

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 Υδρονομέας
- ◆ 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.

Γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο διαχείρισης



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.



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 ένταξής του σύστημα;
- ◆ Ποιες είναι οι επιπτώσεις ενός αρνητικού κλιματικού σεναρίου (έμμομη ξηρασία, κλιματική αλλαγή) και πώς αυτό πρέπει να αντιμετωπιστεί;

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Έλεγχος υδροσυστήματος

Φόρμα Κόμβου/Ταμειευτήρα

Ο κόμβος είναι ενεργός

Όνομασία:

Είδος κόμβου:

Απλός κόμβος

Ταμειευτήρας

Συντεταγμένες:

Τετμημένη:

Τεταμένη:

Διαχείριση ταμειευτήρα:

Διαχείριση ενεργή

0 Σταθερός όγκος

Νεκρός όγκος:

Χωρητικότητα:

Αρχικός όγκος:

Έκταση υπολεκάνης:

Φόρμα Προτεραιότητας Στόχων και Φόρμα Στόχοι

Συνιστώσα δικτύου	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm3)	ΝΑΙ	1.000
1 Μουρίκι-Κρεμμάδα - 14/3/01	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm3)	ΝΑΙ	1.000
2 Ζήτηση Μενιδίου	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm3)	ΝΑΙ	1.000
3 Ζήτηση Γαλατσιού	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm3)	ΝΑΙ	1.000
4 Ζήτηση Κιούρκων	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm3)	ΝΑΙ	1.000
5 Ζήτηση Μάνδρας	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm3)	ΝΑΙ	1.000
6 Μόρνος	Μέγιστος όγκος (hm3)	ΝΑΙ	1.000
7 Εύηνος	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm3)	ΝΑΙ	1.000

Προτεραιότητα Διαγραφή Στοιχεία

Φόρμα Υδραγωγείου

Το υδραγωγείο είναι ενεργό

Όνομασία:

Ανάτη κόμβος:

Κατάτη κόμβος:

Κατεύθυνση ροής:

Μονοσήμαντη

Αμφίδρομη

Φόρμα Γεώτρησης

Η γεώτρηση είναι ενεργή

Όνομασία:

Κόμβος:

Κατανάλωση ενέργειας kWh/m³:

Άνω κατώφλι:

Κάτω κατώφλι:

Μέγιστη παροχή

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

Μήνας	Τιμή στόχου
1	0.105
2	0.090
3	0.068
4	0.063
5	0.055
6	0.060
7	0.058
8	0.083
9	0.100
10	0.105
11	0.098
12	0.110

Φόρμα Ιδιοτήτων Στόχου

Ο στόχος είναι ενεργός

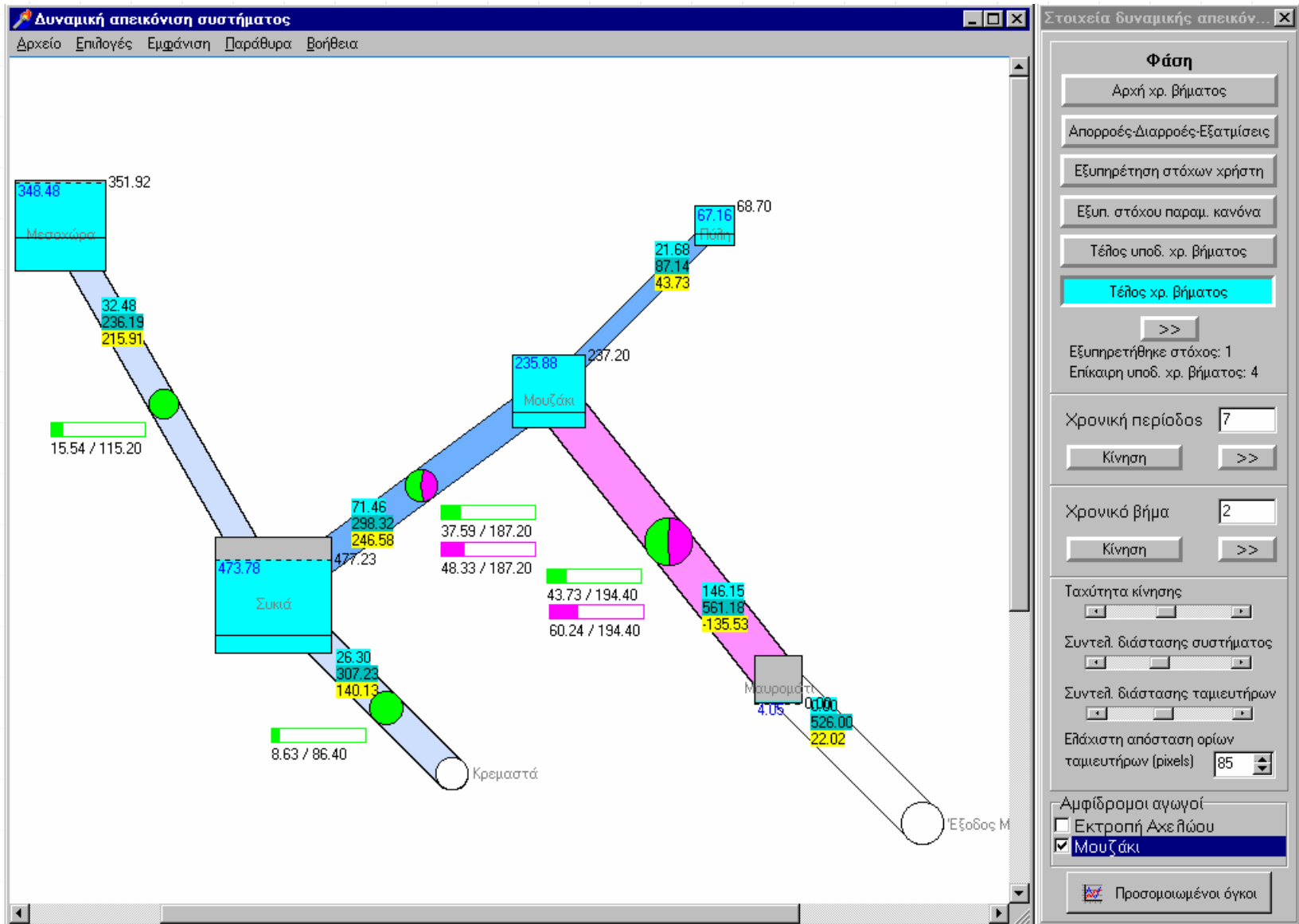
Όνομασία:

Είδος:

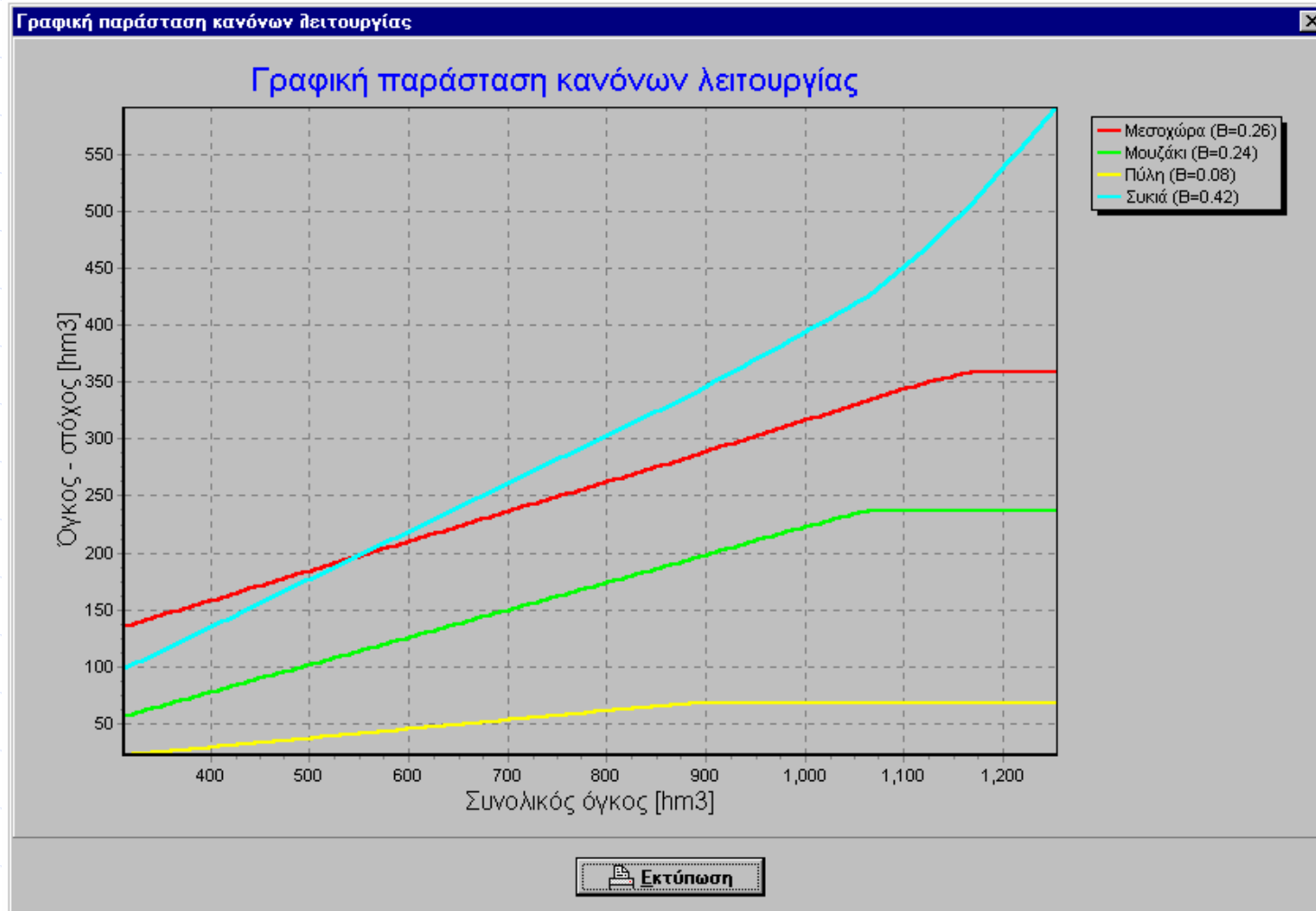
Αγωγός:

Μέγιστη αστοχία:

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Παρακολούθηση προσομοίωσης

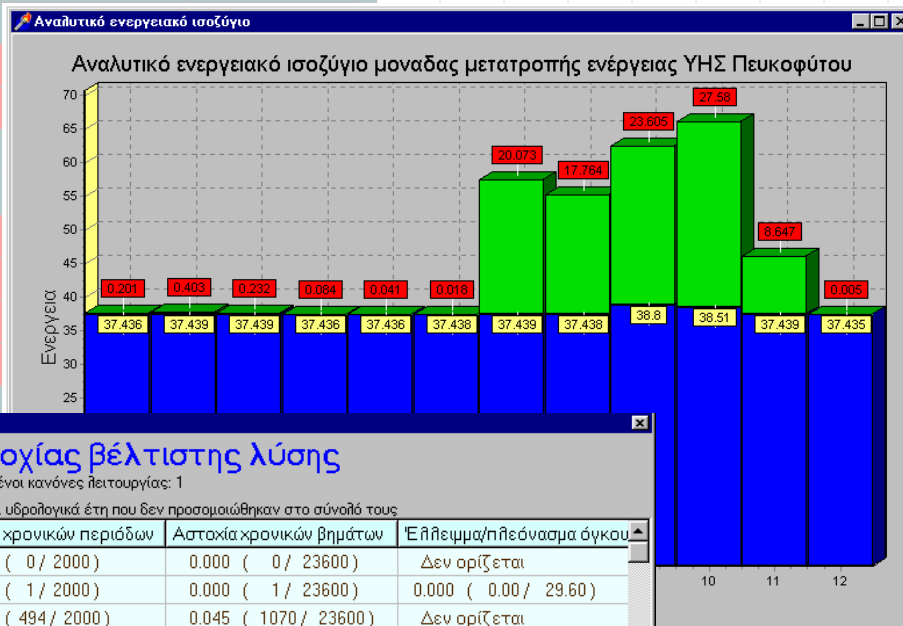


ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Βέλτιστοι κανόνες διαχείρισης



ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Αποτελέσματα υδατικού και ενεργειακού ισοζυγίου και πιθανοτήτων αστοχίας

	Εύηνος	Μαραθώνας	Μόρνος	Υΐκη	ΣΥΝΟΛΟ
Απορροή ανάντη υπολεκάνης	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)		
Υπερχείλισεις	-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

Διαφορά

Πιθανότητα αστοχίας βέλτιστης λύσης

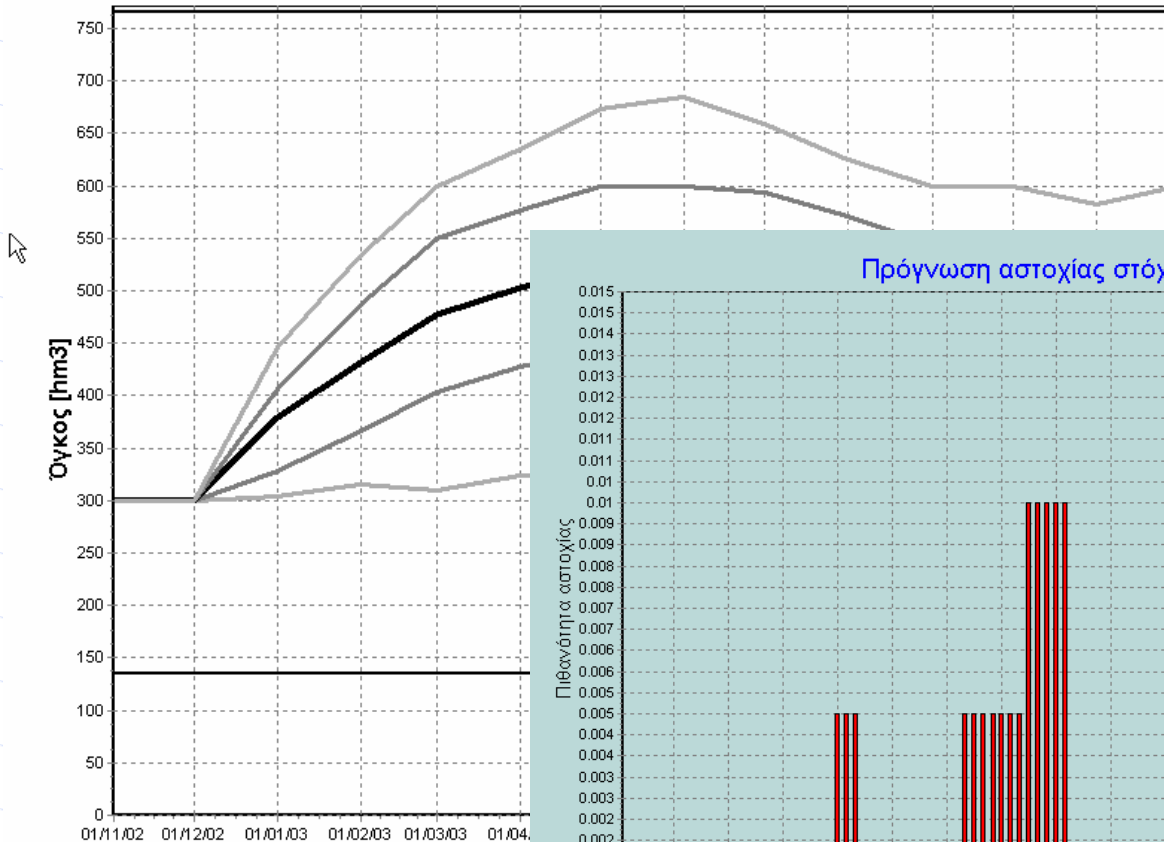
Προσμοιωμένοι κανόνες λειτουργίας: 1

ΠΡΟΣΟΧΗ: Στον υπολογισμό της αστοχίας χρονικής περιόδου συμπεριλαμβάνονται υδρολογικά έτη που δεν προσμοιώθηκαν στο σύνολό τους

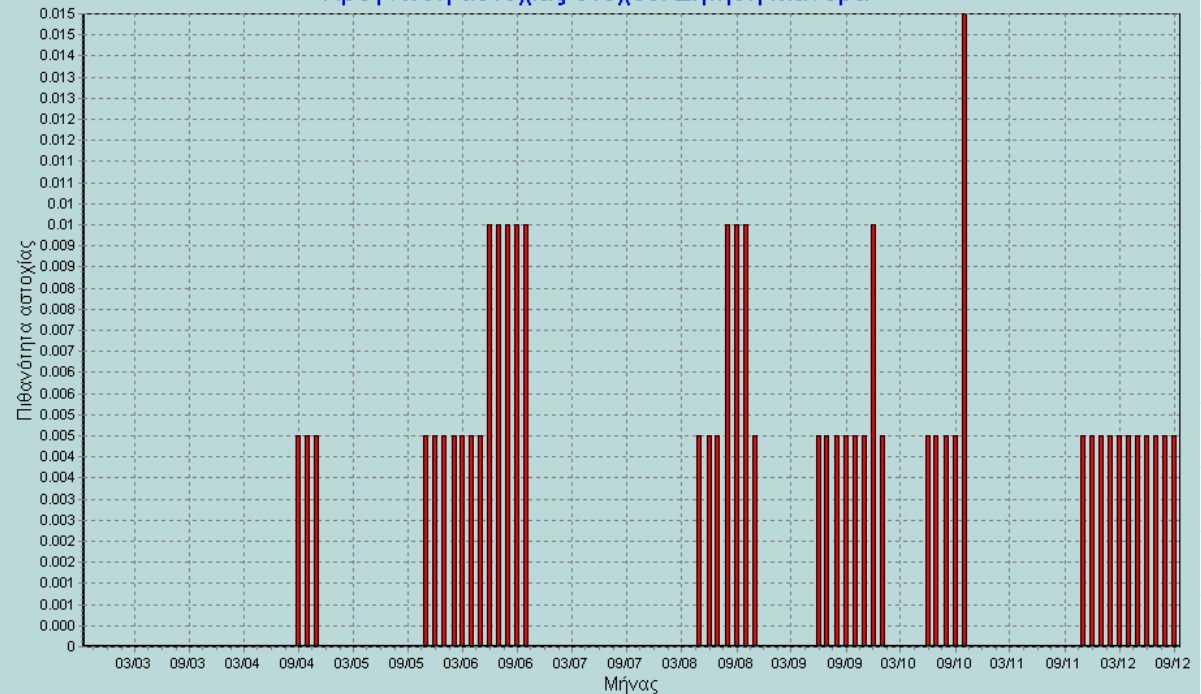
Απόθεμα ταμειευτήρα (hm3)	Στάχος	Αστοχία χρονικών περιόδων	Αστοχία χρονικών βημάτων	Ελλείμμα/ηλεόνασμα άγκου
Στάθμη ταμειευτήρα (m)	1) Μαραθώνας - Αποφυγή υπερχειλίσεων	0.000 (0 / 2000)	0.000 (0 / 23600)	Δεν ορίζεται
Παράμετρος a	2) Μαραθώνας - Μέγιστο απόθεμα	0.001 (1 / 2000)	0.000 (1 / 23600)	0.000 (0.00 / 29.60)
Παράμετρος b	3) Μόρνος - Αποφυγή υπερχειλίσεων	0.247 (494 / 2000)	0.045 (1070 / 23600)	Δεν ορίζεται
	4) Εύηνος - Αποφυγή υπερχειλίσεων	0.320 (639 / 2000)	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)
	6) Ζήτηση Γαλατσίου - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.005 (10 / 2000)	0.002 (36 / 23600)	0.001 (0.17 / 136.39)
	7) Ζήτηση Κιούρκων - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.007 (13 / 2000)	0.002 (47 / 23600)	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)
	9) Μεριτσής Κιθαιρών - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.009 (18 / 2000)	0.002 (58 / 23600)	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)
	11) Εύηνος - Μέγιστο απόθεμα	0.372 (743 / 2000)	0.147 (3474 / 23600)	0.084 (6.36 / 75.98)
	12) Μόρνος - Μέγιστο απόθεμα	0.581 (1161 / 2000)	0.451 (10636 / 23600)	0.093 (47.03 / 506.25)
	13) Μαραθώνας - Ελάχιστο απόθεμα	0.015 (29 / 2000)	0.009 (204 / 23600)	0.003 (0.06 / 19.74)
	14) Μόρνος - Ελάχιστο απόθεμα	0.157 (314 / 2000)	0.105 (2468 / 23600)	0.019 (2.92 / 152.86)
	15) Εύηνος - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.238 (475 / 2000)	0.068 (1600 / 23600)	0.059 (1.81 / 30.68)

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: Πρόγνωση υδρολογικών μεγεθών και αστοχιών

Ισοπίθανες καμπύλες αποθέματος ταμιευτήρα: Μόρνος



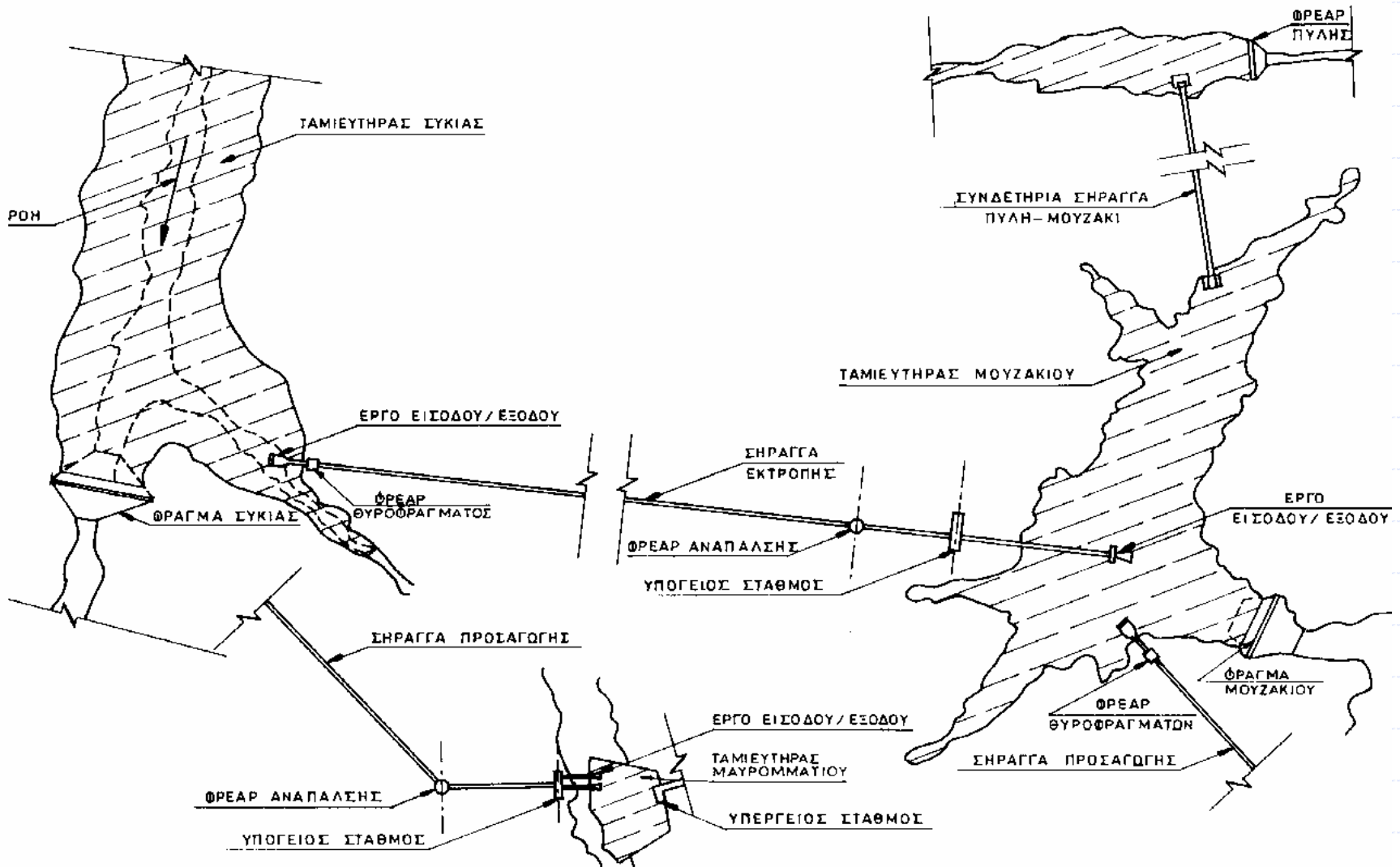
Πρόγνωση αστοχίας στόχου: Ζήτηση Μάνδρα



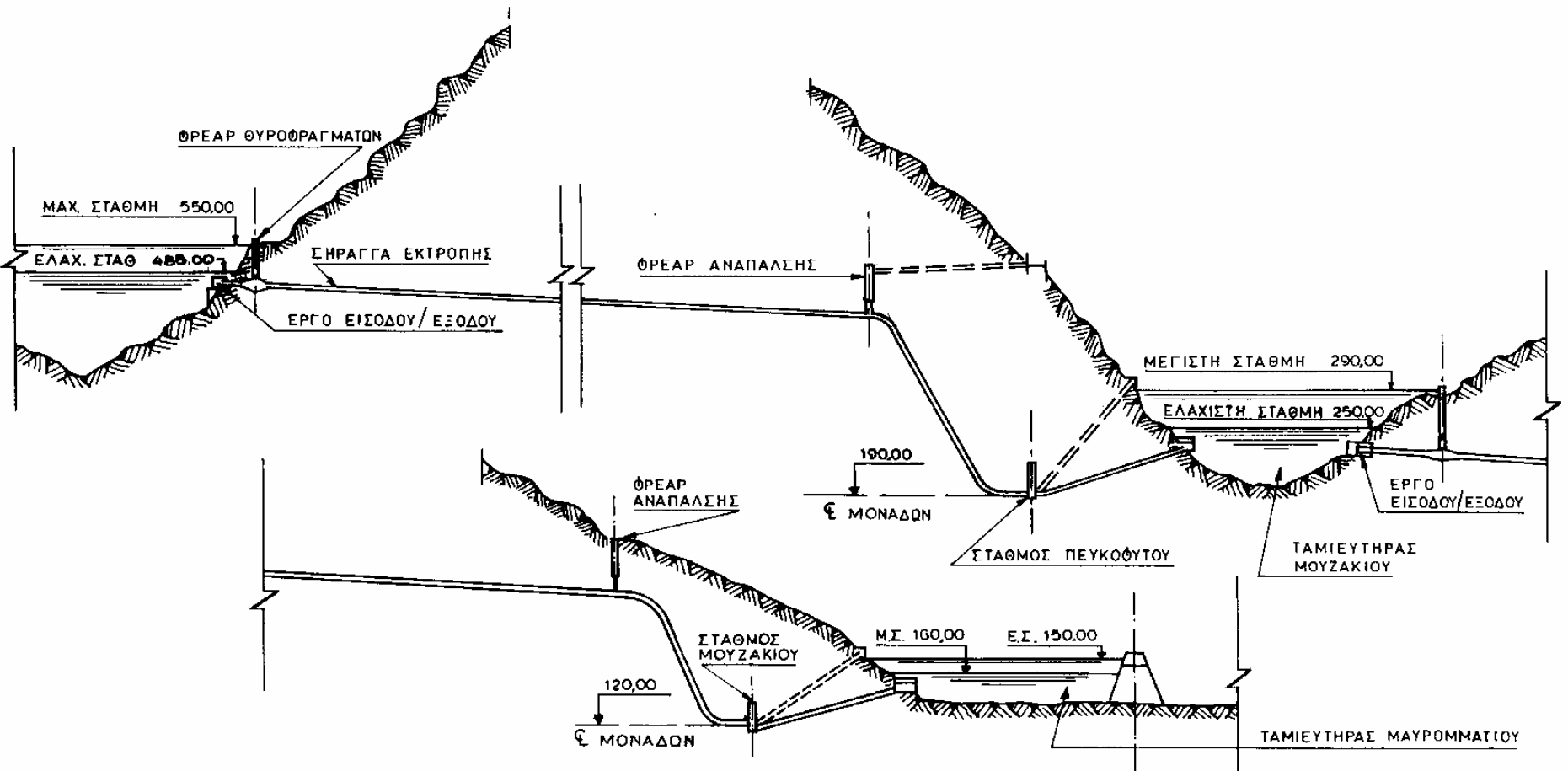
Το σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου - Θεσσαλίας και των έργων εκτροπής



Γενική διάταξη των έργων εκτροπής Αχελώου



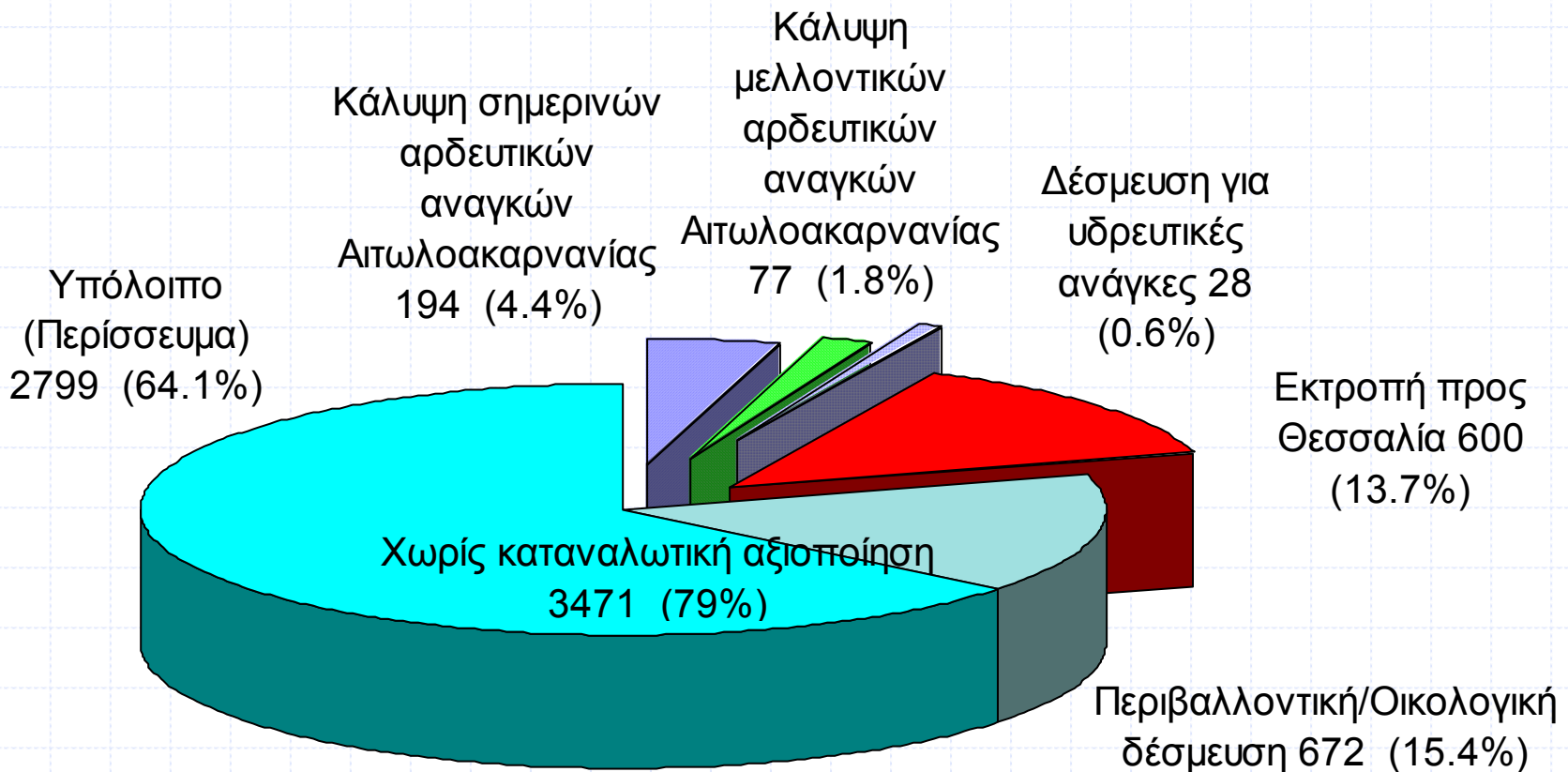
Μηκοτομή του αγωγού εκτροπής

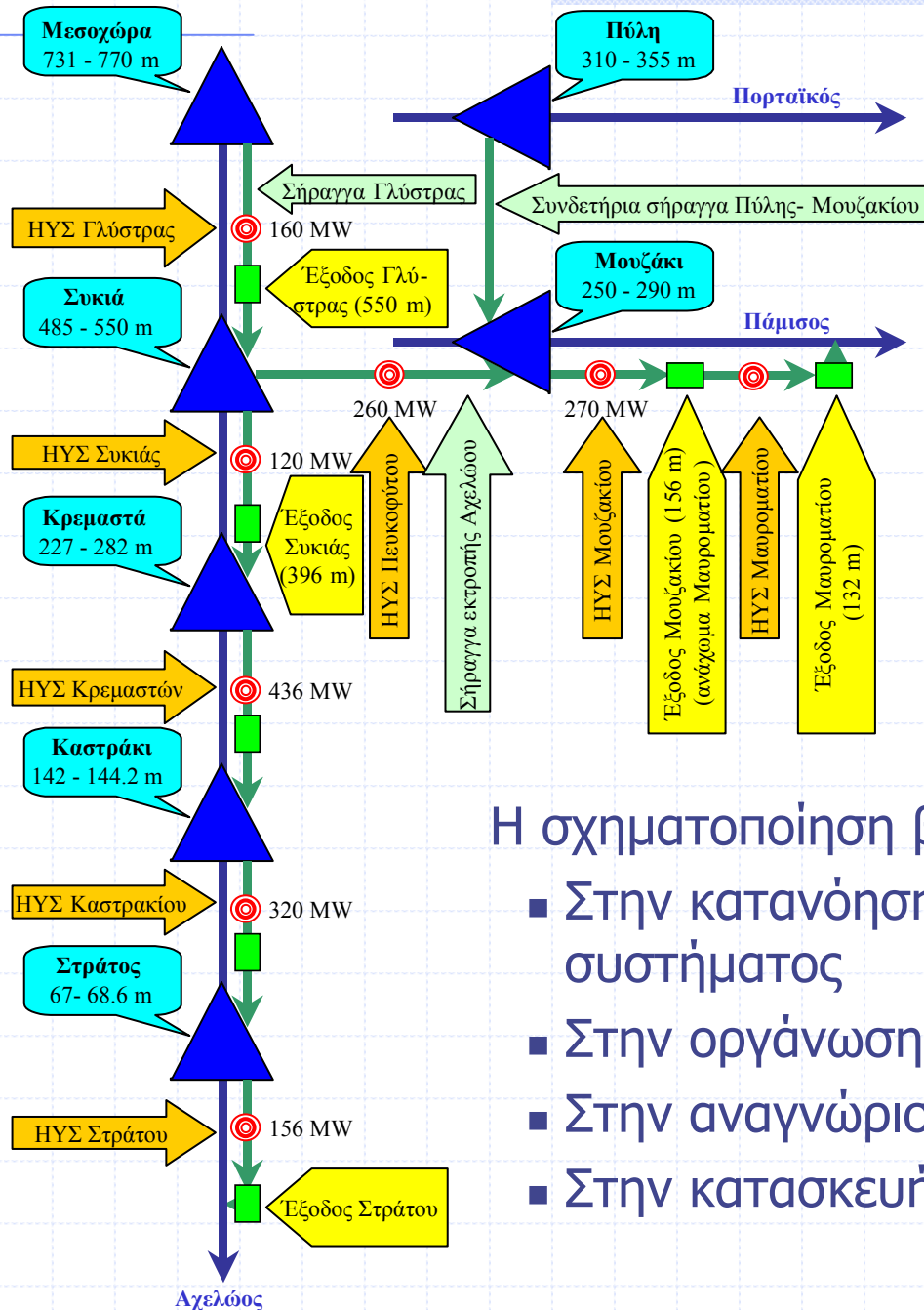


Υδατικό δυναμικό Αχελώου και αξιοποίησή του

ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΧΕΛΩΟΥ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ ΣΤΙΣ ΕΚΒΟΛΕΣ 4370 hm³ - ΣΤΗ ΣΥΚΙΑ 1470 hm³





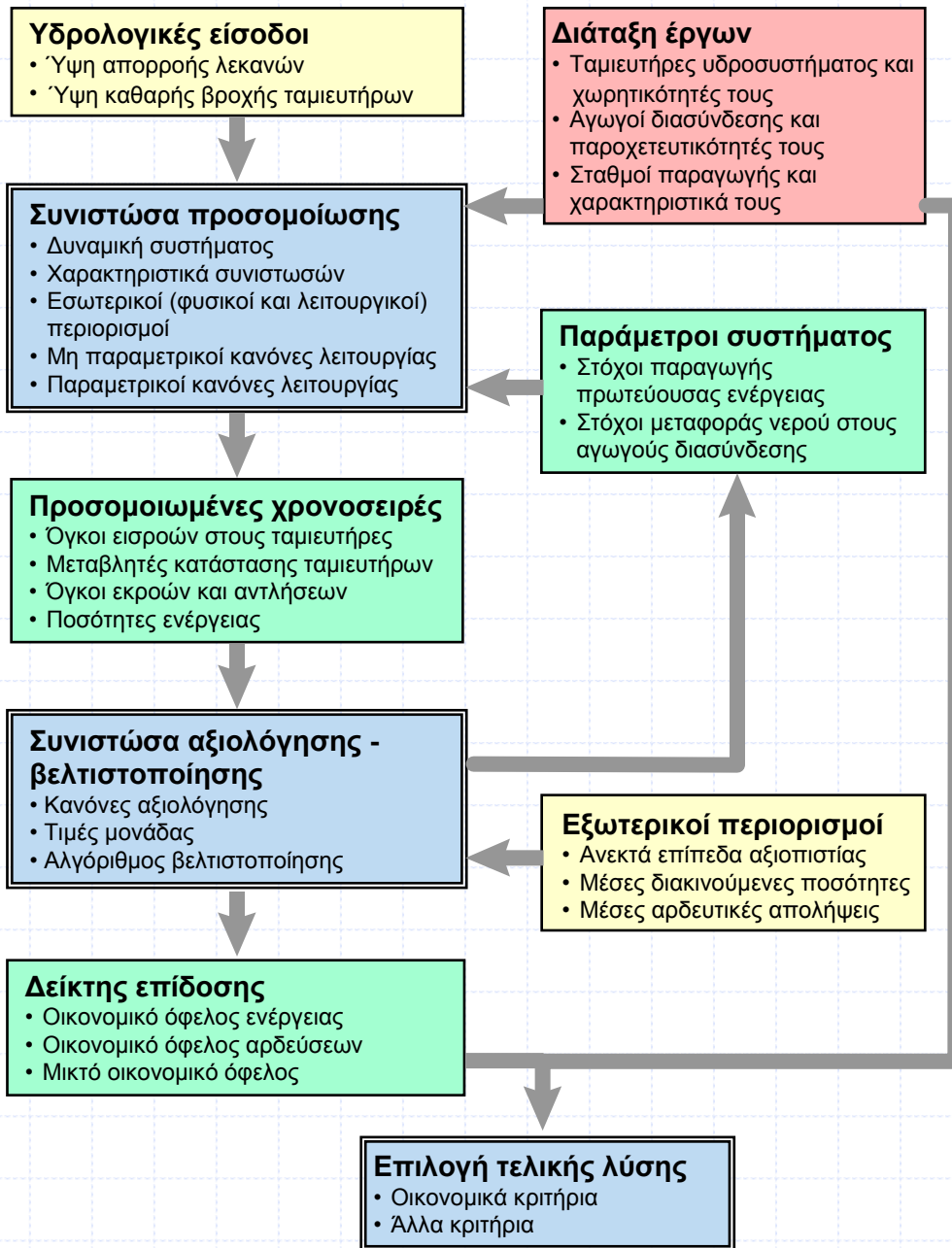
Σχηματοποίηση του υδροσυστήματος Αχελώου - Θεσσαλίας

Η σχηματοποίηση βοηθά:

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

Διάρθρωση του συνολικού μαθηματικού μοντέλου του υδροσυστήματος Αχελώου-Θεσσαλίας

Στόχος του μοντέλου: Επαναθεώρηση της Γενικής Διάταξης των Έργων Εκτροπής του Αχελώου προς τη Θεσσαλία (Ρυθμιστικοί όγκοι, υδροηλεκτρικοί σταθμοί)



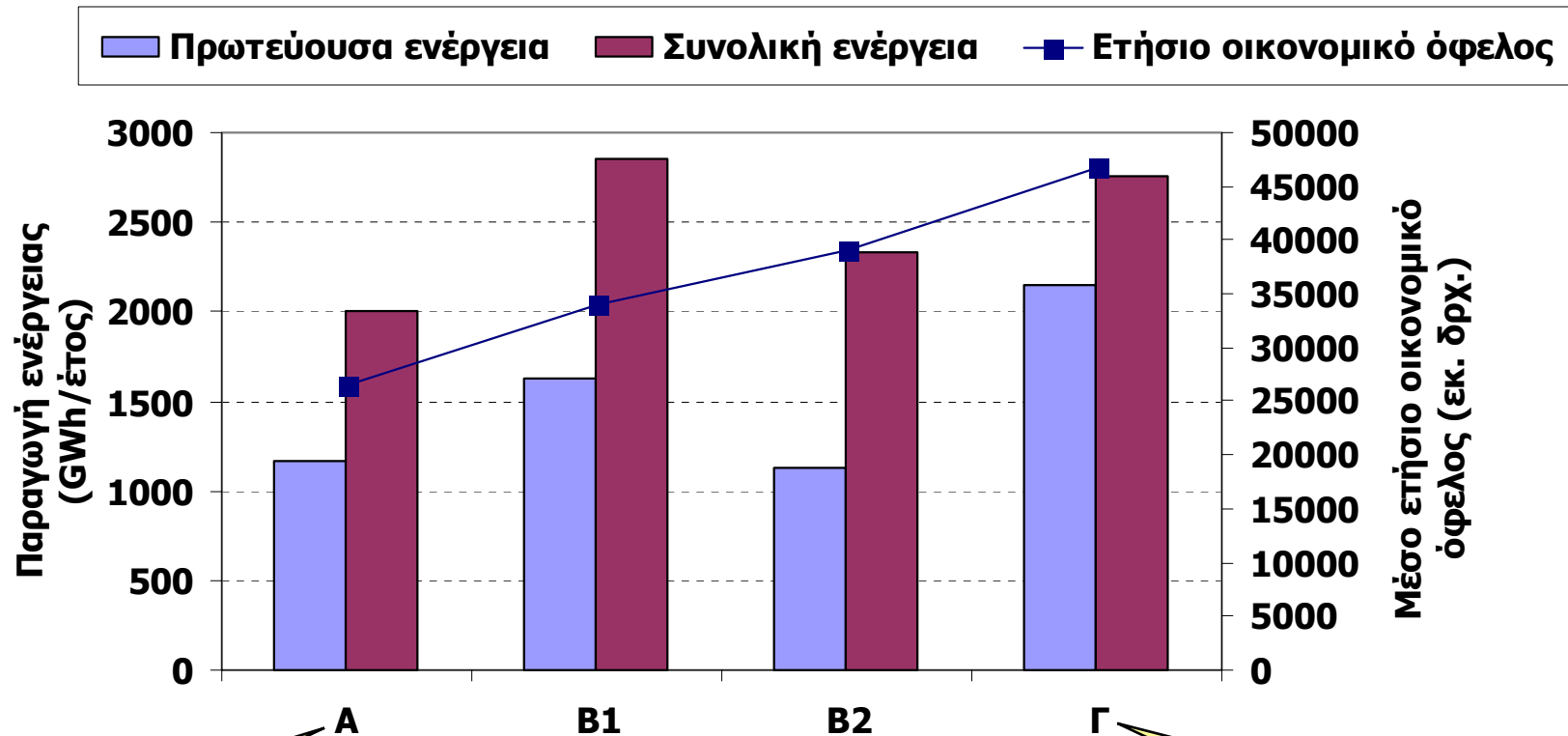
Εφαρμογή στο σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου – Θεσσαλίας: Βασικές παραδοχές

- ◆ Αρδευτικές ανάγκες
 - Κύριοι αρδευτικοί κόμβοι σε Στράτο και Μαυρομάτι
 - Τοπική ζήτηση στην Πύλη
- ◆ Περιβαλλοντικοί περιορισμοί
 - Ελάχιστη διατηρητέα παροχή στον Αχελώο 1.5 m³/s κατάντη Μεσοχώρας, 5 m³/s κατάντη Συκιάς και 21 m³/s στις εκβολές
 - Ελάχιστη παροχή κατάντη Πύλης και Μουζακίου 0.15 m³/s
 - Επιπλέον 0.35 m³/s κατάντη Πύλης για εμπλουτισμό τοπικού υδροφορέα
- ◆ Οικονομικά στοιχεία
 - Πρωτεύουσα ενέργεια: Διαθέσιμη το 99% του χρόνου, παραγόμενη εντός της περιόδου αιχμής (6 ώρες), με τιμή μονάδας 10.9 δρχ/KWh
 - Δευτερεύουσα ενέργεια: Επιπλέον ενέργεια, με τιμή μονάδας 6.5 δρχ/KWh
 - Γεωργικό όφελος: Τιμή μονάδας 20 δρχ/m³
- ◆ Βελτιστοποίηση συστήματος
 - Οικονομική επίδοση συστήματος = ενεργειακό + γεωργικό όφελος

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 (B_1)
 - Με εκτροπή 600 hm^3 ετησίως από ταμιευτήρα Συκιάς (B_2)
- ◆ 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 (Δ_1)
 - Εκτροπή χωρίς άντληση, Μουζάκι +250 m, χωρίς Πύλη (Δ_2)
 - Όπως η Δ_2 αλλά με άντληση (Δ_3)
 - Εκτροπή και άντληση, Μουζάκι +280 m, με Πύλη (Δ_4)
 - Εκτροπή και άντληση, Μουζάκι +290 m, με Πύλη (Δ_5)

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



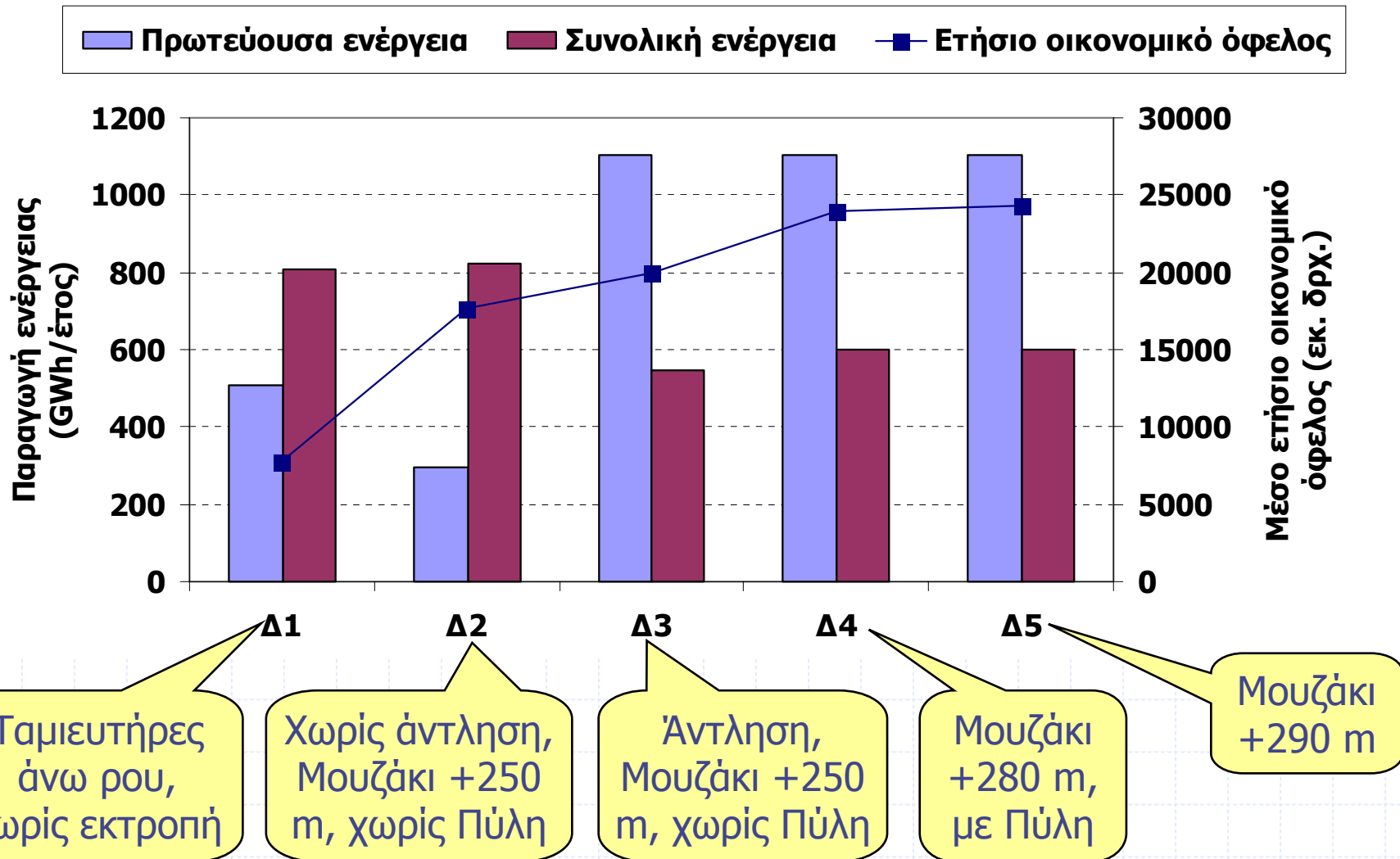
Υφιστάμενοι ταμιευτήρες κάτω ρου

Ταμιευτήρες Αχελώου, χωρίς εκτροπή

Ταμιευτήρες Αχελώου, με εκτροπή 600 hm³ από Συκιά

Πλήρες σύστημα Αχελώου-Θεσσαλίας, με αντλιοστροβίλους

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



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.