

Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων

Εισαγωγή

Δημήτρης Κουτσογιάννης
Τομέας Υδατικών Πόρων
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Γενικές έννοιες

◆ Σύστημα (system)

- (1) Σύνολο συνδεδεμένων τμημάτων που αποτελούν μια ολότητα (Chow et al., 1988, σ. 5).
- (2) Μια φυσική (ή και μαθηματική) οντότητα που μετασχηματίζει μια ή περισσότερες εισόδους σε μια ή περισσότερες εξόδους (συμφωνεί με τη χρήση που γίνεται π.χ. από τους Dingman, 1994, σ. 382, O'Donnell, 1986).
- (3) Ένα σύνολο ανεξάρτητων μεταξύ τους στοιχείων που αλληλεπιδρούν, το οποίο χαρακτηρίζεται από (α) ένα σύνορο που καθορίζει αν ένα στοιχείο ανήκει στο σύστημα ή το περιβάλλον, (β) αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον (είσοδοι – έξοδοι), και (γ) σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του και των εισόδων και εξόδων (Mays and Tung, 1992, σ. 8).

◆ Συστημική προσέγγιση (systems approach)

Μια μεθοδολογική αντιμετώπιση πολύπλοκων δομών ή φαινομένων χωρίς λεπτομερειακή θεώρηση των σχέσεων ή φυσικών διεργασιών που τα διέπουν (Dingman, 1994, σ. 382).

◆ Ανάλυση συστημάτων (systems analysis)

- (1) Μελέτη που αποσκοπεί στην αναγνώριση του τρόπου με τον οποίο αλληλεπιδρούν τα στοιχεία του συστήματος μεταξύ τους και με το περιβάλλον (Grigg, 1996, σ. 115)
- (2) Αναλυτική μελέτη που εξυπηρετεί την αναγνώριση και επιλογή μιας προτιμητέας δράσης μεταξύ πολλών εφικτών εναλλακτικών δράσεων (Biswas, 1976, σ. 6).
- (3) Η επιστημονική περιοχή με αντικείμενο τη λήψη βέλτιστων αποφάσεων – όρος πρακτικώς συνώνυμος με τους τεχνολογία συστημάτων (systems engineering), επιχειρησιακή έρευνα (operations research) και επιστήμη διοίκησης (management science) (Loucks et. al. 1981, σ. 14).

◆ Βελτιστοποίηση (optimisation)

Η διαδικασία εύρεσης της βέλτιστης δράσης σε ένα σύνολο εφικτών δράσεων.

Γενικές έννοιες (2)

◆ Υδροσύστημα (hydrosystem):

Σύστημα που αποτελείται από φυσικά υδάτινα σώματα και τεχνικά έργα, που συνεργαζόμενα εξυπηρετούν ένα ή περισσότερους σκοπούς, οι οποίοι αναφέρονται τόσο στην αξιοποίηση του νερού ως *φυσικού πόρου*, όσο και στην προστασία από την καταστροφική δράση του νερού ως *φυσικού κινδύνου* (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1998, σ. 4).

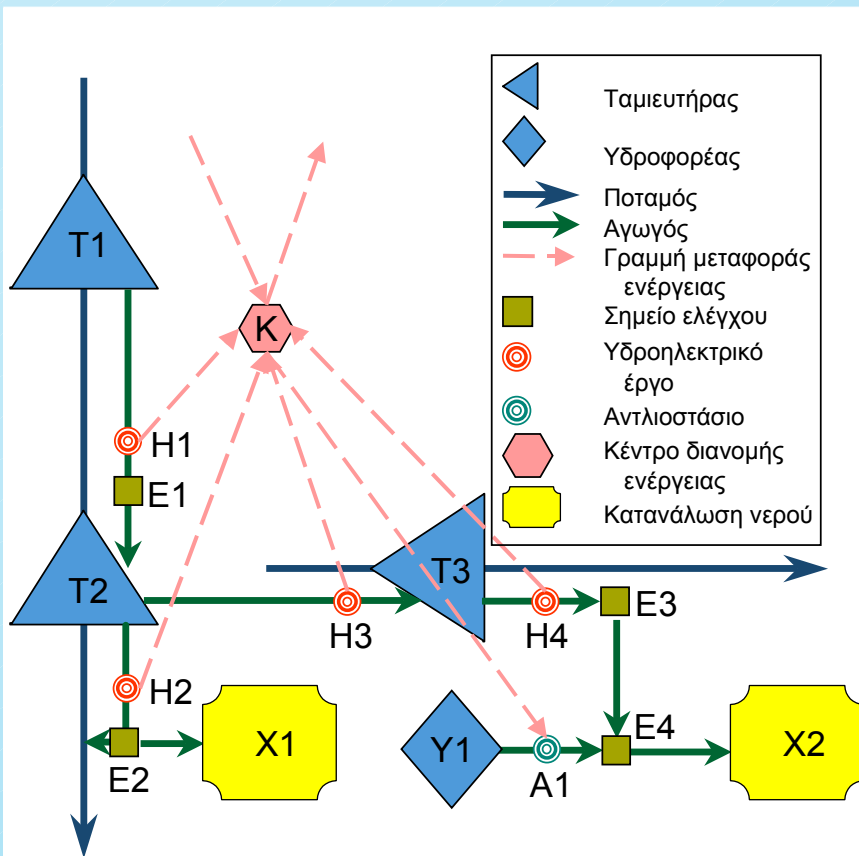
◆ Σύστημα υδατικών πόρων (water resources system):

- (1) Όρος συνώνυμος του υδροσυστήματος (π.χ. Grigg, 1996, σ. 115).
- (2) Όρος με περιεχόμενο στενότερο του υδροσυστήματος – δεν περιλαμβάνει τα συστήματα ελέγχου πλημμυρών (π.χ. Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1998, σ. 33· Mays and Tung, 1992, σ. 3).

◆ Σχεδιασμός - Λειτουργία υδροσυστήματος

- Παραδοσιακή αντιμετώπιση: Συνιστώσες \Rightarrow Υδροσύστημα
- Σύγχρονη αντιμετώπιση: Υδροσύστημα \Rightarrow Συνιστώσες

Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 2



Σχηματική παράσταση συστήματος υδατικών πόρων

◆ Στόχοι ή/και δεσμεύσεις

- Καταναλωτικές χρήσεις
- Ενέργεια
- Προστασία από πλημμύρες
- Οικονομική ωφέλεια
- Περιβαλλοντική διατήρηση

◆ Περιορισμοί

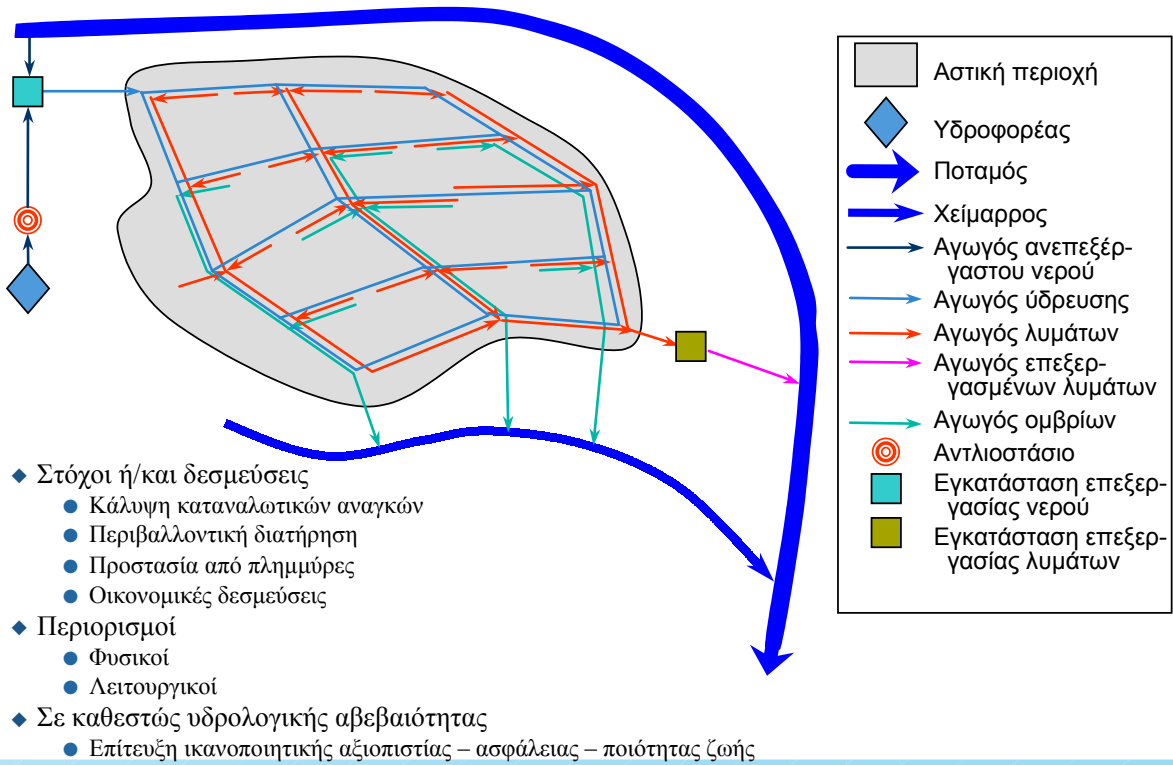
- Φυσικοί
- Λειτουργικοί

◆ Σε καθεστώς υδρολογικής αβεβαιότητας

- Επίτευξη ικανοποιητικής αξιοπιστίας

Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 3

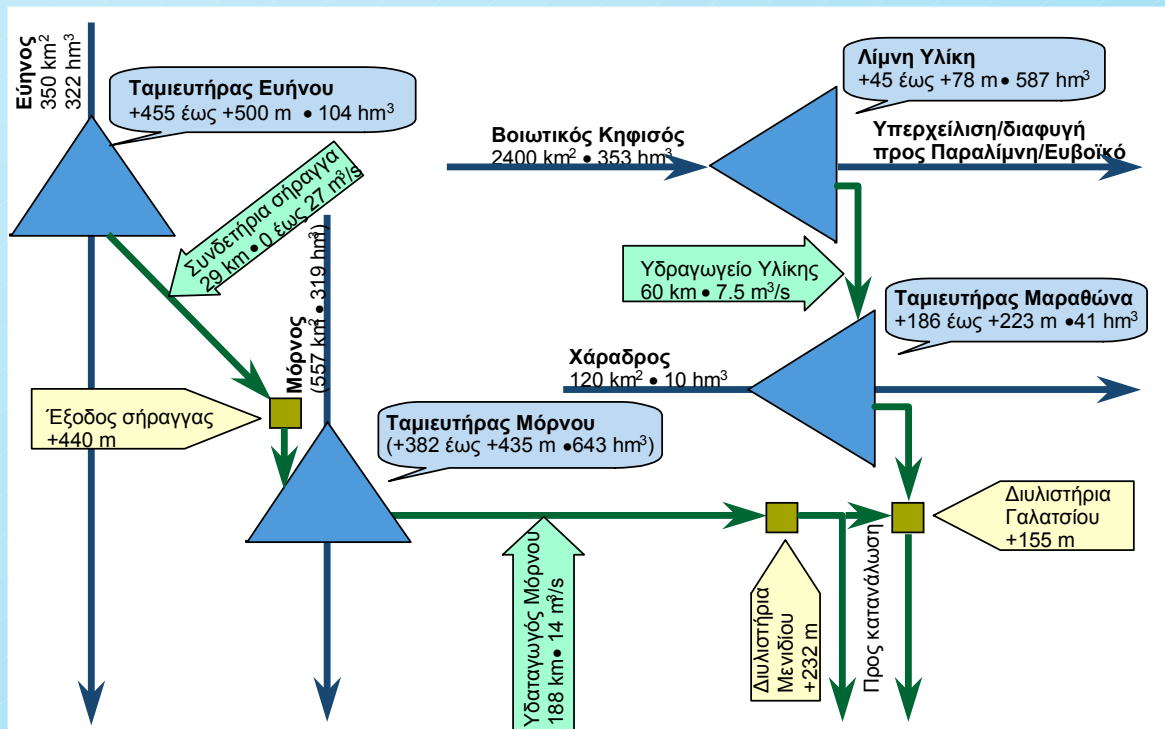
Σχηματική παράσταση αστικού υδροσυστήματος



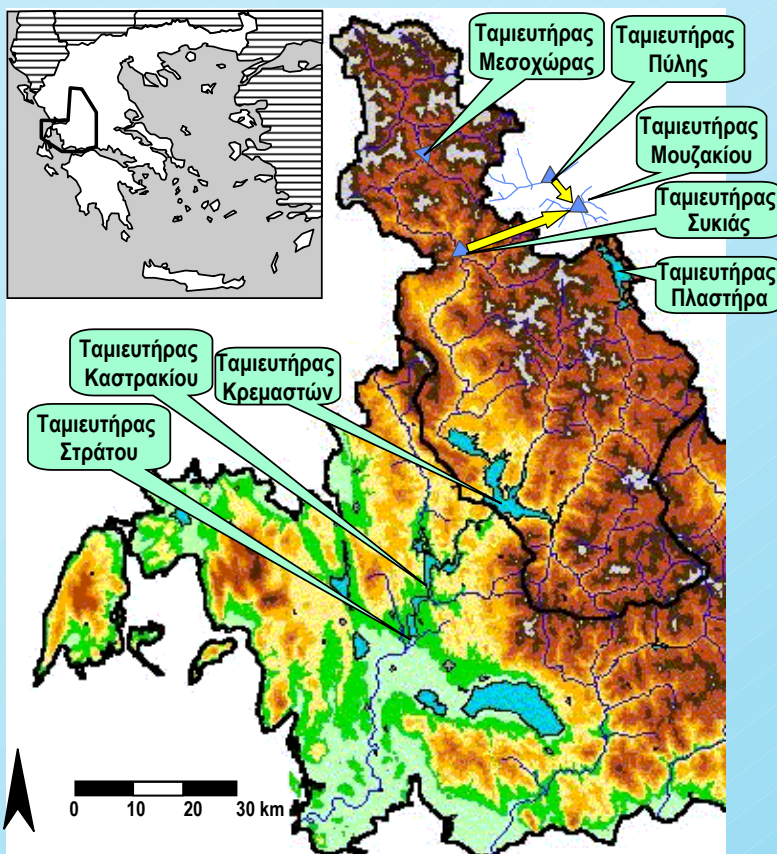
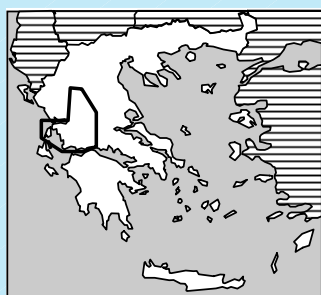
Παράδειγμα 1: Το σύστημα υδροδότησης της Αθήνας



Σχηματική παράσταση του συστήματος υδροδότησης της Αθήνας



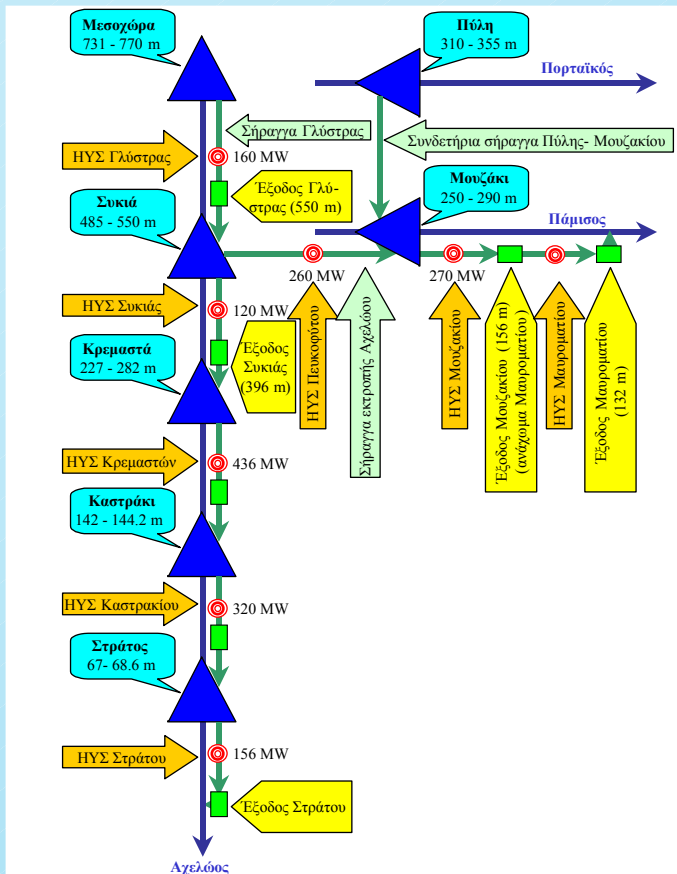
Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 6



Παράδειγμα 2: Το υδrosύστημα Αχελώου

- 5 ταμιευτήρες στον Αχελώο (+Πλαστήρα)
- Σενάριο εκτροπής στη Θεσσαλία με 2 επιπλέον ταμιευτήρες
- 7 υδροηλεκτρικοί σταθμοί (κατά μέγιστο)
- Σύστημα αγωγών εκτροπής
- Κύρια χρήση: Υδροηλεκτρική ενέργεια
- Δευτερεύουσα χρήση: άρδευση
- Περιβαλλοντικές δεσμεύσεις

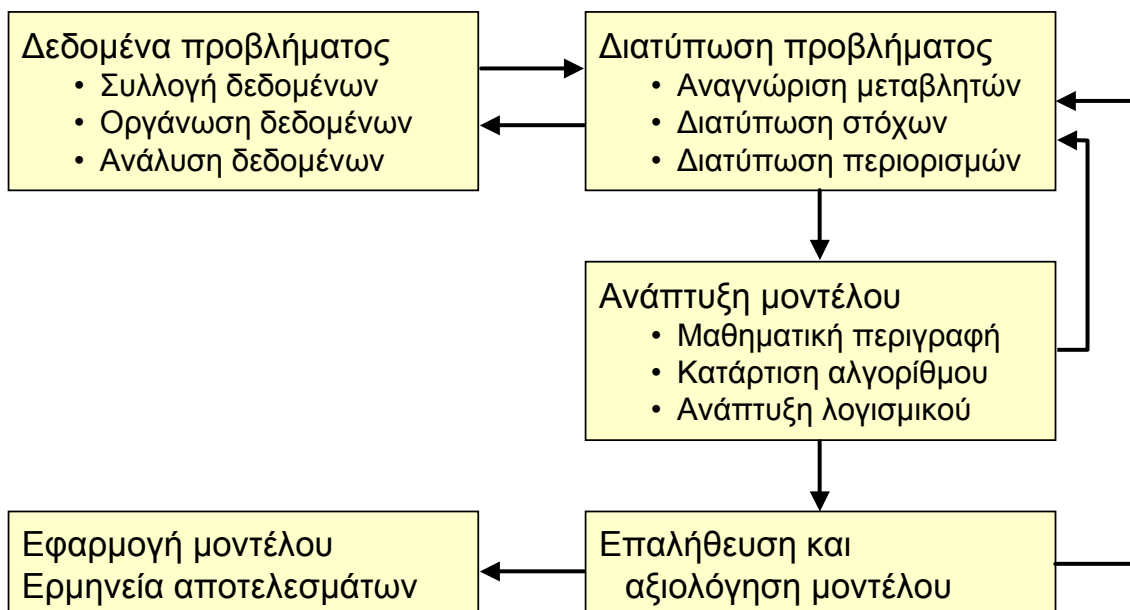
Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 7



Σχηματική παράσταση του υδροσυστήματος Αχελώου

Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 8

Γενική διαδικασία κατασκευής μοντέλου υδροσυστήματος

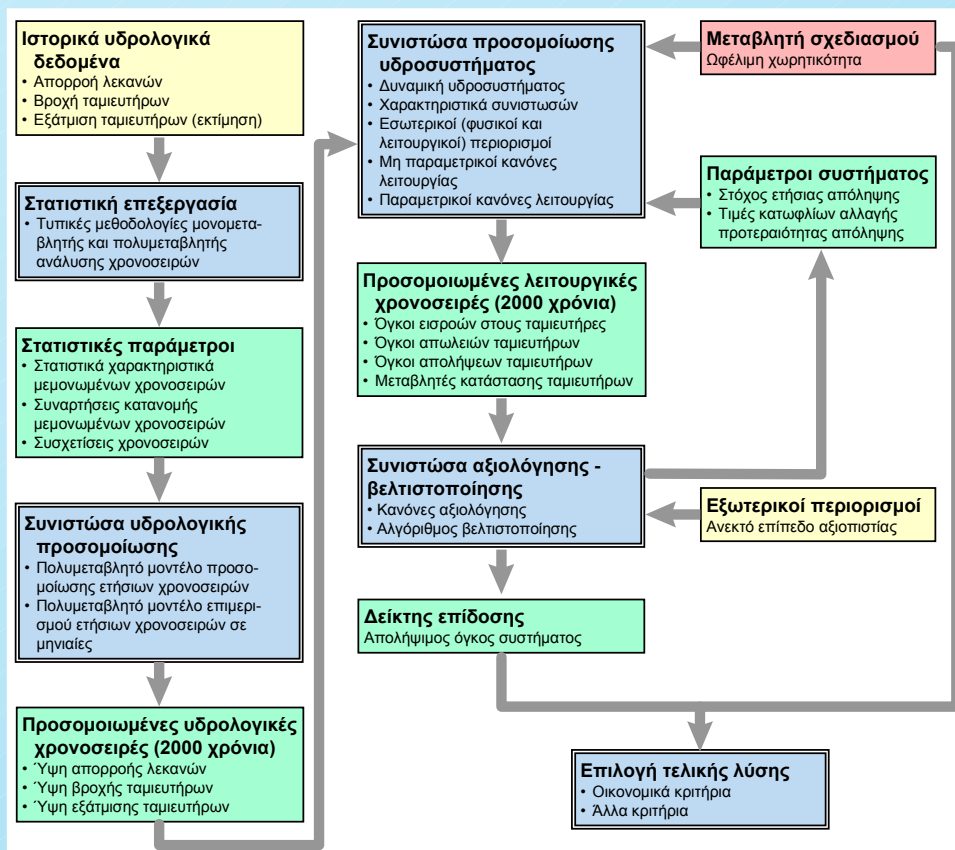


Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 9

Τυπικές κατηγορίες δεδομένων για την ανάλυση υδροσυστημάτων

Γεωγραφικά δεδομένα	Υδρολογικά δεδομένα	Υδρογεωλογικά δεδομένα	Δεδομένα ποιότητας	Δεδομένα έργων αξιοποίησης	Διαχειριστικά δεδομένα
<ul style="list-style-type: none"> • Ανάγλυφο (Ισοϋψείς καμπύλες) • Υδρογραφικό δίκτυο • Οικισμοί • Οδικό δίκτυο • Γεωλογικά & τεκτονικά στοιχεία • Διοικητικές πληροφορίες • Δημογραφικά δεδομένα 	<ul style="list-style-type: none"> • Υδρολογικές λεκάνες • Χαρακτηριστικά σταθμών μέτρησης • Χρονοσειρές <ul style="list-style-type: none"> * Βροχής * Στάθμης ποταμών * Παροχής ποταμών * Στάθμης λιμνών * Μετεωρολογικών δεδομένων 	<ul style="list-style-type: none"> • Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί • Σημεία εμφάνισης νερού (πηγές, γεωτρήσεις) • Χρονοσειρές παροχής <ul style="list-style-type: none"> * Πηγών * Γεωτρήσεων • Χάρτες πιεζομετρίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Σημειακές πηγές ρύπανσης • Κατανεμημένες πηγές ρύπανσης • Ζώνες με προβλήματα ρύπανσης • Χρονοσειρές μετρήσεων ποιότητας <ul style="list-style-type: none"> * Ποταμών * Λιμνών * Υπόγειων νερών • Σημεία απαίτησης ελάχιστης παροχής 	<ul style="list-style-type: none"> • Ταμιευτήρες • Αγωγοί μεταφοράς • Δίκτυα διανομής • Αντλιοστάσια • Υδροηλεκτρικοί σταθμοί • Διυλιστήρια • Εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων 	<ul style="list-style-type: none"> • Θέσεις κατανάλωσης νερού • Αρδευόμενες περιοχές • Φορείς διαχείρισης – Όρια ευθύνης • Χαρακτηριστικά αγροτικής παραγωγής • Τιμές μονάδας <ul style="list-style-type: none"> * Υδρευτικού νερού * Ενέργειας * Γεωργικών προϊόντων • Άλλα οικονομικά στοιχεία

Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 10



Διάρθρωση ενός συνολικού μοντέλου του συστήματος υδροδότησης της Αθήνας

Στόχος του μοντέλου:
Σχεδιασμός του ταμιευτήρα Ευήνου (ρυθμιστικός όγκος)

Πηγές:
Κουτσογιάννης κ.ά. (1991)
Κουτσογιάννης (1997).

Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 11



Διάρθρωση ενός συνολικού μοντέλου του υδροσυστήματος Αχελώου

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

Πηγές: Κουτσογιάννης (1996, 1997).

Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 12

Τα μοντέλα δεν λύνουν όλα τα προβλήματα



Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 13

Βασική βιβλιογραφία

- ◆ Biswas, A. K., *Systems Approach to Water Management*, McGraw-Hill, New York, 1976.
- ◆ Grigg, N. S., *Water Resources Management*, McGraw-Hill, New York, 1996.
- ◆ Loucks, D. P., Stedinger, J. R., and Haith, D. A., *Water Resource System Planning and Analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1981.
- ◆ Mays, L. W., and Y.-K. Tung, *Hydrosystems Engineering and Management* McGraw-Hill, New York, 1992.
- ◆ Mays, L. W., and Y.-K. Tung, Systems analysis, in *Water Resources Handbook*, edited by L. W. Mays, McGraw-Hill, New York, 1996.
- ◆ Winston, W. L., *Operations Research, Applications and Algorithms*, 3rd ed., Duxbury, Belmont, 1994.
- ◆ Winston, W. L., and S. C. Albright, *Practical Management Science, Spreadsheet modeling and Applications*, Duxbury, Belmont, 1997.

Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 14

Αναφορές

- ◆ Κουτσογιάννης, Δ., Μελέτη λειτουργίας των ταμιευτήρων, στα πλαίσια της *Γενικής Διάταξης Έργων Εκτροπής Αχελώου προς τη Θεσσαλία*, ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΔΕ Αχελώου, Αθήνα, 1996.
- ◆ Κουτσογιάννης, Δ., Από το μεμονωμένο υδραυλικό έργο στο υδροσύστημα: Το παράδειγμα του υδρολογικού σχεδιασμού των έργων Ευήνου, *Πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου των Τμημάτων Πολιτικών Μηχανικών*, Θεσσαλονίκη, 14-17 Μαΐου 1997, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 1997.
- ◆ Κουτσογιάννης, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος, *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 2, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1997.
- ◆ Κουτσογιάννης, Δ., Ι. Ναλμπάντης και Ν. Μαμάσης, Υδρολογική διερεύνηση, Έκθεση, *Προμελέτη ενίσχυσης του υδατικού δυναμικού του ταμιευτήρα Μόρνου από τη λεκάνη του ποταμού Ευήνου*, Εισαγωγικό μέρος, Υπουργείο Χωροταξίας, Περιβάλλονος και Δημοσίων Έργων, Αθήνα, 1991.
- ◆ Chow, V. T., D. R. Maidment, and L. W. Mays, *Applied Hydrology*, McGraw-Hill, 1988.
- ◆ Dingman, S. L., *Physical Hydrology*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1994.
- ◆ O'Donnell, T., Deterministic catchment modelling, in *River flow modelling and forecasting*, edited by D. A. Kraijenhoff, and J. R. Moll, D.Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1986.

Δ. Κουτσογιάννης, Βελτιστοποίηση συστημάτων υδατικών πόρων – Εισαγωγή 15