



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ



Περιβαλλοντική Μηχανική

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης
8^ο Εξάμηνο

Καθηγητής: Γεώργιος Γκαϊντατζής

Κεφάλαιο 4

Νερό



Μια βύθση έχει σχεδόν σκεπαστεί από τα νερά της λίμνης Πλαστήρα, η στάθμη της οποίας έχει φτάσει στο ανώτερο σημείο της



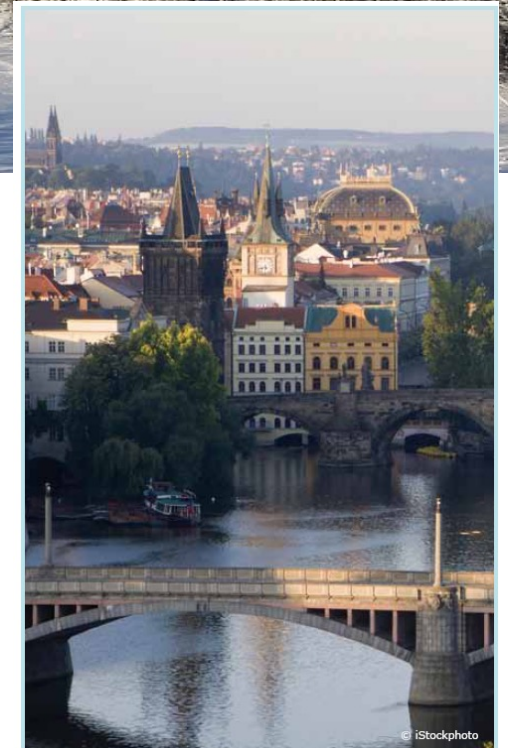
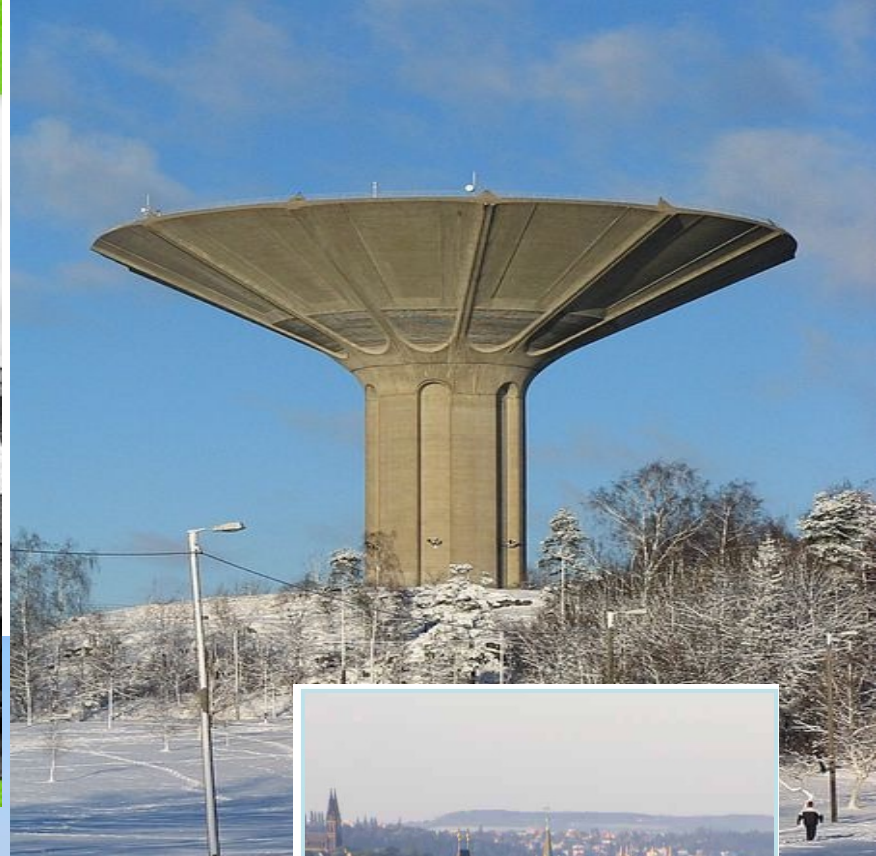
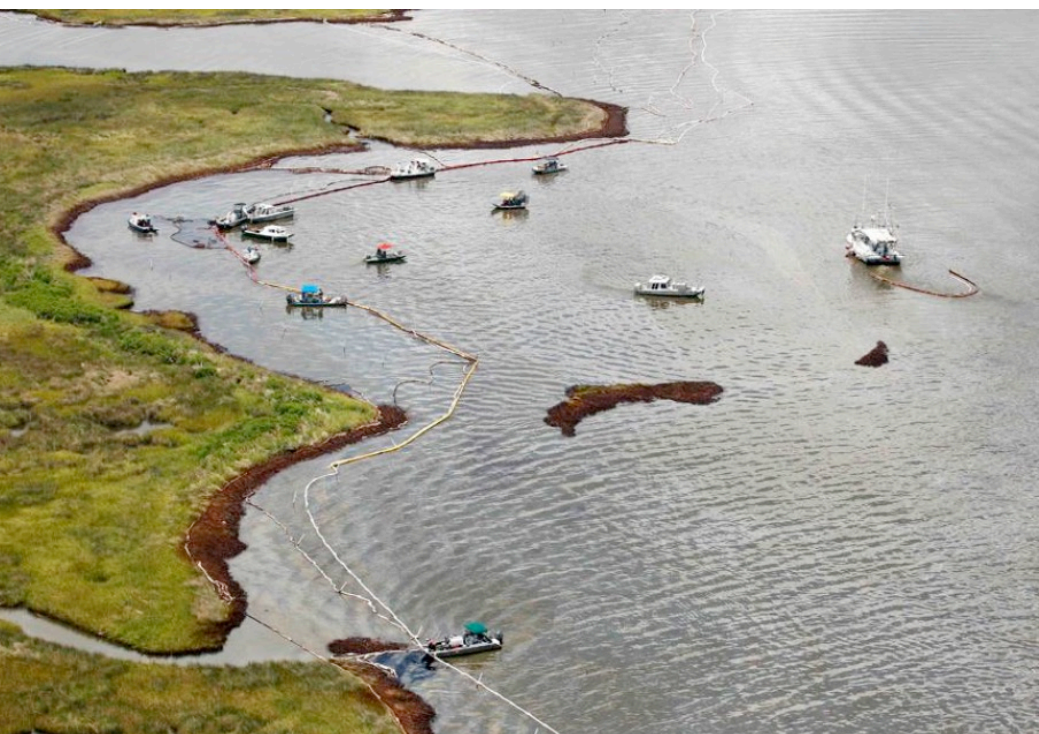




Photo: Danube river © George Buttner





Σχέσεις περιβαλλοντικών ζητημάτων με τους μεγάλους στόχους

Γιατί το νερό είναι τόσο σημαντικό

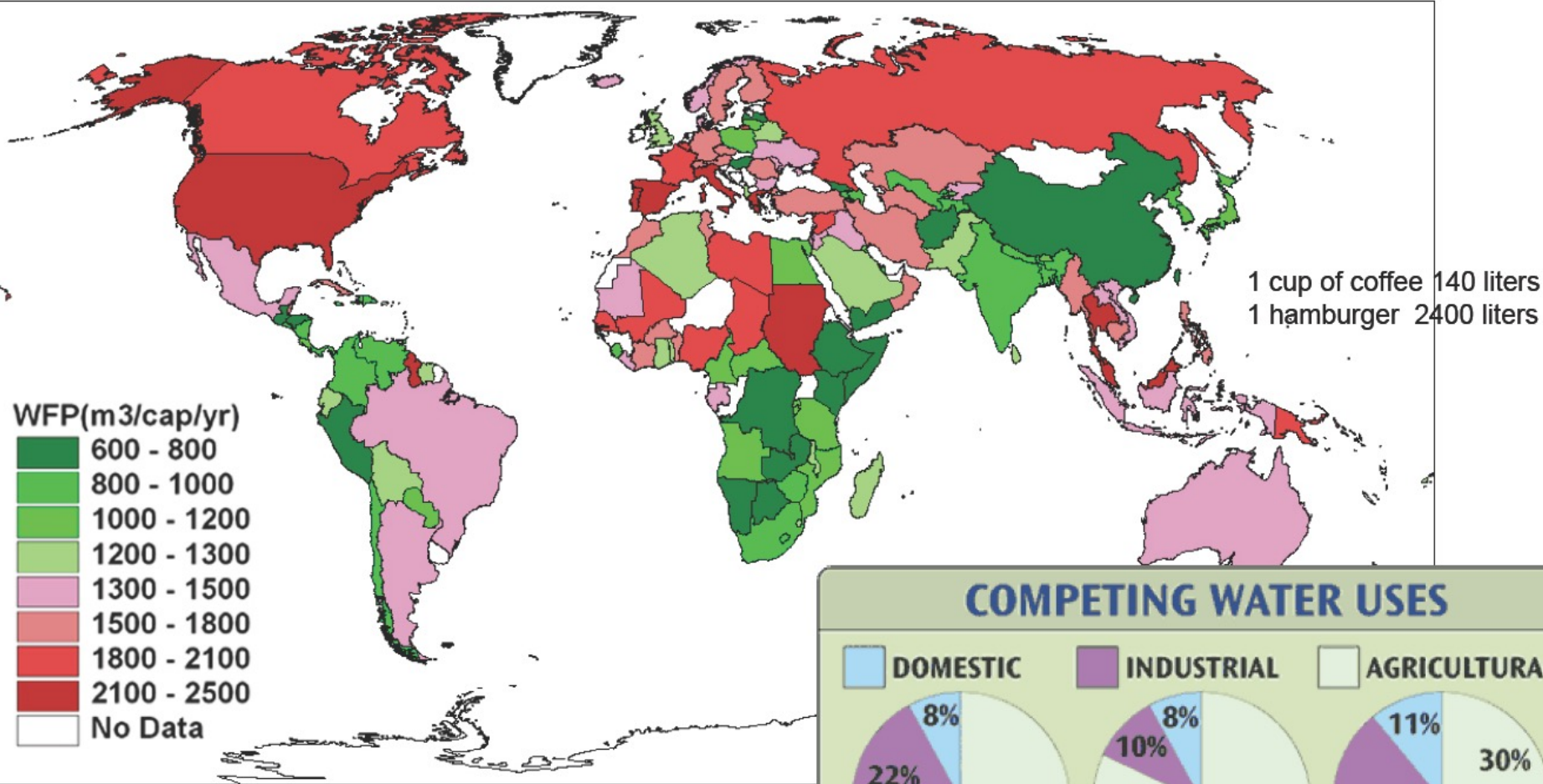
Μεγάλος Στόχος	Περιβαλλοντικό ζήτημα
Ω ₁ : Επιβίωση του ανθρώπινου γένους	<ol style="list-style-type: none">1. Παγκόσμια κλιματική αλλαγή2. Βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό3. Νερό: διαθεσιμότητα και ποιότητα4. Εξάντληση πόρων: ορυκτά[†] καύσιμα5. Ραδιοϊσότοπα
Ω ₂ : Αειφόρα ανάπτυξη	<ol style="list-style-type: none">3. Νερό: διαθεσιμότητα και ποιότητα4. Εξάντληση πόρων: ορυκτά καύσιμα6. Εξάντληση πόρων: μη[†] ορυκτά καύσιμα7. Εξάντληση χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων
Ω ₃ : Βιοποικιλότητα	<ol style="list-style-type: none">3. Νερό: διαθεσιμότητα και ποιότητα8. Απώλεια βιοποικιλότητας9. Μείωση του όζοντος στη στρατόσφαιρα10. Όξινες αποθέσεις11. Θερμομόλυνση12. Τρόποι χρήσης της γης
Ω ₄ : Αισθητικός πλούτος	<ol style="list-style-type: none">13. Αιθαλομίχλη14. Αισθητική υποβάθμιση15. Πετρελαιοκηλίδες16. Οσμές

Θάνατοι και αναπηροσταθμισμένα έτη ζωής (DALY) που αποδίδονται στους 5 περιβαλλοντικούς κινδύνους

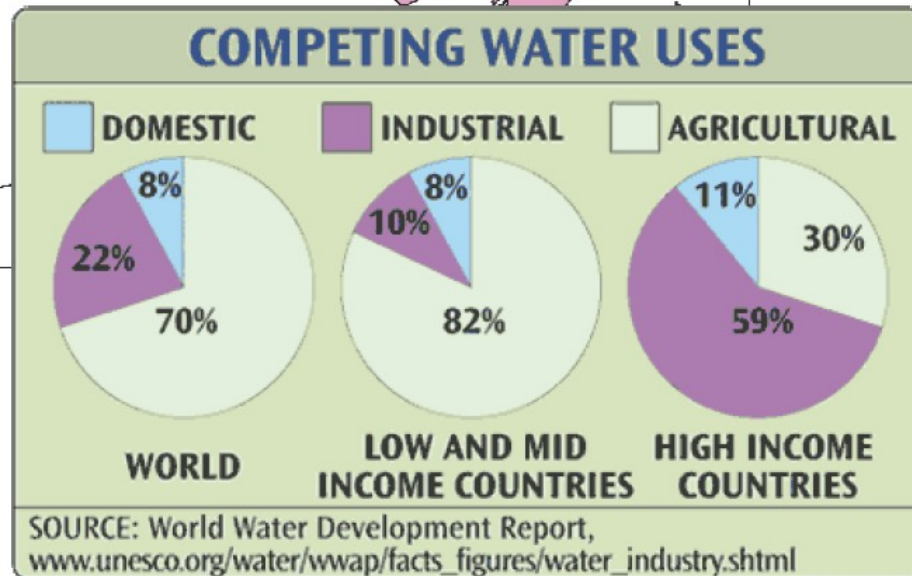
Κίνδυνος	Παγκοσμίως	Χαμηλό και μεσαίο εισόδημα	Υψηλό εισόδημα
Ποσοστό θανάτων			
Καπνός σε εσωτερικούς χώρους από στερεά καύσιμα	3,3	3,9	0,0
Μη ασφαλές νερό, ανεπαρκής υγιεινή και αποχέτευση	3,2	3,8	0,1
Ρύπανση του εξωτερικού αέρα στις πόλεις	2,0	1,9	2,5
Παγκόσμια κλιματική αλλαγή	0,2	0,3	0,0
Έκθεση σε μόλυβδο	0,2	0,3	0,0
Σύνολο κινδύνων	8,7	9,6	2,6
Ποσοστό αναπηροσταθμισμένων ετών ζωής (DALY)			
Καπνός σε εσωτερικούς χώρους από στερεά καύσιμα	2,7	2,9	0,0
Μη ασφαλές νερό, ανεπαρκής υγιεινή και αποχέτευση	4,2	4,6	0,3
Ρύπανση του εξωτερικού αέρα στις πόλεις	0,6	0,6	0,8
Παγκόσμια κλιματική αλλαγή	0,4	0,4	0,0
Έκθεση σε μόλυβδο	0,6	0,6	0,1
Σύνολο κινδύνων	8,0	8,6	1,2

Πηγή: Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (1).

Υδατικό αποτύπωμα (Water footprint)



Average national water footprint per capita (m³/cap/yr). Green means that the nation's water footprint is equal to or smaller than the global average. Countries with red have a water footprint beyond the global average. Period: 1997-2001 (Water Resour Manage (2007) 21:35-48)



Παγκόσμια χρήση νερού

Δραστηριότητα	Κατανάλωση νερού ($10^3 \text{ km}^3/\text{έτος}$)
Γεωργία	2880
Βιομηχανία	975
Οικιακή χρήση	275
Άλλες	300
Σύνολο	4430

Χρήσεις νερού	Χωρίς συντήρηση νερού		Με συντήρηση νερού	
	Λίτρα/κάτοικο/ μέρα	Ποσοστό	Λίτρα/κάτοικο/ μέρα	Ποσοστό
Τουαλέτες	76.1	27.7	36.3	19.3
Πλυντήρια ρούχων	57.2	20.9	40.1	21.4
Ντους	47.7	17.3	37.9	20.1
Βρύσες	42.0	15.3	40.9	21.9
Διαρροές	37.9	13.8	18.9	13.8
Άλλα οικιακά	5.7	2.1	5.7	3.1
Λουτρά	4.5	1.6	4.5	2.4
Πλυντήρια πιάτων	3.8	1.3	3.8	2.0
Σύνολο	274.4	100	187.8	100

Κατανομή και χρόνος ζωής νερού στη γη

Τοποθεσία	Όγκος (σε km ³)
Ωκεανοί	1.350.000.000
Πολικοί πάγοι και παγετώνες	29.000.000
Υπόγεια ύδατα	8.300.000
Λίμνες γλυκού νερού	125.000
Λίμνες με αλμυρό νερό	104.000
Έδαφος και υπέδαφος	67.000
Ατμοσφαιρική υγρασία	13.000
Κανάλια ροής	3.000
Έμβιοι οργανισμοί και βιομάζα	1.000

Κατανομή του γλυκού και αλατούχου νερού στη Γη



Τύπος	Μέση διάρκεια ζωής
Ατμόσφαιρα	9 μέρες
Ποτάμια	2 εβδομάδες
Υγρασία στο έδαφος	μήνες
Μεγάλες λίμνες	10 χρόνια
Ρηχά υπόγεια ύδατα	10 με 100 χρόνια
Επιφάνεια ωκεανού	120 χρόνια
Πυθμένας ωκεανού	3.000 χρόνια
Βαθεία υπόγεια ύδατα	μέχρι και 10.000 χρόνια
Πάγοι στην Ανταρκτική	10.000 χρόνια

Χρόνος ζωής των μορίων νερού ανάλογα με το είδος του νερού.



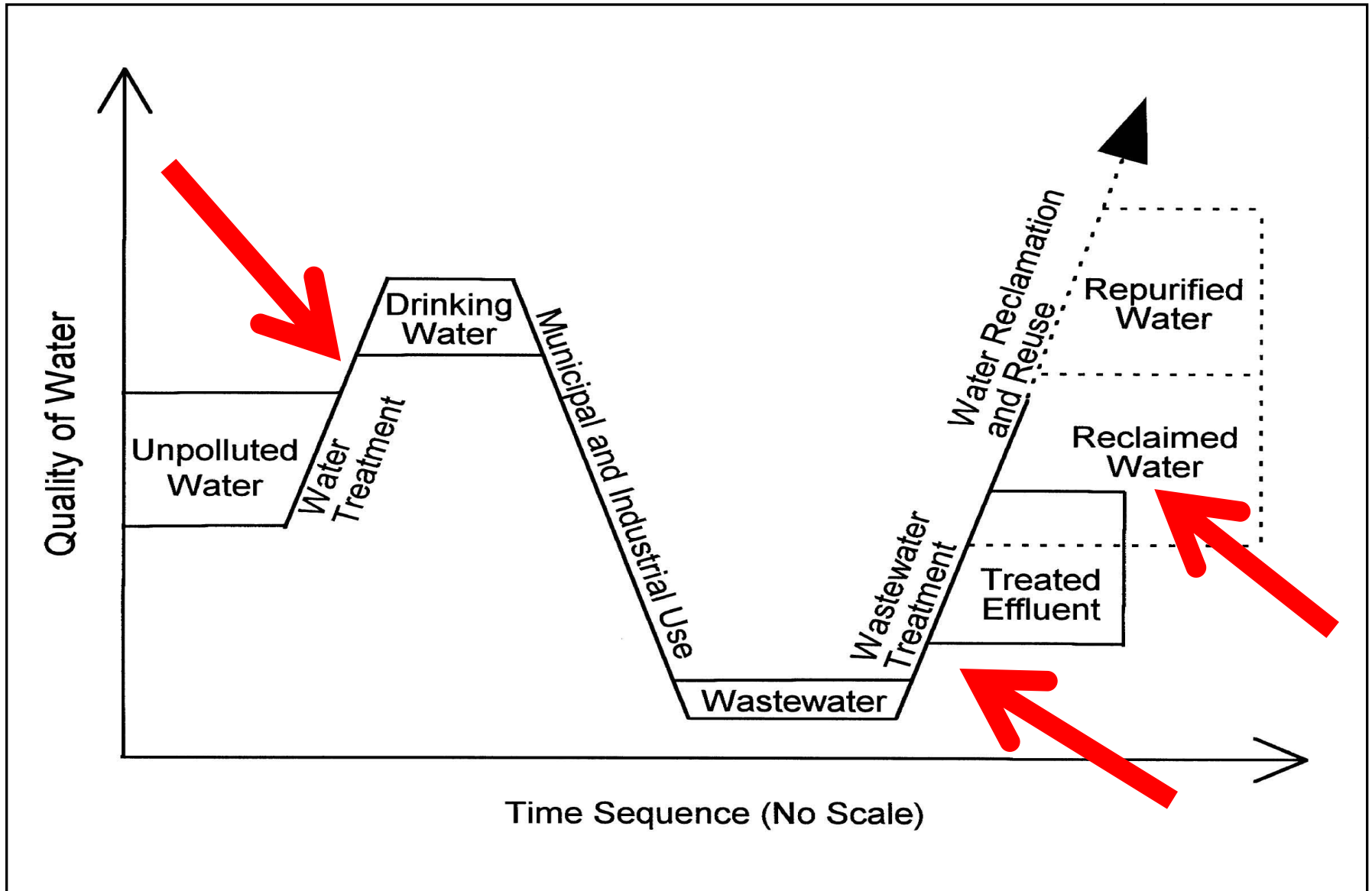
Υδρολογικός κύκλος



Βασικές πηγές ρύπανσης του γλυκού και αλμυρού νερού

Ρυπογόνος παράγοντας	Σημειακές πηγές		Μη-σημειακές πηγές	
	Δημοτικά απόβλητα	Βιομηχανικά απόβλητα	Αγροτική απορροή	Αστική απορροή
BOD	✓	✓	✓	✓
Θρεπτικά συστατικά	✓	✓	✓	✓
Παθογόνα	✓	✓	✓	✓
Αιωρούμενα στερεά	✓	✓	✓	✓
Άλατα		✓	✓	✓
Τοξικά μέταλλα		✓		✓
Τοξικά οργανικά		✓	✓	✓
Θερμότητα		✓		

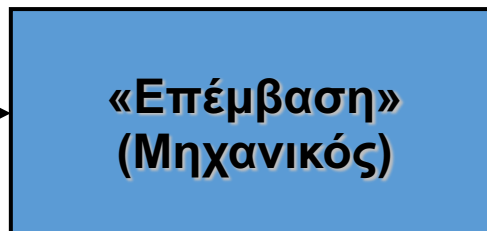
Αλλαγές στην ποιότητα νερού κατά την διάρκεια των δημοτικών χρήσεών του (σε χρονική αλληλουχία)



Γενική εικόνα της διαχείρισης των υδάτων

Ο ρόλος του «Μηχανικού»

**Εισερχόμενα ύδατα με τις
πραγματικές τους ιδιότητες**



**Εξερχόμενα ύδατα με τις
επιθυμητές ιδιότητες**

Νερό προερχόμενο από το περιβάλλον:

αιωρούμενα στερεά, βακτήρια, σκληρότητα, άρωμα

Πόσιμο νερό:

ασφαλές, καθαρό, άοσμο

Υδάτινα απόβλητα:

υψηλά επίπεδα BOD, παθογόνα στοιχεία, λάδια, λάσπη, αιωρούμενα στερεά

Επιστροφή πίσω στο περιβάλλον:

χαμηλά επίπεδα BOD, μηδενικά παθογόνα στοιχεία, λάδια κ.λπ., χαμηλά επίπεδα αιωρούμενων στερεών

Τάσεις στην επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων στην ΕΕ

Περιβαλλοντικό θέμα	Επί μέρους στόχος/ γενικός στόχος της ΕΕ των 27	ΕΕ των 27 – ποια η πρόοδος;	ΕΟΠ των 38 – τάση;
Κλιματική αλλαγή			
Αλλαγή της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη	Περιορισμός της αύξησης της θερμοκρασίας σε επίπεδα κάτω των 2 °C παγκοσμίως (*)	☒ (°)	(↗)
Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου	Μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20 % μέχρι το 2020 (*)	☑ (€)	↘
Ενεργειακή αποδοτικότητα	Μείωση της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας κατά 20 % μέχρι το 2020 σε σχέση με την καθιερωμένη πρακτική (°)	☐ (€)	↗
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	Αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές κατά 20 % μέχρι το 2020 (°)	☐ (€)	↗
Φύση και Βιοποικιλότητα			
Πίεση που ασκείται στα οικοσυστήματα (λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, π.χ. ευτροφισμός)	Παραμονή εντός των ορίων των κρίσιμων ποσοτήτων ουσιών που προκαλούν ευτροφισμό (°)	☒	→
Κατάσταση διατήρησης (προστασία των σημαντικότερων οικοτόπων και ειδών της ΕΕ)	Επίτευξη ευνοϊκής κατάστασης διατήρησης, οργάνωση δικτύου Natura 2000 (°)	☐ (€)	→
Βιοποικιλότητα (χερσαία και θαλάσσια είδη και οικοτόποι)	Ανάσχεση των απωλειών βιοποικιλότητας (°) (°)	☒ (χερσαία) ☒ (θαλάσσια)	(↘) (↘)
Αποσάθρωση του εδάφους (διάβρωση του εδάφους)	Αποφυγή περαιτέρω αποσάθρωσης του εδάφους και προστασία των λειτουργιών του (°)	☒ (°)	(↗)
Φυσικοί πόροι και απόβλητα			
Αποσύνδεση (της χρήσης των πόρων από την οικονομική μεγέθυνση)	Αποσύνδεση της χρήσης πόρων από την οικονομική μεγέθυνση (°)	☐	↗
Παραγωγή αποβλήτων	Σημαντική μείωση της παραγωγής αποβλήτων (°)	☒ (°)	(↗)
Διαχείριση αποβλήτων (ανακύκλωση)	Μια σειρά στόχων για την ανακύκλωση αποβλήτων διαφόρων ροών	☑	↗
Πίεση χρήσης νερού (εκμετάλλευση υδατικών πόρων)	Επίτευξη ικανοποιητικής ποσοτικής κατάστασης των υδατινών μαζών (°)	☐ (°)	→

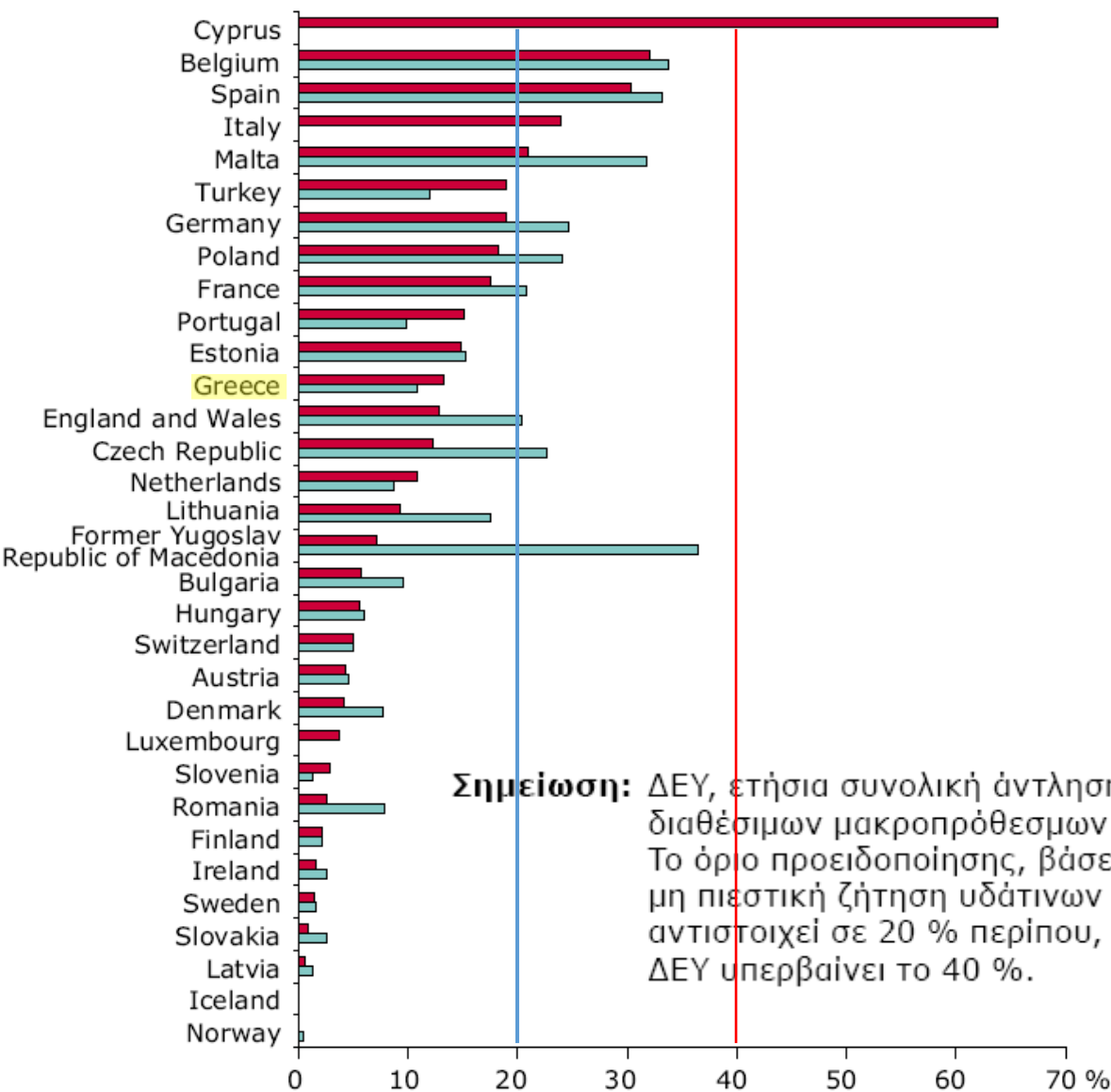
Περιβαλλοντικό θέμα	Επί μέρους στόχος/ γενικός στόχος της ΕΕ των 27	ΕΕ των 27 – ποια η πρόοδος;	ΕΟΠ των 38 – τάση;
Περιβάλλον και υγεία			
Ποιότητα των υδάτων (οικολογική και χημική κατάσταση)	Επίτευξη ικανοποιητικής οικολογικής και χημικής κατάστασης των υδατινών μαζών (°) (°)	☐ (°)	→
Ρύπανση των υδάτων (από σημειακές πηγές και ποιότητα των υδάτων κολύμβησης)	Συμμόρφωση προς την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης, επεξεργασία αστικών λυμάτων (°) (°)	☑	↘
Διαμεθοριακή ρύπανση της ατμόσφαιρας (NO _x , NMVOC, SO ₂ , NH ₃ , πρωτογενή σωματίδια)	Περιορισμός των εκπομπών ρύπων που προκαλούν οξίνιση και ευτροφισμό και των προδρόμων του όζοντος (°)	☐	↘
Ποιότητα του αέρα στις αστικές περιοχές (σωματίδια και όζον)	Επίτευξη επιπέδων ποιότητας του αέρα που δεν προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία (°)	☒	→
Λεζάντα			
Θετικές εξελίξεις	Ουδέτερες εξελίξεις	Αρνητικές εξελίξεις	
↘ Πτωτική τάση	→ Σταθερή	(↘) Πτωτική τάση	
↗ Αυξητική τάση		(↗) Πτωτική τάση	
☑ Η ΕΕ σημειώνει πρόοδο (ορισμένες χώρες ενδέχεται να μην επιτύχουν τον στόχο)	☐ Μικτή εικόνα προόδου (ωστόσο το συνολικό πρόβλημα παραμένει)	☒ Η ΕΕ δεν σημειώνει πρόοδο (ορισμένες χώρες ενδέχεται να επιτύχουν τον στόχο)	

Δείκτης εκμετάλλευσης

ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ 2010
ΣΥΓΚΕΦΑΛΑΙΩΤΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος

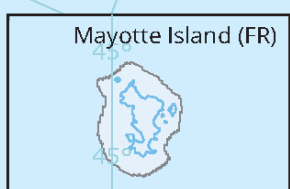
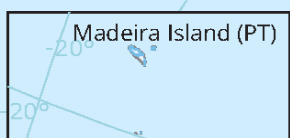
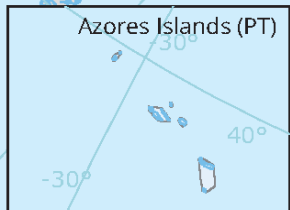


Σημείωση: ΔΕΥ, ετήσια συνολική άντληση υδάτων εκφρασμένη ως ποσοστό των διαθέσιμων μακροπρόθεσμων πόρων γλυκών υδάτων
Το όριο προειδοποίησης, βάσει του οποίου διακρίνονται οι περιοχές με μη πιστική ζήτηση υδάτινων πόρων από τις περιοχές με λειψυδρία αντιστοιχεί σε 20 % περίπου, ενώ για τις περιοχές με σοβαρή λειψυδρία ο ΔΕΥ υπερβαίνει το 40 %.

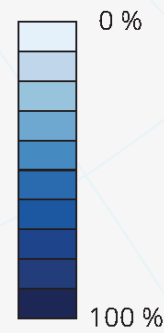
■ WEI — latest year

■ WEI-90

SOER 2020



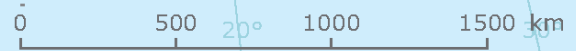
Percentage of water bodies, not in good chemical status, with uPBT, per river basin district



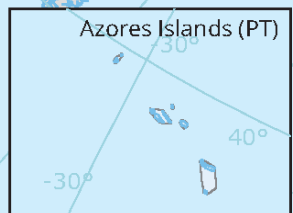
- No data reported
- EEA countries not implementing WFD
- Outside coverage

Notes:
Second river basin management plans

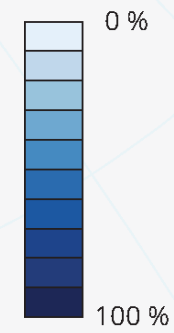
uPBT: ubiquitous, persistent, bioaccumulative and toxic substances



SOER 2020

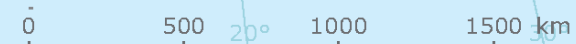
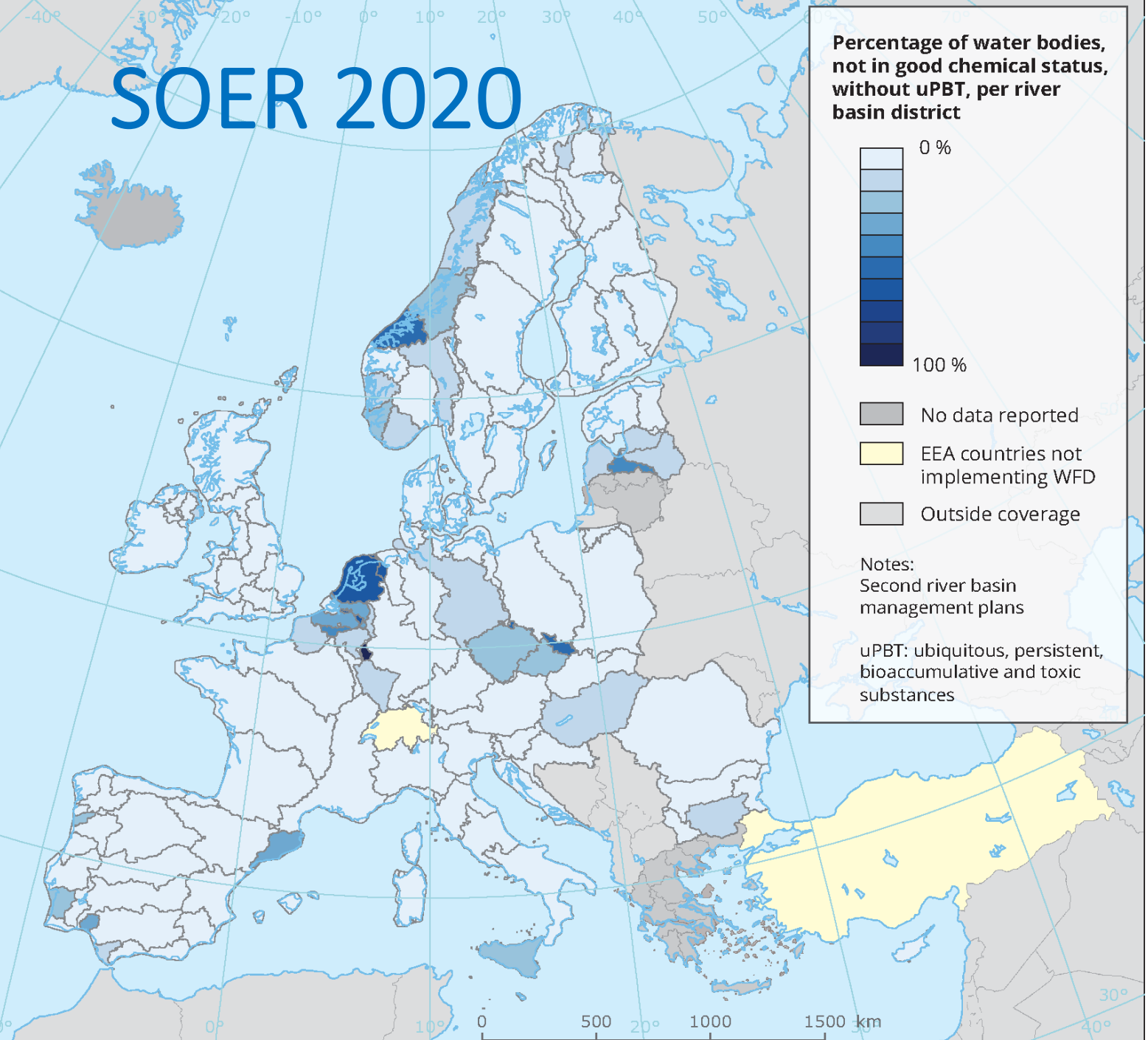


Percentage of water bodies, not in good chemical status, without uPBT, per river basin district



- No data reported
- EEA countries not implementing WFD
- Outside coverage

Notes:
Second river basin management plans
uPBT: ubiquitous, persistent, bioaccumulative and toxic substances



Towards zero pollution in Europe

Groundwater

75 %

of groundwater areas have good chemical status

Surface waters

(rivers, lakes and transitional waters)

44 %

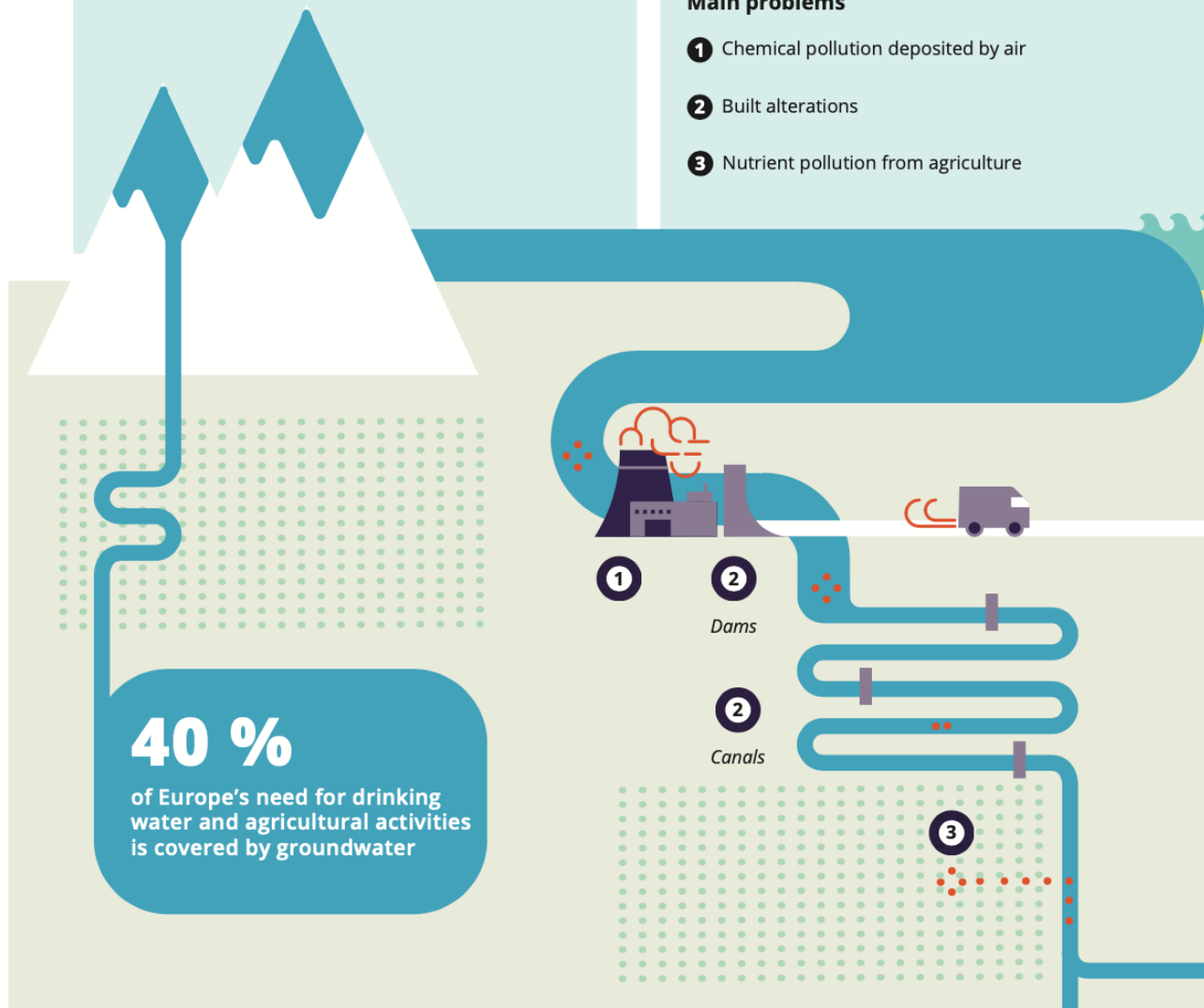
have good or high ecological status

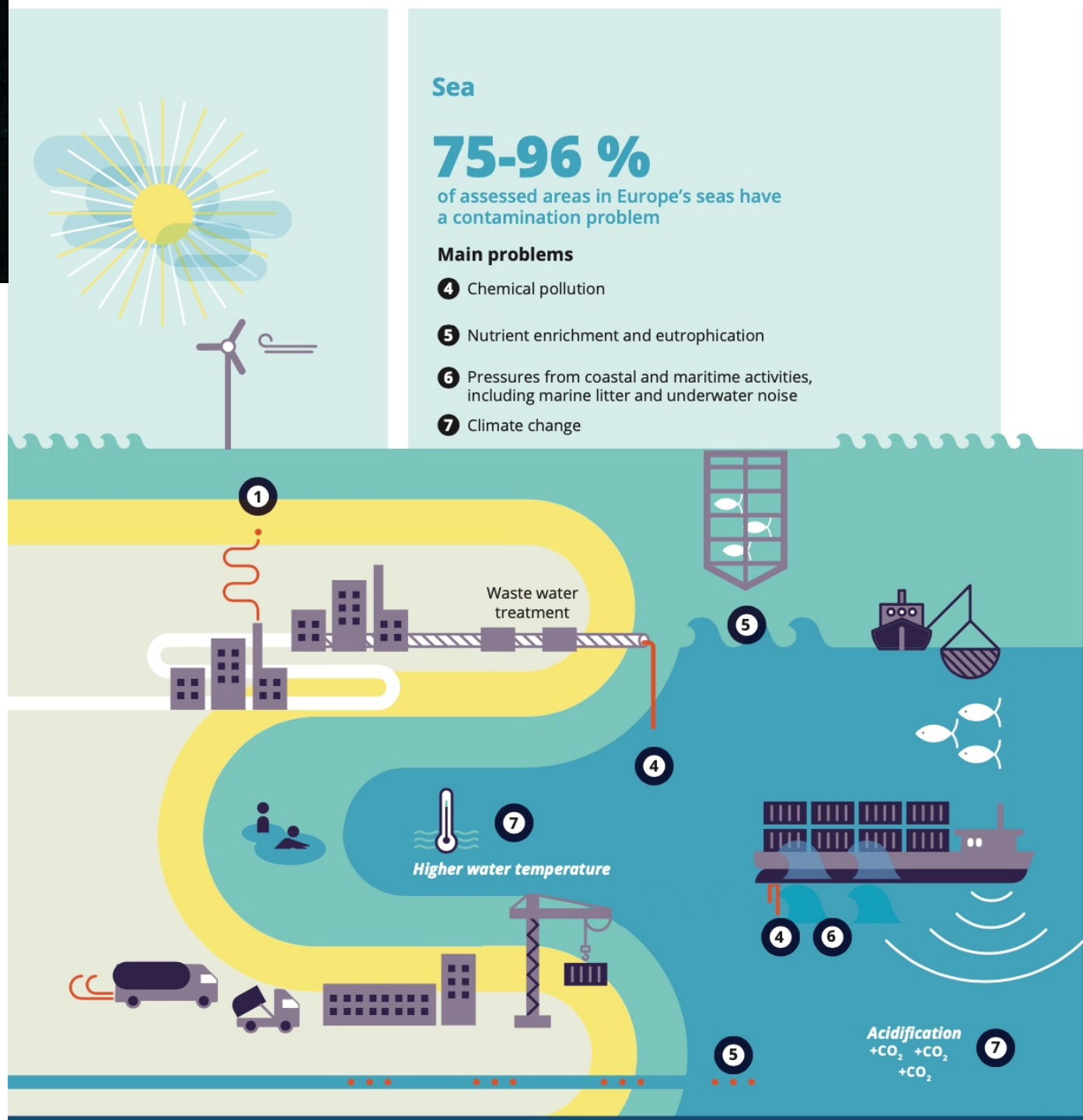
Main problems

- 1 Chemical pollution deposited by air
- 2 Built alterations
- 3 Nutrient pollution from agriculture

40 %

of Europe's need for drinking water and agricultural activities is covered by groundwater





Επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στις περιφέρειες της ΕΕ

Αρκτική

Μείωση της θάλασσας αρκτικής και παγοκάλυψης
Απώλεια στρώματος πάγου στη Γροιλανδία
Υψηλότερος κίνδυνος απώλειας βιοποικιλότητας

Βόρεια Ευρώπη βόρεια περιφέρεια

Μειωμένη χιονοκάλυψη και λιμνών και ποταμών
Μετακίνηση λειδών προς Βορρά
Περισσότερη ενέργεια απόλυδροηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής
Μικρότερη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση
Υψηλότερος κίνδυνος καταστροφών λόγω χειμερινών θυελλών

Αύξηση ροών ποταμών
Υψηλότερη ανάπτυξη των λδασών
Υψηλότερες αποδόσεις καλλιέργειών
Αύξηση θερμής και τουριστικής δραστηριότητας

Βορειοδυτική Ευρώπη

Αύξηση ροών ποταμών
Μετακίνηση λειδών των γλυκών υδάτων προς Βορρά
Μετακίνηση λειδών προς Βορρά
Υψηλότερος κίνδυνος για πλημμυράκια

Ορεινές περιοχές

Μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας
Μικρότερος όγκος παγετώνων
Μικρότερη έκταση των λιμνών και ποταμών
Υψηλότερος κίνδυνος κατολισθήσεων
Ανωφερής μετατόπιση κρυστών και χιών
Μειωμένος χιονοδρομικός τουρισμός κατά τη χειμερινή περίοδο
Υψηλότερος κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους
Υψηλός κίνδυνος εξαφάνισης λειδών

Ευρωπαϊκές θάλασσες

Άνοδος της στάθμης της θάλασσας
Υψηλότερες θερμοκρασίες της επιφάνειας της θάλασσας
Υψηλότερος κίνδυνος παράκτιων πλημμυρών
Αύξηση της βιομάζας φυτοπλαγκτού
Υψηλότερες θερμοκρασίες της επιφάνειας της θάλασσας

Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη

Αύξηση κραιών θερμοκρασιών
Λιγότερες κατακρημνίσεις κατά τη θερινή περίοδο
Περισσότερες υπερχειλίσεις ποταμών τον χειμώνα
Υψηλότερη θερμοκρασία των υδάτων
Μεγαλύτερες διακυμάνσεις στην αποδόση των καλλιεργειών
Αυξημένος κίνδυνος δασικών πυρκαγιών
Μικρότερη σταθερότητα των λδασών

Περιφέρεια της Μεσογείου

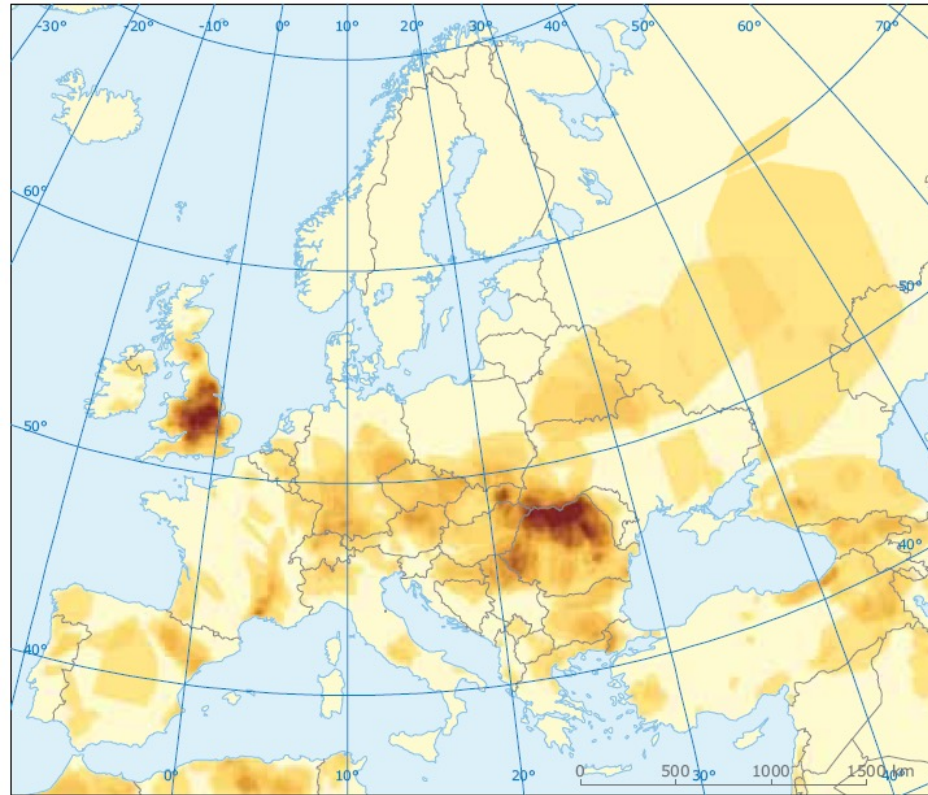
Μείωση των επιπέδων νερού των κατακρημνίσεων
Μείωση της ετήσιας ροής των ποταμών
Αυξανόμενη χρήση υδάτινων πόρων για τη γεωργία

Χαμηλότερες αποδόσεις καλλιεργειών
Περισσότερες δασικές πυρκαγιές
Λιγότερη ενέργεια απόλυδροηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής
Περισσότεροι θάνατοι λόγω κυμάτων καύσωνα

Περισσότερες ανόσοι που μεταδίδονται από λφορείς
Μειωμένη τουριστική κίνηση κατά τη θερινή περίοδο
Υψηλότερος κίνδυνος απώλειας βιοποικιλότητας
Υψηλότερος κίνδυνος απερίμωσης



Ξηρασίες και πλημμύρες στην ΕΕ (2000-2009)



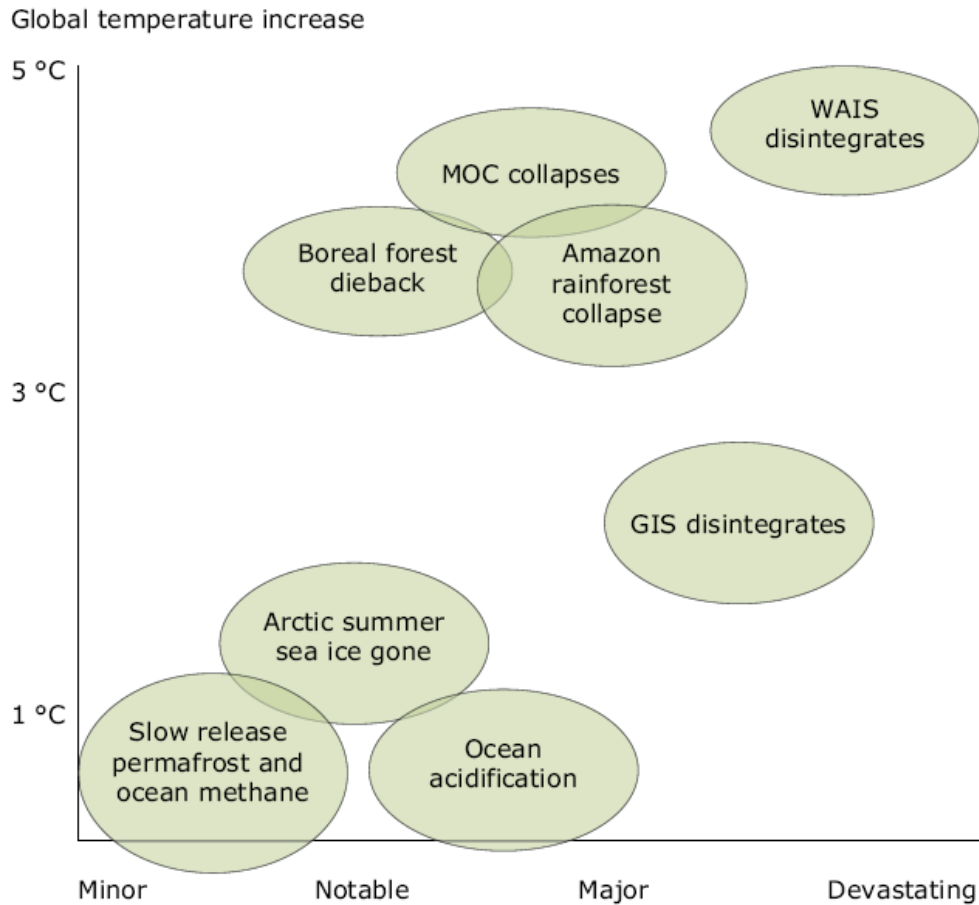
Flood events in Europe, 1998–2009

Number of events

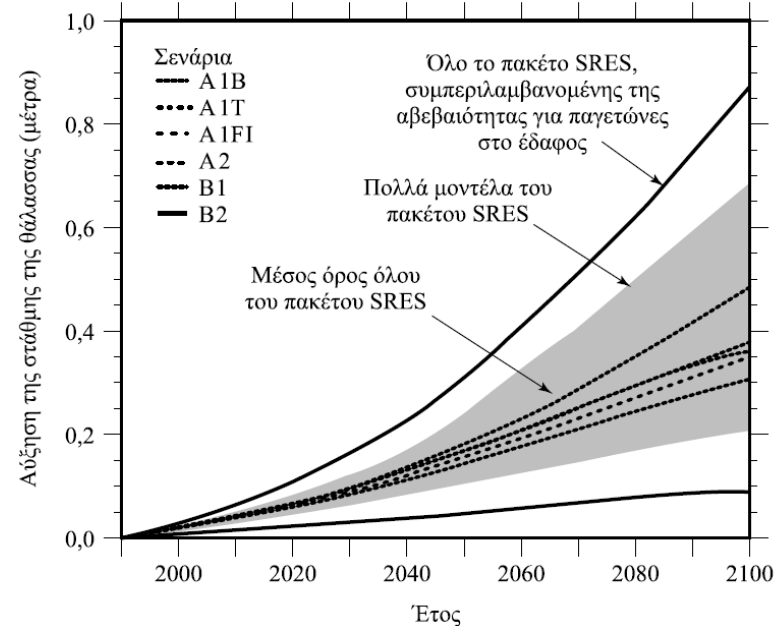
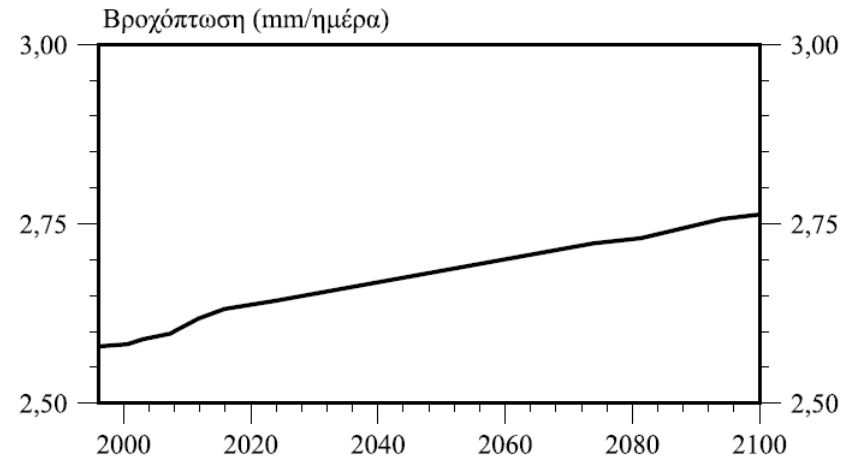


Main drought events in Europe, 2000–2009

Επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου



GIS: Greenland ice sheet
 WAIS: West Antarctic ice sheet
 MOC: North Atlantic Meridional overturning circulation



Κριτήρια για την αιθφορική διαχείριση υδάτινων πόρων

Αντικειμενικός σκοπός	Δράση
<ul style="list-style-type: none">• Κάλυψη βασικών αναγκών σε νερό	Παροχή επαρκούς ποσότητας νερού κατάλληλης ποιότητας για την προστασία του δημόσιας υγείας
<ul style="list-style-type: none">• Διατήρηση μακροπρόθεσμης ανανεωσιμότητας	Αναπλήρωση του γλυκού νερού μέσω της επιστροφής του στο περιβάλλον.
<ul style="list-style-type: none">• Διατήρηση των οικοσυστημάτων	Εξασφάλιση ότι το ισοζύγιο του νερού σε ευαίσθητα οικοσυστήματα παραμένει σταθερό. Προσπάθεια επίτευξης στόχου μηδενικής απόρριψης υγρών αποβλήτων.
<ul style="list-style-type: none">• Ενθάρρυνση της συντήρησης υδάτινων πόρων	Ενημέρωση των πολιτών, ανακάλυψη νέων τρόπων συντήρησης/διατήρησης του νερού, παροχή κίνητρων.
<ul style="list-style-type: none">• Ενθάρρυνση της ανάκτησης και επανάχρησης υδάτινων πόρων	Διαφύλαξη των υδάτινων πηγών υψηλής ποιότητας για άλλες χρήσεις, ανάπτυξη νέων τεχνικών επανάχρησης, κλειστοί βρόγχοι.
<ul style="list-style-type: none">• Έμφαση της σημασίας της ποιότητας του νερού σε πολλαπλές χρήσεις.	Αναγνώριση των σχέσεων ανάμεσα στα διάφορα συστήματα πρόληψης της ρύπανσης, αποδοτική διαχείριση των βιομηχανικών χρήσεων νερού.
<ul style="list-style-type: none">• Ανάπτυξη της ευσυνειδησίας των χρηστών	Ενσωμάτωση του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα/ενδιαφερομένων μερών στον σχεδιασμό και την λήψη αποφάσεων

Το πρόβλημα διαχείρισης των υδατικών πόρων

- Το νερό αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς φυσικούς πόρους.
- Ιστορικά, η εξέλιξη και η ιστορία του ανθρώπου ήταν πάντα συνδεδεμένη με τη διαχείριση του.
- Η διαχείριση της ποιότητας και της ποσότητας του νερού από τον άνθρωπο δεν ήταν πάντα η καλύτερη δυνατή.
- Μπορούμε να διακρίνουμε τα προβλήματα που έχουν σχέση με τη διαχείριση υδάτινων πόρων στις παρακάτω κατηγορίες:
 1. Προβλήματα που σχετίζονται με την άνιση κατανομή της φυσικής προσφοράς και ζήτησης νερού.
 2. Προβλήματα που σχετίζονται με την έλλειψη σχεδιασμού στην ανάπτυξη των οικισμών και πόλεων και με την έλλειψη συντονισμού και ενιαίας πολιτικής.
 3. Προβλήματα που σχετίζονται με την έλλειψη ευαισθησίας και παιδείας του απλού πολίτη - χρήστη.

Το πρόβλημα διαχείρισης των υδατικών πόρων

Εκτίμηση κατά κατηγορία του νερού της γης:

Μορφή	Όγκος (x 10 ³ Km ³)	Ποσοστό
Θάλασσες (αλμυρό νερό)	1320000	97.250
Παγετοί Χιόνια	29200	2.100
Υπόγεια νερά	8250	0.620
Λίμνες	125	
Εδαφική υγρασία	65	
Ποταμοί	1.25	
Λίμνες αλμυρού νερού	105	0.005
Υφάλμυρα νερά		
Νερό ατμόσφαιρας	13	0.004
Σύνολο	1360 x 10⁶	100

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα, το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού της γης (97 %) είναι αλμυρό και δεν μπορεί να εξυπηρετήσει τις βασικές ανθρώπινες ανάγκες ούτε για διατροφή αλλά ούτε και για βιομηχανικές διεργασίες.

Η Ελλάδα μπορεί να χαρακτηριστεί γενικά ως χώρα πλούσια σε επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης κυμαίνεται περί που στα **700 mm ανά έτος**, με τη Δυτική Ελλάδα να έχει μέσο ετήσιο όγκο βροχοπτώσεων που καλύπτει περίπου το 48% της βροχόπτωσης της χώρας.

Παρόλο που υπάρχει η αίσθηση αφθονίας νερού υπάρχουν λόγοι που μειώνουν σημαντικά την πραγματικά διαθέσιμη ποσότητα και προκαλούν **προβλήματα στην διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας, οι οποίοι είναι:**

- Η άνιση κατανομή των υδατικών πόρων στο χώρο και στο χρόνο.
- Η άνιση κατανομή της ζήτησης στο χώρο και το χρόνο, χωρίς αντιστοιχία με την κατανομή της προσφοράς.
- Η γεωμορφολογία της χώρας.
- Η εξάρτηση της Βόρειας Ελλάδας από διασυνοριακά ύδατα.
- Το μεγάλο ανάπτυγμα ακτών.
- Τα πολλά άνυδρα ή με ελάχιστους υδατικούς πόρους ή με υφάλμυρο νερό νησιά της χώρας.

Συγκριτική κατανάλωση νερού ανά υδατικό διαμέρισμα στην Ελλάδα (%)

Ζήτηση ανά Υδατικό Διαμέρισμα	Αγροτική χρήση	Αστική χρήση	Βιομηχανική χρήση	Ενεργειακή χρήση
Βόρεια Πελοπόννησος	3.3	3	2.7	7.5
Δυτική Πελοπόννησος	6.4	4.8	2.7	6.8
Ανατολική Πελοπόννησος	3.2	2.2	3.5	3.8
Δυτική Στερεά Ελλάδα	6	2.8	0.9	19.8
Ήπειρος	6	5.5	0.9	10.4
Αττική	1.6	37.1	15.9	0.9
Ανατολική Στερεά Ελλάδα	12.5	5.4	5.3	5.7
Θεσσαλία	25.1	6.9	6.2	8.5
Δυτική Μακεδονία	5.9	5.1	26.5	9.4
Κεντρική Μακεδονία	10.5	10.5	21.2	9.4
Ανατολική Μακεδονία	6.2	3	8.8	7.5
Θράκη	6.7	3.5	2.7	2.8
Κρήτη	5.2	5.4	1.8	4.7
Νησιά Αιγαίου	1.4	4.8	0.9	2.8

Πηγές νερού και ύδρευση οικισμών και πόλεων

Κατά την επιλογή της πηγής ύδρευσης πρέπει να εξετάζονται όλες οι εναλλακτικές δυνατότητες. Μπορούμε γενικά να χωρίσουμε την ύδρευση μιας πόλης ή ενός οικισμού στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Ύδρευση από επιφανειακά νερά όπως είναι τα νερά χειμάρρων, ποταμών, λιμνών και των ταμιευτήρων.
2. Ύδρευση από υπόγεια νερά.
3. Ειδικές περιπτώσεις όπως είναι η χρήση αφαλατωμένου νερού ή η χρήση επεξεργασμένων λυμάτων. Αυτές χρησιμοποιούνται σε περίπτωση που σε μια περιοχή υπάρχει μεγάλη έλλειψη πόσιμου νερού



Ύδρευση από ποτάμι

Η ύδρευση από ποτάμι μπορεί να γίνει είτε απευθείας είτε με την κατασκευή ταμιευτήρα. Η απευθείας ύδρευση (χωρίς την κατασκευή ταμιευτήρα) έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Φθηνή παροχή.
- Μικρός αγωγός για παραποτάμιες πόλεις.
- Τα έργα μπορούν να ολοκληρωθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα και το αρχικό κόστος εγκατάστασης είναι πολύ μικρό.

Τα μειονεκτήματα της απευθείας ύδρευσης από ποτάμι έχουν συνοψισθεί ως εξής :

- Κίνδυνος ρύπανσης κυρίως από τοξικά βιομηχανικά υγρά απόβλητα,
- Διακύμανση της ποιότητας εισόδου στη μονάδα επεξεργασίας νερού ύδρευσης,
- Προβλήματα παροχής ιδιαίτερα στις ώρες αιχμής.

Ύδρευση μέσω ταμιευτήρα

Όταν γίνεται ύδρευση μέσω ταμιευτήρα τότε τα πλεονεκτήματα είναι:

- Βεβαιότερη πηγή ύδρευσης.
- Καθαρό νερό που συνήθως απαιτεί ελάχιστη επεξεργασία,
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος,
- Καλύτερος έλεγχος της ποιότητας.
- Έγκαιρη προειδοποίηση έλλειψης νερού από την παρακολούθηση της στάθμης της λίμνης.
- Δημιουργία υγροτόπων, όπως είναι η λίμνη του Πλαστήρα (Μέγδοβα) στα ορεινά του Νομού Καρδίτσας, η οποία αποτελεί τουριστικό πόλο έλξης για την περιοχή.

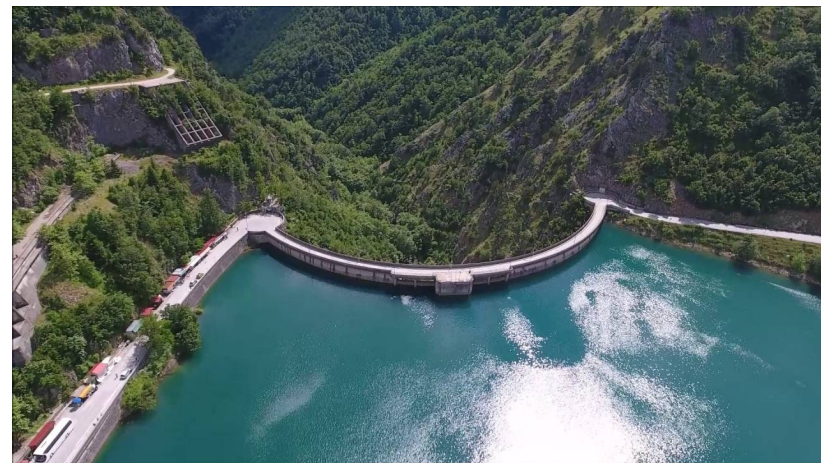
Πηγές νερού και ύδρευση οικισμών και πόλεων

Ύδρευση μέσω ταμιευτήρα

Τα μειονεκτήματα της ύδρευσης από ποτάμι μέσω ταμιευτήρα συνοψίζονται ως εξής:

- α) Μεγάλο αρχικό κόστος κατασκευής.
- β) Το σύστημα είναι επιδεκτικό σαμποτάζ.
- γ) Είναι πιθανή η ρύπανση από φυτοφάρμακα.
- δ) Μεγάλες απώλειες από εξάτμιση και διαφυγή στο έδαφος.

Χαρακτηριστική περίπτωση Ελληνικής πόλης που υδρεύεται από ποτάμι μέσω ταμιευτήρα είναι η Καρδίτσα που υδρεύεται από τη λίμνη του Πλαστήρα, η οποία δημιουργήθηκε με φράγμα στον ποταμό Μέγδοβα.



Ύδρευση από υπόγειο υδροφορέα

Τα υπόγεια νερά αποτελούν σε πολλές περιπτώσεις την καλύτερη πηγή νερού για ύδρευση. Είναι σε γενικές γραμμές περισσότερο προστατευμένα από τα επιφανειακά, αλλά η ρύπανση είναι δυνατή και η απορρύπανση στην περίπτωση αυτή είναι πολύ δυσκολότερη.

Τα πλεονεκτήματα της ύδρευσης από υπόγειο υδροφορέα έχουν συνοψισθεί ως εξής :

1. Πολύ φθηνή παροχή.
2. Ελάχιστη απαιτούμενη προεπεξεργασία.
3. Πολύ μικρή απαιτούμενη έκταση.
4. Καμιά περιβαλλοντική επέμβαση, εάν δεν καταστρέφεται ο υπόγειος υδροφορέας από υπεράντληση.
5. Τα οργανικά υπολείμματα είναι λιγότερα σε σχέση με το αν αν η ύδρευση προέρχεται από επιφανειακά νερά και έτσι η πιθανότητα ρύπανσης από χλωροοργανικές ενώσεις μικρότερη.

Πηγές νερού και ύδρευση οικισμών και πόλεων

Ύδρευση από υπόγειο υδροφορέα

Τα μειονεκτήματα είναι:

1. Διαλυμένα άλατα
2. Περιορισμένη ποσότητα
3. Σε περίπτωση άντλησης μεγάλων ποσοτήτων νερού έχουμε ταπείνωση του υπόγειου υδροφορέα.



Τεχνητή λίμνη που έχει δημιουργηθεί από φράγμα στη Θέρμη Θεσσαλονίκης και χρησιμοποιείται για αναψυχή και εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφορέα

Ποιότητα πόσιμου νερού

Το συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων εκτιμώντας τη σημασία της παραμέτρου αυτής έχει εκδώσει μία σειρά από οδηγίες σχετικά με το πόσιμο νερό.

Ιστορικά, μία από τις πρώτες οδηγίες ήταν η οδηγία 80/778.

Οι επιθυμητές και οι ανώτατες τιμές για κάποιες παραμέτρους φαίνονται στον Πίνακα:

Παράμετροι	Έκφραση των Αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό Επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
Θερμοκρασία	°C	12	25
Συγκέντρωση σε ιόντα H ⁺	Μονάδα pH	6.5<pH<8.5	
Θειικά	mg/L SO ₄	25	250
Μαγνήσιο	mg/L Mg	30	50
Νάτριο	mg/L Na	20	175
Κάλιο	mg/L K	10	12
Ξηρό υπόλειμμα	mg/L ύστερα από ξήρανση στους 180 °C		1500
Νιτρικά	mg/L NO ₃ ⁻	25	50
Νιτρώδη	mg/L NO ₂ ⁻		0.1
Αμμώνιο	mg/L NH ₄ ⁺	0.05	0.5
Φαινόλες	μg/L C ₆ H ₅ OH		0.5
Σίδηρος	μg/L Fe	50	200
Φώσφορος	μg/L P ₂ O ₅	400	5000
Αρσενικό	μg/L As		50
Νικέλιο	μg/L Ni		50
Κάδμιο	μg/L Cd		5
Υδράργυρος	μg/L Hg		1
Π.Α.Υ.	μg/L		0.2
Σελήνιο	μg/L Se		10

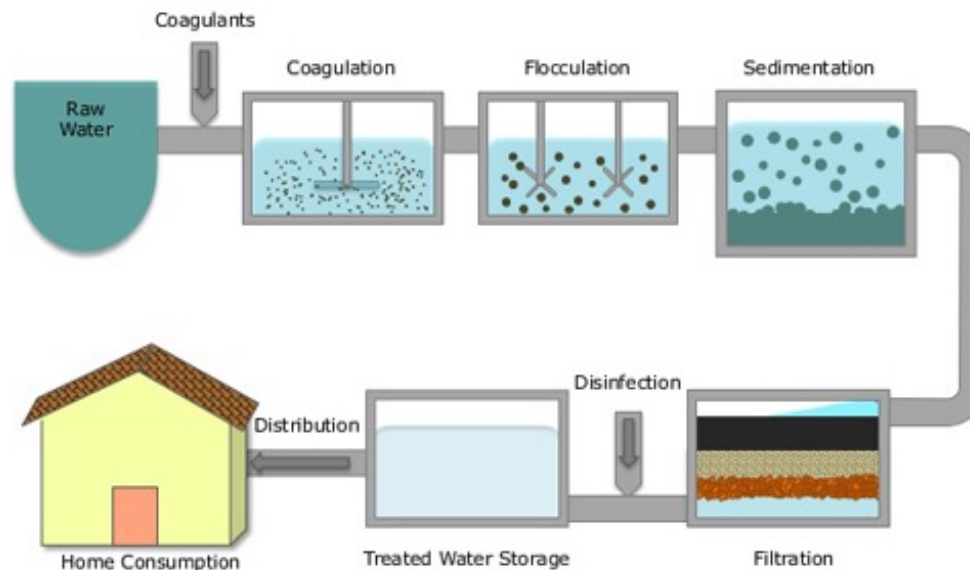
Τιμές μικροβιολογικών παραμέτρων με βάση τη νέα οδηγία 95/C131/03:

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
<i>E. coli</i>	0	αριθμός/ 100 mL
Στρεπτόκοκκοι κοπράνων	0	αριθμός/ 100 mL
Κλωστρίδια αναγωγής θειικών	0	αριθμός/ 20 mL

Το νερό πρέπει να υποστεί μία σειρά από διεργασίες για να γίνει κατάλληλο για πόση.

Οι διεργασίες αυτές περιλαμβάνουν τον αερισμό, την κροκίδωση, την καθίζηση, την επίπλευση, τη διήθηση, τη ρύθμιση pH κ.ά. Η πιο σημαντική από τις διεργασίες αυτές είναι η **απολύμανση**, η οποία έχει ως σκοπό να ελαττώσει το μικροβιακό πληθυσμό του νερού σε ανεκτά επίπεδα.

Water Treatment Process

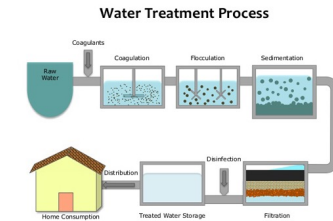


Άλλες διεργασίες στην επεξεργασία νερού

Αν και από την άποψη του κινδύνου στη δημόσια υγεία, η απολύμανση είναι η πιο σημαντική από τις διεργασίες που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του νερού, υπάρχουν και άλλες διεργασίες που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού.

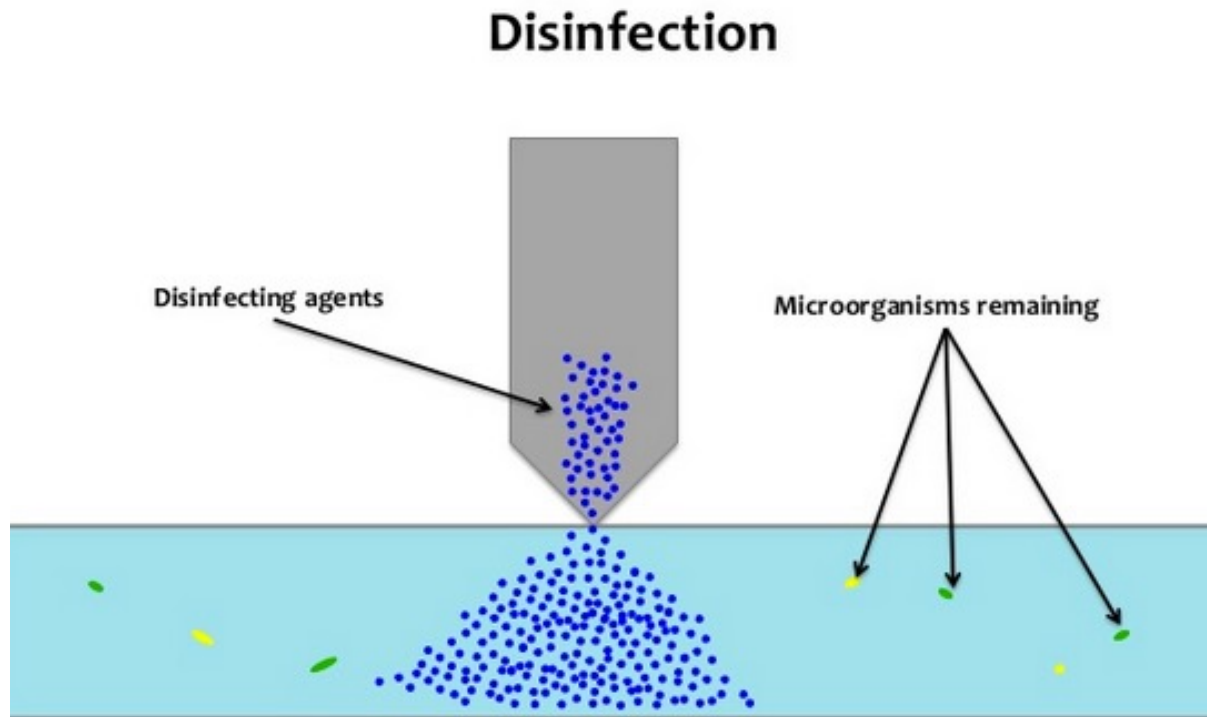
Οι πιο σημαντικές από τις διεργασίες αυτές είναι:

- **Η ιζηματοποίηση (sedimentation)**. Είναι η διαδικασία αδιαλυτοποίησης κάποιων ανεπιθύμητων συστατικών του νερού. Κατά τη διεργασία αυτή χρησιμοποιούνται διάφορα θρομβωτικά υλικά (π.χ. άλατα του τρισθενούς σιδήρου ή του αργιλίου) και επιτυγχάνεται απομάκρυνση ασβεστίου, σιδήρου, μαγγανίου και άλλων μετάλλων ή ιόντων.
- **Η διήθηση (infiltration)**. Κατά τη διεργασία αυτή χρησιμοποιούνται κοκκώδη υλικά για την απομάκρυνση αργίλων, μικροοργανισμών και προϊόντων ιζηματοποίησης.
- **Η αντίστροφη ώσμωση (reverse osmosis)**. Είναι μία μέθοδος αντιστροφής της φυσικοχημικής διεργασίας που λέγεται ώσμωση. Χρησιμοποιούνται μεμβράνες που δρουν ως μοριακά φίλτρα και συγκρατούν τα διαλυμένα συστατικά ενός διαλύματος νερού. Η αντίστροφη ώσμωση, όπως και η ιοντοεναλλαγή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αφαλάτωση υφάλμυρου νερού, ώστε να γίνει πόσιμο.
- **Η ιοντοεναλλαγή (ion exchange)**. Χρησιμοποιούνται στερεές ρητίνες με στόχο την αποσκλήρυνση και τον απαιονισμό του νερού (π.χ. απομάκρυνση νιτρικών).
- **Η προσρόφηση (adsorption)**. Χρησιμοποιούνται στερεά προσροφητικά υλικά (π.χ. ενεργός άνθρακας) για την απομάκρυνση οργανικών ενώσεων και ιχνοστοιχείων από το νερό.
- **Η απομάκρυνση αερίων και πτητικών συστατικών από το νερό με αέρα (air stripping)**. Χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση αερίων όπως η αμμωνία, το μεθάνιο, το υδρόθειο κ.λπ.



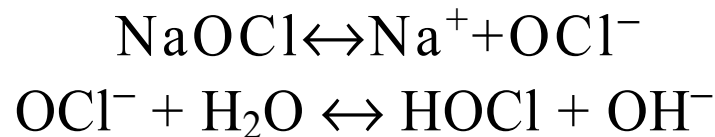
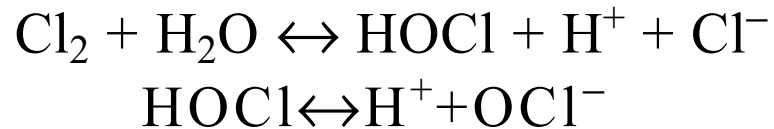
Η απολύμανση επιτυγχάνεται γενικά με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

1. Με παρεμπόδιση του κανονικού ρυθμού του μεταβολισμού.
2. Με παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης και ανάπτυξης.
3. Με καταστροφή ή εξασθένηση της οργάνωσης της κυτταρικής δομής.



Χλωρίωση

Είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος σε παγκόσμια κλίμακα. Γίνεται με προσθήκη αέριου χλωρίου ή με διάλυση ενώσεων του χλωρίου όπως το υποχλωριώδες νάτριο.



Μετά την ικανοποίηση του νερού σε χλώριο, παραμένει το υπολειμματικό χλώριο που συνεχίζει την απολύμανση. Η απολυμαντική δράση του χλωρίου στο νερό οφείλεται στο υποχλωριώδες οξύ

Χλωρίωση

Σε περιορισμένο βαθμό στην επεξεργασία του νερού χρησιμοποιείται και το διοξείδιο του χλωρίου. Είναι ισχυρό οξειδωτικό και δεν δημιουργεί τριαλομεθάνια. Παράγεται κατά την αντίδραση του χλωρίου με το χλωριώδες νάτριο και τα μειονεκτήματά του είναι:

- Συνήθως έχει μικρό βαθμό καθαρότητας και περιέχει σημαντικό ποσοστό χλωρίου.
- Η χρήση του κοστίζει αρκετά παραπάνω από τη χρήση αερίου χλωρίου ή υποχλωριωδών αλάτων. Το διοξείδιο του χλωρίου δεν μπορεί να αποθηκευθεί, επειδή είναι εκρηκτικό σε υψηλές συγκεντρώσεις και έτσι πρέπει να παράγεται στον τόπο χρησιμοποίησής του.

Χλωρίωση

Η χλωρίωση, αν και είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται περισσότερο, έχει κατηγορηθεί ότι προκαλεί σοβαρότατα προβλήματα υγείας.

Συγκεκριμένα η απολύμανση του νερού με τη μέθοδο αυτή έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό οργανικών αλογονωμένων παραπροϊόντων, πολλά από τα οποία έχουν κατηγορηθεί ως καρκινογόνα.

Οι δήμοι έχουν δείξει ελάχιστο ενδιαφέρον για την ανίχνευση των χλωροοργανικών στο νερό, ίσως γιατί φοβούνται ότι οι αντιδράσεις του κόσμου θα οδηγήσουν σε μία πολύ πιο ακριβή κατεργασία την οποία ίσως τα οικονομικά των δήμων δυσκολευθούν να αντέξουν.

Χρήση όζοντος

Είναι δαπανηρότερη από τη χλωρίωση και **δεν αφήνει υπολειμματική δράση.**

Το όζον παράγεται από τον αέρα ή το καθαρό οξυγόνο με ηλεκτρικό πεδίο. Ένα από τα πλεονεκτήματα του είναι ότι διασπάται δίνοντας οξυγόνο και έτσι δεν έχει ανεπιθύμητες επιδράσεις στη γεύση, την οσμή και την εμφάνιση του νερού.

Χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας

Έχει το πλεονέκτημα ότι δεν προσθέτει καμία ουσία στο νερό. Μειονέκτημα ότι δεν αφήνει υπολειμματική δράση. Όπως και ο οζονισμός, η χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας είναι πιο ακριβή από τη χλωρίωση.

Προσθήκη βρωμίου ή ιωδίου.

Είναι μέθοδοι πιο δαπανηρές από τη χλωρίωση και χρησιμοποιούνται κυρίως σε κολυμβητικές δεξαμενές.

Προσθήκη αργύρου

Και αυτή η μέθοδος έχει πολύ περιορισμένη χρήση.

Αναλυτική εξέταση νερού, απόνερων και λάσπης

Εξέταση νερού, απόνερων και λάσπης

Φυσική εξέταση

Περιλαμβάνει την οργανοληπτική εξέταση (θολερότητα, χρώμα, οσμή), τη μέτρηση της θερμοκρασίας, του pH, της αγωγιμότητας, της πυκνότητας και της επιφανειακής τάσης του νερού και των απόνερων.

Χημική εξέταση

- Σταθμικός προσδιορισμός
- Φωτομετρικός προσδιορισμός
- Πολαρογραφία
- Φλογοφωτομετρία

Βιολογική εξέταση

Με τις μεθόδους αυτές προσδιορίζονται οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στα νερά, στα απόνερα ή στη λάσπη.

Άλλες διεργασίες στην επεξεργασία νερού

Η παρουσία μετάλλων σε πόσιμα ύδατα, αστικά απόνερα και βιομηχανικά απόβλητα είναι σοβαρό πρόβλημα λόγω των τοξικών ιδιοτήτων των υλικών αυτών. Τα μέταλλα προσδιορίζονται με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης, πολαρογραφία ή χρωματομετρικές μεθόδους.

Δειγματοληψία και διατήρηση δειγμάτων

Κατά την δειγματοληψία και τη διατήρηση των δειγμάτων συμβαίνουν σοβαρά σφάλματα που οφείλονται σε:

- Ρύπανση από τη συσκευή δειγματοληψίας.
- Μη απομάκρυνση υπολειμμάτων από προηγούμενα δείγματα.
- Απώλεια μετάλλου λόγω προσροφήσεως από το δοχείο του δείγματος.

Γενικές προφυλάξεις

Για την παρασκευή των αντιδραστηρίων και στον προσδιορισμό των μετάλλων χρησιμοποιείται απεσταγμένο νερό

Μέθοδοι προσδιορισμού διάφορων μετάλλων

1) Αργίλιο

- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Χρωματομετρική μέθοδος, με δείκτη eriochrome cyanine R.

2) Αργυρος

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Μέθοδος χρωματομετρική με διθειζόνη.

3) Ασβέστιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Ογκομετρική μέθοδος με υπερμαγγανικό κάλιο.
- Ογκομετρική μέθοδος με EDTA.

4) Βανάδιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος χρωματομετρική με γαλλικό οξύ. Η συγκέντρωση ιχών βαναδίου στο νερό υπολογίζεται μετρώντας την καταλυτική επίδρασή τους στο ρυθμό οξείδωσης του γαλλικού οξέος από υπερθειικό αμμώνιο σε όξινο διάλυμα.

5) Βάριο

- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.

6) Βηρύλλιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).

Μέθοδοι προσδιορισμού διάφορων μετάλλων

7) Κάλιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Φλογοφωτομετρική μέθοδος.

8) Κάδμιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Μέθοδος χρωματομετρική με διθειζόνη. Τα ιόντα καδμίου κάτω από κατάλληλες συνθήκες αντιδρούν με διθειζόνη για να σχηματίσουν ένα ροζ έως κόκκινο χρώμα που μπορεί να εκχυλιστεί με χλωροφόρμιο.

9) Λίθιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Φλογοφωτομετρική μέθοδος.

10) Μαγγάνιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Φωτομετρική μέθοδος υπερθεικών. Η οξείδωση με υπερθεικό αμμώνιο των διαλυτών ενώσεων μαγγανίου πραγματοποιείται με παρουσία νιτρικού αργύρου.

11) Μαγνήσιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Σταθμική μέθοδος.

Μέθοδοι προσδιορισμού διάφορων μετάλλων

12) Μόλυβδος

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Μέθοδος χρωματομετρική με διθειζόνη.

13) Νάτριο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Φλογοφωτομετρική μέθοδος.

14) Νικέλιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Μέθοδος χρωματομετρική με επτοξίμη.
- Μέθοδος χρωματομετρική με διμεθυλογλυοξίμη.

15) Σίδηρος

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Μέθοδος χρωματομετρική με φαιναθρολίνη.

16) Σκληρότητα

- Σκληρότητα προσδιοριζόμενη υπολογιστικά.

- Ογκομετρική μέθοδος με EDTA.

17) Στρόντιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Φλογοφωτομετρική μέθοδος.

18) Υδράργυρος

- Μέθοδος ατομικής απορρόφησης χωρίς φλόγα.
- Μέθοδος χρωματομετρική με διθειζόνη.

19) Χαλκός

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).

20) Χρώμιο

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Χρωματομετρική μέθοδος.

21) Ψευδάργυρος

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Μέθοδος χρωματομετρική με διθειζόνη.

Μέθοδοι προσδιορισμού ανόργανων αμέταλλων συστατικών

1) Άζωτο (αμμωνία)

- Μέθοδος Nessler.
- Μέθοδος φαινολικών αλάτων (χρωματομετρική).
- Οξυμετρική μέθοδος (ογκομετρική).
- Μέθοδος εκλεκτικών ηλεκτροδίων

2) Άζωτο (νιτρώδη)

- Ιοντική χρωματογραφία.
- Μέθοδος υπεριώδους ακτινοβολίας.
- Μέθοδος εκλεκτικών ηλεκτροδίων.
- Χρωματομετρική μέθοδος.

3) Άζωτο (οργανικό)

- Μέθοδος χώνευσης (Kjeldahl).

4) Αρσενικό

- Μέθοδος χρωματομετρική με διαιθυλοκαρβαμιδικό άργυρο.
- Μέθοδος βρωμιούχου υδραργύρου.
- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.

5) Βόριο

- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Χρωματομετρική μέθοδος κουρκουμίνης.
- Χρωματομετρική μέθοδος καρμίνης.

6) Βρωμίδα

- Ιοντική χρωματογραφία.
- Χρωματομετρική μέθοδος, με phenolred.

7) Διοξείδιο του άνθρακα

- Από νομογράφημα μπορούν να υπολογιστούν το ελεύθερο διοξείδιο του άνθρακα και οι μορφές των οξειδίων του άνθρακα (ανθρακικά, διττανθρακικά άλατα) που σχετίζονται με τη σκληρότητα.

- Υπέρυθρη φασματοσκοπία.

- Ογκομετρική μέθοδος.

8) Διοξείδιο χλωρίου

- Ιωδομετρική μέθοδος.
- Αμπερομετρική μέθοδος.
- Χρωματομετρική μέθοδος, με DPD (N, N-diethyl-p-phenylenediamine).

9) Θειικά

- Ιοντική χρωματογραφία.
- Σταθμική μέθοδος.
- Νεφελομετρική μέθοδος.

10) Θειώδη άλατα

- Ογκομετρική μέθοδος (ιωδίου).

11) Ιωδίδα

- Μέθοδος Leuco crystal Violet.
- Φωτομετρική μέθοδος.

12) Ιώδιο

- Μέθοδος Leuco crystal Violet.
- Αμπερομετρική ογκομετρική μέθοδος.

13) Κυανιούχα ιόντα

- Ογκομετρική μέθοδος.
- Χρωματομετρική μέθοδος.
- Μέθοδος εκλεκτικού ηλεκτροδίου ιόντος CN^- .

14) Όζον (υπολειματικό)

- Ιωδομετρική μέθοδος.

15) Οξυγόνο (διαλυμένο)

- Μέθοδος μεμβρανοειδούς ηλεκτροδίου.
- Ιωδομετρικές μέθοδοι.
- Μέθοδος αζιδίου.
- Μέθοδος κροκιδώσεως με στυπτηρία.
- Μέθοδος κροκιδώσεως με μίγμα θεικού χαλκού– σουλφαμικού οξέος.

16) Πυριτικά

- Μέθοδος φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης.
- Μέθοδος ICP (Inductively Coupled Plasma Method).
- Σταθμική μέθοδος.

Μέθοδοι προσδιορισμού οργανικών συστατικών

1) Αέριο χωνεύσεως λάσπης

- Ογκομετρική μέθοδος.
- Αεριοχρωματογραφική μέθοδος.

2) Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)

- Πρότυπος μέθοδος του BOD πέντε ημερών (με υδραργυρικό μανόμετρο). Η μέθοδος αυτή, αν και είναι παραδοσιακή και πρότυπη τείνει να εγκαταλειφθεί, εξαιτίας της επικινδυνότητας του υδραργύρου.
- Μανομετρική μέθοδος με κεφαλή ψηφιακής ένδειξης, χωρίς υδράργυρο.

3) Εντομοκτόνα (οργανικά)

- Αέρια χρωματογραφία.

4) Επιφανειακά ενεργές ουσίες

- Χρωματομετρική μέθοδος με MethyleneBlue (για ανιονικές επιφανειοδραστικές ουσίες).
- Χρωματομετρική μέθοδος με προσρόφηση σε ιοντοεναλλακτική ρητίνη (για μη ανιονικές επιφανειοδραστικές ουσίες).

5) Λίπη και έλαια

- Σταθμική μέθοδος.
- Φασματομετρική μέθοδος (IR).
- Μέθοδος εκχυλίσεως (Soxhlet).
- Μέθοδος εκχυλίσεως για δείγματα λάσπης.

6) Μεθάνιο

- Μέθοδος καύσης.
- Ογκομετρική μέθοδος.

7) Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)

- Μέθοδος καύσης– Υπέρυθρη φασματοσκοπία.
- Μέθοδος υπεριώδους οξείδωσης.
- Μέθοδος υγρής οξείδωσης.

8) Οργανικά οξέα και πτητικά οξέα

- Χρωματογραφική μέθοδος για οργανικά οξέα.
- Μέθοδος αποστάξεως με υδρατμούς των πτητικών οξέων.

9) Οργανικά ρυπαντικά

- Μέθοδος προσροφήσεως με άνθρακα.

10) Ταννίνη και λιγνίνη

- Φασματομετρική μέθοδος.

11) Φαινόλες

- Μέθοδος εκχυλίσεως με χλωροφόρμιο.
- Απευθείας φωτομετρική μέθοδος.
- Μέθοδος αποστάξεως.

12) Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

- Ογκομετρική μέθοδος με χώνευση παρουσία οξειδωτικού (διχρωμικό κάλιο).
- Φωτομετρική μέθοδος με χώνευση παρουσία οξειδωτικού (διχρωμικό κάλιο).

Ο **ευτροφισμός** μπορεί να ορισθεί ως ο εμπλουτισμός των υδάτων με θρεπτικά συστατικά, κυρίως άζωτο και φώσφορο, ο οποίος επιταχύνει την ανάπτυξη αλγών και των ανωτέρων φυτών και προκαλεί ανεπιθύμητες παρενέργειες στην ισορροπία των οργανισμών μέσα στο νερό καθώς και στην ποιότητα του νερού.

Ως κύρια αιτία του ευτροφισμού θεωρείται η παρουσία θρεπτικών συστατικών (κυρίως αζώτου και φωσφόρου), η προέλευση των οποίων είναι:

- τα λιπάσματα (νιτρικά και φωσφορικά),
- τα απορρυπαντικά (φωσφορικά),
- η ρύπανση από λύματα και υγρά απόβλητα τα οποία περιέχουν νιτρικά, αμμωνιακά και φωσφορικά άλατα κ.λ.π



Μέτρα αντιμετώπισης του ευτροφισμού είναι:

- 1) Περιορισμός ή αντικατάσταση των φωσφορικών στα απορρυπαντικά. Τα φωσφορικά υπάρχουν στα περισσότερα απορρυπαντικά και παίζουν το ρόλο του αποσκληρυντικού. Υπάρχουν απορρυπαντικά που χρησιμοποιούν άλλα αποσκληρυντικά, αντί για φώσφορο.
- 2) Τριτογενής καθαρισμός των αποβλήτων για απομάκρυνση νιτρικών και φωσφορικών.
- 3) Χρήση λιπασμάτων με μέτρο. Πολλές φορές οι αγρότες οδηγούνται σε κατάχρηση λιπασμάτων, θεωρώντας ότι έτσι θα αυξηθεί η γεωργική παραγωγή.
- 4) Η διοχέτευση των καναλιών αποστράγγισης από τα χωράφια σε ανοικτή θάλασσα, και όχι σε λίμνη ή σε κλειστή θάλασσα.
- 5) Η απομάκρυνση της ιλύος της λίμνης ώστε να μην επαναδιαλυθούν τα φωσφορικά που υπάρχουν σε αυτή. Τα φωσφορικά άλατα έχουν συνήθως χαμηλή διαλυτότητα στο νερό.
- 6) Ο τεχνητός αερισμός στο υπολίμνιο.
- 7) Η εκβάθυνση της λίμνης.
- 8) Η μείωση της βιομάζας με μηχανικά μέσα π.χ. η αφαίρεση των υδρόβιων φυτών ώστε να βιοαποικοδομηθούν έξω από τη λίμνη και να μην καταναλώσουν το πολύτιμο οξυγόνο της.
- 9) Η μείωση της βιομάζας με την πρόσθεση ειδικών φυτοφάγων ψαριών. Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοσθεί στη λίμνη των Ιωαννίνων με ικανοποιητικά αποτελέσματα.
- 10) Η πρόσθεση καθαρού νερού (φτωχού σε θρεπτικά συστατικά) στη λίμνη. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στην Κορώνεια μελετάται η μεταφορά νερού από τον Αξιό ή από το Στρυμόνα ποταμό. Η μέθοδος αυτή όμως, εκτός από το ότι έχει τεράστιο κόστος, μπορεί να οδηγήσει και σε αλλαγή της οικολογικής ισορροπίας σε άλλες περιοχές π.χ. στο δέλτα του ποταμού από όπου θα μεταφερθεί το νερό.

Η ρύπανση του νερού, μπορεί να δημιουργήσει σοβαρές επιπτώσεις όχι μόνο στην υγεία του ανθρώπου αλλά και στο περιβάλλον που ζει, ιδιαίτερα όταν η ρύπανση γίνεται από παθογόνα υλικά.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στη ρύπανση του ύδατος που προέρχεται από ελαιώδεις ουσίες (π.χ. πετρελαιοειδή) και επίσης από χλωριωμένες οργανικές ενώσεις (π.χ. εντομοκτόνα) που δεν υδρολύονται στο νερό.

Η ρύπανση του νερού χαρακτηρίζεται συνήθως από μία ή περισσότερες από τις εξής καταστάσεις:

- περιεκτικότητα σε στερεά,
- χρώμα,
- οσμή,
- γεύση,
- τοξικότητα,
- παθογένεια,
- θερμική ρύπανση
- αποξυγόνωση.



Οι ρυπογόνες ουσίες στο νερό μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες. Μερικές από αυτές είναι οι εξής:

- Απόνερα που απαιτούν οξυγόνο λόγω της παρουσίας ενώσεων που κατανάλωσαν το ήδη υφιστάμενο στο φυσικό νερό.
- Ενώσεις που η παρουσία τους αναπτύσσει παθογόνους μικροοργανισμούς και προκαλούν ασθένειες.
- Ενώσεις που προκαλούν την ανάπτυξη των φυτών και έτσι δημιουργούν ευτροφισμό.
- Ενώσεις που προέρχονται από τη συνθετική Οργανική Χημεία.
- Διάφορες ελαιώδεις ουσίες και κυρίως πετρελαιοειδή.
- Ανόργανες χημικές ενώσεις των οποίων η παρουσία σε μεγάλες ποσότητες επηρεάζουν την υγεία του ανθρώπου.
- Ιζήματα στο υδατικό περιβάλλον που αποτελούν την αποθήκη τροφοδοσίας διαφόρων ενώσεων στο νερό.
- Ραδιενεργά υλικά που συμμετέχουν αθόρυβα αλλά βλαβερά στην υγεία του ανθρώπου.
- Η ενέργεια που μπορεί να αλλάξει τοπικά το υφιστάμενο οικοσύστημα.

Αστικά Λύματα

Είναι τα απόνερα από τη χρησιμοποίηση του νερού σε σπίτια, ξενοδοχεία, εργοστάσια, εστιατόρια, ιδρύματα κ.λ.π. για τις βασικές ανθρώπινες ανάγκες. Χαρακτηρίζονται από το μεγάλο ποσοστό οργανικών ουσιών.

Βιομηχανικά απόβλητα

Είναι τα απόνερα από τη χρησιμοποίηση του νερού σε βιομηχανίες και βιοτεχνίες για παραγωγικούς σκοπούς αποκλειστικά, και όχι αυτά που προέρχονται από τους χώρους εξυπηρέτησης του προσωπικού. Φυσικοί αποδέκτες αυτών των απόνερων είναι τα επιφανειακά νερά (λίμνες, ποταμοί) με τελικό φυσικό αποδέκτη τη θάλασσα.

Ειδικότερα τα βιομηχανικά απόβλητα διακρίνονται ανάλογα με τη δράση τους στα νερά του αποδέκτη σε τρεις κατηγορίες:

1. Απόβλητα με φυσική δράση
2. Απόβλητα με χημική δράση
3. Απόβλητα με βιολογική δράση

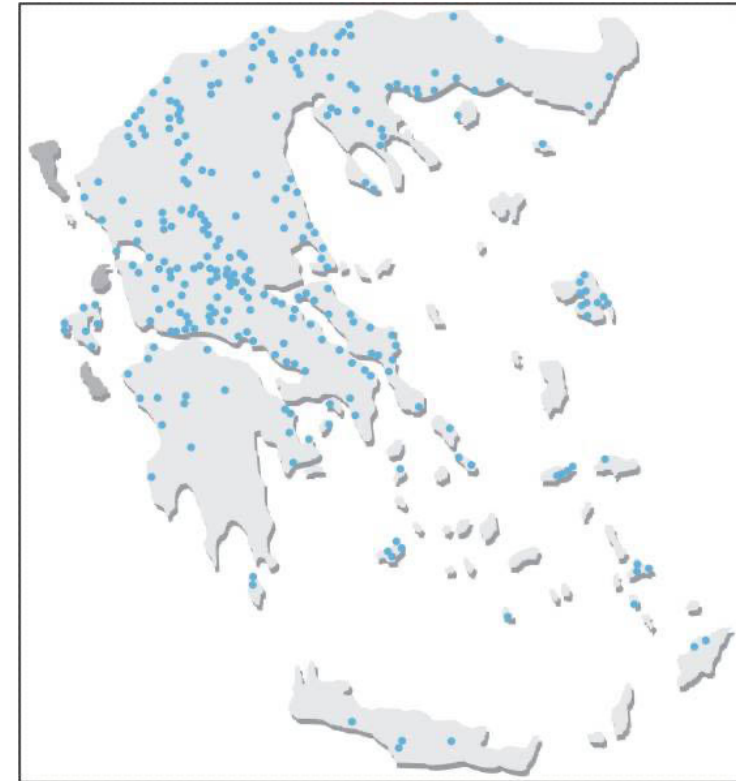
Θερμομεταλλικές είναι οι πηγές οι οποίες συνδυάζουν τα χαρακτηριστικά και των θερμών και των μεταλλικών πηγών.

Θερμές πηγές ονομάζονται οι πηγές που η θερμοκρασία τους κυμαίνεται από μερικούς βαθμούς πάνω από τη μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα της περιοχής, μέχρι τη θερμοκρασία βρασμού.

Η προέλευση της θερμότητας των νερών είναι **η γηγενής θερμότητα**, δηλαδή η αυξημένη θερμοκρασία τους οφείλεται στη γεωθερμία.

Επιπλέον παράγοντες αύξησης της θερμοκρασίας είναι:

- Οι οξειδώσεις και γενικά οι εξώθερμες αντιδράσεις, επειδή οι αντιδράσεις αυτές εκλύουν θερμότητα. Οι πυρίτες και κυρίως ο σιδηροπυρίτης αποτελούν τα συνηθέστερα οξειδούμενα ορυκτά, σε ανθρακικές αποθέσεις.
- Η ανάμειξη του νερού που φθάνει σε μεγάλο βάθος με ζεστούς ή υπέρθερμους υδρατμούς και σπανιότερα με CO₂.
- Έχει αναφερθεί χωρίς να έχει αποδειχθεί ότι το CH₄ που περιέχεται στις αποθέσεις ανθρακικών ιζημάτων, μπορεί να προκαλέσει τοπική αύξηση της θερμοκρασίας του νερού.



Με βάση τη θερμοκρασία, τα θερμά νερά (το ίδιο και οι πηγές) ταξινομούνται σε κατηγορίες.

- Σύμφωνα με τον Castany (1963) έχουμε την εξής ταξινόμηση:

Όνομασία	Θερμοκρασία
Υπέρθερμες πηγές	50-100 °C
Μεσόθερμες πηγές	35-30 °C
Υπόθερμες πηγές	20-35 °C

- Σύμφωνα με τους Kappelmayer–Haenel (Αγγελίδης, 2008) έχουμε την εξής ταξινόμηση:

Όνομασία	Θερμοκρασία
Υπέρθερμες πηγές	>38 °C
Μεσόθερμες πηγές	34-38 °C
Υπόθερμες πηγές	20-34 °C

- Σύμφωνα με τον Turner (1967) έχουμε την εξής ταξινόμηση:

Όνομασία	Θερμοκρασία
Ελαφρά θερμές πηγές	20-25 °C
Θερμές πηγές	25-32 °C
Πολύ θερμές πηγές	>32 °C

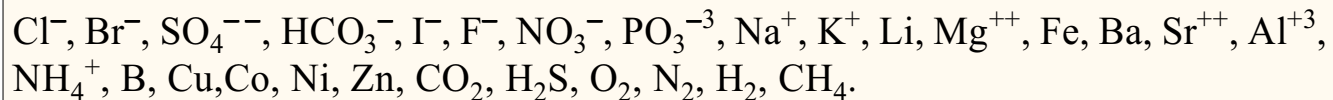
Θερμομεταλλικές πηγές – Ορισμοί

- **Ιαματική πηγή** είναι η φυσική ανάβλυση ή η άντληση ιαματικού φυσικού πόρου με τεχνικό έργο, όπως από γεώτρηση, φρέαρ, τάφρο ή σήραγγα (φυσική ή τεχνητή) ή φυσική δημιουργία ιαματικού πηλού. Ως ιαματικοί φυσικοί πόροι θεωρούνται φυσικά νερά (ψυχρά ή θερμά), ατμοί, φυσικά αέρια ή πηλοί, που έχουν ιαματικές ιδιότητες,
- **Ιαματικά νερά και ιαματικά αέρια** είναι υπόγεια ή πηγαία νερά ή και αέρια, που αναβλύζουν με φυσικό τρόπο ή λαμβάνονται με τεχνικό έργο, τα οποία λόγω των φυσικών ή χημικών τους ιδιοτήτων έχουν ιαματικές ιδιότητες, που αναγνωρίζονται βάση του νομικού πλαισίου που ορίζει κάθε χώρα.
- **Υδροφόρο σύστημα** ιαματικής πηγής είναι το πέτρωμα μαζί με τους πόρους, τις ρωγμές ή και τα διάκενα, καθώς και με τα εντός αυτών δημιουργούμενα και κινούμενα, το νερό, δηλαδή, ή και αέριο. Μία ιαματική πηγή μπορεί να προέρχεται από περισσότερα υδροφόρα συστήματα.



- **Υδρογεωλογική λεκάνη** ιαματικής πηγής είναι η περιοχή από την οποία:
 - α) ανανεώνεται το υπόγειο νερό του υδροφόρου συστήματος της ιαματικής πηγής.
 - β) κινείται το υπόγειο νερό ή και τα αέρια προς τις εγκαταστάσεις απόληψης.
 - γ) προσλαμβάνονται τα διαλυμένα άλατα καθώς και τα αέρια.
- **Περιοχή προστασίας ιαματικής πηγής** είναι η περιοχή μέσα στα όρια της οποίας ελέγχονται η κατασκευή εγκαταστάσεων, οι δραστηριότητες και οι διαδικασίες που μπορεί να αποτελέσουν απειλή για την ιαματική πηγή. Νερά και αέρια αναγνωρισμένων ιαματικών πηγών αποτελούν φυσικά θεραπευτικά μέσα του υπεδάφους.
- **Θερμαλισμός** είναι το ευρύ πεδίο θεραπευτικών και προληπτικών για την υγεία εφαρμογών, οι οποίες πραγματοποιούνται με τη χρήση φυσικών ιαματικών πόρων.

Τα διαλυμένα άλατα στα μεταλλικά νερά δίνονται με τη μορφή ιόντων. Τα κύρια ανιόντα, κατιόντα, ιχνοστοιχεία και ελεύθερα αέρια που συναντούμε στη χημική σύσταση των μεταλλικών νερών γενικά είναι τα εξής

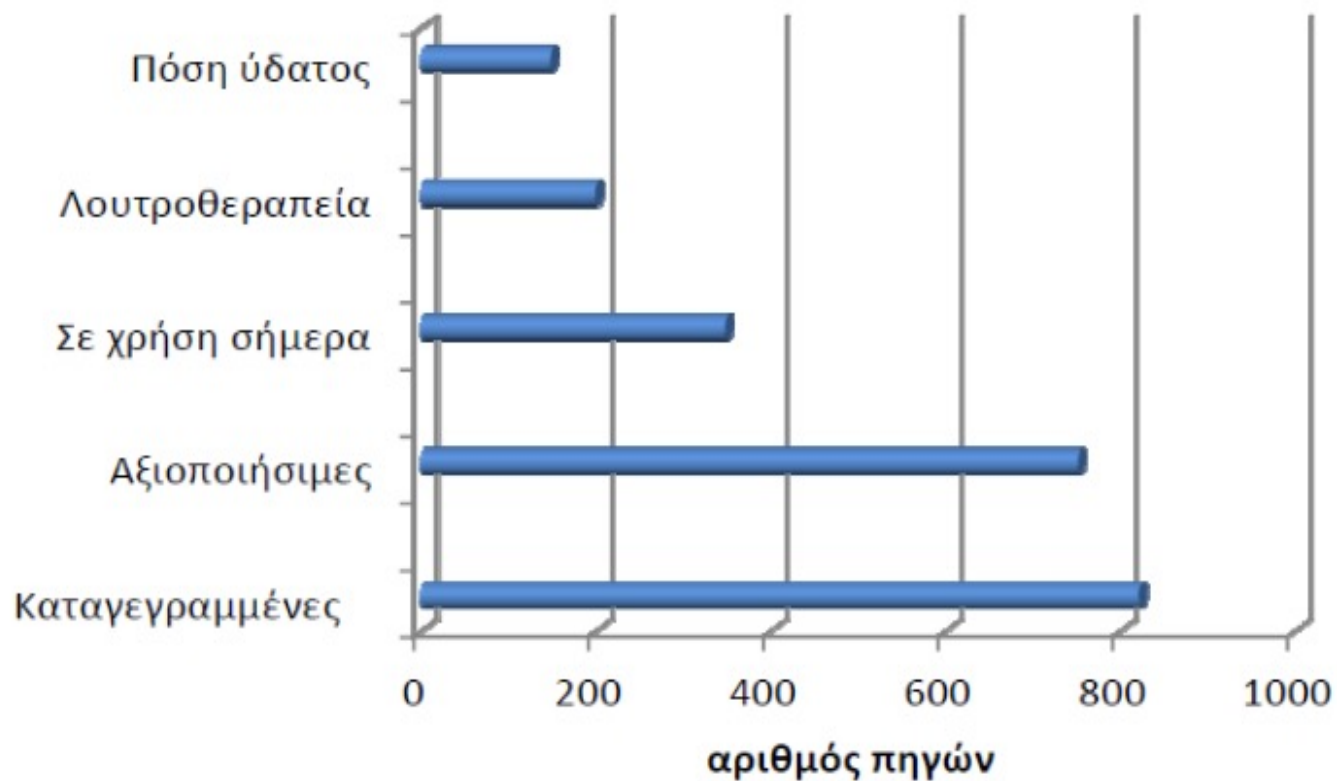


Κατηγορίες Ελληνικών Ιαματικών Πηγών

Με βάση λοιπόν την προέλευση, τη θερμοκρασία, τα χημικά στοιχεία ποσοτικού και ποιοτικού χαρακτήρα, τη μεταλλικότητα, τη ραδιενέργεια του νερού των ιαματικών πηγών της χώρας μας μπορούμε να διακρίνουμε τις εξής θεμελιώδεις κατηγορίες ιαματικών - μεταλλικών νερών

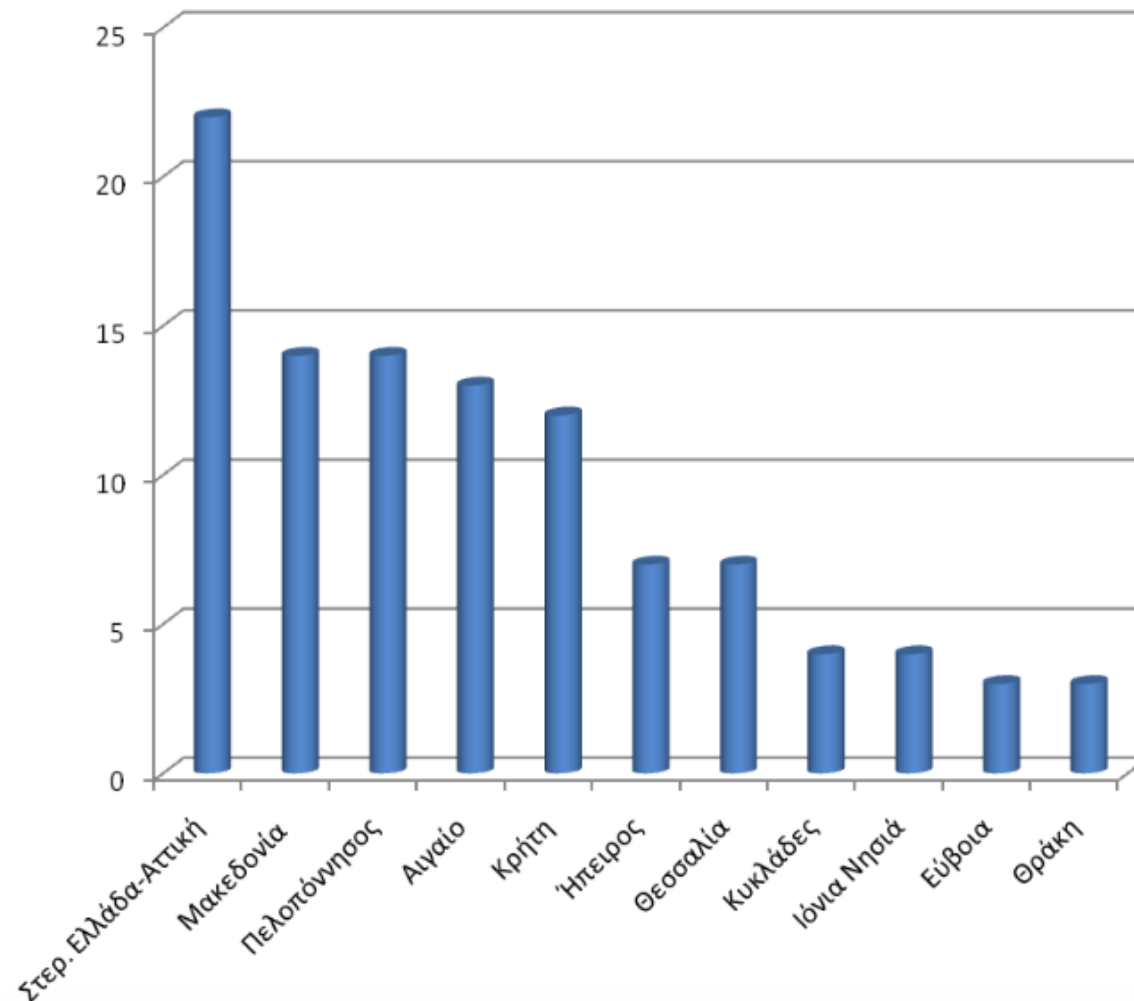
- 1. Κατηγορία I.** Μεταλλικά νερά χαρακτηρισμένα από την πολιτεία ως ιαματικά που έχουν περιεκτικότητα σε NaCl μεγαλύτερη από το 50% του συνόλου των διαλυμένων αλάτων (χλωριονατριούχα), και με σύνολο όμως (διαλυμένων αλάτων) που δεν ξεπερνά τα 15 gr/lit νερού.
- 2. Κατηγορία II.** Μεταλλικά νερά που η σύστασή τους είναι παραπλήσια με αυτήν του θαλασσινού νερού.
- 3. Κατηγορία III.** Τα ανθρακικά - όξινα ανθρακικά μεταλλικά νερά, των οποίων η περιεκτικότητα σε ολικά διαλυμένα άλατα είναι μικρότερη από 2 gr/lit ανεξάρτητα από τη συμμετοχή του NaCl σε αυτά.

Θερμομεταλλικές πηγές Ελλάδας



Θερμομεταλλικές πηγές

Κατανομή των θερμομεταλλικών πηγών της Ελλάδας ανά γεωγραφικό διαμέρισμα



Θαλασσινό νερό

Το θαλασσινό νερό στους ωκεανούς χαρακτηρίζεται από κατά μέσο όρο 3,5% αλατότητα (35g/L).

Αυτό με απλά λόγια σημαίνει ότι κάθε κιλό θαλασσινού νερού περιέχει **περίπου 35 γραμμάρια διαλυμένων αλάτων** με κυρίαρχο το χλωριούχο νάτριο (NaCl) σε μορφή ιόντων Na⁺, Cl⁻. Το θαλασσινό νερό περιέχει τον μεγαλύτερο αριθμό αλάτων σε μορφή ιόντων σε σχέση με όλους τους άλλους τύπους νερού που γνωρίζουμε.

Σύσταση Θαλασσινού νερού (αλατότητα = 35 psu)			
Στοιχείο	περιεκτικότητα	Στοιχείο	περιεκτικότητα
Οξυγόνο	85.84 %	Θείο	0.091 %
Υδρογόνο	10.82 %	Ασβέστιο	0.04 %
Χλώριο	1.94 %	Κάλιο	0.04 %
Νάτριο	1.08 %	Βρώμιο	0.0067 %
Μαγνήσιο	0.1292 %	Άνθρακας	0.0028 %

Το pH του θαλασσινού νερού είναι μεταξύ 7,5 και 8,4.

Θαλασσινό νερό

Οι ρύποι στο θαλάσσιο περιβάλλον προέρχονται είτε από

ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αστικά λύματα, θαλάσσιες μεταφορές-λιμάνια-ναυπηγική δραστηριότητα, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, γεωργία κλπ.), είτε από

φυσικές διεργασίες (επίγεια ή υποθαλάσσια ηφαίστεια, φυσικές αναβλύσεις, πυρκαγιές κλπ.)

Η είσοδός τους στο θαλάσσιο περιβάλλον πραγματοποιείται

Είτε **άμεσα** από την απόρριψη υγρών & στερεών αποβλήτων, θαλάσσια ατυχήματα, ποτάμια

Είτε **έμμεσα**: από την ατμόσφαιρα, την απόπλυση της γης από τα νερά της βροχής και τη φυσική διάβρωση των πετρωμάτων κλπ

