

Guideline on safe handling of self-contained air-to-water residential heat pumps with refrigerants with higher flammability installed outdoors in Europe



SKILLSAFE EU

Grant agreement No: LIFE27 101167753



Co-funded by
the European Union

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

ΑΠΟΠΟΙΗΣΗ ΕΓΓΥΗΣΕΩΝ

Αυτό το έργο έχει χρηματοδοτηθεί από το Πρόγραμμα Μετάβασης σε Καθαρή Ενέργεια LIFE-2023-CET-HEATPUMPS της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με Συμφωνία Χρηματοδότησης Αρ. LIFE27 101167753 (SKILLSAFE EU).

Το παρόν έγγραφο έχει συνταχθεί από τους εταίρους του έργου SKILLSAFE EU ως απολογισμός των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της σύμβασης EC-GA αρ. LIFE27 101167753.

Ούτε ο Συντονιστής του Έργου, ούτε κάθε υπογράφων μέλος της Συμφωνίας Συνεργασίας του Έργου SKILLSAFE EU, ούτε οποιοσδήποτε ενεργεί εκ μέρους τους:

1) παρέχει οποιαδήποτε εγγύηση ή δήλωση, ρητή ή σιωπηρή,
α. σχετικά με τη χρήση οποιασδήποτε πληροφορίας, συσκευής, μεθόδου, διαδικασίας ή παρόμοιου αντικειμένου που αποκαλύπτεται σε αυτό το έγγραφο, συμπεριλαμβανομένης της εμπορευσιμότητας και της καταλληλότητας για συγκεκριμένο σκοπό, ή
β. ότι η χρήση δεν παραβιάζει ή επηρεάζει ιδιωτικά δικαιώματα, συμπεριλαμβανομένης της πνευματικής ιδιοκτησίας οποιουδήποτε μέρους, ή
γ. ότι αυτό το έγγραφο είναι κατάλληλο για τις συγκεκριμένες συνθήκες του χρήστη.

2) αναλαμβάνει ευθύνη για οποιοσδήποτε ζημιές ή άλλες ευθύνες (συμπεριλαμβανομένων επακόλουθων ζημιών, ακόμη και εάν ο Συντονιστής του Έργου ή οποιοσδήποτε εκπρόσωπος ενός υπογράφωντος μέρους της Συμφωνίας Συνεργασίας του Έργου SKILLSAFE EU έχει ενημερωθεί για την πιθανότητα τέτοιων ζημιών) που προκύπτουν από την επιλογή ή τη χρήση αυτού του εγγράφου ή οποιασδήποτε πληροφορίας, συσκευής, μεθόδου, διαδικασίας ή παρόμοιου αντικειμένου που αποκαλύπτεται σε αυτό το έγγραφο.

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ

Αυτός ο οδηγός ανήκει στην Ευρωπαϊκή Ένωση Αντλιών Θερμότητας (EHPA). Ενώ η EHPA ενθαρρύνει τη δωρεάν χρήση και διανομή του, οποιαδήποτε τροποποίηση, προσαρμογή ή αλλαγή διατηρείται αυστηρά για την EHPA. Για περισσότερες πληροφορίες, επισκεφθείτε: www.ehpa.org

ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ

Συγγραφείς:

Marcin Krupski (EHPA), Nishant Karve (Daikin Europe)

Συνεταίροι:

Miranda Groot Zwaaftink (NVKL)
Marco Masini (CSIM)
Marcin Krupski, Francesca Tamburrini (EHPA)
Nishant Karve (Daikin Europe)

Συνεργάτες (με αλφαβητική σειρά):

Ahmed Fatteh (Panasonic)
Alex Bagnall (Blue Star)
Alfredo Oliveira (Friemo S.A.)
Andreas Bangheri (Heliotherm)
Andrea Manini (BDRThermea)
Anthony Partier (Heliotherm)
Aya El Azhari (EPEE)
Bachir Bella (Copeland)
Bernard Philippe (JCI)
Bert Meynckens (Daikin Europe)
Blanca Gómez (CNI, Confederación Nacional de Instaladores)
Chantal Kassargy (Mitsubishi Electric Europe)
Charlotte Lots (Samsung Electronics)
Daniel Berberich (LG Electronics)
Daniel Schwehn (Vaillant)
Daniel Großmann (Ait-Deutschland GmbH)
David de la Merced (Johnson Controls Hitachi)
David Jones (Mitsubishi Electric Air Conditioning Europe)
Denis Cathala (Mitsubishi Electric Europe)
Dimitris Tairis (Hellas Union FGas)
Dina Koepke (Copeland)
Dr. Ingo Seliger (Viessmann Climate Solutions)
Emad Rezaei (Samsung Electronics)
Eric Jasikas (Carrier Viessmann)
Eric Van Laer (Frixis)
Fabio Gambarro (Clivet)
Fabio Polo (SWEGON)
Federico Simoni (Clivet)
Felix Ulthoff (BWP)
Florio Constantino (Trane Technologies)
Francois Crouzet (BDR Thermea)
Frank Marovt (KRONOTERM)
Giacomo Di Stefano (Assoclima – ANIMA Confindustria)
Gratiela Tarlea (Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti)
Hendrik Tiemeier (Stiebel Eltron)
Henry Kang (LG Electronics)
Ingo Seliger (Viessmann Climate Solutions SE)
Ismail Akcam (Wolf France)
Jean François Marie (Groupe Atlantic)
Jérôme Maldonado (Uniclimate)
Jérôme Martel (Groupe Atlantic)
Johan Wopken (Rheem Manufacturing Europe)
Jose Arboledas (CNI, Confederación Nacional de Instaladores)
Jussi Hirvonen (Finnish Heat Pump Association)
Koen de Brabander (LG Electronics)
Laure Meljac (NIBE)
Luc de Torquat (Groupe Atlantic)
Luca Tarantolo (Assofrigoristi)
Luisa Girolami (Centro studi galileo)
Manuel Sanchez (Samsung Electronics)
Marco Buoni (Associazione tecnici del freddo)
Marine de Cornulier (EHI)
Marino Grozdek (University of Zagreb)
Marta San Román (AFEC)
Miriam Solana Ciprés (CAREL Industries)
Mirko Bortoloso (Mitsubishi Heavy Industries)
Nancy Jonsson (The Heat Pump Association)
Patrick Crombez (Daikin Europe)
Paweł Lachman (PORT PC)
Pero Gataric (Permat)
Bernard Philippe (AFCE)
Rafael Fernandes (Mitsubishi Heavy Industries Air Conditioning Europe)
Rolf Iver Mytting Hagemoen (Norwegian Heat Pump Association)
Rossano Rossato (MTA)
Serge Djampou (Bosch Home Comfort)
Soren Friis-Hansen (Embla Consulting)
Stefano Fabbretti (Swegon)
Stepan Stojanov (SCHKT)
Stig Rath (Norwegian Heat Pump Association)
Thanos Biris (Hellas Union FGas)
Thore Oltersdorf (Fraunhofer ISE)
Tonko Curko (HURKT)
Zayane Hassini (Vaillant-Groupe)
Valerie Laplagne (Uniclimate)
Viktor Ölen (Swedish refrigeration and heat pump association)
Vladimir Soldo (Croatian Heat Pump Association)
Xavier Feys (Samsung Electronics)
Xavier Villalonga (Johnson Controls-Hitachi Air Conditioning)



ΟΡΙΣΜΟΙ, ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Χειριστής: Η επιχείρηση που ασκεί πραγματική εξουσία πάνω στην τεχνική λειτουργία των προϊόντων, εξοπλισμού ή εγκαταστάσεων που καλύπτονται από τον Κανονισμό F-Gas, ή ο ιδιοκτήτης που ορίζεται από ένα κράτος μέλος ως υπεύθυνος για τις υποχρεώσεις του χειριστή σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Επιχείρηση: Οποιοδήποτε φυσικό ή νομικό πρόσωπο που εκτελεί μια δραστηριότητα που αναφέρεται στον Κανονισμό F-Gas.

Αυτόνομο: Ένα πλήρες συστηματοποιημένο σύστημα που βρίσκεται σε κατάλληλο πλαίσιο ή θήκη, κατασκευάζεται και μεταφέρεται ολοκληρωμένο ή σε δύο ή περισσότερα τμήματα, μπορεί να περιλαμβάνει βαλβίδες απομόνωσης και στο οποίο δεν συνδέονται στοιχεία που περιέχουν αέριο στην τοποθεσία εγκατάστασης.

Εγκαταστάτης: Επιχείρηση που τοποθετεί τα θεμέλια ή τοποθετεί, συνδέει και ολοκληρώνει τις υδραυλικές και ηλεκτρικές συνδέσεις του εξοπλισμού στην τοποθεσία εγκατάστασης.

Τεχνικός: Επιχείρηση που εκτελεί οποιεσδήποτε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν το άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου του εξοπλισμού.

Τελικός χρήστης: Το τελικό άτομο/α που κατέχει τον εξοπλισμό και τον χρησιμοποιεί στις εγκαταστάσεις του.

HC: Υδρογονάνθρακες

PPE: Προσωπικός Προστατευτικός Εξοπλισμός

LEL: Κατώτερο Όριο Εκρηκτικότητας

ESD: Ηλεκτροστατική Εκφόρτιση

AWHP: Αντλία θερμότητας αέρα-νερού

ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

F-Gas Regulation 2024/573 : Regulation (EU) 2024/573 of the European Parliament and of the Council of 7 February 2024 on fluorinated greenhouse gases

EN ISO 22712:2023(E): Refrigerating systems and heat pumps — Competence of personnel

ISO 817:2024 : Refrigerants – Designation and safety classification

EN IEC 60335-2-40:2024/A11:2024 : Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers

EN 378: Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements

- EN 378-1:2016+A1:2020
- EN 378-2:2016
- EN 378-3:2016+A1:2020
- EN 378-4:2016+A1:2019

ISO 5149: Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements

- ISO 5149-1:2014, ISO 5149-1:2014/Amd 1:2015 , ISO 5149-1:2014/Amd 2:2021
- ISO 5149-2:2014, ISO 5149-2:2014/Amd 1:2020
- ISO 5149-3:2014 , ISO 5149-3:2014/Amd 1:2021
- ISO 5149-4:2022

IEC 60079-10-1 : Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres

CLP Regulation: Regulation (EC) No 1272/2008 on the classification, labelling and packaging of substances and mixtures

ADR 2025: Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road

SEVESOIII: Directive 2012/18/EU on control of major-accident hazards involving dangerous substances

REACH: Regulation 1907/2006/EC (REACH, Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals)

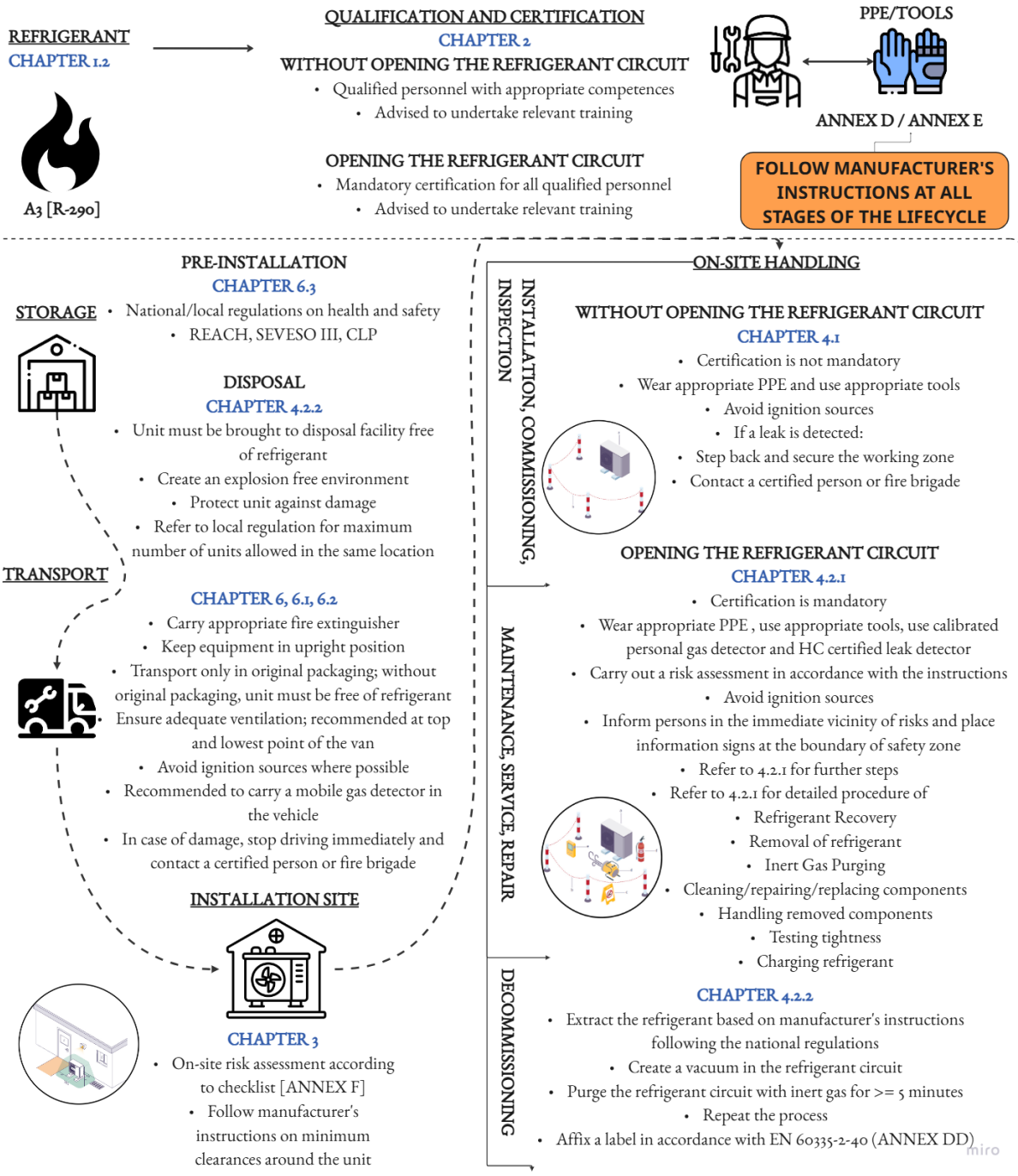
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	<i>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</i>
ΧΑΡΤΗΣ ΟΔΗΓΙΩΝ	9
1. ΓΕΝΙΚΑ	<i>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</i>
1.1 Πεδίο εφαρμογής	10
1.2 Πληροφορίες για το ψυκτικό μέσο.....	11
2. Προσόντα και πιστοποίηση	11
2.1 Εργασία εκτός του κυκλώματος ψυκτικού μέσου / χωρίς άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου	12
2.2 Εργασία που περιλαμβάνει άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου	12
2.3 Ορισμοί δραστηριοτήτων	12
3. Τοποθεσία εγκατάστασης	14
3.1 Εγκατάσταση σε επίπεδο έδαφος σε εξωτερικό χώρο	14
3.2 Εγκατάσταση σε τοίχο	16
3.3 Εγκατάσταση σε στέγη/βεράντα	17
3.4 Αποστράγγιση συμπυκνώματος	19
4. Χειρισμός του εξοπλισμού στην τοποθεσία	19
4.1 Χωρίς άνοιγμα του κυκλώματος ψύξης	20
4.1.1 Εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία	22
4.1.2 Επιθεώρηση.....	24
4.2 Άνοιγμα του κυκλώματος ψύξης	25
4.2.1 Συντήρηση, Εξυπηρέτηση και Επισκευή	25
4.2.2 Παροπλισμός και απόρριψη	32
5. Ετικέτες και τεκμηρίωση	33
5.1 Ετικέτες	33
5.2 Τεκμηρίωση για τον χειριστή.....	34
6. Μεταφορά	34
6.1 Πληροφορίες για τη μεταφορά και αποθήκευση σε εργοτάξια	35
6.2 Ζημιά κατά τη μεταφορά.....	37
6.3 Αποθήκευση στον ειδικό τεχνίτη και στον χονδρέμπορο.....	38
6.3.1 Νομοθεσία για επικίνδυνες ουσίες	38
6.3.2 Πυροπροστασία	38

6.3.3 Προστασία από εκρήξεις	39
Ζ. Κίνδυνοι και αξιολόγηση κινδύνων	39
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	40
A. Ταξινόμηση ψυκτικών μέσων σύμφωνα με το CLP	40
B. Ομάδες ασφαλείας σύμφωνα με το ISO 817	41
Γ. Παραδείγματα πιθανών πηγών ανάφλεξης.....	41
Δ. Προσωπικός Εξοπλισμός Προστασίας (ΠΕΠ).....	42
E. Εργαλεία και εξοπλισμός ασφαλείας	43
F. Λίστα ελέγχου αξιολόγησης κινδύνων στην τοποθεσία.....	44



GUIDELINE MAP



ΠΡΟΣΟΧΗ:

Αυτό το έγγραφο είναι ένας οδηγός και δεν μπορεί να αντικαταστήσει τις τοπικές ή εθνικές διατάξεις για την υγεία και την ασφάλεια, καθώς και τις υποχρεωτικές οδηγίες των κατασκευαστών που συμμορφώνονται με τα ισχύοντα πρότυπα και κανονισμούς.

1. Γενικά

Η αναθεώρηση του νέου Κανονισμού F-gas (EU) 2024/573 αύξησε τον αριθμό των αντλιών θερμότητας που χρησιμοποιούν μη φθοριούχα ψυκτικά μέσα στην αγορά. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στη χρήση ψυκτικών με υψηλότερη ευφλεκτότητα. Οι αντλίες θερμότητας με τέτοια ψυκτικά μπορεί να απαιτούν συγκεκριμένες συστάσεις, οι οποίες παρουσιάζονται σε αυτόν τον οδηγό για την παροχή πληροφοριών σχετικά με το σχετικό νομικό, κανονιστικό και τεχνικό περιεχόμενο. Οι στόχοι αυτού του οδηγού είναι οι κατασκευαστές, οι εγκαταστάτες, οι υδραυλικοί και οι σχετικοί επαγγελματίες που χειρίζονται το προϊόν στο πεδίο εφαρμογής αυτού του οδηγού καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, από το εργοστάσιο έως την απόρριψή του. Οι τελικοί χρήστες συμβουλεύονται πάντα να επικοινωνούν με τον υπεύθυνο χειριστή για υποστήριξη.

1.1 Πεδίο εφαρμογής

Αυτός ο οδηγός ισχύει για τη χειρισμό αυτόνομων αντλιών θερμότητας αέρα-νερού (AWHP) που εγκαθίστανται σε εξωτερικούς χώρους και περιέχουν ψυκτικά μέσα με υψηλότερη ευφλεκτότητα, όπως το R-290, για νοικοκυριά.

Φάσεις του κύκλου ζωής που καλύπτονται:

- Εκτίμηση κινδύνου στην τοποθεσία εγκατάστασης
- Τοποθεσία εγκατάστασης
- Αποθήκευση και μεταφορά
- Εγκατάσταση
- Εκκίνηση λειτουργίας
- Χρήση
- Συντήρηση και επισκευή
- Απενεργοποίηση, αφαίρεση και απόρριψη

1.2 Πληροφορίες για το ψυκτικό μέσο

Ένα κοινό παράδειγμα ψυκτικού μέσου που χρησιμοποιείται στα προϊόντα που καλύπτονται από αυτόν τον οδηγό είναι το R-290. Ένα ψυκτικό μέσο μπορεί να ταξινομηθεί σύμφωνα με τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς ή τα βιομηχανικά πρότυπα. Υπάρχει διάκριση μεταξύ αυτών των δύο μεθόδων ταξινόμησης. Σύμφωνα με τον Κανονισμό της ΕΕ, η επίσημη ταξινόμηση ασφαλείας είναι γνωστή ως CLP, που σημαίνει Ταξινόμηση, Επισήμανση και Συσκευασία ουσιών και μειγμάτων. Το ISO 817, ωστόσο, είναι το πρότυπο που αναφέρεται ευρέως στη βιομηχανία για την ταξινόμηση των ψυκτικών μέσων. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι κανονισμοί της ΕΕ και οι τοπικοί κανονισμοί υπερισχύουν των προτύπων και, επομένως, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται οι κατηγορίες CLP για να διασφαλιστεί η σαφής συμμόρφωση με τις αρμόδιες νομικές αρχές. Η ταξινόμηση των ψυκτικών μέσων σύμφωνα με τις δύο μεθόδους περιγράφεται στο Παράρτημα Α.

Το R-290 ταξινομείται ως ψυκτικό μέσο 1A σύμφωνα με την ταξινόμηση CLP και A3 σύμφωνα με το ISO 817. Και οι δύο ταξινομήσεις υποδηλώνουν υψηλότερη ευφλεκτότητα και χαμηλή τοξικότητα.

Είναι σημαντικό να σημειωθούν οι πηγές ανάφλεξης που θα μπορούσαν να υπάρχουν σε περίπτωση διαρροής ψυκτικού μέσου. Αυτές αναφέρονται στο Παράρτημα Γ.

2. Πιστοποίηση και επίδειξη ειδικών γνώσεων

Η εργασία σε ή γύρω από αντλίες θερμότητας απαιτεί ειδικές γνώσεις και χωρίζεται σε δύο κατηγορίες που απαιτούν διαφορετικές πιστοποιήσεις:

2.1 Εργασία έξω από το κύκλωμα ψυκτικού μέσου / χωρίς το άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου

Δεν απαιτείται πιστοποίηση στη χειρισμό ψυκτικών μέσων, ωστόσο, απαιτείται εξειδίκευση (εκπαίδευση, εμπειρία, οδηγίες) για την εκτέλεση εργασιών έξω από το κύκλωμα ψυκτικού μέσου, καθώς περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως η εκκίνηση λειτουργίας, η μεταφορά, η θέση σε λειτουργία, η εγκατάσταση, η λειτουργία, η γενική συντήρηση και η αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού.

Η εργασία έξω από το κύκλωμα ψυκτικού μέσου πρέπει να πραγματοποιείται από αρμόδια πρόσωπα που έχουν την απαιτούμενη ικανότητα για την αντίστοιχη εργασία, χρησιμοποιώντας κατάλληλα εργαλεία και PPE, διασφαλίζοντας ότι δεν υπάρχει διαρροή. Τα αρμόδια πρόσωπα συνιστάται να παρακολουθήσουν τις εκπαιδεύσεις προϊόντος των κατασκευαστών σχετικά με τη μεταφορά, την εγκατάσταση και την αποσυναρμολόγηση. Οι επόμενες ενότητες θα συμβουλευθούν περαιτέρω σχετικά με τις ενέργειες που πρέπει να ληφθούν εάν εντοπιστεί διαρροή.

2.2 Εργασία που περιλαμβάνει το άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου

Αυτή η εργασία περιλαμβάνει δραστηριότητες που απαιτούν το άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου, όπως ο έλεγχος κατά τη λειτουργία, ο έλεγχος διαρροών, η συντήρηση του κυκλώματος, η απενεργοποίηση, η απομάκρυνση του ψυκτικού μέσου, η πλήρωση με ψυκτικό μέσο και η αντικατάσταση στοιχείων του κυκλώματος ψυκτικού μέσου.

Η εξειδίκευση στη χειρισμό ψυκτικών μέσων αναγνωρίζεται εάν ο τεχνικός μπορεί να αποδείξει πιστοποίηση σύμφωνα με τον ισχύοντα Κανονισμό F-Gas 2024/573, η πιστοποίηση για όλους τους τύπους ψυκτικών μέσων είναι υποχρεωτική.

Εάν απαιτείται συγκόλληση ή ηλεκτροσυγκόλληση για την αντικατάσταση στοιχείων, να γνωρίζετε ότι ο ασφαλιστής μπορεί να απαιτήσει ο τεχνικός να έχει ολοκληρώσει μια εκπαίδευση ή να έχει λάβει άδεια να εκτελέσει εργασίες υψηλής θερμοκρασίας σύμφωνα με μια γραπτή διαδικασία. Οι τοπικές απαιτήσεις πρέπει να ελέγχονται σε όλες τις περιπτώσεις και πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλα εργαλεία και PPE.

2.3 Ορισμοί δραστηριοτήτων

Κατά την εργασία με τον εξοπλισμό, ένα αρμόδιο πρόσωπο μπορεί να εκτελέσει τις ακόλουθες δραστηριότητες [EN ISO 22712:2023(E)]

Εγκατάσταση:

Η τοποθέτηση των θεμελίων / εργασίες εδάφους ή η στερέωση, η τοποθέτηση / θέση και η ολοκλήρωση των υδραυλικών και ηλεκτρικών συνδέσεων του εξοπλισμού αντλίας θερμότητας.

Έλεγχος διαρροών:

Ο εντοπισμός εάν υπάρχει διαρροή ψυκτικού μέσου από το σύστημα ψύξης και, εάν ναι, ο εντοπισμός της ακριβούς θέσης της διαρροής και η αναφορά των αποτελεσμάτων χωρίς το άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου.

Θέση σε λειτουργία:

Έλεγχος ακεραιότητας και έναρξη λειτουργίας του συστήματος ψύξης για πρώτη φορά ή μετά από σημαντικές αλλαγές.

Εκκίνηση λειτουργίας:

Διασφάλιση ότι το σύστημα λειτουργεί σύμφωνα με τις προκαθορισμένες συνθήκες μετά την έναρξη λειτουργίας του συστήματος.

Έλεγχος κατά την λειτουργία:

Όλες οι δραστηριότητες που απαιτούνται για να ελεγχθεί εάν το σύστημα αντλίας θερμότητας συμμορφώνεται με τις προκαθορισμένες απαιτήσεις (π.χ. λειτουργικότητα, συσχέτιση θερμοκρασίας και πίεσης, έλεγχοι χωρητικότητας, έλεγχοι ποιότητας αρμών για ύπαρξη διάβρωσης).

Συντήρηση:

Διατήρηση ή επαναφορά ενός συστήματος αντλίας θερμότητας σε μια κατάσταση από την οποία μπορεί να παρέχεται η επιθυμητή λειτουργία, χωρίς ή με το άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου.

Απομάκρυνση ψυκτικού μέσου:

Η ανάκτηση του ψυκτικού μέσου από ένα κύκλωμα ψύξης.

Αποσυναρμολόγηση:

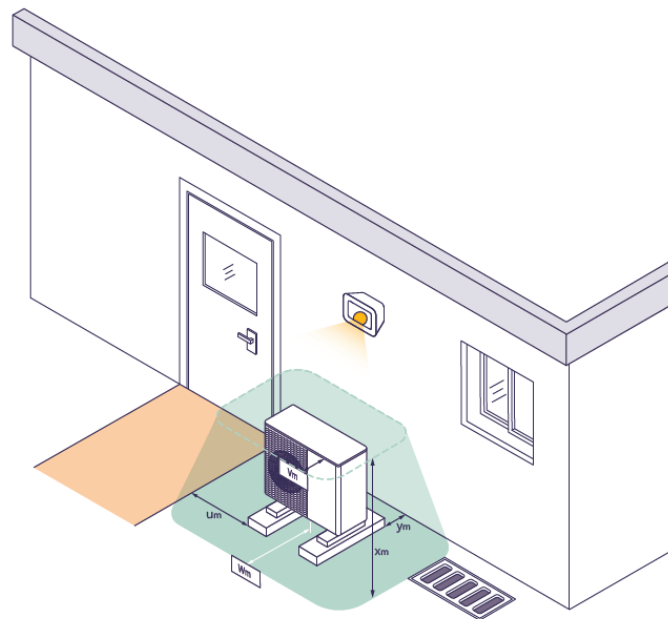
Αποσύνδεση των ηλεκτρικών και υδραυλικών συνδέσεων, αφαίρεση του εξοπλισμού από τη θέση του.

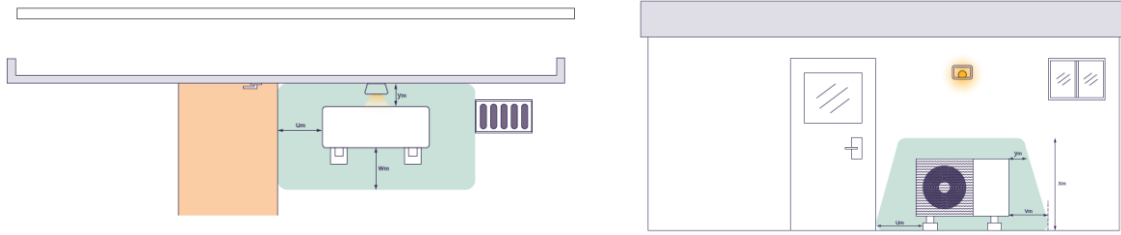
3. Τοποθεσία εγκατάστασης

Οι ακόλουθες συστάσεις είναι παραδείγματα οδηγιών που πρέπει να παρέχονται από τον κατασκευαστή. Οι οδηγίες του κατασκευαστή πρέπει να ακολουθούνται υπό όλες τις συνθήκες.

3.1 Εγκατάσταση σε επίπεδο εδάφους σε εξωτερικούς χώρους

Αυτά τα διαγράμματα είναι παραδείγματα και οι οδηγίες του κατασκευαστή για τις ελάχιστες αποστάσεις πρέπει να ακολουθούνται.





Για αντλίες θερμότητας που εγκαθίστανται έξω, πρέπει να διασφαλιστεί ότι σε περίπτωση διαρροής δεν μπορούν να εισέλθουν συγκεντρώσεις ψυκτικού μέσου που θα μπορούσαν να γίνουν εύφλεκτες στο κτίριο. Σε περίπτωση διαρροής ψυκτικού μέσου, πρέπει να διασφαλιστεί ότι δεν δημιουργείται κίνδυνος για άτομα σε εξωτερικούς χώρους ή σε γειτονικά κτίρια. Σε όλες τις περιπτώσεις, πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή σχετικά με τις απαιτήσεις για ελάχιστες αποστάσεις ασφαλείας ή άλλα μέτρα μετριασμού που προορίζονται να παρέχουν προστασία σε περίπτωση διαρροής ψυκτικού μέσου. Επιπλέον από τις οδηγίες του κατασκευαστή, συνιστάται μια διεξοδική εκτίμηση κινδύνου στην τοποθεσία, όπως αυτή που αναφέρεται στο Παράρτημα ΣΤ.

Εντός αυτών των ελάχιστων αποστάσεων, δεν πρέπει να υπάρχουν μόνιμες ή προσωρινές πηγές ανάφλεξης κατά τη διάρκεια κανονικής λειτουργίας, όπως αυτές που αναφέρονται στον πίνακα 1 στο Παράρτημα Γ.

Επιπλέον, εντός των ελάχιστων αποστάσεων, δεν πρέπει να υπάρχουν:

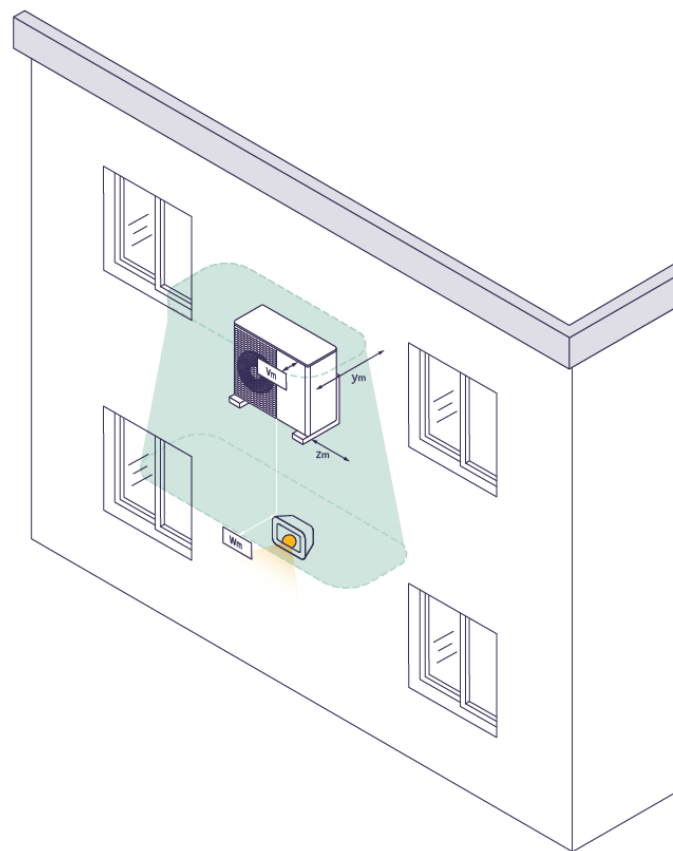
- Εισόδους κτιρίων όπως παράθυρα που μπορεί να ανοίξουν, πόρτες, φωταγωγούς, παράθυρα επίπεδης στέγης, ανοίγματα συστημάτων εξαερισμού.
- Όρια ιδιοκτησίας ή γειτονικές ιδιοκτησίες, πεζοδρόμια και οδούς, βαθούλωμα ή βαθούλωμα εδάφους.
- Ανοικτές εισόδους σε αποχετευτικά συστήματα και άξονες αποχέτευσης.

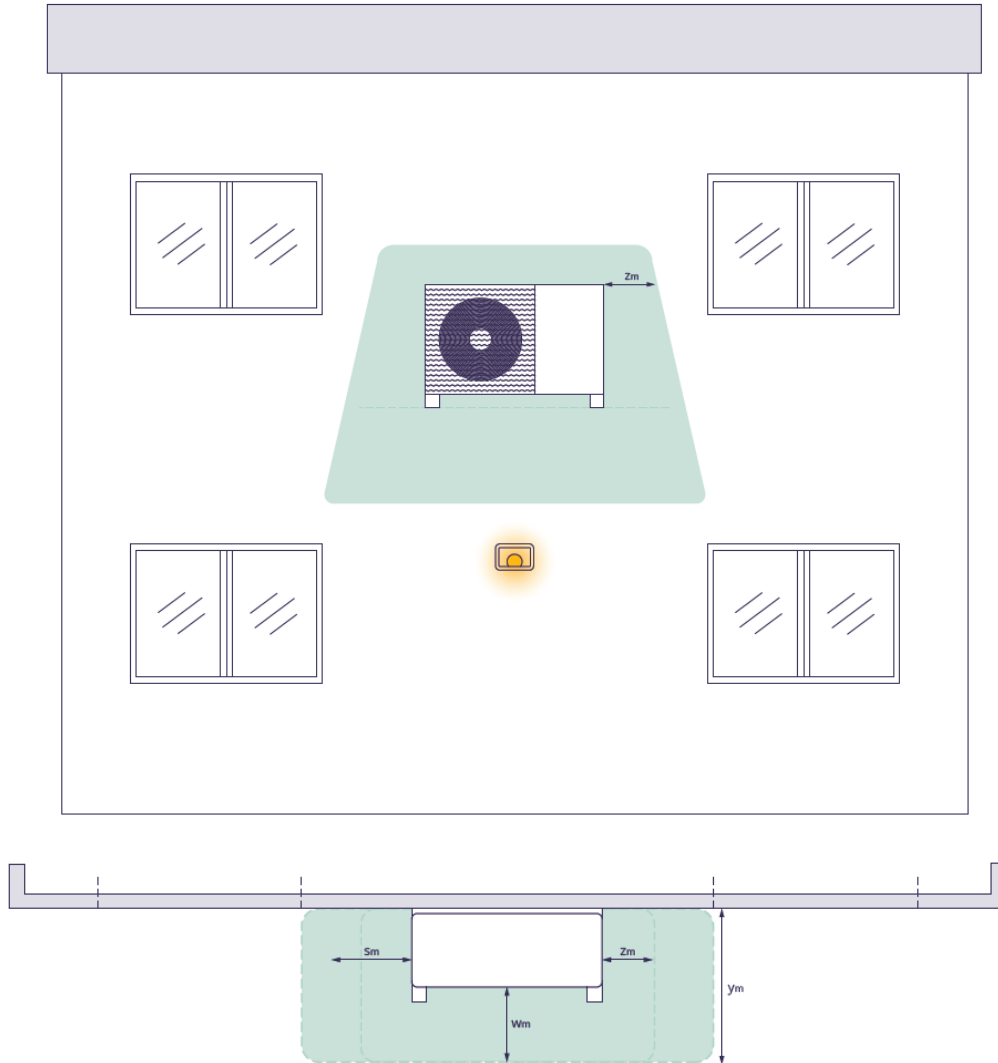
Οι ορισμοί των ελάχιστων αποστάσεων μπορούν να μοιάζουν με αυτούς που φαίνονται παραπάνω, ωστόσο, είναι ειδικοί για τον κατασκευαστή και μπορεί να διαφέρουν. Κατά την εγκατάσταση, πρέπει να ακολουθούνται οι ελάχιστες

αποστάσεις σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ο εγκαταστάτης πρέπει να ενημερώσει τον τελικό χρήστη για την ευθύνη του να διασφαλίζει ότι αυτές τηρούνται ανά πάσα στιγμή.

Εάν η τοποθεσία εγκατάστασης πρέπει να επιλεγεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην μπορούν να αποφευχθούν πιθανά ανοίγματα (βλ. παραπάνω λίστα) στις ελάχιστες αποστάσεις, είναι δυνατό να αλλάξει η περιοχή γύρω από την τοποθεσία εγκατάστασης μέσω μόνιμων και στεγανών φραγμών (π.χ. τοίχων ή χωρισμάτων). Πρέπει να τηρούνται οι πληροφορίες του κατασκευαστή, όπως οι αποστάσεις ή οι οδηγίες για εγκατάσταση σε γωνία ή κόγχη. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μια επέκταση των ελάχιστων αποστάσεων σε άλλες κατευθύνσεις αναλογικά. Σε όλες τις περιπτώσεις, θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι τόσο ο εξοπλισμός όσο και οποιαδήποτε εμπόδια γύρω του δεν είναι πιθανές αιτίες στασιμότητας αερίου.

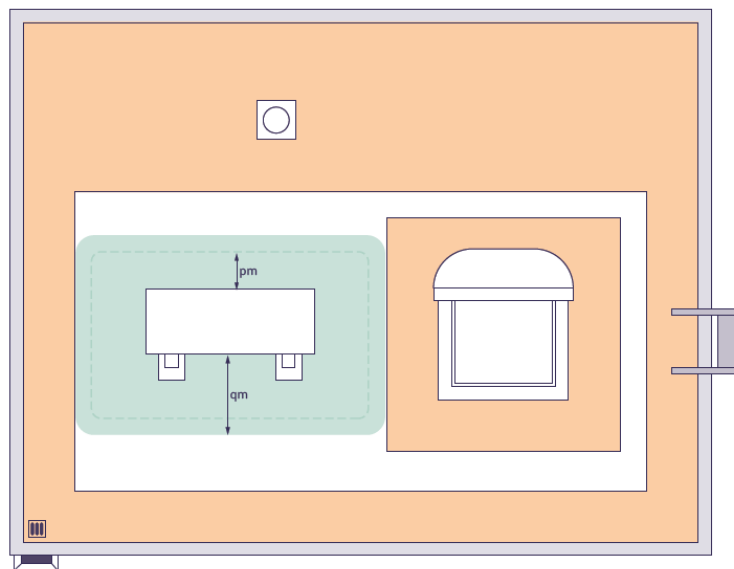
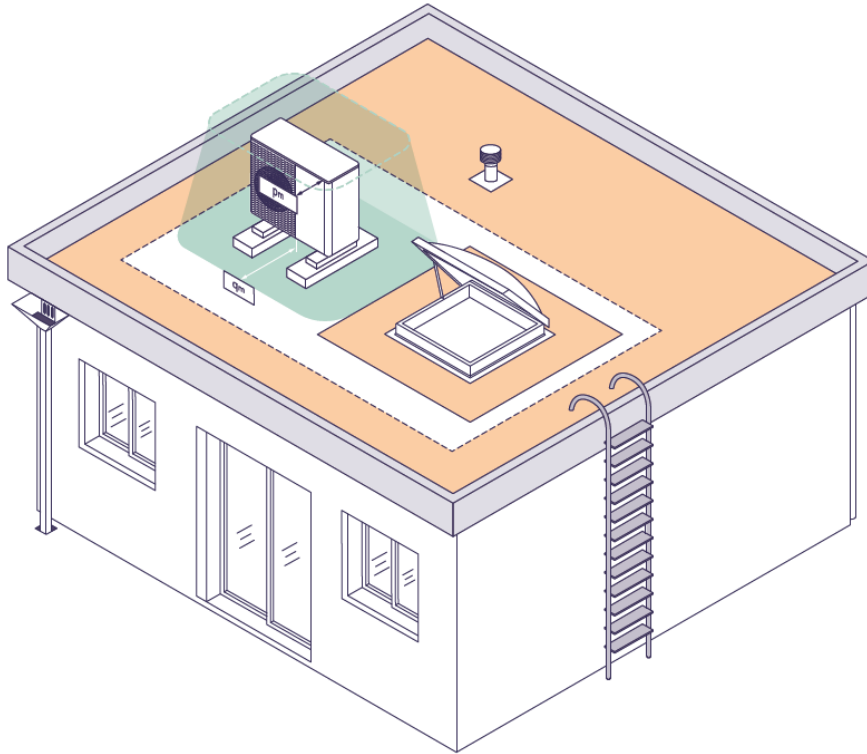
3.2 Εγκατάσταση σε τοίχο

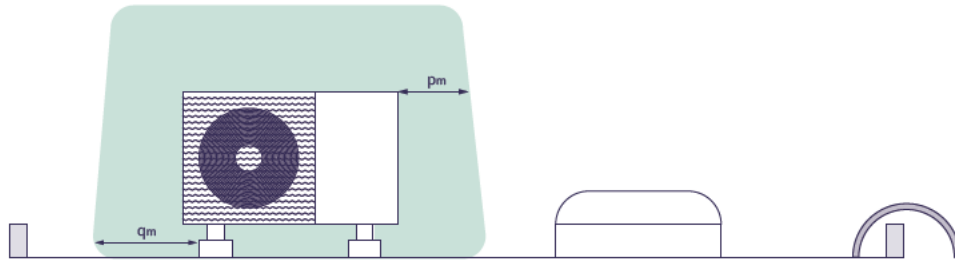




Για αντλίες θερμότητας που είναι στερεωμένες σε τοίχο, οι ελάχιστες αποστάσεις είναι οι ίδιες με αυτές των εγκαταστάσεων σε επίπεδο εδάφους.

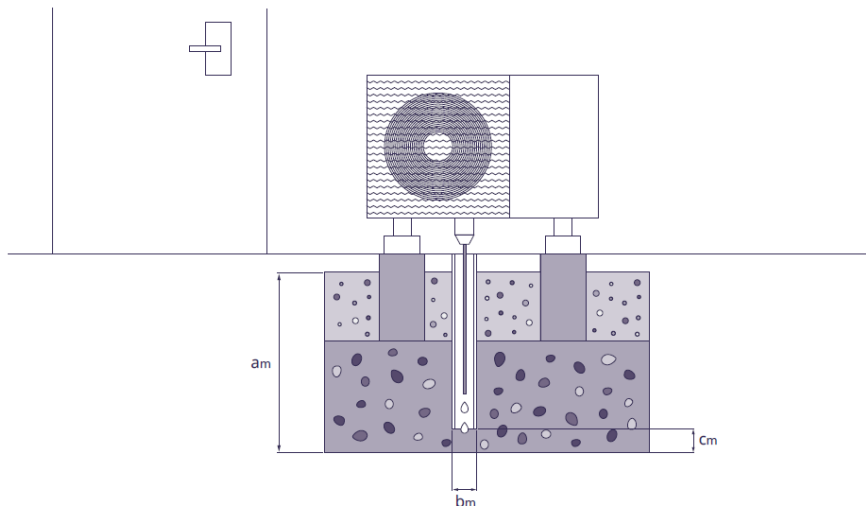
3.3 Εγκατάσταση σε στέγη/ταράτσα





Οι ίδιες απαιτήσεις ισχύουν για εγκαταστάσεις σε εξωτερικούς χώρους κοντά στο έδαφος. Επιπλέον, οι εξαεριστήρες στέγης και τα συστήματα αποστράγγισης στέγης δεν πρέπει να βρίσκονται εντός της περιοχής προστασίας. Σε περιοχές με περίφραξη, πρέπει να αποφεύγεται η συσσώρευση πυκνών αερίων.

3.4 Αποστράγγιση συμπυκνώματος



Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι η αποστράγγιση του συμπυκνώματος είναι ανθεκτική στον παγετό και δεν μπορεί να φραγεί, για παράδειγμα, από συσσωρεύσεις χιονιού, για να αποφευχθεί ο σχηματισμός πάγου στον εξατμιστή και η ζημιά που μπορεί να προκαλέσει διαρροή.

Οι αποστραγγιστικοί σωλήνες συμπυκνώματος δεν πρέπει να συνδέονται με κανένα σύστημα αποχέτευσης. Κατά τη διάρκεια μιας διαρροής ψυκτικού μέσου, το ψυκτικό μέσο θα μπορούσε να απορριφθεί στην αποχέτευση, δημιουργώντας πιθανώς ένα εύφλεκτο μείγμα μέσα σε αυτήν.

4. Χειρισμός του εξοπλισμού στην τοποθεσία

4.1 Χωρίς το άνοιγμα του κυκλώματος ψύξης

Κάθε κατασκευαστής αντλίας θερμότητας απαιτείται να συμμορφώνεται με όλους τους σχετικούς κανονισμούς με τη δήλωση συμμόρφωσης CE πριν από την τοποθέτηση των προϊόντων του στην αγορά. Αυτό σημαίνει ότι κάθε αντλία θερμότητας υποβάλλεται από τον κατασκευαστή σε δοκιμή αντοχής πίεσης, δοκιμή διαρροής και δοκιμή λειτουργίας των συσκευών ασφαλείας για τον περιορισμό της πίεσης.

Ωστόσο, εάν δεν χειριστεί σωστά κατά τη μεταφορά ή την εγκατάσταση, το ψυκτικό μέσο μπορεί να διαρρεύσει, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε εκρηκτική ατμόσφαιρα. Οι κατασκευαστές θα πρέπει να ενημερώνουν τα ενδιαφερόμενα μέρη για την ανάγκη λήψης μέτρων ασφαλείας για την πρόληψη πιθανών κινδύνων.

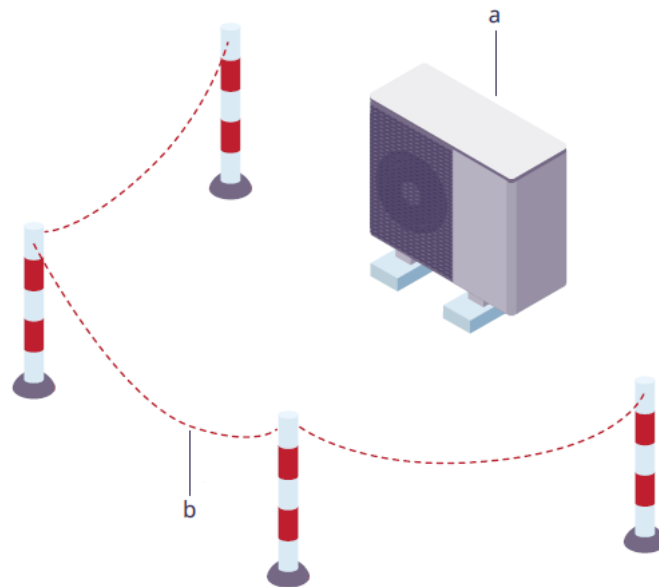
Συνιστάται να αποφεύγονται οι πηγές ανάφλεξης κατά την εργασία στην αντλία θερμότητας κατά τη διάρκεια της συναρμολόγησης, της εκκίνησης λειτουργίας και της γενικής συντήρησης. Αυτό περιλαμβάνει δραστηριότητες που μπορούν να δημιουργήσουν σπινθήρες ή/και υψηλές θερμοκρασίες.

Η εγκατάσταση μπορεί να πραγματοποιηθεί από προσωπικό με ειδικές γνώσεις χωρίς πιστοποίηση, εφόσον το κύκλωμα ψυκτικού μέσου δεν ανοίξει και τα μέτρα ασφαλείας είναι στη θέση τους εντός των ελάχιστων αποστάσεων.

Όταν ένα αρμόδιο πρόσωπο χρησιμοποιεί εργαλεία που ορίζονται από τον κατασκευαστή για την αραίωση ή τον εντοπισμό ενός πιθανού εύφλεκτου νέφους μέσω εξαερισμού ή ενός συστήματος ανίχνευσης αερίων αντίστοιχα, μπορεί κανείς να θεωρήσει τη ζώνη ως μη επικίνδυνη και να χρησιμοποιήσει τα κανονικά

προβλεπόμενα εργαλεία κατάλληλα για την εργασία (ο ανιχνευτής αερίων και ο ανεμιστήρας πρέπει να έχουν έγκριση ATEX). Προσοχή: η χρήση ενός ανεμιστήρα αραιώσης μπορεί να καθιστά αδύνατο τον εντοπισμό της διαρροής ψυκτικού μέσου, καθώς η διαρροή θα αραιωθεί.

Όταν εντοπιστεί διαρροή από προσωπικό χωρίς πιστοποίηση, δεν επιτρέπεται να μετριάσει ή να λύσει το πρόβλημα, καθώς μπορεί να αυξήσει ακούσια τον κίνδυνο επεκτείνοντας το εύφλεκτο νέφος ή εισάγοντας πηγές ανάφλεξης στην εύφλεκτη ζώνη. Συνιστάται να απομακρυνθούν και να ασφαλισουν την περιοχή εργασίας, όπως φαίνεται παρακάτω, και να καλέσουν ένα πιστοποιημένο άτομο ή την πυροσβεστική για να διασφαλίσουν την ασφαλή χειρισμό της διαρροής.



a. Heat Pump b. Bollards

Οι συστάσεις για τον κατασκευαστή για τα μέτρα ασφαλείας που συνιστώνται να ληφθούν μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Φορά Προσωπικού Προστατευτικού Εξοπλισμού (PPE). Ανατρέξτε στο παράρτημα για μια λίστα με τον κατάλληλο PPE.
- Χρήση μόνο εργαλείων που έχουν εγκριθεί για τη ζώνη ασφαλείας στην οποία εργάζεστε.

- Ασφάλιση και σήμανση της περιοχής εργασίας και απομάκρυνση πηγών ανάφλεξης εντός της περιοχής εργασίας (π.χ. ηλεκτρικά εργαλεία, υπολογιστές κ.λπ.).
- Χρήση συστήματος παρακολούθησης αερίων, φορητού εξοπλισμού εξαερισμού ανθεκτικού σε εκρήξεις και πυροσβεστήρα.
- Διασφάλιση επαρκούς εξαερισμού.
- Σύνδεση γείωσης σύμφωνα με τις οδηγίες και τον τύπο της εγκατάστασης.
- Οι διελεύσεις καλωδίων και σωλήνων στο κτίριο πρέπει να είναι αεροστεγείς.
- Η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος είναι διαμορφωμένη με τέτοιο τρόπο ώστε κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης ο εξοπλισμός να μπορεί να αποενεργοποιηθεί σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης.

Για τη μεταφορά και την αποθήκευση του εξοπλισμού για τη λειτουργία στην τοποθεσία, δείτε το κεφάλαιο 8.

Όταν πλησιάζετε και ανοίγετε το περίβλημα του εξοπλισμού, συνιστάται να ακολουθείτε πάντα τα παρακάτω βήματα:

- 1.** Φορέστε τον κατάλληλο PPE: Ενδύματα ασφαλή για ESD, παπούτσια ασφαλείας ESD, Προσωπικός Ανιχνευτής Αερίων κ.λπ.
- 2.** Χρησιμοποιήστε τα κατάλληλα εργαλεία και μέτρα ασφαλείας: Πυροσβεστήρας, Πιστοποιημένος ανιχνευτής διαρροών HC κ.λπ.
- 3.** Ενεργοποιήστε και βαθμονομήστε τον Προσωπικό ανιχνευτή αερίων και τον Ανιχνευτή διαρροών HC τουλάχιστον 10 μέτρα από τον εξοπλισμό.
- 4.** Ελέγξτε κάτω και γύρω από τον εξοπλισμό χρησιμοποιώντας τον ανιχνευτή διαρροών HC.
- 5.** Εάν δεν υπάρχει αέριο κατά τη διάρκεια του βήματος 4, ανοίξτε το περίβλημα με κατσαβίδι χωρίς σπινθήρες.
- 6.** Αναζητήστε μέσα στον εξοπλισμό χρησιμοποιώντας τον ανιχνευτή διαρροών HC.

- 7.** Εάν δεν υπάρχει αέριο, τοποθετήστε τον Ανιχνευτή διαρροών HC στο εσωτερικό του εξοπλισμού στο κάτω μέρος για να μετρήσετε οποιοδήποτε διαρρέον ψυκτικό μέσο κατά τη διάρκεια της εργασίας.
- 8.** Εάν σε οποιοδήποτε από τα βήματα υπάρχει μέτρηση διαρροής αερίου, απομακρυνθείτε από τον εξοπλισμό και καλέστε για βοήθεια από ένα πιστοποιημένο άτομο ή την πυροσβεστική για να διασφαλίσετε την ασφαλή χειρισμό της διαρροής και να ασφαλίσετε την περιοχή εργασίας.

4.1.1 Εγκατάσταση και εκκίνηση λειτουργίας

Οι αντλίες θερμότητας πρέπει να τεθούν σε λειτουργία βήμα προς βήμα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και πρέπει να εκτελούνται μόνο από προσωπικό με ειδικές γνώσεις. Ο τύπος της πιστοποίησης εξαρτάται από τον τύπο του συστήματος και τις εργασίες που πρέπει να εκτελεστούν (π.χ. εργασίες στο κύκλωμα ψυκτικού μέσου). Για περισσότερες πληροφορίες, δείτε το Κεφάλαιο 2.1 Πιστοποίηση.

Πριν από την εκκίνηση λειτουργίας, ελέγξτε ότι η εγκατάσταση έχει πραγματοποιηθεί σωστά σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Αυτό περιλαμβάνει τις συνθήκες εγκατάστασης ανάλογα με το ψυκτικό μέσο, καθώς και τις ηλεκτρικές και υδραυλικές συνδέσεις.

Κατά την εγκατάσταση και την εκκίνηση λειτουργίας του εξοπλισμού, είναι πολύ σημαντικό να αφαιρεθεί όλος ο αέρας από το υδραυλικό κύκλωμα.

Ο κατασκευαστής θα πρέπει να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους που σχετίζονται με την κατάψυξη του ρευστού μεταφοράς θερμότητας στο δευτερεύον κύκλωμα και μπορεί να προσθέσει προτάσεις και αναφορές στα πιθανά μέτρα που προβλέπονται από το ισχύον πρότυπο για την μετρίασμό παρόμοιων κινδύνων. Οι κατασκευαστές θα πρέπει να καθορίζουν ποιους τύπους δευτερευόντων ρευστών μεταφοράς θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν, μαζί με την αντίστοιχη ρύθμιση του αισθητήρα παγετού για την προστασία από την κατάψυξη στον δευτερεύοντα εναλλάκτη θερμότητας. Επιπλέον, θα πρέπει να

διασφαλίζουν ότι τα μέτρα μετριασμού, όπως οι διαχωριστές αερίων, λειτουργούν σωστά.

Σε περίπτωση διαρροής ψυκτικού μέσου στο κύκλωμα θέρμανσης, πρέπει να διασφαλιστεί ότι καμία κρίσιμη ποσότητα εύφλεκτου ψυκτικού μέσου δεν μπορεί να διαφύγει μέσω αυτόματων αεραγωγών, βαλβίδων ασφαλείας πίεσης ή αεραγωγών καλοριφέρ στο κτίριο. Πρέπει να τηρούνται οι προδιαγραφές του κατασκευαστή σχετικά με τις συσκευές αερισμού, τις βαλβίδες ασφαλείας πίεσης (ελάχιστη πίεση ανοίγματος) ή άλλα αντισυμβατικά μέτρα.

4.1.2 Έλεγχος

Σύμφωνα με το ISO 5149-4, EN378-4 (Παράρτημα Δ), ο έλεγχος πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ζωής του συστήματος και πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Σε περίπτωση διαρροής, μπορεί να υπάρχουν εκρηκτικά μείγματα. Προσεγγίστε την περιοχή χρησιμοποιώντας έναν ανιχνευτή διαρροών. Εάν εντοπιστεί διαρροή, απομακρυνθείτε και ασφαλίστε την περιοχή εργασίας και καλέστε ένα πιστοποιημένο άτομο ή την πυροσβεστική για να διασφαλίσετε την ασφαλή χειρισμό της διαρροής. Όταν παρεμβαίνετε, βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχει πηγή ανάφλεξης στην περιοχή. Ένας κατάλογος ελέγχου, όπως αναφέρεται στο EN378-2 (Παράρτημα Γ), προτείνει τις ακόλουθες ενέργειες. Εάν οποιαδήποτε από τις ακόλουθες ενέργειες απαιτεί το άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου, συνιστάται να ακολουθηθεί η διαδικασία στην ενότητα 4.2.

- Έλεγχος για ζημιά στον εξοπλισμό.
- Έλεγχος ότι όλα τα στοιχεία είναι όπως ορίζει ο κατασκευαστής.
- Έλεγχος ότι οι συσκευές ασφαλείας είναι παρόντες.
- Έλεγχος ότι οι συσκευές και οι διατάξεις για την προστασία της ασφαλείας είναι παρόντες.
- Έλεγχος των οδηγιών και των κατευθύνσεων για την αποφυγή σκόπιμης εκκένωσης του ψυκτικού μέσου στο περιβάλλον.

- Σύγκριση της εγκατάστασης με τα σχέδια του συστήματος από τις οδηγίες λειτουργίας.
- Έλεγχος των δονήσεων και των κινήσεων που προκαλούνται από τη θερμοκρασία και την πίεση υπό συνθήκες λειτουργίας.
- Έλεγχος των εξαρτημάτων και των βαλβίδων εγκατάστασης.
- Έλεγχος των στηριγμάτων και της στερέωσης.
- Έλεγχος της προστασίας από μηχανική βλάβη.
- Έλεγχος της προστασίας των κινούμενων μερών.

4.2 Άνοιγμα του κυκλώματος ψύξης

Όλες οι εργασίες που περιγράφονται σε αυτήν την ενότητα πρέπει να εκτελούνται μόνο από προσωπικό με ειδικές γνώσεις και πιστοποίηση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, τον Κανονισμό F-gas 2024/573 και όλους τους ισχύοντες εθνικούς/τοπικούς κανονισμούς.

4.2.1 Συντήρηση, Εξυπηρέτηση και Επισκευή

Εκτός από τη διαδικασία που αναφέρεται στο 4.1, ένα παράδειγμα πρόσθετων οδηγιών ασφαλείας ειδικά για τη συντήρηση, την εξυπηρέτηση και την επισκευή συνιστώνται παρακάτω:

- Για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος, πρέπει να εκτελεστεί μια εκτίμηση κινδύνου στην τοποθεσία σύμφωνα με τις οδηγίες εγκατάστασης πριν από την εκτέλεση ρουτίνων εργασιών στον εξοπλισμό.
- Όλα τα άτομα στην άμεση γειτνίαση πρέπει να ενημερωθούν για τους πιθανούς κινδύνους και να ζητηθεί να συμμορφωθούν με τα μέτρα ασφαλείας. Η άμεση γειτνίαση πρέπει να θεωρείται τουλάχιστον η ζώνη ασφαλείας που περιγράφεται στις οδηγίες εγκατάστασης από τον κατασκευαστή.

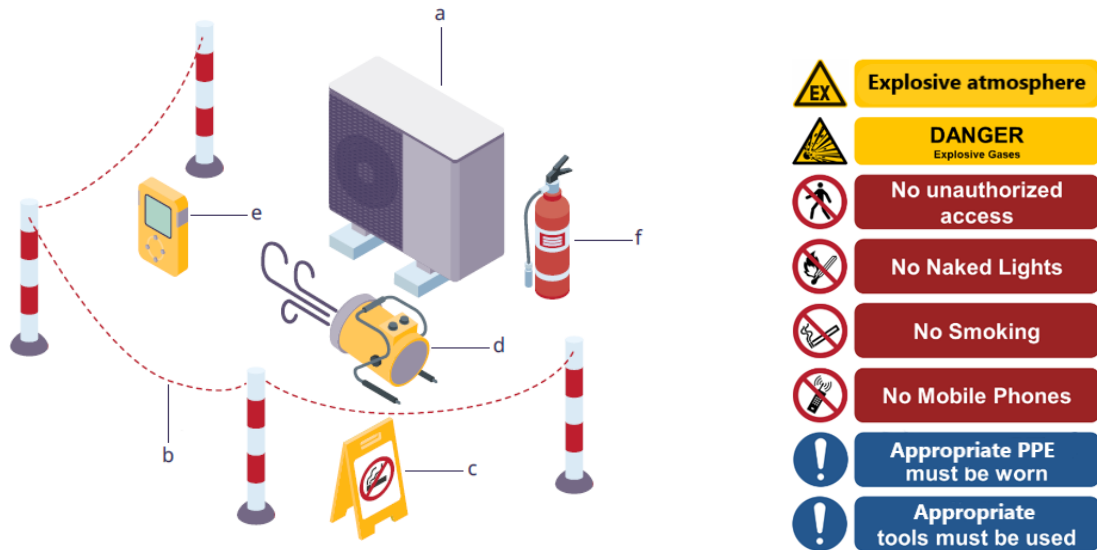
- Τοποθετήστε πινακίδες πληροφοριών στα όρια της ζώνης ασφαλείας.
- Ο προσωπικός ανιχνευτής αερίων και ο πιστοποιημένος ανιχνευτής διαρροών HC πρέπει να ρυθμιστούν και να βαθμονομηθούν εκ των προτέρων σε ένα ουδέτερο περιβάλλον σε μέγιστο 20% του κατώτερου ορίου εκρηκτικότητας (LEL) όπως ορίζεται στις οδηγίες λειτουργίας του ανιχνευτή.
- Πριν ανοίξετε τα κουτιά ελέγχου και τα ντουλάπια ελέγχου, η συσκευή πρέπει να αποενεργοποιηθεί πλήρως και οι πυκνωτές πρέπει να εκφορτιστούν. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι μπορεί να υπάρχουν πυκνωτές ή μπαταρίες που μπορεί να είναι φορτισμένες μετά την απενεργοποίηση της τροφοδοσίας.
- Πάντα εκτελέστε εργασίες στο ανοιχτό σύστημα ψύξης υπό σταθερή ροή αδρανούς αερίου, διαδικασία που εξηγείται παρακάτω. Παραδείγματα αδρανούς αερίου είναι το Άζωτο, το Αργό και το Διοξείδιο του Άνθρακα.

Μόλις διασφαλιστούν τα μέτρα ασφαλείας σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και όπως περιγράφεται στο προηγούμενο κεφάλαιο, μπορεί να ακολουθηθεί η ακόλουθη διαδικασία, όπως ισχύει, για τις παρακάτω ενέργειες που περιλαμβάνουν το άνοιγμα του κυκλώματος ψυκτικού μέσου.

Σημειώστε ότι σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης το ψυκτικό μέσο μπορεί να διαρρεύσει σύμφωνα με το μοντέλο καπέλου όπως φαίνεται στο Σχήμα A.4a στο EN IEC 60079-10-1. Αυτό είναι ένα παράδειγμα απεικόνισης και δεν είναι εξαντλητικό. Ανατρέξτε στο εγχειρίδιο εξυπηρέτησης του κατασκευαστή.

Όταν ανοίγετε το κύκλωμα ψυκτικού μέσου ή παρουσία εκρηκτικής ατμόσφαιρας, πρέπει να παρέχεται επαρκής εξαερισμός, να αποφεύγονται οι πηγές ανάφλεξης και να γίνεται συνεχής παρακολούθηση της παρουσίας του ψυκτικού μέσου. Ένα

παράδειγμα απεικόνισης μιας ζώνης ασφαλείας φαίνεται παρακάτω:



a. Heat Pump b. Bollards c. Safety sign d. ATEX approved fan
e. Gas detector f. Fire Extinguisher

Σημειώστε ότι η ζώνη ασφαλείας πρέπει να αξιολογηθεί σύμφωνα με το ρυθμό διαρροής και τις συνθήκες στην τοποθεσία και πρέπει να σημειωθεί σύμφωνα με το ISO 7010:2019.

Να γνωρίζετε ότι κτίρια και ανοίγματα κτιρίων μπορεί να υπάρχουν εντός της ζώνης ασφαλείας. Διασφαλίστε επαρκή εξαερισμό στην ζώνη ασφαλείας για να διασφαλιστεί ότι οποιοδήποτε διαρρέον ψυκτικό μέσο αραιώνεται. Εάν δεν υπάρχει επαρκής εξαερισμός, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας ανεμιστήρας με έγκριση ATEX. Αναφερόμενα πρότυπα για τις ακόλουθες διαδικασίες είναι το EN ISO 22712:2023, το EN IEC 60335-2-40:2024 (Παράρτημα ΔΔ), το EN IEC 60335-2-40:2024/A11:2024, το EN 378-2: 2016, το EN 378-3: 2016 και το ISO 5149-4:2022.

Ανάκτηση ψυκτικού μέσου από το σύστημα:

- Διασφαλίστε ότι χρησιμοποιούνται κατάλληλοι κύλινδροι ανάκτησης, εξοπλισμός ανάκτησης και αντλία κενού ελέγχοντας την χωρητικότητα και τον τύπο του ψυκτικού μέσου.
- Κατά τη διάρκεια της ανάκτησης, ελέγξτε όλες τις βαλβίδες και τους σωλήνες με έναν κατάλληλο ανιχνευτή διαρροών για να εντοπίσετε οποιοδήποτε διαρρέον ψυκτικό μέσο. Συνιστάται να κενώσετε το κύκλωμα ψυκτικού μέσου έως 300 Pa.
- Η διαδικασία ανάκτησης μπορεί να χρειαστεί να επαναληφθεί χρησιμοποιώντας τη διαδικασία καθαρισμού με αδρανές αέριο που περιγράφεται παρακάτω, καθώς μια μικρή ποσότητα του ψυκτικού μέσου μπορεί να είναι παρόντα στο λάδι του συμπιεστή μετά την ανάκτηση.
- Μετά την ανάκτηση, συνιστάται να ανοίξετε τις βαλβίδες στους σωλήνες σε μια καλά αεριζόμενη εξωτερική περιοχή για να αφαιρέσετε οποιοδήποτε υπόλοιπο ψυκτικό μέσο.
- Παρακολουθήστε τη λειτουργία ανάκτησης ανά πάσα στιγμή.

Απομάκρυνση ψυκτικού μέσου από το λάδι στα στοιχεία:

- Ακόμα και μετά την εξαγωγή του ψυκτικού μέσου από το σύστημα, υπολείμματα ψυκτικού μέσου μπορεί να παραμείνουν διαλυμένα στο λάδι του συμπιεστή για σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα και να συνεχίσουν να εξατμίζονται.

Διαδικασία καθαρισμού με αδρανές αέριο:

- Συνδέστε το κύκλωμα ψυκτικού μέσου και τον κύλινδρο αδρανούς αερίου χρησιμοποιώντας τον ρυθμιστή. Συνδέστε έναν κατάλληλο σωλήνα από την εξαεριστική του κυκλώματος σε μια ασφαλή περιοχή εκκένωσης.
- Ανοίξτε τη βαλβίδα ρυθμιστή στον κύλινδρο αδρανούς αερίου σε 1.0 barG, και ξεπλύνετε το αδρανές αέριο μέσω ολόκληρου του συστήματος ή του τμήματος που επισκευάζεται έως ότου δεν ανιχνευθεί συγκέντρωση εύφλεκτου ψυκτικού μέσου στην περιοχή εκκένωσης.
- Μετακινήστε το σημείο σύνδεσης στο κύκλωμα ψυκτικού μέσου σε μια θέση όσο το δυνατόν πιο μακριά από το αρχικό σημείο, και ξεπλύνετε ξανά έως ότου δεν ανιχνευθεί συγκέντρωση εύφλεκτου ψυκτικού μέσου.
- Επαναλάβετε αυτήν τη διαδικασία, όπως περιγράφεται επίσης στο ISO 22712 και στο ISO 5149-4, αλλάζοντας σημεία σύνδεσης και ξεπλύνοντας έως ότου δεν υπάρχει ανιχνεύσιμη συγκέντρωση εύφλεκτου ψυκτικού μέσου.
- Αυτό το ξέπλυμα διασφαλίζει ότι δεν παραμένει ψυκτικό μέσο παγιδευμένο στο λάδι. Για να αποφευχθούν κίνδυνοι από εξατμιζόμενο προπάνιο δεσμευμένο στο λάδι, το αδρανές αέριο πρέπει να ρέει συνεχώς μέσω του κυκλώματος κατά τη διάρκεια εργασιών στο σύστημα αντλίας θερμότητας.
- Κατά το ξέπλυμα, χρησιμοποιήστε έναν ανιχνευτή διαρροών και παρακολουθείστε συνεχώς για να διασφαλίσετε ότι κανένα εύφλεκτο νέφος δεν συγκεντρώνεται στην έξοδο. Στην περιοχή όπου απελευθερώνεται το αέριο, τα υπολείμματα ψυκτικού αερίου με αδρανές αέριο μπορούν να αραιωθούν με τον ανεμιστήρα με έγκριση ATEX και πρέπει να είναι ελεύθερα από πηγές ανάφλεξης ή εναλλακτικά μπορούν να καούν με μια φορητή φλόγα αερίου.

Μην ανοίγετε το σύστημα έως ότου το ψυκτικό μέσο έχει αφαιρεθεί πλήρως.

Καθαρισμός, επισκευή ή αντικατάσταση στοιχείων ψυκτικού μέσου

- Ανάλογα με τα προϊόντα, είναι δυνατές διαφορετικές σενάρια, όπως η δυνατότητα και η αναγκαιότητα συγκόλλησης, και η διαθεσιμότητα θυρών εξυπηρέτησης. Οι κατασκευαστές θα πρέπει να διευκρινίζουν τη διαδικασία στους επαγγελματίες.

Χειρισμός αφαιρεθέντων στοιχείων

- Τα στοιχεία ψύξης στα οποία μπορεί να υπάρχουν υπολείμματα λαδιού συμπίεστη πρέπει να χειρίζονται με ιδιαίτερη προσοχή. Τοποθετήστε το ανοιχτό δοχείο με λάδι σε μια ασφαλή περιοχή και διασφαλίστε ότι όλο το ψυκτικό μέσο έχει εξατμιστεί πριν το μεταφέρετε σε ένα μεταλλικό δοχείο.
- Όταν τα στοιχεία μπορούν να σφραγιστούν, τα επηρεαζόμενα στοιχεία πρέπει να ξεπλυθούν με άζωτο και να σφραγιστούν υπό άζωτο σε ατμοσφαιρική πίεση.
- Όταν τα στοιχεία δεν μπορούν να σφραγιστούν, μεταφέρετέ τα σε μια αεριζόμενη τοποθεσία και αποθηκεύστε τα. Εμφανίστε πινακίδες προσοχής για να διασφαλιστεί ότι κανείς δεν μπορεί να πλησιάσει τα στοιχεία ή να φέρει πηγές ανάφλεξης. Για τη μεταφορά αποσυναρμολογημένων στοιχείων, πρέπει να τοποθετούνται με τρόπο που αποτρέπει τη διαρροή και τη συσσώρευση ψυκτικού μέσου κατά τη μεταφορά.
- Υποδείξτε τον κίνδυνο εξάτμισης ψυκτικού μέσου. Αυτό πρέπει να είναι σαφώς ορατό έως ότου το στοιχείο ή το λάδι απορριφθεί σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.

- Μια ετικέτα πρέπει να επικολληθεί για να υποδείξει τον κίνδυνο εξάτμισης ψυκτικού μέσου. Αυτό πρέπει να είναι σαφώς ορατό έως ότου το στοιχείο ή το λάδι απορριφθεί σύμφωνα με τους κανονισμούς.
- Πρέπει να ακολουθούνται οι κανονισμοί της ΕΕ, εθνικοί ή τοπικοί για τη σωστή απόρριψη.

Έλεγχος στεγανότητας

- Πριν από τη φόρτωση ψυκτικού μέσου, εκτελέστε τον έλεγχο πίεσης και διαρροής.
- Πρέπει να πραγματοποιηθούν οι προβλεπόμενοι από τον κατασκευαστή έλεγχοι ασφαλείας (π.χ. δοκιμή διακόπτη πίεσης, εξισορρόπηση δυναμικού κ.λπ.)

Φόρτωση ψυκτικού μέσου

- Πριν από τη φόρτωση, επιβεβαιώστε ότι ο τύπος του ψυκτικού μέσου είναι σωστός και ότι η ποσότητα του ψυκτικού μέσου είναι επαρκής.
- Αποφύγετε την είσοδο αέρα στο κύκλωμα ψυκτικού μέσου για να μειώσετε τον κίνδυνο πυρκαγιάς ή έκρηξης κατά τη λειτουργία.
- Μην υπερφορτώνετε το κύκλωμα ψυκτικού μέσου.

Δοκιμαστική λειτουργία, ανίχνευση διαρροών και τελικές εργασίες

- Με τον εξοπλισμό σε λειτουργία, ελέγξτε την απόδοση του εξοπλισμού και τον τελικό έλεγχο διαρροών, με ιδιαίτερη προσοχή στην αποκατάσταση της στεγανότητας των σφραγισμένων τμημάτων του περιβλήματος.
- Ελέγξτε τις πινακίδες προειδοποίησης για ορατότητα και αναγνωσιμότητα.

Προσοχή καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας:

- Μην απελευθερώνετε ψυκτικό μέσο μέσα σε ένα κτίριο ή δημόσια περιοχή.

4.2.2 Απενεργοποίηση και απόρριψη

Πριν εργαστείτε στο κύκλωμα ψυκτικού μέσου ή σε σφραγισμένα περιβλήματα, πρέπει να πληρούνται τα παραπάνω σημεία. Οι οδηγίες εγκατάστασης παραμένουν σε ισχύ όσο η συσκευή είναι γεμάτη με ψυκτικό μέσο ή λάδι.

Το υγρό του δευτερεύοντος κυκλώματος νερό πρέπει να αφαιρεθεί πλήρως από τους σωλήνες σύνδεσης και τον συμπυκνωτή για να αποφευχθεί η ζημιά από παγετό.

Αναμένεται ότι η προσωρινή αποθήκευση μπορεί να γίνει σε περιοχές όπου ο εξοπλισμός μπορεί να αποθηκευτεί σε περιοχές που δεν συμμορφώνονται με τους περιορισμούς εγκατάστασης (βλ. κεφάλαιο 3), όπως σε δημόσιους χώρους συλλογής απορριμμάτων και προσωρινές αποθήκες εγκαταστάσεων επεξεργασίας απορριμμάτων, οι κατασκευαστές θα πρέπει να διευκρινίζουν τα ακόλουθα βήματα μετά την απενεργοποίηση:

- Εξαγάγετε το ψυκτικό μέσο σύμφωνα με τους εθνικούς κανονισμούς.
- Δημιουργήστε κενό στο κύκλωμα ψυκτικού μέσου.
- Ξεπλύνετε το κύκλωμα ψυκτικού μέσου με αδρανές αέριο για τουλάχιστον 5 λεπτά.
- Δημιουργήστε κενό στο κύκλωμα ψυκτικού μέσου ξανά.
- Ακολουθήστε τη διαδικασία ξεπλύματος με άζωτο.
- Σύμφωνα με το EN60335-2-40 (Παράρτημα ΔΔ), επικολλήστε μια ετικέτα που δηλώνει ότι έχει απενεργοποιηθεί, αδειάσει από ψυκτικό μέσο και ότι υπάρχει φορτίο αδρανούς αερίου, μαζί με την πίεσή του. Η ετικέτα πρέπει να ημερομνηθιστεί και να υπογραφεί.

Σημείωση: Η περίοδος κενού των 5 λεπτών μπορεί να μην είναι επαρκής για την πλήρη αφαίρεση του ψυκτικού μέσου από το λάδι. Η απελευθέρωση της πίεσης στο κύκλωμα ψυκτικού μέσου μπορεί να οδηγήσει σε περαιτέρω διαρροή ψυκτικού μέσου και πιθανώς στη δημιουργία ενός εκρηκτικού μείγματος. Επομένως, μεμονωμένα στοιχεία όπως οι συμπιεστές πρέπει επίσης να σφραγίζονται κατά τη μεταφορά.

Επιπλέον, πρέπει να παρέχονται και να είναι διαθέσιμες στο διαδίκτυο σχετικές πληροφορίες για τους τεχνικούς. Επιπλέον, η σήμανση στον εξοπλισμό είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την ευαισθητοποίηση των τελικών χρηστών, των

τεχνικών, των μεταφορέων και των υπευθύνων εγκαταστάσεων επεξεργασίας απορριμμάτων. (Δείτε επίσης το κεφάλαιο 5 Σήμανση και τεκμηρίωση) Οι οδηγίες και οι σημάνσεις θα πρέπει να περιλαμβάνουν τον τρόπο μεταφοράς του εξοπλισμού και των στοιχείων σε εξουσιοδοτημένες εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων.

Οι πλήρεις συσκευές μπορούν να απορριφθούν μόνο από εταιρείες εξουσιοδοτημένες για απόρριψη. Αν και ο εξοπλισμός πρέπει να αδειάσει από ψυκτικό μέσο πριν μεταφερθεί στην εγκατάσταση απόρριψης, συνιστάται για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων να λαμβάνουν υπόψη τα ακόλουθα:

- Δημιουργήστε ένα περιβάλλον χωρίς εκρήξεις: Παράσχετε επαρκή εξαερισμό, αφαιρέστε πηγές ανάφλεξης, δημιουργήστε μια ιδέα και μια πολιτική προστασίας από εκρήξεις.
- Προστατέψτε τον εξοπλισμό από ζημιές.
- Ο μέγιστος αριθμός εξοπλισμού που μπορεί να αποθηκευτεί στην ίδια τοποθεσία καθορίζεται από τη νομοθεσία.

5. Labelling and documentation

5.1 Labelling

Every heat pump must bear a clearly legible nameplate that must not be removed or covered.

The nameplate contains among others the following information:

- Refrigerant number in accordance with ISO 817
- Refrigerant charge (kg)
- when necessary, additional marking of the refrigerant refill quantity during commissioning
- maximum allowable pressure(s) (PS)

- Flame symbol according to ISO 7010-W021 (2011-05)
- Name and address of the manufacturer
- Year of manufacturing

If a service connection is present and the refrigerant used is not immediately apparent upon access to this service connection, it must be marked to identify the type of refrigerant with a warning of a risk of fire, flammable material. The hazardous substance symbols shall be visible when viewing the appliance after it has been installed. The marking may be behind a detachable part that has to be detached before maintenance or repair work.

5.2 Documentation for the operator

It is the manufacturer's responsibility to provide the operator with, among others, the following documents concerning their product:

- Declaration of conformity
- Physical copy of installation and operation manuals in the respective national language
- The service manual is not required as a physical copy, however, it is up to the manufacturer to choose how it is provided
- Technical specifications, e.g. refrigerant used, energy class label, product information sheet etc.

Local regulations must be referred to for the provision of a system logbook.

6. Transport

The transport of dangerous goods is regulated throughout Europe by the ADR. Heat pump systems and their components are not subject to these Regulations if they contain less than 12 kg of refrigerant. While the rules for transport of all heat

pumps with flammable refrigerants are the same, the recommendations vary based on the risk level concerning flammability. The manufacturer's information and the instructions in the following subsections are recommended for installers, transporters and warehouse operators.

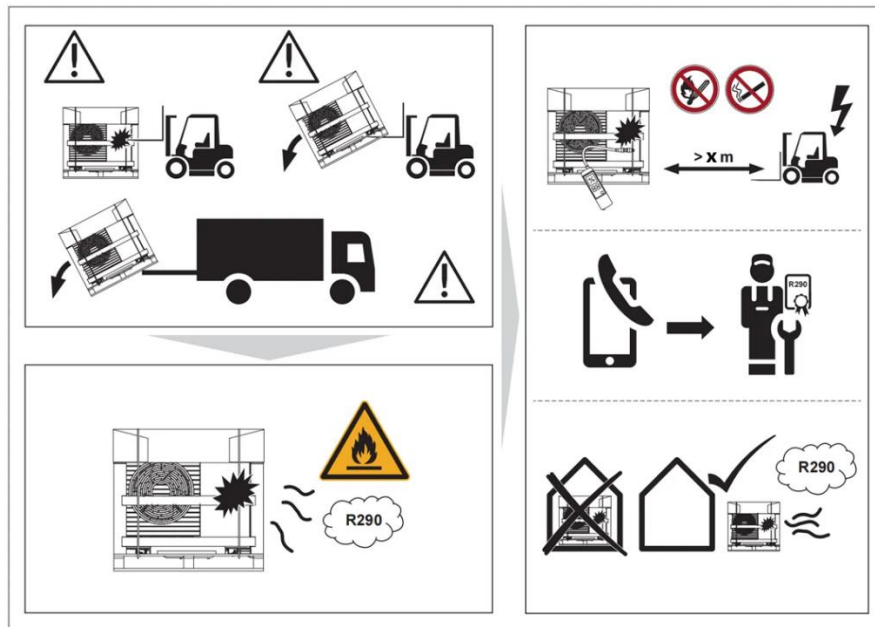
6.1 Information on transport and storage for construction site operations

The following general instructions should be observed when transporting them to and storing them on site:

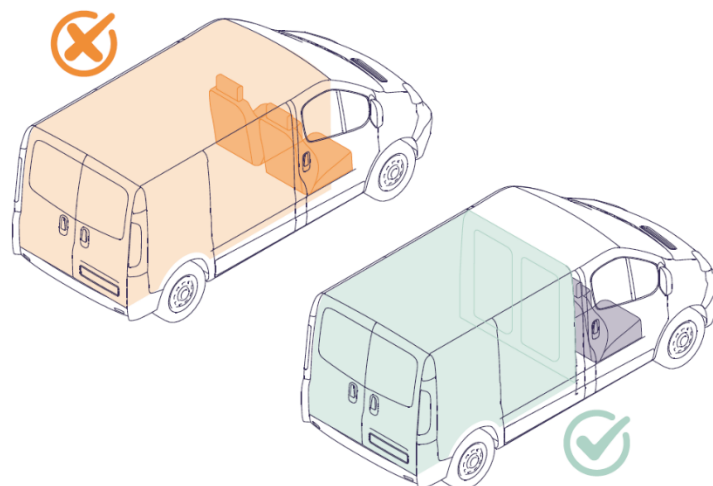
- It is recommended that the device be transported by a freight forwarder or logistics company (e.g. wholesaler)
- An appropriate fire extinguisher shall be carried on board.
- Transport may only be carried out according to manufacturer's requirements or otherwise in an upright position, as transporting the device lying down may cause damage. Packaging labels should carry the necessary information. National or local requirements must also be referred to.
- Transport with refrigerant filling is only permitted in the original packaging. For transport without the original packaging, the refrigerant circuit must be free of refrigerant. This also applies to the return transport to the wholesaler or manufacturer. The terms of return must be clarified before transport. (Reference Chapter 4.2.2 on Decommissioning)
- During transport and storage, ensure adequate ventilation of the environment. It is recommended to have ventilation incorporated both, at the top and the lowest point of the van.
- Ignition sources such as flying sparks, smoking, hot surfaces, etc. must be avoided.
- Intermediate storage at the customer's premises over long periods of time should be avoided; it must always be above ground level with sufficient air exchange. Storage in unventilated containers is

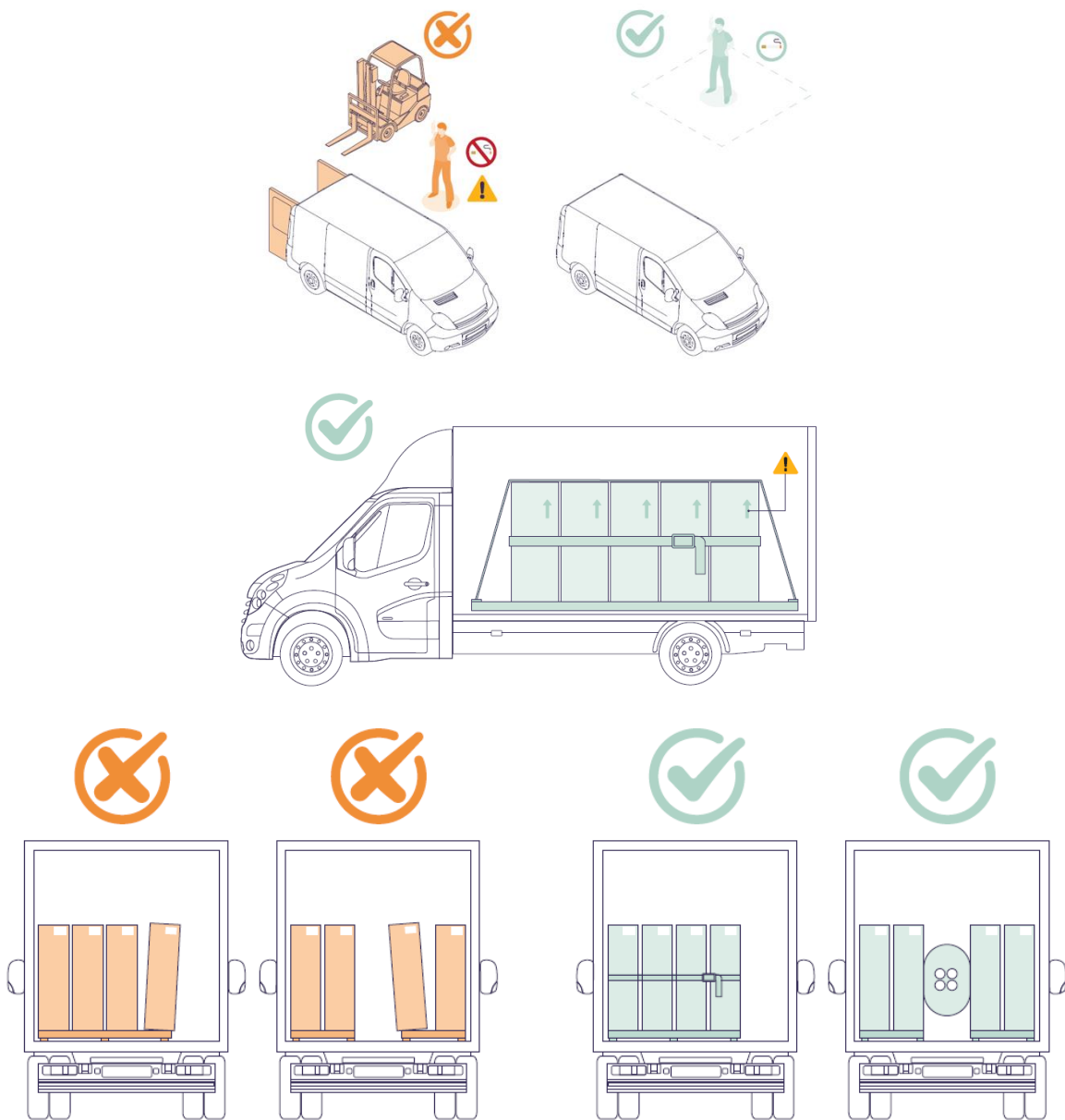
prohibited. It is recommended to have stationary detection in a location storing equipment containing flammable HC refrigerants.

Below is an example of a packaging label. Minimum clearances depend on the manufacturer and should be followed accordingly.



Below are examples illustrations of recommended measures during transportation.





6.2 Transport damage

If the equipment is damaged during transport, it is advised to stop driving immediately. A certified person or a fire brigade must be contacted without performing any other action. A certified person must ensure that no explosive atmosphere is present. There must be no sources of ignition within a distance specified by the manufacturer or the logistics company in compliance with the

local health and safety ordinances. It is recommended to properly extract and dispose the refrigerant by a service technician. It is recommended that a suitable mobile gas detector be carried in the vehicle. This can be used to check whether refrigerant is escaping in the event of an accident.

6.3 Storage at the specialist tradesman and the wholesaler

6.3.1 Hazardous substances law

The storage of hazardous substances is regulated in the EU by Regulation 1907/2006/EC (REACH, Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals), Directive 2012/18/EU (SEVESO III), Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP). However, it is recommended to follow national or local regulations regarding labelling or storage of hazardous substances. Instructions provided with the equipment are advised to be read.

6.3.2 Fire protection

When heat pumps containing flammable refrigerants are stored, the fire load in the storage room increases. In order to alert emergency services to potential dangers at an early stage, the fire brigade plans for the respective storage facilities must be checked and adjusted if necessary. Depending on the volumes stored, the fire protection concepts may also have to be revised and approved separately depending on local requirements. Manufacturers should provide information about training the warehouse operators for storing heat pumps containing refrigerants with higher flammability, dedicated storage spaces, leak sensors, appropriate ventilation systems and eliminating ignition sources. Consider specific measures on a case-by-case basis to ensure adequate protection against the formation of explosive gas mixtures. All risk assessment should be performed by the warehouse management, and action should be taken when and if required.

6.3.3 Explosion protection

Each heat pump is subjected to a leak test by the manufacturer during the manufacturing process. However, any damage during transport can release the refrigerant. In case damage occurs and a leak is expected, stop operations immediately and provide ventilation. In case a leak is detected, eliminate ignition sources in the vicinity. Let the refrigerant escape safely and have certified professionals dispose the equipment.

Before storing large quantities of refrigerants in heat pumps, it is advisable to check the explosion hazard of the storage facility. The basis for this is the number of heat pumps, the respective amount of refrigerant and the volume of the storage facility. When storing multiple equipment, the volume of the refrigerant increases, and with it, the risk in case of fire. Depending on the volume of the refrigerant in one location, fire safety procedures should be reviewed and modified in line with local requirements.

Examples to be included in the fire safety plans:

- Define measures after an alarm has been triggered, e.g. warn personnel, open doors for cross ventilation.
- Provide fire extinguishers of a type and quantity to be determined as required.
- Train the employees in areas at risk of fire and explosion.
- Appoint and train a fire safety officer or fire safety assistant.
- Install a fire mitigation system.

In individual cases, specific measures should be agreed to ensure adequate protection against the formation of flammable gas mixtures. It is recommended to have a stationary gas detection in a location storing equipment containing refrigerants with a higher flammability.


7. Risk and hazard assessment

All parties involved in the lifecycle of handling the heat pump must participate in their own comprehensive risk assessment. While the manufacturer carries out an initial risk assessment for the heat pump, on the basis of which the installation and planning instructions are drawn up, installers, operators, and end-users also share responsibility for managing risks. An on-site risk assessment checklist is provided in Annex F in addition to manufacturers instructions that may be provided with the heat pump. It is recommended to carry out assessments that include:

- Storage and transport;
- Fire protection concepts for wholesale trade;
- Qualification of employees;
- Tools and PPE;
- Measures in the event of an accident;
- Appointment of a responsible person / acceptance by a specialist as required by the local regulation;
- Entrepreneurial risk;
- Insurance (e.g. business liability insurance)
- Local health and safety ordinances.

ANNEX

A. Classification of refrigerants according to CLP

Classification		Labelling			
<u>Hazard class</u>	<u>Hazard category</u>	<u>Pictogram</u>	<u>Signal word</u>	<u>Code</u>	<u>Hazard statement</u>
Flammable gas	Category 1A (R-290)	 GHS02	Danger	H220	Extremely flammable gas
	Category 1B (R-32)		Danger	H221	Flammable gas
	Category 2	No Pictogram	Warning	H221	Flammable gas

B. Safety groups defined according to ISO 817

	Safety group	
Higher flammability	A3	B3
Flammable	A2	B2
Lower flammability	A2L	B2L
No flame propagation	A1	B1
	Lower toxicity	Higher toxicity












C. Examples of possible ignition sources

		Ignition source
Spark	Electric parts	Appliance (hot surface)
		Parts in equipment (sparks)
		Power socket
		Isolation switch
		Mobile phone
	Cigarette lighters	Match
		Lighter
	Work tool	Metal spark (forklift)
		Electric tool
		Recovery machine
Static clothing	Static electricity	
Open flame (contact with flammable region)	Cigarette lighters	Match
		Lighter
	Combustion equipment	Heater
		Water heater
		Boiler

		Cooker Barbecues Motor driven vehicles Combustion driven gardening equipment
	Work tool	Brazing torch Soldering torch







D. Personal Protective Equipment (PPE)

Examples of PPE below are not exhaustive. National legislation needs to be checked for the necessary PPE.

Item	Image
Personal Gas detector Minimal detection of LEL + O ₂	
ESD Safety wristband for safe earthing (on outside of unit)	
S3+ ESD working shoes according to EN ISO 20345:2022 and a resistance ranging between 0,1 MOhm and 100 MOhm according to ISO IEC 61340. (yellow ESD logo)	
Safety clothing in conformity with the provisions of PPE Regulation (EU) 2016/425 (Cat III) and satisfies the essential health and safety requirements set out in Annex II and the relevant harmonised standard(s): EN ISO 11612 A1+A2, B1, C1, E3, F1 EN ISO 11611 Class 1 A1+A2 EN 1149 -5	
Non-Brazing Safety Glasses DIN 166 minimal 2C - 1,2 for non-brazing	
Working Gloves If only mechanical risk exists use work gloves according to EN388 and EN16530	
Helmet in case of working in locations where debris can fall according to EN 50365	
Hearing Protection conform EN 352:2020	
Fall protection	
Brazing Safety Glasses DIN 166 + DIN 169 1.7 minimal for brazing	
Working Gloves Use when filling or draining refrigerant and during work involving pipes are opened in which refrigerant may be present Viton (viton-butyl) gloves as protection against the risk of frostbite and also against chemical risks, in accordance with EN 374:2016 and if possible EN16530	

E. Tools and safety equipment

Examples of tools below are not exhaustive. National legislation and manufacturers' instructions need to be checked for the necessary tools.

Item	Image	Item	Image
EX marked leak detectors		Torchset to repair installation	
Spark Free screwdriver to open unit		ATEX approved fan to be able to dilute the mixture	
Fire extinguisher with an ABC rating Minimal rating 34A 233B C		Tool to close off pipe in case leaking unit needs to be replaced and transported	
R-290 approved vacuum pump		Not possible to transport leaking units according to ADR	
Measuring scale with 2 decimal digit accuracy for checking reclaimed refrigerant R290 compliant version		Bollards with 25m of chain	
Meterset certified for A3 refrigerants such as R290		Safety Sign according to ISO 7010	
R290 certified hose with special leak free connectors			
Cylinder 27L suitable for R290			
Inert gas (N2/AR/CO2) bottle for flushing, welding and pressure test			
Mobile Gas Flare			

F. On-site risk assessment checklist

Below is a template of a risk assessment checklist which is recommended to be used on-site. Manufacturer's instructions must always take precedence. Staff may only perform actions in Section 1.4 of the list below if they do not possess the appropriate certification.

	STAGE		CHECKPOINTS	COMMENTS
1	Working site and preliminary risk assessment	1.1	Competence Verification <input type="checkbox"/> Staff have been trained and are qualified in the handling of A3 refrigerants <input type="checkbox"/> The staff has certification as per F-Gas Regulation 2024/573	
		1.2	Documentation <input type="checkbox"/> The manufacturer's installation and maintenance manuals were available and were consulted <input type="checkbox"/> Checked the intervention log if available or prepare a new one	

		<input type="checkbox"/> Check that the declaration of conformity to technical standards exists (e.g. EN IEC 60335-2-40 and local regulations) <input type="checkbox"/> Verify that the electrical system serving the equipment and adjacent users is compliant with national regulations.	
	1.3	Permit to work <input type="checkbox"/> Hot work permit and certification required (if necessary and provided for by company risk analysis)	
	1.4	Installation location (site) <input type="checkbox"/> Check to confirm that the design and structural requirements for the location are according to original manufacturer's instructions <input type="checkbox"/> The heat pump is not located in an area that does not allow free air exchange <input type="checkbox"/> Ensure that no combustible materials or ignition sources are present in the vicinity of the equipment <input type="checkbox"/> Ensure that no obstacles or volumes in which a flammable atmosphere may be created (manholes, shafts, etc.) are present <input type="checkbox"/> The heat pump is not additionally enclosed, except enclosures approved by the manufacturer (eg. Noise isolation) <input type="checkbox"/> The heat pump is in the same condition as marketed <input type="checkbox"/> The minimum clearances comply with the manufacturer's instructions and don't exceed boundaries with neighbours or public places <input type="checkbox"/> Within the minimum clearances, all building openings are sealed	
	1.5	Work area preparation <input type="checkbox"/> Remove any flammable materials from the work area. <input type="checkbox"/> Use devices (tapes or barriers) to prevent access by non-workers <input type="checkbox"/> Apply signage (based on the company's risk assessment) with flammability warning signs, prohibiting unauthorised entry, ignition sources and unauthorised operation on the systems <input type="checkbox"/> Place a suitable fire extinguisher (based on the company's risk assessment)	
	1.6	Ventilation <input type="checkbox"/> If in the presence of obstacles and volumes that can accumulate, ventilate with your own equipment for at least 20 minutes	
	1.7	Tooling, PPE <input type="checkbox"/> The tooling should be suitably tested for use with A3 refrigerants. <input type="checkbox"/> After ventilation, if required by the company's risk assessment, position one or more detectors adjacent to one or more leak points of the equipment (joints, vibrating parts, etc.) <input type="checkbox"/> Equip yourself with a portable detector (if required by the company's risk assessment) <input type="checkbox"/> Protective clothing and shoes should be electrostatic dissipative <input type="checkbox"/> A fire extinguisher with an ABC rating is available at the location	

2	Before the activity	2.1	Self-monitoring of correct behaviors <input type="checkbox"/> the PPE required by the company's risk assessment are present and regularly worn	
		2.2	Refrigerant recovery <input type="checkbox"/> Following correct procedures, recovering refrigerant at a manufacturer-specified distance away from potential leak points	
		2.3	Circuit purging <input type="checkbox"/> After recovery, introduce nitrogen into the circuit to allow the removal of the flammable refrigerant dissolved in the oil and inertize	
		2.4	Cutting, welding and brazing operations <input type="checkbox"/> carry out the operations after the circuit is free from flammable refrigerant gas. Follow the normal safety procedures used for any heat pump system.	
		2.6	Evacuation and system charging <input type="checkbox"/> The vacuum pump is controlled by a switch outside the minimum clearance and the pump is in a well-ventilated area <input type="checkbox"/> Once any operations on the circuit have been completed, create a vacuum up to a pressure of 300 Pa and evaluate the seal. <input type="checkbox"/> Recharge from the low pressure side, without exceeding the maximum charge, using the scale or volumetric flow meters	
		2.7	Checking the area at the end of operations <input type="checkbox"/> Check the area with a gas detector at all potential leak points	

3	After the activity	3.1	Leak check <input type="checkbox"/> Perform a leak check after each job, using appropriate detection equipment based on the company's risk assessment. Check the tightness of any joints made	
		3.2	Safety Devices Check <input type="checkbox"/> Check that all safety, control and measuring devices, and alarm systems are functioning correctly. <input type="checkbox"/> If necessary, deactivate the system and instruct the customer to adapt it according to the technical design standards (EN 378 and local regulations)	
		3.3	Labels and reporting <input type="checkbox"/> If necessary, replace warning labels and stickers (e.g. fire hazard)	
		3.4	Final inspection <input type="checkbox"/> Perform a visual inspection of the entire system. Verify that the piping is installed according to the drawings. Check the safety devices and confirm all the checks carried out previously.	
		3.5	Minutes of prescriptions <input type="checkbox"/> Provide the customer with a report of the positive outcome of the intervention <input type="checkbox"/> Make sure the Operator perform a periodic leak check <input type="checkbox"/> If the system is deactivated for safety reasons, provide the customer with the report with the list of requirements to be complied with <input type="checkbox"/> Refrigerant type and charge are visible	

		<input type="checkbox"/> Replace marking for flammability on equipment if damaged	
--	--	---	--

If an item has not been ticked on the checklist, please check with the manufacturer before putting the heat pump into operation.



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



Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής και Ψυκτικής Τεχνολογίας Οχημάτων Ψυγείων



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/ΕΕ) - Εξοπλισμός για Χρήση σε Εκρήξιμες Ατμόσφαιρες.....	16
3.4. Οδηγία PED (2014/68/ΕΕ) - 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 αντεκρηκτικού 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 ανεμπόδιση 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:



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



Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής και Ψυκτικής Τεχνολογίας Οχημάτων Ψυγείων



	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.

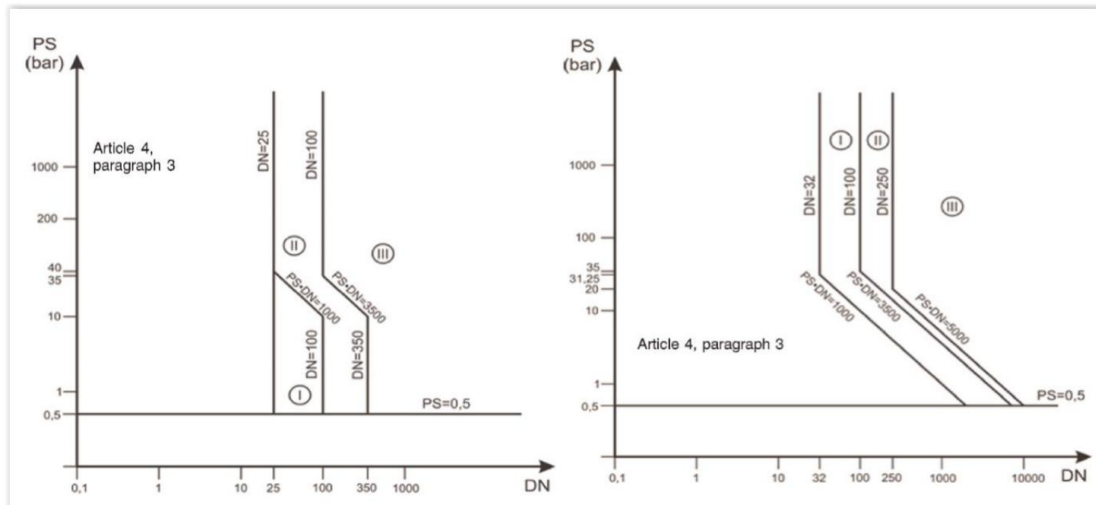


Η Οδηγία για τον Εξοπλισμό Πίεσης (PED) της ΕΕ θέτει απαιτήσεις για τον έλεγχο αντοχής σε πίεση των εξαρτημάτων, ανάλογα με την κατηγορία PED στην οποία ανήκουν. Η κατηγορία PED καθορίζεται ως συνάρτηση του μεγέθους, της μέγιστης επιτρεπόμενης πίεσης του εξαρτήματος, και της ομάδας ρευστών PED (PED fluid 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 διαρρέψει 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:



Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής και Ψυκτικής Τεχνολογίας Οχημάτων Ψυγείων



- 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 κρουαγήματα. 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 ανάφλεξης

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 υγροποιημένο αέριο
- Προστασία χεριών: Τα γάντια που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι αντιστατικά και ανθεκτικά στο ψύχος για την αποφυγή κρυοπαγημάτων από το υγροποιημένο 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.

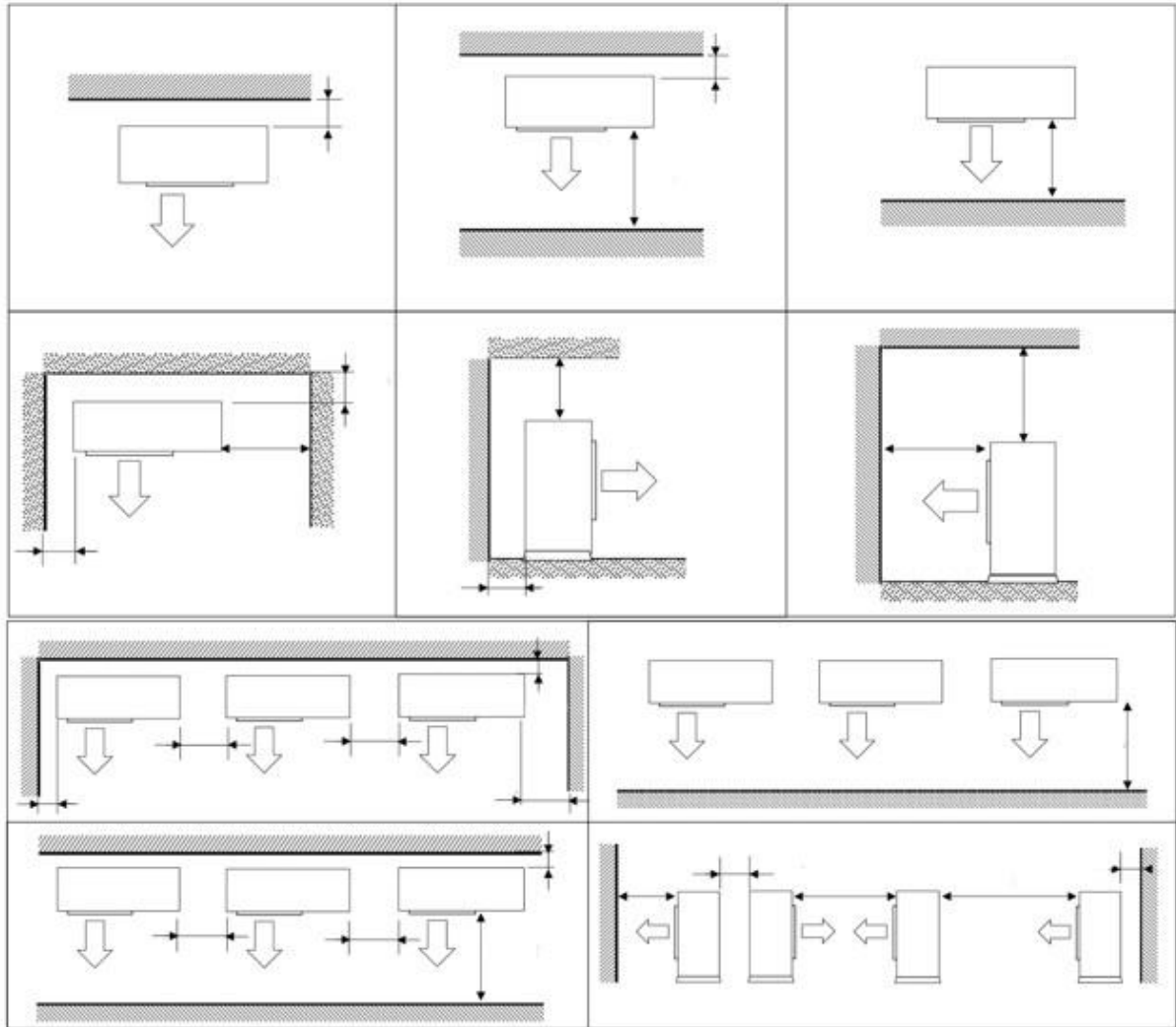
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αυτό δεν ισχύει για ψυκτικό ρευστό της κατηγορίας B1

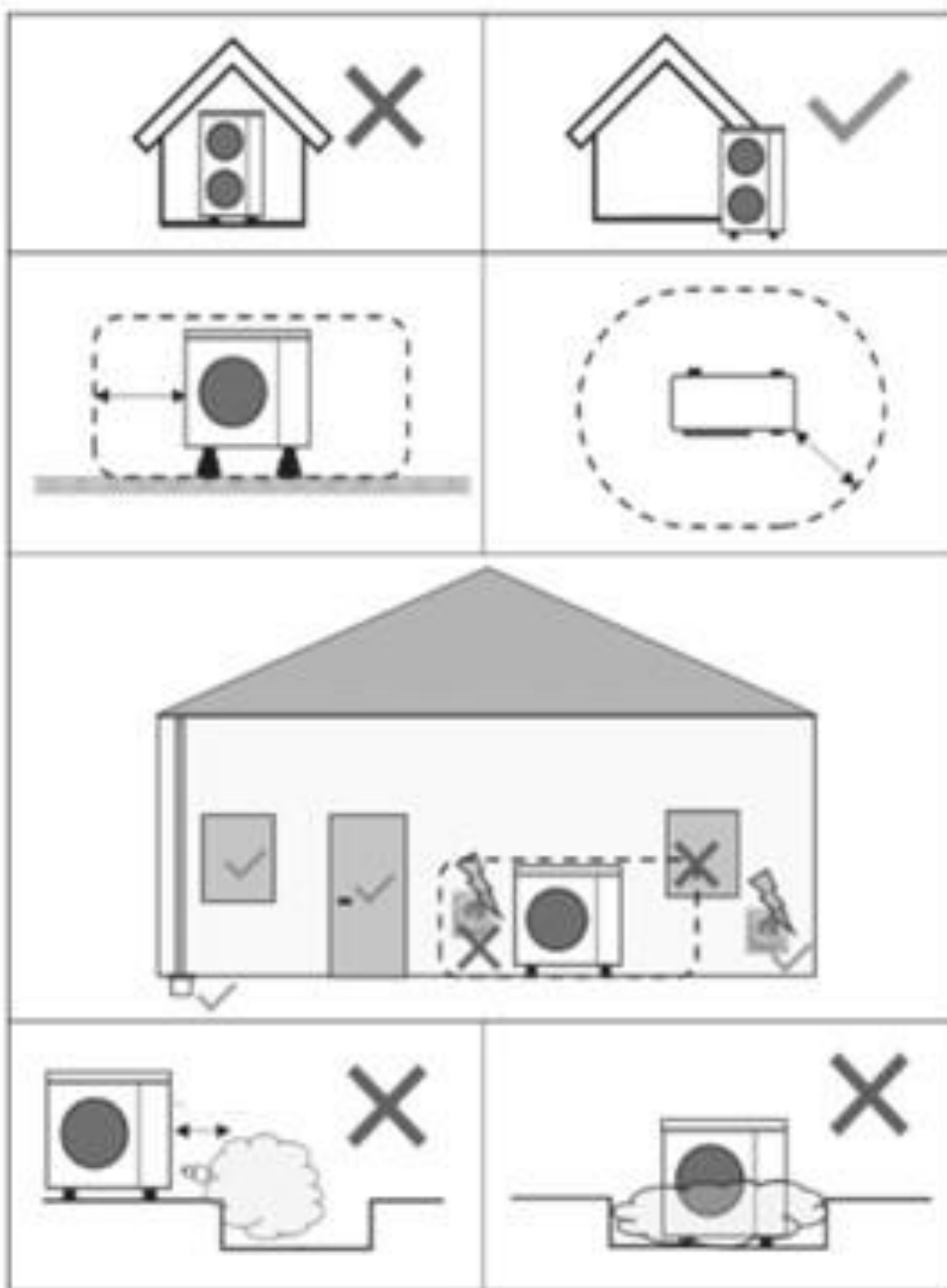
5.1.2. Αποφυγή Εγκατάστασης Κοντά σε Πηγές Ανάφλεξης

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, smartpone, 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 μm 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.