



Το παρόν έργο αδειοδοτείται υπό τους όρους της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής επισκεφτείτε το σύνδεσμο: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

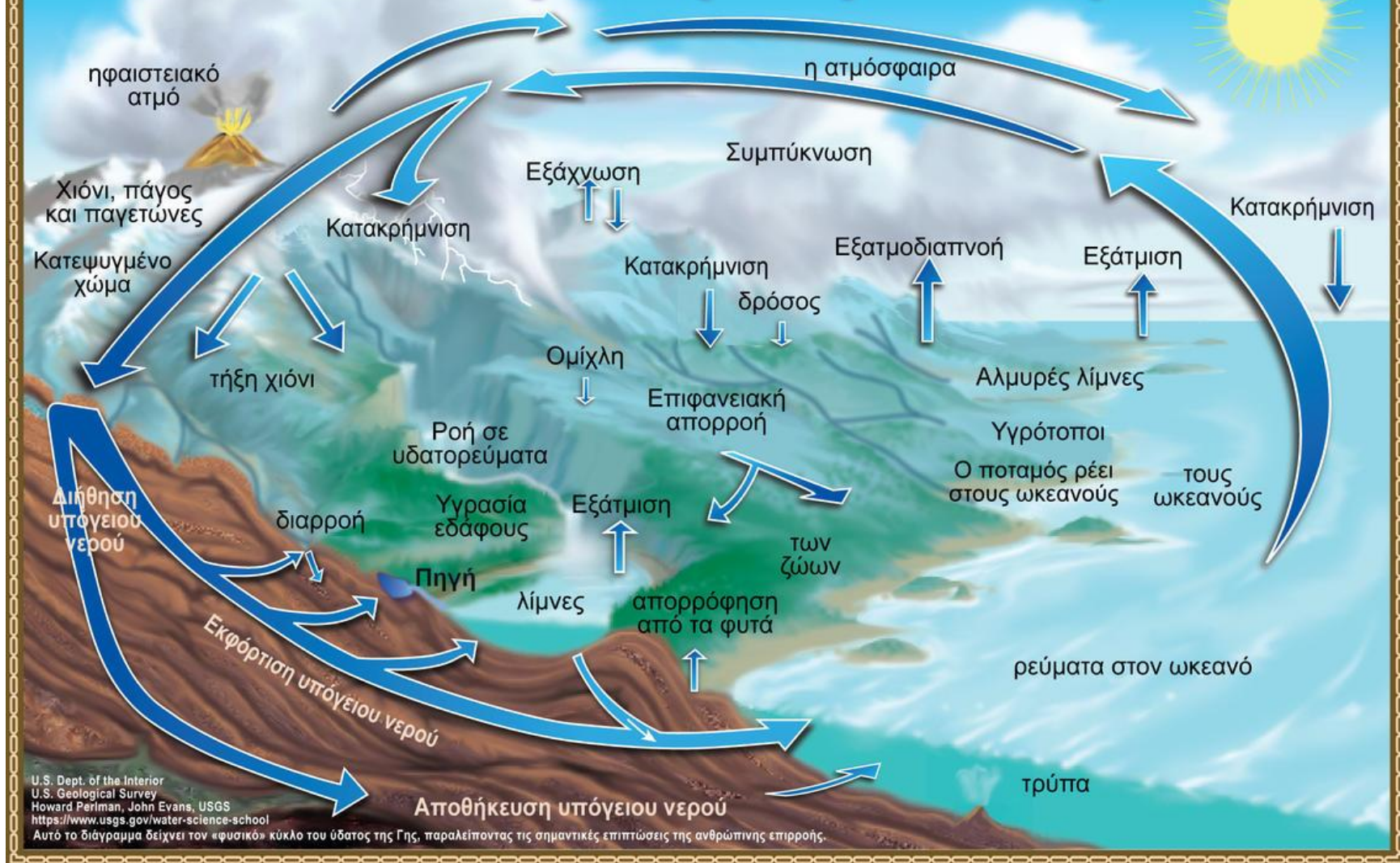
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Εισαγωγή

Δρ. Βασίλης Μπέλλος

Γενικά

Ο υδρολογικός κύκλος



Μεταφορά

- Κατακρημνίσματα
- Επιφανειακή απορροή
- Ροή σε υδατορέματα
- Διήθηση
- Εκφόρτιση υπόγειου νερού
- Πηγές

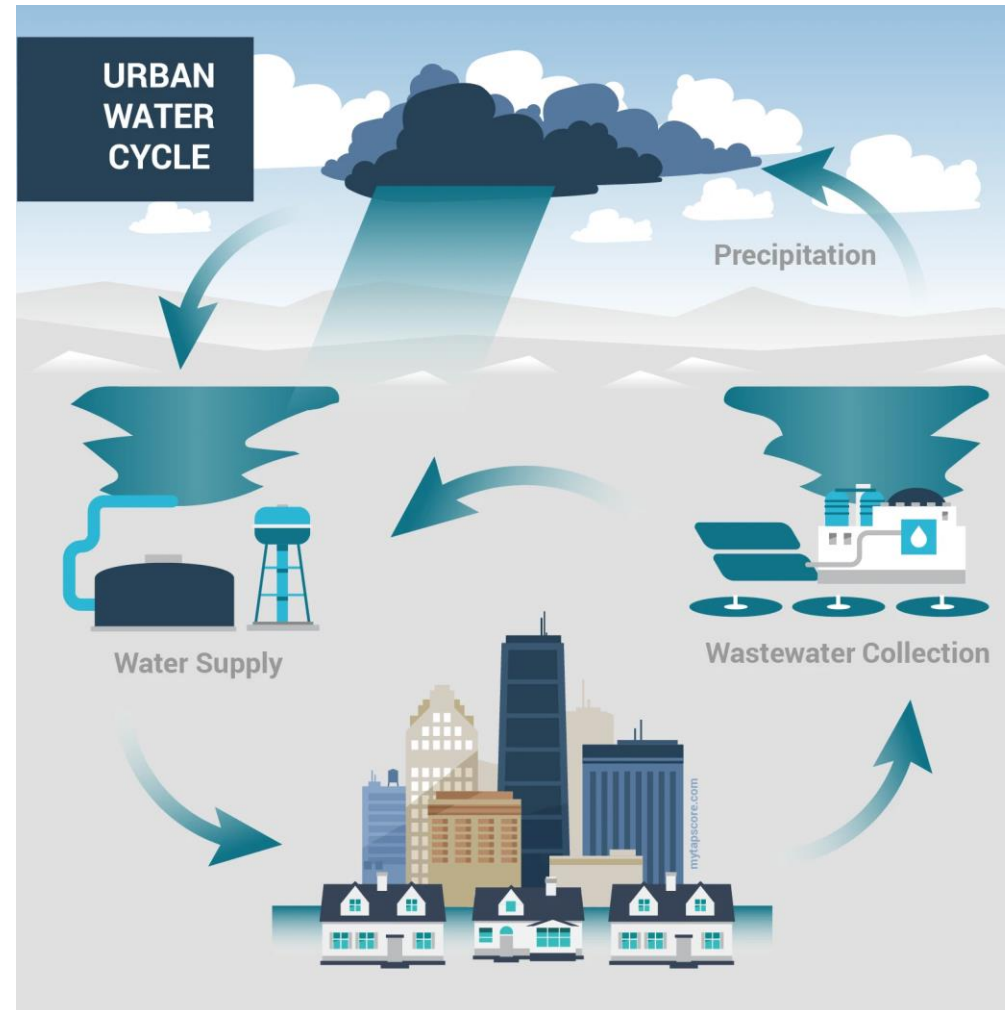
Αποθήκευση

- Αποθήκευση νερού στη θάλασσα
- Αποθήκευση νερού στην ατμόσφαιρα
- Αποθήκευση νερού σε πάγους και χιόνια
- Αποθήκευση γλυκού νερού
- Αποθήκευση υπόγειου νερού

Μεταβολή

- Εξάτμιση
- Εξατμισοδιαπνοή
- Εξάχνωση
- Συμπύκνωση
- Απορροή από λιώσιμο του χιονιού

Η ανθρώπινη διάσταση



Χωρικές κλίμακες

- Παγκόσμια κλίμακα
- Ήπειρος
- Χώρα
- Υδατικό διαμέρισμα
- Λεκάνη απορροής
- Ποταμός/υδατόρεμα
- Υδραυλική κατασκευή

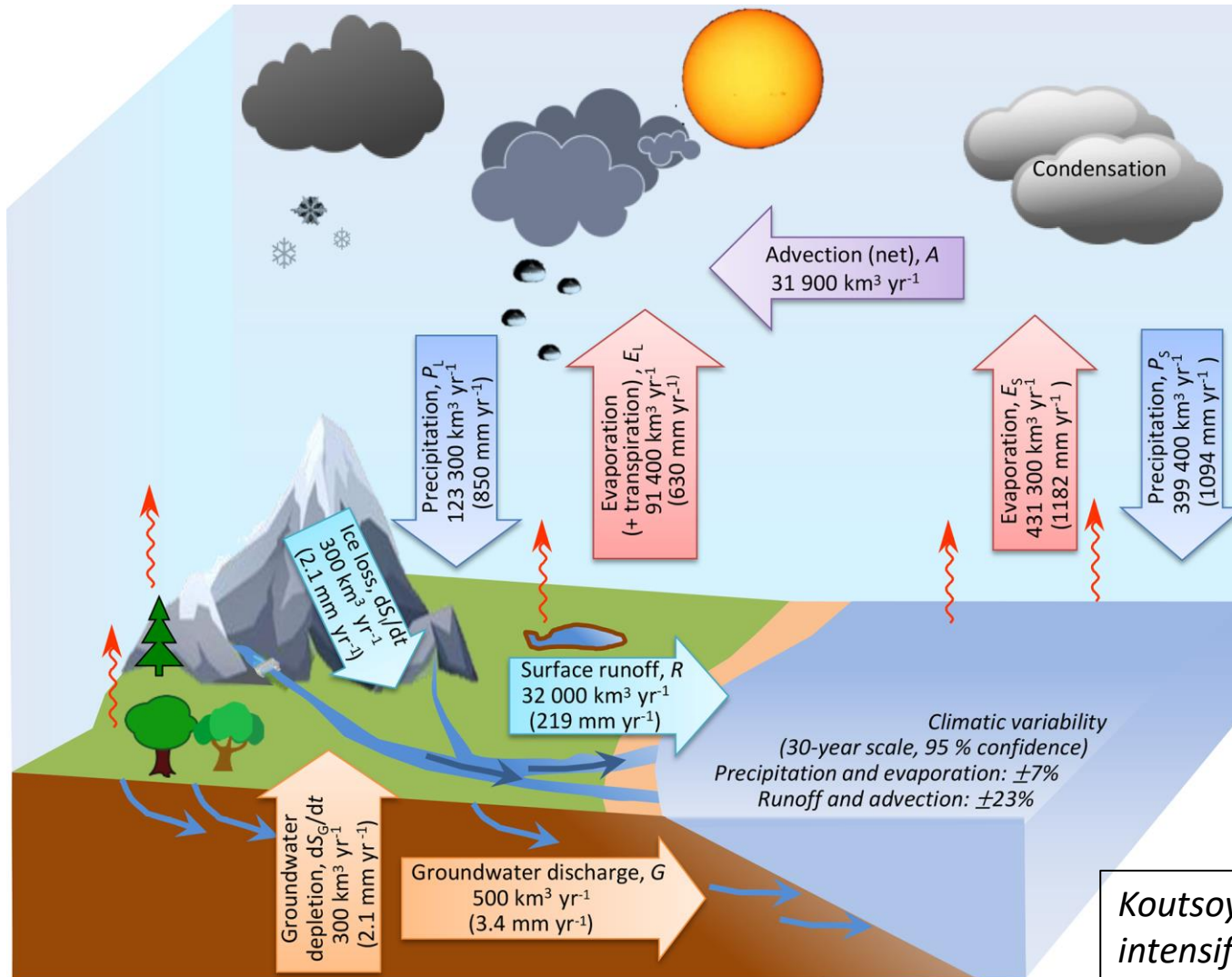
Χρονικές κλίμακες

- Ωριαία
- Ημερήσια
- Εβδομαδιαία
- Μηνιαία
- Ετήσια

Παγκόσμια κατανομή νερού

	Όγκος (x 1000 km ³)	Συνολικό Ποσοστό (%)	Ποσοστό επί του αλμυρού νερού (%)	Ποσοστό επί του γλυκού νερού (%)	Ποσοστό επί του ανανεώσιμου νερού (%)
Ωκεανοί	1338000	96.54		0.037	
Παγετώνες	24364	1.76	99.00		
Υπόγεια νερά	23400	1.69		69.6	
Λίμνες	176.4	0.01	0.95	30.1	
Ατμόσφαιρα	12.9	0.00093	0.0063	0.26	87.0
Βάλτοι	11.5	0.00083		0.033	11.0
Ποταμοί	2.1	0.00015		0.0061	2.0
«Βιολογικό» νερό	1.1	0.00008		0.0032	
Άθροισμα	1385968	100	100	100	

Παγκόσμια κατανομή νερού



Koutsoyiannis, D. (2020). Revisiting the global hydrological cycle: is it intensifying?, *Hydrology and Earth System Sciences*, 24, 3899–3932

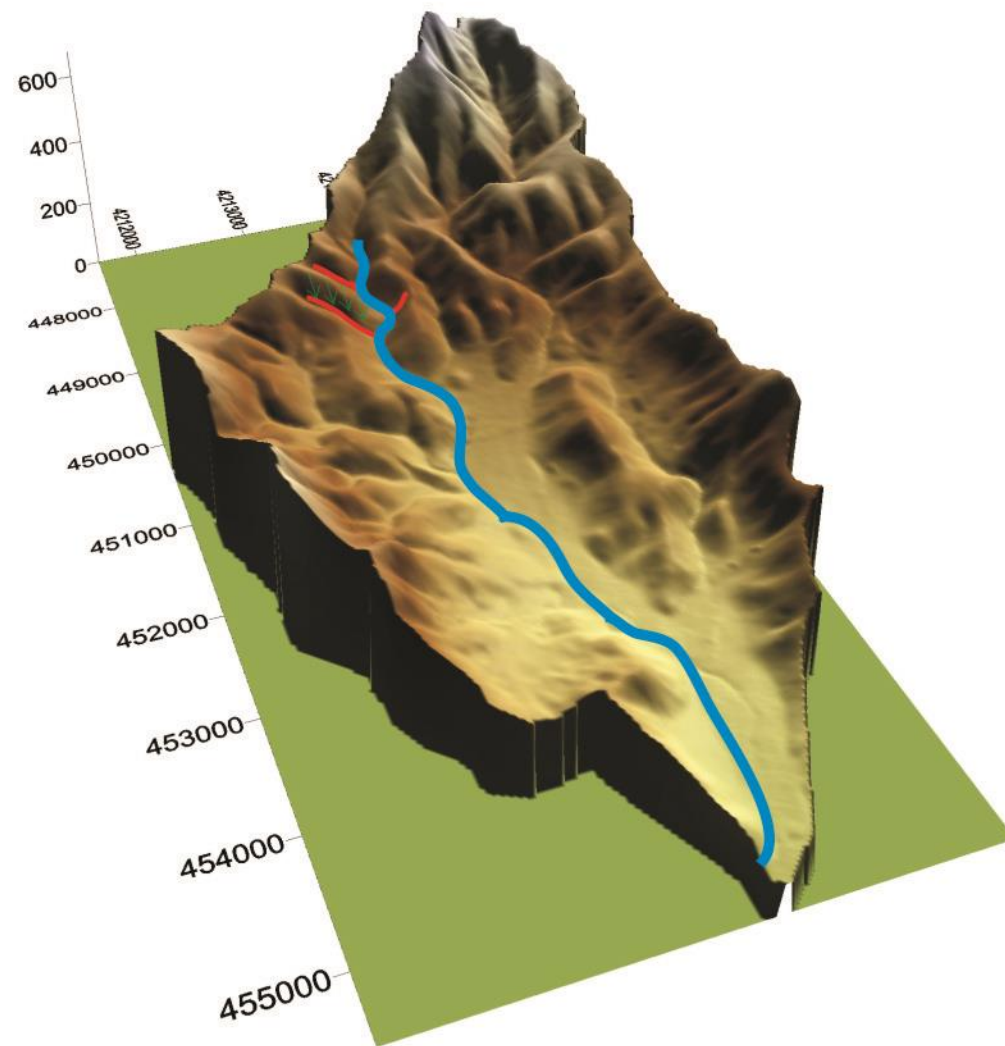
Υδατικά διαμερίσματα



- 14 υδατικά διαμερίσματα
- 46 λεκάνες απορροής
- 1781 επιφανειακά υδατικά συστήματα
- 565 υπόγεια υδατικά συστήματα

Λεκάνες απορροής

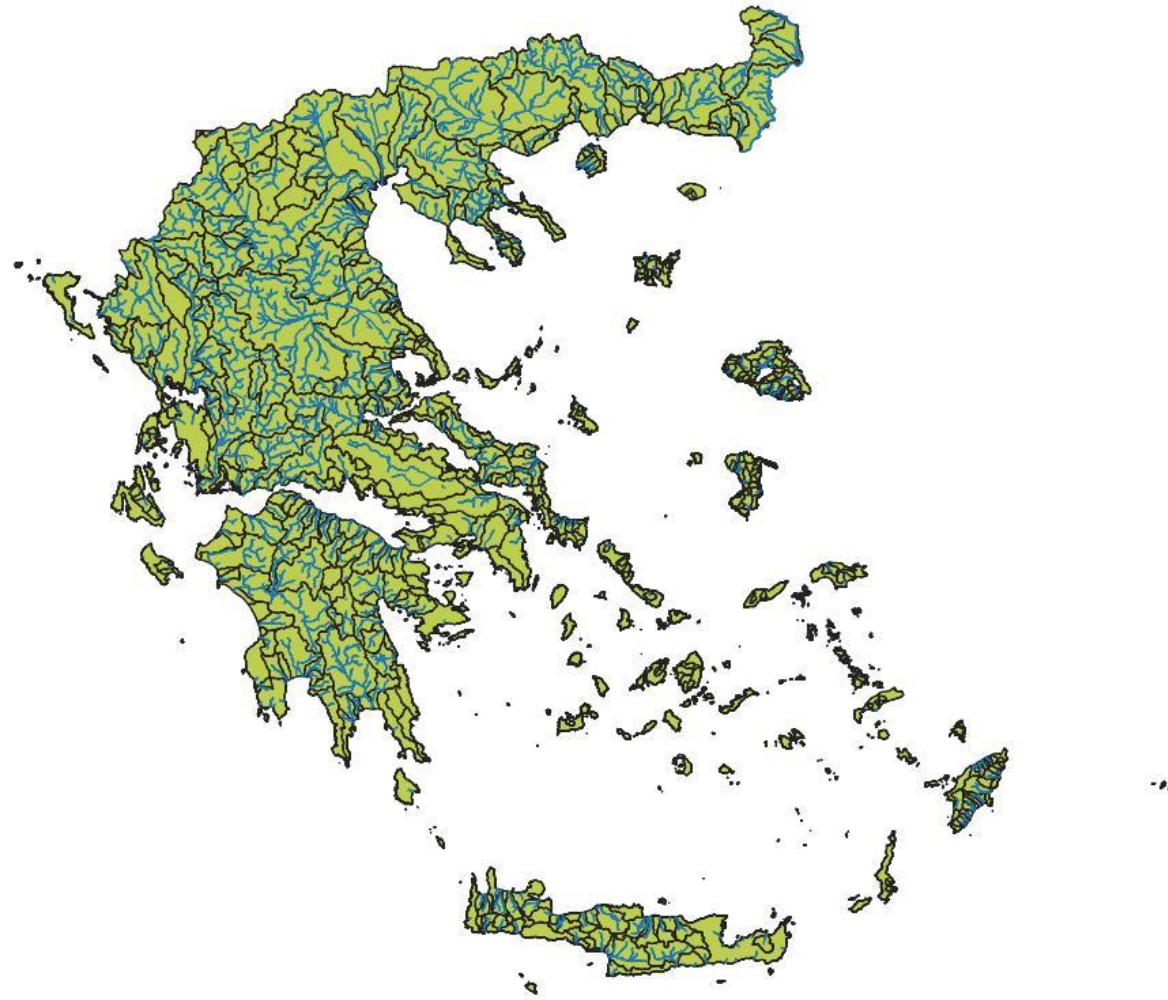
- **Μικρό μέγεθος**
 - μέχρι 5~10 km²
- **Μεσαίο μέγεθος**
 - μέχρι 100~5000 km²
- **Μεγάλο μέγεθος**
 - μεγάλα ποτάμια συστήματα



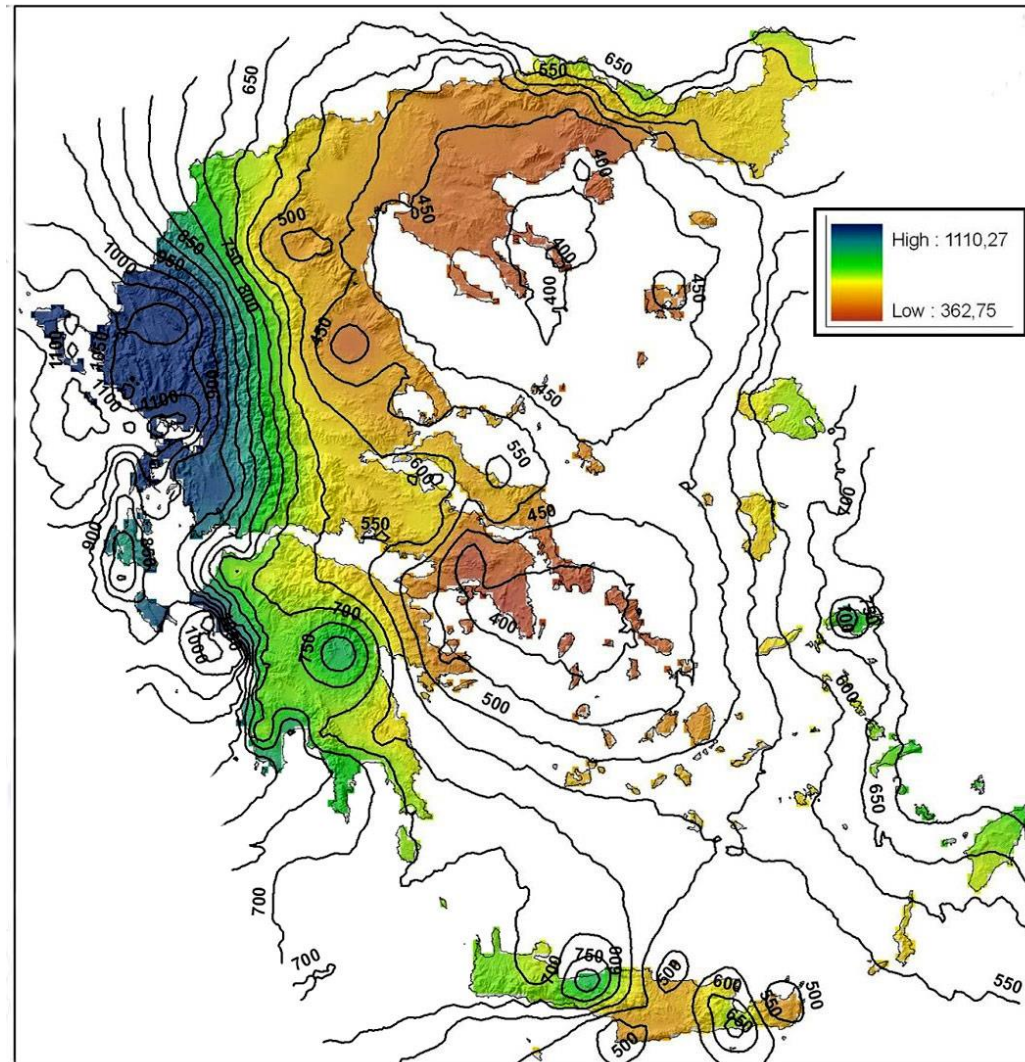
Λεκάνες απορροής



Υδρογραφικό δίκτυο



Ύψη βροχής - Ελλάδα



Ορισμοί και έννοιες

Διαχείριση Υδατικών Πόρων

- **Κάλυψη αναγκών σε νερό για κάθε χρήση**
 - Τωρινή
 - Μελλοντική
- **Ορθολογικός προγραμματισμός**
 - Αντικειμενικά κριτήρια και διαδικασίες
 - Βέλτιστη χρήση
- **Διατήρηση πόρων και περιβάλλοντος**
 - Σε πολλαπλά επίπεδα
- **Στόχοι**
 - Έπαρκής προμήθεια σε νερό
 - Προστασία υδατικών πόρων από τη ρύπανση
 - Προστασία από ακραία καιρικά φαινόμενα

Ολοκληρωμένη ΔΥΠ

- Το νερό είναι πεπερασμένος και ευάλωτος πόρος για τη διατήρηση της ζωής, της ανάπτυξης και του περιβάλλοντος
- Συμμετοχική προσέγγιση
 - Χρήστες (κοινωνική διάσταση)
 - Υπεύθυνοι για το σχεδιασμό (τεχνική διάσταση)
 - Κέντρα αποφάσεων (πολιτική διάσταση)
- Οι γυναίκες παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαφύλαξη, τη διαχείριση και τη διασφάλιση του νερού
- Το νερό είναι δημόσιο αγαθό και έχει συνδυασμένη οικονομική και κοινωνική αξία

Ολοκληρωμένη ΔΥΠ

- Το νερό είναι πεπερασμένος και ανανεώσιμος πόρος για τη διατήρηση της ζωής, της υγείας και του περιβάλλοντος
- Συμμετοχική Διαχείριση
- Η ολοκληρωμένη ΔΥΠ βασίζεται στις αρχές της δίκαιης και ορθολογικής διαχείρισης, καθώς και της βιώσιμης χρήσης του νερού. Αναγνωρίζει ότι το νερό είναι φυσικός πόρος, βασικό στοιχείο του οικοσυστήματος και ένα κοινωνικο-οικονομικό αγαθό. Η ποσότητα και η ποιότητα του πόρου αυτού καθορίζει και τη φύση της χρήσης του
- Το νερό είναι δημόσιο αγαθό και έχει συνδυασμένη οικονομική και κοινωνική αξία

Πολλές διαστάσεις

- Αλληλεπίδραση συστημάτων
- Διεπιστημονικό πεδίο
 - Φυσικές επιστήμες
 - Κοινωνικές επιστήμες
 - Οικονομικές επιστήμες
 - Επιστήμες υγείας



Βιώσιμη ανάπτυξη

- **Ανάπτυξη που διασφαλίζει ότι οι τωρινές ανάγκες δε θα υπονομεύσουν τις ανάγκες των μελλοντικών γενεών**
- **Περιορισμοί στην ανθρώπινη δραστηριότητα με βάση**
 - Το υφιστάμενο επίπεδο της τεχνολογίας και της κοινωνικής οργάνωσης
 - Την ικανότητα της βιόσφαιρας να απορροφά τις επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας
- **Ικανοποίηση των βασικών αναγκών και ίσες ευκαιρίες για όλη την ανθρωπότητα**
- **Εξάλειψη της φτώχειας σε παγκόσμιο επίπεδο**

Νομικό πλαίσιο I

- **Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα νερά 2000/60**
- **Καλή κατάσταση των υδάτων**
- **Αρχές**
 - Ολοκληρωμένος σχεδιασμός σε επίπεδο λεκάνης απορροής
 - Ο ρυπαίνων πληρώνει
 - Αναλογικότητα στις εκπομπές ρύπων
 - Πρόληψη → **σχεδιασμός προς την πλευρά της ασφάλειας**
- **Σκοπός**
 - Αποτροπή περαιτέρω υποβάθμισης των υδατικών πόρων
 - Βιώσιμη διαχείριση υδατικών πόρων
 - Μείωση/εξάλειψη απόρριψης επιβαρυντικών ουσιών στους υδατικούς πόρους
 - Μείωση διακινδύνευσης από ακραία γεγονότα

Νομικό πλαίσιο II

- Ευρωπαϊκή Οδηγία για τις πλημμύρες 2007/60
- Διαχείριση πλημμυρικού κινδύνου
- Τύποι πλημμύρας
- Στάδια
 - Προκαταρκτική αξιολόγηση
 - Χάρτες πλημμυρικής επικινδυνότητας (**hazard**)
 - Χάρτες πλημμυρικού κινδύνου (**risk**)
 - Σχέδια διαχείρισης πλημμυρικού κινδύνου

Πτυχές ΔΥΠ

- Ο ρόλος του Μηχανικού Περιβάλλοντος
- Συστήματα υδατικών πόρων
 - Αξιοποίηση
 - Προστασία
- Κλιματική αλλαγή και αντίλογος → πιέσεις στο σύστημα
- Εργαλεία

Ο Μηχανικός Περιβάλλοντος

Μηχανικός περιβάλλοντος

- **Η διάσταση του μηχανικού**
 - έμφαση στην ποσοτικοποίηση παραμέτρων
 - σχεδιασμός έργων
- **Η περιβαλλοντική διάσταση**
 - εισαγωγή ποιοτικών μεγεθών στο σχεδιασμό έργων
 - περιβαλλοντική διαχείριση των έργων

Μηχανικός περιβάλλοντος

Γνωστικό αντικείμενο

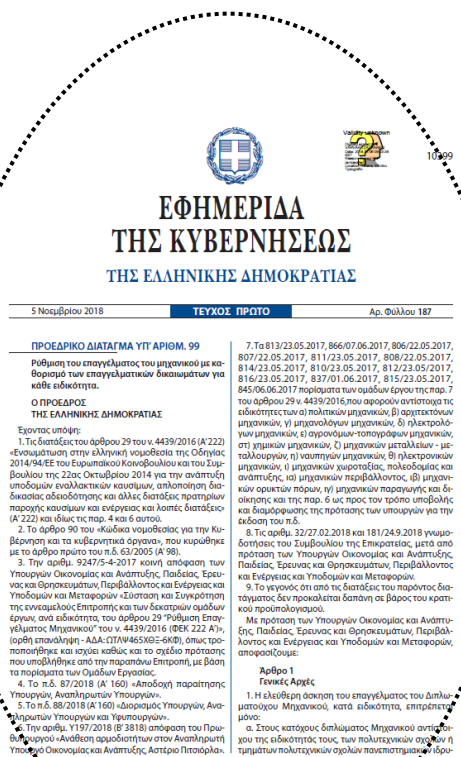
Επαγγελματικά δικαιώματα

Στο γνωστικό αντικείμενο του Μηχανικού Περιβάλλοντος περιλαμβάνονται:

- α. Διαχείριση Υδατικών Πόρων - Υδραυλική μηχανική.
- β. Υγρά Απόβλητα (Διαχείριση και επεξεργασία) - Ρύπανση υδάτων.
- γ. Στερεά Απόβλητα (Διαχείριση και Επεξεργασία).
- δ. Ποιότητα Αέρα (Αέρια ρύπανση και αντιρρυπαντικές τεχνολογίες).
- ε. Κλιματική Αλλαγή.
- στ. Στρατηγικός Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός, Περιβαλλοντική Πολιτική, Περιβαλλοντική Νομοθεσία και Περιβαλλοντικός Έλεγχος (επιθεώρηση).
- ζ. Διαχείριση Φυσικών Πόρων, Δασών και Περιβάλλοντος.
- η. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αειφόρα ενεργειακά συστήματα.
- θ. Μηχανική των φυσικών, θερμικών, φυσικοχημικών, χημικών, βιοχημικών και βιολογικών διεργασιών και συστημάτων, με έμφαση τη διαστασιολόγηση ή/και επιλογή του εξοπλισμού των διεργασιών.
- ι. Ενεργειακή εξοικονόμηση και Αναβάθμιση Κτηρίων και Εγκαταστάσεων.
- ια. Βιοκλιματικός και Ενεργειακός Σχεδιασμός Κτηρίων.
- ιβ. Υγιεινή και Ασφάλεια Εργασίας.
- ιγ. Γενικές Εφαρμογές και Αντικείμενα μηχανικής - Οργάνωση και Διοίκηση - Διασφάλιση Ποιότητας.

2. Ο Μηχανικός Περιβάλλοντος έχει τα εξής επαγγελματικά δικαιώματα:

- α. Αποτύπωση υφιστάμενων κτηρίων εκτός κτηρίων ειδικών χρήσεων, μνημείων, κηρυγμένων διατηρητέων κτηρίων, προστατευόμενων οικισμών και συνόλων.
- β. Εκπόνηση μελετών χωροθέτησης κτηρίων, εγκαταστάσεων και δραστηριοτήτων επιχειρήσεων, ειδικών χρήσεων και οργανωμένων υποδοχέων και κατάρτιση γενικής διάταξης (Master Plan).
- γ. Εκπόνηση μελετών χωρικής ανάπτυξης (τοπικής και περιφερειακής) και επιχειρησιακών προγραμμάτων.
- δ. Εκπόνηση μελετών Υδραυλικών Έργων (εγχειροβελτιωτικών έργων, φραγμάτων, υδρεύσεων, αποχετεύσεων) και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων.
- ε. Εκπόνηση μελετών Υδρογεωλογίας και Υπόγειων Υδάτων.
- στ. Διαχείριση και εκτίμηση (αξιών γης και λοιπών ακινήτων, τρωτότητας, διακινδύνευσης).
- ζ. Εκπόνηση χημικών μελετών και έρευνας.
- η. Εκπόνηση χημικών και χημικοτεχνικών μελετών σε έργα, εγκαταστάσεις και προϊόντα.
- θ. Διενέργεια φυσικοχημικών και μικροβιολογικών αναλύσεων και διεύθυνση εργαστηρίων ελέγχου.
- ι. Εκπόνηση μελετών υδραυλικών εγκαταστάσεων κτηρίων.
- ια. Εκπόνηση μελετών σε εγκαταστάσεις συλλογής, επεξεργασίας και παροχής νερού.
- ιβ. Εκπόνηση μελετών σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.



Ποσότητα vs. Ποιότητα

- **Ποσότητα**

- Παροχή
- Ταχύτητα
- Βάθη
- Όγκος

- **Ποιότητα**

- Θερμοκρασία
- pH
- Διαλυμένο Οξυγόνο (Dissolved Oxygen, DO)
- Θολότητα (turbidity)
- Βακτήρια
- Ιοί
- Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand, COD)
- Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand, BOD)
- Μέταλλα
- Άλατα
- Φερτά υλικά

Συστήματα υδατικών πόρων

Συστήματα υδατικών πόρων

- **Συμπλέγματα έργων και παρεμβάσεων που σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους**
- **Έργα αξιοποίησης**
 - μεταφορά νερού
 - ρύθμιση υδατικών πόρων
 - επεξεργασία νερού
 - παραγωγή ενέργειας
- **Προστασία πόρων και περιβάλλοντος**
 - αντιπλημμυρικά έργα
 - διευθετήσεις ποταμών
 - αποχετευτικά έργα
 - επεξεργασία λυμάτων

Αρχές σχεδιασμού έργων

- **Πιθανοτικός σχεδιασμός**
- **Προσομοίωση/Πρόβλεψη μεταβλητών**
 - Πείραμα
 - Αριθμητικό μοντέλο
- **Χρήση αριθμητικών μοντέλων**
 - Μικρό κόστος
 - Ασφαλή αποτελέσματα
- **Πείραμα**
 - Σημαντικό κόστος
 - Εγκυρότερα αποτελέσματα;

Σχεδιασμός

- **Υπολογισμός μεγεθών → πρόβλεψη**
 - ποσότητα
 - ποιότητα
- **Χρονική κλίμακα**
 - μη μόνιμα μεγέθη → μεταβολή στο χρόνο
 - μόνιμα μεγέθη → μέγιστη τιμή
- **Μπορεί να απαιτείται πάνω από ένα μέγεθος**
 - πολυκριτηριακό πρόβλημα
 - αντικρουόμενα κριτήρια

Παγκόσμια εικόνα

- **Ανεπτυγμένες χώρες**
 - μεγάλος όγκος έργων υποδομής έχει ήδη κατασκευαστεί
- **Αναπτυσσόμενες χώρες**
 - διαδικασία ανάπτυξης υποδομών
- **Λιγότερο αναπτυγμένες χώρες**
 - μελλοντικό πεδίο ανάπτυξης

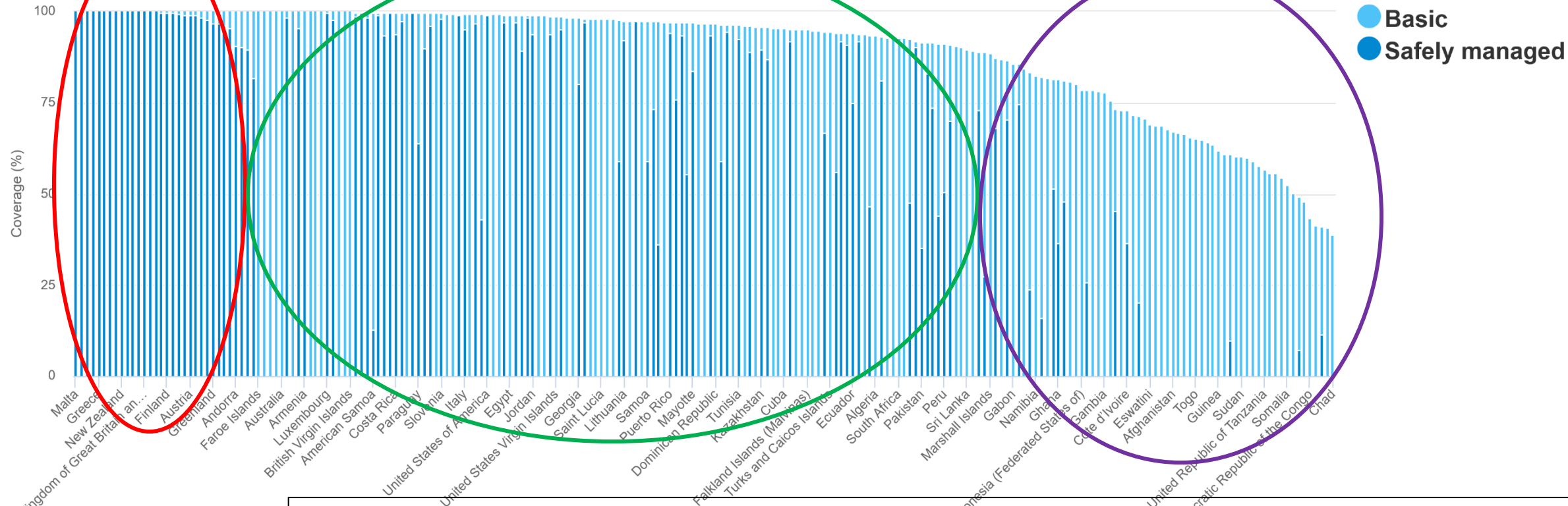
Πόσιμο νερό

αναπτυγμένες
χώρες

αναπτυσσόμενες
χώρες

λιγότερο
αναπτυγμένες
χώρες

Household data - Drinking Water - 2017 - Service Levels



Πηγή: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene
<https://washdata.org/>

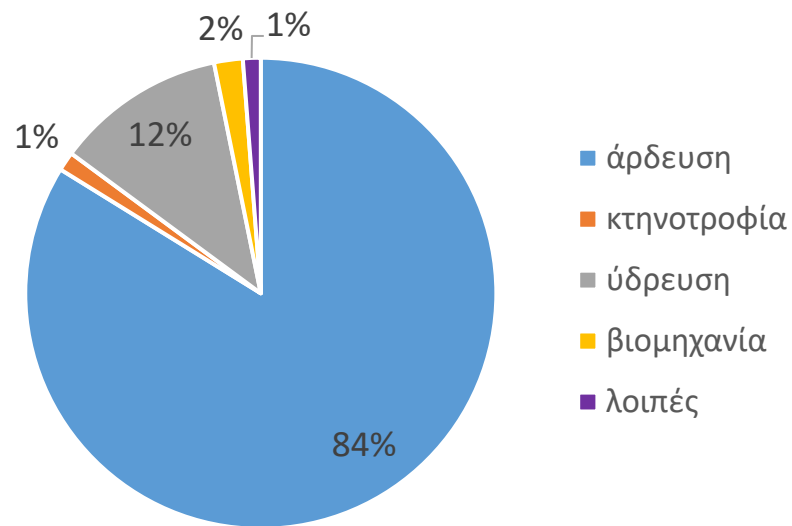
Περιβαλλοντική διαχείριση

- **Ανεπτυγμένες χώρες (και όχι μόνο!)**
- **Περιβαλλοντική διάσταση**
 - στα υφιστάμενα έργα
 - στα υπό κατασκευή
- **Είσοδος ποιοτικών παραμέτρων**
 - στη φάση του σχεδιασμού
 - στη διάρκεια λειτουργίας

Έργα αξιοποίησης

Μεταφορά νερού

- Υδραυλικά έργα για τη μεταφορά νερού στους χρήστες
- Πολλαπλές χρήσεις
- Σημαντικό βάρος έχει η αρδευτική χρήση



Πηγή: Κουτσογιάννης, Δ., Ανδρεαδάκης, Α., Μαυροδήμου, Ρ., Χριστοφίδης, Α., Μαμάσης, Ν., Ευστρατιάδης, Α., Κουκουβίνος, Α., Καραβοκυρός, Γ., Κοζάνης, Σ., Μαμάης, Δ., Νουτσόπουλος, Κ. (2008). Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, ΕΜΠ, Αθήνα

Μεταφορά νερού

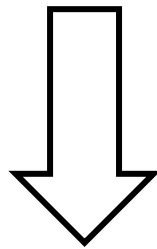
Υδρευση

- **Ζήτηση σε νερό**
 - ημερήσια παροχή ανά κάτοικο
- **Ελαστικότητα της ζήτησης**
 - το νερό ως οικονομικό μέγεθος → **αντίλογος!**
 - το παράδειγμα της Αθήνας κατά την περίοδο λειψυδρίας
- **Μεταβλητότητα της ζήτησης → ημέρα, εποχή, έτος**
 - πιθανότητα αστοχίας 1%

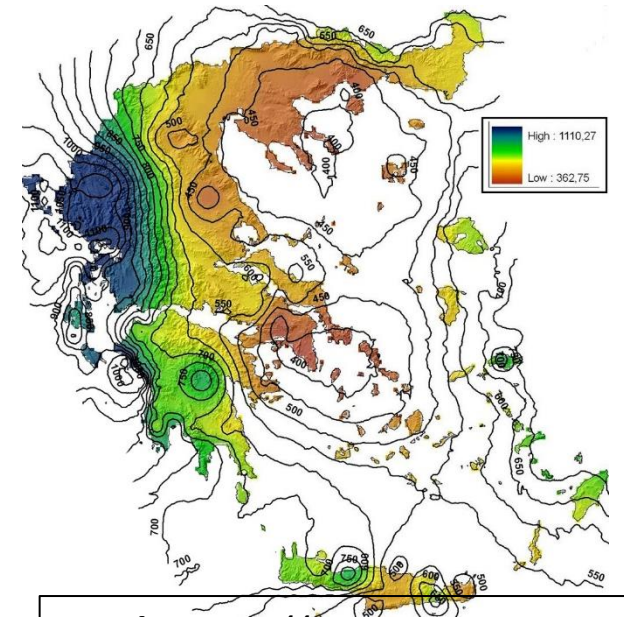
Μεταφορά νερού

Άρδευση

- Μεγαλύτερο μέρος των υδατικών πόρων → άρδευση
- Μεγαλύτερη αρδευόμενη έκταση → Αν. Ελλάδα
- Μεγαλύτερο μέρος των υδατικών πόρων → Δ. Ελλάδα



Σχεδιασμός σε εθνικό επίπεδο



Πηγή: <https://www.geogreece.gr>

Ρύθμιση υδατικών πόρων

- Φράγματα → το πιο σημαντικό έργο αποθήκευσης

- Σχεδιασμός

- υδατικό ισοζύγιο
- όγκος → υπερετήσια βάση
- υπερχειλιστής → ακραίο γεγονός



- Κανονισμός ασφαλείας φραγμάτων

- Υπουργική Απόφαση ΔΑΕΕ/οικ.2287/2016 - ΦΕΚ 4420/Β/30-12-2016

Η άλλη όψη...

- Μεγάλος όγκος έργου
- Διατάραξη οικοσυστήματος
- Η υδροηλεκτρική ενέργεια δε συγκαταλέγεται στις ΑΠΕ
- Η κατάντη δίαιτα του ποταμού στερεύει
- Το έργο παραμένει ακόμα και μετά το χρονικό ορίζοντα λειτουργίας

Η άλλη όψη...

- Μεγάλος όγκος έργου
 - Διατάραξη οικοσυστήματος
 - Δε συγκαταλέγεται στις ΑΠΕ
 - Η καταντήματα του ποταμού στερεύει
 - Παραμένει ακόμα και μετά το χρονικό ορίζοντα λειτουργίας
- Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
 - μικρότερος όγκος έργου
 - Ιχθυοδιάδρομοι
 - οικολογική παροχή

Προστασία πόρων και περιβάλλοντος

Φυσικοί κίνδυνοι

Γεωφυσικοί



Μετεωρολογικοί



Υδρολογικοί



Κλιματολογικοί



Βιολογικοί



Εξωγήινοι



Φυσικοί κίνδυνοι και ΔΥΠ

- Παγετοί
- Κυκλώνες
- Καταιγίδες
- Πλημμύρες
- Ξηρασία

Φυσικοί κίνδυνοι και ΔΥΠ

- Παγετοί
- Κυκλώνες
- Καταιγίδες
- Πλημμύρες
- Ξηρασία

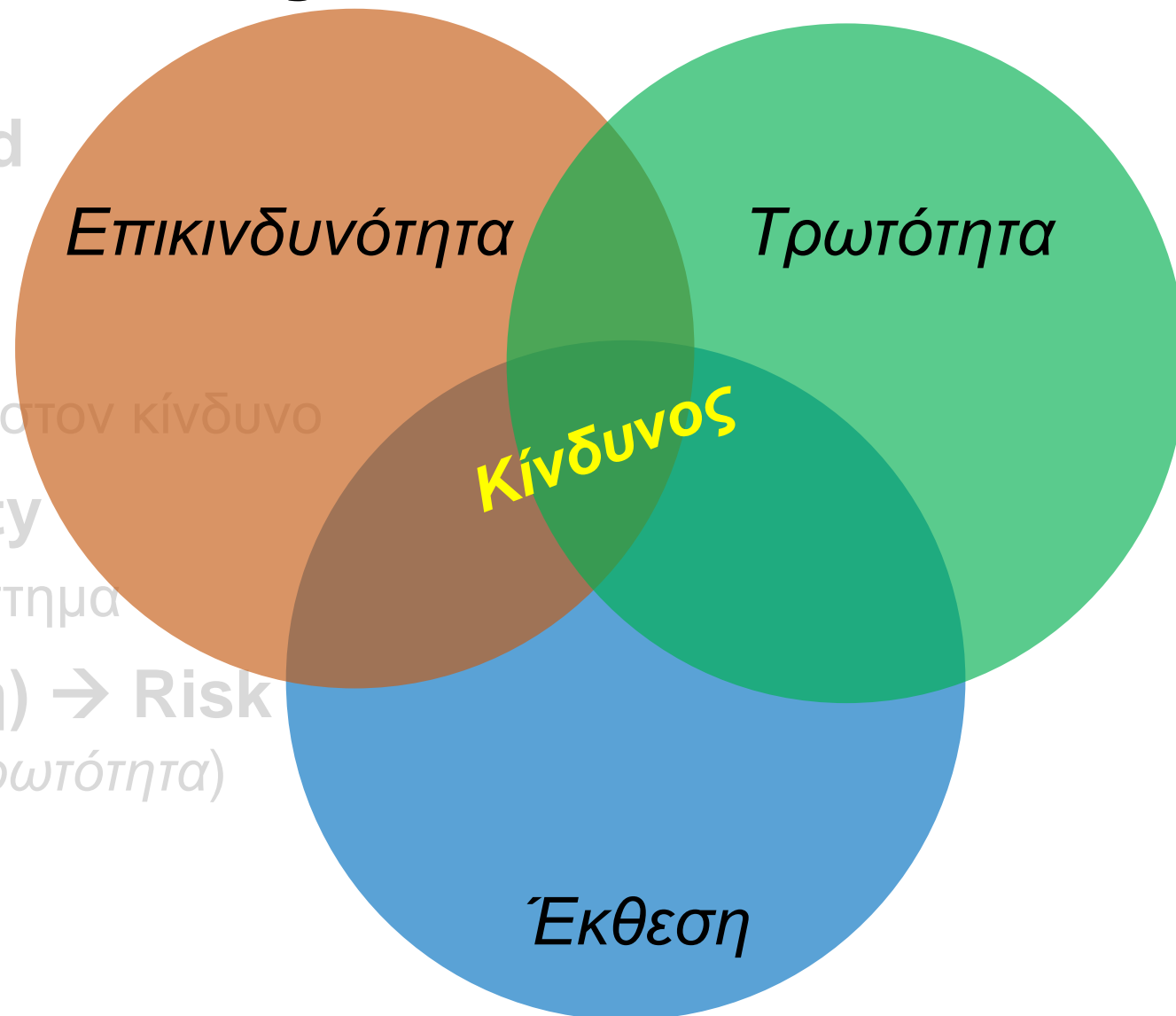
Ελλάδα

Έννοιες

- **Επικινδυνότητα → Hazard**
 - ο φυσικός κίνδυνος
- **Έκθεση → Exposure**
 - οικονομική αξία εκτεθειμένη στον κίνδυνο
- **Τρωτότητα → Vulnerability**
 - πόσο ευάλωτο είναι ένα σύστημα
- **Κίνδυνος (Διακινδύνευση) → Risk**
 - f (επικινδυνότητα, έκθεση, τρωτότητα)

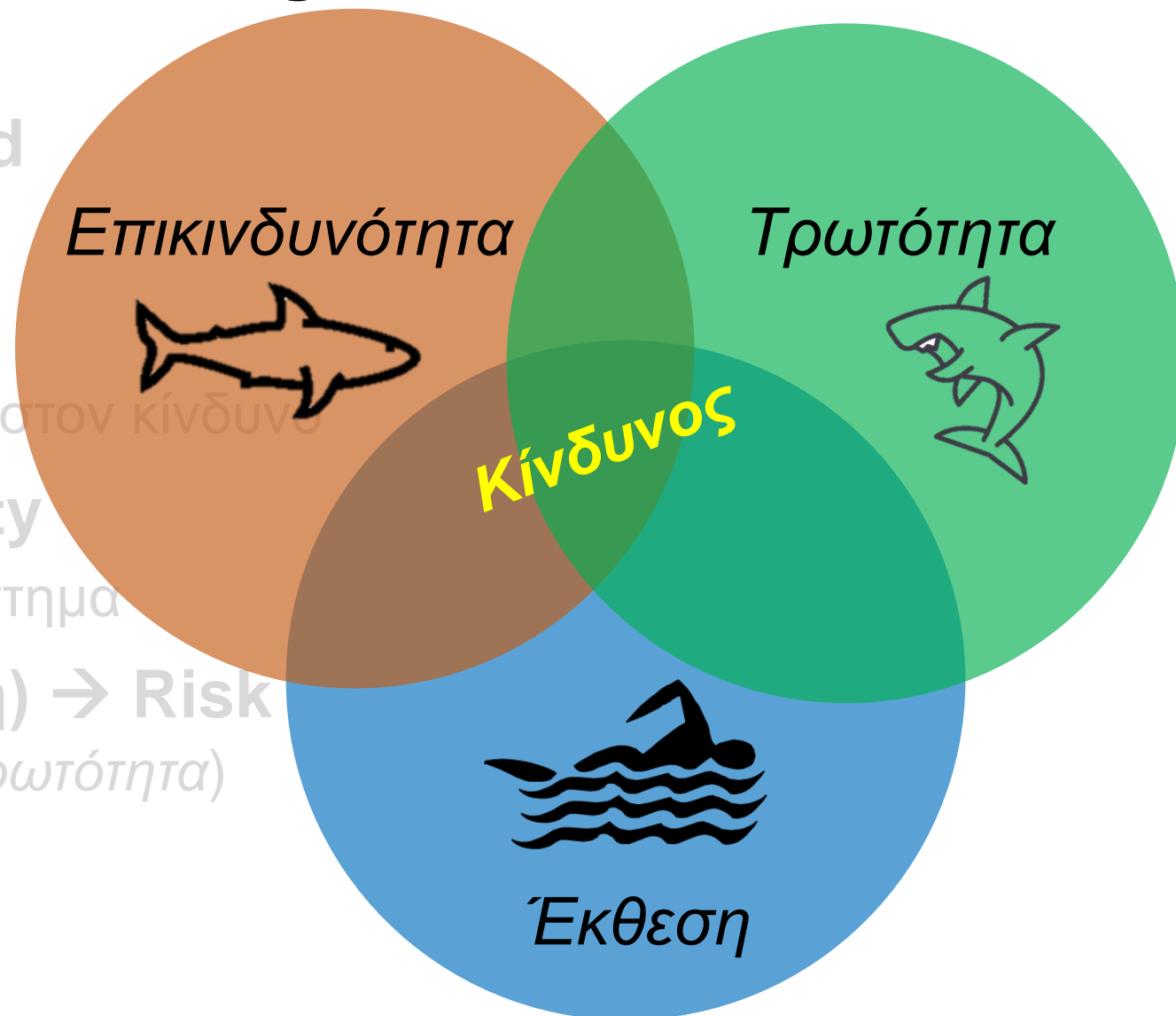
Έννοιες

- **Επικινδυνότητα** → Hazard
 - ο φυσικός κίνδυνος
- **Έκθεση** → Exposure
 - οικονομική αξία εκτεθειμένη στον κίνδυνο
- **Τρωτότητα** → Vulnerability
 - πόσο ευάλωτο είναι ένα σύστημα
- **Κίνδυνος (Διακινδύνευση)** → Risk
 - $f(\text{επικινδυνότητα}, \text{έκθεση}, \text{τρωτότητα})$



Έννοιες

- **Επικινδυνότητα** → Hazard
 - ο φυσικός κίνδυνος
- **Έκθεση** → Exposure
 - οικονομική αξία εκτεθειμένη στον κίνδυνο
- **Τρωτότητα** → Vulnerability
 - πόσο ευάλωτο είναι ένα σύστημα
- **Κίνδυνος (Διακινδύνευση)** → Risk
 - $f(\text{επικινδυνότητα}, \text{έκθεση}, \text{τρωτότητα})$



Πλημμύρες - Ελλάδα

1970-2010

- 53 πλημμυρικά γεγονότα με απώλειες
- 151 νεκροί
- Οι περισσότεροι νεκροί στο μητροπολιτικό συγκρότημα της Αθήνας → αστικοποίηση
- Ρεκόρ → 44 νεκροί το 1977 (39 στην Αττική)

Αντιπλημμυρική προστασία

- **Πολλαπλά επίπεδα**
 - ποτάμιο σύστημα
 - αποχετευτικό σύστημα
 - αστικό περιβάλλον
- **Κατασκευαστικά μέτρα**
 - έργα ανάσχεσης
 - έργα διοχέτευσης
 - ήπιες παρεμβάσεις
- **Μη κατασκευαστικά μέτρα**

Κλιματική αλλαγή και πιέσεις στο σύστημα

Κλιματική αλλαγή...

- **Παγκόσμια άνοδος της θερμοκρασίας λόγω εκπομπών αερίων θερμοκηπίου**
 - ανθρωπογενή αίτια
 - φυσικά αίτια
- **Αλλαγή των στατιστικών χαρακτηριστικών του κλίματος σε μεγάλες χρονικές κλίμακες**
- **Υδατικοί πόροι**
 - διατάραξη του κύκλου του νερού
 - υποβάθμιση/έλλειψη πόρων
 - αύξηση των ακραίων γεγονότων

... και ο αντίλογος

- **Τα διαθέσιμα δεδομένα**
 - αναφέρονται σε πολύ μικρότερη χρονική κλίμακα από τη χρονική κλίμακα στην οποία συμβαίνει μία ενδεχόμενη αλλαγή του κλίματος
 - υπόκεινται σε σημαντικές αβεβαιότητες (σφάλμα μέτρησης)
- **Ερώτημα I** → υπάρχει κλιματική αλλαγή;
- **Ερώτημα II** → αν υπάρχει κλιματική αλλαγή, είναι ανθρωπογενής;

Πίεση στο σύστημα

- Κλιματική αλλαγή
- Αστικοποίηση
- Πληθυσμιακή αύξηση
- Άνοδος του βιοτικού επιπέδου
- Υποβάθμιση ποιότητας νερού (ρύπανση)

Πίεση στο σύστημα

- Κλιματική αλλαγή
- Αστικοποίηση
- Πληθυσμική αύξηση
- Άνοδος του βιοτικού επιπέδου
- Υποβάθμιση ποιότητας νερού (ρύπανση)

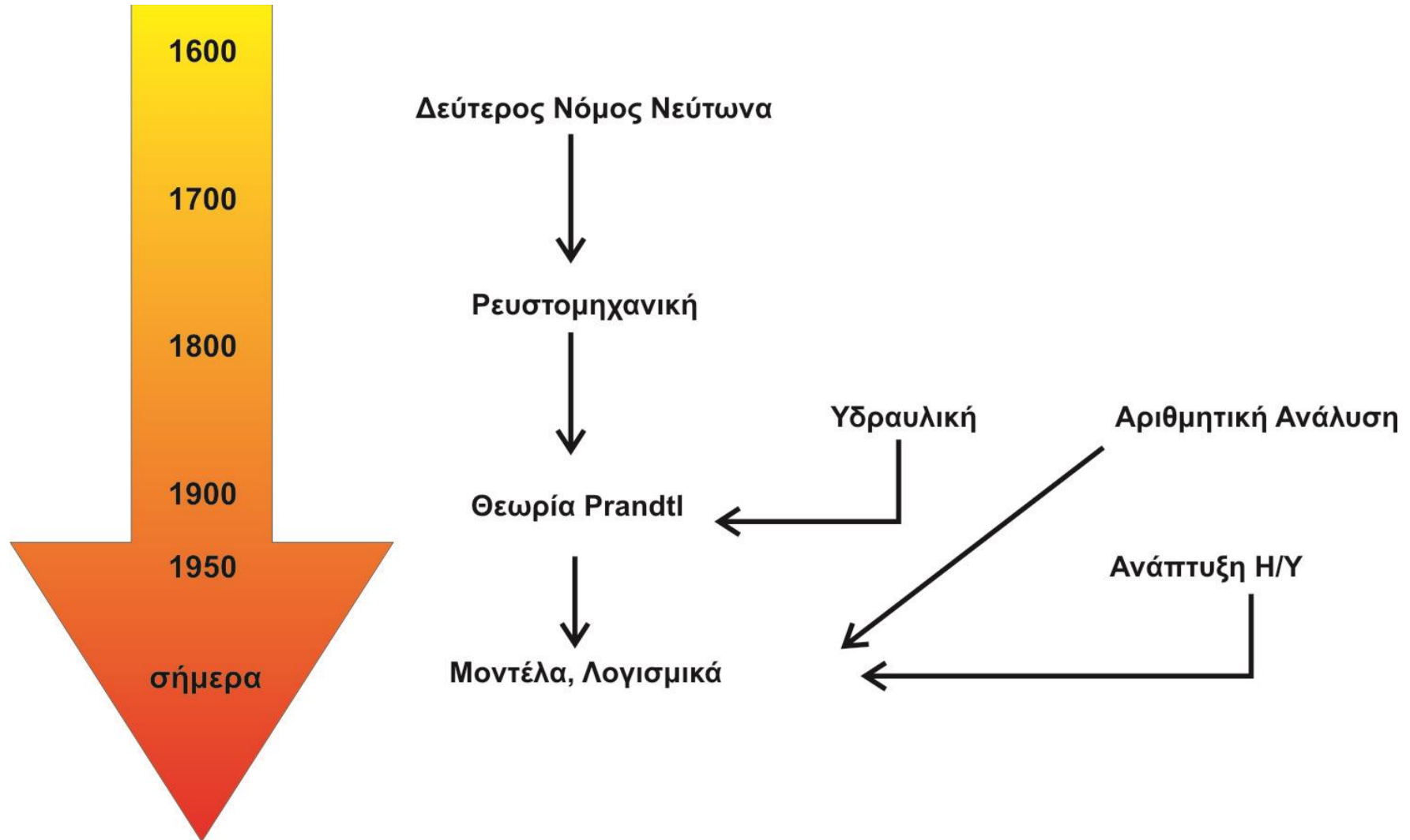
αβεβαιότητα στο σχεδιασμό

Εργαλεία

Εργαλεία για τη ΔΥΠ

- Αριθμητικά ανάλυση
- Αριθμητικές μέθοδοι
- Αριθμητικά μοντέλα
- Βελτιστοποίηση
- Μηχανική μάθηση
- Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών
- Συστήματα λήψης αποφάσεων

Εξέλιξη

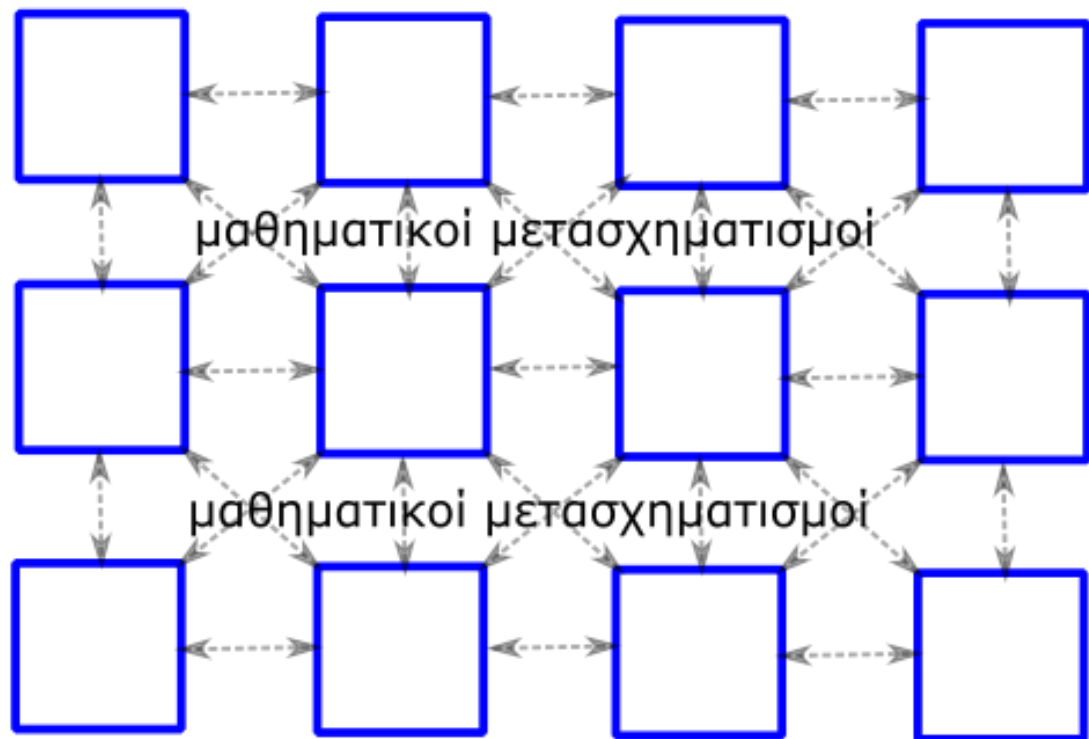
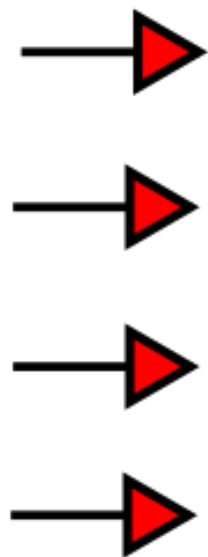


Αριθμητικά μοντέλα

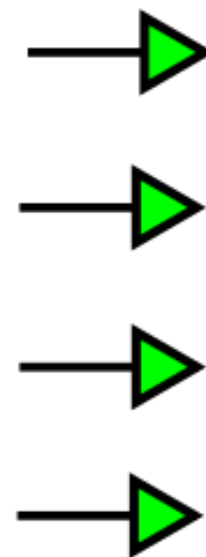
- **Φάσμα μαθηματικών μετασχηματισμών**
 - Ρητή εξίσωση
 - Διαφορική εξίσωση
 - Μερικές Διαφορικές Εξισώσεις (ΜΔΕ)
- **Προσομοίωση φυσικών φαινομένων**
- **Συστήματα υδατικών πόρων**
 - Πρόβλεψη/εκτίμηση μεγεθών για το σχεδιασμό
 - Λειτουργία και διαχείριση έργων
- **Βασικό εργαλείο στα Συστήματα Λήψης Αποφάσεων**
- **Ευρεία χρήση στη ΔΥΠ**

Δομή μοντέλου

Είσοδος



Έξοδος



Παράμετροι

Τύπος

- **Εμπειρικά**
 - Εμπειρικές/πειραματικές εξισώσεις
- **Εννοιολογικά**
 - Νοητή αναπαράσταση ενός φυσικού φαινομένου κάνοντας τις απαραίτητες αφαιρέσεις και μαθηματικοποιώντας τις διεργασίες
- **Φυσικής βάσης**
 - Επίλυση εξισώσεων που στηρίζονται σε διατυπωμένους φυσικούς νόμους
- **Συσχέτιση δεδομένων**
 - Έξοδος με βάση τη στατιστική/στοχαστική επεξεργασία δεδομένων πεδίου

Κατηγορία

- Βροχόπτωση-απορροή
- Ποτάμια ροή
- Αποχετευτικό δίκτυο
- Μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
- Υπόγεια νερά

Κατηγορία

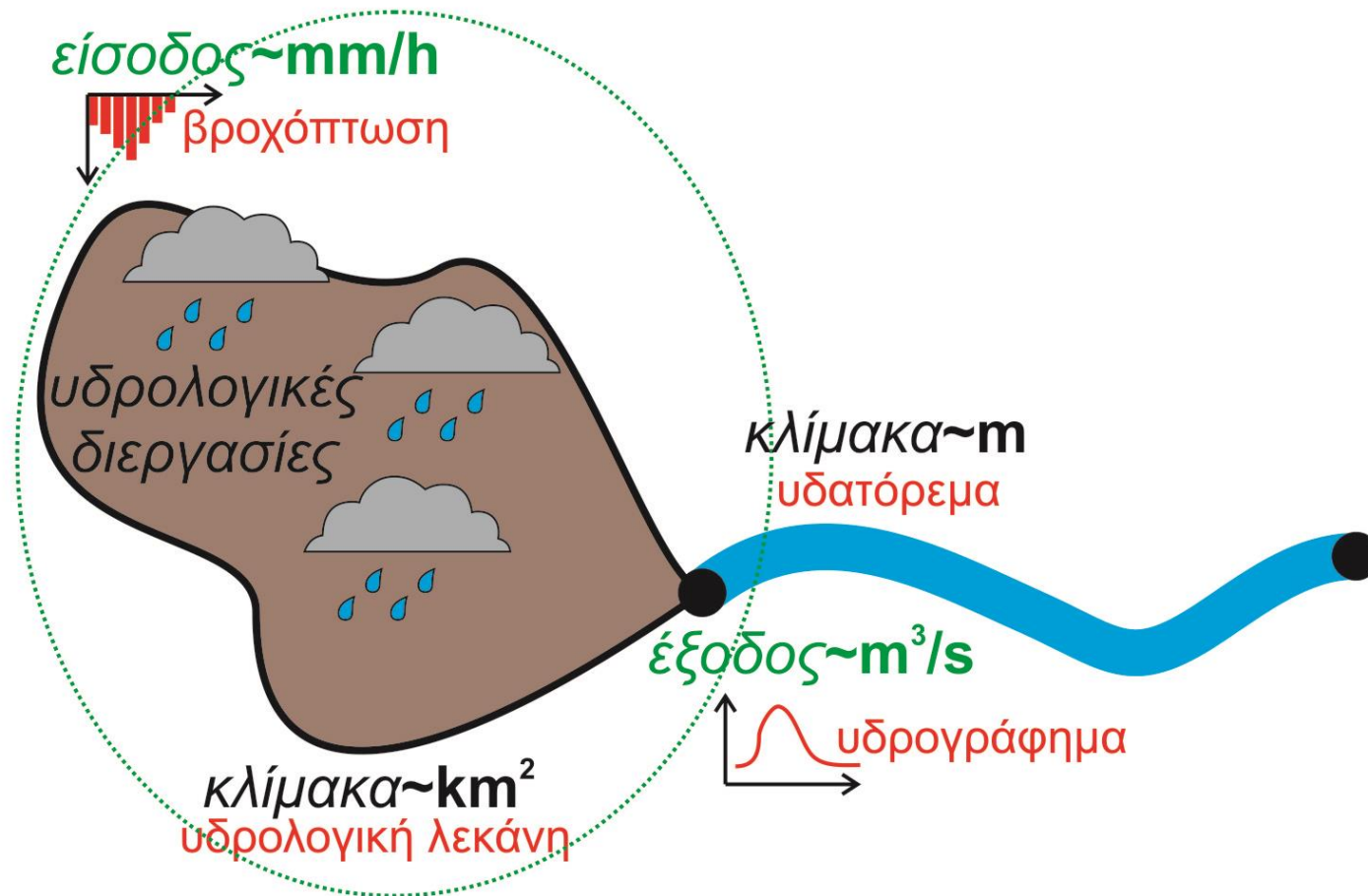
- Βροχόπτωσης-απορροής
- Διόδευσης υδρογραφήματος (routing) } «Υδρολογικά» μοντέλα
- Αποχέτευσης
- Μονάδας Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων } Αστική Υδρολογία
- Υδατορέματος/Ποταμού
- Πλημμυρικού πεδίου } «Υδραυλικά» μοντέλα
- Υπόγεια νερά

Ολοκληρωμένη προσομοίωση

- **Κύκλος νερού**
 - Φυσικό περιβάλλον
 - Αστικό περιβάλλον
- **Κάθε φυσική διεργασία περιγράφεται με κάποιο αριθμητικό μοντέλο**
 - Βροχόπτωση-απορροή
 - Ποτάμια ροή
 - Αποχετευτικό δίκτυο
 - Μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
 - Υπόγεια νερά
- **Σύνδεση υπο-μοντέλων**
- **Ολοκληρωμένη προσομοίωση σε επίπεδο λεκάνης απορροής**

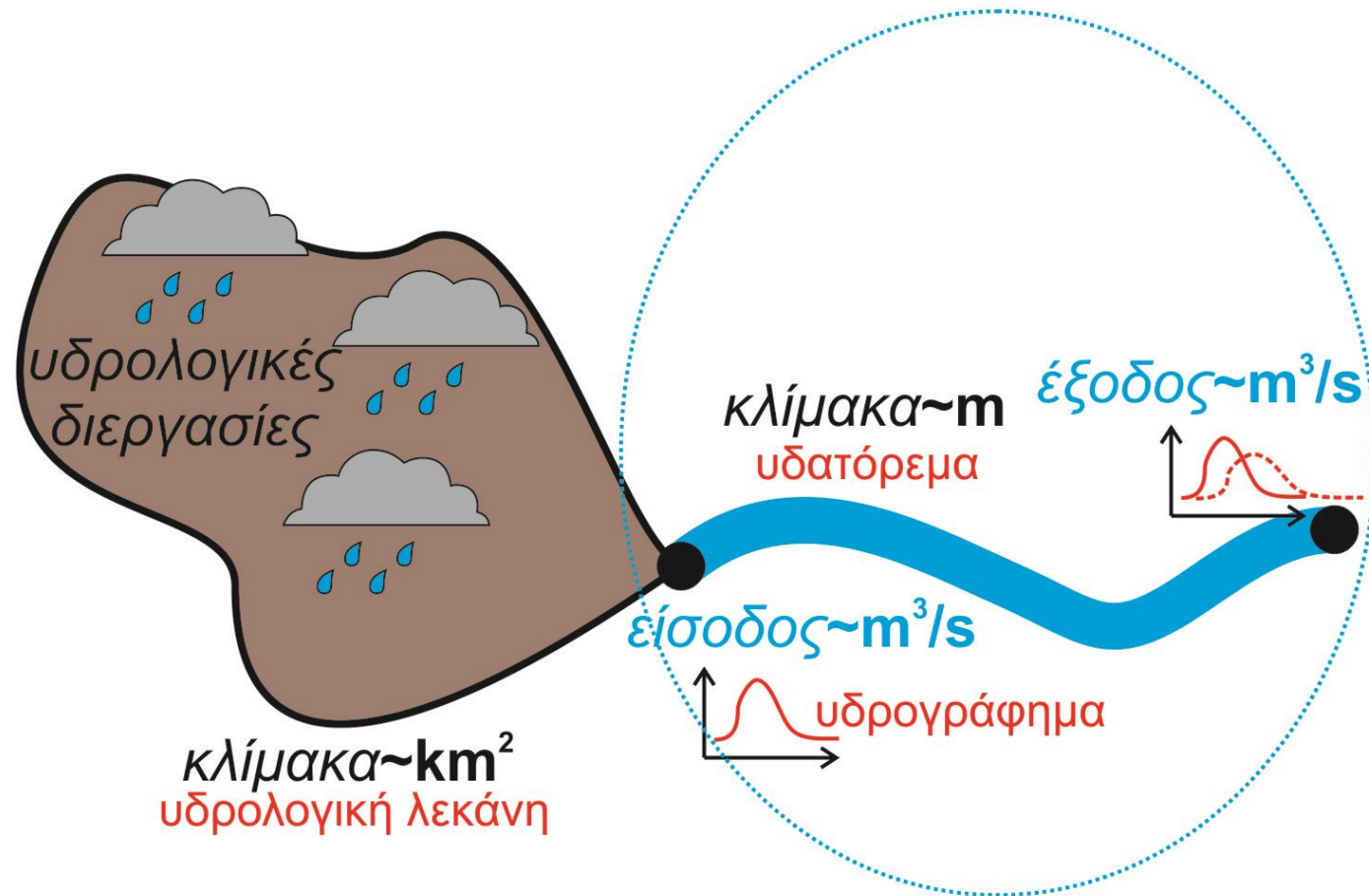
Σύνδεση μοντέλων

βροχόπτωση-απορροή → ποτάμια ροή



Σύνδεση μοντέλων

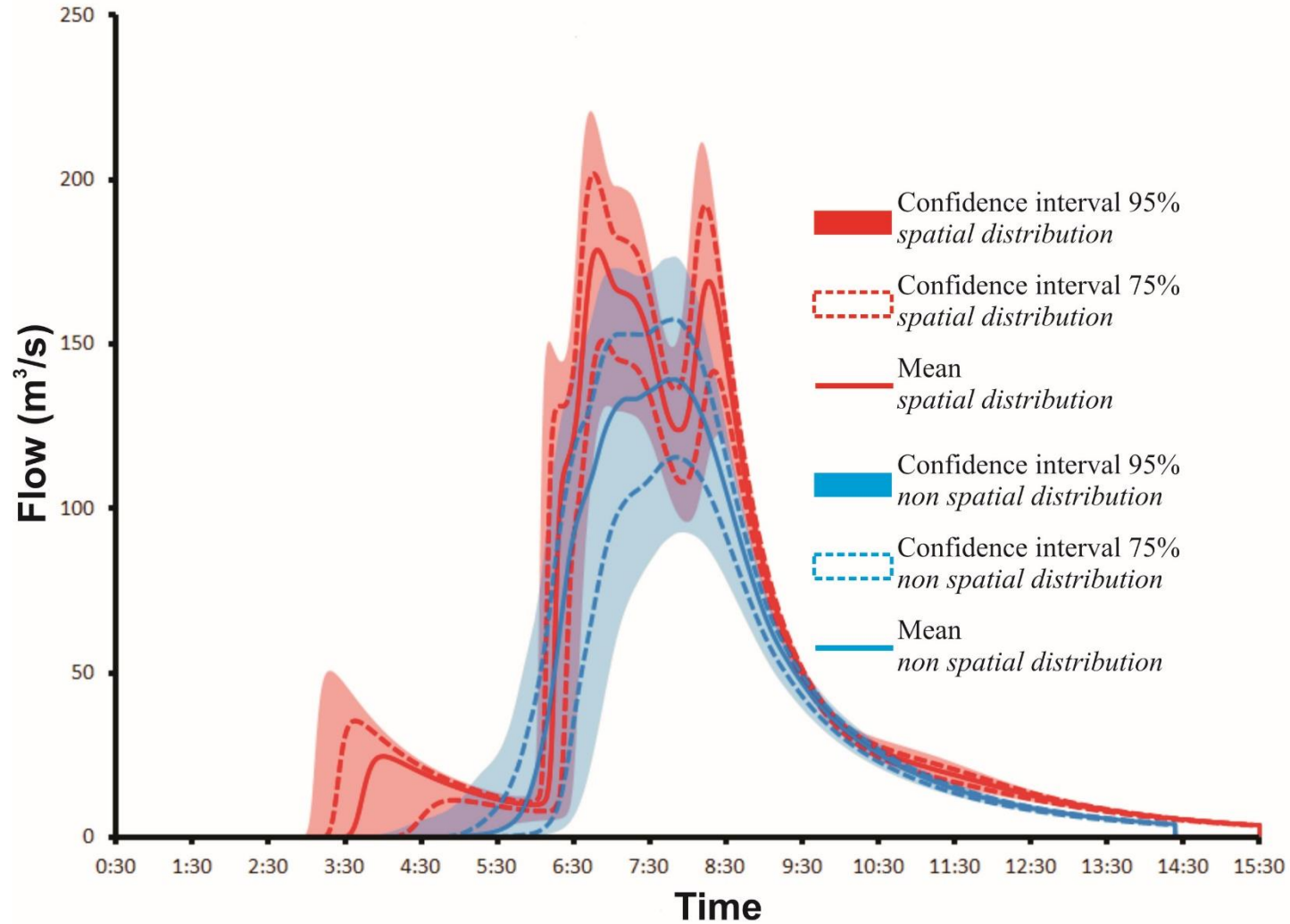
βροχόπτωση-απορροή → ποτάμια ροή



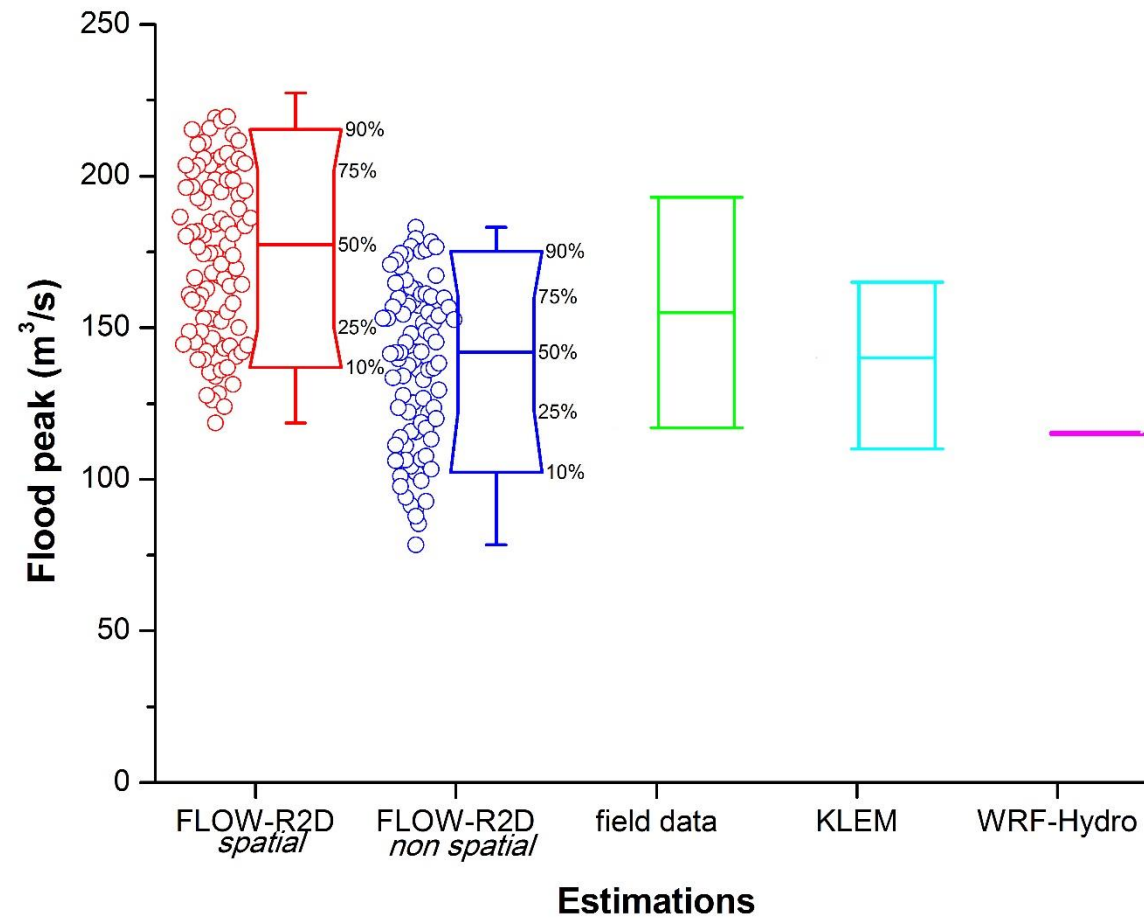
Αβεβαιότητα μοντέλων

- **Αφαίρεση της πραγματικότητας**
 - Αβεβαιότητα στα αποτελέσματα
 - Έξοδος → εύρος τιμών
- **Πηγές αβεβαιότητας**
 - Δεδομένα εισόδου
 - Δομή μοντέλου
 - Παράμετροι μοντέλου

Αβεβαιότητα μοντέλων

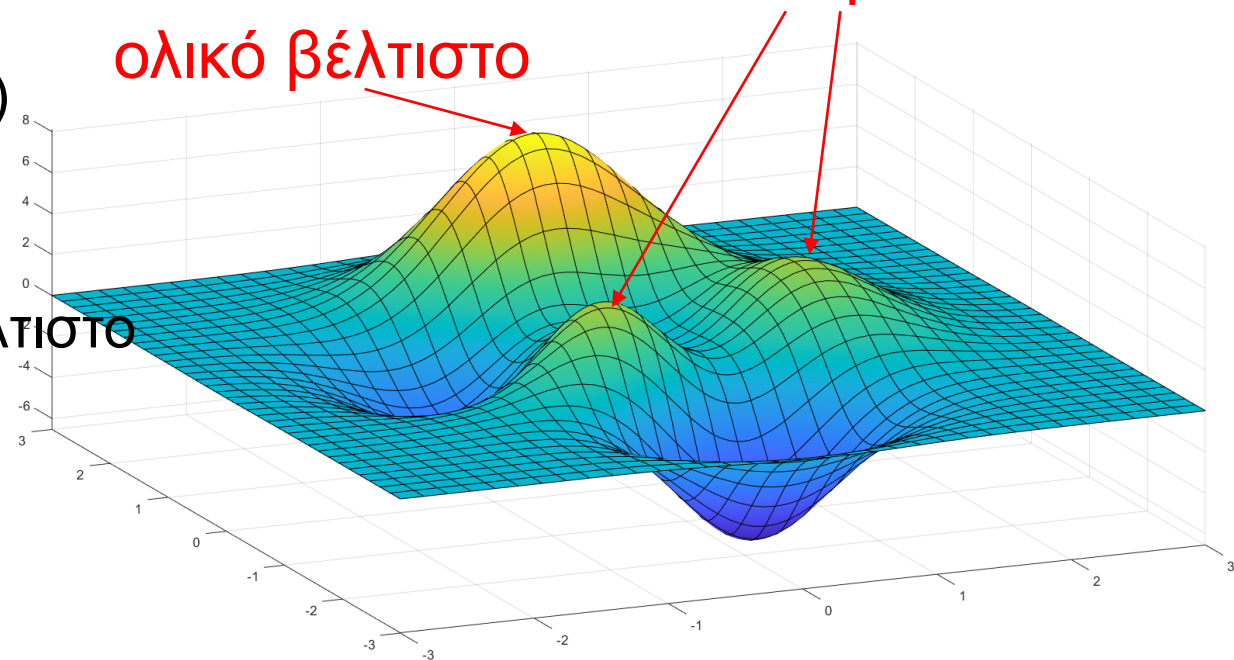


Αβεβαιότητα μοντέλων



Βελτιστοποίηση

- Συνάρτηση στόχος
- Σχεδιασμός μεγεθών
 - Εύρεση βέλτιστων διαστάσεων ενός έργου
- Βαθμονόμηση παραμέτρων σε αριθμητικό μοντέλο **τοπικά βέλτιστα**
 - Αντίστροφο πρόβλημα
 - Μετρήσεις πεδίου (είσοδος + έξοδος)
 - Βέλτιστος συνδυασμός παραμέτρων
- Κλασικές μέθοδοι
 - Κίνδυνος εγκλωβισμού σε τοπικό βέλτιστο
- Καθολικές μέθοδοι (**global**)
 - Στοχαστικό κομμάτι



ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

- **Ορισμός του προβλήματος**
 - Προσομοιώσεις που απαιτούν ώρες ή ημέρες
 - Μεγάλος αριθμός προσομοιώσεων
- **Υπερυπολογιστές (High Performance Computing)**
 - Μειώνεται ο απαιτούμενος χρόνος προσομοίωσης
- **Ανάλυση ευαισθησίας**
 - Επιλέγονται οι παράμετροι με την μεγαλύτερη επιρροή
 - Μείωση διαστάσεων προβλήματος
- **Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)**
 - Αντικατάσταση αριθμητικού μοντέλου
 - Εξομοίωση αριθμητικού μοντέλου

Μηχανική μάθηση

- Μη γραμμική παρεμβολή
- Χρήση δεδομένων πεδίου (είσοδος + έξοδος)
- Εκπαίδευση αλγορίθμου
- Πρόβλεψη εξόδου με δεδομένη είσοδο
- Νέες τεχνικές απόκτησης δεδομένων (**big data**)
 - Internet of Things (IoT)
 - Crowd sourcing
 - Remote Sensing

Μερκατορικές προβολές

- **Παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα WGS 84'**
 - Google Earth
- **Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87**
 - Κτηματολόγιο

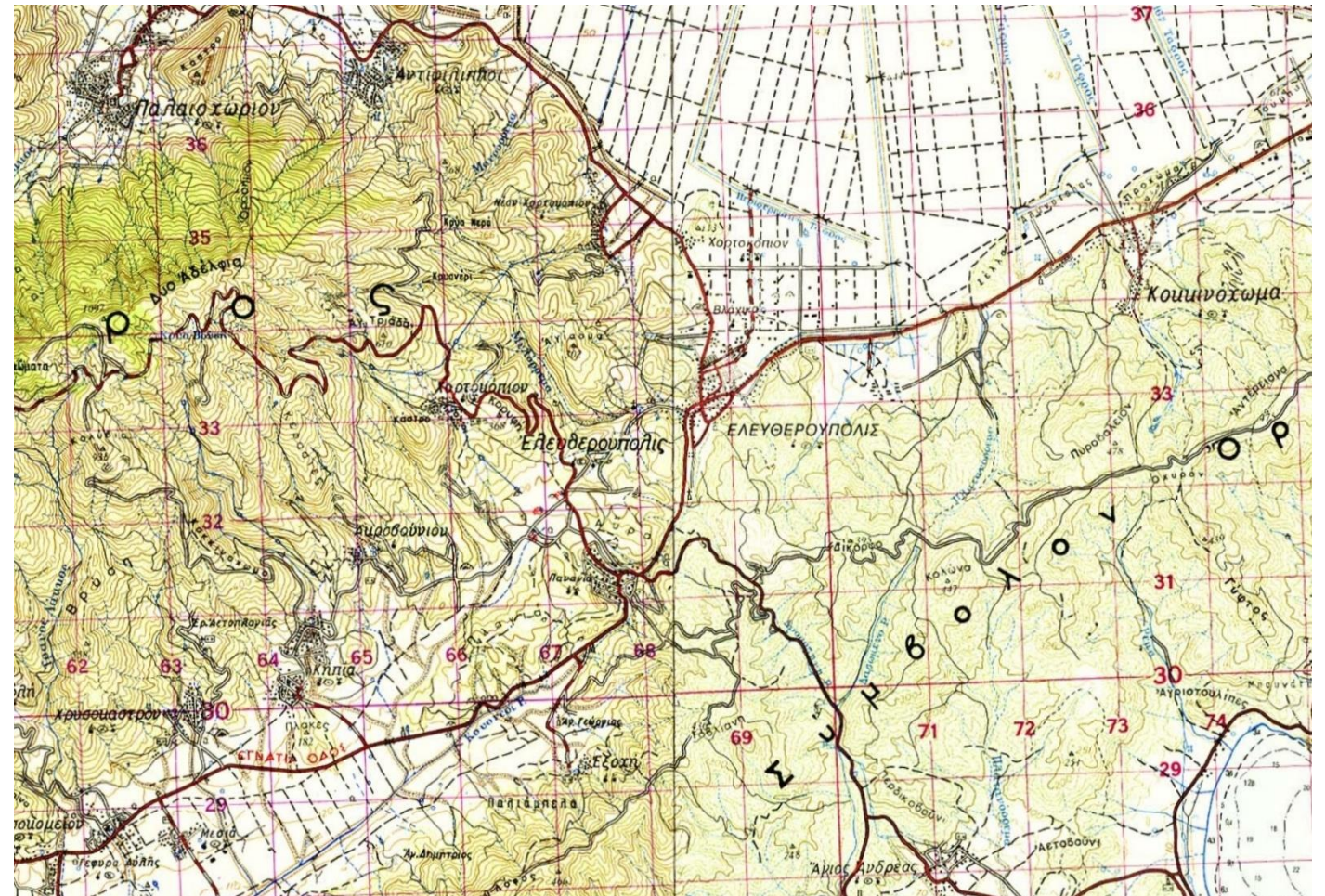
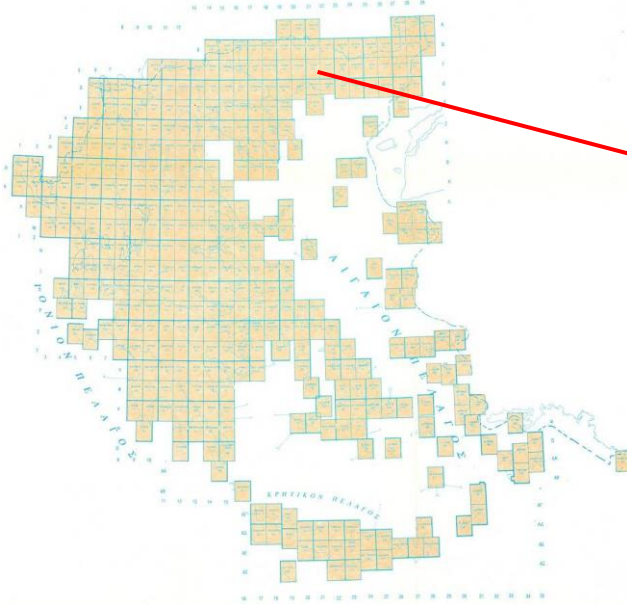
Μερκατορικές προβολές



Πηγή: <https://www.visualcapitalist.com>

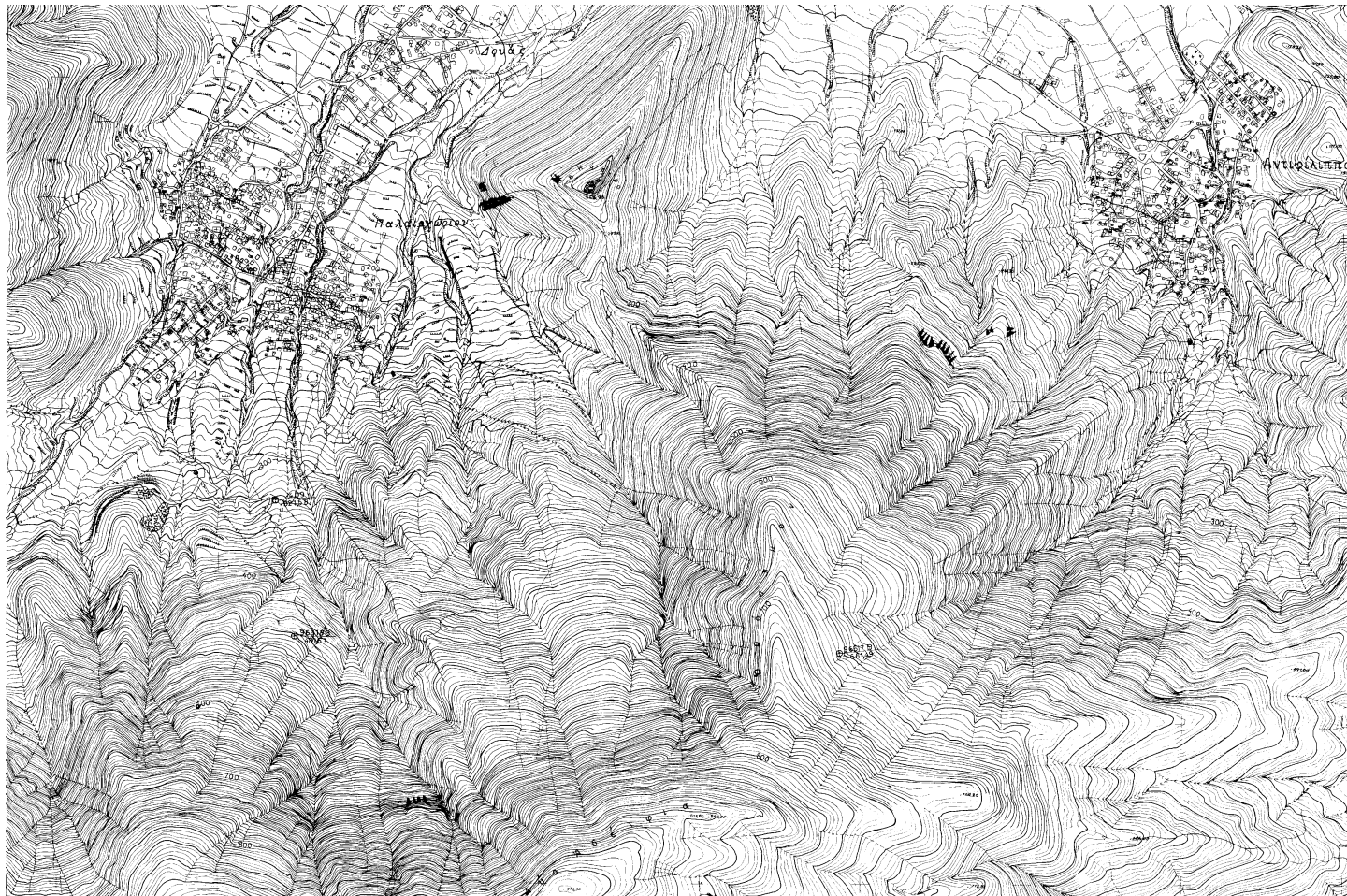
Τοπογραφικοί χάρτες

ΓΥΣ 1:50000



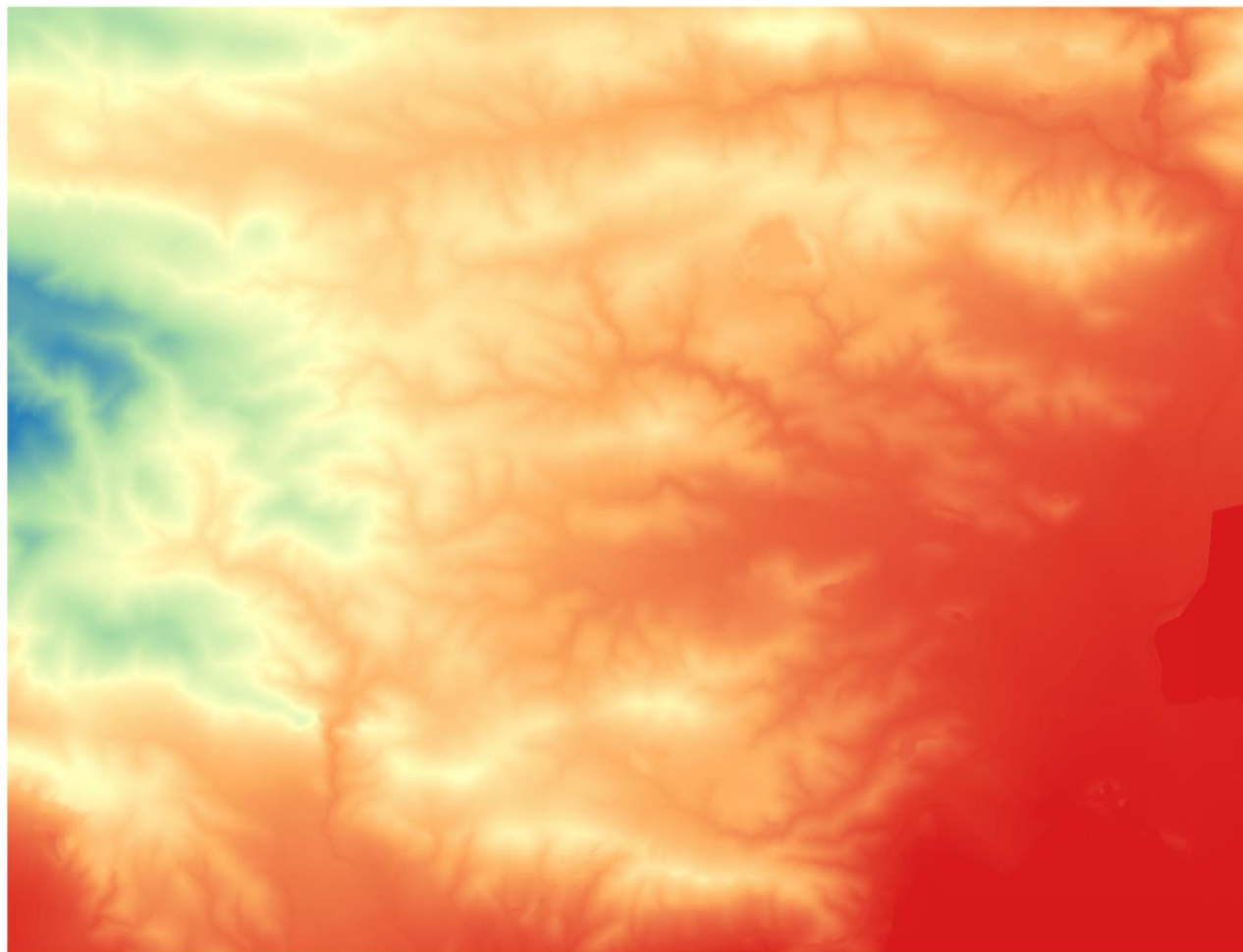
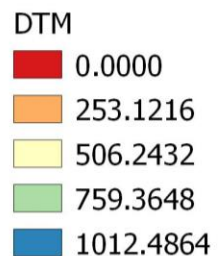
Τοπογραφικοί χάρτες

ΓΥΣ 1:5000

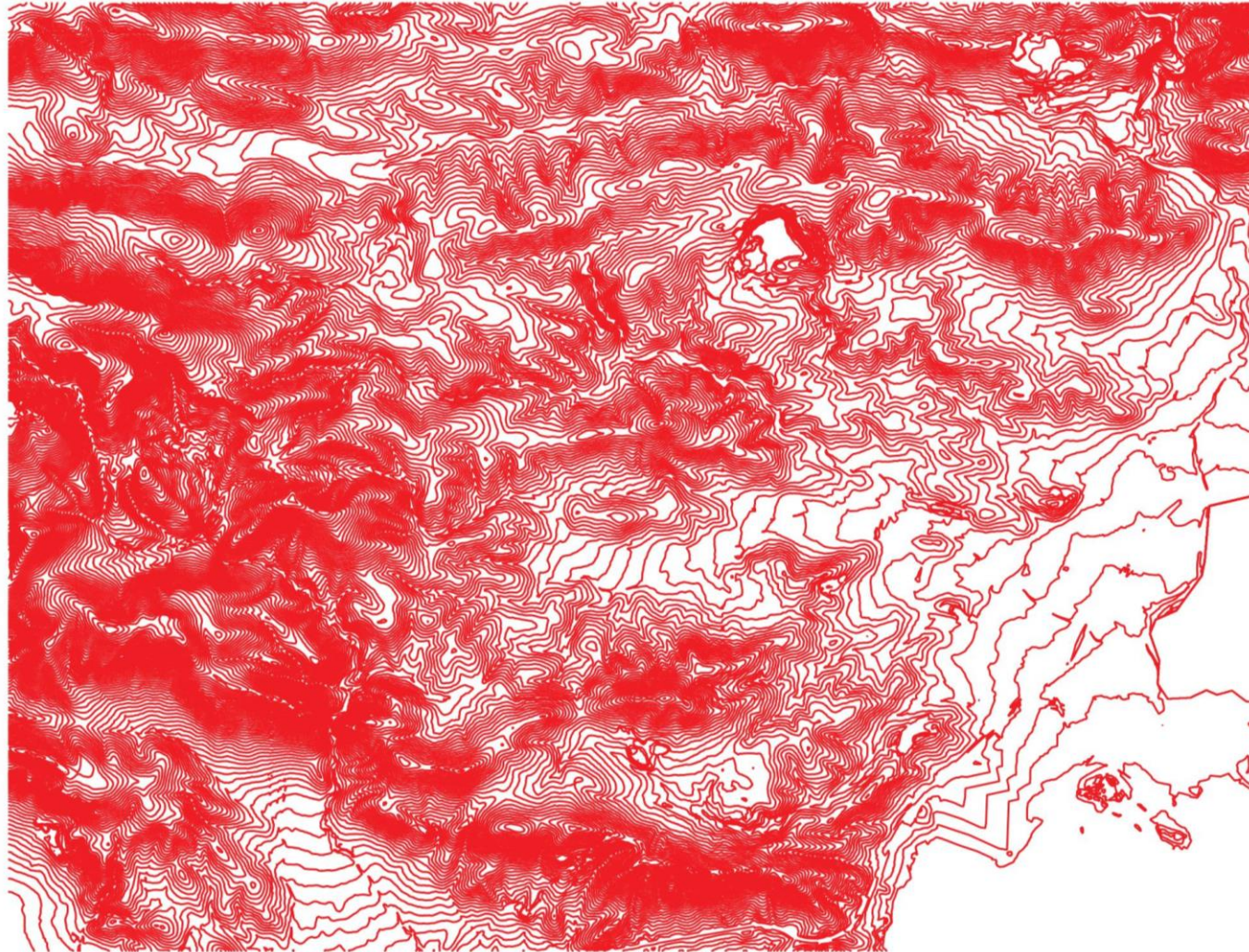


Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Ελληνικό Κτηματολόγιο 5x5 m



Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών



Δορυφορικά δεδομένα

ALOS 20x20 m



Google Earth



Συστήματα λήψης αποφάσεων

- **Συστήματα υδατικών πόρων**
- **Περιβάλλον εργασίας**
 - Διαδραστικό
 - Σύνδεση εργαλείων
- **Συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων**
 - Βάσεις δεδομένων
 - Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας
- **Υπολογιστικά εργαλεία**
 - Αριθμητικά μοντέλα
 - Αλγόριθμοι βελτιστοποίησης
 - Ανάλυση αποφάσεων
- **Υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων**
 - Κατάρτιση πολλαπλών σχεδίων
 - Ιεράρχηση σχεδίων με βάση κάποια κριτήρια

Πηγή: Κουτσογιάννης, Δ. (2001). Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στη διαχείριση υδατικών πόρων: Η περίπτωση του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας. Νερό και Περιβάλλον, 2η Ημερίδα της ΕΥΔΑΠ για την Παγκόσμια Ημέρα Νερού, Αθήνα, ΕΥΔΑΠ