

Ταξινόμηση αποδοτικότητας έργων εκμετάλλευσης επιφανειακών υδάτων: Εφαρμογή στη Θεσσαλία

Ι. Θανόπουλος

Δρ. Μηχανικός, ΔΕΗ/ΔΥΗΠ/ΚΕΨΕ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Κ. Γκούμας

Γεωπόνος, Ν.Α Λάρισας

Π. Δούβλης

Γεωλόγος, ΔΕΗ/ΔΥΗΠ/ΚΕΨΕ Θεσσαλίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ : Στην εργασία γίνεται μια προσπάθεια συγκριτικής αξιολόγησης μιας σειράς έργων ταμίευσης, φραγμάτων, που θα μπορούσαν να κατασκευασθούν στην Θεσσαλία για να ανακουφίσουν την επείγουσα ανάγκη για νερό. Όπως φαίνεται, η αξιολόγηση των έργων που θα προωθηθούν πρέπει να γίνει με αντικειμενικά κριτήρια τα οποία θα λαμβάνουν υπόψη την πολλαπλή σκοπιμότητα του έργου. Τέτοια κριτήρια θα μπορούσαν να είναι τα παρακάτω :

- Η οικονομικότητα της επένδυσης δηλαδή το ανοιγμένο κόστος ανά κυβικό ταμιευμένου ύδατος
- Η στρατηγική θέση του ταμιευτήρα σε σχέση με τις ανάγκες σε νερό της περιοχής και η συμβολή του στο υδατικό ισοζύγιο.
- Η συμβολή του ταμιευτήρα στον έλεγχο πλημμυρών (διαθέσιμος όγκος για απόσβεση πλημμύρας).
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του έργου (Κατάκλυση εκτάσεων, ανάπτυξη δραστηριοτήτων, συμβολή στην καταπολέμηση πυρκαγιών κλπ).
- Η ενεργειακή συνιστώσα (παραγωγή ενέργειας).

Είναι τέλος σαφές ότι η επιλογή εύστοχων, μεγαλύτερων έργων είναι οικονομοτεχνικά συμφέρουσα σε σχέση με τα μικρά έργα ταμίευσης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έλλειψη νερού και οι συνθήκες ανομβρίας, έχουν αναδείξει με δραματικό τρόπο το έλλειμμα του υδατικού ισοζυγίου της Θεσσαλικής λεκάνης. Ταυτόχρονα, η ανόρυξη χιλιάδων γεωτρήσεων και κυρίως η επέκταση των αρδεύσεων, είχαν δυσμενείς επιπτώσεις στα υπόγεια αλλά και στα επιφανειακά νερά. Η ρύπανση του Πηνειού ποταμού σε συνδυασμό με την μείωση της παροχής του, η σημαντική πτώση της στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, η υποβάθμιση της ποιότητας (νιτρικά κ.α.) και η υφαλμύρωση των υπόγειων νερών, αποτελούν σοβαρά και πιθανόν μη αναστρέψιμα περιβαλλοντικά προβλήματα. Το πρόβλημα επηρεάζει τομείς της οικονομικής, κοινωνικής & πολιτικής λειτουργίας της Θεσσαλίας και δεν αφορά αποκλειστικά και μόνο την αγροτική παραγωγή.

Η πρόκληση για την Θεσσαλία κατά την νέα προγραμματική περίοδο 2007-2013, είναι η εξασφάλιση των αναγκών για όλες τις χρήσεις (ύδρευση-άρδευση-βιομηχανία) ποσοτήτων ύδατος από ανανεώσιμες πηγές δηλαδή με αποθήκευση των επιφανειακών απορροών. Ο σχεδιασμός των δράσεων στην διαχείριση & αξιοποίηση των υδατικών πόρων της Θεσσαλίας, θα πρέπει να λάβει υπόψη τις ανάγκες της επόμενης εικοσαετίας στους παραπάνω τομείς, την ανάγκη

αντιμετώπισης της ληστρικής εκμετάλλευσης των υπόγειων υδάτων και της αντιπλημμυρικής προστασίας, ταυτόχρονα με τις υποχρεώσεις που απορρέουν από την οδηγία 2000/60 της Ε.Ε.

Η προσπάθεια αυτή για να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα πρέπει προφανώς να συνδυασθεί με παράλληλες βελτιωτικές παρεμβάσεις όπως η μείωση της κατανάλωσης νερού με εκσυγχρονισμό των αρδευτικών δικτύων, αναδιάρθρωση των καλλιεργειών και γενικά βελτιστοποίηση της διαχείρισης των υδατικών πόρων.

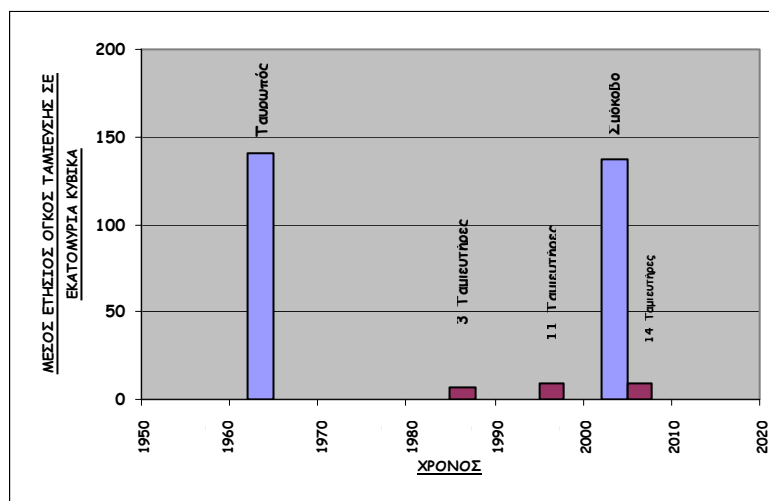
2. ΤΑ ΕΡΓΑ ΤΑΜΙΕΥΣΗΣ

Το υδατικό πρόβλημα της Θεσσαλίας κάνει κάθε μέρα πιο επιτακτική την ανάγκη εκμετάλλευσης του συνόλου των επιφανειακών νερών με την κατασκευή ταμιευτήρων για την συνέχιση της ανάπτυξης και την ανακούφιση όσο αυτό είναι δυνατό, του υπόγειου υδροφορέα με την κατάργηση γεωτρήσεων.

2.1 Υπάρχοντα έργα ταμίευσης

Στην περιοχή έχουν κατασκευασθεί μέχρι σήμερα 13 εξωποτάμιες λιμνοδεξαμενές, 85 φράγματα και 60 πρόχειρα φράγματα σε συλλεκτήρες ή ποταμούς {5},{3}. Αποθηκεύουν κάθε χρόνο περίπου $320 \times 10^6 \text{m}^3$ νερού, που χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργειών, για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για αντιπλημμυρική προστασία, για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος (ενίσχυση παροχής ποταμών – υπόγειων υδροφορέων), για ύδρευση και για κτηνοτροφικούς σκοπούς. Στα έργα αυτά συμπεριλαμβάνονται ο Ταυρωπός και το Σμόκοβο, φράγματα με συνολικό ωφέλιμο όγκο ταμίευσης περίπου $500 \times 10^6 \text{m}^3$ στα οποία όμως οι ετήσιες εισροές είναι σημαντικά μικρότερες. Η ποσότητα αυτή θα αυξηθεί σημαντικά με έργα που ήδη κατασκευάζονται (κυρίως με τον ταμιευτήρα Κάρλας).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο ρυθμός ολοκλήρωσης των ταμιευτήρων ανά 10ετία μέχρι το 2008, με σημαντικότερους αυτούς του Ταυρωπού και του Σμοκόβου που ολοκληρώθηκαν το 1962 και 2002 αντίστοιχα. Μία σειρά μικρότερων έργων με συνολικό όγκο ταμίευσης $25 \times 10^6 \text{m}^3$ επίσης κατασκευάστηκε κατά την αντίστοιχη περίοδο.



Σχήμα 1: Ταμιευτήρες Θεσσαλίας ανά 10ετία (Κατασκευασθέντα έργα)

2.2 Νέα φράγματα προς υλοποίηση

Εκτός από τα παραπάνω έργα, υπάρχουν αρκετές μελέτες (με καλό βαθμό ωριμότητας) για έργα ταμίευσης νερού που μπορούν σχετικά εύκολα να υλοποιηθούν και να αμβλύνουν το πρόβλημα για την επόμενη 10ετία. Σ' αυτά συμπεριλαμβάνονται ο ταμιευτήρας Κάρλας, τα φράγματα Αγιονερίου, Παλαιοδερλί στον Ενιπέα, Πύλης, Μουζακίου, Νεοχωρίτη, Παλαιομονάστηρου στον Ελασσονίτικο, και μια σειρά μικρότερων έργων.

| | Όγκος ταμίευσης 10^6m^3 |
|---------------------------|--|
| Κάρλα | 135 |
| Μουζάκι | 130 |
| Παλαιοδερλί Ενιπέα | 90 |
| Πύλη | 44 |
| Νεοχωρίτη | 36 |
| Παλαιομονάστηρο Ελασσόνας | 35 |
| Κεφαλόβρυσο | 25 |
| Αγιονέρι | 15 |
| Δελέρια | 4 |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ | $\sim 500 \times 10^6\text{m}^3$ |

Πίνακας 1. Ταμιευτήρες Θεσσαλίας (Προτεινόμενα έργα)

Στον Πίνακα εμφανίζονται οι ωφέλιμοι όγκοι ταμίευσης των έργων όπως προσδιορίζονται στις μέχρι σήμερα υπάρχουσες προκαταρκτικές μελέτες ή προμελέτες που έχουν συνταχθεί από διάφορους φορείς. Σε κάποια έργα έχει γίνει μια προσπάθεια προσέγγισης των ποσοτήτων νερού προς ταμίευση προσαρμοσμένη σε εξορθολογισμένα, σύγχρονα στοιχεία απορροών.

Όπως φαίνεται, η μέγιστη συνολική ποσότητα ταμίευσης, εάν κατασκευασθούν όλα τα νέα έργα, θα ανέλθει σε 900 έως $1000 \times 10^6\text{m}^3$. Αυτή η ποσότητα είναι απαραίτητη για την αντικατάσταση των λήψεων από γεωτρήσεις, ανεξάρτητα από την ολοκλήρωση των έργων εκτροπής του Αχελώου {5}, {6}.

3. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ

Η μελέτη και κατασκευή ενός Φράγματος και Ταμιευτήρα είναι εξαιρετικά πολύπλοκο έργο αφού εκτός των τεχνικών ζητημάτων της κατασκευής των έργων ανακύπτουν και περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία πρέπει να αντιμετωπισθούν. Εξίσου πολυδιάστατο όμως είναι και το προκύπτον όφελος της επένδυσης, αφού αφορά άμεσα ή έμμεσα πολλούς τομείς της οικονομίας της περιοχής αλλά παρέχει και πλήθος αναπτυξιακών δυνατοτήτων.

Οι παράμετροι που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση ενός ταμιευτήρα είναι :

- 1) Το Συνολικό Κόστος Κ. του έργου
- 2) Η οξύτητα του προβλήματος στην συγκεκριμένη περιοχή
- 3) Ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα $V_{\omega\phi}$ καθώς και ο μέσος ετήσιος όγκος απορροών $V_{\epsilon\tau}$.
- 4) Η ενεργειακή συνιστώσα
- 5) Η συμβολή του έργου στον έλεγχο πλημμυρών
- 6) Η περιβαλλοντική διάσταση συνυφασμένη με την ανάπτυξη της περιοχής

3.1 Ανοιγμένο κόστος

Όταν προγραμματίζονται νέα φράγματα προς υλοποίηση, είναι προφανές ότι πρέπει να επιλέγονται έργα με καλύτερα χαρακτηριστικά, μικρότερου κόστους ανά μονάδα αποθηκευμένου ύδατος, με τον μεγαλύτερο δυνατό όγκο ταμιευτήρα. Το Κόστος Έργου συμπεριλαμβάνει τις παρακάτω δαπάνες :

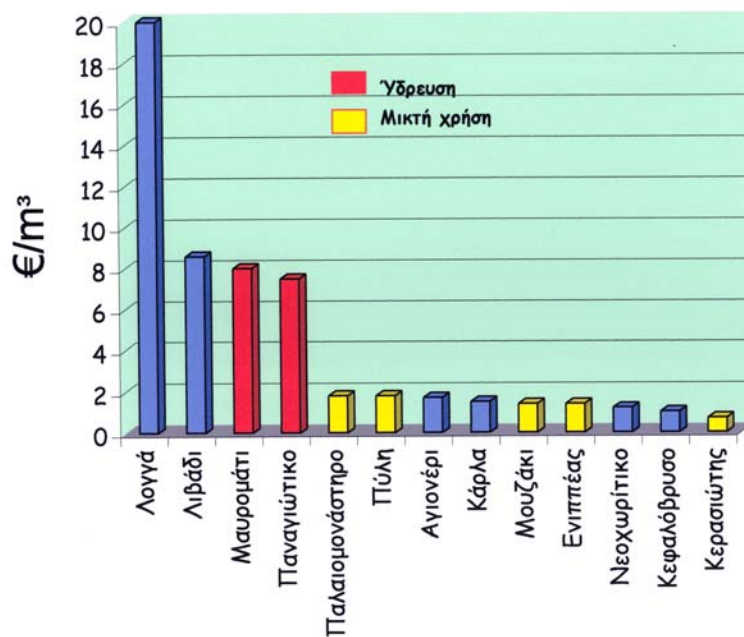
- των απαραίτητων Μελετών
- κατασκευής του Φράγματος και του Εκχειλιστή με τα συναφή έργα (υδροληψίες, εκτροπή, κλπ)
- των απαραίτητων δικτύων έως τον χρήστη
- απαλλοτριώσεις και αποκαταστάσεις οδικών δικτύων
- γενικά κάθε απαραίτητη δαπάνη για την ολοκλήρωση του έργου

Για να προσδιορισθεί η πραγματική ωφελιμότητα του έργου, είναι απαραίτητο να υπολογισθεί το Μοναδιαίο Κόστος ανά m^3 αποταμιευμένου ύδατος

$$\mu = \frac{K}{V_{\omega\phi}}$$

Λαμβάνοντας υπόψη το μοναδιαίο κόστος των έργων, όπως αυτό εκτιμήθηκε από τις υπάρχουσες προμελέτες-προκαταρκτικές εκθέσεις για τα νέα έργα και από στοιχεία των υπηρεσιών για τα ήδη κατασκευασμένα, μπορεί να γίνει κατ' αρχήν μία κατάταξη με την οποία θα ξεχωρίζουν τα πιο οικονομικά έργα (μεγάλου όγκου ταμίευσης για μικρό σχετικό κόστος). Έτσι οδηγούμαστε στο Σχήμα 1 στο οποίο είναι δυνατόν να προσδιορισθούν για τα σημαντικότερα Θεσσαλικά έργα τρεις γενικές κατηγορίες :

- Αυτών που το μοναδιαίο κόστος τους είναι μεταξύ 1 και 2 Ευρώ ανά κυβ. μέτρο ταμιευμένου ύδατος. Στα έργα αυτά συμπεριλαμβάνονται τα μεγάλα-μεσαία φράγματα στους κύριους παραπόταμους του Πηνειού που θα μπορούσαν να κατασκευασθούν στους κλάδους: Ενιπέα, Πορταικού, Πάμισου, Νεοχωρίτικου, Ελασσονίτικου. Πρόκειται για τα πλέον οικονομικά έργα. Από τα φράγματα αυτά έχει υλοποιηθεί το Σμόκοβο.
- Αυτών που το μοναδιαίο κόστος τους είναι μεταξύ 5 και 10 Ευρώ ανά κυβ. μέτρο ταμιευμένου ύδατος. Στα έργα αυτά συμπεριλαμβάνονται τα μεσαία-μικρά φράγματα που έχουν κατασκευασθεί στο Λιβάδι Ελασσόνας, στο Παναγιώτικο Αφετών και το υπό κατασκευή Μαυρομάτι στην περιοχή Σούρπης. Πρόκειται για λιγότερο οικονομικά έργα που στην αξιολόγησή τους θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η χρήση του νερού για ύδρευση στις περιοχές του Πηλίου και της Σούρπης.
- Των έργων που το μοναδιαίο κόστος τους είναι μεταξύ 10 και 20 Ευρώ ανά κυβ. μέτρο ταμιευμένου ύδατος. Στα έργα αυτά συμπεριλαμβάνονται τα μικρά αλλά και μεσαία φράγματα που υλοποιούνται περιφερειακά, για συγκεκριμένες τοπικές ανάγκες, με όγκους ταμίευσης κάτω από $1.5 \times 10^6 m^3$



Σχήμα 2. Μοναδιαίο κόστος νερού ταμιευτήρων Θεσσαλίας

Όπως φαίνεται στο σχήμα 2, είναι σαφώς οικονομικότερη λύση η επιλογή μεγαλύτερων ταμιευτήρων, ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα έργα αναβάθμισης και εμπλουτισμού των υπάρχουσών υποδομών όπως είναι το φράγμα Νικ. Πλαστήρα: Πράγματι, το έργο εμπλουτισμού του ταμιευτήρα Ταυρωπού με εκτροπή του ρέματος Κερασιώτη πρόσθεσε στη λίμνη $7,5 \times 10^6 \text{m}^3$ με μοναδιαίο κόστος της τάξεως του 0,7Ευρώ/κυβικό ενώ το προγραμματιζόμενο έργο εκτροπής μέρους του Άσπρου στον ταμιευτήρα Ταυρωπού θα έχει κόστος της τάξεως του 1,5Ευρώ/κυβικό {1}

3.2 Συμβολή του έργου στην αντιμετώπιση πλημμυρών

Η κατασκευή ταμιευτήρων συνδέεται άμεσα και με την αντιπλημμυρική προστασία, αφού συγκρατούνται και αποθηκεύονται οι επιφανειακές απορροές, κυρίως οι πλημμυρικές. Εδώ πρέπει να διευκρινίσουμε ότι οι μεγάλοι ταμιευτήρες (πχ Σμόκοβο) ουσιαστικά μηδενίζουν την πιθανότητα πλημμύρας στα κατάντη, κάτι που δεν ισχύει για τα μικρότερα έργα.

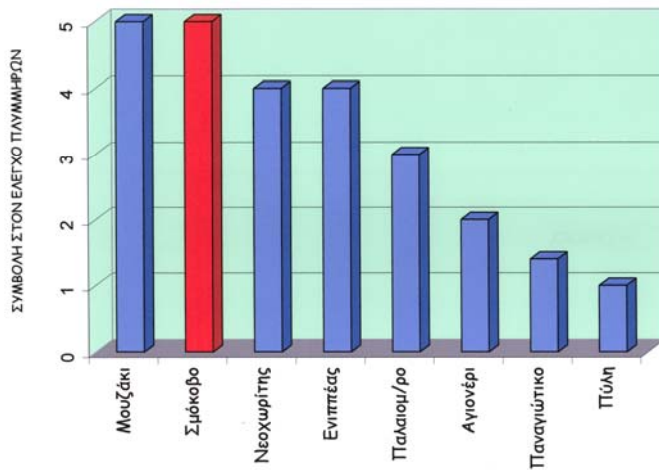
Επιχειρείται παρακάτω μια κατάταξη των έργων ανάλογα με τον ωφέλιμο όγκο του ταμιευτήρα, υποθέτοντας ότι ο διατιθέμενος όγκος για απόσβεση πλημμύρας είναι γενικά ανάλογος του μεγέθους της λίμνης. Στην κατάταξη που έχει γίνει σε μια σχετική κλίμακα από το 0 έως το 5, έχει ληφθεί υπόψη η ύπαρξη, η μη, κατοικημένων περιοχών κατάντη.



Εικόνα 1: Φράγμα Σμοκόβου



Εικόνα 2: Φράγμα Παναγιώτικο

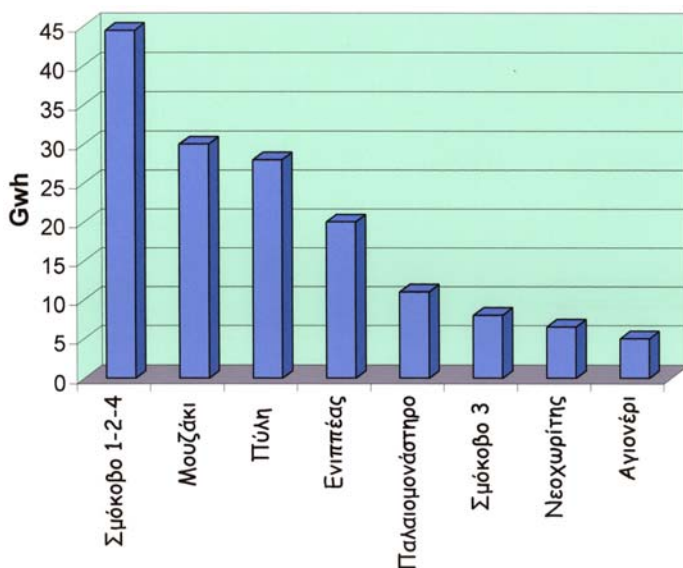


Σχήμα 3 Ποιοτική κατάταξη αντιπλημμυρικής συμβολής των ταμιευτήρων

3.3 Η ενεργειακή συνιστώσα

Τα νερά που συγκρατούνται στους ταμιευτήρες αποτελούν πηγή παραγωγής ενέργειας η οποία γίνεται σημαντική και οικονομικά εκμεταλλεύσιμη στα μεγάλα φράγματα. Παρότι οι σημερινές ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης συχνά επισκιάζουν την σημασία της παραγωγής ενέργειας, στην πραγματικότητα η αξία της αυξάνεται γιατί προέρχεται αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές χωρίς περιβαλλοντική επιβάρυνση και το όποιο όφελος προστίθεται σε αυτό της ύδρευσης και άρδευσης.

Ο παρακάτω πίνακας μας δίνει μια εκτίμηση της ενέργειας κατ' έτος που μπορούν να μας δώσουν μερικά από τα φράγματα. Φαίνεται ότι εκτός από την μεγάλη παραγωγή του Ταυρωπού, μπορεί να παραχθεί ενέργεια και από άλλα έργα με σημαντικότερη την συνεισφορά του Σμοκόβου.



Σχήμα 4 : Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας νέων ταμιευτήρων Θεσσαλίας

3.5 Περιβάλλον

Η περιβαλλοντική διάσταση και η κοινωνική αποδοχή κάθε έργου είναι πολύ σημαντικές παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να κοστολογούνται από τα αρχικά στάδια του σχεδιασμού. Πράγματι η εμπειρία έχει δείξει ότι πολλά είναι τα εμπόδια που συναντώνται κατά την υλοποίηση αλλά και την λειτουργία του φράγματος και του ταμιευτήρα εάν δεν υπάρχει ευρεία κοινωνική αποδοχή.

Για την κατάταξη των έργων από πλευράς επιπτώσεων στο περιβάλλον έγινε προσπάθεια να προσεγγισθούν οι επιπτώσεις του έργου στους τομείς:

- Κατάκλυση υπαρχουσών υποδομών, κατοικιών , οδικών δικτύων, αγροτικής γης υψηλής αξίας.
- Απώλεια εκτάσεων υψηλής περιβαλλοντικής αξίας (πχ Natura 2000)
- Αναβάθμιση του περιβάλλοντος με την δημιουργία νέου βιοτόπου
- Ευκαιρίες για αναπτυξιακές δραστηριότητες

Ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι ίσως ο πιο δύσκολα υπολογίσιμος αφού οι αλλαγές που προκαλούνται από την κατασκευή ενός μεγάλου ταμιευτήρα είναι σύνθετες. Στην κατάταξη πρέπει να ληφθούν υπ' όψη τόσο οι θετικές όσο και οι αρνητικές επιπτώσεις ενός έργου. Το πρόβλημα γίνεται δυσκολότερο γιατί ενώ οι αρνητικές επιπτώσεις είναι άμεσες, οι θετικές έπονται. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι ακόμη και οι άμεσα ορατές επιπτώσεις συνήθως γίνονται αντιληπτές σε άλλες περιοχές και όχι στις παραλίμνιες ενώ ένας παράγοντας θετικός για έναν επηρεαζόμενο από το έργο μπορεί να είναι την ίδια στιγμή αρνητικός για κάποιον άλλο.

Στην κατάταξη που επιχειρούμε θεωρούμε αρνητικές παραμέτρους την κατάκλυση κατοικιών, υποδομών και τις τυχόν επιπτώσεις στο περιβάλλον (οικοσυστήματα, κλπ), σαν δε θετικές συνέπειες την αναβάθμιση του περιβάλλοντος και τις δυνατότητες ανάπτυξης της περιοχής λόγω της επέμβασης και πέραν των άμεσων αποδόσεων. Η βαθμολόγηση σε κάθε περίπτωση γίνεται από 0 έως 5.

| Ταμιευτήρες | Αρνητικές επιπτώσεις | | | Θετικές επιπτώσεις | | Τελικός Συντελεστής |
|---------------|----------------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------|---------------------|
| | Στους κατοίκους | Στις υποδομές | Στο Οικοσύστημα | Στο περιβάλλον | Στην ανάπτυξη | |
| Σμόκοβο | -1 | 0 | -1 | +2 | +4 | +4 |
| Πύλη | -2 | -2 | -2 | 0 | +4 | -2 |
| Μουζάκι | -2 | -5 | -1 | +2 | +4 | 0 |
| Νεοχωρίτης | 0 | -1 | -1 | +3 | +4 | +5 |
| Ενιππέας | -2 | 0 | -1 | +3 | +4 | +4 |
| Παλαιομ/στηρο | 0 | 0 | -2 | +2 | +5 | +5 |
| Αγιονέρι | 0 | -1 | -1 | +2 | +3 | +3 |
| Λιβιάδι | 0 | -2 | -1 | +3 | +2 | +2 |
| Δελέρια | 0 | 0 | -1 | +3 | +1 | +3 |
| Λογγά | 0 | 0 | -2 | +3 | +2 | +3 |
| Παναγιώτικο | 0 | 0 | -2 | +2 | +2 | +2 |

Πίνακας 2. Αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων ταμιευτήρων Θεσσαλίας

Στον πίνακα φαίνεται ότι έργα σε ημιορεινές, υποβαθμισμένες περιοχές όπως του Ενιπέα, Παλαιομονάστηρου, Νεοχωρίτικου κλπ αναβαθμίζουν ουσιαστικά το περιβάλλον, ενώ πιο προσεκτικά

πρέπει να εκτιμηθούν οι συνέπειες των έργων Πύλης, Μουζακίου που θα κατασκευασθούν σε περιοχές με δόμηση και υψηλότερη περιβαλλοντική αξία.

4. ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ

Με τις επιμέρους κατατάξεις που επιχειρήθηκαν παραπάνω έγινε μια προσπάθεια να προσεγγισθούν οι αποδόσεις των σχεδιαζόμενων νέων έργων, απαραίτητων για την αντιμετώπιση του προβλήματος λειψυδρίας στη Θεσσαλία.

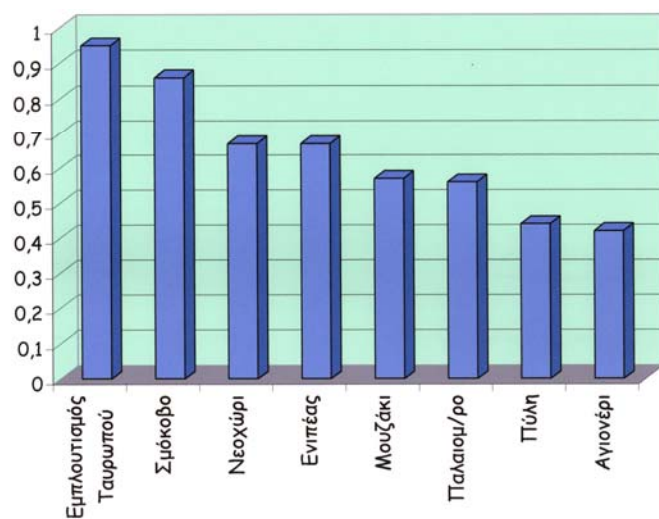
Επιχειρήθηκε επίσης μια σύνθεση των παραμέτρων για τα διάφορα έργα έτσι ώστε να αποτυπωθεί σε ένα συντελεστή ($\lambda_{\text{συν}}$) η πολλαπλή ωφελιμότητα των. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε μια μεταβλητή που απεικονίζει το άθροισμα των επιμέρους επιρροών των διαφόρων παραγόντων. Για κάθε μία παράμετρο χρησιμοποιήθηκε ένας όρος που απεικονίζει την ανοιγμένη στη μονάδα τιμή της παραμέτρου. Το πλέον αποδοτικό έργο, σε κάποια επιμέρους παράμετρο, με τον τρόπο αυτό βαθμολογήθηκε με 1.

Η συνολική κατάταξη έγινε αθροίζοντας τις επιμέρους παραμέτρους, πολλαπλασιασμένες με ένα συντελεστή σχετικής επιρροής της καθεμίας (0,3 ή 0,2) έτσι ώστε το συνολικό αποτέλεσμα να είναι ίσο με την μονάδα για το «ιδανικό» έργο, αυτό δηλαδή που έχει τα βέλτιστα αποτελέσματα σε όλους τους τομείς.

Η παράμετρος του μοναδιαίου κόστους επιλέχθηκε να έχει την μεγαλύτερη σχετική βαρύτητα.

Με τον τρόπο αυτό ορίζεται η συνολική, συνδυασμένη κατάταξη για κάθε έργο, σύμφωνα με τον τύπο:

$$\lambda_{\text{συν}}=0.3*1/\mu+0.2*\lambda_{\text{ενεργ.}}+0.2*\lambda_{\text{αντ.}}+0.2*\lambda_{\text{περ.}}$$



Σχήμα 5 : Συνολική αξιολόγηση μερικών Θεσσαλικών έργων

Όπως φαίνεται, μεγαλύτερη είναι η αποδοτικότητα των μεγάλων-μεσαίων φραγμάτων που σχεδιάζονται σε περιοχές με οξυμένο πρόβλημα (Ενιπέας, Νεοχωρίτικο, Ελασσονίτικος) για τα οποία δεν υπάρχουν περιβαλλοντικές ενστάσεις.

Σημαντική επίσης παράμετρος κατά την επιλογή των αποδοτικότερων έργων είναι και η εκτίμηση της διάρκειας ζωής ενός ταμιευτήρα, που στην περίπτωση των μικρών φραγμάτων καθιστά την επένδυση αντικοινομική λόγω περιορισμένου βάθους χρήσης (προσχώσεις ταμιευτήρων).

5.ΤΟ ΕΡΓΟ ΤΑΥΡΩΠΟΥ

Χαρακτηριστικό παράδειγμα μεγάλου Έργου πολλαπλού σκοπού, που ήδη μετράει πενήντα χρόνια ζωής αποτελεί το Φράγμα του Ταυρωπού με την λίμνη Πλαστήρα, το οποίο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σαν οδηγό για την μέση ετήσια συνολική απόδοση. Λόγω της εμπλοκής πολλών φορέων στην διαχείριση του έργου τα στοιχεία είναι προσεγγιστικά (πιο σωστά αφορούν διαφορετικές χρονιές) και λαμβάνουμε σαν μέσο ετήσιο όγκο νερού τα $140 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Η μέση ετήσια ωφελιμότητα του έργου μπορεί να προσδιορισθεί (προσεγγιστικά) σαν άθροισμα των παρακάτω παραγόντων :

- Ενέργεια
Με όγκο νερού $140 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και ύψος πτώσης 575m το Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο παράγει περίπου $210 \cdot 10^6 \text{ Kwh}$ το χρόνο που αποδίδουν περίπου $20 \cdot 10^6 \text{ €}$.
- Ύδρευση
Παρέχει περίπου $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως για ύδρευση αστικών και ημιαστικών περιοχών
- Άρδευση
Άρδεύονται πάνω από 200.000 στρέμματα
- Συμβολή στην οικονομική – κοινωνική ανάπτυξη της παραλίμνιας περιοχής.
Η μετατροπή μιας φτωχής ορεινής περιοχής σε σύγχρονο παραθεριστικό ορεινό θέρετρο έγινε με καταλύτη τη λίμνη Πλαστήρα και σημαντικές επενδύσεις στον τουριστικό τομέα. Σήμερα στην περιοχή της λίμνης Πλαστήρα λειτουργούν πολλά καταλύματα με πάνω από 5000 κλίνες και τα έσοδα που έρχονται στην περιοχή ξεπερνούν τα $50 \cdot 10^6 \text{ €}$.

Συνοψίζοντας μπορούμε, χωρίς να αυθαιρετούμε, να κατανείμουμε σε ποσοστά το όφελος του συγκεκριμένου ταμιευτήρα ως εξής :

| | |
|---|-----|
| Ύδρευση | 15% |
| Άρδευση | 35% |
| Ενέργεια – αντιπλημμυρική προστασία | 20% |
| Συνεισφορά από την οικονομική ανάπτυξη της περιοχής | 30% |

Λόγω της αξίας του έργου που ενώ σχεδιάστηκε ως υδροηλεκτρικό, λειτουργεί ως πολλαπλής σκοπιμότητας, οι λύσεις αναβάθμισής του με εμπλουτισμό της λίμνης (ήδη λειτουργεί το έργο Κερασιώτη) είναι πολύ δελεαστικές και επιτυγχάνουν καλές αποδόσεις.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η άποψη ότι μπορεί να αντιμετωπισθεί το υδατικό έλλειμμα της Θεσσαλίας με μικρά «φθηνά» φράγματα δεν είναι ακριβής. Τα μικρά φράγματα γίνονται σε ορεινές ή ημιορεινές περιοχές, δεν συγκεντρώνουν μεγάλες ποσότητες νερού και δεν αποτελούν συνήθως την οικονομικότερη επιλογή. Στην πραγματικότητα οι σημερινές ανάγκες σε νερό της Θεσσαλίας δεν καλύπτονται πλήρως ούτε και με τους σχετικά μεγάλους ταμιευτήρες.

Σύμφωνα με τα στοιχεία των αρμόδιων υπηρεσιών και από υπάρχουσες προκαταρκτικές εκθέσεις, το επικαιροποιημένο κόστος ανά m^3 νερού (στο οποίο περιλαμβάνεται μόνο η δαπάνη για το φράγμα & τον υπερχειλιστή), δεν ξεπερνά τα 2€/m^3 για τα μεγάλα έργα (Σμόκοβο, Παλαιοδερλί, Αγιονέρι, κ.α.), ενώ για μικρά φράγματα (Παναγιώτικο, Λιβάδι) φθάνει τα $6,0 - 8,0 \text{ €/m}^3$.

Στο άρθρο επιχειρήθηκε μια συνθετική κατάταξη της απόδοσης μερικών σχεδιαζόμενων έργων πολλαπλής ωφελιμότητας. Είναι σαφές ότι πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στα μεγάλα η και μεσαία φράγματα που θα κατασκευαστούν σε προβληματικές περιοχές και μπορούν να

λειτουργήσουν αναβαθμιστικά ως προς το περιβάλλον ενώ θα συμβάλλουν σημαντικά και στην αντιπλημμυρική προστασία των περιοχών.

Τέτοια έργα είναι το Παλαιοδερλι, το Νεοχωρίτικο, τα έργα στον Ελασσονίτικο, ενώ ιδιαίτερη αξία έχουν οι λύσεις που αναβαθμίζουν τα υπάρχοντα έργα υψηλής απόδοσης (Εμπλουτισμός Ταυρωπού).

Για τα έργα στην Δυτική Θεσσαλία, Φράγματα Πύλης και Μουζακίου, θα πρέπει να γίνει σοβαρή προσπάθεια εκτίμησης των περιβαλλοντικών συνεπειών από τα πρώτα στάδια της μελέτης ώστε να ληφθούν υπόψη και έγκαιρα να κοστολογηθούν.

Τέλος, είναι ανάγκη να δημιουργηθεί φορέας (κεντρικού ή και περιφερειακού χαρακτήρα, σε περιοχές όπου υπάρχει αντικείμενο όπως η Θεσσαλία) παρακολούθησης & συντήρησης των φραγμάτων που παραδίδονται για χρήση σε φορείς που δεν έχουν την τεχνογνωσία ούτε και τις δυνατότητες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Y. Thanopoulos (2007): Upgrading multipurpose use hydroelectric schemes; Enhancing the assets of Tavropos HEP, *Hydro 2007, October 15-17, Granada, Spain, Inter. Journal on Hydropower & Dams.*
2. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, (2005). *Συμπεράσματα διημερίδας «Αχελώος : Η βέλτιστη διαχείριση», Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ, Τεύχος 2372 /19-12-2005.*
3. Περιφερειακό Ταμείο Ανάπτυξης της Περιφέρειας Θεσσαλίας, (2005). *Μελέτη «Οργάνωση της Παρακολούθησης σε Βάση Δεδομένων των Μετρήσεων Επιφανειακών και Υπόγειων Υδάτων και της Αξιολόγησης των Εγχειροβελτιωτικών Έργων της Θεσσαλίας», Καραμόσχος Π & Συνεργάτες –Μυλόπουλος Ι.,Α.Π.Θ, Μυλόπουλος Ν., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.*
4. A.T. de Almeida, P.M.S. Moura, A.S. Marques and J.L. de Almeida (2004): Multi-disciplinary ranking for new medium and large hydro plants Portugal's central region, *Hydro 2004, October 18-21, Porto, Portugal, Inter. Journal on Hydropower & Dams.*
5. Γκούμας Κ., (1996). Η διαχείριση των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία και η λειτουργία του θεσμικού πλαισίου (Ν. 1739/87). Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Εγχειροβελτιωτικά Έργα-Διαχείριση Υδατικών Πόρων-Εκμηχάνιση Γεωργίας», Λάρισα, Α' : 104-131
6. Λαζαρίδης Λ., Καλαούζης Γ., Κουτσογιάννης Δ., Μαρίνος Π. (1996). Βασικά τεχνικά και οικονομικά μεγέθη σχετικά με την διαχείριση των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία. Πρακτικά Συνεδρίου ΤΕΕ «Διαχείριση Υδατικών πόρων», Λάρισα, Τόμος Ι.
7. Μαρίνος Π., Θάνος Μ., Περλέρος Β., Καββαδάς Μ. (1996). Το δυναμικό των υπόγειων υδάτων της θεσσαλικής πεδιάδας και η υπερεκμετάλλευσή του. Πρακτικά Συνεδρίου ΤΕΕ «Διαχείριση Υδατικών Πόρων», Λάρισα, Τόμος Ι.
8. ΕΥΔΕ Αχελώου, (1995). ΕΝΥΕΚΟ Α.Ε., Βαβίζος Γ., Βακάκης Φ., Υδροεξυγιαντική. *Εκτροπή Αχελώου - Συνολική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, Αθήνα.*

Multidisciplinary ranking for new Dam projects in Thessaly, central Greece

Y. Thanopoulos,
PPC/DHP

K.Goumas,
Dpt.of Thessalia

P.Douvlis,
PPC/DHP

ABSTRACT

A method for comparative evaluation of new dam projects planned in order to mitigate the water shortage in Thessaly, area of central Greece, is presented in the paper. For this, it is important to take into account the multipurpose operation of the dams.

A number of criteria is used for the ranking such as:

- The cost of the investment per m³ of stored volume
- The consequence of the reservoir in the fields of flood control and energy production
- Environmental issues.

It is finally advisable to give priority in larger projects planned in areas of lesser environmental value.