

10-1-19

Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΔΡΟΦΘΟΡΑΝΘΡΑΚΩΝ (517-2014 ΕΕ)

Ο σκοπός αυτού του άρθρου δεν είναι να εξηγήσει τις λεπτομέρειες της πρόσφατης νομοθεσίας προοδευτικής κατάργησης των υδροφθορανθράκων, αλλά να δείξει ότι υπάρχει πλέον παγκόσμια (ή τουλάχιστον πανευρωπαϊκά) αντίξοο περιβάλλον για τη διατήρηση της φιλοσοφίας της "αβασάνιστης" υιοθέτησης λύσης επιλογής ψυκτικού ρευστού προς την πλευρά των συνθετικών αερίων τύπου υδροφθορανθράκων. Επειδή επί του παρόντος δεν έχει βρεθεί ακίνδυνο συνθετικό υποκατάστατο, που να πληροί τα πλεονεκτήματα των υδροφθορανθράκων και ταυτόχρονα να μην έχει τα περιβαλλοντικά προβλήματα αυτών (ψηλό δείκτη GWP), η φυσική αντίδραση είναι η στροφή στα φυσικά ψυκτικά ρευστά.

Η μάχη εναντίον των υδροφθορανθράκων επικυρώθηκε ήδη από το 2006, με την εφαρμογή του ευρωπαϊκού κανονισμού 842/2006. Ο κανονισμός αυτός δεν προέβλεπε κατάργηση των αερίων, αλλά πολύ αυστηρά μέτρα διαχείρισης αυτών. Για παράδειγμα, επέβαλε συχνούς ελέγχους κυκλωμάτων (με συχνότητα ανάλογη της εμπεριεχόμενης μάζας), εγκατάσταση συστημάτων ανίχνευσης διαρροών σε ζωτικούς χώρους (όπως μηχανοστάσια), πιστοποιημένο προσωπικό, ανάκτηση, ανακύκλωση, επισήμανση και αρχεία ιχνηλασιμότητας για οτιδήποτε σχετίζεται με αγορά, χρήση, ανάκτηση, ανακύκλωση και διάθεση των φθοριούχων αερίων. Ο κανονισμός αυτός, όπως είναι προφανές, δημιούργησε ανησυχίες σε επιστημονικούς, κρατικούς και επαγγελματικούς φορείς με ποικίλες αντιδράσεις, που έφθασαν στα Σκανδιναβικά κράτη μέχρι την προ πολλού οιονεί κατάργηση των φθοριούχων αερίων στη ψύξη (εκτός μικροποσοτήτων). Στα περιβάλλοντα αυτά (κατά κύριο λόγο σε Δανία και Νορβηγία), την ίδια εποχή ξεκίνησε έντονη επιστημονική προσπάθεια για την επάνοδο του CO₂ στην ψύξη και την βελτίωση του κύκλου του. Ήδη, από το τέλος της 10ετίας του 80, ο Νορβηγός καθηγητής Gustav Lorentzen είχε ξεκινήσει έρευνα για την επάνοδο του CO₂ στην ψύξη, με διερεύνηση του κύκλου transcritical. Οι περιορισμοί χρήσης των υδροφθορανθράκων έγιναν καθοριστικοί στον κοινοτικό κανονισμό 517/2014, εφαρμογής από 1/1/15, τον οποίο θα πραγματευθούμε εν συντομία στα επόμενα. Ο κανονισμός τιτλοφορείται "για τα φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 842/2006". Στα επόμενα θα παραθέσω ορισμένα σημεία που αναφέρονται σε αυτό το έγγραφο, για να δείξω ότι έχει διαμορφωθεί "μονόδρομος" για τα φυσικά ρευστά.

Το πνεύμα του κανονισμού είναι η προοδευτική κατάργηση των HFC. Καταρχήν επιβάλλεται άνω όριο στη διατιθέμενη ποσότητα, με αφετηρία το 2005 και προοδευτική μείωση του ποσοστού επί της ποσότητας αφετηρίας μέχρι το 2030. Αν οριστεί σαν 100% η διατεθείσα

ποσότητα το 2005, η μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα προς διάθεση το 2030 είναι 21%. Στο παράρτημα V του κανονισμού δίνεται ο ακόλουθος πίνακας:

Έτη	Ποσοστό για τον υπολογισμό της μέγιστης ποσότητας για τη διάθεση υδροφθορανθράκων στην αγορά και των αντίστοιχων ποσοστώσεων
2015	100 %
2016-2017	93 %
2018-2020	63 %
2021-2023	45 %
2024-2026	31 %
2027-2029	24 %
2030	21 %

Πίνακας 1.1: Απόσπασμα παραρτήματος V κανονισμού 517/2014 περί προοδευτικής μείωσης διάθεσης υδροφθορανθράκων.

Στο σημείο αυτό και πριν εξετάσουμε τις λεπτομέρειες των εξοπλισμών που βαίνουν προς κατάργηση, αξίζει να δούμε στον επόμενο πίνακα τα χαρακτηριστικά μερικών συχνά χρησιμοποιούμενων HFC, όσον αφορά την επίδρασή τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (δείκτης GWP). Ο αναγνώστης να θυμάται ότι ο δείκτης GWP για το CO₂ είναι 1. Στον πίνακα έχει συμπεριληφθεί και το ήδη καταργημένο (για λόγους καταστροφής του όζοντος) R-22 για συγκριτικούς λόγους.

ΨΥΚΤΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΟΜΑΔΑ ΑΕΡΙΩΝ	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡ. ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΣΕ ΑΤΜΟΣΦ. ΠΙΕΣΗ (101,3 kpa), °C	ΟΜΑΔΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ GWP ΣΕ 100 ΧΡΟΝΙΑ
R-22	HCFC	CHCLF ₂	-40,8	A1	1700
R-134A	HFC	CF ₃ CH ₂ F	-26,1	A1	1300
R-404A	HFC	C ₂ HF ₅ / C ₂ H ₃ F ₃ / C ₂ H ₂ F ₄	-46	A1	3950
R-410A	ΜΙΓΜΑ HFC	50% HFC-32 / 50% HFC-125	-52,3	A1	2000
R-507A	ΜΙΓΜΑ HFC	50% HFC-125 / 50% HFC-143a	-47,1	A1	3900
R-717	ΑΜΜΩΝΙΑ	NH ₃	-33.3	B2	0
R-744	ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	CO ₂	-78,4	A1	1

Πίνακας 1.2: Βασικά χαρακτηριστικά συνθετικών αερίων

Με μια ματιά στον παραπάνω πίνακα, συμπεραίνουμε αμέσως ότι δυο από τα ευρέως χρησιμοποιούμενα αέρια σε εμπορική και βιομηχανική ψύξη έχουν βαρύτατο δείκτη GWP: Το R-404a και το R 507a (μίγματα). Όπως θα δούμε αμέσως παρακάτω, και τα δυο αυτά αέρια, αλλά και άλλα με πολύ μικρότερο δείκτη GWP, καταργούνται (όσον αφορά τη διάθεση προϊόντων που τα περιέχουν) ουσιαστικά από 1/1/2020. Το απόσπασμα του πίνακα που ακολουθεί προέρχεται από το παράρτημα ΙΙΙ του 517/2014 "ΑΠΑΓΟΡΕΥΣΕΙΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ...".

10. Ψυγεία και καταψύκτες οικιακής χρήσης που περιέχουν HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 150		1η Ιανουαρίου 2015
11. Ψυγεία και καταψύκτες εμπορικής χρήσης (ερμητικά σφραγισμένοι εξοπλισμός)	που περιέχουν HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 2 500	1η Ιανουαρίου 2020
	που περιέχουν HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 150	1η Ιανουαρίου 2022
12. Στατικός ψυκτικός εξοπλισμός που περιέχει ή του οποίου η λειτουργία βασίζεται σε HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 2 500, εξαιρουμένου του εξοπλισμού που προορίζεται για εφαρμογές σχεδιασμένες για την ψύξη προϊόντων σε θερμοκρασίες κάτω των - 50 °C.		1η Ιανουαρίου 2020
13. Κεντρικά ψυκτικά συγκροτήματα εμπορικής χρήσης, με ισχύ 40 kW ή μεγαλύτερη, τα οποία περιέχουν ή των οποίων η λειτουργία βασίζεται σε φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου με GWP τουλάχιστον 150, με εξαίρεση το πρωτεύον ψυκτικό κύκλωμα των κλιμακοειδών συστημάτων, όπου μπορούν να χρησιμοποιούνται φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου με GWP μικρότερο του 1 500.		1η Ιανουαρίου 2022
14. Κινητός εξοπλισμός κλιματισμού αιθουσών (ερμητικά σφραγισμένα συστήματα που μπορούν να μετακινηθούν από τον τελικό χρήστη) που περιέχουν HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 150		1η Ιανουαρίου 2020
15. Συστήματα κλιματισμού απλού διαιρούμενου τύπου με λιγότερο από 3 kg φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία περιέχουν ή των οποίων η λειτουργία βασίζεται σε φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου με GWP τουλάχιστον 750.		1η Ιανουαρίου 2025

Πίνακας 1.3 : Απόσπασμα παραρτήματος ΙΙΙ κανονισμού 517/2014 περί περιορισμών διάθεσης εξοπλισμών που περιέχουν αέρια θερμοκηπίου.

Στον πίνακα βλέπουμε πολλά σημεία, που έμμεσα προβάλλουν προκλήσεις για στροφή στα φυσικά αέρια (παραθέτω και μερικά σημεία από το κείμενο του κανονισμού):

- ❖ Στο άρθρο 7 αναφέρεται ότι από 11/6/2015 "Με την επιφύλαξη του άρθρου 11 παράγραφος 1, η διάθεση στην αγορά φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου και αερίων που περιλαμβάνονται στον κατάλογο του παραρτήματος ΙΙ απαγορεύεται, εκτός εάν, όποτε είναι σχετικό, οι παραγωγοί ή οι εισαγωγείς παρέχουν τεκμήρια ότι, κατά την εν λόγω διάθεση, το τριφθορομεθάνιο, το οποίο παράγεται ως παραπροϊόν κατά τη διαδικασία παρασκευής, και κατά την επεξεργασία πρώτων υλών για την παραγωγή τους, καταστρέφεται ή ανακτάται προς επακόλουθη χρήση σύμφωνα με τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές". Στον κατάλογο παραρτήματος ΙΙ περιλαμβάνεται το γνωστό μας R-1234yf.
- ❖ Στο άρθρο 13 παράγραφος 2 αναφέρεται ότι " Απαγορεύεται από την 1η Ιανουαρίου 2020 η χρήση φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 2500, για την επισκευή ή συντήρηση ψυκτικού εξοπλισμού που περιέχει ψυκτικό αέριο τουλάχιστον 40 τόνων ισοδυναμίου CO₂". Για R507A για παράδειγμα, η οριακή ποσότητα είναι

$40.000/3.900 = 10,3$ kg. Το μοναδικό από τα γνωστά μας αέρια που δεν εμπίπτει στην εν λόγω διάταξη είναι το R-134a (GWP = 1400).

- ❖ Ήδη καταργήθηκε από 1/1/2015 η διάθεση στην αγορά οικιακών ψυγείων που χρησιμοποιούν ρευστά με GWP > 150. Τέτοια ρευστά είναι όλα τα φυσικά και οι υδροφθορολεφίνες (HFO), όπως π.χ. το R-1234yf, που έχει δείκτη GWP = 4. Ήδη όμως αναφέρθηκε, ότι στην ομάδα των υδρογονανθράκων και των υδροφθορολεφινών υπάρχουν θέματα αναφλεξιμότητας, ενώ το αέριο αυτό ήδη βαίνει προς κατάργηση από τον ίδιο κανονισμό (βλέπε παραπάνω) εκτός ορισμένων προϋποθέσεων.
- ❖ Όσον αφορά την εμπορική ψύξη (συστήματα hermetic), από 1/1/2020 απαγορεύεται η διάθεση εξοπλισμών με αέρια δείκτη GWP > 2500 και από 1/1/2022 με δείκτη GWP > 150!
- ❖ Από 1/1/2020 καταργείται η προμήθεια στατικών εξοπλισμών (όπου περιλαμβάνεται και η βιομηχανική ψύξη), με αέρια GWP > 2500 (με εξαίρεση τα συστήματα < -50 C).
- ❖ Από 1/1/2022 καταργείται η προμήθεια εξοπλισμών με αέρια GWP > 150 σε κεντρικά συστήματα εμπορικής ψύξης (τυπική περίπτωση τα μεγάλα Σ/Μ), εκτός αν το αέριο περιέχεται στην ανώτερη (πρωτεύουσα) βαθμίδα κλιμακωτού συστήματος (cascade), όπου το αέριο πρέπει να έχει GWP < 1500. Τέτοιο αέριο από τα γνωστά μας είναι τα φυσικά και από τα συνθετικά μόνο το R-134a. Όπως θα δούμε στα επόμενα, το CO₂ κατέχει πολύ δυνατή θέση στα συστήματα cascade, κυρίως στην κατώτερη (δευτερεύουσα) βαθμίδα. Αυτή ακριβώς η περιοριστική παράγραφος αποτελεί πρόκληση για αυτά τα συστήματα CO₂.
- ❖ Από 1/1/2020 καταργούνται τα κινητά συστήματα κλιματισμού με αέρια GWP > 150.
- ❖ Από 1/1/25 καταργούνται τα οικιακά κλιματιστικά (split units) με GWP > 750. Εδώ δεν καλύπτει ούτε το R-134a.

Από την ως άνω επιλογή περιορισμών του κανονισμού 517/2014, γίνεται εμφανές το προκλητικό τοπίο που διαμορφώνεται γενικά για τα φυσικά ψυκτικά ρευστά και για το CO₂ ειδικότερα, που κατέχει συγκριτικά πλεονεκτήματα όπως θα δούμε, σε ένα μεγάλο εύρος συστημάτων.