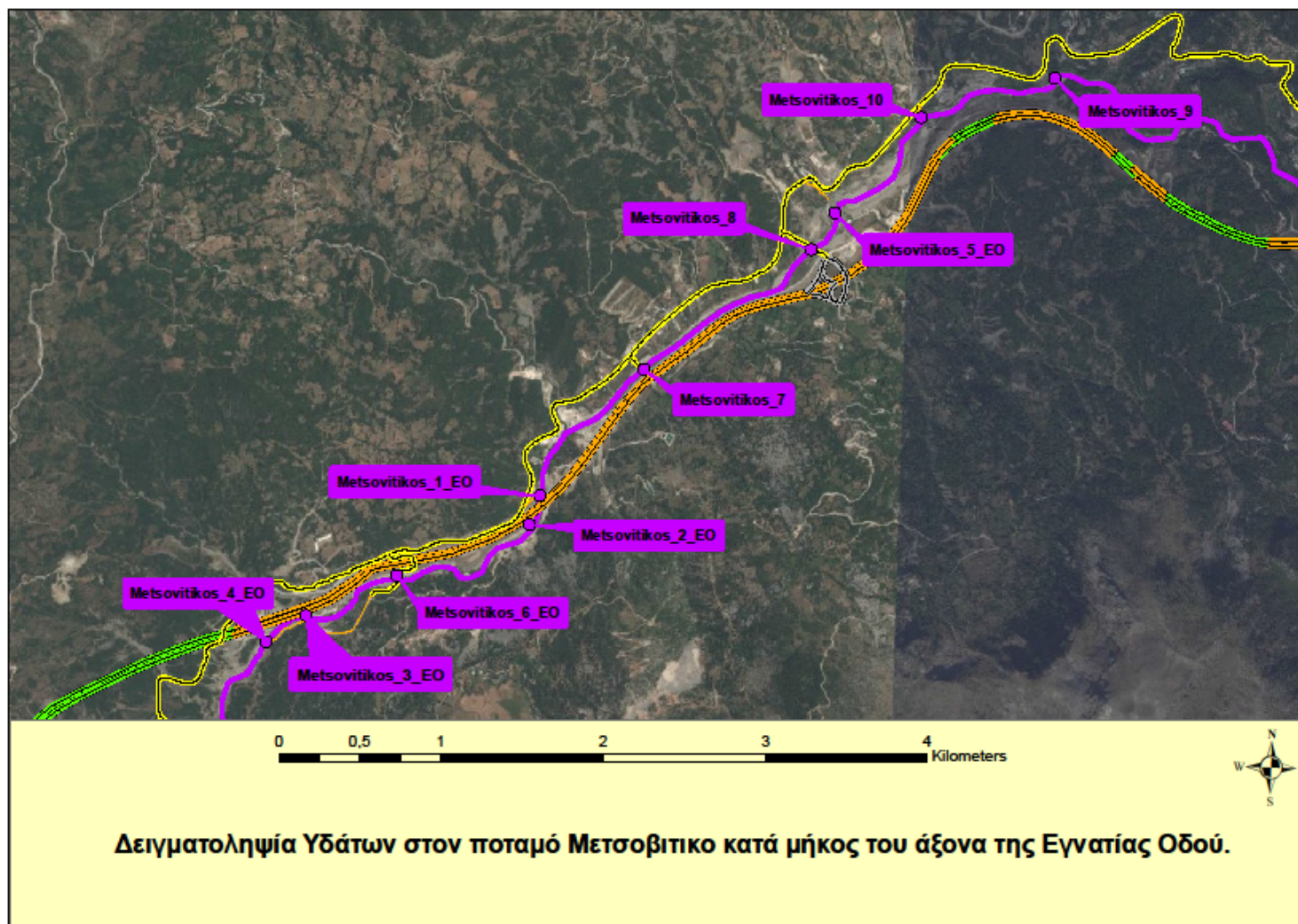


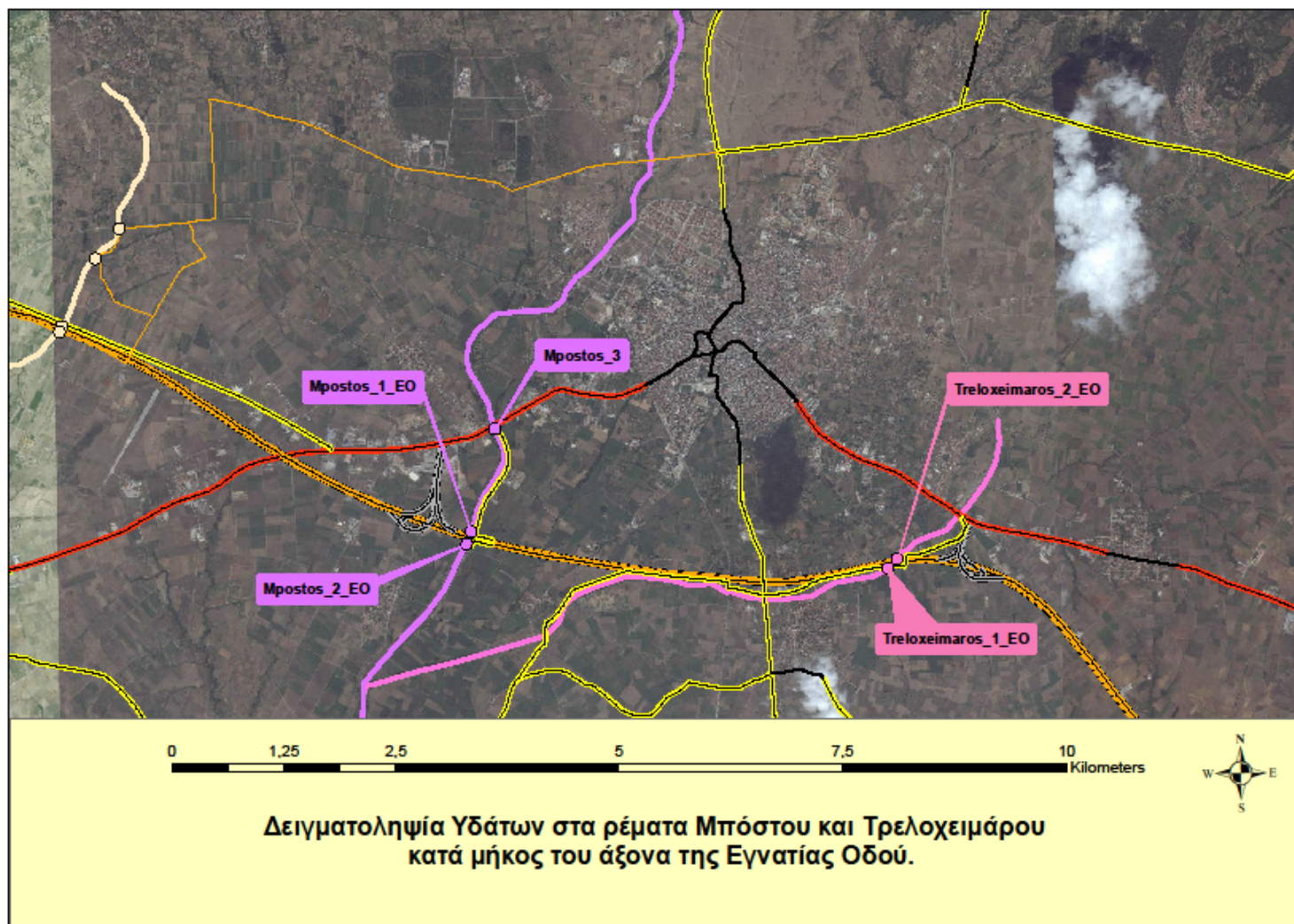


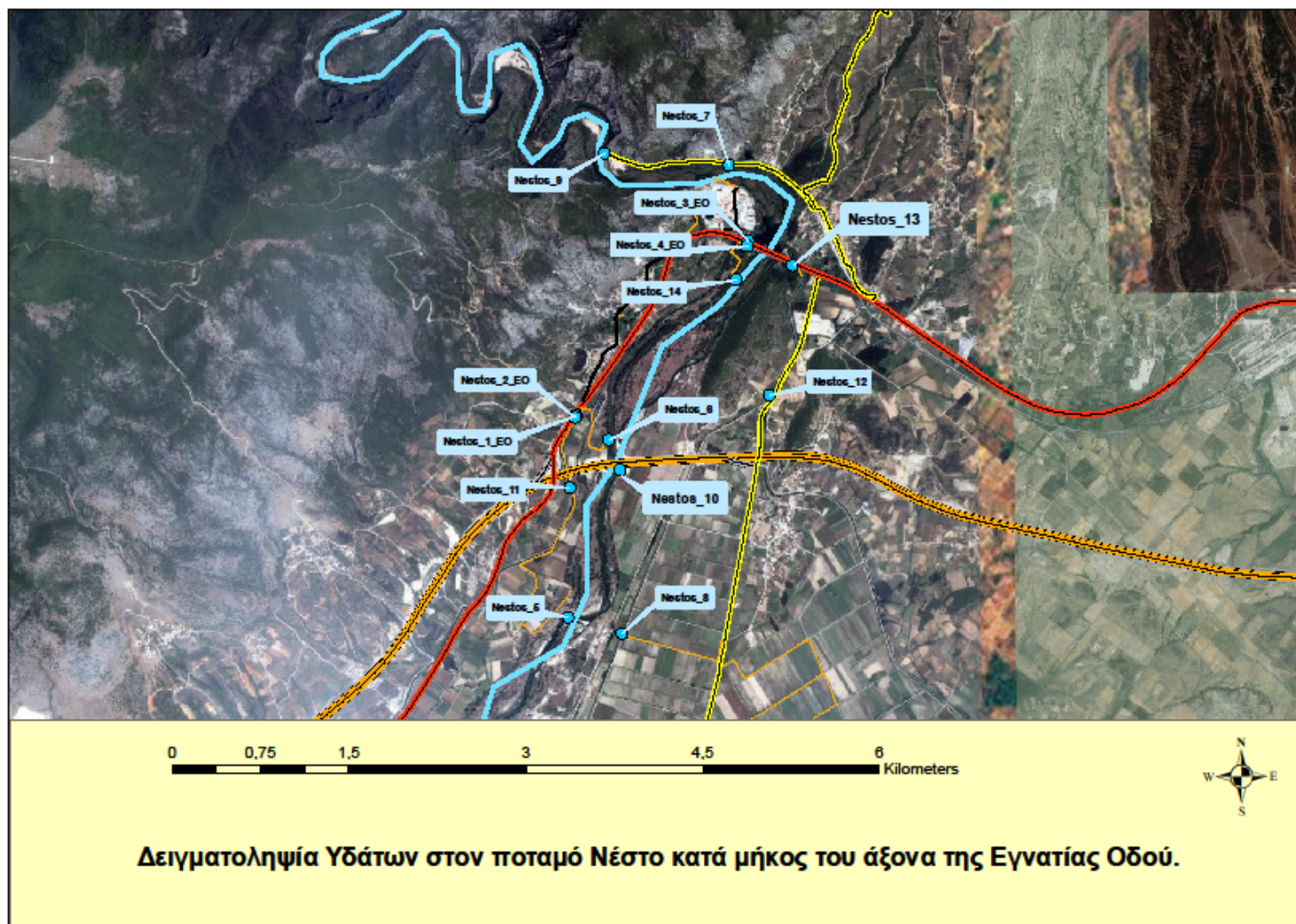


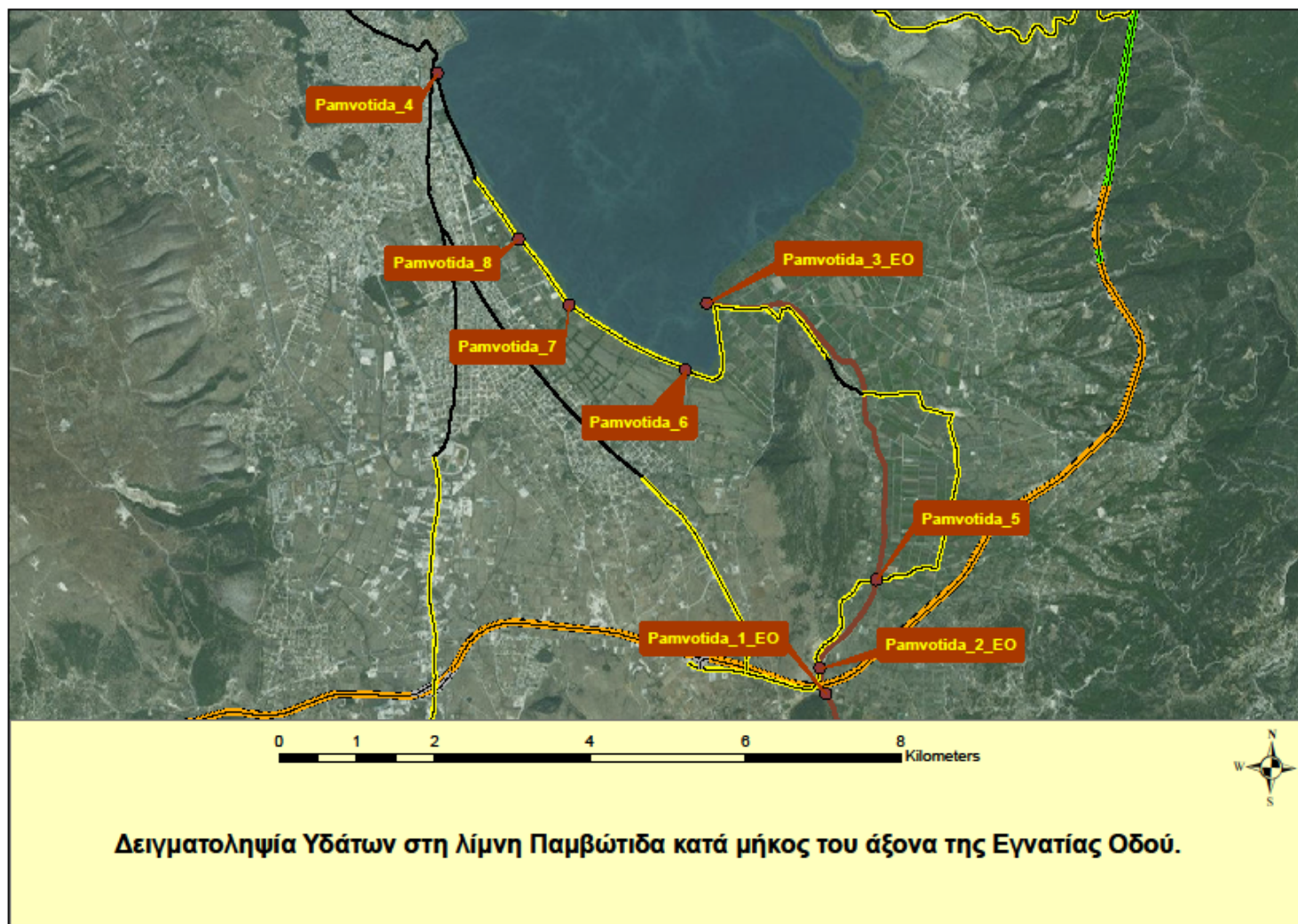


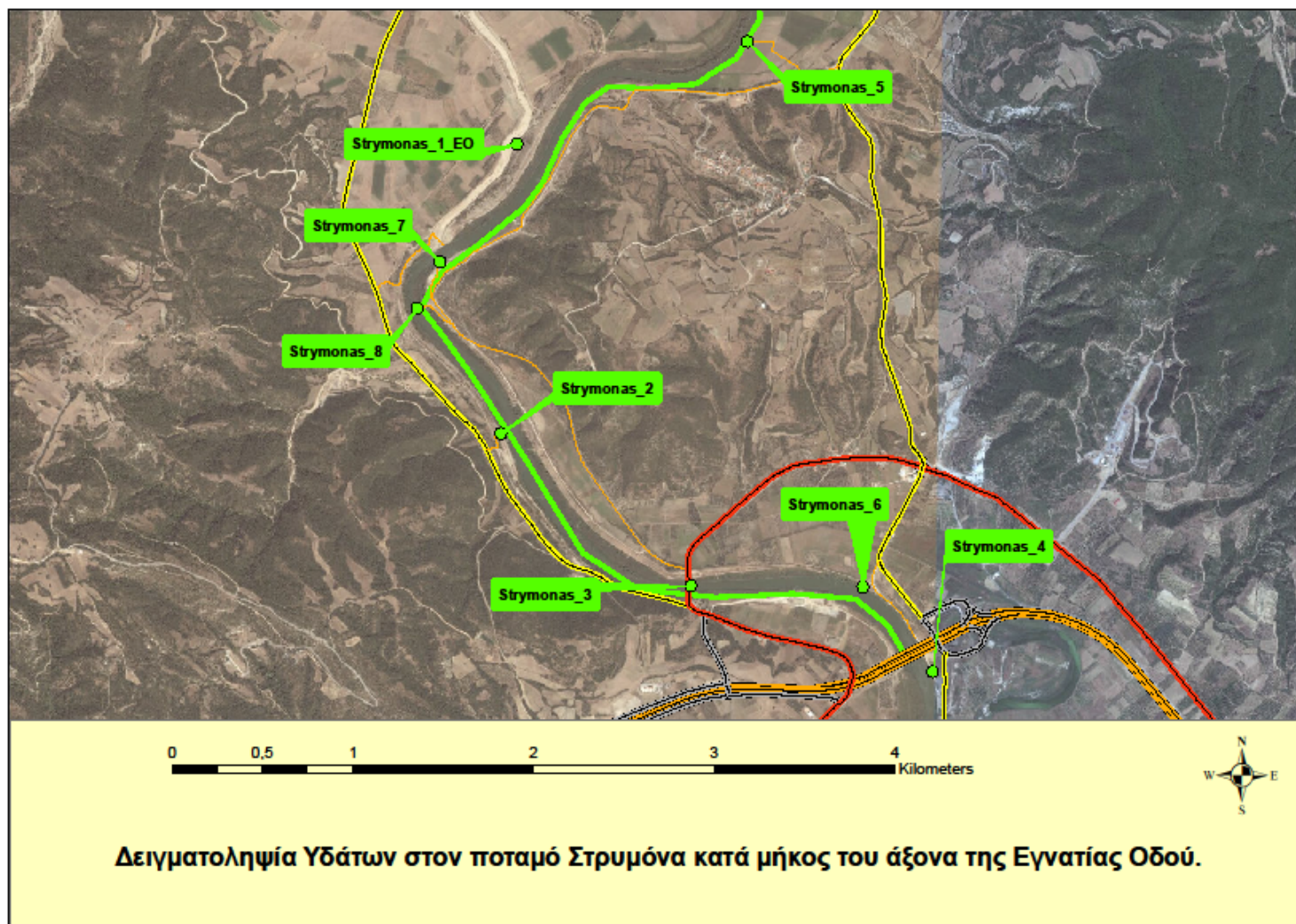


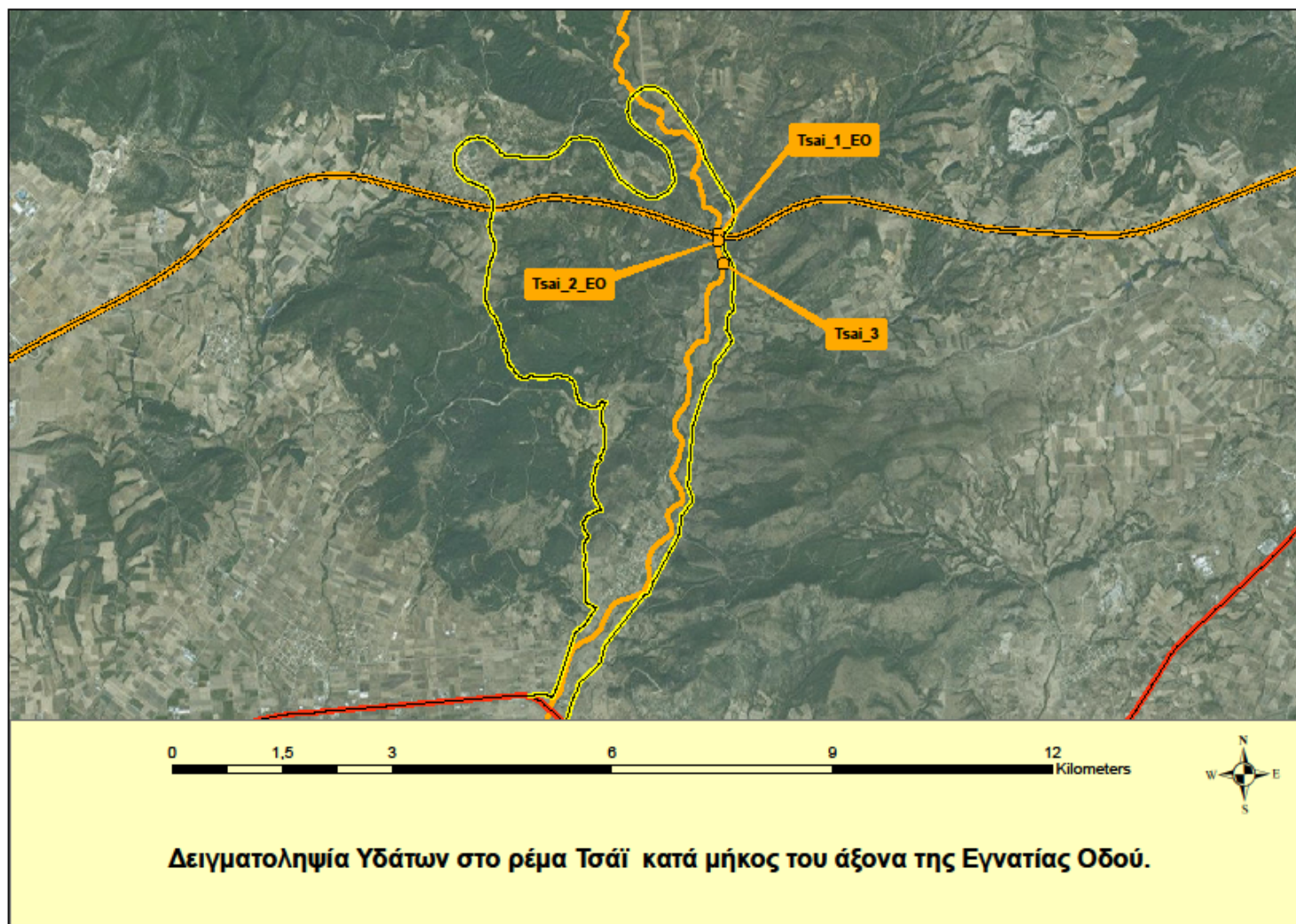


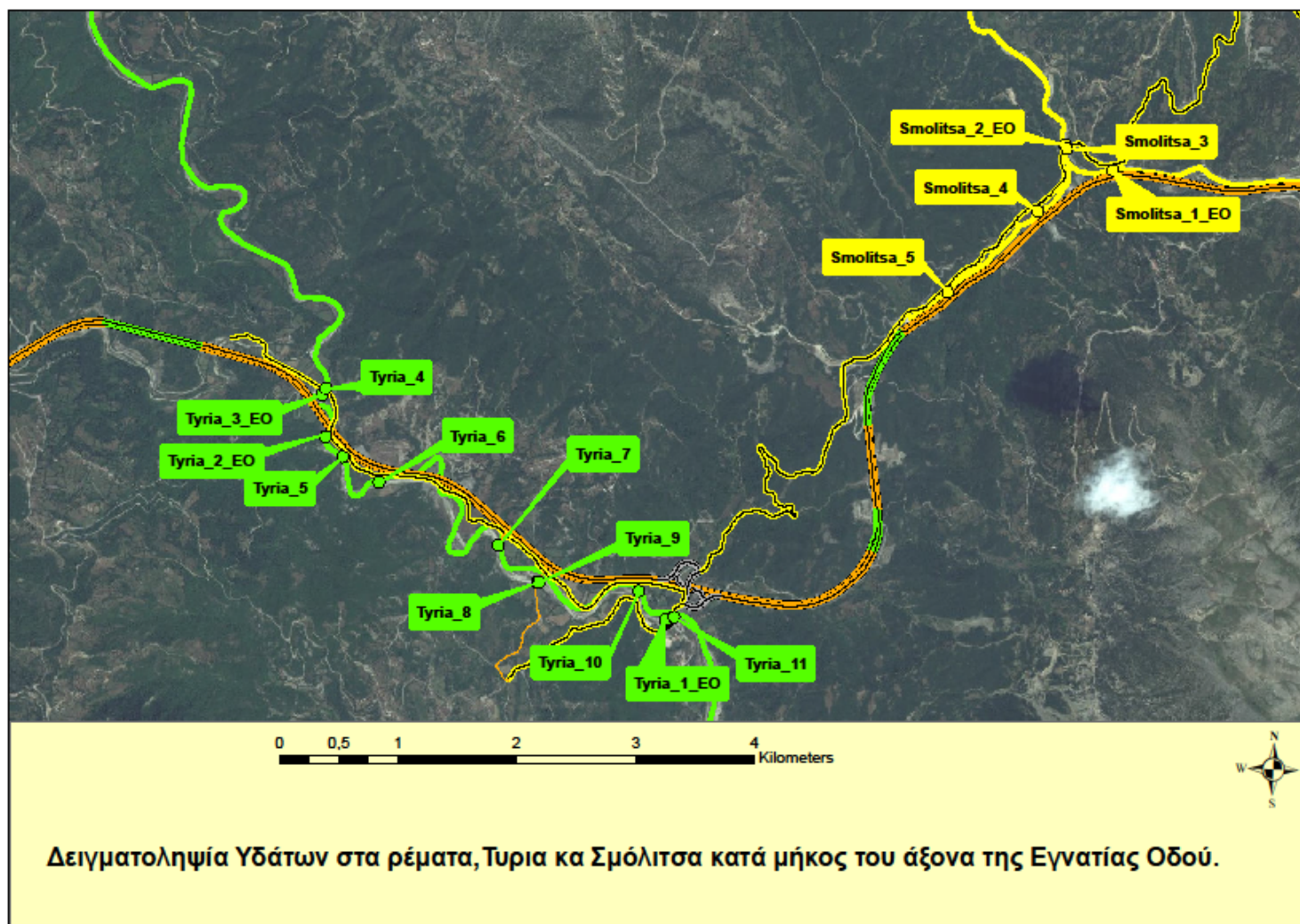












ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Θέση Δειγματοληψίας

	ΑΛΙΑΚΜΟΝΑΣ
	ΑΞΙΟΣ
	ΑΡΑΧΘΟΣ
	ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΣ
	ΒΕΝΕΤΙΚΟΣ
	ΒΟΛΒΗ
	ΓΑΛΙΚΟΣ
	ΓΡΕΒΕΝΙΩΤΙΚΟΣ
	ΚΟΜΦΑΤΟΣ
	ΚΟΡΩΝΕΙΑ
	ΚΟΥΝΙΟΤ
	ΛΙΣΣΟΣ
	ΛΟΥΔΙΑΣ
	ΜΕΓΑΡΕΜΑ
	ΜΕΤΣΟΒΙΤΙΚΟΣ
	ΜΠΟΣΤΟΣ
	ΝΕΣΤΟΣ
	ΠΑΜΒΩΤΙΔΑ
	ΣΜΟΛΙΤΣΑ
	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ
	ΤΡΕΛΟΧΕΙΜΑΡΟΣ
	ΤΣΑΙ
	ΤΥΡΙΑ
	ΦΑΓΟΜΕΝΟΣ

Υδάτινο Σώμα



Οδικό Δίκτυο

Πρωτεύον Οδικό Δίκτυο

-  Αυτοκινητόδρομος
-  Εθνική Οδός Ταχείας
-  Σήραγγα
-  Κάμποι

Δευτερεύον Οδικό Δίκτυο

-  Επαρχιακό Δίκτυο
-  Αστικός Δρόμος

Τριτεύον Οδικό Δίκτυο

-  Δασικός Δρόμος
-  Χωματόδρομος

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- Φωτογραφική Τεκμηρίωση Διενέργειας Δειγματοληψιών
- Ηλεκτρονικό Αρχείο Βάσης Δεδομένων Χημικών Αναλύσεων με το σύνολο των μεταδεδομένων.
- Περιβαλλοντικός Δείκτης (ENV10)
- Μοντέλο Διάχυσης Ρύπανσης
- Μετεωρολογικά Δεδομένα από τη περιοχή μελέτης κατά μήκος της Εγνατίας Οδού
- Ενιοποιημένη Ψηφιακή Γεωβάση Δεδομένων όπου περιέχει:
 - Τα σημεία δειγματοληψίας υδατικών δειγμάτων με το σύνολο των μεταδεδομένων
 - Το σύνολο των χημικών αναλύσεων με όλα τα σχετιζόμενα μεταδεδομένα
 - Μετεωρολογικά Δεδομένα από αντίστοιχους Τηλεμετρικούς Σταθμούς
 - Υδάτινα Σώματα στη περιοχή παρακολούθησης
 - Διοικητικά Δεδομένα από το σύνολο της περιοχής μελέτης
 - Οδικό Δίκτυο Εγνατίας Οδού, κάθετοι άξονες και αντίστοιχοι κόμβοι

