

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).

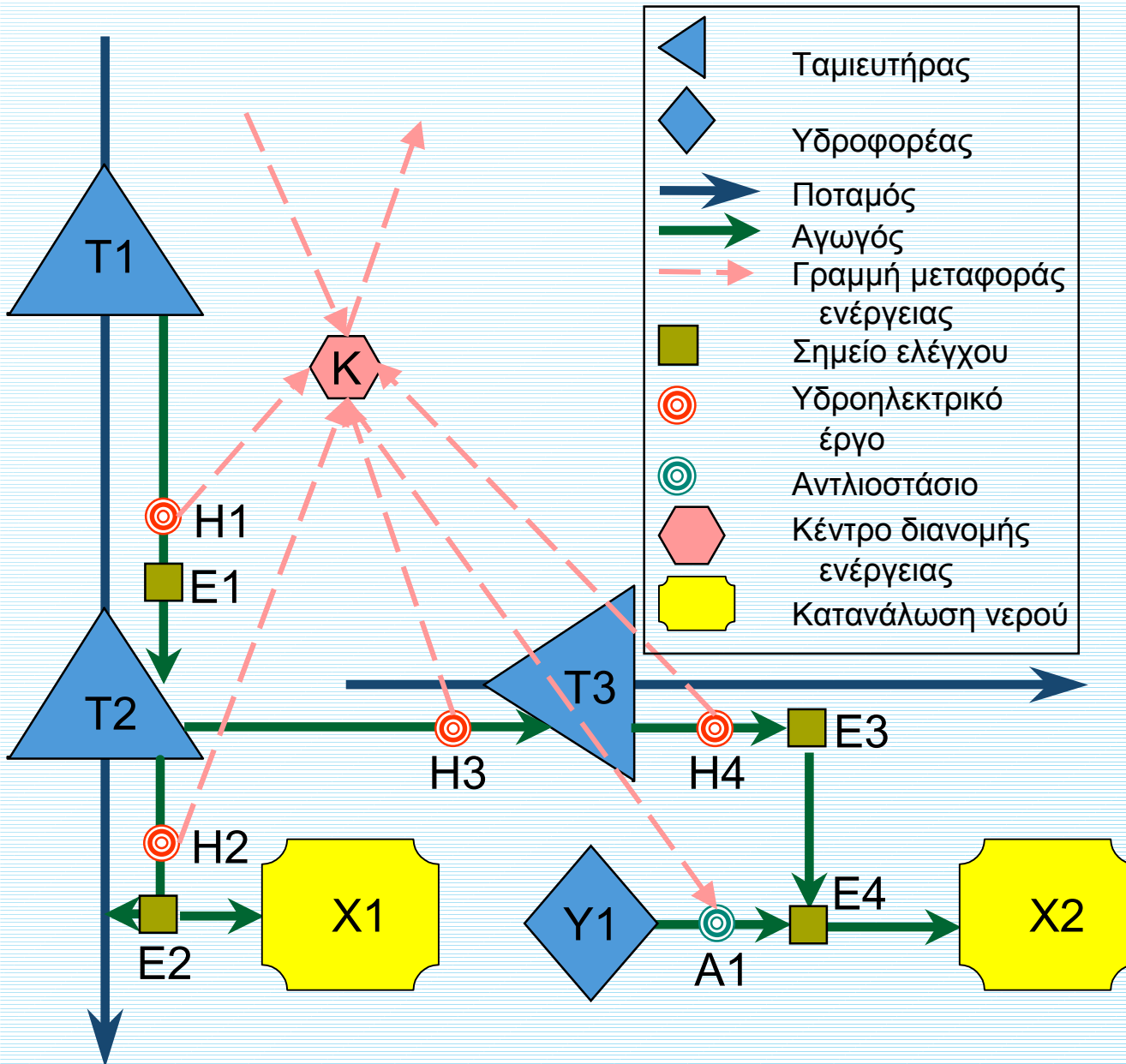
◆ Σύστημα υδατικών πόρων (water resources system):

- (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

Σχηματική παράσταση συστήματος υδατικών πόρων



◆ Στόχοι ή/και δεσμεύσεις

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

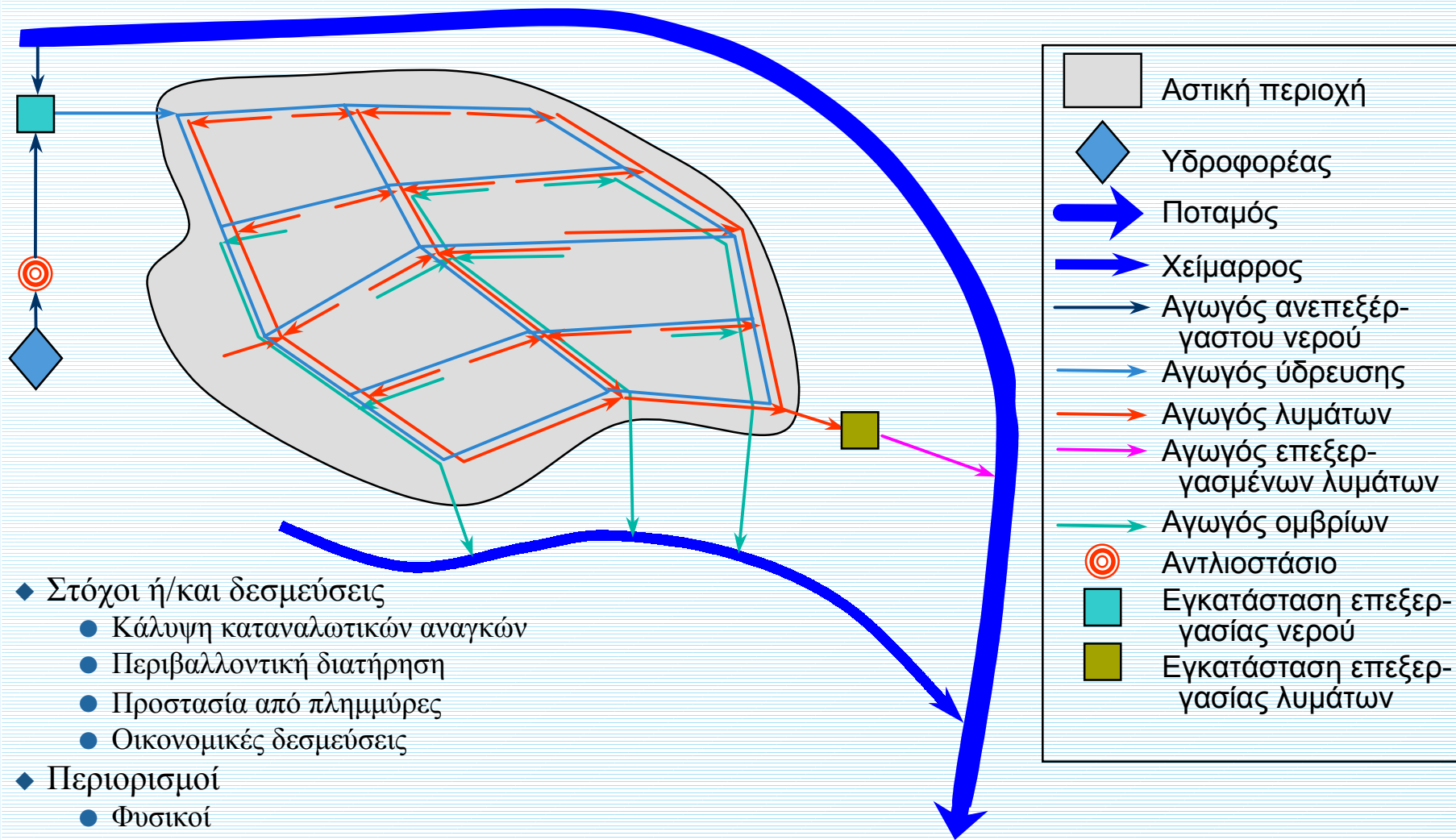
◆ Περιορισμοί

- Φυσικοί
- Λειτουργικοί

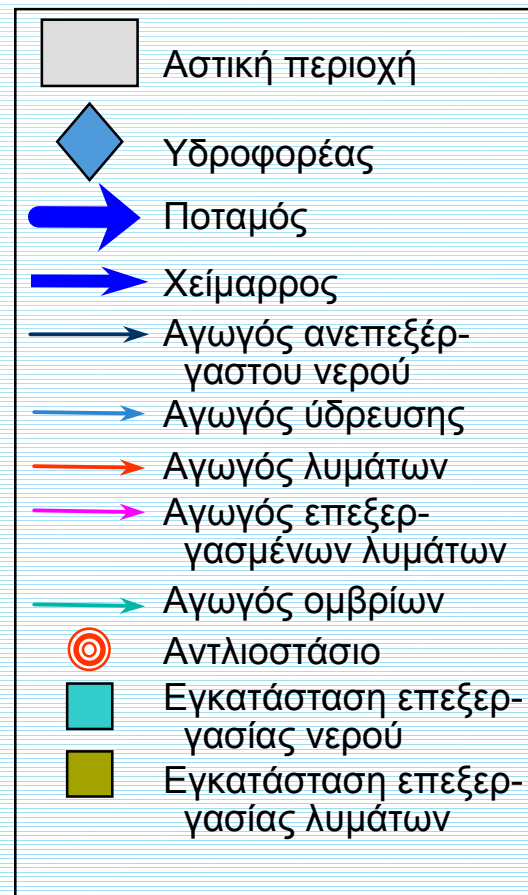
◆ Σε καθεστώς υδρολογικής αβεβαιότητας

- Επίτευξη ικανοποιητικής αξιοπιστίας

Σχηματική παράσταση αστικού υδροσυστήματος



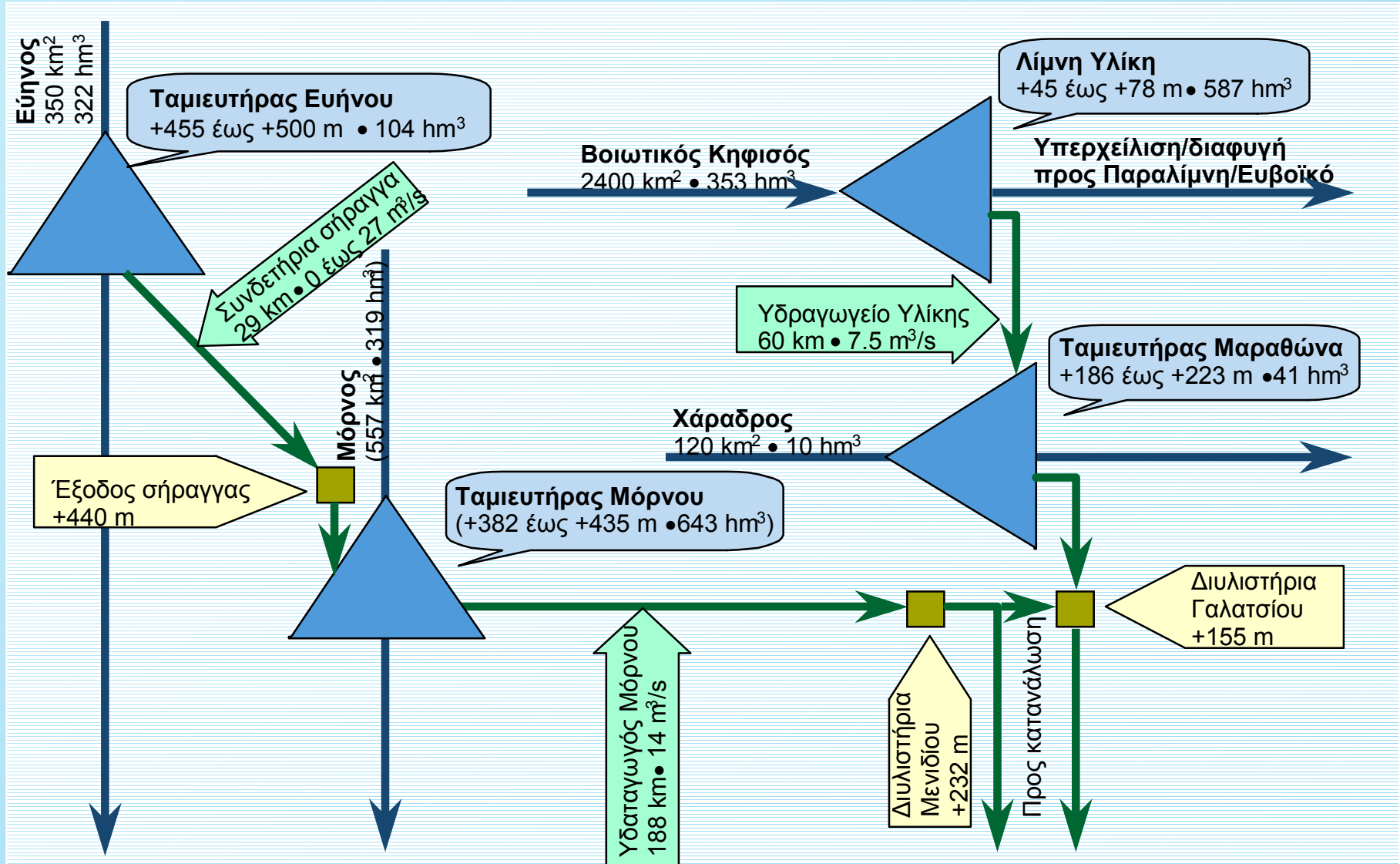
- ◆ Στόχοι ή/και δεσμεύσεις
 - Κάλυψη καταναλωτικών αναγκών
 - Περιβαλλοντική διατήρηση
 - Προστασία από πλημμύρες
 - Οικονομικές δεσμεύσεις
- ◆ Περιορισμοί
 - Φυσικοί
 - Λειτουργικοί
- ◆ Σε καθεστώς υδρολογικής αβεβαιότητας
 - Επίτευξη ικανοποιητικής αξιοπιστίας – ασφάλειας – ποιότητας ζωής



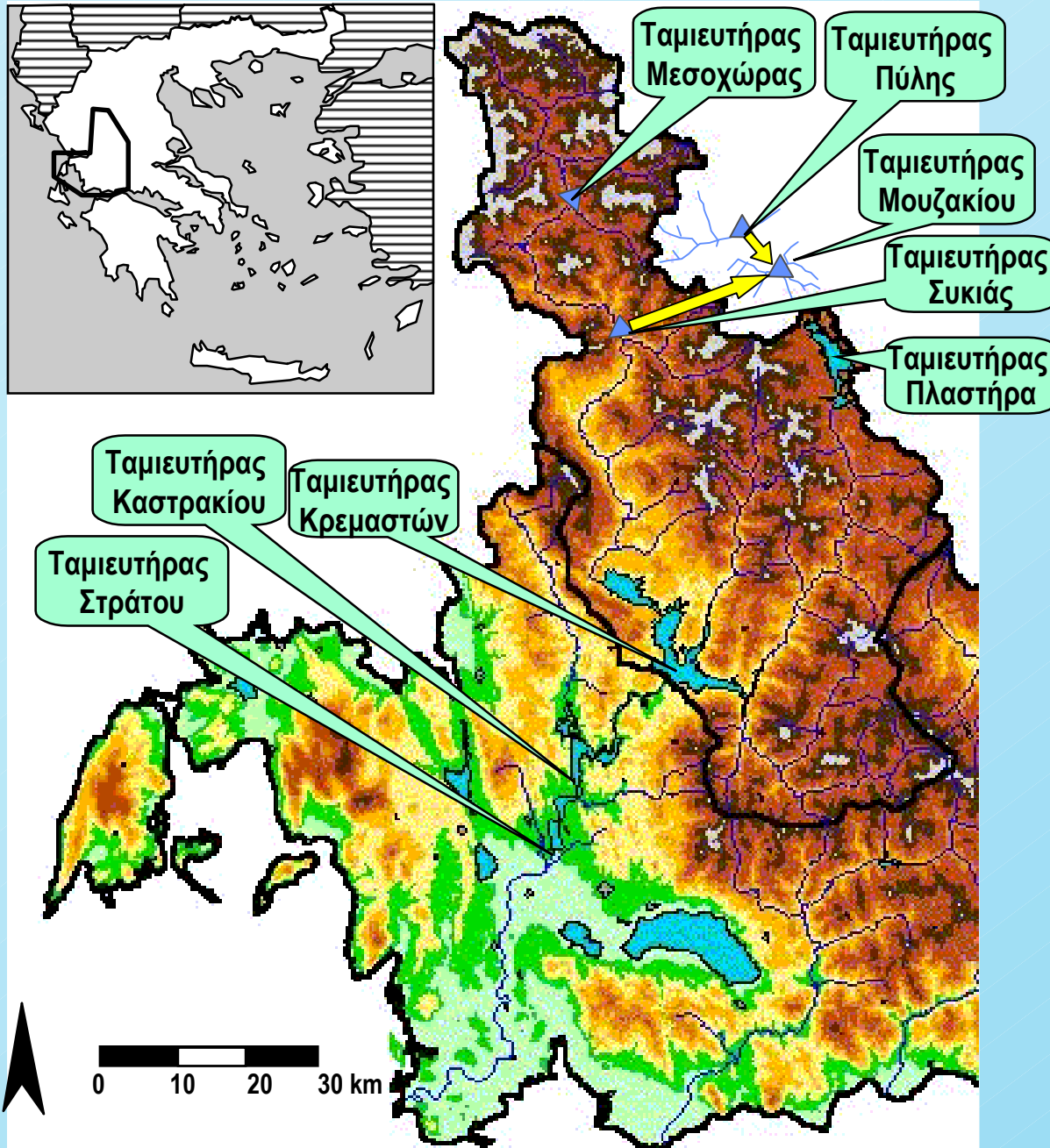
Παράδειγμα 1: Το σύστημα υδροδότησης της Αθήνας



Σχηματική παράσταση του συστήματος υδροδότησης της Αθήνας

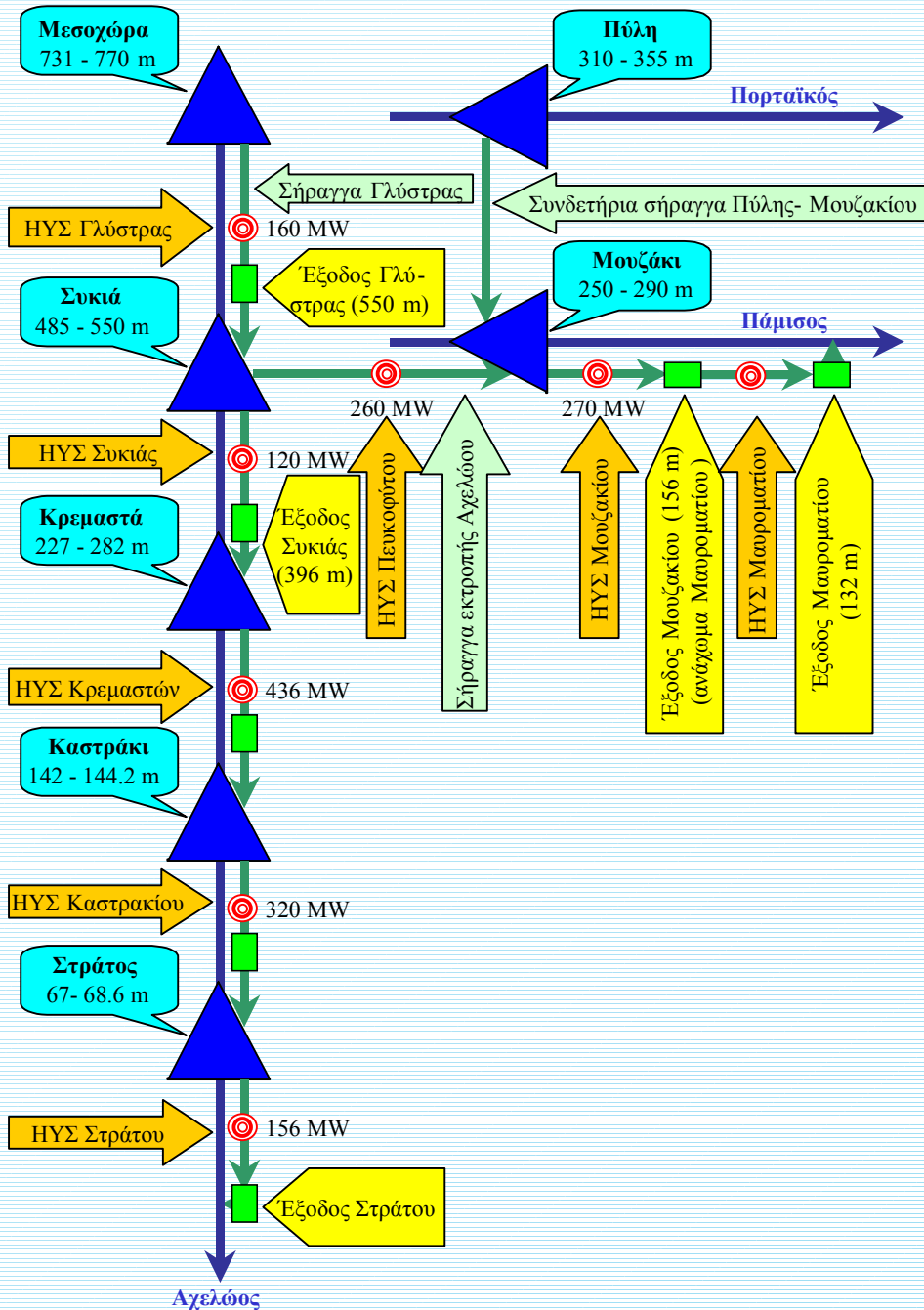


Παράδειγμα 2: Το υδροσύστημα Αχελώου

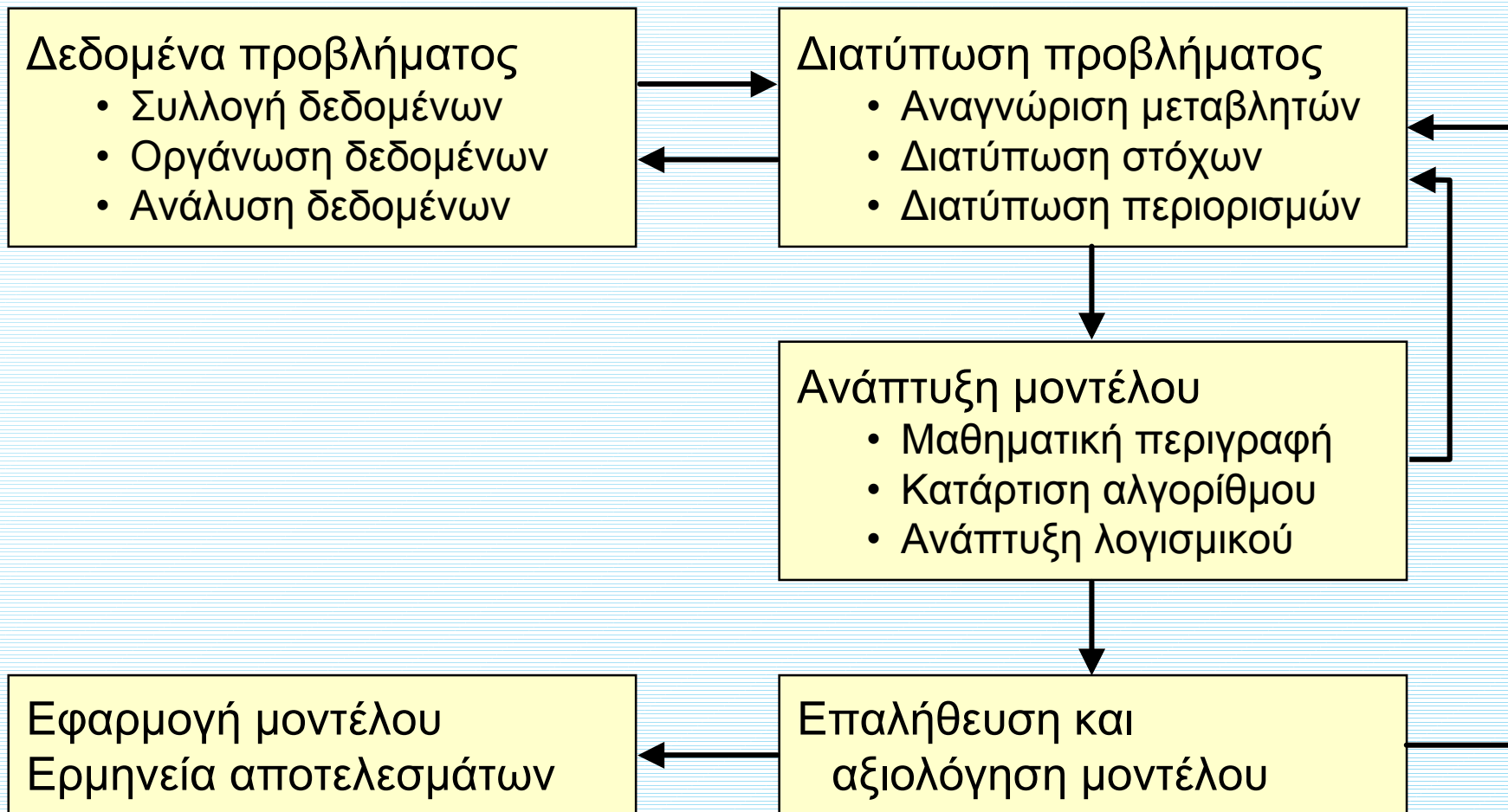


- 5 ταμιευτήρες στον Αχελώο (+Πλαστήρα)
- Σενάριο εκτροπής στη Θεσσαλία με 2 επιπλέον ταμιευτήρες
- 7 υδροηλεκτρικοί σταθμοί (κατά μέγιστο)
- Σύστημα αγωγών εκτροπής
- Κύρια χρήση: Υδροηλεκτρική ενέργεια
- Δευτερεύουσα χρήση: άρδευση
- Περιβαλλοντικές δεσμεύσεις

Σχηματική παράσταση του υδροσυστήματος Αχελώου

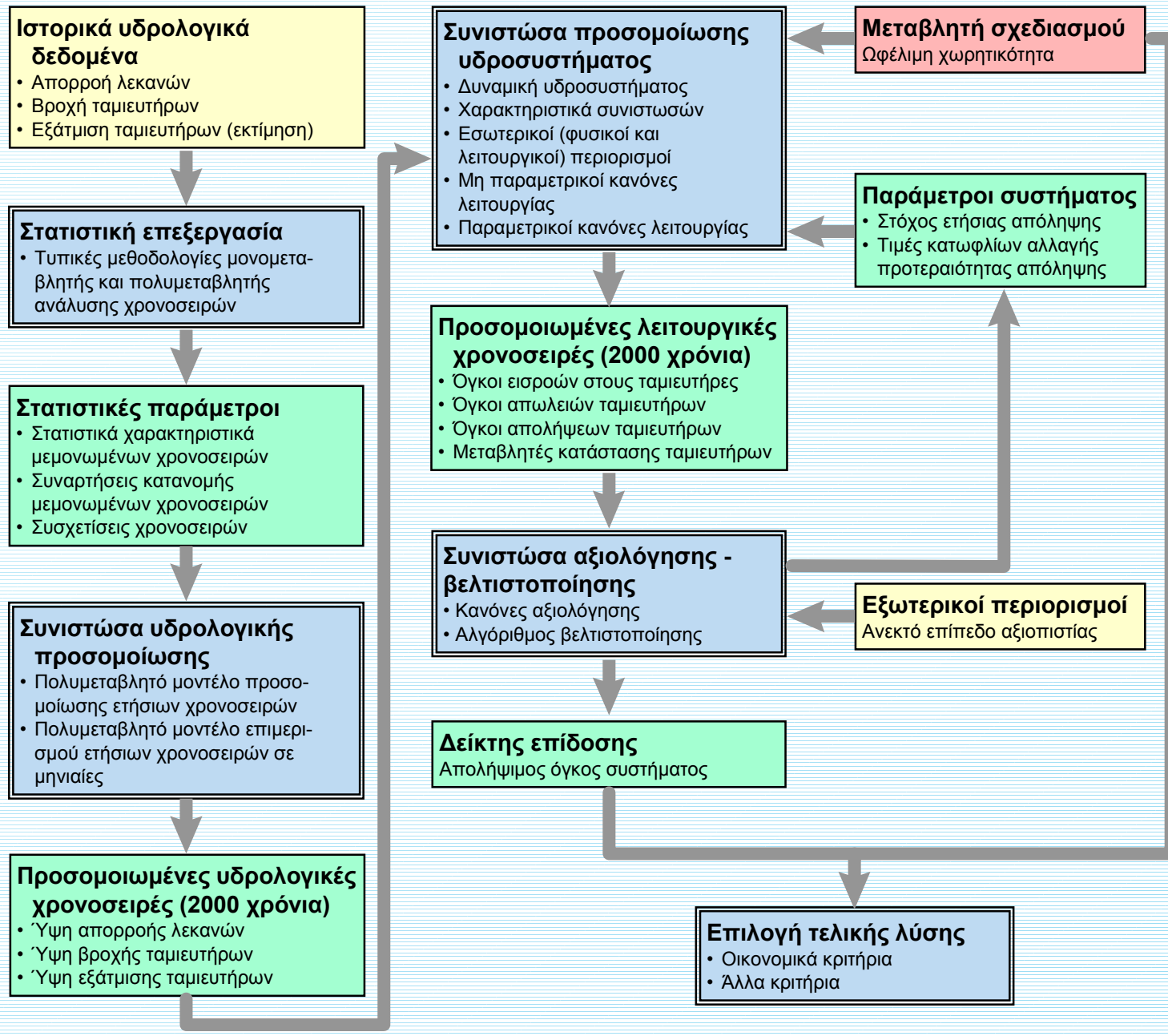


Γενική διαδικασία κατασκευής μοντέλου υδροσυστήματος



Τυπικές κατηγορίες δεδομένων για την ανάλυση υδροσυστημάτων

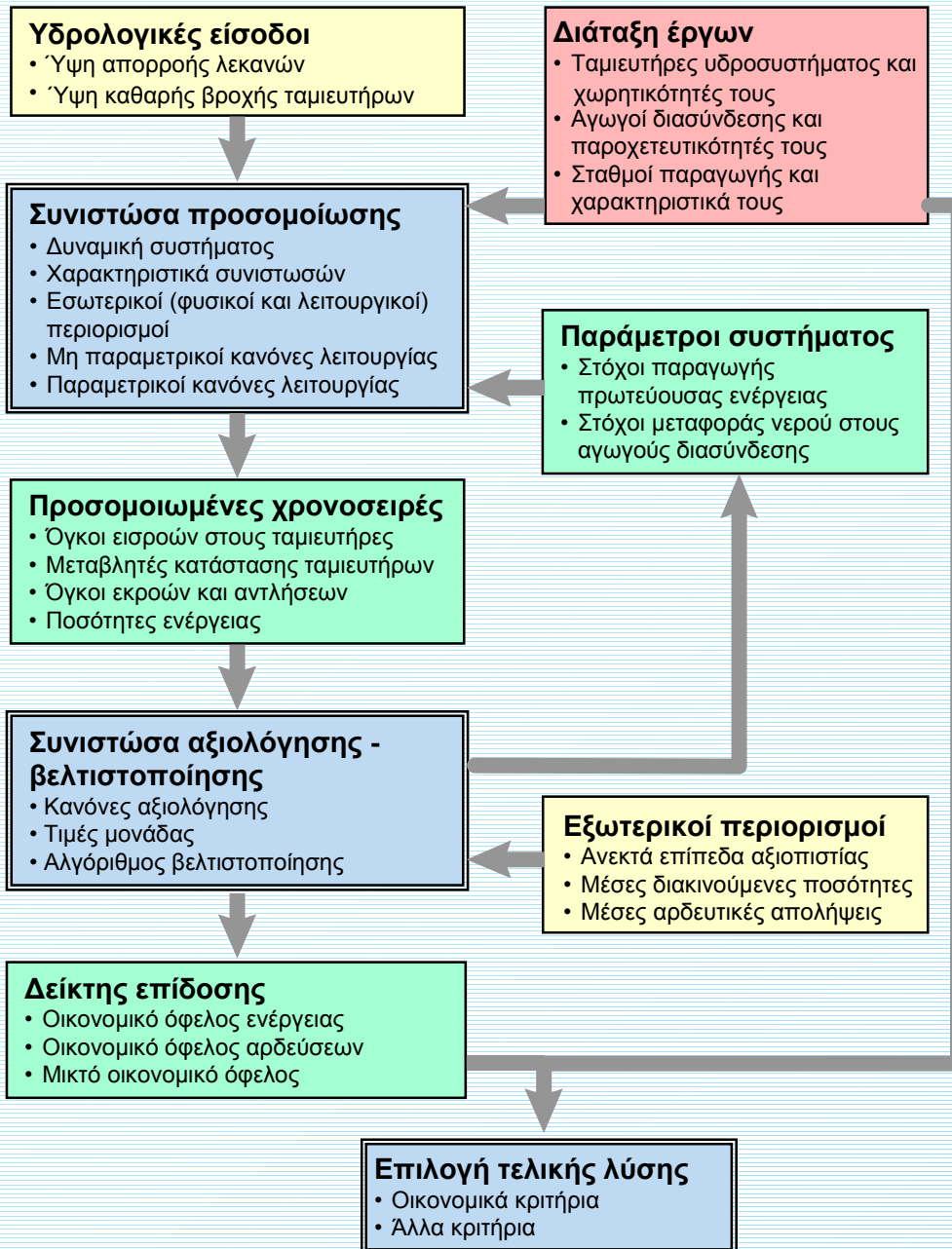
Γεωγραφικά δεδομένα	Υδρολογικά δεδομένα	Υδρογεωλογικά δεδομένα	Δεδομένα ποιότητας	Δεδομένα έργων αξιοποίησης	Διαχειριστικά δεδομένα
<ul style="list-style-type: none">• Ανάγλυφο (Ισοϋψείς καμπύλες)• Υδρογραφικό δίκτυο• Οικισμοί• Οδικό δίκτυο• Γεωλογικά & τεκτονικά στοιχεία• Διοικητικές πληροφορίες• Δημογραφικά 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



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).



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).

Τα μοντέλα δεν λύνουν όλα τα προβλήματα



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.

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 υδrosύστημα: 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, Περιβάλλοντος 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.