

---

Εταιρία Ύδρευσης και Αποχέτευσης της Πρωτεύουσας

**Σχέδιο Διαχείρισης του Υδροδοτικού  
Συστήματος της Αθήνας – Έτος 2000-01**



Τεχνική Υποστήριξη  
**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων

---

---

# Σκοπός και αντικείμενο του Σχεδίου Διαχείρισης

- ♦ **Σκοπός του σχεδίου είναι η ανάπτυξη μεθόδων διαχείρισης του υδατικού συστήματος, οι οποίες θα χαρακτηρίζονται από:**
  - ορθολογικότητα
  - αποδοτικότητα
  - βιωσιμότητα
  - αξιοπιστία
  - οικονομικότητα
- ♦ **Η διαχείριση αναφέρεται:**
  - στη ρύθμιση της ροής στους ταμιευτήρες
  - στον επιμερισμό των απολήψεων ανά κύρια, δευτερεύουσα ή εφεδρική πηγή
  - στη μεταφορά νερού μέσω του δικτύου εξωτερικών υδραγωγείων

---

# Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας

- ♦ **Χαρακτηριστικά του συστήματος**
  - δυνατότητα πολλαπλών εναλλακτικών λύσεων τόσο ως προς τους υδατικούς πόρους (ταμιευτήρες, γεωτρήσεις) όσο και ως προς τις διαδρομές μεταφοράς
  - υψηλό κόστος λειτουργίας του υδραγωγείου Υλίκης
- ♦ **Προβλήματα σχετικά με την ασφάλεια του συστήματος**
  - μεγάλη απόσταση των κύριων πηγών νερού από την κατανάλωση
  - απουσία σημαντικού όγκου ταμίευσης κοντά στην Αθήνα
  - ανεπαρκής παροχευτικότητα ορισμένων υδραγωγείων
  - προβλήματα στατικής επάρκειας αγωγών σε υψηλές παροχές
  - έλλειψη ολοκληρωμένου δικτύου διασυνδέσεων μεταξύ των διυλιστηρίων

---

# Ζήτηση νερού

## ♦ Παρούσα κατάσταση

- επαναφορά της κατανάλωσης στα επίπεδα πριν την ξηρασία (370 hm<sup>3</sup>)
- αύξηση της ζήτησης με ετήσιο ρυθμό 6-7%
- μεγάλη αύξηση της ειδικής κατανάλωσης (160 L/κάτοικο/ημέρα)
- σταθεροποίηση των εσωτερικών απωλειών στα επίπεδα του 25%

## ♦ Παράγοντες που θα επηρεάζουν την εξέλιξη της ζήτησης

- η εξέλιξη του πληθυσμού και ιδιαίτερα των μεταναστών
- η τιμολογιακή πολιτική και ευαισθητοποίηση του κοινού
- η υλοποίηση των αναπτυξιακών σχεδίων της ΕΥΔΑΠ

## ♦ Εκτίμηση για το έτος 2010

- με βάση τους σημερινούς ρυθμούς αύξησης, η κατανάλωση μπορεί να φτάσει κατά μέσο όρο τα 510 hm<sup>3</sup>, με μέγιστο 590 hm<sup>3</sup>
- η εφαρμογή κατάλληλης πολιτικής μπορεί να περιορίσει την κατανάλωση στα επιθυμητά επίπεδα των 420 hm<sup>3</sup>

---

# Υδατικοί πόροι

## ◆ Επιφανειακοί πόροι

- η μέση ετήσια απορροή στις λεκάνες Μόρνου, Ευήνου, Βοιωτικού Κηφισού και Χάραδρου ανέρχεται σε  $840 \text{ hm}^3$
- οι εκτιμήσεις βασίζονται σε περιορισμένου μήκους δείγμα απορροών, ενώ δεν έχουν ληφθεί υπόψη τα στοιχεία του ξηρού υδρολογικού έτους 1999-00
- η φυσική τάση ομαδοποίησης των ξηρών περιόδων (φαινόμενο Hurst) έχει ως συνέπεια τη μείωση του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού, παρόλο που δεν επηρεάζει τα μέσα στατιστικά μεγέθη

## ◆ Υπόγειοι πόροι

- οι γεωτρήσεις Μαυροσουβάλας και Βασιλικών-Παρορίου είναι οι κύριοι υπόγειοι πόροι του συστήματος, με δυναμικό  $50$  και  $55 \text{ hm}^3$  /έτος αντίστοιχα
- η άντληση νερού γύρω από την Υλίκη επιδρά αρνητικά στο ισοζύγιο της
- απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση για την ποσοτική εκτίμηση των μεσοπρόθεσμων επιπτώσεων των αντλήσεων στο σύστημα υπόγειων και επιφανειακών νερών της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού



---

# Οικονομικά δεδομένα

## ♦ Κόστος αντλιοστασίων

- εκτίμηση κόστους με όρους καταναλισκόμενης ενέργειας
- υπολογισμός της ειδικής κατανάλωσης των ωστικών και ανυψωτικών αντλιοστασίων (kWh/m<sup>3</sup>) με βάση τα μηνιαία ιστορικά δεδομένα
- σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας, η ειδική κατανάλωση είναι σχεδόν σταθερή (ανεξάρτητη των αντλούμενων ποσοτήτων)

## ♦ Λοιπά κόστη που δεν έχουν εκτιμηθεί

- πάγιο κόστος λειτουργίας
- κόστος συντήρησης του δικτύου
- κόστος επισκευής βλαβών

---

# Περιβαλλοντικές όψεις της διαχείρισης

## ♦ Ποιότητα νερού

- η ποιότητα των επιφανειακών νερών χαρακτηρίζεται από πολύ καλή (Μόρνος, Εύηνος) ως καλή (Υλίκη, Παραλίμνη, Μαραθώνας, Β. Κηφισός), ακόμη και σε περιόδους ξηρασίας (χαμηλής στάθμης ταμιευτήρων)
- τα επίπεδα φόρτισης του νερού που φτάνει στις μονάδες επεξεργασίας είναι χαμηλά σε σχέση με τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης

## ♦ Ενέργεια

- κατασκευή έργων για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας
- περιορισμός χρήσης ενεργοβόρων διατάξεων

## ♦ Περιβαλλοντικές δεσμεύσεις

- διατήρηση συνεχούς ροής 1.0 m<sup>3</sup>/s κατάντη του ταμιευτήρα Ευήνου
- ελαχιστοποίηση της πιθανότητας υπερχείλισης του ταμιευτήρα Μαραθώνα
- περιορισμός της υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων υδροφορέων
- ορθολογική διαχείριση των διαφυγών νερού από το καρστικό υπόβαθρο της Υλίκης, μέρος των οποίων εμπλουτίζει τους υδροφορείς της περιοχής

---

# Ασφάλεια έναντι έκτακτων περιστατικών

## ♦ Βλάβες υδραγωγείων

- δυσμενέστερο σενάριο βλάβης είναι η παύση της ροής κατάντη του μεριστή Κιθαιρώνα, η οποία προκαλεί συνολικό έλλειμμα άνω του 30% καθώς και προβλήματα ως προς τη χωρική κατανομή του νερού
- θεωρείται μείζονος σημασίας η διατήρηση των αποθεμάτων ασφαλείας στον Μαραθώνα καθώς και η υλοποίηση των έργων ενίσχυσης των υδραγωγείων
- δεν έχουν εξεταστεί περιστατικά βλαβών που διαρκούν πάνω από μήνα, για τα οποία απαιτείται ειδική μελέτη

## ♦ Ειδικές συνθήκες κατανάλωσης (Ολυμπιακοί Αγώνες)

- δεν υπάρχουν προς το παρόν ποσοτικές εκτιμήσεις ως προς τα επίπεδα αύξησης της κατανάλωσης κατά την περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004 (αντίστοιχη μελέτη βρίσκεται σε στάδιο εκπόνησης)
- με βάση ωστόσο αδρομερείς εκτιμήσεις, η μηνιαία ζήτηση αναμένεται να ξεπεράσει τα 50 hm<sup>3</sup>, ποσότητα την οποία δεν μπορεί να παροχετεύσει το υφιστάμενο δίκτυο



---

# Διαχείριση του υδροσυστήματος

## ♦ Γενικές παραδοχές

- μελετήθηκε το υφιστάμενο σύστημα, χωρίς την προσθήκη νέων έργων, στο οποίο συμπεριλήφθηκαν οι εσωτερικές συνδέσεις μεταξύ των ΜΕΝ
- τέθηκαν όρια ώστε οι γεωτρήσεις να χρησιμοποιούνται ως εφεδρικοί πόροι
- η μηνιαία παροχαρακτηριστικότητα των υδραγωγείων μειώθηκε κατά 15% ώστε να ληφθεί υπόψη η ημερήσια διακύμανση της κατανάλωσης
- τέθηκαν αυστηροί περιορισμοί ως προς την υπερχείλιση όλων των ταμιευτήρων πλην της Υλίκης
- ως μέτρο κόστους θεωρήθηκε η ειδική ενέργεια ανά αντλιοστάσιο
- αναπτύχθηκαν δύο σενάρια εισροών, με και χωρίς προσομοίωση της εμμονής

## ♦ Στόχοι του μοντέλου διαχείρισης (κατά σειρά προτεραιότητας)

- ύδρευση Αθήνας, η οποία επιμερίστηκε ανά περιοχή υδροδότησης των ΜΕΝ
- διατήρηση αποθέματος ασφαλείας 35-40 hm<sup>3</sup> στον Μαραθώνα
- διατήρηση συνεχούς ροής 1.0 m<sup>3</sup>/s στον Εύηνο
- απόληψη 35 hm<sup>3</sup>/έτος από την Υλίκη για άρδευση της Κωπαΐδας



---

# Εκτίμηση θεωρητικού υδατικού δυναμικού (1)

## ♦ Παραδοχές

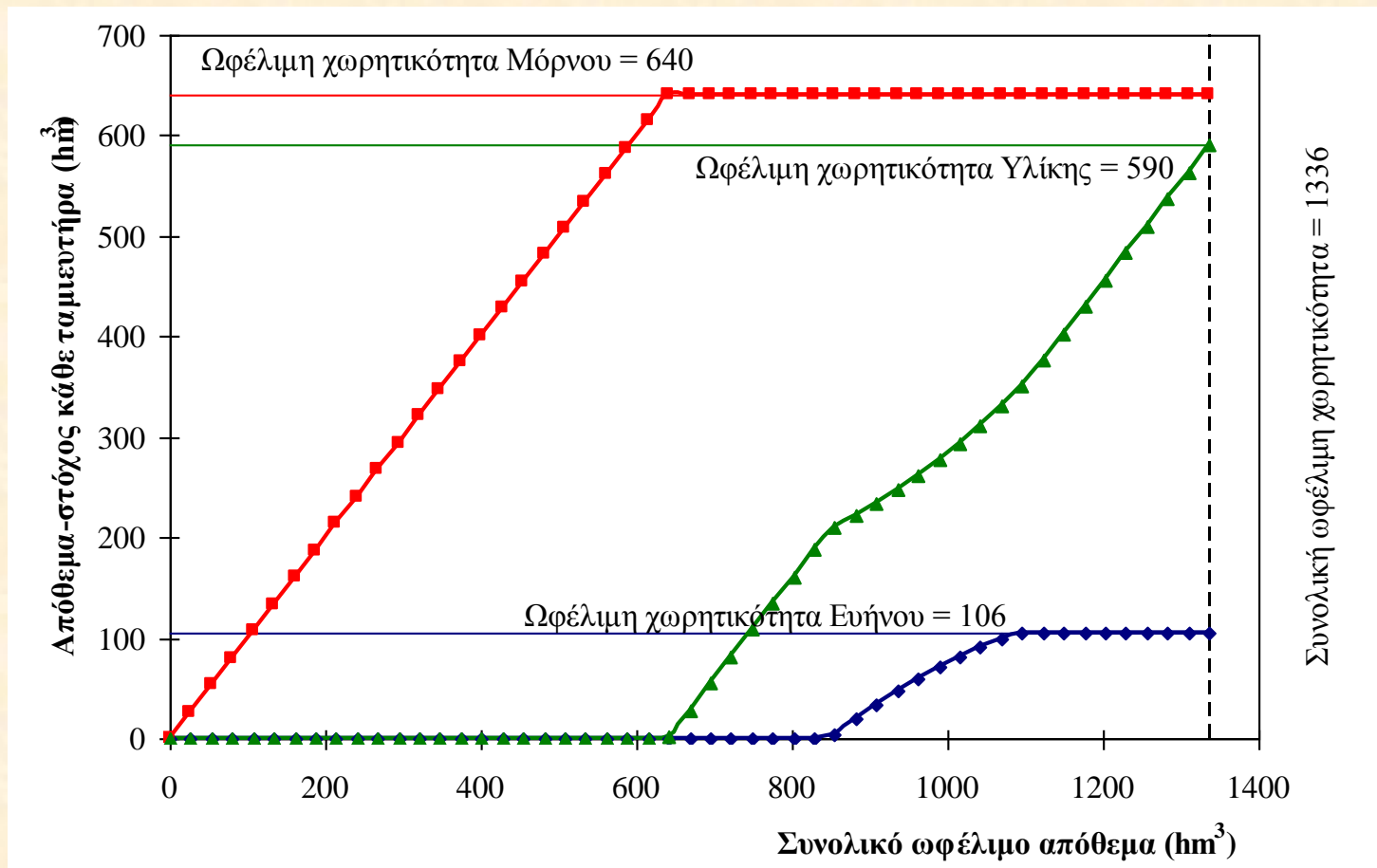
- θεωρήθηκε απεριόριστη παροχεταιυτικότητα υδραγωγείων
- ως αντικειμενικός στόχος τέθηκε η μεγιστοποίηση της ασφαλούς απόληψης για ύδρευση της Αθήνας, με επίπεδο ασφάλειας 99%

## ♦ Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

- το ετήσιο δυναμικό του συστήματος ανέρχεται σε 550 hm<sup>3</sup>, αλλά μειώνεται στα 480 hm<sup>3</sup>, εφόσον χρησιμοποιηθεί το πιο ρεαλιστικό σενάριο προσομοίωσης της εμμονής (δυσμενές υδρολογικό σενάριο)
- η μέση συμβολή των υπόγειων νερών στο δυναμικό είναι περιορισμένη, καθώς χρησιμοποιούνται μόνο ως εφεδρεία
- η μεγιστοποίηση της απόληψης επιτυγχάνεται με ελαχιστοποίηση των απωλειών των ταμιευτήρων
- ο κανόνας λειτουργίας των ταμιευτήρων επιβάλλει την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εκμετάλλευση των αποθεμάτων Ευήνου και Υλίκης, με διατήρηση της στάθμης τους χαμηλά, έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται για τον μεν Εύηνο η πιθανότητα υπερχειλίσης, για τη δε Υλίκη οι υπόγειες διαφυγές

# Εκτίμηση θεωρητικού υδατικού δυναμικού (2)

- ♦ Βέλτιστοι κανόνες λειτουργίας ταμιευτήρων (κανόνας A)



---

# Εκτίμηση πραγματικών δυνατοτήτων απόληψης (1)

## ♦ Παραδοχές

- ως αντικειμενικός στόχος τέθηκε η μεγιστοποίηση της ασφαλούς απόληψης για ύδρευση της Αθήνας, με ελαχιστοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας, έτσι ώστε να διατηρείται ένα επίπεδο ασφάλειας 99%

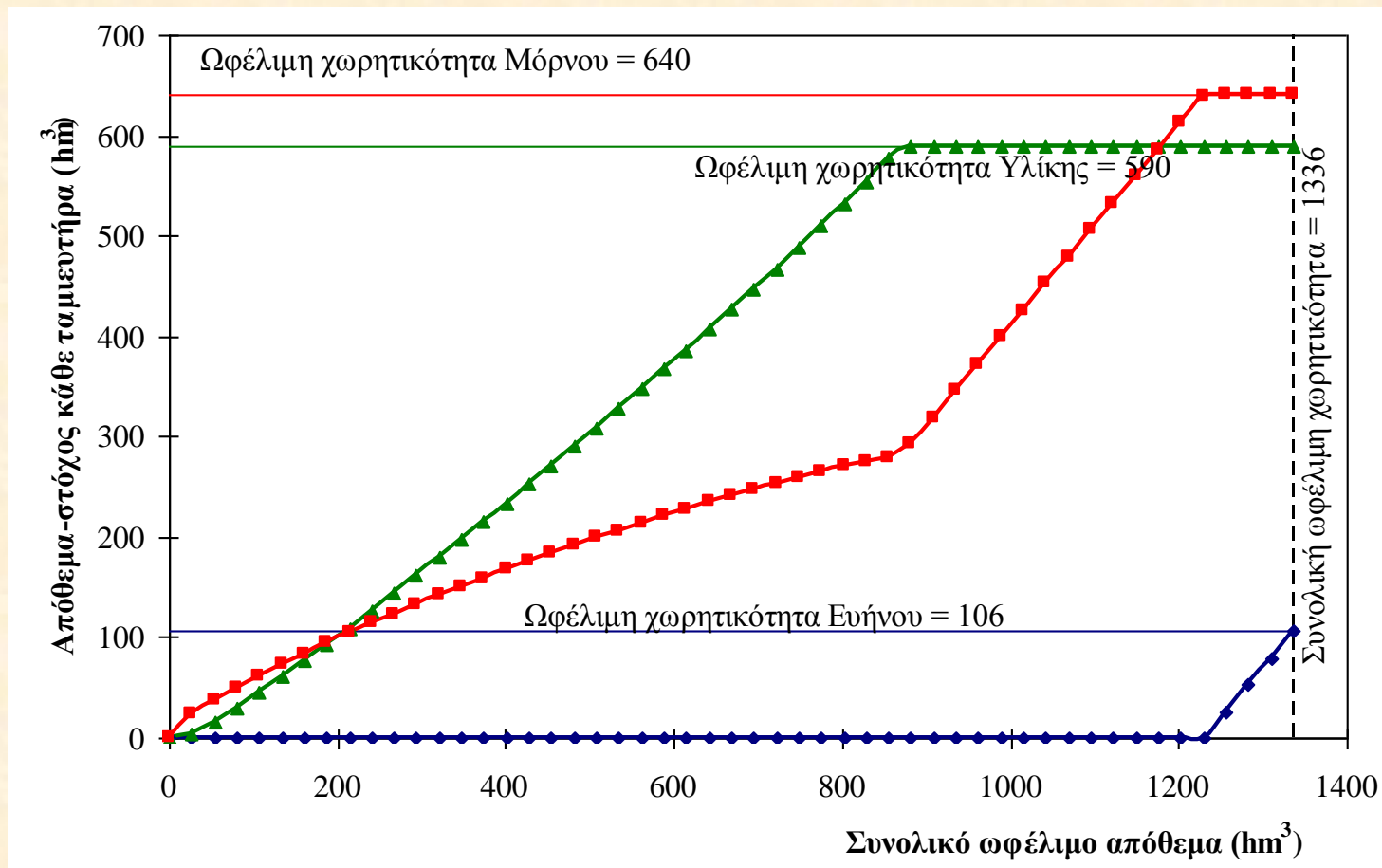
## ♦ Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

- οι δυνατότητες του υφιστάμενου συστήματος δεν ξεπερνούν τα 410 hm<sup>3</sup>/έτος
- η υλοποίηση των νέων έργων θα αυξήσει τις δυνατότητες απόληψης και θα ενισχύσει την ασφάλεια του συστήματος έναντι έκτακτων περιστατικών
- η βέλτιστη πολιτική διαχείρισης για επίπεδα ζήτησης οριακά μεγαλύτερα των σημερινών προϋποθέτει τη λειτουργία του υδραγωγείου Υλίκης και των γεωτρήσεων, έστω και σε περιορισμένο βαθμό
- η μεταβολή της καταναλισκόμενης ενέργειας ως προς τη ζήτηση ακολουθεί σχεδόν σταθερό ρυθμό, ίσο με 0.9 GWh/hm<sup>3</sup> ( $\approx 13$  δρχ/m<sup>3</sup>)
- ο βέλτιστος κανόνας λειτουργίας επιβάλλει την απόληψη από τον Εύηνο κατά απόλυτη προτεραιότητα, ενώ αντίθετα διατηρούν τη στάθμη της Υλίκης σε ψηλά επίπεδα, κάτι που οδηγεί σε αυξημένες διαφυγές αλλά περιορίζει τη συχνότητα χρήσης των πλωτών αντλιοστασίων



# Εκτίμηση πραγματικών δυνατοτήτων απόληψης (1)

- ♦ Βέλτιστοι κανόνες λειτουργίας ταμιευτήρων (κανόνας B)



---

# Πολιτική διαχείρισης στη δεκαετία 2000-2010

## ♦ Παραδοχές

- εξετάστηκαν 200 ισοπίθانا σενάρια εισροών, με χρονικό ορίζοντα 10 ετών
- κατά την προσομοίωση του συστήματος υιοθετήθηκε ο κανόνας B
- θεωρήθηκε το χαμηλό σενάριο μεταβολής της κατανάλωσης στην Αθήνα
- ως αρχικές συνθήκες τέθηκαν οι στάθμες ταμιευτήρων της 1/10/2000
- θεωρήθηκε ότι το έργο του Ευήνου θα έχει ολοκληρωθεί τον Μάιο του 2001

## ♦ Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

- δεν αναμένεται πρόβλημα υδροδότησης, τουλάχιστον σε ορίζοντα πενταετίας
- μέχρι την παράδοση του έργου του Ευήνου και την πλήρωση του νεκρού του όγκου θα απαιτηθεί η συνεισφορά της Υλίκης και των γεωτρήσεων
- η ετήσια κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να κορυφωθεί κατά το υδρολογικό έτος 2001-02, φτάνοντας κατά μέσο όρο τις 75 GWh, ενώ στη συνέχεια θα σταθεροποιηθεί γύρω από τα επίπεδα των 40-50 GWh

---

# Αποτελέσματα για το έτος 2000-01

## ♦ Γενικά συμπεράσματα (μέσοι όροι 200 προσομοιώσεων)

- το 95% των αναγκών (350 από τα 370 hm<sup>3</sup>) θα καλυφθούν από τον Μόρνο
- είναι βέβαιο ότι τους πρώτους μήνες του τρέχοντος έτους δεν θα χρειαστεί η χρήση αντλιοστασίων, κάτι που δεν αποκλείεται για τη θερινή περίοδο (εκτός αν αφεθεί η στάθμη του Μαραθώνα στα σημερινά, ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα)
- η ενέργεια άντλησης θα ανέλθει στις 50 GWh ( $\approx$  750 εκατ. δρχ)

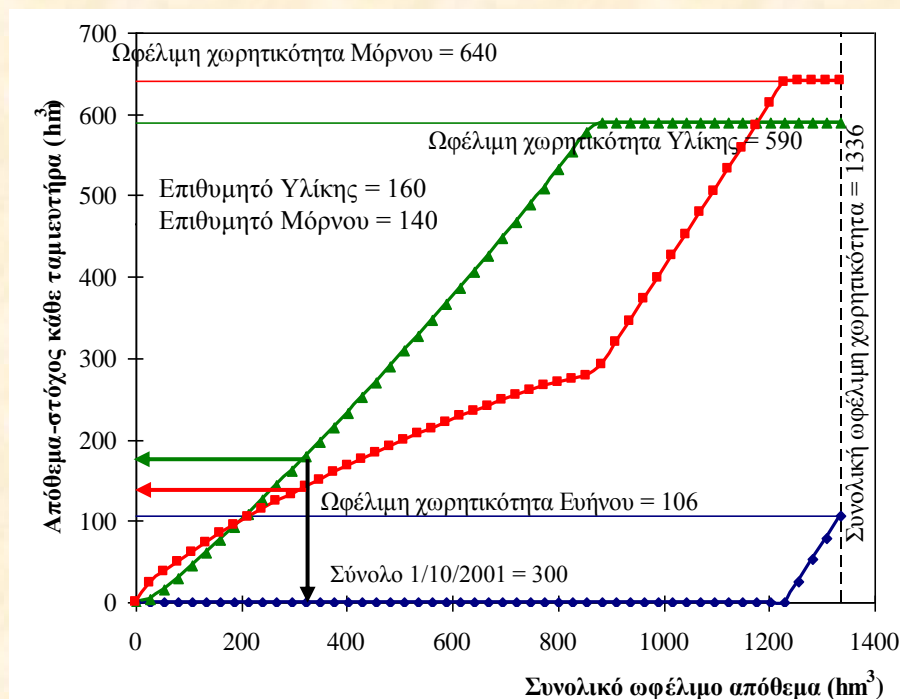
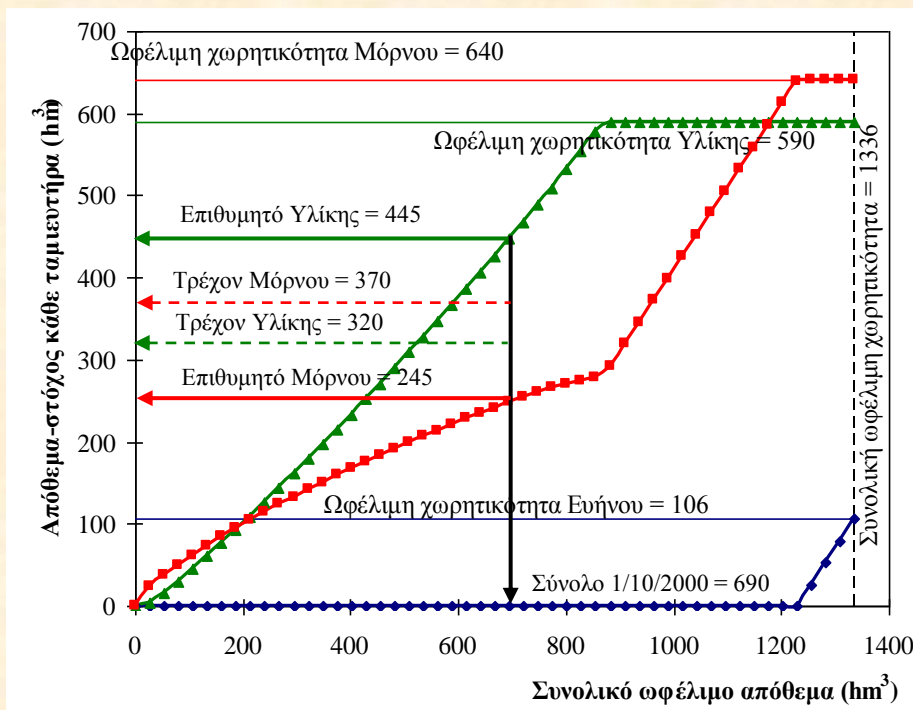
## ♦ Επισημάνσεις

- το υδρολογικό έτος 1999-2000 ήταν από τα πλέον φτωχά σε εισροές
- στο ίδιο διάστημα η αύξηση της κατανάλωσης έλαβε εκρηκτικές διαστάσεις (12% μεταξύ Σεπτεμβρίου 1999 και Σεπτεμβρίου 2000)
- η καταστροφή των έργων προσωρινής υδροληψίας από τον Εύηνο αφαίρεσε από το σύστημα μια σημαντική πηγή τροφοδοσίας
- το τρέχον απόθεμα του Μαραθώνα βρίσκεται πολύ κάτω από τα επιθυμητά επίπεδα ασφαλείας (12 έναντι 40 hm<sup>3</sup>)

# Διερεύνηση για το έτος 2000-01

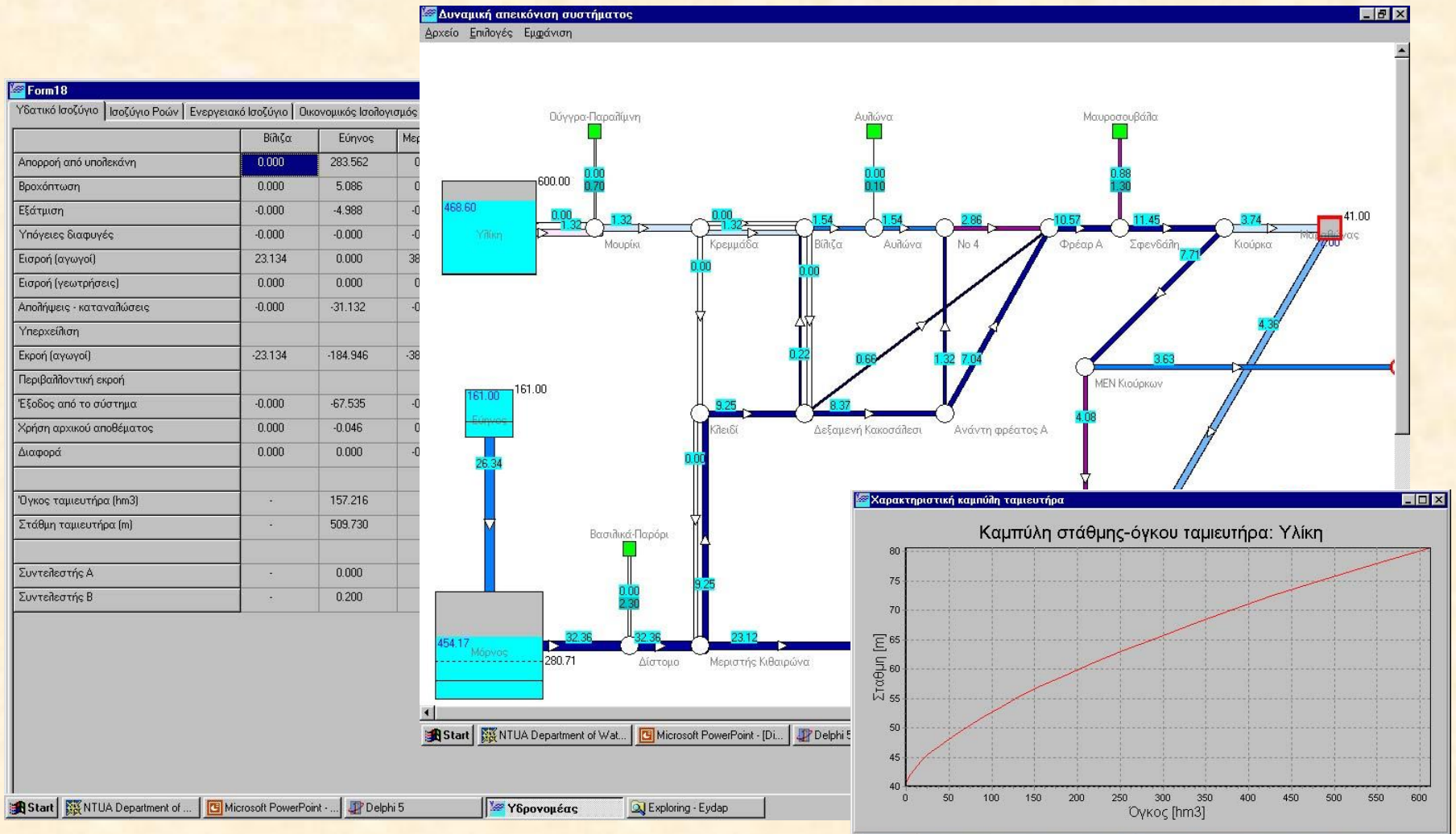
## ♦ Διαχείριση ταμιευτήρων Μόρνου-Υλίκης

- έστω εισροές ίσες με τις ελάχιστες ιστορικές ( $70 \text{ hm}^3$  στην Υλίκη,  $80 \text{ hm}^3$  στον Μόρνο) και απώλειες Υλίκης μαζί με την απόληψη Κωπαΐδας ίσες με  $150 \text{ hm}^3$
- για να τηρείται ο κανόνας λειτουργίας θα πρέπει να αποληφθούν από τον Μόρνο  $310 \text{ hm}^3$  και να αντληθούν από την Υλίκη  $80 \text{ hm}^3$





# Λογισμικό που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού έργου του ΕΜΠ - Υδρονομέας





# Λογισμικό που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού έργου του ΕΜΠ – Κασταλία

