

# Όξινη Βροχή



Εργασία των : Αικατερίνη Γηρούση, Άντζελα Ασλάνη, Χρήστος Ζαμπούνης, Βαλέριος Αλκίδης, Βασίλης Δημητρίου



## Όξινη Βροχή - Όξινη Κατακρήμνιση

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 κ.λπ., με καταστρεπτικές επιπτώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα, καθώς και σε κτίρια και

μνημεία.

Ο όρος "όξινη βροχή" χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά για να περιγράψει τη ρυπασμένη βροχή στο Μάντσεστερ της Βρετανίας στη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης τον 19ο αιώνα και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται παρά το ότι θεωρείται σωστότερος ο όρος "όξινη κατακρήμνιση". Κύρια αιτία για το σχηματισμό της όξινης βροχής είναι το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ), που εκλύεται από βιομηχανίες που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, καθώς και τα οξειδία του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ), που περιέχονται κυρίως στα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Οι ενώσεις αυτές αντιδρούν με

το οξυγόνο και τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας και σχηματίζουν αντίστοιχα θειικό οξύ ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) και νιτρικό οξύ ( $\text{HNO}_3$ ), τα οποία στη συνέχεια, διαλυμένα στο νερό της βροχής, στο χαλάζι, στο χιόνι ή στα σταγονίδια της ομίχλης κ.λπ., προσβάλλουν το έδαφος, το νερό, τα φυτά, τα ζώα και τα κτίσματα. Το  $\text{SO}_2$  και τα  $\text{NO}_x$  μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις με τη βοήθεια των ανέμων και να δημιουργήσουν όξινη βροχή χιλιόμετρα μακριά από τον τόπο εκπομπής τους. Το πρόβλημα της όξινης βροχής άρχισε να γίνεται ιδιαίτερα έντονο από τη δεκαετία του 1970 και μετά.

Ωστόσο, αξίζει εδώ να σημειώσουμε ότι τα αέρια αυτά που ευθύνονται για τη δημιουργία της όξινης βροχής, παράγονται και διαχέονται στην ατμόσφαιρα όχι μόνο από τα σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα του ανθρώπου, αλλά και από την ίδια τη φύση. Για παράδειγμα από την ηφαιστειακή δραστηριότητα κατά τις διεργασίες αποικοδόμησης των οργανικών ουσιών από τα βακτήρια του εδάφους. Το pH της βροχής σε κανονικές συνθήκες είναι περίπου 5,6, δηλαδή έχει ελαφρά όξινο χαρακτήρα. Αυτό συμβαίνει διότι οι συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών δεν είναι αυξημένες οπότε το νιτρικό και το θειώδες οξύ που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής την καθιστούν ελαφρά όξινη. Από την άλλη πλευρά, στις περιοχές στις οποίες η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί με μεγάλες συγκεντρώσεις των οξειδίων αυτών, είτε διότι γίνεται εντατική καύση υγρών καυσίμων είτε διότι οι ρύποι αυτοί έχουν μεταφερθεί με τον άνεμο, μεγαλώνει και η ποσότητα του νιτρικού και του θειώδους οξέως που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό της βροχής. Έτσι όμως, η βροχή γίνεται περισσότερο όξινη καθώς η τιμή του pH μπορεί να πέσει αρκετά κάτω από το 5. Εξαιτίας του φαινομένου της όξινης κατακρήμνισης το φύλλωμα των δένδρων, ελαττώνεται η γονιμότητα του εδάφους και θανατώνονται οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί των υδάτινων οικοσυστημάτων.

## Καταστροφή Φυτών και Εδάφους

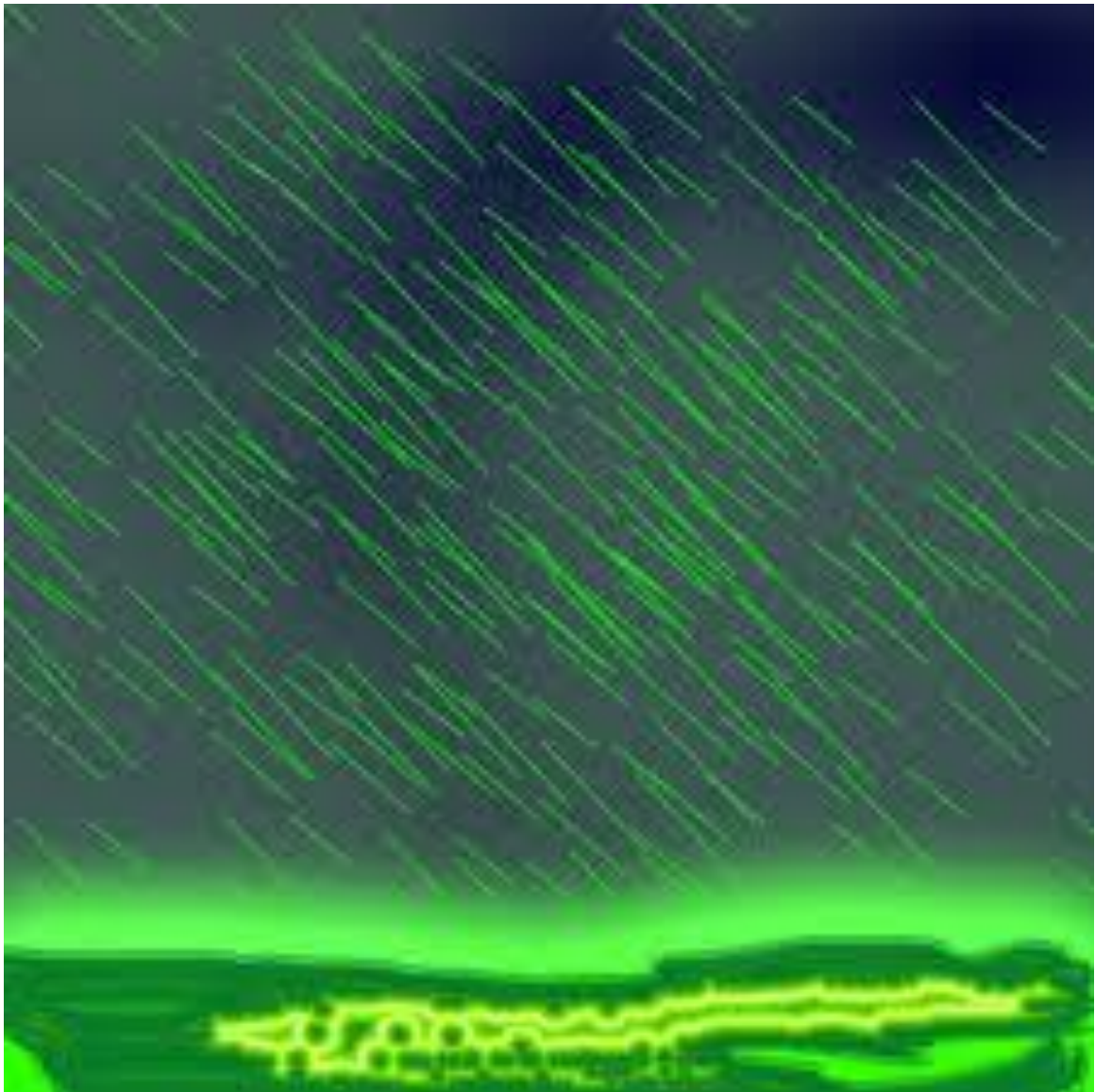
Ιδιαίτερα καταστρεπτική έχει θεωρηθεί η επίδρασή της στα φυτά και ειδικότερα στα δέντρα, που λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής τους εκτίθενται μακροχρόνια σε αυτήν. Τα φύλλα ή οι βελόνες των δέντρων κιτρινίζουν και πέφτουν, ο μεταβολισμός τους διαταράσσεται και το ριζικό σύστημα υφίσταται βλάβες, με αποτέλεσμα να προσλαμβάνονται μικρότερες ποσότητες



θρεπτικών αλάτων και νερού. Επιπλέον, το ίδιο το έδαφος υποβαθμίζεται, γιατί τα οξέα που φτάνουν σ' 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 κ.λπ. και τελικά πεθαίνουν. Σύμφωνα με έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το 1991 το 22% των δασών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είχε προσβληθεί από την όξινη βροχή, ενώ αν υπολογιστούν και οι ανατολικοευρωπαϊκές χώρες, το ποσοστό αυξάνεται σε 38%. Οι χώρες όπου διαπιστώθηκαν οι σοβαρότερες επιπτώσεις είναι η Βρετανία, η Πολωνία και η Τσεχία. Εξίσου έντονο είναι το πρόβλημα και σε δάση των βορειοανατολικών Η.Π.Α. και του ανατολικού Καναδά.

## Καταστροφή των Επιφανειακών Νερών

Καταστρεπτικές είναι οι επιδράσεις της όξινης βροχής και στα επιφανειακά νερά, κυρίως λίμνες και μικρά ποτάμια, καθώς η αυξημένη συγκέντρωση οξέων καταστρέφει το πλαγκτόν, την υδάτινη χλωρίδα και τα αβγά αμφιβίων και ψαριών. Κατά καιρούς η όξινη βροχή έχει θεωρηθεί υπεύθυνη και για μαζικούς θανάτους ψαριών, όπως συνέβη σε σκανδιναβικές λίμνες στις αρχές της δεκαετίας του 1970 και σε μικρά ποτάμια της Γερμανίας στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Επίσης, ιδιαίτερα αυξημένη ποσότητα όξινης βροχής δέχονται λίμνες και ποταμάκια κατά την άνοιξη με την τήξη των πάγων





## Καταστροφή Μνημείων

Η όξινη βροχή καταστρέφει κτίρια, μνημεία και αγάλματα κατασκευασμένα από ορυκτό υλικό, που είναι συνήθως ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ), όπως ασβεστόλιθος, μάρμαρο κ.λπ. Έτσι, το ανθρακικό ασβέστιο μετατρέπεται σε γύψο, ο οποίος στη συνέχεια ενώνεται με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας ή το νερό της βροχής, φουσκώνει και σκάει, με τελικό αποτέλεσμα τη διάβρωση ή την αποσάθρωση του υλικού.



Το θειικό οξύ επιδρά επίσης και στις εξωτερικές υαλογραφίες των κτιρίων, καθώς αποχρωματίζει και θαμπώνει το γυαλί.

Καταστροφές μνημείων εξαιτίας της όξινης βροχής έχουν σημειωθεί σε πάρα πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο. Για την αντιμετώπιση της όξινης βροχής, καθίσταται αναγκαίος ο περιορισμός του διοξειδίου του θείου και των οξειδίων του αζώτου. Τα σημαντικότερα μέτρα προς την κατεύθυνση αυτή περιλαμβάνουν την αποθείωση των καυσαερίων των εργοστασίων και την εφαρμογή καταλύτη καυσαερίων στο αυτοκίνητο.

Ο ήλιος εξασφαλίζει την ενέργεια για τις φωτοχημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα.

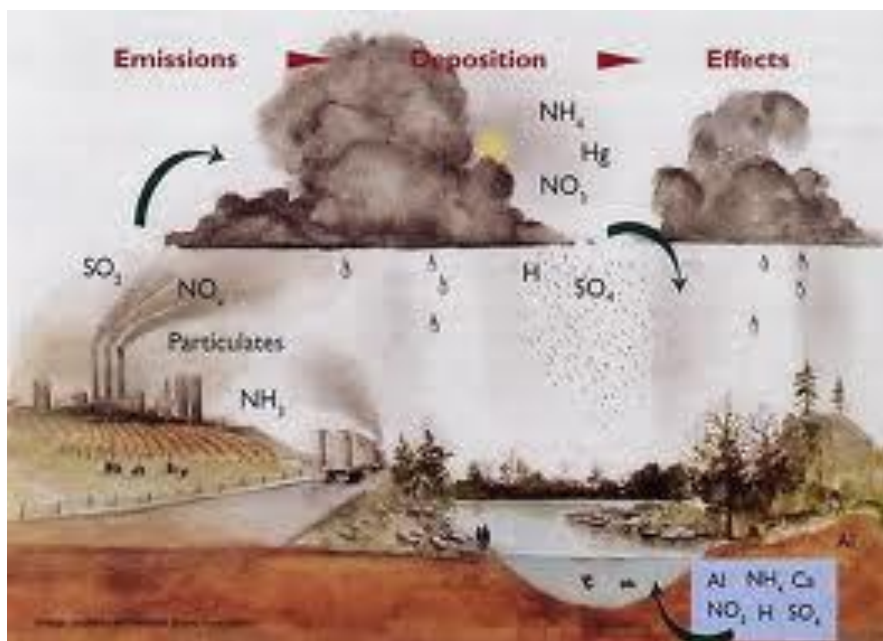
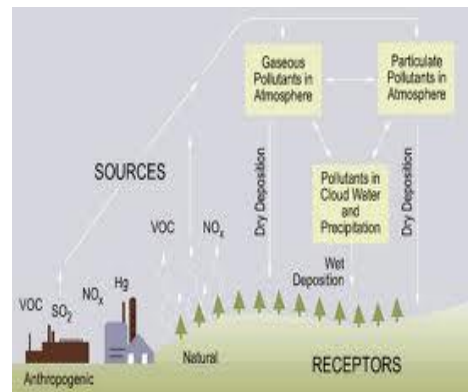
$$\text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$$

διοξείδιο του θείου θειικό οξύ

$$2\text{NO}_2 + 1/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$$

διοξείδιο του αζώτου νιτρικό οξύ

**ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ**



## Βιβλιογραφία:

- [http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/climate/html/acid\\_rain.htm](http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/climate/html/acid_rain.htm)
- [http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%8C%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%B7\\_%CE%B2%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%AE](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%8C%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%B7_%CE%B2%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%AE)
- <https://www.google.gr/search?q=%CE%BF%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%B7+%CE%B2%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%B7&hl=el&newwindow=1&safe=off&tbo=u&tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=OjSxUMWYLNTIOAW08IHAAw&sqi=2&ved=0CDUQsAQ&biw=1366&bih=667>
- [http://www.slate.com/articles/health\\_and\\_science/the\\_green\\_lantern/2009/08/whatever\\_happened\\_to\\_acid\\_rain.html](http://www.slate.com/articles/health_and_science/the_green_lantern/2009/08/whatever_happened_to_acid_rain.html)