

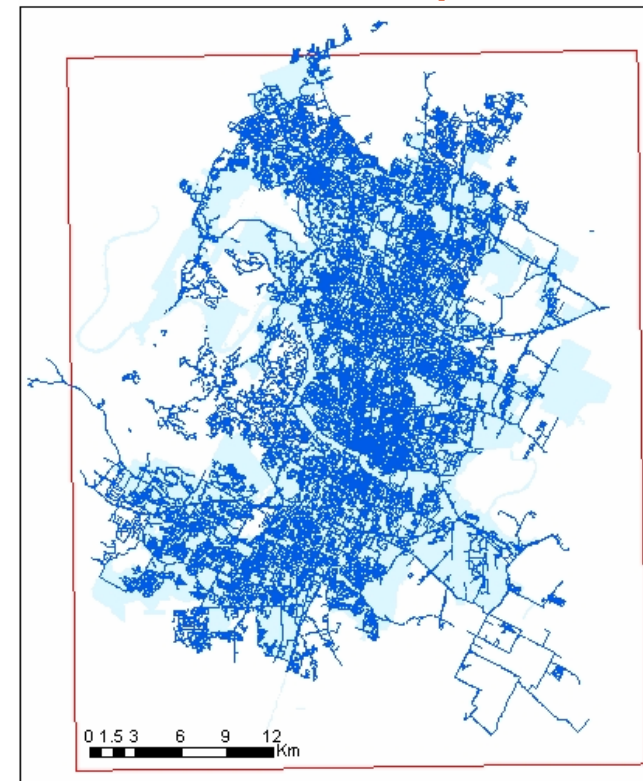


Προκλήσεις και προοπτικές στη διαχείριση του αστικού νερού

Χρήστος Μακρόπουλος, Δημήτρης
Κουτσογιάννης, Ανδρέας Ευστρατιάδης
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

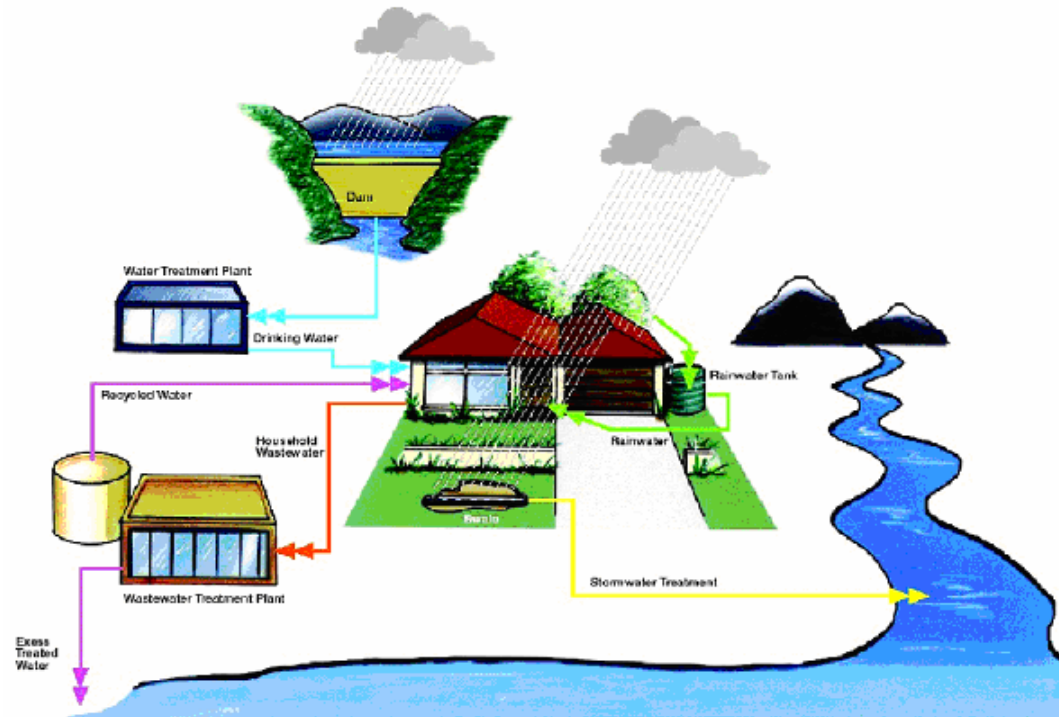
Ροές αστικού νερού: χωριστές;

- Ύδρευση
- Αποχέτευση
- Απορροή Ομβρίων



ή συνδεδεμένες;

- Μεταξύ τους αλλά και με άλλα συστήματα:
 - Τεχνικά (Ενέργεια, Ασφάλεια)
 - Κοινωνικά (διοίκηση, χρήστες, επαγγελματικοί φορείς)
 - Φυσικά (Λεκάνη απορροής)



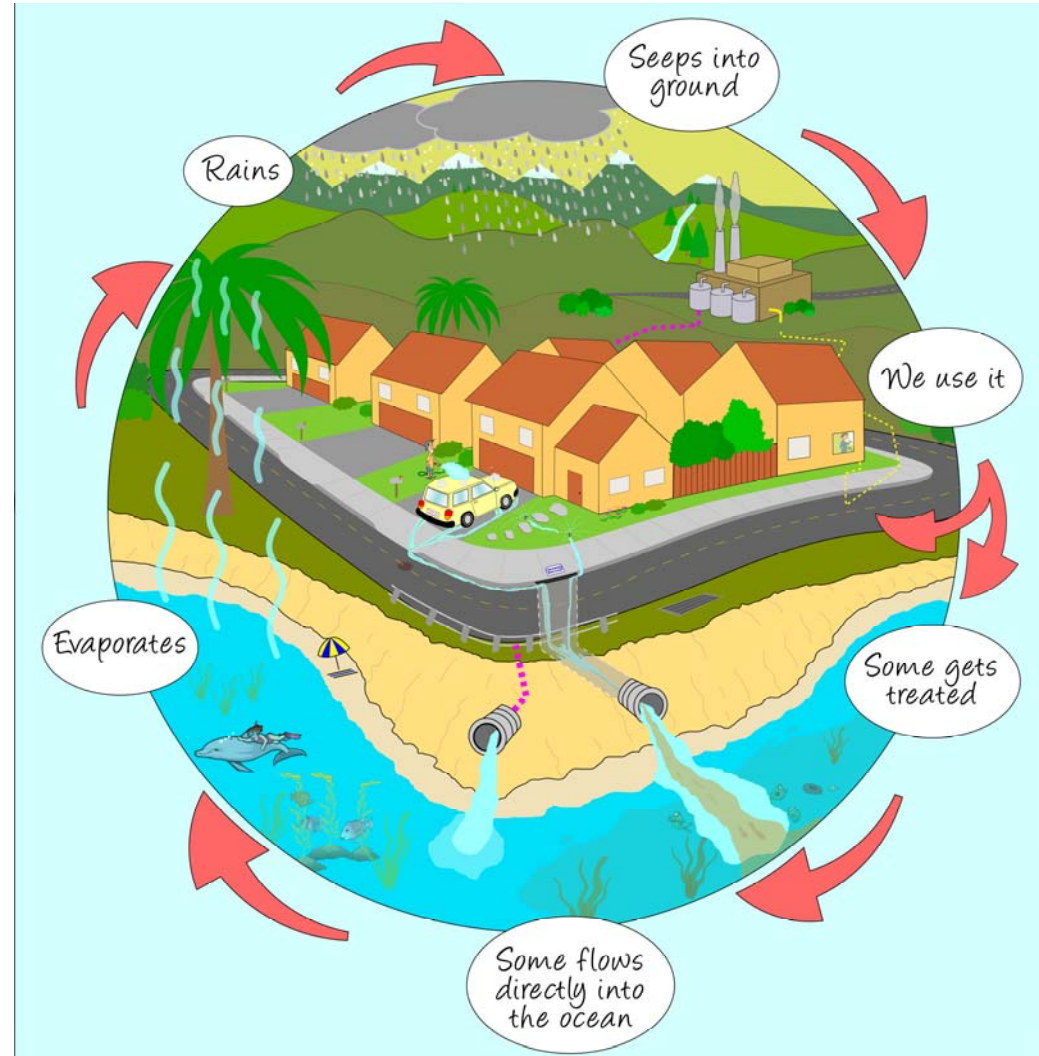
Σύνδεση → Διαχειριστική πολυπλοκότητα

Φορείς που εμπλέκονται στη διαχείριση νερού των ΗΠΑ (Grigg, 1996)

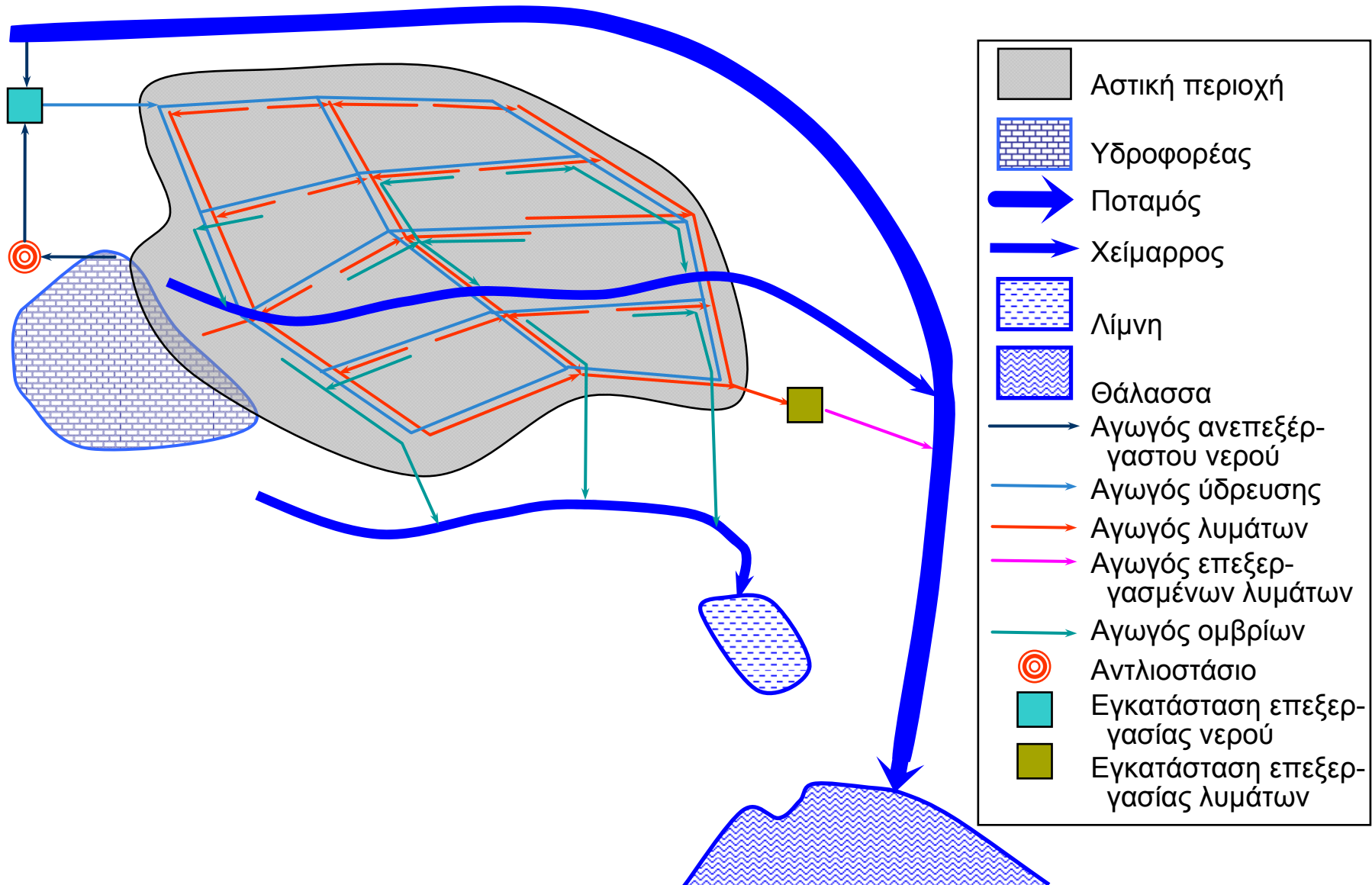
- Πολιτικοί οργανισμοί
 - Κυβερνητικά όργανα, Συντονιστικές Επιτροπές, Τοπική Αυτοδιοίκηση
- Φορείς ύδρευσης και αποχέτευσης
 - Δημοτικές και περιφερειακές εταιρίες ύδρευσης και αποχέτευσης
- Υπηρεσίες συλλογής και επεξεργασίας δεδωμένων
 - Υδρολογικές, κλιματολογικές, υδρογεωλογικές, και υδροβιολογικές υπηρεσίες
- Ευρείες υπηρεσίες διαχείρισης νερού
 - Διαμερισματικές και περιοχικές υπηρεσίες διαχείρισης
- Υπηρεσίες ενέργειας, ναυσιπλοΐας και ελέγχου πλημμυρών
 - Εταιρίες ενέργειας, λιμενικές αρχές, ναυτιλιακές εταιρίες
- Φορείς βιομηχανικής και αστικής ανάπτυξης
 - Αναπτυξιακές εταιρίες, οικιστικοί φορείς και εταιρίες, τουριστικές επιχειρήσεις
- Φορείς αγροτικής ανάπτυξης και φυσικών πόρων
- ◆ Οργανισμοί περιβάλλοντος, οικολογίας, αναψυχής
 - Κρατικοί και μη φορείς οικολογίας, περιβάλλοντος, εθνικών πάρκων, οικότουρισμού
- ◆ Ρυθμιστικοί φορείς
 - Δημόσιες υπηρεσίες προστασίας περιβάλλοντος, υγειονομικές υπηρεσίες
- ◆ Νομικοί και δικαστικοί φορείς
 - Νομοθετικό σύστημα, δικαστικό σώμα, νομικοί οργανισμοί
- ◆ Πανεπιστήμια και ερευνητικά ινστιτούτα
 - Ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα, ερευνητικά ινστιτούτα υδατικών πόρων
- ◆ Επιστημονικές και επαγγελματικές οργανώσεις
 - Επιστημονικοί και επαγγελματικοί σύλλογοι και επιμελητήρια
- ◆ Κατασκευαστές
 - Μεγάλες και μικρές κατασκευαστικές εταιρίες
- ◆ Προμηθευτές

Η κατανόηση της σύνδεσης και της σημασίας της είναι θέμα κλίμακας...

- Σε μεγάλη κλίμακα, η σύνδεση είναι φανερή



Σε μεσαία κλίμακα



Σε μικρή κλίμακα...

Αποχέτευση ομβρίων

Αποχέτευση λυμάτων

Αντιπλημμυρική
θωράκιση (ασφαλής
στάθμη)

Απόρριψη στερεών
αποβλήτων

Υδροδότηση

Αστικό υδατόρευμα

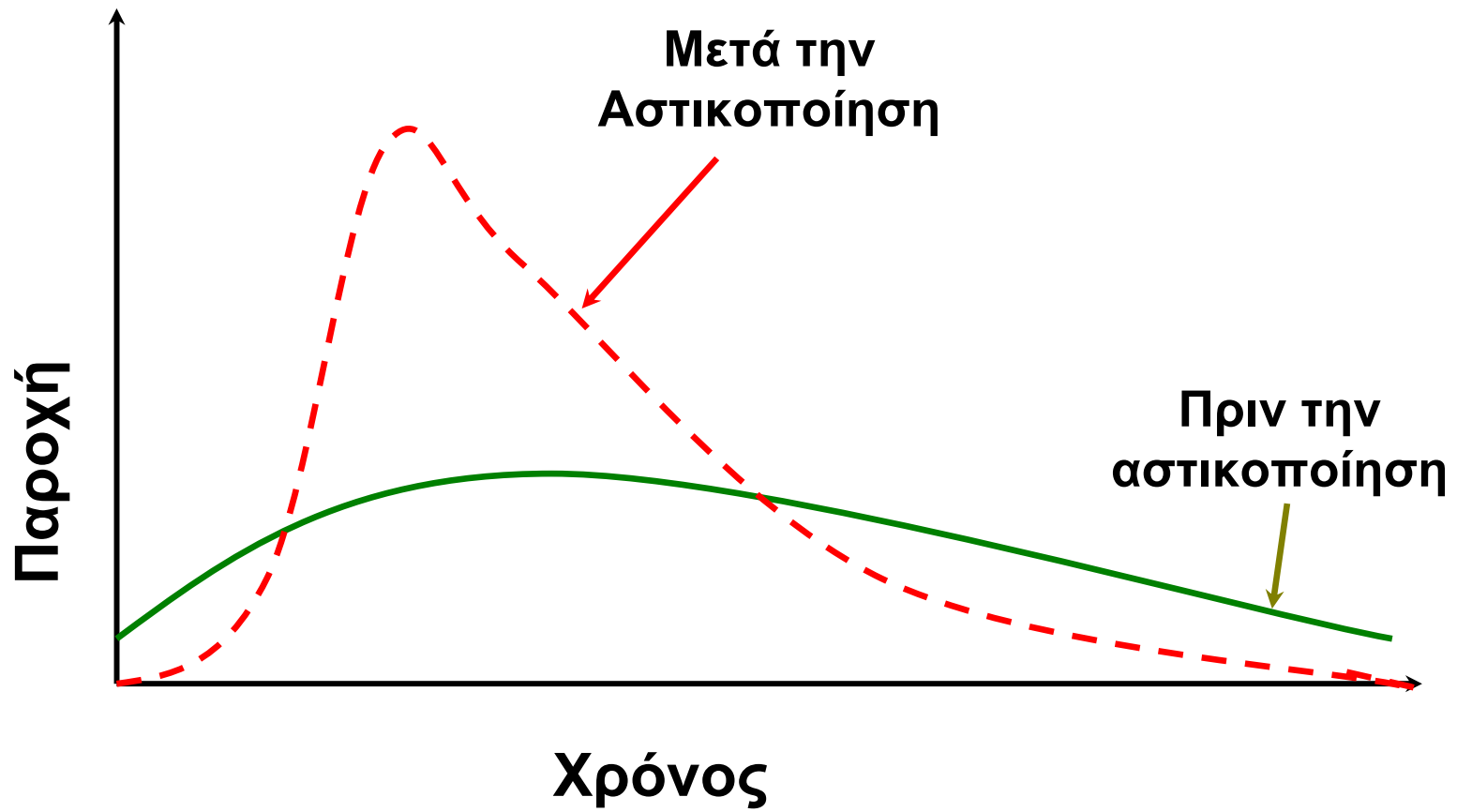


Αστικοποίηση- λύσεις για ένα διαφορετικό σύστημα

- Σχεδιασμός συστημάτων για πολύ διαφορετικό:
 - Βαθμό αστικοποίησης,
 - Χρήσεις γης
 - Χαρακτηριστικά απορροής: μέγιστες παροχές και χρόνους συρροής
 - Ζήτησης νερού



Αστικοποίηση: ποσότητα + ταχύτητα απορροής

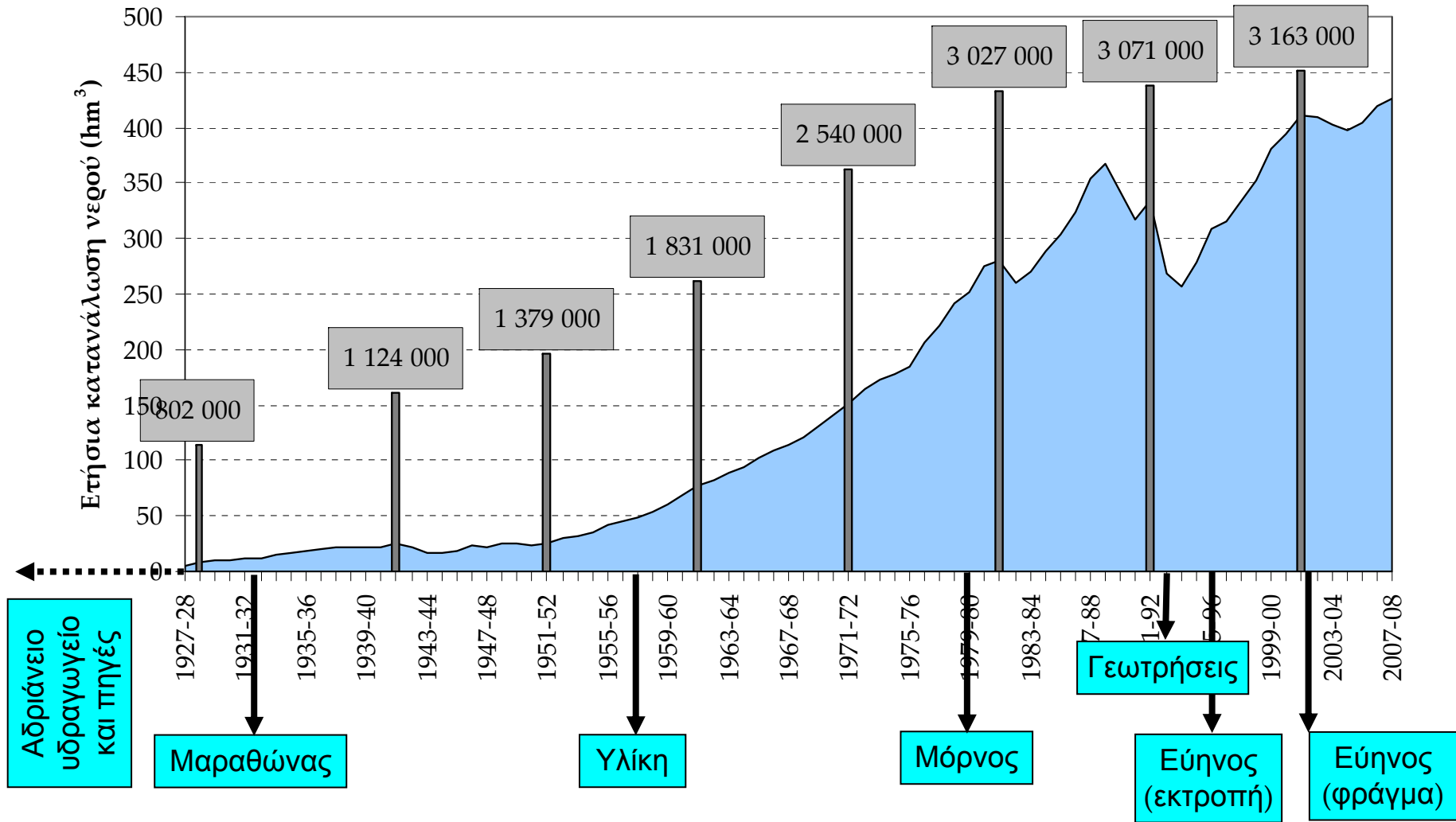


(Υπο)σύστημα Ύδρευσης

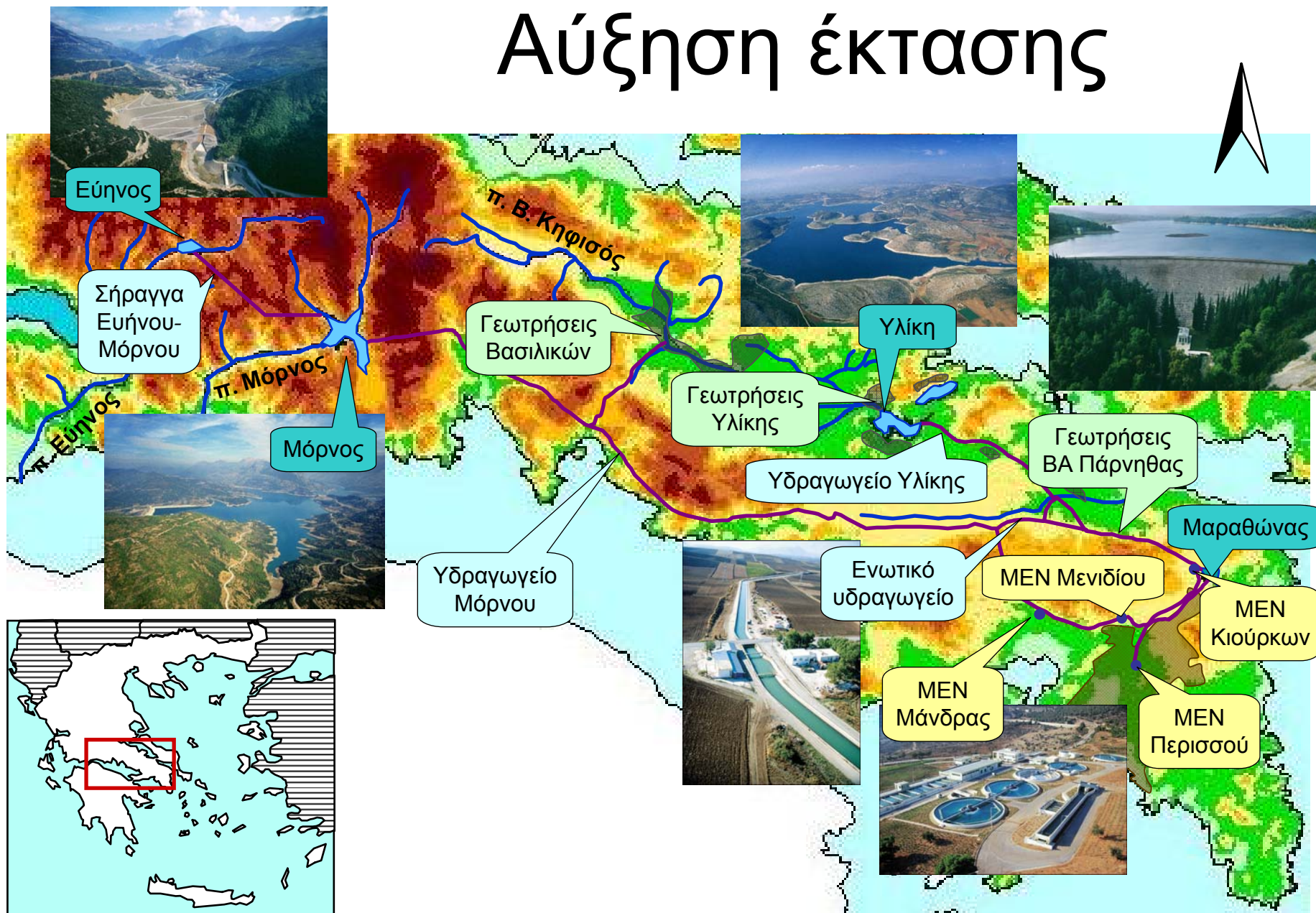
- Ζητήματα:
 - Αύξηση ζήτησης (Μη βιώσιμη η συνεχής επέκταση)
 - Αύξηση διαρροών (Ακριβές υποδομές)
 - Απαίτηση υψηλότερης αξιοπιστίας (σε καθεστώς συνεχούς αβεβαιότητας)



Αύξηση ζήτησης



Αύξηση έκτασης



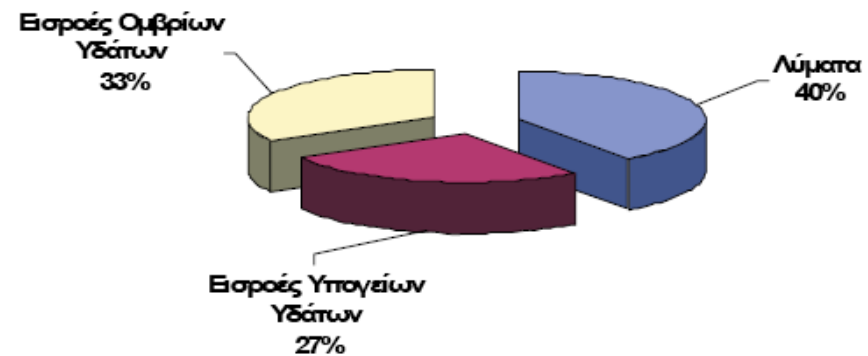
Διαρροές

- Με τους συνήθεις ρυθμούς αντικατάστασης των δικτύων ένας αγωγός πρέπει να μείνει εν λειτουργία γύρω στα 200 χρόνια.
- Επίπεδα διαρροών 20-50% (και) στη δυτική Ευρώπη...



(Υπο)σύστημα Αποχέτευσης

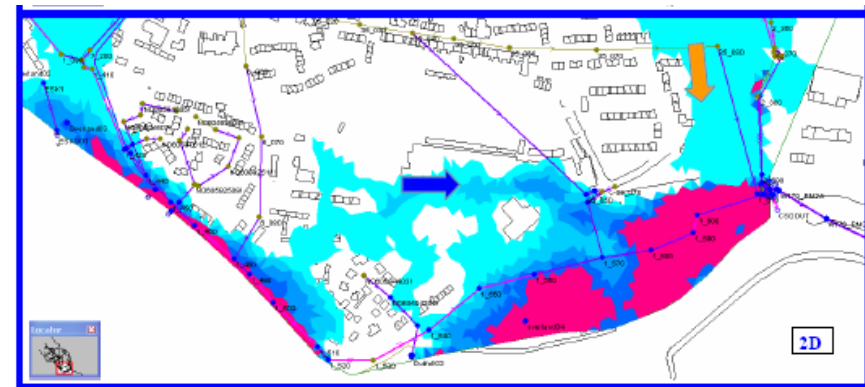
- Αύξηση κατανάλωσης νερού = περισσότερο νερό στην αποχέτευση
- (Φυσική) φθορά δικτύου
- Επάρκεια βιολογικών καθαρισμών (συνολικά – πχ διάθεση ιλύος...)
- Παρασιτικές εισροές: υπόγεια + παράνομες συνδέσεις (κυρίως ομβρίων...)



Ιωάννινα: Συνιστώσες παροχής δικτύου ακαθάρτων, 2008

(Υπο)σύστημα Ομβρίων

- Το σημαντικότερο και απαιτητικότερο από τα υδρο-προβλήματα της Αθήνας
 - Σημαντικό: υπεύθυνο για πολλούς θανάτους (περί τους 100 τα τελευταία 40 χρόνια) και επίφοβο για περισσότερους
 - Απαιτητικό: οικονομικοί πόροι και έκταση αναγκαίων έργων
- Το κύριο πρόβλημα (προς το παρόν) **δεν είναι τόσο η έλλειψη δικτύων ομβρίων, αλλά η υδραυλική ανεπάρκεια των αποδεκτών (π.χ. Κηφισός) και την απουσία έργων ανάσχεσης**
- Πρέπει πρώτα να λυθεί το πρόβλημα των αποδεκτών για να ξεκινήσουμε να βλέπουμε τα προβλήματα των δικτύων...



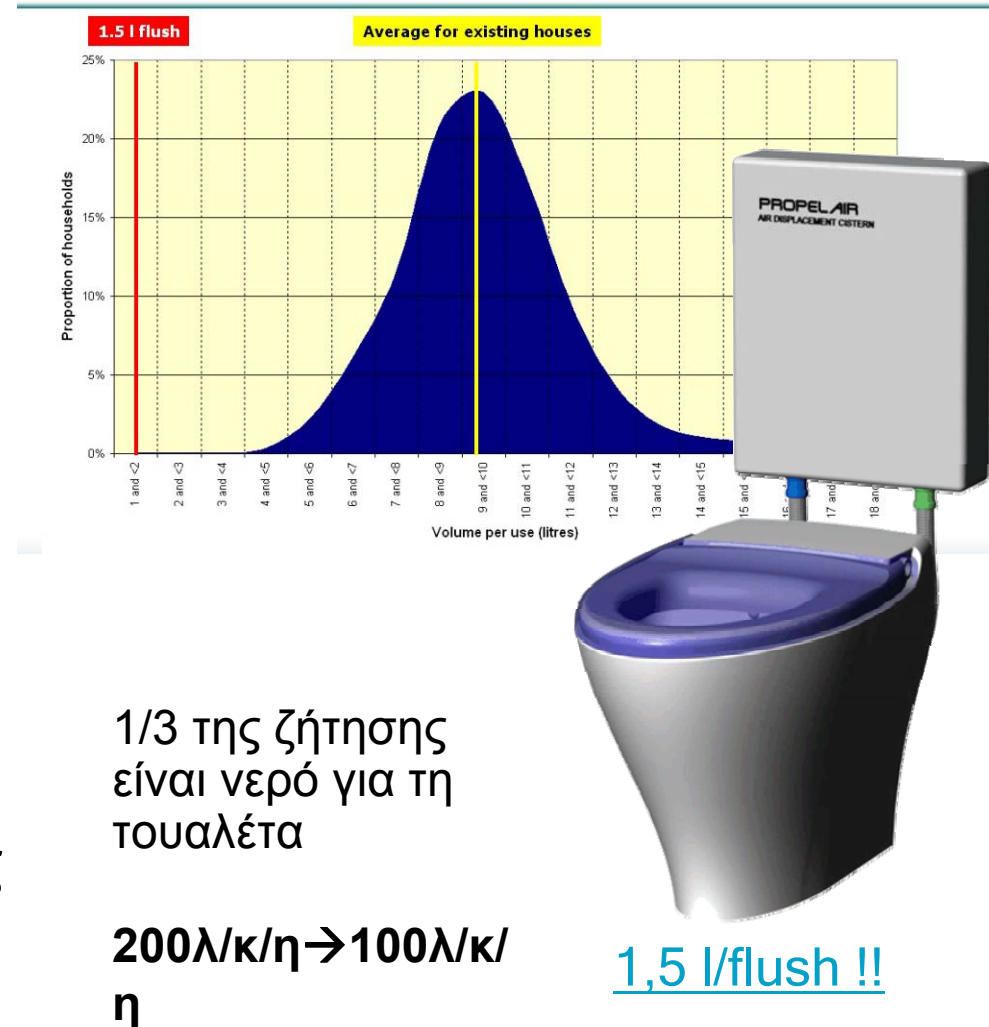
Όμβρια: Αίτια

- Υπερβολική αστικοποίηση – πυκνή δόμηση **χωρίς χώρους πρασίνου**
- Επεμβάσεις στις κοίτες των φυσικών ρεμάτων (μπάζωμα) για **ιδιωτική δόμηση**
- Επεμβάσεις στις κοίτες των φυσικών ρεμάτων (κάλυψη) για **δημόσια δόμηση** (κυρίως διάνοιξη οδικών αξόνων)
- Έλλειψη νομοθεσίας (σε κλίμακα οικοπέδου/ζώνης αστικής ανάπτυξης) για «**Μηδέν Πρόσθετη Απορροή**»



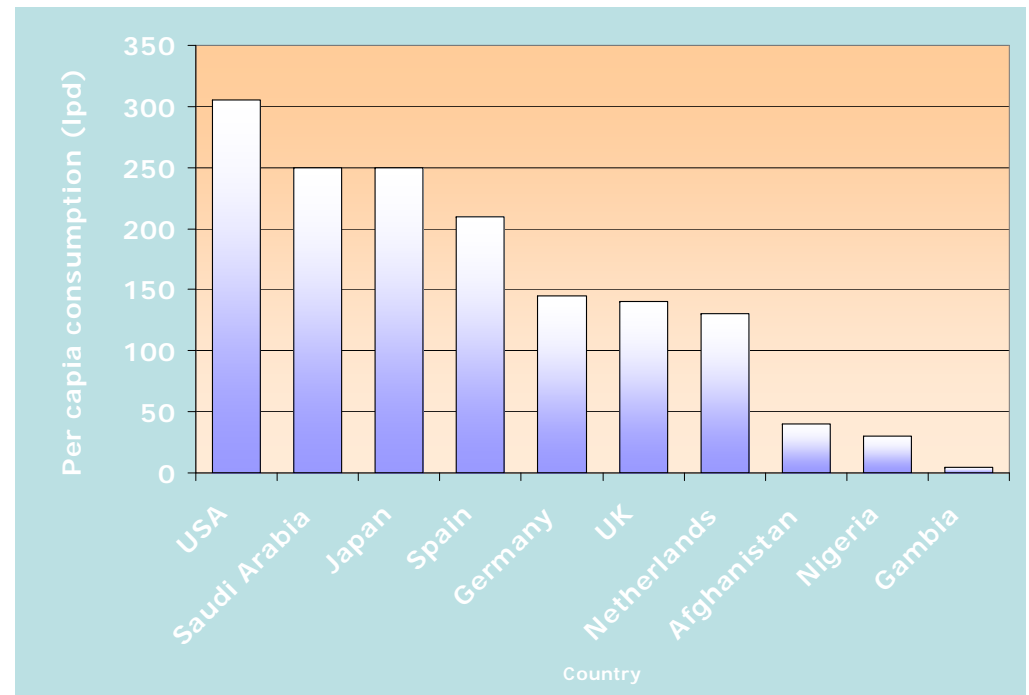
Προοπτικές και Δυνατότητες: Ύδρευση

- Διαχείριση ζήτησης (βρύσες, καζανάκια, τιμολογιακή πολιτική, ενημέρωση)
- Εναλλακτικές ποιότητες – ανακύκλωση
- Έξυπνη διαχείριση δικτύου (σε πραγματικό χρόνο – RTC)
- Έξυπνες παρεμβάσεις αποκατάστασης /επιδιόρθωσης



Κατανομή Αστικής Ζήτησης

- Περισσότερη από τη μισή ζήτηση δεν έχει λόγο να είναι ποιότητας πόσιμου νερού
- Εξωτερικές χρήσεις; (π.χ. Σύνδεσμος ύδρευσης Καρδίτσας > 1000 L/d/κάτοικο)



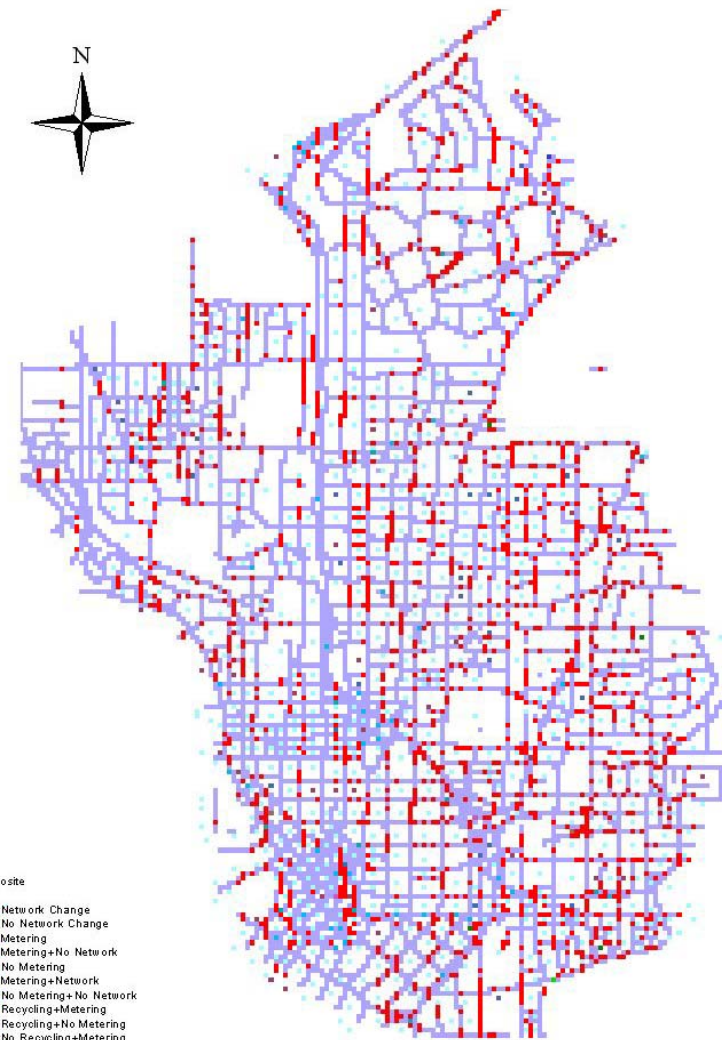
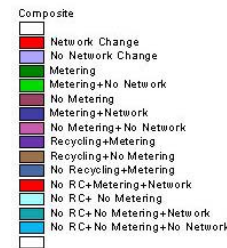
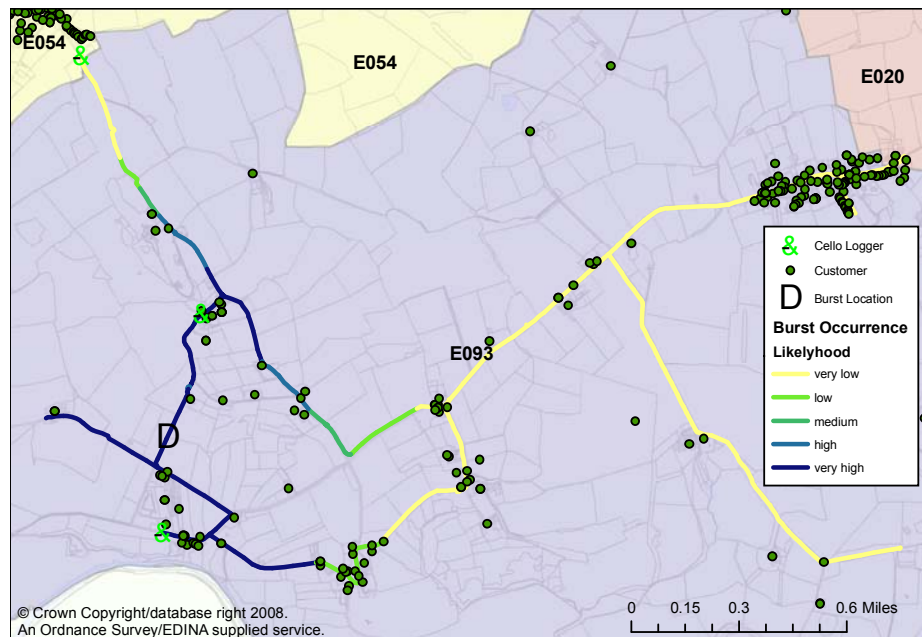
Νερό 2 ταχυτήτων...

- Ανακυκλωμένο νερό για συγκεκριμένες χρήσεις
- Διαφορετικά όρια ποιότητας για κάθε χρήση (φυσικά)
- Ανακύκλωση σε τοπικό επίπεδο / Κατανεμημένα συστήματα



Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων

- Έξυπνης επέμβασης – συντήρησης
- Διαχείρισης σε πραγματικό χρόνο



Προοπτικές και Δυνατότητες: Αποχέτευση

- Η ανακύκλωση / διαχείριση ζήτησης βοηθάει και εδώ!
- Έλεγχος εισροών ομβρίων & υπόγειων νερών
- Έξυπνες παρεμβάσεις αποκατάστασης/επιδιόρθωσης



Προοπτικές και Δυνατότητες: Όμβρια

- Διαχείριση στην «πηγή»: ήπια συστήματα (SUDS)
- Έξυπνες παρεμβάσεις αποκατάστασης /επιδιόρθωσης
- Διευθέτηση αποδεκτών και προστασία τους από δόμηση
- Επαναφορά (από-κάλυψη) ρεμάτων σε φυσική κατάσταση
- Αντι-ρύπανση (έλεγχος στη πηγή/καθαρισμός δρόμων/επεξεργασία απορροών με τεχνητούς βιότοπους

Δεξαμενές κατακράτησης



Πορώδη/Περατά πεζοδρόμια



Για αστικές περιοχές χωρίς πυκνή δόμηση: Συστήματα διήθησης

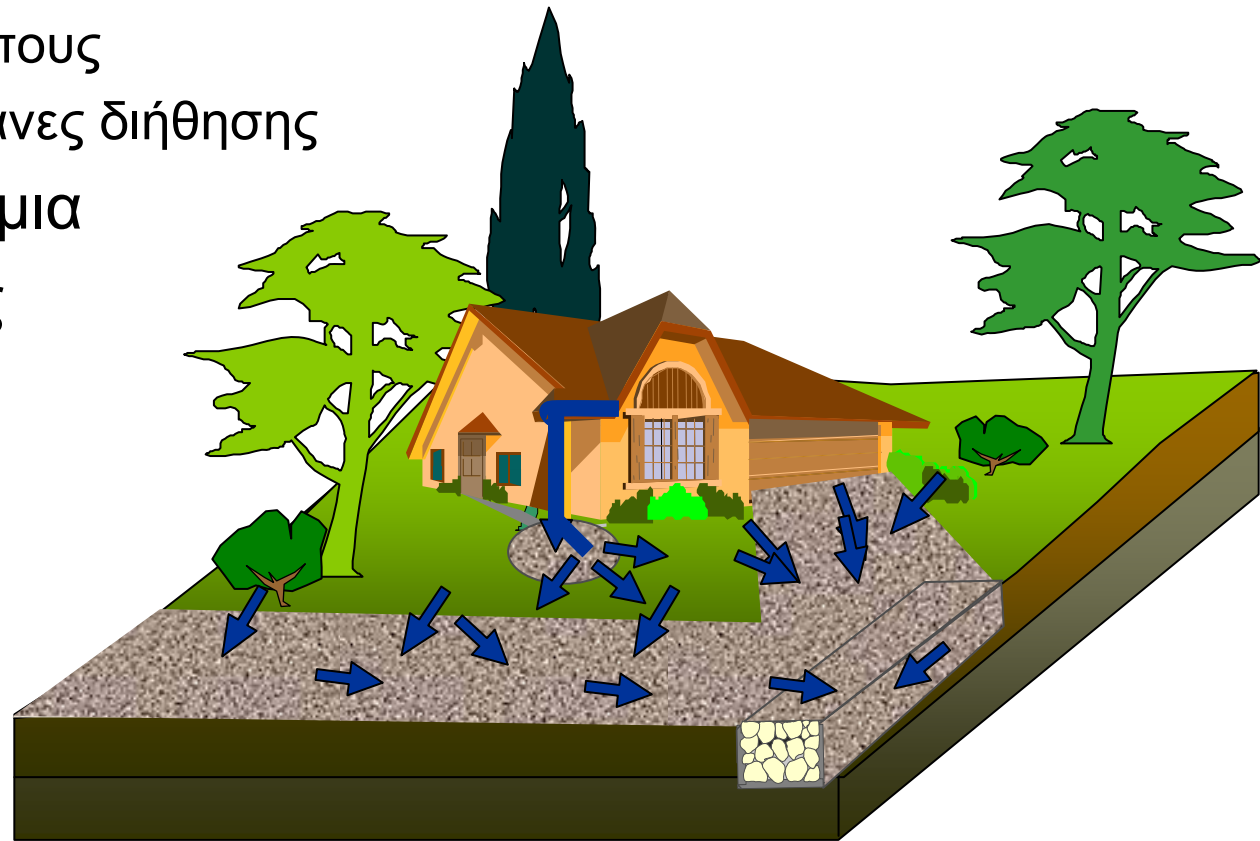
Αποσύνδεση υδρορροών

Απορροή σε κήπους

Διήθηση σε λεκάνες διήθησης

Περατά Πεζοδρόμια

Τάφροι διήθησης



Πράσινες οροφές

- Κατακράτηση μέρους απορροής
- Εξάτμιση
- Προσοχή: (σχεδόν μόνο για νέα κτήρια – μελέτη για το βάρος **απαραίτητη**)



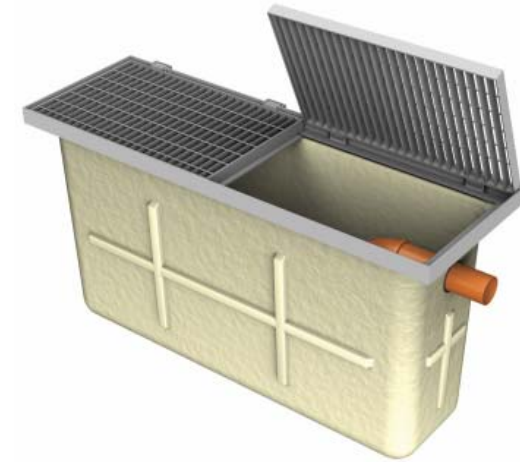
Θέματα ρύπανσης της αστικής απορροής

- Διεθνώς η αστική απορροή είναι από τους κυριότερους παράγοντες ρύπανσης
- Ρυπαντικά φορτία τόσο στα όμβρια όσο και στα φερτά των αγωγών ομβρίων (**οργανικό φορτίο, βαριά μέταλλα**) στην Ελλάδα σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των διεθνώς παρατηρημένων
- Παράνομες συνδέσεις + ρήψη τοξικών στους αγωγούς ομβρίων



Έλεγχος ρύπανσης στην αστική απορροή

- Έλεγχο στη πηγή (καθαρισμοί φρεατίων, πλύση δρόμων, κινητοποίηση κατοίκων)
- Απομάκρυνση στερεών με καθίζηση (δεξαμενές κατακράτησης, υδροδυναμικοί διαχωριστές στερεών)

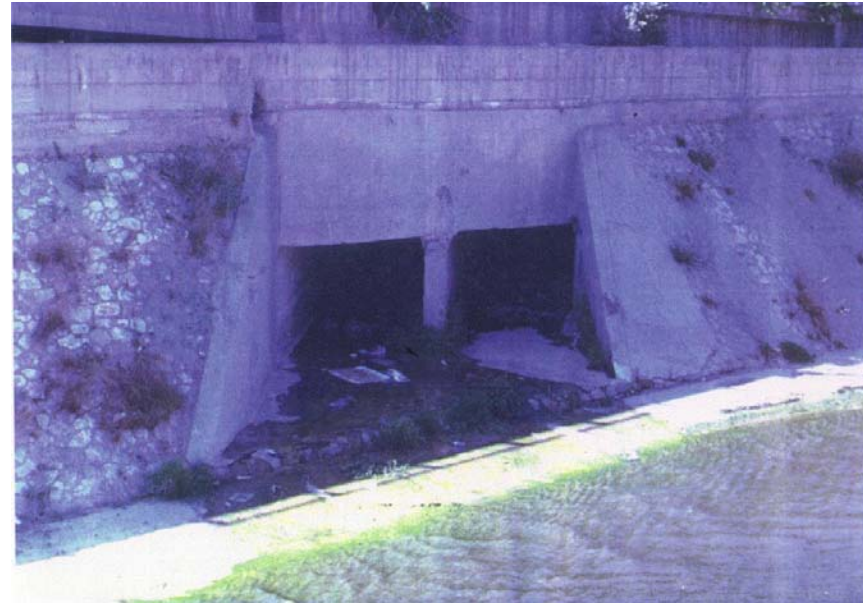


Υδροδυναμικός διαχωριστής στερεών με στροβιλισμό (vortex)

Κάλυψη των ρεμάτων

- Είναι ανάγκη
 - να σταματήσει η πρακτική κάλυψης των ρεμάτων
 - να εξεταστεί η δυνατότητα ανάπλασης (αποκάλυψης/ανάδειξης) των καλυμμένων ρεμάτων (to “DayWater”)
 - Ανάδειξη του κύκλου του νερού: *το αστικό νερό δεν το βλέπουμε εκτός αν υπάρχει πρόβλημα...*

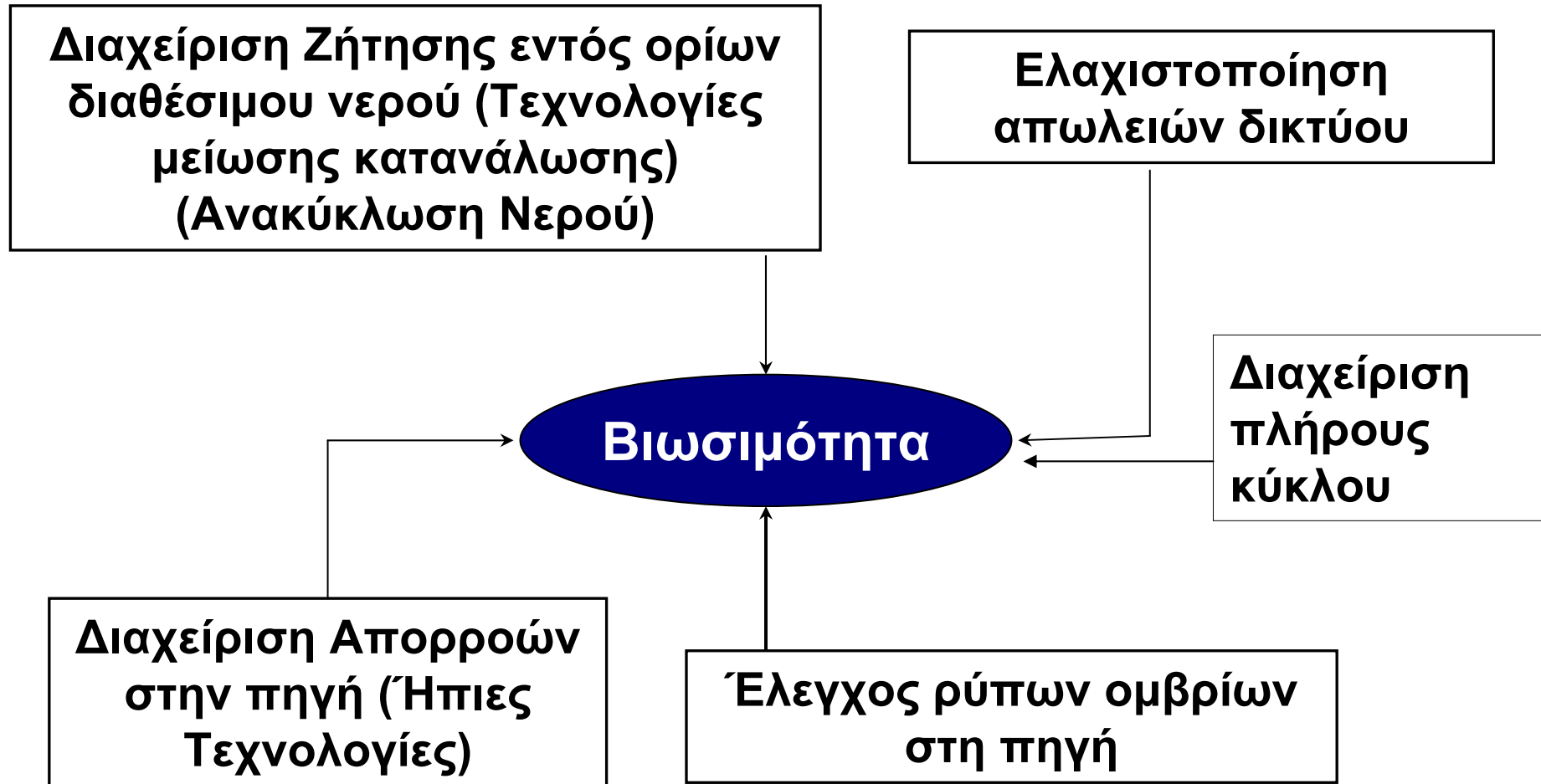
Κηφισός



Σεούλ



Νερό και Βιώσιμη Ανάπτυξη

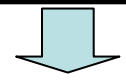
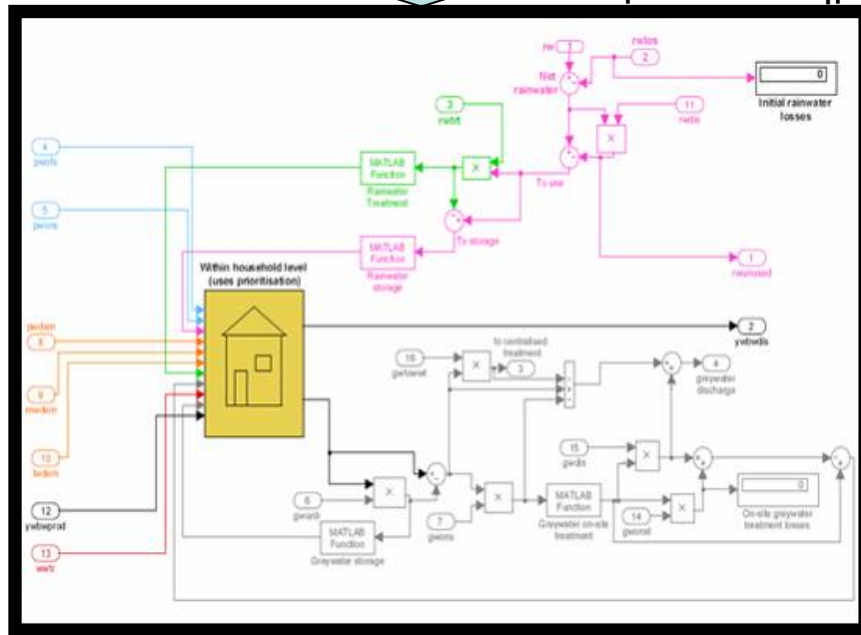


Εργαλεία για την διαχείριση του πλήρους κύκλου

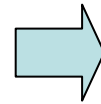
AGENT-BASED MODELS



Δυναμικά Συστήματα



Εξελικτικοί Αλγόριθμοι

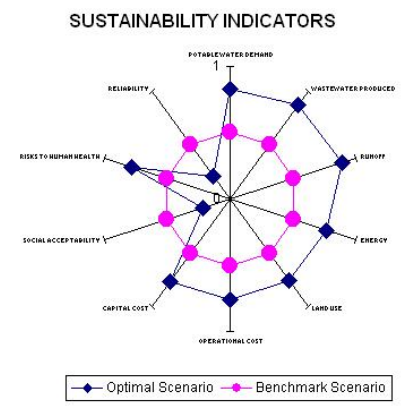


Technology X

Category	Parameter	Value	Unit
Definition:	If the user wants you provide a better description of the technology in this cell.		
	Technology Use Constraints		
Water Supply	Min water consumption (liters)	0.000	
	Population daily (liters/d)	3	
Greywater and Greywater	Min water (liters/d)	0	
	Population daily (liters/d)	0	
Water Collection	Min water (liters/d)	0	
	Population daily (liters/d)	0	
Treatment and FC	Min water (liters/d)	0	
	Population daily (liters/d)	0	
Application Scale	Population equivalent		
	Number of systems/technology		
Technical Characteristics (to specify one set)			
Number of systems/technology			

Τράπεζες Δεδομένων

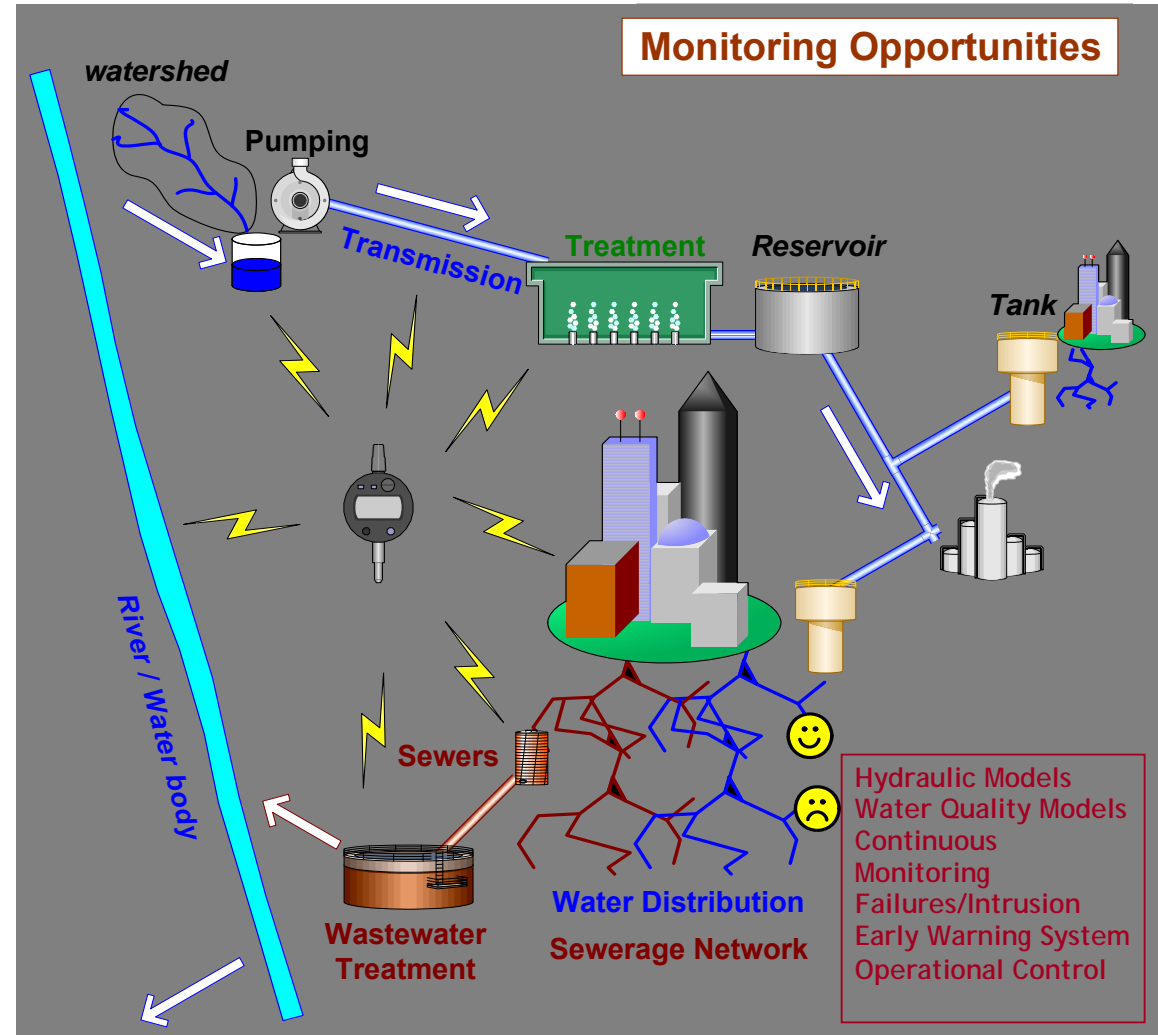
Δείκτες Βιωσιμότητας



Διερεύνηση αλληλεπιδράσεων

Τεχνολογίες για τον έλεγχο του πλήρους συστήματος

- Πολύπαραμετρικοί Σένσορες
- Φτηνοί
- Έξυπνοι (ανάλυση πληροφορίας στη πηγή / smart triggering)
- Κατανεμημένη Ευφυΐα
- Έλεγχος του Υδρολογικού κύκλου (Ποσότητα/Ποιότητα/Early Warning)
- Σύνδεση με υδρολογικά και υδραυλικά μοντέλα
- Ύδρευση
- Universal Sensors (Ασφάλεια: Κρίσιμη Υποδομή)



Δεν είναι όλα βέβαια τόσο «πράσινα»



Προσοχή σε:

- Κατασκευή
- Συντήρηση

Συμπέρασμα

- Υπάρχει καλή γνώση (που αυξάνεται) των προκλήσεων στο χώρο διαχείρισης αστικού νερού (Ελλάδα και Παγκόσμια)
- Υπάρχουν πολλές πιθανές εναλλακτικές λύσεις, ιδέες, προτάσεις (πολλές απόλυτα δοκιμασμένες, άλλες λιγότερο, κάποιες πιο πειραματικές).
- Υπάρχουν εργαλεία και μεθοδολογίες σχεδιασμού και διερεύνησης αλληλεπιδράσεων, επιπτώσεων, βραχυ + μακροπρόθεσμων ωφελειών. Προφανώς και χρειάζεται προσοχή στην εφαρμογή.
- Βασικό κοινό στοιχείο τόσο των προβλημάτων όσο και των πιθανών λύσεων είναι ότι είναι **τοπικές/κατανεμημένες** και **όχι τόσο κεντρικές όσο παλιότερα**.
- Η **τοπική αυτοδιοίκηση** είναι κατάλληλο επίπεδο λήψης αποφάσεων και υλοποίησης παρεμβάσεων.

“[Πρέπει να έχουμε] τη **προθυμία** και το **κουράγιο** να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε νέες λύσεις και συστήματα όταν αποδεικνύεται ότι οι υπάρχουσες λύσεις και πρακτικές δεν επαρκούν πια.”

(Paris Statement, UNESCO-IHP, 1997)