

Retrofit of refrigeration installations with low GWP refrigerants

Modernizarea instalațiilor frigorifice cu agenți frigorifici cu GWP scăzut

Mihai Adrian, Tokar Adriana

¹Universitatea Politehnica Timișoara
Timisoara, Piața Victoriei, nr. 2, Romania
E-mail: mihaiaadrian@yahoo.com, adriana.tokar@upt.ro

DOI: 10.37789/rjce.2025.16.3.10

Abstract. Technological developments in the refrigerant industry based on the limitations imposed by REGULATION (EU) 2024/573 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 7 February 2024 on fluorinated greenhouse gases, amending Directive (EU) 2019/1937 and repealing Regulation (EU) No. 517/2014 have aligned with this regulation and, together with refrigeration equipment manufacturers, have begun to introduce refrigerants with a GWP (Global Warming Potential) of less than 150 units into the European market. This paper presents a method for the modernization of small and medium-sized commercial refrigeration installations using refrigerants such as R448A or R449A, as well as the technical implications that must be taken into account in the modernization process.

Key words: Retrofit, commercial refrigeration, R449A, R448A, R455A, GWP

Rezumat. Evoluția tehnologică în industria agenților refrigeranți bazată pe limitările impuse de REGULAMENTUL (UE) 2024/573 AL PARLAMENTULUI EUROPEAN ȘI AL CONSILIULUI din 7 februarie 2024 privind gazele fluorurate cu efect de seră, de modificare a Directivei (UE) 2019/1937 și de abrogare a Regulamentului (UE) nr. 517/2014 s-a aliniat acestui regulament și împreună cu producătorii de echipamente frigorifice au început introducerea în piața europeană a refrigeranților cu GWP (Potential de Încălzire Globală) mai mic de 150 unități. Prezenta lucrare prezintă o metodă de modernizare a instalațiilor frigorifice comerciale de puteri mici și medii ce utilizează refrigeranți precum R448A sau R449A, cât și implicațiile tehnice care trebuie luate în considerare în procesul modernizării.

Cuvinte cheie: Retrofit, refrigerare comercială, R449A, R448A, R455A, GWP

1. Introducere

Având în vedere Regulamentul (UE) 2024/573 al Parlamentului European și al Consiliului din 7 februarie 2024 privind gazele fluorurate cu efect de seră, de

modificare a Directivei (UE) 2019/1937 și de abrogare a Regulamentului (UE) nr. 517/2014, instalațiile frigorifice trebuie modernizate, atât cele existente cât și cele noi proiectate. Noile condiții de funcționare impuse de noii refrigeranți care îndeplinesc condițiile regulamentului ce a început să fie aplicat încă din 11 martie 2024, impun măsuri noi de limitare a pierderilor.

Având în vedere faptul că noua generație de refrigeranți cu GWP redus sunt ușor inflamabili trebuie să ne asigurăm că echipamentele și condițiile de exploatare sunt adecvate.

Modernizarea unui sistem frigorific trebuie realizată în colaborare cu un inginer în instalații frigorifice și trebuie realizată de asemenea cu maximă responsabilitate față de mediu, personal și bugetul alocat unei astfel de investiții, luând în considerare și impactul total generat asupra mediului TEWI (Total Equivalent Warming Impact), care se determină prin calcul.

Înainte de toate și poate cel mai important aspect de urmărit în procesul modernizării este acela ca toate tipurile de agenți frigorifici inflamabili trebuie utilizați doar în echipamente frigorifice ce au fost proiectate să funcționeze cu astfel de refrigeranți respectând standardele și normele în construcții.

Clasificarea categoriilor de inflamabilitate ne ajută să înțelegem și ce acțiuni trebuie realizate, astfel că avem următoarele categorii de clasificare conform standardului ISO 817:

Litera indică nivelul de toxicitate

A = Agenți frigorifici cu toxicitate redusă ;

B = Agenți frigorifici cu toxicitate ridicată;

Numărul indică nivelul de inflamabilitate

1 = neinflamabil;

2L = ușor inflamabil;

2 = inflamabil;

3 = foarte inflamabil.

Cei mai mulți agenți frigorifici folosiți în prezent în instalațiile din România sunt clasificați ca A1 (toxicitate redusă și neinflamabili).

Astfel de refrigeranți cum sunt R134a, R407C, R404A, R448A, R449A, R452A sunt utilizați cu precădere în aplicații de climatizare auto, climatizare industrială, pompe de căldură, refrigerare comercială și industrială.

Totodată refrigeranții din categoria A2L deja prezenți în instalațiile frigorifice de climatizare în special fie rezidențiale, fie auto sau industriale precum R32, R-1234yf și R1234ze, R454C, R455A, au o toxicitate redusă și sunt ușor inflamabili.

În privința refrigeranților prezenți în special în aplicații domestice cât și în aplicații comerciale de puteri foarte mici și mici precum R290, R600a și R1270, ei fiind clasificați A3, adică au o toxicitate redusă și sunt foarte inflamabili.

În aplicațiile industriale de puteri mari de ordinul sutelor de kilowați devine eficientă folosirea refrigerantului R717 (NH₃- amoniac) însă el este clasificat ca B2L adică are o toxicitate ridicată și ușor inflamabil.

Alte caracteristici importante de luat în considerare când se caracterizează nivelul de inflamabilitate precum 1, 2L, 2 sau 3 al unui refrigerant este viteza de ardere, limita maxima (UFL) și minimă (LFL) de inflamabilitate, energia minimă de aprindere (MIE) și căldura degajată prin ardere (HOC). Aceste caracteristici limitează aria de aplicativitate, pentru că trebuie să respecte standardele de siguranță și standardele generale de siguranță ale instalațiilor și aparatelor frigorifice.

Standardele de siguranță dau liniile directe și referințe importante care pot fi folosite uneori și ca îndrumări practice sub forma unor reguli de respectat ca bună practică și dacă sunt respectate întocmai pot fi folosite ca metoda de a demonstra conformitatea cu legislația.

Frigotehniștii cât și utilizatorii echipamentelor frigorifice și de climatizare trebuie întotdeauna să urmeze instrucțiunile de instalare și de utilizare ale producătorilor de echipamente. Producătorii la rândul lor trebuie să asigure respectarea legislației locale (EX.: normele în construcții). Dacă nu există astfel de instrucțiuni, de exemplu atunci când un tehnician sau un utilizator modifică echipamentele sau assemblează echipamentul propriu, tehnicianul sau utilizatorul devine „producător“ și prin urmare, va fi responsabil pentru siguranța echipamentului respectiv.

Standardul general de siguranță în instalații frigorifice EN378:2016 și standardele de siguranță ale aparatelor, cum ar fi EN60335-2-40, EN60335-2-89, oferă informații relevante, de exemplu pentru a se asigura că instalațiile nu depășesc încărcătura maximă de agent frigorific într-o anumită zonă.

Referitor la EN378:2016 este un standard general al instalațiilor frigorifice, în timp ce EN60335-2-40, EN60335-2-89 și EN60335-2-24 sunt exemple de standarde ale aparatelor. Uneori, standardele generice ale instalațiilor și cele ale aparatelor se referă la cerințe similare, de exemplu încărcătura maximă admisibilă pentru anumite încăperi. În astfel de cazuri, cerințele standardelor aparatelor prevalează asupra celor menționate în standardul general al instalațiilor. De exemplu, pentru aparatele de climatizare sau pompele de căldură, prevalează încărcătura maximă admisibilă pentru agenți inflamabili din standardul EN60335-2-40. Pe de altă parte, în privința toxicității, prevalează cerințele EN378:2016, deoarece acest aspect nu este inclus în standardul aparatelor.

2. Conținutul lucrării

Studiul de caz se referă la modernizarea unei instalații frigorifice aferentă unei camere frigorifice cu spațiu vitrat de expunere și desfacere cum sunt cele din benzinării. În proiectarea inițială a instalației s-a ținut cont de reglementările în vigoare și cele viitoare , selectându-se echipamente compatibile cu noii refrigeranți A2L cu GWP sub 150 unități, în speță R455A. Dar din motive de disponibilitate precară și la un cost ridicat a refrigerantului în momentul punerii în opera a investiției s-a optat pentru un refrigerant cu GWP sub 2500 unități (R449A-GWP1397), fiind admis la

vremea aceea. Odată cu modificarea legislației se dorește modernizarea ei, astfel încât să corespundă noilor reglementări. Sistemul cu expansiune directă inițial analizat este compus din agregat carcasat insonorizat Emerson model ZXMY-020E-TFD, vaporizator Kelvion KSC-301-6BE-FX28, valvă electronică pulsatorie Danfoss AKV10P4, electroventil Danfoss EVO 101 și tablou electric de comandă și control Pego ECP 200 Expert Pulse funcționare cu agent frigorific R449A, GWP = 1397; grupa A1.

Sistemul modernizat implică înlocuirea agentului frigorific cu R455A, GWP = 148; grupa A2L și analiza noilor parametri ai instalației astfel încât să fie menținuți parametri aplicației.

Tema de analiză realizată comparativ, s-a efectuat pentru o cameră frigorifică cu perete vitrat și uși pentru autoservire (Fig.1.) având ca scop minimizarea impactului modificărilor aduse prin înlocuirea refrigerantului urmărind:

- compararea parametrilor tehnico-economici;
- compararea consumului de energie;
- impactul asupra mediului.



Fig.1. Cameră frigorifică cu autoservire

2.1 Descrierea incintei analizate

Analiza de fezabilitate a soluției s-a pretat pentru o cameră frigorifică având plafonul și pereții din panou tristrat 80mm (Fig.2), finisat la interior cu tablă de oțel, vopsea plastifiată albă, nontoxică, certificată pentru uz alimentar. Pardoseala este pavată cu gresie antiderapantă A1FL, 33,3x33,3 0,95 cm, montată cu rosturi de 2mm. Izolația panourilor este spumă de înaltă densitate 40-42kg/m³ care nu întreține arderea, conform ISO3582, fără CFC. Coeficient de conductibilitate termică: $\lambda=0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$.

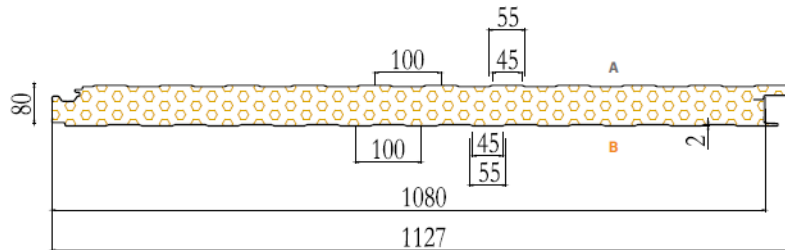


Fig.2. Panou tristrat 80mm; PIR 80

Suprafața camerei analizate este $S = 9 \text{ m}^2$ și o înălțime $H = 2,5 \text{ m}$ (Fig.3)
 Pardoseala de beton de 20 cm grosime este pentru o capacitate portanta de 50 kN/mp.

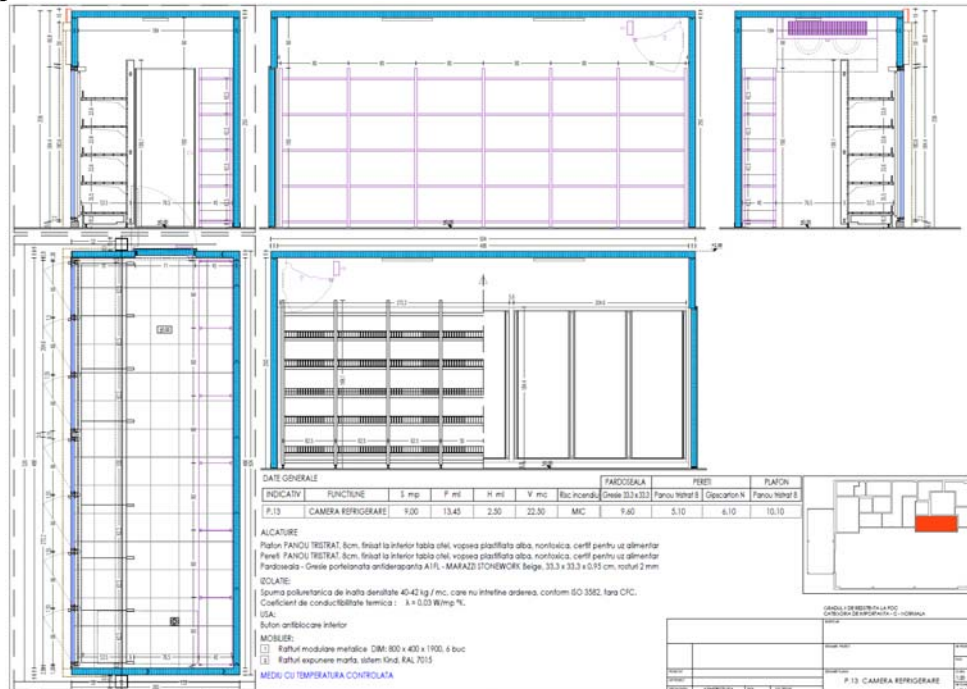


Fig. 3. Camera frigorifica analizata

Mai jos sunt datele de intrare extrase din programul de calcul al necesarului termic (Fig.4):

Cold Store Cooling Load Calculator.

Client:
Project:

Enquiry N°.
Date. 4/24/2025

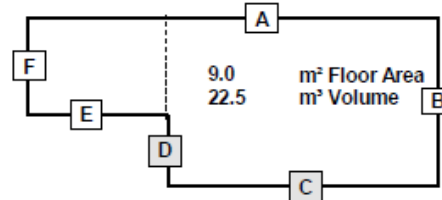
Cold Store Dimensions (Internal)

Inputs

For a Square or Rectangular Store input Dimensions A & B only. C & D will Auto Calculate for both Square and "L" shaped Stores.

Dimension for Wall A	5	m
Dimension for Wall B	1.8	m
Dimension for Wall C	5	m
Dimension for Wall D	6	m
Dimension for Wall E	0	m
Dimension for Wall F	0	m
Cold Store Height.	2.5	m

Cold Store Configuration.



Information

Cold Store Temperature .
Ambient Temperature Wall A.
Ambient Temperature Wall B.
Ambient Temperature Wall C.
Ambient Temperature Wall D.
Ambient Temperature Wall E.
Ambient Temperature Wall F.
Ambient Temperature Ceiling.
Ambient Temperature Floor.

Inputs

2	°C
23	°C
23	°C
23	°C
23	°C
	°C
	°C
30	°C
16	°C

Values used in Calculation.

21	Wall TD °C
21	Wall TD °C
21	Wall TD °C
21	Wall TD °C
	Wall TD °C
	Wall TD °C
28	Ceiling TD °C
14	Floor TD °C

Wall Insulation.

Wall Insulation Thickness.

Ceiling Insulation.

Ceiling Insulation Thickness.

Floor Insulation.

Floor Insulation Thickness.

Polyurethane (PUR)	
80	mm
80	mm
Concrete (No Insulation)	
200	mm

0.025	K Value. W/m.K
0.313	U Value. W/m².°C
0.025	K Value. W/m.K
0.313	U Value. W/m².°C
0.550	K Value. W/m.K
2.750	U Value. W/m².°C

Product.

Approx. Product Mass per m³
Product Input Load per Day.
Total Weight of Product in the Store.
Temperature of Product Entering Store.
Final Product Temperature.

Water	
230	Kg/m³
700	Kg
2000	Kg
20	°C
4	°C

4.19	SH above Freezing. kJ/Kg°C
2.10	SH below Freezing. kJ/Kg°C
334	Latent Heat. kJ/Kg.
	Respiration. kJ/kg/24h.
	Freezing Temperature °C

Air Changes per Day

Store Usage Factor.

Heavy Traffic

21.1	Air Changes/24hr.
2	Factor

Number of Personnel

Personnel Hours per Day

2	
1	Hrs.

330	Watts / Person.
-----	-----------------

Number of Trucks

Rating of Truck. (Typically 3000 Watts)
Trucks Hours per Day

1	Watts
1	Hrs.

Watts

Lighting in Watts

or

Lighting in Watts per m²
Lighting Hours per Day.

100	Watts
	Watts / m²
	Hrs.

100 Watts

Watts

Additional Loads.

100	Watts/hr
-----	----------

100 Watts

Wall A	13.3	m ²	87.4 Watts.	
Wall B	5.1	m ²	33.2 Watts.	
Wall C	13.3	m ²	87.4 Watts.	
Wall D	5.1	m ²	33.2 Watts.	
Wall E		m ²	Watts.	
Wall F		m ²	Watts.	
Ceiling	9.0	m ²	78.8 Watts.	
Floor	9.0	m ²	346.5 Watts.	
Insulation Total			666.4 Watts.	25.8%
Product Load				
SH above Freezing	4.19	kJ/Kg°C	543.1 Watts.	
SH below Freezing.		kJ/Kg°C	Watts.	
Latent		kJ/Kg	Watts.	
Respiration		kJ/Kg/24h	Watts.	
Product Total			543.1 Watts.	21.0%
Air Change Load	71	kJ/m ³	781.1 Watts.	30.3%
Personnel Load			27.5 Watts.	1.1%
Truck Load			Watts.	
Lighting Load based on Wattage			Watts.	
Lighting Load based on Watt/m²			Watts.	
Additional Load			100.0 Watts.	3.9%
Total Load (Net)			2118.1 Watts.	
Hours Run per Day	20	Hrs.	2541.7 Watts.	
Cooler Fan Motor Input Power.	145	Watts.	196.1 Watts.	6.3%
Guide Value (Click Box if accepted)	145	Watts		
Applicable for KÜBA Coolers Only.				
Defrost Heat Load.	1195	Watts.	78.8 Watts.	2.5%
Guide Value (Click Box if accepted)	1195	Watts.		
Defrosts per Day.	4			
Defrost System.	Electric Defrost (Time Control)			
Contingency Allowance %	10	%	281.7 Watts.	9.1%
Total Cooling Load.			3.1 kW	

Fig. 4. Necesar termic camera frig

2.2 Variantele generate de refrigerantul utilizat

Soluțiile tehnice analizate constau în compararea funcționării unei instalații de refrigerare cu detentă directă ce funcționează cu refrigerant R449A respectiv, după modernizare, cu refrigerant R455A raportându-ne la consumul de energie, protecția mediului și măsurile de siguranță în exploatare.

Prima instalație ce funcționează cu refrigerant A1L, R449A este compusă din agregat frigorific ZMY-020E-TFD (Fig.5) carcasat și complet automatizat frigorific și electronic pregătit și pentru refrigeranți A2L, cu un compresor marca Copeland model YB12K1E-TFD (Fig.6) și un vaporizator marca Kelvion model KSC-301-6BE-FX28(Fig.7) complet echipate cu valvă termostatică pulsatorie Danfoss AKV10PS4

Modernizarea instalațiilor frigorifice cu agenți frigorifici cu GWP scăzut

068F4034 (Fig.8), robineti de separatie, electroventil Castel (Fig.9) si tablou automatizare Pego ECP200 Expert Pulse (Fig.10) .



Fig. 5. ZMY-020E-TFD



Fig. 6. YB12K1E-TFD



Fig. 7. KSC-301-6BE-FX28



Fig. 8. AKV10PS4



Fig. 9. Electroventil Castel A2L



Fig. 10. ECP200 Expert Pulse

Parametrii tehnici ai agregatului Copeland ZMY-020E-TFD – R449A sunt prezentați mai jos în Fig.11. și performanțele energetice în Fig. 12.

Refrigerant	R449A Arith. Mean Temp.
High Side Properties:	
Condensing Temperature, °C	45.40
Abs. Condensing Pressure, bar	20.06
Dew Point, °C	47.50
Bubble Point, °C	43.30
Saturated vapour enthalpy, kJ/kg	415.00
Specific volume of saturated vapour, dm³/kg	10.50
Low Side Properties:	
Evaporating Temperature, °C	-10.00
Evaporating Abs. Pressure, bar	3.84
Dew Point, °C	-8.30
Bubble Point, °C	-13.80
With vapour at, °C	1.70
Specific volume, dm³/kg	62.30
Enthalpy, kJ/kg	404.00
Operating Conditions:	
Evaporating Temperature, °C	-10.00
Suction Superheat, K	10.00
Ambient, °C	38.00
Condensing Unit Selected	ZXMY-020E-TFD

Fig. 11. Parametrii ZMY-020E-TFD – R449A

Adrian Mihai, Adriana Tokar

PERFORMANCE AT SPECIFIED OPERATING POINT
ZXMY-020E-TFD Data at 50 Hz

Evaporating Abs. Pressure, bar	3.84
Abs. Condensing Pressure, bar	20.06
Cooling Capacity, kW	3.28
Total Power Input, kW	1.72
COP	1.90
Current at 400 V, A	3.01
Mass Flow, g/s	23.90
Heating Capacity, kW	4.80
Condensing Temperature, °C	45.40
Subcooling at the Unit's outlet, K	0.00

Fig. 12. Performante energetice ZMY-020E-TFD – R449A

Parametrii tehnici ai vaporizatorului Kelvion KSC-301-6BE-FX28 R449A sunt prezentați în Fig. 13, iar parametrii fizici sunt prezentați în Fig 14.

Capacity [kW]	3,49	Sensible heat ratio (SHR) [-]	0,72	Refrigerant	R449A (Dupont XP40)
Air inlet temp. [°C]	0,0	Air outlet temp. [°C]	-4,6	Operation mode	EC
Rel. humidity [%]	85,0	Evaporation temp. [°C] (Mid point)	-10,0		

AIR DATA	HEAT EXCHANGER	MATERIALS
Air volume flow 1.500 m³/h	Surface 11,4 m²	Tubes Copper
Ext. static pressure 0 Pa	Fin spacing 7 mm	Fins Alu
Air throw 10 m	Internal volume 3,7 dm³	End plates Alu
Altitude 0 m	Liquid temp. 22,0 °C	Casing Alu
Air outlet rel. humidity 97,8 %	Superheating temp. -2,8 °C	Finish powder coated, white (RAL 9010)
	Max. operating pressure 32 bar	

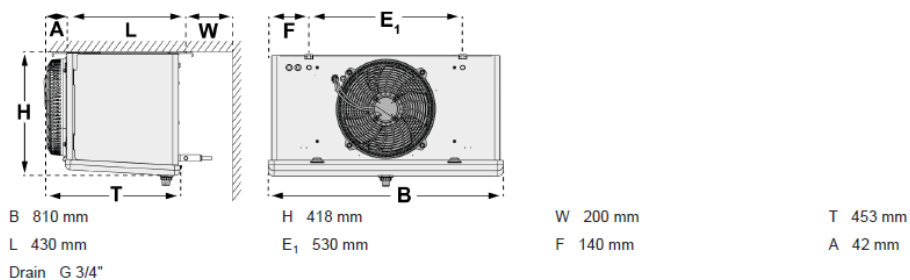
FAN(S)

1 PIECE(S): 230V/1PH/50-60HZ; IP54	SELECTED SPEED DATA (PER FAN) ⁽³⁾	FAN SET SERIAL PLATE DATA (PER FAN)
Fan diameter 300 mm	Operation mode EC - S1	Operation mode EC
Range of temp. -40,0 to 60,0 °C	Speed 1650 rpm	Speed 1640 rpm
Sound power LwA 67 dB(A)	Power input 94 W	Power nominal 110 W
Sound pressure LpA (3m) ⁽²⁾ 46 dB(A)	Operating current 0,6 A	Current draw 1,0 A
Optional controller, on site ⁽⁵⁾ EC controller	Control voltage EC 10 V	Protector Built in protector, connected internal
ErP 2015	Energy efficiency class C	

CONNECTIONS ⁽⁷⁾	WEIGHT ⁽⁴⁾	DEFROST
Inlet Cu 12 mm	Dry weight 22 kg	Electric defrost
Outlet Cu 22 mm	Weight incl. packing 27 kg	Coil 1,61 kW
Refrigerant distribution Venturi		Drip tray 0,54 kW
		Total 2,15 kW

Fig. 13. Parametrii KSC-301-6BE-FX28 – R449A

DIMENSIONS ⁽⁴⁾



Packing dimensions (height x length x width): 530 x 910 x 600 mm

Fig. 14. Parametrii gabaritici KSC-301-6BE-FX28 – R449A

Cea de-a doua variantă modernizată, are aceleași componente ca și cea de mai sus însă funcționează cu refrigerant A2L – R455A. Acest nou refrigerant din cauza că are alte proprietăți fizico-chimice necesită verificarea parametrilor agregatului în noile condiții, iar faptul este ușor inflamabil schimbă un pic datele soluției tehnice inițiale pentru ca necesită măsuri suplimentare de siguranță în exploatare precum detector de refrigerant în camera frigorifică DGS-SC HFC grup 1* 080Z2803 (Fig.15).



Fig.15 DGS-SC HFC grup1

* HFC grup 1: R1234ze, R454C, R1234yf, R454A, R455A, R452A, R454B, R513A.

Parametrii tehnici ai agregatului Copeland ZMY-020E-TFD – R455A sunt prezentați mai jos în Fig.16 și performantele energetice în Fig. 17.

Refrigerant	R455A Arith. Mean Temp.
High Side Properties:	
Condensing Temperature, °C	46.40
Abs. Condensing Pressure, bar	20.47
Dew Point, °C	51.00
Bubble Point, °C	41.80
Saturated vapour enthalpy, kJ/kg	414.00
Specific volume of saturated vapour, dm ³ /kg	10.40
Low Side Properties:	
Evaporating Temperature, °C	-10.00
Evaporating Abs. Pressure, bar	3.91
Dew Point, °C	-6.20
Bubble Point, °C	-18.50
With vapour at, °C	3.80
Specific volume, dm ³ /kg	61.50
Enthalpy, kJ/kg	399.00
Operating Conditions:	
Evaporating Temperature, °C	-10.00
Suction Superheat, K	10.00
Ambient, °C	38.00

Condensing Unit Selected ZXMY-020E-TFD

Fig. 16. Parametrii ZMY-020E-TFD – R455A

PERFORMANCE AT SPECIFIED OPERATING POINT
ZXMY-020E-TFD Data at 50 Hz

Evaporating Abs. Pressure, bar	3.91
Abs. Condensing Pressure, bar	20.47
Cooling Capacity, kW	3.13
Total Power Input, kW	1.76
COP	1.77
Current at 400 V, A	3.06
Mass Flow, g/s	23.30
Heating Capacity, kW	4.69
Condensing Temperature, °C	46.40
Subcooling at the Unit's outlet, K	0.00

Fig. 17. Performante energetice ZMY-020E-TFD – R455A

Parametrii tehnici ai vaporizatorului Kelvion KSC-301-6BE-FX28 – R455A sunt prezentați în Fig. 18, iar parametrii fizici sunt prezentați în Fig. 19.

Modernizarea instalațiilor frigorifice cu agenți frigorifici cu GWP scăzut

Capacity [kW]	3,37	Sensible heat ratio (SHR) [-]	0,8	Refrigerant	R455A (Solstice® L40X)
Air inlet temp. [°C]	0,0	Air outlet temp. [°C]	-4,5	Operation mode	EC
Rel. humidity [%]	85,0	Evaporation temp. [°C]	(Mid point) -10,0		

AIR DATA		HEAT EXCHANGER		MATERIALS	
Air volume flow	1.540 m³/h	Surface	11,4 m²	Tubes	Copper
Ext. static pressure	0 Pa	Fin spacing	7 mm	Fins	Alu
Air throw	9 m	Internal volume	3,7 dm³	End plates	Alu
Altitude	0 m	Liquid temp.	15,9 °C	Casing	Alu
Air outlet rel. humidity	100,0 %	Superheating temp.	-1,8 °C	Finish	powder coated, white (RAL 9010)
		Max. operating pressure	28 bar		

FAN(S)

1 PIECE(S): 230V/1PH/50-60HZ; IP54		SELECTED SPEED DATA (PER FAN) ⁽³⁾		FAN SET SERIAL PLATE DATA (PER FAN)	
Fan diameter	300 mm	Operation mode	EC - S1	Operation mode	EC
Range of temp.	-40,0 to 40,0 °C	Speed	1600 rpm	Speed	1600 rpm
Sound power LwA	68 dB(A)	Power input	95 W	Power nominal	85 W
Sound pressure LpA (3m) ⁽²⁾	47 dB(A)	Operating current	0,6 A	Current draw	0,7 A
Optional controller, on site ⁽⁶⁾	-	Energy efficiency class	B	Protector	Built in protector, connected internal
ErP	2015				

CONNECTIONS ⁽⁷⁾		WEIGHT ⁽⁴⁾		DEFROST	
Inlet	Cu 12 mm	Dry weight	22 kg	Electric defrost	
Outlet	Cu 22 mm	Weight incl. packing	27 kg	Coil	1,61 kW
Refrigerant distribution				Drip tray	0,54 kW
Venturi				Total	2,15 kW

Fig. 18. Parametrii KSC-301-6BE-FX28 – R455A

DIMENSIONS ⁽⁴⁾

A side view diagram of the unit. Dimension A is the top flange thickness. L is the main body length. W is the top flange width. H is the total height. T is the base width. A drain pipe is shown at the bottom right corner.

B 810 mm
L 430 mm
Drain G 3/4"

A front view diagram of the unit. F is the distance from the left edge to the fan. E1 is the total width. H is the height. B is the base width. E1 is also labeled for the fan's diameter.

H 418 mm
E1 530 mm

W 200 mm
F 140 mm

T 453 mm
A 42 mm

Packing dimensions (height x length x width): 530 x 910 x 600 mm

Fig. 19. Parametrii gabaritici KSC-301-6BE-FX28 – R455A

3. Rezultate

Pentru a putea înțelege comparativ diferențele tehnico-economice, consumul de energie și impactul asupra mediului au fost calculate costurile de instalare și de funcționare, costul cu modernizarea și impactul asupra mediului la nivel de GWP.

Tabelul 1

Costurile sistemelor de refrigerare considerate în studiu de caz

Sistem de refrigerare	Costuri instalare [Euro]	Costuri mentenanță anuală [Euro]	Cost consum energie electrică anual [Euro]	Cost modernizare [Euro]	Costuri anuale totale [Euro]
R449A	6810	500	911	2763	10984
R455A	7215	600	946	-	8761

Costul anual al energiei necesare alimentării echipamentelor de refrigerare s-a considerat aproximativ un preț de 0,08 EUR/kWh.

Durata de viață a instalației având asigurat service anual este între 10 și 20 de ani.

4. Discuții

Din punct de vedere al costurilor de instalare, punere în funcție, funcționare, exploatare, întreținere și modernizare cele două soluții propuse diferă cu 21% (2223 Euro). Aceste costuri trebuie însă analizate întotdeauna de la începutul investiției, iar pe termen lung mai trebuie considerate și o eventuală modernizare a instalației prin realizarea înlocuirii agentului refrigerant pentru ca legislația a devenit clară.

Impactul asupra mediului din punct de vedere legislativ, începe să primeze înaintea costurilor de exploatare, chiar dacă consumurile de energie sunt sensibil egale.

5. Concluzii

Rezultatele studiului arată că folosirea refrigerantului A2L R455A încă de la implementarea proiectului are avantaje nete pe termen mediu și lung, atunci când vorbim de instalații de capacități comerciale mici și medii.

Eficiență energetică a instalației ce funcționează cu refrigerant A2L R455A, este similară cu cea a instalației ce funcționa cu refrigerant A1L, neinflamabil, R449A.

Impactul asupra mediului este foarte mult diminuat, de la 1397 unități GWP la 148 unități / kg refrigerant folosit. Sau mai exact de la un total de 4191 m³ la 0,44 m³ echivalent tone CO₂.

Din punct de vedere al investiției inițiale balanța cost investiție- siguranță exploatare rămâne înclinată în favoarea refrigeranților A1L dacă nu se consideră necesitatea modernizării și alinierii tehnologice și legislativ a instalației.

Investiția într-un refrigerant mai puțin poluant (cu GWP cât mai mic) are efect benefic atât pentru mediul în care trăim.

Referințe

- [1] Regulament EU F-Gas- 2024 https://climate.ec.europa.eu/eu-action/fluorinated-greenhouse-gases/f-gas-legislation_en.
- [2] © R.STAPLEY 2000 :Cold Store Cooling Load Calculation Software.
- [3] Danfoss <https://store.danfoss.com/en/Climate-Solutions/Climate-Solutions-for-cooling/>.
- [4] Kelvion Select Software - <https://selectrt.kelvion.com/selector/parameter/>.
- [5] Castel – Producator de elemente de automatizare instalații frigorifice, <https://castel.it/catalog/product-lines>.
- [6] Copeland – Producator de agregate frigorifice, <https://www.copeland.com/en-fr/shop/3274820>.