



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

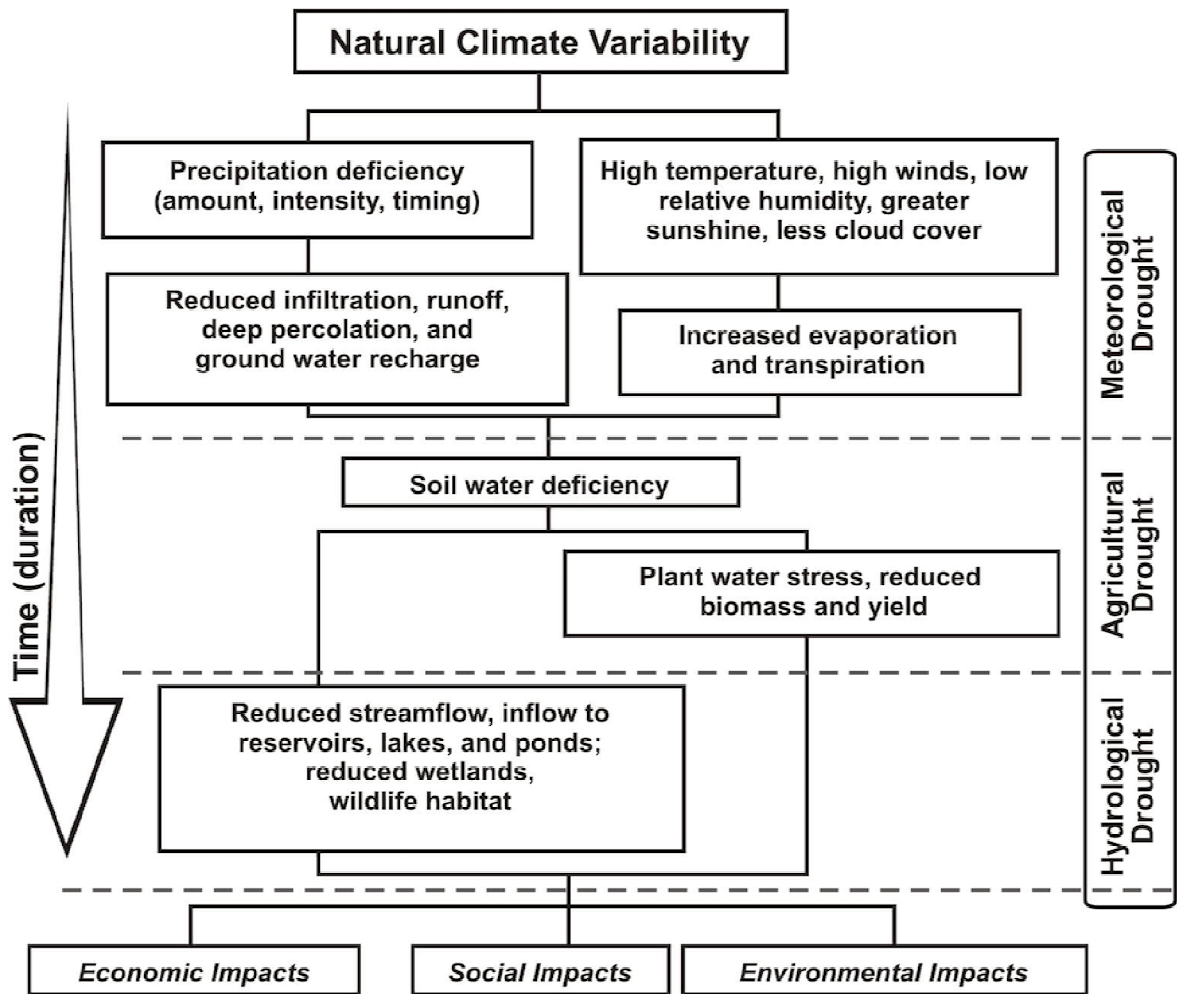
Διαχείριση Ξηρασίας. Σύγκριση των παραδειγμάτων
Καλιφόρνιας (2012-2016) και Αθήνας (1988-1993).

Σπουδαστής: Αντώνιος Ζούκος

Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτριος Κουτσογιάννης



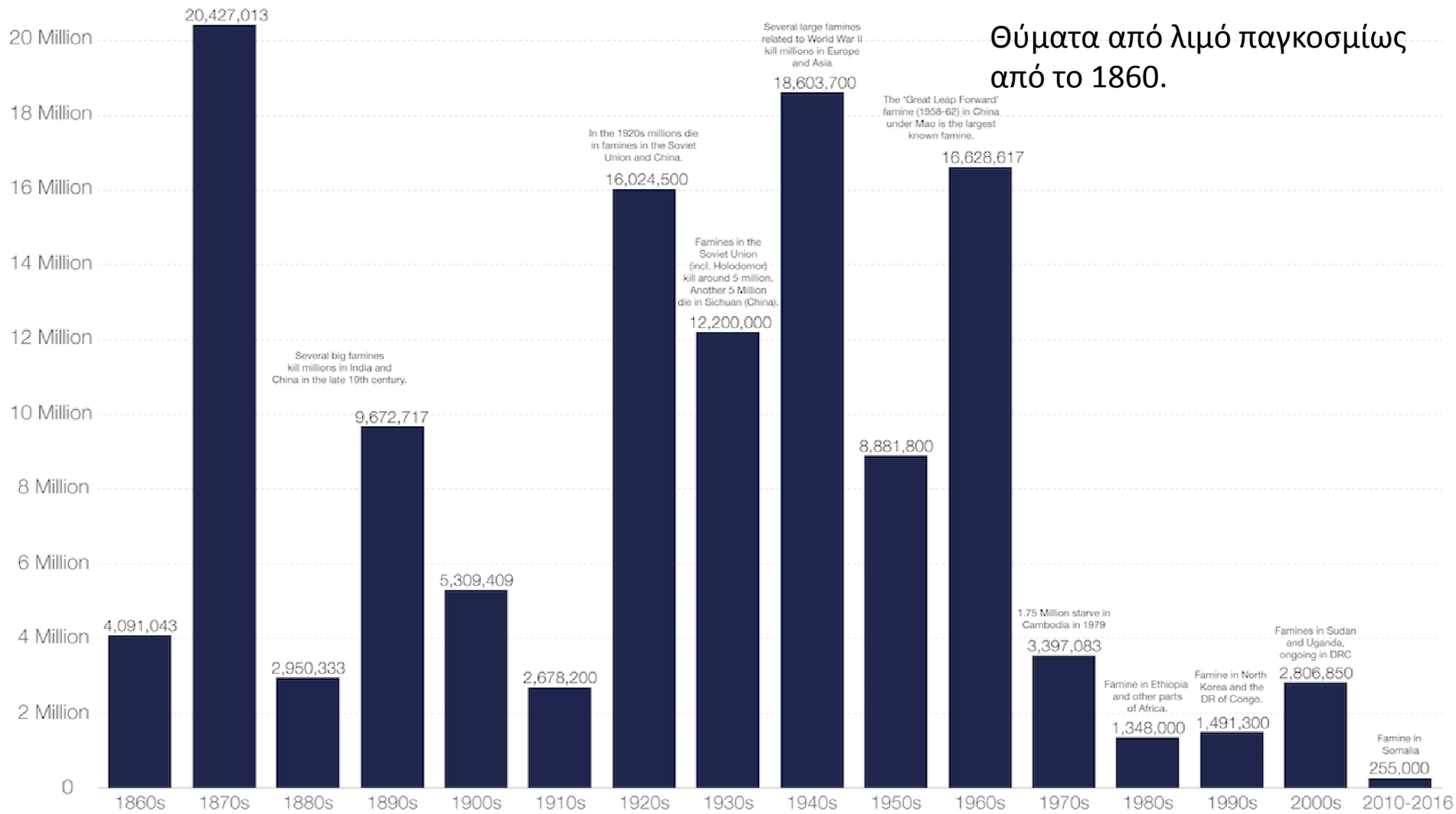
Τύποι της Ξηρασίας



- Μετεωρολογική ξηρασία
- Γεωργική ξηρασία
- Υδρολογική ξηρασία
- Κοινωνικοοικονομική ξηρασία




Επιπτώσεις της Ξηρασίας





Χαρακτηριστικά του φαινομένου της ξηρασίας

- **Ένταση** : Η ένταση συναρτάται με την απόκλιση της βροχόπτωσης και άλλων παραμέτρων που συνδέονται με την εξάτμιση (θερμοκρασία, άνεμος, υγρασία) από τις αναμενόμενες κλιματικές τιμές.
- **Διάρκεια** : Η χρονική διάρκεια είναι δύσκολο να προσδιοριστεί αφού υπάρχει αβεβαιότητα για τη χρονική στιγμή αρχής και τέλους του φαινομένου.
- **Χωρική κατανομή** : Οι περιοχές, που επηρεάζονται από ακραία φαινόμενα ξηρασίας, αυξάνουν σταδιακά όσο η ξηρασία διατηρείται για μεγάλα χρονικά διαστήματα.
- **Καταστροφικότητα** : Η καταστροφικότητα της ξηρασίας εκφράζει την επίδραση του φυσικού φαινομένου στις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- **Εμμονή** : Η ξηρασία είναι ένα φαινόμενο που παρουσιάζει μεγάλη τάση αυτοσυντήρησης.



Δείκτες Ξηρασίας

- Δείκτης ονομάζεται ένας σταθμισμένος συνδυασμός δύο ή περισσότερων ενδείξεων. Ένας δείκτης σχεδιάζεται, ώστε να είναι η περίληψη του συστήματος

Palmer Drought
Severity Index
(PDSI)

Deciles (Δείκτης
δεκατημορίων)

Standardized
Precipitation
Index (SPI)

Reconnaissance
Drought Index
(RDI)

Περιοχή μελέτης (Καλιφόρνια). (1)



Χάρτης με τα ύψη βροχόπτωσης στην πολιτεία της Καλιφόρνιας



Περιοχή μελέτης (Καλιφόρνια). (2)

Ιστορικά καταγεγραμμένες ξηρασίες

- 1918 – 1920 (3 έτη) • 1976 – 1977 (2 έτη)
- 1923 – 1926 (4 έτη) • 1987 – 1992 (6 έτη)
- 1928 – 1935 (8 έτη) • 2000 – 2002 (3 έτη)
- 1947 – 1950 (4 έτη) • 2007 – 2009 (3 έτη)
- 1959 – 1962 (4 έτη)


Ξηρασίες εκτιμώμενες από παλαιοκλιματικά δεδομένα.

Ποταμός Sacramento (απορροή)

- Περίοδος 921-1859
- 28 επεισόδια ξηρασίας
- Διάρκεια 4-10 έτη

Ποταμός San Joaquin (απορροή)

- Περίοδος 946-1859
- 30 επεισόδια ξηρασίας
- Διάρκεια 4-13 έτη



Περιοχή μελέτης (Καλιφόρνια). (3)

A.Ε.Π (2017)	\$2 746 000 000 000
Αγροτικό προϊόν, δασοκομία, κυνήγι και αλιεία (Agriculture, forestry, fishing and hunting) (2017)	\$35 600 000 000

Σύμφωνα με το California Department of Food and Agriculture (CFDA)

- \$ 40 000 000 000 κύκλος εργασιών κατ' έτος
- \$ 100 000 000 000 προστιθέμενη αξία σε άλλους τομείς (μεταποίηση, μεταφορές, κ.λπ)
- για κάθε 100 θέσεις εργασίας στον αγροτικό τομέα δημιουργούνται άλλες 92 θέσεις εργασίας στην πολιτεία.
- 5^{ος} εξαγωγέας αγροτικών προϊόντων παγκοσμίως, 1^{ος} στην εξαγωγή αμυγδάλου.
- Από τα προϊόντα που καταναλώνονται στις ΗΠΑ παράγει το 66% των φρούτων & καρπών, το 33% των λαχανικών και το 20% του γάλακτος.

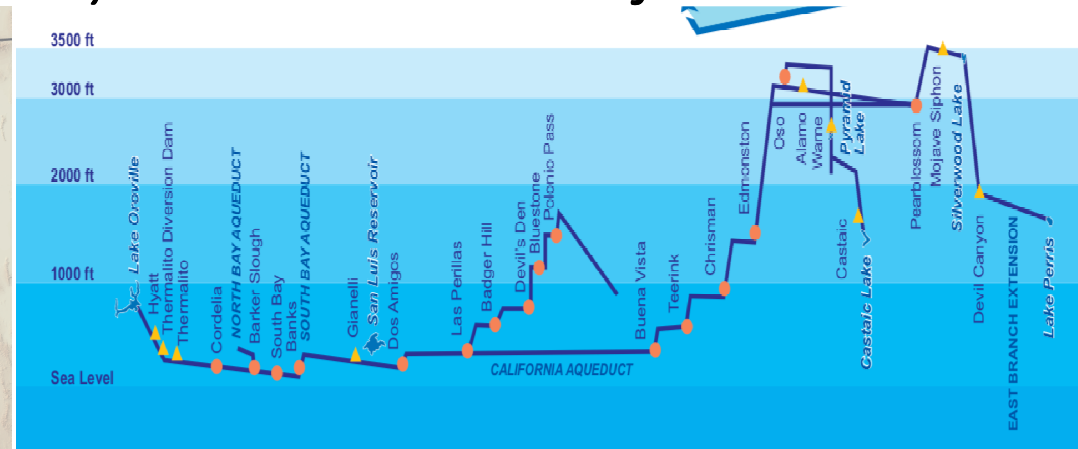
Υδροδοτικό της Καλιφόρνιας-Central Valley Project (CVP)



Η λειτουργία ξεκίνησε το 1937 και το σύνολο των έργων ολοκληρώθηκαν το 1970.

- Αποτελείται από 20 ταμειυτήρες, 11 υδροηλεκτρικούς σταθμούς και δίκτυο μήκους 804 km
- Διαχειρίζεται 11 000 hm³ νερού
- Παρέχει 6 000 hm³ νερού για άρδευση
- Παρέχει 733 hm³ νερού για ύδρευση και βιομηχανικές ανάγκες.
- Με εγκατεστημένη ισχύ 2 100 MW το σύστημα παράγει 4 500 000 MWh το χρόνο εκ των οποίων το 1/3 χρησιμοποιείται από το σύστημα για τις ανάγκες άντλησης.

Υδροδοτικό της Καλιφόρνιας- State Water Project

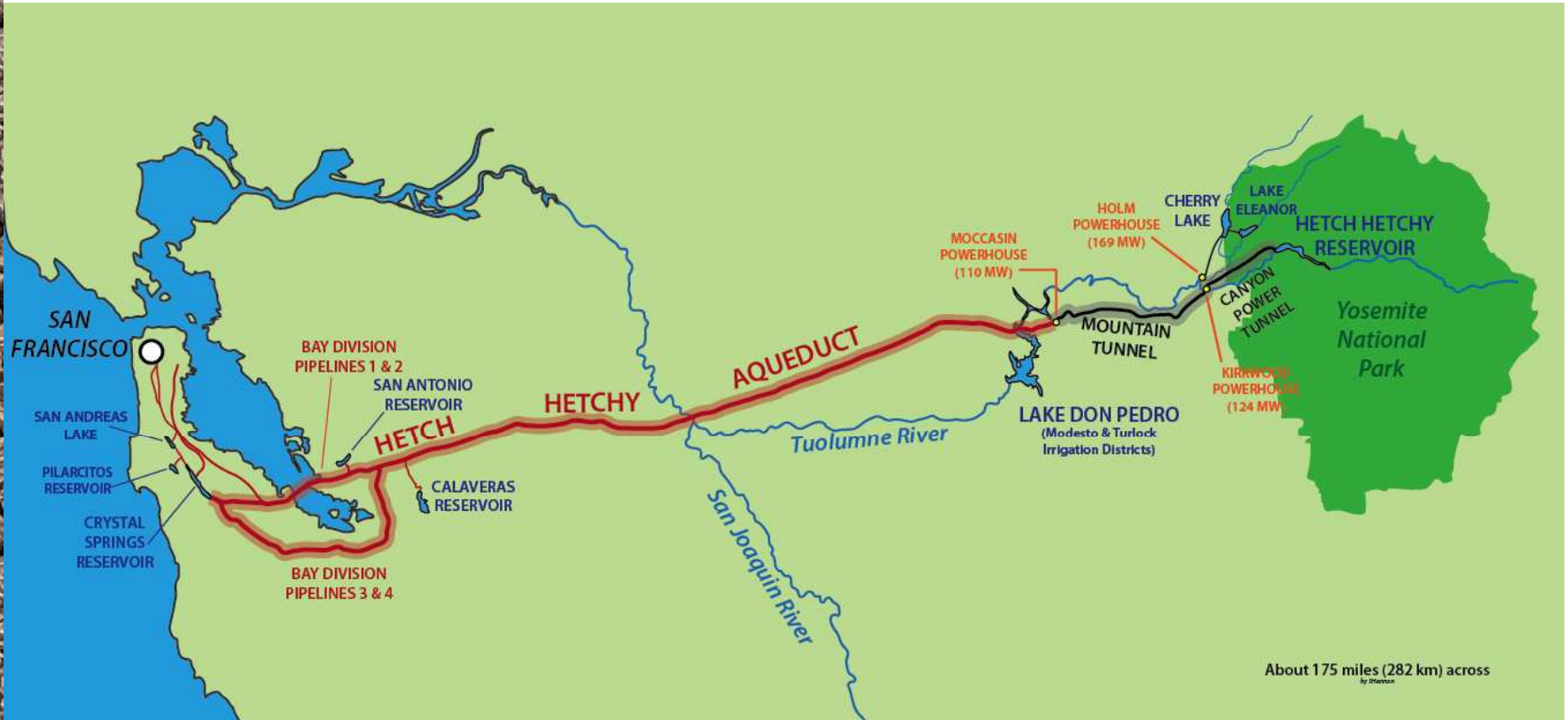


Λειτουργία :1937

Ολοκλήρωση: 1970

- Αποτελείται από 34 ταμιευτήρες, 30 φράγματα, 23 αντλιοστάσια, 9 υδροηλεκτρικούς σταθμούς.
- Το δίκτυο έχει συνολικό μήκος περίπου 1 126 km και το κύριο υδραγωγείο έχει μήκος 714 km.
- Με εγκατεστημένη ισχύ 2 991,7 MW το σύστημα παράγει περίπου 3 900 000 MWh ανά έτος.
- Έχει σχεδιαστεί για να διαχειρίζεται 5 136 hm³ νερού με μέση διακίνηση 3 000 hm³.
- Το 70% αντιστοιχεί σε ύδρευση το υπόλοιπο 30% για άρδευση

Υδροδοτικό της Καλιφόρνιας- - Hetch Hetchy Project



Η κατασκευή ξεκίνησε το 1913 και ολοκληρώθηκε το 1934

- 11 ταμιευτήρες,
- 5 αντλιοστάσια
- 4 υδροηλεκτρικά έργα
- 2 εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού.

Υδροδοτικό της Καλιφόρνιας- Υδραγωγείο του Λος Άντζελες (Los Angeles Aqueduct)



First Los Angeles Aqueduct

Η κατασκευή του ολοκληρώθηκε το 1913 και έχει τα εξής χαρακτηριστικά

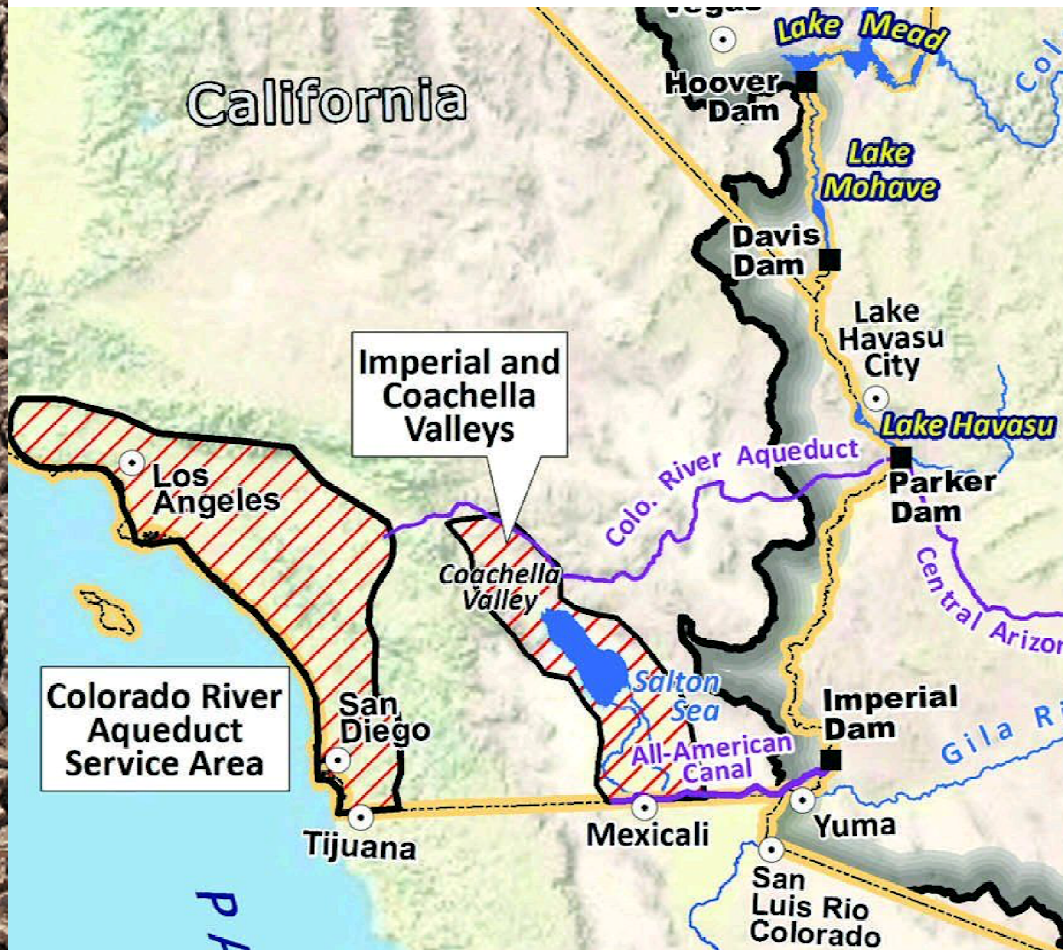
- Συνολικό μήκος 374,88 km
- Μέγιστη παροχή λειτουργίας 13,73 m³/s
- Συνολικό μήκος ανοιχτών αγωγών με μη επενδεδυμένη κοίτη 38,62 km
- Συνολικό μήκος ανοιχτών αγωγών με επενδεδυμένη κοίτη 59,53 km
- Συνολικό μήκος αγωγών από σκυρόδεμα 156,07 km
- Συνολικό μήκος επενδεδυμένων υπόγειων στοών (τουνελ) 69,19 km
- Συνολικό μήκος σωληνώσεων από χάλυβα και σκυρόδεμα 19,03 km
- Συνολικό μήκος αγωγών (για υδροηλεκτρική ενέργεια) 16,09 km

Second Los Angeles Aqueduct

Η κατασκευή του ολοκληρώθηκε το 1970 και έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- Συνολικό μήκος 220,43 km
- Μέγιστη παροχή λειτουργίας 8,21 m³/s
- Συνολικό μήκος σωληνώσεων από χάλυβα 111,02 km
- Συνολικό μήκος αγωγών από σκυρόδεμα 102,98 km

Υδροδοτικό της Καλιφόρνιας- Εγκαταστάσεις του ποταμού Κολοράντο (1)



All-American Canal System

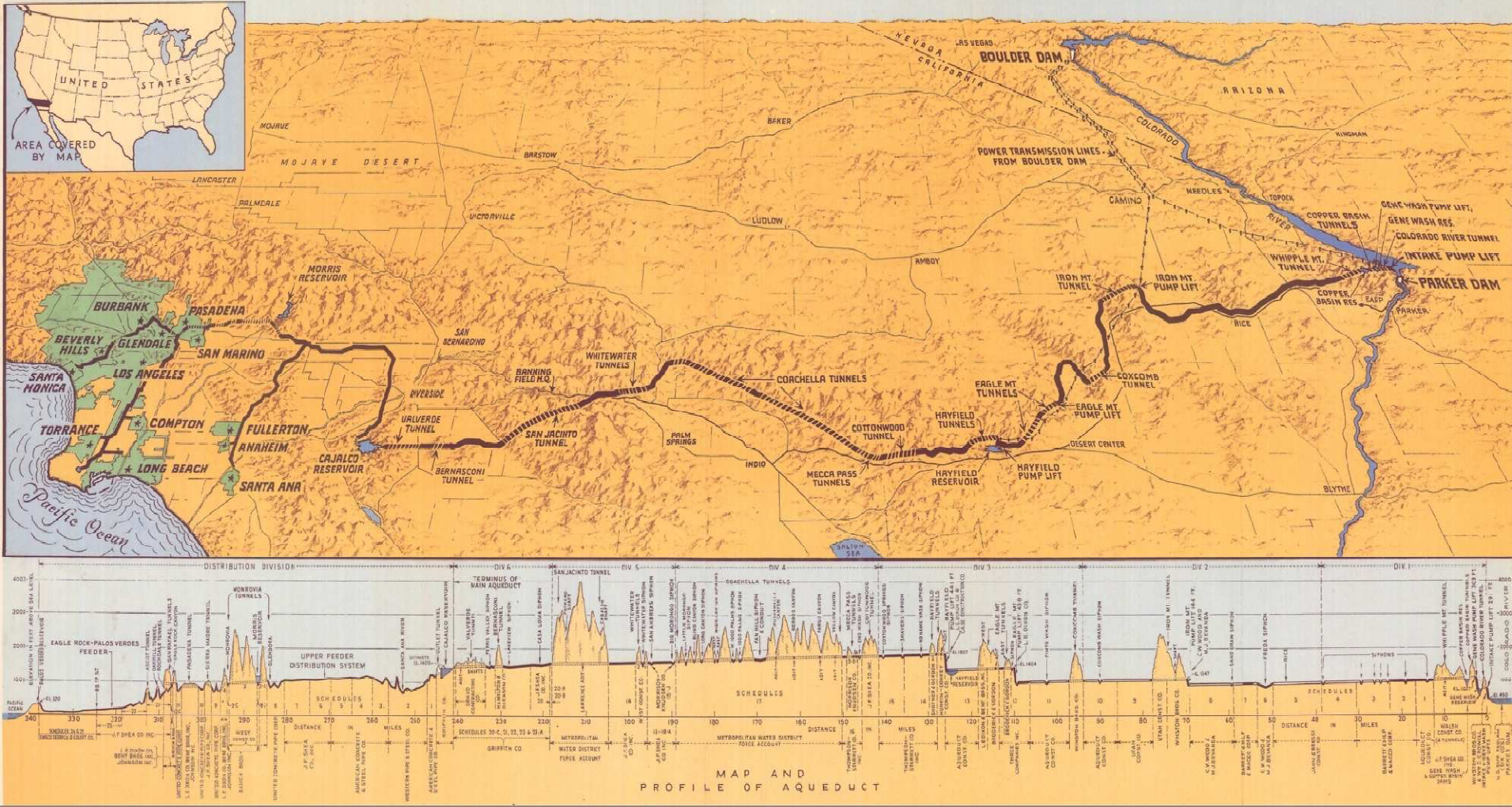
- Imperial Dam (εκτροπή σε All-American, Yuma Project και Gila Canal)
- All-American Canal (μήκος 128 km, 740,6 m³/s μέγιστη παροχή λειτουργίας)
- Coachella Canal (μήκος 196 km, 36, 82 m³/s μέγιστη παροχή λειτουργίας)

Colorado River Aqueduct (CRA)

Το CRA έχει μήκος δικτύου 389 km, ικανότητα διαχείρισης 1 467,6 hm³ και αποτελείται από:

- Δύο ταμιευτήρες
- Πέντε αντλιοστάσια
- Συνολικό μήκος ανοιχτών αγωγών 101,37 km
- Συνολικό μήκος τούνελ 148 km
- Συνολικό μήκος αγωγών από τσιμέντο 88,50 km
- Συνολικό μήκος σιφώνων υπό πίεση 45 km

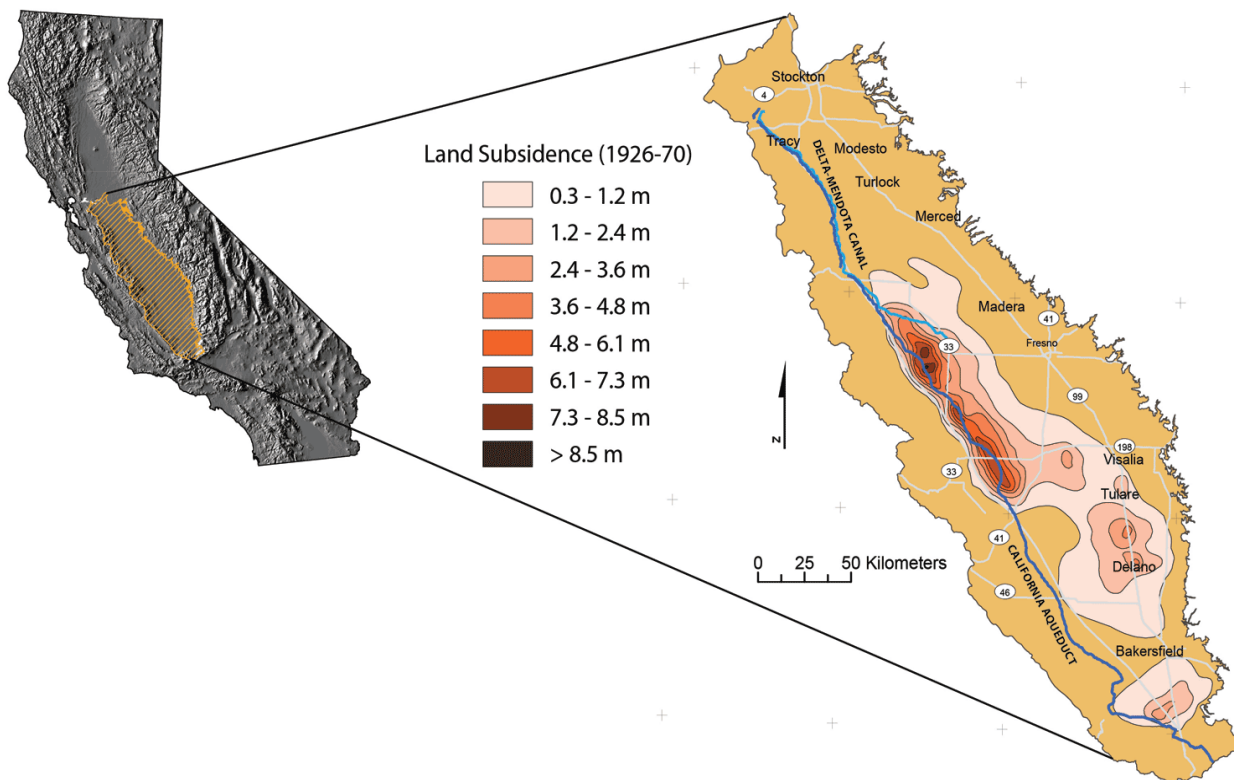
Εγκαταστάσεις του ποταμού Κολοράντο (2)



Οριζοντιογραφία και μηκτομή του υδραγωγείου του ποταμού Κολοράντο

Κύρια προβλήματα - Υπεράντληση υπόγειων υδροφορέων

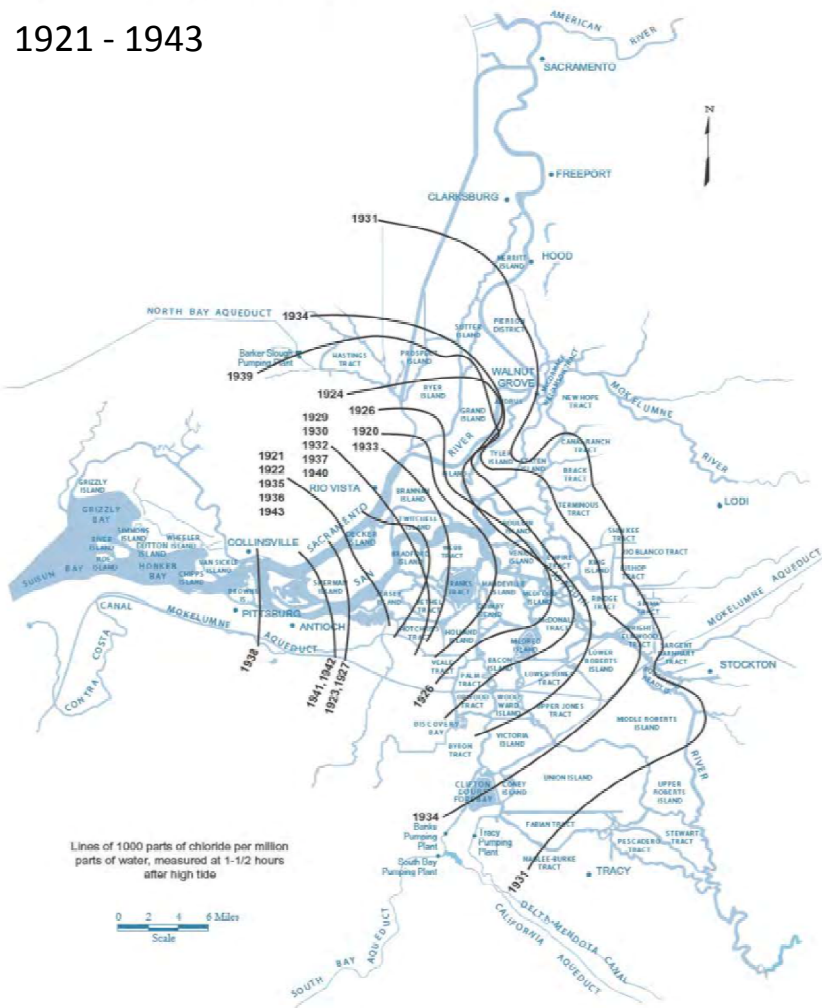
- Μόνιμες καθιζήσεις
- Υποβάθμιση ποιότητας υδάτων
- Ζημίες στα οικοσυστήματα



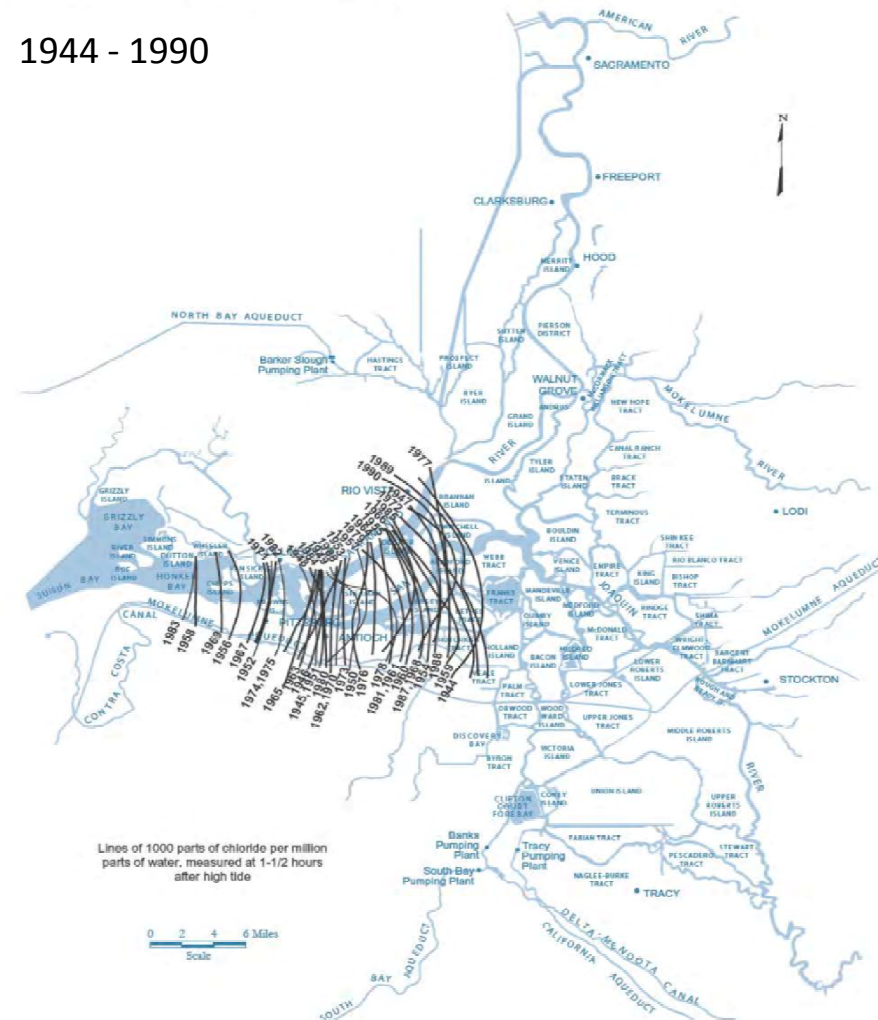


Κύρια προβλήματα – Υφαλμύριση στο Δέλτα

1921 - 1943

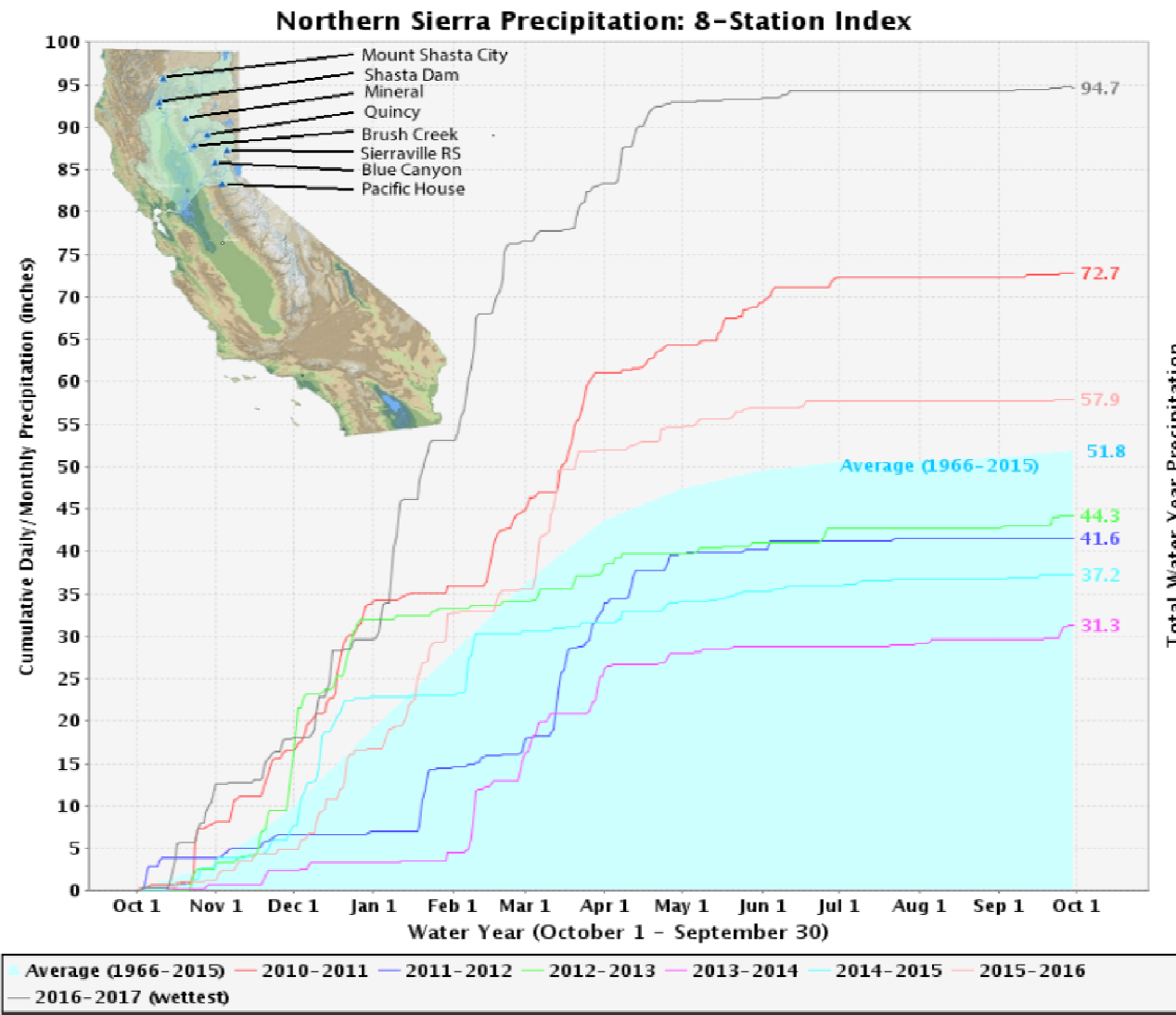


1944 - 1990





Περιστατικό ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (1)

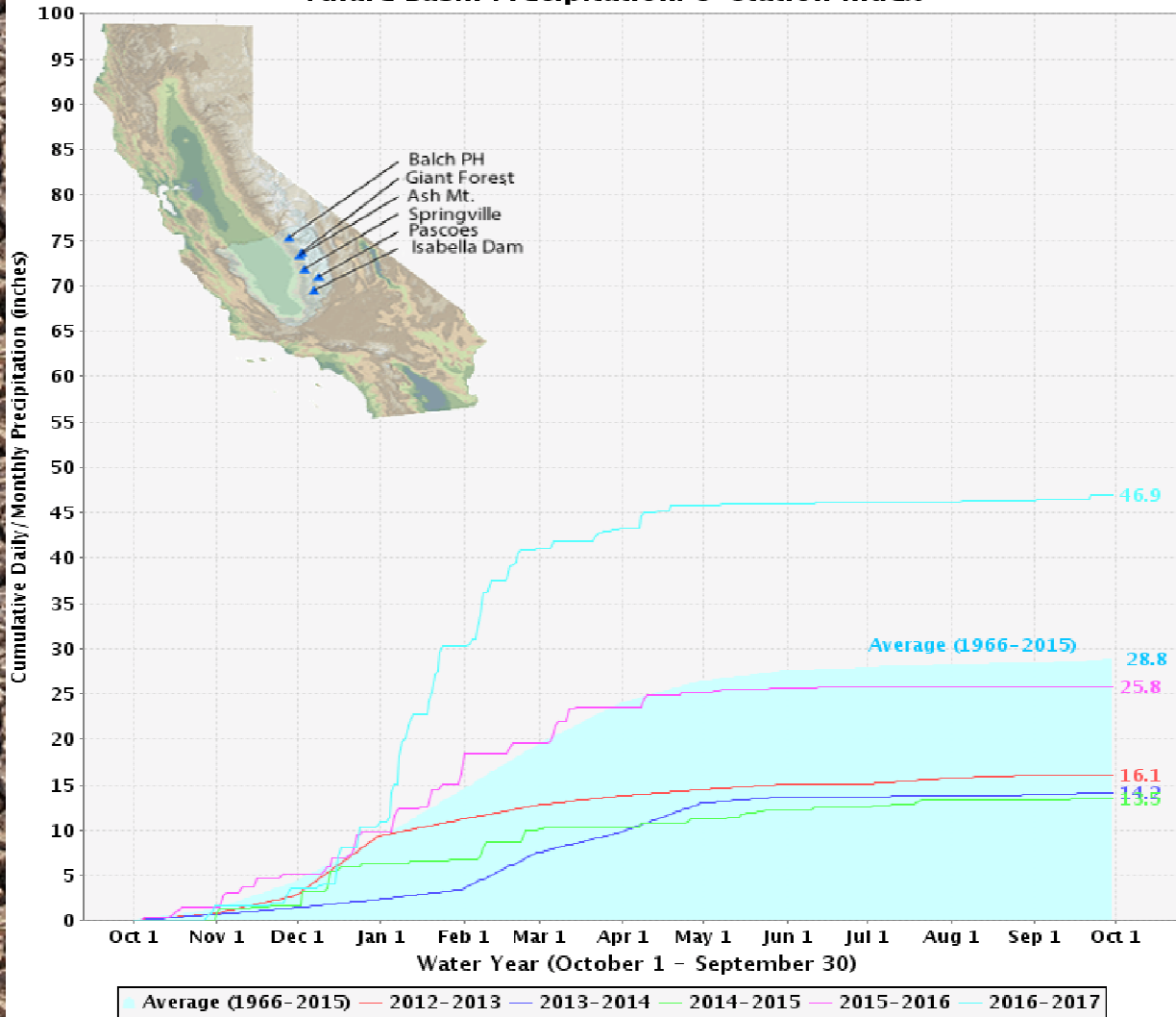


Υδρολ. Έτος	(mm)	%
1966-2015	1315,72	-
2010-11	1 848,58	140,35
2011-12	1 056,64	80,31
2012-13	1 125,22	85,52
2013-14	795,02	60,42
2014-15	944,88	71,81
2015-16	1 470,66	111,78
2016-17	2 405,38	182,81



Περιστατικό ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (2)

Tulare Basin Precipitation: 6-Station Index



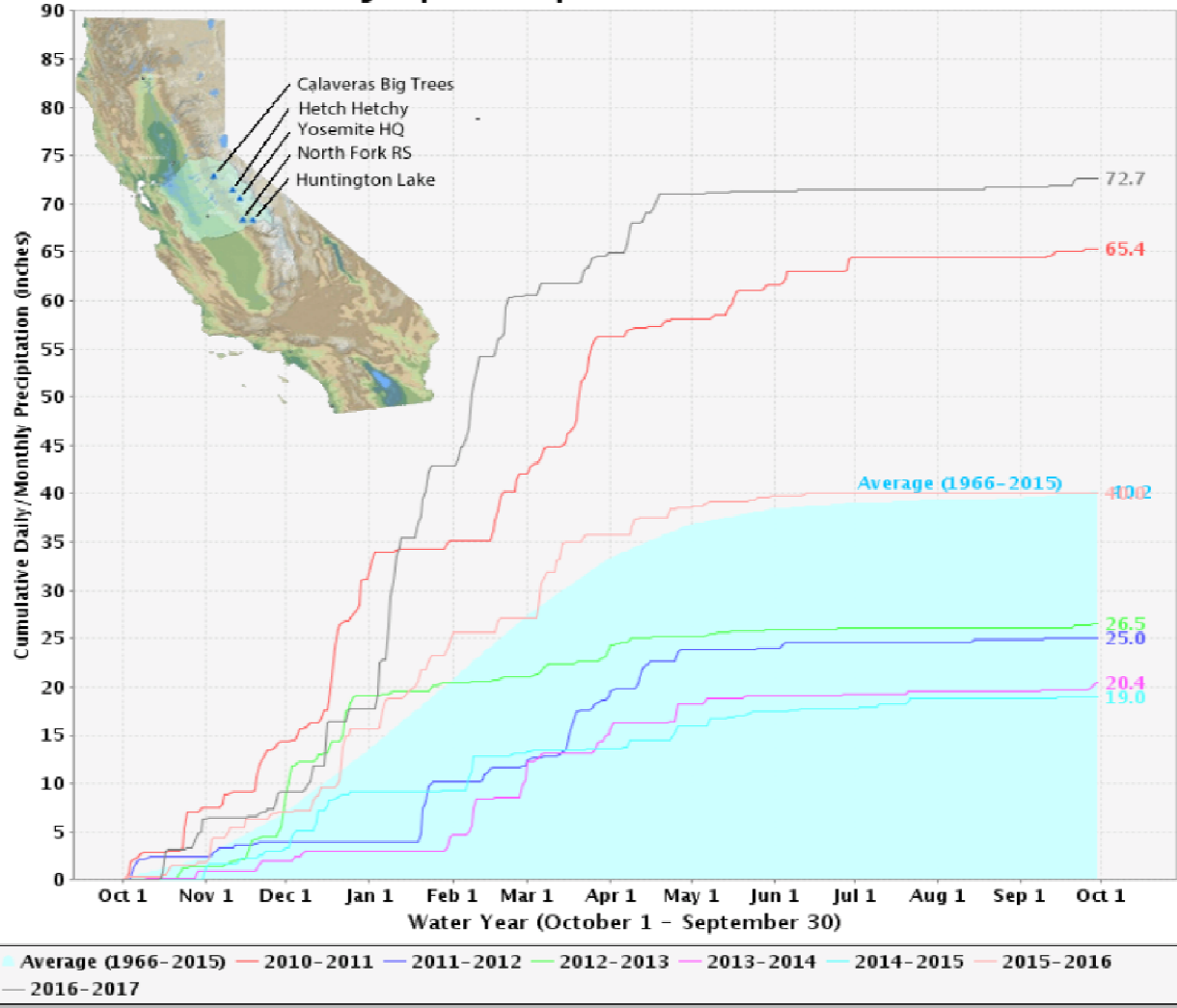
Total Water Year Precipitation

Υδρολ. Έτος	(mm)	%
1966-2015	731,52	-
2012-13	408,94	55,90
2013-14	360,68	49,30
2014-15	342,90	46,88
2015-16	655,32	89,58
2016-17	1 191,26	162,85



Περιστατικό ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (3)

San Joaquin Precipitation: 5-Station Index



Total Water Year Precipitation

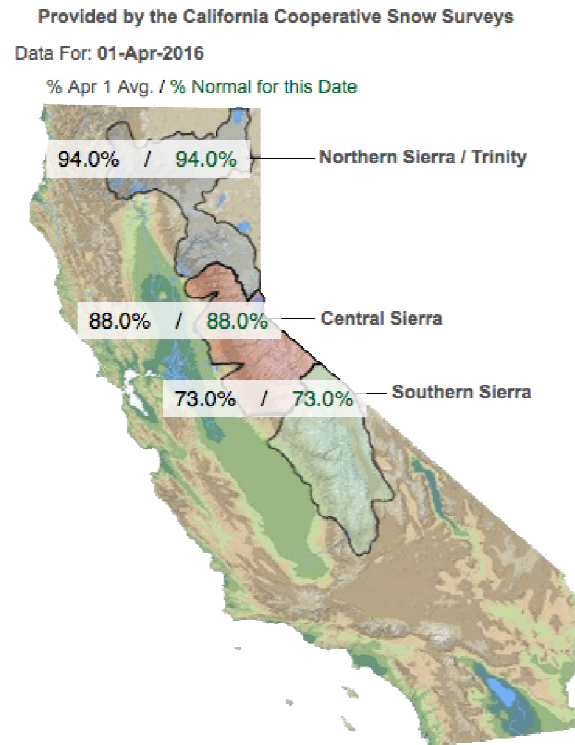
Υδρολ. Έτος	(mm)	%
1966-2015	1 021,08	-
2010-11	1 661,16	162,69
2011-12	635	62,19
2012-13	673,1	65,92
2013-14	518,16	50,75
2014-15	482,6	47,26
2015-16	1016	99,5
2016-17	1 846,58	180,85



Περιστατικό ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (4)

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΎΨΟΣ ΝΕΡΟΥ ΧΙΟΝΟΚΑΛΥΨΗΣ στην SIERRA NEVADA

Ένδειξη 1ή Απριλίου	(mm)	%
2011	1 211,58	165
2012	388,62	54
2013	335,28	47
2014	238,76	33
2015	35,56	5
2016	612,14	86
2017	1 196,89	163



Change Date :  01-Apr-2016

NORTH	
Data For: 01-Apr-2016	
Number of Stations Reporting	28
Average snow water equivalent	27.1"
Percent of April 1 Average	94%
Percent of normal for this date	94%

CENTRAL	
Data For: 01-Apr-2016	
Number of Stations Reporting	39
Average snow water equivalent	25.1"
Percent of April 1 Average	88%
Percent of normal for this date	88%

SOUTH	
Data For: 01-Apr-2016	
Number of Stations Reporting	27
Average snow water equivalent	19.4"
Percent of April 1 Average	73%
Percent of normal for this date	73%

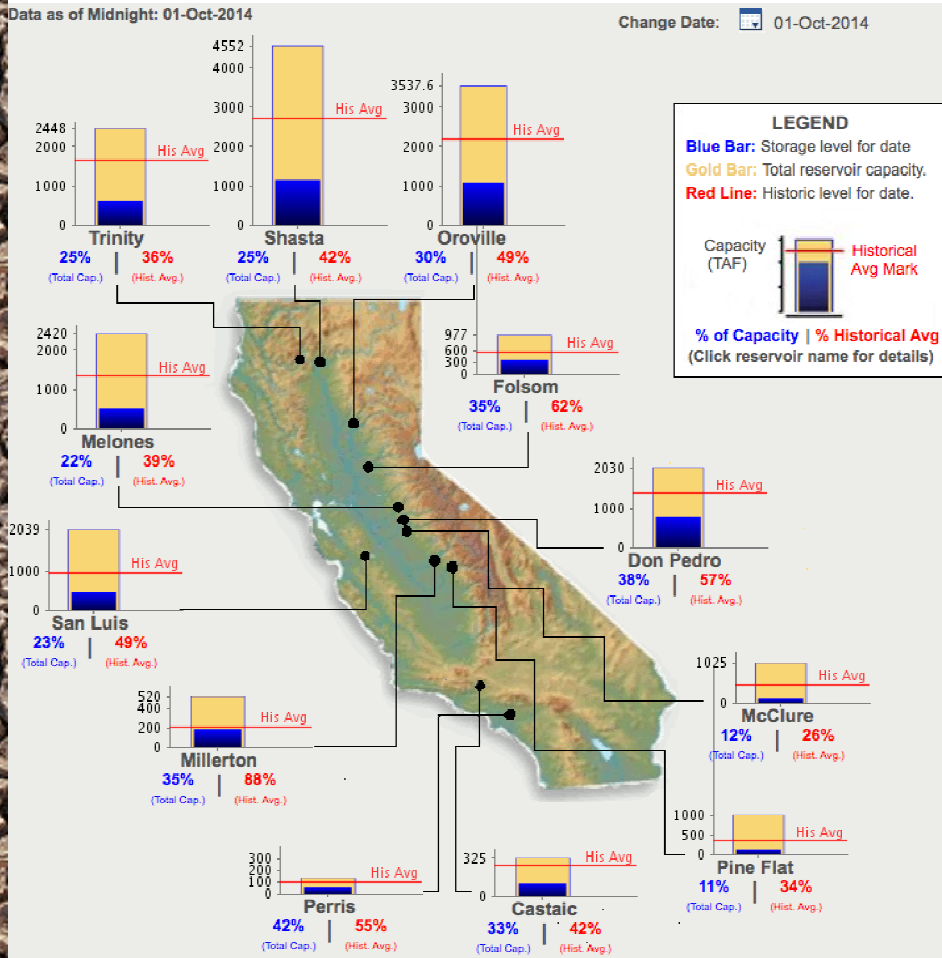
STATEWIDE SUMMARY	
Data For: 01-Apr-2016	
Number of Stations Reporting	94
Average snow water equivalent	24.1"
Percent of April 1 Average	86%
Percent of normal for this date	86%



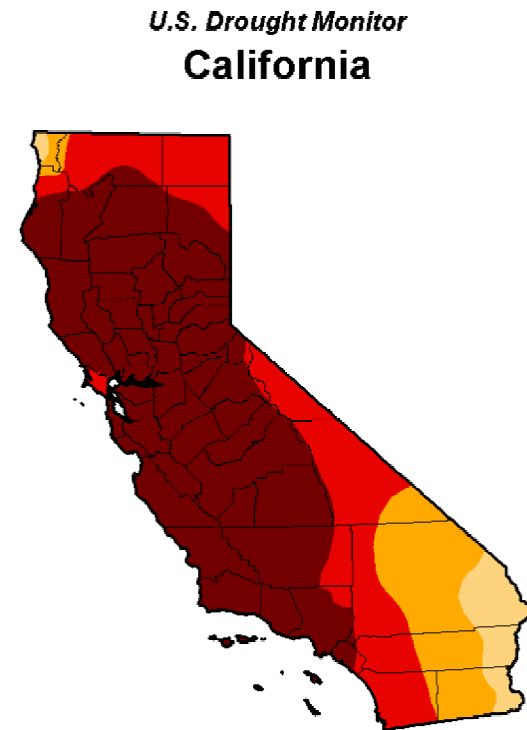
Περιστατικό ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (5)

Διαρκής παρακολούθηση κατά την διάρκεια του περιστατικού

Επίπεδα ταμιευτήρων την 1-10-2014



Εκτίμηση ξηρασίας 7-10-2014



October 7, 2014
 (Released Thursday, Oct. 9, 2014)
 Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	0.00	100.00	100.00	95.04	81.92	58.41
Last Week 9/30/2014	0.00	100.00	100.00	95.04	81.92	58.41
3 Months Ago 7/5/2014	0.00	100.00	100.00	100.00	78.97	36.48
Start of Calendar Year 1/1/2014	2.61	97.39	94.25	87.53	27.59	0.00
Start of Water Year 3/1/2014	0.00	100.00	100.00	95.04	81.92	58.41
One Year Ago 10/8/2013	2.52	97.48	95.95	84.12	11.36	0.00

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.
 Author: Mark Svoboda
 National Drought Mitigation Center



<http://droughtmonitor.unl.edu/>



Μέτρα κατά της ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (1)

Το ποσό που δαπανήθηκε για την αντιμετώπιση της ξηρασίας στα έτη 2014-2016 ήταν συνολικά **\$10 203 000 000**. Οι τομείς που δόθηκε βαρύτητα ήταν οι ακόλουθοι:

- Υπόγεια Νερά
- Ολοκληρωμένη τοπική διαχείριση υδατικών πόρων, μείωση της κατανάλωσης νερού στις πόλεις & εξοικονόμηση νερού.
- Ανακύκλωση νερού
- Μείωση ενεργειακών αναγκών και εκπομπών των αερίου του θερμοκηπίου.



Μέτρα κατά της ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (2)

Υπόγεια Νερά

Δαπανήθηκαν συνολικά \$ **914 000 000**.

- Κατάρτιση κατάρτιση του πρώτου σχεδίου διαχείρισης των υπογείων υδροφορέων στην πολιτεία (Sustainable Groundwater Management Act, SGMA).
- 17 έργα αναπλήρωσης, προστασίας και καθαρισμού υπόγειων υδροφορέων
- 102 έργα για εκμετάλλευση, παρακολούθηση και διαχείριση υπόγειων υδροφορέων (περιλαμβάνει κατασκευή έργων άντλησης, κατάρτιση σχεδίων διαχείρισης και όργανα/κατασκευές παρακολούθησης).



Μέτρα κατά της ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (3)


Ολοκληρωμένη τοπική διαχείριση υδατικών πόρων, μείωση της κατανάλωσης νερού στις πόλεις.

- **\$480 000 000** για την κατάρτιση σχεδίων ολοκληρωμένης τοπικής διαχείρισης υδατικών πόρων (IRWM).
- **\$7 000 000** για εύρεση και αποκατάσταση διαρροών δικτύου στην περιοχή του Los Angeles.
- **\$15 600 000** για έργα που συλλέγουν και χρησιμοποιούν βρόχινο νερό.

Μέτρα εξοικονόμησης νερού

Οι εταιρείες ύδρευσης ήταν υποχρεωμένες :

- Να ενημερώνουν τους πελάτες τους εάν έχουν διαρροές στο οικιακό δίκτυο τους.
- Να προτείνουν τρόπους στους πελάτες τους ώστε να **ελαττώσουν την κατανάλωση τους κατά 25%**. Για τους πελάτες που δεν συμμορφώνονταν οι εταιρείες είχαν το **δικαίωμα να επιβάλλουν πρόστιμο \$500 ημερησίως**.
- Να μειώσουν την κατανάλωση νερού κατά 25%. Το πρόστιμο ανερχόταν στις **\$10 000 ημερησίως**.



Μέτρα κατά της ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (4)

Ολοκληρωμένη τοπική διαχείριση υδατικών πόρων, μείωση της κατανάλωσης νερού στις πόλεις & μέτρα εξοικονόμησης νερού.

Όσον αφορά την **μείωση σπατάλης νερού στις πόλεις** η πολιτεία προχώρησε στα παρακάτω μέτρα:

- Απαγόρευση του πλυσίματος πεζοδρομίων και αυλών.
- Απαγόρευση του ποτίσματος με τρόπο που να σπαταλά νερό.
- Απαγόρευση πλυσίματος οχημάτων με λάστιχα που δεν έχουν εξάρτημα που διακόπτουν την ροή
- Απαγόρευση της λειτουργίας σιντριβανιών.
- Απαγόρευση της άρδευσης πάνω από δύο φορές την εβδομάδα.
- Απαγόρευση της άρδευσης χλόης κατά την διάρκεια βροχής και πριν παρέλθουν 48 ώρες από αυτήν.
- Χώροι εστίασης θα προσφέρουν νερό μόνο εάν ο πελάτης το επιθυμεί.
- Χώροι στέγασης θα προσφέρουν την επιλογή να μην πλένονται καθημερινά τα κλινοσκεπάσματα και οι πετσέτες των επισκεπτών.
- Αντικατάσταση 4,6 km² γκαζόν και χλόης με φυτά ανθεκτικά στην ξηρασία.
- Απαγόρευση της άρδευσης γκαζόν και χλόης που ανήκουν στο δημόσιο.

Τα παραπτώματα αυτά τιμωρούνταν **με πρόστιμο \$ 500**



Μέτρα κατά της ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (5)

Ανακύκλωση νερού

- Για την ανακύκλωση νερού δαπανήθηκαν **\$694 924 000** για 57 συνολικά έργα ανακύκλωσης νερού.

Μείωση ενεργειακών αναγκών και εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.


- Για την μείωση των ενεργειακών αναγκών και εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου επενδύθηκαν **\$56 000 000**. Οι ενέργειες περιλάμβαναν έργα στα συστήματα ύδρευσης και άρδευσης καθώς και σε καινοτόμες τεχνολογίες σχετικές με το θέμα.

Μέτρα κατά της ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια (6)

Οι περίφημες shade balls πάνω στον ταμιευτήρα του
Los Angeles



- **96 000 000** πλαστικά μαύρα σφαιρίδια
- Κόστος **\$34 500 000**
- **Αύγουστος 2015 – Μάρτιος 2017** απέτρεψε την εξάτμιση **1,7 hm³ (30 hm³ περίπου καταναλώνονται στην πολιτεία για ύδρευση την ημέρα !)**



Σχολιασμός μέτρων κατά της ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια

- **Υπόγεια Νερά** ➤ Μέτρα για επίλυση μόνιμου προβλήματος.
- **Κατάρτιση σχεδίων IRWM** ➤ στρατηγική που περιγράφεται στο California Water Plan Update 2013.
- **Εξοικονόμηση νερού** ➤ Μέτρα μόνο για ύδρευση και πόλεις 20% και όχι άρδευση 80%.
- **Ανακύκλωση νερού** ➤ Δεν χρησιμοποιήθηκε στο περιστατικό.
- **Μείωση ενεργειακών αναγκών και εκπομπών των αερίου του θερμοκηπίου** ➤ Ασχολίαστο.
- **Shade Balls** ➤ **Κανένα όφελος** αντίθετα μπορεί να είναι **επιζήμιο** (κάποια χημικά συστατικά μικρού μοριακού βάρους που περιέχονται στα πλαστικά προκαλούν διαταραχές στην έκκριση οιστρογόνων (estrogen activity, EA), με δυσμενής επιπτώσεις στην υγεία των εμβρύων και νεαρών ατόμων των θηλαστικών, με την πρόσληψη τους)




Βιβλιογραφική επισκόπηση διαχείρισης ξηρασίας

4 βασικά σημεία στην διαχείριση ξηρασίας στις Η.Π.Α:

1. Παρακολούθηση, Αξιολόγηση και Πρόβλεψη
2. Ετοιμότητα και Άμβλυση
3. Απόκριση
4. Επικοινωνία

Μεθοδολογία **10** βημάτων κατά Wilhite (Wilhite, 1991 ; Wilhite et al., 2000)

- 1. Ορισμός μιας επιτροπής που θα ηγείται της προσπάθειας.**
2. Καθορισμός σκοπού και στόχων του σχεδιασμού.
3. Αναζήτηση ομάδων με συγκρουόμενα συμφέροντα και συνεργασία μεταξύ τους.
4. Καταγραφή πόρων και εκτίμηση τρωτότητας τους στην ξηρασία.
- 5. Σύνταξη του σχεδίου ξηρασίας.**
6. Καθορισμός των αναγκών για την απαραίτητη έρευνα και πλήρωση θεσμικών κενών.
7. Κατανόηση και συνεργασία μεταξύ επιστημόνων και πολιτικών.
8. Δημοσιοποίηση του σχεδίου ξηρασίας – ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κόσμου.
9. Ανάπτυξη εκπαιδευτικών και ενημερωτικών προγραμμάτων.
- 10. Εκτίμηση και αναθεώρηση του σχεδίου ξηρασίας.**



Σχολιασμός πρακτικών κατά της ξηρασίας (2012-2016) στην Καλιφόρνια.

Από το χρονικό της ξηρασίας προκύπτουν :

- 2010 δημιουργείται το **πρώτο Σχέδιο αντιμετώπισης Ξηρασίας σε επίπεδο πολιτείας** (California Drought Contingency Plan (CDCP)).
- 2012 δημιουργία Climate Technical Advisory Group και σύνταξη του Climate Action Plan.
- 2013 δημιουργία **ομάδα κρούσης κατά της Ξηρασίας** (Drought Task Force).
- 2014 σύνταξη **California Water Action Plan**.
- 2016 **αναθεώρηση** και βελτίωση του **California Water Action Plan**.

Παράλληλα υπήρχε διαρκής παρακολούθηση της εξέλιξης του φαινομένου, σε επίπεδο απορροών, ύψους βροχόπτωσης και ισοδύναμου ύψους νερού χιονοκάλυψης. Επίσης υπήρχε μηνιαία αξιολόγηση του περιστατικού με την χρήση των δεικτών ξηρασίας.



Τις πταίει; (Τρικούπης Χ, 1874)






Ορισμός ξηρασίας

(άρχη παιδεύσεως ή τῶν ονομάτων επίσκεψις , αποδίδεται στον Σωκράτη από τον Επίκτητο, Επικτήτου Διατριβαί , μέρος πρώτον, κεφάλαιον ιζ', σελ. 42-43)

«Η ξηρασία διαφέρει τόσο από την λειψυδρία όσο και από την ξηρότητα καθώς αναφέρεται σε μια παροδική κατάσταση του κλίματος που χαρακτηρίζεται από σημαντική ελάττωση του υετού και ειδικότερα της βροχόπτωσης, σε μια περιοχή, ενώ η λειψυδρία αναφέρεται σε μια μόνιμη κατάσταση ανισορροπίας μεταξύ προσφοράς και ζήτησης των υδατικών πόρων, ενώ η ξηρότητα αναφέρεται σε ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα του κλίματος, το οποίο σε μόνιμη κατάσταση, παρουσιάζει μειωμένη βροχόπτωση, η οποία δεν φτάνει για τη διατήρηση της βλάστησης» (Wallen, 1967).

Λόγω των αρκετών παραμέτρων που εμπλέκονται στην μελέτη του φαινομένου της ξηρασίας (βροχόπτωση, παροχή απορροών, η υγρασία του εδάφους, χιονόπτωση) αλλά και το μεγάλο εύρος τιμών των παραμέτρων για κάθε περιοχή (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, περίοδος επαναφοράς κ.λ.π) θα πρέπει ο ορισμός του φαινομένου να είναι τοπικού χαρακτήρα, να επικεντρωθούμε στα τοπικά χαρακτηριστικά του και στην συνέχεια να μελετώνται οι στατιστικοί δείκτες των χαρακτηριστικών του φαινομένου (ένταση, διάρκεια, χωρική κατανομή, καταστροφικότητα). (Dracup, et al., 1980)



Ορισμός ξηρασίας


(άρχη παιδείσεως ή τῶν ονομάτων επίσκεψις, αποδίδεται στον Σωκράτη από τον Επίκτητο, Επικτήτου Διατριβαί, μέρος πρώτον, κεφάλαιον ιζ', σελ. 42-43)

Wilhite & Glantz (1985)

Συνέκριναν πάνω από **150 ορισμούς** και καταλήγουν ανάμεσα σε άλλα συμπεράσματα. . .

Δεν υπάρχει (ούτε πρέπει) ένας ενιαίος ορισμός ξηρασίας

Το γεγονός ότι πάνω από 150 ορισμοί απέτυχαν να δώσουν αυτόν τον καθολικά αποδεκτό ορισμό, δεν σημαίνει **ότι δεν υπάρχει ούτε πρέπει να υπάρχει.**



Ορισμός ξηρασίας

(άρχή παιδείσεως ή τῶν ονομάτων επίσκεψις, αποδίδεται στον Σωκράτη από τον Επίκτητο, Επικτήτου Διατριβαί, μέρος πρώτον, κεφάλαιον ιζ', σελ. 42-43)

- *Φαινόμενο (το) ⇒ οτιδήποτε συλλαμβάνει η συνείδηση του ανθρώπου μέσω των αισθήσεων του.*
- *Έννοια (η) ⇒ μονάδα γνώσης που δημιουργείται στο νου από ένα μοναδικό συνδυασμό χαρακτηριστικών.*

Πρέπει να αναζητήσουμε τον ορισμό όχι του ~~φαινομένου~~ αλλά της έννοιας



Ορισμός ξηρασίας

(άρχη παιδείσεως ή τῶν ονομάτων επίσκεψις , αποδίδεται στον Σωκράτη από τον Επίκτητο, Επικτήτου Διατριβαί , μέρος πρώτον, κεφάλαιον ιζ', σελ. 42-43)

Ο όρος ξηρασία (drought) περιγράφει μια μακρά χρονική περίοδο, κατά την οποία η παρουσία του γλυκού νερού σε μια γεωγραφική περιοχή είναι σημαντικά μικρότερη από την αναμενόμενη.

(Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2007).

Η αναμενόμενη παρουσία γλυκού νερού σε μια περιοχή εξαρτάται (Μαμάσης & Ευστρατιάδης, 2012) :

- την είσοδο του από την ατμόσφαιρα με τη διεργασία της κατακρήμνισης (βροχόπτωση, χιονόπτωση) η οποία εξαρτάται από το κλιματικό καθεστώς της περιοχής
- την κίνηση του στο έδαφος και το υπέδαφος
- τις απαιτήσεις νερού για την κάλυψη των τοπικών αναγκών



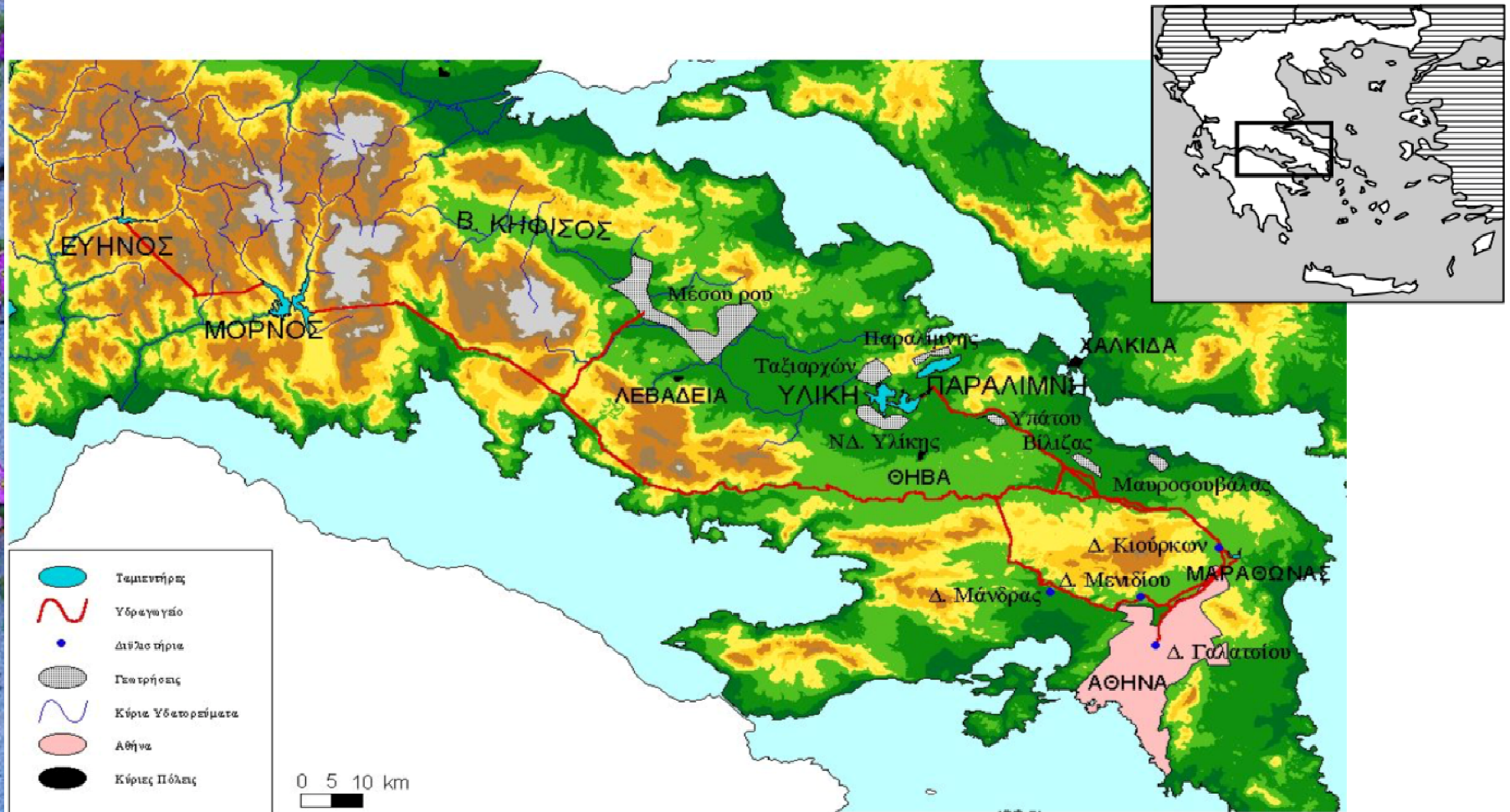
Στόχοι διαχείρισης σύμφωνα με τον ορισμό της έννοιας της ξηρασίας

Οι κύριοι στόχοι της διαχείρισης

- **Η αύξηση του διαθέσιμου νερού** (γεωτρήσεις, ταμιευτήρες και μεταφορά νερού από γειτονικές περιοχές)
- **Η μείωση των υδατικών αναγκών** (ύδρευση, άρδευση)
- **Η βέλτιστη λειτουργία των υδατικών συστημάτων** (βέλτιστη και αξιόπιστη ποσοτικά, ποιοτικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά)

Σύντομη περιγραφή του συστήματος της Αθήνας

Γενική διάταξη του υδροδοτικού συστήματος των Αθηνών





Σύντομη περιγραφή του συστήματος της Αθήνας

Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας περιλαμβάνει επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους, τέσσερις ταμιευτήρες, γεωτρήσεις, υδραγωγεία και αντλιοστάσια. Η ολική χωρητικότητα του συστήματος είναι 1 400 hm³, με τους ταμιευτήρες του Μόρνου και της Υλίκης να αποτελούν το 88,5% της χωρητικότητας.

Οι κύριοι ταμιευτήρες του συστήματος:

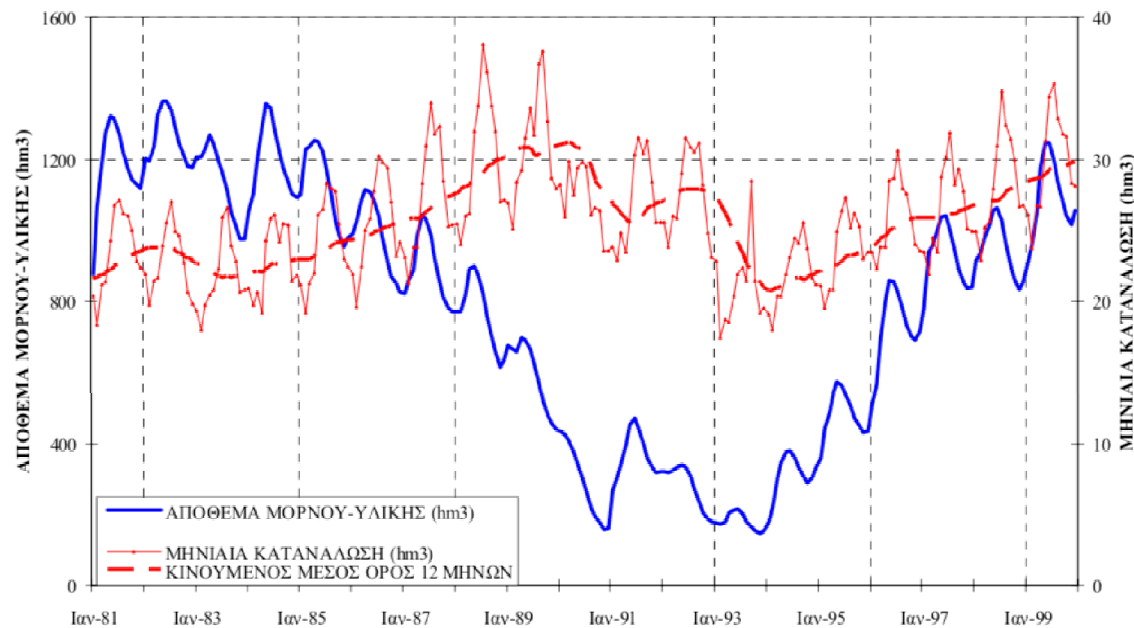
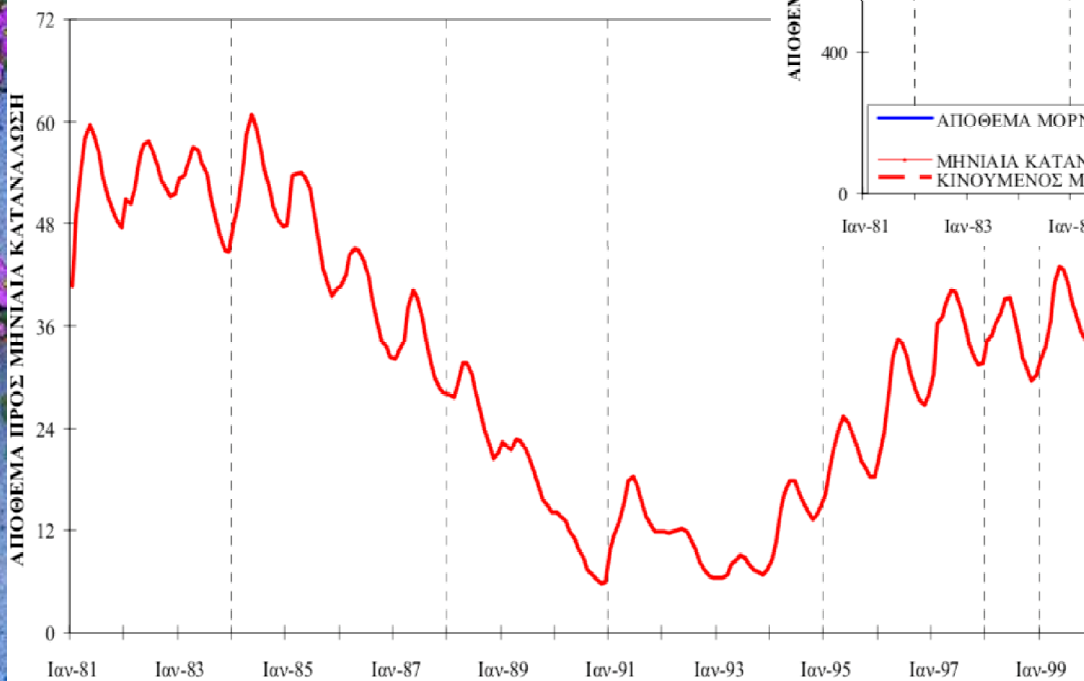
- **Ευήνου** μέσης ετήσιας απορροής 322 hm³ (προσωρινή έναρξη λειτουργίας 1995-1999, έναρξη λειτουργίας 2002))
- **Μόρνου** μέσης ετήσιας απορροής 319 hm³ (έναρξη λειτουργίας 1981)

Οι δευτερεύοντες ταμιευτήρες του συστήματος:

- **Υλίκης** μέσης ετήσιας απορροής 353 hm³ (έναρξη λειτουργίας 1956)
- **Μαραθώνα** μέσης ετήσιας απορροής 10 hm³ (έναρξη λειτουργίας 1929)

Σύντομη περιγραφή του περιστατικού της Αθήνας (1988-1993)

Χρονική εξέλιξη αποθεμάτων ταμιευτήρων και κατανάλωσης

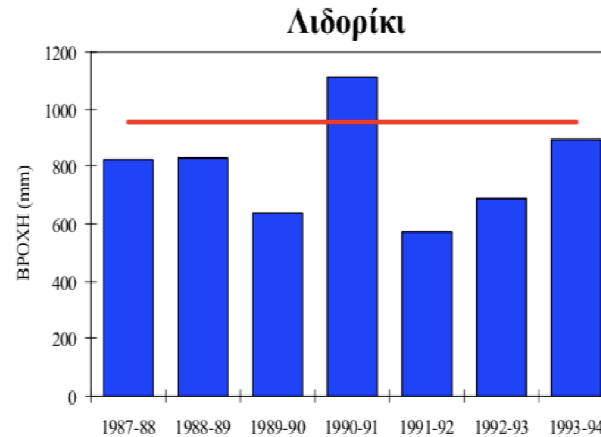
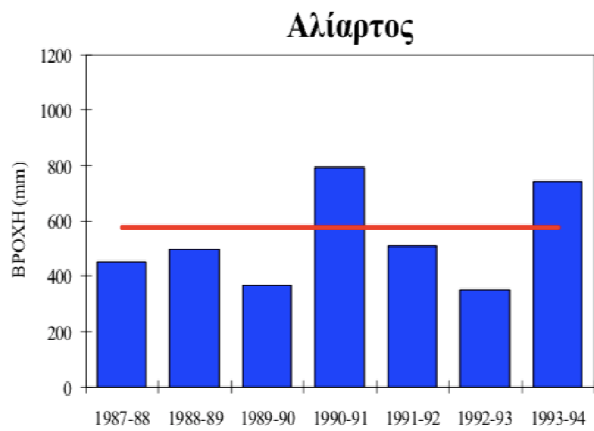


Χρονική εξέλιξη ανηγμένου αποθέματος

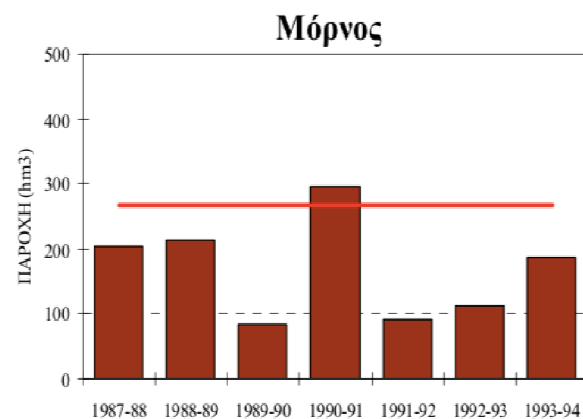
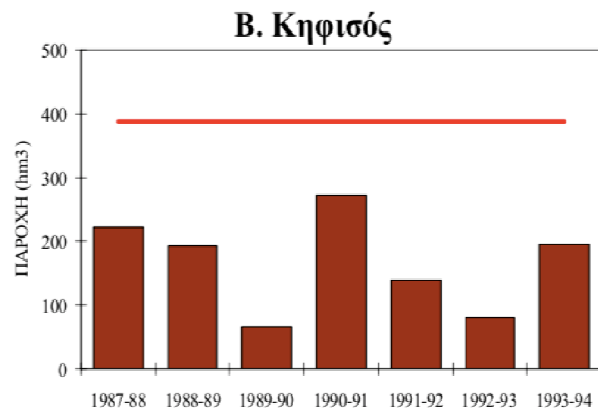




Υδρολογικό παράδοξο του περιστατικού της Αθήνας (1988-1993).



- Οι βροχοπτώσεις είναι στο 92% και 83%
- Οι απορροές είναι στο 43% και 64% αντίστοιχα.



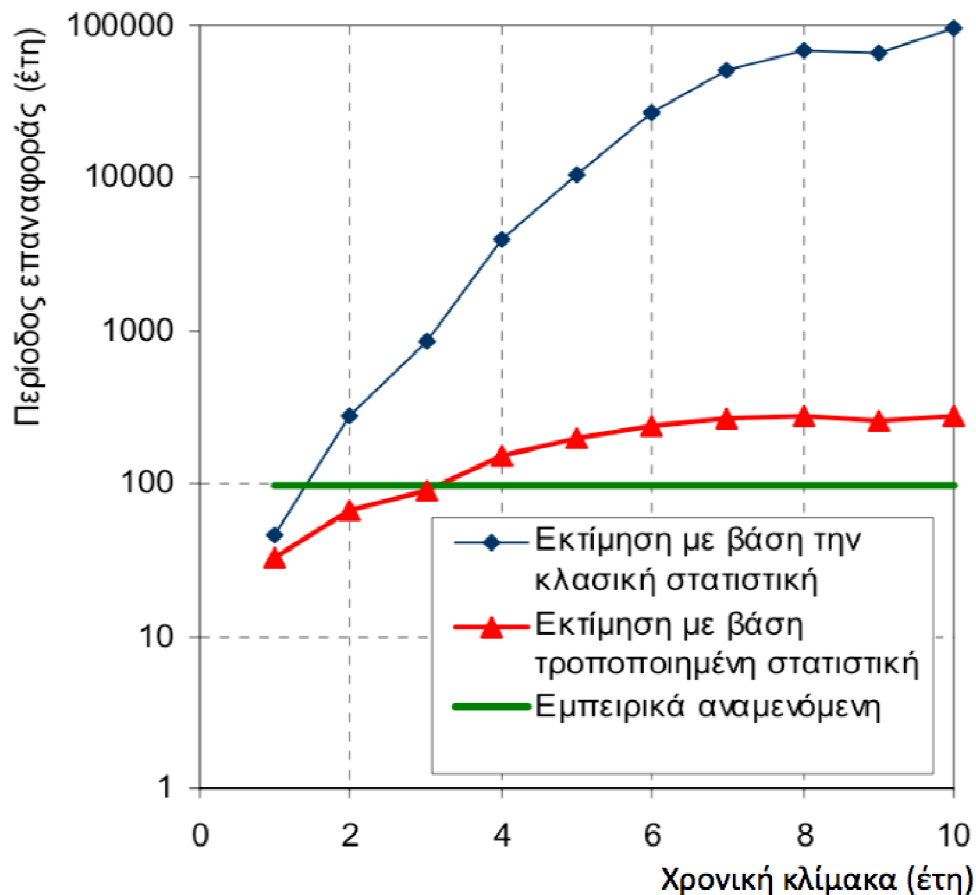
Χρονική εξέλιξη των ετήσιων βροχοπτώσεων α) Αλίαρτος, β) Λιδορίκι, αλλά και των απορροών γ) Βοιωτικός Κηφισός, δ) Μόρνος κατά την επταετία 1987-1994. Με συνεχείς γραμμές οι μέσες ετήσιες τιμές





Καινοτομία της Αθήνας. Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων για το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας

Παράδειγμα με στοιχεία από τον Βοιωτικό Κηφισό



Καινοτομίες του Σ.Υ.Α της Αθήνας

- Εγκατάλειψη κλασικών μεθόδων στατιστικής -**Χρήση στοχαστικών μεθόδων.**
- Ποσοτικοποίηση της εμμονής μέσω με χρήση του **φαινομένου Hurst.**

Σύγκριση Διαχειριστικών Πρακτικών - Συμπεράσματα

Χαρακτήρας Μέτρου	Καλιφόρνια	Αθήνα
Αποθήκευση νερού	Διατέθηκαν \$2,7 δις τα οποία δεν απορροφήθηκαν	Ταμειυτήρας Εύηνου κόστος 213 883 630 €
Εξοικονόμηση νερού	Οριζόντια μείωση της κατανάλωσης κατά 25% μόνο για την ύδρευση. Μέτρα κατά της σπατάλης νερού.	Κλιμακωτή μείωση της κατανάλωσης στο νερό ύδρευσης και απαγόρευση της άρδευσης. Μέτρα κατά της σπατάλης νερού
Πρόληψη έναντι ξηρασίας.	Κατάρτιση σχεδίων IRWM, SGMA, έργα ανακύκλωσης νερού.	Δημιουργία του Σ.Υ.Α για το σύστημα της Αθήνας.
Ανθρωπιστική βοήθεια – ανακούφιση πληγέντων από το επεισόδιο.	\$1,2 δις για την εξυγίανση ρυπασμένων συστημάτων ύδρευσης που βασίζονταν σε υπόγειους υδροφορείς και άλλες πρακτικές.	Δεν απαιτήθηκε.

Σύγκριση Διαχειριστικών Πρακτικών - Συμπεράσματα

Συμπεράσματα

- Κατάρτιση σχεδίου σύμφωνα με την έννοια της ξηρασίας.
- Χρήση στοχαστικών μεθόδων.





ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!!!