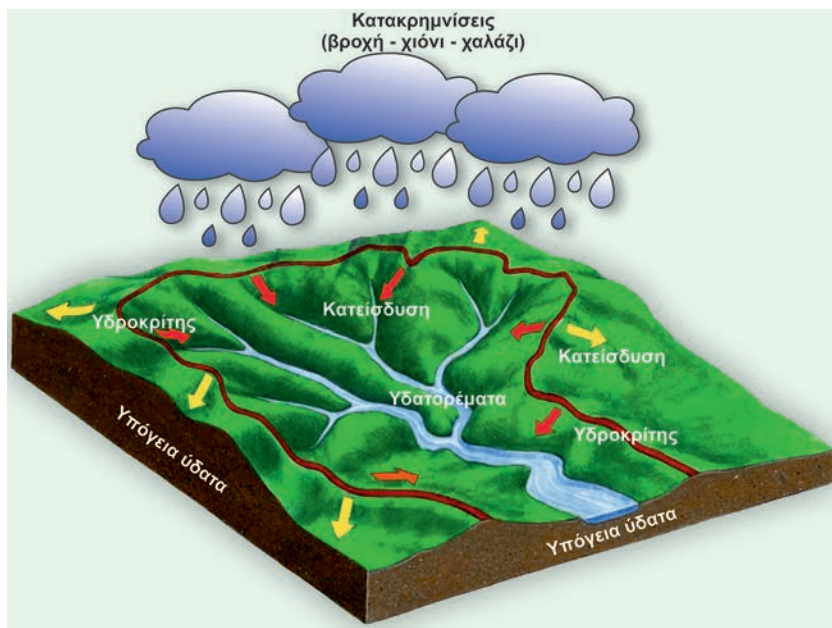


9.1. Το νερό ως πόρος

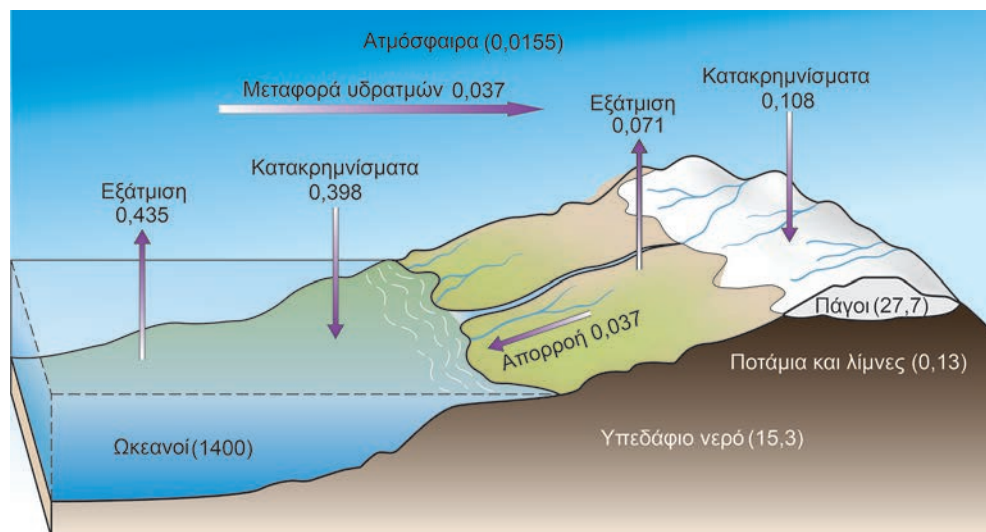
Υδατικοί πόροι είναι τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά των φυσικών πηγών (χερσαίων και υποθαλάσσιων) και τα μεταλλικά νερά. Η ταξινόμηση τους, γίνεται με βάση: α) την ποσότητα, β) την ποιότητα με βάση πρότυπα (φυσικοχημικά και βιολογικά) κατά χρήση, γ) τη χωρική κατανομή και δ) τη χρονική κατανομή. Λεκάνη απορροής τους, ορίζεται μία επιφάνεια γης, που την περικλείει ο υδροκρίτης, όπου όλα τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα καταλήγουν σε ένα κεντρικό σύστημα - ποτάμι που πέφτει στη θάλασσα, λίμνη ή χείμαρρο (Σχήμα 9.1.). Στο κλειστό αυτό σύστημα συγκεντρώνεται το νερό που εξατμίζεται ή απορροφάται από το έδαφος. Το νερό μέσα στο χώρο που βρίσκεται (λεκάνη απορροής) αλλά και στο χρόνο σε συνάρτηση με την διακύμανση των κλιματικών συνθηκών είναι ένας ανανεώσιμος φυσικός πόρος και αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση, τόσο για τη διατήρηση της ζωής, όσο και για την ικανοποίηση των κοινωνικών αναγκών. Οι υδατικοί πόροι χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών σε νερό της γεωργίας, των κατοίκων αστικών και τουριστικών περιοχών, της βιομηχανίας και για τη διατήρηση ισορροπιών του περιβάλλοντος. Οι παραπάνω χρήσεις του νερού σε μικρή ή μεγάλη κλίμακα, συνεπάγονται και παραγωγή ρύπων. Συνακόλουθα, η χάραξη μιας στρατηγικής για τους υδατικούς πόρους πρέπει να στηρίζεται στη εξισορρόπηση ανάμεσα στη προσφορά και τη ζήτηση νερού, μέσα από ένα διαχρονικό πλαίσιο ποσοτικής και ποιοτικής διατήρησης των χαρακτηριστικών των υδατικών πόρων. Το υδατικό ισοζύγιο μιας περιοχής, εκφράζεται από τη δυναμική ισορροπία για την ίδια χρονική περίοδο, μεταξύ των εισροών και εκροών από μια λεκάνης απορροής (Σχήμα 9.2). Οι λεκάνες απορροής διαφέρουν ως προς το μέγεθος, τον τύπο του εδάφους, το είδος και το ποσοστό φυτοκάλυψης, τις κλίσεις κ.λπ.. Εξαιτίας της υψηλής ποικιλομορφίας των λεκανών απορροής, πολλές φορές είναι επιβεβλημένη η δημιουργία ευρύτερων χωρικών ενοτήτων που απαρτίζουν τα «υδατικά διαμερίσματα».

Το ισοζύγιο προσφοράς-ζήτησης μιας περιοχής (υδατικού διαμερίσματος), με σκοπό τον προγραμματισμό και τον προσανατολισμό των χρήσεων νερού, σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο, είναι αποτέλεσμα της διαχείρισης των υδατικών πόρων, η οποία συνδέεται με τη διαχρονική εξέλιξη του διαθέσιμου νερού σε συνδυασμό με τις προοπτικές ζήτησης. Σε μια περιοχή (υδατικό διαμέρισμα), η διαμόρφωση ενός ισοζυγίου προσφοράς-ζήτησης βασίζεται σε ένα πλέγμα μέτρων και δραστηριοτήτων. Το πρόγραμμα διαχείρισης των υδατικών πόρων σ' ένα υδατικό διαμέρισμα

βασίζεται στον εντοπισμό, τον υπολογισμό του δυναμικού, τη χωρο-χρονική διακύμανση, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, τη μελέτη/κατασκευή έργων αξιοποίησης, εκμετάλλευσης, ρύθμισης, αποθήκευσης και μεταφοράς του νερού στους τόπους ζήτησης στο μέλλον. Στον τομέα της γεωργίας η ζήτηση είναι διαμορφωμένη σε



Σχήμα 9.1. Λεκάνη απορροής.



Σχήμα 9.2. Υδρολογικός κύκλος με εκτιμήσεις ρυθμών μετακίνησης νερού. Οι αριθμοί αναφέρονται σε ποσότητες νερού ($\times 10^6 \text{ km}^3$) (τροποποιημένο από Berner και Berner 2012).

επίπεδα πάνω από τις πραγματικές ανάγκες του χρήστη. Η υπερεκτίμηση των αναγκών οφείλεται, τόσο στις απώλειες νερού κατά τη μεταφορά μέσω πεπαλαιωμένων δικτύων από την πηγή προμήθειας στον τόπο της χρήσης, όσο και στο σύστημα άρδευσης με βάση τις ανάγκες της καλλιέργειας. Όλα τα παραπάνω διαμορφώνουν ένα πλαίσιο, στο οποίο πρέπει να κινηθεί η στρατηγική για την ανάπτυξη των υδατικών πόρων στη γεωργία.

9.2. Υδατικό δυναμικό

Η ποσοτική εκτίμηση, επιφανειακού και υπόγειου υδατικού δυναμικού της Ελλάδας, είναι ανέφικτη, λόγω του μεγάλου αριθμού, του μικρού μεγέθους και της μεγάλης διασποράς των υδάτινων πόρων. Μετρήσεις έχουν γίνει κυρίως σε μεγάλα ποτάμια. Η προσπάθεια εκτίμησης του υδατικού δυναμικού πρέπει να αρχίσει με συγκέντρωση διαθέσιμων υδρολογικών και μετεωρολογικών πληροφοριών σε μια βάση δεδομένων.

Η ποσοτική εκτίμηση των επιφανειακών νερών με βάση την υπάρχουσα κατάσταση μπορεί να οδηγήσει στα παρακάτω γενικά συμπεράσματα: α) το μέγιστο των απορροών παρατηρείται κατά τους χειμερινούς μήνες, β) μεγάλο μέρος των απορροών καταλήγει στη θάλασσα, γ) στη βόρεια Ελλάδα τα μεγάλα ποτάμια εκτός του Αλιάκμονα, έχουν το μεγαλύτερο μέρος των λεκανών απορροής τους εκτός της ελληνικής επικράτειας δ) η δυτική Ελλάδα και τα νησιά του Ιονίου δέχονται μεγάλο ύψος βροχής ε) η ανατολική Ελλάδα και τα νησιά του Αιγαίου δέχονται χαμηλό ύψος βροχής. Η ποσοτική εκτίμηση των υπόγειων υδροφορέων με βάση την υπάρχουσα κατάσταση μπορεί να οδηγήσει σε πολύ λιγότερα συμπεράσματα για το δυναμικό τους, λόγω του μεγάλου αριθμού, της διασποράς τους και την έλλειψη μελετών. Εξαιτίας της εντατικής και αλόγιστης εκμετάλλευσής τους, η υπόγεια στάθμη τους μεταβάλλεται από χρόνο σε χρόνο με αποτέλεσμα την εξάντληση και την ποιοτική υποβάθμισή τους.

Γενικά, ο μεγάλος όγκος των απορροών των επιφανειακών υδατικών πόρων και κατά συνέπεια, μεγάλη προσφορά νερού, παρατηρείται τους χειμερινούς μήνες. Το μέγιστο της ζήτησης νερού, παρατηρείται κατά τους θερινούς μήνες με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση ή και ολική εξάντληση τοπικών υπόγειων υδατικών πόρων με αποτέλεσμα να καθίσταται προφανής η ανάγκη έργων τόσο ανακατανομής όσο και αποθήκευσης του νερού.

9.3. Επιφανειακοί υδατικοί πόροι

9.3.1. Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

Στην επικράτεια, το ύψος, η χωρική και χρονική κατανομή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (πηγή τροφοδοσίας των υδατικών πόρων) παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις (Meteo 2023). Τα δυτικά διαμερίσματα έχουν σχεδόν διπλάσιο ύψος βροχής (600-800 mm) από ότι τα ανατολικά (370-420 mm). Στον κύριο ορεινό όγκο

της Πίνδου, παρατηρούνται τα μέγιστα ετήσια ύψη ($\geq 1000-1200$ mm). Τα νησιά, του Ιονίου πελάγους δέχονται μεγάλο ύψος βροχής, ανάλογο με αυτό των δυτικών πεδινών διαμερισμάτων σε αντίθεση με τα νησιά του κεντρικού και νότιου Αιγαίου που δέχονται τη μικρότερη βροχόπτωση, η οποία υπολείπεται αυτής που δέχονται τα ανατολικά ηπειρωτικά διαμερίσματα. Στα νησιά του ανατολικού Αιγαίου το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης κυμαίνεται γύρω στα 450 mm. Στην Κρήτη παρουσιάζεται μεγάλη χωρική ανισοκατανομή, με τη μικρότερη ετήσια βροχόπτωση να παρατηρείται στις νότιες περιοχές (≤ 300 mm) και τη μεγαλύτερη στα ορεινά (≥ 1100 mm).

Η κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, με το κύριο όγκο βροχών να παρατηρείται από τα μέσα του φθινοπώρου μέχρι την άνοιξη. Στους ορεινούς όγκους της ηπειρωτικής χώρας παρατηρείται σημαντικό ύψος χιονόπτωσης. Η τήξη του χιονιού συμβάλλει στην αύξηση της απορροής, που εμφανίζεται κυρίως την άνοιξη.

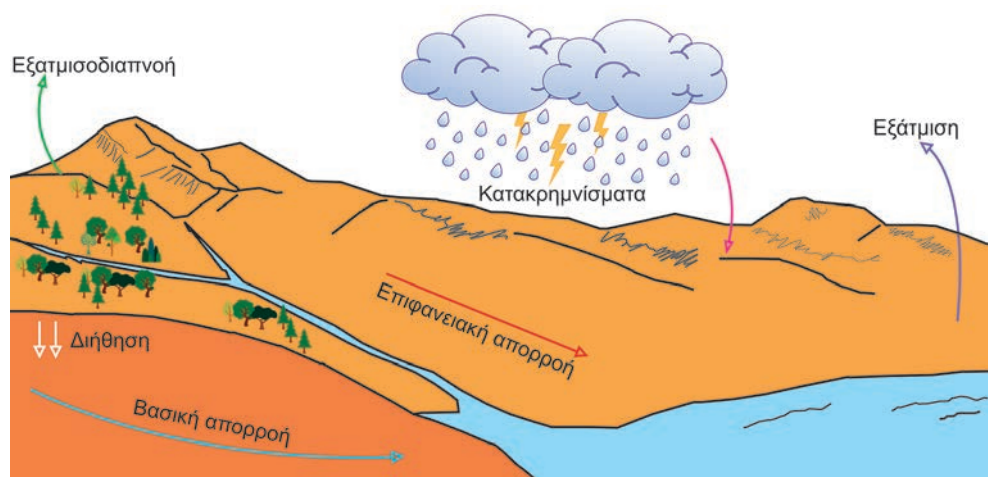
9.3.2. Υδάτινα ρέματα

Από τα ατμοσφαιρικά κατακρήμνισμα που φθάνουν στην επιφάνεια της γης, ένα ποσοστό συγκρατείται από το φύλλωμα των φυτών που καλύπτουν το έδαφος, ένα άλλο ποσοστό συγκρατείται από το έδαφος, ποσότητα του οποίου επιστρέφει, πίσω στην ατμόσφαιρα με τη διαδικασία της εξάτμισης και της διαπνοής και το υπόλοιπο κινείται στην επιφάνεια του εδάφους ή διηθείται μέσα σ' αυτό. Από το διηθούμενο νερό ένα ποσοστό κινείται πλευρικά, αμέσως κάτω απ' την επιφάνεια του εδάφους, και ξαναεμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους ή στις κοίτες των ρεμάτων. Το υπόλοιπο πηγαίνει σε βαθύτερα στρώματα εμπλουτίζοντας τους υπόγειους υδροφορείς από τους οποίους, πάλι κινούμενο πλευρικά, μπορεί να φθάσει στην κοίτη κάποιου ρέματος ή ακόμα και να φύγει έξω από τα όρια της υδρολογικής λεκάνης. Το νερό που κινείται πάνω και κάτω από την επιφάνεια του εδάφους με κάποιον από τους παραπάνω τρόπους αποτελεί την απορροή. Ειδικότερα, το ποσοστό εκείνο του νερού που κινείται πάνω στην επιφάνεια του εδάφους αποτελεί την επιφανειακή απορροή, η οποία μαζί με την απορροή που κινείται αμέσως κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, αποτελούν την άμεση απορροή. Το νερό που κινείται υπογείως και συμβάλλει στις κοίτες των ρευμάτων, αποτελεί τη βασική απορροή. Συνακόλουθα, η παροχή των υδάτινων ρεμάτων διαμορφώνεται από τη χρονική κατανομή και την ένταση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που πέφτουν στις λεκάνες απορροής. Στις ελληνικές συνθήκες, ο μεγαλύτερος όγκος των απορροών προέρχεται από άμεση απορροή σε σχέση με τη βασική απορροή (Σχήμα 9.3.). Η άμεση απορροή έχει μικρή διάρκεια και παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις σε αντίθεση με τη βασική απορροή η οποία έχει μεγάλη χρονική διάρκεια και είναι σχετικά σταθερή με εξαίρεση μεγάλα ποτάμια και υδάτινα ρέματα που χαρακτηρίζονται ως εφήμερα ή ενδιάμεσα. Οι μέγιστες απορροές παρατηρούνται το χειμώνα. Αυξημένες παροχές παρατηρούνται σε ρέματα κατά τη διάρκεια της άνοιξης ως αποτέλεσμα της τήξης του χιονιού.

Η διάταξη των ρεμάτων στη χώρα διαμορφώθηκε από το ανάγλυφο (Σχήμα 9.4.). Τα μεγαλύτερα ποτάμια διασχίζουν τη βόρεια χώρα με κατεύθυνση από βορρά προς νότο. Ο Έβρος, ο Νέστος, ο Στρυμόνας και ο Αξιός έχουν το μεγαλύτερο μέρος των λεκανών απορροής τους εκτός ελληνικής επικράτειας και αντιπροσωπεύουν το 25% των επιφανειακών υδατικών πόρων. Εξάιρεση αποτελεί ο Αλιάκμονας το μόνο ποτάμι που η λεκάνη απορροής του βρίσκεται ολόκληρη σε ελληνικό έδαφος. Το μεγαλύτερο ποτάμι που τροφοδοτείται από τον ορεινό όγκο της Πίνδου είναι ο Αχελώος. Τη Θεσσαλία διασχίζει ο Πηνειός. Την Πελοπόννησο διασχίζει ένας αριθμός μικρότερων ποταμών. Πέρα από τους ποταμούς που αναφέρθηκαν, υπάρχει πλήθος μικρών υδάτινων ρεμάτων με κύριο χαρακτηριστικό η ελάχιστη ως μηδενική παροχή κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών.

9.3.3. Φυσικές και τεχνητές λίμνες

Το τοπογραφικό ανάγλυφο της χώρας δεν ευνοεί τη δημιουργία εκτεταμένων σε μέγεθος κλειστών υδρολογικών λεκανών με αποτέλεσμα η ύπαρξη μικρού αριθμού φυσικών λιμνών. Εξάιρεση αποτελεί το λιμναίο σύστημα των Πρεσπών από το οποίο μόνο κατά ένα μέρος ανήκει στην Ελλάδα. Οι ελληνικές λίμνες δέχτηκαν από πολύ νωρίς την επέμβαση του ανθρώπου με σκοπό την αύξηση της γεωργικής γης, με μερική ή ολική αποξήρανση ή τη χρήση του νερού τους για αρδευτικούς σκοπούς, με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση τους (Σχήμα 9.5.). Οι φυσικές λίμνες που απέμειναν θα πρέπει να αποκλειστούν ως πηγές απόληψης νερού. Αντίθετα, οι τεχνητές λίμνες, οι οποίες έχουν δημιουργηθεί πάνω σε ποτάμια είναι ενταγμένες σε ένα πλαίσιο αντιπλημμυρικής προστασίας, παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας και άρδευσης. Η τεχνητή λίμνη της Κερκίνης ολοκληρώθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '30, μετά την εκτροπή του Στρυμόνα με σκοπό, τόσο την αντιπλημμυρική προστασία, όσο και την άρδυσή της πεδιάδας των Σερρών. Η λίμνη εξελίχθηκε σε ένα υγρότοπο. Στην περιοχή της Κερκίνης συναντούμε πολλά είδη θηλαστικών όπως το τσακάλι, τον λύκο, την αγριόγατα, τη βίδρα, τη νυφίτσα, το ζαρκάδι, τον λαγό, το αγριογούρουνο κ.λπ. Υπάρχουν 10 είδη αμφίβιων και περίπου 20 είδη ερπετών. Η ιχθυοπανίδα είναι επίσης πλούσια αφού υπάρχουν 30 είδη ψαριών με κυριότερα τα χέλια και τα γριβάδια. Στην περιοχή γύρω από τη λίμνη έχουν καταγραφεί περίπου 300 είδη πουλιών. Ο αργυροπελεκάνος και η λαγγόνα που ζουν εκεί είναι μοναδικά στον κόσμο είδη, απειλούμενα με εξαφάνιση. Υπάρχουν και πολλά σπάνια αρπακτικά όπως ο χρυσαιτός, ο βασιλαετός, ο πετρίτης, ενώ η περιοχή αποτελεί μοναδικό πεδίο έρευνας σχετικά με τους υγρότοπους και τη διαχείρισή τους. Σειρά ταμιευτήρων, άρχισε να δημιουργείται από τη δεκαετία του '50 στα μεγάλα ποτάμια συστήματα του Αχελώου, του Αλιάκμονα και του Νέστου. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται σε μικρότερα ρέματα, με σκοπό την συλλογή και ανακατανομή υδάτινων όγκων σε περιόδους αυξημένης ζήτησης και ιδιαίτερα σε μικρά νησιά.



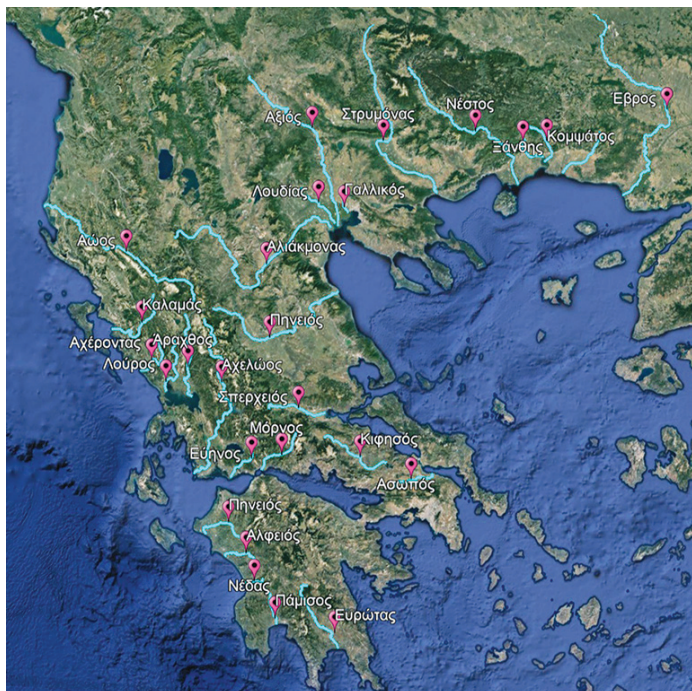
Σχήμα 9.3. Υδρολογικός κύκλος.

9.3.4. Υγροτοπικοί πόροι

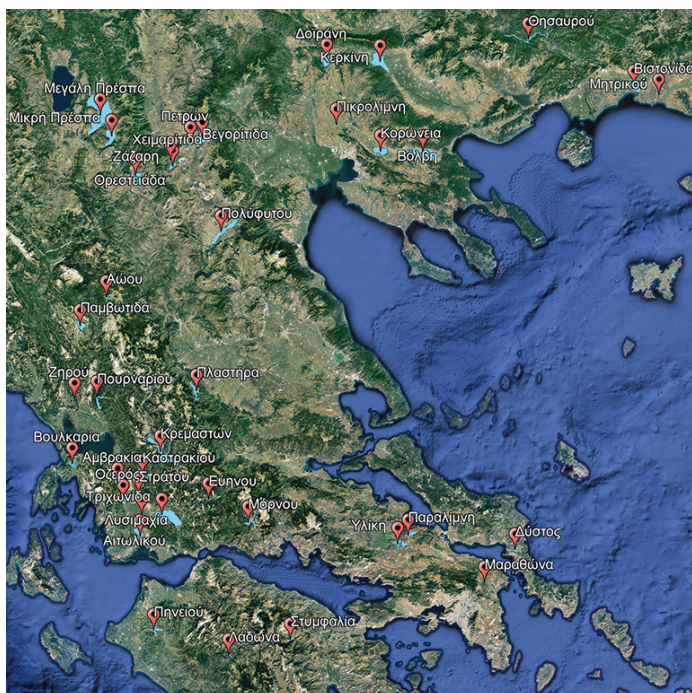
Κάθε τόπος που καλύπτεται εποχιακά ή μόνιμα από ρηχά νερά ή που δεν καλύπτεται ποτέ από νερά, αλλά έχει υπόστρωμα υγρό για μεγάλο μέρος του έτους ορίζεται ως υγρότοπος. Υγρότοποι είναι οι ρηχές λίμνες, ρηχί ποταμοί, έλη, λιμνοθάλασσες, πηγές και τυρφώνες με γλυκό, αλμυρό ή υφάλμυρο νερό. Οι υγρότοποι είναι οικοσυστήματα με πολλές αλληλένδετες φυσικές λειτουργίες. Το υδρολογικό καθεστώς ενός υγροτόπου αποτελεί τον κύριο παράγοντα που καθορίζει το τρόπο λειτουργίας του και η κατανόηση του θα πρέπει να αποτελεί το πρώτο μέλημα όσων ασχολούνται με τη διαχείρισή του. Οι κύριες λειτουργίες των υγροτόπων είναι η τροποποίηση των πλημμυρικών φαινομένων, ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων, η αποθήκευση και ελευθέρωση θερμότητας, η παγίδευση ιζημάτων και άλλων ουσιών, η απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), η δέσμευση ηλιακής ενέργειας και η στήριξη τροφικών πλεγμάτων.

Οι υπηρεσίες και αγαθά που προσφέρουν στον άνθρωπο οι υγρότοποι χαρακτηρίζονται ως υγροτοπικές αξίες. Τέτοιες αξίες είναι η βιοποικιλότητα, η υδρευτική, η αρδευτική, η κτηνοτροφική, η υδροηλεκτρική, η υλοτομική, η αλατοληπτική, η αμμοληπτική, η αντιπλημμυρική, η αντιδιαβρωτική, η βελτιωτική της ποιότητας του νερού, η βελτιωτική του κλίματος, η επιστημονική, η εκπαιδευτική, η αναψυχή κ.ά..

Οι υγροτοπικοί πόροι της χώρας διακρίνονται σε μικρούς, μεγάλους και συμπλέγματα. Σήμερα, ο συνολικός αριθμός τους μόλις ξεπερνά τους 400 και καλύπτουν 2×10^6 στρέμματα. Κατά τύπο υγροτόπου, έχουν καταγραφεί 12 δέλτα ποταμών, 75 έλη, 56 λίμνες, 25 ταμιευτήρες, 60 λιμνοθάλασσες, 17 πηγαίοι, 42 εκβολικά συστήματα και 91 ποτάμια. Στην αρχή του προηγούμενου αιώνα, ο αριθμός και η έκταση των υγροτόπων στη χώρα ήταν μεγαλύτερος. Η μείωση



Σχήμα 9.4. Τα ποτάμια της Ελλάδας.



Σχήμα 9.5. Οι λίμνες της Ελλάδας.

αυτή προέκυψε λόγω αποξήρανσης ελών, μερικών λιμνών και ποταμών. Οι αποξηράνσεις έγιναν για να αντιμετωπιστούν μεγάλα προβλήματα της εποχής, όπως η ελονοσία, η αντιπλημμυρική προστασία, η εξασφάλιση νερού για άρδευση και βέβαια η απελευθέρωση εκτάσεων για γεωργική εκμετάλλευση. Πολλές από τις αποξηράνσεις που έγιναν ήταν λανθασμένες γιατί όχι μόνο δεν απέδωσαν τα αναμενόμενα οικονομικά και κοινωνικά αποτελέσματα αλλά οδήγησαν και στην απώλεια πολύτιμων αξιών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η λίμνη Κάρλα που οδήγησε σε πλήρη αποτυχία των σκοπών της αποξήρανσης, με αποτέλεσμα την ανόρθωσή της. Σήμερα οι εναπομείναντες υδροτοπικοί πόροι έχουν υποστεί και υφίστανται επεμβάσεις που έχουν ως συνέπεια την ποιοτική τους υποβάθμιση. Παράγοντες υποβάθμισης είναι:

- Η μεταβολή του υδρολογικού καθεστώτος με την εκτροπή ποταμών, την κατασκευή φραγμάτων και αρδευτικών δικτύων.
- Η υπεράντληση νερού, οι αποξηράνσεις, οι αμμιοληψίες, οι εκχερσώσεις φυσικής βλάστησης, το παράνομο κυνήγι, η παράνομη υλοτομία και η υπεραλίευση.
- Η ρύπανση γεωργικής, αστικής και βιομηχανικής-βιοτεχνικής προέλευσης.
- Η απώλεια υδροτοπικής έκτασης από επέκταση της καλλιεργήσιμης γης, της οικιστικής ανάπτυξης και των έργων οδοποιίας, τουρισμού και αναψυχής.

9.4. Υπόγεια νερά

Το έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο και η πολύπλοκη γεωλογική δομή της χώρας συμβάλλει στη διαμόρφωση μεγάλου αριθμού υπόγειων υδροφορέων, ελεύθερων και υπό πίεση. Οι καρστικοί υδροφορείς, λόγω των μεγάλων αποθεμάτων τους σε απολήψιμο νερό παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Τα επιφανειακά σε αντίθεση με υπόγεια νερά χαρακτηρίζονται ως ανανεώσιμα.

Το υπόγειο υδατικό δυναμικό της χώρας διατηρήθηκε σχεδόν ανέπαφο μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '50. Στη συνέχεια, η μεταβολή της ελληνικής γεωργίας από ξερική σε αρδευόμενη, η ανάπτυξη του τουρισμού στα νησιά και τις παραλιακές ζώνες της ηπειρωτικής χώρας και η οικιστική ανάπτυξη, άσκησαν μεγάλη πίεση στους υπόγειους υδατικούς πόρους με συνέπεια την μείωση των υπόγειων αποθεμάτων νερού, σε σχέση με την έντονα αρνητική αναπλήρωση και ποιοτική υποβάθμισή τους.

9.5. Χρήσεις υδατικών πόρων

Οι υδατικοί πόροι χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών των αστικών και τουριστικών περιοχών, της γεωργίας, της βιομηχανίας, αλλά και για τη διατήρηση των περιβαλλοντολογικών ισορροπιών. Η χωρική και χρονική κατανομή της ζήτησης στις διάφορες χρήσεις χαρακτηρίζεται από μεγάλη ανομοιομορφία. Γενικά, ο κύριος χρήστης είναι η γεωργία, με ποσοστό συμμετοχής στη ζήτηση περίπου 85%. Η κύρια ζήτηση νερού στη γεωργία συγκεντρώνεται στις μεγάλες πεδινές εκτάσεις,

ενώ παρατηρείται μεγάλη διασπορά στα υπόλοιπα γεωγραφικά διαμερίσματα. Η αστική (κυρίως οικιακή) ζήτηση παρουσιάζει μεγάλη χωρική διασπορά που ακολουθεί τη χωροταξική κατανομή των οικισμών. Η μέγιστη ζήτηση, παρατηρείται στα μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης. Στη νησιωτική χώρα και σε παραλιακές περιοχές του ηπειρωτικού κορμού με τουριστική ανάπτυξη, παρατηρείται αυξημένη ζήτηση νερού η οποία ασκεί μεγάλη πίεση στους υδατικούς πόρους της περιοχής. Η ζήτηση νερού από τη βιομηχανία είναι σημειωτική και μικρής κλίμακας. Τέλος, σχεδόν αγνοείται το νερό που χρειάζεται, για τη διατήρηση των οικολογικών-περιβαλλοντολογικών ισορροπιών. Τα διάφορα οικοσυστήματα που προσδίδουν τον ιδιαίτερο χαρακτήρα του κάθε τόπου, χρειάζονται νερό για τη διατήρησή τους. Η δέσμευση νερού από άλλες χρήσεις, στις οποίες είναι επικεντρωμένο το ενδιαφέρον της πολιτείας, έχει ως αποτέλεσμα την ελλειμματική τροφοδοσία των οικοσυστημάτων, με αποτέλεσμα τη διατάραξη των οικολογικών ισορροπιών, μέχρι και την ολοκληρωτική καταστροφή τους. Συνεπώς, η διατήρησή τους πρέπει να εξασφαλίζεται με ελάχιστη ποσότητα νερού σωστά κατανεμημένη στο χρόνο.

Η ζήτηση νερού με το χρόνο είναι ανομοιόμορφα κατανεμημένη και αναντίστοιχη της προσφοράς του. Στη γεωργία, η ζήτηση επικεντρώνεται στη διάρκεια της βλαστικής περιόδου και κυρίως κατά την ξηρή θερινή περίοδο. Συγκεκριμένα, αρχίζει με ένα ελάχιστο στην αρχή της βλαστικής περιόδου και φτάνει στο μέγιστο από τέλος Ιουνίου έως και τον Αύγουστο (70% του συνόλου της ζήτησης), στη συνέχεια φθίνει. Η διακύμανση της ζήτησης για αστική/οικιακή χρήση ακολουθεί και αυτή τις εποχές του έτους, με το μέγιστο ζήτησης κατά το θέρος. Η ζήτηση νερού στις τουριστικές περιοχές επικεντρώνεται στην τουριστική περίοδο, η διάρκεια της οποίας διαφέρει ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή. Η περίοδος αυτή είναι μεγαλύτερη στις νησιωτικές περιοχές και μικρότερη στην ηπειρωτική χώρα. Η μέγιστη ζήτηση για την τουριστική περίοδο παρατηρείται τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Η κατανομή της ζήτησης στη βιομηχανία είναι αντίστροφη σε σχέση με τη γεωργία και τις αστικές/τουριστικές περιοχές. Είναι σταθερή από το φθινόπωρο έως και την άνοιξη, παρουσιάζοντας σχετική μείωση κατά το θέρος. Η ζήτηση νερού από τη βιομηχανία αντιπροσωπεύει ένα μικρό ποσοστό της ολικής ζήτησης. Η κατανομή του απαραίτητου νερού στο χώρο και το χρόνο για τη διατήρηση της οικολογικής-περιβαλλοντολογικής ισορροπίας σε διάφορα οικοσυστήματα (π.χ. ρέματα, ποτάμια, φυσικές και τεχνητές λίμνες) δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί, γιατί κάθε ένα από αυτά έχει τις δικές του ιδιαιτερότητες.

Οι αρδευόμενες εκτάσεις υπολογίζονται περίπου σε $13,5 \times 10^6$ στρέμματα από τα οποία τα $6,4 \times 10^6$ περίπου αρδεύονται από επιφανειακά νερά και τα $7,1 \times 10^6$ από υπόγεια. Κάθε στρέμμα το χρόνο δέχεται κατά μέσο όρο περίπου 400 κυβικά μέτρα αρδευτικού νερού. Συνεπώς, η αρδευόμενη γεωργία εκταμιεύει από τους υδατικούς πόρους περίπου 5 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού κατ' έτος, από τα οποία πε-

ρίπου τα 2,4 δις προέρχονται από επιφανειακούς πόρους και τα 2,6 δις από υπόγειους. Η συνολική εκταμίευση από τους επιφανειακούς υδατικούς πόρους είναι στην πραγματικότητα μεγαλύτερη, επειδή, αφενός, τα επιφανειακά αρδευτικά δίκτυα παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες μεταφοράς και αφετέρου λόγω της υψηλής σπατάλης νερού από τους αγρότες. Συνεπώς, με βάση τα παραπάνω η πραγματική εκταμίευση νερού από τους επιφανειακούς πόρους είναι κοντά στα 4 δις κυβικά μέτρα το χρόνο. Η συνολική εκταμίευση από τους υπόγειους υδατικούς πόρους είναι σταθερή, επειδή, αφενός γίνεται από μεμονωμένες γεωτρήσεις με ελάχιστες απώλειες μεταφοράς και αφετέρου λόγω του ότι οι αγρότες είναι πιο φειδωλοί στη χρήση νερού εξαιτίας του υψηλού κόστους άντλησης. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η ετήσια συνολική εκταμίευση νερού για την κάλυψη των αναγκών της γεωργίας είναι περίπου 6,6 δις κυβικά μέτρα, με το 70% της ζήτησης να συγκεντρώνεται στους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο.

Η ζήτηση νερού από τους άλλους χρήστες ανέρχεται στο 15% του συνόλου, αυτό αντιπροσωπεύει περίπου 1 δις κυβικά μέτρα με περίοδο αιχμής επίσης τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Συνεκτιμώντας τη ζήτηση νερού από τους διάφορους χρήστες, διαπιστώνεται ότι οι μεν επιφανειακοί υδατικοί πόροι επιβαρύνονται με 4-4,5 δις κυβικά μέτρα νερού το χρόνο και οι υπόγειοι με 3-3,3 δις. Η κατάσταση αυτή έχει δημιουργήσει ασφυκτικές συνθήκες σχεδόν στο σύνολο των υπόγειων υδροφορέων της χώρας, διότι η απόληψη νερού γίνεται με εντονότερους ρυθμούς από αυτούς της αναπλήρωσης με συνέπεια τη συρρίκνωση ή την ολική καταστροφή τους. Οι υδροφορείς της νησιωτικής χώρας και των ανατολικών παραλίων της ηπειρωτικής Ελλάδας βρίσκονται σε κίνδυνο αφενός από τον υποβιβασμό της στάθμης τους και αφετέρου η ποιότητα του νερού τους υποβαθμίζεται δραματικά από την εισβολή της θάλασσας. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα στα νερά των υδροφορέων αυτών κυμαίνεται από 1,5 έως 4,0 dS.m⁻¹. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι ο παραλιακός υδροφορέας στο Αργολικό Πεδίο, όπου, εξαιτίας της μακρόχρονης και εντατικής υπεράντλησης για άρδευση, προέκυψε εισβολή θαλασσινού νερού, με παράλληλη υποβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους από το νερό της άρδευσης και ταυτόχρονη εμφάνιση συμπτωμάτων στις καλλιέργειες (Εικόνα 9.1.). Η αποκατάσταση ενός υδροφορέα που έχει υποστεί την εισβολή θαλασσινού νερού είναι μακροχρόνια διαδικασία, η οποία διαρκεί περισσότερο από ένα αιώνα και πρέπει να θεωρείται οριστικά χαμένος. Άλλο ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίπτωση των υδροφορέων της Θεσσαλίας, στους οποίους παρατηρείται μείωση της υπόγειας στάθμης και κινδυνεύουν με εισβολή θαλασσινού νερού. Στα παραπάνω προβλήματα πρέπει να προστεθεί και η αύξηση του κόστους άντλησης από μεγαλύτερα βάθη, η οποία επιβαρύνει το κόστος των προϊόντων. Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι η εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων πρέπει να αντιμετωπιστεί άμεσα, η όποια καθυστέρηση θα έχει δυσμενέστατες οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις για τις περιοχές. Επίσης, η συρρί-



Εικόνα 9.1. Επίδραση της συσσώρευσης αλάτων από το νερό της άρδευσης στην ανάπτυξη της καλλιέργειας.

κνωση και η αποξήρανση λιμνών είχε δυσμενέστερες οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις για τις περιοχές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αποξήρανση της λίμνης Αράλης (Simmon and Lindsey 2012, Shi κ.ά 2014). Σύμφωνα με τον Cretaux κ.ά. (2013) η Αράλη το 1930 ήταν η τρίτη μεγαλύτερη λίμνη του κόσμου, με έκταση 68.000 km² και μέγιστο βάθος 70 μ. Από τη δεκαετία του 1960 συρρικνώθηκε σταθερά, καθώς τα δύο ποτάμια που την τροφοδοτούσαν, εκτράπηκαν προς την έρημο για να τροφοδοτήσουν έργα άρδευσης. Το 2004 η λίμνη είχε συρρικνωθεί στο 24% του αρχικού της μεγέθους, και ο πενταπλασιασμός της αλμυρότητάς της εξαφάνισε το σύνολο της χλωρίδας και πανίδας που φιλοξενούσε. Το 2007 είχε το 10% της αρχικής της έκτασης και διαχωρίστηκε σε τρεις ξεχωριστές λίμνες, δύο από τις οποίες είναι υπερβολικά αλμυρές για να φιλοξενήσουν ψάρια. Το 2014 εξαφανίστηκε το νότιο τμήμα της. Η περιοχή της Αράλης είναι επίσης σοβαρότατα ρυπασμένη και μολυσμένη, κυρίως ως αποτέλεσμα της βιομηχανίας βιολογικών όπλων που λειτουργούσε σε ένα από τα νησιά της, των βιομηχανιών και της απορροής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Το αλάτι που παρασύρει ο άνεμος από τον πυθμένα της αποξηραμένης λίμνης καταστρέφει τις σοδειές, και ο μολυσμένος αέρας και νερό προκαλούν σοβαρά προβλήματα στη δημόσια υγεία στην περιοχή. Η εξαφάνιση της λίμνης έχει προκαλέσει και αλλαγές στο μικροκλίμα της περιοχής, φέρνοντας θερμότερα καλοκαίρια και ψυχρότερους χειμώνες. Η εξαφάνιση της Αράλης συχνά περιγράφεται ως η μεγαλύτερη οικολογική και περιβαλλοντική καταστροφή που έγινε από τον άνθρωπο. Σήμερα καταβάλλονται προσπάθειες να διασωθεί ότι απέμεινε από το βόρειο τμήμα της Αράλης (τη Μικρή Αράλη) κατασκευάζοντας το 2005 ένα φράγμα που ανύψωσε τη στάθμη των υδάτων κατά δύο μέτρα και μείωσε κάπως την αλμυρότητα.