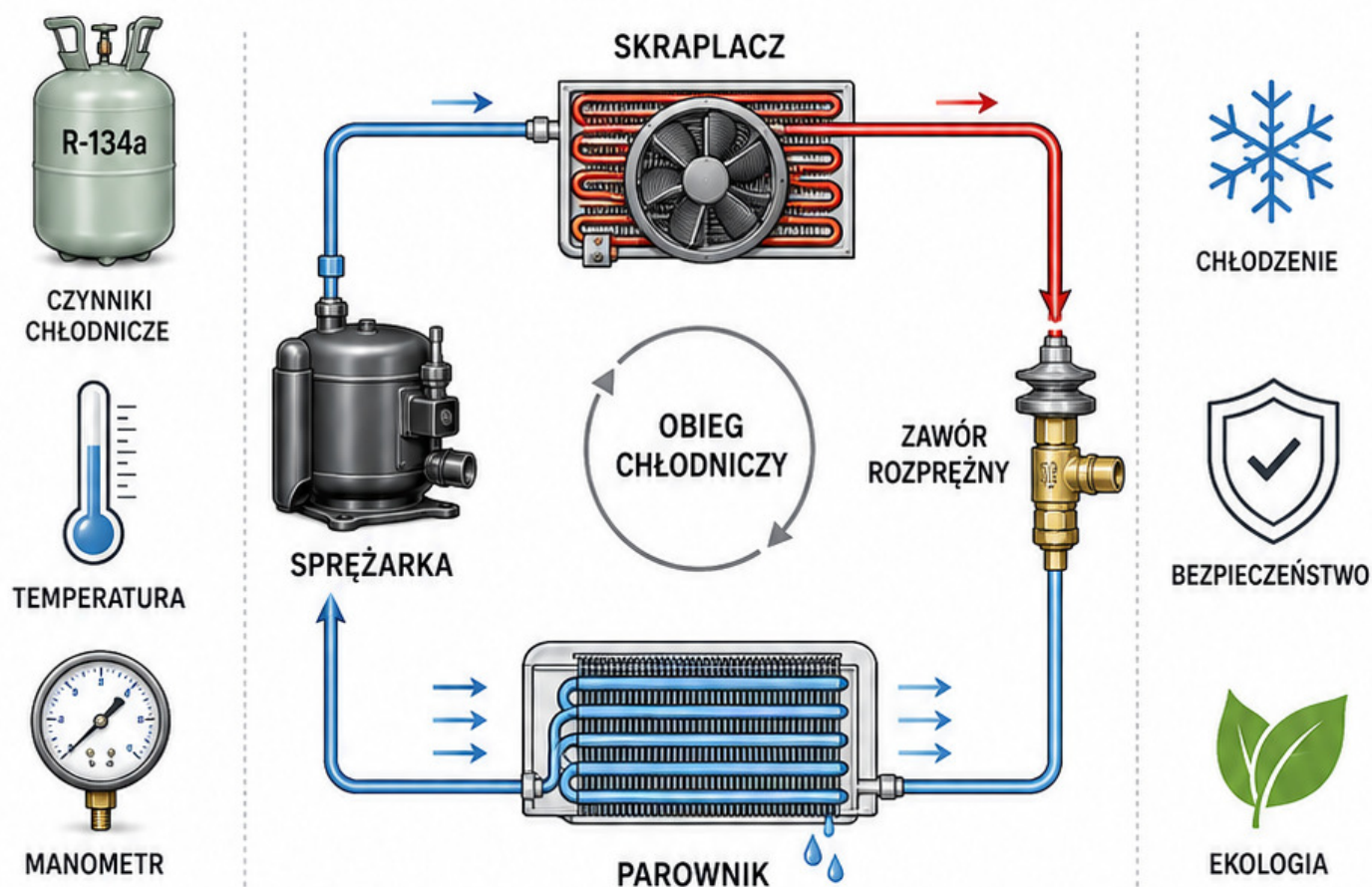




Najczęściej stosowane czynniki chłodnicze

PRAKTYCZNY PRZEWODNIK

dla techników chłodnictwa i osób uczących się zawodu



TEN PRZEWODNIK POMOŻE CI:

1

SZYBKO ZIDENTYFIKUJESZ CZYNNIKI CHŁODNICZE



Najważniejsze oznaczenia, właściwości i zastosowania w jednym miejscu.

2

ZROZUMIESZ WŁAŚCIWOŚCI I ZASTOSOWANIA



Przejrzyste tabele, schematy i praktyczne wyjaśnienia ułatwią Ci codzienną pracę.

3

PRACUJESZ BEZPIECZNIEJ NA CO DZIEŃ



Zasady bezpieczeństwa, wskazówki i dobre praktyki w pigułce.



Prawa autorskie i informacje o materiale



1. PRAWA AUTORSKIE

Ten materiał jest chroniony prawem autorskim. Przeznaczony jest wyłącznie do osobistego użytku edukacyjnego. Kopiowanie, rozpowszechnianie lub wykorzystywanie komercyjne w całości lub w części bez pisemnej zgody jest zabronione.



2. CEL MATERIAŁU

Praktyczny przewodnik edukacyjny dla techników i osób uczących się zawodu w chłodnictwie. Skupia się na najczęściej stosowanych czynnikach chłodniczych, ich właściwościach, zastosowaniach, zagrożeniach oraz podstawowych kryteriach doboru.



3. WAŻNE ZASTRZEŻENIE

Niniejszy materiał nie zastępuje dokumentacji producentów, wymagań prawnych ani profesjonalnego szkolenia. Wszystkie prace przy instalacjach chłodniczych należy wykonywać zgodnie z zasadami bezpieczeństwa oraz obowiązującymi przepisami i normami.



4. DLA KOGO

Dla techników chłodnictwa, studentów, personelu serwisowego oraz wszystkich, którzy uczą się podstaw chłodnictwa lub poszerzają swoją wiedzę praktyczną.



5. ZAKRES PRZEWODNIKA

Czynniki chłodnicze naturalne, czynniki syntetyczne, bezpieczeństwo, diagnostyka, regulacje F-gazowe oraz narzędzia do szybkiego porównywania i podejmowania decyzji.



ZAPAMIĘTAJ

Zawsze zidentyfikuj czynnik chłodniczy i oceń zagrożenia przed rozpoczęciem pracy.



Spis treści



00 Okładka



01 Prawa autorskie i informacje o materiale



02 Spis treści



03 Wprowadzenie: Jak korzystać z tego przewodnika



Moduł 01 — Podstawy czynników chłodniczych 04–10

Właściwości fizykochemiczne, klasyfikacje, parametry i jednostki, obieg chłodniczy.



Moduł 02 — Naturalne czynniki chłodnicze 11–16

CO₂ (R744), amoniak (R717), węglowodory (R290, R600a), woda (R718): właściwości, zastosowania, bezpieczeństwo.



Moduł 03 — Czynniki syntetyczne i nowa generacja 17–24

HFC, HFO, mieszaniny (zeotropowe i azeotropowe), nowe kierunki rozwoju i zamienniki.



Moduł 04 — Dobór czynnika do zastosowania 25–30

Kryteria doboru, analiza TCO, efektywność energetyczna, kompatybilność materiałowa, przykłady zastosowań.



Moduł 05 — Diagnostyka i bezpieczna praca 31–38

Wykrywanie usterek, pomiary i narzędzia, procedury bezpieczeństwa, szkolenia i dobre praktyki.



Moduł 06 — F-gazy i zmiany na rynku europejskim 39–44

Rozporządzenia UE (F-gazy), harmonogram redukcji, rejestracja, raportowanie, wpływ na rynek i alternatywy.



Moduł 07 — Szybka pomoc techniczna 45–47

Tabele porównawcze, kluczowe parametry, checklista, najczęstsze problemy i rozwiązania.



Słownik pojęć i skrótów 48



Indeks 48



Wprowadzenie:

Jak korzystać z tego przewodnika



1. CO ZNAJDZIESZ W ŚRODKU

Przewodnik zawiera definicje kluczowych pojęć, tabele porównawcze, praktyczne wskazówki, schematy oraz przypomnienia zasad bezpieczeństwa. Wszystko w jednym miejscu – przejrzyste i zrozumiałe.



2. JAK CZYTAĆ STRONY TECHNICZNE

Zwracaj uwagę na ikony i symbole – ułatwiają szybkie zrozumienie treści. Korzystaj z mini-tabel do porównań, ramki „Zapamiętaj” do utrwalenia kluczowych informacji, przykładów do nauki w praktyce oraz ostrzeżeń, które wskazują na potencjalne zagrożenia.



3. JAK KORZYSTAĆ Z PRZEWODNIKA W PRAKTYCE

Używaj przewodnika, aby szybko zidentyfikować czynnik chłodniczy, zrozumieć jego zastosowania oraz sprawdzić kluczowe ryzyka przed rozpoczęciem prac serwisowych.



4. LEGENDA ELEMENTÓW



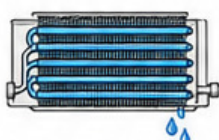
SPRĘŻARKA



SKRAPLACZ



ZAWÓR
ROZPRĘŻNY



PAROWNIK



MANOMETR



TERMOMETR



OSTRZEŻENIE



5. WSKAZÓWKA NA START



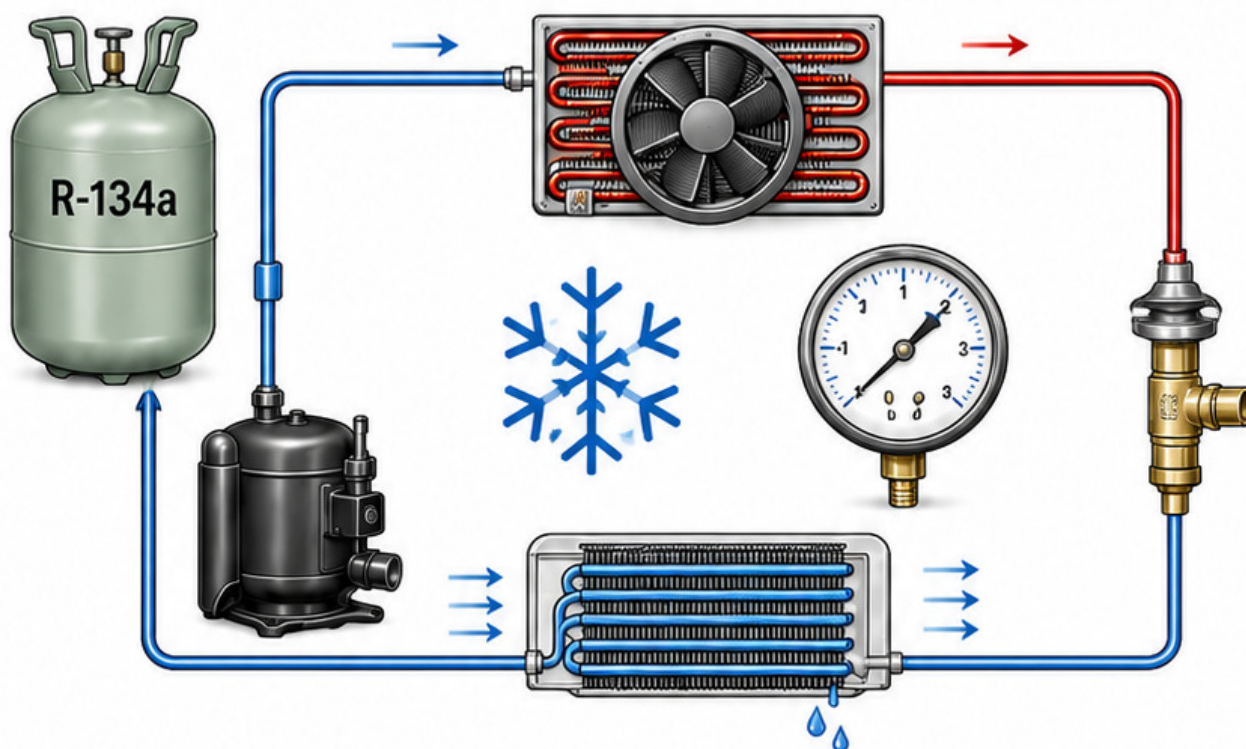
ZAPAMIĘTAJ

Zawsze na początku pracy z układem chłodniczym zidentyfikuj czynnik chłodniczy oraz jego klasę bezpieczeństwa. To podstawa bezpiecznej i skutecznej pracy!



Podstawy czynników chłodniczych

Oznaczenia, właściwości, bezpieczeństwo i wpływ na środowisko



CZYM JEST CZYNNIK



JAK CZYTAĆ OZNACZENIA



**WŁAŚCIWOŚCI
I KLASY
BEZPIECZEŃSTWA**



Czym jest czynnik chłodniczy?



Czynnik chłodniczy to medium robocze, które krąży w układzie chłodniczym i umożliwia odbieranie oraz oddawanie ciepła.

1. JAKA JEST JEGO ROLA?



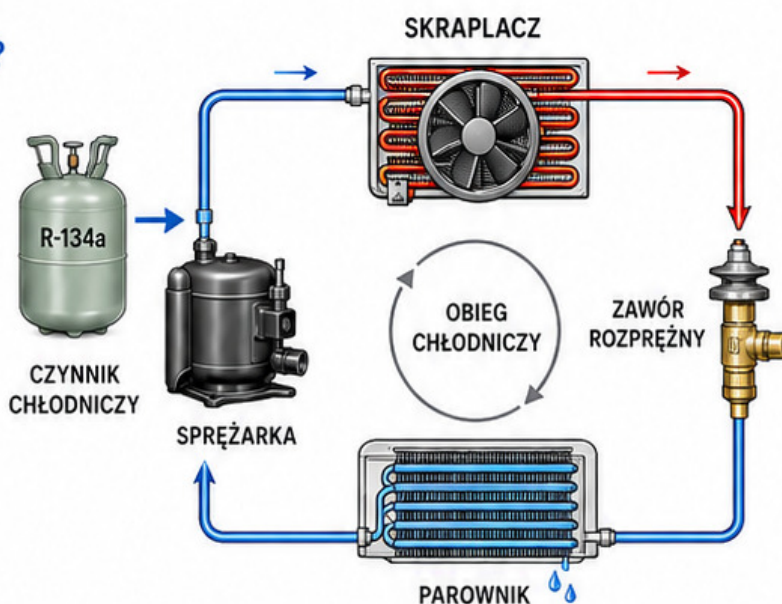
Odbiera ciepło w parowniku.



Oddaje ciepło w skraplaczu.



Zmienia stan i ciśnienie w obiegu.



2. GDZIE GO SPOTKASZ?



Agregaty typu chiller



Chłodnie i mroźnie



Klimatyzacja



Urządzenia handlowe (lady, szafy chłodnicze, witryny)



Procesy przemysłowe (chłodzenie technologiczne)

3. DLACZEGO JEST TAK WAŻNY?



Umożliwia skuteczne chłodzenie i utrzymanie wymaganej temperatury.



Wpływa na bezpieczeństwo pracy urządzeń i trwałość instalacji.



Dobór odpowiedniego czynnika zmniejsza wpływ na środowisko.

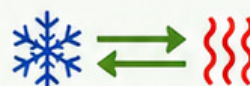


Zapewnia efektywność energetyczną i niższe koszty eksploatacji.



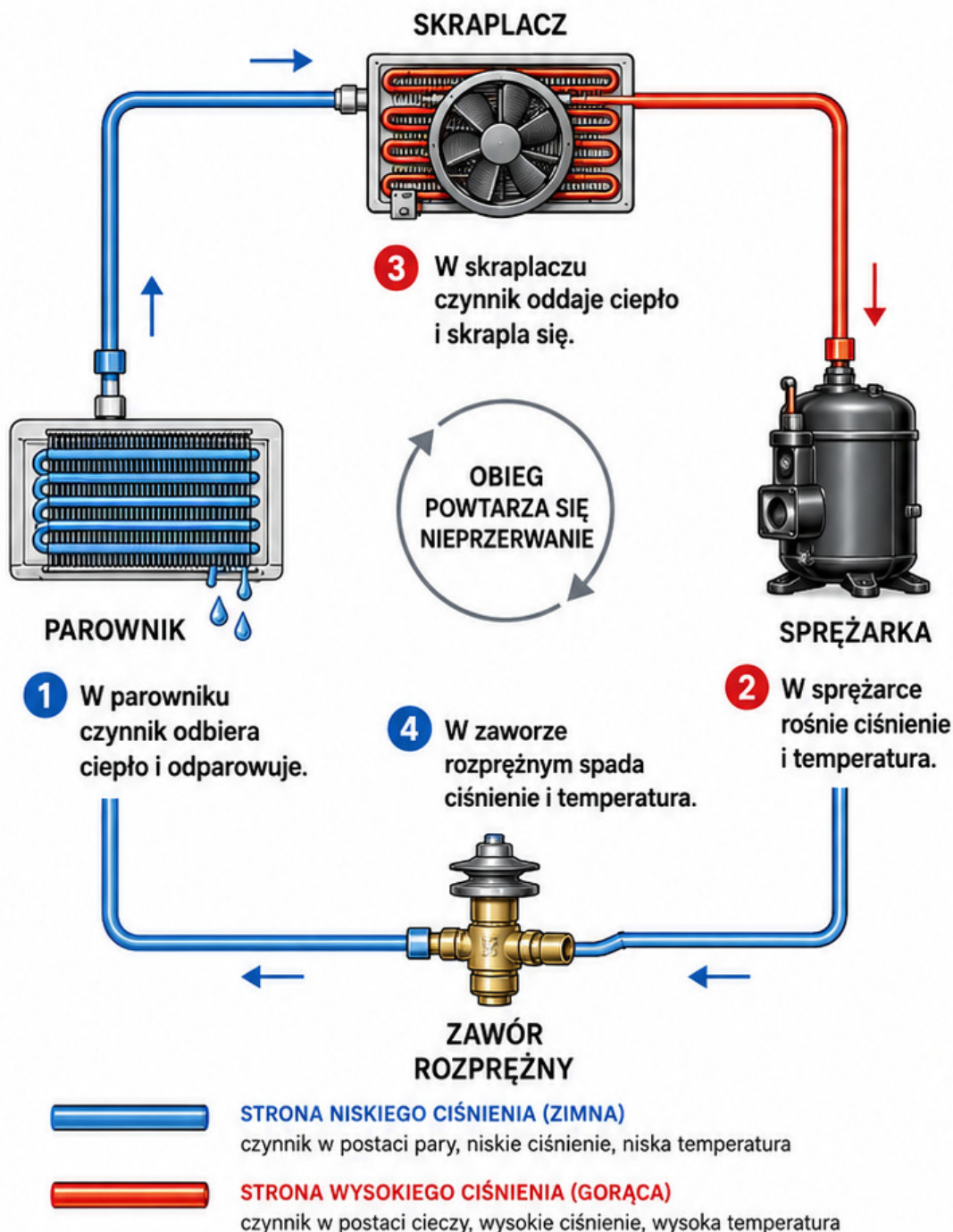
ZAPAMIĘTAJ

Czynnik chłodniczy nie tworzy zimna.
On transportuje ciepło z jednego miejsca do drugiego.





Co dzieje się z czynnikiem w obiegu chłodniczym?



Co warto zapamiętać?



1



Czynnik w obiegu **zmienia stan skupienia i ciśnienie**.

2



W parowniku **odbiera** ciepło z chłodzonej przestrzeni, w skraplaczu **oddaje** je do otoczenia.

3



Obieg powtarza się **nieprzerwanie**, zapewniając stałe chłodzenie.



Czynnik nie wytwarza zimna — usuwa ciepło z chłodzonej przestrzeni.



Jak czytać oznaczenia typu R717, R744 i R134a?

R

„**R**” oznacza *refrigerant* / czynnik chłodniczy.

717

Liczba identyfikuje konkretną substancję lub mieszaninę.

404A

Litera na końcu, np. w R404A, zwykle oznacza wariant lub wersję mieszaniny.



W pracy technika najważniejsze jest rozpoznanie pełnego symbolu i grupy czynnika.



WARTO WIEDZIEĆ

Pełna logika oznaczeń bywa bardziej złożona, ale w praktyce serwisowej najpierw identyfikujemy symbol, grupę i zagrożenia.

PRZYKŁADY NAJCZĘŚCIEJ SPOTYKANYCH CZYNNIKÓW

Symbol	Nazwa czynnika	Grupa / charakterystyka
 R717	amoniak	czynnik naturalny
 R744	dwutlenek węgla	czynnik naturalny
 R290	propan	czynnik naturalny palny
 R134a	HFC	starsze instalacje i chłodnictwo średnitemperaturowe
 R404A	mieszanina HFC	starsze instalacje niskotemperaturowe



ZAPAMIĘTAJ

Zawsze sprawdzaj pełny symbol czynnika (np. R717, R744, R134a). Znajomość grupy (naturalny, HFC, mieszanina) i zagrożeń to podstawa bezpiecznej i skutecznej pracy.



Najważniejsze właściwości czynnika chłodniczego

	1 CIŚNIENIE ROBOCZE Wpływa na konstrukcję elementów układu, dobór materiałów oraz bezpieczną obsługę i serwis.	→ Im wyższe ciśnienie, tym większe wymagania dotyczące wytrzymałości podzespołów i procedur bezpieczeństwa.
	2 TEMPERATURA WRZENIA Określa, w jakich temperaturach i ciśnieniu czynnik łatwo odparowuje, absorbując ciepło z otoczenia.	→ Niższa temperatura wrzenia ułatwia parowanie w niskich temperaturach, co wpływa na zakres zastosowań i wydajność układu.
	3 WYDAJNOŚĆ CHŁODNICZA Określa, ile ciepła czynnik może odebrać w danych warunkach pracy.	→ Większa wydajność przekłada się na skuteczniejsze chłodzenie i możliwość zastosowania mniejszych urządzeń.
	4 EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA Określa, jak efektywnie układ zamienia energię elektryczną w efekt chłodniczy.	→ Wyższa efektywność oznacza niższe zużycie energii, mniejsze koszty eksploatacji i niższe obciążenie środowiska.
	5 ZGODNOŚĆ Z OLEJEM I MATERIAŁAMI Określa, czy czynnik współpracuje z olejem smarującym i materiałami układu bez powodowania degradacji.	→ Dobra zgodność zapewnia prawidłowe smarowanie sprężarki i długą żywotność instalacji.
	6 PALNOŚĆ I TOKSYCZNOŚĆ Określają potencjalne zagrożenia dla ludzi i mienia oraz wpływają na procedury bezpieczeństwa.	→ Klasyfikacja bezpieczeństwa (A1, A2L, A3, B2L itp.) wyznacza wymagane środki ostrożności i ograniczenia stosowania.
	7 ODP I GWP Wskaźniki opisujące wpływ czynnika na warstwę ozonową (ODP) i klimat (GWP).	→ Niskie wartości ODP i GWP oznaczają mniejszy wpływ na środowisko i zgodność z przepisami ochrony klimatu.

JEDNA WŁAŚCIWOŚĆ TO ZA MAŁO – LICZY SIĘ CAŁY ZESTAW



PORADA TECHNICZNA

Dobór czynnika powinien uwzględniać całość właściwości, a nie tylko jedną z nich. Analizuj kartę charakterystyki, wymagania producenta urządzenia oraz obowiązujące przepisy.



DBAMY O ŚRODOWISKO

Wybieraj czynniki o niskim ODP i GWP oraz takie, które zapewniają wysoką efektywność energetyczną i bezpieczne użytkowanie.



Klasy bezpieczeństwa: toksyczność i palność

Bezpieczeństwo pracy z czynnikiem chłodniczym określa się na podstawie dwóch cech: toksyczności (litera) i palności (cyfra).



TOKSYCZNOŚĆ

A

A — niższa toksyczność

Czynnik o niskim potencjale toksycznym w normalnych warunkach użytkowania.

B

B — wyższa toksyczność

Czynnik o wyższym potencjale toksycznym, wymagający szczególnej ostrożności.



PALNOŚĆ

1

1 — brak rozprzestrzeniania płomienia

Czynnik nie rozprzestrzenia płomienia.

2L

2L — niska palność i wolne spalanie

Trudno zapalny, wolne spalanie, niskie ryzyko zapłonu.

2

2 — palny

Łatwo zapalny.

3

3 — wysoka palność

Wysoko łatwopalny, bardzo łatwo się zapala.



Oznaczenia łączone, takie jak A1, A2L, A3 czy B2L, opisują jednocześnie toksyczność (A lub B) oraz palność (1, 2L, 2 lub 3).

PRZYKŁADY POPULARNYCH CZYNNIKÓW CHŁODNICZYCH

CZNNIK	KLASA BEZPIECZEŃSTWA	TOKSYCZNOŚĆ	PALNOŚĆ	CHARAKTERYSTYKA
R134a	A1			Niska toksyczność, brak rozprzestrzeniania płomienia
R744 (CO ₂)	A1			Niska toksyczność, brak rozprzestrzeniania płomienia
R32	A2L			Niska toksyczność, niska palność i wolne spalanie
R290 (propan)	A3			Niska toksyczność, wysoka palność
R717 (amoniak)	B2L			Wyższa toksyczność, niska palność i wolne spalanie



UWAGA

Klasa bezpieczeństwa wpływa na wentylację, detekcję wycieku, narzędzia pracy i procedury serwisowe.



ZAPAMIĘTAJ

Zanim otworzysz układ chłodniczy, zidentyfikuj czynnik chłodniczy i jego klasę bezpieczeństwa.



ODP i GWP bez skomplikowanej teorii



1. ODP — wpływ na warstwę ozonową

ODP (Ozone Depletion Potential) pokazuje, czy dana substancja uszkadza warstwę ozonową w stratosferze.



WARTOŚĆ 0 OZNACZA
BRAK WPŁYWU NA OZON.



2. GWP — wpływ na klimat

GWP (Global Warming Potential) porównuje wpływ na ocieplenie klimatu względem CO₂ = 1 w horyzoncie 100 lat.

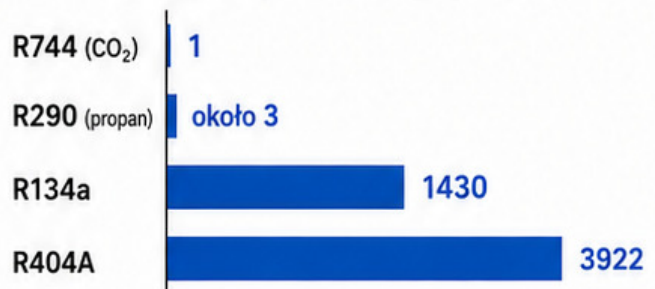


IM NIŻSZY GWP,
TYM MNIEJSZY WPŁYW
NA KLIMAT.

3. PRZYKŁADY ORIENTACYJNE

CZYNNIK	GWP (100 lat)	ODP
R744 (CO ₂)	1	0
R290 (propan)	około 3	0
R134a	1430	0
R404A	3922	0

GWP (100 lat) — im niższy, tym lepiej



We wszystkich powyższych przykładach: **ODP = 0**

4. CO TO OZNACZA W PRAKTYCE?



1. Niższy GWP ułatwia zgodność z przepisami.



2. Wysoki GWP oznacza większą presję na wymianę lub ograniczanie czynnika.



3. Sam niski GWP nie wystarcza — nadal liczą się palność, toksyczność i ciśnienie.



ZAPAMIĘTAJ

ODP dotyczy ozonu, a GWP klimatu.
Dobry wybór czynnika to kompromis między środowiskiem, bezpieczeństwem i wydajnością.



MODUŁ 02

Naturalne czynniki chłodnicze

Amoniak, CO₂ i węglowodory — niskie GWP, wysoka efektywność i szczególne wymagania bezpieczeństwa



1



R717 i R744

naturalne czynniki
do zastosowań
profesjonalnych

2



R290, R600a, R1270

węglowodory
o bardzo niskim
GWP

3



Porównanie i dobór

mocne strony,
ryzyka
i zastosowania



R717 — amoniak (NH₃)

KARTA IDENTYFIKACYJNA R717



Typ:
czynniki naturalny



Klasa bezpieczeństwa:
B2L



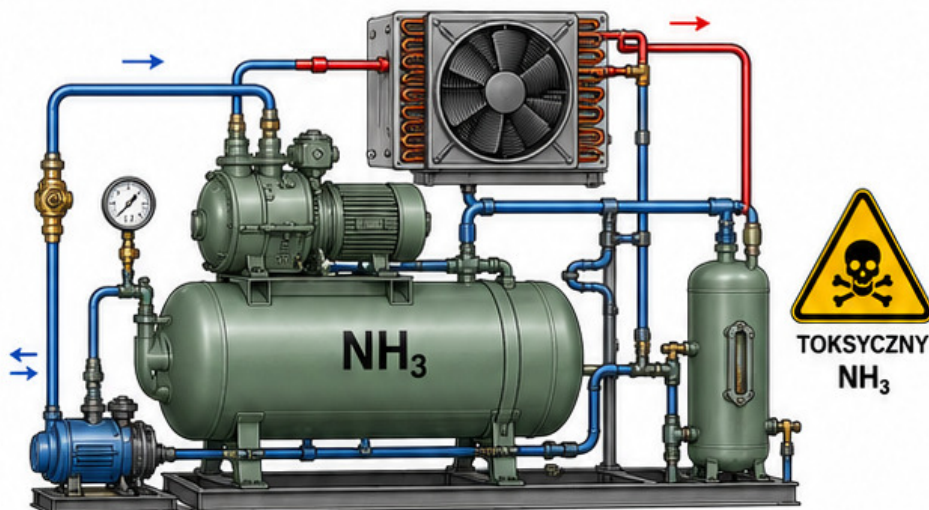
ODP:
0



GWP:
0



Cechy charakterystyczne:
wysoka wydajność,
toksyczność, niska palność



NATURALNY
CZYNNIK



ODP = 0
GWP = 0



WYSOKA
WYDAJNOŚĆ



DO ZASTOSOWAŃ
PRZEMYSŁOWYCH



1. GDZIE STOSUJE SIĘ R717?



Chłodnie i mroźnie przemysłowe



Zakłady spożywcze



Instalacje procesowe



Większe agregaty i centrale chłodnicze



2. MOCNE STRONY



Bardzo dobra wydajność



Niski koszt czynnika



Zerowy ODP i GWP



Dobre właściwości termodynamiczne



3. RYZYKA I OGRANICZENIA



Toksyczność – zagrożenie dla zdrowia przy wycieku.



Wymagania dotyczące detekcji wycieku i wentylacji.



Niezgodność z miedzią – wymaga stali i odpowiednich stopów.



Potrzeba doświadczonej obsługi i przestrzegania procedur.



4. CO TECHNIK POWINIEN SPRAWDZIĆ?



Identyfikacja czynnika (R717 – amoniak).



Skuteczność wentylacji w pomieszczeniu.



Sprawność czujników wycieku NH₃.



Dostępność środków ochrony indywidualnej.



Procedura awaryjna i ewakuacyjna.



ZAPAMIĘTAJ

R717 jest bardzo skutecznym czynnikiem naturalnym, ale wymaga wysokiej świadomości zagrożeń i dobrej organizacji pracy.



R744 — dwutlenek węgla (CO₂)

SZYBKI PRZEGLĄD

	Typ:	czynnik naturalny
	Klasa bezpieczeństwa:	A1
	ODP:	0
	GWP:	1
	Cechy charakterystyczne:	bardzo wysokie ciśnienia pracy, brak palności, niska toksyczność



1. GDZIE STOSUJE SIĘ R744?



Chłodnictwo handlowe
(sklepy, supermarkety)



Pompy ciepła
(grzewcze i chłodnicze)



Układy kaskadowe
(w niskich temperaturach)



Chłodnictwo transportowe
(pojazdy chłodnicze)



Wybrane procesy przemysłowe
(technologie specjalistyczne)



MOCNE STRONY



Bardzo niski wpływ na klimat
(GWP = 1).



Dobra dostępność i stabilność
na rynku.



Brak palności — wysoki poziom
bezpieczeństwa pożarowego.



Szerokie zastosowanie w nowoczesnych
i energooszczędnych projektach.



NA CO UWAGAĆ?



Bardzo wysokie ciśnienia pracy
(zwłaszcza w układach transkrytycznych).



Konieczność stosowania odpowiednich
komponentów i przyrządów.



Wrażliwość na warunki pracy
(temp. otoczenia, punkty pracy).



Potrzeba dobrej znajomości układu
i procedur bezpieczeństwa.

4. CO TECHNIK POWINIEN ZAPAMIĘTAĆ?



R744 (CO₂) to wydajny i ekologiczny czynnik, ale kluczowym wyzwaniem jest ciśnienie. Poprawny dobór osprzętu, dokładne obliczenia i przestrzeganie procedur są podstawą bezpiecznej i efektywnej pracy instalacji.



ZAPAMIĘTAJ

R744 jest bezpieczny pod względem palności,
ale stawia wysokie wymagania ciśnieniowe.



R290 — propan

Wydajny, naturalny czynnik chłodniczy
o bardzo niskim wpływie na klimat.

PODSUMOWANIE



Typ: czynnik naturalny — węglowodór



Klasa bezpieczeństwa: A3



ODP: 0



GWP: około 3



Cechy charakterystyczne: bardzo niskie GWP,
dobra wydajność,
wysoka palność



1. GDZIE STOSUJE SIĘ R290?



Małe i średnie
urządzenia chłodnicze



Agregaty
monoblokowe



Urządzenia
handlowe



Wybrane pompy ciepła
i układy kompaktowe

2. MOCNE STRONY



Bardzo niski
wpływ na klimat



Dobra efektywność
energetyczna



Dobre właściwości
termodynamiczne



Atrakcyjny zamiennik
w nowych urządzeniach

3. NAJWAŻNIEJSZE RYZYKO



Wysoka palność —
źródła zapłonu



Konieczna skuteczna
wentylacja



Szczególna ostrożność
podczas prac lutowniczych
i serwisowych



Przestrzeganie dopuszczalnej
ilości czynnika w urządzeniu



4. CO TECHNIK POWINIEN SPRAWDZIĆ?



Identyfikacja: czynnik R290, klasa bezpieczeństwa A3



Brak potencjalnych źródeł zapłonu w strefie pracy



Zapewniona skuteczna wentylacja



Narzędzia i procedury odpowiednie dla czynnika palnego



ZAPAMIĘTAJ

R290 łączy bardzo dobre parametry z wysoką palnością —
bezpieczeństwo pracy jest tu kluczowe.





R600a i R1270 – izobutan i propylen

R600a — izobutan



PODSUMOWANIE

- naturalny węglowodór
- klasa A3
- ODP 0
- GWP około 3



TYPOWE ZASTOSOWANIA

- chłodziarki domowe
- małe urządzenia hermetyczne



MOCNE STRONY

- niskie ciśnienia pracy
- dobra efektywność
- bardzo niski wpływ na klimat



GŁÓWNA OSTROŻNOŚĆ

- wysoka palność

R1270 — propylen



PODSUMOWANIE

- naturalny węglowodór
- klasa A3
- ODP 0
- GWP około 2



TYPOWE ZASTOSOWANIA

- wybrane instalacje przemysłowe i komercyjne
- układy specjalne
- alternatywa węglowodorowa



MOCNE STRONY

- dobra wydajność
- niski GWP



GŁÓWNA OSTROŻNOŚĆ

- wysoka palność i wymagania bezpieczeństwa

PARAMETR	R600a (IZOBUTAN)	R1270 (PROPYLEN)
Rodzaj	naturalny węglowodór	naturalny węglowodór
Klasa bezpieczeństwa	A3	A3
ODP	0	0
GWP (100 lat)	około 3	około 2
Ciśnienia pracy	niskie	niskie
Palność	wysoka	wysoka



CO JE ŁĄCZY?

- oba są czynnikami naturalnymi
- oba są palne
- oba wymagają bardzo świadomej organizacji pracy



ZAPAMIĘTAJ

W praktyce technika najważniejsze jest szybkie rozpoznanie, że oba czynniki należą do grupy A3.



Porównanie naturalnych czynników chłodniczych



Naturalne czynniki chłodnicze mają minimalny wpływ na klimat (ODP = 0) i stanowią klucz do zrównoważonej, bezpiecznej i efektywnej chłodnictwa.

CZYNNIK	R717 (amoniak)	R744 (CO ₂)	R290 (propan)	R600a (izobutan)	R1270 (propylen)
TYP / NAZWA	amoniak	dwutlenek węgla	propan	izobutan	propylen
KLASA BEZPIECZEŃSTWA	B2L	A1	A3	A3	A3
ODP (ODP = 0)	0	0	0	0	0
GWP (100 lat)	0	1	≈ 3	≈ 3	≈ 2
CIŚNIENIE PRACY	średnie 	bardzo wysokie 	średnie 	niskie 	średnie
PALNOŚĆ / TOKSYCZNOŚĆ	toksyczność / niska palność 	brak palności / brak toksyczności 	wysoka palność 	wysoka palność 	wysoka palność
TYPOWE ZASTOSOWANIE	chłodnictwo przemysłowe 	handel detaliczny, systemy CO ₂ , pompy ciepła 	małe i średnie urządzenia chłodnicze 	chłodziarki domowe 	układy specjalne / przemysł
GŁÓWNA ZALETĄ	wysoka wydajność	niski wpływ na klimat	dobra efektywność	bardzo niski GWP	dobra wydajność
GŁÓWNE OGRANICZENIE	wymagania bezpieczeństwa (toksyczność)	wysokie ciśnienie pracy	palność	palność	palność



MOCNE STRONY NATURALSÓW

- ✓ Minimalny wpływ na środowisko (ODP = 0, bardzo niskie GWP)
- ✓ Wysoka efektywność energetyczna
- ✓ Dostępność i niskie koszty eksploatacji
- ✓ Sprawdzone i niezawodne w długim okresie użytkowania
- ✓ Zgodność z kierunkiem zrównoważonego rozwoju



NA CO TECHNIK MUSI UWAŻAĆ

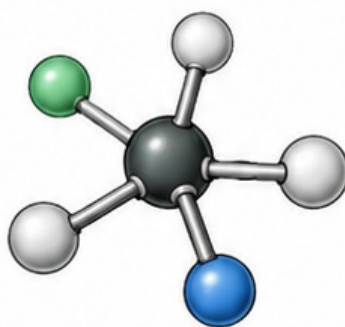
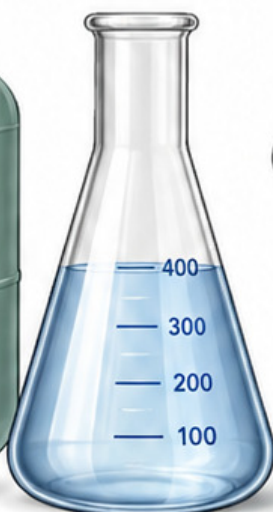
- Znajomość klasy bezpieczeństwa i właściwości czynnika
- Dobór odpowiednich komponentów i zabezpieczeń
- Przestrzeganie przepisów i dobrych praktyk
- Zapewnienie odpowiedniej wentylacji i detekcji wycieków
- Regularna kontrola szczelności układu i serwis



MODUŁ 03

Czynniki syntetyczne i nowa generacja

HFC, HFO i mieszaniny — starsze instalacje, zamienniki i kierunek zmian rynkowych



R404A
GWP 3922



R513A
GWP 573



1



HFC

R134a, R404A,
R507A i inne
starsze
rozwiązania

2



Nowe zamienniki

R32, R513A,
HFO i mieszaniny
o niższym GWP

3



Jak rozdzielić?

zastosowanie,
zagrożenia
i kierunek
modernizacji



R134a — gdzie nadal można go spotkać?

KARTA IDENTYFIKACYJNA

 Typ:	HFC
 Klasa bezpieczeństwa:	A1
 ODP:	0
 GWP:	1430
 Cechy charakterystyczne:	brak palności, starszy czynnik, coraz częściej zastępowany



TYPOWE ZASTOSOWANIA



Agregaty chłodnicze (chillery)



Urządzenia średniotemperaturowe



Klimatyzacja samochodowa



Serwis istniejących instalacji

1 GDZIE NADAL MOŻNA GO SPOTKAĆ?



starsze agregaty typu chiller



wybrane urządzenia średniotemperaturowe



starsze układy klimatyzacji



serwis istniejących instalacji

2 DLACZEGO BYŁ TAK POPULARNY?



łatwość obsługi



brak palności



szerokie doświadczenie serwisowe



dobrze zastosowanie w wielu układach

3 CO ZMieniło SIĘ NA RYNKU?



wysoki GWP



presja regulacyjna



rosnąca rola zamienników i modernizacji



4 CO TECHNIK POWINIEN WIEDZIEĆ?

R134a nadal występuje w eksploatacji. Dlatego ważna jest poprawna identyfikacja czynnika w układzie i właściwa decyzja: serwis, zamiennik albo modernizacja.



ZAPAMIĘTAJ

R134a to wciąż ważny czynnik serwisowy, ale jego znaczenie w nowych urządzeniach systematycznie maleje.



R404A i R507A – czynniki starszych instalacji

	R404A	R507A
	 • Typ: mieszaniny HFC • Klasa bezpieczeństwa: A1 • ODP: 0 • GWP: bardzo wysokie	 • Typ: mieszaniny HFC • Klasa bezpieczeństwa: A1 • ODP: 0 • GWP: bardzo wysokie
 ZASTOSOWANIE	Powszechnie stosowany w chłodziarach, mroźniach, ladach chłodniczych i instalacjach niskotemperaturowych.	Powszechnie stosowany w chłodziarach, mroźniach, ladach chłodniczych i instalacjach niskotemperaturowych.
 CHARAKTER PRACY	Stabilna praca w szerokim zakresie temperatur, dobre właściwości chłodnicze.	Bardzo zbliżone właściwości do R404A, porównywalna wydajność i parametry pracy.
 MOCNE STRONY HISTORYCZNIE	• Szeroka dostępność w przeszłości • Dobra wydajność w niskich temperaturach • Dobrze znany serwisantom i producentom urządzeń • Niezapalny (A1)	• Szeroka dostępność w przeszłości • Zbliżone właściwości do R404A • Dobrze znany serwisantom i producentom urządzeń • Niezapalny (A1)
 OGRANICZENIA DZIŚ	• Bardzo wysokie GWP • Silna presja regulacyjna (ograniczenia i redukcje) • Coraz trudniejsza dostępność i rosnące koszty • Brak perspektyw długoterminowych	• Bardzo wysokie GWP • Silna presja regulacyjna (ograniczenia i redukcje) • Coraz trudniejsza dostępność i rosnące koszty • Brak perspektyw długoterminowych
 UWAGI SERWISOWE	• Decyzje serwisowe często dotyczą: utrzymania istniejącej instalacji, ograniczenia wycieków lub planowania wymiany (retrofit). • Wymaga dobrej kontroli szczelności i właściwej obsługi.	• Decyzje serwisowe często dotyczą: utrzymania istniejącej instalacji, ograniczenia wycieków lub planowania wymiany (retrofit). • Wymaga dobrej kontroli szczelności i właściwej obsługi.



CO TECHNIK POWINIEN SPRAWDZIĆ?



Identyfikacja dokładnego czynnika



Dostępność i koszty zakupu



Stan instalacji i komponentów



Szczelność układu i historia wycieków



Możliwości modernizacji lub wymiany



ZAPAMIĘTAJ

R404A i R507A nadal występują w starszych układach, ale coraz częściej są traktowane jako czynniki do stopniowego wycofywania.



R407C i R410A – charakterystyka i zastosowanie

R407C



- Typ: mieszanina HFC
- Klasa bezpieczeństwa: A1
- ODP: 0
- GWP: wysokie

- poślizg temperaturowy
- często spotykany w klimatyzacji i pompach ciepła
- stosowany także w niektórych chillerach

R410A



- Typ: mieszanina HFC
- Klasa bezpieczeństwa: A1
- ODP: 0
- GWP: wysokie

- wyższe ciśnienia pracy
- bardzo popularny w układach split i pompach ciepła
- stosowany także w agregatach chłodniczych

1 GDZIE MOŻNA JE SPOTKAĆ?

R407C

- Klimatyzacja komercyjna
- pompy ciepła (powietrze–woda)
- chillery w niektórych zastosowaniach
- agregaty chłodnicze o średniej mocy

R410A

- klimatyzatory typu split
- pompy ciepła powietrze–powietrze
- agregaty chłodnicze
- klimatyzacja komercyjna

2 NAJWAŻNIEJSZE RÓŻNICE

- poślizg temperaturowy: występuje w R407C
- ciśnienie robocze: wyższe w R410A
- status środowiskowy: podobny – oba o wysokim GWP
- bezpieczeństwo: brak palności (klasa A1)

3 NA CO TECHNIK MUSI UWAŻAĆ?

- prawidłowa identyfikacja czynnika
- odpowiednie manometry i osprzęt (inne zakresy ciśnień dla R410A)
- kontrola szczelności układu
- zgodność oleju i procedur serwisowych z wymaganiami producenta

4 KIEDY KTÓRY CZYNNIK?

R407C

- w istniejących układach zaprojektowanych pod R407C
- gdy akceptowany jest poślizg temperaturowy i charakterystyka czynnika

R410A

- w nowych układach split i pompach ciepła
- gdy wymagana jest wyższa wydajność i efektywność
- gdy instalacja jest przystosowana do wyższych ciśnień



ZAPAMIĘTAJ

R407C i R410A nadal występują w wielu działających instalacjach, ale w nowych projektach coraz częściej ustępują rozwiązaniom o niższym GWP.



R32 — najważniejsze informacje dla technika

KARTA IDENTYFIKACYJNA

 Typ:	HFC
 Klasa bezpieczeństwa:	A2L
 ODP:	0
 GWP:	675
 Cechy charakterystyczne:	dobra wydajność, niższy GWP niż wiele starszych HFC, niska palność i wolne spalanie



1 GDZIE STOSUJE SIĘ R32?



klimatyzatory split



pompy ciepła



nowocześniejsze agregaty



wybrane układy komercyjne

2 MOCNE STRONY



niższy GWP



dobra efektywność energetyczna



prostszy skład niż mieszaniny



szeroka dostępność

3 NAJWAŻNIEJSZE RYZYKO



klasa A2L



konieczność unikania źródeł zapłonu



potrzeba wentylacji i odpowiednich procedur



sprawdzenie dopuszczalnej ilości czynnika

4 CO TECHNIK POWINIEN SPRAWDZIĆ?



identyfikacja czynnika



ocena miejsca pracy



brak źródeł zapłonu



odpowiedni osprzęt



zgodność z instrukcją producenta



ZAPAMIĘTAJ

R32 jest wydajnym i coraz częściej spotykanym czynnikiem, ale wymaga traktowania jak czynnik A2L — z pełną świadomością zasad bezpieczeństwa.



R513A — alternatywa o niższym GWP

KARTA IDENTYFIKACYJNA

 Typ:	mieszanina HFO/HFC
 Klasa bezpieczeństwa:	A1
 ODP:	0
 GWP:	około 573
 Cechy charakterystyczne:	niższy GWP niż R134a, brak palności, zastosowania podobne do R134a



1 DO CZEGO JEST STOSOWANY?



chillery



wybrane układy
chłodnicze
średnitemperaturowe



modernizacje i retrofit
wybranych instalacji
R134a

2 DLACZEGO JEST WAŻNY?



niższy GWP niż R134a



łatwiejsze przejście
dla części instalacji



zachowanie klasy A1
(brak palności)



kierunek zgodny
z ograniczaniem
czynników wysoko-GWP

3 CO TRZEBA SPRAWDZIĆ PRZED ZAMIANĄ?



kompatybilność
urządzenia



wymagania
producenta



olej i materiały
(uszczelnienia,
komponenty)



nastawy i wydajność
instalacji



dokumentacja
serwisowa

4 R134a VS R513A

R134a	R513A
	
starszy HFC	alternatywa o niższym GWP
GWP 1430	GWP około 573
klasa A1	klasa A1



CO TECHNIK POWINIEN WIEDZIEĆ?

R513A może wymagać dostosowania nastaw urządzenia (np. ciśnień, przegrzania, zakresów ochron), a w niektórych układach także wymiany elementów. Zawsze kieruj się wytycznymi producenta.



ZAPAMIĘTAJ

R513A nie jest uniwersalnym zamiennikiem dla każdego układu, ale w wielu zastosowaniach stanowi praktyczną drogę do obniżenia GWP bez przejścia na czynnik palny.



R1234ze(E) i rodzina HFO

KARTA PODSUMOWANIA – R1234ze(E)

	Typ:	HFO
	Klasa bezpieczeństwa:	A2L
	ODP:	0
	GWP:	bardzo niskie
	Cechy charakterystyczne:	bardzo niski wpływ na klimat, niska palność, zastosowania specjalistyczne i nowocześniejsze układy

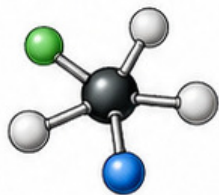


**BARDZO
NISKIE
GWP**



niższy GWP

1 CZYM SĄ HFO?



HFO (hydrofluoroolefiny) to nowa generacja czynników chłodniczych opartych na wiązaniu podwójnym w cząsteczce.



Główną zaletą HFO jest bardzo niski potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP).

2 GDZIE MOŻNA JE SPOTKAĆ?



nowoczesne chillery i urządzenia dużej mocy



wybrane układy komercyjne



instalacje projektowane pod niższy wpływ klimatyczny

3 CO ODRÓŻNIA JE OD STARSZYCH HFC?



bardzo niski GWP



często klasa A2L (niska palność)



inne wymagania projektowe i serwisowe



rozwój nowych rozwiązań rynkowych

4 NA CO TECHNIK POWINIEN ZWRÓCIĆ UWAGĘ?



identyfikacja czynnika (R1234ze(E))



procedury serwisowe dla A2L



zgodność sprzętu i komponentów



zapewnienie odpowiedniej wentylacji



dokumentacja i wytyczne producenta urządzenia

SZYBKE PORÓWNANIE



HFC (np. R134a)

GWP: wysokie

Klasa: A1 (niepalne)

Technologia: dojrzała

Zastosowania: szerokie



HFO (np. R1234ze(E))

GWP: bardzo niskie

Klasa: często A2L

Technologia: nowoczesna

Zastosowania: specjalistyczne, nowe układy



MIESZANINY (np. R513A)

GWP: niższe niż HFC, zwykle wyższe niż HFO

Klasa: zależna od składu (często A1 lub A2L)

Technologia: rozwijana

Zastosowania: szerokie



ZAPAMIĘTAJ — HFO, takie jak R1234ze(E), pomagają ograniczać GWP, ale wymagają dobrej znajomości klasy bezpieczeństwa i wymagań konkretnego urządzenia.



Jak odróżnić HFC, HFO i mieszaniny?

	HFC	HFO	MIESZANINY
KRÓTKI OPIS	Wodorofluorowęglowodory. Starsza generacja czynników bez podwójnego wiązania.	Wodorofluoroolefiny. Nowa generacja z podwójnym wiązaniem (olefiny).	Mieszaniny dwóch lub więcej składników (HFC i/lub HFO i/lub HC).
PRZYKŁADY	R134a, R32 	R1234ze(E) 	R404A, R407C, R410A, R513A
TYPOWE CECHY	- Brak wiązania podwójnego - Stabilne, niepalne (A1 większość) - Często wysokie wartości GWP - Od lat szeroko stosowane	- Obecne wiązanie podwójne - Bardzo niskie wartości GWP - Nowa generacja czynników - Często lekko palne (A2L)	- Złożone z kilku składników - Wartości GWP zróżnicowane - Mogą mieć poślizg temperaturowy - Właściwości zależą od składu
NAJCZĘSTSZE ZASTOSOWANIA	Klimatyzacja samochodowa (starsze układy – R134a) Chłodnictwo komercyjne Przemysł i procesy technologiczne	Nowe układy klimatyzacji samochodowej (R1234ze(E)) Nowoczesne chłodnictwo o niskim GWP Ekologiczne rozwiązania i nowe instalacje	Chłodnictwo średnio- i niskotemperaturowe (R404A, R407C) Klimatyzacja i pompy ciepła (R410A, R513A) Szerokie zastosowanie w różnych branżach
NA CO ZWRÓCIĆ UWAGĘ	- Starsza technologia - Wyższe GWP - Wycofywanie wg regulacji F-gaz	- Często klasa A2L (lekko palne) - Wymaga dobrej wentylacji - Nie wszystkie materiały uszczelnień są kompatybilne	- Możliwy poślizg temperaturowy - Konieczne prawidłowe napełnianie (tylko w fazie ciekłej, zgodnie z zaleceniem producenta) - Nie wolno mieszać ani uzupełniać innym składem

• Jak myśli technik? •



CO TECHNIK POWINIEN PAMIĘTAĆ?



Zawsze czytaj pełny symbol czynnika



Nie zakładaj na podstawie starej wiedzy



Zwracaj uwagę na klasę bezpieczeństwa



Uwzględniaj GWP i przepisy F-gaz



Stosuj się do zaleceń producenta urządzenia



ZAPAMIĘTAJ — sama nazwa czynnika to za mało.

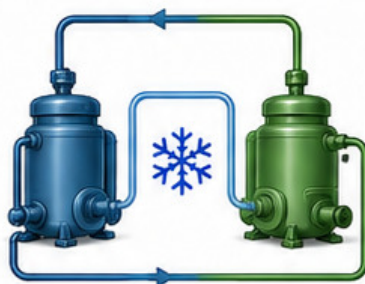
W praktyce trzeba znać grupę, zagrożenia i wymagania serwisowe danego układu.



MODUŁ 04

Dobór czynnika do zastosowania

Chillery, chłodnie, procesy przemysłowe i układy kaskadowe — jak dobrać czynnik praktycznie i świadomie



1

Chillery



przegląd
najczęściej
spotykanych
czynników

2

Chłodnie i mroźnie



temperatura,
bezpieczeństwo
i efektywność

3

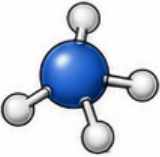
Dobór praktyczny



kryteria
techniczne,
środowiskowe
i serwisowe



Czynniki stosowane w agregatach typu chiller

	R134a	R513A	R1234ze(E)	R410A	R32	R717 (amonian)
						
GRUPA	HFC	HFO (mieszanina)	HFO	HFC (mieszanina)	HFC	Naturalny czynnik nieorganiczny
BEZPIECZEŃSTWO	A1	A1	A2L	A1	A2L	B2L
TYPOWE ZASTOSOWANIE	starsze chillery	niższy GWP, alternatywa dla R134a	nowoczesne rozwiązania, bardzo niski GWP	wyższe ciśnienie, starsze i kompaktowe układy	nowocześniejsze rozwiązania, niższy GWP	chillery przemysłowe, wysoka wydajność

1 CO WPŁYWA NA DOBÓR?

-  temperatura pracy (parownik / skraplacz)
-  wymagana wydajność i obciążenie
-  bezpieczeństwo użytkowania i klasyfikacja czynnika
-  GWP i wpływ na środowisko
-  dostępność serwisu i części zamiennych
-  wymagania producenta urządzenia

2 STARSZE vs NOWSZE ROZWIĄZANIA

STARSZE ROZWIĄZANIA

- R134a
- R410A
- (częściowo R22*)

 wyższe GWP

 wyższe ciśnienie (R410A)

 często większe rozmiary układów

 ograniczenia prawne i dostępności

NOWSZE ROZWIĄZANIA

- R513A
- R1234ze(E)
- R32
- (R717 w przemyśle)

VS

 niższe GWP

 optymalizowane ciśnienia pracy

 bardziej kompaktowe i wydajne układy

 zgodność z kierunkiem dekarbonizacji

*R22 – czynnik wycofywany, dostęp jedynie w ograniczonych zastosowaniach serwisowych.

3 NA CO PATRZY TECHNIK?

-  identyfikacja czynnika (tabliczka znamionowa, etykiety, dokumentacja)
-  ciśnienie pracy i parametry eksploatacyjne (zgodnie z kartą danych)
-  kompatybilność elementów i oleju z danym czynnikiem
-  dokumentacja urządzenia i historia serwisowa



ZAPAMIĘTAJ

W chillerach sam typ czynnika nie wystarcza.

Liczy się cały układ: projekt, parametry pracy, bezpieczeństwo i kierunek modernizacji.



Czynniki w chłodniach i mroźniach

Praktyczny przegląd czynników stosowanych w chłodniach i mroźniach

R404A / R507A starsze instalacje niskotemperaturowe  Typowe zastosowanie: chłodnie i mroźnie o niskiej temperaturze  Mocna strona: sprawdzone, szeroko stosowane  Główne ograniczenie: wysokie GWP, stopniowe wycofywanie	R744 (CO₂) nowoczesne systemy CO ₂  Typowe zastosowanie: chłodnie i mroźnie w transkrytycznych CO ₂  Mocna strona: niski GWP, wysoka efektywność  Mocna strona: niski GWP, wysoka efektywność  Główne ograniczenie: wysokie ciśnienia, wyższy koszt inwestycji	R290 (propan) małe urządzenia i wybrane rozwiązania  Typowe zastosowanie: małe agregaty chłodnicze  Mocna strona: niski GWP, brak wpływu na ODP  Główne ograniczenie: palność (klasa A3), ograniczenia ilości	R717 (amoniak) przemysłowe chłodnie i mroźnie  Typowe zastosowanie: duże instalacje przemysłowe  Mocna strona: bardzo dobra wydajność  Główne ograniczenie: toksyczność, wymogi bezpieczeństwa
--	---	--	---

1 ŚREDNIE I NISKE TEMPERATURY

ŚREDNIA TEMPERATURA (MT)
ok. -5 °C do +5 °C



Produkty świeże: nabiał, owoce, warzywa, napoje, wyroby mięsne.

NISKA TEMPERATURA (LT)
ok. -15 °C do -30 °C



Mrożonki: mięso, ryby, lody, gotowe dania, produkty długoterminowo przechowywane.



Im niższa temperatura odparowania, tym wyższe wymagania wobec czynnika i instalacji:

- wydajność
- stabilność pracy
- bezpieczeństwo
- koszty eksploatacji

2 NA CO ZWRACA UWAGĘ SERWISANT?



TEMPERATURA ODPAROWANIA

Dobierz czynnik i nastawy do poziomu temperatury pracy.



SZCZELNOŚĆ

Regularnie kontroluj szczelność układu — ma to wpływ na wydajność i koszty.



BEZPIECZEŃSTWO

Uwzględnij palność (R290) lub toksyczność (R717) oraz wentylację i detekcję.



DOSTĘPNOŚĆ CZYNNIKA

Sprawdź dostępność, cenę i warunki dostaw czynnika.



KIERUNEK MODERNIZACJI

Oceń możliwość wymiany czynnika i urządzeń na bardziej efektywne.

3 CO ZMIENIA RYNEK?



OGRANICZANIE CZYNNIKÓW WYSOKO-GWP

Regulacje F-gazowe stopniowo ograniczają dostępność czynników o wysokim współczynniku GWP.



WZROST ZNACZENIA CO₂ I ROZWIĄZAŃ NATURALNYCH

Coraz więcej instalacji opiera się na CO₂, amoniaku i węglowodorach ze względu na środowisko i koszty.



ROLA MODERNIZACJI STARSZYCH UKŁADÓW

Modernizacja poprawia efektywność, niezawodność i zgodność z nowymi wymaganiami prawnymi.



BEZPIECZEŃSTWO PRACY W MASZYNOWNI I PRZY URZĄDZENIACH CHŁODNICZYCH

- ✓ Zapewnij dobrą wentylację maszynowni.
- ✓ Przestrzegaj instrukcji producenta i procedur serwisowych.
- ✓ Stosuj detekcję wycieków (CO₂, NH₃, węglowodory).
- ✓ Używaj środków ochrony indywidualnej (PPE).



ZAPAMIĘTAJ — w chłodniach i mroźniach wybór czynnika silnie zależy od temperatury pracy, wielkości instalacji i wymagań bezpieczeństwa.





Czynniki w chłodzeniu procesów przemysłowych

PRZEGLĄD CZYNNIKÓW – ZASTOSOWANIA W CHŁODZENIU PROCESÓW

 R717 Duże układy przemysłowe Bardzo wysoka wydajność i efektywność Zero ODP i GWP Mocny wybór dla dużych instalacji	 R744 Układy CO ₂ transkrytyczne wysokociśnieniowe lub kaskadowe Zastosowania specjalistyczne Zero ODP i GWP Dla specyficznych warunków	 R134a Wybrane chillery i aplikacje procesowe Sprawdzone rozwiązania GWP średnie Dla dobranych zastosowań	 R513A Wybrane chillery i aplikacje procesowe Niższe GWP niż R134a Klasa A1 Alternatywa o niższym GWP	 R1234ze(E) Wybrane chillery i aplikacje procesowe Niskie GWP Klasa A2L (łatwopalny) Dla nowych rozwiązań o niskim GWP
--	---	--	---	---

1 CZEGO WYMAGA CHŁODZENIE PROCESOWE?

-  **Stabilność parametrów** – utrzymanie stałej temperatury i jakości procesu.
-  **Ciągłość pracy** – minimalizacja przestojów i ryzyka utraty produktu.
-  **Efektywność energetyczna** – niskie koszty eksploatacji w długim cyklu pracy.
-  **Bezpieczeństwo** – ochrona ludzi, instalacji i środowiska.
-  **Niezawodność** – trwałe i sprawdzone rozwiązania dostosowane do warunków zakładu.

2 DLACZEGO CZĘSTO WYBIERA SIĘ R717?

-  Bardzo wysoka wydajność chłodnicza.
 -  Niski koszt czynnika.
 -  Szeroka dostępność i dojrzała technologia.
 -  Zero ODP i GWP.
-  Wymaga rygorystycznych procedur bezpieczeństwa i odpowiedniego projektowania instalacji.

3 KIEDY WYBIERA SIĘ INNE CZYNNIKI?

-  **Ograniczenia obiektu** – małe lub szczelne pomieszczenia, ograniczenia wentylacji, wymagania lokalne.
-  **Klasa bezpieczeństwa** – wymagana klasa A1 lub A2L ze względu na bezpieczeństwo.
-  **Modernizacja istniejących systemów** – dopasowanie do istniejących komponentów i czynników.
-  **Wymagania inwestora lub producenta** – preferencje, polityki środowiskowe, dostępność serwisu.

4 CO TECHNIK POWINIEN OCENIĆ?

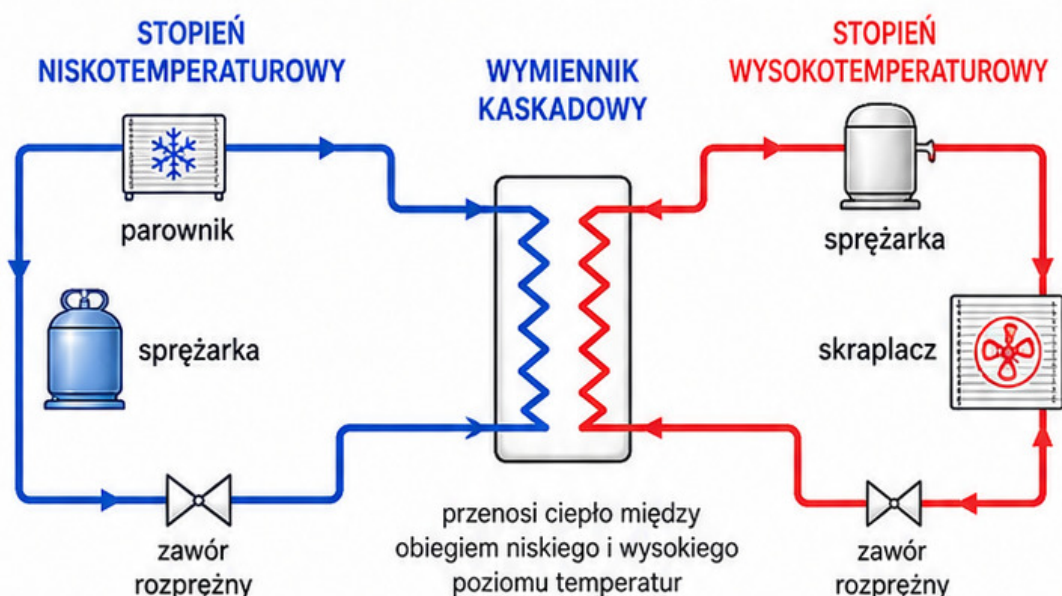
-  **Dobór czynnika** – dopasowanie do procesu, wydajności i przepisów.
-  **Poziom ciśnienia** – niskie, wysokie lub bardzo wysokie; wymagania konstrukcyjne.
-  **Kompatybilność materiałów** – oleje, uszczelnienia, metale i tworzywa.
-  **Procedury bezpieczeństwa** – szkolenia, wentylacja, czujniki, procedury awaryjne.
-  **Warunki pracy** – temperatura otoczenia, obciążenia cieplne, rodzaj medium procesowego.



ZAPAMIĘTAJ — w chłodzeniu procesów przemysłowych dobór czynnika ma bezpośredni wpływ na wydajność, bezpieczeństwo i niezawodność całego procesu.



Układy kaskadowe i dwa różne czynniki



PRZYKŁADOWE KOMBINACJE

R744 + R717

R744 + R134a

R744 + R290

1 DLACZEGO STOSUJE SIĘ DWA CZYNNIKI?

- możliwość uzyskania bardzo niskich temperatur
- lepsze dopasowanie parametrów pracy
- większa efektywność w wybranych zastosowaniach

2 GDZIE SPOTYKA SIĘ UKŁADY KASKADOWE?

- mroźnie i magazyny głębokiego mrożenia
- chłodziwo niskotemperaturowe (poniżej -40 °C)
- wybrane procesy przemysłowe

3 NA CO MUSI UWAŻAĆ TECHNIK?

- identyfikacja obu czynników
- różne ciśnienia i zagrożenia
- właściwa procedura serwisowa
- znajomość schematu układu



CO TECHNIK POWINIEN WIEDZIEĆ?

Oba obiegi są od siebie niezależne, ale połączone wymiennikiem kaskadowym. Błędy w jednym obiegu wpływają na pracę drugiego.



ZAPAMIĘTAJ

W układzie kaskadowym technik nie pracuje z jednym czynnikiem, lecz z dwoma odrębnymi obiegami, które trzeba rozumieć osobno i jako całość.



Jak dobrać czynnik: praktyczne kryteria

1. Zastosowanie układu

chiller



komfort i procesy
o dużej mocy

chłodnia
i mroźnia



przechowywanie
żywności

proces
przemysłowy



chłodzenie technologii,
stabilność procesu

układ
kaskadowy



bardzo niskie
temperatury

2. Warunki pracy



temperatura odparowania
określa wymaganą niską temperaturę



temperatura skraplania
zależna od warunków otoczenia



zakres ciśnień
wpływa na dobór komponentów i rur



wydajność
moc chłodnicza i obciążenia szczytowe



stabilność pracy
tolerancja na zmiany warunków

3. Bezpieczeństwo



niepalny
najwyższy poziom bezpieczeństwa



lekko palny
niskie ryzyko zapłonu, wymagane środki



palny
wysokie ryzyko zapłonu



toksyczny / lekko palny
ryzyko toksyczności, wymagane środki

**Technik powinien
sprawdzić:**

- ✓ wentylacja pomieszczeń
- ✓ detekcja wycieków
- ✓ procedury obsługi i serwisowe
- ✓ znakowanie i instrukcje bezpieczeństwa

4. Środowisko i przepisy



ODP (potencjał niszczenia warstwy ozonowej)
cel: ODP = 0



GWP (potencjał tworzenia efektu cieplarnianego)
im niższy GWP, tym lepiej



F-gazy i przepisy prawne
zgodność z regulacjami UE i krajowymi



dostępność czynnika
cena, dostępność, ograniczenia



kierunek modernizacji
przyszłościowe rozwiązania o niskim GWP

5. Serwis i kompatybilność



olej sprężarkowy
zgodność
z czynnikiem



**materiały
i uszczelnienia**
odporność chemiczna
i ciśnieniowa



części zamienne
dostępność
i standardy



narzędzia
dedykowane
dla danego czynnika



**dokumentacja
producenta**
instrukcje, karty
techniczne, limity



**Zidentyfikuj
zastosowanie**



**oceni
warunki
pracy**



**sprawdź
klasę
bezpieczeństwa**



**uwzględnij
GWP
i przepisy**



**potwierdź
kompatybilność**



**CO TECHNIK
POWINEN
ZAPAMIĘTAĆ?**

- Dobór czynnika to kompromis między wydajnością, bezpieczeństwem i środowiskiem.
- Zawsze sprawdzaj parametry pracy i klasę bezpieczeństwa (ISO 817).
- Przestrzegaj przepisów i planuj z myślą o przyszłości (niższe GWP).
- Upewnij się, że układ i serwis są kompatybilne z wybranym czynnikiem.



ZAPAMIĘTAJ — dobór czynnika to nie tylko nazwa, ale cały układ:
parametry pracy, bezpieczeństwo, środowisko i serwis.



MODUŁ 05

Diagnostyka i bezpieczna praca

Ciśnienie, temperatura, przegrzanie, dochłodzenie,
objawy usterek i zasady bezpieczeństwa
pracy z czynnikiem chłodniczym



1

Parametry pracy



ciśnienie,
temperatura,
przegrzanie,
dochłodzenie.

2

Rozpoznawanie problemów



ubytek czynnika,
przepelnienie,
wilgoć,
powietrze.

3

Bezpieczna obsługa



palność,
toksyczność,
wysokie ciśnienie,
checklista.



Ciśnienie i temperatura: zależność, którą trzeba rozumieć

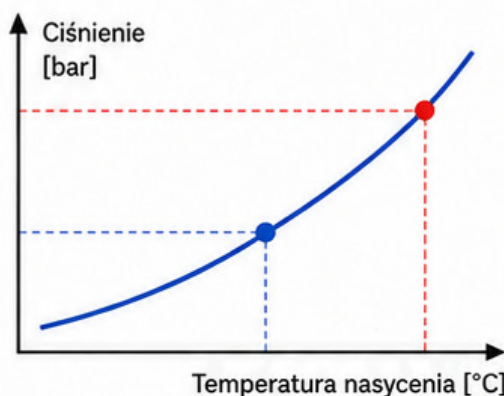
Każdy czynnik chłodniczy ma ścisłą zależność między ciśnieniem a temperaturą nasycenia. Podając ciśnienie, zawsze odpowiada mu określona temperatura nasycenia.



MANOMETR
mierzy ciśnienie



TERMOMETR
mierzy temperaturę



wyższe ciśnienie
=
wyższa temperatura nasycenia

niższe ciśnienie
=
niższa temperatura nasycenia

1 DLACZEGO TO WAŻNE?



Interpretacja ssania i tłoczenia
po ciśnieniu określamy temperaturę nasycenia – punkt odniesienia.



Diagnoza usterek
odchyłki od temperatury nasycenia wskazują na przegrzanie lub niedochłodzenie.



Ustawianie punktów pracy
prawidłowy dobór ciśnień = optymalna wydajność i bezpieczeństwo.

2 CO TECHNIK ROBI W PRAKTYCE?



odczytuje ciśnienie na manometrze (ssanie lub tłoczenie)



korzysta z tabeli PT danego czynnika (Pressure-Temperature)



wyznacza temperaturę nasycenia odpowiadającą odczytanemu ciśnieniu



porównuje temperaturę nasycenia z temperaturą rzeczywistą (np. temperaturą rury)

3 TYPOWE BŁĘDY



mieszanie skali czynnika
R22 na skali R134a = błędne wartości



odczyt bez identyfikacji czynnika
zawsze sprawdź, jaki czynnik jest w układzie



pomijanie temperatury otoczenia
wpływa na ciśnienie skraplania i parowania



błędna interpretacja
np. mylenie przegrzania z niedochłodzeniem

4 PRZYKŁAD MYŚLENIA

1



R134a / 2,5 bar
po stronie ssawnej

2



temperatura nasycenia
z tabeli PT dla R134a:
ok. -6 °C

3



pomiar temperatury
rury ssawnej: ok. 2 °C

4



przegrzanie = 2 °C - (-6 °C) = 8 K
ocena: w normie (przykładowo)

TO SAMO CIŚNIENIE NIE OZNACZA TEJ SAMEJ TEMPERATURY DLA RÓŻNYCH CZYNNIKÓW



2,5 bar (strona ssawna)
→ temperatura nasycenia
ok. -6 °C



2,5 bar (strona ssawna)
→ temperatura nasycenia
ok. -15 °C



2,5 bar (strona ssawna)
→ temperatura nasycenia
ok. -10 °C



ZAPAMIĘTAJ — samo ciśnienie nie wystarczy.

Trzeba wiedzieć, dla jakiego czynnika i w jakim punkcie obiegu je mierzysz.



Przegrzanie i dochłodzenie w praktyce

PRZEGRZANIE

CO TO JEST?

Różnica między temperaturą gazu na wyjściu z parownika a temperaturą nasycenia odpowiadającą ciśnieniu ssania.



GDZIE SIĘ MIERZY?

Na wyjściu z parownika / na ssaniu.

DLACZEGO MA ZNACZENIE?

- Chroni sprężarkę przed zalaniem cieczą.
- Potwierdza pełne odparowanie czynnika.
- Wpływa na wydajność i efektywność układu.

OZNAKI ZBYT WYSOKIEGO PRZEGRZANIA

- Niższa wydajność chłodnicza.
- Wyższa temperatura końca ssania.
- Możliwe przegrzewanie oleju.
- Parownik może być niedożywiony czynnikiem.

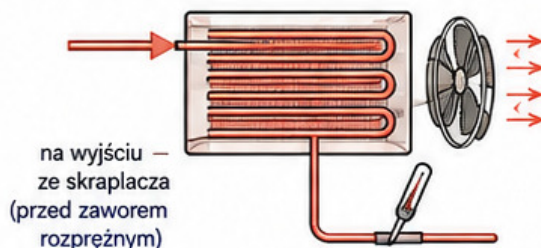
OZNAKI ZBYT NISKIEGO PRZEGRZANIA

- Ryzyko powrotu cieczy do sprężarki.
- Niestabilna praca układu.
- Piankowanie oleju i głośna praca.
- Możliwe oblodzenie parownika.

DOCHŁODZENIE

CO TO JEST?

Różnica między temperaturą nasycenia odpowiadającą ciśnieniu skraplania a temperaturą cieczy na wyjściu ze skraplacza.



GDZIE SIĘ MIERZY?

Na wyjściu ze skraplacza / przed zaworem rozprężnym.

DLACZEGO MA ZNACZENIE?

- Zapewnia, że do zaworu rozprężnego trafia ciecz.
- Zwiększa wydajność układu.
- Zapobiega powstawaniu par w przewodzie cieczowym.

OZNAKI ZBYT WYSOKIEGO DOCHŁODZENIA

- Spadek wydajności układu.
- Wyższe ciśnienie skraplania.
- Zwiększone zużycie energii.
- Praca skraplacza może być nadmierna.

OZNAKI ZBYT NISKIEGO DOCHŁODZENIA

- Ryzyko wystąpienia par przed zaworem.
- Niższa wydajność chłodnicza.
- Możliwe wahania ciśnienia i temperatury.
- Słabsze wykorzystanie powierzchni skraplacza.

JAK LICZYĆ?



Przegrzanie =
temperatura rzeczywista gazu
– temperatura nasycenia
z ciśnienia ssania



Dochłodzenie =
temperatura nasycenia
z ciśnienia skraplania
– temperatura rzeczywista cieczy

CO TECHNIK Z TEGO WYCZYTA?



1. ZA MAŁY DOPŁYW CZYNNIKA

- Wysokie przegrzanie
- Niskie dochłodzenie



Niedobór czynnika
lub ograniczenie
dopływu (filtr, przewody,
parownik).



2. NADMIAR CZYNNIKA

- Niskie przegrzanie
- Wysokie dochłodzenie



Zbyt duża ilość czynnika
w układzie.



3. PROBLEMY Z ZAWOREM ROZPRĘŻNYM

- Zmienne przegrzanie
- Niższe dochłodzenie



Zawór może być
zanieczyszczony, źle
dobrany lub niesprawny.



4. PROBLEMY ZE SKRAPLACZEM

- Wysokie ciśnienie skraplania
- Niskie dochłodzenie



Brudny skraplacz, słaba
wentylacja lub zbyt mała
powierzchnia wymiany ciepła.



ZAPAMIĘTAJ — przegrzanie mówi o części ssawnej i parowniku,
a dochłodzenie o części ciekłej i skraplaczu.



Jak rozpoznać objawy ubytku czynnika?

Niski poziom czynnika chłodniczego rzadko daje jeden objaw. Zazwyczaj występuje zestaw sygnałów, które należy potwierdzić pomiarami – a nie zgadywać na podstawie przypuszczeń.

1 OBJAWY W PARAMETRACH



niskie ciśnienie ssania



często obniżone ciśnienie tłoczenia



wysokie przegrzanie



małe dochłodzenie

2 OBJAWY W PRACY URZĄDZENIA



słabsze chłodzenie



dłuższa praca sprężarki



nierównomierne zasilanie parownika



możliwość oblodzenia wybranych miejsc

3 CO TECHNIK POWINIEN SPRAWDZIĆ?



szczelność układu



połączenia



zawory serwisowe (pozycja i stan)



wziernik (jeśli występuje)



historia serwisowa (poprzednie naprawy)



masa czynnika wg tabliczki znamionowej

4 NA CO UWAŻAĆ?



podobne objawy mogą dawać zabrudzony skraplacz



zły przepływ powietrza (przez skraplacz lub parownik)



problem z zaworem rozprężnym (np. zawieszanie, zatykanie)



zapchany lub zawilgocony osuszacz / filtr-osuszacz

Objaw



pomiar



potwierdzenie



usunięcie nieszczelności



próżnia / osuszanie



prawidłowe napełnienie



BŁĄD POCZĄTKUJĄCEGO

Nie „dobijaj” czynnika bez znalezienia przyczyny ubytku! To prowadzi do dalszych wycieków, uszkodzeń i niepotrzebnych kosztów.



ZAPAMIĘTAJ

ubytek czynnika to zwykle skutek nieszczelności. Najpierw znajdź przyczynę, potem napełniaj układ.



Przepełnienie, wilgoć, powietrze i zanieczyszczenia

A) PRZEPEŁNIENIE UKŁADU



OBJAWY

- za wysokie dochłodzenie
- możliwe wysokie ciśnienie skraplania
- ryzyko zalewania
- spadek sprawności

RYZIKO

- ⚠ • uderzenie cieczą w sprężarkę
- ⚠ • uszkodzenie sprężarki
- ⚠ • przegrzewanie oleju
- ⚠ • spadek niezawodności

CO ZROBIĆ

- 📋 • odzyskać nadmiar czynnika
- 📋 • sprawdzić masę i ciśnienia
- 📋 • zweryfikować ustawienia i warunki pracy

B) WILGOĆ W UKŁADZIE



OBJAWY

- zamarzanie przy zaworze rozprężnym
- niestabilna praca
- korozja
- tworzenie kwasów

RYZIKO

- ⚠ • korozja elementów układu
- ⚠ • uszkodzenie sprężarki
- ⚠ • tworzenie kwasów
- ⚠ • zatykanie kapilary lub zaworu

CO ZROBIĆ

- 📋 • wymienić filtr-osuszacz
- 📋 • wykonać dokładną próżnię
- 📋 • sprawdzić szczelność
- 📋 • usunąć przyczynę zawilgocenia

C) POWIETRZE / GAZY NIESKRAPLAJĄCE SIĘ



OBJAWY

- zawyżone ciśnienie po stronie wysokiej
- wzrost temperatury skraplania
- gorsza wydajność

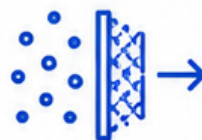
RYZIKO

- ⚠ • wzrost ciśnienia i temperatury
- ⚠ • spadek wydajności
- ⚠ • przeciążenie sprężarki
- ⚠ • uszkodzenie urządzeń

CO ZROBIĆ

- 📋 • odzyskać czynnik
- 📋 • wykonać próżnię (głęboka)
- 📋 • sprawdzić szczelność
- 📋 • upewnić się, że układ jest czysty i szczelny

D) ZANIECZYSZCZENIA



OBJAWY

- zatkania
- spadki ciśnienia
- uszkodzenia zaworu
- problemy z olejem i sprężarką

RYZIKO

- ⚠ • zatkanie elementów (filtry, kapilara, zawory)
- ⚠ • uszkodzenie zaworów i sprężarki
- ⚠ • zużycie oleju
- ⚠ • spadek niezawodności

CO ZROBIĆ

- 📋 • zlokalizować i usunąć zanieczyszczenia
- 📋 • wymienić filtr-osuszacz
- 📋 • oczyścić lub wymienić elementy układu
- 📋 • sprawdzić olej

JAK ZAPOBIEGAĆ?



odzysk i napełnianie zgodnie z procedurą



wymiana filtra-osuszacza



dobra próżnia



czyste narzędzia



zamykanie instalacji



kontrola szczelności



ZAPAMIĘTAJ — nie każdy problem oznacza za mało czynnika.
W układzie mogą być także wilgoć, powietrze lub zanieczyszczenia.



Czynnik chłodniczy a olej sprężarkowy

DLACZEGO OLEJ JEST WAŻNY?



Smarowanie

redukuje tarcie między ruchomymi elementami.



Chłodzenie sprężarki

olej odprowadza ciepło z elementów wewnętrznych.



Szczelność

pomaga uszczelniać przestrzenie między elementami.



Trwałość

odpowiedni olej wydłuża żywotność sprężarki i całego układu.

1 KOMPATYBILNOŚĆ



Nie każdy czynnik chłodniczy współpracuje z każdym olejem. Rodzaj oleju musi być dobrany do czynnika.

- **Olej mineralny** – stosowany z czynnikami starszej generacji (np. CFC, HCFC).
- **POE (poliolestry)** – najczęściej do czynników HFC i HFO (np. R134a, R410A, R32).
- **PAG (polialkilenoglikolowy)** – powszechny w klimatyzacji samochodowej z czynnikiem R134a.

2 CO MOŻE PÓJŚĆ ZŁE?



- zła mieszalność oleju z czynnikiem – olej rozwarstwia się
- słaby powrót oleju do sprężarki
- przegrzewanie i zatarcie sprężarki
- odkładanie oleju w wymiennikach i rurach
- spadek wydajności, awarie i kosztowne naprawy

3 NA CO PATRZY TECHNIK?



- zalecenia producenta urządzenia
- rodzaj czynnika w układzie
- lepkość oleju (np. ISO VG 32, 46, 68)
- czystość i stan oleju
- ilość oleju – zgodna ze specyfikacją
- historia serwisowa układu

4 SZCZEGÓLNA OSTROŻNOŚĆ



- oleje POE i niektóre PAG są higroskopijne – pochłaniają wilgoć z powietrza
- wilgoć w oleju powoduje kwasy, korozję i pogorszenie smarowania
- przechowuj olej w szczelnych opakowaniach
- otwieraj tylko na czas pracy serwisowej
- zamykaj i przechowuj zgodnie z zaleceniami producenta

DOBÓR OLEJU DO CZYNNIKA – PRZYKŁADY

Czynnik	Typ oleju	Uwaga praktyczna
R134a	POE	Najczęściej POE (lepkość wg zaleceń producenta).
R410A	POE	POE o odpowiedniej lepkości (często ISO VG 32/46).
R32	POE	Stosuj olej zgodny z wymaganiami producenta.
Starsze HCFC (np. R22)	Mineralny	Zwykle olej mineralny.
Układy samochodowe (R134a)	PAG	PAG dedykowany do klimatyzacji samochodowej.



NIGDY NIE MIESZAJ OLEJU NA ŚLEPO

- ✗ nie mieszaj różnych typów olejów
- ✗ nie dolewaj oleju „na oko”
- ✗ nie zakładaj, że „będzie działać”
- ✗ sprawdź zalecenia producenta



Gdy nie masz pewności – skonsultuj się z dokumentacją techniczną lub doradcą technicznym.



ZAPAMIĘTAJ — prawidłowy czynnik i prawidłowy olej tworzą jeden układ.
Błąd w oleju może zniszczyć sprężarkę.



Palność, toksyczność i wysokie ciśnienie

Klasa bezpieczeństwa mówi technikowi, jak pracować z czynnikiem



A1

niepalny,
niskotoksyczny

najbezpieczniejszy
wybór



A2L

lekko palny,
niskotoksyczny

wymaga ostrożności
i kontroli



A3

wysoce palny,
niskotoksyczny

wysokie ryzyko
pożaru



B2L

niskopalny,
toksyczny

ryzyko dla zdrowia
człowieka



1 PALNOŚĆ



PRZYKŁADY

A2L, A3



RYZYKA

- zapłon w obecności źródła ognia
- słaba wentylacja – nagromadzenie czynnika
- nieodpowiednie narzędzia i urządzenia elektryczne



CO NALEŻY ZROBIĆ?



usuń i kontroluj źródła zapłonu



zapewnij skuteczną wentylację naturalną lub mechaniczną



stosuj detekcję wycieku i czujniki palnych czynników



przestrzegaj procedur serwisowych i zaleceń producenta



ogranicz ilość czynnika do minimum wymaganego



2 TOKSYCZNOŚĆ



PRZYKŁADY

amoniak / B2L



RYZYKA

- zagrożenie zdrowia ludzi
- wyciek w pomieszczeniu
- konieczność ewakuacji



CO NALEŻY ZROBIĆ?



stosuj środki ochrony indywidualnej (PPE)



zapewnij wentylację i wymianę powietrza



stosuj czujniki toksycznych czynników



przestrzegaj procedur i planów awaryjnych



3 WYSOKIE CIŚNIENIE



PRZYKŁADY

R744, niektóre układy wysokociśnieniowe



RYZYKA

- uszkodzenie osprzętu i instalacji
- gwałtowne rozprężenie czynnika
- błędne odczyty manometrów i przetworników



CO NALEŻY ZROBIĆ?



używaj sprzętu i narzędzi przystosowanych do ciśnienia



posiadaj odpowiednie szkolenie i kwalifikacje



działaj stopniowo: otwieraj i zamykaj powoli



regularnie kontroluj stan komponentów i zabezpieczeń

LISTA KONTROLNA BEZPIECZNEJ PRACY



ODZIEŻ
I OKULARY



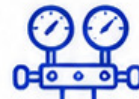
WENTYLACJA
I WYMIANA
POWIERZA



IDENTYFIKACJA
CZYNNIKA



STREFA
PRACY



WŁAŚCIWY
SPRZĘT
I NARZĘDZIA



PLAN
AWARYJNY



ZAPAMIĘTAJ – ten sam układ chłodniczy może być prosty w obsłudze tylko wtedy, gdy technik respektuje klasę bezpieczeństwa i warunki pracy czynnika.



Checklista technika przed rozpoczęciem pracy

1 Identyfikacja układu



- ☐ model urządzenia
- ☐ typ czynnika
- ☐ ilość czynnika (kg)
- ☐ tabliczka znamionowa

2 Bezpieczeństwo miejsca pracy



- ☐ wentylacja zapewniona
- ☐ brak źródeł zapłonu
- ☐ dostęp do drogi ewakuacji
- ☐ informacja dla otoczenia

3 Narzędzia i osprzęt



- ☐ właściwe manometry
- ☐ detektor nieszczelności
- ☐ waga do czynnika
- ☐ pompa próżniowa
- ☐ przewody i złączki
- ☐ środki ochrony osobistej (PPE)

4 Stan układu



- ☐ oględziny wizualne
- ☐ szczelność układu
- ☐ zasilanie elektryczne
- ☐ stan skraplacza / parownika
- ☐ zawory serwisowe (otwarte/zamknięte)

Najczęstsze zaniedbania



pominięcie identyfikacji układu i typu czynnika



brak kontroli bezpieczeństwa miejsca pracy



praca bez odpowiednich narzędzi i PPE



brak dokumentacji i zapisów z pracy

5 Plan czynności



- ☐ odzysk czynnika (jeśli wymagany)
- ☐ wykonanie próżni
- ☐ napełnianie czynnikiem
- ☐ pomiary i weryfikacja parametrów
- ☐ dokumentacja i raport

6 Po zakończeniu pracy



- ☐ test szczelności
- ☐ zapis parametrów pracy
- ☐ etykieta / wpis serwisowy
- ☐ porządek w miejscu pracy
- ☐ bezpieczeństwo i informacja dla użytkownika



Dobra checklista skraca czas pracy i zmniejsza ryzyko błędów.



ZAPAMIĘTAJ — dobry technik zaczyna od przygotowania, nie od przypadkowego podłączania manometrów.





MODUŁ 06

F-gazy i zmiany na rynku europejskim

Ograniczanie czynników o wysokim GWP,
etykiety, dokumentacja i decyzje o wymianie
starego czynnika



GWP
W DÓŁ

1

Regulacje
i kierunek rynku



ograniczenia,
F-gazy,
GWP.

2

Identyfikacja
i dokumentacja



etykiety,
wpisy
serwisowe,
dobór
procedury.

3

Decyzje
techniczne



retrofit,
wymiana
czynnika,
modernizacja
urządzeń.



Rozporządzenie F-gazowe UE 2024/573 – co warto wiedzieć



F-gazy to fluorowane gazy cieplarniane stosowane m.in. w chłodnictwie, klimatyzacji i pompach ciepła.

Rozporządzenie (UE) 2024/573 ma na celu ograniczenie emisji F-gazów do atmosfery poprzez stopniowe ograniczanie dostępności czynników o wysokim GWP oraz promowanie bardziej zrównoważonych rozwiązań.

Cel: mniej emisji, większa efektywność i przejście rynku na rozwiązania o niższym GWP.

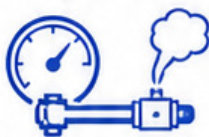
1. Najważniejsze filary

1. Ograniczenia dla części urządzeń i czynników



- stopniowe ograniczanie dostępności czynników o wysokim GWP
- zakazy stosowania w określonych zastosowaniach

2. Szczelność i ograniczanie wycieków



- wymagania dot. kontroli szczelności
- obowiązki w zakresie wykrywania nieszczelności
- skrócone interwały kontroli dla wyższych GWP

3. Odzysk / recykling / regeneracja



- obowiązkowy odzysk podczas serwisu, napraw i demontażu
- wysokie standardy odzysku
- promowanie recyklingu i regeneracji

4. Etykiety i dokumentacja



- jasne etykiety urządzeń z informacją o GWP
- wymogi dokumentacyjne dla instalacji, serwisu i odzysku
- transparentność na całym łańcuchu

5. Kierunek modernizacji



- przejście na czynniki o niższym GWP
- wsparcie efektywności i innowacji
- rozwój technologii o niskim wpływie klimatycznym

2. Harmonogram zmian (ogólny kierunek)



2024 Nowe zasady

- wejście w życie rozporządzenia
- rozpoczęcie wdrażania wymogów



2025 Coraz większe ograniczenia dla wysokiego GWP

- dalsze obniżanie dostępności wysokiego GWP
- dodatkowe ograniczenia w zastosowaniach



2030 Większy nacisk na alternatywy o niższym wpływie klimatycznym

- dominacja rozwiązań o niskim GWP
- technologie przyszłości stają się standardem

3. Co to oznacza dla technika?



1. Identyfikuj czynnik i GWP

Sprawdź etykietę urządzenia i znać GWP czynnika.



2. Sprawdź legalność rozwiązań

Upewnij się, że zastosowany czynnik i rodzaj urządzenia są dozwolone dla danego zastosowania.



3. Ogranicz wycieki

Dbaj o szczelność, wykonuj kontrole zgodnie z wymaganiami i usuwaj nieszczelności.



4. Wykonuj odzysk zgodnie z procedurą

Używaj właściwego sprzętu, odzyskuj czynnik w wymaganych przypadkach i nie uwalniaj go do atmosfery.



5. Dokumentuj interwencję

Prowadź pełną dokumentację instalacji, kontroli szczelności, serwisu i odzysku.

4. Zapamiętaj



Rozporządzenie F-gazowe zmienia kierunek rynku.

Twoja rola jako technika jest kluczowa w ograniczaniu emisji i wspieraniu zrównoważonej przyszłości.



Bezpieczeństwo przede wszystkim

Stosuj się do zasad BHP i wymogów bezpieczeństwa.



Kompatybilność ma znaczenie

Dobieraj właściwe materiały, oleje i komponenty do danego czynnika.



Prawidłowa procedura serwisowa

Profesjonalny serwis = niezawodność urządzeń i ochrona środowiska.



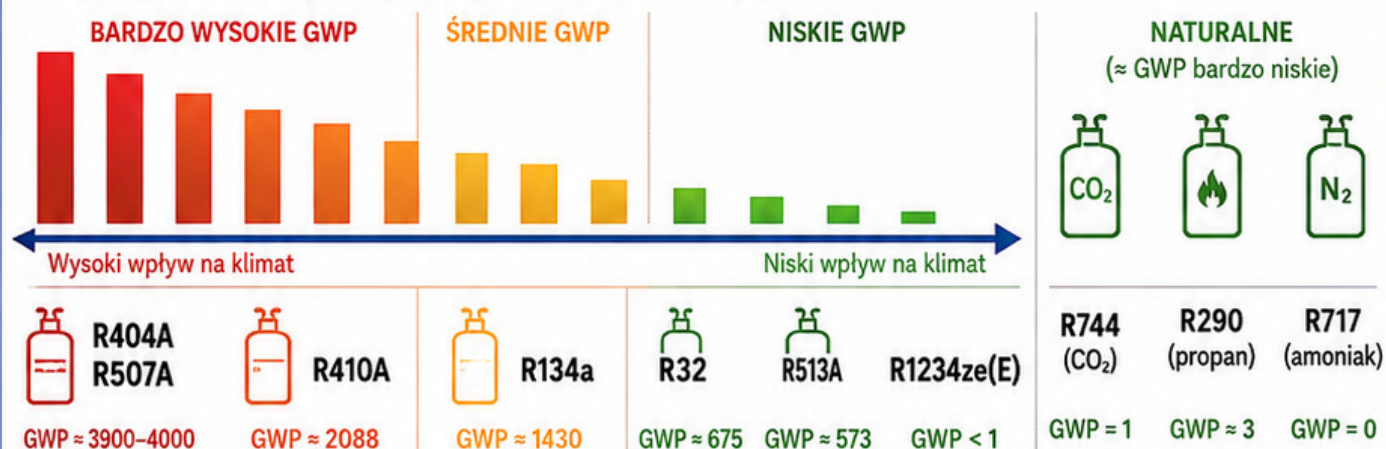
Dlaczego czynniki o wysokim GWP są stopniowo ograniczane?



Co to jest GWP?

GWP (Global Warming Potential) to wskaźnik pokazujący, jak silnie czynnik wpływa na efekt cieplarniany.

Porównanie GWP wybranych czynników chłodniczych



Dlaczego to ważne?



Wpływ na klimat

Wysokie GWP oznacza większy wkład w ocieplanie klimatu.



Konsekwencje wycieków

Nawet małe nieszczelności mają duży wpływ na środowisko.



Koszty i dostępność czynników

Ograniczenia powodują wzrost cen i problemy z dostępnością.



Kierunek przepisów UE

Systematyczne ograniczanie HFC o wysokim GWP.



Przyszłościowa modernizacja instalacji

Wybór niskiego GWP to mniejsze ryzyko i większa trwałość.



Co zmienia się w praktyce?



Częstsza ocena zamienników

Dobór czynnika wymaga analizy technicznej i regulacyjnej.



Retrofit tylko po analizie kompatybilności

Sprawdzamy olej, uszczelki, materiały, wydajność i bezpieczeństwo.



Większe znaczenie bezpieczeństwa

Coraz więcej czynników klasy A2L, A3, B2L – konieczna wiedza i procedury.



Planowanie serwisu

Serwis i dostępność czynnika należy brać pod uwagę już przy projektowaniu i eksploatacji.

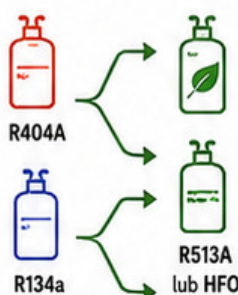


Typowe kierunki przejścia

→ R404A → alternatywy o niższym GWP lub rozwiązania naturalne.

→ R134a → R513A lub HFO (np. R1234ze(E)) zależnie od zastosowania.

→ Nowe instalacje coraz częściej projektowane pod naturalne czynniki albo czynniki o niższym GWP.



ZAPAMIĘTAJ

Wysoki GWP nie oznacza automatycznie zakazu wszędzie, ale oznacza coraz większą presję ekonomiczną i regulacyjną.





Etykieta, dokumentacja i identyfikacja czynnika

1 Co sprawdzić na etykiecie urządzenia?



nazwa / numer czynnika



ilość czynnika



klasa bezpieczeństwa



producent / model



ważne ostrzeżenia

2 Co sprawdzić na butli?



nazwa czynnika



oznaczenia zagrożeń



masa / zawartość



stan zaworu i oznakowania



zgodność z dokumentacją

3 Dokumenty, które pomagają



karta urządzenia /
wpis serwisowy



instrukcja
producenta



karta charakterystyki
(SDS)



tabela PT
(ciśnienia i temperatury)



historia napraw
i interwencji

4 Jak potwierdzić, co jest w układzie?

1



odczytaj
tabliczkę
znamionową

2



sprawdź
ostatni wpis
serwisowy

3



porównaj parametry
z tabelą PT
(ciśnienia i temperatury)

4



potwierdź typ butli /
materiału użytego
przy serwisie

5



dopiero wtedy
podejmij
decyzję



Nie ufaj wyłącznie kolorowi butli ani niezgodnym notatkom.



ZAPAMIĘTAJ — prawidłowa identyfikacja czynnika jest podstawą bezpiecznej pracy, doboru narzędzi i poprawnej diagnozy.



Co technik w Polsce powinien sprawdzić przed pracą?

1 Identyfikacja urządzenia i czynnika



- ☐ model urządzenia
- ☐ typ czynnika
- ☐ ilość czynnika (kg)
- ☐ tabliczka znamionowa
- ☐ stan instalacji (brak uszkodzeń, korozji, ślady oleju)

2 Bezpieczeństwo miejsca pracy



- ☐ wentylacja zapewniona
- ☐ brak źródeł zapłonu (palenie, urządzenia iskrzące, ogień otwarty)
- ☐ droga ewakuacji drożna
- ☐ środki ochrony indywidualnej
- ☐ informacja dla otoczenia (o prowadzonych pracach)

Najczęstsze zaniedbania



pominięcie identyfikacji czynnika i ilości



praca w pobliżu źródeł zapłonu lub w złej wentylacji



brak sprawdzenia szczelności narzędzi i przewodów



brak wymaganych wpisów serwisowych



brak środków ochrony indywidualnej



3 Narzędzia i osprzęt



- ☐ właściwe manometry
- ☐ detektor nieszczelności
- ☐ pompa próżniowa
- ☐ waga do czynnika
- ☐ butla do odzysku
- ☐ odpowiednie przewody i złączki

4 Kwalifikacje i dokumenty



- ☐ czy dana czynność wymaga uprawnień / certyfikacji F-gaz
- ☐ wpisy serwisowe urządzenia
- ☐ procedura producenta
- ☐ dokumentacja zakładowa / BHP
- ☐ plan pracy (zakres, czas, miejsce)

Kolejność działań – pracuj według kolejnych kroków

1. Identyfikacja



sprawdź urządzenie i czynnik

2. Bezpieczeństwo



zadbaj o bezpieczne warunki pracy

3. Przygotowanie sprzętu



sprawdź i przygotuj narzędzia

4. Wykonanie pracy



pracuj zgodnie z procedurą

5. Wpis serwisowy



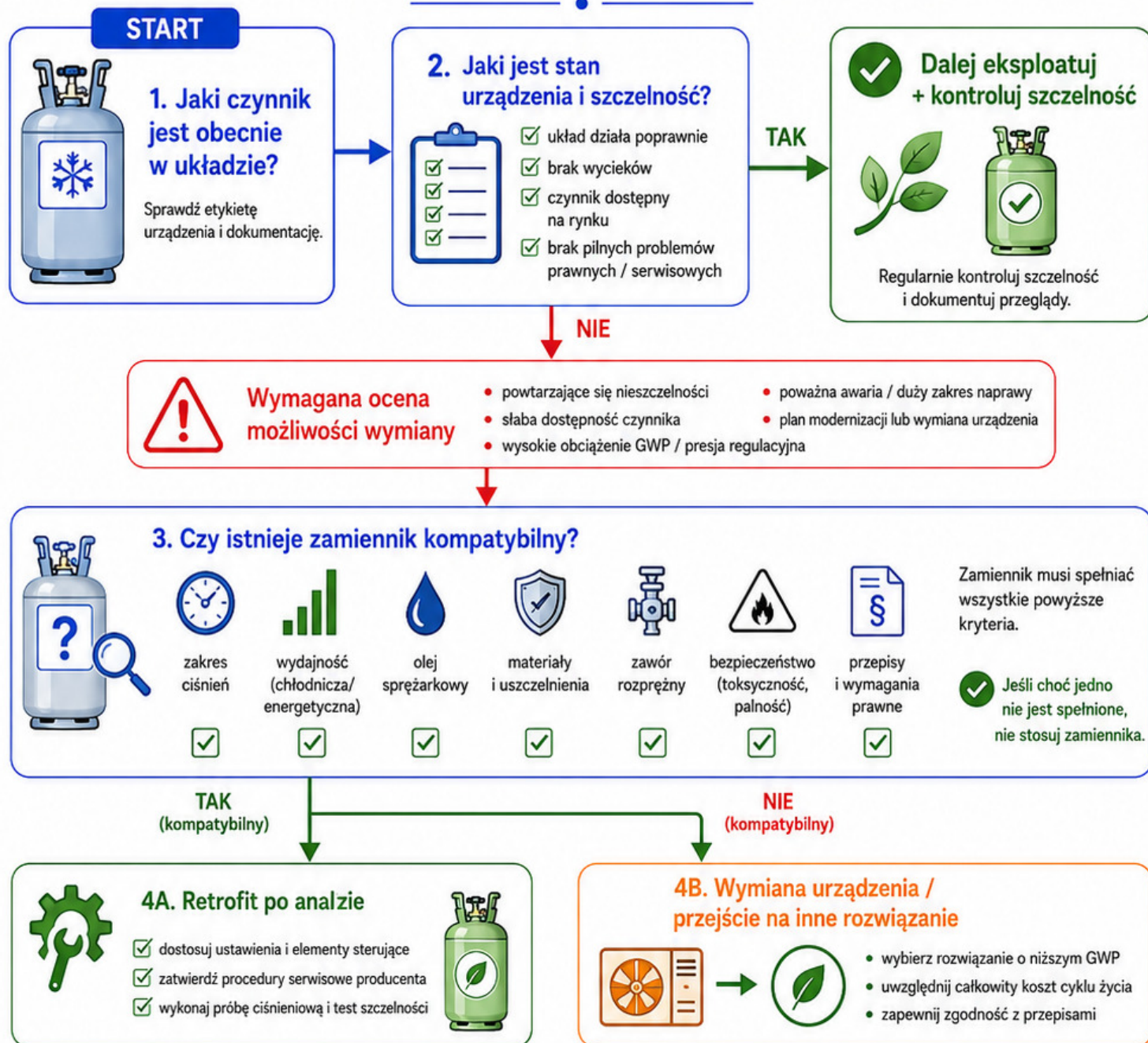
zapisz wykonane czynności i wyniki



ZAPAMIĘTAJ Dobre przygotowanie skraca czas pracy i ogranicza ryzyko wycieków, błędów oraz zdarzeń zagrażających bezpieczeństwu.



Drzewo decyzji: wymiana starego czynnika



Nigdy nie wymieniaj czynnika wyłącznie na podstawie nazwy zamiennika — zawsze sprawdzaj kompatybilność całego układu.



PO DECYZJI

1. Odzysk starego czynnika



2. Ewentualna wymiana elementów



3. Próżnia



4. Napełnienie



5. Test szczelności



6. Etykieta i dokumentacja



Dokumentuj każdy etap.



MODUŁ 07

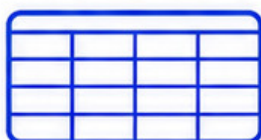
Szybka pomoc techniczna

Najważniejsze porównania, tabela zbiorcza i karta szybkiej identyfikacji do codziennej pracy technika



1

Tabela porównawcza



2

Szybka identyfikacja



3

Najważniejsze skróty





Wielka tabela porównawcza czynników chłodniczych

NATURALNE CZYNNIKI CHŁODNICZE

Czynnik	Grupa	GWP	Klasa bezpieczeństwa	Palność / toksyczność	Typowe zastosowanie	Krótką uwaga
 R717	naturalny	0	B2L	toksyczny / lekko palny	chłodnictwo przemysłowe	bardzo wydajny, wymaga ostrożności.
 R744	naturalny	1	A1	niepalny	chłodnictwo komercyjne / układy kaskadowe	wysokie ciśnienie.
 R290	naturalny	około 0	A3	palny	małe i średnie układy	bardzo niski GWP.
 R600a	naturalny	około 0	A3	palny	małe urządzenia	popularny w małym chłodnictwie.
 R1270	naturalny	około 0	A3	palny	wybrane układy przemysłowe / komercyjne	niższe ciśnienie niż R290.

SYNTETYCZNE I NOWA GENERACJA

Czynnik	Grupa	GWP	Klasa bezpieczeństwa	Palność / toksyczność	Typowe zastosowanie	Krótką uwaga
R134a	HFC	1430	A1	niepalny	starsze chillery / chłodzenie średniotemperaturowe	często wypierany przez nowsze alternatywy.
R404A	HFC blend	3922	A1	niepalny	starsze chłodnie i mroźnie	wysoki GWP.
R507A	HFC blend	3985	A1	niepalny	starsze niskotemperaturowe układy	bardzo wysoki GWP.
R407C	HFC blend	1774	A1	niepalny	klimatyzacja / pompy ciepła / niektóre układy chłodnicze	często zastępowany przez nowsze czynniki.
R410A	HFC blend	2088	A1	niepalny	klimatyzacja i część chillerów	wysoki GWP.
R32	HFC	675	A2L	lekko palny	nowocześniejsze systemy klimatyzacji / chillery	dobry stosunek efektywności do GWP.
R513A	HFO/HFC blend	629	A1	niepalny	alternatywa dla R134a	niższy GWP, dobra wydajność.
R1234ze(E)	HFO	1.37	A2L	lekko palny	nowe chillery i rozwiązania niskogwp	bardzo niski GWP, nowa generacja.

LEGENDA KLAS BEZPIECZEŃSTWA (ISO 817 / ASHRAE 34)

**A1**niepalny,
nietoksyczny**A2L**lekko palny,
niska toksyczność**A3**wysoko palny,
niska toksyczność**B2L**toksyczny,
lekko palny**UWAGA**

Klasy bezpieczeństwa dotyczą czynnika w normalnych warunkach użytkowania. Zawsze przestrzegaj zaleceń producenta i przepisów.



ZAPAMIĘTAJ

Dobór czynnika zależy od zastosowania, bezpieczeństwa, GWP i kompatybilności układu.





Karta szybkiej identyfikacji + najważniejsze skróty

1 Szybka identyfikacja



R717

= amoniak

B2L

chłodziwo przemysłowe



R744

= CO₂

A1

wysokie ciśnienie



**R290
R600a
R1270**

= węglowodory

A3

palne



**R32
R1234ze(E)**

= czynniki o niskim
GWP / **A2L**

A2L

lekko palne



**R134a
R404A
R507A
R407C
R410A
R513A**

= HFC lub mieszanki
HFC/HFO
zawsze sprawdź dokładne
oznaczenie i GWP.

1 Tabliczka
znamionowa



2 Etykieta



3 Wpis
serwisowy



4 Tabela PT



5 Potwierdzenie



2 Najważniejsze skróty



ODP

Potencjał niszczenia
warstwy ozonowej.



GWP

Potencjał tworzenia
efektu cieplarnianego.



HFC

Wodorofluorowęglowodory
(czynniki syntetyczne).



HFO

Hydrofluoroolefiny
(czynniki nowej generacji).



HC

Węglowodory naturalne
(np. propan, izobutan).



PT

Tabela ciśnień
nasyceń (P-T).



PPE

Środki ochrony
indywidualnej.



SDS

Karta charakterystyki
(Safety Data Sheet).



SH

Przegrzanie
(superheat).



SC

Dochłodzenie
(subcooling).



A1

Niska toksyczność,
niepalny.



A2L

Niska toksyczność,
lekko palny.



A3

Niska toksyczność,
palny.



B2L

Toksyczny, lekko palny.



chiller

Agregat wody lodowej /
układ ciepczowy.



retrofit

Modernizacja –
zamiana czynnika / układu.



**Nie identyfikuj czynnika wyłącznie
po kolorze butli lub po przypuszczeniu.**



ZAPAMIĘTAJ – szybka identyfikacja jest pomocna,
ale ostateczna decyzja musi zawsze opierać się na potwierdzonych danych
i bezpiecznej procedurze.

