

ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ



2ο κεφάλαιο

Όνομ/νυμο: Τμήμα: Β... - 2022

2.1.1 Τι σημαίνει η φράση «ο άνθρωπος βρίσκεται σε διαρκή αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του»;

- Ο άνθρωπος, από την εμφάνισή του στη Γη, βρίσκεται σε διαρκή **αλληλεπίδραση** με το περιβάλλον του.
- Το **περιβάλλον** του ανθρώπου, είτε φυσικό είτε τεχνητό,
 - καθορίζει τις **συνθήκες μέσα στις οποίες ο άνθρωπος ζει και αναπαράγεται**,
 - ταυτόχρονα όμως **διαμορφώνεται από αυτόν**, ώστε να ανταποκρίνεται περισσότερο στις ανάγκες του.

2.1.2 Τι μελετά η επιστήμη της Οικολογίας;

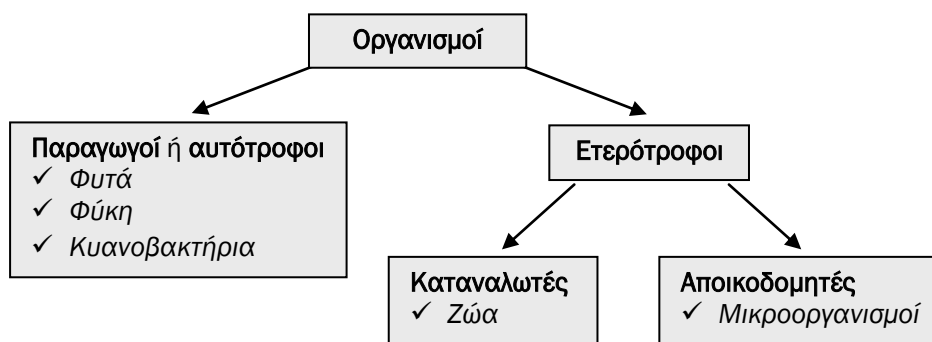
- Μελετά τις **σχέσεις** των οργανισμών – και φυσικά του ανθρώπου – με:
 - τους **αβιοτικούς παράγοντες** του περιβάλλοντός του, δηλαδή:
 - ✓ το κλίμα (υγρασία, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια),
 - ✓ τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων,
 - ✓ τη σύσταση του εδάφους,
 - ✓ την αλατότητα του νερού κ.ά.
 - τους άλλους οργανισμούς που ανήκουν στο ίδιο ή σε διαφορετικό είδος.

2.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**Συστατικά του οικοσυστήματος**

Όρος	Ορισμός – ρόλος – χαρακτηριστικά
Είδος	• Το σύνολο όλων των οργανισμών που μπορούν να αναπαραχθούν μεταξύ τους και να αποκτήσουν γόνιμους απογόνους.
Πληθυσμός	• Το σύνολο των οργανισμών ίδιου είδους σε ένα οικοσύστημα. → Π.χ. οι λύκοι ενός βουνού.
Βιοτικοί παράγοντες	• Το σύνολο των οργανισμών* που ζουν σε μια περιοχή. → *διαφορετικών πληθυσμών, διαφόρων ειδών
Βιοκοινότητα	• Το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών που ζουν σε ένα οικοσύστημα, αλλά και οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους.
Οικοσύστημα (ΠΕ '03)	• Σύστημα μελέτης που περιλαμβάνει τους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής, καθώς και το σύνολο των αλληλεπιδράσεων τους που αναπτύσσονται μεταξύ τους.
Βιότοπος	• Η περιοχή στην οποία ζει ένας πληθυσμός ή μια βιοκοινότητα.
Βιόσφαιρα	• Το τμήμα του φλοιού της Γης και της ατμόσφαιρας, που επιτρέπει την ύπαρξη ζωής.

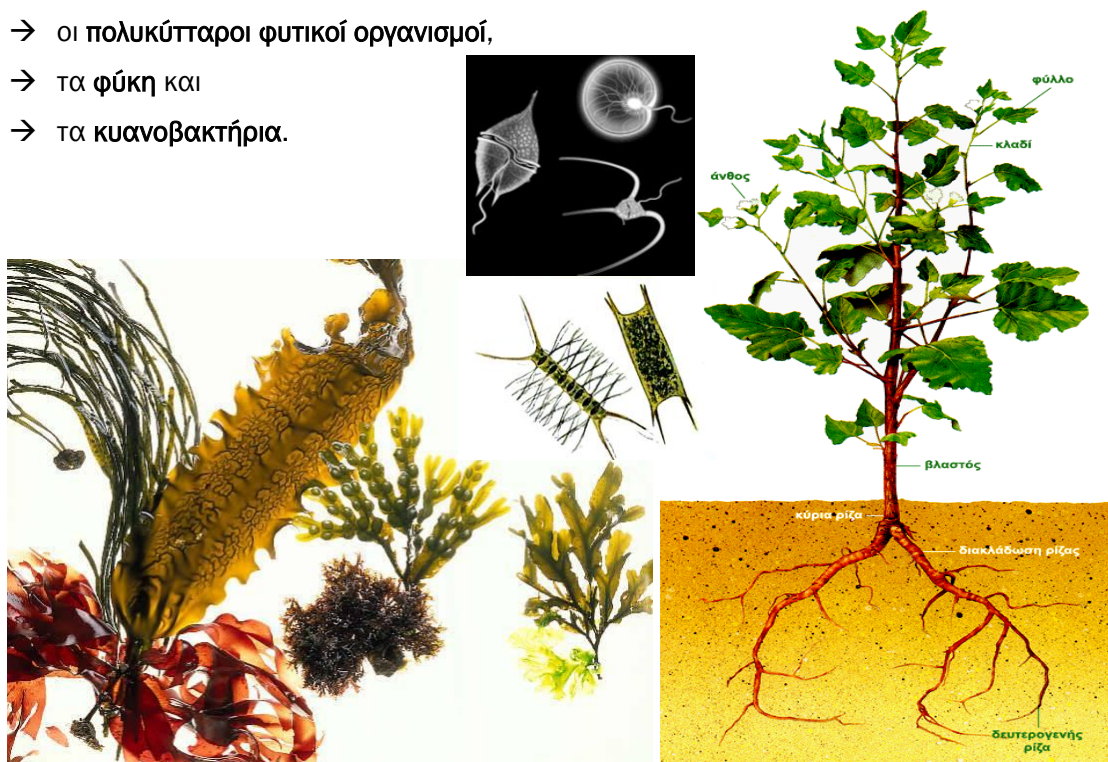
2.1.3 Με ποιο κριτήριο και σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι οργανισμοί που ζουν σε ένα οικοσύστημα;

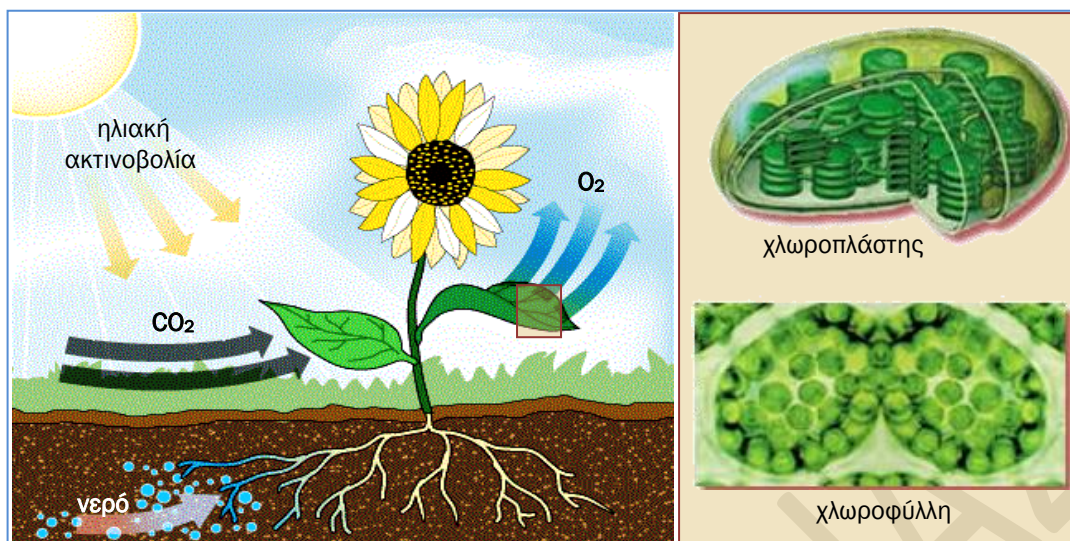
- Ο τρόπος που εξασφαλίζουν την απαραίτητη τροφή (ενέργεια) για τις ανάγκες τους.



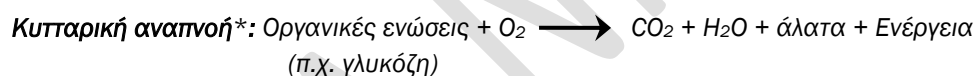
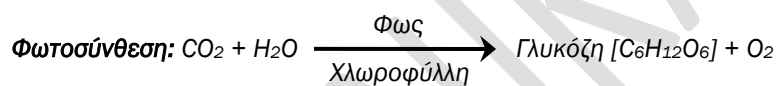
2.1.4 Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των παραγωγών ή αυτότροφων οργανισμών; (ΠΕ '07)

- Φωτοσυνθέτουν:**
 - Χρησιμοποιούν απλά **ανόργανα μόρια** (CO_2 και H_2O) και τα μετατρέπουν σε **γλυκόζη** και άλλους **υδατάνθρακες**, δεσμεύοντας ηλιακή ενέργεια.
- Ονομάζονται και αυτότροφοι, διότι **παράγουν μόνοι τους** τις χημικές ουσίες, από τις οποίες εξασφαλίζουν την **απαραίτητη ενέργεια** για την **επιβίωσή τους**.
- Σε αυτούς υπάγονται:
 - οι **πολυκύτταροι φυτικοί οργανισμοί**,
 - τα **φύκη** και
 - τα **κυανοβακτήρια**.





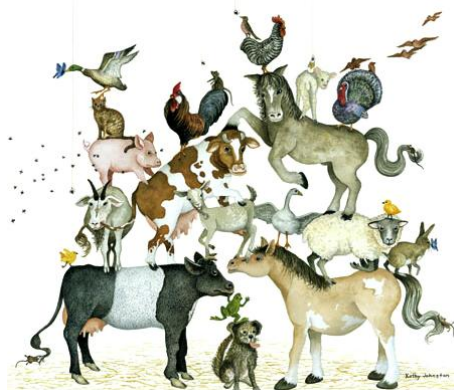
Απλουστευμένες αντιδράσεις φωτοσύνθεσης και κυτταρικής αναπνοής



*Κυτταρική αναπνοή πραγματοποιούν όλοι οι οργανισμοί του πλανήτη και φυσικά και οι αυτότροφοι.

2.1.5 Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των ετερότροφων οργανισμών και σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται;

- Όλοι οι οργανισμοί που **δεν φωτοσυνθέτουν**.
 - Παραλαμβάνουν με τη τροφή τους τις χημικές ουσίες, που είναι απαραίτητες για την κάλυψη* των ενεργειακών τους αναγκών.
- Καταναλωτές:
 - Ζώα που τρέφονται με φυτικούς ή άλλους ζωικούς οργανισμούς.
 - Μονοκύτταροι και πολυκύτταροι ζωικοί οργανισμοί.



* Χρησιμοποιούν την ενέργεια που είναι δεσμευμένη στους χημικούς δεσμούς των οργανικών ενώσεων των τροφών και τις μετατρέπουν σε ανόργανες (κυρίως CO_2 , H_2O και ανόργανα άλατα), κυρίως μέσα από τις μεταβολικές διαδικασίες της **κυτταρικής αναπνοής**.

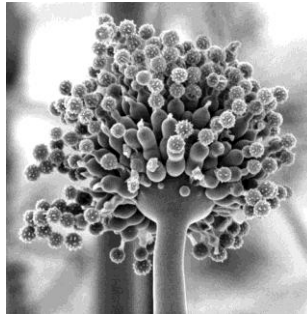
- Αποικοδομητές:

(ΠΕ '04, '08)

→ Ορισμένα βακτήρια και μύκητες.

→ Τρέφονται με **νεκρή οργανική ύλη** (φύλλα, καρπούς, απεκκρίσεις, τρίχες, σώματα νεκρών οργανισμών) και **την μετατρέπουν σε ανόργανη** και έτσι χρησιμοποιείται εκ νέου* από τους φυτικούς οργανισμούς.

* **κάνουν το έδαφος γόνιμο**



2.1.6 Με ποιο κριτήριο και σε ποιες τάξεις διακρίνουμε τους καταναλωτές;

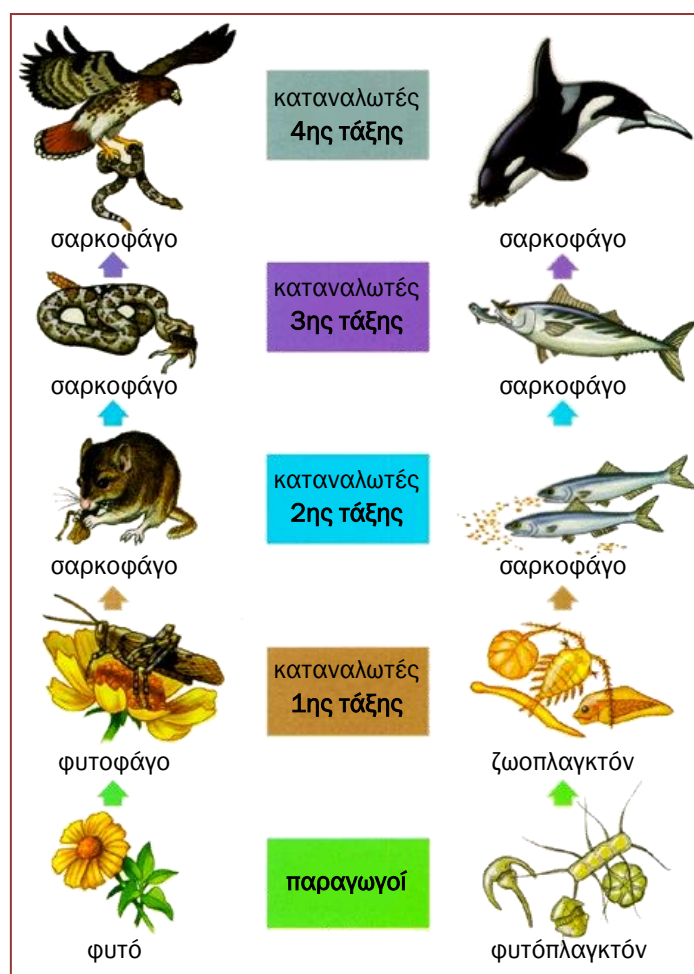
- Οι καταναλωτές διακρίνονται σε τάξεις ανάλογα με «τον αριθμό των βημάτων» που τους χωρίζουν από τους παραγωγούς.

- Καταναλωτές:

→ **πρώτης τάξης**, που είναι τα φυτοφάγα ζώα.

→ **δεύτερης τάξης**, που είναι τα σαρκοφάγα ζώα, τα οποία τρέφονται με φυτοφάγα.

→ **τρίτης τάξης ή μεγαλύτερης**, που είναι τα σαρκοφάγα ζώα, τα οποία τρέφονται με άλλα σαρκοφάγα.



2.1.7 Εξηγείστε με ένα παράδειγμα, πώς οι αβιοτικοί παράγοντες καθορίζουν τη φύση και τη λειτουργία του οικοσυστήματος.

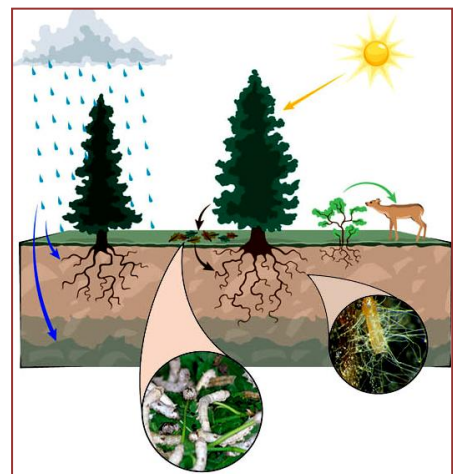
- **Οι αβιοτικοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος:**
 - βρίσκονται σε **συνεχή αλληλεπίδραση με τους βιοτικούς και**
 - **καθορίζουν τη φύση και τη λειτουργία του.**
- Το **ποσό νερού** που είναι διαθέσιμο σε ένα οικοσύστημα **καθορίζει την ποικιλία** των οργανισμών που ζουν σε αυτό, αλλά **και τις μεταξύ τους σχέσεις.**
- Αν η βροχόπτωση σε μια περιοχή είναι μεγάλη, ευνοείται:
 - η αύξηση του πληθυσμού των διαφορετικών φυτικών ειδών και κατ' επέκταση
 - η αύξηση του πληθυσμού των φυτοφάγων ζώων.

2.1.8 Με ποιο κριτήριο και σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται τα οικοσυστήματα;

- **Κριτήριο:** Η **πηγή προέλευσης της ενέργειας**, που είναι απαραίτητη για τη διατήρησή τους.
- **Αυτότροφα:**
 - Εισάγουν την ενέργεια, που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής τους, με τη μορφή της **ηλιακής ακτινοβολίας.**
 - ✓ Η πλειονότητα των οικοσυστημάτων του πλανήτη.
- **Ετερότροφα:**
 - Εισάγουν την ενέργεια, που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής τους, με τη μορφή **χημικών ενώσεων***.
 - ✓ Π.χ., μια **πόλη** εισάγει την ενέργεια (τρόφιμα), που είναι απαραίτητη για την επιβίωση των κατοίκων της, από αυτότροφα οικοσυστήματα άλλων περιοχών.

2.1.9 Τι απαιτείται για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων;

- **Συνεχής προσφορά ενέργειας**, με τη μορφή:
 - **ηλιακής ενέργειας** (αυτότροφα) ή
 - **χημικών ενώσεων** (ετερότροφα).
- **Διανομή της ενέργειας**, ώστε να καλύπτουν οι οργανισμοί τις ανάγκες τους.
 - Γίνεται **μέσω των τροφικών σχέσεων** που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών του οικοσυστήματος (**ροή ενέργειας**).
- **Ανακύκλωση των διαφόρων χημικών στοιχείων**, ώστε να είναι αυτά συνεχώς διαθέσιμα στους οργανισμούς του οικοσυστήματος.



* **χημική ενέργεια**

2.1.1 Χαρακτηριστικά οικοσυστημάτων

Μέγεθος και όρια

2.1.10 Τι γνωρίζετε για το μέγεθος και τα όρια των οικοσυστημάτων;

- Το οικοσύστημα είναι ένα **σύστημα μελέτης**, του οποίου το μέγεθος και τα όρια καθορίζονται κάθε φορά από το μελετητή.
- Ένα οικοσύστημα μπορεί να είναι τόσο:
 - μεγάλο όσο ολόκληρη η **βιόσφαιρα**.
 - μικρό όσο μια **γλάστρα** με ένα φυτό, στα φύλλα του οποίου επιβιώνει ένας μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών.
- Τα **όρια ενός οικοσυστήματος** καθορίζονται:
 - συνήθως **αυθαίρετα** από τον ερευνητή.
 - με **σχετική ακρίβεια** σε μερικές περιπτώσεις, όπως στο οικοσύστημα ενός νησιού.



Ισορροπία - Ποικιλότητα

2.1.11 Πώς καταφέρνουν τα οικοσυστήματα να διατηρούν σε ισορροπία τις σχέσεις μεταξύ των διαφόρων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων τους;

- Η **ισορροπία** των οικοσυστημάτων **δεν είναι στατική**. Αντίθετα, οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των παραγόντων του, μεταβάλλονται ποσοτικά και ποιοτικά.
- Τα οικοσυστήματα διαθέτουν **μηχανισμούς αυτορρύθμισης** που επαναφέρουν την ισορροπία στις σχέσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, όποτε μια μεταβολή τείνει να τις απορυθμίσει.
 - Π.χ. ένα λιβάδι μπορεί να φιλοξενήσει ένα συγκεκριμένο αριθμό φυτοφάγων ζώων, που είναι ανάλογος με την ποσότητα της διαθέσιμης τροφής (χορτάρι).
 - Αν για κάποιο λόγο (π.χ. πυρκαγιά) μειωθεί η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής, θα μειωθεί αναλογικά και ο πληθυσμός των φυτοφάγων ζώων.

2.1.12 Σε τι αναφέρεται ο όρος ποικιλότητα και πώς σχετίζεται με την ισορροπία των οικοσυστημάτων; (ΠΕ '06, '12)

- Αναφέρεται στα **διαφορετικά είδη** οργανισμών που υπάρχουν σε ένα οικοσύστημα.
- Η **ποικιλότητα** των οικοσυστημάτων ενισχύει την ισορροπία τους, αν και φαινομενικά δείχνει να αντιβαίνει σε αυτή, καθώς θα ήταν αναμενόμενο οι πιο απλές δομές να είναι και πιο σταθερές.

- Όσο μεγαλύτερη ποικιλότητα έχει ένα οικοσύστημα, τόσο πιο ισορροπημένο είναι.
→ Αυτό συμβαίνει, γιατί τα οικοσυστήματα με μεγαλύτερη ποικιλία παρουσιάζουν και **μεγαλύτερη ποικιλία σχέσεων** μεταξύ των βιοτικών τους παραγόντων.
- Όταν μια μεταβολή διαταράσσει την ισορροπία τους, υπάρχουν αρκετοί **μηχανισμοί αυτορρύθμισης** που την αποκαθιστούν.



Π.χ., αν σε ένα οικοσύστημα:

- είναι **περιορισμένος ο αριθμός των διαφορετικών ειδών** που ζουν σ' αυτό, **περιορίζεται αναλογικά και το πλήθος των τροφικών σχέσεων** που αναπτύσσονται μεταξύ τους.
 - ✓ Έτσι κάθε διαταραχή της ισορροπίας του οικοσυστήματος, που θα προκαλούσε την εξαφάνιση ενός είδους, **θα απειλούσε άμεσα και την εξαφάνιση του είδους που εξαρτάται τροφικά από αυτό.**
- **υπάρχει μεγάλη ποικιλία οργανισμών**, οι εναλλακτικές λύσεις στη διατροφή τους είναι περισσότερες.
 - ✓ Έτσι η εξαφάνιση ή μείωση του πληθυσμού ενός είδους **δεν απειλεί άμεσα** τα είδη που τρέφονται από αυτό.
- Τα **φυσικά οικοσυστήματα** (δάση, λίμνες κτλ.), που **έχουν μεγαλύτερη ποικιλότητα** από τα τεχνητά (καλλιεργούμενοι αγροί, τεχνητές λίμνες κτλ.), **είναι και πιο σταθερά.**

2.2 ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.2.1 Τι είδους είναι οι τροφικές σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών, τι δείχνουν και πώς απεικονίζονται;

- Όλοι οι οργανισμοί χρειάζονται απαραίτητα **ενέργεια** και την εξασφαλίζουν με την **τροφή** τους. Οι **τροφικές σχέσεις**, μεταξύ των οργανισμών διαφορετικών ειδών, είναι:
 - **ποιοτικές:**
 - ✓ δείχνουν «ποιος τρώει ποιον».
 - ✓ απεικονίζονται με τις **τροφικές αλυσίδες** και τα **τροφικά πλέγματα**.
 - **ποσοτικές**
 - ✓ δείχνουν «τι ποσότητα τρώει ο κάθε οργανισμός».
 - ✓ απεικονίζονται με τις **τροφικές πυραμίδες**.

2.2.1 Τροφικές αλυσίδες και τροφικά πλέγματα

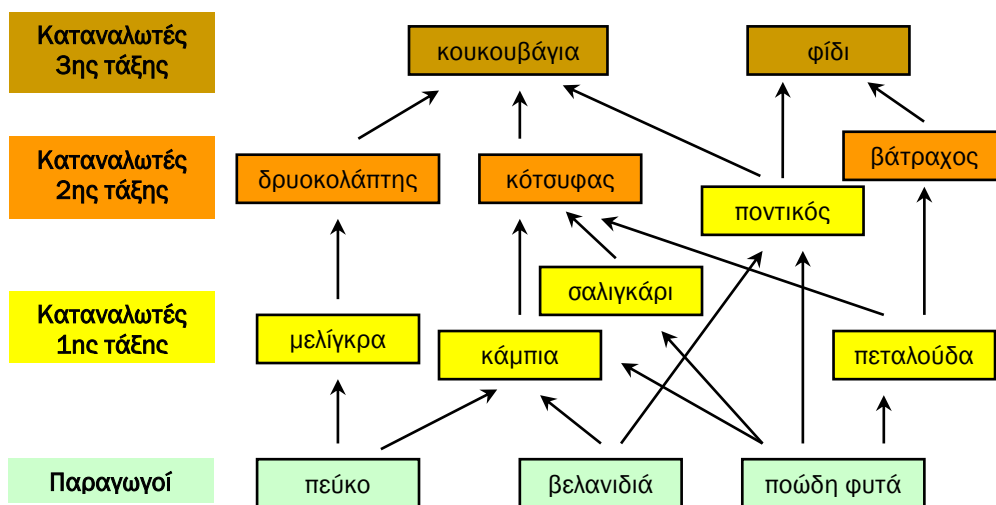
2.2.2 Τι ορίζεται ως τροφική αλυσίδα και τι δείχνουν τα βέλη;

- Η **απεικόνιση** της **ποιοτικής τροφικής αλληλεξάρτησης** που αναπτύσσεται μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.
→ Π.χ.: χορτάρι → λαγός → αλεπού
- Τα **βέλη** δείχνουν τη **ροή ενέργειας** ανάμεσα στους οργανισμούς που έχουν σχέση καταναλωτή - καταναλισκόμενου



2.2.3 Τι ορίζεται ως τροφικό πλέγμα και σε τι πλεονεκτεί έναντι μιας τροφικής αλυσίδας;

- **Δίκτυο** που **απεικονίζει το σύνολο** των *τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα.
→ Οι τροφικές αλυσίδες αποτελούν μέρος των πολύπλοκων τροφικών σχέσεων που παρουσιάζει ένα τροφικό πλέγμα.
- **Απεικονίζει πιο ρεαλιστικά** τις τροφικές σχέσεις, αφού δηλώνονται οι διαφορετικές πηγές από τις οποίες τρέφεται κάθε οργανισμός σε ένα οικοσύστημα.
- Μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες για τις **πιθανές επιπτώσεις** στους διαφορετικούς πληθυσμούς ενός οικοσυστήματος, από τη μεταβολή (αύξηση ή μείωση) ενός συγκεκριμένου πληθυσμού. Π.χ. τι θα συμβεί στο οικοσύστημα, αν **ραντίσουμε με εντομοκτόνο**;



- Θα εξαφανιστούν ή θα μειωθούν τα έντομα (πεταλούδες, κάμπιες, μέλισσες)
- Οι δρυοκολάπτες και οι βάτραχοι δεν θα έχουν να φάνε και θα μεταναστεύσουν ή θα μειωθεί ο πληθυσμός τους.
- Τα κοτσύφια θα τρώνε μόνο σαλιγκάρια, των οποίων ο αριθμός θα μειωθεί.
- Τα ποώδη φυτά θα αυξηθούν.
- Οι πληθυσμοί των φιδιών και της κουκουβάγιας θα μειωθούν κ.ο.κ.

* **ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ**

2.2.2 Τροφικές πυραμίδες και τροφικά επίπεδα

2.2.4 Τι είναι η τροφική πυραμίδα, από τι αποτελείται και τι περιλαμβάνει;

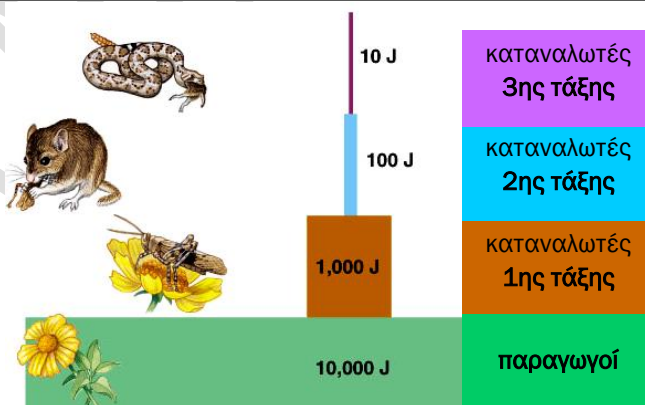
- Είναι η **απεικόνιση** των **ποσοτικών σχέσεων** που αναπτύσσονται μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.
- Αποτελείται από **τροφικά επίπεδα** (επάλληλα ορθογώνια), όπου το εμβαδόν κάθε ορθογωνίου είναι ανάλογο με το μέγεθος της μεταβλητής που απεικονίζεται σε κάθε τροφικό επίπεδο.
- Σε κάθε τροφικό επίπεδο περιλαμβάνονται όλοι οι οργανισμοί που τρέφονται απέχοντας «ίδιο αριθμό βημάτων» **από τον ήλιο**.
 - Στο **1ο** τροφικό επίπεδο οι **παραγωγοί**.
 - ✓ Βρίσκεται πάντα **στη βάση** της τροφικής πυραμίδας.
 - Στο **2ο** τροφικό επίπεδο οι καταναλωτές **πρώτης** τάξης.
 - Στο **3ο** τροφικό επίπεδο οι καταναλωτές **δεύτερης** τάξης κ.ο.κ.

2.2.5 Ποια χαρακτηριστικά είδη τροφικών πυραμίδων διακρίνουμε και τι απεικονίζει η καθεμία;

- Ενέργειας:**

- Απεικονίζει τη **μεταβολή** της δεσμευμένης **ενέργειας**, από το ένα τροφικό επίπεδο ενός οικοσυστήματος στο άλλο.

- ✓ Η ενέργεια κάθε τροφικού επιπέδου προσδιορίζεται **θερμιδομετρικά**.



- Βιομάζας:**

- Απεικονίζει τη **μεταβολή** της δεσμευμένης **βιομάζας** (δηλαδή της ξηρής μάζας των οργανισμών ανά μονάδα επιφανείας) ^{*1}.

- Πληθυσμού:**

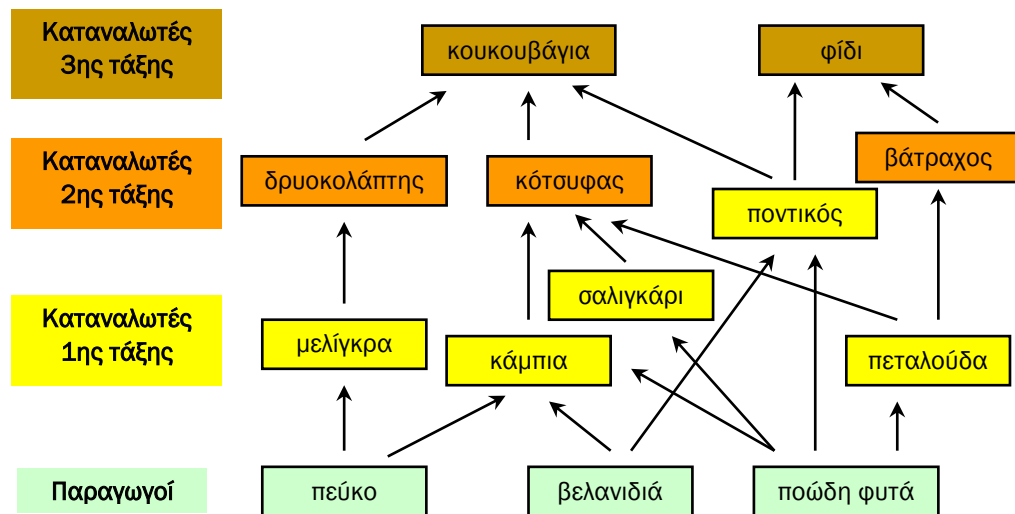
- Απεικονίζει τη **μεταβολή** του **πληθυσμού** ^{*1,2}.



^{*1} από το ένα τροφικό επίπεδο ενός οικοσυστήματος στο άλλο

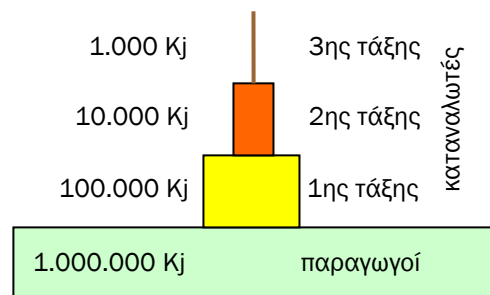
^{*2} ο αριθμός των ατόμων ίδιου είδους

2.2.6 Να απεικονίσετε και να περιγράψετε μια πυραμίδα ενέργειας, για τους οργανισμούς ενός οικοσυστήματος.



Τροφικό πλέγμα οικοσυστήματος

- Η ενέργεια που εμπεριέχεται στην τροφή των οργανισμών, με τη μορφή της χημικής ενέργειας, περνάει από το κατώτερο τροφικό επίπεδο (των παραγωγών) στο ανώτερο.
- Έχει υπολογιστεί ότι **μόνο το 10%** περίπου της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου περνάει στο επόμενο, καθώς το **90%** της ενέργειας χάνεται.
- Στο τροφικό επίπεδο των:
 - παραγωγών απεικονίζεται το ποσό της ενέργειας, που είναι δεσμευμένο στις βελανιδιές, στα πεύκα και στα ποώδη φυτά.
 - καταναλωτών 1ης τάξης δεσμευμένο στους ποντικούς, στα σαλιγκάρια και στα έντομα.
 - καταναλωτών 2ης τάξης στους δρυοκολάπτες, στα κοτσύφια και στα βατράχια.
 - καταναλωτών 3ης τάξης στα φίδια και στις κουκουβάγιες.



2.2.7 Κατά τη μεταφορά της ενέργειας ενός τροφικού επιπέδου στο επόμενο, χάνεται το 90%. Πού οφείλεται αυτό; (ΠΕ '08, '11)

- Ένα μέρος της χημικής ενέργειας μετατρέπεται με την **κυτταρική αναπνοή** σε **μη αξιοποιήσιμες μορφές ενέργειας** (π.χ. θερμότητα).
- Δεν τρώγονται όλοι οι οργανισμοί.
- Ορισμένοι οργανισμοί **πεθαίνουν** (άρα δεν τρώγονται από τους φυσικούς καταναλωτές τους).
- Ένα μέρος της οργανικής ύλης αποβάλλεται με τα **κόπρανα** και τα **ούρα** (απεκκρίσεις), τα οποία αποικοδομούνται.

2.2.8 Στις πυραμίδες βιομάζας παρουσιάζονται οι ίδιες απώλειες (~90%), όσο περίπου και στις πυραμίδες ενέργειας. Πώς εξηγείται αυτό;

- Όταν **μειώνεται η ενέργεια** που προσλαμβάνει κάθε τροφικό επίπεδο από το προηγούμενό του, είναι λογικό να **μειώνεται και η ποσότητα της οργανικής ύλης** που μπορούν να συνθέσουν οι οργανισμοί του και συνεπώς **μειώνεται και η βιομάζα** του*.

* και ο πληθυσμός του

2.2.9 Τι γνωρίζετε για τις πυραμίδες πληθυσμού και τις εξαιρέσεις τους; (ΠΕ '11)

- Παρουσιάζουν **πρωτική τάση** από τροφικό επίπεδο σε τροφικό επίπεδο.
- **Εξαίρεση** παρατηρείται όταν υπάρχουν **παρασιτικές σχέσεις** σε ένα οικοσύστημα.
 - Τότε ο πληθυσμός των ανώτερων επιπέδων γίνεται ολοένα μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των κατώτερων.
 - Μια τέτοια τροφική πυραμίδα χαρακτηρίζεται ως **ανεστραμμένη**.

100.000 ΠΡΩΤΟΖΩΑ
(100 σε κάθε κάμπια)

1.000
ΚΑΜΠΙΕΣ

1
ΒΕΛΑΝΙΔΙΑ

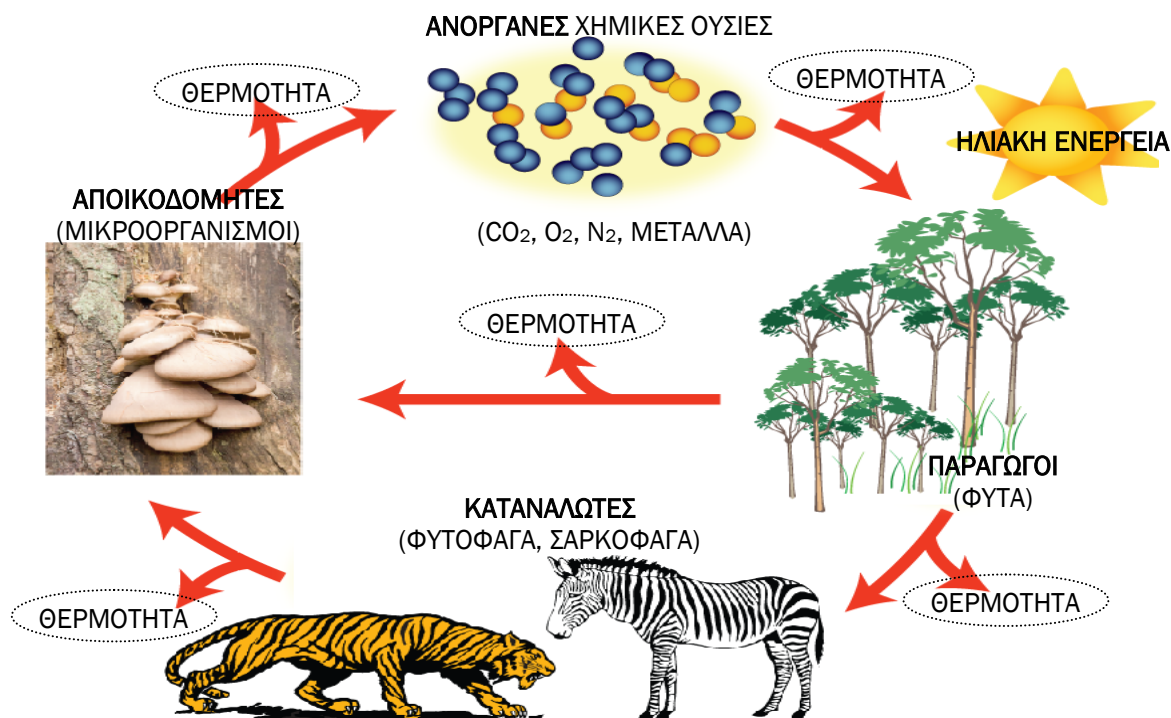
2.2.10 Για ποιους λόγους η κατάταξη των καταναλωτών στα τροφικά επίπεδα δεν είναι πάντοτε εύκολη;

- Υπάρχουν οργανισμοί που είναι ταυτόχρονα **φυτοφάγοι και σαρκοφάγοι**.
 - Π.χ. ο άνθρωπος.
- Υπάρχουν οργανισμοί που μπορούν να **αλλάζουν** τις **διατροφικές** τους **συνήθειες** ανάλογα με την εποχή
 - Π.χ. η αλεπού.
- Υπάρχουν οργανισμοί που αλλάζουν διατροφικές προτιμήσεις, ανάλογα με το στάδιο της ζωής τους.
 - Π.χ. ο βάτραχος στο στάδιο του γυρίνου είναι φυτοφάγος, ενώ, όταν μεταμορφωθεί σε ώριμο βάτραχο, γίνεται εντομοφάγος.

2.2.11 Πώς η υπερκατανάλωση κρέατος στις αναπτυγμένες κοινωνίες συμβάλλει στο πρόβλημα της παγκόσμιας πείνας; (Βλέπε ένθετο στη σελ. 78, σχολ. βιβλίο)

- Έχοντας υπ' όψη τα χαρακτηριστικά μεταφοράς ενέργειας, βλέπουμε ότι:
 - Εκτάσεις καλλιεργημένες με σιτηρά, που θα μπορούσαν να θρέψουν 10.000 ανθρώπους, εάν μετατραπούν σε βοσκότοπους θα μπορέσουν να θρέψουν μόνο 1.000 ανθρώπους περίπου.
 - Οι υπόλοιποι 9.000 θα πεινούν, αφού ο άνθρωπος θα περάσει από το τροφικό επίπεδο του καταναλωτή 1ης τάξης σ' αυτό του καταναλωτή 2ης τάξης,
 - ✓ Το γεγονός αυτό συνδέεται με απώλειες κατά 90% της αρχικά διαθέσιμης ενέργειας – βιομάζας.

2.3 ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ



2.3.1 Πώς τροφοδοτούνται τα οικοσυστήματα με ενέργεια και ύλη;

- Τα οικοσυστήματα τροφοδοτούνται συνεχώς με ενέργεια από τον **ήλιο**.
→ Η **ενέργεια** που δεσμεύεται από τους παραγωγούς, αφού μετατραπεί σε **χημική***, «**ρέει**» **μονόδρομα**, μέσω των τροφικών αλυσίδων, στα διάφορα επίπεδα καταναλωτών και στους αποικοδομητές.
- Η **ύλη** όμως, που υπάρχει διαθέσιμη στη βιόσφαιρα, **είναι περιορισμένη**, καθώς ο πλανήτης δέχεται ελάχιστα ποσά ύλης από το διάστημα (μετεωρίτες κτλ.).
→ Έτσι λοιπόν, τα **χημικά στοιχεία** (C, H, O, N, S, P κ.ά.), **πρέπει να κυκλοφορούν**, ώστε να γίνονται **εκ νέου διαθέσιμα**.
✓ Τα χημικά στοιχεία είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των χημικών ενώσεων, από τις οποίες εξαρτώνται οι δομές και οι λειτουργίες των οργανισμών.
- Οι **επαναλαμβανόμενες κυκλικές πορείες** των **χημικών στοιχείων** στα οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται ως **βιογεωχημικοί κύκλοι**, διότι διεκπεραιώνονται με τη συμμετοχή βιολογικών, γεωλογικών και χημικών διαδικασιών.

* με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης

2.3.2 Πώς οι οργανισμοί προμηθεύονται τα υλικά, με τα οποία συγκροτούν τη δομή τους;

- Η ύλη είναι πεπερασμένη (ορισμένη ποσότητα) και όση ύλη υπάρχει, υπήρξε και θα υπάρχει.
→ Αν τα υλικά δεσμευόντουσαν στην οργανική ύλη (με τη **φωτοσύνθεση**) και δεν μπορούσαν να απελευθερωθούν (με την κυτταρική αναπνοή, αποικοδόμηση), ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πάλι, **η ζωή θα τελείωνε**.
- Με τη διαδικασία της **αποικοδόμησης**, από την απλούστευση του οργανικού υλικού μέχρι την πλήρη ανοργανοποίησή του (CO_2 , H_2O και ανόργανα άλατα), μέσα από τη δράση των μικροοργανισμών, οι ανόργανες ενώσεις που προκύπτουν μπορούν να προσληφθούν εκ νέου από τα φυτά.
→ Η ύλη έτσι ανακυκλώνεται.
- Η **δημιουργία οργανικής ύλης** (βιομάζα) είναι απαραίτητη για την **ύπαρξη ζωής** και η **αποικοδόμησης** της απαραίτητη για τη **διατήρησή της**.

2.3.1 Ο κύκλος του άνθρακα

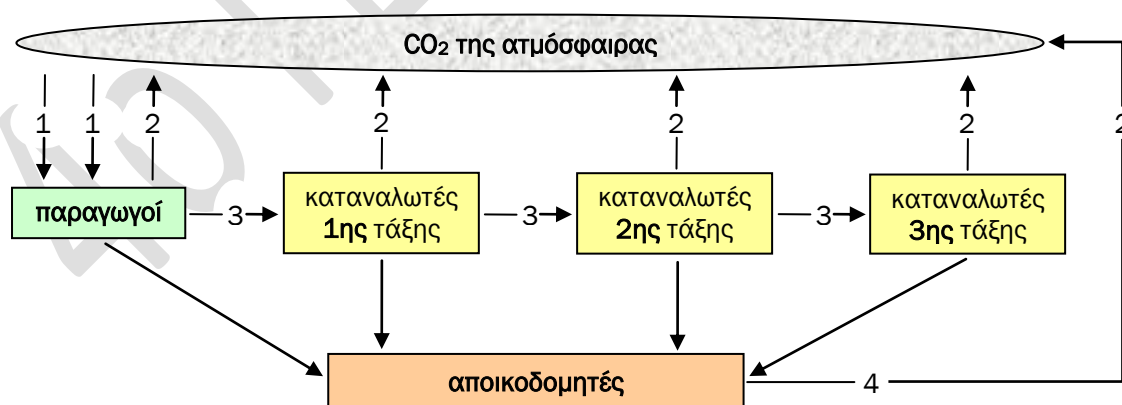
2.3.3 Αιτιολογείτε τη θέση, «η πορεία του άνθρακα στα οικοσυστήματα ακολουθεί τη ροή ενέργειας σ' αυτά».

- Ο **άνθρακας** είναι το χημικό στοιχείο με βάση το οποίο **δομούνται** όλες οι οργανικές ενώσεις και συνεπώς όλα τα βιολογικά μακρομόρια*¹.
- Η **πορεία του άνθρακα** στα οικοσυστήματα **ακολουθεί τη ροή της ενέργειας** σ' αυτά, αφού η **χημική ενέργεια**, που μεταβιβάζεται από το ένα τροφικό επίπεδο στο άλλο, είναι **δεσμευμένη** στις οργανικές ενώσεις.

2.3.4 Περιγράψτε τον κύκλο του άνθρακα στα οικοσυστήματα.

(ΠΕ '08)

- Φωτοσύνθεση (1), κυτταρική αναπνοή (2), κατανάλωση (3), αποικοδόμηση (4).



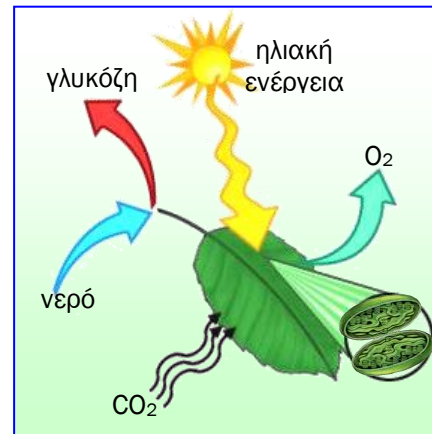
- Ο **άνθρακας εισέρχεται** στα οικοσυστήματα με τη μορφή του **διοξειδίου του άνθρακα**, το οποίο βρίσκεται στην ατμόσφαιρα*².

*² πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, υδατάνθρακες, λιπίδια κ.ά.

*² και διαλυμένο στο νερό, στα υδάτινα οικοσυστήματα

→ Το διοξείδιο του άνθρακα **παραλαμβάνεται από τους παραγωγούς** με τη διαδικασία της **φωτοσύνθεσης** και μετατρέπεται σε **γλυκόζη**.

- Ένα μέρος της γλυκόζης, αλλά και άλλων ενώσεων που συντίθενται από τους παραγωγούς, **χρησιμοποιείται κατά την κυτταρική αναπνοή** προκειμένου να απελευθερωθεί ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών των παραγωγών.

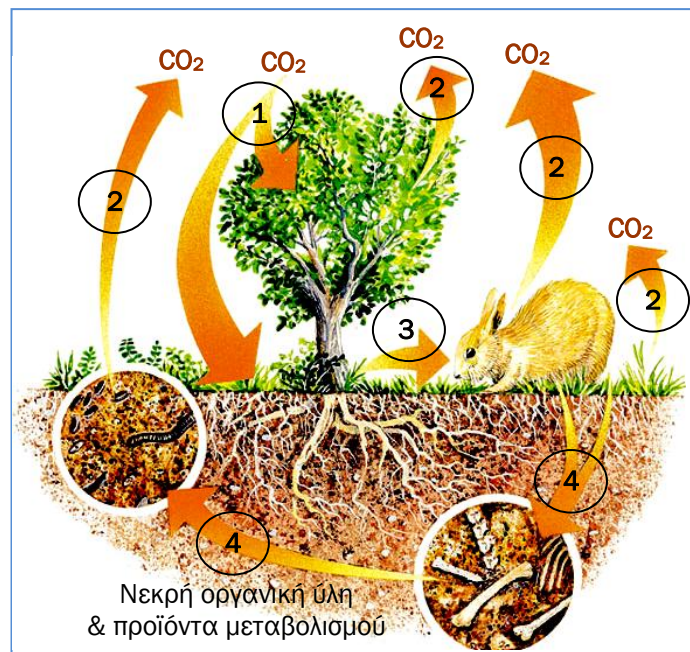


→ Κατά την κυτταρική αναπνοή παράγεται αέριο **διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)**, το οποίο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.

- ✓ Ολοκληρώνεται έτσι ένας κύκλος πρόσληψης και επαναφοράς από και προς την ατμόσφαιρα.

- Από το υπόλοιπο μέρος της οργανικής ύλης που έχει παραχθεί από του παραγωγούς:

→ ένα μέρος μεταβιβάζεται ως **τροφή στους καταναλωτές**,



→ ενώ ένα άλλο μέρος καταλήγει ως **νεκρή οργανική ύλη** (φύλλα, καρποί, κλαδιά κ.ά.) **στο έδαφος** και γίνεται τροφή για τους αποικοδομητές (βακτήρια και μύκητες) μαζί με τη νεκρή οργανική ύλη ζωικής προέλευσης (σώματα νεκρών οργανισμών, απεκκρίσεις, περιττώματα κ.ά.)

- Οι **καταναλωτές** και οι **αποικοδομητές οξειδώνουν** με τη σειρά τους την οργανική ύλη και **απελευθερώνεται:**

→ **ενέργεια** που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών τους

→ **διοξείδιο του άνθρακα**, το οποίο **επιστρέφει στην ατμόσφαιρα**.

- Γίνεται αντιληπτό ότι στη βάση της **ανταλλαγής του διοξειδίου του άνθρακα** μεταξύ της ατμόσφαιρας και των βιοτικών παραγόντων των οικοσυστημάτων βρίσκεται η εναλλαγή δυο διαδικασιών:

- με τη **φωτοσύνθεση** προσλαμβάνεται το διοξείδιο του άνθρακα προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή της γλυκόζης, ενώ
- με την **κυτταρική αναπνοή** οξειδώνεται η γλυκόζη και επιστρέφει το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα

2.3.5 Ποια καύσιμα ονομάζονται ορυκτά και πώς σχηματίστηκαν;

- **Γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο.**
- Προέρχονται από το μετασχηματισμό οργανικής ύλης φυτικών και ζωικών οργανισμών του παρελθόντος, τα οποία παρέμειναν για **εκατομμύρια** χρόνια στα έγκατα της Γης, αποτελώντας μια μεγάλη αποθήκη άνθρακα που έμενε αχρησιμοποίητη.

2.3.6 Με ποιον τρόπο παρεμβαίνει ο άνθρωπος στον κύκλο του άνθρακα; (ΠΕ '08, '12)

- **Συστηματική χρήση ορυκτών καυσίμων** (γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο).
 - Οι αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες της βιομηχανίας και των μεταφορών επέβαλαν την εντατική εξόρυξη του άνθρακα, η **καύση** του οποίου οδήγησε στην απελευθέρωση τεραστίων ποσοτήτων CO₂ στην ατμόσφαιρα.
- **Καταστροφή δασών**, λόγω υλοτόμησης και εκχερσώσεων.

2.3.7 Ποιες είναι οι αιτίες της καταστροφής των δασών και ποιες είναι οι επιπτώσεις από την παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του άνθρακα; (ΠΕ '08, '12)

- **Αιτίες:**
 - **Υλοτόμηση**, με σκοπό την εκμετάλλευση της ξυλείας.
 - **Εκχερσώσεις**, με σκοπό την εξεύρεση νέων χώρων κατοικίας και καλλιέργειας.
- **Επιπτώσεις:**
 - **Περιορίζεται** ο συνολικός αριθμός των φωτοσυνθετικών οργανισμών.
 - **Τάση για βαθμιαία αύξηση** της συγκέντρωσης του **διοξειδίου του άνθρακα** στην ατμόσφαιρα που μπορεί να έχει δυσάρεστες **συνέπειες** για το **κλίμα** του πλανήτη.

2.3.2 Ο κύκλος του αζώτου

2.3.8 Γιατί το άζωτο αποτελεί σημαντικό στοιχείο για τη ζωή, πού αφθονεί και με ποια διαδικασία εισάγεται στα οικοσυστήματα;

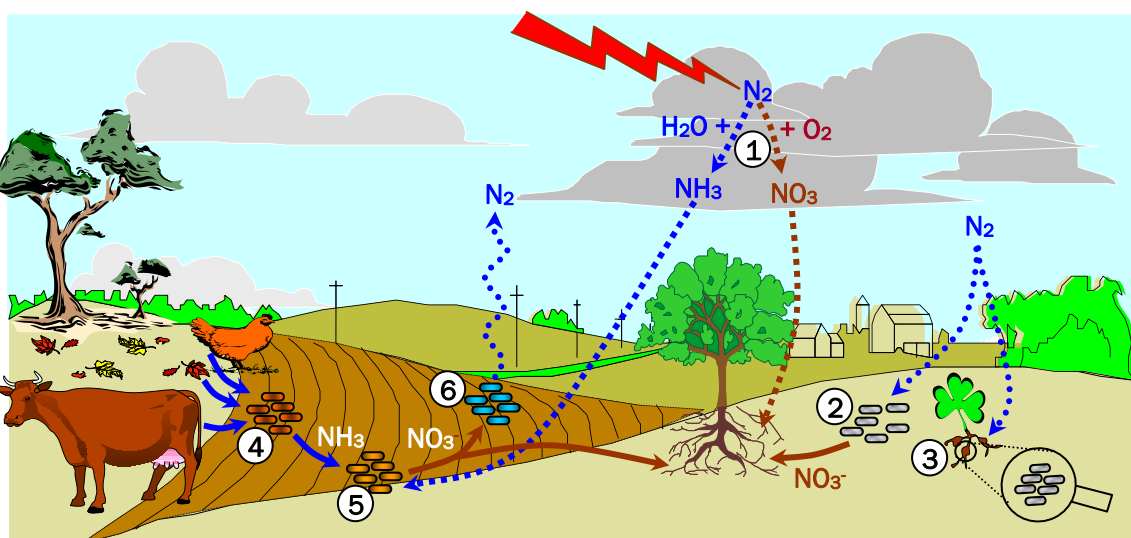
- Σημαντικό **χημικό στοιχείο** για τη ζωή, καθώς είναι **συστατικό** πολλών **βιομορίων**, όπως **νουκλεϊκών οξέων** και **πρωτεϊνών**.

- Αποτελεί το **78% κ.δ.** στην ατμόσφαιρα, αλλά **δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί** στη μορφή αυτή (μοριακό άζωτο) **από τους παραγωγούς.**
- Για το λόγο αυτό η **εισαγωγή** του **ατμοσφαιρικού αζώτου** στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων γίνεται με τη διαδικασία της **αζωτοδέσμευσης**, η οποία μετατρέπει το ατμοσφαιρικό άζωτο σε **μορφές αξιοποιήσιμες** από τους παραγωγούς.

2.3.9 Περιγράψτε τη διαδικασία της ατμοσφαιρικής αζωτοδέσμευσης.

(ΠΕ '05)

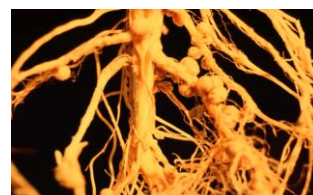
- Πραγματοποιείται στην ατμόσφαιρα με **ενέργεια** που προσφέρεται από τις **ηλεκτρικές εκκενώσεις** (αστραπές, κεραυνοί) (1).
- Το άζωτο (N_2) της ατμόσφαιρας αντιδρά:
 - είτε με **υδρατμούς**, σχηματίζοντας **αμμωνία**,
 - είτε με το ατμοσφαιρικό **οξυγόνο**, σχηματίζοντας **νιτρικά ιόντα**.
- Η **αμμωνία** και τα **νιτρικά ιόντα** μεταφέρονται στο έδαφος με τη **βροχή** και προσλαμβάνονται από τα φυτά.
- Η ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση κατέχει το **10%** της συνολικής αζωτοδέσμευσης.



2.3.10 Περιγράψτε τη διαδικασία της βιολογικής αζωτοδέσμευσης.

(ΠΕ '03, '05, '10)

- Πραγματοποιείται από **ελεύθερους (2) ή συμβιωτικούς (3) μικροοργανισμούς**.
 - Σημαντικότερα **αζωτοδεσμευτικά βακτήρια** είναι αυτά που ζουν **συμβιωτικά** στις **ρίζες ψυχανθών** (τριφύλλια, μπιζελιά, φασολιά, φακή, σόγια κ.ά.), σε ειδικά εξογκώματα (**φυμάτια**).
 - **Δεσμεύουν** το **ατμοσφαιρικό άζωτο** και το μετατρέπουν σε **νιτρικά ιόντα**, τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από τα ψυχανθή.
 - Γι' αυτό το λόγο άλλωστε τα **όσπρια** είναι **πλούσια σε πρωτεΐνες**.
- Η βιολογική αζωτοδέσμευση κατέχει το **90%** της συνολικής αζωτοδέσμευσης.



2.3.11 Πώς τα φυτά χρησιμοποιούν τα νιτρικά ιόντα και πώς διακινείται το άζωτο στις τροφικές αλυσίδες;

- Τα φυτά χρησιμοποιούν τα νιτρικά ιόντα που **προσλαμβάνουν από το έδαφος** (είτε με τη διαδικασία της ατμοσφαιρικής είτε της βιολογικής αζωτοδέσμευσης) προκειμένου να **συνθέσουν τις αζωτούχες ενώσεις τους**, όπως τις **πρωτεΐνες** και τα **νουκλεϊκά οξέα**.
- Το άζωτο που περιέχεται στις ουσίες αυτές **διακινείται μέσω των τροφικών αλυσίδων** στις διάφορες τάξεις των **καταναλωτών**, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την **παραγωγή πρωτεϊνών**.

2.3.12 (ΠΕ '03, '09, '11, '13) Τι συμβαίνει με το άζωτο που είναι δεσμευμένο στη νεκρή οργανική ύλη;

- Φυτά και ζώα εγκαταλείπουν στο έδαφος **νεκρή οργανική ύλη** που φυσικά περιέχει άζωτο, όπως:
 - καρπούς, φύλλα, νεκρά σώματα, τρίχωμα.
- Τα ζώα επιπλέον αποβάλλουν **αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού τους**, όπως:
 - **ουρία** και **ουρικό οξύ** και τα **περιττώματα**.
- Όλα αυτά διασπώνται από τους **αποικοδομητές (4)** του εδάφους μέχρι την παραγωγή **αμμωνίας**.
- Στην συνέχεια τα **νιτροποιητικά βακτήρια (5)** του εδάφους μετατρέπουν την αμμωνία σε **νιτρικά ιόντα**, τα οποία προσλαμβάνονται από τα φυτά.
- Έτσι κλείνει ο κύκλος του αζώτου στο εσωτερικό του οικοσυστήματος.

Όρος	Ορισμός – ρόλος – χαρακτηριστικά
Απονιτροποίηση (ΠΕ '11)	• Διαδικασία κατά την οποία τα απονιτροποιητικά βακτήρια (6) του εδάφους μετατρέπουν τα νιτρικά ιόντα σε μοριακό άζωτο, που επιστρέφει πάλι στην ατμόσφαιρα.

Παρέμβαση του ανθρώπου στον κύκλο του αζώτου**2.3.13 Πώς ο άνθρωπος επηρεάζει τον κύκλο του αζώτου στα αγροτικά οικοσυστήματα;**

- Εισάγει **αζωτούχα λιπάσματα**, ώστε να αυξήσει την παραγωγικότητά τους.
 - **Οργανικά φυσικά αζωτούχα λιπάσματα**. Στο παρελθόν χρησιμοποιούσαν τα **περιττώματα ζώων** (κοπριά).
 - ✓ Π.χ., στην Τήνο χρησιμοποιούσαν τις κουτσουλιές των περιστερών ως κύριο λίπασμα, ενώ στη Χιλή τα περιττώματα (γκουανό) των ψαροφάγων πουλιών.

→ **Ανόργανα βιομηχανικά αζωτούχα λιπάσματα.** Παράγονται με **δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου** και χρησιμοποιούνται σε τεράστιες ποσότητες.

- ✓ Τα καλλιεργούμενα φυτά όμως προσλαμβάνουν λιγότερο από το **1/3** της ποσότητας, που κάθε φορά προστίθεται στο έδαφος.
- ✓ Το υπόλοιπο **παρασύρεται από τη βροχή** και καταλήγει στα γλυκά ή στα θαλασσινά νερά προκαλώντας το φαινόμενο του **ευτροφισμού**.
- ✓ Ευτροφισμό προκαλούν και τα **αστικά λύματα**, όταν απορρίπτονται σε μεγάλες ποσότητες στα υδατικά οικοσυστήματα.

2.3.14

(ΠΕ '03, '10)

Ποιοι είναι οι δύο πιο οικολογικοί τρόποι εμπλουτισμού του εδάφους με άζωτο;

- Η **αγροανάπαυση**^{*1}.
 - Η **αμειψισπορά** είναι η **εναλλαγή** στην καλλιέργεια **σιτηρών** και **ψυχανθών**, έτσι ώστε το έδαφος να εμπλουτίζεται με άζωτο και να μην εξασθενεί.
- Την ιδιότητα των ψυχανθών να φέρουν στις ρίζες τους **αζωτοδεσμευτικά βακτήρια** αξιοποιεί η παραδοσιακή γεωργική πρακτική της αμειψισποράς.

2.3.3 Ο κύκλος του νερού

2.3.15 Ποια είναι η σημασία του νερού για τον πλανήτη και τους οργανισμούς;

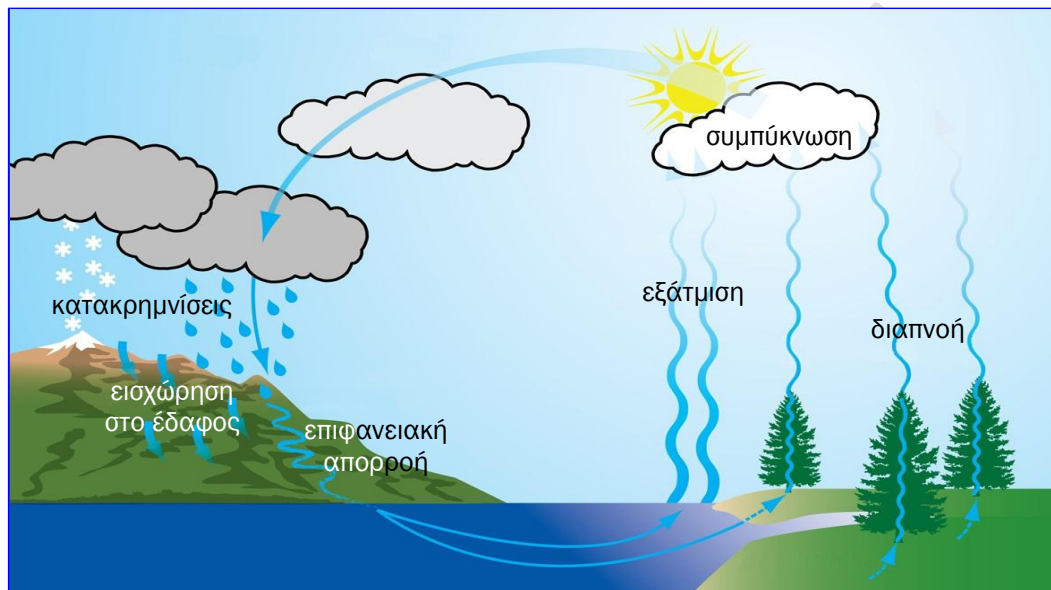
- **Καλύπτει** το μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειας της Γης, **οριοθετεί** τα υδάτινα οικοσυστήματα και **καθορίζει** τις ιδιότητές τους.
- **Είναι το μέσο**, με το οποίο τα θρεπτικά συστατικά εισέρχονται και κυκλοφορούν στο εσωτερικό των αυτότροφων οργανισμών.
- Αποτελεί σημαντικό τμήμα των ζωντανών ιστών (το **75%** του **νωπού βάρους** τους).
- Συμβάλει στη **θερμορύθμιση** φυτών και ζώων.
- Χρησιμοποιείται στη **φωτοσύνθεση**^{*2}.

^{*1} Προσωρινή διακοπή της καλλιέργειας ενός αγρού, ώστε να ανακτήσει την παραγωγικότητά του

^{*2} $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{γλυκόζη} + \text{O}_2$

2.3.16 Με ποιες διαδικασίες κυκλοφορεί συνεχώς το νερό και γίνεται διαθέσιμο στα οικοσυστήματα και στους οργανισμούς;

- Αν και η ποσότητα του νερού που υπάρχει στην ατμόσφαιρα δεν είναι μεγάλη, εντούτοις το νερό, χάρη στην κινητικότητά του, κυκλοφορεί συνεχώς στον **υδρολογικό κύκλο** (ή κύκλο του νερού) και έτσι γίνεται διαθέσιμο στα οικοσυστήματα και στους οργανισμούς. Η κυκλοφορία του νερού στηρίζεται κυρίως:
→ στην **εξάτμιση**, στη **διαπνοή** των φυτών και στις **κατακρημνίσεις**.



- Με την εξάτμιση το νερό απομακρύνεται με τη μορφή υδρατμών*¹ από οποιαδήποτε επιφάνεια.
- Η εξάτμιση του νερού από την **επιφάνεια** των φύλλων*² ονομάζεται **επιδερμική εξάτμιση** και διακρίνεται από τη **διαπνοή**, που είναι η απομάκρυνση του νερού μέσω των **στομάτων**, των πόρων δηλαδή της **επιδερμίδας των φύλλων**.
- Με τις κατακρημνίσεις (δηλαδή τη βροχή, το χιόνι, το χαλάζι) το νερό απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα και γίνεται διαθέσιμο στα υδάτινα και στα χερσαία οικοσυστήματα.

2.3.17 Ποια πορεία ακολουθεί το νερό στα φυτά;

- Το **νερό**, που είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία, **εισέρχεται από τις ρίζες** και περνώντας από το υπόλοιπο σώμα **φθάνει στα φύλλα**, από όπου εξέρχεται με τη **διαπνοή** στην ατμόσφαιρα, **μέσω των στομάτων** των φύλλων.
- Μέσω των στομάτων γίνεται και η **ανταλλαγή των αερίων**, απαραίτητων για τη:
→ **φωτοσύνθεση**: είσοδος διοξειδίου του άνθρακα και αποβολή οξυγόνου.
→ **κυτταρική αναπνοή**: είσοδος οξυγόνου και αποβολή διοξειδίου του άνθρακα.

*¹ με τη βοήθεια της θερμοκρασίας

*² εκτός των στομάτων

2.3.18

(ΠΕ '07, '10)

Τι είναι η διαπνοή και ποια είναι η σημασία της;

- Η απομάκρυνση του νερού **μέσω των στομάτων**, των **πόρων** δηλαδή της επιδερμίδας των φύλλων.
- Η διαπνοή:
 - αποτελεί την «**κινητήρια δύναμη**» για τη μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων στο εσωτερικό των φυτικών οργανισμών.
 - **συνδέεται** αναπόσπαστα **με τους βιογεωχημικούς κύκλους** των στοιχείων που εισέρχονται στις τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων με πύλη εισόδου τα φυτά.



2.3.19 Περιγράψτε τον υδρολογικό κύκλο στους ωκεανούς και στην ξηρά.

(ΠΕ '06, '13)

- Ο υδρολογικός κύκλος πάνω από τους ωκεανούς είναι εξαιρετικά απλός, καθώς περιλαμβάνει μόνο τις διαδικασίες της εξάτμισης και των κατακρημνίσεων.
- Το τμήμα του κύκλου που αφορά την ξηρά είναι περισσότερο πολύπλοκο. Το νερό που πέφτει στη ξηρά μπορεί:
 - να **εξατμιστεί**.
 - να **εισχωρήσει στο υπέδαφος** και στο σύστημα των **υπογείων υδάτων**.
 - να **προσληφθεί** από τα φυτά και να απομακρυνθεί με τη **διαπνοή**.
 - να **απομακρυνθεί** με την **επιφανειακή απορροή** από το χερσαίο περιβάλλον.

2.3.20 Πώς σχετίζονται τα φυτά με την απορρόφηση του νερού από το έδαφος;

- Σε μικρές **λεκάνες απορροής**, όπου αφαιρέθηκαν όλα τα δένδρα, ο **όγκος του επιφανειακά ρέοντος νερού**, που κατέληξε στη θάλασσα και άρα έπαψε να είναι διαθέσιμο στο χερσαίο περιβάλλον, **αυξήθηκε περισσότερο από 200%**.
 - Το νερό αυτό θα είχε διεισδύσει στο έδαφος και θα είχε αποδοθεί στην ατμόσφαιρα με τη διαπνοή των φυτών.

2.3.21 Ποιες είναι οι επιπτώσεις της επιφανειακής απορροής του νερού;

- **Θρεπτικά συστατικά**, που γίνονται διαθέσιμα στους οργανισμούς μέσα από μακροχρόνιες διαδικασίες, **μπορούν** πολύ γρήγορα **να χαθούν**.
 - Η κατάληξή τους είναι οι **υδάτινοι αποδέκτες**.
 - Γι' αυτό κυρίως τα **δέλτα των ποταμών** εμφανίζουν πολύ **υψηλή παραγωγικότητα**.

2.4 Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

2.4.3 Ερημοποίηση



2.4.1 Πού βρίσκονται τα ερημικά οικοσυστήματα, ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους και ποιοι είναι οι λόγοι ερημοποίησής τους;

- Βρίσκονται:
 - φυσιολογικά σε περιοχές με πολύ χαμηλή βροχόπτωση, αλλά και
 - σε περιοχές όπου τα χαρακτηριστικά του κλίματος θα επέτρεπαν πλούσια βλάστηση.
 - ✓ Τα οικοσυστήματα αυτά είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων παρεμβάσεων*¹ οι οποίες οδηγούν στην ερημοποίηση.



- Χαρακτηρίζονται από άγονα εδάφη, μικρή βιομάζα και μικρή παραγωγικότητα.
- Λόγοι ερημοποίησης:
 - Η καταστροφή από όξινη βροχή.
 - Η αποψίλωση, όπως σε περιοχές τροπικών δασών*².
 - Οι πυρκαγιές και η υπερβόσκηση στα μεσογειακά οικοσυστήματα.

*¹ π.χ. όξινη βροχή

*² που αποψιλώθηκαν, καλλιεργήθηκαν και λίγο μετά εγκαταλείφθηκαν

Πυρκαγιές στα μεσογειακά οικοσυστήματα

2.4.2 Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος που ευνοούν την εκδήλωση φωτιάς; (ΠΕ '05)

- Το Μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από **αλληλοδιαδοχή** ενός **υγρού** και σχετικά **ήπιου** θερμοκρασιακά **χειμώνα** από ένα **θερμό** και **ξηρό** καλοκαίρι.
- Είναι εύκολο να ξεκινήσει μια φωτιά λόγω:
 - των **υψηλών θερμοκρασιών**,
 - της **μεγάλης ξηρασίας**,
 - της **συσσώρευσης** **μη αποικοδομημένων ξερών φύλλων** στο έδαφος.



2.4.3 Πώς τα μεσογειακά οικοσυστήματα επανακάμπτουν σε λιγότερο από δέκα χρόνια μετά από φωτιά; (ΠΕ '10)

- Διότι οι οργανισμοί τους* **έχουν προσαρμοστεί** στην περιοδική εμφάνιση της φωτιάς, **αναπτύσσοντας** συγκεκριμένους **μηχανισμούς αναγέννησης**, όπως:
 - ο σχηματισμός **νέων βλαστών** και **φύλλων** από υπόγειους οφθαλμούς.
 - η **αυξημένη φύτευση σπερμάτων** που διασκορπίστηκαν λόγω της φωτιάς κ.ά.

2.4.4 Λειτουργούν πάντοτε οι μηχανισμοί που συμβάλλουν στην επανάκαμψη ενός μεσογειακού οικοσυστήματος μετά από φωτιά;

- Οι μηχανισμοί δεν μπορούν να συμβάλλουν στην επανάκαμψη:
 - όταν το οικοσύστημα έχει **καεί επανειλημμένα**,
 - όταν μετά τη φωτιά επιχειρούνται **ανασταλτικές επεμβάσεις**, όπως η **βόσκηση**.

2.4.5 Πώς σχετίζεται η φωτιά με την ερημοποίηση ενός οικοσυστήματος;

- Μια από τις **συνέπειες της φωτιάς** είναι ότι **αυξάνεται** η **διάβρωση** εδάφους, αφού καταστρέφονται τα φυτά που θα το συγκρατούσαν με τις ρίζες τους.
- Όταν μάλιστα η **κλίση** του **εδάφους** είναι **μεγάλη** και ακολουθήσουν **καταρρακτώδεις βροχές**, τότε:
 - η διάβρωση του εδάφους γίνεται ακόμη μεγαλύτερη και οδηγεί τελικά σε:
 - ✓ βαθμιαία **κατάρρευση** των **οικοσυστημάτων** και
 - ✓ **ερημοποίηση**.

* τα φυτά

2.4.4 Ρύπανση



2.4.6 Τι είναι ρύπανση και ποιοι παράγοντες ανήκουν στους ρύπους;

- Ρύπανση είναι η **επιβάρυνση του περιβάλλοντος** με κάθε παράγοντα (ρύπο) που έχει **βλαπτικές επιδράσεις** στους οργανισμούς.
- Στους ρύπους ανήκουν:
 - συγκεκριμένες **χημικές ουσίες** και
 - διάφορες **μορφές ενέργειας**, όπως:
 - ✓ η **θερμότητα**, ο **ήχος** και οι **ακτινοβολίες**.

2.4.7 Με ποιο κριτήριο ένας ρύπος συνιστά απειλή για το περιβάλλον και γιατί; (ΠΕ '04)

- Το κριτήριο είναι κυρίως ο **ρυθμός** με τον οποίο προστίθεται ο ρύπος σε ένα οικοσύστημα και όχι τόσο η **ποιότητά** του.
 - Μια αβλαβής σε μικρές συγκεντρώσεις ουσία είναι δυνατό να καταστεί απειλητική, αν ο **ρυθμός εισαγωγής** της στο οικοσύστημα είναι μεγαλύτερος από το **ρυθμό απομάκρυνσης ή αδρανοποίησής** της, από τους ειδικούς μηχανισμούς αποκατάστασης της ισορροπίας που διαθέτουν όλα τα οικοσυστήματα.
 - Μια τοξική ουσία είναι δυνατόν να είναι ανίκανη να προκαλέσει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αν απομακρύνεται ή αδρανοποιείται με μεγαλύτερο ρυθμό από ότι εισάγεται στο οικοσύστημα.

2.4.8 Σε ποιες κατηγορίες διακρίνεται η ρύπανση ανάλογα με το τμήμα της βιόσφαιρας που πλήττει;

- Η ρύπανση, **ανάλογα με το τμήμα της βιόσφαιρας που πλήττει**, διακρίνεται:
 - σε **ατμοσφαιρική**, σε **ρύπανση των υδάτων** και σε **ρύπανση του εδάφους**.
- Η διάκριση όμως αυτή δεν πρέπει να θεωρείται απόλυτη, καθώς **οι διάφορες μορφές ρύπανσης αλληλεπιδρούν** μεταξύ τους.

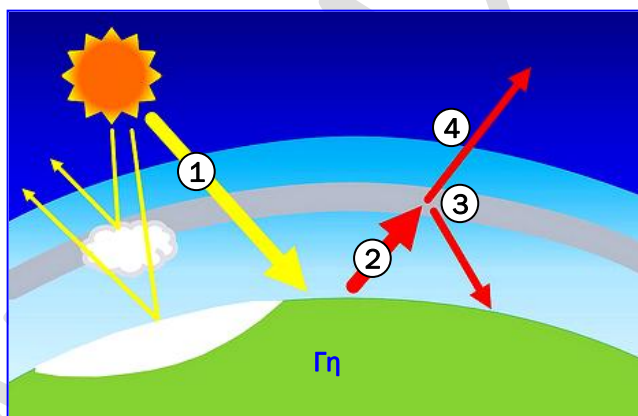
Ατμοσφαιρική ρύπανση**2.4.9 Πότε άρχισε ο άνθρωπος να ρυπαίνει την ατμόσφαιρα και πώς εξελίχθηκε το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης;**

- Η απαρχή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, που οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα, έγινε από τότε που ο άνθρωπος των σπηλαίων **ανακάλυψε τη φωτιά**.
- Κατά τη **Βιομηχανική Επανάσταση**, ξεκίνησε η συστηματική **επιβάρυνση** της ατμόσφαιρας με την εντατική **καύση ορυκτών καυσίμων** (γαιανθράκων και πετρελαίου).
 - Υποβοηθήθηκε:
 - ✓ από την **ανέγερση μεγάλων βιομηχανικών μονάδων** στις πόλεις, σε συνδυασμό
 - ✓ με την **αλματώδη αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού** και τη συγκέντρωσή του σ' αυτές.
 - **Επιδεινώθηκε** κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα:
 - ✓ με τη συνεχιζόμενη εκπομπή αέριων **βιομηχανικών ρύπων** και
 - ✓ με τη **μαζική χρήση του αυτοκινήτου**.



2.4.10 Περιγράψτε τις ευεργετικές επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου, που ευνόησαν τη ζωή στον πλανήτη. (ΠΕ '13)

- Η **ηλιακή ακτινοβολία** (1) πέφτει στη επιφάνεια της Γης.
→ Ένα μέρος της **απορροφάται** από τη Γη και
→ ένα άλλο **εκπέμπεται** πίσω στην ατμόσφαιρα, με τη μορφή **υπέρυθρης ακτινοβολίας** (2).
- Ένα μέρος της ακτινοβολίας αυτής* **δεσμεύεται**, κυρίως **από το CO₂** και τους **υδρατμούς** (3) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.
→ Το γεγονός αυτό οδηγεί σε **ήπια αύξηση** της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας.
→ Αν δεν δεσμευόταν μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας, η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν **-20°C**, αντί των **15°C**, που είναι **ευνοϊκή για τη ζωή**.
- Το υπόλοιπο (4) **διαπερνά** την **ατμόσφαιρα** και **διαφεύγει** στο διάστημα, με αποτέλεσμα να **αποτρέπεται η υπερθέρμανση** του πλανήτη.



* της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται

2.4.11 Ποιες είναι οι επιπτώσεις από την υπέρμετρη καύση ορυκτών καυσίμων;

- Εξαιτίας της υπέρμετρης καύσης ορυκτών καυσίμων **έχει αυξηθεί η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα** στην ατμόσφαιρα.
→ Έτσι όμως **αυξάνεται και το ποσοστό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που δεσμεύεται** από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας,
→ με αποτέλεσμα την **αύξηση της θερμοκρασίας της**.

2.4.12 Ποιες είναι οι προβλέψεις των επιστημόνων για την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη και τις κλιματικές μεταβολές, σύμφωνα με το ρυθμό που το CO₂ προστίθεται στην ατμόσφαιρα; (ΠΕ '07)

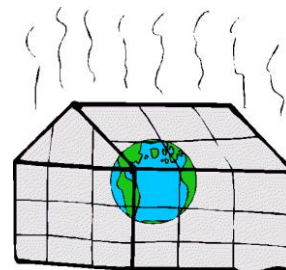
- Η ποσότητα CO₂ που προστίθεται στην ατμόσφαιρα **αυξάνεται με ρυθμό 0,3% το χρόνο** και πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι το 2040 η μέση θερμοκρασία του πλανήτη θα έχει αυξηθεί κατά **5°C**.
- Αν η πρόβλεψη αυτή επιβεβαιωθεί, τότε οι **σοβαρές κλιματικές μεταβολές** που θα προκύψουν, θα έχουν **δραματικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις**.
→ Η **τήξη των πολικών πάγων** θα οδηγήσει σε ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και επομένως σε **απώλεια μεγάλων χερσαίων τμημάτων**, οι οποίες θα καλυφθούν από νερό.
→ Είναι πιθανό πολλές **γόνιμες περιοχές να μετατραπούν σε άγονες** και αντίστροφα.

2.4.13 Γιατί καμία επιστημονική πρόβλεψη δεν μπορεί προς το παρόν να είναι απόλυτα ακριβής για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη;

- Αν και είναι απαραίτητο να μειωθούν, σε παγκόσμιο επίπεδο, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καμία πρόβλεψη προς το παρόν δεν μπορεί να είναι απόλυτα ακριβής.
→ Κι αυτό γιατί **δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητή η πολυπλοκότητα των ατμοσφαιρικών φαινομένων**
→ και ιδιαίτερα **ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρούν**
 - ✓ οι παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη
 - ✓ με τους μηχανισμούς που την εξισορροπούν.

2.4.14 Πώς καθιερώθηκε η ονομασία «φαινόμενο θερμοκηπίου»;

- Την ονομασία «φαινόμενο του θερμοκηπίου» την καθιέρωσε το 1822 ο Γάλλος μαθηματικός **Φουριέ**, θεωρώντας πως **ο μηχανισμός με τον οποίο αυξάνεται η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας** είναι παρόμοιος με αυτόν που αυξάνει τη θερμοκρασία σε ένα θερμοκήπιο.

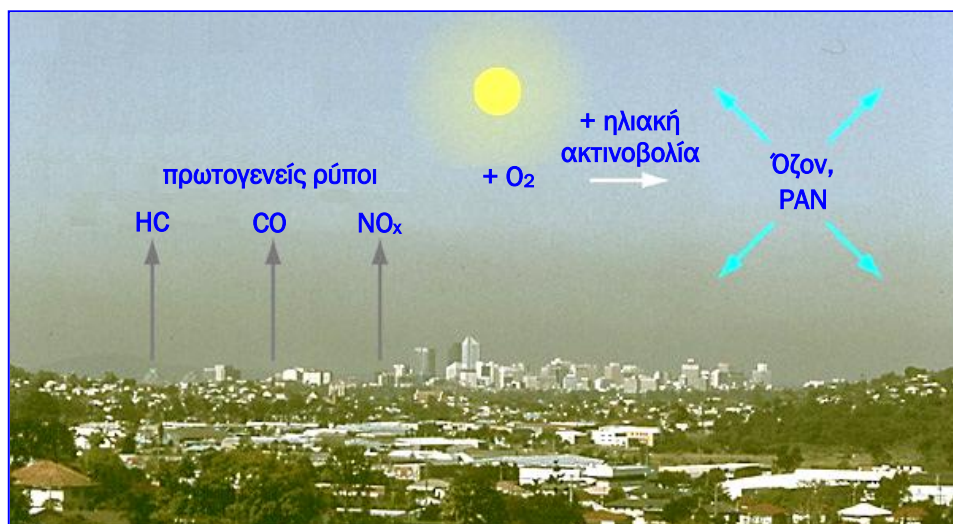


- Και στις δύο περιπτώσεις **ο αέρας που θερμαίνεται** από τις ηλιακές ακτίνες (οι οποίες περνούν από την ατμόσφαιρα και το τζάμι αντίστοιχα) παγιδεύεται, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας.

2.4.15 Πώς δημιουργείται το φωτοχημικό νέφος;

(ΠΕ '04, '09, '12)

- Το **νέφος** που κάλυψε το **Λονδίνο** το 1952 ήταν ένα **αέριο μείγμα διοξειδίου του θείου** και άλλων προϊόντων **ατελούς καύσης** των ορυκτών καυσίμων.
- Αντίθετα, το **νέφος** του **Λος Άντζελες**, με το χαρακτηριστικό **καφετί** χρώμα, που συχνά γίνεται αντιληπτό και στην ατμόσφαιρα της Αθήνας,
→ προκαλείται από την **αντίδραση** μιας σειράς **ουσιών με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας**, κάτω από την **επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας**.
 - ✓ οι οποίες παράγονται από τις **μηχανές εσωτερικής καύσης** (αυτοκινήτων, αεροπλάνων, εργοστασίων).
- Στις ουσίες αυτές, που ονομάζονται **πρωτογενείς ρύποι**, συγκαταλέγονται:
 - τα **οξείδια του αζώτου**,
 - το **μονοξείδιο του άνθρακα** και
 - διάφοροι **υδρογονάνθρακες**.
- Στα προϊόντα της αντίδρασης τους, τους **δευτερογενείς ρύπους**, ανήκουν:
 - το **όζον** και
 - το **νιτρικό υπεροξυακετύλιο (PAN)**.



2.4.16 Ποιες είναι οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου από τους πρωτογενείς και τους δευτερογενείς ρύπους του φωτοχημικού νέφους;

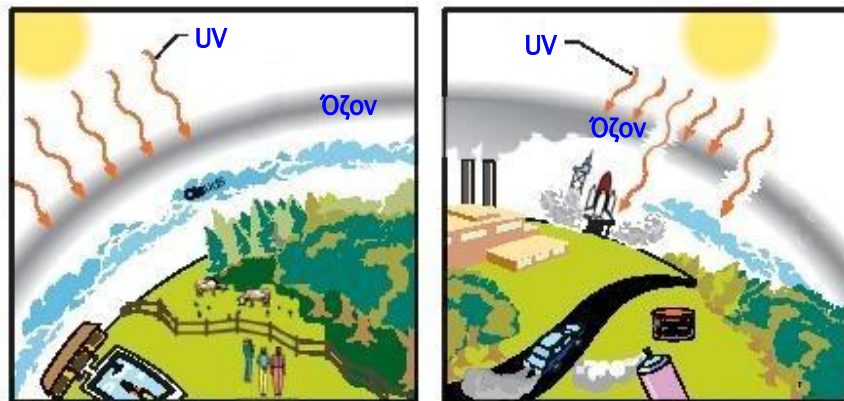
Ρύποι		Επιπτώσεις
Πρωτογενείς	Μονοξείδιο του άνθρακα	Παρεμποδίζει, σε υψηλές συγκεντρώσεις, τη μεταφορά οξυγόνου στους ιστούς, γιατί ανταγωνίζεται το O₂ για την ειδική θέση σύνδεσης στο μόριο της αιμοσφαιρίνης.
	Οξειδία του αζώτου (ΠΕ '12)	- Προκαλούν καταστροφές στους ιστούς των πνευμόνων. Εξασθενούν την αντίσταση του οργανισμού στην πνευμονία. - Η έκθεση σε χαμηλές συγκεντρώσεις τους, για μεγάλο χρονικό διάστημα, είναι υπεύθυνη για την πρόκληση εμφυσημάτος.
	Υδρογονάνθρακες	Μερικοί έχουν καρκινογόνο δράση, όπως το βενζοπυρένιο.
Δευτερογενείς	Όζον (ΠΕ '09)	Επηρεάζει τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος, κατά τρόπο παρόμοιο με τα οξειδία του αζώτου.
	PAN (ΠΕ '09)	Ερεθίζει τα μάτια.
	Οι ρύποι προκαλούν σημαντικές καταστροφές και στα φυσικά οικοσυστήματα.	

2.4.17 Ποια είναι τα χαρακτηριστικά και ο ρόλος της στιβάδας του όζοντος; (ΠΕ '09)

- Το όζον σχηματίζει μια **στιβάδα** στα **ανώτερα επίπεδα** της ατμόσφαιρας, σε ύψος **15 με 30Km** (κατώτερη στρατόσφαιρα),
 - που διαδραματίζει **σπουδαίο ρόλο** στη διατήρηση της ζωής,
 - καθώς **απορροφά** ένα σημαντικό μέρος της **υπεριώδους ακτινοβολίας**.

2.4.18 Ποιες είναι η επιπτώσεις από τη δράση της υπεριώδους ακτινοβολίας; (ΠΕ '04, '09)

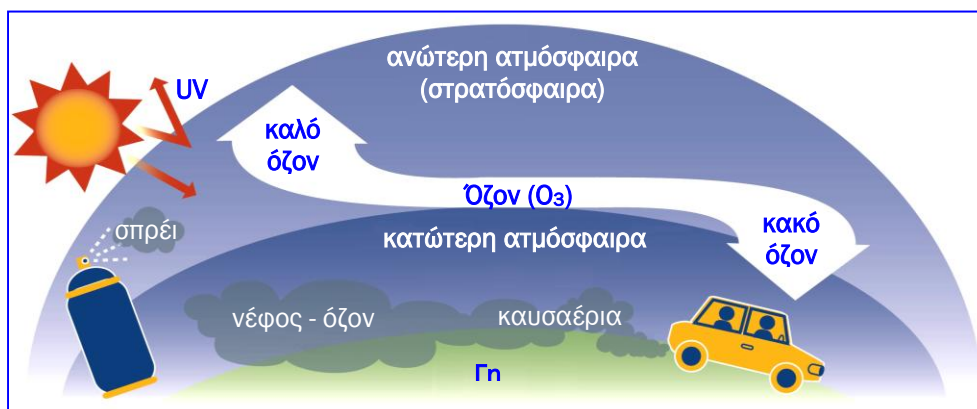
- Έχει **θανατηφόρο δράση** στους μονοκύτταρους οργανισμούς.
- Προκαλεί:
 - **μεταλλάξεις** στο DNA,
 - **καταρράκτη** και
 - **καρκίνο** του δέρματος.


2.4.19 Ποιοι παράγοντες προκαλούν εξασθένηση της στιβάδας του όζοντος;

- Από τη δεκαετία του 1970 παρατηρήθηκε μια **βαθμιαία εξασθένηση** της στιβάδας του **όζοντος** που στα μέσα της δεκαετίας του 1980 οδήγησε στη **δημιουργία μιας τρύπας** πάνω από την **Ανταρκτική**.
- Από τις έρευνες οι οποίες επακολούθησαν διαπιστώθηκε ότι αιτία για την εξασθένηση αυτή είναι οι **χλωροφθοράνθρακες** (εμπορική ονομασία **freon**) που **χρησιμοποιούνται**:
 - ως **ψυκτικά υγρά** στα ψυγεία και στα κλιματιστικά,
 - ως **προωθητικά αέρια** στα σπρέι.

2.4.20 Τι συμβαίνει εξαιτίας της ελάττωσης της στιβάδας του όζοντος και ποιες ενέργειες έγιναν για την αναστροφή της εξασθένησής της;

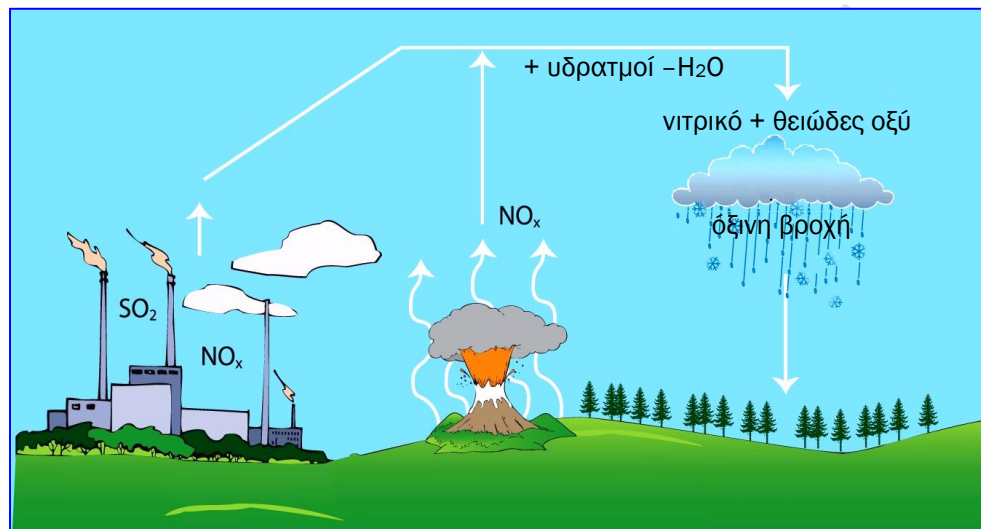
- Εξαιτίας της ελάττωσης του όζοντος στη στρατόσφαιρα, **αυξάνεται**:
 - η **ποσότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας** που φθάνει στη Γη.
 - η **πιθανότητα για δυσμενείς επιπτώσεις** στους οργανισμούς.
- Το 1994 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο αποφάσισε την απαγόρευση της παραγωγής των χλωροφθορανθράκων και την αντικατάστασή τους από **υδροφθοράνθρακες**, που δεν περιέχουν το καταστρεπτικό για το όζον **χλώριο**.



2.4.21 Ποιοι παράγοντες ευνοούν τη δημιουργία όξινης βροχής;

(ΠΕ '05, '11)

- Οξείδια του αζώτου και διοξείδιο του θείου ελευθερώνονται ως αέρια στην ατμόσφαιρα:
 - από την ηφαιστειακή δραστηριότητα,
 - από τις διεργασίες αποικοδόμησης των οργανικών ουσιών από τα βακτήρια του εδάφους,
 - και κυρίως από την καύση υγρών καυσίμων.



- Τα αέρια αυτά, αφού πρώτα μετατραπούν, με την επίδραση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, σε νιτρικό και θειώδες οξύ αντίστοιχα, επιστρέφουν στην επιφάνεια της Γης διαλυμένα στο νερό της βροχής, στο χιόνι, στην ομίχλη ή στο χαλάζι.
 - Όταν οι συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών δεν είναι αυξημένες, τότε το νιτρικό και το θειώδες οξύ που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής την καθιστούν ελαφρά όξινη, με τιμή γύρω στο 5,6 pH.
 - Στις περιοχές όμως στις οποίες η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί με μεγάλες συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών, είτε διότι:
 - ✓ γίνεται εντατική καύση υγρών καυσίμων
 - ✓ έχουν μεταφερθεί με τον άνεμο,
 μεγαλώνει και η ποσότητα του νιτρικού και θειώδους οξέος που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής.
 - Η βροχή γίνεται περισσότερο όξινη, με pH που μπορεί να πέσει αρκετά κάτω από 5, λόγω αυξημένης ποσότητας θειώδους και νιτρικού οξέος.

2.4.22 Τι προκαλεί η όξινη βροχή;

(ΠΕ '03, '07, '15)

- Καταστρέφεται το φύλλωμα των δένδρων.
- Ελαττώνεται^{*1} η γονιμότητα του εδάφους.
- Θανατώνονται^{*2} οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί των υδάτινων οικοσυστημάτων.
- Προκαλεί καταστροφές στα ιστορικά αρχιτεκτονικά μνημεία και στα έργα τέχνης που είναι κατασκευασμένα από μάρμαρο^{*3}, αφού τα οξέα διαβρώνουν τις επιφάνειές τους.



.....

*1 λόγω καταστροφής των αποικοδομητών

*2 λόγω αύξησης της διαλυτότητας τοξικών ουσιών

*3 γυψοποίηση μαρμάρων

.....

Ρύπανση των υδάτων

2.4.23 Πώς συνδέεται η ρύπανση των υδάτων με την ιστορία του ανθρώπου;

- Το νερό, μετά τον αέρα, αποτελεί το πλέον αναντικατάστατο φυσικό αγαθό.
- Ωστόσο η ρύπανση του,
 - δηλαδή κάθε φυσική, χημική ή βιολογική μεταβολή που το καθιστά ακατάλληλο για τους οργανισμούς οι οποίοι ζουν σ' αυτό ή το χρησιμοποιούν,
 παρακολουθεί την ιστορία του ανθρώπου από τότε που τα λύματα των πρώτων οικισμών του απελευθερώνονταν στα γειτονικά ποτάμια, τις λίμνες και τις θάλασσες.
- Πολύ αργότερα η συγκέντρωση των πληθυσμών στις ανεγειρόμενες πόλεις αύξησε την ποσότητα των οργανικών λυμάτων τα οποία παράγονταν από τους κατοίκους τους και προσέθεσε στους ήδη υπάρχοντες ρύπους τις τοξικές ουσίες και τα παραπροϊόντα των χημικών κατεργασιών όπως αυτά
 - της βυρσοδεψίας και
 - της μεταλλουργίας.



2.4.24 Τι μπορεί να προκαλέσει μεταβολές στην ποιότητα του νερού των υδατικών οικοσυστημάτων, ώστε να το καταστήσουν ακατάλληλο για τους οργανισμούς; (ΠΕ '13)

- Τα λύματα της αστικής και βιομηχανικής δραστηριότητας της ξηράς που καταλήγουν, στις περισσότερες περιπτώσεις, στις θάλασσες, στους ποταμούς και στις λίμνες.
- Το θερμό νερό από τις ψυκτικές εγκαταστάσεις των πυρηνικών αντιδραστήρων και των εργοστασίων που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, όταν διοχετεύεται σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, μπορεί να προκαλέσει:
 - αύξηση της θερμοκρασίας του νερού και επομένως
 - ελάττωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένο σ' αυτό.

2.4.25 Τι περιέχουν τα αστικά λύματα και τι διαταραχές προκαλούν στα υδάτινα οικοσυστήματα;

- Τα αστικά λύματα που καταλήγουν μέσω των αγωγών αποχέτευσης στα υδάτινα οικοσυστήματα περιέχουν:
 - παραπροϊόντα του ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις),
 - διάφορες ουσίες καθημερινής χρήσης, όπως απορρυπαντικά, προϊόντα καθαρισμού κ.ά.
- Προκαλούν διαταραχές όπως:
 - η αύξηση του μικροβιακού φορτίου των νερών, που μπορεί να γίνει αιτία για τη διάδοση σοβαρών νοσημάτων,
 - το φαινόμενο του ευτροφισμού.

2.4.26 Περιγράψτε το φαινόμενο του ευτροφισμού και τις επιπτώσεις του στα υδατικά οικοσυστήματα. (ΠΕ '01, '03, '12, '13)

- Όσον αφορά το φαινόμενο ευτροφισμού, το υδάτινο οικοσύστημα, αφού δεχτεί τα αστικά λύματα, αλλά και τα λιπάσματα που αποπλένονται από το νερό της βροχής, εμπλουτίζεται με τα νιτρικά και τα φωσφορικά άλατα που αυτά περιέχουν.

→ Επειδή όμως οι ουσίες αυτές αποτελούν **θρεπτικά συστατικά** για τους **υδρόβιους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς** (φυτοπλαγκτόν), προκαλείται **υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού τους**.



→ Έτσι **αυξάνεται και ο πληθυσμός των μονοκύτταρων ζωικών οργανισμών** (ζωοπλαγκτόν) που εξαρτώνται τροφικά από το φυτοπλαγκτόν.

→ Με το **θάνατο** των πλαγκτονικών οργανισμών **συσσωρεύεται νεκρή οργανική ύλη**, η οποία με τη σειρά της **पुरοδοτεί την αύξηση των αποικοδομητών**, δηλαδή των βακτηρίων που την καταναλώνουν.

- Με την αύξηση όμως των μικροοργανισμών **ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου γίνεται πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό παραγωγής του**.

→ Έτσι η **ποσότητα του οξυγόνου** που βρίσκεται διαλυμένη στο νερό γίνεται **ολοένα μικρότερη**, γεγονός που **πλήττει τους ανώτερους οργανισμούς του οικοσυστήματος**, όπως τα **ψάρια**, που **πεθαίνουν από ασφυξία**.



2.4.27 Τι περιέχουν τα απόβλητα της βιομηχανικής δραστηριότητας και τι προκαλούν στα υδάτινα οικοσυστήματα;

- Περιέχουν **χημικές ουσίες**:

→ **βαρέα μέταλλα**, όπως:

✓ ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, ο ψευδάργυρος κ.ά.

→ **οργανικούς διαλύτες**.

→ **πετρελαιοειδή**.

- Προκαλούν:

→ Διαταραχές στην **ισορροπία** τους και **εγκυμονούν κινδύνους** για τους **υδρόβιους οργανισμούς**.

→ Ιδιαίτερα **δυσμενείς επιπτώσεις** στην **υγεία του ανθρώπου**, αν **περάσουν** (μέσω των **τροφικών αλυσίδων** σ' αυτόν) **ουσίες που δεν διαλύονται στο νερό**, όπως π.χ.:

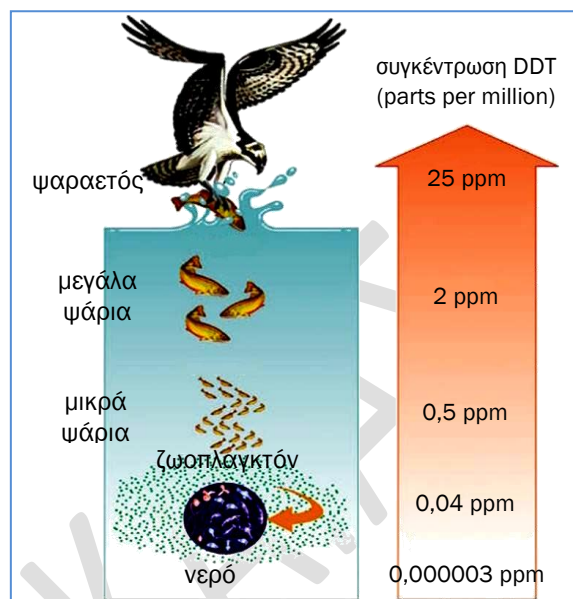
✓ τα **βαρέα μέταλλα** ή

✓ οι **σύνθετες οργανικές ουσίες**.



2.4.28 Ποιοι είναι οι πιο τοξικοί ρυπαντές της βιόσφαιρας και ποιο είναι το κοινό στοιχείο της επίδρασης των ουσιών αυτών στο περιβάλλον; (ΠΕ '07)

- Οι πιο τοξικοί όμως ρυπαντές στη βιόσφαιρα είναι:
 - τα διάφορα **παρασιτοκτόνα** και **εντομοκτόνα** και φυσικά
 - τα **ραδιενεργά απόβλητα** και
 - τα **παραπροϊόντα** των **ραδιενεργών εκρήξεων**..



- Οι ρύποι αυτοί απέκτησαν ιδιαίτερη σημασία μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο λόγω της αυξημένης απελευθέρωσής τους στο περιβάλλον. Το **κοινό στοιχείο της επίδρασης** των ουσιών αυτών στο περιβάλλον είναι ότι:
 - **δεν διασπώνται** (μη βιοδιασπώμενες ουσίες) από τους οργανισμούς, με αποτέλεσμα, ακόμη και αν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, να
 - **συσσωρεύονται στους κορυφαίους καταναλωτές**, καθώς περνούν από τον έναν κρίκο της τροφικής αλυσίδας στον επόμενο.

2.4.29 Να περιγράψετε την πορεία ενός μη βιοδιασπώμενου ρυπαντή κατά μήκος μιας τροφικής αλυσίδας και να ορίσετε το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης.

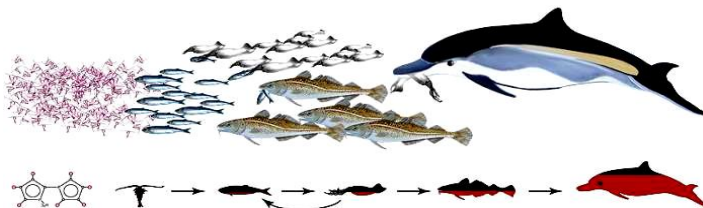
- Ένα τέτοιο μόριο είναι το **εντομοκτόνο DDT**.
 - Αν, για παράδειγμα, **μια κάμψια** φάει φύλλα φυτού που έχει ραντιστεί με DDT, αυτό **θα απορροφηθεί** από τον οργανισμό της, αλλά, επειδή **δεν μεταβολίζεται και δεν διασπάται, θα συσσωρευτεί στους ιστούς** της και φυσικά **δεν θα αποβληθεί** με τις απεκκρίσεις της.
 - Αν ένας **κότσυφας** καταναλώσει πολλές κάμπιες, τότε το DDT από όλες τις κάμπιες θα συγκεντρωθεί στους ιστούς του.
 - Τελικά, το DDT θα βρεθεί σε ακόμα μεγαλύτερη συγκέντρωση στους ιστούς της **κουκουβάγιας**, που είναι ο **τελικός καταναλωτής**.
- Το φαινόμενο αυτό κατά το οποίο αυξάνεται η συγκέντρωση τοξικών χημικών ουσιών στους ιστούς των οργανισμών καθώς προχωρούμε κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας ονομάζεται **βιοσυσσώρευση**.
 - Η συσσώρευση των μη βιοδιασπώμενων ουσιών **αφορά και τον ίδιο τον άνθρωπο**, για τον απλό λόγο ότι συνήθως αποτελεί τον τελευταίο κρίκο σε πολλές διατροφικές αλυσίδες.

2.4.30 Τι επιπτώσεις είχε σε ένα πλήθος οργανισμών η ρίψη τεράστιων ποσοτήτων DDT στην αφρικανική ήπειρο;

- Πράγματι, στα μέσα της δεκαετίας του 1960 **διαπιστώθηκε** ότι, εξαιτίας των τεράστιων ποσοτήτων εντομοκτόνου που είχαν ριφθεί στην αφρικανική ήπειρο τα προηγούμενα χρόνια για την καταπολέμηση του κουνουπιού (που είναι ο φορέας του πλασμοδίου που προκαλεί ελονοσία), ένα πλήθος οργανισμών παρουσίαζε **αυξημένη συγκέντρωση DDT στους ιστούς** του.

→ Το εκπληκτικό στις έρευνες που επακολούθησαν ήταν ότι το εντομοκτόνο είχε συσσωρευτεί ακόμη και:

- ✓ στους **πιγκούνους** της Ανταρκτικής
- ✓ στο **μητρικό γάλα** των **Εσκιμών**.



- Η συνειδητοποίηση των κινδύνων που εγκυμονεί η χρήση DDT οδήγησε στην **αντικατάστασή** του από άλλα **βιοδιασπώμενα εντομοκτόνα**.
- Ωστόσο το τίμημα της συσσώρευσής του στους οργανισμούς το έχει ήδη πληρώσει ακριβά το περιβάλλον:
 - η συσσώρευσή του στα αρπακτικά πτηνά καθιστά **εύθραυστα τα κελύφη των αυγών** τους, με συνέπεια τη **δραματική μείωση των ρυθμών αναπαραγωγής** τους που μπορεί να τα φέρει στα **πρόθυρα της εξαφάνισης**.

2.4.31 Να περιγράψετε με ένα παράδειγμα, πώς αποτυπώνεται ποσοτικά η αύξηση της συγκέντρωσης μιας μη βιοδιασπώμενης ουσίας σε έναν οργανισμό. (ΠΕ '07)

- Έστω ότι σε κάθε κιλό ενός φυτού έχει αποτεθεί **1mg*** μιας μη βιοδιασπώμενης ουσίας.
 - Ένα **φυτοφάγο**, για να αυξήσει τη βιομάζα του κατά 1 κιλό, θα πρέπει να φάει 10 κιλά από το φυτό, τα οποία βεβαίως θα περιέχουν 10mg της ουσίας.
 - ✓ Αφού η ουσία αυτή δεν μπορεί να διασπαστεί και να αποβληθεί από το φυτοφάγο οργανισμό, η συγκέντρωσή της στους ιστούς του θα φτάσει τα **10mg ανά κιλό**.
 - Σε ένα **σαρκοφάγο** η συγκέντρωση θα γίνει **100mg ανά κιλό** κ.ο.κ.
 - Βλέπουμε λοιπόν ότι η συγκέντρωση μιας μη βιοδιασπώμενης ουσίας αυξάνεται καθώς πηγαίνουμε σε ανώτερα τροφικά επίπεδα.

Τροφικά επίπεδα	Βιομάζα (τόνοι)	Ποσότητα DDT (mg)	Συγκέντρωση DDT (mg/Kg)
Καταναλωτές 3ης τάξης	1	10 ⁶	1000
Καταναλωτές 2ης τάξης	10	10 ⁶	100
Καταναλωτές 1ης τάξης	100	10 ⁶	10
Παραγωγοί	1000	10 ⁶	1