

18^η Ενότητα:

Ρύπανση και Προστασία του Νερού.

Εισαγωγή

Όπως εξηγήσαμε στη 2^η Ενότητα, σελ. 18, το φυσικό Περιβάλλον το ορίζουμε ως την ατμόσφαιρα, το νερό και το έδαφος. Μέχρι τώρα ασχοληθήκαμε εντατικά με τη ρύπανση και προστασία του πρώτου μέρους του φυσικού Περιβάλλοντος, δηλαδή της ατμόσφαιρας.

Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με τη ρύπανση και προστασία του δεύτερου μέρους του φυσικού Περιβάλλοντος, δηλαδή του νερού.

Το Ανθρώπινο Σώμα

Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από απόψεως βάρους κυρίως από νερό. Συγκεκριμένα περισσότερο από τα 2/3 του βάρους του ανθρώπινου σώματος είναι νερό. Έτσι, αν ένας άνθρωπος ζυγίζει π.χ. 75 κιλά, τότε για τον άνθρωπο αυτό των 75 κιλών περισσότερο από 50 κιλά του σώματός του είναι νερό.

Αν το ανθρώπινο σώμα **χάσει** περισσότερο από το 1/5 του νερού, από το οποίο αποτελείται, τότε ο άνθρωπος πεθαίνει. Δηλαδή στο παράδειγμά μας, όπου ο άνθρωπος ζυγίζει 75 κιλά και επομένως τουλάχιστο 50 κιλά του σώματός του είναι νερό, ο άνθρωπος αυτός δεν επιτρέπεται να χάσει περισσότερο από το 1/5 των 50 κιλών, δηλαδή περισσότερο από 10 κιλά νερό.

Κατανάλωση Νερού

Ο άνθρωπος όμως με την εκπνοή του, με τον ιδρώτα του, τα δάκρυα αλλά και τις υπόλοιπες εκκρίσεις του χάνει συνεχώς νερό. Το νερό που χάνει ο άνθρωπος πρέπει συνεχώς να το αναπληρώνει για να υπάρχει ισορροπία στον οργανισμό του. Από τα προηγούμενα προκύπτει, ότι αφού ο άνθρωπος χάνει νερό με τον ιδρώτα του και την εκπνοή του, είναι φανερό, ότι η ποσότητα νερού που χάνει ο άνθρωπος π.χ. ημερησίως, εξαρτάται από το κλίμα στο οποίο ζει (π.χ. αν το κλίμα είναι ζεστό ή ψυχρό), από τη δουλειά που κάνει (π.χ. αν κάνει χειρονακτική δουλειά ή δουλειά γραφείου), από τον τρόπο ζωής του (π.χ. αν γυμνάζεται ή όχι) κ.λπ. Έτσι, π.χ. ένας άνθρωπος που συγχρόνως ζει σε ένα πολύ ζεστό κλίμα, κάνει μία βαριά χειρονακτική δουλειά και γυμνάζεται εντατικά, χάνει ημερησίως μία μεγάλη ποσότητα νερού. Αντίθετα, π.χ. ένας άνθρωπος που συγχρόνως ζει σε ένα πολύ ψυχρό κλίμα, κάνει μία δουλειά γραφείου και δε γυμνάζεται καθόλου χάνει ημερησίως μία μικρή ποσότητα νερού. Κατά μέσον όρο όμως μπορούμε να πούμε, ότι ένας άνθρωπος χάνει ημερησίως με τις διάφορες εκκρίσεις του μία ποσότητα νερού περίπου 2,5 χιλιογράμμων, δηλαδή έναν όγκο νερού 2,5 λίτρων. Επομένως, ένας άνθρωπος προκειμένου να διατηρήσει την ισορροπία στον οργανισμό του, πρέπει ημερησίως κατά μέσον όρο να παίρνει 2,5 λίτρα νερό (και επομένως ετησίως $2,5 \times 365 = 912,5$ λίτρα νερό). Αυτό δε με διάφορους τρόπους, δηλαδή είτε με το νερό και τα διάφορα υγρά που πίνει, είτε με το νερό που περιέχουν οι τροφές που τρώει (π.χ. φρούτα, σαλάτες κ.λπ.).

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις, που ένας άνθρωπος δεν έχει τη δυνατότητα να πει νερό για αρκετές ημέρες, όπως π.χ. όταν κάποιος βρίσκεται εγκλωβισμένος ανάμεσα σε ερείπια μετά από ένα σεισμό, ή όταν κάποιος έχει χαθεί σε μία έρημο. Γι' αυτές τις περιπτώσεις αναφέραμε προηγουμένως, ότι ένας άνθρωπος πεθαίνει, όταν χάσει το 1/5 του νερού του σώματός του. Δηλαδή στο αριθμητικό μας παράδειγμα, όπου ένας άνθρωπος ζυγίζει 75 κιλά και επομένως το σώμα του αποτελείται από 50 κιλά νερό, ο άνθρωπος αυτός δεν επιτρέπεται να χάσει περισσότερο από 10 κιλά νερό. Αφού όμως ένας άνθρωπος χάνει ημερησίως κατά μέσον όρο 2,5 κιλά νερό, τότε ο άνθρωπος των

75 κιλών μπορεί να ζήσει περίπου 4 ημέρες δίχως νερό. Έχουν υπάρξει όμως περιπτώσεις όπου π.χ. ένας εγκλωβισμένος έχει χάσει πολύ λιγότερο από το μέσον όρο των 2,5 κιλών νερού ημερησίως (π.χ. όταν δεν έχει ζέστη και ο άνθρωπος δεν μπορεί να κινηθεί), οπότε εγκλωβισμένοι έχουν επιβιώσει μέχρι και 6-7 ημέρες χωρίς νερό.

Αφού ένας άνθρωπος καταναλώνει κατά μέσον όρο 2,5 λίτρα νερό ημερησίως, κατά τη διάρκεια μιας ολόκληρης ζωής π.χ. 80 ετών καταναλώνει συνολικά 73 000 λίτρα, δηλαδή 73 κυβικά μέτρα νερό (m^3).

Ότι ισχύει για τον άνθρωπο σε σχέση με το νερό, ισχύει και για όλους τους άλλους ζωντανούς οργανισμούς. Έτσι π.χ. ένα μεγάλο φυλλοβόλο δέντρο χρειάζεται περίπου 100 λίτρα νερό ημερησίως. Ή για να παράγουμε 50 κιλά σιτάρι, χρειαζόμαστε συνολικά $25m^3$ νερό.

Έτσι, επειδή η εξάρτηση από το νερό τόσο του ίδιου του ανθρώπου όσο όμως και των ασχολιών του είναι τόσο μεγάλη, γίνεται αντιληπτό γιατί η ανάπτυξη των πρώτων οικισμών και πολιτισμών ήταν δυνατή μόνο εκεί, όπου υπήρχε άφθονο νερό, όπως π.χ. στις όχθες λιμνών και ποταμών ή κοντά σε πηγές.

Ο άνθρωπος όμως δεν καταναλώνει νερό μόνο, για να καλύψει τις ανάγκες των περίπου 2,5 λίτρων νερού ημερησίως, που αντιστοιχεί στην ποσότητα του νερού που χάνει ημερησίως με τις διάφορες εκκρίσεις του, όπως π.χ. εκπνοή, ιδρώτας κ.λπ. Στη διάρκεια της εξέλιξής του ο άνθρωπος χρειάστηκε επιπλέον όλο και μεγαλύτερες ποσότητες νερού προκειμένου να:

- πλένεται,
- μαγειρεύει,
- καθαρίζει το σπίτι του,
- ποτίζει τον κήπο του,
- χρησιμοποιεί το καζανάκι της τουαλέτας του,
- κάνει ντους ή μπάνιο στη μπανιέρα,
- χρησιμοποιεί το πλυντήριο ρούχων και το πλυντήριο πιάτων,
- πλένει το αυτοκίνητό του κ.λπ.

Επομένως, προκειμένου ένα άτομο να ικανοποιήσει τις ανάγκες σε νερό που προαναφέραμε, χρειάζεται μία πολύ μεγαλύτερη ποσότητα νερού από ό,τι τα 2,5 λίτρα νερό ημερησίως που χάνει με τις διάφορες εκκρίσεις του. Έτσι στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης η κατανάλωση νερού για όλες τις ανάγκες που προαναφέραμε είναι κατά μέσον όρο περίπου 150 λίτρα νερό για κάθε άτομο και για κάθε ημέρα.

Αν όμως σε αυτά τα 150 λίτρα νερό αθροίσουμε και τις επιπλέον ανάγκες σε νερό κατά την παρουσία του ανθρώπου σε δημόσια κτήρια, όπως σχολεία, κολυμβητήρια, νοσοκομεία κ.λπ. ή και άλλους χώρους, όπως εστιατόρια, κέντρα διασκέδασης κ.λπ., τότε στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης η κατανάλωση νερού για όλες τις ανάγκες που προαναφέραμε, είναι περίπου 350 λίτρα νερό για κάθε άτομο και για κάθε ημέρα.

Σε μία χώρα όμως οι ανάγκες σε νερό δεν περιορίζονται μόνο στις ανάγκες των ατόμων σε νερό από τη ζωή τους στο σπίτι και στους δημόσιους και άλλους χώρους, αλλά και στις ανάγκες σε νερό, της βιομηχανίας, της βιοτεχνίας, της γεωργίας κ.λπ.

Έτσι αν διαιρέσουμε τη συνολική ημερήσια κατανάλωση νερού σε μία χώρα δια του αριθμού των κατοίκων της χώρας τότε προκύπτει το στατιστικό μέγεθος: συνολική κατανάλωση νερού της χώρας για κάθε άτομο και για κάθε ημέρα. Στην Ελλάδα ισχύει, ότι η συνολική κατανάλωση νερού για κάθε άτομο και για κάθε ημέρα είναι περίπου 2300 λίτρα. Η τιμή αυτή σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες είναι μικρότερη. Αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί προτέρημα των Ελλήνων, πλην όμως αυτό δεν ισχύει. Ένα πολύ μικρό μέρος της κατανάλωσης του νερού ημερησίως χρησιμοποιείται για την ατομική υγιεινή των ανθρώπων. Η μεγαλύτερη κατανάλωση

νερού για κάθε άτομο και για κάθε ημέρα στην Ελλάδα σε σχέση με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες οφείλεται στις μεγαλύτερες απώλειες στο δίκτυο ύδρευσης και στο δίκτυο άρδευσης, καθώς και στην έλλειψη μέτρων για πολλαπλή χρήση νερού στη βιομηχανία.

Αν πολλαπλασιάσουμε την ημερήσια κατανάλωση νερού για κάθε άτομο και για κάθε ημέρα στην Ελλάδα, που είναι περίπου 2300 λίτρα, επί τον πληθυσμό της Ελλάδας (που ήταν 10,992 εκατομμύρια άτομα την 1.1.2014) και επί 365 ημέρες που έχει ένας χρόνος, τότε προκύπτει μία συνολική ετήσια κατανάλωση νερού στην Ελλάδα ίση με περίπου 9,2 δισεκατομμύρια m³ νερού.

Αποθέματα Νερού

Είναι επιτακτική ανάγκη λοιπόν να θέσουμε τώρα το ερώτημα, αν υπάρχει τόσο νερό διαθέσιμο. Υπάρχουν βέβαια άτομα που έχουν για τα προβλήματα της ανθρωπότητας εύκολες απαντήσεις. Έτσι στο ερώτημα αν υπάρχει αρκετό νερό διαθέσιμο, η εύκολη απάντηση είναι: «Βέβαια υπάρχει αρκετό νερό διαθέσιμο, αφού διαθέτουμε δίκτυο ύδρευσης και βρύσες». Μία σοβαρή απάντηση στο ερώτημα, αν υπάρχει αρκετό διαθέσιμο νερό, είναι όμως πολύ δυσκολότερη. Μία γρήγορη απάντηση μας παρασύρει σε αισιοδοξία, αφού η γη μας, όπως λέει και το όνομά της (υδρόγειος σφαίρα), δηλαδή σφαίρα από ύδωρ και γη, καλύπτεται κατά 71% από ύδωρ, δηλαδή νερό, δηλαδή κυρίως από τους Ωκεανούς. Η ολική ποσότητα νερού της γης είναι ο αστρονομικός αριθμός των 1386 εκατομμυρίων κυβικών χιλιομέτρων νερού. Έτσι, αν διαιρέσουμε αυτήν την ποσότητα νερού δια του πληθυσμού της γης, που ήταν 7,203 δισεκατομμύρια άνθρωποι την 1.1.2014, προκύπτει μια πολύ μεγάλη ποσότητα νερού που αντιστοιχεί σε κάθε άνθρωπο και συγκεκριμένα 0,192 κυβικά χιλιόμετρα νερού ή και 192 419 825 κυβικά μέτρα νερού ανά άτομο. Όσο όμως πιο πολύ εξετάζουμε το ερώτημα αν υπάρχει αρκετό νερό διαθέσιμο, τόσο πιο δύσκολη γίνεται η απάντηση. Διότι βάσει του [UN-World Water Development Report 2012]:

1. Το 96,5% περίπου της ολικής ποσότητας νερού, που υπάρχει επάνω στη γη, δηλαδή 1338 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα το αποτελούν οι ωκεανοί και οι θάλασσες. Συνολικά όμως το 97,5% της ολικής ποσότητας νερού, που υπάρχει επάνω στη γη, είναι αλμυρό νερό, δηλαδή μη πόσιμο και επομένως για τον άνθρωπο και για τις ανθρώπινες δραστηριότητες σχεδόν άχρηστο αλατόνερο (διότι εκτός των ωκεανών και θαλασσών υπάρχουν π.χ. και λίμνες με αλατόνερο).
2. Η ποσότητα του γλυκού νερού είναι τα 2,5% της ολικής ποσότητας νερού, που υπάρχει επάνω στη γη, δηλαδή περίπου 35 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα γλυκό νερό. Η ποσότητα αυτή όμως δεν είναι για τον άνθρωπο τελείως διαθέσιμη, διότι από αυτά τα 35 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα γλυκό νερό το 68,75% είναι δεσμευμένο στις τεράστιες μάζες πάγου στους πόλους της γης και στους παγετώνες των υψηλών οροσειρών, το 30% είναι υπόγειο νερό, το 0,98% είναι νερό στην ατμόσφαιρα, υγρασία μέσα στο έδαφος της γης, πάγος μέσα στο έδαφος της γης και νερό μέσα στους βάλτους, ενώ μόνο το 0,27% είναι το νερό των λιμνών και των ποταμών. Το εκμεταλλεύσιμο μέρος του πόσιμου νερού είναι μόνο 213 000 κυβικά χιλιόμετρα. Έτσι, δεδομένου ότι, όπως προαναφέραμε, ο πληθυσμός της γης είναι 7,203 δισεκατομμύρια άτομα, προκύπτει, ότι για τον κάθε άνθρωπο επάνω στη γη υπάρχει μία ποσότητα περίπου 29 571 κυβικά μέτρα εκμεταλλεύσιμου πόσιμου νερού. Αυτό σημαίνει, ότι σε παγκόσμια κλίμακα και το τονίζουμε **σε παγκόσμια κλίμακα** καταρχάς υπάρχει άφθονο νερό. Όπως όμως θα εξηγήσουμε στη συνέχεια, το ερώτημα δεν είναι, αν υπάρχει αρκετό νερό για όλους τους ανθρώπους εν γένει στη γη, αλλά αν υπάρχει

αρκετό νερό για όλους τους ανθρώπους εκεί που το θέλουμε και όταν το θέλουμε. Και δυστυχώς, όπως θα εξηγήσουμε, αυτό δεν συμβαίνει, δηλαδή το νερό δεν υπάρχει για όλους τους ανθρώπους εκεί που το θέλουμε και όταν το θέλουμε.

Υδρολογικός Κύκλος

Έτσι τώρα θα ασχοληθούμε με το ερώτημα: Από τι εξαρτάται το αν μία χώρα έχει άφθονο γλυκό νερό και πώς είναι κατανεμημένο το γλυκό νερό επάνω στη γη. Προς τούτο πρέπει να ασχοληθούμε λίγο με αυτό που ονομάζεται «Υδρολογικός Κύκλος» ή απλώς «Κύκλος του Νερού» και περιγράφει την παρουσία και την κυκλοφορία του νερού τόσο επάνω στην επιφάνεια της γης, όσο και στην ατμόσφαιρα και στο υπέδαφος (βλέπε Σχήμα 16β, σελ. 171).

Η κινητήρια δύναμη για τον κύκλο του νερού είναι, όπως και για πολλά άλλα πράγματα στη γη μας, ο Ήλιος. Ας ξεκινήσουμε λοιπόν την περιγραφή του υδρολογικού κύκλου από την επιφάνεια της γης πάνω στην οποία βρίσκονται τα επιφανειακά νερά, δηλαδή οι ωκεανοί, οι θάλασσες, οι λίμνες, τα ποτάμια κ.λπ. Έτσι, η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει το νερό των επιφανειακών νερών μέρος του οποίου μεταβαίνει από την υγρή κατάσταση του νερού στην αέρια κατάσταση (**εξάτμιση**). Άλλοι τρόποι δημιουργίας υδρατμών επάνω στην επιφάνεια της γης είναι η αποβολή υδρατμών από το έδαφος και από τους πόρους και την επιφάνεια των φύλλων των φυτών (οι δύο αυτοί τρόποι μαζί ονομάζονται **εξατμοδιαπνοή**), καθώς και η απ' ευθείας δημιουργία υδρατμών από τα χιόνια και τους πάγους (**εξάχνωση**).

Ανοδικά ρεύματα του αέρα ανεβάζουν όλους αυτούς τους υδρατμούς σε υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου ένα μέρος των υδρατμών συμπυκνώνεται σε σύννεφα (**συμπύκνωση**). Τα σύννεφα μεταφέρονται από τον άνεμο στη διεύθυνσή του και, όταν υπάρξουν κατάλληλες συνθήκες από τα σύννεφα πέφτουν επάνω στην επιφάνεια της γης, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν βροχή, χιόνι, χαλάζι, ομίχλη κ.λπ., δηλαδή τα **κατακρημνίσματα**. Βροχή π.χ. πέφτει από ένα σημείο της ατμόσφαιρας, αν στο σημείο αυτό συμβεί ένα από τα παρακάτω φαινόμενα ή και συνδυασμός αυτών: α) να μειωθεί η θερμοκρασία του αέρα, β) να μεγαλώσει η ατμοσφαιρική πίεση και γ) να αυξηθεί η συγκέντρωση της υγρασίας. Για λόγους απλοποίησης στη συνέχεια θα μιλάμε αντιπροσωπευτικά μόνο για βροχή, έστω και αν πρόκειται για βροχή, χιόνι, χαλάζι, ομίχλη κ.λπ.

Αφού όμως, όπως ήδη αναφέραμε, το 71% της επιφάνειας της γης καλύπτεται από τα επιφανειακά νερά, δηλαδή τους ωκεανούς, τις θάλασσες, τις λίμνες, τα ποτάμια κ.λπ. είναι φανερό ότι το μεγαλύτερο μέρος της βροχής, που πέφτει επάνω στην επιφάνεια της γης, πέφτει πάλι εκεί από όπου προήλθε, δηλαδή στα επιφανειακά νερά, όπου βέβαια, ανάλογα με τους ανέμους που επεκράτησαν στο ενδιάμεσο, το πιθανότερο είναι η βροχή να πέσει σε διαφορετικό μέρος από το μέρος που προήλθε με την εξάτμιση.

Το υπόλοιπο μέρος της βροχής πέφτει επάνω στη στεριά, δηλαδή στο στερεό μέρος της επιφάνειας της γης. Το νερό αυτό από τη στιγμή που συναντά το έδαφος, κινείται υπό την επίδραση της βαρύτητας προς το χαμηλότερο υψόμετρο και μπορεί να ακολουθήσει 4 δρόμους:

1. Το νερό μπορεί να καταλήξει μέσα σε ωκεανούς ή θάλασσες κλείνοντας έτσι τον υδρολογικό κύκλο.
2. Το νερό μπορεί να καταλήξει μέσα σε λίμνες ενισχύοντας έτσι μία πρώτη αποθήκη **γλυκού νερού** κλείνοντας συγχρόνως τον υδρολογικό κύκλο.
3. Το νερό μπορεί να καταλήξει μέσα σε ποτάμια ενισχύοντας έτσι μία δεύτερη αποθήκη γλυκού νερού κλείνοντας πάλι τον υδρολογικό κύκλο. Ένα μέρος

αυτού του νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γλυκό νερό και το υπόλοιπο να καταλήξει στις θάλασσες κλείνοντας έτσι πάλι τον υδρολογικό κύκλο.



Σχήμα 16β: Ο υδρολογικός Κύκλος

4. Ένα μέρος του νερού που πέφτει στο έδαφος μπορεί να διαπεράσει το έδαφος με τη λειτουργία της **διήθησης** και να σχηματίσει το λεγόμενο **υπόγειο νερό** ενισχύοντας έτσι μία τρίτη αποθήκη γλυκού νερού. Το υπόγειο νερό μαζί με το νερό των λιμνών και των ποταμών αποτελεί το γλυκό νερό, που είναι διαθέσιμο για τον άνθρωπο. Η ποσότητα του νερού της βροχής που μπορεί να διαπεράσει το έδαφος και να σχηματίσει υπόγειο νερό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες σπουδαιότεροι των οποίων είναι:
- Η φυτοκάλυψη του εδάφους. Όλοι έχουμε ακούσει για τις πλημμύρες που δημιουργούνται μετά από πυρκαγιές σε δάση (κάτι πολύ σύνηθες στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια), επειδή με τις πυρκαγιές καίγονται και τα φυτά στο έδαφος κάτω από τα δέντρα και χωρίς τη φυτοκάλυψη του εδάφους το νερό δεν προλαβαίνει να διαπεράσει το έδαφος με αποτέλεσμα το σχηματισμό χειμάρρων.
 - Η ένταση και η διάρκεια της βροχόπτωσης.
 - Η υγρασία και η κλίση του εδάφους.
 - Η εποχή του έτους κ.λπ.

Το υπόγειο νερό μπορεί να καταλήξει πάλι στην επιφάνεια της γης υπό τη μορφή μιας **πηγής** κλείνοντας πάλι τον υδρολογικό κύκλο. Το υπόγειο νερό μπορεί όμως να καταλήξει και σε έναν **υπόγειο υδροφορέα**. Οι υδροφορείς ή υδροφόρα στρώματα είναι τεράστιες αποθήκες νερού κάτω από την επιφάνεια της γης που μπορούν να αποθηκεύσουν τεράστιες ποσότητες νερού για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η έννοια υδροφόρος ορίζοντας, την οποία ακούμε συχνά, είναι η ελεύθερη επιφάνεια του νερού μέσα σε ένα υδροφορέα. Ένα μέρος του υπόγειου νερού, που βρίσκεται σε ένα υδροφορέα, μένει εκεί που βρίσκεται. Ένα άλλο μέρος το αντλεί ο άνθρωπος για τις ανάγκες του και το υπόλοιπο μπορεί να καταλήξει πάλι στις θάλασσες κλείνοντας έτσι τελικά τον υδρολογικό κύκλο.

Με τα όσα περιγράψαμε προηγουμένως στα πλαίσια του υδρολογικού κύκλου, έγινε κατανοητό, ότι το γλυκό νερό που διαθέτει μία χώρα είναι το νερό των λιμνών και των ποταμών της, καθώς και τα υπόγεια νερά της. Επίσης όμως έγινε κατανοητό, ότι τα αποθέματα αυτά εξαρτώνται άμεσα κυρίως από τις βροχοπτώσεις. Λέμε κυρίως, διότι είναι δυνατό, μία χώρα με όχι πολλές βροχοπτώσεις να μην έχει πρόβλημα με το νερό της, αν συγχρόνως δέχεται από τις γειτονικές της χώρες μεγαλύτερες ποσότητες νερού, από το νερό που χάνει η χώρα αυτή στις γειτονικές της χώρες. Το νερό αυτό θα μπορούσε να είναι είτε το νερό ενός ποταμού, είτε υπόγειο νερό. Παρ' όλα αυτά το κύριο μέτρο, για να κρίνουμε τι αποθέματα γλυκού νερού έχει μία χώρα, είναι ο ετήσιος μέσος όρος του ύψους της βροχής που πέφτει στη χώρα αυτή και μετριέται σε χιλιοστά του μέτρου. Το ύψος της βροχής εκφράζει την ποσότητα του νερού, που πέφτει από την βροχή και είναι το ύψος στο οποίο θα έφτανε η στάθμη του νερού της βροχής πάνω από μία οριζόντια επιφάνεια, αν το νερό αυτό δεν το απορροφούσε το έδαφος και δεν εξατμιζόταν.

Υπάρχουν όργανα με τα οποία μπορεί να οριστεί το ύψος της βροχής σε έναν τόπο. Αν μετρήσουμε σε πολλούς τόπους μίας χώρας το ετήσιο ύψος της βροχής, τότε μπορούμε να βρούμε για τη χώρα αυτή το μέσο ετήσιο ύψος της βροχής. Η χώρα μας έχει ένα μέσο ετήσιο ύψος βροχής περίπου 700 χιλιοστά του μέτρου και ευρίσκεται με αυτόν τον τρόπο βάσει των στοιχείων της Παγκόσμιας Τράπεζας στην 122^η θέση από 190 χώρες για τις οποίες υπάρχουν στοιχεία. Αν πολλαπλασιάσουμε το μέσο ετήσιο ύψος της βροχής επί την έκταση της χώρας μας που είναι 131 957 km², τότε προκύπτει, ότι στο έδαφος της χώρας μας πέφτει ετησίως μία ποσότητα νερού ίση με περίπου 92 δισεκατομμύρια m³ νερού. Δυστυχώς όμως ένα μεγάλο μέρος αυτής της μεγάλης ποσότητας νερού επιστρέφει στην ατμόσφαιρα με την εξάτμιση. Ένα άλλο

μέρος καταλήγει ανεκμετάλλευτο στη θάλασσα. Ένα υπόλοιπο μέρος όμως από τα 92 δισεκατομμύρια m^3 νερού που πέφτει στη χώρα μας με τις βροχοπτώσεις καταλήγει στις λίμνες και στα υπόγεια νερά, όπου μαζί με ένα μέρος του νερού των ποταμών μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για τις ανάγκες μας.

Πριν συνεχίσουμε κρίνω σκόπιμο να επαναλάβω μία φράση: Η χώρα μας έχει ένα μέσο **ετήσιο** ύψος βροχής περίπου 700 χιλιοστά του μέτρου. Τα τελευταία χρόνια ακούμε στις ειδήσεις π.χ.: «Στα ακραία καιρικά φαινόμενα των τελευταίων ημερών, έπεσαν μέσα σε 2 ώρες 100 χιλιοστά του μέτρου βροχή». Έχοντας επομένως συγκρατήσει, ότι «Η χώρα μας έχει ένα μέσο **ετήσιο** ύψος βροχής περίπου 700 χιλιοστών του μέτρου», μπορείτε να αντιληφθείτε, ότι στο παράδειγμά μας, όπου σε 2 ώρες έπεσαν 100 χιλιοστά του μέτρου βροχή αυτό σημαίνει, ότι μόνο σε 2 ώρες έπεσε το 1/7 της βροχής που πέφτει σε έναν ολόκληρο χρόνο, δηλαδή σε 2 ώρες έπεσε τόση βροχή όσο κατά μέσον όρο πέφτει σε 1 μήνα και 21 ημέρες (σε τόσες ημέρες πέφτουν συνήθως στη χώρα μας 100 χιλιοστά του μέτρου βροχή). Έτσι θα μπορείτε να αντιλαμβάνεστε καλλίτερα την ένταση του «ακραίου καιρικού φαινομένου»!

Τώρα επαναλαμβάνω δύο αριθμούς που προαναφέραμε στη σημερινή 18^η Ενότητα:

- Η συνολική ετήσια κατανάλωση νερού στην Ελλάδα είναι περίπου 9,2 δισεκατομμύρια m^3 νερού.
- Στην Ελλάδα πέφτουν ετησίως με τη βροχή περίπου 92 δισεκατομμύρια m^3 νερού, όπου βέβαια μόνο ένα μέρος αυτού μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε.

Έτσι μπορούμε να ισχυριστούμε, ότι η χώρα μας δεν έχει ποσοτικό πρόβλημα νερού. Το πρόβλημα με το νερό στην Ελλάδα είναι καταρχάς το εξής: Αν δούμε ένα χάρτη της Ελλάδας με το ετήσιο ύψος βροχής στις διάφορες περιοχές, τότε αντιλαμβανόμαστε, ότι το ετήσιο ύψος βροχής είναι ελάχιστο κυρίως στα αστικά κέντρα, δηλαδή εκεί όπου η ζήτηση είναι μεγίστη. Επομένως το πρόβλημα με το νερό στην Ελλάδα είναι καταρχάς ένα πρόβλημα χώρου. Εκτός όμως τούτου οι άνθρωποι χρειάζονται πολύ νερό το καλοκαίρι και λίγο το χειμώνα. Οι βροχοπτώσεις όμως είναι ακριβώς αντίστροφες, δηλαδή σπάνιες το καλοκαίρι και συχνές το χειμώνα. Δηλαδή το πρόβλημα με το νερό στην Ελλάδα είναι και ένα πρόβλημα χρόνου. Επομένως συνολικά το πρόβλημα με το νερό στην Ελλάδα δεν είναι κατ' αρχήν ποσοτικό αλλά χωροχρονικό και όχι μόνο, όπως θα εξηγήσουμε στη συνέχεια.

Αντίστοιχοι υπολογισμοί μπορούν να γίνουν και σε παγκόσμιο επίπεδο. Για να έχουμε μία ιδέα για το τι ποσότητες πρόκειται, αναφέρουμε μερικές τιμές, όπου βέβαια είναι αυτονόητο, ότι τέτοια μεγέθη (παγκοσμίου κλίμακας) διαφέρουν ανάλογα με την βιβλιογραφική πηγή. Έτσι μπορούμε να πούμε, ότι η ετήσια ποσότητα νερού που εξατμίζεται από μεν τις θάλασσες και τους ωκεανούς είναι 505 000 κυβικά χιλιόμετρα, από δε την επιφάνεια της γης 71 000 κυβικά χιλιόμετρα. Οι αντίστοιχες ετήσιες ποσότητες νερού που πέφτουν υπό τη μορφή βροχής είναι για μεν τις θάλασσες και τους ωκεανούς 458 000 κυβικά χιλιόμετρα, για δε την επιφάνεια της γης 116 000 κυβικά χιλιόμετρα. Από τις προηγούμενες τιμές προκύπτει, ότι στις θάλασσες και τους ωκεανούς πέφτουν περίπου 50 000 κυβικά χιλιόμετρα νερού υπό τη μορφή βροχής λιγότερο από ότι εξατμίζεται. Αντίστροφα πάνω στην επιφάνεια της γης πέφτουν περίπου 50 000 κυβικά χιλιόμετρα νερού υπό τη μορφή βροχής περισσότερο από ότι εξατμίζεται. Έτσι περίπου 50 000 κυβικά χιλιόμετρα νερού καταλήγουν από την επιφάνεια της γης στις θάλασσες και τους ωκεανούς με τρεις διαφορετικούς τρόπους: α) μέσω των ποταμών β) ως βροχή που έπεσε επάνω στην επιφάνεια της γης και κατέληξε στις θάλασσες και τους ωκεανούς και γ) μέσω του υπόγειου νερού.

Έχει σίγουρα ενδιαφέρον, ότι πάνω στην στερεά επιφάνεια της γης πέφτουν ετησίως περίπου 116 000 κυβικά χιλιόμετρα νερού υπό τη μορφή βροχής, δηλαδή πάνω από 19 φορές περισσότερο, απ' ότι χρειάζεται όλος ο πληθυσμός της γης (αφού το κάθε άτομο χρειάζεται περίπου 2300 λίτρα ανά ημέρα και ο πληθυσμός της γης ήταν 7,203 δισεκατομμύρια άνθρωποι την 1.1.2014). Έτσι θα νόμιζε κανείς, ότι αυτή η ποσότητα νερού θα ήταν αρκετή να εφοδιάσει ολόκληρη την ανθρωπότητα. Δυστυχώς όμως, όπως προαναφέραμε, αυτό δεν συμβαίνει, δηλαδή το νερό δεν είναι διαθέσιμο για όλους τους ανθρώπους εκεί που το θέλουμε και όταν το θέλουμε.

Ύδρευση του Λεκανοπεδίου Αττικής

Όπως εξηγήσαμε προηγουμένως, αν κοιτάξουμε ένα χάρτη της Ελλάδας, στον οποίο είναι χαρακτηρισμένες όλες οι περιοχές της ανάλογα με το ύψος του μέσου όρου των ετήσιων βροχοπτώσεών τους, γρήγορα αναγνωρίζουμε, ότι η περιοχή με την ελαχίστη βροχόπτωση είναι η περιοχή του λεκανοπεδίου Αττικής στην οποία ζει σχεδόν ο μισός Ελληνικός πληθυσμός. Έτσι, είναι φανερό, ότι προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες για νερό στην Αθήνα, έπρεπε να μεταφερθεί νερό από άλλες περιοχές (δηλαδή εδώ εμφανίζεται το πρόβλημα του νερού ως προς το χώρο). Εκτός όμως τούτου το νερό έπρεπε να ήταν άφθονο κυρίως το καλοκαίρι, όταν οι βροχοπτώσεις είναι σχεδόν ανύπαρκτες. Άρα έπρεπε να υπάρχει μία λίμνη ή ένα ποτάμι που να έχει άφθονο νερό και το καλοκαίρι, ή αν αυτό δεν είναι δυνατό να κατασκευαστεί ένα φράγμα για να συγκεντρώνεται το νερό την περίοδο των βροχοπτώσεων, δηλαδή το χειμώνα και να μπορεί να διανεμηθεί το καλοκαίρι (δηλαδή εδώ εμφανίζεται το πρόβλημα του νερού ως προς το χρόνο). Για πολύ περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να ανατρέξετε στις δημοσιεύσεις της ΕΥΔΑΠ.

Έτσι το 1925 άρχισαν να κατασκευάζονται τα πρώτα σύγχρονα έργα ύδρευσης με νερό καταρχάς από τη λεκάνη απορροής της Πάρνηθας και με την κατασκευή του φράγματος του Μαραθώνα και της δημιουργίας της ομώνυμης τεχνητής λίμνης. Για τη μεταφορά του νερού από το Μαραθώνα στην Αθήνα κατασκευάστηκε η σήραγγα του Μπογιατίου μήκους 13,4 χιλιομέτρων. Έχει σίγουρα ενδιαφέρον, ότι το φράγμα του Μαραθώνα είναι ντυμένο με Πεντελικό μάρμαρο, κάτι βέβαια που του προσδίδει μοναδικότητα σε παγκόσμιο επίπεδο.

Με την πάροδο όμως των ετών η αύξηση του πληθυσμού των Αθηνών έπαιρνε εκρηκτικές διαστάσεις. Έτσι προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ανάγκες σε νερό της Αθήνας, έπρεπε να έλθει όλο και περισσότερο νερό με τη βοήθεια όλο και μεγαλύτερων φραγμάτων από όλο και πιο απομακρυσμένες περιοχές. Έτσι καταρχάς χρησιμοποιήθηκαν τα νερά της φυσικής λίμνης Υλίκης που βρίσκεται στη Βοιωτία.

Αργότερα ένα νέο σημαντικό έργο ήταν το τεχνικό έργο που έγινε στον ποταμό Μόρνο με την κατασκευή του φράγματος του Μόρνου και τη δημιουργία της τεχνητής λίμνης του Μόρνου. Το φράγμα που βρίσκεται επί του ποταμού Μόρνου, είναι το υψηλότερο χωμάτινο φράγμα της Ευρώπης, ύψους 126 μέτρων. Το νερό φτάνει στην Αθήνα διαμέσου του υδραγωγείου του Μόρνου, το οποίο είναι το δεύτερο μεγαλύτερο υδραγωγείο στην Ευρώπη, διανύοντας μία απόσταση 192 χιλιομέτρων.

Το τελευταίο σημαντικό έργο, το οποίο ενίσχυσε την υδροδότηση της Αθήνας είναι η εκτροπή του ποταμού Ευήνου προς τη δεξαμενή συγκέντρωσης του νερού του ποταμού Μόρνου με την κατασκευή φράγματος και σήραγγας που έχει διάμετρο 3,5 μέτρων και μήκος 29,4 χιλιομέτρων.

Μέσω των υδραγωγείων του Μόρνου και της Υλίκης το ακατέργαστο νερό μεταφέρεται στις τέσσερις Μονάδες Επεξεργασίας Νερού του Γαλατσίου, των Αχαρνών, του Πολυδενδρίου και της Μάνδρας (του Ασπροπύργου). Στις

εγκαταστάσεις αυτές το νερό καθαρίζεται με μία σειρά διαδικασιών και απολυμαίνεται με την προσθήκη χλωρίου που το απαλλάσσει από μικρόβια και μικροοργανισμούς. Στη συνέχεια το νερό διοχετεύεται στις 45 δεξαμενές, οι οποίες βρίσκονται διεσπαρμένες σε διάφορα σημεία της πόλης. Από τις 45 αυτές δεξαμενές το νερό διανέμεται στους καταναλωτές μέσα από ένα εκτενές δίκτυο σωληνώσεων μήκους 7 εκατομμυρίων μέτρων, το οποίο συνεχώς αναβαθμίζεται και επεκτείνεται.

Όπως προκύπτει από τα προηγούμενα, η ύδρευση του λεκανοπεδίου Αττικής επετεύχθη με την κατασκευή μιας σειράς τεχνητών έργων, όπως φράγματα, λίμνες, σήραγγες μήκους περισσοτέρων χιλιομέτρων και διαμέτρου περισσοτέρων μέτρων, σίφωνες, διώρυγες, μονάδες επεξεργασίας νερού κ.λπ.. Κατά μήκος δε των υδραγωγείων κατασκευάστηκαν και λειτουργούν εγκαταστάσεις τηλεελέγχου και τηλεχειρισμού και σύστημα δυναμικής ρύθμισης, που εγγυώνται την ασφαλή και δυναμική λειτουργία των υδραγωγείων και τη δυνατότητα προσαρμογής της ροής του νερού στον κεντρικό αγωγό ανάλογα με τις ανάγκες της κατανάλωσης.

Όλα αυτά τα έργα αποτελούν βέβαια μία παρέμβαση στο φυσικό Περιβάλλον. Η απάντηση όμως στο ερώτημα τι θέλουμε, λειψυδρία για εκατομμύρια ανθρώπους ή κατασκευή τεχνητών έργων με κάποια βέβαια επίδραση στο φυσικό Περιβάλλον, είναι μονοσήμαντη υπέρ των έργων, όπου βέβαια σε καμία άλλη χώρα η απάντηση δεν ήταν διαφορετική από ότι σ' εμάς. Κάπως έτσι έχουν λύσει το πρόβλημα του νερού σε αυτές τις χώρες, όπου υπάρχει μεν συνολικά αρκετό νερό, το πρόβλημά τους όμως είναι αυτό που αποκαλέσαμε χωροχρονικό πρόβλημα, δηλαδή ότι δεν υπάρχει αρκετό νερό εκεί που το θέλουν και όταν το θέλουν. Αναφέρουμε μόνο δύο παραδείγματα από τη Γερμανία, όπου παρά τις άφθονες βροχοπτώσεις της η πόλη Στουτγκάρδη τροφοδοτείται με νερό από τη λίμνη Μπόντενζέε, που απέχει περίπου 170 χιλιόμετρα, ενώ η πόλη Αμβούργο τροφοδοτείται με υπόγειο νερό από την περιοχή Λύνεμπουργκερ Χάιντε, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας είναι ένα πάрко φυσικής προστασίας και απέχει από το Αμβούργο περίπου 70 χιλιόμετρα.

Παρ' όλα όσα αναφέραμε, από τα περίπου 7 δισεκατομμύρια ανθρώπων που ζουν επάνω στη γη, το 1,5 δισεκατομμύριο ανθρώπων δεν έχουν πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό.