

Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

1930: Η ΓΕΝΕΣΗ ΤΩΝ CFCs

Οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) δεν απαντώνται στη φύση. Πρωτοδημιουργήθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1920 από το ίδιο άτομο που εμπλούτισε τη βενζίνη με μόλυβδο. Στη δεκαετία του 1930 άρχισαν να χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά υγρά σε ψυγεία αντικαθιστώντας την αμμωνία.

Τα CFCs είναι μια ομάδα ενώσεων που αποτελούνται από άτομα χλωρίου, φθορίου και άνθρακα. Είναι μη-τοξικά, δεν αντιδρούν με το νερό, και δεν είναι εύφλεκτα. Οι ιδιότητες τους αυτές τους χάρισαν μια περίοπτη θέση στην αγορά την τελευταία πεντηκονταετία. Η χρήση τους παρόλα αυτά υπήρξε σχετικά περιορισμένη τα πρώτα 30 χρόνια από τη δημιουργία τους. Τα πιο γνωστά CFCs είναι το CFC-11 και το CFC-12 που καλύπτουν το 80% περίπου της αγοράς. Η παγκόσμια παραγωγή των δύο αυτών ενώσεων εκτοξεύθηκε από τους 5.000 τόννους το 1931, στους 700.000 τόννους στα μέσα της περασμένης δεκαετίας (Chemical Manufacturers' Association 1985). Το 1986 η παγκόσμια παραγωγή CFCs έφθασε τους 1,1 εκατομμύρια τόννους (UNEP 1992). Πέραν της μη-τοξικότητας τους, τα CFCs έχουν και μια σειρά από άλλα προτερήματα που τα κατέστησαν ελκυστικά στην αγορά. Έχουν μεγάλο χρόνο ζωής (55-78 χρόνια το CFC-11 και 130-139 το CFC-12). Είναι επίσης σχετικά φθηνά. Η τιμή τους κυμαίνεται γύρω στις 1.000 δρχ το κιλό. Δεν είναι λοιπόν τυχαίο ότι σύντομα γνώρισαν μεγάλη ζήτηση στην αγορά. Ήδη από το 1950 κατέκτησαν την αγορά αεροζόλ. Χρησιμοποιήθηκαν ακόμη ως διογκωτικά για πολυουρεθάνες και άλλα πλαστικά, σε συστήματα ψύξης και κλιματισμού και ως διαλύτες.

Σήμερα, η βιομηχανία CFCs έχει ένα κύκλο εργασιών που ξεπερνά το 1 δις δολάρια ετησίως (ICI 1988). Τα CFCs παράγονται από 39 διαφορετικούς κατασκευαστές και κυκλοφορούν στην αγορά με διάφορες εμπορικές ονομασίες, όπως "Freon" (Du Pont), "Arcton" (ICI), "Frigen" (Hoechst), "Flugene" (SICNG), κ.λ.π (Faucheux & Noel 1988).

1973: ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΗΜΑΔΙΑ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Τα πρώτα σημάδια ανησυχίας για τα "θαυματοουργά" μέχρι τότε CFCs, πρωτοπαρουσιάστηκαν το 1973, όταν δυο επιστήμονες, οι Sherry Rowland και Mario Molina, ανακοίνωσαν πως τα CFCs απελευθέρωναν οξείδια του χλωρίου στη στρατόσφαιρα, καταστρέφοντας το προστατευτικό στρώμα του όζοντος. Η είδηση προκάλεσε σάλο, αφού η στοιβάδα του όζοντος αποτελεί την ασπίδα της Γης προστατεύοντας την από την υπεριώδη ακτινοβολία.

Η ΣΤΟΙΒΑΔΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

Το όζον αποτελεί ένα από τα συστατικά της γήινης ατμόσφαιρας και παρόλο που συνιστά μικρό μόνο ποσοστό των συστατικών της, αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για

την ύπαρξη ζωής πάνω στον πλανήτη.

Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις όζοντος παρατηρούνται στη στρατόσφαιρα σε ύψος 20-25 Km. Ακόμη κι εκεί όμως, μόνο 1 στα 100.000 μόρια αέρος είναι όζον. Αν όλο το όζον της ατμόσφαιρας συγκεντρώνονταν σε ένα λεπτό στρώμα γύρω από τη Γη, αυτό δεν θα ξεπερνούσε τα 3 χιλιοστά πάχος.

Κι όμως, το λεπτό αυτό στρώμα μας προστατεύει από τις επικίνδυνες υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV) και ιδιαίτερα από τις υπεριώδεις Β (UV-B). Οι ακτινοβολίες αυτές μπορούν να προκαλέσουν καρκίνους του δέρματος, βλάβες στους οφθαλμούς και σημαντικές ζημιές στα οικοσυστήματα και τη γεωργία.

Το όζον στην ατμόσφαιρα διασπάται όταν απορροφήσει υπεριώδη ακτινοβολία. Αυτή η φυσική διαδικασία διαταράσσεται από την παρουσία ρύπων. Το χλώριο και το βρώμιο π.χ επιταχύνουν τη διάσπαση των μορίων όζοντος, καταστρέφοντας έτσι τη στοιβάδα του όζοντος και δημιουργώντας τις λεγόμενες "τρύπες του όζοντος". Το χλώριο αποτελεί ένα από τα συστατικά των CFCs.

Λόγω της σοβαρότητας του ζητήματος, οι ΗΠΑ απαγόρευαν (με ελάχιστες εξαιρέσεις) από το 1978 τη χρήση των CFCs στα αεροζόλ. Παρόμοια μέτρα πήραν αργότερα και άλλες χώρες όπως η Σουηδία, η Νορβηγία, η Φινλανδία, η Ελβετία και ο Καναδάς.

1982: Η ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΗΣ ΤΡΥΠΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΤΑΡΚΤΙΚΗ

Το 1982, Βρεταννοί επιστήμονες παρατήρησαν μειώσεις στις συγκεντρώσεις του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική. Το γεγονός ήταν τόσο απρόσμενο, που επί δυο χρόνια οι επιστήμονες έκαναν επανειλημμένους ελέγχους στις μετρήσεις. Η μείωση εκείνη έφθανε το 30% των συνηθισμένων τιμών. Οι δορυφόροι της ΝΑΣΑ είχαν επίσης ανιχνεύσει το φαινόμενο, όμως τα δεδομένα απορρίπτονταν αυτόματα από τον υπολογιστή ως αβάσιμα!

1984-1986: Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ

Ενώ δεν υπήρχε πλέον καμία αμφιβολία για την ύπαρξη "τρύπας" στην Ανταρκτική, δεν είχε δοθεί ακόμη ικανοποιητική εξήγηση για τις αιτίες που την προκάλεσαν. Τα αίτια ήταν φυσικά ή ευθύνονταν τα CFCs; Το 1986, μια θεωρία υποστήριζε πως η καταστροφή του όζοντος οφείλονταν σε μετεωρολογικά φαινόμενα και συγκεκριμένα στα στρατοσφαιρικά νέφη των πόλων. Τα πειράματα που ακολούθησαν όμως στα τέλη του 1986 δεν άφηναν καμία αμφιβολία για το αβάσιμο αυτής της θεωρίας.

1987: ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ

Το 1987 αποφασίστηκε να γίνει πτήση ενός ειδικά διαρρυθμισμένου αεροσκάφους πάνω από την Ανταρκτική για να διαπιστωθούν τα αίτια της καταστροφής του όζοντος. Πριν όμως υπάρξει τεκμηριωμένη απάντηση για τα αίτια, 46 χώρες υπέγραψαν το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ για τις ουσίες που καταστρέφουν το όζον.

Οι συμβαλλόμενες χώρες συμφώνησαν να περιορίσουν την παραγωγή και χρήση 8 χημικών ενώσεων (5 πλήρως αλογονομένων CFCs και 3 HALONS που χρησιμοποιούνται στους πυροσβεστήρες). Ο στόχος ήταν η μείωση της κατανάλωσης αυτών των ουσιών κατά 50% ως το 2000.

Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ υπογράφηκε στις 16 Σεπτεμβρίου 1987. Στις 30 Σεπτεμβρίου η ΝΑΣΑ ανακοίνωσε τα πρώτα συμπεράσματα της έρευνας της. Σύμφωνα με τη ΝΑΣΑ:

- α) η "τρύπα" είχε περίπου το μέγεθος των ΗΠΑ,
- β) στο κέντρο της και σε ορισμένα σημεία μέχρι και 97,5% του όζοντος είχε καταστραφεί,
- γ) Το μονοξείδιο του χλωρίου (ClO, ένα από τα προϊόντα διάσπασης των CFCs) βρίσκονταν σε χιλιαπλάσιες συγκεντρώσεις από το κανονικό.

Η παρουσία του μονοξειδίου του χλωρίου δεν άφηνε πλέον αμφιβολίες για το ρόλο που παίζουν τα CFCs στην καταστροφή του όζοντος. Έτσι δυο μόλις εβδομάδες μετά την υπογραφή του, το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ αμφισβητήθηκε ως ανεπαρκές και αναποτελεσματικό για την προστασία της στοιβάδας του όζοντος.

1988: ΤΟ ΑΙΤΗΜΑ ΓΙΑ ΠΛΗΡΗ ΚΑΤΑΡΓΗΣΗ ΤΩΝ CFCs

Νεότερες μελέτες το 1988 δεν άφηναν πλέον περιθώρια αμφιβολιών για τα αίτια της "τρύπας" του όζοντος. Τον Σεπτέμβριο του 1988, η Βρετανική Ομάδα Εργασίας για το Στρατοσφαιρικό Οζον (SORG) δήλωνε ξεκάθαρα πως "οι χλωροφθοράνθρακες ευθύνονται για την καταστροφή του όζοντος στην Ανταρκτική" (SORG 1988). Την άνοιξη του 1992, η ομάδα εργασίας για την εκ νέου αναθεώρηση του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ δηλώνει κατηγορηματικά πως, "η τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική οφείλεται κυρίως σε χημικές ενώσεις που περιέχουν χλώριο και βρώμιο" (UNEP 1992b).

Το φθινόπωρο του 1988, η Αμερικάνικη Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA) παρουσίασε μια μελέτη όπου συμπεριλαμβάνονταν διάφορα σενάρια για την εξάλειψη των CFCs. Σύμφωνα λοιπόν με την EPA (Hoffman & Gibbs 1988):

- για να διατηρηθεί το στρατοσφαιρικό χλώριο στα επίπεδα εκείνης της χρονιάς, απαιτούνταν η πλήρης κατάργηση των CFCs και η συμμετοχή όλων των χωρών χωρίς εξαιρέσεις.
- αν αντί της πλήρους εξάλειψης είχαμε μια μείωση κατά 95% ως τα τέλη του 1988, οι συγκεντρώσεις χλωρίου θα ήταν υψηλότερες του επιθυμητού για 50 επιπλέον χρόνια.

- ακόμη κι αν υπήρχε μια πλήρης εξάλειψη των CFCs ως το 1990, τα επίπεδα χλωρίου θα επανέρχονταν στο "φυσιολογικό" το 2050.

1989: ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΟ

Στα τέλη του 1988 και τις αρχές του 1989, η ΝΑΣΑ έκανε ερευνητικές πτήσεις και πάνω από το Βόρειο Πόλο σε μια προσπάθεια να διαπιστώσει τις αιτίες της καταστροφής του όζοντος. Τα αποτελέσματα υπήρξαν εντυπωσιακά. Βρέθηκε ότι και στο Βόρειο ημισφαίριο οι συγκεντρώσεις μονοξειδίου του χλωρίου ήταν υψηλές και θα μπορούσαν να απειλήσουν τη στοιβάδα του όζοντος πάνω από κατοικημένες περιοχές της Ευρώπης, του Καναδά και των ΗΠΑ.

1990-92: ΟΙ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ

Μετά από αυτές τις ανακαλύψεις, κανείς δε θα μπορούσε να πεισθεί πως το Πρωτόκολλο του 1987, θα μπορούσε να αποσοβήσει την περαιτέρω καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος. Η άμεση όμως κατάργηση των CFCs δεν έγινε δυνατή ούτε και κατά την αναθεώρηση του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ που έγινε στο Λονδίνο το 1990. Οι συμβαλλόμενες χώρες δεσμεύτηκαν απλώς να προχωρήσουν σε εξάλειψη των CFCs ως τη 1/1/2000, για το δε τριχλωροαιθάνιο, μια άλλη ουσία που καταστρέφει το όζον, η ημερομηνία πλήρους κατάργησης ήταν η 1/1/2005. Η πίεση των βιομηχανιών που παράγουν CFCs στάθηκε ισχυρότερη από τις επιστημονικές αποδείξεις και τη διεθνή κατακραυγή.

Ορισμένες χώρες προχώρησαν βέβαια ένα βήμα παραπέρα. Η ΕΟΚ π.χ αποφάσισε το 1991 να καταργήσει τα CFCs ως τη 1/1/1997. Μετά από μερικούς μήνες όμως και υπό το φως των νέων ανακαλύψεων, οι χώρες της ΕΟΚ αναγκάστηκαν να μεταβάλλουν τις ημερομηνίες κατάργησης ορισμένων ουσιών που καταστρέφουν το όζον. Έτσι την άνοιξη του 1992, αποφασίστηκε η οριστική κατάργηση των CFCs ως τη 1/1/1996.

Τον Νοέμβριο του 1992 έγινε στην Κοπεγχάγη η δεύτερη αναθεώρηση του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ. Στην καλύτερη περίπτωση και για ορισμένες μόνο ουσίες (π.χ. τα CFCs), η συνάντηση αυτή υιοθέτησε της θέσεις της ΕΟΚ. Αφήνοντας όμως στην ουσία ανεξέλεγκτες κάποιες άλλες ενώσεις αναιρεί τις όποιες θετικές επιπτώσεις θα είχαν οι ρυθμίσεις αυτές για το όζον.

Η συνάντηση της Κοπεγχάγης αρνήθηκε να περιορίσει δραστικά τους δυο νέους κινδύνους για το όζον: το βρωμιούχο μεθύλιο και τους υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs). Για το μεν βρωμιούχο μεθύλιο δεν προβλέπεται η κατάργηση του, για δε τα HCFCs προτείνεται ο μακρινός ορίζοντας του 2030! Η απόφαση αυτή δίνει ουσιαστικά το πράσινο φως για την καταστροφή του όζοντος για 40 ακόμη χρόνια!

Η Ελλάδα, η Γαλλία, η Ισπανία και το Ισραήλ φέρουν την κύρια ευθύνη για τη μη απαγόρευση του βρωμιούχου μεθυλίου. Εξαιτίας

της αντίδρασης αυτών των χωρών δεν έγινε δυνατόν να υιοθετηθούν προτάσεις για μείωση ή και πλήρη κατάργηση αυτής της ουσίας ως το 2000. Είναι χαρακτηριστικό ότι στην αντιπροσωπεία του Ισραήλ (που παράγει 40% του βρωμιούχου μεθυλίου παγκοσμίως) συμμετείχαν δύο εκπρόσωποι μιας μεγάλης χημικής βιομηχανίας που παράγει αυτό το προϊόν! Η ίδια σκανδαλώδης υποστήριξη των οικονομικών συμφερόντων της βιομηχανίας χλωρίου οδήγησε και στην απαράδεκτη απόφαση για τα HCFCs. Η Γαλλία, που είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός HCFCs στον κόσμο, σαμποτάρισε συνειδητά τις διαπραγματεύσεις, ενώ οι ΗΠΑ κατάφεραν να αναβάλλουν την οριστική κατάργηση αυτών των ουσιών κατά 25 χρόνια αργότερα από την αρχική πρόταση της UNEP.

1992: Ο ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΑ ΚΕΦΑΛΙΑ ΜΑΣ

Τον Ιανουάριο του 1992, η ΝΑΣΑ μέτρησε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις CIO που έχουν παρατηρηθεί ποτέ. Τέτοια επίπεδα CIO σε συνδυασμό με μικρότερες ποσότητες μονοξειδίου του βρωμίου (BrO) θα μπορούσαν να καταστρέψουν το αρκτικό όζον με ρυθμούς 1 ως 2% τη μέρα κατά τη σύντομη διάρκεια της ηλιοφάνειας που επικρατεί σε αυτά τα γεωγραφικά πλάτη αυτή την εποχή (UNEP 1992). Ακόμη κι αν όλες οι χώρες εφαρμόσουν το αναθεωρημένο Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, οι σημερινές συγκεντρώσεις στρατοσφαιρικού χλωρίου (3,3-3,5 ppbv) αναμένεται να αυξηθούν τα επόμενα χρόνια, φθάνοντας τα 4,1 ppbv στο τέλος του αιώνα. Με τέτοιες συγκεντρώσεις χλωρίου, αναμένονται σημαντικές μειώσεις του όζοντος και στα δυο ημισφαίρια. Ακόμη κι αν εφαρμοστεί το αναθεωρημένο Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ και σταματήσει και η χρήση HCFCs, εκτιμάται ότι τα επίπεδα του στρατοσφαιρικού χλωρίου θα επανέλθουν στην προ της "τρύπας" κατάσταση προς τα τέλη του επομένου αιώνα. Με τις αρχικές ρυθμίσεις του Πρωτοκόλλου κάτι τέτοιο δεν θα συνέβαινε ποτέ (UNEP 1992b).

Τον Απρίλιο του 1992, οι επιστήμονες του Ευρωπαϊκού Πειράματος για το Αρκτικό Στρατοσφαιρικό Οζον (EASOE) ανακοίνωσαν μια μείωση του όζοντος κατά 10-20% πάνω από τη βόρεια Ευρώπη τον Δεκέμβριο του 1991 και τον Ιανουάριο του 1992. Οι μειώσεις που αναφέρθηκαν ήταν 18% για το Βέλγιο και 10% για τη Γερμανία (National Environment Research Council 1992).

Το φθινόπωρο του 1992 τα νέα ήταν πιο δυσάρεστα από κάθε άλλη φορά. Η τρύπα του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική έφθασε σε επίπεδα ρεκόρ και κάλυπτε μια έκταση ίση με 175 φορές το μέγεθος της Ελλάδας! Τρεις φορές δηλαδή μεγαλύτερη απ'ότι ήταν το 1987, όταν υπογράφηκε το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ.

Τόσο οι δορυφορικές, όσο και οι μετρήσεις εδάφους επιβεβαιώνουν την ελάττωση της ολικής στήλης του όζοντος κατά τη διάρκεια του χειμώνα στο βόρειο ημισφαίριο. Για πρώτη φορά υπάρχουν αποδείξεις για σημαντικές μειώσεις την άνοιξη και το καλοκαίρι στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, τόσο στο βόρειο, όσο και στο νότιο ημισφαίριο και φυσικά κατά τη διάρκεια του χειμώνα στο νότιο ημισφαίριο (UNEP 1992b). Έχουν

επιβεβαιωθεί ακόμη χαμηλές συγκεντρώσεις όζοντος στις περιοχές που επηρεάστηκαν από την ηφαιστιακή δράση του Pinatubo. Στους τροπικούς οι μετρήσεις δείχνουν επίπεδα όζοντος σε ύψος 13 μιλίων μέχρι και 50% μικρότερα από τις τιμές πριν την έκρηξη του ηφαιστείου. Η ολική στήλη όζοντος στους τροπικούς εκτιμάται ότι είναι κατά 10% μειωμένη σε σχέση με παλαιότερες μετρήσεις (UNEP 1992). Εκτιμάται επίσης πως οι αυξημένες συγκεντρώσεις τροποσφαιρικού όζοντος και αεροζόλ στην κατώτερη ατμόσφαιρα λόγω ρύπανσης ίσως να αποκρύβουν τις πραγματικές μειώσεις του στρατοσφαιρικού όζοντος κυρίως πάνω από μεγάλα αστικά κέντρα και έντονα εκβιομηχανισμένες περιοχές (UNEP 1992b).

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τα επί τοις εκατό ποσοστά μείωσης της ολικής στήλης του όζοντος ανά δεκαετία σε διάφορα γεωγραφικά πλάτη (UNEP 1992b). Οι μετρήσεις του δορυφόρου TOMS αφορούν στην περίοδο 1979-1991, των δε επίγειων σταθμών καλύπτουν τα γεωγραφικά πλάτη 26 B-64 B.

ΕΠΟΧΗ	45 N	ΙΣΗΜΕΡΙΝΟΣ	45 B	1979-1991	1970-1991
Δεκ-Μαρ	-5,2	+0,3	-5,6	-4,7	-2,7
Μαι-Αυγ	-6,2	+0,1	-2,9	-3,3	-1,3
Σεπ-Νοε	-4,4	+0,3	-1,7	-1,2	-1,2

Πρόσφατες μελέτες οι οποίες στηρίζονται σε δορυφορικές μετρήσεις της ΝΑΣΑ, υποδηλώνουν ότι υπάρχει μείωση του όζοντος στα γεωγραφικά πλάτη στα οποία βρίσκεται και η Ελλάδα της τάξης του 3-5%. Η μείωση αυτή είναι ισχυρότερη κατά την περίοδο από τα τέλη του χειμώνα ως την άνοιξη. Η αντίστοιχη αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας στην περιοχή εκτιμάται σε 4-20% (Βαρώτσος 1992). Μετρήσεις όμως του Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Α.Π.Θ. για την περιοχή της Θεσσαλονίκης δείχνουν προς το παρόν μια μείωση του στρώματος του όζοντος στην περιοχή μικρότερη από τη μέση τιμή της γεωγραφικής ζώνης που βρίσκεται η χώρα μας (Ζερεφός 1992) (βλ. σχήμα 1). Η μεταβολή της επικίνδυνης υπεριώδους ακτινοβολίας στην Ελλάδα δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί λόγω της έλλειψης μέχρι πρόσφατα δικτύου μετρήσεων σε όλη τη χώρα.

ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Τον Νοέμβριο του 1991, το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP) συνόψισε, για δεύτερη φορά μετά την υπογραφή του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ, τα αποτελέσματα των ερευνών σχετικά με τις επιπτώσεις από την καταστροφή του προστατευτικού στρώματος του όζοντος (UNEP 1991). Στο ντοκουμέντο αυτό της UNEP τονίζεται πως υπήρξε σαφής μείωση του όζοντος σε παγκόσμια κλίμακα την τελευταία δεκαετία και πως η μείωση αυτή αναμένεται να επιφέρει αντίστοιχη αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της Γης.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

Η αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV-B) αναμένεται να έχει μια σειρά από δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Στις επιπτώσεις αυτές συμπεριλαμβάνονται αυξημένες εμφανίσεις καταρράκτη και καρκίνων του δέρματος, καθώς και ενίσχυση της συχνότητας εμφάνισης αλλά και της σοβαρότητας άλλων ασθενειών.

Η έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία έχει συσχετισθεί με βλάβες του κερατοειδούς, του φακού και του αμφιβληστροειδούς χιτώνα των ματιών. Η φωτοκερατίτις αποτελεί τη σημαντικότερη βλάβη του κερατοειδούς από έκθεση σε υπεριώδεις, ενώ ο καταρράκτης και κυρίως ο λεγόμενος "πυρηνικός καταρράκτης" το σημαντικότερο πρόβλημα για τους φακούς των ματιών, ενώ στις επιπτώσεις από έκθεση σε υπεριώδεις συμπεριλαμβάνεται ακόμη η αυξημένη εμφάνιση μυωπίας και η παραμόρφωση του φακού. Η UNEP εκτιμά πως μια μείωση του όζοντος κατά 10% αναμένεται να επιφέρει 1,6 έως 1,75 εκατομμύρια επιπλέον περιπτώσεις καταρράκτη παγκόσμια.

Νεώτερες μελέτες επιβεβαιώνουν τη συσχέτιση υπεριώδους ακτινοβολίας με την εμφάνιση καρκίνων του δέρματος. Η UNEP εκτιμά πως μια μείωση του όζοντος κατά 10% αναμένεται να επιφέρει αύξηση των καρκίνων του δέρματος κατά 26%. Αυτό μεταφράζεται σε 300.000 επιπλέον καρκίνους ετησίως σ'ολόκληρο τον κόσμο.

Η αύξηση της υπεριώδους Β αναμένεται ακόμη να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα, προκαλώντας πιθανή αύξηση στη συχνότητα εμφάνισης και στη σοβαρότητα εκδήλωσης διάφορων μεταδοτικών ασθενειών μεταξύ των οποίων και το AIDS.

Οι υπολογισμοί αυτών των συνεπειών έγιναν με βάση την πρόβλεψη ότι το στρώμα του όζοντος θα μειωθεί μόνο κατά 10% έως το 2000. Όμως ο Dr J. Farman, ένας από τους επιστήμονες που ανακάλυψαν την τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική το 1982, τόνισε πρόσφατα ότι η μείωση του όζοντος πάνω από τη βόρεια Ευρώπη μπορεί να φθάσει στα επίπεδα του 30% ως το τέλος του αιώνα.

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Η καταστροφική επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας στους φυτικούς οργανισμούς έχει επαρκώς μελετηθεί. Η UV-B παρεμποδίζει τη φωτοσύνθεση, αλλάζει τους ρυθμούς ανάπτυξης και καταστρέφει το DNA. Αν και δεν παρουσιάζουν όλα τα φυτά την ίδια ευαισθησία στις υπεριώδεις ακτινοβολίες, πολλά σημαντικά για τον άνθρωπο φυτά όπως το κριθάρι, η βρώμη, η σόγια, οι τομάτες, τα αγγούρια, το κουνουπίδι, τα ζαχαρότευτλα και τα καρότα καθώς και πολλά είδη δένδρων και καλλωπιστικών φυτών είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα. Περίπου τα μισά είδη που ελέγχθηκαν πειραματικά αποδείχθηκαν ευαίσθητα στην υπεριώδη ακτινοβολία. Τα περισσότερα είναι πιο

ευαίσθητα κατά την περίοδο της βλάστησης την άνοιξη, ακριβώς τότε δηλαδή που η μείωση του όζοντος φθάνει στη μέγιστη τιμή της (Greenpeace 1992b).

Λίγα πράγματα είναι γνωστά για τις επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στα φυσικά οικοσυστήματα, αν και σχετικές έρευνες δείχνουν ότι θα πρέπει να αναμένονται αλλαγές στη βιοποικιλότητα. Αλλαγές στο χρόνο ανθοφορίας μπορεί να αποβούν ιδιαίτερα σημαντικές σε ορεινά και αλπικά οικοσυστήματα όπου η συμβίωση και ο συγχρονισμός ορισμένων φυτικών ειδών με έντομα που βοηθούν στη γονιμοποίηση τους είναι όρος επιβίωσης.

Οι επιπτώσεις της UV-B στα θαλάσσια οικοσυστήματα είναι ιδιαίτερα σοβαρές στη βάση της τροφικής αλυσίδας, δηλαδή στα βακτήρια, το πλαγκτόν, το κριλλ, τα αυγά και τις προνύμφες των ψαριών. Η UV-B καταστρέφει το DNA και εμποδίζει την ανάπτυξη και αναπαραγωγή πολλών απ'αυτά τα είδη. Δεδομένου ότι το 50% περίπου της παγκόσμιας βιομάζας βρίσκεται στα θαλάσσια οικοσυστήματα, ακόμη και μια μικρή μείωση της παραγωγικότητας τους θα μπορούσε να έχει πολύ σοβαρό αντίκτυπο.

Οι επιπτώσεις όμως δεν σταματούν στη βάση της τροφικής αλυσίδας. Έχει υπολογισθεί πως μια μείωση του όζοντος κατά 16% θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια μείωση κατά 5% της πρωτογενούς παραγωγής, η οποία με τη σειρά της θα επέφερε μείωση κατά 7% των αλιευμάτων ή ισοδύναμα μείωση κατά 10 εκατομμύρια τόννους αλιευμάτων το χρόνο. Δεδομένου ότι το 30% των ζωικών πρωτεϊνών που καταναλώνει ο άνθρωπος προέρχεται από τη θάλασσα, οι αναμενόμενες μειώσεις της παραγωγικότητας θα μπορούσαν να έχουν σοβαρότατες συνέπειες στα διατροφικά αποθέματα της ανθρωπότητας. Οι επιπτώσεις αυτές δεν είναι δυστυχώς μόνο θεωρητικές. Το 1990 καταγράφηκε μείωση 6-12% της παραγωγής πλαγκτού στην Ανταρκτική, ισοδύναμη με μια μείωση 2-4% της συνολικής παραγωγής βιομάζας (Smith 1992).

Οι κοραλλιογενείς ύφαλοι και οι οργανισμοί που ζουν εκεί βρίσκονται ήδη στα όρια ανοχής τους όσο αφορά στην υπεριώδη ακτινοβολία και δεδομένου ότι δέχονται και άλλες πιέσεις (π.χ από το φαινόμενο του θερμοκηπίου) η μελλοντική επιβίωση τους απειλείται.

Οι επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στους ρυθμούς φωτοσύνθεσης των φυτικών ειδών ίσως ανατρέψουν τα αναμενόμενα σενάρια σχετικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη. Ενώ αναμένεται γενικά αύξηση της φωτοσύνθεσης λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου και συνεπώς μεγαλύτερη απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από τα φυτά, η αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας που φθάνει στη Γη λόγω καταστροφής του όζοντος μπορεί να μειώσει τη φωτοσύνθεση και συνεπώς να επιβαρύνει τις επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επιπλέον, έχει υπολογισθεί πως η απώλεια του 10% του φυτοπλαγκτού και μόνο θα ελάττωνε τη δυνατότητα αφομοίωσης CO₂ από τους ωκεανούς κατά 5 Gt, ποσότητα ισοδύναμη με τις ετήσιες εκπομπές άνθρακα από την καύση των ορυκτών καυσίμων (Greenpeace 1992).

Τα ζώα προστατεύονται συνήθως καλύτερα από τον άνθρωπο λόγω του δέρματος τους και του σκουρότερου χρώματος τους. Παρόλα αυτά η έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να οδηγήσει σε καρκινώματα των ματιών, των βλεφαρίδων και των αυτιών σε πρόβατα και βοοειδή.

Σε ιχθυοκαλλιέργειες τέλος έχουν αναφερθεί καταρράκτες και απώλειες λόγω δερματικών βλαβών μετά από έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία.

ΧΛΩΡΟΦΘΟΡΑΝΘΡΑΚΕΣ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Πέραν των παραπάνω επιπτώσεων, τόσο τα CFCs, όσο και τα προτεινόμενα υποκατάστατα τους, τα HCFCs και τα HFCs, αποτελούν ισχυρότατα αέρια του θερμοκηπίου και συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Εκτιμάται ότι μόνο τα CFC-11 και CFC-12 συνεισφέρουν κατά 14% στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (Kelly 1990). Κάθε μόριο CFCs που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα έχει πολλαπλάσια επίπτωση στην υπερθέρμανση του πλανήτη από ένα μόριο CO₂, του σημαντικότερου δηλαδή αερίου του θερμοκηπίου. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές (IPCC) δίνει τα εξής δυναμικά υπερθέρμανσης για διάφορους χλωροφθοράνθρακες σε σχέση με το δυναμικό υπερθέρμανσης του CO₂ (WMO/UNEP 1990,1992):

Αέριο	Εκτιμώμενος χρόνος παραμονής στην ατμόσφαιρα	Δυναμικό υπερθέρμανσης Χρονικός ορίζοντας (σε έτη)		
		20	100	500
CO ₂	120	1	1	1
CFC-11	60	4500	3400	1500
CFC-12	130	7100	7100	4500
HCFC-22	15	4100	1600	510
HFC-134a	16	3200	1200	420
CCl ₄	50	1900	1300	460

Ακόμη επομένως κι αν δεν υπήρχαν οι πολύ σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον, τα CFCs, HCFCs και HFCs θα έπρεπε να καταργηθούν άμεσα στην προοπτική αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου.

ΜΙΚΡΑ ΒΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΝΑ ΜΕΓΑΛΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Παρόλη τη διεθνή κατακραυγή, οι περισσότερες κυβερνήσεις δεν δείχνουν ιδιαίτερη προθυμία να προχωρήσουν στην άμεση κατάργηση των ουσιών που καταστρέφουν το όζον. Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, αλλά και οι αναθεωρήσεις του, αποδείχθηκαν ανεπαρκέστατα στην αντιμετώπιση της τρύπας του όζοντος. Κάποιες χώρες προχώρησαν περισσότερο, όχι όμως όσο έπρεπε. Η ΕΟΚ για παράδειγμα αποφάσισε την άνοιξη του 1992 να επιταχύνει τους ρυθμούς υποκατάστασης ορισμένων ουσιών που βλάπτουν το όζον. Ο πίνακας που ακολουθεί δείχνει τις

ισχύουσες ρυθμίσεις της ΕΟΚ και του αναθεωρημένου Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ.

Ουσίες	ΕΟΚ (Ανοιξη 1992)	Αναθεωρημένο Πρωτόκολλο Μόντρεαλ (1992)
CFCs	85% μείωση μέχρι 1/1/1994 100% μείωση μέχρι 1/1/1996	75% μείωση μέχρι 1/1/1994 100% μείωση μέχρι 1/1/1996
Ετος βάσης: 1986		
Halons	85% μείωση μέχρι 1/1/1994 100% μείωση μέχρι 1/1/1996	100% μείωση ως το 1995
Ετος βάσης: 1986		
Τετραχλωράνθρα- κας	85% μείωση μέχρι 1/1/1994 100% μείωση μέχρι 1/1/1996	85% μείωση ως το 1995 100% μείωση ως το 1996
Ετος βάσης: 1989		
1,1,1- Τριχλωροαιθάνιο	85% μείωση μέχρι 1/1/1994 100% μείωση μέχρι 1/1/1996	50% μείωση ως το 1995 100% μείωση ως το 1996
Ετος βάσης: 1989		
HCFCs	-	Επιτρέπεται ως το 1996 η παραγωγή σε ποσότητες που υπερβαίνουν πρακτικά το 1 εκατομμύριο τόννους ετησίως. 35% μείωση ως το 2004 65% μείωση ως το 2010 90% μείωση ως το 2015 99,5% μείωση ως το 2020 100% μείωση ως το 2030
Ετος βάσης 1996		
HBFCs	-	100% μείωση ως το 1996
Βρωμιούχο	-	Πάγωμα στα επίπεδα του

Υπό την πίεση της Greenpeace και άλλων περιβαλλοντικών οργανώσεων, κάποιες χώρες προχώρησαν σε ακόμη αυστηρότερα μέτρα. Η Γερμανία π.χ. ανακοίνωσε πως θα προχωρήσει σε κατάργηση των CFCs μέχρι το τέλος του 1993, πολύ πριν δηλαδή από τους υπόλοιπους εταίρους της στην ΕΟΚ. Στη Δανία η κυβέρνηση είχε ανακοινώσει την κατάργηση των CFCs μέχρι το 1995 πριν τις αποφάσεις της ΕΟΚ, το δε υπουργείο Ενέργειας συμβούλευσε τους πολίτες που περνούν πολλές ώρες στην ύπαιθρο να χρησιμοποιούν προστατευτικές κρέμες. Ο Καναδός υπουργός περιβάλλοντος ζήτησε από τους γονείς να μην εκθέτουν τα παιδιά τους για πολλές ώρες στον ήλιο, ενώ ανακοινώθηκε ότι από το 1993 θα εφαρμοστούν στον Καναδά έκτακτα μέτρα τις μέρες με υψηλά επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας, κάτι που έχει γίνει ήδη μερικές φορές στη Ν. Ζηλανδία και την Αυστραλία. Στις ΗΠΑ τέλος ανακοινώθηκε η επιτάχυνση των ρυθμών υποκατάστασης των CFCs, των halons και άλλων χλωριωμένων διαλυτών ως το τέλος του 1995.

Απαγορεύσεις και περιορισμοί στη χρήση CFCs στα αεροζόλ ισχύουν στο Βέλγιο, τη Γερμανία, την Αυστραλία, τη Φινλανδία, τη Νέα Ζηλανδία, τις ΗΠΑ, τη Σουηδία, τη Νορβηγία και την Ελβετία. Ελεγχοί για την αποφυγή διαφυγής ουσιών που καταστρέφουν το όζον κατά τις διαδικασίες στεγνοκαθαρισμού ισχύουν στην Αυστραλία, την Αυστρία, την Ελβετία, τη Νέα Ζηλανδία και τη Νορβηγία. Κανονισμοί για τα halons υπάρχουν στη Γερμανία, το Λουξεμβούργο, την Ολλανδία, τη Νέα Ζηλανδία και τη Νορβηγία. Ελεγχοί για τη διαφυγή CFCs κατά την παραγωγή αφρωδών πλαστικών γίνονται στη Γερμανία, το Λουξεμβούργο, την Ολλανδία, την Αυστραλία, την Αυστρία, τη Φινλανδία, τη Νέα Ζηλανδία, τη Νορβηγία, τη Σουηδία και την Ελβετία. Νέοι κανονισμοί για τα συστήματα ψύξης (μερικοί και για τα HCFCs) έχουν υιοθετηθεί στο Βέλγιο, τη Γερμανία, τη Γαλλία, το Λουξεμβούργο, την Ολλανδία, την Αυστραλία, την Αυστρία, τη Νέα Ζηλανδία, τη Νορβηγία και την Ελβετία. Ρυθμίσεις σχετικά με διαλύτες που καταστρέφουν το όζον υπάρχουν στη Γερμανία, το Λουξεμβούργο, την Αυστρία, τη Νέα Ζηλανδία και την Ελβετία (Greenpeace 1992c).

Παρόλο τον "οργασμό" των αποφάσεων όμως, η διαδικασία υποκατάστασης των ουσιών που καταστρέφουν το όζον γίνεται με απαράδεκτα αργούς ρυθμούς, αν αναλογιστεί κανείς τη σοβαρότητα του θέματος. Και το χειρότερο, ορισμένα από τα υποκατάστατα (π.χ. τα HCFCs) καταστρέφουν και αυτά το όζον, ενώ η κατάργηση τους δεν προβλέπεται πριν από το 2030! Επιπλέον, μια σειρά από ουσίες που αποδεδειγμένα καταστρέφουν το όζον παραμένουν ακόμη ανεξέλεγκτες. Ανάμεσα τους το βρωμιούχο μεθύλιο (CH_3Br), το χλωριούχο μεθυλένιο (διχλωρομεθάνιο), το υπερχλωροαιθυλένιο, το διχλωροαιθυλένιο, κ.λ.π. (Makhijani et al 1992).

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ

Το βρωμιούχο μεθύλιο χρησιμοποιείται ευρύτατα ως απολυμαντικό εδάφους. Περίπου 30.000 τόννοι της ουσίας αυτής εκτιμάται ότι καταλήγουν ετησίως στη στρατόσφαιρα από ανθρώπινες δραστηριότητες. Εκτιμάται ότι το βρώμιο που απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα επιβαρύνει το στρατοσφαιρικό όζον όσο και οι συνολικές ποσότητες halons (Makhijani 1992). Κάθε άτομο βρωμίου είναι 30-120 φορές πιο καταστρεπτικό για το όζον σε σχέση με το άτομο χλωρίου (UNEP 1992b). Υπολογίζεται ότι σε μια περίοδο πέντε ετών το δυναμικό καταστροφής του όζοντος από την ουσία αυτή είναι 20 φορές μεγαλύτερο από αυτό του CFC-11. Δεδομένου ότι η κατανάλωση χλωροφθορανθράκων στην Ελλάδα είναι περίπου 350 γραμμάρια ανά άτομο το χρόνο, και η κατανάλωση βρωμιούχου μεθυλίου 75-120 γραμμάρια ανά άτομο το χρόνο, οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες βρωμιούχου μεθυλίου θα μπορούσαν εν δυνάμει να προκαλέσουν 4-28 φορές μεγαλύτερη ζημιά στο όζον. Η UNEP εκτιμά ότι η κατάργηση του βρωμιούχου μεθυλίου θα είχε τα ίδια θετικά αποτελέσματα για το όζον με την επιτάχυνση της κατάργησης των CFCs και του τετραχλωράνθρακα κατά 1,5-3 έτη.

Το βρωμιούχο μεθύλιο αποτελεί το 3-7,5% των συνολικών ποσοτήτων φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα. Αυτό μεταφράζεται σε 750-1200 τόννους δραστικής ουσίας το χρόνο. Εισάγεται από την Γαλλία (από τις εταιρείες Rhone Poulenc και Λαπαφάρμ), το Ισραήλ (από την Φιλοκρόπ), τις ΗΠΑ (από τις Δ.Σ. Κοντοβάς και Ζωοτεχνική) και την Ιαπωνία (από την Grower). Να τονιστεί ότι η γνωστή πολυεθνική εταιρεία Rhone Poulenc κατέχει επίσης και το 27% της εταιρείας SICNG στη Θεσσαλονίκη, η οποία παράγει τα CFC-11, CFC-12 και HCFC-22.

Το αναθεωρημένο Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ δεν προβλέπει δυστυχώς κατάργηση της ουσίας αυτής, παρά μόνο πάγωμα της κατανάλωσης στα επίπεδα του 1991, αρχής γενομένης από το 1995. Παρόλα αυτά, η υποκατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου μπορεί να προχωρήσει άμεσα, διότι προσφέρονται εναλλακτικές λύσεις για τις οποίες μάλιστα υπάρχει και σχετική έρευνα από έλληνες επιστήμονες με πολύ θετικά αποτελέσματα. Μια από τις πολλά υποσχόμενες εναλλακτικές λύσεις είναι η ηλιοθέρμανση. Στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, η ηλιοθέρμανση των εδαφών με κάλυψη τους με διαφανή πλαστικά φύλλα για την αντιμετώπιση των εδαφικών ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών αποτελεί ήδη μια δοκιμασμένη και αποτελεσματική μέθοδο. Εκτός από τη ζιζανιοκτόνο δράση της, η ηλιοθέρμανση επιδρά ευνοικά στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους βελτιώνοντας τη γονιμότητά του. Πέραν της μεθόδου αυτής, είναι ευρύτερα γνωστό, ότι βασική αρχή της οικολογικής γεωργίας, την οποία ένθερμα υποστηρίζει η Greenpeace, αποτελεί η διατήρηση του εδάφους σε μια υγιή κατάσταση, αξιοποιώντας φυσικές μεθόδους και αποφεύγοντας τη χρήση επικίνδυνων ουσιών όπως το βρωμιούχο μεθύλιο.

Το χλωριούχο μεθυλένιο χρησιμοποιείται ως διαλύτης και ως πρόσθετο σε αεροζόλ. Η σουηδική Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος έχει αποφασίσει την κατάργηση της χρήσης του σε προϊόντα ευρείας κυκλοφορίας ως τη 1/1/1996 (Thorpe 1991). Το

υπερχλωροαιθυλένιο χρησιμοποιείται για στεγνοκαθαρισμό και εκτός του ότι καταστρέφει το όζον, είναι ιδιαίτερα τοξικό και καρκινογόνο, όπως και το χλωριούχο μεθυλένιο άλλωστε. Ηδη, στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται εναλλακτικές μη-τοξικές μέθοδοι στεγνοκαθαρισμού (Thorpe 1991).

Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ CFCs ΚΑΙ HCFCs ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα η παραγωγή χλωροφθορανθράκων γίνεται από τις Χημικές Βιομηχανίες Βορείου Ελλάδος (SICNG) στη Θεσσαλονίκη. Η SICNG, που παράγει επίσης λιπάσματα και οξέα, ελέγχεται κατά 60% από την Εθνική Τράπεζα, κατά 27% από την πολυεθνική Rhone Poulenc και κατά 13% από τον όμιλο Μεντζελόπουλου.

Η μονάδα CFCs άρχισε να λειτουργεί το 1975 παράγοντας αρχικά CFC-11 και CFC-12 με την εμπορική ονομασία Flugene και έχει δυναμικότητα 17.000 τόννους το χρόνο. Από το 1988 άρχισε να παράγει και τον υδροχλωροφθοράνθρακα HCFC-22.

Παρόλη τη διεθνή κατακραυγή, η παραγωγή CFCs από την SICNG καθορίστηκε πάντα από τη ζήτηση των προϊόντων της στην αγορά, αδιαφορώντας για την ανάγκη άμεσης κατάργησης αυτών των ουσιών. Συγκεκριμένα η παραγωγή της SICNG (σε τόννους) έχει ως εξής:

ΕΤΟΣ	CFC-11	CFC-12	HCFC-22	ΣΥΝΟΛΟ
1977	8.724	-	8.724	
1978	10.359	-	10.359	
1980	11.000	-	11.000	
1986	5.000	9.000	-	14.000
1987	6.000	10.000	-	16.000
1988	5.000	7.500	125	12.625
1989	4.000	4.000	1.000	9.000
1990	3.745	4.814	1.998	10.557
1991	5.987	5.410	2.365	13.762

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής (80-85%) εξάγεται κυρίως σε χώρες της Μέσης Ανατολής και της Βαλκανικής. Το 1990 εξήχθησαν 8.500 τόννοι CFCs και το 1991 11.100 τόννοι. Οι πωλήσεις CFCs και HCFCs απέφεραν στην εταιρεία 11 και 13,5 εκατ. δολάρια αντίστοιχα για τα δύο αυτά έτη. Η SICNG καλύπτει το 90% περίπου της ελληνικής αγοράς σε CFCs. Το υπόλοιπο 10% καλύπτεται από εισαγωγές άλλων εταιρειών (π.χ Du Pont). Η κύρια χρήση των CFCs στην Ελλάδα είναι σε κλιματιστικά και ψυγεία. Οσον αφορά στα αεροζόλ, σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου Οικονομικών μόνο το 5% των προϊόντων σε μορφή αεροζόλ (1,5 εκατ. φιάλες το χρόνο δηλαδή) που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά περιέχουν πια CFCs.

Για την παραγωγή των CFC-11 και CFC-12 η SICNG εισάγει τετραχλωράνθρακα [CCl₄] (15.000 τόννους το χρόνο περίπου),

για δε την παραγωγή HCFC-22 εισάγει χλωροφόρμιο (5.000 τόννους το χρόνο περίπου). Ο τετραχλωράνθρακας θεωρείται ισχυρός καταστροφέας του όζοντος και προβλέπεται η απαγόρευση της χρήσης του μετά την 1/1/1996 στις χώρες της ΕΟΚ. Είναι επίσης ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου. Τόσο ο τετραχλωράνθρακας, όσο και το χλωροφόρμιο, θεωρούνται καρκινογόνα (WHO 1987) και είναι ιδιαίτερα τοξικά. Μπορούν να προκαλέσουν τοξική ηπατίτιδα και οξεία νεφρική ανεπάρκεια, καρδιακές αρρυθμίες, καταστολή του κεντρικού νευρικού συστήματος, δερματικές παθήσεις κ.λ.π (Σιχλετίδης 1989).

Η ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

Είναι σαφές από τα στοιχεία που δόθηκαν παραπάνω πως το μέγεθος της παραγωγής της SICNG καθορίστηκε πάντα από τη ζήτηση που είχαν τα προϊόντα της στην αγορά και όχι βέβαια από περιβαλλοντικά κριτήρια. Η απουσία περιβαλλοντικής πολιτικής αλλά και η έλλειψη πολιτικής βούλησης για την προστασία του στρώματος του όζοντος από την επίσημη ελληνική πολιτεία, δεν έδιναν άλλωστε την παραμικρή ευκαιρία για σοβαρούς περιορισμούς στην παραγωγή και κατανάλωση των CFCs. Η θέση της SICNG, την οποία μέσω της σιωπής της ασπάζεται ανεπίσημα και η ελληνική κυβέρνηση, είναι πως "η λήψη αυστηρότερων μέτρων από τα ήδη ισχύοντα στην ΕΟΚ δεν είναι βέβαιο ότι θα έχει σαν αποτέλεσμα μείωση των εκπομπών χλωρίου στη στρατόσφαιρα σε παγκόσμιο επίπεδο. Εφόσον το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ προβλέπει χαλαρότερους περιορισμούς από οποιοδήποτε Κοινοτικό Κανονισμό, άλλες χώρες είναι δυνατόν να καλύψουν το κενό της παραγωγής που θα προκληθεί, με αποτέλεσμα να υποστεί μεγάλη ζημία η Κοινοτική βιομηχανία, η οικονομία και η κατανάλωση, χωρίς κανένα περιβαλλοντικό όφελος. Είναι σκόπιμο οι όποιες ρυθμίσεις να μην απέχουν σημαντικά απ'αυτές που μπορούν να επιβληθούν διεθνώς μέσω του Πρωτοκόλλου" (SICNG 1992).

Επιπλέον, η εταιρεία προκρίνει την παραγωγή HCFCs για το μέλλον, για την παραγωγή των οποίων έχει ήδη επενδύσει 1 δις δρχ., με το επιχείρημα ότι επηρεάζουν το όζον μόνο κατά το 1/20 σε σχέση με τα CFCs, δεν προβλέπεται να καταργηθούν ως το 2020-2040 και είναι διεθνώς αποδεκτά. Η επιχειρηματολογία αυτή έχει επανειλημμένα χρησιμοποιηθεί από όλες τις βιομηχανίες που παράγουν βλαπτικές για το όζον ουσίες. Το μέγεθος του προβλήματος όμως απαιτεί κάτι περισσότερο από την "ελαχιστοποίηση" των προϊόντων χλωρίου. Ακόμη κι αν σταματούσαν σήμερα οι εκπομπές όλων των ουσιών που καταστρέφουν το όζον, τα προβλήματα θα παρέμεναν για δεκαετίες, αφού έχουν συσσωρευτεί στην ατμόσφαιρα τεράστιες ποσότητες χλωρίου. Να σημειωθεί ακόμη πως τα HCFCs απελευθερώνουν το χλώριο τους πιο γρήγορα από τα CFCs και αναμένεται να έχουν τις σοβαρότερες συνέπειες για το στρατοσφαιρικό όζον σε λίγες δεκαετίες, όταν δηλαδή η καταστροφή από τα CFCs θα φθάσει επίσης στο μέγιστο.

Το επιχείρημα ότι τα HCFCs είναι κατά το 1/20 μόνο επικίνδυνα για το όζον σε σχέση με τα CFCs βασίζεται στη χρησιμοποίηση μιας λανθασμένης μεθοδολογίας, η οποία στηρίζεται στο

λεγόμενο "δυναμικό καταστροφής του όζοντος" (ODP). Σύμφωνα όμως με τη Βρεταννική Ομάδα Εργασίας για το Στρατοσφαιρικό Οζόν (SORG), η χρήση του ODP είναι λανθασμένη διότι στηρίζεται σε μοντέλα σταθερής κατάστασης που δε μπορούν να προβλέψουν βραχυπρόθεσμες αλλαγές. Η εκτίμηση του ODP γίνεται για μια περίοδο 100 ετών. Ομως, σε αντίθεση με τα CFCs, το HCFC-22 π.χ έχει χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα περίπου 15 χρόνια, που σημαίνει πως η επίδραση του στο όζον θα λάβει χώρα κυρίως τις δυο πρώτες δεκαετίες από την απελευθέρωση του στην ατμόσφαιρα. Κάνοντας εκτίμηση για το ODP του HCFC-22 για 100 χρόνια υποεκτιμούμε τη σημαντική καταστροφική του ικανότητα τα πρώτα χρόνια (SORG 1991).

Αντί της χρήσης του ODP προτείνονται δυο άλλες μεθοδολογίες. Η πρώτη στηρίζεται στο λεγόμενο "δυναμικό φόρτισης της στρατόσφαιρας με χλώριο". Ετσι ενώ το HCFC-22 έχει ODP 0,05 σε σχέση με το CFC-11, με τη χρήση της νέας μεθοδολογίας, η σχετική τιμή που παίρνει είναι 0,14 (WMO 1989). Αυτή η τιμή κατατάσσει το HCFC-22 στην ίδια θέση με το τριχλωροαιθάνιο (ODP=0,15) που θεωρείται ιδιαίτερα επικίνδυνο και για το οποίο προβλέπονται περιορισμοί στη χρήση του από το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (DTI 1990). Η άλλη μεθοδολογία που προτάθηκε πρόσφατα (Solomon & Albritton 1992) εξετάζει τα ODP για διάφορα χρονικά διαστήματα. Ετσι το HCFC-22 έχει ODP ίσο με 0,19 την πρώτη πενταετία, 0,17 στη δεκαετία και 0,13 μετά 25 έτη. Η τιμή 0,05 που συνήθως του αποδίδεται επιτυγχάνεται μόνο μετά από 500 έτη.

Η περιορισμένη έστω χρήση του HCFC-22, όχι μόνο αυξάνει τις συγκεντρώσεις χλωρίου στη στρατόσφαιρα, αλλά καθυστερεί και την επιστροφή των επιπέδων όζοντος στην προ της "τρύπας" κατάσταση κατά μια δεκαετία (Bruhl 1992).

Πρόσφατες έρευνες απέδειξαν τη γενotoξικότητα του HCFC-22, ενώ η ουσία αυτή μπορεί να προκαλέσει επίσης καρκινογενέσεις και τερατογενέσεις σε πειραματόζωα (UNEP 1991b). Δεν υπάρχουν προς το παρόν επαρκή στοιχεία για την τοξική δράση του HCFC-22 σε ανθρώπους.

Οπως τονίστηκε τέλος και παραπάνω, το HCFC-22 αποτελεί ισχυρότατο αέριο του θερμοκηπίου και συνεπώς επιβάλλεται η απαγόρευση της παραγωγής και χρήσης του.

ΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Η επίσημη δικαιολογία που συνήθως προβάλλεται για τη συνέχιση της παραγωγής των CFCs και των άλλων ουσιών που καταστρέφουν το όζον, είναι πως για ορισμένες χρήσεις δεν υπάρχουν επαρκή υποκατάστατα και συνεπώς επιβάλλεται η χρήση των επικίνδυνων αυτών ουσιών. Η απροθυμία των βιομηχανιών να εγκαταλείψουν την παραγωγή χλωροφθορανθράκων αντικατοπτρίζεται στις προτεραιότητες που βάζουν για την εξεύρεση υπακατάστατων, όπου η πρώτη τους προτεραιότητα είναι τα HCFCs και στη συνέχεια τα HFCs. Ο πραγματικός λόγος βέβαια γι'αυτή την πολιτική θα πρέπει να αναζητηθεί στο γεγονός ότι πίσω από την

παραγωγή αυτών των δήθεν υποκατάστατων κρύβονται ισχυρά οικονομικά συμφέροντα, αφού την παραγωγή αυτών των ουσιών ελέγχει σχεδόν μονοπωλιακά ένας μικρός αριθμός εταιρειών. Οι εταιρείες αυτές επενδύουν και προωθούν χημικά παραπλήσια των CFCs κάνοντας δευτερεύουσες μόνο αλλαγές στην τεχνολογία τους και αποφεύγοντας να επενδύσουν σε άλλες εναλλακτικές λύσεις. Είναι χαρακτηριστικό επίσης ότι οι εταιρείες αυτές δείχνουν απροθυμία για την προώθηση προγραμμάτων ανακύκλωσης CFCs, Halons και άλλων επικίνδυνων ουσιών, γεγονός που θα μείωνε την πρωτογενή παραγωγή τους.

Σχεδόν όλες οι χρήσεις των CFCs, HCFCs και HFCs θα μπορούσαν να υποκατασταθούν άμεσα με τη χρήση άλλων ουσιών. Στις ελάχιστες εκείνες περιπτώσεις που κάτι τέτοιο δεν είναι ακόμη δυνατόν, οι ανάγκες θα μπορούσαν να καλυφθούν με την ανακύκλωση ποσοτήτων CFCs που ήδη βρίσκονται σε διάφορα προϊόντα. Η ύπαρξη επαρκών υποκατάστατων σημαίνει βέβαια στην πράξη το άμεσο σταμάτημα της παραγωγής CFCs, HCFCs και HFCs, γεγονός καθόλου αρεστό στη βιομηχανία. Ας δούμε όμως αναλυτικότερα τις εναλλακτικές λύσεις.

ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Η ψύξη και ο κλιματισμός απορροφούν τις μεγαλύτερες ποσότητες CFCs, ιδιαίτερα μετά την υποκατάσταση των ουσιών αυτών στα προϊόντα υπό μορφή αεροζόλ. Στην Ελλάδα, οι δυο αυτές εφαρμογές απορροφούν τη μερίδα του λέοντος όσο αφορά στην εγχώρια αγορά CFCs. Ένα τυπικό οικιακό ψυγείο περιέχει περίπου 150 γραμμάρια CFCs υπό μορφή ψυκτικού μέσου και άλλα 500 γραμμάρια στο αφρώδες μονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται στο ψυγείο (FoE 1991).

Τα συστήματα ψύξης βασίζονται γενικά σε δυο διαφορετικές φυσικές αρχές, την ψύξη μέσω συμπίεσης και τα συστήματα απορρόφησης. Στα πρώτα χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια για να συμπίεσει το ψυκτικό υγρό, το οποίο στη συνέχεια εκτονούμενο εξατμίζεται απορροφώντας θερμότητα από το χώρο που προορίζεται για ψύξη. Την τεχνική αυτή χρησιμοποιούν όλα σχεδόν τα οικιακά ψυγεία και η πλειοψηφία των εμπορικών ψυκτικών μηχανημάτων. Η δεύτερη τεχνική χρησιμοποιεί θερμότητα, από καύση υγραερίου για παράδειγμα, για να ρυθμίσει την αέρια και υγρή φάση του ψυκτικού μέσου. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται σε φορητά ψυγεία, βιομηχανικές εφαρμογές και συστήματα κλιματισμού. Τα συστήματα κλιματισμού χρησιμοποιούν τις ίδιες ακριβώς τεχνικές, με τη διαφορά ότι συνήθως χρησιμοποιούν και ένα δευτερεύον ψυκτικό μέσο.

Εναλλακτικές λύσεις για συστήματα συμπίεσης

1. Αμμωνία

Η αμμωνία έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για βιομηχανική ψύξη εδώ και 100 χρόνια. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν και στα οικιακά ψυγεία, αντικαταστάθηκε όμως από τα CFCs, τα οποία παρείχαν υποτίθεται μεγαλύτερη ασφάλεια. Η σημερινή

τεχνολογία όμως και η χρήση 100 μόλις γραμμαρίων αμμωνίας ανά ψυγείο σε ερμητικά κλειστά δοχεία, έχει ελαχιστοποιήσει τα προβλήματα από τη χρήση αμμωνίας. Το κόστος της είναι το 4% μόλις του επίδοξου υποκατάστατου HFC-134a, η δε τεχνική συμπεριφορά της είναι σαφώς ανώτερη. Αντίστοιχα ισχύουν και ως προς τη σύγκριση με το HCFC-22. Η αμμωνία παρουσιάζει εξαιρετες θερμοδυναμικές ιδιότητες και η παραγωγή της είναι σχετικά εύκολη. Το σοβαρότερο πρόβλημα με τη χρήση αμμωνίας είναι η τοξικότητα της. Το πρόβλημα αυτό δεν είναι ιδιαίτερα σοβαρό στα μικρά οικιακά ψυγεία, απαιτείται όμως κάποια προσοχή στις μεγάλες μονάδες. Δύο χρήσεις που προβλέπεται να έχει ευρεία χρήση η αμμωνία είναι ο κλιματισμός κτιρίων και τα εμπορικά ψυγεία. Σήμερα στις ΗΠΑ, το 81% των αποθηκών-ψυγείων λειτουργούν με αμμωνία. Στη Γερμανία τα 2/3 των αποθηκών-ψυγείων χρησιμοποιούν αμμωνία, ενώ τα CFCs κατέχουν μόνο το 7% αυτής της αγοράς (UNEP 1991c).

2. Υδρογονάνθρακες

Αν και δεν είναι ευρύτερα γνωστό, οι υδρογονάνθρακες έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα στο παρελθόν για ψύξη. Οι δυο σπουδαιότεροι υδρογονάνθρακες γι'αυτή τη χρήση είναι το προπάνιο και το ισοβουτάνιο. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν υδρογονάνθρακες και σε οικιακά ψυγεία (περίπου 1.500 γραμμάρια ανά ψυγείο), εγκαταλείφθηκαν όμως λόγω της ευφλεξιμότητάς τους. Η σημερινή τεχνολογία και η χρήση 50-100 μόλις γραμμαρίων σε ερμητικά κλειστά δοχεία έχει ελαχιστοποιήσει τους κινδύνους και έχει κάνει το προπάνιο ελκυστική εναλλακτική λύση. Πειράματα που έγιναν πρόσφατα στη Βρετανία, απέδειξαν ότι τυχόν διαρροή προπανίου σε ένα ψυγείο δεν είναι δυνατό να προκαλέσει πυρκαγιά ακόμη και με την παρουσία εστιών ανάφλεξης (James & Missenden 1992). Σε άλλα πειράματα ανεφλέγησαν δυο ψυγεία, ένα με προπάνιο και ένα με CFCs. Η ανάφλεξη του ψυγείου με CFCs προκάλεσε περισσότερη ρύπανση αφού κατά την καύση του παράγονται μεταξύ των άλλων διοξίνες και φουράνια (Hassel 1992), ενώ η καύση του διογκωμένου με CFCs μονωτικού παράγει φωσγένιο και κυανουόχα (James & Missenden 1992).

3. Νερό

Το πιο φιλικό προς το περιβάλλον ψυκτικό μέσον δεν είναι άλλο από το νερό. Χρησιμοποιείται σε συστήματα βαθιάς ψύξης και σε συστήματα κλιματισμού. Πέρα από τα προφανή της πλεονεκτήματα, η χρήση νερού βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση κατά 50% περίπου (Paul 1992).

Εναλλακτικές λύσεις για συστήματα απορρόφησης

1. Αμμωνία

Η αμμωνία χρησιμοποιείται σε συστήματα απορρόφησης κυρίως για φορητά ψυγεία σε τροχήσπιτα, ξενοδοχεία και νοσοκομεία. Στη Γερμανία τα συστήματα αυτά καλύπτουν το 5% της αγοράς οικιακών ψυγείων (Umwelt Bundes Amt. 1989). Τα συστήματα αυτά έχουν συνήθως καλύτερη ενεργειακή απόδοση από τα συμβατικά όταν καίει φυσικό αέριο ή υγραέριο. Παρόλα τα πιθανά προβλήματα ασφάλειας που πάντως έχουν ελαχιστοποιηθεί, το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών τα προτείνει ως μια άμεση εναλλακτική λύση για οικιακή ψύξη και κατάψυξη (UNEP 1991c).

2. Νερό και βρωμιούχο λίθιο

Το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με βρωμιούχο λίθιο σε συστήματα απορρόφησης. Χρησιμοποιούνται συνήθως για κλιματισμό μεγάλων κτιρίων (νοσοκομείων, γραφείων, κ.λ.π) (Streatfield 1991).

Άλλες εναλλακτικές λύσεις

Πέραν των παραπάνω, υπάρχει επίσης έρευνα και εφαρμογές και σε άλλες τεχνολογίες ψύξης και κλιματισμού όπως π.χ. τα συστήματα με χρήση κύκλου Stirling, με κύκλο αέρα, με ζεολίθους, καθώς και συστήματα αναλώσιμου ψυκτικού. Η Greenpeace δε συνιστά κάποιο συγκεκριμένο σύστημα από αυτά που περιγράφησαν παραπάνω. Η καταγραφή όμως και μόνο τόσων διαφορετικών τεχνικών δείχνει ξεκάθαρα πως είναι δυνατή η άμεση υποκατάσταση των CFCs στα συστήματα ψύξης και κλιματισμού.

ΕΝΑ ΨΥΓΕΙΟ ΧΩΡΙΣ CFCs ΑΠΟ ΤΗΝ GREENPEACE

Το βρετανικό γραφείο της Greenpeace σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Περιβαλλοντικής Μηχανικής του South Bank Polytechnic κατασκεύασε ένα οικιακό ψυγείο χωρίς CFCs. Συγκεκριμένα, το ψυκτικό αέριο CFC-12 αντικαταστάθηκε από προπάνιο, αντί δε του διογκομένου με CFC-11 μονωτικού που χρησιμοποιείται συνήθως, χρησιμοποιήθηκε μονωτικό διογκόμενο με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) (James et al 1990, 1992). Το βρετανικό Ινστιτούτο Ψύξης θεωρεί πως η χρήση προπανίου και μονωτικού διογκομένου με CO₂ αποτελεί μια ρεαλιστική άμεση λύση στην προσπάθεια αποφυγής της χρήσης CFCs (Institute of Refrigeration 1991).

Η τεχνική αυτή δοκιμάστηκε επίσης και από το γερμανικό γραφείο της οργάνωσης σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Υγιεινής του Dortmund. Η επιτυχία του πρότυπου αυτού ψυγείου ήταν τόσο μεγάλη, που από την άνοιξη του 1993 αρχίζει η βιομηχανική παραγωγή του στη Γερμανία. Μετά από σχετική καμπάνια, πάνω από 70.000 υποστηρικτές της Greenpeace παρήγγειλαν μέσα σε λίγες εβδομάδες αυτό το φιλικό προς το περιβάλλον ψυγείο, καθιστώντας έτσι ρεαλιστική την μαζική παραγωγή του.

Το νέο ψυγείο χρησιμοποιεί μόλις 20 g ενός μίγματος βουτανίου-προπανίου (σε ίσες αναλογίες), όση δηλαδή είναι η ποσότητα υγραερίου που περιέχεται σε 3 αναπτήρες, η δε ενεργειακή κατανάλωσή του είναι μικρότερη αυτής των αντίστοιχων συμβατικών ψυγείων που κατασκεύαζε μέχρι τώρα η εν λόγω εταιρεία.

Η εταιρεία DKK που ανέλαβε την κατασκευή του προτύπου αυτού ψυγείου, βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα της Γερμανίας και αντιμετώπιζε σοβαρά οικονομικά προβλήματα. Ο γερμανικός Οργανισμός Ανασυγκρότησης Επιχειρήσεων είχε αποφασίσει το

κλείσιμο του εργοστασίου για οικονομικούς λόγους. Τότε ήλθε η πρόταση της Greenpeace για την παραγωγή αυτού του φιλικού προς το περιβάλλον ψυγείου. Η πρόταση αυτή εκτός του ότι ανοίγει μια νέα προοπτική για την προστασία του όζοντος, διασφαλίζει 535 θέσεις εργασίας στην δοκιμαζόμενη από την ανεργία πρώην Ανατολική Γερμανία (Greenpeace 1992d).

ΑΦΡΩΔΗ ΠΛΑΣΤΙΚΑ

Τα CFCs και HCFCs χρησιμοποιούνται για τη διόγκωση ορισμένων αφρώδων πλαστικών τα οποία με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται για μονωτικά, υλικά συσκευασίας, αφρολέξ, καθίσματα αυτοκινήτων, κ.λ.π. Τα αφρώδη αυτά πλαστικά είναι συνήθως πολυουρεθάνες, πολυστυρένιο, πολυολεφίνες κ.λ.π.

Το σημαντικότερο υποκατάστατο του CFC-11 στην παραγωγή αφρώδους πολυουρεθάνης είναι το διοξείδιο του άνθρακα. Μπορούν ακόμη να χρησιμοποιηθούν σε ορισμένες περιπτώσεις μονοξείδιο του άνθρακα ή πεντάνιο. Μια νέα τεχνολογία χρησιμοποιεί μονωτικά πάνελ κενού κατασκευασμένα από πυριτικά άλατα, τα οποία επιτυγχάνουν επιπλέον και εξοικονόμηση ενέργειας (Kuntel et al 1990, Reuter et al 1991).

Για τη μόνωση κτιρίων προσφέρονται μια σειρά από λύσεις όπως μια ποικιλία ορυκτών υλικών και αφρώδη πλαστικά που δεν περιέχουν CFCs (π.χ αφρώδες πολυστυρένιο). Τα εναλλακτικά προς τα αφρώδη πλαστικά υλικά συνίστανται από ορυκτές ίνες, βερμικουλίτη, πριονίδια, φελλό, ηφαιστιακή γη, γύψο, ίνες σελουλόζης, υαλοβάμβακα, κ.λ.π. Στον κατασκευαστικό τομέα της Βρεταννίας, το 80% των μονωτικών υλικών που χρησιμοποιούνται δεν περιέχουν CFCs (FoE 1989).

ΔΙΑΛΥΤΕΣ

Το CFC-113 και το 1,1,1-τριχλωροαιθάνιο (μεθυλοχλωροφόρμιο) αποτελούν τους σημαντικότερους διαλύτες καθαρισμού για τη βιομηχανία ηλεκτρονικών και μετάλλων. Σε μικρότερη κλίμακα χρησιμοποιούνται επίσης και για στεγνοκαθαρισμό σε ορισμένες χώρες. Το CFC-113 χρησιμοποιείται κυρίως από τη βιομηχανία ηλεκτρονικών, ενώ το τριχλωροαιθάνιο από τη βιομηχανία επεξεργασίας μετάλλων. Οι ουσίες αυτές επελέγησαν λόγω της υψηλής χημικής και θερμικής σταθερότητας τους και για την ικανότητα καθαρισμού. Αντίστοιχες ιδιότητες όμως διαθέτουν ούτως ή άλλως και μια σειρά από εναλλακτικές ουσίες καθαρισμού. Αντί της χρήσης των ουσιών που καταστρέφουν το όζον, έχει χρησιμοποιηθεί μια ευρεία γκάμα μεθόδων που περιλαμβάνει τεχνικές με τις οποίες αποφεύγεται πλήρως η διαδικασία καθαρισμού, υδατικό καθαρισμό ή καθαρισμό με άλλους διαλύτες (π.χ κετόνες, αλκοόλες και εστέρες).

Τελευταία έχουν αναπτυχθεί και νέες μέθοδοι καθαρισμού όπως η μέθοδος με πάγο της Mitsubishi (Chem Tech Int. Inc 1990), η χρήση CO₂ (Gallagher & Krukonis 1991) και η μέθοδος πλάσματος (Umwelt Bundes Amt. 1989). Μεγάλες εταιρείες όπως η Apple και η AT&T χρησιμοποιούν τεχνικές μη-καθαρισμού. Η αμερικάνικη Northern Telecom χρησιμοποιεί από το 1988 διαλύτες χωρίς CFCs σε 42 εργοστάσια της διεθνώς και εκτιμά πως ως το 1996 θα επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με 9.000 τόννους λιγότερα CFCs και θα εξοικονομήσει 50 εκατομμύρια δολάρια (Greenpeace 1992c). Στο 40% της παραγωγής της βιομηχανίας ηλεκτρονικών στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται πλέον υδατικές μέθοδοι

καθαρισμού (Ellis 1990). Ανάμεσα στις εταιρείες που προκρίνουν αυτή την τεχνική βρίσκονται οι IBM, Hewlett-Packard, Olivetti, Bull κ.λ.π. Η σουηδική Ericsson σταμάτησε εντελώς τη χρήση CFCs από το τέλος του 1990 (Goller 1992). Η 3M κατάργησε το CFC-113 το 1990 και η Toshiba το 1991 (Andersen 1991).

ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΕΣ

Τα halons χρησιμοποιήθηκαν από τη δεκαετία του 1950 ως υλικά πυρόσβεσης σε ηλεκτρικές συσκευές και εύφλεκτα υγρά. Αρχικά αναπτύχθηκαν σε στρατιωτικές εφαρμογές και στη δεκαετία του '70 γνώρισαν εφαρμογές και σε άλλους τομείς. Η δράση τους συνίσταται στην απομάκρυνση των ενεργών στοιχείων που συντηρούν μια πυρκαγιά από τη ζώνη ανάφλεξης. Δεν αφήνουν υπολείμματα, ελαχιστοποιούν τις δευτερογενείς ζημιές και δεν είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού γι'αυτό και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φωτιές σε ηλεκτρικά είδη (Tapscott 1992). Παρόλα αυτά τα halons είναι αποτελεσματικά μόνο κατά τα πρώτα στάδια της πυρκαγιάς και τα παραπροϊόντα της καύσης τους είναι ιδιαίτερα διαβρωτικά (DOE 1991).

Τα δύο κυριότερα halons που χρησιμοποιούνται σε πυροσβεστήρες είναι τα halon-1211 και halon-1301. Αν και τα halons αποτελούν μικρό μόνο ποσοστό των ουσιών που καταστρέφουν το όζον σε μία κατά βάρος σύγκριση, το βρώμιο που περιέχουν αυξάνει κατά πολύ το δυναμικό τους καταστροφής του όζοντος. Το δυναμικό καταστροφής του όζοντος που έχει το halon-1211 είναι 5 φορές μεγαλύτερο, του δε halon-1301 10 φορές μεγαλύτερο από του CFC-11 (DOE 1991).

Το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών εκτιμά πως το υπάρχον απόθεμα halon-1211 επαρκεί για χρήση μέχρι και τον επόμενο αιώνα, το δε απόθεμα του halon-1301 μέχρι το 2035 (UNEP 1991d).

Οι περισσότερες χρήσεις των halons μπορούν να υποκατασταθούν άμεσα. Τα halons χρησιμοποιούνται για φωτιές τύπου Α (στερεά οργανικά υλικά, π.χ ξύλο και χαρτί), τύπου Β (για υγρά) και τύπου C (για αέρια). Οι εναλλακτικές λύσεις που προσφέρονται περιλαμβάνουν τη χρήση διοξειδίου του άνθρακα, νερού, αφρού και σκόνης. Η σκόνη είναι κατάλληλη και για τους τρεις τύπους πυρκαγιών, ο αφρός για φωτιές τύπου Α και Β, το νερό για φωτιές τύπου Α και το CO₂ για όλους τους τύπους με μικρή όμως αποτελεσματικότητα σε φωτιές τύπου Α (DOE 1991). Η μόνη εφαρμογή που είναι δύσκολη η αντικατάσταση των halons είναι στα αεροπλάνα. Παρόλα αυτά όμως, ήδη κυκλοφορεί στη Δανία και την Ολλανδία ένα νέο μίγμα αζώτου, αργού και CO₂ με την ονομασία Inergen, κατάλληλο γι'αυτή την χρήση (New Scientist 1992).

ΑΕΡΟΖΟΛ ΓΙΑ ΙΑΤΡΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Τα CFCs έχουν χρησιμοποιηθεί ως γνωστόν σε μεγάλη κλίμακα ως προωθητικά σε αεροζόλ. Αυτή τους η χρήση όμως έχει περιοριστεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Παρόλα αυτά χρησιμοποιούνται ακόμη ευρέως σε αεροζόλ που προορίζονται για ιατρική χρήση, π.χ χορήγηση φαρμάκων σε ασθματικούς, όπου απαιτούνται προωθητικά υψηλής καθαρότητας. Η ιατρική χρήση των CFCs καταναλώνει το 0,4-0,5% της παγκόσμιας παραγωγής τους (Newman 1990).

Οι εναλλακτικές λύσεις που προσφέρονται για τις ειδικές αυτές χρήσεις περιλαμβάνουν συστήματα ψεκασμού βασισμένα σε υδατικά διαλύματα και συστήματα ξηράς σκόνης. Σε επιστολή της προς την Greenpeace, η σουηδική εταιρεία Astra Draco AB, αναφέρει πως το 65% των ασθενών στη Σουηδία και το

61% στην Ολλανδία χρησιμοποίησαν συστήματα ξηράς σκόνης το 1990. Επειδή παρόλα αυτά ενδεχομένως να υπάρχουν ασθενείς που δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν βραχυπρόθεσμα από τέτοια συστήματα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν CFCs που προέρχονται από την ανακύκλωση του υπάρχοντος αποθέματος. Πολλές βιομηχανίες ισχυρίζονται ότι ο βαθμός καθαρότητας των ανακυκλωμένων CFCs δεν επιτρέπει τη χρήση τους σε ιατρικά αεροζόλ. Παρόλα αυτά η ICI, ένας από τους μεγαλύτερους παραγωγούς CFCs στον κόσμο, σε συζητήσεις που είχε με τη Greenpeace ισχυρίστηκε πως υπάρχει αυτή η τεχνική δυνατότητα. Δεν δείχνει όμως διατεθειμένη να συντηρήσει μια τέτοια μονάδα μόνο για ανακύκλωση και καθαρισμό των ανακυκλωμένων CFCs γιατί θεωρεί μια τέτοια επένδυση αντισυμβατική.

ΑΜΕΣΗ ΔΡΑΣΗ

Η σοβαρότητα του προβλήματος δεν επιτρέπει ολιγωρία, ούτε τη λήψη ημίμετρων. Η Greenpeace ζητά:

- Την άμεση κατάργηση των CFCs, HCFCs, HFCs, halons και όλων των ουσιών που καταστρέφουν το στρατοσφαιρικό όζον.
- Την άμεση απαγόρευση της παραγωγής αυτών των ουσιών.
- Την απαγόρευση των εξαγωγών CFCs και HCFCs από την Ελλάδα.
- Τη δημιουργία κατάλληλου νομικού και θεσμικού πλαισίου και την παροχή κινήτρων για την προώθηση των εναλλακτικών λύσεων και την ανακύκλωση των υπάρχόντων αποθεμάτων CFCs.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andersen S.O, 1991, "Progress toward phasing out the use of CFC-113 and 1,1,1-trichloroethane in solvent applications", UNEP Industry and Environment, Vol. 14 No 4, pp. 7-10.
- Βαρώτσος Κ, 1992, Συνέντευξη στο "ΒΗΜΑ", 24-5-92.
- Bruhl C, 1992, Impact of halogenated CFC substitutes on the ozone layer, presented to Int. Conf. on "Alternatives to CFCs and Halons: Technologies and Substitute", February 1992, Berlin, Germany.
- Chem Tech International Inc, Fort Lauderdale, Florida USA, various literature, 1990.
- Chemical Manufacturers' Association, 1985, "Production, Sales, and Calculated Release of CFC-11 and CFC-12 through 1984", Washington D.C.
- DOE, 1991, "The use of Halons in the UK and the scope of substitution", Dept. of the Environment, HMSO, London, pp.139.
- DTI, 1990, "Chlorinated solvent cleaning. The impact of environmental and regulatory controls", HMSO, London.
- Ellis B.N, 1990, "Replacement of CFC-113 in industry", Swiss Federal Office of Environment, Forests and Landscape, Berne, Switzerland, May 1990.

- Faucheux S, Noel J, 1988, "Enjeux économiques techniques et écologiques de différentes politiques alternatives de contrôle de l'évolution de la couche d'ozone", Groupe de Prospective, Ministère de l'Environnement, Paris, March 1988.
- FoE, 1989, Friends of the Earth, "Safe as houses? CFCs in buildings: Insulating foams and air conditioning", FoE, Underwood Str. London.
- FoE, 1991, Friends of the Earth, "Cold comfort for the Ozone Layer: Local Authority recovery and recycling of CFCs from domestic refrigeration equipment". FoE, Underwood Str. London.
- Gallagher P.M, Krukoni V.J, 1991, "Precision parts cleaning with supercritical carbon dioxide", Phasex Corporation, presented at Int. CFC and halon alternatives conference, Baltimore Md, USA, 3-5 Dec. 1991.
- Goller D, 1992, Aqueous cleaning technologies, presented at the "Alternatives to CFCs and Halons", Berlin, 24-26 February 1992.
- Greenpeace, 1992, Submission by Greenpeace to the Council of Ministers (Environment) of the European Community at their informal meeting, Estoril, Portugal, 21-22 February 1992.
- Greenpeace, 1992b, "Effects of ozone depletion on agriculture", June 1992.
- Greenpeace, 1992c, "Neglecting Alternatives: How Government inaction is destroying the ozone layer", Greenpeace UK, June 1992.
- Greenpeace, 1992d, "Climbing Out of the Ozone Hole: A preliminary survey of alternatives to ozone depleting chemicals", October 1992.
- Hassel G.R, 1992, "Project Summary: Experimental investigation of PIC formation in CFC incineration", EPA/600/S7-91/010, US Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina, January 1992.
- Hoffman J, Gibbs M.J, 1988, "Future concentrations of stratospheric chlorine and bromine", US Environmental Protection Agency, July 1988.
- ICI, 1988, Memorandum submitted by ICI, House of Commons Environment Committee hearing on Air Pollution, 9/3/1988.
- Institute of Refrigeration, 1991, Environmental effects of refrigerants, Carshalton, Surrey, UK.
- James R.W, Eftekhari M, Missenden J.F, 1990, "Propane: the environmentally friendly refrigerant", Research Memorandum 127, Institute of Environmental Engineering, South bank Polytechnic, October 1990.
- James R.W, Missenden J.F, 1992, The use of propane in domestic refrigerators, Int. J. refriger. 15:95-100.
- Kelly P.M, 1990, "Halting global warming", a Greenpeace report, March 1990.
- Kuntel P, Reuter R, Sextl G, Strack H, 1990, "Vacuum insulation panels based on Silica", presentation by Degussa AG, Hanen, Germany on 16-3-90 in Frankfurt.

- Makhijani A, Gurney K, Makhijani An, 1992, "Saving our skins. The causes and consequences of ozone layer depletion and policies for its restoration and protection", 19 Feb. 1992.
- National Environment Research Council, 7 April 1992 press release, "Future in balance for Arctic ozone layer", Polaris House, Swindon, UK.
- Newman S.P, 1990, "Metered dose pressurised aerosols and the ozone layer", European Respiratory Journal 3:495-497.
- New Scientist, 25 April 1992, Fire-fighters find gas that's easy on ozone.
- Paul J, 1992, Water as a refrigerant and coolant, presented to the Int. Conf. on "Alternatives to CFCs and halons" held in Berlin, 24-26 February 1992.
- Reuter R, Sextl G, Strack H, 1991, "Vacuum insulationpanels: a new insulation concept", presentation by Degussa AG, Hanen, Germany on 19-9-91 in Chicago III.
- SICNG, 1992, Η θέση των ΧΒΒΕ Α.Ε για τον έλεγχο των χλωροφθορανθράκων, Μάρτιος 1992.
- Σιχλετίδης Λ, 1989, "Επαγγελματικές παθήσεις από χημικές ουσίες", Θεσσαλονίκη.
- Smith R.C, et al, 1992, "Ozone depletion: Ultraviolet radiation and phytoplankton biology in Antarctic waters", Science 255:952-959.
- Solomon S, Albritton D.L, 1992, "Time-dependent ozone depletion potential for short- and long-term forecasts", Nature 357:33-37.
- SORG, 1988, UK Stratospheric Ozone Review Group, Second Report, Dept. of Environment.
- SORG, 1991, UK Stratospheric Ozone Review Group, Stratospheric Ozone, HMSO, London.
- Streatfield B, 1991, "The Absorption Option", Refrigeration and Air Conditioning, July 1991, pp.34-36.
- Tapscott R.E, 1992, Halogenated Fire Extinguishants, presented to Conf. entitled "Alternatives to CFCs and Halons" held in Berlin, February 1992.
- Thorpe B, 1991, "Chlorinated Solvents: time for a global ban", UNEP Industry and Environment, Oct-Nov-dec 1991, Vol.14 No 4, pp.44-47.
- Umwelt Bundes Amt., 1989, "Responsibility means Doing Without-How to Rescue the Ozone Layer", The Federal Environment Agency, Berlin, pp.208.
- UNEP, 1991, Environmental Effects of Ozone Depletion: 1991 Update, Panel report pursuant to Article 6 of the Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer, November 1991.
- UNEP, 1991b, Toxicity of chlorodifluoromethane (CFC-22), Industry and Environment Vol. 14, No 4.

- UNEP, 1991c, Montreal Protocol 1991 Assessment. Report of the refrigeration, air conditioning and heat pumps Technical Option Committee, UNEP, Nairobi, Kenya.
- UNEP, 1991d, Synthesis of the reports of the Ozone Environmental Assessment panel, Technology and Economic Assessment panel, UNEP/OzL.Pro/WG.1/6/3, Nairobi, Kenya.
- UNEP, 1992, OzonAction No 2, Quarterly Publication of UNEP IE/PAC, April 1992.
- UNEP, 1992b, Synthesis of the reports of the Ozone Scientific Assessment Panel and Environmental Effects assessment Panel prepared by the Assessment Chairs for the Parties to the Montreal Protocol, Open-ended Working Group of the Parties to the Montreal Protocol, Sixth Meeting, Geneva, 6-15 April 1992, UNEP/OzL.Pro/WG.I/6/3/Corr.1/13-2-1992.
- WHO, 1987, World Health Organization, "IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans", Lyon, France.
- WMO, 1989, World Meteorological Organization, "Scientific Assessment of Stratospheric ozone: 1989", Vol. 1, WMO Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No 20, UK Dept. of the Environment, London, 486 pp.
- WMO/UNEP, 1990, World Meteorological Organization/United Nations Environment Programme, "Climate Change: The IPCC Scientific Assessment", Cambridge University Press.
- WMO/UNEP, 1992, World Meteorological Organization/United Nations Environment Programme, "1992 IPCC Supplement: Scientific Assessment of Climate Change", Submission from Working Group I.
- Ζερεφός Χ, 1992, Προσωπική επικοινωνία.□