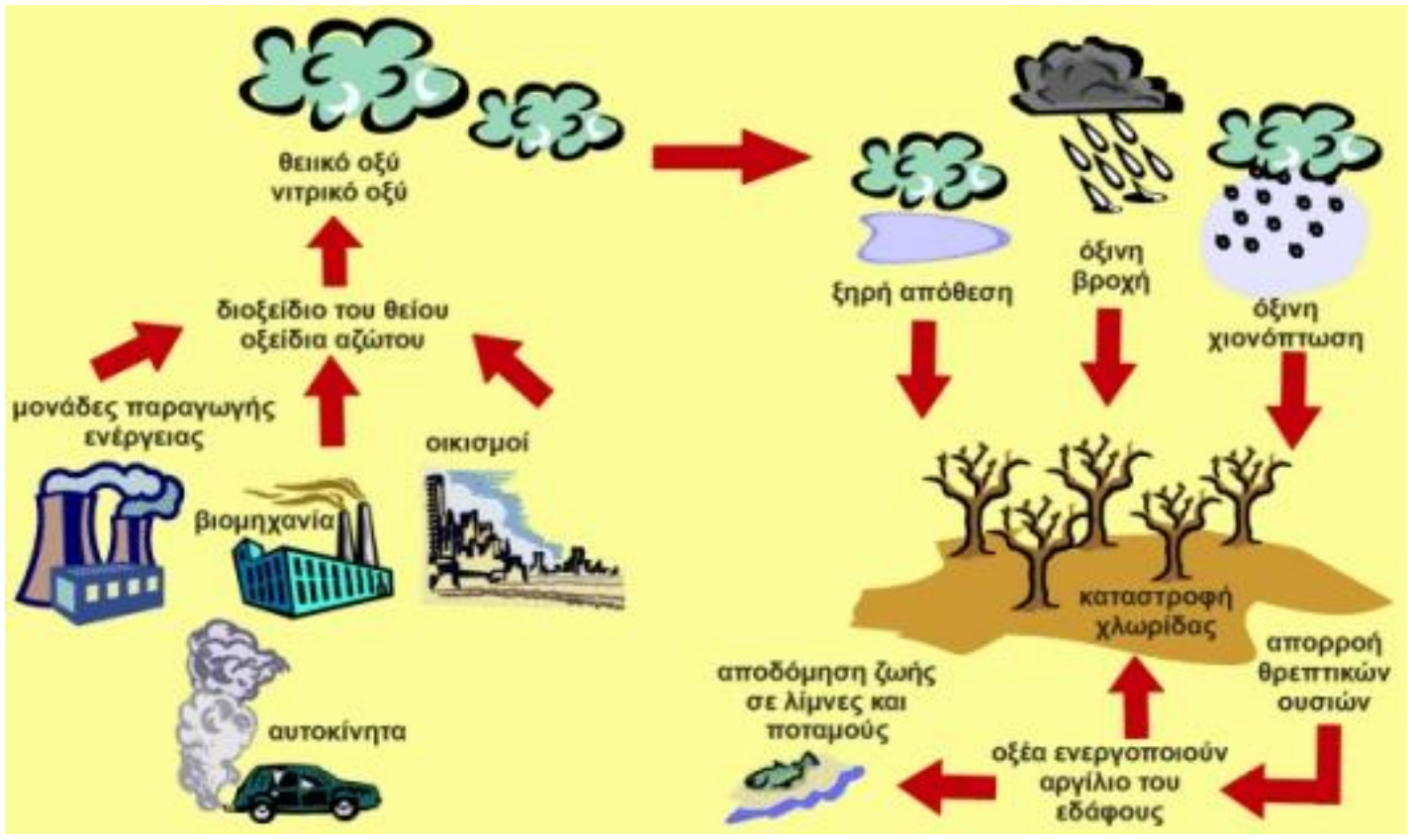


Όξινη Βροχή



Μόσχου Χρυσοπεία
Μαργαρίτης Χρυσότομος
Ματθαίου Νίκος
Λόνδος Αριστείδης

Α' Τετράμηνο
Β'3 ΓΕΛ Ν.ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ

Όξινη Βροχή

Όξινη βροχή ονομάζεται φαινόμενο που οφείλεται στη ρύπανση της ατμόσφαιρας και κατά το οποίο ποσότητες κυρίως θειικού και νιτρικού οξέος φτάνουν στο έδαφος σε υγρή μορφή, μεταφερόμενες με τη βροχή, το χιόνι, την ομίχλη, το χαλάζι κλπ, με καταστρεπτικές επιπτώσεις στην χλωρίδα και την πανίδα καθώς και σε κτήρια και μνημεία. Το πρόβλημα της όξινης βροχής άρχισε να γίνεται ιδιαίτερα έντονο από τη δεκαετία του '70 και μετά.

Σχηματισμός της όξινης βροχής

Η κυριότερη αιτία σχηματισμού της όξινης βροχής είναι η καύση των ορυκτών καυσίμων. Η βιομηχανία και οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας, χρησιμοποιούν άνθρακα και πετρέλαιο, για να καλύψουν τις ανάγκες μας σε ενέργεια. Οι ιδιώτες χρησιμοποιούν πετρέλαιο, άνθρακα, ξύλο ή φυσικό αέριο για τη θέρμανση των σπιτιών. Αυτοκίνητα, τρένα, αεροπλάνα και πλοία χρησιμοποιούν **βενζίνη** και άλλα **ορυκτά καύσιμα**. Σε μικρότερο βαθμό συμβάλλουν και φυσικά αίτια, όπως οι πυρκαγιές, οι εκρήξεις των ηφαιστειών, που εκπέμπουν διοξείδιο του θείου (SO_2) στην ατμόσφαιρα, αλλά και το πλαγκτόν από το οποίο απελευθερώνονται ποσότητες θειούχας ένωσης (διμεθυλοσουλφιδίου) που στην ατμόσφαιρα διασπάται φωτοχημικά και τελικά οξειδώνεται σε SO_2 .

Οι κύριοι ρύποι που δημιουργούν την όξινη βροχή είναι το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου. Ανεβαίνοντας, λοιπόν, οι ρύποι στην ατμόσφαιρα αντιδρούν με τους υδρατμούς της και το νερό της βροχής, και σχηματίζουν αντίστοιχα οξέα, όπως θειικό και νιτρικό. Αυτά τα οξέα μετατρέπουν τη βροχή σε όξινη. Εκτός από το νερό της βροχής επηρεάζονται από τους ρύπους, το χιόνι, η ομίχλη και το χαλάζι, τα οποία όταν πέφτουν στη γη, ρυπαίνουν το έδαφος και τα νερά και επιφέρουν σημαντικές μεταβολές στα οικοσυστήματα.

Μελέτες από τα μέσα της δεκαετίας του '80 οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι μεγάλες συγκεντρώσεις ρύπων που συντελούν στη δημιουργία της όξινης βροχής μεταφέρονται μέσω των αερίων μαζών σε μεγάλες αποστάσεις, μακριά από τον τόπο παραγωγής τους.

Η πιθανότητα να δεχθεί μια περιοχή όξινη βροχή εξαρτάται κυρίως από την προέλευση και την τροχιά των αερίων μαζών που προκαλούν τις βροχές. Τα ρεύματα αέρα που επικρατούν σε ύψη όπου εκπέμπονται τα οξείδια (300-500 μέτρων), βοηθούν στη μεταφορά τους σε απόσταση έως και χίλια χιλιόμετρα μακριά από τον τόπο παραγωγής τους.

Περιοχές που αντιμετωπίζουν έντονα προβλήματα από την όξινη βροχή, χωρίς οι ίδιες να έχουν σημαντικές εκπομπές οξειδίων θείου και αζώτου, είναι οι σκανδιναβικές χώρες και ο Καναδάς που γίνονται αποδέκτες της οξύτητας που σχηματίζεται από εκπομπές χωρών της κεντροδυτικής Ευρώπης και των βορειοανατολικών Η.Π.Α. Στην Ευρώπη, η Μ. Βρετανία είναι η χώρα που επηρεάζει τα οικοσυστήματα της βορειοδυτικής Ευρώπης, «εξάγοντάς» τους όξινη βροχή.

Επιπτώσεις της όξινης βροχής στο περιβάλλον

Έχει διαπιστωθεί ότι η όξινη βροχή επιδρά σε όλα τα συστατικά της βιόσφαιρας: στο έδαφος, στα δάση, στις καλλιέργειες, στις λίμνες, στα ποτάμια και γενικότερα στην υδρόβια ζωή, καθώς και στα μνημεία και στα κτήρια. .

Επιπτώσεις της όξινης βροχής στα φυτά.

Ιδιαίτερα καταστρεπτική έχει θεωρηθεί η επίδραση της στα φυτά και ιδιαίτερα στα δέντρα, που λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής τους εκτίθενται μακροχρόνια σε αυτήν. Τα φύλλα ή οι βελόνες των δέντρων κιτρινίζουν και πέφτουν, ο μεταβολισμός τους διαταράσσεται και το ριζικό σύστημα υφίσταται βλάβες, με αποτέλεσμα να προσλαμβάνονται μικρότερες ποσότητες θρεπτικών αλάτων και νερού. Επιπλέον, το ίδιο το έδαφος υποβαθμίζεται, επειδή τα οξέα που φτάνουν σε αυτό σε μεγάλη ποσότητα καταστρέφουν τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς, διαλύουν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών αλάτων που κατόπιν απομακρύνονται με το νερό της βροχής και απελευθερώνουν τοξικά για τα φυτά βαρέα μέταλλα (κυρίως ιόντα αργιλίου και μαγγανίου). Ως συνέπεια όλων αυτών είναι, βέβαια, η εξασθένηση των δέντρων, που γίνονται ευάλωτα σε βακτήρια, ασθένειες κλπ και τελικά πεθαίνουν.



Επιπτώσεις της όξινης βροχής στο έδαφος.

Η όξινη βροχή απομακρύνει από το έδαφος πολύτιμα μέταλλα, όπως το μαγνήσιο (Mg), το ασβέστιο (Ca), το κάλιο (K), μετατρέποντας το έδαφος φτωχό **σε θρεπτικά συστατικά** που είναι απαραίτητα για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών. Επιπλέον, το όξινο pH θανατώνει τους **αποικοδομητές** στο έδαφος. Όσο πιο όξινο είναι το pH της βροχής τόσο περισσότερα τοξικά μέταλλα απελευθερώνονται από το έδαφος. Έτσι τοξικά μέταλλα, όπως ο μόλυβδος (Pb), ο χαλκός (Cu), ο ψευδάργυρος (Zn), το κάδμιο (Cd) και ο υδράργυρος (Hg), μπορούν να αποδεσμευτούν από το έδαφος, να φτάσουν στα υπόγεια νερά, στους ποταμούς, τις λίμνες και στα ρεύματα που χρησιμοποιούνται για την προμήθεια του πόσιμου νερού, να μπουν στην **τροφική αλυσίδα** και να καταλήξουν στον άνθρωπο.

Επιπτώσεις της όξινης βροχής στα υδάτινα οικοσυστήματα



Οι υψηλές συγκεντρώσεις όξινης απόθεσης είναι επιβλαβής για τα υδάτινα οικοσυστήματα τα οποία δείχνουν ιδιαίτερη ευαισθησία στις αλλαγές της οξύτητας. Με την αύξηση της οξύτητας του νερού μειώνεται η γονιμότητα των ψαριών και το ποσοστό εκκόλαψης των αυγών, με αποτέλεσμα να μειώνεται δραματικά ο πληθυσμός των ψαριών και άλλων ειδών υδρόβιας ζωής. Επίσης η όξινη βροχή ενεργοποιεί το αργίλιο στο νερό και στον πυθμένα των λιμνών, γεγονός που μπλοκάρει το αναπνευστικό σύστημα των οργανισμών που ζουν σ' αυτό, με αποτέλεσμα να οδηγούνται στο θάνατο.

Επίσης, το αργίλιο συντελεί στην καθίζηση του φωσφόρου και μειώνει τη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών και τη συγκέντρωση του φυτοπλαγκτόν. Δημιουργούνται έτσι, ολιγοτροφικές λίμνες, που παρουσιάζουν μια πλαστή ομορφιά με τα εξαιρετικά διαυγή νερά τους.

Επιπτώσεις της όξινης βροχής στα αρχαία μνημεία

Η όξινη βροχή διαβρώνει υλικά όπως τα οικοδομικά υλικά (μάρμαρο, γρανίτη, ασβεστόλιθο), τα μέταλλα, τα χρώματα. Ιδιαίτερο πρόβλημα είναι η καταστροφή των αρχαίων μνημείων, σε πολλές πόλεις στον κόσμο (για παράδειγμα, στην Αθήνα, τα μάρμαρα της Ακρόπολης), καθώς και σε κτήρια και μνημεία της Ευρώπης προκαλώντας ανεπανόρθωτες καταστροφές στην πολιτιστική κληρονομιά των λαών.

Η διάβρωση των μνημείων οφείλεται σε αντιδράσεις που γίνονται στην επιφάνεια τους. Το διοξείδιο του θείου και η υγρασία αντιδρούν με το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) και σχηματίζουν θειικό ασβέστιο και γύψο ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), τα οποία είναι διαλυτά στο νερό, με αποτέλεσμα να προκαλείται φθορά τόσο στα δομικά υλικά όσο και στο κονίαμα που τα συνδέει. Η διαδικασία αυτή λέγεται γυψοποίηση.



Επιπτώσεις της όξινης βροχής στον άνθρωπο

Υπάρχουν πολλοί λόγοι ανησυχίας για την υγεία του ανθρώπου όσων αφορά την όξινη βροχή. Η όξινη βροχή επιδρά σ' όλα τα συστατικά της βιόσφαιρας επηρεάζοντας τη διατροφική αλυσίδα και έτσι, μέσω αυτής εισέρχονται στον οργανισμό του ανθρώπου επικίνδυνα τοξικά μέταλλα, με πολύ σοβαρές συνέπειες για την υγεία του.

Αντιμετώπιση του προβλήματος

Το πρόβλημα της όξινης βροχής είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα διασυννοριακής ρύπανσης, επειδή αυτοί που επηρεάζονται από την βροχή είναι πολλές φορές μακριά από αυτούς που την προκαλούν. Υπήρξε σημείο τριβής μεταξύ κρατών και έγινε η αφορμή να αρχίσουν νομοθετικές ρυθμίσεις σχετικά με αυτό το θέμα. Έπρεπε να βρεθούν δραστικές, βιώσιμες λύσεις που θα βασίζονταν στη μείωση των εκπομπών των ρύπων που προέρχονται από ανθρωπογενείς πηγές. Για το αυτό μπορούν να γίνουν οι παρακάτω γενικές προσεγγίσεις:

1. **Έλεγχος των εκπομπών από τις βιομηχανίες.** Εφόσον οι περισσότεροι ρύποι είναι προϊόντα καύσης, μια πρώτη προσέγγιση για τον έλεγχο των εκπομπών θα πρέπει να στοχεύει στη μείωση της κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων. Οι βιομηχανίες των προηγμένων χωρών είναι υποχρεωμένες να μειώσουν τις εκπομπές των ρύπων που προκαλούν την όξινη βροχή.
2. **Προσθήκη ασβεστόλιθου.** Αυτή η διαδικασία έχει εφαρμοστεί εκτενώς σε λίμνες της Νορβηγίας και της Σουηδίας. Είναι μια διαδικασία ιδιαίτερα δαπανηρή, η οποία πρέπει να γίνεται επαναλαμβανόμενα για να αποτρέψει το νερό από το να ξαναγυρίσει στην όξινη κατάσταση. Θεωρείται μία βραχυπρόθεσμη επιδιόρθωση σε συγκεκριμένες περιοχές και όχι μία προσπάθεια μείωσης ή εξάλειψης της μόλυνσης. Επιπλέον, δεν λύνει ευρύτερα προβλήματα, όπως την αλλαγή της σύστασης του εδάφους, τη μείωση της ορατότητας, την καταστροφή των υλικών και τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο, συχνά επιτρέπει στα ψάρια να παραμείνουν σε μια λίμνη, έτσι ώστε ο ενδογενής πληθυσμός να επιζήσει σ' αυτό το μέρος έως ότου να μειωθεί η εκπομπή ρύπων και η απόθεση οξέων στην περιοχή.
3. **Χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας** και κυρίως ανανεώσιμων πηγών όπως η ηλιακή, η αιολική ενέργεια και η γεωθερμία.
4. **Η χρήση του καταλυτικού μετατροπέα,** μιας συσκευής η οποία τοποθετείται στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων των αυτοκινήτων με στόχο τη μετατροπή των εκπεμπόμενων ρύπων σε λιγότερο επιβλαβή για το περιβάλλον καυσαέρια.
Υπάρχουν, επίσης, εναλλακτικές μορφές ενέργειας για τα αυτοκίνητα, που δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον, όπως τα αυτοκίνητα που κινούνται με αέριο, με μπαταρίες, με κυψέλες καυσίμων και με συνδυασμό εναλλακτικής μορφής ενέργειας και βενζίνης.

5. Σε ατομικό επίπεδο, η ανάπτυξη οικολογικής συμπεριφοράς και η υιοθέτηση καταναλωτικών προτύπων φιλικών προς το περιβάλλον. Υπάρχουν συγκεκριμένες ενέργειες που μπορεί ο καθένας από εμάς να κάνει για να μειώσει τη συνεισφορά του στο πρόβλημα, όπως να έχει ενημέρωση και ενεργό συμμετοχή σε πρωτοβουλίες για το περιβάλλον, να περιορίζει τη σπατάλη ενέργειας (π.χ. απενεργοποίηση συσκευών και σβήσιμο των φώτων, όταν δεν είναι απαραίτητο να λειτουργούν), να ρυθμίζει το θερμοστάτη στις συσκευές θέρμανσης στους 20⁰C το χειμώνα και στους 25⁰C στις συσκευές ψύξης το καλοκαίρι, να επιλέγει θερμομόνωση στις κατοικίες, να χρησιμοποιεί τα μέσα μαζικής μεταφοράς ή το ποδήλατο για τις μετακινήσεις του, να καταναλώνει προϊόντα που τα ίδια ή οι συσκευασίες τους είναι φιλικά προς το περιβάλλον κ.ά.

Βιβλιογραφία

Για τις εικόνες:

- www.pe04.net
- www.pacific.jour.auth.gr
- www.schooltec.files.wordpress.com
- www.allaboutenergy.gr
- www.content-mcdn.ethnos.gr
- www.dailyone.gr
- www.edu.fi

Για το κείμενο:

- www.kee.gr
- www.acidrain2010.blogspot.gr
- www.neo.gr