

Εμπειρία από την ανάπτυξη συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων για τη διαχείριση μεγάλης κλίμακας υδροσυστημάτων της Ελλάδας

Δημήτρης Κουτσογιάννης & Ανδρέας Ευστρατιάδης
Τομέας Υδατικών Πόρων, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

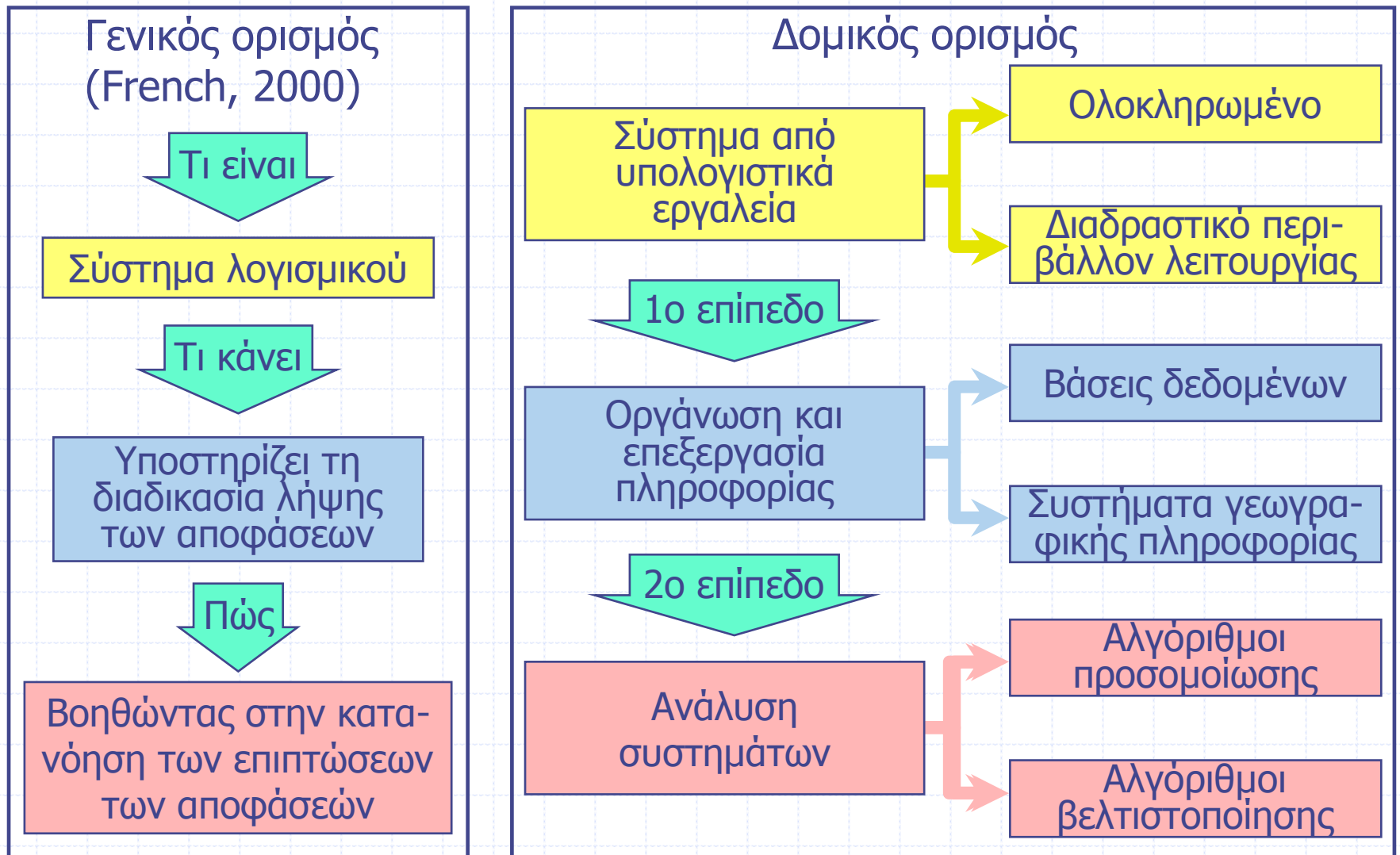


Μέρη της παρουσίασης

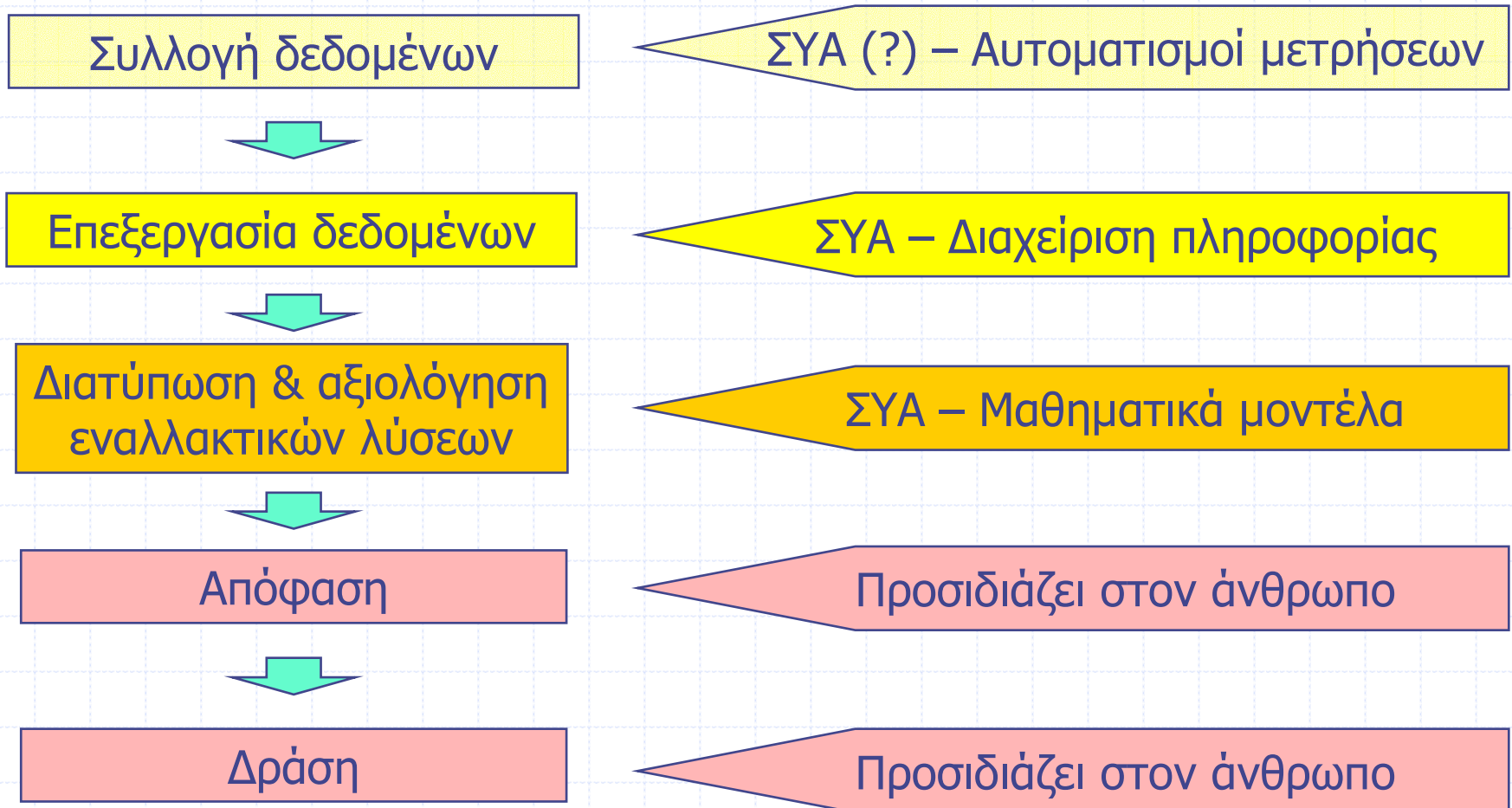
- ◆ Η έννοια των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (ΣΥΑ) και η εφαρμογή τους στη διαχείριση των υδατικών πόρων
- ◆ Ιστορικό των ΣΥΑ που αναπτύχθηκαν στο ΕΜΠ
- ◆ Μεθοδολογικό πλαίσιο ολοκληρωμένης διαχείρισης συστημάτων υδατικών πόρων
- ◆ Εφαρμογή στην εποπτεία και επιχειρησιακή διαχείριση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας
- ◆ Μελλοντικές προοπτικές

Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων – ΣΥΑ

Decision support system – DSS



Δραστηριότητες στη λήψη αποφάσεων και υποστήριξη από τα ΣΥΑ



Οι «κακές» πλευρές των ΣΥΑ

- ◆ Απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό για την:
 - Ανάπτυξη
 - Λειτουργία
 - Συντήρηση – Επέκταση
 - Συνεχή προσαρμογή στις νέες μεθοδολογικές καθώς και τεχνολογικές εξελίξεις
- ◆ Απαιτούν χρόνο για:
 - Εκμάθηση τεχνολογιών και εργαλείων
 - Συλλογή, τυποποίηση και οργάνωση δεδομένων
 - Προσαρμογή στις νέες απαιτήσεις και πρακτικές
- ◆ Δεν παίρνουν την ευθύνη της απόφασης (!)
- ◆ Προδίδουν τους λόγους της απόφασης (!)

«Όταν παίρνεις μια απόφαση, ποτέ μη λες τους λόγους σου. Γιατί η απόφασή σου θα είναι πιθανόν σωστή, αλλά οι λόγοι σου θα είναι σίγουρα λάθος.»

Lord Mansfield

Τυπικές εφαρμογές ΣΥΑ στη διαχείριση των υδατικών πόρων

- ◆ Διαχείριση λιμνών και ταμιευτήρων (για την εξυπηρέτηση στόχων υδροδότησης, παραγωγής υδροηλεκτρικής 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 (δίκτυα ανοιχτών και κλειστών αγωγών, αντλιοστάσια, κλπ.)
- ◆ Έλεγχος βλαβών ή διαρροών σε δίκτυα ύδρευσης
- ◆ Έλεγχος ρύπανσης σε λεκάνες απορροής και Δέλτα ποταμών
- ◆ Διαχείριση μη σημειακών πηγών ρύπανσης σε γεωργικές περιοχές

Η εξέλιξη των ΣΥΑ που αναπτύχθηκαν στο ΕΜΠ για τη διαχείριση υδροσυστημάτων (1)

Περίοδος 1989-1991

- ◆ Ερευνητικό έργο «Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών»
- ◆ Η πρώτη ολοκληρωμένη εφαρμογή πληροφορικής που συντάχθηκε και λειτούργησε επιχειρησιακά στην Ελλάδα για την υποστήριξη της ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων
- ◆ Η πρώτη φορά που τα έργα υδροδότησης της ΕΥΔΑΠ μελετώνται ως ενιαίο **σύστημα**, και η πρώτη φορά που χρησιμοποιείται επιχειρησιακά η **στοχαστική προσομοίωση**
- ◆ Εφαρμογή 1: Εκτίμηση της πιθανότητας αστοχίας του υδροδοτικού συστήματος για διάφορα σενάρια κατανάλωσης και διαχείρισης (Υποστήριξη της ΕΥΔΑΠ κατά τη διάρκεια της έμμονης ξηρασίας)
- ◆ Εφαρμογή 2: Διερεύνηση διάφορων εναλλακτικών διατάξεων του ταμιευτήρα Ευήνου (Υποστήριξη του ΥΠΕΧΩΔΕ στην επιλογή της τελικής λύσης αλλά και του υδρολογικού σχεδιασμού των έργων)

Η εξέλιξη των ΣΥΑ που αναπτύχθηκαν στο ΕΜΠ για τη διαχείριση υδροσυστημάτων (2)

Περίοδος 1993-1995

- ◆ Ερευνητικό έργο «Εκτίμηση και διαχείριση των υδατικών πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 2»
- ◆ Πιλοτικό μοντέλο, προσαρμοσμένο στη διαχείριση των τριών κύριων ταμιευτήρων υδροδότησης της Αθήνας (Μόρνου, Ευήνου, Υλίκης)
- ◆ Εισάγεται η πρωτοποριακή διεθνώς έννοια της **παραμετροποίησης** ενός υδροσυστήματος που υλοποιείται με τη χρήση **παραμετρικών κανόνων λειτουργίας** ενός συστήματος ταμιευτήρων
- ◆ Επιχειρείται **βελτιστοποίηση** της διαχείρισης του συστήματος με χρήση γενετικών αλγορίθμων, με αντικειμενική συνάρτηση είτε την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας αστοχίας για δεδομένη ζήτηση νερού ή τη μεγιστοποίηση της ασφαλούς απόληψης

Η εξέλιξη των ΣΥΑ που αναπτύχθηκαν στο ΕΜΠ για τη διαχείριση υδροσυστημάτων (3)

Περίοδος 1996-1999

- ◆ Ερευνητικό έργο «Εκτίμηση και διαχείριση των υδατικών πόρων της Στερεάς Ελλάδας - Φάση 3»
- ◆ Αναπτύσσεται υπολογιστικό πακέτο **γενικού σκοπού**, υποστηριζόμενο από **σχεσιακή βάση δεδομένων** (Υδρονομέας, έκδοση 1)
- ◆ Το μαθηματικό μοντέλο προσαρμόζεται πλέον σε υδροσυστήματα **οποιασδήποτε τοπολογίας** και χειρίζεται ένα ευρύ φάσμα χρήσεων νερού (καταναλωτικών και μη) καθώς και περιορισμών
- ◆ Πραγματοποιείται βελτιστοποίηση όχι μόνο της ασφαλούς απόληψης αλλά και της **παραγωγής ενέργειας**, μέσω παραμετροποίησης της λειτουργίας των Υ/Η μονάδων
- ◆ Εφαρμογή 1: Υδροδοτικό σύστημα Αθήνας (4 ταμιευτήρες)
- ◆ Εφαρμογή 2: Σύστημα ταμιευτήρων Αχελώου-Θεσσαλίας και συναφών έργων εκτροπής (7 ταμιευτήρες, 7 μονάδες παραγωγής ενέργειας)

Η εξέλιξη των ΣΥΑ που αναπτύχθηκαν στο ΕΜΠ για τη διαχείριση υδροσυστημάτων (4)

Περίοδος 1999-2003

- ◆ Ερευνητικό έργο «Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας»
- ◆ Ανάπτυξη μοντέλου διαχείρισης **επιχειρησιακού προσανατολισμού**, ενταγμένου σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (Υδρονομέας, έκδοση 2)
- ◆ Υλοποίηση πολύ γρήγορου αλγορίθμου προσομοίωσης, για ταυτόχρονο χειρισμό των περιορισμών του συστήματος και ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς νερού σε **πολύπλοκα δίκτυα υδραγωγείων**
- ◆ Υλοποίηση **εξελικτικού αλγορίθμου ολικής βελτιστοποίησης**, κατάλληλου για τον εντοπισμό της βέλτιστης λύσης του προβλήματος με ικανοποιητική ταχύτητα και ακρίβεια
- ◆ Ταυτόχρονη βελτιστοποίηση **αξιοπιστίας-οικονομικότητας**
- ◆ Λειτουργία μοντέλου υπό μορφή **στοχαστικής πρόγνωσης**

Γενικό πλαίσιο επιχειρησιακής διαχείρισης υδροσυστημάτων (από τη μέτρηση στην απόφαση)

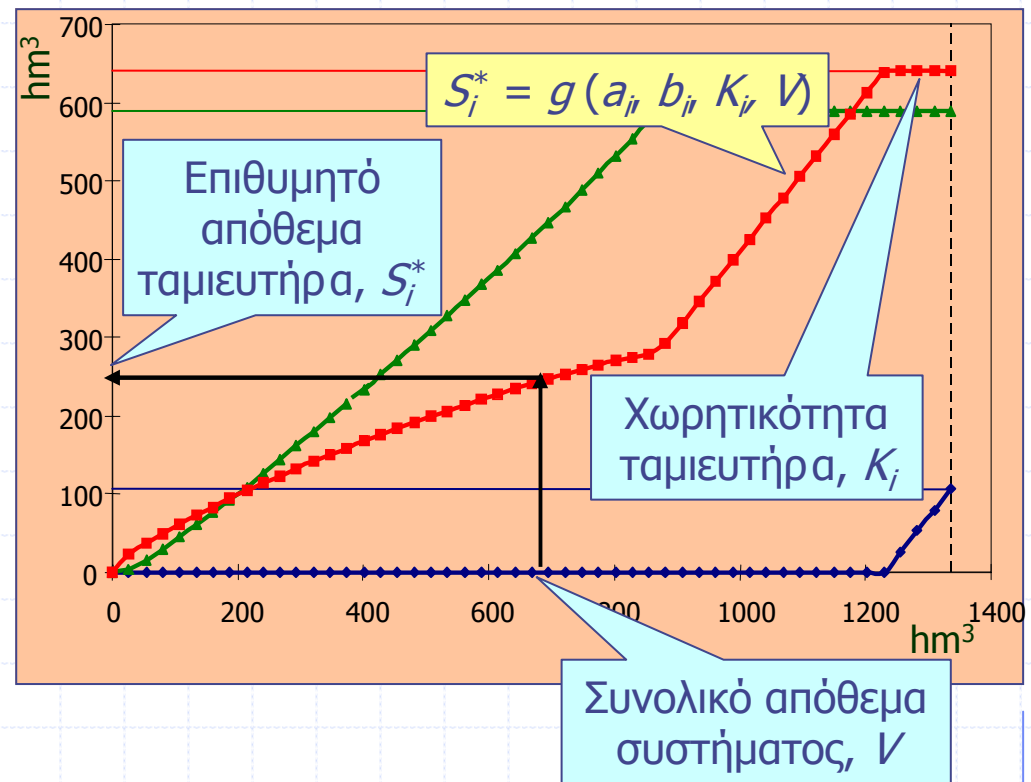


Γέννηση υδρολογικών σεναρίων για προσομοίωση

- ◆ Χρήση στοχαστικών υδρολογικών μοντέλων πολλών μεταβλητών (θέσεων)
- ◆ Χρήση δύο ή περισσότερων χρονικών κλιμάκων (π.χ. ετήσια και μηνιαία)
- ◆ Λειτουργία υπό δύο εναλλακτικές μορφές:
 - στοχαστικής προσομοίωσης (παραγωγή χρονοσειρών μεγάλου μήκους, χωρίς αναφορά στις αρχικές συνθήκες)
 - στοχαστικής πρόγνωσης (παραγωγή πολλών σειρών μικρού μήκους, λαμβάνοντας υπόψη της επίδραση των τιμών του παρόντος και παρελθόντος)
- ◆ Διατήρηση ουσιαστών περιθώριων στατιστικών χαρακτηριστικών
- ◆ Διατήρηση συσχετίσεων των μεταβλητών στο χρόνο και το χώρο
- ◆ Διατήρηση της συνέπειας μεταξύ των διαφορετικών χρονικών κλιμάκων
- ◆ Αναπαραγωγή φαινομένου μακροπρόθεσμης εμμονής (φαινόμενο Hurst ή φαινόμενο Ιωσήφ)

Βελτιστοποίηση της διαχείρισης συστημάτων ταμιευτήρων (1)

- A₁. Παραμετροποίηση λειτουργίας ταμιευτήρων, μέσω κανόνων που ορίζουν τις επιθυμητές απολήψεις συναρτήσει των διαθέσιμων αποθεμάτων
- A₂. Παραμετροποίηση λειτουργίας λοιπών συνιστωσών συστήματος
- B. Μαθηματική έκφραση στόχων και περιορισμών
- Γ. Κατασκευή μέτρου επίδοσης συστήματος (αντικειμενική συνάρτηση)
- Δ. Αλγόριθμος προσδιορισμού της αριθμητικής τιμής του μέτρου επίδοσης (συναρτήσει των παραμέτρων) μέσω προσομοίωσης
- E. Προσδιορισμός παραμέτρων μέσω μη γραμμικής βελτιστοποίησης



Βελτιστοποίηση της διαχείρισης συστημάτων ταμιευτήρων (2)

- ◆ Με χρήση δύο παραμέτρων ανά ταμιευτήρα, οι μεταβλητές ελέγχου μειώνονται δραστικά, ενώ είναι ανεξάρτητες της περιόδου ελέγχου
- ◆ Οι απολήψεις που προκύπτουν από τον κανόνα λειτουργίας αναφέρονται σε επιθυμητά και όχι πραγματικά μεγέθη, και συνεπώς δεν απαιτείται η ενσωμάτωση των φυσικών και λειτουργικών περιορισμών του συστήματος στο μοντέλο βελτιστοποίησης
- ◆ Το μικρό πλήθος μεταβλητών ελέγχου και η απουσία περιορισμών επιτρέπουν την εύρεση της βέλτιστης λύσης με λίγες σχετικά δοκιμές
- ◆ Η «εξοικονόμηση» υπολογιστικού φόρτου κατά τη βελτιστοποίηση επιτρέπει τη χρήση ενός «πιστού» μοντέλου προσομοίωσης που αναπαριστά με ακρίβεια τη λειτουργία του συστήματος
- ◆ Λόγω της χρήσης συνθετικών εισροών, η βέλτιστη λύση δεν εξαρτάται από το ιστορικό δείγμα αλλά από τα στατιστικά χαρακτηριστικά του
- ◆ Οι κανόνες λειτουργίας υπό μορφή νομογραφήματος επιτρέπουν την καθημερινή διαχείριση του συστήματος χωρίς «τρέξιμο» του μοντέλου!

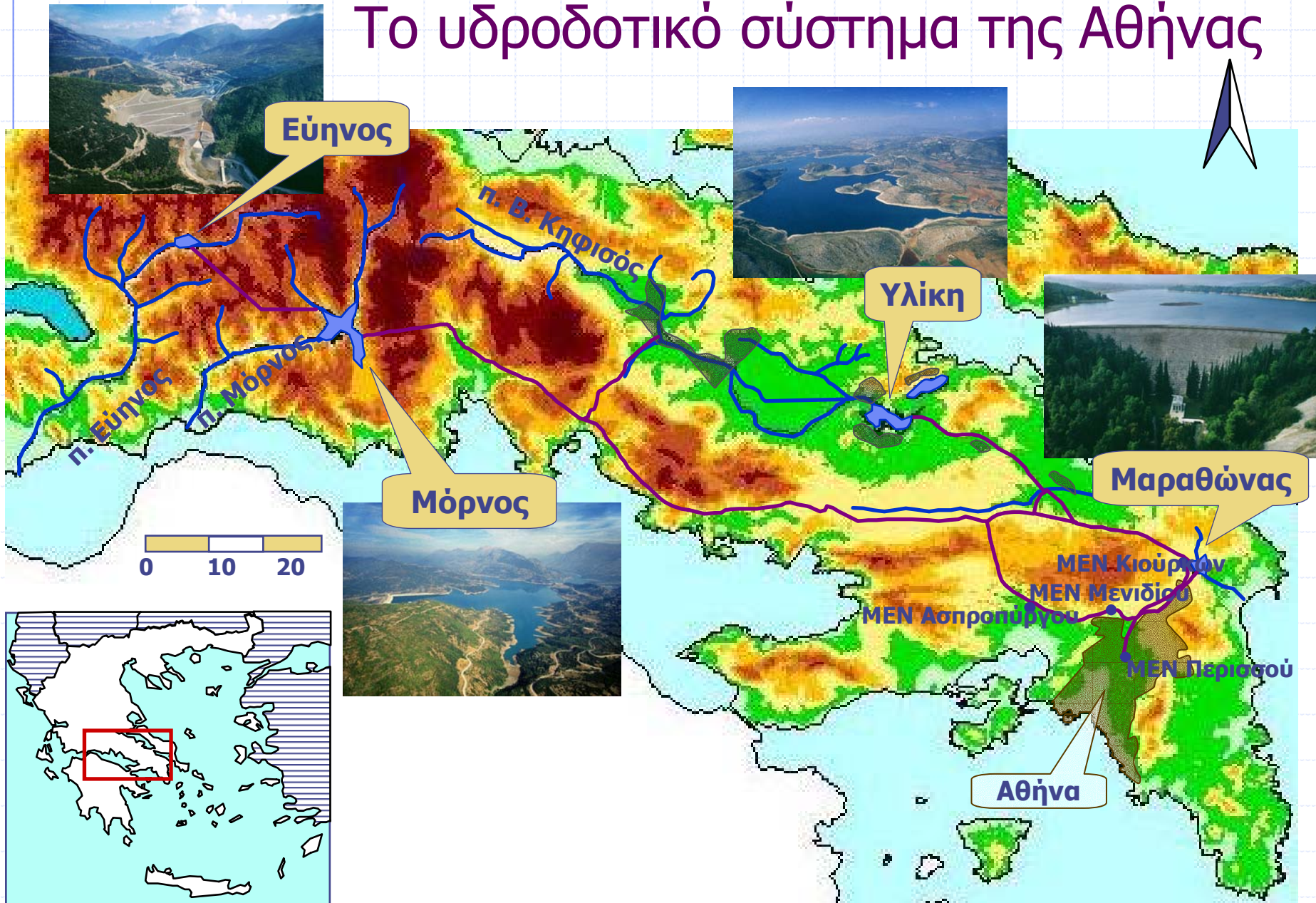
Βελτιστοποίηση της κατανομής των απολήψεων στα υδραγωγεία – Μοντέλο προσομοίωσης

- ◆ Σε κάθε χρονικό βήμα, για δεδομένες τιμές παραμέτρων, είναι γνωστές οι επιθυμητές απολήψεις συναρτήσει της πρόγνωσης των εισροών
- ◆ Για τον υπολογισμό των πραγματικών απολήψεων και της κατανομής τους στα υδραγωγεία, διατυπώνεται ένα πρόβλημα γραμμικής (δικτυακής) βελτιστοποίησης, το οποίο επιτυγχάνει:
 - αυστηρή ικανοποίηση των φυσικών περιορισμών
 - κατά προτεραιότητα ικανοποίηση των λειτουργικών περιορισμών (στόχων)
 - ελαχιστοποίηση απόκλισης μεταξύ επιθυμητών και πραγματικών μεγεθών
 - ελαχιστοποίηση κόστους μεταφοράς νερού (ελαχιστοποίηση αντλήσεων)
- ◆ Το πρόβλημα διαμορφώνεται με μετασχηματισμό του συστήματος και των συνιστωσών του σε ένα μοντέλο διγράφου, κάθε κλάδος του οποίου αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη συνιστώσα του υδατικού ισοζυγίου
- ◆ Η επίλυση του μοντέλου προϋποθέτει τον ορισμό ιδεατών τιμών παροχτευτικότητας και κόστους σε όλους τους κλάδους αυτού, οι οποίες επικαιροποιούνται αυτόματα σε κάθε χρονικό βήμα

Διάγραμμα ροής μοντέλου διαχείρισης - Σύνοψη



Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας



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



Μετρητικό δίκτυο λεκανών Μόρνου & Ευήνου



Μετρητικό δίκτυο λεκανών Υλίκης & Μαραθώνα

Σταθμός: Υδρομετρικός Δ. Καρδίτσας
Θέση: 800 m από σήραγγα Καρδίτσας

Σταθμός: Μετεωρολογικός Υλίκης
Θέση: Νέα αποθήκη αντλιοστασίου Μουρικίου

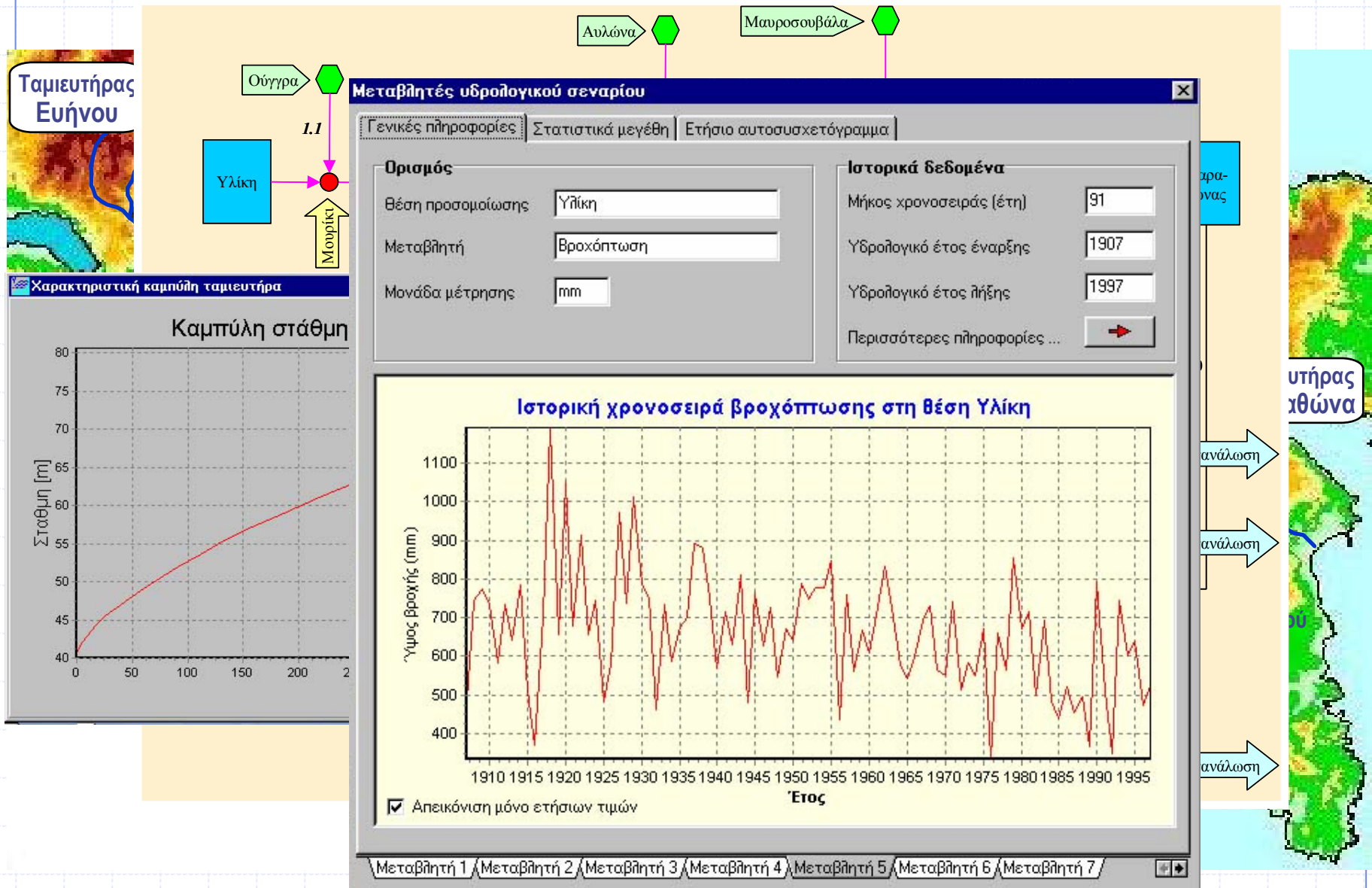
Σταθμός: Σταθμημετρικός Υλίκης
Θέση: 800 m νότια από θέση Γ πλωτών αντλιοστασίων

Σταθμός: Μετεωρολογικός Μαραθώνα
Θέση: Χώρος γραφείων φράγματος

Σταθμός: Υδρομετρικός Χαράδρου
Θέση: 500 m από αντλιοστάσιο Κιούρκων

Σταθμός: Σταθμημετρικός Μαραθώνα
Θέση: Υδροληψία φράγματος

Βάση δεδομένων – Σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας



ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ: Πρόγραμμα διαχείρισης και επεξεργασίας υδρολογικών δεδομένων

The screenshot displays a software interface for hydrological data management. The main window, titled "Stations", shows a table of stations with columns for "id", "Name", and "Prefecture". A smaller window, "Time series for entity 5", is open, showing configuration options for a time series, including "id" (7), "Type" (Επεξεργασμένη), "Variable" (Βροχόπτωση), "Step" (Μηνιαίο), and "Times correspond to" (1). A third window, "Data for time series 7", displays a table of data points with columns for "Date" and "Value".

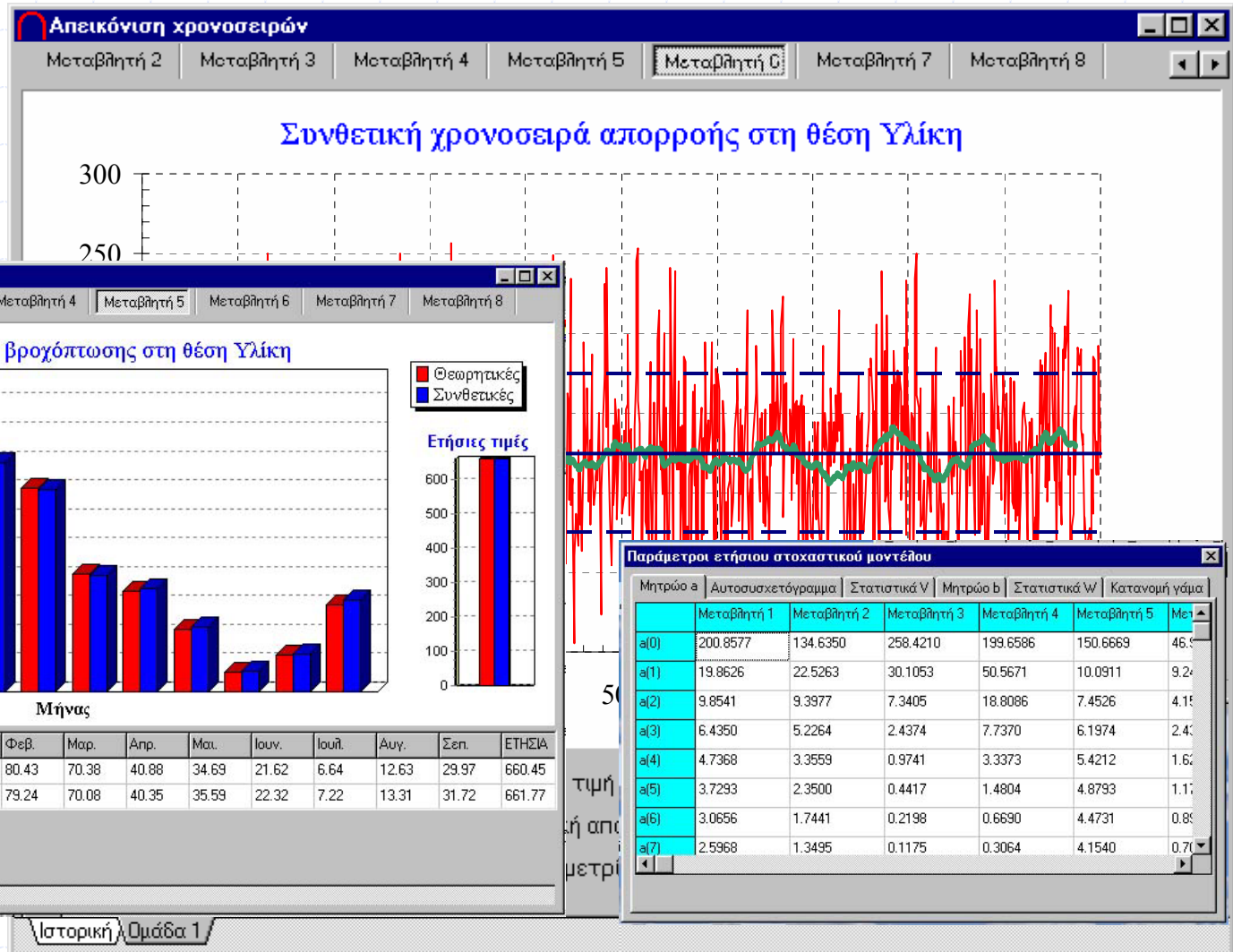
id	Name	Prefecture
11	Γραβιά	
5	Δαύλεια	
2	Δεσφίνα	
26	Λειβαδιά	
15	Λιδορίκι	
16	Μαλανδρίνο	
24	Μουρίκι	
183	Νέα Φιλαδέλφεια	
8	Παύλος	

Date	Value
01/07/1980	
01/08/1980	9
01/09/1980	11.8
01/10/1980	242.2
01/11/1980	20.8
01/12/1980	101.7
01/01/1981	373.7
01/02/1981	79.7
01/03/1981	
01/04/1981	102.1
01/05/1981	8.3
01/06/1981	
01/07/1981	
01/08/1981	7.9

Service: ΕΜΠ-ΤΥΠΥΘΕ
Type: Μετεωρολογικός
Subtype:
Functioning period: 01/10/1993 Active

Buttons: Instruments..., Time series..., Events..., Remarks..., Multimedia...

ΚΑΣΤΑΛΙΑ: Πρόγραμμα στοχαστικής προσομοίωσης υδρολογικών μεταβλητών



Υδρολογικό μοντέλο συνδυασμένης προσομοίωσης επιφανειακών και υπόγειων νερών



Σκοπός του μοντέλου: Πρόγνωση της πραγματικής εισροής στην Υλίκη (= πλημμυρική + πηγαία απορροή – επιφανειακές απολήψεις), για συγκεκριμένες αρδευτικές ανάγκες στη λεκάνη

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ – Ανάλυση υδροσυστήματος

Φόρμα Κόμβου/Ταμιευτήρα

Ο κόμβος είναι ενεργός

Όνομασία:

Είδος κόμβου

Απλός κόμβος

Ταμιευτήρας

Συντεταγμένες

Τετμημένη:

Τεταμημένη:

Διαχείριση ταμιευτήρα

Διαχείριση ενεργή Α

Σταθερός όγκος

Νεκρός όγκος:

Χωρητικότητα:

Αρχικός όγκος:

Έκταση υποδεκτικής:

Φόρμα Υδραγωγείου

Το υδραγωγείο είναι ενεργό

Όνομασία:

Ανάντη κόμβος:

Κατάντη κόμβος:

Κατεύθυνση ροής

Μονοσήμαντη

Αμφίδρομη

Φόρμα Γεώτρησης

Η γεώτρηση είναι ενεργή

Όνομασία:

Κόμβος:

Κατανάλωση ενέργειας kWh/m^3 :

Άνω κατώφλι:

Κάτω κατώφλι:

Μέγιστη παροχή:

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

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

Προτεραιότητα

Διαγραφή

Στοιχεία

?

Φόρμα Ιδιαιτήτων Στόχου

Γράφημα

Ο στόχος είναι ενεργός

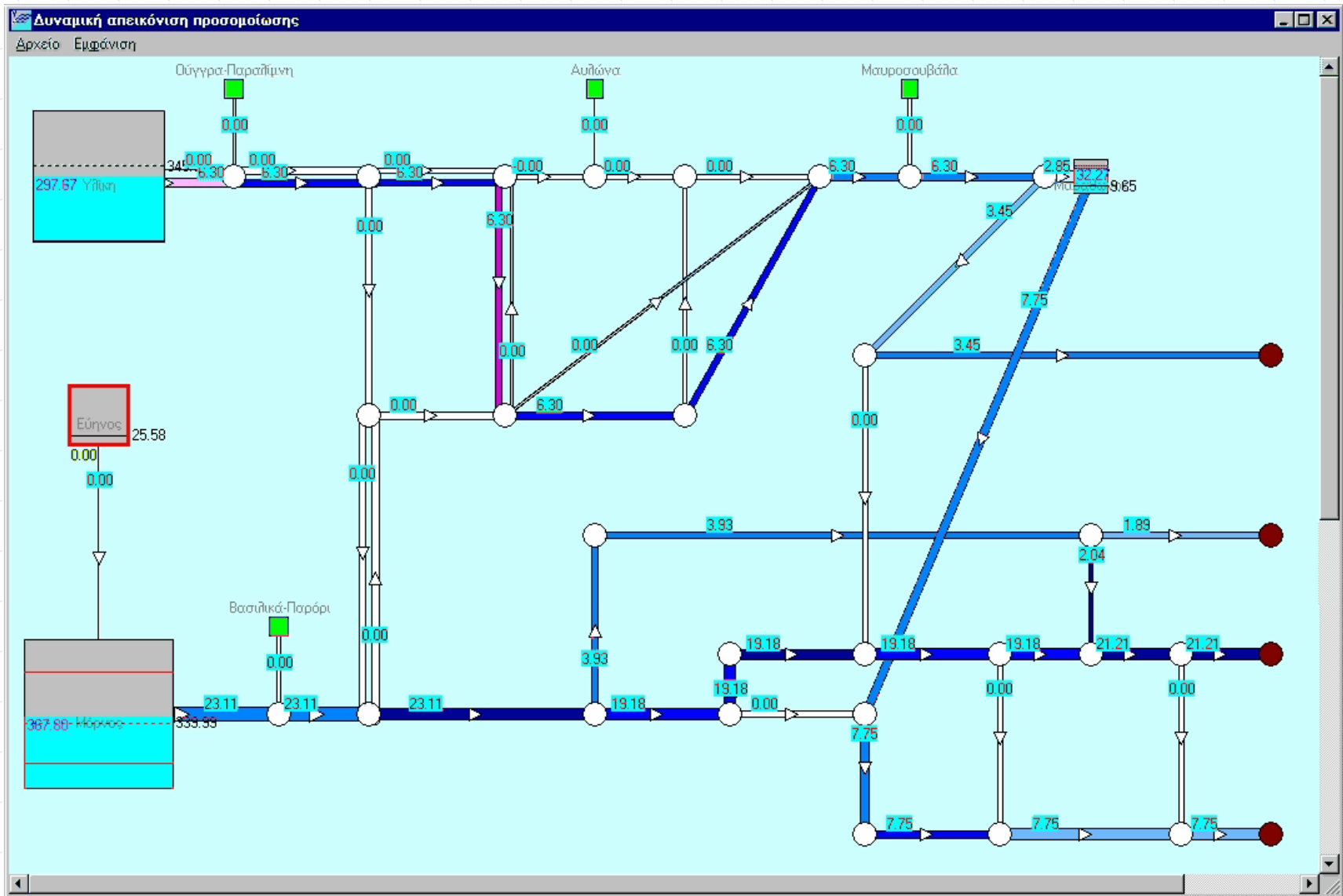
Όνομασία:

Είδος:

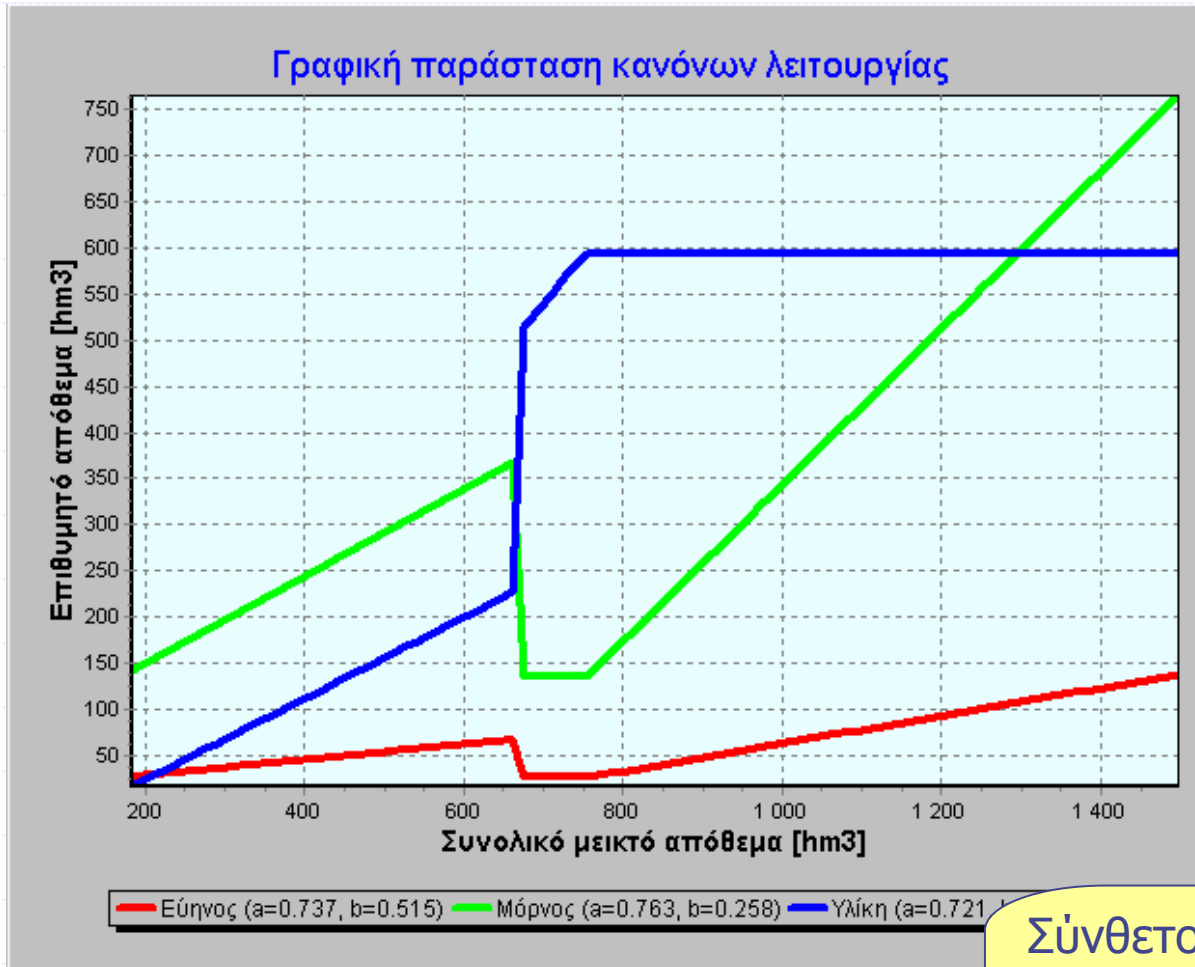
Αγωγός:

Μέγιστη αστοχία:

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ – Παρακολούθηση προσομοίωσης



ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ – Βέλτιστοι κανόνες λειτουργίας



Ταμειευτήρας	a	b
Εύηνος	0.7373	0.5150
Μόρνος	0.7634	0.2577
Υλίκη	0.7210	0.8040

Προσομοίωση

Δείκτης επίδοσης: -99949.9446

Επαναφορά τιμών

Γράφημα

?

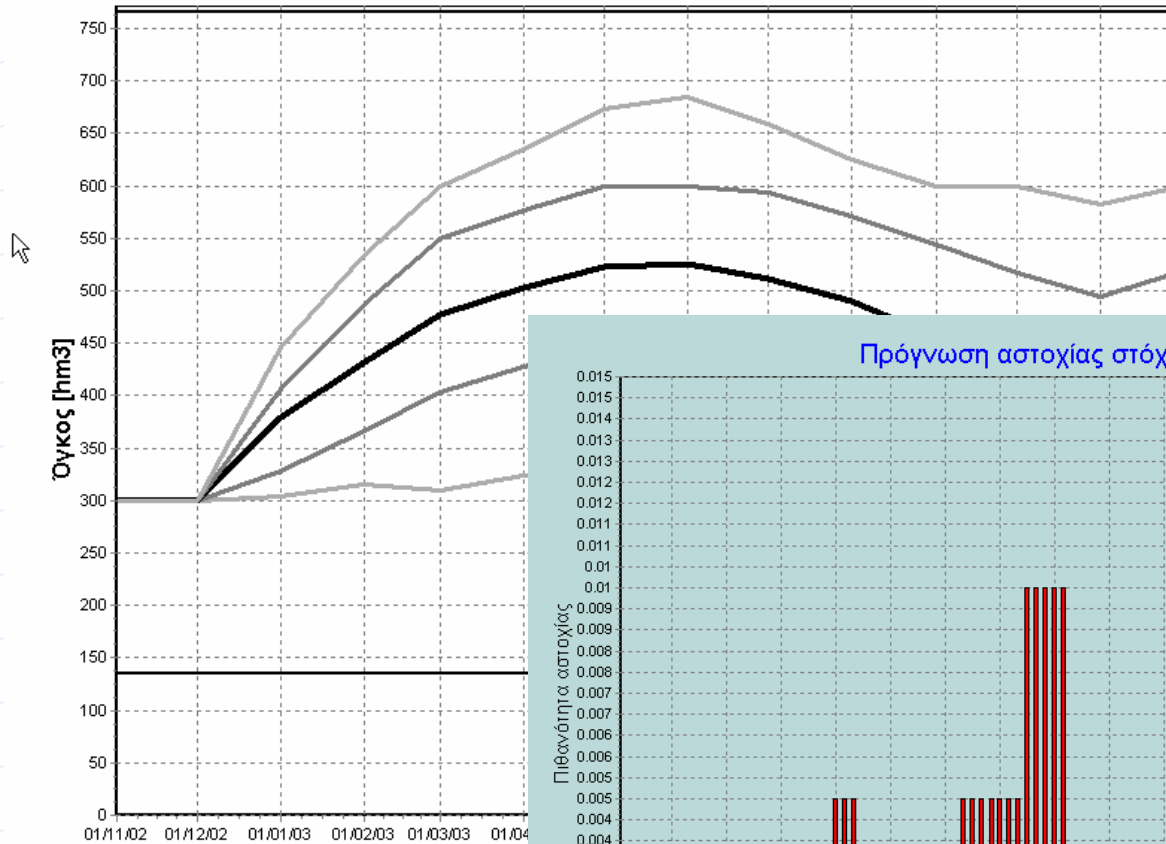
Σύνθετο μέτρο που περιέχει την σταθμισμένη πιθανότητα αστοχίας και την αναμενόμενη τιμή του κόστους άντλησης

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ – Αποτελέσματα μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου και πιθανοτήτων αστοχίας

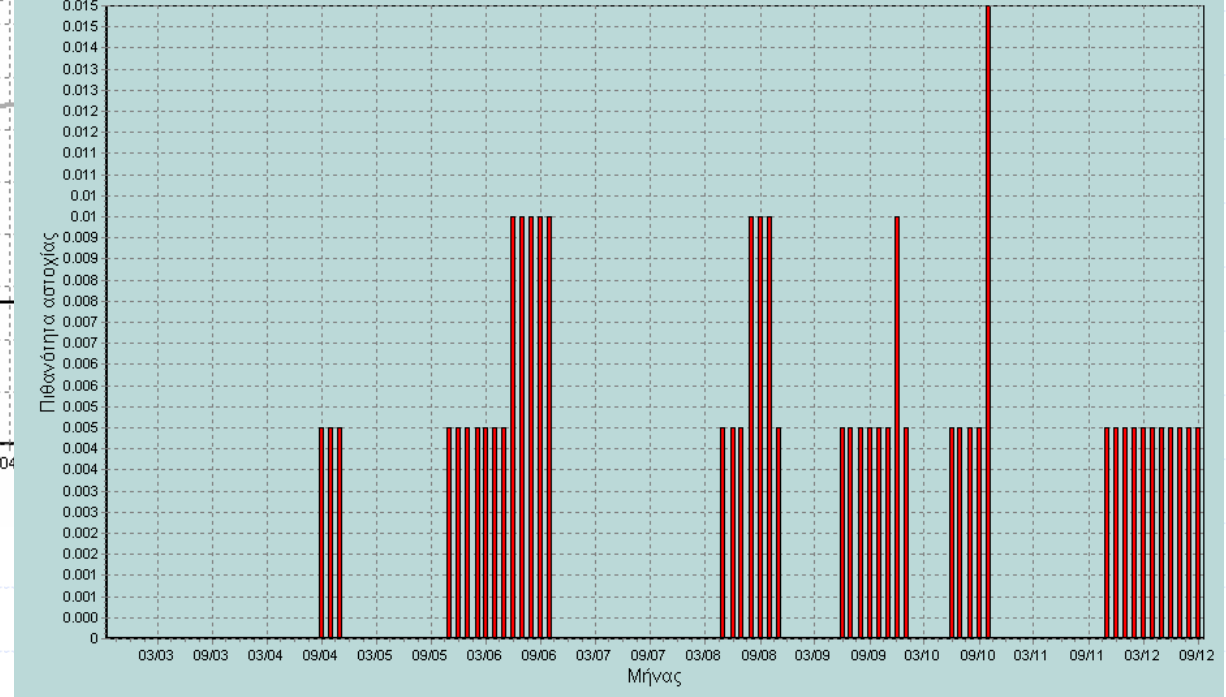
	Εύηνος	Μαραθώνας	Μόρνος	Υλίκη	ΣΥΝΟΛΟ																																																																
Απορροή ανάντη υπολεκάνης	245.95 (69.33)	11.75 (4.19)	221.42 (78.13)	264.39 (120.20)	743.51 (271.86)																																																																
Επιφανειακή βροχόπτωση	2.53 (0.86)	0.95 (0.27)	9.13 (2.70)	8.64 (2.58)	21.24 (6.41)																																																																
Επιφανειακή εξάτμιση	-2.83 (0.56)	-2.61 (0.34)	-16.81 (2.17)	-22.71 (2.63)	-44.96 (5.70)																																																																
Υπόγειες διαφυγές	-0.00 (0.00)	-0.00 (0.00)	-7.38 (1.28)	-119.73 (22.95)	-127.10 (24.23)																																																																
Εισροές από ανάντη υδραγωγεία	0.00 (0.00)	23.68 (6.38)	250.30 (54.49)	0.18 (0.89)	274.16 (61.77)																																																																
Εισροές από γεωτρήσεις	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	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)	47.32 (12.11)	-665.09 (97.66)																																																																
Καταναλώσεις	-25.29 (2.08)	-0.00 (0.00)	-0.00 (0.00)	-35.10 (0.00)	-60.39 (2.08)																																																																
Υπερχείλισεις	-1.98 (14.17)	-0.00 (0.00)	-0.03 (0.42)	-0.72 (5.14)	-2.72 (19.73)																																																																
Διαρροές κατάντη υδραγωγείων	0.00 (0.00)	Φόρμα Αστοχίας Συστήματος																																																																			
Χρήση αρχικού αποθέματος	31.92 (19.98)	Πιθανότητα αστοχίας βέλτιστης λύσης Προσμοιωμένοι κανόνες λειτουργίας: 1 ΠΡΟΣΟΧΗ: Στον υπολογισμό της αστοχίας χρονικής περιόδου συμπεριλαμβάνονται υδρολογικά έτη που δεν προσμοιώθηκαν στο σύνολό τους																																																																			
Διαφορά	-0.00																																																																				
Απόθεμα ταμειυτήρα (hm ³)	56.79 (24.34)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Στόχος</th> <th>Αστοχία χρονικών περιόδων</th> <th>Αστοχία χρονικών βημάτων</th> <th>Έλλειμμα/ηπίονομα όγκου</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) Μαραθώνας - Αποφυγή υπερχειλίσεων</td> <td>0.000 (0 / 2000)</td> <td>0.000 (0 / 23600)</td> <td>Δεν ορίζεται</td> </tr> <tr> <td>2) Μαραθώνας - Μέγιστο απόθεμα</td> <td>0.001 (1 / 2000)</td> <td>0.000 (1 / 23600)</td> <td>0.000 (0.00 / 29.60)</td> </tr> <tr> <td>3) Μόρνος - Αποφυγή υπερχειλίσεων</td> <td>0.247 (494 / 2000)</td> <td>0.045 (1070 / 23600)</td> <td>Δεν ορίζεται</td> </tr> <tr> <td>4) Εύηνος - Αποφυγή υπερχειλίσεων</td> <td>0.320 (639 / 2000)</td> <td>0.095 (2251 / 23600)</td> <td>Δεν ορίζεται</td> </tr> <tr> <td>5) Ζήτηση Μενιδίου - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση</td> <td>0.003 (6 / 2000)</td> <td>0.000 (11 / 23600)</td> <td>0.000 (0.03 / 180.64)</td> </tr> <tr> <td>6) Ζήτηση Γαλαταίου - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση</td> <td>0.005 (10 / 2000)</td> <td>0.002 (36 / 23600)</td> <td>0.001 (0.17 / 136.39)</td> </tr> <tr> <td>7) Ζήτηση Κιούρκων - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση</td> <td>0.007 (13 / 2000)</td> <td>0.002 (47 / 23600)</td> <td>0.002 (0.12 / 56.72)</td> </tr> <tr> <td>8) Ζήτηση Μάνδρας - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση</td> <td>0.009 (17 / 2000)</td> <td>0.002 (57 / 23600)</td> <td>0.002 (0.10 / 44.46)</td> </tr> <tr> <td>9) Μεριστής Κιθαιρών - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση</td> <td>0.009 (18 / 2000)</td> <td>0.002 (58 / 23600)</td> <td>0.003 (0.01 / 5.52)</td> </tr> <tr> <td>10) Νο 3 - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση</td> <td>0.004 (7 / 2000)</td> <td>0.001 (17 / 23600)</td> <td>0.001 (0.00 / 2.16)</td> </tr> <tr> <td>11) Εύηνος - Μέγιστο απόθεμα</td> <td>0.372 (743 / 2000)</td> <td>0.147 (3474 / 23600)</td> <td>0.084 (6.36 / 75.98)</td> </tr> <tr> <td>12) Μόρνος - Μέγιστο απόθεμα</td> <td>0.581 (1161 / 2000)</td> <td>0.451 (10636 / 23600)</td> <td>0.093 (47.03 / 506.25)</td> </tr> <tr> <td>13) Μαραθώνας - Ελάχιστο απόθεμα</td> <td>0.015 (29 / 2000)</td> <td>0.009 (204 / 23600)</td> <td>0.003 (0.06 / 19.74)</td> </tr> <tr> <td>14) Μόρνος - Ελάχιστο απόθεμα</td> <td>0.157 (314 / 2000)</td> <td>0.105 (2468 / 23600)</td> <td>0.019 (2.92 / 152.86)</td> </tr> <tr> <td>15) Εύηνος - Κατανάλωση νερού - Ύδρευση</td> <td>0.238 (475 / 2000)</td> <td>0.068 (1600 / 23600)</td> <td>0.059 (1.81 / 30.68)</td> </tr> </tbody> </table>				Στόχος	Αστοχία χρονικών περιόδων	Αστοχία χρονικών βημάτων	Έλλειμμα/ηπίονομα όγκου	1) Μαραθώνας - Αποφυγή υπερχειλίσεων	0.000 (0 / 2000)	0.000 (0 / 23600)	Δεν ορίζεται	2) Μαραθώνας - Μέγιστο απόθεμα	0.001 (1 / 2000)	0.000 (1 / 23600)	0.000 (0.00 / 29.60)	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 Γαλαταίου - 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) Μεριστής 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)
Στόχος	Αστοχία χρονικών περιόδων	Αστοχία χρονικών βημάτων	Έλλειμμα/ηπίονομα όγκου																																																																		
1) Μαραθώνας - Αποφυγή υπερχειλίσεων	0.000 (0 / 2000)	0.000 (0 / 23600)	Δεν ορίζεται																																																																		
2) Μαραθώνας - Μέγιστο απόθεμα	0.001 (1 / 2000)	0.000 (1 / 23600)	0.000 (0.00 / 29.60)																																																																		
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 Γαλαταίου - 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) Μεριστής 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)																																																																		
Στάθμη ταμειυτήρα (m)	475.03 (11.43)																																																																				
Παράμετρος a	0.7373																																																																				
Παράμετρος b	0.5150																																																																				

ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ – Πρόγνωση μελλοντικής εξέλιξης

Ισοπίθανες καμπύλες αποθέματος ταμιευτήρα: Μόρνος



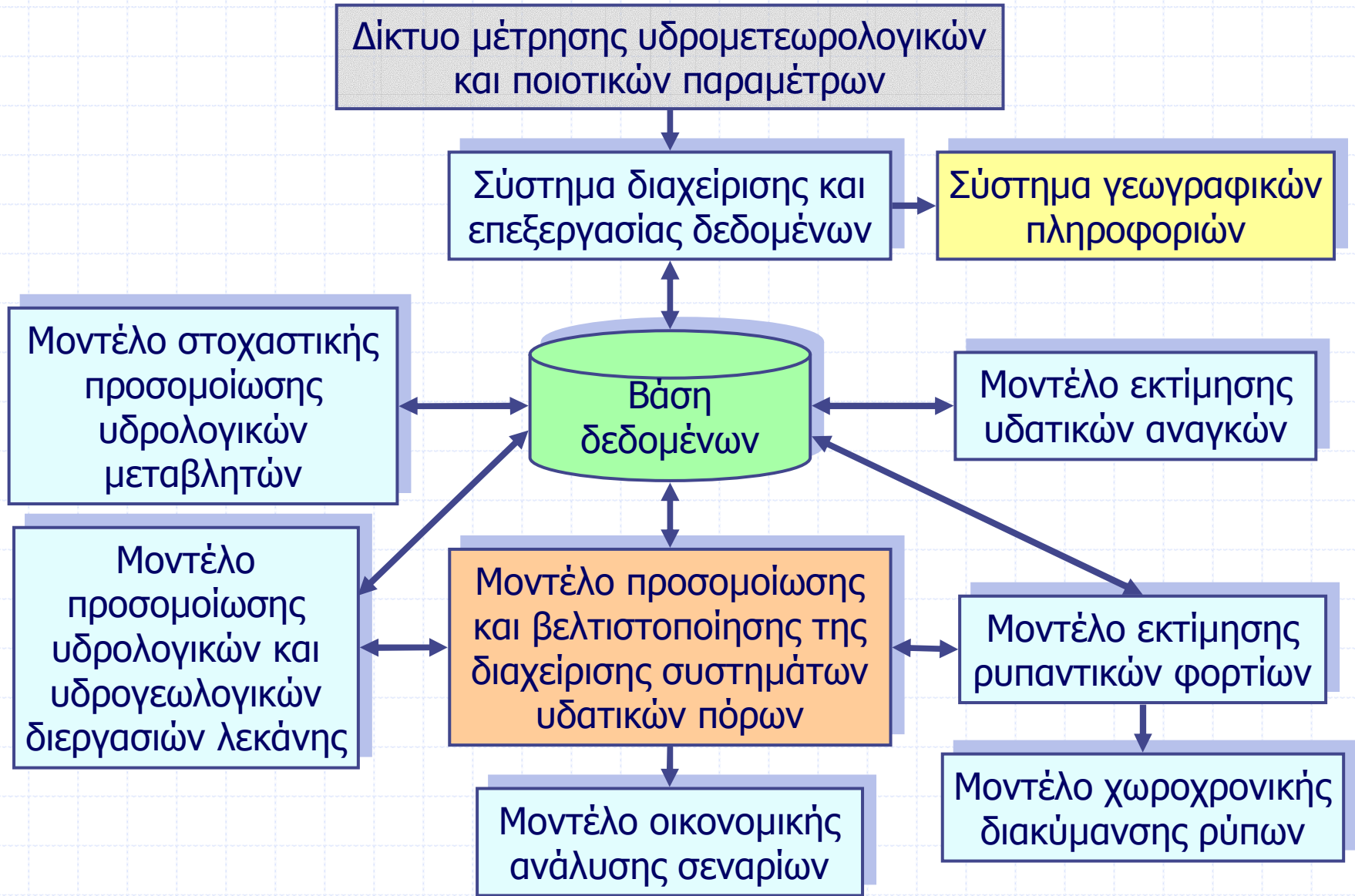
Πρόγνωση αστοχίας στόχου: Ζήτηση Μάνδρα



Μελλοντικές προοπτικές - Το έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ

- ◆ **Αντικείμενο του έργου:** Ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος εργαλείων πληροφορικής, που σε συνδυασμό με ένα παράλληλο πλαίσιο μεθοδολογιών και προδιαγραφών, θα παρέχει την κατάλληλη υποδομή για την ορθολογική διαχείριση συστημάτων υδατικών πόρων από μικρής έως μεγάλης κλίμακας
- ◆ **Τελικό προϊόν:** Δέσμη υπολογιστικών εργαλείων ανάλυσης, προσομοίωσης και διαχείρισης υδατικών πόρων (συνολικά 8 εφαρμογές λογισμικού) που θα ολοκληρωθούν σε ένα ενιαίο πληροφοριακό σύστημα γενικής χρήσης
- ◆ **Συμμετέχοντες φορείς:** NAMA – Σύμβουλοι Μηχανικοί και Μελετητές (ανάδοχος, βιομηχανική έρευνα), Τομέας Υδατικών Πόρων ΕΜΠ (βασική έρευνα), ΔΕΥΑ Καρδίτσας & Αειφορική Δωδεκανήσου (πilotικές εφαρμογές), Marathon Data Systems (εμπορική προώθηση)
- ◆ **Λοιπά στοιχεία:** Χρηματοδοτικό πρόγραμμα ΕΠΑΝ (ΕΕ, ΓΓΕΤ), προϋπολογισμός 2 εκατ. ευρώ, διάρκεια 3 έτη (2003-2006), ερευνητική ομάδα 60 άτομα

ΟΔΥΣΣΕΥΣ: Δομή του υπολογιστικού συστήματος



Συμπεράσματα

- ◆ Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (ΣΥΑ) δεν υπονοούν αυτοματοποίηση των αποφάσεων, αλλά υποστήριξη στη λήψη τους
- ◆ Τα ιδιαίτερα πολύπλοκα και απαιτητικά προβλήματα τεχνολογίας και διαχείρισης υδατικών πόρων αποτελούν ένα από τα προνομιακά πεδία εφαρμογής των ΣΥΑ
- ◆ Η συμβολή του ΕΜΠ στην υλοποίηση πληροφοριακών συστημάτων υποστήριξης της διαχείρισης των υδατικών πόρων χαρακτηρίζεται από:
 - ανάπτυξη πρωτότυπων μαθηματικών μοντέλων
 - χρήση προηγμένων τεχνολογιών
 - ολοκληρωμένη προσέγγιση
 - διαρκή βελτίωση των χρησιμοποιούμενων μεθοδολογιών και εργαλείων
 - αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της βασικής έρευνας προς μια επιχειρησιακή κατεύθυνση
- ◆ Το ΣΥΑ που αναπτύχθηκε για το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας έχει συμβάλει στη βελτίωση της διαχείρισής του, με έμφαση στο τρίπτυχο

βιώσιμη αξιοποίηση ⇔ αξιοπιστία ⇔ οικονομικότητα