



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Ποιότητα νερών του ποταμού Λούρου για αρδευτική χρήση

Διπλωματική Εργασία
ΓΕΡΑΠΕΤΡΙΤΗΣ Α. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΘΗΝΑ
ΜΑΡΤΙΟΣ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT.....	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ-ΕΙΚΟΝΩΝ.....	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	11
1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
1.1 Στόχοι – Επιμέρους στόχοι διπλωματικής εργασίας.....	15
1.2 Διάρθρωση διπλωματικής εργασίας.....	15
2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	17
2.1 Εισαγωγή.....	17
2.2 Παράμετροι ποιότητας νερού.....	17
2.2.1 Οργανοληπτικές παράμετροι.....	17
2.2.2 Φυσικοχημικές παράμετροι.....	18
2.2.3 Ανόργανες παράμετροι.....	22
2.2.4 Οργανικές παράμετροι.....	23
2.2.5 Μικροβιολογικές Παράμετροι.....	24
2.3 Κριτήρια ποιότητας αρδευτικοί νερού.....	25
2.4 Συστήματα ταξινόμησης του αρδευτικοί νερού.....	27
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	33
3.1 Ο ποταμός Λούρος.....	33
3.2 Λεκάνη απορροής Λούρου.....	33
3.3 Γεωλογία λεκάνης απορροής Λούρου.....	34
3.4 Κλίμα λεκάνης απορροής Λούρου και Ανθρωπογενείς δραστηριότητες.....	35
3.5 Οι θέσεις δειγματοληψίας.....	36
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	37
4.1 Στατιστική ανάλυση των παραμέτρων.....	37
4.1.1 Ανάλυση παροχής υδατορευμάτων.....	37

4.1.1.1 Φράγμα Βόσσας.....	37
4.1.1.2 Γέφυρα Καλογήρων.....	38
4.1.1.3 Γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα	39
4.1.1.4 Γέφυρα Πέτρας.....	39
4.1.2 Ανάλυση σημαντικότερων παραμέτρων.....	40
4.1.2.1 Φράγμα Βόσσας.....	40
4.1.2.2 Γέφυρα Καλογήρων.....	46
4.1.2.3 Γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.....	53
4.1.2.4 Γέφυρα Πέτρας	59
5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ.....	67
5.1 Ποιοτική κατάταξη του νερού σύμφωνα με το εργαστήριο αλατότητας της Αμερικής (U.S.S.L.).....	67
5.2 Κατάταξη των δειγμάτων νερού ως προς την ποιότητά τους και τους κινδύνους δημιουργίας προβλημάτων κατά Ayers και Westcot (1985).....	69
5.2.1 Φράγμα Βόσσας.....	69
5.2.2 Γέφυρα Καλογήρων.....	73
5.2.3 Γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.....	76
5.2.4 Γέφυρα Πέτρας.....	79
6° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	85

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται η ποιοτική ανάλυση των δειγμάτων του νερού του ποταμού Λούρου κατά την χρονική περίοδο 1984 έως 1997, όπως αυτά συλλέχθηκαν από το τότε Υπουργείο Γεωργίας, με σκοπό την αξιολόγησή του και την καταλληλότητά του ή όχι για αρδευτική χρήση. Η συλλογή των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε από τέσσερις θέσεις δειγματοληψίας: το φράγμα της Βόσσας, τις γέφυρες Καλογήρων, Αγίου Σπυρίδωνα και Πέτρας. Για τα δείγματα αυτά έγινε στατιστική ανάλυση των σημαντικότερων παραμέτρων του νερού, τα οποία είναι: η παροχή, τα ιόντα Νάτριο, Ασβέστιο, Μαγνήσιο, Χλώριο, Θειικά, Οξίνα ανθρακικά, η Ενεργός Οξύτητα, το Διαλυμένο Οξυγόνο και η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα. Τα περιγραφικά μέτρα τα οποία υπολογίστηκαν για κάθε παράμετρο ανά έτος είναι: η μέση τιμή, η διάμεσος, το εύρος, η διασπορά, η τυπική απόκλιση και οι συντελεστές μεταβλητότητας, κυρτότητας και ασυμμετρίας. Στη συνέχεια έγινε η ανάλυση της ποιότητας του νερού και προσδιορίστηκε η καταλληλότητά του για αρδευτική χρήση σύμφωνα με το εργαστήριο αλατότητας της Αμερικής και σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης και τους κινδύνους δημιουργίας προβλημάτων των Ayers και Westcot, στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων (FAO). Από τα παραπάνω προέκυψε πως το νερό από τον ποταμό Λούρο, για την χρονική περίοδο που εξετάστηκε, με συνεχή χρήση προκαλεί προβλήματα στα φυτά. Παρόλα αυτά το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αρδευτική χρήση, πραγματοποιώντας ανά τακτά χρονικά διαστήματα εκπλύσεις με περισσότερο νερό και χρησιμοποιώντας φυτά ανθεκτικά σε αυτά τα νερά.

ABSTRACT

The present diploma thesis analyzes the water quality samples of Louros river water during the period 1984 to 1997 as collected by the Ministry of Agriculture. The purpose is suitability for irrigation use. The collection of samples were carried out from four sampling sites: the Vossa dam and the bridges of Kalogiron, Agiou Spyridona and Petras. For these samples a statistical analysis of the most important parameters of the water, which are: the sodium, calcium, magnesium, chlorine, sulphate, bicarbonate, active acidity, dissolved oxygen and electrical conductivity, were analyzed. The descriptive measures calculated for each parameter per year are: average median, range, dispersion, standard deviation and coefficients of variability, convexity and asymmetry. Water quality analysis was then carried out and its suitability for irrigation use determined in accordance with the Salinity Laboratory of America and according to the classification system and the risk of problems of Ayers and Westcot in the context of the activities of the Food and Agriculture Organization. From the above it emerged that the water from the Louros River, for the period of time examined, with continuous use, causes problems for the plants. Nevertheless, water can be used for irrigation use, by repeatedly rinsing with more water and using plants resistant to these waters.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

x	Τυχαία μεταβλητή
x_i	Τιμή τυχαίας μεταβλητής
\bar{x}	Δειγματικός μέσος όρος
N	Πλήθος τιμών μίας μεταβλητής
\tilde{x}	Διάμεσος
R	Εύρος
s^2	Διασπορά
s	Τυπική Απόκλιση
CV ή λ	Συντελεστής Μεταβλητότητας
γ	Συντελεστής ασυμμετρίας
α	Συντελεστής κυρτότητας
Q	Παροχή υδατορεύματος
H_T	Τιμή ολικής σκληρότητας νερού
Cl	Χλώριο
Mg	Μαγνήσιο
Ca	Ασβέστιο
Na	Νάτριο
N	Αζωτο
Pt	Πλατίνα
Co	Κοβάλτιο
Al	Αργίλιο
Mn	Μαγγάνιο
K	Κάλιο
Fe	Σίδηρος
S	Θείο
SO ₂	Θειικά ιόντα
NO ₂	Νιτρώδη ιόντα
NO ₃	Νιτρικά ιόντα
H ₂ SO ₄	Θειικό οξύ

HCO_3	Όξινα Ανθρακικά ιόντα
CO_3	Ανθρακικά ιόντα
CaSO_4	Θειικό ασβέστιο
MgSO_4	Θειικό μαγνήσιο
CaCl_2	Χλωριούχο ασβέστιο
MgCl_2	Χλωριούχο μαγνήσιο
CaCO_3	Ανθρακικό ασβέστιο
H_2S	Υδρόθειο
H_2CO_3	Ανθρακικό οξύ
AgNO_3	Νιτρικός άργυρος
CH_4	Μεθάνιο
NH_3	Αμμωνία

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ

DO	Dissolved Oxygen
EC	Electric Conductivity
ES	Effective Salinity
PS	Sodium Percentage
SAR	Sodium Absorption Ratio
RSC	Residual Sodium Carbonate
ESP	Exchangeable Sodium Percentage
FAO	Food and Agriculture Organization
USSL	United States Salinity Laboratory
USGS	United States Geological Survey
USDA	United States Department of Agriculture
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
TS	Total Solids
TSS	Total Suspended Solids
TDS	Total Dissolved Solids

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ-ΕΙΚΟΝΩΝ

Σχήματα-Εικόνες		
2.1	Διάγραμμα ποιοτικής κατάταξης του αρδευτικού νερού σύμφωνα με το Εργαστήριο Αλατότητας της Αμερικής (U.S.S.L. 1954).	32
3.1	Ο ποταμός Λούρος και οι θέσεις δειγματοληψίας.	36

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακες		
2.1	Σύστημα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού κατά Scofield.	29
2.2	Σύστημα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού κατά Wilcox και Magistad.	30
2.3	Σύστημα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού κατά Doneen.	30
2.4	Σύστημα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού κατά Ayers και Westcot.	31
4.1	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την παροχή στο φράγμα Βόσσας.	38
4.2	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την παροχή στη γέφυρα Καλογήρων.	38
4.3	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την παροχή στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	39
4.4	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την παροχή στη γέφυρα Πέτρας.	40
4.5	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα ανιόντα χλωρίου στο φράγμα της Βόσσας.	41
4.6	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα θειικά ανιόντα στο φράγμα της Βόσσας.	41
4.7	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα όξινα ανθρακικά ανιόντα στο φράγμα της Βόσσας.	42
4.8	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα νατρίου στο φράγμα της Βόσσας.	43
4.9	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα μαγνησίου στο φράγμα της Βόσσας.	43
4.10	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα ασβεστίου στο φράγμα της Βόσσας.	44
4.11	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για το διαλυμένο οξυγόνο στο φράγμα της Βόσσας.	45
4.12	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στο φράγμα της Βόσσας.	46
4.13	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ενεργό οξύτητα στο φράγμα της Βόσσας.	46
4.14	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα ανιόντα	47

	χλωρίου στη γέφυρα Καλογήρων.	
4.15	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα θειικά ανιόντα στη γέφυρα Καλογήρων.	48
4.16	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα όξινα ανθρακικά ανιόντα στη γέφυρα Καλογήρων.	48
4.17	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα νατρίου στη γέφυρα Καλογήρων.	49
4.18	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα μαγνησίου στη γέφυρα Καλογήρων.	50
4.19	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα ασβεστίου στη γέφυρα Καλογήρων.	50
4.20	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για το διαλυμένο οξυγόνο στη γέφυρα Καλογήρων.	51
4.21	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στη γέφυρα Καλογήρων.	52
4.22	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ενεργό οξύτητα στη γέφυρα Καλογήρων.	52
4.23	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα ανιόντα χλωρίου στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	53
4.24	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα θειικά ανιόντα στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	54
4.25	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα όξινα ανθρακικά ανιόντα στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	54
4.26	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα νατρίου στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	55
4.27	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα μαγνησίου στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	56
4.28	Πίνακας 4.19 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα ασβεστίου στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	56
4.29	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για το διαλυμένο οξυγόνο στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	57
4.30	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	58

4.31	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ενεργό οξύτητα στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	58
4.32	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα ανιόντα χλωρίου στη γέφυρα Πέτρας.	59
4.33	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα θεϊκά ανιόντα στη γέφυρα Πέτρας.	60
4.34	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα όξινα ανθρακικά ανιόντα στη γέφυρα Πέτρας.	61
4.35	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα νατρίου στη γέφυρα Πέτρας.	61
4.36	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα μαγνησίου στη γέφυρα Πέτρας.	62
4.37	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα ασβεστίου στη γέφυρα Πέτρας.	63
4.38	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για το διαλυμένο οξυγόνο στη γέφυρα Πέτρας.	63
4.39	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στη γέφυρα Πέτρας.	64
4.40	Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ενεργό οξύτητα στη γέφυρα Πέτρας.	65
5.1	Ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων του νερού κατά U.S.S.L. για το φράγμα της Βόσσας.	66
5.2	Ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων του νερού κατά U.S.S.L. για την γέφυρα Καλογήρων.	67
5.3	Ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων του νερού κατά U.S.S.L. για την γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.	67
5.4	Ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων του νερού κατά U.S.S.L. για την γέφυρα Πέτρας.	68
5.5	Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για κίνδυνο αλατότητας.	69
5.6	Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για κίνδυνο διηθητικότητας.	70
5.7	Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για κίνδυνο	70

	τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τις ρίζες.	
5.8	Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τα φύλλα.	71
5.9	Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για ειδικά προβλήματα.	71
5.10	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για κίνδυνο αλατότητας.	72
5.11	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για κίνδυνο διηθητικότητας.	73
5.12	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για τον κίνδυνο τοξικότητας ως προς την προσρόφιση του νερού από τις ρίζες.	73
5.13	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για τον κίνδυνο τοξικότητας ως προς την προσρόφιση του νερού από τα φύλλα.	74
5.14	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για ειδικά προβλήματα.	74
5.15	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για κίνδυνο αλατότητας.	75
5.16	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για κίνδυνο διηθητικότητας.	76
5.17	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τις ρίζες.	76
5.18	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τα φύλλα.	77
5.19	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για ειδικά προβλήματα.	77
5.20	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για κίνδυνο αλατότητας.	78
5.21	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για κίνδυνο διηθητικότητας.	79
5.22	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τις ρίζες.	79
5.23	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τα φύλλα.	80
5.24	Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για ειδικά προβλήματα.	80

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Στόχοι – Επιμέρους στόχοι διπλωματικής εργασίας

Η διαχείριση των υδατικών πόρων, καθώς και η πρόσβαση σε πόρους με καλή ποιότητα, απασχολεί τις Ευρωπαϊκές χώρες και κατ' επέκταση και την Ελλάδα, εδώ και πολλά χρόνια.

Έτσι, με βάση τα παραπάνω προκύπτει ο κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ο οποίος είναι η ανάλυση της ποιότητας των νερών του ποταμού Λούρου και η αξιολόγησή του ως προς την αρδευτική του χρήση για την χρονική περίοδο 1984 έως 1997. Ο στόχος αυτός αναλύεται στους παρακάτω επιμέρους στόχους:

Καταγραφή και αξιολόγηση της ποιότητας του νερού του ποταμού Λούρου για αρδευτική χρήση με βάση:

1. Το σύστημα κατάταξης των νερών, που βασίζεται στην περιεκτικότητα σε νάτριο και άλατα, το οποίο αναπτύχθηκε από το εργαστήριο αλατότητας των Η.Π.Α. το 1954
2. Το σύστημα ποιοτικής κατάταξης που αναπτύχθηκε από τους Ayers και Westcot το 1985 στα πλαίσια του παγκόσμιου οργανισμού τροφίμων (FAO).

Επιπλέον, για να εξαχθούν ασφαλή και σωστά συμπεράσματα για την σημερινή κατάσταση της ποιότητας του νερού του ποταμού Λούρου, χρειάζεται και άλλη συλλογή δεδομένων, καθώς και ανάλυση αυτών σε βάθος χρόνου. Οπότε, ένας ακόμα στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να γίνει ένα πρώτο κομμάτι για μελλοντικές εργασίες, οι οποίες θα συμπληρώνουν την ανάλυση για την ποιότητα του νερού του Λούρου.

1.2 Διάρθρωση διπλωματικής εργασίας

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από έξι (6) κεφάλαια, τα οποία αναλύονται ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι στόχοι της διπλωματικής εργασίας και γίνεται η περιγραφή της διάρθρωσης της εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι παράμετροι της ποιότητας του νερού, χωρισμένοι

σε πέντε κατηγορίες: οργανοληπτικές, φυσικοχημικές, ανόργανες, οργανικές και μικροβιολογικές. Στην συνέχεια, αναφέρονται τα κριτήρια ποιότητας του αρδευτικού νερού, καθώς και τα συστήματα ταξινόμησης του.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η περιοχή έρευνας, η λεκάνη απορροής του ποταμού, καθώς και κάποια μορφολογικά και κλιματικά δεδομένα. Επιπλέον παρουσιάζονται οι θέσεις από τις οποίες συλλέχθηκαν τα δείγματα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, αρχικά γίνεται αναφορά των περιγραφικών στατιστικών μέτρων και στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά και σχολιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των σημαντικότερων δεδομένων σε πίνακες, ανά θέση δειγματοληψίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται και σχολιάζεται η ποιότητα και καταλληλότητα του νερού για αρδευτική χρήση, με την χρήση πινάκων, ανά θέση δειγματοληψίας.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο συνοψίζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση αυτή.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΥΔΑΤΟΡΕΥΜΑΤΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Το νερό είναι μοναδικός πόρος, τόσο διότι είναι απαραίτητο για την επιβίωση του ανθρώπου και των άλλων οργανισμών, όσο και διότι σε μακροχρόνια κλίμακα, θεωρητικά η συνολική διαθέσιμη ποσότητα νερού σε κάθε περιοχή, είναι περίπου σταθερή.

Το παραδοσιακό μοντέλο διαχείρισης των υδατικών πόρων, όπως και οποιοδήποτε άλλου φυσικού πόρου, στηρίζεται στην τεχνοκρατική αντίληψη, σύμφωνα με την οποία σημασία έχει η οικονομική ανάπτυξη και η τεχνολογική πρόοδος και συνεπώς κάθε φυσικός πόρος αποτελεί μία από τις συνιστώσες της ανάπτυξης αυτής. Το αποτέλεσμα της μακροχρόνιας εφαρμογής του μοντέλου αυτού εκδηλώνεται τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα στις αναπτυγμένες περιοχές, με την ανεπάρκεια νερού, η οποία οφείλεται στην αύξηση των απαιτήσεων σε νερό και την υποβάθμιση της ποιότητας του.

Ο όρος «ποιότητα του νερού» δεν συνιστά από μόνος του μία συγκεκριμένη αξία διότι υπόκειται εννοιολογικά και πρακτικά σε συνεχείς μεταβολές και συνεπώς πρέπει να θεωρείται και να μελετάται σε σχέση με τα οικολογικά συστήματα και τις διαφορετικές χρήσεις του νερού. Μόνο μία λεπτομερής ανάλυση των ποσοτικών και ποιοτικών απαιτήσεων των διαφορετικών χρήσεων του νερού, μπορεί να οδηγήσει στην εκτίμηση της ποιότητας και της επάρκειας ή της ανεπάρκειας των διαθέσιμων υδατικών πόρων (Αντωνόπουλος 2001).

2.2 Παράμετροι ποιότητας νερού

2.2.1 Οργανοληπτικές Παράμετροι

- ***Χρώμα (Color)***

Ο χρωματισμός του νερού μπορεί να οφείλεται στην παρουσία οργανικού υλικού (χουμικά οξέα, τύρφη) ή οξει-υδροξειδίων σιδήρου (Fe) και μαγνησίου (Mg) ή σε τεχνητές χρωστικές ουσίες. Το νερό θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από χρώμα ώστε να είναι αισθητικά ευχάριστο (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

Ο προσδιορισμός του χρώματος στηρίζεται στην οπτική σύγκριση του δείγματος με έγχρωμο διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης που παρασκευάζεται στο εργαστήριο. Το δείγμα συγκρίνεται με πρότυπα διαλύματα της κλίμακας Πλατίνας – Κοβαλτίου (Pt/Co) και το αποτέλεσμα της παρατήρησης εκφράζεται σε mg/l. Η ένταση του χρώματος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20 ppm και κατά προτίμηση να είναι μικρότερη των 10 ppm της κλίμακας Pt/Co (Νταρακάς 2006).

- **Θολρότητα (Turbidity)**

Σαν θολότητα ορίζεται η αντίσταση του νερού στη διέλευση του φωτός και οφείλεται κυρίως στην ύπαρξη αργίλου σε αιώρηση και άλλων λεπτόκοκκων και κολλοειδών υλών. Η θολότητα μετριέται σε μονάδες NTU (Nephelometric Turbidity Unit) ή σε mg/l (ppm) διοξειδίου του πυριτίου (SiO₂), δηλαδή θολότητα που οφείλεται στην περιεκτικότητα 1 mg πυρόλιθου (SiO₂) σε 1 lt νερού. Θολότητα που υπερβαίνει τα 0.5 ppm αρχίζει να γίνεται αντιληπτή με γυμνό μάτι (Νταρακάς 2006).

- **Γεύση/Οσμή (Taste/Odor)**

Δυσάρεστη γεύση και οσμή οφείλονται σε διάφορες αιτίες όπως η ρύπανση από αστικά προβλήματα, η εξαιρετικά υψηλή συγκέντρωση συγκεκριμένων στοιχείων όπως ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), το αργίλιο (Al), η αναερόβια χημική αποσύνθεση οργανικής ύλης και η παρουσία άλγης (algae) (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

2.2.2 Φυσικοχημικές Παράμετροι

- **Θερμοκρασία (T)**

Η θερμοκρασία επηρεάζει σημαντικά όλες τις χημικές αντιδράσεις των υδατικών συστημάτων. Με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού μειώνεται η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου και η πυκνότητά του. Για θερμοκρασία νερού άνω των 25°C, αλλοιώνεται η γεύση του, ενώ η κατάλληλη θερμοκρασία νερού για ανθρώπινη κατανάλωση είναι από 7°C έως 11°C (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

- **Ενεργός Οξύτητα (pH)**

Το pH εξαρτάται άμεσα από το είδος των χημικών στοιχείων που υπάρχουν στο νερό. Ο

ρόλος είναι να ρυθμίζει τις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στο νερό ή να παρεμποδίζει τις βιοχημικές διεργασίες. Το pH εκφράζει την συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου (H^+) που περιέχει ένα υδατικό διάλυμα και ορίζεται ως η αρνητική λογαριθμική συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου:

$$(pH = -\log[H^+]) \quad (2.1)$$

Η κλίμακα μέτρησης του pH είναι από 0 έως 14. Στους 25°C το νερό χαρακτηρίζεται ουδέτερο όταν το pH έχει την τιμή 7. Όταν το pH είναι μικρότερο του 7 το νερό είναι όξινο και όταν είναι μεγαλύτερο του 7 είναι αλκαλικό (Αλεξάκης και Τσακίρης 2010).

Η επιβίωση των κυττάρων είναι εφικτή σε pH με εύρος τιμών 5 έως 9. Η υψηλή τιμή του pH μειώνει την διαλυτότητα των ουσιών στο νερό, οπότε και καθιζάνουν στον πυθμένα (Χαραλάμπους 2006).

Το pH χαρακτηρίζει τόσο τα φυσικά νερά, όσο και τα υγρά απόβλητα, τα οποία είναι συνήθως αλκαλικά. Η αναερόβια επεξεργασία της ιλύος απαιτεί σταθερές τιμές pH, από 7 έως 7.5 για να υπάρξει ισορροπία μεταξύ της όξινης και της αλκαλικής ζύμωσης. Οι τιμές pH των εκροών των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων πρέπει να κυμαίνονται από 6.5 έως 8.5, ώστε να μην μεταβάλλονται οι αντίστοιχες τιμές των φυσικών νερών (Νταρακάς 2011).

- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)**

Ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι η ικανότητα ενός υλικού να είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Η αγωγιμότητα όγκου νερού ίσου με 1 cm³, στην θερμοκρασία των 25°C, ονομάζεται ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα. Είναι το αντίστροφο της ηλεκτρικής αντίστασης και μονάδα μέτρησης είναι το microSiemens ανά cm ($\mu S/cm$). Έτσι, η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση των ηλεκτρικών φορτίων που φέρει ένα υδατικό διάλυμα (Αλεξάκης και Τσακίρης 2010).

- **Αλκαλικότητα (Alkalinity)**

Αλκαλικότητα ονομάζουμε την ικανότητα του νερού να εξουδετερώνει μία ορισμένη ποσότητα υδρογονοκατιόντων (H^+). Ο προσδιορισμός της αλκαλικότητας γίνεται με τιτλοδότηση του δείγματος με πρότυπο διάλυμα θειϊκού οξέος (H_2SO_4) και έχει δύο μορφές έκφρασης: την ολική αλκαλικότητα και την αλκαλικότητα φαινολοφθαλείνης. Η ολική

αλκαλικότητα, αντιστοιχεί στην ποσότητα του οξέος που απαιτείται για την εξουδετέρωση μέχρι την τιμή pH=4.3, όπου και αλλάζει χρώμα ο δείκτης ηλιανθίνης. Η αλκαλικότητα φαινολοφθαλεΐνης, αντιστοιχεί στην ποσότητα του οξέος που απαιτείται για την εξουδετέρωση μέχρι την τιμή pH=8.3, όπου και αλλάζει χρώμα ο δείκτης φαινολοφθαλεΐνης (Αλεξιάκης, Τσακίρης 2010). Οι εκφράσεις για τις δύο αυτές μορφές είναι:

$$\text{Ολική αλκαλικότητα} = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+] \quad (2.2)$$

$$\text{Αλκαλικότητα φαινολοφθαλεΐνης} = [\text{CO}_3^{2-}] \quad (2.3)$$

- **Σκληρότητα (Hardness)**

Η σκληρότητα του νερού εκφράζει την περιεκτικότητά του σε κατιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}), δύο απαραίτητων στοιχείων για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η σκληρότητα διακρίνεται σε παροδική ή ανθρακική σκληρότητα, η οποία οφείλεται στα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ και του μαγνησίου $[\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2]$ και σε μόνιμη ή μη ανθρακική σκληρότητα που οφείλεται σε θειικά ($\text{CaSO}_4, \text{MgSO}_4$) και χλωριούχα ($\text{CaCl}_2, \text{MgCl}_2$). Η ολική σκληρότητα (H_T) εκφράζεται σε $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$ και υπολογίζεται με βάση τις συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου, σύμφωνα με την σχέση:

$$H_T = 2.5 \text{ Ca} + 4.1 \text{ Mg} \quad (2.4)$$

Το νερό σύμφωνα με τους Sawyer et al. (1994), ανάλογα με την τιμή της ολικής σκληρότητας χαρακτηρίζεται ως μαλακό (H_T : 0-75 $\text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3$), μέτρια σκληρό (H_T : 76-150 $\text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3$), σκληρό (H_T : 151-300 $\text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3$) και πολύ σκληρό (H_T : >300 $\text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3$) (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

- **Ολικά Στερεά (TS)**

Τα ολικά στερεά είναι όλα τα στερεά που εμπεριέχονται σε ένα δείγμα νερού. Υπολογίζονται με εξάτμιση γνωστού όγκου δείγματος νερού (χωρίς φιλτράρισμα) στους 105°C (Νταρακάς, 2006). Από την διαφορά του απόβαρου της κάψας με το μικτό βάρος της κάψας και του στερεού υπολείμματος προκύπτει το βάρος του στερεού υπολείμματος (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

- ***Ολικά Ενωρούμενα Στερεά (TSS)***

Τα αιωρούμενα στερεά είναι ανόργανης ή οργανικής φύσης και έχουν είτε φυσική προέλευση είτε προέρχονται από την χρήση του νερού από τον άνθρωπο. Είναι τα στερεά σωματίδια τα οποία κατακρατούνται από ηθμό που αποτελείται από γυάλινες ίνες οπής διαμέτρου 1μm και παραμένουν μετά την ξήρανση του ηθμού σε θερμοκρασία 103°C με 105°C. Η παρουσία τους στο νερό δημιουργεί θολότητα η οποία προκαλεί αισθητική υποβάθμιση του νερού (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

- ***Ολικά διαλυμένα στερεά (TDS)***

Τα ολικά διαλυμένα στερεά εκφράζουν την συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων χλωριούχων, θειϊκών, νιτρικών, νιτρωδών και αμμωνιακών αλάτων. Είναι όλα τα σωματίδια τα οποία διέρχονται από ηθμό που αποτελείται από γυάλινες ίνες οπής διαμέτρου 1 μm και παραμένουν μετά από ξήρανση του ηθμού στους 180°C. Η συγκέντρωση και το είδος τους εξαρτάται από την ορυκτολογία και την χημική σύσταση των πετρωμάτων, την ταχύτητα ροής, τον χρόνο παραμονής του νερού στον υδροφόρο ορίζοντα (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

- ***Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)***

Το νερό όπως όλοι οι διαλύτες έχει την ιδιότητα να διαλύει ατμοσφαιρικά αέρια όπως άζωτο, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και αδρανή αέρια. Ενώ το CO₂ αντιδρά μερικών με το νερό και σχηματίζει ανθρακικό οξύ (H₂CO₃), το οξυγόνο διαλύεται φυσικά στο νερό. Το διαλυμένο οξυγόνο αποτελεί χαρακτηριστική παράμετρο καθαρότητας των επιφανειακών νερών. Αν το διαλυμένο οξυγόνο σε ένα επιφανειακό νερό βρίσκεται σε βαθμό κορεσμού σημαίνει ότι το νερό είναι πολύ καθαρό και το οργανικό φορτίο είναι πολύ περιορισμένο ή και μηδενικό (Νταρακάς, 2006).

2.2.3 Ανόργανες Παράμετροι

- ***Άζωτο (N)- Αζωτούχες Ενώσεις***

Το άζωτο είναι η συνηθέστερη ένδειξη της ρύπανσης των υδροφορέων. Το διαλυμένο άζωτο εμφανίζεται στα νερά και με μορφές όπως τα νιτρώδη ιόντα (NO₂⁻), η αμμωνία (NH₃), το

άζωτο (N_2) και το οργανικό άζωτο. Η συνηθέστερη μορφή διαλυμένου αζώτου είναι η νιτρική ρίζα (NO_3^-), ενώ οι αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών είναι και η πιο συνηθισμένη ένδειξη ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

- **Ασβέστιο (Ca)**

Το ασβέστιο προέρχεται κυρίως από τα μάρμαρα και τα ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα. Τα επικρατέστερα ορυκτά είναι: ασβεστίτης, δολομίτης, ενώ πιο σπάνια απαντούν αραγωνίτης και γύψος. Επίσης πυριτικά ορυκτά όπως πλαγιόκλαστα, αμφίβολοι και πυρόξενοι, τα οποία είναι αδιάλυτα στο νερό, με την επίδραση των καιρικών συνθηκών διαλύονται και δίνουν αργιλικά ορυκτά και προϊόντα του ασβεστίου. Το ασβέστιο είναι βασικό στοιχείο για τον οργανισμό και μη τοξικό όταν λαμβάνεται από το στόμα, ενώ συγκεντρώσεις μέχρι και 1800 mg/l στο πόσιμο νερό θεωρούνται ως αβλαβείς (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

- **Μαγνήσιο (Mg)**

Το μαγνήσιο είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα στοιχεία στον στερεό φλοιό της γης, αποτελεί το 2.1% του φλοιού. Αποτελεί συστατικό των σιδηρομαγνησιούχων ορυκτών όπως ο ολιβίνης, οι αμφίβολοι και οι πυρόξενοι. Τα περισσότερα από τα άλατα του μαγνησίου είναι υδατο-διαλυτά. Κατανάλωση νερού με μεγάλη συγκέντρωση μαγνησίου έχει καθαρτικό και διουρητικό αποτέλεσμα (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

- **Χλώριο (Cl)**

Το χλώριο υπό μορφή χλωριόντων αποτελεί βασικό ανόργανο ιόν στα ύδατα. Η συγκέντρωσή του στα νερά (επιφανειακά και υπόγεια) εξαρτάται από την χημική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό.

Τα χλωριόντα σε μεγάλες συγκεντρώσεις αλλοιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού, αυξάνουν το ρυθμό διάβρωσης των μεταλλικών επιφανειών και έχουν βλαβερές συνέπειες στην ανάπτυξη των φυτών.

Ο προσδιορισμός της ποσότητας των χλωριόντων γίνεται με την μέθοδο του νιτρικού αργύρου (παλαιότερη και συνηθέστερη μέθοδος). Πρόκειται για ογκομετρική μέθοδο που

στηρίζεται στην δέσμευση των χλωριόντων υπό τη μορφή AgCl_2 , παρουσία δείκτη χρωμικού καλίου κατά την ογκομέτρηση ορισμένης ποσότητας δείγματος με διάλυμα νιτρικού αργύρου (AgNO_3) (Κουϊμτζής και Σαμαρά 1994).

- **Θείο (S) – Θεϊκά ιόντα (SO_2)**

Η παρουσία σημαντικών ποσοτήτων θειούχων και θεϊκών αλάτων στα παραγόμενα απόβλητα, ρυπαίνουν τα φυσικά ύδατα στα οποία καταλήγουν είτε άμεσα είτε έμμεσα. Η ύπαρξη αερόβιων συνθηκών ευνοεί την μετατροπή των θεϊκών σε θειϊκά, ενώ η ύπαρξη αναερόβιων συνθηκών το αντίστροφο (Χαραλάμπους 2006).

Παρουσία θεϊκών ιόντων στα επιφανειακά και υπόγεια οφείλεται και στη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό και σε ορισμένες χρήσεις του νερού από τον άνθρωπο.

Ο έλεγχος των θεϊκών ιόντων στο νερό έχει μεγάλη σημασία γιατί έχει βρεθεί ότι τα θειϊκά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου έχουν καθαρική δράση στον ανθρώπινο οργανισμό, γι'αυτό και το ανώτερο επιτρεπτό όριο θεϊκών ιόντων στο πόσιμο νερό είναι 250 mg/L (Κουϊμτζής και Σαμαρά 1994).

2.2.4 Οργανικές Παράμετροι

- **Διοξίνες (Dioxin)**

Οι διοξίνες στο σύνολό τους είναι αδιάλυτες στο νερό, μεταφέρονται όμως με τον αέρα και το νερό και δεσμεύονται στον λιπαρό ιστό των ζώων και των ψαριών από όπου εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα. Είναι εξαιρετικά ανθεκτικές στις υψηλές θερμοκρασίες και έχουν χαμηλό ρυθμό βιοαποικοδόμησης (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

- **Φαινόλες (Phenols)**

Οι φαινόλες προέρχονται από την αποσύνθεση της λιγνίνης, από την αποικοδόμηση αγροχημικών προϊόντων (φυτοφάρμακα, παρασιτοκτόνα, ζιζανιοκτόνα), από βιομηχανικά και αστικά απόβλητα (Αλεξιάκης και Τσακίρης 2010).

Κατά την χλωρίωση αν το νερό περιέχει φαινόλες, το χλώριο αντικαθιστά τα άτομα υδρογόνου του φαινολικού δακτυλίου και σχηματίζονται χλωροφαινόλες, οι οποίες προσδίδουν άσχημη γεύση και οσμή στο νερό (Χαραλάμπους 2006).

2.2.5 Μικροβιολογικές Παράμετροι

- ***Ιοί***

Έχουν μέγεθος 0.01-0.3 μm και είναι υποχρεωτικά παρασιτικοί οργανισμοί, δηλαδή πολλαπλασιάζονται μόνο μέσα σε κάποιο άλλο ζωντανό οργανισμό. Παθογόνοι ιοί του ανθρώπου είναι ο ιός της ηπατίτιδας, της πολυομελίτιδας κ.λ.π. (Αλεξάκης και Τσακίρης 2010).

- ***Βακτήρια***

Έχουν μέγεθος 0.5-5 μm και τα περισσότερα από αυτά ζουν σε ουδέτερο pH (Αλεξάκης και Τσακίρης 2010).

- ***Μύκητες***

Είναι αερόβιοι πολυκύτταροι οργανισμοί και είναι πιο ανθεκτικοί από τα βακτήρια σε όξινο pH και σε ξηρό περιβάλλον. Η παρουσία τους στο νερό συχνά προσδίδει δυσάρεστη οσμή και γεύση (Αλεξάκης και Τσακίρης 2010).

- ***Ακτινομύκητες***

Μοιάζουν με τους μύκητες στην δομή αλλά το μέγεθός τους μοιάζει με των βακτηρίων (0.5-5 μm) (Αλεξάκης και Τσακίρης 2010).

- ***Φύκη***

Αποτελούν την πλειοψηφία των ειδών που ζουν στα γλυκά νερά και είναι οι κύριοι παραγωγοί της οργανικής ύλης που ανιχνεύεται στο νερό, ενώ αν κάποιο είδος πολλαπλασιαστεί υπέρμετρα τότε μπορεί να δώσει χαρακτηριστικό χρώμα στο νερό (Αλεξάκης και Τσακίρης 2010).

- **Πρωτόζωα**

Είναι οργανισμοί μεγέθους 10-100 μm οι οποίοι τρέφονται κυρίως με βακτήρια Αλεξάκης, Τσακίρης 2010).

2.3 Κριτήρια ποιότητας αρδευτικού νερού

Το αρδευτικό νερό περιέχει διαλυμένα ιόντα και ουσίες, καθώς και αιωρούμενα στερεά. Η ποσότητα των ουσιών αυτών καθορίζουν την ποιότητα και τελικά την χρησιμότητα του νερού. Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού, είναι η ολική περιεκτικότητά σε διαλυτά άλατα, η περιεκτικότητά σε ορισμένα συστατικά, η ποσότητα των αιωρουμένων στερεών και η ποσότητα των ρύπων από ανθρώπινη δραστηριότητα. Τα διαλυτά άλατα στο νερό προέρχονται από την περιεκτικότητά των εδαφών και των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό, αλλά και τις κλιματικές και υδρολογικές συνθήκες. Τα αιωρούμενα υλικά που υπάρχουν στο νερό προέρχονται από την διάβρωση των εδαφών από την βροχή. Οι ρύποι στο αρδευτικό νερό προέρχονται από τα φυτοφάρμακα και τα λιπάσματα και από ουσίες των λυμάτων των βιομηχανικών και αστικών περιοχών.

Η καταλληλότητα του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση επηρεάζεται και από τους παρακάτω παράγοντες :

- την αντοχή των φυτών
- τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους
- το βιολογικό ισοζύγιο
- την υπάρχουσα τεχνολογία των αρδεύσεων
- τη δυνατότητα για στράγγιση

Παράμετροι που τίθενται ως κριτήρια για την καταλληλότητα του νερού για άρδευση είναι (Αντωνόπουλος και Τσακίρης 2006) :

- **Αλατότητα**

Η αλατότητα καταγράφεται είτε με την μέτρηση των ολικών διαλυμένων στερεών (TDS) που εκφράζονται σε mg/L, είτε με την ολική αλατότητα (total salinity) που εκφράζεται σε me/L, με την ενεργό αλατότητα (effective salinity, ES) που εκφράζεται σε me/L, είτε με την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) που εκφράζεται σε mmhos/cm ή dS/m στους 25°C.

- **Νάτριο**

Η περιεκτικότητα σε νάτριο εκφράζεται :

- ως ποσοστό επί τις εκατό των ολικών κατιόντων (PS) από την σχέση

$$PS(\text{Na}\%) = \frac{Na}{Ca + Mg + Na + K} \times 100 \quad (2.3.1)$$

- με την αναλογία του προσροφημένου νατρίου (SAR) :

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}} \quad (2.3.2)$$

- από την προσαρμοσμένη αναλογία προσροφημένου νατρίου (adjusted SAR).

- **Υπολειμματικό Ανθρακικό Νάτριο**

Η ποσότητα του υπολειμματικού ανθρακικού νατρίου (RSC) δίνεται από την σχέση :

$$RSC = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) \quad (2.3.3)$$

Η τιμή του RSC δείχνει τον κίνδυνο νατρίου λόγω της μείωσης των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από το νερό με τις αντιδράσεις τους με τα όξινα ανθρακικά και ανθρακικά ιόντα.

- **Ανταλλάξιμο νάτριο**

Το ποσοστό του ανταλλάξιμου νατρίου (ESP) εκφράζει το βαθμό κορεσμού των ιοντοανταλλάξιμων θέσεων του πορώδους μέσου με νάτριο. Εκφράζεται από την σχέση:

$$ESP = [\text{ανταλλάξιμο νάτριο (me/100g εδάφους)}] / [\text{CEC (me/100g εδάφους)}], \quad (2.3.4)$$

όπου CEC η ικανότητα εναλλαγής κατιόντων του εδάφους.

Υπολογίζεται από το SAR με τη σχέση :

$$ESP = \frac{1.47 SAR - 1.26}{(0.0147 SAR) + 0.99} \quad (2.3.5)$$

Στις παραπάνω σχέσεις οι συγκεντρώσεις των ιόντων Na, Mg, Ca, K, CO₃, HCO₃ εκφράζονται σε (me/L).

2.4 Συστήματα ταξινόμησης του αρδευτικού νερού

Από το 1930 έχουν προταθεί πολλά συστήματα ταξινόμησης του αρδευτικού νερού, χωρίς όμως κάποιο από αυτά να θεωρηθεί ευρέως αποδεκτό. Το μόνο σύστημα που πλησίασε την γενική αναγνώριση είναι το σύστημα του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ. Τα συστήματα ταξινόμησης που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς είναι :

- Το σύστημα ταξινόμησης του Scofield όπως παρουσιάστηκε το 1936, ο οποίος πρότεινε το σύστημα (Πίνακας 2.1), που περιλαμβάνει τους δείκτες αλατότητα, νάτριο, χλώριο και θειικά (Τσακίρης 2004).
- Το σύστημα των Wilcox και Magistad όπως παρουσιάστηκε το 1943, οι οποίοι πρότειναν την ταξινόμηση που φαίνεται στον Πίνακα 2.2 χρησιμοποιώντας ως δείκτες την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, το περιεχόμενο Νάτριο (%) και τη συγκέντρωση του Χλωρίου και του Βορίου. Μια παραλλαγή του συστήματος προτάθηκε από τον Wilcox το 1948 που χρησιμοποίησε ως δείκτες την αλατότητα και το Νάτριο ως εκατοστιαίο ποσοστό των κατιόντων. Τέλος μια περισσότερο βελτιωμένη πρόταση για

την ταξινόμηση των νερών για άρδευση έγινε από τον Wilcox το 1958 (Τσακίρης 2004).

- Το εργαστήριο αλατότητας των ΗΠΑ το 1954 παρουσίασε ένα ευρύτατα αποδεκτό σύστημα κατάταξης των νερών (Σχήμα 2.1) με βάση την περιεκτικότητά τους σε άλατα και νάτριο. Το σύστημα αυτό στηρίζεται στον προσδιορισμό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) σε μhos/cm και την περιεκτικότητα του νερού σε νάτριο (Na), μαγνήσιο (Mg) και ασβέστιο (Ca) σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο (meq/l) και στον υπολογισμό της αναλογίας προσροφημένου νατρίου SAR. Με βάση την EC και το SAR, το νερό μπορεί να καταταγεί σε μία από τις τέσσερις κατηγορίες αγωγιμότητας που λέγονται και περιπτώσεις κινδύνου αλάτωσης και σε μία από τις τέσσερις κατηγορίες νατρίου που λέγονται και περιπτώσεις κινδύνου νατρίου ή αλκαλίωσης αντίστοιχα. Η καλύτερη κατηγορία αποδίδεται με τα σύμβολα C₁S₁ και η χειρότερη με τα σύμβολα C₄S₄. Οι κατηγορίες αυτές είναι (Τσακίρης 2006) :

a) Κατηγορίες αγωγιμότητας ή κινδύνου αλάτωσης.

C₁ νερό χαμηλής αλατότητας με μικρό κίνδυνο αλάτωσης

(EC<250 μS/cm)

C₂ νερό μέσης αλατότητας με μέσο κίνδυνο αλάτωσης

(250<EC<750 μS/cm)

C₃ νερό υψηλής αλατότητας με μεγάλο κίνδυνο αλάτωσης

(750<EC<2250 μS/cm)

C₄ νερό πολύ υψηλής αλατότητας με πολύ μεγάλο κίνδυνο αλάτωσης

(EC>2250 μS/cm)

b) Κατηγορίες νατρίου ή κινδύνου αλκαλίωσης.

S₁ νερό χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο με μικρό κίνδυνο αλκαλίωσης (SAR<10).

S₂ νερό μέσης περιεκτικότητας σε νάτριο με μέσο κίνδυνο αλκαλίωσης (10<SAR<18).

S₃ νερό υψηλής περιεκτικότητας σε νάτριο με μεγάλο κίνδυνο αλκαλίωσης (18<SAR<26).

S₄ νερό πολύ υψηλής περιεκτικότητας σε νάτριο με πολύ μεγάλο κίνδυνο αλκαλίωσης (SAR>26).

- Ο Doneen το 1954 παρουσίασε ένα σύστημα ποιοτικής κατάταξης του νερού άρδευσης που περιλαμβάνει την διαλυτότητα των αλάτων και τις αντιδράσεις που δημιουργούνται στο εδαφικό διάλυμα από την ανταλλαγή των κατιόντων. Το σύστημα αυτό βασίζεται σε μία παράμετρο που μπορεί να υπολογιστεί και είναι γνωστή ως

ενεργός αλατότητα (ES) και εκφράζεται σε me/l. Η κατάταξη του νερού διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες ως προς τον κίνδυνο δημιουργίας αλατότητας στο έδαφος (I καλή ποιότητα, II χρήση με περιορισμούς, III ακατάλληλη χρήση), λαμβάνοντας υπόψη την τιμή της ES και τις συνθήκες στράγγισης του εδάφους. Η προτεινόμενη κατάταξη φαίνεται στον Πίνακα 2.3 (Τσακίρης 2006).

- Το πιο πρόσφατο και ευρύτατα χρησιμοποιούμενο σύστημα ποιοτικής κατάταξης του αρδευτικού νερού έχει αναπτυχθεί από τους Ayers και Westcot, όπως παρουσιάστηκε το 1985, στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων (FAO). Το σύστημα βασίζεται στον έλεγχο του νερού ως προς τον κίνδυνο εμφάνισης μίας από τις τέσσερις ομάδες πιθανών προβλημάτων (αλατότητας, διηθητικότητας, τοξικότητας και ειδικών προβλημάτων) με τις τιμές των αντίστοιχων μετρημένων συγκεντρώσεων και παραμέτρων του νερού. Για κάθε ομάδα πιθανών προβλημάτων περιλαμβάνει τρεις διαβαθμίσεις του κινδύνου να δημιουργηθούν προβλήματα. Οι διαβαθμίσεις αυτές είναι : α) καλή ποιότητα – χωρίς προβλήματα, β) αύξηση του κινδύνου προβλημάτων από τη συνεχή χρήση του νερού και γ) ακατάλληλη ποιότητα – σοβαρά προβλήματα. Το σύστημα αυτό φαίνεται στον Πίνακα 2.4 (Τσακίρης 2006).

Πίνακας 2.1 Σύστημα ταξινόμησης του αρδευτικού νερού κατά Scofield .

Κατηγορία	Συγκέντρωση διαλυμένων στερεών			Συγκέντρωση	
	EC ($\mu\text{mhos/cm}$)	Κατά βάρος (p.p.m.)	Na (%)	Cl (meq/l)	SO ₄ (meq/l)
1 (Άριστη)	250	175	20	4	4
2 (Καλή)	250-750	175-525	20-40	4-7	4-7
3 (Επιτρεπόμενη)	750-2000	525-1400	40-60	7-12	7-12
4 (Αμφίβολη)	2000-3000	1400-2100	60-80	12-20	12-20
5 (Ακατάλληλη)	3000	2100	80	20	20

Πηγή: Τσακίρης 2004

Πίνακας 2.2 Σύστημα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού κατά Wilcox και Magistad .

Κατηγορία	I	II	III
Δείκτες Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα	Άριστη μέχρι καλή	Καλή μέχρι επιζήμια	Επιζήμια μέχρι ακατάλληλη
(EC στους 25°C, μmho/cm)	<1000	1000-3000	>3000
Νάτριο {%}	<60	60-75	>75
Χλώριο, meq/lit	<5	5-10	>10
Βόριο, ppm	<0,5	0,5-2	>2

Πηγή: Τσακίρης 2004

Πίνακας 2.3 Σύστημα ταξινομήσεως του αρδευτικού νερού κατά Doneen.

Συνθήκες στραγγίσεως του εδάφους	Ενεργός Αλατότητα ES	Κατηγορίες		
		I	II	III
Ελάχιστη	meq/lit	<3	3-5	>5
απόπλυση του	ppm	165	165-275	275
εδάφους	kg/m ³ νερού	0,165	0,165-0,275	0,275
Μικρή έως περιο-	meq/lit	<5	5-10	>10
ρισμένη απόπλυση	ppm	275	275-550	550
Στράγγιση βραδεία	kg/m ³ νερού	0,275	0,275-0,550	0,550
Εδάφη διαπερατά	meq/lit	<7	7-15	>15
Στράγγιση καλή	ppm	385	385-825	825
	kg/m ³ νερού	0,385	0,385-0,825	0,825

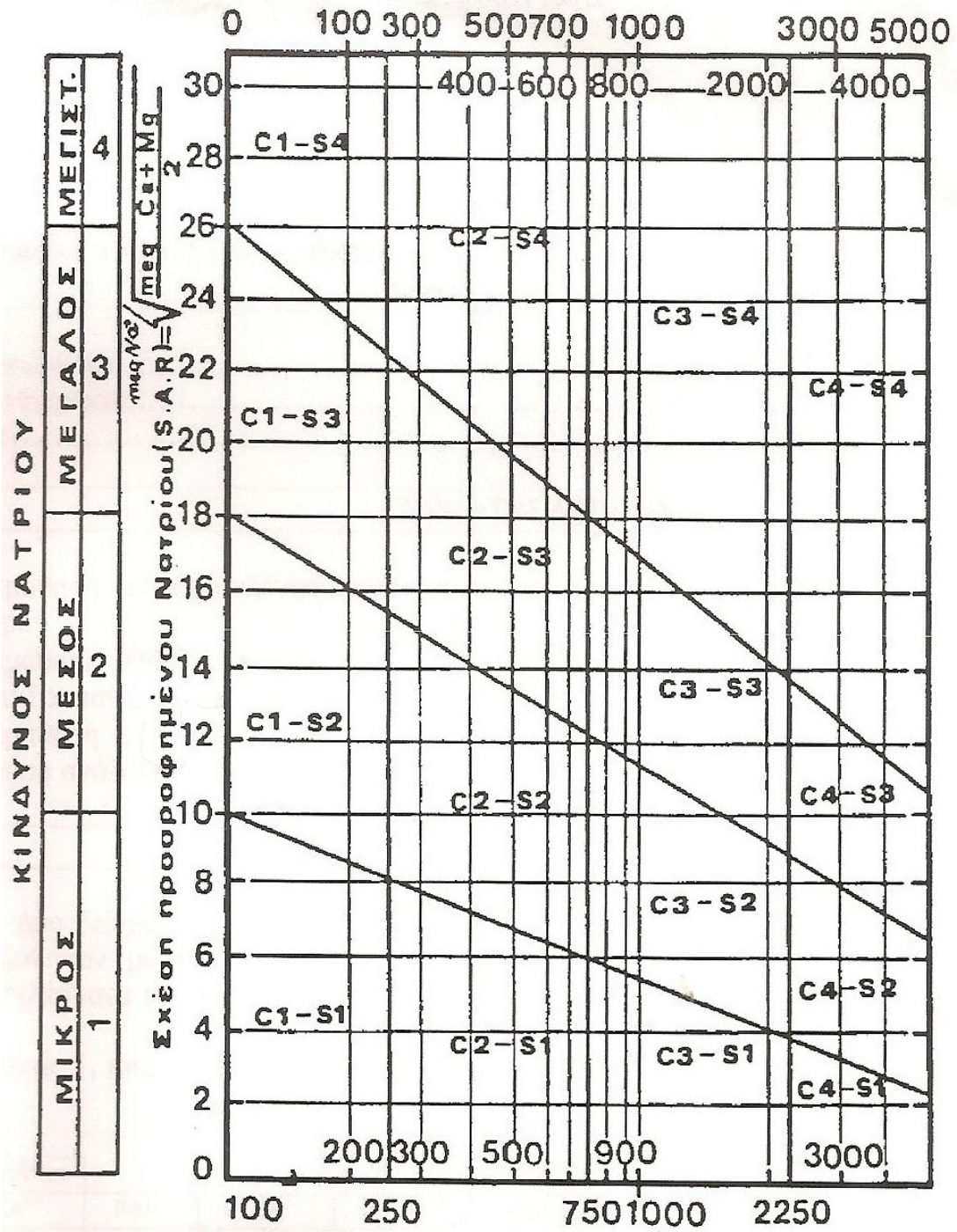
Πηγή: Τσακίρης 2004

Πίνακας 2.4 Σύστημα ταξινόμησης του αρδευτικού νερού κατά Ayers και Westcot.

Προβλήματα και σχετική ποιοτική παράμετρος	(1) Καλή ποιότητα	(2) Αυξανόμενα προβλήματα	(3) Ακατάλληλη ποιότητα
<i>Αλατότητα</i>			
EC_w του νερού. mmhos/cm	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3
TDS. mg/L	< 450	450 - 2000	> 2000
<i>Διηθητικότητα</i>			
SAR = 0 - 3 EC_w =	> 0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
= 3 - 6 =	> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
= 6 - 12 =	> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
= 12 - 20 =	> 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
= 20 - 40 =	> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
<i>Τοξικότητα ιόντων</i>			
<i>Προσρόφηση από τις ρίζες</i>			
Νάτριο. me/L	< 3.0	3.0 - 9.0	> 9.0
Χλώριο. me/L	< 4.0	4.0 - 10.0	> 10.0
mg/L (ppm)	< 142	142 - 355	> 355
Βόριο. mg/L (ppm)	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
<i>Προσρόφηση από τα φύλλα κατά τον ψεκασμό</i>			
Νάτριο. me/L	< 3.0	> 3.0	-
mg/L (ppm)	< 4.0	> 69	-
Χλώριο. me/L	< 142	> 3.0	-
mg/L (ppm)	< 0.7	> 106	-
<i>Ειδικά Προβλήματα</i>			
NH_4-N και NO_3-N mg/L ή ppm για ευαίσθητες καλλιέργειες	< 5	5 - 30	> 30
HCO_3 (μόνο για ψεκασμό) me/L	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
mg/L (ppm)	< 90	90 - 520	> 520
pH	6.6 - 8.0		

Πηγή: Τσακίρης 2006

Σχήμα 2.1 Διάγραμμα ποιοτικής κατάταξης του αρδευτικού νερού σύμφωνα με το Εργαστήριο Αλατότητας της Αμερικής.



Πηγή: Τσακίρης 2006

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Ο ποταμός Λούρος

Ο Λούρος είναι ποταμός της Ηπείρου με συνολικό μήκος 73 χιλιόμετρα. Πηγάζει από το όρος Τόμαρος (υψόμετρο 1976m), κοντά στην περιοχή του Μαντείου της Δωδώνης, του νομού Ιωαννίνων. Δέχεται τροφοδοτικούς παραποτάμους από την περιοχή του χωριού Βαρυάδες. Διασχίζει μία στενή χαράδρα κατηφορίζοντας προς τον νομό Πρέβεζας, περνάει από τα χωριά Βούλιστα, Μουσιωτίτσα, Παναγιά, Κλεισούρα και μετά από το χωριό Κερασώνα, τα νερά του εγκλωβίζονται στο τεχνητό υδροηλεκτρικό φράγμα της ΔΕΗ Λούρου, ύψους 25 μέτρων και πλάτους 70 μέτρων. Ένα τμήμα των υδάτων του Λούρου διοχετεύεται με σήραγγα ανατολικά μέσα από το λόφο και ξαναπέφτει στο κεντρικό τμήμα του ποταμού λίγο πριν το χωριό Άγιος Γεώργιος (Γκούβας 1994).

Στο χωριό Άγιος Γεώργιος υπάρχουν οι “πηγές του Λούρου” από τις οποίες υδρεύεται η Άρτα, η Πρέβεζα και η Λευκάδα. Επίσης, κοντά στο χωριό Άγιος Γεώργιος είναι κατασκευασμένο το γιγαντιαίο για την εποχή του Υδραγωγείο Λούρου, που κατασκευάστηκε το 31 π.Χ.. Κοντά στο χωριό Αρχάγγελος του νομού Πρέβεζας υπάρχει και δεύτερο υπόλειμμα μικρού ρωμαϊκού υδραγωγείου. Μετά το φράγμα της ΔΕΗ, τα νερά του Λούρου πορεύονται πλησίον του χωριού Παντάνασσα του νομού Άρτας. Στη συνέχεια ο Λούρος δέχεται παραπόταμο από τους λόφους του Βαλαωρίτη και αργότερα διέρχεται από ελώδη περιοχή που εύκολα πλημμυρίζει. Ο Λούρος εκβάλλει στον Αμβρακικό κόλπο όπου σχηματίζεται το δέλτα του ποταμού, το οποίο αποτελεί σημαντικό οικοσύστημα. Το μέγιστο υπερθαλάσσιο ύψος ανέρχεται στα 1976 μέτρα και το ελάχιστο βρίσκεται στο επίπεδο της θάλασσας (Γκούβας 1994).

3.2 Λεκάνη Απορροής ποταμού Λούρου

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Λούρου καταλαμβάνει έκταση 961 km². Τροφοδοτείται από τον υπόγειο υδροφορέα, τον οποίο διασχίζει (παρόχθιες πηγές ή αναβλύσεις στην κοίτη του), καθώς και από πηγές βάσης του συστήματος Καμπής και Χανοπούλου (4 m³/s) στην ανατολική πλευρά και τις πηγές Πριάλας και Σκάλας στη δυτική. Ο ποταμός αυτός παρουσιάζει την πλέον σταθερή διαίτα, γεγονός που οφείλεται στο ότι το μεγαλύτερο μέρος της διαδρομής του γίνεται μέσα σε καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους (ΥΠ.ΕΝ. 2000)

Ο ποταμός Λούρος διασχίζει ασβεστολιθικούς σχηματισμούς οι οποίοι είναι μικρής δυναμικότητας σε παροχή νερού. Η λεκάνη απορροής του ποταμού βρίσκεται εξ'ολοκλήρου εντός της Αδριατικοϊονίου ζώνης. Το δέλτα του ποταμού είναι λοβοειδούς μορφής και περιορισμένης έκτασης (Τζιαβός 1993).

Το προσχωματικό υλικό που εναποθέτει ο Λούρος αποτελείται από μικρές ποσότητες λεπτόκοκκου υλικού αλλά και κροκάλες και χαλίκια ασβεστολιθικής προέλευσης, διότι το καλοκαίρι τροφοδοτείται αποκλειστικά από τα νερά καρστικών πηγών, αφού απουσιάζουν σημαντικοί παραπόταμοι. Σημαντικότερη πηγή τροφοδοσίας του Λούρου είναι και η λιμνοδολίνη του Βηρού (Τζιαβός 1996). Το γεγονός ότι ο ποταμός διασχίζει υδροπερατά πετρώματα, λόγω διακλάσεων και καρστικοποίησης (ασβεστόλιθους), και μεταφέρει κυρίως νερά πηγών, του προσδίδει χαρακτήρα μάλλον ήρεμου ποταμού, με μικρή διακύμανση στις παροχές του και ως εκ τούτου μικρή προσχωματική δράση. Γι'αυτό, το δελταϊκό του πεδίο δεν είναι καλά ανεπτυγμένο. Στην πεδιάδα ο ποταμός ρέει μέσα σε καλά διαμορφωμένη κοίτη, χωρίς να παρουσιάζεται πρόβλημα διάβρωσης των οχθών του. Την μεγαλύτερη ποσότητα νερού την μεταφέρει την άνοιξη, εποχή με συχνές άλλωστε βροχοπτώσεις και τήξη του χιονιού στα βουνά της λεκάνης απορροής. Η αύξηση της ποσότητας του νερού την άνοιξη, έχει σαν αποτέλεσμα και την άνοδο της στάθμης του νερού στις λιμνοθάλασσες του κόλπου (Αγοργιανίτη 2007).

3.3 Γεωλογία Λεκάνης Απορροής

Το βασικό γεωλογικό υπόστρωμα στη λεκάνη απορροής του ποταμού Λούρου αποτελείται από αλλουβιακές αποθέσεις ασβεστιτικών και πυριτικών τριτογενών αποθέσεων καθώς και από σκληρούς ασβεστόλιθους. Στο μεγαλύτερο μέρος της διαδρομής του, ο Λούρος, διέρχεται από καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους παρουσιάζοντας έτσι ιδιαίτερα σταθερή δίαιτα με μικρές εποχικές διακυμάνσεις σε παροχή. Οι ποσότητες του ιζήματος που μεταφέρονται από το ποτάμι είναι πολύ μικρές, κυρίως μετά τη δημιουργία του φράγματος, όπου η ροή του ποταμού φαίνεται να ελέγχεται και να μην παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Κατά συνέπεια τα μειωμένα ποσά φερτών υλών δεν επαρκούν για το σχηματισμό κανονικού δέλτα και διαχέονται με τη βοήθεια των κυμάτων στον Αμβρακικό, με αποτέλεσμα τη δημιουργία τοξοειδών λουρονησίδων μεταξύ Λούρου και Σαλαώρας, καθώς και μεταξύ Σαλαώρας – Κορωνησίας (Μανωλάκη 2012).

Οι κύριες υδροφορίες της λεκάνης απορροής του Λούρου αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Ιονίου ζώνης. Σημαντικές υδροφορίες αναπτύσσονται στους κοκκώδεις σχηματισμούς των τεταρτογενών αποθέσεων, το δυναμικό των οποίων εξαρτάται από την κοκκομετρία τους και τις συνθήκες τροφοδοσίας. Η περιοχή της Άρτας έχει πληρωθεί από προσχώσεις των ποταμών Λούρου και Αράχθου. Το πάχος των αποθέσεων εκτιμάται ότι υπερβαίνει τα 200 μέτρα εξαιτίας της διαρκούς βύθισης που παρουσιάζει η περιοχή και αποτελούνται από ορίζοντες ασύνδετων αμμο-κροκαλών σε εναλλαγές με ορίζοντες αργίλων. Στις εμφανίσεις του φλύσχη αναπτύσσονται τοπικής σημασίας υδροφορείς, μικρής δυναμικότητας που καλύπτουν τοπικές υδρευτικές, αρδευτικές και κτηνοτροφικές ανάγκες (ΥΠ.ΕΝ. 2017).

3.4 Κλίμα Περιοχής και Ανθρωπογενείς δραστηριότητες

Το κλίμα κατά μήκος της ακτής είναι Μεσογειακό και γίνεται Ηπειρωτικό εσωτερικά στις ορεινές περιοχές. Στις ορεινές περιοχές, η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 1073 mm και η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα φθάνει τους 14°C. Κατά μήκος της ακτής η ξηρά περίοδος αρχίζει τον Απρίλιο και συνεχίζεται μέχρι τον Σεπτέμβριο. Στις ορεινές περιοχές η ξηρά περίοδος αρχίζει τον Ιούνιο και συνεχίζεται μέχρι τον Σεπτέμβριο (Μανωλάκη 2012).

Οι κυριότερες πιέσεις που δέχεται το ποτάμι αφορούν:

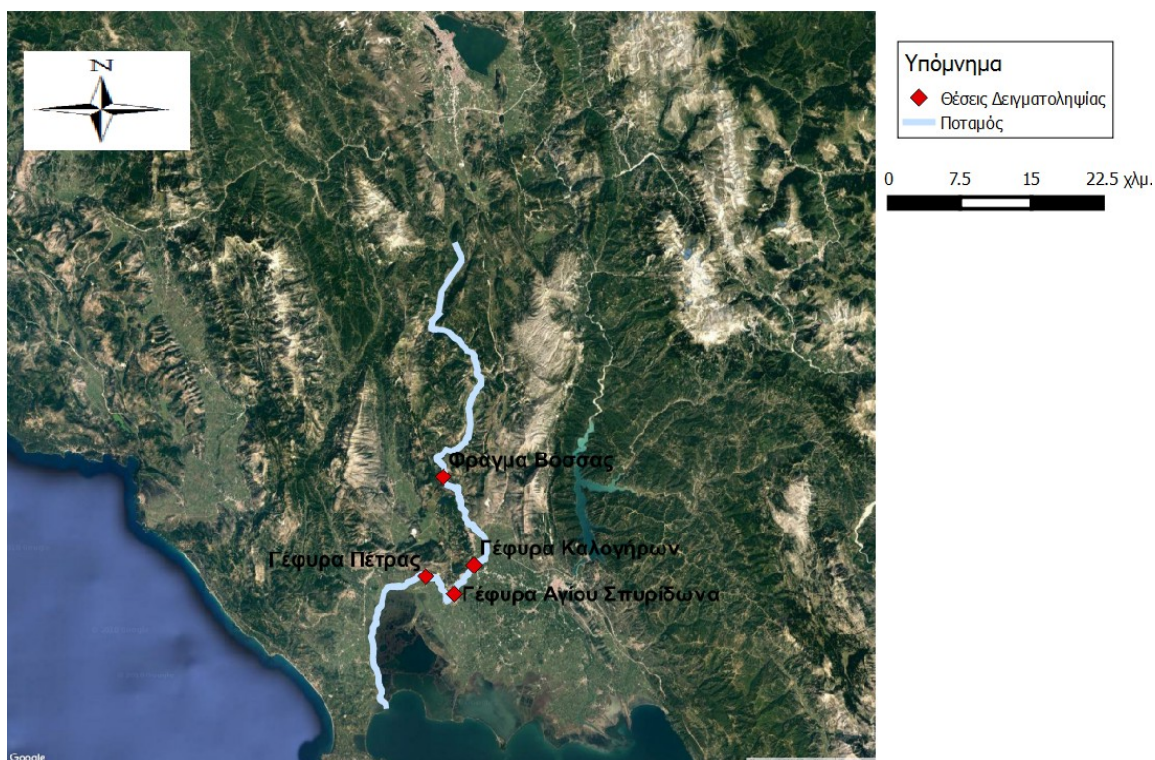
1. Άρδευση: υπάρχουν 8900 στρέμματα καλλιεργήσιμης γης στη λεκάνη απορροής του ποταμού και είναι η μεγαλύτερη αρδευόμενη έκταση σε όλο το υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου.
2. Καλλιέργειες: Το 2,5% της συνολικής έκτασης της λεκάνης απορροής του ποταμού καλλιεργείται και η συνολική καλλιεργήσιμη έκταση φτάνει τα 133,6 km². Οι καλλιέργειες αφορούν οπωροκηπευτικά είδη, εσπεριδοειδή δέντρα και φρούτα, καλαμπόκια, βαμβάκι και ελιές.
3. Παραγωγή ενέργειας: Το 1954 κατασκευάστηκε από τη Δ.Ε.Η., ταμιευτήρας χωρητικότητας 0,035 hm³ και ηλεκτρικής ενέργειας 10,3 MW. Τα τελευταία χρόνια ο ταμιευτήρας έχει γίνει πολύ ρηχός εξαιτίας της ιζηματογένεσης.
4. Υδατοκαλλιέργειες: Τα νερά του ποταμού χρησιμοποιούνται για την λειτουργία και την υποστήριξη 23 μονάδων εκτροφής πέστροφας, οι οποίες χρησιμοποιούν εντατικές

μεθόδους καλλιέργειας, καλύπτουν 34.120 m² υδάτινης επιφάνειας και παράγουν περίπου 547 tn πέστροφας ετησίως. Λόγω του μεγάλου αριθμού των μονάδων και των ιχθυοφορτίσεων που χρησιμοποιούνται επηρεάζονται τόσο το περιβάλλον όσο και η ποιότητα των νερών του ποταμού. Η επιβάρυνση είναι σχετικά μικρή σε φυσιολογικές τιμές παροχής και θερμοκρασίας, αλλά σημαντική σε περιπτώσεις οριακών συνθηκών (Μανωλάκη 2012).

3.5 Οι Θέσεις Δειγματοληψίας

Στην παρούσα εργασία τα δείγματα συλλέχθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας, Διεύθυνση Σ.Ε.Ε. & Α.Ε.Π., Τμήμα Προστασίας Αρδευτικών Υδάτων κατά την χρονική περίοδο 1984 με 1997. Τα δείγματα συλλέχθηκαν από τέσσερις θέσεις δειγματοληψίας (Εικόνα 3.1), οι οποίες είναι:

1. Το φράγμα της Βόσσας
2. Η Γέφυρα Καλογήρων
3. Η γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα και
4. Η γέφυρα Πέτρας



Εικόνα 3.1 Ο ποταμός Λούρος και οι θέσεις δειγματοληψίας.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1 Στατιστική ανάλυση των παραμέτρων

Στα σημεία δειγματοληψίας (Φράγμα Βόσσας, Γέφυρα Καλογήρων, Γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα, Γέφυρα Πέτρας), πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για διάφορα στοιχεία για τη χρονική περίοδο 1984 έως 1997, μία φορά το μήνα για όλους τους μήνες. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα στατιστικά αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών ομαδοποιημένα ανά έτος.

Πιο συγκεκριμένα τα στοιχεία για τα οποία υπολογίστηκαν τα περιγραφικά μέτρα είναι: Η παροχή (Q) των υδατορευμάτων, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), η ενεργός οξύτητα (pH), το διαλυμένο οξυγόνο (DO), τα κατιόντα νατρίου (Na^+), ασβεστίου (Ca^{2+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}) και τα ανιόντα χλωρίου (Cl^-), θειικά (SO_4^{2-}) και όξινα ανθρακικά (HCO_3^-).

4.1.1 Ανάλυση παροχής υδατορευμάτων

Για τις τέσσερις θέσεις δειγματοληψίας μετρήθηκε η παροχή για κάθε μήνα για κάθε χρόνο (όποτε ήταν δυνατό) και με βάση τις μετρήσεις αυτές υπολογίστηκαν τα περιγραφικά μέτρα για την παροχή. Τα περιγραφικά μέτρα που υπολογίστηκαν είναι: η μέση τιμή, η διάμεσος, το εύρος, η διασπορά, η τυπική απόκλιση, ο συντελεστής μεταβλητότητας. Επίσης υπολογίστηκαν ο συντελεστής ασυμμετρίας και ο συντελεστής κυρτότητας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 4.1 έως 4.4.

4.1.1.1. Φράγμα Βόσσας

Για το φράγμα της Βόσσας παρατηρείται (Πίνακας 4.1) πως η παροχή μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές της παροχής δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της παροχής έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.1 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την παροχή στο φράγμα Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (m ³ /sec)	Διάμεσος \tilde{x} (m ³ /sec)	Εύρος R (m ³ /sec)	Διασπορά s ² (m ³ /sec)	Τυπική Απόκλιση s (m ³ /sec)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	6,33	5	8	7,151	2,674	42,2	1,04	0,14
1985	6,25	6	2	0,568	0,754	12,1	-0,48	-0,87
1986	8,09	6	6	7,691	2,773	34,3	0,75	-1,59
1987	8,17	6	15	33,77	5,811	71,2	2,42	5,9
1988	6	6	0	0	0	0	0	0
1989	6	6	0	0	0	0	0	0
1990	6	6	0	0	0	0	0	0
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	5,63	6	3	1,411	1,188	21,1	-0,39	-1,23
1997	4	4	3	0,889	0,943	23,6	0,99	1,18

4.1.1.2 Γέφυρα Καλογήρων

Για τη γέφυρα Καλογήρων παρατηρείται (Πίνακας 4.2) πως η παροχή μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν σχετικά μικρές τιμές, οπότε οι τιμές της παροχής δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της παροχής έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.2 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την παροχή στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (m ³ /sec)	Διάμεσος \tilde{x} (m ³ /sec)	Εύρος R (m ³ /sec)	Διασπορά s ² (m ³ /sec)	Τυπική Απόκλιση s (m ³ /sec)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	15,05	11	29,5	121,4	11,02	73,2	0,94	-0,67
1985	14,83	12,5	14	25,97	5,096	34,3	0,88	-0,72
1986	16,18	13	11	21,56	4,644	28,7	0,94	-1,1
1987	15	14	7	6,4	2,53	16,9	2,11	4,76
1988	12	12	0	0	0	0	0	0
1989	12	12	0	0	0	0	0	0
1990	12	12	0	0	0	0	0	0
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	10,38	10	6	3,696	1,923	18,5	-0,39	-0,01
1997	9,4	10	5	3,6	1,897	20,18	-0,11	-1,11

4.1.1.3 Γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα

Για τη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα παρατηρείται (Πίνακας 4.3) πως η παροχή μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν σχετικά μικρές τιμές, οπότε οι τιμές της παροχής δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της παροχής έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.3 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την παροχή στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (m ³ /sec)	Διάμεσος \tilde{x} (m ³ /sec)	Εύρος R (m ³ /sec)	Διασπορά s ² (m ³ /sec)	Τυπική Απόκλιση s (m ³ /sec)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	19,85	16	35,5	175	13,23	66,6	0,83	-0,85
1985	18,67	18	20	47,88	6,919	37,1	0,97	-0,13
1986	16,27	13	11	21,02	4,585	28,2	0,93	-1,09
1987	15,83	15	6	4,567	2,137	13,5	1,98	4,29
1988	14	14	0	0	0	0	0	0
1989	14	14	0	0	0	0	0	0
1990	14	14	0	0	0	0	0	0
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	14,38	15	2	0,839	0,916	6,373	-1	-1,04
1997	12	12,5	7	6,667	2,582	21,5	0	-1,57

4.1.1.4 Γέφυρα Πέτρας

Για τη γέφυρα Πέτρας παρατηρείται (Πίνακας 4.4) πως η παροχή μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν σχετικά μικρές τιμές, οπότε οι τιμές της παροχής δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της παροχής έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.4 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την παροχή στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (m ³ /sec)	Διάμεσος \tilde{x} (m ³ /sec)	Εύρος R (m ³ /sec)	Διασπορά S ² (m ³ /sec)	Τυπική Απόκλιση s (m ³ /sec)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	24,42	18,5	41	230,8	15,19	62,2	0,47	-1,5
1985	19,75	18	19	44,57	6,676	33,8	0,77	-0,7
1986	16,73	14	13	25,62	5,061	30,3	0,8	-1,22
1987	16,83	16	5	3,367	1,835	10,9	1,24	0,86
1988	14	14	0	0	0	0	0	0
1989	14	14	0	0	0	0	0	0
1990	14	14	0	0	0	0	0	0
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	15	15	6	4,571	2,138	14,2	0,35	-0,63
1997	12,4	12,5	7	5,822	2,413	19,5	0,54	-0,47

4.1.2 Ανάλυση σημαντικότερων παραμέτρων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τα περιγραφικά μέτρα των ανιόντων χλωρίου, θειϊκών, όξιων ανθρακικών, των κατιόντων νατρίου, μαγνησίου, ασβεστίου και τα μεγέθη ηλεκτρική αγωγιμότητα, ενεργός οξύτητα και διαλυμένο οξυγόνο. Τα μέτρα που υπολογίστηκαν είναι η μέση τιμή, η διάμεσος, το εύρος, η διασπορά, η τυπική απόκλιση, ο συντελεστής μεταβλητότητας, καθώς και ο συντελεστής ασυμμετρίας και ο συντελεστής κυρτότητας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 4.5 έως 4.40.

4.1.2.1 Φράγμα Βόσσας

- Χλώριο (Cl⁻)

Για τις τιμές των ανιόντων του χλωρίου παρατηρείται (Πίνακας 4.5) πως αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν σχετικά μικρές τιμές, οπότε οι τιμές του χλωρίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές του χλωρίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.5 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα ανιόντα χλωρίου στο φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	9,53	9,35	7,1	4,241	2,059	21,6	0,05	-0,52
1985	9,16	9,3	5,9	3,148	1,774	19,4	-0,1	-0,78
1986	9,32	9,6	7,8	5,452	2,335	25,1	0,11	-0,21
1987	8,7	9,6	9,9	10,4	3,225	37,1	-1,7	3,38
1988	10,17	9,65	4,6	2,291	1,514	14,9	1,38	0,83
1989	10,94	11	2	0,607	0,779	7,1	0,29	-1,42
1990	11,8	12	3,5	1,333	1,155	9,8	-0,01	-0,002
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	10,4	9,9	6,6	4,848	2,202	21,2	0,91	1,83
1996	10,16	10,5	7,7	5,54	2,354	23,2	-0,54	0,61
1997	10,99	11	7,8	5,679	2,383	21,7	0,61	1,67

• **Θειϊκά (SO₄²⁻)**

Για τις τιμές των θειϊκών ανιόντων παρατηρείται (Πίνακας 4.6) πως αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν σχετικά μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των θειϊκών ανιόντων δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των θειϊκών ανιόντων έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.6 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα θειϊκά ανιόντα στο φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	7,87	7	5,4	4,343	2,084	26,5	1,96	3,88
1985	7,52	7,45	4,6	1,994	1,412	18,8	0,02	-0,81
1986	7,78	7	7,3	6,504	2,55	32,8	0,36	-1,28
1987	7,81	7,9	8,9	8,555	2,925	37,4	-0,78	0,79
1988	8,84	8,3	4,7	2,483	1,576	17,8	0,75	-0,38
1989	9,5	8,8	4,1	2,828	1,682	17,7	0,88	-1,3
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	7,21	8,2	6,7	5,458	2,336	32,4	-1,29	1,25
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Όξινα ανθρακικά (HCO₃⁻)**

Για τα όξινα ανθρακικά ιόντα παρατηρείται (Πίνακας 4.7) πως οι τιμές τους παραμένουν σχετικά σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.7 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα όξινα ανθρακικά ανιόντα στο φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	3,17	3,15	0,3	0,015	0,121	3,8	-0,08	-1,55
1985	3,24	3,2	0,5	0,017	0,131	4	0,22	0,73
1986	3,14	3,1	0,6	0,025	0,157	5	1,17	2,43
1987	3,07	3,1	0,7	0,052	0,229	7,4	-1,73	3,56
1988	3,16	3,2	0,4	0,015	0,124	3,9	0,6	0,91
1989	3,12	3,15	0,2	0,01	0,098	3,1	-0,46	-2,39
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	3,23	3,2	0,8	0,072	0,269	8,3	-0,35	-0,3
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Νάτριο (Na⁺)**

Για τα ιόντα του νατρίου παρατηρείται (Πίνακας 4.8) πως οι τιμές τους αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του νατρίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του νατρίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.8 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα νατρίου στο φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	8,98	8,3	5,7	4,574	2,139	23,8	1,12	0,46
1985	8,48	8,55	5	2,578	1,606	18,9	-0,07	-0,78
1986	8,99	8,9	8,3	6,953	2,637	29,3	0,31	-0,77
1987	8,99	9,7	10,2	12,051	3,471	38,6	-1,27	1,9
1988	10,29	9,7	5,6	3,219	1,794	17,4	0,54	-0,26
1989	11,11	10,55	2,7	1,454	1,206	10,8	0,84	-1,83
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	9,63	10	8	6,569	2,563	26,6	-1,05	1,69
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Μαγνήσιο (Mg)**

Για τα ιόντα του μαγνησίου παρατηρείται (Πίνακας 4.9) πως οι τιμές τους παραμένουν σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του μαγνησίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του μαγνησίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.9 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα μαγνησίου στο φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	2,02	1,9	2,1	0,55	0,741	36,8	1,57	2,99
1985	2,06	1,95	1,7	0,277	0,526	25,6	0,8	0,07
1986	2,02	2,1	1,7	0,31	0,556	27,6	-0,64	-0,48
1987	1,71	1,6	2,6	0,615	0,784	45,7	0,91	2,54
1988	2,74	2,6	3,5	0,978	0,989	36	0,62	1,3
1989	2,58	2,45	2,1	0,494	0,703	27,2	0,93	1,84
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	1,91	2	2,5	0,595	0,771	40,3	0,59	1,6
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Ασβέστιο (Ca)**

Για τα ιόντα του ασβεστίου παρατηρείται (Πίνακας 4.10) πως οι τιμές τους παρουσιάζουν μία σχετική σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του ασβεστίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του ασβεστίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επι το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.10 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα ασβεστίου στο φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	9,32	9	4,6	2,39	1,54	16,6	1,24	2,51
1985	9,38	9,45	3,5	1,278	1,13	12	0,06	-1,02
1986	9,23	9,1	5,1	2,568	1,602	17,4	0,74	-0,3
1987	8,89	9,9	6,6	4,815	2,194	24,7	-1,72	3,25
1988	9,26	9,3	4,9	2,118	1,455	15,7	-1,13	2,38
1989	10,05	9,85	1,3	0,291	0,539	5,4	0,92	-0,79
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	8,97	9,2	4,8	2,366	1,538	17,1	0,03	0,29
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)**

Για το διαλυμένο οξυγόνο παρατηρείται (Πίνακας 4.11) πως οι τιμές τους μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν στα πρώτα χρόνια μεγάλες τιμές, δηλαδή οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή και στη συνέχεια έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας στα πρώτα χρόνια έχουμε τιμές μεγαλύτερες του 3, δηλαδή παρουσιάζεται λεπτόκυρτη κατανομή, όπου οι τιμές της παραμέτρου δεν ξεφεύγουν από την μέση τιμή. Στα υπόλοιπα χρόνια οι τιμές του συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότεροι του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της

παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή.

- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)**

Για την ηλεκτρική αγωγιμότητα παρατηρείται (Πίνακας 4.12) πως οι τιμές της αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3 για όλη την χρονική περίοδο, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του κάθε έτους.

- **Ενεργός Οξύτητα (pH)**

Για την ενεργό οξύτητα παρατηρείται (Πίνακας 4.13) πως οι τιμές της παρουσιάζουν σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν στα πρώτα χρόνια μεγάλες τιμές, δηλαδή οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή και στη συνέχεια έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές της ενεργούς οξύτητας δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της ενεργούς οξύτητας έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας έχουμε τιμές μικρότερες του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή για όλα τα χρόνια.

Πίνακας 4.11 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για το διαλυμένο οξυγόνο στο φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (mg/l)	Διάμεσος \tilde{x} (mg/l)	Εύρος R (mg/l)	Διασπορά s^2 (mg/l)	Τυπική Απόκλιση s (mg/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	20,27	9,75	66,7	719,5	26,82	132,3	2,45	5,99
1985	15,97	8,6	76,1	510,5	22,59	141,5	3,3	10,92
1986	9,55	9,8	3,2	1,121	1,059	11,1	-0,06	-0,74
1987	8,7	9,4	6,8	7,277	2,697	31	-0,26	-2,05
1988	9,93	10	5,1	2,198	1,482	14,9	-1,23	2,37
1989	9,23	9,7	6,1	3,553	1,885	20,4	-1,74	3,34
1990	10,2	10,35	4,7	3,452	1,858	18,2	-0,3	-1,42
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Πίνακας 4.12 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στο φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (μhos/cm)	Διάμεσος \tilde{x} (μhos/cm)	Εύρος R (μhos/cm)	Διασπορά s^2 (μhos/cm)	Τυπική Απόκλιση s (μhos/cm)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	1970	1980	1070	110981,8	333,1	16,9	0,08	-0,89
1985	1968	1950	1090	122397	349,8	17,8	0,02	-1,09
1986	2000	2030	1490	185040	430,2	21,5	0,45	0,16
1987	1916	2050	1770	347095,2	589,1	30,7	-1,61	2,84
1988	2146	2075	970	85960	293,2	13,7	0,68	0,49
1989	2243	2237,5	510	19984,7	141,4	6,3	1,07	2,42
1990	2549	2545	300	11428,6	106,9	4,2	0,77	0,14
1991	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1992	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1993	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1994	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1995	2097	2042,5	855	83056,7	288,2	13,7	0,38	0,77
1996	2001	2125	1360	167274,6	408,9	20,4	-0,94	1,46
1997	2088	2105	910	66462,2	257,8	12,3	-0,84	1,04

Πίνακας 4.13 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ενεργό οξύτητα στο φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x}	Διάμεσος \tilde{x}	Εύρος R	Διασπορά s^2	Τυπική Απόκλιση s	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	7,43	7,45	0,3	0,011	0,106	1,4	-0,04	-1,24
1985	7,29	7,3	0,4	0,021	0,144	2	0,39	-0,92
1986	7,22	7,3	0,4	0,016	0,125	1,7	-0,41	-1,04
1987	7,17	7,1	0,4	0,019	0,138	1,9	0,71	-0,33
1988	7,1	7,1	0,4	0,023	0,153	2,1	-0,39	-1,11
1989	7,35	7,4	0,8	0,095	0,308	4,2	-0,46	-1,26
1990	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1991	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1992	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1993	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1994	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1995	7,53	7,56	0,67	0,057	0,239	3,2	-1,27	2,05
1996	7,77	7,73	0,55	0,027	0,164	2,1	1,47	3,13
1997	7,8	7,81	0,35	0,012	0,11	1,4	-0,41	-0,62

4.1.2.2 Γέφυρα Καλογήρων

- Χλώριο (Cl)

Για τις τιμές των ανιόντων του χλωρίου παρατηρείται (Πίνακας 4.14) πως αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν πολύ μικρές τιμές, οπότε οι τιμές του

χλωρίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές του χλωρίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.14 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα ανιόντα χλωρίου στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	0,54	0,5	0,1	0,0027	0,052	9,6	0,48	-2,28
1985	0,54	0,6	0,2	0,0063	0,079	14,6	-0,99	-0,46
1986	0,56	0,6	0,2	0,0045	0,067	12	-1,8	2,61
1987	0,57	0,6	0,1	0,0024	0,049	8,5	-1,23	-0,84
1988	0,58	0,6	0,1	0,0018	0,042	7,3	-1,78	1,41
1989	0,59	0,6	0,1	0,001	0,032	5,4	-3,16	10
1990	0,66	0,6	0,3	0,013	0,113	17,2	2,16	4,58
1991	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1992	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1993	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1994	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1995	0,5	0,6	0,5	0,04	0,2	40	-2,25	5,12
1996	0,52	0,6	0,6	0,0364	0,191	36,3	-1,95	3,88
1997	0,78	0,8	1,2	0,1196	0,346	44,3	0,03	0,1

- **Θειϊκά (SO₄²⁻)**

Για τις τιμές των θειϊκών ανιόντων παρατηρείται (Πίνακας 4.15) πως αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν πολύ μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των θειϊκών ανιόντων δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των θειϊκών ανιόντων έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.15 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα θειικά ανιόντα στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	2,08	2,2	1,3	0,176	0,419	20,1	-0,56	-0,89
1986	1,78	1,9	1,5	0,284	0,533	29,9	-0,39	-1,33
1987	1,84	1,6	1,1	0,183	0,428	23,2	0,68	-1,35
1988	2,18	2	1,9	0,369	0,608	27,9	1,42	2,06
1989	2,23	2,25	1,4	0,283	0,532	23,8	0,19	-0,95
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	1,86	1,8	1,1	0,146	0,382	20,6	0,74	-0,22
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

• **Όξινα ανθρακικά (HCO_3^-)**

Για τα όξινα ανθρακικά ιόντα παρατηρείται (Πίνακας 4.16) πως οι τιμές τους παραμένουν σχετικά σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.16 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα όξινα ανθρακικά ανιόντα στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	3,47	3,5	0,3	0,012	0,107	3,1	-0,26	-0,1
1986	3,37	3,4	0,3	0,008	0,09	2,7	-0,34	-0,05
1987	3,46	3,4	0,2	0,006	0,079	2,3	1,11	0,27
1988	3,31	3,4	0,9	0,076	0,276	8,3	-2,63	7,38
1989	3,37	3,3	1	0,119	0,344	10,2	1,44	2,72
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	3,27	3,4	1,4	0,236	0,486	14,8	-2,35	5,87
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Νάτριο (Na⁺)**

Για τα ιόντα του νατρίου παρατηρείται (Πίνακας 4.17) πως οι τιμές τους παρουσιάζουν σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του νατρίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του νατρίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.17 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα νατρίου στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	0,39	0,4	0,1	0,001	0,029	7,4	-3,46	12
1986	0,39	0,4	0,3	0,013	0,114	29,1	-0,29	-1,63
1987	0,44	0,4	0,1	0,003	0,053	12,1	0,37	-2,8
1988	0,44	0,4	0,1	0,003	0,053	11,9	0,27	-2,57
1989	0,47	0,45	0,2	0,007	0,082	17,5	0,86	-0,3
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	0,46	0,5	0,1	0,003	0,053	11,7	-0,37	-2,8
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Μαγνήσιο (Mg²⁺)**

Για τα ιόντα του μαγνησίου παρατηρείται (Πίνακας 4.18) πως οι τιμές τους παραμένουν σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του μαγνησίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του μαγνησίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.18 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα μαγνησίου στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	0,88	0,95	1	0,087	0,295	33,4	-1,08	1,33
1986	0,78	0,8	0,8	0,042	0,204	26,1	-0,99	2,89
1987	0,66	0,7	0,5	0,036	0,19	28,9	-0,15	-1,87
1988	0,93	0,8	1,2	0,11	0,332	35,5	0,68	1,73
1989	1,08	1,15	0,9	0,118	0,343	31,7	-1,04	0,69
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	0,93	0,9	0,9	0,086	0,293	31,5	-0,73	1,13
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

• **Ασβέστιο (Ca²⁺)**

Για τα ιόντα του ασβεστίου παρατηρείται (Πίνακας 4.19) πως οι τιμές τους παρουσιάζουν μία σχετική σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του ασβεστίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του ασβεστίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επι το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.19 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα ασβεστίου στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	4,8	4,9	0,9	0,064	0,254	5,3	-1,23	1,92
1986	4,55	4,5	1,1	0,163	0,403	8,9	0,2	-1,47
1987	4,77	4,9	0,7	0,086	0,293	6,1	-0,28	-2,4
1988	4,69	4,8	0,6	0,041	0,203	4,3	-0,27	-0,76
1989	4,63	4,6	1,7	0,307	0,554	11,9	0,88	2,42
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	4,36	4,4	1,3	0,186	0,431	9,9	-0,57	0,73
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)**

Για το διαλυμένο οξυγόνο παρατηρείται (Πίνακας 4.20) πως οι τιμές τους αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας οι τιμές είναι ως επί το πλείστον μικρότερες του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή.

Πίνακας 4.20 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για το διαλυμένο οξυγόνο στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (mg/l)	Διάμεσος \tilde{x} (mg/l)	Εύρος R (mg/l)	Διασπορά s^2 (mg/l)	Τυπική Απόκλιση s (mg/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	9,64	9,3	3,5	1,254	1,12	11,6	0,69	-0,72
1986	10,47	10,1	3	1,058	1,029	9,8	0,05	-1,63
1987	10,76	10,8	4,1	1,786	1,336	12,4	-1,35	2,87
1988	11,07	11,5	6	3,228	1,797	16,2	-2,28	5,89
1989	10,52	10,95	4,2	1,706	1,306	12,4	-1,82	2,94
1990	10,17	9,95	3,4	1,331	1,154	11,3	0,46	0,7
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)**

Για την ηλεκτρική αγωγιμότητα παρατηρείται (Πίνακας 4.21) πως οι τιμές της παρουσιάζουν σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3 για όλη την χρονική περίοδο, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του κάθε έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.21 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (μhos/cm)	Διάμεσος \tilde{x} (μhos/cm)	Εύρος R (μhos/cm)	Διασπορά s^2 (μhos/cm)	Τυπική Απόκλιση s (μhos/cm)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	528	540	90	951,1	30,84	5,8	-0,68	-0,75
1985	555	580	130	1809,1	42,53	7,7	-0,92	-0,45
1986	534	560	150	2185,5	46,75	8,8	-1,16	0,88
1987	560	560	70	900	30	5,4	0,57	-1,42
1988	567	570	140	1533,6	39,16	6,9	-0,4	0,61
1989	587	575	190	2890	53,76	9,2	0,01	0,44
1990	596	595	145	2080,9	45,62	7,6	0,44	0,92
1991	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1992	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1993	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1994	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1995	548	540	55	686,7	26,2	4,78	0,53	-2,22
1996	535	537,5	165	2957,1	54,38	10,2	-0,97	0,8
1997	557	570	105	1455,8	38,15	6,9	-0,41	-1,57

• Ενεργός Οξύτητα (pH)

Για την ενεργό οξύτητα παρατηρείται (Πίνακας 4.22) πως οι τιμές της παρουσιάζουν σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές της ενεργούς οξύτητας δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της ενεργούς οξύτητας έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας έχουμε, ως επί το πλείστον, τιμές μικρότερες του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή για όλα τα χρόνια.

Πίνακας 4.22 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ενεργό οξύτητα στη γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x}	Διάμεσος \tilde{x}	Εύρος R	Διασπορά s^2	Τυπική Απόκλιση s	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	7,74	7,7	0,4	0,018	0,133	1,7	0,97	0,3
1985	7,57	7,55	0,7	0,041	0,202	2,7	-0,09	-0,53
1986	7,54	7,6	0,5	0,022	0,15	2	-1,19	1,25
1987	7,47	7,6	0,7	0,076	0,275	3,7	-0,86	-0,55
1988	7,23	7,3	1,1	0,136	0,368	5,1	0,103	-0,28
1989	7,55	7,65	1,2	0,259	0,509	6,7	-0,38	-2,01
1990	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1991	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1992	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1993	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1994	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1995	7,7	7,795	1	0,124	0,353	4,6	-2,11	4,92
1996	8,1	8,1	0,13	0,001	0,037	0,5	0,74	2,15
1997	8,03	8	0,24	0,008	0,092	1,1	0,02	-1,76

4.1.2.3 Γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα

- **Χλώριο (Cl⁻)**

Για τις τιμές των ανιόντων του χλωρίου παρατηρείται (Πίνακας 4.23) πως αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν σχετικά μικρές τιμές, οπότε οι τιμές του χλωρίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές του χλωρίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

- **Θειϊκά (SO₄²⁺)**

Για τις τιμές των θειϊκών ανιόντων παρατηρείται (Πίνακας 4.24) πως αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν πολύ μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των θειϊκών ανιόντων δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των θειϊκών ανιόντων έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους,

Πίνακας 4.23 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα ανιόντα χλωρίου στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	3,22	3,35	2,7	0,479	0,692	21,5	-0,81	2,66
1985	3,47	3,25	3,2	0,73	0,854	24,6	0,77	1,37
1986	3,06	3,1	1,9	0,335	0,578	18,9	0,17	-0,58
1987	3,36	3,9	2,5	0,939	0,969	28,9	-1,23	0,38
1988	3,59	3,45	2,6	0,585	0,765	21,3	1,25	1,83
1989	3,87	3,75	2	0,367	0,606	15,6	-0,74	0,9
1990	4	3,7	2,5	0,764	0,874	21,9	1,46	2,47
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	3,35	3,35	1,5	0,275	0,524	15,7	0	-0,25
1996	3,04	2,9	3,5	1,134	1,065	35,1	0,87	1,3
1997	3,77	4,1	2,6	0,842	0,918	24,3	-0,67	-0,95

- **Όξινα ανθρακικά (HCO₃⁻)**

Για τα όξινα ανθρακικά ιόντα παρατηρείται (Πίνακας 4.25) πως οι τιμές τους παραμένουν σχετικά σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.24 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα θειικά ανιόντα στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	4,13	3,9	3	0,831	0,912	22,1	0,35	-0,77
1986	6,67	4,5	25,8	53,76	7,33	109,9	2,94	9,02
1987	3,9	4,3	2,9	1,08	1,039	26,6	-1,22	0,68
1988	4,31	4	1,5	0,331	0,575	13,3	0,82	-1,05
1989	4,27	4,45	5,2	3,01	1,735	40,7	-1,3	2,88
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	3,11	3,3	2,1	0,491	0,701	22,5	-0,49	-0,05
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Πίνακας 4.25 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα όξινα ανθρακικά ανιόντα στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	3,43	3,4	0,4	0,015	0,123	3,6	0,99	0,65
1986	3,36	3,4	0,2	0,004	0,067	2	0,59	-0,29
1987	3,24	3,3	0,4	0,016	0,127	3,9	-1,14	1,95
1988	3,38	3,4	0,3	0,007	0,083	2,5	-1,17	2,43
1989	3,67	3,55	1,7	0,343	0,585	16	1,87	4,23
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	3,37	3,6	1,2	0,192	0,439	13	-2,4	5,97
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Νάτριο (Na⁺)**

Για τα ιόντα του νατρίου παρατηρείται (Πίνακας 4.26) πως οι τιμές τους αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του νατρίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του νατρίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

- **Μαγνήσιο (Mg)**

Για τα ιόντα του μαγνησίου παρατηρείται (Πίνακας 4.27) πως οι τιμές τους παραμένουν σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του μαγνησίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του μαγνησίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.26 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα νατρίου στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	3,25	3,1	3	0,668	0,817	25,2	0,79	1,32
1986	3,53	3,1	6,7	3,482	0,867	52,9	2,29	6,07
1987	3,46	4,1	2,4	0,936	0,967	28	-1,05	-0,43
1988	3,7	3,7	2,2	0,442	0,665	18	0,22	0,12
1989	3,77	3,85	2,2	0,547	0,739	19,6	-0,36	0,84
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	2,81	3	2,8	0,765	0,875	31,1	-0,07	0,84
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Πίνακας 4.27 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα μαγνησίου στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	1,38	1,45	1,6	0,274	0,524	37,9	-0,4	-1,05
1986	1,35	1,3	1,6	0,247	0,497	36,9	-0,54	-0,43
1987	1,04	1,2	1,4	0,186	0,431	41,4	-1,21	2,72
1988	1,38	1,4	1,3	0,189	0,435	31,6	-0,59	-0,06
1989	1,83	1,8	1,5	0,283	0,532	29	1,34	2,42
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	1,17	1,2	0,8	0,069	0,263	22,4	-2,19	5,36
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

• Ασβέστιο (Ca)

Για τα ιόντα του ασβεστίου παρατηρείται (Πίνακας 4.28) πως οι τιμές τους παρουσιάζουν μία σχετική σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του ασβεστίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του ασβεστίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επι το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.28 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα ασβεστίου στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	6,39	6,25	1,8	0,246	0,496	7,8	0,6	0,254
1986	5,98	5,8	1,7	0,314	0,56	9,4	0,072	-1,187
1987	6,04	6,2	2,4	0,753	0,868	14,4	-0,78	-0,42
1988	6,28	6,2	1,1	0,187	0,432	6,9	0,19	-1,55
1989	5,97	6,05	2,2	0,539	0,734	12,3	-1,47	3,36
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	5,6	5,6	2,2	0,773	0,879	15,7	0,23	-1,42
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)**

Για το διαλυμένο οξυγόνο παρατηρείται (Πίνακας 4.29) πως οι τιμές τους παρουσιάζουν σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας οι τιμές είναι ως επί το πλείστον μικρότερες του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή.

Πίνακας 4.29 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για το διαλυμένο οξυγόνο στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (mg/l)	Διάμεσος \tilde{x} (mg/l)	Εύρος R (mg/l)	Διασπορά s^2 (mg/l)	Τυπική Απόκλιση s (mg/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1985	9,52	9,3	3,9	1,446	1,202	12,6	0,35	-0,74
1986	10,05	9,9	3,3	1,537	1,24	12,3	-0,22	-1,71
1987	9,87	10,6	7,3	5,376	2,319	23,5	-1,36	2,61
1988	10,63	10,6	4,8	2,195	1,482	13,9	-1,69	3,62
1989	10,23	10,7	4	1,733	1,317	12,9	-1,3	1
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)**

Για την ηλεκτρική αγωγιμότητα παρατηρείται (Πίνακας 4.30) πως οι τιμές της παρουσιάζουν σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3 για όλη την χρονική περίοδο, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του κάθε έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.30 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (μhos/cm)	Διάμεσος \tilde{x} (μhos/cm)	Εύρος R (μhos/cm)	Διασπορά s^2 (μhos/cm)	Τυπική Απόκλιση s (μhos/cm)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	987	995	450	14989,2	122,4	12,4	-0,32	1,01
1985	1058	990	500	25656,8	160,2	15,1	0,71	-0,58
1986	1008	950	580	25351,4	159,2	15,8	1,45	3,25
1987	1016	1100	570	42161,9	205,3	20,2	-1,32	1,08
1988	1083	1085	430	18845,6	137,3	12,7	0,59	-0,13
1989	1140	1155	605	27724,7	166,5	14,6	-0,91	1,7
1990	1184	1150	305	14054,2	118,6	10	1,32	1,44
1991	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1992	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1993	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1994	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1995	1035	1055	185	4600	67,82	6,6	-1,07	0,6
1996	923	902,5	520	27400	165,5	17,9	0,04	0,12
1997	1032	1022,5	410	21734,4	147,4	14,3	-0,05	-1,7

- **Ενεργός Οξύτητα (pH)**

Για την ενεργό οξύτητα παρατηρείται (Πίνακας 4.31) πως οι τιμές της παρουσιάζουν σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές της ενεργούς οξύτητας δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της ενεργούς οξύτητας έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας έχουμε, ως επί το πλείστον, τιμές μικρότερες του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή για όλα τα χρόνια.

Πίνακας 4.31 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ενεργό οξύτητα στη γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x}	Διάμεσος \tilde{x}	Εύρος R	Διασπορά s^2	Τυπική Απόκλιση s	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	7,59	7,6	0,3	0,011	0,105	1,4	-0,55	-0,55
1985	7,47	7,5	0,6	0,031	0,178	2,4	0,37	-0,38
1986	7,38	7,4	0,5	0,02	0,14	1,9	-0,68	0,64
1987	7,36	7,3	0,3	0,013	0,113	1,5	0,24	-1,23
1988	7,34	7,3	0,5	0,029	0,172	2,3	1,82	3,77
1989	7,5	7,6	1,1	0,18	0,424	5,7	-0,47	-1,34
1990	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1991	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1992	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1993	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1994	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1995	7,65	7,74	0,8	0,083	0,289	3,8	-2,02	4,39
1996	7,95	7,94	0,25	0,006	0,074	0,9	1,01	1,86
1997	7,94	7,93	0,3	0,007	0,082	1	0,47	1,02

4.1.2.4 Γέφυρα Πέτρας

- **Χλώριο (Cl⁻)**

Για τις τιμές των ανιόντων του χλωρίου παρατηρείται (Πίνακας 4.32) πως αυξάνονται αρχικά και προς το τέλος μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν σχετικά μικρές τιμές, οπότε οι τιμές του χλωρίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές του χλωρίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.32 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα ανιόντα χλωρίου στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	2,97	3,1	2,2	0,41	0,64	21,6	0,5	0,16
1985	3,38	3,2	3	0,737	0,858	25,4	0,48	-0,1
1986	2,96	2,6	2,2	0,463	0,68	22,9	0,22	-0,99
1987	3,09	3,6	3	1,075	1,037	33,6	-1,68	2,69
1988	3,73	3,85	2,6	0,569	0,754	20,2	0,37	0,34
1989	3,7	3,6	2,6	0,56	0,748	20,2	-1,2	2,32
1990	4,11	3,9	1,5	0,355	0,596	14,5	0,75	-0,88
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	3,25	3,05	1,5	0,475	0,689	21,2	0,6	-1,89
1996	3,26	3,3	2	0,523	0,723	22,2	-0,29	-1,12
1997	3,41	3,4	2,4	0,563	0,75	22	0,01	-0,83

- **Θειϊκά (SO₄²⁻)**

Για τις τιμές των θειϊκών ανιόντων παρατηρείται (Πίνακας 4.33) πως αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν πολύ μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των θειϊκών ανιόντων δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν σχετικά μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των θειϊκών ανιόντων έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι

μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

- **Όξινα ανθρακικά (HCO_3^-)**

Για τα όξινα ανθρακικά ιόντα παρατηρείται (Πίνακας 4.34) πως οι τιμές τους παραμένουν σχετικά σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.33 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα θειικά ανιόντα στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	3,7	3,3	3	1,216	1,103	29,8	1,48	1,97
1985	4,1	4,1	2,9	0,835	0,914	22,3	-0,29	-0,58
1986	3,78	3,5	4,3	1,596	1,263	33,4	0,26	-0,4
1987	4,17	4,6	3,9	1,902	1,379	33,1	-0,9	0,43
1988	4,47	4,6	2,4	0,593	0,77	17,2	0,28	-0,57
1989	4,05	4,2	4,3	2,315	1,522	37,6	0,52	0,43
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	3,57	3,4	3	1,062	1,031	28,9	-0,56	0,14
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Νάτριο (Na^+)**

Για τα ιόντα του νατρίου παρατηρείται (Πίνακας 4.35) πως οι τιμές τους αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του νατρίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του νατρίου

έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επί το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

Πίνακας 4.34 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα όξινα ανθρακικά ανιόντα στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	3,4	3,4	0,2	0,004	0,063	1,9	0	2,5
1985	3,45	3,4	0,5	0,017	0,131	3,8	2,02	4,46
1986	3,35	3,3	0,3	0,009	0,093	2,8	0,61	-0,24
1987	3,33	3,4	0,3	0,012	0,111	3,3	-1,78	3,23
1988	3,48	3,4	0,2	0,009	0,097	2,8	0,55	-2,01
1989	3,83	3,4	4	1,991	1,411	36,8	2,02	4,55
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	3,44	3,6	1,2	0,173	0,416	12,1	-1,75	2,89
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Πίνακας 4.35 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα νατρίου στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	2,6	2,55	2,1	0,48	0,693	26,6	0,3	1,29
1985	3,13	2,9	3	0,779	0,882	28,2	0,53	-0,14
1986	2,84	2,4	2,7	0,777	0,881	31	0,41	-1,22
1987	3,33	4	3,3	1,379	1,174	35,3	-1,57	2,26
1988	3,74	3,9	2,2	0,468	0,684	18,3	-0,34	-0,44
1989	3,85	3,85	3,4	1,203	1,097	28,5	0,19	1,88
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	3,1	3,2	2,3	0,547	0,739	23,9	-0,3	0,38
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Μαγνήσιο (Mg^{2+})**

Για τα ιόντα του μαγνησίου παρατηρείται (Πίνακας 4.36) πως οι τιμές τους παραμένουν

σχετικά σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του μαγνησίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του μαγνησίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους, για όλα τα έτη.

- **Ασβέστιο (Ca²⁺)**

Για τα ιόντα του ασβεστίου παρατηρείται (Πίνακας 4.37) πως οι τιμές τους παρουσιάζουν μία σχετική σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές των ιόντων του ασβεστίου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές των ιόντων του ασβεστίου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Αντίστοιχα και εδώ όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι ως επι το πλείστον μικρότερος του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.36 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα μαγνησίου στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	1,33	1,2	1,3	0,243	0,493	36,9	2,05	4,46
1985	1,33	1,5	1,2	0,152	0,389	29,2	-0,75	-0,76
1986	1,7	1,3	5,9	2,636	1,624	95,5	2,86	8,81
1987	1,1	1,1	1,6	0,243	0,493	44,8	-0,02	1,15
1988	1,28	1,1	2,1	0,409	0,64	50,1	1,08	1,25
1989	1,57	1,35	1,4	0,275	0,524	33,4	0,91	-0,39
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	1,44	1,3	1,2	0,186	0,431	29,9	2,41	6,04
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Πίνακας 4.37 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για τα κατιόντα ασβεστίου στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (meq/l)	Διάμεσος \tilde{x} (meq/l)	Εύρος R (meq/l)	Διασπορά s^2 (meq/l)	Τυπική Απόκλιση s (meq/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	6,07	5,9	2,1	0,583	0,763	12,9	0,75	-0,05
1985	6,46	6,65	2,2	0,348	0,59	9,1	-0,63	0,63
1986	5,92	5,85	2	0,395	0,629	10,6	0,29	-0,73
1987	6,16	6,3	2,7	0,886	0,941	15,3	-0,79	0,37
1988	6,61	6,4	2,4	0,644	0,802	12,1	0,7	-0,33
1989	5,97	6,15	3,1	1,027	1,013	17	-1,33	3,35
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	5,8	5,8	2,2	0,573	0,757	13,1	-0,23	-0,27
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)**

Για το διαλυμένο οξυγόνο παρατηρείται (Πίνακας 4.38) πως οι τιμές τους αρχικά αυξάνονται και στη συνέχεια μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν σχετικά μικρές τιμές, οπότε οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας οι τιμές είναι ως επί το πλείστον μικρότερες του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή.

Πίνακας 4.38 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για το διαλυμένο οξυγόνο στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (mg/l)	Διάμεσος \tilde{x} (mg/l)	Εύρος R (mg/l)	Διασπορά s^2 (mg/l)	Τυπική Απόκλιση s (mg/l)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	9,37	9,25	1,8	0,467	0,683	7,3	0,51	-1,05
1985	9,57	9,5	3,6	1,424	1,193	12,5	0,32	-1,17
1986	16,81	10,6	74,8	498,4	22,33	132,8	3,29	10,89
1987	9,96	10,2	5,9	4,666	2,16	21,7	-1,48	2,29
1988	10,69	10,8	5,3	2,584	1,607	15	-2,25	5,84
1989	10,28	10,8	3,1	1,115	1,056	10,3	-1,25	0,5
1990	9,73	9,7	3,8	1,611	1,269	13	0,49	1,2
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1996	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1997	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)**

Για την ηλεκτρική αγωγιμότητα παρατηρείται (Πίνακας 4.39) πως οι τιμές της παρουσιάζουν σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας είναι μικρότερος του 3 για όλη την χρονική περίοδο, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή κατά τη διάρκεια του κάθε έτους, για όλα τα έτη.

- **Ενεργός Οξύτητα (pH)**

Για την ενεργό οξύτητα παρατηρείται (Πίνακας 4.40) πως οι τιμές της παρουσιάζουν σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου. Οι τυπικές αποκλίσεις έχουν μικρές τιμές, οπότε οι τιμές της ενεργούς οξύτητας δεν ξεφεύγουν από τη μέση τιμή. Τα δείγματα παρουσιάζουν μικρές τιμές για τον συντελεστή ασυμμετρίας, κοντά στο 0, που σημαίνει πως οι τιμές της ενεργούς οξύτητας έχουν συμμετρία μέσα στο έτος (γύρω από την κορυφή). Όσον αφορά τον συντελεστή κυρτότητας έχουμε, ως επί το πλείστον, τιμές μικρότερες του 3, δηλαδή υπάρχει πλατύκυρτη κατανομή. Αυτό μας δείχνει πως οι τιμές της παραμέτρου ξεφεύγουν από την μέση τιμή για όλα τα χρόνια.

Πίνακας 4.39 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ηλεκτρική αγωγιμότητα στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x} (μhos/cm)	Διάμεσος \tilde{x} (μhos/cm)	Εύρος R (μhos/cm)	Διασπορά s^2 (μhos/cm)	Τυπική Απόκλιση s (μhos/cm)	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	956	980	460	18099,2	134,5	14,1	0,32	-0,38
1985	1048	1030	600	31456,8	177,4	16,9	-0,02	-0,86
1986	974	940	490	23245,5	152,5	15,7	-0,14	-1,03
1987	1011	1100	620	46747,6	216,2	21,4	-1,59	2,47
1988	1091	1112,5	540	27080,3	164,6	15,1	0,49	-0,03
1989	1119	1135	650	34165,6	184,8	16,5	-1,51	3,27
1990	1194	1200	260	9272,6	96,3	8,1	0,33	-1,19
1991	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1992	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1993	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1994	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
1995	1008	942,5	200	10537,5	102,7	10,2	0,97	-1,88
1996	965	975	490	22564,3	150,2	15,6	-0,68	1,07
1997	1023	992,5	315	15084,7	122,8	12	0,25	-1,92

Πίνακας 4.40 Περιγραφικά μέτρα και συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας για την ενεργό οξύτητα στη γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Μέση τιμή \bar{x}	Διάμεσος \tilde{x}	Εύρος R	Διασπορά s^2	Τυπική Απόκλιση s	Συντελεστής Μεταβλητότητας CV (%)	Συντελεστής Ασυμμετρίας γ	Συντελεστής Κυρτότητας α
1984	7,56	7,6	0,5	0,027	0,164	2,2	-0,5	-0,4
1985	7,47	7,45	0,6	0,033	0,183	2,4	0,38	-0,72
1986	7,34	7,3	0,5	0,028	0,169	2,3	0,21	-1,58
1987	7,39	7,4	0,4	0,018	0,134	1,8	0,35	-0,3
1988	7,33	7,3	0,5	0,032	0,18	2,5	1,81	3,45
1989	7,48	7,6	1,1	0,174	0,417	5,6	-0,94	-0,06
1990	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1991	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1992	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1993	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1994	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1995	7,67	7,73	0,66	0,055	0,235	3,1	-1,51	2,62
1996	7,94	7,99	0,43	0,019	0,137	1,7	-0,56	-0,12
1997	7,92	7,93	0,22	0,006	0,078	1	0,32	-0,91

Σημειώσεις

1. n.a. = not available
2. Για τον υπολογισμό των παραπάνω παραμέτρων έπρεπε να υπάρχουν δεδομένα σε τουλάχιστον 6 μήνες. Για όσα δεν υπήρχαν σημειώθηκαν με n.a..

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Η ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων νερού της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης των νερών με βάση την περιεκτικότητά τους σε άλατα και νάτριο του Εργαστηρίου Αλατότητας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (U.S.S.L., 1954), καθώς και με το σύστημα ποιοτικής κατάταξης του αρδευτικού νερού, που έχει αναπτυχθεί από τους Ayers και Westcot (1985), στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων (FAO) και βασίζεται στον έλεγχο του νερού ως προς τον κίνδυνο εμφάνισης ενός από τα παρακάτω προβλήματα: 1) αλατότητα, 2) διηθητικότητα, 3) τοξικότητα, 4) ειδικά προβλήματα για ευαίσθητες καλλιέργειες.

5.1 Ποιοτική κατάταξη του νερού σύμφωνα με το Εργαστήριο Αλατότητας της Αμερικής (U.S.S.L.)

Για την ποιοτική κατάταξη του νερού του ποταμού Λούρου, σύμφωνα με το εργαστήριο Αλατότητας της Αμερικής (U.S.S.L.) προσδιορίστηκε η αναλογία προσροφημένου νατρίου (SAR, σχέση 2.3.2), που υπολογίζεται από τις συγκεντρώσεις των κατιόντων νατρίου (Na^+), ασβεστίου (Ca^{2+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}), που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 4 για τις θέσεις δειγματοληψίας. Οι τιμές του SAR σε συνδυασμό με τις τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) μας δίνουν την ποιοτική κατάταξη του νερού για αρδευτική χρήση. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 5.1 έως 5.4.

Πίνακας 5.1 Ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων του νερού κατά U.S.S.L. για το φράγμα της Βόσσας.

Χρονολογία	Na (meq/l)	Mg (meq/l)	Ca (meq/l)	SAR	EC (μmhos/cm)	Κατηγορία κινδύνου αλκαλίωσης	Κατηγορία κινδύνου αλάτωσης
1984	8,98	2,02	9,32	3,77	1970	S1	C3
1985	8,48	2,06	9,38	3,55	1968	S1	C3
1986	8,99	2,02	9,23	3,79	2000	S1	C3
1987	8,99	1,71	8,89	3,91	1916	S1	C3
1988	10,29	2,74	9,26	4,20	2146	S1	C3
1989	11,11	2,58	10,05	4,42	2243	S1	C3
1990	-	-	-	-	2549	-	C4
1991	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	2097	-	C3
1996	9,63	1,91	8,97	4,13	2001	S1	C3
1997	-	-	-	-	2088	-	C3

Από τον Πίνακα 5.1 βλέπουμε πως το νερό που προέρχεται από το φράγμα της Βόσσας κατατάσσεται, σύμφωνα με το σχήμα 2.1, στην κατηγορία S1-C3, το οποίο σύμφωνα με το U.S.S.L., είναι νερό χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο και υψηλής αλατότητας. Επιπλέον παρατηρούμε πως το νερό από το φράγμα βρίσκεται στα όρια της κατηγορίας S1-C4. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση με περιορισμούς.

Πίνακας 5.2 Ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων του νερού κατά U.S.S.L. για την γέφυρα Καλογήρων.

Χρονολογία	Na (meq/l)	Mg (meq/l)	Ca (meq/l)	SAR	EC (μmhos/cm)	Κατηγορία κινδύνου αλκαλίωσης	Κατηγορία κινδύνου αλάτωσης
1984	-	-	-	-	528	-	C2
1985	0,39	0,88	4,8	0,23	555	S1	C2
1986	0,39	0,78	4,55	0,24	534	S1	C2
1987	0,44	0,66	4,77	0,27	560	S1	C2
1988	0,44	0,93	4,69	0,26	567	S1	C2
1989	0,47	1,08	4,63	0,28	587	S1	C2
1990	-	-	-	-	596	-	C2
1991	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	548	-	C2
1996	0,46	0,93	4,36	0,28	535	S1	C2
1997	-	-	-	-	557	-	C2

Από τον Πίνακα 5.2 βλέπουμε πως το νερό που προέρχεται από τη γέφυρα Καλογήρων κατατάσσεται, σύμφωνα με το σχήμα 2.1, στην κατηγορία S1-C2, το οποίο σύμφωνα με το U.S.S.L., είναι νερό χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο και μέσης αλατότητας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση με περιορισμούς.

Πίνακας 5.3 Ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων του νερού κατά U.S.S.L. για την γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα.

Χρονολογία	Na (meq/l)	Mg (meq/l)	Ca (meq/l)	SAR	EC (μmhos/cm)	Κατηγορία κινδύνου αλκαλίωσης	Κατηγορία κινδύνου αλάτωσης
1984	-	-	-	-	987	-	C3
1985	3,25	1,38	6,39	1,65	1058	S1	C3
1986	3,53	1,35	5,98	1,84	1008	S1	C3
1987	3,46	1,04	6,04	1,84	1016	S1	C3
1988	3,7	1,38	6,28	1,89	1083	S1	C3
1989	3,77	1,83	5,97	1,91	1140	S1	C3
1990	-	-	-	-	1184	-	C3
1991	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	1035	-	C3
1996	2,81	1,17	5,6	1,53	923	S1	C3
1997	-	-	-	-	1032	-	C3

Από τον Πίνακα 5.3 βλέπουμε πως το νερό που προέρχεται από τη γέφυρα του Αγίου Σπυρίδωνα κατατάσσεται, σύμφωνα με το σχήμα 2.1, στην κατηγορία S1-C3, το οποίο σύμφωνα με το U.S.S.L., είναι νερό χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο και υψηλής αλατότητας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση με περιορισμούς.

Πίνακας 5.4 Ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων του νερού κατά U.S.S.L. για την γέφυρα Πέτρας.

Χρονολογία	Na (meq/l)	Mg (meq/l)	Ca (meq/l)	SAR	EC (μmhos/cm)	Κατηγορία κινδύνου αλκαλίωσης	Κατηγορία κινδύνου αλάτωσης
1984	2,6	1,33	6,07	1,35	956	S1	C3
1985	3,13	1,33	6,46	1,59	1048	S1	C3
1986	2,84	1,7	5,92	1,45	974	S1	C3
1987	3,33	1,1	6,16	1,75	1011	S1	C3
1988	3,74	1,28	6,61	1,88	1091	S1	C3
1989	3,85	1,57	5,97	1,98	1119	S1	C3
1990	-	-	-	-	1194	-	C3
1991	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	1008	-	C3
1996	3,1	1,44	5,8	1,63	965	S1	C3
1997	-	-	-	-	1023	-	C3

Από τον Πίνακα 5.4 βλέπουμε πως το νερό που προέρχεται από τη γέφυρα της Πέτρας κατατάσσεται, σύμφωνα με το σχήμα 2.1, στην κατηγορία S1-C3, το οποίο σύμφωνα με το U.S.S.L., είναι νερό χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο και υψηλής αλατότητας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση με περιορισμούς.

5.2 Κατάταξη των δειγμάτων νερού ως προς την ποιότητά τους και τους κινδύνους δημιουργίας προβλημάτων κατά Ayers και Westcot (1985).

Η ποιοτική κατάταξη των δειγμάτων νερού του ποταμού Λούρου, σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης Ayers και Westcot (1985), καθώς και ο κίνδυνος εμφάνισης προβλημάτων, όπως παρουσιάστηκαν στον κεφάλαιο 2.4 και όπως φαίνεται στον πίνακα 2.4, αναλύονται στους πίνακες 5.5 έως 5.24.

5.2.1 Φράγμα Βόσσας

- Πρόβλημα αλατότητας

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2.4, η παράμετρος που χρησιμοποιείται για την κατάταξη του νερού ως προς το πρόβλημα της αλατότητας είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) ή τα ολικά διαλυμένα στερεά (TDS). Από τον Πίνακα 5.5 παρατηρούμε πως οι τιμές της ηλεκτρικής

αγωγιμότητας για το νερό του φράγματος της Βόσσας το κατατάσσουν στην κατηγορία 2, δηλαδή στην κατηγορία όπου υπάρχουν αυξανόμενα προβλήματα κατά τη χρήση του νερού αυτού.

Πίνακας 5.5 Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για κίνδυνο αλατότητας.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	EC (μmhos/cm)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	1970	2
1985	1968	2
1986	2000	2
1987	1916	2
1988	2146	2
1989	2243	2
1990	2549	2
1991	-	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	2097	2
1996	2001	2
1997	2088	2

- Πρόβλημα διηθητικότητας

Για την κατάταξη του νερού για προβλήματα διηθητικότητας, σύμφωνα με τον Πίνακα 2.4, οι απαιτούμενοι παράμετροι είναι ο συντελεστής SAR σε συνδυασμό με την ηλεκτρική αγωγιμότητα EC. Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.6, οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της αναλογίας προσροφημένου νατρίου SAR κατατάσσουν το νερό από το φράγμα της Βόσσας στην κατηγορία 1 (καλή ποιότητα), δηλαδή στην κατηγορία όπου η χρήση του νερού αυτού δεν αποφέρει προβλήματα κατά τη χρήση του.

- Πρόβλημα τοξικότητας ιόντων

Για την κατάταξη αυτή διακρίνουμε δύο περιπτώσεις ανάλογα με το σύστημα άρδευσης, την προσρόφηση του νερού από τα φύλλα και από τις ρίζες. Από τον Πίνακα 2.4 βλέπουμε πως για να γίνει η κατηγοριοποίηση χρειάζονται τα ιόντα του νατρίου, του χλωρίου και του βορίου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση τα ιόντα του βορίου δεν μετρήθηκαν και δεν συμπεριλήφθηκαν στην ταξινόμηση. Για την προσρόφηση του νερού από τις ρίζες, οι τιμές των ιόντων του χλωρίου (Cl⁻) και του νατρίου (Na⁺), κατατάσσουν το νερό από το φράγμα

της Βόσσας (Πίνακας 5.7), σε νερό κατηγορίας 2 για τα πρώτα χρόνια και κατηγορίας 3 για τα τελευταία χρόνια. Αυτό μας δείχνει πως το νερό από το φράγμα της Βόσσας πρόκειται για νερό με αυξανόμενα προβλήματα έως ακατάλληλη ποιότητα και αδύνατο για χρήση.

Για την προσρόφηση του νερού από τα φύλλα, οι τιμές του χλωρίου (Cl^-) και του νατρίου (Na^+) κατατάσσουν το νερό στην κατηγορία 2 καθ'όλη τη διάρκεια της χρονικής περιόδου (Πίνακας 5.8), δηλαδή σε νερό με προβλήματα κατά το ψεκασμό σε φυτά .

Πίνακας 5.6 Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για κίνδυνο διηθητικότητας.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	EC ($\mu\text{mhos/cm}$)	SAR	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	1970	3,77	1
1985	1968	3,55	1
1986	2000	3,79	1
1987	1916	3,91	1
1988	2146	4,2	1
1989	2243	4,42	1
1990	2549	-	-
1991	-	-	-
1992	-	-	-
1993	-	-	-
1994	-	-	-
1995	2097	-	-
1996	2001	4,13	1
1997	2088	-	-

Πίνακας 5.7 Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφηση του νερού από τις ρίζες

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΡΙΖΕΣ			
	Cl^- (meq/l)	Na^+ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Cl^-	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Na^+
1984	9,53	8,98	2	2
1985	9,16	8,48	2	2
1986	9,32	8,99	2	2
1987	8,7	8,99	2	2
1988	10,17	10,29	3	3
1989	10,94	11,11	3	3
1990	11,8	-	3	-
1991	-	-	-	-
1992	-	-	-	-
1993	-	-	-	-
1994	-	-	-	-
1995	10,4	-	3	-
1996	10,16	9,63	3	3
1997	10,99	-	3	-

Πίνακας 5.8 Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τα φύλλα.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΛΛΑ			
	Cl ⁻ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Cl ⁻	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Na ⁺
1984	9,53	8,98	2	2
1985	9,16	8,48	2	2
1986	9,32	8,99	2	2
1987	8,7	8,99	2	2
1988	10,17	10,29	2	2
1989	10,94	11,11	2	2
1990	11,8	-	2	-
1991	-	-	-	-
1992	-	-	-	-
1993	-	-	-	-
1994	-	-	-	-
1995	10,4	-	2	-
1996	10,16	9,63	2	2
1997	10,99	-	2	-

- Ειδικά προβλήματα

Τα ειδικά προβλήματα σχετίζονται με την παρουσία αμμωνιακών, νιτρικών και όξινων ανθρακικών ιόντων (για ψεκασμό) στο νερό, καθώς και με το pH του νερού. Στην συγκεκριμένη εργασία δεν υπάρχουν δεδομένα για αμμωνιακά και νιτρικά ιόντα, παρά μόνο για τα όξινα ανθρακικά. Οπότε, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.9, οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων (HCO₃⁻), κατατάσσουν το νερό του φράγματος της Βόσσας στην κατηγορία 2 (Αυξανόμενα προβλήματα), το οποίο μας δείχνει πως το νερό από το φράγμα που χρησιμοποιείται για ψεκασμό δημιουργεί προβλήματα στα φυτά (λευκές αποθέσεις) και η χρήση του πρέπει να προσέχεται.

Πίνακας 5.9 Κατάταξη του επιφανειακού νερού του φράγματος Βόσσας για ειδικά προβλήματα.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	HCO ₃ ⁻ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	3,17	-
1985	3,24	2
1986	3,14	2
1987	3,07	2
1988	3,16	2
1989	3,12	2
1990	-	-
1991	-	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	-	-
1996	3,23	2
1997	-	-

5.2.2 Γέφυρα Καλογήρων

- Πρόβλημα αλατότητας

Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 5.10, οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για την γέφυρα Καλογήρων κατατάσσουν το νερό στην κατηγορία 1 (καλή ποιότητα). Αυτό σημαίνει πως το νερό που προέρχεται από την γέφυρα Καλογήρων ως προς τον κίνδυνο αλατότητας είναι κατάλληλο για αρδευτική χρήση.

Πίνακας 5.10 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για κίνδυνο αλατότητας.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	EC (μmhos/cm)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	528	1
1985	555	1
1986	534	1
1987	560	1
1988	567	1
1989	587	1
1990	596	1
1991	-	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	548	1
1996	535	1
1997	557	1

- Πρόβλημα διηθητικότητας

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.11, οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της αναλογίας προσροφημένου νατρίου SAR κατατάσσουν το νερό από τη γέφυρα Καλογήρων στην κατηγορία 2 (αυξανόμενα προβλήματα), δηλαδή στην κατηγορία όπου η χρήση του νερού αυτού αποφέρει προβλήματα κατά τη χρήση του.

- Πρόβλημα τοξικότητας ιόντων

Για την προσρόφηση του νερού από τις ρίζες, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.12, η χρήση του νερού από την γέφυρα Καλογήρων δεν δημιουργεί προβλήματα τοξικότητας, καθώς κατατάσσεται στην κατηγορία 1 (Καλή ποιότητα) και για τις δύο παραμέτρους. Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.13 και για την προσρόφηση του νερού από τα φύλλα ισχύει το ίδιο καθώς και οι δύο παράμετροι κατατάσσουν το νερό στην κατηγορία 1 (Καλή ποιότητα).

Πίνακας 5.11 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για κίνδυνο διηθητικότητας.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	EC (μmhos/cm)	SAR	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	528	-	-
1985	555	0,23	2
1986	534	0,24	2
1987	560	0,27	2
1988	567	0,26	2
1989	587	0,28	2
1990	596	-	-
1991	-	-	-
1992	-	-	-
1993	-	-	-
1994	-	-	-
1995	548	-	-
1996	535	0,28	2
1997	557	-	-

Πίνακας 5.12 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για τον κίνδυνο τοξικότητας ως προς την προσρόφιση του νερού από τις ρίζες.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΡΙΖΕΣ			
	Cl ⁻ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Cl ⁻	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Na ⁺
1984	0,54	-	1	-
1985	0,54	0,39	1	1
1986	0,56	0,39	1	1
1987	0,57	0,44	1	1
1988	0,58	0,44	1	1
1989	0,59	0,47	1	1
1990	0,66	-	1	-
1991	-	-	-	-
1992	-	-	-	-
1993	-	-	-	-
1994	-	-	-	-
1995	0,5	-	1	-
1996	0,52	0,46	1	1
1997	0,78	-	1	-

Πίνακας 5.13 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για τον κίνδυνο τοξικότητας ως προς την προσρόφιση του νερού από τα φύλλα.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΛΛΑ			
	Cl ⁻ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Cl ⁻	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Na ⁺
1984	0,54	-	1	-
1985	0,54	0,39	1	1
1986	0,56	0,39	1	1
1987	0,57	0,44	1	1
1988	0,58	0,44	1	1
1989	0,59	0,47	1	1
1990	0,66	-	1	-
1991	-	-	-	-
1992	-	-	-	-
1993	-	-	-	-
1994	-	-	-	-
1995	0,5	-	1	-
1996	0,52	0,46	1	1
1997	0,78	-	1	-

- Ειδικά προβλήματα

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.14, οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων (HCO₃⁻) κατατάσσουν το νερό της γέφυρας Καλογήρων στην κατηγορία 2 (Αυξανόμενα προβλήματα), το οποίο μας δείχνει πως το νερό αυτό στη χρησιμοποίησή του για ψεκασμό δημιουργεί προβλήματα στα φυτά (λευκές αποθέσεις) και η χρήση του πρέπει να προσέχεται.

Πίνακας 5.14 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Καλογήρων για ειδικά προβλήματα.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	HCO ₃ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	-	-
1985	3,47	2
1986	3,37	2
1987	3,46	2
1988	3,31	2
1989	3,37	2
1990	-	-
1991	-	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	-	-
1996	3,27	2
1997	-	-

5.2.3 Γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα

- Πρόβλημα αλατότητας

Στον Πίνακα 5.15 παρατηρούμε πως οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) κατατάσσουν τα δείγματα του νερού που προέρχονται από τη γέφυρα του Αγίου Σπυρίδωνα στην κατηγορία 2, δηλαδή στην κατηγορία με αυξημένα προβλήματα.

Πίνακας 5.15 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για κίνδυνο αλατότητας.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	EC (μmhos/cm)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	987	2
1985	1058	2
1986	1008	2
1987	1016	2
1988	1083	2
1989	1140	2
1990	1184	2
1991	-	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	1035	2
1996	923	2
1997	1032	2

- Πρόβλημα διηθητικότητας

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.16, από τις τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και της αναλογίας προσροφημένου νατρίου (SAR) βλέπουμε πως το νερό που προέρχεται από τη γέφυρα του Αγίου Σπυρίδωνα κατατάσσεται στην κατηγορία 1, δηλαδή σε νερό καλής ποιότητας.

- Πρόβλημα τοξικότητας ιόντων

Για την προσρόφιση του νερού από τις ρίζες, οι τιμές των ιόντων του χλωρίου (Cl) και του νατρίου (Na) κατατάσσουν το νερό από την γέφυρα του Αγίου Σπυρίδωνα, διαφορετικά από αυτό της γέφυρας Καλογήρων (Πίνακας 5.17). Πιο συγκεκριμένα οι τιμές του χλωρίου, ως επί το πλείστον κατατάσσουν το νερό στην κατηγορία 1 (καλής ποιότητας). Οι τιμές του νατρίου, ως επί το πλείστον κατατάσσουν το νερό στην κατηγορία 2.

Για την προσρόφιση του νερού από τα φύλλα, οι τιμές του χλωρίου και του νατρίου κατατάσσουν το νερό στην κατηγορία 2 για όλα τα χρόνια, δηλαδή στην κατηγορία με αυξανόμενα προβλήματα (Πίνακας 5.18).

Πίνακας 5.16 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για κίνδυνο διηθητικότητας.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	EC ($\mu\text{mhos/cm}$)	SAR	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	987	-	-
1985	1058	1,65	1
1986	1008	1,84	1
1987	1016	1,84	1
1988	1083	1,89	1
1989	1140	1,91	1
1990	1184	-	-
1991	-	-	-
1992	-	-	-
1993	-	-	-
1994	-	-	-
1995	1035	-	-
1996	923	1,53	1
1997	1032	-	-

Πίνακας 5.17 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τις ρίζες.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΡΙΖΕΣ			
	Cl ⁻ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Cl ⁻	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Na ⁺
1984	3,22	-	1	-
1985	3,47	3,25	1	2
1986	3,06	3,53	1	2
1987	3,36	3,46	1	2
1988	3,59	3,7	1	2
1989	3,87	3,77	1	2
1990	4	-	2	-
1991	-	-	-	-
1992	-	-	-	-
1993	-	-	-	-
1994	-	-	-	-
1995	3,35	-	1	-
1996	3,04	2,81	1	1
1997	3,77	-	1	-

Πίνακας 5.18 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφηση του νερού από τα φύλλα.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΛΛΑ			
	Cl ⁻ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Cl ⁻	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Na ⁺
1984	3,22	-	2	-
1985	3,47	3,25	2	2
1986	3,06	3,53	2	2
1987	3,36	3,46	2	2
1988	3,59	3,7	2	2
1989	3,87	3,77	2	2
1990	4	-	2	-
1991	-	-	-	-
1992	-	-	-	-
1993	-	-	-	-
1994	-	-	-	-
1995	3,35	-	2	-
1996	3,04	2,81	2	1
1997	3,77	-	2	-

- Ειδικά προβλήματα

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.19, οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων (HCO₃) κατατάσσουν το νερό της γέφυρας του Αγίου Σπυρίδωνα στην κατηγορία 2 (Αυξανόμενα προβλήματα), όπως και στην γέφυρα Καλογήρων, το οποίο μας δείχνει πως το νερό που χρησιμοποιείται για ψεκασμό δημιουργεί προβλήματα στα φυτά (λευκές αποθέσεις) και η χρήση του πρέπει να προσέχεται.

Πίνακας 5.19 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Αγίου Σπυρίδωνα για ειδικά προβλήματα.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	HCO ₃ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	-	-
1985	3,43	2
1986	3,36	2
1987	3,24	2
1988	3,38	2
1989	3,67	2
1990	-	-
1991	-	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	-	-
1996	3,37	2
1997	-	-

5.2.4 Γέφυρα Πέτρας

- Πρόβλημα αλατότητας

Από τον Πίνακα 5.20 παρατηρούμε πως οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τον νερό της γέφυρας Πέτρας το κατατάσσουν στην κατηγορία 2, δηλαδή στην κατηγορία όπου υπάρχουν αυξανόμενα προβλήματα κατά τη χρήση του νερού αυτού.

Πίνακας 5.20 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για κίνδυνο αλατότητας.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	EC (μmhos/cm)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	956	2
1985	1048	2
1986	974	2
1987	1011	2
1988	1091	2
1989	1119	2
1990	1194	2
1991	-	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	1008	2
1996	965	2
1997	1023	2

- Πρόβλημα διηθητικότητας

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.21, οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της αναλογίας προσροφημένου νατρίου κατατάσσουν το νερό από την γέφυρα Πέτρας στην κατηγορία 1, δηλαδή στην κατηγορία όπου η χρήση του νερού αυτού δεν αποφέρει προβλήματα κατά τη χρήση του.

- Πρόβλημα τοξικότητας ιόντων

Για την προσρόφηση του νερού από τις ρίζες, οι τιμές των ιόντων του χλωρίου (Cl) και του νατρίου (Na) κατατάσσουν το νερό από την γέφυρα της Πέτρας διαφορετικά από αυτά των δύο προηγούμενων (Πίνακας 5.22). Πιο συγκεκριμένα οι τιμές του χλωρίου κατατάσσουν, ως επί το πλείστον, το νερό στην κατηγορία 1 (καλής ποιότητας). Οι τιμές του νατρίου κατατάσσουν το νερό στην κατηγορία 2, εκτός από τις χρονιές 1984 και 1986, όπου και το κατατάσσουν στην κατηγορία 1.

Για την προσρόφιση του νερού από τα φύλλα, οι τιμές του χλωρίου και του νατρίου κατατάσσουν το νερό στην κατηγορία 2, εκτός από τις χρονιές 1984 και 1986, που το κατατάσσουν στην κατηγορία 1 (Πίνακας 5.23).

Πίνακας 5.21 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για κίνδυνο διηθητικότητας.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	EC (μmhos/cm)	SAR	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	956	1,35	1
1985	1048	1,59	1
1986	974	1,45	1
1987	1011	1,75	1
1988	1091	1,88	1
1989	1119	1,98	1
1990	1194	-	-
1991	-	-	-
1992	-	-	-
1993	-	-	-
1994	-	-	-
1995	1008	-	-
1996	965	1,63	1
1997	1023	-	-

Πίνακας 5.22 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τις ρίζες.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΡΙΖΕΣ			
	Cl ⁻ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Cl ⁻	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Na ⁺
1984	2,97	2,6	1	1
1985	3,38	3,13	1	2
1986	2,96	2,84	1	1
1987	3,09	3,33	1	2
1988	3,73	3,74	1	2
1989	3,7	3,85	1	2
1990	4,11	-	2	-
1991	-	-	-	-
1992	-	-	-	-
1993	-	-	-	-
1994	-	-	-	-
1995	3,25	-	1	-
1996	3,26	3,1	1	2
1997	3,41	-	1	-

Πίνακας 5.23 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για κίνδυνο τοξικότητας ιόντων ως προς την προσρόφιση του νερού από τα φύλλα.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΛΛΑ			
	Cl ⁻ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Cl ⁻	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Na ⁺
1984	2,97	2,6	1	1
1985	3,38	3,13	2	2
1986	2,96	2,84	1	1
1987	3,09	3,33	2	2
1988	3,73	3,74	2	2
1989	3,7	3,85	2	2
1990	4,11	-	2	-
1991	-	-	-	-
1992	-	-	-	-
1993	-	-	-	-
1994	-	-	-	-
1995	3,25	-	2	-
1996	3,26	3,1	2	2
1997	3,41	-	2	-

- Ειδικά προβλήματα

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.24, οι τιμές των όξινων ανθρακικών ιόντων (HCO₃) κατατάσσουν το νερό της γέφυρας της Πέτρας στην κατηγορία 2 (Αυξανόμενα προβλήματα), όπως και στις δύο προηγούμενες θέσεις δειγματοληψίας, το οποίο μας δείχνει πως το νερό που χρησιμοποιείται για ψεκασμό δημιουργεί προβλήματα στα φυτά (λευκές αποθέσεις) και η χρήση του πρέπει να προσέχεται.

Πίνακας 5.24 Κατάταξη του επιφανειακού νερού της γέφυρας Πέτρας για ειδικά προβλήματα.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	HCO ₃ (meq/l)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1984	3,4	-
1985	3,45	2
1986	3,35	2
1987	3,33	2
1988	3,48	2
1989	3,83	2
1990	-	-
1991	-	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	-	-
1996	3,44	2
1997	-	-

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, μελετήθηκε η ποιοτική κατάσταση του υδατορεύματος του ποταμού Λούρου κατά την χρονική περίοδο 1984 έως 1997. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από τέσσερα σημεία δειγματοληψίας: το φράγμα της Βόσσας, την γέφυρα Καλογήρων, την γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα και την γέφυρα Πέτρας.

Για την ποιοτική κατάταξη του νερού του υδατορεύματος ως προς την αρδευτική του χρήση, χρησιμοποιήθηκαν δύο συστήματα κατάταξης. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα κατάταξης των νερών με βάση την περιεκτικότητά τους σε άλατα και νάτριο του Εργαστηρίου Αλατότητας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (U.S.S.L. 1954). Από αυτό το σύστημα κατάταξης προσδιορίστηκε πως το νερό του ποταμού Λούρου χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία καταλληλότητας είναι η C2S1 και αφορά τα δείγματα που προέρχονται από την γέφυρα Καλογήρων. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει νερά με χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο, άρα και μικρό κίνδυνο αλκαλίωσης, αλλά μέση περιεκτικότητα σε άλατα με μέσο κίνδυνο αλάτωσης. Η δεύτερη κατηγορία καταλληλότητας είναι η C3S1 και αφορά τα δείγματα που προέρχονται από τις υπόλοιπες θέσεις δειγματοληψίας (γέφυρα Αγίου Σπυρίδωνα, γέφυρα Πέτρας και φράγμα της Βόσσας). Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει νερά με χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο, δηλαδή μικρό κίνδυνο αλκαλίωσης και μεγάλη περιεκτικότητα σε άλατα, με μεγάλο κίνδυνο αλάτωσης. Επομένως, το νερό του ποταμού Λούρου για την χρονική περίοδο που εξετάστηκε, σύμφωνα με το U.S.S.L., ήταν ως προς στο σύνολο του κατάλληλο για άρδευση χωρίς δυσμενείς επιπτώσεις στα φυτά, με την προϋπόθεση της εφαρμογής των εκπλύσεων με περισσότερο νερό, την καλή στράγγιση των εδαφών και την χρησιμοποίηση φυτών πιο ανθεκτικών σε άλατα.

Το δεύτερο σύστημα κατάταξης που χρησιμοποιήθηκε είναι το σύστημα ποιοτικής κατάταξης του αρδευτικού νερού, που έχει αναπτυχθεί από τους Ayers και Westcot (1985). Από αυτό το σύστημα ταξινόμησης συμπαιρένουμε τα παρακάτω.

Ως προς τον κίνδυνο αλατότητας τα δείγματα που προέρχονται από την γέφυρα Καλογήρων κατατάσσονται στην κατηγορία 1, δηλαδή είναι νερά “καλής ποιότητας” και χρησιμοποιούνται χωρίς δημιουργία προβλημάτων στα φυτά. Τα δείγματα από τις υπόλοιπες

θέσεις δειγματοληψίας ανήκουν στην κατηγορία 2, δηλαδή στην κατηγορία “Αυξανόμενα προβλήματα” και πρόκειται για νερά που προκαλούν σοβαρά προβλήματα στις καλλιέργειες. Η περίσσεια των αλάτων μπορεί να αποφευχθεί με την εφαρμογή εκπλύσεων με περισσότερο νερό. Το επιπλέον νερό μεταφέρει μέρος των αλάτων κάτω από το ριζόστρωμα με βαθιά διήθηση.

Ως προς τον κίνδυνο της διηθητικότητας τα δείγματα που προέρχονται από την γέφυρα Καλογήρων κατατάσσονται στο νερό στην κατηγορία 2, δηλαδή πρόκειται για νερά που προκαλούν προβλήματα στα φυτά, ενώ από τις υπόλοιπες θέσεις δειγματοληψίας τα δείγματα ανήκουν στην κατηγορία 1, που σημαίνει ότι τα νερά αυτά δεν προκαλούν προβλήματα στα φυτά. Το πρόβλημα της διηθητικότητας μπορεί να αντιμετωπιστεί με φυσικό και χημικό τρόπο. Με φυσικό τρόπο, δημιουργώντας ανώμαλη επιφάνεια και σπάσιμο της κρούστας στα πρώτα εκατοστά του εδάφους. Με χημικό τρόπο, προσθέτοντας γύψο στο έδαφος ή το νερό.

Ως προς τον κίνδυνο της τοξικότητας των ιόντων τα δείγματα που προέρχονται από την γέφυρα Καλογήρων κατατάσσονται στο νερό στην κατηγορία 1, δηλαδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν άφοβα. Τα δείγματα από τις γέφυρες Αγίου Σπυρίδωνα και Πέτρας, κατατάσσονται στο νερό στις κατηγορίες 1 και 2, οπότε ως προς το σύνολό τους το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί αλλά με εφαρμογή εκπλύσεων. Τα δείγματα από το φράγμα της Βόσσας κατατάσσονται στο νερό στις κατηγορίες 2 και 3, τα οποία τα καθιστά επικίνδυνα για τα φυτά ως προς την δημιουργία τοξικότητας. Το πρόβλημα της τοξικότητας μπορεί να αντιμετωπιστεί με την χρήση πιο ανθεκτικών καλλιεργειών, όπως κριθάρι, σιτάρι και σόργο.

Τέλος ως προς κάποια ειδικά προβλήματα (στην παρούσα εργασία προβλήματα από τα όξινα ανθρακικά ιόντα) κατατάσσονται τα νερά ως προς το σύνολό τους στην κατηγορία 2, οπότε η χρήση πρέπει να προσέχεται.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Στην Ελληνική Γλώσσα

Αγοργιανίτη, Χ. (2007) Συμβολή στην Ολοκαινική εξέλιξη της βόρειας ακτής του Αμβρακικού κόλπου με βάση αναλύσεις αβαθών γεωτρήσεων, Διπλωματική Εργασία, Διατμηματικό Π.Μ.Σ. Στις Περιβαλλοντικές Επιστήμες, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Αλεξιάκης, Δ., Τσακίρης, Γ. (2010) Ποιότητα Νερού για Ανθρώπινη Κατανάλωση. Σε : Τσακίρης, Γ. (επιμ.), Υδραυλικά Έργα – Σχεδιασμός και Διαχείριση (Τόμος Ι): Αστικά Υδραυλικά Έργα, σ. 175- 244, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Αντωνόπουλος, Β., Τσακίρης, Γ. (2006) Ποιότητα Αρδευτικού Νερού. Σε: Τσακίρης, Γ. (επιμ.), Υδραυλικά Έργα – Σχεδιασμός και Διαχείριση (Τόμος ΙΙ): Εγγειοβελτιωτικά Έργα, σ. 187- 217. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Αντωνόπουλος, Β. (2001) Ποιότητα και Ρύπανση Υπογείων Νερών, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Κουϊμτζής, Θ., Σαμαρά, Κ. (1994) Έλεγχος Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Κουρής, Ν. (2011) Καταγραφή και Αξιολόγηση ποιότητας νερού υδατορευμάτων: Η περίπτωση του ρέματος Ραφήνας, Αττικής, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ.

Μανωλάκη, Π. (2012) Αξιολόγηση της Οικολογικής Ποιότητας των Ποταμών Αχέροντα και Λούρου της Δ. Ελλάδας και της Λεκάνης Απορροής τους με Χρήση Υδρόβιων Μακροφύτων ως Βιολογικών Δεικτών, Διδακτορική Διατριβή, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Πανώριος, Α. (2013) Παρακολούθηση και αξιολόγηση ποιότητας νερού του ρέματος Ραφήνας στην Ανατολική Αττική για το έτος 2011, Διπλωματική εργασία, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ.

Χαραλάμπους, Α. (2006) Υδατικό Περιβάλλον, Διδακτικές Σημειώσεις μαθήματος Περιβαλλοντικής Επιστήμης, Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα.

Αναφορές (URL)

Γκούβας, Χ. (1994) Ο ποταμός Λούρος. Διαθέσιμο:

https://www.preveza.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=598:2009-03-31-09-24-15&catid=250:2009-03-31-09-05-02&Itemid=362 (Αναγνώστηκε:18/10/2017)

Νταρακάς, Ε. (2006) Στοιχεία Χημείας Περιβάλλοντος, Σημειώσεις μαθήματος, ΠΜΣ Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη. Διαθέσιμο:

<http://docplayer.gr/1949209-Stoiheia-himeias-perivallontos.html> (Αναγνώστηκε:20/10/2017)

Τζιαβός, Χ. (1996) Ωκεανογραφική έρευνα και παλαιογεωγραφική εξέλιξη του Αμβρακικού κόλπου, Διδακτορική Διατριβή Παν/μίου Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Αθήνα. Διαθέσιμο:

<http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/5929#page/1/mode/2up> (Αναγνώστηκε:18/10/2017)

Τζιαβός, Χ. (1993) Γεωμορφολογική εξέλιξη των βορείων ακτών του Αμβρακικού κόλπου κατά το Ολόκαινο, Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Ρόδος, 26-29 Απριλίου 1993, Τόπος Έκδοσης: Αθήνα, Εκδότης: Παπαθανασίου, Ε., Χάρου, Ε., 1993, σελ. 250-253.[online]. Διαθέσιμο:

<https://oceanos-dspace.hcmr.gr/bitstream/handle/123456789/3021/250.pdf?sequence=1>

(Αναγνώστηκε: 21/10/2017)

Τσακίρης, Γ (2004) ΔΠΜΣ “Επιστήμη Και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων”, Μάθημα Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, Σημειώσεις Υδατικοί Πόροι-Ποιότητα Αρδευτικού Νερού,

Κεφάλαιο ΙΙΙ, ΕΜΠ. Διαθέσιμο:

http://www.waterinfo.gr/greek/pdf/irrigation_water_quality.pdf (Αναγνώσθηκε:18/10/2017)

ΥΠ.ΕΝ. (2017) 1η Αναθεώρηση Σχεδίου Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου (ΕΛ 05). Διαθέσιμο:

http://wfdver.ypeka.gr/wp-content/uploads/2017/05/EL05_1REV_P02_Simantika_Zitimata_Diaxeirisis_v01.pdf

(Αναγνώσθηκε:20/10/2017)