

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Εγγειοβελτιωτικών Έργων Πηνειού Ηλείας στον Προστατευόμενο Βιότοπο της Λιμνοθάλασσας Κοτυχίου και τα Έργα Αποκατάστασής του

Γ. Καραντούνιας, Ν. Δέρκας

*Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα, gkarant@aua.gr, ndercasl@aua.gr*

Περίληψη

Η δημιουργία και λειτουργία των εγγειοβελτιωτικών έργων Πηνειού Ηλείας κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 είχε ως συνέπεια την αλλαγή των περιβαλλοντικών παραμέτρων της λιμνοθάλασσας Κοτυχίου Ν. Ηλείας. Ειδικότερα από την λειτουργία και διαχείριση των έργων, μεταβλήθηκε η ποιότητα των νερών της λιμνοθάλασσας από αλμυρά-υφάλμυρα-ολιγοτροφικά σε γλυκά-υφάλμυρα-ευτροφικά, με αποτέλεσμα την μεταβολή του οικοσυστήματος με παράλληλη αύξηση των καλαμιώνων, της τυρφογένεσης, της παγίδευσης φερτών και σημαντική μείωση του ενεργού όγκου των νερών της λιμνοθάλασσας. Οι συνθήκες αυτές ήσαν δυσμενείς και γίνονταν σε ακραίες περιπτώσεις ασφυκτικές για τα ιχθυηρά της λιμνοθάλασσας. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού και την ενίσχυση του μηχανισμού ανανέωσης των νερών της λιμνοθάλασσας, μελετήθηκαν και εκτελέστηκαν μεταξύ 1989-1992 έργα περιβαλλοντικής αναβάθμισης και οικολογικής διαχείρισης, τα οποία σημείωσαν αξιοσημείωτη επιτυχία. Το υπόψη έργο είναι το πρώτο έργο περιβαλλοντικής αποκατάστασης μεγάλης κλίμακας σε προστατευόμενη λιμνοθάλασσα, που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα.

Environmental Impact of Pinios River Reclamation Works on the Protected Biotope of the Kotychi Sea-Lagoon and its Rehabilitation Works

G. Karantounias, N. Dercas

*Laboratory of agricultural hydraulics, Agricultural University of Athens,
75 Iera Odos, 118 55 Athens*

Abstract

The reclamation works, which were carried out in the Pinios river during the '70s, led to the change of environmental parameters of the Kotychi sea-lagoon, Prefecture of

Πία. More specifically, the water quality of the sea-lagoon was affected as follows: the salinity decreased, the concentration of nutrients increased and the sea-lagoon became eutrophic, leading to the alteration of the ecosystem, to an increase of reeds and peat, an increase of trapping of suspended solids as well as to an important decrease of the active volume of the sea-lagoon. Those conditions were unfavourable and in some cases, they became asphyxiating for the fish living in the sea-lagoon. In order to solve this problem and to improve water renewal in the sea-lagoon, works of environmental upgrading and ecological management were carried out between 1989- 1992.

1. Εισαγωγή

Η λιμνοθάλασσα Κοτυχίου βρίσκεται στο νομό Ηλείας, στη βορειοδυτική ακτή της Πελοποννήσου, σε απόσταση 8 km βόρεια των Λεχαινών. Αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους υδροβιότοπους διεθνούς σημασίας του ελληνικού χώρου και προστατεύεται από τη διεθνή Σύμβαση Ramsar. Η λιμνοθάλασσα είναι μεγάλης σημασίας για την ορνιθοπανίδα, γιατί από εκεί διέρχεται ο δυτικός μεταναστευτικός διάδρομος των πτηνών. Προσελκύει επίσης σημαντικό αριθμό χηνοπαπιών, που έρχονται να ξεχειμωνιάσουν λόγω του ήπιου κλίματος της περιοχής. Το Κοτύχι είναι από τις πιο πλούσιες σε ιχθυοδυναμικό λιμνοθάλασσες της Ελλάδας με παραγωγή κυρίως χελιών, κεφαλοειδών και λαβρακιών.

Λόγω γεωμορφολογικής διαμόρφωσης της περιοχής, η λιμνοθάλασσα Κοτυχίου αποτελεί τον αποδέκτη των απορροών μιας υδρολογικής λεκάνης έκτασης ~238 km². Οι επιφανειακές απορροές μέσω των υδατορρευμάτων της περιοχής μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες φερτών, οι οποίες προκαλούν πρόσχωση της λιμνοθάλασσας και σταδιακή μείωση του ωφέλιμου όγκου της. Ο ρυθμός μείωσης της λιμνοθάλασσας αυξάνει μετά τη δεκαετία του 1970, όταν πραγματοποιούνται στην περιοχή σημαντικά εγχειρίσματα έργα (Έργο Πηνειού Ηλείας), τα οποία υδροδοτούνται από τον ταμιευτήρα Πηνειού Ηλείας που βρίσκεται στη γειτονική προς Νότο λεκάνη απορροής. Τα υδατορρεύματα που καταλήγουν στη λιμνοθάλασσα, εντάχθηκαν στο αποστραγγιστικό δίκτυο του εγχειρίσματος έργου. Οι ποσότητες γλυκού νερού που καταλήγουν στο Κοτύχι μέσω του στραγγιστικού δικτύου είναι σημαντικές λόγω υπερκατανάλωσης του αρδευτικού νερού, συνέπεια της μη ορθολογικής τιμολόγησης του νερού (χρέωση ανά αρδευόμενη επιφάνεια και όχι κατ' όγκον καταναλισκόμενου ύδατος). Τα εγχειρίσματα έργα είχαν επίσης ως συνέπεια την εντατικοποίηση των καλλιεργειών, με αποτέλεσμα την αυξημένη χρήση αγροχημικών, τα οποία σε συνδυασμό με τις αυξημένες εισροές στραγγιστικού νερού, ανέτρεψαν τη μέχρι τότε ποιοτική ισορροπία των υδάτων της λιμνοθάλασσας (από αλμυρά-υφάλμυρα-ολιγοτροφικά τα νερά μετατράπηκαν σε υφάλμυρα-γλυκά-ευτροφικά). Αποτέλεσμα

της μεταβολής της ποιότητας των νερών ήταν η αύξηση των καλαμιώνων και η επιτάχυνση της τυρφογένεσης στη λιμνοθάλασσα, με συνέπεια την περαιτέρω μείωση της επιφάνειας και του βάθους της. Η έκταση της λιμνοθάλασσας του Κοτυχίου, βάσει μετρήσεων σε αεροφωτογραφίες του 1945, ήταν 783,40 ha με ελάχιστους καλαμιώνες (Kalivas et al., 2000). Η έκταση αυτή μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου λόγω προσχώσεων και σημαντικής αύξησης των καλαμιώνων. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού μελετήθηκαν και εκτελέστηκαν μεταξύ 1986-1992 έργα περιβαλλοντικής αποκατάστασης της λιμνοθάλασσας (Εψιλον ΕΠΕ, 1987, Υδρομέδων ΟΕ – Κορωνιώτης Κ., 1989, Έψιλον ΕΠΕ, 1992a, Guelorget et al., 1988), τα οποία σε σύντομο χρονικό διάστημα είχαν ευνοϊκή επίδραση στο οικοσύστημα.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν στα κατασκευασθέντα εγγειοβελτιωτικά έργα, στις επιπτώσεις τους στη λιμνοθάλασσα καθώς και στα έργα περιβαλλοντικής αποκατάστασης και στις επιπτώσεις τους (Εψιλον ΕΠΕ, 1992b).

2. Αρδευτικό δίκτυο περιοχής και καλλιεργητικές πρακτικές

Μέσα στη χαμηλή ζώνη της λεκάνης απορροής της λιμνοθάλασσας Κοτυχίου έκταση 3.500 ha εξυπηρετείται από το αρδευτικό δίκτυο βόρειας ζώνης Πηνειού Ηλείας. Το υπόψη δίκτυο είναι υπό πίεση, με αρδευτική μονάδα 4 ha, υδροδοτούμενη από ένα υδροστόμιο 6 lt/sec.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονη γεωργική δραστηριότητα με κυρίαρχες καλλιέργειες (Εψιλον ΕΠΕ, 1987) τον αραβόσιτο (1.500 ha), τη βιομηχανική ντομάτα (1.000 ha) και τα μπιστανικά (800 ha). Επιπρόσθετα καλλιεργείται βαμβάκι (140 ha), ρύζι και διάφορες άλλες καλλιέργειες (60 ha). Η κατανομή αυτή των καλλιεργειών μεταβάλλεται κάθε χρόνο ανάλογα με τις επιτυγχανόμενες τιμές παραγωγού και τις συνθήκες της αγοράς.

Όσον αφορά στις μεθόδους άρδευσης:

α) Για τον αραβόσιτο: Στα πρώτα στάδια η άρδευση γίνεται με τεχνητή βροχή. Όταν τα φυτά αναπτυχθούν γίνεται άρδευση με βαρύτητα, επειδή δεν είναι εφικτή η χρήση της τεχνητής βροχής, λόγω έλλειψης κατάλληλου αρδευτικού εξοπλισμού. Άλλη μέθοδος, ιδιαίτερα διαδεδομένη, είναι ο συνδυασμός τεχνητής βροχής και επιφανειακής άρδευσης. Ο καλλιεργητής χρησιμοποιεί ένα μεγάλο εκτοξευτή (κάνονι) μεγάλης παροχής ($18-35 \text{ m}^3/\text{h}$), τον οποίο μετακινεί κατά το ελάχιστο δυνατό. Οι θέσεις άρδευσης είναι περιορισμένες σε λίγα υψηλά σημεία του αγροτεμαχίου, η δε διάρκεια της θέσης άρδευσης μεγάλη. Σε κάθε θέση άρδευσης κατά τις

δύο-τρεις πρώτες ώρες το νερό διηθείται στο έδαφος, μέχρις ότου αυτό έρθει σε κατάσταση κορεσμού. Στη συνέχεια, το νερό ρέει επιφανειακά ακολουθώντας τις κλίσεις του εδάφους (συχνά διαμορφώνονται αυλάκια κατά την άροση) και αρδεύει τα χαμηλότερα περιφερειακά τμήματα. Μετά από μερικές θέσεις μεγάλης διάρκειας άρδευσης, ο καλλιεργητής κάνει με τον εκτοξευτή μερικές στάσεις μικρής διάρκειας, σε σημεία που δεν αρδεύτηκαν από τις πρώτες θέσεις. Η μέθοδος αυτή προκαλεί, λόγω ανομοιομορφίας στην εφαρμογή του νερού, πτώση της παραγωγής που μερικές φορές φθάνει και 50%.

- β) Για τη βιομηχανική ντομάτα : Κατά το παρελθόν στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας χρησιμοποιείτο η τεχνητή βροχή και στη συνέχεια η άρδευση με αυλάκια, διότι οι αγρότες φοβούνταν την ανάπτυξη ασθενειών (διαβροχή φύλλων και καρπών). Η τεχνική αυτή οδήγησε σε υπερκατανάλωση νερού. Σήμερα γίνεται κυρίως χρήση της στάγδην άρδευσης.
- γ) Για τα μπιστανικά (πεπόνια, καρπούζια): Χρησιμοποιούνται συστήματα στάγδην άρδευσης.

Οι αιτίες χρήσης αυτών των πρακτικών άρδευσης οφείλεται στο ότι οι αγρότες δεν διαθέτουν τον κατάλληλο αρδευτικό εξοπλισμό (περίπτωση αραβόσιτου) ή δεν γνωρίζουν τις κατάλληλες τεχνικές άρδευσης και αντιμετώπισης των προβλημάτων φυτοϋγεινής (περίπτωση ντομάτας). Αποτέλεσμα είναι να σημειώνονται μεγάλες καταναλώσεις νερού ιδίως στον αραβόσιτο.

Σαν βασική λίπανση χρησιμοποιούνται συνήθως φωσφορική αμμωνία και μικτά λιπάσματα. Για επιφανειακή λίπανση εφαρμόζονται θειική αμμωνία, νιτρική αμμωνία, νιτρικό κάλιο και σύνθετα λιπάσματα. Η εφαρμοζόμενη ποσότητα λιπασμάτων από τους αγρότες είναι συνήθως μεγαλύτερη από τις συνιστώμενες δόσεις.

Στην περιοχή του αρδευτικού έργου χρησιμοποιούνται διάφορα φυτοφάρμακα όπως Eradicane, Lasso-AT, Thiodan, Sencor κ.α καθώς και σκευάσματα με δραστική ουσία Supermethrin, Trifluralin, Dimethoate κ.α.

3. Στραγγιστικό δίκτυο

Το εγγειοβελτιωτικό έργο της περιοχής διαθέτει στραγγιστικό δίκτυο, στο οποίο έχουν ενταχθεί και τα υδατορρέυματα που εκβάλλουν στη λιμνοθάλασσα του Κοτυχίου. Μέσω αυτών εισρέουν στη λιμνοθάλασσα σημαντικές ποσότητες στραγγιστικού νερού ($15-20 \times 10^6 \text{ m}^3$ το έτος), που προέρχονται από την υπερκατανάλωση του αρδευτικού νερού.

4. Όγκος φερτών λιμνοθάλασσας και τυρφογένεση

Εμβαδομετρήσεις σε αεροφωτογραφίες του 1960 και του 1987 έδωσαν ενεργή έκταση της λιμνοθάλασσας (χωρίς τους καλαμιώνες) 614,40 ha και 315,40 ha αντίστοιχα (Kalivas et al., 2000). Το μέσο βάθος της λιμνοθάλασσας το 1960 ήταν 0,80 m και το 1987 ήταν 0,40 m (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Στοιχεία έκτασης, βάθους και όγκου λιμνοθάλασσας

Έτος	Εμβαδόν (ha)	Μέσο Βάθος (m)	Όγκος νερού (m ³)
1960	614,40	0,80	$4,92 \times 10^6$
1987	315,40	0,40	$1,26 \times 10^6$

Από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι ο ωφέλιμος όγκος της λιμνοθάλασσας μειώθηκε στη διάρκεια 27 ετών κατά $3,66 \times 10^6$ m³, δηλαδή κατά ~140.000 m³/έτος. Ο νεκρός αυτός όγκος οφείλεται στη συγκέντρωση φερτών στον πυθμένα της λιμνοθάλασσας που προέρχονται από τους χειμάρρους, τις τάφρους και τη θάλασσα, όπως επίσης στην τυρφογένεση που συντελείται με την αποδόμηση της φυτικής ύλης υπό την επίδραση βιολογικών και φυσικοχημικών παραγόντων και αναερόβιων συνθηκών.

5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εγγειοβελτιωτικών έργων

Η σπατάλη αρδευτικού νερού που αναφέρθηκε παραπάνω, ευνοεί την έκπλυση των αγροχημικών. Η μεταφορά τους μέσω του στραγγιστικού δικτύου από την περιφέρεια στη λιμνοθάλασσα, έχει ως συνέπεια τη δημιουργία ευτροφικών συνθηκών.

Μέσω του μηχανισμού αυτού ανατράπηκε την τελευταία προ των έργων 10ετία και το ποιοτικό ισοζύγιο των υδάτων της λιμνοθάλασσας, ειδικότερα κατά την θερινή περίοδο. Σημειώνεται ότι κατά τη χειμερινή περίοδο τα νερά είναι γλυκά-υφάλμυρα. Στην περίοδο αυτή η δημιουργία και λειτουργία των εγγειοβελτιωτικών έργων δεν άλλαξε την κατάσταση σε ότι αφορά το ποιοτικό ισοζύγιο των υδάτων, δεδομένου ότι κατά την περίοδο αυτή δεν λειτουργούν τα αρδευτικά δίκτυα. Αντίθετα κατά τη θερινή περίοδο συντελέστηκε με τα έργα ολοσχερής ανατροπή της παλαιάς πριν από το 1970 κατάστασης. Τα υφιστάμενα υδατορρεύματα, που πριν από το 1970 στέρευαν ολοκληρωτικά κατά τη θερινή περίοδο λόγω έλλειψης βροχής, άρχισαν μετά τα έργα να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες στραγγιστικού νερού, προερχόμενες από τη σπατάλη του αρδευτικού νερού. Οι ποσότητες αυτές μετέτρεψαν σε μεγάλο βαθμό το νερό της λιμνοθάλασσας σε γλυκό-υφάλμυρο, με συνέπεια τελικά χειμώνα-καλοκαίρι

η λιμνοθάλασσα να έχει μικρή αλατότητα. Η μικρή αλατότητα οδήγησε στην αλλαγή του περιβαλλοντικού και οικολογικού χαρακτήρα της λιμνοθάλασσας. Αποτέλεσμα αυτής ήταν η μεγάλη αύξηση των καλαμιώνων στη λιμνοθάλασσα, η μείωση της ροής του νερού στην περιοχή τους, η αύξηση του ρυθμού παγίδευσης αιωρούμενων στερεών και η δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών τυρφογένεσης. Σύμφωνα με μετρήσεις (Kalivas et al., 2000), το 1987 οι καλαμιώνες κάλυπταν έκταση παραπλήσια σε μέγεθος με την επιφάνεια των νερών της λιμνοθάλασσας.

Οι αλλαγές αυτές δημιούργησαν σοβαρά προβλήματα στο λιμνοθαλάσσιο οικοσύστημα, το οποίο υφίστατο σοβαρή πίεση από την ύπαρξη πολλών γλυκών νερών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αξίζει να σημειωθεί ότι ήδη κατά τη δεκαετία του 1980 η παγίδευση των φερτών σε συνδυασμό με την τυρφογένεση είχε οδηγήσει σε βάθη λιμνοθάλασσας μικρότερα από 0,50m, με αποτέλεσμα σε περιόδους μεγάλου καύσωνα να δημιουργούνται συνθήκες ασφυκτικές για την ιχθυοπανίδα του Κοτυχίου.

Ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα νερά του στραγγιστικού δικτύου σε μερικές περιπτώσεις έχουν θετικές επιδράσεις στη λιμνοθάλασσα, ειδικότερα κατά τις περιόδους καύσωνα. Συγκεκριμένα στις περιόδους αυτές, τα δροσερά νερά της αποστράγγισης από τα υδατορρεύματα της περιοχής, βελτιώνουν τις βιοτικές συνθήκες στο οικοσύστημα και την ιχθυοπανίδα, που υποφέρει από τις υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος και νερού. Το ευνοϊκό αυτό οικολογικό αποτέλεσμα οφείλεται τελικά σε ένα διαχειριστικό λάθος, αυτό της σπατάλης.

6. Έργα περιβαλλοντικής αποκατάστασης της λιμνοθάλασσας Κοτυχίου

Μετά από διεξοδική μελέτη των διαθέσιμων στοιχείων και διερεύνηση των υφιστάμενων περιβαλλοντικών κ.ά. συνθηκών συντάχθηκε για την αντιμετώπιση του επερχόμενου τέλους της λιμνοθάλασσας, και της αλιευόμενης ιχθυοπαραγωγής, μεταξύ 1986 και 1992, μια σειρά μελετών με θέμα την προστασία, ολοκληρωμένη ανάπτυξη και διαχείριση της λιμνοθάλασσας Κοτυχίου Νομού Ηλείας και τα απαραίτητα για το σκοπό αυτό έργα (Έπιλον ΕΠΕ, 1987, Υδρομέδων ΟΕ – Κορωνιώτης Κ., 1989, Έπιλον ΕΠΕ, 1992a, Guelorget et al., 1988).

Τα μελετηθέντα έργα συνολικής επενδυτικής δαπάνης 320 εκ. δρχ. περίπου κατασκευάστηκαν κατά την τετραετία 1989-1992. Τα πραγματοποιηθέντα έργα είναι τα ακόλουθα:

1. Δημιουργία μιας λεκάνης διαχείμανσης μέσης έκτασης ~22.000 m². μέσου βάθους εκσκαφής ~4,50 m και πέντε ακτινωτών διαύλων συνολικού μήκους 6.285 m, μέσης διατομής εκσκαφής ~34,00 m² και στάθμης εκσκαφής στο -2,00 m υπό την ε-

πιφάνεια της λιμνοθάλασσας. Ο συνολικός όγκος των εκσκαφών ανήλθε σε ~313.000 m³.

2. Έργα διαμόρφωσης και προστασίας στομίου και ενίσχυσης και προστασίας λουρονησίδων, ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις στο στόμιο της λιμνοθάλασσας, τάφρος ελεγχόμενης διαβίωσης - διατροφής ιχθυηρών, έργο εκχείλισης πλημμυρικών υδάτων.
3. Έντεκα (11) προκατασκευασμένοι οικίσκοι για τους αλιεργάτες της λιμνοθάλασσας και ένα παρατηρητήριο για την παρακολούθηση της λιμνοθάλασσας και της ορνιθοπανίδας της.

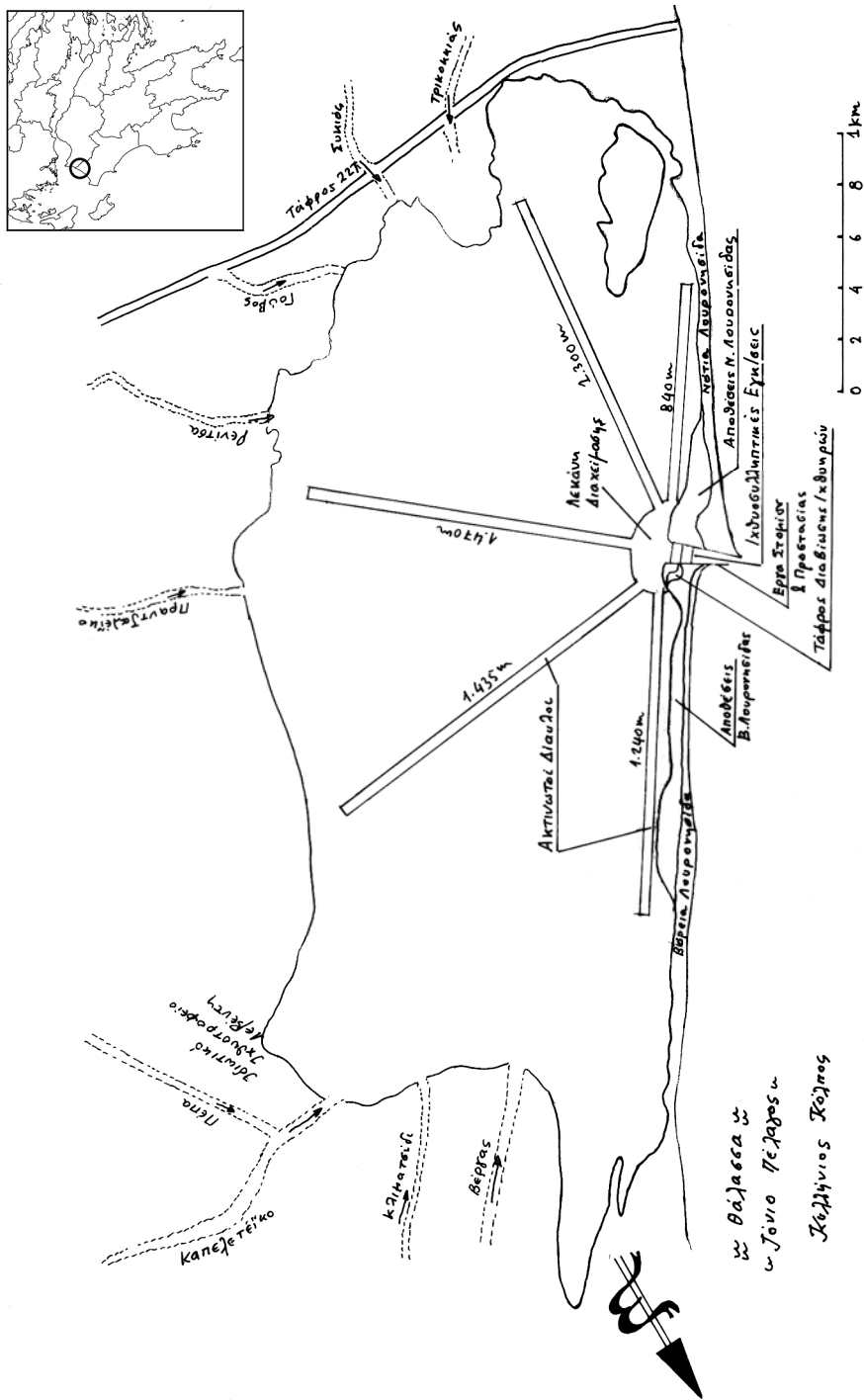
Τα παραπάνω έργα εντάχθηκαν στις διατάξεις του Ν.1262/82, επιδοτήθηκαν κατά περίπου 60% και δανειοδοτήθηκαν από την ΑΤΕ με 25%. Η απαιτούμενη ίδια συμμετοχή 15% καταβλήθηκε από την Δημοσυνεταιριστική Ιχθυοτροφική Επιχείρηση Λεχαιών «Κοτύχι ΑΕ», στην οποία έχει παραχωρηθεί η χρήση της λιμνοθάλασσας από το Ελληνικό Δημόσιο.

Από τα παραπάνω έργα τα υπ' αρ. 1 αφορούν στην κύρια δράση για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Οι σχεδιασθείσες εκσκαφές ελέγχθηκαν από άποψη υδραυλικής λειτουργίας με τη χρήση του υδροδυναμικού μοντέλου LIMNO, που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό στο ΕΜΠ.

Χαρακτηριστικά τεχνικά στοιχεία των κυρίων έργων περιβαλλοντικής αποκατάστασης φαίνονται στα σχήματα της παρούσας εργασίας (Σχ. 1, 2 και 3). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τρόπος εκσκαφής των ακτινωτών διαύλων και της λεκάνης διαχείμανσης, γεγονός το οποίο επέβαλε τη χρήση ειδικού πλωτού εκσκαφέα. Στο σχήμα 2 φαίνεται σε σχηματοποιημένη μηκοτομή, ο τρόπος δράσης του πλωτού εκσκαφέα καθώς και η αναρρόφηση, υδραυλική μεταφορά και απόθεση των προϊόντων της εκσκαφής, η οποία γίνεται παράλληλα στις υφιστάμενες λουρονησίδες με στόχο την ενίσχυση τους

7. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των έργων περιβαλλοντικής / οικολογικής αναβάθμισης της λιμνοθάλασσας Κοτυχίου

Με τα πραγματοποιηθέντα έργα εκσκαφής (Σχ. 1 και 3) αυξήθηκε τόσο ο ζωτικός χώρος για το λιμνοθαλάσσιο οικοσύστημα, όσο και η βυθομετρική κατανομή του χώρου αυτού, με ευνοϊκά περιβαλλοντικά αποτελέσματα για τη λιμνοθάλασσα (Επιβλ. ΕΠΕ, 1992b). Πράγματι, μετά την υλοποίηση των έργων, η επιτυγχανόμενη ιχθυοπαραγωγή στις νέες ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις του στομίου της λιμνοθάλασσας σημείωσε συνεχή αύξηση, τόσο ποσοτική όσο και ποιοτική (περισσότερα είδη ευρύαλων ιχθυηρών). Επιβεβαιώνεται και με τα αλιευόμενα ιχθυηρά και με μετρή-



Σχήμα 1. Οριζοντιογραφία λιμνοθάλασσης Κοτυχίου και έργων περιβαλλοντικής αποκατάστασης.

σεις αλατότητας της λιμνοθάλασσας μετά τα έργα, ότι τα έργα εκσκαφής όχι μόνον αύξησαν τον όγκο των νερών της λιμνοθάλασσας κατά $\sim 313.000 \text{ m}^3$, δηλαδή κατά $\sim 25\%$, για αρχικό όγκο υδάτων πριν από τα έργα $1,26 \times 10^6 \text{ m}^3$, αλλά και διευκολύνουν υδραυλικά την εισροή θαλασσινού νερού στη λιμνοθάλασσα, τόσο στην περιοχή του στομίου, όπου βρίσκεται η λεκάνη διαχείμανσης όσο και στις παρόχθιες περιοχές της μέσω των διαμορφωθέντων υποβρυχίων διαύλων.

Σημειώνεται, ότι η λιμνοθάλασσα Κοτυχίου είχε πριν από τα έργα περιβαλλοντικής αποκατάστασης, σύμφωνα με την εργασία των Guelorget et al. (1988), μικρό βαθμό επικοινωνίας με τη θάλασσα (μειονεκτικό στοιχείο για το οικοσύστημα), κατάσταση η οποία ανατράπηκε με τα κατασκευασθέντα έργα. Με την προσαγωγή μεγαλύτερων ποσοτήτων θαλασσινού νερού στις παρόχθιες περιοχές της λιμνοθάλασσας, επιτεύχθηκαν συνθήκες ευνοϊκές για την μείωση της επιφάνειας των καλαμιώνων και την αύξηση της επιφάνειας του νερού, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τη μελέτη των αεροφωτογραφιών της περιοχής (Kalivas et al., 2000).

Με την απόθεση των προϊόντων εκσκαφής ενισχύθηκαν και εξασφαλίστηκαν οι λουρνησίδες της λιμνοθάλασσας, οι οποίες κατά τη διάρκεια της περιόδου 1945-1987 είχαν υποστεί σοβαρή μείωση του πλάτους τους λόγω ακτομηχανικής διάβρωσης. Τα προϊόντα της εκσκαφής αποτέθηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργηθεί ένα ανομοιόμορφο ανάγλυφο, με υψώματα και κοιλώματα. Η ποικιλότητα του ζωτικού λιμνοθαλάσσιου χώρου, σε συνδυασμό με την ποικιλότητα της ποιότητας των νερών δημιούργησε ευνοϊκές συνθήκες βιοποικιλότητας στη λιμνοθάλασσα, ενώ η προαναφερθείσα υψομετρική ποικιλία των αποθέσεων στις λουρνησίδες δημιούργησε ευνοϊκές συνθήκες βιοποικιλότητας του χερσαίου οικοσυστήματος. Τα παραπάνω επιβεβαιώθηκαν από την επιτόπου διερεύνηση, που πραγματοποιήθηκε μετά την υλοποίηση των έργων περιβαλλοντικής αναβάθμισης. Τα υπόψη έργα αναβάθμισης βελτίωσαν τις συνθήκες ιχθυοσύλληψης και απαγωγής των πλημμυρικών υδάτων της λιμνοθάλασσας, ενίσχυσαν και εξασφάλισαν το στόμιο της και θωράκισαν έναντι ακτομηχανικής διάβρωσης τα εξωτερικά τμήματα των έργων διαμόρφωσης και προστασίας.

8. Συμπεράσματα – Προοπτικές

Η λειτουργία και διαχείριση –μαζί με την τιμολόγηση του αρδευτικού νερού– ενός αρδευτικού/εγγειοβελτιωτικού έργου, αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους για τη διατήρηση ή την ανατροπή της οικοπεριβαλλοντικής ισορροπίας ενός προστατευόμενου βιοτόπου. Στην περίπτωση της λιμνοθάλασσας Κοτυχίου Νομού Ηλείας τα εγγειοβελτιωτικά έργα είχαν αρνητικές επιπτώσεις στην οικοπεριβαλλοντική ισορροπία της λιμνοθάλασσας. Με τη μελέτη και την κατασκευή κατάλληλων έργων περιβαλλοντι-

κής αποκατάστασης αντιμετωπίστηκαν με επιτυχία τα προβλήματα που προκάλεσαν τα εγγειοβελτιωτικά έργα. Τα έργα αποκατάστασης εντάχθηκαν σε αναπτυξιακό νόμο και ανεξάρτητος δημοσυνεταιριστικός φορέας ιδιωτικού δικαίου συμμετείχε οικονομικά στην πραγματοποίηση μεταξύ 1989-1992 των έργων αυτών για πρώτη φορά στην Ελλάδα.

Τα έργα αποκατάστασης της λιμνοθάλασσας Κοτυχίου συνιστούν επιτυχημένη πιλοτική εφαρμογή που θα μπορούσε να αποτελέσει πρότυπο για αντίστοιχες περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές στην Ελλάδα.

Βιβλιογραφία

1. Kalivas, D., Karantounias, G. and Dercas, N., 2000. *Impact Evaluation of Agricultural Land Use of the Kotychi Biotope, Using GIS*. Proc. Int. Conference "Protection and Rastoration of the Environment V", Democritus Univ. of Thrace & Center of Env. Eng. Stevens Institute of Technology, NJ., USA, Thassos, Greece.
2. Ένυλον ΕΠΕ, 1987. *Προστασία ολοκληρωμένη ανάπτυξη και διαχείριση λιμνοθάλασσας Κοτυχίου Δήμου Λεχαιών, Νομού Ηλείας*. Δημοσυνεταιριστική Ιχθυοτροφική Επιχείρηση Λεχαιών Ν. Ηλείας «Κοτύχι Α.Ε.» Αθήνα.
3. Ένυλον ΕΠΕ, 1992a. *Οριστική Μελέτη Κατασκευής Έργου Εκχείλισης Πλημμυρικών Υδάτων και Τάφρου Ελεγχόμενης Διαβίωσης-Διατροφής Ιχθυηρών Λιμνοθάλασσας Κοτυχίου*. Δημοσυνεταιριστική Ιχθυοτροφική Επιχείρηση Λεχαιών Ν. Ηλείας «Κοτύχι Α.Ε.», Αθήνα.
4. Ένυλον ΕΠΕ, 1992b. *Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων έργων προστασίας ολοκληρωμένης ανάπτυξης και διαχείρισης λιμνοθάλασσας Κοτυχίου Δήμου Λεχαιών, Νομού Ηλείας*. Δημοσυνεταιριστική Ιχθυοτροφική Επιχείρηση Λεχαιών Ν. Ηλείας «Κοτύχι ΑΕ», Αθήνα.
5. Guelorget, O., Castanier, S. and Pertuisot, J.P., 1988. *Données préliminaires pour l'évaluation de l'état de l'étang de Kotychi*. Δημοσυνεταιριστική Ιχθυοτροφική Επιχείρηση Λεχαιών Ν. Ηλείας «Κοτύχι Α.Ε.», Αθήνα.
6. Υδρομέδων ΟΕ – Κορωνιώτης Κ., 1989. *Οριστική Μελέτη Κατασκευής Ακτινωτών Διαύλων και Λεκανών Διαχείμανσης Έργων Διαμόρφωσης Στομίου και Ιχθυοσυλληπτικών Εγκαταστάσεων και Έργων Προστασίας Λουρονησίδων*. Δημοσυνεταιριστική Ιχθυοτροφική Επιχείρηση Λεχαιών Ν. Ηλείας «Κοτύχι Α.Ε.», Αθήνα.