

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



Κλίμακα 0

ΔΙΑΧΕΙΡ



Ταμιευτήρας

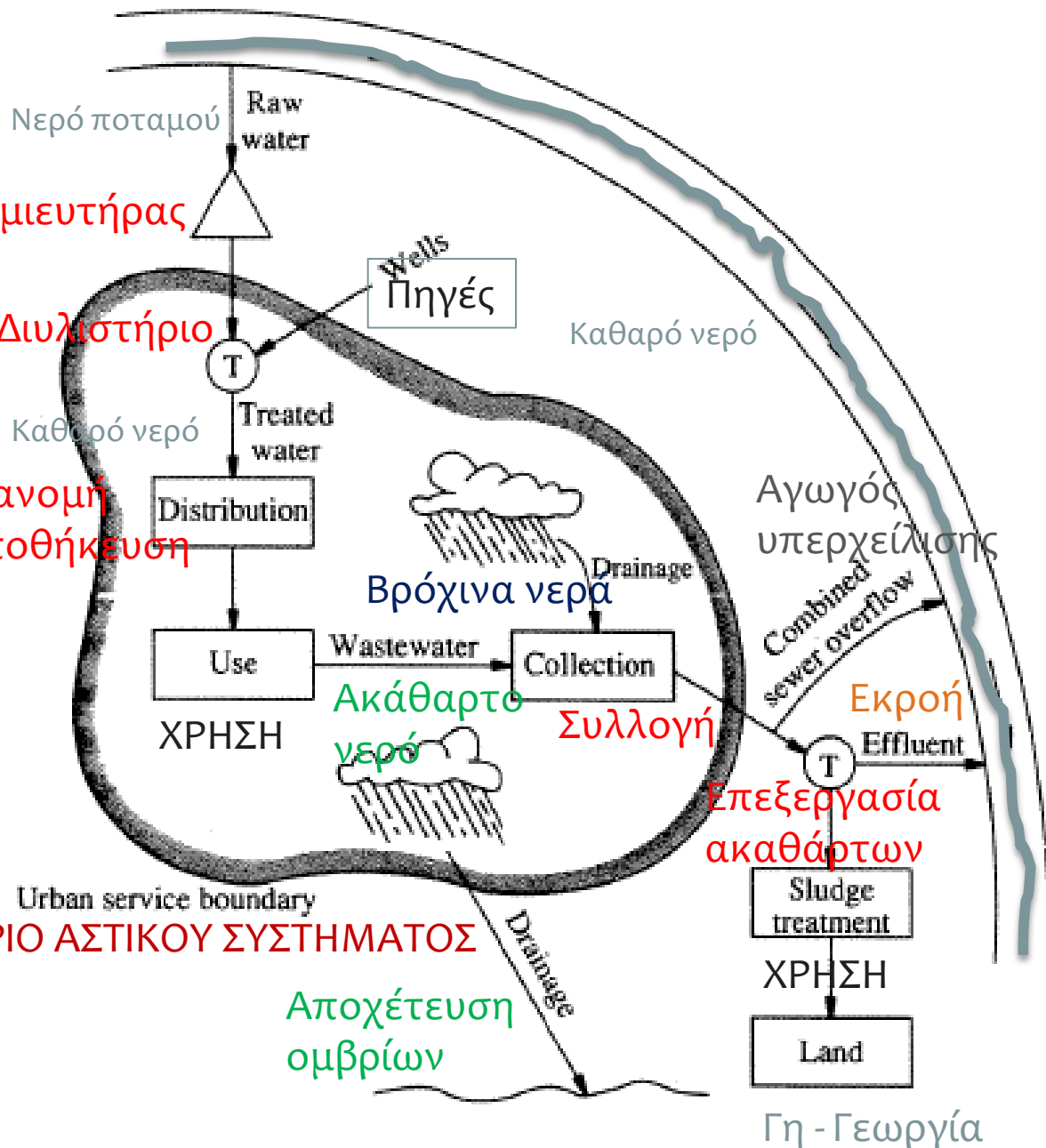
Διυλιστήριο

Διανομή
αποθήκευση

ΟΡΙΟ ΑΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Αποχέτευση
ομβρίων

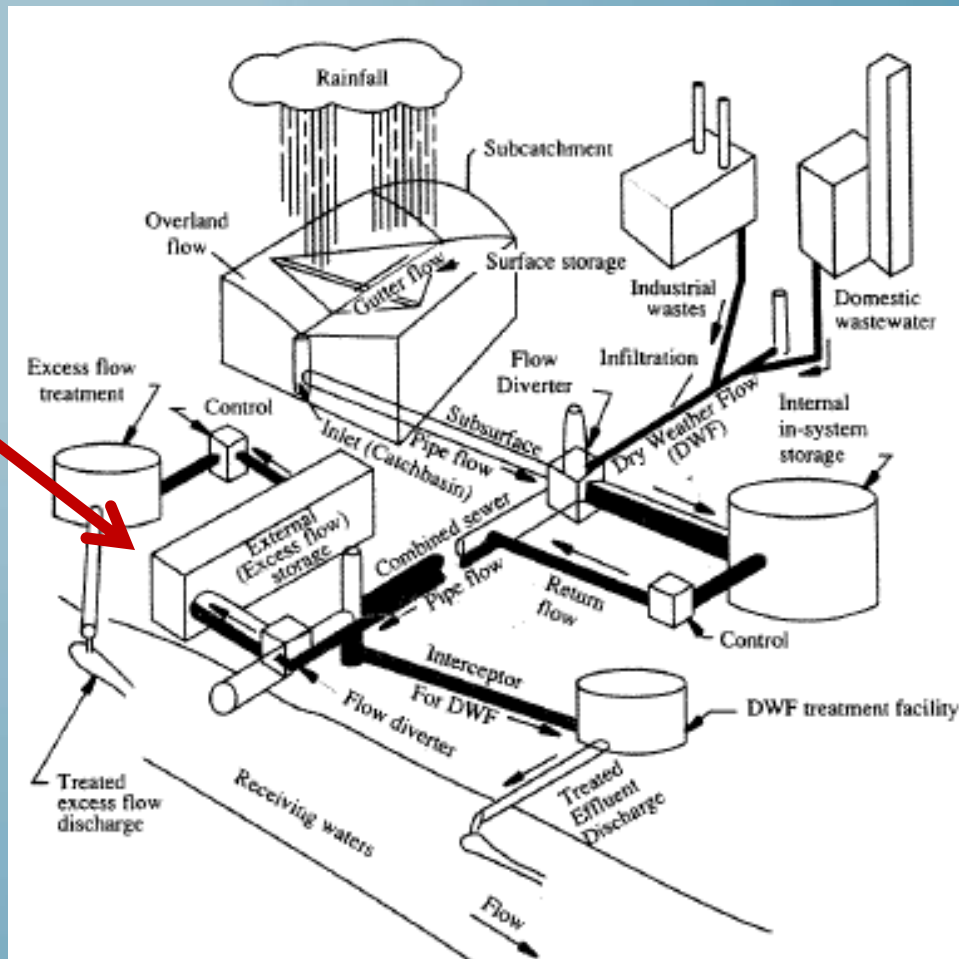
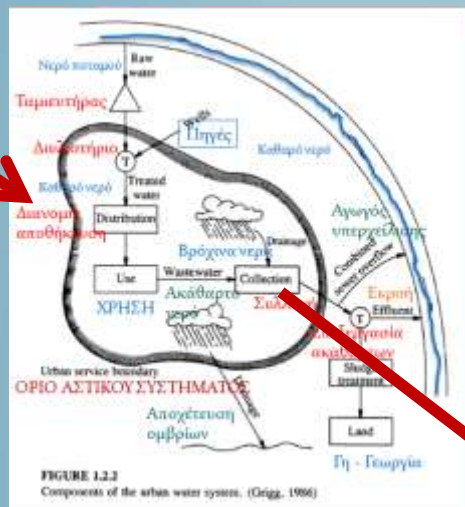
FIGURE 1.2.2
Components of the urban water system. (Grigg, 1986)



Αστικό
Υδροσύστημα

Κλίμακα 1

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



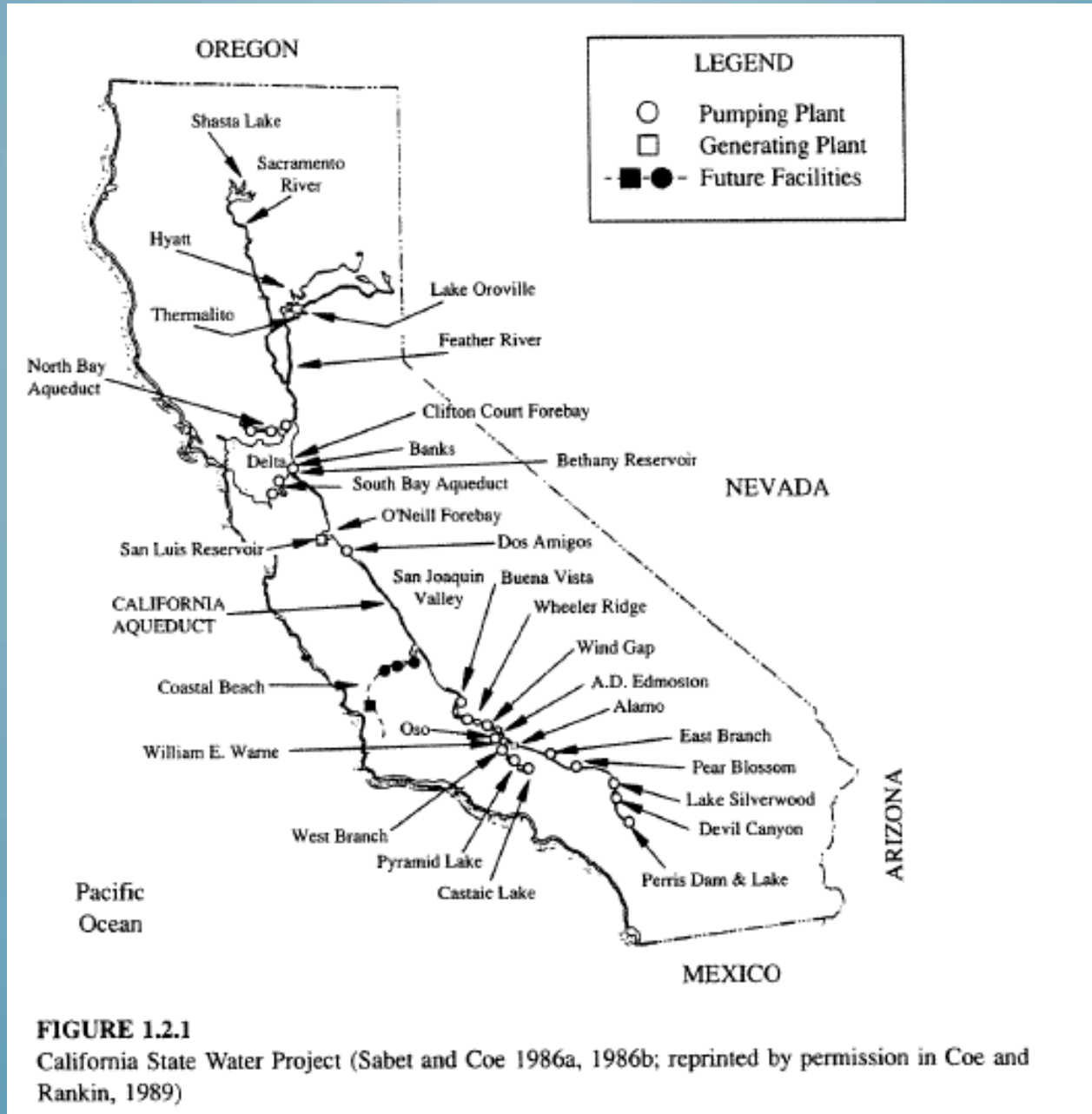
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ

FIGURE 1.2.3
EPA stormwater management model. (Lager et al., 1971)

Αστικό Υπο-Υδροσύστημα (Μέρος)

Κλίμακα 2

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

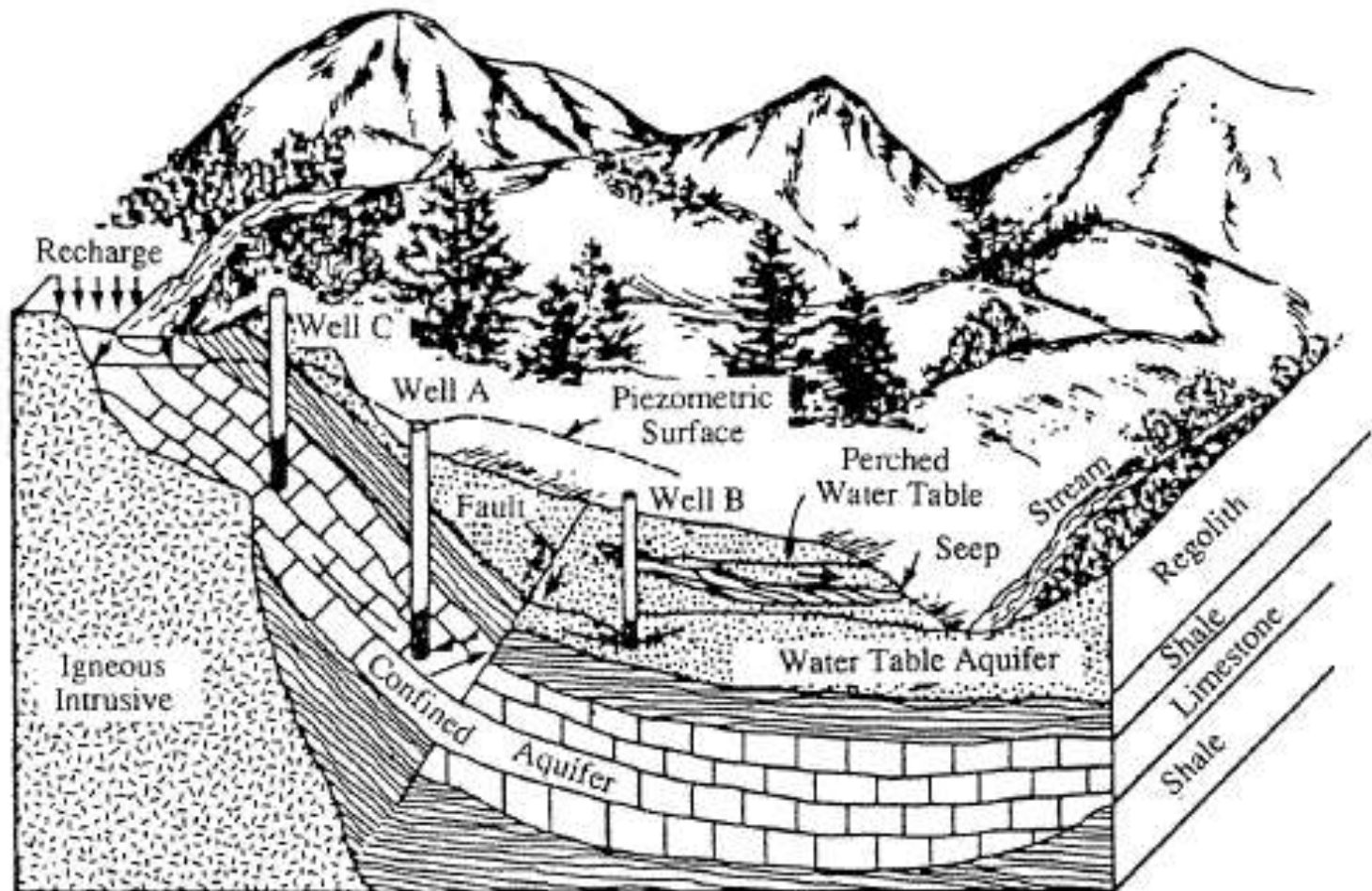
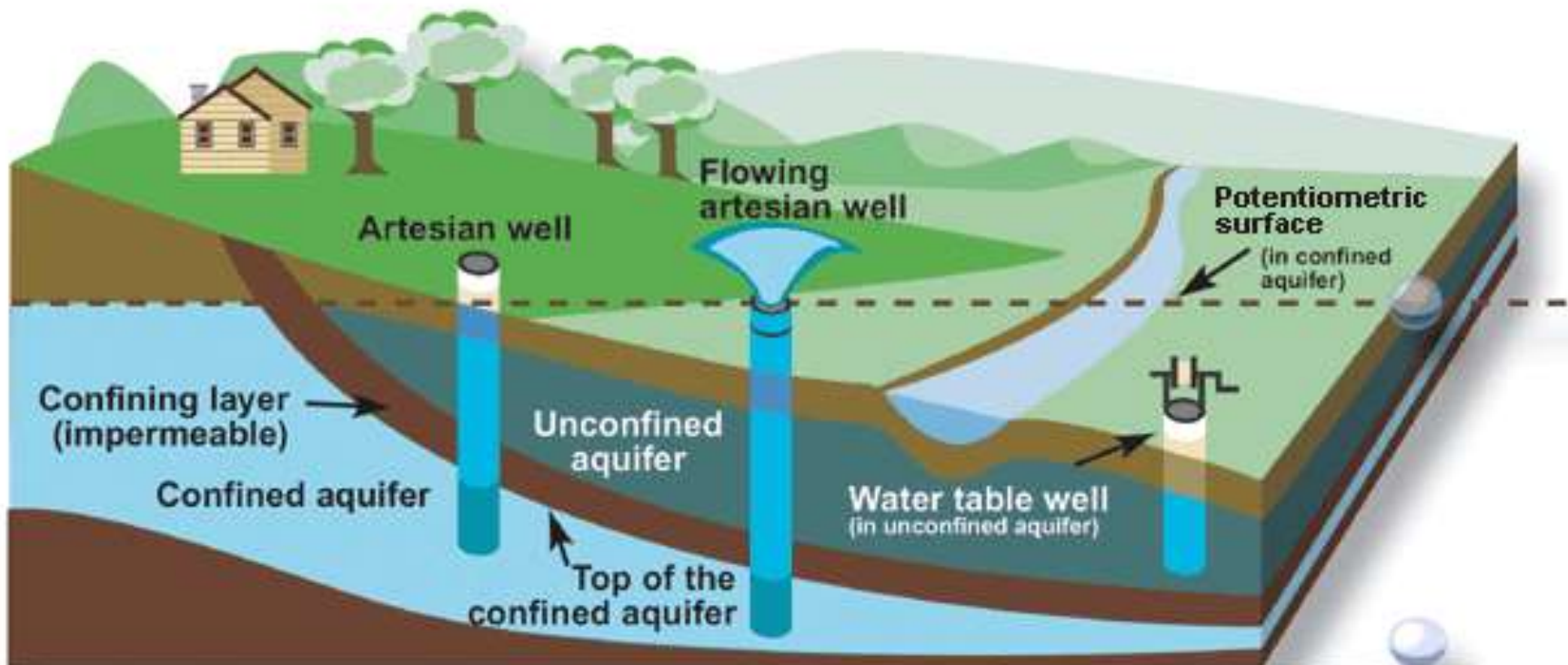


FIGURE 1.2.4

Groundwater system (McWhorter and Sunada, 1977)

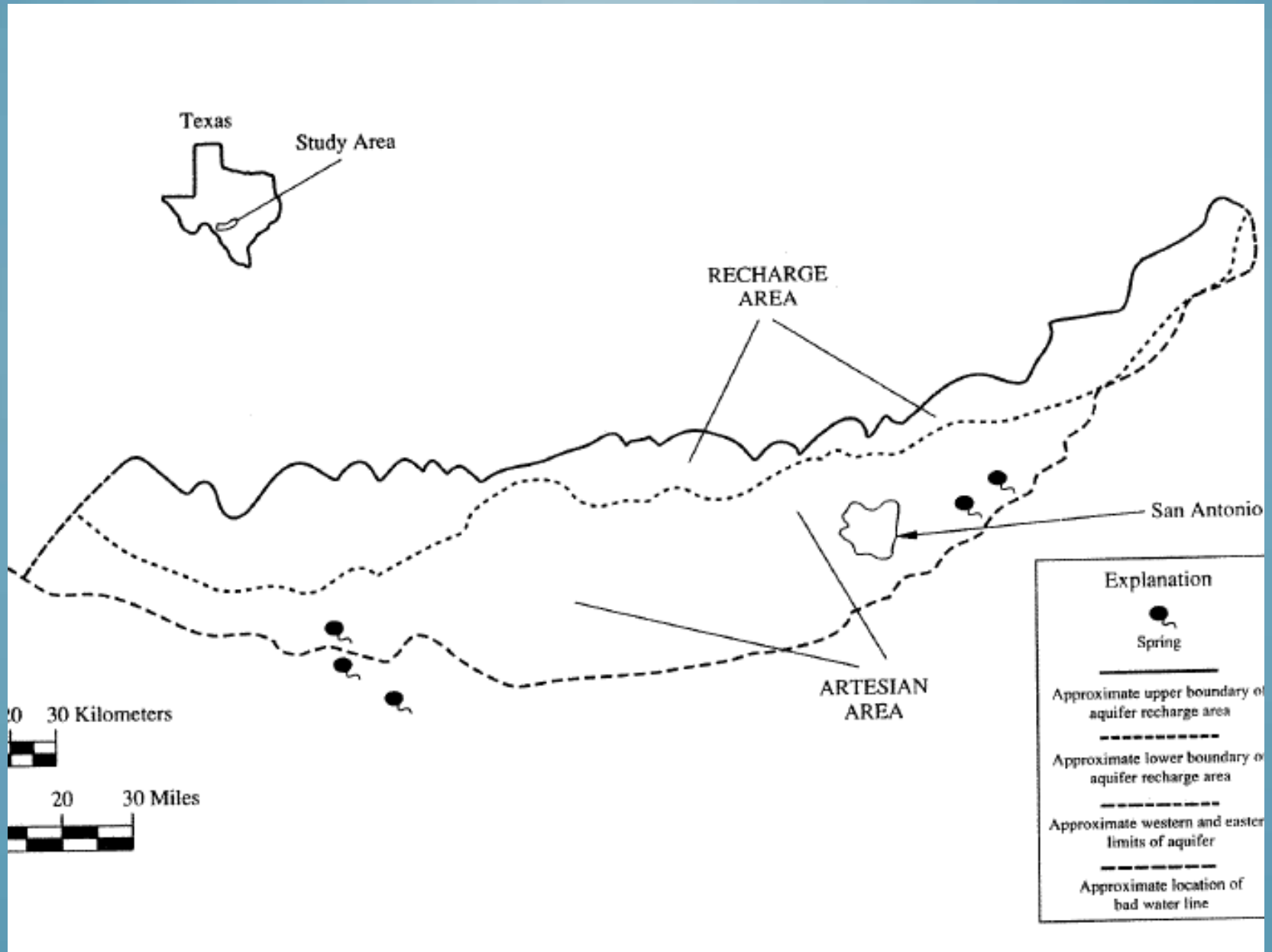
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Aquifers and wells



Source: Environment Canada, USGS

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



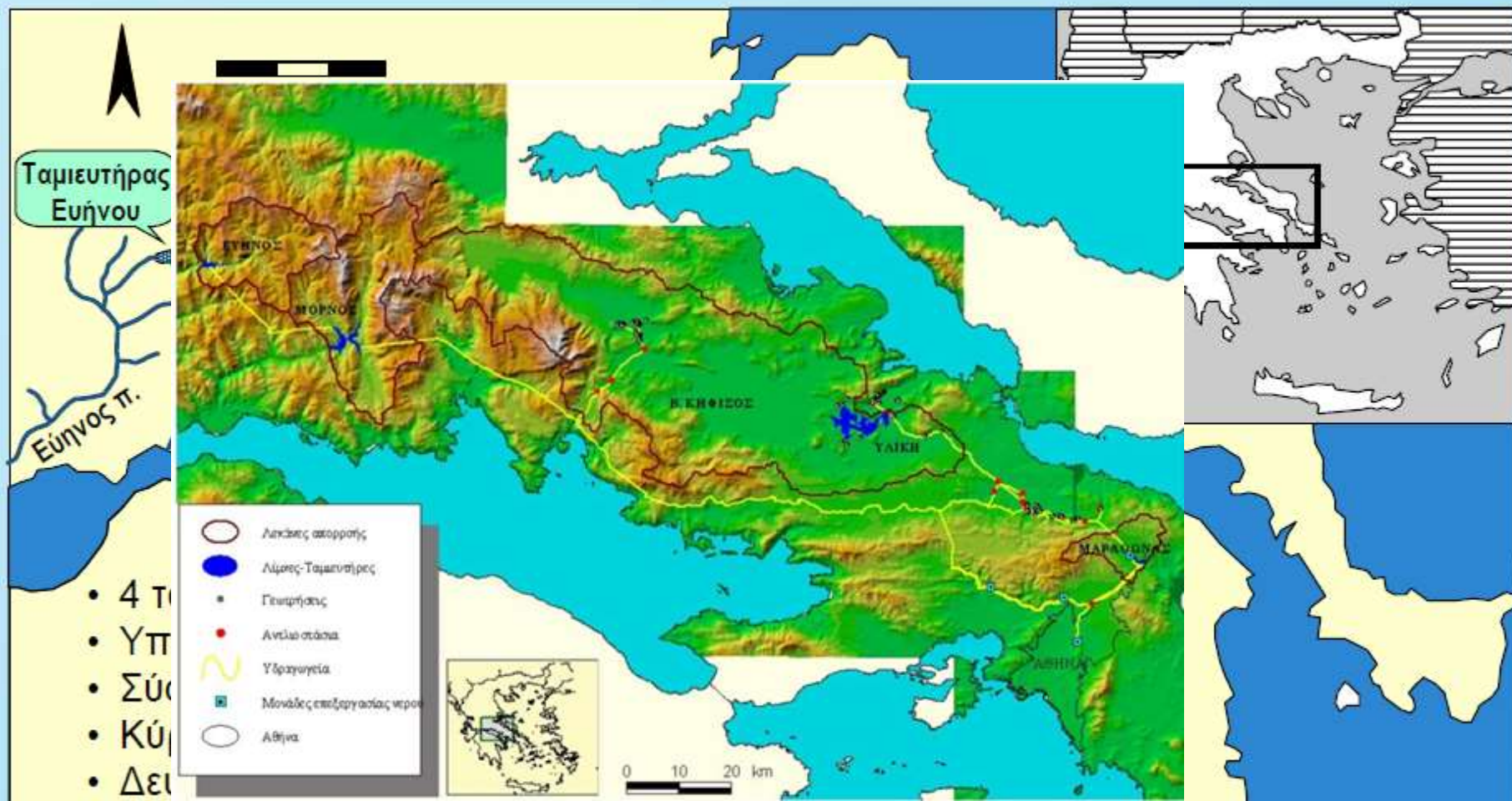
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Παράδειγμα 1: Το σύστημα υδροδότησης της Αθήνας



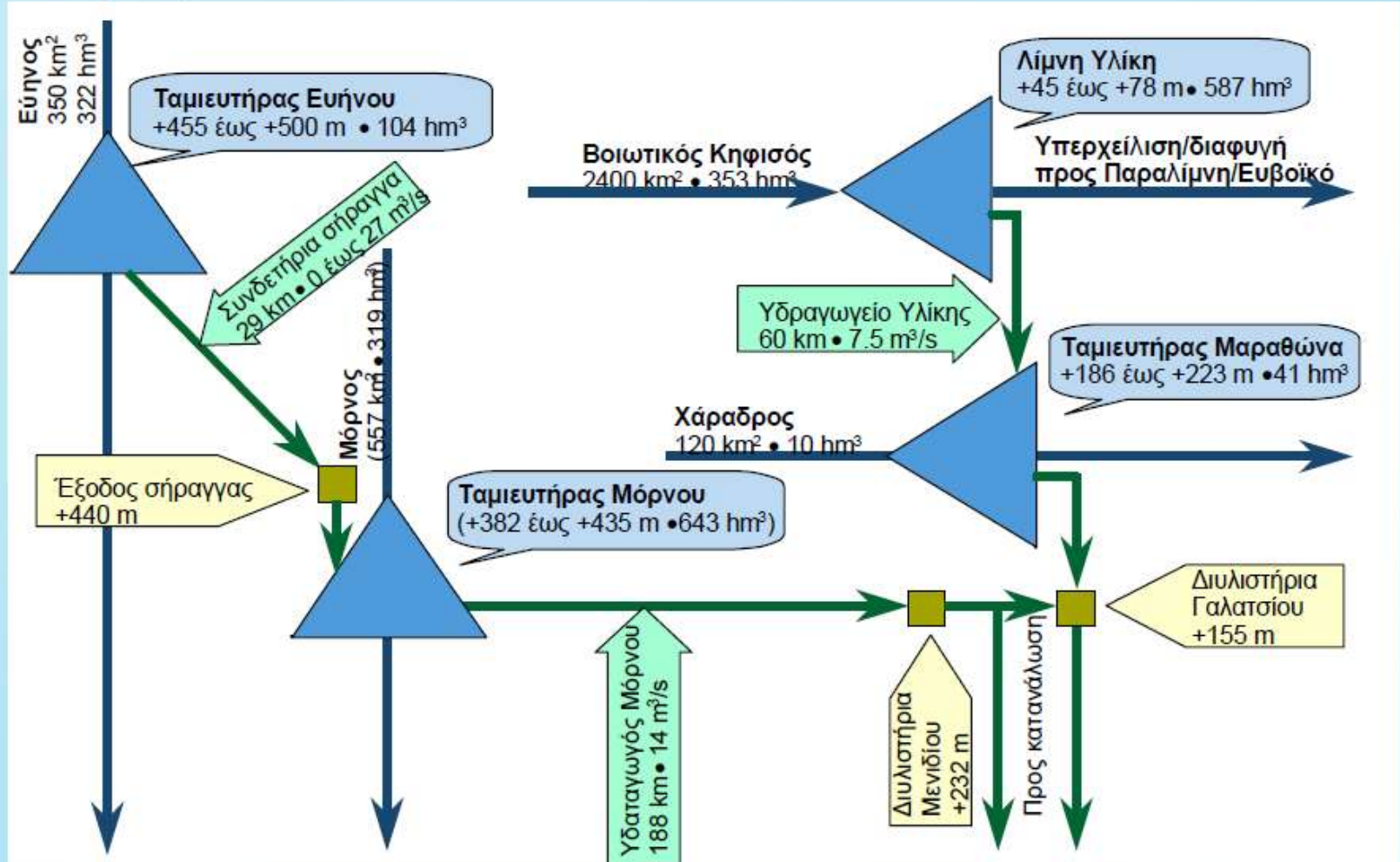
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Παράδειγμα 1: Το σύστημα υδροδότησης της Αθήνας



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

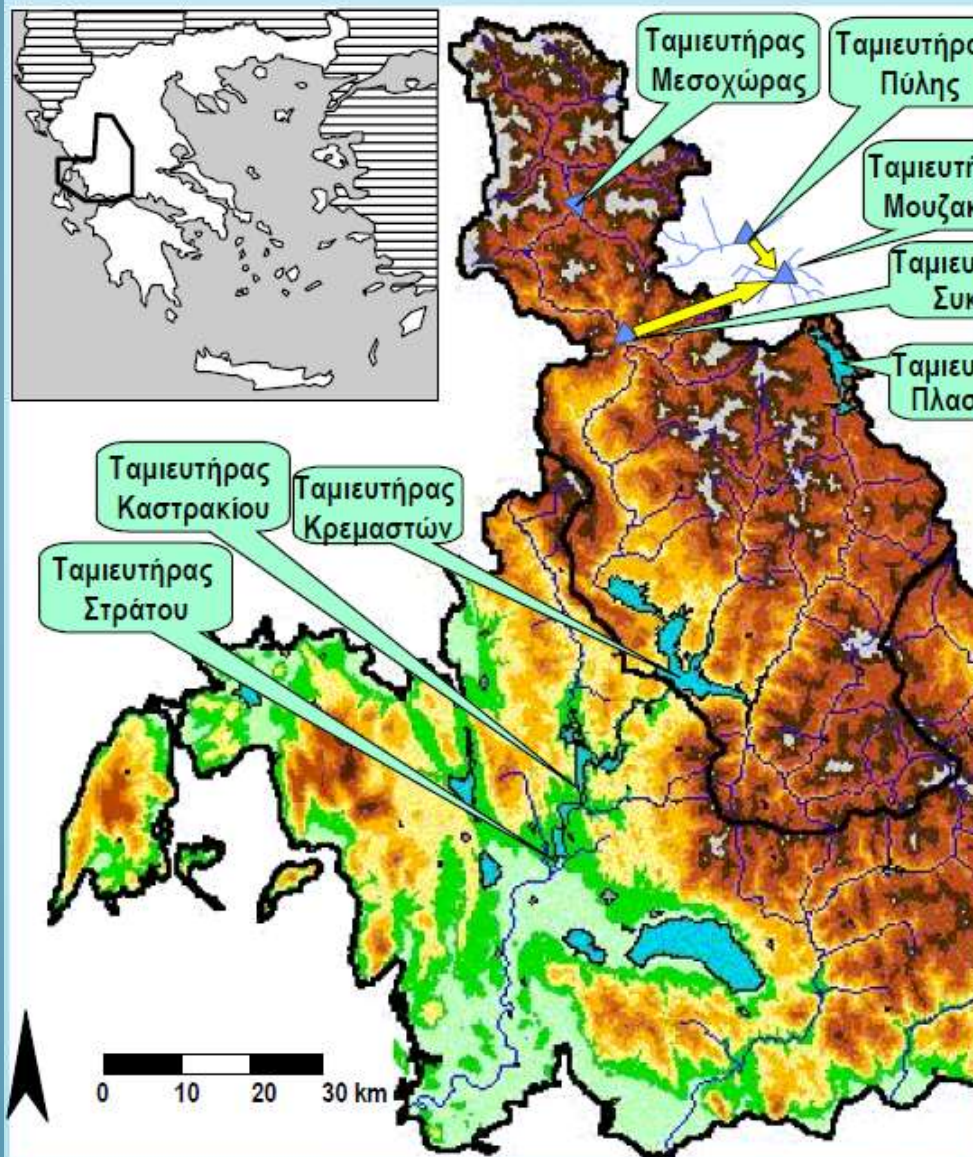
Σχηματική παράσταση του συστήματος υδροδότησης της Αθήνας



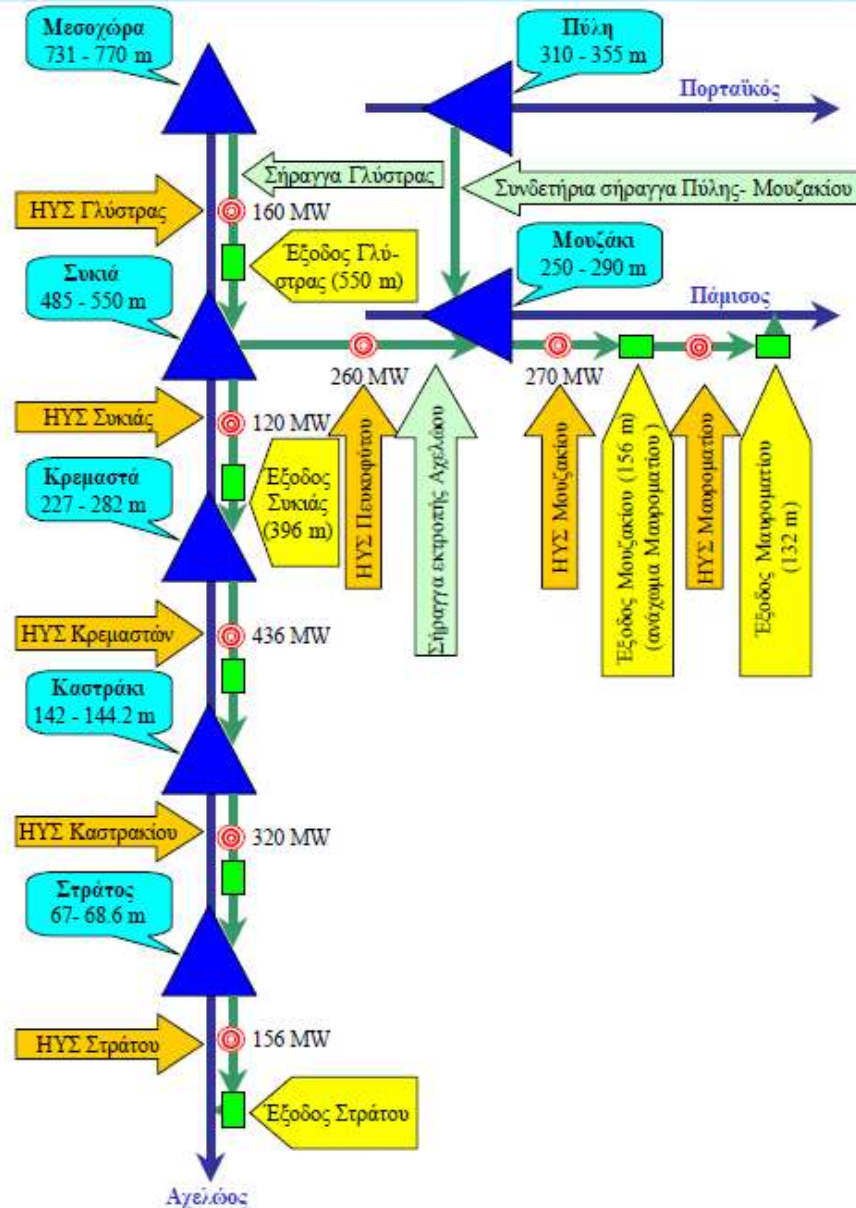
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

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



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



Σχηματική παράσταση του υδροσυστήματος Αγελάου

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

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 πρακτικός 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.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

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).

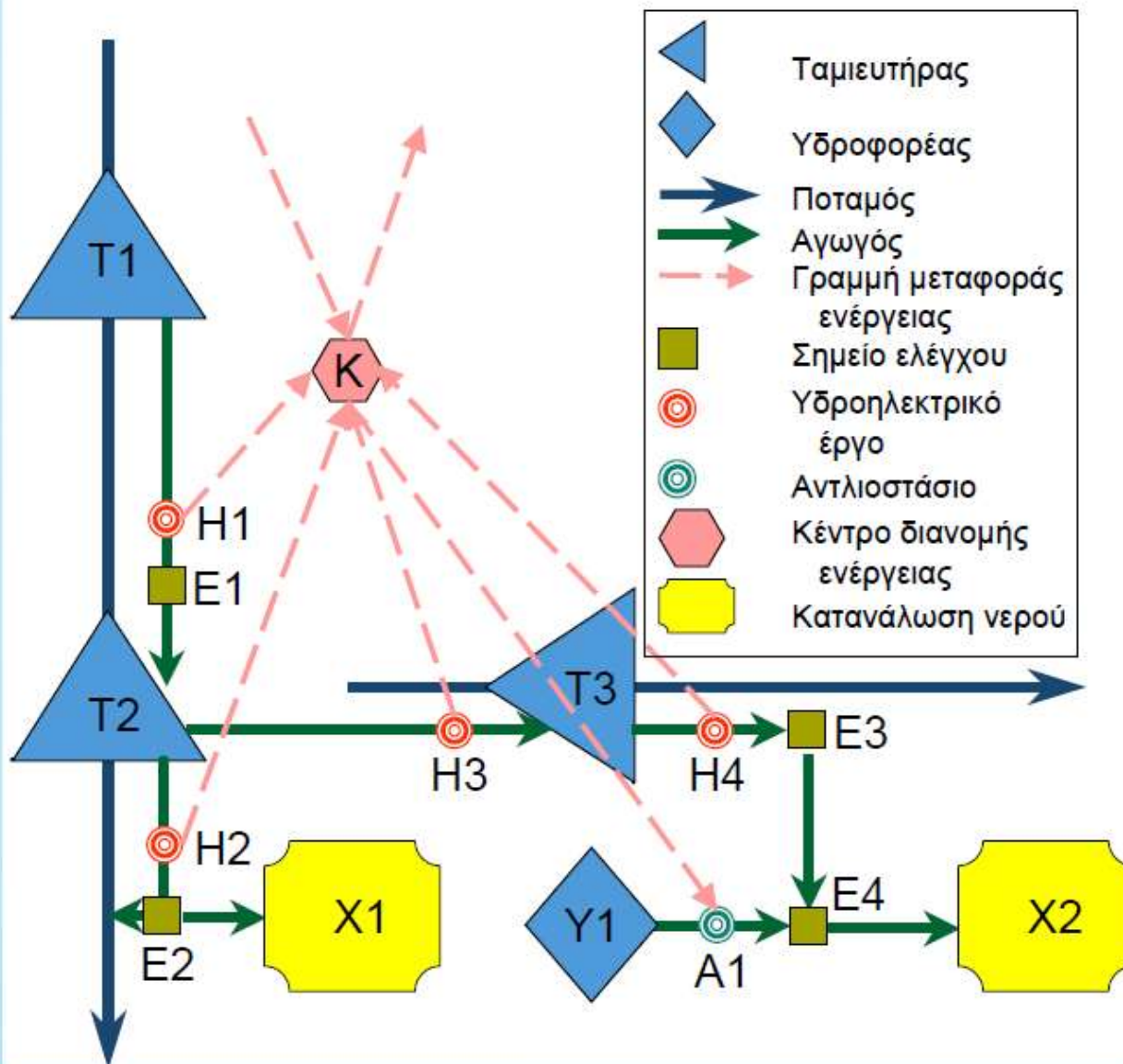
◆ Σύστημα υδατικών πόρων (water resources system):

- (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

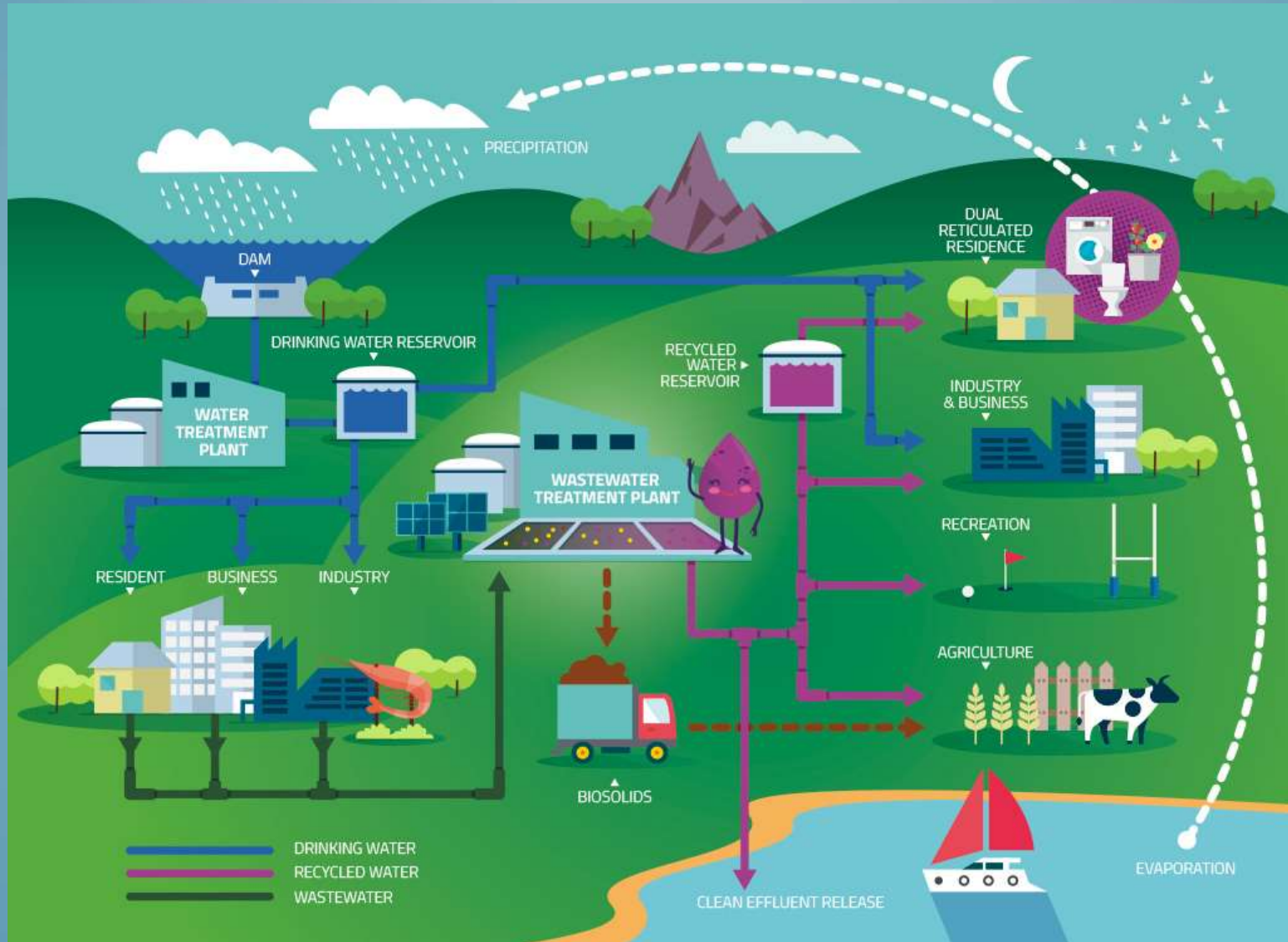
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



Σχηματική παράσταση συστήματος υδατικών πόρων

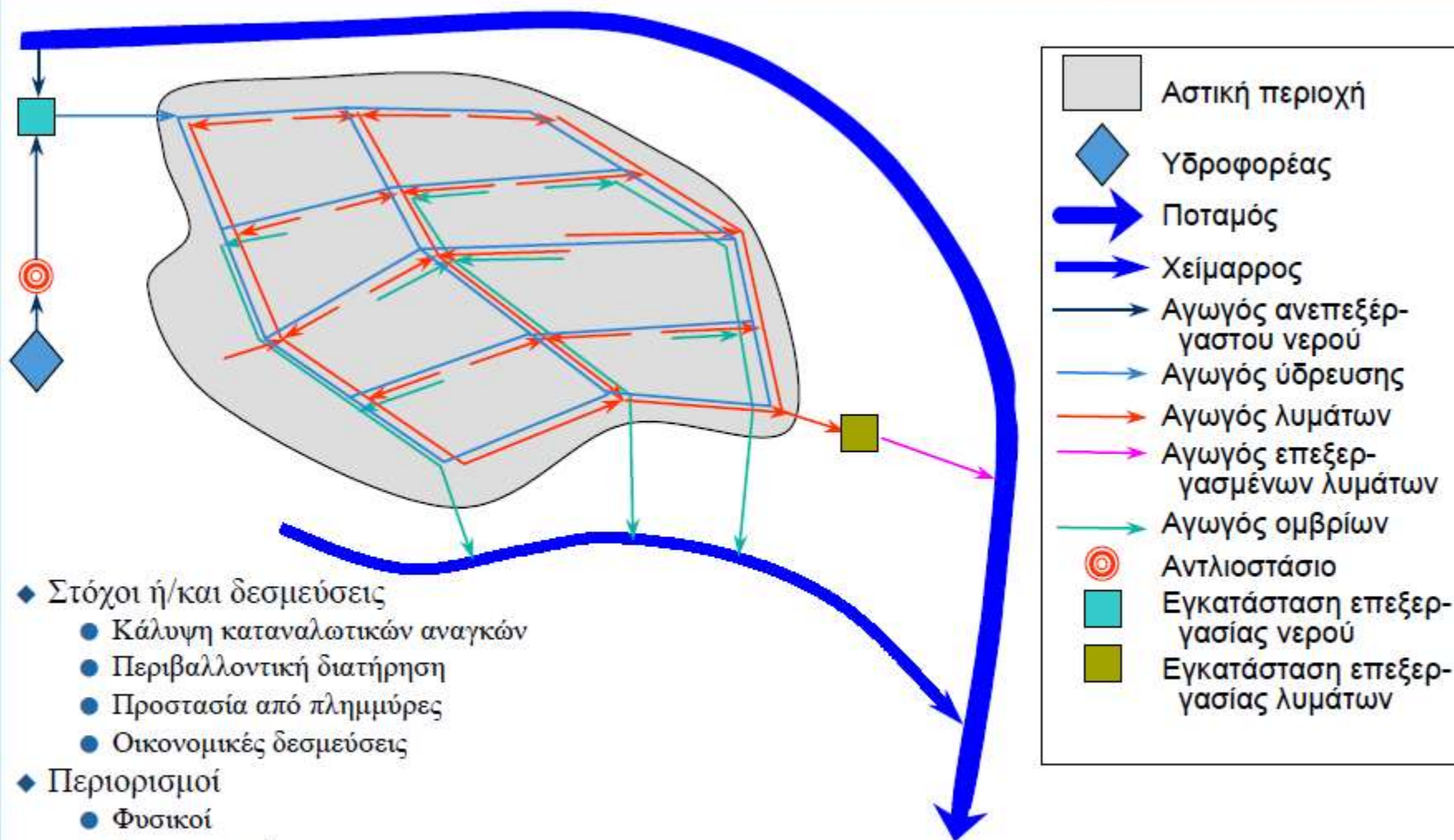
- ◆ Στόχοι ή/και δεσμεύσεις
 - Καταναλωτικές χρήσεις
 - Ενέργεια
 - Προστασία από πλημμύρες
 - Οικονομική ωφέλεια
 - Περιβαλλοντική διατήρηση
- ◆ Περιορισμοί
 - Φυσικοί
 - Λειτουργικοί
- ◆ Σε καθεστώς υδρολογικής αβεβαιότητας
 - Επίτευξη ικανοποιητικής αξιοπιστίας

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

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

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

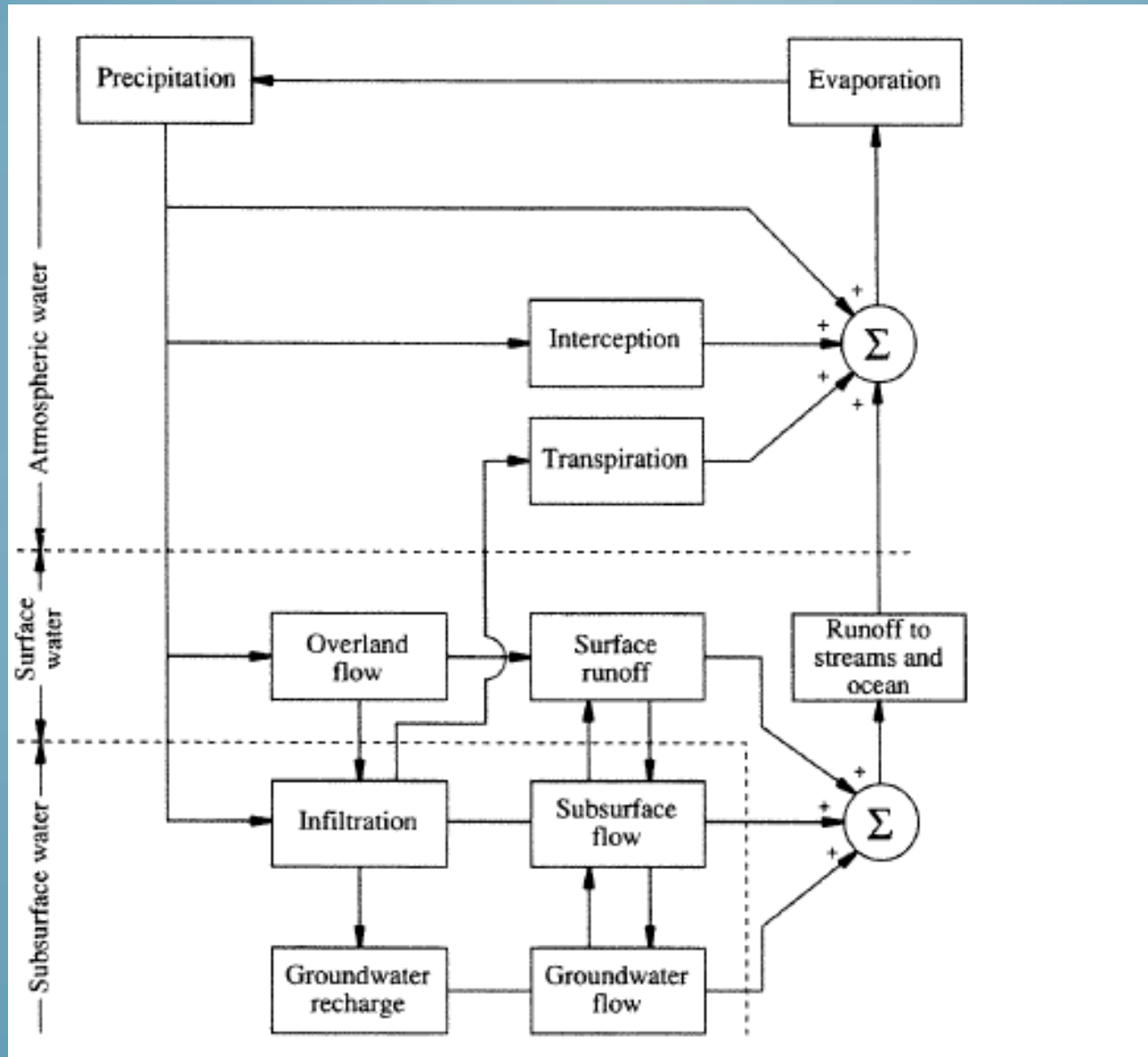


FIGURE 1.1.2

Block-diagram representation of the global hydrologic system. (Chow, Maidment, and Mays, 1988)

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



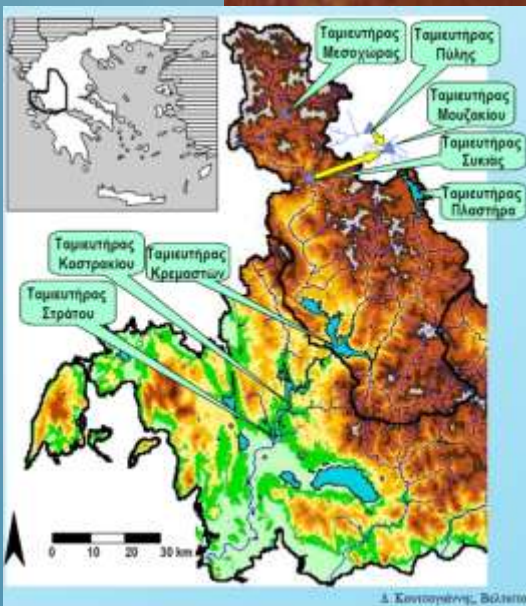
Δ
Γενική Διε
Διεύθυνση Εκμετ
ΣΥΓΚΡΟΤ

Ο ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΧΕΛΩΟΣ

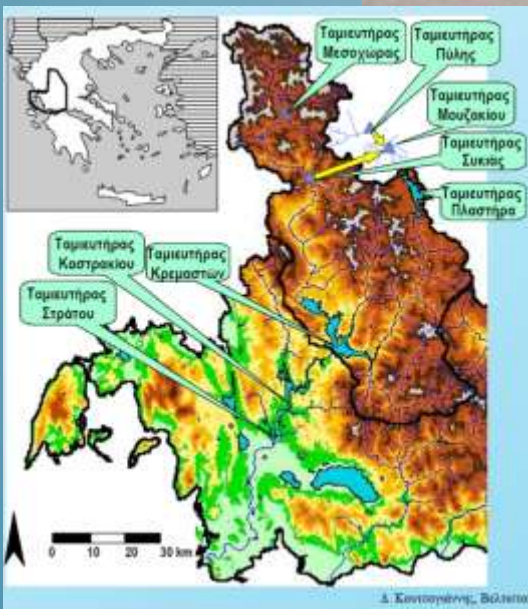
Πηγάζει από το όρος Λάκμος της οροσειράς της Πίνδου στην περιοχή του Μετσόβου, και εκβάλλει στο Ιόνιο Πέλαγος.
Είναι το σημαντικότερο ποτάμι στο οικοσύστημα της Ελλάδας.
Έχει αξιοποιηθεί περισσότερο από κάθε άλλο ποτάμι στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.
Συμβάλλει σημαντικά στην γεωργική παραγωγή της χώρας, ιδιαίτερα στην περιοχή του Αγρινίου και κάτω Αχελώου, αρδύοντας περίπου 300.000 στρέμματα γης.
Η ποιότητα και η ποσότητα του παρεχόμενου νερού είναι αρκετά καλή.
Είναι πηγή πλούτου, φυσικής ομορφιάς, και είναι άρρηκτα συνδεδεμένος τεχνικά, οικονομικά, και περιβαλλοντικά με την ΔΕΗ Α.Ε. και την Αιτωλοακαρνανία.
Είναι η δική μας πηγή οικονομίας, ανάπτυξης, και σύγχρονου πολιτισμού.

ΤΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΧΕΛΩΟΥ

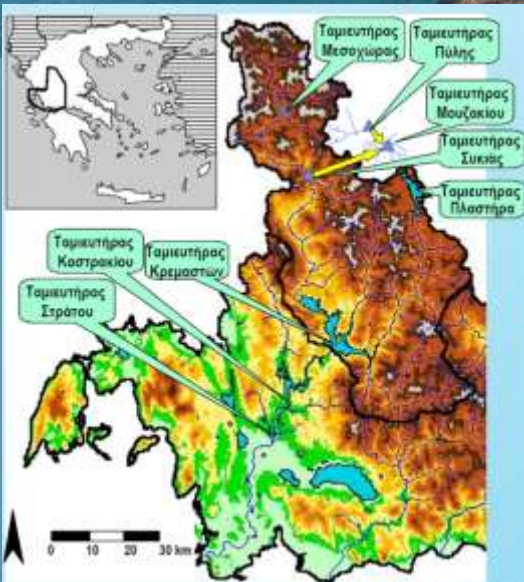
Έχει 6 ΥΗΣ, με 15 συνολικά παλιές μονάδες από το 1965-1997 σε 4 νομούς (Αιτ/νίας, Ευρυτανίας, Αχαΐας και Φωκίδας)
929,70 MW εγκατεστημένη ισχύς
Το 1/3 της συνολικής υδροηλεκτρικής εγκατεστημένης ισχύος
Το 1/12 της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος της Ελλάδας
1200-1500 GWH (Μ.Ο.) Ετήσια παραγωγή
ΤΟ 40-60% (Μ.Ο.) Της συνολικής υδροηλεκτρικής παραγωγής
Στο Συγκρότημα Αχελώου ανήκουν οι ΥΗΣ Κρεμαστών, Καστρακίου, Στράτου I & II στην Αιτ/νία, καθώς και οι ΥΗΣ Γκλίνας στην Αμφισσα, και Γλαύκου στην Πάτρα.



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ





Δ. Κωνσταντίνου, Βόλκας



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Υδροηλεκτρικών ΧΕΛΩΟΥ







ΥΗΣ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ

Τεχνητή Λίμνη
 Επιφάνεια σε υψόμετρο 282 m: 80,6 km²
 Ολική χωρητικότητα σε υψόμετρο 282 m: 4.495 εκατομμύρια m³
 Ολική χωρητικότητα σε υψόμετρο 284 m: 4.750 εκατομμύρια m³
 Μέγιστη στάθμη λειτουργίας: 282 m
 Ελάχιστη στάθμη λειτουργίας: 227 m

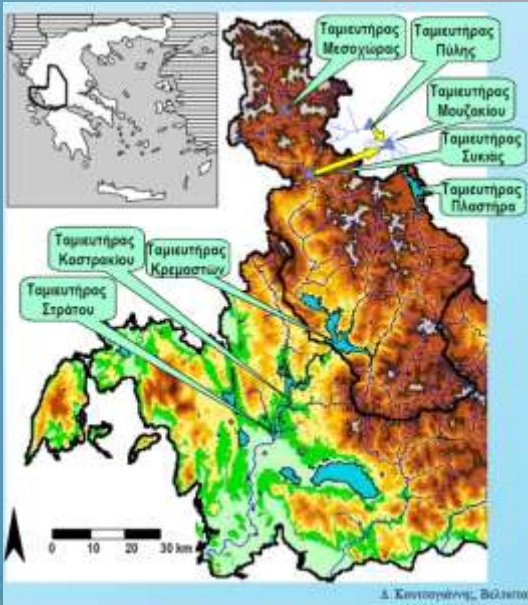
Φράγμα

Κατασκευαστής: Εταιρία Οδών & Οδοστρωμάτων
 Τύπος: Χωμάτινο φράγμα από αμμοχάλικο με αργιλικό πυρήνα
 Μέγιστο ύψος: 165 m
 Υψόμετρο στέψης: 282 m
 Πλάτος στέψης: 10 m
 Μήκος στέψης: 456 m
 Μέγιστο μήκος βάσης: 670 m

Σταθμός

4 Μονάδες των 110 MW η κάθε μία τύπου Francis



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



ΥΨΗ ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ

Τεχνητή Λίμνη

Επιφάνεια σε υψόμετρο 150 m: 28 km²

Ολική χωρητικότητα σε υψόμετρο 144,2 m: 785 εκατομμύρια m³

Ολική χωρητικότητα σε υψόμετρο 149 m: 1000 εκατομμύρια m³

Μέγιστη στάθμη λειτουργίας: 144,20 m

Ελάχιστη στάθμη λειτουργίας: 142 m

Φράγμα

Κατασκευαστής: Εταιρία Οδών & Οδοστρωμάτων

Τύπος: Χωμάτινο φράγμα από αμμοχάλικο με αργιλικό πυρήνα

Μέγιστο ύψος: 95,7 m

Υψόμετρο στέψης: 154 m

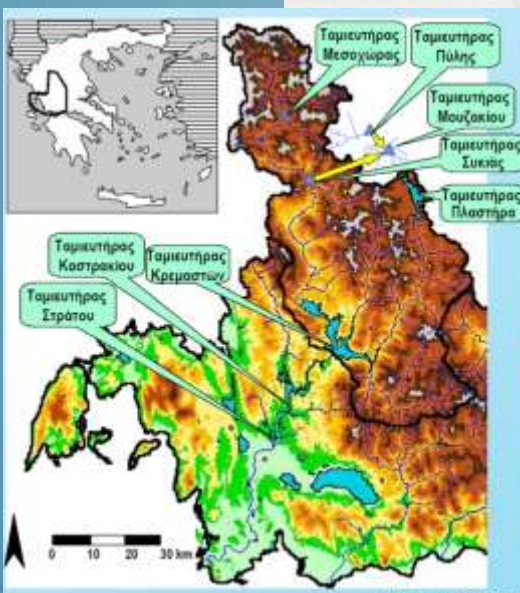
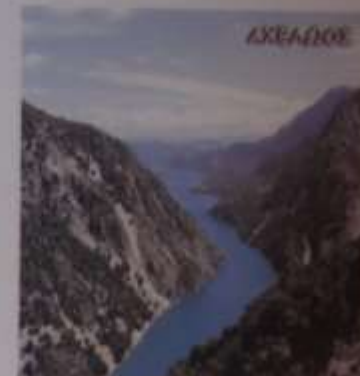
Πλάτος στέψης: 8 m

Μήκος στέψης: 547 m

Μέγιστο πλάτος βάσης: 375 m

Σταθμός

4 Μονάδες των 80 MW η κάθε μία τύπου Francis



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



ΥΗΣ ΣΤΡΑΤΟΥ

Τεχνητή Λίμνη

Επιφάνεια σε υψόμετρο 69 m: 7,4 km²
 Ολική χωρητικότητα σε υψόμετρο 69 m: 80 εκατομμύρια m³
 Μέγιστη στάθμη λειτουργίας: 68,6 m
 Ελάχιστη στάθμη λειτουργίας: 67 m

Φράγμα

Τύπος: Χωράτινο φράγμα από αμμοχάλικο με αργιλικό πυρήνα
 Μέγιστο ύψος: 26 m
 Υψόμετρο στήψης: 73 m
 Πλάτος στήψης: 9 m
 Μήκος στήψης: 1.920 m
 Μέγιστο πλάτος βάσης: 100 m

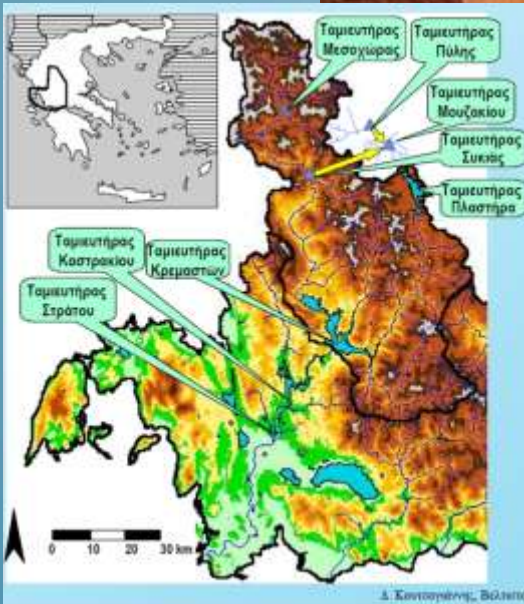
Σταθμοί:

ΥΗΣ ΣΤΡΑΤΟΥ Ι

2 Μονάδες των 75 MW η κάθε μία τύπου Francis

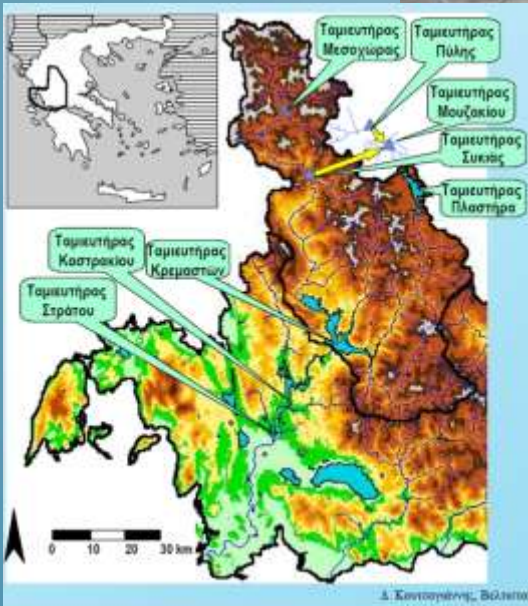
ΥΗΣ ΣΤΡΑΤΟΥ ΙΙ

2 Μονάδες των 3,15 MW η κάθε μία τύπου S Οριζώντιου Άξονα



Δ. Σουταγιάννης, Βόλοιο

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ





9 MAY, 2015 - 13:49 BRYAN HILL

Tipón, Peru and The Hydro Engineering Marvel of the Inca



14 APRIL, 2014 - 13:32 APRILHOLLOWAY

Qanat Firaun, the most spectacular underground aqueduct of the ancient world



7 JANUARY, 2018 - 14:02 DHWTY

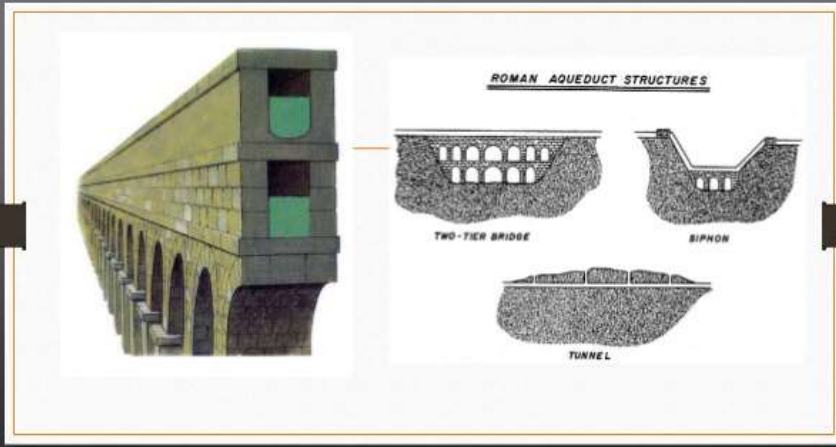
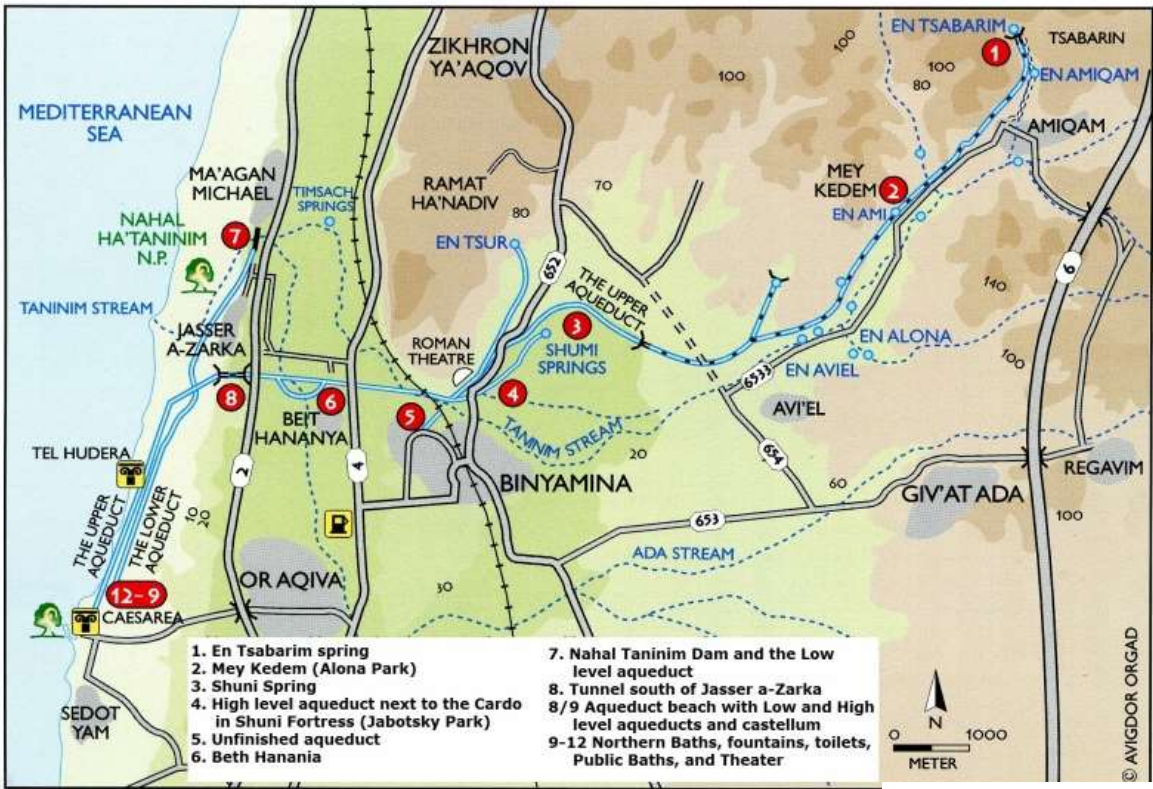
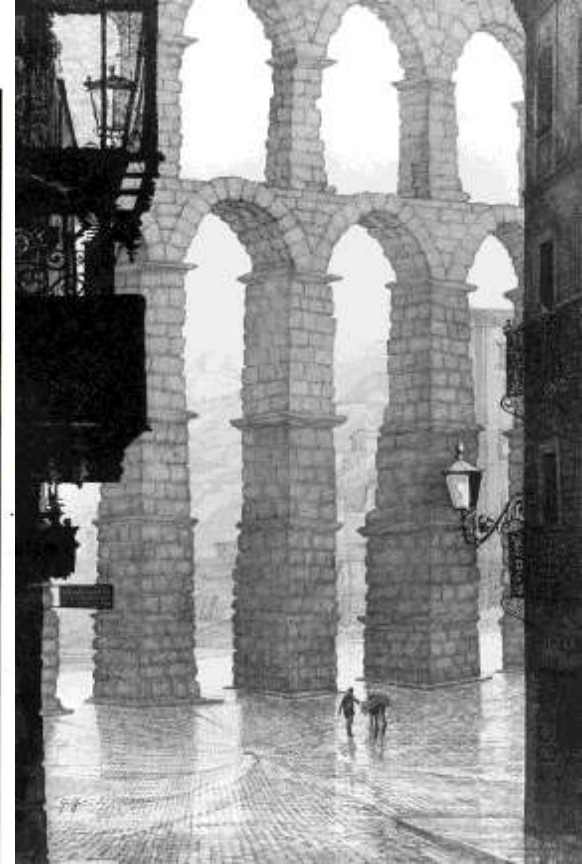
The Ma'rib Dam: An Engineering Wonder of the Ancient World... Torn Apart by Rats?



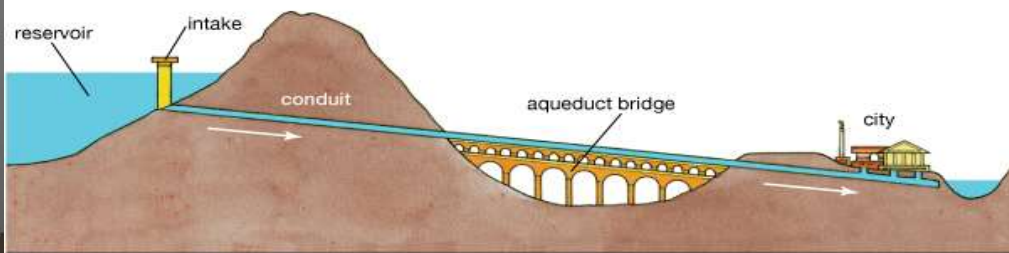
2 FEBRUARY, 2018 - 01:50 APRILHOLLOWAY

Dujiangyan: The 2,200-Year-Old Chinese Irrigation System That is Still Used Today!

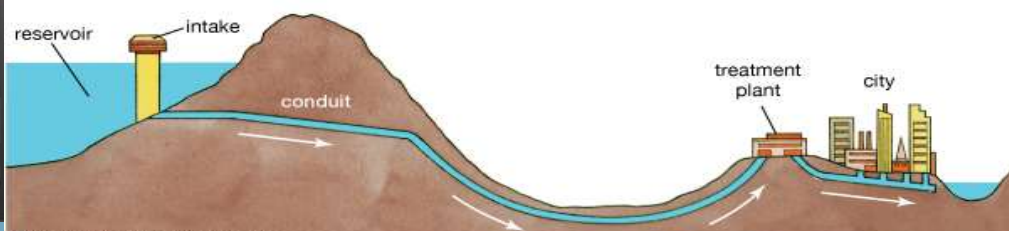
The Aqueducts to Caesarea



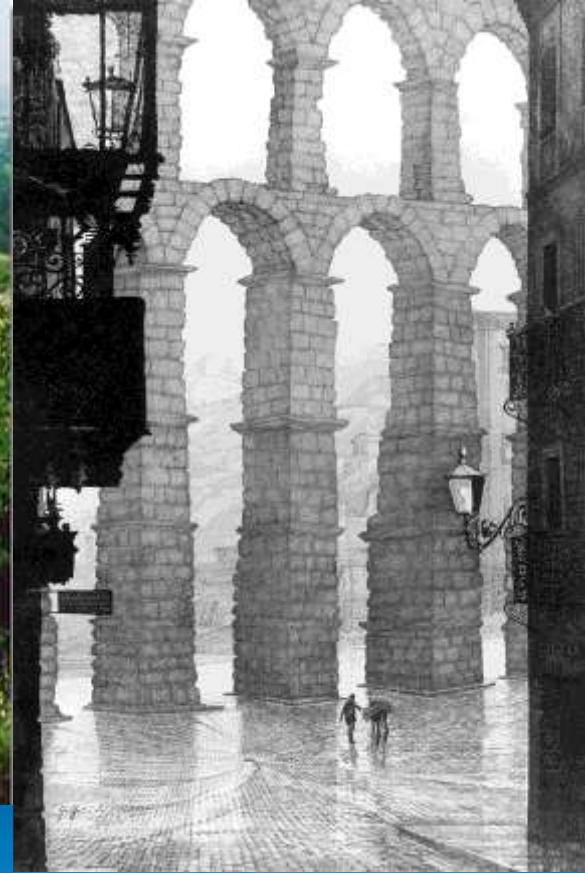
Roman Aqueduct



Modern Aqueduct



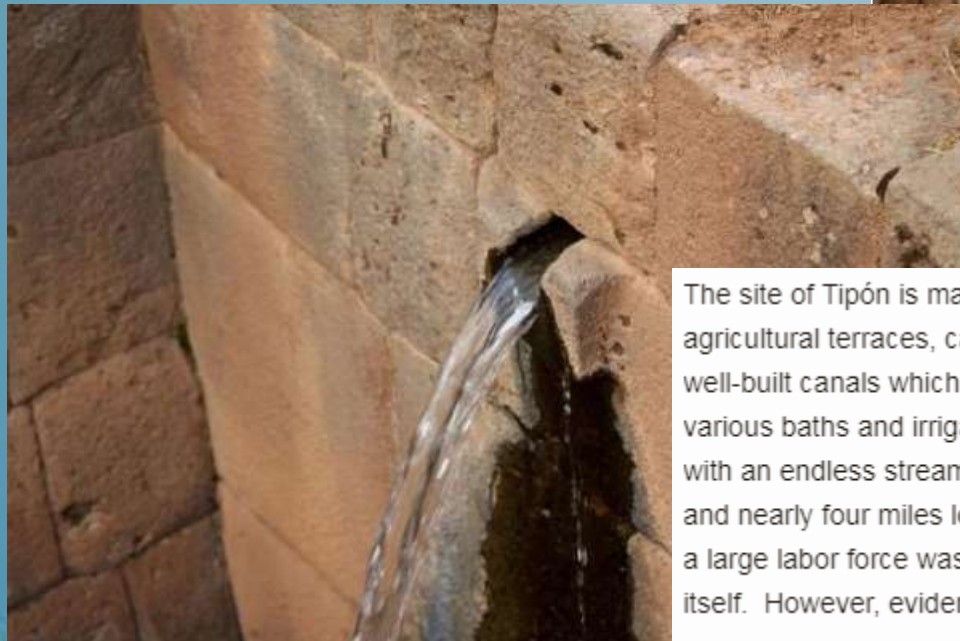






9 MAY, 2015 - 13:49 BRYAN HILL

Tipón, Peru and The Hydro Engineering Marvel of the Inca



The site of Tipón is made up of thirteen terraces flanked by polished stonewalls, enormous agricultural terraces, canals, and decorative waterfalls. Every archaeological complex features well-built canals which channeled and distributed water throughout the settlement. There are various baths and irrigation channels that still function today, providing the archaeological site with an endless stream of running water. The outer wall at Tipón, measures 15 to 20 feet high and nearly four miles long, encircling the entire community. This wall also provides evidence that a large labor force was once used, representing a major construction achievement in and of itself. However, evidence points to it being built by an earlier people who pre-dated the Incas.



2 FEBRUARY, 2018 - 01:50 APRILHOLLOWAY

Dujiangyan: The 2,200-Year-Old Chinese Irrigation System That is Still Used Today!



Dujiangyan irrigation system tour map. (CC BY SA 4.0)

The oldest irrigation system in the world is in China. Called Dujiangyan, it is also the only surviving monumental non-dam irrigation system from the ancient past. A marvel of Chinese science and engineering, Dujiangyan was built over 2,200 years ago. This system is still used to irrigate over 668,700 hectares of farmland, drain floodwater, and it provides water resources to more than 50 cities in the Sichuan province today.



The 'Fish Mouth' levee. Part of the Dujiangyan irrigation system. (CC0)

Scientists continue to admire Dujiangyan today for one particular feature – the harmonious way it manages water for humans yet enables ecosystems and fish populations to continue naturally. This stands apart from dams which block up and alter nature's ways.



2 FEBRUARY, 2018 - 01150 APRILHOLLOWAY

Dujiangyan: The 2,200-Year-Old Chinese Irrigation System That is Still Used Today!



Traditional levee made of long sausage-shaped baskets of woven bamboo filled with stones known as Zhulong, held in place by wooden tripods known as Macha. (CC BY SA 4.0)

One of the most amazing features of the engineering project was the creation of a channel through Mount Yulei. It is worth noting that workers did this before gunpowder and explosives were invented. Li Bing's solution to cut through the hard rock was to use a combination of fire and water to intermittently heat and cool the rocks until they cracked and could be more easily removed. It took eight years to create a 20 meter (65.62 ft.) wide channel through the mountain.

The Ma'rib Dam is an engineering marvel of the ancient world that is located in central Yemen. This dam is easily one of the finest examples of masonry architecture in the Arabian Peninsula. Local stories say the dam was in use for centuries, however, the great dam apparently stopped serving as a barrier when it was breached by rats.

The Ma'rib Dam, also known as the Great Dam of Ma'rib, was in use for many centuries for the storage of water, as well as for irrigation purposes. During the 6th century AD, however, the dam collapsed, though the walls of its sluices are still standing today. A new dam, close to the location of the ancient one, was built during the 20th century.



of what Marib Dam was by the University of Calgary and the American Foundation for Anthropology. (CC BY SA 4.0)



7 JANUARY, 2018 - 14:02 DHWTY

The Ma'rib Dam: An Engineering Wonder of the Ancient World... Torn Apart by Rats?

All that remains of the Ma'rib Dam today are its sluice gates, which stand as a testament to the engineering capabilities of the ancient Sabaeans. In 2015, these ruins were damaged by airstrikes during the ongoing conflict in Yemen.



Ma'rib dam before and after the destruction in 2015. (Fair Use)



7 JANUARY, 2018 - 14:02 DHWTY

The Ma'rib Dam: An Engineering Wonder of the Ancient World... Torn Apart by Rats?



The Ma'rib dam was vital to controlling waterflow. (Inam's Water World)

Over the centuries, the Ma'rib Dam was repaired and renovated. The dam was so important to the people who lived in the area that its maintenance continued even after the fall of the Sabaean Kingdom to the Himyarites.



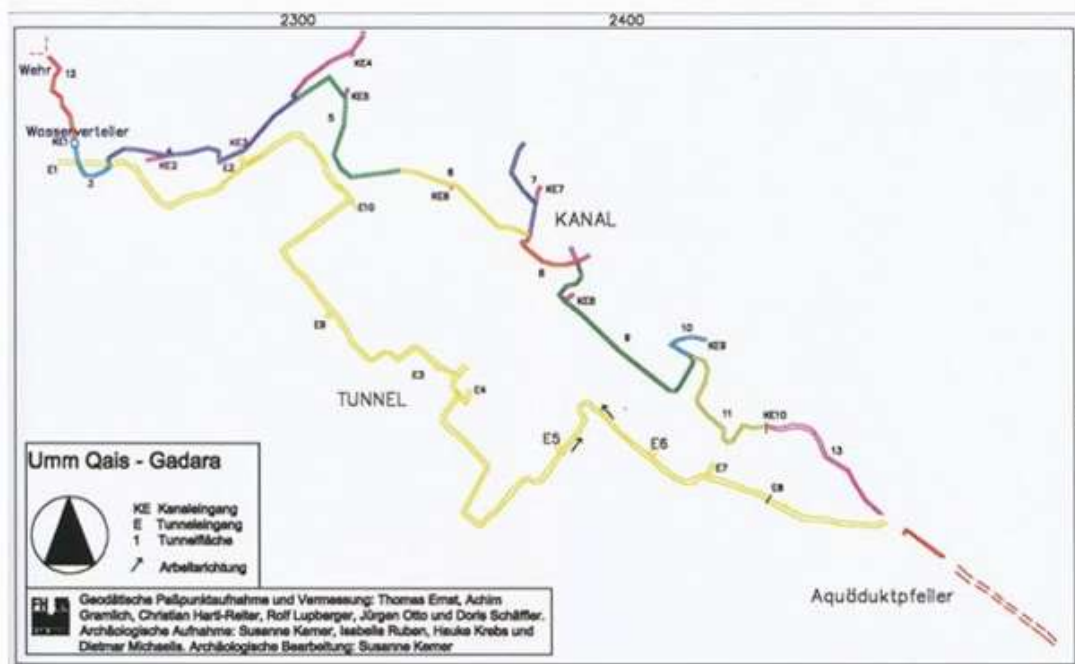
14 APRIL, 2014 - 13:32 APRILHOLLOWAY

Qanat Firaun, the most spectacular underground aqueduct of the ancient world



The Qanat Firaun, otherwise known as the Gadara Aqueduct, is an ancient aqueduct that was built to supply water to the Roman-Hellenistic Decapolis, which now lie in present-day Syria and Jordan. Although the Arabic name 'Qanat Firaun' means 'Canal of the Pharaohs', the massive canal was not Egyptian but Imperial Roman, and stands as a testament to their incredible engineering abilities. The 170-kilometre pipeline is not only the world's longest underground aqueduct of the antiquity, it is also the most complex, and represents a colossal work of hydroengineering.

The underground canal system was rediscovered by Mathias Döring, a hydromechanics professor in Darmstadt, Germany, in 2004. Excavations revealed that the pipelines were constructed with an average height of 2.5 metres and a width of 1.5 metres. The aqueduct extended for 64 kilometres on the surface, before disappearing underground into three separate tunnels, with lengths of 1, 11, and 94 kilometres. The longest previously known underground water channel of the ancient world, in Bologna, is 19 kilometres long, so the discovery of the Gadara Aqueduct, and the sheer scale of the construction, was met with both shock and awe.



Plan of the upper and lower tunnel system under the acropolis of Gadara. [Image source](#).

The massive construction effort began in around 90 AD and continued relentlessly for the following 120 years. It started above ground in Syria, where they made rapid progress. However,

The Qanat Firaun, otherwise known as the Gadara Aqueduct, is an ancient aqueduct that was built to supply water to the Roman-Hellenistic Decapolis, which now lie in present-day Syria and Jordan. Although the Arabic name 'Qanat Firaun' means 'Canal of the Pharaohs', the massive canal was not Egyptian but Imperial Roman, and stands as a testament to their incredible engineering abilities. The 170-kilometre pipeline is not only the world's longest underground aqueduct of the antiquity, it is also the most complex, and represents a colossal work of hydroengineering.

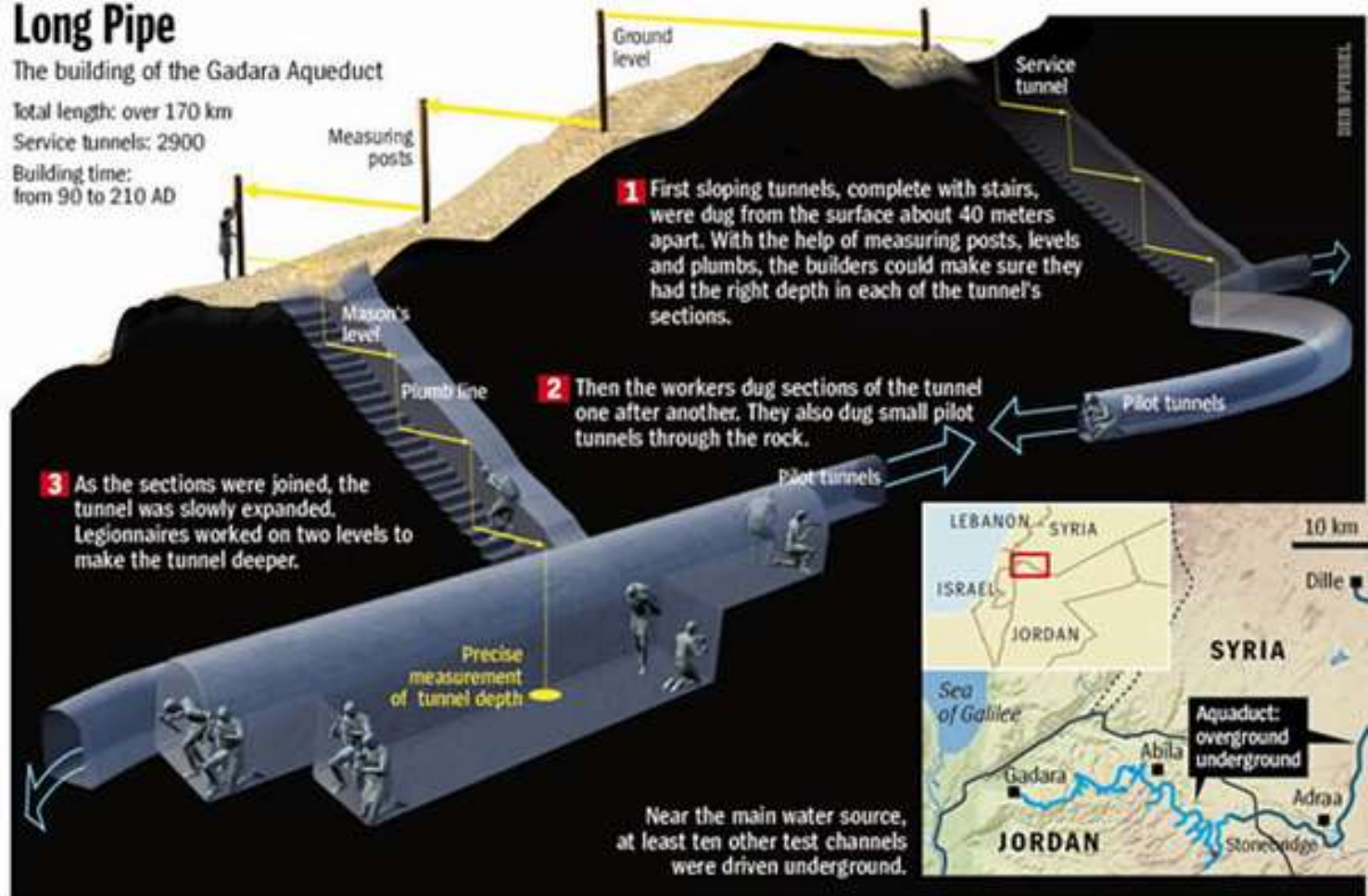
Long Pipe

The building of the Gadara Aqueduct

Total length: over 170 km

Service tunnels: 2900

Building time:
from 90 to 210 AD



An outline of the Gadara Aqueduct's construction. Photo Credit: **Der Spiegel**