



Environmental Friendly Technologies for Rural Development

LIFE 05ENV/GR/000245



Εκτίμηση κινδύνων από την διαχείριση των υδάτων



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών
Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων

ΑΘΗΝΑ, 2009



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ:

Νικόλαος Σκουλικίδης, Αλκιβιάδης Οικονόμου, Ηλίας Δημητρίου, Λεωνίδας Βαρδάκας, Ιωάννης Καραούζας, Γεώργιος Αμαξίδης και Έλενα Οικονόμου

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

Δρ. Νικόλαος Σκουλικίδης (Γεωλόγος – Βιογεωχημικός)
Δρ. Άλκιβιάδης Οικονόμου (Υδροβιολόγος – Ιχθυολόγος)
Ιωάννης Καραούζας (Βιολόγος - Msc Περιβαντολόγος)
Κωσταντίνος Γκριτζαλής (Βιολόγος)
Δρ. Γεώργιος Χατζηνικολάου (Βιολόγος - Ποταμολόγος)
Δρ. Ηλίας Δημητρίου (Γεωλόγος – Υδρογεωλόγος)
Ηλίας Μπερταχάς (Msc Μηχανικός Περιβάλλοντος)
Δρ. Σταμάτης Ζόγκαρης (Γεωγράφος – Βιολόγος)
Λεωνίδας Βαρδάκας (Τεχνολόγος Ιχθυολόγος)
Γεώργιος Αμαξίδης (Γεωλόγος – Msc Περιβαντολόγος)
Σοφία Λάσχου (Χημικός)
Εύα Κολόμπαρη (Ιχθυολόγος)
Αργυρώ Ανδριοπούλου (Ιχθυολόγος)
Μαρία Κουτσοδήμου (Ιχθυολόγος)
Θεοδώρα Κουβαρντά (Msc Περιβαντολόγος)
Δημήτρης Κομματάς (Τεχνολόγος Ιχθυολόγος)
Ηλίας Μουσουλής (Περιβαντολόγος, Msc Υδρολόγος)
Βασίλειος Τάχος (Γεωπόνος-Ιχθυολόγος)
Κωσταντίνος Ακεψιμαΐδης (Τεχνικός)
Έλενα Οικονόμου (Φοιτήτρια Παν. Πειραιά)

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ:

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ
ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Ομότιμος Καθ. Η. Μαριολάκος, Καθ. Ιωάννης Φουντούλης, Δρ. Εμμανουήλ Ανδρεαδάκης, Ελένη Καπουράνη

Εταίροι Προγράμματος και Χειριστές Έργου:

- Δικαιούχος: Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Λακωνίας (Δ. Λιακάκος).
- Πολυτεχνείο Κρήτης (Καθηγ. Ν. Καλογεράκης & Καθηγ. Ν. Νικολαΐδης).
- Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (Δρ. Ν. Σκουλικίδης).
- Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών (Κ. Τσακίρης).
- ALPHA MENTOR (Α. Χατζηνικολάου & Κ. Κουκάρας).
- Αναπτυξιακή Λακωνίας (Ι. Τσαγκάρης & Π. Κουλογεωργίου).
- Τοπική Αυτοδιοίκηση: Δήμοι Έλους, Σκάλας, Πελλάνας, Μυστρά, Οινούντος, Φάριδος, Κροκεών, Θεράπνων.

Υπευθυνότητα Προγράμματος, Σύμβουλοι & Υπεργολάβοι

- - Επιστημονικός Υπεύθυνος και Συντονιστής: Καθηγητής Ν. Νικολαΐδης
 - -Δικαιούχος έργου : Δ. Λιακάκος
 - -Σύμβουλοι προγράμματος: Δρ. θ. Κουσουρής, Δρ. Ρ. Γκέκας, Δρ. Ε. Τηλιγάδας, Dr. G. Bidoglio.
 - -Υπεργολάβοι : Επ. Καθηγητής Ι. Φουντούλης, Ομ. Καθηγητής Η. Μαριολάκος, Αν. Καθηγητής Π. Δημόπουλος
 - -Συμμετέχοντες: Τοπικοί Φορείς
 - -Χρηματοδότηση: Ευρωπαϊκή Ένωση (50%) και Εταίροι του Έργου (50%)



Το πρόγραμμα LIFE Environment της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι ένας μηχανισμός χρηματοδότησης επιδείξεων τεχνολογιών και καινοτόμων μεθόδων που αποσκοπούν στη βελτίωση του περιβάλλοντος.

Οι βιβλιογραφικές αναφορές στις εργασίες της παρούσας Έκθεσης παρακαλούμε να γίνονται σύμφωνα με τον ακόλουθο τρόπο:

Σκουλικίδης Ν. (επιμέλεια έκδοσης), Α. Οικονόμου, Η. Δημητρίου, Λ. Βαρδάκας, Ι. Καραούζας, Γ. Αμαξίδης και Ε. Οικονόμου (2008). Εκτίμηση κινδύνων από τη διαχείριση νερού στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα. Τελική Τεχνική Έκθεση 2, LIFE-ENVIRONMENT: LIFE05 ENV/GR/000245 «ENVIRONMENTAL FRIENDLY TECHNOLOGIES FOR RURAL DEVELOPMENT.

This document may be cited as follows:

Skoulikidis N. (editor), A. Economou, E. Dimitriou, L. Vardakas, I. Karaouzas, Y. Amaxidis and E. Economou (2008). Risk assessment of water management in Evrotas River Basin. Final Technical Report 2, HCMR. LIFE-ENVIRONMENT: LIFE05 ENV/GR/000245 «ENVIRONMENTAL FRIENDLY TECHNOLOGIES FOR RURAL DEVELOPMENT.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	1
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	7
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	8
3.1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ	8
3.2. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	16
3.3. ΥΔΡΟ-ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	20
3.3.1. Διαχρονική διακύμανση των βροχοπτώσεων	20
3.3.2. Διαχρονική διακύμανση της παροχής	21
3.3.3. Διαχρονική διακύμανση της στάθμης των υπόγειων νερών	22
3.4. ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΥΔΡΟΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΥΡΩΤΑ	23
3.4.1. Ιστορική Αναδρομή και Ανάλυση	23
3.4.2. Μορφολογικές τροποποιήσεις	28
3.4.3. Υδρολογικές τροποποιήσεις	31
3.4.4. Επιπτώσεις στο Υδατικό ισοζύγιο του Ευρώτα	33
3.4.5. Επιπτώσεις στη χημική σύσταση και ποιότητα του Ευρώτα	41
3.4.6. Επιπτώσεις στη βιολογική κατάσταση του Ευρώτα	45
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	57
Βιβλιογραφία	63

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ποτάμια και ρέματα σε περιοχές με Μεσογειακό κλίμα φιλοξενούν πολύ σημαντικά αλλά και ιδιαίτερα ευαίσθητα οικοσυστήματα εξαιτίας του ξηροθερμικού κλίματος. Τα Μεσογειακά ποτάμια χαρακτηρίζονται, φυσικά, από έντονες εποχιακές μεταβολές στο καθεστώς ροής, με συχνές ξηρασίες κατά τη ξηρή περίοδο, με μηδενική ή πολύ χαμηλή ροή, και από πλημμυρικά φαινόμενα στην αρχή και κατά την διάρκεια της υγρής περιόδου, με μεγάλες παροχές (Gasith & Resh, 1999). Επιπλέον, στη Μεσογειακή λεκάνη, η καλοκαιρινή περίοδος χαρακτηρίζεται από τον έντονο ανταγωνισμό του ανθρώπου για το νερό, γεγονός που δρα συνεργατικά με τη φυσική κλιματική μεταβλητότητα. Οι απολήψεις νερού αυξάνουν την περιβαλλοντική πίεση στους υδρόβιους οργανισμούς και ιδιαίτερα σε αυτούς που εξαρτώνται αποκλειστικά από το νερό (π.χ. ψάρια).

Αν και δεν υπάρχει ένα παγκόσμιος αποδεκτός ορισμός για την ξηρασία (Tate & Gustard, 2000), αυτή θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο απαντάται σε σχεδόν όλες της κλιματικές ζώνες, ωστόσο τα χαρακτηριστικά της (ένταση, διάρκεια, συχνότητα και γεωγραφική κάλυψη) ποικίλουν σημαντικά από μια περιοχή σε άλλη (NDMC, 2001). Οι ξηρασίες προκαλούνται από ένα συνδυασμό μετεωρολογικών παραγόντων (ανεπάρκεια στις ποσότητες των βροχοπτώσεων κατά την διάρκεια μιας εκτεταμένης περιόδου σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες) χερσαίων παραγόντων (χρήσεις γης και υγρασία εδάφους) καθώς και λόγω των πρακτικών χρήσεων του νερού.

Οι ξηρασίες κατηγοριοποιούνται ως (Tate & Gustard, 2000):

- Μετεωρολογικές που καθορίζονται από την έλλειψη βροχοπτώσεων
- Υδρολογικές, όπου η αθροιστική έλλειψη της ροής ενός ποταμού ή των υπόγειων υδάτων θεωρούνται σημαντικής σημασίας
- Αγροτικές που οφείλονται σε γεωργικές δραστηριότητες και είναι υπεύθυνες για τη μεγάλη μείωση στη ποσότητα των υδάτων

Οι μετεωρολογικές και υδρολογικές πιέσεις έχουν κλιματικά και γεωμορφολογικά αίτια και από μόνες τους δεν συνιστούν απειλή για τους υδρόβιους οργανισμούς και τα υδάτινα οικοσυστήματα, με εξαίρεση ίσως την περίπτωση που υπάρχει σημαντική διαχρονική μεταβολή του υδρολογικού καθεστώτος λόγω κλιματικής αλλαγής. Ο λόγος είναι ότι τα οικοσυστήματα και οι οργανισμοί που διαβιούν σε ένα σύστημα διαλείπουσας ροής είναι εξελικτικά προσαρμοσμένα στις ιστορικές κλιματικές και υδρολογικές συνθήκες του συστήματος. Ο ετήσιος υδρολογικός κύκλος σε ποτάμια περιοδικής ροής προωθείται σταδιακά (σταδιακή μείωση της παροχής και της ροής, συρρίκνωση της υδάτινης επιφάνειας σε τμήματα με στάσιμο νερό, σταδιακή αποξήρανση). Έτσι, έχουν διαμορφωθεί βιοκοινωνίες οι οποίες αποτελούνται από είδη που διαθέτουν ανοχή σε ξηροθερμικές συνθήκες και

έχουν αναπτύξει εξελικτικά, με την πάροδο του χρόνου, μηχανισμούς και στρατηγικές επιβίωσης στο εύρος της φυσικής διακύμανσης των περιβαλλοντικών παραγόντων της περιοχής.

Ωστόσο, οι ξηρασίες που οφείλονται σε γεωργικές δραστηριότητες μεταβάλλουν δραματικά τα υδρολογικά χαρακτηριστικά, αυξάνοντας τη ταχύτητα ξήρανσης και τη διάρκεια της ξηρασίας. Αυτές οι “αγροτικές ξηρασίες” συνιστούν σημαντική απειλή για τα οικοσυστήματα και την βιοποικιλότητα, γιατί δημιουργούν περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες οι οργανισμοί είναι εξελικτικά απροετοίμαστοι.

Η Εικόνα 1 προσομοιώνει την εξέλιξη της ξηρασίας σε ένα τυπικό μεσαίου μεγέθους ποτάμι και τις επιπτώσεις στο οικοσύστημα και ιδιαίτερα στους ιχθυοπληθυσμούς.

Κατά το πρώτο στάδιο της ξηρασίας (**Φάση 1**), η ροή μειώνεται κάτω από τη βασική απορροή αλλά συνεχίζει η επιφανειακή ροή διαμέσου των ρηχών υφάλων (riffles). Παρόλο που στις μικρολίμνες μειώνεται το επίπεδο του νερού τα ψάρια μπορούν να κινηθούν μέσω των ρηχών υφάλων. Ωστόσο, η μείωση του βάθους στους ρηχούς υφάλους και τις μικρολίμνες έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη έκθεση των ψαριών που βρίσκονται σε ρηχά τμήματα στους ιπτάμενους θηρευτές και τη μειωμένη οξυγόνωση από το νερό το οποίο εισέρχεται από τους ρηχούς υφάλους στις μικρολίμνες

Η μειωμένη ταχύτητα του νερού ενισχύει την ανάπτυξη πλαγκτού και πυκνής υδρόβιας βλάστησης. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει υποοξυγονομένα νερά στη διάρκεια της νύχτας, κατά την αναπνοή των φυτών, και μπορεί να επικρατήσουν ανοξικές συνθήκες τις πρώτες πρωινές ώρες. Καθώς μειώνεται ο όγκος νερού στις μικρολίμνες και η εισροή νέου νερού από τους ρηχούς υφάλους, τα ψάρια υπόκεινται σε έντονο ανταγωνισμό για την διαθέσιμη τροφή. Καθώς αυξάνει η θερμοκρασία, αυξάνονται και οι μεταβολικές απαιτήσεις καθώς οι διατροφικές ευκαιρίες μειώνονται.

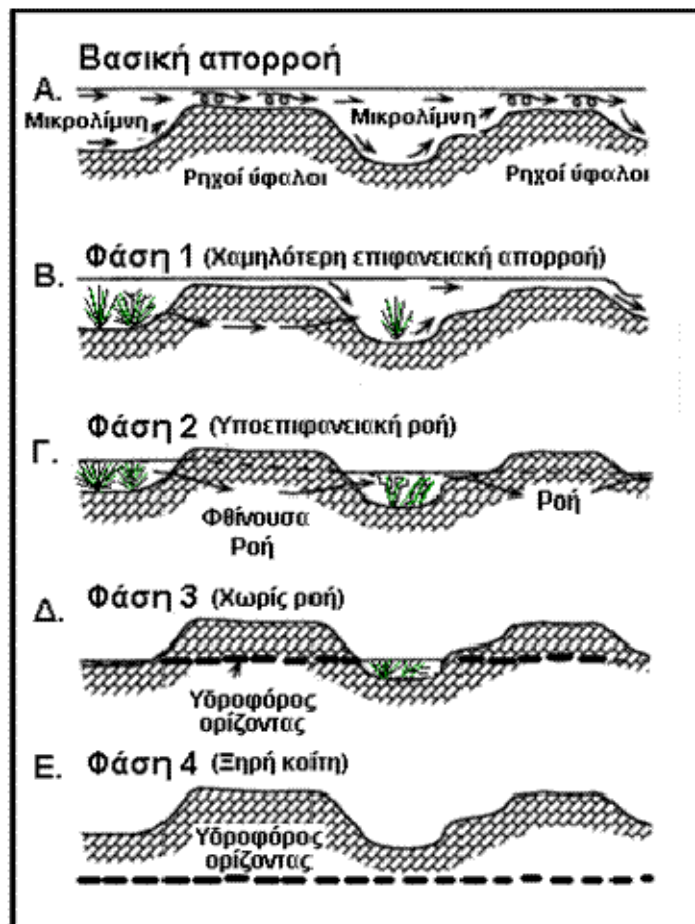
Κατά τη μετάβαση από τη **Φάση 1** στη **Φάση 2**, η επιφανειακή απορροή σταματά μεταξύ των ρηχών υφάλων απομονώνοντας τελείως τις μικρολίμνες. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, η υποεπιφανειακή ροή συνεχίζει την κατάντη διαδρομή, διαμέσου της διαπερατότητας από τις σχισμές των χαλικιών, όμως τα ψάρια αδυνατούν να μετακινηθούν από τη μια μικρολίμνη στην άλλη. Καθώς αυξάνεται η διάρκεια της **Φάσης 2**, η επιφανειακή απορροή διακόπτεται μεταξύ των ρηχών υφάλων, αλλά παραμένει η ροή μέσω των ανοιγμάτων που σχηματίζει το χαλικώδες υπόστρωμα, το οποίο λειτουργεί και σαν βιολογικό φίλτρο του νερού. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, σχεδόν όλα τα ψάρια έχουν εγκλωβιστεί στις μικρολίμνες, και θα πρέπει να παραμείνουν μέχρι να σταματήσει το φαινόμενο της ξηρασίας, ενώ παράλληλα αυξάνεται η θήρευση λόγω της μείωσης του όγκου του νερού. Καθώς το φαινόμενο εξελίσσεται η ροή σταματά μέσα στις μικρολίμνες επιτρέποντας την περαιτέρω ανάπτυξη πλαγκτού και υδρόβιων μακρόφυτων τα οποία μπορούν να αποτελέσουν καταφύγιο για τα νεαρά στάδια των ψαριών. Ωστόσο, η αύξησή τους ευνοεί την ανάπτυξη ανοξικών συνθηκών οι οποίες μπορεί να είναι θανάσιμες κατά τη διάρκεια της νύχτας. Τα επίπεδα οξυγόνου επηρεάζουν διαφορετικά το κάθε είδος και τη κάθε κλάση μεγέθους.

Ορισμένα είδη μπορούν να πεθάνουν άμεσα ενώ άλλα γίνονται αδύναμα εξαιτίας του χαμηλών επιπέδων του οξυγόνου και τις υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας, σε συνδυασμό με την έλλειψη τροφής, και τελικά αρρωσταίνουν ή γίνονται πιο τρωτά στους θηρευτές. Κατά τη διάρκεια της **Φάσης 3**, η υποεπιφανειακή απορροή διακόπτεται με αποτέλεσμα τα αιωρούμενα σωματίδια να καθιζάνουν στο πυθμένα και να κλείνουν τις σχισμές που σχηματίζονταν από τα χαλίκια. Έτσι, τα ψάρια είναι εγκλωβισμένα στις μικρολίμνες όπου δεν προστίθεται επιπλέον νερό και δεν απομακρύνονται τα θρεπτικά συστατικά. Το διαθέσιμο οξυγόνο προέρχεται εξ ολοκλήρου από τη φωτοσύνθεση. Όμως μετά από λίγες εβδομάδες, λόγω της υπερβολικής άνθησης, μέρος του φυτοπλαγκτόν αρχίζει να πεθαίνει με αποτέλεσμα να δεσμεύει το οξυγόνο για τη διαδικασία της αποσύνθεσης. Το τελευταίο στάδιο (**Φάση 4**) δείχνει τη πλήρη ξήρανση όλων των μικρολιμνών. Ως αποτέλεσμα, είναι ο θάνατος όλων των υδρόβιων οργανισμών που εξαρτώνται άμεσα από το νερό. Αυτό το στάδιο παραμένει μέχρι να αρχίσουν οι βροχοπτώσεις.

Στη λεκάνη απορροής (Λ.Α.) του Ευρώτα, οι πρακτικές διαχείρισης νερού περιλαμβάνουν εντατικές απολήψεις από το επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο και εντατικές αντλήσεις από τους υπόγειους υδροφορείς στη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου. Απολήψεις επιφανειακού νερού γίνονται από τις πηγές που τροφοδοτούν τον Ευρώτα και τους παραποτάμους του, από τις κοίτες των υδατορεμάτων με αντλιοστάσια και «δέσεις» (μόνιμες κατασκευές από σκυρόδεμα ή και παροδικά μικρά χωμάτινα αναχώματα ή ανασχετικά φράγματα για επιφανειακή απόληψη νερού), που είναι διάσπαρτες σε όλο το μήκος του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού. Παράλληλα, εντατική είναι και η άντληση υπόγειου νερού από πολυάριθμες γεωτρήσεις, που υπολογίζονται σε περίπου 3.550 με αποτέλεσμα τη ταπείνωση των υδροφόρων οριζόντων, που αναπόφευκτα οδηγούν σε ξήρανση του επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου.

Σαν αποτέλεσμα της συνεργατικής δράσης των έντονων αρδευτικών απολήψεων νερού, που εντατικοποιούνται σε περιόδους ξηρασίας, και της κλιματικής μεταβλητότητας και αλλαγής, μεγάλα τμήματα του ενεργού υδρογραφικού δικτύου του κύριου ρου του Ευρώτα ξηραίνονται κατά διάρκεια της καλοκαιρινής – φθινοπωρινής περιόδου. Σημαντική είναι επίσης και η μείωση της παροχής στα τμήματα που διατηρούν ροή, ενώ σε άλλες περιοχές το νερό παραμένει στάσιμο σε φυσικές (ή και τεχνητές) εκβαθύνσεις του πυθμένα. Επιπλέον, οι περισσότεροι παραπόταμοι του Ευρώτα παρουσιάζουν ένα διακοπτόμενο ή εφήμερο υδρολογικό χαρακτήρα και κατά κανόνα ξηραίνονται στα μεσαία και χαμηλά τμήματά τους κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, ιδίως κατά τα δυσμενή υδρολογικά έτη. Ελάχιστοι πλέον διατηρούν θερινή ροή σε κάποιο τμήμα της διαδρομής τους, συνήθως κοντά σε πηγές. Αποτέλεσμα των δράσεων αυτών είναι η ιχθυοπανίδα να έχει σήμερα υποβαθμισθεί δραματικά ή και να έχει εξαφανισθεί από τους περισσότερους παραποτάμους του Ευρώτα (βλ. Σκουλικίδης και συν. (2008). Τελική Τεχνική Έκθεση 1 «Υδρολογική και Βιογεωχημική Παρακολούθηση»).

Με τη μείωση του όγκου του νερού αυξάνονται οι συγκεντρώσεις των ρύπων, όπως για παράδειγμα των θρεπτικών. Η αύξηση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι το επιφανειακό νερό κατά τη ξηρή περίοδο του έτους συντηρείται ουσιαστικά από την υπόγεια απορροή που είναι εμπλουτισμένη σε διαλυμένα συστατικά. Η εξατμισοδιαπνοή κατά την περίοδο αυτή είναι υψηλή και δρα συνεργατικά αυξάνοντας επιπλέον τις συγκεντρώσεις των ρύπων. Με τη μείωση της ροής αυξάνεται η θερμοκρασία και η διαφάνεια δημιουργούνται ευνοϊκότερες συνθήκες για τη φωτοσύνθεση, γεγονότα που επιτείνουν τον ευτροφισμό.



Εικόνα 1: Η εξέλιξη της ξηρασίας σε ένα τυπικό Μεσογειακό ποτάμι (τροποποιημένη από Matthews, 1998).

Οι εντατικές αρδεύσεις σε μία λεκάνη απορροής, εκτός από προβλήματα επάρκειας νερού, προκαλούν και προβλήματα αλάτωσης εδαφών, ενώ η ξηρασία ενισχύει επιπλέον το φαινόμενο της αλάτωσης. Τα άλατα που συγκεντρώνονται στα γεωργικά εδάφη ξεπλένονται με τις φθινοπωρινές βροχές και στη συνέχεια μεταφέρονται στα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις τα άλατα μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία των υδρόβιων οργανισμών. (π.χ. Skoulikidis, 2008).

Όλοι οι παράγοντες αυτοί συλλογικά υποβαθμίζουν την υδρομορφολογική, βιολογική και χημική – φυσικοχημική κατάσταση του ποτάμιου συστήματος του Ευρώτα (βλ. Σκουλικίδης και συν. (2008). Τελική Τεχνική Έκθεση 1 «Υδρολογική και βιογεωχημική παρακολούθηση»). Κάτω από το πρίσμα της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά 2000/60/ΕΕ, είναι θεμελιώδες να προσεγγισθεί η απάντηση στο ερώτημα: Σε ποιο ποσοστό οι τροποποιήσεις των ποιοτικών στοιχείων ενός ποτάμιου συστήματος διαλείπουσας ροής αποδίδονται σε «τεχνητή» ξηρασία; Εάν ένα ποτάμιο τμήμα ξεραθεί από ανθρωπογενείς δράσεις τότε η βιολογική του κατάσταση με βάση την ιχθυοπανίδα θα εκτιμηθεί ως κακή. Αντίθετα, εάν ένα ποτάμιο τμήμα ξεραθεί φυσικά τότε η βιολογική του κατάσταση θα αξιολογηθεί με βάση τα βιολογικά και όχι τα υδρολογικά κριτήρια.

Ωστόσο, η εκτίμηση και ποσοτικοποίηση των αιτιών που προκαλούν ξηρασία εξάγεται έμμεσα και συνεπώς εμπεριέχει στοιχεία αβεβαιότητας καθώς κλιματικά και ανθρωπογενή αίτια δρουν συνεργατικά και είναι δύσκολο να διαχωριστούν.

Παράλληλα με την υδρολογική τροποποίηση, σοβαρές είναι και οι μορφολογικές αλλοιώσεις στις όχθες και κοίτες και στην παρόχθια βλάστηση που προκύπτουν από την επέκταση των καλλιεργειών και τις έντονες αμμο-χαλικοληψίες για αντιπλημμυρικούς, αλλά και κατασκευαστικούς σκοπούς. Μεγάλα τμήματα του Ευρώτα έχουν διαταραχθεί με τις συνεχείς εκσκαφές, ευθυγραμμίσεις και εγκιβωτισμούς. Οι επεμβάσεις αυτές έχουν σημαντικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα. Τα φυσικά ενδιαιτήματα συρρικνώνονται και περιορίζεται η ποικιλομορφία τους (π.χ. καταστροφή της παρόχθιας και υδρόβιας βλάστησης, επικράτηση ενός τύπου υποστρώματος κοίτης). Έτσι μειώνεται η διαθεσιμότητα τροφής και των χώρων διαβίωσης και αναπαραγωγής και η βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος απειλείται. Κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου, διάφορα είδη βενθικών ασπονδύλων μετακινούνται για να προστατευθούν βαθιά μέσα στο ποτάμιο υπόστρωμα ή και μέσα στη ζώνη της υποεπιφανειακής ροής. Με τις μορφολογικές τροποποιήσεις τα ενδιαιτήματα αυτά καταστρέφονται. Έτσι, επικρατούν ομοιογενείς βιοκοινότητες με ανθεκτικά και ευκαιριακά είδη σε μεγάλη αφθονία (Karaouzas & Gritzalis, 2002, Karaouzas et al., 2007). Επιπλέον, οι μορφολογικές τροποποιήσεις προκαλούν χαλάρωση της συνεκτικότητας του υλικού της κοίτης και της όχθης με αποτέλεσμα οι πρώτες πλημμύρες να απομακρύνουν το λεπτόκοκκο υλικό προς τα κατάντη και να αυξάνονται σημαντικά οι συγκεντρώσεις στερεών στο νερό. Η αφύσικη αύξηση της θολερότητας μπορεί να προκαλέσει θνησιμότητα στους μακροασπόνδυλους πληθυσμούς και στην ιχθυοπανίδα αφού τα αυξημένα επίπεδα αιωρούμενων στερεών μπορούν να μπλοκάρουν τις αναπνευστικές οδούς των οργανισμών.

Η εκτίμηση των κινδύνων από τη διαχείριση νερού σε μία υδρολογική λεκάνη, εμπεριέχει τα παρακάτω βήματα:

1. τη καταγραφή της έκτασης του φαινομένου της ξήρανσης στο ενεργό υδρογραφικό δίκτυο
2. την εξακρίβωση και «ποσοτικοποίηση» της συμμετοχής των φυσικών και ανθρωπογενών αιτίων της ξήρανσης και
3. την εκτίμηση των επιπτώσεων στη χημική σύσταση, τη δομή και τη λειτουργία του ποτάμιου οικοσυστήματος.

Για τη καταγραφή της έκτασης του φαινομένου, απαραίτητη είναι η χαρτογράφηση του ενεργού υδρογραφικού δικτύου κατά την υγρή περίοδο και στη διάρκεια της ξηρής περιόδου.

Για να απαντηθεί το ερώτημα αν η αποξήρανση του ποταμού είναι φυσική ή ανθρωπογενής είναι απαραίτητη η ανασκευή της εικόνας του ποταμού όπως ήταν πριν την εντατικοποίηση της γεωργίας στην περιοχή, η δημιουργία δηλαδή μίας «κατευθυντήριας εικόνας» (Leitbild). Είναι προφανές, ότι μία και μόνο προσέγγιση στο πρόβλημα της ποσοτικοποίησης ανθρωπογενών και φυσικών αιτίων της ξήρανσης είναι ανεπαρκής. Για το σκοπό αυτό, στην περίπτωση του Ευρώτα εφαρμόσθηκαν διαφορετικές προσεγγίσεις.

Αν και τα φαινόμενα ξηρασίας είναι αναμενόμενα σε Μεσογειακές περιοχές, τόσο η ένταση, η συχνότητα και η διάρκειά τους όσο και η αιτία που τα προκαλεί, καθιστούν την ακριβή εκτίμηση των επιπτώσεων τους ιδιαίτερα δύσκολη, καθώς ορισμένες απ' αυτές μπορούν να εμφανιστούν με καθυστέρηση ενός ή περισσότερων χρόνων ή με έμμεσους μηχανισμούς (Matthews & Marsh-Matthews, 2003). Για την εκτίμηση των επιπτώσεων που έχουν οι απολήψεις νερού στη δομή, σύσταση και λειτουργία του ποτάμιου οικοσυστήματος εξετάζονται οι τροποποιήσεις των ενδαιτημάτων, της χημικής σύστασης του νερού και των βιοκοινωνιών.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών κινδύνων από τη διαχείριση νερού στη Λ.Α. απορροής του Ευρώτα, σε πρώτο στάδιο περιγράφηκε και σκιαγραφήθηκε η παρούσα υδρολογική κατάσταση του ποταμού, και συγκεκριμένα:

- Καταγράφηκε και χαρτογραφήθηκε η υδρολογική κατάσταση (παρουσία – απουσία νερού) στο ενεργό υδρογραφικό δίκτυο του κύριου ρου ποταμού και των παραποτάμων του Ευρώτα σε εποχική βάση.
- Αναλύθηκαν τα υδρογραφήματα των αυτόματων σταθμών καταγραφής στάθμης.
- Αναλύθηκε η διαχρονική μεταβολή των βροχοπτώσεων, της παροχής του ποταμού και της στάθμης των υδροφόρων οριζόντων με βάση τα δεδομένα της Δ/σης Έγγειων Βελτιώσεων, της Νομαρχίας Λακωνίας.

Με στόχο να προσεγγισθούν και «ποσοτικοποιηθούν» οι επιπτώσεις από τη διαχείριση νερού στα υδρολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά του ποταμού πραγματοποιήθηκαν τα παρακάτω:

- Ιστορική αναδρομή και ανάλυση.
- Προσδιορισμός των υδρολογικών και μορφολογικών τροποποιήσεων.
- Ανάλυση του υδατικού ισοζυγίου της Λ.Α. του Ευρώτα για τη σημερινή κατάσταση και για ένα υποθετικό σενάριο μη άρδευσης των ελαιώνων.

Τέλος, εκτιμήθηκαν οι επιπτώσεις της θερινής μείωσης του επιφανειακού νερού και της ξήρανσης του υδρογραφικού δικτύου στη χημική και βιολογική κατάσταση του ποταμού.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΤΑ

Πραγματοποιήθηκαν αυτοψίες καλύπτοντας όλη την λεκάνη απορροής του ποταμού. α) την άνοιξη του 2007, β) το καλοκαίρι (Αύγουστος) του 2007, γ) το φθινόπωρο (Σεπτέμβριος-Οκτώβριος) του 2007 και δ) το φθινόπωρο (Σεπτέμβριος) του 2008 (Εικ. 2-5).

Επιπλέον, καταγράφηκαν και χαρτογραφήθηκαν τα σημεία απόληψης νερού, οι δέσεις και τα αντλιοστάσια που είναι εγκατεστημένα στις όχθες του Ευρώτα και στους παραποτάμους του.

Στη διάρκεια των ετών 2007 – 2008, που σημειώνεται ότι αντιπροσωπεύει μία ιδιαίτερα ξηρή περίοδο για την περιοχή, μεγάλα τμήματα του κύριου ρου του Ευρώτα ξεράθηκαν. Επιπλέον, οι περισσότεροι παραπόταμοι του Ευρώτα παρουσιάζουν ένα διακοπτόμενο ή εφήμερο υδρολογικό χαρακτήρα. Οι παραπόταμοι ξεραίνονται κυρίως στα μεσαία και χαμηλά τμήματα τους και διατηρούν νερό μόνο κοντά στις πηγές τους.

Κατά μήκος του κύριου ρου του Ευρώτα, από το ύψος της γέφυρας Πελλάνας – Σελλασίας και μέχρι τη Σκάλα, από το 1990 έχει απαγορευθεί η χρήση επιφανειακού και υπόγειου νερού για επέκταση αρδευόμενων εκτάσεων σε πλάτος 300 μ. από τις όχθες του ποταμού. Όμως, δημοτικά, συλλογικά και ιδιωτικά αντλιοστάσια καθώς και αβαθείς γεωτρήσεις είναι εγκατεστημένα σε όλο το μήκος του Ευρώτα, και ιδιαίτερα στην περιοχή του Καραβά και κατάντη αυτής. Επίσης, υπάρχουν δέσεις, όπως στις πηγές Σκορτσινού (που τροφοδοτούν την άρδευση στα Δημοτικά Διαμερίσματα Σκορτσινού και Λογκανίκου), στην Πελλάνα (λειτουργεί από τον Μάιο), στις πηγές Βιβαρίου και Ζορού για τα αρδευτικά έργα Σελλασίας και Κονιδίτσας. Κατάντη των πηγών του Βιβαρίου, στα στενά της Βορδόνιας (μικρά φράγματα από αμμοχάλικο), τρεις δέσεις βόρεια της Σπάρτης για την άρδευση της περιοχής Καραβά και Αφισσού και νότια της Σπάρτης κοντά στον οικισμό Βαρικά της Σπάρτης. Στην περιοχή του Βρονταμά βρίσκεται ένα μικρό τσιμεντένιο αρδευτικό φράγμα, ενώ οι δέσεις στην περιοχή Λευκοχώματος-Πυρίου δεν λειτουργούν πλέον. Πάντως οι απολήψεις νερού στην περιοχή αυτή εξακολουθούν μέσω αντλιοστασίων. Επιπλέον, υπάρχουν και πολυάριθμα σημεία άντλησης νερού από ιδιώτες είτε μέσω δέσεων είτε απευθείας από το ποτάμι, που δεν ελέγχονται από τις τοπικές αρχές, ιδιαίτερα στην περιοχή της Σκάλας. Τέλος, τα τελευταία χρόνια κατασκευάζεται στη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου προσωρινό χωμάτινο φράγμα εγκάρσια στη κοίτη του Ευρώτα, λίγα μέτρα πριν την εκβολή του, με σκοπό την αποτροπή της προέλασης της θάλασσας προς τα ανάντη (Εικ. 9).

Παράλληλα, σημαντικές είναι και οι απολήψεις νερού από πηγές και παραποτάμους του Ευρώτα. Τα ανατολικά πρηνή του Ταυγέτου αποτελούν σημαντικό τροφοδότη νερού, μέσω πηγών που προέρχονται από υδροφορείς που αναπτύσσονται σε ανθρακικά πετρώματα με στεγανό υπόβαθρο φυλλίτες – χαλαζίτες ή και φλύσχη. Στα σημεία εμφάνισης νερού που προέρχονται από τον Ταυγετο, υπάρχουν δύο δέσεις κατά μήκος του Κάστορα (Βρυσιώτικο) και άλλη μία στη συμβολή του Κάστορα

με το Καστανιώτικο (Άγιος Μάμας), στις πηγές Αγίου Γιάννη και Πισσαγιάννη Καστορίου, στα ρέματα Γερακάρη, Ρασίνα, Κάκαρη, Ρέτσα και Καλύβες. Ο Παρωρίτης υδρομαστεύεται στο ύψος των πηγών του. Η Λαγκάδα ή Μαγουλίτσα μέχρι το ύψος της Μαγούλας έχει τρεις αρδευτικές δέσεις για τον ΤΟΕΒ Μαγούλας και το Δημοτικό Διαμέρισμα (ΔΔ) Αγ. Ειρήνης, ενώ οι πηγές Τρύπης υδρομαστεύονται για την ύδρευση της Σπάρτης και τοπική αρδευτική χρήση. Στον Οινούντα, το σημαντικότερο παραπόταμο του Ευρώτα, που πηγάζει από τον Πάρνωνα, καταγράφηκαν δύο δέσεις, η μία στον μέσο ρου κοντά στα Βρέσθена και η άλλη μετά τη συμβολή του παραπόταμου Σωφρόνη. Στον παραπόταμο Λεβητοβίτικο στο Δήμο Κροκεών η πηγή Κεφαλόβρυσσο υδρομαστεύεται για ύδρευση και άρδευση. Οι πηγές Σκάλας τροφοδοτούν για αρδευτικό έργο Τρινάσου έτσι ώστε σε περιόδους ξηρασίας να μη ρέει νερό στη κοίτη του Βασιλοποτάμου (Τάφρος Ω) κατά τους θερινούς μήνες.

Κατά την διάρκεια της περιόδου 2007-08 χαρτογραφήθηκε το ενεργό υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής του Ευρώτα. Η χαρτογράφηση ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2007 και διήρκησε μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2008 (Εικ. 2-5). Από τις τρεις εικόνες που απεικονίζουν το ενεργό υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης του Ευρώτα κατά το έτος 2007 προκύπτει ότι κατά την διάρκεια του καλοκαιριού τα περισσότερα τμήματα του κύριου ρου του Ευρώτα ξεράθηκαν (Εικ. 2 & 3). Στο τέλος του καλοκαιριού, δηλαδή τέλη Σεπτέμβρη με αρχές Οκτώβρη, τα μοναδικά τμήματα του Ευρώτα που διατήρησαν ροή ήταν οι εκβολές του ποταμού, η περιοχή του Καραβά (που τροφοδοτείται από καρστικές πηγές και τον υπόγειο υδροφόρα) και οι περιοχές των πηγών Σκορτσινού και Βιβαρίου. Επιπλέον, οι περισσότεροι παραπόταμοι του Ευρώτα ξεράθηκαν ενώ μερικοί από αυτούς διατήρησαν ροή μόνο στα ανάντη τμήματά τους και συγκεκριμένα κοντά στις πηγές τους.

Αναλυτικότερα, κατά την υγρή περίοδο (Απρίλιος 2007) από τα ανάντη προς τα κατόντη, ο κύριος ρους του Ευρώτα διατηρούσε ροή για 12 περίπου χιλιόμετρα από τις πηγές του Ευρώτα (Σκορτσινού) μέχρι την γέφυρα Πελλάνας-Σελλασίας. Το νερό εξαφανιζόταν μερικές δεκάδες μέτρα πριν την γέφυρα, που εκτιμάται ότι οφείλεται πιθανόν στην υπόγεια διήθηση του νερού και στις έντονες απολήψεις. Στα μέσα (Αύγουστος 2007) έως τα τέλη του καλοκαιριού (αρχές Οκτώβρη 2007), η έκταση αυτή που διατηρούσε νερό μειώθηκε δραματικά σε συνολικά 3,560 μέτρα. Το νερό από τις πηγές διατηρήθηκε για 1,420 μέτρα, χάθηκε για περίπου 700 μ., επανήλθε για περίπου 650 μ., χάθηκε ξανά για 800 μ. και επανήλθε ξανά για 1,493 μ. Καθ' όλη τη διάρκεια του 2007, το τμήμα του Ευρώτα από την γέφυρα Πελλάνας-Σελλασίας μέχρι το Βιβάρι ήταν ξερό. Την υγρή περίοδο, το νερό εμφανίζεται ξανά μετά την συμβολή του Ευρώτα με το Βαθύρεμα το οποίο τροφοδοτείται από τα ρέματα του Βρυσιώτικου, Καστανιώτικου και Κάρδαρη, και ρέει μέχρι την πεδιάδα του Βρονταμά. Όμως, μέχρι το τέλος της θερινής περιόδου, το ενεργό υδρογραφικό δίκτυο του τμήματος αυτού περιορίστηκε σε μερικές δεκάδες μέτρα στην περιοχή του Καραβά, σε ένα μικρό τμήμα κατόντη της Μονάδας Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων της Σπάρτης, και τέλος για μερικές δεκάδες μέτρα κοντά στην περιοχή του Λευκοχώματος. Όσο αφορά τον κάτω ρου του Ευρώτα, δηλαδή από την Σκάλα

μέχρι τις εκβολές, την άνοιξη του 2007 το τμήμα αυτό διατηρούσε ροή για περίπου 7,6 χιλιόμετρα ενώ προς το τέλος του καλοκαιριού το μήκος αυτό μειώθηκε στα 1,8 χλμ. δηλαδή μείωση κατά 76,3%.

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει το μήκος της υγρής επιφάνειας των παραπόταμων του Ευρώτα στη διάρκεια της άνοιξης και στο τέλος της ξηρής περιόδου το έτος 2007.

Πίνακας 1: Μήκος υγρής επιφάνειας παραποτάμων του Ευρώτα κατά την άνοιξη και το τέλος της ξηρής περιόδου του 2007.

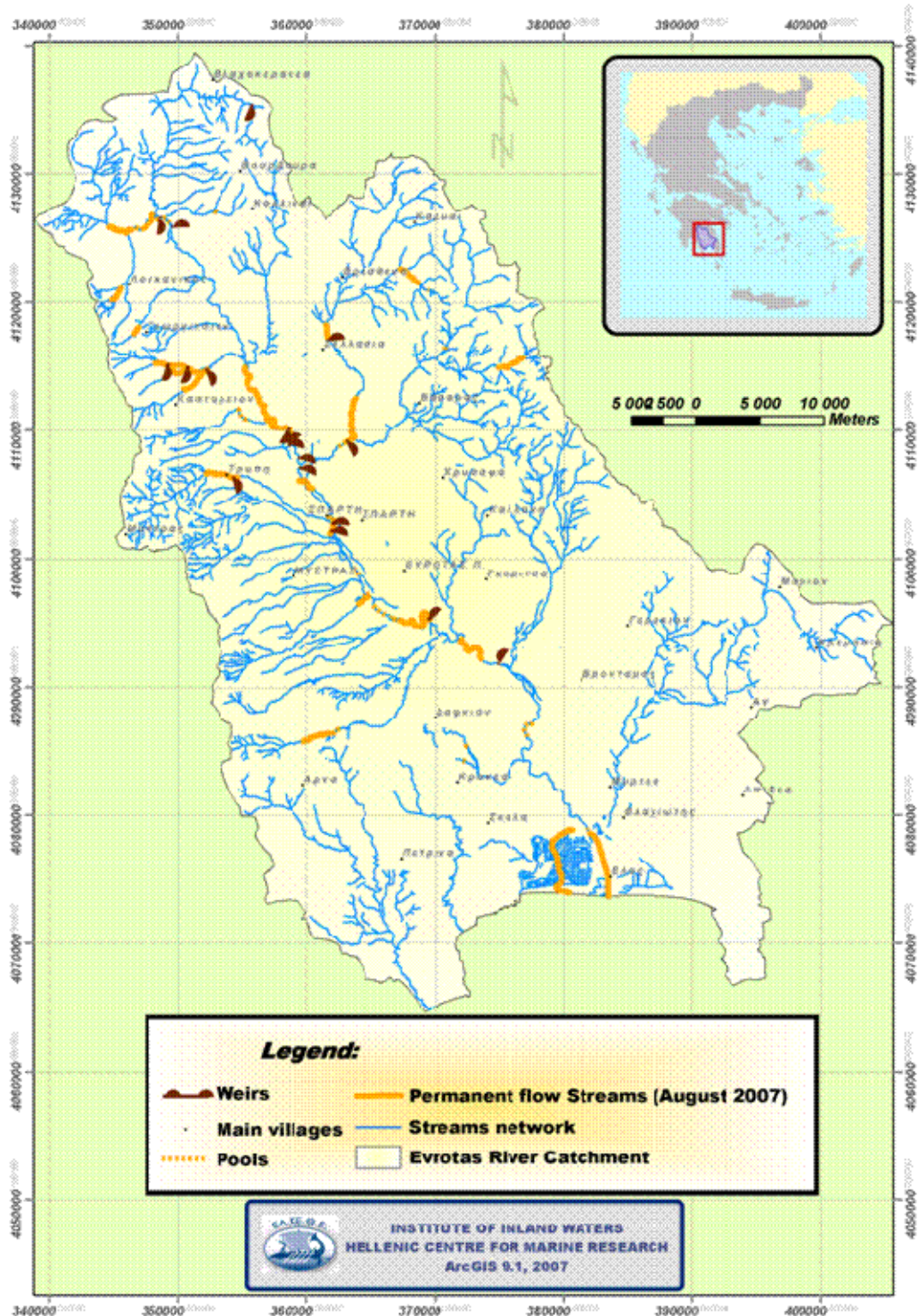
Όνομα παραπόταμου	Άνοιξη 2007	Τέλος ξηρής περιόδου 2007
Μήκος	[μέτρα]	[μέτρα]
Βαθύρεμα	1,416	0 (στάσιμο νερό για 570 μ)
Βουτικιώτης	2,850	0
Γερακάρης	7,247	800 (στάσιμα νερά)
Κάκαρης	4,665	---
Κοκόρεμα	1,014	0
Καστανιώτης	2,518	2,518
Βρυσιώτικο	2,682	2,641
Κερασιώτικο	6,014	---
Κάρδαρης	2,868	2,542 (ρέοντα νερά)
Κοττσάνης	4,185	600 (στάσιμα νερά)
Μαγουλίτσα	11,780	2,795
Μυλοπόταμος	3,011	600
Νίκοβα	4,136	0
Ξερίλας	6,521	0
Οινούς	17,032	8,398
Παρρορίτης	3,803	0
Βεριάς	368	---
Σκατιάς	7,468	0
Τζιτζινιώτικο	2,731	---
Τυφλό	2,005	700
Φτερωτή	2,942	200

Κατά την διάρκεια του 2008, και συγκεκριμένα στα τέλη της θερινής περιόδου (μέσα Σεπτέμβρη), διενεργήθηκε επαναληπτική χαρτογράφηση κατά μήκος του κύριου ρου του Ευρώτα και του σημαντικότερου (από άποψης παροχής) παραπόταμου του, Οινούντα (Εικ. 5). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές από την χαρτογράφηση του 2007, παρότι το 2008 ήταν πιο πλούσιο σε βροχοπτώσεις από το 2007 (Σχ. 6). Μικρές διαφορές παρατηρήθηκαν στο βόρειο τμήμα του Ευρώτα όπου το ποτάμι εμφάνιζε συνεχή ροή από τις πηγές Σκορτσινού, μέχρι και ~200μ κατάντη της συμβολής του με το ρέμα Κολλινιώτικο, σε αντίθεση με την προηγούμενη χρονιά που

κοντά στις πηγές εμφάνιζε διακοπτόμενη ροή, σχηματίζοντας μικρολίμνες. Από το ρέμα Κολλινιώτικο μέχρι και περίπου ~300μ ανάντη της γέφυρας Σπάρτης, ο Ευρώτας παρουσίαζε παρόμοια πρότυπα ροής με το 2007. Στο σημείο συμβολής του Οινούντα με τον Ευρώτα, η υγρή επιφάνεια ξεκινούσε περίπου 300 μ. ανάντη της συμβολής και εμφανιζε ροή μέχρι και ~150 μ. κατάντη της Γέφυρας Σπάρτης σε αντίθεση με την αντίστοιχη περίοδο του 2007 όπου η υγρή επιφάνεια ξεκινούσε ακριβώς στη συμβολή με τον Οινούντα. Από το σημείο αυτό έως και τις εκβολές του Ευρώτα, τα πρότυπα ροής που παρουσίαζε το ποτάμι το 2008 ήταν ίδια με αυτά του 2007. Όσο αφορά τον παραπόταμο Οινούντα, το 2007 ορισμένες περιοχές του ποταμού ανάντη από την συμβολή του Σωφρόνη με τον Οινούντα δεν χαρτογραφήθηκαν γιατί παρουσίαζαν δυσκολίες στην πρόσβαση. Το 2008, ύστερα από διεξοδική έρευνα, διαπιστώθηκε ότι ο Οινούντας είχε συνεχή ροή έως και 150 μ. ανάντη από το μεγάλο αντλιοστάσιο κοντά στη περιοχή της Σελλασίας. Στο σημείο αυτό η επιφανειακή ροή είναι σημαντική αφού μετρήσεις παροχής 200 μ. κατάντη του εν λόγω αντλιοστασίου υπολόγισαν ότι τον Αύγουστο (2008) η παροχή ήταν 77 μ³/ώρα, τον Σεπτέμβριο 45 μ³/ώρα και τον Οκτώβρη 327 μ³/ώρα (Παπαδουλάκης, προσωπ. επικ.).



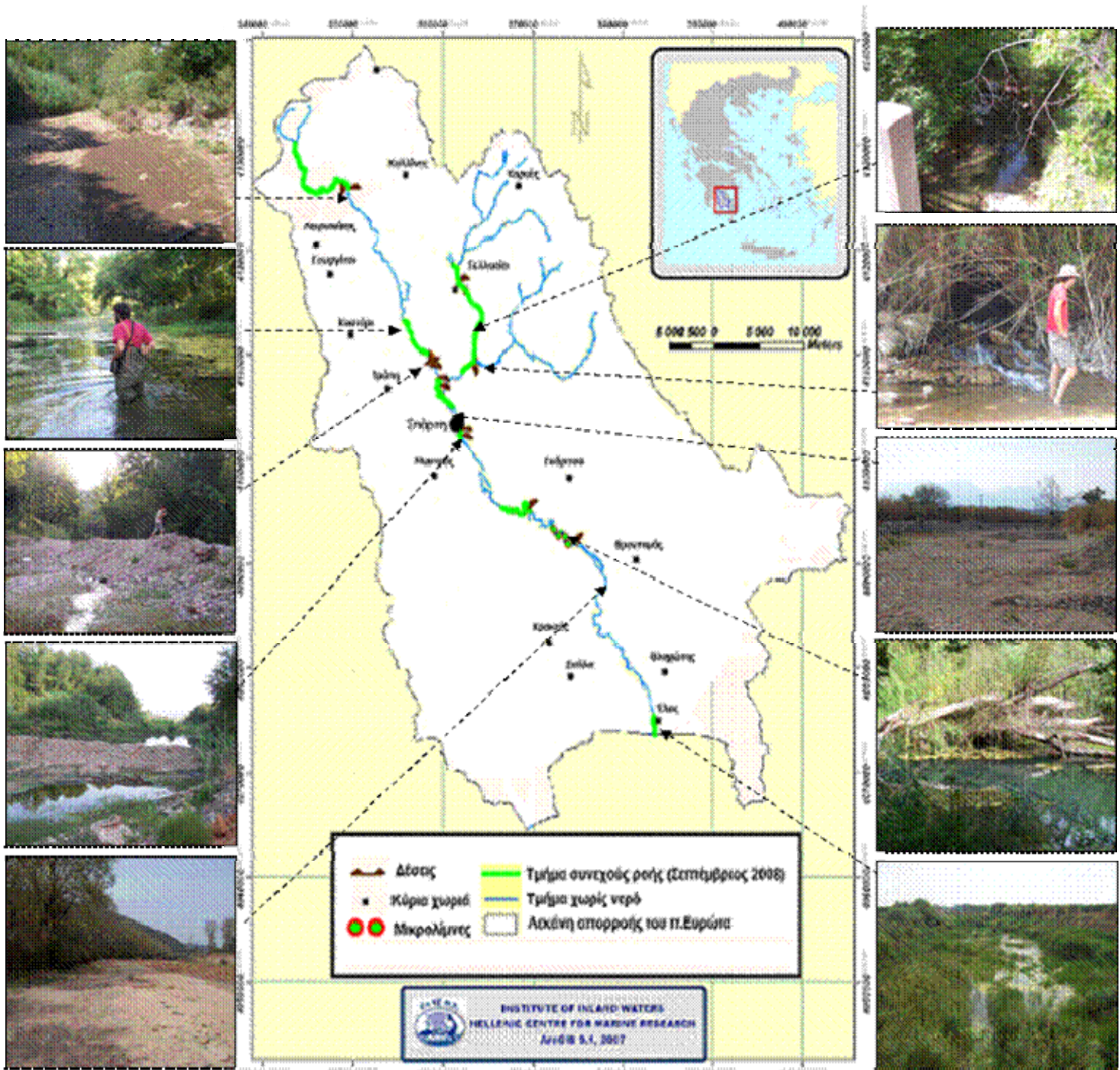
Εικόνα 2: Το ενεργό υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Ευρώτα κατά την υγρή περίοδο (Άνοιξη 2007).



Εικόνα 3: Το ενεργό υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Ευρώτα κατά τα μέσα της θερινής περιόδου (Αύγουστος 2007).



Εικόνα 4: Το ενεργό υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Ευρώτα κατά τα τέλη της θερινής περιόδου (τέλος Σεπτέμβρη, αρχές Οκτώβρη 2007).



Εικόνα 5: Το ενεργό υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Ευρώτα κατά τα τέλη της θερινής περιόδου (μέσα Σεπτέμβρη 2008).

3.2. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την περιγραφή και ανάλυση της μεταβολής της υδρολογικής συμπεριφοράς του ποταμού στη διάρκεια του έργου, εγκαταστάθηκαν επτά (7) όργανα αυτόματης και συνεχούς καταγραφής στις παρακάτω θέσεις (Πίνακας 2):

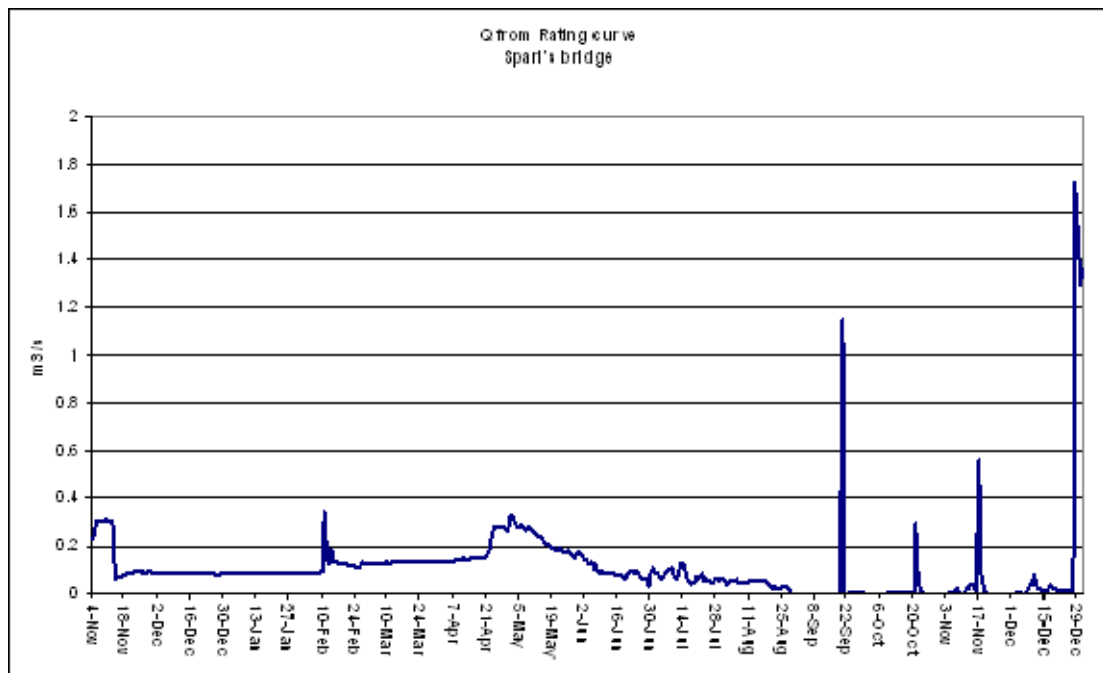
Πίνακας 2: Θέσεις και τύποι αυτόματων σταθμηγράφων.

No	Θέση	Τύπος
1	Πηγές Ευρώτα	WL16/GLOBAL WATER: data logger
2	Βιβάρι	PXD/ INSITU: τηλεμετρικός
3	Γέφυρα Οινούντα	WL16/GLOBAL WATER: data logger
4	Γέφυρα Σπάρτης	PXD/ INSITU: τηλεμετρικός
5	Γέφυρα Βρονταμά	U20-001-01/ ONSET: data logger
6	Γέφυρα Σκάλας	PXD/ INSITU: τηλεμετρικός
7	Τάφρος Ω	WL16/ GLOBAL WATER: data logger

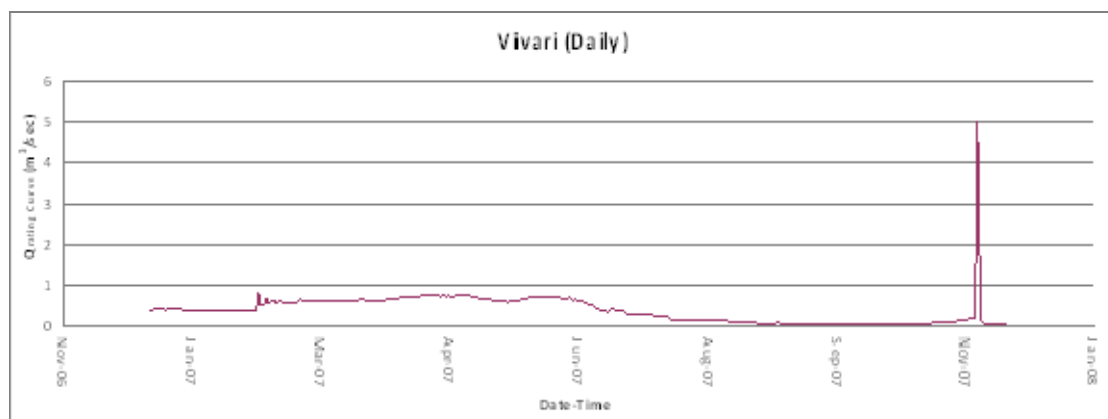


Εικ. 6: Χαρακτηριστικές εικόνες των σταθμών αυτόματης καταγραφής της στάθμης του Ευρώτα.

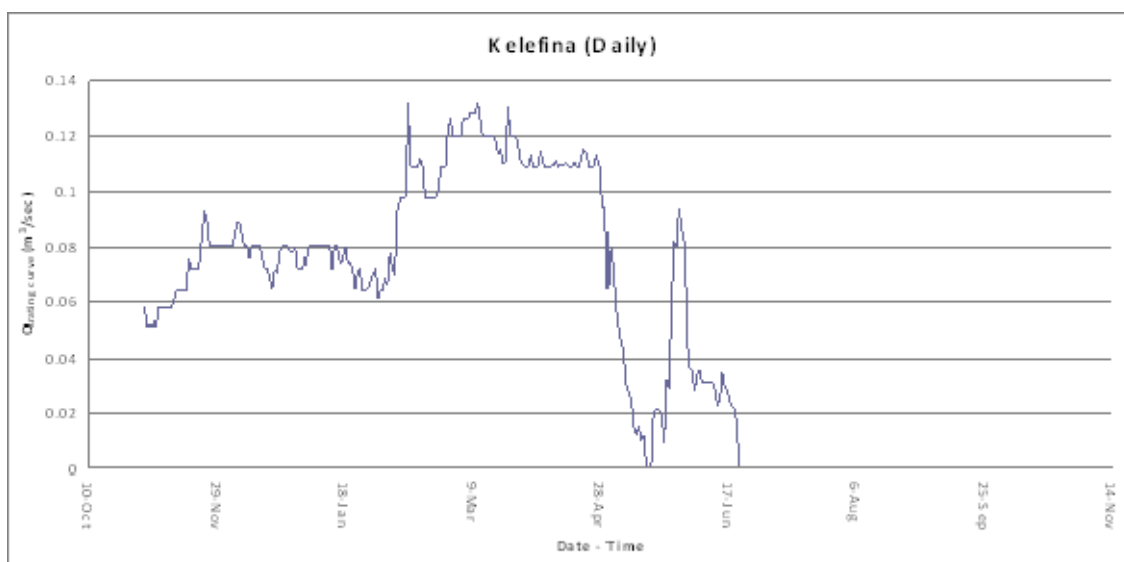
Ο υπολογισμός της ημερήσιας παροχής βασίστηκε στις καταγραφές των σταθμηγράφων και στις μηνιαίες μετρήσεις ροής – υγρής διατομής που πραγματοποιεί η Δ/νση Έγγειων Βελτιώσεων, της Νομαρχίας Λακωνίας. Οι τιμές της ημερήσιας παροχής φανερώνουν τον πλημμυρικό χαρακτήρα του Ευρώτα. Το Σχήμα 1 παρουσιάζει τις ημερήσιες τιμές της παροχής στον Ευρώτα στην Γέφυρα της Σπάρτης από τον Νοέμβριο του 2006 έως τον Δεκέμβριο του 2007. Στην εικόνα αυτή φαίνεται η σταδιακή μείωση της παροχής από τα τέλη της άνοιξης (Μάιος 2007) που στη συνέχεια μηδενίζεται απότομα (τέλη του Αυγούστου 2007). Από τα μέσα του Σεπτεμβρίου ως τα τέλη του Δεκεμβρίου σημειώθηκαν κυρίως πλημμυρικές παροχές. Το ίδιο φαινόμενο επιβεβαιώνεται και από τους σταθμηγράφους του Βιβαρίου (Σχήμα 2), όπου η θερινή παροχή μειώνεται σταδιακά και μηδενίζεται στα τέλη Αυγούστου, και του Οινούντα (Σχήμα 3), όπου η θερινή παροχή μηδενίζεται απότομα ήδη από τα τέλη Ιουνίου.



Σχήμα 1: Ημερήσιες τιμές παροχής του ποταμού Ευρώτα στην Γέφυρα της Σπάρτης.

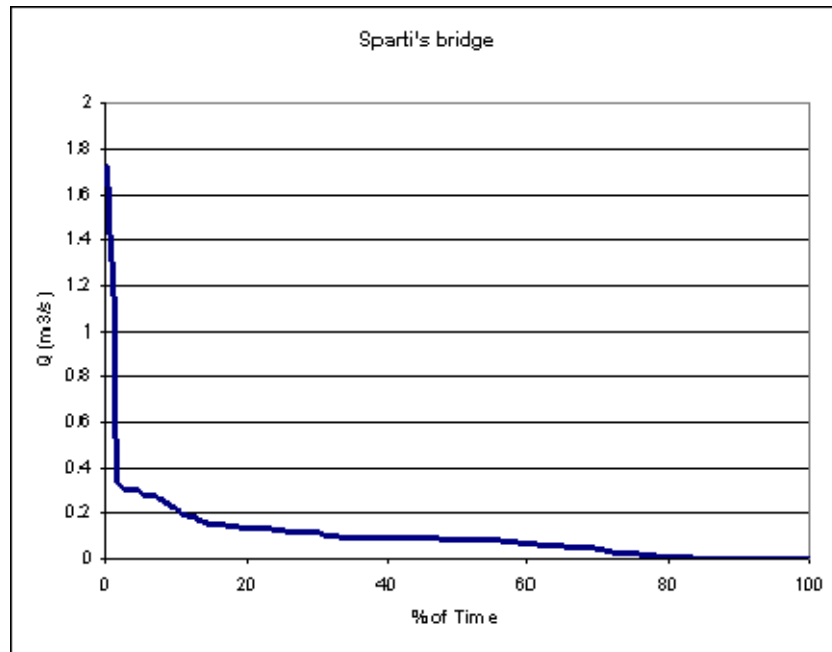


Σχήμα 2: Ημερήσιες τιμές παροχής του ποταμού Ευρώτα στον σταθμό του Βιβαρίου.

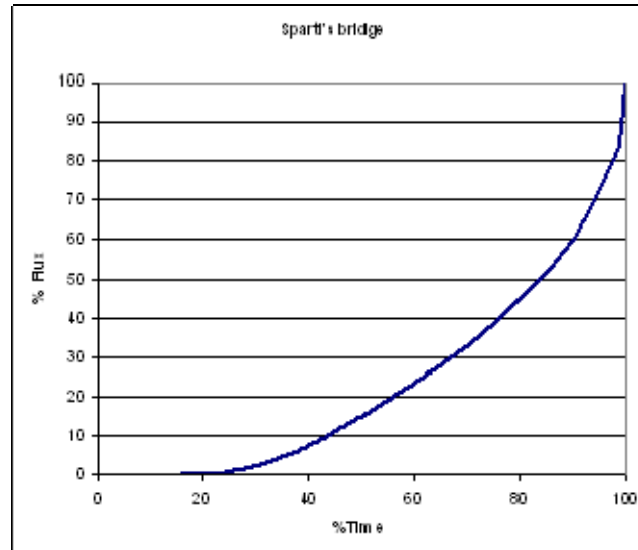


Σχήμα 3: Ημερήσιες τιμές παροχής του ποταμού Οινόυντα στην Γέφυρα της Κελεφίνας.

Ο πλημμυρικός χαρακτήρας του ποταμού τεκμηριώνεται επίσης με βάση τα Σχήματα 4 και 5. Υψηλές τιμές παροχής, βάση των ημερησίων μετρήσεων, καταγράφηκαν σε λιγότερο από το 3% του έτους που αναλογεί σε λιγότερο από 10 μέρες. Όσο αφορά την επιφανειακή απορροή, ο Ευρώτας χρειάζεται λιγότερο από το 20% του έτους για να μεταφέρει το 50% του συνολικού όγκου νερού (Σχ. 5).



Σχήμα 4: Καμπύλη διάρκειας παροχής στην Γέφυρα της Σπάρτης.



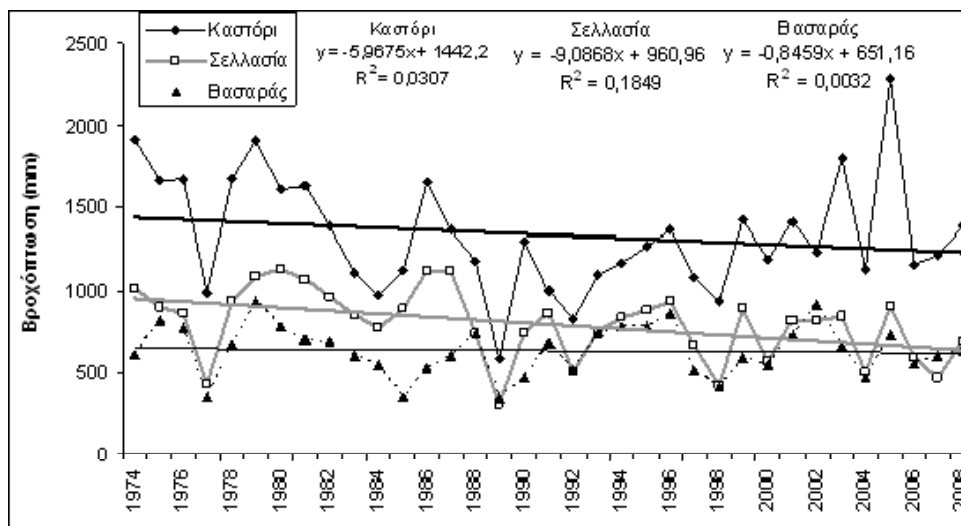
Σχήμα 5: Καμπύλη διάρκειας παροχής στη Γέφυρα της Σπάρτης.

3.3. ΥΔΡΟ-ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Για την αξιολόγηση των μετεωρολογικών και υδρολογικών πιέσεων που ασκούνται στην υδρολογική λεκάνη του Ευρώτα, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μηνιαίων βροχοπτώσεων, θερμοκρασίας αέρα, παροχών και στάθμης νερού γεωτρήσεων (στοιχεία: Δ/νση Έγγειων Βελτιώσεων, της Νομαρχία Λακωνίας).

3.3.1. Διαχρονική διακύμανση των βροχοπτώσεων

Τον 20^ο αιώνα στις Μεσογειακές χώρες έχει παρατηρηθεί μείωση των βροχοπτώσεων (ΕΕΑ, 2009). Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται και στη τη Λ.Α. του Ευρώτα στη διάρκεια της τελευταίας 35-ετίας που διατίθενται στοιχεία (Σχήμα 6). Σύμφωνα με τις μετρήσεις των σταθμών Καστορίου, Σελλασιάς και Βασαράς, εμφανίζεται μία πτωτική τάση στις βροχοπτώσεις που κυμαίνεται μεταξύ 0,85 mm/έτος (Βασαράς) – 9,1 mm/έτος (Σελλασιάς). Σύμφωνα με δεδομένα των παραπάνω σταθμών και των σταθμών Βρονταμά, Καρυών και Έλους, η σημαντικότερη ξηρασία, που έπληξε και ολόκληρη την Ευρώπη, σημειώθηκε στη διάρκεια της περιόδου 1989-94. Ακολούθησαν σε σοβαρότητα μία ιδιαίτερη ξηρή χρονιά το 1977 μαζί με το διάστημα 1983-86, το έτος 2004 και τέλος η περίοδος κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος ENVIFRIENDLY (2006-08). Φαίνεται δηλαδή ότι κάθε 7-8 χρόνια σημειώνεται μία σοβαρή ξηρασία στη περιοχή του Ευρώτα. Αναφέρουμε επίσης ότι κατά το έτος 2007 η χιονοκάλυψη ήταν πολύ μικρή, ενώ τρία θερμά κύματα έπληξαν την περιοχή το καλοκαίρι του ίδιου έτους που ευνόησαν την εκδήλωση των μεγάλων πυρκαγιών.



Σχήμα 6: Διαχρονική μεταβολή των βροχοπτώσεων στο διάστημα της 35-ετίας 1974-08 στους σταθμούς Καστορίου, Σελλασιάς και Βασαράς, σύμφωνα με δεδομένα της Δ/νσης Έγγειων Βελτιώσεων της Νομαρχίας Λακωνίας.

3.3.2. Διαχρονική διακύμανση της παροχής

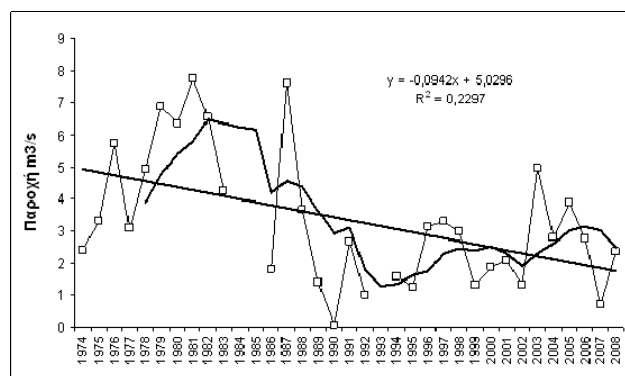
Μεθοδολογία

Η χρονοσειρά παροχής που χρησιμοποιήθηκε αναφέρεται στη θέση Βρονταμάς. Οι μετρήσεις ροής - στάθμης - υγρής διατομής (που απαιτούνται για τον υπολογισμό της παροχής) αφορούν στο διάστημα 1974 – 2008 και πραγματοποιούνται σε μηνιαία βάση από τη Δ/ση Έγγειων Βελτιώσεων της Νομαρχίας Λακωνίας. Ο θεωρητικός αριθμός των μετρήσεων γι' αυτά τα 35 χρόνια είναι 420. Οι μετρήσεις παρουσιάζουν κενά της τάξεως του 25% (105 κενά). Τα κενά των μετρήσεων αφορούν κυρίως μήνες υψηλής παροχής όταν το ποτάμι παρουσιάζει προβλήματα προσβασιμότητας.

Για μία πιο αντικειμενική εκτίμηση της διαχρονικής μεταβολής, τα κενά των μετρήσεων καλύφθηκαν με τη μέθοδο της παρεμβολής. Για το σκοπό αυτό εφαρμόστηκε ο παρακάτω τύπος (Skoulikidis, 2002):

$$X_{\text{missing month of the year Y}} = \frac{\text{Average of the rest of the months of the year Y} \cdot \text{Average of the missing month X in the rest of the years}}{\text{Average of the other months of all other years}}$$

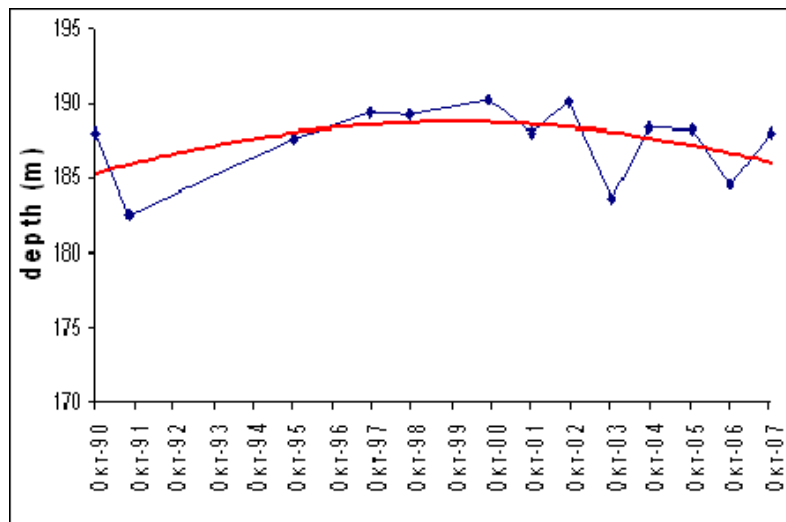
Ο τύπος εφαρμόστηκε για έτη με μέγιστο κενό έξι μηνών. Στην περίπτωση που απουσίαζαν περισσότεροι μήνες ο τύπος δεν εφαρμόστηκε. Έτσι, δεν υπολογίστηκε η παροχή για τα έτη 1984, 1985 και 1993. Με τη βοήθεια της μεθόδου της παρεμβολής η μέση παροχή του Ευρώτα στη θέση Βρονταμάς για το διάστημα 1974 – 2008 υπολογίστηκε σε 3,302 m³/sec ή 74,4 mm/yr ή 1,01 km³/yr. Με βάση την εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης (Σχήμα. 7) ο ρυθμός μείωσης της παροχής είναι 0,09 m³/έτος ή 2,22 mm/έτος. Επιπλέον, στο διάστημα της 35-ετίας είχαμε μείωση της παροχής κατά 3,297 m³/sec, που αντιστοιχεί σε μείωση κατά 99,8% ως προς τη μέση παροχή της 35-ετίας, ή κατά 64,4% ως προς τη μέση παροχή της αρχικής δεκαετίας (5,124 m³/sec στο διάστημα 1974-83).



Σχήμα 7: Διαχρονική μεταβολή της παροχής στο διάστημα της 35-ετίας 1974-08 στο σταθμό Βρονταμά σύμφωνα με τις μηνιαίες μετρήσεις της Δ/σης Έγγειων Βελτιώσεων της Νομαρχίας Λακωνίας και κυλιόμενοι μέσοι όροι 5-ετίας.

3.3.3. Διαχρονική διακύμανση της στάθμης των υπόγειων νερών

Σε γενικές γραμμές η διαχρονική μεταβολή της στάθμης των υπόγειων νερών δεν εμφάνισε σημαντικές τάσεις. Ένας λόγος είναι ότι οι σταθμημετρήσεις, όπως σημειώνεται και στα πρωτόκολλα εργασιών, δεν λαμβάνονταν πάντα από τη στάθμη ηρεμίας, καθώς στη διάρκεια των μετρήσεων της θερινής περιόδου συχνά πραγματοποιούνταν αντλήσεις. Ένα παράδειγμα μεταβολής της στάθμης που αντικατοπτρίζει μετεωρολογικές ή/και γεωργικές πιέσεις δίνεται στο Σχήμα 8. Στο διάγραμμα φαίνεται ότι μετά τη ξηρή περίοδο 1989-94 ο υδροφόρος ορίζοντας αρχίζει να ανακάμπτει στο διάστημα 1995-02, για να ταπεινωθεί και πάλι τη τελευταία 5-ετία.



Σχήμα 8: Διαχρονική μεταβολή της στάθμης των υπόγειων νερών κατά το μήνα Οκτώβριο στη θέση Γούβες (G1).

3.4. ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΥΔΡΟΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΥΡΩΤΑ

3.4.1. Ιστορική Αναδρομή και Ανάλυση

Η αρχαία Λακεδαίμονα κατοικήθηκε σε όλη τη διάρκεια της Προϊστορικής εποχής. Ανασκαφές σε σπήλαιο στους πρόποδες του Ταυγέτου επιβεβαιώνουν ότι η περιοχή κατοικήθηκε στη διάρκεια του Ανωτέρου Πλειστοκαίνου (δηλ. από τη Μέση Παλαιολιθική περίοδο, πριν 40-10.000 χρόνια) (Panagorouliou et al., 2004). Στα χρόνια του Τρωικού πολέμου το Έλος, που ήταν τότε παραθαλάσσιο, συμμετείχε με καράβια. Η ακτογραμμή ήταν για το μεγαλύτερο μέρος του Ολοκαίνου (100.000 χρόνια πριν) και πιθανά μέχρι και τη Μεσολιθική εποχή σε σταθερή θέση, βορειότερα από τη σημερινή. Στη συνέχεια, αποσύρθηκε η θάλασσα, το πλημμυρικό πεδίο του Ευρώτα αναπτύχθηκε και η ακτογραμμή έφθασε στη σημερινή της θέση (Kraft et al., 1977). Σημαντική θέση της Νεολιθικής και της Πρώιμης Εποχής του Χαλκού είχε ο χαμηλός λόφος του Κουφόβουνου, στα νοτιοδυτικά της σύγχρονης πόλης της Σπάρτης. Στη Μέση και Ύστερη Εποχή του Χαλκού, σημαντικά κέντρα αναπτύχθηκαν στο λόφο του Μενελαίου, στις Αμύκλες, στο Παλαιοπύργι, στον Αγιο Βασίλειο κοντά στο σύγχρονο χωριό Ξηροκάμπι, αλλά και βορειότερα στην περιοχή της Πελλάνας. Μετά την Κάθοδο των Δωριέων στην Πελοπόννησο (1.100 π.Χ.) το οικιστικό κέντρο μετατοπίστηκε στο χώρο περίπου της σύγχρονης πόλης, με την ίδρυση των τεσσάρων κωμών (η Πιτάνη, οι Λίμνες, η Μεσόα και η Κυνόσουρα) που αποτέλεσαν τη Σπάρτη της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου.

Ετυμολογικά, το όνομα του Ευρώτα προέρχεται από τις λέξεις εύρως και ώτος και σημαίνει μούχλα, υγρασία μετά σήψεως και φθορά, ενώ άλλη ετυμολογία τον θέλει ευρύ, πλατύ. Ο περιηγητής Rouqueville αναφέρει ότι το 1808 είδε στις όχθες του Ευρώτα μάρμαρα με κρίκους όπου έδεναν τις γαλέρες γεγονός που μαρτυρά ότι κατά την αρχαιότητα, τουλάχιστον ορισμένες εποχές του έτους, ο ποταμός ήταν πλωτός μέχρι τη Σπάρτη (Γρηγόρης, 2000). Στην ελληνική μυθολογία αναφέρεται, σύμφωνα με τον Πausανία, πως το όνομα του ποταμού προήλθε από τον μυθικό βασιλιά Ευρώτα, πατέρα της Σπάρτης. Έως τότε η Λακωνική πεδιάδα ήταν καλυμμένη από μια λίμνη. Ο βασιλιάς Ευρώτας διέταξε τη δημιουργία μιας διώρυγας στο βουνό κοντά στο Βρονταμά, ώστε το νερό να διοχετευτεί σε ένα κανάλι με κατεύθυνση το Λακωνικό κόλπο. Το τεχνητό ποτάμι λοιπόν που δημιουργήθηκε ονομάστηκε Ευρώτας προς τιμή του βασιλιά.

Ακόμα και στην περίπτωση πάντως που η ιστορία αυτή ανήκει στο μύθο, η ύπαρξη παλαιολιθικής λίμνης που κάλυπτε το μεγαλύτερο μέρος της πεδιάδας της Σπάρτης, υποστηρίζεται από ενδείξεις που προέκυψαν από ερευνητικές γεωτρήσεις στην περιοχή (Piper et al., 1982). Ένα από τα προάστια της Σπάρτης ήταν σχεδόν μόνιμα καλυμμένο από λιμνάζοντα νερά και για αυτόν το λόγο είχε ονομαστεί Λίμνες. Εκεί βρισκόταν και το Ιερό της Όρθιας Αρτέμιδος, ευρέως γνωστό ως Λιμναίον.

Κατά την αρχαιότητα, η πεδιάδα της Σπάρτης ήταν πολύ εύφορη αλλά με μικρή καλλιεργήσιμη έκταση, λόγω του ποταμού Ευρώτα, των παραποτάμων του και των ελών που δημιουργούνταν από την υπερχειλίση του. Η εικόνα του Ευρώτα κατά τους αρχαίους χρόνους σώζεται μέσα από τα κείμενα των αρχαίων Ελλήνων και Λατίνων συγγραφέων. Ο Ευριπίδης τον περιγράφει ως «δονακόχλοα» και ο Θεόγνις ως «δονακοτρόφος», γεγονός που μας πληροφορεί πως υπήρχε υγρότοπος με καλαμιώνες. Ο Πολύβιος τον χαρακτηρίζει «πολυκαρπώτατο» και «καλλιδενδρώτατο». Ο Βεργίλιος αναφέρει πως στις όχθες του ποταμού φύτρωναν δάφνες ενώ ο Αινείας πως φύτρωναν και μυρτιές. Κατά τον Στάτιο ο ποταμός ήταν «olifer», δηλαδή κυκνοτρόφος ή κατά άλλες ερμηνείες «oliferi», δηλαδή ελαιοφόρος.

Ο Πausανίας, από τον οποίο αντλούμε μεγάλο μέρος των πληροφοριών για την εικόνα του Ευρώτα, αναφέρει την περιοδική άνοδο της στάθμης των υδάτων - πληροφορία που αναφέρει μεταγενέστερα και ο Κικέρωνας. Ο Πausανίας, όπως και άλλοι αρχαίοι Έλληνες και Λατίνοι συγγραφείς, μας πληροφορούν και για τις πηγές του Ευρώτα, στην Ασέα της Μεγαλόπολης, από όπου πήγαζε και ο Αλφειός ποταμός. Αναγράφουν πως τα δύο ποτάμια είχαν κοινό ρείθρο για είκοσι περίπου στάδια (ένα στάδιο ισούται με περίπου εκατόν ογδόντα πέντε μέτρα) και πως αποχωρίζονταν αφού εισέρχονταν σε χάσμα γης. Ο Ευρώτας επανεμφανίζεται στην Βελεμινατίδα της Λακωνίας, μέσω δύο πηγών, την Πελλανίτιδα και τη Λαγκεία. Τέλος, ο Πausανίας αναφέρει πως στην περιοχή είχαν τελεστεί υδραυλικά έργα και η περιοχή της Βελεμίνας ήταν αρδευόμενη. Σκοπός των έργων ήταν να αξιοποιηθεί μεγαλύτερο μέρος της εύφορης λακωνικής γης για αγροτικές εργασίες και να προστατευτούν οι οικισμοί. Παράδειγμα αποτελεί η αποξήρανση του Έλους Τρινάσου που λόγω έλλειψης συντήρησης πλημμύρισε εκ νέου, καθώς και η κατασκευή του υδραγωγείου της Σπάρτης, που κάλυπτε τις ανάγκες της πόλης, αντλώντας νερό από τις πηγές στο Βιβάρι.

Τον 19^ο αιώνα μ.Χ., οι αναφορές Ελλήνων αλλά και ξένων συγγραφέων είναι παρεμφερείς με αυτές των προηγούμενων περιόδων, μας πληροφορούν όμως και για την ανάπτυξη της περιοχής. Ο Chateaubriand περιγράφει το ταξίδι του στην Σπαρτιατική γη, το 1806, κάνοντας μνεία στους δόνακες (καλάμια) και στις ροδοδάφνες που συνάντησε στις όχθες του αλλά και στην εγκατάλειψη της περιοχής, όπου δεν σώζονταν τα αρχαία μνημεία – όπως η αρχαία γέφυρα της Βαβύκας. Αναφέρει ακόμα μια ξεχασμένη αρχαία ονομασία του Ευρώτα, Ίμερος, και την ονομασία Ίρης που χρησιμοποιούταν τον 19^ο αιώνα. Από πληθώρα πηγών, ανάμεσα στις οποίες, και τα κείμενα του Rouquerville που επισκέφτηκε την Πελοπόννησο το 1805 πληροφορούμαστε για ένα ακόμα όνομα του ποταμού που δόθηκε σε αυτόν κατά τους βυζαντινούς χρόνους, από τους κατοίκους, προς τιμήν των δεσποτών και των πριγκίπων του Μυστρά, το όνομα Βασιλοπόταμο (Βαγιακάκος, 1989). Ο Φλωμπέρ, το 1851 μιλώντας για τον Ευρώτα αναφέρει τις γεμάτες ροδοδάφνες, αγριομυρτιές και μουριές όχθες του, ο Ραγκαβής το 1853 γράφει για τη λακωνική γη που ήταν καλυμμένη από ελιές και συκιές και ο Μανσόλας δίνει την εικόνα της ανθρώπινης, γεωργικής κυρίως δραστηριότητας εκείνων των χρόνων (Μανσόλας, 1875).

Στην εύφορη λακωνική πεδιάδα αναπτύχθηκε τον 19^ο αιώνα η γεωργική παραγωγή όχι πλέον για αυτοκατανάλωση αλλά για εμπορικούς σκοπούς. Σύμφωνα με στατιστικές της περιόδου 1861-1907 τα δύο τρίτα του ενεργού ανδρικού πληθυσμού του νομού Λακωνίας ήταν αγρότες. Ιδίως κατά το δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα αλλά και στις αρχές του 20^{ου}, βασικά προϊόντα του νομού ήταν το λάδι και οι ελιές, τα μουρόφυλλα, τα βελανίδια και τα σύκα. Όμως κατά την ίδια περίοδο παρατηρείται και η διεύρυνση της ποικιλίας των καλλιεργειών. Ο Μανσόλας μας πληροφορεί πως το 1875 έγιναν εκτεταμένες εκχερσώσεις γης. Το μεγαλύτερο μέρος από τα νέα εδάφη που δημιουργήθηκαν χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια σίτου και γενικότερα δημητριακών – που είχε ήδη αρχίσει αλλά ήταν περιορισμένης έκτασης. Επιπροσθέτως δημιουργήθηκαν και μικρές καλλιέργειες καπνού, και αμπέλων. Τέλος κατά αυτήν την περίοδο, άρχισε να εξαπλώνεται και η καλλιέργεια εσπεριδοειδών. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, και συγκεκριμένα το 1911 εισήχθη στην αγροτική παραγωγή της περιοχής και η παραγωγή βάμβακος. Ακόμα έως τότε η παραγωγή σιτηρών και εσπεριδοειδών είχε αυξηθεί και πλέον τα δύο αυτά προϊόντα συγκαταλέγονταν στα βασικά προϊόντα της Λακωνίας.

Η δραματική αλλαγή στην εικόνα του Ευρώτα παρατηρήθηκε κατά τον 20^ο αιώνα και συγκεκριμένα στο δεύτερο μισό του. Από το 1900 και για αρκετές δεκαετίες ο ποταμός διατηρούσε τα γνωρίσματα που τον διέκριναν καθ' όλη την ιστορία του. Στις δεκαετίες 1930-1940, η εικόνα που έχουμε για τον Ευρώτα είναι σχεδόν ειδυλλιακή. Η βλάστηση σε όλο το μήκος των ποτάμιων διαδρόμων ήταν οργιώδης. Στις όχθες φύτρωναν ιτιές, λυγιές, λεύκες, πλατάνια, δάφνες, σμερούχια, καλάμια και πλήθος αγριολούλουδων. Με τις χειμερινές βροχές και καταιγίδες το ποτάμι φούσκωνε και συμπάρεσσε στη δίνη του δένδρα, βράχους, ζώα ακόμα και ανθρώπους ιδίως στους Δήμους Τρινάσου και Έλους. Έτσι παρέσυρε και την αρχαία γέφυρα Βαβύκα και τη γέφυρα του Κοπάνου, που είχε χτιστεί το 1749, τον Οκτώβριο του 1902 και κατέστρεψε τον οικισμό Παυλείκα (Ανώνυμος, 1922). Τα δέντρα και τους θάμνους εκμεταλλεύονταν οι αγρότες ως φυσικά «πράσινα» τείχη για να εμποδίσουν το νερό του ποταμού να πλημμυρίσει τα χωράφια τους. Έτσι, με τα τείχη αυτά να συγκρατούν το νερό ώστε να μην διαχέεται στις καλλιέργειες δημιουργήθηκε με το πέρασμα των χρόνων στην παρόχθια ζώνη ο Λόγγος του Ευρώτα. Εκεί φύτρωναν πολλά υδρόφιλα δέντρα, που την άνοιξη τον μετέτρεπαν σε μια αδιαπέραστη σχεδόν «ζούγκλα». Ο Λόγγος υπήρξε καταφύγιο για ένα μεγάλο αριθμό ζώων: μικροθηλαστικά, αμφίβια, ερπετά και κυρίως πτηνά, ενδημικά και αποδημητικά (Ανώνυμος, 1922). Για τη Κελεφίνα (Οινούντας) αναφέρεται ότι το χειμώνα τα θολά και μανιασμένα νερά της στο ορμητικό κατέβασμά τους παρέσυραν ότι έβρισκαν στο πέρασμά τους. Πέτρες, κούτσουρα και δένδρα με το καρπό τους και πολλές φορές γινόταν ανθρωποπνίχτρα. Έτσι οι αγρότες για να περιορίσουν τις ζημιές που έκανε στα κτήματά τους προσπαθούσαν με διάφορα μέσα να της δώσουν κάποια μόνιμη κοίτη κάνοντας *μπαστούνες*. Τις δημιουργούσαν με δάφνες, πλατάνια, ρείκια και διάφορους άλλους θάμνους που φύτευαν σε μέρη που νόμιζαν πως θα χτύπαγε η μανία της (Γρηγόρης, 2000).

Από την δεκαετία του 1950, άρχισαν να πραγματοποιούνται μελέτες για διάφορα έργα στην περιοχή με σκοπό να περιοριστούν οι πλημμύρες, να αυξηθεί η καλλιεργήσιμη και αρδευόμενη έκταση γης και να μειωθεί ο κίνδυνος της ελονοσίας που προερχόταν από τα έλη της περιοχής. Κατά τη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας κυρίως -1960- τελέστηκαν μεγάλα υδραυλικά, εγγειοβελτιωτικά, αρδευτικά και αποξηραντικά έργα. Τέτοια ήταν ο περιορισμός της ροής των χειμάρρων που ενώνονταν με τον Ευρώτα, οι μελέτες για την ευθυγράμμιση του ποταμού (1962), οι γεωτρήσεις και η κατασκευή υδραγωγείων ώστε να υδρεύεται μεγάλο μέρος της λακωνικής πεδιάδας. Ακόμα το 1964 αποφασίστηκε η ανέγερση χωμάτινου φράγματος, ύψους σαράντα μέτρων, επί του Ευρώτα στη περιοχή Καμάρες. Μέσω δύο διωρύγων θα αρδεύονταν μια περιοχή 90.000 περίπου στρεμμάτων από τις Καμάρες έως το Ξηροκάμπι. Αρμόδιο για τα εν λόγω έργα ήταν το Υπουργείο Γεωργίας που εξήγαγε και τις μελέτες. Τέλη της δεκαετίας του 1970 και αρχές της δεκαετίας 1980 πραγματοποιήθηκε το έργο της αποστράγγισης του Έλους Τρινάσου. Το έργο αποπερατώθηκε από την εταιρεία «Υδραυλικά Έργα Τρινάσου», η οποία αποξήρανε το βάλτο και εγκατέστησε μόνιμα υδραυλικά έργα, όπως αντλιοστάσιο και χαντάκια για να διοχετεύονται τα υπόγεια ύδατα στο λακωνικό κόλπο. Αποτέλεσμα των έργων αυτών ήταν το Έλος Τρινάσου να μετατραπεί σε μια ιδιαιτέρως εύφορη περιοχή όπου καλλιεργήθηκαν σιτάρι, ρύζι, βαμβάκι, ελιές, εσπεριδοειδή αλλά και φράουλες βερίκοκα και ροδάκινα. Τέλος, στη δεκαετία του 1990 έγιναν έργα διάνοιξης της κοίτης του κοντά στις εκβολές του, και οι όχθες του ενισχύθηκαν και ανυψώθηκαν.

Όσον αφορά στη βασική απορροή του ποταμού, ιστορικά στοιχεία (Παυσανίας, Βαγιανάκος, 1989) και μαρτυρίες κατοίκων για τις δεκαετίες 1930-1940 δείχνουν πως ο Ευρώτας ήταν ποταμός με συνεχή ροή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους χωρίς να στερεύει σε κανένα σημείο του. Εξαιρέση ίσως αποτελούσε το φαράγγι του Βρονταμά, όπου το ποτάμι παρουσιάζει σήμερα διακοπτόμενη ροή σε μήκος περίπου 11 χλμ., λόγω διηθήσεων στους καρστικούς ασβεστόλιθους που δομούν την περιοχή αυτή. Επίσης, θεωρείται (Β. Παπαδουλάκης, προσωπική επικοινωνία) ότι η φυσική ροή πρέπει να διακόπτεται και στο τμήμα του Ευρώτα μεταξύ της συμβολής με το ρέμα Βουτικιώτη και της συμβολής με το Βαθύρεμα, όπου η κοίτη εισέρχεται σε καρστικούς σχηματισμούς. Επίσης, ο παραπόταμος του Οινούντα, Σωφρόνης, έχει συνεχή ροή μόνο στο τμήμα ανάντη του Δημοτικού Διαμερίσματος Βασαρά λόγω του γεωλογικού υποβάθρου. Τέλος, πιθανολογείται ότι στην περιοχή μεταξύ Σελλασίας και Βορδόνιας, τμήμα της επιφανειακής απορροής του ποταμού χάνεται στον αλλουβιακό υδροφορέα μέσω διηθήσεων. Προς την ύπαρξη συνεχούς θερινής απορροής μαρτυρά η ύπαρξη κολυμβητηρίων, φυσικών στην πλειοψηφία τους -παράδειγμα το κολυμβητήριο στο Στεφάνι- τα οποία το καλοκαίρι φιλοξενούσαν πλήθος λουομένων. Τα κολυμβητήρια αυτά βρίσκονταν σε κοιλάματα του ποταμού και συχνά ήταν επικίνδυνα λόγω του μεγάλου βάθους τους και των δινών που δημιουργούνταν από την ορμητικότητα των υδάτων. Ο Γρηγόρης (2000) θυμάται από τα παιδικά του χρόνια ότι το καλοκαίρι πήγαιναν στον Οινούντα για ψάρεμα, κολύμβηση και βουτιές, ενώ λέει ότι ο Ευρώτας σε ορισμένα σημεία ξεπερνούσε τα δύο μέτρα βάθος. Η Μεγάλη

Γεωγραφία – Άτλας της Ελλάδος περιγράφοντας τις συνθήκες της δεκαετίας 1950 αναφέρει ως ποταμούς, που συμβάλλουν δημιουργώντας τον Ευρώτα, τη Λαγκάδα, που ρέει μεταξύ των ΒΔ παρειών του Πάρνωνα και των ΒΑ παρειών του Ταυγέτου, και τον Κοιτισάνη, που αποχετεύει τα νερά του Λογκανίκου και της γύρω περιοχής που έχει άφθονες πηγές. Επιπλέον, αναφέρει ως ποταμούς τον Οινούντα, το Σωφρόνη, τη Μαγουλίτσα, τη Ρασίνα και το Γερακάρη.

Σχετικά με τη μείωση της παροχής του Ευρώτα τα τελευταία χρόνια, η Μεγάλη Γεωγραφία – Άτλας της Ελλάδος μας ενημερώνει αναφορικά με τη δεκαετία 1950 ότι ο Ευρώτας έχει πολύ νερό το χειμώνα, αλλά το καλοκαίρι το νερό του ελαττώνεται τόσο ώστε σε πολλά σημεία να είναι διαβατός με τα πόδια. Αλλού δε αναφέρει ότι σε πολλά σημεία η επιφανειακή ροή εξαφανίζεται. Ο Σίγαλος (1959) περιγράφοντας τις πηγές Σκορτσινού (Βελμινάτις πηγή) και τις άλλες πηγές του Ευρώτα σημειώνει ότι το καλοκαίρι τα νερά τους χρησιμοποιούνται στην άρδευση των αγρών και γι'αυτό η κοίτη του Ευρώτα μέχρι τις πηγές Βιβαρίου ξεραινεται. Επίσης αναφέρεται (Ανώνυμος, 1922): «Παλαιότερα ο Ευρώτας ήταν ποταμός μέγιστος γι'αυτό τον περισσότερο χρόνο ήταν αδιάβατος γιατί εσώζοντο τα δάση περί τον Ταυγέτο και Πάρνωνα και οι πηγές ήταν αφθονότερες, ενώ με την αποψίλωση των περισσότερων δασών και την ελάττωση των πηγών έγινε μικρότερος αλλά και ορμητικότερος και επομένως καταστρεπτικότερος γιατί ανεμπόδιστα πλέον κατεβαίνουν τα νερά από τα βουνά». Ο Δρεπάνιας (1981) αναφέρει ότι «Τα παλαιότερα χρόνια όλο σχεδόν το χρόνο είχε νερό ο Ευρώτας. Τα τελευταία όμως χρόνια, επειδή λιγότεψαν οι βροχές αλλά και γιατί γίνεται μεγάλη εκμετάλλευση του νερού με τις γεωτρήσεις και οι μεγάλες καλλιέργειες στη Λακεδαίμονα έχουν ανάγκη από πολλά νερά για αρδεύσεις, τον Αύγουστο στερεύει σχεδόν ο Ευρώτας από την περιοχή της Κοινότητας Σκούρας μέχρι το Πυρή.». Ο Γρηγόρης (2000) χαρακτηριστικά αναφέρει για τον Ευρώτα: «...Δεν είναι σήμερα ο ευρύς Ευρώτας αλλά ένα άθλιο ξεροπόταμο. Στη μεγάλη ανομβρία του 1990 το άλλοτε αγέρωχο σώμα του ήταν διάτρητο από τις γεωτρήσεις...» Για δε τον Οινούντα: «η Κελεφίνα που βλέπουμε σήμερα ανήμπορη, αξιολύπητη και ξεροπόταμο δεν μοιάζει καθόλου με αυτήν που ήξερα εγώ στα χρόνια τα δικά μου. Το νερό της έτρεχε όλο το χρόνο και, ανάλογα με την εποχή του χρόνου, ήταν άλλοτε κακή και εκδικητική και άλλοτε ευεργετική και ζωοδότρα». Πράγματι, ο Οινούντας, ενώ παρουσίαζε συνεχή ροή κατά τη διάρκεια του έτους, τα καλοκαίρια των τελευταίων ετών διατηρεί νερό μόνο στο μεσαίο τμήμα του που τροφοδοτείται από πηγές κοντά στη γέφυρα του δρόμου Σπάρτης – Βρεσθενών (η πηγή Κακονέρι ανάντη της γέφυρας και η πηγή Δημαρά κατάντη). Επίσης, τα ρέματα του Ταυγέτου παρουσιάζουν σήμερα στη μεγάλη τους πλειοψηφία ασυνεχή ροή και μόνο τα ορεινά τμήματά τους κοντά στις πηγές διατηρούν συνεχή ροή. Έτσι, το καλοκαίρι ο Βρυσιώτικο (Κάστορας) και το Καστανιώτικο, στα βόρεια της λεκάνης, δεν καταλήγουν στον Ευρώτα. Ο Ξεριάς που υδροδοτούσε τη Σπάρτη την περίοδο 2006-2008 ήταν τελείως στεγνός. Ο Παρωρίτης και ο Σκατιάς, λόγω της υδρομάστευσης των πηγών που αναβλύζουν στην λεκάνη τους, παρουσιάζουν ελάχιστο χρονικό διάστημα επιφανειακή ροή. Η Μαγουλίτσα ή Λαγκάδα, ενώ τροφοδοτείται από τις σημαντικές πηγές της Τρύπης, τα τελευταία χρόνια δεν φθάνει

στον Ευρώτα, λόγω απολήψεων για αρδεύσεις και υδροδότηση της Σπάρτης. Στα νότια, ο Γερακάρης, η Ρασίνα, ο Κάκαρης και η Ρέτσα, διατηρούν νερό όλο το χρόνο μόνο στον άνω ρου τους, λόγω δέσεων και υδρομάστευσης των πηγών τους. Μια ακόμα μαρτυρία της μόνιμης ροής του ποταμού αποτελεί η ύπαρξη ψαριών τόσο στον Ευρώτα σήμερα (τα ποτάμια διακοπτόμενης ροής δεν μπορούν να συντηρήσουν ιχθυοπανίδα) όσο και στους παραπόταμους του κυρίως στο παρελθόν. Οι κάτοικοι της περιοχής συνήθιζαν να ψαρεύουν ψάρια και χέλια, χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές, όπως το ψάρεμα με ασετιλίνη, χελοκόφινο κλπ (Βασιλάκος, 1999).

3.4.2. Μορφολογικές τροποποιήσεις

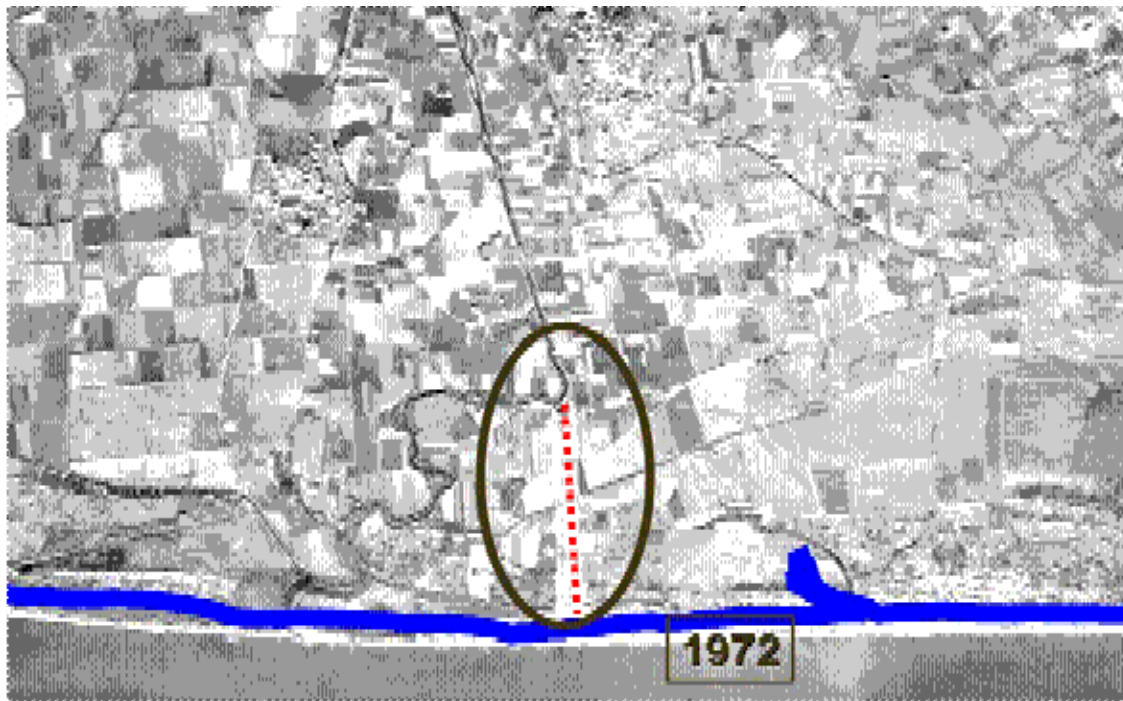
Η αγροτική παραγωγή αποτελεί τη κύρια πηγή εσόδων για τη Λακωνία. Στη διάρκεια των τελευταίων 10-ετιών οι καλλιέργειες επεκτάθηκαν και κάλυψαν φυσικές και ημιφυσικές εκτάσεις με αποτέλεσμα οι πλημμυρικές ζώνες του Ευρώτα να περιορισθούν σημαντικά. Σήμερα οι πορτοκαλεώνες και οι ελαιώνες σε πολλά τμήματα του υδρογραφικού δικτύου εκτείνονται μέχρι το όριο της υγρής επιφάνειας ή μέχρι τα αναχώματα του Ευρώτα, ενώ οι ελαιώνες έχουν αντικαταστήσει τη φυσική βλάστηση σε ημιορεινές περιοχές. Τα παρόχθια δάση, γνωστά από την πρόσφατη ιστορία της περιοχής, έχουν συρρικνωθεί σημαντικά και σήμερα ελάχιστες υγιείς συστάδες απομένουν σε έξι μόνο βασικές περιοχές του κύριου κλάδου του Ευρώτα (Δημόπουλος και συν., 2007) να θυμίζουν την οργιώδη βλάστηση που εκτεινόταν σε όλο το μήκος του κύριου ρου, το γνωστό Λόγγο του Ευρώτα που προστάτευε τα χωράφια από τις πλημμύρες. Πριν μερικές δεκαετίες, στην περιοχή νότια της Σκάλας (Ζώνη Ειδικής Προστασίας-NATURA 2000), ο Ευρώτας παρουσίαζε μαιανδρική μορφή, πλημμυρικές επιφάνειες με ελώδεις εκτάσεις, ένα χαρακτηριστικό Μεσογειακό υδροτοπικό σύστημα. Σήμερα, το ποτάμι από το ύψος της Σκάλας μέχρι τις εκβολές είναι ευθυγραμμισμένο και πλήρως διευθετημένο (Εικ. 7). Έχουν εξαλειφθεί η παλαιότερη κοίτη του ποταμού, οι πλημμυρικές επιφάνειες, οι ελώδεις εκτάσεις (Έλος Τρινάσου) αποστραγγίστηκαν, και το δελταϊκό πεδίο έχει αποδοθεί στις καλλιέργειες, ενώ οι εντατικές αντλήσεις έχουν προκαλέσει φαινόμενα υφαλμύρισης. Οι σχηματισμοί των θινών έχουν μειωθεί σε πλάτος και τη θέση τους έχουν πάρει παράνομες κατοικίες ή χωράφια που φτάνουν σχεδόν μέχρι τη θάλασσα.

Τα τελευταία 30 χρόνια, σαν αποτέλεσμα μορφολογικών τροποποιήσεων (αποψίλωση παρόχθιου δάσους, κάλυψη των κοιτών των χειμάρρων, αλλαγές ή εκτροπές της κοίτης, εγκλιβωτισμός) τα πλημμυρικά φαινόμενα, που βέβαια συμβαίνουν και στο παρελθόν, φαίνεται να έχουν ενταθεί, καθώς στο διάστημα 1999-2006 εκδηλώθηκαν πέντε σημαντικές πλημμύρες (Νικολαΐδης και συν., 2006), οι μεγαλύτερες το 1999 και το 2005. Όμως, τα μέτρα αντιπλημμυρικής προστασίας δεν εφαρμόζονται από τα ανάντη προς τα κατόντη και ενώ βασική φιλοσοφία στην όποια αντιπλημμυρική προστασία, είναι να μην αγνοείται η μακροχρόνια δυναμική των ρεμάτων, που εκφράζεται με την γεωμετρία της διατομής της φυσικής κοίτης και με τη κοκκομετρική ταξιθέτηση των σύγχρονων προσχώσεων (μέγεθος και σύνθεση κλαστικών υλικών) (Νικολαΐδης και συν., 2006), η συνήθης αντιπλημμυρική πρακτική που εφαρμόζεται για την προστασία της αγροτικής παραγωγής είναι η απομάκρυνση αδρανούς υλικού από την ποτάμια κοίτη με άναρχο και επικίνδυνο τρόπο (η οποία ενισχύεται από σημαντικές παράνομες αμμο-χαλικοληψίες για κατασκευαστικά έργα).

Χαρακτηριστικά παραδείγματα μορφολογικών τροποποιήσεων παρουσιάζονται στην Εικ. 8.

Λόγω των μορφολογικών τροποποιήσεων ο πυθμένας, οι όχθες και οι παρόχθιες περιοχές κυρίως στο κύριο ρου του ποταμού έχουν υποστεί σημαντικές αλλοιώσεις. Οι μορφολογικές τροποποιήσεις καταστρέφουν τα φυσικά ενδιαίτηματα, αλλοιώνουν τις φυσικές διεργασίες, και επιδεινώνουν τη

χημική και ιδιαίτερα τη βιολογική κατάσταση του ποτάμιου συστήματος. Επιπλέον, οι πρακτικές άρδευσης με δέσεις για επιφανειακή απόληψη νερού επηρεάζουν και αυτές το ποτάμιο οικοσύστημα. Διακόπτουν τη συνέχεια της υδάτινης επιφάνειας και έτσι εμποδίζεται η ελευθεροεπικοινωνία των ψαριών, δημιουργούν λιμνάζοντα νερά με επιπτώσεις στην υδροχημεία και αλλοιώνουν τα φυσικά ενδιαιτήματα.



Εικ. 7: Αεροφωτογραφία της περιοχής των εκβολών του Ευρώτα, όπου φαίνονται η παλαιά μαιανδρική κοίτη και η σημερινή ευθυγραμμισμένη κοίτη του ποταμού.



Εικ. 8: Μορφολογικές τροποποιήσεις στη κοίτη του κύριου ρου του Ευρώτα. Πάνω αριστερά: απομάκρυνση υλικού από τη κοίτη κοντά στη ΜΕΑΛ της Σπάρτης. Πάνω δεξιά: έργα κατασκευής γέφυρας στα Σκούρα. Κάτω αριστερά: αμμοληψίες στο κάτω ρου. Κάτω δεξιά: χωμάτινο ανάχωμα εγκάρσια στο ρου του Ευρώτα στις εκβολές.

3.4.3. Υδρολογικές τροποποιήσεις

Είναι φυσικό οι αγρότες, εκμεταλλευόμενοι τα πλεονεκτήματα της άρδευσης σε σχέση με ομβροδίατες συνθήκες στην αγροτική παραγωγή, να προσπαθούν να αξιοποιήσουν τα υδατικά αποθέματα της λεκάνης του Ευρώτα στη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σήμερα στην περιοχή περίπου το 40% των ελαιώνων (180 km²) αρδεύονται. Είναι όμως επίσης γεγονός, ότι οι απολήψεις νερού από τους υπόγειους υδροφορείς και το επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο της Λ.Α. γίνεται με τρόπο άναρχο και ανεξέλεγκτο με αποτέλεσμα την υπερεκμετάλλευση των υδατικών πόρων, σε βαθμό που φαίνεται να υπερβαίνει τις αρδευτικές ανάγκες.

Στην Εικόνα 9 παρουσιάζονται χαρακτηριστικοί τρόποι απόληψης νερού από το επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο του Ευρώτα.



Εικ. 9: Χαρακτηριστικές εικόνες απολήψεων (επάνω) και εκτροπών (κάτω) νερού από το κύριο ρου του Ευρώτα και τους παραποτάμους του.

Ο δείκτης υδρομορφολογικής τροποποίησης (HMS) (βλ. Σκουλικίδης και συν. (2008). Τελική Τεχνική Έκθεση 1 «Υδρολογική και Βιογεωχημική παρακολούθηση») εκτιμά συνολικά τις μορφολογικές και υδρολογικές τροποποιήσεις ενός ποταμού. Σύμφωνα με το δείκτη, μόνο το 26% (11 σταθμοί) από τους 43 σταθμούς του Ευρώτα και των παραποτάμων του χαρακτηρίζονται υδρο-μορφολογικά αδιατάρακτοι ή σχεδόν αδιατάρακτοι. Οι σταθμοί αυτοί, πλην ενός που βρίσκεται στον άνω ρου του Ευρώτα, είναι κατανομημένοι σε παραποτάμους, στον Οινούντα και σε ρέματα του Ταυγέτου. Επιπλέον 10 σταθμοί, δύο εκ των οποίων στις πηγές και στον άνω ρου του Ευρώτα και 8 σε ρέματα του Ταυγέτου, παρουσιάζουν καλή υδρο-μορφολογική κατάσταση. Σχεδόν στους μισούς (49%) σταθμούς που εξετάστηκαν η υδρο-μορφολογική κατάσταση παρουσιάζεται χειρότερη της καλής. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε ολόκληρο σχεδόν το κύριο ρου του Ευρώτα κατάντη από το χωριό Αχούρια η υδρο-μορφολογική κατάσταση κυμαίνεται από μέτρια έως κακή, με την ανεπαρκή και τη κακή κατάσταση να υπερισχύουν. Σαν αποτέλεσμα των υδρο-μορφολογικών τροποποιήσεων κανένας σταθμός του Ευρώτα δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως σταθμός αναφοράς ακόμη και αν είναι υδροχημικά και βιολογικά αδιατάρακτος (βλ. Σκουλικίδης και συν. (2008). Τελική Τεχνική Έκθεση 1 «Υδρολογική και Βιογεωχημική παρακολούθηση»).

3.4.4. Επιπτώσεις στο Υδατικό Ισοζύγιο του Ευρώτα

Για την ποσοτική εκτίμηση των επιπτώσεων της άρδευσης στην παροχή του Ευρώτα, εκτιμήθηκε το υδατικό ισοζύγιο της Λ.Α. απορροής του α) σύμφωνα με τις σημερινές χρήσεις νερού και β) σύμφωνα με τις χρήσεις νερού αφαιρώντας την άρδευση των ελαιόδεντρων.

Η ανάλυση του υδατικού ισοζυγίου εφαρμόστηκε για τα υδρολογικά έτη 1998-2000. Η επιλογή των υδρολογικών ετών υπαγορεύτηκε από την επάρκεια των διαθέσιμων στοιχείων και από το γεγονός ότι αυτά ήταν αρκετά αντιπροσωπευτικά των υδρολογικών συνθηκών της τελευταίας 35-ετίας (Μέση παροχή Ευρώτα 1998-2000: 2,95 m³/s, Μέση υπερετήσια παροχή Ευρώτα 3,3 m³/s, θέση Βρονταμάς).

Βροχόπτωση

Η βροχόπτωση στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Ευρώτα φτάνει τα 727 mm ετησίως (για τα υδρολογικά έτη 1998 – 2000) ενώ η δυνητική εξατμισοδιαπνοή που υπολογίστηκε με την μέθοδο Hamon φτάνει τα 1586 mm για την ίδια περίοδο. Η μηνιαία διακύμανση της βροχόπτωσης και της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Το Σχήμα 9 παρουσιάζει τη διακύμανση των τιμών βροχής και δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για τα υδρολογικά έτη 1998 – 2000.

Πίνακας 3: Βροχή και δυνητική εξατμισοδιαπνοή για την περίοδο 1998 – 2000 (υδρολογικά έτη) στην υδρολογική λεκάνη του Ευρώτα.

Μήνες	P	E
10	24,28	130,71
11	210,11	92,75
12	108,49	69,46
1	69,79	63,81
2	129,45	65,73
3	53,81	87,71
4	46,25	112,80
5	26,53	155,00
6	10,28	195,98
7	2,93	228,33
8	12,60	220,07
9	32,57	163,31
Σύνολο	727,09	1585,67



Σχήμα 9: Διακύμανση τιμών βροχής και δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για την περίοδο 1998 – 2000 (υδρολογικά έτη) στην υδρολογική λεκάνη του Ευρώτα.

Στοιχεία υδατικού ισοζυγίου

Ανάγκες ύδρευσης

Στην υδρολογική λεκάνη του Ευρώτα διαμένουν και υδρεύονται περίπου 100.000 κάτοικοι (Πίνακας 4) και οι υδρευτικές ανάγκες φτάνουν τα $91 \times 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως. Ο υπολογισμός αυτός προκύπτει από την χρήση συντελεστή κατανάλωσης νερού ύδρευσης ανά κάτοικο και ημέρα (250 λίτρα/ κάτοικο / ημέρα, OECD, 2000), ο οποίος περιλαμβάνει και τις πάσης φύσεως κοινόχρηστες καταναλώσεις νερού σε πόλη, τυχόν απώλειες δικτύου, κτλ.

Πίνακας 4: Υδρευτικές καταναλώσεις στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Ευρώτα.

Δήμος	Αρ. κατοίκων	Κατανάλωση νερού (m ³ / έτος)
Δ. ΣΠΑΡΤΗΣ	18184	1659290
Δ. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΝΗΣ	2111	192628,8
Δ. ΑΣΩΠΟΥ	4187	382063,8
Δ. ΒΟΙΩΝ	7871	718228,8
Δ. ΓΕΡΟΝΘΡΩΝ	1959	178758,8
Δ. ΓΥΘΕΙΟΥ	7926	723247,5
Δ. ΕΛΟΥΣ	6452	588745
Δ. ΖΑΡΑΚΑ	1538	140342,5
Δ. ΘΕΡΑΠΝΩΝ	3062	279407,5
Δ. ΚΡΟΚΕΩΝ	2824	257690
Δ. ΜΟΛΑΩΝ	5597	510726,3
Δ. ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑΣ	4660	425225
Δ. ΜΥΣΤΡΑ	4608	420480
Δ. ΝΙΑΤΩΝ	2666	243272,5
Δ. ΟΙΝΟΥΝΤΟΣ	2625	239531,3
Δ. ΟΙΤΥΛΟΥ	5203	474773,8
Δ. ΠΕΛΛΑΝΑΣ	3405	310706,3
Δ. ΣΚΑΛΑΣ	5902	538557,5
Δ. ΣΜΗΝΟΥΣ	1917	174926,3
Δ. ΦΑΡΙΔΟΣ	5269	480796,3
ΚΟΙΝ. ΕΛΑΦΟΝΗΣΟΥ	745	67981,25
ΚΟΙΝ. ΚΑΡΥΩΝ	926	84497,5
Σύνολο	99637	9091876

Αρδευση

Στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Ευρώτα καταγράφονται 588.360 στρέμματα καλλιεργειών εκ των οποίων το 77% περίπου καταλαμβάνεται από ελαιόδεντρα και ακολουθούν τα εσπεριδοειδή με 14% επί του συνόλου (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Είδη καλλιεργειών, εκτάσεις και αρδευτικές ανάγκες στην υδρολογική λεκάνη του π. Ευρώτα

Είδη καλλιεργειών	Έκταση (στρέμματα)	Έκταση (%)	Άρδευση (m ³)
Κηπευτικά	8886	1,5	7108800
Ελιές	450902	76,6	202905900
Αμπέλια	5400	0,9	2970000
Μηδική	9302	1,6	9767100
Καλαμπόκι	4930	0,8	3204500
Εσπεριδοειδή	81444	13,8	44794200
Δημητριακά	20833	3,5	11458150
Λοιπά	6663	1,1	4330950
Σύνολο	588360,00	100	286539600

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης αρδευτικού νερού για κάθε καλλιέργεια υπολογίστηκε από την έκταση των καλλιεργειών και τις αντίστοιχες αρδευτικές ανάγκες σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Παπαζαφειρίου, 1999). Έτσι προέκυψε ότι η συνολική κατανάλωση για άρδευση στην υδρολογική λεκάνη του π. Ευρώτα φτάνει τα 287×10^6 m³ ετησίως (Πίνακας 5).

Ετήσιο υδατικό ισοζύγιο

Για τον υπολογισμό του ετήσιου υδατικού ισοζυγίου στην υδρολογική λεκάνη του π. Ευρώτα χρησιμοποιήθηκε η κλασική μέθοδος που δίδεται από την εξίσωση (Ward, 1975):

$$P = R + E + I$$

όπου P: βροχόπτωση, R: επιφανειακή απορροή, E: εξατμισοδιαπνοή, και I: ποσότητα του νερού που κατεισδύει στο έδαφος.

Έτσι για την περίοδο 1998-2000 (υδρολογικά έτη) προέκυψε ότι πέφτουν 727 mm βροχής στην περιοχή μελέτης που ισοδυναμούν με $1,752 \times 10^9$ m³ νερού στην υδρολογική λεκάνη (Πίνακας 6). Από αυτήν την ποσότητα τα 566 mm (77% της βροχής) αντιστοιχούν στην πραγματική εξατμισοδιαπνοή (υπολογίστηκε με την μέθοδο της έλλειψης εδαφικής υγρασίας, βλέπε παρακάτω) και τα υπόλοιπα 162mm (22% της βροχής ή 390×10^6 m³) απορρέουν επιφανειακά και υπόγεια και αποτελούν τα διαθέσιμα ετήσια αποθέματα για τους διάφορους χρήστες νερού (ύδρευση, άρδευση, περιβαλλοντική χρήση).

Επομένως, με βάση και τους ανωτέρω υπολογισμούς, η ύδρευση καταναλώνει μόλις το 2% περίπου των ετήσιων (επιφανειακών και υπόγειων) αποθεμάτων ενώ η άρδευση φτάνει το 73% και το εναπομείναν 24% περίπου αποτελεί την περιβαλλοντική χρήση (περίπου 95×10^6 m³ ετησίως, Πίνακας 6).

Πίνακας 6: Ετήσιο υδατικό ισοζύγιο της υδρολογικής λεκάνης του π. Ευρώτα

	1998-2000		Έκταση λεκάνης = 2410000000 m ²
	mm	%	m ³
P	727,12		1752359200
ΑΕ*	565,83	77,73	1362204300
R + I	161,29	22,26	390154900
			% επί του R + I
Υδρευση			9091876,25
Άρδευση			286539600
Εναπομείναν R + I			94523423,75
			24,23

*ΑΕ: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή

Μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο της υδρολογικής λεκάνης του π. Ευρώτα

Το μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο της υδρολογικής λεκάνης του Ευρώτα για το διάστημα 1998 – 2000 υπολογίστηκε με βάση την μέθοδο του ελλείμματος εδαφικής υγρασίας (Hillel, 1980) και χρησιμοποιήθηκε για κάθε μήνα η εξίσωση:

$$\text{Εισροές} - \text{Εκροές νερού} = \text{αποθέματα νερού}$$

Οι εισροές νερού περιλαμβάνουν:

P: βροχόπτωση,

και οι εκροές νερού:

PET: δυναμική εξατμισοδιαπνοή / ΑΕ: πραγματική εξατμισοδιαπνοή, άρδευση και ύδρευση

Επίσης για τον υπολογισμό του μηνιαίου υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ISBH water balance (www.intersoft.tk) το οποίο πέραν των ανωτέρω χρησιμοποιεί και τις κάτωθι παραμέτρους:

ST: απόθεμα εδαφικής υγρασίας, DST: μεταβολή του αποθέματος της εδαφικής υγρασίας, S: περίσσεια νερού, D: έλλειμμα εδαφικής υγρασίας και Field Capacity: η μέγιστη αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους.

Ο επιμερισμός των αντλήσεων (ύδρευση και άρδευση) ανά μήνα έγινε με χρήση άλλων υδατικών ισοζυγίων σε παρόμοιες αγροτικές περιοχές της Δ. Ελλάδας (Zacharias et al., 2003), ενώ για την άρδευση των ελαιόδεντρων δεχτήκαμε (σύμφωνα με πληροφορίες από την ΔΕΒ Λακωνίας) ότι τα 2/3 των συνολικών εκτάσεων αρδεύονται. Έπειτα, υπολογίστηκαν οι αθροιστικές μηνιαίες απολήψεις νερού και το εναπομείναν (αθροιστικό) νερό στην λεκάνη απορροής (επιφανειακό και υπόγειο).

Από την ανάλυση του μηνιαίου υδατικού ισοζυγίου προκύπτει ότι στο τέλος του υδρολογικού έτους (Σεπτέμβριος), το εναπομείναν νερό (επιφανειακό και υποεπιφανειακό) στην έξοδο της λεκάνης είναι λιγότερο από 38mm (2,9 m³/s) ενώ το μέγιστο απαντάται τον μήνα Φεβρουάριο με 160 mm απορροής (12,3 m³/s, Πίνακας 7).

Πόσο νερό είχε ο Ευρώτας προ 50-ετίας; (Μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο με υποθετικές αρδεύσεις)

Για να γίνει μια προσέγγιση υποθετικών αρδεύσεων πριν τις εντατικές απολήψεις νερού και να εκτιμηθούν πιθανές επιπτώσεις στην απορροή της λεκάνης του Ευρώτα χρησιμοποιήθηκαν οι σημερινές εκτάσεις και τα είδη καλλιεργειών και η σημερινή κατανάλωση αρδευτικού, αλλά θεωρήθηκε μηδενική η άρδευση των ελαιόδεντρων. Έτσι, οι συνολικές απολήψεις νερού για άρδευση στην λεκάνη του Ευρώτα πριν την άρδευση των ελαιόδεντρων έφταναν τα 84x10⁶m³ ετησίως (περίπου 30% των σημερινών απολήψεων) σύμφωνα με την ανωτέρω παραδοχή. Πρέπει να τονιστεί ότι η περιοχή μελέτης αποτελούσε λεκάνη με σχετικά εντατικές, εμπορικές καλλιέργειες τουλάχιστον από τον 19^ο αιώνα χωρίς όμως να υπάρχουν σημαντικές απολήψεις νερού που να επηρεάζουν την εικόνα του ποταμού. Κατά τις δεκαετίες 1950-60 ξεκίνησαν και ολοκληρώθηκαν τα μεγάλα αρδευτικά έργα και η ευθυγράμμιση του ποταμού που συνέβαλλαν στην οριστική μείωση της παροχής λόγω αυξημένων απολήψεων και στην αλλαγή του υδρολογικού χαρακτήρα του (μεταβολή στο καθεστώς της ροής). Έτσι, σύμφωνα με το μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο (Πίνακας 8) για το συγκεκριμένο υποθετικό σενάριο αρδεύσεων η απορροή (επιφανειακή και υποεπιφανειακή) στην υδρολογική λεκάνη κατά το τέλος του υδρολογικού έτους στην έξοδο της λεκάνης ήταν 123 mm (9,4 m³/s) που σε σχέση με την σημερινή τιμή υποδεικνύει μια μείωση πάνω από 70%.

Επομένως, αφαιρώντας μόνο την ποσότητα του νερού που καταναλώνεται στην άρδευση των ελαιόδεντρων, η παροχή του ποταμού κατά την περίοδο των χαμηλών νερών αυξάνεται θεωρητικά κατά 70%. Δεδομένου ότι προ 50-ετίας οι καλλιέργειες καταλάμβαναν μικρότερη έκταση δεν θα ήταν λάθος να θεωρήσουμε ότι την εποχή εκείνη ο Ευρώτας είχε διπλάσια θερινή παροχή από τη σημερινή, ενώ σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου σαφώς θα ήταν υπερδιπλάσια. Αυτή η επιπλέον ποσότητα νερού αποτελεί σοβαρή ένδειξη ότι, τουλάχιστον σε κανονικά υδρολογικά έτη, ο Ευρώτας έρεε σε όλη τη διάρκεια του έτους.

ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε – Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων
 Εκτίμηση Κινδύνων από τη Διαχείριση Νερού στη Λ.Α. του ποταμού Ευρώτα
 Πρόγραμμα Life Envri-friendly

Πίνακας 7: Μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο υδρολογικής λεκάνης π. Ευρώτα για τα υδρολογικά έτη 1998 – 2000
 1998-2000

Mm	Μήνες												ΣΥΝΟΛΟ
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
P	24,3	210,11	108,49	69,79	129,45	53,81	46,25	26,53	10,3	2,93	12,59	32,57	727,12
E	130,71	92,75	69,46	63,81	65,73	87,71	112,8	155	195,98	228,33	220,1	163,31	1585,69
P-E	-106,41	117,36	39,03	5,98	63,72	-33,9	-66,55	-128,47	-185,68	-225,4	-207,51	-130,74	-858,57
ST	0	64,8	64,8	64,8	64,8	30,9							290,1
DST	0	64,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,8
AE	24,3	92,75	69,46	63,81	65,73	87,71	77,15	26,53	10,3	2,93	12,59	32,57	565,83
S	0	52,56	39,03	5,98	63,72	0	0	0	0	0	0	0	161,29
Mm													
Αρδευση							2,38	21,40	22,59	30,91	28,54	14,27	
Ύδρευση	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,28	
Άρδευση + Ύδρευση	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	2,85	21,87	23,06	31,38	29,01	14,55	
Εναπομείναν νερό	-0,19	52,37	38,84	5,79	63,53	-0,19	-2,85	-21,87	-23,06	-31,38	-29,01	-14,55	
Εναπομείναν νερό (αθροισ.)	37,62	52,56	91,40	97,19	160,72	160,54	157,69	135,81	112,75	81,37	52,36	37,81	

ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε – Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων
 Εκτίμηση Κινδύνων από τη Διαχείριση Νερού στη Λ.Α. του ποταμού Ευρώτα
 Πρόγραμμα Life Envi-friendly

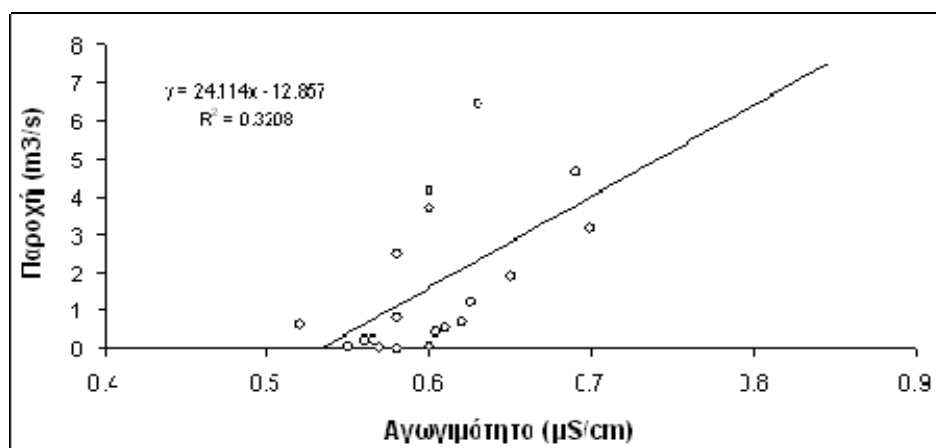
Πίνακας 8: Υποθετικό μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο υδρολογικής λεκάνης π. Ευρώτα (πριν την άρδευση των ελαιόδεντρων μείωση αρδευτικών καταναλώσεων κατά 70% σε σχέση με σήμερα)

1998-2000						Μήνες							
mm	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ΣΥΝΟΛΟ
P	24,3	210,11	108,49	69,79	129,45	53,81	46,25	26,53	10,3	2,93	12,59	32,57	727,12
E	130,71	92,75	69,46	63,81	65,73	87,71	112,8	155	195,98	228,33	220,1	163,31	1585,69
P-E	-106,41	117,36	39,03	5,98	63,72	-33,9	-66,55	-128,47	-185,68	-225,4	-207,51	-130,74	-858,57
ST	0	64,8	64,8	64,8	64,8	30,9							290,1
DST	0	64,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,8
AE	24,3	92,75	69,46	63,81	65,73	87,71	77,15	26,53	10,3	2,93	12,59	32,57	565,83
S	0	52,56	39,03	5,98	63,72	0	0	0	0	0	0	0	161,29
mm													
Άρδευση							0,69	6,18	6,53	8,93	8,25	4,12	
Ύδρευση	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,28	
Άρδευση + Ύδρευση	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	1,16	6,66	7,00	9,40	8,72	4,41	
Εναπομείναν νερό	-0,19	52,37	38,84	5,79	63,53	-0,19	-1,16	-6,66	-7,00	-9,40	-8,72	-4,41	
Εναπομείναν νερό (αθροισ.)	122,63	128,15	133,91	139,94	160,35	160,16	159,00	152,34	145,34	135,94	127,22	122,82	

3.4.5. Επιπτώσεις στη χημική σύσταση και ποιότητα του Ευρώτα

Η παροχή έχει μεγάλη επίδραση στην ποιότητα του νερού, καθώς χαμηλές παροχές μειώνουν τη δυνατότητα αραιώσης αλάτων και ρυπαντών. Η μείωση της παροχής του Ευρώτα κατά τη ξηρή περίοδο έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης διαλυμένων στοιχείων (και συνεπώς της ηλεκτρικής αγωγιμότητας), συμπεριλαμβανομένων και ρύπων. Σε ποτάμια νερά που παρουσιάζουν χαμηλή ροή ή στασιμότητα ευνοείται η ανάπτυξη της υδρόβιας χλωρίδας (φυτοπλαγκτόν, υδρόβια μακρόφυτα), η οποία στη συνέχεια αποσυντίθεται καταναλώνοντας οξυγόνο. Αυτό συχνά οδηγεί σε ανοξικές συνθήκες που προκαλούν την παραγωγή δύσοσμων και τοξικών αερίων και το θάνατο οργανισμών.

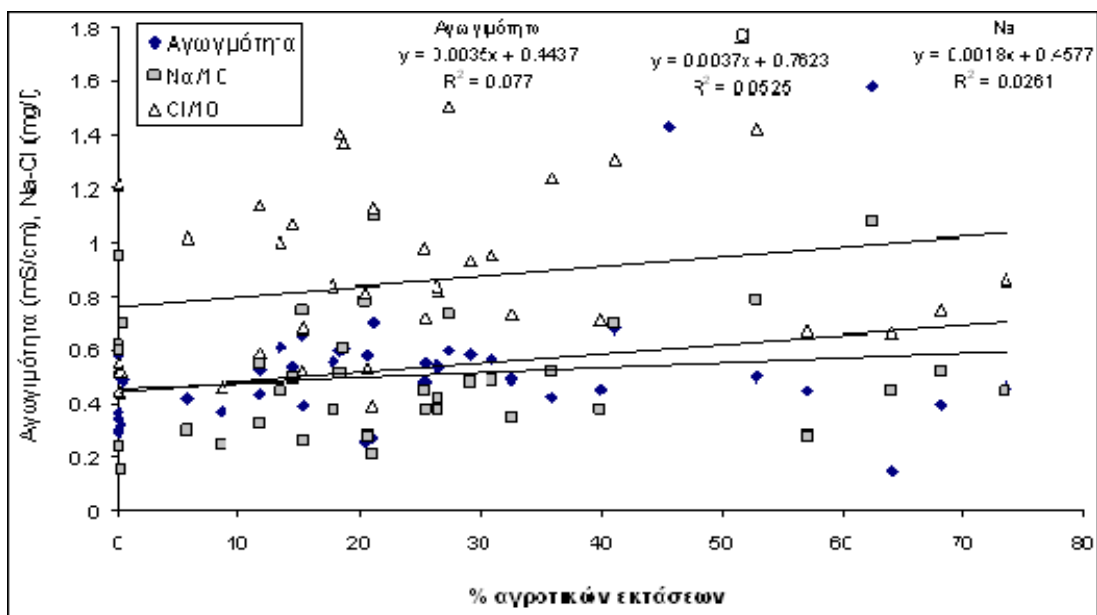
Το Σχήμα 10 δείχνει πως αυξάνεται η αγωγιμότητα του ποταμού με τη μείωση της παροχής κατά το ξηρό διάστημα 1990-94, σύμφωνα με δεδομένα της Δ/σης Έγγειων Βελτιώσεων της Νομαρχίας Λακωνίας για το σταθμό της Βορδόνιας. Το φαινόμενο αυτό που οφείλεται στην υψηλότερη συγκέντρωση του υπόγειου νερού σε διαλυμένα άλατα (το καλοκαίρι, καθώς δεν βρέχει το νερό του ποταμού είναι ουσιαστικά υπόγειο νερό) και στην υψηλή εξάτμιση, αποτελεί μία φυσική διεργασία. Όμως εντείνεται κάτω από συνθήκες εντατικών απολήψεων νερού, ιδίως όταν το ποτάμιο νερό παρουσιάζει στασιμότητα και αναπτύσσει υψηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον, η εντατική άρδευση προκαλεί αλάτωση των εδαφών, λόγω εξάτμισης, και του υδρογραφικού δικτύου εξαιτίας της έκπλυσης των εδαφών αυτών.



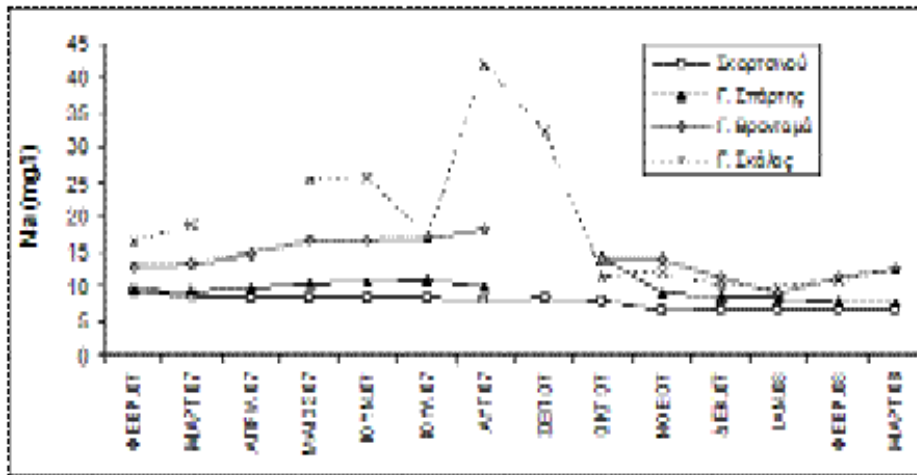
Σχήμα 10: Συσχέτιση παροχής – αγωγιμότητας στη διάρκεια της ξηρής περιόδου 1990-94 στη θέση Βορδόνια.

Ωστόσο, η μέση αγωγιμότητα του υδρογραφικού δικτύου του Ευρώτα βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Μόνο δύο σταθμοί (Ρ. Κολλινιώτικο και Σκατιάς) είχαν αγωγιμότητα > 750 µS/cm (όριο καλής-μέτριας κατάστασης για νερά άρδευσης, βλ. Skoulikidis, 2008) και κατατάσσονται σε νερά άρδευσης με μέτρια κατάσταση. Επιπλέον, όλοι οι σταθμοί

παρουσιάζουν SAR πολύ μικρότερο του 3 (όριο υψηλής-καλής κατάστασης για νερά άρδευσης, βλ. Skoulikidis, 2008), με μέσο SAR 0,32. Το Σχήμα 11 παρουσιάζει τη συσχέτιση μεταξύ της μέσης αγωγιμότητας και της μέσης συγκέντρωσης αλκαλίων στους σταθμούς που εξετάστηκαν με το ποσοστό των αγροτικών εκτάσεων στις υδρολογικές λεκάνες των σταθμών αυτών. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών, αλλά αυτή είναι ασθενής. Συνεπώς, η αλάτωση των γεωργικών εδαφών δεν φαίνεται να αποτελεί προς το παρόν σημαντικό πρόβλημα στη Λ.Α. του Ευρώτα. Σε κάθε περίπτωση πάντως είναι εμφανής η αύξηση της συγκέντρωσης του νατρίου τόσο κατά μήκος του κύριου ρου του ποταμού από τα ανάντη στα κατόντη, όσο και στη διάρκεια του καλοκαιριού (Σχήμα 12). Ιδιαίτερα αυξημένη είναι η συγκέντρωση του νατρίου στη γέφυρα Σκάλας, καθώς στην αλάτωση των εδαφών λόγω των ανωτέρω γεωργικών δραστηριοτήτων, προστίθεται το φαινόμενο της υπαλμύρισης των υπόγειων υδροφορέων και των εδαφών από τη διείσδυση της θάλασσας, λόγω υπεράντλησης, και της επίδρασης του θαλάσσιου αεροζόλ.

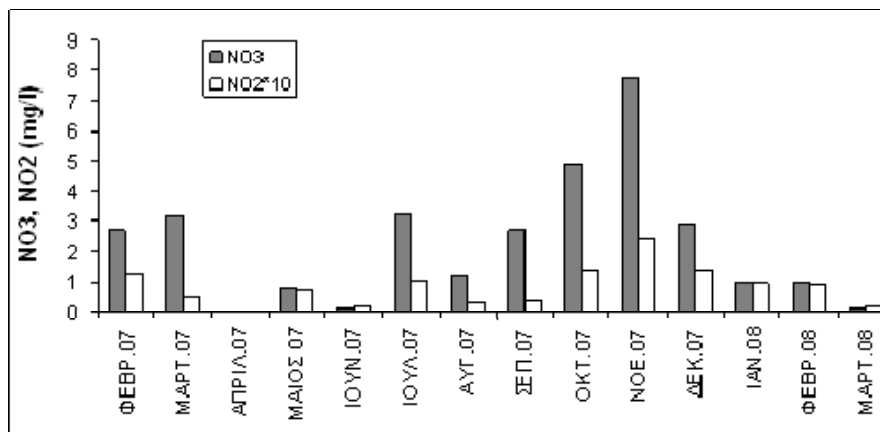


Σχήμα 11: Συσχέτιση μεταξύ της μέσης αγωγιμότητας και της μέσης συγκέντρωσης νατρίου και καλίου στους σταθμούς που εξετάστηκαν και του ποσοστού των αγροτικών εκτάσεων στις υδρολογικές λεκάνες των σταθμών αυτών.



Σχήμα 12: Μηνιαία μεταβολή της συγκέντρωσης νατρίου σε διάφορους σταθμούς του κύριου ρου του Ευρώτα (Φεβρουάριος 2007 – Μάρτιος 2008).

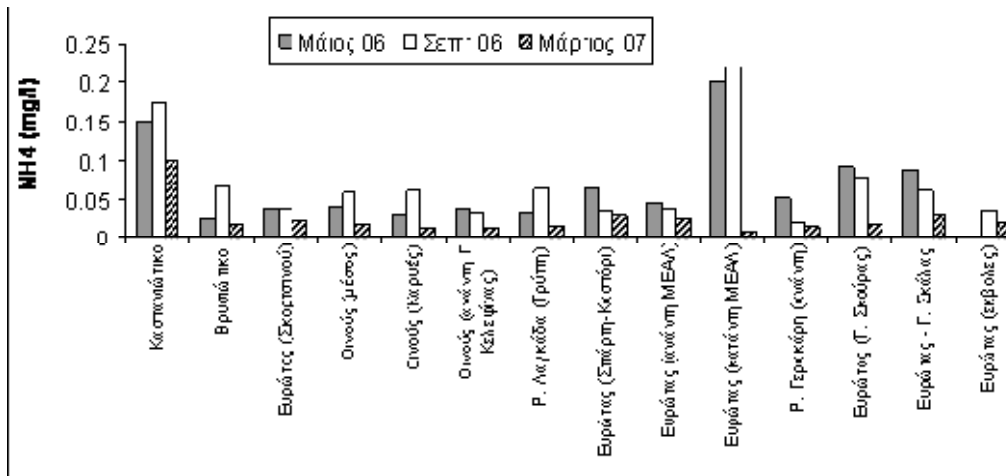
Το Σχήμα 13 παρουσιάζει τη μηνιαία μεταβολή της συγκέντρωσης νιτρικών και νιτρωδών του Ευρώτα στη Γέφυρα Σκάλας. Τον Οκτώβριο, όταν η παροχή έφθασε στο ελάχιστο, τα νιτρικά και τα νιτρώδη εμφάνισαν τις δεύτερες μέγιστες συγκεντρώσεις της χρονοσειράς, μετά από αυτές του Νοεμβρίου, όταν οι βροχές προκάλεσαν ποσοτικά φαινόμενα έκπλυσης αγροτικών εκτάσεων. Έτσι φαίνεται ότι το ποτάμι εμπλουτίζεται με θρεπτικά γεωργικής προέλευσης τόσο στη θερινή περίοδο, καθώς οι υπόγειοι υδροφόροι είναι επιβαρημένοι με θρεπτικά, όσο και με τα πρωτοβρόχια που ξεπλένουν λιπάσματα από τα γεωργικά εδάφη.



Σχήμα 13: Μηνιαία διακύμανση των συγκεντρώσεων νιτρικών και νιτρωδών στη Γέφυρα Σκάλας.

Το Σχήμα 14 παρουσιάζει τη συγκέντρωση της αμμωνίας (Μ.Ο. τριών εποχικών δειγματοληψιών) στους σταθμούς που διατήρησαν νερό στη διάρκεια της θερινής δειγματοληψίας. Στους περισσότερους σταθμούς η συγκέντρωση της αμμωνίας τη θερινή περίοδο ήταν μέγιστη. Αυτό οφείλεται στη ρύπανση από σημειακές πηγές που

σε συνδυασμό με τη σημαντική μείωση του όγκου του νερού προκαλεί αυξημένες συγκεντρώσεις.



Σχήμα 14: Εποχική διακύμανση της συγκέντρωσης της αμμωνίας σε σταθμούς του Ευρώτα που διατήρησαν νερό το καλοκαίρι του 2006 (2^η εποχική δειγματοληψία).

Συνοψίζοντας τις επιδράσεις από τη διαχείριση νερού στην υδατοποιότητα του Ευρώτα, το ποτάμι παρουσιάζεται εμπλουτισμένο σε άλατα τη θερινή περίοδο σαν αποτέλεσμα φυσικών διεργασιών (μειωμένη αραίωση, αυξημένη εξατμισοδιαπνοή) και απολήψεων νερού (που προκαλούν ακόμη μικρότερη αραίωση).

Η θερινή μείωση της παροχής του ποταμού που επιτείνεται από τις εντατικές αρδεύσεις προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών αλάτων, γεγονός που προκαλεί και ενισχύει τον ευτροφισμό (Εικ. 10).



Εικόνα 10: Έντονα φαινόμενα ευτροφισμού στον Ευρώτα το καλοκαίρι (περιοχή Σπάρτης).

3.4.6. Επιπτώσεις στη βιολογική κατάσταση του Ευρώτα

Ένα ποτάμιο οικοσύστημα απαιτεί μια δεδομένη ποσότητα νερού, τη λεγόμενη περιβαλλοντική ή οικολογική παροχή, ώστε να υποστηριχθούν υγιείς βιοκοινωνίες. Οι χαμηλές παροχές εγκυμονούν κινδύνους όχι μόνο για τα ψάρια, αλλά και για άλλους υδρόβιους οργανισμούς που εξαρτώνται από το υδάτινο οικοσύστημα, συμπεριλαμβανομένων των βενθικών ασπονδύλων, των υδρόβιων θηλαστικών, των πτηνών και της υδρόβιας βλάστησης. Οι εντατικές απολήψεις νερού επηρεάζουν ακόμη και το χερσαίο οικοσύστημα, καθώς οδηγούν στη αποξήρανση υγρότοπων, στην αλλοίωση των χαρακτηριστικών των παρόχθιων δασών, των θαμνότοπων και των αμμοθινών, δημιουργώντας παράλληλα ακατάλληλες συνθήκες διαβίωσης για την ημι χερσαία πανίδα και χλωρίδα.

Η ιχθυοπανίδα είναι ένας ασφαλής δείκτης για την εκτίμηση της βιολογικής κατάστασης στην περίπτωση υδρολογικής διαταραχής ενός υδατορεύματος. Όπως έδειξε η έρευνα που διεξάχθηκε στα πλαίσια του ENVIFRIENDLY (βλ. Σκουλικίδης και συν. (2008). Τελική Τεχνική Έκθεση 1 «Υδρολογική και Βιογεωχημική παρακολούθηση»), η ιχθυοπανίδα του Ευρώτα βρίσκεται σε άμεσο κίνδυνο λόγω των ανεξέλεγκτων απολήψεων νερού. Οι διαδοχικές ή / και παρατεταμένες ξηρασίες, ενδέχεται να προκαλέσουν την εξαφάνιση πληθυσμών για ορισμένα από τα πιο ευαίσθητα είδη, μειώνοντας την ικανότητά τους για επιβίωση. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην αντικατάσταση των ευαίσθητων ειδών από πιο ανθεκτικά είδη και την αλλαγή στη δομή των ιχθυοπληθυσμών, ή ακόμα και σε εξαφανίσεις τοπικών πληθυσμών ή ειδών σε ακραίες περιπτώσεις. Επιπλέον, η απώλεια των ενδιαιτημάτων λόγω της ευθυγράμμισης του ποταμού για αντιπλημμυρικά έργα και, όχι μόνο οδηγεί σε συρρίκνωση του ζωτικού χώρου των ψαριών, αλλά μπορεί επίσης να διακόψει τη διαμήκη συνεκτικότητα μεταξύ των ενδιαιτημάτων ή να μειώσει τη διαθεσιμότητα των καταφύγιων. Αν προστεθούν σε όλα αυτά η εισροή αστικών και τοξικών αποβλήτων (από ελαιουργεία και χυμοποιεία) και αγροχημικών γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι οι συνθήκες διαβίωσης των ψαριών κατά τις περιόδους της ξηρασίας κρίνονται εξαιρετικά δυσμενείς.

Σύμφωνα με ιστορικές αναφορές και συνεντεύξεις με κατοίκους τις περιοχής προκύπτει ότι κατά το παρελθόν όλα τα είδη των ψαριών παρουσίαζαν ευρεία διασπορά σε όλο το μήκος του ποταμού Ευρώτα και των παραπόταμων του. Οι απολήψεις νερού, σε συνδυασμό με μία σχετική μείωση των βροχοπτώσεων (Σχήμα 6), έχουν σαν αποτέλεσμα τη συνεχή μείωση των ιχθυοπληθυσμών. Έτσι, στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών οι ιχθυοπληθυσμοί εξαφανίστηκαν από τους περισσότερους παραποτάμους του Ευρώτα, ή στη καλύτερη περίπτωση έχουν υποβαθμισθεί δραματικά¹.

¹ Για το λόγο αυτό η έρευνα της κατάστασης της ιχθυοπανίδας περιορίστηκε στο κύριο ρου του Ευρώτα και στον Οινόυντα (βλ. Σκουλικίδης και συν. (2008). Τελική Τεχνική Έκθεση 1 «Υδρολογική και Βιογεωχημική παρακολούθηση»

Οι δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν το 2007 αποκάλυψαν τις έντονες άμεσες επιπτώσεις από την ξηρασία στους ιχθυοπληθυσμούς. Ψάρια δεν βρέθηκαν στα ανώτερα τμήματα του Ευρώτα τα οποία υπόκεινται σε συχνά επεισόδια ξηρασίας και φαίνεται ότι, τουλάχιστον τα τελευταία χρόνια, δεν φιλοξενούν ψάρια.

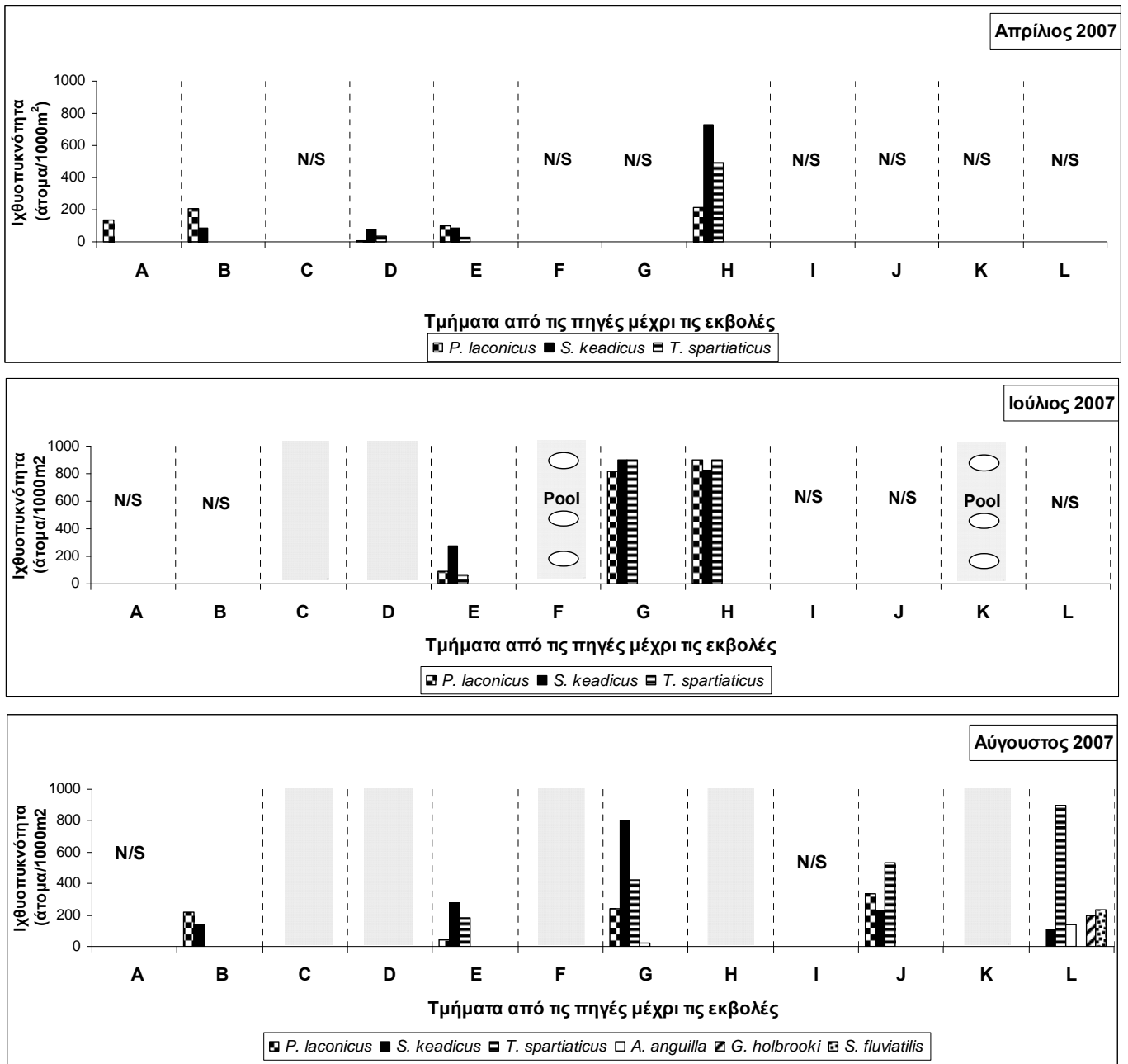
Στις περιοχές όπου η ξήρανση ήταν σε εξέλιξη τα ψάρια είτε πέθαιναν (Εικ. 11) είτε συγκεντρωνόντουσαν σε σημεία με στάσιμα νερά, αποκομμένα από την ροή του ποταμού, όπου η υπερθερμία, οι ανοξικές συνθήκες και αυξημένη θήρευση από τα πτηνά και τις βίδρες οδηγούσαν σε σημαντικές θνησιμότητες.



Εικόνα 11: Ετοιμοθάνατο άτομο του είδους *S. keadicus* σε αποκομμένο τμήμα του ποταμού.

Το 2007, ο σχεδιασμός της δειγματοληψίας, η χρονική περίοδος και τα διαθέσιμα μέσα δεν επιτρέπουν την εκτίμηση του μεγέθους των απωλειών των ιχθυοπληθυσμών κατά την διάρκεια της ξηρασίας. Παρόλο αυτά, αν αναλογιστεί κανείς ότι περίπου το 80% του κύριου ρου του Ευρώτα και σχεδόν όλοι οι παραπόταμοι του ξεράθηκαν, εκτιμάται ότι οι θνησιμότητες ήταν τεράστιες. Πράγματι, μεγάλα τμήματα του ποταμού παρέμειναν χωρίς νερό για 40 με 120 μέρες από το τέλος της άνοιξης μέχρι το φθινόπωρο. Συμπερασματικά, όλα ή σχεδόν όλα τα ψάρια πέθαναν σε αυτές τις περιοχές.

Όσα τμήματα διατήρησαν νερό κατά την περίοδο της ξηρασίας πρόσφεραν καταφύγιο και αποτέλεσαν τα κέντρα από τα οποία θα άρχιζε ο επανεποικισμός του συστήματος μετά την ανάκτηση της ροής με τις βροχοπτώσεις (βλ. Σχήμα 15, τμήματα Β και Ε).



Σχήμα 15: Τμήματα του ποταμού Ευρώτα από τις πηγές έως τις εκβολές που διερευνήθηκαν το 2007. Με γκρι χρώμα είναι οι περιοχές οι οποίες υπέστησαν ξήρανση. Με γκρι χρώμα και κύκλους είναι οι περιοχές οι οποίες διατήρησαν μικρολίμνες (pools). Με N/S σημειώνονται τα τμήματα στα οποία δεν διενεργήθηκαν δειγματοληψίες (Not sampled).

Τι συμβαίνει όμως, μετά από τις έντονες συνθήκες ξηρασίας οι οποίες επηρεάζουν εκτεταμένες περιοχές ενός ποταμού; Σε τι βαθμό ποικίλουν οι ρυθμοί ανάκαμψης σε σχέση με την σφοδρότητα της ξηρασίας; Σε τι βαθμό επηρεάζει η χωρική κλίμακα της ξηρασίας την ανάκαμψη;

Οι επαναληπτικές δειγματοληψίες του 2008 σχεδιάστηκαν για να απαντήσουν στο αν, σε ποιο βαθμό και πόσο γρήγορα πραγματοποιείται η ανάκαμψη της ιχθυοκοινωνίας από

την διαταραχή που προκλήθηκε από την έντονη ξηρασία του 2007. Από τα δεδομένα εμφανίζονται δυο κυρίαρχα πρότυπα:

Την άνοιξη του 2008 (Σχήμα 16) παρατηρείται μεγάλη μείωση στην αφθονία των πληθυσμών συγκριτικά με την άνοιξη του 2007 (Σχήμα 15). Αυτή η μείωση είναι φανερή κυρίως στους σταθμούς οι οποίοι υπέστησαν ξήρανση. Για παράδειγμα, στην περιοχή γύρω από την γέφυρα της Σπάρτης αλιεύθηκαν πολύ λίγα ψάρια όπου τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο του 2007, παρατηρήθηκαν μεγάλες συγκεντρώσεις. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η αναπαραγωγική δραστηριότητα ήταν εξαιρετικά μειωμένη στη συγκεκριμένη περιοχή. Έτσι, στη συνολική περιοχή δειγματοληψίας ενός ποτάμιου τμήματος μήκους περίπου 100 μέτρων εντοπίστηκε μόνο ένα νεαρό άτομα του είδους *P. laconicus*, όπου την ίδια περίοδο του 2007 στην ίδια περιοχή υπήρχαν τεράστιοι αριθμοί λαρβών και νεαρών ατόμων κυρίως του είδους *T. spartiaticus* (συχνά οι αριθμοί τους υπερέβαιναν τα εκατό άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο υγρής επιφάνειας ή τα 1000 άτομα ανά μέτρο ποτάμιου τμήματος). Για τον λόγο αυτό, πιστεύουμε ότι οι μικρές ποσότητες που αλιεύθηκαν το 2008 αντικατοπτρίζουν την έλλειψη γεννητόρων στη συγκεκριμένη περιοχή λόγω της μεγάλης θνησιμότητας κατά την περίοδο της ξηρασίας.

Υπάρχουν δύο πιθανές ερμηνείες για αυτό το φαινόμενο:

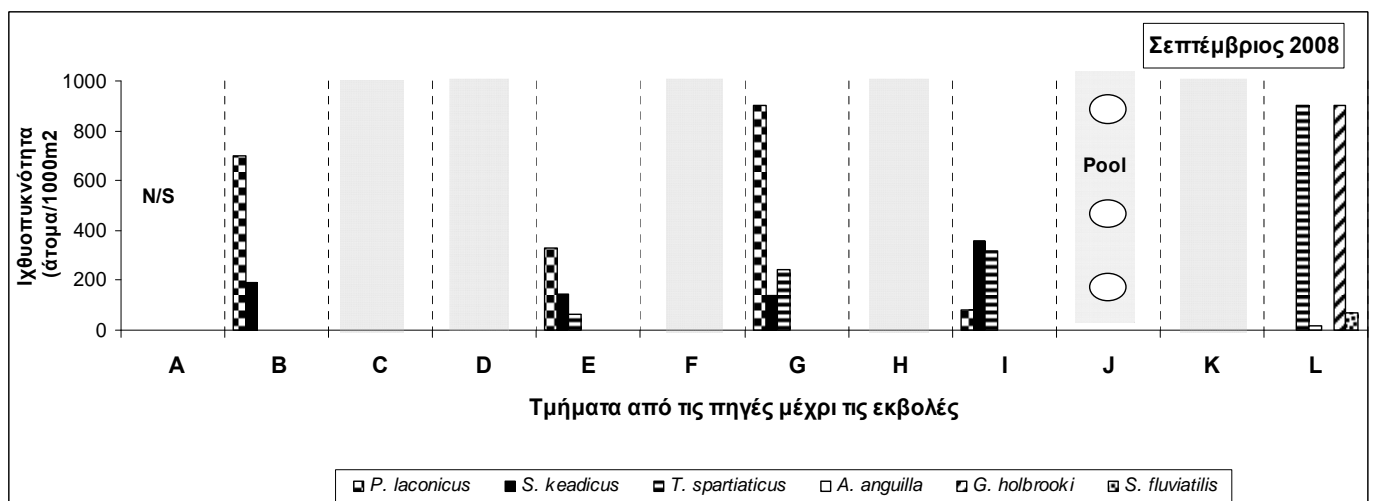
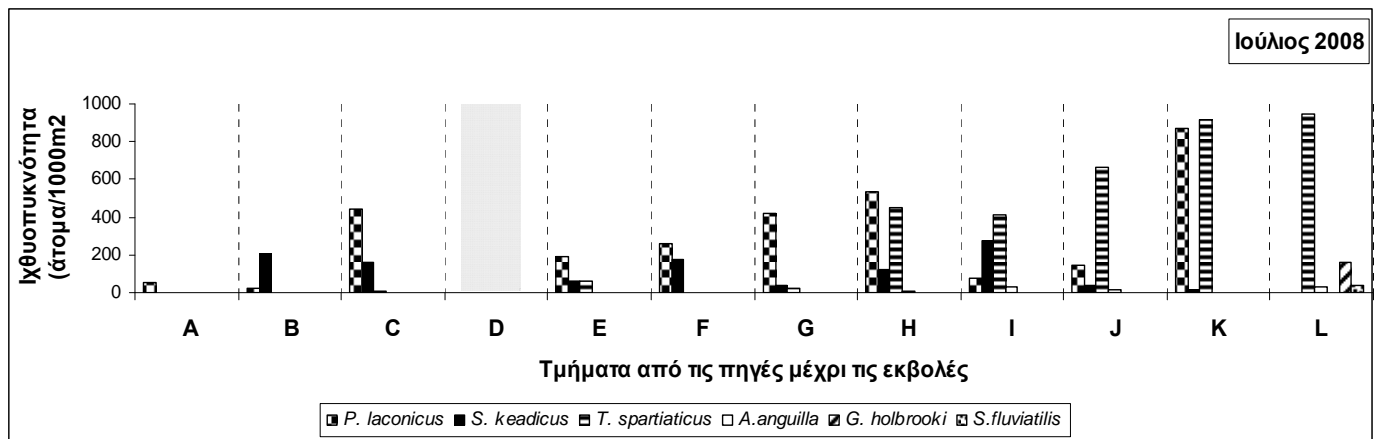
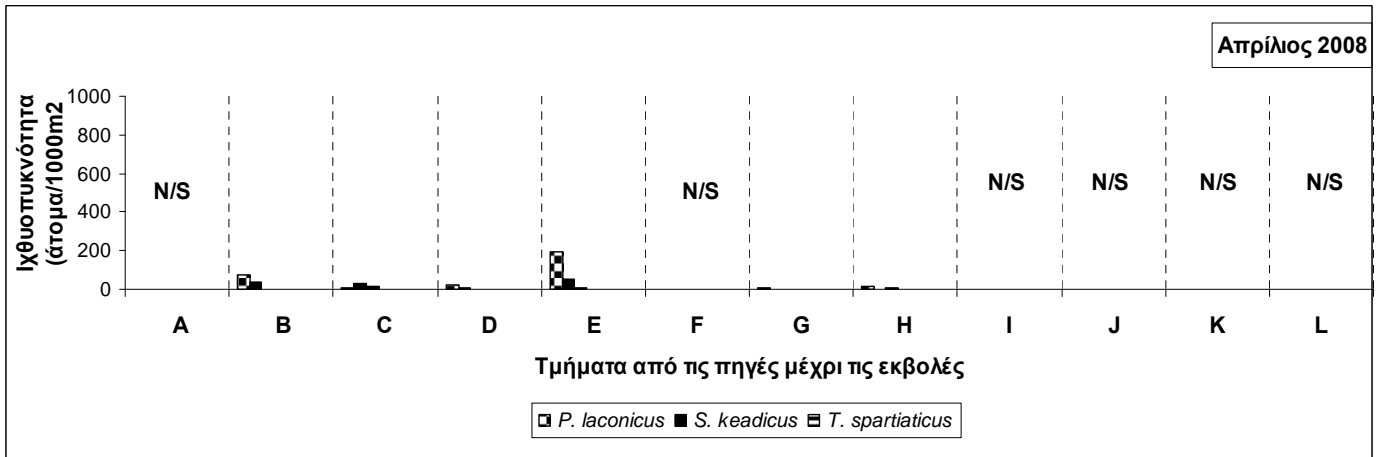
1. Είναι πιθανό ότι το καταφύγιο στη Γέφυρα Σπάρτης να μη διατηρήθηκε και να υπέστη ξήρανση μετά το τελευταίο μας δειγματοληπτικό ταξίδι στη περιοχή (τέλος Αυγούστου του 2007) και οι τοπικοί ιχθυοπληθυσμοί εξαφανίστηκαν λίγο πριν από της φθινοπωρινές βροχές. Σε αυτή την περίπτωση, τα λίγα άτομα που αλιεύθηκαν σε αυτή τη περιοχή τον Απρίλιο του 2008 προέρχονταν από άλλο ανάντη τμήμα του ποταμού που διατήρησε νερό.
2. Η διευθέτηση των όχθων για αντιπλημμυρικά έργα έχει δραματικές επιπτώσεις στην ιχθυοπανίδα εξαφανίζοντας όλα τα πιθανά, διαθέσιμα ενδιαίτηματα. Το χειμώνα του 2005-2006 εκδηλώθηκαν καταστρεπτικά πλημμυρικά φαινόμενα στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα, που οδήγησαν στην απόφαση ανάληψης αντιπλημμυρικών μέτρων με σκοπό την προστασία των αγροτικών εκτάσεων. Κατά την διάρκεια των δειγματοληπτικών επισκέψεων το 2007 παρατηρήσαμε έντονες κατασκευαστικές εργασίες σε μεγάλα τμήματα του ποταμού (ευθυγραμμίσεις και διευθετήσεις, και απομάκρυνση αδρόκοκκου υλικού). Σκαπτικά μηχανήματα διεύρυναν την ενεργή κοίτη του ποταμού και αφαιρούσαν χαλίκια για την κατασκευή αντιπλημμυρικών αναχωμάτων. Αυτές οι μορφολογικές τροποποιήσεις έχουν καταστροφικές συνέπειες στους ιχθυοπληθυσμούς λόγω της σημαντικής απώλειας ενδιαιτημάτων [όπως τα βαθιά τμήματα με χαμηλή και υψηλή ροή (pools, runs) και ρηχά τμήματα με ροή και οι εξειδικευμένοι θώκοι που χρησιμοποιούνται από τα ψάρια (μικρές σπηλιές μέσα στις ρίζες των παρόχθιων δέντρων, υδρόβια ελόφυτα, μεγάλες πέτρες κτλ.)]

σε μεγάλα τμήματα του ποταμού συμπεριλαμβανομένου και του εκβολικού τμήματος κατάντη της Γέφυρας Σκάλας. Επιπλέον, οι παρεμβάσεις αυτές είχαν επιπτώσεις και στο μέγεθος και την ποιότητα των καταφυγίων που παραμένουν κατά την διάρκεια της ξηρασίας. Σύμφωνα με αυτή την εξήγηση, η δραματική μείωση της αφθονίας των ψαριών γύρω από την Γέφυρα της Σπάρτης είναι αποτέλεσμα της εξαφάνισης όλων των διαθέσιμων ενδαιτημάτων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως καταφύγια για την αντίσταση τους στις υψηλές ροές του χειμώνα.

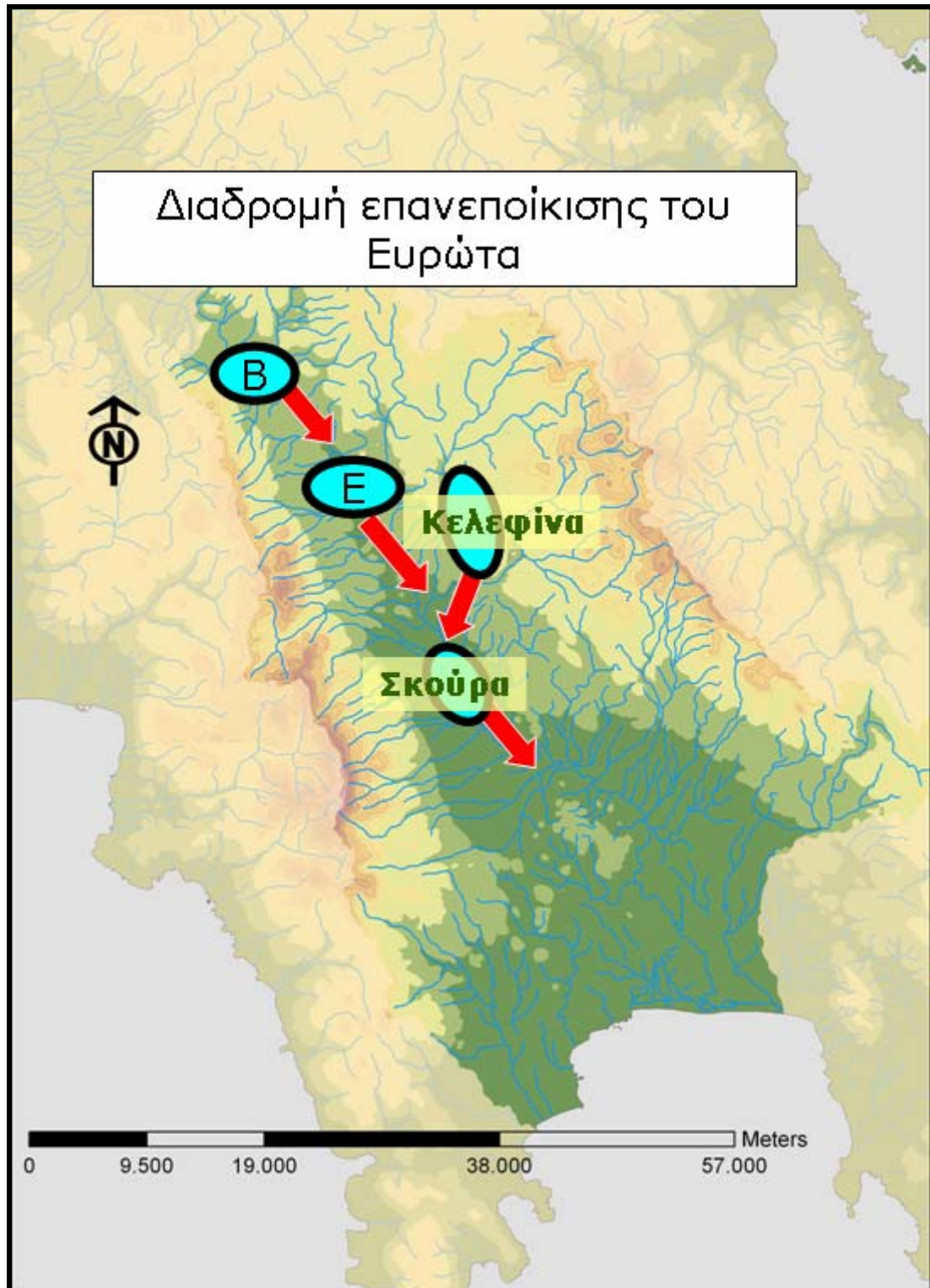
Παρά τη δραματική θνησιμότητα και μείωση της αφθονίας των ιχθυοπληθυσμών, παρατηρήθηκε ότι οι ιχθυοπληθυσμοί είχαν ήδη αρχίσει να επανεποικίζουν, μολονότι αργά, τις περιοχές που επηρεάστηκαν από την ξηρασία. Σύμφωνα με τις ενδείξεις μας από την ανάλυση των δεδομένων, ο επανεποικισμός πραγματοποιείται μέσω της κατάντη διασποράς των ειδών από τις περιοχές των «καταφυγίων ξήρανσης», δηλαδή τις περιοχές που παρέμειναν υγρές έως το τέλος της ξηρής περιόδου (Εικ. 12). Αναμφίβολα, αυτά τα καταφύγια διαδραματίζουν ένα σημαντικότατο ρόλο στην διαδικασία του επανεποικισμού τους συστήματος και συνεπώς της επιβίωσης των ενδημικών ειδών. Σε κανονικές υδρολογικά χρονιές, οι ιχθυοπληθυσμοί του Ευρώτα φαίνονται ανθεκτικοί στην παρουσία ξηρασιών, και φαίνεται να επανακάμπουν σύντομα με την λήξη της ξηρής περιόδου. Ωστόσο, η ξηρασία του 2007, ήταν ιδιαίτερα έντονη και ο ρυθμός επανεποικισμού πολύ αργός. Ο ρυθμός της ανάκαμψης διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και είναι συνάρτηση πλήθους παραγόντων όπως: ο αριθμός και η ποιότητα των καταφυγίων που θα παρέχει τους αποικιστές, ο αριθμός των ψαριών που διατηρούνται σε κάθε καταφύγιο, η απόσταση της ξηραθείσας περιοχής από το καταφύγιο, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τη διαμήκη συνεκτικότητα του ποταμού, τις παρούσες συνθήκες των ενδαιτημάτων αλλά και τη διαθεσιμότητα κατάλληλων θώκων στις επηρεασμένες από τη ξηρασία περιοχές. Πολυάριθμες ανθρώπινες κατασκευές στο ποταμό Ευρώτα, όπως τα υψηλά “πέδιλα” της Γέφυρας Κολλινών και πολλές μικρές αρδευτικές δέσεις κατά μήκος του ποταμού, εμποδίζουν τις μεταναστεύσεις των ψαριών ώστε να αποικίσουν περιοχές που έχασαν την ιχθυοπανίδα τους λόγω ξήρανσης. Επιπλέον, ο ρυθμός ανάκαμψης μπορεί να διαφέρει μεταξύ των ειδών, εξαρτώμενος από τα μεταναστευτικά πρότυπα, τις επιλογές ενδαιτημάτων και τις “στρατηγικές ζωής” όπως το μέγεθος του σώματος, το χρόνο και την διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου, την αναπαραγωγική ηλικία και την αναπαραγωγική προσπάθεια των ειδών.

Γενικά, κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών του έτους 2008, στις λίγες περιοχές όπου διατηρήθηκε ικανοποιητική ροή κατά το προηγούμενο έτος, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στη δομή των ιχθυοπληθυσμών και την κατανομή των ηλικιακών κλάσεων. Αντίθετα, στις περιοχές που υπέστησαν ξήρανση οι συγκεντρώσεις των ψαριών ήταν εξαιρετικά χαμηλές (Σχ. 17) και οι πληθυσμοί αποτελούνταν κυρίως από

νεαρά άτομα (Σχήμα 18), καθώς τα μεγαλύτερα άτομα που είναι πιο ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές πιέσεις είχαν στην πλειοψηφία τους εξαφανισθεί.



Σχήμα 16: Τμήματα του ποταμού Ευρώτα από τις πηγές έως τις εκβολές που διερευνήθηκαν το 2008. Με γκρι χρώμα είναι οι περιοχές οι οποίες υπέστησαν ξήρανση. Με γκρι χρώμα και κύκλους είναι οι περιοχές οι οποίες διατήρησαν μικρολίμνες (pools). Με N/S σημειώνονται τα τμήματα στα οποία δεν διενεργήθηκαν δειγματοληψίες (Not sampled).



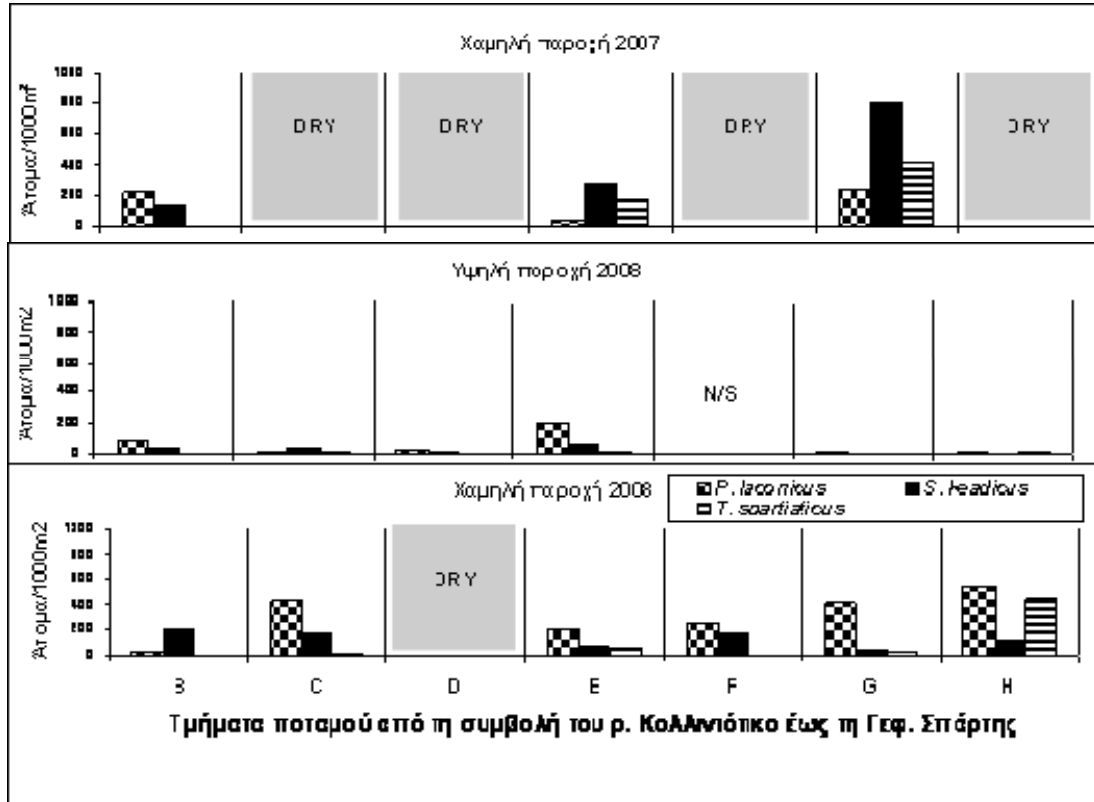
Εικ. 12.: Περιοχές-καταφύγια για την ιχθυοπανίδα του ποταμού Ευρώτα από τις οποίες πραγματοποιείται ο επανεποικισμός του συστήματος.

Αναλυτικά, σύμφωνα με τα δεδομένα της παρούσας έρευνας, το είδος *T. spartiaticus* ήταν αυτό το οποίο επηρεάστηκε περισσότερο από τη ξηρασία. Όντως, η εξαιρετικά χαμηλή αφθονία που παρουσίασε αυτό το είδος στις δειγματοληψίες του 2008 δείχνει ότι ο πληθυσμός του βόρειου τμήματος του Ευρώτα είναι πολύ υποβαθμισμένος. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη χαμηλή αναπαραγωγική επιτυχία του *T. spartiaticus*, τουλάχιστον τον Απρίλιο του 2008, συνεπάγεται πως η ανάκαμψη του πληθυσμού μπορεί να γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς. Ωστόσο, οι δειγματοληψίες του Απριλίου δεν περιλάμβαναν το κατώτερο τμήμα του Ευρώτα, δηλαδή το τμήμα κατάντη της Γέφυρα της Σκάλας όπου εκεί φαίνεται να αποτελεί το κυρίαρχο είδος. Πράγματι στις δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν στα μεσαία και χαμηλά τμήματα του ποταμού, τον Ιούλιο και Σεπτέμβριο του 2008 αλιεύθηκαν αρκετά άτομα του είδους, που όμως συγκριτικά με τις δειγματοληψίες του 2007 εμφάνισαν κατά πολύ χαμηλότερες αφθονίες. Ένας σημαντικός παράγοντας που μπορεί να επιβραδύνει τον ρυθμό ανάκαμψης αυτού του είδους είναι ότι τα αντιπλημμυρικά έργα προκάλεσαν σημαντικές αλλοιώσεις στα ενδαιτήματα που προτιμά αυτό το είδος όπως τμήματα με χαμηλή ροή και άφθονη βλάστηση. Ομοίως, το είδος *S. keadicus* φαίνεται να επηρεάστηκε από την ξηρασία του 2007. Έτσι, ενώ το είδος παρουσίαζε κατά το 2007 ιδιαίτερα μεγάλες αφθονίες στα τμήματα Ε και G (Σχήμα. 15), στις επαναληπτικές δειγματοληψίες του 2008 εμφανίσθηκαν στα ίδια τμήματα πολύ χαμηλότερες αφθονίες (Σχήμα 16).

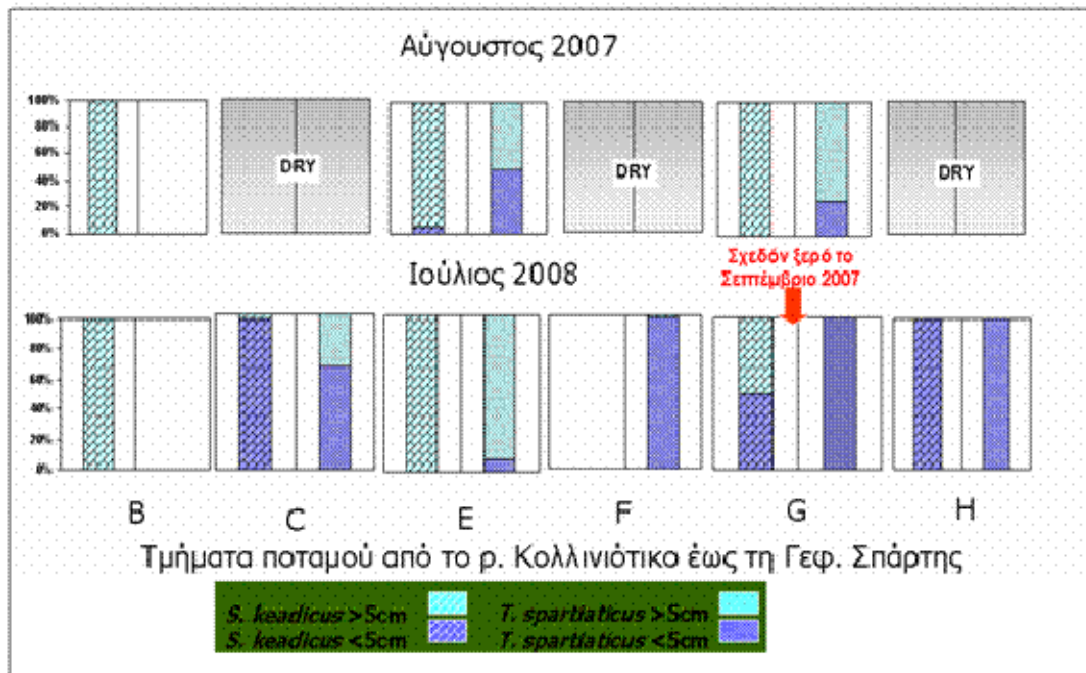
Αντίθετα, το *P. laconicus* φαίνεται αρκετά πιο ανθεκτικό στη ξηρασία, καθώς σημαντικές συγκεντρώσεις αυτού του είδους σημειώθηκαν σε αρκετές περιοχές που παρουσίαζαν τις κατάλληλες συνθήκες ενδαιτήματος. Το είδος αυτό παρουσιάζει μια στρατηγική ζωής με μικρό σωματικό μέγεθος, πρόωρη ωρίμανση και μια παρατεταμένη αναπαραγωγική περίοδο, η οποία ανταποκρίνεται στην αντίσταση σε χαμηλά επίπεδα ροής και σε ταχεία ικανότητα επανεποικισμού. Επιπλέον, παρατηρήθηκε αναπαραγωγική δραστηριότητα αυτού του είδους (παρουσία λαρβών και νεαρών ατόμων) σε αρκετά σημεία που κατά το 2007 υπέστησαν ξήρανση. Φαίνεται σαφώς στο Σχήμα 16 ότι η μείωση στην αφθονία που παρατηρήθηκε στα άλλα δύο ενδημικά είδη προσέφερε πλεονέκτημα στο *P. laconicus* και τη δυνατότητα να αναπτύξει πολυάριθμους πληθυσμούς συγκριτικά με τις δειγματοληψίες στα ίδια τμήματα με το 2007.

Για τους παραπάνω λόγους, η πλήρης ανάκαμψη των ιχθυοκοινοτήτων μπορεί να πραγματοποιηθεί μετά από χρόνια και μόνον εφόσον δεν υπάρξουν σοβαρές υδρολογικές διαταραχές. Ωστόσο, η συχνότητα των έντονων φαινομένων θερινής ξήρανσης φαίνεται να αυξάνει διαχρονικά λόγω της εντατικοποίησης των απολήψεων νερού. Μια σειρά από δυσμενή υδρολογικά καλοκαίρια ή πλημμυρικά φαινόμενα κατά την διάρκεια του χειμώνα μπορεί να επιβραδύνουν την ανάκαμψη και/ή να προκαλέσουν σημαντικές αλλοιώσεις στη δομή της ιχθυοκοινότητας. Είναι λοιπόν πολύ πιθανές οι τοπικές εξαφανίσεις των ειδών, κατά την διάρκεια έντονων ξηρασιών. Αυτό έχει συμβεί σε πολλά ποτάμια που κατά το παρελθόν ήταν μόνιμης ροής και ιστορικά εμφάνιζαν

ψάρια, και μετατράπηκαν σε ποτάμια με εποχιακά χαρακτηριστικά. Οι κλιματικές αλλαγές συνιστούν μία εξίσου σοβαρή απειλή, δεδομένου ότι το σύστημα είναι ήδη σοβαρά επιβαρυνμένο από υδρολογική άποψη, και θα επιβαρυνθεί περισσότερο από την αναμενόμενη μείωση των βροχοπτώσεων, σύμφωνα με τα διάφορα κλιματικά σενάρια.



Σχήμα 17: Τμήματα του ποταμού Ευρώτα από τη συμβολή του ρέματος Κολλινιώτικο έως τη Γέφυρα Σπάρτης κατά τη διάρκεια της χαμηλής παροχής του 2007 (καλοκαίρι) και κατά τη διάρκεια της χαμηλής (καλοκαίρι) και υψηλής παροχής (άνοιξη) του 2008.



Σχήμα 10: Σύγκριση μεγεθών ιων ειδών *S. keadicus* και *T. spartaticus* από 2 περισσότερες (Αύγουστος 2007 και Ιούλιος 2008) σε περιοχές οι οποίες διατήρησαν ροή και σε περιοχές οι οποίες υπέστησαν ξήρανση.

Η ξήρανση μεγάλων τμημάτων του Ευρώτα το 2007 και η αργή επανάκαμψη των ιχθυοπληθυσμών το 2008 είχαν σαν αποτέλεσμα η βιολογική κατάσταση ως προς την ιχθυοπανίδα στους περισσότερους σταθμούς του κύριου ρου του Ευρώτα (53% το 2007 και 54% το 2008) να είναι κακή. Ο Πίνακας 9 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της εκτίμησης της κατάστασης της ιχθυοπανίδας σε τμήματα του κύριου ρου του Ευρώτα.

Σύμφωνα με τα σχετικά Καθοδηγητικά Έγγραφα, η οικολογική κατάσταση του κύριου ρου του Ευρώτα και του Οινούντα, όπου μελετήθηκε η ιχθυοπανίδα καθορίζεται από τη κατάσταση της ιχθυοπανίδας που σε όλες τις περιπτώσεις ήταν χειρότερη από τη κατάσταση που παρουσίασαν τα βενθικά ασπόνδυλα ή τα χημικά - φυσικοχημικά στοιχεία. Ο Πίνακας 10 δίνει τα αποτελέσματα της εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης σταθμών του Ευρώτα που μελετήθηκαν ταυτόχρονα τα υδρο-μορφολογικά, τα χημικά-φυσικοχημικά και τα βιολογικά (ψάρια, μακροασπόνδυλα) στοιχεία.

Πίνακας 9: Η βιολογική κατάσταση του κύριου ρου του Ευρώτα σύμφωνα με την ιχθυοπανίδα για τα έτη 2007 και 2008 και πιέσεις που την διαμορφώνουν

Τμήμα ποταμού	Σταθμοί 2007	Σταθμοί 2008	Πιέσεις
Πηγές Σκορτσινού-Γιακουμέικα		DsSkortsinou	Υδρολογική (απολήψεις νερού) (αντλιοστάσιο), Μορφολογική (αλλοιώσεις όχθων, τεχνικά εμπόδια (π.χ Γέφυρα Γιακουμέικα)
Γιακουμέικα-Ανάτη Κολλινάτικο	Giakoumeika	Voskos	Υδρολογική (απολήψεις νερού) Μορφολογική (αλλοιώσεις όχθων, αμμοληψίες-χαλικοληψίες, τεχνικά εμπόδια, π.χ. Γέφυρα Κολλινών)
Κατάτη Κολλινάτικο-Ανάτη Βιβάρι	DsKolliniatiko	DsKolliniatiko	Υδρολογική (απολήψεις νερού) Μορφολογική (διευθετήσεις όχθων, αναχώματα & υποβάθμισης της παρόχθιας βλάστησης, δέσεις)
	UsGefKollinon	UsGefKollinon	
	StrophiAg.Pantwn	StrophiAg.Pantwn	
	GefKollinon	GefKollinon	
	GefSentenikou	GefSentenikou	
	DsConKastoras	DsConKastoras	
Κατάτη Βιβάρι-Ανάτη Καραβά	DsVivari	Vivari	Υδρολογική (απολήψεις νερού), Μορφολογική (διευθετήσεις όχθων, αμμοληψίες-χαλικοληψίες, τεχνικά έργα, δέσεις), Χημική (λύματα βιολογικού καθαρισμού, ελαιουργεία, χυμοποιεία)
	UsDeep Pool	DsTurnVivari	
	BioXios	BioXios	
	UsKaravas	UsKaravas	
Κατάτη Καραβά-Ανάτη Φαράγγι Βρονταμα	KtimaLoui	KtimaLoui	Υδρολογική (απολήψεις νερού), Μορφολογική (διευθετήσεις όχθων, αμμοληψίες-χαλικοληψίες, τεχνικά έργα, δέσεις), Χημική (λύματα βιολογικού καθαρισμού, ελαιουργεία, χυμοποιεία)
		UsGefSpartis	
		DsGefSpartis	
		UsGefSkoura	
		DsSkoura	
	UsGefSpartis	AntliPyri	
	DsGefSpartis	Molaiti	
	AgiaParaskevi	DsDesiVrodama	
	USGefChiliomodou		
Κατάτη Φαράγγι Βρονταμά- Γέφυρα Σκάλας	Vrodamas	GefSkalas	Υδρολογική (απολήψεις νερού), Μορφολογική (Διευθετήσεις όχθων, αμμοληψίες-χαλικοληψίες, δέσεις)
	GefSkalas	Vrodamas	
Κατάτη Γεφυρας Σκάλας- Εκβολές	GefEkvolis Evrota	GefEkvolisEvrota	Μορφολογική (Διευθετήσεις όχθων, αμμοληψίες-χαλικοληψίες, δέσεις)

Γκρίζο χρώμα: ο δείκτης δεν εντόπισε την υποβάθμιση - η κατάσταση κρίνεται από μέτρια και κάτω.

Πίνακας 10: Η οικολογική κατάσταση σταθμών του Ευρώτα και του Οινούντα όπου εξετάσθηκαν όλα τα ποιοτικά στοιχεία ταυτόχρονα.

Σταθμός/ Περίοδος	Ονομασία	Κατάσταση επιμέρους Ποιοτικών Στοιχείων					Οικολογική Κατάσταση	
		Υ-Μ	Χ-Φ	Β (Μ)	Β (Ψ)	Β (Ψ)	2006-7	2008
		2006-7	2006-7	2006-7	2007	2008		
5	Ευρώτας – Παλιόχωρα	Blue	Green	Blue	Green		Green	
30	Ευρώτας – Αχούρια	Yellow	Green	Green	Red	Red	Red	Red
26	Ευρώτας - Γ. Πελλάνας-Σελλασίας	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red
37	Ευρώτας - Σπάρτη-Καστόρι	Orange	Green	Blue	Γ.Ε.	Yellow	Green	Yellow
48	Ευρώτας - Γ. Σκούρας	Orange	Yellow	Yellow	Γ.Ε.		Orange	White
52	Ευρώτας - Γ. Σκάλας	Red	Yellow	Green	Red	Red	Red	Red
11	Οινούς (ανάντη Γ. Κελεφίνας)	Blue	Green	Blue	Green		Green	
10	Οινούς (Γ. Κελεφίνας)	Yellow	Blue	Green	Red	Orange	Red	Orange

Υ-Μ: Υδρομορφολογικά στοιχεία, Χ-Φ: Χημικά-Φυσικοχημικά στοιχεία, Β: Βιολογικά στοιχεία, Μ: μακροασπόνδυλα, Ψ: ψάρια

2006-07: Μάιος 06 Σεπτέμβριος 06, Μάρτιος 07

2007: Σεπτέμβριος

2008: Σεπτέμβριος

Γ.Ε.: Γνώμη Ειδικού (expert judgement)

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από την ανάλυση που προηγήθηκε γίνεται σαφές ότι οι εντατικές απολήψεις νερού από τους υπόγειους υδροφορείς και το επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο του Ευρώτα επηρεάζουν δραματικά το υδρολογικό καθεστώς του ποταμού. Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι στο πρόσφατο παρελθόν (πριν 4-5 δεκαετίες) το ποτάμι και οι μεγαλύτεροι παραπόταμοί του διατηρούσαν ακόμη συνεχή ροή σε όλη τη διάρκεια του έτους (τουλάχιστον σε κανονικά υδρολογικά έτη), ενώ σήμερα το μεγαλύτερο μέρος του υδρογραφικού δικτύου ξεραινεται στη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου. Σε αυτό συνηγούνται τα παρακάτω δεδομένα:

- Με βάση την ιστορική ανάλυση τόσο ο Ευρώτας όσο και ο Οινούντας διατηρούσαν ροή το καλοκαίρι, ενώ διαφαίνεται ότι οι μεγάλοι παραπόταμοι, αναφερόμενοι και ως ποτάμια, είχαν και αυτοί συνεχή ροή σε όλη τη διάρκεια του έτους, ειδικά αυτοί που τροφοδοτούνται από μεγάλες πηγές συνεχούς ροής.
- Η παρουσία ψαριών στους περισσότερους παραπόταμους κατά το πρόσφατο παρελθόν, με βάση την ιστορική ανάλυση, τις μαρτυρίες ντόπιων επιστημόνων της ομάδας εργασίας, παλιών γεωτεχνικών και κατοίκων της περιοχής, πιστοποιεί την ύπαρξη συνεχούς ροής στους παραποτάμους του Ευρώτα.
- Η δραματική διαχρονική πτώση της παροχής του Ευρώτα (κεφ. 3.3.2), που είναι συντριπτικά η μεγαλύτερη σε σχέση με 10 μεγάλα ποτάμια της Βαλκανικής (Skoulikidis et al., 2009; Skoulikidis, 2009), αποτελεί ένδειξη των εντατικών απολήψεων νερού που, δεδομένης της σχετικά μικρής «αρχικής» παροχής του Ευρώτα (Βρονταμάς: 5,124 m³/sec, 1974-83), οδηγούν σε ξήρανση.
- Άλλη ένδειξη για την επίδραση των εντατικών απολήψεων νερού στη ξήρανση του ποταμού, αποτελεί η απότομη διακοπή της ροής του Ευρώτα στη Γ. Σπάρτης και του Οινούντα στη Γ. Κελεφίνας στη διάρκεια της ξηρής περιόδου, όπως μαρτυρούν τα Σχήματα 1-3 (κεφ. 3.2). Αντίθετα, στην περιοχή Βιβαρίου η μείωση της παροχής είναι σταδιακή λόγω της συνεισφοράς των ομώνυμων καρστικών πηγών στην επιφανειακή απορροή.
- Τέλος, με βάση την εκτίμηση των ποσοτήτων νερού που χρησιμοποιούνται στην άρδευση των ελαιοδένδρων, προκύπτει ότι η παροχή του ποταμού θα ήταν, με συντηρητικές παραδοχές, υπερδιπλάσια της σημερινής, γεγονός που αποτελεί μια ποσοτική ένδειξη ότι το ποτάμι θα πρέπει έρεε σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Κλιματικά μοντέλα προβλέπουν μείωση των βροχοπτώσεων στις Μεσογειακές χώρες με αύξηση της συχνότητας και της έντασης της ξηρασίας και μείωση των θερινών-φθινοπωρινών ποτάμιων απορροών. Επίσης προβλέπεται ότι ξηρές περιοχές θα επηρεασθούν περισσότερο στη πορεία του 21^{ου} αιώνα. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα να αυξηθούν οι απαιτήσεις για άρδευση στις Μεσογειακές χώρες. Χωρίς την κατάλληλη διαχείριση είναι αναμενόμενο να αυξηθεί ο ανταγωνισμός μεταξύ των χρήσεων νερού, π.χ. αρδευτική / περιβαλλοντική χρήση (ΕΕΑ, 2009). Στην περίπτωση του Ευρώτα, η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα έχει ταπεινωθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε αρκετές γεωτρήσεις να μην έχουν πλέον νερό, όπως συμβαίνει σε πολλές περιπτώσεις του ανατολικού περιθωρίου (π.χ. ευρύτερη περιοχή Δήμου Φάριδος). Συνεπώς, οι κλιματικές αλλαγές συνιστούν σοβαρή απειλή, δεδομένου ότι το σύστημα είναι ήδη σοβαρά επιβαρυνόμενο από υδρολογική άποψη, και θα επιβαρυνθεί ακόμη περισσότερο από την αναμενόμενη μείωση των βροχοπτώσεων.

Τα αποτελέσματα των ιχθυολογικών δειγματοληψιών έδειξαν ότι η ξηρασία το καλοκαίρι του 2007 προκάλεσε σημαντική θνησιμότητα η οποία μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες επιπτώσεις στην σύσταση της ιχθυοκοινότητας. Λόγω της λειψυδρίας του 2007, η πλήρης ανάκαμψη των ιχθυοκοινοτήτων μπορεί να πραγματοποιηθεί μετά από χρόνια και μόνον εφόσον δεν υπάρξουν σοβαρές υδρολογικές διαταραχές. Ωστόσο, η συχνότητα των έντονων φαινομένων θερινής ξήρανσης φαίνεται να αυξάνει διαχρονικά λόγω της εντατικοποίησης των απολήψεων νερού. Μια σειρά από δυσμενή υδρολογικά καλοκαίρια ή πλημμυρικά φαινόμενα κατά την διάρκεια του χειμώνα μπορεί να επιβραδύνουν την ανάκαμψη και/ή να προκαλέσουν σημαντικές αλλοιώσεις στη δομή της ιχθυοκοινότητας.

Τα πλημμυρικά φαινόμενα κατά την υγρή περίοδο αρχίζουν να παρουσιάζουν συχνότερη εμφάνιση (Νικολαΐδης και συν. 2006), κυρίως λόγω καταστροφής των δασών και επίδρασης της κλιματικής αλλαγής, γεγονός που έχει οδηγήσει στην εκτέλεση αντιπλημμυρικών έργων. Οι μορφολογικές τροποποιήσεις (απολήψεις αδρανούς υλικού, ευθυγράμμιση και διευθέτηση των όχθων) για αντιπλημμυρική προστασία και κατασκευαστικούς σκοπούς έχει δραματικές επιπτώσεις στην ιχθυοπανίδα εξαφανίζοντας αρκετούς τύπους ενδιαιτημάτων. Επιπλέον, οι παρεμβάσεις αυτές έχουν επιπτώσεις και στα καταφύγια που παραμένουν κατά την διάρκεια της ξηρασίας.

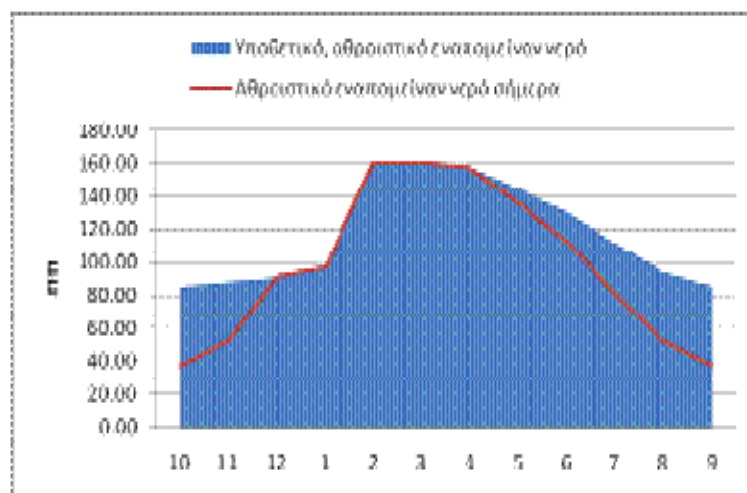
Σημειώνεται ότι εάν στην εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των παραποτάμων του Ευρώτα είχε συμπεριληφθεί και η ιχθυοπανίδα, που σύμφωνα με τη γνώμη του ειδικού κυμαίνεται από ανεπαρκής έως κακή, είναι αυτονόητο ότι οι παραπόταμοι στο σύνολό τους θα είχαν χαρακτηριστεί ως ανεπαρκούς ή κακής κατάστασης (β.λ. Σκουλικίδης και συν., 2008. Υδρολογική και Βιογεωχημική παρακολούθηση στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα. Τελική Τεχνική Έκθεση 1).

Μια καλύτερη προσέγγιση στη διαχείριση του ποταμού Ευρώτα κατά τη διάρκεια ακραίων καιρικών φαινομένων είναι κρίσιμης σημασίας για την προστασία και την διατήρηση της ενδημικής ιχθυοκοινωνίας.

Ορισμένες δράσεις προς τη κατεύθυνση της μείωσης των ανεπιθύμητων διαταραχών που προκαλούνται στο σύστημα του Ευρώτα από τον άνθρωπο παρατίθενται παρακάτω:

1. Μείωση των απολήψεων νερού

Δημιουργώντας ένα υποθετικό σενάριο εξοικονόμησης νερού στον μεγαλύτερο καταναλωτή της περιοχής μελέτης που είναι η γεωργία διαπιστώθηκαν οι επιπτώσεις στο μηνιαίο υδατικό ισοζύγιο της περιοχής (Σχ. 19, Πίνακας 11). Συγκεκριμένα, μειώνοντας τις απολήψεις νερού για άρδευση κατά 40% σε σχέση με τις σημερινές τιμές, θα προκύψουν ιδιαίτερα θετικές επιπτώσεις στο υδατικό ισοζύγιο της υδρολογικής λεκάνης. Η μείωση αυτή μπορεί να επιτευχθεί από: 1) την βελτίωση των δικτύων διανομής αρδευτικού νερού (μετατρέποντας τα σε κλειστά, υπόγεια δίκτυα) καθώς και 2) την εφαρμογή πρακτικών άρδευσης όπως στάγδην συστήματα και προγραμματισμό της άρδευσης σύμφωνα με τις ανάγκες των καλλιεργειών και την υγρασία του εδάφους. Με βάση το αποθεματικό σενάριο, η μείωση της απορροής (επιφανειακής και υπόγειας) κατά την καλοκαιρινή περίοδο είναι πολύ μικρότερη και στο τέλος του υδρολογικού έτους φτάνει τα 85,5 mm (6,5 m³/s) σε αντίθεση με τα 38mm του τωρινού υδατικού ισοζυγίου (2,25 φορές μεγαλύτερη απορροή). Το γεγονός αυτό θα είχε πολύ θετικές επιπτώσεις για την διατήρηση των υδάτινων και παρόχθιων οικοσυστημάτων και θα συνέβαλλε και στην μείωση της διάβρωσης της παρόχθιας ζώνης.



Σχήμα 19: Αθροιστική απορροή (επιφανειακή και υπόγεια) σύμφωνα με το σημερινό υδατικό ισοζύγιο του π. Ευρώτα και σύμφωνα με το υποθετικό σενάριο μείωσης της κατανάλωσης των αρδευτικών απολήψεων κατά 40%.

2. Ελαχιστοποίηση των μορφολογικών τροποποιήσεων

Η επιβίωση των οργανισμών, και ιδιαίτερα των ψαριών, κατά τη διάρκεια της ξηρασίας και ο ρυθμός ανάκαμψης μετά τη ξηρή περίοδο εξαρτώνται από την ύπαρξη κατάλληλων μικροενδιαιτημάτων και βαθιών μικρολιμνών που λειτουργούν σαν καταφύγια αλλά και επιπλέον από την ύπαρξη συνεκτικότητας μεταξύ των ενδιαιτημάτων. Οι χαλικοληψίες και οι αντιπλημμυρικές εργασίες (ευθυγράμμιση του ποταμού, διευθέτηση των όχθων και επιπέδωση της κοίτης) καταστρέφουν τα ενδιαιτήματα και μειώνουν τη διαθεσιμότητα των καταφυγίων που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη περίοδο της ξηρασίας. Για τους λόγους αυτούς, είναι σημαντικό να προστατευθούν π.χ. οι βαθιές μικρολίμνες σε μελλοντικά διαχειριστικά προγράμματα (βλ. Δράση 4). Οι μορφολογικές αλλοιώσεις που επηρεάζουν τα ενδιαιτήματα (χαλικοληψίες, εγκιβωτισμοί) ή εμποδίζουν τη κίνηση των ιχθυοπληθυσμών (δέσεις και τα πέδιλα από τις γέφυρες που εμποδίζουν τη διέλευση των ψαριών) θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν. Σημειώνεται ότι η αποτελεσματικότητα των αντιπλημμυρικών έργων κατά τα οποία δημιουργούνται αναχώματα από αδρανές υλικό της κοίτης είναι αμφίβολη δεδομένου ότι το υλικό αυτό τείνει να επανέλθει στη κοίτη κατά τη διάρκεια του επόμενου πλημμυρικού κύματος. Τέλος, στις εκτιμήσεις των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για διευθετήσεις του ποταμού, κατασκευή φραγμάτων ή εγγειοβελτιωτικά έργα που επηρεάζουν τη κοίτη, την όχθη ή την παρόχθια ζώνη θα πρέπει να υπάρχει συνεργασία με αρμόδιους επιστήμονες.

3. Σύγχρονη αντιπλημμυρική προστασία

Σύμφωνα με τους Μαριολάκο και συν. (2007) και Δημητρίου (2007), όσον αφορά στα μελλοντικά αντιπλημμυρικά μέτρα, η αντιπλημμυρική προστασία πρέπει να ξεκινά από τις ορεινές περιοχές (με αναδασώσεις, μικρούς ταμιευτήρες και ανασχετικά φράγματα στα ορεινά, τεχνητό εμπλουτισμό στις ημιορεινές περιοχές, προστασία και αναβάθμιση της παρόχθιας βλάστησης στις παραποτάμιες περιοχές κ.λ.π.) έτσι ώστε να μετριάζεται το φαινόμενο στη γένεσή του. Αντίθετα, αν η αντιπλημμυρική προστασία εστιαστεί στις πεδινές περιοχές πρέπει να γίνουν παρεμβάσεις μεγάλης κλίμακας με αμφίβολα αποτελέσματα, δυσανάλογο οικονομικό κόστος και σημαντικό περιβαλλοντικό κόστος. Οι παρεμβάσεις θα πρέπει να είναι ήπιες και συνδυαστικές έτσι ώστε να μην αλλοιώσουν το τοπίο της περιοχής αλλά και να μην διαταράξουν το υδρολογικό καθεστώς της. Επίσης, πρέπει να οριοθετηθούν ζώνες προστασίας πλημμυρών όπου θα καθορίζονται ή απαγορεύονται συγκεκριμένες δραστηριότητες προκειμένου να αποφεύγονται πιθανές καταστροφές αλλά να επιτρέπεται και η φυσική εκτόνωση της πλημμύρας. Η ανεξέλεγκτη και άνευ όρων ανάπτυξη στα

πλημμυρικά πεδία επιδρά καταλυτικά και στο μέγεθος και στην περιοχή εκδήλωσης των καταστροφών.

4. Διατήρηση και προστασία της ιχθυοπανίδας

Σε πρώτη φάση, προτείνεται η διατήρηση νερού μέχρι το πέρας της ξηρής περιόδου, τουλάχιστον σε ορισμένα τμήματα του ποταμού που είναι ζωτικής σημασίας για τα ψάρια. Στα πλαίσια αυτά, προτείνεται ορισμένα τμήματα που εμπεριέχουν σημαντικές πηγές από πλευρά παροχής, όπως στη περιοχή του Βιβαρίου και ανάντη τη συμβολής του Ευρώτα με το ρέμα Κολλιγιώτικο, το μεσαίο τμήμα του παραπόταμου Οινούντα και στη περιοχή Σκούρα, να ενταχθούν σε ένα διαχειριστικό σχέδιο. Στις περιοχές αυτές πρέπει να απαγορευθούν οι απολήψεις επιφανειακού νερού, ενώ λόγω της υδρολογικής σύνδεσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, θα πρέπει να εφαρμοστούν περιοριστικά μέτρα και στην άντληση υπόγειων υδάτων. Στην Εικόνα 13 φαίνονται οι περιοχές που προτείνονται να διατηρηθούν ως πυρήνες διατήρησης των ειδών.

Τα ενδημικά ψάρια θα πρέπει τεθούν υπο παρακολούθηση, ειδικά μετά τις περιόδους ξηρασίας. Θα πρέπει, παράλληλα με τα προγράμματα παρακολούθησης της ποσότητας και ποιότητας των υδατικών πόρων, να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην παρακολούθηση της ιχθυοπανίδας του Ευρώτα με σκοπό τη συνεχή εκτίμηση του καθεστώτος διατήρησης των ιχθυοπληθυσμών και την αξιολόγηση των ανθρωπογενών επεμβάσεων στο οικοσύστημα.

Τέλος, απαραίτητο είναι η περιβαλλοντική μελέτη με σκοπό τη διατήρηση της οικολογικής ροής κατάντη του σχεδιαζόμενου φράγματος στο παραπόταμο Οινούντα -που το μεσαίο τμήμα του έχει προταθεί ως καταφύγιο για την ιχθυοπανίδα -να λάβει υπόψη τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας.

Η υλοποίηση των δράσεων αυτών είναι εφικτή μέσα από ένα ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης της Λ.Α. του Ευρώτα.

Η ανάπτυξη και συνεχής επικαιροποίηση ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης της Λ.Α. του Ευρώτα είναι η βάση για τη διαχείριση των υδατικών πόρων και την προστασία του οικοσυστήματος τόσο στη διάρκεια υδρολογικά κανονικών ετών όσο και στην περίπτωση εκδήλωσης ακραίων καιρικών φαινομένων. Προϋποθέσεις για την αποτελεσματική εφαρμογή και επιτυχία του διαχειριστικού σχεδίου είναι η στελέχωση της Νομαρχίας με επιπλέον εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό και η συμμετοχή του κοινού στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Επιπλέον, έμφαση πρέπει να δοθεί στα παρακάτω τεχνικά ζητήματα:

- Συστηματική παρακολούθηση των υδρο-μετεωρολογικών χαρακτηριστικών της Λ.Α.
- Ανασκευή του υδατικού ισοζυγίου της Λ.Α. σύμφωνα με πιο αντιπροσωπευτικά δεδομένα του υδάτινου κύκλου.
- Ενσωμάτωση της υδρομετεωρολογικής πρόβλεψης για επερχόμενες πλημμύρες ή ξηρασίες, στο ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης.
- Μείωση της αλόγιστης κατανάλωσης του νερού κατά την αρδευτική περίοδο, η εφαρμογή ορθολογικών μεθόδων και συστημάτων άρδευσης και πιθανά η αναδιάρθρωση των καλλιεργειών προς λιγότερο υδροβόρες.
- Λήψη ήπιων και σύγχρονων μέτρων για την αντιμετώπιση των πλημμυρικών φαινομένων.
- Καθορισμός και εφαρμογή της οικολογικής ροής στη διάρκεια της ξηρής περιόδου για τον Ευρώτα και τους παραποτάμους του.
- Εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών μείωσης των σημειακών και διάχυτων πηγών ρύπανσης.
- Συστηματική παρακολούθηση της οικολογικής κατάστασης του ποταμού και των παραποτάμων του με στόχο τη διατήρηση και την ανάκαμψή της.
- Οι μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων υδραυλικών και εγγειοβελτιωτικών έργων, π.χ. κατασκευή φραγμάτων, διευθετήσεις του ποτάμιου και του παράχθιου χώρου, να γίνονται πλέον στα πλαίσια του ολοκληρωμένου διαχειριστικού σχεδίου Λ.Α. και να λαμβάνουν υποχρεωτικά υπόψη τη γνώμη των αρμόδιων ειδικών επιστημόνων.

Βιβλιογραφία

- Ανώνυμος (1922). Η Σπάρτη δια μέσου των Αιώνων. Νέα Υόρκη.
- Βαγιακάκος Δ.Β., 1989. Ευρώτας, Ονοματολογικά. Πρακτικά του έκτακτου πνευματικού συμποσίου, Σπάρτη- Μυστράς 27-29 Μαΐου 1988, Αθήναι 1999, σελ 361-414.
- Βασιλάκος Β., 1999. Ιστορία – Λαογραφία Δόριζας Καβουρακίου – Τραπεζοντής 1460 – 1980, Εκδόσεις Τραπεζοντή 1999, σελ 206-210.
- Γρηγόρης Χ. (2000). Τσουνη. Ιστορία Λαογραφία Αναμνήσεις. Arlington Massachusetts.
- Δημητρίου Η. (2007). Εκτίμηση Τρωτότητας Περιοχών του Νομού Λακωνίας σε Πλημμυρικά Φαινόμενα. Τελική Τεχνική Έκθεση προς την Επιτροπή «ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΝΟΜΟΥ ΛΑΚΩΝΙΑΣ», ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε., Ανάβυσσος, Φεβρουάριος 2007.
- Δημόπουλος Π., Α. Ζώτος, Σ. Ζόγκαρης (2007). Χάρτης παρόχθιων δασών ποταμού Ευρώτα, Τεχνική Έκθεση, Πανεπ. Ιωαννίνων, Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων. LIFE-ENVIFRIENDLY.
- Δρεπάνιας Μ. (1981). Βρονταμάς Λακωνίας – Ιστορία, Λαογραφία. Αθήνα.
- EEA (European Environmental Agency) (2009). Water resources across Europe confronting water scarcity and drought. Report, Schultz Grafisk, Denmark, 60 p.
- Gasith A., V.H. Resh (1999). Streams in Mediterranean climate regions: abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. Annual Review of Ecology and Systematics, 30, 51–81.
- Hillel D. (1980) Fundamentals of Soil Physics. Academic Press, New York.
- Karaouzas I., K.C. Gritzalis, N.T. Skoulikidis (2007). Land use effects on macroinvertebrate assemblages and stream quality along an agricultural river basin. Fresenius Environmental Bulletin 16 (6): 645-653.
- Karaouzas I., K.C. Gritzalis (2002). The effects of a modified river on the biodiversity and ecological characteristics of the benthic macroinvertebrate fauna (Pamisos River, Peloponnese, Greece). International Conference of the Joint Research Centre. Sustainability of Aquatic Ecosystems. Stresa, Italy. November 26-28, p.155.
- Kraft J.C., S.E. Aschenbrenner, G. Rapp (1977). Palaeogeographic reconstructions of the coastal Aegean archaeological sites. Science 195, 941-947.
- Μανσόλας Α., 1875. Απογραφικά Πληροφορία περί Γεωργίας κατά το έτος 1875.
- Μαριολάκος Η., Ι. Φουντούλης, Ε. Ανδρεαδάκης, Ε. Σαμπαζιώτης, Ε. Καπουράνη, Ε. Καραγκιόζη (2007). Στρατηγικός Σχεδιασμός Αντιπλημμυρικής Προστασίας Νομού Λακωνίας. Τελική Τεχνική Έκθεση προς την Επιτροπή «ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

- ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΝΟΜΟΥ ΛΑΚΩΝΙΑΣ», Ε.Κ.Π.Α., Αθήνα, Φεβρουάριος 2007.
- Matthews W.J. (1998). Patterns in freshwater fish ecology. Chapman & Hall: 756 pp.
- Matthews W. J., E. Marsh-Matthews (2003). Effects of drought on fish across axes of space, time, and ecological complexity. *Freshwater Biology* 48: 1232-1253.
- NDMC (National Drought Mitigation Center) (2001). A Comparison of Droughts, Floods and Hurricanes in the U.S., compiled by C. Knutson. <http://enso.unl.edu/ndmc/impacts/compare.htm>.
- Νικολαΐδης Ν., Ο. Τζωράκη, Φ. Σταμάτη (2006). Προκαταρτική Ανάλυση Πλημμυρικών Φαινομένων Νομού Λακωνίας, ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΝΟΜΟΥ ΛΑΚΩΝΙΑΣ, Χανιά, 84 σελ.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2000). Environmental Indicators: Towards Sustainable Development, technical report.
- Panagoroulou E., P. Karkanias, G. Tsartsidou, E. Kotjabopoulou, K. Harvati, M. Ntinou (2002-2004). Late Pleistocene archaeological and fossil human evidence from Lakonis cave, southern Greece. *J. of Field Archaeology*, 29, 323-349.
- Παπαζαφειρίου Ζ. (1999). Οι ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό, Εκδόσεις Ζήτη & Σία.
- Piper D.J.W., G. Pe-Piper, N. Kontopoulos, A.G. Panagos (1982). Plio-Pleistocene sedimentation in the western Lakonia graben, Greece. *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie* 11: 679-91.
- Σίγαλος Δ. (1959). Η Σπάρτη και η Λακεδαίμων. Ιστορία των Λακώνων από Μυθικών χρόνων μέχρι των καθ' ημάς (1862). Αθήνα.
- Σκουλικίδης Ν., Α. Οικονόμου, Ι. Καραούζας, Λ. Βαρδάκας, Κ. Γκρίτζαλης, Σ. Ζόγκαρης, Η. Δημητρίου, Β. Τάχος (2008). Υδρολογική και βιογεωχημική παρακολούθηση στη λεκάνη απορροής του Ευρώτα. Τελική Τεχνική Έκθεση 1, ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. LIFE-ENVIRONMENT: LIFE05 ENV/GR/000245 «ENVIRONMENTAL FRIENDLY TECHNOLOGIES FOR RURAL DEVELOPMENT, Ανάβυσσος, Νοέμβριος, 2008.
- Skoulikidis N.Th. (2008). Defining chemical status of a temporary Mediterranean River. *J. of Env. Monit.* 10(7): 842-852.
- Skoulikidis N.Th. (2009). The environmental state of the rivers in the Balkans – a review within the DPSIR framework. *The Science of the Total Environment* 407: 2501-2516.
- Skoulikidis N.Th., Y. Amaxidis (2009). Origin and dynamics of dissolved and particulate nutrients in a minimally disturbed Mediterranean river with intermittent flow. *J. of Hydrology* DOI: 10.1016/J.JHYDROL.2009.04.032.

Tate E.L., A. Gustard (2000). Drought definition: A hydrological perspective. In Vogt, J.V., Somma, F. (eds.): Drought and Drought Mitigation in Europe. Advances in Natural and Technological Hazards Research, Vol. 14, pp. 23-48. Kluwer Academic Publishers.

Ward R. (1975). Principles of hydrology Mc Graw Hill, UK.

Zacharias I., E. Dimitriou, T. Koussouris (2003). The role of sustainable water resources management in the protection and preservation of significant wetlands. Trichonis lake catchment case study. Environmental Management Journal, Volume 69.