

11th Panhellenic Symposium on Oceanography & Fisheries
«Aquatic Horizons: Challenges & Perspectives»

Mytilene, Lesvos Island, Greece, May 13-17 2015

Department of Marine Sciences, University of the Aegean

Proceedings

Organised by:

Panhellenic Union of HCMR Employees

Union of HCMR Researchers

In collaboration with the

Department of Marine Sciences, University of the Aegean

Under the auspices of the Hellenic Centre for Marine Research

With the support of the General Secretariat of the Aegean and Island Policy

Μελέτη της διαθεσιμότητας επιφανειακού αρδευτικού νερού και της συγκέντρωσης σωματιδιακού υλικού του Πηνειού ποταμού (Θεσσαλία) κατά το υδρολογικό έτος 2013/14

Λαζογιάννης, Κ.^{1,2}, Κωτσόπουλος, Σ.¹, Κακαγιάννης, Γ.¹, Μπακούρας, Σ.¹, Φαρσιρώτου, Ε.¹, Πούλος, Σ.³, Παναγόπουλος, Α.⁴, Ηλίας, Α.⁴, Πισινάρας, Β.⁴, Αραμπατζής, Γ.⁴, Παρασκευάς, Χ.⁴, Νάστος, Π.³, Αλεξόπουλος, Ι.³, Ματιάτος, Ι.³, Γκιώνης, Γ.³, Καραμουσαλής, Θ.³, Κοτίνας, Β.³, Γκάγκας, Ζ.⁵, Πάππας, Ι.⁵

¹Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε (Λάρισα), ΤΕΙ Θεσσαλίας, 41110 Λάρισα, klazog@gmail.com, kotsopoulos@teilar.gr, gdk@aegean.gr, efars@teilar.gr

²Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Λόφος Πανεπιστημίου, Μυτιλήνη 81100, Λέσβος, klazog@gmail.com

³Εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, 15784, Αθήνα, poulos@geol.uoa.gr, nastos@geol.uoa.gr, jalexopoulos@geol.uoa.gr, imatios@geol.uoa.gr, gqhionis@geol.uoa.gr, karamousalis@aua.gr, baskon@geol.uoa.gr

⁴ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων, ΒΙΠΕ Σίνδου, 57400, Θεσσαλονίκη, panagopoulosa@gmail.com, anilias.LRI@nagref.gr, vpisinar@gmail.com, arampgeo@gmail.com, paraskevasb@gmail.com

⁵METRICA A.E., Γκινωσάτη 88Α, 14452, Μεταμόρφωση, Αθήνα, zaqakas@gmail.com, h.pappas@metrica.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρατίθενται μετρήσεις παροχής και αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού του Πηνειού (Θεσσαλία) για το υδρολογικό έτος 2013/14 σε δύο θέσεις πριν την είσοδο του στην αγροτική δελταϊκή πεδιάδα και σε μία εντός αυτής. Εκτιμήθηκε η παροχή των πηγών της κοιλάδας των Τεμπών και της ποσότητας του νερού που εκτρέπεται σε παλιά κούνη του ποταμού για άρδευση. Οι μετρήσεις συγκρίθηκαν με αυτές του υδρολογικού έτους 2012/13 και εντοπιστήκαν σημαντικές διαφορές που αποδίδονται στις μειωμένες βροχοπτώσεις και ενδεχομένως στη λειτουργία, για πρώτη φορά τη ξηρή περίοδο του 2013/14, ρουφράχτη επί του ρου του Πηνειού στη θέση Γυρτώνη.

Λέξεις κλειδιά: παροχή, καλλιέργειες, εκτροπή, ρουφράκτης, φράγμα

Study of surface irrigation water availability and suspended particulate matter concentration during the hydrological year 2013/14

Lazogiannis, K.^{1,2}, Kotsopoulos, S.¹, Kakagiannis, G.¹, Bakouras, S.¹, Farsiroto, E.¹, Poulos, S.³, Panagopoulos, A.⁴, Ilias, A.⁴, Pisinaras, V.⁴, Arabatzis, G.⁴, Paraskevas, Ch.⁴, Nastos, P.³, Alexopoulos, J.D.³, Matiatos, I.³, Ghionis, G.³, Karamousalis, Th.³, Kotinas, V.³, Gagkas, Z.⁵, Pappas, I.⁵

¹Department of Civil Engineering, Technological Educational Institute (TEI) of Thessaly, 41110 Larissa, Greece, klazog@gmail.com, kotsopoulos@teilar.gr, gdk@aegean.gr, efars@teilar.gr

²Department of Marine Sciences, University of the Aegean, University Hill, 81100 Mytilene, Lesvos, Greece klazog@gmail.com

³Department of Geography & Climatology, Faculty of Geology & Geo-Environment, University of Athens, Panepistimioupoli, Zografou, 15784, Athens, Greece, poulos@geol.uoa.gr, nastos@geol.uoa.gr, jalexopoulos@geol.uoa.gr, imatios@geol.uoa.gr, gqhionis@geol.uoa.gr, karamousalis@aua.gr, baskon@geol.uoa.gr

⁴Land Reclamation Institute, DIMITRA S.A., Industrial area, Sindos 574 00, Thessaloniki, Greece, panagopoulosa@gmail.com, anilias.LRI@nagref.gr, vpisinar@gmail.com, arampgeo@gmail.com, paraskevasb@gmail.com

⁵METRICA S.A., 88A Ginosati Str., 14452 Metamorfosi, Athens, Greece, zaqakas@gmail.com, h.pappas@metrica.gr

Abstract

The present paper presents measurements of water flow and suspended particulate material of Pinios River (Thessaly) during the hydrological year 2013/2014. The measurements were carried out in two positions before Pinios enters the agricultural deltaic plain and one inside the delta. Furthermore, an effort is made to estimate the water contribution to Pinios by the springs of Tempi valley and the quantity of water being diverted to the old river bed for irrigation purposes. These measurements were compared to corresponding data from the hydrological year 2012/13 and the significant differences that arose can be attributed to decreased rainfall and probably to the operation of a gate valve in Girtoni, that was initiated in the dry period of 2014.

Keywords: flow measurements, agricultural land, water diversion, gate valve, dam

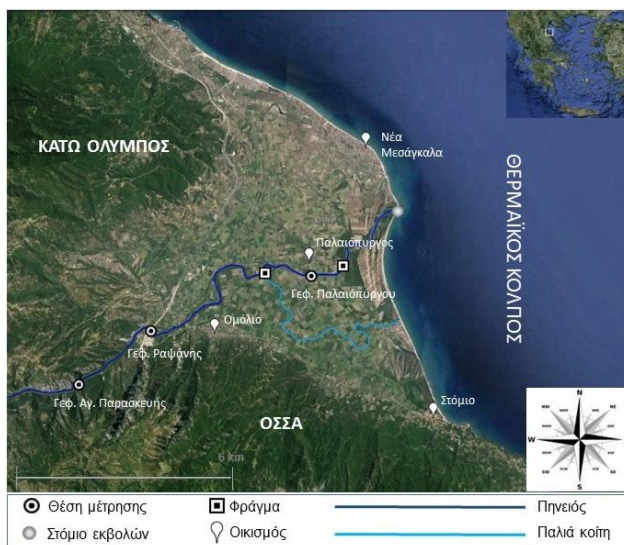
1. Εισαγωγή

Το Δέλτα του Πηνειού (Θεσσαλία) είναι μια καλλιεργήσιμη και εύφορη στο μεγαλύτερο ποσοστό της (Εconoμου, 2009) πεδιάδα της οποίας η αγροτική παραγωγή της είναι άμεσα εξαρτώμενη από την επαρκή διαθεσιμότητα του επιφανειακού αρδευτικού νερού. Ωστόσο η μείωση των βροχοπτώσεων εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (π.χ. κατασκευή φραγμάτων) επηρεάζουν αρνητικά την ποσότητα του αρδευτικού νερού ποτάμιας προέλευσης καθώς και του ιζήματος που καταλήγει στις δελταϊκές πεδιάδες (Kotsoroulos, 2014).

Ο Πηνειός ποταμός, με μήκος 205 km και λεκάνη απορροής 10.850 km², σχηματίζει δελταϊκή πεδιάδα επιφάνειας 69 km² που εκτείνεται ανάμεσα από τον Κάτω Όλυμπο (βόρεια) και την Όσσα (νότια) στην δυτική ακτή του Θερμαϊκού κόλπου (Karymbalis 2008). Μέχρι πρότινος ήταν ένα από τα μεγαλύτερα ελληνικά ποτάμια χωρίς σημαντικά φράγματα στη ροή του. Από το καλοκαίρι του 2014 τέθηκε σε λειτουργία ρουφράχτης στο χαμηλό ρου του και πριν την είσοδο του στα Τέμπη, στον οικισμό της Γυρτώνης.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παραθέσει τις τιμές της παροχής και της εξαρτώμενης από αυτήν (Synitski et al., 2000) συγκέντρωσης του αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού (ΑΣΥ), που μετρήθηκαν πριν και μετά την είσοδο του Πηνειού στο δέλτα κατά το υδρολογικό έτος 2013/14. Επίσης γίνεται σύγκριση με μετρήσεις του προηγούμενου υδρολογικού έτους όπου είχε παρατηρηθεί παρόμοια εποχιακή διακύμανση των δύο παραμέτρων (Lazogiannis et al., 2014).

2. Υλικά και μέθοδοι



Εικ. 1. Χάρτης θέσεων μέτρησης και δειγματοληψίας

Στην παρούσα εργασία οι μετρήσεις παροχής και συγκέντρωσης του σωματιδιακού υλικού λάμβαναν χώρα σε δύο θέσεις επί του ρου του Πηνειού, μία πριν την είσοδο του ποταμού στο δέλτα του (γέφυρα Αγ. Παρασκευής – Κοιλιάδα Τεμπών) και μία πλησίον των εκβολών του (γέφυρα Παλαιόπυργου – δελταϊκή πεδιάδα) κατά τη διάρκεια του υδρολογικού έτους 2013/14. Επιπλέον, τον Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο του 2014 πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στην είσοδο του ποταμού στο δέλτα του (γέφυρα νέας Ε.Ο. – Ραψάνης) με στόχο να εκτιμηθεί η παροχή των πηγών της κοιλάδας των Τεμπών (Fytianos et al., 2006).

Στις τρεις επιλεγμένες θέσεις η παροχή μετρήθηκε με μολίσκο (Valerport BFM 001/002) και κάνοντας χρήση την μέθοδο του μέσου τμήματος. Η παροχή υπολογίστηκε από την εξίσωση:

$$Q = \Sigma q_i = \Sigma \bar{u} \cdot a = \sum_{i=1}^n \frac{(\bar{u}_{i-1} + \bar{u}_i)}{2} \frac{(d_{i-1} + d_i)}{2} b_i - b_{i-1}$$

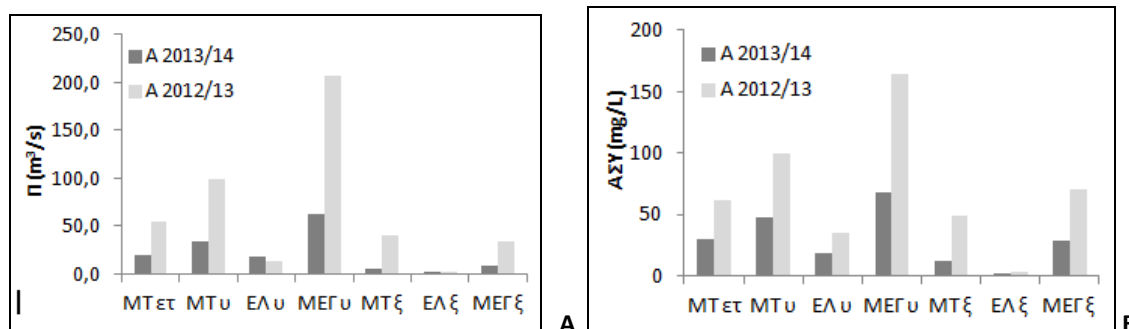
όπου \bar{u} , d και b είναι οι μέσες ταχύτητες, τα βάθη ροής και οι αποστάσεις απ' αρχής στις αντίστοιχες θέσεις (Κωτσόπουλος, 2006; Shaw, 1994). Τα δείγματα νερού για την μέτρηση του σωματιδιακού υλικού λαμβάνονταν σε βάθος 0,5 m. Τα δείγματα διηθηθήκαν σε προζυγισμένα φίλτρα 8 μm και 0,45 μm (Aston, 1985) και παρέμειναν σε ξηραντήρα μέχρι σταθερού βάρους. Η συγκέντρωση του αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού υπολογίστηκε ως ο λόγος της μάζας του υλικού που κρατήθηκε στο φίλτρο προς τον όγκο του νερού που διηθηθήκε.

3. Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι τιμές της παροχής (Π) και της συγκέντρωσης του αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού (ΑΣΥ) που μετρήθηκαν στις τρεις γέφυρες. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται σύγκριση των παραπάνω τιμών από τη γέφυρα Αγ. Παρασκευής με αυτές που έχουν δημοσιευτεί για το υδρολογικό έτος 2012/13 (Lazogiannis et al., 2014).

Πίνακας 1. Τιμές παροχής (Π σε m^3/s) και συγκέντρωσης αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού (ΑΣΥ σε mg/L) ανά μήνα στις γέφυρα Αγ. Παρασκευής (Α), Παλαιόπυργου (Π) και Ραψάνης (Ρ) (μετρήσεις για τρεις μήνες).

	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
Π _(Α)	7,8	24,8	18,8	19,1	29,8	62,1	45,2	13,3	5,6	1,5	1,2	1,1
Π _(Ρ)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	10,2	8,6	8,3
Π _(Π)	12,9	41,1	31,2	29,8	45,7	79,0	65,5	31,0	14,0	7,1	4,8	3,5
Π _(Ρ) - Π _(Α)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8,8	7,4	7,2
Π _(Ρ) - Π _(Π)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3,2	3,8	4,8
ΑΣΥ _(Α)	28,8	57,5	43,1	36,2	18,5	63,6	68,0	14,6	16,2	4,5	2,3	2,7
ΑΣΥ _(Ρ)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1,9	2,3	4,6
ΑΣΥ _(Π)	10,5	26,3	19,7	8,5	29,0	49,7	55,9	12,4	9,9	1,4	18,1	2,8



Σχήμα 1. Σύγκριση δύο υδρολογικών ετών: (Α) Παροχή Αγίας Παρασκευής, (Β) Αιωρούμενο Σωματιδιακό Υλικό Αγίας Παρασκευής, (Συντμήσεις: Π: Παροχή, Α: Αγία Παρασκευή, ΜΤ: μέση τιμή, ΕΛ: ελάχιστη, ΜΕΓ: μέγιστη, ετ: έτους, υ: υγρής, ξ: ξηρής)

4. Συζήτηση/Συμπεράσματα

Οι μηνιαίες τιμές παροχής και συγκέντρωσης του ΑΣΥ του Πηνειού εμφανίζονται υψηλότερες κατά την υγρή περίοδο (Νοέμβριος – Απρίλιος) και κυμαίνονται από 18,8 m^3/s έως 79,0 m^3/s και από 8,5 mg/L έως 68,0 mg/L αντίστοιχα. Οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται Μάρτιο και Απρίλιο, ενώ κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου (Μάιος – Οκτώβριος) κυμαίνονται από 1,1 m^3/s έως 14,0 m^3/s και από 1,4 mg/L έως 28,8 mg/L , αντίστοιχα. Η μηνιαία/εποχιακή μεταβολή των τιμών της ροής του Πηνειού είναι παρόμοια με αυτή άλλων ελληνικών ποταμών των οποίων η λεκάνη απορροής βρίσκεται στα ανατολικά της Πίνδου (Roulios et al., 1996). Επιπλέον κατά τους θερινούς μήνες η εντατικότερη χρήση του νερού του Πηνειού για αρδευτικούς σκοπούς στην Θεσσαλική πεδιάδα επιδρά αρνητικά στις ποσότητες νερού και ιζήματος που καταλήγουν τελικά στο δέλτα.

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στη γέφυρα Ραψάνης εκτιμούν την παροχή των πηγών που βρίσκονται μετά την γέφυρα Αγ. Παρασκευής από 7,2 m^3/s έως 8,8 m^3/s κατά τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο.

Για το ίδιο διάστημα η μετρούμενη παροχή στην γέφυρα του Παλαιόπυργου είναι μικρότερη από αυτή στη γέφυρα της Ραψάνης από 3,2 m³/s έως 4,8 m³/s. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην ύπαρξη χωμάτων φραγμάτων (Εικ. 1) στα ανάντη και κατόντη της γέφυρας Παλαιόπυργου τα οποία κατασκευάζονται από τα τέλη Ιουνίου έως και τα μέσα Σεπτεμβρίου. Το μεν πρώτο τροφοδοτεί με αρδευτικό νερό την παλιά κοίτη του ποταμού στο νότιο τμήμα της δελταϊκής πεδιάδας (Εικ. 1), το δε δεύτερο ανακόπτει την είσοδο θαλασσινού νερού από το στόμιο των εκβολών λόγω της μειωμένης ποτάμιας ροής.

Οι μέσες ετήσιες και οι ελάχιστες/μέγιστες τιμές των παροχών και των συγκεντρώσεων ΑΣΥ στη γέφυρα της Αγ. Παρασκευής του υδρολογικού έτους 2013/14 εμφανίζονται σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με αυτές του αμέσως προηγούμενου υδρολογικού έτους (2012/13), γεγονός που μπορεί να οφείλεται στις μειωμένες βροχοπτώσεις στην Θεσσαλία αλλά και ενδεχομένως στην λειτουργία του ρουφράχτη Γυρτώνης κατά την ξηρή περίοδο (τέλη Ιουνίου έως και τις αρχές Οκτώβρη του 2014).

5. Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Έργου «AGROCILMA» με κωδικό αριθμό 11_ΣΥΝ_3_1913 και κωδικό έργου Ε.Ε.Ε. Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας 4852, που υπάγεται στη δράση «Συνεργασία 2011-Συμπράξεις παραγωγικών και ερευνητικών φορέων σε εστιασμένους ερευνητικούς και τεχνολογικούς τομείς» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από Εθνικούς πόρους.

6. Βιβλιογραφία

- Aston, S.R. 1985. *Trace element analysis in Practical Estuarine Chemistry*. Cambridge University Press, 133 pp.
- Economou, A., 2009. The Land Uses' Consequences in Coastal Area of Faliraki and Delta Penaeus River in Greece. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 4, 39-48.
- Fytianos, K., Siumka, A., Zachariadis, G.A. and Beltsios, S. 2002. Assessment of the quality characteristics of Pinios River, Greece. *Water, Air and Soil Pollution*, 136, 317-329.
- Karymbalis, E. and Gaki-Papanastassiou, K. 2008. Geomorphological study of the rivers of Pinios, Kalamas, Euvinos and Mornos, Greece, p. 86-94. In: *4th Greek Congress on the Management and Improvement of Coastal Areas. Mytilene September 2008. Publication of the Laboratory of Port Works, NTUA, Proceedings.* (in Greek).
- Kotsopoulos, S., Poulos, S.E., Panagopoulos, A., Nastos, P., Skiannis, G. et al. 2014. Water resources management of coastal – resilience climate change impacts. p. 241-248. In: *IWA Regional Symposium on Water, Wastewater and Environment: Traditions and Culture, March 2014, Patras, Greece. Proceedings.*
- Lazogiannis, K., Paraskevopoulou, V., Poulos, S., Teou, X., Kotsopoulos, S. et al. 2014. Seasonal variation of water discharge and suspended sediment concentration of the Pinios River (Thessaly) during the hydrological year 2012/13. p. 325-331. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Protection and Restoration of the Environment, June 29- July 3, 2014, Skiathos island, Greece.*
- Poulos, S., Collins, M. and Evans, G. 1996. Water-sediment fluxes of Greek rivers, southeastern Alpine Europe: annual yields, seasonal variability, delta formation and human impact. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 40 (2), 243-261.
- Shaw, E.M. 1994. *Hydrology in Practice*. 3rd ed. Chapman & Hall, London.
- Syvitski, J.P.M., Morehead, M.D., Bahr, D. and Mulder, T. 2000. Estimating fluvial sediment transport: the Rating Parameters. *Water Resource Research*, 36 (9), 2747-2760.
- Κωτσόπουλος, Σ.Ι. 2006. *Υδρολογία*. Εκδόσεις ΙΩΝ., Αθήνα, 220 σελ.