

Το υπολογιστικό σύστημα Υδρονομίας και η εφαρμογή του στην μελέτη των έργων εκτροπής του Αχελώου

Δημήτρης Κουτσογιάννης & Ανδρέας Ευστρατιάδης
Τομέας Υδατικών Πόρων
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μέρη της παρουσίασης

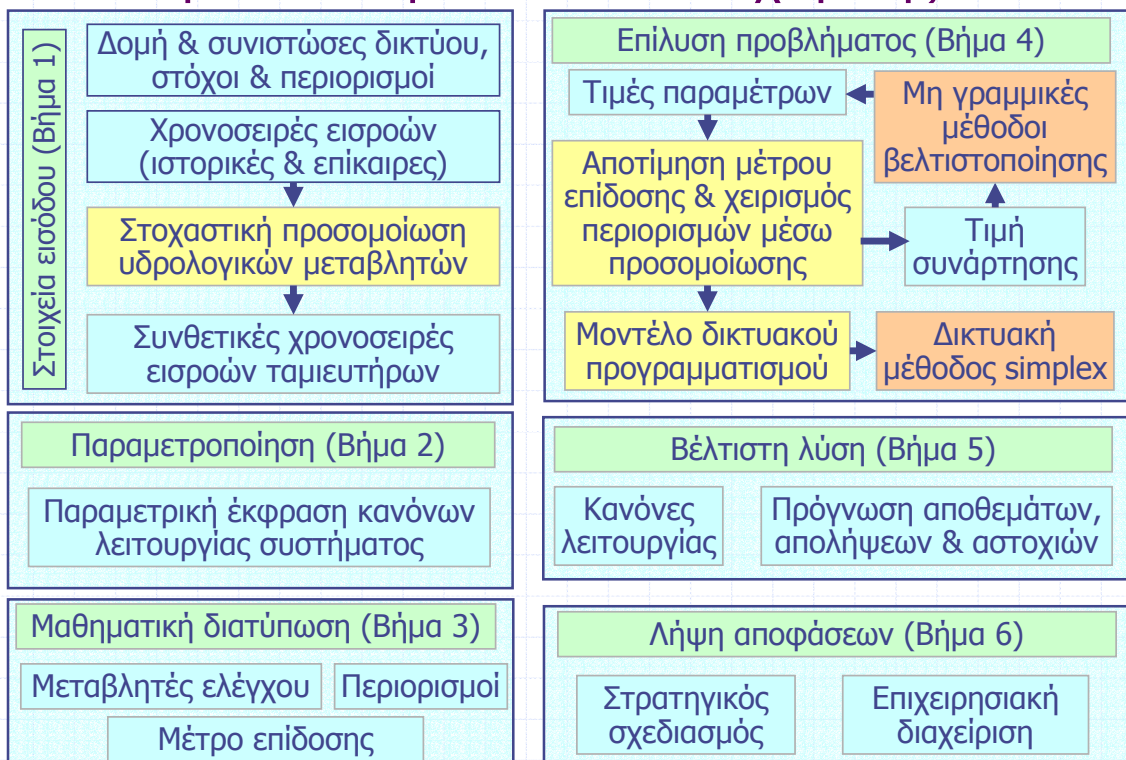
- ◆ Μεθοδολογικό πλαίσιο ολοκληρωμένης διαχείρισης συστημάτων υδατικών πόρων – Το πρόγραμμα Υδρονομίας
- ◆ Εφαρμογή στο σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου-Θεσσαλίας και των συναφών έργων εκτροπής

Η έννοια της ολοκληρωμένης διαχείρισης συστημάτων υδατικών πόρων

- ◆ Η ολιστική προσέγγιση στην διαχείριση των συστημάτων υδατικών πόρων αποσκοπεί στην **ποσοτικά αξιόπιστη, ποιοτικά και περιβαλλοντικά ασφαλή** και **οικονομικά πρόσφορη** κάλυψη των υδατικών αναγκών.
- ◆ Οι επιζητούμενοι τρόποι διαχείρισης (ειδικά των συστημάτων μεγάλης κλίμακας) πρέπει να χαρακτηρίζονται από **ορθολογικότητα**, δηλαδή να είναι επιστημονικά θεμελιωμένοι, **αποδοτικότητα**, δηλαδή να αξιοποιούν τους υδατικούς πόρους στον μέγιστο δυνατό βαθμό, και **βιωσιμότητα**, δηλαδή να μην δημιουργούν πρόβλημα εξάντλησης των υδατικών πόρων στο μέλλον για την κάλυψη των σημερινών αναγκών.
- ◆ Στην κατεύθυνση της ολοκληρωμένης διαχείρισης συμβάλλουν οι εφαρμογές πληροφορικής, και ειδικότερα τα **συστήματα υποστήριξης αποφάσεων**, σε συνδυασμό πάντοτε με την ανθρώπινη κρίση και εμπειρία.

Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 3

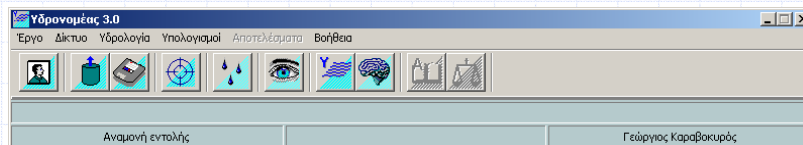
Γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο διαχείρισης



Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 4

Το λογισμικό ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ

- ◆ Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο υπολογιστικό πακέτο, το οποίο αξιοποιεί τις σύγχρονες εξελίξεις στον χώρο της πληροφορικής.
- ◆ Αποτελεί προϊόν 15ετούς εμπειρίας του Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ και έχει βρει πεδίο εφαρμογής στα πλέον πολύπλοκα υδροσυστήματα του ελληνικού χώρου.
- ◆ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο ως εργαλείο **στρατηγικού σχεδιασμού** όσο και ως εργαλείο **επιχειρησιακής διαχείρισης** συστημάτων υδατικών πόρων μεγάλης κλίμακας.
- ◆ Αποτελεί το βασικό εργαλείο επιχειρησιακής διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας.



Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 5

Ερωτήματα στα οποία απαντά ο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ

- ◆ Ποια είναι η μέγιστη ετήσια δυνατότητα του συστήματος ως προς την απόληψη νερού ή την παραγωγή ενέργειας, για δεδομένο υδρολογικό καθεστώς και δεδομένη αξιοπιστία;
- ◆ Με ποιά διαχειριστική πολιτική εξασφαλίζεται η παραπάνω επίδοση και ποιο είναι το αντίστοιχο οικονομικό κόστος ή όφελος;
- ◆ Ποια είναι η βέλτιστη πολιτική διαχείρισης για την κάλυψη δεδομένων αναγκών (υδατικών ή ενεργειακών);
- ◆ Ποιο είναι το βελτιστοποιημένο όφελος/κόστος της πολιτικής αυτής;
- ◆ Πώς θα εξελιχθεί η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων κατά τους επόμενους μήνες (σε πιθανοτική βάση);
- ◆ Ποιες είναι οι επιπτώσεις ενός νέου έργου (ή ενός συγκεκριμένου διαχειριστικού μέτρου) και ποιος είναι ο βέλτιστος χρόνος ένταξης του συστήματος;
- ◆ Ποιες είναι οι επιπτώσεις ενός αρνητικού κλιματικού σεναρίου (έμμομη ξηρασία, κλιματική αλλαγή) και πώς αυτό πρέπει να αντιμετωπιστεί;

Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 6

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Έλεγχος υδροσυστήματος

Φόρμα Κόμβου/Ταμειευτήρα

Ο κόμβος είναι ενεργός

Όνομασία: Εύηνος

Είδος κόμβου: Απόξος κόμβος Ταμειευτήρας

Συγτεταγμένες: Τετμημένη: 2, Τεταμένη: 6

Φόρμα Υδραγωγείου

Το υδραγωγείο είναι ενεργό

Όνομασία: Κιούρκα-Μαραθιάνας - 14/3/01

Ανάτη κόμβος: Κιούρκα, Κατάντη κόμβος: Μαραθιάνας

Κατεύθυνση ροής: Μονοσήμαντη Αμφίδρομη

Φόρμα Γεώτρησης

Η γεώτρηση είναι ενεργή

Όνομασία: Μουρούσουβάλα

Κόμβος: Σφενδόλη

Κατανάλωση ενέργειας kWh/m³: 2.38

Άνω κατώφλι: 0.4, Κάτω κατώφλι: 0.25

Μέγιστη παροχή: ?

Μηνιαία διακύμανση στόχου: Ζήτηση Γαλάτσι - 14/3/01

Μήνας	Τιμή στόχου
1	0.10
2	0.09
3	0.07
4	0.06
5	0.05
6	0.06
7	0.06
8	0.08
9	0.10
10	0.10
11	0.09
12	0.11

Φόρμα Προτεραιότητας Στόχων και Φόρμα Στόχοι

Συνιστώσα δικτύου	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm ³)	ΝΑΙ	Όχι
1 Μουρίκι-Κρεμμάδα - 14	53.300	ΝΑΙ	1.000
2 Ζήτηση Μενιδίου	23.600	ΝΑΙ	1.000
3 Ζήτηση Γαλατσίου	600.000	ΝΑΙ	1.000
4 Ζήτηση Κιούρκων	2.600	ΝΑΙ	1.000
5 Ζήτηση Μάνδρας			
6 Μόρνος			
7 Εύηνος			

Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 7

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Παρακολούθηση προσομοίωσης

Δυναμική απεικόνιση συστήματος

Αρχείο Επιλογές Εμφάνιση Παράθυρα Βοήθεια

Φάση

Αρχή κρ. βήματος

Απορροές-Διαρροές-Εξατμίσεις

Εξυπρέπηση στόχων χρήστη

Εξυπ. στόχου παραμ. κανόνα

Τέλος υποδ. κρ. βήματος

Τέλος κρ. βήματος

>>

Εξυπρέπθηκε στόχος: 1

Επίκαιρη υποδ. κρ. βήματος: 4

Χρονική περίοδος: 7

Κίνηση >>

Χρονικό βήμα: 2

Κίνηση >>

Ταχύτητα κίνησης

Συντελ. διάτασης συστήματος

Συντελ. διάτασης ταμειευτήρων

Ελάχιστη απόσταση ορίων ταμειευτήρων (pixels): 85

Αμφίδρομη αγωγή: Εκτροπή Αχελώου Μουττάκι

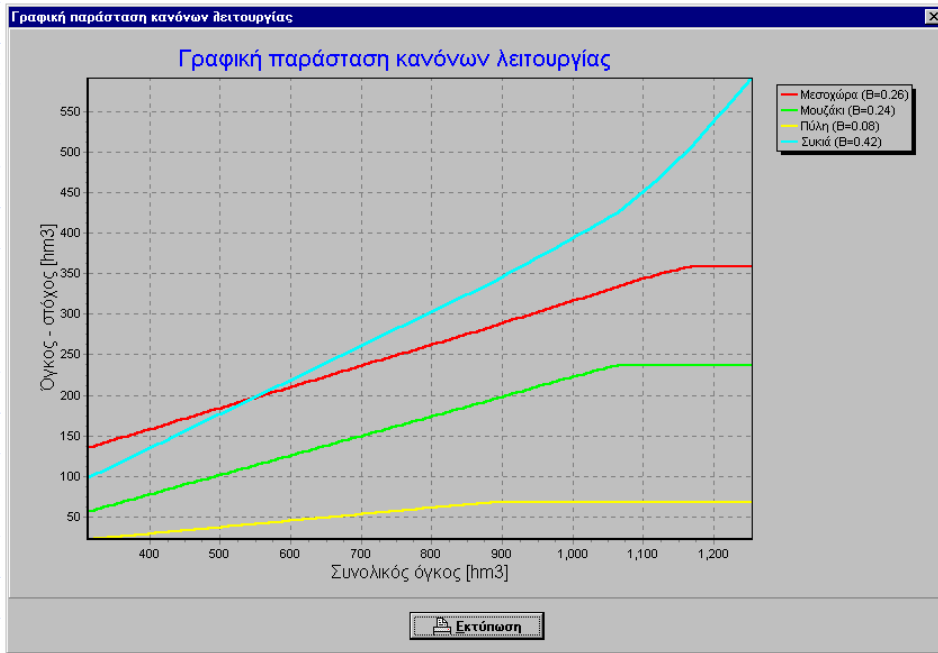
Προσαρμοζόμενοι όγκοι

Κόμβοι: Μουρούσουβάλα, Σφενδόλη, Κιούρκα, Μαραθιάνας, Εύηνος, Μανδράς, Μόρνος, Κρεμμάδα, Μενιδίου, Γαλάτσι, Εξοδος Μ.

Ροές: 351.92, 32.48, 236.18, 215.91, 15.54 / 115.20, 473.78, 71.46, 298.32, 246.58, 477.23, 37.59 / 187.20, 48.33 / 187.20, 43.73 / 194.40, 60.24 / 194.40, 146.15, 561.18, 135.53, 26.30, 307.33, 140.13, 8.63 / 86.40, 21.68, 87.14, 43.73, 67.18, 58.70, 4.08, 0.000, 526.00, 22.02

Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 8

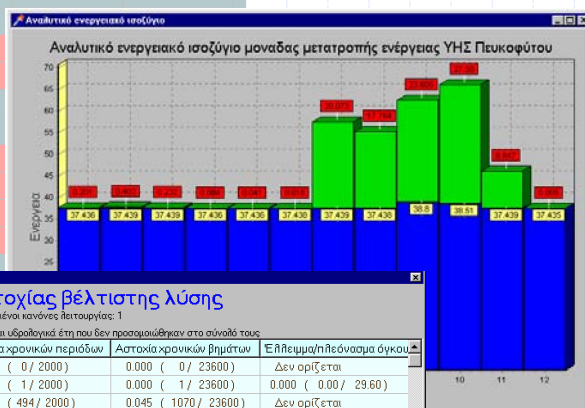
ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Βέλτιστοι κανόνες διαχείρισης



Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 9

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Αποτελέσματα υδατικού και ενεργειακού ισοζυγίου και πιθανοτήτων αστοχίας

	Εύηνος	Μαραθιάνας	Μάρνος	Υήλη	ΣΥΝΟΛΟ
Απορροή ανάντη υποαέκάνης	245.95 (69.33)	11.75 (4.19)	221.42 (78.13)	264.39 (120.20)	743.51 (271.86)
Επιφανειακή βροχόπτωση	2.53 (0.86)	0.95 (0.27)	9.13 (2.70)		
Επιφανειακή εξάτμιση	-2.83 (0.56)	-2.61 (0.34)	-16.81 (2.17)		
Υπόγειες διαφυγές	-0.00 (0.00)	-0.00 (0.00)	-7.38 (1.28)		
Εισροές από ανάντη υδραγωγεία	0.00 (0.00)	23.68 (6.38)	250.30 (54.49)		
Εισροές από γεωτρήσεις	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)		
Εκροές σε κατάντη υδραγωγεία	250.30 (54.49)	40.07 (7.20)	327.40 (23.86)		
Καταναλώσεις	-25.29 (2.08)	-0.00 (0.00)	-0.00 (0.00)		
Υπερχειλίσεις	-1.98 (14.17)	-0.00 (0.00)	-0.03 (0.42)		
Διαρροές κατάντη υδραγωγείων	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)		
Χρήση αρχικού αποθέματος	31.92 (19.98)	6.30 (0.00)	-129.22 (105.52)		



Φόρμα Αστοχίας Συστήματος

Πιθανότητα αστοχίας βέλτιστης λύσης

Προσμοιμενοί κανόνες λειτουργίας: 1

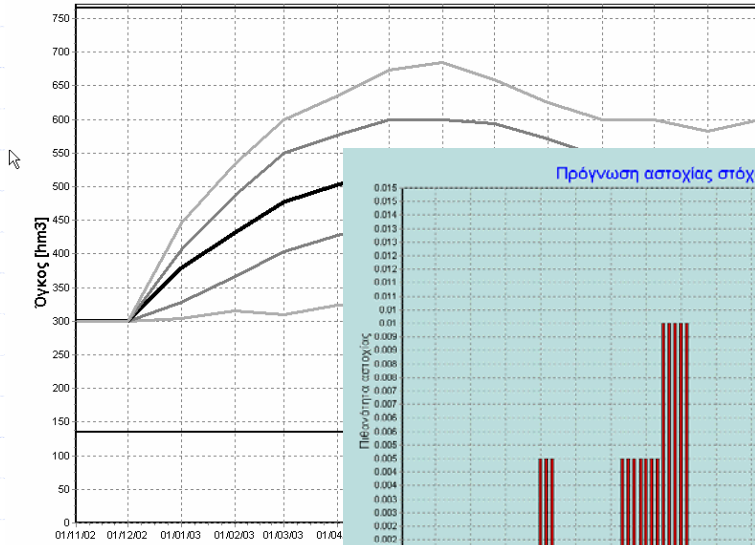
ΠΡΟΣΕΧΗ: Στον υπολογισμό της αστοχίας χρονικές περιόδου συμπεριλαμβάνονται υδραγωγικά έτη που δεν προσομοιώθηκαν στο σύνολό τους

Απόθεμα: ταμιευτήρα (hm³)	Στόχος	Αστοχία χρονικών περιόδων	Αστοχία χρονικών ρημάτων	Έλλειμμα/ηπείσασμα όγκου
1) Μαραθιάνας - Αποφυγή υπερχειλίσεων	0.000 (0 / 2000)	0.000 (0 / 23600)	0.000 (0 / 23600)	Δεν ορίζεται
2) Μαραθιάνας - Μέγιστο απόθεμα	0.001 (1 / 2000)	0.000 (1 / 23600)	0.000 (0.00 / 29.60)	0.000 (0.00 / 29.60)
3) Μάρνος - Αποφυγή υπερχειλίσεων	0.247 (494 / 2000)	0.045 (1070 / 23600)	0.045 (1070 / 23600)	Δεν ορίζεται
4) Εύηνος - Αποφυγή υπερχειλίσεων	0.320 (639 / 2000)	0.095 (2251 / 23600)	0.095 (2251 / 23600)	Δεν ορίζεται
5) Ζήτηση Μενιδίου - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.003 (6 / 2000)	0.000 (11 / 23600)	0.000 (0.03 / 180.64)	0.000 (0.03 / 180.64)
6) Ζήτηση Γαϊτασιού - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.005 (10 / 2000)	0.002 (36 / 23600)	0.001 (0.17 / 136.39)	0.001 (0.17 / 136.39)
7) Ζήτηση Κισσάρικων - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.007 (13 / 2000)	0.002 (47 / 23600)	0.002 (0.12 / 56.72)	0.002 (0.12 / 56.72)
8) Ζήτηση Μάνδρας - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.009 (17 / 2000)	0.002 (57 / 23600)	0.002 (0.10 / 44.46)	0.002 (0.10 / 44.46)
9) Μεριστής Κισσάρικων - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.009 (18 / 2000)	0.002 (58 / 23600)	0.003 (0.01 / 5.52)	0.003 (0.01 / 5.52)
10) Νο 3 - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.004 (7 / 2000)	0.001 (17 / 23600)	0.001 (0.00 / 2.16)	0.001 (0.00 / 2.16)
11) Εύηνος - Μέγιστο απόθεμα	0.372 (743 / 2000)	0.147 (3474 / 23600)	0.084 (6.36 / 75.98)	0.084 (6.36 / 75.98)
12) Μάρνος - Μέγιστο απόθεμα	0.581 (1161 / 2000)	0.451 (10636 / 23600)	0.093 (47.03 / 506.25)	0.093 (47.03 / 506.25)
13) Μαραθιάνας - Ελάχιστο απόθεμα	0.015 (29 / 2000)	0.009 (204 / 23600)	0.003 (0.06 / 19.74)	0.003 (0.06 / 19.74)
14) Μάρνος - Ελάχιστο απόθεμα	0.157 (314 / 2000)	0.105 (2468 / 23600)	0.019 (2.92 / 152.86)	0.019 (2.92 / 152.86)
15) Εύηνος - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.238 (475 / 2000)	0.068 (1600 / 23600)	0.068 (1.81 / 30.68)	0.068 (1.81 / 30.68)

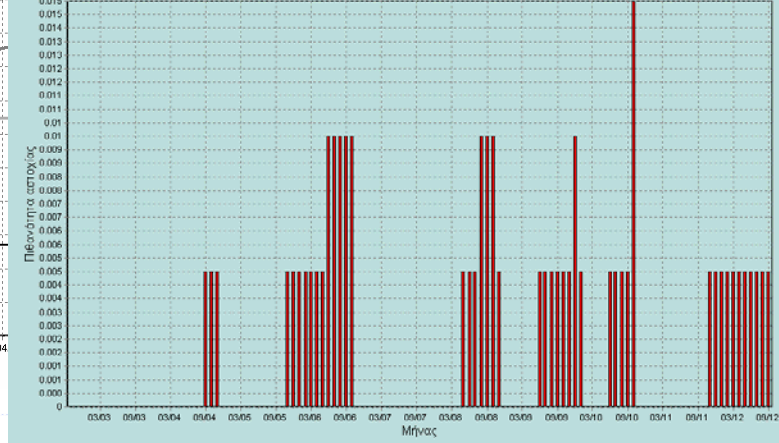
Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 10

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Πρόγνωση υδρολογικών μεγεθών και αστοχιών

Ισοπίθανες καμπύλες αποθέματος ταμιευτήρα: Μόρνος



Πρόγνωση αστοχίας στόχου: Ζήτηση Μάνδρα



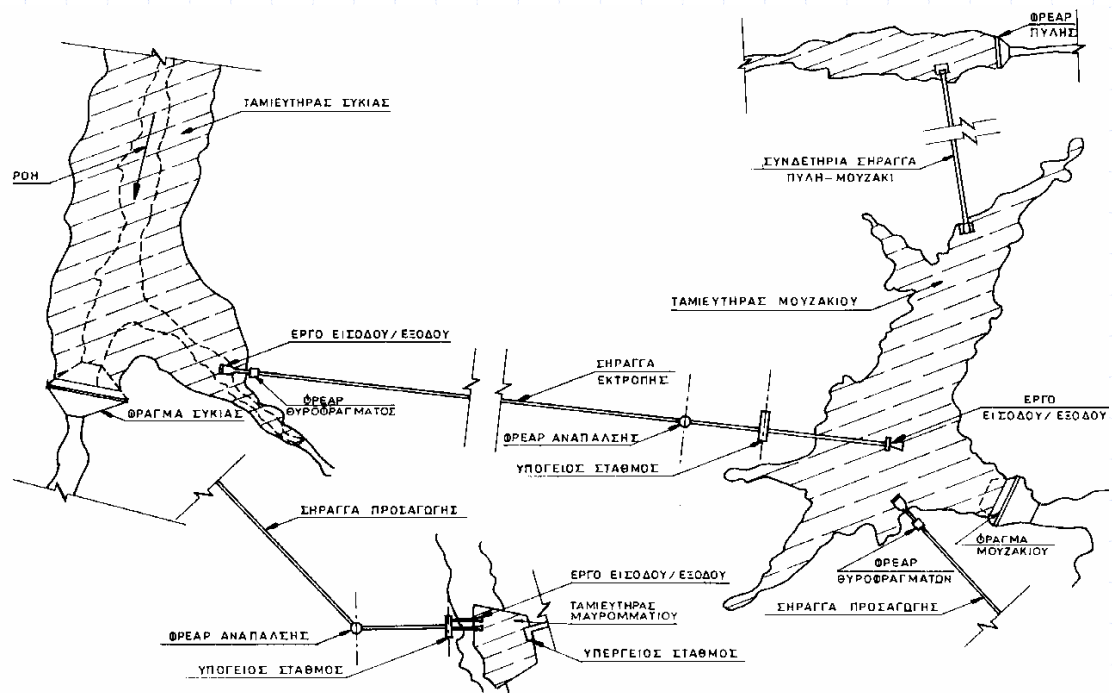
Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 11

Το σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου - Θεσσαλίας και των έργων εκτροπής



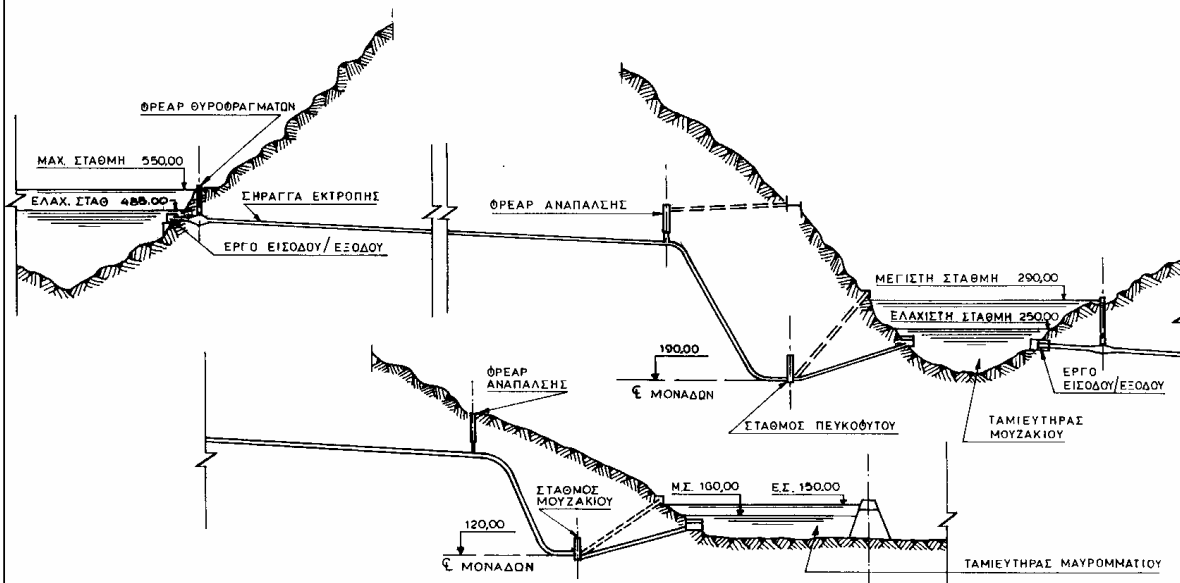
Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 12

Γενική διάταξη των έργων εκτροπής Αχελώου



Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 13

Μηκοτομή του αγωγού εκτροπής

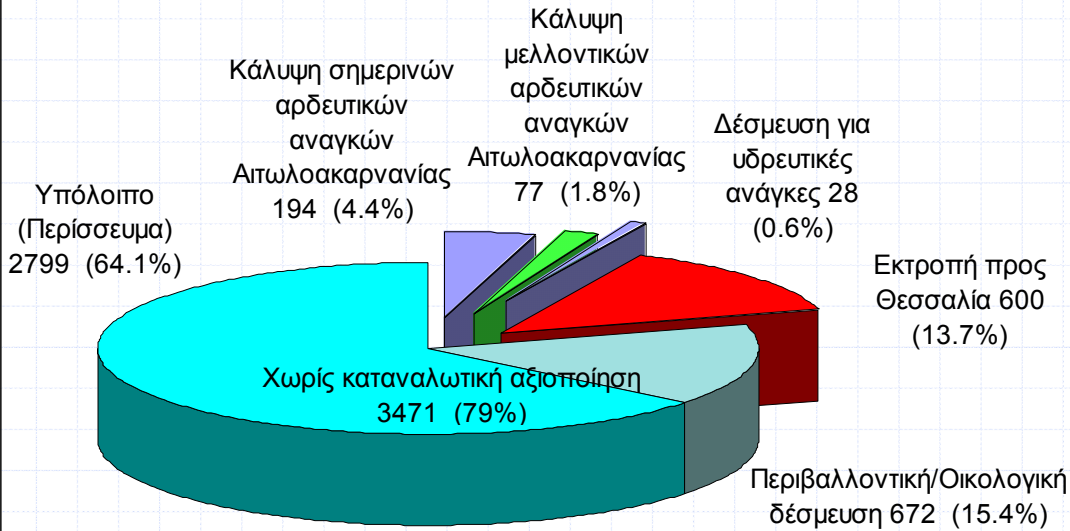


Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 14

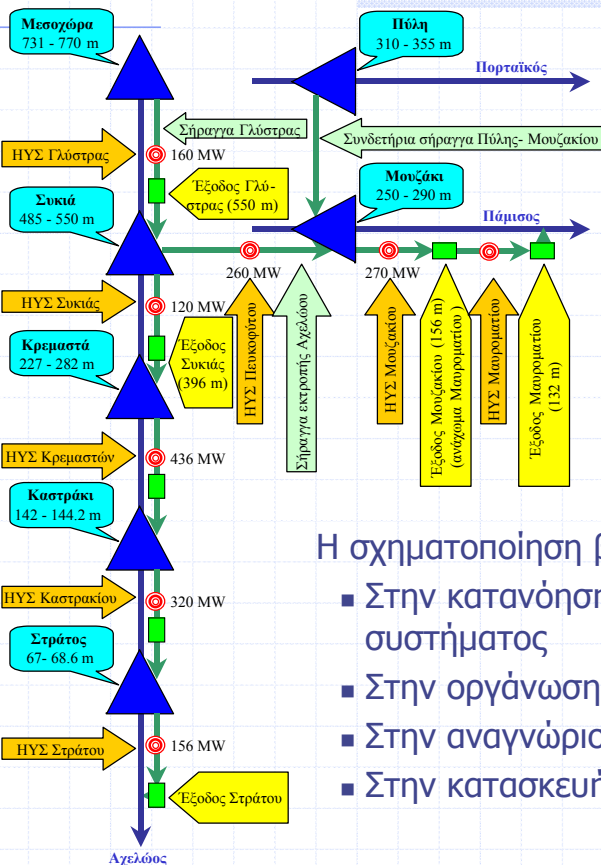
Υδατικό δυναμικό Αχελώου και αξιοποίησή του

ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΧΕΛΩΟΥ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΙΣ ΕΚΒΟΛΕΣ 4370 hm³ - ΣΤΗ ΣΥΚΙΑ 1470 hm³



Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 15

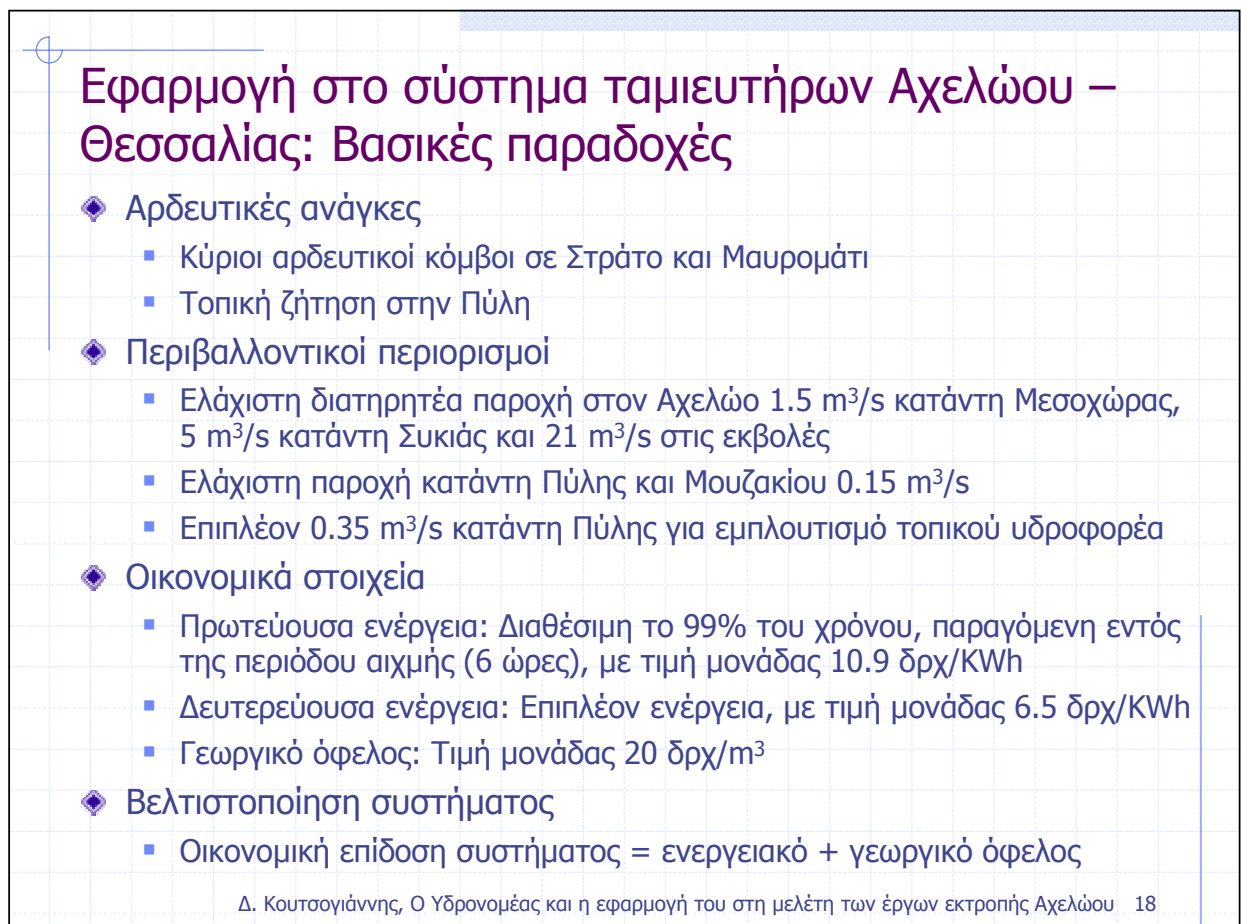
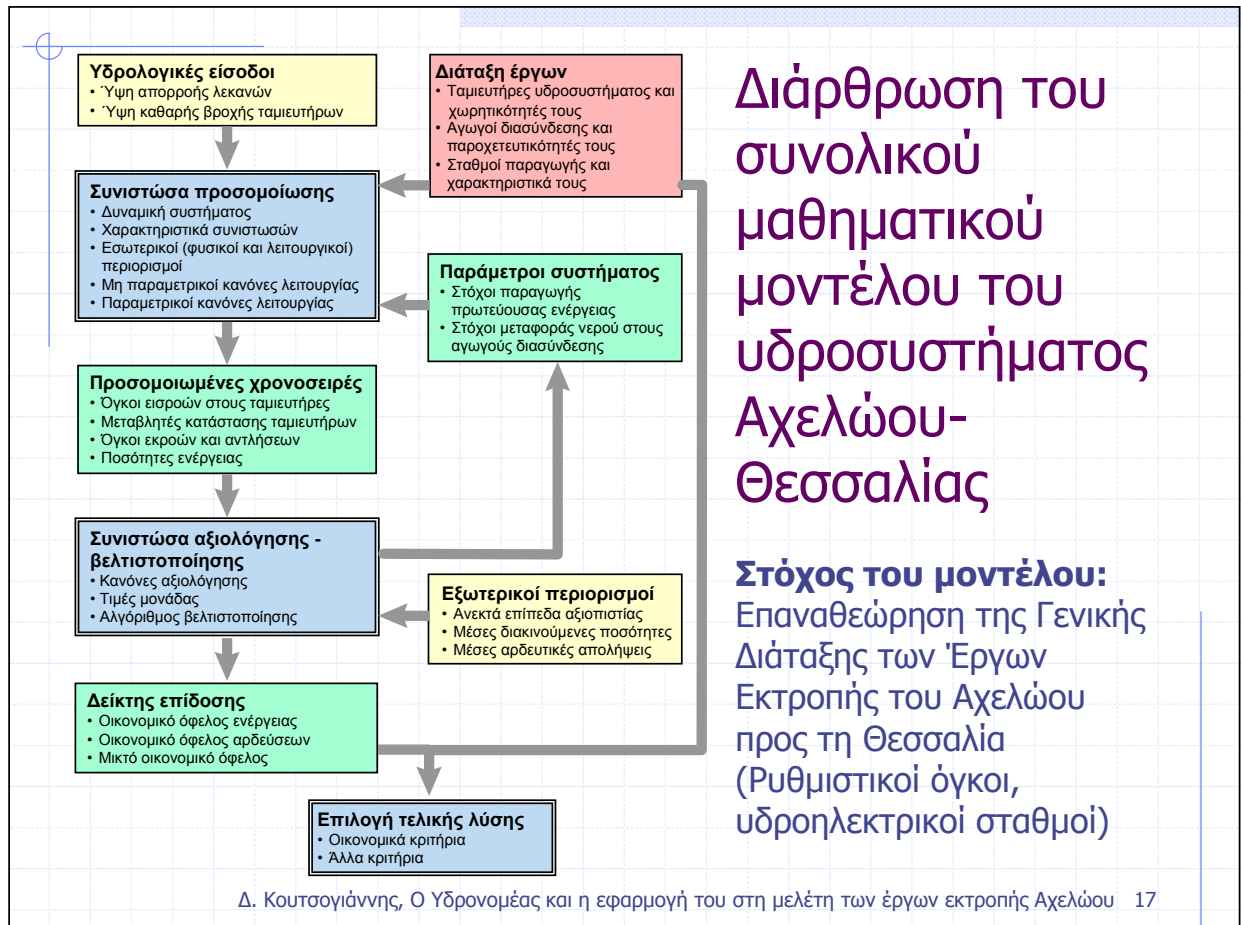


Σχηματοποίηση του υδρουσστήματος Αχελώου - Θεσσαλίας

Η σχηματοποίηση βοηθά:

- Στην κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος
- Στην οργάνωση των πληροφοριών
- Στην αναγνώριση των ουσιαστών στοιχείων
- Στην κατασκευή του μαθηματικού μοντέλου

Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 16

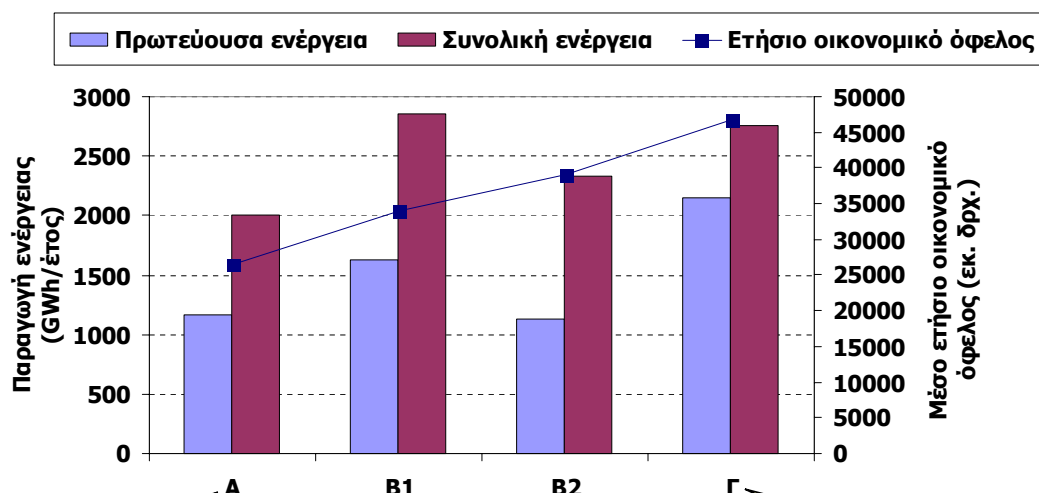


Εφαρμογή στο σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου – Θεσσαλίας: Εξεταζόμενες διατάξεις έργων

- ◆ Υφιστάμενο σύστημα ταμιευτήρων κάτω ρου (Α)
- ◆ Σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου (Μεσοχώρα, Συκιά, Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος)
 - Χωρίς εκτροπή (B₁)
 - Με εκτροπή 600 hm³ ετησίως από ταμιευτήρα Συκιάς (B₂)
- ◆ Πλήρες σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου – Θεσσαλίας, με διατάξεις άντλησης-ταμίευσης σε Πευκόφυτο και Μουζάκι (Γ)
- ◆ Σύστημα έργων άνω ρου Αχελώου και Θεσσαλίας
 - Χωρίς εκτροπή, χωρίς Μουζάκι και Πύλη (Δ₁)
 - Εκτροπή χωρίς άντληση, Μουζάκι +250 m, χωρίς Πύλη (Δ₂)
 - Όπως η Δ₂ αλλά με άντληση (Δ₃)
 - Εκτροπή και άντληση, Μουζάκι +280 m, με Πύλη (Δ₄)
 - Εκτροπή και άντληση, Μουζάκι +290 m, με Πύλη (Δ₅)

Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 19

Εφαρμογή στο σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου – Θεσσαλίας: Αποτελέσματα για το συνολικό σύστημα



Υφιστάμενοι ταμιευτήρες κάτω ρου

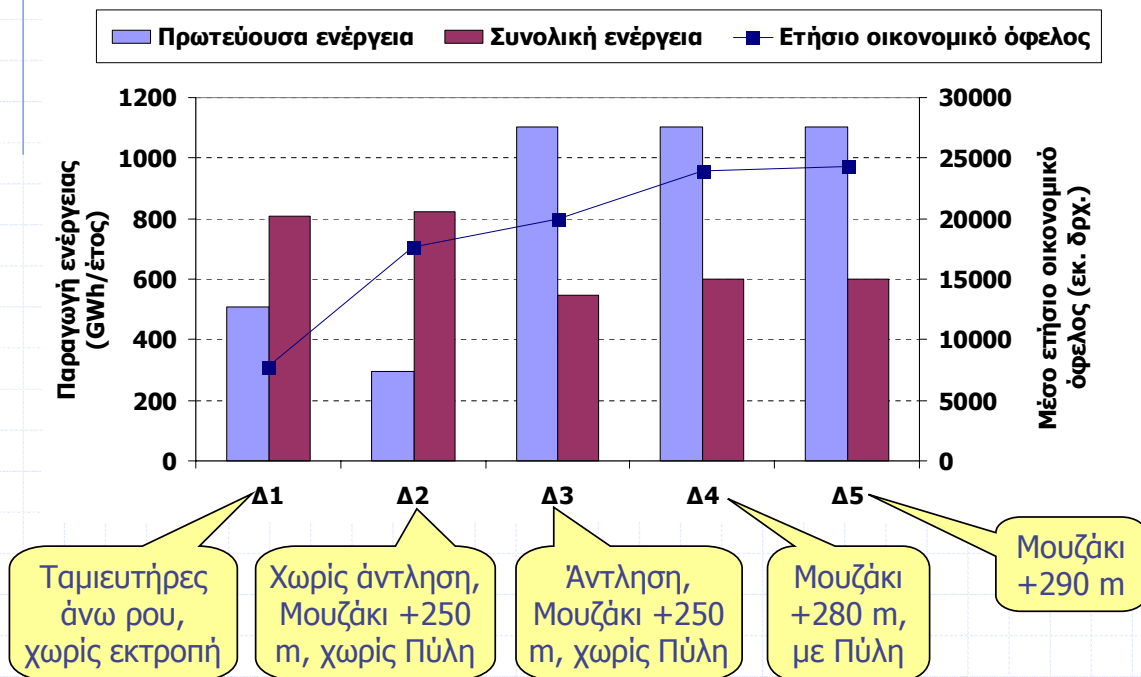
Ταμιευτήρες Αχελώου, χωρίς εκτροπή

Ταμιευτήρες Αχελώου, με εκτροπή 600 hm³ από Συκιά

Πλήρες σύστημα Αχελώου-Θεσσαλίας, με αντλιοστροβίλους

Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 20

Εφαρμογή στο σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου – Θεσσαλίας: Αποτελέσματα για το άνω υποσύστημα



Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 21

Εφαρμογή στο σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου – Θεσσαλίας: Κύρια συμπεράσματα

- ◆ Ικανοποιείται το σύνολο των καταναλωτικών και περιβαλλοντικών περιορισμών, με πρακτικά μηδενικές πιθανότητες αστοχίας.
- ◆ Η προσθήκη των ταμιευτήρων άνω ρου οδηγεί σε σημαντική αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, σε σχέση με το υφιστάμενο σχήμα έργων
- ◆ Η ετήσια εκτροπή των 600 hm³ είναι εφικτή με τη χρησιμοποίηση μόνο του ρυθμιστικού όγκου του ταμιευτήρα Συκιάς, χωρίς να επηρεάζεται πρακτικά η λειτουργία του ταμιευτήρα Μεσοχώρας. Η ενεργειακή απόδοση του συστήματος κυμαίνεται στα επίπεδα του υφιστάμενου σχήματος έργων, με αύξηση ωστόσο του οικονομικού οφέλους.
- ◆ Η κατασκευή των ρυθμιστικών έργων Θεσσαλίας (ταμιευτήρες Πύλης και Μουζακίου) είναι ευνοϊκή ως προς την οικονομική επίδοση, την αξιοπιστία και την ελαστικότητα του συστήματος.
- ◆ Η χρήση αντιστρεπτών (αντί συμβατικών) Υ/Η μονάδων στο Μουζάκι και το Πευκόφυτο αυξάνει θεαματικά την παραγωγή πρωτεύουσας ενέργειας και το οικονομικό όφελος.

Δ. Κουτσογιάννης, Ο Υδρονομέας και η εφαρμογή του στη μελέτη των έργων εκτροπής Αχελώου 22