



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

**Εργαστήριο Υγειονομικής
Τεχνολογίας – ΕΥΤ**
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**Sanitary Engineering
Laboratory - SEL**
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF WATER RESOURCES
AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

**‘Παρακολούθηση της ποιοτικής κατάστασης των θαλασσίων υδάτων της
περιοχής αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε.’**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ 1: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1^{ΗΣ} ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

**Επιστημονικός Υπεύθυνος: Κωνσταντίνος Νουτσόπουλος,
Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ**

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2019

Περιεχόμενα Έκθεσης

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
2.	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ - ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ	4
2.1	Γενική περιγραφή 1 ^{ης} δειγματοληψίας.....	4
2.2	Ποιοτικές παράμετροι.....	10
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ	12
4.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	19
4.1	Εισαγωγή	19
4.2	Γενικές φυσικοχημικές παράμετροι.....	20
4.3	Θρεπτικά.....	23
4.4	Βαρέα μέταλλα.....	24
4.5	Μικροβιολογικές παράμετροι.....	26
4.6	Οργανικοί ρύποι.....	28
4.7	Συναξιολόγηση των αποτελεσμάτων και σύγκριση με μετρήσεις παλιότερων προγραμμάτων	29
4.7.1	Γενικές φυσικοχημικές παράμετροι	29
4.7.2	Θρεπτικά	33
4.7.3	Βαρέα μέταλλα.....	35
4.7.4	Μικροβιολογικές παράμετροι	38
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	46

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν αποτελεί την πρώτη έκθεση του ερευνητικού προγράμματος 'Παρακολούθηση της ποιοτικής κατάστασης των θαλασσιών υδάτων της περιοχής αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε.' στην οποία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πρώτης δειγματοληψίας των θαλασσιών δειγμάτων.

Η ερευνητική αυτή εργασία, ανατέθηκε από τον ΟΛΠ Α.Ε. σε ερευνητική ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος του Ε.Μ.Π. με επιστημονικό υπεύθυνο τον κ. Κωνσταντίνο Νουτσόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π. Η ερευνητική ομάδα αποτελείται από τους:

- ❑ Κ. Νουτσόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή ΕΜΠ (Επιστημονικό Υπεύθυνο προγράμματος)
- ❑ Δ. Μαμάη, Καθηγητή ΕΜΠ, Διευθυντή ΕΥΤ
- ❑ Ανδρέα Ανδρεαδάκη, Ομότιμο Καθηγητή ΕΜΠ
- ❑ Σ. Μαλαμή, Επίκουρο Καθηγητή ΕΜΠ
- ❑ Ν. Κουρή, ΜΔΕ, Γεωλόγο, Αγρονόμο και Τοπογράφο Μηχανικό ΕΜΠ
- ❑ Κ. Γκέγκα, Τεχνολόγο Τροφίμων, ΕΤΕΠ ΕΜΠ

Σε συμφωνία με τα οριζόμενα στην σύμβαση, το ερευνητικό έργο ξεκίνησε στις 28/12/2018 και περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Δειγματοληψία και αναλύσεις 20 θαλασσιών δειγμάτων. Τα δείγματα αναλύθηκαν ως προς τις ακόλουθες παραμέτρους: α) γενικές φυσικοχημικές παράμετροι (θερμοκρασία, pH, αλατότητα, αγωγιμότητα, ολικά διαλυμένα στερεά, διαλυμένο οξυγόνο, θολότητα, διαφάνεια), β) θρεπτικά (ορθοφωσφορικά, αμμωνιακό άζωτο, νιτρώδες άζωτο, νιτρικό άζωτο), γ) βαρέα μέταλλα (νικέλιο, μόλυβδος, χαλκός, σίδηρος, χρώμιο, ψευδάργυρος, κάδμιο, υδράργυρος, αρσενικό), δ) μικροβιολογικοί παράμετροι (ολικά κολοβακτηρίδια, *E. Coli*, εντερόκοκκοι), ε) οργανικοί ρύποι (πετρελαϊκοί υδρογονάνθρακες, τριβουτυλοκασσίτερος).

Συνολικά προβλέπονται δύο δειγματοληψίες, ήτοι συλλογή και ανάλυση 40 δειγμάτων (20 δείγματα σε κάθε δειγματοληψία). Οι αναλύσεις τριβουτυλοκασσιτέρου θα πραγματοποιηθούν σε 8 δείγματα (4 δείγματα σε κάθε δειγματοληψία).

- Συγγραφή τεχνικών εκθέσεων με την παρουσίαση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ανωτέρω αναλύσεων.

Στόχος τους παρόντος είναι η παρουσίαση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων στα θαλάσσια δείγματα που συλλέχθηκαν κατά την πρώτη δειγματοληψία η οποία έλαβε μέρος την Τετάρτη 20/2/2019.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σημαντικό μέρος των εργαστηριακών αναλύσεων πραγματοποιήθηκαν από την ENVIROLAB ΙΚΕ.

2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ - ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

2.1 Γενική περιγραφή 1^{ης} δειγματοληψίας

Για την πραγματοποίηση της προγραμματισμένης πρώτης δειγματοληψίας χρησιμοποιήθηκαν σκάφος που διατέθηκε από τον Οργανισμό Λιμένος Πειραιώς Α.Ε και κατάλληλοι δειγματολήπτες νερού που διατέθηκαν από το εργαστήριο ENVIROLAB. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 20/02/2019.

Η λήψη του πρώτου δείγματος θαλασσινού νερού πραγματοποιήθηκε από την θέση N6 στην ακτή Μιαούλη και στην συνέχεια από την θέση N5 από την ακτή Αγ. Νικολάου. Στην συνέχεια από την ακτή Ποσειδώνος έγινε η λήψη ενός ακόμα δείγματος νερού με κωδικό N4, ενώ τα επόμενα δείγματα υγρής στήλης ήταν στην έξοδο της ακτής Κονδύλη (N3) και εντός της ακτής Κονδύλη (N1,N2). Σημειώνεται ότι η θέση N1 (Σχήμα 1) αποτελεί το σημείο στον λιμένα Αλών όπου εκβάλλει ο αγωγός αποχέτευσης ομβρίων της ΕΥΔΑΠ.



Σχήμα 1: Θέση δειγματοληψίας N1

Στην συνέχεια το σκάφος κατευθύνθηκε προς την Ηετιώνεια ακτή όπου έγινε η δειγματοληψία του δείγματος N7 ενώ ακολούθησε η συλλογή του δείγματος N8 κοντά στις δεξαμενές Βασιλειάδη (Σχήμα 2)



Σχήμα 2: Θέση δειγματοληψίας N8 – Δεξαμενές Βασιλειάδη

Τέλος εντός του επιβατικού λιμένα έγινε δειγματοληψία δείγματος θαλασσινού νερού στην θέση N9 από την ακτή Περικλέος και στη θέση N10 από την ακτή Θεμιστοκλέους. Επιπλέον έγινε λήψη υγρής στήλης από την θέση N11 στην είσοδο του επιβατικού λιμένα.

Στην συνέχεια κατευθυνθήκαμε προς την ακτή της Κυνοσούρας στην θέση N20 με λήψη δείγματος νερού και στην συνέχεια στην θέση N19 όπου ένα ακόμα δείγμα υγρής στήλης ελήφθηκε ως αντιπροσωπευτικό της περιοχής πριν την είσοδο στην Ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη.

Από την Ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη έγινε δειγματοληψία θαλασσίων δειγμάτων από τις θέσεις N18, N18' N17 και οι δειγματοληψίες στον τομέα III ολοκληρώθηκαν με τη λήψη δείγματος υγρής στήλης από την θέση N16.

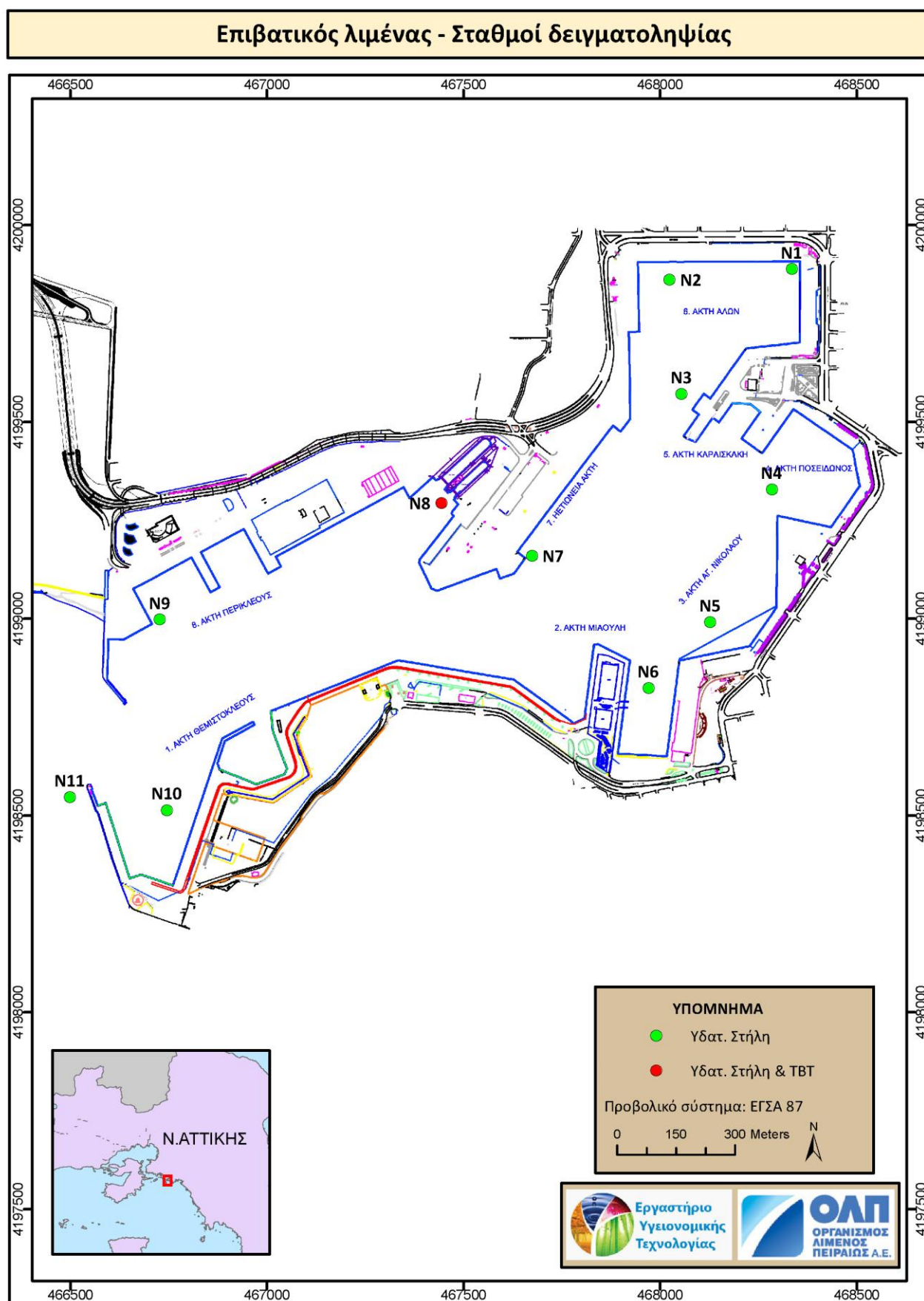
Τέλος στον εμπορικό λιμένα πραγματοποιήθηκαν 4 δειγματοληψίες. Δύο περιφερειακά του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων Πειραιά (θέσεις N14 και N15), μία εντός του λιμένα Ηρακλέους στο εμπορικό τμήμα του λιμένα Πειραιά (θέση N13), ενώ η δειγματοληψία ολοκληρώθηκε με την θέση N12.

Όλα τα δείγματα νερού τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς και γυάλινους περιέκτες ανάλογα με τις αναλυόμενες παραμέτρους. Οι συντεταγμένες των θέσεων δειγματοληψίας και η κωδικοποίησή τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

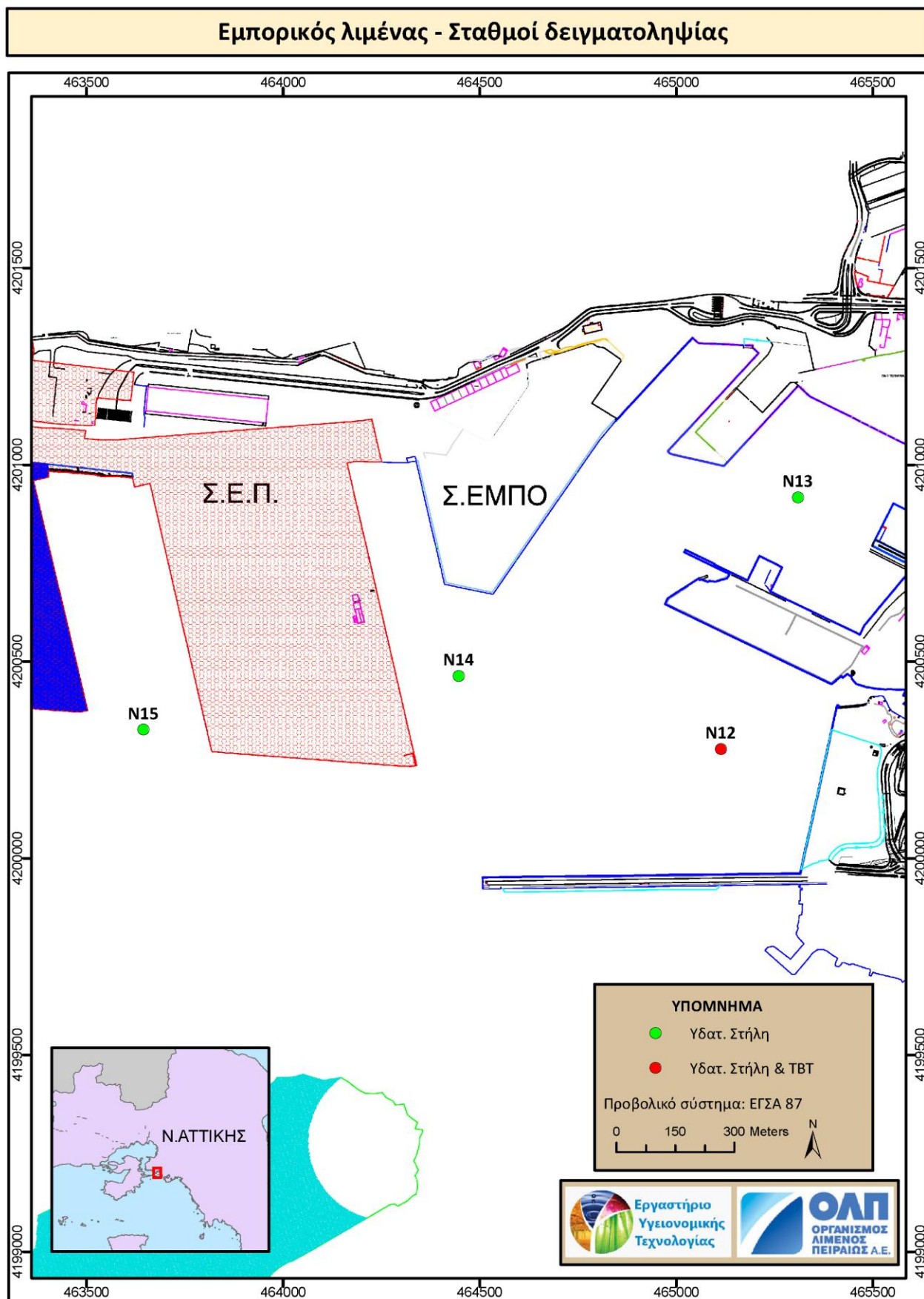
Στα Σχήματα 3-5 παρουσιάζονται χάρτες της παράκτιας ζώνης του Λιμένα Πειραιώς με σημειωμένες τις θέσεις δειγματοληψίας.

Πίνακας 1: Κωδικοποίηση δειγμάτων και συντεταγμένες

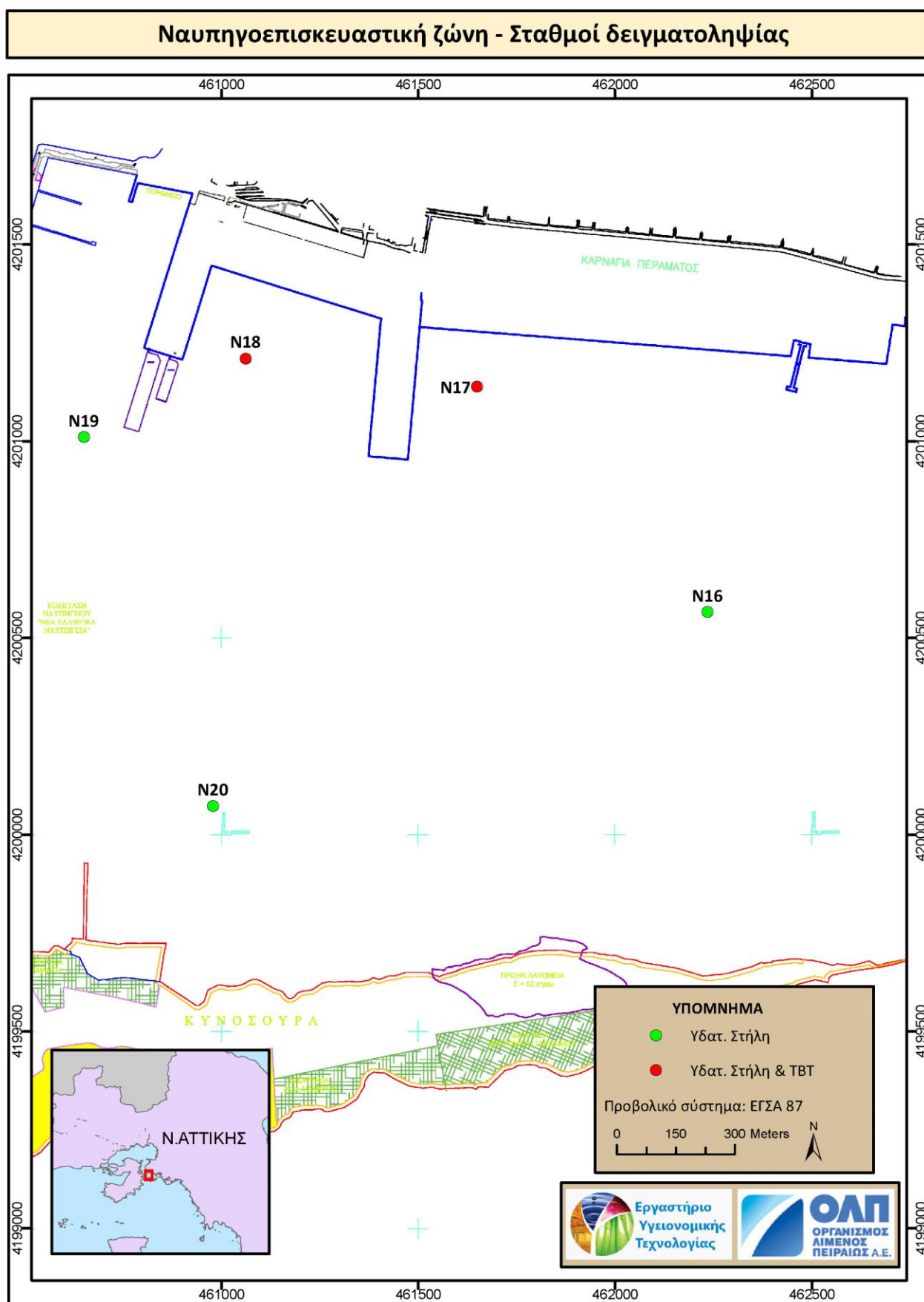
A/A	Κωδικός θέσης	X (m)	Y (m)
1	N1	468335,218	4199888,012
2	N1'	468276,308	4199882,514
3	N2	468023,685	4199861,776
4	N3	468053,593	4199570,920
5	N4	468283,990	4199328,219
6	N5	468127,402	4198991,487
7	N6	467970,199	4198823,599
8	N7	467674,155	4199160,640
9	N8	467444,369	4199294,633
10	N9	466727,013	4198997,693
11	N10	466745,348	4198513,810
12	N10'	466945,822	4198611,744
13	N11	466498,466	4198546,712
14	N12	465113,133	4200276,814
15	N13	465308,877	4200916,836
16	N14	464446,631	4200463,264
17	N15	463644,973	4200326,444
18	N16	462234,883	4200565,363
19	N17	461648,615	4201138,257
20	N18	461061,169	4201210,356
21	N18'	461351,725	4201180,859
22	N19	460649,736	4201010,216
23	N20	460978,201	4200073,263



Σχήμα 3: Τομέας Ι - Επιβατικός λιμένας



Σχήμα 4: Τομέας II - Εμπορικός λιμένας



Σχήμα 5: Τομέας ΙΙΙ - Ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη και ευρύτερη σε αυτήν περιοχή

2.2 Ποιοτικές παράμετροι

Σε συμφωνία με τα οριζόμενα στη σύμβαση του έργου το σύνολο των είκοσι θαλασσίων δειγμάτων αναλύθηκε για πέντε κατηγορίες παραμέτρων και ειδικότερα:

α) Γενικές φυσικοχημικές παράμετροι

- Θερμοκρασία (ΑΡΗΑ 2550Β)
- pH (ASTM D1293 – 99)
- αλατότητα (ΑΡΗΑ 4500-Cl Β)
- αγωγιμότητα (ASTM D1125 – 95)
- ολικά διαλυμένα στερεά (ΑΡΗΑ 2540)
- διαλυμένο οξυγόνο (ASTM 888-05,C)
- θολότητα (ASTM D1889-88)
- διαφάνεια (Δίσκος SECHI)
- χρωματισμό (ΑΡΗΑ 2120)
- αιωρούμενα στερεά (ΑΡΗΑ 2540)

β) Θρεπτικά

- ορθοφωσφορικά (Φασματοφωτομετρικά, ISO 6878-1-1986, DIN 38405 D11-4)
- αμμωνιακό άζωτο (Φασματοφωτομετρικά, ISO 7150-1, UNI 11669:2017)
- νιτρώδες άζωτο (Φασματοφωτομετρικά, EN ISO 26777, DIN 38405 D10)
- νιτρικό άζωτο (Φασματοφωτομετρικά, ISO 7890-1:1986, DIN 38405-9)

γ) Βαρέα μέταλλα

- νικέλιο (ΑΡΗΑ 3113 Α, Β, C με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- μόλυβδος (ΑΡΗΑ 3113 Α, Β, C με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- χαλκός (ΑΡΗΑ 3113 Α, Β, C με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- σίδηρος (ΑΡΗΑ 3113 Α, Β, C με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- χρώμιο (ΑΡΗΑ 3113 Α, Β, C με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- ψευδάργυρος (ΑΡΗΑ 3111 Β, Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης με φλόγα)
- κάδμιο (ΑΡΗΑ 3113 Α, Β, C με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- υδράργυρος (Εσωτερική μέθοδος (ΜΔ-30) Φασματοφωτομετρίας Ατομικού Φθορισμού Ψυχρού Ατμού βασισμένη στο ISO 17852:2006)

- αρσενικό (ΑΡΗΑ 3113 Α, Β, C με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)

δ) Μικροβιολογικές παραμέτρους

- ολικά κολοβακτηρίδια (ISO 9308 –1:2017)
- *E. coli* (ISO 9308 –1:2017)
- Εντερόκοκκοι (ISO 7899-2:2000)

ε) Οργανικοί ρύποι

- πετρελαϊκοί υδρογονάνθρακες SPE ΕΣΩΤ. Βασισμένη στην EPA 1664 Rev. Α (1999) και ΑΡΗΑ 5520 F, 22th Ed. 2012
- τριβουτυλοκασσίτερος (οι αναλύσεις τριβουτυλοκασσιτέρου θα πραγματοποιηθούν σε 8 δείγματα, ήτοι 4 δείγματα σε κάθε δειγματοληψία) (GC/FPD)

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων στα θαλάσσια δείγματα για όλα τα σημεία δειγματοληψίας παρουσιάζονται στους Πίνακες 2-8.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα μετρήσεων γενικών φυσικοχημικών παραμέτρων 1^{ης} δειγματοληψίας

Κωδ.	Θερμοκρασία νερού (°C)	pH	Αλατότητα (ppt)	Αγωγιμότητα (S/m)	TDS (g/L)
N1	14,21	8,1	38,9	5,6	33
N2	14,23	8,1	38,9	5,6	33
N3	14,25	8,1	38,8	5,6	33
N4	14,31	8,1	39,0	5,6	33
N5	14,29	8,1	38,9	5,6	33
N6	14,26	8,1	39,0	5,6	33
N7	14,28	8,1	38,9	5,6	33
N8	14,34	8,2	39,8	5,6	33
N9	14,36	8,2	39,0	5,6	33
N10	14,38	8,2	39,0	5,6	33
N11	14,25	8,2	39,1	5,6	33
N12	14,41	8,2	39,2	5,6	33
N13	14,38	8,2	38,9	5,6	33
N14	14,39	8,2	38,9	5,6	33
N15	14,37	8,2	39,0	5,6	33
N16	14,51	8,2	38,8	5,6	33
N17	14,49	8,2	39,2	5,6	33
N18	14,54	8,2	39,0	5,6	33
N19	14,52	8,2	39,1	5,6	33
N20	14,53	8,2	39,0	5,6	33

Πίνακας 3: Αποτελέσματα μετρήσεων γενικών φυσικοχημικών παραμέτρων 1^{ης} δειγματοληψίας (συνέχεια)

Κωδ.	DO (mg/L)	Θολότητα (NTU)	Διαφάνεια (m)	Χρωματισμός (PtCo)	Αιωρούμενα Στερεά (mg/L)
N1	9,5	2,8	7	12	19
N2	9,4	2,2	7	11	16
N3	9,6	1,4	9	13	17
N4	9,5	1,1	10	10	18
N5	9,6	0,7	15	12	16
N6	9,5	1,1	7	14	21
N7	9,6	0,8	9	13	16
N8	9,5	0,6	9	10	19
N9	9,5	0,7	9	12	20
N10	9,5	0,5	10	10	22
N11	9,6	0,6	10	9	14
N12	9,5	0,4	14	13	23
N13	9,5	0,6	10	12	16
N14	9,4	0,5	14	14	14
N15	9,6	0,4	13	11	15
N16	9,5	0,5	17	8	12
N17	9,5	0,6	14	8	16
N18	9,6	0,3	13	10	18
N19	9,6	0,4	14	11	14
N20	9,5	0,5	14	10	12

Πίνακας 4: Αποτελέσματα μετρήσεων θρεπτικών 1^{ης} δειγματοληψίας

Κωδ.	PO ₄ (μg/L)	NH ₄ -N (μg/L)	NO ₂ -N (μg/L)	NO ₃ -N (μg/L)
N1	<60	<10	10	600
N2	<60	<10	10	1000
N3	<60	<10	10	500
N4	<60	<10	10	500
N5	<60	<10	10	500
N6	110	<10	10	500
N7	<60	<10	10	500
N8	<60	<10	10	500
N9	<60	<10	<5,0	400
N10	<60	<10	<5,0	400
N11	120	<10	10	400
N12	100	<10	10	400
N13	<60	<10	10	500
N14	<60	<10	10	400
N15	<60	<10	20	400
N16	<60	<10	10	400
N17	70	<10	<5,0	400
N18	150	<10	10	400
N19	<60	<10	10	400
N20	<60	<10	10	400

Πίνακας 5: Αποτελέσματα μετρήσεων βαρέων μετάλλων 1^{ης} δειγματοληψίας

Κωδ.	Ni (μg/L)	Pb (μg/L)	Cu (μg/L)	Fe (μg/L)	Cr (μg/L)
N1	<5,0	<2,0	<3,0	12	<2,0
N2	<5,0	<2,0	<3,0	8,9	<2,0
N3	<5,0	<2,0	<3,0	9,6	<2,0
N4	<5,0	<2,0	<3,0	13	<2,0
N5	<5,0	<2,0	<3,0	10	<2,0
N6	<5,0	<2,0	<3,0	8,5	<2,0
N7	<5,0	<2,0	<3,0	11	<2,0
N8	<5,0	<2,0	<3,0	7,9	<2,0
N9	<5,0	<2,0	<3,0	13	<2,0
N10	29	<2,0	<3,0	30	<2,0
N11	<5,0	<2,0	<3,0	6,9	<2,0
N12	<5,0	<2,0	<3,0	8,8	<2,0
N13	<5,0	<2,0	<3,0	12	<2,0
N14	<5,0	<2,0	<3,0	10	<2,0
N15	<5,0	<2,0	<3,0	17	<2,0
N16	<5,0	<2,0	<3,0	9,8	<2,0
N17	<5,0	<2,0	<3,0	7,4	<2,0
N18	<5,0	<2,0	<3,0	9,9	<2,0
N19	<5,0	<2,0	<3,0	4,6	<2,0
N20	<5,0	<2,0	<3,0	5,3	<2,0

Πίνακας 6: Αποτελέσματα μετρήσεων βαρέων μετάλλων 1^{ης} δειγματοληψίας

Κωδ.	Zn (μg/L)	Cd (μg/L)	Hg (μg/L)	As (μg/L)
N1	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N2	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N3	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N4	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N5	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N6	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N7	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N8	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N9	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N10	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N11	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N12	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N13	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N14	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N15	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N16	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N17	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N18	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N19	<10	<0,50	<0,15	<3,0
N20	<10	<0,50	<0,15	<3,0

Πίνακας 7: Αποτελέσματα μετρήσεων μικροβιολογικών παραμέτρων 1^{ης} δειγματοληψίας

Κωδ.	TC (cfu/100 mL)	EC (cfu/100 mL)	Εντερόκοκκοι (cfu/100mL)
N1	495	99	38
N2	17913	8364	5182
N3	176	89	34
N4	62	37	20
N5	72	22	15
N6	2480	89	909
N7	93	29	22
N8	44	14	19
N9	28	Εκτιμώμενη 5	Παρουσία 3
N10	15	Εκτιμώμενη 4	0
N11	Εκτιμώμενη 7	Παρουσία 2	Παρουσία 1
N12	24	Εκτιμώμενη 7	Παρουσία 3
N13	86	68	21
N14	Εκτιμώμενη 6	Παρουσία 3	Παρουσία 3
N15	38	16	Εκτιμώμενη 6
N16	Εκτιμώμενη 4	0	Παρουσία 1
N17	20	Παρουσία 2	0
N18	27	Εκτιμώμενη 7	Παρουσία 1
N19	10	Παρουσία 3	Εκτιμώμενη 4
N20	Εκτιμώμενη 7	Εκτιμώμενη 4	0

Πίνακας 8: Αποτελέσματα μετρήσεων οργανικών ρύπων (πετρελαϊκοί υδρογονάνθρακες) 1^{ης} δειγματοληψίας

Κωδ.	Πετρελαϊκοί Υδρογονάνθρακες (mg/L)
N1	<2,0
N2	<2,0
N3	<2,0
N4	<2,0
N5	<2,0
N6	<2,0
N7	<2,0
N8	<2,0
N9	<2,0
N10	<2,0
N11	<2,0
N12	<2,0
N13	<2,0
N14	<2,0
N15	<2,0
N16	<2,0
N17	<2,0
N18	<2,0
N19	<2,0
N20	<2,0

4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Αντικείμενο της παρούσας ενότητας είναι η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων τόσο ως προς τη χωρική τους κατανομή όσο και ως προς τη χρονική τους μεταβολή λαμβάνοντας υπόψη αποτελέσματα προγενέστερων προγραμμάτων παρακολούθησης. Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται και αναλύονται το σύνολο των παραμέτρων που μετρήθηκαν στα δείγματα που ελήφθησαν από την θαλάσσια περιοχή που ανήκει στην αρμοδιότητα του ΟΛΠ Α.Ε. στις 20/2/2019 και στην συνέχεια αξιολογούνται τα αποτελέσματα αυτά σε σχέση με μετρήσεις που μας παρασχέθηκαν από τον ΟΛΠ Α.Ε. και που έχουν πραγματοποιηθεί την περίοδο 2013-2016 στο πλαίσιο του προγράμματος «Πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης των υδάτων για τον Οργανισμό Λιμένος Πειραιά (ΟΛΠ Α.Ε.) που υλοποιήθηκε από το Εργαστήριο Θαλασσιών Επιστημών του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών (Πανεπιστήμιο Πειραιά).

Για την παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων της τελευταίας δειγματοληψίας χρησιμοποιήθηκε το σύνολο των δεδομένων ως ενιαία ομάδα, έγινε στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων και υπολογίσθηκε η μέση τιμή, η ελάχιστη και μέγιστη τιμή και η τυπική απόκλιση για κάθε μετρούμενη παράμετρο.

Ειδικότερα οι συγκεντρώσεις για τα θρεπτικά, το διαλυμένο οξυγόνο καθώς και οι τιμές του pH και της διαφάνειας συγκρίθηκαν με τις οριακές τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση των παράκτιων υδάτινων σωμάτων στο πλαίσιο κατάρτισης των πρώτων και των αναθεωρημένων Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας για τις φυσικοχημικές παραμέτρους.

Πίνακας 9: Οριακές τιμές φυσικοχημικών παραμέτρων για την κατάταξη των παράκτιων υδάτινων σωμάτων (ΕΓΥ, 2013, 2017)

Παράμετρος	Όριο καλής/μέτριας κατάστασης
Διαλυμένο οξυγόνο	>80% (90% των δειγμάτων) *
pH	6-9*
Δίσκος Secchi	15 m (μέση τιμή) *
Αμμώνιο	< 18,9 $\mu\text{g/L NH}_4^+$ **
Νιτρικά	< 40,3 $\mu\text{g/L NO}_3^-$ **

* Οριακές τιμές των 1^{ων} Σχεδίων Διαχείρισης ΛΑΠ, ** Οριακές τιμές των Αναθεωρημένων Σχεδίων Διαχείρισης ΛΑΠ

Αντίστοιχα οι συγκεντρώσεις του νικελίου, του μολύβδου, του υδραργύρου και του καδμίου συγκρίθηκαν με τα Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) που έχουν

καθορισθεί με την Κ.Υ.Α. 170766/22.01.2016 για τα βαρέα μέταλλα (Πίνακας 10) για τον χαρακτηρισμό της χημικής κατάστασης των παράκτιων υδάτινων σωμάτων.

Πίνακας 10: Οριακές τιμές βαρέων μετάλλων για τα παράκτια υδάτινα σώματα σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 170766/22.01.2016

Παράμετρος	Όριο καλής/χειρότερης από καλής χημικής κατάστασης
Μόλυβδος και ενώσεις του	1,3 µg/L (EMT) – 14 µg/L (ΜΕΣ)
Κάδμιο και οι ενώσεις του	0,2 µg/L (EMT) – 1,5 µg/L (ΜΕΣ)
Υδράργυρος και οι ενώσεις του	0,07 µg/L (ΜΕΣ)
Νικέλιο και ενώσεις του	8,6 µg/L (EMT) – 34 µg/L (ΜΕΣ)

4.2 Γενικές φυσικοχημικές παράμετροι

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται και αναλύονται οι κυριότερες γενικές φυσικοχημικές παράμετροι και ειδικότερα η θερμοκρασία, το pH η αλατότητα, η αγωγιμότητα, τα ολικά διαλυμένα στερεά (TDS), το διαλυμένο οξυγόνο (DO), η θολότητα (NTU) και η διαφάνεια.

Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται τα κυριότερα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία που προέκυψαν από τις μετρήσεις των δειγμάτων θαλασσίων υδάτων που ελήφθησαν από διάφορες θέσεις της περιοχής αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε. στις 20/2/2019.

Πίνακας 11: Στατιστικά στοιχεία γενικών φυσικοχημικών παραμέτρων

Παράμετρος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
T (°C)	14,21	14,54	14,37	0,11
pH	8,1	8,2	8,17	0,05
Αλατότητα (ppt)	38,8	39,8	39,0	0,21
Αγωγιμότητα (S/m)	5,6	5,6	5,6	0,0
TDS (g/L)	33	33	33	0,0
Διαλυμένο οξυγόνο (mg/L)	9,4	9,6	9,5	0,06
Θολότητα (NTU)	0,3	2,8	0,84	0,64
Διαφάνεια (m)	7,0	17	11,3	3,0
Χρωματισμός (PtCo)	8,0	14	11,2	1,8
Αιωρούμενα στερεά (mg/L)	12	23	16,9	3,1

Οι θερμοκρασίες που καταγράφηκαν ήταν της τάξης των 14,2 °C χωρίς να υπάρχουν έντονες διαφοροποιήσεις. Το εύρος διακύμανσης της θερμοκρασίας κυμάνθηκε 14,2-14,5°C, τιμές αναμενόμενες για τον μήνα που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις.

Το pH του θαλασσινού νερού στην ευρύτερη περιοχή του λιμένα κυμαίνεται στις συνήθεις τιμές και κατά μέσο όρο είναι της τάξης του 8,2. Σε όλες τις θέσεις η τιμή του pH είναι εντός των ορίων που χρησιμοποιήθηκαν, για την κατάταξη των παράκτιων υδάτινων σωμάτων, κατά την κατάρτιση των Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής στα Υδατικά διαμερίσματα της χώρας (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013).

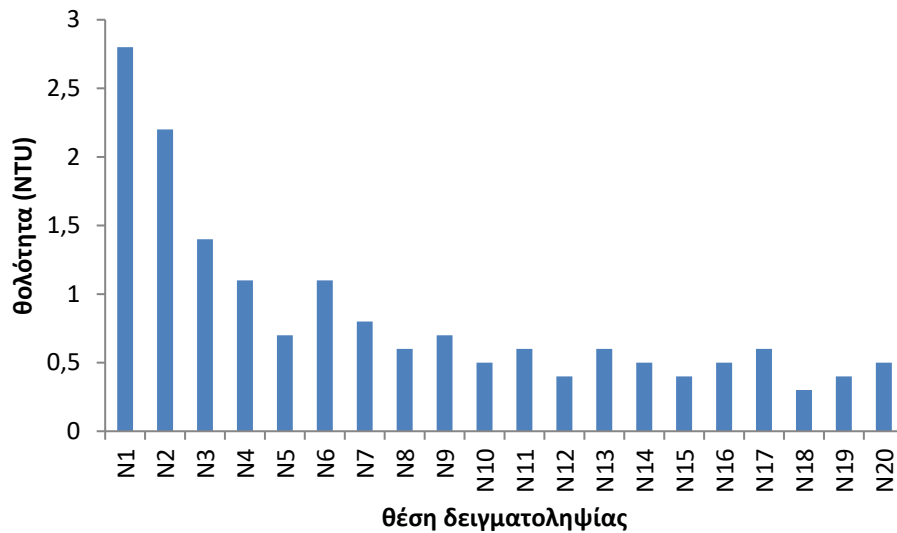
Η αλατότητα είναι εντός των αναμενόμενων ορίων καθώς γεωγραφικά εντάσσεται στην Ανατολική Μεσόγειο. Κατά μέσο όρο είναι της τάξης του 39,0 ppt με εύρος από 38,8-39,8 ppt.

Η μέση τιμή της αγωγιμότητας είναι ίση με 5,6 S/m, είναι εντός των αναμενόμενων τιμών και είναι σταθερή σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας.

Τα ολικά διαλυμένα στερεά κατά μέσο όρο είναι της τάξης των 33 g/L. Σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας οι τιμές που παρατηρήθηκαν είναι αυξημένες (> 30 g/L).

Το διαλυμένο οξυγόνο κυμαίνεται σε πολύ ικανοποιητικές τιμές με συγκεντρώσεις κοντά στα 9,5 mg/L σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας. Με βάση τις μετρήσεις διαλυμένου οξυγόνου δεν παρατηρούνται προβλήματα αποξυγόνωσης στην περιοχή των μετρήσεων. Με βάση τα όρια για την κατάταξη των παράκτιων υδάτινων σωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατάρτιση των πρώτων Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών απορροής ποταμών στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας (DO>80% στο 90% των δειγμάτων) προκύπτει ότι υπάρχει επάρκεια οξυγόνου στην υδατική στήλη για την υποστήριξη της ανάπτυξης των υδρόβιων οργανισμών.

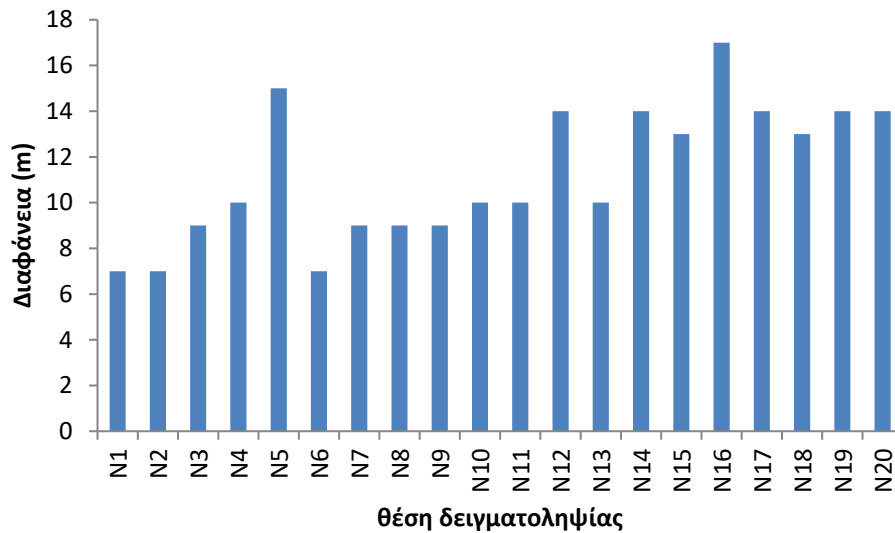
Το εύρος τιμών της θολότητας στο χώρο του επιβατικού λιμένα κυμαίνεται από 0,3-2,8 NTU και η μέση τιμή είναι της τάξης του 0,84 NTU. Στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται η χωρική μεταβολή των τιμών της θολότητας.



Σχήμα 6: Χωρική κατανομή της θολότητας στην περιοχή έρευνας

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω διάγραμμα, οι υψηλότερες τιμές θολότητας καταγράφονται εντός του επιβατικού λιμένα σε σχέση με τον εμπορικό λιμένα, την ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη και την ευρύτερη περιοχή.

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζεται η χωρική μεταβολή των τιμών της διαφάνειας στις διάφορες θέσεις στον επιβατικό και στον εμπορικό λιμένα, της ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης και της ευρύτερης περιοχής. Οι τιμές της διαφάνειας παρουσιάζουν σημαντική διακύμανση μεταξύ 7-17 m, με μέσο όρο 11,3 m. Επισημαίνεται ότι σε κάποιες θέσεις κυρίως εντός του επιβατικού λιμένα αλλά και εκτός, το βάθος στην θέση μέτρησης της διαφάνειας, αποτελούσε περιοριστικό παράγοντα για τον ακριβή προσδιορισμό της διαφάνειας. Οι ανωτέρω τιμές είναι κατά κανόνα χαμηλές και υπολείπονται του ορίου των 15 μέτρων που χρησιμοποιήθηκε για την κατάταξη των παράκτιων υδάτινων σωμάτων κατά την κατάρτιση των πρώτων Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών απορροής ποταμών στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας.



Σχήμα 7: Χωρική κατανομή της διαφάνειας στην περιοχή έρευνας

4.3 Θρεπτικά

Τα θρεπτικά συστατικά αναφέρονται σε ένα εύρος στοιχείων και ενώσεων τα οποία είναι ουσιώδη για την πρωτογενή παραγωγή στο θαλάσσιο περιβάλλον. Τα τρία πιο σημαντικά θρεπτικά συστατικά είναι οι ενώσεις του αζώτου, του φωσφόρου και του πυριτίου. Στο πλαίσιο της Περιβαλλοντικής Παρακολούθησης του ΟΛΠ Α.Ε. πραγματοποιήθηκαν μια σειρά μετρήσεων στα δείγματα που ελήφθησαν από διάφορες θέσεις του επιβατικού, εμπορικού λιμένα και της ευρύτερης περιοχής της Ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης ως προς το περιεχόμενο τους σε ορθοφωσφορικά, αμμωνιακό άζωτο, νιτρώδες άζωτο και νιτρικό άζωτο. Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται τα κυριότερα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για τις παραμέτρους αυτές.

Πίνακας 12: Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των θρεπτικών παραμέτρων

Παράμετρος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
PO ₄ (μg/L)	<60	150	-	-
NH ₄ -N (μg/L)	<13	<13	-	-
NO ₂ -N (μg/L)	<5,0	20	9,4	3,7
NO ₃ -N (μg/L)	400	1000	475	137

Τα ορθοφωσφορικά κυμαίνονται μεταξύ τιμών χαμηλότερων από τα 60 μg/L ως και 150 μg/L. Οι τιμές αυτές φανερώνουν ότι τα επίπεδα του φωσφόρου επηρεάζονται από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και κυρίως εντοπίζονται στην είσοδο του επιβατικού

λιμένα (θέση N11), στην θέση N12 στον εμπορικό λιμένα και στην ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη (N17, N18). Οι τιμές αυτές είναι συγκρίσιμες με μετρήσεις που έχουν γίνει στον Στρυμονικό κόλπο και τον κόλπο της Καβάλας (MED POL, 2000) όπου σχετίζονται με εντοπισμένες πηγές θρεπτικών στοιχείων (γεωργία, λιμάνι κλπ).

Η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου δεν παρουσιάζει κάποια αξιόλογη διακύμανση και σε όλες τις θέσεις είναι κάτω από 10 $\mu\text{g/L}$. Οι τιμές αυτές πληρούν τα όρια που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατάρτιση των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών απορροής ποταμών στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας.

Οι συγκεντρώσεις του νιτρώδους αζώτου κυμαίνεται από $<5,0 \mu\text{g/L}$ ως 20 $\mu\text{g/L}$ με μέση δειγματική τιμή 9,4 $\mu\text{g/L}$. Αντίστοιχες τιμές έχουν καταγραφεί στους κόλπους του Στρυμόνα και της Καβάλας ενώ χαμηλότερες τιμές έχουν καταγραφεί στην παράκτια ζώνη της Ρόδου.

Τέλος το νιτρικό άζωτο που προσδιορίστηκε στον επιβατικό λιμένα κυμαίνεται μεταξύ 400 - 1000 $\mu\text{g/L}$ με μέση τιμή 475 $\mu\text{g/L}$. Οι συγκεντρώσεις νιτρικού αζώτου είναι αρκετά αυξημένες και κατά μέσο όρο είναι μια τάξη μεγέθους μεγαλύτερες από τιμές που έχουν καταγραφεί σε άλλους κόλπους και παράκτιες ζώνες (πχ Στρυμονικός, Καβάλας, Πατραϊκός και παράκτιες ζώνες Ρόδου και Κρήτης, MED POL, 2000). Παρόμοιο συμπέρασμα προκύπτει συγκρίνοντας τις μετρημένες τιμές νιτρικού αζώτου με τα όρια για την κατάταξη των παράκτιων υδάτινων σωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατάρτιση των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών απορροής ποταμών στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας (ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013). Με βάση τη σύγκριση αυτή διαπιστώνεται ότι όλες οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα είναι μεγαλύτερες του ανωτέρω ορίου.

4.4 Βαρέα μέταλλα

Στο πλαίσιο της Περιβαλλοντικής Παρακολούθησης του ΟΛΠ Α.Ε. πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των συγκεντρώσεων νικελίου, μολύβδου, χαλκού, σιδήρου, χρωμίου, ψευδαργύρου, καδμίου, υδραργύρου και αρσενικού σε δείγματα που ελήφθησαν από τις θέσεις N1-N20 στις 20/2/2019. Τα βαρέα μέταλλα αποτελούν μια από τις κύριες μορφές ανθρωπογενούς ρύπανσης στο παράκτιο και στο θαλάσσιο περιβάλλον. Συνιστούν σημαντική απειλή για την ανθρώπινη υγεία, τους ζώντες οργανισμούς και των

φυσικών οικοσυστημάτων λόγω της τοξικότητά τους, της ανθεκτικότητας τους και του χαρακτηριστικού της βιοσυσσώρευσής τους.

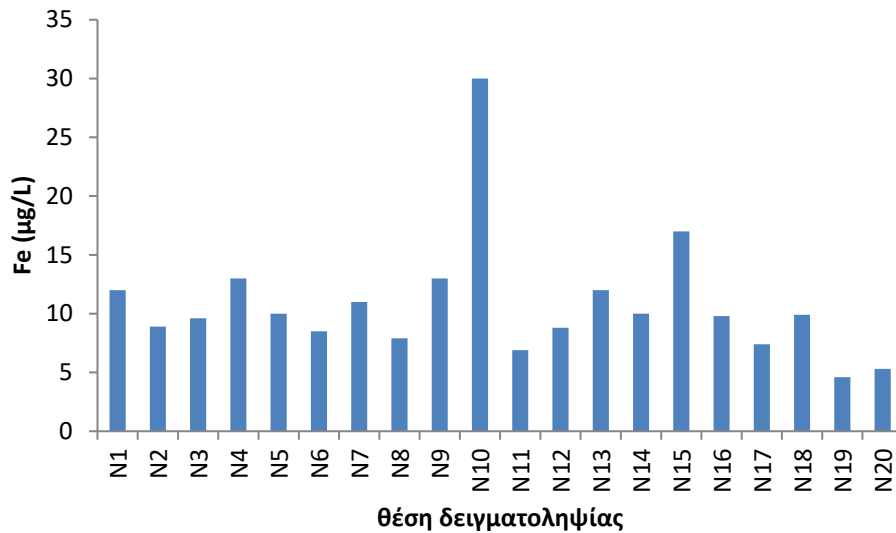
Στον Πίνακα 13 παρουσιάζονται τα κυριότερα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία που ήταν δυνατό να υπολογιστούν με βάση τα αποτελέσματα.

Πίνακας 13: Στατιστικά στοιχεία βαρέων μετάλλων

Παράμετρος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Ni (μg/L)	<5,0	29	-	-
Pb (μg/L)	<2,0	<2,0	-	-
Cu (μg/L)	<3,0	<3,0	-	-
Fe (μg/L)	4,6	30	11	5,3
Cr (μg/L)	<2,0	<2,0	-	-
Zn (μg/L)	<10	<10	-	-
Cd (μg/L)	<0,50	<0,50	-	-
Hg (μg/L)	<0,15	<0,15	-	-
As (μg/L)	<3,0	<3,0	-	-

Με βάση τα αποτελέσματα, οι συγκεντρώσεις του νικελίου είναι χαμηλές (<5 μg/L) σε όλο το υπό εξέταση πεδίο με εξαίρεση την θέση N10 όπου καταγράφηκε αυξημένη παρουσία νικελίου της τάξης των 30 μg/L. Οι ανωτέρω συγκεντρώσεις, με εξαίρεση την τιμή στη θέση N10 είναι χαμηλότερες από τα σχετικά Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΕΜΣ και ΜΕΣ) που έχουν καθορισθεί στην Κ.Υ.Α. 170766/22.01.2016. Αντίστοιχα χαμηλές είναι και οι συγκεντρώσεις μολύβδου, υδραργύρου και καδμίου σε όλες τις εξεταζόμενες θέσεις, οι οποίες πληρούν τις σχετικές οριακές τιμές της Κ.Υ.Α. 170766/22.01.2016.

Χαμηλότερες από τα αντίστοιχα όρια ανίχνευσης είναι και οι συγκεντρώσεις του χρωμίου, του αρσενικού, του χαλκού και του ψευδάργυρου σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας. Αντίθετα οι συγκεντρώσεις του σιδήρου στα θαλάσσια δείγματα κυμαίνονται μεταξύ 4,6-17 μg/L, με εξαίρεση την θέση N10 στην οποία καταγράφεται συγκέντρωση σιδήρου της τάξης των 30 μg/L (Σχήμα 8).



Σχήμα 8: Χωρική κατανομή της συγκέντρωσης σιδήρου στην περιοχή έρευνας

4.5 Μικροβιολογικές παράμετροι

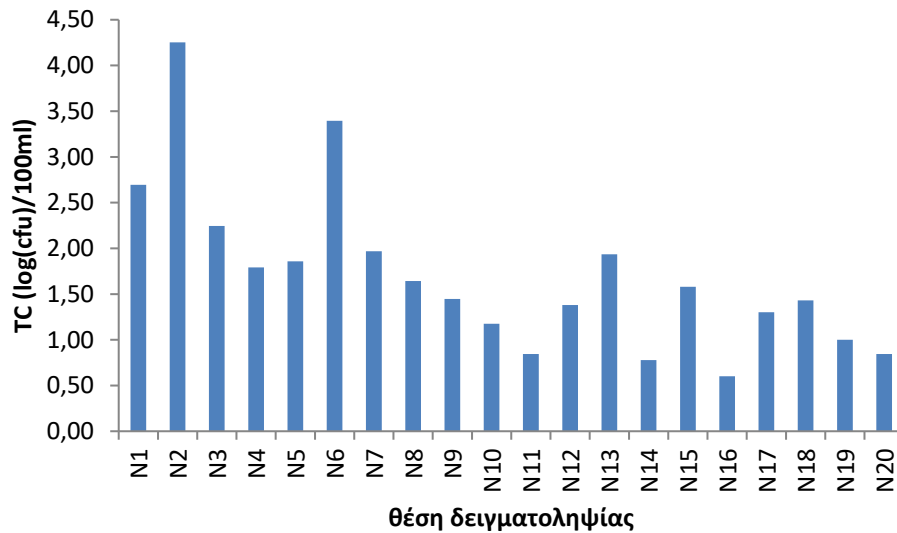
Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται τα κυριότερα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των αποτελεσμάτων των μικροβιολογικών αναλύσεων.

Πίνακας 14: Στατιστικά στοιχεία μικροβιολογικών παραμέτρων

Παράμετρος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέσος όρος*	Τυπική απόκλιση*
Ολικά κολοβακτηρίδια (cfu/100ml)	Εκτιμώμενη 4	17913	51	8
<i>E. coli</i> (cfu /100ml)	0	8364	15	8
Εντερόκοκκοι (cfu /100ml)	0	5182	10	10

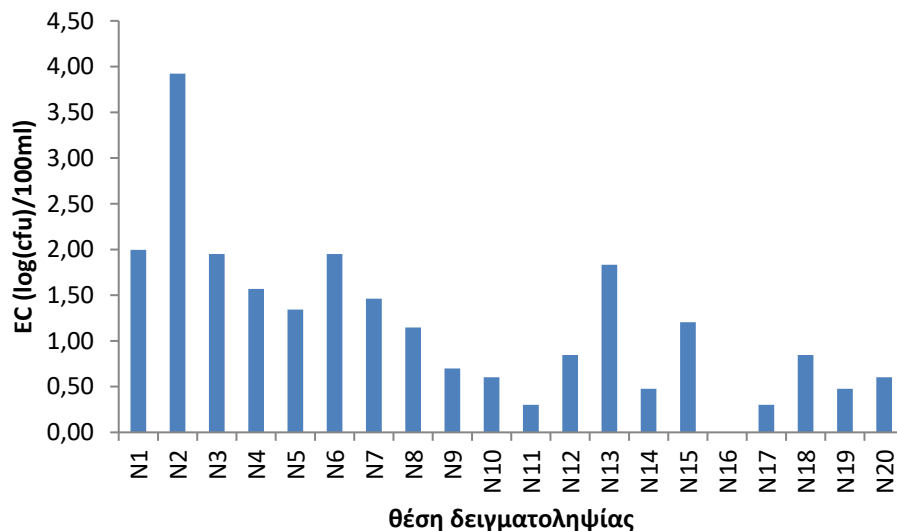
*Προσδιορίζεται από το μέσο όρο των λογαρίθμων των εκτιμώμενων αποικιών,

Η μέγιστη τιμή των ολικών κολοβακτηριδίων είναι 17.913 cfu/100mL ενώ υπήρξαν θέσεις στις οποίες δεν ανιχνεύθηκαν ολικά κολοβακτηρίδια. Κατά μέσο όρο καταγράφονται 51 cfu/100 mL. Στο Σχήμα 9 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της εκτιμώμενης τιμής του δεκαδικού λογάριθμου των ολικών κολοβακτηριδίων στην περιοχή έρευνας. Διαπιστώνεται, συνεπώς, ότι οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εμφανίστηκαν στις θέσεις N1, N2, N3, και N6, δηλαδή στο τμήμα ακτής Κονδύλης και ακτής Μιαούλη.



Σχήμα 9: Χωρική κατανομή της συγκέντρωσης ολικών κολοβακτηριδίων στην περιοχή έρευνας

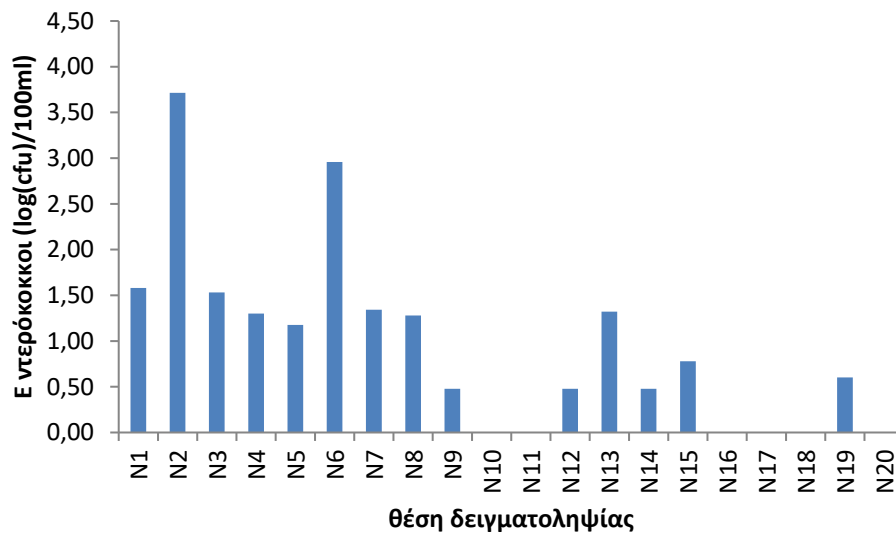
Εκτός των ανωτέρω στις ίδιες θέσεις δειγματοληψίας προσδιορίστηκε η παρουσία των *E. coli*. Στο Σχήμα 10 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των δεκαδικών λογαρίθμων της συγκέντρωσης των *E. coli*, η οποία κατά μέσο όρο είναι της τάξης των 15 cfu/100 ml. Με βάση τα αποτελέσματα, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εμφανίστηκαν, όπως και στην περίπτωση των ολικών κολοβακτηριδίων, στις θέσεις N1, N2, N3, και N6.



Σχήμα 10: Χωρική κατανομή της συγκέντρωσης E-Coli στην περιοχή έρευνας

Για την εκτίμηση της μικροβιολογικής επιβάρυνσης προσδιορίστηκε τέλος η συγκέντρωση εντερόκοκκων σε διάφορες θέσεις της θαλάσσιας περιοχής αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε. Κατά μέσο όρο η συγκέντρωση κυμαίνεται στα επίπεδα των 10 cfu/100mL.

Η χωρική κατανομή των συγκεντρώσεων των εντερόκοκκων παρουσιάζεται στο Σχήμα 11.



Σχήμα 11: Χωρική κατανομή της συγκέντρωσης εντερόκοκκων στην περιοχή έρευνας

Εάν οι τιμές των μικροβιολογικών παραμέτρων που μετρήθηκαν συγκριθούν με τις οριακές τιμές της Οδηγίας 2006/7/ΕΕ για τα νερά κολύμβησης προκύπτει ότι τα ύδατα του πεδίου έρευνας χαρακτηρίζονται, με ελάχιστες εξαιρέσεις, ως ύδατα κολύμβησης 'εξαιρετικής ποιότητας'.

4.6 Οργανικοί ρύποι

Οι συγκεντρώσεις των πετρελαϊκών υδρογονανθράκων ήταν και στα είκοσι σημεία δειγματοληψίας χαμηλές και σε καμμία περίπτωση δεν υπερέβησαν τα 2 mg/L. Εκτός των ανωτέρω πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές αναλύσεις σε τέσσερις θέσεις δειγματοληψίας (μία στον επιβατικό τομέα, μία στον εμπορικό τομέα και δύο στην ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη) για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του τρυβουτυλοκασσίτερου (TBT). Οι αναλύσεις αυτές αναμένεται να ολοκληρωθούν στο προσεχές διάστημα και τα αποτελέσματα θα συμπεριληφθούν στην δεύτερη τεχνική έκθεση του προγράμματος.

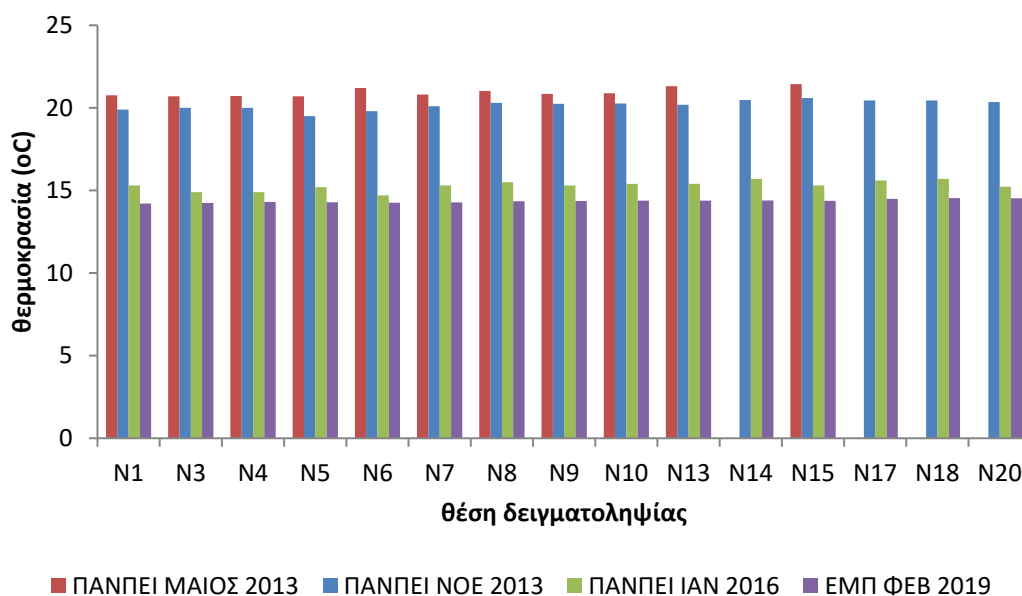
4.7 Συναξιολόγηση των αποτελεσμάτων και σύγκριση με μετρήσεις παλιότερων προγραμμάτων

Στην παρούσα ενότητα γίνεται μία συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της πρώτης δειγματοληψίας (20/2/2019) με τα αποτελέσματα παλαιότερων προγραμμάτων παρακολούθησης της ποιότητας των υδάτων της περιοχής αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε. Για τις ανάγκες του παρόντος η σύγκριση πραγματοποιείται με βάση τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε αντίστοιχες θέσεις την περίοδο 2013-2015 στο πλαίσιο του προγράμματος 'Πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης των υδάτων για τον Οργανισμό Λιμένος Πειραιά (ΟΛΠ Α.Ε.)' που υλοποιήθηκε από το Εργαστήριο Θαλασσιών Επιστημών του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών (Πανεπιστήμιο Πειραιά).

4.7.1 Γενικές φυσικοχημικές παράμετροι

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία οι φυσικοχημικές παράμετροι που αναλύθηκαν σε παλαιότερα προγράμματα παρακολούθησης είναι η θερμοκρασία, το pH, η αλατότητα, η αγωγιμότητα, τα ολικά διαλυμένα στερεά (TDS), το διαλυμένο οξυγόνο (DO), και η θολότητα (NTU).

Στο Σχήμα 12 παρουσιάζεται η θερμοκρασιακή κατανομή της υδάτινης στήλης στις διάφορες περιόδους δειγματοληψιών 2013-2019.



Σχήμα 12: Χρονική και χωρική μεταβολή της θερμοκρασίας στη περιοχή έρευνας.

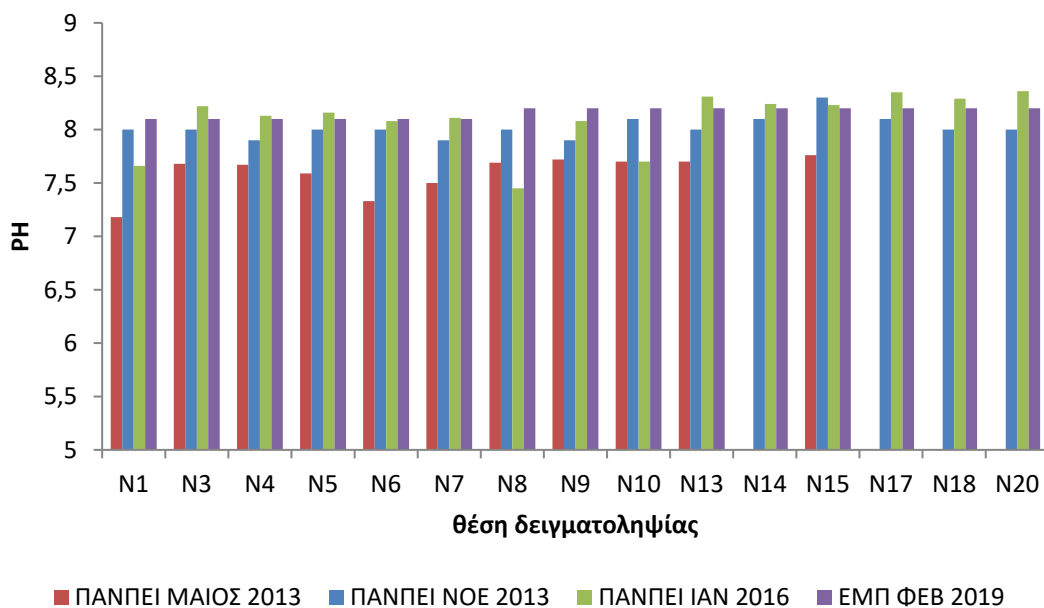
Όπως φαίνεται στο Σχήμα 12 κατά τους θερινούς μήνες έχουν καταγραφεί θερμοκρασίες της τάξης των 20-21°C, ενώ κατά την περίοδο του χειμώνα οι

Θερμοκρασίες είναι σαφώς χαμηλότερες (της τάξης των 14-15°C), τιμές αναμενόμενες για τους μήνες που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις. Οι τιμές της θερμοκρασίας που μετρήθηκε στην τελευταία δειγματοληψία το Φεβρουαρίου 2019 είναι συγκρίσιμες με τις αντίστοιχες τιμές που καταγράφηκαν τον Ιανουάριο του 2016.

Η αλατότητα κυμαίνεται εντός των αναμενόμενων ορίων στις εξεταζόμενες περιόδους δειγματοληψιών με εύρος 36,1-39,8 ppt και κατά μέσο όρο 38,3ppt με μικρή διακύμανση 0,76 ppt, τιμές γενικά αναμενόμενες για την γεωγραφική περιοχή χωρίς να εμφανίζεται κάποια ιδιαίτερη διαφοροποίηση εντός και εκτός του επιβατικού λιμένα.

Αντίστοιχα η αγωγιμότητα παρουσιάζει τιμές αναμενόμενες για θαλασσινό νερό με εύρος 54,1-58,8 mS/cm, με μέσο όρο 56,9 mS/cm και διακύμανση 1,1 mS/cm. Αντίστοιχα με την αλατότητα και η αγωγιμότητα δεν εμφανίζει αξιόλογη διαφοροποίηση μεταξύ των τομέων του λιμένα και της ευρύτερης θαλάσσιας περιοχής ευθύνης του ΟΛΠ Α.Ε. Με βάση τα ανωτέρω, τα αποτελέσματα των μετρήσεων αγωγιμότητας και αλατότητας της τελευταίας δειγματοληψίας (Φεβρουάριος 2019) είναι συγκρίσιμα των μετρήσεων των παλαιότερων προγραμμάτων παρακολούθησης.

Στο Σχήμα 13 παρουσιάζεται η μεταβολή του pH για τις διάφορες περιόδους μετρήσεων (2013-2019) στις επί μέρους θέσεις δειγματοληψίας όπου υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα.

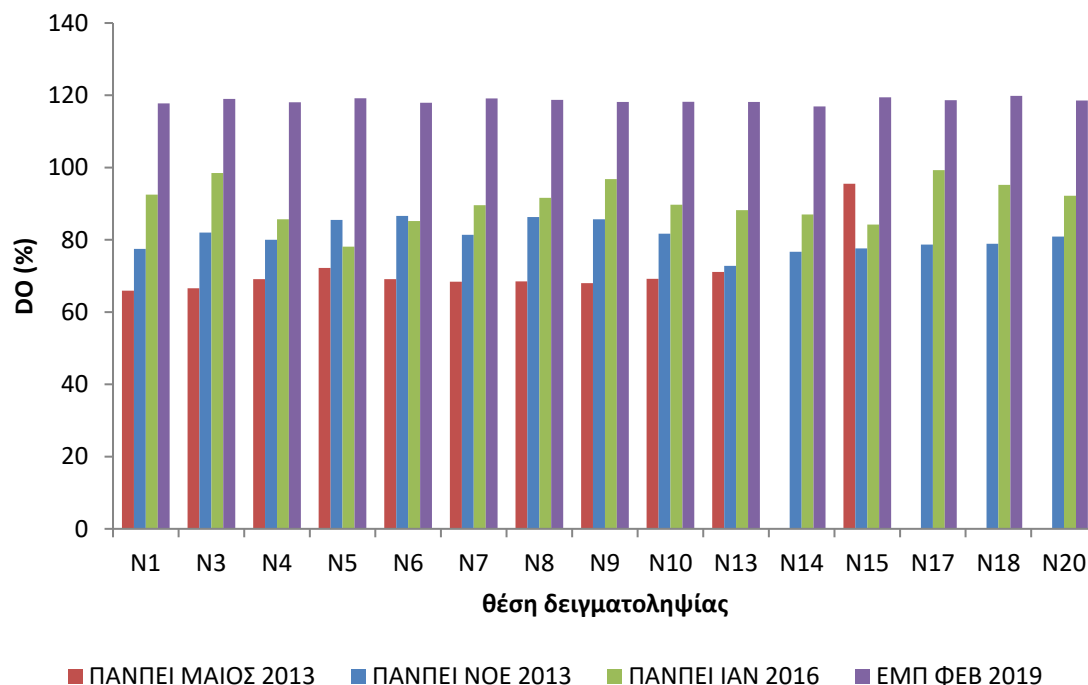


Σχήμα 33: Χρονική και χωρική διακύμανση του pH στη περιοχή έρευνας

Το pH του θαλασσινού νερού κυμαίνεται στις συνήθεις τιμές (της τάξης του 8) για το σύνολο των εξεταζόμενων ετών και των επιμέρους θέσεων δειγματοληψίας. Οι χαμηλότερες τιμές καταγράφηκαν τον Μάιο του 2013 όπου κατά μέσο όρο το pH κυμάνθηκε στο 7,6 ενώ στις τελευταίες δειγματοληψίες σταθεροποιείται όπως αναφέρθηκε στα επίπεδα του 8,0.

Σε αντίθεση με τα ανωτέρω, οι συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου που μετρήθηκαν στο πλαίσιο του παρόντος έργου είναι σε όλες τις θέσεις αρκετά υψηλότερες από τις αντίστοιχες των παλαιότερων μετρήσεων. Επισημαίνεται ότι σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας το διαλυμένο οξυγόνο παρουσιάζει τιμές που αντιστοιχούν σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 100% της συγκέντρωσης κορεσμού, σε αντιδιαστολή με πολύ χαμηλότερες τιμές τον Μάιο του 2013 (60-70% της συγκέντρωσης κορεσμού για τις περισσότερες θέσεις).

Στο Σχήμα 14 παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου (ως ποσοστό επί της συγκέντρωσης κορεσμού) για την θαλάσσια περιοχή έρευνας στο διάστημα Μάιος 2013 – Φεβρουάριος 2019.

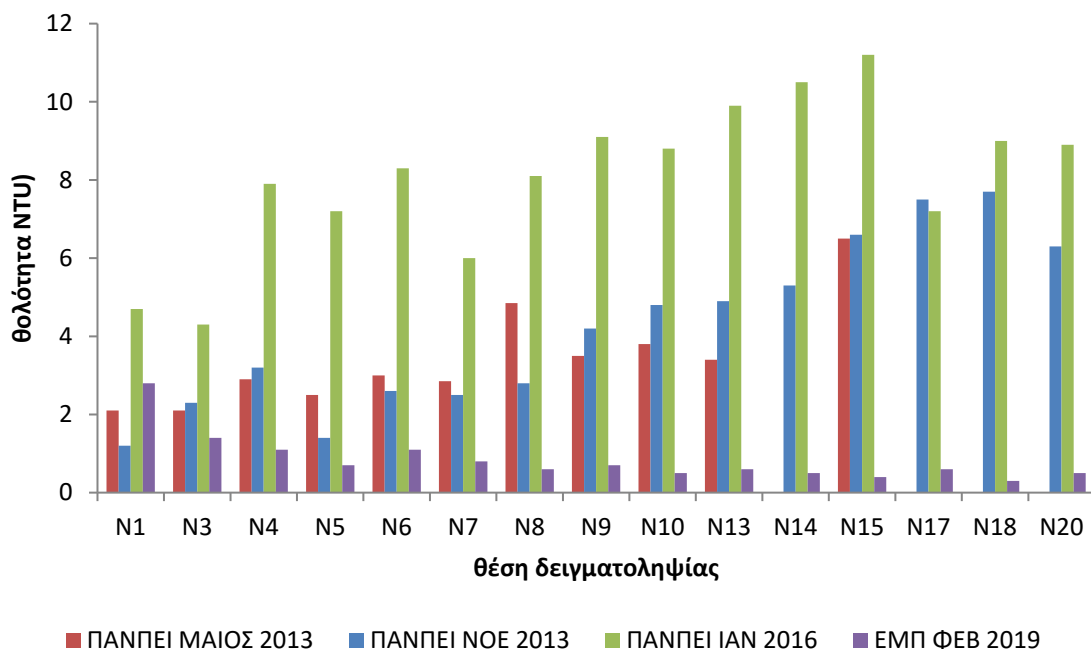


Σχήμα 4: Χρονική και χωρική διακύμανση του διαλυμένου οξυγόνου (%) στη περιοχή έρευνας

Τους θερμότερους μήνες το διαλυμένο οξυγόνο κυμάνθηκε μεταξύ 66%-95% με μέσο όρο 77%, με το 61% των μετρήσεων να είναι μικρότερο από 80%. Αντίθετα τους

ψυχρότερους μήνες Ιανουαρίου 2016 και Φεβρουαρίου 2019 το διαλυμένο οξυγόνο διατηρήθηκε σε αυξημένα επίπεδα κατά μέσο όρο 104% με ελάχιστη τιμή 78% σε μία μόνο θέση στην περιοχή της N5, ενώ το 97% των περιπτώσεων ξεπέρασε το 80%. Με βάση τα ανωτέρω διαπιστώνεται επομένως μία εποχιακή διακύμανση των συγκεντρώσεων του διαλυμένου οξυγόνου με χαμηλότερες τιμές κατά την θερινή περίοδο (οι οποίες πιθανότατα σχετίζονται με την αύξηση της κίνησης στον λιμένα) και υψηλότερες τιμές κατά τη χειμερινή περίοδο.

Στο Σχήμα 15 παρουσιάζονται οι τιμές της θολότητας για το διάστημα 2013-2019. Από τα αποτελέσματα γίνεται σαφές ότι η θολότητα σε όλες τις θέσεις του πεδίου έρευνας είναι υποπολλαπλάσιες των αντίστοιχων τιμών προγενέστερων μετρήσεων. Ιδιαίτερα σε σχέση με την περίοδο Ιανουαρίου 2016 η μείωση είναι ιδιαίτερα υψηλή. Κατά μέσο όρο τον Ιανουάριο του 2016 η θολότητα κυμαινόταν στα επίπεδα του 8,1 NTU ενώ τον Φεβρουάριο του 2019 κατά μέσο όρο οι τιμές θολότητας κυμάνθηκαν στα επίπεδα του 0,84 NTU με μικρότερα ποσοστά μείωσης της τάξης 40% και 67% στην ακτή Κονδύλη (θέσεις N1 και N3), ενώ σε όλες τις υπόλοιπες θέσεις τα ποσοστά μείωσης κυμάνθηκαν στα επίπεδα 86%-97%.



Σχήμα 55: Χρονική και χωρική διακύμανση της θολότητας στη περιοχή έρευνας

Σε αντίθεση με τα ανωτέρω, αυξημένες είναι οι τιμές των ολικών διαλυμένων στερεών σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας (33 g/L) σε σχέση με τις παλαιότερες μετρήσεις στις

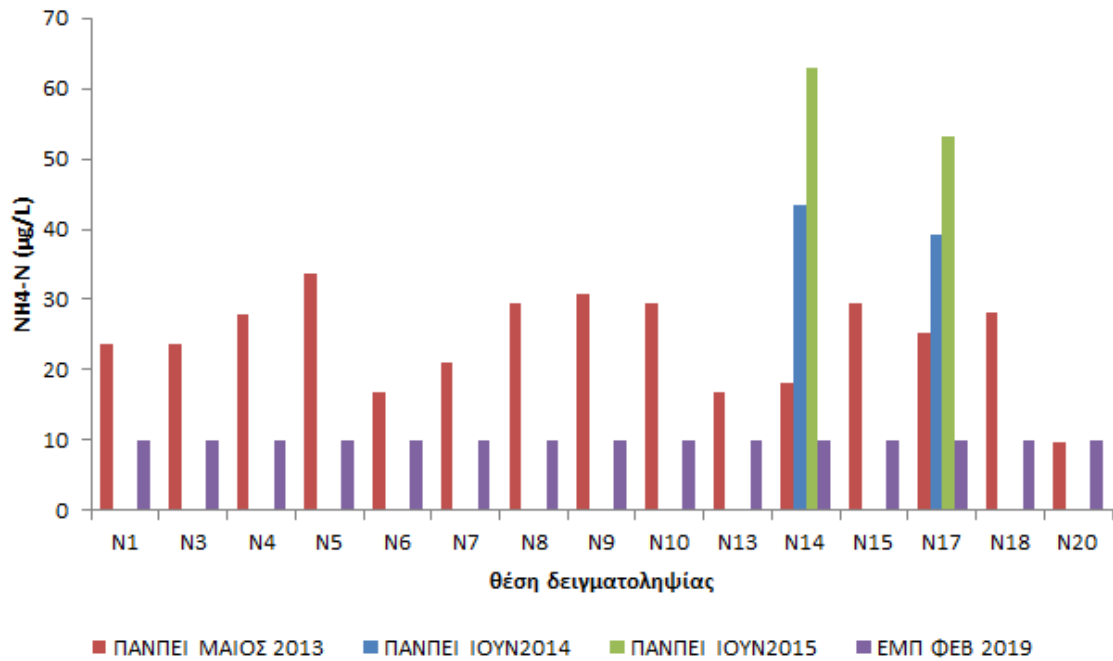
οποίες το 86% των τιμών κυμαίνονται μεταξύ 10-30 g/L, ενώ μόνο το 14% των δειγμάτων εμφάνισαν αυξημένες τιμές (μεταξύ 30-38 g/L).

4.7.2 Θρεπτικά

Τα διαθέσιμα στοιχεία για την περίπτωση των ιόντων του φωσφόρου (PO_4) και του αζώτου ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$) καλύπτουν κυρίως τον Μάιο του 2013 στις αντίστοιχες περιοχές των νέων θέσεων δειγματοληψίας και 2 θέσεις τον Ιούνιο 2014 και Ιούνιο 2015.

Τα φωσφορικά ιόντα τον Μάιο του 2013 εντός του επιβατικού λιμένα κατά μέσο όρο ήταν της τάξης του 72 $\mu\text{g/L}$, με τυπική απόκλιση 36 $\mu\text{g/L}$. Η μέγιστη τιμή 141 $\mu\text{g/L}$ εμφανίστηκε στην θέση N8 που αντιστοιχεί στις δεξαμενές Βασιλειάδη, ενώ το 45% των μετρήσεων ήταν κάτω από 60 $\mu\text{g/L}$. Τον Φεβρουάριο του 2019 οι τιμές των φωσφορικών ιόντων κυμάνθηκαν σε όλες τις θέσεις κάτω από 60 $\mu\text{g/L}$, εκτός του σημείου N6 (ακτή Μιαούλη) όπου καταγράφηκε η υψηλότερη τιμή 110 $\mu\text{g/L}$. Στον εμπορικό λιμένα τον Μάιο του 2013 κατά μέσο όρο οι τιμές των φωσφορικών ιόντων ήταν 81 $\mu\text{g/L}$ με τυπική απόκλιση 13 $\mu\text{g/L}$, αυξημένες σε σχέση με την τελευταία δειγματοληψία όπου σε όλες τις θέσεις κυμάνθηκαν κάτω από 60 $\mu\text{g/L}$. Τέλος στην ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη τόσο στην δειγματοληψία του 2013 όσο και στην τελευταία εμφανίστηκαν αυξημένες τιμές φωσφορικών στα επίπεδα των 90 $\mu\text{g/L}$ με διαφοροποίηση από θέση σε θέση με μέγιστη στην θέση N18.

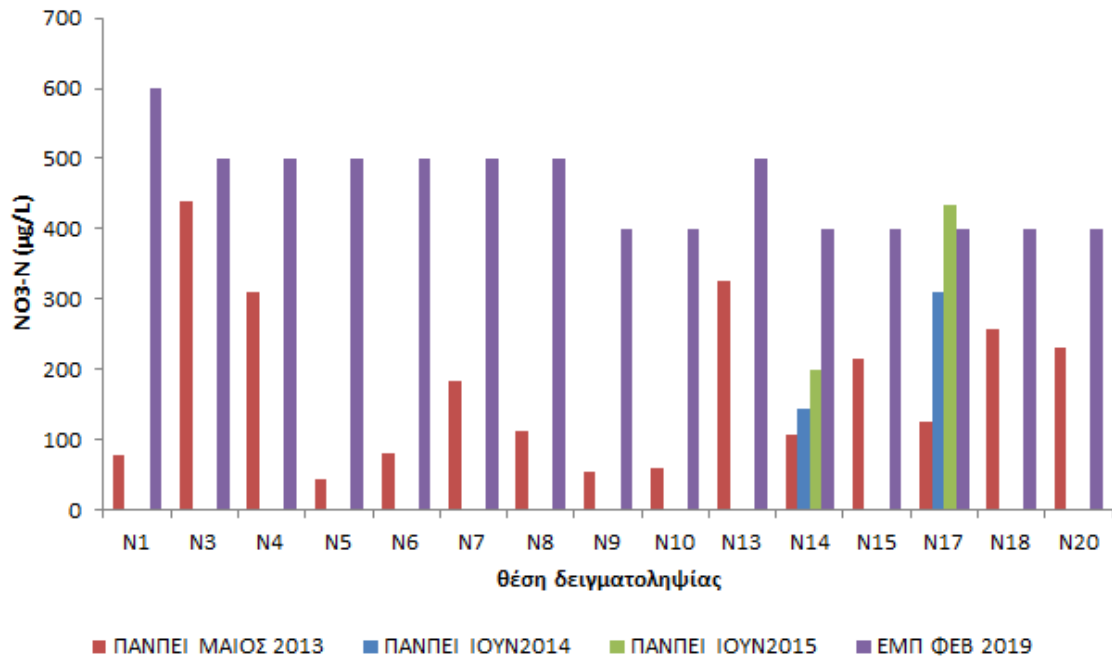
Χαμηλότερες είναι και οι μετρήσεις του αμμωνιακού αζώτου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στο σύνολο των εξεταζόμενων θέσεων οι τιμές των αμμωνιακών ιόντων είναι χαμηλότερες από 10 $\mu\text{g/L}$, τιμές οι οποίες υπολείπονται των αντίστοιχων παλαιότερων προγραμμάτων παρακολούθησης (στα οποία ιόντα αμμωνιακού αζώτου κυμαίνονταν μεταξύ 10-63 $\mu\text{g/L}$ με μέση τιμή τα 29 $\mu\text{g/L}$). Δεδομένου ότι οι προηγούμενες αναλύσεις έχουν πραγματοποιηθεί σε δείγματα τα οποία συλλέχθηκαν σε θερμότερους μήνες αναμένεται τα αποτελέσματα από την δειγματοληψία του Ιουνίου να είναι περισσότερο αντιπροσωπευτικά για την σύγκριση αυτή. Στο Σχήμα 16 εμφανίζεται η χωρική και χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων του αμμωνιακού αζώτου.



Σχήμα 66: Χρονική και χωρική διακύμανση του αμμωνιακού αζώτου στη περιοχή έρευνας

Το εύρος των συγκεντρώσεων του νιτρώδους αζώτου δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη μεταβολή μεταξύ της δειγματοληψίας του Μαΐου 2013 και της πρόσφατης δειγματοληψίας του Φεβρουαρίου 2019. Πιο συγκεκριμένα, στην τελευταία δειγματοληψία οι συγκεντρώσεις σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας κυμαίνονται από χαμηλότερες από 5 µg/L έως 10 µg/L με εξαίρεση την θέση N15 στην οποία μετρήθηκε συκέντρωση νιτρώδους αζώτου ίση με 20 µg/L. Οι αντίστοιχες τιμές τον Μαΐο του 2013 ήταν κατά μέσο όρο 3 µg/L στον επιβατικό λιμένα και 7 µg/L στην εμπορική και ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη.

Στο Σχήμα 17 παρουσιάζεται η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων του νιτρικού αζώτου σε διάφορες θέσεις του λιμένος Πειραιά.



Σχήμα 17: Χρονική και χωρική διακύμανση του νιτρικού αζώτου στη περιοχή έρευνας

Οι συγκεντρώσεις του νιτρικού αζώτου κυμαίνονται σε όλο το πεδίο μεταξύ 400 – 600 µg/L με εξαίρεση τη θέση N2 στην οποία καταγράφηκε συγκέντρωση νιτρικών ίση με 1000 µg/L. Επισημαίνεται ότι σε παλαιότερες μετρήσεις τα νιτρικά εμφάνιζαν μεγαλύτερη διακύμανση στο πεδίο δειγματοληψίας. Σε σχέση με με αποτελέσματα παλαιότερων μετρήσεων (της περιόδου 2013-2015), οι τιμές της τελευταίας δειγματοληψίας είναι μεγαλύτερες. Αξίζει να αναφερθεί ότι στις θέσεις N14 και N17 παρουσιάζεται μία αυξητική τάση η οποία θα επαναξιολογηθεί μετά και από τα αποτελέσματα της επόμενης δειγματοληψίας.

4.7.3 Βαρέα μέταλλα

Οι μετρήσεις των βαρέων μετάλλων παλαιότερων προγραμμάτων παρακολούθησης αφορούν στο νικέλιο, στον μόλυβδο, στον χαλκό, στον σίδηρο, στο χρώμιο και στον ψευδάργυρο. Στην παρούσα εργασία εκτός των ανωτέρω βαρέων μετάλλων μετρήθηκαν σε όλα τα θαλάσσια δείγματα οι συγκεντρώσεις και του καδμίου, του υδραργύρου και του αρσενικού.

Λόγω του μικρού αριθμού των θέσεων η σύγκριση των συγκεντρώσεων των βαρέων μετάλλων γίνεται για τους τρεις τομείς του πεδίου χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα προηγούμενων προγραμμάτων παρακολούθησης για την περίοδο 2010-2015 (Πίνακας 15).

Πίνακας 15: Στατιστικά στοιχεία βαρέων μετάλλων παλαιότερων ετών παρακολούθησης ποιότητας υδάτων 2010-2015

Παράμετρος	Θέση	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Ni (µg/L)	Σύνολο λιμένος Πειραιώς	0,08	1,5	0,52	0,35
	Επιβατικός λιμένας	0,08	1,0	0,47	0,32
	Εμπορικός λιμένας	0,10	1,5	0,56	0,45
	Ναυπηγο/στική ζώνη	0,20	0,90	0,52	0,24
Pb (µg/L)	Σύνολο λιμένος Πειραιώς	0,2	12,5	1,9	2,4
	Επιβατικός λιμένας	0,2	12,5	2,1	3,4
	Εμπορικός λιμένας	0,3	3,5	1,5	1,0
	Ναυπηγο/στική ζώνη	0,4	6,7	2,2	2,2
Cu (µg/L)	Σύνολο λιμένος Πειραιώς	0,03	11	1,2	1,9
	Επιβατικός λιμένας	0,03	1,7	0,5	0,5
	Εμπορικός λιμένας	0,3	11	1,8	2,6
	Ναυπηγο/στική ζώνη	0,1	2,4	1,1	1,1
Fe (µg/L)	Σύνολο λιμένος Πειραιώς	14,5	500	138	113
	Επιβατικός λιμένας	26	235	101	63
	Εμπορικός λιμένας	20,2	342	167	115
	Ναυπηγο/στική ζώνη	14,5	500	155	167
Cr (µg/L)	Σύνολο λιμένος Πειραιώς	0,10	6,0	1,4	1,5

	Επιβατικός λιμένας	0,10	6,0	1,8	2,2
	Εμπορικός λιμένας	0,30	3,7	1,4	1,3
	Ναυπηγο/στική ζώνη	0,20	3,1	1,1	1,1
Zn (µg/L)	Σύνολο λιμένος Πειραιώς	0,20	12	4,6	2,9
	Επιβατικός λιμένας	1,2	12	5,1	3,4
	Εμπορικός λιμένας	0,20	12	4,4	2,8
	Ναυπηγο/στική ζώνη	1,9	9,4	4,2	2,4

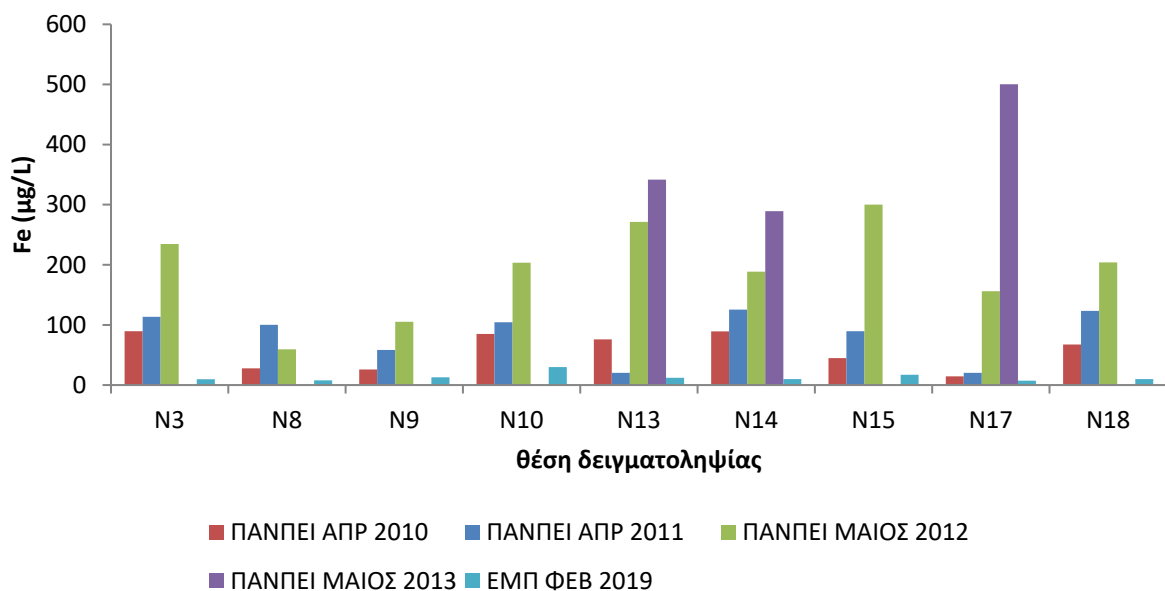
Οι συγκεντρώσεις του νικελίου σε παλαιότερες δειγματοληψίες κυμαίνονται κατά κανόνα μεταξύ 0,08 – 1,5 µg/L. Στην παρούσα πρώτη δειγματοληψία (Φεβρουάριος 2019) μετρήθηκαν τιμές μικρότερες των 2 µg/L επαληθεύοντας ουσιαστικά τα προηγούμενα ευρήματα. Εξαίρεση αποτελεί η θέση N10 στην οποία καταγράφηκε συγκέντρωση νικελίου ίση με 29 µg/L, που είναι πολύ μεγαλύτερη από παλαιότερες μετρήσεις στην ίδια περιοχή οι οποίες δεν ξεπερνούσαν τα 0,5 µg/L. Το γεγονός αυτό, στον βαθμό που επαληθευτεί και στα αποτελέσματα της δεύτερης δειγματοληψίας, χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Αξίζει, ωστόσο, να αναφερθεί ότι η συγκέντρωση του νικελίου στα ιζήματα της θέσης N10' (η πλησιέστερη στη θέση N10) ήταν χαμηλότερη από τις υπόλοιπες θέσεις.

Οι συγκεντρώσεις μολύβδου σε παλαιότερες μετρήσεις κυμαίνονται μεταξύ 0,2-12,5 µg/L (με τις υψηλότερες τιμές να καταγράφονται στον επιβατικό τομέα). Στην πρόσφατη δειγματοληψία δεν καταγράφηκαν σε καμία θέση υψηλές συγκεντρώσεις μολύβδου, με τις τιμές του να είναι συστηματικά σε όλες τις θέσεις μικρότερες από 2 µg/L.

Συγκρίσιμες είναι και οι συγκεντρώσεις χαλκού μεταξύ της πρόσφατης δειγματοληψίας και παλαιότερων δειγματοληψιών, με τιμές συστηματικά χαμηλότερες από τα 3 µg/L. Το ίδιο ισχύει και με τις συγκεντρώσεις χρωμίου και ψευδαργύρου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στα θαλάσσια δείγματα του Φεβρουαρίου 2019 μετρήθηκαν συγκεντρώσεις χρωμίου μικρότερες από 2 µg/L σε όλες τις θέσεις, τιμές που είναι απόλυτα συγκρίσιμες

με αντίστοιχες παλαιότερων μετρήσεων (μέση τιμή της τάξης του 1,5 $\mu\text{g/L}$) και στους τρεις τομείς του λιμένος Πειραιώς.

Στο Σχήμα 18 γίνεται μία συγκριτική αξιολόγηση των συγκεντρώσεων σιδήρου εντός και εκτός του επιβατικού λιμένα. Από τις παλαιότερες μετρήσεις προκύπτει ότι μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης υψηλών συγκεντρώσεων σιδήρου εμφανίζονται στον εμπορικό λιμένα (N13, N14, N15) και στην ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη (N17), ενώ στην τελευταία δειγματοληψία οι τιμές κυμάνθηκαν κατά μια τάξη μεγέθους χαμηλότερα χωρίς εμφανή διαφοροποίηση μεταξύ των διαφόρων τομέων της θαλάσσιας περιοχής αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε.



Σχήμα 18: Χρονική και χωρική διακύμανση της συγκέντρωσης σιδήρου στη περιοχή έρευνας

4.7.4 Μικροβιολογικές παράμετροι

Στον Πίνακα 16 παρουσιάζονται τα κύρια στατιστικά στοιχεία των αποτελεσμάτων μέτρησης των μικροβιολογικών παραμέτρων παλαιότερων προγραμμάτων παρακολούθησης της ποιότητας του λιμένος Πειραιώς.

Πίνακας 16: Στατιστικά στοιχεία μικροβιολογικών παραμέτρων παλαιότερων ετών (2013-2016)

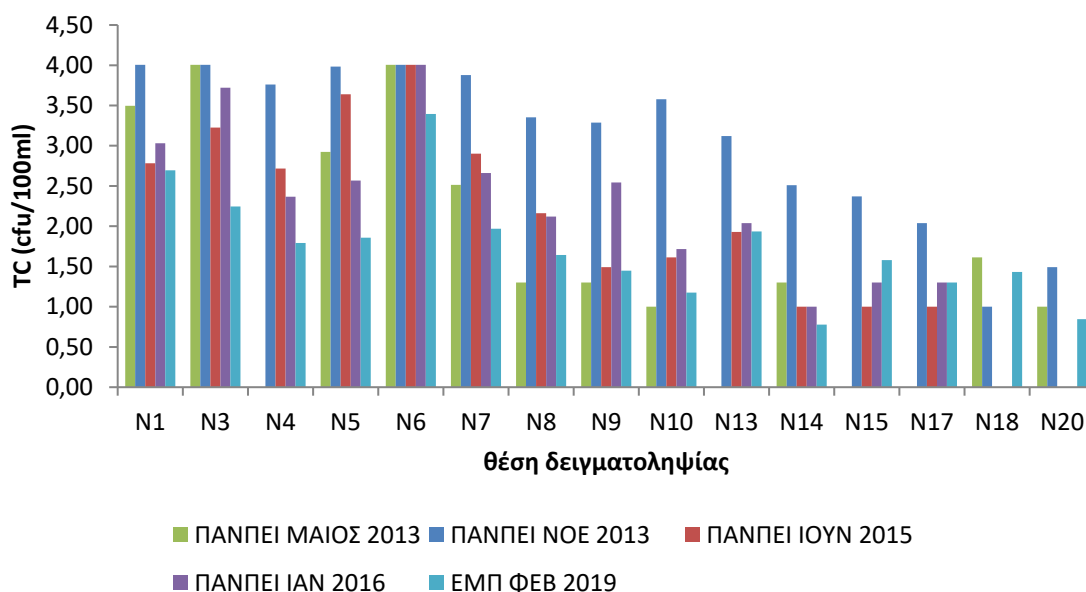
Παράμετρος	Θέση	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέσος όρος*	Τυπική απόκλιση
TC (cfu/100mL)	Επιβατικός λιμένας	10	10112	916	9
	Εμπορικός λιμένας	1	1317	40	8
	Ναυπηγο/στική ζώνη	1	109	6	6
EC (cfu/100mL)	Επιβατικός λιμένας	1	10112	114	19
	Εμπορικός λιμένας	1	197	14	7
	Ναυπηγο/στική ζώνη	<1	20	2	3
Εντερόκοκκοι (cfu/100mL)	Επιβατικός λιμένας	1	10112	83	21
	Εμπορικός λιμένας	1	226	7	9
	Ναυπηγο/στική ζώνη	0	31	2	4

*Προσδιορίζεται από το μέσο όρο των λογαρίθμων των εκτιμώμενων αποικιών

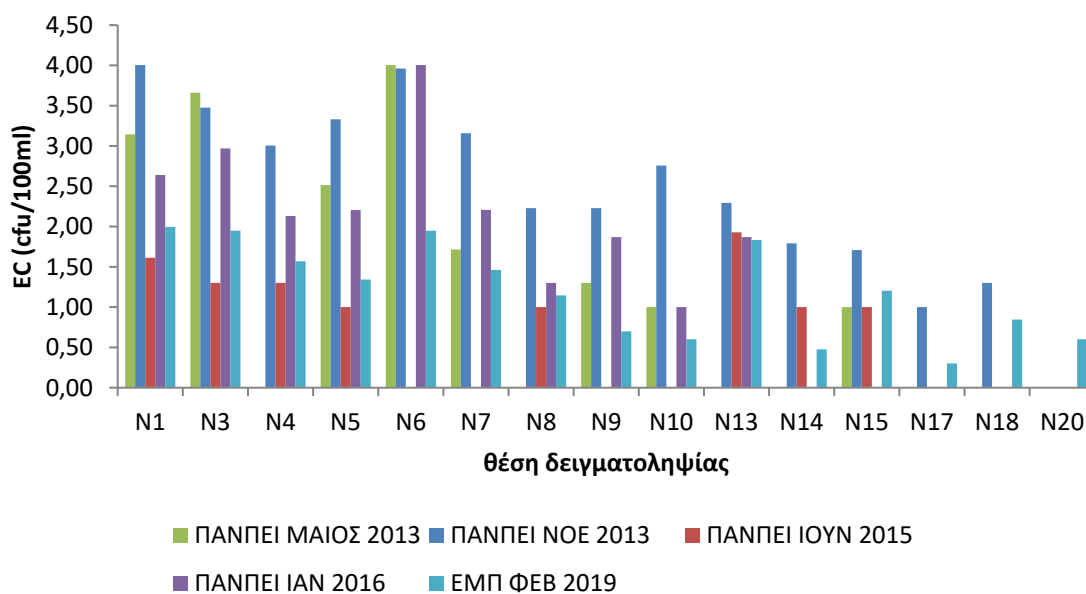
Με βάση τις παλαιότερες μετρήσεις γίνεται φανερό ότι η παρουσία των μικροβιολογικών παραμέτρων (ολικά κολοβακτηρίδια, *E. coli* και εντερόκοκκοι) είναι αυξημένη στον επιβατικό λιμένα, ενώ ελαττώνονται σημαντικά στον εμπορικό λιμένα και στην Ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη. Οι μέγιστες τιμές που έχουν καταγραφεί εξωτερικά του επιβατικού λιμένα είναι δύο τάξεις μικρότερες από εκείνες των τομέων II και III της θαλάσσιας περιοχής αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε.

Σε αντιστοιχία με τα παραπάνω και στην δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2019 οι μεγαλύτερες τιμές των μικροβιολογικών παραμέτρων καταγράφονται εντός του επιβατικού τομέα.

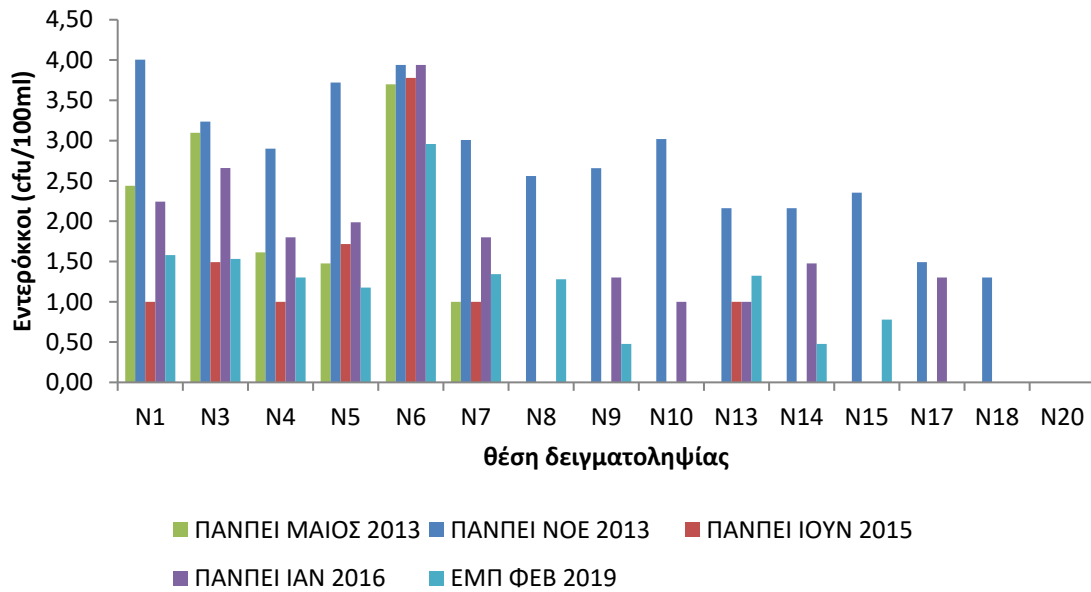
Στα Σχήματα 19-21 παρουσιάζεται η χωρική και χρονική μεταβολή των δεκαδικών λογαρίθμων της συγκέντρωσης των ολικών κολοβακτηριδίων *E. Coli* και εντερόκοκκων.



Σχήμα 79: Χρονική και χωρική διακύμανση της συγκέντρωσης ολικών κολοβακτηριδίων στη περιοχή έρευνας



Σχήμα 20: Χρονική και χωρική διακύμανση της συγκέντρωσης των *E.coli* στη περιοχή έρευνας



Σχήμα 21: Χρονική και χωρική διακύμανση της συγκέντρωσης των εντερόκοκκων στη περιοχή έρευνας

Από τη συγκριτική αξιολόγηση της χρονικής εξέλιξης της παρουσίας των μικροβιολογικών παραμέτρων διαπιστώνεται ότι οι τιμές που μετρήθηκαν στην τελευταία δειγματοληψία είναι συγκρίσιμες και σε αρκετές θέσεις μικρότερες από τις αντίστοιχες παλαιότερων προγραμμάτων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αντικείμενο της παρούσας έκθεσης είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν σε είκοσι θαλάσσια δείγματα στην περιοχή αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε. και η σύγκρισή τους με αποτελέσματα αντίστοιχων μετρήσεων που έχουν πραγματοποιηθεί στην ίδια θαλάσσια περιοχή κατά το πρόσφατο παρελθόν (περίοδος 2013-2016).

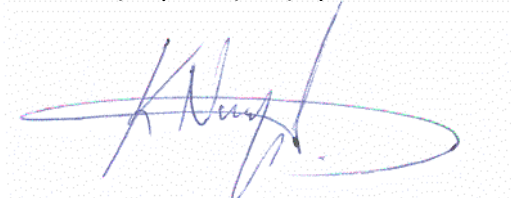
Τα κυριότερα συμπεράσματα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Η θερμοκρασία, η αλατότητα, η αγωγιμότητα, τα ολικά διαλυμένα στερεά και το pH κυμαίνονται σε κανονικά επίπεδα για την περιοχή χωρίς να παρουσιάζουν έντονες διαφοροποιήσεις στον επιβατικό λιμένα, στον εμπορικό λιμένα και στην ευρύτερη ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη. Οι τιμές που καταγράφονται στην τελευταία δειγματοληψία είναι συγκρίσιμες με τις αντίστοιχες παλαιότερων προγραμμάτων παρακολούθησης.
- Οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου σε όλο το θαλάσσιο πεδίο είναι πολύ ικανοποιητικές καταδεικνύοντας ότι υπάρχει επάρκεια οξυγόνου στην υδάτινη στήλη για την υποστήριξη της ανάπτυξης των υδρόβιων οργανισμών. Οι υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου υποδηλώνουν ότι ο λιμένας αποτελεί αποδέκτη πηγών οργανικής ρύπανσης χαμηλής έντασης τουλάχιστον για την χειμερινή περίοδο.
- Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών, με εξαίρεση τα νιτρικά, είναι συγκρίσιμες με αντίστοιχες μετρήσεις σε άλλες θαλάσσιες περιοχές (Στρυμονικός κόλπος, κόλπος της Καβάλας). Οι συγκεντρώσεις του νιτρικού αζώτου είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες παλαιότερων προγραμμάτων παρακολούθησης και υπερβαίνουν την οριακή τιμή που χρησιμοποιήθηκε για την ταξινόμηση της ποιοτικής κατάστασης των παράκτιων υδάτινων σωμάτων στο πλαίσιο κατάρτισης των Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων της χώρας (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013). Δεν ισχύει το ίδιο για τις τιμές του αμμωνιακού αζώτου, του νιτρώδους αζώτου και των φωσφορικών οι οποίες είναι συγκρίσιμες και σε ορισμένες περιπτώσεις (κυρίως για το αμμωνιακό άζωτο) μικρότερες από τιμές παλαιότερων προγραμμάτων παρακολούθησης.

- Οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων είναι χαμηλότερες από το όριο ποσοτικού προσδιορισμού των αναλυτικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για όλα τα μέταλλα και θέσεις δειγματοληψίας με εξαίρεση την παρουσία μίας υψηλής συγκέντρωσης νικελίου στη θέση N10. Το γεγονός αυτό θα επαναξιολογηθεί στο πλαίσιο της επόμενης δειγματοληψίας. Σε αντίθεση με τα ανωτέρω οι συγκεντρώσεις του σιδήρου είναι αυξημένες σε σχέση με αντίστοιχες τιμές σε άλλους κόλπους του Ελληνικού χώρου (π.χ. Πατραϊκό κόλπο) χωρίς όμως να παρουσιάζουν κάποια έντονη χωρική μεταβολή.
- Οι συγκεντρώσεις των ολικών κολοβακτηριδίων, των *E.coli* και των εντερόκοκκων είναι κατά κανόνα χαμηλές (μικρότερες από αντίστοιχες παλαιότερων μετρήσεων) τόσο στον επιβατικό και εμπορικό τομέα όσο και στην ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη, γεγονός που επιβεβαιώνει την απουσία αξιόλογων πηγών οργανικής ρύπανσης τουλάχιστον κατά την χειμερινή περίοδο.

Τα ανωτέρω αποτελέσματα επιβεβαιώνουν σε μεγάλο βαθμό τα ευρήματα παλαιότερης έκθεσης του Εργαστηρίου Υγειονομικής Τεχνολογίας (ΕΥΤ, 2014) σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υδάτων του λιμένα Πειραιώς. Επισημαίνεται ότι τα τελικά συμπεράσματα θα προκύψουν μετά την ολοκλήρωση της δεύτερης δειγματοληψίας του προγράμματος η οποία θα επιτρέψει την αξιολόγηση της ποιοτικής κατάστασης των υδάτων του λιμένος Πειραιώς κατά την περίοδο της έντονης δραστηριότητας (θερινή περίοδος).

Για την ερευνητική ομάδα



Κωνσταντίνος Νουτσόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ
Επιστημονικός υπεύθυνος έργου

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ειδική Γραμματεία Υδάτων/ΥΠΕΚΑ (2013). Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής (GR07).
- Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας (2014) «Παροχή υπηρεσιών συμβούλου για την υποβοήθηση του ΟΛΠ στην παρακολούθηση και αξιολόγηση της ποιοτικής κατάστασης του παράκτιου του λιμένος Πειραιώς υδάτινου περιβάλλοντος», Τεχνική Έκθεση (Παραδοτέο δράσης 2).
- Κ.Υ.Α. 51354/2641/Ε103/8-12-2010. Καθορισμός Προτύπων Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) για τις συγκεντρώσεις ορισμένων ρύπων και ουσιών προτεραιότητας στα επιφανειακά ύδατα, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2008/105/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2008 «σχετικά με Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) στον τομέα της πολιτικής των υδάτων και σχετικά με την τροποποίηση και μετέπειτα κατάργηση των οδηγιών του Συμβουλίου 82/176/ΕΟΚ, 83/513/ΕΟΚ, 84/156/ΕΟΚ, 84/491/ΕΟΚ και 86/280/ΕΟΚ και την τροποποίηση της οδηγίας 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου», καθώς και για τις συγκεντρώσεις ειδικών ρύπων στα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα και άλλες διατάξεις.
- Κ.Υ.Α. 170766/22.01.2016. Τροποποίηση της υπ' αριθ. 51354/2641/Ε103/2010 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 1909), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2013/39/ΕΕ «για την τροποποίηση των οδηγιών 2000/60/ΕΚ και 2008/105/ΕΚ όσον αφορά τις ουσίες προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 12^{ης} Αυγούστου 2013 και άλλες συναφείς διατάξεις».
- Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών, Εργαστήριο Θαλασσίων Επιστημών (2013). Πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης των υδάτων για τον Οργανισμό Λιμένος Πειραιά (ΟΛΠ Α.Ε.).
- Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών, Εργαστήριο Θαλασσίων Επιστημών (2015). Πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης των υδάτων για τον Οργανισμό Λιμένος Πειραιά (ΟΛΠ Α.Ε.).
- MED-POL (2000) "Elaboration of Study on the synthesis of MED POL Programme results for the period 1993-1997, new specifications and new draft agreement for the

period 1998 - 2000 concerning the implementation of MED POL Programme for the protection of the Mediterranean Sea against pollution” Greece, Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, NAMA, Consulting Engineers and Planners, 2000.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Αθήνα, 4/1/2019

Προς: Οργανισμό Λιμένος Πειραιώς Α.Ε.
Τμήμα Προστασίας Περιβάλλοντος
Υπόψη: κ. Χ. Κοντογιώργη

Θέμα: Πρόγραμμα Παρακολούθησης Ποιότητας Θαλασσίου Περιβάλλοντος στην περιοχή αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε.

Στο πλαίσιο υλοποίησης του ερευνητικού προγράμματος 'Παρακολούθηση της ποιοτικής κατάστασης των θαλασσίων υδάτων της περιοχής αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε.', σας υποβάλλουμε το προτεινόμενο πρόγραμμα δειγματοληψιών – αναλύσεων θαλασσίων δειγμάτων στην περιοχή του λιμένα Πειραιώς.

Το πρόγραμμα θα υλοποιηθεί στο διάστημα Ιανουαρίου - Αυγούστου 2019. Θα πραγματοποιηθούν δύο δειγματοληψίες, μία κατά τη χειμερινή-εαρινή περίοδο και μία κατά τη θερινή περίοδο. Σε κάθε δειγματοληψία θα ληφθούν είκοσι (20) θαλάσσια δείγματα από περιοχές του επιβατικού λιμένα (Τομέας Ι), του εμπορικού λιμένα (Τομέας ΙΙ) και της ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης και της ευρύτερης σε αυτή περιοχή (Τομέας ΙΙΙ). Παράλληλα στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου 'Πρόγραμμα Παρακολούθησης Ποιότητας Θαλασσίων Ιζημάτων' θα γίνει δειγματοληψία δέκα δειγμάτων θαλασσίων ιζημάτων στην θαλάσσια περιοχή αρμοδιότητας του ΟΛΠ Α.Ε. Η δειγματοληψία των θαλασσίων ιζημάτων θα πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα με την πρώτη (χειμερινή-εαρινή) δειγματοληψία των θαλασσίων δειγμάτων.

Τα σημεία δειγματοληψίας των θαλασσίων δειγμάτων και των θαλασσίων ιζημάτων προέκυψαν ύστερα από συνεργασία μελών του Εργαστηρίου Υγειονομικής Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και στελεχών του Τμήματος Προστασίας Περιβάλλοντος του ΟΛΠ Α.Ε. και επιλέχθηκαν με βάση τα αποτελέσματα προγενέστερων προγραμμάτων παρακολούθησης λαμβανομένων υπόψη των κύριων δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στις διάφορες περιοχές του λιμένα και παρουσιάζονται στους επισυναπτόμενους Χάρτες.

Τα θαλάσσια δείγματα θα αναλυθούν ως προς τις ακόλουθες παραμέτρους (σε παρένθεση παρουσιάζονται οι αναλυτικές μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν):

α) Γενικές φυσικοχημικές παράμετροι

- Θερμοκρασία (ΑΡΗΑ 2550Β)

- pH (ASTM D1293 – 99)
- αλατότητα (APHA 4500-Cl B)
- αγωγιμότητα (ASTM D1125 – 95)
- ολικά διαλυμένα στερεά (APHA 2540)
- διαλυμένο οξυγόνο (ASTM 888-05,C)
- θολότητα (ASTM D1889-88)
- διαφάνεια (Δίσκος SECHI)
- χρωματισμό (APHA 2120)
- αιωρούμενα στερεά (APHA 2540)

β) Θρεπτικά

- ορθοφωσφορικά (Φασματοφωτομετρικά, ISO 6878-1-1986, DIN 38405 D11-4)
- αμμωνιακό άζωτο (Φασματοφωτομετρικά, ISO 7150-1, UNI 11669:2017)
- νιτρώδες άζωτο (Φασματοφωτομετρικά, EN ISO 26777, DIN 38405 D10)
- νιτρικό άζωτο (Φασματοφωτομετρικά, ISO 7890-1:1986, DIN 38405-9)

γ) Βαρέα μέταλλα

- νικέλιο (APHA 3113 A, B, με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- μόλυβδος (APHA 3113 A, B, με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- χαλκός (APHA 3113 A, B, με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- σίδηρος (APHA 3113 A, B, με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- χρώμιο (APHA 3113 A, B, με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- ψευδάργυρος (APHA 3111 B, Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης με φλόγα)
- κάδμιο (APHA 3113 A, B, με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)
- υδράργυρος (Εσωτερική μέθοδος (ΜΔ-30) Φασματοφωτομετρίας Ατομικού Φθορισμού Ψυχρού Ατμού βασισμένη στο ISO 17852:2006)
- αρσενικό (APHA 3113 A, B, με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης Συνεχούς Πηγής σε Φούρνο γραφίτη (Electrothermal –CS- AAS) (ΜΔ-40)

δ) Μικροβιολογικές παραμέτρους

- ολικά κολοβακτηρίδια (ISO 9308 –1:2017)
- *E. coli* (ISO 9308 –1:2017)

- Εντερόκοκκοι (ISO 7899-2:2000)

ε) Οργανικούς ρύπους

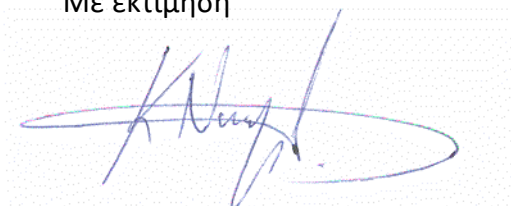
- πετρελαϊκοί υδρογονάνθρακες (Εσωτερική μέθοδος (ΜΔ-25) βασισμένη στις: ΑΡΗΑ 5520 Β, ΑΡΗΑ 5520 F, ΕΡΑ 1664 (2010), ΑΡΗΑ* 5520 Β, ΑΡΗΑ* 5520 F, ΕΡΑ 1664 (2010))
- τριβουτυλοκαρσσίτερος (οι αναλύσεις τριβουτυλοκαρσσίτερου θα πραγματοποιηθούν σε 8 δείγματα, ήτοι 4 δείγματα σε κάθε δειγματοληψία) (GC/FPD)

Τα θαλάσσια ιζήματα θα αναλυθούν ως προς το περιεχόμενό τους σε βαρέα μέταλλα. Ειδικότερα θα πραγματοποιηθεί προεπεξεργασία των δειγμάτων (U.S.E.P.A., Method 3052 και ΑΡΗΑ 3030) και στην συνέχεια προσδιορισμός των παραμέτρων:

- νικέλιο (ΕΛΟΤ EN ISO 15586:2003)
- μόλυβδος (ΕΛΟΤ EN ISO 15586:2003)
- χαλκός (ΑΡΗΑ 3111Α-Β)
- σίδηρος (ΑΡΗΑ 3111Α-Β)
- χρώμιο (ΕΛΟΤ EN ISO 15586:2003)
- ψευδάργυρος (ΑΡΗΑ 3111Α-Β)
- κάδμιο (ΕΛΟΤ EN ISO 15586:2003)
- υδράργυρος (BS EN 1483:2007)
- αρσενικό (ΑΡΗΑ 3113 Α, Β)
- μαγγάνιο (ΕΛΟΤ EN ISO 15586:2003)

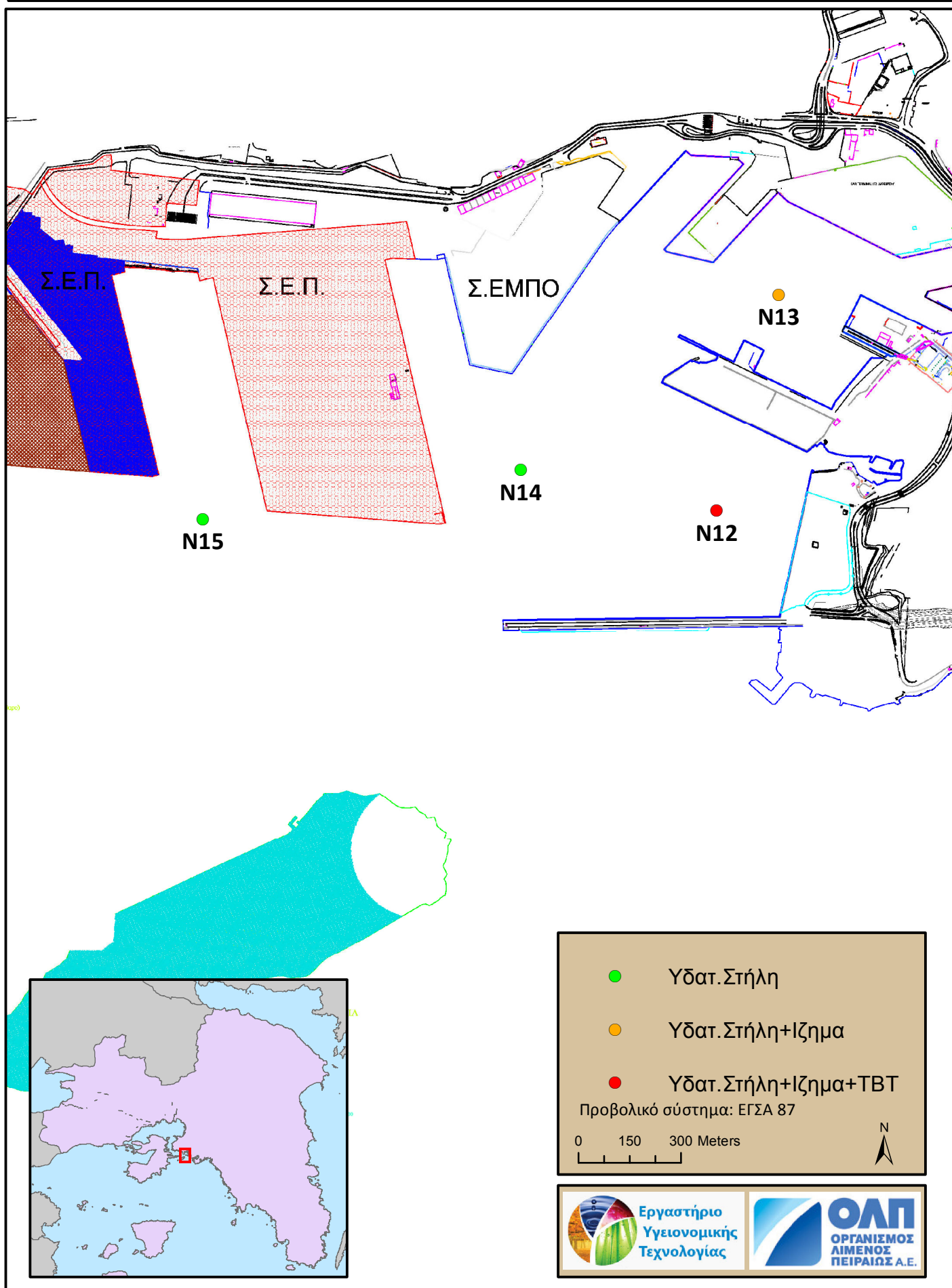
Στη διάθεσή σας για τυχόν διευκρινίσεις.

Με εκτίμηση

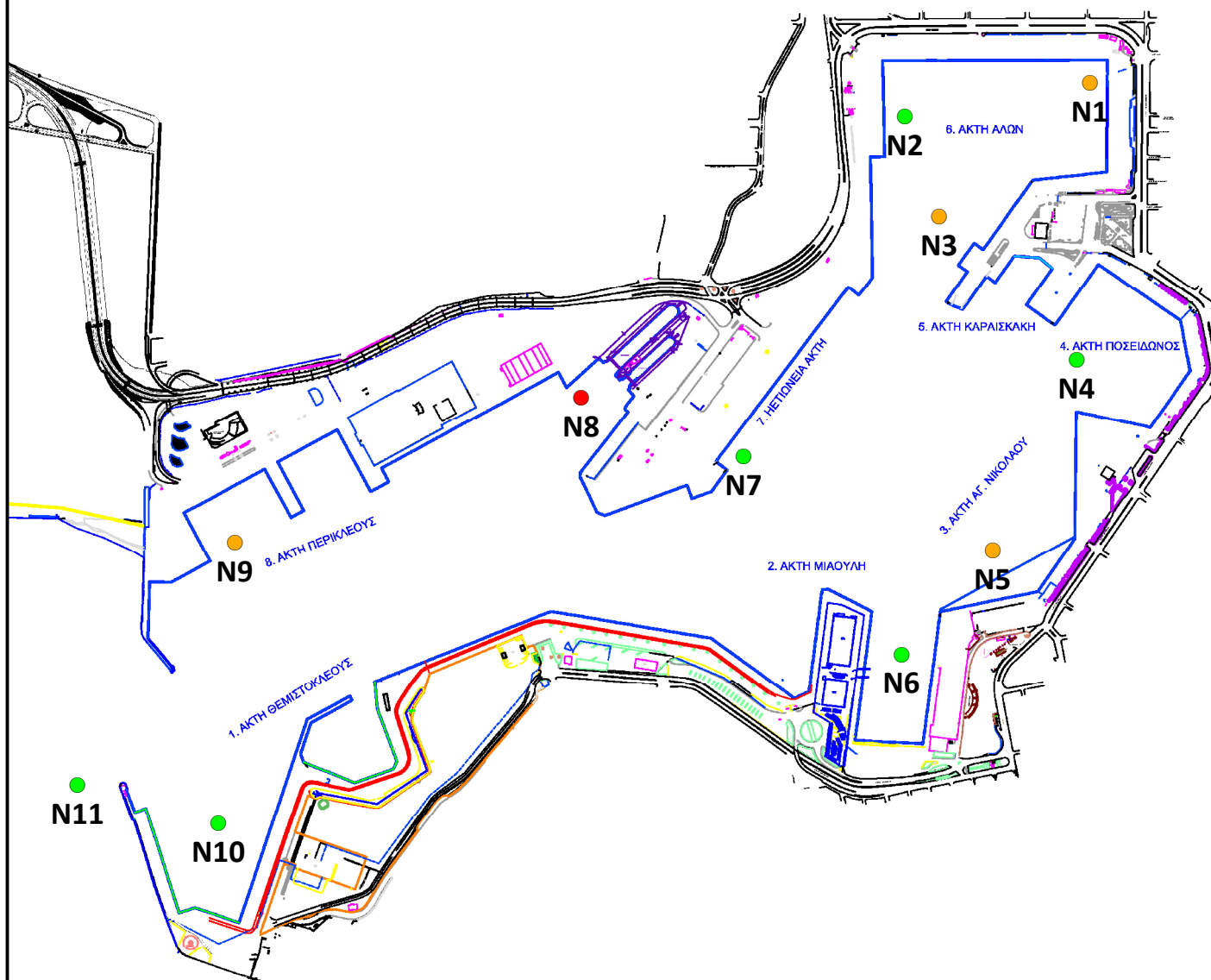


Κωνσταντίνος Νουτσόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Εμπορικός λιμένας - Σταθμοί δειγματοληψίας



Επιβατικός λιμένας - Σταθμοί δειγματοληψίας



● Υδατ. Στήλη

● Υδατ. Στήλη+Ιζημα

● Υδατ. Στήλη+Ιζημα+ΤΒΤ

Προβολικό σύστημα: ΕΓΣΑ 87

0 150 300 Meters



Εργαστήριο
Γενονομικής
Τεχνολογίας



ΟΛΠ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ
ΛΙΜΕΝΟΣ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ Α.Ε.

Ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη - Σταθμοί δειγματοληψίας

