

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 19ΗΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 1992

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΜΙΧΑΗΛ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ

ΓΕΩΛΟΓΙΑ.— **Ἐπίδραση τῶν βιομηχανικῶν ἐκβολῶν CO<sub>2</sub> ἐπὶ τῆς γῆινης θερμοκρασίας. Τὰ μέχρι τώρα συμπεράσματα, ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ χ. Λουκᾶ Μουσσόλου\***.

Ἀπὸ 10 καὶ πλέον χρόνια τὴν Ἐπιστημονικὴ Κοινότητα ἀπασχολεῖ ἰδιαιτέρως τὸ πρόβλημα τῆς ἐπιδράσεως ποὺ μποροῦν νὰ ἐξασκήσουν οἱ ἀνθρωπογενεῖς ἐκβολὲς διοξειδίου τοῦ ἀνθρακὰ πάνω στὴ μέση θερμοκρασία τοῦ πλανήτη μας.

Σὲ πρόσφατη ἀπὸ τοῦ βήματος αὐτοῦ ἀνακοίνωσή μας ὑπὸ τὸν τίτλο «Τὸ φαινόμενο τοῦ θερμοκηπίου ἐξεταζόμενο ὑπὸ τὸ φῶς γεωλογικῶν κριτηρίων» τέθηκε καὶ συζητήθηκε ἐκτενῶς τὸ πρόβλημα τοῦτο. Στὴν ὀγκώδη δὲ βιβλιογραφία ποὺ ἔχει ἤδη συσσωρευθεῖ ἐπὶ τοῦ θέματος ἐκφράζονται καὶ ὑποστηρίζονται ἀντικρουόμενες ἀπόψεις σὲ τρόπο ὥστε νὰ δημιουργεῖται σοβαρὴ σύγχυση.

Σκοπὸς τῆς παρούσης ἐργασίας εἶναι νὰ παρουσιάσει συνοπτικὰ τὶς ἀπόψεις αὐτὲς καὶ νὰ σχολιάσει τὰ ἐπιχειρήματα ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐδράζονται. Ἐλπίζεται ὅτι μὲ τὸν τρόπο αὐτὸ θὰ φωτισθεῖ ἐναργέστερα τὸ ὑπὸ συζήτηση φλέγον αὐτὸ θέμα.

\* \* \*

Γιὰ λόγους σαφηνείας θεωρεῖται ἐπιβεβλημένο νὰ διευκρινισθεῖ ἀμέσως ἡ ἔννοια τοῦ ὄρου «φαινόμενο θερμοκηπίου» καὶ ἡ σχέση τούτου μὲ τὸ διοξείδιο τοῦ ἀνθρακὰ.

Εἶναι σήμερα γενικὰ ἀποδεκτὸ ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς καὶ τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμόσφαιράς της διατηροῦνται στὰ σημερινὰ ἐπίπεδα θερμοκρασίας

---

\* L. MOUSSOULOS, **Influence of CO<sub>2</sub> industrial emissions on earth's warming. The state of the actual knowledge.**

χάρης στο λεγόμενο «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Συγκεκριμένα, όπως το υάλινο περιβλήμα ενός συνήθους θερμοκηπίου, όρισμένα αέρια που βρίσκονται μέσα στην ατμόσφαιρα της Γης απορροφούν και ακτινοβολούν πίσω προς την επιφάνειά της, το μεγαλύτερο μέρος (~88%) της υπ' αὐτῆς ἐκπεμπομένης θερμικῆς ἐνεργείας. Τὸ ὑπόλοιπο (~12%) ἀκτινοβολεῖται καὶ διαχέεται πρὸς τὸ διάστημα. Ἔτσι, ἡ μέση θερμοκρασία στὴν ἐπιφάνεια τοῦ Πλανήτη μας, ἀπὸ  $-18^{\circ}\text{C}$  πού θὰ ἔπρεπε κανονικὰ νὰ ἦταν, ἀνέρχεται στοὺς  $+15^{\circ}\text{C}$  καὶ καθιστᾷ τὴν ἐπ' αὐτοῦ ζωὴ ἀνετότερη.

Μεταξὺ τῶν αερίων πού ὑπαισέρχονται στὸ φαινόμενο τοῦ θερμοκηπίου, ἰδιαίτερη θέση κατέχουν οἱ ὕδρατμοὶ καὶ τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακὰ λόγω ποσότητος καὶ ἀπορροφητικότητος. Εἶναι ἐπομένως εὐλογη ἡ ἀνησυχία γιὰ τὶς συνεχῶς ἀύξανόμενες ἀνθρωπογενεῖς ἐκβολές διοξειδίου μέσα στὴ γήϊνη ατμόσφαιρα καὶ ἰδιαίτερα ἐκεῖνες, σχετικὰ ὀγκώδεις, πού συνδέονται μὲ τὴ βιομηχανικὴ δραστηριότητα.

Καὶ ἐδῶ γεννῶνται ἀμέσως δύο ἐρωτήματα: Πρῶτο, ποῖο τὸ σημερινὸ μέγεθος τῶν ἐν λόγω ἐκβολῶν καὶ πῶς προβλέπεται ἡ ἐξέλιξή των; Δεύτερο, εἶναι οἱ ἐκβολές αὐτές σὲ θέση νὰ προκαλέσουν ἀνύψωση τῆς συγκεντρώσεως τοῦ διοξειδίου καὶ νὰ διαταράξουν κρίσιμα τὶς κλιματολογικὲς συνθῆκες;

\*  
\* \*

Σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὸ πρῶτο ἐρώτημα, τὸ μέγεθος δηλαδή τῶν ἐκβολῶν διοξειδίου τοῦ ἀνθρακὰ πού συνδέονται μὲ τὴ βιομηχανικὴ δραστηριότητα μπορεῖ νὰ λεχθεῖ ὅτι δὲν ὑπάρχουν σοβαρὲς διαφωνίες. Καὶ τοῦτο, γιὰτὶ πρόκειται στὴν οὐσία περὶ ἐκείνων πού προέρχονται ἀπὸ τὴν καύση μεγάλων ποσοτήτων ὀρυκτῶν καυσίμων πρὸς κάλυψη τῶν ἐνεργειακῶν κυρίως ἀναγκῶν τῆς δραστηριότητος αὐτῆς καὶ εἶναι ἐπομένως εὐκόλο νὰ ὑπολογισθοῦν. Πράγματι, ἡ ἐτήσια παραγωγή ὀρυκτῶν καυσίμων ἔφθασε ἐπὶ τῶν ἡμερῶν μας εἰς περίπου 1,2 δισ. τόννους λιγνίτη, 3,5 δισ. τόννους λιθάνθρακα, 3 δισ. τόννους πετρέλαιο, 68 τρισ. ft<sup>3</sup> φυσικοῦ αερίου. Μὲ τὴν παραδοχὴ ὅτι ὅλα αὐτὰ τὰ καύσιμα χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν παραγωγή ἐνεργείας, οἱ ἐκβολές CO<sub>2</sub> πού θὰ προκύψουν ἐκτιμοῦνται ὅτι θὰ εἶναι τῆς τάξεως τῶν 6 δισ. τόννων.

Βεβαίως ἡ παραγωγή ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας βαίνει ἀύξανόμενη καὶ δημιουργεῖ φυσικὰ ἀντίστοιχη ἀύξετικὴ τάση τῆς παραγωγῆς ὀρυκτῶν καυσίμων. Ἄλλὰ ἐπὶ τῆς τάσεως αὐτῆς ἄρχισε ἤδη νὰ ἐπιδρᾷ ἀνασταλτικὰ ἡ ταχέως ἐξελισσομένη παραγωγή πυρηνοληκτρικῆς ἐνεργείας, τῆς ὁποίας ἡ συμβολὴ στὴν κάλυψη τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν ὑπερβαίνει ἤδη τὸ 16%. Μὲ τὴν παραδοχὴ δὲ ὅτι ἡ συμβολὴ αὐτὴ θὰ φθάσει στὸ 25%, οἱ ἐκβολές CO<sub>2</sub> ἀπὸ τὴ χρῆση ὀρυκτῶν καυσίμων ἐκτιμοῦνται σὲ 7 ἕως 8 δισ. τόννους περὶ τὸ ἔτος 2000. Καὶ ὑπάρχει πιθανότητα νὰ παραμεί-

νουν πέριξ τοῦ μεγέθους αὐτοῦ ἐπὶ μακρὰ χρόνια, ἐὰν ληφθοῦν ὑπ' ὄψη οἱ μεγάλες καὶ πολύμορφες προσπάθειες ποὺ καταβάλλονται ἀπὸ ὅλες τὶς πλευρὲς γιὰ ἐξοικονόμηση ἐνεργείας.

\* \* \*

Ἐρχόμεθα τώρα στὸ δεύτερο ἐρώτημα ποὺ τέθηκε παραπάνω: Μποροῦν ἐκβολὲς ἐνὸς τέτοιου μεγέθους νὰ προκαλέσουν ἄνοδο τῆς συγκεντρώσεως τοῦ διοξειδίου μέσα στὴν ἀτμόσφαιρα τῆς Γῆς καὶ νὰ διαταράξουν κρίσιμα τὶς κλιματολογικὲς συνθῆκες;

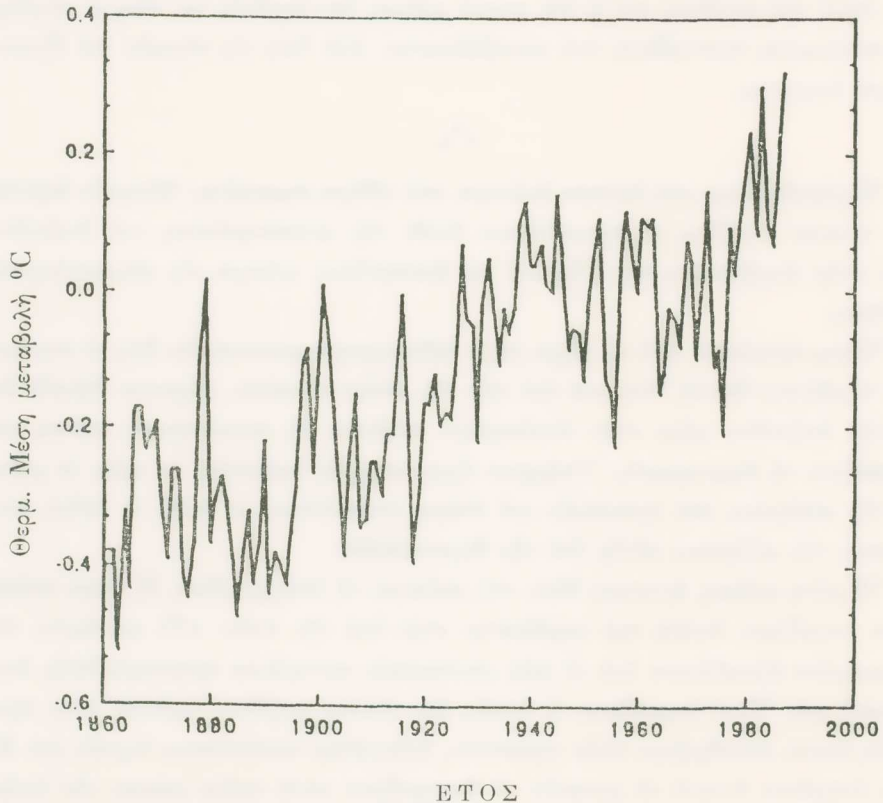
Ὅπως προκύπτει ἀπὸ τὴ μέχρι τώρα βιβλιογραφία φαίνεται ὅτι ὅλοι οἱ συγγραφεῖς λαμβάνουν θετικὴ θέση καὶ ἐπὶ τῶν δύο αὐτῶν σημείων. Δέχονται δηλαδὴ ὅτι ἐκβολὲς διοξειδίου μέσα στὴν ἀτμόσφαιρα αὐξάνουν τὴ συγκέντρωση τούτου καὶ ἐπηρεάζουν τὴ θερμοκρασία. Ἰπάρχουν ὅμως σοβαρὲς διαφωνίες ὡς πρὸς τὸ μέγεθος τῆς αὐξήσεως ποὺ προκαλοῦν καὶ ἀκόμη σοβαρότερες ὡς πρὸς τὸ βαθμὸ ἐπιδράσεως τῆς αὐξήσεως αὐτῆς ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας.

Ἡ μόνη καθαρὴ ἀρνητικὴ θέση ποὺ φαίνεται νὰ ὑπάρχει εἶναι, ἐξ ὅσων τοῦλάχιστο γνωρίζουμε, ἐκείνη ποὺ λαμβάνεται στὴν ὑπὸ τὸν τίτλο: «Τὸ φαινόμενο τοῦ θερμοκηπίου ἐξεταζόμενο ὑπὸ τὸ φῶς γεωλογικῶν κριτηρίων» προαναφερθεῖσα ἀνακοίνωσή μας. Ἐκεῖ ἐκφράζεται ἡ ἄποψη ὅτι τέτοιου μεγέθους ἐκβολὲς εἶναι ἀμελητέες ἐναντὶ ἀσταθμῶν πλὴν τεραστίων, ἐνδογενῆς προελεύσεως ἐκροῶν καὶ δὲν εἶναι ἐπομένως δυνατὸ νὰ μποροῦν νὰ διαταράξουν κατὰ τρόπο μόνιμο τὴν ὑπάρχουσα κατάσταση ἰσορροπίας.

Εἶναι ἐνδιαφέρον νὰ προβληθοῦν καὶ νὰ σχολιασθοῦν τὰ στοιχεῖα ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐδράζονται οἱ ὡς ἄνω θέσεις.

\* \* \*

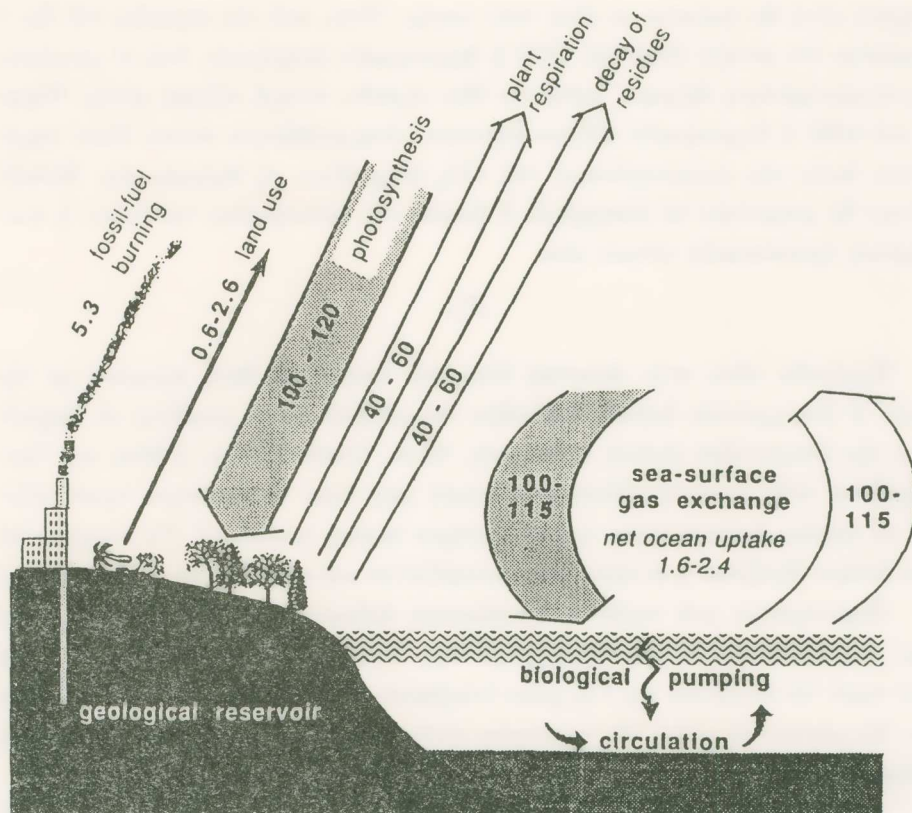
Ἀρχίζουμε ἀπὸ τὴ θετικὴ θέση, ἡ ὁποία καὶ κυριαρχεῖ στὴν μέχρι τώρα βιβλιογραφία. Εἶναι προφανὲς ὅτι οἱ διάφοροι ἐρευνητὲς ἐπηρεάζονται ἀπὸ τὶς μετρήσεις ποὺ διατίθενται σήμερα καὶ ἀφοροῦν τὶς μεταβολὲς τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς συγκεντρώσεως τοῦ CO<sub>2</sub>. Ἀπὸ τὸ 1858 διενεργοῦνται συστηματικὲς μετρήσεις τῆς θερμοκρασίας τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς στὸ σταθμὸ Mauna Loa τῆς Χαβάης. Τὰ ἀποτελέσματα παρουσιάζονται διὰ τῆς καμπύλης τοῦ Σχ. 1. Γιὰ τὴν ἰδίᾳ περίοδο ὑπάρχουν ἐπίσης μετρήσεις τῆς συγκεντρώσεως CO<sub>2</sub> καὶ δείχνουν ὅτι πρὶν ἀπὸ 150 περίπου χρόνια ἡ συγκέντρωση αὐτὴ ἦταν περὶ τὰ 280 μl/l. Ἐκτοτε ἀνέρχεται καὶ βρίσκεται σήμερα στὸ ἐπίπεδο τῶν 350 μl/l. Ἡ ἄνοδος δὲ αὐτὴ ἀποδίδεται σὲ ἐκβολὲς CO<sub>2</sub> ποὺ σχετίζονται μὲ ἀνθρωπογενεῖς δραστηριότητες, ἡ κυριότερη τῶν ὁποίων εἶναι ἡ βιομηχανικὴ.



Σχ. 1. Η μεταβολή θερμοκρασίας της επιφανείας της γής.

Με βάση τις μετρήσεις αυτές πολλοί έρευνητές θεωρούν ως δεδομένο ότι αύξηση της συγκεντρώσεως του  $\text{CO}_2$  θα προκαλέσει όπωςσδήποτε αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γής και προσπαθούν να υπολογίσουν το μέγεθος της αύξήσεως αυτής δια συγκεκριμένη αύξηση της εν λόγω συγκεντρώσεως. Προσπαθούν επίσης να προβλέψουν τη χρονική πορεία του φαινομένου. Χρησιμοποιούν προς τούτο μαθηματικά κλιματολογικά πρότυπα, τα καλούμενα General Circulation Models (GCMs) όπου υπεισέρχονται φυσικές διεργασίες που δεν έχουν ακόμη επαρκώς κατανοηθεί. Πρόκειται περί διεργασιών όπως αυτές που παρίστανται στο Σχ. 2.

Έτσι, δεν έχουμε παραδείγματος χάριν σαφή αντίληψη της παραλαβής και κυκλοφορίας του  $\text{CO}_2$  στους ωκεανούς, ούτε διαθέτουμε ικανοποιητικής ακριβείας εκτιμήσεις σε ό,τι αφορά τη βιολογική άντληση μέσα σ' αυτούς. Οί επιπτώσεις από περιορισμό των παγετώνων που μπορεί να προκύψει από την άνοδο της θερμοκρασίας παραμένουν άγνωστες. Ένας τέτοιος περιορισμός μπορεί να ενισχύσει τη



Σχ. 2. 'Εκτίμηση (1980) έναλλασομένων μεταξύ ατμόσφαιρας και Γης ποσοτήτων άνθρακα (δισεκ. τόνοι).

βιολογική παραγωγή και να αυξήσει την παραλαβή διοξειδίου στους ωκεανούς.

Αποτέλεσμα των παραπάνω άτελειών στα χρησιμοποιούμενα στοιχεία είναι ή ασάφεια στις λαμβανόμενες από τα διάφορα πρότυπα πληροφορίες. Όρισμένα έξ αυτών προβλέπουν αύξησης θερμοκρασίας που κυμαίνονται από 1,5 έως 4,5°C για τα προσεχή 50 χρόνια. Άλλα προβλέπουν ότι διπλασιασμός τής συγκεντρώσεως του CO<sub>2</sub> μπορεί να προκαλέσει αύξηση των θερμοκρασιών στον ευρωπαϊκό χώρο από 2 έως 6°C κατά το θέρος και 4 έως 16°C κατά το χειμώνα. Πρόκειται προφανώς περι πληροφοριών που αφήνουν πολλές αμφιβολίες και δημιουργούν μεγάλη σύγχυση.

Έδω θα πρέπει να παρατηρήσομε ότι υπάρχει επίσης ασάφεια και σύγχυση σε ό,τι αφορά τις πληροφορίες που εξάγονται από τις άμεσες μετρήσεις τής θερμοκρασίας και τής συγκεντρώσεως CO<sub>2</sub>. Και ναί μόν πολλοί έρευνητές θεωρούν, όπως ήδη αναφέραμε, ότι τα στοιχεία αυτά μαρτυρούν την ύπαρξη άμέσου σχέσεως μεταξύ συγκεντρώσεως του CO<sub>2</sub> και τής θερμοκρασίας, στην πραγματικότητα όμως

ή σχέση αυτή δεν φαίνεται να είναι πολύ σαφής. Έτσι, από την καμπύλη του Σχ. 1 προκύπτει ότι μεταξύ 1945 και 1970 η θερμοκρασία υπεχώρησε, ενώ οι μετρήσεις της συγκεντρώσεως δείχνουν, κατά την ίδια περίοδο, συνεχή αύξηση αυτής. Πέραν δέ του 1980 η θερμοκρασία αυξάνει απότομα. Αναμφισβήτητα πολλοί άλλοι παράγοντες εκτός της συγκεντρώσεως του  $\text{CO}_2$  επηρεάζουν τη θερμοκρασία. Μεταξύ τούτων θα μπορούσαν να αναφερθούν η ένταση της ακτινοβολίας του ήλιου, η συσσώρευση ήφαιστειακής κόνεως κλπ.

\* \*

Ερχόμεθα τέλος στην άρνητική όπως την ονομάσαμε θέση, σύμφωνα με την οποία οι βιομηχανικές εκβολές διοξειδίου δεν μπορούν λόγω μεγέθους να επηρεάσουν την επικρατούσα φυσική κατάσταση. Είναι, υπενθυμίζουμε, η θέση που υποστηρίζεται στην προαναφερθείσα ανακοίνωσή μας, όπου το πρόβλημα προσεγγίζεται με τελείως διάφορο τρόπο και με κριτήρια κυρίως γεωλογικά. Τα στοιχεία επί των οποίων εδράζεται ή εν λόγω θέση συνοψίζονται και σχολιάζονται ως ακολούθως:

Παρατηρείται μιὰ τεράστια συσσώρευση άνθρακα στον εξώτατο φλοιό της Γης, τους ώκεανούς και την ατμόσφαιρά της. Εκτιμάται ότι η ποσότητα άνθρακα στον παρά την επιφάνεια της Γης χώρο υπερβαίνει τα 20 kg ανά  $\text{cm}^2$  της επιφανείας της. Το μέγιστο δέ μέρος της ποσότητας αυτής άπαντά μέσα στο φλοιό υπό μορφή άνθρακικών πετρωμάτων.

Η ως άνω έντυπωσιακή συσσώρευση άνθρακα δεν μπορεί να εξηγηθεί παρά με μιὰ συνεχή έκροή του στοιχείου αυτού από τα βάθη της Γης προς την επιφάνειά της. Ο άνθρακας άφθονεί στο ήλιακό σύστημα, όπου κατέχει από άπόψεως ποσότητος την τετάρτη θέση μετά το ύδρογόνο, το ήλιο και το όξυγόνο. Έχει δέ εγκλωβισθεί μέσα στο μανδύα της Γης κατά την πορεία του σχηματισμού της. Εκεί βρίσκεται άνομοιογενώς κατανεμημένος και υπό μορφή άνθρακικών χονδριτών. Πρόκειται περι μετεωριτών χαμηλής θερμοκρασίας που περιέχουν μέχρι 5% άνθρακα, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου είναι υπό μορφή ενώσεων βαρέων άρωματικών. Περιέχουν επίσης δεσμευμένο ύδωρ και θερμαινόμενοι αποβάλλουν άφθονα πτητικά.

Σε μέρη του μανδύα, όπου ή συγκέντρωση άνθρακικών χονδριτών είναι σχετικά ύψηλή, ύπάρχει δυνατότητα αναπτύξεως και συσσωρεύσεως ύδρογονανθράκων και ιδιαίτερα μεθανίου. Τουτό μπορεί να μεταναστεύσει σε ύψηλότερους όρίζοντες και να συγκεντρωθεί σε πρόσφορες θέσεις του φλοιού όπως π.χ. τα πορώδη πετρώματα. Πλησίον της επιφανείας το μεθάνιο κανονικά όξειδώνεται και έξέρχεται στην ατμόσφαιρα υπό μορφή διοξειδίου του άνθρακα.

Υπάρχουν πολλές άμεσες ένδείξεις έκροής άνθρακα κυρίως ως διοξειδίου άλλα

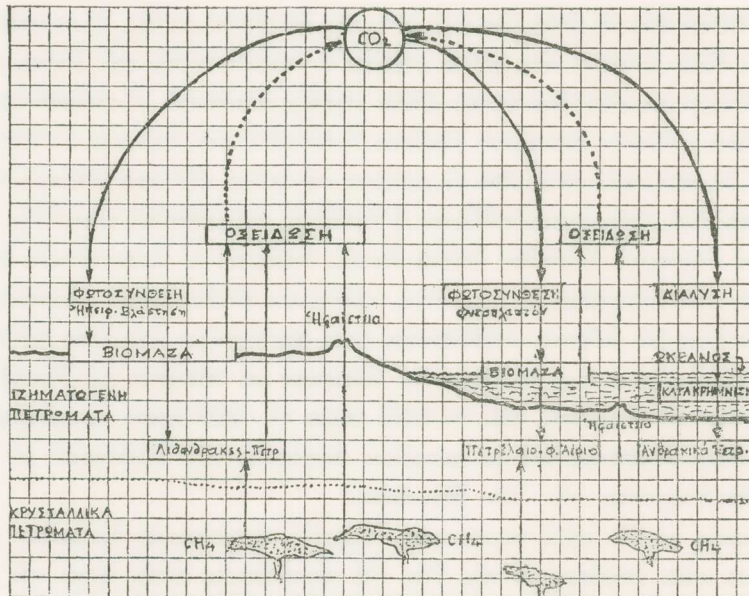
και ως μεθανίου από τα βάθη τής Γῆς πρὸς τὴν ἐπιφάνεια αὐτῆς. Ἡ ἐν λόγω ἐκροὴ μπορεῖ νὰ εἶναι συνεχῆς καὶ ἠπίας μορφῆς ἢ περιστασιακὴ καὶ βιαίας μορφῆς. Ἄμεση ἔνδειξη γιὰ ὀγκώδεις ἐκροές ἠπίας μορφῆς ἀποτελοῦν οἱ κολοσσιαῖες ποσότητες ἐνύδρου μεθανίου πού ἔχουν ἐσχάτως ἐντοπισθεῖ στὴ Σιβηρία, τὸ Βόρειο Καναδά, τὴν Ἀλάσκα κλπ. κάτω ἀπὸ τὸ μονίμως παγωμένο κάλυμμα ἐδάφους, τὸ λεγόμενο permafrost, ὅπου παρεμποδίζεται ἡ ὀξείδωση τοῦ μεθανίου πρὸς CO<sub>2</sub>. Ἄμεση ἔνδειξη γιὰ ἀσυνεχεῖς ὀγκώδεις ἐπίσης ἐκροές παρέχουν οἱ ἠφαιστειακὲς ἐκρήξεις.

Πέραν τῶν ἐνδογῆινης προελεύσεως τεραστίων αὐτῶν ἐκροῶν, μεγάλες ποσότητες διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα ἐκβάλλονται στὴν ἀτμόσφαιρα ἀπὸ ἄλλα ἐπίγεια ἀνεξέλεγκτα αἴτια, ὅπως π.χ. οἱ πυρκαϊές. Σύμφωνα μὲ στοιχεῖα τοῦ World Watch Institute τῆς Washington, ἀπὸ τὸ 1972 μέχρι τὸ 1990 ἔχουν καταστραφεῖ ἀπὸ πυρκαϊές δάση ἐκτάσεως 200 ἐκ. ἑκταρίων, ἐκτάσεως πού ἰσοδυναμεῖ μὲ τὸ 1/3 περίπου τῆς ἐπιφανείας τῶν Ἡν. Πολιτειῶν.

Ἐπάρχουν λοιπὸν πολὺ σημαντικὲς, διαρκεῖς προσαγωγὲς διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα μέσα στὴν ἀτμόσφαιρα τῆς Γῆς. Οἱ προσαγωγὲς αὐτὲς λόγω τῆς φύσεώς των εἶναι ἀνεξέλεγκτες, ἀστάθμητες ἀλλὰ καὶ μεταβλητές. Παρὰ ταῦτα, στὴν ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτη μας διατηρεῖται ἡ γνωστὴ θερμοκρασιακὴ κατάσταση πού ἐπικρατεῖ σήμερα. Τοῦτο σημαίνει ὅτι στὸ χῶρο παρὰ τὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς λειτουργοῦν μηχανισμοὶ πού ἐλέγχουν τὴν ἐν λόγω κατάσταση. Δύο μεταξύ τῶν μηχανισμῶν τούτων ἔχουν ὄλως ἰδιαίτερη σημασία: Εἶναι οἱ μηχανισμοὶ φωτοσυνθέσεως—βιομάζης καὶ διαλύσεως—κατακρημνίσεως, διὰ τῶν ὁποίων τεράστιες ποσότητες διοξειδίου ἀντλοῦνται ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα καὶ μεταφέρονται κυρίως ὡς ἄνθρακας καὶ ἄνθρακικὰ πετρώματα στὸ φλοιὸ τῆς Γῆς.

Μὲ βάση τὰ ὅσα παραπάνω ἐξετέθηκαν μπορεῖ νὰ λεχθεῖ ὅτι ὑφίσταται ἓνας γεωχημικὸς κύκλος ἄνθρακα πού διέπει τὴ διακίνηση τοῦ στοιχείου τούτου, τὸ ὁποῖο ἐκπορεύεται ἀπὸ τὰ βάθη τῆς Γῆς καὶ διαμορφώνει τὴν κατανομὴ του παρὰ τὴν ἐπιφάνεια αὐτῆς. Στὸ Σχ. 3 δίδεται ἓνα ἀπλοποιημένο σκαρίφημα τοῦ κύκλου αὐτοῦ. Χαρακτηριστικὸ του εἶναι ὅτι διαλαμβάνει δύο βασικοὺς μηχανισμούς, διὰ τῶν ὁποίων παραλαμβάνεται ἄνθρακας ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα ὅπου βρίσκεται ὑπὸ μορφὴ CO<sub>2</sub> καὶ μεταφέρεται στὸ φλοιό. Εἶναι ἀστάθμητη ἡ ικανότητα τῶν ἐν λόγω μηχανισμῶν, ἢ ὅποια φαίνεται πάντως νὰ εἶναι πολὺ μεγάλη. Ἡ τεράστια συσσώρευση ἄνθρακα ὑπὸ μορφὴ ἄνθρακικῶν πετρωμάτων, πού συνδέεται ἄμεσα μὲ τὸ μηχανισμὸ διαλύσεως-κατακρημνίσεως ἀποτελεῖ ἀναμφισβήτητο μάρτυρα τῆς ἐξαιρετικῆς ικανότητος τοῦ μηχανισμοῦ τούτου.

Αὐτὴ εἶναι λοιπὸν ἡ φυσικὴ εἰκόνα σχετικὰ μὲ τὴν προέλευση, διακίνηση καὶ κατανομὴ τοῦ ἄνθρακα. Ἡ παρουσία του ὑπὸ μορφὴ CO<sub>2</sub> μέσα στὴν ἀτμόσφαιρα



Σχ. 3. Γεωχημικός κύκλος του άνθρακα.

τῆς Γῆς εἶναι ἀρρήκτως συνδεδεμένη μὲ τεράστιες ἐκροές ἀπὸ τὰ βάθη τῆς Γῆς. Καὶ στὶς φυσικὰ αὐτὰς ἐκροὰς ἔρχονται τώρα νὰ προστεθοῦν οἱ βιομηχανικὰς ἐκβολὰς  $CO_2$ , οἱ ὁποῖες τείνουν νὰ σταθεροποιηθοῦν περίξ τῶν 7 ἕως 8 δις. τόννων ἑτησίως. Εἶναι προφανὲς ὅτι οἱ ἐκβολὰς αὐτὰς δὲν συνιστοῦν κίνδυνον διαταρᾶξεως τῆς ὑφισταμένης θερμοκρασιακῆς καταστάσεως.

## SUMMARY

**Influence of  $CO_2$  industrial emissions on earth's warming.  
The state of the actual knowledge.**

There is wide agreement among scientists that increases in  $CO_2$  in the Earth's atmosphere, caused by industrial activity may bring about important climatic changes. Examining the greenhouse phenomenon under the light of geological criteria, the author has recently reached the conclusion that those industrial emissions are but a small part of the natural outpouring of  $CO_2$  deriving from the Earth's interior and must not be able to affect the existing temperature conditions.

Here are briefly presented and discussed the arguments in favour of the said conclusion together with those of the opposite conclusions as they are expressed in the existing bibliography on the subject.