

ΒΙΟΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Εισαγωγή:

Ένα οικοσύστημα για να λειτουργήσει χρειάζεται ενέργεια και τα βασικά χημικά στοιχεία της ζωντανής ύλης. Την ενέργεια τη παίρνει από τον ήλιο με τη φωτοσύνθεση και τη μετατρέπει από τη μία μορφή στην άλλη. Τα χημικά στοιχεία μεταφέρονται από το αβιοτικό περιβάλλον προς τους οργανισμούς και το αντίστροφο. Τα φυτά μέσω της τροφικής αλυσίδας μεταφέρουν τα απαραίτητα στοιχεία στα φυτοφάγα από αυτά στα σαρκοφάγα κ.ο.κ. Οι αποικοδομητές διασπούν τα νεκρά συστατικά σε απλούστερα τα οποία προσλαμβάνονται και επαναχρησιμοποιούνται από τα φυτά. Αυτοί οι δρόμοι των στοιχείων είναι κυκλικοί και αποτελούν τους βιογεωχημικούς κύκλους. Ο άνθρωπος με τη βιομηχανική επανάσταση άλλαξε τρόπο ζωής και προκάλεσε διαταραχές στους βιογεωχημικούς κύκλους.

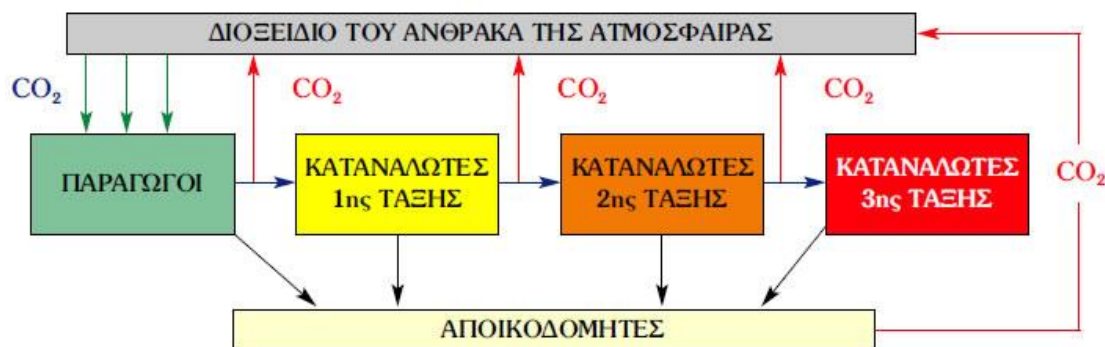
Βιογεωχημικοί κύκλοι:

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. Αντίθετα όμως με την ενέργεια, η ύλη που υπάρχει διαθέσιμη στη βιόσφαιρα είναι περιορισμένη, καθώς ο πλανήτης δέχεται ελάχιστα ποσά ύλης από το Διάστημα (μετεωρίτες κτλ.). Για το λόγο αυτό τα χημικά στοιχεία (C, H, O, N, S, P κ.ά.) που είναι απαραίτητα για τη σύνθεση των χημικών ενώσεων, από τις οποίες εξαρτώνται οι δομές και οι λειτουργίες των οργανισμών, πρέπει να κυκλοφορούν, ώστε να γίνονται εκ νέου διαθέσιμα. Οι επαναλαμβανόμενες κυκλικές πορείες των χημικών στοιχείων στα οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται ως **βιογεωχημικοί κύκλοι**, διότι διεκπεραιώνονται με τη συμμετοχή βιολογικών, γεωλογικών και χημικών διαδικασιών.

Ο κύκλος του άνθρακα:

Ο άνθρακας εισέρχεται στα οικοσυστήματα με τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα παραλαμβάνεται από τους παραγωγούς προκειμένου να μετατραπεί, με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, 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. Επειδή όμως κατά την κυτταρική αναπνοή παράγεται και διοξείδιο του άνθρακα, το αέριο αυτό επιστρέφει στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να ολοκληρώνεται ένας κύκλος πρόσληψης και επαναφοράς από και προς την ατμόσφαιρα.

Στη βάση της ανταλλαγής του διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ της ατμόσφαιρας και των βιοτικών παραγόντων των οικοσυστημάτων βρίσκεται η εναλλαγή δύο διαδικασιών: με τη φωτοσύνθεση προσλαμβάνεται το διοξείδιο του άνθρακα προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή γλυκόζης, ενώ με την κυτταρική αναπνοή οξειδώνεται η γλυκόζη και επιστρέφει το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.



Παρέμβαση του ανθρώπου στο κύκλο του άνθρακα:

Με τη Βιομηχανική Επανάσταση άρχισε η συστηματική χρήση ορυκτών καυσίμων (γαιανθράκων, πετρελαίου και φυσικού αερίου). Αυτά τα καύσιμα, τα οποία προέρχονται από το μετασχηματισμό οργανικής ύλης φυτικών και ζωικών οργανισμών του παρελθόντος, παρέμεναν για εκατομμύρια χρόνια στα έγκατα της Γης, αποτελώντας μια μεγάλη αποθήκη άνθρακα που έμενε αχρησιμοποίητη. Στη συνέχεια όμως οι αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες της βιομηχανίας και των μεταφορών επέβαλαν την εντατική εξόρυξη του άνθρακα, η καύση του οποίου οδήγησε στην απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων

διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Βέβαια το διοξείδιο του άνθρακα δεσμεύεται από τους παραγωγούς και χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση. Η καταστροφή ωστόσο των δασών, είτε λόγω της υλοτόμησης, που γίνεται με σκοπό την εκμετάλλευση των προϊόντων της ξυλείας, είτε λόγω των εκχερσώσεων, περιορίζει το συνολικό αριθμό των φωτοσυνθετικών οργανισμών του πλανήτη. Υπάρχει δηλαδή μια τάση για βαθμιαία αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, μια εξέλιξη που μπορεί να έχει δυσάρεστες συνέπειες για το κλίμα του πλανήτη.

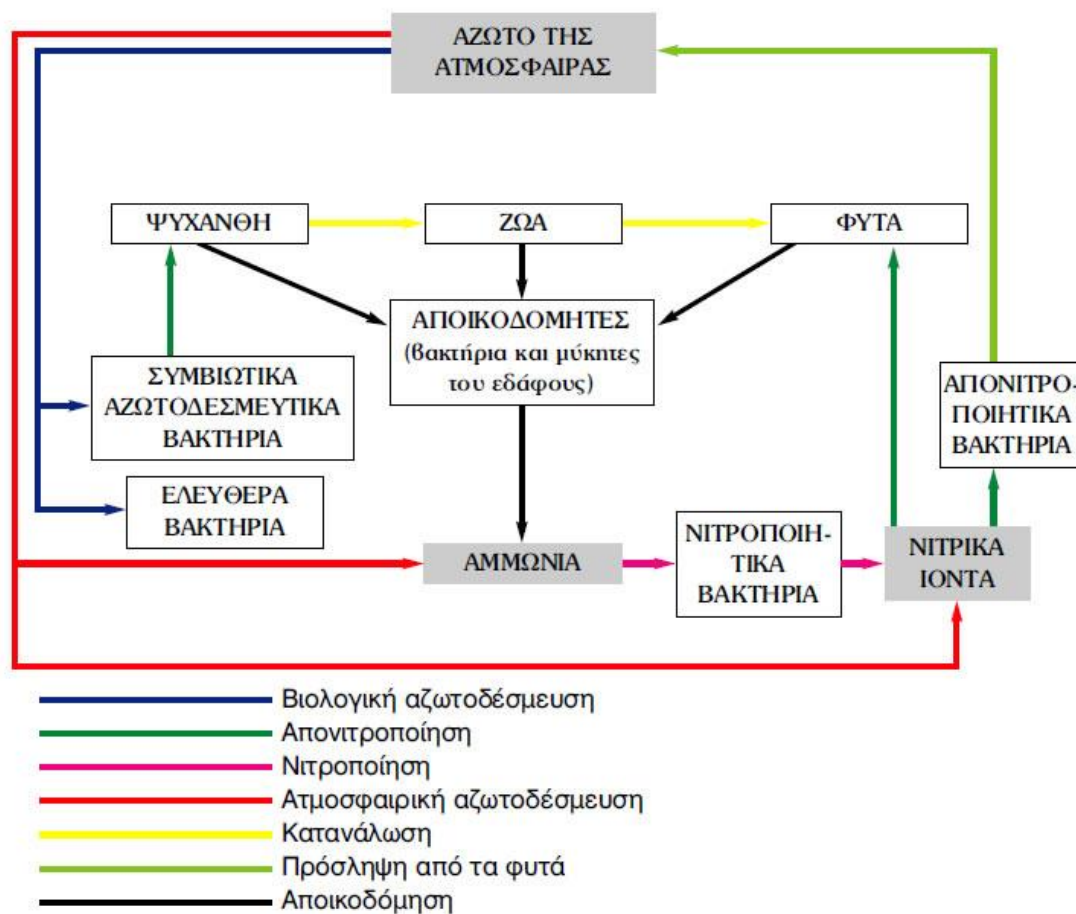


Ο κύκλος του αζώτου:

Το άζωτο αποτελεί ένα σημαντικό χημικό στοιχείο για τη ζωή, καθώς είναι συστατικό πολλών βιομορίων όπως των νουκλεϊκών οξέων και των πρωτεϊνών. Αν και το άζωτο αφθονεί στην ατμόσφαιρα, όπου αποτελεί το 78% δεν μπορεί να αξιοποιηθεί από τους παραγωγούς στη μορφή με την οποία βρίσκεται σ' αυτή (μοριακό άζωτο). 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. Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και βιολογική. Κατά την **ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση** το άζωτο της ατμόσφαιρας αντιδρά είτε με τους υδρατμούς, σχηματίζοντας αμμωνία, είτε με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, σχηματίζοντας νιτρικά ιόντα. Η απαραίτητη ενέργεια προσφέρεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (αστραπές, κεραυνοί). Η αμμωνία και τα νιτρικά ιόντα μεταφέρονται με τη βροχή στο έδαφος. Η ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση κατέχει το 10% της συνολικής αζωτοδέσμευσης. Η **βιολογική αζωτοδέσμευση** πραγματοποιείται από ελεύθερους ή

συμβιωτικούς μικροοργανισμούς. Η βιολογική αζωτοδέσμευση κατέχει το 90% της συνολικής αζωτοδέσμευσης.

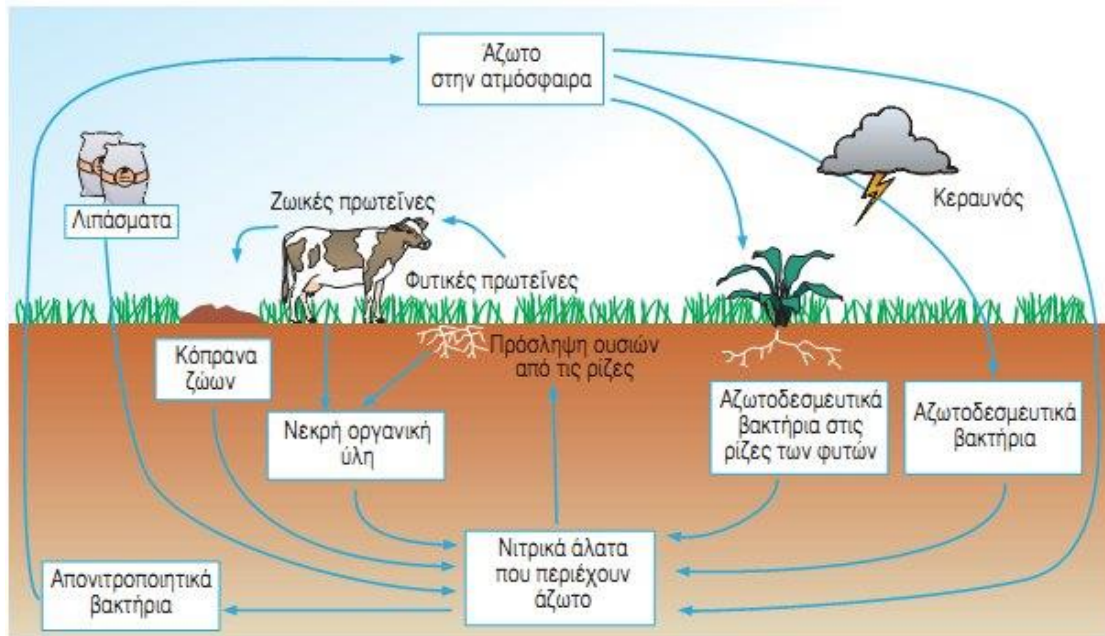
Τα φυτά χρησιμοποιούν τα νιτρικά ιόντα που προσλαμβάνουν από το έδαφος (είτε με τη διαδικασία της ατμοσφαιρικής είτε με αυτήν της βιολογικής αζωτοδέσμευσης) προκειμένου να συνθέσουν τις αζωτούχες ενώσεις τους όπως τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα. Το άζωτο που περιέχεται στις ουσίες αυτές διακινείται μέσω των τροφικών αλυσίδων στις διάφορες τάξεις των καταναλωτών προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πρωτεϊνών. Όμως τόσο τα φυτά όσο και τα ζώα εγκαταλείπουν στο έδαφος νεκρή οργανική ύλη (καρπούς, φύλλα, νεκρά σώματα, τρίχωμα κτλ.) που φυσικά περιέχει άζωτο. Τα ζώα επιπροσθέτως αποβάλλουν αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού τους, όπως είναι η ουρία, το ουρικό οξύ και τα περιττώματα. Όλες αυτές οι ουσίες διασπώνται από τους αποικοδομητές του εδάφους μέσα από μια διαδικασία που καταλήγει στην παραγωγή αμμωνίας. Η αμμωνία που συγκεντρώνεται στο έδαφος, υφιστάμενη τη δράση των **νιτροποιητικών** βακτηρίων του εδάφους, μετατρέπεται τελικά σε νιτρικά ιόντα τα οποία παραλαμβάνονται από τα φυτά. Έτσι κλείνει ένας κύκλος αζώτου στο εσωτερικό του οικοσυστήματος. Το άζωτο που έχει απομακρυνθεί από την ατμόσφαιρα επιστρέφει πίσω σ' αυτήν μέσω των **απονιτροποιητικών** βακτηρίων που μετατρέπουν τα νιτρικά ιόντα σε μοριακό άζωτο, το οποίο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.



Παρέμβαση του ανθρώπου στο κύκλο του αζώτου:

Ο άνθρωπος επηρεάζει τον κύκλο του αζώτου εισάγοντας αζωτούχα λιπάσματα στα αγροτικά οικοσυστήματα προκειμένου να αυξήσει την παραγωγικότητά τους. Στο παρελθόν χρησιμοποιούνταν για το σκοπό αυτό περιττώματα ζώων (κοπριά). Μετά την ανακάλυψη της μεθόδου παραγωγής αζωτούχων λιπασμάτων από το ατμοσφαιρικό άζωτο, τα οργανικά φυσικά λιπάσματα αντικαταστάθηκαν από τα βιομηχανικά, που μάλιστα χρησιμοποιούνται σε τεράστιες ποσότητες. Ωστόσο λιγότερο από το ένα τρίτο της εκάστοτε προστιθέμενης στο έδαφος ποσότητας προσλαμβάνεται από τα καλλιεργούμενα φυτά. Το υπόλοιπο παρασύρεται από τη βροχή και καταλήγει στα γλυκά ή στα θαλασσινά νερά οδηγώντας στο φαινόμενο του **ευτροφισμού**, που θα γνωρίσουμε στη συνέχεια. Ο ευτροφισμός βέβαια προκαλείται και με την απόρριψη τεράστιων ποσοτήτων αστικών λυμάτων στα υδάτινα οικοσυστήματα. Οι δύο πιο οικολογικοί τρόποι εμπλουτισμού του εδάφους σε άζωτο είναι η αγρανάπαυση και η αμειψισπορά. Κατά την

αγρανάπαυση το έδαφος ξεκουράζεται και αφήνεται να γίνει «δάσος». **Αμειψισπορά** είναι η εναλλαγή στην καλλιέργεια σιτηρών και ψυχανθών, έτσι ώστε το έδαφος να εμπλουτίζεται με άζωτο και να μην εξασθενεί (εναλλακτική καλλιέργεια).

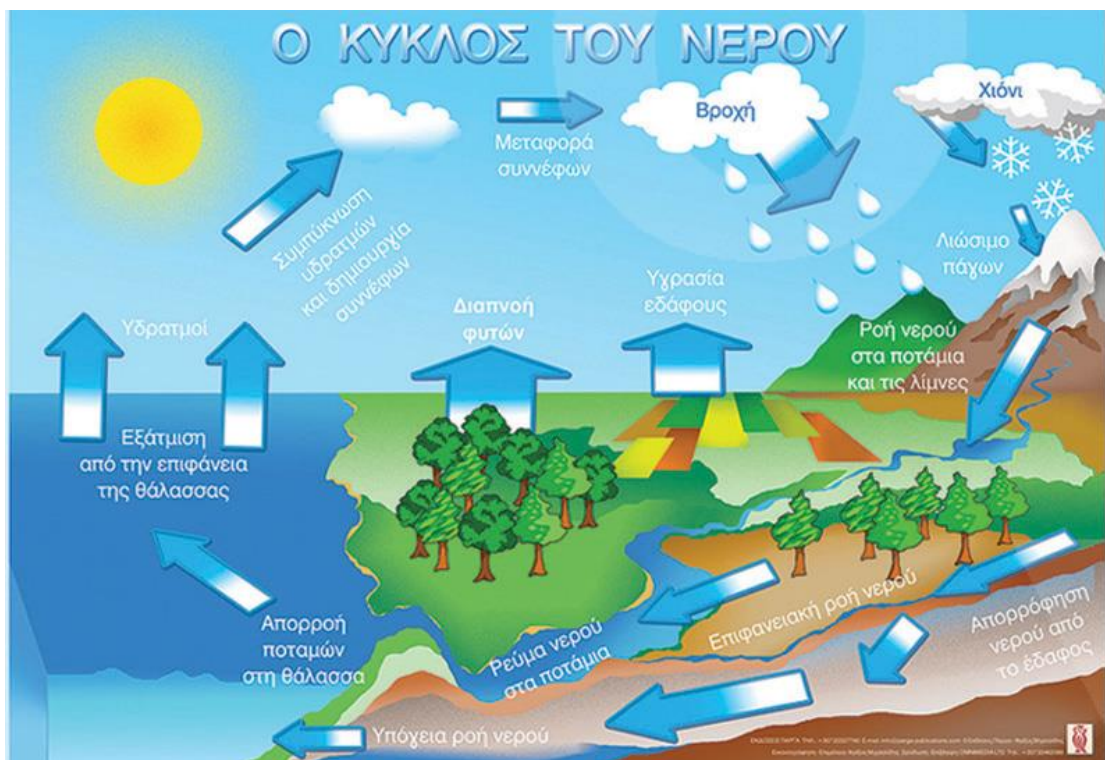


Ο κύκλος του νερού:

Το νερό καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα 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. Το νερό αποτελεί σημαντικό τμήμα των ζωντανών ιστών (το 75% του νωπού βάρους τους) και συμβάλλει στη θερμορύθμιση τόσο των φυτικών όσο και των ζωικών οργανισμών. Χρησιμοποιείται επίσης στη φωτοσύνθεση των φυτικών οργανισμών. 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 από οποιαδήποτε επιφάνεια. Η εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια των φύλλων ονομάζεται **επιδερμική εξάτμιση** και διακρίνεται από τη **διαπνοή**,

που είναι η απομάκρυνση του νερού μέσω των στομάτων, των πόρων δηλαδή της επιδερμίδας των φύλλων. Το νερό του εδάφους, που είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία, απορροφάται από τις ρίζες των φυτών και κυκλοφορεί στο εσωτερικό τους. Φθάνοντας το νερό στα φύλλα απομακρύνεται με τη διαπνοή από τα στόματά τους, μέσω των οποίων γίνεται επίσης η ανταλλαγή των αερίων μεταξύ των φυτών και της ατμόσφαιρας (είσοδος διοξειδίου του άνθρακα και αποβολή οξυγόνου κατά τη φωτοσύνθεση, αντίστροφα κατά την αναπνοή). Η διαπνοή, αποτελώντας 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. 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.



Παρέμβαση του ανθρώπου στο κύκλο του νερού:

Το νερό, μετά τον αέρα, αποτελεί το πλέον αναντικατάστατο φυσικό αγαθό. Ωστόσο η ρύπανσή 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.

Μεταβολές στην ποιότητα του νερού οι οποίες το καθιστούν ακατάλληλο για τους οργανισμούς προκαλούνται με διάφορους τρόπους. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις η ρύπανση του νερού ξεκινά από την αστική και τη βιομηχανική δραστηριότητα της ξηράς και καταλήγει στις θάλασσες, στους ποταμούς και στις λίμνες. Οι αρνητικές πλευρές της επίδρασης του ανθρώπου στο νερό δημιούργησαν προβλήματα ρύπανσης του μη πόσιμου νερού. Σήμερα κυριαρχούν ευρέως οι ανθρώπινες πηγές ρύπανσης του νερού:

- Αστικά απόβλητα
- Θρεπτικές ουσίες για τα φυτά και ιδιαίτερα άζωτο και φώσφορος που προστίθενται στο έδαφος ως τεχνικά λιπάσματα
- Κατάλοιπα
- Οργανικές χημικές ουσίες, κυρίως εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα και απορρυπαντικά
- Άλλες μεταλλικές και χημικές ουσίες που προέρχονται από βιομηχανικές και εξορυκτικές δραστηριότητες
- Ραδιενεργά υλικά
- Θερμότητα

Τα αστικά λύματα που καταλήγουν μέσω των αγωγών αποχέτευσης στα υδάτινα οικοσυστήματα περιέχουν παραπροϊόντα του ανθρώπινου μεταβολισμού (περιττώματα, σωματικές εκκρίσεις) και διάφορες ουσίες καθημερινής χρήσης όπως απορρυπαντικά, προϊόντα καθαρισμού κ.ά. Στις διαταραχές που προκαλούν τα αστικά λύματα στα υδάτινα οικοσυστήματα περιλαμβάνονται η άσχημη εικόνα με το θέαμα κηλίδων από απόβλητα που επιπλέουν ή ξεβράζονται στα ακτές, η αύξηση του μικροβιακού φορτίου τους, που μπορεί να γίνει αιτία για τη διάδοση σοβαρών νοσημάτων (εκδήλωση ασθενειών από κολοβακτηρίδιο) και το φαινόμενο του **ευτροφισμού**. Όσον αφορά το

φαινόμενο αυτό, 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 πυροδοτεί 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.

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. Τα ποσά της θερμότητας διασπείρονται με τη βοήθεια του νερού. Αφού, η θερμότητα χρησιμοποιηθεί επιστρέφει στα ποτάμια, στις λίμνες ή τις εκβολές ποταμών σε θερμοκρασίες 6,25-9,5° C υψηλότερες. Η άνοδος της θερμοκρασίας θα προκαλέσει μείωση της ικανότητας του νερού να συγκρατήσει το οξυγόνο, μείωση της αναπαραγωγικής ικανότητας και έπειτα, θάνατο του υδρόβιου πλούτου.

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 δε 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. Ένα τέτοιο μόριο είναι το εντομοκτόνο DDT.

Ο κύκλος του φωσφόρου:

Ο κύκλος του φωσφόρου στην βιόσφαιρα ξεκινάει με την εκχύλιση των φωσφορικών αλάτων από βράχους με το νερό της βροχής και του χιονιού και μεταφορά μέσω των ποταμών. Ο φώσφορος υπάρχει σε διάφορα πετρώματα και ορυκτά του εδάφους με τη μορφή ανόργανης φωσφορικής ρίζας. Τα φωσφορικά άλατα διαλυτοποιούνται δύσκολα στο νερό αλλά δεν εισέρχονται στον αέρα. Τα φυτά απορροφούν φωσφορικά από το έδαφος ή από υδατικά διαλύματα και τα ενσωματώνουν σε διάφορες οργανικές ενώσεις. Ο φώσφορος απελευθερώνεται αργά στα υδάτινα και χερσαία οικοσυστήματα μέσω της αποσάθρωσης των πετρωμάτων, απορροφάται από τα φυτά και ανακυκλώνεται μέσα στα οικοσυστήματα. Μεγάλη ποσότητα παρασύρεται στα ποτάμια και οδηγείται στους ωκεανούς όπου θα παραμείνει σε διαλυτή μορφή μέχρις ότου οδηγηθεί στα ωκεάνια ιζήματα τα οποία θα μετασχηματιστούν σε φωσφορούχα ιζηματογενή πετρώματα τα οποία μέσω γεωλογικής ανύψωσης μπορούν να σχηματίσουν νέα ξηρά.

Παρέμβαση του ανθρώπου στο κύκλο του φωσφόρου:

Η παρέμβαση γίνεται με δύο τρόπους: Αφενός εξορύσσοντας μεγάλες ποσότητες φωσφορικών πετρωμάτων για τη παραγωγή ανόργανων λιπασμάτων και απορρυπαντικών, αφετέρου προσθέτοντας περίσσεια φωσφόρου στα υδάτινα οικοσυστήματα από τις απορροές των ζωικών αποβλήτων, των κτηνοτροφικών μονάδων, των εμπορικών φωσφορούχων λιπασμάτων των αγρών και την αποφόρτιση των αστικών υγρών αποβλήτων.

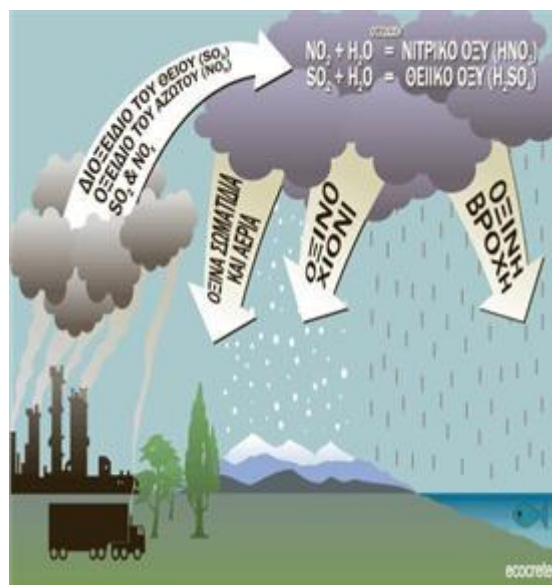


Ο κύκλος του θείου:

Το θείο εισέρχεται στην ατμόσφαιρα υπό μορφή διοξειδίου του θείου από φυσικές πηγές, όπως οι ηφαιστειακές εκρήξεις, ως σωματίδια που περιέχουν θειικά άλατα από την επίδραση του ανέμου στην επιφάνεια των ωκεανών και ως υδρόθειο, το οποίο παράγεται κατά την αναερόβια αποσύνθεση της οργανικής ύλης. Οι ενώσεις του θείου που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα κατακρημνίζονται με τις βροχές και, με τον τρόπο αυτό, προσλαμβάνονται από το έδαφος, τα διάφορα φυτά και τα επιφανειακά νερά.

Παρέμβαση του ανθρώπου στο κύκλο του θείου:

Πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες και κυρίως η καύση υδρογονανθράκων, απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα θείο. Η συνεισφορά των ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε εκπομπές θείου στην ατμόσφαιρα, υπερσχύουν σημαντικά των εκπομπών από τις φυσικές πηγές. Το διοξείδιο του θείου μετατρέπεται σε τριοξείδιο του θείου και σε σωματίδια που περιέχουν θειικά ιόντα. Τα σωματίδια αυτά μειώνουν την ορατότητα και, παρουσία υδρατμών, σχηματίζουν θειικό οξύ. Το θειικό οξύ είναι διαβρωτικό και η παρουσία του στο νερό της βροχής αυξάνει την οξύτητά του (όξινες βροχές) με δυσμενείς επιπτώσεις στα οικοσυστήματα (π.χ. καταστροφή δασών).



Αποτελέσματα-Συμπεράσματα:

Σύμφωνα με τα παραπάνω, καταλαβαίνουμε ότι η δράση του ανθρώπου προκειμένου να διευκολύνει τη ζωή του έχει αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον. Ο άνθρωπος θα πρέπει να αποφεύγει την κατάχρηση του περιβάλλοντος. Το ανθρώπινο γένος θα πρέπει να θεωρείται οικονόμος του φυσικού κόσμου και να θυμηθεί ότι η Γη του έχει παραχωρηθεί μόνο για χρήση και όχι για κατανάλωση ή αλόγιστη σπατάλη.

Βιβλιογραφία:

- Περάκη Β., Μπαρώνα Φ., Μπουρμπουχάκης Ι., Μπότσαρης Ι., Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Ενιαίου Λυκείου, Ο.Ε.Δ.Β, Αθήνα 2001.
- Το Ανοικτό Πανεπιστήμιο., Άνθρωπος και Περιβάλλον 2., 1988, Εκδοτικές Επιχειρήσεις Π. ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΟΣ Α.Ε.

Από το διαδίκτυο οι σελίδες:

- http://www.metal.ntua.gr/uploads/4407/perivallonI_rev.pdf
- http://www.chem.uoa.gr/courses/organiki_1/oikotoxikologia/oiktxk2_Ko8.pdf

- https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/BIO316/%CE%94%CE%A0%CE%9C%CE%A3_%CE%95%CE%A6%CE%91%CE%A1%CE%9C%20%CE%9F%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%9B_%CE%95%CE%A0/EVAPAP_%20%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%93%CE%95%CE%A9%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%99%20%CE%9A%CE%A5%CE%9A%CE%9B%CE%9F%CE%99_2015.pdf
- http://www.lib.teiher.gr/webnotes/steg/OikologiaTheoria/pdfs/Enotita_3.pdf