

Βασικά τεχνικά και οικονομικά μεγέθη σχετικά με τη διαχείριση των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία

Λ. Λαζαρίδης⁽¹⁾, Γ. Καλαούζης⁽²⁾, Δ. Κουτσογιάννης⁽³⁾ και Π. Μαρίνος⁽³⁾

⁽¹⁾ Υδροεξυγιαντική - Λ. Λαζαρίδης και Σια Ε.Ε., Ευβοίας 3, Μαρούσι

⁽²⁾ Γραφείο μελετών Γ. Καλαούζη, Μεσογείων 300, Χολαργός

⁽³⁾ Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ε. Μ. Πολυτεχνείο, Ηρώων Πολυτεχνείου 5, Ζωγράφου

Περίληψη

Η ανάπτυξη της Θεσσαλίας, από τις αρχές αυτού του αιώνα, πέρασε από πολλές φάσεις με την κατασκευή έργων που σε κάθε εποχή κρίνονταν συμφέροντα κυρίως από πλευράς γεωργικής ανάπτυξης. Στο άμεσο μέλλον, τα έργα εκτροπής του Αχελώου θα δημιουργήσουν νέες συνθήκες για τη Θεσσαλία και την εθνική οικονομία γενικότερα. Ωστόσο, δεν έχει γίνει μέχρι σήμερα συνολική έρευνα για την, κατά το δυνατό, βελτιστοποίηση των οικονομικών παραμέτρων, που να λαμβάνει υπόψη όχι μόνο την ενεργειακή απόδοση των έργων εκτροπής του Αχελώου, αλλά και τη γεωργική απόδοση καθώς και τις περιβαλλοντικές διαστάσεις. Στην εργασία αυτή δίνονται, πολύ συνοπτικά, τα πλέον βασικά τεχνικά, υδρολογικά, υδρογεωλογικά και οικονομικά μεγέθη των έργων ανάπτυξης υδατικών πόρων της Θεσσαλίας και των έργων εκτροπής Αχελώου. Από αυτά αποκτάται μια πρώτη εικόνα των παραμέτρων που θα υπεισέλθουν σε μια έρευνα, η οποία θα δώσει τα βέλτιστα σχήματα διαχείρισης των υδατικών πόρων, καθώς και μια εικόνα της πολιτικής που πρέπει να ακολουθηθεί στον προγραμματισμό και σχεδιασμό των έργων.

Abstract

Since the beginning of this century, the development of Thessaly passed through several stages characterised by the construction of particular works, which were judged as beneficial for agricultural development. In the near future, the Acheloos diversion project is expected to create new conditions for the Thessaly and the national economy. However, a complete study for the optimisation of the economical parameters, including energy, agricultural, and environmental aspects, has not been made until now. This study summarises the basic technical, hydrological, hydrogeological, and economical characteristics of the necessary works for the development of the Thessaly's water resources including the Acheloos diversion project. From the values provided, a picture of the parameters that should enter into an investigation of the optimal water resources management schemes is obtained, and a policy of the planning and design of the major works is outlined.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάπτυξη της Θεσσαλίας άρχισε ουσιαστικά με τη μελέτη των μεγάλων αντιπλημμυρικών έργων του ιταλού μηχανικού Nobile (το 1913). Σκοπός της μελέτης ήταν να προστατεύσει τις πεδινές περιοχές από τις πλημμύρες και να περιορίσει τις κατακλυζόμενες εκτάσεις, ώστε να αποδοθούν στη γεωργία. Ακολούθησαν μελέτες του άγγλου μηχανικού Jackson (το 1919) και της αγγλικής εταιρίας BOOT (μηχανικοί McDonald, Kinder και Γαλάνης, 1931). Στη συνέχεια έγινε η μελέτη αποξήρανσης της Κάρλας (1962) και η αποστράγγιση - αποχέτευση των νερών της προς τον Παγασητικό κόλπο. Στη μεταπολεμική περίοδο άρχισε παράλληλα και η ανάπτυξη των αρδεύσεων και η κατασκευή εγγειοβελτιωτικών έργων, τα οποία τροφοδοτούνται από επιφανειακά αλλά και, κυρίως, από υπόγεια νερά.

Όλα τα πιο πάνω έργα έγιναν χωρίς καμία συνολική κατευθυντήρια μελέτη (master plan) και χωρίς να ληφθούν υπόψη οι οικονομικές παράμετροι και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον, ώστε να εφαρμοστεί ένα σωστό διαχειριστικό σχήμα. Με την πρόσφατη απόφαση της Κυβέρνησης για την εκτροπή 600 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων νερού ετησίως από τον άνω ρου του Αχελώου προς τη Θεσσαλία για ύδρευση, άρδευση και περιβαλλοντική αναβάθμιση, το πρόβλημα της συνολικής διαχείρισης των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία εισάγεται εντονότατο και δημιουργείται ένα μείζον θέμα, τόσο για την αρμονική της ανάπτυξη, όσο και για την εθνική οικονομία, ενώ στο συνολικό διαχειριστικό σχήμα υπεισέρχεται κατ' ανάγκη και η περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας. Πράγματι, με κατάλληλη διαχείριση των νερών και σωστό προγραμματισμό των έργων μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση εκατοντάδων δισεκατομμυρίων δρχ. Πρέπει πάντως να τονιστεί ιδιαίτερα ότι ξεχωριστή σημασία στο όλο σχήμα της γενικής διάταξης των βασικών έργων στη Θεσσαλία έχει το σχήμα των έργων εκτροπής και ιδιαίτερα η βελτιστοποίηση του ενεργειακού σκέλους.

Τα έργα εκτροπής και ο τρόπος λειτουργίας τους αποτελούν καθοριστικά στοιχεία για την επίτευξη ενός βέλτιστου, κατά το δυνατόν, διαχειριστικού σχήματος των νερών στη Θεσσαλία. Σχετικά θα διατυπωθεί συγκεκριμένη άποψη για το μείζονος σημασίας θέμα της γενικής διάταξης των έργων εκτροπής, κατάντη του Πευκοφύτου, ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο ενεργειακό σχήμα.

Στην εργασία αυτή θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε, πολύ συνοπτικά, ορισμένα βασικά τεχνικά και οικονομικά μεγέθη, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν σοβαρά την προσπάθεια που θα πρέπει να γίνει σύντομα για τη διαχείριση των νερών. Έτσι, θα εκτιμήσουμε το κόστος νερού στις πηγές υδροληψίας (π.χ. ταμιευτήρες, υπόγεια νερά, εκτροπή) και θα δώσουμε και μερικά άλλα ενδεικτικά τεχνικά και οικονομικά μεγέθη, τα οποία θα είναι χρήσιμα σε μία μελλοντική αναλυτική και εκτεταμένη μελέτη κόστους - οφέλους καθώς και σε μία μελέτη διαχείρισης των υδατικών πόρων. Στην παρούσα φάση δεν εκτιμήθηκαν (σε οικονομικούς όρους) οι περιβαλλοντικές διαστάσεις των έργων.

2. ΒΑΣΙΚΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

Θα παραθέσουμε στο κεφάλαιο αυτό τα βασικότερα στοιχεία των απολήψιμων ποσοτήτων νερού από επιφανειακά και υπόγεια νερά στη Θεσσαλία, ενώ συγχρόνως θα κάνουμε και μία τελείως επιγραμματική αναφορά στο χαρακτήρα λειτουργίας τόσο των ταμιευτήρων, όσο και των υπόγειων υδροφορέων.

2.1 Εκτίμηση απολήψιμων επιφανειακών νερών στη Θεσσαλία

Από τα μέχρι τώρα στοιχεία που υπάρχουν σε διάφορες μελέτες, οι απολήψιμες ποσότητες, για να μη διαταραχθούν τα υπόγεια νερά στις κατάντη των ταμιευτήρων περιοχές, είναι αυτές που εμφανίζονται στον Πίν. 1 (προερχόμενο από τη μελέτη ΕΥΔΕ Αχελώου και Υδροεξυγιαντική, 1995, μετά από αναθεωρήσεις). Στον πίνακα αυτό περιλαμβάνονται όλες οι θέσεις για τη δημιουργία ταμιευτήρων που έχουν διερευνηθεί κατά το παρελθόν και μπορούν να συμβάλλουν στην επίλυση του υδατικού προβλήματος της Θεσσαλίας. Είναι βεβαίως γνωστό ότι σε ορισμένες περιπτώσεις (Κρύα Βρύση και Θεόπετρα), το ασύμφορο κόστος και οι περιβαλλοντικά δυσμενείς επιπτώσεις καθιστούν απαγορευτική

την κατασκευή των έργων. Παρόλα αυτά, στον Πίν. 1 έχουν περιληφθεί και αυτά τα έργα, αναφερόμενα ως έργα Κατηγορίας 2.

Για κάθε έργο, αναγράφονται στον Πίν. 1 οι δυνατότητες μέσης ετήσιας απόληψης καθώς και οι εκτιμηθείσες ποσότητες για την ασφαλή τροφοδοσία των κατάνη κώνων, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη λειτουργία ενός εκτεταμένου συστήματος δικτύων άρδευσης, που τροφοδοτούνται από γεωτρήσεις. Για την κατασκευή των τελευταίων έργων έχουν γίνει πολύ μεγάλες επενδύσεις (γεωτρήσεις, αντλιοστάσια, ηλεκτροδότηση, μόνιμα ή κινητά συγκροτήματα άρδευσης κτλ.) Η εξασφάλιση, λοιπόν, των υπόγειων υδροφόρων, που εξυπηρετούν την απρόσκοπτη λειτουργία των έργων αυτών, αλλά και εξασφαλίζουν ομαλές συνθήκες για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων, κρίνεται απαραίτητη. Αντίθετα, αν τεθούν εκτός λειτουργίας τα υπάρχοντα έργα, θα απαιτηθούν πολύ μεγάλες δαπάνες για την κατασκευή των αρδευτικών έργων μεταφοράς και διανομής νερού, που θα ζημιώσει σημαντικά την εθνική οικονομία, λόγω της “απόσυρσης” έργων, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν. Μετά την αφαίρεση, τελικά, και των απωλειών στους ταμιευτήρες, έχουν εξαχθεί οι πραγματικές απολήψιμες ποσότητες για την κάλυψη των αναγκών στις κατάνη περιοχές.

Πίν. 1 Δυνατότητες απόληψης επιφανειακών νερών στη Θεσσαλία (hm³ ετησίως).

Φράγμα-Ταμιευτήρας	Δυνατή μέση απόληψη	Για τροφοδοσία κώνου	Απώλειες	Πραγματική απόληψη
<i>Έργα Κατηγορίας 1 και υφιστάμενα</i>				
N. Πλαστήρα [†]	76			76
Σμόκοβο	144	20	10	114
Γυρτώνη και μικροί ταμιευτήρες Κάρλας	55			55
Κάρλα	125			125
Μουζάκι - Πύλη	228	84	22	122
Καλούδα	62	30	2	30
Παλιοδερλί	63	15	5	43
Νεοχώρι	24	4	1	19
Παλαιομονάστηρο	30	14	1	15
Λοιπά μικρά φράγματα Πηνειού	24			24
Σύνολο Κατηγορίας 1	831	147	31	623
<i>Έργα Κατηγορίας 2</i>				
Κρύα Βρύση	367	123	34	210
Θεόπετρα	20	4	1	15
Σύνολο Κατηγορίας 2	387	127	35	225
Γενικό Σύνολο	1218	274	66	848

^{*} Χωρίς να διαταραχθούν οι απολήψιμες ποσότητες υπόγειων νερών.

[†] Υφιστάμενο έργο. Αναγράφεται ως δυνατότητα η ενεργειακά αποδεκτή απόληψη.

2.2 Υδρογεωλογία Θεσσαλικής πεδιάδας - Εκτίμηση απολήψιμων υπόγειων νερών

Η Θεσσαλική Πεδιάδα αποτελεί ένα ευρύ πεδίο ανάπτυξης υπόγειων υδάτων, που γίνονται αντικείμενο εκμετάλλευσης από πλήθος κρατικές και ιδιωτικές γεωτρήσεις. Οι προσχωματικοί ορίζοντες της πεδιάδας τροφοδοτούνται, κατ' εξοχήν, από διηθήσεις μέρους της επιφανειακής απορροής στους κώνους των ποταμών και χειμάρρων που αναπτύσσονται στις περιοχές όπου αυτοί εισέρχονται στην πεδιάδα. Συμπληρωματικά τροφοδοτούνται από κατείσδυση μέρους του νερού των βροχοπτώσεων και από πλευρικές, καρστικές ή όχι, μεταγγίσεις.

Από την επεξεργασία πλήθους στοιχείων στην πιεζομετρική στάθμη των υπόγειων υδάτων, τα οποία συλλέγει συστηματικά το Υπουργείο Γεωργίας από το 1974, διαπιστώνεται μία συστηματική ταπείνωση της στάθμης στο μεγαλύτερο μέρος της Θεσσαλίας. Το γεγονός οφείλεται στη μικρή υδαταγωγιμότητα (διαβιβαστικότητα) των υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων και στην ακατάστατη διανομή τους, στοιχεία που δεν επιτρέπουν την πλήρη αναπλήρωση των αντλούμενων ποσοτήτων, διαμέσου της αύξησης των διηθή-

σεων στις ζώνες τροφοδοσίας. Αποτέλεσμα είναι η υπερεκμετάλλευση των υδροφοριών (Μαρίνος κ.ά., 1995· Μαρίνος κ.ά., Πρακτικά αυτού του συνεδρίου).

Από την ανάλυση της συμπεριφοράς των πιεζομέτρων, τα τελευταία 20 χρόνια, εκτιμάται ότι θα πρέπει να μειωθούν οι αντλούμενες, από τα υπόγεια νερά, ποσότητες από 10 έως και πάνω από 40%, ανάλογα με την περιοχή, προκειμένου να ισορροπήσει στη σημερινή του θέση ο υδροφόρος ορίζοντας. Ειδικότερα από την επεξεργασία των πιεζομετρικών μετρήσεων του έτους 1993-1994, σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες απολήψεις υπόγειου νερού, προκύπτει κατ' εκτίμηση ότι τα κατά το 1994 αντληθέντα 550 hm^3 υπόγειου νερού είναι περισσότερα από τα δυνάμενα να ανανεωθούν υπόγεια αποθέματα, περίπου κατά 100 hm^3 , ποσότητα που αντλήθηκε από τα μόνιμα, μη ανανεούμενα αποθέματα.

Το σύνολο της ποσότητας νερού που αφαιρέθηκε, πέραν των ανανεούμενων αποθεμάτων, από όλη την πεδιάδα και προκάλεσε την πτώση της στάθμης μεταξύ 1974 - 1994, είναι της τάξης των 1000 hm^3 . Η ποσότητα αυτή δεν είναι βέβαια γραμμικά κατανομημένη στη διάρκεια της εικοσαετίας. Ήδη το 1993-1994 εκτιμήθηκε, όπως προαναφέρθηκε, ότι έγινε υπερεκμετάλλευση της τάξης των 100 hm^3 , ενώ το σύνολο της ποσότητας νερού που αφαιρέθηκε, πέραν των ανανεούμενων αποθεμάτων και προκάλεσε την πτώση της στάθμης μεταξύ 1984-1994, είναι της τάξης των 800 hm^3 .

Οι καρστικές υδροφορίες, που περιβάλλουν την πεδινή ζώνη, λειτουργούν και αυτές κάτω από καθεστώς εντατικής εκμετάλλευσης λόγω των πολλών γεωτρήσεων που έχουν διανοιγεί στο ανάπτυγμά τους. Ήδη έχει επέλθει μία (αθέλητη) αναρρύθμιση, ετήσια ή υπερετήσια, πολλών καρστικών υδροφοριών (π.χ. Δαμασίου - Τυρνάβου), που σημαίνει ότι η εκμετάλλευσή τους μπορεί να μη βρίσκεται μακριά από τα οριακά επίπεδα. Επιπλέον υπάρχουν και άλλες υδροφορίες που σαφώς βρίσκονται σε καθεστώς υπερεκμετάλλευσης εδώ και αρκετά έτη (Μύρων, Ορφανών κτλ.).

Η υπεράντληση των υπογείων υδάτων και η μεγάλη ταπείνωση της στάθμης έχει και άλλες επιπτώσεις. Ενδεικτικά αναφέρουμε την εκδήλωση καθιζήσεων στην επιφάνεια του εδάφους (περιοχή Ριζόμυλου - Στεφανοβίκι στην Αν. Θεσσαλία), αύξηση της υφαλμύρυνσης σε ορισμένες περιοχές (Ανατολικά κράσπεδα Κάρλας, αύξηση συγκέντρωσης Cl^- πέραν των 600 ppm), δημιουργία προβλημάτων επάρκειας σε υπόγειο νερό ορισμένων περιοχών, που προορίζονται ή μπορούν να αποτελέσουν ζώνες υδροληψίας μεγάλων πόλεων (περίπτωση Λάρισας, Βόλου κτλ.) και τέλος μεταβολές στους βιότοπους των πηγών.

Τελικά το πρακτικώς εκμεταλλεύσιμο δυναμικό (με την κατασκευή όλων των ταμιευτήρων, που είναι δυνατόν να δημιουργηθούν, χωρίς σοβαρά περιβαλλοντικά και τεχνικά προβλήματα) είναι κατά προσέγγιση, σύμφωνα με εκτιμήσεις που έγιναν στη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΥΔΕ Αχελώου και Υδροεξυγιαντική, 1995) της τάξης των 400 hm^3 ετησίως για το σύνολο της Θεσσαλίας.

2.3 Νερά από τον Αχελώο

Η επιφανειακή απορροή του Ανω ρου Αχελώου (ανάτη Αυλακίου) ξεπερνά τα 1000 mm ετησίως, γεγονός που κατατάσσει την περιοχή στις πλουσιότερες λεκάνες της υδρογείου από πλευράς υδατικού δυναμικού ανά μονάδα επιφάνειας (Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 1995) Το πλούσιο υδατικό δυναμικό της περιοχής οφείλεται τόσο στις υψηλές τιμές του ύψους βροχόπτωσης (μέσο επιφανειακό ύψος 1779 mm ετησίως στη λεκάνη ανάτη Αυλακίου), όσο και στο μεγάλο συντελεστή απορροής της περιοχής (περίπου $0,68$ – Κουτσογιάννης, 1996α).

Χαρακτηριστικά μεγέθη του επιφανειακού δυναμικού σε τρεις βασικές θέσεις της λεκάνης Ανω Αχελώου (Μεσοχώρα, Συκιά, Αυλάκι) φαίνονται στον Πίν. 2. Οι εκτιμήσεις των μεγεθών αυτών βασίζονται αφενός σε δείγμα παροχών στο Αυλάκι, που ξεκινά από το 1960-61 και φθάνει μέχρι το 1993-94 (34 υδρολογικά έτη), και αφετέρου σε δείγματα επιφανειακής βροχής στις υπολεκάνες Μεσοχώρας, Συκιάς και Αυλακίου. Στον πίνακα φαίνονται τόσο οι μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές της 34ετούς περιόδου, όσο και οι μέσες ετήσιες τιμές δύο ξεχωριστών υποπεριοδών: της υδρολογικά ομαλής περιόδου 1986-94 και της ξηρής οκταετίας 1986-94.

Πίν. 2 Χαρακτηριστικά μεγέθη υδατικού δυναμικού στις υπολεκάνες μελέτης (Πηγή: Κουτσογιάννης 1996α).

Υπολεκάνη	Μεσοχώρα	Συκιά	Αυλάκι
Έκταση, km ²	633.0	1171.7	1358.3
Μέση ετήσια απορροή περιόδου 1960-94, hm ³	739.7	1470.5	1639.3
Μέγιστη ετήσια απορροή 1960-94 (έτος 1962-63), hm ³	1316.5	2692.2	3035.4
Ελάχιστη ετήσια απορροή 1960-94 (έτος 1991-92), hm ³	366.3	755.4	825.3
Μέση ετήσια απορροή υποπεριόδου 1960-86, hm ³	795.6	1580.3	1760.8
Μέση ετήσια απορροή υποπεριόδου 1986-94, hm ³	557.9	1113.6	1244.7

Μέρος από το υδατικό δυναμικό του Αχελώου, στη θέση Συκιά, πρόκειται να εκτραπεί προς τη Θεσσαλία για τη μερική κάλυψη του ελλείμματος σε αρδευτικό νερό, παραγωγή ενέργειας και περιβαλλοντική αναβάθμιση. Σύμφωνα με το σημερινό σχεδιασμό (ΕΥΔΕ Αχελώου και ENVECO, 1995) η εκτρεπόμενη ποσότητα νερού θα είναι 600 hm³ ετησίως.

2.4 Υδατικές ανάγκες και έλλειμμα

Οι ετήσιες υδατικές ανάγκες της Θεσσαλίας εκτιμώνται σε 1836 hm³, ποσότητα που αναλύεται σε 1600 hm³ για άρδευση, 136 hm³ για ύδρευση και 100 hm³ για περιβαλλοντική διατήρηση (ΕΥΔΕ Αχελώου και ENVECO, 1995). Με βάση τα στοιχεία που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, το ετήσιο δυναμικό των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων της Θεσσαλίας είναι 623 hm³ (για τα έργα κατηγορίας 1 που είναι κατασκευάσιμα) και 400 hm³, αντίστοιχα. Επομένως το σύνολο των τοπικών υδατικών πόρων ανέρχεται σε 1023 hm³ ετησίως, οπότε προκύπτει υδατικό έλλειμμα 813 hm³ ετησίως. Το μέγιστο μέρος αυτού του ελλείμματος προβλέπεται να καλυφθεί με την ποσότητα των 600 hm³ που θα εκτραπεί από τον Αχελώο, ενώ το υπόλοιπο θα καλυφθεί με τη βελτίωση των συστημάτων άρδευσης και με την εφαρμογή μιας πολιτικής εξοικονόμησης νερού στις αρδεύσεις.

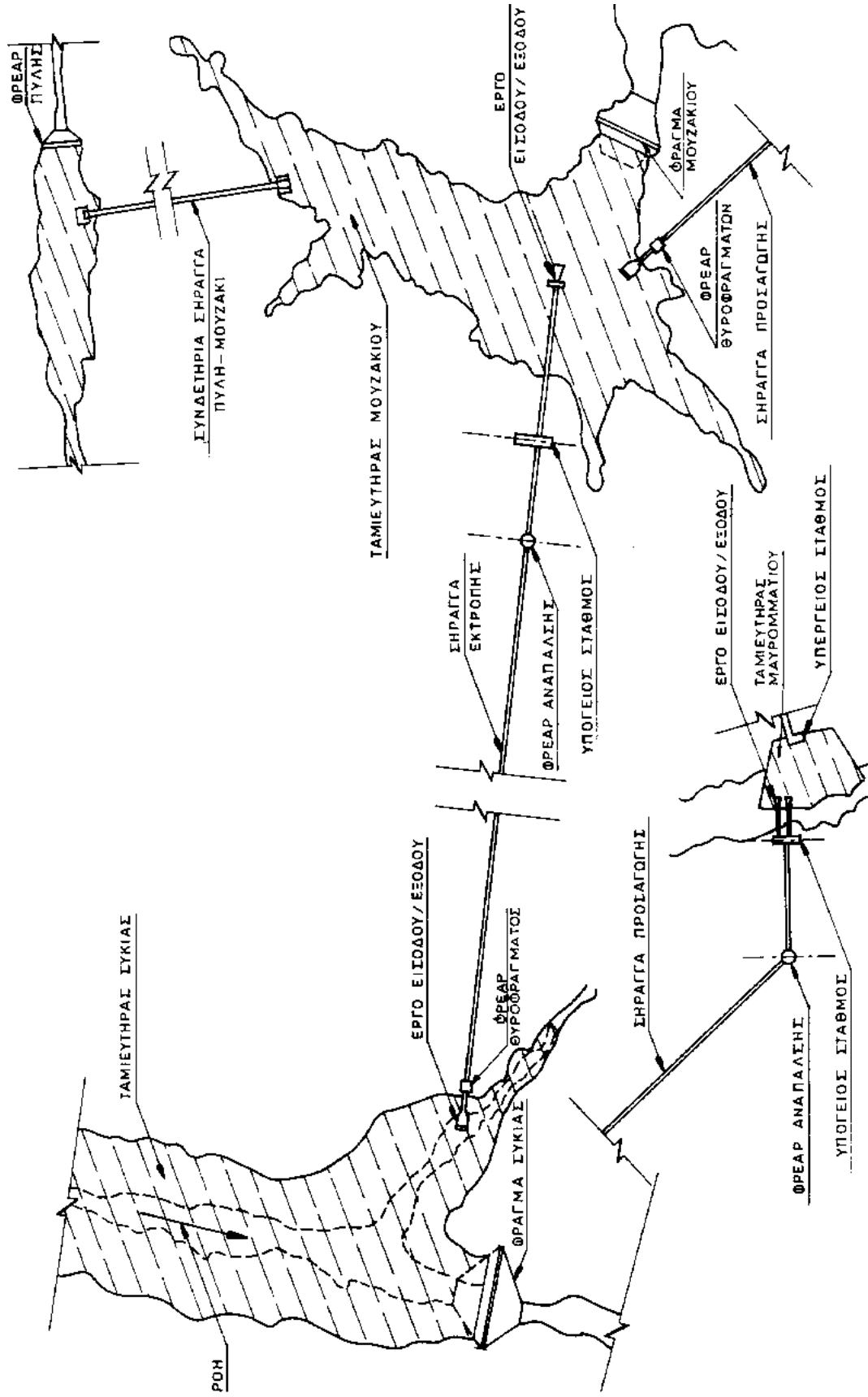
3. ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΑΧΕΛΩΟΥ

3.1 Έργα προτεινόμενου βέλτιστου σχήματος ενεργειακής αξιοποίησης

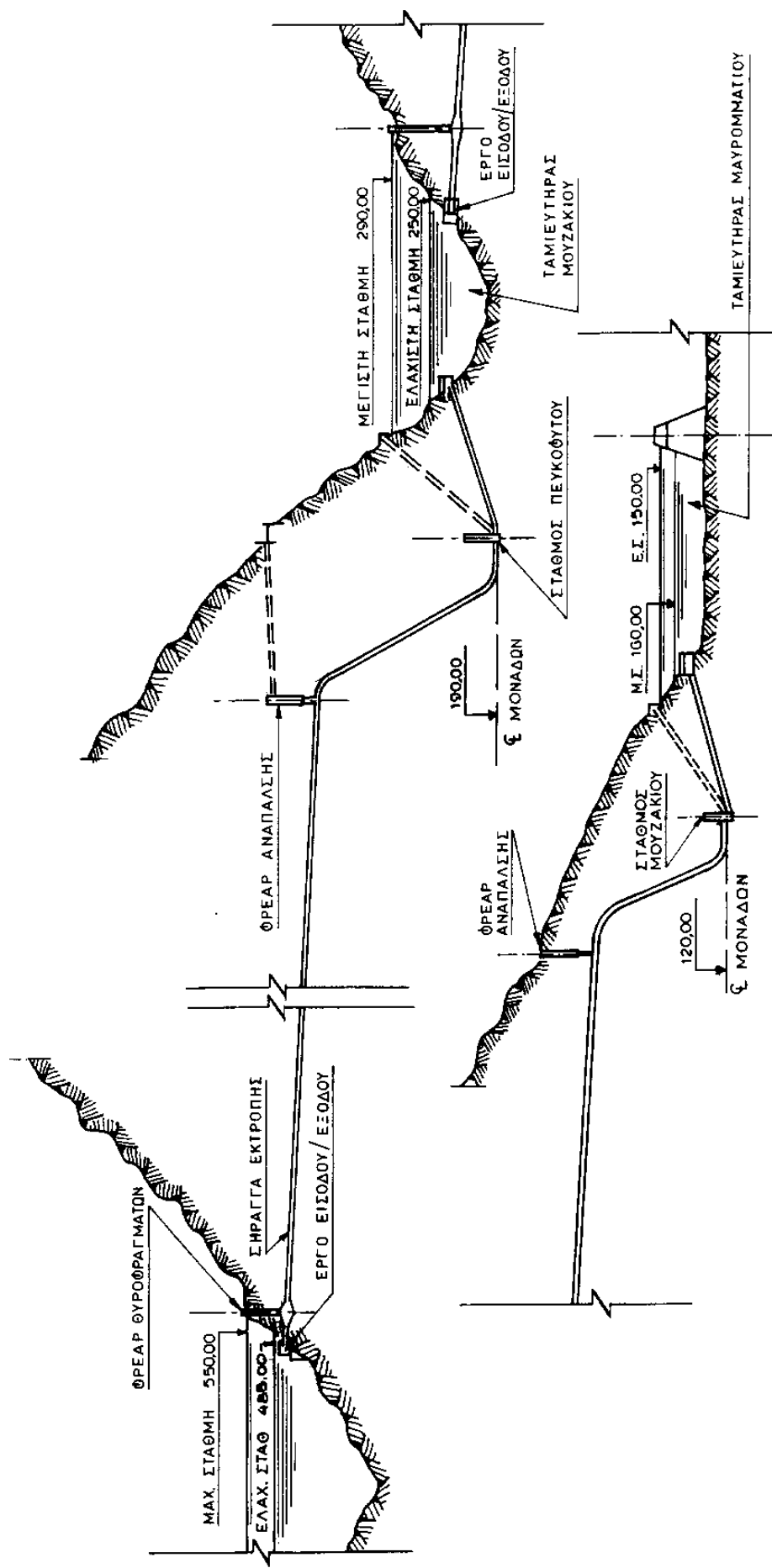
Με στόχο τη μεγιστοποίηση αξιοποίησης του ενεργειακού δυναμικού και την αύξηση του οφέλους από την παραγωγή ενέργειας, οι συγγραφείς έχουν προτείνει ένα σχήμα άντλησης - ταμείου για τα έργα εκτροπής του Αχελώου.

Οι αναμενόμενες δυσκολίες, από την εφαρμογή του προτεινόμενου σχήματος, συνδέονται με τις επιπτώσεις που θα είχαν στην καλή λειτουργία των μονάδων το μεγάλο μήκος (περίπου 17.5 km) της κύριας σήραγγας και η μεγάλη διακύμανση της στάθμης νερού στους ανάντη και κατόντη ταμιευτήρες Συκιάς και Μουζακίου, η οποία υπερβαίνει τα 105 m, για συνολική υψομετρική διαφορά στάθμης μεταξύ των δύο ταμιευτήρων περίπου 300 m.

Η γενική διάταξη των έργων του προτεινόμενου σχήματος διαμορφώθηκε με βάση την υπόθεση ότι ο υφιστάμενος σχεδιασμός του φράγματος Συκιάς και της κύριας σήραγγας εκτροπής δεν θα υποστεί αλλαγές, δεδομένου ότι ήδη τα σχετικά έργα βρίσκονται στο στάδιο της δημοπράτησης. Η βασική γενική διάταξη των έργων εκτροπής είναι σχεδόν η ίδια για την περίπτωση χρησιμοποίησης συμβατικών και αναστρέψιμων μονάδων. Η διάταξη των έργων περιλαμβάνει το φράγμα και τον ταμιευτήρα Συκιάς, την κύρια σήραγγα εκτροπής, το φράγμα και τον ταμιευτήρα Μουζακίου, το φράγμα και τον ταμιευτήρα Μαυροματίου και τη σήραγγα προσαγωγής μεταξύ των ταμιευτήρων Μουζακίου και Μαυροματίου. Το φράγμα και ο ταμιευτήρας Πύλης αποτελούν επίσης τμήμα αυτής της διάταξης (βλ. Σχ. 1 και Σχ. 2).



ΣΧ. 1 Γενική διάταξη των έργων εκτροπής Αχελώου σύμφωνα με το προτεινόμενο σχήμα άντλησης - ταμίευσης.



Σχ. 2 Μηκοτομή του αγωγού εκτροπής σύμφωνα με το προτεινόμενο σχήμα άντλησης - ταμίευσης.

Παράλληλα προτείνεται και η κατασκευή τριών σταθμών παραγωγής, ενός στο Πευκόφυτο, αμέσως μετά το κατάντη άκρο της σήραγγας, ενός άλλου μεταξύ των ταμιευτήρων Μουζακίου και Μαυροματίου, στο κατάντη άκρο της σήραγγας και ενός τρίτου στην έξοδο του ταμιευτήρα Μαυροματίου. Αναστρέψιμες μονάδες προβλέπεται να εγκατασταθούν στους σταθμούς παραγωγής Πευκοφύτου και Μουζακίου. Η εγκατεστημένη ισχύς θα είναι περίπου 260 MW για κάθε σταθμό και 520 MW συνολικά.

Εάν κύριο κριτήριο σχεδιασμού της διάταξης με συμβατικές μονάδες αποτελούσε η μεγιστοποίηση της αξιοποίησης του ενεργειακού δυναμικού της περιοχής, όπως έγινε και στη διάταξη με άντληση - ταμίευση, τότε η διαφορά μεταξύ των ανωτέρω δύο σχημάτων θα ήταν αμελητέα. Αυτό σημαίνει ότι και η διαφορά κόστους μεταξύ των δύο διατάξεων θα ήταν πολύ μικρή.

Μελέτες σκοπιμότητας του σχήματος άντλησης - ταμίευσης, που έγιναν πρόσφατα με βάση παλαιότερα και νεότερα στοιχεία και περιλαμβάνουν εκτεταμένες μελέτες επιλογής μονάδων και αντιμετώπισης των μεταβατικών υδραυλικών φαινομένων και του υδραυλικού πλήγματος, κατέστησαν σαφές ότι το προτεινόμενο σχήμα είναι τεχνικά και οικονομικά πραγματοποιήσιμο και το όφελος που προκύπτει υψηλότατο. Για να αποφευχθούν οι μεγάλες απώλειες υδραυλικού φορτίου στη σήραγγα εκτροπής, η μέγιστη παροχή περιορίστηκε στα 114 m³/s περίπου. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος των πολύ μεγάλων διακυμάνσεων στάθμης στους δύο ταμιευτήρες προβλέπεται η εγκατάσταση μονάδων δύο ταχυτήτων στο σταθμό Πευκοφύτου. Στο σταθμό Μουζακίου διαπιστώθηκε ότι η εγκατάσταση μονάδων μιας ταχύτητας είναι επαρκής.

Οι μελέτες οικονομικής ανάλυσης, που εκπονήθηκαν από τους συγγραφείς (βλ. ενότητα 3.2) οδηγούν στο συμπέρασμα ότι με το σχήμα άντλησης - ταμίευσης το όφελος από την παραγωγή ενέργειας θα υπερδιπλασιαστεί σε σχέση με τη διάταξη με συμβατικές μονάδες. Το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας θα είναι ενέργεια αιχμής. Η συνολική ποσότητα της κατ' έτος παραγόμενης ενέργειας θα είναι σχεδόν σταθερή. Η λειτουργία και παραγωγή ενέργειας της διάταξης με άντληση - ταμίευση θα είναι ανεξάρτητη από την ποσότητα νερού που θα εκτρέπεται προς τη Θεσσαλία, δεδομένου ότι, στην περίπτωση που δεν υπάρχει μεταφορά νερού, η διάταξη μπορεί να λειτουργεί σαν ένα αμιγές σχήμα άντλησης - ταμίευσης. Σε πρόσφατες μελέτες για τη διάταξη με χρήση συμβατικών μονάδων, που εκπονήθηκαν από άλλους, θεωρήθηκε ότι μεταφορά νερού θα γίνεται μόνο κατά τους θερινούς (συνολικά έξι) μήνες, οπότε και η παραγωγή ενέργειας θα περιορίζεται σε μια χρονική περίοδο έξι μηνών το χρόνο. Όπως είναι γνωστό, η αξία της εποχιακής αυτής ενέργειας είναι ιδιαίτερα χαμηλή.

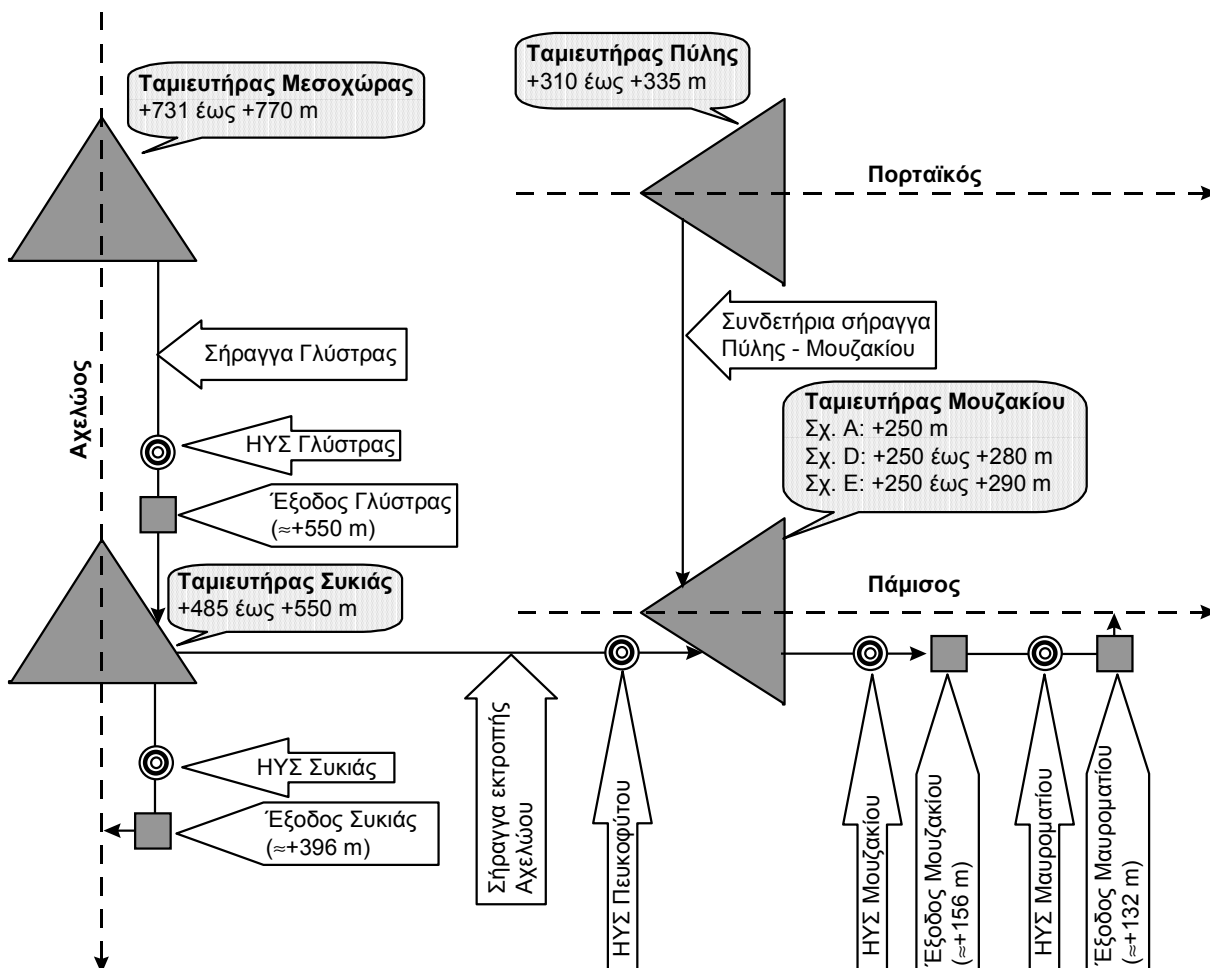
Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι ο λόγος οφέλους - κόστους, που έχει υπολογιστεί κατά καιρούς με βάση την ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιώντας συμβατικές μονάδες, στην περίπτωση της διάταξης άντλησης - ταμίευσης, μπορεί εύκολα να ξεπεράσει τη μονάδα με πολύ άνετα περιθώρια.

3.2 Διαχείριση των νερών της εκτροπής

Για τη μελέτη της λειτουργίας και απόδοσης των έργων εκτροπής αναπτύχθηκε ένα μοντέλο προσομοίωσης-βελτιστοποίησης, με βάση το οποίο εκτιμήθηκαν για κάθε διάταξη έργων οι εκροές, οι αντλούμενες ποσότητες, οι ποσότητες ενέργειας τόσο στη φάση παραγωγής ενέργειας, όσο και στη φάση άντλησης, και τελικά το προκύπτον οικονομικό όφελος από την παραγωγή ενέργειας (Κουτσογιάννης, 1996β). Το μοντέλο προσομοιώνει συνολικά και σε πλήρη λεπτομέρεια το υδροσύστημα (βλ. Σχ. 3), το οποίο αποτελείται από:

1. τους ποταμούς Αχελώο, Πορταϊκό και Πάμισο και τις λεκάνες απορροής τους ανάντη Συκιάς, Πύλης και Μουζακίου, αντίστοιχα.
2. τους τέσσερις ταμιευτήρες (Μεσοχώρα, Συκιά, Πύλη, Μουζάκι),
3. τους πέντε κύριους υδροηλεκτρικούς σταθμούς (Μεσοχώρα, Συκιά, Πευκόφυτο, Μουζάκι, Μαυρομάτι), και
4. τους έξι αγωγούς προσαγωγής ή διασύνδεσης (Γλύστρας, Συκιάς, εκτροπής Αχελώου, συνδετήρια σήραγγα Πύλης-Μουζακίου, Μουζακίου, Μαυροματίου).

Επίσης, εκτιμά προσεγγιστικά τις επιπτώσεις στην παραγωγή ενέργειας των έργων Κάτω Αχελώου (Κρεμαστών, Καστρακίου, Στράτου), χωρίς όμως να προσομοιώνει σε λεπτομέρεια τη λειτουργία αυτών των έργων. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να εκτιμήσει το συνολικό όφελος από τη λειτουργία του υπό μελέτη συστήματος έργων, συνυπολογίζοντας, σε κάθε μελετώμενη διάταξη έργων, τη μείωση στην παραγωγή ενέργειας των έργων Κάτω Αχελώου.



Σχ. 3 Σχηματική παράσταση του υδροσυστήματος Άνω Αχελώου-Μουζακίου-Πύλης και χαρακτηριστικές στάθμες των έργων.

Το μοντέλο συμπεριλαμβάνει στην προσομοίωση την ικανοποίηση των καταναλωτικών χρήσεων, οι οποίες αφορούν κυρίως στην παροχή αρδευτικού νερού κατάντη του Μαυροματίου καθώς και δευτερευόντως στην παροχή μικρής ποσότητας αρδευτικού νερού κατάντη της Πύλης. Ακόμη, το μοντέλο περιλαμβάνει την ικανοποίηση των περιβαλλοντικών όρων που αφορούν στις παροχές εκροής κατάντη των φραγμάτων για περιβαλλοντική διατήρηση.

Οι υδρολογικές εισοδοί του μοντέλου είναι οι απορροές των λεκανών και οι καθαρές βροχοπτώσεις στους ταμιευτήρες (δηλαδή οι βροχοπτώσεις μείον τις εξατμίσεις). Η ιστορική περίοδος μελέτης περιλαμβάνει 34 υδρολογικά έτη (1960-61 έως 1993-94). Η γενική μεθοδολογία του μοντέλου στηρίζεται σε μια ανάλογη εργασία των Nalbantis and Koutsogiannis (1996) και περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. Παραμετροποίηση του συστήματος με την εισαγωγή παραμετρικών κανόνων λειτουργίας.
2. Λεπτομερής προσομοίωση της λειτουργίας του συστήματος με ικανοποίηση όλων των φυσικών και των εσωτερικών λειτουργικών περιορισμών του.

3. Βελτιστοποίηση του δείκτη επίδοσης του συστήματος (ο οποίος συνδέεται με το ενεργειακό οικονομικό όφελος και την αρδευτική απόληψη) σε τρόπο ώστε να ικανοποιούνται ταυτόχρονα οι εξωτερικοί λειτουργικοί περιορισμοί του. Από τη βελτιστοποίηση προκύπτουν οι τιμές παραμέτρων του συστήματος.

Το μοντέλο εφαρμόστηκε για πέντε διατάξεις έργων, οι οποίες διασαφηνίζονται στον Πίν. 3. Η διάταξη 0 (μη εκτροπή) εξετάζεται για λόγους σύγκρισης και μόνο.

Πίν. 3 Διατάξεις έργων που εξετάζονται στην παρούσα μελέτη.

Διάταξη έργων	0	1	A	D	E
Εκτροπή προς Θεσσαλία	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Κατασκευή φράγματος Μουζακίου	ΟΧΙ	Ανάχωμα	Ανάχωμα	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Κατασκευή φράγματος Πύλης	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Λειτουργία σταθμών Πευκοφύτου και Μουζακίου με άντληση-ταμίευση	-	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Μέγιστη στάθμη στον ταμιευτήρα Μουζακίου	-	+250 m	+250 m	+280 m	+290 m

Για την οικονομική αξιολόγηση των διάφορων σεναρίων και πρακτικών διαχείρισης έχουν υιοθετηθεί ορισμένες τιμές μονάδας τόσο για την ενεργειακή όσο και για την αρδευτική χρήση του νερού. Έτσι, οι τιμές πρωτεύουσας και δευτερεύουσας ενέργειας θεωρήθηκαν ίσες με 10.6 και 5.7 δρχ./kWh, αντίστοιχα, ενώ η τιμή της νυχτερινής ενέργειας, η οποία χρησιμοποιείται για άντληση, θεωρήθηκε 2.4 δρχ./kWh. Το μοναδιαίο όφελος από την παροχή αρδευτικού νερού θεωρήθηκε 18 δρχ./m³, ενώ η ίδια τιμή χρησιμοποιήθηκε και για το τμήμα της εκτρεπόμενης ποσότητας που θα διατεθεί για περιβαλλοντική διατήρηση. Η παραπάνω τιμή εκτιμήθηκε με βάση τις παραδοχές ότι η καθαρή ωφέλεια από την παροχή αρδευτικού νερού θα είναι της τάξης των 10 000 δρχ./στρέμμα και η διατιθέμενη ανά στρέμμα ποσότητα αρδευτικού νερού θα είναι 500 - 550 m³/έτος (ΕΥΔΕ Αχελώου και ENVECO, 1995). Ασφαλώς, οι παραπάνω τιμές μονάδας δεν μπορεί να θεωρηθούν τελικές αλλά είναι πρώτες προσεγγίσεις, οι οποίες έχουν ληφθεί αρκετά συντηρητικές. Πάντως, εξ αιτίας των αβεβαιοτήτων στην προσέγγιση των παραπάνω τιμών μονάδας, έγινε και ανάλυση ευαισθησίας του συστήματος, η οποία έδειξε ότι το σύστημα δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο (ως προς τους βασικούς λειτουργικούς κανόνες και τις πρακτικές διαχείρισης) στη μεταβολή των μοναδιαίων τιμών.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του μοντέλου παρουσιάζονται συνοπτικά, για όλες τις διατάξεις έργων, στον Πίν. 4. Τα στοιχεία αυτού του πίνακα, καθώς και το σύνολο των προσομοιώσεων που εκτελέστηκαν μας επιτρέπουν να εξαγάγουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Η εκτροπή 600 hm³ νερού ετησίως προς τη Θεσσαλία είναι δυνατή (για αποδεκτό επίπεδο αξιοπιστίας) με χρησιμοποίηση μόνο του ρυθμιστικού όγκου του ταμιευτήρα Συκιάς. Η λειτουργία του ταμιευτήρα Μεσοχώρας δεν επηρεάζεται πρακτικώς από αυτή την εκτροπή.
2. Η κατασκευή του ταμιευτήρα Μουζακίου δίνει ευνοϊκά αποτελέσματα για το όλο σύστημα, αυξάνοντας την οικονομική επίδοση, την αξιοπιστία και την ελαστικότητα του συστήματος. Παρόμοια ευνοϊκά αποτελέσματα έχει η κατασκευή του ταμιευτήρα Πύλης, σε συνδυασμό με την κατασκευή του ταμιευτήρα Μουζακίου.
3. Στις διατάξεις έργων D και E (που περιλαμβάνουν και το φράγμα Πύλης) το σύστημα παρουσιάζει αξιοσημείωτη ελαστικότητα ως προς τη διαχείρισή του. Σε περίπτωση τυχόν μικρότερων πραγματικών αρδευτικών αναγκών (ή και μικρότερου πραγματικού οφέλους από την άρδευση), η λειτουργία του συστήματος μπορεί να προσανατολιστεί προς την αύξηση του ενεργειακού οφέλους.
4. Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν συμβατικές μονάδες παραγωγής ενέργειας στο Πευκόφυτο και το Μουζάκι, και αν το μοναδικό κριτήριο είναι η βελτιστοποίηση της παραγωγής ενέργειας, τότε η εκτροπή έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο όλο σύστημα (συμπεριλαμβανομένων και των έργων Κάτω Αχελώου) σε σχέση με τη μη εκτροπή. Η

κατάσταση αυτή ανατρέπεται θεαματικά αν χρησιμοποιηθούν αντιστρεπτές μονάδες (άντλησης-ταμίευσης) στο Πευκόφυτο και το Μουζάκι. Ακόμη και αν το μοναδικό κριτήριο είναι η (οικονομική) βελτιστοποίηση της παραγωγής ενέργειας, η εκτροπή παρουσιάζει σημαντικότερα οικονομικά οφέλη σε σχέση με τη μη εκτροπή, όπως φαίνεται στον Πίν. 4.

Πίν. 4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την αποτίμηση των πέντε διατάξεων έργων.

Διάταξη έργων	0	1 [*]	A	D [†]	E [†]
Περιγραφή έργων	Χωρίς εκτροπή, χωρίς Μουζάκι και Πύλη	Εκτροπή χωρίς άντληση, Μουζάκι +250 m, χωρίς Πύλη	Όπως η διάταξη 1, αλλά με άντληση	Εκτροπή και άντληση, Μουζάκι +280 m, με Πύλη	Εκτροπή και άντληση, Μουζάκι +290 m, με Πύλη
Μέσος ετήσιος όγκος εκτροπής (hm ³)	0	599	600	600 [476]	600 [464]
Μέση ετήσια αρδευτική απόληψη (hm ³)	0	595	595	776 [604]	799 [604]
Ετήσιο οικονομικό όφελος από άρδευση (εκ. δρχ.)	0	10709	10718	13960 [10870]	14376 [10870]
Πρωτεύουσα ενέργεια (GWh)					
Παραγωγή	508	294 (520)	1103	1102 [1216]	1101 [1246]
Επίπτωση Κάτω Αχελώου	0	-210	-210	-210 [-166]	-210 [-163]
Διαφορά	508	84 (310)	893	892 [1050]	891 [1083]
Δευτερεύουσα ενέργεια (GWh)					
Παραγωγή	298	827 (601)	599	693 [573]	718 [574]
Επίπτωση Κάτω Αχελώου	0	-90	-90	-90 [-71]	-90 [-70]
Διαφορά	298	737 (511)	509	603 [502]	628 [504]
Άντληση (GWh)	0	0	-855	894 [-949]	-918 [-987]
Πραγματικό ενεργειακό ισοζύγιο (GWh) [‡]	806	821	547	601 [603]	601 [600]
Ενέργεια ανηγμένη σε πρωτεύουσα (GWh) [§]	668	481 (585)	973	1014 [1104]	1021 [1131]
Ετήσιο οικονομικό όφελος από ενέργεια (εκ. δρχ.)	7082	5095 (6202)	10309	10751 [11707]	10824 [11991]
Δείκτης επίδοσης (μικτό ετήσιο οικονομικό όφελος, εκ. δρχ.)	7082	15804 (16911)	21026	24711 [22577]	25200 [22861]

* Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις για τη διάταξη έργων 1 προκύπτουν αν θεωρηθεί μεταβλητή πρωτεύουσα ενέργεια ανά μήνα.

† Οι τιμές μέσα στις αγκύλες για τις διατάξεις έργων D και E προκύπτουν με βελτιστοποίηση του ενεργειακού οφέλους (και όχι του μικτού).

‡ Το ενεργειακό ισοζύγιο προκύπτει ως αλγεβρικό άθροισμα της ενέργειας όλων των έργων και όλων των τύπων.

§ Η ανηγμένη ενέργεια προκύπτει από τον τύπο $E_A = E_{\Pi} + (c_{\Delta}/c_{\Pi}) E_{\Delta} + (c_P/c_{\Pi}) E_P$, όπου E_A , E_{Π} , E_{Δ} και E_P η ανηγμένη, η πρωτεύουσα, η δευτερεύουσα ενέργεια και η ενέργεια άντλησης, αντίστοιχα και c_{Π} , c_{Δ} και c_P οι τιμές μονάδας της πρωτεύουσας, δευτερεύουσας ενέργειας και ενέργειας άντλησης, αντίστοιχα. Με τις τιμές μονάδας που αναφέρθηκαν παραπάνω προκύπτει $E_A = E_{\Pi} + 0.538 E_{\Delta} + 0.226 E_P$ (το E_P λαμβάνεται με αρνητικό πρόσημο).

4. ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΕΡΓΩΝ - ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

4.1 Επιφανειακά νερά

Στην ενότητα αυτή επιχειρούμε να εκτιμήσουμε το κόστος νερού ανά m^3 για όλα τα έργα ανάπτυξης των επιφανειακών υδατικών πόρων της Θεσσαλίας καθώς και τα έργα εκτροπής Αχελώου. Για τον προσδιορισμό του κόστους των έργων χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τις μελέτες των έργων και, για όσα έργα δημοπρατήθηκαν, πληροφορίες για τους προϋπολογισμούς δημοπρασίας από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Τα σχετικά στοιχεία έχουν συγκεντρωθεί και αναλυθεί σε έκθεση του Λαζαρίδη (1995) σε τιμές 1994. Για την αναγωγή του κόστους σε ετήσια δαπάνη θεωρήθηκε επιτόκιο 6% και ετήσιες δαπάνες συντήρησης 0.8% επί του συνολικού κόστους των έργων.

Στον Πίν. 5 δίνεται το κόστος των έργων στη Θεσσαλία (χωρίς εκτροπή), το πρακτικά απολήψιμο δυναμικό και το κόστος αρδευτικού νερού, τόσο για κάθε μεμονωμένο έργο, όσο και για όλη τη σειρά έργων, θεωρώντας μια εύλογη (αλλά ενδεικτική) κλιμάκωση της κατασκευής των έργων αξιοποίησης των επιφανειακών υδατικών πόρων της Θεσσαλίας. Η σειρά προτεραιότητας των έργων καταρτίστηκε με βάση κριτήρια κόστους, πραγματικής προόδου των εργασιών (π.χ. τα έργα Σμοκόβου περατώθηκαν και θα λειτουργήσουν σύντομα) και γεωγραφικής θέσης (π.χ. για τα έργα στις θέσεις Παλιοδερλί, Καλούδα και Παλαιομονάστηρο, που βρίσκονται σε ακραίες απομακρυσμένες περιοχές της πεδιάδας).

Πίν. 5 Στοιχεία κόστους των έργων ανάπτυξης υδατικών πόρων στη Θεσσαλία χωρίς εκτροπή Αχελώου).

Σειρά ένταξης Έργο έργων (α/α)	Κόστος έργου, δισ. δρχ.	Απόληψη έργου, $hm^3/έτος$	Κόστος νερού έργου $δρχ./m^3$	Κόστος σειράς έργων, δισ.δρχ.	Απόληψη σειράς έργων, $hm^3/έτος$	Κόστος νε- ρού σειράς έργων, $δρχ./m^3$
Έργα Κατηγορίας 1						
1 Σμόκοβο	28	114	17.55	28	114	17.55
2 Γυρτώνη & μικροί ταμι- ευτήρες περ. Κάρλας	7	55	9.09	35	169	14.80
3 Κάρλα	40	125	22.86	75	294	18.23
4 Πύλη - Μουζάκι	38	122	22.25	113	416	19.41
5 Καλούδα	9	30	21.43	122	446	19.54
6 Παλιοδερλί	22	43	36.55	144	489	21.04
7 Νεοχώρι	10	19	37.60	154	508	21.66
8 Παλαιομονάστηρο	10	15	47.63	164	523	22.40
9 Λοιπά μικρά φράγματα Πηνειού	21	24	62.51	185	547	24.16
Έργα Κατηγορίας 2						
10 Κρύα Βρύση	45	210	15.30	230	757	21.70
11 Θεόπετρα	10	15	47.63	240	772	22.21
Υφιστάμενα έργα						
12 Ν. Πλαστήρα	-	76	-	-	848	-

Τα αντίστοιχα μεγέθη για το νερό από την εκτροπή του Αχελώου δίνονται στον Πίν. 6 και τον Πίν. 7. Ειδικότερα, στον Πίν. 6 δίνονται οι συνιστώσες του συνολικού κόστους, με βάση τους προϋπολογισμούς δημοπρασίας, των έργων κεφαλής Μεσοχώρας, Συκιάς και σήραγγας εκτροπής, καθώς και εκτιμήσεις κόστους των έργων Μουζακίου και Μαυροματίου για τρεις από τις διατάξεις που εξετάστηκαν, τις διατάξεις 1, Α και Ε (υπενθυμίζεται ότι οι διατάξεις 1 και Α δεν περιλαμβάνουν το φράγμα Πύλης και τη συνδετήρια σήραγγα). Στον Πίν. 7 γίνεται ο υπολογισμός του κόστους νερού που παρέχεται από αυτά τα έργα. Για τον υπολογισμό του κόστους του αρδευτικού νερού έγινε αναγωγή του συνολικού κόστους σε ετήσια βάση και αφαιρέθηκε το ετήσιο όφελος από την παραγωγή ενέργειας, το οποίο έχει δοθεί στον Πίν. 4. Στις τελικές τιμές που δίνονται έχει συνυπολογιστεί η επιβάρυνση από το αναπόσβεστο τμήμα του κόστους των έργων της ΔΕΗ στον κάτω ρου του Αχελώου (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτου), λόγω της εκτροπής, δεδομένου ότι έχει

αφαιρεθεί από το ενεργειακό όφελος η αντίστοιχη ενεργειακή επίπτωση σε αυτά τα έργα. Μάλιστα, για να είναι πιο συντηρητική η εκτίμηση, η επίπτωση αυτή θεωρήθηκε για τη συνολική περίοδο απόσβεσης των έργων κεφαλής (50 χρόνια) παρόλο που θα ήταν ορθότερο να θεωρούνταν μόνο για το υπόλοιπο του χρόνου απόσβεσης των συγκεκριμένων έργων, μέχρι τη συμπλήρωση 50 ετών από την έναρξη λειτουργίας τους (Κρεμαστά 18 χρόνια, Καστράκι 21 χρόνια, Στράτος 41 χρόνια).

Πίν. 6 Συνιστώσες συνολικού κόστους έργων κεφαλής της εκτροπής Αχελώου (δισ. δρχ.).

Έργο	Φράγμα- ταμιευτήρας	Σήραγγα	Σταθμός παραγωγής	Σύνολο
Μεσοχώρα	27	15	9	51
Συκιά και σήραγγα εκτροπής	30	35	10	75
Πύλη και συνδετήρια σήραγγα				
Διάταξεις 1 και Α	-	-		-
Διάταξη Ε	10	7		17
Πευκόφυτο & Μουζάκι				
Διάταξη 1	7	10	31	48
Διάταξη Α	7	10	35	52
Διάταξη Ε	27	10	35	72
Μαυρομάτι	6		4	10
Σύνολο				
Διάταξη 1	70	60	54	184
Διάταξη Α	70	60	58	188
Διάταξη Ε	100	67	58	225

Πίν. 7 Εκτίμηση κόστους αρδευτικού νερού από τα έργα εκτροπής Αχελώου.

Διάταξη έργων	Συνολική δαπάνη, δισ. δρχ.	Ετήσια δαπάνη, δισ. δρχ.	Ετήσιο ενεργειακό όφελος, δισ. δρχ.	Ετήσια καθαρή δαπάνη, δισ. δρχ.	Ετήσια απόληψη νερού, hm ³	Κόστος νερού, δρχ./m ³
1	184	13.145	6.202	6.943	595	11.67
A	188	13.431	10.309	3.122	595	5.25
E	225	16.074	10.824	5.250	799	6.57

Συμπερασματικά, από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι το μέσο κόστος νερού για την ανάπτυξη των υδατικών πόρων της Θεσσαλίας, με απόληψη 547 hm³/έτος (χωρίς Κρύα Βρύση και Θεόπετρα), θα φτάσει σε περίπου 24 δρχ./m³. Το αντίστοιχο κόστος νερού από τον Αχελώο, για εκτροπή 600 hm³ ετησίως θα ανέλθει σε 12 δρχ./m³ αν χρησιμοποιηθούν συμβατικές μονάδες παραγωγής και θα μειωθεί σε 5 έως 6.5 δρχ./m³ αν εφαρμοστεί η διάταξη άντλησης - ταμίευσης.

4.2 Υπόγεια νερά

Το κόστος υδροληψίας υπόγειων νερών είναι, κυρίως, συνάρτηση του βάθους και της παροχής άντλησης για την ανύψωση του νερού από την υπόγεια στάθμη μέχρι τη στάθμη του εδάφους. Αν στο κόστος νερού από γεωτρήσεις προστεθεί και το κόστος διανομής με δίκτυο άρδευσης, τότε θα πρέπει να γίνει οικονομική σύγκριση με το αντίστοιχο κόστος νερού από την εκτροπή Αχελώου, στο οποίο βέβαια θα προστεθεί και το κόστος μεταφοράς και διανομής. Εξυπακούεται ότι σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να προστεθούν και τα έξοδα λειτουργίας (π.χ. αντλιοστασίων, συντήρησης κτλ.).

Από στοιχεία προγενέστερων ερευνών (Λαζαρίδης και Μαχαίρας, 1987) είχαν προκύψει οικονομικά συμπεράσματα για τη χρησιμοποίηση ή όχι των υπόγειων νερών στις αρδεύσεις. Στη μελέτη, βέβαια, αυτή εξεταζόταν η εκτροπή 1100 hm³ και υπήρχε η δυνατότητα να καταργηθούν και γεωτρήσεις που θα μπορούσαν να λειτουργήσουν. Σήμερα, όμως, όπως έχουν διαμορφωθεί οι συνθήκες με την εκτροπή 600 hm³, είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν σχεδόν όλες οι γεωτρήσεις που είναι δυνατόν να λειτουργήσουν, έστω και με μεγαλύτερο κόστος.

Πρέπει, πάντως, να ληφθεί υπόψη ότι, σε ορισμένες περιοχές, που είναι εύκολη και οικονομικά συμφέρουσα η προσαγωγή νερού από τον Αχελώο, ενώ η άντληση νερού μικρών παροχών από μεγάλα βάθη είναι δαπανηρή, μπορεί να εξετάζεται η λύση Αχελώου ή μικτή λύση. Άλλωστε, όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.2, θα πρέπει να μειωθεί η σημερινή εκμετάλλευση των υπόγειων υδατικών πόρων, ώστε να φτάσει στα ασφαλή επίπεδα των 400 hm³ ετησίως.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η διαχείριση των νερών, που θα εξυπηρετήσουν από κάθε πλευρά τη Θεσσαλία, θα πρέπει να λάβει υπόψη (α) το κόστος του νερού, (β) το κόστος των έργων σε κάθε εναλλακτική λύση που εξετάζεται, (γ) τον ορθολογικό και ρεαλιστικό προγραμματισμό των έργων, (δ) το περιβαλλοντικό κόστος ή όφελος, και (ε) τις πάσης φύσεως ωφέλειες στη γεωργία, στις αστικές λειτουργίες, στον τουρισμό και γενικότερα από την αναβάθμιση του οικονομικού, πολιτιστικού και κοινωνικού επιπέδου της Θεσσαλίας και τις επιπτώσεις στην Εθνική Οικονομία.

Από τα βασικά στοιχεία, που δόθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, προκύπτουν πολύ συνοπτικά τα εξής:

- Η εκτροπή 600 hm³ ετησίως από τον άνω ρου του Αχελώου δημιουργεί νέες συνθήκες για τη Θεσσαλία και την εθνική οικονομία γενικότερα.
- Εκτός από τα έργα Ν. Πλαστήρα και Σμοκόβου που θεωρούνται ως κατασκευασμένα, πρέπει να θεωρηθούν ως δεδομένα και τα έργα εκτροπής Αχελώου, τα οποία δημοπρατήθηκαν.
- Το φράγμα Γυρτώνης δίδει πολύ μικρό κόστος νερού και πρέπει να προχωρήσει από τώρα η κατασκευή του.
- Για τον ταμιευτήρα Κάρλας, επειδή, όπως σχεδιάζεται προς το παρόν από το ΥΠΕΧΩΔΕ, είναι σχετικά δαπανηρός και το κόστος νερού είναι υψηλό σε σύγκριση με το νερό Αχελώου, πρέπει να εξεταστεί η κατάλληλη λειτουργία του και η μερική τροφοδότησή του από νερά του Αχελώου, οπότε θα μειωθεί και το μέγεθός του.
- Από τα υπόλοιπα έργα της Θεσσαλίας, οι ταμιευτήρες Παλιοδερλί, Παλιομονάστηρου και Καλούδας, αν και έχουν σημαντικό κόστος, σε σχέση με την απόδοσή τους σε απόληψη, θα κατασκευαστούν σε κάποια χρονική στιγμή και δεν θα συνδεθούν με τα έργα εκτροπής του Αχελώου.
- Το φράγμα Νεοχωρίου δίνει μεγάλο κόστος νερού και πρέπει να προγραμματιστεί η κατασκευή του στο απώτερο μέλλον.
- Τα υπόλοιπα μικρά φράγματα στον Πηνειό είναι δαπανηρά και θα πρέπει μάλλον να προγραμματιστεί η κατασκευή τους στο απώτερο μέλλον, εκτός εάν προκύψουν ανάγκες από τη γενική διάταξη των έργων εκτροπής.
- Το φράγμα Μουζακίου, με τελικό υψόμετρο +290 m (“υψηλό” Μουζάκι), μπορεί να κατασκευαστεί αρχικά μέχρι το υψόμετρο +250 m (“χαμηλό” Μουζάκι), αν δεν υπάρχουν άμεσα οικονομικές δυνατότητες, και αργότερα να ολοκληρωθεί. Η περίπτωση αυτή είναι δυνατή και έχει εξεταστεί στα πλαίσια μελέτης του ΥΠΕΧΩΔΕ (Καλαούζης, 1996), αντιστοιχεί δε στην πρώτη φάση των έργων.
- Το φράγμα Πύλης και η συνδετήρια σήραγγα θα κατασκευαστούν ταυτόχρονα ή αργότερα από την ολοκλήρωση του “υψηλού” Μουζακίου (+290 m).
- Η ανωτέρω σταδιακή κατασκευή των έργων είναι απαραίτητη για να εξευρεθούν οι πόροι κατασκευής και των έργων μεταφοράς και διανομής νερού στην πεδιάδα.
- Σε πρώτη φάση, εκτός από το “χαμηλό” Μουζάκι (+250 m), θα πρέπει άμεσα να διατεθούν πιστώσεις, της τάξης των 60 δις. δρχ., ώστε να κατασκευαστούν ορισμένα βασικά αρδευτικά έργα για την ολοκλήρωση της εκμετάλλευσης των νερών της εκτροπής.
- Με τη διάταξη άντλησης - ταμίευσης κατάντη του Πευκοφύτου, προκύπτουν πολύ μεγάλα οικονομικά οφέλη και γι’ αυτό, κάθε γενική διάταξη που έχει μέχρι τώρα σχεδιαστεί, πρέπει να αναθεωρηθεί. Η διάταξη αυτή ανατρέπει όλες τις μέχρι τώρα απόψεις για ενεργειακή ζημία λόγω εκτροπής.

- Τα υπόγεια νερά θα χρησιμοποιούνται στο σύνολό τους μέχρι την κατασκευή έργων μεταφοράς του νερού της εκτροπής και μπορούν να αποσύρονται σταδιακά ορισμένες γεωτρήσεις που θα καθοριστούν μετά από μελέτη, για την αποκατάσταση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.
- Σε επίπεδο εθνικής οικονομίας είναι δυνατόν να επιτευχθεί οικονομία της τάξης 80 δισ. δρχ. και πλέον, μόνο με την προτεινόμενη γενική διάταξη άντλησης - ταμίευσης. Με ένα σωστό δε προγραμματισμό των έργων και με κατάλληλη διαχείριση των νερών είναι δυνατόν να επιτευχθεί επιπλέον οικονομία, που εκτιμάται σε 140 δισ. δρχ. τουλάχιστον.

Αναφορές

- ΕΥΔΕ Αχελώου και ΕΝΒΕCO, *Συνολική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Εκτροπής Αχελώου*, ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 1995.
- ΕΥΔΕ Αχελώου και Υδροεξυγιαντική, *Μελέτη υδατικών συστημάτων*, Παράρτημα Α της *Συνολικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Εκτροπής Αχελώου*, ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 1995.
- Καλαούζης, Γ., *Γενική Διάταξη Έργων Εκτροπής Αχελώου προς τη Θεσσαλία*, ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΔΕ Αχελώου, Αθήνα, 1996.
- Κουτσογιάννης, Δ., *Υδρολογική διερεύνηση, στα πλαίσια της Γενικής Διάταξης Έργων Εκτροπής Αχελώου προς τη Θεσσαλία*, ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΔΕ Αχελώου, Αθήνα, 1996α.
- Κουτσογιάννης, Δ., *Μελέτη λειτουργίας των ταμιευτήρων, στα πλαίσια της Γενικής Διάταξης Έργων Εκτροπής Αχελώου προς τη Θεσσαλία*, ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΔΕ Αχελώου, Αθήνα, 1996β.
- Κουτσογιάννης, Δ., και Ν. Μαμάσης, *Μέτσοβο: η υδρολογική καρδιά της Ελλάδας, Πρώτο Διεπιστημονικό Συνέδριο του ΕΜΠ για το Μέτσοβο*, Μέτσοβο, 5-7 Μαΐου 1995.
- Λαζαρίδης, Λ., *Εκτροπή του άνω ρου Αχελώου στη Θεσσαλία - Συνοπτικά οικονομικά στοιχεία έργων εμπλεκόμενων στην αξιολόγηση των εναλλακτικών γενικών διατάξεων*, Υδροεξυγιαντική, Αθήνα, 1995.
- Λαζαρίδης, Λ., και Γ. Μαχαίρας, *Μελέτη Ανάπτυξης Εγγειοβελτιωτικών Έργων στη Θεσσαλία, σε Συνδυασμό με την Εκτροπή του Αχελώου*, ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 1987.
- Μαρίνος, Π., Μ. Θάνος, Β. Περγλέρος και Μ. Καββαδάς, *Υδατικό δυναμικό Θεσσαλικής πεδιάδας - Επιπτώσεις από την υπερεκμετάλλευσή του*, *Πρακτικά 3ου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου*, Ηράκλειο Κρήτης, 1995.
- Nalbantis, I., and D. Koutsoyiannis, *A parametric rule for planning and management of multiple reservoir systems*, paper submitted for publication, 1996.