

Ημερίδα της ΕΥΔΑΠ για την Παγκόσμια Ημέρα Νερού  
Αθήνα, 22 Μαρτίου 2001

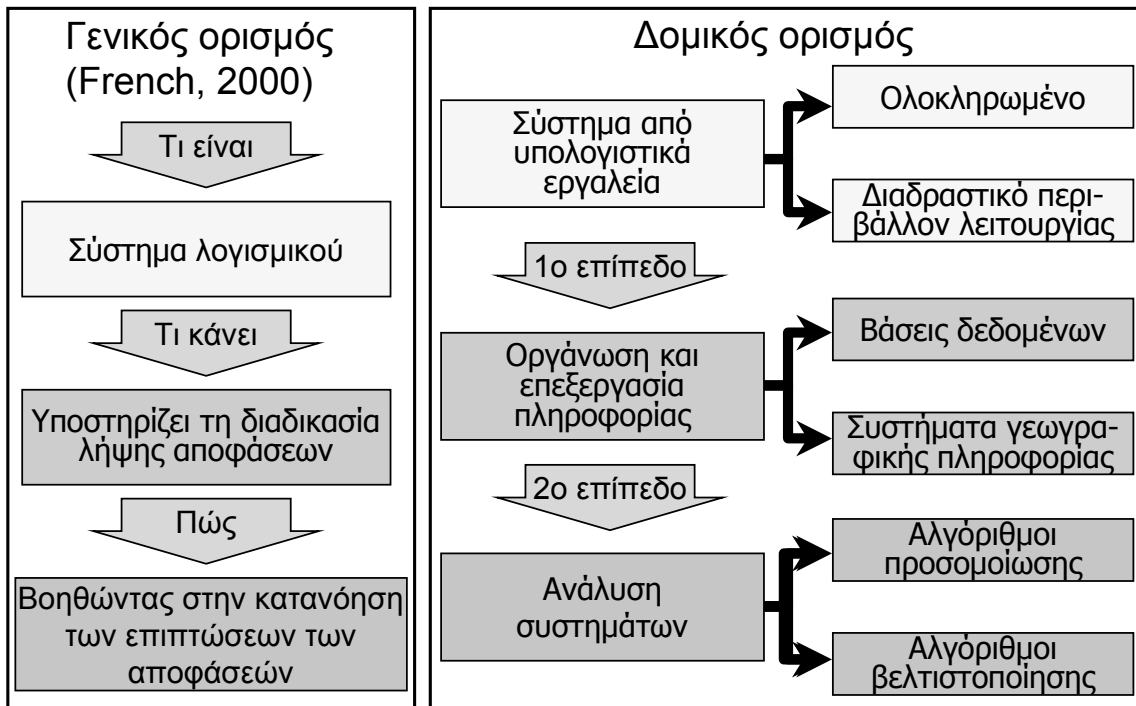
## Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων: Η περίπτωση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας

Δημήτρης Κουτσογιάννης  
Τομέας Υδατικών Πόρων  
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

### Μέρη της παρουσίασης

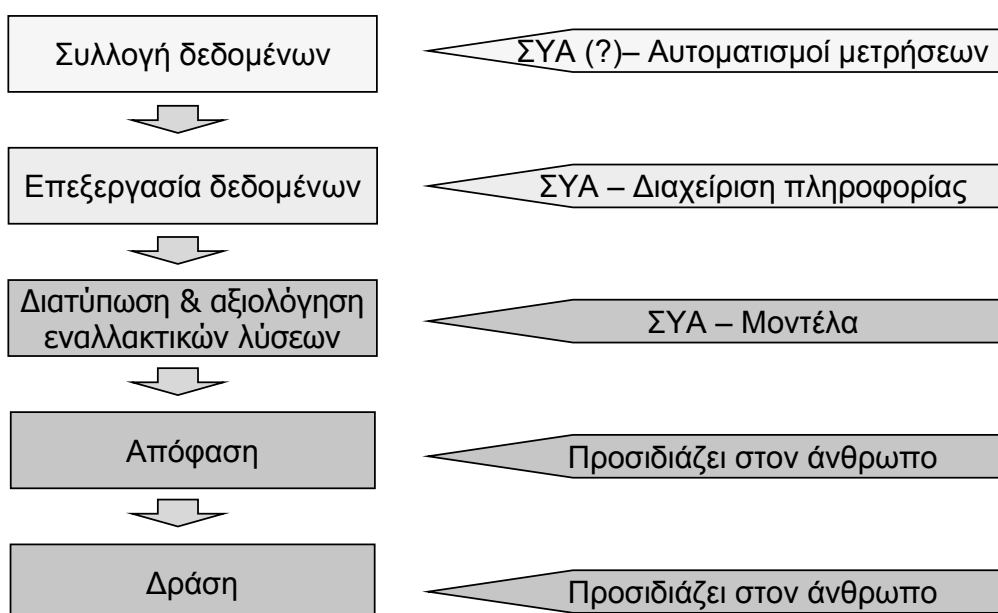
- ◆ Η έννοια των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων
- ◆ Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων
- ◆ Η περίπτωση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας

# Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων – ΣΥΑ Decision support system – DSS



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 3

## Δραστηριότητες στη λήψη αποφάσεων και υποστήριξη από τα ΣΥΑ



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 4

## Τυπικές εφαρμογές ΣΥΑ στους υδατικούς πόρους

- ◆ Διαχείριση λιμνών και ταμιευτήρων (για την εξυπηρέτηση στόχων υδροδότησης, παραγωγής ενέργειας, ελέγχου ρύπανσης)
- ◆ Έλεγχος πλημμυρών και διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου (σε λεκάνες ποταμών αλλά και αστικές λεκάνες)
- ◆ Διαχείριση υδροφορέων και συνδυασμένη χρήση επιφανειακών και υπόγειων νερών
- ◆ Διαχείριση συστημάτων διανομής νερού
- ◆ Έλεγχος ρύπανσης σε λεκάνες απορροής και Δέλτα ποταμών
- ◆ Διαχείριση μη σημειακών πηγών ρύπανσης σε γεωργικές περιοχές

Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 5

## Παράδειγμα 1: WATERSHEDSS (WATER, Soil, and Hydro- Environmental Decision Support System)

Σύστημα για την υποβοήθηση (γενική πληροφόρηση, ειδικές οδηγίες) διαχειριστών λεκανών απορροής και χρήσεων γης σχετικά με τα προβλήματα ποιότητας νερού

The top window displays the following content:

### Nitrate May Be A Problem

The selections you have made indicate that there may be an impairment or threat to the designated use of your water resource.

There is any reason to continue with the evaluation and assessment, then click on the "w." link. If you want to explore land treatment practices, then click on the "w." link.

[Nitrate Problem Page](#)

[Water Resource Page](#)

<a href="#">Home</a>	<a href="#">GIS-AGNPS</a>	<a href="#">References</a>
<a href="#">Glossary</a>	<a href="#">Case Studies</a>	<a href="#">NCSU Water Quality Group</a>
<a href="#">NPS Library</a>	<a href="#">Copyright</a>	<a href="#">Comments</a>
<a href="#">National Component</a>		

The bottom window displays the following content:

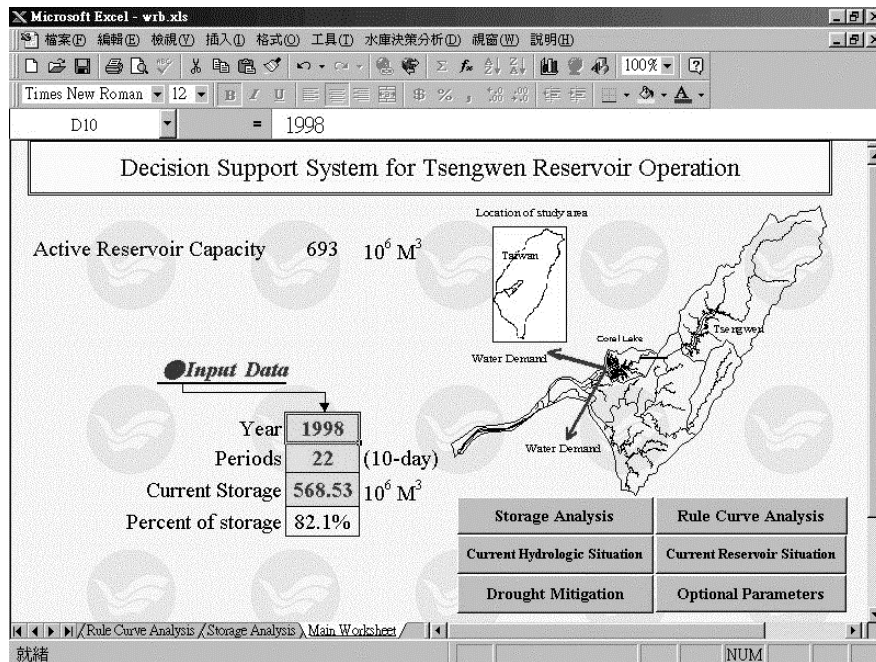
### WATERSHEDSS, Water Resource of Concern - NCSU WQL - Microsoft Internet Explorer

**Water Resource and Designated Uses**

Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 6

## Παράδειγμα 2: ΣΥΑ για τη λειτουργία του Ταμιευτήρα Tsengwen (Taiwan)

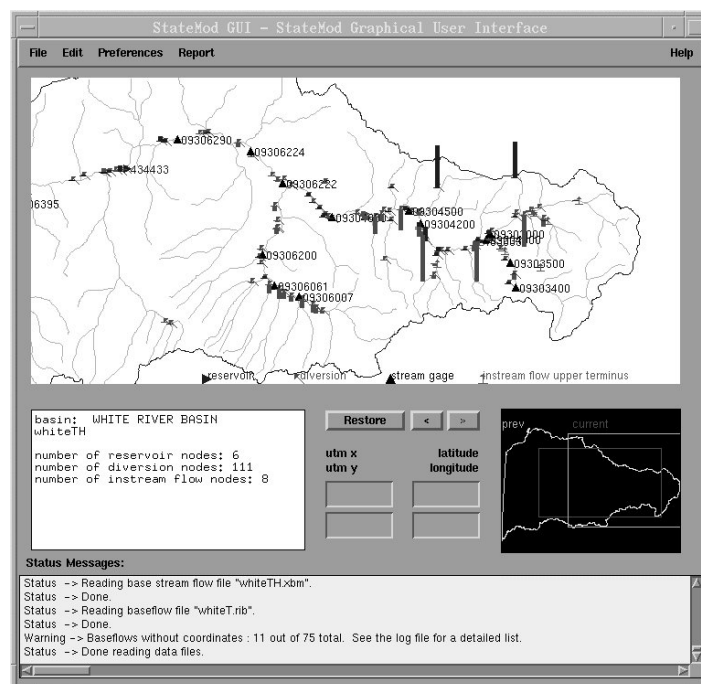
Απλό εργαλείο βασισμένο σε λογιστικό πακέτο. Πραγματοποιεί τυπικές εργασίες των υδρολογικών δεδομένων και των δεδομένων αποθεμάτων του ταμιευτήρα και παρέχει κανόνες λειτουργίας του ταμιευτήρα σε πραγματικό χρόνο.



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 7

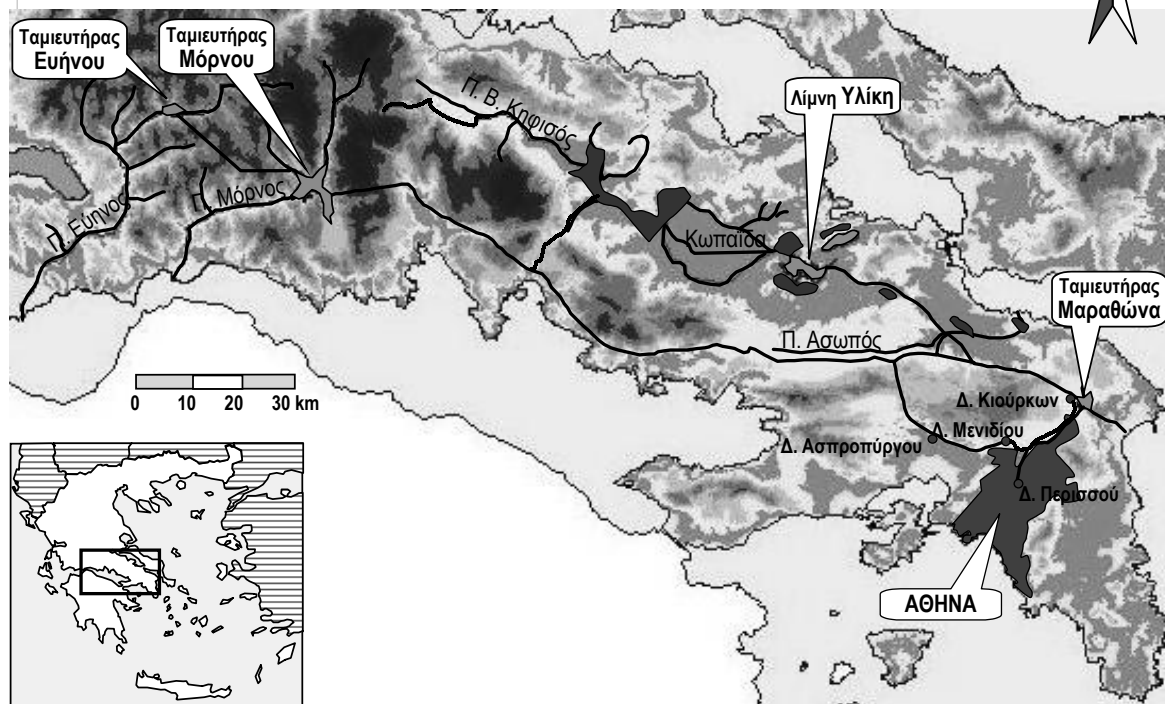
## Παράδειγμα 3: CRDSS (Colorado River Decision Support System)

Πολυσύνθετη εφαρμογή λογισμικού που ενσωματώνει τεχνολογίες βάσεων δεδομένων, συστημάτων γεωγραφικής πληροφορίας και υδρολογικών μοντέλων, προκειμένου να μελετήσει τις επιπτώσεις εναλλακτικών πολιτικών διαχείρισης



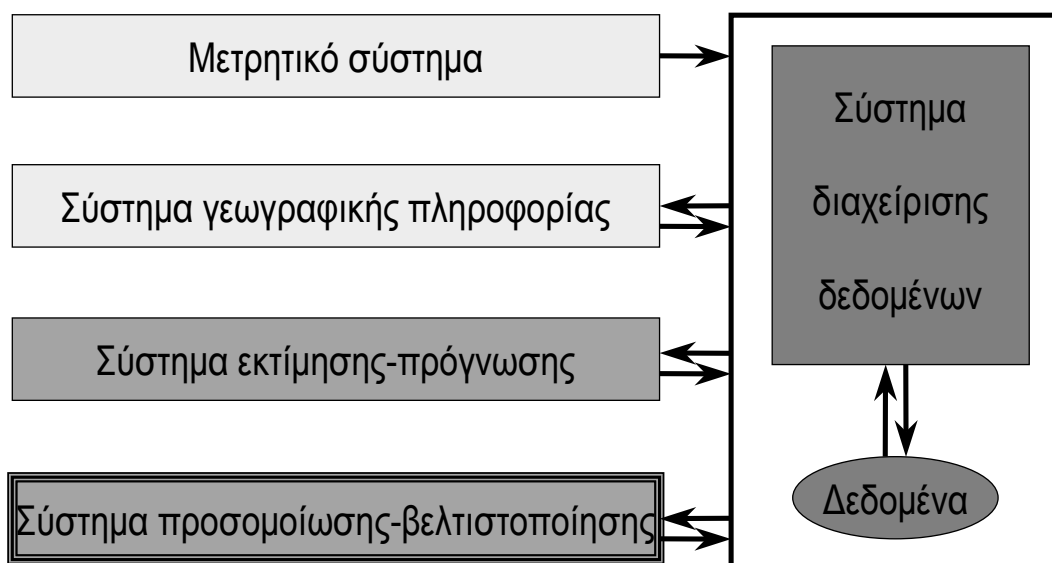
Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 8

# Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας



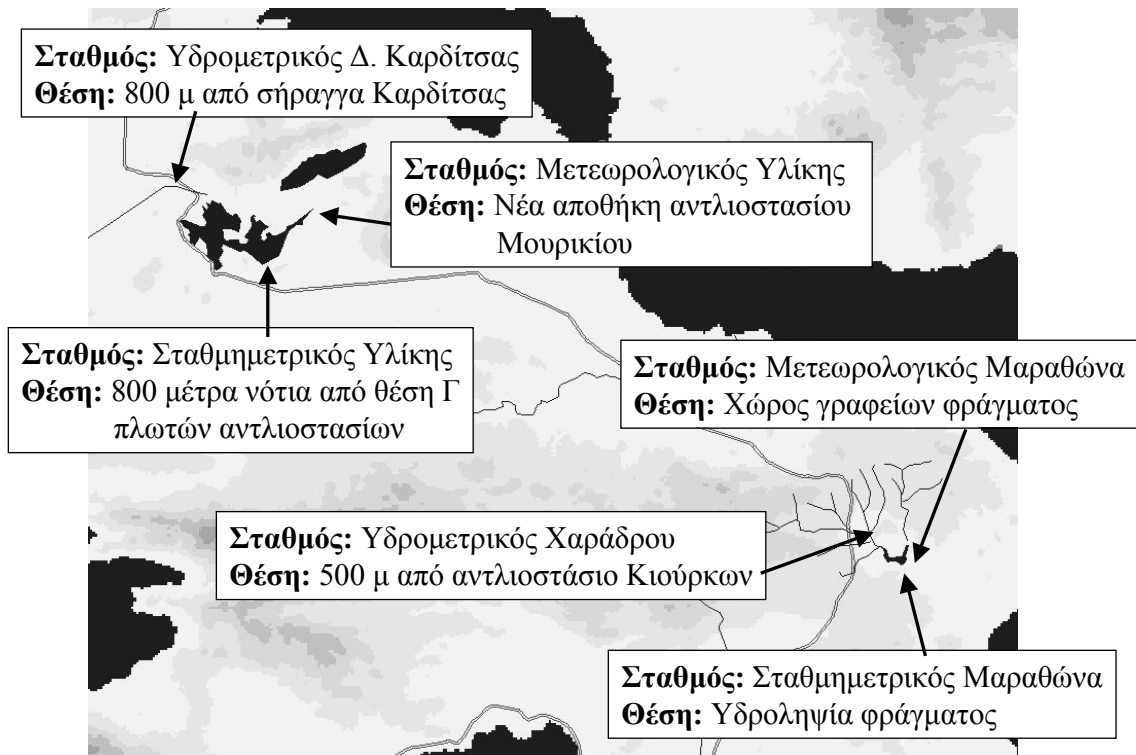
Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 9

# Γενική διάταξη και συνιστώσες του ΣΥΑ για το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας



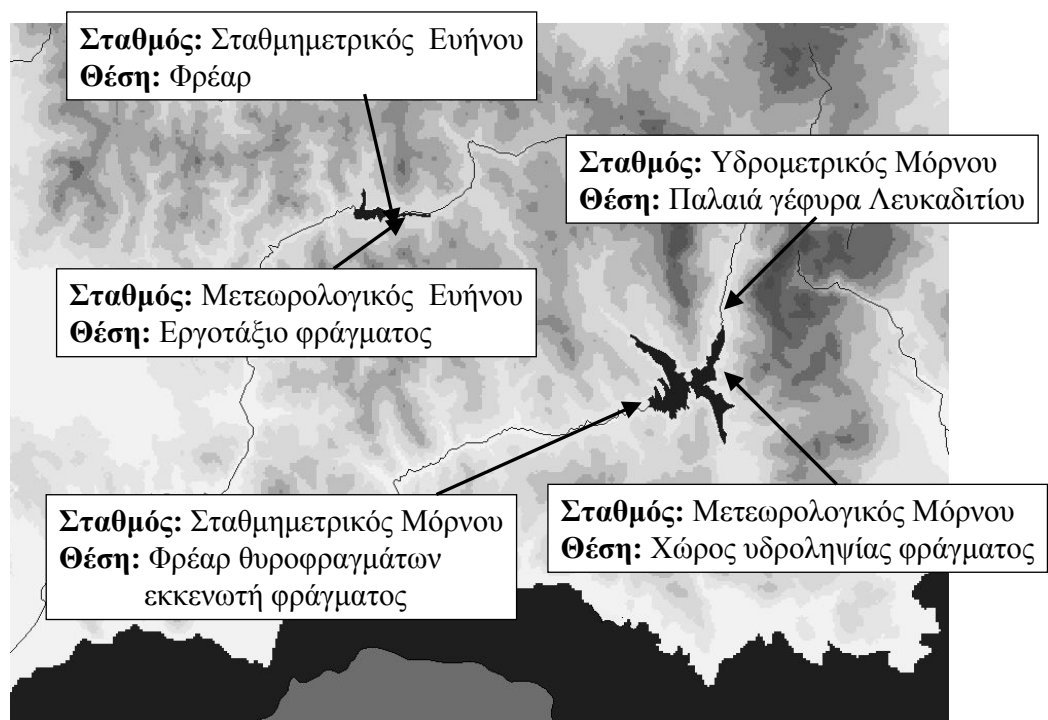
Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 10

## Μετρητικό σύστημα – Λεκάνες Υλίκης & Μαραθώνα



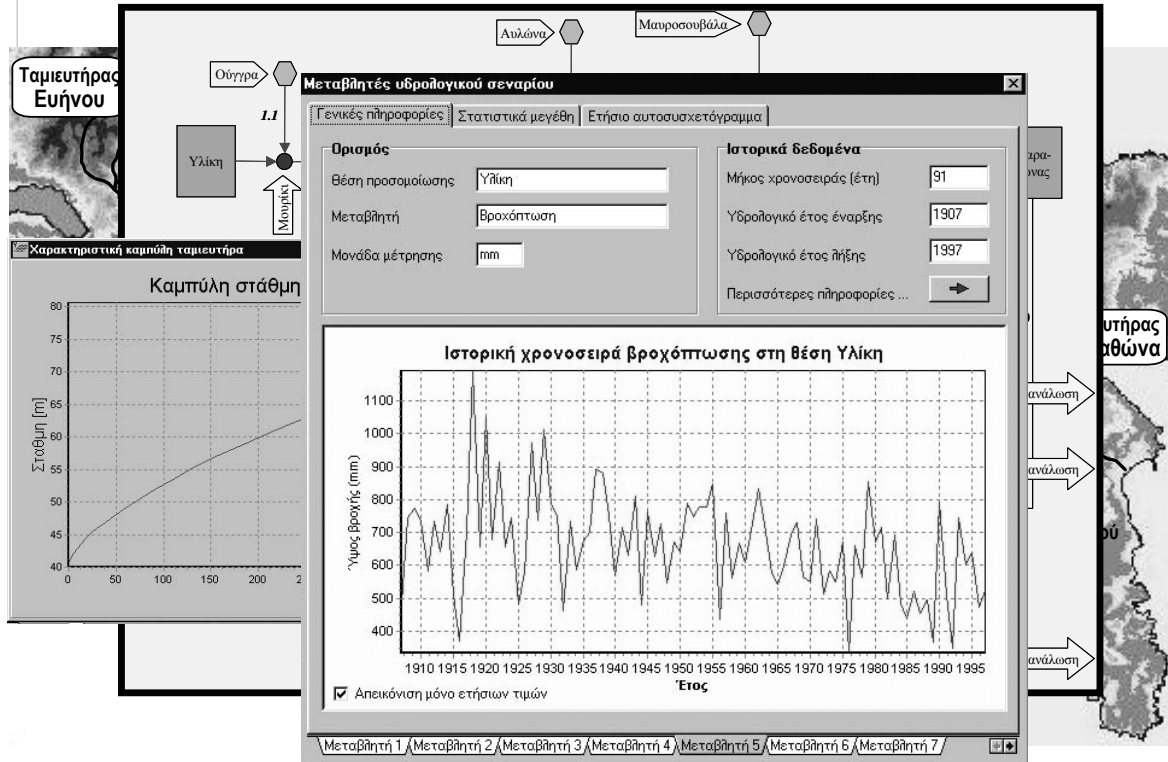
Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 11

## Μετρητικό σύστημα – Λεκάνες Μόρνου & Ευήνου



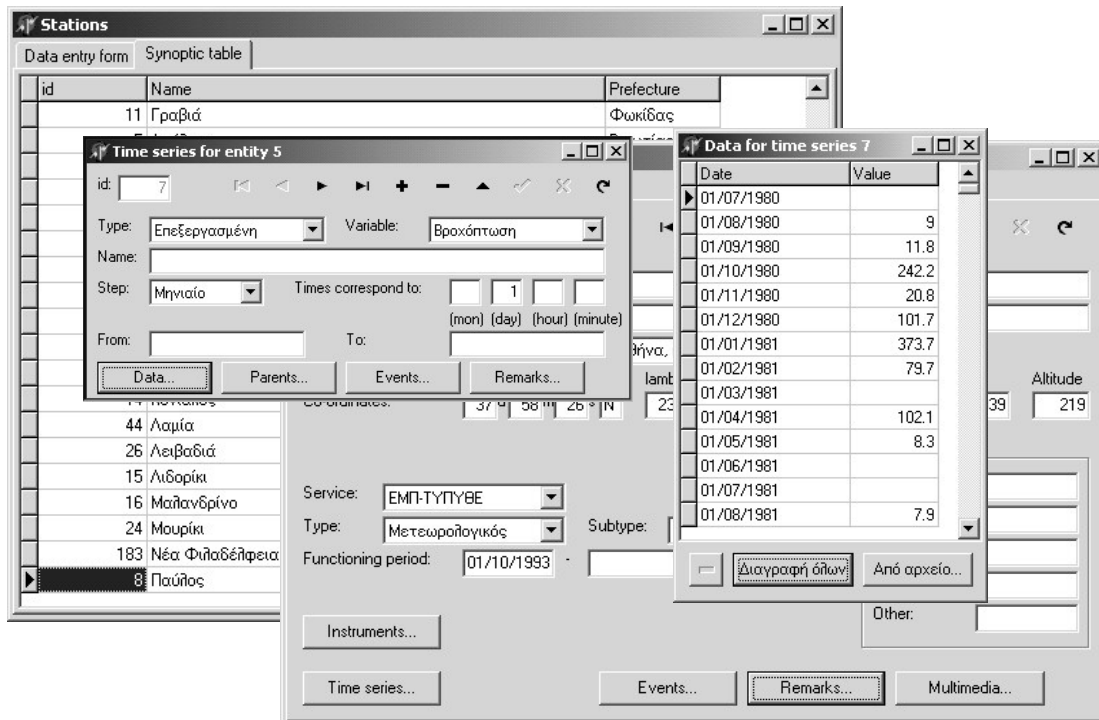
Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 12

# Βάση δεδομένων – Σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 13

# Δεδομένα που αποθηκεύονται στη βάση



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 14

## Δεδομένα που αποθηκεύονται στη βάση (2)

id: 8

Name:

s/n	Stage	Discharge
1	435	0
2	435.5	20.5
3	436	59.9
4	436.5	114.5
5	437	183.1
6	437.5	260.6
7	438	353.3

Remarks...

Spillway discharge: 1135

Spillway stage-discharge curve

Time series... Events... Remarks... Multimedia...

Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 15

## Δεδομένα που αποθηκεύονται στη βάση (3)

id: 18

Name:

s/n	End depth	Diameter	Extension diameter
1	178	8.5	12.25

Remarks...

id: 19

Name:

s/n	End depth	Diameter	Thickness	Material	Is filter	Filter opening
1	120	8.625				

Remarks...

Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 16



## Δεδομένα που αποθηκεύονται στη βάση (4)

The screenshot shows a Windows desktop environment. On the left, a window titled 'Gentities multimedia' displays a table with the following data:

id	s/n	Type	Date
1		Φωτογραφία	
2		Φωτογραφία	
3		Φωτογραφία	
4		Φωτογραφία	
5		Βίντεο mpeg	
16		Τραπεζοειδής	
17		Τραπεζοειδής	
18		Ορθογωνική	
19		Κυκλική	
20		Κυκλική	
21		Ορθογωνική	
22		Τραπεζοειδής	
23		Σύνθετη	

The video player window shows a still image of a dam structure with the text 'ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΟΥΡΙΚΙΟΥ ΣΤΑΘΜΗΜΕΤΡΟ ΥΛΙΚΗΣ' overlaid.

Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 17

## Παραγωγή υδρολογικών σεναρίων για προσομοίωση

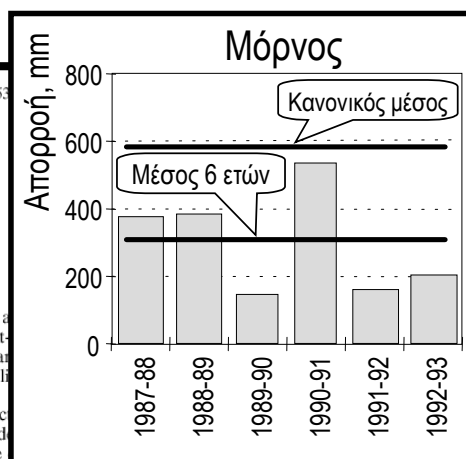
WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 36, NO. 6, PAGES 1519-153

### A generalized mathematical framework for stochastic simulation and forecast of hydrologic time series

Demetris Koutsoyiannis

Department of Water Resources, Faculty of Civil Engineering, National Technical University, Athens

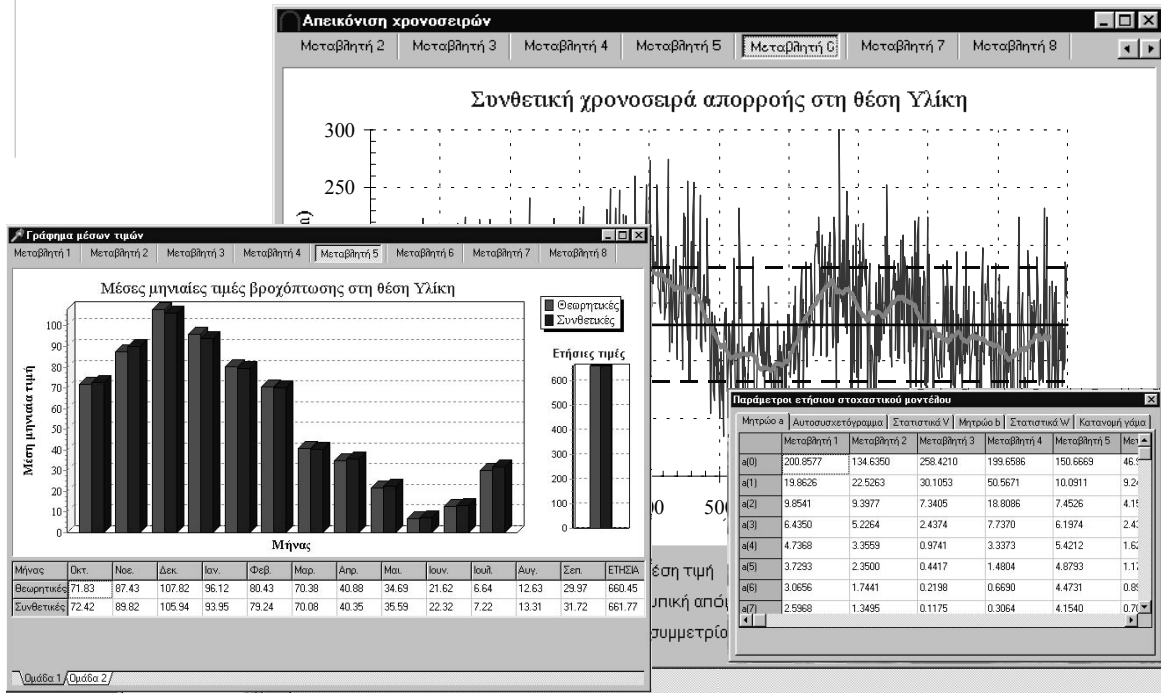
**Abstract.** A generalized framework for single-variate and multivariate simulation and forecasting problems in stochastic hydrology is proposed. It is appropriate for short- or long-term memory processes and preserves the Hurst coefficient even in multivariate processes with a different Hurst coefficient in each location. Simultaneously, it explicitly preserves the coefficients of skewness of the processes. The proposed framework incorporates short-memory (autoregressive moving average) and long-memory (fractional Gaussian noise) models, considering them as special instances of a parametrically defined generalized autocovariance function, more comprehensive than those used in these types of models. The generalized autocovariance function is then implemented in a generalized



1. Στοχαστικό μοντέλο πολλαπλών θέσεων (πολλών μεταβλητών)
2. Λειτουργία σε προσομοίωση ή πρόγνωση
3. Χρονικές κλίμακες ετήσια και μηνιαία
4. Διατήρηση ουσιωδών στατιστικών χαρακτηριστικών των μεταβλητών
5. Διατήρηση των συσχετίσεων στο χρόνο και το χώρο
6. Αναπαραγωγή της μακροπρόθεσμης εμμονής (φαινόμενο Ιωσήφ)

Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 18

# Κασταλία: Στοχαστική προσομοίωση & πρόγνωση εισροών ταμιευτήρων



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 19

## Προβλήματα βελτιστοποίησης και αντιμετώπισή τους

### 1. Βέλτιστη κατανομή απολήψεων ανά ταμιευτήρα

A. Παραμετροποίηση συστήματος ταμιευτήρων με χρήση παραμετρικών κανόνων λειτουργίας

B. Μαθηματική έκφραση στόχων και περιορισμών – Κατασκευή δείκτη επίδοσης

Γ. Αλγόριθμος για τον προσδιορισμό της αριθμητικής τιμής του δείκτη επίδοσης (συναρτήσεϊ των παραμέτρων) με προσομοίωση

Δ. Προσδιορισμός των βέλτιστων τιμών των παραμέτρων με μη γραμμική βελτιστοποίηση

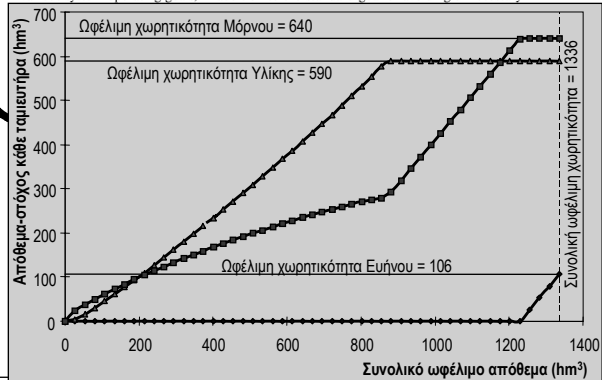
WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 33, NO. 9, PAGES 2165-2177, SEPTEMBER 1997

#### A parametric rule for planning and management of multiple-reservoir systems

I. Nalbantis and D. Koutsoyiannis

Department of Water Resources, Faculty of Civil Engineering, National Technical University, Athens, Greece

**Abstract.** A parametric rule for multireservoir system operation is formulated and tested. It is a generalization of the well-known space rule of simultaneously accounting for various system operating goals, in addition to the standard goal of avoiding unnecessary

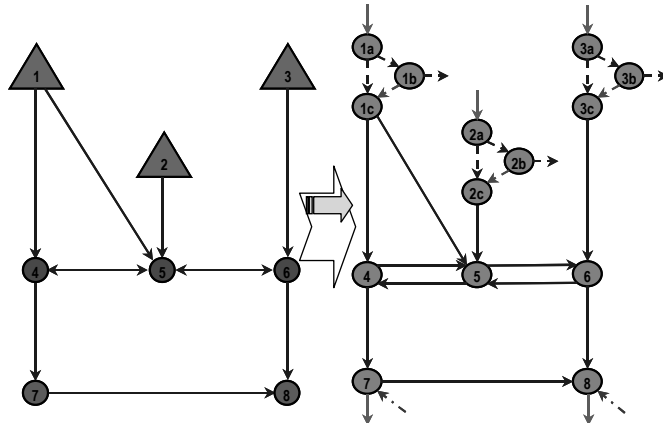


Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 20

# Προβλήματα βελτιστοποίησης και αντιμετώπισή τους

## 2. Βέλτιστη μεταφορά νερού στα υδραγωγεία

A. Μετασχηματισμός πραγματικού υδροσυστήματος σε μαθηματικό αντικείμενο (διγράφος)



B. Μαθηματική έκφραση στόχων (οικονομικότητα) και περιορισμών (παροχетеυτικότητα, ελάχιστη ροή, επιθυμητά αποθέματα, κ.ά.)

Γ. Επίλυση προβλήματος σε κάθε βήμα προσομοίωσης με δικτυακό γραμμικό προγραμματισμό

Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 21

# Υδρονομέας – Έλεγχος υδροσυστήματος

**Φόρμα Κόμβου/Ταμειευτήρα**

Ο κόμβος είναι ενεργός

Όνομασία: Εύηνος

Είδος κόμβου:  
 Απόξος κόμβος  
 Ταμειευτήρας

Συντεταγμένες:  
 Τετμημένη: 2  
 Τετραγωνική: 6

Διαχείριση ταμειευτήρα:  
 Διαχείριση ενεργή  
 Σταθερό όγκο

Νεκρός όγκος: 25.58  
 Χωρητικότητα: 137.632  
 Αρχικός όγκος: 0  
 Έκταση υπολεικάνους: 352

**Φόρμα Προτεραιότητας Στόχων και Φόρμα Στόχοι**

Φόρμα	Συνιστώσα δικτύου	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm <sup>3</sup> )	ΝΑΙ	Μέγιστος όγκος (hm <sup>3</sup> )	1.000
1	Μουρική-Κρεμμάδα - 14				
2	Ζήτηση Μενιδίου				
3	Ζήτηση Γαλαταίου				
4	Ζήτηση Κιούρκων	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm <sup>3</sup> )	ΝΑΙ	53.300	1.000
5	Ζήτηση Μάνδρας	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm <sup>3</sup> )	ΝΑΙ	23.600	1.000
6	Μάρνος	Μέγιστος όγκος (hm <sup>3</sup> )	ΝΑΙ	600.000	1.000
7	Εύηνος	Κατανάλωση νερού - Ύδρευση (hm <sup>3</sup> )	ΝΑΙ	2.600	1.000

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

**Φόρμα Υδραγωγείου**

Το υδραγωγείο είναι ενεργό

Όνομασία: Κιούρκα-Μαραθώνας - 14/3/01

Ανάντη κόμβος: Κιούρκα  
 Κατάντη κόμβος: Μαραθώνας

Κατεύθυνση ροής:  
 Μονοσήμαντη  
 Αμφίδρομη

**Φόρμα Γεώτρησης**

Η γεώτρηση είναι ενεργή

Όνομασία: Μαυροσουβάλα  
 Κόμβος: Σφενδάλη

Κατανάλωση ενέργειας kWh/m<sup>3</sup>: 2.38

Άνω κατώφλι: 0.4  
 Κάτω κατώφλι: 0.25

Μέγιστη παροχή: ?

**Φόρμα Ιδιωτικών Στόχων**

Γράφημα

Ο στόχος είναι ενεργός

Όνομασία: Ελάχιστη ροή υδραγ. Υ

Είδος: ελάχιστη παροχή

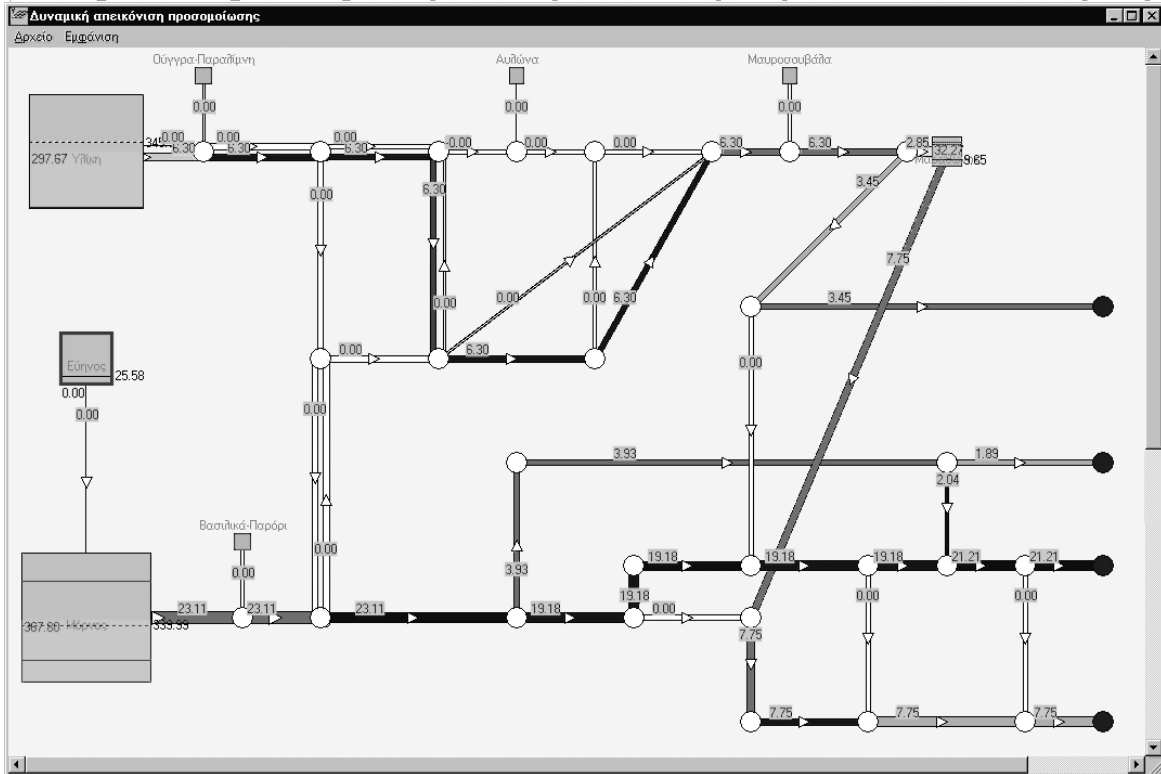
Αγωγός: Μουρική-Κρεμμάδα

Μέγιστη αστοχία: 1

Προτεραιότητα Διαγραφή Στοιχεία

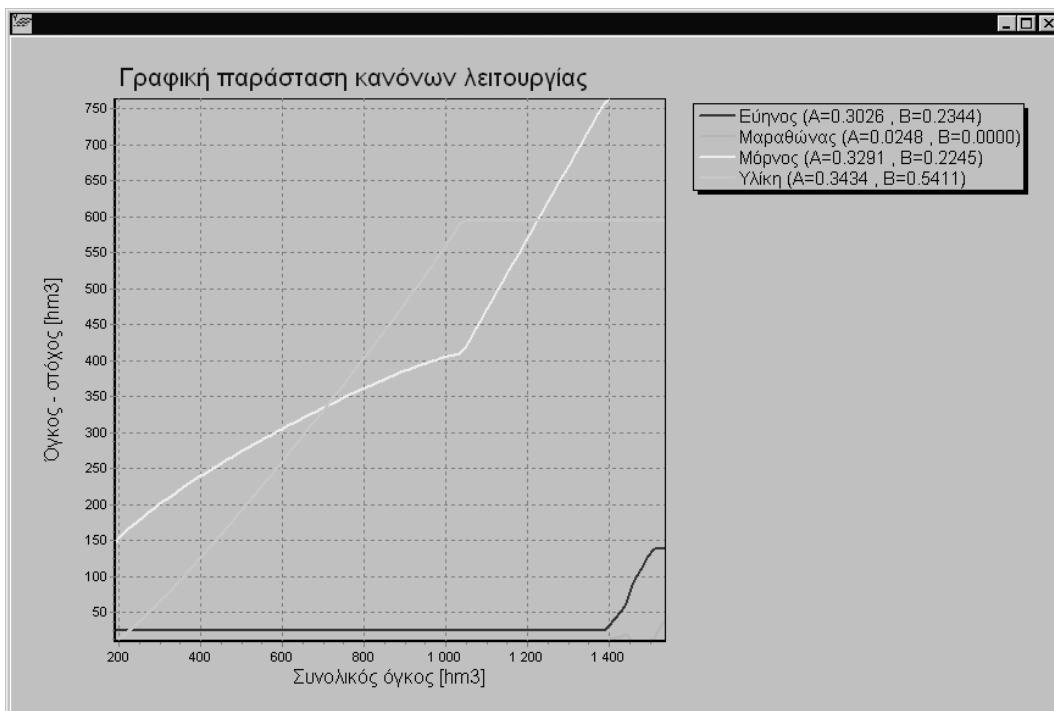
Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 22

# Υδρονομέας: Προσομοίωση - βελτιστοποίηση



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 23

## Υδρονομέας – Αποτελέσματα 1 Βέλτιστος κανόνας λειτουργίας υδροσυστήματος



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 24

# Υδρονομέας – Αποτελέσματα 2

## Πιθανότητες αστοχίας για τη βέλτιστη λύση

Φόρμα Αστοχίας Συστήματος

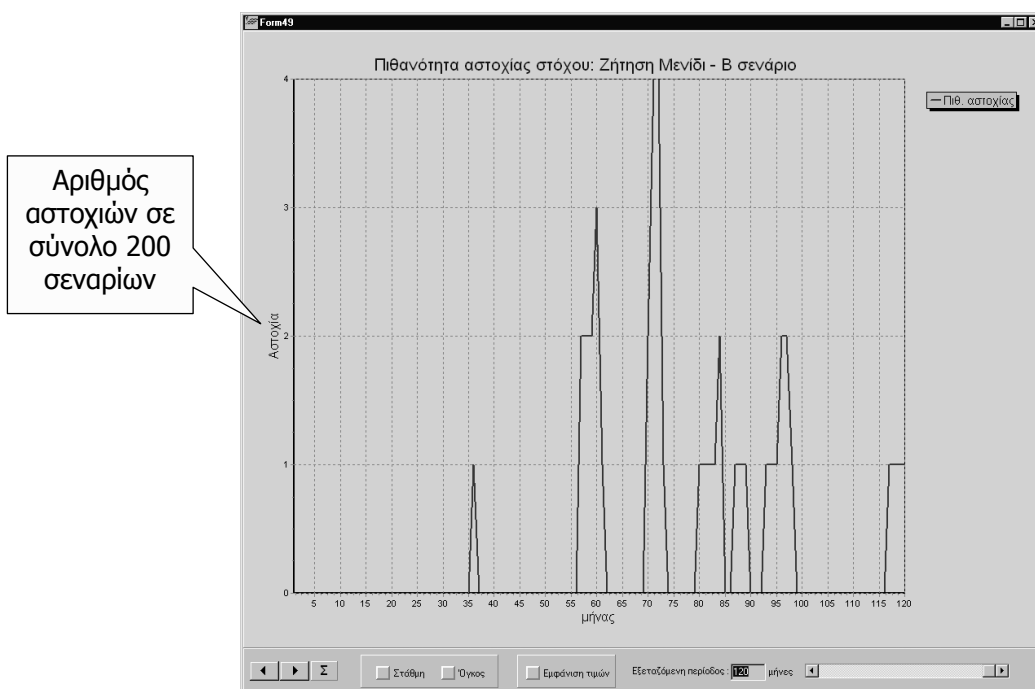
**Πιθανότητα αστοχίας βέλτιστης λύσης**  
Προσμοιωμένοι κανόνες λειτουργίας: 1

Στόχος	Αστοχία χρονικών περιόδων	Αστοχία χρονικών βημάτων	Αστοχία κάλυψης όγκου
1) Μουρίκι-Κρεμμάδα - 14/3/01 - Ελάχιστη ροή	0.000 ( 0 / 2000 )	0.000 ( 0 / 24000 )	
2) Ζήτηση Μενιδίου - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.009 ( 17 / 2000 )	0.002 ( 43 / 24000 )	0.001 ( 0.17 / 224.27 )
3) Ζήτηση Γαλαταίου - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.012 ( 23 / 2000 )	0.002 ( 50 / 24000 )	0.002 ( 0.23 / 124.36 )
4) Ζήτηση Κιούρκων - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.012 ( 23 / 2000 )	0.002 ( 56 / 24000 )	0.003 ( 0.13 / 51.61 )
5) Ζήτηση Μάνδρας - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.013 ( 25 / 2000 )	0.003 ( 63 / 24000 )	0.003 ( 0.07 / 22.77 )
6) Μόρνος - Μέγιστος όγκος	0.432 ( 864 / 2000 )	0.304 ( 7304 / 24000 )	
7) Εύηνος - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση	0.480 ( 959 / 2000 )	0.122 ( 2918 / 24000 )	0.093 ( 2.77 / 29.90 )
8) Μαραθώνας - Μέγιστος όγκος	0.431 ( 862 / 2000 )	0.190 ( 4553 / 24000 )	
9) Μαραθώνας - Ελάχιστος όγκος	0.708 ( 1415 / 2000 )	0.118 ( 2820 / 24000 )	0.006 ( 0.11 / 17.07 )

Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 25

# Υδρονομέας – Αποτελέσματα 4

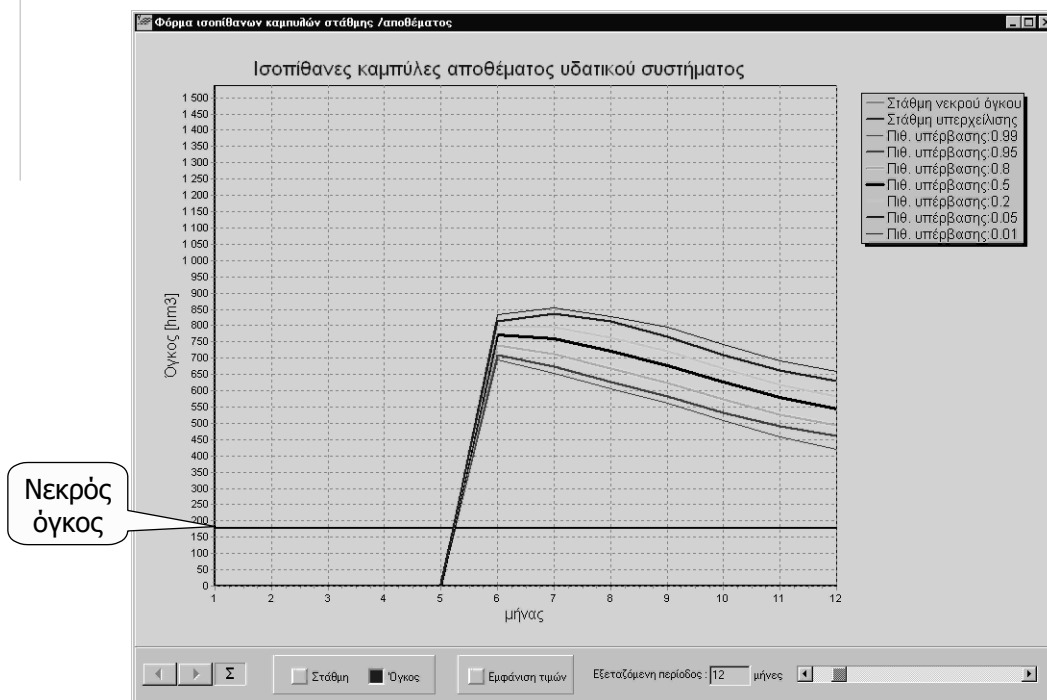
## Χρονική εξέλιξη συχνότητας αστοχίας



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 26

# Υδρονομέας – Αποτελέσματα 5

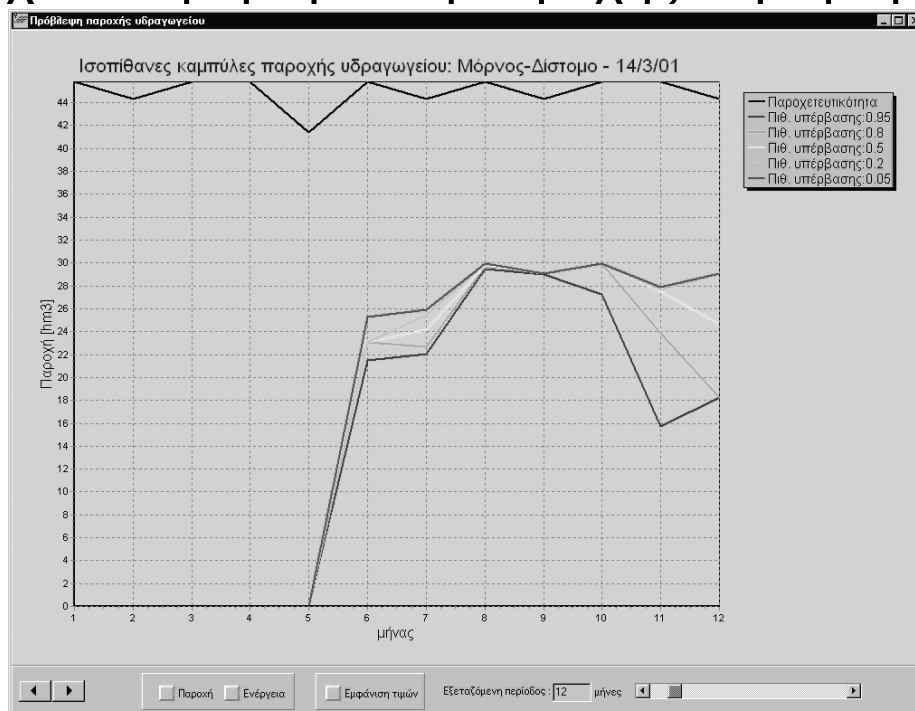
## Στοχαστική πρόγνωση εξέλιξης αποθεμάτων



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 27

# Υδρονομέας – Αποτελέσματα 6

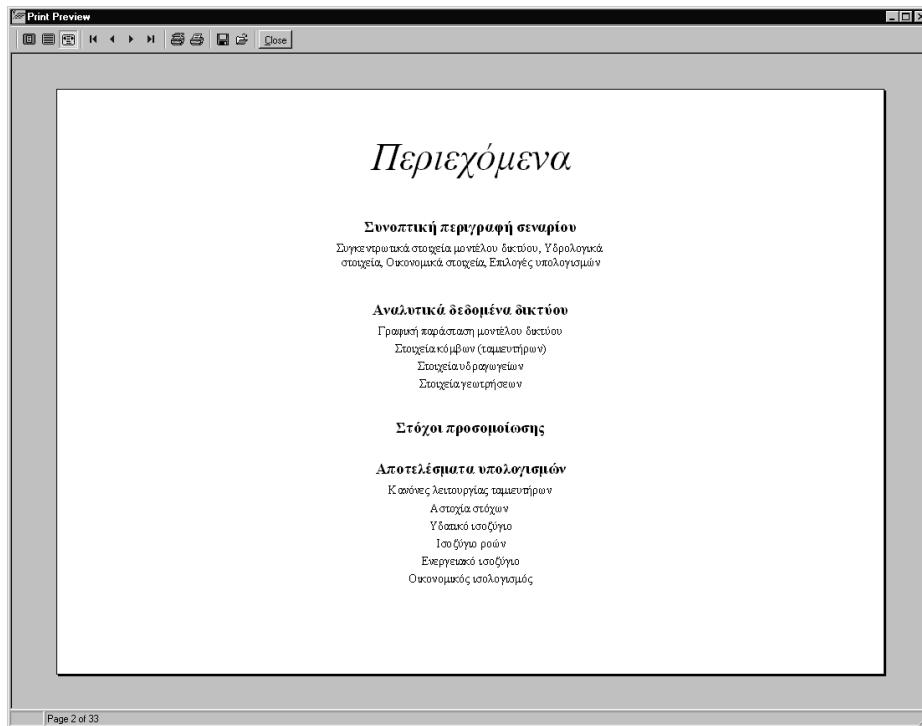
## Στοχαστική πρόγνωση παροχής υδραγωγείων



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 28

# Υδρονομέας – Αποτελέσματα 7

## Δημιουργία αναλυτικών εκθέσεων σεναρίων



Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 29

## Συμπεράσματα

- ◆ Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (ΣΥΑ) δεν υπονοούν αυτοματοποίηση των αποφάσεων, αλλά απλώς υποστήριξη στη λήψη τους.
- ◆ Τα ιδιαίτερα πολύπλοκα και απαιτητικά προβλήματα τεχνολογίας και διαχείρισης υδατικών πόρων αποτελούν ένα από τα προνομιακά πεδία εφαρμογής των ΣΥΑ.
- ◆ Το ΣΥΑ που αναπτύσσεται για το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας χαρακτηρίζεται από
  - ανάπτυξη πρωτότυπων μεθοδολογιών,
  - χρήση προηγμένων τεχνολογιών,
  - ολοκληρωμένη προσέγγιση.
- ◆ Το ΣΥΑ έχει δώσει ήδη πρώτα θετικά αποτελέσματα συμβάλλοντας στη βελτίωση της διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος με έμφαση στο τρίπτυχο **αξιοποίηση υδατικών πόρων ↔ αξιοπιστία ↔ οικονομικότητα**

Δ. Κουτσογιάννης, Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων 30