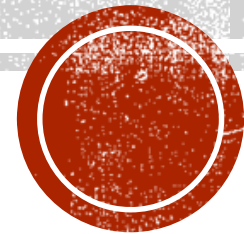




Τμήμα Γεωπονίας  
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Διαχείριση Υδάτινων Πόρων  
Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων σε προβλήματα διαχείρισης  
υδατικών πόρων  
- Υδρονομείας



Αγγελική Μαραγκάκη  
Μηχανικός Ορυκτών Πόρων, PhD

## ΣΥΑ διαχείρισης υδατικών πόρων

- ❑ Τα λογισμικά της «αγοράς» υλοποιούν απλά μαθηματικά μοντέλα υδατικού ισοζυγίου, που απευθύνονται σε χρήστες περιορισμένης εμπειρίας
- ❑ Η οργάνωση και οπτικοποίηση των δεδομένων γίνεται με την υποστήριξη συστημάτων γεωγραφικής πληροφορίας
- ❑ Η σχηματοποίηση του υδροσυστήματος ακολουθεί τη λογική ενός δικτύου κόμβων και κλάδων
- ❑ Οι υδρολογικές εισοδοι είναι είτε ιστορικές χρονοσειρές είτε πρότυπα του τύπου μέσες μηνιαίες τιμές, κανονικά-ξηρά-υγρά σενάρια εισροών, κλπ.





## ΣΥΑ- Υδατικοί πόροι...

**Σύστημα:** Προσδιορισμός γεωγραφικών ορίων και συνιστωσών φυσικού συστήματος, και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων

**Σχηματοποίηση:** Μετασχηματισμός συνιστωσών πραγματικού συστήματος σε συνιστώσες ενός εννοιολογικού μοντέλου που αναπαριστά το εν λόγω σύστημα

**Μοντελοποίηση:** Μαθηματική διατύπωση φυσικών και λειτουργικών περιορισμών σχηματοποιημένου μοντέλου

**Συλλογή δεδομένων:** Στατικές και δυναμικές πληροφορίες εισόδου που απαιτούνται από το μαθηματικό μοντέλο



## ΣΥΑ- Υδατικοί πόροι...

**Παραμετροποίηση:** Ορισμός παραμέτρων που περιγράφουν τις εναλλακτικές διαχειριστικές πολιτικές

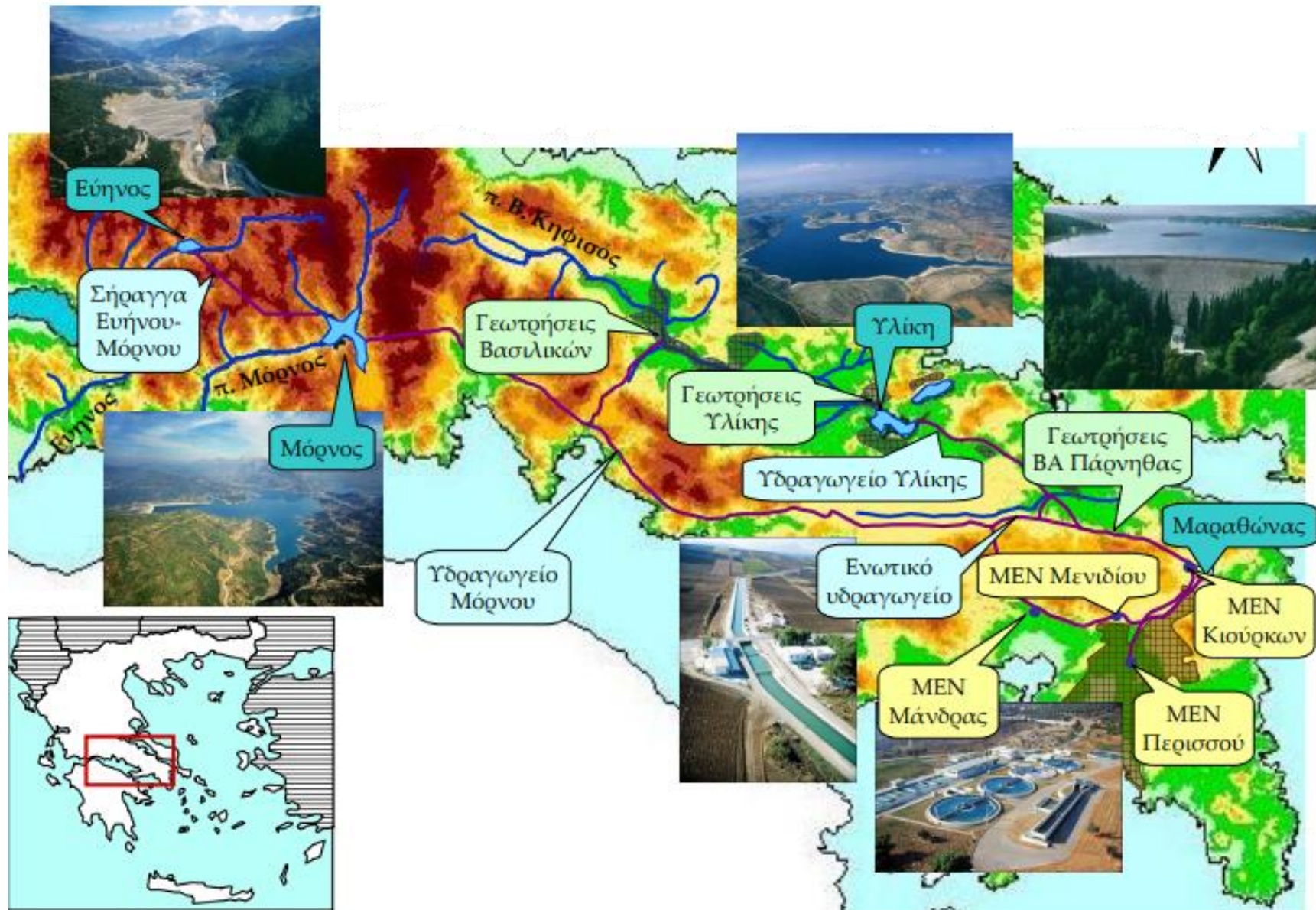
**Προσομοίωση:** Αναπαράσταση της δυναμικής λειτουργίας του συστήματος, μέσω εξισώσεων και λογικών εκφράσεων, κωδικοποιημένων σε γλώσσα υπολογιστή

**Βελτιστοποίηση:** Συστηματική διαδικασία αναζήτησης της πλέον πρόσφορης διαχειριστικής πολιτικής, η οποία υλοποιείται ως μια διαδοχή από εναλλακτικές αποφάσεις και αποτιμήσεις των επιπτώσεων κάθε απόφασης, βάσει κριτηρίων που εκφράζονται από κατάλληλους αριθμητικούς δείκτες (μέτρα επίδοσης)

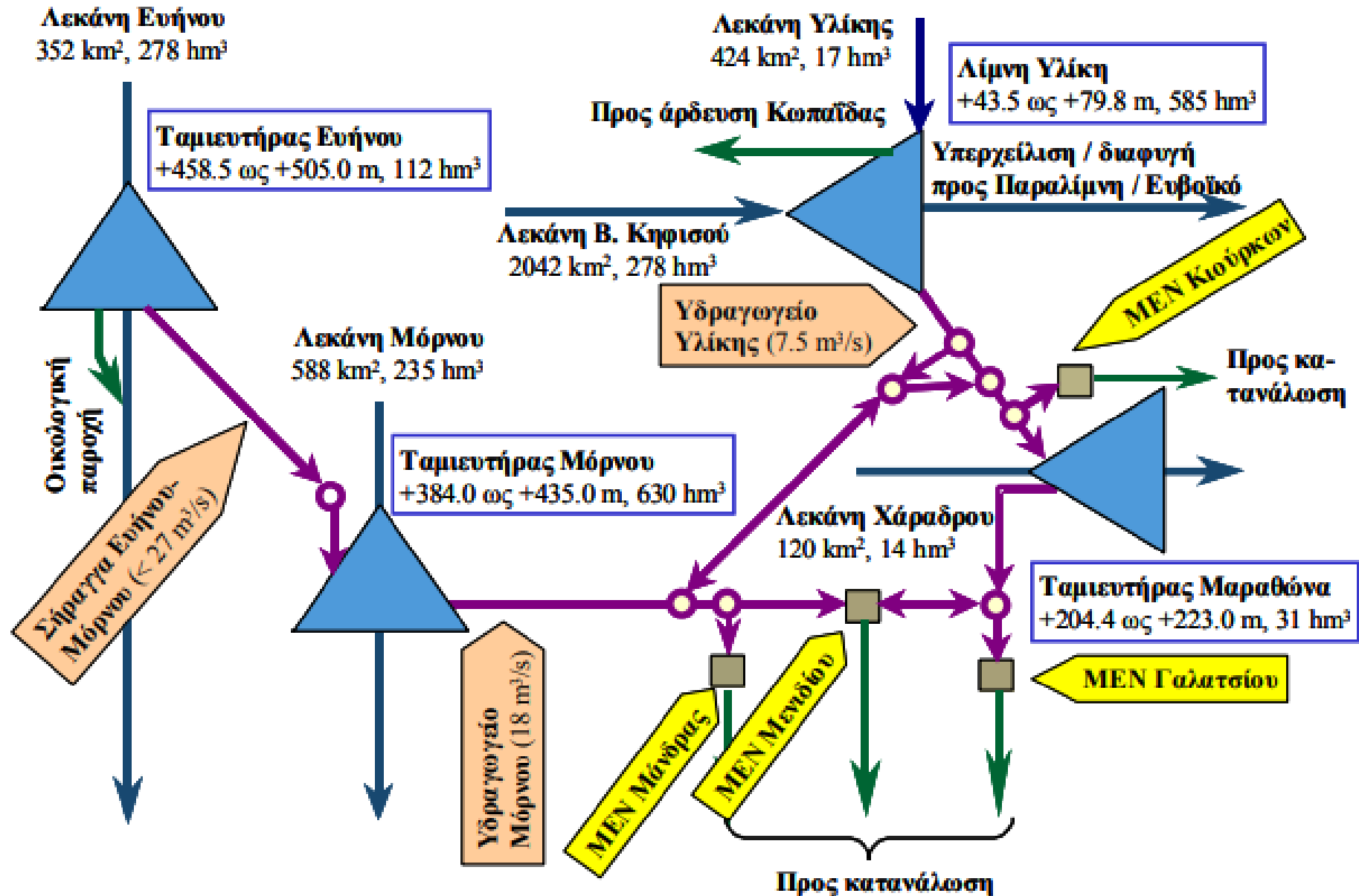
**Υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων:** Κριτική αξιολόγηση αποτελεσμάτων μοντέλου, στα πλαίσια της επιχειρησιακής λειτουργίας του συστήματος



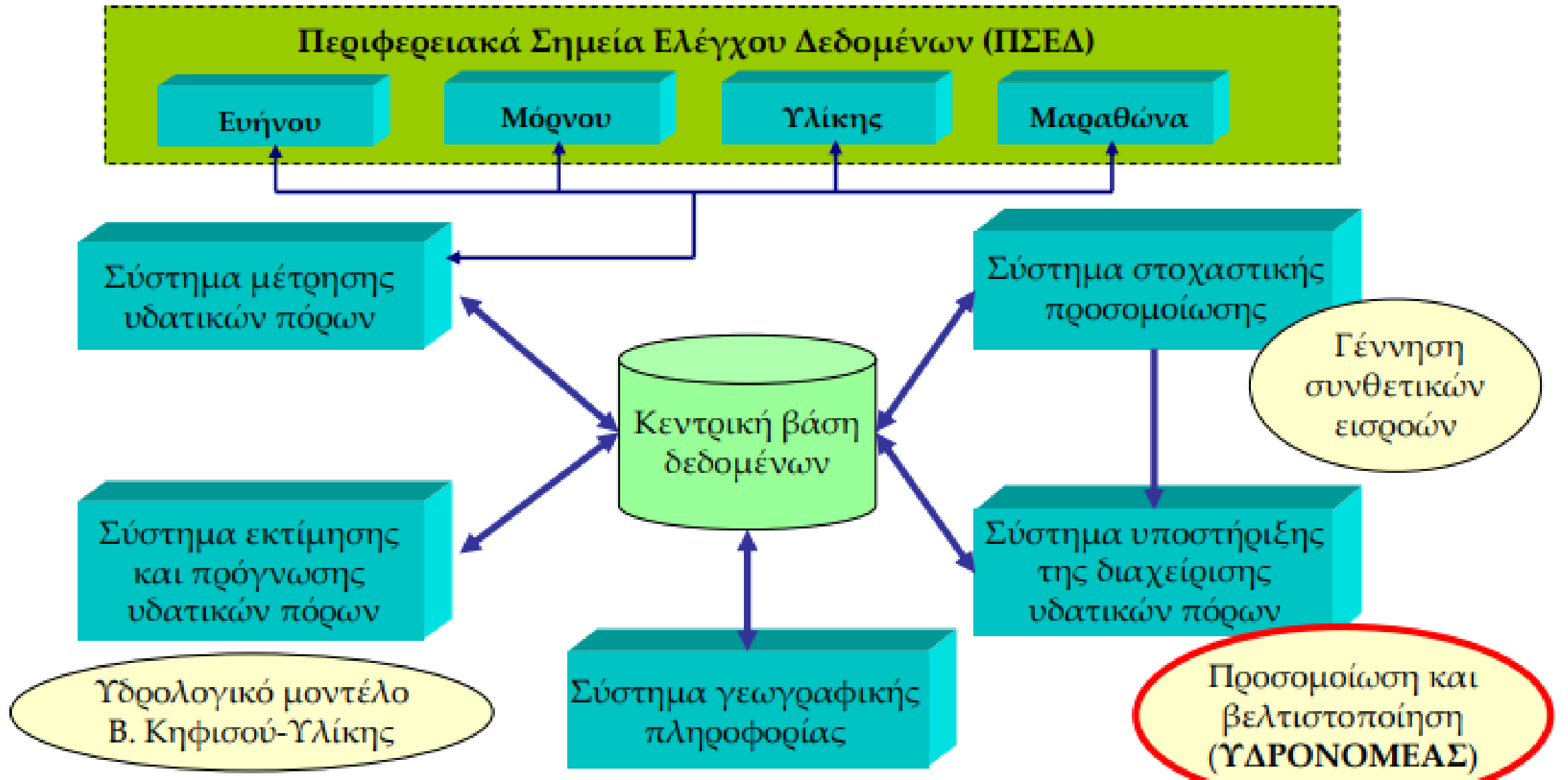
# Υδροδοτικό σύστημα Αθήνας: Φυσική απεικόνιση...



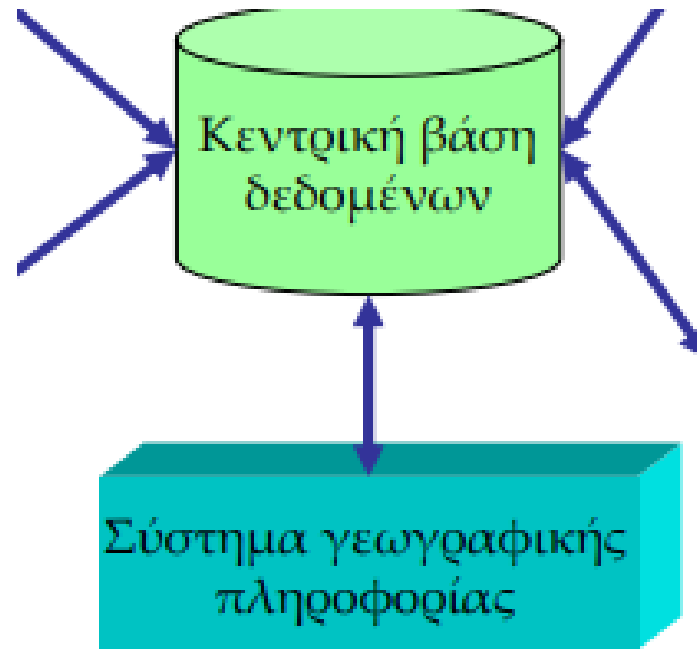
# Υδροδοτικό σύστημα Αθήνας: Σχηματική αναπαράσταση...



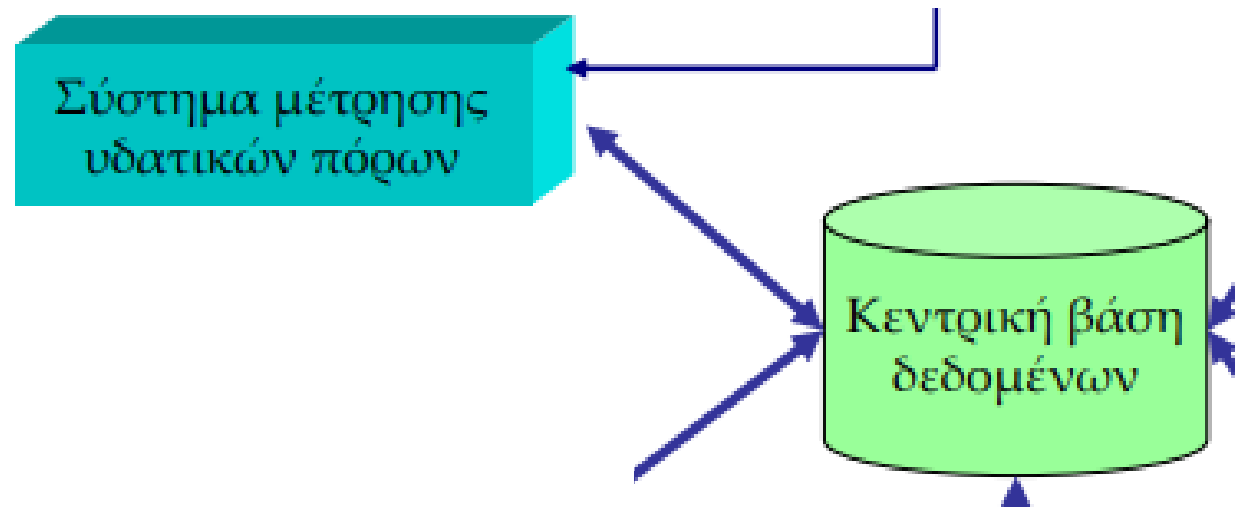




Σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας για την απεικόνιση και εποπτεία του υδροδοτικού συστήματος, με τελικό προϊόν ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων και γεωγραφικής πληροφορίας, με τα απαραίτητα δεδομένα και τις κατάλληλες εφαρμογές λογισμικού, σε επιχειρησιακή λειτουργία

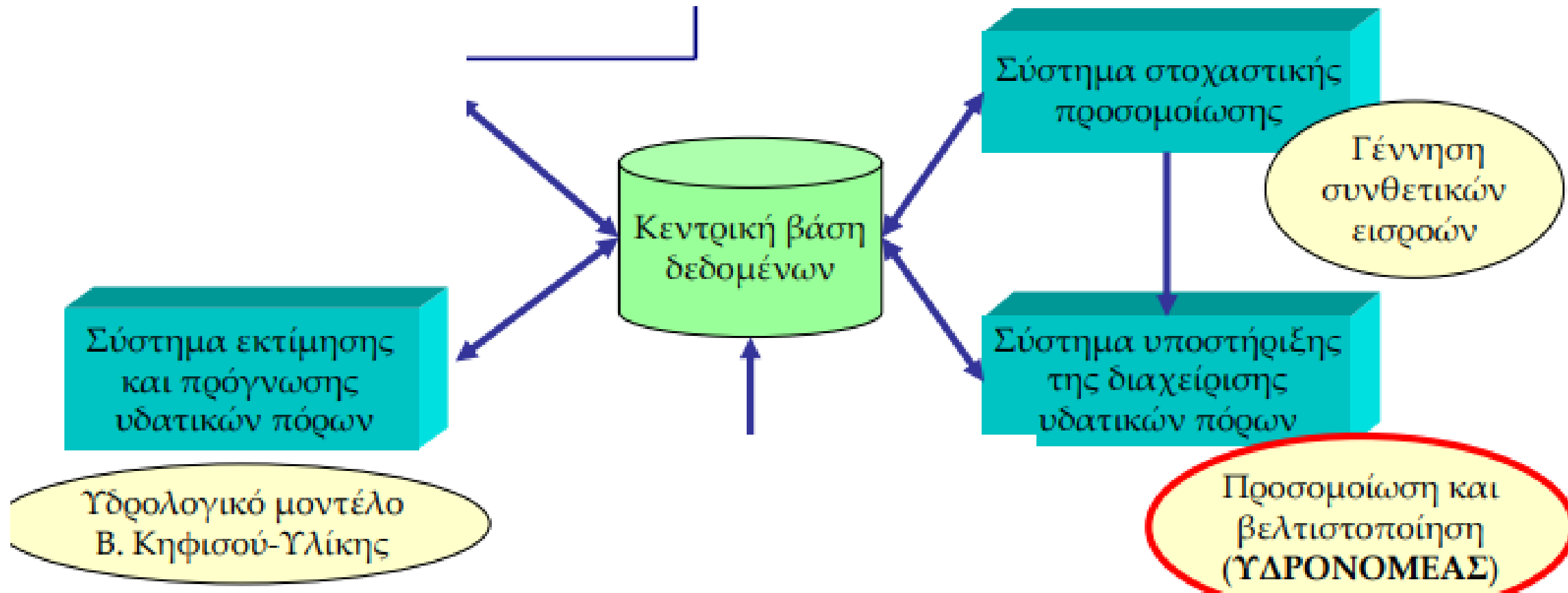


Σύστημα μέτρησης των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας, με τελικό προϊόν τη μελέτη, προμήθεια, εγκατάσταση και επιχειρησιακή λειτουργία ενός δικτύου αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών μέτρησης υδρολογικών και μετεωρολογικών μεταβλητών



# ΣΥΑ- Αθήνα

Υδρολογικά μοντέλα και ειδικότερα α) μοντέλα στοχαστικής υδρολογίας για την προσομοίωση και πρόγνωση των εισροών και απωλειών των ταμιευτήρων Ευήνου, Μόρνου, Υλίκης και Μαραθώνα (πρόγραμμα ΚΑΣΤΑΛΙΑ) και β) μοντέλο για την εκτίμηση και πρόγνωση των υπογείων υδατικών πόρων της περιοχής Βοιωτικού Κηφισού-Υλίκης



Μοντέλο προσομοίωσης και βελτιστοποίησης της λειτουργίας του υδροδοτικού συστήματος (πρόγραμμα ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ), το οποίο λειτουργεί με πολλαπλούς στόχους και χρήσεις υδατικών πόρων και εξάγει ως αποτελέσματα τους πιο αποδοτικούς διαχειριστικούς κανόνες για τη λειτουργία του συστήματος, τις διακινήσεις νερού σε όλες τις συνιστώσες του (ταμιευτήρες, υδραγωγεία, αντλιοστάσια, υπόγειοι υδροφορείς, μονάδες παραγωγής ενέργειας) και τα αντίστοιχα οικονομικά μεγέθη



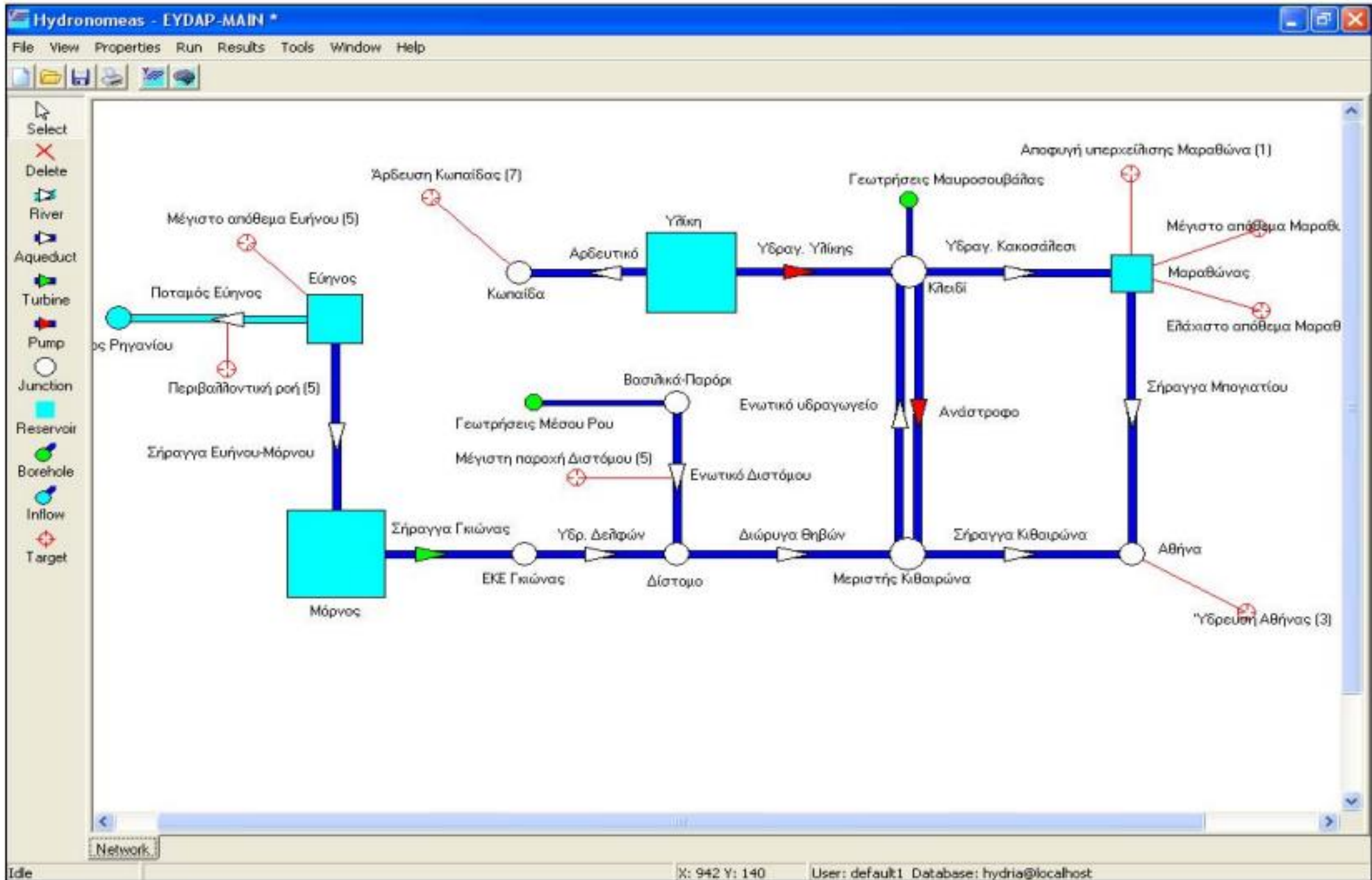
## Υδρονομέας...

Λογισμικό προσομοίωσης και βελτιστοποίησης υδροσυστημάτων κάθε κλίμακας και τοπολογίας – αναπαριστά:

- χαρακτηριστικά του φυσικού συστήματος (υδρολογικές εισροές)·
- τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά υδραυλικών έργων·
- υδατιές ανάγκες και λειτουργικούς περιορισμούς

Εντοπίζει την πλέον πρόσφορη πολιτική διαχείρισης  
με μορφή κανόνων λειτουργίας





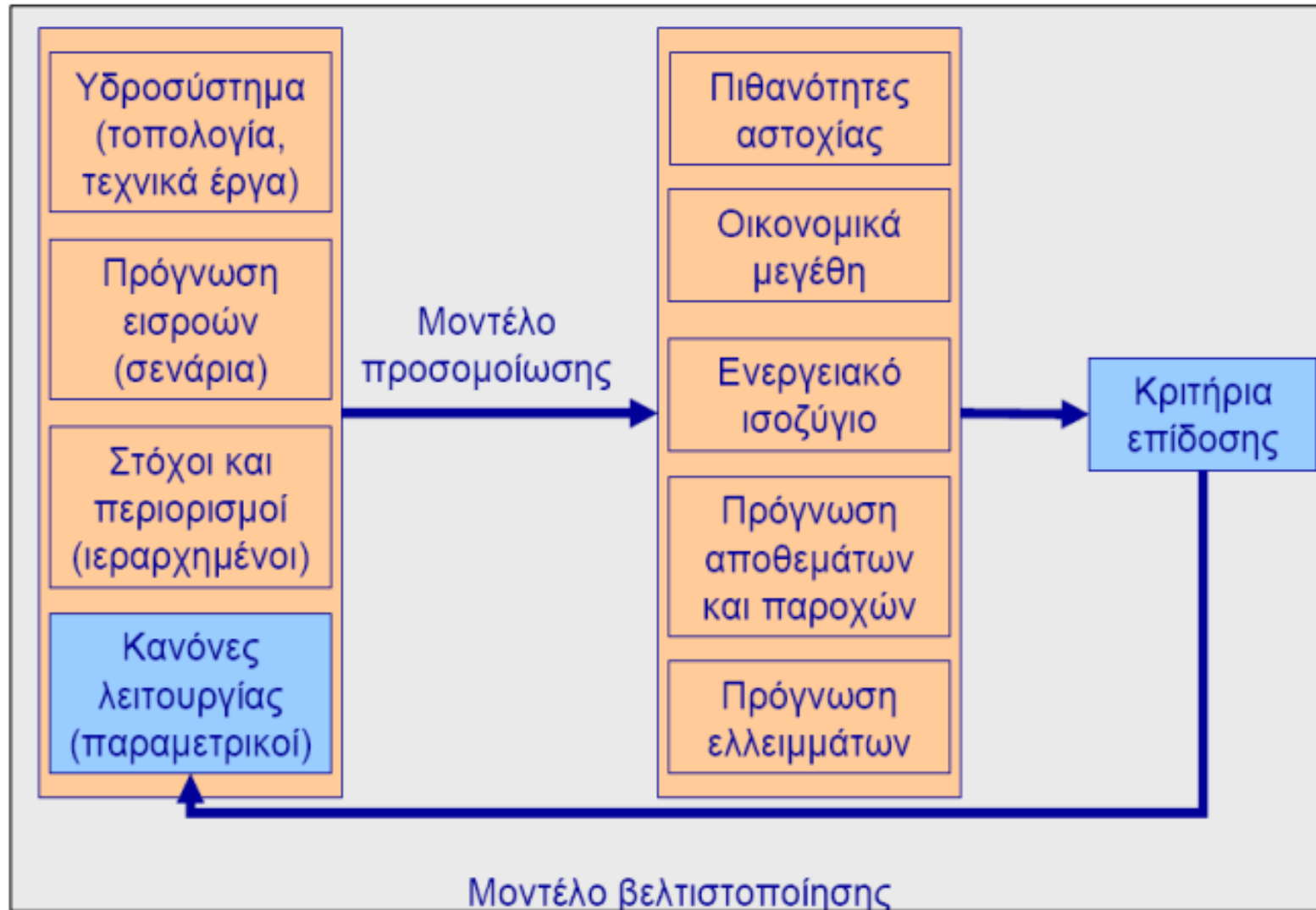
# Υδρονομέας...

Απαντά σε ερωτήματα όπως:

- Ποια είναι η μακροπρόθεσμη (ασφαλής) απόδοση ενός υδροσυστήματος?
- Με ποιο επίπεδο αξιοπιστίας μπορούν να επιτευχθούν οι στόχοι και περιορισμοί στη χρήση νερού (ποσοτικοί, ενεργειακοί, περιβαλλοντικοί)??
- Ποιο είναι το ελάχιστο κόστος λειτουργίας του συστήματος?
- Ποιο είναι το ενεργειακό όφελος του συστήματος από την παραγωγή πρωτεύουσας και δευτερεύουσας υδροηλεκτρικής ενέργειας?
- Ποιες είναι οι επιπτώσεις υδροκλιματικών αλλαγών στο υδροσύστημα?
- Ποιες είναι οι επιπτώσεις αλλαγών ή έκτακτων περιστατικών στο δίκτυο?



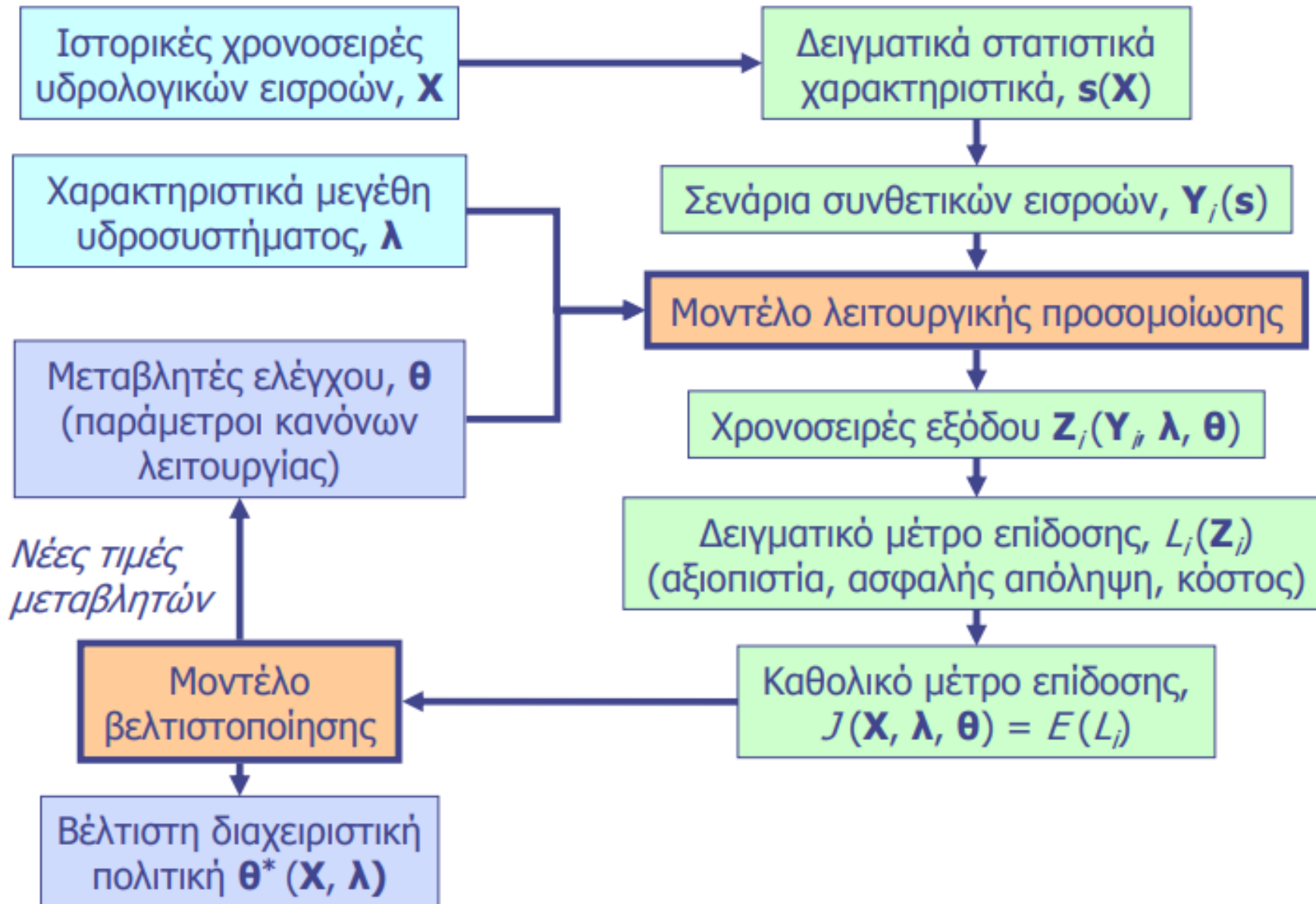
# Μαθηματικό υπόβαθρο Υδρονομέα



Η θεμελιώδης αρχή του Υδρονομέα είναι ότι συνδυάζει τις τεχνικές προσομοίωσης και βελτιστοποίησης σε ένα ενιαίο πλαίσιο



# Παραμετροποίηση - βελτιστοποίηση



Η προσομοίωση εφαρμόζεται για την πιστή αναπαράσταση της λειτουργίας του συστήματος

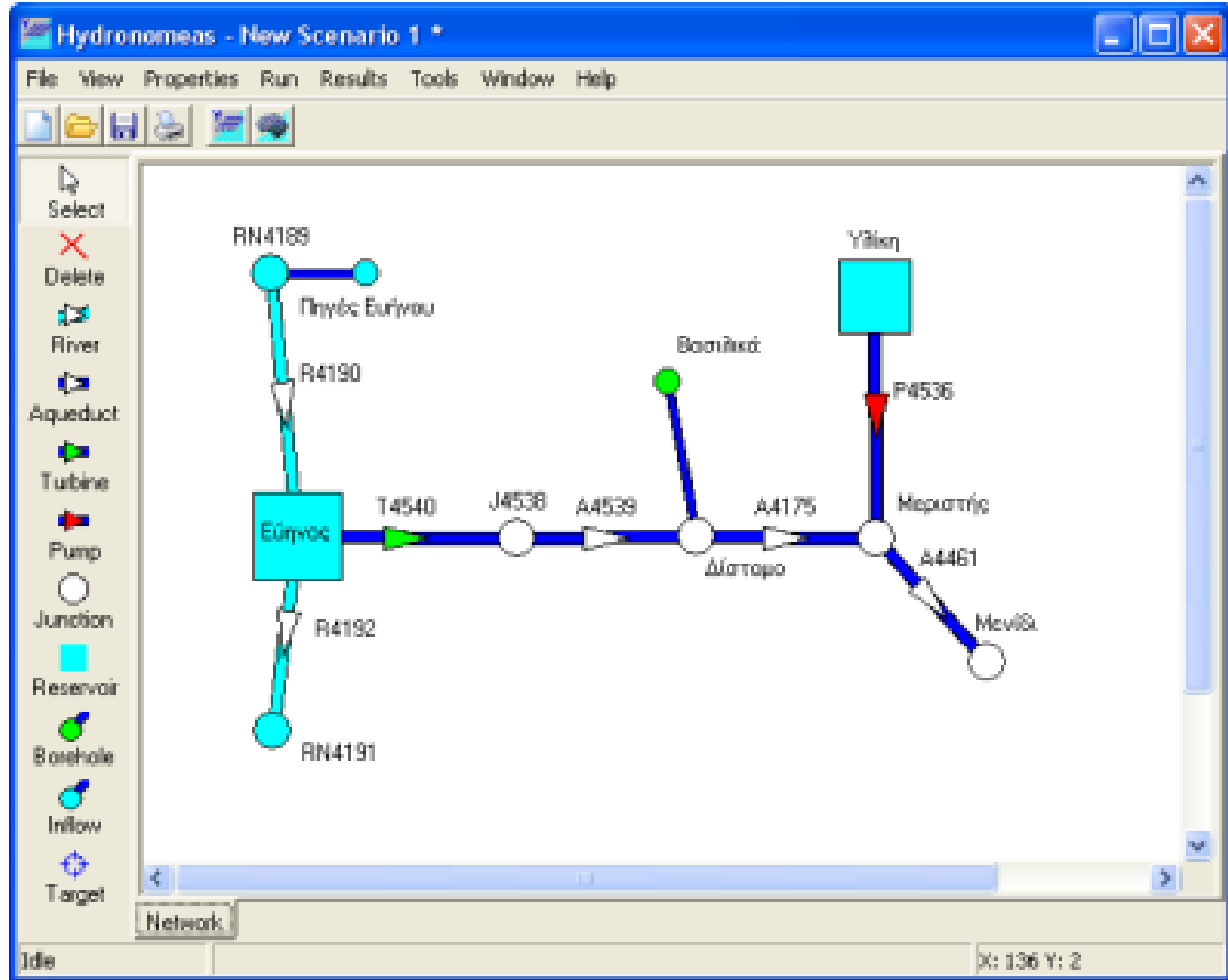
ενώ η βελτιστοποίηση εφαρμόζεται για να εντοπίσει τη βέλτιστη διαχειριστική πολιτική



# Σχηματοποίηση Υδροσυστήματος...

## Συνιστώσες δικτύου

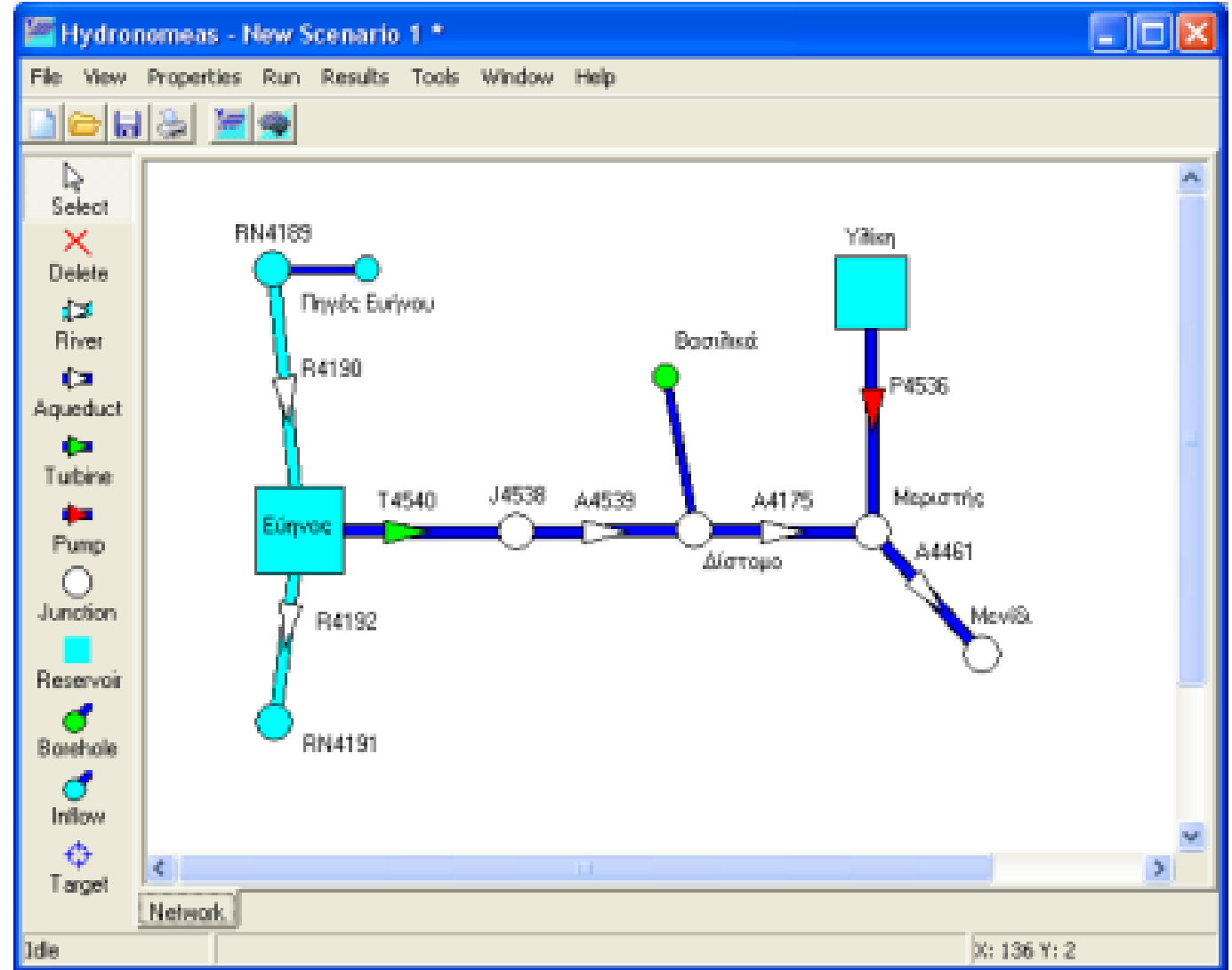
- Κόμβοι
- Ταμιευτήρες
- Υδατορεύματα
- Υδραγωγεία
- Θέσεις εισροής νερού
- Γεωτρήσεις
- Υδροστρόβιλοι
- Αντλιοστάσια



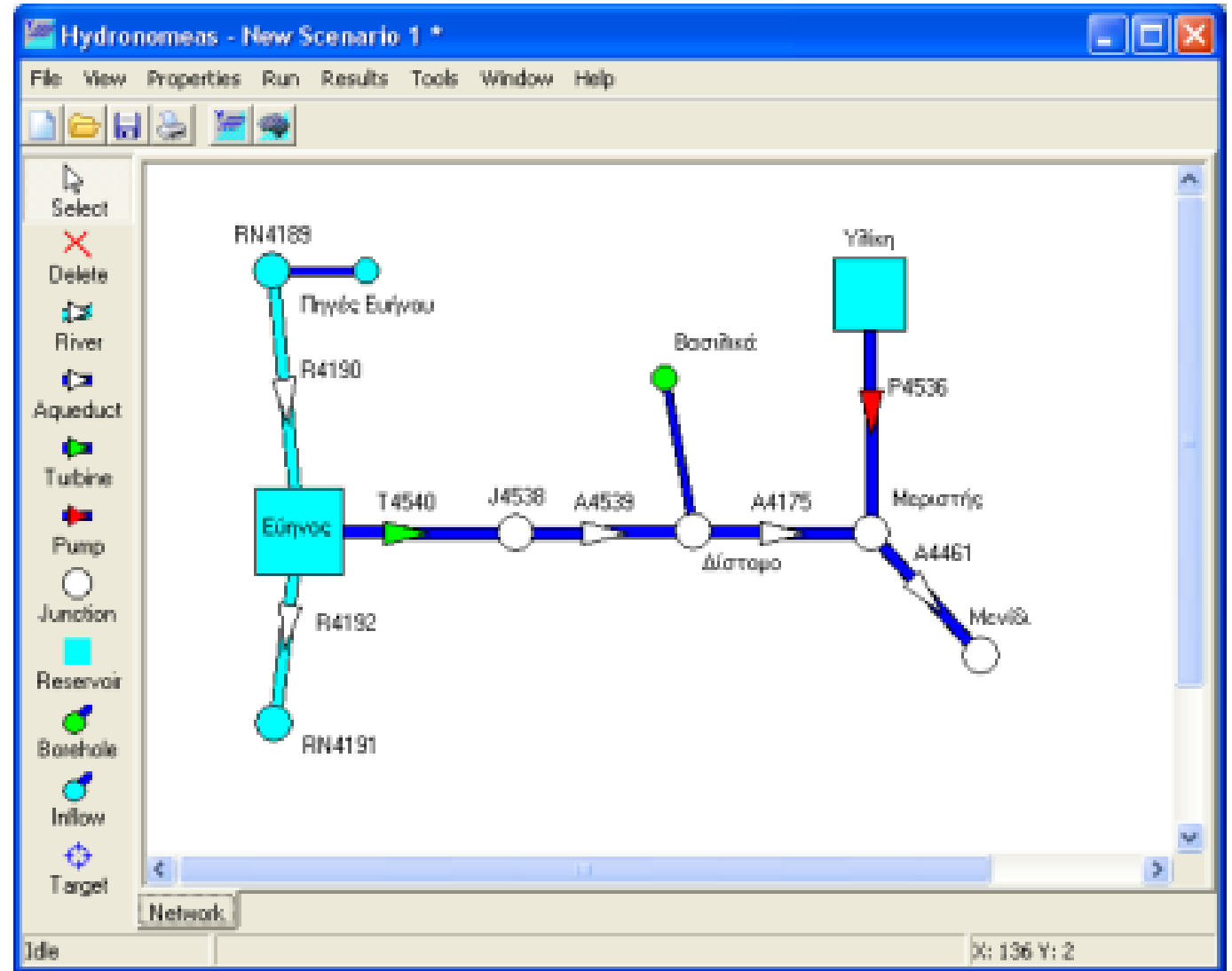
# Σχηματοποίηση Υδροσυστήματος...

## Ιδιότητες δικτύου

- Καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφάνειας
- Υπόγειες διαφυγές ταμιευτήρων
- Καμπύλες ύψους πτώσης-παροχής
- Καμπύλες ύψους πτώσης-ειδικής ενέργειας
- Διαρροές υδραγωγείων
- Κόστη αντλιοστασίων και γεωτρήσεων



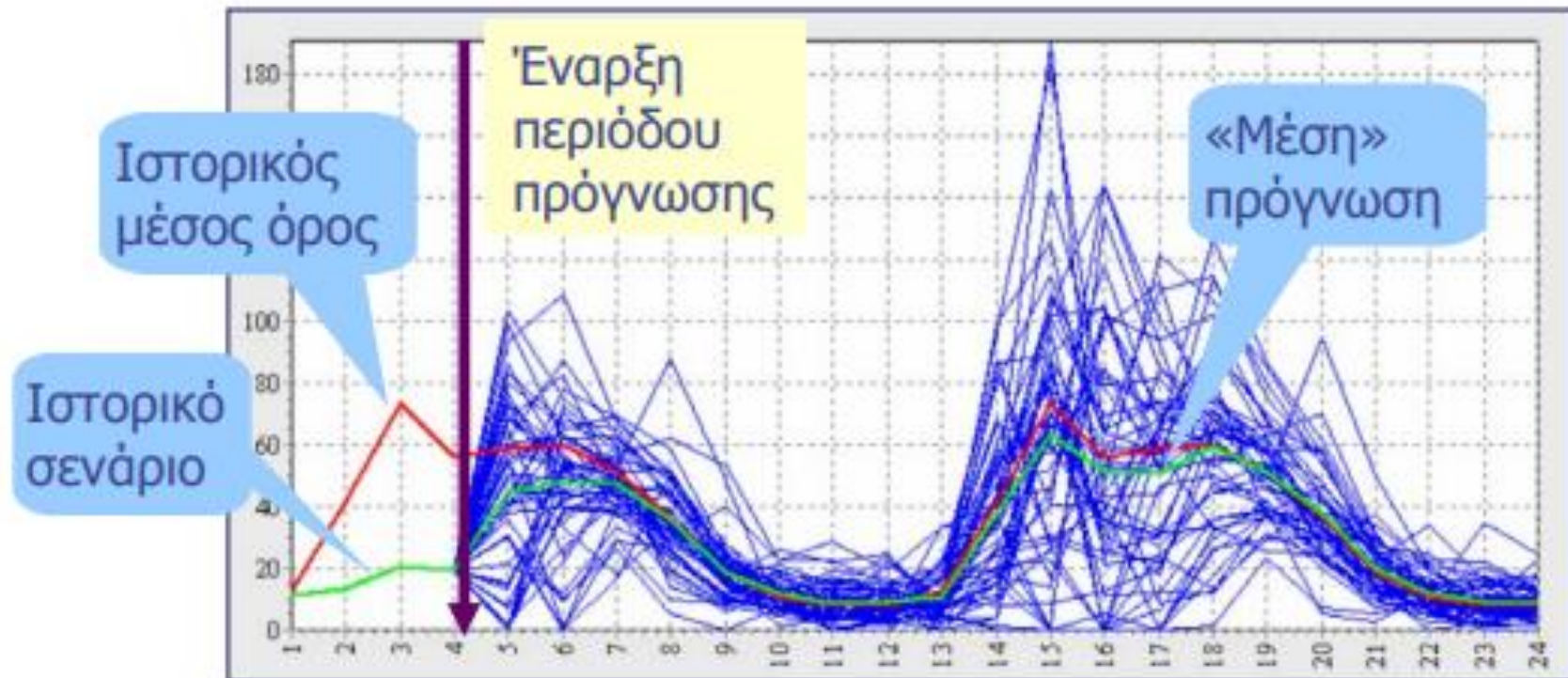
Τα χαρακτηριστικά του δικτύου  
μπορούν να μεταβάλλονται  
διαχρονικά, αποτυπώνοντας έτσι  
την πραγματική εξέλιξη ενός  
υδροσυστήματος



# Πρόγνωση εισροών

Ιστορικά ή συνθετικά σενάρια, αναφέρονται σε:

1. εισροές σε ταμιευτήρες (λόγω απορροής και βροχοπτώσης)·
2. απώλειες λόγω εξάτμισης από την επιφάνεια ταμιευτήρων·
3. σημειακές εισροές σε κόμβους του υδρογραφικού δικτύου



# Πρόγνωση εισροών

Συνθετικά σενάρια διακρίνονται:

1. μεμονωμένα σενάρια (= μία χρονοσειρά για κάθε μεταβλητή), μεγάλου μήκους, για **προσομοίωση μόνιμης κατάστασης**.
2. πολλαπλά σενάρια πρόγνωσης, με κοινή ημερομηνία έναρξης, για **καταληκτική προσομοίωση**

Η χρήση των συνθετικών χρονοσειρών επιτρέπει την ποσοτικοποίηση της αβεβαιότητας, με αποτίμηση όλων των δεδομένων εξόδου του μοντέλου με όρους πιθανοτήτων

**Μόνιμη:**  
εκτίμηση μακροχρόνιας αξιοπιστίας σε συνθήκες σταθερής ζήτησης, όπου σε κάθε θέση παράγεται μία χρονοσειρά μεγάλου μήκους.



# Πρόγνωση εισροών

Συνθετικά σενάρια διακρίνονται:

1. μεμονωμένα σενάρια (= μία χρονοσειρά για κάθε μεταβλητή), μεγάλου μήκους, για **προσομοίωση μόνιμης κατάστασης**
2. πολλαπλά σενάρια πρόγνωσης, με κοινή ημερομηνία έναρξης, για **καταληκτική προσομοίωση**

Η χρήση των συνθετικών χρονοσειρών επιτρέπει την ποσοτικοποίηση της αβεβαιότητας, με αποτίμηση όλων των δεδομένων εξόδου του μοντέλου με **όρους πιθανοτήτων**

Καταληκτική: παράγεται ένα ικανό πλήθος σεναρίων πρόγνωσης των εισροών για χρονικό ορίζοντα λίγων ετών, με δεδομένες αρχικές συνθήκες, ενώ επιτρέπεται μεταβολή των χαρακτηριστικών του συστήματος



## Ορίζονται ... Στόχοι και Περιορισμοί

- ❑ Επιθυμητή απόληψη νερού για άρδευση, ύδρευση ή άλλη χρήση (αναφέρεται σε κόμβο ή ταμιευτήρα).
- ❑ Αποφυγή απωλειών νερού λόγω υπερχείλισης ταμιευτήρα.
- ❑ Διατήρηση του αποθέματος ταμιευτήρα μεταξύ μιας ελάχιστης και μιας μέγιστης επιθυμητής τιμής.
- ❑ Διατήρηση παροχής μεταξύ μιας ελάχιστης και μιας μέγιστης επιθυμητής τιμής.
- ❑ Παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας σε στρόβιλο



# Στόχοι και Περιορισμοί

Εισάγονται τα μεγέθη:

- Μηνιαία τιμή στόχου (διαχρονικά ή εποχιακά μεταβαλλόμενη)·
- επίπεδο προτεραιότητας (1 έως 10)·
- ποσοστό επιστροφής του καταναλισκόμενου νερού σε συγκεκριμένο κόμβο του υδροσυστήματος (μόνο για καταναλωτικούς στόχους)

Δεν απαιτείται από τον χρήστη να προκαθορίσει τον τρόπο μεταφοράς νερού ή την κατανομή των υδατικών πόρων στο δίκτυο, για την ικανοποίηση των στόχων και περιορισμών

Η λειτουργία αυτή υλοποιείται από το μοντέλο προσομοίωσης



# Κανόνες λειτουργίας - Παραμετροποίηση

## Ταμιευτήρες

1. Νόμοι που καθορίζουν το επιθυμητό απόθεμα κάθε ταμιευτήρα, με βάση το ολικά αναμενόμενο απολήψιμο απόθεμα και τη συνολική ζήτηση
2. Εισάγονται μία ή δύο παράμετροι ανά ταμιευτήρα, που μπορεί να μεταβάλλονται εποχιακά
3. Οι κανόνες περιγράφονται μέσω εύχρηστων νομογραφημάτων



# Κανόνες λειτουργίας - Παραμετροποίηση

## Ταμιευτήρες

Αν διατίθεται μια στοχαστική πρόγνωση των εισροών του τρέχοντος μήνα, επιτιμώνται οι αντίστοιχες επιθυμητές ειροές



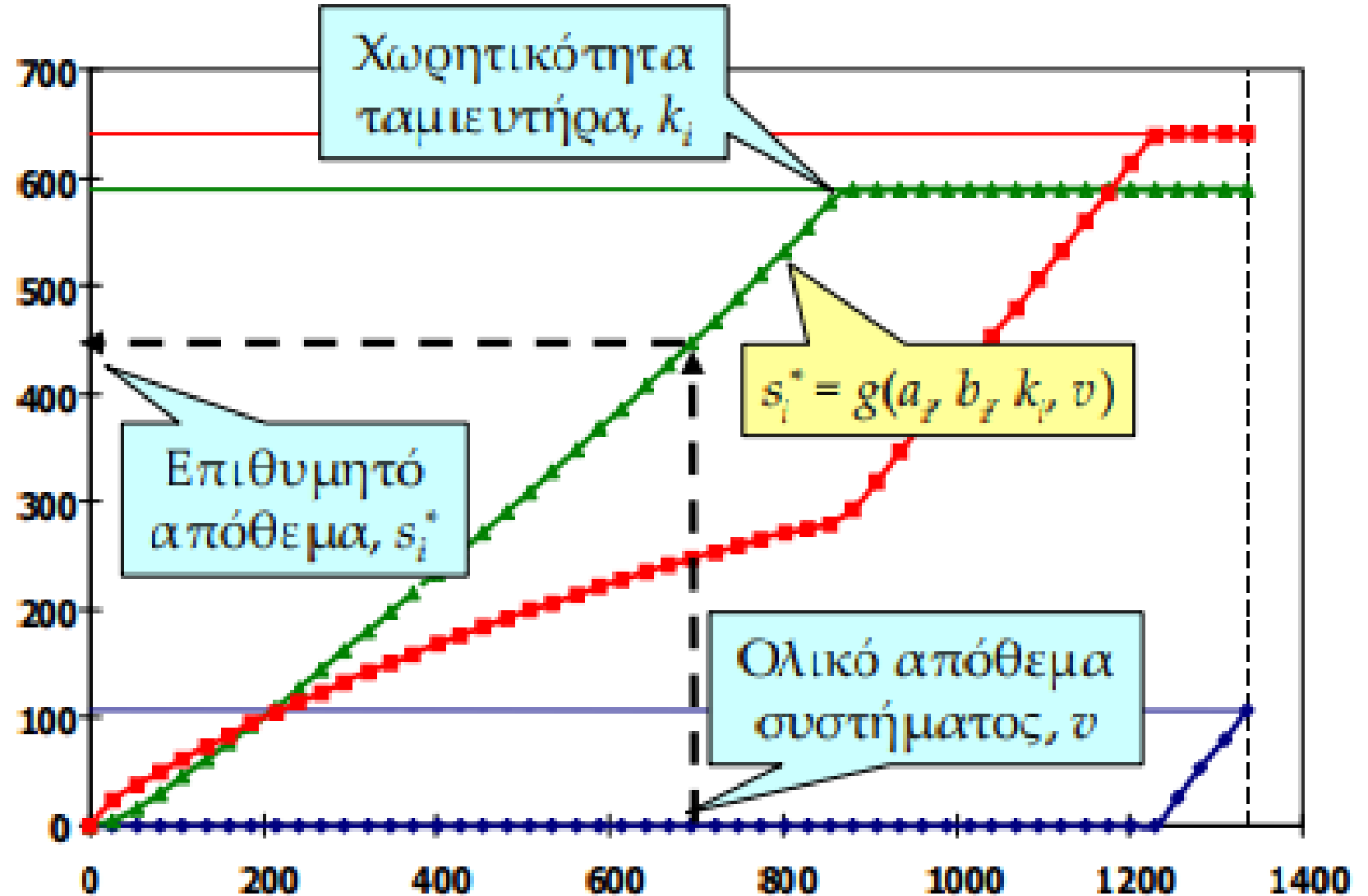
Επιτυγχάνεται δραστική μείωση των μεταβλητών ελέγχου, που είναι οι παράμετροι των κανόνων λειτουργίας (ανεξάρτητες του χρονικού ορίζοντα) και όχι οι ειροές ανά μήνα



# Κανόνες λειτουργίας - Παραμετροποίηση

## Ταμιευτήρες

Αν δεν υπάρχουν ουσιώδεις μεταβολές στα δεδομένα του συστήματος, η διαχείρισή του γίνεται με χρήση των βελτιστοποιημένων νομογραφημάτων, η μορφή των οποίων εξαρτάται αποκλειστικά από τα στατιστικά χαρακτηριστικά των εισροών και όχι από τις ίδιες τις τιμές των χρονοσειρών



# Κανόνες λειτουργίας - Παραμετροποίηση

## Γεωτρήσεις

1. Ομαδοποιούνται ώστε να αναπαριστούν τη συνολική απόληψη (άντληση) νερού από κάθε υδραυλικά ανεξάρτητο υπόγειο σύστημα (υδροφορέα)
2. Εισάγονται δύο παράμετροι ανά γεώτρηση, που εκφράζουν κρίσιμα όρια του ποσοστού πλήρωσης των ταμιευτήρων (= ολικό απόθεμα / ολική χωρητικότητα)
3. Αν το ποσοστό (= ολικό απόθεμα / ολική χωρητικότητα) υπερβαίνει το άνω όριο
  - τότε απαγορεύεται η χρήση της γεώτρησης,
  - ενώ αν είναι μικρότερο από το κάτω επιβάλλεται η χρήση της, ανεξαρτήτως κόστους
  - Σε ενδιάμεσες τιμές, η ομάδα γεωτρήσεων ενεργοποιείται ή όχι με βάση οικονομικά κριτήρια (κατανάλωση ενέργειας)



# Κανόνες λειτουργίας - Παραμετροποίηση

## Υδροστρόβιλοι

Εισάγεται μία παράμετρος, που εκφράζει την επιθυμητή παραγωγή ενέργειας (και συνακόλουθα την αντίστοιχη εκροή), ως ποσοστό την εγκατεστημένης ισχύος



## Πρόβλημα Προσομοίωσης

Η γνώση των επιθυμητών απολήψεων δεν επαρκεί για τον προσδιορισμό όλων των μεταβλητών του υδροσυστήματος, δηλαδή των πραγματικών απολήψεων και της κατανομής τους στο δίκτυο, εφόσον:

- οι επιθυμητές απολήψεις αντικρούουν τους περιορισμούς στο δίκτυο και  
· προκύπτουν εναλλακτικές διαδρομές νερού, με διαφορετικό κόστος·
- τίθεται ανάγκη συμβιβασμού πολλαπλών και αντικρουόμενων στόχων·
- η συνολική ζήτηση νερού είναι μεγαλύτερη από την συνολική προσφορά



# Πρόβλημα Προσομοίωσης

Για το χειρισμό του προβλήματος διαμορφώνεται ένα μοντέλο διγράφου, που ικανοποιεί ιεραρχικά τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- αυστηρή τήρηση των φυσικών περιορισμών του συστήματος·
- τήρηση των λειτουργικών στόχων, κατά σειρά προτεραιότητας·
- τήρηση συνέπειας μεταξύ των πραγματικών και των επιθυμητών απολήψεων·
- ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς του νερού

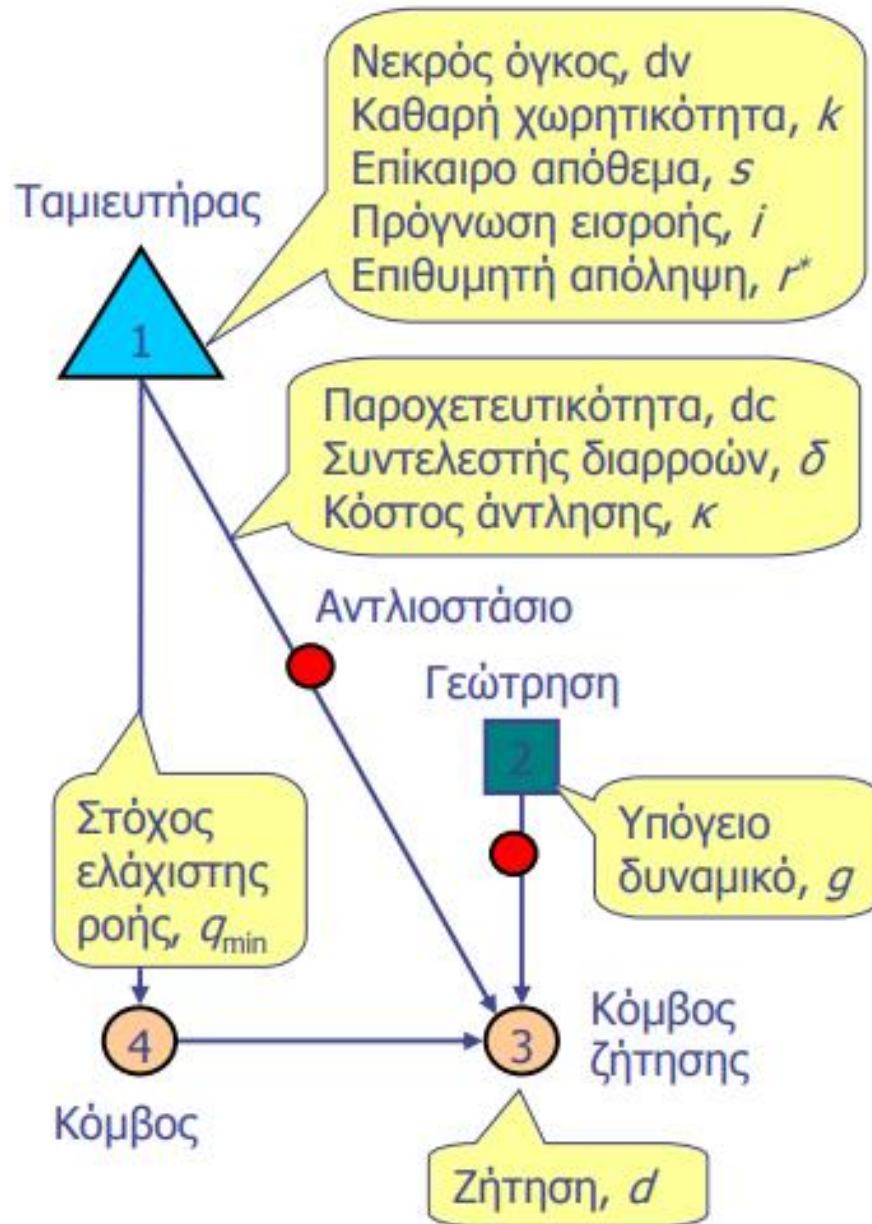
Τα παραπάνω εξασφαλίζονται με τον ορισμό κατάλληλων τιμών μεταφορικής ικανότητας και μοναδιαίου κόστους στους κλάδους

Η επίλυση γίνεται βήμα-προς-βήμα, με ειδική εκδοχή της μεθόδου  
**simplex**

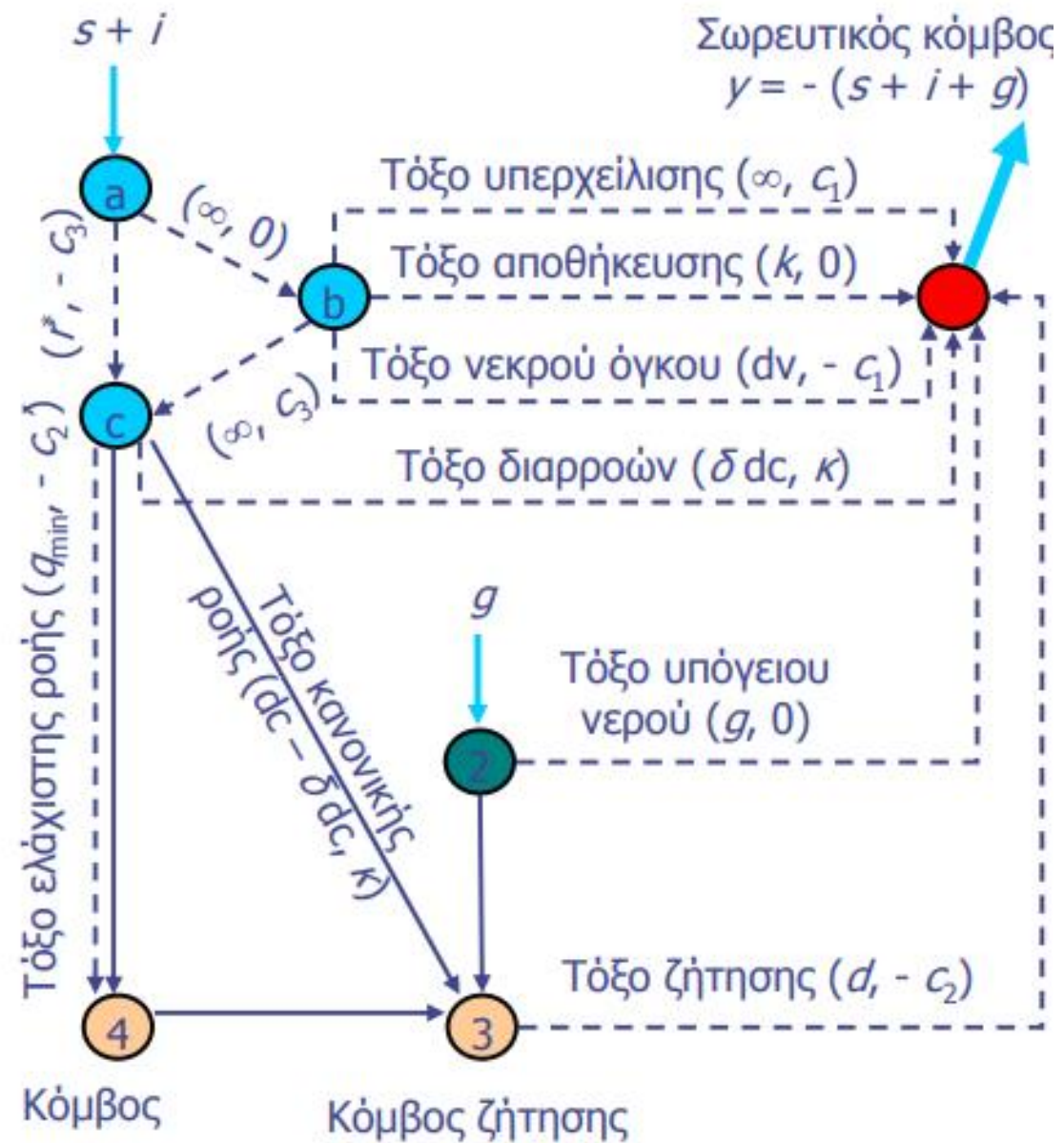


# Μοντέλο διγράφου

Ορισμός κατάλληλων τιμών μεταφορικής ικανότητας και μοναδιαίου κόστους στους κλάδους



Συνοστώσες πραγματικού συστήματος

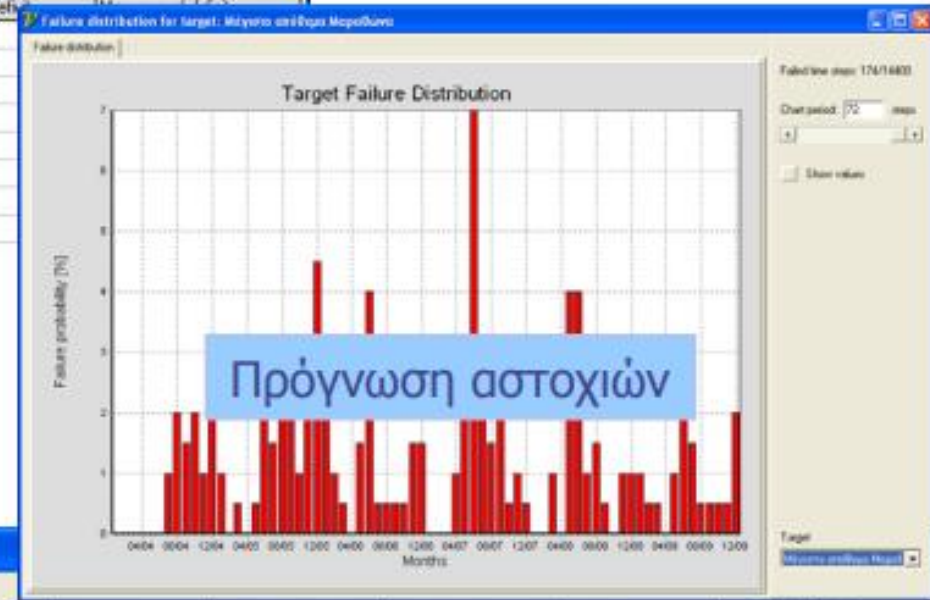


Συνοστώσες μοντέλου διγράφου

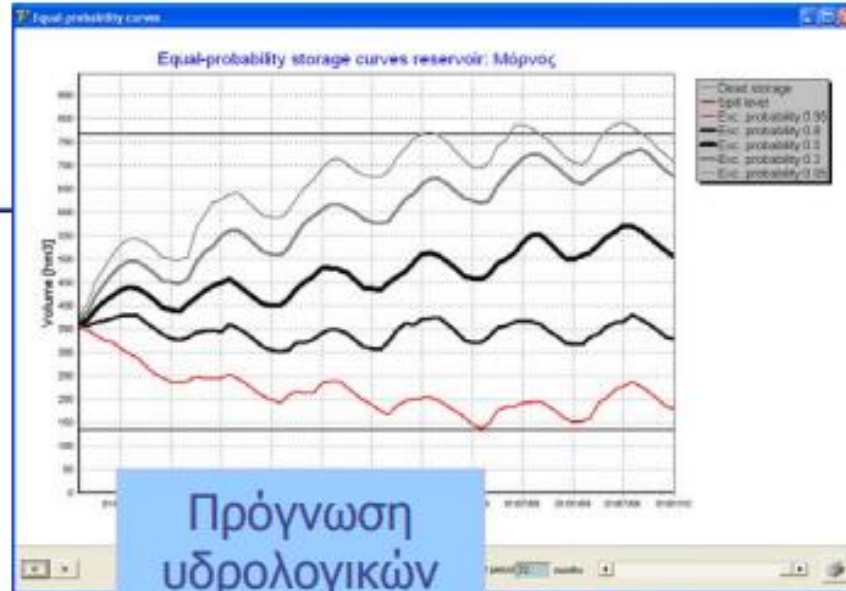
# Αποτελέσματα Προσομοίωσης

| Target                         | Mean annual failure | Max. annual failure | Failed time steps | Mean annual defl. |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 1) Μαραθίνος - No spill        | 0.341               | 0.505               | -                 | 49.658            |
| 2) Ποταμός Εύγηος - Min. flow  | 0.383               | 0.540               | -                 | 3.470             |
| 3) Μαραθίνος - Max. volume     | 0.124               | 0.170               | -                 | 0.937             |
| 4) Μαραθίνος - Min. volume     | 0.341               | 0.505               | -                 | 101.857           |
| 5) Εύγηος - Max. volume        | 0.004               | 0.010               | -                 | 0.076             |
| 6) Ένυπτιο άσπόμευ - Max. flow | 0.341               | 0.505               | -                 | 5.142             |
| 7) Αθήγνα - Water supply       | 0.478               | 0.665               | 4454              | 119.847           |
| 8) Κωνοίσα - Irrigation        | 0.288               |                     |                   | 9.803             |

Μέτρα αστοχίας



Πρόγνωση αστοχιών



Πρόγνωση υδρολογικών μεγεθών (αποθέματα, παροχές)

| Ενεργ.                          | Υάκη          | Μόρμος         | Εύγηος         | Μαραθίνος      | TOTAL        |
|---------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
|                                 | 23.24 (24.03) | 15.02 (13.02)  | 19.31 (17.93)  | 1.37 (1.73)    | <b>58.94</b> |
|                                 | 0.12 (0.40)   | 0.08 (0.29)    | 0.03 (0.09)    | 0.02 (0.07)    | <b>0.24</b>  |
|                                 |               | 4.42 (7.14)    |                | 11.89 (2.69)   | <b>16.31</b> |
|                                 |               |                |                |                | <b>0.00</b>  |
|                                 |               |                |                |                | <b>0.00</b>  |
|                                 |               |                |                |                | <b>0.00</b>  |
|                                 |               |                |                |                | <b>0.00</b>  |
|                                 |               |                |                |                | <b>0.00</b>  |
|                                 | 2.82 (4.46)   |                |                |                | <b>2.82</b>  |
|                                 |               |                |                |                | <b>0.00</b>  |
|                                 | 6.30 (4.85)   | 5.08 (5.08)    |                |                | <b>16.86</b> |
|                                 |               |                |                |                | <b>1.29</b>  |
|                                 |               |                |                |                | <b>0.00</b>  |
|                                 |               |                |                |                | <b>0.00</b>  |
| River outflow                   |               |                |                |                |              |
| Water supply                    |               |                |                |                |              |
| Irrigation                      |               |                |                |                |              |
| Spill                           | 17.14 (26.98) | 18.61 (24.66)  | 14.61 (13.50)  | 12.65 (5.93)   | <b>63.01</b> |
| System loss                     |               |                |                |                | <b>0.00</b>  |
| Storage usage                   | -2.90 (21.11) | -4.17 (17.22)  | -0.98 (5.24)   | -0.44 (3.08)   | <b>-8.49</b> |
| Verification                    | -0.00         | 0.00           | 0.00           | -0.00          | <b>-0.00</b> |
| Mean storage [hm <sup>3</sup> ] | 42.61 (6.93)  | 328.89 (23.64) | 418.60 (22.81) | 190.11 (10.90) |              |
| Mean level [m]                  | 27.33 (72.82) | 23.71 (65.68)  | 7.79 (20.85)   | 3.91 (10.42)   |              |

Υδατικά και ενεργειακά ισοζύγια

From Date  
Ιανουάριος 2004

To Date  
Δεκέμβριος 2009

Calculate

Results for the period 1/2004 to 12/2009 (72 months), based on the last simulation. Last simulation period: 1/1/2004 - 31/12/2009.

All values represent the monthly mean and standard deviation value (in brackets).

All values except for the level are expressed in hm<sup>3</sup>. The level is expressed in m.



# Κριτήρια επίδοσης υδροσυστήματος

Αριθμητικοί δείκτες, μέσω των οποίων αξιολογείται η διαχειριστική πολιτική, όπως εκφράζεται από τους κανόνες λειτουργίας

## Μέτρα αστοχίας

1. μέση και μέγιστη ετήσια πιθανότητα αστοχίας·
2. μέση μηνιαία πιθανότητα αστοχίας·
3. μέσο και μέγιστο ετήσιο έλλειμμα

| Target failure probability      |                     |                     |                   |               |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------|
| Target                          | Mean annual failure | Max. annual failure | Failed time steps | Mean annual d |
| 1) Μοραθύνος - No spill         | 0.341               | 0.505               | -                 | 49.658        |
| 2) Ποταμός Εύγηος - Min. flow   | 0.383               | 0.540               | -                 | 3.470         |
| 3) Μοραθύνος - Max. volume      | 0.124               | 0.170               | -                 | 0.937         |
| 4) Μοραθύνος - Min. volume      | 0.341               | 0.505               | -                 | 101.857       |
| 5) Εύγηος - Max. volume         | 0.004               | 0.010               | -                 | 0.076         |
| 6) Ενετικό Διστόμου - Max. flow | 0.341               | 0.505               | -                 | 5.142         |
| 7) Αθήνα - Water supply         | 0.478               | 0.665               | 4464              | 119.847       |
| 8) Κωνοίσα - Irrigation         | 0.288               |                     |                   | 9.803         |

Μέτρα αστοχίας



# Κριτήρια επίδοσης υδροσυστήματος

## Οικονομικοί δείκτες

1. μέσο ετήσιο κόστος λειτουργίας υδραγωγείων, αντλιοστασίων και γεωτρήσεων·
2. μέσο ετήσιο ενεργειακό κόστος/όφελος

## Λοιποί δείκτες

1. μέση ετήσια κατανάλωση νερού·
2. μέση ετήσια παραγωγή πρωτεύουσας και δευτερεύουσας ενέργειας·
3. μέσες ετήσιες απώλειες λόγω υπερχειλίσης.



## Πλεονεκτήματα

- ❑ ολοκληρωμένο εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων·
- ❑ ευελιξία ως προς την σχηματοποίηση·
- ❑ ρεαλιστική αναπαράσταση διεργασιών υδροσυστήματος·
- ❑ περιγραφή διαχειριστικών πολιτικών με χρήση πρακτικών κανόνων (νομογραφήματα ταμιευτήρων, όρια ενεργοποίησης γεωτρήσεων)·
- ❑ ποσοτικοποίηση υδρολογικής αβεβαιότητας και ρίσκου – στοχαστική πρόγνωση υδρολογικών και διαχειριστικών μεγεθών·
- ❑ βελτιστοποίηση λειτουργίας υδροσυστήματος, έναντι πληθώρας κριτηρίων αξιολόγησης (ποσοτικών, πιθανοτικών, οικονομικών, ενεργειακών)·
- ❑ Απλή παραμετροποίηση, που επιτρέπει εξοικονόμηση υπολογιστικού φόρτου

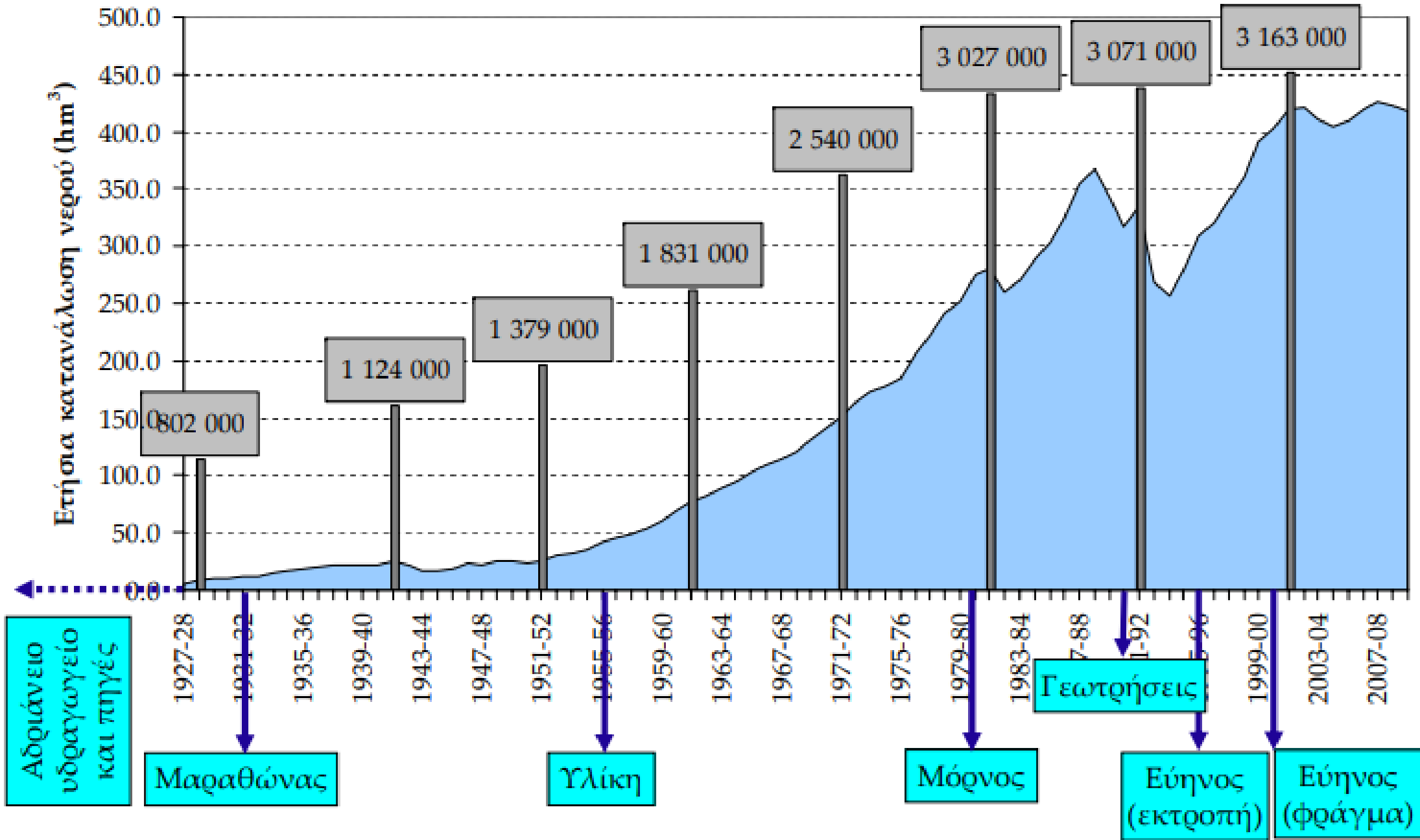


## Πεδία εφαρμογής

- ❑ μελέτες στρατηγικής διαχείρισης συστημάτων υδατικών πόρων·
- ❑ επιχειρησιακά σχέδια λειτουργίας υδροσυστημάτων (για λήψη αποφάσεων σε βραχύ χρονικό ορίζοντα)·
- ❑ προγραμματισμός νέων έργων (στην κλίμακα υδροσυστήματος)·
- ❑ διερεύνηση σεναρίων έκτακτης λειτουργίας (π.χ. βλάβης).



# Κατανάλωση νερού - Εξέλιξη

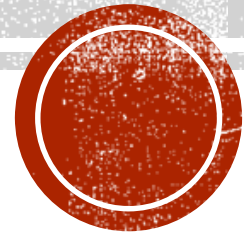




**Εργαστήριο  
Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων  
& Γεωργικής Μηχανικής  
(Α.Φ.Πο.Γε.Μ.)**

[amaragkaki@hmu.gr](mailto:amaragkaki@hmu.gr)

Τηλ. 2810 379455



THANK YOU