

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΕΠΡΑΣΙΑ

Νίκος Μαμάσης και Δημήτρης Κουτσογιάννης

Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων

Τομέας Υδατικών Πόρων – Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Αθήνα 2007

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο όρος **ξηρασία** χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια μακρά χρονική περίοδο, όπου η παρουσία του γλυκού νερού σε μια γεωγραφική περιοχή είναι σημαντικά μικρότερη από την αναμενόμενη, όπως αυτή έχει προσδιοριστεί με βάση το κλιματικό καθεστώς αλλά και τις απαιτήσεις νερού για την κάλυψη των τοπικών αναγκών.

Η **είσοδος του γλυκού νερού** σε μια περιοχή γίνεται με τη διεργασία της κατακρήμνισης (βροχόπτωση, χιονόπτωση κλπ), ενώ στη συνέχεια το νερό μετασχηματίζεται σε παροχή των ποταμών και πηγών, ή αποθηκεύεται προσωρινά ως εδαφική υγρασία ή απόθεμα στις φυσικές και τεχνητές λίμνες και τους υπόγειους υδροφορείς, μέχρι να εξατμιστεί ή να καταλήξει στη θάλασσα.

Οι **απαιτήσεις νερού** περιλαμβάνουν την άρδευση καλλιεργειών, την ύδρευση ανθρώπων και ζώων, την υδροηλεκτρική ενέργεια, τη λειτουργία της βιομηχανίας, την παροχή για τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος, την αναψυχή και την ναυσιπλοία σε ποτάμια και λίμνες.

Η πραγματοποίηση της ξηρασίας εξαρτάται από την αλληλεπίδραση ενός φυσικού φαινομένου (λιγότερη βροχή από την αναμενόμενη και κατά συνέπεια μικρότερη παρουσία νερού) με τη λειτουργία των υδατικών συστημάτων από τον άνθρωπο, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις σε νερό.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ξηρασία διαφέρει από τις άλλες φυσικές καταστροφές σε τρία βασικά σημεία.

1. Πλήττει πολύ περισσότερους ανθρώπους από κάθε άλλη φυσική καταστροφή. Μόνο κατά τον 20ο αιώνα υπήρξαν εκατομμύρια νεκροί ως συνέπεια δεκάδων μεγάλων ξηρασιών που συνέβησαν στην Ασία και την Αφρική.
2. Είναι φαινόμενο που εξελίσσεται σιωπηλά και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η αρχή και το τέλος του. Οι επιδράσεις του συσσωρεύονται αργά μέσα σε μεγάλο χρονικό διάστημα και μπορεί να παραμείνουν για αρκετά χρόνια μετά τη λήξη του. Για το λόγο αυτό και δεδομένης της απουσίας διεθνώς αναγνωρισμένου ορισμού, συνήθως προκαλείται σύγχυση μέχρι να προσδιοριστεί η ξηρασία και η έντασή της.
3. Οι κοινωνικές επιδράσεις είναι λιγότερο ορατές και εκτείνονται σε πολύ μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές από ότι οι άλλες φυσικές καταστροφές (πλημμύρες, σεισμοί). Δεδομένου ότι η ξηρασία σπάνια καταλήγει σε καταστροφή των υποδομών, είναι πολύ πιο δύσκολη η ποσοτικοποίηση των επιδράσεών της και η πρόβλεψη αρωγής στους πληγέντες.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Η **μετεωρολογική-κλιματική ξηρασία** ορίζεται με βάση την απόκλιση της βροχόπτωσης (συνολικό ύψος, αριθμός ημερών βροχής) από την αναμενόμενη, με βάση το κλίμα της περιοχής.

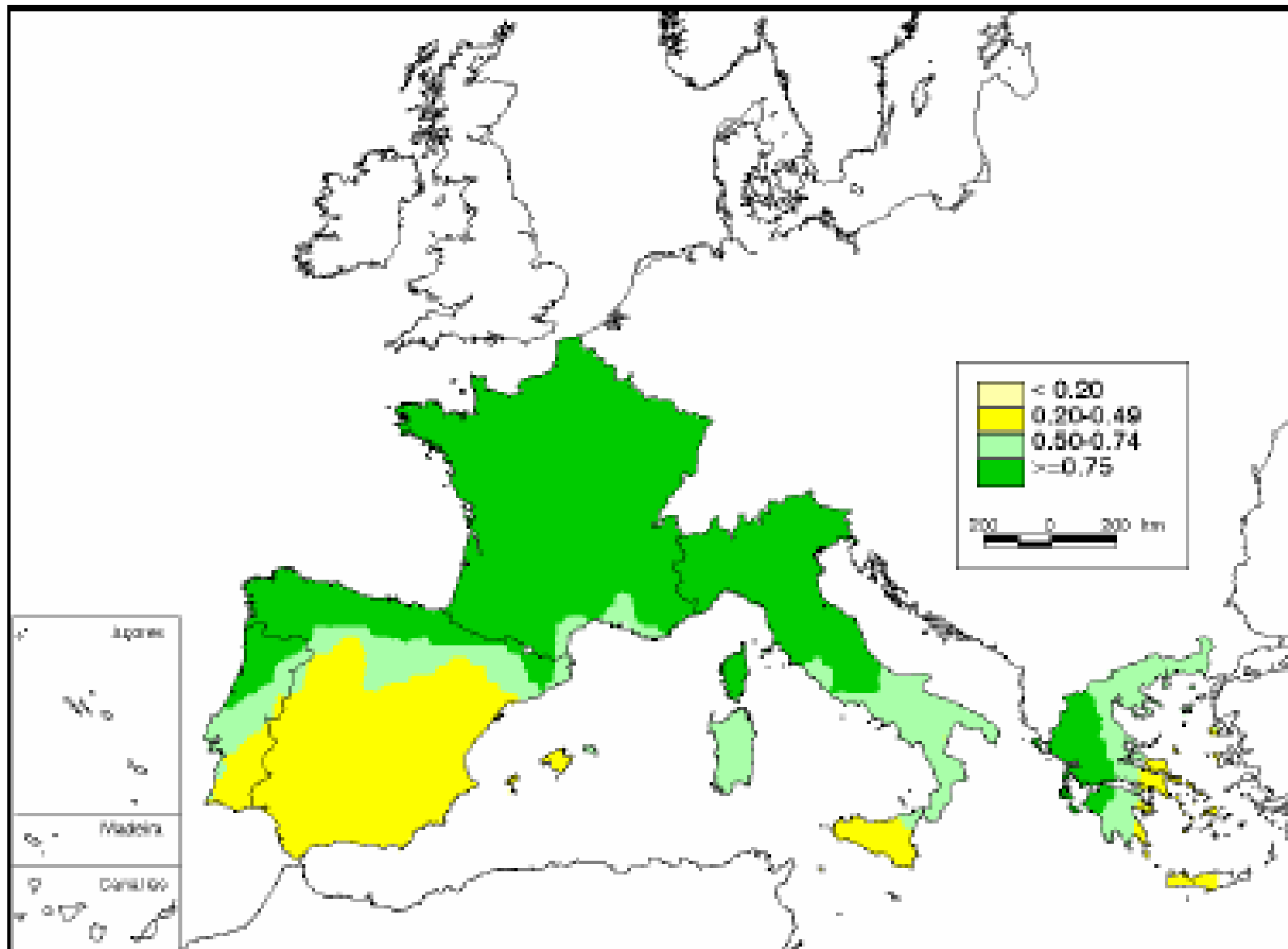
Η **γεωργική ξηρασία** ορίζεται με βάση τις επιδράσεις που έχει η μετεωρολογική ξηρασία στη γεωργία. Είναι πάντα αποτέλεσμα της ανεπάρκειας της εδαφικής υγρασίας να καλύψει τις ανάγκες διαπνοής των φυτών, ώστε να ξεκινήσει ή να συνεχιστεί η ανάπτυξή τους. Οι ανάγκες σε νερό των φυτών εξαρτώνται από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, τα βιολογικά χαρακτηριστικά κάθε είδους, το στάδιο ανάπτυξης που βρίσκονται και τις φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Η κύρια παράμετρος που εξετάζεται είναι η διαφορά μεταξύ βροχόπτωσης και δυνητικής εξατμοδιαπνοής.

Η **υδρολογική ξηρασία** σχετίζεται με τα αποτελέσματα της μειωμένης βροχόπτωσης στην επιφανειακή και υπόγεια απορροή του νερού και εκδηλώνεται με τη μείωση της εδαφικής υγρασίας, της παροχής των ποταμών και πηγών, της στάθμης λιμνών και ταμιευτήρων και των αποθεμάτων των υπόγειων νερών.

Η **κοινωνικοοικονομική ξηρασία** ουσιαστικά εκφράζει την τρωτότητα της κοινωνίας στην έλλειψη νερού. Συνδέει όλες τις προηγούμενες παραμέτρους με την προσφορά και ζήτηση αγαθών που σχετίζονται με τη χρήση νερού, όπως το πόσιμο νερό, τα γεωργικά προϊόντα και η υδροηλεκτρική ενέργεια. Η κοινωνικοοικονομική ξηρασία συμβαίνει όταν η ζήτηση για αυτά τα αγαθά ξεπερνά την προσφορά ως αποτέλεσμα της έλλειψης νερού, όμως η εμφάνισή της εξαρτάται σημαντικά και από τις κοινωνικές και οικονομικές διαδικασίες προσφοράς και ζήτησης των παραπάνω αγαθών. Ακόμη, μπορεί να προκληθεί και μέσα από πολιτικές διαδικασίες, όπως οι διαμάχες μεταξύ κρατών και κοινωνικών ομάδων για τη χρήση του νερού ή η μετακίνηση μεγάλων πληθυσμών σε άνυδρες περιοχές.

Δείκτης ξηρότητας της UNESCO στις Μεσογειακές χώρες της Ε.Ε.

Δείκτης UNESCO: Βροχόπτωση προς Δυνητική εξατμισοδιαπνοή



Πηγή: Στοιχεία της EUROSTAT επεξεργασμένα στην μελέτη της CEDEX, Οκτώβριος 2000

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Η **ένταση** συναρτάται με την απόκλιση της βροχόπτωσης και άλλων παραμέτρων που συνδέονται με την εξάτμιση (θερμοκρασία, άνεμος, υγρασία) από τις αναμενόμενες κλιματικές τιμές. Η ποσοτικοποίηση της έντασης μπορεί να γίνει στατιστικά, με την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης των συγκεκριμένων τιμών των μετεωρολογικών μεταβλητών ή με τη χρήση δεικτών που ενσωματώνουν τις κλιματικές παραμέτρους.

Η **χρονική διάρκεια** είναι δύσκολο να προσδιοριστεί αφού υπάρχει αβεβαιότητα για τη χρονική στιγμή αρχής και τέλους του φαινομένου. Η ξηρασία εξελίσσεται αργά και επιδρά αθροιστικά όσο η έλλειψη βροχόπτωσης εμμένει για μήνες ή χρόνια, ενώ οι επιδράσεις συνεχίζονται και μετά την έναρξη της βροχόπτωσης αφού η επαναφόρτιση όλων των υδάτινων σωμάτων (ιδίως των υπόγειων) απαιτεί χρόνο.

Η **γεωγραφική έκταση** κάθε ξηρασίας συναρτάται άμεσα με τα μετεωρολογικά και κλιματικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής αλλά και τα υπάρχοντα έργα μεταφοράς νερού. Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η περίπτωση υδατικών συστημάτων που τροφοδοτούνται με νερό από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές οι οποίες απέχουν σημαντικά μεταξύ τους. Στα συστήματα αυτά, η γεωγραφική έκταση της ξηρασίας είναι παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική, αφού μπορεί να επηρεάσει μόνο ένα τμήμα των υδατικών πόρων.

Η **καταστροφικότητα** εκφράζει την επίδραση του φυσικού φαινομένου στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Εξαρτάται από την ένταση, τη διάρκεια και την έκταση της ξηρασίας, τη χρονική κατανομή της βροχής, τη διαχείριση των υδατικών συστημάτων και την εξέλιξη της ζήτησης. Έτσι, η εκδήλωση των βροχών σε σχέση με τα στάδια ανάπτυξης των καλλιεργειών, ο αριθμός των επεισοδίων βροχής και η έντασή τους, η παρουσία τεχνητών ταμιευτήρων και η δυνατότητα μείωσης των υδατικών αναγκών, συνδέονται με την αποτελεσματικότητα της βροχής να καλύψει τις ανθρώπινες ανάγκες και κατά συνέπεια με την καταστροφικότητα της ξηρασίας.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Η ξηρασία είναι φαινόμενο που μπορεί να συμβεί σχεδόν σε όλες τις κλιματικές ζώνες της γης, αλλά τα χαρακτηριστικά του διαφέρουν σημαντικά από τη μία περιοχή στην άλλη. Η πραγματοποίηση μετεωρολογικής ξηρασίας (μείωση της βροχόπτωσης) δεν σημαίνει απαραίτητα και την εμφάνιση ελλείμματος υδατικών πόρων σε μια περιοχή. Αυτό εξαρτάται από:

- 1. τα χαρακτηριστικά της βροχόπτωσης (που τελικά πραγματοποιείται)**
- 2. τα χαρακτηριστικά της δυνητικής εξατμοδιαπνοής**
- 3. τα χαρακτηριστικά της περιοχής (γεωμορφολογία, ταμιευτήρες)**
- 4. τη διαχείριση των υδατικών συστημάτων**
- 5. άλλες κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές παραμέτρους**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Χαρακτηριστικά βροχόπτωσης

- Το ετήσιο ύψος βροχής και η χρονική και χωρική κατανομή του αποτελούν θεμελιώδη κλιματικά χαρακτηριστικά που διαφέρουν σημαντικά στις διάφορες περιοχές της γης. Με βάση τα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά έχουν κατά κανόνα προσαρμοστεί η τοπική χλωρίδα και πανίδα και διαμορφωθεί οι σχετικές με το νερό ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Τα μεγαλύτερα ετήσια ύψη βροχής (άνω των 1500 mm) πραγματοποιούνται στις τροπικές περιοχές γύρω από τον ισημερινό, ενώ τα μικρότερα (κάτω των 300 mm) στις μεγάλες ερήμους (συνήθως βρίσκονται σε γεωγραφικά πλάτη γύρω στις 30°) και τους πόλους. Στις τροπικές περιοχές η βροχόπτωση παρουσιάζει ισοκατανομή στους μήνες, σε αντίθεση με τις ερήμους, όπου είναι δυνατόν να μην πραγματοποιηθεί βροχή για δύο χρόνια και σε μια ξαφνική νεροποντή να καταγραφεί βροχόπτωση διπλάσια από τη μέση ετήσια τιμή. Στις υπόλοιπες περιοχές της γης, η βροχόπτωση διαφέρει ανάλογα με την εποχή του έτους και συνήθως υπάρχουν μία ή περισσότερες ξηρές περιόδους μερικών μηνών.
- Η χρονική κατανομή της βροχής είναι εξίσου σημαντική με την ποσότητα για την ανάπτυξη της βλάστησης. Για παράδειγμα υπάρχουν περιοχές κοντά στον ισημερινό, όπου επικρατεί μια διαχωρισμένη ξηρή περίοδος μεγαλύτερη των δύο μηνών, όταν οι περιοχές αυτές είναι κάτω από την επίδραση των υποτροπικών αντικυκλώνων. Αν και το ετήσιο ύψος βροχής είναι μεγαλύτερο των 1000 mm, δεν συντηρείται το τροπικό δάσος που απαιτεί βροχόπτωση όλο το έτος, αλλά επικρατεί υψηλό σκληρό χορτάρι Σαβάνας με διασκορπισμένα, χαμηλά φυλλοβόλα δένδρα, ανθεκτικά σε αυτή την ολιγόμηνη 'ξηρασία'.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Χαρακτηριστικά δυνητικής εξατμοδιαπνοής

- Ο όρος **δυνητική εξατμοδιαπνοή** περιγράφει το σύνολο των απωλειών νερού από την εξάτμιση εδαφών και από τη διαπνοή της χλωρίδας κάτω από συνθήκες απεριόριστης διαθεσιμότητας νερού.
- Η δυνητική εξατμοδιαπνοή εξαρτάται από τις τιμές μετεωρολογικών παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η ταχύτητα ανέμου αλλά το τμήμα που αφορά στη διαπνοή των φυτών συναρτάται άμεσα από τις βιολογικές λειτουργίες του συγκεκριμένου είδους, στις συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες.
- Η δυνητική εξατμοδιαπνοή αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου, ενώ μειώνεται με την αύξηση της σχετικής υγρασίας. Κατά συνέπεια είναι μεγάλη στις θερμές περιοχές και μικρή στις ψυχρές, ενώ είναι ιδιαίτερα χαμηλή στις πολικές αφού οι χαμηλές θερμοκρασίες οδηγούν στην αύξηση της σχετικής υγρασίας για δεδομένη ποσότητα νερού στον αέρα και στη δημιουργία ενός ‘υγρού’ περιβάλλοντος.
- Έτσι αν πραγματοποιηθούν 400 mm ετήσιας βροχής σε ένα ζεστό κλίμα θα υποστηρίξουν μόνο αραιή βλάστηση αλλά σε ένα ψυχρό κλίμα μπορούν να συντηρήσουν ένα δάσος. Συγκεκριμένα, δάση κωνοφόρων (taiga) επιβιώνουν σε ψυχρές περιοχές (Καναδάς, Αλάσκα, Νορβηγία, Σιβηρία), οι οποίες βροχόπτωση μικρότερη από 500 mm ανά έτος. Βορειότερα, σε πολικές περιοχές με βροχόπτωση μικρότερη από 200 mm ανά έτος, συντηρείται η βλάστηση της τούνδρας που αποτελείται από φυτά με πολύ μικρή περίοδο ανάπτυξης, πολύ μικρά δένδρα και διασκορπισμένη ξυλώδη χαμηλή βλάστηση.
- Αντίθετα, σε θερμές περιοχές κοντά στην ισημερινό, η διατήρηση τροπικού δάσους απαιτεί βροχόπτωση μεγαλύτερη από 1500 mm ανά έτος, ενώ ακόμη και περιοχές με βλάστηση σαβάνας (χορτάρι, χαμηλά δένδρα) δέχονται περίπου 1000 mm ετήσιας βροχόπτωσης.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Υδρολογικά χαρακτηριστικά περιοχής

Η βροχόπτωση και η εξάτμιση σε ένα υδατικό σύστημα καθορίζουν την ποσότητα αλλά όχι και τη χρονική εξέλιξη της επιφανειακής ή υπόγειας απορροής, αφού η τελευταία εξαρτάται από:

τα γεωλογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά,
τις χρήσεις γης και
την παρουσία υδραυλικών έργων που ταμιεύουν ή μεταφέρουν νερό

Οι παράμετροι αυτές επιδρούν σημαντικά στο συντελεστή απορροής ο οποίος μπορεί να αυξηθεί με την αλλαγή των χρήσεων γης (αστικοποίηση, πυρκαγιές) ή να μειωθεί με τη κατασκευή ταμιευτήρων, έργων επαναφόρτισης υπόγειων υδροφορέων ή αναδάσωσης. Η αύξηση του συντελεστή απορροής μειώνει τα διαθέσιμα αποθέματα στο υδατικό σύστημα και κάνει πιο πιθανή την εμφάνιση υδρολογικής ξηρασίας. Ακόμη, μειώνει τη χρονική υστέρηση που έχει η υδρολογική ξηρασία σε σχέση με τη μετεωρολογική.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η λειτουργία έργων ταμίευσης και μεταφοράς νερού που μπορούν να ρυθμίσουν την ξηρασία χωροχρονικά, σε κατάντη ή γειτονικές περιοχές για μήνες ή χρόνια. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατό να αποσοβηθεί η υδρολογική ξηρασία, απελευθερώνοντας νερό σε ξηρές περιόδους ή αντίθετα να προκληθεί (ακόμη και σε υγρές περιόδους) δεσμεύοντάς το. Η δεύτερη περίπτωση είναι ιδιαίτερα επίκαιρη στις περιπτώσεις που υπάρχουν ανταγωνιστικές χρήσεις στην ίδια περιοχή ή υδρολογικά συστήματα που ανήκουν σε περισσότερες από μία χώρες. (Εβρος, Νείλος, Τίγρης).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Διαχείριση των υδατικών συστημάτων

Η διαχείριση των υδατικών συστημάτων (που περιλαμβάνει και την κατασκευή υδραυλικών έργων), έχει στόχο την εξισορρόπηση προσφοράς και ζήτησης νερού στο χώρο και το χρόνο.

Σε ορισμένες γεωγραφικές ζώνες, όπως στην αρκτική, τις ορεινές περιοχές ή τις απέραντες ακατοίκητες εκτάσεις του πλανήτη, όπου η προσφορά νερού είναι πάντοτε πολύ μεγαλύτερη από τη ζήτηση, η διαχείριση συχνά σχετίζεται με τη μεταφορά νερού σε άλλες περιοχές.

Σε άλλες ζώνες, όπως στη Μεσόγειο, η φυσική προσφορά νερού είναι περιστασιακά μεγαλύτερη από τη ζήτηση οπότε και είναι απαραίτητη η ταμίευση του νερού για τη μετέπειτα χρήση του.

Τέλος, υπάρχουν και περιοχές, όπως για παράδειγμα η πόλη της Αθήνας, όπου η φυσική προσφορά είναι πάντοτε πολύ μικρότερη από τη ζήτηση οπότε και είναι απαραίτητη η μεταφορά νερού από γειτονικά υδατικά συστήματα.

Η διαχείριση των υδατικών συστημάτων προϋποθέτει τη μελέτη του ισοζυγίου μεταξύ της ζήτησης νερού (και των τάσεών της) και της φυσικής προσφοράς υδατικών πόρων (και της αβεβαιότητάς της). Ακόμη, περιλαμβάνει τη μελέτη των οικονομικών παραμέτρων που αφορούν στη λειτουργία του συστήματος (κόστος μεταφοράς νερού) αλλά και τη σχέση των τιμολογίων και της ζήτησης νερού.

Οι τρόποι και μεθοδολογίες διαχείρισης των υδατικών συστημάτων αναφέρονται πρωτίστως στη λειτουργία του υφιστάμενου συστήματος και αφορούν στη ρύθμιση της λειτουργίας των ταμιευτήρων, στον επιμερισμό της απόληψης νερού ανά κύρια, δευτερεύουσα ή εφεδρική πηγή, και στη μεταφορά νερού μέσω του δικτύου εξωτερικών υδραγωγείων. Μπορεί επίσης να αναφέρονται και σε πρόσθετα έργα για την ενίσχυση του συστήματος, εφόσον αυτά απαιτούνται.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Άλλες παράμετροι

Η κατασκευή υδραυλικών έργων και η ορθολογική διαχείριση των υδατικών συστημάτων μπορούν να αποτρέψουν προσωρινά τη γεωργική και την υδρολογική ξηρασία εφόσον έχει εκδηλωθεί μετεωρολογική ξηρασία. Δεν μπορούν όμως να αποτρέψουν πάντα την κοινωνικοοικονομική ξηρασία, η οποία εξαρτάται από άλλες κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές διαδικασίες.

Για παράδειγμα η κατασκευή ταμιευτήρων σε μια χώρα που είναι εξαρτημένη από την υδροηλεκτρική ενέργεια, θα αποσοβήσει την κοινωνικοοικονομική ξηρασία (αδυναμία κάλυψης της ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος) σε μια ξηρή περίοδο.

Ακόμη, η βέλτιστη διαχείριση ενός υδατικού συστήματος με πολλές και ανταγωνιστικές μεταξύ τους χρήσεις (ύδρευση, άρδευση, ενέργεια, οικολογική παροχή, αναψυχή, ναυσιπλοία, συγκράτηση πλημμυρών) μπορεί σε περίοδο ξηρασίας να συμβιβάσει τις διαμάχες που προκύπτουν μεταξύ κοινωνικών ομάδων ή γειτονικών περιοχών για τη χρήση του νερού.

Όμως, ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού, η κατά κεφαλή κατανάλωση αγαθών, η επιλογή των καλλιεργειών, η μετακίνηση ή μεταφορά πληθυσμών για πολιτικούς λόγους, η επιρροή κοινωνικών ομάδων και κατ' επέκταση η ισχύς γειτονικών κρατών που εξυπηρετούνται από το ίδιο υδατικό σύστημα, είναι διαδικασίες που επιδρούν στην εμφάνιση της κοινωνικοοικονομικής ξηρασίας. Η αδυναμία διαχείρισης των προηγούμενων παραγόντων, πολλές φορές έχει πολλαπλασιάσει το μέγεθος μιας μετεωρολογικής ξηρασίας οδηγώντας στην πείνα και το θάνατο εκατομμύρια ανθρώπους. Ακόμη, μπορεί μελλοντικά να οδηγήσει σε εκτεταμένες κοινωνικές συγκρούσεις ή και πολέμους με αιτία την ανταγωνιστική χρήση συγκεκριμένων υδατικών πόρων.

Διαχείριση της ξηρασίας

Η πραγματοποίηση της ξηρασίας εξαρτάται από την αλληλεπίδραση ενός φυσικού φαινομένου με τη διαχείριση των υδατικών πόρων ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες σε νερό.

Η διαχείριση αυτή περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια που σχετίζονται με το ισοζύγιο φυσικής προσφοράς και ζήτησης του νερού.

- η φυσική προσφορά υπερβαίνει κατά πολύ τη ζήτηση (αφθονία νερού) και η διαχείριση περιορίζεται στη διανομή των υδατικών πόρων ή τη μεταφορά τους σε άλλες περιοχές
- η φυσική προσφορά είναι μικρότερη από τη ζήτηση (σπανιότητα νερού) και είναι απαραίτητη η αύξηση της φυσικής προσφοράς νερού με τεχνικά έργα
- η φυσική προσφορά παραμένει μικρότερη από τη ζήτηση (έλλειμμα νερού), παρά τα συμβατικά τεχνικά έργα. Σε αυτό το στάδιο αναπόφευκτα η προσπάθεια στρέφεται στον έλεγχο της ζήτησης και την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων, εφόσον η εναλλακτική λύση είναι η κατασκευή εξαιρετικά ακριβών ή εξεζητημένων τεχνικών έργων

Διαχείριση της ξηρασίας

Οι αναζητούμενοι τρόποι διαχείρισης θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από:

1. ορθολογικότητα (δηλαδή να είναι επιστημονικά θεμελιωμένοι),
2. αποδοτικότητα (δηλαδή να αξιοποιούν τους υδατικούς πόρους στο μέγιστο δυνατό βαθμό) και
3. βιωσιμότητα (δηλαδή να μη δημιουργούν πρόβλημα εξάντλησης των υδατικών πόρων στο μέλλον για την κάλυψη των αναγκών του σήμερα).

Το αποτέλεσμα της βέλτιστης λειτουργίας είναι η κάλυψη της ζήτησης να γίνεται με:

1. αξιοπιστία (μείωση της πιθανότητας μη κάλυψης της ζήτησης νερού σε αποδεκτά επίπεδα),
2. νερό ασφαλούς ποιότητας,
3. μεθόδους που δεν δημιουργούν προβλήματα στο περιβάλλον και
4. οικονομικά πρόσφορο τρόπο

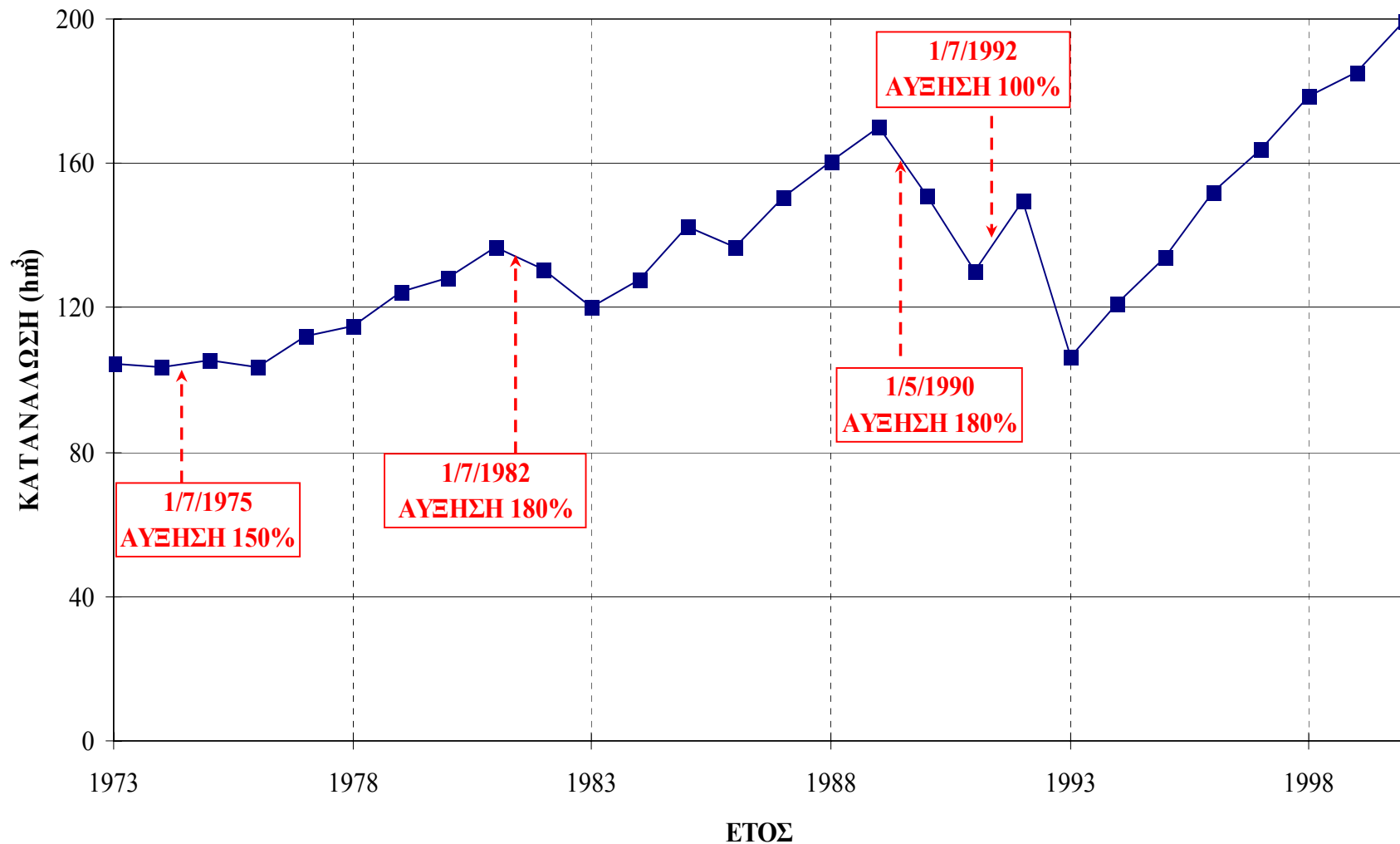
Στόχοι διαχείρισης της ξηρασίας

Η αύξηση του διαθέσιμου νερού συνήθως γίνεται με την κατασκευή έργων άντλησης υπόγειων υδροφορέων, ταμίευσης επιφανειακών υδάτων (ώστε να είναι διαθέσιμα τις ξηρές περιόδους) και μεταφοράς νερού από γειτονικές περιοχές. Εναλλακτικά, υπάρχουν οι τεχνικές της αφαλάτωσης θαλάσσιου ή υφάλμυρου νερού και της τροποποίησης καιρού (τεχνητή βροχή). Όμως, η αφαλάτωση έχει σχετικά μεγάλο κόστος, ενώ η τεχνητή βροχή έχει αμφίβολα αποτελέσματα και έτσι οι τεχνικές αυτές χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες περιστάσεις.

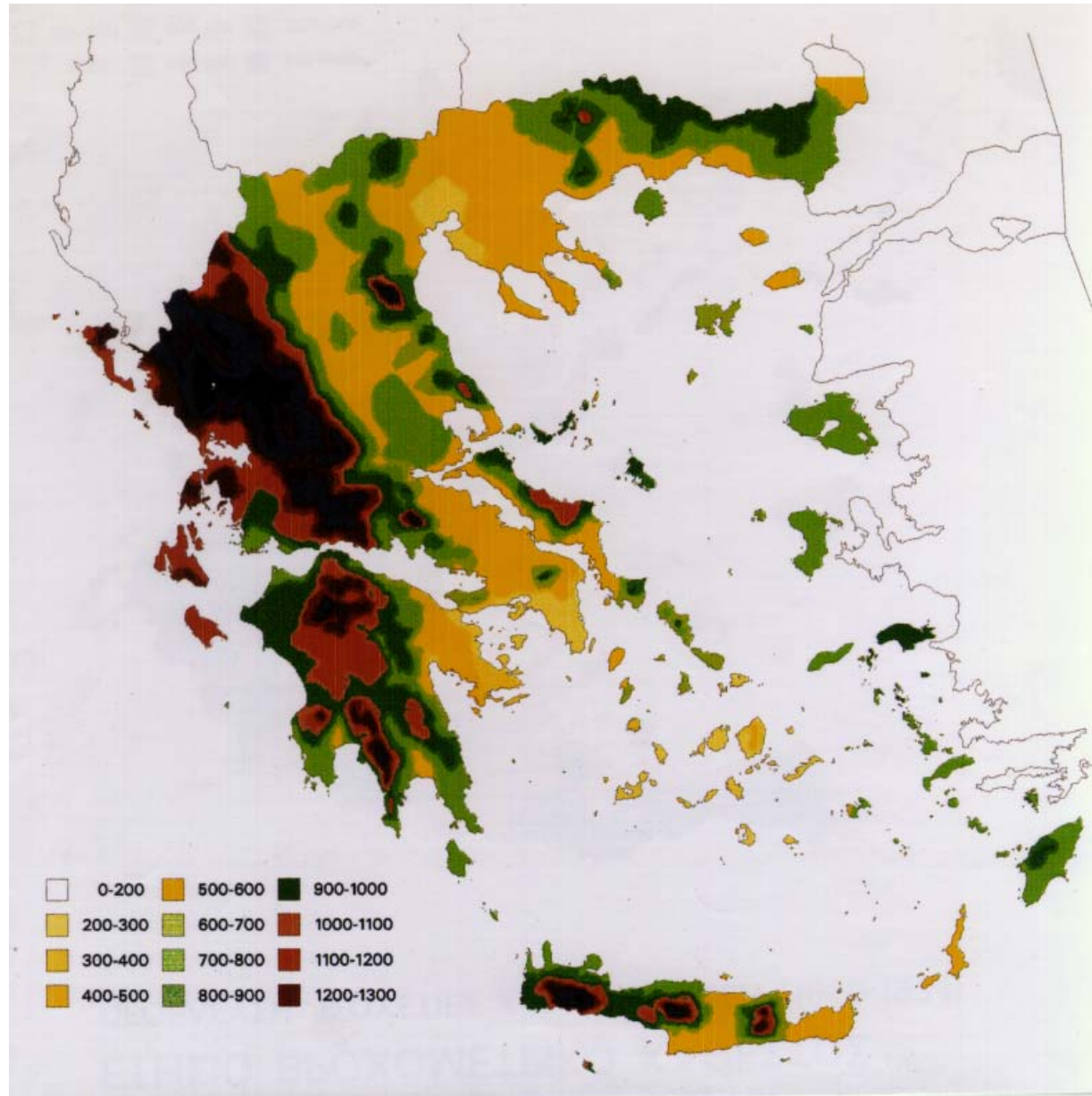
Η μείωση των υδατικών αναγκών στα περισσότερα υδατικά συστήματα αφορά στην πιο αποδοτική χρήση του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση και ύδρευση, τις κυρίαρχες δηλαδή καταναλωτικές χρήσεις του νερού. Η μείωση του αρδευτικού νερού μπορεί να επιτευχθεί με την ανακατανομή των καλλιεργειών, την εφαρμογή οικονομικότερων σε νερό αρδευτικών δικτύων και τη συντήρηση των έργων μεταφοράς και διανομής νερού. Η μείωση του υδρευτικού νερού μπορεί να επιτευχθεί με την μείωση της κατά κεφαλή κατανάλωσης και την επισκευή των δικτύων. Η συνήθης πολιτική που ακολουθείται για τη μείωση της κατά κεφαλή κατανάλωσης είναι η ενημερωτική εκστρατεία για την αποτελεσματική χρήση του νερού και η αύξηση της τιμής του.

Η βέλτιστη λειτουργία των υδατικών συστημάτων προϋποθέτει την μελέτη ορθολογικών, αποδοτικών και βιώσιμων τρόπων και μεθοδολογιών λειτουργίας με στόχο την ποσοτικά αξιόπιστη, ποιοτικά και περιβαλλοντικά ασφαλή, και οικονομικά πρόσφορη κάλυψη της ζήτησης, μέσω της κατάλληλης αξιοποίησης των υδατικών πόρων που διατίθενται για την κάλυψη της ζήτησης αυτής.

Επίδραση της τιμής του νερού στην κατανάλωση της Αθήνας



Γεωγραφική κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στην Ελλάδα (σε χιλιοστά)



Οικονομικά κόστη κυριότερων ξηρασιών στην Ευρώπη

Περίοδος	Περιοχές / Χώρες που επηρεάστηκαν	Κόστος (Δισ. US\$)
1976	Δυτική Ευρώπη Κόστος κτιριακών καταστροφών λόγω καθιζήσεων του εδάφους (μόνο στο Λονδίνο)	~ 1.0
1981 – 82	Ιβηρική Χερσόνησος (Πορτογαλία, Ισπανία, Νότια Γαλλία, Κορσική, Ιταλία)	> 6.2
1988 - 91	Μεσόγειος (Πορτογαλία, Ισπανία, Νότια Γαλλία, Κορσική, Αλβανία, Ελλάδα)	> 2.6
1992 - 94	Ανατολική Ευρώπη (Γερμανία, Δανία, Πολωνία, Λιθουανία, Ουγγαρία, Γιουγκοσλαβία, Ουκρανία, Μολδαβία)	> 1.4
2000 - 04	Κεντρική Ευρώπη (Ρουμανία, Ουγγαρία, Πολωνία, Βουλγαρία, Ελλάδα, Γιουγκοσλαβία, Τσεχία, Αυστρία, Ελβετία, Ιταλία, Γερμανία, Βέλγιο, Δανία, Ολλανδία, Νορβηγία, Αγγλία, Γαλλία, Ισπανία, Πορτογαλία)	> 15.0