

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

ΜΑΘΗΜΑ: ΧΗΜΕΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΡΥΔΑΣ ΑΛΕΞΑΝΡΟΣ

ΟΜΑΔΑ

ΝΑΣΙΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

ΜΑΣΤΟΡΑΚΗ ANNA

ΚΡΙΝΟΥ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΟΥΔΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΚΑΤΣΙΟΛΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

ΟΡΙΣΜΟΣ

Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η [ρύπανση](#) της [ατμόσφαιρας](#), δηλαδή η προσθήκη ουσιών ([ρύπων](#)) στην ατμόσφαιρα που υπό φυσιολογικές συνθήκες δε θα υπήρχαν. Στη σύγχρονη εποχή, συχνά η ρύπανση είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Η ανθρωπογενής ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλείται κυρίως από τρεις ανθρώπινες δραστηριότητες, τη [βιομηχανία](#), τις [μεταφορές](#) και τα [νοικοκυριά](#). Σε μια τυπική πόλη, η βιομηχανία ευθύνεται για το 50% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τα μέσα μεταφοράς για το 35%, ενώ τα νοικοκυριά για το 15%. Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι πιθανό να φτάσει σε επίπεδα που δημιουργούν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Για την περιγραφή της κατάστασης αυτής έχει επικρατήσει ο όρος [νέφος](#).

Συνέπειες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας αποτελεί σοβαρό υγειονομικό, περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό πρόβλημα, γιατί τα αέρια που τη ρυπαίνουν, όπως το [διοξείδιο του άνθρακα](#) έχουν σοβαρές συνέπειες, όπως την [υπερθέρμανση](#) της [γης](#), [αναπνευστικά προβλήματα](#) και άλλα προβλήματα υγείας. Η [τρύπα του όζοντος](#) προκλήθηκε από τη χρήση των [χλωροφθορανθράκων](#), απαγορευμένων σήμερα χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνταν στην [ψυκτική](#) και τα [σπρέι](#).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση γίνεται κυρίως από οξείδια, όπως [οξείδια του αζώτου](#), του [θείου](#), του [άνθρακα](#) και άλλα, και από [αιθάλη](#) (άκαυστος άνθρακας σε αέρια μείγμα αέρα). Τα οξείδια του αζώτου προκαλούν το [φωτοχημικό νέφος](#), συνήθως στα κέντρα μεγαλουπόλεων ή και στις γύρω περιοχές. Τα οξείδια του θείου και του άνθρακα αντιδρούν με τους [υδρατμούς](#) των [νεφών](#) δημιουργώντας [όξινη βροχή](#), η οποία προσβάλλει τα δάση, ενώ το [θειϊκό οξύ](#) (συστατικό της όξινης βροχής) προσβάλλει τα μάρμαρα μετατρέποντάς τα σε [γύψο](#). Το διοξείδιο του άνθρακα, αλλά και άλλα αέρια που παράγονται από ατελείς καύσεις, όπως άκαυστοι υδρογονάνθρακες, συμβάλλουν στο [φαινόμενο του θερμοκηπίου](#). Στις πόλεις που βρίσκονται κοντά σε εργοστάσια παραγωγής ενέργειας όπου γίνεται καύση [ορυκτών καυσίμων](#), όπως το [πετρέλαιο](#) ή ο [λιγνίτης](#), υπάρχουν αρκετά αναπνευστικά περιστατικά, ενώ τα κρούσματα [καρκίνου του πνεύμονα](#) είναι αυξημένα.

Πολιτική αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Η ατμοσφαιρική ρύπανση γίνεται προσπάθεια να αντιμετωπιστεί και με πολιτικές αποφάσεις σε κεντρικό ή περιφερειακό επίπεδο. Μία απόπειρα έγινε με το [Πρωτόκολλο του Κιότο](#) σε διεθνές επίπεδο και άλλες δραστηριότητες του [ΟΗΕ](#). Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής ένωσης καθιερώθηκε ο [καταλύτης](#) στα αυτοκίνητα και ο ιονισμός στις καμινάδες των εργοστασίων. Οι καταλύτες αποτρέπουν την εκπομπή των άκαυστων αερίων και οξειδίων που παράγουν οι [μηχανές εσωτερικής καύσης](#), ενώ ο ιονισμός στις καμινάδες μειώνει την εκπομπή των βλαβερών αερίων κατά **90%**. Επιπλέον στην αντιμετώπιση της ρύπανσης συμβάλλει και η στροφή στις [καθαρές πηγές ενέργειας](#)

Ο μακροπρόθεσμος στόχος της ΕΕ είναι η επίτευξη επιπέδων ποιότητας αέρα που δεν οδηγούν σε απαράδεκτες επιπτώσεις ή κινδύνους για την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον. Η ΕΕ δρα σε πολλά επίπεδα για τη μείωση της έκθεσης σε ατμοσφαιρική ρύπανση μέσω της νομοθεσίας, της συνεργασίας σε τομείς που ευθύνονται για την ατμοσφαιρική ρύπανση επίσης με διεθνείς, εθνικές, περιφερειακές αρχές και μη κυβερνητικούς οργανισμούς, καθώς και μέσω της έρευνας. Οι πολιτικές της ΕΕ αποσκοπούν στη μείωση της έκθεσης σε ατμοσφαιρική ρύπανση με μείωση των εκπομπών και καθορισμό ορίων και στοχοθετημένων τιμών για την ποιότητα του αέρα. Στο τέλος του **2013**, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε την προτεινόμενη δέσμη μέτρων για την ποιότητα του καθαρού αέρα η οποία περιλαμβάνει νέα μέτρα για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Προβλήματα

Ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή των σημαντικότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων:

Τρύπα του όζοντος

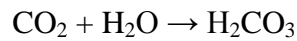
Το στρώμα του [όζοντος](#) της [στρατόσφαιρας](#) που προστατεύει τη Γη από την υπερϊώδη ακτινοβολία υφίσταται αλλοίωση. Οι χλωροφθοριούχοι άνθρακες (όπως το [φρεόν](#)) που απελευθερώνονται από τα αεροζόλ, τα εργοστάσια, τις κλιματιστικές συσκευές, τα ψυγεία κ.α. ταξιδεύουν στη [στρατόσφαιρα](#) και μέσα από πολύπλοκες αντιδράσεις καταστρέφουν το όζον, επιτρέποντας στην υπερϊώδη ακτινοβολία να περάσει την ατμόσφαιρα και να φθάσει ως την επιφάνεια της Γης και να βλάψει τους ζωντανούς οργανισμούς.

ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ

Όξινη βροχή ονομάζεται το φαινόμενο των **ασυνήθιστα όξινων μετεωρολογικών κατακρημνισμάτων**, όπως π.χ. [βροχή](#), [χαλάζι](#), [χιόνι](#), [ομίχλη](#), [πάχνη](#), ως και ξηρή σκόνη. Το επίθετο «ασυνήθιστα» χρησιμοποιείται γιατί είναι συνηθισμένο η βροχή στη [Γη](#) να έχει (κάποιο) όξινο χαρακτήρα, λόγω της διάλυσης σε αυτήν αερίων συστατικών της με όξινη συμπεριφορά, όπως π.χ. το [διοξείδιο του άνθρακα](#) (CO₂). Ο όρος **όξινη βροχή** αναφέρεται στην παρουσία σε αυτήν όξινων διαλυμένων [ρύπων](#), δηλαδή ουσιών (αερίων ή μη) που δεν αποτελούν φυσιολογικά χαρακτηριστικά της καθαρής ατμόσφαιρας, αλλά είναι προϊόντα ανθρώπινης δραστηριότητας ή άλλων ρυπογόνων αιτιών (π.χ. [ηφαιστειακής δραστηριότητας](#)). Επειδή τα διάφορα [καυσαέρια ορυκτών καυσίμων](#), όπως το [πετρέλαιο](#) και οι [γαιάνθρακες](#), περιέχουν συχνά (όξινα) οξείδια του θείου και του αζώτου, μεταξύ άλλων, παράγεται **όξινη βροχή** που περιέχει σε διάλυση τα αντίστοιχα οξέα. Η **όξινη βροχή** επιφέρει καταστροφικά αποτελέσματα σε [οικοσυστήματα](#), καλλιέργειες, πολιτιστικά μνημεία και περιουσιακά στοιχεία των πολιτών (π.χ. αυτοκίνητα). Οι βαριές επιπτώσεις του φαινομένου ανάγκασαν, τα τελευταία χρόνια, πολλές κυβερνήσεις να επιβάλλουν νόμους και άλλα μέτρα με σκοπό τη μείωση, τουλάχιστον, του φαινομένου και άρα των επιπτώσεών του.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΗΣ

Η **όξινη βροχή** είναι ένας όρος ετυμολογικά που αναφέρεται σε όξινο περιεχόμενο βροχής μόνο. Όμως, ακόμη και το αποσταγμένο νερό, αν έρθει σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα διαλύει [διοξείδιο του άνθρακα](#) (CO₂), που είναι από τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας της Γης, οπότε σχηματίζεται [ανθρακικού οξέος](#) (H₂CO₃), το οποίο, ως ασθενές οξύ, κάνει όξινο το διάλυμα που προκύπτει:



Άρα και η βροχή (και τα άλλα υδατώδη μετεωρολογικά κατακρημνίσματα) σχεδόν πάντα δίνει όξινη αντίδραση, γιατί περνώντας μέσα από τον ατμοσφαιρικό αέρα απορροφά τουλάχιστον [διοξείδιο του άνθρακα](#) (CO₂), που είναι από τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας της [Γης](#). Η μικρή, σχετικά, αυτή οξύτητα από ένα αραιό και ασθενές οξύ δεν έχει ορατές συνέπειες στο φυσικό και οικιστικό περιβάλλον. Ωστόσο, ο όρος **όξινη βροχή** δεν αναφέρεται σ' αυτό το φυσικό επίπεδο οξύτητας, που φτάνει τιμές του [pH](#) μέχρι και περίπου 5,2. Ίσως θα ήταν ακριβέστερος ο όρος **όξινη ρυποφόρα κατακρήμνιση**, αλλά διεθνώς έχει επικρατήσει ο όρος **όξινη βροχή** (*acid rain*). Το πρόβλημα δηλαδή είναι η παρουσία στη βροχή ρύπων με έντονα όξινη αντίδραση. Τέτοιοι ρύποι είναι τα προερχόμενα, συνήθως από καυσαέρια, οξείδια του [αζώτου](#) και του [θείου](#), τα οποία διαλυόμενα δίνουν ισχυρά όξινά και οξειδωτικά διαλύματα με προφανείς και καταστρεπτικές συνέπειες στα φυσικά οικοσυστήματα, αλλά και στα οικιστικά. Οι συνέπειες της όξινης βροχής είναι καταστροφικές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Τα πιο σημαντικά αέρια που οδηγούν στο σχηματισμό της όξινης βροχής είναι το [διοξείδιο του θείου](#) (SO₂) και τα [οξείδια του αζώτου](#) που [οξειδώνονται](#) σχηματίζοντας [διοξείδιο του αζώτου](#) (NO₂) και διαλυόμενο στο νερό σχηματίζει [νιτρικό οξύ](#) (HNO₃). Τα αέρια αυτά προέρχονται από τις ακόλουθες κύριες πηγές:

1. Καύση [ορυκτών καυσίμων](#): Υπολογίζεται ότι η ατμόσφαιρα της Γης επιβαρύνεται ετησίως (από αυτήν την πηγή) κατά μέσο όρο κατά 70 [kT S](#), με τη μορφή SO₂.
 2. [Ηφαιστειακή δραστηριότητα](#): Υπολογίζεται ότι η ατμόσφαιρα της Γης επιβαρύνεται ετησίως (από αυτήν την πηγή) κατά μέσο όρο κατά 7,5 [kT S](#), με τη μορφή SO₂.
 3. Πυρκαγιές: Υπολογίζεται ότι η ατμόσφαιρα της Γης επιβαρύνεται ετησίως (από αυτήν την πηγή) κατά μέσο όρο κατά 2,8 [kT S](#), με τη μορφή SO₂.
 4. Βιολογικές δραστηριότητες: Μια σειρά [βιοχημικών διεργασιών](#) παράγει [διμεθυλοθειαιθέρας](#) (CH₃SCH₃), που τελικά οξειδώνεται προς SO₂ και CO₂.
 5. [Τήξη](#) όξινου πάγου: Μέρος των [παγοκαλυμμάτων](#) που τήκονται λόγω του [φαινομένου του θερμοκηπίου](#) περιείχαν διαλυμένα όξινά αέρια, προερχόμενα κυρίως από την εντονότερη ηφαιστειακή δραστηριότητα της εποχής που δημιουργήθηκαν.
- Παρατηρούμε ότι ο κύριος παράγοντας είναι οι ανθρώπινες δραστηριότητες.

Επιπτώσεις της όξινης βροχής

Η **όξινη βροχή** έχει έντονες επιπτώσεις στα φυσικά [οικοσυστήματα](#) ([δάση](#), [υδροβιότοπους](#), [έδαφος](#)), σκοτώνοντας άμεσα ή έμμεσα διάφορες μορφές ζωής, αλλά και στα οικιστικά οικοσυστήματα, διαβρώνοντας ιστορικά μνημεία, προκαλώντας ζημιές σε κτίρια και οχήματα, αλλά και βλάπτοντας άμεσα την ανθρώπινη υγεία.

Επιφανειακά ύδατα και υδρόβια ζωή

Η πτώση του [pH](#) στα επιφανειακά ύδατα από την **όξινη βροχή** (ή και άλλες πηγές ρύπανσης) έχει δραματικές επιπτώσεις σε πολλά υδρόβια είδη ζωής και ιδιαίτερα στα αυγά ή τα νεογνά τους, που συνήθως είναι πιο ευαίσθητα. 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 αυγά 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

Έδαφος

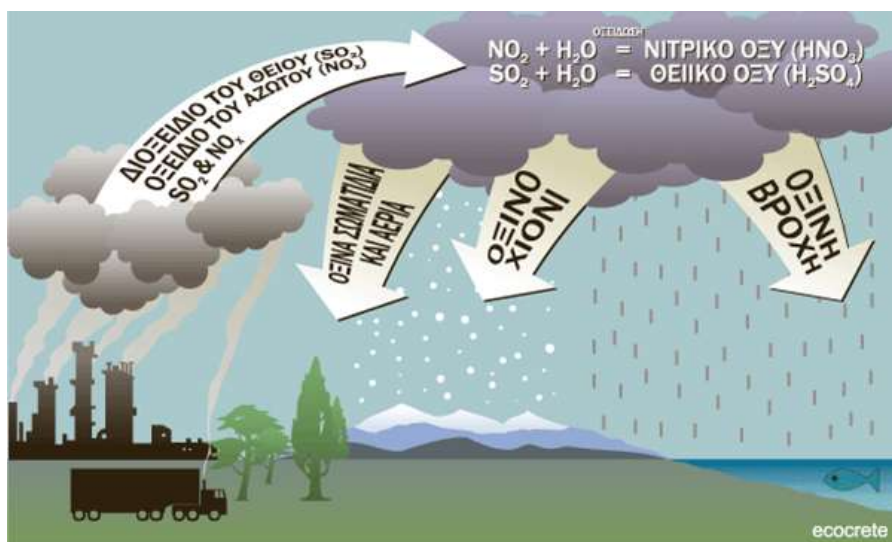
Το έδαφος βλάπτεται σοβαρά από την **όξινη βροχή**. Πολλές εδαφόβιες μορφές ζωής δεν αντέχουν το χαμηλό pH και εξοντώνονται. Επίσης τα οξέα διαλύουν και ενεργοποιούν βαρέα μέταλλα και άλλες τοξίνες με ακόμη χειρότερα αποτελέσματα. Ωστόσο, ορισμένα αλκαλικά εδάφη εξουδετερώνουν, εν μέρει τουλάχιστον, το φαινόμενο.

Δάση και υπόλοιπη χλωρίδα

Τα δυσμενή αποτελέσματα μπορούν να αφορούν άμεσα την ίδια την όξινη βροχή, ή έμμεσα, όπως τα αποτελέσματα του οξέος στο έδαφος. Τα δάση υψηλού ύψους είναι ιδιαίτερα τρωτά όπως περιβάλλονται συχνά από όξινη ομίχλη που είναι πιο όξινη από τη βροχή. Τα υπόλοιπα φυτά, καθώς και οι ανθρώπινες καλλιέργειες επίσης βλάπτονται σοβαρά από την όξινη βροχή, αλλά οι ζημιές στα τελευταία μειώνονται με τη χρήση [λιπασμάτων](#), που βοηθούν τα φυτά να επουλώσουν τις πληγές τους, ή μιγμάτων λιπασμάτων με [ασβεστόλιθο](#), που εξουδετερώνει τα οξέα του εδάφους. Έχει αποδειχθεί όμως ότι η τακτική αυτή, εκτός από πολυέξοδη, είναι συχνά βλαβερή αν εφαρμοστεί στα φυσικά οικοσυστήματα.

Ανθρώπινη υγεία

Οι επιστήμονες έχουν επιβεβαιώσει και άμεσες βλάβες στην ανθρώπινη υγεία: Αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης ορισμένων μορφών [καρκίνου](#) και επιβαρύνεται η αναπνευστική λειτουργία σε ανθρώπους με προδιάθεση [άσθματος](#).



Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Μια αναπαράσταση των ανταλλαγών ενέργειας μεταξύ της πηγής (ο [ήλιος](#)), της επιφάνειας της [Γης](#), της [ατμόσφαιρας](#) της Γης, και του τελικού αποδέκτη που είναι το [εξώτερο διάστημα](#). Η ικανότητα της ατμόσφαιρας να εγκλωβίζει και να ανακυκλώνει ενέργεια που φεύγει από την επιφάνεια της Γης είναι το καθοριστικό χαρακτηριστικό του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Το **φαινόμενο του θερμοκηπίου** είναι η διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς του. Ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον [Γάλλο μαθηματικό](#), αστρονόμο και [φυσικό Ζοζέφ Φουριέ](#), το 1838, ενώ διερευνήθηκε συστηματικά από το Σουηδό χημικό [Σβάντε Αρρένιους](#). Σε αυτόν οφείλεται και η ονομασία του φαινομένου, όταν το 1896, την εποχή του προετοίμαζε τη διδακτορική του διατριβή, ανέπτυξε τη θεωρία ότι οι ραγδαία αυξανόμενες βιομηχανίες που στέλνουν άνθρακα και άλλους ρύπους στον αέρα ίσως να μη διαφέρουν, όσον αφορά τις επιπτώσεις στις κλιματικές αλλαγές, από τα στοιχεία που εκλύθηκαν στην ατμόσφαιρα με την έκρηξη του ηφαιστείου [Κρακατόα](#) στην Ινδονησία το 1883.

Τα τελευταία χρόνια, ο όρος συνδέεται με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης ([παγκόσμια θέρμανση](#)), ενώ θεωρείται πως το φαινόμενο έχει ενισχυθεί σημαντικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Παρατηρείται σε όλους τους πλανήτες που διαθέτουν ατμόσφαιρα. Ο πλανήτης με το πιο εντυπωσιακό φαινόμενο θερμοκηπίου είναι η [Αφροδίτη](#), όμως για λόγους απλότητας θα αναφερόμαστε αποκλειστικά στην περίπτωση της [Γης](#).

Επίδραση ανθρωπογενούς δραστηριότητας

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό, ωστόσο ενισχύεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και στην έκλυση άλλων ιχνοστοιχείων, όπως οι [χλωροφθοράνθρακες](#) (CFC's). Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ειδικότερα στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση αυτή ήταν 31% την περίοδο [1750-1998](#). Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης. Εκτός από τον άνθρωπο, παράγεται μεθάνιο και από ζώα (π.χ. αγελάδες) με τις [ερυγές](#) τους.

Αέρια θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης

Αέριο	Επίπεδα 1998	Αύξηση από το 1750	Ποσοστό αύξησης	Συνεισφορά στο φαινόμενο [W/m ²]
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	365 ppm	87 ppm	31%	1,46
Μεθάνιο (CH ₄)	1,745 ppb	1,045 ppb	150%	0,48
Υποξείδιο του Αζώτου (N ₂ O)	314 ppb	44 ppb	16%	0,15

ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΟ ΝΕΦΟΣ

το **φωτοχημικό νέφος** είναι μια μορφή [ρύπανσης της ατμόσφαιρας](#) που εμφανίζεται σε μεγάλες πόλεις, όπως η [Αθήνα](#). Πρόκειται για μια κατάσταση που οφείλεται σε συσσώρευση αέριων [ρύπων](#), οι οποίοι προέρχονται κυρίως από τις [μηχανές καύσης](#) των βιομηχανιών και των αυτοκινήτων. Κύρια συστατικά του είναι διάφορα οξείδια του [αζώτου](#), το [μονοξείδιο του άνθρακα](#) και το [όζον](#). Το [όζον](#), που είναι [δευτερογενής ρύπος](#), παράγεται -στην περίπτωση του φωτοχημικού νέφους- από την αλληλεπίδραση των οξειδίων του αζώτου με την ηλιακή ακτινοβολία, γι' αυτό και το νέφος ονομάζεται "φωτοχημικό". Ονομάζεται επίσης "νέφος τύπου [Λος Άντζελες](#)" επειδή μελετήθηκε για πρώτη φορά στην ομώνυμη μεγαλούπολη των ΗΠΑ, όπου αποτελούσε σοβαρό πρόβλημα. Οι ρύποι που αποτελούν το φωτοχημικό νέφος, ειδικά τα οξείδια αζώτου και το [όζον](#), προκαλούν σημαντικά προβλήματα υγείας στους ανθρώπους που ζουν στις μεγαλουπόλεις και τους εισπνέουν καθημερινά.

Τα τελευταία χρόνια το φωτοχημικό νέφος έχει παραχωρήσει τη θέση του στο [υδρογονοσωματιδιακό νέφος](#) που αποτελείται κυρίως από σωματίδια και διάφορους [υδρογονάνθρακες](#), ειδικά [πολυκυκλικούς](#) που θεωρούνται καρκινογόνοι. Πηγές αυτού του είδους νέφους είναι ξανά τα αυτοκίνητα και η βιομηχανία.

Διοξείδια του αζώτου, μονοξείδιο του άνθρακα και το [όζον](#) συμμετέχουν στο φαινόμενο αυτό. Οι ρύποι οι οποίοι προκαλούνται, δημιουργούν εξαιρετικά σημαντικά προβλήματα υγείας στους ανθρώπους που ζουν στις μεγαλουπόλεις και τους εισπνέουν καθημερινά.

Αίτια του Φωτοχημικού νέφους

Όπως δείχνει το σχεδιάγραμμα, οι πιο γνωστές αιτίες για το Φωτοχημικό νέφος, είναι οι βιομηχανίες και τα αυτοκίνητα (ποσοστά του **2005**).

Το φωτοχημικό νέφος δημιουργείται από την ένωση του ηλιακού φωτός με ρύπους που έχουν ελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα. Οι ουσίες αυτές μπορεί να είναι οξείδια του αζώτου (**NOx**), πτητικές οργανικές ενώσεις (**VOC**) που υπάρχουν σε τεχνητές ουσίες όπως η βενζίνη και τα τεχνητά χρώματα, ορισμένες αλδεΐδες (**RCHO**) και το [όζον](#) (**O3**) όταν βρίσκεται στα χαμηλά επίπεδα της ατμόσφαιρας. Συναντώνται σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, κυρίως με θερμό και ξηρό κλίμα, καθώς οι ουσίες αυτές προέρχονται από οχήματα και βιομηχανίες και αναπτύσσονται σε υψηλές θερμοκρασίες. Είναι λογικό, λοιπόν, γιατί στην Αθήνα συναντάται το φαινόμενο σε τόσο μεγάλο βαθμό. Ενδεικτικά, έρευνες στο [Λος Άντζελες](#) έδειξαν πως το φωτοχημικό νέφος της πόλης οφείλεται κατά **50%** στη μεγάλη κυκλοφορία των αυτοκινήτων. Η παρουσία του σε πιο αραιοκατοικημένες περιοχές οφείλεται στη μεταφορά των ρύπων με τον αέρα.

Συνέπειες του Φωτοχημικού νέφους

Οι συνέπειες του φαινομένου αφορούν κυρίως την υγεία του ανθρώπου. Οι ασθένειες που οφείλονται στο φωτοχημικό νέφος μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και το θάνατο. Μερικές απ' αυτές είναι το άσθμα, η βρογχίτιδα και το εμφύσημα. Επίσης, αποτελεί αιτία αναπνευστικών προβλημάτων (δυσκολία στην αναπνοή, βήχα) και ερεθισμών στα μάτια. Τέλος, μπορεί να επηρεάσει ακόμα και το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου, περιορίζοντας έτσι τη δυνατότητά του να αντιστέκεται σε κάθε μορφής ασθένεια. Πρώτη χώρα στην ατμοσφαιρική ρύπανση έχουν αναδειχτεί οι [Η.Π.Α.](#) Σύμφωνα με μεγάλη έρευνα ομάδας ερευνητών των πανεπιστημίων του [Σαν Φρανσίσκο](#) και της Νέας Υόρκης που ολοκληρώθηκε το [2009](#), από τους **450.000** ανθρώπους που παρακολουθούνταν, οι **118.000** έχασαν τη ζωή τους κατά τη διάρκεια των **20** χρόνων που η έρευνα διήρκεσε. Οι ερευνητές παρατήρησαν πως το ποσοστό αυτό, που αποτελεί το **26,2%** του δείγματος, κατοικούσε σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Συμπέραναν, τελικώς, πως οι κάτοικοι αστικών κέντρων έχουν **30%** περισσότερες πιθανότητες να αποκτήσουν κάποια πνευμονική ασθένεια. Σε συνέντευξή τους μάλιστα, οι ερευνητές τόνισαν το μεγάλο αριθμό κατοίκων σε μολυσμένες περιοχές, συσχετίζοντάς τον με το ποσοστό που αναφέραμε προηγουμένως. Όλος ο κόσμος, ωστόσο, έχει υποστεί τις βαριές συνέπειες του φωτοχημικού νέφους:

- Το 1952 το [Λονδίνο](#) καλύπτεται από το Μεγάλο Νέφος του [1952](#) (The Great Smog of 1952, όπως έμεινε γνωστό) για τέσσερις μέρες. 4000 άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους από αναπνευστικά προβλήματα στο σύντομο διάστημα αυτό και 8000 τις επόμενες εβδομάδες.
- Το Δεκέμβριο του 2005, η Ιρανική κυβέρνηση αποφασίζει να κλείσει τα σχολεία και τα δημόσια κτίρια στην Τεχεράνη, λόγω του νέφους που έχει σχηματιστεί πάνω από την πόλη, ενώ 1600 άτομα νοσηλεύονται με αναπνευστικά προβλήματα. Αιτία αποτελούν τα αφιλτράριστα καυσαέρια των αυτοκινήτων.
- Τον Οκτώβρη του 2006, ο ουρανός πάνω από την [Μαλαισία](#) και τη [Σιγκαπούρη](#) καλύπτεται από νέφος. Αιτία αποτέλεσε ο καπνός από τις πυρκαγιές της [Ινδονησίας](#), που μεταφέρθηκε με νοτιοδυτικούς ανέμους.

Τρόποι Αντιμετώπισης του Φωτοχημικού νέφους

Αν και το Λος Άντζελες ήταν η πρώτη πόλη όπου παρουσιάστηκε το φωτοχημικό νέφος, απορία δημιουργεί το γεγονός ότι από την περίοδο 1960-1970 μέχρι σήμερα παρατηρείται σημαντική μείωση των επιπέδων φωτοχημικού νέφους πάνω από την πόλη. Η παρατήρηση αυτή δεν είναι ανεξήγητη. Από την περίοδο εκείνη ένα μεγάλο ποσοστό των τεχνολογικών επιτευγμάτων που λάμβαναν χώρα στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής αφορούσαν τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ο παράγοντας, ωστόσο, που συνέβαλλε στη μείωση του φωτοχημικού νέφους ήταν ο Έλεγχος Νέφους Καλιφόρνιας, ένα σύνολο κανόνων που στοχεύουν στην εξάλειψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της πολιτείας της Καλιφόρνια. Οι κανόνες αυτοί

περιλαμβάνουν τον υποχρεωτικό έλεγχο των οχημάτων κάθε δύο χρόνια, την προσθήκη μικρών χρηματικών ποσών στη φορολόγηση των αμερικανών πολιτών με σκοπό την ενίσχυση περιβαλλοντικών προγραμμάτων (12\$ από την αρχή του 2005, 6\$ τα προηγούμενα χρόνια) και έρευνες για να συγκεντρωθούν χρήσιμες πληροφορίες για τα αίτια του φαινομένου. Εκτιμήσεις λένε πως το πρόγραμμα αφαιρεί περίπου 400 τόνους νέφους κάθε μέρα. Ωστόσο, το πρόγραμμα θεωρείται ανεπιτυχές, δεδομένου ότι έχει περιορίσει μόνο το 12,3% των υδρογονανθράκων (C_xH_y) και το 9,8% του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) στην ατμόσφαιρα, έναντι του 25% όλων των ρύπων, που υπολογιζόταν αρχικά πως θα μειωθεί. Η αποτυχία αυτή αποδίδεται στην έλλειψη ενημέρωσης των πολιτών πάνω στο φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Το πρόγραμμα συνέβαλλε, ωστόσο, σημαντικά στον περιορισμό του φωτοχημικού νέφους.