

Asystent Diagnostyki Chillerów



Interfejs wysokiej czytelności
do szybkiej diagnostyki w terenie

Pomiary. Obliczenia. Interpretacja. **Decyzja.**



Diagnostyka wielu
czynników chłodniczych



Przegrzanie



Dochłodzenie



Temperatura
nasylenia



Inteligentny semafor
diagnostyczny



Tryb mobilny
do pracy w terenie



DIAGNOSTYKA CHILLERA

Czynnik chłodniczy
R134a

CIŚNIENIE SSANIA
3.21 bar(g)

TEMPERATURA SSANIA
6.7 °C

CIŚNIENIE TŁOCZENIA
12.45 bar(g)

TEMPERATURA TŁOCZENIA
48.3 °C

PRZEGRZANIE
5.4
K

DOCHŁODZENIE
7.8
K

SEMAFOR
DIAGNOSTYCZNY



POMIARY



OBLICZENIA



WYKRESY



RAPORT

Informacje prawne i ważna informacja dla technika



© 2026 Asystent Diagnostyki Chillerów z Interfejsem Wysokiej Czytelności do Pracy w Terenie. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Materiał jest przeznaczony do celów edukacyjnych i pomocniczych podczas diagnostyki.



Asystent nie zastępuje:

- dokumentacji producenta urządzenia,
- dokumentacji konkretnej sprężarki,
- obowiązujących procedur serwisowych,
- wymaganych kwalifikacji zawodowych,
- prawidłowo skalibrowanych przyrządów pomiarowych,
- oceny technika na miejscu.



Ważne:

Wynik kalkulatora należy traktować jako wskazówkę diagnostyczną, a nie automatyczne polecenie napełnienia, opróżnienia lub modyfikacji układu.

Przed rozpoczęciem pracy technik powinien potwierdzić rodzaj czynnika, typ urządzenia i wymagania producenta.



**Najpierw pomiar.
Potem interpretacja.
Dopiero na końcu działanie.**

Spis treści.



01.

**Szybki start
w terenie —**
[strona 04](#)

Szybki start, bezpieczeństwo,
ekran główny, przygotowanie
pomiarów i pierwsza diagnoza.

02.

**Czynniki chłodnicze
i dane wejściowe —**
[strona 10](#)

R410A, R134a, R22, ciśnienia,
temperatury i temperatura
nasylenia.

03.

**Przegrzanie i
dochłodzenie bez
zgadywania —**
[strona 17](#)

Znaczenie parametrów, obliczenia,
interpretacja i błędy pomiarowe.

04.

**Inteligentna diagnoza
i semafor —**
[strona 24](#)

Ocena wyników oraz najczęstsze
wzorce diagnostyczne.

05.

**Scenariusze
diagnostyczne
z terenu —**
[strona 31](#)

Typowe objawy i uporządkowana
ścieżka diagnostyczna.

06.

**Tryb pracy
na dachu —**
[strona 38](#)

Widoczność, szybka obsługa,
raport i listy kontrolne.

07.

**Bezpieczne decyzje
i ścieżka technika —**
[strona 44](#)

Skrócona interpretacja objawów
i granice samodzielnej diagnozy.



Diagnostuj na podstawie danych, nie przypuszczeń

Praca przy chillerze często rozpoczyna się od prostego zdania:

“ Urządzenie nie chłodzi tak, jak powinno. ”

Problem polega na tym, że jeden objaw może mieć wiele przyczyn.

Dlatego ten asystent nie został zaprojektowany do zgadywania.

Ma pomóc Ci uporządkować informacje, które już znajdują się przed Tobą:

- 1 Wybierz czynnik chłodniczy.
- 2 Wprowadź rzeczywiste pomiary.
- 3 Sprawdź temperatury nasycenia.
- 4 Oblicz przegrzanie i dochłodzenie.
- 5 Porównaj wszystkie wyniki razem.
- 6 Otrzymaj kierunek dalszej diagnostyki.

Nie chodzi o zapamiętywanie dziesiątek reguł.

Chodzi o nauczenie się patrzenia na układ jak na całość.



**Dobry technik nie wymienia części
na podstawie przeczucia.
Najpierw zbiera dowody.**



Szybki start w terenie



Od pomiarów do pierwszej hipotezy diagnostycznej w kilku prostych krokach.

Otwórz. Zmierz. Wprowadź dane. Przeanalizuj.



Szybki start: pierwsza analiza w 6 krokach



1

KROK 1 — Wybierz czynnik

Wskaż czynnik chłodniczy zastosowany w badanym obiegu.



2

KROK 2 — Wprowadź ciśnienia

Wprowadź odczyty strony niskiego i wysokiego ciśnienia.



3

KROK 3 — Wprowadź temperatury

Dodaj zmierzoną temperaturę przewodu ssawnego i przewodu cieczowego.



4

KROK 4 — Sprawdź temperaturę nasycenia

Asystent przelicza odpowiednią temperaturę nasycenia dla wybranego czynnika i wprowadzonego ciśnienia.



5

KROK 5 — Odczytaj przegrzanie i dochłodzenie

Wyniki powinny być pokazane jako dwie duże wartości w °C.



6

KROK 6 — Otwórz diagnozę

System zestawia parametry i pokazuje kierunek dalszej kontroli.



PARAMETRY STABILNE

Brak oczywistych alarmów w analizowanym zestawie danych.



SPRAWDŹ

Co najmniej jeden parametr wymaga dodatkowej weryfikacji.



UWAGA

Zestaw pomiarów wskazuje na znaczącą nieprawidłowość lub konieczność zatrzymania standardowej ścieżki diagnostycznej.

Zanim naciśniesz „DIAGNOZUJ”.



Asystent może:

- ❄️ uporządkować pomiary,
- ❄️ wykonać obliczenia,
- ❄️ wskazać nietypową kombinację parametrów,
- ❄️ zasugerować kolejne elementy do sprawdzenia,
- ❄️ pomóc przygotować raport.



Asystent nie może:

- ❄️ potwierdzić szczelności bez odpowiedniego badania,
- ❄️ ocenić mechanicznie sprężarki bez dodatkowych testów,
- ❄️ potwierdzić ilości czynnika wyłącznie na podstawie jednego pomiaru,
- ❄️ zastąpić instrukcji producenta,
- ❄️ zastąpić kwalifikacji technika.

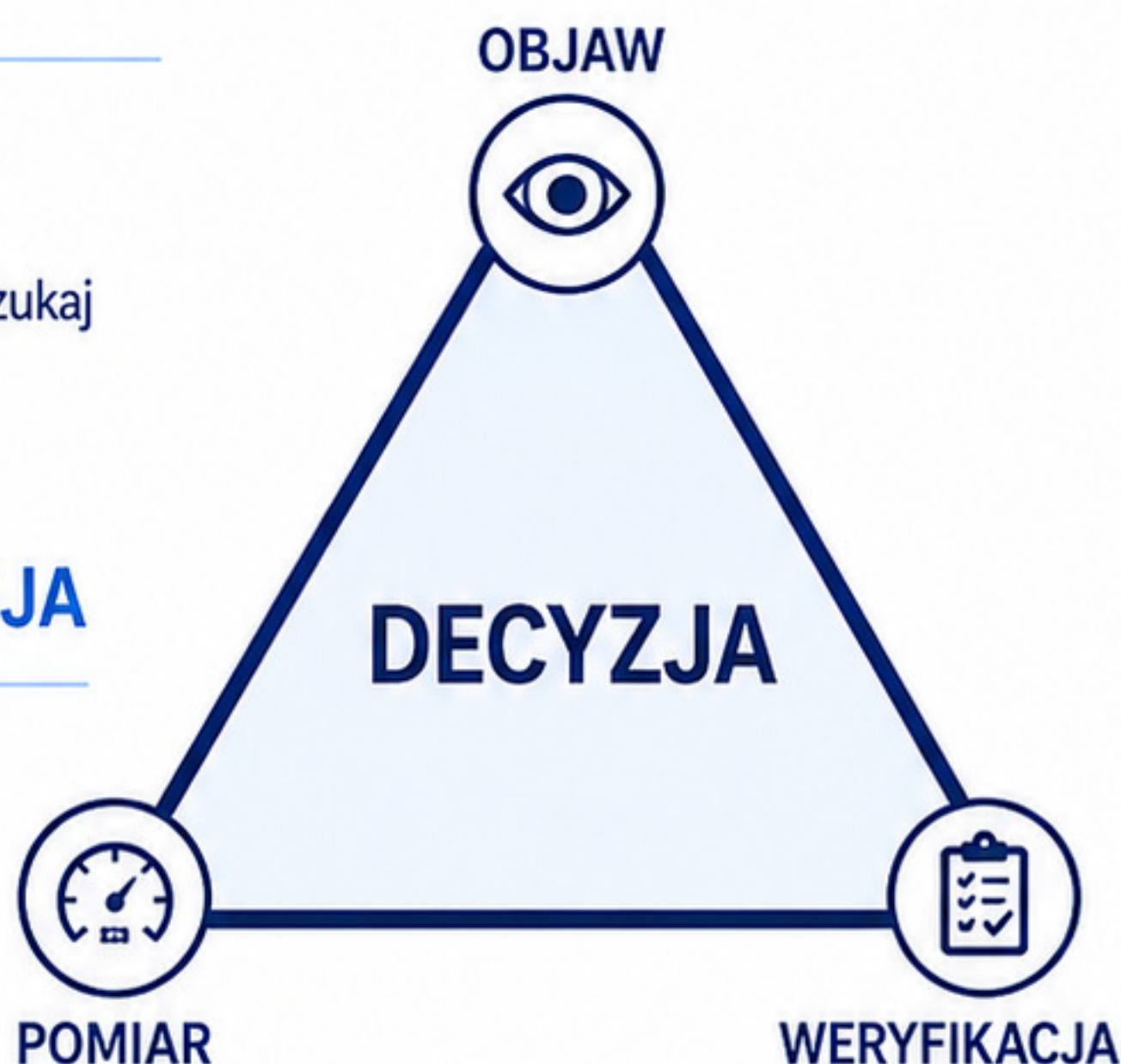


Zasada 3 potwierdzeń

Przed podjęciem ingerencji w układ szukaj co najmniej kilku zgodnych ze sobą przesłanek:

OBJAW + POMIAR + WERYFIKACJA

Przykład: Niskie ciśnienie ssania samo w sobie nie powinno automatycznie oznaczać „braku czynnika”. Najpierw sprawdź pozostałe parametry oraz warunki pracy układu.



Zacznij od właściwego czynnika.



Pierwszym obowiązkowym krokiem jest wybór czynnika chłodniczego, ponieważ od niego zależą obliczenia temperatur nasycenia.

☰ ❄️ DIAGNOSTYKA CHILLERA

1. WYBIERZ CZYNNIK CHŁODNICZY

R410A	R134a
R22	INNY

✓ Wybrany czynnik: R410A ✓

PRZEJDŹ DO POMIARÓW →



Dodatkowe zabezpieczenie

Układ starszego typu.
Przed wykonaniem czynności serwisowych sprawdź aktualne wymagania prawne oraz procedury obowiązujące dla tego czynnika.



Komunikat pojawia się po wybraniu R22, ale funkcja diagnostyczna pozostaje dostępna.





4 podstawowe dane, których potrzebuje asystent



01 Ciśnienie po stronie niskiej

Ciśnienie ssania: ____

Odczyt używany do wyznaczenia temperatury nasycenia po stronie parowania.



02 Temperatura przewodu ssawnego

Temperatura przewodu ssawnego: ____ °C

Zmierz temperaturę w prawidłowym punkcie pomiarowym i zapewnij dobry kontakt czujnika z rurą.



03 Ciśnienie po stronie wysokiej

Ciśnienie tłoczenia / skraplania: ____



04 Temperatura przewodu cieczowego

Temperatura przewodu cieczowego: ____ °C

☰ Opcjonalne dane rozszerzone

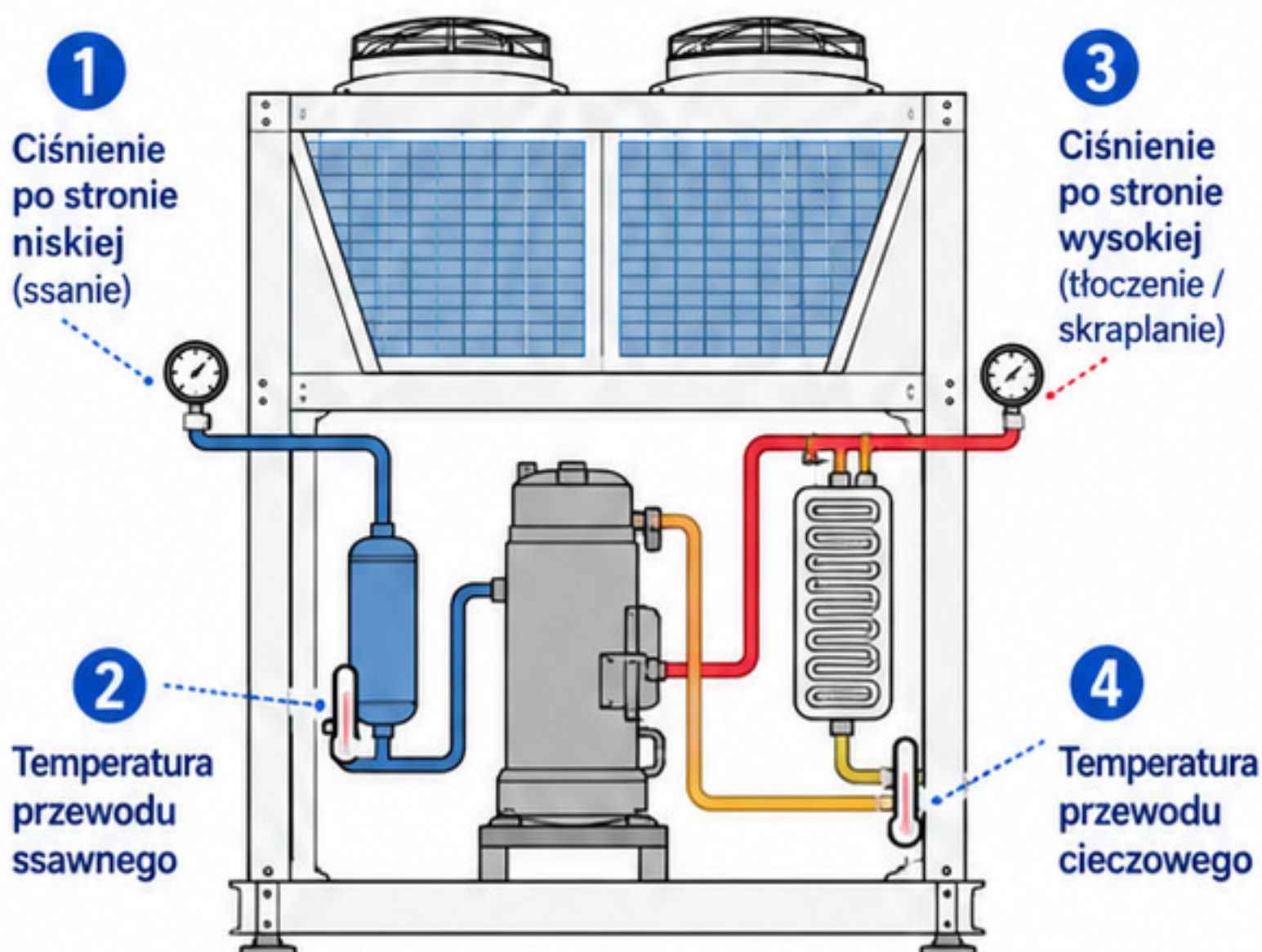
+ DODAJ DANE ROZSZERZONE ▾

- temperatura otoczenia,
- temperatura wody na wejściu,
- temperatura wody na wyjściu,
- temperatura zadana,
- stan wentylatorów,
- stan pomp,
- uwagi technika.



Ważna reguła interfejsu:

Nie pokazywać wszystkich pól jednocześnie. Podstawowa diagnostyka ma pozostać szybka i czytelna.



Twój pierwszy pełny przebieg diagnostyczny



1 ETAP 1 — Potwierdź urządzenie

Sprawdź tabliczkę znamionową i dokumentację urządzenia.



2 ETAP 2 — Potwierdź czynnik

Nie wybieraj czynnika na podstawie przypuszczenia.



3 ETAP 3 — Pozwól układowi pracować

Pomiary powinny być analizowane w znanych i możliwie stabilnych warunkach pracy.



4 ETAP 4 — Zbierz wartości

Wprowadź ciśnienia i temperatury w odpowiednie pola.



5 ETAP 5 — Naciśnij:



OBLICZ I DIAGNOZUJ



6 ETAP 6 — Ekran wyniku



Temperatura nasycenia parowania

3.2 °C



Temperatura nasycenia skraplania

48.3 °C



Przegrzanie

5.4 K



Dochłodzenie

7.8 K

OCENA WSTĘPNA



Stabilnie



Wymaga sprawdzenia



Nieprawidłowość

CO SPRAWDZIĆ TERAZ?

1

Sprawdź przepływ powietrza lub wody przez wymiennik.

2

Potwierdź poprawność czujników temperatury.

3

Porównaj aktualne parametry z dokumentacją producenta.



Ten zestaw parametrów może być zgodny z niedostatecznym napełnieniem, ale podobny obraz mogą powodować również inne warunki. Sprawdź poniższe punkty przed ingerencją w obieg.



To jest przewaga Asystenta Diagnostycznego nad zwykłym kalkulatorem: prowadzi Cię przez proces, a nie tylko podaje liczby.

Czynniki chłodnicze i dane wejściowe

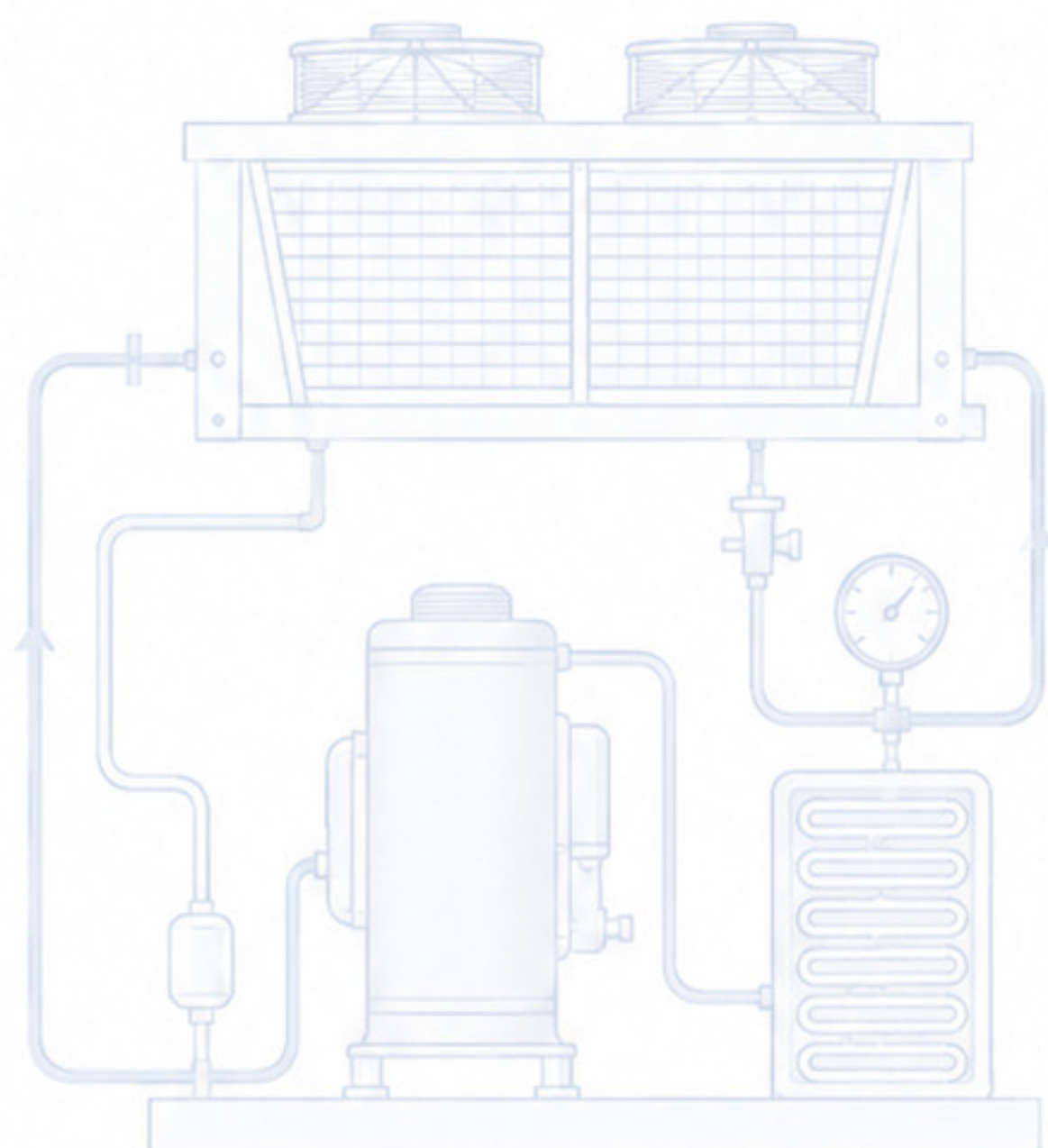


Dobry wynik zaczyna się od prawidłowo wybranego czynnika i poprawnego pomiaru.

❗ Błędne dane wejściowe = błędna diagnoza.

W tej części użytkownik nauczy się:

- jak poprawnie potwierdzić czynnik chłodniczy
- czym różnią się podstawowe parametry R410A, R134a i R22
- jak wprowadzać ciśnienie i temperaturę
- czym jest temperatura nasycenia
- dlaczego poprawność jednostek ma znaczenie
- kiedy nie należy ufać pojedynczemu odczytowi





R410A – zanim zaczniesz liczyć



Co powinien zrobić technik?

- 1 Potwierdź oznaczenie czynnika.**
Sprawdź tabliczkę znamionową urządzenia oraz dokumentację producenta.

- 2 Wybierz R410A w aplikacji.**

Wybrany czynnik: **R410A** ✓

- 3 Sprawdź jednostkę ciśnienia.**

Asystent musi jasno pokazywać aktualnie używaną jednostkę.

bar

kPa

MPa

psi

i Dlaczego to ważne?

Ta sama wartość liczbową w różnych jednostkach oznacza zupełnie inne ciśnienie. Dlatego użytkownik nie powinien wpisywać samej liczby.

Powinien zawsze widzieć: **CIŚNIENIE + JEDNOSTKA**

✓ Przykład prawidłowego pola

Ciśnienie strony niskiej
_____ bar

Temperatura nasycenia zostanie obliczona automatycznie.

🎓 Pole edukacyjne

Temperatura nasycenia to temperatura, przy której dla określonego ciśnienia czynnik zmienia stan skupienia w warunkach nasycenia. Asystent ma wykonywać tę konwersję automatycznie.





R134a — poprawny wybór, poprawne przeliczenie



Główna zasada

Nie porównuj ciśnienia R134a z wartościami zapamiętanymi dla R410A lub innego czynnika.

Każdy czynnik ma własną charakterystykę.

Dlatego asystent najpierw pyta:

JAKI CZYNNIK ZNAJDUJE SIĘ W UKŁADZIE?

Dopiero później pozwala analizować pomiary.



Przebieg pracy

1



Potwierdź czynnik na urządzeniu.

2



Wybierz R134a.

3



Wprowadź ciśnienie.

4



Asystent wyznacza odpowiednią temperaturę nasycenia.

5



Dopiero wtedy obliczane jest przegrzanie lub dochłodzenie.



Komunikat ostrzegawczy interfejsu



Zmiana czynnika zmieni wyniki obliczeń. Czy chcesz przeliczyć wszystkie wartości ponownie?

PRZELICZ PONOWNIE

ANULUJ



Mini-przykład edukacyjny

- ciśnienie
- temperaturę przewodu
- czynnik **R134a**



Asystent nie powinien od razu wyświetlać diagnozy.

Najpierw powinien pokazać:

Dane wejściowe potwierdzone ✓.

Dopiero następnie: **OBLICZ PARAMETRY**



Proces analizy z prawidłowym doбором czynnika



R134a



R410A

R22 — diagnostyka istniejących układów starszego typu



R22



TRYB UKŁADU STARSZEGO TYPU



Ten tryb służy do diagnostycznej interpretacji parametrów istniejącego układu. Przed pracą z czynnikiem sprawdź obowiązujące wymagania prawne, kwalifikacje oraz procedury dotyczące danego urządzenia.



Co nadal może zrobić asystent?

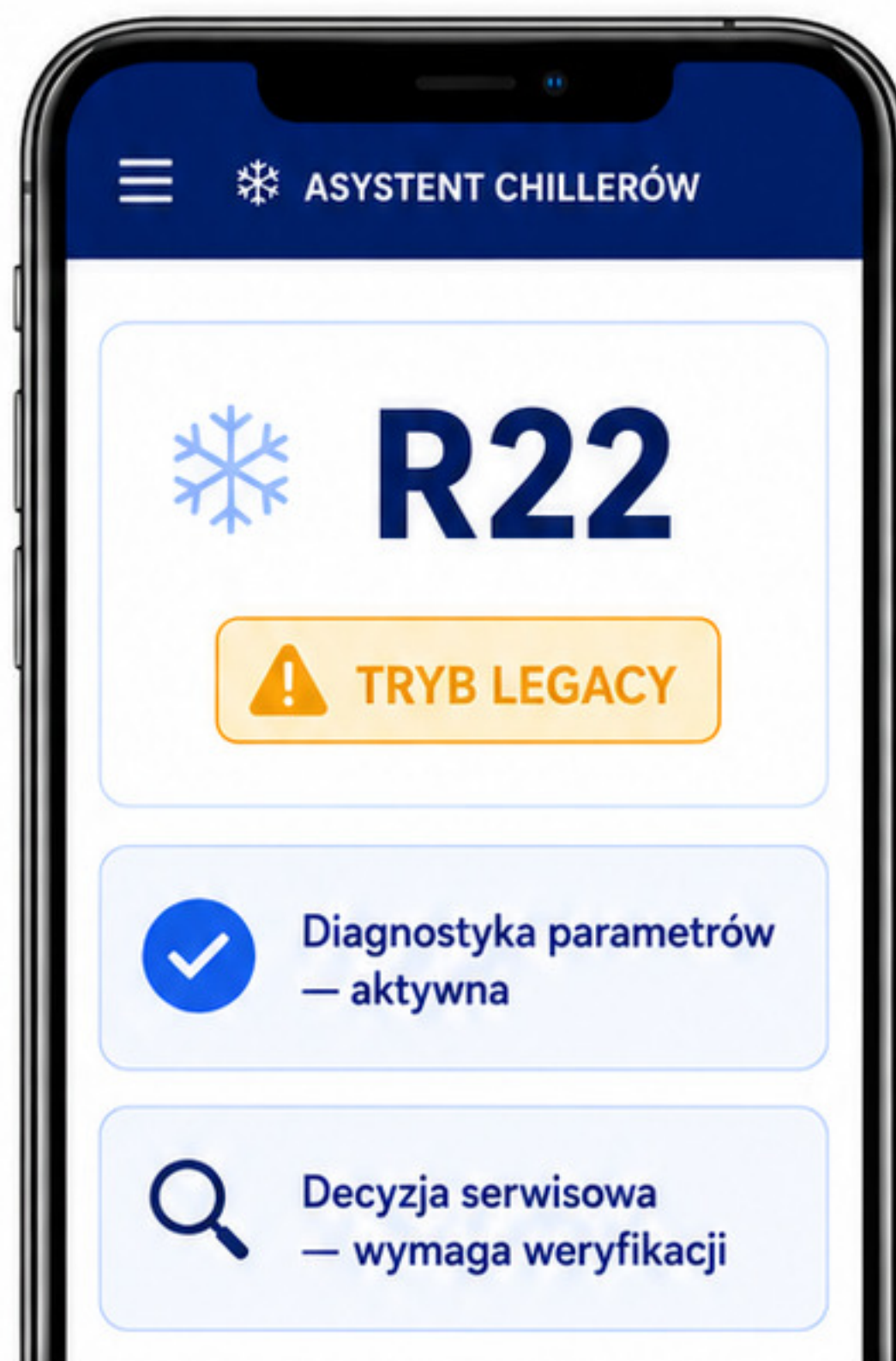
- ✓ przeliczyć ciśnienie na temperaturę nasycenia
- ✓ obliczyć przegrzanie
- ✓ obliczyć dochłodzenie
- ✓ zestawiać parametry pracy
- ✓ wskazać możliwe kierunki dalszej diagnostyki



Zasada projektowa

⚠️ TRYB LEGACY

Etykieta „TRYB LEGACY” powinna być stała i w kolorze bursztynowym. Nie używaj koloru czerwonego — jest zarezerwowany dla realnych alarmów diagnostycznych.



Czego system nie powinien sugerować automatycznie?

- ✗ „Dodaj czynnik.”
- ✗ „Usuń 500 g czynnika.”
- ✗ „Uzupełnij instalację.”



Wyniki mogą wskazywać na problem związany z ilością lub przepływem czynnika. Potwierdź przyczynę zgodnie z procedurą serwisową.



Dwa ciśnienia, dwa różne obszary układu



STRONA NISKA

Ciśnienie ssania

Ciśnienie mierzone po stronie niskiego ciśnienia pomaga ocenić warunki pracy związane z parowaniem czynnika.

Asystent wykorzystuje tę wartość do wyznaczenia:



Temperatury nasycenia parowania



STRONA WYSOKA

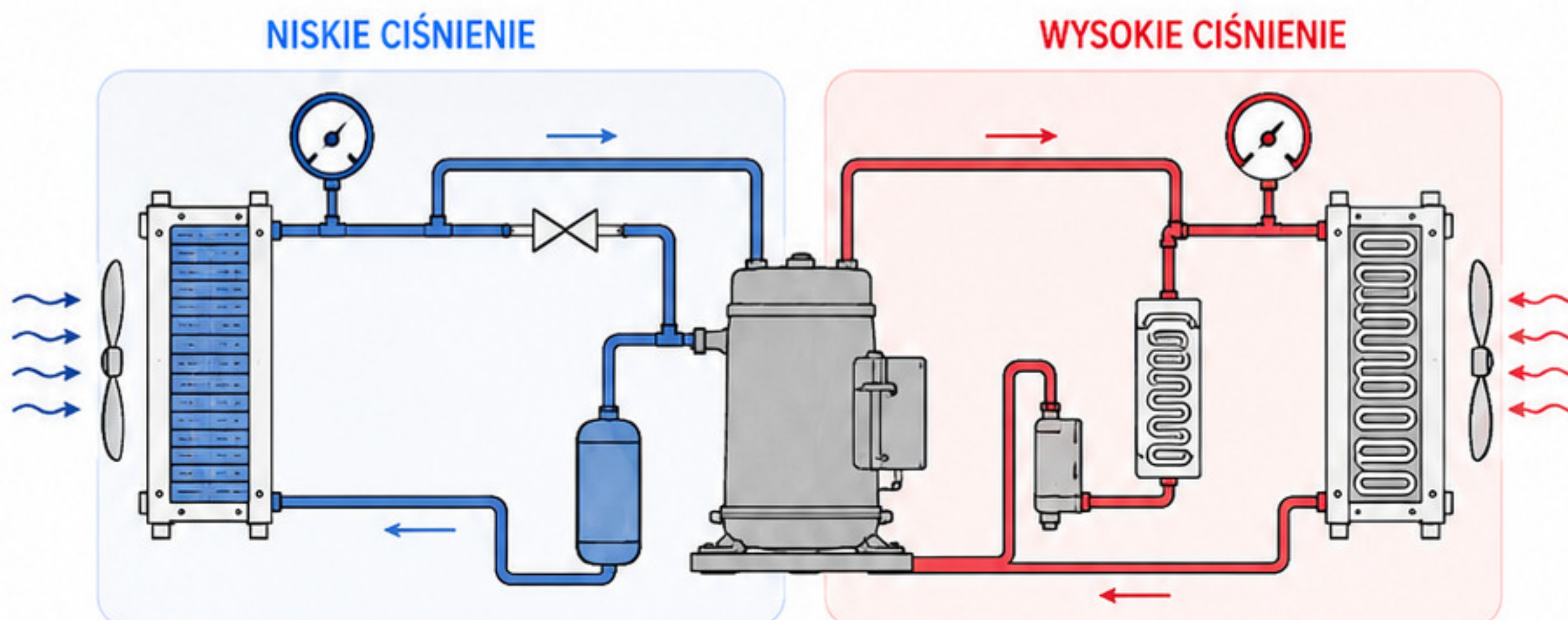
Ciśnienie skraplania / strony wysokiej

Pomiar po stronie wysokiego ciśnienia pomaga ocenić warunki związane ze skraplaniem czynnika.

Asystent wykorzystuje tę wartość do wyznaczenia:



Temperatury nasycenia skraplania



Najważniejsza zasada diagnostyczna

Nigdy nie interpretuj „niskiego ciśnienia” ani „wysokiego ciśnienia” w izolacji od:

- temperatury otoczenia
- temperatury medium
- obciążenia układu
- przepływu przez wymienniki
- stanu wentylatorów lub pomp
- rodzaju czynnika
- pozostałych pomiarów



Nie zgaduj

Ten sam objaw ciśnieniowy może mieć więcej niż jedną przyczynę.

Dlatego asystent ma wskazywać:

MOŻLIWE PRZYCZYNY,
a nie: **PEWNA USTERKA.**



Temperatura rury to nie temperatura nasycenia

Asystent pracuje z dwoma rodzajami temperatur:

1. TEMPERATURA ZMIERZONA

To rzeczywista temperatura powierzchni przewodu odczytana przez technika.



Temperatura przewodu ssawnego: ____ °C



Temperatura przewodu cieczowego: ____ °C

2. TEMPERATURA NASYCENIA

Nie jest bezpośrednio mierzona na rurze.

Jest wyznaczana na podstawie:

CZYNNIK + CIŚNIENIE.



Czynnik

+



Ciśnienie



Dlaczego potrzebujemy obu wartości?

temperatura
przewodu ssawnego

—

temperatura nasycenia
parowania

=

PRZEGRZANIE

temperatura nasycenia
skraplania

—

temperatura przewodu
cieczowego

=

DOCHŁODZENIE



Ważna instrukcja pomiarowa

- dobrze przylegać do rury
- być umieszczony w prawidłowym punkcie pomiarowym
- nie wisieć luźno
- być chroniony przed wpływem promieniowania słonecznego i innych źródeł ciepła, jeśli mogą zaburzać odczyt



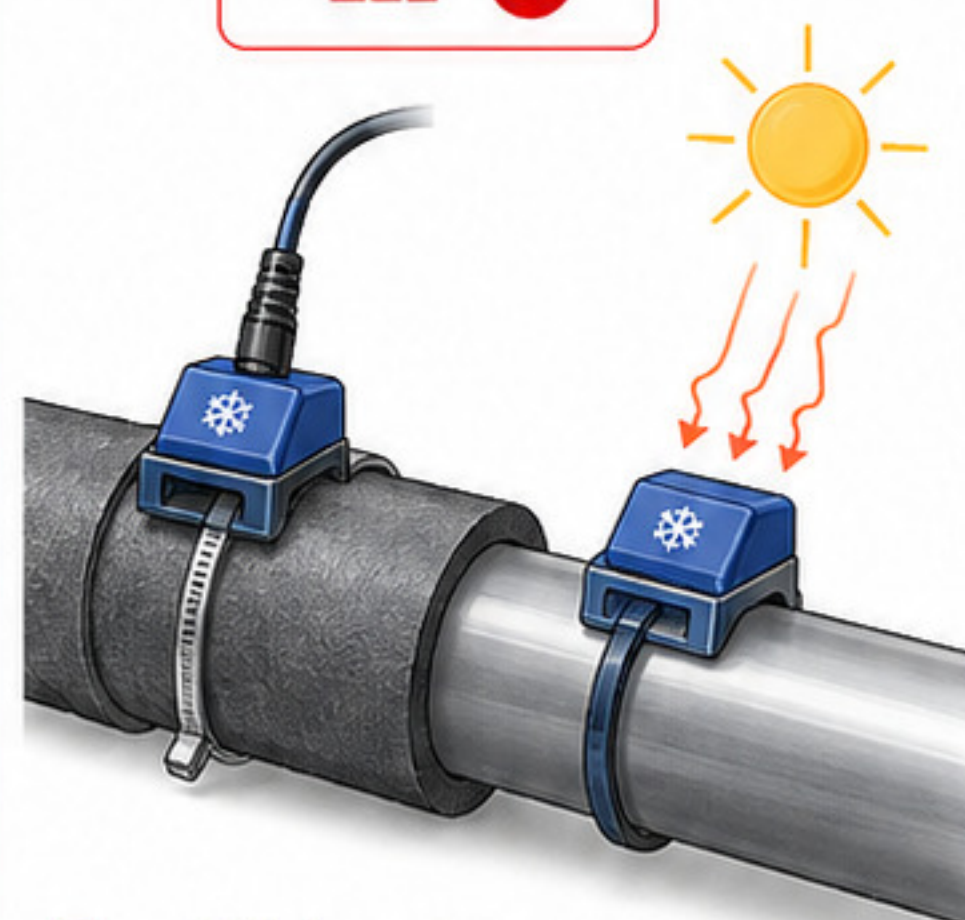
Sprawdź poprawność pomiaru temperatury oraz miejsce zamocowania czujnika.

DOBRCZE ✓



- ✓ czujnik mocno przylega do rury
- ✓ prawidłowy punkt pomiarowy
- ✓ osłona izolacyjna zabezpiecza przed wpływem otoczenia

ŹŁE ✗



- ✗ czujnik luźno zamocowany
- ✗ nieprawidłowy punkt pomiarowy
- ✗ brak ochrony przed promieniowaniem słonecznym i źródłami ciepła

Temperatura nasycenia – pomost między ciśnieniem a temperaturą



Definicja prosta

Temperatura nasycenia to temperatura odpowiadająca określonemu ciśnieniu, przy której czynnik chłodniczy znajduje się w warunkach zmiany fazy. W praktyce diagnostycznej asystent używa jej jako wartości odniesienia.



Po stronie parownika

Z ciśnienia strony niskiej otrzymujemy:



Temperaturę nasycenia parowania



Po stronie skraplacza

Z ciśnienia strony wysokiej otrzymujemy:



Temperaturę nasycenia skraplania



Ważne

Użytkownik nie powinien ręcznie szukać wartości w tabeli podczas standardowego korzystania z narzędzia. Asystent ma wykonywać tę operację automatycznie i pokazywać wynik w czytelnej formie.



Temperatura nasycenia parowania



4,8 °C

Obliczona na podstawie wybranego czynnika i ciśnienia ssania.



To temperatura odniesienia wyliczona z ciśnienia dla wybranego czynnika. Jest używana do obliczenia przegrzania lub dochłodzenia.



Proces na ekranie

1

Wybierz czynnik



2

Wprowadź ciśnienie



3

Asystent wyznacza temperaturę nasycenia



4

Dodaj temperaturę zmierzoną



5

Otrzymaj SH lub SC



CIŚNIENIE
+
CZYNNIK



TEMPERATURA
NASYCENIA



PORÓWNANIE
Z TEMPERATURĄ
RURY



PRZEGRZANIE /
DOCHŁODZENIE

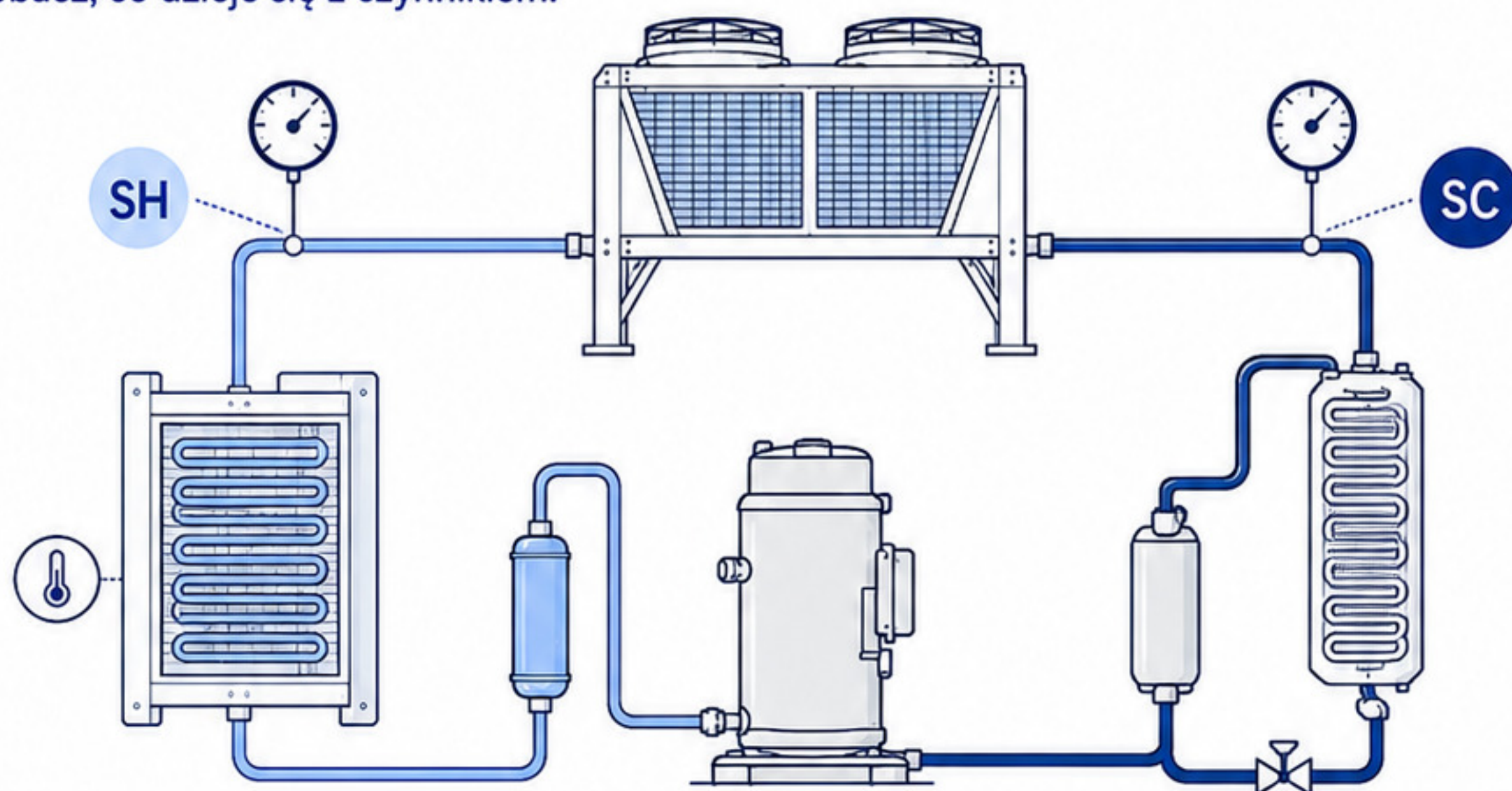


Przegrzanie i dochłodzenie bez zgadywania



Dwie wartości, które mówią znacznie więcej, gdy analizujesz je razem.

Nie patrz tylko na ciśnienie.
Zobacz, co dzieje się z czynnikiem.



SH

PRZEGRZANIE

Co dzieje się z parą
po zakończeniu parowania?

SC

DOCHŁODZENIE

Co dzieje się z cieczą
po zakończeniu skraplania?

Przegrzanie: co mówi technikowi?



? Co to jest przegrzanie?

Po całkowitym odparowaniu czynnika dalszy wzrost temperatury pary ponad temperaturę nasycenia określamy jako: **PRZEGRZANIE**



Temperatura przewodu ssawnego

–



Temperatura nasycenia parowania

=

PRZEGRZANIE

f_x Wzór

$$SH = T_{\text{przewodu ssawnego}} - T_{\text{nasycenia parowania}}$$

💡 Co może powiedzieć wynik?

Przegrzanie pomaga zrozumieć warunki pracy po stronie parownika i przewodu ssawnego, ale nie należy interpretować go w oderwaniu.

Zawsze analizuj je łącznie z:

- dochłodzeniem
- ciśnieniem ssania
- ciśnieniem skraplania
- temperaturami
- obciążeniem układu
- przepływem przez wymiennik



Wysokie przegrzanie ≠ automatycznie za mało czynnika.

Możliwe kierunki przyczyny:

- niewystarczające zasilanie parownika
- ograniczenie przepływu
- problemy z elementem rozprężnym
- nieprawidłowe warunki wymiany ciepła
- błędny pomiar
- inne nieprawidłowości układu



PRZEGRZANIE

12,4°C



Porównaj wynik z wymaganiami producenta i pozostałymi parametrami układu.



CO TEN WYNIK MOŻE OZNACZAĆ?



Przegrzanie krok po kroku

1 KROK 1 — Potwierdź czynnik



Czynnik: R410A

2 KROK 2 — Zmierz ciśnienie ssania



Ciśnienie ssania: _____

3 KROK 3 — Asystent wyznacza temperaturę nasycenia



Temperatura nasycenia parowania:
5,0°C

4 KROK 4 — Zmierz temperaturę przewodu ssawnego



Temperatura przewodu ssawnego:
13,0°C

5 KROK 5 — Wykonaj obliczenie



13,0°C – 5,0°C = 8,0 K

i Ważne wyjaśnienie jednostki

Przegrzanie jest różnicą temperatury, dlatego używamy kelwinów (K).
Dla różnic temperatur 1 K odpowiada liczbowo różnicy 1°C.



Temperatury bezwzględne
pomiaru: °C

(np. temperatura nasycenia,
temperatura przewodu)



Różnica temperatury
SH/SC: K

(np. przegrzanie, dochłodzenie)



Asystent ma nie tylko podać wynik.
Powinien pokazać użytkownikowi:
skąd wynik się wziął.

- wybrał zły czynnik
- pomylił jednostkę
- wpisał błędną temperaturę
- pomiar wymaga powtórzenia



$$13,0^{\circ}\text{C} - 5,0^{\circ}\text{C} = 8,0 \text{ K}$$

Temperatura
przewodu ssawnego

Temperatura
nasycenia parowania

Różnica
temperatur



WYNIK

Przegrzanie: 8,0 K Różnica temperatur

📱 Jak powinien wyglądać ekran?



ASYSTENT CHILLERÓW



R410A

T nasycenia:

5,0°C

T przewodu:

13,0°C

PRZEGRZANIE

8,0 K

Ocena:

Sprawdź wynik w kontekście układu

ANALIZUJ Z DOCHŁODZENIEM →

Dochłódzenie: co mówi technikowi?

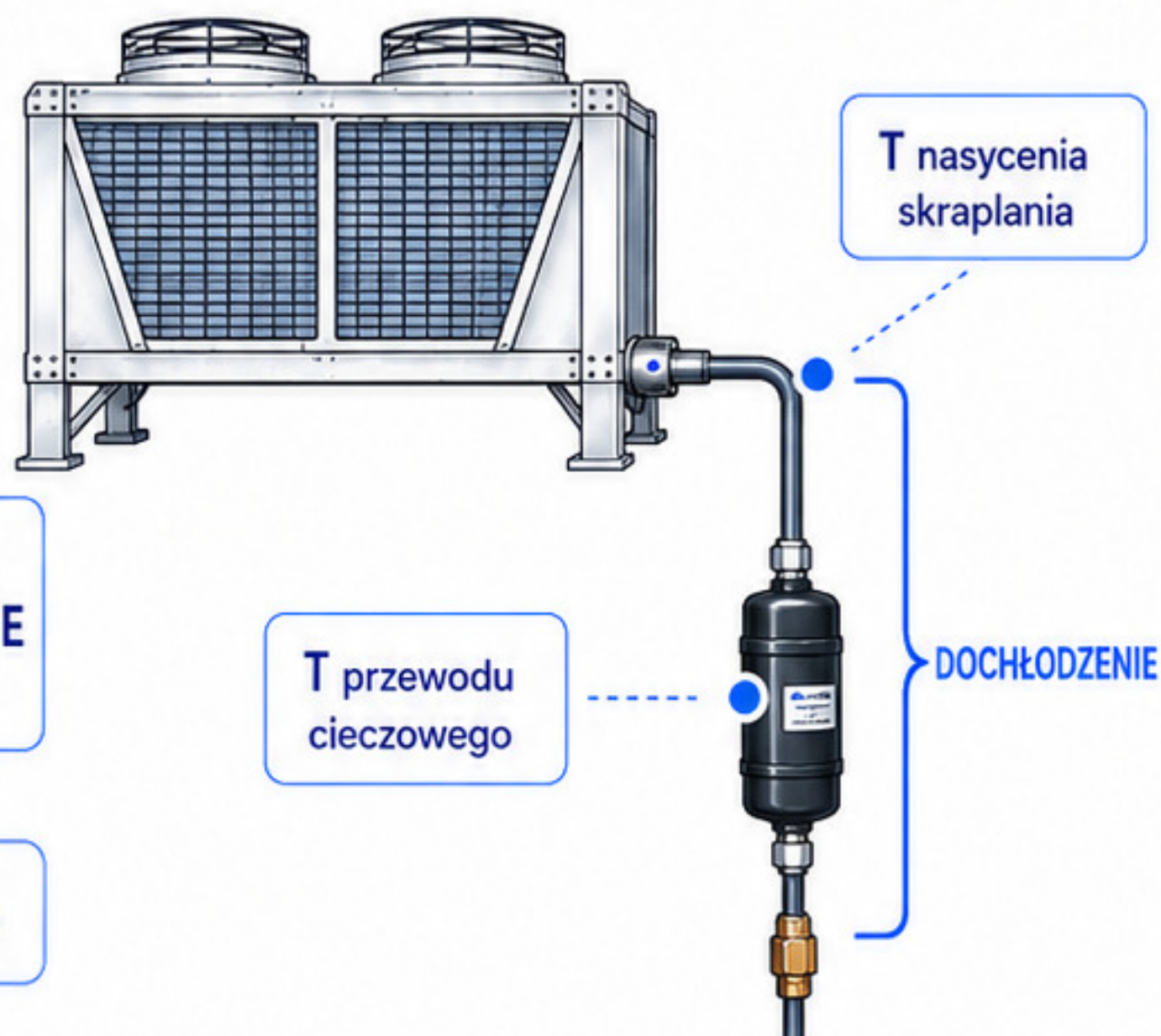


? Co to jest dochłódzenie?

Po zakończeniu skraplania czynnik znajduje się w stanie ciekłym. Jeżeli jego temperatura spada poniżej temperatury nasycenia odpowiadającej aktualnemu ciśnieniu skraplania, powstaje:

$$\text{Temperatura nasycenia skraplania} - \text{Temperatura przewodu cieczowego} = \text{DOCHŁÓDZENIE}$$

$$SC = T_{\text{nasycenia skraplania}} - T_{\text{przewodu cieczowego}}$$



🔍 Co pomaga ocenić dochłódzenie?

- warunków po stronie skraplacza,
- stanu cieczy w przewodzie cieczowym,
- możliwych problemów z napełnieniem,
- nieprawidłowości przepływu,
- działania wymiennika,
- poprawności samego pomiaru.



Niskie dochłódzenie ≠ automatycznie za mało czynnika.

Wysokie dochłódzenie ≠ automatycznie za dużo czynnika.



Asystent powinien zawsze zestawiać SC z pozostałymi wartościami.



DOCHŁÓDZENIE

7,2 K



Porównaj wartość z dokumentacją urządzenia i pozostałymi parametrami pracy.



CO TEN WYNIK MOŻE OZNACZAĆ?



Po rozwinięciu: możliwe przyczyny, elementy do sprawdzenia, ostrzeżenie przed podejmowaniem decyzji na podstawie jednej wartości.



Dochłodzenie krok po kroku

1



KROK 1 — Potwierdź czynnik

Czynnik: **R134a**

2



KROK 2 — Zmierz ciśnienie po stronie wysokiej

Ciśnienie skraplania: _____

3



KROK 3 — Asystent wyznacza temperaturę nasycenia

Temperatura nasycenia skraplania:

42,0°C

4



KROK 4 — Zmierz temperaturę przewodu cieczowego

Temperatura przewodu cieczowego:

35,0°C

5



KROK 5 — Oblicz różnicę

42,0°C – 35,0°C = 7,0 K



Na co zwrócić uwagę przed diagnozą?

- ✓ wybrano czynnik,
- ✓ wprowadzono właściwe ciśnienie,
- ✓ jednostka jest poprawna,
- ✓ temperatura przewodu nie została pomyłona z temperaturą otoczenia.



Sprawdź dane wejściowe przed kontynuowaniem.



$$42,0^{\circ}\text{C} - 35,0^{\circ}\text{C} = 7,0 \text{ K}$$

Temperatura
nasycenia skraplania

Temperatura
przewodu cieczowego

Różnica
temperatur



WYNIK

Dochłodzenie: 7,0 K



Dochłodzenie jest różnicą temperatur, dlatego wynik prezentowany jest w kelwinach (K).



ciśnienie →
temperatura nasycenia



czujnik →
temperatura przewodu



ASYSTENT CHILLERÓW



R134a

T nasycenia skraplania: **42,0°C**

T przewodu cieczowego: **35,0°C**

DOCHŁODZENIE

7,0 K

ANALIZUJ Z PRZEGRZANIEM →



SH + SC: dopiero razem zaczynają opowiadać historię



Nie analizuj jednej liczby

Sam wynik przegrzania nie daje pełnego obrazu.

Sam wynik dochłodzenia również nie daje pełnego obrazu.

Dlatego ekran diagnostyczny powinien zawsze prezentować obie wartości obok siebie.



PRZEGRZANIE

8,0 K



DOCHŁODZENIE

6,5 K



OCENA ŁĄCZNA



SH + SC + CIŚNIENIA + TEMPERATURY + WARUNKI PRACY



1

Podwyższone SH + obniżone SC

Może wskazywać między innymi na potrzebę sprawdzenia:

- ilości czynnika,
- przepływu czynnika,
- szczelności,
- warunków obciążenia,
- poprawności pomiarów.

2

Niskie SH + podwyższone SC

Może wymagać kontroli:

- napełnienia,
- elementu rozprężnego,
- warunków pracy parownika,
- przepływu po stronie odbioru ciepła.

3

Nietypowe SH + nietypowe SC

Nie wyciągaj wniosku z samego schematu. Sprawdź również:

- różnicę temperatur medium,
- przepływ powietrza lub wody,
- pracę pomp,
- wentylatory,
- zabrudzenie wymienników,
- dokumentację producenta.



Każda interpretacja powinna zawierać dwie sekcje:



MOŻLIWE PRZYCZYNY



CO SPRAWDZIĆ TERAZ



Nigdy nie wyświetlać tylko jednej „pewnej” przyczyny na podstawie SH i SC.



Zły pomiar może wyglądać jak prawdziwa usterka

1 BŁĄD 1 – Zły czynnik

Wybranie niewłaściwego czynnika powoduje błędne przeliczenie zależności ciśnienie–temperatura.

i Kontrola: Porównaj wybór z tabliczką znamionową.

CHILLER	
Model:	XYZ 045
Serial:	24-0786
Refrigerant:	R410A
Charge:	18 kg
Max. pressure:	42 bar

2 BŁĄD 2 – Zła jednostka ciśnienia

Technik odczytuje wartość w psi, ale pole aplikacji ustawione jest na bar.

i Rezultat: Cała analiza staje się nieprawidłowa.



3 BŁĄD 3 – Luźny czujnik temperatury

Słaby kontakt z rurą może zafałszować temperaturę.



4 BŁĄD 4 – Pomiar nagrany przez słońce

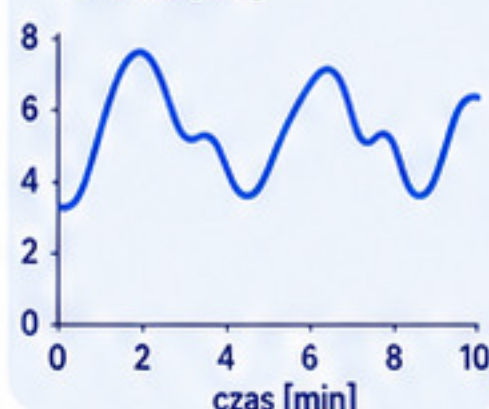
Na dachu bezpośrednie promieniowanie słoneczne może zaburzyć odczyt powierzchni przewodu lub czujnika.



5 BŁĄD 5 – Pomiar podczas niestabilnej pracy

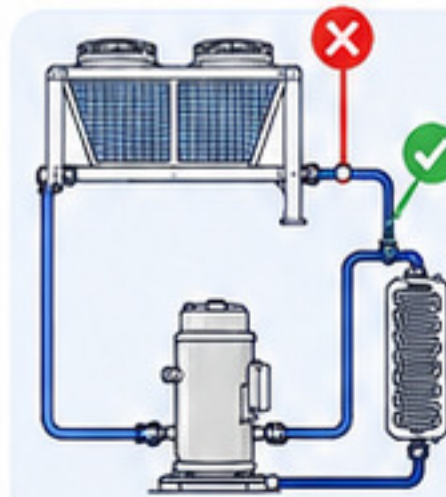
Start sprężarki, zmiana obciążenia lub przejściowy stan regulacji może powodować szybko zmieniające się parametry.

Przykład: ciśnienie ssania w czasie [bar]



6 BŁĄD 6 – Pomiar w niewłaściwym punkcie

Temperatura zmierzona w złym miejscu nie musi odpowiadać parametrowi potrzebnemu do obliczenia.



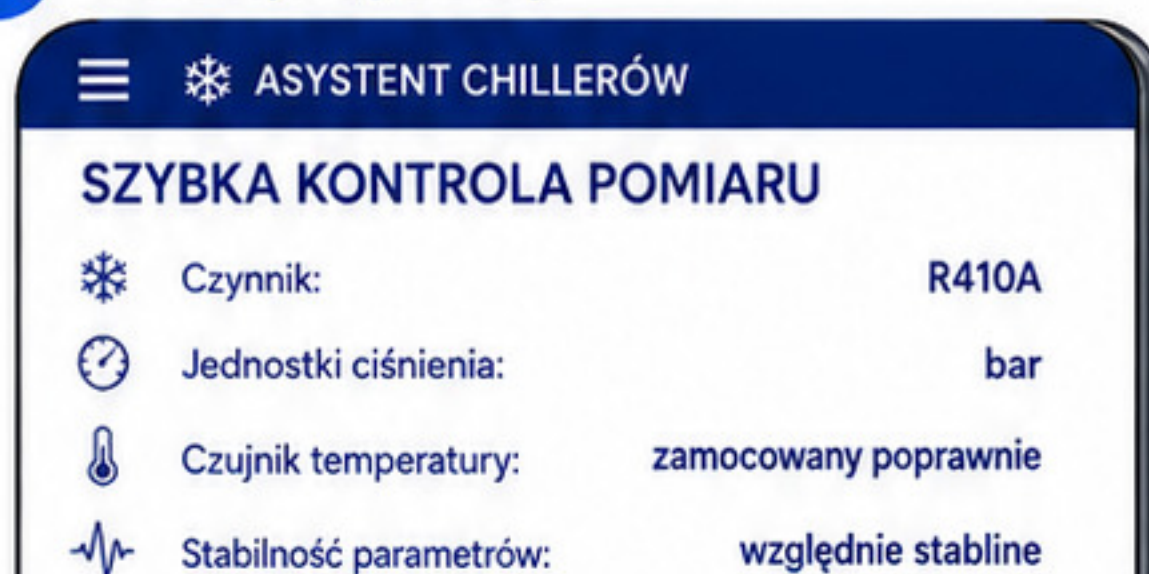
7 BŁĄD 7 – niesprawny lub nieskalibrowany przyrząd

Asystent nie może naprawić błędnych danych pochodzących z wadliwego narzędzia.



Regularnie sprawdzaj stan i kalibrację przyrządów.

Funkcja aplikacji



- ✓ Czynnik potwierdzony
- ✓ Jednostki potwierdzone
- ✓ Czujniki zamocowane poprawnie
- ✓ Parametry względnie stabilne

DANE POTWIERDZONE – DIAGNOZUJ →



Inteligentna diagnoza i semafor



Od surowych pomiarów do uporządkowanej decyzji diagnostycznej.

Kolor ostrzega. Dane wyjaśniają. Technik podejmuje decyzję.

Trzy poziomy informacji



STABILNIE

Brak wyraźnych nieprawidłowości w analizowanym zestawie danych.



SPRAWDŹ

Jeden lub więcej parametrów wymaga dodatkowego potwierdzenia.



UWAGA

Wyniki wskazują na istotną nieprawidłowość, niespójność danych lub warunki wymagające zwiększonej ostrożności.



Wynik



Możliwe przyczyny



Kolejny krok



Semafor ma ustalać priorytet, a nie zastępować diagnozę

1 ZIELONY — STABILNIE



2 ŻÓŁTY — SPRAWDŹ



3 CZERWONY — UWAGA



W analizowanym zestawie danych nie wykryto wyraźnej niespójności według zastosowanych reguł.

Nie oznacza: Urządzenie na pewno jest w 100% sprawne.



Kontynuuj obserwację i porównaj wyniki z dokumentacją urządzenia.



Jeden lub więcej wyników wymaga dodatkowego potwierdzenia.

Typowe działania:

- powtórz pomiar,
- sprawdź warunki pracy,
- zweryfikuj przepływ,
- sprawdź czujniki,
- porównaj z wartościami producenta.



Wyniki są znacząco nietypowe, niespójne lub wymagają natychmiastowego rozszerzenia diagnostyki.



**NIE PODEJMUJ
DECYZJI NA PODSTAWIE
JEDNEGO PARAMETRU**



STATUS

Sygnal pierwszego priorytetu – informuje, jak pilna jest sytuacja.



DLACZEGO?

Krótką interpretacją wskazuje powód przypisanego statusu.



CO SPRAWDZIĆ?

Rekomendowane kroki pomagają ukierunkować działania.



MOŻLIWE PRZYCZYNY

Lista potencjalnych przyczyn podpowiada, czego szukać w kolejności.



Narzędzie prowadzi technika do działania zamiast generować tylko alarm.

Podejrzenie niedostatecznego napełnienia – nie kończ diagnozy zbyt wcześnie



☰

❄️ ASYSTENT CHILLERÓW

⚠️

MOŻLIWE NIEDOSTATECZNE NAPEŁNIENIE

Ten wynik nie potwierdza samodzielnie braku czynnika.

🕒	Ciśnienie ssania (SH)	2,1 bar
🌡️	Temperatura ssania	5,0°C
🕒	Ciśnienie skraplania (SC)	13,8 bar
🌡️	Temperatura skraplania	35,0°C
💧	Przegrzanie (SH)	14,0 K
💧	Dochłódzenie (SC)	4,5 K

WYNIK OBLICZENIA

Przegrzanie: 14,0 K

Dochłódzenie: 4,5 K

🔍 PRZEJDŹ DO ANALIZY ➔

? Kiedy asystent może pokazać taki kierunek?



MOŻLIWE NIEDOSTATECZNE NAPEŁNIENIE

Ten wynik nie potwierdza samodzielnie braku czynnika.

🔍 Co może współwystępować?

- zmienione ciśnienie ssania,
- podwyższone przegrzanie,
- obniżone dochłódzenie,
- pogorszenie wydajności chłodniczej,
- wydłużoną pracę urządzenia.



CO SPRAWDZIĆ TERAZ?

- 1 Powtórz pomiary. Potwierdź ciśnienia i temperatury.
- 2 Sprawdź przepływ przez parownik. Nieprawidłowy przepływ może dać podobne objawy.
- 3 Sprawdź stan wymienników. Zabrudzenie może zmienić warunki pracy.
- 4 Zweryfikuj element rozprężny. Ograniczone zasilanie parownika może naśladować niedobór czynnika.
- 5 Jeżeli nadal podejrzewasz ubytek – sprawdź szczelność zgodnie z właściwą procedurą.

PODEJRZENIE



POTWIERDŹ POMIARY



WYKLUCZ INNE PRZYCZYNY



SPRAWDŹ SZCZELNOŚĆ / PROCEDURĘ



❌ NIEPRAWIDŁOWO

Dodaj czynnik chłodniczy.

✅ PRAWIDŁOWO

Parametry mogą być zgodne z niedostatecznym napełnieniem. Potwierdź przyczynę przed ingerencją w układ.

Podejrzenie nadmiernego napełnienia – sprawdź cały obraz



MOŻLIWE NADMIERNE NAPEŁNIENIE

Wyniki mogą odpowiadać nadmiernej ilości czynnika, ale wymagają weryfikacji innych czynników wpływających na stronę wysokiego ciśnienia.



Co może pojawić się w danych?

- podwyższone ciśnienie po stronie wysokiej,
- podwyższone dochłodzenie,
- nieprawidłowe warunki skraplania,
- wzrost obciążenia sprężarki,
- pogorszenie stabilności pracy.



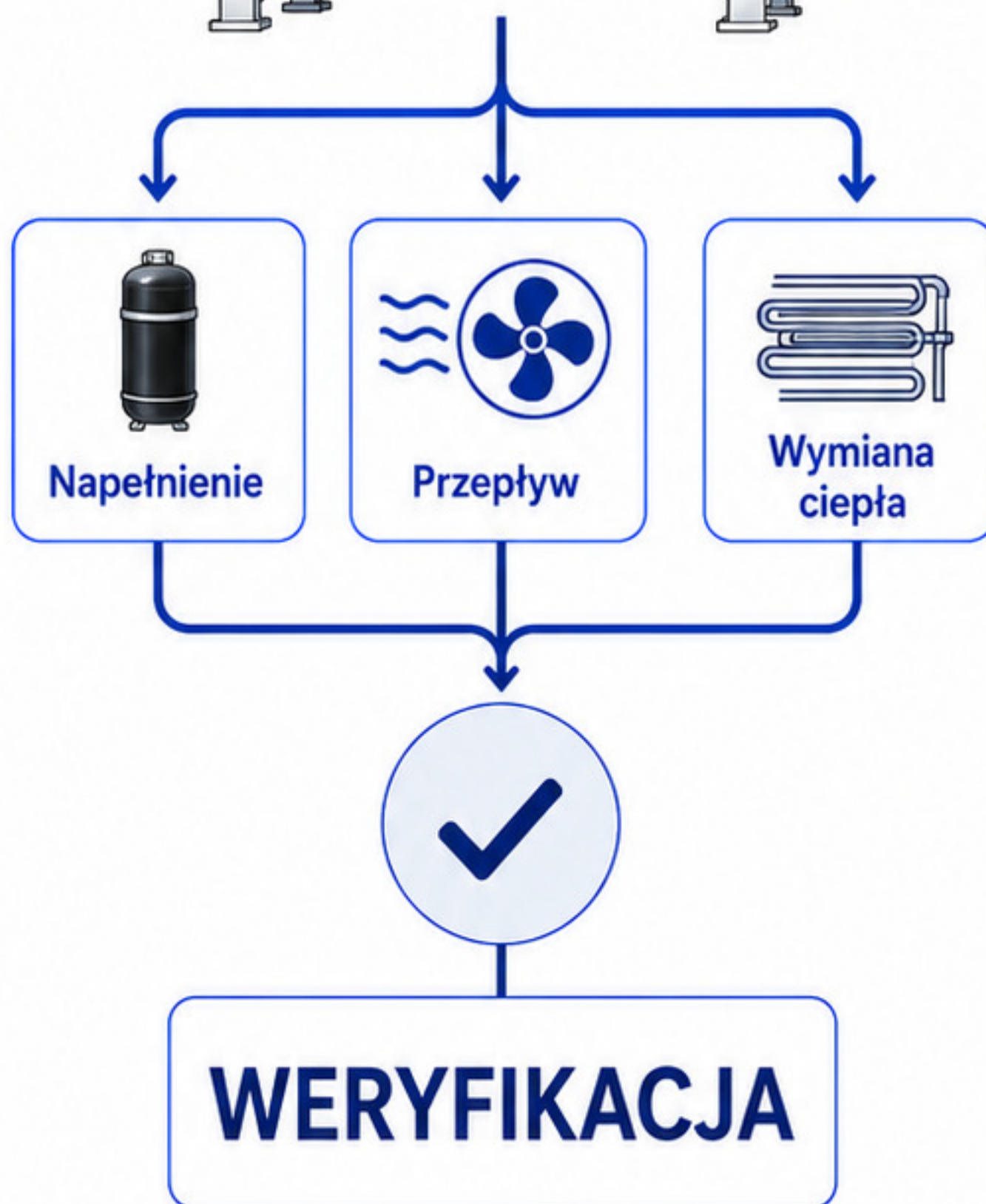
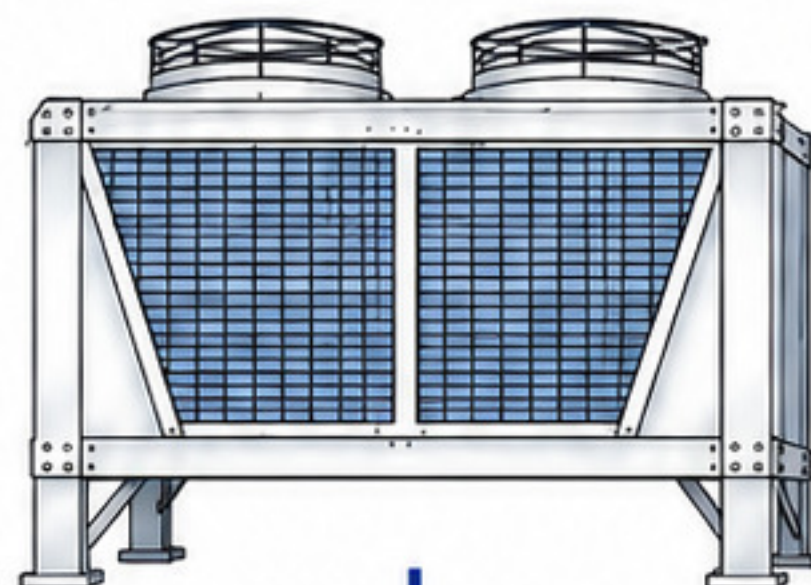
Nie pomijaj innych możliwości

- zabrudzony skraplacz,
- ograniczony przepływ powietrza,
- niewystarczający przepływ wody,
- problem z wentylatorem,
- problem z pompą,
- nieprawidłowe warunki otoczenia,
- błąd pomiarowy.



CO SPRAWDZIĆ TERAZ?

- 1 **Skraplacz** — Czy powierzchnia wymiany ciepła jest czysta?
- 2 **Wentylatory / przepływ** — Czy pracują zgodnie z wymaganiami?
- 3 **Temperatura otoczenia lub medium** — Czy warunki pracy są typowe?
- 4 **Dochłodzenie** — Czy odczyt jest powtarzalny?
- 5 **Dokumentacja urządzenia** — Czy aktualne parametry odbiegają od zakresu określonego przez producenta?



NIEPRAWIDŁOWE

Usunąć czynnika.



PRAWIDŁOWE

Potwierdź przyczynę wysokich parametrów przed jakąkolwiek ingerencją w napełnienie.

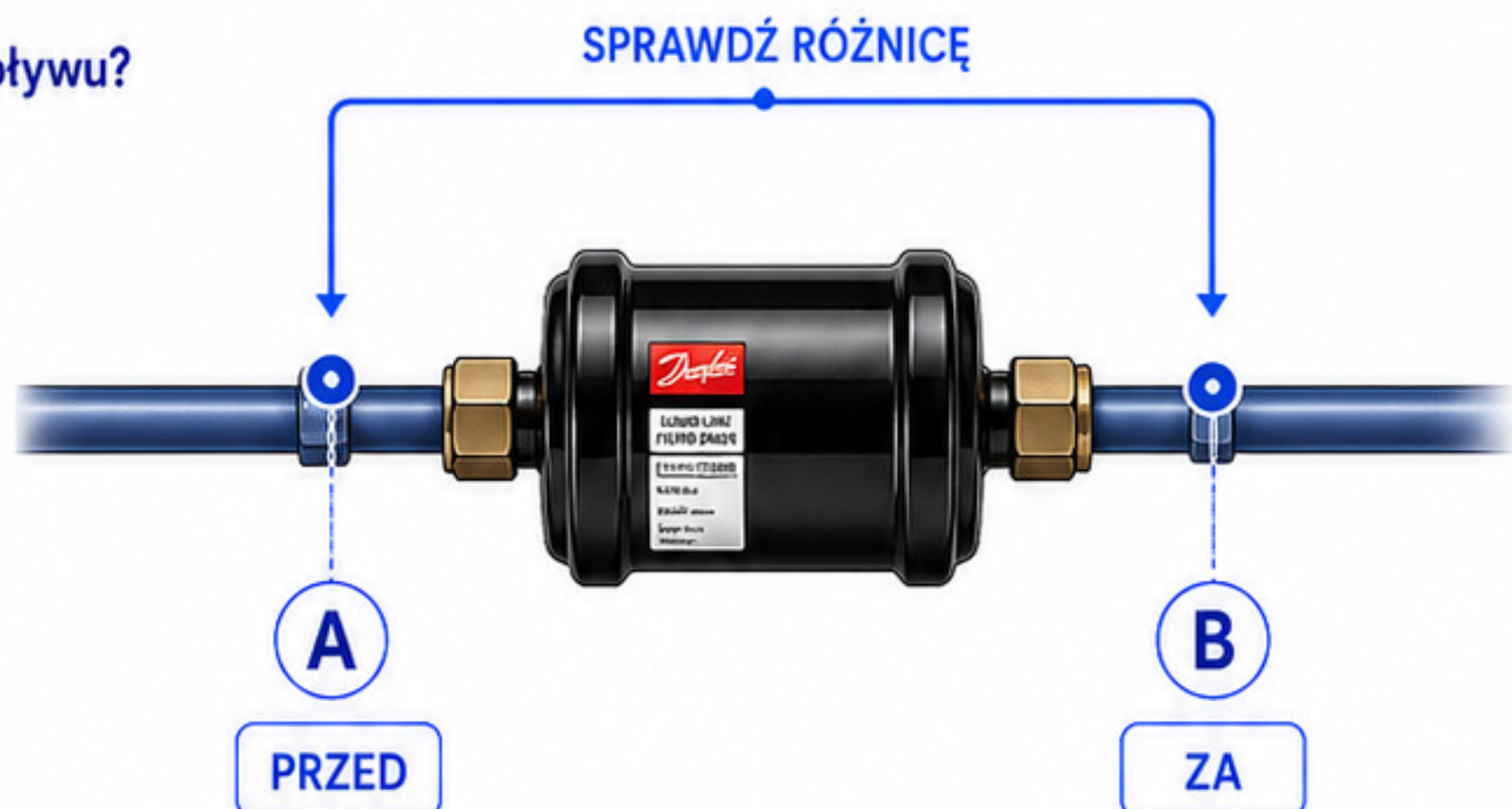


Ograniczenie przepływu: kiedy układ nie dostarcza czynnika tam, gdzie powinien

? Co oznacza ograniczenie przepływu?

Czynnik chłodniczy nie przemieszcza się przez określony fragment układu w wymagany sposób.

- elementem rozprężnym,
- filtrem-osuszaczem,
- zaworem,
- przewodem,
- lokalnym ograniczeniem przepływu,
- sterowaniem elementu dozującego.



MOŻLIWE OGRANICZENIE PRZEPŁYWU

Wzorzec danych może wskazywać na niedostateczne zasilanie określonej części układu. Sprawdź elementy przepływowe przed oceną napełnienia.

CO SPRAWDZIĆ TERAZ?

- 1 Element rozprężny** — Czy reaguje prawidłowo?
- 2 Filtr-osuszacz** — Sprawdź, czy nie ma oznak nietypowego spadku temperatury lub ograniczenia.
- 3 Zawory** — Czy wszystkie wymagane zawory znajdują się w prawidłowym położeniu?
- 4 Temperatury przed i za podejrzanym elementem** — Porównanie może pomóc zlokalizować miejsce ograniczenia.
- 5 Sterowanie** — Jeżeli układ używa elektronicznego elementu rozprężnego, sprawdź również sygnał sterujący i czujniki.



Funkcja „PORÓWNAJ PUNKTY”



DODAJ TEMPERATURĘ
PRZED ELEMENTEM



DODAJ TEMPERATURĘ
ZA ELEMENTEM



PORÓWNAJ



Wykryto istotną różnicę temperatur.
Sprawdź ten odcinek układu.



Bez automatycznego stwierdzenia,
że element jest uszkodzony.



Nie każdy problem chłodniczy zaczyna się od czynnika



Najważniejsza zasada

Chiller nie działa w próżni.

Układ chłodniczy przekazuje ciepło pomiędzy różnymi mediami.

Jeżeli wymiana ciepła jest zakłócona, ciśnienia i temperatury czynnika również mogą się zmienić.



Co może ograniczać wymianę ciepła?

Po stronie powietrza

- zabrudzona powierzchnia wymiennika,
- uszkodzony lub wyłączony wentylator,
- ograniczony przepływ powietrza,
- recyrkulacja gorącego powietrza,
- przeszkody wokół urządzenia.

Po stronie wody

- niewłaściwy przepływ,
- problem z pompą,
- zamknięty lub częściowo zamknięty zawór,
- zabrudzenie wymiennika,
- zapowietrzenie,
- problem z filtrem lub sitkiem.



BRAK PRZEPŁYWU → ZMIANA PARAMETRÓW UKŁADU



SPRAWDŹ WYMIANĘ CIEPŁA



STRONA POWIETRZNA



STRONA WODNA



STRONA POWIETRZNA – szybka kontrola

- ✓ Czy wymiennik jest czysty?
- ✓ Czy wszystkie wentylatory pracują?
- ✓ Czy przepływ powietrza nie jest zablokowany?
- ✓ Czy gorące powietrze nie wraca na wlot?

STRONA WODNA – szybka kontrola

- ✓ Czy pompa pracuje?
- ✓ Czy przepływ jest potwierdzony?
- ✓ Czy zawory są w prawidłowym położeniu?
- ✓ Czy filtr lub sitko nie jest zabrudzone?
- ✓ Czy temperatura wejścia i wyjścia jest logiczna dla aktualnych warunków pracy?

Temperatura wody na wejściu: ____ °C

Temperatura wody na wyjściu: ____ °C

$$\Delta T = \text{____ K}$$

i ΔT oznacza różnicę temperatur między dwoma punktami. Najważniejsze jest, aby aplikacja zawsze pokazywała użytkownikowi, które dwie wartości zostały odejęte.



Nietypowe ciśnienie nie zawsze oznacza problem z napełnieniem.

Najpierw potwierdź, czy urządzenie może prawidłowo pobierać i oddawać ciepło.



Sprężarka nie zawsze jest przyczyną – czasem tylko pokazuje skutki problemu



Zanim uznasz sprężarkę za uszkodzoną

Nietypowe ciśnienia, wysoka temperatura tłoczenia lub słaba wydajność mogą wyglądać jak problem ze sprężarką, ale podobne objawy mogą wynikać z:

- niedostatecznego przepływu czynnika,
- problemu z elementem rozprężnym,
- ograniczonego przepływu wody,
- zabrudzonego wymiennika,
- problemu z wentylatorami,
- niewłaściwego sterowania,
- błędnych danych wejściowych.



Sygnały wymagające rozszerzenia diagnostyki



- nietypowa różnica między stroną ssawną i tłoczną,



- nadmierna temperatura tłoczenia,



- niestabilne ciśnienia,



- częste zatrzymania zabezpieczeniowe,



- podejrzane odgłosy mechaniczne,



- duże różnice między oczekiwaną i rzeczywistą wydajnością,



- nietypowy pobór prądu, jeśli dane elektryczne są dostępne.

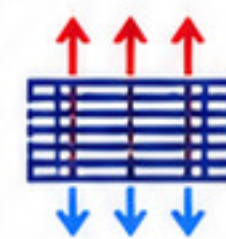


SPRAWDŹ SPRĘŻARKĘ I WARUNKI PRACY

Wyniki wymagają sprawdzenia, czy sprężarka jest przyczyną problemu, czy reaguje na nieprawidłowość w innym miejscu układu.



PRZEPŁYW CZYNNIKA



WYMIANA CIEPŁA



STEROWANIE



SPRĘŻARKA



ZASILANIE

PRZYCZYNA CZY SKUTEK?



CO SPRAWDZIĆ TERAZ?

- 1 Potwierdź przepływ przez parownik i skraplacz.
- 2 Sprawdź SH i SC razem.
- 3 Zweryfikuj temperaturę tłoczenia.
- 4 Sprawdź, czy zawory i element rozprężny działają prawidłowo.
- 5 Porównaj parametry elektryczne z dokumentacją urządzenia, jeśli masz do nich dostęp.
- 6 Sprawdź historię alarmów sterownika.



DODAJ DANE SPRĘŻARKI



prąd pracy

A



napięcie

V



temperatura tłoczenia

°C



stan zabezpieczeń



kod alarmu



czas pracy

h



częstotliwość falownika, jeśli dotyczy

Hz



ZASADA BARDZO WAŻNA



NIE WYŚWIETLAJ:
„Sprężarka uszkodzona.”



WYŚWIETLAJ ZAMIAST:
„Parametry wymagają sprawdzenia sprężarki i warunków, w których pracuje.”



MODUŁ 05

Scenariusze diagnostyczne z terenu

Objaw → dane → weryfikacja → kierunek diagnozy

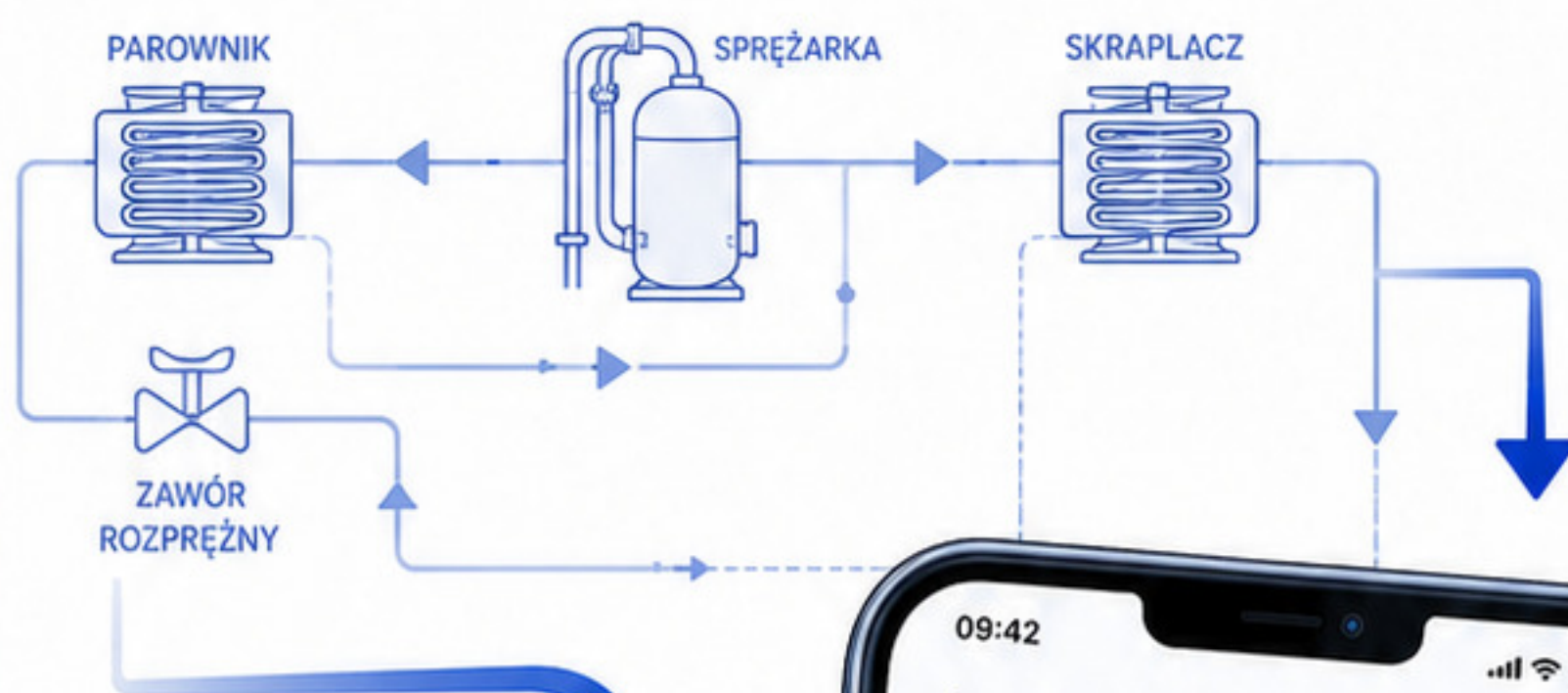


Nie zgaduj, co się zepsuło. Zawężaj możliwości krok po kroku.



W tym module:

- chiller nie osiąga temperatury zadanej,
- występuje wysokie ciśnienie tłoczenia,
- występuje niskie ciśnienie ssania,
- pojawia się oblodzenie parownika,
- parametry są niestabilne,
- trzeba potwierdzić poprawność pracy po serwisie.



Zasada modułu

1



OBJAW

2



POTWIERDŹ
WARUNKI

3



ZBIERZ
POMIARY

4



WYKLUCZ
NAJPROSTSZE
PRZYCZYNY

5



PORÓWNAJ
PARAMETRY

6



WYBIERZ
KOLEJNY TEST





Scenariusz 01 – Chiller pracuje, ale nie osiąga temperatury zadanej

! OBJAW

Urządzenie pracuje, ale temperatura medium nie spada do wartości zadanej.

CZY CHILLER PRACUJE CIĄGLE?



TAK



NIE / CYKLUJE



NIE OSIĄGA TEMPERATURY



PRZEPŁYW?



WYMIANA CIEPŁA?



SH / SC?



OBCIĄŻENIE?



KIERUNEK DIAGNOZY

KROK 1



Potwierdź temperatury

- Temperatura wody na wejściu: °C
- Temperatura wody na wyjściu: °C
- Temperatura zadana: °C

WYNIK AUTOMATYCZNY

ΔT wody: K

KROK 2



Sprawdź przepływ

- ☒ Czy pompa pracuje?
- ☒ Czy zawory są otwarte?
- ☒ Czy filtr/sitko jest czyste?
- ☒ Czy przepływ został potwierdzony?

KROK 3



Sprawdź wymianę ciepła

DLA CHILLERÓW CHŁODZONYCH POWIETRZEM

- ☒ czy skraplacz jest czysty?
- ☒ czy wentylatory pracują?
- ☒ czy gorące powietrze nie wraca na wlot?

DLA CHILLERÓW CHŁODZONYCH WODĄ

- ☒ czy przepływ przez skraplacz jest prawidłowy?
- ☒ czy temperatura medium odbierającego ciepło jest prawidłowa?

KROK 4



Analizuj obieg chłodniczy

DANE WEJŚCIOWE

- ciśnienie ssania: bar(g)
- ciśnienie skraplania: bar(g)
- temperatura przewodu ssawnego: °C
- temperatura przewodu cieczowego: °C

ASYSTENT OBLICZA

SH (superheat): K

SC (subcooling): K

KROK 5



Porównaj z obciążeniem

Czy obciążenie instalacji jest większe niż zwykle?



TAK



NIE



NIE WIEM



WYDAJNOŚĆ CHŁODNICZA WYMAGA WERYFIKACJI

MOŻLIWE KIERUNKI:

- niedostateczny przepływ medium,
- problem z wymianą ciepła,
- ograniczone zasilanie parownika,
- nieprawidłowe napełnienie,
- niewystarczająca wydajność sprężarki,
- obciążenie większe od aktualnej wydajności urządzenia.



System powinien wskazać maksymalnie trzy kolejne czynności na podstawie danych użytkownika.



Scenariusz 02 – Wysokie ciśnienie po stronie wysokiej



OBJAW

Manometr lub sterownik pokazuje nietypowo wysokie ciśnienie po stronie skraplania.



CZY WARUNKI OTOCZENIA SĄ NIETYPOWE?

Temperatura otoczenia:

_____ °C

lub

Temperatura wody chłodzącej

na wejściu: _____ °C

KROK 1 — Sprawdź odprowadzanie ciepła



Skrapacz powietrzny:

- ✓ powierzchnia czysta?
- ✓ wszystkie wentylatory działają?
- ✓ kierunek obrotów prawidłowy?
- ✓ przepływ powietrza nieograniczony?
- ✓ brak recyrkulacji gorącego powietrza?



Skrapacz wodny:

- ✓ pompa pracuje?
- ✓ przepływ odpowiedni?
- ✓ zawory otwarte?
- ✓ wymiennik czysty?
- ✓ temperatura wody odpowiednia?

KROK 2 — Sprawdź dochłodzenie



SC: _____ K

Wysokie ciśnienie należy interpretować razem z dochłodzeniem i warunkami skraplania.

KROK 3 — Sprawdź napętnienie dopiero po przepływie



Jeżeli warunki wymiany ciepła są potwierdzone, można przejść do dalszej analizy.



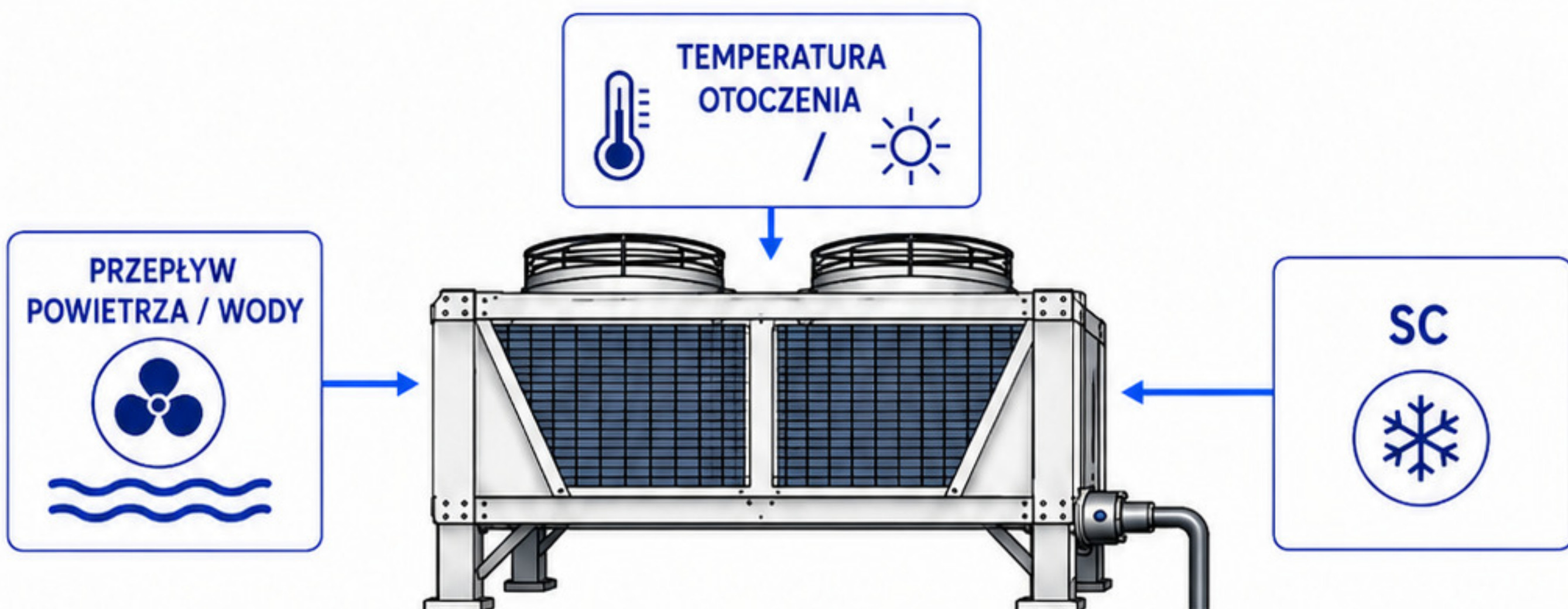
MOŻLIWE KIERUNKI (NIE WYCIĄGAJ WNIOSKÓW ZBYT WCZEŚNIE)

- niewystarczające odprowadzanie ciepła,
- zabrudzony skraplacz,
- problem z wentylatorem lub pompą,
- nietypowo wysoka temperatura otoczenia,
- możliwe nadmierne napętnienie,
- obecność innych nieprawidłowości w obiegu,
- błąd odczytu czujnika.



WYSOKIE CIŚNIENIE — SPRAWDŹ STRONĘ SKRAPLANIA

Nie kontynuuj standardowej procedury. Postępuj zgodnie z zabezpieczeniami, dokumentacją producenta i zasadami bezpiecznej pracy.



NAJPIERW ODRZUCANIE CIEPŁA



Scenariusz 03 – Niskie ciśnienie ssania

**OBJAW**

Ciśnienie ssania jest niższe niż oczekiwane dla aktualnych warunków pracy.

**NISKIE CIŚNIENIE $\neq$ AUTOMATYCZNIE BRAK CZYNNIKA**

 Czy przepływ medium przez parownik został potwierdzony?

1 KROK 1 – Sprawdź stronę medium

-  Pętla wodna:
- ✓ pompa pracuje?
 - ✓ przepływ jest wystarczający?
 - ✓ filtr lub sitko czyste?
 - ✓ zawory prawidłowo ustawione?
 - ✓ wymiennik nie jest oblodzony?

-  Systemy powietrzne:
- ✓ wentylator działa?
 - ✓ filtr jest czysty?
 - ✓ przepływ powietrza prawidłowy?

2 KROK 2 – Sprawdź przegrzanie



SH: ____ K

Jeśli przegrzanie (SH) jest nietypowe, asystent używa tej wartości do zawężenia diagnostyki.

3 KROK 3 – Sprawdź dochłodzenie



SC: ____ K

PORÓWNAJ:

SH

____ K

SC

____ K

4 KROK 4 – Sprawdź element rozprężny



Czy dopływ czynnika do parownika może być ograniczony?

- niewystarczający przepływ przez parownik,
- zbyt małe obciążenie cieplne,
- ograniczenie przepływu czynnika,
- problem z elementem rozprężnym,
- możliwe niedostateczne napełnienie,
- błąd czujnika lub pomiaru.



NISKIE CIŚNIENIE SSANIA

Najpierw potwierdź przepływ i obciążenie parownika.
Następnie interpretuj SH i SC.

SZYBKA ŚCIEŻKA – NISKIE SSANIE



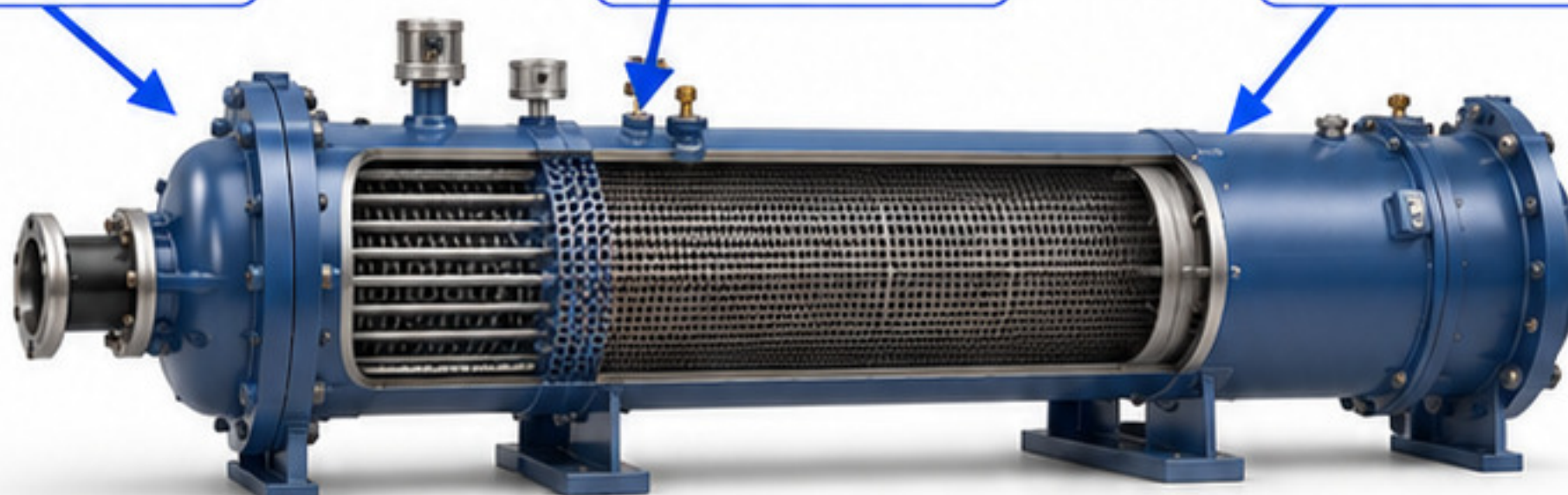
PRZEPŁYW
MEDIUM



DOPŁYW
CZYNNIKA



OBCIĄŻENIE
CIEPLNE



WSZYSTKIE WPŁYWAJĄ NA STRONĘ NISKĄ



Scenariusz 04 – Oblodzenie parownika lub przewodu ssawnego



OBJAW

Na parowniku, przewodzie lub w jego pobliżu pojawia się lód.



**Lód jest objawem.
Nie jest samodzielną diagnozą.**

1 KROK 1 – Sprawdź przepływ medium



System wodny:

- ✓ czy pompa pracuje?
- ✓ czy przepływ jest prawidłowy?
- ✓ czy zawory są otwarte?
- ✓ czy filtr jest czysty?



System powietrzny:

- ✓ czy przepływ powietrza jest prawidłowy?
- ✓ czy wentylator działa?
- ✓ czy filtr nie jest zablokowany?

2 KROK 2 – Sprawdź temperaturę nasycenia parowania



T nasycenia parowania: _____ °C



RYZIKO ZAMARZANIA

Jeżeli T nasycenia parowania $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, istnieje ryzyko zamarzania.

3 KROK 3 – Sprawdź SH



Przegrzanie:

_____ K



Interpretuj przegrzanie wraz z pozostałymi danymi układu.

4 KROK 4 – Sprawdź sterowanie i zabezpieczenia



- czujnik temperatury,
- czujnik przepływu,
- sterowanie zaworem rozprężnym,
- logikę przeciwarzamrozeniową,
- historię alarmów.



MOŻLIWE KIERUNKI

- niewystarczający przepływ przez parownik,
- zbyt niska temperatura parowania,
- problem z regulacją dopływu czynnika,
- niewłaściwe sterowanie,
- błąd czujnika,
- nieprawidłowe warunki obciążenia.



RYZIKO USZKODZENIA PAROWNIKA

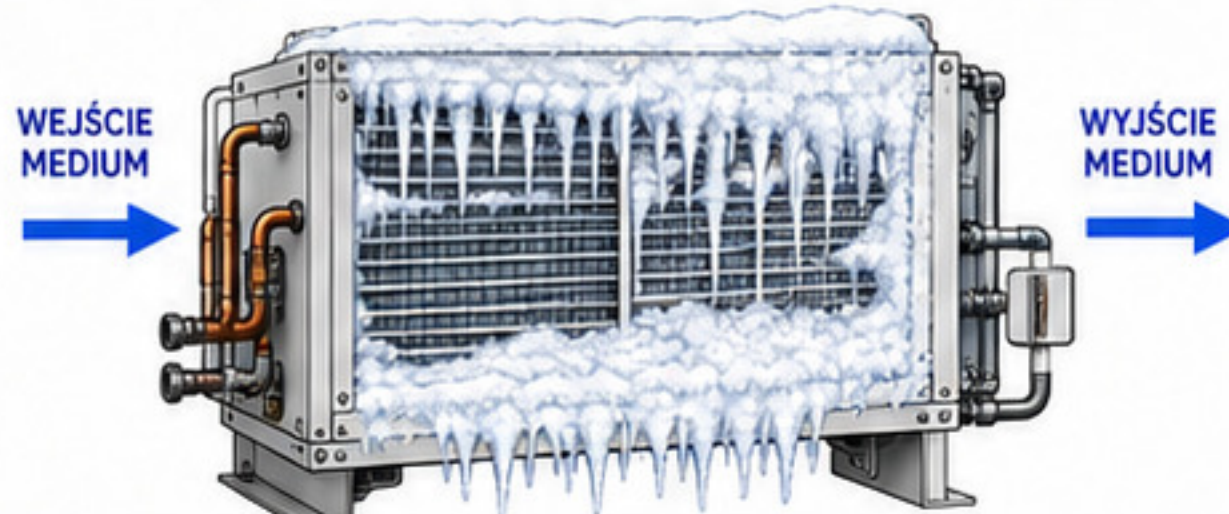
Przerwij standardową diagnostykę i postępuj zgodnie z procedurą zabezpieczenia urządzenia.

SPRAWDŹ: PRZEPŁYW • T NASYCENIA • SH • STEROWANIE

NORMALNA PRACA



OBLODZENIE





Scenariusz 05 – Ciśnienia i temperatury cały czas się zmieniają

! OBJAW

- ciśnienie ssania faluje,
- ciśnienie skraplania rośnie i spada,
- SH nie jest stabilne,
- SC zmienia się,
- zawór reguluje w szerokim zakresie,
- sprężarka lub wentylatory często zmieniają stan pracy.

CZY UKŁAD MIAŁ CZAS SIĘ USTABILIZOWAĆ?



TAK



NIE



NIE WIEM

1 KROK 1 – Obserwuj przez określony okres

Aplikacja powinna umożliwiać zapisywanie serii pomiarów, a nie pojedynczej wartości.

SH	
08:41	— 4,1 K
08:42	— 7,8 K
08:43	— 11,2 K
08:44	— 5,3 K

! DUŻA ZMIENNOŚĆ

2 KROK 2 – Sprawdź sterowanie

- elektroniczny zawór rozprężny
- czujniki temperatury
- czujniki ciśnienia
- falownik
- sterowanie wentylatorami
- regulator przepływu
- logika sterownika

3 KROK 3 – Sprawdź obciążenie



Czy obciążenie instalacji zmienia się w tym samym czasie?

4 KROK 4 – Sprawdź przepływ

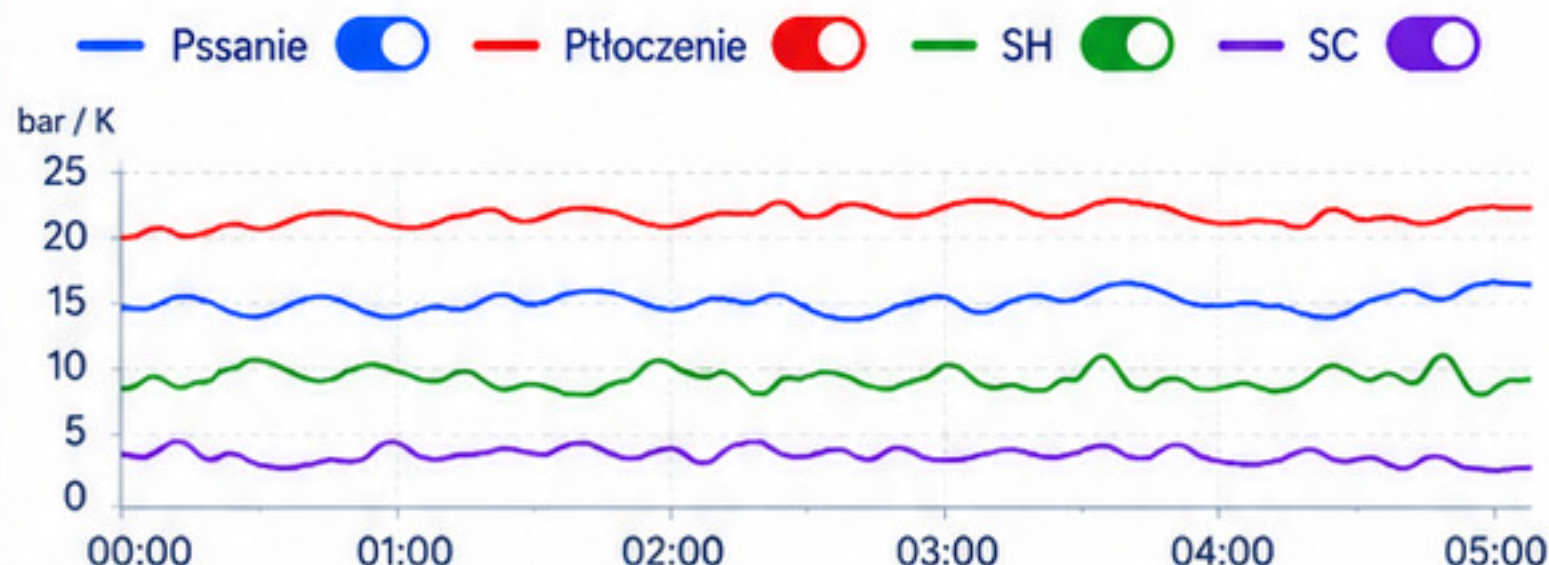


Niestabilny przepływ medium może generować niestabilne parametry chłodnicze.

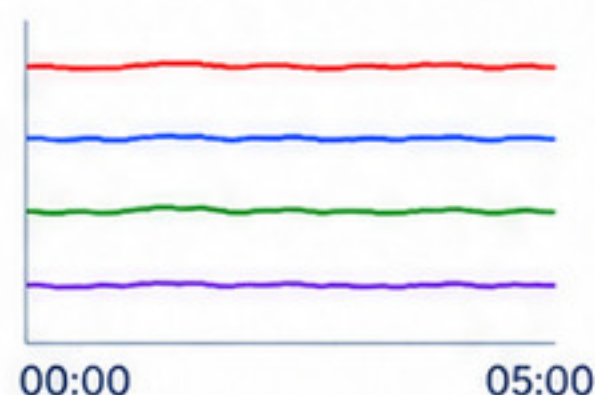
➡ MOŻLIWE KIERUNKI

- układ jeszcze się nie ustabilizował,
- niestabilne sterowanie,
- problem z czujnikiem,
- zmieniający się przepływ,
- nieprawidłowe działanie elementu rozprężnego,
- cykliczne działanie zabezpieczeń,
- zmienne obciążenie instalacji.

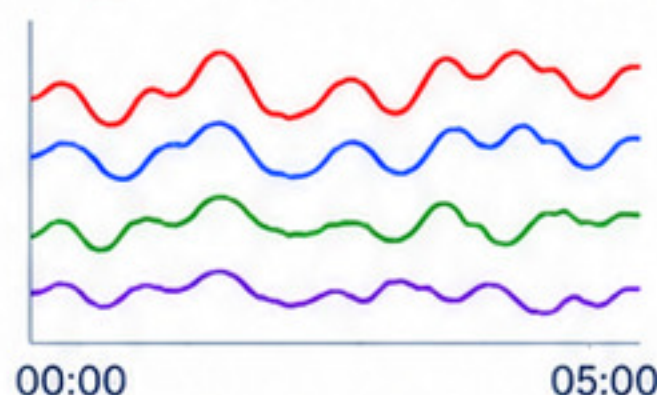
🕒 MONITORUJ 5 MINUT



✓ STABILNE



✗ NIESTABILNE



VS



Nie diagnozuj
niestabilnego układu
na podstawie
pojedynczej chwili.



Scenariusz 06 – Czy naprawa rzeczywiście rozwiązała problem?

Po serwisie nie sprawdzaj tylko:
Czy chiller działa?



**CZY CHILLER
DZIAŁA PRAWIDŁOWO?**

PRZED SERWISEM		PO SERWISIE
CIŚNIENIE SSANIA 2,0 bar		CIŚNIENIE SSANIA 2,5 bar
CIŚNIENIE SKRAPLANIA 13,5 bar		CIŚNIENIE SKRAPLANIA 12,2 bar
TEMP. PRZEWODU SSAWNEGO 7,5 °C		TEMP. PRZEWODU SSAWNEGO 3,5 °C
TEMP. PRZEWODU CIECZOWEGO 33,0 °C		TEMP. PRZEWODU CIECZOWEGO 27,0 °C
TEMP. MEDIUM NA WEJŚCIU 12,0 °C		TEMP. MEDIUM NA WEJŚCIU 12,0 °C
TEMP. MEDIUM NA WYJŚCIU 7,0 °C		TEMP. MEDIUM NA WYJŚCIU 6,0 °C
SH I SC — PRZED		SH I SC — PO
SH: 16,2 K		SH: 8,4 K
SC: 2,1 K		SC: 6,0 K

1

KROK 1

Uruchom urządzenie

Pozwól mu osiągnąć odpowiednie warunki pracy.

2

KROK 2

Powtórz te same pomiary

• ciśnienie ssania,

• ciśnienie skraplania,

• temperaturę przewodu ssawnego,

• temperaturę przewodu cieczowego,

• temperaturę medium na wejściu,

• temperaturę medium na wyjściu.

3

KROK 3

Porównaj SH i SC

PRZED SERWISEM

SH: 16,2 K

SC: 2,1 K

PO SERWISIE

SH: 8,4 K

SC: 6,0 K

4

KROK 4

Porównaj temperatury medium

ΔT przed: K

ΔT po: K

5

KROK 5

Sprawdź alarmy

Czy po wykonanej pracy pojawiły się nowe alarmy?

PORÓWNAJ PRZED / PO			
PARAMETR	PRZED	PO	ZMIANA
Ciśnienie ssania (bar)			
Ciśnienie skraplania (bar)			
Temp. przewodu ssawnego (°C)			
Temp. przewodu cieczowego (°C)			
Temp. medium na wejściu (°C)			
Temp. medium na wyjściu (°C)			
SH (K)			
SC (K)			
ΔT medium (K)			

WYNIK KOŃCOWY	
	PARAMETRY ULEGŁY POPRAWIE Urządzenie pracuje prawidłowo.
	URZĄDZENIE PRACUJE, ALE PARAMETRY NADAL WYMAGAJĄ KONTROLI Wymagane dalsze monitorowanie.
	PROBLEM NIE ZOSTAŁ POTWIERDZONY JAKO ROZWIĄZANY Wróć do diagnostyki.

LISTA KONTROLNA PO SERWISIE	
☒	Stabilna praca
☒	Brak aktywnych alarmów
☒	Przepływ potwierdzony
☒	Temperatury sprawdzone
☒	SH i SC sprawdzone
☒	Wyniki zapisane
	Asystent powinien umożliwiać zapis: DIAGNOZA PRZED oraz KONTROLA PO w jednym raporcie.



NAPRAWA = POTWIERDZONA ZMIANA PARAMETRÓW



MODUŁ 06

Tryb pracy na dachu

Interfejs zaprojektowany po to, aby był czytelny wtedy, kiedy naprawdę go potrzebujesz.

123

Duże liczby.



Mało kliknąć.



Zero zbędnego chaosu.



Założenia trybu terenowego

- ✓ wysoki kontrast,
- ✓ bardzo duże wartości,
- ✓ minimum tekstu na ekranie roboczym,
- ✓ duże przyciski,
- ✓ łatwa obsługa jedną ręką,
- ✓ ograniczone przewijanie,
- ✓ szybkie przełączanie między pomiarem i diagnozą,
- ✓ czytelność w mocnym świetle,
- ✓ brak ozdobników utrudniających pracę.



Trzy główne funkcje



WIDZĘ

Odczytuję wartości bez przybliżania ekranu.



ROZUMIEM

Natychmiast wiem, co oznacza status.



DZIAŁAM

Widzę maksymalnie trzy następne kroki.





Interfejs, który możesz odczytać w pełnym słońcu.

! NAJWAŻNIEJSZA INFORMACJA MUSI BYĆ WIDOCZNA NATYCHMIAST

1 POZIOM 1 – STATUS



STABILNIE SPRAWDŹ UWAGA

Status zajmuje dużą część szerokości ekranu.

2 POZIOM 2 – NAJWAŻNIEJSZE WARTOŚCI



SH
8,4 K

SC
6,1 K

≈ T parowania
4,8°C

💧 T skraplania
41,5°C

3 POZIOM 3 – KIERUNEK DZIAŁANIA



CO SPRAWDZIĆ TERAZ?

1. Potwierdź przepływ przez parownik.
2. Sprawdź temperatury jeszcze raz.
3. Porównaj z dokumentacją urządzenia.

4 POZIOM 4 – SZCZEGÓŁY



POKAŹ SZCZEGÓŁY >

Dopiero po dotknięciu użytkownik widzi:

- wszystkie dane wejściowe,
- formuły,
- możliwe przyczyny,
- dodatkowe wskazówki,
- historię pomiarów.



T TYPOGRAFIA

- ✓ bardzo duża czcionka wartości
- ✓ duże, pogrubione nagłówki
- ✓ krótkie, czytelne komunikaty pomocnicze
- ✓ brak małego tekstu krytycznego

● KONTRAST

- ✓ czarne teksty na białym tle jako wariant podstawowy
- ✓ brak jasnoszarych tekstów krytycznych
- ✓ wysoki kontrast zawsze

👉 PRZYCISKI

- ✓ jeden główny przycisk na ekran

Przykłady:

DIAGNOZUJ

POTWIERDŹ

NASTĘPNY KROK

ZAPISZ RAPORT

✔✕ KOLORY

- ✓ kolor nie może być jedynym sposobem przekazywania informacji

Przykłady (ikona + etykieta):

STABILNIE

SPRAWDŹ

UWAGA

☀ TRYB SŁONECZNY

- maksymalny kontrast
- większe cyfry
- mniej elementów pomocniczych
- grubsze obramowania
- całkowicie białe tło
- czarne teksty
- brak subtelnych szarości

👤 TRYB RĘKAWICE

- większe przyciski
- większe odstępy między polami
- ograniczenie małych elementów dotykowych
- potwierdzenie przed usunięciem danych



Interfejs terenowy nie powinien wyglądać efektownie kosztem funkcjonalności.
Ma być: czytelny → szybki → jednoznaczny → odporny na błędy użytkownika.



Obsługa jedną ręką – mniej kliknięć, mniej błędów w terenie



Założenie główne

W terenie technik często nie może użyć obu rąk. Najważniejsze działania muszą być zawsze w zasięgu kciuka – w dolnej części ekranu.



Wprowadzanie danych

- duży obszar dotyku
- czytelna etykieta
- widoczna jednostka
- automatyczne przejście do kolejnego pola
- szybka korekta

Ciśnienie ssania

7,4 bar

DALEJ →

Temperatura przewodu ssawnego

°C



Klawiatura numeryczna

Tylko klawiatura numeryczna – bez klawiatury tekstowej.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

,

0

←



WSZYSTKIE DANE GOTOWE ✓

OBLICZ I DIAGNOZUJ



Bezpieczne przed przypadkowym usunięciem



WYCZYŚĆ DANE

Czy na pewno chcesz usunąć wszystkie pomiary?

ANULUJ

USUŃ



Szybka korekta

EDYTUJ POMIARY >

Powrót do wprowadzonych danych bez utraty pozostałych pomiarów.



Technik nie powinien wykonywać pięciu kliknięć tam, gdzie wystarczą dwa.

Każde dodatkowe działanie zwiększa ryzyko błędu i spowalnia pracę.





Zamień pomiary w czytelny raport serwisowy



UTWÓRZ RAPORT



Raport gotowy w kilka sekund
— przejrzysty i kompletny.

1 	SEKCJA 1 — DANE URZĄDZENIA	• Obiekt / lokalizacja • Urządzenie • Model • Numer seryjny • Data • Technik
2 	SEKCJA 2 — CZYNNIK	Czynnik chłodniczy: R410A / R134a / R22 / inny
3 	SEKCJA 3 — POMIARY	• Ciśnienie ssania bar • Ciśnienie strony wysokiej bar • Temperatura przewodu ssawnego °C • Temperatura przewodu cieczowego °C • Temperatura nasycenia parowania °C • Temperatura nasycenia skraplania °C • Przegrzanie K • Dochłodzenie K
4 	SEKCJA 4 — DANE ROZSZERZONE	• Temperatura wody na wejściu °C • Temperatura wody na wyjściu °C • ΔT K • Temperatura otoczenia °C
5 	SEKCJA 5 — STATUS	SPRAWDŹ
6 	SEKCJA 6 — WSTĘPNA INTERPRETACJA	Zestaw parametrów wskazuje na potrzebę sprawdzenia przepływu przez parownik i warunków zasilania czynnikiem.
7 	SEKCJA 7 — WYKONANE KONTROLE	☐ Przepływ sprawdzony ☐ Wymiennik sprawdzony ☐ Czujniki sprawdzone ☐ Element rozprężny sprawdzony ☐ Alarmy sterownika sprawdzone
8 	SEKCJA 8 — UWAGI TECHNIKA	
9 	SEKCJA 9 — WNIOSEK	☐ Problem potwierdzony ☐ Problem wymaga dalszej diagnostyki ☐ Problem usunięty ☐ Urządzenie wymaga eskalacji / dodatkowego serwisu

09:42

RAPORT SERWISOWY

#2024-07-15-001

1 **DANE URZĄDZENIA**

Obiekt / lokalizacja: Biuro Główne – Warszawa
Urządzenie: Chiller – Układ 1
Model: AquaForce 210
Numer seryjny: CH210-24-0578
Data: 15.07.2024 09:42
Technik: Jan Kowalski

CZYNNIK R410A

POMIARY

Ciśnienie ssania 4,8 bar
Ciśnienie strony wysokiej 12,8 bar
Temperatura przewodu ssawnego 6,2 °C
Temperatura przewodu cieczowego 32,4 °C
Temperatura nasycenia parowania 1,0 °C
Temperatura nasycenia skraplania 41,5 °C
Przegrzanie 5,2 K
Dochłodzenie 9,1 K

DANE ROZSZERZONE

Temperatura wody na wejściu 12,3 °C
Temperatura wody na wyjściu 6,8 °C
ΔT 5,5 K
Temperatura otoczenia 28,0 °C

STATUS **SPRAWDŹ**

6 **WSTĘPNA INTERPRETACJA**

Zestaw parametrów wskazuje na potrzebę sprawdzenia
przepływu przez parownik i warunków zasilania czynnikiem.

7 **WYKONANE KONTROLE**

☒ ☒ ☒ ☒ ☒

8 **UWAGI TECHNIKA**

Brak uwag.

9 **WNIOSEK**

☒ Problem wymaga dalszej diagnostyki

Raport wygenerowany w aplikacji Asystent Diagnostyki Chillerów



Dobry raport zawsze rozdziela: **POMIARY** • **INTERPRETACJĘ** • **POTWIERDZONĄ PRZYCZYNĘ**



DANE



POMIARY



STATUS



WNIOSKI



DZIAŁANIA



ZAPISZ RAPORT



UDOSTĘPNIJ



UTWÓRZ KOPIĘ



Przed pomiarem — 60 sekund, które mogą uratować diagnozę

LISTA KONTROLNA PRZED POMIAREM

0%

01



01 — POTWIERDŹ URZĄDZENIE

- ☐ Model urządzenia sprawdzony
- ☐ Tabliczka znamionowa odczytana
- ☐ Czynnik chłodniczy potwierdzony

02



02 — SPRAWDŹ STAN PRACY

- ☐ Sprężarka pracuje
- ☐ Pompa / wentylatory pracują zgodnie z aktualnym trybem
- ☐ Układ nie znajduje się w fazie startowej lub zatrzymywania

03



03 — SPRAWDŹ WARUNKI

- ☐ Temperatura otoczenia zanotowana, jeśli ma znaczenie
- ☐ Obciążenie układu jest znane lub ocenione
- ☐ Temperatura medium wejściowego i wyjściowego może być zmierzona

04



04 — SPRAWDŹ PRZYRZĄDY

- ☐ Manometry są sprawne
- ☐ Czujniki temperatury są sprawne
- ☐ Jednostki pomiarowe są znane
- ☐ Baterie urządzeń pomiarowych są wystarczające

05



05 — SPRAWDŹ CZUJNIKI

- ☐ Czujnik temperatury dobrze przylega do rury
- ☐ Miejsce pomiaru jest właściwe
- ☐ Czujnik jest chroniony przed bezpośrednim nagrzewaniem przez słońce

06



06 — SPRAWDŹ BEZPIECZEŃSTWO

- ☐ Miejsce pracy jest bezpieczne
- ☐ Dostęp do urządzenia jest stabilny
- ☐ Wymagane środki ochrony są używane
- ☐ Nie ma aktywnego stanu wymagającego natychmiastowego zatrzymania procedury



UWAGA

Niepotwierdzony czynnik może całkowicie zmienić wyniki obliczeń.

← WRÓĆ I SPRAWDŹ

KONTYNUUJ MIMO TO



Czynnik niepotwierdzony przez użytkownika



GOTOWY DO POMIARU

1

2

3

4

5

6

100%



WSZYSTKO GOTOWE — ROZPOCZNIJ POMIARY



Po pomiarze — potwierdź, zanim wyciągniesz wniosek.



LISTA KONTROLNA PO POMIARZE

01

01 — DANE WEJŚCIOWE



- ☐ Czynnik jest poprawny
- ☐ Jednostki ciśnienia są poprawne
- ☐ Temperatury wpisano do właściwych pól
- ☐ Nie zamieniono strony niskiej z wysoką

02

02 — JAKOŚĆ POMIARU



- ☐ Odczyty są logiczne
- ☐ Parametry są wystarczająco stabilne
- ☐ Czujnik nie był luźny
- ☐ Pomiar nie był bezpośrednio zakłócony przez słońce lub inne źródło ciepła

03

03 — OBLICZENIA



- ☐ Temperatura nasycenia została obliczona dla właściwego czynnika
- ☐ SH sprawdzone
- ☐ SC sprawdzone
- ☐ Wynik SH/SC jest zgodny z wprowadzonymi temperaturami

04

04 — WARUNKI PRACY



- ☐ Przepływ medium został sprawdzony
- ☐ Stan wentylatorów lub pomp jest znany
- ☐ Warunki otoczenia zostały uwzględnione
- ☐ Aktualne obciążenie układu nie zostało pominięte

05

05 — INTERPRETACJA



- ☐ Nie opieram diagnozy na jednym parametrze
- ☐ Sprawdziłem alternatywne przyczyny
- ☐ Porównałem wynik z dokumentacją urządzenia, jeśli była dostępna



Ekran podsumowania



**DANE GOTOWE
DO INTERPRETACJI**



**NAJPIERW
POTWIERDŹ POMIARY**



PRZEJDŹ DO DIAGNOZY



**SPRAWDŹ POMIAR
PRZED INTERPRETACJĄ**



Nietypowy wynik może oznaczać prawdziwą usterkę, ale najpierw wyklucz błąd pomiaru.



SCHEMAT PROCESU

POMIAR



KONTROLA



POTWIERDZENIE



INTERPRETACJA



DECYZJA



RYZIKO BŁĘDNEJ DIAGNOZY



MODUŁ 07

Bezpieczne decyzje i ściągą technika

Od objawu do kolejnego logicznego kroku — bez zgadywania i bez pomijania podstaw.



Najlepsza diagnoza to nie ta najszybsza. To ta, którą potrafisz potwierdzić.



W tym module:



OBJAW → POMIAR →
MOŻLIWA PRZYCZYNA →
KOLEJNY KROK



KIEDY ZATRZYMAĆ
DIAGNOZĘ



KIEDY ESKALOWAĆ



JAK ZAKOŃCZYĆ PRACĘ



OBJAW



Zauważ problem



POMIAR



Zbierz dane



WERYFIKACJA



Porównaj
i potwierdź



DECYZJA



Wybierz kolejny
logiczny krok



Trzy zasady końcowe

1

NIE ZGADUJ — Zbieraj dane.

2

NIE ZMIENIAJ UKŁADU BEZ POTWIERDZENIA — Najpierw wyklucz inne przyczyny.

3

ZAPISUJ WYNIKI — Dobra dokumentacja skraca kolejną diagnozę.



Ściągą diagnostyczną — od objawu do kolejnego testu

	ZMIERZ / SPRAWDŹ	MOŻLIWE KIERUNKI	KOLEJNY KROK
 OBJAW			
↓			
 CO ZMIERZYĆ?			
↓			
 CO MOŻE TO OZNACZAĆ?			
↓			
 CO SPRAWDZIĆ TERAZ?			

1	Chiller nie osiąga temperatury zadanej - temperaturę wejścia i wyjścia ΔT medium - przepływ - SH, SC - warunki skraplania	- niewystarczający przepływ - problem wymiany ciepła - ograniczone zasilanie parownika - problem z napełnieniem - niewystarczająca wydajność	 Najpierw potwierdź przepływ i wymianę ciepła.
2	Wysokie ciśnienie po stronie wysokiej - temperaturę otoczenia - stan skraplacza - przepływ powietrza lub wody - SC	- słabe odprowadzanie ciepła - problem z wentylatorem lub pompą - zabrudzony skraplacz - możliwe nadmierne napełnienie	 Potwierdź warunki skraplania przed oceną napełnienia.
3	Niskie ciśnienie ssania - przepływ przez parownik - SH, SC - element rozprężny	- niski przepływ medium - małe obciążenie - ograniczenie przepływu czynnika - niedostateczne napełnienie	 Sprawdź przepływ i zasilanie parownika.
4	Wysokie przegrzanie - SH ponownie - SC - ciśnienie ssania - dopływ czynnika do parownika	- niedostateczne zasilanie parownika - ograniczenie - problem z elementem rozprężnym - możliwe niedostateczne napełnienie	 Nie oceniaj SH bez SC.
5	Nietypowo wysokie dochłodzenie - SC ponownie - ciśnienie strony wysokiej - temperaturę przewodu cieczowego - warunki skraplania	- problem z odprowadzaniem ciepła - możliwe nadmierne napełnienie - nietypowy przepływ - błąd pomiaru	 Najpierw potwierdź warunki pracy skraplacza.
6	Oblodzenie parownika - temperaturę nasycenia parowania - przepływ - SH - czujniki i zabezpieczenia	- niewystarczający przepływ - zbyt niska temperatura parowania - problem regulacji - błąd czujnika	 Najpierw zabezpiecz urządzenie przed ryzykiem zamarznięcia.
7	Parametry falują - serię pomiarów w czasie - działanie sterowania - zawór rozprężny - przepływ - zmienność obciążenia	- niestabilna regulacja - czujnik - zmienny przepływ - układ w stanie przejściowym	 Obserwuj trend zamiast pojedynczego odczytu.



**WYBIERZ
OBJAW**

Po dotknięciu problemu w aplikacji otrzymasz

3

najważniejsze
pomiary

+

3

kolejne
kroki

—

bez długich opisów.



Nie każdy problem powinien być diagnozowany dalej w standardowym trybie



! ZATRZYMAJ STANDARDOWĄ DIAGNOZĘ, JEŚLI:

1



Występuje bezpośrednie zagrożenie

Przykłady: uszkodzenie elektryczne, zapach spalenizny, dym, widoczne uszkodzenie przewodów, niebezpieczne drgania, mechaniczne uszkodzenie urządzenia.

→ Zabezpiecz urządzenie i postępuj zgodnie z właściwą procedurą bezpieczeństwa.

2



Parametry przekraczają bezpieczny zakres urządzenia

→ Nie obchodź zabezpieczeń w celu kontynuowania standardowego testu.

3



Istnieje ryzyko zamarznięcia wymiennika

→ Najpierw zabezpiecz wymiennik.

4



Podejrzewasz poważne uszkodzenie sprężarki

Przykłady: nietypowe odgłosy, nadmierne drgania, nietypowe parametry elektryczne, wysoka temperatura, powtarzające się zabezpieczenia.

5



Dane są niespójne mimo powtarzania pomiarów

→ Sprawdź przyrządy, czujniki, dokumentację i sterowanie. Nie próbuj dopasować na siłę jednej diagnozy.

6



Brakuje wymaganych uprawnień lub wyposażenia

→ Nie wykonuj czynności, do których wymagane są kwalifikacje, wyposażenie lub procedury, których nie posiadasz.



KIEDY ESKALOWAĆ?

Gdy którykolwiek z warunków powyżej występuje lub nie masz pewności co do dalszego postępowania.



ESKALUJ DIAGNOZĘ



Co przekazać kolejnej osobie?

- ✓ model urządzenia
- ✓ czynnik
- ✓ warunki pracy
- ✓ ciśnienia
- ✓ temperatury
- ✓ SH, SC
- ✓ alarmy
- ✓ wykonane testy
- ✓ czego nie udało się potwierdzić



DOBRA DIAGNOZA TO RÓWNIEŻ UMIEJĘTNOŚĆ POWIEDZENIA:
“Na tym etapie potrzebne jest dodatkowe sprawdzenie.”



Formularz eskalacji



Powód eskalacji



Najważniejsze pomiary



Aktywne alarmy



Wykonane kontrole



Podejrzany obszar



Dodatkowe uwagi

ZAGROŻENIE?

POZA ZAKRESEM?

BRAK PEWNOŚCI?

BRAK UPRAWNIENÍ / NARZĘDZI?



ESKALUJ



Ściąg technika – pełna diagnoza w jednym spojrzeniu

1 7 KROKÓW DIAGNOZY CHILLERA

-  **1. POTWIERDŹ** –
Urządzenie + czynnik + warunki pracy.
Nie zakładaj. Sprawdź.
-  **2. ZMIERZ** –
Ciśnienia + temperatury.
Zadbaj o poprawny punkt pomiaru i jednostki.
-  **3. PRZELICZ** –
Ciśnienie → temperatura nasycenia.
Asystent wykonuje przeliczenie dla wybranego czynnika.
-  **4. OBLICZ** –
SH + SC.
Nie analizuj ich osobno.
-  **5. SPRAWDŹ WARUNKI** –
Przepływ + wymiana ciepła + obciążenie.
Chiller reaguje na cały układ, nie tylko na czynnik.
-  **6. ZAWĘŹ PRZYCZYNĘ** –
Objaw + pomiar + weryfikacja.
Szukaj kilku zgodnych ze sobą przestank.
-  **7. POTWIERDŹ WYNIK** –
Po wykonanej pracy: zmierz ponownie i porównaj PRZED / PO.

2 CZTERY PYTANIA, KTÓRE ZADAJ SOBIE ZAWSZE

-  Czy moje pomiary są wiarygodne?
-  Czy analizuję więcej niż jeden parametr?
-  Czy wykluczyłem problemy przepływu i wymiany ciepła?
-  Czy mam wystarczające dowody, aby podjąć kolejną decyzję?

3 FORMUŁY DO SZYBKIEGO PRZYPOMNIENIA

-  **SH** = T przewodu ssawnego –
T nasycenia parowania
-  **SC** = T nasycenia skraplania –
T przewodu cieczowego
-  **ΔT** = różnica między dwoma
określonymi punktami pomiarowymi

 Zawsze pokazuj, jakie dwie temperatury zostały porównane.

ŚCIEŻKA DIAGNOSTYCZNA – PROCES W JEDNYM RZUTCIE OKA



4 SYSTEM SEMAFORA

-  **STABILNIE** –
Brak wyraźnej nieprawidłowości w analizowanym zestawie danych.
-  **SPRAWDŹ** –
Potrzebne dodatkowe potwierdzenie.
-  **UWAGA** –
Istotna nieprawidłowość, niespójność lub warunki wymagające zatrzymania standardowej ścieżki.

5 ZASADA KOŃCOWA

- 
 - Nie dodawaj czynnika.**
 - Nie usuwaj czynnika.**
 - Nie wymieniaj części.**
 - Nie zmieniaj nastaw.**
- dopóki nie potwierdzisz, że dane rzeczywiście prowadzą do takiej decyzji zgodnie z dokumentacją urządzenia i właściwą procedurą serwisową.

6 PAMIĘTAJ

- 
 - MIERNIK POKAZUJE LICZBĘ.**
 - ASYSTENT ŁĄCZY DANE.**
 - TECHNIK POTWIERDZA PRZYCZYNĘ.**
- Korzystaj z narzędzia jako przewodnika po procesie diagnostycznym — nie jako zamiennika doświadczenia, dokumentacji i profesjonalnej oceny.

7 DIAGNOZA ZAKOŃCZONA



DIAGNOZA ZAKOŃCZONA ✓