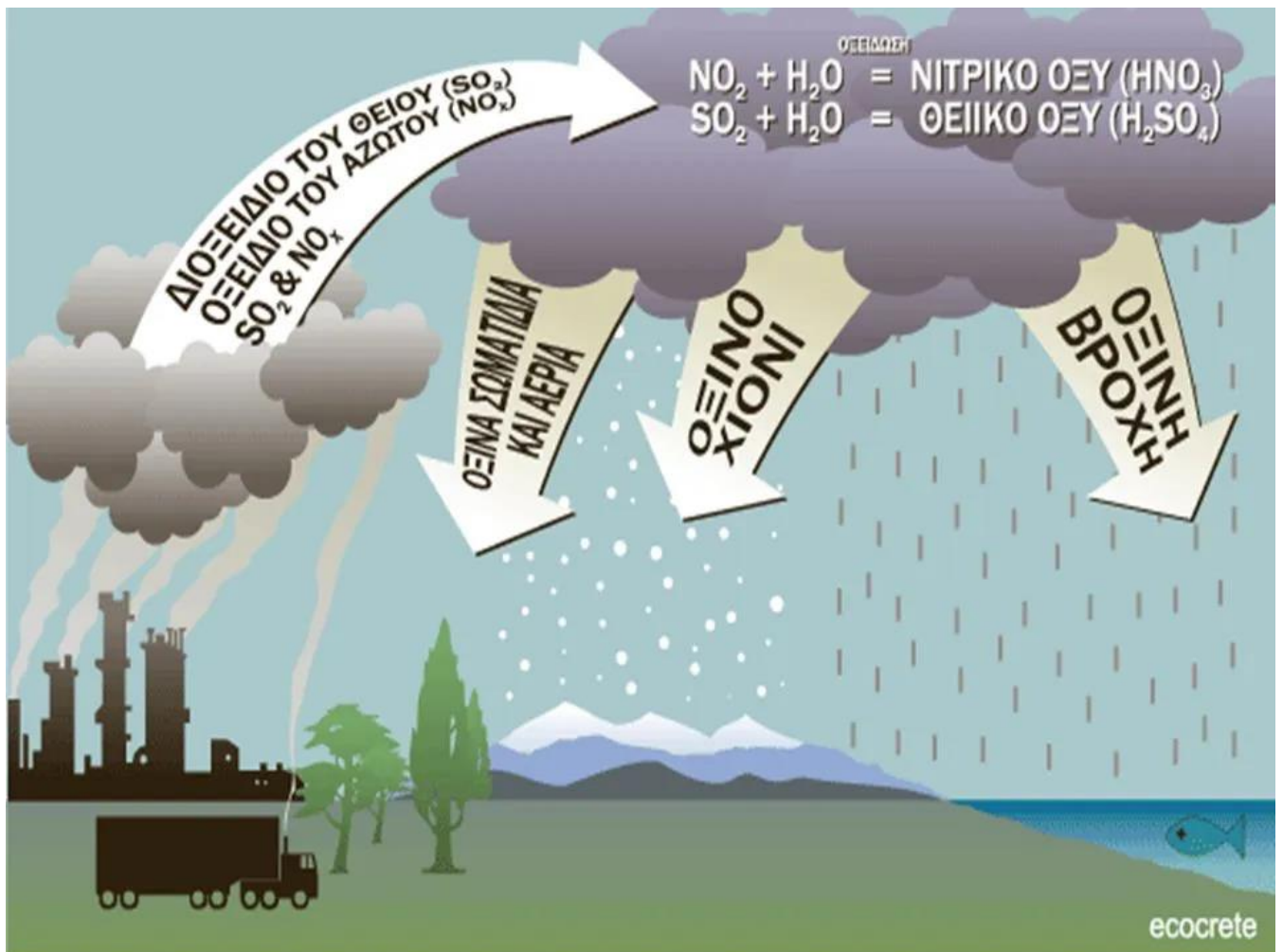




ΟΞΙΝΗ

ΒΡΟΧΗ

Μάιος 2022



ΧΗΜΕΙΑ Β ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

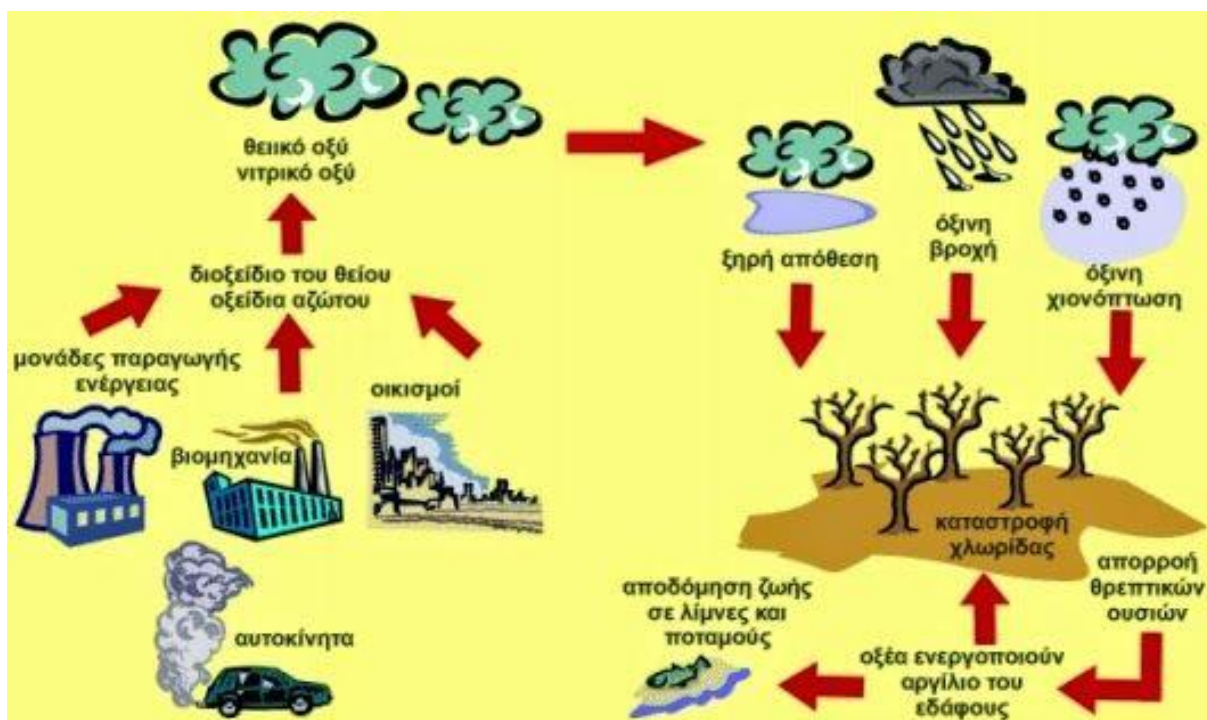
Ζωή Σπαθή  
Μαργαρίτα Νεάνθη  
Αλέξια Χαρατιάν  
Β4 2ο Γυμνάσιο Αγ. Παρασκευής

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Εισαγωγή.....	4
Σχηματισμός/ Αίτια όξινης βροχής.....	5
Τρόποι αντιμετώπισης όξινης βροχής.....	9
Συμπεράσματα.....	11
Βιβλιογραφία.....	12

## Περίληψη

Η πρώτη φορά που κάποιος χρησιμοποίησε τον όρο όξινη βροχή ήταν το 1852. Η όξινη βροχή είναι σαν την φυσιολογική βροχή αλλά έχει λιγότερο pH. Οι δύο κύριοι ρύποι που βοηθάνε στο σχηματισμό της είναι το διοξείδιο του θείου ( $SO_2$ ) και τα οξειδία του αζώτου ( $NO_x$ ), οι οποίοι μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις με τη βοήθεια των ανέμων και να δημιουργήσουν όξινη βροχή χιλιόμετρα μακριά από τον τόπο εκπομπής τους. Η όξινη βροχή έχει πολλές καταστροφικές συνέπειες στα δάση, στο νερό που πίνουμε, στην υγεία μας, στα κτίρια, στα μνημεία, στα τρόφιμα, στις λίμνες και τα ποτάμια, στα ψάρια κ.α. Φυσικά υπάρχουν κάποια πράγματα που μπορούμε να κάνουμε για να προσπαθήσουμε να δώσουμε μια λύση σε αυτό το πρόβλημα, όπως να εξοικονομούμε ενέργεια (π.χ. κλείνοντας τα φώτα όταν δεν τα χρειαζόμαστε) ή να χρησιμοποιούμε αυτοκίνητα που κινούνται με αέριο, έτσι ώστε να μην ρυπαίνεται το περιβάλλον.





## Εισαγωγή

Ο όρος όξινη βροχή χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον Άγγλο χημικό Robert Angus Smith το 1852. Ο Smith παρατήρησε τη σχέση μεταξύ της ατμόσφαιρας του Λονδίνου και του όξινου χαρακτήρα της βροχής κατά την διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης. Το 1982 τα Ηνωμένα Έθνη αναγνώρισαν ότι η όξινη βροχή ήταν ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα διασυννοριακής ρύπανσης.

Η βροχή είναι το νερό που πέφτει από την ατμόσφαιρα με μορφή υδροσταγόνων που προέρχονται από την υγροποίηση των υδρατμών που σχηματίζουν τα σύννεφα. Άρα όξινη είναι κάθε βροχή. Σε φυσιολογικές συνθήκες το pH της βροχής είναι περίπου 5,6. Όμως στις αστικές περιοχές το pH της βροχής είναι 3,5-4,5 εμφανίζεται δηλαδή το φαινόμενο της όξινης βροχής.

Η όξινη βροχή είναι το φαινόμενο των αφύσικα όξινων μετεωρολογικών κατακρημνισμάτων όπως π.χ. βροχή, χιόνι, ομίχλη, πάχνη και ξηρή σκόνη. Για αυτό το λόγο ο σωστός όρος θεωρείται ότι είναι όξινη κατακρήμνιση επειδή η όξινη βροχή αναφέρεται στην ουσία σε όλα τα μετεωρολογικά κατακρημνίσματα. Η φράση “αφύσικα όξινα” χρησιμοποιείται επειδή, όπως και η όξινη, η φυσιολογική βροχή περιέχει όξινες ιδιότητες εξαιτίας της διάλυσης σε αυτή του διοξειδίου του άνθρακα σχηματίζοντας ένα ελαφρύ οξύ, δηλαδή το ανθρακικό οξύ ( $H_2CO_3$ ). Το οξύ αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί βοηθά στη διάλυση ορυκτών του εδάφους. Με αυτόν τον τρόπο αφομοιώνονται ευκολότερα από τα ζώα και τα φυτά. Άρα, η όξινη βροχή έχει πιο πολλές όξινες ιδιότητες όπως προαναφέρθηκε με pH 5 ή και μικρότερο. Ο ορισμός της όξινης βροχής είναι το φαινόμενο κατά το οποίο το pH της βροχής είναι χαμηλότερο από το φυσιολογικό.

## Σχηματισμός/ Αίτια όξινης βροχής

Οι κυριότερες αιτίες για τη δημιουργία της όξινης βροχής είναι οι μεγάλες βιομηχανίες και εργοστάσια. Τα καυσαέρια που παράγονται εκεί αλλά και από αυτοκίνητα κάνουν τη βροχή σε αστικές περιοχές όξινη. Πιο συγκεκριμένα, οι κύριοι ρύποι είναι:

α) το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ )

Το διοξείδιο του θείου είναι ανόργανη χημική ένωση με μοριακό τύπο  $\text{SO}_2$ . Το μόριό του είναι τριατομικό και δεν είναι γραμμικό. Είναι αέριο με οσμή «καιόμενου θείου», και πράγματι αποτελεί το κυριότερο προϊόν της καύσεως ουσιών που περιέχουν θείο, γεγονός με περιβαλλοντική σημασία. Το διοξείδιο του θείου απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά τις εκρήξεις των ηφαιστείων και σε μικρότερες ποσότητες από διάφορες βιομηχανίες και την καύση ορυκτών καυσίμων. Επειδή οι γαιάνθρακες (κάρβουνο) και το πετρέλαιο περιέχουν ενώσεις του θείου, αναπόφευκτα η καύση τους εκλύει διοξείδιο του θείου. Με την παρουσία υγρασίας και περισσότερο κάποιου καταλύτη όπως το διοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου οξειδώνεται παραπέρα σε τριοξείδιο του θείου (το οποίο διαλυόμενο στο νερό δίνει θειικό οξύ), πράγμα που όταν γίνεται στην ατμόσφαιρα δημιουργεί το φαινόμενο της όξινης βροχής.

Το διοξείδιο του θείου υγροποιείται εύκολα και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα οικιακά ψυγεία.

β) τα οξειδία του αζώτου ( $\text{NO}_x$ )

Στην ατμοσφαιρική χημεία περιβάλλοντος, με τον γενικό όρο οξειδία του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) γίνεται αναφορά στο αέριο μείγμα μονοξειδίου του αζώτου ( $\text{NO}$ ) και διοξειδίου του αζώτου ( $\text{NO}_2$ ) που υπάρχει στην γήινη ατμόσφαιρα, αποτελώντας έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες ρύπανσής της.

Τα αέρια αυτά συνεισφέρουν στο σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους, όξινης βροχής, ενώ επιπλέον επηρεάζουν το τροποσφαιρικό όζον.

Τα αέρια αυτά συνήθως παράγονται με αντίδραση ανάμεσα σε άζωτο και οξυγόνο κατά τη διάρκεια καύσης καυσίμων, όπως οι υδρογονάνθρακες, στον αέρα, ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως οι κινητήρες αυτοκινήτων. Σε περιοχές με υψηλή κίνηση μηχανοκίνητων οχημάτων, όπως οι μεγάλες πόλεις, τα

οξειδία του αζώτου που εκπέμπονται μπορεί να αποτελούν σημαντική πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Αλλά, επίσης, τα οξειδία του αζώτου μπορούν να παραχθούν και με φυσικό τρόπο, για παράδειγμα μέσω των ατμοσφαιρικών ηλεκτρικών εκκενώσεων.

Στα οξειδία του αζώτου συχνά εννοείται ότι συμπεριλαμβάνεται και το υποξείδιο του αζώτου ( $N_2O$ ), γιατί ενώ γενικά θεωρείται σχετικά αδρανές οξείδιο του αζώτου και έχει χρήσιμες εφαρμογές ως οξειδωτικό για πυραύλους, μηχανές αυτοκινήτων, ως αναισθητικό και ως προωθητικό για αεροζόλ σπρέι και σαντιγί, αλλά ταυτόχρονα συμβάλλει σημαντικά στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, ενώ μπορεί να έχει σημαντική επίδραση το στρατοσφαιρικό όζον.

Γενικότερα στη χημεία, ο γενικός όρος  $Nox$  αποτελεί συντομογραφία για γενικότερη ομάδα χημικών ενώσεων που συμπεριέχουν στο μόριό τους από ένα τουλάχιστον άτομο αζώτου και οξυγόνου.

Υπάρχει και ο συγγενικός όρος  $NOy$ , που συμπεριλαμβάνει τα αέρια του όρου  $Nox$  συν τα αέρια του όρου  $NOz$ , που περιλαμβάνουν ενώσεις που προκύπτουν από τα αέρια  $NOx$ . Τα αέρια  $Noz$  συμπεριλαμβάνουν το νιτρικό οξύ ( $HNO_3$ ), το νιτρικό οξύ ( $HNO_2$ ), το πεντοξείδιο του διαζώτου ( $N_2O_5$ ), τον υπεροξυακετυλονιτρικό εστέρα ( $PAN$ , PeroxyAcetyl Nitrate,  $AcONO_3$ ), τους αλκυλονιτρικούς εστέρες ( $RONO_2$ ), τους υπεροξυαλκυλονιτρικούς εστέρες ( $RONO_3$ ) και το υπεροξυνιτρικό οξύ ( $HNO_4$ ).

## Επιπτώσεις όξινης βροχής

Η όξινη βροχή έχει διάφορες καταστρεπτικές συνέπειες στις λίμνες, τα δάση, τα ποτάμια, τους ζωντανούς οργανισμούς, τα μνημεία και τα κτίρια. Μερικά δέντρα πεθαίνουν και δεν μπορούν να αναπτυχθούν επειδή το χώμα έχει πολύ οξύτητα, ενώ άλλα χάνουν τα φύλλα τους και αδυνατίζουν. Επίσης, η όξινη βροχή έχει διαβρωτικές ικανότητες οι οποίες είναι επικίνδυνες για τα κτίρια και άλλα υλικά. Τα καταστρέφει αργά διαλύοντας την πέτρα, σκουριάζοντας το μέταλλο, ξεθωριάζοντας τα χρώματα, αδυνατίζοντας το δέρμα και κάνοντας το γυαλί να σχηματίζει κρούστα.

Ο αέρας, το φαγητό ακόμα και το νερό έχουν έρθει σε επαφή με τα οξέα της όξινης βροχής. Τα κυρίως προβλήματα που δημιουργούνται στην υγεία είναι



αναπνευστικές ασθένειες. Επίσης η υγεία μπορεί να απειληθεί από τα αυξημένα επίπεδα κάποιων μετάλλων όπως χαλκός, αλουμίνιο και μόλυβδος στο νερό που πίνουμε. Πιο αναλυτικά μερικές από τις συνέπειες της όξινης βροχής είναι οι εξής:

- Η όξυνση του νερού, λόγω της όξινης βροχής, βλάπτει τα φυτά στις λίμνες και στα ρεύματα, μειώνει τη γονιμότητα των ψαριών και την εκκόλαψη των αυγών με αποτέλεσμα να μειώνεται ο πληθυσμός των ψαριών. Το φαινόμενο αυτό έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις στην Κεντρική Ευρώπη και στις Σκανδιναβικές χώρες όπου έχουν νεκρωθεί ολόκληρες λίμνες εξαιτίας της ελάττωσης των ψαριών.

- Τα δάση είναι πολύ σημαντικά για τη γη. Απελευθερώνουν οξυγόνο, ρυθμίζουν το κλίμα της περιοχής όπου βρίσκονται, προστατεύουν το έδαφος, αποθηκεύουν και διανέμουν νερό. Προκαλεί σοβαρές βλάβες στη βλάστηση, στις δασικές εκτάσεις και ζούγκλες, καθώς απορροφά θρεπτικά συστατικά του εδάφους και ελευθερώνει αργίλιο, το οποίο δημιουργεί δυσκολίες στην απορρόφηση νερού από τα δέντρα. Ορισμένα χημικά συστατικά της όξινης βροχής αναμιγνύονται με άλλα στο έδαφος και καταλήγουν να εξαντληθούν σε θρεπτικά συστατικά. Συνέπεια αυτού είναι ότι πολλά φυτά υφίστανται βλάβες, διαταράσσεται ο μεταβολισμός τους και καταστρέφονται οι ρίζες τους.



- Πολύτιμα μέταλλα όπως το μαγνήσιο, το ασβέστιο, το κάλιο απομακρύνονται από το έδαφος με αποτέλεσμα να είναι φτωχό σε θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται τα φυτά για την ανάπτυξή τους. Επίσης, το όξινο pH θανατώνει τους αποικοδομητές και διάφορους μικροοργανισμούς που ζουν στο έδαφος. Όσο πιο πολύ όξινο είναι το pH της βροχής τόσο περισσότερα τοξικά μέταλλα απελευθερώνονται από το έδαφος (π.χ. χαλκός, μόλυβδος, ψευδάργυρος). Αυτά τα μέταλλα φτάνουν σε υπόγεια νερά, ποτάμια, λίμνες ακόμη και ρεύματα που χρησιμοποιούνται για την προμήθεια πόσιμου νερού και έτσι να μπουν στην τροφική αλυσίδα και να καταλήξουν στον άνθρωπο.

- Δημιουργούνται σοβαρά δερματολογικά, οφθαλμολογικά και αναπνευστικά προβλήματα, όταν εκτίθεται ο άνθρωπος σε οξειδία του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) και διοξείδιο του άνθρακα. Όταν αυτοί οι δύο ρυπαντές με σκόνη και ομίχλη, δημιουργείται η καπνομίχλη που μπορεί να βλάψει όσους έχουν αναπνευστικά προβλήματα. Στο Λονδίνο το 1952 πέθαναν 4.000 άνθρωποι σε 4 μέρες λόγω του συνδυασμού της καπνομίχλης και του διοξειδίου του θείου.
- Τα μνημεία παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην ιστορία μιας χώρας. Καθώς αποτυπώνουν διάφορα γεγονότα που συνέβησαν σε αυτή τη χώρα (πολεμικά, καλλιτεχνικά, κοινωνικά κ.α.). Η όξινη βροχή καταστρέφει όλες τις τεχνητές επιφάνειες με μακροχρόνια διαβρωτική επίδραση σε ξύλο, πέτρα, μάρμαρο και πλαστικά. Πιο συγκεκριμένα το μάρμαρο, με τη βοήθεια οξέων που διαλύονται όταν έρχονται σε επαφή με όξινη βροχή, Πολλά αγάλματα και μνημεία έχουν υποστεί ζημιές από τη συχνή όξινη βροχή. Μερικά από αυτά είναι ο Παρθενώνας, το Άγαλμα της Ελευθερίας, ο καθεδρικός ναός του Αγίου Παύλου, το Ταζ Μαχάλ και πολλά άλλα.





- Δημιουργείται όξινη σκόνη από την κάπνα των βιομηχανιών, τα καυσαέρια και την θέρμανση οπού πέφτουν σχεδόν αμέσως στη γη και κατακάθονται στα κτίρια ή στο έδαφος. Με αποτέλεσμα να καταστρέφονται μέταλλα, χρώματα, χαρτιά και υφάσματα.



### **Τρόποι αντιμετώπισης όξινης βροχής**

Το πρόβλημα της όξινης βροχής είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα διασυννοριακής ρύπανσης, επειδή αυτοί που επηρεάζονται από τη βροχή είναι πολλές φορές πολύ μακριά από αυτούς που την προκαλούν. Για αυτό το λόγο πρέπει να βρεθούν άμεσοι τρόποι για την αντιμετώπισή της. Κάποιοι από αυτούς είναι οι παρακάτω:

- 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 ορυκτών καυσίμων. Οι βιομηχανίες των προηγμένων χωρών είναι υποχρεωμένες να μειώνουν τις εκπομπές των ρύπων που προκαλούν την όξινη βροχή.

- Προσθήκη ασβεστόλιθου. Αυτή η διαδικασία έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς σε λίμνες στη Νορβηγία και τη Σουηδία. Μια διαδικασία ιδιαίτερα δαπανηρή, η οποία πρέπει να επαναλαμβάνεται για να αποτρέψει το νερό να ξαναγυρίσει στην όξινη κατάσταση. Θεωρείται μια βραχυπρόθεσμη επιδιόρθωση σε συγκεκριμένες περιοχές και όχι μια 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.
- Χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας και κυρίως ανανεώσιμων πηγών, όπως η ηλιακή, η αιολική ενέργεια και η γεωθερμία.
- 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 καυσαέρια, για το περιβάλλον.. 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.
- Υπάρχουν συγκεκριμένες ενέργειες που μπορεί ο καθένας από μας 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 20°C το χειμώνα και ψύξης στους 25°C 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 φιλικές στο περιβάλλον κ.ά.

## Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η όξινη βροχή είναι πολύ επικίνδυνη όχι μόνο για το περιβάλλον αλλά και για εμάς τους ίδιους. Μάλιστα είναι ένα από τα πολλά προβλήματα που δημιουργεί η εξαντλητική χρήση των φυσικών πόρων από τον άνθρωπο, όπως η μόλυνση της ατμόσφαιρας, το λιώσιμο των πάγων, η τρύπα του όζοντος, το φαινόμενο του θερμοκηπίου κ.α. Άρα, επειδή υπάρχουν τόσοι λόγοι που καταστρέφεται το περιβάλλον πρέπει άμεσα να ληφθούν κάποια μέτρα για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος. Με άλλα λόγια πρέπει να αλλάξουμε επειγόντως τη συμπεριφορά μας απέναντι στο περιβάλλον. Δηλαδή συνοψίζοντας πρέπει: α) Οι βιομηχανίες να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων β) Να βάλουμε ασβεστόλιθο στις λίμνες γ) Να κάνουμε εξοικονόμηση ενέργειας δ) Να χρησιμοποιούμε αυτοκίνητα που δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον ε) Να καταναλώνουμε όση λιγότερη ενέργεια μπορούμε στα σπίτια μας.



SAVE ENERGY

## Βιβλιογραφία

- [https://www.chemeng.ntua.gr/courses/dpm/pdf-files/14-varadaka-OKSINH\\_BROXH-2005-6.pdf](https://www.chemeng.ntua.gr/courses/dpm/pdf-files/14-varadaka-OKSINH_BROXH-2005-6.pdf)
- [https://www.meteorologiaenred.com/el/efectos-de-la-lluvia-acida.html#Efectos\\_de\\_la\\_lluvia\\_acida](https://www.meteorologiaenred.com/el/efectos-de-la-lluvia-acida.html#Efectos_de_la_lluvia_acida)
- <https://eclass.uowm.gr/modules/document/file.php/ELED313/%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%9F%CE%94%CE%9F%CE%A3/%CE%8C%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%B7%20%CE%B2%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%AE.pdf>
- [http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher6\\_6.html](http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher6_6.html)
- [https://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://el.wikipedia.org/wiki/%CE%8C%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%B7_%CE%B2%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%AE)