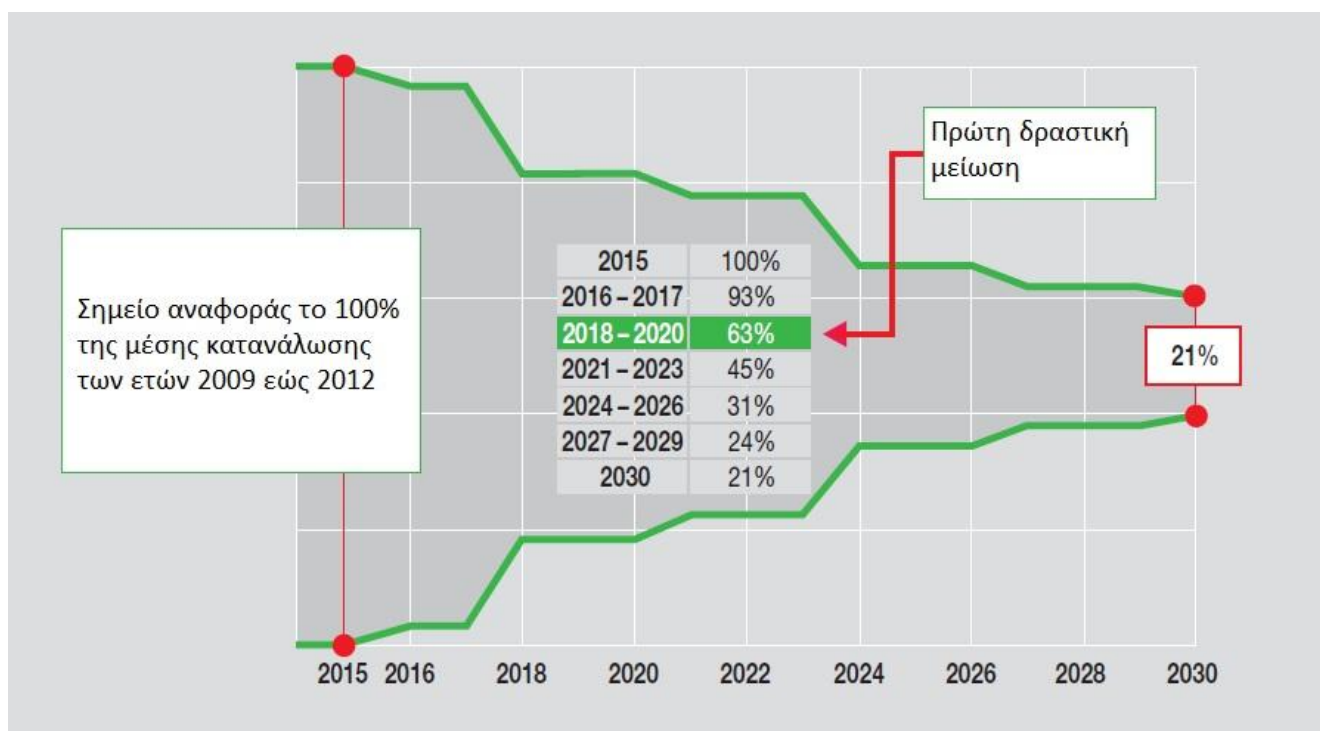


Το νέο καθεστώς των ψυκτικών ρευστών

Είναι γνωστό πια ότι κάτι αλλάζει με το "φρέον" και πάλι. Πριν καλά καλά συνηθίσουμε την κατάργηση του R22 πλησιάζει και η κατάργηση για τα περισσότερα γνωστά και "βολικά" ρευστά. Γνωρίζαμε ήδη από το 2006 με τον ευρωπαϊκό κανονισμό 842/2006 ότι το καθεστώς με τα ψυκτικά ρευστά που περιέχουν φθόριο (HFCs) θα αλλάξει προς το χειρότερο. Το αρχικό πλάνο για μείωση των απωλειών/διαρροών και απαγόρευση σε συγκεκριμένες εφαρμογές δεν απέδωσε αρκετά (γιατί άραγε...) κι έτσι τον Ιούνιο του 2014 με τον κανονισμό 517/2014, η Ευρωπαϊκή Ένωση ανεβάζει τον πήχη διευρύνοντας τις απαγορεύσεις και εισάγοντας την έννοια των ποσοτώσεων.

Οι σημαντικότερες αλλαγές που προέκυψαν με τον κανονισμό 517/2014 σε σχέση με τον "παλιό" κανονισμό 842/2006 είναι:

1) Σταδιακή μείωση των συνολικά διαθέσιμων ποσοτήτων φθοριούχων υδρογονανθράκων (HFC) έως το 2030 στο 21% των τιμών αναφοράς (μέσος όρος του 2009-2012, διάγραμμα 1). Η μείωση των ποσοτήτων περιγράφεται σε ποσότητες CO₂ (διοξειδίου του άνθρακα) οπότε οι τιμές για κάθε ρευστό ανάγονται σε αντίστοιχα κιλά CO₂ με μετατροπή του GWP. Για παράδειγμα, 10 κιλά R404a (GWP 3922, πίνακας1) αντιστοιχούν σε 10x3922=39220 κιλά CO₂, σχεδόν 40 τόνοι! 10 κιλά R134a (GWP 1430, πίνακας1) αντιστοιχούν σε 10x1430=14300 κιλά CO₂, αν δηλαδή όλα τα συστήματα R404a μετατρέπονταν σε R134a θα μειώναμε τη διαθέσιμη εγκατεστημένη ποσότητα αντίστοιχου διοξειδίου στο μισό! Αυτό βέβαια δεν είναι εφικτό λόγω των συνθηκών λειτουργίας του κάθε ρευστού και τις ανάγκες που καλύπτει.



Διάγραμμα 1. Πηγή Bitzer "New EU F-gas regulation" A-510-1 (χρήση με την άδεια της Bitzer).

2) Εισάγεται η έννοια των ποσοτώσεων ουσιών. Κάθε παραγωγός (χημική βιομηχανία ή εισαγωγέας από χώρα εκτός ΕΕ) θα διαθέτει ετησίως μια ποσότητα αντίστοιχου CO₂ την οποία θα μπορεί να παράγει/εισάγει. Θα υποχρεούται επίσης να αναφέρει ετησίως τις ποσότητες που διακινεί όπως και στο παρελθόν. Παράδειγμα: σε κάποιον εισαγωγέα δίνεται η ποσόστωση των 1000 τόνων αντίστοιχου CO₂ για το έτος 2015. Αυτός ο εισαγωγέας θα μπορεί να αγοράσει από τρίτες χώρες 1000/3922=0,25 τόνους ή 250 κιλά R404a μόνο! Θα μπορούσε όμως να εισάγει 1000/1430=0,699 τόνους ή 699 κιλά R134a ή οποιοδήποτε συνδυασμό μεταξύ των δύο με συνολικό αντίστοιχο CO₂ τους 1000 τόνους.

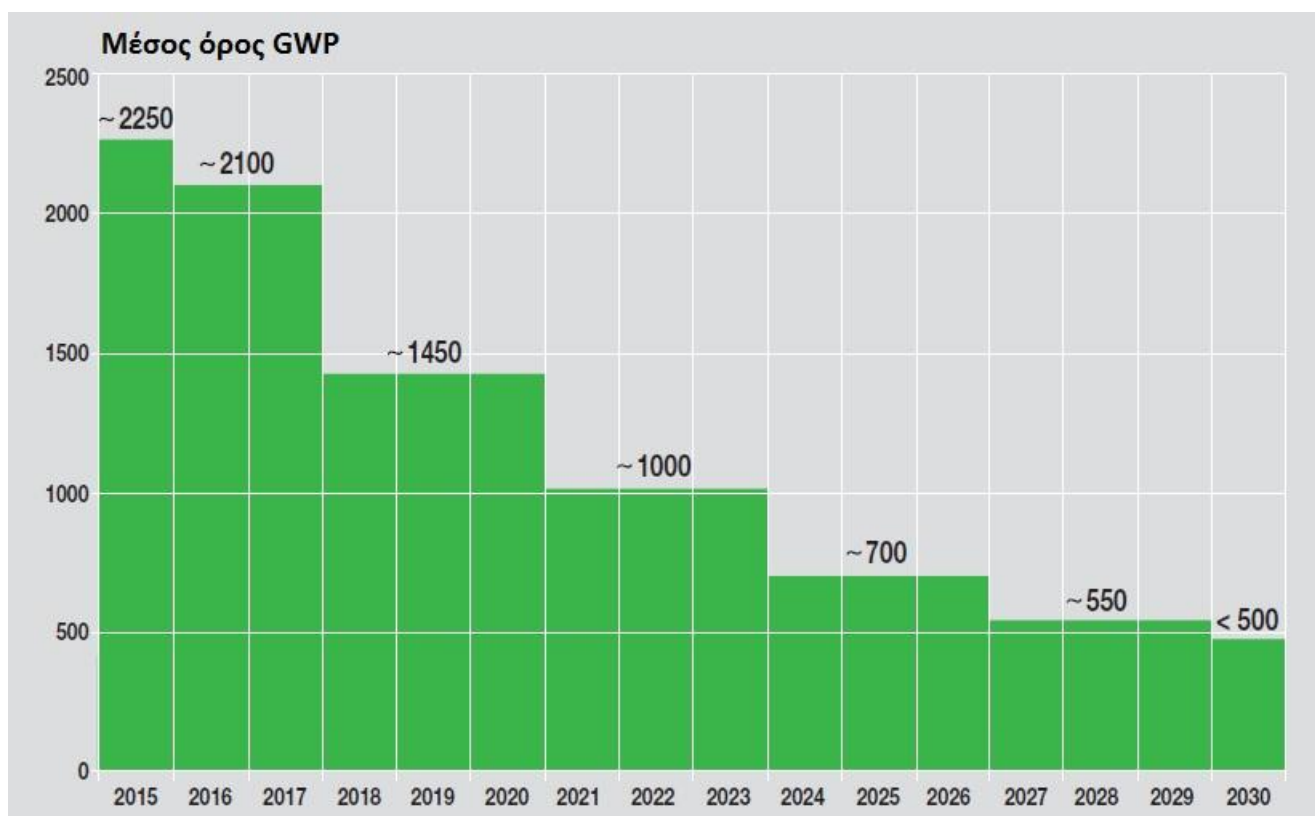
Για να επιτευχθεί ο στόχος του κανονισμού θα πρέπει η αγορά των HFC να αλλάξει σε ρευστά με μικρότερο GWP ή να το διαθέσιμο GWP στην αγορά να μειωθεί ή ένας συνδυασμός των 2 που είναι και το πιο πιθανό

(διάγραμμα 2). Να σημειωθεί ότι όλα τα υπάρχοντα ρευστά που περιέχουν φθόριο (HFCs & HFOs) υπόκεινται σε ποσόστωση ακόμα και αν δεν προορίζονται για κατάργηση.

A/A	Ρευστό	GWP	Κατηγορία ασφαλείας (κατά EN378-1 και ASHRAE 34)
1	R404A	3922	A1
2	R507A	3985	A1
3	R134A	1430	A1
4	R407C	1774	A1
5	R410A	2088	A1
6	R407F	1825	A1
7	R407A	2107	A1
8	R417A	2346	A1
9	R422D	2729	A1
10	R717 (NH ₃)	0	B2
11	R290	3	A3
12	R600a	3	A3
13	R744 (CO ₂)	1	A1

Πίνακας 1

3) Συστήματα προ-γεμισμένα με HFC όπως κλιματιστικά, ψύκτες, αντλίες θερμότητας κτλ θα μπορούν να εισάγονται στην Ε.Ε. μόνο αν συνυπολογίζονται στην ποσόστωση του εισαγωγέα. Ένας μόνο ψύκτης που περιέχει 300 κιλά R407c δηλαδή $300 \times 1774 = 532200$ κιλά CO₂, θα δέσμευε το 53,2% της ποσόστωσης του ανωτέρω εισαγωγέα!



Διάγραμμα 2. Πηγή Bitzer "New EU F-gas regulation" A-510-1 (χρήση με την άδεια της Bitzer).

4) Εφαρμόζονται αυστηρότερα κριτήρια ελέγχου διαρροών, σήμανσης εξοπλισμού και συντήρησης εξοπλισμού. Από το 2016 οι ποσότητες που απαιτούν τα αυστηρότερα κριτήρια ελέγχου υπολογίζονται με αντίστοιχη ποσότητα CO₂, με το όριο να φέρεται σε πλήρωση ίση ή μεγαλύτερη από 5 τόνους CO₂ (δηλαδή για περισσότερο από 3,5 κιλά R134a ή 1,28 κιλά R404a).

5) Για ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών, σχεδόν όλες όσες ενδιαφέρουν τον Έλληνα ψυκτικό, το διαθέσιμο GWP μειώνεται το 2020 και μειώνεται ακόμα περισσότερο το 2022 και 2025 (πίνακας 2). Σύμφωνα με τον κανονισμό οι παρακάτω εφαρμογές υπόκεινται σε περιορισμούς και απαγορεύσεις:

α) Εφαρμογές με ψυγεία και καταψύκτες εμπορικής χρήσης (ερμητικά κλεισμένα) που περιέχουν HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 2500 καταργούνται το 2020 και GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 150 καταργούνται το 2022.

Εδώ λογικά ο κανονισμός μιλάει για επαγγελματικά ψυγεία όπως βούτες, βιτρίνες, ψυγεία αναψυκτικών κτλ που είναι ολοκληρωμένα ψυγεία με ενσωματωμένο το ψυκτικό μηχάνημα.

β) Στατικός ψυκτικός εξοπλισμός που περιέχει ή που η λειτουργία του βασίζεται σε HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 2500 καταργείται το 2020. Εξαιρούνται η εφαρμογές με θερμοκρασία χώρου τους -50°C και κάτω.

Εδώ ο νόμος μιλάει για όλα τα ψυκτικά μηχανήματα τα οποία είναι σταθερά δηλαδή όχι σε κίνηση όπως τα ψυγεία φορτηγών. Συμπυκνωτικές μονάδες, ψύκτες και αντλίες θερμότητας είναι λογικά οι κύριες εφαρμογές που πλήττονται από τη συγκεκριμένη παράγραφο, αλλά και μηχανοστάσια του ενός συμπιεστή μικρού ή μεγάλου που δεν ανήκουν στην επόμενη κατηγορία.

γ) Κεντρικά ψυκτικά συγκροτήματα εμπορικής χρήσης (με 2 ή περισσότερους συμπιεστές), με ισχύ 40kW ή μεγαλύτερη, τα οποία περιέχουν ή των οποίων η λειτουργία βασίζεται σε HFCs με GWP τουλάχιστον 150 καταργούνται το 2022. Εξαιρούνται τα συστήματα που καλύπτουν εξ' ολοκλήρου το άνω τμήμα ενός κλιμακωτού συστήματος (cascade) χωρίς να τροφοδοτούν άλλο εξατμιστή πέρα από τον εξατμιστή/συμπυκνωτή του CO₂. Το γνωστότερο σύστημα αυτού του είδους είναι το cascade με R134a/CO₂ για καταψύξεις.

Σύμφωνα με τον κανονισμό, κεντρικά ψυκτικά συγκροτήματα ορίζονται όλα τα παραλληλισμένα συγκροτήματα με 2 ή περισσότερους συμπιεστές. Η ισχύς όμως που συγκροτήματος πρέπει να είναι από 40kW και πάνω για να πλήττεται από τη συγκεκριμένη παράγραφο. Όμως τι θέλει να πει ο ποιητής/νομοθέτης με τη λέξη "ισχύς"; Κινητήρια ισχύς ή ψυκτική ισχύς; Το αγγλικό κείμενο μιλάει για "capacity" 40kW ενώ το γερμανικό για "refrigerating capacity". Η κατάσταση περιπλέκεται ακόμα περισσότερο αν κάποιος σκεφτεί ότι η επίσημη γλώσσα της ΕΕ είναι και οι 25 γλώσσες οπότε όλα τα κείμενα είναι σωστά... Αν θεωρήσουμε ότι η ψυκτική ισχύς είναι ο σωστός όρος τότε μιλάμε για μηχανοστάσια που ανάλογα τη χρήση τους απαγορεύονται ή όχι. Ένα μηχανοστάσιο τριών συμπιεστών 9hp για σουπέρ μάρκετ με R407F για συντήρηση στους $-10/+45^{\circ}\text{C}$ απαγορεύεται (ψυκτική ισχύς $\sim 49\text{kW}$) ενώ αν τοποθετηθεί σε κατάψυξη στους $-35/+45^{\circ}\text{C}$ δεν απαγορεύεται (ψυκτική ισχύς $\sim 12\text{kW}$).

δ) 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. Εδώ ο κανονισμός λογικά περιγράφει εφαρμογές με κινητό εξοπλισμό που προορίζεται για χώρους όπως αίθουσες και εκθέσεις και γενικά συστήματα κλιματισμού προς ενοικίαση.

ε) Συστήματα κλιματισμού απλού διαιρούμενου τύπου με λιγότερο HFC από 3kg, τα οποία περιέχουν ή των οποίων η λειτουργία βασίζεται σε HFC με GWP τουλάχιστον 750. Λογικά συστήματα απλού διαιρούμενου τύπου εννοούνται τα λεγόμενα "σπλιτάκια" ή οικιακού τύπου κλιματιστικά. Είναι μια κατηγορία που θα επηρεαστεί αρκετά μιας και οι εύφλεκτες εναλλακτικές επιλογές είναι επικίνδυνες για εσωτερικούς χώρους, απλά φανταστείτε απώλεια 3 κιλών ψυκτικού ρευστού στην εσωτερική μονάδα σε ένα οικιακό δωμάτιο.

Γνώμες/Σχόλια/Προτάσεις

Όπως είδαμε ο νέος κανονισμός θέτει ένα νέο αυστηρότερο πλαίσιο για τις νέες εγκαταστάσεις και όχι μόνο. Ο αγώνας για τη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον είναι δύσκολος και μακρύς και επηρεάζει τις νοτιότερες ευρωπαϊκές χώρες πολύ περισσότερο. Οι χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος στις χώρες πάνω από τις Άλπεις εννοούν τη χρήση CO₂ με booster (για ριζική και μόνιμη λύση) ενώ οι νότιες χώρες υποχρεούνται στην λύση του cascade. Η χρήση ουσιών με GWP κάτω από 150 είναι δύσκολη μιας και όλες οι ουσίες είναι εύφλεκτες ενώ η χρήση φυσικών ρευστών (CO₂, NH₃, υδρογονάνθρακες) απαιτεί υψηλή τεχνολογία, αυξημένα μέτρα ασφαλείας και υψηλό κόστος επένδυσης. Απλά φανταστείτε ένα κρεοπωλείο με αμμωνία ή προπάνιο... Θεωρητικά η χρήση ουσιών με GWP κάτω από 2500 επιτρέπεται άρα το κρεοπωλείο μπορεί να δουλέψει με ένα συμπιεστή αλλά η ποσόστωση θα ωθήσει αυτές τις ουσίες πολύ σύντομα σε απαγορευτικά επίπεδα κόστους.

Σύνοψη απαγορεύσεων (Απαγόρευση, απαγόρευση υπό όρους, επιτρέπεται η χρήση)														
Προϊόντα και εξοπλισμός προς απαγόρευση	Ημερομηνία απαγορεύσεως	Απαγορευμένοι υδρογονάνθρακες												
		HCs (Υδρογονάνθρακες)	R744 (CO ₂)	R717 (NH ₃)	R404A / R507A	R417B / R422D	R134a	R407A / C / F	R410A	R417A / R427A	R32	HFOs	Μίγματα με HFO / HFC με GWP <150	Μίγματα με HFO / HFC με GWP 150-1500
Ψυγεία και καταψύκτες εμπορικής χρήσης (ερμητικά σφραγισμένος εξοπλισμός) - που περιέχουν HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 2500 από το 2020 - που περιέχουν HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 150 από το 2022	2020 και 2022				2020	2020	2022	2022	2022	2022	2022			2022
Στατικός ψυκτικός εξοπλισμός που περιέχει ή του οποίου η λειτουργία βασίζεται σε HFC με GWP μεγαλύτερο ή ίσο του 2500. Εξαιρείται ο εξοπλισμός που προορίζεται για εφαρμογές σχεδιασμένες για την ψύξη προϊόντων σε θερμοκρασίες κάτω των -50°C.	2020						Έμμεση απαγόρευση λόγω ποσόστωσης. Ναι μεν επιτρέπεται η ουσία αλλά είναι ακριβή και δυσεύρετη λόγω ποσόστωσης.							
Κεντρικά ψυκτικά συγκροτήματα εμπορικής χρήσης (με 2 ή περισσότερους συμπιεστές), με ισχύ 40kW ή μεγαλύτερη, τα οποία περιέχουν ή των οποίων η λειτουργία βασίζεται σε HFCs με GWP τουλάχιστον 150. Εξαιρείται το πρωτεύον ψυκτικό κύκλωμα των κλιμακοειδών συστημάτων (cascade), όπου μπορούν να χρησιμοποιούνται HFCs με GWP μικρότερο του 1500.	2022						Επιτρέπεται πρωτεύων κύκλωμα σε κλιμακωτό σύστημα (cascade)					Επιτρέπεται πρωτεύων κύκλωμα σε κλιμακωτό σύστημα (cascade)		Επιτρέπεται πρωτεύων κύκλωμα σε κλιμακωτό σύστημα (cascade)
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.	2020											GWP <150		
Συστήματα κλιματισμού απλού διαιρούμενου τύπου με λιγότερο HFC από 3kg, τα οποία περιέχουν ή των οποίων η λειτουργία βασίζεται σε HFC με GWP τουλάχιστον 750.	2025											GWP <750	GWP <750	GWP <750

Πίνακας 2

Μία λύση που πιστεύω θα λειτουργήσει σχετικά εύκολα στις καταψύξεις/τούνελ, οι οποίες θα πρέπει να διαχωριστούν πια από τις συντηρήσεις με κοινό συμπυκνωτή και να ανεξαρτητοποιηθούν, είναι το σύστημα

cascade με R134A/CO₂. Αυτό το σύστημα διατηρεί το ένα από τα 2 κυκλώματα με ένα γνώριμο ρευστό με εξαρτήματα που όλοι γνωρίζουμε και διαθέτουμε. Το κομμάτι του διοξειδίου είναι λίγο πιο περίπλοκο αλλά λειτουργεί με απ' ευθείας εκτόνωση με μηχανισμούς που γνωρίζουμε και δεν δημιουργούνται προβλήματα με την επιστροφή του λαδιού.

Για τις συντηρήσεις και τους κλιματισμούς η χρήση του διοξειδίου είναι πιο δύσκολη μιας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σαν γλυκόλη με ότι συνέπειες μπορεί να έχει αυτό στο κόστος της εγκατάστασης και στην επιστροφή του λαδιού. Δυστυχώς μαγική λύση για τα μικρά συστήματα κάτω από περίπου 40kW δεν υπάρχει μιας και τα συνθετικά μελλοντικά ρευστά είναι όλα εύφλεκτα ενώ οι εναλλακτικές με φυσικά ρευστά ακριβές και δύσκολο να αποσβεστούν στη ζωή του συστήματος. Εδώ μια λύση (όχι και τόσο καλή, αλλά λύση παρόλα αυτά) για μικρές εγκαταστάσεις είναι η παραμονή σε R134A/R407F (με εγκατάσταση πλούσιων εναλλακτών +20%) για το μεσοδιάστημα έως την απαγόρευση του το 2022 και έπειτα η αντικατάστασή του από κάποιο άλλο ρευστό, προσδοκώντας και ελπίζοντας ότι θα υπάρχει κάποιο κατάλληλο χωρίς πολλές μετατροπές. Μια άλλη λύση για μεγαλύτερες αποδόσεις είναι η χρήση ενός ψύκτη αμμωνίας με απ' ευθείας εκτόνωση με δευτερεύον κύκλωμα γλυκόλης/νερού. Η ποσότητα της αμμωνίας είναι αρκετά μικρή και λόγω της εκτόνωσης αποφεύγεται η χρήση ακριβών και πολύπλοκων μηχανισμών. Αυτή είναι μια ευρέως αποδεκτή λύση και για ψύκτες νερού (rooftop chillers) και κατά τη γνώμη μου θα υιοθετηθεί πολύ.

Τέλος, αυτό που δεν πρέπει να ξεχνάμε είναι ότι η ΕΕ διατηρεί το δικαίωμα να αναθεωρήσει τη νομοθεσία το 2017 με ακόμα πιο αυστηρά μέτρα και καταργήσεις σε περίπτωση που τα συγκεκριμένα μέτρα δεν αποδώσουν όπως προσχεδιάστηκε. Με αυτή τη γνώση ίσως είναι προτιμότερο οι λύσεις που υιοθετούμε να είναι κοντινότερες στο GWP 1 παρά στο 2500 για να αποφύγουμε μετατροπές σε τυχόν δεύτερη και αυστηρότερη φάση αλλά και για να δώσουμε τη δυνατότητα στις μικρότερες εγκαταστάσεις να δουλέψουν με ρευστά που πλησιάζουν το GWP 2500 χωρίς να μας επιβληθεί άλλη μια επίπονη αναθεώρηση.

Πηγές/Βιβλιογραφία

- 1) Κανονισμός 842/2006 (<http://eur-lex.europa.eu>)
- 2) Κανονισμός 517/2014 (<http://eur-lex.europa.eu>)
- 3) Φυλλάδιο "New EU F-gas regulation" A-510-1 (<http://www.bitzer.de>)
- 4) Φυλλάδιο "Refrigerant report 18" A-501-18 (<http://www.bitzer.de>)
- 5) Φυλλάδιο "Guide to updated EU f-gas regulation (517/2014)" (<http://www.linde-gas.com>)