

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ (Οκτώβριος 2007)

Συγγραφέας: ΒΑΣΙΛΕΙΑ ΝΙΝΝΗ

1. Ρύπανση περιβάλλοντος και βιομηχανική ανάπτυξη - Πρώτες μορφές περιβαλλοντικής ρύπανσης

«Μακάριος ο Θεός... η ελπίς αυτού επί Κύριον τον Θεόν αυτού, τον ποιήσαντα τον ουρανόν και την γην, την θάλασσαν και πάντα τα εν αυτοίς». (Ψαλμός ΡΜΕ', 5-6)

Η καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος δεν αποτελεί νέα γνώση ενός σύγχρονου φαινομένου. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος άρχισε από τότε που ο άνθρωπος προσπάθησε να αξιοποιήσει, όπως μπορούσε, χρησιμοποιώντας τη διαχρονική γνώση του, ό,τι το φυσικό του περιβάλλον μπορούσε να του προσφέρει, προκειμένου να βελτιώσει τις συνθήκες της ζωής του. Στην πραγματικότητα η υποβάθμιση του περιβάλλοντος ανάγεται στην Εποχή του Λίθου, όταν ο άνθρωπος άρχισε να χρησιμοποιεί τη φωτιά, δημιουργώντας ταυτόχρονα λόγω των προϊόντων καύσης μία ομολογουμένως «ελάχιστη» μορφή ατμοσφαιρικής ρύπανσης ή όταν ο άνθρωπος έμαθε να κόβει δέντρα για να τα χρησιμοποιήσει όπως τον βόλευν. Αυτές οι δύο μικρές τεχνολογικές ανακαλύψεις του ανθρώπου σηματοδότησαν την έναρξη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, δηλαδή της ρύπανσης και της εξάντλησης του ορυκτού πλούτου του πλανήτη μας. Φυσικά, η υποβάθμιση του περιβάλλοντος συνεχίστηκε και στη διάρκεια της Νεολιθικής Εποχής. Οι πρώτες μορφές σοβαρής ρύπανσης του περιβάλλοντος συνδέονται με αυτό που όλοι γνωρίζουμε ως «Βιομηχανική Επανάσταση» (Industrial Revolution), η οποία βασίστηκε στις ιδέες του καπιταλισμού με την έννοια και εκείνα τα πρόδρομα χαρακτηριστικά που του έδωσε ο Adam Smith, όταν δημοσίευσε, το έτος 1776, το *“An Inquiry into the nature and causes of the Wealth of Nations”*.

Όταν, γύρω στο 1851, η Μεγάλη Βρετανία διαφήμιζε τον εαυτό της ως «το πρώτο εργαστήριο του κόσμου», έχοντας το προβάδισμα στη βιομηχανική ανάπτυξη και στην εφαρμογή νέων τεχνολογιών και χρησιμοποιώντας το «αχτύπητο δίδυμο» κάρβουνου-χάλυβα που διέθετε σε αφθονία, στην πράξη δημιουργούσε το πρώτο υπόδειγμα «μαύρης πόλης» με χαρακτηριστικό παράδειγμα βιομηχανικής πόλης το Birmingham. Η σοβαρή υποβάθμιση του περιβάλλοντος είχε δυστυχώς αρχίσει. Το έτος 1875 σημειώθηκαν οι πρώτες σοβαρές επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που είχαν ως επακόλουθο το θάνατο πολλών ανθρώπων στο Λονδίνο. Το έτος 1905 χρησιμοποιείται για πρώτη φορά ο όρος «καπνομίχλη», ενώ το έτος 1909 αποδίδονται στην καπνομίχλη οι θάνατοι περίπου 1000 ανθρώπων, στη Γλασκώβη και στο Εδιμβούργο. Το έτος 1952 εκτός από την καπνομίχλη σημειώθηκαν και υψηλές τιμές ενός άλλου επικίνδυνου ρύπου, του διοξειδίου του θείου, στο Λονδίνο. Ο συνδυασμός των δύο αυτών ρύπων οδήγησε στο θάνατο περίπου 4000 ανθρώπους μέσα σε χρονικό διάστημα τεσσάρων ημερών. Η ανάπτυξη της χημικής βιομηχανίας, η εφαρμογή καινοτομιών και η υιοθέτηση της οικονομικής πρότασης “big is beautiful” για την αύξηση της βιομηχανικής ισχύος συνδέθηκαν άρρηκτα με τα πρώτα σοβαρά προβλήματα του περιβάλλοντος. Σιγά-σιγά στο παιχνίδι της βιομηχανικής ανάπτυξης μπήκαν και άλλες χώρες, οι οποίες ακολούθησαν το παράδειγμα της Μεγάλης Βρετανίας, που ήταν τότε πρωτοπόρος της υφαντουργίας και της χημικής βιομηχανίας. Η Γερμανία, οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και, τέλος, η Ιαπωνία, της οποίας η βιομηχανική στρατηγική βασίστηκε στην υιοθέτηση της «δυτικής» τεχνολογίας, ήταν μερικές από αυτές τις χώρες.

Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος έγινε εντονότερη γύρω στο δέκατο ένατο αιώνα, όταν η υφαντουργία, η σιδηρουργία, η χρήση του άνθρακα και οι ατμομηχανές υποσκελίστηκαν από μια νέα τεχνολογία αιχμής, τον ηλεκτρισμό, που εμφανίστηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και έπαιξε και εξακολουθεί να παίζει κρίσιμο ρόλο σε κάθε τεχνολογική ανάπτυξη. Ο ηλεκτρισμός σηματοδότησε αυτό που πολλοί συνηθίζουν να αναφέρουν ως «Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση».

Σήμερα, μπορούμε να πούμε ότι διανύουμε ή μήπως φθάνουμε στο τέλος (;) της «Τρίτης Βιομηχανικής Επανάστασης», που αρχίζει μετά το τέλος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου με τον Eniac, τον πρώτο ηλεκτρονικό υπολογιστή που κατασκευάστηκε το έτος 1946 και ζύγιζε 30 τόνους, και φθάνει στους σημερινούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές που είναι χιλιάδες φορές πιο ελαφροί και που με τα

έξυπνα τσιπάκια σιλικόνης που διαθέτουν επιτυγχάνουν θαυμάσιες υπολογιστικές αποδόσεις σε σύγκριση με τον Epiac. Την περίοδο αυτή πρωταγωνιστικό ρόλο στην παγκόσμια βιομηχανία έπαιξαν η ανακάλυψη της πυρηνικής ενέργειας, που είχε και τις σοβαρότερες μορφές επίπτωσης στο περιβάλλον (ατομική βόμβα, ατυχήματα Three Miles Island και Tchernobyl), η πετροχημική βιομηχανία, καθώς και η πολύ δημοφιλής εφεύρεση του Henry Ford, το αυτοκίνητο (1908), που όμως συντελεί στην αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, λόγω εκπομπής των κυριότερων αερίων ρύπων. Το 1940 εμφανίζεται στη βιβλιογραφία ένας νέος τύπος ατμοσφαιρικής ρύπανσης, που παρατηρήθηκε στο Λος Άντζελες των ΗΠΑ, η «φωτοχημική ρύπανση» που συνδέεται άμεσα με τα καύσιμα των οχημάτων. Δυστυχώς, η πορεία του ανθρώπου προς αυτό που συνηθίζουμε να αποκαλούμε ανάπτυξη συνδέεται άρρηκτα με την καταστροφή του περιβάλλοντος. Το μέλλον θα δείξει αν οι σημερινές περιβαλλοντικές προκλήσεις πείσουν τον άνθρωπο να αποσυνδέσει την ανάπτυξή του από την προϊούσα καταστροφή του.

2. Νέα θεώρηση ορισμού της έννοιας του περιβάλλοντος

Ο ακριβής καθορισμός της έννοιας του φυσικού περιβάλλοντος είναι πολύ δύσκολος. Σε διάφορα επιστημονικά συγγράμματα αναφέρονται πολλοί ορισμοί του περιβάλλοντος, οι περισσότεροι των οποίων διαφοροποιούνται μεταξύ τους. Πολλοί ορισμοί του περιβάλλοντος ορίζουν το περιβάλλον κάτω από το αυστηρό πρίσμα της βιολογίας ή της βιοφυσικής, εξετάζοντας χωριστά τις βιοτικές και τις αβιοτικές επιδράσεις και απομονώνοντας κατά κάποιο τρόπο το περιβάλλον από τον ανθρώπινο παράγοντα με την έννοια του ανθρώπινου είδους (*homo sapiens*). Το περιβάλλον όμως, τουλάχιστον σύμφωνα με τη χριστιανική πίστη, δημιουργήθηκε για τον άνθρωπο.

Σύμφωνα άλλωστε και με την ελληνική νομοθεσία, στην οποία διαφαίνεται η ανθρωποκεντρική αυτή τάση, «περιβάλλον» θεωρείται «ο περιβάλλον τον άνθρωπο χερσαίος, θαλάσσιος και εναέριος χώρος, μετά των εν αυτώ χλωρίδος και πανίδος, των φυσικών πόρων και στοιχείων πολιτισμού, ως ταύτα διαμορφώθησαν εκ της

δραστηριότητας του ανθρώπου».

Αναμφισβήτητα, είτε συμφωνεί κάποιος με την ανθρωποκεντρική έννοια του περιβάλλοντος είτε διαφωνεί με αυτή, πρέπει να παραδεχτεί ότι το ανθρώπινο είδος ανήκει στο περιβάλλον, γιατί εξαρτάται απόλυτα από αυτό και για το λόγο αυτό θεωρούμε ότι κάθε σωστή επιστημονική προσέγγιση της έννοιας του περιβάλλοντος δεν θα πρέπει να διαχωρίζει το ανθρώπινο είδος από το φυσικό του χώρο, το περιβάλλον. Κάτω από αυτή τη θεώρηση λοιπόν, επιλέγουμε έναν «απλοϊκό», αλλά απολύτως κατανοητό ορισμό του περιβάλλοντος, σύμφωνα με τον οποίο περιβάλλον είναι ο αέρας που αναπνέουμε, το οξυγόνο του οποίου έχουμε απόλυτη ανάγκη για τη σωστή λειτουργία του οργανισμού μας, ο οποίος ταλαιπωρείται πολύ, όταν υπάρχει ατμοσφαιρική ρύπανση. Περιβάλλον είναι ακόμη το νερό που πίνουμε και που πρέπει να είναι απόλυτα διαυγές και καθαρό, γιατί είναι ο πρωταρχικός παράγοντας της υγείας μας -δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το 75% περίπου του οργανισμού μας αποτελείται από νερό-, περιβάλλον είναι οι φυσικοί ήχοι που ακούμε, που μετατρέπονται σε εφιάλτη, όταν λόγω υπερβολικής έντασης δημιουργούν ηχητική ρύπανση... περιβάλλον με λίγα λόγια είναι αυτό που όλοι νιώθουμε με τις αισθήσεις μας.

Μια μεταβολή του περιβάλλοντος που υπερβαίνει ορισμένα όρια δίνει ένα σήμα στις αισθήσεις του ανθρώπου, και τότε ο ανθρώπινος οργανισμός αρχίζει να μη νιώθει καλά, ακριβώς γιατί υπάρχει μια διαταραχή της περιβαλλοντικής ισορροπίας, δηλαδή κάποια μορφή περιβαλλοντικής ρύπανσης. Ο άνθρωπος ανήκει στο περιβάλλον, δεν είναι απλός παρατηρητής. Όταν το κατανοήσουμε αυτό, τότε θα δοθούν λύσεις στα προβλήματα του περιβάλλοντος.

3. Νέο υπόδειγμα οικονομικής ανάπτυξης - Βιώσιμη ανάπτυξη

Τα πιο σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη μας οφείλονται σε ανθρωπογενείς δράσεις που είχαν ως στόχο την επίτευξη ανάπτυξης, όπως την εννοούσαμε μέχρι σήμερα, δηλαδή οικονομικής ανάπτυξης, βιομηχανικής και

τεχνολογικής ανάπτυξης και φυσικά ανθρώπινης ανάπτυξης, με την έννοια της βελτίωσης των συνθηκών της ζωής και του κατά κεφαλή εισοδήματος. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι υπήρξε ανάπτυξη, αλλά αυτή δυστυχώς συνοδεύτηκε από μια εκθετική υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Το μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης που προκρίθηκε και χρησιμοποιήθηκε τα τελευταία χρόνια για κάποιους λόγους δεν είχε λάβει υπόψη του περιβαλλοντικές παραμέτρους και έτσι τα οικονομικά και τεχνολογικά επιτεύγματα του ανθρώπου πραγματοποιήθηκαν σε βάρος της βιοποικιλότητας, του ορυκτού πλούτου, των ενεργειακών πηγών και των κλιματολογικών συνθηκών του πλανήτη μας. Ο άνθρωπος αγνόησε το γεγονός ότι αποτελεί ένα κρίκο στην αλυσίδα του φυσικού περιβάλλοντος -ίσως τον πολυτιμότερο- που όμως έχει ανάγκη, προκειμένου να επιβιώσει, από το διακριτό ρόλο κάθε άλλου κρίκου και για το λόγο αυτό δεν πρέπει να σπάσει την περιβαλλοντική αλυσίδα. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο άνθρωπος με διάφορες ενέργειές του, επιδιώκοντας τη μεγέθυνση του αποτελέσματος, έχει διαταράξει την ισορροπία του περιβάλλοντος και τώρα αρχίζει να συνειδητοποιεί ότι έχει πετύχει σύγκρουση στόχων. Ας ελπίσουμε ότι η διατάραξη αυτή του περιβάλλοντος έχει επηρεάσει μέχρι τώρα μόνο την ανθεκτικότητα στήριξης των κρίκων της αλυσίδας και ότι υπάρχει ακόμη, με αλλαγή στρατηγικής, η δυνατότητα ενίσχυσης των δεσμών μεταξύ των περιβαλλοντικών κρίκων. Ο άνθρωπος αντιμετωπίζει τώρα την πρόκληση να επιτύχει την οικονομική ανάπτυξη λύνοντας συγχρόνως τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί όταν εισάγει σε ένα νέο υπόδειγμα ανάπτυξης τις αναγκαίες περιβαλλοντικές μεταβλητές και κυρίως όταν θεωρήσει τον εαυτό του ως ένα μέρος του περιβάλλοντος -ελέγχοντας το υπόδειγμα κάθε φορά από μέσα και όχι από έξω-, το οποίο πρέπει να προστατεύσει, γιατί μόνο τότε υπάρχει ελπίδα η αυξανόμενη με εκθετικούς ρυθμούς καταστροφή του περιβάλλοντος να γίνει αναστρέψιμη.

Αφού λοιπόν χρειάζεται ένα νέο υπόδειγμα οικονομικής ανάπτυξης ίσως αυτό να σημαίνει ότι η οικονομική θεωρία πρέπει να επανεξεταστεί και να δημιουργηθεί ένα νέο οικονομικό σύστημα, στο οποίο οι τρεις συντελεστές της παραγωγής -ο άνθρωπος, το κεφάλαιο και οι φυσικοί πόροι- να λαμβάνονται εξίσου υπόψη. Μερικοί φοβούνται ότι με την καθιέρωση αυτού του νέου οικονομικού συστήματος που θα λαμβάνει σοβαρά υπόψη του το περιβάλλον, ίσως δεν θα είναι εύκολη πλέον η επίτευξη οικονομικής ανάπτυξης. Όμως η μόνη αποδεκτή ανάπτυξη πρέπει να είναι η βιώσιμη ανάπτυξη και να αποτελεί μελλοντική πρόκληση η επίτευξή της. Ο όρος «βιώσιμη ανάπτυξη» ή «αειφόρος ανάπτυξη» αναφέρθηκε το έτος 1987 στην έκθεση

της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, γνωστής ως έκθεση Brundland. Σύμφωνα με αυτήν, ως αειφόρος ανάπτυξη θεωρείται «η ανάπτυξη που καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες».

Σύμφωνα λοιπόν με τον πιο πάνω αναφερόμενο ορισμό, η βιώσιμη ανάπτυξη περιέχει τρεις διαστάσεις: την οικονομική, την κοινωνική και την περιβαλλοντική διάσταση. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια επιδιώκεται οικονομική ανάπτυξη που θα συνοδεύεται από οικολογική βιωσιμότητα. Αυτό σημαίνει ότι κάθε οικονομική ή επιχειρηματική δραστηριότητα σε εθνικό ή παγκόσμιο επίπεδο θα πρέπει να υπολογίζει τη «φέρουσα δυναμικότητα» των οικοσυστημάτων της γης, δηλαδή τη χρήση του περιβάλλοντος ως τροφοδότη πόρων και ως απορροφητή ρύπων. Υπάρχει ανάγκη διατήρησης της βιοποικιλότητας του περιβάλλοντος, του πολιτισμού και των πόρων. Στο συνέδριο των Ηνωμένων Εθνών που έγινε στο Ρίο της Βραζιλίας, το έτος 1992, έγινε σαφές ότι η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης εκτός της περιβαλλοντικής διάστασης περιέχει πολιτικές, κοινωνικές και οικονομικές παραμέτρους. Η Agenda 21 που διαμορφώθηκε σε αυτό το συνέδριο στον όρο «ανάπτυξη» εισάγει πλέον τα δικαιώματα όλων των πολιτών του πλανήτη για καθαρό αέρα, νερό και έδαφος, δηλαδή με απλά λόγια για καθαρό περιβάλλον. Αυτό σημαίνει έμμεσα ότι επιδιώκεται ισότητα όλων των πολιτών του πλανήτη όσον αφορά στο περιβάλλον.

Καταλήγουμε λοιπόν ότι η οικονομική ανάπτυξη και η ποιότητα του περιβάλλοντος θα είναι πλέον άρρηκτα συνδεδεμένες και αλληλοεξαρτώμενες. Η επιστήμη και η τεχνολογία μπορούν να βοηθήσουν στη χάραξη στρατηγικών για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης. Οι όροι «καθαρές τεχνολογίες» και «πράσινη χημεία» αρχίζουν να γίνονται γνωστοί.

4. Επισημάνσεις ειδικών φαινομένων περιβαλλοντικής ρύπανσης

4.1. «Φαινόμενο Θερμοκηπίου» (Green House Effect)

Ένα από τα οξύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη μας, το οποίο συντελεί στις συνεχώς παρατηρούμενες ανησυχητικές αλλαγές του κλίματος, αποτελεί το γνωστό «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Το φαινόμενο αυτό πήρε την ονομασία του από τη συμπεριφορά των γυαλιών ενός θερμοκηπίου, τα οποία, ενώ επιτρέπουν την είσοδο του ορατού και του υπεριώδους φωτός της ηλιακής ακτινοβολίας, απαγορεύουν την έξοδο, ως αδιαπέραστα, σε μερικά υπέρυθρα μήκη κύματος ακτινοβολίας που διατηρούν τη θερμοκρασία μέσα σε ένα θερμοκήπιο. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν αποτελεί ένα νέο φαινόμενο που δημιουργήθηκε εσχάτως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως πολλοί νομίζουν. Αυτό που τώρα ονομάζουμε ως φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι στην πραγματικότητα η ενίσχυση ενός φυσικού φαινομένου που προϋπήρχε, προκειμένου να συντηρείται η ζωή πάνω στη γη. Αν δεν υπήρχε αυτό το φαινόμενο, τότε η μέση θερμοκρασία των κατώτερων στρωμάτων του αέρα -τροπόσφαιρας- θα ήταν -18°C , ενώ τώρα είναι περίπου 15°C , δηλαδή υπάρχει διαφορά περίπου 30 βαθμών. Στην ατμόσφαιρα, υπάρχουν διάφορα αέρια που επιτρέπουν να φθάσει η ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της γης, αλλά συγχρόνως απορροφούν και στέλνουν προς το διάστημα τη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης. Ένα μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας παγιδεύεται στην ατμόσφαιρα και αυτό έχει ως άμεσο αποτέλεσμα τη θέρμανση των αερίων μαζών που βρίσκονται κοντά στο έδαφος, ώστε η θερμοκρασία του πλανήτη να είναι κατάλληλη για τις επικρατούσες συνθήκες ζωής. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όμως ενίσχυσαν το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου με την αύξηση των συγκεντρώσεων των γνωστών αερίων του θερμοκηπίου, όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το μεθάνιο (CH_4), αλλά και με την εκπομπή άλλων ενώσεων, οι οποίες δεν προϋπήρχαν στην ατμόσφαιρα, όπως είναι οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs).

Τι έδειξαν τα «καρότα πάγου»;

Το διοξείδιο του άνθρακα υπάρχει στη φύση ως προϊόν της γνωστής

φωτοσύνθεσης των φυτών. Διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες που συνδέονται με την οικονομική και βιομηχανική ανάπτυξη έχουν αυξήσει υπερβολικά τις συγκεντρώσεις του αερίου διοξειδίου του άνθρακα. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα αυξάνεται με ρυθμό τουλάχιστον 0,5% ετησίως. Ο βαθμός αυτός αναμένεται να αυξηθεί με την εκβιομηχάνιση πολλών χωρών της Ασίας (Κίνα, Ινδία) που ακολουθούν το ίδιο, δυτικού τύπου, υπόδειγμα βιομηχανικής ανάπτυξης.

Οι πρώτες μετρήσεις διοξειδίου του άνθρακα έγιναν το έτος 1958, με την εγκατάσταση των δύο πρώτων σταθμών στο Νότιο Πόλο και στο αστεροσκοπείο Mauna Loa, στη Χαβάη. Έκτοτε έχει δημιουργηθεί ένα διεθνές δίκτυο σταθμών, υπό την αιγίδα του Παγκόσμιου Οργανισμού Μετεωρολογίας (WMO), οι μετρήσεις των οποίων δείχνουν ότι η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα διαχρονικά εμφανίζει εκθετική μορφή. Οι σημερινές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα είναι οι πιο υψηλές που έχει γνωρίσει ο πλανήτης τα τελευταία 160.000 χρόνια! Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα στοιχεία που μας δίνουν τα «καρότα πάγου» της Αρκτικής και της Ανταρκτικής. Αυτά είναι δείγματα πάγου που μέσα τους περιέχουν φυσαλίδες αέρα, οι οποίες επιτρέπουν στους επιστήμονες να μετρήσουν τις συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα και τη θερμοκρασία του αέρα που επικρατούσαν στην ατμόσφαιρα της γης περασμένες εποχές μέχρι 160.000 χρόνια πριν.

Στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα συμβάλλουν οι επιδράσεις του ανθρώπου στο βιογεωχημικό κύκλο του άνθρακα με την καταστροφή των δασών, την αποψίλωση, τις πυρκαγιές και τη μετατροπή των δασών σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις. (Πρόσφατα, πιο συγκεκριμένα τον Αύγουστο του 2005, αναφέρθηκε μία από τις χειρότερες μορφές ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη Νοτιοανατολική Ασία, που προκλήθηκε από την τακτική των φτωχών αγροτών να βάζουν φωτιές στα δάση προκειμένου να εξασφαλίσουν καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Φυσικά, ο δείκτης ρύπανσης ξεπέρασε τα όρια συναγερμού, ενώ πυκνός καπνός έχει καλύψει μεγάλη έκταση της περιοχής). Είναι γνωστό ότι όταν ένα δάσος μετατραπεί σε καλλιεργήσιμη γη, τότε ο αποθηκευμένος μέσα στα δέντρα άνθρακας θα ελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα με τη μορφή διοξειδίου του άνθρακα, ενώ ένα δάσος απορροφά το διοξείδιο του άνθρακα συνεχώς, προσφέροντας καθαρό αέρα.

Αποδεικτικά στοιχεία της μεγάλης συμβολής του κύκλου του άνθρακα στο

φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι οι εποχιακές διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα του πλανήτη. Έχει παρατηρηθεί ότι στο Βόρειο Ημισφαίριο οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα μειώνονται κατά τη διάρκεια της άνοιξης, όταν οι ρυθμοί της φωτοσύνθεσης γίνονται έντονοι και τα φυτά δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Αντίθετα, το φθινόπωρο, λόγω της μείωσης της ηλιακής ακτινοβολίας και συνεπώς και του ρυθμού της φωτοσύνθεσης, η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα αυξάνεται. Φυσικά, η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα αυξάνεται με εντονότερους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια λόγω των ανθρωπογενών εκπομπών των βιομηχανικά αναπτυγμένων χωρών.

Επιπτώσεις του «φαινομένου του θερμοκηπίου»

Ενδεικτικά αναφέρονται μερικές επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου:

- ανομοιόμορφη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη
- μείωση των αποθεμάτων νερού
- μεταβολή της κίνησης των ανέμων
- αλλαγή της συμπεριφοράς των μουσώνων
- μεταβολές στις βροχοπτώσεις
- μεταβολή των καλλιεργήσιμων εκτάσεων και του είδους των καλλιεργειών
- ερημοποίηση
- άνοδος της στάθμης των θαλασσών

- αφανισμός πανίδας και χλωρίδας
- λιώσιμο των πάγων στο Βόρειο και Νότιο Πόλο
- μαζικές μετακινήσεις πληθυσμών

Υπάρχει δυνατότητα αναστροφής του «φαινομένου του θερμοκηπίου»; Λειτουργήσε το πρωτόκολλο του Κιότο;

Αναρωτιέται κάποιος: ποια μέτρα μπορεί να πάρει η ανθρωπότητα, ώστε να πετύχει αναστροφή του φαινομένου; Η εύκολη απάντηση είναι ότι υπάρχει «το Πρωτόκολλο του Κιότο», που προβλέπει μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κάτω από τα επίπεδα του έτους 1990 μέχρι το έτος 2012. Οι περισσότερες χώρες έχουν επικυρώσει αυτό το Πρωτόκολλο -η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης επικύρωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο το Μάιο του 2002-, πολλές βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες όμως δεν έχουν τη διάθεση να το ακολουθήσουν, γιατί η εφαρμογή του θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στην οικονομία τους. Οι ΗΠΑ επανειλημμένως τα τελευταία χρόνια έχουν ανακοινώσει ότι δεν έχουν την πρόθεση να το εφαρμόσουν, ενώ η Ρωσία παρόλο που μέχρι το 2003 δήλωνε ότι δε θα το επικυρώσει, προκειμένου να αυξήσει τα επόμενα χρόνια το ΑΕΠ της χώρας, ξαφνικά τον Ιούνιο του 2003, δεδομένου ότι λόγω πτώσης της βιομηχανικής της παραγωγής οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα δεν υπερβαίνουν κατά πολύ τα όρια του Πρωτοκόλλου του Κιότο, αποφάσισε να προχωρήσει στην κύρωση του Πρωτοκόλλου.

Προκειμένου να αντιληφθεί κάποιος τη σημασία που έχουν για τις κλιματολογικές αλλαγές του πλανήτη οι ισχυρές χώρες του κόσμου, αξίζει να σημειωθεί ότι οι ΗΠΑ συμμετέχουν στις εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά 36% και η Ρωσία κατά 17%. Μέσα στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου του Κιότο η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επικυρώσει σχέδιο για τα δικαιώματα εκπομπής ρύπων, οπότε η Ελλάδα είναι υποχρεωμένη να καθορίσει τα δικαιώματα εκπομπής ρύπων για τις ελληνικές επιχειρήσεις. Στο άμεσο μέλλον αναμένονται περιβαλλοντικές συναλλαγές μεταξύ «καθαρών» βιομηχανιών που θα πωλούν

«δυνατότητες ρύπανσης», δηλαδή μονάδες εκπομπής αερίων σε ρυπογόνους βιομηχανίες! Ήδη στην Ευρωπαϊκή Ένωση συζητούν για το Χρηματιστήριο των ρύπων. Ακούγονται επίσης όροι, όπως είναι «το χαρτοφυλάκιο των ρύπων», που αφορά σε επενδύσεις εταιρειών αναπτυγμένων χωρών σε έργα «καθαρής ενέργειας» σε αναπτυσσόμενες χώρες καθώς και άλλοι καινοφανείς όροι!

4.2. Το Φαινόμενο της «τρύπας του όζοντος»

Το αέριο όζον (O₃), που πήρε το όνομά του από τον Ελβετό καθηγητή της Χημείας Schonbein το έτος 1839 από το ελληνικό «όζειν», λόγω της χαρακτηριστικής οσμής του, αποτελεί επικίνδυνο ρύπο για την εισπνοή, όταν βρίσκεται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα). Στην περίπτωση όμως που το όζον βρίσκεται στη στρατόσφαιρα, σε απόσταση περίπου 25 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της γης, λειτουργεί ως φίλτρο προστασίας του πλανήτη, λόγω της ικανότητάς του να απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία (240-320 nm). Η στοιβάδα του όζοντος διατηρείται μέσω της φυσικής ισορροπίας που υπάρχει μεταξύ σχηματισμού και διάσπασης, αλλά δυστυχώς επηρεάζεται από ανθρωπογενείς δράσεις, κυρίως τη χρήση χλωροφθορανθράκων (CFCs).

Υπενθυμίζεται ότι οι επιστήμονες P. Crutzen, M. Molina και S. Rowland, οι οποίοι πρώτοι είχαν αναφέρει την ιδιαίτερη σημασία του οξειδίου του αζώτου και του χλωρίου ανθρωπογενούς προέλευσης στη στρατόσφαιρα, τιμήθηκαν με το βραβείο Nobel Χημείας, το έτος 1995. Πρέπει να τονιστεί ο ευεργετικός ρόλος της στοιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος, δεδομένου ότι η υπεριώδης ακτινοβολία είναι πολύ επικίνδυνη, γιατί μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα, καρκίνο του δέρματος, καταρράκτη ματιών, ακόμη και καταστροφή του DNA.

Υπάρχει δυνατότητα αναστροφής του φαινομένου της «τρύπας του όζοντος»; Λειτουργήσε το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ;

Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ προβλέπει την κατάργηση των χλωροφθορανθράκων μέχρι το έτος 2030 και ήδη από το έτος 1987 η χρήση των CFCs έχει περιοριστεί. Τα αποτελέσματα όμως του περιορισμού αυτών των βλαπτικών ουσιών μέχρι σήμερα δεν είναι ενθαρρυντικά. Από διάφορες εκτιμήσεις που έχουν γίνει προκύπτει ότι το μέγιστο της απώλειας του όζοντος προβλέπεται κατά την περίοδο των ετών 2010-2020, πράγμα που δείχνει ότι δυστυχώς η ανάκαμψη με τις παρούσες συνθήκες θα καθυστερήσει για πολλές δεκαετίες.

Πρόσφατα διαβάσαμε, με την ευκαιρία της 20ής επετείου του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ, ότι ακόμη και αν σταματούσαμε όλες τις εκπομπές ουσιών που συμβάλλουν στο φαινόμενο της «τρύπας του όζοντος», η στοιβάδα του όζοντος θα αποκαθίστατο το έτος 2068!

4.3. Το Φαινόμενο της «όξινης βροχής»

Το φαινόμενο της όξινης βροχής αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον R. Smith το έτος 1852, ο οποίος εισήγαγε και τον αντίστοιχο όρο, στο Manchester της Αγγλίας, μια έντονα αναπτυσσόμενη τότε βιομηχανική περιοχή. Οι επιπτώσεις που παρατηρήθηκαν από την απόθεση κυρίως θειικού οξέος ήταν καταστροφή μεταλλικών και οικοδομικών υλικών, υφασμάτων και βλάστησης. Το φαινόμενο της όξινης βροχής διακρίνεται σε ξηρή και υγρή εναπόθεση οξέων που προκαλεί σοβαρές επιπτώσεις λόγω της έντονης διαβρωτικής δράσης που ασκούν αυτές οι χημικές ενώσεις στο περιβάλλον. Μεγαλύτερη καταστροφή προκαλείται στα δάση, αλλά υπάρχουν επίσης επιπτώσεις και στα νερά της επιφάνειας και του εδάφους. Αρνητικές επιπτώσεις υπάρχουν ακόμη στις γεωργικές καλλιέργειες, όπου παρατηρείται μείωση των αποδόσεων, στις ιχθυοκαλλιέργειες γλυκού νερού, σε διάφορα υλικά, όπως σωλήνες, καλώδια, δομικά υλικά λόγω διάβρωσης, και φυσικά στην ανθρώπινη υγεία.

Αξίζει να αναφερθεί ότι το φαινόμενο της όξινης βροχής είναι δύσκολο να

ελεγχθεί, γιατί λόγω των διαφόρων μετεωρολογικών φαινομένων, όπως είναι η διεύθυνση και η ταχύτητα των ανέμων, ενδέχεται οι πηγές των ρυπαντών να βρίσκονται σε μια χώρα και την όξινη βροχή να δέχεται άλλη χώρα. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Σκανδιναβίας και πιο συγκεκριμένα της Νορβηγίας, της οποίας υπέστησαν οξύνιση οι λίμνες και οι ποταμοί και καταστράφηκε η ιχθυοπανίδα από τη ρύπανση των βιομηχανιών της Μεγάλης Βρετανίας.

Το φαινόμενο της όξινης βροχής έχει καταστρέψει στην Ευρώπη πολλές δασικές εκτάσεις. Στη χώρα μας εμφανίζεται, αλλά προς το παρόν είναι μικρής έντασης, γιατί η Ελλάδα απέχει σημαντικά από τα μεγάλα βιομηχανικά κέντρα της Κεντρικής και της Δυτικής Ευρώπης. Τα μέτρα περιορισμού του φαινομένου της όξινης βροχής στοχεύουν στον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του θείου μέσω διαφόρων πρωτοκόλλων μείωσης των εκπομπών θείου έστω κατά κάποιο ποσοστό.

5. Σχέση ατμοσφαιρικής ρύπανσης και οικονομικής ανάπτυξης στο λεκανοπέδιο της Αττικής

Η ατμοσφαιρική ρύπανση του Λεκανοπεδίου της Αττικής ακολουθεί τα αντίστοιχα πρότυπα μεγάλων πόλεων της Δυτικής Ευρώπης, δεδομένου ότι η Ελλάδα ακολούθησε το ίδιο υπόδειγμα οικονομικής και βιομηχανικής ανάπτυξης. Το ανάγλυφο του εδάφους -βουνά και λόφοι- του Λεκανοπεδίου της Αττικής, σε συνδυασμό με την πυκνή δόμηση, τη συνεχή αύξηση των οχημάτων, τα υψηλά κτίρια, το μικρό ποσοστό πρασίνου, την υψηλή συγκέντρωση του μεγαλύτερου ποσοστού της ελληνικής βιομηχανίας και κυρίως το συνεχώς αυξανόμενο πληθυσμιακό μέγεθος -έντονη αστικοποίηση- συντελούν στην ανάπτυξη των κατάλληλων συνθηκών για τη δημιουργία ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Επίσης, οι κλιματικοί παράγοντες, όπως η μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας, η αυξημένη συχνότητα των θερμοκρασιακών αναστροφών και οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του Λεκανοπεδίου Αττικής ευνοούν τη συγκράτηση των ρύπων καθώς και τη δημιουργία δευτερογενών ρύπων, με άμεσο αποτέλεσμα τη δημιουργία φωτοχημικού οξειδωτικού νέφους, τύπου Λος

Άντζελες. Τις κυριότερες πηγές ρύπανσης για την Αττική αποτελούν η βιομηχανία, οι κεντρικές θερμάνσεις και η κυκλοφορία των οχημάτων.

Στην εργασία «An Analysis of Environmental Kuznet's Curve using Regional Time Series Data», E. Panas and V. Ninni, 2003, *Indian Development Review*, Vol. 1, No. 1, σ. 87-105 επιχειρείται η διερεύνηση αυτής της σχέσης οικονομικής ανάπτυξης -που εκφράζεται με το κατά κεφαλή εισόδημα- και περιβαλλοντικής ρύπανσης -που εκφράζεται από τους συγκεκριμένους ρύπους της ατμόσφαιρας διοξείδιο του αζώτου (NO₂), διοξείδιο του θείου (SO₂) και μονοξείδιο του άνθρακα (CO)- ειδικά για το Λεκανοπέδιο της Αττικής. Η εν λόγω διερεύνηση είναι οικονομετρική και επισημαίνεται ότι είναι η πρώτη φορά που διερευνάται η σχέση ΕΚC σε μικροεπίπεδο (επίπεδο περιφέρειας χώρας). Τα συμπεράσματα της εργασίας αυτής συνοψίζονται στα εξής:

Η εκτίμηση των συναρτήσεων σε επίπεδο χώρας διαφέρει από την αντίστοιχη εκτίμηση σε επίπεδο περιοχής χώρας και αυτό συνδέεται με την πραγματικότητα, δηλαδή τις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες και ιδιομορφίες (κυκλοφορία, βιομηχανία, μέγεθος πόλης) κάθε περιοχής. Η υπόθεση Kuznet δεν ισχύει για το Λεκανοπέδιο της Αττικής. Η σχέση οικονομικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής (ατμοσφαιρικής) ρύπανσης εκφράζεται με μία καμπύλη της μορφής N (στην περίπτωση του διοξειδίου του αζώτου) και αντιστρόφου N (Ι) (στις περιπτώσεις του διοξειδίου του θείου και μονοξειδίου του άνθρακα).

Το κείμενο αποτελεί ομιλία που έγινε στις 2 Οκτωβρίου 2007 στην Αθήνα στη σειρά διαλογικών μαθημάτων που διοργάνωσε η Ελληνική Εταιρεία για την Προστασία του Περιβάλλοντος και την Πολιτιστική Κληρονομιά.