

Οδηγός Εγκατάστασης και Συντήρησης Αντλιών Θερμότητας/ Ψυκτικού Εξοπλισμού με Ψυκτικό ρευστό R290

Κανονισμοί, Πρότυπα και Βέλτιστες Πρακτικές



Συντακτική ομάδα:

- Δρ. Ειρήνη Κορωνάκη, Καθηγήτρια ΕΜΠ
- Δημήτρης Δαλαβούρας, Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ

Έκδοση: 1.0
Ημερομηνία: Ιούνιος 2025



Αποποίηση ευθυνών

Οι συγγραφείς δεν αναλαμβάνουν καμία ευθύνη για τυχόν δηλώσεις που γίνονται σε αυτήν την οδηγία ή για ενέργειες που έγιναν από τους αναγνώστες ή τους χρήστες της, οι οποίες ενδέχεται να προκαλέσουν ακούσια ζημιά ή τραυματισμό λόγω τυχόν συστάσεων που γίνονται σε αυτό το περιεχόμενο.

Παρακαλούμε να ανατρέχετε πάντα στα εγχειρίδια και τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Αν και όλες οι δηλώσεις και οι πληροφορίες που χρησιμοποιούνται εδώ πιστεύεται ότι είναι ακριβείς και αξιόπιστες, παρουσιάζονται χωρίς καμία εγγύηση, ρητή ή σιωπηρή.

Αυτή η οδηγία κάνει μόνο γενικές συστάσεις σχετικά με τη χρήση του R290 ως ψυκτικό ρευστό και δεν αντισταθμίζουν τις μεμονωμένες οδηγίες.

Οι εθνικοί νόμοι και οι κατευθυντήριες γραμμές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να τηρούνται σε κάθε περίπτωση.



Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	5
2. Ιδιότητες του R290	6
3. Ευρωπαϊκά και Διεθνή Πρότυπα και Κανονισμοί	10
3.1. EN 378 - Συστήματα Ψύξης και Αντλίες Θερμότητας	10
3.2. IEC 60335-2-40 - Ηλεκτρικές Συσκευές για Οικιακή και Παρόμοια Χρήση	15
3.3. Οδηγία ATEX (2014/34/EE) - Εξοπλισμός για Χρήση σε Εκρήξιμες Ατμόσφαιρες	16
3.4. Οδηγία PED (2014/68/EE) - Εξοπλισμός Υπό Πίεση	17
3.5. Κανονισμός ADR - Μεταφορά Επικίνδυνων Εμπορευμάτων	19
3.6. ISO 5149 - Συστήματα Ψύξης και Θέρμανσης με Ψυκτικά Μέσα	22
3.7. EN 13136: Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Συσκευές περιορισμού πίεσης και σχετικές σωληνώσεις - Μέθοδοι υπολογισμού.	23
3.8. EN 1127-1 : Εκρηκτικές ατμόσφαιρες - Πρόληψη και προστασία από εκρήξεις	23
3.9. ΕΛΟΤ CEN/TS 17606 : Εγκατάσταση ψυκτικού εξοπλισμού, κλιματισμού και αντλιών θερμότητας που περιέχουν εύφλεκτα ψυκτικά μέσα.	24
3.10. ΕΛΟΤ CEN/TS 17607: Λειτουργία, εξυπηρέτηση, συντήρηση, επισκευή και αποσυναρμολόγηση αντλιών ψύξης, κλιματισμού και θερμότητας που περιέχουν εύφλεκτα ψυκτικά μέσα	24
3.11. Συμπεράσματα για τη Νομοθεσία	24
4. Ασφάλεια στη Χρήση του R290 (Προπάνιο)	24
4.1. Πρώτες Βοήθειες	25
4.2. Μέτρα Πυρόσβεσης	25
4.3. Μέτρα Αντιμετώπισης Τυχαίας Διαρροής	26
4.4. Χειρισμός και Αποθήκευση	26
4.5. Μέσα Ατομικής Προστασίας	27
5. Οδηγίες εγκατάστασης και συντήρησης αντλιών θερμότητας R290	28
5.1. Επιλογή σημείου εγκατάστασης	28
5.1.1. Εξαερισμός και Ροή Αέρα	28
5.1.2. Αποφυγή Εγκατάστασης Κοντά σε Πηγές Ανάφλεξης	30



**Εργαστήριο Εφαρμοσμένης
Θερμοδυναμικής και Ψυκτικής
Τεχνολογίας Οχημάτων Ψυγείων**



5.1.3. Αρκετός Χώρος για Συντήρηση	33
5.1.4. Περιβαλλοντικές Συνθήκες	33
5.1.5. Επίπεδα Θορύβου και Κοντινές Ιδιοκτησίες	34
5.1.6. Σταθερή και Ασφαλής Στήριξη	34
5.1.7. Διαχείριση Διαρροών	34
5.2. Οδηγίες ασφαλείας για την εγκατάσταση και συντήρηση αντλιών θερμότητας R290	34
5.2.1. Γενικές Προφυλάξεις Πριν την Έναρξη Εργασιών	34
5.2.2. Επιτόπια εκτίμηση κινδύνου	35
5.2.3. Απόρριψη/ ανάκτηση R290	35
5.2.4. Δημιουργία κενού στο σύστημα	36
5.2.5. Αντικατάσταση προβληματικού εξαρτήματος	37
5.2.6. Δοκιμή στεγανότητας	37
5.2.7. Δημιουργία κενού	37
5.2.8. Πλήρωση με R290	37
5.2.9. Πιθανότητα διαρροής ψυκτικού μέσου στο υδραυλικό κύκλωμα. ..	37
5.2.10. Ολοκλήρωση εργασιών	38
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	39



1. Εισαγωγή

Η χρήση των αντλιών θερμότητας αποτελεί πλέον έναν από τους βασικούς πυλώνες της ενεργειακής μετάβασης, συμβάλλοντας στην υιοθέτηση συστημάτων θέρμανσης και ψύξης με υψηλή αποδοτικότητα και μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Στο πλαίσιο αυτό, η στροφή σε ψυκτικά ρευστά που επιβαρύνουν λιγότερο το περιβάλλον και υποστηρίζουν την επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, έχει οδηγήσει σε ευρύτερη χρήση του φυσικού ψυκτικού ρευστού R290 (προπάνιο).

R290 (Προπάνιο)

Το R290 είναι φυσικό ψυκτικό ρευστό, διαθέτει μηδενικό δυναμικό καταστροφής του όζοντος και εξαιρετικά χαμηλό δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη (GWP), καθιστώντας το μια από τις πιο βιώσιμες επιλογές για την αντικατάσταση των παραδοσιακών φθοριούχων ψυκτικών ρευστών.

Παρόλο που το προπάνιο είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό από ενεργειακής άποψης και παρουσιάζει μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, ανήκει στην κατηγορία A3 των ψυκτικών ρευστών, άρα είναι εξαιρετικά εύφλεκτο, και επιβάλλει την εφαρμογή αυστηρών κανόνων ασφαλείας κατά τη χρήση του. Οι αντλίες θερμότητας που βασίζονται στο R290 απαιτούν κατάλληλη σχεδίαση, εγκατάσταση και συντήρηση καθώς και ειδική εκπαίδευση των τεχνικών που έρχονται σε επαφή με το ψυκτικό ρευστό για να διασφαλιστεί η ασφάλεια τόσο των εγκαταστατών όσο και των χρηστών τους. Το προπάνιο, όντας εύφλεκτο, δημιουργεί ειδικές απαιτήσεις, όπου πρέπει να εφαρμόζονται μέτρα προστασίας από εκρηκτικές ατμόσφαιρες.

Ο οδηγός αυτός, που έχει την υποστήριξη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, αποσκοπεί να προωθήσει την ασφαλή και ορθή εγκατάσταση των αντλιών θερμότητας με R290, προσφέροντας στους επαγγελματίες τις απαραίτητες γνώσεις και κατευθυντήριες γραμμές για τη σωστή εγκατάσταση και λειτουργία τους. Με δεδομένη την έλλειψη ενός ολοκληρωμένου νομοθετικού πλαισίου στην Ελλάδα, ο οδηγός αυτός παρέχει τις βασικές προδιαγραφές που προκύπτουν από τις ισχύουσες ευρωπαϊκές προδιαγραφές και άλλες σχετικές οδηγίες.

Το R290 χρησιμοποιείται ευρέως σε αντλίες θερμότητας και ψυκτικά συστήματα σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου η χρήση φυσικών ψυκτικών ρευστών ενισχύεται λόγω των αυστηρότερων περιβαλλοντικών κανονισμών και της αποδοτικότητας των ενεργειακών συστημάτων. Ο οδηγός αυτός εστιάζει όχι μόνο στις τεχνικές προδιαγραφές για την εγκατάσταση, αλλά και στις



απαιτούμενες διαδικασίες ασφαλείας, οι οποίες είναι κρίσιμες για την αποτροπή κινδύνων κατά τη λειτουργία και συντήρηση των συστημάτων αυτών.

Με τη συμβολή ειδικών και επιστημονικών φορέων όπως το ΕΜΠ, ο παρών οδηγός ευελπιστεί να αποτελέσει ένα σημείο αναφοράς για τους επαγγελματίες του κλάδου, παρέχοντας πρακτικές και εφαρμόσιμες λύσεις για την προώθηση της βιώσιμης θέρμανσης και ψύξης σε οικιακές και εμπορικές εγκαταστάσεις. Με τον σωστό σχεδιασμό και την κατάλληλη εκπαίδευση των τεχνικών, οι αντλίες θερμότητας με R290 μπορούν να προσφέρουν ασφαλή και αποδοτική λειτουργία, μειώνοντας ταυτόχρονα το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και ενισχύοντας τη μετάβαση σε ένα μέλλον χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

2. Ιδιότητες του R290

R290 είναι η κοινή ονομασία του προπανίου υψηλής καθαρότητας που χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό ρευστό. Διαφέρει από το προπάνιο που χρησιμοποιείται σε άλλες εφαρμογές. Η ποιότητα του εμπορικά διαθέσιμου προπανίου (LPG) δεν είναι κατάλληλη για χρήση ως ψυκτικό ρευστό καθώς η σύνθεση ποικίλλει σημαντικά, και βρίσκεται μεταξύ 60 και 95% προπάνιο. Μπορεί επίσης να έχει υψηλά επίπεδα υγρασίας και ακόρεστων υδρογονανθράκων. Ενδέχεται να περιέχει ξένες προσμίξεις όπως άλλους υδρογονάνθρακες που μπορούν να επηρεάσουν τον πίεση ατμών του προϊόντος, μειώνοντας τη συνολική απόδοση του συστήματος, θείο το οποίο μπορεί να προκαλέσει διάβρωση και ακόρεστους υδρογονάνθρακες που αντιδρούν με διάφορα εξαρτήματα του συστήματος. Η υγρασία οδηγεί σε υδρόλυση, διάβρωση και καταστροφή του συμπιεστή. Το R290 απαιτεί καθαρότητα προπανίου τουλάχιστον 99,5%, μέγιστη υγρασία <10ppm μη συμπυκνώσιμα <1,5 κατ' όγκο και πολύ χαμηλά επίπεδα ακόρεστων υδρογονανθράκων και θείου. Τέλος το R290 είναι άοσμο καθώς δεν έχει πρόσθετο άρωμα όπως σε άλλες εφαρμογές του προπανίου.

Το R290 είναι ένας υδρογονάνθρακας που χρησιμοποιείται ευρέως ως ψυκτικό ρευστό σε διάφορες εφαρμογές, όπως αντλίες θερμότητας και συστήματα ψύξης. Είναι μια φυσική εναλλακτική λύση στα συνθετικά ψυκτικά ρευστά (όπως τα CFCs και HCFCs), που έχει κερδίσει δημοτικότητα λόγω της φιλικότητας προς το περιβάλλον και των χαμηλών επιπτώσεων στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Παρακάτω αναφέρονται οι βασικές φυσικές και χημικές ιδιότητες του R290 σε σχέση με άλλα ψυκτικά ρευστά που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό.



Πίνακας Σύγκρισης Φυσικών Ιδιοτήτων

Ιδιότητα	R290 (Προπάνιο)	R134a	R410A	R32
Χημικός τύπος	C ₃ H ₈	CH ₂ FCF ₃	Μείγμα (R32/R125)	CH ₂ F ₂
Μοριακή μάζα (g/mol)	44.1	102.03	72.58	52.02
Σημείο βρασμού (°C)	-42	-26.1	-48.5	-51.7
Πυκνότητα (υγρού, kg/m ³)	493	1,207	1,060	960
Πυκνότητα (αερίου, kg/m ³) (25°C, 101,3kPa)	1.87	5.25	3.65	4.9
Κρίσιμη θερμοκρασία (°C)	96.7	101.1	72.5	78.1
Κρίσιμη πίεση (bar)	42.5	40.6	49.0	57.8
Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης (kJ/kg)	356	216	276	245
Θερμοχωρητικότητα (C _p , kJ/kg·K)	1.67	0.94	1.52	1.72



Πίνακας Σύγκρισης Χημικών Ιδιοτήτων

Ιδιότητα	R290 (Προπάνιο)	R134a	R410A	R32
Ευφλεκτότητα	Υψηλή (A3)	Μη εύφλεκτο (A1)	Μη εύφλεκτο (A1)	Μέτρια (A2L)
Κατώτερο όριο ευφλεκτότητας (LFL) (kg/m ³) στα 101,3kPa	0,038 (2.1%)	Μη εφαρμοστέο	Μη εφαρμοστέο	0,307 (14.4%)
Ανώτερο όριο ευφλεκτότητας (UFL) (kg/m ³)) στα 101,3kPa	0,171 (9.5%)	Μη εφαρμοστέο	Μη εφαρμοστέο	0,624 (29.3%)
Ταχύτητα μετάδοσης φλόγας (laminar) (cm/s)	44	Μη εφαρμοστέο	Μη εφαρμοστέο	6,7
Ελάχιστη ενέργειας ανάφλεξης (mJ)	0,25	Μη εφαρμοστέο	Μη εφαρμοστέο	30
Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP AR4)	3	1,430	2,088	675
Δυναμικό καταστροφής του όζοντος (ODP)	0	0	0	0
Θερμική σταθερότητα	Καλή	Εξαιρετική	Καλή	Καλή
Αντιδραστικότητα	Χημικά σταθερό	Χημικά σταθερό	Χημικά σταθερό	Χημικά σταθερό

Η διαλυτότητα της υγρασίας στους HC είναι χαμηλή. Για το λόγο αυτό απαιτείται φίλτρο αφύγρυνσης ώστε να αποφευχθεί ο σχηματισμός κρυστάλλων που θα έφραζαν το σύστημα

Οι HC είναι χημικά ανενεργοί. Μπορούν να λειτουργήσουν τόσο με ορυκτέλαια όσο και με πολυεστερικά λάδια.



Η διαλυτότητα του λαδιού στους HC είναι μεγάλη οπότε θα πρέπει να προσεχθεί η σωστή λίπανση

Πλεονεκτήματα του R290:

1. Φιλικό προς το περιβάλλον:

Το R290 έχει πολύ χαμηλό δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP = 3) και μηδενικό δυναμικό καταστροφής του όζοντος (ODP = 0), καθιστώντας το ιδανική επιλογή για εφαρμογές που απαιτούν βιωσιμότητα.

2. Υψηλή ενεργειακή απόδοση:

Το R290 διαθέτει υψηλή θερμοχωρητικότητα και μεγάλη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης, με αποτέλεσμα να είναι πολύ αποδοτικό στη μεταφορά θερμότητας σε συστήματα ψύξης και θέρμανσης.

3. Μικρότερη ποσότητα ψυκτικού ρευστού:

Λόγω της χαμηλότερης πυκνότητας αερίου, μπορεί να απαιτείται μικρότερη ποσότητα R290 για τη λειτουργία ενός συστήματος ψύξης, γεγονός που μπορεί να μειώσει το κόστος συντήρησης και λειτουργίας.

4. Φυσικό ψυκτικό ρευστό:

Το R290 είναι ένα φυσικό αέριο, χωρίς χημικές συνθέσεις που επιβαρύνουν το περιβάλλον ή την υγεία, σε αντίθεση με τα συνθετικά ψυκτικά ρευστά όπως τα CFCs ή HCFCs. Μη τοξικό.

5. Διαθεσιμότητα:

Το προπάνιο είναι εύκολα διαθέσιμο στην αγορά, καθιστώντας το προσιτό και ευρέως χρησιμοποιούμενο.

Μειονεκτήματα του R290 (Προπάνιο):

1. Υψηλή ευφλεκτότητα:

Το R290 είναι ένα εξαιρετικά εύφλεκτο αέριο (κατηγορία A3), γεγονός που απαιτεί αυξημένα μέτρα ασφαλείας στο σχεδιασμό, τον χειρισμό, την εγκατάσταση και συντήρηση. Πρέπει να εφαρμόζονται αυστηροί κανονισμοί για να αποτραπεί ο κίνδυνος ανάφλεξης.

2. Μεγαλύτερος όγκος αερίου:

Η χαμηλότερη πυκνότητα αερίου του R290 μπορεί να απαιτεί μεγαλύτερη κυκλοφορία αερίου στον συμπιεστή και στους σωλήνες, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερους συμπιεστές.



3. Υψηλή πυκνότητα:

Το R290 είναι 1,55 φορές βαρύτερο του αέρα και σε περίπτωση διαρροής έχει την τάση να συσσωρεύεται χαμηλά στο έδαφος.

4. Άοσμο:

Σε περίπτωση διαρροής το αέριο δεν γίνεται αντιληπτό μέσω της οσμής. Απαιτούνται ειδικά όργανα ανιχνευτικού τύπου για την ανίχνευση του.

3. Ευρωπαϊκά και Διεθνή Πρότυπα και Κανονισμοί

3.1. EN 378 - Συστήματα Ψύξης και Αντλίες Θερμότητας

Το EN 378 είναι το βασικό ευρωπαϊκό πρότυπο που αφορά την ασφάλεια των συστημάτων ψύξης και αντλιών θερμότητας, ιδιαίτερα αυτών που χρησιμοποιούν εύφλεκτα ψυκτικά ρευστά όπως το R290. Το πρότυπο αυτό καλύπτει:

- Ασφαλή σχεδίαση, εγκατάσταση και λειτουργία.
- Περιορισμούς στις ποσότητες ψυκτικού ρευστού ανάλογα με τον τύπο συστήματος και τον χώρο εγκατάστασης.
- Απαιτήσεις για την πρόληψη κινδύνων διαρροής και ανάφλεξης, μέσω κατάλληλων μηχανισμών εξαερισμού και ανιχνευτών διαρροών. Απαιτήσεις συντήρησης και ελέγχου για τη διασφάλιση της συνεχούς ασφαλούς λειτουργίας του συστήματος.

EN 378-1: Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Απαιτήσεις ασφάλειας και περιβάλλοντος - Μέρος 1: Βασικές απαιτήσεις, ορισμοί, κριτήρια ταξινόμησης και επιλογής. Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο καθορίζει τις απαιτήσεις για την ασφάλεια των ανθρώπων και της ιδιοκτησίας, παρέχει οδηγίες για την προστασία του περιβάλλοντος και καθορίζει τις διαδικασίες για τη λειτουργία, τη συντήρηση και την επισκευή των συστημάτων ψύξης και την ανάκτηση ψυκτικών ρευστών. Το Μέρος 1 του EN 378 καθορίζει τα κριτήρια ταξινόμησης και επιλογής που ισχύουν για τα συστήματα ψύξης.

EN 378-2: Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Απαιτήσεις ασφάλειας και περιβάλλοντος - Μέρος 2: Σχεδιασμός, κατασκευή, δοκιμή, σήμανση και τεκμηρίωση. Το Μέρος 2 του EN 378 ισχύει για το σχεδιασμό, την κατασκευή



και την εγκατάσταση συστημάτων ψύξης, συμπεριλαμβανομένων των σωληνώσεων, των εξαρτημάτων και των υλικών.

EN 378-3: Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Απαιτήσεις ασφάλειας και περιβάλλοντος - Μέρος 3: Τόπος εγκατάστασης και προστασίας ανθρώπων. Το μέρος 3 του προτύπου EN 378 ισχύει για τον τόπο εγκατάστασης (χώρος εγκατάστασης και υπηρεσίες). Καθορίζει τις απαιτήσεις ασφαλείας του χώρου, οι οποίες μπορεί να είναι απαραίτητες λόγω του συστήματος ψύξης και των βοηθητικών εξαρτημάτων του, αλλά δεν συνδέονται άμεσα με αυτό.

EN 378-4: Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Απαιτήσεις ασφάλειας και περιβάλλοντος - Μέρος 4: Λειτουργία, συντήρηση, επισκευή και ανάκτηση. Το μέρος 4 του EN 378 καθορίζει τις απαιτήσεις για την ασφάλεια και τις περιβαλλοντικές πτυχές σε σχέση με τη λειτουργία, τη συντήρηση και την επισκευή των συστημάτων ψύξης και την ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση και απόρριψη όλων των τύπων ψυκτικού ρευστού, ψυκτικού λιπαντικού, υγρού μεταφοράς θερμότητας, του συστήματος ψύξης και εξαρτημάτων αυτού.

Η μέγιστη ποσότητα πλήρωσης με εύφλεκτα ψυκτικά ρευστά εξαρτάται από διάφορους παράγοντες:

1. Θέση του εξοπλισμού
2. Χρήση του χώρου που εξυπηρετεί (πχ ανεμπόδιστη πρόσβαση στο κοινό, ελεγχόμενη είσοδος)
3. Τύπος συστήματος (απευθείας εκτόνωσης, με δευτερεύων κύκλωμα)

Επίσης διαφέρουν τα όρια ανάλογα με το αν αφορά ψύξη/ θέρμανση ανέσεως ή όχι. Τα συστήματα με μέγιστη πλήρωση μικρότερη από 150 γραμμάρια μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε.

Σε εγκαταστάσεις ψύξης/ θέρμανσης ανέσεως η μέγιστη ποσότητα πλήρωσης δίνεται από τον τύπο:

$$M = 2,5 \times LFL^{1,25} \times h \times \sqrt{A}$$

Όπου

M = μέγιστη ποσότητα πλήρωσης, kg

LFL = κατώτερο όριο ανάφλεξης, kg/m³

H = ύψος τοποθέτησης της μονάδας, m (0,6 για τοποθέτηση στο δάπεδο, 1,0 για το παράθυρο, 1,8 για τον τοίχο και 2,2 για την οροφή)



Παράδειγμα:

Ένα διαιρούμενο επιτοίχιο κλιματιστικό με R290 και την εσωτερική μονάδα τοποθετημένη στην οροφή σε δωμάτιο διαστάσεων 9m επί 5,5m έχει μέγιστη πλήρωση:

$$M = 2,5 \times 0,038^{1,25} \times 2,2 \times \sqrt{(9 \times 5,5)} = 0,65 \text{ kg}$$

Το ίδιο παράδειγμα για κλιματιστικό με R32:

$$M = 2,5 \times 0,30778^{1,25} \times 2,2 \times \sqrt{(9 \times 5,5)} = 8,84 \text{ kg}$$

Σε εγκαταστάσεις που δεν αφορούν ψύξη/ θέρμανση ανέσεως υπάρχουν δύο όρια:

1. Το **πρακτικό όριο** με βάση το μέγεθος του δωματίου
2. Η **μέγιστη ποσότητα πλήρωσης** με βάση την θέση του εξοπλισμού και τον χώρο που εξυπηρετεί

Όποιο από τα 2 είναι χαμηλότερο είναι αυτό που ισχύει

Παράδειγμα πρακτικού ορίου:

Έστω ένας ψυκτικός θάλαμος διαστάσεων 4x5x2,5m με ψυκτικό σύστημα απευθείας εκτόνωσης R290

$$\text{Όγκος θαλάμου: } 4\text{m} \times 10\text{m} \times 2,5\text{m} = 100\text{m}^3$$

$$\text{Πρακτικό όριο R290: } 0,008 \text{ kg/m}^3$$

Μέγιστη ποσότητα πλήρωσης με βάση το πρακτικό όρο:

$$100 \text{ m}^3 \times 0,008 \text{ kg/m}^3 = 0,8 \text{ kg}$$

Για τον ίδιο θάλαμο αλλά με ψυκτικό σύστημα απευθείας εκτόνωσης με R32:

$$\text{Όγκος θαλάμου: } 4\text{m} \times 10\text{m} \times 2,5\text{m} = 100\text{m}^3$$

$$\text{Πρακτικό όριο R32: } 0,061 \text{ kg/m}^3$$

Μέγιστη ποσότητα πλήρωσης με βάση το πρακτικό όρο:

$$100 \text{ m}^3 \times 0,061 \text{ kg/m}^3 = 6,1\text{kg}$$

Η μέγιστη ποσότητα πλήρωσης με βάση το πρακτικό όριο μπορεί να αυξηθεί αν ο εξοπλισμός είναι τοποθετημένος σε μηχανοστάσιο με τις προδιαγραφές που ορίζει ο EN378.

Η **μέγιστη ποσότητα πλήρωσης** εξαρτάται από την θέση τοποθέτησης του εξοπλισμού, το είδος εξοπλισμού και τον χώρο που εξυπηρετεί με βάση τους παρακάτω πίνακες:



**Εργαστήριο Εφαρμοσμένης
Θερμοδυναμικής και Ψυκτικής
Τεχνολογίας Οχημάτων Ψυγείων**



Κλάση	Χώρος όπου...	Παραδείγματα
A	Άτομα μπορεί να κοιμούνται Δεν ελέγχεται ο συνολικός αριθμός των ατόμων στο χώρο Δεν υπάρχει περιορισμός εισόδου (γενική είσοδος)	Νοσοκομεία Φυλακές Θέατρα, συνεδριακοί χώροι Υπεραγορές τροφίμων, εστιατόρια, ξενοδοχεία Σταθμοί μέσων μαζικής μεταφοράς Παγοδρόμια
B	Επιτρέπεται περιορισμένος αριθμός ατόμων, μερικών εξ αυτών υποχρεωτικά εξοικειωμένων με τις γενικές προφυλάξεις ασφαλείας. Ενδέχεται να είναι ένα δωμάτιο ή μέρος ενός κτιρίου	Εργαστήριο Χώρος κατασκευαστικών διαδικασιών Γραφεία
C	Δεν επιτρέπεται η είσοδος στο γενικό κοινό. Μόνο εξουσιοδοτημένο προσωπικό έχει πρόσβαση. Το εξουσιοδοτημένο προσωπικό γνωρίζει τις γενικές προφυλάξεις ασφαλείας	Ψυκτικοί θάλαμοι, σφαγεία Διυλιστήρια Τμήματα σε υπεραγορές τροφίμων που δεν είναι ανοικτά στο κοινό Μονάδες παραγωγής

Συστήματα απευθείας εκτόνωσης

Χώρος που εξυπηρετεί	Θέση εξοπλισμού	Μέγιστη ποσότητα για ψυκτικά ρευστά A2	Μέγιστη ποσότητα για ψυκτικά ρευστά A3
Όλες οι περιπτώσεις	Μέρος ή όλος ο εξοπλισμός κάτω από το επίπεδο του εδάφους	Όπως παρακάτω	1 kg
Κλάση A	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα	38 x LFL	1,5kg
Κλάση A	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και σε μηχανοστάσιο ή σε ανοιχτό χώρο	132 x LFL	5kg
Κλάση B	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και σε χώρο με ανθρώπους	10kg	2,5kg
Κλάση B	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και σε χώρο με ανθρώπους, ο	25kg	2,5kg



	συμπιεστής και το δοχείο σε μηχανοστάσιο ή σε ανοιχτό χώρο		
Κλάση C	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και σε χώρο με ανθρώπους	10kg ή 25kg αν στο χώρο είναι λιγότερα από 1 άτομο ανά 10 m ² και υπάρχουν επαρκείς έξοδοι κινδύνου	10kg
Κλάση C	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και σε χώρο με ανθρώπους, ο συμπιεστής και το δοχείο σε μηχανοστάσιο ή σε ανοιχτό χώρο	25kg ή χωρίς περιορισμό αν στο χώρο είναι λιγότερα από 1 άτομο ανά 10 m ²	25kg

Συστήματα έμμεσης ψύξης

Χώρος που εξυπηρετεί	Θέση εξοπλισμού	Μέγιστη ποσότητα για ψυκτικά ρευστά A2	Μέγιστη ποσότητα για ψυκτικά ρευστά A3
Όλες οι περιπτώσεις	Μέρος ή όλος ο εξοπλισμός κάτω από το επίπεδο του εδάφους	Όπως παρακάτω	1 kg
Κλάση A	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα, ο συμπιεστής και το δοχείο σε μηχανοστάσιο ή σε ανοιχτό χώρο	Χρησιμοποιήστε το πρακτικό όριο των συστημάτων ανέσεως	1,5kg
Κλάση A	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και σε μηχανοστάσιο ή σε ανοιχτό χώρο	Χωρίς περιορισμό αν υπάρχει έξοδος σε ανοικτό χώρο και δεν επικοινωνούν χώροι κλάσης A και B	5kg
Κλάση B	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και ο συμπιεστής και το δοχείο σε	Χωρίς περιορισμό αν το μηχανοστάσιο δεν έχει	2,5kg



	μηχανοστάσιο ή σε ανοιχτό χώρο	απευθείας επικοινωνία με χώρο όπου υπάρχουν άνθρωποι	
Κλάση B	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και ο εξοπλισμός σε μηχανοστάσιο ή σε ανοιχτό χώρο	Χωρίς περιορισμό αν το μηχανοστάσιο δεν έχει απευθείας επικοινωνία με χώρο όπου υπάρχουν άνθρωποι	10kg
Κλάση C	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και σε χώρο με ανθρώπους, , ο συμπιεστής και το δοχείο σε μηχανοστάσιο ή σε ανοιχτό χώρο	Χωρίς περιορισμό	25kg
Κλάση C	Όλο το σύστημα στο επίπεδο του εδάφους ή ψηλότερα και ο εξοπλισμός σε μηχανοστάσιο ή σε ανοιχτό χώρο	Χωρίς περιορισμό	Χωρίς περιορισμό

Παράδειγμα:

Μία ψυκτική εγκατάσταση που χρησιμοποιεί ως ψυκτικό ρευστό R290, το σύστημα είναι απευθείας εκτόνωσης, είναι εγκατεστημένη στο επίπεδο του εδάφους και η πρόσβαση στον χώρο αυτό επιτρέπεται μόνο σε εξουσιοδοτημένο προσωπικό η μέγιστη ποσότητα πλήρωσης είναι 25kg. Αν το ίδιο σύστημα είναι έμμεσης ψύξης αντί για απευθείας εκτόνωσης, δεν υπάρχει περιορισμός στη μέγιστη ποσότητα πλήρωσης.

3.2. IEC 60335-2-40 - Ηλεκτρικές Συσκευές για Οικιακή και Παρόμοια Χρήση

Το IEC 60335-2-40 είναι ένα κρίσιμο διεθνές πρότυπο που αφορά τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης, ψύξης και αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούν αναφλέξιμα ψυκτικά ρευστά, όπως το R290. Το πρότυπο αυτό θέτει συγκεκριμένες απαιτήσεις ασφάλειας για τη χρήση αναφλέξιμων αερίων σε οικιακές και επαγγελματικές εφαρμογές, και εστιάζει σε:



- Μέγιστες επιτρεπόμενες ποσότητες αναφλέξιμων ψυκτικών ρευστών μέσα σε εσωτερικούς χώρους.
- Σχεδιασμός και τοποθέτηση συστημάτων με έμφαση στην αποφυγή κινδύνων ανάφλεξης.
- Απαιτήσεις για τον εξαερισμό και τη διαχείριση διαρροών, ώστε να εξασφαλίζεται ότι η συγκέντρωση προπανίου δεν θα φτάσει σε επίπεδα ανάφλεξης.
- Μέτρα προστασίας όπως η αποφυγή σπινθήρων και η διασφάλιση της σωστής συντήρησης των συστημάτων.

Αυτό το πρότυπο είναι εξαιρετικά σημαντικό, ειδικά για εφαρμογές σε κατοικίες, όπου η πιθανότητα ατυχήματος λόγω αναφλέξιμων αερίων είναι μεγαλύτερη.

Το πρότυπο προϊόντος IEC 60335-2-40 καθορίζει τη πλήρωση ψυκτικού ρευστού ανάλογα με τη θέση του συστήματος και το μέγεθος του δωματίου εάν το σύστημα βρίσκεται σε εσωτερικό χώρο, μεταξύ άλλων. Για παράδειγμα, η μέγιστη επιτρεπόμενη πλήρωση για εξωτερικό χώρο και έμμεσο σύστημα ή με μηχανικό ή φυσικό αερισμό είναι έως και 80 kg όταν χρησιμοποιείται R-32, ενώ το όριο είναι 5 kg για το R-290 (με τη διαφορά ότι ισχύει μόνο ο μηχανικός αερισμός).

3.3. Οδηγία ATEX (2014/34/EE) - Εξοπλισμός για Χρήση σε Εκρήξιμες Ατμόσφαιρες

Η Οδηγία ATEX εφαρμόζεται στις εγκαταστάσεις όπου υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας εκρήξιμης ατμόσφαιρας λόγω αναφλέξιμων αερίων, όπως το R290. Η οδηγία απαιτεί:

- Κατάταξη επικίνδυνων ζωνών με βάση την πιθανότητα παρουσίας εκρήξιμων ατμοσφαιρών, όπως οι ζώνες Zone 1 και Zone 2 για περιοχές όπου υπάρχει πιθανότητα ανάφλεξης.
- Χρήση πιστοποιημένου εξοπλισμού ATEX, ο οποίος δεν παράγει σπινθήρες ή άλλες πηγές ανάφλεξης σε περιοχές με παρουσία αναφλέξιμων αερίων.

Σε γενικές γραμμές, τα ψυκτικά συστήματα είναι στεγανά, και οι συνδέσεις που χρησιμοποιούνται μεταξύ των εξαρτημάτων που περιέχουν ψυκτικό ρευστό διαθέτουν «αυξημένη στεγανότητα» (enhanced tightness), όπως ορίζεται στο EN 1127-1:2019. Αυτό σημαίνει ότι οι συνδέσεις και τα εξαρτήματα δεν θεωρείται ότι δημιουργούν εύφλεκτη ατμόσφαιρα, και επομένως δεν οδηγούν στον ορισμό ATEX ζώνης· κατά συνέπεια, τα ψυκτικά συστήματα δεν δημιουργούν ATEX ζώνες.



Στα μηχανοστάσια, η χρήση ανιχνευτών αερίου ενισχύει την έννοια της «αυξημένης στεγανότητας», καθώς παρακολουθούν τις συνδέσεις για διαρροές. Εάν εντοπιστεί διαρροή, αυτή ανιχνεύεται σε επίπεδο που δεν υπερβαίνει το 25% του LFL (Κατώτερο Όριο Ευφλεκτότητας), οπότε όλα τα εξαρτήματα με πηγές ανάφλεξης απενεργοποιούνται σύμφωνα με τα πρότυπα ασφαλείας.

Υπάρχουν δύο αξιοσημείωτες εξαιρέσεις όπου ορίζεται μια ATEX ζώνη:

1. Όταν ο κατασκευαστής ενός συστήματος ορίζει μέρος της εγκατάστασης ως ATEX ζώνη, λόγω απαίτησης που προκύπτει από τον χώρο εγκατάστασης. Ο κατασκευαστής του συστήματος και ο εγκαταστάτης οφείλουν να διασφαλίσουν ότι όλα τα εξαρτήματα στην περιοχή αυτή διαθέτουν τις κατάλληλες εγκρίσεις. Τα πρότυπα ασφαλείας απαιτούν ο σωλήνας εκτόνωσης των βαλβίδων ασφαλείας των ψυκτικών συστημάτων να καταλήγει σε ασφαλές σημείο. Κάποιοι κατασκευαστές επιλέγουν να ορίσουν αυτό το ασφαλές σημείο ως ATEX ζώνη 2. Ωστόσο, δεν είναι συνήθης πρακτική να τοποθετούνται εξαρτήματα σε αυτή την περιοχή.
2. Κατά τη συντήρηση του συστήματος, υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας εύφλεκτης ατμόσφαιρας, και αυτή η κατάσταση οδηγεί συνήθως το προσωπικό συντήρησης να ορίσει μια ATEX ζώνη 2. Όταν συμβεί αυτό, ο εξοπλισμός συντήρησης και άλλα συστήματα που πρέπει να παραμείνουν σε λειτουργία χρειάζεται να έχουν έγκριση για χρήση σε ATEX ζώνη 2. Τυπικά παραδείγματα είναι ο φωτισμός έκτακτης ανάγκης, τα συστήματα συναγερμού, οι ανιχνευτές αερίου και ο εξαερισμός έκτακτης ανάγκης σε μηχανοστάσια. Καλή πρακτική σε όλες τις διαδικασίες συντήρησης είναι να χρησιμοποιούνται φορητοί ανιχνευτές αερίου, οι οποίοι επίσης πρέπει να είναι εγκεκριμένοι για ATEX ζώνη 2.

3.4. Οδηγία PED (2014/68/ΕΕ) - Εξοπλισμός Υπό Πίεση

Η Οδηγία PED (Pressure Equipment Directive) ρυθμίζει τον εξοπλισμό υπό πίεση που χρησιμοποιείται για συστήματα ψύξης με R290. Καθορίζει τις απαιτήσεις για:

- Σχεδιασμό και δοκιμές εξοπλισμού υπό πίεση, ώστε να διασφαλίζεται ότι ο εξοπλισμός μπορεί να αντέξει την πίεση λειτουργίας.
- Σωστή σήμανση του εξοπλισμού για την προστασία των τεχνικών και των τελικών χρηστών.

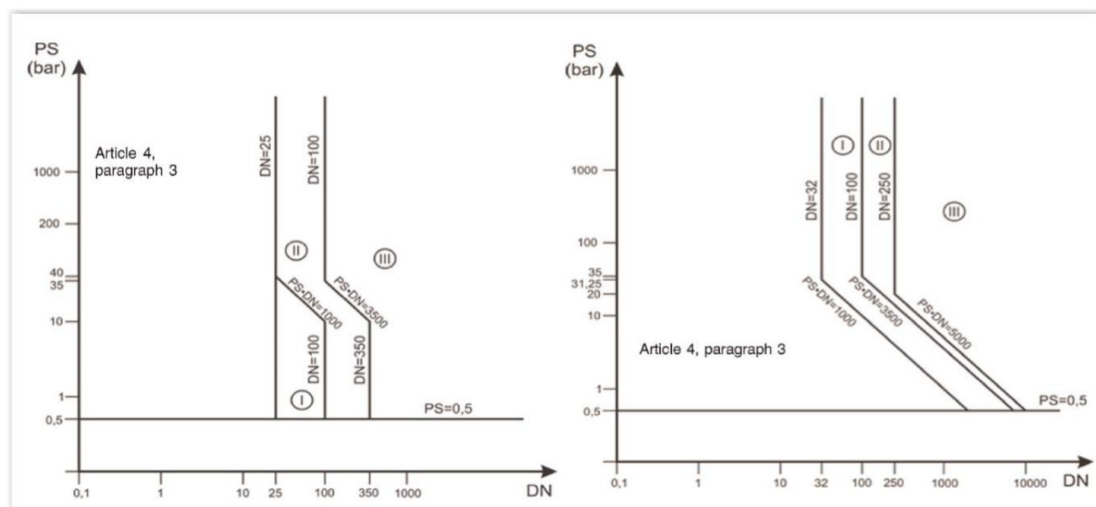


Η Οδηγία για τον Εξοπλισμό Πίεσης (PED) της ΕΕ θέτει απαιτήσεις για τον έλεγχο αντοχής σε πίεση των εξαρτημάτων, ανάλογα με την κατηγορία PED στην οποία ανήκουν. Η κατηγορία PED καθορίζεται ως συνάρτηση του μεγέθους, της μέγιστης επιτρεπόμενης πίεσης του εξαρτήματος, και της ομάδας ρευστών PED (PED fluid group) του ψυκτικού ρευστού. Όσο υψηλότερη είναι η κατηγορία PED, τόσο μεγαλύτερος ο αναμενόμενος κίνδυνος, και τόσο αυστηρότερες είναι οι απαιτήσεις για τον έλεγχο του σχεδιασμού και της παραγωγής των εξαρτημάτων. Η οδηγία περιλαμβάνει 5 κατηγορίες: “sound engineering” (επίπεδο κάτω από την κατηγορία I), I, II, III και IV. Το επίπεδο “sound engineering” είναι επίσης γνωστό ως «a4p3» ή άρθρο 4 παράγραφος 3.

Οι απαιτήσεις για την επαλήθευση της αντοχής σε πίεση εξαρτώνται άμεσα από την κατηγορία PED. Το παρακάτω σχήμα δείχνει πώς ανατίθεται η κατηγορία PED για τις ομάδες ρευστών PED 1 και 2 σε εξαρτήματα που μοιάζουν περισσότερο με σωληνώσεις παρά με δοχεία.

Σε γενικές γραμμές, είναι καλύτερα να χρησιμοποιείται το «a4p3» (άρθρο 4 παράγραφος 3) “sound engineering practices” για να διασφαλιστεί η αντοχή των εξαρτημάτων σε πίεση, ως εναλλακτική λύση στις αυστηρότερες απαιτήσεις των κατηγοριών PED I, II, III και IV.

Τα παραδοσιακά ψυκτικά ρευστά HFC είναι αέρια που υπάγονται στην ομάδα ρευστών PED 2 (μη επικίνδυνες ουσίες), ενώ τα περισσότερα εύφλεκτα ψυκτικά είναι αέρια που υπάγονται στην ομάδα ρευστών PED 1 (επικίνδυνες ουσίες). Ωστόσο, υπάρχει μια εξαίρεση: το R-1234ze(E) υπάγεται στην ομάδα ρευστών PED 2, παρά την ταξινόμηση ασφαλείας A2L. Ο λόγος για αυτή την εξαίρεση είναι ότι η δοκιμή ευφλεκτότητας που καθορίζει την ταξινόμηση στην PED διεξάγεται στους 20 °C, ενώ η δοκιμή ευφλεκτότητας για την ταξινόμηση ασφαλείας A2L γίνεται στους 60 °C. Το R-1234ze(E) δεν είναι εύφλεκτο στους 20 °C, αλλά είναι εύφλεκτο στους 60 °C.



3.5. Κανονισμός ADR - Μεταφορά Επικίνδυνων Εμπορευμάτων

Ο Κανονισμός ADR αφορά τη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων, όπως το R290, στους ευρωπαϊκούς δρόμους. Ορίζει τις προδιαγραφές για:

- Ασφαλή μεταφορά φιαλών προπανίου με εξειδικευμένα οχήματα και μέσα προστασίας.
- Σήμανση και εξοπλισμό οχημάτων, καθώς και τις απαιτήσεις για εκπαίδευση των οδηγών που μεταφέρουν εύφλεκτα αέρια.

Θα πρέπει η μεταφορά των αντλιών θερμότητας να γίνεται σε όρθια θέση, καθώς η οριζόντια μεταφορά μπορεί να προκαλέσει βλάβη στον εξοπλισμό. Επιπλέον η μεταφορά επιτρέπεται μόνο στην αρχική συσκευασία ενώ θα πρέπει να εξασφαλίσετε επαρκή παροχή αέρα κατά τη μεταφορά. Αποφύγετε πηγές ανάφλεξης, όπως σπινθήρες, κάπνισμα κ.λπ.

Ζημιά κατά τη μεταφορά

Εάν προκύψει ζημιά κατά τη μεταφορά, τα επικίνδυνα εμπορεύματα πρέπει να μεταφέρονται αμέσως σε ασφαλή υπαίθριο χώρο. Δεν πρέπει να υπάρχουν πηγές ανάφλεξης σε απόσταση έξι μέτρων. Στη συνέχεια, το ψυκτικό ρευστό μπορεί είτε να διαφύγει με ασφάλεια, είτε να αδειάσει και να απομακρυνθεί από εξειδικευμένο τεχνικό.

Όταν γίνεται συστηματική μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων αντλιών θερμότητας που περιέχουν εύφλεκτα ψυκτικά ρευστά, συνιστάται η παρουσία ενός φορητού ανιχνευτή διαρροής σε κάθε μονάδα μεταφοράς. Με αυτόν τον τρόπο, το

προσωπικό μεταφοράς μπορεί, για παράδειγμα σε περίπτωση ατυχήματος, να ελέγξει ότι δεν έχει διαρρεύσει ψυκτικό ρευστό.

Στις ακόλουθες περιπτώσεις, το ψυκτικό ρευστό πρέπει να αφαιρεθεί σωστά πριν από τη μεταφορά της αντλίας θερμότητας:

- Εάν ο εξοπλισμός μεταφέρεται χωρίς την αρχική του συσκευασία
- Όταν μεταφέρεται εξοπλισμός που εμφανίζει διαρροή ή άλλου είδους ζημιά (π.χ. ζημιά κατά τη μεταφορά)

Αυτό ισχύει και για τη μεταφορά επιστροφής στον κατασκευαστή. Το ψυκτικό ρευστό μπορεί να αφαιρεθεί μόνο από κατάλληλα εκπαιδευμένους ειδικούς και σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου εγκατάστασης και συντήρησης που συνοδεύει τη μονάδα. Όλες οι απαιτήσεις για τη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων πρέπει να πληρούνται και κατά τη μεταφορά επιστροφής.

Υποχρέωση σήμανσης

Από την 1/1/2023 και έπειτα, οι συσκευασίες που περιέχουν αντλίες θερμότητας με R290 πρέπει να φέρουν ειδική σήμανση. Αυτή περιλαμβάνει:

- Αναφορά στη νέα κατηγορία μεταφοράς με βάση τον κωδικό UN που δίνει ο κατασκευαστής της αντλίας θερμότητας
- Επισύναψη ετικέτας κινδύνου 2.1 στο δέμα, διαστάσεων 100 × 100 mm
- Βέλη κατεύθυνσης (μαύρα ή κόκκινα) στις δύο αντίθετες πλευρές της συσκευασίας, που υποδεικνύουν τη σωστή θέση της



Η συμμόρφωση με τις νομικές διατάξεις περιλαμβάνει και την πλήρη τεκμηρίωση. Για να το επιτύχετε αυτό, συνήθως αρκεί να διορθώσετε τη δομή του δελτίου αποστολής και να προσθέσετε ορισμένες πληροφορίες:



- UN number
- Όνομα και διεύθυνση του αποστολέα
- Όνομα και διεύθυνση του παραλήπτη
- Αριθμός των δεμάτων που αποστέλλονται
- Μεταφορά υπό εξαίρεση σύμφωνα με το 1.1.3.6 της ADR (αν εμπίπτει σε αυτή τη κατηγορία)
- Συνολική ποσότητα R290 σε κιλά σε όλα τα δέματα, με την ένδειξη BK4

Υποχρεώσεις στη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων σύμφωνα με την ADR από την 1η Ιανουαρίου 2023

Μια αλυσίδα είναι τόσο ισχυρή όσο ο πιο αδύναμος κρίκος της. Αυτό ισχύει επίσης για την εφοδιαστική αλυσίδα στη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων, γι' αυτό και όλοι οι εμπλεκόμενοι φέρουν ευθύνη για την ασφαλή μεταφορά.

Η μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων καλύπτει κάθε πτυχή και στάδιο του ταξιδιού, είτε γίνεται οδικώς, θαλάσσια ή αεροπορικά. Περιλαμβάνει επίσης τη συσκευασία των επιμέρους εμπορευμάτων, την προετοιμασία των εγγράφων μεταφοράς, τη φόρτωση των μονάδων μεταφοράς, τυχόν διακοπές στη διαδικασία μεταφοράς και την εκφόρτωση των επικίνδυνων εμπορευμάτων.

Περαιτέρω υποχρεώσεις σύμφωνα με τη νεότερη έκδοση της ADR από την 1η Ιανουαρίου 2023:

1. Όλα τα πρόσωπα που εμπλέκονται στη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων πρέπει να λαμβάνουν εκπαίδευση σύμφωνα με το άρθρο 1.3 της ADR, η οποία πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε δύο χρόνια.
2. Πρέπει να υπάρχει φορητός πυροσβεστήρας σκόνης 2 kg εντός του οχήματος.
3. Πρέπει να υπάρχει φακός πιστοποιημένος για χρήση σε εκρηκτικό περιβάλλον (ATEX) εντός του οχήματος.
4. Το κάπνισμα απαγορεύεται αυστηρά κατά τη μεταφορά, εντός της μονάδας μεταφοράς.
5. Δεν επιτρέπεται να ανοιχτούν οι συσκευασίες.
6. Οι μονάδες μεταφοράς που είναι φορτωμένες πρέπει να τοποθετούνται σε ασφαλείς χώρους.

Το όριο φορτίου του οχήματος καθορίζεται από την ταξινόμηση κινδύνου των εμπορευμάτων και την ποσότητα που μεταφέρεται. Κάθε ταξινόμηση κινδύνου έχει διαφορετικό όριο φορτίου για το όχημα. Εάν το φορτίο του οχήματος αποτελείται από εμπορεύματα διαφορετικών ταξινομήσεων κινδύνου, πρέπει να υπολογίσετε το όριο φορτίου του οχήματος. Οι πλήρεις κανονισμοί της ADR



εφαρμόζονται μόνο εάν το φορτίο κυλίνδρων (φιαλών) υπερβαίνει το όριο ποσότητας του οχήματος.

Συγκεκριμένα, πρέπει να καθορίζετε για κάθε διαδρομή που πραγματοποιείτε εάν η ποσότητα των κυλίνδρων που μεταφέρετε υπερβαίνει τα όρια ποσότητας του οχήματος, γνωστά και ως «κανόνες των 1000 πόντων».

Απλουστευμένα, κάθε φιάλη ή εξοπλισμός, ανάλογα με τη φύση του περιεχομένου του (εύφλεκτο, τοξικό κ.λπ.), αντιστοιχεί σε έναν συγκεκριμένο αριθμό πόντων (πχ 3 πόντοι για κάθε λίτρο/kg R290 ή ασετιλίνης και 1 πόντος για κάθε λίτρο/kg οξυγόνου). Αυτοί οι πόντοι πρέπει να προστεθούν, για κάθε φορτίο, προκειμένου να υπολογιστεί ο συνολικός αριθμός πόντων που μεταφέρονται σε εκείνη τη διαδρομή. Η συνολική τιμή πρέπει να είναι μικρότερη από 1000 πόντους για να ισχύουν οι εξαιρέσεις.

Παράδειγμα:

Θέλουμε να μεταφέρουμε μία φιάλη ασετιλίνης 30lt, μία φιάλη οξυγόνου 30lt και μία φιάλη ασετιλίνης 47lt. Άρα οι πόντοι είναι $30 \times 3 + 30 \times 1 + 47 \times 3 = 261$ τιμή μικρότερη από το 1000 άρα ισχύουν οι εξαιρέσεις του άρθρου 1.1.3.6. της ADR

Αν θέλαμε να μεταφέρουμε 4 φιάλες ασετιλίνης 30lt, 5 φιάλες οξυγόνου 30lt και 6 φιάλες ασετιλίνης 47lt τότε οι πόντοι είναι $4 \times 30 \times 3 + 5 \times 30 \times 1 + 6 \times 47 \times 3 = 1356$ τιμή μεγαλύτερη από το 1000 άρα ισχύουν κανονικά οι υποχρεώσεις της ADR και η απαίτηση για πορτοκαλί πινακίδα του οχήματος

3.6. ISO 5149 - Συστήματα Ψύξης και Θέρμανσης με Ψυκτικά Ρευστά

Το ISO 5149 είναι ένα διεθνές πρότυπο που σχετίζεται με την ασφάλεια και την αποδοτικότητα των συστημάτων ψύξης και αντλιών θερμότητας. Καλύπτει:

- Απαιτήσεις για την κατασκευή και εγκατάσταση ψυκτικών συστημάτων, παρόμοιες με αυτές του EN 378.
- Κατευθυντήριες οδηγίες για τη χρήση αναφλέξιμων ψυκτικών ρευστών, όπως το R290, εστιάζοντας στην αποφυγή κινδύνων ανάφλεξης και διαρροών.

ISO 5149-1 : Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Απαιτήσεις ασφάλειας και περιβάλλοντος - Μέρος 1: Ορισμοί, ταξινόμηση και κριτήρια επιλογής. Το Πρότυπο καθορίζει τις απαιτήσεις για την ασφάλεια των ανθρώπων και της ιδιοκτησίας, παρέχει καθοδήγηση για την προστασία του περιβάλλοντος και καθορίζει τις διαδικασίες για τη λειτουργία, τη συντήρηση και την επισκευή των



συστημάτων ψύξης και την ανάκτηση ψυκτικών ρευστών. Το Μέρος 1 καθορίζει τα κριτήρια ταξινόμησης και επιλογής που ισχύουν για συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας.

ISO 5149-2: Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Απαιτήσεις ασφάλειας και περιβάλλοντος - Μέρος 2: Σχεδιασμός, κατασκευή, δοκιμή, σήμανση και τεκμηρίωση. Το Μέρος 2 ισχύει για το σχεδιασμό, την κατασκευή και την εγκατάσταση συστημάτων ψύξης, συμπεριλαμβανομένων των σωληνώσεων, των εξαρτημάτων και των υλικών, καθώς και του βοηθητικού εξοπλισμού που σχετίζεται άμεσα με αυτά τα συστήματα. Καθορίζει επίσης τις απαιτήσεις για δοκιμή, θέση σε λειτουργία, σήμανση και τεκμηρίωση.

ISO 5149-3: Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Απαιτήσεις ασφάλειας και περιβάλλοντος - Μέρος 3: Τόπος εγκατάστασης. Το Μέρος 3 ισχύει για τον τόπο εγκατάστασης (χώρος εγκατάστασης και υπηρεσίες). Καθορίζει τις απαιτήσεις ασφαλείας του χώρου, οι οποίες μπορεί να είναι απαραίτητες λόγω του συστήματος ψύξης και των βοηθητικών εξαρτημάτων του, αλλά δεν συνδέονται άμεσα με αυτό.

ISO 5149-4: Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Απαιτήσεις ασφάλειας και περιβάλλοντος - Μέρος 4: Λειτουργία, συντήρηση, επισκευή και ανάκτηση. Το Μέρος 4 καθορίζει τις απαιτήσεις για θέματα ασφαλείας και περιβάλλοντος σε σχέση με τη λειτουργία, τη συντήρηση και την επισκευή των συστημάτων ψύξης και την ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση και απόρριψη όλων των τύπων ψυκτικού ρευστού, ψυκτικού λιπαντικού, ρευστού μεταφοράς θερμότητας, του συστήματος ψύξης και μερών τους.

3.7. EN 13136: Συστήματα ψύξης και αντλίες θερμότητας - Συσκευές περιορισμού πίεσης και σχετικές σωληνώσεις - Μέθοδοι υπολογισμού.

Το πρότυπο καθορίζει τις απαιτήσεις για την επιλογή συσκευών υπερπίεσης για την αποφυγή υπερβολικών πιέσεων λόγω εσωτερικών και εξωτερικών πηγών θερμότητας, πηγών αύξησης πίεσης (π.χ. συμπιεστής, θερμαντήρες κ.λπ.) και θερμικής διαστολής του εσωτερικού υγρού. Το πρότυπο παρέχει επίσης μεθόδους για το μέγεθος των γραμμών για την απομακρυσμένη τοποθέτηση των εξατμίσεων της βαλβίδας ασφαλείας.

3.8. EN 1127-1 : Εκρηκτικές ατμόσφαιρες - Πρόληψη και προστασία από εκρήξεις

Μέρος 1: Βασικές έννοιες και μεθοδολογία. Το πρότυπο καθορίζει τις μεθόδους για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των επικίνδυνων καταστάσεων που



οδηγούν στην έκρηξη και τα μέτρα σχεδιασμού και κατασκευής που είναι κατάλληλα για την απαιτούμενη ασφάλεια.

3.9. ΕΛΟΤ CEN/TS 17606 : Εγκατάσταση ψυκτικού εξοπλισμού, κλιματισμού και αντλιών θερμότητας που περιέχουν εύφλεκτα ψυκτικά ρευστά.

Η τεχνική προδιαγραφή παρέχει τεχνικές πληροφορίες για την εγκατάσταση εξοπλισμού ψύξης, κλιματισμού και αντλίας θερμότητας που περιέχει εύφλεκτα ψυκτικά ρευστά, ιδίως εξοπλισμό κλάσης A3, επιπλέον των υφιστάμενων προτύπων.

3.10. ΕΛΟΤ CEN/TS 17607: Λειτουργία, εξυπηρέτηση, συντήρηση, επισκευή και αποσυναρμολόγηση αντλιών ψύξης, κλιματισμού και θερμότητας που περιέχουν εύφλεκτα ψυκτικά ρευστά

Η τεχνική προδιαγραφή παρέχει τεχνικές πληροφορίες για τη χρήση, υποστήριξη, συντήρηση, επισκευή και αποσυναρμολόγηση εξοπλισμού ψύξης, κλιματισμού και αντλίας θερμότητας που περιέχει εύφλεκτα ψυκτικά ρευστά, συμπληρώνοντας τα υπάρχοντα πρότυπα.

3.11. Συμπεράσματα για τη Νομοθεσία

Η εγκατάσταση και λειτουργία συστημάτων με R290 απαιτεί αυστηρή συμμόρφωση με διάφορα πρότυπα και κανονισμούς, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Η σωστή εφαρμογή αυτών των κανονισμών διασφαλίζει την ασφάλεια των τεχνικών, των χρηστών και του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα προσφέρει αποδοτικότητα και βιωσιμότητα στα συστήματα ψύξης και θέρμανσης.

4. Ασφάλεια στη Χρήση του R290 (Προπάνιο)

Κανονισμός (EC) No 1272/2008 και Κατηγοριοποίηση του R290

Το R290 (προπάνιο) ταξινομείται ως εξαιρετικά εύφλεκτο αέριο και αέριο υπό πίεση σύμφωνα με τον κανονισμό (EC) No 1272/2008 (CLP). Οι κύριες κατηγοριοποιήσεις του R290 είναι:

Flammable Gas, Κατηγορία 1A (H220: Εξαιρετικά εύφλεκτο αέριο).

Gases Under Pressure - Υγροποιημένο Αέριο (H280: Περιέχει αέριο υπό πίεση. Μπορεί να εκραγεί αν θερμανθεί).



Αυτό συνεπάγεται ότι το R290 πρέπει να χειρίζεται με αυστηρά μέτρα ασφαλείας για την πρόληψη ατυχημάτων που μπορεί να προκληθούν από ανάφλεξη ή έκρηξη.

4.1. Πρώτες Βοήθειες

Σε περίπτωση έκθεσης στο R290, οι πρώτες βοήθειες ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο της έκθεσης:

- Εισπνοή: Η εισπνοή μεγάλων συγκεντρώσεων R290 μπορεί να προκαλέσει ασφυξία. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν απώλεια συνείδησης, ζάλη και ναυτία. Το άτομο πρέπει να απομακρυνθεί αμέσως σε καλά αεριζόμενο χώρο με καθαρό αέρα. Σε περίπτωση που σταματήσει η αναπνοή, πρέπει να εφαρμοστεί τεχνητή αναπνοή και να αναζητηθεί άμεση ιατρική φροντίδα.
- Επαφή με το δέρμα: Η επαφή με υγροποιημένο προπάνιο μπορεί να προκαλέσει σοβαρά κρυοπαγήματα. Η περιοχή πρέπει να ξεπλυθεί αμέσως με χλιαρό νερό για τουλάχιστον 15 λεπτά. Το τρίψιμο πρέπει να αποφεύγεται, και να καλυφθεί με αποστειρωμένο επίδεσμο. Απαιτείται ιατρική βοήθεια
- Επαφή με τα μάτια: Σε περίπτωση επαφής με τα μάτια, πρέπει να ξεπλυθούν με άφθονο νερό για τουλάχιστον 15 λεπτά. Εάν υπάρχουν φακοί επαφής, πρέπει να αφαιρεθούν. Απαιτείται άμεση ιατρική φροντίδα
- Κατάποση: Η κατάποση δεν αποτελεί πιθανή οδό έκθεσης λόγω της φύσης του R290 ως αερίου

4.2. Μέτρα Πυρόσβεσης

Το R290 είναι εξαιρετικά εύφλεκτο και απαιτούνται εξειδικευμένα μέτρα πυρόσβεσης:

- Κατάλληλα μέσα πυρόσβεσης: Συνιστάται η χρήση νερού με ψεκασμό (water spray), ξηρής σκόνης ή αφρού για την κατάσβεση πυρκαγιών που προέρχονται από το R290.
- Ειδικοί κίνδυνοι: Θερμαινόμενα δοχεία που περιέχουν R290 μπορούν να εκραγούν. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, πρέπει να απομακρυνθούν από την εστία της φωτιάς αν είναι ασφαλές, ενώ συνιστάται η ψύξη τους με ψεκασμό νερού
- Συμβουλές για πυροσβέστες: Οι πυροσβέστες πρέπει να χρησιμοποιούν αναπνευστικές συσκευές με δικό τους παροχέα αέρα (SCBA) και πλήρη προστατευτική ενδυμασία. Συνιστάται να αφήσουν το αέριο να καεί αν



δεν μπορούν να διακόψουν την πηγή διαρροής, καθώς υπάρχει κίνδυνος αναφλεξης

4.3. Μέτρα Αντιμετώπισης Τυχαίας Διαρροής

- Προσωπικές προφυλάξεις: Σε περίπτωση διαρροής, πρέπει να εκκενωθεί άμεσα η περιοχή και να διασφαλιστεί η ύπαρξη κατάλληλου αερισμού. Πρέπει να αποφευχθεί οποιαδήποτε πηγή ανάφλεξης (σπινθήρες, φλόγες, θερμές επιφάνειες)
- Περιβαλλοντικές προφυλάξεις: Η διαρροή πρέπει να σταματήσει το συντομότερο δυνατόν, και να αποτραπεί η είσοδος του αερίου σε αποχετεύσεις ή κλειστούς χώρους όπου μπορεί να δημιουργηθούν επικίνδυνες συνθήκες ανάφλεξης
- Μέθοδοι καθαρισμού: Χρησιμοποιήστε εξαερισμό για να απομακρυνθεί το αέριο. Αποφύγετε τη χρήση ηλεκτρονικών συσκευών που μπορούν να προκαλέσουν σπινθήρες, όπως κινητά τηλέφωνα

4.4. Χειρισμός και Αποθήκευση

- Χειρισμός: Το R290 πρέπει να χειρίζεται από εκπαιδευμένο προσωπικό και με εξοπλισμό που είναι κατάλληλος για εύφλεκτα αέρια. Πρέπει να αποφεύγεται η επαφή με ανοικτές φλόγες, σπινθήρες και θερμές επιφάνειες. Πριν τη χρήση, οι κύλινδροι και ο εξοπλισμός που περιέχει R290 πρέπει να ελέγχονται για διαρροές, και οι βαλβίδες πρέπει να κλείνονται αμέσως μετά τη χρήση
- Αποθήκευση: Τα δοχεία και ο εξοπλισμός R290 πρέπει να φυλάσσονται σε καλά αεριζόμενο χώρο, μακριά από πηγές ανάφλεξης και θερμοκρασίες άνω των 50°C. Τα δοχεία πρέπει να παραμένουν κατακόρυφα και προστατευμένα από αντικείμενα που ενδέχεται να τα χτυπήσουν καθώς και από την ηλιακή ακτινοβολία.
- Αξιολογήστε τον κίνδυνο έκρηξης στην αποθήκη πριν την αποθήκευση ειδικά αν υπάρχει μεγάλος αριθμός φιαλών, αντλιών θερμότητας ή άλλου εξοπλισμού με R290. Η αξιολόγηση μπορεί να γίνει μέσω της ποσότητας του ψυκτικού ρευστού, της χωρητικότητας του χώρου αποθήκευσης και άλλου εξοπλισμού που χρησιμοποιείται. Ενδεικτικά:
 - Αφαιρέστε πιθανές αιτίες ανάφλεξης από την περιοχή.
 - Πραγματοποιήστε τουλάχιστον δύο αλλαγές αέρα ανά ώρα μέσω εξαναγκασμένου αερισμού.



- Εξοπλίστε το χώρο με σύστημα ανίχνευσης διαρροών, ειδικό για το R290.
- Επιβάλετε συγκεκριμένες ενέργειες μόλις ηχεί ο συναγερμός.
- Σε περιοχές όπου υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς ή έκρηξης, τοποθετήστε προειδοποιητικές πινακίδες.
- Έχετε έναν συγκεκριμένο αριθμό και τύπο πυροσβεστήρων στη διάθεσή σας.
- Διεξάγετε εκπαίδευση για τους εργαζομένους που εργάζονται συχνά σε περιοχές υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς και έκρηξης.
- Αναθέστε έναν υπεύθυνο ασφάλειας πυρκαγιάς.
- Παρέχετε έγγραφο προστασίας από εκρήξεις με τις ζώνες σημειωμένες ανάλογα.
- Παρέχετε προστατευτικό εξοπλισμό για τις αποθήκες ώστε να μειωθούν οι πιθανές ζημιές από τα οχήματα μεταφοράς.
- Εάν είναι δυνατόν, αποθηκεύετε τις αντλίες θερμότητας πάνω από το επίπεδο του εδάφους (500mm πάνω από το έδαφος), με άνοιγμα φυσικού αερισμού προς εξωτερικό χώρο.
- Απαγορεύεται το κάπνισμα
- Έλεγχος για τυχόν ζημιές πριν την αποθήκευση

4.5. Μέσα Ατομικής Προστασίας

Η χρήση κατάλληλου εξοπλισμού ατομικής προστασίας είναι κρίσιμη και υποχρεωτική για την αποφυγή ατυχημάτων κατά τη χρήση του R290:

- Προστασία αναπνοής: Σε περιπτώσεις ανεπαρκούς εξαερισμού ή διαρροής, είναι απαραίτητη η χρήση αναπνευστικής συσκευής με παροχέα αέρα (SCBA)
- Προστασία ματιών: Απαιτείται η χρήση γυαλιών προστασίας (EN166) για την προστασία των ματιών από επαφή με το υδροποιημένο αέριο
- Προστασία χεριών: Τα γάντια που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι αντιστατικά και ανθεκτικά στο ψύχος για την αποφυγή κρυοπαγημάτων από το υδροποιημένο R290
- Προστασία σώματος: Τα ρούχα πρέπει να είναι αντιστατικά και ανθεκτικά στη φωτιά για την αποφυγή σπινθήρων και ανάφλεξης. Πρέπει επίσης να αποφεύγεται η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών, όπως κινητά τηλέφωνα, κατά τη διάρκεια της εργασίας σε περιοχές με πιθανότητα διαρροής
- Προστασία κεφαλής: Είναι απαραίτητη η χρήση κράνους ασφαλείας



- Προστασία ποδιών: Τα υποδήματα που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι υποδήματα ασφαλείας αντιστατικά για την αποφυγή σπινθήρων
- Προστασία ακοής: Πρέπει να γίνεται χρήση προστατευτικών ακοής όταν οι εργασίες γίνονται σε χώρο με υψηλή στάθμη θορύβου.

5. Οδηγίες εγκατάστασης και συντήρησης αντλιών θερμότητας R290

5.1. Επιλογή σημείου εγκατάστασης

Η επιλογή του κατάλληλου σημείου εγκατάστασης για μια αντλία θερμότητας R290 είναι κρίσιμη για την ασφάλεια και τη σωστή λειτουργία της, καθώς το R290 είναι εύφλεκτο ψυκτικό ρευστό.

Συνιστάται, πριν από την αγορά και εγκατάσταση της αντλίας θερμότητας, να προηγηθεί επιτόπιος έλεγχος από καταρτισμένο μηχανολόγο μηχανικό ή πιστοποιημένο εξειδικευμένο εγκαταστάτη. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται ότι το προτεινόμενο σημείο εγκατάστασης πληροί τους ισχύοντες κανονισμούς ασφαλείας (εθνικούς και ευρωπαϊκούς), καθώς και τις βέλτιστες πρακτικές σε θέματα πυρασφάλειας και τεχνικής αρτιότητας.

Ενώ οι οδηγίες του κατασκευαστή πρέπει πάντα να τηρούνται κατά γράμμα, υπάρχουν ορισμένα γενικά σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη:

5.1.1. Εξαερισμός και Ροή Αέρα

Οι αντλίες θερμότητας με R290 απαιτούν επαρκή εξαερισμό για να διασφαλιστεί ότι τυχόν διαρροές ψυκτικού ρευστού δεν θα συγκεντρωθούν επικίνδυνα στον χώρο. Κατά προτίμηση, η εγκατάσταση πρέπει να γίνεται σε εξωτερικό χώρο με καλό αερισμό, ενώ σε εσωτερικούς χώρους πρέπει να προβλέπεται επαρκής αερισμός.

Ο εξαερισμός των μηχανοστασίων πρέπει να είναι επαρκής τόσο για κανονικές συνθήκες λειτουργίας όσο και για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Τα μηχανοστάσια πρέπει να εξαερίζονται προς εξωτερικό χώρο μέσω μηχανικού εξαερισμού σε περίπτωση απελευθέρωσης ψυκτικού ρευστού λόγω διαρροής ή θραύσης εξαρτημάτων. Το σύστημα αυτό πρέπει να είναι ανεξάρτητο από οποιοδήποτε άλλο σύστημα εξαερισμού στις εγκαταστάσεις. Πρέπει να παρέχεται επαρκής παροχή εξωτερικού αέρα αναπλήρωσης και η κατανομή του στον χώρο του μηχανοστασίου να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται «νεκρές



ζώνες». Τα ανοίγματα για τον εξωτερικό αέρα πρέπει να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η ανακυκλοφορία αέρα πίσω στον χώρο.

4. Εξαερισμός για κανονικές συνθήκες λειτουργίας ή όταν το μηχανοστάσιο έχει άτομα που εργάζονται.

Ο εξαερισμός πρέπει να συμμορφώνεται με τους εθνικούς κανονισμούς, με ελάχιστο όριο 4 αλλαγές αέρα την ώρα όταν το μηχανοστάσιο είναι κατειλημμένο.

5. Μηχανικός εξαερισμός έκτακτης ανάγκης

Εάν απαιτείται ανίχνευση αερίου, τότε το σύστημα επείγοντος μηχανικού εξαερισμού πρέπει να ενεργοποιείται από ανιχνευτή(-ές) τοποθετημένο(-ους) στο μηχανοστάσιο. Οι ανιχνευτές πρέπει να συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές του κανονισμού EN378.

Πρέπει επίσης να υπάρχει μηχανικός εξαερισμός με δύο ανεξάρτητους διακόπτες έκτακτης ανάγκης, εκ των οποίων ο ένας τοποθετείται εκτός του μηχανοστασίου και ο άλλος εντός αυτού.

Απαιτούμενη παροχή αέρα για μηχανικό εξαερισμό έκτακτης ανάγκης

Η παροχή αέρα του μηχανικού εξαερισμού πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με την ποσότητα που προκύπτει από την ακόλουθη εξίσωση:

$$V = 14 \times 10^{-3} \cdot m^{2/3}$$

όπου:

V είναι ο ρυθμός ροής αέρα σε κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m^3/s)

m είναι η μάζα της φόρτισης ψυκτικού ρευστού (σε kg) στο ψυκτικό σύστημα με τη μεγαλύτερη φόρτιση, οποιοδήποτε μέρος του οποίου βρίσκεται στο μηχανοστάσιο

14×10^{-3} είναι συντελεστής μετατροπής

Ένα σύστημα επείγοντος εξαερισμού με 15 αλλαγές αέρα/ώρα είναι επαρκές.

Ανοίγματα για μηχανικό εξαερισμό

Το άνοιγμα μηχανικού εξαερισμού πρέπει να τοποθετείται σε θέση και να έχει μέγεθος τέτοιο ώστε να επιτρέπει επαρκή ροή αέρα, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του ψυκτικού ρευστού, την επιλεγμένη μέθοδο εισαγωγής ή απαγωγής αέρα και την απόδοση του εξαερισμού. Τα ανοίγματα εισαγωγής και απαγωγής πρέπει να διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να απομακρύνεται το ψυκτικό ρευστό σε όλες τις συνθήκες διαρροής του.



Μηχανοστάσια για ψυκτικά ρευστά ομάδων A2, A3, B2 και B3

Εξαερισμός έκτακτης ανάγκης

Ο ανεμιστήρας του επείγοντος εξαερισμού απαγωγής πρέπει να είναι είτε:

α) τοποθετημένος με τον κινητήρα εκτός της ροής αέρα, ή

β) πιστοποιημένος για επικίνδυνες περιοχές, όπως απαιτείται από το EN 378

Ο ανεμιστήρας πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε να αποφεύγεται η αύξηση της πίεσης στο δίκτυο αγωγών απαγωγής αέρα μέσα στο μηχανοστάσιο.

Ο ανεμιστήρας δεν πρέπει να παράγει σπινθήρες σε περίπτωση επαφής με το υλικό των αγωγών.

Η έξοδος του αέρα από τον εξαερισμό απαγωγής πρέπει να συμμορφώνεται με τους εθνικούς κανονισμούς. Η έξοδος δεν πρέπει να εμποδίζεται, αλλά να διαθέτει μέσα που αποτρέπουν την είσοδο σκουπιδιών, φύλλων ή πτηνών. Στο κάτω μέρος κάθε κάθετου αγωγού που οδηγεί προς τα έξω πρέπει να υπάρχει αποστράγγιση με παγίδα για νερό της βροχής και πρόσβαση για επιθεώρηση.

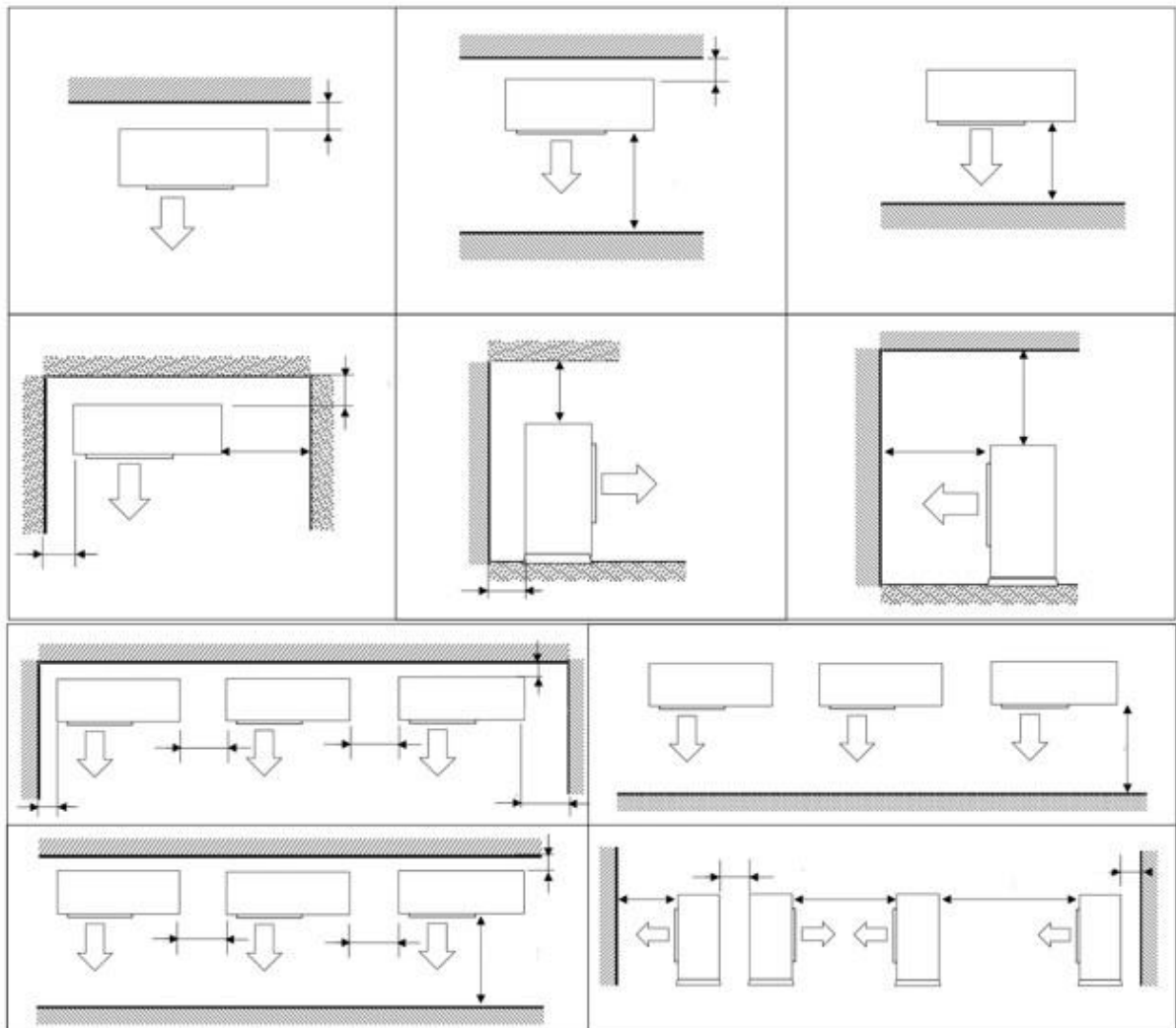
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αυτό δεν ισχύει για ψυκτικό ρευστό της κατηγορίας B1

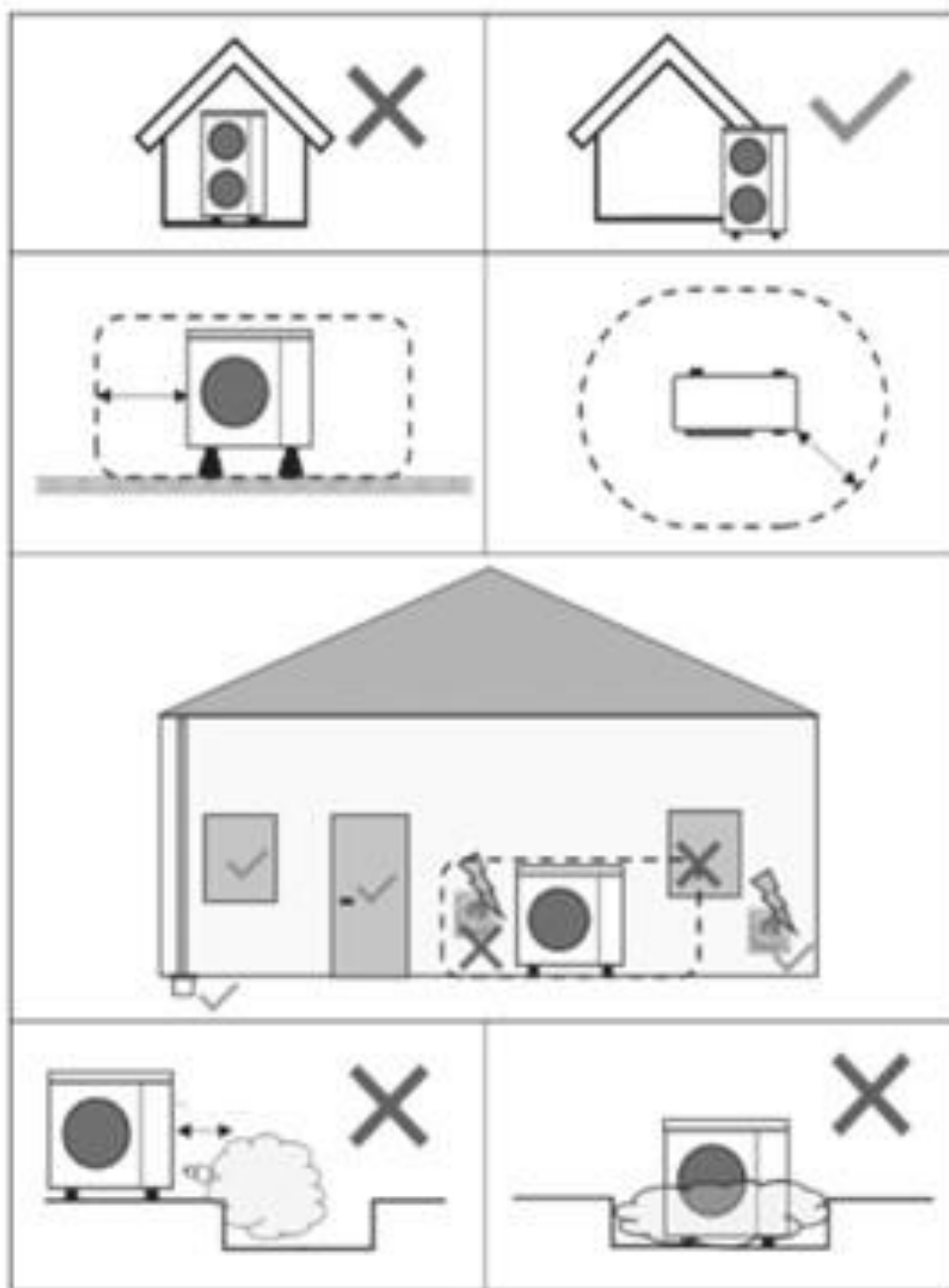
5.1.2. Αποφυγή Εγκατάστασης Κοντά σε Πηγές Ανάφλεξης

Λόγω της εύφλεκτης φύσης του R290, η εγκατάσταση πρέπει να γίνεται μακριά από πηγές ανάφλεξης, όπως ανοιχτές φλόγες, ηλεκτρικές συσκευές ή σημεία που μπορούν να παράγουν σπινθήρες. Η τήρηση μιας ελάχιστης απόστασης από τέτοιες πηγές είναι κρίσιμη για την ασφάλεια. Δεν υπάρχει κάποια νομοθεσία που να ορίζει συγκεκριμένες αποστάσεις, οπότε αυτές καθορίζονται με βάση τις βέλτιστες πρακτικές και τη συγκεκριμένη μελέτη κινδύνου για το εκάστοτε έργο, καθώς και από τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ακολουθούν κάποιες ενδεικτικές φωτογραφίες (για τις αποστάσεις θα πρέπει να συμβουλευόμαστε τα εγχειρίδια εγκατάστασης των κατασκευαστών:



Εργαστήριο Εφαρμοσμένης
Θερμοδυναμικής και Ψυκτικής
Τεχνολογίας Οχημάτων Ψυγείων





Το R290 απαιτεί πηγή ανάφλεξης με ελάχιστη ενέργεια 0,25mJ στους 23°C με 50% σχετική υγρασία. Η τιμή αυτή είναι πολύ χαμηλή που σημαίνει ότι πηγές ανάφλεξης μπορεί να είναι:

- Ελεύθερη φλόγα και θερμά αέρια (παράδειγμα: Καυστήρες, λέβητες, φακοί συγκόλλησης).
- Θερμές επιφάνειες (παραδείγματα: ηλεκτρικές θερμάστρες, κινητήρες ή σωλήνες αερίου εκκένωσης καυσαερίων, τζάκια). Η μέγιστη



θερμοκρασία επιφάνειας πρέπει να είναι 100 °C χαμηλότερη από τη θερμοκρασία αυτανάφλεξης. Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης δίνεται στο EN 378-1-παράρτημα Ε. Για το R290 η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία είναι 360 °C

- Ηλεκτρικός σπινθήρας (από ηλεκτρικά κυκλώματα, διακόπτες κτλ)
- Μηχανικός σπινθήρας (από τριβή ή πτώση αντικειμένων)
- Ακτινοβολία υψηλής ενέργειας (μικροκύματα, RF κτλ)
- Σπινθήρας στατικού ηλεκτρισμού
- Αναπτήρες, τσιγάρα και ηλεκτρονικά τσιγάρα.
- Ηλεκτρονικές συσκευές (τηλέφωνα, υπολογιστές, PDA, smartphone, smartwatches).
- Ηλεκτρικός ή ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός ακατάλληλος και μη πιστοποιημένος για χρήση σε περιοχές με κίνδυνο έκρηξης.
- Ηλεκτρικοί πίνακες εξοπλισμού κοντά στη μονάδα, πηγές ηλεκτρικής ενέργειας, πίνακες ισχύος, ηλεκτρικές πρίζες, ηλεκτρικοί διακόπτες, UPS.
- Κεραυνός.
- Καθοδικές προστασίες.
- Ρούχα και εξοπλισμός που δεν έχουν εγκριθεί ως «αντιστατικοί».
- Εργαλεία κοπής σωλήνων που προκαλούν σπινθήρες, περιστρεφόμενοι κόφτες σωλήνων με λεπίδες.
- Δάδες συγκόλλησης, φλόγες, θερμές εργασίες, σωλήνες θερμής συγκόλλησης.
- Εργαλεία συντήρησης (παράδειγμα: αντλίες κενού, συστήματα ανάκτησης φορτίου, ανιχνευτές διαρροής) ακατάλληλα και μη πιστοποιημένα σύμφωνα με την οδηγία 2014/34/E.E. ATEX για το υγρό R290

5.1.3. Αρκετός Χώρος για Συντήρηση

Είναι σημαντικό να υπάρχει αρκετός χώρος γύρω από τη μονάδα για την εξασφάλιση επαρκούς ροής αέρα και πρόσβασης για συντήρηση. Οι κατασκευαστές συχνά προτείνουν να υπάρχει τουλάχιστον 500 χιλιοστά απόσταση από τις πλευρές και 1000 χιλιοστά από μπροστά για άνετη πρόσβαση

5.1.4. Περιβαλλοντικές Συνθήκες

Η αντλία θερμότητας πρέπει να εγκαθίσταται σε σημείο που την προστατεύει από ακραίες καιρικές συνθήκες, χωρίς όμως να περιορίζει τη ροή αέρα.



Παράλληλα, η μονάδα δεν πρέπει να τοποθετείται σε εντελώς κλειστό χώρο για να αποφεύγεται η συγκέντρωση θερμότητας

5.1.5. Επίπεδα Θορύβου και Κοντινές Ιδιοκτησίες

Αν και πολλές μονάδες R290 έχουν σχεδιαστεί για αθόρυβη λειτουργία, είναι καλό να τοποθετούνται μακριά από χώρους όπου ηχορύπανση μπορεί να προκαλέσει ενόχληση, όπως κρεβατοκάμαρες ή γειτονικά ακίνητα

5.1.6. Σταθερή και Ασφαλής Στήριξη

Η μονάδα πρέπει να τοποθετείται σε επίπεδη και σταθερή επιφάνεια, όπως τσιμεντένια βάση ή μεταλλικό πλαίσιο, ώστε να αποφεύγεται η κίνηση ή η ανατροπή, ειδικά αν η μονάδα βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο με εκτεθειμένους ανέμους.

5.1.7. Διαχείριση Διαρροών

Σε περίπτωση διαρροής του R290, είναι κρίσιμο να μην επιτραπεί η συσσώρευση του ψυκτικού ρευστού σε κλειστούς ή χαμηλά ευρισκόμενους χώρους, όπως:

- Υπόγεια ή γκαράζ: Το R290, ως βαρύτερο από τον αέρα, μπορεί να συσσωρευτεί σε χαμηλούς χώρους, αυξάνοντας τον κίνδυνο ανάφλεξης.
- Αποχετεύσεις και φρεάτια: Η αντλία δεν πρέπει να τοποθετείται κοντά σε αποχετεύσεις ή φρεάτια όπου το προπάνιο μπορεί να συσσωρευτεί, αυξάνοντας τον κίνδυνο έκρηξης
- Παράθυρα Κατοικίας. Είναι σημαντικό η αντλία θερμότητας να μην τοποθετείται κοντά σε ανοιχτά παράθυρα, ειδικά εκείνα που συχνά παραμένουν ανοιχτά. Το R290 μπορεί να εισέλθει στην κατοικία, δημιουργώντας κίνδυνο πυρκαγιάς εάν βρεθεί κοντά σε πηγές ανάφλεξης μέσα στο σπίτι. Βεβαιωθείτε ότι ο χώρος εργασίας εξαερίζεται επαρκώς.

5.2. Οδηγίες ασφαλείας για την εγκατάσταση και συντήρηση αντλιών θερμότητας R290

5.2.1. Γενικές Προφυλάξεις Πριν την Έναρξη Εργασιών

Η εργασία με R290 απαιτεί την τήρηση ορισμένων βασικών προφυλάξεων για την αποφυγή κινδύνων όπως η έκρηξη ή η δηλητηρίαση. Πριν ξεκινήσετε οποιαδήποτε εργασία, βεβαιωθείτε ότι έχετε λάβει τα εξής μέτρα:



Κατάλληλος εξοπλισμός: Χρησιμοποιήστε εξοπλισμό που είναι κατάλληλος για εύφλεκτα ψυκτικά ρευστά, όπως ειδικά εργαλεία χωρίς σπινθήρες, και ανιχνευτές διαρροών για R290.

Κατάλληλος αερισμός: Διασφαλίστε ότι ο χώρος όπου θα εργαστείτε είναι καλά αεριζόμενος, ώστε να αποφευχθεί η συγκέντρωση αερίων που μπορεί να προκαλέσει εκρηκτικές καταστάσεις.

Προστασία προσωπικού: Φορέστε κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας, όπως γάντια, προστατευτικά γυαλιά και ρουχισμό και παπούτσια αντιστατικά.

Επιγραφές και σήμανση: Ενημερώστε τους άλλους παρευρισκόμενους για την παρουσία εύφλεκτου υλικού με σαφή σήμανση και επιγραφές.

Πριν από οποιαδήποτε εργασία στη μονάδα φροντίζουμε να διακόψουμε την παροχή ρεύματος και να εξασφαλίσουμε ότι θα παραμείνει έτσι έως το τέλος των εργασιών μας.

Ελέγχουμε τον χώρο εργασίας συνεχώς με ελεγκτή διαρροών για R290.

5.2.2. Επιτόπια εκτίμηση κινδύνου

- Πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε εργασία, διεξάγετε επιτόπια εκτίμηση για τυχόν κινδύνους, όπως περιοχές με ανεπαρκή εξαερισμό ή παρουσία πηγών ανάφλεξης.
- Επιβεβαιώστε ότι η περιοχή είναι ασφαλής από πηγές ανάφλεξης και ότι δεν υπάρχουν διαρροές εύφλεκτου αερίου.
- Αποσυνδέσετε ηλεκτρικά τη μονάδα χρησιμοποιώντας μια απομακρυσμένη συσκευή αποσύνδεσης και περιμένετε 15 λεπτά πριν εκτελέσετε οποιαδήποτε εργασία στη μονάδα.
- Πραγματοποιήστε την σύνδεση γείωσης και επαληθεύστε την αποτελεσματικότητά της, όπως υποδεικνύεται από τους κανονισμούς που ισχύουν στο σημείο εγκατάστασης.
- Πριν την ενεργοποίηση της μονάδας, να πραγματοποιείται ενδελεχής έλεγχος της σωστής σύνδεσης και αλληλουχίας των φάσεων. Να πραγματοποιείται η σωστή ροπή σύσφιξης των φάσεων όπως αυτό υποδεικνύεται στα ειδικά εγχειρίδια από τον κατασκευαστή της μονάδας.

5.2.3. Απόρριψη/ ανάκτηση R290

Σε περίπτωση που απαιτείται να αδειάσετε το σύστημα από το ψυκτικό ρευστό R290, θα πρέπει να ακολουθήσετε τα εξής βήματα:



Ανάκτηση με ασφάλεια: Χρησιμοποιήστε ειδικό εξοπλισμό ανάκτησης ψυκτικών ρευστών για την απομάκρυνση του R290 από το σύστημα, αποφεύγοντας την απελευθέρωση του στην ατμόσφαιρα.

Εάν η ανάκτηση δεν είναι δυνατή, απορρίψτε το R290 σε καλά αεριζόμενο χώρο μακριά από πηγές ανάφλεξης (ανοιχτές φλόγες, σπινθήρες, ηλεκτρονικές συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα). Δεν πρέπει να γίνεται η απόρριψη μέσα σε κτήρια, ή δημόσιους χώρους και πρέπει να ενημερώνονται όλοι στο χώρο απόρριψης για την δραστηριότητα αυτή.

Από άποψη νομοθεσίας, δεδομένου ότι το R290 έχει ODP=0 και GWP=3, δεν υπάρχει υποχρέωση ανάκτησης του R290. Ωστόσο, συνιστάται η ανάκτηση του R290 με κατάλληλο εξοπλισμό.

Αποθήκευση: Το R290 που αφαιρείται πρέπει να αποθηκεύεται σε κατάλληλες, εγκεκριμένες φιάλες με σαφή σήμανση. Στη φιάλη ανάκτησης θα πρέπει να έχει δημιουργηθεί κενό και δεν θα πρέπει να υπάρχει διαφορετικό ψυκτικό ρευστό. Η φιάλη δεν θα πρέπει να γεμίσει πάνω από το 45% του ορίου ασφαλείας για HFC ενώ θα πρέπει να υπάρχει σχετική ετικέτα ότι περιέχει εύφλεκτη ουσία

Διαχείριση αποβλήτων: Σε περίπτωση που το R290 δεν επαναχρησιμοποιηθεί, απορρίπτεται με βάση τις τοπικές νομοθεσίες και τις οδηγίες για τα εύφλεκτα αέρια.

Μετά το άδειασμα της μονάδας από το ψυκτικό ρευστό κάντε έκπλυση με ξηρό άζωτο για να αφαιρέσετε τα υπολείμματα ψυκτικού ρευστού. Βεβαιωνόμαστε με αυτό τον τρόπο ότι δεν υπάρχει κάποιο βούλωμα στη μονάδα. Αφήνουμε το άζωτο να ρέει για τουλάχιστον 1 λεπτό. Σημειώστε ότι πάντα θα παραμένει κάποια ποσότητα R290 διαλυμένη μέσα στα λάδια του συστήματος.

5.2.4. Δημιουργία κενού στο σύστημα

Η δημιουργία κενού είναι κρίσιμο βήμα για την απομάκρυνση της υγρασίας και των ακαθαρσιών από το σύστημα πριν την πλήρωση με R290. Τα βήματα είναι τα εξής:

Σύνδεση αντλίας κενού: Συνδέστε μια αντλία κενού στο σύστημα και βεβαιωθείτε ότι όλοι οι σύνδεσμοι είναι σφραγισμένοι και ασφαλείς. Η αντλία κενού θα πρέπει να είναι εγκεκριμένη για χρήση με το R290. Επιπλέον θα πρέπει να είναι στο οπ και συνδεδεμένη σε πρίζα εκτός της ζώνης 3 μέτρων ασφαλείας. Η αντλία κενού θα πρέπει να είναι σε καλά εξαεριζόμενο χώρο ή σε εξωτερικό χώρο.



Διαδικασία κενού: Αφήστε την αντλία να λειτουργήσει μέχρι να επιτύχει το επιθυμητό επίπεδο κενού, συνήθως περίπου 300-500 $\mu\text{m Hg}$. Διατηρήστε το κενό για αρκετή ώρα για να βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχουν διαρροές.

Έλεγχος κενού: Αποσυνδέστε την αντλία και ελέγξτε αν το σύστημα διατηρεί το κενό.

5.2.5. Αντικατάσταση προβληματικού εξαρτήματος

- Εντοπίστε το προβληματικό εξάρτημα και κόψτε το χρησιμοποιώντας σωληνοκόφτη. Μην χρησιμοποιείτε ποτέ φλόγα όταν αφαιρείτε εξαρτήματα συστήματος. Διατηρήστε τη ροή αζώτου κατά τη διάρκεια της εργασίας για να αποτρέψετε τη δημιουργία επικίνδυνου μείγματος αερίων
- Εγκαταστήστε το νέο εξάρτημα, χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες τεχνικές συγκόλλησης. Διατηρήστε τη ροή αζώτου κατά τη διάρκεια της διαδικασίας για την αποφυγή οξειδωσης.
- Χρησιμοποιήστε γνήσια ανταλλακτικά.

5.2.6. Δοκιμή στεγανότητας

Η δοκιμή στεγανότητας με αέριο ξηρό άζωτο είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση ότι δεν υπάρχουν διαρροές στο σύστημα.

5.2.7. Δημιουργία κενού.

Δημιουργούμε κενό στο σύστημα όπως στο 5.2.4.

5.2.8. Πλήρωση με R290

Μετά τον έλεγχο στεγανότητας και τη δημιουργία κενού, το σύστημα είναι έτοιμο για πλήρωση με το ψυκτικό ρευστό R290.

Σύνδεση φιάλης R290: Συνδέστε τη φιάλη R290 στο σύστημα και βεβαιωθείτε ότι όλοι οι σύνδεσμοι είναι ασφαλείς.

Ρύθμιση της ποσότητας: Χρησιμοποιήστε ζυγαριά ακριβείας για να ελέγχετε τη σωστή ποσότητα R290 που θα εισαχθεί στο σύστημα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή της αντλίας θερμότητας. Καθώς συνήθως η ποσότητα πλήρωσης είναι μικρή, συνιστάται η χρήση συνδέσμων μικρού μήκους.

5.2.9. Πιθανότητα διαρροής ψυκτικού ρευστού στο υδραυλικό κύκλωμα.

Σε περίπτωση θραύσης κάποιου τμήματος του ψυκτικού κυκλώματος στον πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας, υπάρχει κίνδυνος διαρροής του ψυκτικού



ρευστού R290 στο εσωτερικό υδραυλικό κύκλωμα. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες αναφλεξιμότητας στους χώρους του κτιρίου που τροφοδοτούνται από το υδραυλικό σύστημα. Σύμφωνα με το πρότυπο EN 378-1, είναι απαραίτητη η λήψη τεχνικών μέτρων ώστε να αποτρέπεται η εισχώρηση του εύφλεκτου ψυκτικού ρευστού στον κατειλημμένο χώρο μέσω του υδραυλικού δικτύου.

Σε περίπτωση βλάβης, ορισμένες συσκευές εξαερισμού στο υδραυλικό κύκλωμα (π.χ. απαερωτές, βαλβίδες ασφαλείας, βαλβίδες εξαέρωσης αέρα/ψυκτικού ρευστού, υδραυλικοί διαχωριστές βρωμιάς) ενδέχεται να απελευθερώσουν εύφλεκτο ψυκτικό ρευστό. Για τον λόγο αυτό, πρέπει να εφαρμόζονται όλα τα κατάλληλα μέτρα μετριασμού κινδύνου. Οι συσκευές εξαερισμού είναι σημαντικό να τοποθετούνται σε εξωτερικό περιβάλλον, σε σημεία όπου το ψυκτικό ρευστό δεν μπορεί να συσσωρευτεί, και μακριά από πιθανές πηγές ανάφλεξης.

Κατά τη χειμερινή περίοδο, αν διακοπεί η ηλεκτρική τροφοδοσία, το νερό μέσα στον πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας ενδέχεται να παγώσει, προκαλώντας θραύση. Σε τέτοια περίπτωση, το ψυκτικό ρευστό που περιέχεται στο ψυκτικό κύκλωμα διαφεύγει στο υδραυλικό κύκλωμα. Για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος, συνιστάται η λήψη κατάλληλων προληπτικών μέτρων και η αποφυγή διακοπής της ηλεκτρικής τροφοδοσίας των αντλιών θερμότητας.

Η απελευθέρωση εύφλεκτου ψυκτικού ρευστού σε κλειστούς ή ανεπαρκώς αεριζόμενους χώρους πρέπει να αποφεύγεται πάση θυσία. Εφόσον το σύστημα διαθέτει αυτόματα εξαεριστικά εντός του κτιρίου, θα πρέπει να αντικαθίστανται είτε με χειροκίνητα, κλειστά ή σφραγισμένα ανοίγματα, είτε να τοποθετούνται σε διαφορετική θέση. Σε περίπτωση ύπαρξης βαλβίδων ασφαλείας, πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά η θέση και ο τρόπος αερισμού τους, λαμβάνοντας υπόψη τον κίνδυνο διαφυγής εύφλεκτου αερίου.

5.2.10. Ολοκλήρωση εργασιών

Αφού ολοκληρωθούν όλες οι εργασίες συντήρησης ελέγχουμε ξανά για διαρροές. Αφού βεβαιωθούμε ότι δεν υπάρχουν επαναφέρουμε τη μονάδα σε λειτουργία.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράδειγμα μελέτης εκτίμησης κινδύνου:

Η εκτίμηση κινδύνου είναι η διαδικασία με την οποία καθορίζουμε πόσο πιθανό είναι να συμβεί κάποια βλάβη ή ατύχημα από μια συγκεκριμένη δραστηριότητα (δηλαδή ποιο είναι το επίπεδο κινδύνου) και ποια μέτρα πρέπει να ληφθούν για να ελέγξουμε αυτόν τον κίνδυνο. Όλοι μας αντιμετωπίζουμε κινδύνους σε καθημερινή βάση· δεν είναι ρεαλιστικό να καταργηθούν εντελώς, αλλά είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ποιες είναι οι βασικές απειλές και πώς να τις διαχειριζόμαστε υπεύθυνα.

Ο συγκεκριμένος οδηγός ασχολείται αποκλειστικά με τους κινδύνους που συνδέονται με τη χρήση εναλλακτικών ψυκτικών ρευστών, τα οποία παρουσιάζουν επιπλέον επικίνδυνες ιδιότητες σε σύγκριση με τα παραδοσιακά.

Για την εκτίμηση κινδύνου ακολουθούμε τέσσερα βήματα:

- Εντοπισμός των κινδύνων
- Προσδιορισμός των ατόμων που μπορούν να επηρεαστούν, συνήθως ο τεχνικός, αλλά ενδεχομένως και άλλοι εργαζόμενοι ή το ευρύ κοινό.
- Αξιολόγηση της επικινδυνότητας, λαμβάνοντας υπόψη πόσο πιθανό είναι να συμβεί το ατύχημα και πόσο σοβαρό θα ήταν το αποτέλεσμα. Παράλληλα, ενσωματώνουμε τα μέτρα ελέγχου
- Καταγραφή των συμπερασμάτων της εκτίμησης κινδύνου.

Εάν το επίπεδο κινδύνου κριθεί υψηλό, ίσως χρειαστεί να εξετάσουμε πρόσθετα μέτρα ελέγχου. Για παράδειγμα, αν εργαζόμαστε σε μια συσκευή που χρησιμοποιεί εύφλεκτο ψυκτικό ρευστό, μπορούμε να τη μεταφέρουμε σε εξωτερικό χώρο πριν ξεκινήσουμε τις εργασίες, ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος σε χαμηλότερο επίπεδο.



Εργαστήριο Εφαρμοσμένης
Θερμοδυναμικής και Ψυκτικής
Τεχνολογίας Οχημάτων Ψυγείων



Βασικά στοιχεία	
Ψυγείο κατάψυξης	
Ψυκτικό ρευστό	R290
Κατηγορία τοξικότητας/ ευφλεξιμότητας	A3
Κατώτερο όριο ανάφλεξης (kg/m ³)	0,038 (2,1%)
Πρακτικό όριο (kg/m ³)	0,008
Θερμοκρασία αυτανάφλεξης (°C)	468
Διαδικασία	Ανάκτηση ψυκτικού ρευστού
Τοποθεσία	Super-market XX

Πιθανότητα ατυχήματος		
1	Απίθανο	Θα συμβεί μόνο σε πολύ σπάνια περίπτωση
2	Μικρή	Δεν είναι πιθανό να συμβεί κατά την συγκεκριμένη εργασία
3	Μέτρια	Είναι πιθανό να συμβεί κατά τη συγκεκριμένη εργασία
4	Μεγάλη	Είναι πολύ πιθανό να συμβεί κατά τη συγκεκριμένη εργασία
5	Σχεδόν σίγουρο	Σχεδόν σίγουρο ότι θα συμβεί

Σοβαρότητα ατυχήματος		
1	Ασήμαντο	Δεν απαιτείται καμία ενέργεια
2	Ελαφριά	Ελαφρύς τραυματισμός (κόψιμο, χτύπημα)
3	Μέτρια	Τραυματισμός που απαιτεί ιατρική φροντίδα
4	Σημαντικό	Σημαντικός τραυματισμός που απαιτεί περίθαλψη σε νοσοκομείο
5	Καταστροφικό ή θανατηφόρο	Θάνατος, μόνιμη βλάβη ή πολλαπλοί τραυματισμοί

Ανάλυση ρίσκου						
Σοβαρότητα	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		1	2	3	4	5
Πιθανότητα						

Επίπεδο ρίσκου	
Χαμηλό	
Μέτριο	
Υψηλό	
Πολύ υψηλό	



**Εργαστήριο Εφαρμοσμένης
Θερμοδυναμικής και Ψυκτικής
Τεχνολογίας Οχημάτων Ψυγείων**



Άτομο που κινδυνεύει	Κίνδυνος	Μέτρα περιορισμού του κινδύνου	Ρίσκο μετά τα μέτρα		
			Πιθανότητα	Σοβαρότητα	Ρίσκο
Τεχνικός ψυκτικός Προσωπικό	Ανάφλεξη	Ενημέρωση του προσωπικού για την εργασία και απομάκρυνσή του από το χώρο. Ο χώρος εργασίας είναι καλά αεριζόμενος. Υπάρχει ανιχνευτής διαρροών στο χώρο εργασίας. Δεν υπάρχουν πηγές ανάφλεξης σε απόσταση 3 μέτρων από τη μονάδα. Υπάρχει διαθέσιμος πυροσβεστήρας στο χώρο εργασίας. Ο τεχνικός είναι εκπαιδευμένος στη χρήση εύφλεκτων ψυκτικών ρευστών.	1	2	2
Τεχνικός ψυκτικός Προσωπικό	Υπερπλήρωση φιάλης ανάκτησης	Χρησιμοποιείται ζυγαριά για το ζύγισμα του ψυκτικού ρευστού που ανακτάται. Η φιάλη ανάκτηση έχει τις απαραίτητες επισημάνσεις και αναφέρεται η μέγιστη ποσότητα πλήρωσης	1	2	2
Τεχνικός ψυκτικός	Έγκαυμα	Ο τεχνικός χρησιμοποιεί τα απαραίτητα ΜΑΠ.	2	1	2
Τεχνικός ψυκτικός Προσωπικό	Ασφυξία	Ο χώρος εργασίας έχει επαρκή αερισμό. Υπάρχει ανιχνευτής διαρροών στο χώρο εργασίας.	1	1	1



Συμπέρασμα εκτίμησης κινδύνου:

Μετά την εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων, το επίπεδο κινδύνου για όλα τα καταγεγραμμένα σενάρια παραμένει σε χαμηλά ή σχετικά χαμηλά επίπεδα (τιμές 1–2). Η ενίσχυση της ενημέρωσης, η χρήση ανιχνευτή διαρροών, ο καλός αερισμός του χώρου, η τήρηση αποστάσεων από πηγές ανάφλεξης και η σωστή εκπαίδευση του τεχνικού εξασφαλίζουν ότι οι κίνδυνοι (ανάφλεξης, υπερπλήρωσης φιάλης, εγκαυμάτων ή ασφυξίας) ελαχιστοποιούνται σε αποδεκτό βαθμό. Σε περίπτωση που αλλάξουν οι συνθήκες εργασίας ή αυξηθεί η ποσότητα ψυκτικού ρευστού, είναι σκόπιμο να επανεκτιμηθεί ο κίνδυνος με βάση τα νέα δεδομένα.