

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η ΛΕΙΨΥΔΡΙΑ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ
ΠΕΣΧΗ ΑΓΟΡΙΤΣΑ
ΣΩΤΗΡΑΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ
ΚΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ
2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
1 Εισαγωγή	7
2 Σημερινή κατάσταση της έλλειψης του νερού στην Ελλάδα	12
2.1 Το υδατικό δυναμικό της χώρας.....	12
2.2 Το νερό στον Ελληνικό χώρο.....	14
2.3 Η χρήση του νερού από τον άνθρωπο.....	23
2.4 Τα προβλήματα του Θεσσαλικού κάμπου, ο κίνδυνος για τον Αχελώο και η κατάσταση στα νησιά του Αιγαίου.....	28
3 Αίτια της ανεπάρκειας του νερού	34
3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την έλλειψη του νερού.....	34
3.2 Κλιματικές αλλαγές.....	35
3.3 Παρατεταμένη ξηρασία.....	39
3.3.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα και ιδιαιτερότητες των ξηρασιών.....	40
3.3.2 Τα αίτια της ανομβρίας.....	42
3.3.3 Διαχείριση της ξηρασίας.....	46
3.4 Εδαφικοί παράγοντες.....	49
3.5 Λειψυδρία στα υπόγεια νερά.....	52
3.6 Γεωργία.....	55
3.7 Κακός σχεδιασμός εγγειοβελτιωτικών έργων.....	56
3.8 Αποδάσωση.....	61
3.9 Μόλυνση.....	62

4 Τρόποι αντιμετώπισης.....	65
4.1 Αύξηση του επιφανειακού δυναμικού με την μείωση της απορροής.....	65
4.2 Αποθήκευση νερού σε υπόγειους ταμιευτήρες με την εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού των υπογείων υδροφόρων σχηματισμών.....	66
4.3 Επαναχρησιμοποίηση του νερού που καταναλώνει η βιομηχανία αλλά και του νερού οικιακής χρήσης.....	68
4.4 Ορθολογική εφαρμογή της άρδευσης.....	71
4.5 Αφαλάτωση θαλάσσιου νερού και υφάλμυρων νερών.....	72
4.6 Έλεγχος του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	77
4.7 Ποσοτική και ποιοτική αποκατάσταση των υδάτινων πόρων που βρίσκονται σήμερα υπό εκμετάλλευση.....	78
4.8 Μεταφορά νερού.....	80
4.9 Τεχνητή βροχή.....	81
4.10 Αποταμίευση με στέρνες και επιφανειακούς ταμιευτήρες.....	83
4.11 Υδρομετρήσεις	84
4.12 Προώθηση προγραμμάτων ενημέρωσης και χρήσης βιολογικού χώματος.....	85
4.13 Τεχνικές συλλογής και εκμετάλλευσης πλεονάζοντος νερού	86
4.14 Μελέτες και προγράμματα διαχείρισης ζήτησης νερού ανά λεκάνη απορροής.....	87
4.14.1 Εφαρμογή μεθόδων διαχείρισης της ζήτησης στις αστικές χρήσεις (Ύδρευση)	88
4.14.2 Εφαρμογή μεθόδων διαχείρισης της ζήτησης στις αγροτικές χρήσεις.....	89
4.14.3 Μείωση των απωλειών στα δίκτυα ύδρευσης – άρδευσης.....	90
4.15 Διαχείριση της φυσικής ορεινής βλάστησης για αύξηση της παραγωγής νερού.....	91
4.15.1 Εγκατάσταση και λειτουργία πειραματικών λεκανών απορροής στην Ελλάδα.....	91
4.15.2 Δυνατότητες παραγωγής νερού από τα ελληνικά δάση και σημασία των πειραματικών μας λεκανών.....	92

4.15.3 Δυσκολίες εφαρμογής και αποδοχής για αύξηση της απορροής σε ευρεία κλίμακα.....	95
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	102
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	105

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια, όλο και πιο συχνά επανέρχεται στην επικαιρότητα το πρόβλημα της έλλειψης του νερού. Οι απόψεις που ακούγονται είναι από ακραία καταστροφολογικές ως ακραία αισιόδοξες και καθησυχαστικές.

Η σημερινή κατάσταση πάντως στη χώρα μας κάθε άλλο παρά καθησυχαστική εμφανίζεται. Το μεγαλύτερο μέρος του υπόγειου υδατικού δυναμικού της χώρας υφίσταται ήδη τις συνέπειες της εντατικής εκμετάλλευσης ή της ποιοτικής υποβάθμισης, που εκδηλώνονται με τη δραματική πτώση της στάθμης των υδροφόρων οριζώντων και την εκτεταμένη ρύπανση του υπόγειου νερού. Το αγροτικό ζήτημα του Θεσσαλικού Κάμπου αλλά και των υπόλοιπων αγροτικών περιοχών δεν φαίνεται να είναι άσχετο από το γεγονός ότι το νερό αντλείται πλέον από μεγάλα βάθη, συχνά αρκετών εκατοντάδων μέτρων, με προφανείς περιβαλλοντικές αλλά και σοβαρές οικονομικές συνέπειες και επιπτώσεις.

Στις περισσότερες παράκτιες περιοχές αντλείται πλέον συστηματικά υφάλμυρο νερό, ως αποτέλεσμα της εισόδου θαλασσινού νερού στους υδροφορείς λόγω υπεράντλησης. Πολλά ποτάμια, λίμνες και υγρότοποι υφίστανται τις επιπτώσεις της μεγάλης αύξησης της ζήτησης του νερού αλλά και των εκτεταμένων έργων «αξιοποίησης» του υδατικού δυναμικού. Κορυφαίο, αν και όχι μοναδικό, παράδειγμα υγροτόπου που αν και προστατεύεται από διεθνείς συνθήκες ως σπάνιο οικοσύστημα έχει πάψει να λειτουργεί ως τέτοιο αποτελεί η περίπτωση της λίμνης Κορώνειας, η οποία έχει χάσει το 90% του υδατικού δυναμικού της την τελευταία 15ετία.

Πιο συγκεκριμένα όσο αφορά τη σημερινή κατάσταση στην Ελλάδα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι για την ύδρευση της Αθήνας παίρνουμε νερό από όλο και μακρύτερα και βέβαια για την άρδευση της Θεσσαλίας, που χρησιμοποιεί το 25% του συνόλου του νερού για αγροτική χρήση, θέλουμε να αλλάξουμε τον ρου του Αχελώου. Και όμως, οι επιστήμονες θεωρούν ότι ένα μεγάλο ποσοστό του προβλήματος θα μπορούσε να λυθεί αν πριν από όλα δεν σπαταλούσαμε το νερό που έχουμε.

Είναι χαρακτηριστικό ότι η γεωργία χρησιμοποιεί στην Ελλάδα το 86% του νερού (11% για βιομηχανική χρήση και 3% για οικιακή), γεγονός που επηρεάζει τόσο την ποιότητα όσο και την ποσότητα των υπαρχόντων αποθεμάτων. Περίπου 13 εκατομμύρια στρέμματα αρδεύονται στη χώρα μας. Στα 7 εκατ. από αυτά οι καλλιεργητές έχουν απόλυτη ελευθερία να ξοδεύουν νερό κατά βούληση. Στα υπόλοιπα το νερό για άρδευση ελέγχεται από τις αρμόδιες κεντρικές υπηρεσίες, αλλά διοχετεύεται μέσω παλαιών αρδευτικών δικτύων με αποτέλεσμα οι απώλειες νερού να φτάνουν το 40%.

Οι κυριότερες αιτίες για το πρόβλημα της λειψυδρίας:

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το νερό δεν είναι μόνο απαραίτητο για τη συντήρηση της ίδιας της ζωής αλλά είναι και πρωταρχικής σημασίας για ένα μεγάλο πλήθος εξόχως σημαντικών δραστηριοτήτων του ανθρώπου, ξεκινώντας από τη γεωργία και φθάνοντας στη βιομηχανική ανάπτυξη, στον τουρισμό και στην παραγωγή ενέργειας. Η αύξηση λοιπόν του πληθυσμού της Γης, η αλλαγή των συνηθειών διαβίωσης και η τεχνολογική ανάπτυξη, σε συνδυασμό με την παραδοχή της έστω σταθερής στον χρόνο, αν όχι φθίνουσας εν τέλει, διαθέσιμης ποσότητας νερού, δημιουργούν δύο αντιφατικές τάσεις: συνεχή μείωση των κατά κεφαλήν διαθεσίμων υδατικών πόρων, από τη μία, εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού, και διαρκή αύξηση των κατά κεφαλήν απαιτήσεων, από την άλλη, αποτέλεσμα της αλλαγής των συνθηκών διαβίωσης, της εντατικοποίησης των ρυθμών της ανάπτυξης αλλά και της εφαρμογής σύγχρονων υδροβόρων τεχνολογικών μέσων και μεθόδων. Η επέκταση και η εντατικοποίηση των αρδεύσεων στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, με την εισαγωγή των σύγχρονων υδροβόρων καλλιεργειών και την εφαρμογή σπάταλων σε νερό αρδευτικών μεθόδων στον αγροτικό τομέα, που είναι και ο μεγαλύτερος χρήστης με συμμετοχή 85% στην ετήσια κατανάλωση νερού στη χώρα μας, καθώς και οι αυξημένες σε νερό απαιτήσεις επεξεργασίας των προϊόντων στον βιομηχανικό τομέα, ο οποίος αν και δεν συμμετέχει σημαντικά στην κατανάλωση εν τούτοις συμβάλλει καθοριστικά στη ρύπανση του νερού (μήπως η ρύπανση δεν είναι κι αυτή μια μορφή υποβάθμισης και άρα καταστροφής των υδατικών αποθεμάτων;), επαληθεύουν τη μεγάλη αλλαγή που έχει επιτελεστεί τα τελευταία χρόνια. Καθώς ο 20ός αιώνας τελείωσε, εκτιμάται ότι οι απαιτήσεις σε νερό έχουν κατά μέσον όρο περίπου δεκαπλασιαστεί κατά τη διάρκειά του, γεγονός που σημαίνει ότι η αύξηση της ζήτησης

του νερού ήταν κατά μέσον όρο τρεις φορές πιο γρήγορη από την αντίστοιχη αύξηση του πληθυσμού.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή μας κ. Κουλόπουλο Αθανάσιο για την συμβολή του στην ολοκλήρωση της εργασίας μας. Η προσπάθεια μας υλοποιήθηκε χάρη στην εξαιρετική συνεργασία μας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο «λειψυδρία» χαρακτηρίζουμε την κατάσταση εκείνη κατά την οποία η ζήτηση νερού είναι υψηλότερη από την προσφορά. Δηλαδή την αδυναμία να καλυφθούν ορισμένες ανάγκες μας σε νερό σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Αν οι ιδιότητες του νερού συγκριθούν με εκείνες των συγγενών του ουσιών, τότε το νερό μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια εξαιρετικά "ανώμαλη" ουσία. Έτσι το νερό συναντάτε και με τις τρεις φάσεις του (στερεή, υγρή και αέρια) σε συνήθειες για τη γη θερμοκρασίες και πιέσεις. Χαρακτηρίζεται από μεγάλη θερμοχωρητικότητα ενώ κατά τη μετάπτωση του από τη μια φάση στην άλλη απελευθερώνονται ή απορροφούνται μεγάλες ποσότητες θερμότητας, ασκώντας έτσι ρυθμιστικό ρόλο όσον αφορά στις μεταβολές της θερμοκρασίας της γης περιορίζοντας τις ακραίες τιμές της. Χαρακτηρίζεται επίσης από μεγάλη συνοχή, συνάφεια και επιφανειακή τάση και επιπρόσθετα παρουσιάζει τη μεγαλύτερη από κάθε άλλο υγρό διαλυτική ικανότητα. Πολλές από τις παραπάνω ιδιότητες αποδίδονται στους "δεσμούς υδρογόνου" που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του νερού αν και η δομή του νερού της πιο κοινής ουσίας του πλανήτη δεν έχει ακόμη απόλυτα διευκρινιστεί.

Στα φυτά οι ιδιότητες του νερού επιτρέπουν τη μετακίνηση του από το έδαφος στις φυλλικές επιφάνειες όπου και εξατμίζεται κάτω από την αποξηραντική δράση της ατμόσφαιρας. Παράλληλα κατά τη μετακίνηση αυτή μεταφέρει στους φυτικούς ιστούς διαλυμένα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται στο έδαφος και είναι απαραίτητα για τη θρέψη τους. Επιπρόσθετα με την εξάτμιση του νερού στους φυλλικούς ιστούς εξασφαλίζεται η διατήρηση της θερμοκρασίας τους σε ανεκτά επίπεδα και συνεπώς η λειτουργικότητά τους. Στη μετακίνηση αυτή του νερού στηρίζεται η ανάπτυξη των φυτών και συνεπώς της ζωής συνολικά στον πλανήτη μας. Στα ζώα το νερό αποτελεί ένα ποσοστό μεγαλύτερο του 60% του βάρους του σώματος τους. Μεταφέρει στα ζωικά κύτταρα όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά με το κυκλοφοριακό σύστημα του αίματος αλλά και οξυγόνο ενώ απάγει το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα.

	$v(m^3 \times 10^{15})$	%	Χρόνος παραμονής
Θαλάσσιο νερό	1,310,000	97.192	- 4000 χρόνια
Νερό ξηράς	37,837	2.807	2 εβδομάδες - 10.000 χρόνια
Ατμοσφαιρικό νερό	0,013	0.001	~ 10 ημέρες
Σύνολο	1,347,850	100	

Πίνακας 1.1 Κατανομή νερού στα γήινα υποσυστήματα

	$v(m^3 \times 10^{15})$	%	Χρόνος παραμονής
Νερό με μορφή πάγου (πόλοι, παγετώνες)	28.78	76.063	10 - 1.000 χρόνια
Υπεδάφιο νερό (Βάθος < 4.000 m)	8.76	23.152	2 εβδομάδες - 10.000 χρόνια
Εδαφικό νερό	0.0670	0.177	2 εβδομάδες - 1 έτος
Ποτάμιο νερό	0.0012	0.003	2 εβδομάδες
Λιμναίο γλυκό νερό	0.1204	0.318	10 χρόνια
Λιμναίο αλμυρό νερό	0.1084	0.287	
Σύνολο	37.837	100	

Πίνακας 1.2 Κατανομή νερού ξηράς

	$v(m^3 \times 10^5)$	%
Ατμοσφαιρικό νερό	0,013	0,29
Επιφανειακό νερό (λίμνες, ποταμοί)	0,122	2,77
Εδαφικό νερό	0,067	1,52
Υπεδάφιο νερό (σε βάθος <800m)	4,208	95,42
Σύνολο	4,410	100

Πίνακας 1.3 Κατανομή του εκμεταλλεύσιμου νερού στα διάφορα υποσυστήματα

Παράλληλα με τη μεγάλη του θερμοχωρητικότητα και τη διαδικασία της εφίδρωσης συμβάλλει στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος σε ανεκτά επίπεδα. Με τις ιδιότητες του το νερό αποτελεί μαζί με τον αέρα και την ηλιακή ακτινοβολία πρωταρχικό παράγοντα για την εμφάνιση και την ανάπτυξη της ζωής στη γη. Η σημασία του νερού είχε συνειδητοποιηθεί από του αρχαίους χρόνους και μάλιστα ο Θαλής θεωρούσε - σύμφωνα με τον Αριστοτέλη - ότι το νερό είναι η πρωταρχική ουσία, άφθαρτη στο χρόνο, από την οποία είχαν δημιουργηθεί οι κόσμοι και ότι περιέχεται σε αυτούς.

Το εκμεταλλεύσιμο νερό και η κατανομή του

Έχει εκτιμηθεί ότι το γλυκό νερό του πλανήτη μας ανέρχεται σε $3.8 \times 10^{16} \text{ m}^3$ και ότι αποτελεί το 2.8% περίπου του ολικού νερού του. Το υπόλοιπο 97.2% βρίσκεται ως αλμυρό νερό στις θάλασσες και στους ωκεανούς. Από την τεράστια αυτή ποσότητα γλυκού νερού ένα μικρό μόνο μέρος, γύρω στο 12% μπορεί να θεωρηθεί ως κατ' αρχήν εκμεταλλεύσιμο γιατί το υπόλοιπο είτε βρίσκεται με μορφή πάγου είτε σε τόσο μεγάλο βάθος μέσα στη γη που η χρησιμοποίησή του να θεωρείται αδύνατη ή οικονομικά ασύμφορη. Στον Πίνακα 1.1 δίνεται η εκτιμώμενη ποσότητα νερού στα τρία βασικά γήινα υποσυστήματα, στον πίνακα 1.2 η κατανομή του νερού της ξηράς στις διάφορες μορφές του ενώ στον πίνακα 1.3 η εκτιμώμενη ποσότητα γλυκού νερού που θεωρείται ως κατ' αρχήν εκμεταλλεύσιμο καθώς και η προέλευσή της.

Από τους πίνακες αυτούς μπορεί να δει κανείς, ίσως με κάποια έκπληξη, ότι η ποσότητα του ατμοσφαιρικού νερού καθώς και του ποτάμιου νερού είναι πολύ μικρές, μικρότερες ακόμη και από την ποσότητα του εδαφικού νερού. Το γεγονός αυτό δεν θα πρέπει να οδηγήσει στην υποεκτίμηση της σημασίας τους γιατί τόσο το ατμοσφαιρικό νερό όσο και το ποτάμιο χαρακτηρίζονται από μεγάλη κινητικότητα και συχνή επανακύκλωση. Επίσης μπορεί να δει κανείς ότι το υπεδάφιο νερό αποτελεί τη βασική συνιστώσα του εκμεταλλεύσιμου νερού που σε μέγεθος είναι δέκα φορές περίπου μεγαλύτερη από την ποσότητα του νερού που παίρνει μέρος στον ετήσιο υδρολογικό κύκλο. Από το γεγονός αυτό μπορεί να βγει το συμπέρασμα ότι το

υπέδαφος συμπεριφέρεται ως ένας τεράστιος φυσικός υπεδάφιος ταμειυτήρας γλυκού νερού. Όμως η συσσώρευση του υπόγειου νερού είναι κάτω από φυσικές συνθήκες μια μακροχρόνια διαδικασία. Η ποσότητα του εκμεταλλεύσιμου νερού του Πίνακα 1.3 είναι στην πραγματικότητα τεράστια παρά το ότι αποτελεί μόνο το 0,33% περίπου του ολικού νερού του πλανήτη. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι οι ποσότητες του πίνακα αυτού είναι μέσες τιμές και αναφέρονται σε ολόκληρη τη γη. Έτσι η ποσότητα του εκμεταλλεύσιμου νερού σε κάποια χρονική περίοδο μπορεί να διαφέρει σημαντικά από αυτή του πίνακα 1.3 και είναι δυνατόν να διακριθούν περιοχές εξαιρετικά πλούσιες σε εκμεταλλεύσιμο νερό αλλά και εξαιρετικά πτωχές.

Υδρολογικός κύκλος - Υδατικά Ισοζύγια.

Το νερό της γης, ανεξάρτητα αν παρουσιάζεται με μορφή υδρατμών στην ατμόσφαιρα ή με την υγρή μορφή του στο έδαφος, στο υπέδαφος και στις υδάτινες μάζες που καλύπτουν τα τρία τέταρτα περίπου της επιφάνειας του πλανήτη, βρίσκεται σε μία συνεχή κίνηση και υφίσταται μία συνεχή μετάπτωση από την υγρή στην αέρια φάση του και αντίστροφα. Η αέναη μετακίνηση του νερού από την ατμόσφαιρα προς τις στερεές και υδάτινες γήινες μάζες και η επιστροφή του στην ατμόσφαιρα ορίζεται ως υδρολογικός κύκλος. Είναι ένα γιγάντιο σύστημα χωρίς αρχή και τέλος που λειτουργεί πάνω και μέσα στη στερεή και υδάτινη φάση της γης καθώς και στην ατμόσφαιρα της. Διέπεται από την αρχή της διατήρησης της μάζας με την έννοια ότι αποτελεί ένα κλειστό σύστημα που μέσα του δεν δημιουργείται ή καταστρέφεται ούτε μία σταγόνα νερού. Υπολογίζεται ότι κατά μέσον όρο παίρνουν μέρος στον υδρολογικό κύκλο γύρω στα $5 \times 10^{14} \text{ m}^3$ νερού που εγκαταλείπουν κάθε χρόνο την επιφάνεια της γης με εξάτμιση για να ξανά επιστρέψουν σε αυτή ως ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι, χαλάζι, δρόσος). Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε μία στρώση νερού πάχους 1m περίπου που καλύπτει ολόκληρη τη γη. Όμως το ύψος του υετού διαφέρει σημαντικά από περιοχή σε περιοχή της γης. Έτσι υπάρχουν περιοχές με μηδενικό ύψος υετού (έρημοι) αλλά και άλλες όπου φθάνει ακόμη και τα 12m. Πέραν όμως της χωρικής ανισοκατανομής παρουσιάζει και έντονη χρονική παραλλακτικότητα από έτος σε έτος αλλά και για το ίδιο έτος από εποχή σε εποχή. Από τον υετό που φθάνει σε μια περιοχή ένα μέρος του εξατμίζεται

στην επιφάνεια του εδάφους και στις φυλλικές επιφάνειες της φυσικής βλάστησης, ένα άλλο μέρος του διασχίζει την επιφάνεια του εδάφους και εισέρχεται σε αυτό και ένα τρίτο την εγκαταλείπει με το φαινόμενο της επιφανειακής απορροής. Από το νερό που εισέρχεται στο έδαφος ένα μεγάλο μέρος επιστρέφει στην ατμόσφαιρα με το μηχανισμό της εξατμισοδιαπνοής (διαπνοή των φυτών και εξάτμιση στην επιφάνεια του εδάφους) ενώ το πλεόνασμα του, αν υπάρχει, κινείται προς μεγαλύτερα βάθη για να τροφοδοτήσει το υπόγειο νερά.

2. ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

2.1 Το υδατικό δυναμικό της χώρας

Όπως είναι γνωστό οι βροχοπτώσεις στην Ελλάδα κατανέμονται χωρικά με ανομοιογενή τρόπο και παρουσιάζουν χαρακτηριστικά αύξησης από τα νότια προς τα βόρεια, καθώς και από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Πρέπει να σημειωθεί ότι σοβαρή ανομοιογένεια παρατηρείται και όσον αφορά στη χρονική κατανομή τους.

Η μεν αύξηση προς τα βόρεια εξηγείται από την προσέγγιση προς ψυχρότερες και υγρότερες κλιματικές συνθήκες λόγω γεωγραφικού πλάτους, η δε άλλη αυξητική τάση από τα ανατολικά προς τα δυτικά σχετίζεται με τον διαχωρισμό της χώρας σε δύο διακριτές μονάδες από μετεωρολογική άποψη, με άξονα διαχωρισμού την οροσειρά της Πίνδου και την ορεινή επέκταση της στην Πελοπόννησο και την Κρήτη.

Εξ αιτίας αυτής της χωρικής κατανομής των βροχοπτώσεων συνολικά το υδατικό δυναμικό της Χώρας (επιφανειακό-υπόγειο) βαίνει αυξανόμενο από τα ανατολικά προς τα δυτικά, όπως επίσης και από τα νότια προς τα βόρεια της Ελλάδας.

Οι εξαιρέσεις από αυτόν το γενικό κανόνα είναι σπάνιες και έχουν τοπικό χαρακτήρα.

Οι μέχρι σήμερα πραγματοποιούμενες διαρθρωτικές αλλαγές στη γεωργία απαιτούν συνήθως και επί πλέον νερό άρδευσης. Το γεγονός αυτό επιτείνει το πρόβλημα ανεπάρκειας των υδατικών πόρων για την κάλυψη του συνόλου των αναφευομένων αναγκών και έχει αναδείξει ανισορροπίες στην αναπτυξιακή προσπάθεια του αγροτικού τομέα, καθώς η περίοδος αιχμής των αναγκών των καλλιεργειών, με τις μεγάλες απαιτήσεις σε νερό άρδευσης, συμπίπτει χρονικά με την σχετικά μακρά περίοδο των «χαμηλών υδάτων».

Η ανεπάρκεια των υδατικών πόρων στα ανατολικά, όπου βρίσκονται μεγάλες προσχωματικές λεκάνες-πεδιάδες της ηπειρωτικής χώρας, με εγκατεστημένη υψηλού επιπέδου αγροτική δραστηριότητα, προσδιορίζει την ανάγκη μεταφοράς νερού με μεγάλα έργα υψηλού κόστους και ειδικών προδιαγραφών.

Η ανεπάρκεια των υδατικών πόρων στα ανατολικά-νοτιοανατολικά νησιωτικά συγκροτήματα προσδιορίζει καταστάσεις, που προσεγγίζουν ή ξεπερνούν συνήθως τα όρια της έλλειψης για κάλυψη των αναγκών υδρευτικής χρήσης.

Στο σύνολο της Χώρας, η σημερινή αρδευόμενη έκταση ανέρχεται σε 13,2 εκατομμύρια στρέμματα, από τα οποία τα συλλογικά εγχειοβελτιωτικά έργα καλύπτουν 5,2 εκατ. στρέμματα. Πηγές υδροδότησης των περισσότερων συλλογικών εγχειοβελτιωτικών έργων είναι τα επιφανειακά νερά. Αντίθετα τα ιδιωτικά αρδευτικά έργα αξιοποιούν σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα υπόγεια νερά, με παραγωγικές γεωτρήσεις.

Σημαντικό στοιχείο, που ενδιαφέρει όσους επιδιώκουν την ορθολογική διαχείριση και αειφόρα του υδατικού δυναμικού, είναι η διαθεσιμότητα υδατικών πόρων στην περίοδο αιχμής, που γενικά συμπίπτει για την αρδευτική και υδρευτική χρήση.

Άλλο σημαντικό στοιχείο, πολύ κρίσιμο στη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων, που αφορά το βόρειο-βορειοανατολικό τμήμα της Χώρας, είναι το γεγονός ότι τα επιφανειακά απορρέοντα ύδατα αποτελούν πόρους διακρατικών λεκανών και υπόκεινται σε ευαισθησίες, που σχετίζονται με τις εκάστοτε διαμορφούμενες κοινωνικοπολιτικές συνθήκες του γεωπολιτικού χώρου των Βαλκανίων. Σημειώνονται εδώ οι περιπτώσεις των νερών των ποταμών Αξιού, Στρυμόνα, Νέστου και Έβρου.

Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι υπάρχει σοβαρή αλληλοσύνδεση των βροχοπτώσεων και των επιφανειακά απορρεόντων υδάτων με τα υπάρχοντα στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες. Εξαίρεση από αυτόν τον γενικό κανόνα προκαλούν ειδικές γεωλογικές συνθήκες, τοπικού ή ευρύτερου χαρακτήρα, που διαμορφώνουν ιδιομορφίες της φύσης. Σε αυτήν ακριβώς την εξαίρεση οφείλεται π.χ. η ανεπάρκεια του υπογείου υδατικού δυναμικού της πεδιάδας Κομοτηνής, που δομείται από υλικά μικρής αποθηκευτικής ικανότητας.

Ομοίως οι γεωλογικές συνθήκες κυρίως, αλλά και το χαμηλό ύψος βροχοπτώσεων, έχουν διαμορφώσει την ανεπάρκεια υπογείων νερών στη Λακωνική και Μεσσηνιακή Μάνη και στα νησιωτικά συγκροτήματα του Αιγαίου. Σε αυτήν την περίπτωση κύρια αιτία της ανεπάρκειας είναι η μεγάλη δευτερογενής περατότητα των γεωλογικών στρωμάτων (συνήθως ασβεστολιθικά), που αποτελεί αιτία ταχύτατης εκφόρτωσης των υπογείων υδροφόρων οριζόντων σε υποθαλάσσιες και παράκτιες πηγές.

Για τους προαναφερόμενους λόγους θα ήταν σοβαρό λάθος η καταγραφή ενός ενιαίου υδατικού ισοζυγίου σε επίπεδο Χώρας, γιατί θα παρουσίαζε με ομοιογενή εικόνα συνθήκες που διαφέρουν ριζικά. Έτσι θα φαινόταν ίσως, πλασματικά, ότι η εξοικονόμηση νερού στη βόρεια Χώρα θα ήταν δυνατό να λύσει προβλήματα ελλειμματικότητας στην Κρήτη.

2.2 Το νερό στον Ελληνικό χώρο

Το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (υετού) για τη χώρα μας όπως αυτό βγαίνει ως μέση τιμή των ετήσιων μέσων υψών που παρατηρήθηκαν σε 86 μετεωρολογικούς σταθμούς της ΕΜΥ είναι 710 mm περίπου. Τα ετήσια όμως ύψη που σημειώνονται στους διάφορους σταθμούς εμφανίζουν έντονη χωρική παραλλακτικότητα και παίρνουν διπλάσιες περίπου τιμές του γενικού μέσου ύψους σε περιοχές της Δυτικής Ελλάδας ενώ σε περιοχές του Αιγαίου μόλις φθάνουν το 50% του μέσου ετήσιου ύψους της χώρας (βλέπε Χάρτη 1). Επιπρόσθετα ο ελληνικός χώρος χαρακτηρίζεται από έντονη χρονική παραλλακτικότητα και όπως φαίνεται, στο Χάρτη 2, ο θερινός υετός μπορεί να αποτελεί το 46% μέχρι και μόνο το 7% του ετήσιου ύψους.

Με το Νόμο 1739/87 ο ελληνικός χώρος έχει διακριθεί σε 14 «υδατικά διαμερίσματα» (βλέπε Χάρτη 3). Σύμφωνα με το Άρθρο 1 παραγρ. 4 του Νόμου τα διαμερίσματα αυτά ορίζονται ως «περιοχές οριοθετημένες μεταξύ τους από υδροκρίτες ή νησιώτικες περιοχές, που περιλαμβάνουν ολοκληρωμένα υδρογραφικά δίκτυα, με υδρολογικές συνθήκες κατά το δυνατόν όμοιες». Ο ορισμός αυτός είναι τουλάχιστον ασαφής δεδομένου ότι δεν καθορίζεται, έστω και περιγραφικά, τι περιλαμβάνεται

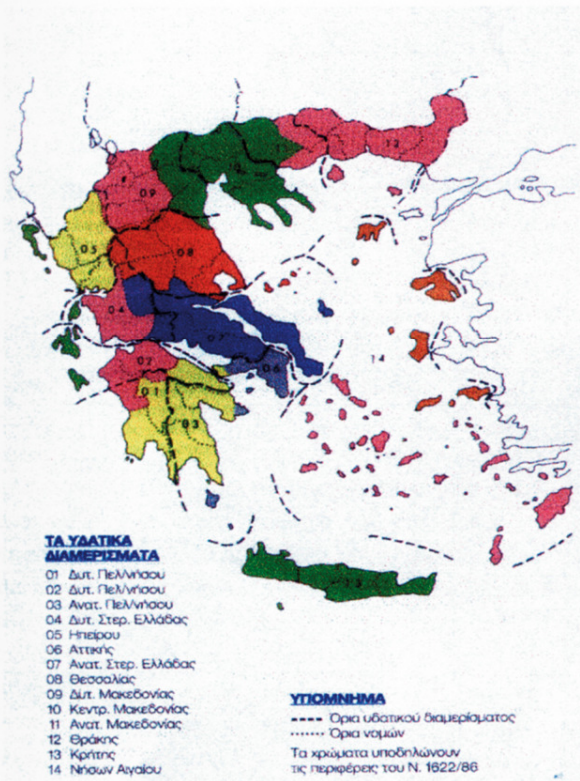
στον όρο «υδρολογικές συνθήκες» και ακόμη σε αρκετά διαμερίσματα περιλαμβάνονται πέραν της μιας υδρολογικές λεκάνες με διακεκριμένα όρια και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Ως παράδειγμα μπορούν να αναφερθούν οι λεκάνες του Σπερχειού και του Βοιωτικού Κηφισού (7^ο διαμέρισμα) ή οι λεκάνες του αργολικού πεδίου και του Ευρώτα (3^ο διαμέρισμα). Παρά ταύτα έχουν καταβληθεί αρκετές προσπάθειες κατάστροφης των υδατικών ισοζυγίων των διαμερισμάτων αυτών.



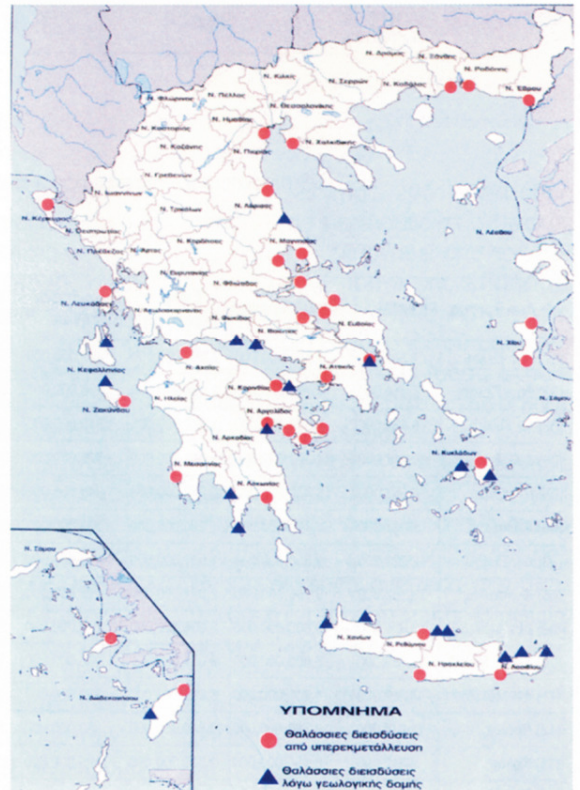
Χάρτης 1. Κατανομή μέσου ετήσιου υετού



Χάρτης 2. Κατανομή του λόγου του μέσου θερινού υετού προς το μέσο ετήσιο υετό



Χάρτης 3. Τα υδατικά διαμερίσματα και οι περιφέρειες της Χώρας



Χάρτης 4. Χάρτης υφάλμυρων υπόγειων νερών θαλάσσιας διείσδυσης (Από Π. Περγιαλιώτη και Σ. Παπαδάκου, Υπ. Γε.)

**Πίνακας 2.2.1 Υδατικοί πόροι ανά Υδατικό Διαμέρισμα
(Από Παπασταματίου και Περγαλιώτη, ΥΠ. ΓΕ, 2001)**

Α/Α	ΥΒΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΑΙ 01 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ	ΕΚΤΣΑΚΤΣΑ-ΣΗ ΥΔΑΤ ΔΙΑΜ. (Ιτρεμ.)	ΕΤΗΙΑ ΚΑΤΑ-ΚΡΗ-ΜΝΗΗ Μ	ΕΠΙΦΑ-ΦΑ-ΝΕΙΑ-ΚΗ ΑΠΟΡ-ΠΟΡ-	ΥΠΟ-ΓΕΙΟ ΔΥΝΑ-ΜΙΚΟ (πν)	ΚΑΤΑ-ΝΑΛΟ-ΣΗ ΑΡΔΕΥ-ΔΕΥ-ΣΗ (ι*)	ΚΑΤΑ-ΝΑΛΩ-ΙΗ ΥΔΡΕ-ΥΙΗΣ (π ³)	ΚΑΤΑ-ΝΑΛΩ-ΣΗ ΒΙΟΜΗ ΜΗ-ΧΑΝΙ-	ΠΟΤΑΜΟΙ	ΛΙΜΝΕΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ · ΣΧΟΛΙΑ
1	ΔΥΤΙΚΗ ΠΕΛΟΠΟ-ΝΗΣΟΣ Μεσσηνία. %Ηλείας %Αρκαδίας Νησιά <i>i</i>(α. ΙατίΕντζα Πρώτη	7,304.0 00	7,450,00 0,000	2.262.0 00.000	5300000 00	279,00 0000	22.000. 000	12,000, 000	ΑΛΦΕΙΟΣ (Λάδωνος, Τρανός Α-ρορόνιος, Ενιππίος, Ερύμανθος). ΠΑΜΙΣΟΣ. ΝΕΔΑΣ, ΝΕΔΩΝ	ΚΑΪΑΦΑ. ΛΑΔΟΝΑ	Προελήμια Επάρκειας στη ΝΔ Μίσσηνιο
2	ΒΟΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟ-ΝΗΙΟΪ Αχαΐα. %ΑΚορινθίας. %Αρκαδίας. %Αργο-λιδος Νησιά Κεφολο-	7,314.0 00	7,200,00 0,000	1.285.0 00,000	650.000, 000	391,00 0,000	37.000. 000	3,000.0 00	ΠΗΝΕΙΟΣ ΑΣΟ-ΠΟΣ(Κορ) ΠΥΡΡΟΙ, ΙΕΛΙΝΟΥΣ.	ΛΑΜΙΑ ΣΤΥΜΦΑ-ΛΙΑ, ΦΕ-ΝΕΟΥ. ΠΗΝΕΙΟΥ	Ποσοτικά προβλήματα: Α,νατ Κορίνθια, Πάτρα. Νήρις. Ποιοτικό προ-βλήμιοσ. Κορινθία, Αιγιαλία, Νησιά.
3	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΕΑΟΠΟΝΗΙΟΪ Λακωνία, %Αργθλι-δας %Αρκαδίας, Νησιά Κύθηρα. Αντι-κύθηρα, Ιπετσίς, Υδρα. Πόρος. Ελαυό-νησος	8.464.0 00	5.850,00 0,000	310.00 0.000	580000.0 00	308,00 0.000	17.000, 000	3,500,0 00	ΕΥΡΟΤΑΙ, ΙΝΑΧΟΣ, ΔΙΠΟΤΑΜΟ Σ	ΤΑΚΑ	Προβληματικά Ανεπάρ-κεια (πνφανειοκών. Πόσοι. Πρόβλημα Αρκαδία -Οροπέδιο, Λακωνία. Μανή. Ποιοι Πρόβλ. Υφαλμύρωση Αργολίδας
4	ΔΥΤ. ΣΤΕΡΕΑ ΕΛ-ΛΑΔΑ Ευρυτανία, Αιτωλοακαρνανία. Λίκαδο. % Φωκίδος. %ΑΚαρδίτσας. %Τρ-αλων. %ΑργΓς. % Φθιώτιδος	10.417, 000	14.300.0 00,000	8.763.0 00,000	1 340.000. 000	422.00 0,000	15.000, 000	500.00 0	ΑΧΕΛΩΟΣ, ΕΥΗΝΟΣ. ΜΟΡΝΟΣ	ΤΡΙΧΩΝΙΔΑ, ΑΜΒΡΑΚΙΑ, ΛΥΣΙΜΑΧΙΑ. ΟΖΕΡΟΣ. ΘΟΥΛΚΑ-ΡΙΑ. ΙΑΛΙ-ΝΗ, ΚΡΕ-ΜΑΪ.ΤΩΝ, ΜΟΡΝΟΥ. ΚΑΣΤΡΑΚΙ-ΟΥ. ΜΕ-ΓΔΟΒΑ (Ταυρωτ-ού)	Πλεονασματικά οε Επιφανειακό νερά, Λειψυδρία σε λευκώσα + 1.000 εκ π3 σε ΛίμνΓς Λυσιμάχια, Οζερο, Τριχωνίδα
5	ΗΠΕΙΡΟΙ Αρτας Θεσπρωτίας. %Λίνινων, Πρέβιας, %Καστοριάς. %Γρε(ενών. %Τρικάλων, %Αρτας. %Φθιώτιδας	9.7,0 00	15.600.0 00.000	5.760.0 00,000	1 180.000. 000	273,00 0,000	28.000. 000	4.000,0 00	ΑΡ ΑΧΘΟΣ, ΛΟΥΡΟΣ ΑΧΕΡΟ-ΝΤΑΣ, ΚΑ-ΛΑΜΑΙ. ΑΠΟΣ (Βοι-δομύτης. Ιαραντύπο-ρος)	ΠΑΜΒΩΤΙ-ΔΑ ΖΑΡΑ-ΒΙΝΑ, ΖΗ-ΡΟΣ, ΜΑΥ-ΡΗ, ΛΟΥ-ΡΟΥ, ΑΡΑ-ΧΘΟΥ	Πλεονασματικά αΜά περί ορισμένη α/ιοποίηση
β	ΑΤΤΙΚΗ Αττική, %Κο-ρινθία. %8θιωτί. Νησιά: Αίγινα, Σλα-μίνα, Μακρόνησος	3.201.0 00	1.500.00 0,000	187.78 0.000	200.000, 000	80.000. 000	250.00 0,000	50.000. 000	ΧΑΡΑΔΡΟΣ. ΚΗΦΗΙΟΙ. ΙΛΙΣΟΣ, ΪΑΡΑΝΤΑ-ΠΟΤΑΜΟΣ	ΒΟΥΛΙΑΓ-ΜΕΝΗΣ, ΚΟΥΜΟΥΝ-ΜΟΥΝ-ΔΟΥΡΟΥ. ΜΑΡΑΘΩ-ΝΑ	Η περισσότερο Ελλιπ-ματιή περιοχή της χώρας.
7	ΑΝΑΤ ΪΤΕΡΕΑ ΕΛ-ΛΑΔΑ Εύοιας, βοιω-ός. %Φθιώτιδας, %Αττικής. %Μογνησί-ας, %Ευρυτανίας. Νησιά Σιυρος, Ικιά-θος, Σκόπελος Αλό-νησος	12.223. 000	8.850.00 0,000	1.551.0 00.000	2.050.00 0,000	713,00 0,000	36.000, 000	5.500,0 00	ΕΠΕΡΧΕΙΟΙ, ΒΟΙΩΤΙΚΟΣ ΚΗΦΗΙΟΙ, ΑΙΩΠΟΣ. ΚΗΡΕ-ΑΙ(ΕυΕοιο)	ΥΛΙΚΗ. ΠΑΡΑΛΙ-ΜΝΗ. ΔΙΣΤΟΙ (Ευροιας)	Πόσοι, προβλ : Φθιώτι-δο, Εύοια, ιπποράοτς Ποιοι, προβλ.: Εύοια
8	ΘΕΙΣΑΛΙΑ Μαγνησί-ας, Τρικάλων. Καρδί-τσας. Λάρισας, %Περίσς. %Ημαθίας, %ΠΕλλάς, %Λαρισας	13.162, 000	9.800.00 0,000	3.250,0 00,000	1 350.0000 00	1,586,0 00,000	58.000, 000	7.000.0 00	ΠΗΝΕΙΟΙ (Ληιαίος Σοψσ&της. Ενιππίος, Τιτορήσιος)	(Αποξηραμί νΕς) ΚΑΡ-ΛΑ. ΞΗΝΙ-ΑΜ	Αμφίβολη αυτοδυναμία, λόγω καθυσίρησης Εργων εκτροπής Αχε-λώου, άλλο και άλλων ίργων επίφ. τομίευσης (Μεγάλες ανόγκις σε καλλίργΕκς 3 500.000 στρ^

9	ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ Φλώρινας %Κασσ-οριός %Κοσα- νήϊ; %Γρεβενών %Πιρίας, %Ημοθίας %Π(Μας, %Λάριος	13696.0 00	10.600.0 00.000	4.3100 00000	1 390.000 000	950.00 0.000	40.000. 000	30,000 000	ΑΛΙΑΚΜΟ- ΝΑΣ. Πήγες ΑΕΙΟΥ. Ε- ΝΙΠΠΕΑΣ ΜΑΥΡΟΝΕΡΙ	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ ΒΕΓΟΡΙΤΙ- ΔΑ ΧΒΜΑΔΠΙ- ΔΑ. ΠΕ- ΤΡΩΝ. ΖΑΧΑΡΗ. %ΜΕΓ ΠΡΕΣΠΑΣ. %ΜΙΚΡ ΠΡΕΙΠΑΣ, ΠΟΛΥΦΥ- ΤΟΥ. ΕΦΗ- ΚΙΑΣ, ΛΙΩ- ΜΑΤΩΝ. ΑΓΡΑ	Ελλειμματικό, κύριο το θέρος λονωίλλείμης έργων ΕΤπιψ. τσμίευστκ
10	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕ- ΔΟΝΙΑ Χαλκιδικής. Κιλκίς. ^Θεσσαλονίκης %Πέλλας. %Ημαθίας	10.389. 000	10.800.0 00.000	5.300.0 00.000	1 390.000. 000	710.00 0.000	72.000. 000	20,000. 000	ΛΟΥΔΙΑΣ, ΑΞΙΟΙ. ΓΑΛ- ΛΙΚΟΣ ΧΑΒΡΙΑΣ, ΟΛΥΝΟΟΣ ΑΝΘΕΜΟΥ- ΝΤΑΣ. ΑΙ- ΠΡΟΛΑΚΚΑΣ	ΒΟΛΗ, ΛΑΓΚΑΔΑ, ΒΡΟΜΟΛΙ- ΜΝΕΣ, ΠΙΚΡΟΛΙ- ΜΝΗ. %ΔΟ- ΙΡΑΝΗΣ	Ελλειμοικό. κυρία σ! χαλκιδικη - Κιλκίς, λόγω μίγολης εξάρτησης από διακρατικό νερό (Αξιός)
11	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕ- ΔΟΝΙΑ Ίππων. %Δρομας, %Κα(ιαλας Νησιο θασος. Σαμο- θρακη	7.213,0 00	5,000,00 0,000	4.100.0 00000	590000.0 00	578.00 0.000	23,000. 000	9,500.0 00	ΣΤΡΥΜΩΝΑΙ (ΙΑγγίΓίσι Ιιρογγ Τά- φρος Τζόγων φιλιππων	ΜΑΓΓΑΝΩΝ ΧΡΥΣΟΥ- ΠΟΛΗ. ΚΕΡΚΙΝΗ	Προσωρινά αιουορκΕς, πρόβλεψη ελλειμμάτων μετά το 2000 (εξάρτηση απτο διακρατικά νερά)
12	ΘΡΑΚΗ Εβρου Ρο- δόπης. Ξανθός %Δραμας, %Κοβολας Νησιπ Θασος. Σαμο- θρακη	ί 1 .240.00 0	7.970,00 0.000	15.502. 000.00 0	514000.0 00	724.00 0.000	27.000. 000	6,000,0 00	ΝΕΣΤΟΣ. ΕΒΡΟΙ (Αρο- ας Ερυθροτ- τοτομος) ΦΙΛΙΟΥΡΗΣ	ΒΙΣΤΟΜΔΑ, ΜΗΤΡΙΚΟΥ. ΜΑΥΡΟΛΙ- ΜΝΗ ΑΛΥ- ΚΗ. ΦΑΝΑ- ΡΙΟΥ ΝΥΜΦΩΝ ΔΡΑΚΟΝΤΑ	Επάρκεια νερού σήμε- ρα, αλλά εξάρησ από διεθνείς ποταμούς (Νέστος. Έβρος) ΕΜειματα Σαπων β Θάσου Συναρτηση ανάπτυξης δυτικής
13	ΚΡΗΤΗ Χανίων οΕΘΟμνης Ηρακλίου. Λασιθίου Νησιά Γαυ- φος Δία	8.312.0 00	8.100.00 0.000	360000 .000	1 600.000 000	433 000.00 0	33.000. 000	£.0000 00	ΓΕΡΟΠΟ- ΤΑΜΟΣ, Μισσαρας. ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ Χανίων ΚΟΥΡΤΑΛΙ- ΠΤΗΣ ΡΕθμυμου	ΚΟΥΡΝΑ	Αυτόνομο αλλά με άνιση κατανομή υδατι- κών πάρων, οντιστρό- φωσ ανάλογη προς την κατανομή της ζήτη- σης Πλεθνασμο δυτι- κό. Ελλίμτοτα κέντρικό και ανατολικά
14	ΝΗΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ Πίρι τα 65 κυρία νησιά στα συγκροτήματα Κυ- κλάδων Δωδεκανή- σου Λέσβου 5 Ίαμου	9.011.0 00	4. 500 ,000 000	830 800 000	300000.0 00	93.000. 000	33.000. 000	1,000.0 00	«, «^	Λήμνος Χοριαρολι- μνη ΑΑυκι Κονιος	* «™ «- —
	ΙΥΝΟΛΑ ΧΩΡΑΣ	131.913 .000	117.520. 000000	53771 580000	1 3 664 000 000	7 540 000 000	691.00 0,000	154000 .000			

Πίνακας 2.2.2 Υδατικοί πόροι ανά Υδατικό Διαμέρισμα (Από Υ.Β.Ε.Τ, 1999)

Υδ. Διαμέρισμα	ΕΚΤΑΣΗ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗ	Επιφ. απορροή	Εκφορτισεις πηγών	Υπόγεια Καρστικά	Υπόγεια Μικροπερατών	Υπόγεια (σύνολο)	ΧΡΗΣΕΙΣ		
								ΑΡΔΕΥΣΗ	ΥΔΡΕΥΣΗ	ΒΙΟΜ.-ΕΝΕΡΓ.
(01) Δυτ. Πελοπ.	7,304,000	7,450,000,000	2,850,000,000	657,000,000	550,000,000	150,000,000	700,000,000	200,000,000	22,000,000	12,000,000
(02) Βορ. Πελοπ.	7,314,000	7,200,000,000	2,284,000,000	366,000,000	800,000,000	100,000,000	900,000,000	400,000,000	37,000,000	3,000,000
(03) Αν. Πελοπ.	8,464,000	5,850,000,000	1,316,000,000	1,310,000,000	850,000,000	100,000,000	950,000,000	200,000,000	17,000,000	3,500,000
(04) Δυτ. Στ. Ελ.	10,417,000	14,300,000,000	11,941,000,000	875,000,000	750,000,000	100,000,000	850,000,000	260,000,000	15,000,000	500,000
(05) Ηπείρου	9,967,000	15,600,000,000	6,947,000,000	1,948,000,000	200,000,000	100,000,000	300,000,000	230,000,000	28,000,000	4,000,000
(06) Αττικής	3,201,000	1,470,000,000	200,000,000	330,000,000	150,000,000	50,000,000	200,000,000	70,000,000	255,000,000	17,000,000
(07) Αν. Στ. Ελλ.	12,223,000	8,850,000,000	1,571,000,000	410,000,000	750,000,000	300,000,000	1,050,000,000	380,000,000	36,000,000	5,500,000
(08) Θεσσαλίας	13,162,000	9,766,000,000	2,921,000,000	435,000,000	550,000,000	800,000,000	1,350,000,000	720,000,000	58,000,000	7,000,000
(09) Δυτ. Μακεδ.	13,696,000	10,600,000,000	3,636,000,000	720,000,000	800,000,000	50,000,000	850,000,000	370,000,000	40,000,000	30,000,000
(10) Κεντρ. Μακεδ.	10,389,000	6,600,000,000	6,014,000,000	1,106,000,000	150,000,000	550,000,000	700,000,000	280,000,000	72,000,000	20,000,000
(11) Αν. Μακεδ.	7,213,000	4,400,000,000	4,069,000,000	350,000,000	300,000,000	250,000,000	550,000,000	390,000,000	23,000,000	9,500,000
(12) Θράκης	11,240,000	8,780,000,000	10,840,000,000	60,000,000	100,000,000	300,000,000	400,000,000	420,000,000	27,000,000	6,000,000
(13) Κρήτης	8,312,000	8,100,000,000	1,335,000,000	490,000,000	1,200,000,000	100,000,000	1,300,000,000	220,000,000	33,000,000	2,000,000
(14) Νησιά Αιγαίου	9,011,000	4,500,000,000	1,080,000,000		200,000,000	100,000,000	300,000,000	80,000,000	33,000,000	1,000,000
ΣΥΝΟΛΟ	131,913,000	113,466,000,000	57,004,000,000	9,057,000,000	7,350,000,000	3,050,000,000	10,400,000,000	4,220,000,000	696,000,000	121,000,000

**Πίνακας 2.2.3 Εκτίμηση Υπόγειων υδατικών αποθεμάτων της Χώρας
(Από ΙΓΜΕ, Υπ. Αναπτ. 1999)**

α/α	ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ $\times 10^6 \pi^3$			
		Καυστικά συστήματα	Κοκκώδη συστήματα	Μικτά συστήματα	Σύνολο
1.	Δ. Πελοποννήσου	875.0	181.5	50	1088
2.	Β. Πελοποννήσου Νησιωτικό τμήμα	347.1	283.0	16	646.1
		428.0	32.0		>1106.460.0
3.	Α. Πελοποννήσου Νησιωτικό τμήμα	1535	148.121	618.8	¹⁷⁴⁴
		28.5			1793.449.1
4.	Δ. Ελλάδας	2551.0	100.0	200.0	2851.0
5.	Ηπείρου Νησιωτικό τμήμα	1302.0	1319.6	11.6	1433
		25.45			>1487.45.65
6.	Αττικής Νησιωτικό τμήμα	235	324.8	1.63.7	^{268,6}
		12.6			289.721.1
7.	Αν. Ελλάδας Νησιω- τικό τμήμα	1291.7	173.0	24.3	1464.7
		374	62.8		>1925.461.1
8.	Θεσσαλίας	1285.0	616	[^] 643	2544
9.	Δ. Μακεδονίας	1076	278	-	>1354
10.	Κ. Μακεδονίας	100	1260.6	-	>1360
11.	Α. Μακεδονίας	320	230	30	580
12.	Θράκης	210	300	10	520
13.	Κρήτης	1640	248	260	2148
14.	Νησιών Αιγαίου	556	112	328	996
ΣΥΝΟΛΟ		14174.0	4214.4	>1648	20035.0

Μια τέτοια προσπάθεια αποτυπώνεται στον Πίνακα 2.2.1 (Διαχείριση υδατικών πόρων στον αγροτικό τομέα, Ι. Παπασταματίου - Π. Περγαλιώτης. Υπ. Γεωργίας, 2001). Μια άλλη προσπάθεια περιλαμβάνει ο Πίνακας 2.2.2 που έχει εκπονηθεί από το ΥΒΕΤ (Οι υδατικοί πόροι της Ελλάδας, 1999) ενώ στον Πίνακα 2.2.3 παρουσιάζεται μια εκτίμησης του υπόγειου υδατικού δυναμικού (μέσα ετήσια ρυθμιστικά αποθέματα) της χώρας (Υπ. Αν., ΙΓΜΕ, 1999).

Στον Πίνακα 2.2.1 περιλαμβάνεται μια εκτίμηση του ετήσιου ανανεώσιμου υδατικού δυναμικού ανά διαμέρισμα και στο σύνολο της χώρας που είναι η διαφορά ανάμεσα στο ύψος υετού και της εξάτμισης. Ο ετήσιος εκταμιευόμενος όγκος νερού που καταναλίσκεται για διάφορες χρήσεις εκτιμάται ότι ανέρχεται σε $8,55 \times 10^9 \text{ m}^3$

και αποτελεί το 13% περίπου του ανανεώσιμου υδατικού δυναμικού. Ακόμη εκτιμάται ότι από τον καταναλισκόμενο αυτόν όγκο η γεωργία χρησιμοποιεί το 90% περίπου, η βιομηχανία το 1,7% και η ύδρευση το 8,3%. Ας σημειωθεί ότι ο Πίνακας 2.2.1 δεν δίνει πληροφορίες όσον αφορά την προέλευση του καταναλισκόμενου νερού (επιφανειακό, υπόγειο κ.λπ.), ενώ παρέχει ορισμένες πληροφορίες για τα υπάρχοντα προβλήματα χρήσης νερού στα διάφορα υδατικά διαμερίσματα. Ο Πίνακας 2.2.2 έχει καταστρωθεί με την ίδια λογική όπως και ο προηγούμενος αλλά οι εκτιμήσεις του διαφέρουν σε μερικές περιπτώσεις από τις αντίστοιχες του Πίνακα 2.2.1. Ο όρος "Ρυθμιστικά αποθέματα" του Πίνακα 2.2.3 ισοδυναμεί με $D_i \times A_i$ όπου D_i είναι το μέσο ετήσιο ύψος της φυσικής τροφοδοσίας των υπόγειων νερών κάθε διαμερίσματος και A_i είναι η έκταση του διαμερίσματος. Ο Πίνακας 2.2.2 δίνει τις ίδιες περίπου εκτιμήσεις με τον Πίνακα 2.2.3 με τη διαφορά ότι διαχωρίζει τις εκροές των πηγών που στην περίπτωση των καρστικών υδροφόρων σχηματισμών θα πρέπει να θεωρηθεί ότι αποτελούν μέρος του D_i .

Τα ισοζύγια των πινάκων που προ-αναφέρθηκαν θα πρέπει να θεωρηθούν ως απλές εκτιμήσεις και είναι άγνωστο το κατά πόσο προσεγγίζουν την πραγματικότητα, δεδομένου ότι βασικοί όροι τους δεν έχουν προσδιορισθεί ύστερα από μακροχρόνιες συστηματικές μετρήσεις.

α) Υπόγεια νερά. Από τους Πίνακες 2.2.1, 2.2.2 και 2.2.3 φαίνεται ότι η ετήσια φυσική τροφοδοσία των υπόγειων νερών στα διαμερίσματα της χώρας είναι τεράστια και ικανή να υπερκαλύψει όλες τις καταναλωτικές ανάγκες σε όλα τα διαμερίσματα. Στην πραγματικότητα όμως όλοι σχεδόν οι υδροφόροι σχηματισμοί της χώρας βρίσκονται σε πορεία συνεχούς υποβάθμισης. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στους παρακάτω λόγους. Ο όγκος του νερού που πραγματικά εμπλουτίζει τους υπόγειους υδροφόρους σχηματισμούς κάθε διαμερίσματος δίνεται από τη σχέση $(D_i - R_{c,i}) \times A_i$. Οι απώλειες της υπόγειας εκροής $R_c A_i$ δεν έχουν προσδιορισθεί και δεν έχουν ληφθεί υπ' όψη στην κατάστρωση των ισοζυγίων των πινάκων με αποτέλεσμα να υπερεκτιμάται η φυσική τροφοδοσία των υδροφόρων σχηματισμών. Το ύψος O αποτελεί μια μέση εκτιμώμενη τιμή για όλο το διαμέρισμα και είναι δυνατόν η τιμή αυτή να μην συσχετίζεται με τους υπό εκμετάλλευση υπόγειους υδροφόρους σχηματισμούς. Τέλος, η αποθηκευτική ικανότητα και η πραγματική φυσική τροφοδοσία των

σχηματισμών αυτών δεν έχει καν εκτιμηθεί με αποτέλεσμα να εφαρμόζεται μια ανεξέλεγκτη υπεράντληση τους. Ακόμη και για την περίπτωση των αλλουβιακών υδροφόρων σχηματισμών μια εκτίμηση της αποθηκευτικής τους ικανότητας μπορεί να εξαχθεί για λίγες περιπτώσεις όπως αυτές των υπόγειων νερών της Θεσσαλίας και της Αργολίδας όπου έχουν διεξαχθεί μακροχρόνιες έρευνες.

β) Πηγαία νερά. Ο αριθμός των πηγών, μικρών και μεγάλων, της χώρας μας θα πρέπει να είναι εξαιρετικά μεγάλος. Στον Πίνακα 1 Παραρτήματος (Υπ. Αν., ΙΓΜΕ, 1996), καταγράφονται οι βασικότερες πηγές καθώς και μετρήσεις παροχών τους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην πλειοψηφία τους οι μετρήσεις αυτές είναι σποραδικές και συνεπώς δεν μπορούν να αποδώσουν την πραγματική δίαίτα τους. Ανάμεσα στις πιο σημαντικές καρστικές πηγές του ελληνικού χώρου περιλαμβάνονται οι πηγές του Αγ. Φλώρου της Μεσσηνίας που δημιουργούνται Πάμισο ποταμό με παροχή γύρω στα $4,5 \text{ m}^3/\text{sec}$, οι πηγές του ποταμού Μέλανα στην Κωπαΐδα με παροχή γύρω στα $3,5 \text{ m}^3/\text{sec}$, οι πηγές Αραβουσού με παροχή γύρω στα $2,0 \text{ m}^3/\text{sec}$ που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της Θεσσαλονίκης, οι πηγές της Αγιάς στην Κρήτη με παροχή γύρω στα $3,5 \text{ m}^3/\text{sec}$ και οι πηγές του Κεφαλαρίου στο Αργός με μέγιστη παροχή γύρω στα $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ που μηδενίζεται συνήθως στη διάρκεια του καλοκαιριού καθώς και οι πηγές της Λέρνης με συνεχή παροχή γύρω στα $2,5 \text{ m}^3/\text{sec}$. Όλες οι παραπάνω πηγές χαρακτηρίζονται από άριστη ποιότητα νερού και εμφανίζονται σε κάποια απόσταση από τη θάλασσα. Σε αντίθεση, πολλές παραθαλάσσιες ή υποθαλάσσιες πηγές χαρακτηρίζονται από νερό που είναι βεβαρημένο περισσότερο ή λιγότερο με χλώριο. Ανάμεσα στις τελευταίες περιλαμβάνονται οι πηγές του Αναβάλου της Αργολίδας με παροχής γύρω στα $12 \text{ m}^3/\text{sec}$, οι πηγές του Αλμυρού του Ηρακλείου με μέγιστη παροχή γύρω στα $12 \text{ m}^5/\text{sec}$ και ελάχιστη γύρω στα $4 \text{ m}^3/\text{sec}$ και οι πηγές του Αλμυρού στον Αγ. Νικόλαο Κρήτης με μέγιστη παροχή γύρω στα $12 \text{ m}^3/\text{sec}$. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι είναι απαραίτητη η πλήρης καταγραφή όλων των πηγών του ελληνικού χώρου ασχέτως της παροχής τους δεδομένου ότι και πηγές μικρής παροχής μπορούν να αποτελέσουν σημαντικούς πόρους πόσιμου νερού.

γ) Επιφανειακά νερά. Η χώρα μας εμφανίζει ένα εξαιρετικά εκτεταμένο υδρογραφικό δίκτυο. Οι βασικότεροι ποταμοί της χώρας μας ανά υδατικό διαμέρισμα αναγράφονται στον Πίνακα 2.2.1. Στον Πίνακα 2 Παραρτήματος παρουσιάζονται επί-

σης οι σημαντικότεροι ποταμοί της χώρας με το μέσο ετήσιο όγκο των απορροών τους. Οι μετρήσεις αυτές των απορροών, στην πλειοψηφία τους μπορούν να θεωρηθούν ως σποραδικές και συνεπώς στις περισσότερες περιπτώσεις δεν επιτρέπουν την κατάστρωση των υδρογραφημάτων τους. Πέραν όμως των ρευμάτων συνεχούς ροής εμφανίζεται στη χώρα μας ένας τεράστιος αριθμός χειμάρρων, τα υδρολογικά χαρακτηριστικά των οποίων είναι γνωστά σε ελάχιστες περιπτώσεις. Δεδομένου ότι ο συνολικός όγκος των απορροών τους θα πρέπει να είναι εξαιρετικά μεγάλος, είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των υδρολογικών τους χαρακτηριστικών έτσι ώστε να διερευνηθεί η περαιτέρω δυνατότητα μερικής συγκράτησης των απορροών τους σε επιφανειακούς και υπόγειους ταμιευτήρες και ο έλεγχος του φαινομένου της διάβρωσης, που έχει ιδιαίτερη σημασία για τη χώρα μας, και των πλημμυρών.

Στον Πίνακα 2.2.1 αναγράφονται οι λίμνες, φυσικές και τεχνητές, ανά υδατικό διαμέρισμα. Τα υδατικά τους ισοζύγια και αποθέματα εκτιμώνται με ικανοποιητική ακρίβεια μόνο στις περιπτώσεις των τεχνητών λιμνών. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις των φυσικών λιμνών δεν έχει γίνει συστηματική εκτίμηση των υδατικών τους ισοζυγίων.

2.3 Η χρήση του νερού από τον άνθρωπο

Αν και η ποσότητα νερού που χρειάζεται ο ανθρώπινος οργανισμός για τη συντήρησή του είναι γύρω στα 2,5 λίτρα νερού σε καθημερινή βάση εν τούτοις το νερό για οικιακές χρήσεις μπορεί να φτάνει και τα 200 λίτρα ανά ημέρα και κατ' άτομο ενώ τεράστιες ποσότητες νερού καταναλώνονται για την παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων αλλά για την παραγωγή των προϊόντων διατροφής. Έτσι για την παραγωγή ενός τόνου χάλυβα καταναλίσκονται γύρω στους 10 τόνους νερού και η ίδια περίπου αναλογία ισχύει για την παραγωγή υφασμάτων και χάρτου. Εξάλλου τεράστιες ποσότητες νερού καταναλίσκονται για την παραγωγή γεωργικών προϊόντων. Για την παραγωγή ενός τόνου ζαχαρότευτλου καταναλίσκονται γύρω στους 1000 τόνους νερού, για κάθε τόνο σταριού 1500 τόνοι νερού ενώ για κάθε τόνο ρυζιού 6000 τόνοι νερού. Το μεγαλύτερο μέρος του νερού αυτού επιστρέφει στην ατμόσφαιρα με τη δι-

αδικασία της εξατμισοδιαπνοής, ένα μέρος του ενσωματώνεται στους φυτικούς ιστούς ενώ ένα τρίτο μπορεί να κινηθεί προς το υπέδαφος.

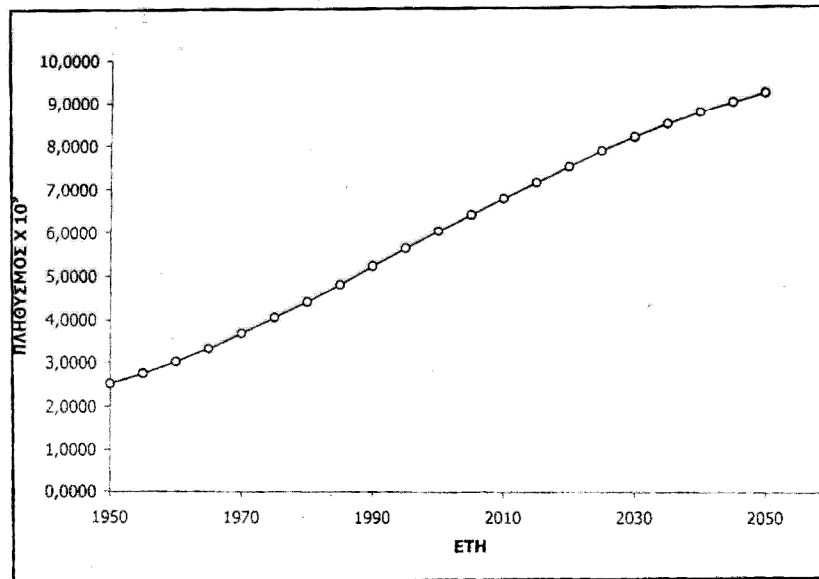
Σύμφωνα με τα στοιχεία του F.A.O (βλέπε σχ. 2.3.1) ο πληθυσμός της γης κατά τα τελευταία 50 χρόνια αυξήθηκε κατά 2,5 φορές περίπου. Ο ρυθμός όμως ανάπτυξης του πληθυσμού της γης δεν ήταν ομοιόμορφος αλλά στις λεγόμενες αναπτυσσόμενες χώρες ήταν γύρω στο 2% κατ' έτος ενώ στις λεγόμενες ανεπτυγμένες χώρες ήταν γενικά μικρότερος του 1%. Οι ανάγκες διατροφής του πληθυσμού καλύφθηκαν, τουλάχιστον μερικώς, με την παράλληλη αύξηση της γεωργικής παραγωγής αν και σε αναπτυσσόμενες κυρίως χώρες εμφανίζονται μεγάλα ποσοστά υποσιτιζόμενου πληθυσμού. Η αύξηση της γεωργικής παραγωγής κατά τα τελευταία πενήντα χρόνια επιτεύχθηκε με την αύξηση της καλλιεργούμενης έκτασης (οριζόντια ανάπτυξη) αλλά κυρίως με την εντατικοποίηση της γεωργίας (κάθετη ανάπτυξη). Η κάθετη ανάπτυξη της γεωργίας περιελάμβανε την εφαρμογή της άρδευσης, τη δημιουργία με την εφαρμογή κλασικών μεθόδων γενετικής πιο αποδοτικών ποικιλιών των καλλιεργούμενων φυτών, τη λίπανση και την καταπολέμηση των εχθρών των γεωργικών φυτών. Στο διάστημα αυτό η καλλιεργούμενη έκταση της γης αυξήθηκε από 12.000×10^6 στρέμματα σε 15.000×10^6 στρέμματα περίπου ενώ η αρδευόμενη έκταση από 800×10^6 στρέμματα σε 3.050×10^6 στρέμματα περίπου ώστε σήμερα να αποτελεί το 20% περίπου της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης ενώ παράγει πάνω από 50% της συνολικής γεωργικής παραγωγής. Η εξοικονόμηση του απαιτούμενου νερού άρδευσης έγινε βασικό με τη μείωση της απορροής δηλαδή με την αποταμίευση νερού των υγρών περιόδων σε τεχνητούς επιφανειακούς ταμιευτήρες και με την εκμετάλλευση του υπόγειου υδατικού δυναμικού.

Για όλες σχεδόν τις χώρες του κόσμου τα υπόγεια νερά αποτελούν βασική πηγή κάλυψης των αναγκών τους σε νερό. Έτσι σήμερα οι Η.Π.Α. και η Μεγάλη Βρετανία καλύπτουν το 20% των ολικών αναγκών τους από τα υπόγεια νερά τους, η Γερμανία το 70%, το Ισραήλ το 50%, η Ελλάδα το 35% περίπου, ενώ για τη Μάλτα οι υπόγειοι υδροφόροι αποτελούν τη μοναδική πηγή νερού. Όμως οι σχηματισμοί αυτοί σε ολόκληρο σχεδόν τον κόσμο έχουν υπεραντληθεί, με αποτέλεσμα την ποσοτική υποβάθμιση τους (ταπείνωση της ελεύθερης επιφάνειας του υπόγειου νερού ή ακόμη και ολική εξάντληση του) αλλά και την ποιοτική κυρίως λόγω εισβολής θαλάσσιου νερού στους παράκτιους υδροφόρους σχηματισμούς. Η αποκατάσταση τους μπορεί

να επιτευχθεί είτε με τη μείωση της αντλούμενης ποσότητας είτε με την εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού τους.

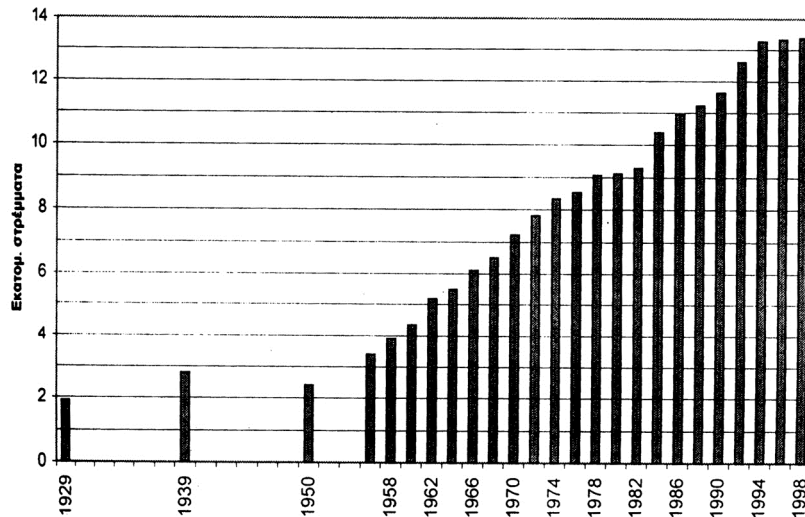
Στις αναπτυσσόμενες χώρες η αύξηση της γεωργικής παραγωγής δεν ήταν ανάλογη με την αύξηση του πληθυσμού τους, βασικά λόγω έλλειψης των απαιτούμενων οικονομικών πόρων, με αποτέλεσμα στις χώρες αυτές να συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο μέρος του υποσιτιζόμενου πληθυσμού της γης που ανέρχεται στο 1/3 περίπου του συνολικού πληθυσμού της. Αντίθετα, στις αναπτυγμένες χώρες παρατηρήθηκαν μεγάλα πλεονάσματα τροφών με αποτέλεσμα πολλές χώρες, όπως αυτές της Ε.Ε., να προωθούν προγράμματα περιορισμού της παραγωγής με τη μείωση της καλλιεργούμενης και αρδευόμενης έκτασης που πλήττουν σοβαρά την ελληνική γεωργία. Στις χώρες αυτές ακόμη και καταστροφή των γεωργικών προϊόντων είναι συνηθισμένη πρακτική.

Στη χώρα μας από το 1956 και μετά παρατηρήθηκε μια ραγδαία ανάπτυξη της αρδευόμενης έκτασης. Έτσι από 2×10^6 στρέμματα περίπου στη δεκαετία του 1940 έφτασε σήμερα τα 13×10^6 στρέμματα (σχ. 2.3.2) ώστε να αποτελεί το 35% της όλης καλλιεργούμενης έκτασης που είναι γύρω στα 40×10^6 στρέμματα. Οι ανάγκες σε νερό άρδευσης καλύφθηκαν με τη μείωση της απορροής δηλαδή με τη συγκράτηση των νερών των υγρών περιόδων σε τεχνητούς ταμιευτήρες ή την εκτροπή της σε αρδευόμενες εκτάσεις καθώς και με την εκμετάλλευση των υπόγειων νερών. Κατασκευάστηκαν γύρω στα 35 φράγματα σε διάφορες περιοχές της χώρας (Πίνακας 3 Παραρτήματος) δημιουργώντας μεγάλους και μικρούς αποθηκευτικούς χώρους, δύο μεγάλες λιμνοδεξαμενές και άλλες τριάντα μικρές κυρίως σε νησιωτικές περιοχές για την εξασφάλιση βασικά πόσιμου νερού. Οι εκτιμώμενες αρδευόμενες εκτάσεις από τις τρεις κατηγορίες έργων παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.3.1.



Σχήμα 2.3.1: Εξέλιξη του πληθυσμού της γης (FAO)

Υπολογίζεται ότι η ποσότητα του αρδευτικού νερού είναι της τάξης των 8.000×10^6 m³ κατ' έτος (βλέπε και Πίνακα 2.2.1) και ότι το 65% προέρχεται από επιφανειακά νερά και το υπόλοιπο 35% από τους υπόγειους υδροφόρους σχηματισμούς. Ο αντλούμενος κατ' έτος όγκος νερού φαίνεται ότι, συνήθως, υπερβαίνει κατά πολύ τη φυσική επαναπλήρωση των υπόγειων υδροφόρων σχηματισμών με αποτέλεσμα τη βαθμιαία εξάντληση των υπόγειων υδάτινων αποθεμάτων (σχ. 2.3.3) και σε πολλές περιπτώσεις την ποιοτική υποβάθμιση τους λόγω εισβολής θαλάσσιου νερού στους υπόγειους υδροφόρους σχηματισμούς. Έτσι η χώρα μας τείνει να αποστερηθεί μιας τόσο σημαντικής πηγής νερού που είχε δημιουργηθεί με φυσικό εμπλουτισμό των υδροφόρων σχηματισμών κατά τη διάρκεια μακρών χρονικών περιόδων στο παρελθόν. Ως παράδειγμα εξάντλησης και υποβάθμισης των υπόγειων νερών μπορεί να αναφερθεί η περίπτωση της Αργολίδας.

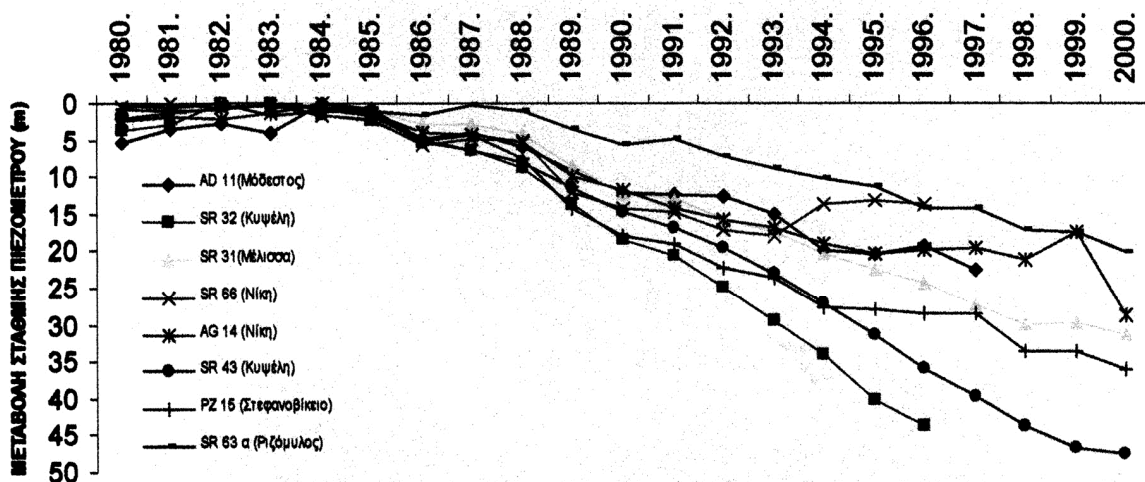


Σχήμα 2.3.2: Εξέλιξη της αρδευόμενης έκτασης της Ελλάδας (Υπ. Γεωργίας)

	Αριθμός έργων	Αρδευόμενες
Φράγματα	36	2.970.000
Φράγματα εκτροπής	11	1.620.000
Λιμνοδεξαμενές	32	76.500
ΣΥΝΟΛΟ		4.666.500

Πιν. 2.3.1: Αρδευόμενες εκτάσεις από φράγματα και λιμνοδεξαμενές
μέχρι το 2004

Στην περιοχή αυτή παρατηρήθηκε κατά τα τελευταία 40 χρόνια μια πτώση της στάθμης των υπόγειων νερών που έφτασε και τα 70 ακόμη μέτρα και σοβαρή εισβολή θαλάσσιου νερού στους υπόγειους υδροφόρους σχηματισμούς της. Το φαινόμενο της υπαλμύρωσης των υπόγειων νερών παρατηρείται σε όλες σχεδόν τις παράκτιες αρδευόμενες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας καθώς και στα νησιά της.



Σχήμα 2.3.3: Συμπεριφορά ανώτατης στάθμης στην Ανατολική Θεσσαλία (από Θ. Καρυώτη, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε)

2.4 Τα προβλήματα του Θεσσαλικού κάμπου, ο κίνδυνος για τον Αχελώο και η κατάσταση στα νησιά του Αιγαίου

Κρίνεται σκόπιμο να εξετάσουμε κάποιες ειδικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις διαχείρισης υδάτων στον Ελλαδικό χώρο και ποιο συγκεκριμένα τον Θεσσαλικό κάμπο, τον ποταμό Αχελώο και τα νησιά του Αιγαίου διότι η αλόγιστη σπατάλη των υδατικών πόρων λόγω των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων τείνει να γίνει καταστροφική στο άμεσο μέλλον.

Αλόγιστη σπατάλη

Η κατάσταση στον Θεσσαλικό κάμπο χαρακτηρίζεται δραματική. Η λειψυδρία απειλεί να καταστρέψει χιλιάδες στρέμματα βαμβακοκαλλιεργειών. Η στάθμη του Πηνειού ποταμού έχει πέσει τόσο πολύ ώστε πολλές περιοχές να κινδυνεύουν να μείνουν χωρίς πόσιμο νερό. Την ίδια στιγμή οι διαμάχες ανάμεσα στους αγρότες της

Λάρισας και της Καρδίτσας διογκώνονται καθώς η έλλειψη νερού έχει ήδη καταστρέψει χιλιάδες στρέμματα και απειλεί ακόμη περισσότερα.

Στην αρχή του προηγούμενου αιώνα η Θεσσαλία είχε επτά λίμνες και πάρα πολλά νερά. Σήμερα όλες οι λίμνες έχουν αποξηραθεί και πρόσφατα ξεκίνησαν τα έργα για τον επαναπλημμυρισμό της λίμνης Κάρλας, σαν ένα πρώτο βήμα για την αποκατάσταση μιας κάποιας ισορροπίας. Οι υδροφόροι ορίζοντες, με τις αλόγιστες γεωτρήσεις, έχουν εξαντλήσει τα υπόγεια αποθέματα και οι υπόγειοι υδροφορείς έχουν πέσει σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα. Σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου Γεωργίας υπάρχουν στη Θεσσαλία χιλιάδες παράνομες γεωτρήσεις, που λειτουργούν χωρίς άδεια του υπουργείου, αλλά παρ' όλα αυτά λειτουργούν με ρεύμα από τη ΔΕΗ που τους παρέχεται με χαμηλό τιμολόγιο.

Τους καλοκαιρινούς μήνες πάντα ένα κομμάτι των καλλιεργειών αντιμετωπίζει πρόβλημα λειψυδρίας. Επειδή το βαμβάκι είναι δυναμική καλλιέργεια όλοι σχεδόν έχουν στραφεί σε αυτό και κάθε χρόνο οι εκτάσεις βαμβακοκαλλιεργειών αυξάνονται, οπότε όπως καταλαβαίνετε υπάρχει έλλειμμα νερού. Από τη μια πλευρά για το πρόβλημα ευθύνονται οι γεωτρήσεις. Ο κάμπος έχει τις περισσότερες γεωτρήσεις από κάθε άλλη περιοχή της χώρας. Λόγω του ότι υπερανλείται το νερό, ο υπόγειος ορίζοντας του πέφτει. Γι' αυτό θα πρέπει κάθε χρόνο να πηγαίνουν πιο βαθιά οι γεωτρήσεις αυτές για να έχουν νερό. Επειδή και αυτό δεν καλύπτει τις ανάγκες, κάθε χρόνο εδώ και χρόνια παίρνουν νερό από τη λίμνη του Ταυρωπού, την ονομασμένη λίμνη Πλαστήρα, η οποία βρίσκεται στον Νομό Καρδίτσας.

Αχελώος

Πρόκειται για ένα από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα κακοδιαχείρισης των υδάτινων πόρων της χώρας. Μετά τον Εύηνο ποταμό, ο οποίος καλύπτει πλέον τις ανάγκες ύδρευσης της πρωτεύουσας, η Αιτωλοακαρνανία θα χάσει μέρος και του δεύτερου ποταμού της, του Αχελώου, με το έργο της εκτροπής του. Με λίγα λόγια αφαιρούμε πόρους από μια φτωχή και όχι ανεπτυγμένη οικονομικά περιοχή και μεταφέρουμε τους πόρους αυτούς σε άλλη περιοχή πιο πλούσια, αλλά πάντα με αμφίβολα οικονομικά οφέλη για τους αγρότες.

Η εκτροπή του Αχελώου αντιμετωπίστηκε με τέτοιες θριαμβευτικές κραυγές εδώ και χρόνια. Όμως κανένας δεν ενδιαφέρθηκε για τις οικολογικές επιπτώσεις στο βιότοπο του Αχελώου και ούτε αναρωτήθηκε ποιες αλλαγές θα δημιουργηθούν στο μικροκλίμα της περιοχής και πόσο μεγάλες θα είναι οι επιπτώσεις. Όλοι μιλάνε για μεγαλύτερες παραγωγές προϊόντων κανείς όμως δεν αναρωτήθηκε πόσοι τόνοι αγροτικών προϊόντων καταλήγουν στις χωματερές ενώ τα δηλητήρια-φυτοφάρμακα παραμένουν στη γη σε πολύ μεγαλύτερη ποσότητα κάθε χρόνο.

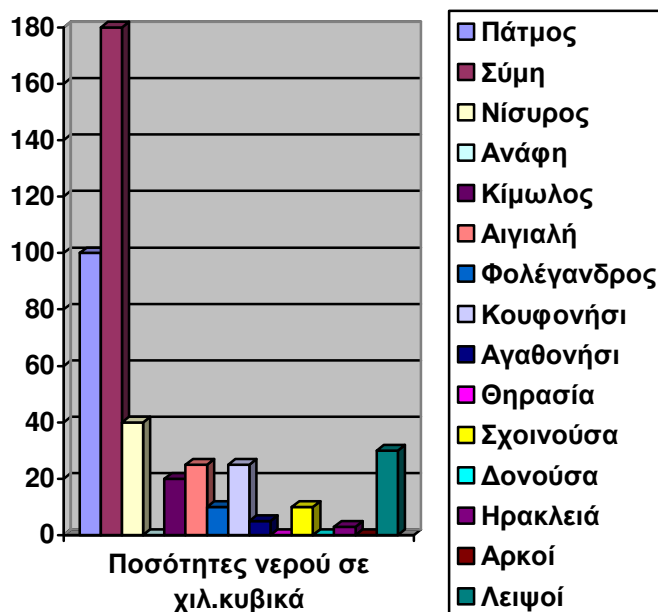
Τέλος σημειώνουμε ότι κάποια έργα στη χώρα μας θα πρέπει να γίνονται με μεγαλύτερη σοβαρότητα και με πολύχρονες μελέτες πάνω στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που θα προκαλούσαν αυτά.

Κατάσταση στα νησιά του Αιγαίου

Οι λιγοστοί υδάτινοι πόροι, ιδιαιτερότητα του οικοσυστήματος πολλών νησιών, σε συνδυασμό με την άναρχη τουριστική ανάπτυξη έχουν δημιουργήσει έναν ισχυρό εχθρό για το Αιγαίο, το 2003 η έλλειψη νερού εμφανίστηκε ακόμη και στα νησιά, όπως η Άνδρος, που αποτελούσε μέχρι πρότινος εξαίρεση στον κανόνα. Η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου δηλώνει ότι έχει προκηρύξει μελέτη προκειμένου να σχεδιαστεί μια ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων, η οποία θα επιτρέπει αφενός μεν τη συνετή διαχείριση των υδάτινων πόρων, όπως είναι οι γεωτρήσεις, αφετέρου δε θα ενισχύσει τις πιο σύγχρονες, όπως τα εργοστάσια αφαλάτωσης που στο μέλλον θα μπορούν να λειτουργούν ακόμη και με εναλλακτικές μορφές ενέργειας (πχ. στην Μήλο ή στην Κίμωλο με γεωθερμική ενέργεια).

Σε πολλά νησιά του Αιγαίου, αν όχι σε όλα, οι γεωτρήσεις και οι φυσικές πηγές δεν καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες υδροδότησης. Επί σειρά ετών το υπουργείο Αιγαίου καταφεύγει στη μεταφορά νερού με υδροφόρα πλοία, με κόστος που αγγίζει περίπου τα 6 εκ. € κάθε χρόνο. Ενδεικτικά η παρακάτω εικόνα δείχνει τι συνέβη το 1998. Το νερό μεταφέρεται κάτω από αμφίβολες υγειονομικές συνθήκες ενώ προβλήματα παρατηρούνται και κατά τη διανομή του, αφού τα υδροφόρα πιάνουν λιμάνι σε κεντρικά σημεία των νησιών, αφήνοντας ακάλυπτες άλλες λιγότερο τουριστικές περιοχές.

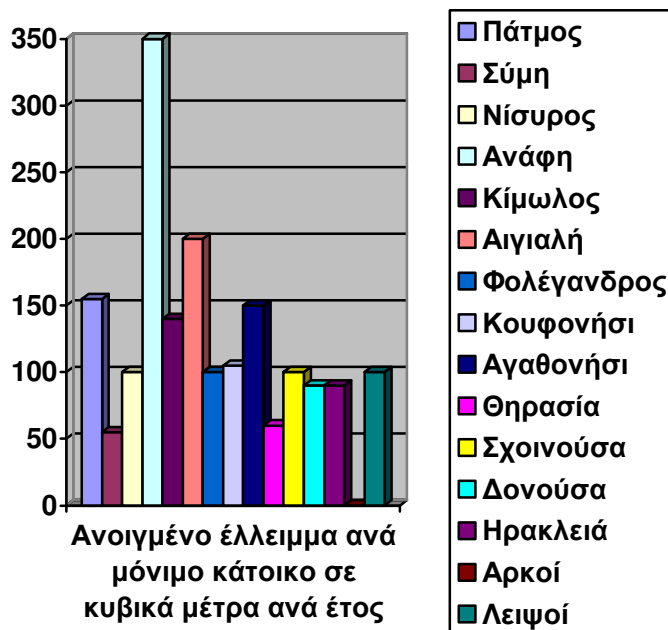
Ποσότητες νερού που μεταφέρθηκαν στα νησιά το 1998 για ύδρευση



Οι προσπάθειες που έχουν καταβληθεί ως σήμερα από το κράτος για τη στήριξη των νησιών δεν εντάσσονται σε ένα γενικό πλαίσιο, είναι αποσπασματικές και πολλές φορές χωρίς συνέχεια για την αποπεράτωση ή τη συντήρηση του ίδιου έργου. Στην Πάτμο το εργοστάσιο αφαλάτωσης που πρωτολειτούργησε το 1968 με ηλιακή ενέργεια πρόκειται να καταστραφεί. Στο ίδιο νησί το φράγμα που κατασκευάστηκε πριν λίγα χρόνια στη βόρεια πλευρά του και το οποίο εξασφαλίζει περίπου 443.000 κυβικά νερού θα είναι σχεδόν άχρηστο αν δεν κατασκευαστεί εγκαίρως και ένας αγωγός που θα επιτρέπει τη μεταφορά νερού σε γειτονικές τοποθεσίες. Μέσα στα επόμενα χρόνια η Σαντορίνη θα αποκτήσει εργοστάσιο αφαλάτωσης, στο πλαίσιο ενός πιλοτικού προγράμματος που θα χρηματοδοτείται από το Ταμείο Συνοχής, ενώ αντιθέτως η Τήνος, δεν μπορεί να αγοράσει ένα μηχάνημα που θα αφαλατώνει 300 m³ την ημέρα. Από την άλλη πλευρά, την επιβίωση της - και μάλιστα υπό σκληρές συνθήκες, λόγω τουρισμού - η Πάρος την οφείλει στην φύση που φρόντισε να της χαρίσει τα πετρώματα, κυρίως το μάρμαρο, τα οποία σχηματίζουν ιδανικές υπόγειες πηγές με μεγάλη απορροφητικότητα και πολύ χαμηλή διαπερατότητα, που δεν επιτρέπει στη θάλασσα να κάνει αλμυρό το νερό που αποθηκεύουν.

Η κατασκευή εργοστασίων αφαλάτωσης δεν αποτελεί πανάκεια του προβλήματος, τονίζουν στελέχη της τοπικής αυτοδιοίκησης. Πολλά νησιά άλλωστε με λιγούς κατοίκους τον χειμώνα δεν είναι σε θέση να "αντέξουν" το οικονομικό κόστος το οποίο μπορεί να φθάνει και τα 5 € ανά κυβικό, που συνεπάγεται η αδιάκοπη λειτουργία των μονάδων αυτών. Οι προτάσεις εστιάζουν στην πολιτική των δημάρχων, στην εκπόνηση δηλαδή τοπικών αναπτυξιακών προγραμμάτων που θα βάλουν όρια στις αυθαίρετες πρωτοβουλίες επιχειρηματιών κάθε περιοχής. Αν δεν σταματήσει αυτή η κατάσταση το τέλος δεν θα αργήσει να έρθει. Η παρακάτω εικόνα δείχνει το αναμενόμενο έλλειμμα νερού το 2010 για ορισμένα νησιά του Αιγαίου.

Αναμενόμενο έλλειμμα νερού το 2010



Κατάσταση έκτακτης ανάγκης η Κρήτη

Τεράστιο πρόβλημα λειψυδρίας αντιμετωπίζει και η Κρήτη, αν και σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει στο παρελθόν το νησί διαθέτει απεριόριστους υδροφόρους ορίζοντες.

Αυτοί οι υδροφόροι ορίζοντες, όμως, έχουν τα τελευταία χρόνια υποβαθμιστεί σε δραματικό βαθμό. Όπως αναφέρεται σε ενημερωτικό σημείωμα του υπουργείου Γεωργίας, «η κατάσταση των υπογείων υδάτων στους Νομούς Ηρακλείου, Ρεθύμνης και Λασιθίου έχει λάβει διαστάσεις "έκτακτης ανάγκης", ενώ στον Νομό Χανίων, που θεωρείται ευνοημένος από άποψη υδάτινων πόρων, διαπιστώνονται σημαντικές μειώσεις στο υδάτινο ισοζύγιο υπογείων υδάτων».

Το πρόβλημα μεγιστοποιείται στο Ηράκλειο, που αν και είναι η τέταρτη μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας, δεν έχει συνεχή υδροδότηση. Σε πολλές περιοχές του Ηρακλείου η ροή του νερού διακόπτεται σχεδόν μέρα παρά μέρα.

Ένα άλλο στοιχείο που καταδεικνύει την οξύτητα του προβλήματος είναι η ύπαρξη δεξαμενών και ντεπόζιτων σε σχεδόν όλα τα σπίτια και τις πολυκατοικίες του Νομού Ηρακλείου.

Είναι αξιοσημείωτο το ότι μένει εντελώς ανεκμετάλλευτο το νερό της βροχής. Η Κρήτη έχει μέσο ύψος βροχοπτώσεων 750 χιλιοστά τον χρόνο, τη στιγμή που η Σουηδία έχει 700.

Σύμφωνα με αρμοδίους της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης και Αποχέτευσης Ηρακλείου, το πρόβλημα της λειψυδρίας στην πόλη είναι παλιό. Η πρώτη προσπάθεια επίλυσης του έγινε το 1962 με την ανόρυξη γεωτρήσεων στην περιοχή των Μαλίων, 30 χιλιόμετρα από το Ηράκλειο. Η δεύτερη προσπάθεια έγινε έπειτα από δέκα χρόνια στο Θραψανό, 22 χιλιόμετρα από την πόλη.

Η πιο σημαντική, όμως, γεώτρηση είναι αυτή που ολοκληρώθηκε το 1994 στην περιοχή Κρουσώνα - Λουτρακίου, με δυνατότητα παροχής 12.000 m³ ανά ημέρα, που αναλογεί στο 1/3 των αναγκών ύδρευση του Ηρακλείου. Παρ' ότι όμως έχουν παρέλθει έτη από τότε, δεν έχει δημιουργηθεί αγωγός που να το μεταφέρει στην πόλη.

Το καλοκαίρι του 2001, ειδικότερα, έχουν σημειωθεί σημαντικές δυσκολίες στη λειτουργία των γεωτρήσεων του Κρουσώνα.

3. ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την έλλειψη του νερού

Η πιο κρίσιμη χρονική περίοδος που έχουμε συνήθως λειψυδρία στη χώρα μας είναι η θερινή γιατί την περίοδο αυτή έχουμε τις λιγότερες βροχοπτώσεις, την εντονότερη εξάτμιση και τη μεγαλύτερη χρησιμοποίηση νερού τόσο για την αρδευόμενη γεωργία όσο και για την ύδρευση των πόλεων και τουριστικών οικισμών καθώς και στη βιομηχανία. Τα τελευταία χρόνια η λειψυδρία ήταν έντονη γιατί η έλλειψη νερού επιδεινώθηκε και από το φαινόμενο της παρατεταμένης ανομβρίας, δηλαδή είχαμε πολύ λιγότερες βροχοπτώσεις όχι μόνο τους θερινούς μήνες αλλά και τους χειμερινούς τόσο σε εποχιακή όσο και σε ετήσια βάση σε σύγκριση με τους στατιστικούς μέσους όρους μιας μακρόχρονης σειράς μετρήσεων. Βέβαια τα νερά που χρησιμοποιούμε στις αρδεύσεις των καλλιεργειών και στην ύδρευση των αστικών, αγροτικών και τουριστικών οικισμών καθώς και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς της Δ.Ε.Η., δεν προέρχονται μόνο από τις βροχές και τα χιόνια της χρονιάς που τα χρησιμοποιούμε αλλά και των προηγούμενων ετών, εφόσον όμως μεριμνήσουμε έγκαιρα και τα αποθηκεύουμε σε αποθηκευτικούς χώρους όπως είναι οι φυσικές και τεχνητές λίμνες και λιμνοδεξαμενές ή τα διευκολύνουμε να εναποθηκευτούν σε υπόγειους υδροφορείς από όπου θα μπορούμε να τα αντλήσουμε.

Η χώρα μας δεν υστερεί σημαντικά σε βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις και το συνολικό υδατικό δυναμικό της είναι σχετικά μεγάλο και θα έπρεπε να υπερκαλύπτει τις ανάγκες μας σε νερό. Όμως το γεωγραφικό και γεωμορφολογικό ανάγλυφο και γενικά οι κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας είναι τέτοιες, που συμβάλλουν στην άνιση κατανομή των βροχοπτώσεων τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Η δυτική Ελλάδα έχει πολύ μεγαλύτερα ετήσια ύψη βροχής από ότι η ανατολική και τα νησιά του Αιγαίου. Οι ορεινές περιοχές έχουν πολύ μεγαλύτερα ύψη βροχής και χιονιού από ότι οι πεδινές. Το χειμώνα και την άνοιξη έχουμε περισσότερες και συχνότερες βροχές απ' ότι το φθινό-

πωρο και το καλοκαίρι. Ανάλογη περίπτωση είναι και η κατανομή των ποταμών, χειμάρρων, λιμνών, πηγών και υπόγειων υδροφοριών.

Στη γεωγραφική και χρονική ανισοκατανομή των βροχοπτώσεων και γενικότερα του υδατικού δυναμικού, στη χώρα μας έχουμε προσθέσει μόνοι μας και άλλους δυσμενείς παράγοντες που συμβάλλουν έντονα στη έλλειψη νερού. Είναι η πληθυσμιακή και βιομηχανική ανισοκατανομή. Η υπέρμετρη ανάπτυξη των μεγάλων αστικών κέντρων Αθηνών και Θεσσαλονίκης που συγκεντρώνουν σχεδόν το μισό πληθυσμό της χώρας, καθώς και άλλων μικρότερων πόλεων όπως των Πατρών, Λάρισας, Ηρακλείου κλπ. και μάλιστα σε περιοχές όπου δεν υπήρχε και το ανάλογο υδατικό δυναμικό για τις ανάγκες τους, έχουν καταστήσει το πρόβλημα της έλλειψης του νερού τραγικό και για αστική μόνο χρήση. Αν προσθέσουμε στα αστικά αυτά κέντρα και την παράλογη συγκέντρωση του μεγαλύτερου από 70% ποσοστού των βιομηχανιών και βιοτεχνιών, η κατάσταση της λειψυδρίας δεν γίνεται μόνο τραγική αλλά αγγίζει τα όρια της εγκληματικής αδιαφορίας.

Ένας άλλος παράγοντας, που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και να συνεκτιμηθεί ανάλογα, είναι ότι με την ανάπτυξη του πολιτιστικού και βιοτικού επιπέδου αυξάνονται και οι απαιτήσεις σε ποσότητα και ποιότητα νερού κατ' άτομο και κατά νοικοκυριό.

Οπωσδήποτε όμως, ο πιο σημαντικός παράγοντας, που συμβάλλει στην εντονότερη εμφάνιση της λειψυδρίας σε ένα υδατικό διαμέρισμα, είναι η έκτακτη ή τυχαία παρατεταμένη ανομβρία (ξηρασία). Η τυχαία ξηρασία μπορεί να εμφανισθεί οποιοδήποτε μήνα ή εποχή του έτους και οποιοδήποτε έτος με οποιαδήποτε διάρκεια, ένταση και έκταση.

3.2 Κλιματικές αλλαγές

Το κλίμα της Γης πάντα άλλαζε και πάντα θα αλλάζει. Οι αλλαγές και στο κλίμα της χώρας μας είναι προφανής. Δεν γνωρίζουμε όμως ποια θα είναι η κατάσταση στο μέλλον και αν η Ελλάδα θα αποκτήσει κλίμα ...τροπικό.

Το μέλλον μας επιφυλάσσει ζέστη και λιγότερες βροχές. Σε αυτό το συμπέρασμα συγκλίνουν οι εκτιμήσεις της επιστημονικής κοινότητας για τις αλλαγές που πρόκειται να υποστεί το κλίμα της Ελλάδας, οι οποίες αναμένεται να γίνουν ορατές μέσα στις επόμενες δεκαετίες, με πιθανολογούμενη κορύφωση τους μέχρι το 2100. Το γνωστό εύκρατο μεσογειακό κλίμα της χώρας μας με τους ήπιους, βροχερούς χειμώνες και τα σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια θα αποκλίνει προς μια θερμότερη και περισσότερο ξηρή εκδοχή.

Τα καταγράφοντα στοιχεία δείχνουν τριπλασιασμό της συχνότητας των ακραίων καιρικών φαινομένων, μέσα στα τελευταία τριάντα χρόνια και αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, από τις αρχές της δεκαετίας του '90 και μετά, με το καλοκαίρι του 1999 να λαμβάνει τον τίτλο του θερμότερου καλοκαιριού του 20ου αιώνα. Οι επιστήμονες προβλέπουν γενικά αύξηση της θερμοκρασίας στην ελληνική επικράτεια μεταξύ 0,9 και 2 βαθμούς Κελσίου μέχρι το τέλος του αιώνα και αυτό θα εξαρτηθεί φυσικά από το βαθμό των συγκεντρώσεων των "αερίων του θερμοκηπίου" στην ατμόσφαιρα.

Ένα άλλο ζήτημα είναι οι βροχοπτώσεις. Αν και οι υπάρχουσες επιστημονικές αναφορές είναι αρκετές φορές αντικρουόμενες, το γενικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι αναμένεται σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων, ειδικά κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι περιοχές που θα επηρεαστούν εντονότερα θα είναι αυτές της Ανατολικής και Νότιας Ελλάδας, ιδιαίτερα στην Αττική, τη Θεσσαλία, τη Θεσσαλονίκη και την Ανατολική Πελοπόννησο.

Την ίδια ώρα η περιβαλλοντική οργάνωση Greenpeace, επικαλούμενη έρευνα του βρετανικού πανεπιστημίου προβλέπει ειδικά για την περιοχή της Κρήτης αύξηση της θερμοκρασίας έως δύο βαθμούς περίπου, μέχρι το 2030, αύξηση των καταρρακτωδών βροχοπτώσεων κατά τους χειμερινούς μήνες και σημαντική άνοδο, κατά 18 πόντους, της στάθμης της θάλασσας. Γενικότερα για τη στάθμη της θάλασσας οι επιστήμονες προβλέπουν άνοδο των υδάτων κατά πέντε εκατοστά ανά δεκαετία, με την περιοχή της Θεσσαλονίκης να συγκαταλέγεται ανάμεσα στις πλέον "ευάλωτες" της Μεσογείου.

Οι επιπτώσεις που απορρέουν από τυχόν κλιματικές μεταβολές είναι πολλές και ποικίλες, επηρεάζοντας ζωτικούς τομείς του περιβάλλοντος, της κοινωνίας και της οικονομίας. Για παράδειγμα η ξηρασία και η άνοδος της θερμοκρασίας θα οδηγήσουν σε προβλήματα λειψυδρίας, υποβάθμισης της ποιότητας του νερού, αλλά και στις αποδόσεις των αγροτικών καλλιεργειών. Η άνοδος του επιπέδου της θάλασσας θα επιφέρει καταστροφές στις παραγωγικές δραστηριότητες σε παράκτιες περιοχές. Και φυσικά θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η επίδραση στην ανθρώπινη υγεία.

Σημειωτέων ότι δεν είναι εύκολο για τους επιστήμονες να προχωρήσουν σε ασφαλείς προβλέψεις για τις μελλοντικές διαφοροποιήσεις στις κλιματικές παραμέτρους που αφορούν τη χώρα μας, καθώς υπάρχει διάσταση στα δεδομένα και στις μεθόδους που χρησιμοποιούν τα υπολογιστικά μοντέλα.

Απάντηση στο πρόβλημα έρχεται να δώσει το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το οποίο αυτόν τον καιρό εκπονεί μελέτη βασισμένη σε εξειδικευμένο κλιματικό μοντέλο, μέσω του οποίου, για πρώτη φορά, θα καταστεί δυνατό να δοθεί σαφής εικόνα για το τι μέλλει γενέσθαι, από περιοχή σε περιοχή.

Ας περάσουμε όμως στην εστία του προβλήματος: τις εκλύσεις αερίων που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα. Φυσικά και η Ελλάδα αποτελεί μέρος του προβλήματος. Τι κάνει όμως για να γίνει μέρος της λύσης;

Η Ελλάδα υπέγραψε τη Σύμβαση-Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές στο Ρίο ντε Τζανέιρο, τον Ιούνιο του 1992 και την έκανε νόμο του κράτους τον Απρίλιο του 1994. Στόχος της Σύμβασης είναι "η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια, ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες".

Στο Κιότο, η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύτηκε ότι το 2010 θα έχει μειώσει κατά 8% τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Στα πλαίσια του καταμερισμού των ευθυνών ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες, στην Ελλάδα επιτράπη αύξηση των εκπομπών της κατά 25% ως το 2010 (σε σχέση πάντα με τα επίπεδα του 1990).

Από την πλευρά της πολιτείας υπάρχει αισιοδοξία ότι θα υλοποιηθούν οι ελληνικές δεσμεύσεις απέναντι στο πρωτόκολλο του Κιότο, αν και προς το παρόν δεν βρισκόμαστε εντός των προβλεπόμενων ορίων, γεγονός που αποδίδεται στις μεγάλες πυρκαγιές του 2000.

Την ίδια ώρα, το Υπουργείο Περιβάλλοντος παρουσιάζει το σχέδιο δράσης για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης με χρονικό ορίζοντα το 2008. Στο σχέδιο αυτό που υλοποιείται σε συνεργασία με τα συναρμόδια Υπουργεία περιλαμβάνονται νομοθετικές και θεσμικές παρεμβάσεις, όπως θέσπιση χαμηλότερων ορίων εκπομπών, επέκταση της χρήσης φυσικού αερίου, εφαρμογής και πιστοποίησης συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης, οικονομικά και χρηματοδοτικά κίνητρα για την αντικατάσταση παλαιών καυστήρων, ανανέωση του στόλου των Ταξί, χρήση εναλλακτικών οχημάτων και καυσίμων, ανανέωση και ενίσχυση του στόλου των μέσων μαζικής μεταφοράς με αγορά οχημάτων φιλικών προς το περιβάλλον.

Πολεοδομικές παρεμβάσεις, όπως μονοδρομήσεις, πεζοδρομήσεις, αναπλάσεις, ενίσχυση του αστικού και περιαστικού πρασίνου και εξάλειψη των χώρων ανεξέλεγκτης εναπόθεσης αστικών απορριμμάτων.

Επίσης δίνει έμφαση στο θέμα ενημέρωση-ευαισθητοποίηση του κοινού, είτε με την αναβάθμιση της ηλεκτρονικής επικοινωνίας σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση, είτε μέσω έντυπου υλικού, είτε με τη διοργάνωση σεμιναρίων και συνεδρίων, καθώς και με προγράμματα εκπαίδευσης.

Ο επίσημος απολογισμός του πρώτου χρόνου εφαρμογής του σχεδίου, σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία, δείχνει μία καθοδική τάση στις τιμές των ρύπων που αφορούν στο μονοξείδιο του άνθρακα, στο διοξείδιο του αζώτου, στο διοξείδιο του θείου και στο μόλυβδο, ενώ έχει ανακοπεί η αυξητική τάση του όζοντος.

Η ολοκλήρωση των χωματουργικών εργασιών στα μεγάλα έργα αναμένεται να περιορίσει τις τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων, ενώ η παράδοση στην κυκλοφορία των μεγάλων συγκοινωνιακών έργων αναμένεται να επηρεάσει θετικά το σύνολο των ρύπων και ιδιαίτερα του βενζολίου.

Ταυτόχρονα, υπογραμμίζεται ότι λόγω της ιδιαιτερότητας των ελληνικών κλιματολογικών συνθηκών απαιτείται χρόνος και εντατικοποίηση των προσπαθειών για να επέλθει ουσιαστική μείωση των τιμών των τριών τελευταίων ρύπων.

Ωστόσο, η κριτική από τις περιβαλλοντικές οργανώσεις είναι σκληρή. Η Greenpeace υπογραμμίζει ότι η χώρα μας κάνει πολύ λιγότερα από αυτά που μπορεί και μιλά για "απαράδεκτους στόχους" και "αναιμικές δεσμεύσεις" όσον αφορά τις ευθύνες που έχει επωμιστεί στο πλαίσιο της ΕΕ και του Κιότο για τις εκπομπές αερίων. Ταυτόχρονα καταλογίζει ανεπάρκεια ή μη εφαρμογή αποτελεσματικών μέτρων, δείχνοντας ως σημείο-κλειδί την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

3.3 Παρατεταμένη ξηρασία



Ανορθόδοξος και αναποτελεσματικός τρόπος διαχείρισης της ξηρασίας

Οι τελευταίες μεγάλες ξηρασίες που έπληξαν τη χώρα μας εκδηλώθηκαν τη διετία 1989-1990 καθώς και το 2000 και είχαν τεράστιες οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στη συνέχεια, από το 2001 μέχρι σήμερα, διανύουμε μία περίοδο υγρών σχετικά ετών με αποκορύφωμα το έτος 2002 όταν το ύψος βροχής του σε πολλές περιοχές ήταν πολύ μεγαλύτερο από τον αντίστοιχο υπερετήσιο μέσο όρο.

Εξαιτίας των βροχερών αυτών ετών έχουμε σήμερα στην Ελλάδα μία περίσσεια υδατικών πόρων και ως πρώτη είδηση στα ΜΜΕ είναι συχνά τα προβλήματα από πλημμύρες, χωρίς να γίνεται καμία αναφορά στη βέβαια επανεμφάνιση ξηρασίας και συνεπώς στην ανάγκη λήψης μέτρων για την ορθολογική διαχείριση του κινδύνου εκδήλωσης αυτού του φαινομένου. Όμως δε δικαιολογείται κανένας εφησυχασμός από την παροδική απουσία των ξηρασιών στη χώρα μας. Έτσι η υπενθύμιση του “λανθάνοντος” κινδύνου από ξηρασίες στους αρμόδιους πολιτικούς μας, στους αρμόδιους φορείς της πολιτείας και στους πολίτες γενικότερα που πληρώνουν το κόστος των επιπτώσεών τους, θεωρείται αναγκαία και επιβεβλημένη. Για τους λόγους αυτούς, πρέπει γίνει μια περιληπτική αναφορά στα χαρακτηριστικά και στις ιδιαιτερότητες της ξηρασίας που την καθιστούν ένα πολύ επικίνδυνο κλιματικό φαινόμενο, στον ορισμό και στα αίτια εκδήλωσής της, στις ξηρασίες του παρελθόντος στη χώρα μας και στην ανάγκη λήψης των απαραίτητων μέτρων για τη διαχείριση πρωτίστως του κινδύνου εμφάνισης ξηρασίας και όχι για τη διαχείριση αυτής μετά την εκδήλωση και την επικράτηση των δυσμενών της επιπτώσεων.

3.3.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα και ιδιαιτερότητες των ξηρασιών

Οι ξηρασίες κατατάσσονται – ως γνωστό – στα ακραία κλιματικά φαινόμενα ενός τόπου και καταλαμβάνουν το ένα άκρο της διακύμανσης της βροχής του σε διάφορες χρονικές κλίμακες. Παραστατικότερα, οι ξηρασίες βρίσκονται στο ένα άκρο μιας «τραμπάλας» και οι πλημμύρες στο άλλο. Επομένως εκδηλώ-

νονται έντονα σε διάφορες περιοχές του πλανήτη μας όταν σε άλλες περιοχές του εκδηλώνονται πλημμύρες. Η εμφάνιση βέβαια του «διπόλου» ξηρασιών – πλημμυρών σε ετήσια ή σε διαφορετική χρονική κλίμακα είναι αναμενόμενη και φυσιολογική, αφού η εκδήλωση ισχυρών βροχοπτώσεων σε μία περιοχή συνεπάγεται την εκδήλωση ξηρασιών σε κάποιες άλλες περιοχές. Κατά συνέπεια, κανένα έτος δεν μπορεί να είναι πολύ υγρό ή πολύ ξηρό για εκτεταμένες περιοχές, αφού η ποσότητα νερού που εξατμίζεται και πέφτει με περίσσεια σε ορισμένες περιοχές σπανίζει σε άλλες.

Επισημαίνεται ακόμα πως η επικράτηση μιας ξηρασίας διαφέρει σημαντικά από εκείνη των πλημμυρών, αφού οι δεύτερες συνοδεύονται συνήθως από αστραπές, βροντές και μεγάλο όγκο νερού και εκδηλώνονται σε βραχύ σχετικά χρονικό διάστημα. Αντίθετα η ξηρασία εμφανίζεται και επεκτείνεται βαθμιαία και «ύπουλα» και δίνει την εντύπωση μη ύπαρξης ενός συγκεκριμένου συμβάντος. Ακόμα η ξηρασία χαρακτηρίζεται ως κινητήριος δύναμη που έχει μόνο συνέπειες και ως σχετική και όχι απόλυτη έννοια. Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά καθιστούν την ξηρασία ένα πολύ επικίνδυνο ακραίο κλιματικό φαινόμενο. Τονίζεται ακόμα πως η ξηρασία δε θα πρέπει να συγχέεται με την ξηρότητα του κλίματος μιας περιοχής, η οποία είναι μία μόνιμη κατάσταση αυτού με πολύ λίγες ετήσιες βροχοπτώσεις που καθορίζονται από τις κανονικές κατευθύνσεις των αερίων μαζών σε ευρεία πλανητική κλίμακα. Για παράδειγμα η Σαχάρα υποφέρει από ξηρότητα του κλίματος και όχι από ξηρασία.

Ορισμοί της ξηρασίας

Οι δυσκολίες καθορισμού της έννοιας «ξηρασία» είναι ένας ακόμα λόγος που δυσκολεύει την ορθολογική της διαχείριση. Όμως, παρά τις προσπάθειες που έγιναν για την αποδοχή ενός κοινού ορισμού, οι ειδικοί δεν κατέληξαν σε συμφωνία. Έτσι σήμερα υπάρχουν πολλοί ορισμοί για τη συγκεκριμένη έννοια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως η ξηρασία ξεκινά πάντοτε από έλλειψη ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, ενώ η έλλειψη υγρασίας του εδάφους, η μείωση της απορροής των υδατορευμάτων, η πτώση της στάθμης των λιμνών και

ταμιευτήρων, των υπόγειων νερών κλπ., έπονται του χρόνου μείωσης των κατακρημνισμάτων.

Είναι επίσης γνωστό πως τα κατακρημνίσματα μελετώνται από τεχνικούς διαφόρων ειδικοτήτων και η μείωσή τους επηρεάζει την ύδρευση, την άρδευση, τη βιομηχανία, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το περιβάλλον κ.λπ. Για τους λόγους αυτούς έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί της ξηρασίας που αναφέρονται στην έλλειψη νερού ορισμένης μορφής και ο κάθε ορισμός εξυπηρετεί το συγκεκριμένο σκοπό του τεχνικού που μελετά την ξηρασία.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι πιο γνωστοί ορισμοί της ξηρασίας είναι:

- **Μετεωρολογική ξηρασία:** Είναι η μείωση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων μιας περιοχής σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο σημαντικά κάτω από το μέσο όρο της, ή κάτω από μία κρίσιμη τιμή που καθορίζει την έναρξη της ξηρασίας.
- **Γεωργική (αγροτική) ξηρασία:** Είναι η μείωση της υγρασίας του εδάφους σε τέτοιο βαθμό ώστε η γεωργική παραγωγή να μειώνεται σημαντικά ή η μείωση της υγρασίας του εδάφους περισσότερο από την εξατμισοδιαπνοή κατά την κρίσιμη περίοδο ανάπτυξης των φυτών.
- **Υδρολογική ξηρασία:** Είναι η έλλειψη όχι μόνο ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, αλλά επιφανειακής και υπόγειας απορροής.
- **Κοινωνικο-οικονομική ξηρασία:** Ορίζεται ως η αρνητική τιμή της διαφοράς κάθε μορφής προσφοράς και ζήτησης νερού.

3.3.2 Τα αίτια της ανομβρίας

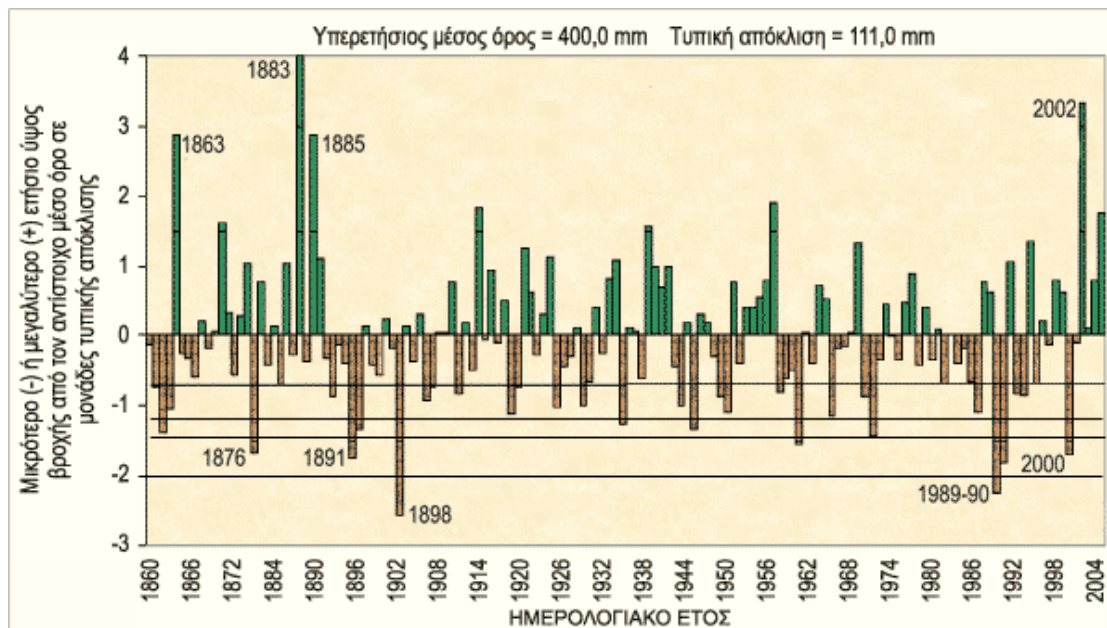
Βασική αιτία εκδήλωσης μιας ξηρασίας – καθώς και των υπολοίπων ακραίων καιρικών και κλιματικών φαινομένων – είναι η φυσική διακύμανση του κλίματος ενός τόπου. Ο όρος αυτός φανερώνει το «κληρονομικό» γνώρισμα του κλίματος να παρουσιάζει συχνά διαφορές μεταξύ των ημερήσιων, μηνιαίων ετήσιων κλπ τιμών της βροχής, θερμοκρασίας κλπ. και των αντίστοιχων μέ-

σων τιμών τους. Οι διαφορές αυτές των καιρικών παραμέτρων μπορεί να είναι μία, δύο ή περισσότερες φορές μεγαλύτερες ή μικρότερες από το μέσο όρο.

Η διακύμανση του κλίματος οφείλεται στη μείωση ή αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας (θερμότητας) που δέχεται κάθε τόπος στον πλανήτη τις διάφορες εποχές. Η αυξομείωση της θερμότητας με τη σειρά της επιφέρει αλλαγές στις «κανονικές κατευθύνσεις των αερίων μαζών ή τις μπλοκάρει» και διαταράσσει τον καιρό και το κλίμα. Έτσι π.χ. μία περιοχή που κανονικά θα δεχόταν βροχές σε μία εποχή, με τη διατάραξη της κυκλοφορίας των αερίων μαζών απομακρύνονται και οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας από αυτή και επικρατεί ξηρασία.

Προστίθεται ακόμα πως η μεταβολή της θερμότητας από τον ήλιο προς τη γη οφείλεται σε αιτίες που απορρέουν από τον ίδιο, καθώς και από την ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της γης. Στην πρώτη κατηγορία υπάγεται η αύξηση ή ελάττωση του αριθμού των ηλιακών κηλίδων που λαμβάνουν τη μέγιστη τιμή κάθε 11 χρόνια περίπου και στη δεύτερη, η ρύπανση της ατμόσφαιρας, οι εκρήξεις ηφαιστείων, το γνωστό φαινόμενο EL NINO, οι εκτεταμένες αλλαγές χρήσεων γης όπως π.χ. οι καταστροφές των δασών από πυρκαγιές, η αποψίλωση αυτών, η απερέμωση, η αστικοποίηση, η ύπαρξη και το λιώσιμο πάγων και χιονιού, κλπ.

Οι παραπάνω αιτίες εκδήλωσης ξηρασίας καθιστούν προφανώς πολύ δύσκολη την πρόγνωση της και δίνουν βαρύνουσα σημασία στη λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση του κινδύνου εκδήλωσής της.



Διαδοχή ξηρών και υγρών ετών στην Αττική την περίοδο 1860-2005

Η Ελλάδα λόγω της γεωγραφικής της θέσης στον πλανήτη μας είναι επιρρεπής στην εκδήλωση συχνών ξηρασιών. Οι πρώτες γραπτές πληροφορίες για την εκδήλωση ξηρασιών προέρχονται από κείμενα των αρχαίων ιστορικών μας. Στα κείμενα αυτά οι ξηρασίες συνήθως αναφέρονται ως σοβαρά εμπόδια στην εξέλιξη πολεμικών επιχειρήσεων. Αναφορές όμως για την εκδήλωση ξηρασιών στην Ελλάδα υπάρχουν επίσης και σε κείμενα όλων των μετέπειτα χρονικών περιόδων. Άλλη έμμεση πληροφορία για την εκδήλωση ξηρασιών στη χώρα μας στο παρελθόν είναι οι δενδροχρονολογικές σειρές που έχουν καταρτισθεί από διάφορους κλιματολόγους και μετεωρολόγους.

Σε αντίθεση με τις παραπάνω έμμεσες πληροφορίες, ποσοτικές πληροφορίες για την εκδήλωση ξηρασιών στη χώρα μας έχουμε μόνο για τα τελευταία 40–50 χρόνια που λειτουργούν διάφοροι βροχομετρικοί σταθμοί και μόνο για την Αθήνα τέτοια στοιχεία καλύπτουν την περίοδο από το 1860 μέχρι σήμερα. Στο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των 145 ετών σε ξηρά (καφέ) και υγρά (πράσινα) από δημοσιευμένα στοιχεία βροχής του Αστεροσκοπείου Αθηνών και του Ινστιτούτου μας.

Αναλυτικότερα, κάθε στήλη του διαγράμματος δείχνει πόσο μικρότερο ή μεγαλύτερο από το μέσο όρο (400 mm) σε μονάδες τυπικής απόκλισης (111 mm) είναι το ύψος βροχής του έτους που αντιπροσωπεύει. Θεωρητικά από τα 145 έτη, τα 77 θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως ξηρά και τα 68 ως υγρά. Όμως είναι γνωστό πως μία χρονιά αρχίζει να θεωρείται ως ξηρή αν το ύψος βροχής της είναι μικρότερο από το μέσο όρο κατά 0.5 έως 0.7 τυπικές αποκλίσεις (τ.α.). Με την αύξηση της διαφοράς αυτής μία ξηρασία θεωρείται ως μέτρια (διαφορά 0.8-1.2 τ.α.), ως ισχυρή (διαφορά 1.3-1.5 τ.α.), ως πολύ ισχυρή (διαφορά 1.5-1.9 τ.α.) και ως εξαιρετικά ισχυρή (διαφορά μεγαλύτερη από 2 τ.α.).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, από το διάγραμμα διαπιστώνεται πως τουλάχιστον η περιοχή της Απτικής κατά την περίοδο 1860 – 2005 επλήγη από 19 μέτριες ξηρασίες, 5 ισχυρές, 5 πολύ ισχυρές και 2 εξαιρετικά ισχυρές. Σε παρόμοια συμπεράσματα θα καταλήγαμε βέβαια και για άλλες περιοχές της χώρας μας, αν ήταν διαθέσιμα βροχομετρικά στοιχεία πολλών ετών.

Οι ξηρασίες που αναφέρθηκαν εκδηλώθηκαν ανά ακαθόριστα έτη και δεν φαίνεται να είχαν κάποια περιοδικότητα. Εξαίρεση αποτέλεσαν μόνο η διετής ξηρασία του 1989-90 και εκείνη του 2000 που συνέπεσαν με το μέγιστο αριθμό ηλιακών κηλίδων οι οποίες επηρεάζουν την ακτινοβολία προς τη γη. Γι' αυτό η σχέση εμφάνισης ξηρασίας και ηλιακών κηλίδων πρέπει να μας προβληματίζει ιδιαίτερα καθόσον από το 2007 όλο και περισσότερο θα αυξάνεται ο κίνδυνος εκδήλωσης μίας ισχυρής ξηρασίας στη χώρα μας. Αλλά και χωρίς να περιμένουμε το μέγιστο των ηλιακών κηλίδων, είναι φανερό πως ο κίνδυνος αυτός θα αυξάνει συνεχώς και από άλλες αιτίες όσο θα αυξάνει ο αριθμός των υγρών ετών που διανύουμε.

Επομένως, είναι αναγκαία και επιβεβλημένη η λήψη μέτρων και η κατασκευή έργων για ορθολογική αντιμετώπιση του κινδύνου εκδήλωσης αυτού του ακραίου κλιματικού φαινομένου.

3.3.3 Διαχείριση της ξηρασίας

Τονίστηκε προηγουμένα πως οι ξηρασίες θεωρούνται σήμερα ως κανονικά χαρακτηριστικά της διακύμανσης του κλίματος. Επομένως ανεξάρτητα από την αλλαγή του ή όχι από ανθρωπογενείς επιδράσεις, ξηρασίες θα εμφανιστούν αναπόφευκτα και στη χώρα μας στο μέλλον. Βέβαια μετά τις ισχυρές ξηρασίες του 1989-90 και του 2000, έγιναν μέχρι σήμερα πολλές ενέργειες σε επίπεδο προσφοράς και ζήτησης νερού για τη μείωση των επιπτώσεων από μελλοντική τους επανεμφάνιση. Όμως ο σχεδιασμός αντιμετώπισης των επιπτώσεων ενός τέτοιου φαινομένου πρέπει να είναι διαρκής. Ο σχεδιασμός αυτός πρέπει να γίνεται βέβαια από διεπιστημονική ομάδα ειδικών και με ολιστική προοπτική αφού η ξηρασία είναι η συνισταμένη των αποτελεσμάτων της διατάραξης των μετεωρολογικών, υδρολογικών, αγροτικών και κοινωνικό-οικονομικών συνθηκών μιας περιοχής. Σύμφωνα με τα παραπάνω, ως συμβολή στην ορθολογική διαχείριση αυτού του ακραίου φαινομένου στον τόπο μας εκφράζονται οι παρακάτω απόψεις:

Διαχείριση της κρίσης της ξηρασίας

Η αντιμετώπιση των δυσμενών επιπτώσεων από ξηρασία επιχειρείται συχνά με κατασταλτικά κυρίως μέτρα που λαμβάνονται μετά την εκδήλωσή του φαινομένου. Τέτοια μέτρα αφορούν πρωτίστως στην αύξηση της προσφοράς νερού, στη μείωση της ζήτησης και στην αποζημίωση των πληγέντων. Στην προκειμένη περίπτωση γίνεται δηλαδή διαχείριση της κρίσης της ξηρασίας. Τα μέτρα που αναφέρθηκαν διαρκούν τόσο όσο και η ξηρασία και τα αποτελέσματά τους δεν είναι κατά κανόνα ικανοποιητικά. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη υποδομής για αντοχή των συστημάτων που πλήττονται από ξηρασία και στην ανετοιμότητα των διαχειριστών των φυσικών πόρων και των υδατικών συστημάτων να εκτιμήσουν εγκαίρως την ένταση, διάρκεια και την περιοχή επικράτησης της ξηρασίας.

Το χειρότερο όμως είναι πως πολλά από τα μέτρα και έργα που προτείνονται από τις κυβερνήσεις κατά τη διάρκεια της ξηρασίας, εγκαταλείπονται ημι-

τελή ή δεν κατασκευάζονται καθόλου μόλις αρχίσουν οι βροχοπτώσεις. Επιπλέον, οι επιπτώσεις της ξηρασίας ξεχνιούνται μέχρι να “χτυπήσει” η επόμενη με πιο δυσμενείς επιπτώσεις. Ο φαύλος αυτός κύκλος “διαχείρισης” της ξηρασίας απεικονίζεται με τον υδρο-παράλογο κύκλο της.

Διαχείριση του κινδύνου εκδήλωσης ξηρασίας

Η αναποτελεσματικότητα των μεθόδων διαχείρισης “της κρίσης της ξηρασίας” οδήγησε τις κυβερνήσεις πολλών χωρών και τους αρμόδιους φορείς τους “να σπάσουν τον υδρο-παράλογο κύκλο της ” και να τον προσαρμόσουν σε μέτρα και έργα που αφορούν το σχεδιασμό του κινδύνου εκδήλωσης ξηρασίας σε μια περιοχή παρά στη διαχείριση αυτής κατά την επικράτηση. Έτσι η σύνταξη σχεδίου και γενικότερα η χάραξη εθνικής πολιτικής και στρατηγικής αντιμετώπισης των ξηρασιών από κάθε χώρα επιρρεπή σε αυτές, θεωρείται σήμερα ως ενέργεια άμεσης προτεραιότητας.

Αναλυτικότερα, ως σχέδιο αντιμετώπισης των ξηρασιών χαρακτηρίζονται όλες οι ενέργειες και τα μέτρα που λαμβάνονται εκ των προτέρων από τα κέντρα λήψης των αποφάσεων, τη βιομηχανία αλλά και από τους πολίτες γενικότερα μιας χώρας, για τη μείωση των δυσμενών τους επιπτώσεων.

Ο τρόπος σύνταξης και εφαρμογής ενός τέτοιου σχεδίου προφανώς διαφέρει μερικώς από χώρα σε χώρα ανάλογα με τα κλιματικά της χαρακτηριστικά, την οικονομία, την κοινωνική της δομή, τους φυσικούς της πόρους κλπ. Σε γενικές όμως γραμμές και σύμφωνα με τα συμπεράσματα διεθνών συνεδρίων και δημοσιεύσεων για το θέμα αυτό, μπορεί να περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Τη συγκρότηση Τακτικής Επιτροπής από διεπιστημονική ομάδα ειδικών στις ξηρασίες για την επίβλεψη και το συντονισμό του σχεδίου, καθώς και το συντονισμό της πολιτικής μετά τη σύνταξη του σχεδίου και κατά τη διάρκεια εμφάνισης ξηρασιών.
2. Τη χάραξη πολιτικής για τις ξηρασίες και τον καθορισμό των αντικειμενικών στόχων του σχεδίου.

3. Την επίλυση των αντιπαραθέσεων μεταξύ ομάδων με περιβαλλοντικά και οικονομικά συμφέροντα.
4. Την καταγραφή των φυσικών πόρων, του ανθρώπινου δυναμικού και των οικονομικών και νομικών περιορισμών εφαρμογής του σχεδίου.
5. Τη σύνταξη των μεθόδων μείωσης των επιπτώσεων των ξηρασιών.
6. Τον καθορισμό θεμάτων για έρευνα.
7. Το συντονισμό νομοθετικών και πολιτικών θεμάτων.
8. Την εφαρμογή του σχεδίου ξηρασίας.
9. Τη σύνταξη προγραμμάτων εκπαίδευσης των πολιτών σχετικά με την αντιμετώπιση των ξηρασιών.
10. Την καθιέρωση διαδικασιών αξιολόγησης του σχεδίου.

Η αποδοχή όμως ενός τέτοιου σχεδίου σε μια χώρα, παρά την αναγκαιότητα και χρησιμότητά του, προσκρούει σε σημαντικό αριθμό δυσκολιών και κυρίως:

- Στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων των ξηρασιών για μακρό χρονικό διάστημα με περιστασιακά μέτρα ή μέτρα διαχείρισης της κρίσης.
- Στην αβεβαιότητα που επικρατεί ως προς το χρόνο εμφάνισης, αλλά και ως προς τα χαρακτηριστικά των μελλοντικών ξηρασιών.
- Στην έλλειψη συνήθως ενδιαφέροντος από τις κυβερνήσεις, τους πολίτες και τα ΜΜΕ για φαινόμενα που θα συμβούν στο μέλλον και
- Στην πιθανή παρανόηση των επιστημονικών απόψεων για τις ξηρασίες από τα κέντρα λήψης των αποφάσεων ή τα ΜΜΕ.

Οι παραπάνω δυσκολίες αποδοχής και σύνταξης ενός τέτοιου σχεδίου υπάρχουν προφανώς και στη χώρα μας. Όμως, μπορούν να παρακαμφτούν αν ληφθεί υπόψη πως οι ξηρασίες πλήττουν το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού από κάθε άλλη φυσική καταστροφή, οι επιπτώσεις τους θα είναι πιο δυ-

σμενείς στο μέλλον, το κόστος μείωσης αυτών είναι πολύ μεγαλύτερο από τη σύνταξη και λειτουργία του σχεδίου και επιπλέον υπάρχει όλη η βασική υποδομή και το επιστημονικό δυναμικό στην Ελλάδα για τη σύνταξή του. Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης ενός τέτοιου σχεδίου στο υπάρχον σχέδιο αντιμετώπισης των φυσικών καταστροφών ή σε ένα ευρύ σχέδιο διαχείρισης των υδατικών πόρων. Ακόμα υπενθυμίζεται πως η προστασία όχι μόνο από ξηρασίες αλλά και από κάθε φυσική καταστροφή, είναι ανάγκη και “αίτημα” των πολιτών της χώρας μας και ηθική υποχρέωση της κάθε κυβέρνησης και των αρμόδιων φορέων της. Τέλος προστίθεται πως η αντοχή μιας χώρας στους κινδύνους από φυσικές καταστροφές αποτελεί τον καθρέπτη οργάνωσης και ανάπτυξης αυτής.



Ο διαρκής σχεδιασμός αντιμετώπισης των επιπτώσεων από μελλοντικές ξηρασίες μπορεί να μας αποτρέψει να βιώσουμε ξανά παρόμοια γεγονότα στον τόπο μας.

3.4 Εδαφικοί παράγοντες

Την αξία των παρακάτω φυσικών παραγόντων θα καταλάβουμε αν αναλογιστούμε ότι το έδαφος είναι ο κύριος αποταμιευτήρας νερού. Ο ρόλος του μέσα τον υδρολογικό κύκλο είναι τεράστιος. Η δημιουργία χειμάρρων, πλημμύρων, επιφανειακής αλατώσεως του νερού και άλλων καταστροφικών φαινομένων που οδηγούν στην έλλειψη νερού μιας ή περισσότερων περιοχών, εξαρ-

τάται από την φυσική κατάσταση του εδάφους, όπως αυτό έχει διαμορφωθεί με την πάροδο των αιώνων.

Το έδαφος αποτελεί την πιο πολύτιμη κληρονομιά μας, την σπονδυλική στήλη της γεωργίας μας. Είναι μια μη ανανεώσιμη πλουτοπαραγωγική πηγή, απαραίτητη και αναντικατάστατη για την επιβίωση και την ανάπτυξη της Χώρας. Η διάβρωση προκαλεί την υποβάθμιση του εδάφους - την μερική ή ολική απώλεια της παραγωγικότητας του.

Κάτω από αδιατάρακτες φυσικές συνθήκες η κόμη των δένδρων, ο ξηροτάπητας και ο χλωροτάπητας καθώς και το ριζόπλευγμα ανακόπτουν την διαμεριστική και μεταφορική ικανότητα του νερού και του ανέμου και η διάβρωση είναι τόσο αργή, όσο και ο σχηματισμός του εδάφους από το μητρικό πέτρωμα. Για τον σχηματισμό της πρώτης ίντσας (2,54 cm) εδάφους από το μητρικό πέτρωμα χρειάζονται 300 έως 1000 χρόνια. Περισσότερα χρόνια χρειάζονται για τον σχηματισμό της δεύτερης ίντσας και πολύ περισσότερο για τον σχηματισμό της τρίτης ίντσας. Αντίθετα, για τη διάβρωση μιας ίντσας (2,54 cm) εδάφους, ανάλογα και με τη φυτική κάλυψη, για μέσης μηχανικής σύστασης εδάφη απαιτούνται 2 - 5 χιλιάδες χρόνια, για τα αμμώδη εδάφη 4 χιλιάδες χρόνια και για τα αμμο-αργιλώδη 11,5 χιλιάδες χρόνια.

Κάτω από φυσικές συνθήκες η δημιουργία του εδάφους είναι ταχύτερη από αυτή της απώλειας. Η αφαίρεση όμως της φυτικής κάλυψης, που κυρίως συμβαίνει με την παρέμβαση του ανθρώπου, αφήνει εκτεθειμένο το έδαφος στις διαβρωτικές δυνάμεις του νερού και του ανέμου, με αποτέλεσμα την αφαίρεση περισσότερου χώματος απ' αυτό που μπορεί να δημιουργηθεί.

Ο ορεινός χώρος της Ελλάδας καλυπτόταν σχεδόν ολόκληρος με δασική βλάστηση. Το ποσοστό δασοκάλυψης της χώρας ανέρχονταν στο 48%. Η ληστική εκμετάλλευση, η έντονη βόσκηση, η αιγοτροφία, οι εκχερσώσεις και ιδιαίτερα οι πυρκαγιές των δασών, είχαν σαν συνέπεια τον περιορισμό των δασών στο μικρό ποσοστό του 19%. Με την απομάκρυνση της δασικής βλάστησης άρχισε και η έντονη διάβρωση, με συνέπεια την δημιουργία καταστρεπτικών χειμάρρων, οι οποίοι δέχονται τα προϊόντα της διάβρωσης από αντί-

στοιχες λεκάνες απορροής, που καλύπτουν εδαφική επιφάνεια περίπου 30.000.000 στρεμμάτων.

Τα Ελληνικά εδάφη είναι από τα πιο ευαίσθητα στην διάβρωση. Το μικρό σχετικά ποσοστό οργανικής ουσίας που περιέχουν, τα ψαθυρά γεωλογικά υλικά, που καλύπτουν μεγάλο μέρος της επιφανείας, ο ορεινός χαρακτήρας και οι ισχυρές κλίσεις σε συνδυασμό με το ξηρό μεσογειακό κλίμα και τις ραγδαίες βροχές του χειμώνα, συντελούν στην έντονη διάβρωση των εδαφών μας.

Επί πλέον η άροση, η υπερβόσκηση, η εκχέρσωση, η αποψίλωση των δασών και τα τεχνικά έργα, έχουν απογυμνώσει το έδαφος από τη φυσική του κάλυψη και έχουν επιταχύνει τον ρυθμό διάβρωσης κατά 2-30 φορές από το μέγιστο ανεκτό όριο της.

Η διάβρωση του εδάφους επιφέρει τεράστιες ζημιές στην γεωργία και αποτελεί δυναμικό παράγοντα ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων. Τα παραπάνω δικαιολογούν τον χαρακτηρισμό που αποδίδεται στην χώρα μας, ως "χώρα διάβρωσης".

Οι εδαφικοί παράγοντες που επηρεάζουν την διάβρωση του εδάφους, είναι η υδατοϊκανότητά του και η διηθητικότητα του. Όσο ταχύτερα διηθείται το νερό στο έδαφος, τόσο περισσότερο αντιστέκεται στην διάβρωση. Όταν η ποσότητα της βροχής δεν προλαβαίνει να διηθηθεί ή ξεπεράσει το ποσό της υδατοϊκανότητας αρχίζει η απορροή και η διάβρωση.

Η υδατοϊκανότητα εξαρτάται από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους.

Οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους είναι το ενεργό βάθος, η υφή, η δομή και η συνοχή του. Αβαθή εδάφη παρουσιάζουν έντονη διάβρωση αλλά και δυσχέρειες στα αντιδιαβρωτικά έργα. Τα υγρά εδάφη είναι περισσότερο ανθεκτικά, γιατί αντιδρούν περισσότερο στην παρασυρτική δύναμη του νερού. Εδάφη χονδρής σφαιροειδούς δομής, παρουσιάζουν ισχυρή αντίσταση. Χονδρόκοκκα εδάφη απορροφούν εύκολα μεγάλες ποσότητες νερού και όταν αυτά κορεστούν αρχίζει η επιφανειακή απορροή. Τα λεπτόκοκκα παρουσιάζουν έντονη

διάβρωση, λόγω της περιορισμένης διήθησης. Εδάφη με ενδιάμεση υφή παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην διάβρωση.

Εδάφη που περιέχουν εύθρυπτη άργιλο προβάλλουν αντίσταση στην διάβρωση. Μικρότερη διάβρωση παρουσιάζουν και τα μέτρια αλκαλικά ή ουδέτερα εδάφη. Μείωση της διάβρωσης δε, παρουσιάζουν τα πλούσια σε θρεπτικά και κυρίως σε οργανικά ουσία εδάφη.

3.5 Λειψυδρία στα υπόγεια νερά

Παρακολουθώντας την πορεία των βροχοπτώσεων στην Ελληνική επικράτεια, φαίνεται πως οι παρατηρούμενες ανομβρίες τα τελευταία χρόνια δεν είναι οι μόνες των τελευταίων 50 ετών και ούτε οι χειρότερες, που έχουν εμφανισθεί.

Γενικά μελετώντας την πορεία των βροχοπτώσεων, μπορεί να ειπωθεί πως παρατηρείται μια περιοδικότητα σ' αυτές . Είναι λοιπόν γεγονός ότι διανύουμε την περίοδο των χαμηλών βροχοπτώσεων και ιδιαίτερα η τελευταία πενταετία εμφανίζεται με τις μικρότερες τιμές της τελευταίας 20ετίας. Έχοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω θεωρείται σοβαρό λάθος, να πιστεύει κανείς, ότι η παρατηρούμενη λειψυδρία στα υπόγεια νερά οφείλεται αποκλειστικά στο μεγαλύτερο βαθμό, στην ανομβρία, μιας και τέτοια φαινόμενα δεν έχουν καταγραφεί παλιότερα και σε πιο ισχυρές ανομβρίες, τουλάχιστον με την ένταση που αυτά αναφέρονται σήμερα. Ποια είναι λοιπόν η διαφορά του τότε από το σήμερα; Σαφώς στον αριθμό των υδροληπτικών έργων και στο είδος της υδρομάστευσης. Παλιότερα η έλλειψη νερού λόγω ανομβρίας εμφανιζόταν κυρίως με τον περιορισμό της ροής των μικρών πηγών, ή των αρτεσιανών κάτι ανάλογο εξ' άλλου παρατηρείται και σήμερα στα περισσότερα καρστικά πεδία (όσα τουλάχιστον είναι γνωστά).

Έτσι λοιπόν το καθεστώς της σημερινής εκμετάλλευσης των υπόγειων υδροφοριών, που αναπτύσσονται κυρίως σε αλλουβιακές και νεογενείς αποθέσεις, σε πολλές περιπτώσεις έχει προσεγγίσει τα επιτρεπόμενα όρια. Δεν είναι

όμως λίγες οι περιοχές στις οποίες παρατηρούνται ελλειμματικά ισοζύγια κατ' αρχάς λόγω των υπερεκμεταλλεύσεων αλλά και λόγω του περιορισμού των βροχοπτώσεων τα τελευταία χρόνια.

Στην εικόνα του σχ. 3.5.1.α φαίνεται η πορεία της υδροστατικής στάθμης δύο ανενεργών γεωτρήσεων, σε περιοχές πλειοστοκαινικών αποθέσεων (νομό Ροδόπης και περιοχή Αλεξ/πολης) για την τελευταία σχεδόν 10ετία. Εδώ είναι σαφέστατη η τάση μείωσης τόσο των μέγιστων όσο και των ελάχιστων χρόνων με το χρόνο και ανεξάρτητα από την ετήσια πορεία των βροχοπτώσεων της ίδιας περιοχής (σχ. 3.5.1.β), ιδιαίτερα η γεώτρηση της Αλεξ/πολης, όπου περιβάλλεται, από γεωτρήσεις που υπεραντλούνται. Το σχήμα αυτό πιστεύουμε ότι δίνει την ολοκληρωμένη εικόνα, από την οποία φαίνεται ότι η λειψυδρία των υπόγειων νερών οφείλεται κυρίως στην υπερεκμετάλλευση. Τα φαινόμενα αυτά έχουν αρχίσει πριν από λίγα χρόνια να είναι πλέον εμφανή και η ανομβρία των τελευταίων ετών απλά και μόνο βοήθησε να ενταθούν ακόμη περισσότερο.

Συμπερασματικά θα μπορούσαν να ειπωθούν τα εξής:

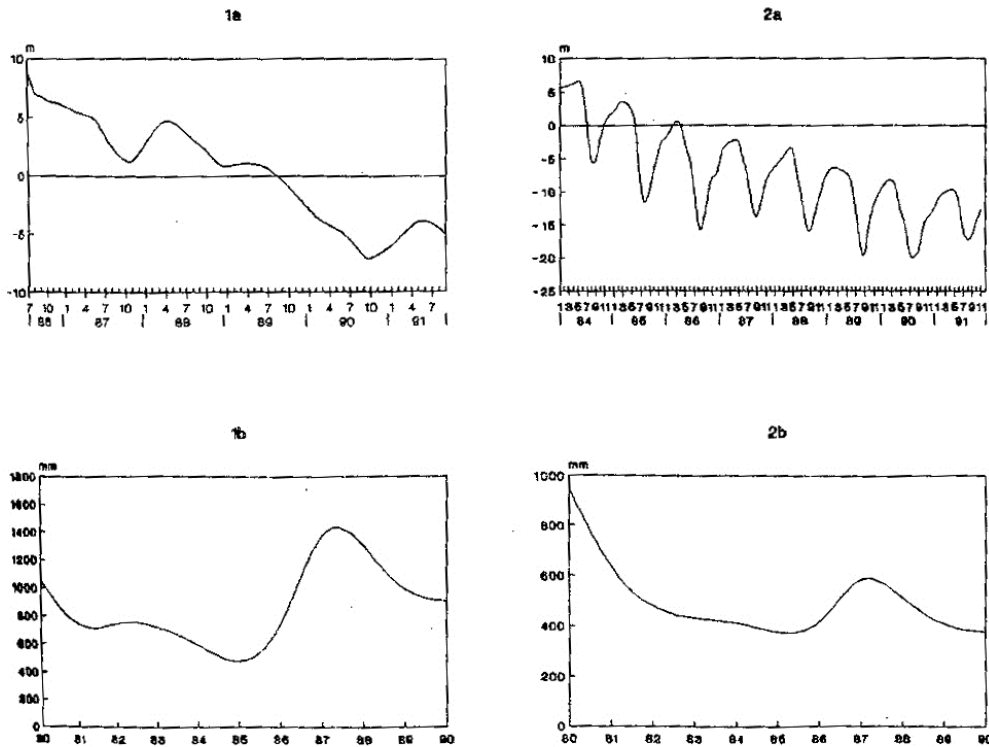
Η επιχειρούμενη ταύτιση του φαινομένου της λειψυδρίας των υπόγειων νερών με την παρατηρούμενη τα τελευταία χρόνια ανομβρία, ελάχιστα ευσταθεί.

Στις υδρογεωλογικές λεκάνες που γίνεται εκμετάλλευση σύμφωνα με τις υποδείξεις κάποιας τεκμηριωμένης επιστημονικής έρευνας και όπου τηρήθηκε με αυστηρότητα ο υποδεικνυόμενος αριθμός υδρογεωτρήσεων, έχουν αντέξει στις δυσμενείς συνθήκες των τελευταίων ετών, με την εμφάνιση βέβαια κάποιων μικρών προβλημάτων.

Στις λεκάνες όμως, που η εκμετάλλευση του υπόγειου νερού γίνεται με ληστρικό τρόπο κάτω από την πίεση και τη δικαιολογία της καθυστερημένης ανάπτυξης και του μικρού αγροτικού εισοδήματος, τα μικρά προβλήματα των προηγούμενων λεκανών, εδώ έχουν γίνει τεράστια χωρίς προοπτική πολλές φορές επίλυσης τους.

Οι ευθύνες βέβαια μοιράζονται τόσο στους χρήστες όσο και στην πολιτεία και κυρίως σ' αυτή, που ανέχεται και πολλές φορές συνηγορεί στην εξάντληση και κατά συνέπεια στην καταστροφή του υπόγειου δυναμικού.

Προοπτική σήμερα αναστροφής του φαινομένου, δεν φαίνεται πιθανή, κάτω από το σημερινό καθεστώς εκμετάλλευσης. Απαιτούνται δραστικά μέτρα περιορισμού της "ληστρικής" εκμετάλλευσης καθώς και προώθηση προγραμμάτων τεχνητού εμπλουτισμού.



**Σχήμα 3.5.1 (α) Υπερετήσια πορεία στάθμης γεωτρήσεων σε πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις (1) περιοχή Αλεξ/πολης, (2) περιοχή Κομοτηνής.
(β) Μεταβολή των ετήσιων τιμών του ύψους των βροχοπτώσεων στην περίοδο 1980/90 σταθμών (1) Αισύμης Έβρου, (2) Πόρπης Ροδόπης.**

3.6 Γεωργία



Η αρδευόμενη γεωργία στην χώρα μας αλλά και σε άλλες χώρες του κόσμου, όπου έχει αναπτυχθεί, είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού και συνεπώς συμβάλλει ουσιαστικά στην εμφάνιση της λειψυδρίας.

Το 69% του καθαρού νερού που χρησιμοποιείται από την ανθρωπότητα, καταναλώνεται στην γεωργία. Καθώς περνούν οι δεκαετίες όλο και πιο πολλές ξηρές εκτάσεις άρχισαν να καλλιεργούνται με την βοήθεια αρδεύσεων μεγάλης κλίμακας. Αλλά δεν υπάρχουν πλέον απεριόριστες ποσότητες νερού για να κάνουν τις έρημους να ανθίσουν.

Η Ελλάδα έρχεται πρώτη ανάμεσα στις χώρες της Νότιας Ευρώπης στην κατανάλωση νερού στον γεωργικό τομέα, διαθέτοντας το 85% των συνολικών απολήψεων νερού στην άρδευση, ποσοστό που ξεπερνάει κατά πολύ τον παγκόσμιο μέσο όρο. Στην χώρα μας από τα 40.000.000 περίπου στρέμματα της γεωργικά εκμεταλλευόμενης γης, αρδεύονται σήμερα τα 13.000.000 με μέσο όρο 300 m³/στρ. Η παρακάτω εικόνα εμφανίζει την καλλιεργούμενη και αρδευθείσα έκταση σε επίπεδο χώρας(2000).

Καλλιέργειες	¹ Καλλιεργούμενη έκτα- (χιλ. στρεμ.)	Αρδευθείσα (χιλ. στρεμ.)	έκταση (%)
Αροτραίες	22794,69	8878,59	38,95
Κηπευτικές	1192,48	1103,46	92,53
Αμπελώνες	1467,02	326,63	22,26
Δενδρώδεις	9299,29	2835,52	30,49
Σύνολο	34753,48	13144,19	37,82
Αγροανάπαυση	4943,47		
Σύνολο	3969,95		
Διπλ. καλ., δρομ.	343,55		
Γεωργική γη	33,40		

Ας μην ξεχνάμε όμως ότι οι έντονα αβροδίατες περιοχές που είναι η Δυτική Ελλάδα και η Ήπειρος δεν συμπίπτουν με τις κατ' εξοχήν γεωργικές περιοχές που είναι η Θεσσαλία, η Κεντρική και Ανατολική Μακεδονία και η Θράκη.

Στο κυνήγι της αποδοτικότητας των καλλιεργειών ο μεγάλος χαμένος είναι το νερό των ποταμών, των λιμνών και των υπόγειων υδροφορέων. Η χρήση βιοκτόνων και λιπασμάτων που έχει πλέον γενικευτεί, είναι ίσως η πιο διάχυτη πηγή μόλυνσης των νερών και για αυτό είναι δυσκολότερο να ελεγχθεί. Πολύ συχνά οι αγρότες για να είναι σίγουροι για την σοδειά τους, ρίχνουν περισσότερο λίπασμα απ' όσο χρειάζεται το χωράφι τους. Έτσι, τα πλεονάζοντα θρεπτικά συστατικά, όπως τα φωσφορικά άλατα που προέρχονται από το χώμα και τα νιτρικά που είναι αδιάλυτα στο νερό, ξεπλένονται με την βροχή και την διάβρωση και καταλήγουν στα κοντινά ρυάκια, στις λίμνες και στα ποτάμια. Τόσο ανησυχητική έγινε η παρουσία των νιτρικών αλάτων στο νερό, ώστε η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγκάστηκε να ψηφίσει ειδική νομοθεσία το 1991.

Η χρησιμοποίηση λοιπόν του νερού στις αρδευόμενες καλλιέργειες που όπως είναι γνωστό είναι οι πλέον υδροφόρες, συμβάλλει περισσότερο απ' όλους τους άλλους παράγοντες, τόσο στην μείωση των πάσης προελεύσεως επιφανειακών και υπογείων νερών, όσο και στην χειροτέρευση της ποιότητας του με την συνεπικουρία του στην διάλυση και έκπλυση αλάτων, εντομοκτόνων, φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων.

3.7 Κακός σχεδιασμός εγγειοβελτιωτικών έργων

Η υπερεντατική διαχείριση των υδροφόρων ταμιευτήρων απαιτεί την τοπική και χρονική παρακολούθηση και την άμεση παρέμβαση των ειδικών επιστημόνων, αν υπάρχουν ανησυχητικά φαινόμενα. Ο κίνδυνος που απειλεί τους υδροφόρους ταμιευτήρες είναι η καταστροφή τους από την υφαλμύριση, δηλαδή την είσοδο της θάλασσας και την μόλυνση, και τα δύο είναι φαινόμενα μη αναστρέψιμα.

Ο όγκος του υπόγειου νερού που μπορούμε να αντλήσουμε από έναν υδροφόρο ορίζοντα καθορίζεται από την λεγόμενη παροχή ασφαλείας, που είναι η ποσότητα του νερού που μπορούμε να αντλήσουμε ετησίως, όταν:

α) Δεν υπερβαίνει την φυσική ετήσια αναπλήρωση και

β) Δεν προκαλεί μεταβολή της ποιότητας του νερού.

Τα τελευταία χρόνια ακόμα και στην χώρα μας, έχει εμφανισθεί η λεγόμενη "επιδημία γεωτρήσεων" που οφείλεται στην αγωνία και την άγνοια των χρηστών της, ιδιαίτερα σε περιόδους ανομβρίας. Έτσι, οι ραβδοσκόποι και οι κάθε λογής καιροσκόποι και κερδοσκόποι θησαυρίζουν. Υπολογίζεται ότι αυτή την στιγμή άνω των 130 γεωτρήσεων αλωνίζουν την Αττική χωρίς κανέναν έλεγχο.

Στην Θεσσαλία οι περίπου 9.000 νόμιμες και άλλες τόσες παράνομες γεωτρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί, κατεβάζουν κάθε τόσο την στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα κατά 6m.

Από πολλούς πιστεύεται ότι τα αποθέματα αυτά είναι ανεξάντλητα, γι' αυτό και καθημερινά γινόμαστε μάρτυρες του φαινομένου των αυθαίρετων γεωτρήσεων, ακόμα και από ιδιοκτήτες ολίγων εκατοντάδων ή δεκάδων m². Επίσης, παρατηρείται το φαινόμενο, σε ορισμένες χαμηλές περιοχές κοντά στην θάλασσα, η υπεράντληση καλής ποιότητας νερού να επιτρέπει την είσοδο στο υδροφόρο στρώμα, θαλασσινού νερού με συνέπεια την βαθμιαία αλάτωση του γλυκού νερού.

Θεωρητικά βέβαια τα υπόγεια νερά θα πρέπει να καταταγούν στους ανανεώσιμους φυσικούς πόρους. Στην πραγματικότητα όμως τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια συνεχής πτώση της στάθμης των υπογείων υδάτων.

Μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει αξιολόγηση της κατασκευής και της λειτουργίας των εγγειοβελτιωτικών έργων στην Ελλάδα, έτσι ώστε να υπάρξουν τεκμηριω-

μένες απαντήσεις στα ερωτήματα που αφορούν στις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και στον άνθρωπο.

Οι «εγγειοβελτιωτικοί» ισχυρίζονται ότι σώθηκαν οι άνθρωποι, ευημέρησε η χώρα και το περιβάλλον έχει τρόπο να προσαρμοστεί στα ανθρώπινα έργα.

Οι «περιβαλλοντικοί» ισχυρίζονται ότι καταστράφηκε το περιβάλλον, εξαφανίστηκε η χλωρίδα και πανίδα, κινδυνεύει η ζωή και η φύση εκδικείται τα ανθρώπινα έργα.

Κατά τον ΨΙΛΟΒΙΚΟ (1996) "Από καθαρά γεωγραφική σκοπιά η αλήθεια δεν βρίσκεται στη μέση. Άλλοτε βρίσκεται στη μια άκρη (εγγειοβελτιωτικοί) με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη λεκάνη των Σερρών και άλλοτε βρίσκεται στην άλλη άκρη (περιβαλλοντικοί) με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη λεκάνη της Κάρλας. Φυσικά κινείται πάντοτε μεταξύ των δύο άκρων.

α. Στην τεκτονική λεκάνη των Σερρών υπήρχε το μεγάλο ποτάμιο σύστημα του Στρυμόνα με υπερετήσια απορροή $2.5-3.0 \times 10^9 \text{ m}^3$, το οποίο διέσχιζε την πεδιάδα των Σερρών με έκταση περίπου 1.200.000 στρ. και πλημμύριζε τις χαμηλές εκτάσεις της (λίμνη Αχινού και έλη με έκταση 200.000 στρ.). Περίπου 11.000.000 στρ. της υδρολογικής λεκάνης του Στρυμόνα βρίσκονται εκτός της Ελλάδας. Το 1932-33 αποξηράθηκε η λίμνη Αχινού, κατασκευάστηκε ο αντιπλημμυρικός ταμιευτήρας της Κερκίνης, αποστραγγίστηκαν τα έλη, διευθετήθηκαν οι κοίτες του Στρυμόνα και των χειμάρρων και εκτελέστηκαν δασοτεχνικά έργα αντιδιαβρωτικής προστασίας. Χρειάστηκαν 20-30 έτη για να ολοκληρωθεί η διαδικασία των ανθρωπογενών επεμβάσεων του 1ου Σταδίου. Ακολούθησε το 2ο Στάδιο της κατασκευής αρδευτικών δικτύων, το οποίο συνεχίζεται. Από τα 60000 στρ. αρδευόμενων καλλιεργειών, φθάσαμε στα 750.000 στρ. με στόχο τα 1.020.000 στρ.

Στο χρονικό αυτό διάστημα το κλονισμένο φυσικό περιβάλλον βρήκε το χρόνο να ανακάμψει, να αποκαταστήσει τις λειτουργίες του και να βελτιωθεί θεαματικά με τη βοήθεια της λίμνης Κερκίνης. Ενός αντιπλημμυρικού έργου που έγινε υγροβιότοπος με παγκόσμια σημασία (συνθήκη Ramsar).

Το παράδειγμα αυτό δείχνει ότι μπορούν να συμβαδίσουν και να συνυπάρξουν τα εγγειοβελτιωτικά-αναπτυξιακά έργα, με το φυσικό περιβάλλον και τα οικοσυστήματα. Είναι μάλιστα αξιοσημείωτο ότι η λειτουργία της Κερκίνης ως ταμιευτήρα άρδευσης (γέμισμα-άδειασμα) τη διασώζει από τον ευτροφισμό.

Στη λεκάνη των Σερρών υπάρχει διαθέσιμο υδατικό δυναμικό, επιφανειακό και υπόγειο, το οποίο προσφέρει τη δυνατότητα παραπέρα ανάπτυξης με την κατασκευή έργων.

β. Η Καρστική λεκάνη της Κάρλας (Α. Θεσσαλία), είχε περιορισμένη λεκάνη απορροής (1650000 στρ.), με υπόγεια αποστράγγιση των ορεινών όγκων και περιορισμένη επιφανειακή απορροή. Η έκταση του πεδινού της τμήματος ήταν περίπου 425000 στρ, από τα οποία τα 60000 ήταν υγράτοποι (λίμνη και έλη) με περιοδικές κατακλύσεις 180000 στρ.

Ο ποταμός Πηνειός διέρχονταν βορείως της λεκάνης της Κάρλας και τροφοδοτούσε τη λίμνη με νερό σε περιόδους υψηλών πλημμυρών, υπερχειλίστηκα (ρ. Ασμάκι).

Το 1962 αποξηράθηκε η Κάρλα μέσω σήραγγας παροχετευτικής ικανότητας $8.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ προς τον Παγασητικό κόλπο, αποστραγγίστηκε η περιοχή και άρχισε η καλλιέργεια της πεδιάδας. Λόγω της μικρής παροχετευτικότητας της σήραγγας ένα τμήμα της εξακολουθεί να πλημμυρίζει (ΝΔ).

Οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό άρχισαν να ικανοποιούνται από τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα μέσω υδρομετρήσεως, με συνέπεια την υπεράντληση και την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού.

Ταυτόχρονα οι στραγγιστικές τάφροι της Κάρλας δέχονταν λύματα εργοστασίων της Λάρισας και γεωργικά ρυπαντικά φορτία τα οποία οδήγησαν σε σοβαρή ρύπανση της περιοχής και στη μεταφορά της ρύπανσης στον Παγασητικό κόλπο.

Ο βιόκοσμος που ήταν πλούσιος στην Κάρλα, ιδιαίτερα σε ψάρια (600 τόνοι) και πτηνά (143 είδη με πληθυσμό 450.000) κλονίστηκε, δεν μπόρεσε να βρει εναλλακτικό χώρο ανάπτυξης και τελικά οδηγήθηκε σε καταστροφή.

Στην Κάρλα τα εγχειοβελτιωτικά έργα οδήγησαν σε καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος, σε εξάντληση των υδατικών πόρων, σε ρυπάνσεις και τελικά ούτε στον άνθρωπο προσέφεραν, ούτε στο περιβάλλον. Επιπλέον οδήγησαν και σε ανατροπή της παράδοσης των παρακάρλιων περιοχών.

Γι' αυτό σήμερα επιχειρείται η μερική αποκατάσταση της Κάρλας. Η λύση αυτή θα μπορούσε να επιβληθεί από τον αρχικό σχεδιασμό, όπως έγινε στις Σέρρες.

Σήμερα, στην Κάρλα δεν υπάρχει διαθέσιμο υδατικό δυναμικό και αυτό που υπάρχει στο χώρο της Θεσσαλίας δεν επαρκεί. Γι' αυτό κρίθηκε αναγκαία η μεταφορά νερού από τον Αχελώο. Όχι για να αυξηθούν οι αρδευόμενες εκτάσεις, αλλά για να καλυφθεί το έλλειμμα νερού, να αποκατασταθούν οι υπόγειοι υδροφόροι ορίζοντες και να βελτιωθεί το περιβάλλον.

Τελικά η κατασκευή και η λειτουργία εγχειοβελτιωτικών έργων στην Ελλάδα έδωσε τη δυνατότητα στη χώρα να αναπτυχθεί, να αποκτήσει αυτάρκεια και να βελτιώσει τη ζωή των ταλαιπωρημένων κατοίκων της και να γίνει αναπτυγμένο κράτος. Το κόστος αυτής της αλλαγής το πλήρωσε το φυσικό περιβάλλον στο σύνολο του, αβιοτικό και βιοτικό.

Αν φθάσαμε σήμερα στο σημείο να ακούμε φωνές από κατοίκους, φορείς, την Ε.Ε., την UNESCO που να μας αποτρέπουν ή ακόμα και να μας απαγορεύουν να προχωρήσουμε σε νέα εγχειοβελτιωτικά έργα, αυτό οφείλεται στην απουσία ορθολογικής τους διαχείρισης.

Σε καμιά από τις γνωστές περιπτώσεις κατασκευής και λειτουργίας εγχειοβελτιωτικών έργων δεν υπήρξε ενιαίος φορέας διαχείρισης τους. Αντίθετα δεκάδες φορείς εμπλέκονται στη διαδικασία μιας πρόχειρης αντιμετώπισης προβλημάτων.

3.8 Αποδάσωση

Το δάσος αποτελεί τον μεγαλύτερο και σταθερότερο προσάτη του εδάφους και μεσολαβητή νερού προς εμπλουτισμό των υπογείων υδροφόρων στρωμάτων. Οι υπηρεσίες που προσφέρει καθορίζουν τον υδρογεωνομικό του μηχανισμό, που συνοπτικά περιγράφεται ως εξής:

Όταν οι σταγόνες βροχής συναντήσουν το φύλλωμα των δένδρων ελαττώνεται η κινητική τους ενέργεια και μειώνεται η διαβρωτική τους ικανότητα. Επιπλέον, με την παχιά στρώση φυλλάδας, οι σταγόνες δεν έρχονται σε άμεση επαφή με τους ορυκτούς κόκκους του εδάφους και πρακτικά αποτρέπεται η απορροή τους προς τα κατάντη. Με την αφροτάδα του επιφανειακού δασικού εδάφους από τον άφθονο χούμο και την δημιουργία υψηλού πορώδους από την συνεχή σήψη παλαιότερων ριζών, διευκολύνεται η διήθηση και επιταχύνεται η υδατοπερατότητα. Με την συμπλοκή και δικτύωση του ριζικού συστήματος ελαχιστοποιείται η διάβρωση, ιδίως σε περιοχές με υψηλό βαθμό κλίσης του εδάφους.

Σε περιοχές όπου η βλάστηση είναι σχετικά σπάνια, με την απομάκρυνση των θάμνων και της άλλης φυτοκάλυψης, μπορεί να επηρεαστεί το τοπικό κλίμα. Μια εκτεθειμένη έκταση γης αντανακλά περισσότερο ηλιακό φως και θέτει σε λειτουργία ατμοσφαιρικές διεργασίες που ελαττώνουν τις βροχοπτώσεις, μεταφέροντας ξηρότερο αέρα σε μια δεδομένη περιοχή. Επιπλέον, η απουσία βλάστησης δεν ανακόπτει την ένταση του ανέμου, σκληραίνει το έδαφος και μπορεί να περικόψει το ποσό της υγρασίας, το εξατμιζόμενο από τη ξηρά, που τροφοδοτεί τα νέφη.

Τα κύρια αίτια για την αποδάσωση είναι η ληστρική εκμετάλλευση της δασικής έκτασης από την αυθαίρετη δόμηση, την παράνομη υλοτομία, την ανεξέλεγκτη λειτουργία λατομιών, την έντονη υπερβόσκηση και κάθε είδους εκχερσώσεις. Τον κύριο ενεργό ρόλο όμως, για την μεταβολή ενός οικοσυστήματος σε σύντομο χρονικό διάστημα του παίζουν οι πυρκαγιές. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο ορεινός χώρος της Ελλάδας κατά την καταμέτρηση του 1830 καλυπτόταν σχεδόν ολόκληρος με δασική βλάστηση. Το ποσοστό δασοκάλυψης της χώ-

ρας ανέρχονταν στο 40%. Η καταμέτρηση του 1961 δείχνει δασική κάλυψη 19% και δημιουργία 500 χείμαρρων με καταστρεπτικές συνέπειες για περίπου 30.000.000 στρέμματα. Αντιλαμβάνεστε σε τι κατάσταση έχει έρθει η χώρα μας αφού από τότε έχουν μεσολαβήσει άλλα 47 χρόνια καταστροφών.

Στις μεσογειακές χώρες εκδηλώνονται ετησίως περί τις 50.000 πυρκαγιές. Στην Ελλάδα εκδηλώνονται ετησίως λιγότερες πυρκαγιές απ' ό,τι στα άλλα μεσογειακά κράτη, αλλά είναι τόσο σαρωτικές ως προς τα αποτελέσματά τους, που αναβιβάζουν την χώρα στην δεύτερη θέση (μετά την Κύπρο) όσον αφορά στον μέσο όρο καταστρεφόμενων εκτάσεων (430 στρέμματα δάσους ανά πυρκαγιά) και την χαρακτηρίζουν ως χώρα διάβρωσης.

3.9 Μόλυνση

Το νερό, ο "οικουμενικός διαλύτης" όπως έχει χαρακτηριστεί, έχει την ιδιότητα να διαλύει πολύ μεγάλο αριθμό ουσιών. Και επειδή το νερό είτε ως επιφανειακή απορροή, είτε ως υπόγειο δεν αναγνωρίζει σύνορα, μεταφέρει τις ουσίες αυτές παντού. Η διασπορά των χημικών ουσιών που έχουν διεισδύσει στους βιογεωχημικούς κύκλους είναι τόσο μεγάλη, ώστε ξεπερνά κατά πολύ τα όρια των περιοχών εκπομπής, με αποτέλεσμα να ανιχνεύονται και στα πιο απομακρυσμένα σημεία του πλανήτη. Η είσοδος τους στις τροφικές αλυσίδες, αυξάνει εξαιρετικά την τοξικότητα τους λόγω της βιολογικής συσσώρευσης. Ο κατάλογος των ιχνοστοιχείων, που θεωρούνται επικίνδυνα, αυξάνει συνεχώς.

Υπεύθυνες για την θλιβερή αυτή κατάσταση είναι οι αλόγιστες απαιτήσεις σε "αγαθά" όπως ονομάζαμε παλαιότερα τις βιολογικές ανάγκες μας. Έτσι, για να αυξηθεί η γεωργική παραγωγή χρησιμοποιήθηκαν τα γεωργικά λιπάσματα και φυτοφάρμακα. Μέρος αυτών αφ' ενός αποστραγγίζεται στο έδαφος και εισχωρεί στους υδροφόρους ορίζοντες και αφ' ετέρου, μαζί με τα λύματα και τα απορρίμματα των πόλεων, καταλήγουν στα ποτάμια και στις λίμνες μολύνοντας τα. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Πηνειός ποταμός είναι ο δεύτερος μετά τον Πάδο της Ιταλίας μολυσμένος ποταμός της Ευρώπης.

Ένα άλλο φαινόμενο ρύπανσης, είναι η θερμική ρύπανση των υδάτων που προέρχεται από τις βιομηχανίες. Αυτές χρησιμοποιούν το νερό ως θερμικό μέσο και στην συνέχεια απορρίπτουν μεγάλες ποσότητες θερμότητας σε ποτάμια και λίμνες με τις επακόλουθες συνέπειες.

Ο ποταμός Έβρος περνώντας μέσα από την Βουλγαρία, δέχεται ανεπεξέργαστα απόβλητα από κάθε κλάδο της βαριάς βιομηχανίας. Στα νερά του ποταμού Στρυμόνα υπάρχουν ραδιενεργά κατάλοιπα που έχουν παρασυρθεί από ορυχεία ουρανίου της Βουλγαρίας. Στον ποταμό Αξιό το 1984 από διαρροή μεγάλης ποσότητας θειικού οξέος από βιομηχανία των Σκοπίων, ανιχνεύθηκαν αυξημένες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο δέλτα του ποταμού. Πολύ φοβόμαστε ότι τα νερά του Αξιού μολύνθηκαν από τον πόλεμο στην Σερβία. Για τη Μακεδονία λοιπόν και τη Θράκη, όπου το 50% των ανανεώσιμων υδατικών πόρων τους προέρχεται από Σκόπια, Βουλγαρία και Τουρκία, το πρόβλημα της λειψυδρίας είναι ορατό.

Σύμφωνα όμως με μελέτη (Κ. Χατζημπίρου, Ε. Κυρίση, 1999) προκύπτει ότι υπάρχει μια διαδικασία υποβάθμισης των υδροβιότοπων, οι οποίοι όμως παραμένουν ακόμη σε καλή κατάσταση. Οι μετρήσεις πάντως που πραγματοποίησε το Χημικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στον Άραχθο, στον Λούρο και στον Κάλαμο έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις φυτοφαρμάκων, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες, αποτελούν μεγάλο κίνδυνο για τους πληθυσμούς των ψαριών. Τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων δεν βρέθηκαν σε ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις, πολλές χημικές ουσίες όμως σε μικρές συγκεντρώσεις δρουν σε συνεργασία στο κάθε οικοσύστημα και απειλούν τους οργανισμούς που ζουν σε αυτό. Οι επιπτώσεις από τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) και από τα οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα (OC) εμφανίζονται και σε σπάνια είδη υδρόβιας πανίδας. Από πρόσφατη μελέτη που πραγματοποίησαν από κοινού το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων σε τέσσερις ελληνικούς υδροβιότοπους διεθνούς σημασίας - Δέλτα Έβρου, Δέλτα Αξιού, Κερκίνη και Πρέσπα - προέκυψε ότι οκτώ PCBs (γνωστά και με την εμπορική ονομασία κλοφέν) και 13 οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα παράλο που έχουν απαγορευθεί από το 1974 χρησιμοποιούνται ακόμη και ανιχνεύονται στα αβγά των κορμοράνων. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα υπο-

λείμματα DDT ήταν υψηλότερα από όλα τα οργανοχλωριωμένα. Ο μέσος όρος των συγκεντρώσεων PCBs ήταν μεγαλύτερος στην Πρέσπα (γεγονός που εξέπληξε τους επιστήμονες) και χαμηλότερος στο Δέλτα του Έβρου. Οι διαφορές αποδίδονται στο ξεχωριστό διαιτολόγιο των κορμοράνων σε κάθε περιοχή και στο διαφορετικό σύστημα φυτοπροστασίας στους δύο τύπους περιοχών. Πάντως η απειλή για τα ίδια τα πουλιά και το οικοσύστημα, σε σύγκριση με αντίστοιχες μετρήσεις που έχουν γίνει στην Ιταλία και στην Ισπανία, είναι αμελητέα.

Μεγάλο ενδιαφέρον έχουν τα επίπεδα συγκέντρωσης των νιτρικών λιπασμάτων λόγω της σχέσης τους με τον ευτροφισμό. Το πρόβλημα της νιτρούπανσης των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων προσπαθεί να εξαλείψει ένα πρόγραμμα του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ) στο οποίο ως σήμερα έχουν ενταχθεί 3.276. παραγωγοί του Θεσσαλικού κάμπου.

Δεν μπορούμε να μιλάμε για ποιότητα ζωής όταν δεν γνωρίζουμε τι νερό πίνουμε. Σύμφωνα με τη νομοθεσία της ΕΕ (οδηγίας πλαίσιο για το νερό), κάθε δήμος και κοινότητα πρέπει να έχουν στη διάθεση τους σε καθημερινή βάση τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης του πόσιμου νερού. Στην Ελλάδα οι κοινότητες και οι δήμοι στέλνουν τα δείγματα του νερού στο Γενικό Χημείο του Κράτους. Ωστόσο λόγω της μεγάλης έλλειψης σε προσωπικό και τεχνικά μέσα η κάθε ανάλυση, για να γίνει, χρειάζεται μήνες, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις τα δείγματα στέλνονται μόνο όταν υπάρχει κάποια ένδειξη ακαταλληλότητας ή παράπονο, όπως γίνεται συχνά στα νησιά του Ιονίου.

Όπως καταγγέλλουν οικολογικές οργανώσεις, στον Μόρνο και σε πολλές άλλες περιοχές καταλήγουν αστικά απόβλητα χωρίς καμία επεξεργασία. Τα λύματα όσων βόθρων δεν είναι στεγανοί απορροφώνται από το έδαφος και προσβάλλουν τον υδροφόρο ορίζοντα. Το ίδιο συμβαίνει και με τις 5.000 (επισημώς καταμετρημένες) ανεξέλεγκτες χωματερές που υπάρχουν στη χώρα. Όπως επισημαίνουν ειδικοί επιστήμονες, σε ακτίνα πολλών χιλιομέτρων γύρω από αυτές τα υπόγεια ύδατα είναι τόσο μολυσμένα ώστε δεν είναι κατάλληλα ούτε για άρδευση. Ενώ υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις, ακόμη και αποδείξεις ότι

τα νερά σε πολλές περιοχές της χώρας περιέχουν νάτριο πολύ πάνω από τα επιτρεπτά όρια, κανείς ακόμη δεν μιλάει ουσιαστικά για προγράμματα απονιτροποίησης.

4. ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

4.1 Αύξηση του επιφανειακού δυναμικού με την μείωση της απορροής

Με την αύξηση του επιφανειακού δυναμικού με την περαιτέρω μείωση της απορροής, δηλαδή με τη πρόσθετη συγκράτηση του υετού των υγρών περιόδων σε επιφανειακούς ταμιευτήρες και ακόμη με τη μεταφορά νερού από περιοχές με υψηλό υδατικό δυναμικό και μικρές καταναλωτικές ανάγκες σε περιοχές με περιορισμένο υδατικό δυναμικό και αυξημένες καταναλωτικές ανάγκες (παραδείγμα στον Ελληνικό χώρο αποτελεί η συγκράτηση νερού του Αχελώου με μια σειρά φραγμάτων και η μεταφορά του στη θεσσαλική πεδιάδα όπου σε ορισμένες περιοχές της παρατηρείται σημαντική μείωση των υπόγειων αποθεμάτων τους λόγω υπεράντλησης). Για τη δημιουργία πρόσθετων επιφανειακών ταμιευτήρων νερού απαιτείται η κατασκευή νέων φραγμάτων που πολλές φορές για τεχνικούς και οικονομικούς λόγους δεν είναι εύκολα πραγματοποιήσιμη. Η συγκράτηση - αποθήκευση νερών της απορροής και η μεταφορά τους από περιοχή σε περιοχή όπου αυτό είναι δυνατό και επιβεβλημένο είναι πολυδάπανες διαδικασίες. Η υλοποίηση τους απαιτεί τη διάθεση μεγάλων οικονομικών πόρων που δεν διαθέτουν οι αναπτυσσόμενες χώρες όπου και το πρόβλημα παραγωγής είναι και θα είναι οξύτερο. Έτσι το πρόβλημα της διατροφής του πληθυσμού τους έχει πιθανότητες έστω και μερικής επίλυσης του μόνο με διεθνή συνεργασία και με την παροχή δραστικής οικονομικής βοήθειας από τις αναπτυγμένες χώρες προς τις αναπτυσσόμενες. Η ανάγκη εξασφάλισης πρόσθετων όγκων νερού άρδευσης είναι πολύ πιθανό να προκαλέσει

σοβαρά προβλήματα μεταξύ γειτονικών χωρών που χρησιμοποιούν κοινούς υδάτινους πόρους (ποταμούς, λίμνες).

Στον ελληνικό χώρο τέτοια προβλήματα είναι δυνατόν να δημιουργηθούν με τους βόρειους γείτονες μας δεδομένου ότι γύρω στο ένα εκατομμύριο στρέμματα αρδεύονται με εισροές από τις γειτονικές χώρες (νερά Έβρου, Άρδα, Νέστου, Αξιού και Στρυμόνα).

4.2 Αποθήκευση νερού σε υπόγειους ταμιευτήρες με την εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού των υπογείων υδροφόρων σχημάτων

Οι σχηματισμοί αυτοί σε ολόκληρο σχεδόν τον κόσμο έχουν υπερενταθεί με αποτέλεσμα τη δραστική μείωση της δυναμικότητας τους και σε πολλές περιπτώσεις την υποβάθμιση των νερών τους από ποιοτικής πλευράς. Η αποκατάσταση των υπόγειων νερών από ποσοτικής και ποιοτικής πλευράς με τεχνητό εμπλουτισμό εφαρμόζεται σήμερα σε πολλές χώρες του κόσμου (ΗΠΑ, Αγγλία, Γερμανία, Ολλανδία, Τσεχοσλοβακία, Ισραήλ κ.λπ.) με αποτέλεσμα την επαύξηση του υδατικού δυναμικού των υδροφόρων σχηματισμών σε μόνιμη βάση. Ο τεχνητός εμπλουτισμός επιχειρείται με τη δημιουργία λεκανών κατάκλισης-διήθησης (σε παλαιές ή ακόμα και ενεργές κοίτες ποταμών και χειμάρρων ή και σε γειτονικές περιοχές όπου παροχετεύονται απορροές τους) ή και με απευθείας παροχέτευση νερών καλής ποιότητας σε γεωτρήσεις και φρέατα εμπλουτισμού. Στην Ελλάδα όπου το πρόβλημα της υποβάθμισης από ποσοτικής και ποιοτικής πλευράς των υπόγειων υδροφόρων σχηματισμών είναι οξύτατο τεχνητός εμπλουτισμός δυστυχώς δεν εφαρμόζεται λόγω έλλειψης της κατάλληλης πολιτικής και παρά το γεγονός ότι πρωτοποριακή εφαρμογή του με εξαιρετικά αποτελέσματα έγινε στο Αργολικό πεδίο από τη δεκαετία του 1960. Ας σημειωθεί ότι στην περιοχή αυτή τεράστιες ποσότητες πόσιμου νερού οδεύουν κατ' έτος ανεκμετάλλευτες στη θάλασσα. Έτσι στη χώρα μας τα υδατικά της αποθέματα μειώνονται παρά την αύξηση της συγκράτησης νερού σε επιφανειακούς ταμιευτήρες. Όσον αφορά στη δημιουργία λεκανών διήθη-

σης στον Ελληνικό χώρο μπορεί να αναφερθεί η μοναδική ίσως αλλά και πρωτοποριακή περίπτωση της Απειράνθου της Νάξου. Η πρακτική αυτή θα πρέπει να εξαπλωθεί όπου είναι δυνατό και ιδιαίτερα στον νησιωτικό χώρο όπου επίσης θα πρέπει να επεκταθεί και το πρόγραμμα κατασκευής μικρών λιμνοδεξαμενών για κάλυψη έστω και των αναγκών σε πόσιμο νερό.

Οι προοπτικές που διαγράφονται σήμερα για ορισμένες περιοχές με την ήδη προδιαγεγραμμένη κατάσταση, εκμετάλλευσης, θεωρούνται σχεδόν μη ευνοϊκές για την αντιστροφή του φαινόμενου της λειψυδρίας. Η υπερπληθώρα υδροληπτικών έργων με το ήδη υπάρχον καθεστώς ανεξέλεγκτης εκμετάλλευσης και η συνεχιζόμενη ανομβρία προεξοφλεί τη συνεχή ποιοτική υποβάθμιση και εξάντληση των υπόγειων νερών.

Υπάρχει όμως προοπτική έστω σταθεροποίησης αρχικά της υπάρχουσας κατάστασης και στη συνέχεια για κάθε πεδίο, που δεν έχει ήδη ερευνηθεί με στόχο την κατανόηση κυρίως του μηχανισμού των σημερινών αλλά και των παλιών συνθηκών τροφοδοσίας πριν εκτελεστούν τα εγγειοβελτιωτικά έργα.

Ο τεχνητός εμπλουτισμός αποτελεί μια ουσιαστική διαδικασία προς την κατεύθυνση αυτή. Η μέθοδος τεχνητού εμπλουτισμού που θα εφαρμοστεί θα είναι ανάλογη με την περιοχή που θα φιλοξενηθεί και τη δομή των υλικών της. Τα έργα που απαιτούνται τις περισσότερες φορές είναι εύκολα στην κατασκευή και κοστίζουν συγκριτικά με άλλα αντίστοιχα έργα ελάχιστα. Σκοπός αυτών είναι να διευκολύνουν τη διήθηση μεγαλύτερων ποσοτήτων από την απορροή, προς τροφοδοσία των υπόγειων υδροφοριών.

Θεωρείται σκόπιμο και αναγκαίο να προωθηθούν άμεσα έργα τεχνητού εμπλουτισμού για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση των επιφανειακών απορροών προς τροφοδοσία των υπόγειων στις περιοχές, όπου αυτά θα αποδώσουν καλύτερα. Ενεργοποίηση αδραντοποιημένων κοιτών όπου αυτές δεν έχουν καταπατηθεί. Πρέπει εδώ να επισημανθεί ότι ο τεχνητός εμπλουτισμός από μόνος του, δεν είναι αυτός που θα λύσει τα χρονίζοντα προβλήματα, που δημιούργησαν τη λειψυδρία στα υπόγεια νερά με όλα τα συνεπακόλουθα. Γι' αυτό επισημαίνεται πως θα πρέπει να εγκρίνεται η κατασκευή έργων τεχνητού

εμπλουτισμού μόνο στις περιπτώσεις όπου η υδρογεωλογική κατάσταση, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η ποιότητα του νερού που πρόκειται να εισαχθεί, επιτρέπουν την αποτελεσματική διήθηση του και προδιαγράφονται ευνοϊκές προοπτικές.

4.3 Επαναχρησιμοποίηση του νερού που καταναλώνει η βιομηχανία αλλά και του νερού οικιακής χρήσης

Η επαναχρησιμοποίηση του νερού στη βιομηχανία είναι μεγάλης σημασίας γιατί χρησιμοποιεί τεράστιες ποσότητες νερού. Συνήθως σήμερα το νερό που χρησιμοποιεί μια βιομηχανία παροχετεύεται ανεπεξέργαστο σε φυσικούς αποδέκτες (ποτάμια, λίμνες κ.λπ.) προκαλώντας τη ρύπανση τους ενώ είναι δυνατό να το επαναχρησιμοποιήσει ακόμη και τριάντα φορές ύστερα από τον απαραίτητο καθαρισμό του με δικά της μέσα. Τεράστιες ποσότητες νερού καταναλώνονται για οικιακή χρήση. Σε πολλές περιπτώσεις τα απόβλητα των πόλεων παροχετεύονται ανεπεξέργαστα σε φυσικούς αποδέκτες προκαλώντας σοβαρή ρύπανση τους με δυσμενείς επιπτώσεις στο γήινο περιβάλλον και συνεπώς στον άνθρωπο και στα άλλα έμβια όντα. Έτσι προβάλλει αδήριτη η ανάγκη επεξεργασίας των οικιακών απόβλητων. Τα επεξεργασμένα απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση και για άλλες ακόμη χρήσεις. Στον Ελληνικό χώρο θα πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των απόβλητων της Αθήνας, που επεξεργάζονται στην Ψυτάλλεια αλλά παροχετεύονται στη θάλασσα, αλλά και άλλων πόλεων.

Στην Ελλάδα, όπως και σε άλλες χώρες του κόσμου, έχει υιοθετηθεί η πρακτική της ανακύκλωσης εκροών υγρών αποβλήτων προοδευτικά χωρίς την απαραίτητη θεσμοθέτηση σχετικών κριτηρίων. Όμως, σήμερα, πολλές χώρες έχουν θεσπίσει εθνικές οδηγίες ή κανονισμούς προσαρμοσμένες στις τοπικές, κοινωνικοοικονομικές και φυσικές συνθήκες ή έχουν εναρμονισθεί με αυτές των διεθνών οργανισμών. Στη χώρα μας οι βασικές χρήσεις που ενδιαφέρουν είναι η άρδευση καλλιεργειών και χώρων πρασίνου (πρανών δρόμων, πάρκων κ.ά.) και ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων για την προστασία

τους κυρίως από την υφαλμύριση. Για κάθε κατηγορία όμως, θα πρέπει να θεωρούνται ιδιαίτερα ποσοτικό-ποιοτικά κριτήρια καθώς επίσης και κάθε ιδιαίτερη θεώρηση σε περιπτώσεις που μια παραδοσιακή υδατική πηγή αντικαθίσταται με ανακτώμενο νερό από επεξεργασμένα υγρά απόβλητα.

Όπως, είναι φυσικό, ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται σε χρήσεις που συνεπάγονται αυξημένη επαφή με τον άνθρωπο. Έτσι τα αναγκαία κριτήρια ποιότητας θα πρέπει να διαφοροποιούνται όχι μόνο μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών επαναχρησιμοποίησης αλλά ακόμη και στην ίδια κατηγορία ανάλογα στις επιμέρους χρήσεις (όπως είναι η άρδευση εδώδιμων και βιομηχανικών φυτικών ειδών).

Προσφάτως, ομάδα ειδικών στην ανακύκλωση του νερού πρότεινε διεθνείς οδηγίες για την ανακύκλωση του νερού βασιζόμενες στις προκαταρκτικές οδηγίες της Αυστραλίας. Οι οδηγίες αυτές είναι βασισμένες στον αριθμό των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων και στο επίπεδο επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Στην Ελλάδα έχει πραγματοποιηθεί προκαταρκτική μελέτη για ανάπτυξη και εφαρμογή κριτηρίων ποιότητας. Αυτά τα κριτήρια συνοψίζονται στον πίνακα 4.3. και βασίζονται σε όμοιες αρχές με αυτές άλλων χωρών και διεθνών οργανισμών.

No	Κριτήρια ποιότητας νερού	Προτεινόμενες χρήσεις
1η	I.N. ^a ≤0.1 eggs/L FC ≤10 cfu/100 ml ^b TSS ≤10 mg/L	(α) Αστικές περιοχές με μεγάλη πρόσβαση του κοινού, (β) Σε καζανάκια τουαλέτας και κλιματισμό, (γ) Πλύση αυτοκινήτων και (δ) Απεριόριστη άρδευση
2η	I.N. ≤1 eggs/L FC ≤30 cfu/100 ml ^γ TSS ≤ 20 mg/L	(α) Τεχνητές λίμνες, υδατικά σώματα, και ρυάκια με υψηλή πρόσβαση του κοινού ^δ , (β) Σιντριβάνια, τεχνητές πηγές και άλλοι χώροι αναψυχής, (γ) Καθαρισμός δρόμων και άρδευση καλλιεργείων, που φυτικά τους μέρη καταναλώνονται νωπά (που όμως δεν έρχονται σε επαφή με το αρδευτικό νερό) ^ε .
3η	I.N. ≤1 eggs/L FC ≤100 cfu/100 ml ^{στ} TSS ≤35 mg/L	(α) Άρδευση σανοδοπικών φυτών ^ζ , φυτών που προορίζονται για κονσερβοποίηση και λαχανικών που καταναλώνονται μαγειρεμένα, φυτώρια και άλλα, και (β) Υδατοκαλλιέργειες (Aquaculture).
4η	I.N. ≤1 eggs/L FC ≤10.000 cfu/100 ml TSS ≤35 mg/L	(α) Άρδευση δασικών εκτάσεων, βιομηχανικές περιοχές και ζώνες πρασίνου όπου δεν επιτρέπεται η πρόσβαση του κοινού, (β) Βιομηχανική χρήση (εκτός βιομηχανίες τροφίμων) ^η , και (γ) Τεχνητές λίμνες, σώματα νερού και ρέματα όπου δεν επιτρέπεται η πρόσβαση του κοινού ^δ .
5η	I.N. ≤1 eggs/L FC ≤100 cfu/100 ml TSS ≤10 mg/L	Εμπλουτισμός υδροφορέων με απευθείας έκχυση ^θ και/ή επιφανειακή εφαρμογή ^ι

^a I.N.: περιλαμβάνουν τις παρακάτω οικογένειες: *Strongyloides*, *Trichostrongylus*, *Toxocara*, *Enterobius*, και *Capillaria*. Δεν είναι εφαρμόσιμα όρια για τις περισσότερες χρήσεις.

^b Βασισόμενη σε εβδομαδιαίες μέσες τιμές με καθημερινή δειγματοληψία. Κανένα δείγμα δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή των 30 cfu/100 ml για τα FC.

^γ Βασισόμενη σε εβδομαδιαίες μέσες τιμές με καθημερινή δειγματοληψία. Κανένα δείγμα δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή των 100 cfu/100 ml για τα FC.

^δ Θα πρέπει να καθορισθούν όρια και για τα NO₃- και τον TP, όπως TN≤15 και ≤50 mg/L για εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφορέα, απευθείας έκχυση και επιφανειακή εφαρμογή, αντίστοιχα και NO₃≤100 mg/L για λίμνες και υδατικά ρέματα.

^ε Δεν επιτρέπεται η χρήση συστημάτων καταιονισμού. Σε περίπτωση εφαρμογής της εκροής με υποεπιφανειακή άρδευση δεν εφαρμόζονται όρια για τα FC, αρκεί η εκροή να έχει δεχτεί δευτεροβάθμια επεξεργασία.

^{στ} Βασισόμενη σε εβδομαδιαίες μέσες τιμές με καθημερινή δειγματοληψία. Κανένα δείγμα δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή των 1000 cfu/100 mL για τα FC.

^ζ Θα πρέπει να απαιτηθούν όρια για *Taenia sp.* (<1 eggs/L).

^η Θα πρέπει να απαιτηθούν όρια για βιομηχανική ψύξη αναφορικά με *Legionella pneumophila*.

^θ Στην περίπτωση της απευθείας έκχυσης σε υδροφορέα που χρησιμοποιείται για πόσιμη χρήση θα πρέπει να εφαρμόζονται τα κριτήρια για το πόσιμο νερό.

^ι Απαιτείται ελάχιστο βάθος του υδροφορέα 5 m.

Πίνακας 4.3: Προτεινόμενα ελάχιστα μικροβιολογικά και φυσικά κριτήρια για επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων εκροών στην Ελλάδα.

Σκοπός της επαναχρησιμοποίησης είναι η διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων ως αρδευτικό νερό. Οι βασικές συνιστώσες ενός συστήματος επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων αποβλήτων για άρδευση είναι:

- το είδος της καλλιέργειας
- τα χαρακτηριστικά της εποχής
- η μέθοδος της άρδευσης
- η πρακτική της άρδευσης και
- τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αρδευτικού νερού

Ο αντικειμενικός στόχος της επαναχρησιμοποίησης είναι η διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων, μετά μια πρόσθετη τεταρτοβάθμια επεξεργασία με σκοπό τη μεγιστοποίηση της απόδοσης της καλλιέργειας, όχι μόνο από ποσοτική αλλά και ποιοτική άποψη. Ο στόχος αυτός πρέπει να επιτευχθεί χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και με μια σειρά από περιορισμούς που εξασφαλίζουν την προστασία της δημόσιας υγείας και την προστασία του αερίου, υγρού και εδαφικού περιβάλλοντος.

4.4 Ορθολογική εφαρμογή της άρδευσης

Απαιτείται ο προσδιορισμός των καταναλωτικών αναγκών των φυτών σε νερό αλλά και των απαιτήσεων έκπλυσης των αρδευόμενων εδαφών. Η εφαρμογή της άρδευσης αν δεν συνοδεύεται από την εγκατάσταση ενός κατάλληλου στραγγιστικού δικτύου για την απομάκρυνση του κλάσματος έκπλυσης είναι δυνατό να οδηγήσει στην αλάτωση των εδαφών δηλαδή να τα καταστήσει ακατάλληλα για γεωργική χρήση. Στην αλάτωση των εδαφών αποδίδεται η καταστροφή των αρχαίων πολιτισμών της Μεσοποταμίας. Αλλά η εξάπλωση της άρδευσης ακόμη και στο πρόσφατο παρελθόν έχει δημιουργήσει τεράστιες εκτάσεις αλατούχων εδαφών σε πολλές χώρες του κόσμου βασικά γιατί δεν είχε προβλεφθεί η αναγκαιότητα της στράγγισης. Παράλληλα όμως θα πρέπει να καταβληθούν αποτελεσματικές προσπάθειες για τη μείωση των απωλειών των αρδευτικών δικτύων και για την εφαρμογή ορθολογικών προγραμμάτων

άρδευσης (δόση και συχνότητα εφαρμογής). Τέλος ο κακός σχεδιασμός εκμετάλλευσης υδατικών πόρων για αρδεύσεις είναι δυνατό να έχει δυσμενέστερες συνέπειες για το περιβάλλον.

4.5 Αφαλάτωση θαλασσίου νερού και υφάλμυρων νερών

Η αφαλάτωση βασίζεται ακόμη σε μια πολυδάπανη διαδικασία και συνεπώς περιορίζεται κυρίως στην παραγωγή πόσιμου νερού στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατό να δημιουργηθούν επιφανειακοί ταμιευτήρες ή αποθέματα υπόγειων νερών.

Οι μέθοδοι αφαλάτωσης διακρίνονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη και η πιο παλιά απ' όλες, είναι η *απόσταξη*.

Η κατηγορία αυτή έχει να επιδείξει πολλές παραλλαγές συστημάτων με εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας. Στην ίδια κατηγορία ανήκουν επίσης και οι διατάξεις που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν την τεχνολογία των μεμβρανών και οι οποίες έχουν σημειώσει αξιόλογη εμπορική επιτυχία. Πρόκειται για την ηλεκτρόλυση και την αντιστρεπτή όσμωση.

Η τρίτη κατηγορία έχει σαν βασική αρχή την κρυστάλλωση. Στηρίζεται στο γνωστό φυσικό φαινόμενο που επιτρέπει, όταν ψυχθεί ένα υδατικό διάλυμα μέχρι το σημείο πήξεως του (μέχρι να γίνει πάγος), να αποβάλλονται καθαροί κρύσταλλοι νερού.

Τέλος, η τέταρτη κατηγορία περιλαμβάνει τη χημική μέθοδο. Εδώ εφαρμόζεται η τεχνική της ιονεναλλαγής.

Η μέθοδος της απόσταξης έχει γνωρίσει διάφορες τεχνικές, ανάλογα με τον τρόπο που προσφέρεται η θερμική ενέργεια, ανάλογα με τις επινοήσεις για την

όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη διαδικασία παραλαβής περισσότερης ποσότητας γλυκού νερού, καθώς και της καλύτερης εξοικονόμησης χρησιμοποιούμενου καυσίμου.

Όλες αυτές οι κατασκευές περιλαμβάνουν τα εξής στάδια:

1. Τη θέρμανση του θαλασσινού νερού.
2. Την απομάκρυνση του ατμού από το υγρό που προήλθε και συγχρόνως τη μεταφορά του σε άλλο χώρο.
3. Τη συμπύκνωση του ατμού, χαμηλώνοντας τη θερμοκρασίας του, φέρνοντας τον σε επαφή με ψυχρές επιφάνειες. Εκεί, πλέον, μετατρέπεται πάλι σε υγρό.
4. Τη μεταφορά και φύλαξη σε δεξαμενές του παραγόμενου, αποσταγμένου νερού.

Το νερό που παράγεται με απόσταξη δεν περιέχει άλατα ή άλλες ουσίες, επειδή αυτά δεν αποστάζουν (όπως αναφέρθηκε).

Οι διατάξεις αφαλάτωσης με τη μέθοδο της απόσταξης, έχουν γνωρίσει μεγάλη επιτυχία σε παγκόσμια κλίμακα. Στην Ελλάδα, μια τέτοια μονάδα που χρησιμοποιεί πολλούς αποστακτικούς θαλάμους και στην οποία το θαλασσινό νερό, μετά από τη θέρμανση με πετρέλαιο, κινείται από τον τελευταίο θάλαμο προς τον πρώτο, έχει εγκατασταθεί εδώ και πολλά χρόνια στη νήσο Σύρο. Χρησιμοποιείται δε σε παράλληλη σύνδεση με το τοπικό δίκτυο ύδρευσης. Ας σημειωθεί ότι ολόκληρος ο σχετικός εξοπλισμός της μονάδας (αποστακτήρες κ.λπ.) έχει κατασκευαστεί σε ελληνικές βιομηχανίες.

Εδώ πρέπει να πούμε ότι κατά τη σχεδίαση μιας εγκατάστασης αφαλάτωσης λαμβάνεται υπόψη τόσο η συνολική παραγωγικότητα υψηλής ποιότητας νερού, όσο και η πρόβλεψη του ύψους των δαπανών για την παραγωγή αυτή.

Η παραδοσιακή αναχαίτιση στις προσδοκίες πάντως, είναι ο οικονομικός παράγοντας.

Συνεχώς νέες ανάγκες προστίθενται έτσι ώστε, οι μηχανικοί, προσαρμοσμένοι, κατασκευάζουν τις εγκαταστάσεις εναρμονισμένες με το περιβάλλον, χωρίς να εμποδίζουν τη συγκοινωνία, τη ναυσιπλοΐα ή να προξενούν αλλαγές στο τοπίο, επίσης λαμβάνεται πρόνοια για την αποφυγή μόλυνσης και ρύπανσης του περιβάλλοντος, ιδίως στην περίπτωση που χρησιμοποιείται πυρηνική ενέργεια για την παραγόμενη θέρμανση.

Εξέλιξη στον τομέα της απόσταξης αποτελούν οι πλωτές κατασκευές οι οποίες είτε αγκυροβολούνται σε κάποια απόσταση από την ακτή, είτε μεταφέρονται μονίμως, από τόπο σε τόπο, κατά περίπτωση των τοπικών αναγκών. Σ' αυτές, όλο το συγκρότημα των αποστακτηρών και των συστημάτων θερμικής ενέργειας βρίσκεται σε ειδικά κατασκευασμένο πλωτό σκάφος. Οι ποσότητες πόσιμου νερού μεταφέρονται μέσω εύκαμπτων σωληνώσεων στην ακτή, για αποθήκευση και κατανάλωση.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα που παρουσιάζεται στις εγκαταστάσεις αφαλάτωσης με απόσταξη, είναι η διάβρωση των μεταλλικών τμημάτων των συσκευών και ο σχηματισμός αποθέσεων αλάτων στις σωληνώσεις και στους θαλάμους απόσταξης.

Οι ανεπιθύμητες αυτές καταστάσεις δημιουργούνται πρώτον από τη χημική σύσταση του θαλασσινού νερού και δεύτερον από το είδος των χρησιμοποιούμενων μετάλλων στις διάφορες κατασκευές. Από τη φύση του το θαλασσινό νερό, περιέχοντας πλήθος διαλυμένων αλάτων και μετάλλων, καθίσταται ένα υλικό που προκαλεί από μόνο του φαινόμενα ηλεκτρόλυσης και διάβρωσης κατά την επαφή του με τα μέταλλα. Όσο καλές και αν είναι οι κατασκευές από πλευράς αντοχής απέναντι στη σκουριά ή και σε οποιαδήποτε μορφή διάβρωσης, παρουσιάζουν πρόβλημα μετά από παρέλευση ορισμένων μηνών λειτουργίας. Τα πλέον ανοξειδωτα υλικά έχουν δοκιμαστεί γι' αυτό το σκοπό, αλλά και πάλι παρουσίασαν δείγματα εμφανούς φθοράς μετά από παρέλευση ενός έτους λειτουργίας.

Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την κατασκευή όσο το δυνατόν καλύτερων υλικών, με εσωτερική επένδυση των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το θαλασσινό νερό, όπως μίκτα ανθεκτικά υλικά από κεραμικό, μέταλλο και πλαστικό. Η άλλη αντιμετώπιση αφορά την κατεργασία του νερού πριν μπει στη μονάδα αφαλάτωσης, με σκοπό να το καταστήσει όσο το δυνατόν πιο αδρανές και λιγότερο οξειδωτικά βλαπτικό για τις εγκαταστάσεις.

Πρωτίστως το θαλασσινό νερό απαλλάσσεται από τις οργανικές ενώσεις που φέρει μέσα του. Αυτό επιτυγχάνεται με αρχική διήθηση του νερού. Το νερό διέρχεται μέσα από σειρά φίλτρων και καθαρίζεται από πάσης φύσεως στερεά αιωρήματα και μικροοργανισμούς. Στη συνέχεια, χλωριώνεται. Προστίθεται μια μικρή ποσότητα αερίου χλωρίου, αλλά αρκετή για να αδρανοποιήσει τους μικροοργανισμούς περίπου 0.5 mg του γραμμαρίου για κάθε λίτρο νερό.

Οι αποθέσεις στερεών καταλοίπων οφείλονται κυρίως στα άλατα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3), υδροξειδίου του μαγνησίου (Mg(OH)_2) και σε ενυδατώσεις του θειικού ασβεστίου (CaSO_4).

Από αυτά τα άλατα γίνεται προσπάθεια το ανθρακικό ασβέστιο και το υδροξείδιο του μαγνησίου να παραμείνουν με χημικό τρόπο στο νερό διαλυμένα και να συγκρατηθούν σε αυτό, για να μην κατακαθίσουν στις επιφάνειες της συσκευής. Ελέγχεται η διαλυτότητα τους με την προσθήκη χημικών ουσιών, για τη συγκράτηση της ισορροπίας τους στο νερό. Αυτές οι προστιθέμενες ουσίες ρυθμίζουν κυρίως το PH του νερού και το κρατούν σε τέτοια επίπεδα ώστε να μην αποβάλλονται αυτά τα άλατα και επικάθονται ως στερεά. Οι χημικές αυτές ουσίες που δρουν σαν προσθετικά συστατικά είναι διάφορες πολυφωσφορικές ενώσεις και τα οξέα υπό ελαφρά μορφή θειικό και κιτρικό οξύ.

Μια άλλη μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις, όχι μόνο στην αφαλάτωση αλλά και εκεί όπου έχουμε συσκευές που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί βραστό νερό (πλυντήριο κ.ά.) για κάποια επεξεργασία, είναι η ακόλουθη.

Πριν το θαλασσινό νερό εισέλθει στη μονάδα απόσταξης, υφίσταται κατεργασία σε δύο στάδια. Στο πρώτο προστίθεται ανθρακικό μαγνήσιο ($MgCO_3$). Με την ένωση αυτή, το ασβέστιο καταβυθίζεται σαν ανθρακικό ασβέστιο. Συνδέεται το ασβέστιο στη θέση του μαγνησίου (γίνεται μια ανταλλαγή) και έτσι το νέο συστατικό που προκύπτει, το ανθρακικό ασβέστιο, παρουσιάζεται ως στερεό συστατικό αδιάλυτο στο νερό, με αποτέλεσμα να διαχωριστεί από αυτό και να πέσει σαν στερεό κατάλοιπο.

Στο δεύτερο στάδιο προστίθεται υδροξείδιο του ασβεστίου ($Ca(OH)_2$) πάλι για τον ίδιο λόγο. Για άλλη μια φορά, ενώνεται το υπόλοιπο ασβέστιο στη νέα αυτή ένωση. Όσο δηλαδή ασβέστιο παρέμεινε διαλυμένο μέσα στο νερό, γίνεται πάλι στερεό ανθρακικό ασβέστιο και διαχωρίζεται από το νερό.

Αυτές οι διαδικασίες γίνονται στο νερό πριν αυτό περάσει στη συσκευή αφαλάτωσης. Έτσι, το θαλασσινό νερό έχει απαλλαγεί από το ασβέστιο που είναι το βασικό συστατικό για τη δημιουργία στερεών αποθέσεων.

Μια άλλη διαδικασία που υφίσταται το θαλασσινό νερό πριν περάσει στη συσκευή απόσταξης, είναι η απαέρωση. Το θαλασσινό νερό, όπως και όλα τα νερά στη φύση, περιέχουν μια ποσότητα διαλυμένου αερίου οξυγόνου. Η ποσότητα αυτή του οξυγόνου στο νερό, είναι είτε φυσικά διαλυμένη ως μίγμα που έχει υποστεί ανάμιξη μηχανική (οξυγόνο συν νερό), είτε είναι χημική ανάμιξη που έχει προέλθει από οξυγωνούχες ουσίες, οι οποίες έχουν διαλυθεί στο νερό. Ωστόσο, η κυρίως πηγή του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας. Εξάλλου, η ανάπτυξη μορφών ζωής που υπάρχουν σε κάθε είδους νερό, τόσο στη θάλασσα όσο και στις λίμνες και τα ποτάμια, οφείλεται εκτός των άλλων παραγόντων και στην ύπαρξη του οξυγόνου σε αυτό.

Το οξυγόνο όμως, στην περίπτωση της επεξεργασίας για αφαλάτωση με απόσταξη, είναι ανεπιθύμητο στο θαλασσινό νερό λόγω του υψηλού βαθμού οξειδωσης που προκαλεί στα μέταλλα, και μάλιστα κατά τη διαδικασία θέρμανσης, όπου τα φαινόμενα αντίδρασης με οξυγόνο είναι πολύ έντονα.

Η απομάκρυνση του οξυγόνου από το νερό λέγεται απαέρωση και περιλαμβάνει ένα στάδιο επεξεργασίας του θαλασσινού νερού άκρως απαραίτητο και σημαντικό, πριν το νερό οδηγηθεί για αφαλάτωση. Η απαέρωση γίνεται με την είσοδο στο νερό ενός άλλου αδρανούς αερίου. Συνήθως γίνεται με τον ατμό, που παράγεται στην εγκατάσταση. Έτσι δίνεται και η ευκαιρία στο θαλασσινό νερό να προθερμαθεί πριν ακολουθήσει η κυρίως διαδικασία. Στις διατάξεις που αναφέρθηκαν υπάρχουν ορισμένες οι οποίες χρησιμοποιούν διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) για απαέρωση. Το αέριο ή ο ατμός διοχετεύεται στο θαλασσινό νερό (εντός κατακόρυφης κυλινδρικής δεξαμενής).

Αφήνετε να διασχίσει το μεγαλύτερο μέρος της μάζας του νερού σε ελεύθερη ροή (από κάτω προς τα πάνω) και οι φυσαλίδες του αερίου διώχνουν προς τα έξω ή παρασύρουν έξω το διαλυμένο οξυγόνο από το νερό.

4.6 Έλεγχος του φαινομένου του θερμοκηπίου

Το διοξείδιο του άνθρακα σε κανονικές φυσικές ποσότητες δεν θεωρείται σαν ρυπαντής ή δεν προκαλεί βλάβη στα φυτά, στα ζώα και γενικά στο περιβάλλον. Συμβάλλει όμως στην μέση αύξηση της θερμοκρασίας της γης τις τελευταίες δεκαετίες, δημιουργώντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το ποσό της ενεργειακής ακτινοβολίας που απορροφάται και θερμαίνει την γη ακτινοβολείται πάλι στην ατμόσφαιρα υπό μορφή θερμικής ακτινοβολίας. Οι καθημερινές εκλυόμενες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα δημιουργούν μια ομπρέλα "ασπίδα" γύρω από τη γη, μη επιτρέποντας έτσι να διαφεύγει στο διάστημα μέρος της γήινης ακτινοβολίας. Έτσι, γενικά, η γη ζεσταίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τη νύχτα μέρος της ακτινοβολίας που έχει δεχτεί η γη επανεκμπέμπεται προς το διάστημα.

Η υπερβολική ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα όμως, που συγκεντρώνεται, ιδιαίτερα τα τελευταία είκοσι χρόνια, στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας από τα αυτοκίνητα, τις βιομηχανίες, το κάψιμο των δασών και τις κε-

ντρικές θερμάνσεις, εμποδίζει τη γήινη ακτινοβολία να διοχετευθεί στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την αύξηση της γήινης θερμοκρασίας. Έχει υπολογιστεί πως αν μέχρι το 2015 συνεχισθεί αυτή η κατάσταση, τότε η μέση θερμοκρασία της γης θα αυξηθεί κατά 2,5 βαθμούς Κελσίου, περίπου.

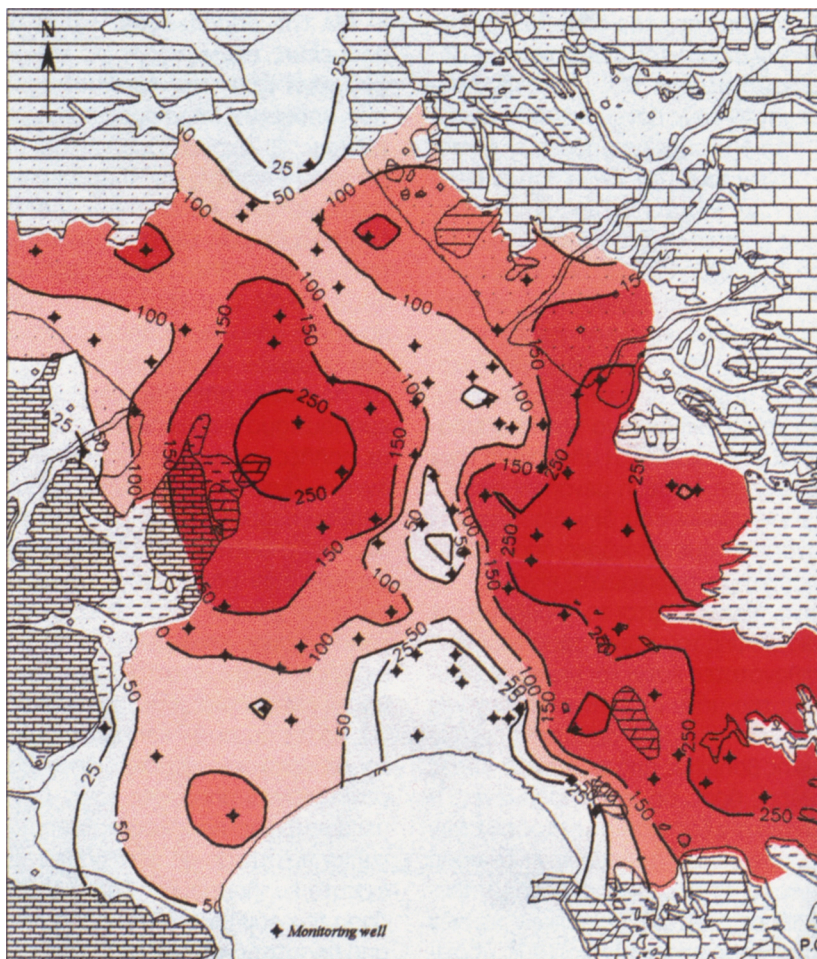
Αν το φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν ελεγχθεί άμεσα και αποτελεσματικά και οι προβλέψεις που έχουν διατυπωθεί επαληθευτούν, τότε θα παρατηρηθούν σοβαρές κλιματικές αλλαγές. Η άνοδος της θερμοκρασίας είναι πιθανό να προκαλέσει αύξηση της εξατμισοδιαπνοής, δηλαδή τη μείωση του ανανεώσιμου υδατικού δυναμικού.

4.7 Ποσοτική και ποιοτική αποκατάσταση των υδάτινων πόρων που βρίσκονται σήμερα υπό εκμετάλλευση

Θα πρέπει να τονιστεί ότι κάθε προσπάθεια για τη δημιουργία πρόσθετων υδατικών αποθεμάτων μπορεί να αποβεί μάταιη αν δεν συνοδεύεται από σειρά μέτρων για την αποτελεσματική προστασία και αποκατάσταση από ποσοτικής αλλά και ποιοτικής πλευράς των υδάτινων πόρων που βρίσκονται ήδη υπό εκμετάλλευση. Η ρύπανση των επιφανειακών νερών με βιομηχανικά, γεωργικά και οικιστικά απόβλητα ή η εξάντληση των υπόγειων νερών και η ρύπανση τους από ανεπεξέργαστα απόβλητα που παροχετεύονται σε αυτά ή από θαλάσσιο νερό που δυστυχώς τόσο έντονα παρατηρούνται στον τόπο μας περιορίζουν τα μέσα επιβίωσης για τις επερχόμενες γενιές. Από την τελική έκθεση προκύπτει ότι τα επιφανειακά νερά της χώρας μας, ποτάμια και λιμναία, είναι αποδέκτες βιομηχανικών, οικιστικών και γεωργικών απόβλητων αν και οι συγκεντρώσεις τους που προσδιορίστηκαν δεν ήταν ανεπίτρεπτα μεγάλες.

Όμως αποτελεί κοινή εμπειρία ότι όλα τα ποτάμια και οι χείμαρροι της χώρας μας είναι αποδέκτες πάσης φύσεως αποβλήτων. Η ανεξέλεγκτη απόθεση οικιστικών και λοιπών απορριμμάτων, που παρατηρείται σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο, αποτελεί πρόσθετη πηγή ρύπανσης των υπόγειων, πηγαίων αλ-

λά και επιφανειακών νερών. Η εντατικοποιημένη γεωργία όταν δεν διενεργείται ορθολογικά μπορεί να αποτελέσει σοβαρό παράγοντα υποβάθμισης των εδαφικών και υδάτινων πόρων. Η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και χημικών παρασκευασμάτων που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των εχθρών των φυτών και των ζιζανίων έχει ως αποτέλεσμα τη ρύπανση των υπόγειων νερών (νιτρικό Αργολίδας, Σχήμα 4.7.1) αλλά και των ποταμών και τελικά των φυσικών αποδεκτών των νερών τους (λίμνες, θάλασσα) αναγνωρίζονται περιοχές (Θεσσαλικό, Κωπαϊδικό, Αργολικό πεδίο, λεκάνη Πηνειού Ηλείας, Παγασητικός κόλπος, κάμπος Θεσσαλονίκης - Πέλλας - Ημαθίας, λεκάνη Στρυμόνα και πεδιάδα Άρτας - Πρέβεζας) όπου τα επιφανειακά ή και τα υπόγεια νερά τους υφίστανται νιτρορύπανση χωρίς όμως να έχει αναληφθεί ουσιαστική προσπάθεια περιορισμού της.



Σχήμα 4.7.1: Συγκέντρωση νιτρικών ιόντων (ppm) στα υπόγεια νερά του Αργολικού πεδίου τη Άνοιξη 1999 (Πουθιοβασίλης και Γιαννουλόπουλος)

4.8 Μεταφορά νερού

Ένας ακόμα τρόπος αντιμετώπισης των αναγκών σε νερό είναι η μεταφορά νερού από άλλα μέρη έξω από το γύρω χώρο και την περιοχή του οικισμού.

Για την ύδρευση της Αθήνας αλλά και των άλλων οικισμών της το νερό μεταφέρεται από την Υλίκη και Παραλίμνη με δαπανηρότατα έργα κατασκευής αγωγών. Η περαιτέρω αύξηση των αναγκών οδήγησε στη μεταφορά νερού από το Μόρνο και τώρα, που ακόμα πιο πολύ αυξάνει η κατανάλωση ετοιμάζονται για την κατασκευή ενός τεράστιου αγωγού μεταφοράς του νερού από τον Εύηνο (Φίδαρη) ποταμό της Αιτωλίας στη Δυτική Ελλάδα.

Για τα Κυκλαδονήσια χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται ακόμα η μεταφορά νερού με υδροφόρα καράβια από τη στεριανή Ελλάδα. Η μεταφορά, πάντως, νερού είτε με αγωγούς στη στεριά, είτε με υδροφόρα πλοία ή τεράστιους ασκούς στα νησιά είναι όχι μόνο δαπανηρότατος, αλλά και στερεί το νερό από την περιοχή απόληψης. Το πιο σημαντικό, όμως, απ' όλα, δεν αποτελεί λύση, για τα νησιά μας γιατί καλύπτει μόνο τις ανάγκες ύδρευσης των ανθρώπων και όχι καθαριότητας τους κι ούτε φυσικά αντιμετώπισης των αναγκών στη βιοτεχνία, κτηνοτροφία, γεωργία και βιομηχανία.

Διαταράσσει επίσης την οικολογική ισορροπία, γιατί παίρνει το νερό που υπάρχει σε μια περιοχή και το πηγαίνει σε άλλη στερώντας την περιοχή απόληψης από το νερό, που για αιώνες ολόκληρους χρησιμοποιούνταν στη διατήρηση των συγκεκριμένων οικοσυστημάτων.

Η μεταφορά νερού δεν αποτελεί παρά μια άμεση μόνο λύση σε ειδικές περιπτώσεις επείγουσας ανάγκης.

4.9 Τεχνητή βροχή

Η πρόκληση της βροχής με τεχνικούς τρόπους είναι εντελώς αδύνατο να εφαρμοσθεί στα νησιά μας. Με τους δυνατούς κατ' αρχάς ανέμους είναι δύσκολη η δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών που απαιτούνται για μια εφαρμογή μιας τέτοιας μεθόδου. Η πρόκληση βροχής τεχνητώς επιτυγχάνεται κυρίως βομβαρδίζοντας τα σύννεφα.

Οι εφαρμογές τεχνητής βροχής αποσκοπούν στον τεχνητό εμπλουτισμό της ατμόσφαιρας σε πυρήνες συμπύκνωσης, οι οποίοι δίνουν το έναυσμα στο σχηματισμό παγοκρυστάλλων και επιταχύνουν έτσι τη συμπύκνωση των υδρατμών.

Στα ψυχρά σύννεφα γίνεται με τη διάχυση ή σπορά, μέσα στο σύννεφο, είτε υπέρψυχρων σωματιδίων (π.χ. ανθρακικοί ανυδρίτες σε θερμοκρασία -80 βαθμούς Κελσίου οπότε δημιουργούνται αυτόματα κρυσταλλικοί πυρήνες από την ψύξη των σταγονιδίων που έρχονται σε επαφή μαζί τους), είτε κρυσταλλικών πυρήνων με δομή παραπλήσια των κρυστάλλων πάγου (π.χ. ιωδιούχος άργυρος, AgI).

Στα θερμά σύννεφα χρησιμοποιούνται κυρίως διαχύσεις χλωριούχου νατρίου ή σταγονιδίων νερού.

Η υπερσπορά τεχνητών πυρήνων σε υπέρψυχρα σύννεφα μπορεί να έχει αποτέλεσμα τη μείωση των κατακρημνισμάτων, λόγω της πληθώρας των διαθέσιμων πυρήνων και της συνακόλουθης αποδυνάμωσης της διεργασίας αύξησης της μάζας των σταγονιδίων ή των παγοκρυστάλλων. Η υπερσπορά των νεφών αποτελεί τη βάση των προγραμμάτων αντιχαλαζιακής προστασίας.

Η διαδικασία σποράς επεμβαίνει μόνο στη διεργασία δημιουργίας σταγονιδίων βροχής. Δεδομένου ότι η πραγματοποίηση υδρολογικά σημαντικών βροχοπτώσεων προϋποθέτει τη συνεχή μεταφορά υδρατμών (κάτι που δεν μπορεί να τροποποιηθεί με ανθρώπινη επέμβαση), γίνεται κατανοητό ότι δεν

μπορεί να είναι ιδιαίτερα αξιόλογη η αποτελεσματικότητα της σποράς νεφών στην αύξηση της βροχόπτωσης

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το πρόγραμμα που δημιουργήθηκε στην Πολιτεία της Νεβάδα, Η.Π.Α.

Στόχος είναι η αύξηση της χιονόπτωσης σε επιλεγμένες ορεινές περιοχές της Πολιτείας της Νεβάδα, Η.Π.Α. έτσι ώστε να αυξηθεί η εαρινή απορροή, και να ενισχυθούν υδρεύσεις, αρδεύσεις και τα αποθέματα φυσικών λιμνών.

Αρχικά ενεργοποιούνται με τηλεχειρισμό γεννήτριες εδάφους, για την απελευθέρωση σωματιδίων AgI, τα οποία δημιουργούν πρόσθετους παγοκρυστάλλους στα νέφη. Ακόμη χρησιμοποιείται ένα αεροσκάφος το οποίο απελευθερώνει AgI ή ξηρό πάγο αν οι κορυφές των νεφών είναι αρκετά θερμές. Για να πραγματοποιηθούν τέτοιου είδους μέθοδοι θα πρέπει:

- (α) η νεφοκάλυψη να είναι τουλάχιστον 50% στην περιοχή ενδιαφέροντος,
- (β) τα σύννεφα να έχουν σημαντική κατακόρυφη ανάπτυξη και οι βάσεις τους να είναι σε χαμηλό υψόμετρο,
- (γ) κατάλληλες διευθύνσεις ανέμου για μεταφέρουν το υλικό της σποράς,
- (δ) οι άνεμοι στη στάθμη των 700 hPa να είναι μικρότεροι από 30 m/s έτσι ώστε να διατίθεται ο απαιτούμενος χρόνος για την ανάπτυξη των παγοκρυστάλλων από τη σπορά,
- (ε) η παρουσία νερού σε υπέρψυχρη μορφή στα σύννεφα,
- (ζ) η θερμοκρασία στα 3.3 km να είναι μικρότερη από -5°C

Ως αποτέλεσμα έχουμε την αύξηση των κατακρημνίσεων από 4-10% σε περιοχές έκτασης 300-600 km. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η αύξηση στα ξηρά έτη.

Γενικά για να προκληθεί τεχνητή βροχή γίνεται σπορά με ιωδιούχο άργυρο σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης, δηλαδή στα άσπρα που είναι σαν βαμβάκι. Πάντως, το κόστος της μεθόδου θεωρείται ιδιαίτερα ακριβό, ενώ υπάρχουν και έντονοι προβληματισμοί σχετικά με το πού καταλήγει τελικά ο ιωδιούχος άργυρος με τον οποίο ψεκάζονται τα νέφη. Πολλοί επιστήμονες μιλούν για ανεπανόρθωτες οικολογικές ζημιές εξαιτίας της πτώσης του στο έδαφος.

4.10 Αποταμίευση με στέρνες και επιφανειακούς ταμιευτήρες

Αποταμίευση σε στέρνες

Ο πανάρχαιος και παραδοσιακός τρόπος αποταμίευσης του νερού των βροχοπτώσεων σε στέρνες έχει ουσιαστικά εγκαταλειφθεί αν και διατηρείται ακόμα σε μερικά νησιά (Σύρα - Σαντορίνη - Θηρασία - Μήλος - Κίμωλος - Πάρος - Νάξος - Ίος - Σχοινούσα - Κουφονήσι - Ηράκλεια - Δονούσα - Σίκινος - Φολέγανδρος).

Οι στέρνες αποθηκεύουν το βρόχινο νερό που πέφτει στα δώματα (ταράτσες) των σπιτιών, το οποίο χρησιμοποιούνταν για πόση και άλλες στέρνες αποθήκευαν το νερό που έπεφτε στις πλακοστρωμένες αυλές και που χρησιμοποιούνταν για λάτρα.

Η αξιοποίηση του νερού των βροχοπτώσεων με αυτόν τον τρόπο πρέπει να ξαναρχίσει γιατί αποτελεί μια σημαντική λύση στην αντιμετώπιση του προβλήματος.

Επιφανειακοί ταμιευτήρες

Ένας άλλος τρόπος είναι η περισυλλογή του νερού των βροχοπτώσεων σε επιφανειακούς ταμιευτήρες των παρακάτω τύπων:

1ο: Κλειστές στέρνες κοντά σε δρόμους που παίζουν το ρόλο του συλλεκτήρα. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται στη Σχοινούσα.

2ο: Λακκούβες σκαμμένες σε σχιστόλιθο ή μάργα πλάι επίσης σε δρόμους, όπου συλλέγετε το νερό των βροχοπτώσεων. Αυτή η μέθοδος είναι πανάρχαια και εφαρμόζεται ακόμα στην Κίμωλο όπου οι λακκούβες λέγονται αμπρουδέχτες (από το δέκτης των όμβρων).

3ο: Κατασκευή υδατοστεγών φραγμάτων σε χείμαρρους ή ποταμούς και το σχηματισμό υδατοδεξαμενών-λιμνοδεξαμενών.

4ο: Κατασκευή παραποτάμιων ή παραχειμάρριων στεγανών υδατοδεξαμενών, όπου με αγωγούς διοχετεύεται προς φύλαξη το νερό του χειμώνα για μελλοντική χρήση για υδρευτικούς ή αρδευτικούς σκοπούς.

5ο: Ειδικά για συλλογή πόσιμου νερού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η στεγανοποίηση μιας περιοχής σε κλιτύ λόφου εν είδει ριπιδίου, όπου συλλέγετε το όμβριο νερό και στη λαβή του ριπιδίου, κατασκευάζεται μια κλειστή στέρνα για τη συγκέντρωση του, όπου με ένα δίκτυ αγωγών φτάνει στον οικισμό και χρησιμοποιείται.

Όλοι αυτοί οι τρόποι είναι αξιόλογοι και πρέπει να χρησιμοποιούνται ανάλογα και κατά περίπτωση. Το μόνο μειονέκτημα είναι η μεγάλη απώλεια από την ηλιοφάνεια και τους ισχυρούς ανέμους, η οποία φθάνει και ξεπερνάει το 40%.

4.11 Υδρογεωτρήσεις

Απομύζηση υδατικών αποθεμάτων

Η εξάντληση των αποθεμάτων νερού των υπόγειων φρεατίων οριζόντων έχει οδηγήσει τελευταία σε μια μανιακή προσπάθεια ανακάλυψης νερού στα

καρστικά έγκοιλα των ανθρακικών πετρωμάτων.

Το πρόβλημα της λειψυδρίας επιχειρείται να λυθεί με την ανακάλυψη και των τελευταίων αποθεμάτων υπογείου νερού με τη μέθοδο των υδρογεωτρήσεων και την άντληση του.

Αναμφισβήτητα, όταν τα ανθρακικά πετρώματα είναι τυφλόληκτα και δεν καταλήγουν σε υποθαλάσσιες εκφύσεις ώστε με την ενδορροή να διαρρεύσει το νερό στη θάλασσα τότε, τα καρστικά έγκοιλα, αποτελούν ιδεώδεις χώρους αποθήκευσης των ομβρίων, τα οποία με την κατείσδυση από την επιφάνεια πληρούν τους υπόγειους καρστικούς αυτούς ταμιευτήρες.

Η άντληση όμως του νερού αυτού με τις υδρογεωτρήσεις και η εξάντληση του, σε καμία απολύτως περίπτωση δεν αποτελεί πέρα από την πρόσκαιρη ικανοποίηση των άμεσων αναγκών, λύση του προβλήματος, γιατί δεν ανανεώνει το αντλημένο νερό. Αφαιρεί το υπάρχον εκεί από χιλιάδες αιώνες νερό και δεν το αναπληρώνει. Απλά αφαιρεί νερό, δεν προσθέτει.

4.12 Προώθηση προγραμμάτων ενημέρωσης και χρήσης βιολογικού χώματος

Το βιολογικό χώμα που προκύπτει από την αξιοποίηση των οργανικών στερεών αστικών αποβλήτων, μειώνει την χρήση φυτοφαρμάκων, μειώνει την εξάτμιση και την ικανότητα συγκράτησης νερού.

Το στρώμα του βιολογικού χώματος μπορεί να μεταβάλλει τη διήθηση του νερού. Μελέτες με την παρουσία του βιολογικού χώματος, όπου έχει αυξηθεί η τραχύτητα του εδάφους, κατά γενικό κανόνα παρουσιάζουν αύξηση στην διήθηση. Σε περιπτώσεις όπου δεν έχει αυξηθεί σημαντικά η τραχύτητα της επιφάνειας η διήθηση γενικά μειώνεται λόγω της παρουσίας κυανοβακτηριακών ιών. Διαφορές στις διαπιστώσεις οφείλονται τόσο στην τοποθεσία, όσο και στην δομή και τις χημικές ιδιότητες του εδάφους.

Το στρώμα του βιολογικού χώματος επηρεάζει υδρολογικούς κύκλους και τα αγγειώδη φυτά. Όταν υγρανθούν το περίβλημά τους απορροφά 10 φορές περισσότερο όγκο νερού. Σε περιοχές που ψύχονται, η επιφάνεια του εδάφους γίνεται πιο τραχιά και επιβραδύνει την απορροή του νερού των βροχοπτώσεων και αυξάνει την διήθηση του νερού. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε άνυδρες περιοχές όπου σημειώνονται σποραδικές καταιγίδες.

4.13 Τεχνικές συλλογής και εκμετάλλευσης πλεονάζοντος νερού

Οι τεχνικές αυτές αποσκοπούν στη συλλογή του νερού απορροής από άλλη περιοχή ή σημείο του αγρού και στη μετέπειτα εκμετάλλευση του. Οι τεχνικές αυτές εφαρμόζονται με ιδιαίτερη επιτυχία όταν ο αγρός αποτελείται από πλαγιές που δεν καλλιεργούνται και από κοιλάδες που καλλιεργούνται. Εναλλακτικά, σε αγρούς με μεγάλη κλίση, το χωράφι μπορεί να χωριστεί σε λωρίδες, όπου λωρίδες απορροής ακολουθούνται από λωρίδες καλλιέργειας κ.ο.κ. Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί στην αποθήκευση του νερού στη λωρίδα καλλιέργειας με τη βοήθεια αναχωμάτων. Το προτεινόμενο πλάτος για το ανάχωμα είναι 2,7m και το ύψος 15cm ενώ για τις λωρίδες καλλιέργειας προτείνεται πλάτος 2,7m. Η μέθοδος αυτή βρίσκει εφαρμογή σε αρκετά ξηρές περιοχές (με ύψος βροχόπτωσης μικρότερο των 350 mm) και είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα για τη χώρα μας. Με την τεχνική αυτή έχουμε οπωσδήποτε απώλεια της καλλιεργούμενης επιφάνειας αλλά επειδή στις λωρίδες καλλιέργειας σημειώνονται αυξημένες αποδόσεις, η μέθοδος αποδεικνύεται αρκετά συμφέρουσα σε σύγκριση με τη μη χρησιμοποίηση του αγρού (αγρανάπαυση). Επειδή τα αναχώματα θα πρέπει να συγκρατούν όσο το δυνατόν περισσότερο νερό, συνιστάται η επάλειψη τους με άσφαλτο ή πλαστικά φύλλα ή η συμπίεση του επιφανειακού φυτρώματος. Τον ίδιο σκοπό εξυπηρετούν και οι αναβαθμίδες τύπου Zingg, όπου πριν από κάθε ανάχωμα σχηματίζεται μια λεκάνη που συγκρατεί το νερό της προηγούμενης αναβαθμίδας και στην οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί η καλλιέργεια.

Εκτός από τις φυτικές επιστρώσεις, στην εξοικονόμηση νερού μπορούν να συντελέσουν και διάφορα χημικά σκευάσματα που αποσκοπούν στη μείωση

της εξάτμισης, πρόκειται για χημικές ουσίες που είτε σχηματίζουν υδρόφοβο επιφανειακό στρώμα είτε μειώνουν την επιφανειακή τάση του νερού. Στην πράξη έχουν εφαρμοστεί κυρίως οι πρώτες, π.χ η εξαδεκανόλη που μειώνει την εξάτμιση έως και 43%. Πρόκειται για ουσία ανθεκτική στους μικροοργανισμούς που βελτιώνει σημαντικά και την εδαφική δομή. Η χρήση της πάντως περιορίζεται για οικονομικούς λόγους.

Στα κεκλιμένα εδάφη με μεγάλη κλίση επιβάλλεται ο σχηματισμός αναβαθμίδων ενώ σε μικρότερες κλίσεις η καλλιέργεια θα πρέπει να γίνεται κατά τις ισοϋψείς. Επιπλέον, συνιστάται η εναλλαγή των καλλιεργειών κατά λωρίδες, κατά την οποία η παρεμβολή μιας πυκνοφυτεμένης καλλιέργειας έχει ως αποτέλεσμα την αποθήκευση σημαντικής ποσότητας νερού.

4.14 Μελέτες και προγράμματα διαχείρισης ζήτησης νερού ανά λεκάνη απορροής

Εφαρμογή μεθόδων διαχείρισης της ζήτησης

Στον τομέα της εξοικονόμησης των χρησιμοποιούμενων υδατικών πόρων οι δράσεις θα πρέπει να διέπονται από τις αρχές της Διαχείρισης της Ζήτησης, που αποτελεί πλέον διεθνώς την πιο σημαντική συνιστώσα της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων. Η διαδικασία αυτή είναι ταυτόχρονα συμφέρουσα οικονομικά, αφού ο έλεγχος της ζήτησης του νερού είναι λιγότερο δαπανηρός από την κατασκευή ολοένα και περισσότερων νέων έργων για την παροχή του στους καταναλωτές. Η διαχείριση της ζήτησης του νερού θεωρείται σήμερα ως η φθηνότερη εναλλακτική πηγή νερού.

Με την διεξαγωγή λοιπόν ενός εξειδικευμένου προγράμματος που θα έχει ως σκοπό τη διαχείριση της ζήτησης, είναι δυνατόν να περιοριστεί η ζήτηση, να γίνει σωστός έλεγχος των χρήσεων και να προσανατολιστούν οι ανάγκες

στην κατεύθυνση της εξοικονόμησης του νερού και της προστασίας του περιβάλλοντος.

Εκτός αυτών είναι δυνατόν να επιτευχθούν:

- εξοικονόμηση ενέργειας
- χαμηλότερες ειδικές καταναλώσεις σε περιόδους αιχμής
- κάλυψη των αναγκών νερού χωρίς απαραίτητα την ανάγκη εκτέλεσης μεγάλων έργων που είναι συγχρόνως οικονομικά πολυέξοδα και επιζήμια περιβαλλοντικά.

Η εφαρμογή των μεθόδων αφορά βεβαίως σε όλες τις υδατικές χρήσεις.

4.14.1 Εφαρμογή μεθόδων διαχείρισης της ζήτησης στις αστικές χρήσεις (Ύδρευση)

Το προτεινόμενο έργο διαχείρισης της ζήτησης στις αστικές χρήσεις έχει ως στόχο:

- την εκτίμηση των περιθωρίων εξοικονόμησης νερού ύδρευσης
- τη γνώμη των πολιτών για την επάρκεια και την ποιότητα του πόσιμου νερού, καθώς και την ακολουθούμενη υδροδοτική πολιτική και τις υπηρεσίες ύδρευσης των ΔΕΥΑ.
- την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των οικονομικών και κοινωνικοπολιτικών τεχνικών και πολιτικών με στόχο τον έλεγχο και την εξοικονόμηση νερού και την εκτίμηση της κοινωνικής αποδοχής τους.

4.14.2 Εφαρμογή μεθόδων διαχείρισης της ζήτησης στις αγροτικές χρήσεις

Η διερεύνηση των δυνατοτήτων εξοικονόμησης νερού στον κρίσιμο τομέα της γεωργίας, θα πρέπει να αποτελέσει κορυφαία επιλογή για την επίλυση του Θεσσαλικού υδατικού προβλήματος. Η εφαρμογή της διαχείρισης της ζήτησης στον αγροτικό τομέα μπορεί να επιτευχθεί με τη επιβολή μιας σειράς μέτρων όπως η αναδιάρθρωση καλλιεργειών, με προτίμηση σε λιγότερο υδροβόρες καλλιέργειες, η αλλαγή μεθόδων άρδευσης (αντικατάσταση των υπαρχόντων με στάγδην άρδευση), η μείωση των απωλειών των υφιστάμενων δικτύων, η τιμολόγηση του νερού σύμφωνα με την πλήρη αξία του κατ' απαίτηση της Νέας Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60 (τιμολόγηση όλων των χρήσεων), σύγχρονες τεχνικές ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης του νερού, η εφαρμογή των κινήτρων και αντικινήτρων, κτλ.

Με την επεξεργασία των στοιχείων των αρδευομένων εκτάσεων, διαπιστώθηκε ότι το 60% των συνολικών αρδευόμενων καλλιεργειών της περιοχής είναι βαμβάκι, που αποτελεί ως γνωστό εξαιρετικά υδρόφιλη καλλιέργεια. Σε πρόσφατη έρευνα της ομάδας μελέτης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη διαχείριση των υδατικών πόρων στο δυτικό – νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης του Πηνειού εξετάστηκαν μεταξύ των άλλων και σενάρια αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών της περιοχής. Εξετάστηκε η αλλαγή του 50% της έκτασης του βαμβακιού σε σιτάρι καθώς και αλλαγή του 60% της έκτασης του βαμβακιού σε μίσχανθο (ενεργειακή καλλιέργεια για την οποία προβλέπεται επιχορήγηση), με ταυτόχρονη αγρανάπαυση του 10% των καλλιεργειών συνολικά, σύμφωνα και με την Ευρωπαϊκή Οδηγία. Και στις δύο περιπτώσεις υπολογίστηκε μείωση κατά 40%-50% των γεωργικών υδατικών αναγκών, ανάλογα με τα σενάρια βροχόπτωσης (υγρό – ξηρό έτος). Και μάλιστα η μείωση αυτή είναι διαχειριστικά ιδιαίτερα σημαντική μια και συμβαίνει στις περιοχές – λεκάνες με το μεγαλύτερο υδατικό έλλειμμα και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

4.14.3 Μείωση των Απωλειών στα δίκτυα ύδρευσης - άρδευσης

Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που συναντάει κανείς σε ένα δίκτυο ύδρευσης ή άρδευσης, είναι το μη μετρήσιμο νερό. Στον όρο αυτό συμπεριλαμβάνονται οι απώλειες, δηλαδή οι διαρροές, θραύσεις και παράνομες συνδέσεις νερού, οι οποίες οδηγούν σε διαφορές, μεταξύ νερού που παρέχεται στο δίκτυο και του νερού που τελικά καταναλώνεται και τιμολογείται από τους χρήστες. Όταν αναφέρεται λοιπόν κανείς στις έννοιες εξοικονόμησης νερού και διαχείριση της ζήτησης, ένα από τα πρώτα πράγματα που θα πρέπει να μειωθούν είναι οι απώλειες του νερού.

Ο υπολογισμός των υφιστάμενων απωλειών νερού είναι η πρώτη έρευνα που θα πρέπει να γίνει προς αυτήν την κατεύθυνση. Είναι μια διαδικασία αρκετά δύσκολη γιατί θα πρέπει να βρεθεί η ποσότητα που αναλίσκείται σε λάθος μέτρηση, σε μη μετρούμενες κοινωφελείς χρήσεις και σε πυρόσβεση. Οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν σε ένα δίκτυο με σημαντικό ποσοστό μη μετρήσιμου νερού, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με το αντικείμενο τους. Είναι αυτές που αποσκοπούν στη βελτίωση των φυσικών χαρακτηριστικών του δικτύου, αυτές που συνιστούν αλλαγή των πρακτικών λειτουργίας και συντήρησης του και τέλος αυτές που επιδιώκουν τη βελτίωση του τρόπου συλλογής πληροφοριών, σχετικών με τη λειτουργία του.

Η τηλεμετρία ώστε σε πραγματικό χρόνο να καταφθάνουν στο κέντρο ελέγχου, χαρακτηριστικά στοιχεία της ροής και να παρακολουθείται συστηματικά το δίκτυο, στοχεύει και αυτή με τη σειρά της στη βελτίωση του τρόπου συλλογής δεδομένων. Επίσης συμβάλει σημαντικά και ο τηλεέλεγχος που δίνει τη δυνατότητα χειρισμού από το κέντρο ελέγχου δικλείδων, αντλιών και άλλων οργάνων, ώστε η διαχείριση των δικτύων να είναι ορθολογική και αποτελεσματική.

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να δοθεί σε μαθηματικά μοντέλα που προσομοιώνουν τα χαρακτηριστικά της ροής και δίνουν τη δυνατότητα να γίνουν εναλλακτικά σενάρια λειτουργίας των δικτύων και βελτιστοποίηση των χαρακτηριστικών τους. Ένα μαθηματικό μοντέλο προσομοίωσης μπορεί να παρέχει όλα τα χαρακτηριστικά μεγέθη ροής, όπως ταχύτητες, πιέσεις, παροχές, κατα-

νάλωση ενέργειας, ποιοτικά στοιχεία κ.λ.π. Το μαθηματικό αυτό ομοίωμα αποτελεί βασικό εργαλείο για τη μελέτη εναλλακτικών σεναρίων λειτουργίας του δικτύου, καθώς και για τις επιπτώσεις από τις επεκτάσεις του. Τέλος, με το μαθηματικό ομοίωμα θα γίνεται προσομοίωση της συγκέντρωσης του χλωρίου, ώστε στη συνέχεια να ρυθμίζεται αυτό στα επιθυμητά επίπεδα.

Είναι λοιπόν φανερό ότι για τον εντοπισμό, τη μελέτη, την καταγραφή και τον περιορισμό των απωλειών σε ένα δίκτυο, απαιτείται σχολαστική μεθοδική έρευνα. Εξασφαλίζεται έτσι ο εκσυγχρονισμός του δικτύου, αλλά και η σωστή λειτουργία του τώρα και στο μέλλον.

4.15 Διαχείριση της φυσικής ορεινής βλάστησης για αύξηση της παραγωγής νερού

Από τις μεθόδους αύξησης της παραγωγής νερού σε ορεινές περιοχές, στις οποίες έχουν αναφερθεί στο παρελθόν και άλλοι ερευνητές στη χώρα μας η διαχείριση της φυσικής ορεινής βλάστησης είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η μέθοδος όμως αυτή ενώ άρχισε να εξετάζεται θεωρητικά και πρακτικά σε πολλές χώρες από τα τέλη ακόμα του παρελθόντα αιώνα και σήμερα διεξάγεται μεγάλος αριθμός πειραμάτων και έχει γίνει παρουσίαση των απόψεων για το θέμα αυτό, στην Ελλάδα δεν φαίνεται να έτυχε της δέουσας γνωστοποίησης και σημασίας από την αρχή. Έτσι μόνο τα τελευταία 15 περίπου χρόνια γίνονται σημαντικές προσπάθειες σε ερευνητικό επίπεδο διερεύνησης των δυνατοτήτων αύξησης της απορροής με τη διαχείριση της βλάστησης και στη χώρα μας.

4.15.1 Εγκατάσταση και λειτουργία πειραματικών λεκανών απορροής στην Ελλάδα

Οι πρώτες αλλά και οι μοναδικές - από όσα γνωρίζουμε - πειραματικές λεκάνες απορροής στην Ελλάδα εγκαταστάθηκαν από τη Δασική Υπηρεσία και πιο συγκεκριμένα από το Ίδρυμα Δασικών Ερευνών Αθηνών σε συνεργασία με τον FAO στις αρχές της δεκαετίας του 1970. Ο Καραμήτρος (1974) έχει

δώσει λεπτομέρειες για τα κριτήρια επιλογής τους, τις περιοχές εγκατάστασης, τον εξοπλισμό τους, τους σκοπούς λειτουργίας κ.λπ. Έτσι εδώ επαναλαμβάνεται περιληπτικά πως τρεις από τις λεκάνες έχουν εγκατασταθεί στη Δυτική Ελλάδα (περιοχή Βαρετάδας Αμφιλοχίας) με μητρικό πέτρωμα το φλύσχη και βλάστηση αείφυλλων πλατύφυλλων και υποβαθμισμένων δρυοδασών, και τέσσερις στην Κεντρική Ελλάδα (περιοχή Αγίου Νικολάου Καρπενησίου) με το ίδιο μητρικό πέτρωμα και βλάστηση ελάτης. Ακόμα άλλες τέσσερις έχουν εγκατασταθεί στην Ανατολική Ελλάδα (περιοχή Όσσας) σε μεταμορφωσιγενή πετρώματα και βλάστηση οξυάς και αειφύλλων πλατύφυλλων στη μία και τις τρεις από αυτές αντίστοιχα.

Όλες οι λεκάνες λειτουργούν επί χρονικό διάστημα ικανό να επιτρέψει το συσχετισμό των ετησίων απορροών τους και συνεπώς βρίσκονται στο στάδιο των χειρισμών της βλάστησης, ώστε μετά από αυτούς να μελετηθεί εκ νέου η υδρολογική τους ανταπόκριση. Διευκρινίζεται όμως ότι οι χειρισμοί έχουν γίνει προς το παρόν μόνο σε δύο λεκάνες που βρίσκονται στην περιοχή του Καρπενησίου και τα αποτελέσματα είναι στο στάδιο της δημοσίευσης. Όμως η υλοποίηση των χειρισμών στο σύνολο των ικανών απορροής προσκρούει σε σοβαρά προβλήματα έλλειψης τεχνικού βοηθητικού προσωπικού καθώς και στην εξεύρεση πιστώσεων. Έτσι καθυστερεί η απόκτηση πολύτιμων υδρολογικών πληροφοριών για το ποσοστό αύξησης της απορροής που επιφέρουν συγκεκριμένοι δασοκομικοί χειρισμοί σε δασωμένες λεκάνες ή η αντικατάσταση ενός δασοπονικού είδους με άλλου ή με άλλη κατώτερη μορφή βλάστησης. Ακόμα τονίζεται πως οι λεκάνες απορροής χρησιμοποιούνται και για την απόκτηση κάθε άλλης μορφής υδρομετεωρολογικών πληροφοριών.

4.15.2 Δυνατότητες παραγωγής νερού από τα ελληνικά δάση και σημασία των πειραματικών μας λεκανών

Τονίστηκε προηγούμενα πως η μείωση της δασικής βλάστησης μιας λεκάνης απορροής με κατάλληλες επεμβάσεις επιφέρει αύξηση της απορροής του υδατορεύματος. Όμως παρά το γεγονός αυτό, ποσοτικά συμπεράσματα δύσκολα μεταφέρονται και εφαρμόζονται σε άλλες χώρες με διαφορετικές κλιμα-

τικές και φυσιογραφικές συνθήκες από εκείνες που έχουν εξαχθεί. Έτσι ένας από τους στόχους εγκατάστασης και λειτουργίας των πειραματικών λεκανών απορροής στην Ελλάδα που αναφέρθηκαν προηγούμενα, ήταν και η μελέτη αύξησης της απορροής των ορεινών υδατορευμάτων με κατάλληλη διαχείριση της αρχικής τους βλάστησης ή με αντικατάσταση ενός δασοπονικού είδους με άλλο και γενικότερα μιας μορφής χρήσης γης με άλλη και στη συνέχεια η επέκταση και εφαρμογή των συμπερασμάτων σε ευρύτερες, αλλά παρόμοιες περιοχές.

Το εύλογο ερώτημα που προκύπτει όμως μετά τον καθορισμό του στόχου αυτού είναι κατά πόσο είναι εφικτή η επέμβαση στη δασική βλάστηση για αύξηση της απορροής σε ευρεία κλίμακα στη χώρα μας, αν ληφθεί υπόψη τόσο η συνολική έκταση που καταλαμβάνουν τα δάση, όσο η σύνθεση και η δομή τους. Επεμβάσεις στη δασική βλάστηση για αύξηση της απορροής θα μπορούσαν θεωρητικά να γίνουν μόνο στο 19% της συνολικής έκτασης που αντιστοιχεί σε 2.512.420 ha. Και ακόμα αν ληφθεί υπόψη πως μία λεκάνη απορροής αντιδρά υδρολογικά μετά την ελάττωση της βλάστησης αν το ετήσιο ύψος βροχής είναι τουλάχιστον 400-450 mm, η πραγματική έκταση για επεμβάσεις πρέπει να είναι ακόμα μικρότερη.

Εξετάζοντας όμως τις παραπάνω απόψεις από πρακτικής άποψης και λαμβάνοντας υπόψη τα δασοπονικά είδη, τους κινδύνους διάβρωσης του εδάφους και τα λίγα γενικά δάση, προσωπικά πιστεύουμε πως είναι πολύ δύσκολη αν όχι αδύνατη οποιαδήποτε επέμβαση στα υψηλά δάση υπό μορφή αποψιλωτικών υλοτομιών για αύξηση της απορροής, τουλάχιστο με τις σημερινές ανάγκες σε νερό. Από την άλλη όμως άποψη τα δάση εκμεταλλεύονται και το ερώτημα είναι γιατί να μην μελετηθούν και εφαρμοσθούν τέτοιας μορφής υλοτομικές επεμβάσεις ώστε να επιτυγχάνεται συγχρόνως και απόληψη της προσαύξησης (λήμματος) αλλά και η μέγιστη δυνατή αύξηση της απορροής. Και πιο συγκεκριμένα, όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, ερευνητές έχουν διαπιστώσει πως απόληψη της προσαύξησης υπό μορφή υλοτομιών ορισμένων κατευθύνσεων και διαστάσεων επιφέρει μεγαλύτερη αύξηση της απορροής σε σύγκριση με επιλογικές υλοτομίες. Βέβαια είναι φανερό πως το θέμα αυτό πρέπει να μελετηθεί και στις Ελληνικές συνθήκες πριν από οποιαδήποτε ε-

φαρμογή γιατί ενώ γνωρίζουμε τις μεθόδους διαχείρισης των δασών για παραγωγή ξύλου, δεν έχουμε την απαραίτητη γνώση και εμπειρία για τον τρόπο διαχείρισης τους ώστε να παραχθούν συγχρόνως ξύλο και νερό. Και η «παράληψη» αυτή πιστεύουμε ότι είναι δικαιολογημένη αφού το νερό έγινε αγαθό σε ανεπάρκεια τα τελευταία χρόνια. Και ακόμα επισημαίνεται πως πριν από οποιαδήποτε ενέργεια απαιτείται και οικονομική μελέτη για τις επιπτώσεις από πιθανή μείωση του ξύλου, καθώς και για το κόστος παραγωγής νερού.

Πιο ρεαλιστικές υποσχέσεις για αύξηση της απορροής από τα υψηλά δάση φαίνεται να δίνουν τα αείφυλλα πλατύφυλλα στη χώρα μας ενώ καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού, οι ευεργετικές τους επιδράσεις συνίστανται στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και την αισθητική του τοπίου. Έτσι με κατάλληλους χειρισμούς θα μπορούσαν αυτά να μετατραπούν σε καλύτερες μορφές για βόσκηση, αλλά και να αποδώσουν μεγαλύτερη απορροή.

Τέλος διευκρινίζεται πως οποιαδήποτε αύξηση της απορροής ενός υδατορεύματος για να είναι εκμεταλλεύσιμη πρέπει κατά κανόνα να συσσωρευτεί σε υπάρχοντα ταμιευτήρα. Και το πρόβλημα αυτό δεν φαίνεται να υπάρχει σήμερα για τη χώρα μας αφού αρκετοί ταμιευτήρες μεγάλης χωρητικότητας έχουν ήδη κατασκευασθεί σε όλα τα μεγάλα υδατορεύματα, αλλά και άλλοι βρίσκονται στο στάδιο της κατασκευής ή του προγραμματισμού. Ειδικότερα δε τα τελευταία χρόνια λόγω των ισχυρών ξηρασιών η στάθμη του νερού ήταν σε αυτούς σημαντικά κάτω του μέσου ύψους και συνεπώς κάθε αύξηση της απορροής των ρευμάτων με τη διαχείριση της βλάστησης θα ήταν χρησιμότερη.

Η παραπάνω περίπτωση ισχύει ιδιαίτερα για τον ταμιευτήρα του Μόρνου όπου ενώ η μέγιστη χωρητικότητα είναι $600 \times 10^6 \text{ m}^3$, τα τελευταία χρόνια η ποσότητα νερού δεν ξεπέρασε, ακόμα και το χειμώνα, τα $200 \times 10^6 \text{ m}^3$. Και προσωπικά βρίσκουμε τη διαχείριση της βλάστησης για αύξηση της απορροής σε αυτή τη λεκάνη ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα.

Βέβαια υπάρχουν και περιπτώσεις όπου η διαχείριση της βλάστησης για αύξηση της απορροής μπορεί να γίνει στην Ελλάδα και χωρίς την ύπαρξη τα-

μειυτήρων και αυτό ισχύει στην περίπτωση που η απορροή από πηγές δασωμένων λεκανών κοντά σε πόλεις και κοινότητες χρησιμοποιείται για ύδρευση.

Η εγκατάσταση και λειτουργία των πειραματικών λεκανών απορροής στην Ελλάδα, εκτός από όσα αναφέρθηκαν έγινε και για πολλούς άλλους υδρολογικούς σκοπούς και γενικά για τη μελέτη των αλληλοεπιδράσεων του κλίματος, της βλάστησης και του εδάφους, αφού αυτές μπορούν να χαρακτηρισθούν σαν ένα "υδρολογικό εργαστήριο υπαίθρου". Πιο συγκεκριμένα στις λεκάνες μελετώνται ή προγραμματίζονται να μελετηθούν όλες οι μεταβλητές του υδρολογικού κύκλου καθώς και οι υδρολογικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα από τη στιγμή που τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα φθάνουν στην επιφάνεια του εδάφους μέχρι να μετατραπούν σε απορροή του υδατορεύματος. Επίσης σε ορισμένες λεκάνες μελετήθηκαν, μελετώνται ή βρίσκονται στο στάδιο του προγραμματισμού η ποιότητα της απορροής, οι απώλειες των θρεπτικών συστατικών, η διάβρωση του εδάφους, οι πλημμύρες, οι ξηρασίες κ.λπ.

4.15.3 Δυσκολίες εφαρμογής και αποδοχής για αύξηση της απορροής σε ευρεία κλίμακα

Η αύξηση της απορροής υδατορευμάτων ορεινών δασωμένων λεκανών με επεμβάσεις στη βλάστηση έχει ήδη θεμελιωθεί πλήρως μετά το μεγάλο αριθμό πειραμάτων, που διεξήχθησαν με τη μέθοδο του «ζεύγους λεκανών» σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Έτσι σήμερα έχουμε ποσοτικές πληροφορίες για την υδρολογική ανταπόκριση λεκανών μετά από επεμβάσεις στη βλάστηση που βρίσκονται σε ορισμένες περιοχές με συγκεκριμένες κλιματικές, φυσιογραφικές και βλαστητικές συνθήκες. Όμως, παρά τη διαθεσιμότητα των παραπάνω γνώσεων, αδυνατούμε ακόμα να δώσουμε στους διαχειριστές των λεκανών απορροής ακριβείς ποσοτικές πληροφορίες για την υδρολογική ανταπόκριση συγκεκριμένων λεκανών μετά από επεμβάσεις, αν δεν έχουν γίνει μετρήσεις στην ευρύτερη τουλάχιστον υπό εξέταση περιοχή. Η δυσκολία αυτή απορρέει από τον αριθμό και την πολυπλοκότητα των παραγόντων που καθορίζουν την υδρολογική ανταπόκριση των λεκανών μετά τις επεμβάσεις. Βέβαια, σε αντίθεση με τα προηγούμενα, μπορούμε οπωσδήποτε να υποστηρί-

ξουμε ότι σε γενικές γραμμές για κάθε 10% μείωση της βλάστησης κωνοφόρων, φυλλοβόλων πλατύφυλλων και θάμνων επιτυγχάνεται αύξηση της απορροής στο στόμιο της λεκάνης κατά 40,25 και 10 m ετησίως, αντίστοιχα.

Ένας άλλος λόγος που κάνει δύσκολη την ερμηνεία και εφαρμογή των αποτελεσμάτων της υδρολογικής ανταπόκρισης μιας λεκάνης σε άλλες περιοχές, είναι ο διαφορετικός τρόπος σχεδιασμού των πειραμάτων. Η ενέργεια αυτή, φαίνεται να απορρέει από την έλλειψη οδηγιών για ομοιόμορφο σχεδιασμό πειραματικών λεκανών. Και πιο συγκεκριμένα ενώ η UNESCO δημοσίευσε όλες τις λεπτομέρειες που αφορούν την εγκατάσταση και λειτουργία των οργάνων σε πειραματικές λεκάνες απορροής, καθώς και τον τρόπο λήψης και ανάλυσης των στοιχείων, δεν ανέφερε τίποτε για την ομοιόμορφη εγκατάσταση αυτών των ίδιων των λεκανών ώστε να διευκολύνεται η μεταφορά των αποτελεσμάτων.

Η διαχείριση της φυσικής βλάστησης για αύξηση της απορροής ενώ σε επίπεδο πειραματικής λεκάνης είναι γενικά αποδεκτή, παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες εφαρμογής και αποδοχής όταν επιχειρείται σε ευρεία κλίμακα. Οι δυσκολίες απορρέουν τόσο από πιθανή διάβρωση του εδάφους μετά τις επεμβάσεις, όσο και από τη συνολική δασωμένη έκταση της περιοχής, τα δασοπονικά είδη, τη δομή τους, την πυκνότητα, την αισθητική του τοπίου, το κόστος εφαρμογής της μεθόδου κ.λπ. Έτσι παρά την ύπαρξη δασών σε μία περιοχή, η αύξηση της απορροής με κατάλληλες επεμβάσεις σε αυτά, μπορεί να μην είναι επαρκώς αποτελεσματική.

Η παρουσίαση των απόψεων για τη διαχείριση των δασών στην Ελλάδα με σκοπό την παραγωγή νερού ίσως αντιμετωπισθεί με κριτική ή ακόμα ίσως υπάρξουν αισιόδοξες και απαισιόδοξες απόψεις για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Αν όμως ληφθεί υπόψη πως η περίπτωση αποψιλωτικής υλοτομίας της δασικής βλάστησης για παραγωγή νερού είναι ανεδαφική στη χώρα μας με τις σημερινές συνθήκες των δασών, τότε κάθε άλλη επέμβαση στη βλάστηση με σκοπό την παραγωγή ξύλου και νερού, ή και άλλων συγχρόνως δασικών προϊόντων, ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις μιας σύγχρονης δασοπονίας. Επιπλέον υποστηρίζεται πως οι αντιτιθέμενοι σε οποιαδήποτε επέμβαση

στη βλάστηση με σκοπό την αύξηση της παραγωγής νερού θα αλλάξουν γνώμη, αν λάβουν υπόψη πως σύντομα η διαφορά προσφοράς και ζήτησης νερού στην Ελλάδα, θα φθάσει σε κρίσιμο σημείο, αφού η πρώτη παράμετρος πρακτικά παραμένει σταθερή και η δεύτερη αυξάνει ταχύτατα. Τέλος, οι μικροί και μεγάλοι ταμιευτήρες που κατασκευάζονται ή βρίσκονται στο στάδιο του προγραμματισμού, για να εκπληρώσουν την αποστολή τους, θα χρειαστεί οπωσδήποτε η μετατροπή μεγαλύτερου ποσοστού ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε απορροή. Επομένως και οι γνώσεις που αποκτώνται σήμερα από τις πειραματικές λεκάνες για το ποσοστό αύξησης της απορροής μετά από μεταβολές στη βλάστηση και γενικά μετά από αλλαγές των σημερινών χρήσεων γης στις ορεινές περιοχές της χώρας, θα είναι σύντομα χρήσιμες και εφαρμόσιμες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανάπτυξη υδρολογικής έρευνας

Τα υπάρχοντα στοιχεία που αναφέρονται στα επιφανειακά, πηγαία και υπόγεια νερά της χώρας μας δεν επιτρέπουν τον καθορισμό με την απαιτούμενη ακρίβεια της χωροχρονικής κατανομής του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού της ούτε παρέχουν μια ασφαλή βάση που πάνω της μπορεί να στηριχθεί η μελλοντική ανάπτυξη του, βασικά γιατί ως επί το πλείστον τα στοιχεία αυτά δεν είναι προϊόντα σχεδιασμού και εφαρμογής ολοκληρωμένων προγραμμάτων υδρολογικής έρευνας μεγάλης διάρκειας. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των συνιστωσών του υδατικού ισοζυγίου των επιφανειακών νερών ή των υπόγειων νερών μιας περιοχής, κατά προτίμηση μιας υδρολογικής λεκάνης, μπορεί να προκύψει μόνο από δεδομένα τέτοιων προγραμμάτων που στη χώρα μας, με ελάχιστες εξαιρέσεις, ούτε ακόμη ο σχεδιασμός τους δεν έχει εκπονηθεί. Τα προγράμματα αυτά θα πρέπει να αποβλέπουν:

α) Στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του υετού (ύψος, ένταση, διάρκεια και συχνότητα εμφάνισης τους) μιας περιοχής κατά προτίμηση μιας υδρολογικής λεκάνης. Στη χώρα μας δίκτυα βροχομετρικών σταθμών έχουν εγκατασταθεί από διάφορους φορείς της (ΕΜΥ, Υπ. γεωργίας, ΥΠΕΧΩΔΕ, ΔΕΗ) που θα πρέπει να ενοποιηθούν σε ένα ενιαίο δίκτυο για να γίνει δυνατή η αναδιάταξη του στο χώρο, η αναβάθμιση του καθώς και η συμπλήρωση του ώστε να προκύψει ένα αναβαθμισμένο δίκτυο που θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των υδρολογικών ερευνητικών προγραμμάτων.

β) Στην παρακολούθηση και καταγραφή των απορροών των ρευμάτων της χώρας σε μόνιμη βάση ώστε να προκύψουν αντιπροσωπευτικά υδρογραφήματα τους που θα μπορούν να συσχετιστούν με τα χαρακτηριστικά του υετού (σταθμοί συνεχούς καταγραφής των απορροών)

γ) Στην κατάστρωση των υδατικών ισοζυγίων των λιμνών της χώρας (φυσικών και τεχνητών),

δ) Στη διαμόρφωση και εφαρμογή προγραμμάτων με στόχο τον εντοπισμό των πηγών μικρής παροχής και τη διερεύνηση της δίαιτας τους.

ε) Στη συνεχή παρακολούθηση των εκροών των μεγάλων πηγών καθώς και της ποιότητας των νερών τους με την εγκατάσταση των κατάλληλων καταγραφικών οργάνων και συσκευών.

στ) Στον καθορισμό της αποθηκευτικής ικανότητας των υπό εκμετάλλευση υπόγειων υδροφόρων σχηματισμών, του ύψους της φυσικής τροφοδοσίας τους, την εφαρμογή των κατάλληλων προγραμμάτων τεχνητού εμπλουτισμού τους καθώς και στην αναζήτηση και εντοπισμό νέων υπόγειων υδροφόρων σχηματισμών.

ζ) Στην προστασία από τη ρύπανση και μόλυνση όλων των πηγών νερού αλλά και των περιοχών φυσικής τροφοδοσίας τους.

η) Η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση νερών, που έχουν υποστεί επεξεργασία σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού πόλεων ή και βιομηχανιών αναμένεται να χρησιμοποιηθούν όλο και περισσότερο στο μέλλον, κυρίως μέσω της προώθησης διπλών δικτύων ύδρευσης παροχής νερού ενός δικτύου με καθαρό, υψηλής ποιότητας πόσιμο νερό κι ένα παράλληλο δίκτυο με χαμηλότερης ποιότητας νερό, που προέρχεται από την επεξεργασία λυμάτων και τη συλλογή βρόχινου νερού. Το δεύτερο δίκτυο χρησιμοποιείται για την κάλυψη αναγκών πλυσίματος βεραντών και οχημάτων, ποτίσματος πάρκων και κήπων, χρήσης στα καζανάκια και στις τουαλέτες κι ακόμη στα πλυντήρια αυτοκινήτων κι αλλού.

Αναλύοντας το θέμα της έλλειψης του νερού από την αρχή, δεχόμαστε ότι υπάρχει σοβαρό πρόβλημα, η κατάσταση είναι μη αναστρέψιμη και συνεχώς θα χειροτερεύει. (Γεγονός παραδεκτό από όλους). Θεωρούμε ότι τα υδάτινα αποθέματα ακολουθούν μη αναστρέψιμη αρνητική πορεία, τόσο ως προς την

ποσότητα όσο και προς την ποιότητά τους. Η έλλειψη βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων, σε συνδυασμό με τις αυξημένες αντλήσεις οδηγούν σε αρνητικό ισοζύγιο των υπόγειων και επιφανειακών υδροταμιευτήρων, ενώ οι ρύποι, λόγω της μείωσης των αποθεμάτων στους υδροταμιευτήρες, παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας των διαθέσιμων προς ανθρώπινη χρήση αποθεμάτων νερού. Με βάση τα παραπάνω, καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε μια γενική κρίση, την οποία θα πρέπει να διαχειριστούμε όσο το δυνατόν καλύτερα. Καλούμαστε να διαχειριστούμε ένα μοντέλο, όπου δυστυχώς, οι εισροές στους υδροταμιευτήρες είναι πολύ λιγότερες από τις εκροές. Εύκολα γίνεται αντιληπτό από όλους ότι αυτή η κατάσταση θα οδηγήσει αναπόφευκτα στην εξάντληση των αποθεμάτων.

Αρκετές φορές, θεωρούμε το νερό που φτάνει ως τα σπίτια μας ότι είναι άφθονο και δεδομένο, για τον λόγο αυτό μας φαίνεται δύσκολο ή άσκοπο να αλλάξουμε κάποιες συνήθειες στην καθημερινή μας ζωή. Το νερό, όμως, στις πόλεις σπαταλιέται αλόγιστα και δεν θα είναι για πάντα άφθονο αν δεν προσέξουμε όλοι. Δεν χρειάζεται να περιορίσουμε τις βασικές ανάγκες μας, μπορούμε όμως με μικρές αλλαγές στη συμπεριφορά μας να πετύχουμε μεγάλη μείωση στην κατανάλωση νερού. Θα μπορούσαμε όση ώρα σαπουνίζουμε τα χέρια μας ή βουρτσίζουμε τα δόντια μας να έχουμε κλειστεί τη βρύση. Μπορούμε να πλένουμε τα φρούτα και τα λαχανικά μας σε μία λεκάνη με νερό, αντί να τα πλένουμε με τρεχούμενο νερό με τη βρύση συνεχώς ανοιχτή, εξοικονομώντας το λιγότερο 10 λίτρα την ημέρα. Ακόμα, μπορούμε να μην χρησιμοποιούμε το καζανάκι άσκοπα ή σε περίπτωση παλαιότητας να το αντικαταστήσουμε με ένα που διαθέτει δυνατότητα διπλής ροής. Να ελαττώσουμε τη διάρκεια χρήσης του ντους ή να αντικαταστήσουμε το τηλέφωνο της ντουζιέρας με κάποιο άλλο χαμηλότερης ροής. Μπορούμε ακόμα να χρησιμοποιούμε το πλυντήριο ρούχων ή πιάτων μόνο όταν γεμίζονται πλήρως. Αυτές οι μικρές αλλαγές είναι αρκετές ώστε να επιφέρουν μείωση στην κατανάλωση του νερού.

Η επίτευξη όμως των παραπάνω στόχων μπορεί να υλοποιηθεί με την εφαρμογή συστηματικών και μακροχρόνιων ερευνητικών προγραμμάτων. Η εκπόνηση και εφαρμογή των προγραμμάτων αυτών απαιτεί τη δημιουργία μιας κεντρικής επιτελικής υπηρεσίας αλλά και αποκεντρωμένων μονάδων της, η

οποία θα είναι υπεύθυνη για την προστασία, ανάπτυξη και διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι με τη διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας ασχολούνται σήμερα πολλές υπηρεσίες, καμιά από τις οποίες δεν είναι σε θέση μόνη της να αντιμετωπίσει ολοκληρωμένα τα προβλήματα τους και ούτε είναι εύκολη η αποτελεσματική συνεργασία τους. Ακόμη θα πρέπει να σημειωθεί ότι και οι υπάρχουσες υπηρεσίες έχουν υποστεί κατά τις τελευταίες δεκαετίες μια συνεχή υποβάθμιση. Για τη δημιουργία της προτεινόμενης υπηρεσίας απαιτείται η εξεύρεση του κατάλληλου προσωπικού για τη στελέχωση της και η διάθεση μεγάλων οικονομικών πόρων για τον εξοπλισμό της. Ανεξάρτητα με την οικονομική επιβάρυνση, η δημιουργία και λειτουργία μιας τέτοιας υπηρεσίας θα πρέπει να αποτελεί πρωταρχικό στόχο μιας κοινωνίας η οποία δεν μπορεί να έχει το δικαίωμα να υπερηφανεύεται για τον πολιτισμό της αν δεν είναι σε θέση να διαχειριστεί σωστά τον υδάτινο πλούτο της και να τον διαφυλάξει για τις επόμενες γενεές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.ΒΛΑΣΣΟΠΟΥΛΟΣ, Δ. Ταμιευτήρες – Λιμνοδεξαμενές. Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου: Εγγειοβελτιωτικά Έργα, Διαχείριση υδατικών πόρων, Εκμηχάνιση γεωργίας. Λάρισα, 1996. (σελ. 31-39, 59-63).

2.ΖΑΡΟΓΙΑΝΝΗΣ, Β. Ι. Αρδεύσεις- Στραγγίσεις ΙΙ. Διδακτικές σημειώσεις Τ.Ε.Ι. ΛΑΡΙΣΑΣ. Λάρισα, 1992. (σελ. 18-21).

3.GREENPEACE . Η Βόμβα του κλίματος – κλιματικές αλλαγές στην Ελλάδα, Αθήνα, 2000. (σελ. 54-56).

4.ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ, Δ. και ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ, Θ. Τεχνική Υδρολογία, ΕΜΠ. Αθήνα, 1997. (σελ. 15-17).

5.ΛΕΠΕΝΙΩΤΗΣ, Γ. και ΤΣΙΩΛΗΣ, Δ. Οικολογική ραψωδία. Τρίκαλα, 2005. (σελ. 21-22).

6.ΜΑΝΟΣ, Γ. Ασφάλεια Εργασίας και Προστασίας Περιβάλλοντος. Τ.Ε.Ι ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ. 1995. (σελ. 32-34).

7. Μελέτη Υπουργείου Ανάπτυξης. Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδάτινων Πόρων της Χώρας, 2005. (σελ. 16-18).

8. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ, Λ. Εδαφολογία. Διδακτικές σημειώσεις Τ.Ε.Ι ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ. Μεσολόγγι, 2002. (σελ. 18-20).

9. ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΙΔΗΣ, Δ. Τα φράγματα και οι λιμνοδεξαμενές. Του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Αθήνα, 2006. (σελ. 25-26).

10.ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, Ι. Γεν. Δ/της Εγγ. Έργων και ΓΔ, και ΠΕΡΓΑΛΙΩΤΗΣ, Π. Δ/της Γεωλογίας- Υδρολογίας: Πρόλογος του Υπουργού Γεωργίας Γ.

11.ΠΑΠΑΣΤΑΜΟΥ, Μ. Το νερό και η χρήση του. Τριπτόλεμος. Τεύχος 17 2003. (σελ. 10-12, 19-21).

12.ΤΕΡΖΙΔΗΣ, Γ. Πρακτικά Συμποσίου : Λειψυδρία και Πλημμύρες. Θεσσαλονίκη, 1992. (σελ. 62-66).

13.ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α. Εγγειοβελτιωτικά έργα και επιπτώσεις στο περιβάλλον. Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου: Εγγειοβελτιωτικά έργα, διαχείριση υδατικών πόρων, εκμηχάνιση γεωργίας. Λάρισα, 1996. (σελ. 35-39, 70-75).

14.Kamizoulis G., Bahri A., Brissaud F., and Angelakis A.N. WHO, European Project Office. Wastewater Recycling And Reuse Practices In Mediterranean Region, 2000. (σελ. 11-12).

15.Agelakis A. N., Bontoux L., Lazarova V. Challenges and prospectives for water recycling and reuse in EU countries. IWA publishing, 2003. (σελ. 17-19).

16. First Interim Report Meeting Of The Stakeholder Forum.29 January 2007.Brussels.Information System For The Managment Of Water Resources In Agriculture (S.I.G.R.I.A). Google. (σελ. 3)

17. Changes in Atmospheric CO2 and Global Warming.UCD Geology's Ann Russel. 15 November 2006.Google. (σελ. 2-3).

18. Evolution And Intelligent Design. Professor Donald Strong. Geology Professor Geerat Vermeij. Philosophy professor Matt Haber. November 2006. Google. (σελ. 1-2).

19.Ηλεκτρονική Εγκυκλοπαίδεια. «Λειψυδρία». google.gr. 01 Σεπτεμβρίου 2007. http://en.wikipedia.org/wiki/soil_crust.html (σελ. 5-6).

20.Ηλεκτρονική Εγκυκλοπαίδεια. «Λειψυδρία». google.gr. 01 Σεπτεμβρίου 2007. http://mojave.usgs.gov/rvde/activ_biosoil.html (σελ. 5).

21. Ηλεκτρονική Εγκυκλοπαίδεια. «Λειψυδρία». google.gr. 01 Σεπτεμβρίου 2007. http://www.itia.ntua.gr/getfile/117/5/2000_Hydromet_Precipitation.html (σελ. 3-5).

22. Ηλεκτρονική Εγκυκλοπαίδεια. «Λειψυδρία». google.gr. 01 Σεπτεμβρίου 2007. <http://www.chiosnews.com/cn962006713430.asp> (σελ. 1-2).

23. Γεωργιοπούλου, Τάνια. «Η λειψυδρία χτυπάει Κυκλάδες-Θεσσαλία». Καθημερινή: Ημερήσια πολιτική και Οικονομική Εφημερίδα. 18 Μαρτίου 2007. <http://www.kathimerini.gr>. (σελ. 2-4).

24. Κολοβός, Νέστορας Ι.. Δρ. Γεωλόγος Engineering Geolist M.Sc. 03 Σεπτεμβρίου 2007. <http://www.google.gr>. (σελ. 1-3).

25. Στουρνάρας, Γ. Πρόεδρος Ελληνικής Επιτροπής Υδρογεωλογίας και καθηγητής τμ. Γεωλογίας, τομέας Δυναμικής-Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας. 03 Σεπτεμβρίου 2007. <http://www.kathimerini.gr>. (σελ. 6).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1:	Κυριότερες πηγές της χώρας.....	107
ΠΙΝΑΚΑΣ2:	Υδατικοί πόροι ανά Υδατικό Διαμέρισμα.....	108
ΠΙΝΑΚΑΣ 3:	Χαρακτηριστικά των φραγμάτων και λιμνοδεξαμενών.....	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:	Οι ταμειυτήρες ύδρευσης της Αθήνας.....	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:	Οι ταμειυτήρες της Δ.Ε.Η.....	112
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:	Φράγματα που έχουν κατασκευαστεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ.....	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 7:	Οι ταμειυτήρες του Υπουργείου Γεωργίας.....	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 8:	Μηνιαία θερμοκρασία της Πάτρας.....	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 9:	Μηνιαία υγρασία της Πάτρας.....	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 10:	Μηνιαία βροχόπτωση της Πάτρας σε mm.....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 11:	Μηνιαία θερμοκρασία της Φλώρινας.....	118
ΠΙΝΑΚΑΣ 12:	Μηνιαία υγρασία της Φλώρινας.....	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 13:	Μηνιαία βροχόπτωση της Φλώρινας σε mm.....	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 14:	Μηνιαία ένταση ανέμου της Φλώρινας σε Kt.....	121
ΠΙΝΑΚΑΣ 15:	Μηνιαία θερμοκρασία της Μυτιλήνης.....	122
ΠΙΝΑΚΑΣ 16:	Μηνιαία υγρασία της Μυτιλήνης.....	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 17:	Μηνιαία βροχόπτωση της Μυτιλήνης σε mm.....	124

Πίνακας 1 Κυριότερες πηγές της χώρας
(Από ΙΓΜΕ, Υπ. Αναπτ. 1986)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΗΓΗΣ	Δημος - κοινότητα - τοποθεσία	παροχή (m ³ /h)
Υδ. Διαμερ. 01			
1/1	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	ΠΛΑΝΗΤΕΡΟΥ	10800
1/2	ΛΑΔΩΝΟΣ	ΛΥΚΟΥΡΙΑΣ	7467
1/3	ΜΠΑΪΛΤΣΑΚΟΥ	ΠΑΝΑΓΙΤΣΑΣ	724
1/4	ΜΕΘΥΔΡΙΟΥ	ΒΥΤΙΝΑΣ	>1500
1/5	ΠΥΡΓΑΚΙΟΥ	ΒΥΤΙΝΑΣ	>1000
1/6	ΑΓ. ΦΛΩΡΟΥ	ΑΓ. ΦΛΩΡΟΥ	9398
1/7	ΠΗΔΗΜΑ	ΠΗΔΗΜΑ	929
1/8	ΠΕΤΑΛΙΔΙ	ΠΕΤΑΛΙΔΙ	1000
1/9	ΜΥΛΟΙ ΜΑΝΤΙΝΕΙΑΣ	ΜΑΝΤΙΝΕΙΑ	300
1/10	ΚΑΡΔΑΜΥΛΗ	ΚΑΡΔΑΜΥΛΗΣ	100
1/11	ΑΝΑΒΑΛΟΣ	ΝΕΟΧΩΡΙΟΥ - ΣΤΟΥΠΑ	100
1/12	ΣΠΗΛΙΑ ΔΥΡΟΥ	ΠΥΡΓΟΣ ΔΥΡΟΥ	>1800
Υδ. Διαμερ. 02			
2/1	ΜΕΛΙΣΣΙΟΥ	ΜΕΛΙΣΣΙΟΥ	-
2/2	ΩΡΑΙΑΣ ΕΛΕΝΗΣ	Κ. ΑΛΜΥΡΗΣ	>2000
2/3	ΑΛΜΥΡΗΣ	Κ. ΑΛΜΥΡΗΣ	>3000
2/4	ΚΟΡΦΟΥ	ΚΟΡΦΟΥ	>2000
2/5	ΣΕΛΟΥΝΤΑΣ	ΣΟΦΙΚΟΥ	>2000
Υδ. Διαμερ. 03			
3/1	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	Ν. ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ	1500
3/2	ΚΕΦΑΛΑΡΙ	ΑΡΓΟΥΣ	12000
3/3	ΛΕΡΝΗ	ΜΥΛΩΝ	7200
3/4	ΑΝΑΒΑΛΟΣ	ΚΙΒΕΡΙΟΥ	50400
3/5	ΚΑΝΤΙΑ	ΙΡΙΩΝ	2900
3/6	ΑΝΑΒΑΛΟΣ	ΑΣΤΡΟΥΣ	-
3/7	ΒΙΒΑΡΙΟΥ	ΣΕΛΛΑΣΙΑΣ	6900
3/8	ΑΝΑΒΑΛΟΣ	ΠΟΥΛΙΘΡΩΝ	>5000
3/9	ΣΚΑΛΑΣ	ΣΚΑΛΑΣ	2115
3/10	ΕΛΑΙΑΣ ΜΟΛΩΝ	ΑΣΩΠΟΥ	5400
Υδ. Διαμερ. 04			
4/1	ΒΛΥΧΑ	ΒΟΝΙΤΣΑΣ	>1000
4/2	ΑΝΑΒΑΛΟΣ	ΑΡΧΟΝΤΟΧΩΡΙΟΥ	>100
4/3	ΒΛΥΧΑ	ΑΣΤΑΚΟΥ	650
4/4	ΒΛΥΧΑ	ΣΠΑΡΤΟΥ	>700
4/5	ΠΕΤΡΟΝΙΚΟΥ	ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ	>3000
4/6	ΡΙΒΙΟΥ	ΡΙΒΙΟΥ	-
4/7	ΛΑΜΠΡΑ	ΠΕΝΤΑΛΟΦΟΥ	>14000
4/8	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	ΓΑΛΑΤΑ	1238
4/9	ΤΡΙΧΩΝΙΔΑΣ	ΤΡΙΧΩΝΙΔΑΣ	-
4/10	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	1100
4/11	ΓΟΥΒΟ	ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙΟΥ	1536
4/12	ΒΕΛΟΥΧΙ	ΚΑΛΛΙΟΥ	3000
4/13	ΑΜΠΛΑ	ΚΛΑΥΣΙΩΝ	1000
4/14	ΤΡΙΚΛΙΝΟΥ	ΤΡΙΚΛΙΝΟΥ	>5000
4/15	ΒΡΥΣΟΚΑΛΑΜΟ	ΘΕΟΔΩΡΙΑΝΩΝ	2100
4/16	ΚΑΒΟΥΛΙΝΙΤΣΑ	ΤΟΛΟΓΩΝΟΣ	>600
Υδ. Διαμερ. 05			
5/1	ΣΚΑΛΑ ΛΟΥΡΟΥ	ΛΟΥΡΟΥ	8300
5/2	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ	5100
5/3	ΚΑΜΠΗ	ΚΑΜΠΗΣ	1500
5/4	ΧΑΝΟΠΟΥΛΟ	ΧΑΝΟΠΟΥΛΟΥ	14400
5/5	ΟΜΟΡΦΑΔΑ	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ	1430
5/6	ΒΑΘΥ	ΓΟΡΓΟΜΥΛΟΥ	1800
5/7	ΤΕΡΟΒΟΥ - ΒΗΡΟΥ	ΤΕΡΟΒΟΥ	3530
5/8	ΓΚΟΥΡΑ	ΠΛΑΤΑΝΟΥΣΑ	-350
5/9	ΚΛΙΦΤΗ	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	965
5/10	ΠΑΛ. ΜΥΛΟΣ	ΚΑΤΑΡΑΚΤΗΣ	>400
5/11	ΑΝΘΟΧΩΡΙ	ΑΝΘΟΧΩΡΙ	1000
5/12	ΣΤΡΟΥΝΗ	ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ	4100
5/13	ΚΡΥΑΣ	ΚΡΥΑΣ	1800
5/14	ΤΟΥΜΠΑ	ΠΕΡΙΒΛΕΠΗΣ	1500
5/15	ΓΚΑΣΤΡΩΜΕΝΗ (ΒΙΚΟΥ)	ΒΙΚΟΥ	6500
5/16	ΚΟΥΡΜΟΥΤΣΗ	ΔΟΛΙΑΝΑ	6300
5/17	ΝΕΛΕΣ	Κ'ΥΔΩΝΙΑ	1500
5/18	ΒΕΛΑ	Μ. ΒΕΛΑ	1400
5/19	ΙΕΡΟΜΝΗΜΗ	ΧΡΥΣΟΡΑΧΗ	1000
5/20	ΣΙΤΑΡΙΑ	ΣΙΤΑΡΙΑ	1800
5/21	ΛΙΜΝΗ	ΛΙΜΝΗ	1160
5/22	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	800
5/23	ΓΚΛΑΒΑ	ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟ	2500

5/24	ΤΣΕΡΑΒΙΝΑ	Κ. ΡΑΒΕΝΙΑ	1360
5/25	ΚΛΗΜΑΤΙΑ	ΚΛΗΜΑΤΙΑ	1200
5/26	ΣΟΥΛΟΠΟΥΛΟ	ΣΟΥΛΟΠΟΥΛΟ	700
5/27	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	ΛΙΣΤΑ	1800
5/28	ΑΣΠΡΑ ΠΗΓΑΔΙΑ - ΑΝΑΒΡΥΣΤΙΚΑ	ΡΑΒΕΝΟ	6000
5/29	ΠΕΛΕΚΗΤΟΥ	ΠΕΛΕΚΗΤΟΣ	-1800
5/30	ΑΝΑΚΟΛΗ	ΡΑΓΙΟΥ	2270
5/31	ΠΛΑΤΑΡΙΑ	ΠΛΑΤΑΡΙΑ	1200
5/32	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΡΓΑΣ	ΠΑΡΓΑ	>1800
5/33	ΚΟΡΩΝΗ	ΚΟΡΩΝΗ	19000
5/34	ΓΛΥΚΗ	ΓΛΥΚΗΣ	5000
5/35	ΧΟΧΛΑ	ΧΟΧΛΑ	5000
Υδ. Διαμερ. 06			
6/1	ΑΓ. ΑΠΟΣΤΟΛΟΙ	ΚΑΛΑΜΟΣ	>35000
6/2	ΣΟΥΛΙΟΥ	ΣΟΥΛΙΟΥ	800
6/3	ΚΟΥΜΟΥΝΔΟΥΡΟΥ	ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ	2000
6/4	ΨΑΘΑ	ΑΛΕΠΟΧΩΡΙ	-
6/5	ΠΟΡΤΟ ΓΕΡΜΑΝΟ	ΠΟΡΤΟ ΓΕΡΜΑΝΟ	-
6/6	Ν. ΠΕΡΑΜΟΣ	Ν. ΠΕΡΑΜΟΣ	-
Υδ. Διαμερ. 07			
7/1	ΑΛΜΥΡΟΠΟΤΑΜΟΣ	ΑΧΛΑΔΙ	600
7/2	ΠΑΛΑΙΟΜΥΛΟΣ	ΑΧΛΑΔΙ	1200
7/3	ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΑΥΛΑΚΙ	900
7/4	ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	-800
7/5	ΜΑΝΤΑΝΙΑ	ΠΥΡΓΟΣ ΥΠΑΤΗΣ	900
7/6	ΣΥΝΟΛΟ ΠΗΓΩΝ	ΜΕΣΙΑΤΕΣ	-
7/7	ΜΑΥΡΟΝΕΡΙ	ΑΝΩ ΒΑΡΔΑΤΕΣ	450
7/8	ΣΥΝΟΛΟ ΠΗΓΩΝ	ΛΙΛΙΑΣ ΠΟΛΥΔΡΟΣΟΥ	-
7/9	ΜΥΛΟΙ	ΙΤΕΑΣ	2100
7/10	ΑΝΑΒΑΛΟΣ	ΓΑΛΑΞΙΔΙΟΥ	1800
7/11	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ	ΚΙΡΡΑΣ	5535
7/12	ΠΟΤΑΜΟΣ	ΔΕΣΦΙΝΑΣ - ΑΓ. ΙΣΙΔΩΡΟΣ	636
7/13	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	ΔΕΣΦΙΝΑΣ	1000
7/14	ΠΑΡΑΛΙΑ ΔΥΣΤΟΜΟΥ	ΔΙΣΤΟΜΟ	-
7/15	ΒΛΥΧΑ	ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ	-
7/16	ΒΛΥΧΑ	ΘΙΣΒΗΣ	-
7/17	ΒΛΥΧΑ	ΚΟΡΥΝΗΣ	-
7/18	ΒΛΥΧΑ	ΚΑΠΑΡΕΛΙΟΥ	-
7/19	ΑΥΛΙΔΑΣ	ΑΥΛΙΔΑΣ	>500
7/20	ΓΛΥΦΑ	ΧΑΛΚΙΔΑΣ	>500
7/21	ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΒΡΑΧΟΣ	ΚΑΠΑΡΕΛΙΟΥ	-
7/22	ΡΕΜΑ	ΛΑΡΥΜΝΑ	680
7/23	ΑΛΜΥΡΑ ΝΕΡΑ	ΤΡΑΓΑΝΑ	2720
7/24	ΤΣΙΚΡΙΚΑ	ΣΤΥΛΙΔΑ	35
7/25	ΚΑΡΥΑ	ΣΤΥΛΙΔΑ	180
7/26	ΚΑΡΑΜΠΑΣΗ	ΚΑΡΑΒΟΜΥΛΟΣ	140
7/27	ΕΡΚΥΝΝΑ - ΚΡΥΑ	ΛΕΙΒΑΔΙΑΣ	2195
7/28	ΓΛΥΦΑ ΨΑΧΝΩΝ	ΨΑΧΝΩΝ	1080
7/29	ΑΓ. ΣΤΕΦΑΝΟΥ	ΧΑΛΚΙΔΑΣ	1925
7/30	ΑΝΑΒΑΛΟΣ ΕΡΕΤΡΙΑΣ	ΕΡΕΤΡΙΑΣ	>1000
7/31	ΚΑΛΑΜΙ ΤΣΙΡΛΟΝΕΡΙ	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗ ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ	500
7/32	ΠΟΡΤΟ ΜΠΟΥΦΑΛΟ	ΑΡΓΥΡΟ	38
7/33	ΑΛΜΥΡΟΠΟΤΑΜΟΥ	ΑΛΜΥΡΟΠΟΤΑΜΟΥ	356
7/34	ΛΑΛΑ	ΚΑΛΥΒΙΩΝ	469
Υδ. Διαμερ. 08			
8/1	ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΡΑΨΑΝΗΣ	2780
8/2	ΑΓ. ΑΝΝΑΣ	ΤΥΡΝΑΒΟΥ	550
8/3	ΜΑΤΙ	ΤΥΡΝΑΒΟΥ	5870
8/4	ΜΑΤΙ	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟΥ	4263
8/5	ΚΕΦΑΛΟΠΟΤΑΜΟΣ	ΓΟΡΓΟΓΥΡΙΟΥ	2100
8/6	ΚΕΦΑΛΟΠΟΤΑΜΟΣ	ΕΥΛΟΠΑΡΙΚΙΟΥ	955
8/7	ΒΟΥΛΑΣ	ΠΕΤΡΩΤΟΥ	780
8/8	ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ	650
8/9	ΜΠΟΥΡΜΠΟΥΛΗΘΡΑ	ΒΟΛΟΣ	>3500
Υδ. Διαμερ. 09			
9/1	ΚΟΡΟΜΥΛΙΑΣ	ΚΟΡΟΜΥΛΙΑΣ	1616
9/2	ΛΕΥΚΗΣ	ΛΕΥΚΗΣ	2063
9/3	ΑΝΩ ΑΡΕΝΕΣ	ΑΡΕΝΕΣ	1040
9/4	ΚΑΤΩ ΑΡΑΝΕΣ	ΠΕΥΚΟΦΥΤΟΥ	2556
9/5	ΝΕΡΑΪΔΑΣ	ΝΕΡΑΪΔΑΣ	-30000
9/6	ΡΑΙΑΣ	ΡΑΧΙΑΣ	2900
9/7	ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟΥ ΓΕΩΡΓ.	ΓΕΩΡΓΙΑΝΩΝ	1400
9/8	ΤΡΙΠΟΤΑΜΟΥ	ΤΡΙΠΟΤΑΜΟΥ	3600
9/9	ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗ	ΝΑΟΥΣΑ	1900

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΗΓΗΣ	Δημος - κοινοτητα - τοποθεσια	παροχη (m³/h)
9/10	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΝΑΟΥΣΑΣ	ΝΑΟΥΣΑ	17000
9/11	ΣΕΒΑΣΤΙΑΝΩΝ	ΣΕΒΑΣΤΙΑΝΩΝ	1450
9/12	ΚΑΡΑΚΑΓΙΑ	ΕΔΕΣΣΑΣ	4300
9/13	ΝΗΣΙΟΥ	ΝΗΣΙΟΥ	1200
9/14	ΒΟΔΑ	ΒΡΥΤΩΝ	3600
9/15	ΔΙΟΥ	ΔΙΟΥ	>5000
10/1	ΑΡΑΒΗΣΣΟΥ Υδ. Διαμερ. 10	ΑΡΑΒΗΣΣΟΥ	>3000
11/1	ΜΥΛΩΝ	ΑΓΓΙΣΤΡΟ	2200
11/2	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗ	ΣΕΡΡΩΝ	1200
11/3	ΜΑΑΡΑ	ΑΓΓΙΤΗΣ	6700
11/4	ΓΑΛΑΖΙΑ ΝΕΡΑ	ΣΥΜΒΟΛΗ 1	4600
11/5	ΣΥΜΒΟΛΗΣ	ΣΥΜΒΟΛΗ 2	2500
11/6	ΑΓ. ΒΑΡΒΑΡΑΣ	ΔΡΑΜΑΣ	10000
11/7	ΚΕΦΑΛΑΡΙΟΥ	ΚΕΦΑΛΑΡΙ	6500
11/8	ΠΟΠΡΤΕΣ	ΝΙΚΗΣΙΑΝΗΣ	8200
11/9	ΒΙΣΤΡΙΤΣΑ Υδ. Διαμερ. 12	ΠΑΓΓΑΙΟΥ	1300
12/1	ΣΥΝΟΛΟ ΠΗΓΩΝ	ΓΑΛΑΝΗΣ	-
12/2	ΓΑΛΑΖΙΑ ΝΕΡΑ	ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ - ΟΧΥΡΑ	>3600
12/3	ΣΤΡΑΤΩΝΩΝ	ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ - ΣΤΡΑΤΩΝΕΣ	2461
12/4	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΟΥ	ΠΑΡΑΔΕΙΣΟΥ - ΣΤΡΑΤΩΝΕΣ	1925
12/5	ΚΑΤΩ ΒΡΥΣΗ	ΠΟΤΑΜΙΑΣ	617
12/6	ΑΓΙΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ Υδ. Διαμερ. 13	ΘΕΟΛΟΓΟΥ	144
13/1	ΜΑΛΑΥΡΑ	ΚΑΒΟΥΣΙΟΥ	>1000
13/2	ΑΛΜΥΡΟΣ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	7893
13/3	ΠΟΤΑΜΟΣ	ΜΑΛΛΙΩΝ	1213
13/4	ΑΛΜΥΡΟΣ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	9880
13/5	ΦΟΔΕΛΕ	ΦΟΔΕΛΕ	944
13/6	ΣΙΦΩΝΑΣ	ΜΠΑΛΙΟΥ	>500
13/7	ΚΟΥΡΤΑΛΙΩΤΗ	ΑΣΩΜΑΤΟΥ	2895
13/8	ΛΙΜΝΗ ΚΟΥΡΝΑ	ΚΟΥΡΝΑ	>500
13/9	ΓΕΩΡΓΙΟΥΠΟΛΗ	ΓΕΩΡΓΙΟΥΠΟΛΗΣ	>20000
13/10	ΑΡΜΕΝΟΙ	ΑΡΜΕΝΙΟΥ	1200
13/11	ΚΟΙΛΑΡΗ	ΚΑΛΥΒΙΩΝ	2700
13/12	ΜΕΣΚΑ	ΜΑΣΚΛΑΣ	>500
13/13	ΑΓΙΑ	ΑΓΙΑΣ	1422

Πίνακας 2 Υδατικοί πόροι ανά Υδατικό Διαμέρισμα (Από Υ.Β.Ε.Τ, 1989)

Κωδικός	Ονομασία λεκάνης και Υπολεκάνης	Επιφ. Απορροής km²	Μέση Ετ. Απορροή (x10 ⁹ m³)
Υ.Δ. Δυτ. Πελοποννήσου			
0110	Αλφειού	3658	2100
0120	Παμίσου	728	173
Υ.Δ. Βορείας Πελοποννήσου			
0210	Πηνειού	868	445
0220	Πύρρου	600	280
0260	Σελινούντα	300	204
0263	Βουραϊκού	233	130
0266	Γλακού	165	70
0269	Κράθια	149	87
0270	Κριού	120	73
Υ.Δ. Ανατολ. Πελοποννήσου			
0310	Ευρώτα	1745	200
0360	Ινάχου	547	63
0370	Αγλαδοκάμπτου	170	40
Υ.Δ. Δυτ. Στερεάς Ελλάδας			
0410	Αχελώου	5572	7949
0420	Εύηνου (Φιδάρη)	1112	1463
0430	Μόρνου	933	1308
Υ.Δ. Ηπείρου			
0510	Αώου	2089	2554
0520	Αράχθου	2009	2202
0530	Καλαμά ή Θύαμι	1831	1800
0540	Λούρου	983	891
0550	Αχέροντα	752	730
Υ.Δ. Αττικής			
Υ.Δ. Αν. Στερεάς Ελλάδας			
0710	Βοιωτικού Κήφισου	2474	263
0720	Σπερχειού	1643	746
0730	Ασωπού	649	65
Υ.Δ. Θεσσαλίας			
0810	Πηνειού	9748	3226
Υ.Δ. Δυτ. Μακεδονίας			
0910	Αλιάκμονα	8777	3908
0916	Εδεσσαίου	292	105
0917	Τριπόταμου	252	325
Υ.Δ. Κεντρ. Μακεδονίας			
1020	Αξιού	1614	370
1030	Λουδία	1409	782
Υ.Δ. Ανατολ. Μακεδονίας			
1110	Στρυμόνα	5825	1806
Υ.Δ. Θράκης			
1210	Έβρου	3296	6800
1220	Νέστου	2300	3140
Υ.Δ. Κρήτης			
1360	Γεροποτάμου	553	36
1361	Αναποδιάρη	537	44
1362	Ρ. Περάματος (περιλ. κλ. λ. Νίδα)	511	10
1363	Πλατή	205	60
1364	Γόφυρου	182	26
1365	Γλασανιά	174	70
1366	Γκαζάνου	170	8
1367	Αποσελέμη	169	20
1368	Ρ. Βρύσες	159	27
1369	Καρτερού	153	3
1370	Πετρα	143	7
1371	Κλ. λ. Τζερμιόδων	141	21
1372	Ρ. Πραστές	139	18
1373	Τόρα(περλ. κλ. λ. Ορπεδίου Ομαλού)	137	16
1374	Ρ. Καλάμι	136	2
1375	Ταυρωνίτη	135	9
1376	Πετρέ	125	12
1377	Κουρταλιώτη	121	41
1378	Ρ. Σουγιάς	109	8
1379	Μύρτου	102	14
1380	Κακοκικάνου	96	17
1381	Ρ. Τυφλού	82	12

Πίνακας 3 Χαρακτηριστικά των φραγμάτων και λιμνοδεξαμενών (Υπ. Γεωργίας)

A/A	Νήσος ή Νομός	Θέση	Είδος έργου	ΩΦΕΛΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ ΧΙΛ m ³	ΕΚΤΑΣΗ ΠΡΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗ (ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)
Α) Φράγματα και λιμνοδεξαμενές Υπ. Γεωργίας					
1	ΚΩΣ	Πλατό	Λιμνοδεξαμενή	360	128
2	ΝΑΞΟΣ	Φανερωμένη	Φράγμα	1450	11800
3	ΚΑΛΥΜΝΟΣ	Βαθύ	Λιμνοδεξαμενή	156	300
4	ΛΕΣΒΟΣ	Ερεσσός	Φράγμα	2500	4000
5	ΛΕΣΒΟΣ	Σεδούντα	Φράγμα	300	350
6	ΛΕΡΟΣ	Παρθένι	Φράγμα	1100	320
7	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Ινίο	Φράγμα	1800	10800
8	ΙΚΑΡΙΑ	Χρηστός Αγ. Κήρυκος	Λιμνοδεξαμενή	76	25
9	ΡΟΔΟΣ	Κρητινία	Φράγμα	1775	3600
10	ΣΕΡΙΦΟΣ	Στενό	Φράγμα	700	400
11	ΠΑΞΟΙ	Κακή Λαγκάδα	Λιμνοδεξαμενή	130	30
12	ΚΙΑΚΙΣ	Αρτζάν Αματόβου	Λιμνοδεξαμενή	8500	23000
13	ΔΡΑΜΑΣ	Καταφύγιο	Φράγμα	973	3500
14	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	Τάκα	Λιμνοδεξαμενή	12000	30500
15	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	Βράχος	Φράγμα	1949	4200
16	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	Γωνόμιο	Λιμνοδεξαμενή	720	1000
17	ΤΗΝΟΣ	Λιβάδα	Λιμνοδεξαμενή	300	60
18	ΙΟΣ	Μυλοπόταμος	Φράγμα	180	290
19	ΜΥΚΟΝΟΣ	Μαραθιά	Φράγμα	2900	100
20	ΜΥΚΟΝΟΣ	Ανω Μερά	Φράγμα	1000	200
21	ΝΑΞΟΣ	Εγγαρές	Λιμνοδεξαμενή	600	
22	ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑ	Λιββάδι	Φράγμα	875	900
23	ΡΟΔΟΣ	Σκωλονίτης	Λιμνοδεξαμενή	490	1000
24	ΚΩΣ	Μεσσαριά	Λιμνοδεξαμενή	215	450
25	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	Χαυγιάς	Λιμνοδεξαμενή	860	7000
26	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	Βιζάρι	Λιμνοδεξαμενή	505	2200
27	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Καραβάδω	Λιμνοδεξαμενή	110	220
28	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Σκινιά	Λιμνοδεξαμενή	240	450
29	ΧΑΝΙΩΝ	Χρισσοκαλιτσα	Λιμνοδεξαμενή	650	2000
30	ΧΑΝΙΩΝ	Αγ. Θεόδωροι	Λιμνοδεξαμενή	600	1900
31	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Φανερωμένη	Φράγμα	10000	20000
32	ΛΕΥΚΑΔΑΣ	Καρυάς	Λιμνοδεξαμενή	400	900
33	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	Μοσχόπουλο	Λιμνοδεξαμενή	160	200
34	ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ	Αγ. Ειρήνη	Λιμνοδεξαμενή	500	1000
35	ΠΑΞΩΝ	Λάκκα	Λιμνοδεξαμενή	75	20
36	ΛΗΜΝΟΥ	Θανούς	Λιμνοδεξαμενή	90	300
37	ΛΕΙΨΩΝ	Παναγιά	Λιμνοδεξαμενή	36	10
38	ΠΑΤΜΟΥ	Λειβάδι	Φράγμα	500	48
39	ΤΗΛΟΥ	Αγ. Ειρήνη	Λιμνοδεξαμενή	220	120
40	ΣΥΜΗΣ	Πεδί	Λιμνοδεξαμενή	200	100
41	ΚΑΣΤΕΛΟΡΙΖΟ	Καστελόριζο	Λιμνοδεξαμενή	60	80
42	ΧΙΟΣ	Ζυφιά	Φράγμα	260	500
43	ΧΙΟΣ	Βικί	Λιμνοδεξαμενή	168	400
44	ΧΙΟΣ	Αγ. Γεώργιος	Λιμνοδεξαμενή	180	350
45	ΣΑΜΟΣ	Μαραθόκαμπος	Λιμνοδεξαμενή	300	600
46	ΛΕΣΒΟΣ	Κεράμι	Λιμνοδεξαμενή	560	1000
47	ΛΕΣΒΟΣ	Μηθύμνα	Λιμνοδεξαμενή	580	900
48	ΙΚΑΡΙΑΣ	Πεζι Ράχες	Φράγμα	800	160
49	ΔΡΑΜΑΣ	Λευκόγεια	Φράγμα	12000	25000
50	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	Δόξα Φενεού	Φράγμα	5300	17000
51	ΣΑΜΟΥ	Μυτιληνιοί	Λιμνοδεξαμενή	201	400
52	ΡΟΔΟΥ	Απολακιά	Φράγμα	8	10000
53	ΕΛΑΣΣΩΝΑ	Λόφος	Φράγμα	300	600

Β) Φράγματα άλλων φορέων (ΔΕΗ κλπ.,) πολλαπλού σκοπού

1	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	Μπαμιάνος	Φράγμα	16000	32000
2	ΗΛΕΙΑΣ	Πηνεϊός	Φράγμα	350000	220000
3	ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	Αχυρά	Φράγμα	38000	26000
4	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	Σμόκοβο	Φράγμα	230000	260000
5	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	Παναγιώτικο	Φράγμα	1000	600
6	ΔΡΑΜΑΣ	Γκαλιανόβρυση	Φράγμα	567000	1150000
7	ΔΡΑΜΑΣ	Θησαυρός	Φράγμα		
8	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	Πλαστήρας (Ταυρωπός)	Φράγμα	300000	280000
9	ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	Κρεμαστά	Φράγμα		
10	ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	Στράτος	Φράγμα	5450000	400000
11	ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	Καστράκι	Φράγμα		
12	ΗΛΕΙΑΣ	Λάδωνας	Φράγμα	58000	150000
13	ΑΡΤΑΣ	Πουρνάρι Ι	Φράγμα		
14	ΚΟΖΑΝΗΣ	Πολύφυτο	Φράγμα	1500000	187000
15	ΗΜΑΘΙΑΣ	Άγρα(Λίμνη Νησίου)	Φράγμα		
16	ΠΙΡΕΒΕΖΗΣ	Λούρου	Φράγμα		
17	ΗΜΑΘΙΑΣ	Ασωμάτων	Φράγμα		
18	ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	Σφηκιάς	Φράγμα		
19	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	Πηγών Αώου	Φράγμα		
20	ΑΡΤΑΣ	Πουρναρίου ΙΙ (Ι,ΙΙ)	Φράγμα	865000	150000
21	ΡΟΔΟΠΗΣ	Γρατινής	Φράγμα		
22	ΦΩΚΙΔΑΣ	Μόρονος	Φράγμα		
23	ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	Εύηνος	Φράγμα		

Παρατήρηση: Από τον αποταμιευόμενο όγκο νερού των φραγμάτων της ΔΕΗ (π.χ. φρ. Στράτου) για άρδευση χρησιμοποιείται μέρος του, ανάλογα με τις αρδευτικές ανάγκες των περιοχών.

Γ) Φράγματα εκτροπής

1	ΚΑΒΑΛΑΣ-ΞΑΝΘΗΣ	Νέστου	Φράγμα		155,000
2	ΔΡΑΜΑΣ	Αγγιτίου	Φράγμα		160,000
3	ΔΡΑΜΑΣ	Μπάνιτσας	Φράγμα		
4	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	Αξιού	Φράγμα		635,000
5	ΗΜΑΘΙΑΣ	Αλιάκμονα	Φράγμα		
6	ΗΛΕΙΑΣ	Λούρου	Φράγμα		120,000
7	ΑΡΤΑΣ	Αράχθου	Φράγμα		
8	ΑΙΤΩΛ/ΝΙΑΣ	Σπολαΐτας	Φράγμα		370,000
9	ΗΛΕΙΑΣ	Αλφειού	Φράγμα		134,000
10	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	Παμίσσου	Φράγμα		45,500
11	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	Καλαμά	Φράγμα		

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Οι ταμιευτήρες ύδρευσης της Αθήνας

α/α	Ταμιευτήρας	Ωφέλιμος όγκος (m ³)
1	Φράγμα Μαραθώνα	34 x 10 ⁶
2	Λίμνη Υλίκη	550 x 10 ⁶
3	Φράγμα Μόρνου	670 x 10 ⁶
4	Φράγμα Ευήνου	106 x 10 ⁶



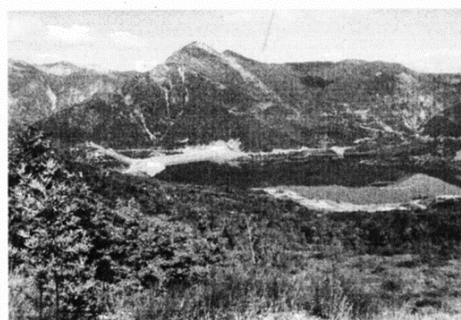
Φράγμα Μαραθώνα



Λίμνη Υλίκη



Φράγμα Μόρνου

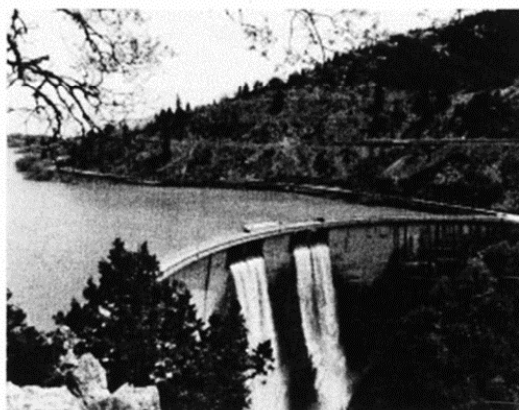


Φράγμα Ευήνου

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Οι ταμειυτήρες της ΔΕΗ

α/α	Υδροηλεκτρικός Σταθμός	Ωφέλιμος όγκος ($\times 10^6 \text{ m}^3$)
1	Άγρα (Λίμνη Νησίου)	3,80
2	Λάδωνα	46,20
3	Λούρου	0,37
4	Ταυρωπού	300,00
5	Κρεμαστών	3.300,00
6	Καστρακίου	785,00
7	Πολυφύτου	1.500,00
8	Πουρναρίου	350,00
9	Ασωμάτων	53,00
10	Σφηκιάς	99,00
11	Στράτου	80,00
12	Πηγών Αώου	214,00
13	Πουρναρίου II	3,90
14	Θησαυρού Νέστου	700,00
15	Πλατανόβρυσης Νέστου	12,00
16	Γρατινής	11,50



Φράγμα Ταυρωπού Καρδίτσας



Φράγμα Πολυφύτου



Φράγμα Θησαυρού



Φράγμα Πλατανόβρυσης

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Φράγματα που έχουν κατασκευαστεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ

α/α	Φράγμα	Ωφέλιμος όγκος (m ³)
1	Πηνειού Ν. Ηλείας	420 x 10 ⁶
2	Σμοκόβου Ν. Καρδίτσας	200 x 10 ⁶
3	Μπραμιανών Ν. Λασιθίου	15,5 x 10 ⁶
4	Πηγής Ν. Κιλκίς	2,45 x 10 ⁶



Φράγμα Μπραμιανών



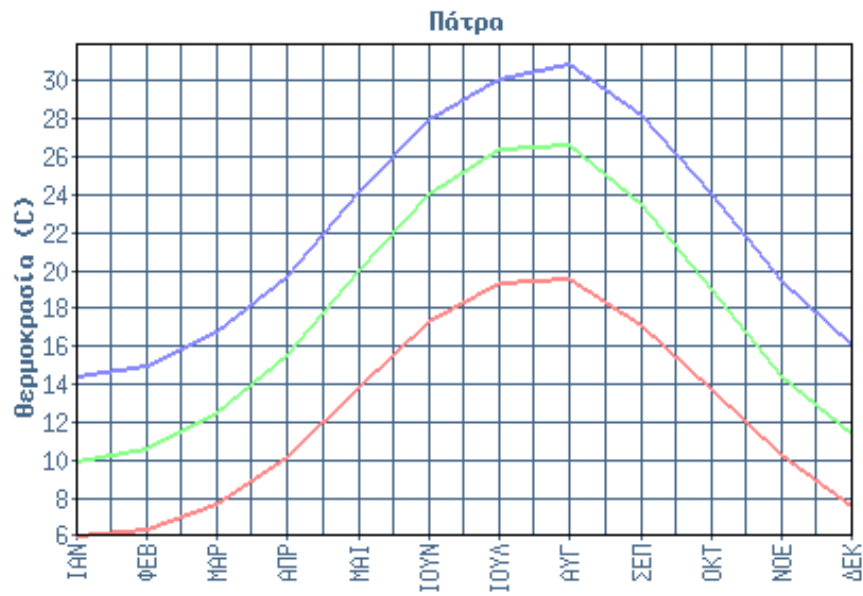
Φράγμα Σμοκόβου

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Οι ταμειευτήρες του Υπουργείου Γεωργίας

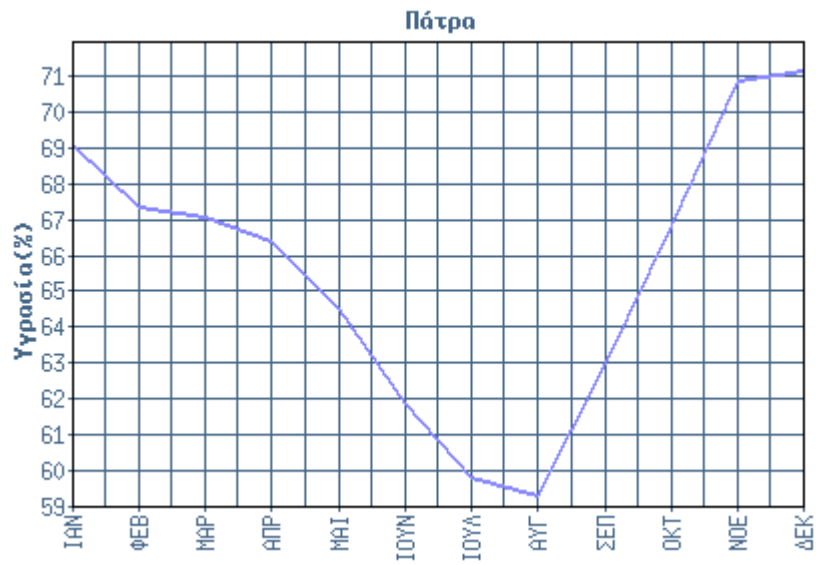
α/α	Νήσος ή Νομός	Θέση	Είδος Έργου	Ωφέλιμος όγκος
1	ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑ	Λειβάδι	Φράγμα ύψους 31,5 m	875.000
2	ΔΡΑΜΑΣ	Λευκόγεια	Φράγμα ύψους 32 m	11.954.480
3	ΔΡΑΜΑΣ	Κατάφυτο	Φράγμα ύψους 33,5 m	1.100.000
4	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Καραβάδω	Λιμνοδεξαμενή	110.000
5	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Σκινιάς	Λιμνοδεξαμενή	380.000
6	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Γέργερη	Λιμνοδεξαμενή	255.000
7	ΙΚΑΡΙΑ	Πέζι Ραχών	Φράγμα ύψους 29 m	1.000.000
8	ΙΚΑΡΙΑ	Άγιος Κήρυκος	Λιμνοδεξαμενή	80.000
9	ΙΟΣ	Μυλοπόταμος	Φράγμα ύψους 23m	215.000
10	ΚΕΡΚΥΡΑ	Μοσχόπουλο	Λιμνοδεξαμενή	160.000
11	ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑ	Αγία Ειρήνη L1	Λιμνοδεξαμενή	500.000
12	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	Φενεός	Φράγμα ύψους 56m	5.179.000
13	ΚΩΣ	Μεσσαριά	Λιμνοδεξαμενή	225.000
14	ΛΑΣΙΘΙΟΥ	Χαυγάς	Λιμνοδεξαμενή	860.000
15	ΛΕΙΨΟΙ	Παναγιά	Λιμνοδεξαμενή	36.000
16	ΛΗΜΝΟΣ	Θάνος	Λιμνοδεξαμενή	90.000
17	ΛΕΣΒΟΣ	Κεράμι Καλλονής	Λιμνοδεξαμενή	560.000
18	ΛΕΣΒΟΣ	Μήθυμνα	Λιμνοδεξαμενή	580.000
19	ΛΕΥΚΑΔΑ	Καρυά	Λιμνοδεξαμενή	402.000
20	ΜΥΚΟΝΟΣ	Άνω Μερά	Φράγμα ύψους 31m	1.000.000
21	ΜΥΚΟΝΟΣ	Μαράθι	Φράγμα ύψους 30m	2.900.000
22	ΝΑΞΟΣ	Εγγαρές	Λιμνοδεξαμενή	570.000
23	ΠΑΞΟΙ	Λάκκα	Λιμνοδεξαμενή	68.000
24	ΠΑΞΟΙ	Κακή Λαγκάδα	Λιμνοδεξαμενή	138.000
25	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	Βιζάρι	Λιμνοδεξαμενή	660.000
26	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	Γωνομιό-Ανώγεια	Λιμνοδεξαμενή	750.000
27	ΡΟΔΟΣ	Απολακκιά	Φράγμα ύψους 47m	7.600.000
28	ΡΟΔΟΣ	Σκολωνίτης	Λιμνοδεξαμενή	450.000
29	ΣΑΜΟΣ	Μαραθόκαμπος	Λιμνοδεξαμενή	342.000
30	ΣΑΜΟΣ	Μυτιληνιοί	Λιμνοδεξαμενή	150.000
31	ΤΗΝΟΣ	Λιβάδα	Λιμνοδεξαμενή	300.000
32	ΧΑΝΙΩΝ	Άγιοι Θεόδωροι	Λιμνοδεξαμενή	650.000
33	ΧΙΟΣ	Άγ. Γεώργιος Συκούσης	Λιμνοδεξαμενή	180.000
34	ΧΙΟΣ	Βίκι	Λιμνοδεξαμενή	150.000
35	ΧΙΟΣ	Ζυφιάς	Φράγμα ύψους 23m	370.000
36	ΛΗΜΝΟΣ	Κοντιάς	Φράγμα ύψους 24,5m	1.100.000
37	ΛΕΣΒΟΣ	Ερεσός	Φράγμα ύψους 41m	2.450.000
38	ΚΑΣΤΕΛΟΡΙΖΟ	Κιόλια	Λιμνοδεξαμενή	82.500
39	ΚΩΣ	Πλατύ	Λιμνοδεξαμενή	342.000
40	ΛΕΡΟΣ	Παρθένι	Φράγμα ύψους 25,5m	785.000
41	ΝΑΞΟΣ	Φανερωμένη	Φράγμα ύψους 44m	1.500.000
42	ΣΕΡΙΦΟΣ	Στενό	Φράγμα ύψους 30m	700.000

ΠΙΝΑΚΑΣ 8



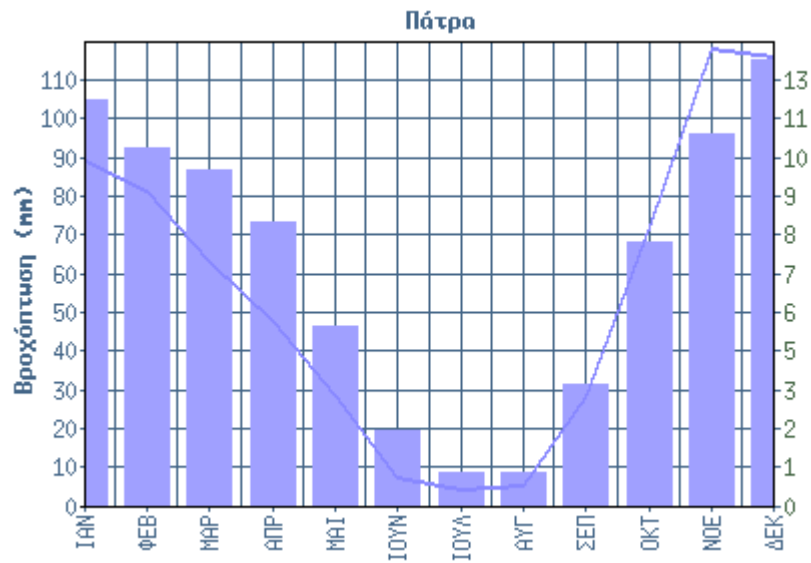
1° Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	6.1	6.4	7.7	10.2	13.9	17.4
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	10.0	10.6	12.5	15.6	20.1	24.1
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	14.5	15.0	16.8	19.7	24.2	28.0
2° Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	19.4	19.6	17.2	13.8	10.3	7.6
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	26.4	26.7	23.5	19.0	14.5	11.4
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	30.1	30.9	28.2	24.1	19.5	16.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 9



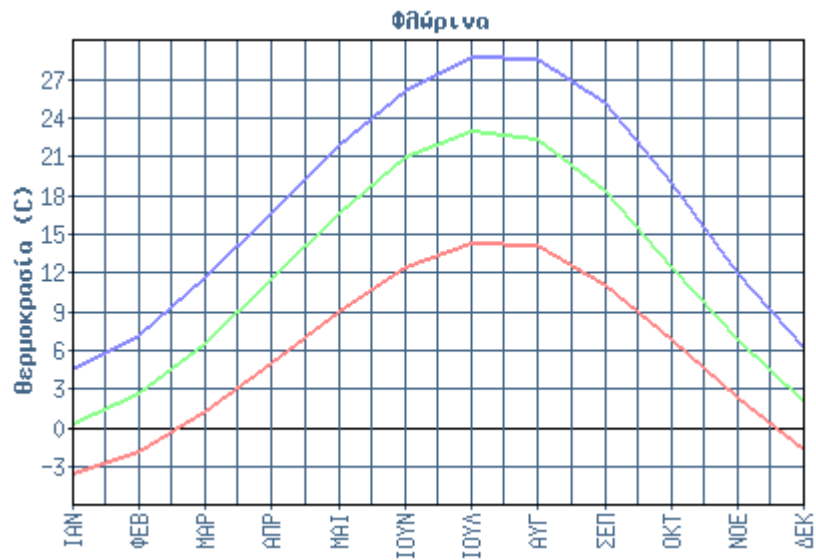
1^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	69.1	67.4	67.1	66.4	64.5	61.9
2^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	59.8	59.3	63.0	66.9	70.9	71.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10



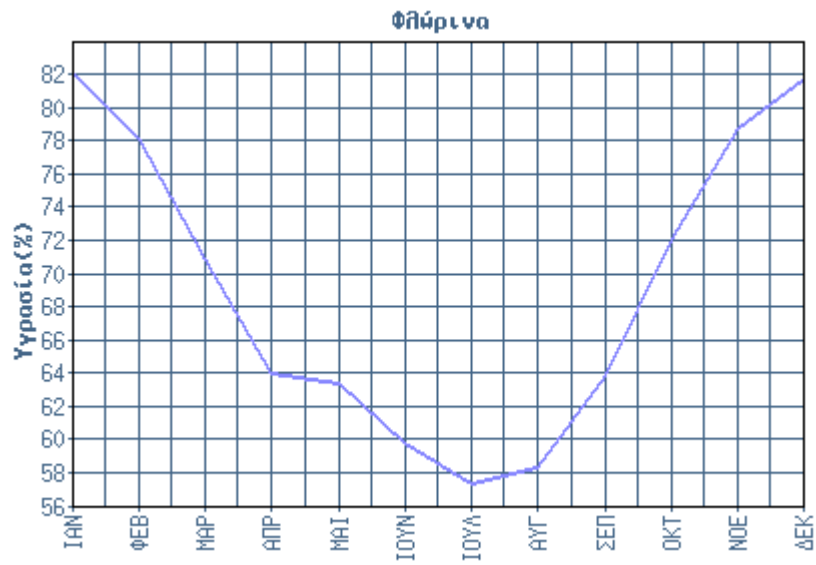
1° Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	89.1	81.7	63.3	47.8	28.9	7.5
Συνολικές Μέρες Βροχής	12.0	10.6	9.9	8.4	5.3	2.2
2° Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	4.6	5.2	28.3	72.2	118.0	116.1
Συνολικές Μέρες Βροχής	1.0	1.0	3.6	7.8	11.0	13.2

ΠΙΝΑΚΑΣ 11



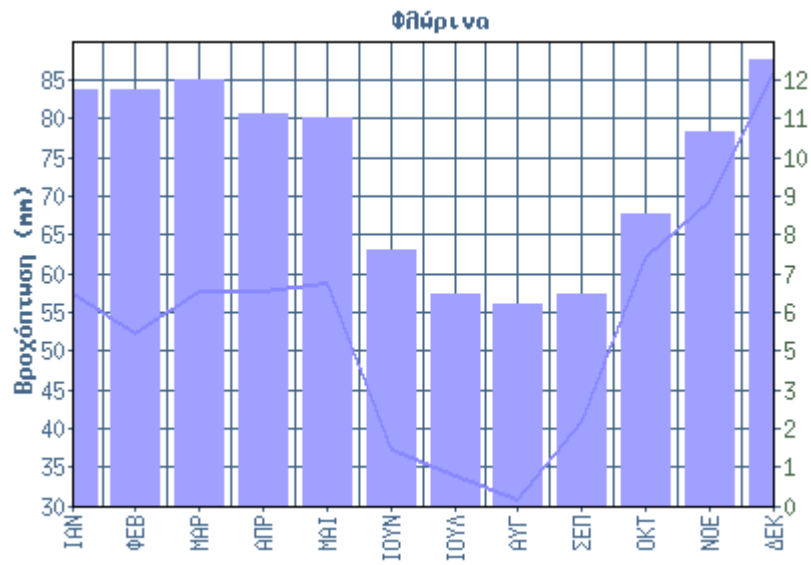
1° Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	-3.5	-1.7	1.3	5.1	9.2	12.5
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	0.5	2.7	6.7	11.6	16.8	21.0
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	4.6	7.3	11.8	16.7	22.0	26.2
2° Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	14.4	14.2	11.2	6.9	2.5	-1.6
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	23.1	22.5	18.4	12.6	7.0	2.2
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	28.8	28.7	25.2	19.0	12.1	6.3

ΠΙΝΑΚΑΣ 12



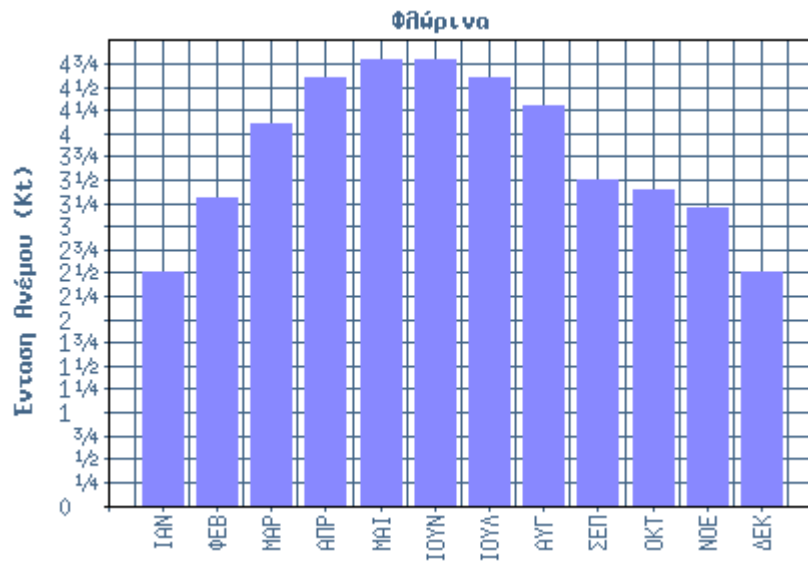
1^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	82.1	78.1	70.9	64.0	63.4	59.8
2^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	57.4	58.3	63.9	72.1	78.7	81.8

ΠΙΝΑΚΑΣ 13



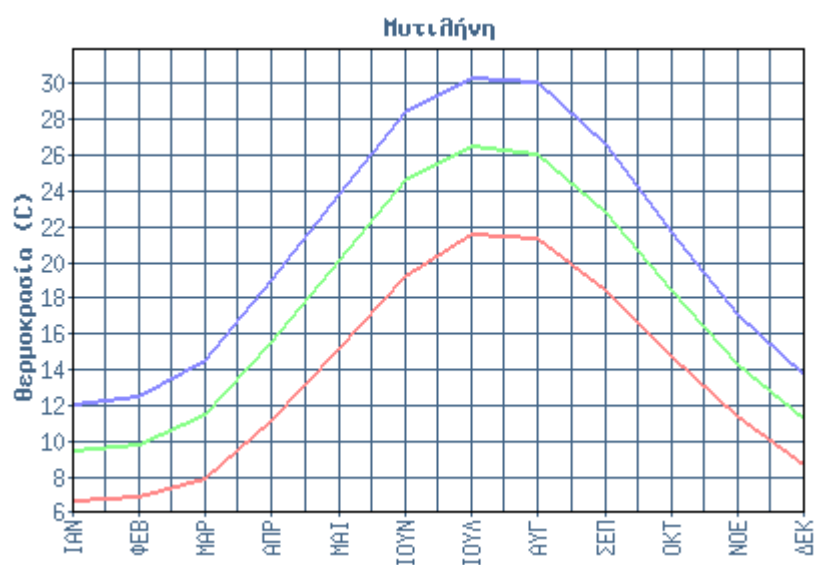
1° Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	57.6	52.3	57.9	57.9	58.9	37.3
Συνολικές Μέρες Βροχής	12.0	12.0	12.3	11.3	11.2	7.4
2° Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	34.0	31.0	41.1	62.1	69.4	86.2
Συνολικές Μέρες Βροχής	6.1	5.8	6.1	8.4	10.8	12.9

ΠΙΝΑΚΑΣ 14



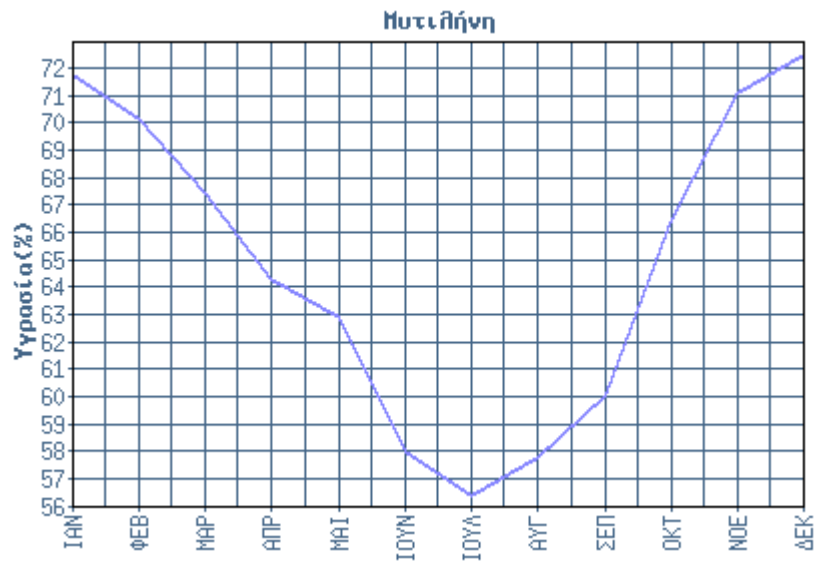
1^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	Δ	Β	Δ	Δ	Δ	Δ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	2.5	3.3	4.1	4.6	4.8	4.8
2^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	Β	Β	Δ	Β	Β	ΝΔ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	4.6	4.3	3.5	3.4	3.2	2.5

ΠΙΝΑΚΑΣ 15



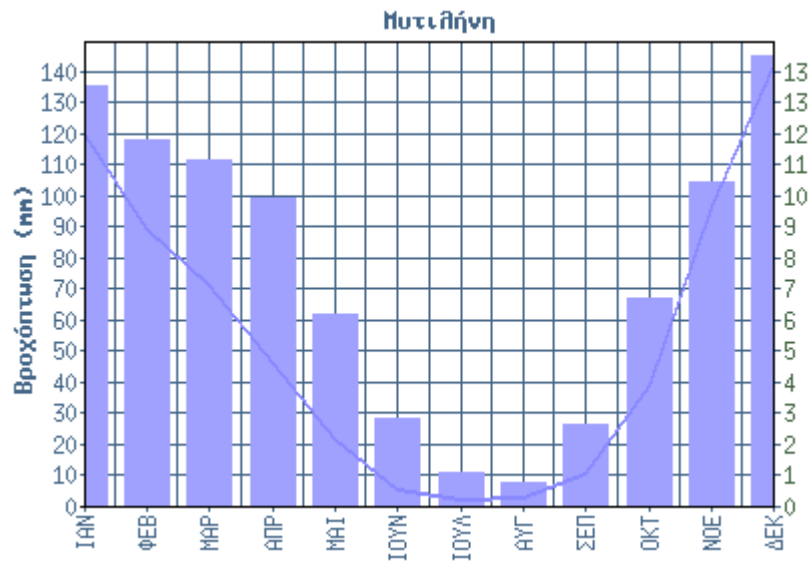
1° Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	6.7	7.0	8.0	11.2	15.2	19.3
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	9.5	9.9	11.6	15.6	20.2	24.7
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	12.1	12.6	14.6	19.0	23.9	28.5
2° Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	21.6	21.4	18.5	14.8	11.4	8.7
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	26.6	26.1	22.9	18.5	14.3	11.3
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	30.4	30.2	26.7	21.7	17.2	13.

ΠΙΝΑΚΑΣ 16



1° Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	71.8	70.2	67.5	64.3	62.9	58.0
2° Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Υγρασία	56.4	57.8	60.1	66.5	71.1	72.5

ΠΙΝΑΚΑΣ 17



1° Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	119.7	89.3	71.5	46.2	21.5	5.7
Συνολικές Μέρες Βροχής	13.0	11.3	10.7	9.5	5.9	2.7
2° Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	2.2	3.2	10.5	38.9	96.6	142.8
Συνολικές Μέρες Βροχής	1.0	0.7	2.5	6.4	10.0	13.9