

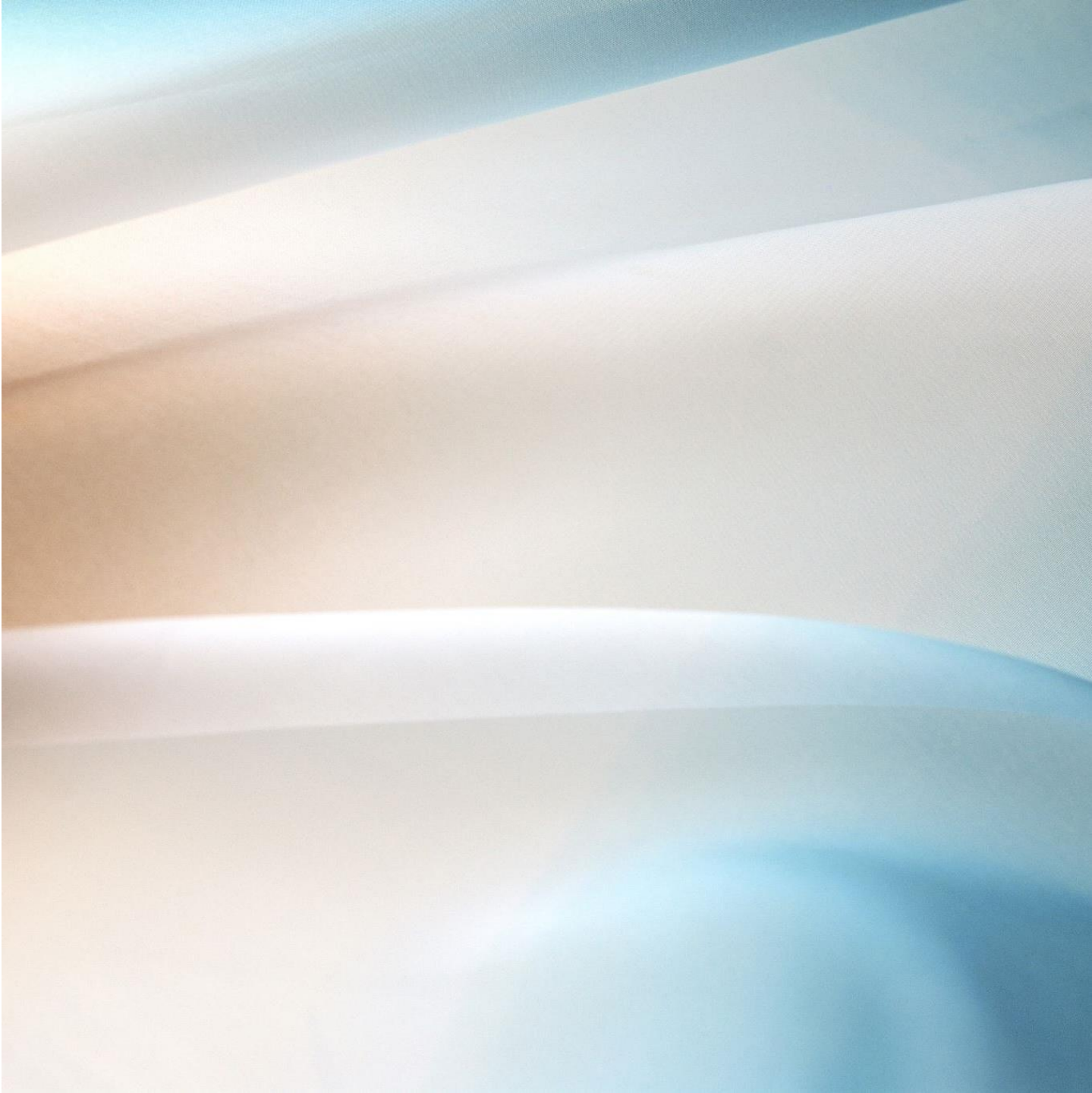
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Αγροδιατροφής
& Διαχείρισης Φυσικών Πόρων

Δρ. Χρήστος Ηλιόπουλος, Γεωπόνος
Ακαδημαϊκός Υπότροφος
Μεταδιδακτορικός Ερευνητής

Εργαστήριο Βιοτεχνολογίας Τροφίμων & Αξιοποίησης
Γεωργικών Υποπροϊόντων
Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

Email: chriseliop@agro.uoa.gr





Μάθημα 2^ο : Ποιότητα του νερού και υδρολογικός κύκλος του νερού

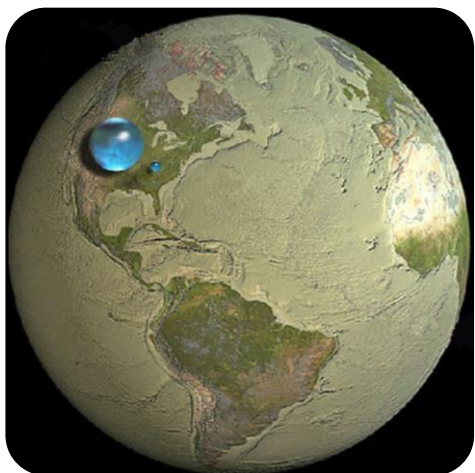


Το νερό και τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά



Τι είναι το Νερό?

- Νερό είναι το φυσικό στοιχείο το οποίο προκύπτει από την χημική ένωση των μορίων υδρογόνου και οξυγόνου και έχει χημικό τύπο H_2O
- Είναι άχρωμο, άοσμο και άγευστο υγρό
- Το νερό αποτελεί έναν φυσικό πόρο, εξέχουσας σημασίας καθώς αποτελεί βασικό παράγοντα για την ύπαρξη ζωής και ανάπτυξης
- Παρόλο που η Γη χαρακτηρίζεται ως ένας πλανήτης με αφθονία νερού, μόνο το 1% του συνολικού νερού είναι κατάλληλο για ανθρώπινη χρήση



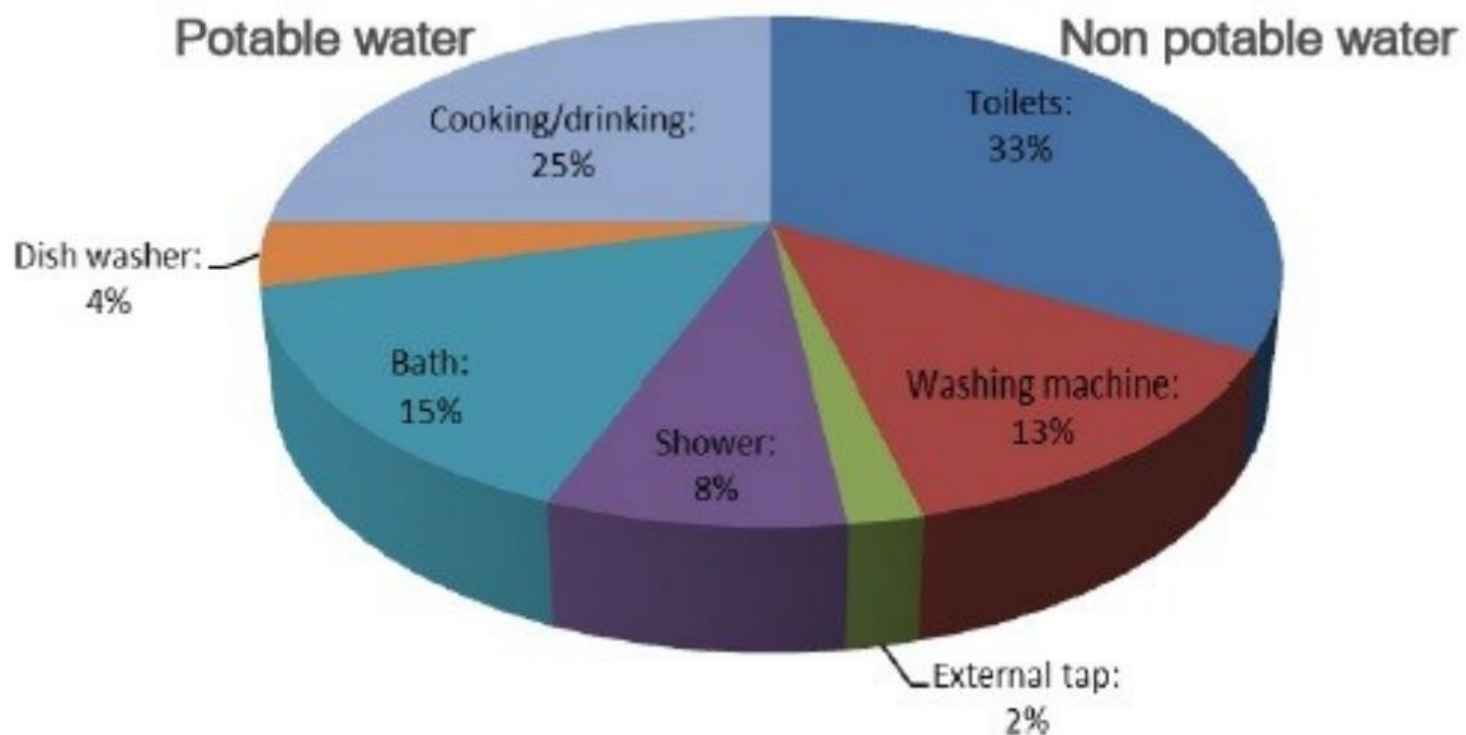


Κατανομή Νερού στη Γη





VOLUME OF WATER USED PER PERSON PER DAY



A typical household can save up to 50% mains water;

In a commercial environment the saving can go up to 90%



Μορφές Νερού

Οι τρεις βασικές μορφές του νερού είναι:

❖ Στερεή



Πάγος

❖ Υγρή



Νερό

❖ Αέρια



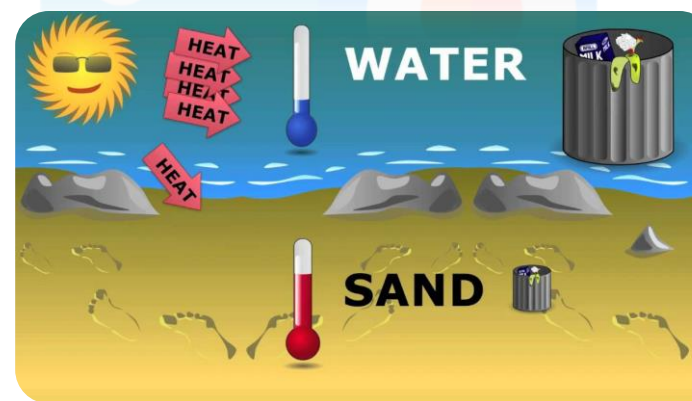
Υδρατμοί



Γενικές Ιδιότητες Νερού

✓ Το νερό υπάρχει στη Γη με την υγρή του μορφή με το εύρος των θερμοκρασιών του να εκτείνεται από 0-100 C°

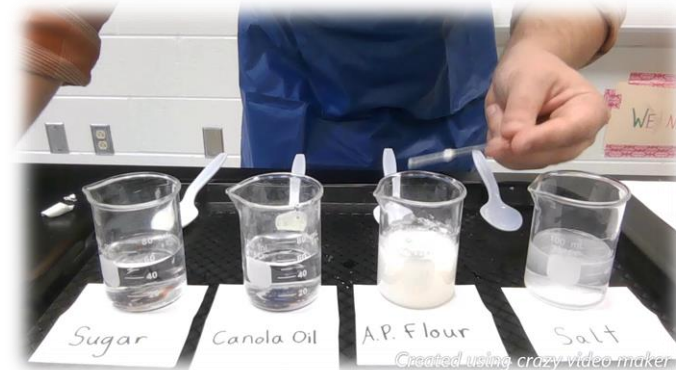
✓ Το νερό διαθέτει υψηλή θερμοχωρητικότητα, δηλαδή αποθηκεύει θερμότητα και μεταβάλλει τη θερμοκρασία του πολύ αργά





Γενικές Ιδιότητες Νερού

- ✓ Το νερό στην υδατική του (υγρή) μορφή χαρακτηρίζεται ως ένας εξαιρετικός διαλύτης καθώς μπορεί να διαλύσει πληθώρα χημικών ενώσεων
- ✓ Η επιφάνεια του νερού παρουσιάζει χαρακτηριστική επιφανειακή τάση, ενώ ταυτόχρονα έχει την ικανότητα να προσκολλάται και να καλύπτει την επιφάνεια ενός στερεού
- ✓ Σε αντίθεση με τα άλλα υγρά, το νερό διαστέλλεται όταν παγώνει





Ιδιότητες Νερού

Πυκνότητα

- ✓ Το νερό έχει την ιδιότητα να αγγίζει τη μέγιστη πυκνότητά του στην θερμοκρασία των 4°C, ενώ κανονικά αυτό θα έπρεπε να συμβεί όταν η θερμοκρασία θα έφτανε τους 0°C όταν δηλαδή το νερό γίνεται πάγος
- ✓ **Λόγω αυτού, ο πάγος είναι ελαφρύτερος από το νερό και επιπλέει**
- ✓ Στην περίπτωση που ήταν πιο βαρύτες τότε θα βυθιζόταν στον πυθμένα των θαλασσών, και θα συσσωρεύονταν από πάνω όλο το νερό που θα πάγωνε με αποτέλεσμα να καθίσταται **δύσκολη η ύπαρξη ζωής**



Density
0.1 g/cm³



Density
0.5 g/cm³



Density
0.9 g/cm³



Ιδιότητες Νερού

Τήξη και Εξάτμιση

- ❖ Τάση ατμών (mm/Hg): Η ευκολία ή δυσκολία με την οποία εξατμίζεται ένα υγρό σε μια ορισμένη θερμοκρασία
- ❖ Αυξάνει με τη θερμοκρασία

- Ο πάγος τήνεται στους 0°C \longrightarrow 4,58 mm/Hg
- Το υγρό νερό βράζει στους 100°C \longrightarrow 760 mm/Hg



Οργανοληπτικές Παράμετροι Υδάτων

➤ **Χρώμα:** Το νερό για να χαρακτηριστεί πόσιμο θα πρέπει να είναι πλήρως διαυγές. Ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις όπου μπορεί να παρατηρηθεί ένας χρωματισμός κίτρινος ή υποπράσινος, και ακόμα πιο σπάνια σιοτεινός ή μαύρος



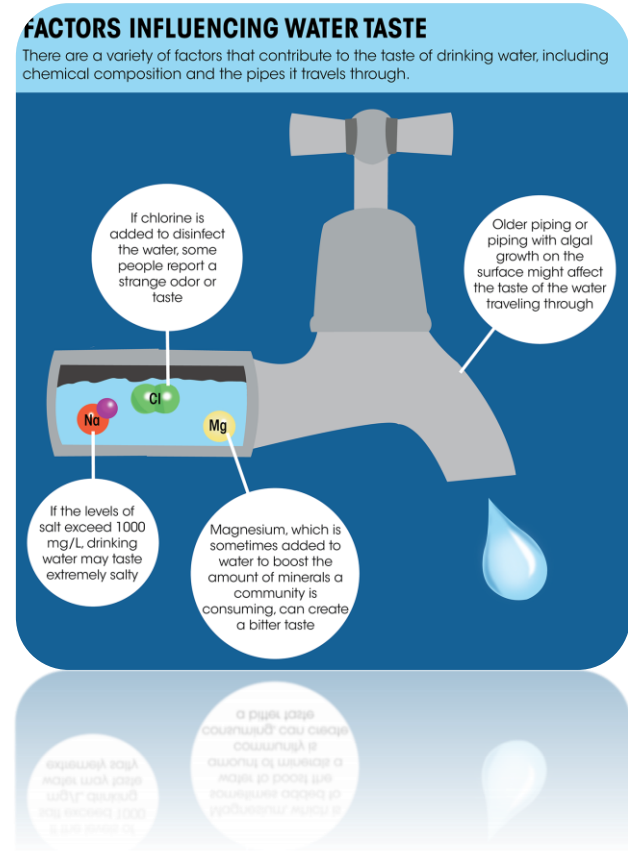
➤ **Οσμή:** Το καθαρό νερό είναι άοσμο, αλλά μπορεί να αποκτήσει οσμή από ρυπαντές





Οργανοληπτικές Παράμετροι Υδάτων

➤ **Γεύση:** Το νερό πρέπει να είναι άγευστο. Ωστόσο η ύπαρξη γεύσης μπορεί να έχει άμεση σχέση με την πηγή **προέλευσης** του νερού, τη διαδικασία επεξεργασίας που ακολουθείται και το δίκτυο διανομής του

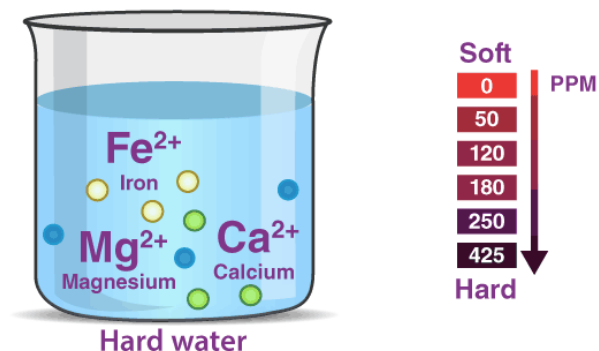


➤ **Θερμοκρασία:** Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει τη **διάλυση αερίων** και τη βιολογική δραστηριότητα



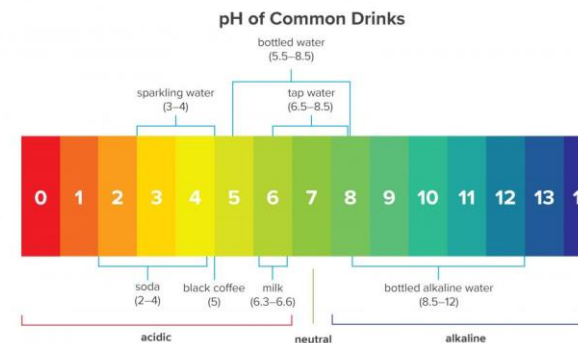
Φυσικοχημικές Παράμετροι Υδάτων

□ **Σκληρότητα:** Αποτελεί την παράμετρο, που εκφράζει την περιεκτικότητα του νερού σε πολυσθενή κατιόντα Ca^{2+} και Mg^{2+}



□ **Τα ολικά διαλυμένα στερεά** προσδιορίζουν την περιεκτικότητα όλων των ιόντων που υπάρχουν σε διάλυση στο νερό. Πρέπει να αναφερθεί ότι η παρουσία τους στο πόσιμο νερό έχει αρνητική επιρροή στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά όπως είναι η γεύση

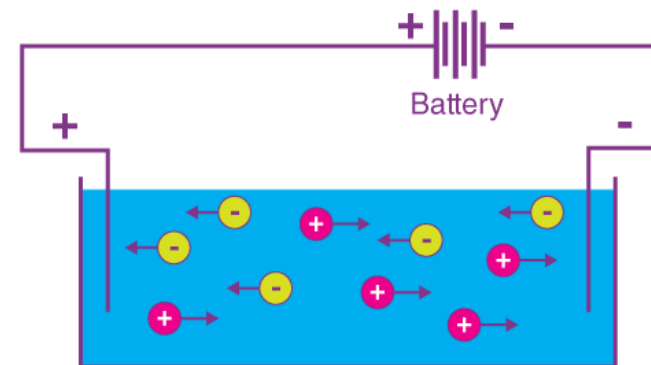
□ **pH:** Η οξύτητα ή αλκαλικότητα του νερού, που κυμαίνεται συνήθως από 6.5 έως 8.5 για πόσιμο νερό



Φυσικοχημικές Παράμετροι Υδάτων

- Η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα είναι μια παράμετρος που αποτυπώνει την ευκολία διέλευσης των ηλεκτρικά φορτισμένων σωματιδίων από τη μάζα του νερού. Αυτό συμβαίνει λόγω της ύπαρξης ηλεκτρολυτών, δηλαδή ουσιών που όταν διαλύονται στο νερό, διασπώνται σε θετικά κατιόντα και αρνητικά ανιόντα

CONDUCTIVITY OF WATER



Ουσιαστικά η ηλεκτρική αγωγιμότητα αποτελεί έναν δείκτη καθαρότητας του νερού καθώς μια υψηλή ένδειξη αγωγιμότητας μπορεί να μεταφραστεί σε αυξημένη ρύπανση καθώς και σε αυξημένη περιεκτικότητα αλάτων



Υδρολογικός Κύκλος



Υδρολογικός Κύκλος

- Ο υδρολογικός κύκλος, γνωστός και ως κύκλος του νερού, αναφέρεται στην παρουσία και την κυκλοφορία του νερού τόσο στην επιφάνεια της Γης όσο και κάτω από αυτήν, αλλά και στην ατμόσφαιρα.
- Το νερό στη Γη βρίσκεται σε συνεχή κίνηση και μεταβάλλεται διαρκώς, περνώντας από υγρή μορφή σε αέρια ή σε πάγο και πάλι πίσω. Αυτός ο κύκλος λειτουργεί εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια και η ύπαρξη ζωής στη Γη εξαρτάται από αυτόν
- Χωρίς τον υδρολογικό κύκλο, η Γη θα ήταν ένα πολύ αφιλόξενο περιβάλλον για τη ζωή



- Ο ήλιος, που αποτελεί την κινητήρια δύναμη του κύκλου του νερού, θερμαίνει το νερό στους ωκεανούς, προκαλώντας την **εξάτμισή** του και την άνοδο του στον αέρα ως υδρατμούς. Εξάτμιση συμβαίνει επίσης από λίμνες, ποτάμια και το έδαφος



- Η διαπνοή των φυτών είναι μια ακόμη διαδικασία που προσθέτει υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Η εξάτμιση και η διαπνοή από το έδαφος συνήθως δεν ξεχωρίζουν, γι' αυτό και συχνά αναφερόμαστε σε αυτές ως **εξατμοδιαπνοή**



○ Ένα μικρό μέρος των υδρατμών στην ατμόσφαιρα προέρχεται από την **εξάχνωση**, μια διαδικασία κατά την οποία τα μόρια πάγου και χιονιού μετατρέπονται απευθείας σε υδρατμούς, παρακάμπτοντας υγρή κατάσταση



- Τα ανοδικά ρεύματα αέρα μεταφέρουν τους υδρατμούς στα υψηλότερα επίπεδα της ατμόσφαιρας, όπου οι χαμηλότερες πιέσεις προκαλούν μείωση της θερμοκρασίας. Καθώς ο ψυχρότερος αέρας δεν μπορεί πλέον να κρατήσει όλη την ποσότητα των υδρατμών, ένα μέρος αυτών συμπυκνώνεται, δημιουργώντας τα σύννεφα



- Τα σταγονίδια νερού στα σύννεφα συγκρούονται, μεγαλώνουν και τελικά πέφτουν ως **κατακρημνίσματα**, με πιο συχνή μορφή τη βροχή. Το χιόνι, μια άλλη μορφή κατακρημνίσματος, όταν συσσωρεύεται δημιουργεί πάγους και παγετώνες. Σε θερμότερα κλίματα, την άνοιξη, το λιώσιμο του χιονιού προκαλεί **απορροή**. Η μεγαλύτερη ποσότητα κατακρημνισμάτων πέφτει απευθείας στους ωκεανούς



- Ένα σημαντικό μέρος των κατακρημνισμάτων που πέφτουν στη στεριά καταλήγει ξανά στους ωκεανούς μέσω της **επιφανειακής απορροής**, η οποία ρέει λόγω της βαρύτητας. Τα ποτάμια μεταφέρουν το μεγαλύτερο μέρος αυτής της απορροής, ενώ μέρος της φτάνει σε λίμνες, που μαζί με τα ποτάμια αποτελούν τις κύριες αποθήκες γλυκού νερού



○ Ένα μέρος του υπόγειου νερού κατεβαίνει βαθύτερα και τροφοδοτεί τους υδροφορείς, που μπορούν να αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες νερού για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ωστόσο, ακόμα και αυτό το νερό παραμένει σε κίνηση και με την πάροδο του χρόνου ένα μέρος του καταλήγει ξανά στους ωκεανούς, όπου ο κύκλος του νερού «ολοκληρώνεται» και «ξεκινά» εκ νέου



- Το νερό από τα κατακρημνίσματα δεν καταλήγει μόνο στα ποτάμια. Κάποιες ποσότητες διεισδύουν στο έδαφος μέσω της διήθησης, σχηματίζοντας υπόγεια νερά. Ένα μέρος αυτών μπορεί να επιστρέψει στα επιφανειακά υδάτινα σώματα ή τους ωκεανούς ως εκφόρτιση υπόγειων νερών. Όταν το νερό βρίσκει διόδους προς την επιφάνεια, εμφανίζεται με τη μορφή πηγών

Ο υδρολογικός κύκλος





Αλληλεπίδραση επιφανειακού και υπόγειου νερού

Επιφανειακό Νερό: Περιλαμβάνει όλα τα νερά που είναι ορατά στην επιφάνεια της Γης, όπως ποτάμια, λίμνες, ρυάκια και φράγματα

Υπόγειο Νερό: Το νερό που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της Γης, αποθηκευμένο σε υδροφόρους ορίζοντες. Είναι συνήθως καθαρότερο και πιο σταθερό σε θερμοκρασία

Η αλληλεπίδραση μεταξύ επιφανειακού και υπόγειου νερού είναι κρίσιμη για τη διατήρηση υγιών οικοσυστημάτων. Η κατανόηση της αλληλεπίδρασης είναι σημαντική για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων, καθώς οι υπόγειες αποθήκες μπορούν να επηρεάσουν την ποσότητα και την ποιότητα του επιφανειακού νερού



Αλληλεπίδραση επιφανειακού και υπόγειου νερού

- Τα υπόγεια νερά αποτελούν κρίσιμη πηγή γλυκού νερού παγκοσμίως και είναι ουσιαστικό μέρος του υδρολογικού κύκλου
- Αποτελούν την κύρια πηγή πόσιμου νερού για περισσότερα από 1,5 δισεκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο



Αλληλεπίδραση επιφανειακού και υπόγειου νερού

- Παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση υδατορευμάτων, λιμνών, υγροτόπων και υδρόβιων οικοσυστημάτων
- Τα τελευταία 50 χρόνια, παρατηρείται **εξάντληση** των υπόγειων υδάτων σε πολλές χώρες και ειδικευμένες περιοχές



Αλληλεπίδραση επιφανειακού και υπόγειου νερού

- Τα υπόγεια νερά αποτελούν σημαντική πηγή για τη γεωργία, όμως η υπερειμετάλλευσή τους, ειδικά σε ξηρές περιοχές, αποτελεί μέγιστη απειλή
- Πολλές από τις αποθήκες υπόγειων νερών που αντλούνται σήμερα **εμπλουτίστηκαν** κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο



Αλληλεπίδραση επιφανειακού και υπόγειου νερού

- Παρά τη συμβολή τους στη βελτίωση κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών, η αυξημένη ζήτηση οδηγεί σε υπερεκμετάλλευση, προκαλώντας **περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως καθίζηση εδάφους και υποβάθμιση της ποιότητας του νερού**
- Αλλαγές στη χρήση γης και η αύξηση των αποβλήτων επιδεινώνουν περαιτέρω την κατάσταση. Η μείωση της παραγωγικότητας των αρδευόμενων εδαφών, λόγω πλημμυρών και αλμύρισης, είναι ένα ακόμη σοβαρό αποτέλεσμα της υπερβολικής εκμετάλλευσης των υπόγειων νερών



Συμπερασματικά για τον Υδρολογικό Κύκλο

Τα βασικά στοιχεία του υδρολογικού κύκλου περιλαμβάνουν (Balasubramanian & Nagaraju, 2015; USGS, 2017):

- **Κατακρήμνιση:** η διαδικασία μετατροπής του ατμού σε υγρή ή στερεή μορφή (όπως ομίχλη, βροχή, χαλάζι, χιόνι) που εξαρτάται από τη θερμοκρασία του αέρα κοντά στα σύννεφα

- **Εξάτμιση:** η διαδικασία μετατροπής του υγρού ή στερεού σε αέριο μέσω της μεταφοράς θερμικής ενέργειας. Στον υδρολογικό κύκλο αυτή η μετατροπή γίνεται σε υδρατμούς



Υδρολογικός Κύκλος

- **Διαπνοή:** η απελευθέρωση του νερού που απορροφούν τα φυτά μέσω του ριζικού τους συστήματος, αφού πρώτα χρησιμοποιήσουν θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των ιστών τους

- **Εξατμισοδιαπνοή:** αναφέρεται στην συνδυασμένη επίδραση της εξάτμισης του νερού από το έδαφος και της διαπνοής από τα φυτά. Η συνολική απώλεια νερού που προκύπτει από αυτές τις δύο διαδικασίες ονομάζεται εξατμισοδιαπνοή



Υδρολογικός Κύκλος

- **Επιφανειακή απορροή:** είναι η ποσότητα νερού που απορρίπτεται από μια λειάνη απορροής σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα

- **Συμπύκνωση:** κατά τη διαδικασία της συμπύκνωσης σχηματίζονται τα σύννεφα, από τα οποία οι συμπυκνωμένες μάζες υδρατμών επιστρέφουν στο έδαφος μέσω της βροχόπτωσης



Υδρολογικός Κύκλος

- **Διήθηση:** η καθοδική διείσδυση του νερού της βροχής ή του χιονιού στο ανώτερο στρώμα του εδάφους
- **Ροή βάσης υπογείων υδάτων:** το νερό της βροχής φθάνει στη ζώνη των υπογείων υδάτων και από εκεί στα ποτάμια, τις λίμνες, τους ωκεανούς
- **Εξάχνωση:** η διαδικασία άμεσης εξάτμισης του χιονιού σε υδρατμούς

Παγκόσμια Ζήτηση & Προσφορά Νερού



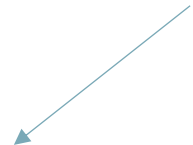


Παγκόσμια Προσφορά νερού

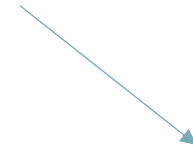
Εκτιμάται ότι η ετήσια βροχόπτωση αγγίζει τα 575.000 κυβικά μέτρα νερού με τη μορφή βροχής



Κατανομή



110.000 κυβικά μέτρα
πέφτουν στο έδαφος



70.000 κυβικά μέτρα
αεριοποιούνται πριν
φτάσουν στους ωκεανούς



Συνεπώς, τα υπόλοιπα **40.000** κυβικά
μέτρα είναι δυνητικά διαθέσιμα για
ανθρώπινη χρήση



Παγκόσμια Προσφορά νερού

Παρότι τα στοιχεία δίνουν την εντύπωση ότι η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι αρκετή για τις ανάγκες της ανθρωπότητας εντούτοις η προσεκτική μελέτη δείχνει ότι η κατάσταση είναι περισσότερο περίπλοκη

Ποια είναι τελικά η διαθέσιμη ποσότητα νερού???

- ❖ Από τα **40.000** κυβικά μέτρα διαθέσιμου γλυκού νερού, τα **2/3** βρίσκονται με τη μορφή βιαιων ροών (βροχές, καταιγίδες)
- ❖ Μόνο **14.000** κυβικά μέτρα παραμένουν διαθέσιμα σε σταθερή μορφή
- ❖ Επίσης, λόγω των απαιτήσεων της φυσικής ροής, περίπου **6.000** κυβικά μέτρα πρέπει να αφεθούν να ρέουν φυσικά, ώστε να διατηρηθούν τα υδάτινα οικοσυστήματα (δέλτα ποταμών, λίμνες κ.λπ.)



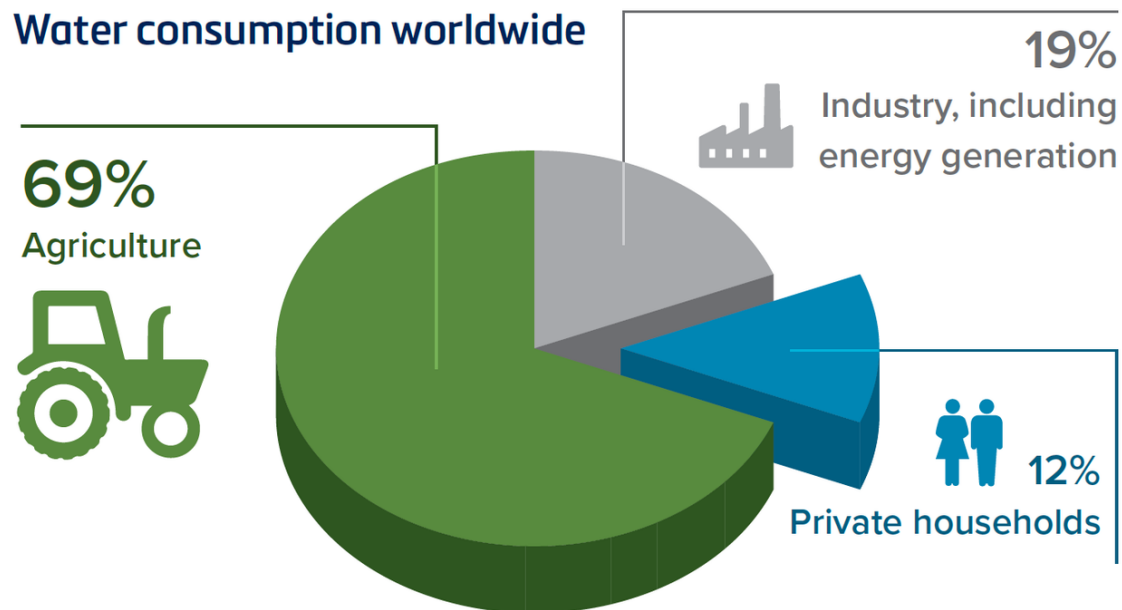
Παγκόσμια ζήτηση νερού

❖ Η παγκόσμια κατανάλωση νερού υπολογίζεται σε **4.000 κυβικά μέτρα** ανά έτος

•Χρήσεις Νερού:

- ❖ Το **70%** της παγκόσμιας κατανάλωσης προορίζεται για τη γεωργία
- ❖ Το **20%** χρησιμοποιείται στη βιομηχανία
- ❖ Το **10%** διατίθεται για οικιακή χρήση

Water consumption worldwide





Παγκόσμια ζήτηση νερού

- Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει άμεση συνάρτηση μεταξύ της διαθεσιμότητας νερού και της πραγματικής πρόσβασης σε αυτό

- Για παράδειγμα, στη **Βραζιλία** και στο **Ζαΐρ** υπάρχουν μεγάλες ποσότητες νερού, αλλά μεγάλο μέρος του πληθυσμού δεν έχει πρόσβαση σε αυτό



Χώρες με άφθονους υδάτινους πόρους

Λιγότερες από **10 χώρες** μοιράζονται το **60%** των υδάτινων πόρων του πλανήτη ετησίως:

- **Βραζιλία:** 5.670 κυβικά μέτρα
- **Ρωσία:** 3.904 κυβικά μέτρα
- **Κίνα:** 2.880 κυβικά μέτρα
- **Καναδάς:** 2.850 κυβικά μέτρα
- **Ινδονησία:** 2.530 κυβικά μέτρα
- **ΗΠΑ:** 2.478 κυβικά μέτρα
- **Ινδία:** 1.550 κυβικά μέτρα
- **Κολομβία:** 1.112 κυβικά μέτρα
- **Ζαΐρ:** 1.020 κυβικά μέτρα
- **12 ευρωπαϊκές χώρες:** 816 κυβικά μέτρα



Χώρες με περιορισμένους και ελάχιστους υδάτινους πόρους

Επίσης, υπάρχουν χώρες με πολύ περιορισμένους υδάτινους πόρους:

- **Κουβέιτ:** χωρίς διαθέσιμο νερό
- **Μάλτα:** 25 κυβικά μέτρα
- **Σιγκαπούρη:** 600 κυβικά μέτρα
- **Λιβύη και Ιορδανία:** 700 κυβικά μέτρα
- **Κύπρος:** 1.000 κυβικά μέτρα



Χώρες με ελάχιστους υδάτινους πόρους

Περίπου **26** χώρες με συνολικό πληθυσμό **232** εκατομμυρίων κατοίκων θεωρούνται χώρες με ελάχιστους υδάτινους πόρους

- Ο Καναδάς διαθέτει σχεδόν άπειρους υδάτινους πόρους
- Η Αίγυπτος διαθέτει 100 φορές λιγότερους υδάτινους πόρους
- Η Υεμένη και το Ισραήλ διαθέτουν ελάχιστους υδάτινους πόρους



Βιβλιογραφία

1. Στουρνάρας Γεώργιος Κ. (2006). «Νερό, Περιβαλλοντική διάσταση και διαδρομή». Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN 960-418-115-7
2. Balasubramanian, A., Nagaraju, D., 2015. THE HYDROLOGIC CYCLE.
3. Perlman, H., Makropoulos, C., Demetris Koutsoyiannis, 2016. Ο υδρολογικός κύκλος (The water cycle).
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11182.92480>



**ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ**