

## Οι ενεργειακές διαστάσεις των έργων εκτροπής του Αχελώου

Δημήτρης Κουτσογιάννης, Τομέας Υδατικών Πόρων, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών,  
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (<http://www.itia.ntua.gr/dk/>)

Η χωρίς προηγούμενο εναντίωση στα έργα εκτροπής Αχελώου, αλλά και οι παλινωδίες στην προώθηση της κατασκευής τους, δείχνουν σε μεγάλο βαθμό ελλιπή κατανόηση των χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων των έργων, έλλειψη στρατηγικού σχεδιασμού και άκριτη υιοθέτηση στερεοτύπων από το διεθνή χώρο. Έργα αυτής της κλίμακας και διάρκειας δεν μπορεί να αντιμετωπίζονται με κριτήρια συγκυριακά, αλλά πρέπει να προβάλλονται στο αβέβαιο μέλλον (με ιχνηλάτηση-υπόθεση εναλλακτικών σεναρίων) και να τεκμηριώνονται με άντληση εμπειριών και δεδομένων από ιστορικά παραδείγματα (παρελθόν).

### Διδάγματα από το παρελθόν

Ας ξεκινήσουμε από το παρελθόν. Τη δεκαετία του 1950 κατασκευάστηκε η πρώτη εκτροπή Αχελώου στη Θεσσαλία. Πρόκειται για το φράγμα του Ταυρωπού ή Μέγδοβα, παραποτάμου του Αχελώου που σχημάτισε τη «λίμνη Πλαστήρα» (καμία σχέση με φυσική λίμνη, πρόκειται για τεχνητό ταμειυτήρα). Τα έργα υδροληψίας εκτρέπουν όλο το νερό προς τη Θεσσαλία χωρίς να αφήνουν ούτε σταγόνα να κυλάει προς τη φυσική κοίτη του Αχελώου, παράγοντας μεγάλες ποσότητες υδροηλεκτρικής ενέργειας (λόγω του τεράστιου ύψους πτώσης, που πλησιάζει τα 600 m). Οι αντιδράσεις του τοπικού πληθυσμού εκείνα τα χρόνια ήταν πολλές – και δικαιολογημένες: Η δημιουργία της λίμνης Πλαστήρα ήταν μια τεράστια επέμβαση στο περιβάλλον, φυσικό και ανθρώπινο. Επέμβαση αδιανόητη για τις σημερινές συνθήκες. Σήμερα όλες οι αντιδράσεις έχουν ξεχαστεί και όλοι σχεδόν αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα των έργων. Η λειτουργία των έργων έχει προ πολλού απομακρυνθεί από τον αρχικό σχεδιασμό. Το κυρίαρχο ενεργειακό στοιχείο του σχεδιασμού υπερκεράστηκε από το αρδευτικό στη δεκαετία του 1980. Σήμερα, έχουμε την πολυτέλεια να έχουμε ανακηρύξει ως κυρίαρχο στοιχείο το περιβαλλοντικό, αισθητικό, οικοτουριστικό – όμως και οι άλλες χρήσεις, μαζί και η υδρευτική, είναι παρούσες<sup>1</sup>.

Ποια διδάγματα θα μπορούσαμε να αντλήσουμε από αυτό το ιστορικό παράδειγμα; Πρώτο, ότι η εκτροπή νερού από μια λεκάνη σε μια άλλη, αν και έχει και αρνητικές επιπτώσεις, δεν είναι θανάσιμο αμάρτημα, όπως μετ' επιτάσεως παρουσιάζεται από πολλούς τα τελευταία χρόνια. Δεύτερο, ότι τέτοια έργα έχουν πολλαπλές ευεργετικές πτυχές, για την ανάπτυξη (παραγωγή ενέργειας, άρδευση), την ποιότητα ζωής (ύδρευση, οικοτουρισμός) και το περιβάλλον (οικοσυστήματα, αισθητική τοπίου). Τρίτο, ότι οι υποδομές αυτής της κλίμακας επιτρέπουν πολλαπλές διαχειριστικές επιλογές για τη λειτουργία τους, οι οποίες μπορεί να μην ταυτίζονται με αυτές που είχαν καθοριστεί στη φάση του σχεδιασμού των έργων. Τέταρτο, ότι οι διαχειριστικές επιλογές δεν είναι

στάσιμες στο χρόνο, αλλά αλλάζουν, προσαρμοζόμενες στις εκάστοτε κοινωνικές και οικονομικές ανάγκες. Και πέμπτο, ότι η ελληνική κοινωνία έχει την ωριμότητα να κατανοεί αυτές τις ανάγκες και να αναπροσαρμόζει τις επιλογές της.

### **Το μελλοντικό ενεργειακό τοπίο**

Φυσικά τίποτε δεν αποκλείει να επανέλθουμε σε μερικά χρόνια σε μια διαχείριση με κυρίαρχο και πάλι το ενεργειακό στοιχείο. Μάλιστα αυτό είναι πολύ πιθανό. Η αρχή της βιωσιμότητας ή αειφορίας, μια σύγχρονη ιδεολογικο-πολιτική αρχή που δίνει έμφαση στο μέλλον, δεν αφορά μόνο στη διαχείριση του νερού, αλλά αργά ή γρήγορα θα επεκταθεί και στην ενέργεια. Εύκολα μπορεί κανείς να αντιληφθεί την άμεση σχέση της διαχείρισης νερού με την ενέργεια: χωρίς ενεργειακούς περιορισμούς δεν θα υπήρχε πρόβλημα νερού (π.χ. όλα τα υδατικά ελλείμματα θα μπορούσαν να καλυφθούν με αφάλατωση).

Η σημερινή διαχείριση ενέργειας κάθε άλλο παρά βιώσιμη είναι. Τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, γαιάνθρακες, φυσικό αέριο) δεν είναι ανανεώσιμα, άρα θα τελειώσουν. Από την άλλη πλευρά με το εντεινόμενο καταναλωτικό μοντέλο που οι ανεπτυγμένες χώρες ακολουθούν, χρόνο με το χρόνο η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται εκρηκτικά. Τον εικοστό αιώνα κυριάρχησε η αντίληψη ότι τα ορυκτά καύσιμα είναι άφθονα και θα περάσουν αιώνες πριν εξαντληθούν. Σήμερα, η αντίληψη αυτή υποχωρεί και το πρόβλημα τοποθετείται με διαφορετικό τρόπο. Πολλές φωνές τονίζουν ότι σε λίγα χρόνια θα έχουμε καταναλώσει το μισό των υπαρχόντων αποθεμάτων πετρελαίου και ότι η επερχόμενη καιροί, όπου θα καταναλώνουμε το δεύτερο μισό, θα είναι δύσκολοι<sup>2</sup>. Η εκμετάλλευση του δεύτερου μισού θα είναι πιο ακριβή (αφού ήδη εξαντλούνται τα πλέον πρόσφορα οικονομικώς αποθέματα) και θα κυριαρχείται από έλλειμμα προσφοράς-ζήτησης. Άρα η «φτηνή ενέργεια» που συνηθίσαμε και στην οποία βασίστηκε το σημερινό μοντέλο ζωής στις ανεπτυγμένες χώρες (καταναλωτικά πρότυπα, μεταφορές, γεωργία) σε μερικά χρόνια θα αποτελεί μια ανάμνηση από το παρελθόν. Ίσως η δραματική αύξηση των τιμών του πετρελαίου που είδαμε την τελευταία διετία να είναι το πρώτο σινιάλο της νέας δύσκολης περιόδου.

Πολλοί πιστεύουν ότι η τεχνολογία θα δώσει άλλες λύσεις ενέργειας φτηνής, ίσως ακόμη φτηνότερης. Όμως, η σύντηξη υδρογόνου, που φαντάζει ως μια τέτοια λύση, αποτελεί απλώς μια υπόθεση με μεγάλη πιθανότητα να διαψευστεί. Το υδρογόνο έχει προβληθεί τελευταία και ως συμβατικό καύσιμο που στο μέλλον θα υποκαταστήσει (π.χ. στα αυτοκίνητά μας) το πετρέλαιο. Πρόκειται για σύγχυση ή παραπληροφόρηση. Το υδρογόνο δεν είναι καύσιμο γιατί δεν απαντά ελεύθερο στη φύση. Για να το χρησιμοποιήσει κανείς πρέπει πρώτα να το παρασκευάσει, κάτι που προφανώς θα απαιτήσει περισσότερη ενέργεια απ' όση μπορεί να αποδώσει η καύση του. Απλώς με υδρογόνο μπορούν να φτιαχτούν «μπαταρίες» (κυψέλες υδρογόνου) για αποθήκευση ενέργειας, που όμως για να γεμίσουν χρειάζονται πρωτογενή ενέργεια.

Είναι απορίας άξιο το γεγονός ότι, σε αντίθεση με το υδρογόνο, δεν έχει προβληθεί η γνωστή από παλιά τεχνολογία σύμφωνα με την οποία το νερό προσφέρει ένα εξαιρετικά ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο αποθήκευσης ενέργειας, και μάλιστα μεγάλης κλίμακας. Τα υδροηλεκτρικά έργα, εκτός από το ότι παράγουν πρωτογενή ενέργεια, παρέχουν και τη δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας, όταν διαθέτουν αντιστρεπτές μονάδες που λειτουργούν ως στρόβιλοι και ως αντλίες. Όταν θέλουμε να αποθηκεύσουμε ενέργεια αντλούμε νερό από τα κατάντη προς τα ανάντη, ενώ όταν θέλουμε να παραγάγουμε ενέργεια κάνουμε το αντίστροφο. Ο όλος κύκλος (άντληση και παραγωγή) έχει βαθμό απόδοσης που μπορεί να ξεπερνά το 90%, τιμή ασύλληπτα υψηλή σε σύγκριση με άλλους τρόπους ενεργειακών μετατροπών.

Η μόνη σίγουρη αειφορική πρωτογενής πηγή ενέργειας για το μέλλον είναι ο ήλιος. Η ηλιακή ενέργεια είναι στη βάση της πυρηνική ενέργεια σύντηξης υδρογόνου, με τη διαφορά ότι είναι φυσική και βρίσκεται σε ασφαλή απόσταση. Με τις μετατροπές που υφίσταται στο υδροκλιματικό σύστημα της Γης, η ηλιακή – κατά βάση – ενέργεια προσφέρεται σε διάφορες μορφές και μπορεί να αξιοποιηθεί με αντίστοιχες τεχνολογίες. Τα υδροηλεκτρικά έργα, μικρά και μεγάλα, είναι μία από αυτές. Τα αιολικά πάρκα, τα φωτοβολταϊκά τόξα, τα βιοκαύσιμα, οι κυματογεννήτριες κτλ. αξιοποιούν άλλες μορφές ενέργειας, που όλες έχουν τη βάση τους στην ηλιακή ενέργεια. Η αξιοποίηση αυτών των μορφών ενέργειας ήδη ξεκίνησε και θεωρείται βέβαιο ότι θα ενταθεί.

Μια ιδιαιτερότητα των περισσότερων από αυτές τις μορφές ενέργειας είναι η έντονη χρονική μεταβλητότητά τους, η οποία δεν επιδέχεται ανθρώπινο έλεγχο (φως σε αίθρια ημέρα, άνεμος και κύματα όταν φυσάει, ροή σε μικρά υδροηλεκτρικά έργα όταν βρέχει). Είναι, λοιπόν, λογικό να υποθέσουμε ότι στο μέλλον, με τη διάδοση της εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών, θα υπάρξει πολύ μεγαλύτερη ανάγκη αποθήκευσης ενέργειας για μικρά έως μεγάλα χρονικά διαστήματα – αυτή είναι η μόνη λύση στο πρόβλημα της χρονικής μεταβλητότητας. Έτσι, αναδεικνύεται η σημασία των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων στο μέλλον και ειδικότερα αυτών που δίνουν τη δυνατότητα αντιστρεπτής λειτουργίας των ενεργειακών μονάδων.

## **Ο ενεργειακός σχεδιασμός των έργων εκτροπής Αχελώου**

Ο στόχος των έργων εκτροπής Αχελώου έχει προβληθεί αρχικώς ως αρδευτικός (παροχή αρδευτικού νερού στην πεδιάδα της Θεσσαλίας) και πιο πρόσφατα ως περιβαλλοντικός. Για την ενεργειακή συνιστώσα αυτών των έργων λίγα έχουν γραφεί και ακόμη λιγότερα έχουν κατανοηθεί. Κοινώς θεωρείται, μάλιστα, ότι τα έργα αυτά έχουν καθαρώς αρνητική ενεργειακή επίπτωση, αφού θα «αφαιρέσουν» νερό από τα έργα του Κάτω Αχελώου (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος). Η άγνοια γύρω από την ενεργειακή συνιστώσα των έργων καταδεικνύεται χαρακτηριστικά από την έντονη κριτική που έγινε στο ότι δεν μίκρυναν οι διαστάσεις της σήραγγας εκτροπής από τον Αχελώο στη Θεσσαλία όταν άλλαξε ο σχεδιασμός και υποβιβάστηκε η αρχική ετήσια ποσότητα των 1100 στα 600 hm<sup>3</sup>.

Όμως η διαστασιολόγηση της σήραγγας δεν έχει καμιά σχέση με την ετήσια ποσότητα εκτροπής. Αντιθέτως, προκύπτει από ενεργειακά κριτήρια: η διάμετρος πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες ενέργειας (τριβές) και να μεγιστοποιηθεί η παραγωγή ενέργειας αιχμής.

Μετά την υιοθέτηση της ετήσιας ποσότητας εκτροπής των 600 hm<sup>3</sup> επανεκπονήθηκε η γενική διάταξη έργων εκτροπής σε μελέτη της Ειδικής Υπηρεσίας Δημοσίων Έργων Αχελώου του ΥΠΕΧΩΔΕ με συμβούλους τους. Γ. Καλαούζη, ELECTROWATT, Π. Μαρίνο και Δ. Κουτσογιάννη (1996). Στη μελέτη αυτή εξετάστηκαν διάφορες διατάξεις έργων ενώ προτάθηκε τελικώς ένα σχήμα που περιλαμβάνει τη δυνατότητα αντιστρεπτής λειτουργίας των ενεργειακών μονάδων (βλ. Σχ. 1 και 2)<sup>3</sup>. Το σχήμα αυτό είναι εξαιρετικά ευέλικτο, πράγμα που σημαίνει ότι επιτρέπει ποικιλία διαχειριστικών επιλογών. Δίνει και τη δυνατότητα αντιστροφής της εκτροπής, δηλαδή της μεταφοράς νερού από τον Πηνειό (από τους ταμιευτήρες Μουζακίου και Πύλης) στον Αχελώο. Αν και σε μόνιμη βάση η δυνατότητα αυτή μπορεί να φαίνεται σήμερα άχρηστη δεν είναι καθόλου, διότι αποτελεί τη βάση για την αποθήκευση ενέργειας. Ακόμη, μπορεί εύκολα να φανταστεί κανείς ότι στην περίπτωση μιας ακραίας πλημμύρας στη λεκάνη του Πηνειού, η μεταφορά νερού προς τον Αχελώο, θα απομείωνε σε κάποιο βαθμό τις επιπτώσεις της πλημμύρας.

Επιπλέον, στην ίδια μελέτη κατασκευάστηκε μοντέλο προσομοίωσης/βελτιστοποίησης της λειτουργίας του υδροσυστήματος (με τη σχηματοποίηση του Σχ. 3) και προσδιορίστηκαν οι τρόποι διαχείρισης που μεγιστοποιούν το οικονομικό όφελος από το σύστημα με σεβασμό των φυσικών, λειτουργικών και περιβαλλοντικών περιορισμών<sup>4</sup>. Αποτελέσματα για τέσσερα σενάρια έργων με τιμές μονάδας εκείνης της εποχής φαίνονται στο Σχ. 4. Προφανώς, για τον υπολογισμό του οφέλους λήφθηκαν υπόψη οι επιπτώσεις της εκτροπής στο σύστημα έργων του Κάτω Αχελώου καθώς και τα κόστη αντλήσεων. Όπως χαρακτηριστικά αποτυπώνεται στο Σχ. 4, ακόμη και χωρίς αντιστρεπτή λειτουργία τα έργα αποδίδουν σημαντικό ενεργειακό όφελος, το οποίο όμως μεγιστοποιείται αν υιοθετηθεί η αντιστρεπτή λειτουργία. Και αυτά με δεδομένα του 1996/97.

Οι λόγοι που αυτός ο σχεδιασμός δεν προωθήθηκε (ως τώρα) σε τεχνικό και πολιτικό επίπεδο δεν θα αναλυθούν εδώ. Πάντως, επιχειρήματα που ακούστηκαν εναντίον αυτού του σχεδιασμού, του τύπου «θα υπάρχουν μεγάλες απώλειες ενέργειας λόγω του μεγάλου μήκους της σήραγγας» είναι αστήρικτα, γιατί προφανώς οι απώλειες ενέργειας τόσο στη φάση παραγωγής, όσο και στη φάση άντλησης υπολογίστηκαν επακριβώς και έτσι τα αποτελέσματα που δόθηκαν συμπεριλαμβάνουν τις απώλειες. Η προώθηση της μη αντιστρεπτής λύσης περιορίζει κατά πολύ τις διαχειριστικές επιλογές, τη χρησιμότητα και τη λειτουργικότητα των έργων. Ειδικότερα, καθιστά ανενεργή για το μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου μια πολύ μεγάλη επένδυση και υποδομή. Ας σημειωθεί ότι η εκτροπή νερού προς τη Θεσσαλία θα γίνεται μόνο το καλοκαίρι. Έτσι, με τη μη αντιστρεπτή λύση, τον υπόλοιπο χρόνο τα έργα θα «αναπαύονται».

Όμως, αν πρόκειται να δούμε έργα αυτής της κλίμακας μέσα το στενό συγκυριακό τοπίο της δεκαετίας του 1990 και του 2000 (όπου η τελευταία καθορίζεται και από την «απελευθέρωση» της αγοράς ενέργειας και τα μέτρα που έχουν ληφθεί για αυτή, σε βάρος ίσως της ΔΕΗ αλλά και των καταναλωτών – αλλά αυτό είναι ένα άλλο ζήτημα) θα κάνουμε λάθος. Αν προσπαθήσουμε να δούμε τη σπουδαιότητα και λειτουργία των έργων σε ευρύτερο χρονικό ορίζοντα, παίρνοντας υπόψη και τις παρατηρήσεις που έγιναν στο προηγούμενο εδάφιο σε σχέση με το πιθανό μελλοντικό ενεργειακό τοπίο, τότε θα διαπιστώσουμε ότι η ενεργειακή διάστασή τους γίνεται σημαντικότερη για πολλούς λόγους.

Ο πρώτος λόγος σχετίζεται με την υδροηλεκτρική παραγωγή καθεαυτήν. Η «φτηνή ενέργεια» ίσως πάψει να υφίσταται, οπότε το οικονομικό όφελος από την παραγωγή ενέργειας ίσως αυξηθεί σημαντικά. Συναφής είναι και ο δεύτερος λόγος. Η διάδοση και γενίκευση της αξιοποίησης εναλλακτικών πηγών ενέργειας, με επακόλουθο τη μεγάλη (και μη ελέγξιμη) χρονική μεταβλητότητα της διαθεσιμότητας ενέργειας θα καταστήσει ενδεχομένως τα έργα εκτροπής (με την προϋπόθεση ότι θα υλοποιηθεί τελικώς ο αντιστρεπτός σχεδιασμός) κρίσιμη συνιστώσα του ενεργειακού συστήματος της χώρας, κάτι που θα μεταφράζεται επίσης σε οικονομικό όφελος, πολύ μεγαλύτερο από αυτό του Σχ. 4 που στηρίχτηκε σε τιμές του 1996/97.

Υπάρχει όμως και μια σειρά ενεργειακών συνιστωσών που σχετίζονται με τη γεωργία και την άρδευση. Η πιο προφανής είναι ότι θα αποφευχθεί η άντληση αρδευτικού νερού από μεγάλα βάθη, κάτι που γίνεται σήμερα στη Θεσσαλία και που επίσης μεταφράζεται σε οικονομικό μέγεθος – αλλά όχι μόνο. Η περιβαλλοντική όψη του τελευταίου προβλήματος είναι εξ ίσου σημαντική.

Όμως, η ενεργειακή τροφοδοσία της γεωργίας δεν σταματά στην άντληση νερού. Παραδοσιακά, η γεωργία ήταν μια δραστηριότητα αειφορική, αφού η ενεργειακή της τροφοδοσία γινόταν με δέσμευση ηλιακής ενέργειας, μέσα από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης των φυτών. Αυτό άρχισε να αλλάζει μετά το 1950 με αποτέλεσμα σήμερα η γεωργία και τα προϊόντα της (δηλαδή τα τρόφιμα) να τροφοδοτούνται ενεργειακά και από πετρέλαιο (κυρίως για την παραγωγή λιπασμάτων, την κίνηση των αγροτικών μηχανημάτων και τις μεταφορές των προϊόντων). Έτσι έχει υπολογιστεί ότι για να τραφεί ένας Αμερικανός για ένα χρόνο χρειάζεται να καταναλωθούν 1500 λίτρα πετρελαίου!<sup>5</sup> Αν δεχτούμε την ίδια τιμή και για ένα Έλληνα, φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι «τρώμε» εμείς οι ίδιοι (κατά κεφαλήν) περισσότερο πετρέλαιο απ' όσο τα αυτοκίνητά μας.

Τα αδιέξοδα αυτής της, ολοφάνερα αντι-αειφορικής, πολιτικής έχουν ήδη γίνει αντιληπτά και έχουν υπάρξει αντιδράσεις για την αντιστροφή του φαύλου αυτού κύκλου. Μια πρώτη αντίδραση είναι οι βιολογικές καλλιέργειες, οι οποίες παράγουν προϊόντα υψηλότερης ποιότητας καταναλώνοντας λιγότερη (ή και καθόλου) ενέργεια από ορυκτά καύσιμα. Χρειάζονται όμως, αναλογικά, μεγαλύτερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις και περισσότερη ανθρώπινη εργασία. Η δεύτερη αντίδραση είναι η καλλιέργεια βιοκαυσίμων.

Πρόκειται για πλήρη αντιστροφή, μέσα από την οποία η γεωργία, αντί να είναι καταναλωτής ενέργειας, μπορεί να γίνει παραγωγός ενέργειας.

Η εύφορη πεδιάδα της Θεσσαλίας έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει την αντιστροφή του ενεργειακού φαύλου κύκλου. Βέβαια χρειάζεται να υπάρξουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις. Μια από αυτές είναι η διαθεσιμότητα αρδευτικού νερού, κάτι στο οποίο θα συμβάλει και η εκτροπή του Αχελώου. Άλλες προϋποθέσεις σχετίζονται με το ανθρώπινο δυναμικό, τους αγρότες. Στη χώρα μας, τα τελευταία χρόνια πολλοί έχουν θεωρήσει τους αγρότες κάτι σαν κηφήνες που δεν παράγουν παρά εισπράττουν κοινοτικές επιδοτήσεις. Η εικόνα αυτή δεν μπορεί παρά να αλλάξει. Οι αγρότες δεν είναι κηφήνες και καμιά χώρα δεν μπορεί να επιβιώσει χωρίς αυτούς. Στο ενημερωτικό φυλλάδιο για τα βιοκαύσιμα του Αμερικανικού Υπουργείου Ενέργειας αναγράφεται το σύνθημα «America needs farmers. America needs biofuels.» (Η Αμερική χρειάζεται αγρότες. Η Αμερική χρειάζεται βιοκαύσιμα). Παραφράζοντάς το για τις ανάγκες αυτού του άρθρου (και παίρνοντας υπόψη και τις κλιματικές συνθήκες της χώρας μας, που καθιστούν απαραίτητη την άδρευση – κάτι που λησμονούν όσοι μεταφέρουν άκριτα τα ξένα στερεότυπα) θα λέγαμε «Η Ελλάδα χρειάζεται τους αγρότες της. Στην Ελλάδα οι αγρότες χρειάζονται νερό.»

---

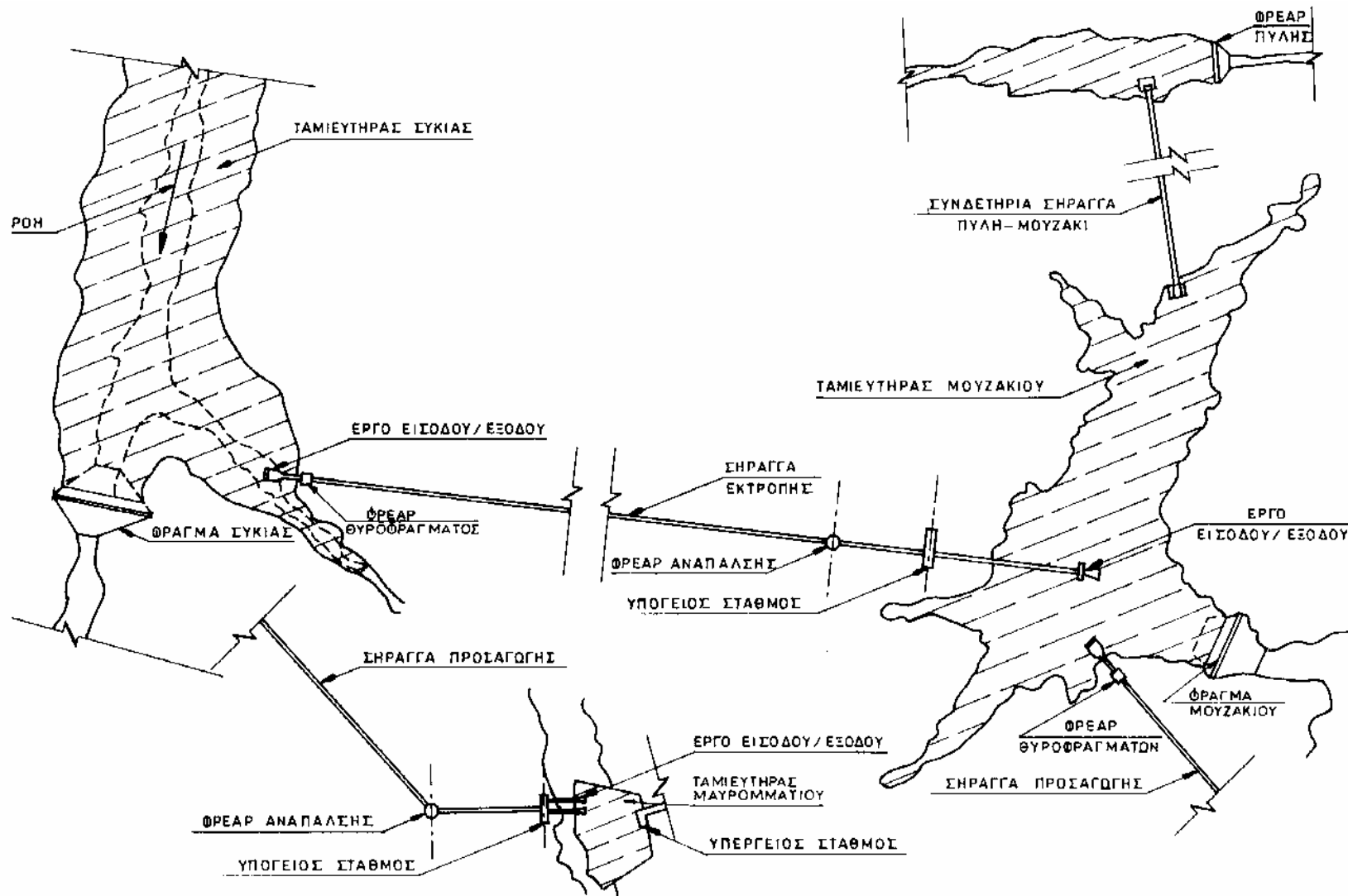
<sup>1</sup> Christofides, A., A. Efstratiadis, D. Koutsoyiannis, G.-F. Sargentis, and K. Hadjibiros, Resolving conflicting objectives in the management of the Plastiras Lake: can we quantify beauty?, *Hydrology and Earth System Sciences*, 9(5), 507-515, 2005.

<sup>2</sup> Campbell, C, The end of the first half of the age of oil, IV International workshop on oil and gas depletion. Lisbon, Portugal, 2005 (<http://www.cge.uevora.pt/aspo2005/abstracts.php>).

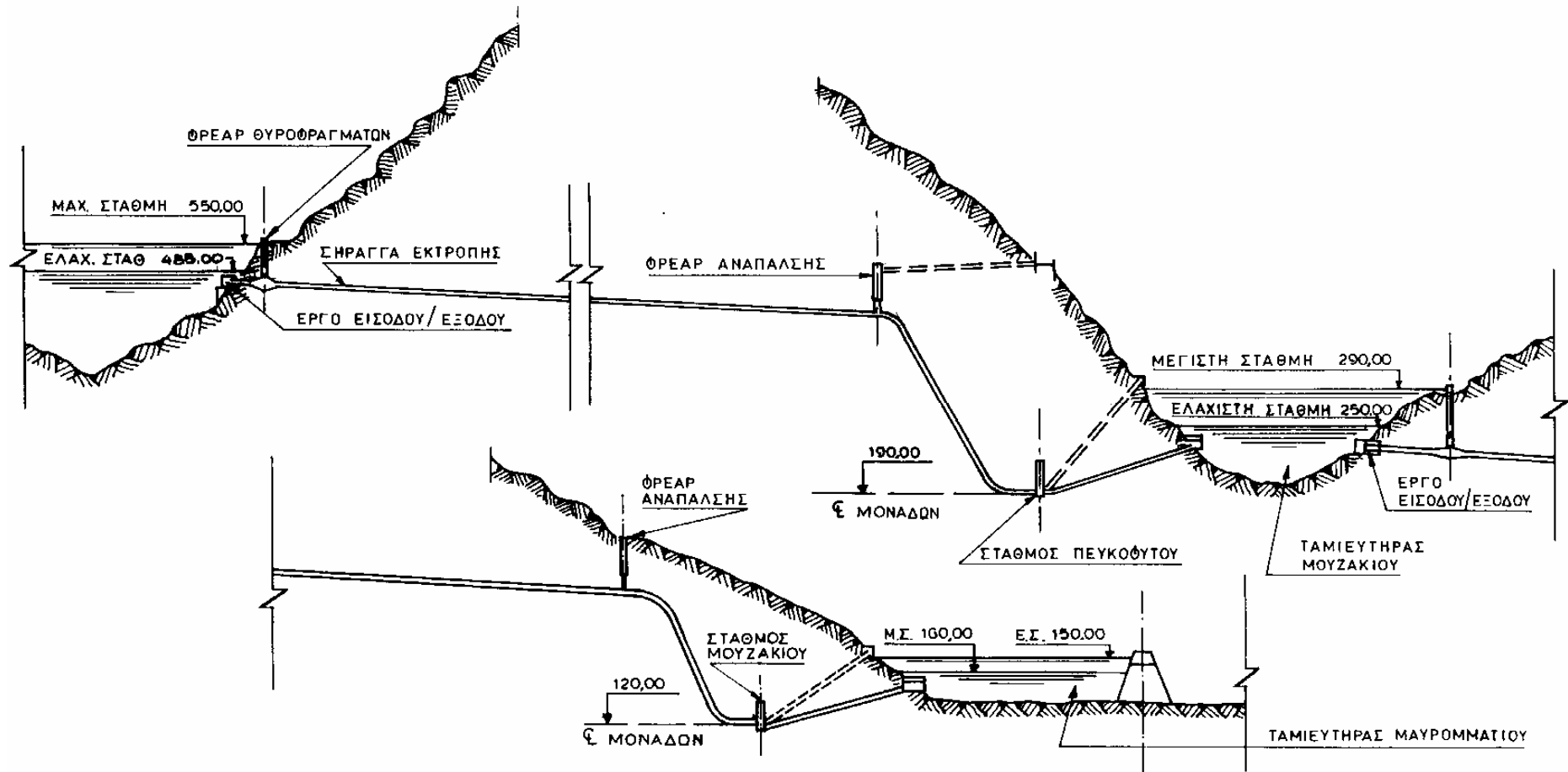
<sup>3</sup> Λαζαρίδης, Λ., Γ. Καλαούζης, Δ. Κουτσογιάννης, και Π. Μαρίνος, Βασικά τεχνικά και οικονομικά μεγέθη σχετικά με τη διαχείριση των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία, Πρακτικά του Διεθνούς Συνεδρίου Διαχείριση Υδατικών Πόρων, Λάρισα, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1996.

<sup>4</sup> Κουτσογιάννης, Δ., Μελέτη λειτουργίας ταμιευτήρων, *Γενική διάταξη έργων εκτροπής Αχελώου προς Θεσσαλία*, Ανάδοχος: Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου - Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Συνεργαζόμενοι: Γ. Καλαούζης, ELECTROWATT, Π. Μαρίνος, Δ. Κουτσογιάννης, 420 σελίδες, 1996 (καθώς και σχετική έκθεση επικαιροποίησης).

<sup>5</sup> Pfeiffer, D. A., Eating Fossil Fuels, From The Wilderness Publications, 2004 ([http://www.fromthewilderness.com/free/ww3/100303\\_eating\\_oil.html](http://www.fromthewilderness.com/free/ww3/100303_eating_oil.html)).

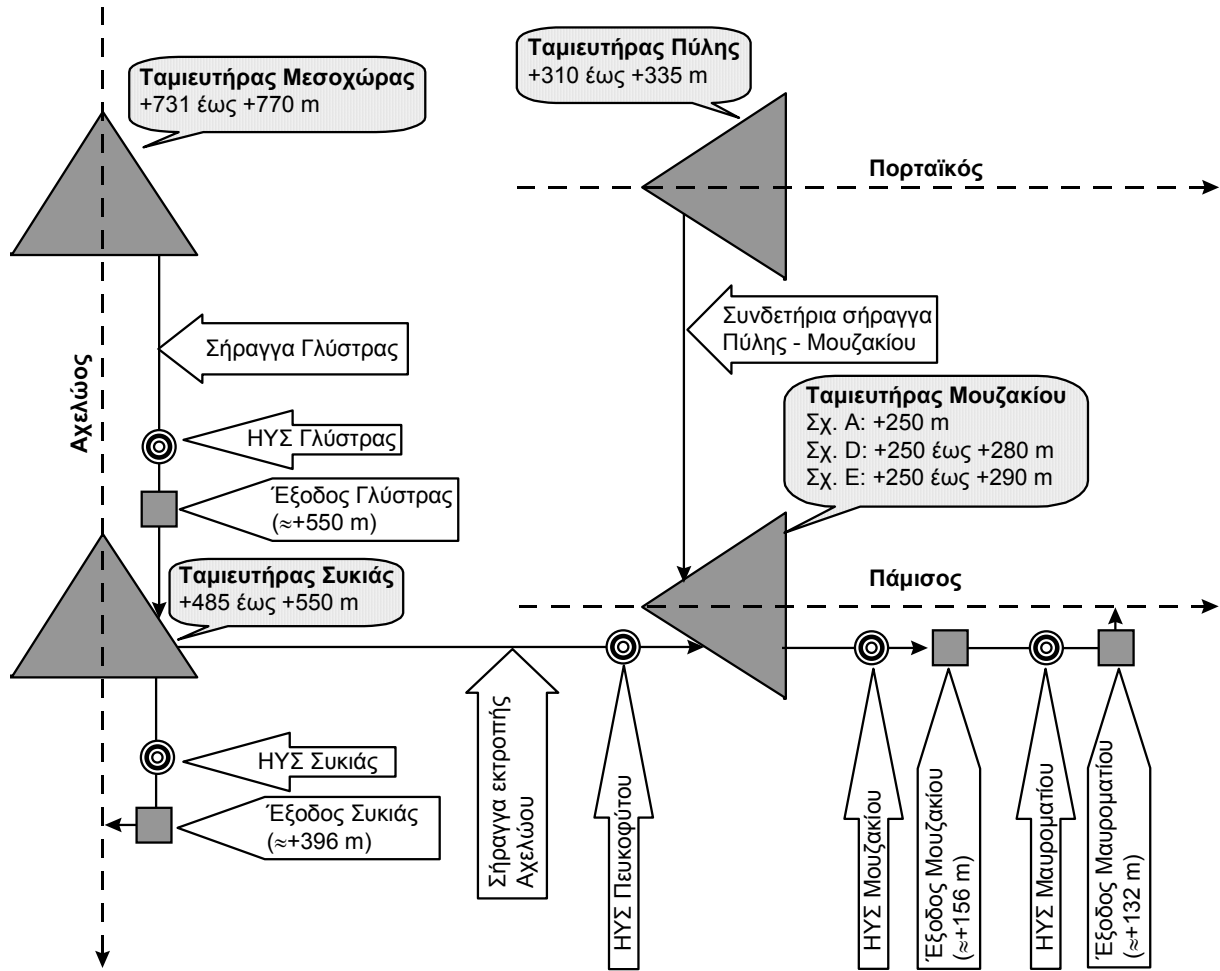


Σχ. 1 Γενική διάταξη των έργων εκτροπής Αχελώου σύμφωνα με το σχήμα άντλησης - ταμίευσης (Πηγή: 3)

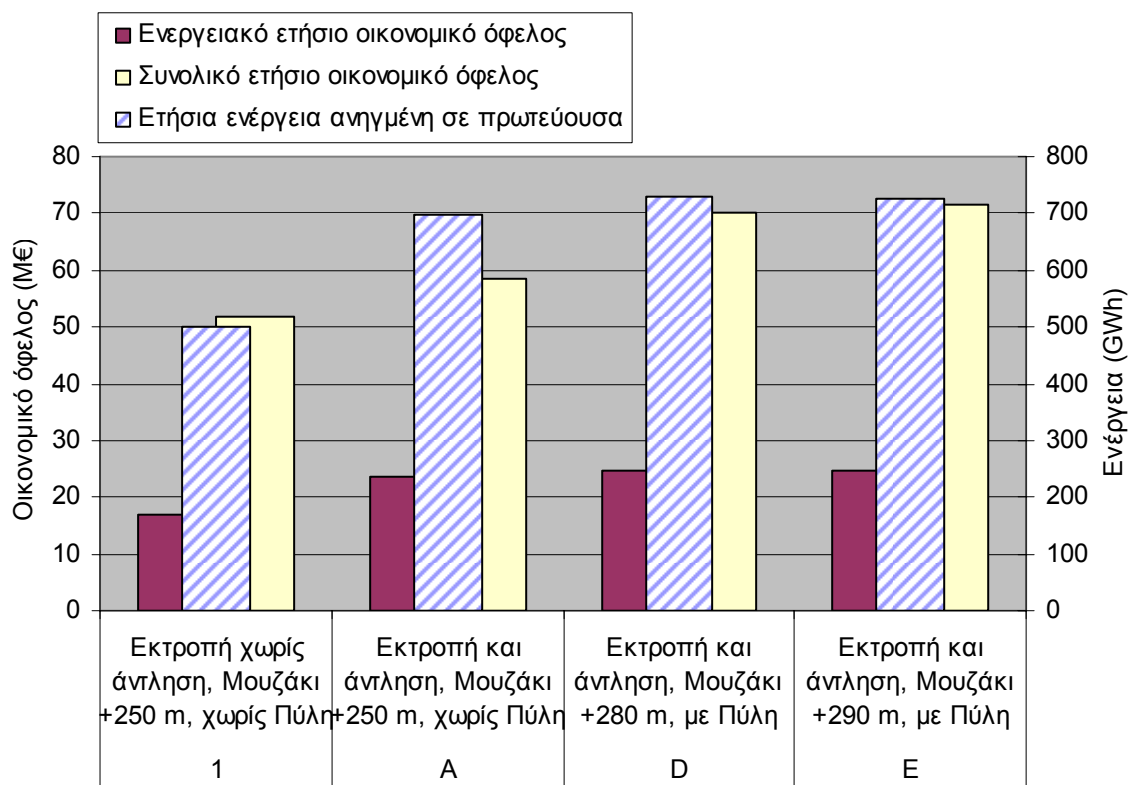


Σχ. 2 Μηκτομή του αγωγού εκτροπής σύμφωνα με το προτεινόμενο σχήμα άντλησης – ταμίευσης (Πηγή: 3)





Σχ. 3 Σχηματική παράσταση του υδροσυστήματος εκτροπής Αχελώου (έργα Άνω Αχελώου-Μουζακίου-Πύλης) και χαρακτηριστικές στάθμες των έργων (Πηγή: 4).



**Σχ. 4** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την αποτίμηση τεσσάρων διατάξεων για τα έργα εκτροπής Αχελώου (Πηγή: 4).