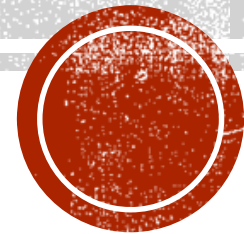




Τμήμα Γεωπονίας
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Διαχείριση Υδάτινων Πόρων
Ανάλυση προσφοράς και ζήτησης νερού
Ανάπτυξη μοντέλων



Αγγελική Μαραγκάκη
Μηχανικός Ορυκτών Πόρων, PhD

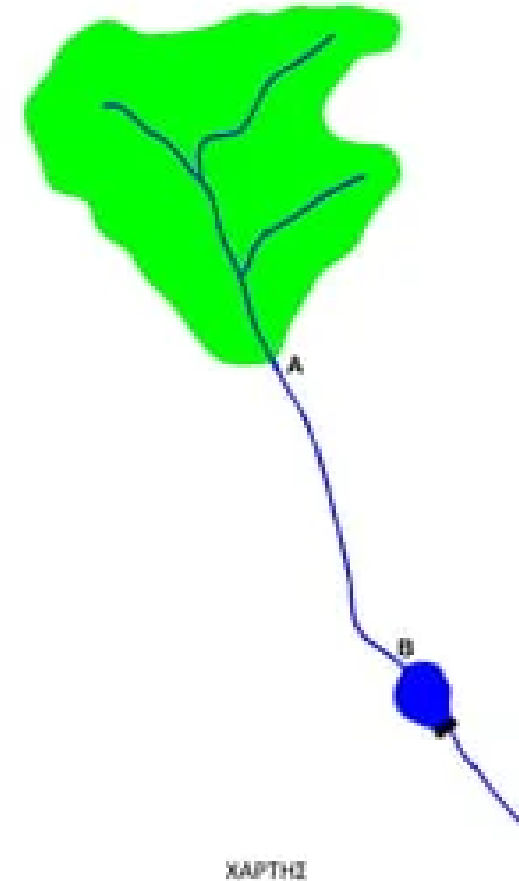
Μαθηματικά μοντέλα ΔΥΠ

- Καθορισμός ορίων υδροσυστήματος: Από τα σημεία σύλληψης των υδατικών πόρων (θέσεις προσφοράς νερού) μέχρι τα φυσικά όρια της λεκάνης (εκβολή) ή την κεφαλή των δικτύων διανομής (θέσεις ζήτησης νερού)
- Σχηματοποίηση μοντέλου: Διαδικασία μετασχηματισμού των συνιστωσών του φυσικού υδροσυστήματος σε συνιστώσες του μαθηματικού μοντέλου που αναπαριστά το εν λόγω σύστημα



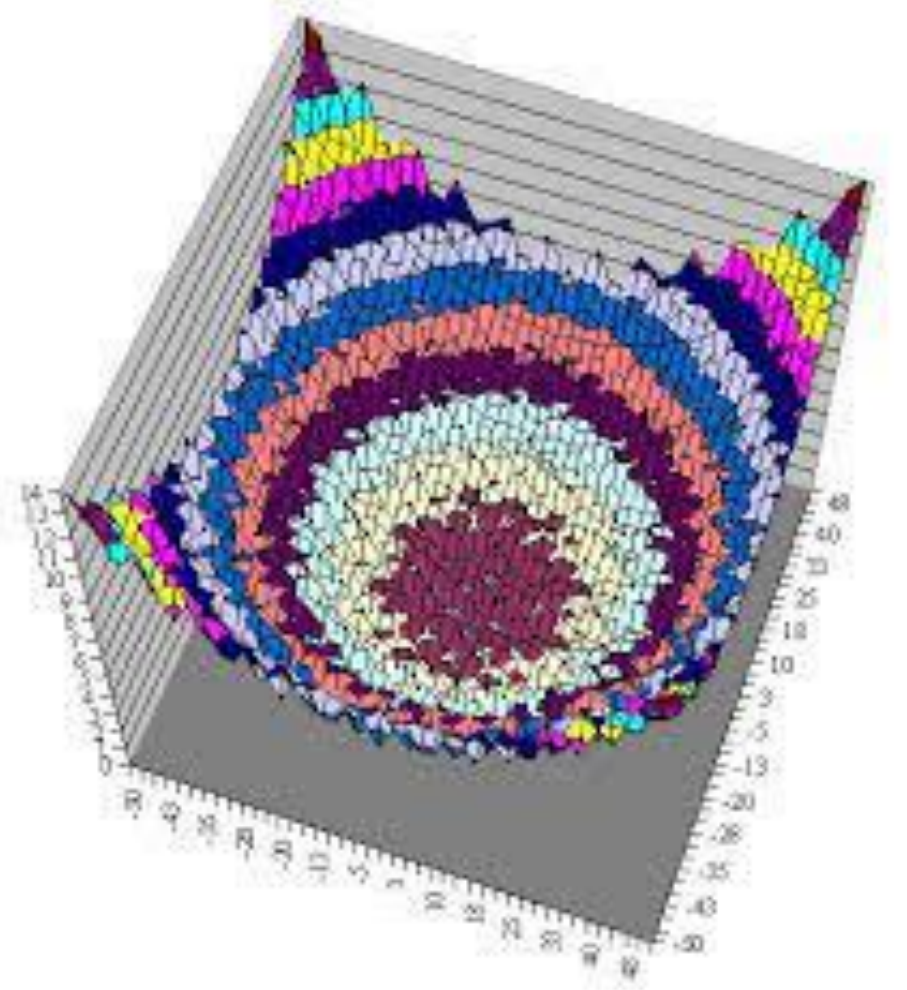
Μαθηματικά μοντέλα ΔΥΠ

- **Δεδομένα εισόδου:** Το σύνολο των στατικών και δυναμικών πληροφοριών (υδρολογικές εισροές, υδατικές ανάγκες, χαρακτηριστικά έργων, κλπ.) που απαιτούνται για τη διαμόρφωση του μαθηματικού μοντέλου
- **Διατύπωση διαχειριστικού προβλήματος:** Προσδιορισμός μεταβλητών ελέγχου, που περιγράφουν εναλλακτικές πολιτικές λειτουργίας του υδροσυστήματος, και κριτηρίων αποτίμησης των εν λόγω πολιτικών

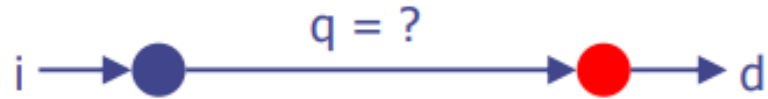


Μαθηματικά μοντέλα ΔΥΠ

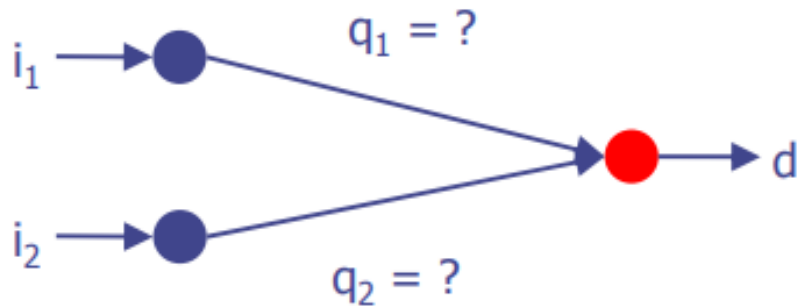
Βελτιστοποίηση υδροσυστήματος:
Συστηματική διαδικασία αναζήτησης της πλέον πρόσφορης διαχειριστικής πολιτικής, που βασίζεται σε μια διαδοχή από εναλλακτικές αποφάσεις και αξιολογήσεις των επιπτώσεων κάθε απόφασης, ως προς κάποιο καθολικό μέτρο επίδοσης



Στοιχειώδεις μαθηματικές διατυπώσεις



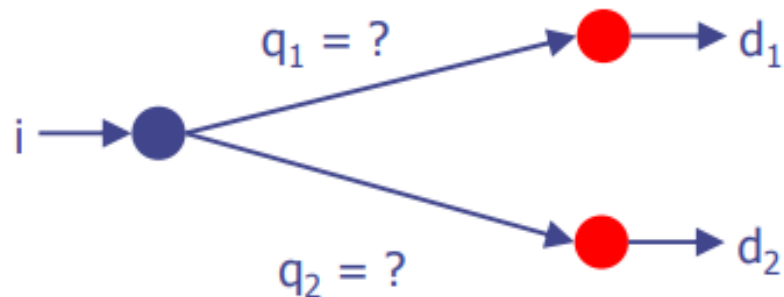
$$q = \min(i, d, u)$$



$$q_1 \leq \min(i_1, u_1)$$

$$q_2 \leq \min(i_2, u_2)$$

$$q_1 + q_2 \leq d$$



$$q_1 \leq \min(d_1, u_1)$$

$$q_2 \leq \min(d_2, u_2)$$

$$q_1 + q_2 \leq \min(i, d_1 + d_2)$$

i = προσφορά νερού, d = ζήτηση, q = παροχή, c = παροχетеυτικότητα



Συνιστώσες που αναπαρίστανται στα μοντέλα...

- ✓ συνιστώσες φυσικής προσφοράς νερού (λειάνες απορροής, υδροφορείς)
- ✓ υδάτινα σώματα (ποτάμια, λίμνες, πηγές)
- ✓ οικοσυστήματα και προστατευόμενες περιοχές
- ✓ έργα σύλληψης και αποθήκευσης επιφανειακών υδατικών πόρων (φράγματα, λιμνοδεξαμενές, διατάξεις εκτροπής)



Συνιστώσες που αναπαρίστανται στα μοντέλα...

- ✓ έργα άντλησης υπόγειων υδατικών πόρων (γεωτροήσεις, πηγάδια)
- ✓ έργα μεταφοράς νερού (υδραγωγεία ανοικτά, υπό πίεση, σίφωνες)
- ✓ έργα διαχείρισης υδραγωγείων (αντλιοστάσια, ρυθμιστές ροής)
- ✓ έργα παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας (στρόβιλοι, αντλιοστρόβιλοι)
- ✓ έργα βελτίωσης της ποιότητας του νερού (μονάδες επεξεργασίας αδιύλιστου νερού, μονάδες αφαλάτωσης)
- ✓ περιοχές ή μεμονωμένες θέσεις ζήτησης νερού (χρήστες ή ομάδες χρηστών)

Παραδοσιακή θεώρηση: Ανάλυση κατά συνιστώσες → Δράσεις στο υδροσύστημα

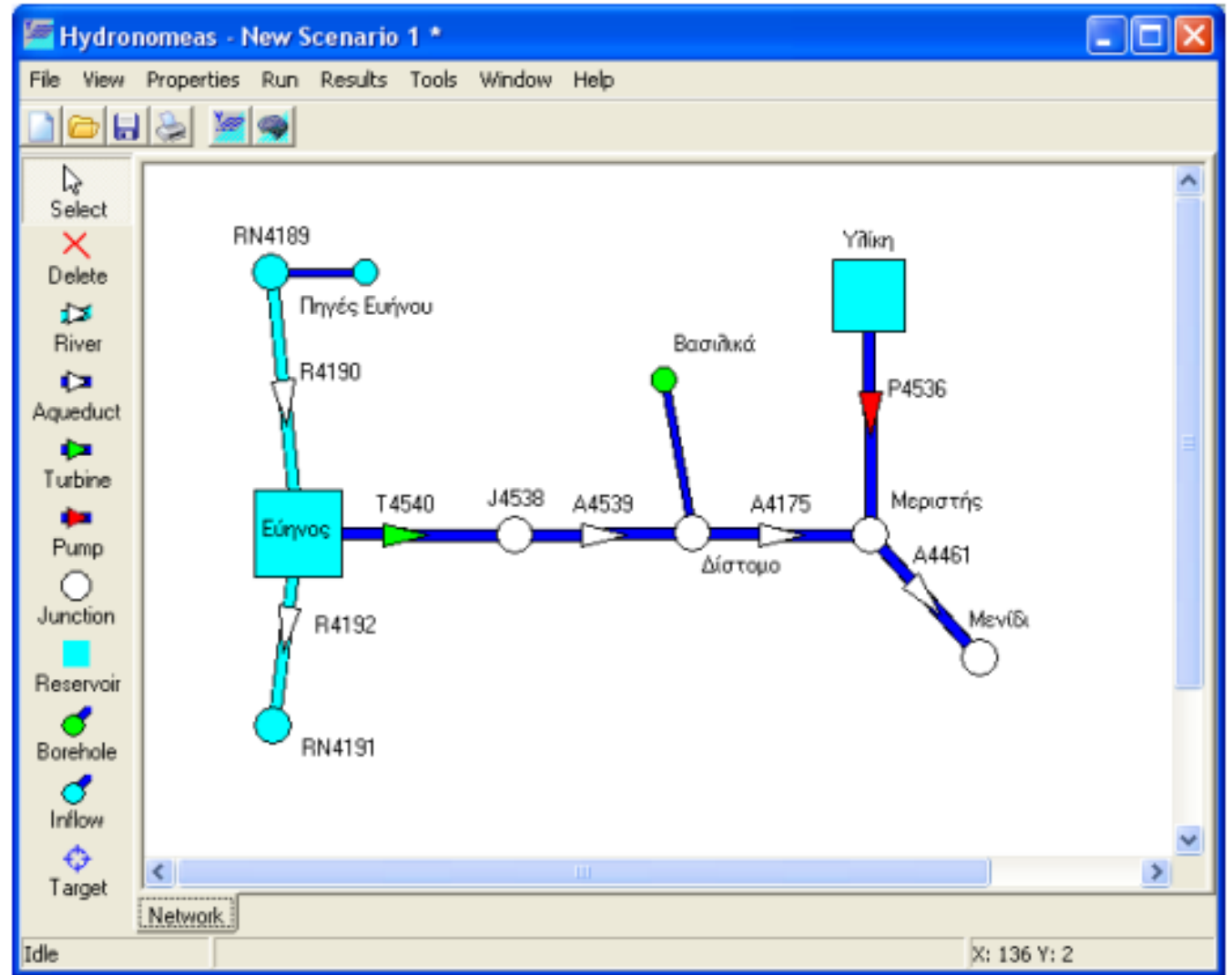
Σύγχρονη θεώρηση: Ανάλυση σε κλίμακα υδροσυστήματος → Δράσεις στις συνιστώσες



Δικτυακή απεικόνιση της τοπολογίας...

Κόμβοι: σημεία (ή περιοχές) προσφοράς ή ζήτησης νερού ή θέσεις αλλαγής της γεωμετρίας και των χαρακτηριστικών μεγεθών του δικτύου

Κλάδοι: στοιχεία μεταφοράς, που αντιπροσωπεύουν πραγματικές (αγωγοί) ή εννοιολογικές (εικονικές) διαδρομές του νερού



Η έννοια της αφαίρεσης (abstraction)...

Ορισμός-στόχος: Περιορισμός πολυπλοκότητας φυσικού συστήματος, ώστε να λαμβάνονται υπόψη μόνο οι συνιστώσες και διεργασίες που αφορούν στο συγκεκριμένο πρόβλημα (καθώς και οι αλληλεπιδράσεις τους)

Παραδείγματα: Στα μοντέλα διαχείρισης συστημάτων υδατικών πόρων ΔΕΝ λαμβάνονται υπόψη συνιστώσες όπως διανομή υδρευτικού νερού εντός οικισμών, η υδραυλική λειτουργία υδραγωγείων και αντλιοστασίων, τα χαρακτηριστικά των υπερχειλιστών των φραγμάτων

Πλεονεκτήματα: Διευκολύνεται μαθηματική διατύπωση του προβλήματος και δεν απαιτείται η συλλογή των μη ουσιαστικών (αλλά τεράστιων σε έκταση) πληροφοριών



Η έννοια της τυποποίησης (classification)...

Ορισμός-στόχος: Ενοποίηση στοιχείων με παρόμοια χαρακτηριστικά σε εννοιολογικά αντικείμενα (συνιστώσες) του μαθηματικού μοντέλου, με κοινές Ιδιότητες

Παραδείγματα: Στη συνήθη χρονική κλίμακα των διαχειριστικών μοντέλων, όπου οι υδραυλικές διεργασίες δεν επηρεάζουν τη δυναμική του συστήματος, οι αγωγοί με βαρύτητα και οι καταθλιπτικοί αγωγοί μπορούν να θεωρηθούν ενιαία αντικείμενα, δηλαδή στοιχεία μεταφοράς νερού με πεπερασμένη παροχευτικότητα

Πλεονεκτήματα: Περιορίζεται ο πολυμορφισμός, παρέχεται ένας κοινός τρόπος χειρισμού των αντικειμένων και τυποποιείται η ζητούμενη πληροφορία εισόδου του μοντέλου



Η έννοια της απλοποίησης (simplification)

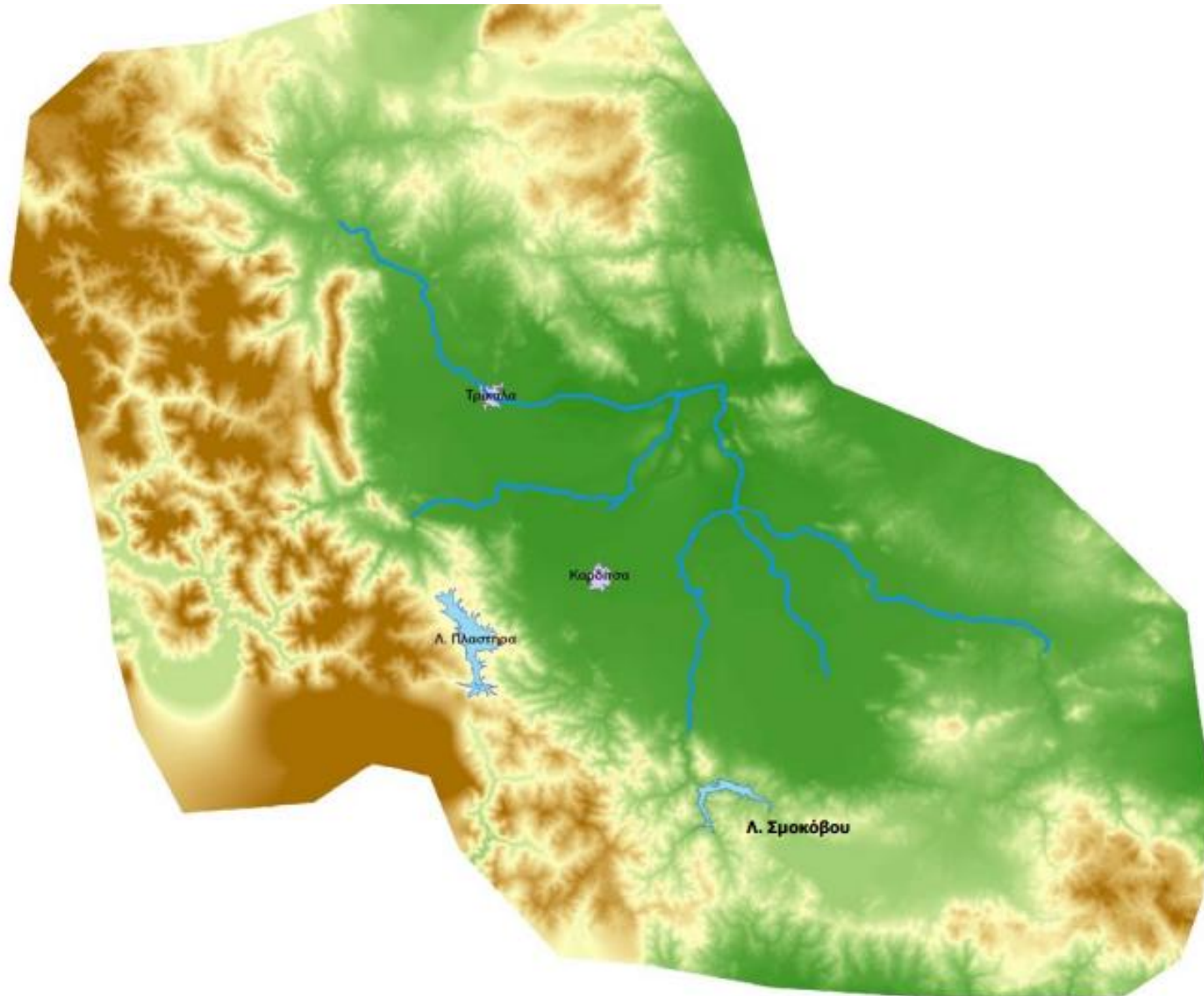
Ορισμός-στόχος: Σύμπτυξη συνιστωσών, εφόσον οι επιμέρους διαφορές στα χαρακτηριστικά τους δεν επηρεάζουν την λειτουργία του μοντέλου, ούτε τη διαχειριστική πρακτική

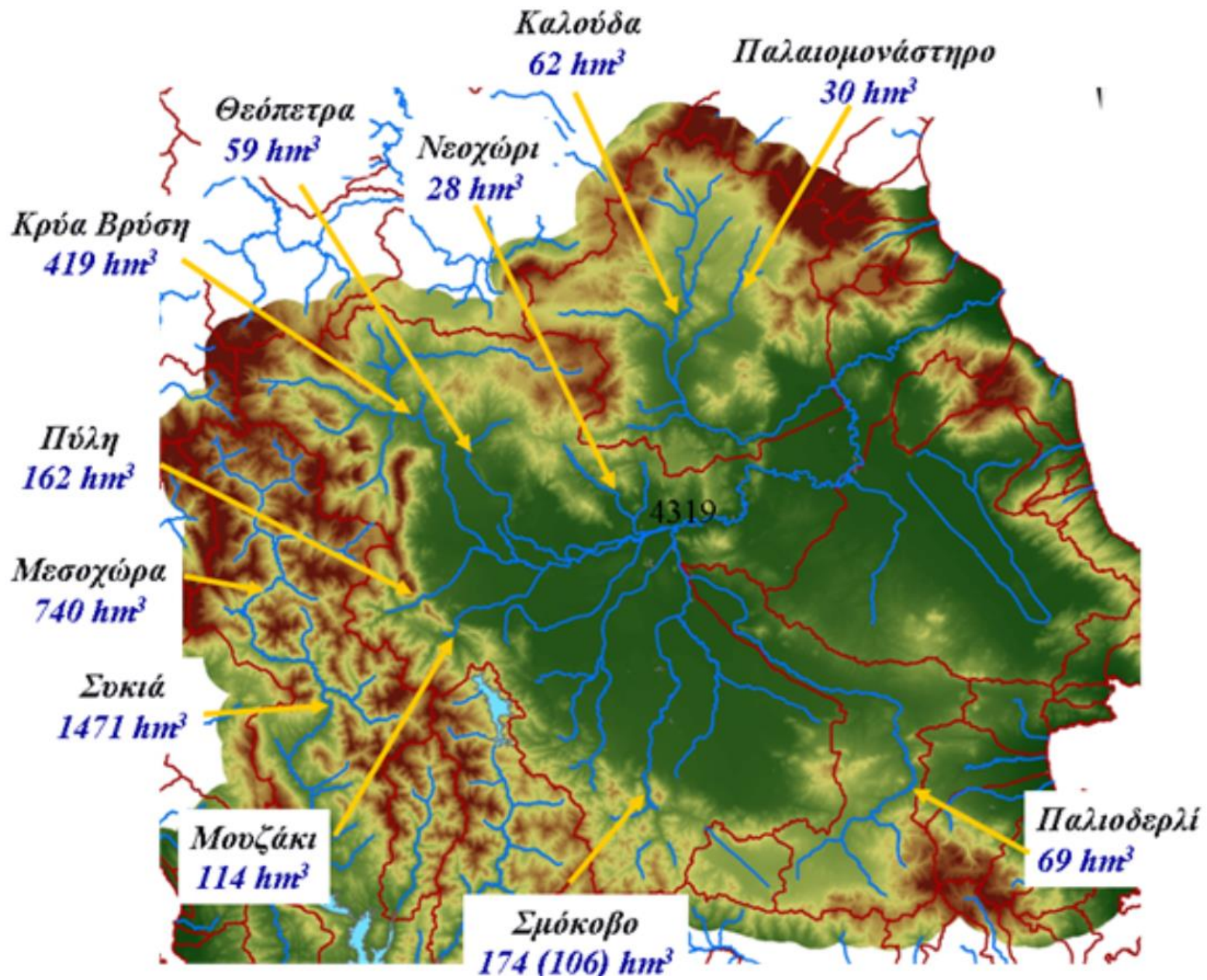
Παραδείγματα: Ομαδοποίηση γεωτρήσεων που υδρομαστεύουν μια ευρύτερη περιοχή σε ένα εννοιολογικό αντικείμενο που υλοποιεί τη συνολική άντληση από τον συγκεκριμένο υδροφόρο, ενοποίηση των επιμέρους τμημάτων ενός υδραγωγείου σε ένα στοιχείο μεταφοράς

Πλεονεκτήματα: Εξοικονομείται σημαντικός χώρος στη μνήμη και περιορίζεται ο υπολογιστικός φόρτος, προς όφελος της υπολογιστικής επίδοσης του μοντέλου

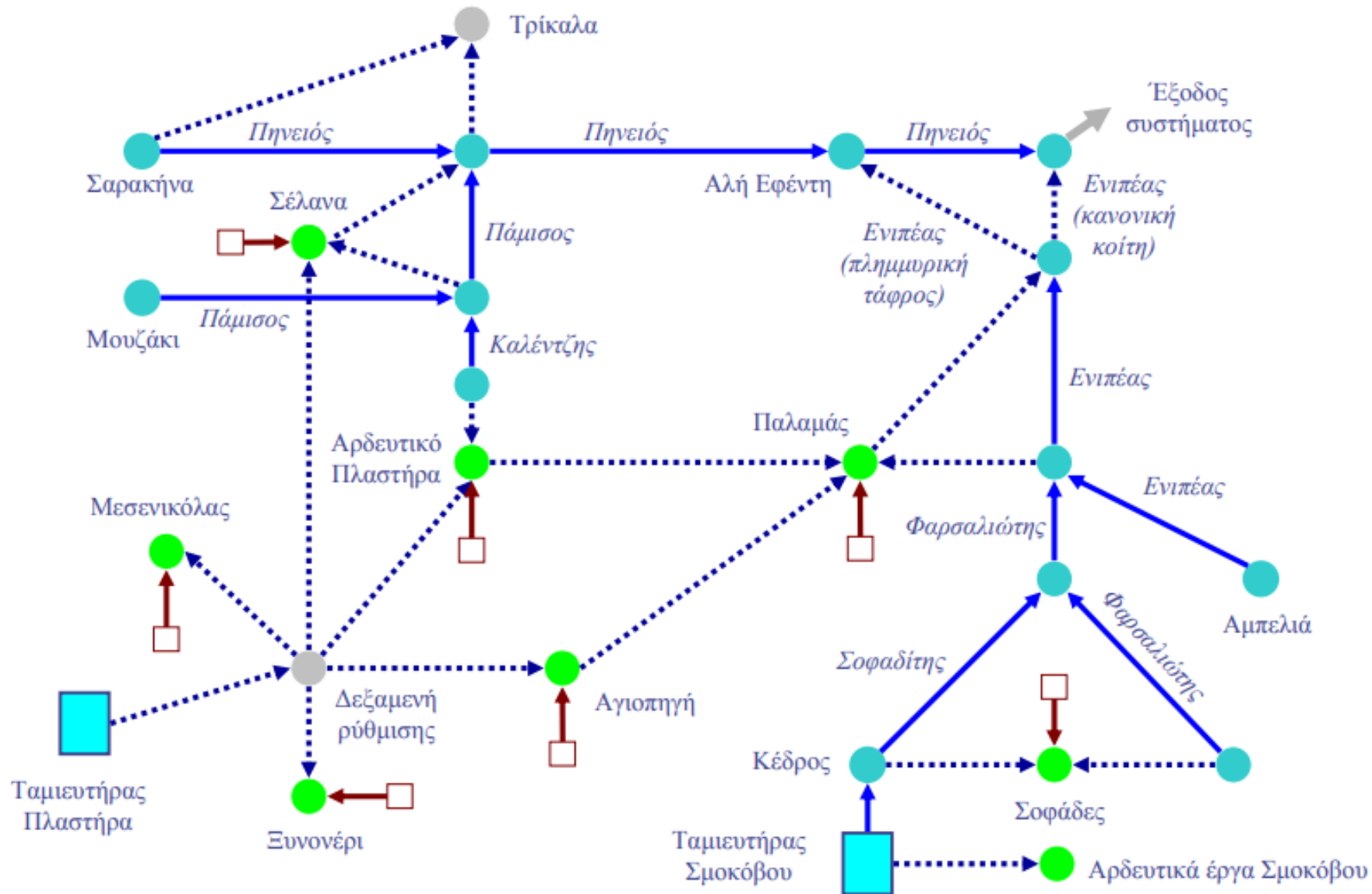


Υδροσύστημα Δυτικής Θεσσαλίας: (α) Φυσική απεικόνιση...

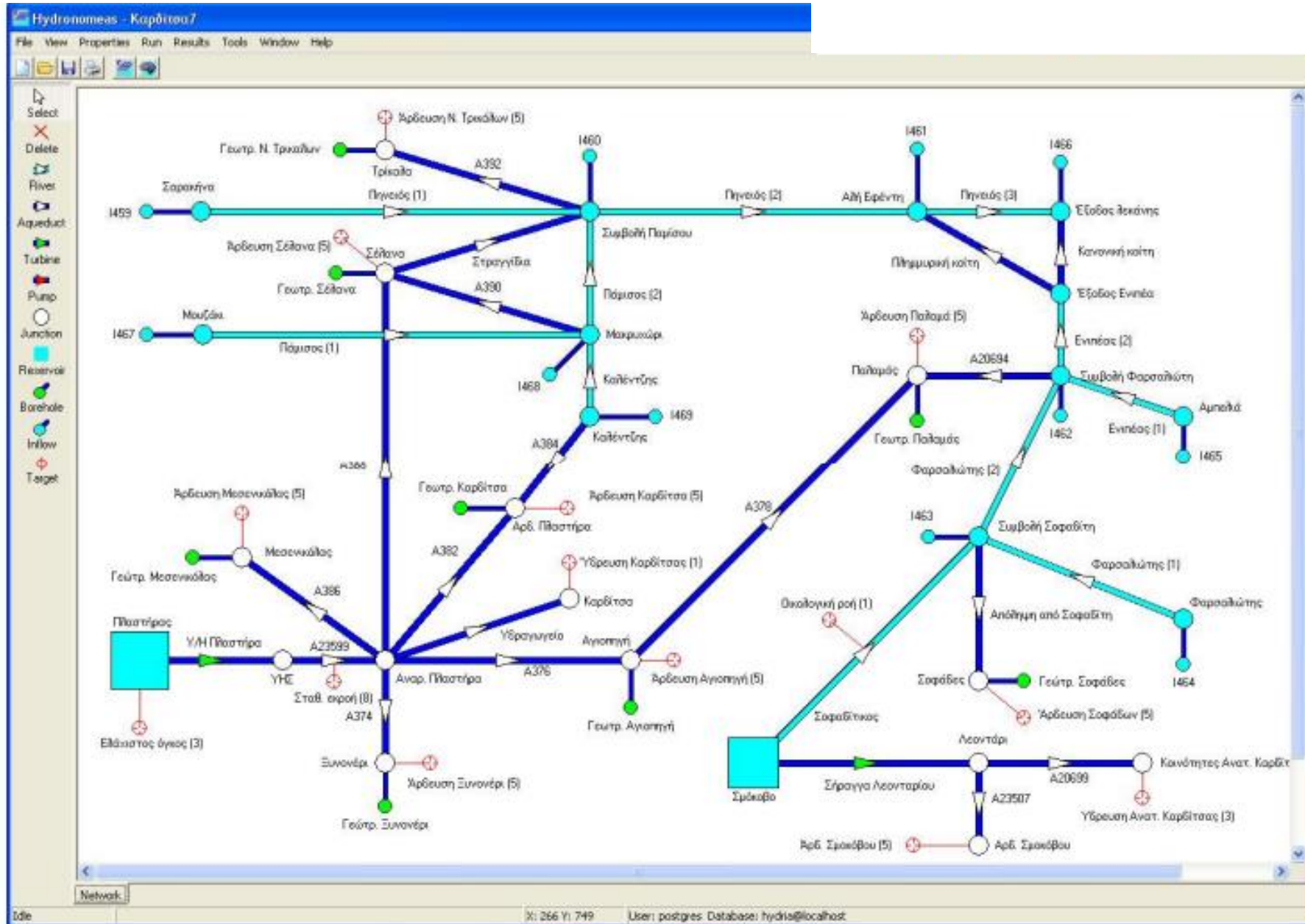




Υδροσύστημα Δυτικής Θεσσαλίας: (β) Σχηματοποίηση...

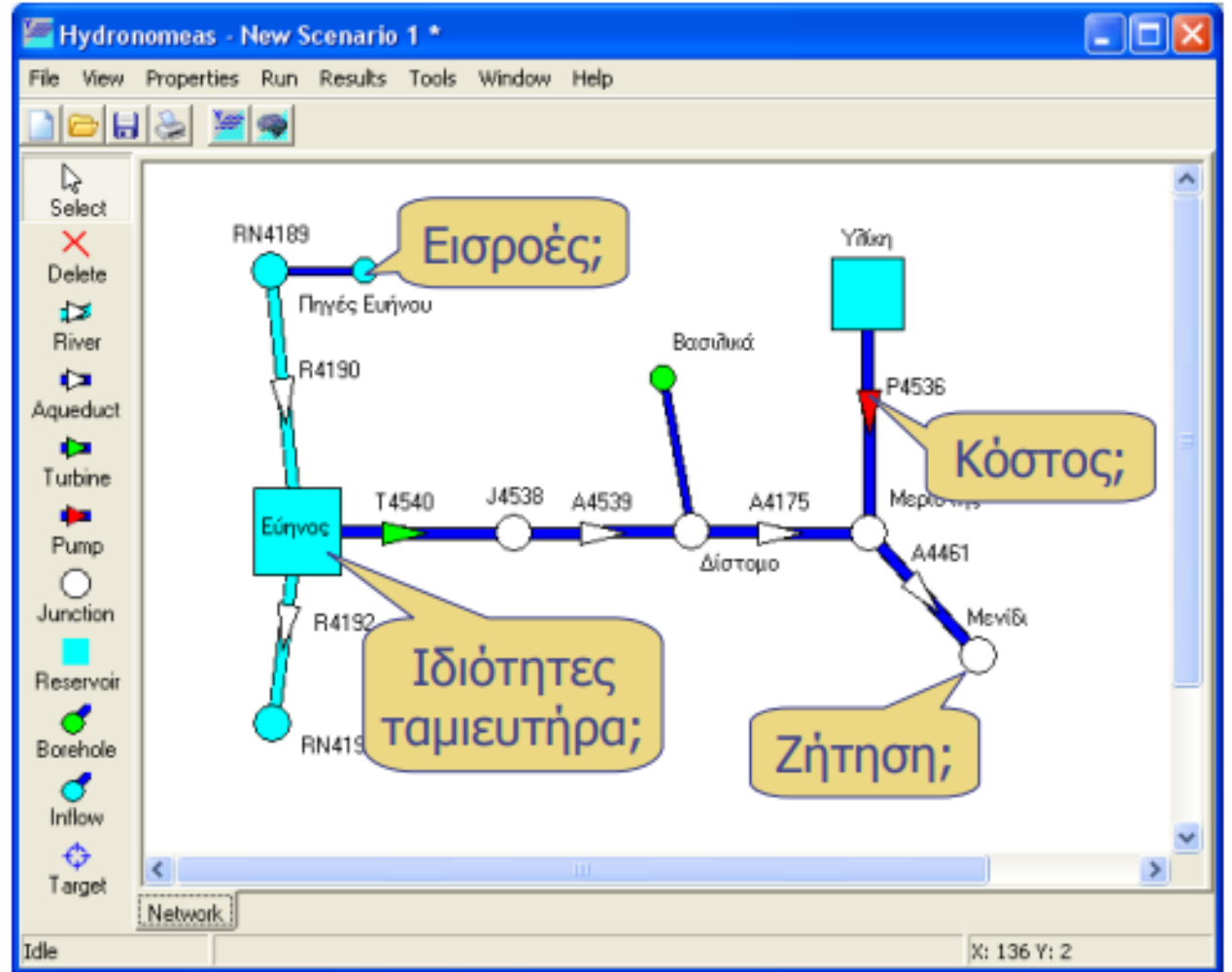


Υδροσύστημα Δυτικής Θεσσαλίας: (γ) Μοντελοποίηση...



Τυπικά δεδομένα εισόδου μαθηματικών μοντέλων διαχείρισης υδατικών πόρων...

- ✓ Τοπολογία μαθηματικού μοντέλου υδροσυστήματος (κόμβοι, κλάδοι)
- ✓ Φυσική προσφορά νερού (υδρολογικές εισροές)
- ✓ Ζήτηση νερού – χρήσεις
- ✓ Χαρακτηριστικά μεγέθη τεχνικών έργων
- ✓ Λειτουργικοί περιορισμοί
- ✓ Οικονομικά δεδομένα
- ✓ Ενεργειακά δεδομένα
- ✓ Ποιοτικά δεδομένα
- ✓ Κανόνες λειτουργίας
- ✓ Κριτήρια επίδοσης



Φυσική προσφορά νερού: Παρουσία νερού στη γη

Μορφή νερού	Συνολική ποσότητα (km ³)	Ποσοστό (%)	Ποσότητα γλυκού νερού (km ³)	Ποσοστό (%)
Ωκεανοί	1 338 000 000	96.54	-	-
Παγετώνες, μόνιμα χιόνια, υπόγειοι πάγοι	24 364 100	1.758	24 364 100	69.55
Υπόγεια νερά και εδαφική υγρασία	23 416 500	1.690	10 546 500	30.11
Λίμνες και έλη	187 870	0.014	102 470	0.293
Ατμοσφαιρικό νερό	12 900	0.0009	12 900	0.037
Ποταμοί	2 120	0.0002	2 120	0.006
Βιολογικό νερό	1 120	0.0001	1 120	0.003
Σύνολο	1 385 985 622	100.0	35 029 210	100.0



Φυσική προσφορά νερού: Μέσες ετήσιες διακινήσεις νερού στη γη

Επιφάνεια αναφοράς	Έκταση (10 ⁹ km ³)	Διακίνηση	Όγκος (10 ³ km ³)	Ύψος (mm)	Παροχή (km ³ /s)	Ποσοστό επί των κατάκρημνισμάτων (%)
Επιφάνεια γης	510.0	Κατακρημνίσματα = εξατμοδιαπνοή	577	1131	18.28	100.0
Ωκεανοί	361.1	Κατακρημνίσματα	458	1268	14.51	100.0
		Εξάτμιση	505	1399	16.00	110.3
Ξηρά	148.9	Κατακρημνίσματα	119	799	3.77	100.0
		Εξατμοδιαπνοή	72	484	2.28	60.5
		Επιφανειακή απορροή	44.7	300	1.42	37.6
		Υπόγεια απορροή	2.3	16	0.07	1.9

Ρυθμός ανανέωσης επιφανειακών νερών: $2.12 \text{ km}^3 / 44.7 \text{ km}^3$ ανά έτος = **17 ημέρες**

Ρυθμός ανανέωσης υπόγειων νερών: Επειδή το 25-50% της απορροής οφείλεται στα υπόγεια νερά, ο εν λόγω ρυθμός εκτιμάται σε: $10546 \text{ km}^3 / 25 \text{ km}^3$ ανά έτος = **420 έτη**



Φυσική προσφορά νερού: Κατηγορίες υδατικών πόρων...

- ✓ **Βροχόπτωση:** Άμεση χρήση του νερού που προέρχεται από τα κατακρημνίσματα (π.χ. από τα φυτά, οικιακή χρήση με συλλογή σε στέρνες)
- ✓ **Απόληψη από ποτάμια:** Απόληψη της διαθέσιμης παροχής μέσω διατάξεων υδροληψίας (π.χ. αναχώματα, ρουφράκιτες)
- ✓ **Απόληψη από (εξωποτάμιες) λιμνοδεξαμενές:** Εκτροπή και αποθήκευση μέρους της βασικής ροής, περιορισμένη δυνατότητα αποθήκευσης πλημμυρικής ροής
- ✓ **Απόληψη από ταμιευτήρες:** Δυνατότητα ενδοετήσιας ή και υπερετήσιας ρύθμισης της παροχής, καθώς και διαχείρισης των πλημμυρών



Φυσική προσφορά νερού: Κατηγορίες υδατικών πόρων...

- ✓ **Απόληψη από υδροφορείς:** Οι υδροφορείς συμπεριφέρονται, πρακτικά, ως ταμειυτήρες υπερετήσιας εξίσωσης, αλλά με πολύ βραδείς ρυθμούς ανανέωσης και σημαντικό (λόγω της άντλησης) κόστος
- ✓ **Αφαλάτωση:** Απεριόριστη διαθεσιμότητα νερού αλλά πολύ υψηλό κόστος
- ✓ **Επαναχρησιμοποίηση υποβαθμισμένων νερών:** Περιορισμένη εφαρμογή, κυρίως για αρδευτική χρήση και εμπλουτισμό υδροφορέων



Φυσική προσφορά νερού: Χαρακτηριστικά μεγέθη επιφανειακών νερών...

- ✓ Μέση ετήσια απορροή: Δίνει τη μέση εικόνα του επιφανειακού υδατικού δυναμικού μιας λειάνης
- ✓ Ετήσια τυπική απόκλιση απορροής: Δίνει, μαζί με τη μέση τιμή, την εικόνα της μεταβλητότητας του υδατικού δυναμικού της λειάνης
- ✓ Μέση απορροή ξηρότερου μήνα: Σε συνδυασμό με την αντίστοιχη ζήτηση, καθορίζει αν μια περιοχή είναι ελλειμματική ή όχι
- ✓ Μέση θερινή παροχή: Χρησιμοποιείται για τον ορισμό της ελάχιστης διατηρητέας παροχής κατάντη φραγμάτων
- ✓ Μηνιαία χρονοσειρά απορροής: Θεμελιώδης υδρολογική πληροφορία σε μελέτες σχεδιασμού και διαχείρισης υδροσυστημάτων που περιλαμβάνουν έργα ταμίευσης



Φυσική προσφορά νερού: Χαρακτηριστικά μεγέθη επιφανειακών νερών...

- ✓ Πλημμυρική παροχή αιχμής:
Χρησιμοποιείται για τη διαστασιολόγηση αντιπλημμυρικών έργων, για συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς
- ✓ Πλημμυρικό υδρογράφημα:
Χρησιμοποιείται για τη διαστασιολόγηση υπερχειλιστή φράγματος



Φυσική προσφορά νερού: Υδρολογική αβεβαιότητα και αξιοπιστία...

- ✓ Η υδρολογική αβεβαιότητα οφείλεται στην πολύπλοκη συμπεριφορά των φυσικών διεργασιών, που καθιστά ανέφικτη την πραγματοποίηση ασφαλών προγνώσεων για χρονικό ορίζοντα πέρα των λίγων ημερών
- ✓ Λόγω της αβεβαιότητας, οι εισροές ενός υδροσυστήματος μπορούν να θεωρηθούν τυχαίες μεταβλητές, με συνέπεια οι αντίστοιχες εκροές (και κάθε άλλη μεταβλητή, π.χ. αποθέματα) να είναι επίσης τυχαίες μεταβλητές
- ✓ Τα μεμονωμένα έργα ή συστήματα αξιοποίησης των υδατικών πόρων μπορούν να εξασφαλίσουν μια συγκεκριμένη ασφαλή επίδοση (π.χ., απόληψη, ενέργεια), δηλαδή επίδοση για δεδομένο επίπεδο αξιοπιστίας

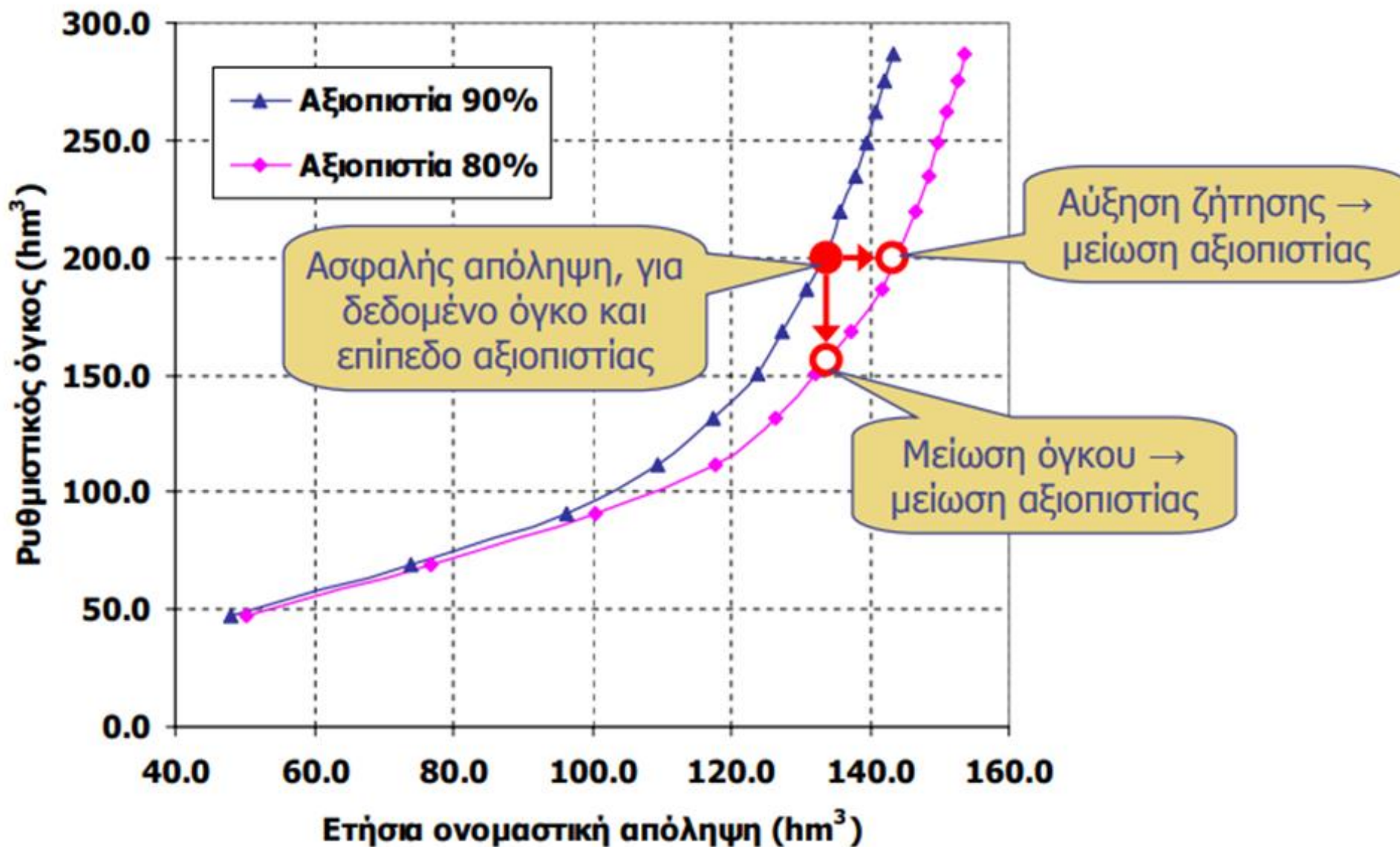


Φυσική προσφορά νερού: Υδρολογική αβεβαιότητα και αξιοπιστία...

- ✓ Η αξιοπιστία είναι πιθανοτικό μέγεθος, που ορίζεται ως η πιθανότητα επίτευξης της τιμής-στόχου που έχει τεθεί, που εμπειρικά υπολογίζεται καταμετρώντας τη συχνότητα των αστοχιών σε ένα πεπερασμένο δείγμα
- ✓ Η αξιοπιστία διαφοροποιείται ανάλογα με το σικοπό και τη σημασία του υδροσυστήματος (π.χ., το υδροσύστημα της Αθήνας λειτουργεί με αξιοπιστία 99% - επιτρέπεται αστοχία μία φορά, κατά μέσο όρο, στα 100 έτη -, ενώ τα αρδευτικού σικοπού υδροσυστήματα μελετώνται με αξιοπιστία 80%)



Σχέση
χωρητικότητας
-ασφαλούς
απόληψης-
αξιοπιστίας



Φυσική προσφορά νερού: Διαχειριστικές όψεις επιφανειακών νερών...

	Ποτάμια	Λιμνοδεξαμενές	Ταμιευτήρες
Αποθηκευτική ικανότητα	Μηδενική	Μικρή	Μεγάλη
Διαχείριση ξηρασιών	Όχι	Για λίγους μήνες	Υπερετήσια
Διαχείριση πλημμυρών	Όχι	Όχι	Ναι
Απαιτούμενες υποδομές	Στοιχειώδεις	Περιορισμένες	Σημαντικές
Χρήσεις νερού	Άρδευση, ύδρευση	Άρδευση, ύδρευση	Όλες οι χρήσεις
Χωρική κλίμακα εξυπηρέτησης χρήσεων	Τοπική	Τοπική	Κλίμακα υδροσυστήματος
Έλεγχος λειτουργίας	Συχνά κανένας	Απλός	Σύνθετος
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Μικρές (;)	Μικρές	Σημαντικές
Χαρακτηριστικό υδρολογικό μέγεθος	Μέση θερινή παροχή	Μέση ετήσια βασική ροή	Μέση ετήσια απορροή
Λόγος ασφαλούς απόληψης προς μέση ετήσια απορροή	Εξαιρετικά μικρός	Μικρός	Μεγάλος



Φυσική προσφορά νερού: Χαρακτηριστικοί ορισμοί υπόγειων νερών...

- ✓ **Δυνητικά ή δυναμικά αποθέματα:** Το σύνολο των νερών που εκτιμάται ότι κατεισδύουν στα καρστικά συστήματα και σε πορώδεις υδροφορείς και μπορούν να υπολογιστούν έμμεσα, από τις παροχές των πηγών
- ✓ **Ρυθμιστικά αποθέματα:** Τα αποθέματα που μπορούν να εκτιμηθούν από τη μέση υπερετήσια πιεζομετρία τους και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά των υδροφορέων τους (υδραυλική αγωγιμότητα, αποθηκευτικότητα)
- ✓ **Ειμεταλλεύσιμα αποθέματα:** Στην περίπτωση των δυνητικών αποθεμάτων, επειδή η προσέγγισή τους είναι πολύ γενικευμένη, θεωρείται ότι τα διαθέσιμα δεν μπορούν να ξεπεράσουν γενικά το 40%. Στην περίπτωση των ρυθμιστικών αποθεμάτων, αν δεν επηρεάζουν κατάντη έργα ή δεν εκφορτίζονται στη θάλασσα, τα διαθέσιμα αποθέματα μπορούν να φτάσουν έως και το 80% του συνόλου. Στις περιπτώσεις που εκφορτίζονται στη θάλασσα, η δυνατότητα αναρρύθμισης των δυναμικών ή ρυθμιστικών αποθεμάτων περιορίζεται αισθητά



Φυσική προσφορά νερού: Πλεονεκτήματα ειμετάλλευσης υπόγειων νερών...

- ✓ Δεν είναι απαραίτητη η κατασκευή ταμιευτήρων, αφού οι υδροφορείς πρακτικά συμπεριφέρονται ως ταμιευτήρες υπερετήσιας ρύθμισης
- ✓ Πολλές φορές οι υδροφορείς αναπτύσσονται κάτω από τις εκτάσεις όπου γίνεται η κατανάλωση του νερού, οπότε αποφεύγεται η κατασκευή μεγάλων έργων μεταφοράς
- ✓ Οι γεωτρήσεις ειμετάλλευσης των υπόγειων νερών μπορούν να κατασκευάζονται και να λειτουργούν αυτόνομα και ανεξάρτητα, κάτι που ευνοεί τη σταδιακή ανάπτυξη του συστήματος ειμετάλλευσης
- ✓ Κατά κανόνα, η ποιότητα των υπόγειων υδατικών πόρων είναι καλύτερη από αυτήν των επιφανειακών (αν και η ειτεταμένη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, καθώς και η διείσδυση της θάλασσας έχει υποβαθμίσει την ποιότητά τους)



Φυσική προσφορά νερού: Διαχειριστικές όψεις των υπόγειων νερών...

- ✓ Η άντληση του υπόγειου νερού, επειδή συχνά γίνεται από μεγάλα βάθη, συνεπάγεται σημαντική ενεργειακή, άρα και οικονομική, επιβάρυνση
- ✓ Η ταπείνωση της στάθμης των φρεάτιων οριζόντων ή της πίεσης των περιορισμένων υδροφορέων αυξάνει το κόστος άντλησης σε γραμμική αναλογία και προκαλεί ποικίλα προβλήματα (π.χ. καθιζήσεις εδαφών)
- ✓ Σε καρστικά υδροσυστήματα με έντονες αλληλεπιδράσεις επιφανειακών και υπόγειων νερών, η υπερεκμετάλλευση των τελευταίων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση της απορροής των υδατορευμάτων, λόγω μείωσης της παροχής ή και πλήρους στέρησης των πηγών (και αντίστροφα, η μείωση της παροχής ενός ποταμού λόγω π.χ. παρεμβολής φράγματος περιορίζει την τροφοδοσία του κατάντη υδροφορέα μέσω των διηθήσεων)



Φυσική προσφορά νερού: Διαχειριστικές όψεις των υπόγειων νερών...

- ✓ Σε παράκτιες περιοχές, εξαιτίας των αντλήσεων μετακινείται η διεπιφάνεια που σχηματίζεται ανάμεσα στο υπόγειο γλυκό νερό και το νερό της θάλασσας, με συνέπεια το τελευταίο να προωθείται προς την ξηρά και, στη συνέχεια, να αντλείται ποιοτικά υποβαθμισμένο (υφάλμυρο ή αλμυρό)
- ✓ Επειδή η ρύπανση των υπόγειων νερών εξελίσσεται με ιδιαίτερα βραδείς ρυθμούς, η κακή διαχείρισή τους μπορεί να οδηγήσει σε πρακτικά μη αναστρέψιμα αποτελέσματα



Φυσική προσφορά νερού: Παράδειγμα συνδυασμένης χρήσης υδατικών πόρων...



Φυσική προσφορά νερού: Εκτίμηση υδατικών πόρων...

- ✓ **Απευθείας εκτίμηση απορροής** από επεξεργασία δειγμάτων στάθμης-παροχής (μειονέκτημα: ο περιορισμένος αριθμός αξιόπιστων υδρομετρικών σταθμών, με συνεχή καταγραφικά όργανα)
- ✓ **Έμμεση εκτίμηση απορροής από το υδατικό ισοζύγιο ταμιευτήρων**
- ✓ **«Μεταφορά» υδρολογικής πληροφορίας από γειτονικές λειάνες**, με εμπειρικές μεθόδους αναγωγής της μετρομένης απορροής (μειονέκτημα: προϋποθέτει χονδροειδείς παραδοχές, όπως π.χ. εξίσωση των συντελεστών απορροής)
- ✓ **Προσαρμογή εννοιολογικών υδρολογικών μοντέλων σε λειάνες με μετρήσεις**, με παραμέτρους που εκτιμώνται με βάση παρατηρημένα δείγματα παροχής, στάθμης υδροφορέα κλπ., μέσω τεχνικών βελτιστοποίησης (μειονέκτημα: οι εγγενείς αβεβαιότητες του προβλήματος βαθμονόμησης)



Φυσική προσφορά νερού: Εκτίμηση υδατικών πόρων...

- ✓ Εφαρμογή εννοιολογικών μοντέλων σε λειάνες χωρίς μετρήσεις, με θεώρηση τυπικών τιμών των παραμέτρων τους (μειονέκτημα: απαιτεί μεγάλη εμπειρία, καθώς δεν υπάρχει έλεγχος της προγνωστικής ικανότητας του μοντέλου)
- ✓ Εφαρμογή κατανεμημένων μοντέλων «φυσικής βάσης», με παραμέτρους που εκτιμώνται από στοιχεία πεδίου (μειονέκτημα: απαιτείται τεράστιος όγκος πληροφορίας, ώστε να περιγραφεί η χωρική ετερογένεια των διεργασιών)

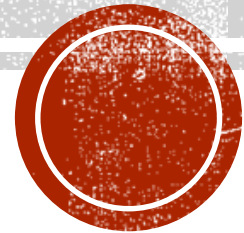




**Εργαστήριο
Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων
& Γεωργικής Μηχανικής
(Α.Φ.Πο.Γε.Μ.)**

amaragkaki@hmu.gr

Τηλ. 2810 379455



THANK YOU