

Χωροχρονική ανάλυση ποιότητας υδάτινων απορροών νησιωτικών λεκανών: Η περίπτωση του Τσικνιά Λέσβου

Προβατάς Σωτήριος¹, Τζωράκη Ουρανία², Σπαρταλίδου Όλγα-Μαρία², Κωστοπούλου-Καραντανέλλη Μαρία², Κυριακίδης Φαίδων¹

¹Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, sotir.prov@gmail.com, geom13025@geo.aegean.gr

²Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Εξετάζονται τα χαρακτηριστικά της ποιότητας ύδατος του ποταμού διαλείπουσας ροής Τσικνιά της κεντρικής Λέσβου και του παράκτιου αλλουβιακού υδροφορέα της Καλλονής που τροφοδοτεί. Στα επιφανειακά ύδατα τη χρονική περίοδο 12/2014-02/2015 παρατηρήθηκαν oligotrophic συνθήκες (NO_3^- -N, 0.8 mgL^{-1} ; NO_2^- -N, 21 μgL^{-1} ; PO_4^{3-} -P, 497 μgL^{-1}) και στον υπόγειο υδροφορέα προσδιορίστηκαν επίσης χαμηλές τιμές των θρεπτικών (NO_3^- -N, 0.9 mgL^{-1} ; NO_2^- -N, 7 μgL^{-1} ; PO_4^{3-} -P, 214 μgL^{-1}). Μετρήσεις παλαιότερων ετών (IGME 2004-2007) έδειξαν αύξηση των χλωριόντων στον παράκτιο υδροφορέα σε μερικές θέσεις (έως και 618 mgL^{-1}), που αποδίδεται στην τοπική υφαλμύριση του. Η παρούσα έρευνα έδειξε ότι ο παράκτιος υδροφόρος επηρεάζεται, τόσο από τους μεγάλους όγκους επιφανειακού νερού που κατεισδύουν και ρέουν υποδερμικά ή λόγω των ιδιαίτερων υδρογεωλογικών συνθηκών που φθάνουν σε ακόμα μεγαλύτερα βάθη, όσο και από φαινόμενα υφαλμύρισης λόγω μη σωστής διαχείρισης του υδροφορέα σε ορισμένες θέσεις.

Λέξεις κλειδιά: ποτάμι, υδροφόρος, νιτρικά, φωσφορικά, χλώριο

Spatiotemporal analysis of river water quality of insular basins: The case of Tsiknias, Lesvos

Provas Sotirios¹, Tzoraki Ourania², Spartalidou Olga-Maria², Kostopoulou-Karadanelli Maria², Kyriakidis Phaedon¹

¹Department of Geography, University of Aegean, sotir.prov@gmail.com, geom13025@geo.aegean.gr

²Department of Marine Sciences, University of Aegean

Abstract

The water quality of Tsiknias intermittent flow of central Lesvos and the Kalloni coastal aquifer is examined. Surface water at the period 12/2014-02/2015 are characterized by oligotrophic conditions (NO_3^- -N, 0.8 mgL^{-1} ; NO_2^- -N, 21 μgL^{-1} ; PO_4^{3-} -P, 497 μgL^{-1}), and in the aquifer also identified low values of nutrients (NO_3^- -N, 0.9 mgL^{-1} ; NO_2^- -N, 7 μgL^{-1} ; PO_4^{3-} -P, 214 μgL^{-1}). Measurements from previous years (IGME 2004-2007) showed an increase of chloride ions in some locations (up to 618 mgL^{-1}) of the coastal aquifer, which is assigned to the local salt intrusion phenomena. The present investigation has shown that the coastal aquifer appears high vulnerability, both by the infiltration of large volumes of surface water that infiltrates and flow subcutaneously or due to particular hydrogeological conditions reaching at even greater depths, as well as by salt intrusion phenomena due to non proper management of the coastal aquifer in some locations.

Keywords: stream, aquifer, nitrate, phosphate, chloride

1. Εισαγωγή

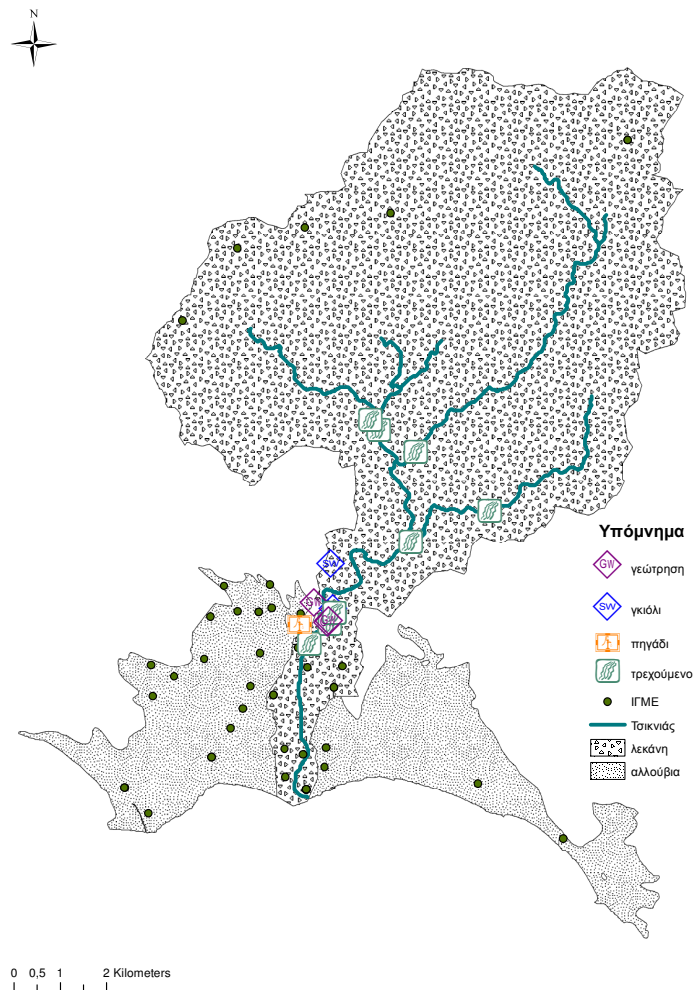
Η μη αποτελεσματική λειτουργία βιολογικών καθαρισμών, αλλά και η έλλειψη άρτιων αποχετευτικών δικτύων μπορεί να μεταβάλλει σημαντικά την ποιότητα των υδάτων. Λιπάσματα και φυτοφάρμακα που προέρχονται από αγροτικές και κτηνοτροφικές χρήσεις καταλήγουν μέσω της επιφανειακής απορροής και της κατεΐσδυσης στα υπόγεια ύδατα. Κυρίως στα ποτάμια διαλείπουσας ροής παρατηρείται την υγρή περίοδο ο υπόγειος υδροφορέας να τροφοδοτεί το ποτάμι, ενώ τη ξηρή περίοδο το ποτάμι να τροφοδοτεί τον υπόγειο υδροφορέα λόγω της πτώσης στάθμης του (Tzoraki et al., 2013). Λόγω της διαρκής αλληλεπίδρασης επιφανειακού και υπόγειου νερού είναι σημαντικό να παρακολουθείται ταυτόχρονα η ποιότητα και των δύο αυτών συστημάτων.

Στόχος της εργασίας αυτής είναι να μελετηθεί η χωροχρονική μεταβολή της ποιότητας του νερού του ποταμού Τσικνιά της κεντρικής Λέσβου και του παράκτιου αλλουβιακού υδροφορέα όπου υπέρκειται και κατά ένα μεγάλο μέρος τον τροφοδοτεί.

2. Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή μελέτης είναι η λεκάνη απορροής του χείμαρρου Τσικνιά (91.3 km^2), που ρέει πάνω σε ηφαιστειακούς σχηματισμούς, ενώ προς τις εκβολές του εμφανίζονται ποταμοχειμάρριες αποθέσεις πλειστοκαινικής ηλικίας, οι οποίες αποτελούν τον παράκτιο υδροφόρο ορίζοντα έκτασης 31.42 km^2 (Σχήμα 1). Οι κύριες χρήσεις γης είναι οι ελαιώνες, τα δάση και οι ετήσιες καλλιέργειες. Εντός της λεκάνης απορροής βρίσκονται μικρά και απομακρυσμένα χωριά, τα οποία είναι το Υψηλομέτωπο, η Νάπη, η Πελόπη, η Κάπη και η Στύψη, με πληθυσμό από 96 έως 1024 άτομα. Στα όρια του αλλουβιακού υδροφορέα, προς τα πεδινά του Τσικνιά βρίσκονται δύο μεγάλες κωμοπόλεις: η Καλλονή, η οποία είναι η δεύτερη σε πληθυσμό πόλη της Λέσβου και η Αγία Παρασκευή.

Τα αρχικά δεδομένα ποιότητας υπόγειου νερού (ΙΓΜΕ 2004-2007) προέρχονται από αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την αδειοδότηση γεωτρήσεων ή κατά τον περιοδικό έλεγχο πηγαδιών και πηγών. Επίσης δειγματοληψία επιφανειακού και υπόγειου νερού για την εκτίμηση των νιτρικών, νιτρωδών και φωσφορικών ιόντων λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια του υδρολογικού έτους 2014-2015.

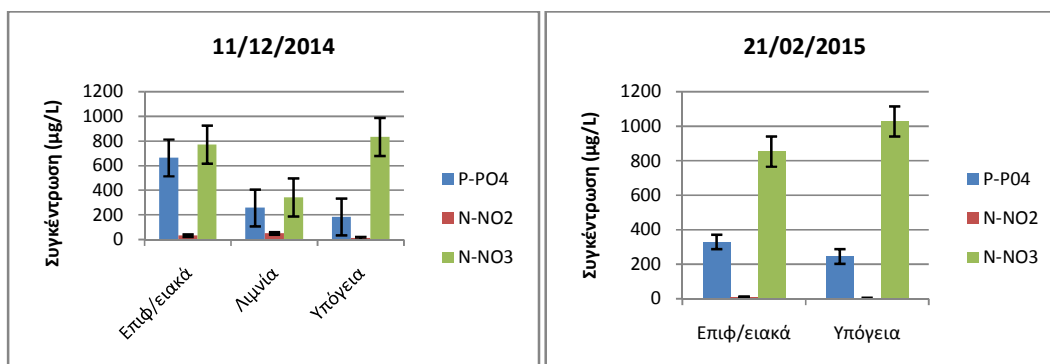


Σχήμα 1: Η υδρολογική λεκάνη του Τσικνιά, ο παράκτιος αλλουβιακός υδροφορέας και οι θέσεις γεωτρήσεων, πηγαδιών και πηγών από τα οποία έγινε η δειγματοληψία του ΙΓΜΕ.

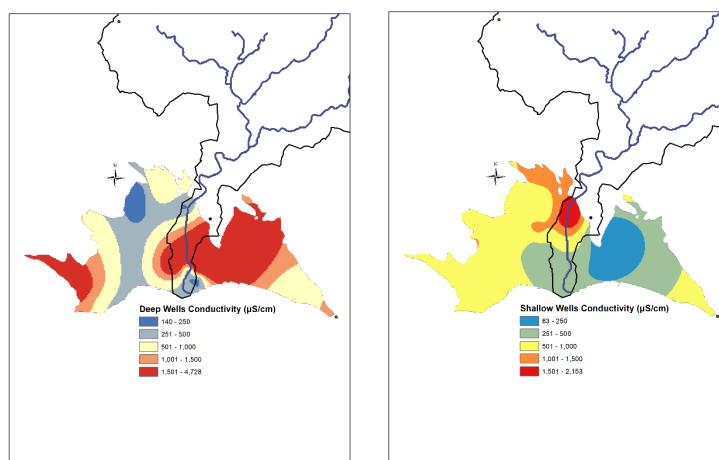
3. Αποτελέσματα

Στα επιφανειακά ύδατα τη χρονική περίοδο 12/2014-02/2015 παρατηρήθηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών (NO_3^- -N, 0.8 mgL^{-1} ; NO_2^- -N, $21 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$; PO_4^{3-} -P, $497 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$), παρόμοιες με αυτές που προέκυψαν από τη μελέτη των Polatidou et al. (2013) (NO_3^- -N, 0.2 mgL^{-1} ; NO_2^- -N, $1,5 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$; PO_4^{3-} -P, $82 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$). Στον υπόγειο υδροφόρο προσδιορίστηκαν επίσης χαμηλές τιμές των θρεπτικών (NO_3^- -N, 0.9 mgL^{-1} , NO_2^- -N, $7 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$, PO_4^{3-} -P, $214 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$) (Σχήμα 2), εντός του επιτρεπόμενου ορίου για το πόσιμο νερό. Λαμβάνοντας υπόψη τη μέση τιμή της παροχής του Τσικνιά για το διάστημα μελέτης (12/2014-02/2015) ίση με $1.65 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ προκύπτει ότι τα φορτία αζώτου και φωσφόρου που κατέληξαν στον κόλπο της Καλλονής είναι ίσα με 14.3 tn N και 8.5 tn P .

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η μέση τιμή των βασικών χημικών παραμέτρων του υπόγειου νερού του χρονικού διαστήματος 2004-7. Το ποσοστό απορρόφησης νατρίου, SAR (Sodium Absorption Ratio), μια μεταβλητή που προσδιορίζει αν το νερό είναι κατάλληλο για άρδευση, κυμαίνεται από 0.04 έως 1.32 για σύνολο 41 δειγμάτων, υποδηλώνοντας μικρό κίνδυνο μείωσης του αερισμού και της περατότητας του εδάφους. Εξετάζοντας το λόγο $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ φάνηκε ότι το υπόγειο νερό ανήκει στην τάξη των θεικών-χλωριδίων κατά 58% και στην τάξη των θεικών κατά 42% από σύνολο 38 δειγμάτων. Παρατηρήθηκε ότι στον παράκτιο αλλουβιακό υδροφόρο η ποσότητα Cl^- για $0-250 \text{ mgL}^{-1}$ είναι 91.2% και για πάνω από 250 mgL^{-1} είναι 8.8% τα οποία δείχνουν μικρή υφαλμύριση ορισμένων θέσεων. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3 η αγωγιμότητα του ανώτερου αβαθή υδροφόρου (μέση τιμή μετρήσεων 2004-7) παρουσιάζει υψηλότερες τιμές σε υποκείμενες θέσεις της κοίτης του ποταμού, τάση η οποία παρατηρείται και στην χωρική διακύμανση της αγωγιμότητας του βαθύτερου υδροφόρου.



Σχήμα 2: Συγκέντρωση φωσφορικών, νιτρικών και νιτρικών ιόντων στο επιφανειακό και υπόγειο νερό



Σχήμα 3: Χωρική μεταβολή της μέσης τιμής της αγωγιμότητας στον βαθύτερο υδροφόρο (αριστερή εικόνα) και στον αβαθή υδροφόρο (δεξιά εικόνα) των αλλουβιακών αποθέσεων της Καλλονής

Οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων για ορισμένες θέσεις που ελέχθησαν από το ΙΓΜΕ βρίσκονται λίγο υψηλότερες από το ισχύον όριο. Ειδικότερα, το κυάνιο και χρώμιο ξεπερνούν την οριακή τιμή των 50 μgL^{-1} , το νικέλιο τα 20 μgL^{-1} και το κάδμιο τα 5 μgL^{-1} .

Πίνακας 1: Χημικοί παράμετροι υπόγειου νερού για το χρονικό διάστημα 2004-2007

Παράμετρος	Μέση τιμή (τυπική απόκλιση, πλήθος δειγμάτων)	Παράμετρος	Μέση τιμή (τυπική απόκλιση, πλήθος δειγμάτων)
pH	7.77 (0.36, 45)	SO_4^{-2} (mgL^{-1})	275.85 (181.52, 45)
Conductivity (μScm^{-1})	875.56 (870.21, 45)	$\text{P}_2\text{O}_5\text{-P}$ (μgL^{-1})	62.56 (108.31, 9)
Ca^{+2} (mgL^{-1})	118.74 (203.89, 45)	CN^{-} (μgL^{-1})	151.11 (150.96, 9)
Mg^{+2} (mgL^{-1})	89.47 (148.11, 41)	Zn^{+} (μgL^{-1})	162.11 (219.80, 9)
Na^{+} (mgL^{-1})	12.72 (13.02, 45)	Cr (μgL^{-1})	78.56 (58.73, 9)
HCO_3^{-} (mgL^{-1})	193.78 (99.49, 45)	Ni^{+} (μgL^{-1})	109.33 (143.29, 9)
Cl^{-} (mgL^{-1})	97.18 (120.15, 38)	Cd^{+2} (μgL^{-1})	12.4 (9.97, 5)

Εξαιτίας της γεωλογίας της υδρολογικής λεκάνης, η οποία αποτελείται από ιγνιβρίτες και δακτιτικές, λατιτικές, λατιτανδεσιτικές και χαλαζιακές-ανδεσιτικές λάβες, παρατηρείται περιορισμένη κατείδυση του επιφανειακού νερού μέχρι τα όρια του αλλουβιακού υδροφορέα. Επίσης, λόγω της γεωλογίας του παράκτιου υδροφορέα που αποτελείται από τεφρούς, ερυθρούς αργίλους, άμμους και κροκάλες παρατηρείται μεγάλη διήθηση του επιφανειακού νερού κυρίως κατά τις περιόδους χαμηλής ροής.

4. Συμπεράσματα

Παρατηρήθηκε ότι η ποιότητα του υπόγειου νερού παρουσιάζει διακυμάνσεις μεταξύ υδροφορέα των αλλουβίων και βαθύτερου υδροφορέα της υδρολογικής λεκάνης, μεταβάλλοντας τη συγκέντρωση των διάφορων ιχνοστοιχείων. Όσον αφορά στην ποιότητα του επιφανειακού νερού, χαρακτηρίζεται από χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών, δηλαδή νιτρικών, νιτρωδών και φωσφορικών αλάτων και ακόμα μικρότερες βρέθηκαν οι αντίστοιχες τιμές φωσφορικών και νιτρωδών στο υπόγειο νερό. Τοπική υφαλμύριση παρατηρείται κατά τόπους στον παράκτιο υδροφορέα. Λόγω έλλειψης δεδομένων αντήλησης, δεν έγινε δυνατός ο έλεγχος της μεταβολής των χημικών στοιχείων που οφείλονται σε μη φυσικές διεργασίες διακύμανσης του υδροφόρου ορίζοντα. Σε επόμενο στάδιο, προβλέπεται να ελεγχθεί από περισσότερες δειγματοληψίες η ποιότητα του υπόγειου και επιφανειακού ύδατος του παράκτιου τμήματος της λεκάνης του Τσικνιά.

5. Βιβλιογραφία

- Kontis, E.E. and Gaganis, P. 2012. Hydrochemical characteristics and groundwater quality in the island of Lesvos, Greece. *Global NEST Journal*, Vol 14, No 4, pp 422-430.
- Polatidou, M., Tsirtsis, G. and Gaganis, P. 2013. Assessing nutrient dynamics in a small Mediterranean watershed. 13th International Conference on Environmental Science and Technology.
- Tzoraki, O. and Nikolaidis, N.P. 2007. A generalized framework for modeling the hydrologic and biogeochemical response of a Mediterranean temporary river basin. *Journal of Hydrology*, 346, 112-121.
- Tzoraki, O., Nikolaidis, N.P., Cooper, D. and Kassotaki, E. 2014. Nutrient mitigation in a temporary river basin. EMAS (DOI: 10.1007/s10661-013-3533-4) Volume 186, Issue 4, pp 2243-2257.
- Tzoraki, O., Nikolaidis, N.P., Keldjens, T., Cooper, D., Gamvroudis, C., Gallart, F., Froebrich, J. and Querner, E. 2013. Flood Generation and Classification of a semi-arid Intermittent Flow Watershed: Evrotas river. *Intl. J. of River Basin Management*, Vol. 11, No. 1, pp. 1-16.