# Test po naprawie – „Obiekt przykładowy / System 7”
# Multi V IV HR

Po wymianie sprężarki inwerterowej i płyty falownika, napełnienie 34,7 kg · zapis LGMV z 14.09.2026

| | |
|---|---|
| **Zapis** | zapis przykładowy (ODU, HRU_GEN4, IDU1–3), LGMV 1.2.7 |
| **Data i czas** | 14.09.2026, 11:16:49 – 13:30:14 (2 h 13 min) · 2 s / 3979 rekordów |
| **Układ** | Multi V H/R – Multi V IV HR, R410A, **1 moduł zewnętrzny ARUB140LTE4** · Version 22.0 · EEPROM 74.13.11 |
| **Jednostki / HRU** | 21 jednostek wewnętrznych, suma mocy 153 (wg LGMV) · 6 modułów HRU Gen4 |
| **Zakres naprawy** | wymiana sprężarki inwerterowej i płyty falownika; odzysk 24,3 kg, napełnienie do **34,7 kg** |
| **Program testu** | chłodzenie 21 jedn. → grzanie 21 jedn. → grzanie z odzyskiem → chłodzenie z 1–5 jedn. (test zaworów) |
| **Warunki** | temperatura zewnętrzna 19,1–24,1 °C, w pomieszczeniach 22–26 °C · **kody błędu: brak** |

## Wynik testu

**Nowa sprężarka pracuje w chłodzeniu zalewana cieczą — źródło w obwodach dochładzania modułów HRU, nie w jednostkach.**

Przegrzanie tłoczenia w chłodzeniu wynosi **2,2 K** (mediana 11:40–12:06), czujnik oleju zgłosił niski poziom w **11 epizodach / 454 s** — wszystkie w chłodzeniu. Wszystkie jednostki chłodzące mają przy tym prawidłowe przegrzanie (+5,0…+6,7 K), więc ciecz nie przychodzi z parowników.

Zawory dochładzaczy w **HRU 2, 5 i 6 stoją przez 100 % czasu chłodzenia na górnym ograniczeniu 296 kroków** i zrzucają mokry czynnik do ssania. Gdy otwarte są wszystkie trzy, przegrzanie tłoczenia ma medianę 2,5 K; wszystkie zaniki czujnika oleju wypadają właśnie wtedy.

Czujnik wlotu dochładzacza w **HRU 5** wskazuje o 6,6–8,5 K **mniej niż temperatura parowania** w każdym trybie pracy, co fizycznie nie jest możliwe. Sterownik HRU 5 widzi przez to fałszywie duże przegrzanie i otwiera zawór do oporu.

**CZUJNIK TEMPERATURY WLOTU DOCHŁADZACZA W HRU 5 KWALIFIKUJE SIĘ DO WYMIANY (po potwierdzeniu pomiarem rezystancji i kontroli montażu).**

**Test zaworów przy wyłączonych jednostkach: dwa zawory przepuszczają.**

**Jednostka nr 8** (HRU 2 / port 3): wyłączona, zawór zadany na 40 kroków, a rura cieczowa trzyma **1,2–7 °C przez 17 minut** i podąża za temperaturą parowania. Ten sam objaw w fazie odzysku.

**Jednostka nr 12** (HRU 3 / port 4): rura cieczowa stale spada z 27,5 do **4,8 °C** przy wyłączonej jednostce. Pozostałe jednostki wyłączone ocieplają się prawidłowo (nr 16 do obserwacji).

**ZAWÓR ROZPRĘŻNY JEDNOSTKI NR 8 JEST NIESZCZELNY — KWALIFIKUJE SIĘ DO WYMIANY.**

**ZAWÓR ROZPRĘŻNY JEDNOSTKI NR 12 JEST NIESZCZELNY — KWALIFIKUJE SIĘ DO WYMIANY.**

**Co wypadło dobrze.**

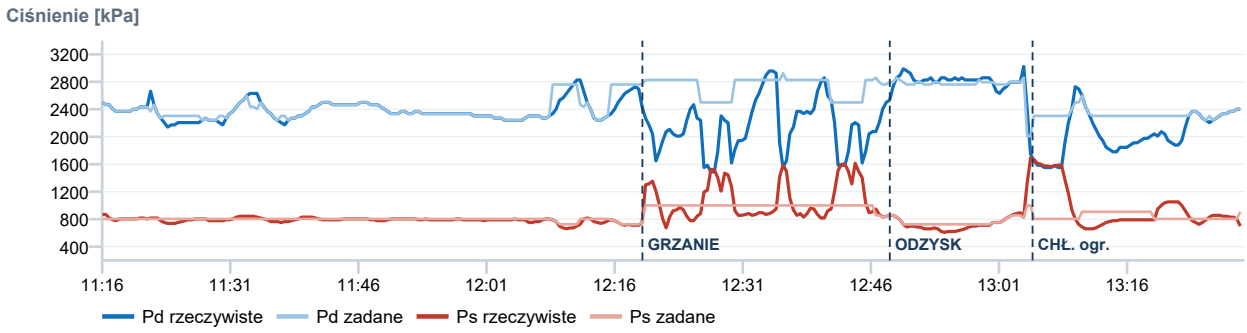
**Sprężarka i płyta falownika elektrycznie bez zastrzeżeń**: napięcie obwodu DC stabilne, brak przeciążeń, przetężeń i przepięć, zero kodów błędu. **Grzanie i odzysk ciepła działają** (jednostki chłodzące w odzysku ΔT 19–20 K). **Napełnienie 34,7 kg — brak objawów niedoboru** (rozdz. 7, z zastrzeżeniem).

# 1. Przebieg testu

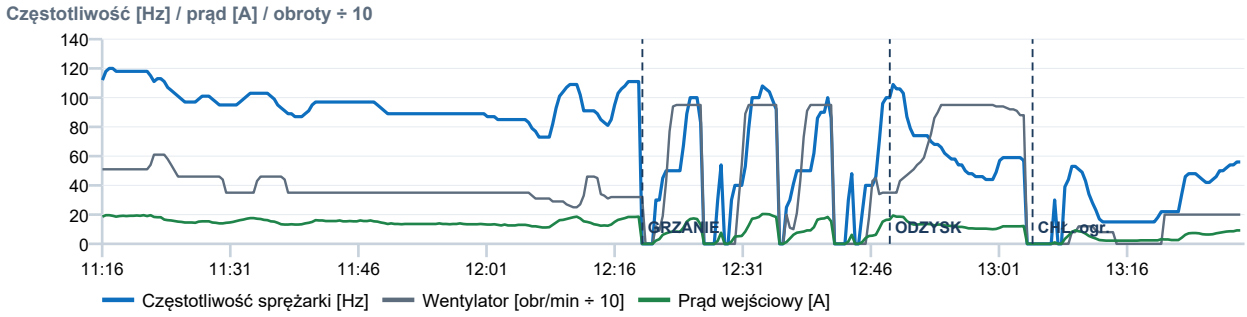
Zapis obejmuje cztery fazy. Faza chłodzenia z ograniczoną liczbą jednostek na końcu zapisu jest najcenniejsza diagnostycznie: 16 jednostek jest wtedy wyłączonych przy portach HRU ustawionych na chłodzenie, co pozwala sprawdzić szczelność ich zaworów.

| Godzina | Faza | Co pozwala ocenić |
|---|---|---|
| **11:16 – 12:20** | Chłodzenie, 21 jednostek (nr 14 i 17 wyłączone o 11:47) | praca przy pełnym obciążeniu — podstawa oceny |
| **12:20 – 12:48** | Grzanie, wszystkie 21 jednostek | praca w grzaniu, rozruch po zmianie trybu |
| **12:48 – 13:04** | Grzanie z odzyskiem (nr 5, 10, 18 chłodzą) | działanie odzysku ciepła i przełączania portów HRU |
| **13:04 – 13:09** | Postój | — |
| **13:09 – 13:30** | **Chłodzenie: nr 9 i 17 → tylko nr 9 → nr 1, 3, 9, 17 → + nr 7** | szczelność zaworów jednostek wyłączonych, praca przy małym obciążeniu |

Tabela 1. Fazy zapisu. Pionowe linie przerywane na wykresach odpowiadają zmianom trybu.




Wykres 1. Ciśnienia w całym zapisie. W chłodzeniu wartości rzeczywiste pokrywają się z zadanymi (Pd 2337 / 2337 kPa, Ps 791 / 804 kPa). W grzaniu widać serię zatrzymań sprężarki i dwa krótkie cykle odwrócone — rozdział 6.




Wykres 2. W chłodzeniu sprężarka pracuje przy 89 Hz i 13,6 A, wentylator tylko 350 obr/min. W grzaniu wentylator przyspiesza do 950 obr/min, co ma przełożenie na temperaturę falownika (rozdz. 5).

## 1.1 Zestawienie jednostek wewnętrznych — adresy i przypisanie do modułów HRU

Adresy odczytano z pola CEN sterownika (stałe przez cały zapis). Przypisanie do portów HRU pochodzi z pól *linked_IDU* modułów HRU. Jednostki nr 2 i 4 są wpięte do wspólnego portu 2 w HRU 5.

| IDU | CEN (hex) | CEN (dec) | Moc | HRU / port | Chłodzenie ΔT [K] | Grzanie ΔT [K] | Test zaworu | Ocena |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3d | 61 | 12 | 5 / 3 | 14,8 | 22,0 | pracuje | sprawna |
| 2 | 3f | 63 | 18 | 5 / 2 | 13,8 | 20,3 | szczelny | sprawna |
| 3 | 30 | 48 | 15 | 6 / 1 | 15,1 | 20,5 | pracuje | sprawna |
| 4 | 3e | 62 | 15 | 5 / 2 | 14,5 | 23,4 | szczelny | sprawna |
| 5 | 2e | 46 | 7 | 2 / 2 | 15,8 | 21,0 | szczelny | sprawna |
| 6 | 32 | 50 | 7 | 6 / 3 | 15,1 | 17,8 | szczelny | sprawna |
| 7 | 3b | 59 | 7 | 4 / 1 | 14,4 | 21,0 | pracuje | sprawna |
| **8** | **2f** | **47** | **7** | **2 / 3** | **14,4** | **22,0** | **NIESZCZELNY** | **EEV DO WYMIANY** |
| 9 | 39 | 57 | 5 | 4 / 3 | 16,1 | 15,6 | pracuje | sprawna |
| 10 | 3c | 60 | 5 | 5 / 1 | 15,8 | 19,9 | szczelny | sprawna |
| 11 | 34 | 52 | 5 | 3 / 2 | 14,8 | 17,3 | szczelny | sprawna |
| **12** | **36** | **54** | **5** | **3 / 4** | **14,8** | **22,9** | **NIESZCZELNY** | **EEV DO WYMIANY** |
| 13 | 35 | 53 | 5 | 3 / 3 | 14,8 | 16,4 | szczelny | sprawna |
| 14 | 2d | 45 | 5 | 2 / 1 | wył. 11:47 | 22,6 | szczelny | sprawna |
| 15 | 37 | 55 | 5 | 3 / 1 | 14,8 | 21,0 | szczelny | sprawna |
| 16 | 3a | 58 | 5 | 4 / 2 | 14,8 | 19,5 | do obserwacji | obserwować |
| 17 | 2b | 43 | 5 | 1 / 1 | wył. 11:47 | 20,5 | pracuje | sprawna |
| 18 | 31 | 49 | 5 | 6 / 2 | termostat | 18,2 | szczelny | sprawna |
| 19 | 2c | 44 | 5 | 1 / 2 | 15,1 | 20,3 | szczelny | sprawna |
| 20 | 33 | 51 | 5 | 6 / 4 | 15,1 | 16,0 | szczelny | sprawna |
| 21 | 38 | 56 | 5 | 4 / 4 | 15,2 | 16,2 | szczelny | sprawna |

Tabela 2. Wszystkie jednostki instalacji. „Chłodzenie ΔT" = powietrze − rura cieczowa (11:40–12:06), „Grzanie ΔT" = rura gazowa − powietrze (12:38–12:42). „Test zaworu" = zachowanie rury cieczowej jednostki wyłączonej w fazie 13:13–13:30. Na czerwono jednostki z nieszczelnym zaworem, na pomarańczowo do obserwacji. Na niebiesko wspólny port HRU 5/2.

| HRU | Port 1 | Port 2 | Port 3 | Port 4 | Suma mocy | Dochładzacz (chł.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HRU 1 | nr 17 | nr 19 | — | — | 10 | 104 kroków |
| HRU 2 | nr 14 | nr 5 | nr 8 | — | 19 | **296 kroków — ogranicz.** |
| HRU 3 | nr 15 | nr 11 | nr 13 | nr 12 | 20 | 96 kroków |
| HRU 4 | nr 7 | nr 16 | nr 9 | nr 21 | 22 | 112 kroków |
| HRU 5 | nr 10 | nr 2 + nr 4 | nr 1 | — | 50 | **296 kroków — ogranicz.** |
| HRU 6 | nr 3 | nr 18 | nr 6 | nr 20 | 32 | **296 kroków — ogranicz.** |

Tabela 3. Obsada portów modułów HRU i mediana otwarcia zaworu dochładzacza w chłodzeniu pełnym. Na czerwono moduły, których dochładzacz stoi na górnym ograniczeniu 296 kroków.

# 2. Zalewanie sprężarki w chłodzeniu — obwody dochładzania HRU

To najważniejsze ustalenie raportu, bo dotyczy świeżo wymienionej sprężarki. W chłodzeniu przy pełnym obciążeniu układ pracuje z przegrzaniem tłoczenia bliskim zeru. Poniżej krok po kroku, skąd pochodzi ciecz.

## 2.1 Objawy po stronie agregatu

| Wielkość (mediana 11:40–12:06) | Wartość | Norma / komentarz |
|---|---|---|
| Temperatura tłoczenia / skraplania [°C] | **42 / 40,4** | — |
| **Przegrzanie tłoczenia [K]** | **2,2** | powinno być 15–30 K; poniżej 5 K = ciecz w sprężarce |
| Górny wymiennik vs temp. skraplania [°C] | **39,2 vs 40,4** | gaz wchodzący do skraplacza nie jest przegrzany — niezależne potwierdzenie |
| Przegrzanie na ssaniu [K] | **1,4** | bardzo niskie — ssanie prawie nasycone |
| Temp. ssania / parowania [°C] | **5,3 / 3,6** | — |
| Średnia ważona temp. gazu z jednostek [°C] | **14,5** | o 9,2 K cieplejsza niż ssanie agregatu |
| Zaniki czujnika oleju | **11 / 454 s** | wszystkie w chłodzeniu, żaden w grzaniu |

Tabela 4. Parametry agregatu w chłodzeniu pełnym.

## 2.2 Jednostki wewnętrzne są wykluczone jako źródło

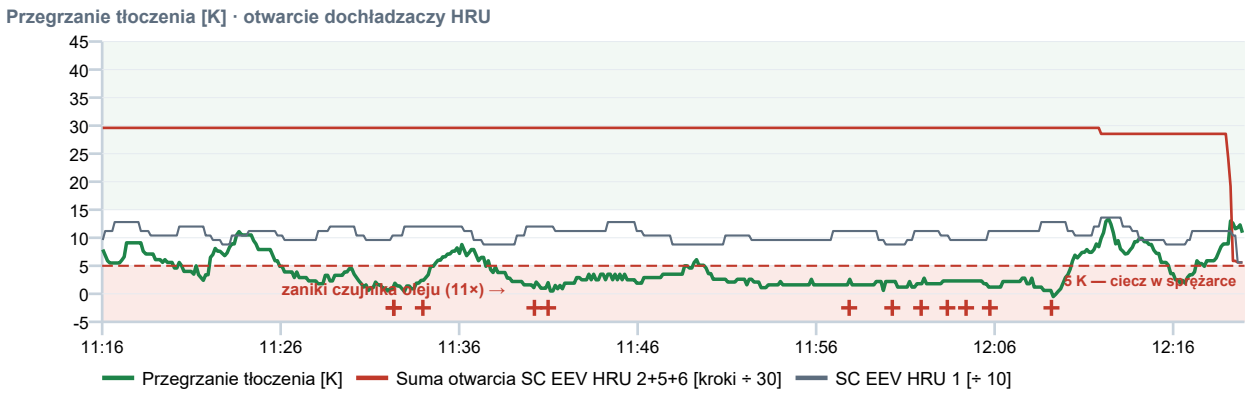
Wszystkie jednostki chłodzące mają dodatnie przegrzanie **+5,0…+6,7 K** i przyrost temperatury 13,8–16,1 K (rozdz. 3). Gaz opuszczający jednostki ma średnio (ważąc mocą) **14,5 °C**. Tymczasem na ssaniu agregatu jest tylko **5,3 °C**. Po drodze musi więc dołączać do strumienia coś zimnego i mokrego. W instalacji HR jedynym takim źródłem między jednostkami a agregatem są **obwody dochładzania w modułach HRU**: zawór SC EEV rozpręża część cieczy, która ma odparować w dochładzaczu i wraca rurą ssawną.

## 2.3 Dochładzacze HRU 2, 5 i 6 na ograniczeniu

W chłodzeniu pełnym zawory dochładzaczy w HRU 2, 5 i 6 stoją przez **100 % czasu na 296 krokach** (górne ograniczenie robocze), w pozostałych trzech modułach pracują w zakresie 96–112 kroków. Zależność przegrzania tłoczenia od liczby otwartych do oporu dochładzaczy jest jednoznaczna:

| Dochładzacze HRU 2/5/6 na 296 krokach | Próbek | Mediana przegrzania tłoczenia [K] | Zaniki czujnika oleju [próbek] |
|---|---|---|---|
| 0 z 3 | 221 | 14,9 | 0 |
| 1 z 3 | 32 | 8,8 | 0 |
| 2 z 3 | 286 | 5,9 | 0 |
| **3 z 3** | **1668** | **2,5** | **227** |

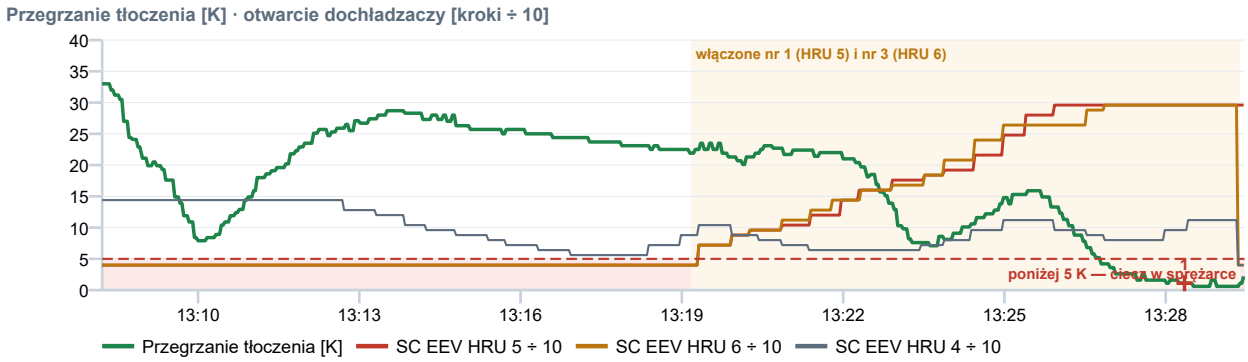
Tabela 5. Cała praca w chłodzeniu powyżej 30 Hz (z fazą ograniczoną). Korelacja otwarcia zaworu dochładzacza z przegrzaniem tłoczenia: HRU 2 -0,59, HRU 5 -0,72, HRU 6 -0,72 (ujemna = im szerzej otwarty, tym bardziej mokra sprężarka).




Wykres 3. Faza chłodzenia pełnego (11:17–12:20). Zielone pole = zalecane przegrzanie powyżej 15 K. Czerwona linia = suma otwarcia trzech dochładzaczy: przy wartości 29,6 wszystkie trzy stoją na 296 krokach. Zielone przegrzanie tłoczenia opada wtedy w czerwoną strefę i tam pozostaje. Krzyżyki na dole to zaniki czujnika oleju — wszystkie w tej fazie. Szara linia (HRU 1) dla porównania — sprawny dochładzacz reguluje w okolicy 100 kroków.

## 2.4 Potwierdzenie przy małym obciążeniu (13:09–13:30)

Faza z ograniczoną liczbą jednostek daje dowód niezależny od pełnego obciążenia. Pracują najpierw tylko nr 9 i 17 (HRU 4 i HRU 1), od 13:20 dochodzą nr 1 (HRU 5) i nr 3 (HRU 6), a od 13:25 nr 7. Wszystkie mają przegrzanie +4,0…+5,0 K. Mimo to po włączeniu jednostek na HRU 5 i 6 zawory dochładzaczy tych dwóch modułów rosną do 296 kroków, a przegrzanie tłoczenia spada z ok. 23 K do **1,1 K** o 13:29 — przy obciążeniu kilkukrotnie mniejszym niż w fazie pełnej.



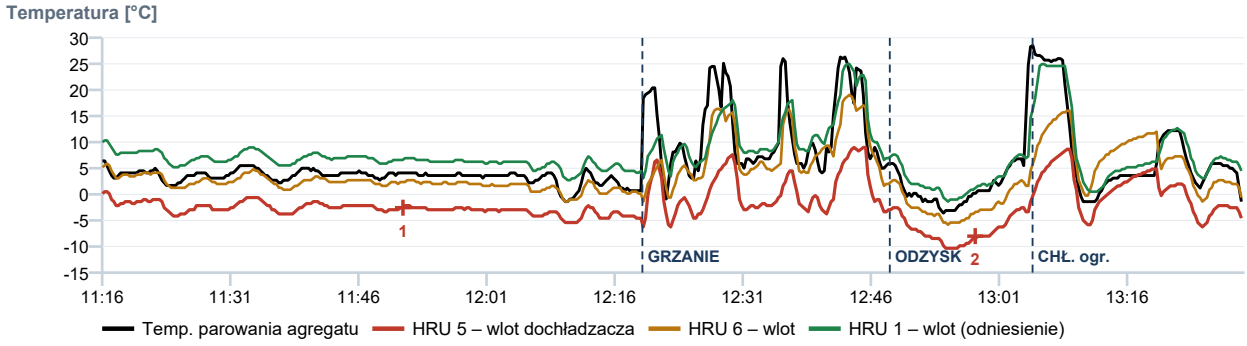

Wykres 4. Test przy małym obciążeniu. Jasne pole = praca jednostek zasilanych z HRU 5 i HRU 6. Zawory dochładzaczy tych modułów (czerwony, pomarańczowy) idą do góry, przegrzanie tłoczenia (zielone) spada do strefy zalewania (znacznik 1). Dochładzacz HRU 4, obsługujący pracującą cały czas jednostkę nr 9, zostaje na 56–144 krokach.

## 2.5 Dlaczego HRU 5 otwiera dochładzacz do oporu — czujnik wlotu

Dochładzacz reguluje przegrzanie swojego obwodu jako różnicę *temperatura wylotu − temperatura wlotu*. Czujnik wlotu leży za zaworem SC EEV, po stronie niskiego ciśnienia. Ponieważ czynnik płynie z HRU do agregatu, ciśnienie w HRU jest nieco **wyższe** niż na ssaniu agregatu — temperatura wlotu nie może więc być niższa od temperatury parowania odczytanej w agregacie. W czterech modułach tak właśnie jest. W HRU 5 — nie:

| Moduł | Chłodzenie pełne | Grzanie | Odzysk | Chłodzenie ogr. | Przegrzanie obwodu w chł. [K] |
|---|---|---|---|---|---|
| HRU 1 | +2,6 K | +3,6 K | +1,1 K | +1,2 K | 2,1 |
| HRU 2 | +1,2 K | +1,8 K | -0,8 K | +10,9 K | 1,7 |
| HRU 3 | +3,3 K | +1,7 K | +1,2 K | +6,8 K | 1,7 |
| HRU 4 | +3,7 K | +2,2 K | +1,7 K | +2,1 K | 1,7 |
| **HRU 5** | **-6,6 K** | **-8,2 K** | **-8,5 K** | **-8,0 K** | **9,9** |
| HRU 6 | -1,6 K | -0,0 K | -3,7 K | -3,1 K | 5,3 |

Tabela 6. Różnica „temperatura wlotu dochładzacza − temperatura parowania agregatu” (mediany w czterech fazach). Wartość wyraźnie ujemna jest fizycznie niemożliwa. HRU 5 zaniża wskazanie o 6,6–8,5 K **stale, w każdym trybie** — to obraz przesunięcia wskazania czujnika (uszkodzony termistor, zły kontakt z rurą, czujnik przesunięty w otulinie). HRU 6 zaniża słabiej i niestale (0 do −3,7 K) — do sprawdzenia. Pojedyncze wartości HRU 2 i 3 w fazie ograniczonej są wysokie, bo ich dochładzacze były wtedy zamknięte (40 kroków).




Wykres 5. Czarna linia to temperatura parowania — fizyczne minimum dla wszystkich czujników wlotu. Zielona (HRU 1) biegnie tuż nad nią, jak powinna. Czerwona (HRU 5) przez cały zapis biegnie kilka kelwinów **pod** nią (znaczniki: 1 — chłodzenie pełne, 2 — odzysk, −8,5 K). Skutek: sterownik HRU 5 „widzi” przegrzanie obwodu 9,9 K zamiast ok. 2 K jak w sprawnych modułach i otwiera zawór na maksimum.

## 2.6 HRU 2 i HRU 6

Dla HRU 6 mechanizm może być ten sam, ale słabszy: czujnik wlotu zaniża o 1,6 K w chłodzeniu i 3,7 K w odzysku, przegrzanie obwodu widziane przez sterownik to 5,3 K. **HRU 2 ma wskazania wiarygodne** (wlot +1,2 K nad parowaniem, przegrzanie obwodu 1,7 K), a mimo to jego dochładzacz także stoi na 296 krokach. Przyczyny w HRU 2 zapis nie rozstrzyga — możliwe, że moduł reaguje na warunki na ssaniu wywołane przez HRU 5 i 6 albo że sam zawór lub jego sterowanie wymaga sprawdzenia. Dlatego naprawę trzeba prowadzić w kolejności i po każdym kroku robić krótki zapis.

## 2.7 Zakres naprawy — kolejność czynności

1. **HRU 5 — czujnik wlotu dochładzacza.** Sprawdzić osadzenie na właściwej rurze, docisk opaski, otulinę. Zmierzyć rezystancję termistora i porównać z tabelą producenta dla temperatury zmierzonej termometrem kontaktowym w tym samym miejscu. **Czujnik kwalifikuje się do wymiany** — wymienić, jeżeli pomiar potwierdzi odchyłkę albo montaż jest prawidłowy, a wskazanie nadal zaniżone.
2. **HRU 6 — ten sam czujnik.** Kontrola montażu i pomiar rezystancji; wymiana przy odchyłce.
3. **Zapis kontrolny w chłodzeniu pełnym (20–30 min).** Sprawdzić, czy dochładzacze HRU 5 i 6 zeszły z 296 kroków i jak zachowuje się HRU 2.
4. **HRU 2 — tylko jeżeli po krokach 1–3 nadal stoi na 296.** Kontrola cewki zaworu SC EEV (osadzenie, rezystancja uzwojeń, złącze), temperatury rur przed i za dochładzaczem termometrem kontaktowym, w dalszej kolejności sam zawór i konsultacja wersji oprogramowania HRU z producentem.
5. **Kryterium odbioru:** przegrzanie tłoczenia w chłodzeniu pełnym **powyżej 15 K**, górny wymiennik co najmniej 10 K cieplejszy od temperatury skraplania, różnica „wlot − parowanie” we wszystkich HRU nie mniejsza niż 0 K, **zero zaników czujnika oleju**.

> **Możliwy związek z awarią poprzedniej sprężarki — hipoteza, nie ustalenie**
>
> Zapis dotyczy stanu po wymianie sprężarki, więc nie pokazuje, jak układ pracował przed awarią. Opisane zjawisko nie wynika jednak z wymiany sprężarki — jego źródłem są czujnik i regulacja w modułach HRU, których nie naprawiano. **Nie można więc wykluczyć, że podobne zalewanie występowało także wcześniej i przyczyniło się do awarii poprzedniej sprężarki** (rozcieńczony olej, zużycie łożysk, wyższe obciążenie mechaniczne). Uszkodzenie płyty falownika mogło być wtedy skutkiem wtórnym.
>
> Jeżeli ta kolejność jest prawdziwa, to **nowa sprężarka pracuje dziś w tych samych warunkach**. Stan łożysk i uzwojeń zdemontowanej sprężarki (jeśli jest jeszcze dostępna) oraz wygląd oleju pomogą to potwierdzić lub wykluczyć.

## 3. Jednostki wewnętrzne — praca w chłodzeniu

Stan ustalony 11:40–12:06. Wszystkie jednostki chłodzące mają zawory w zakresie regulacji (100–174 kroków), przegrzanie dodatnie i zbliżone, przyrost temperatury 13,8–16,1 K. Żadna nie odbiega od grupy.

| IDU | Moc | HRU/port | Tryb | EEV | Powietrze | Rura ciecz | Rura gaz | SH [K] | ΔT [K] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 12 | 5/3 | chłodzi | 120 | 23,1 | 8,3 | 15,0 | 6,0 | 14,8 |
| 2 | 18 | 5/2 | chłodzi | 122 | 22,8 | 9,0 | 15,3 | 6,4 | 13,8 |
| 3 | 15 | 6/1 | chłodzi | 120 | 24,1 | 9,0 | 15,0 | 6,0 | 15,1 |
| 4 | 15 | 5/2 | chłodzi | 100 | 22,8 | 8,3 | 13,3 | 5,0 | 14,5 |
| 5 | 7 | 2/2 | chłodzi | 174 | 24,1 | 8,3 | 14,3 | 6,0 | 15,8 |
| 6 | 7 | 6/3 | chłodzi | 128 | 23,8 | 8,6 | 14,0 | 5,4 | 15,1 |
| 7 | 7 | 4/1 | chłodzi | 120 | 23,1 | 8,6 | 15,0 | 6,4 | 14,4 |
| 8 | 7 | 2/3 | chłodzi | 118 | 23,1 | 8,6 | 14,7 | 6,0 | 14,4 |
| 9 | 5 | 4/3 | chłodzi | 136 | 24,1 | 8,0 | 14,0 | 6,0 | 16,1 |
| 10 | 5 | 5/1 | chłodzi | 115 | 24,1 | 8,3 | 14,7 | 6,4 | 15,8 |
| 11 | 5 | 3/2 | chłodzi | 126 | 23,1 | 8,3 | 14,0 | 5,7 | 14,8 |
| 12 | 5 | 3/4 | chłodzi | 124 | 23,1 | 8,3 | 14,3 | 6,0 | 14,8 |
| 13 | 5 | 3/3 | chłodzi | 121 | 23,1 | 8,3 | 14,3 | 6,0 | 14,8 |
| 14 | 5 | 2/1 | wył. | 40 | 23,8 | 9,0 | 14,7 | — | — |
| 15 | 5 | 3/1 | chłodzi | 125 | 23,1 | 8,3 | 14,3 | 6,0 | 14,8 |
| 16 | 5 | 4/2 | chłodzi | 136 | 23,1 | 8,3 | 14,7 | 6,4 | 14,8 |
| 17 | 5 | 1/1 | wył. | 40 | 23,8 | 9,7 | 15,0 | — | — |
| 18 | 5 | 6/2 | termostat | 40 | 23,8 | 19,4 | 21,4 | — | — |
| 19 | 5 | 1/2 | chłodzi | 137 | 23,1 | 8,0 | 14,7 | 6,7 | 15,1 |
| 20 | 5 | 6/4 | chłodzi | 129 | 23,8 | 8,6 | 15,0 | 6,4 | 15,1 |
| 21 | 5 | 4/4 | chłodzi | 139 | 22,8 | 7,6 | 13,7 | 6,1 | 15,2 |

Tabela 7. Jednostki w chłodzeniu pełnym. Szarym: nr 14 i 17 wyłączone o 11:47, nr 18 w termostacie. Jednostki nr 8 i 12 w pracy zachowują się prawidłowo — ich nieszczelność ujawnia się dopiero przy zamkniętym zaworze (rozdz. 4).

Dodatkowy test szczelności wypadł w tej fazie: jednostki nr 14 i 17 zostały wyłączone o 11:47 przy pełnej pracy układu. Ich rury cieczowe ocieplały się od 8,6 °C do 18,4 / 19,1 °C w ciągu 30 minut — **zawory obu jednostek szczelne**.

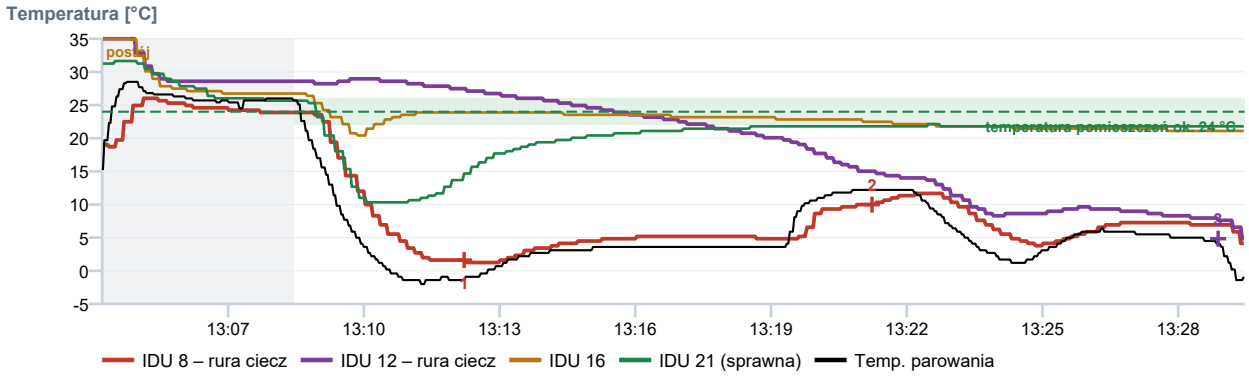
## 4. Kontrola szczelności zaworów rozprężnych

W fazie 13:13–13:30 wszystkie porty HRU są ustawione na chłodzenie, więc parownik każdej wyłączonej jednostki jest połączony ze ssaniem. Sprawny zawór zamknięty na 40 kroków odcina ciecz — rura cieczowa ociepla się w stronę temperatury pomieszczenia. Zawór nieszczelny przepuszcza czynnik, który rozpręża się w wymienniku — rura cieczowa pozostaje zimna i podąża za temperaturą parowania.

| IDU | HRU/port | EEV | Rura ciecz 13:13 [°C] | Rura ciecz 13:19 [°C] | Rura ciecz 13:30 [°C] | Minimum [°C] | Powietrze [°C] | Ocena |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 5/2 | 40 | 12,0 | 18,0 | 18,7 | 12,0 | 23,8 | szczelny |
| 4 | 5/2 | 40 | 14,7 | 19,1 | 20,1 | 14,7 | 24,1 | szczelny |
| 5 | 2/2 | 40 | 11,3 | 16,4 | 18,4 | 11,3 | 24,1 | szczelny |

| IDU | HRU/port | EEV | Rura ciecz 13:13 [°C] | Rura ciecz 13:19 [°C] | Rura ciecz 13:30 [°C] | Minimum [°C] | Powietrze [°C] | Ocena |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 6/3 | 40 | 24,2 | 25,7 | 26,0 | 24,2 | 24,1 | szczelny |
| **8** | **2/3** | **40** | **1,6** | **5,2** | **4,1** | **1,2** | **24,1** | **NIESZCZELNY** |
| 10 | 5/1 | 40 | 8,6 | 14,7 | 17,0 | 8,6 | 23,8 | szczelny |
| 11 | 3/2 | 40 | 26,0 | 25,7 | 24,2 | 24,2 | 24,1 | szczelny |
| **12** | **3/4** | **40** | **27,5** | **21,1** | **4,8** | **4,8** | **24,1** | **NIESZCZELNY** |
| 13 | 3/3 | 40 | 26,4 | 26,7 | 26,4 | 26,4 | 24,1 | szczelny |
| 14 | 2/1 | 40 | 19,1 | 20,8 | 21,4 | 19,1 | 24,1 | szczelny |
| 15 | 3/1 | 40 | 30,1 | 29,3 | 28,6 | 28,6 | 24,8 | szczelny |
| 16 | 4/2 | 40 | 23,9 | 23,2 | 21,1 | 21,1 | 26,9 | do obserwacji |
| 18 | 6/2 | 40 | 13,7 | 16,0 | 17,7 | 13,7 | 24,4 | szczelny |
| 19 | 1/2 | 40 | 29,3 | 28,2 | 26,4 | 26,4 | 24,1 | szczelny |
| 20 | 6/4 | 40 | 24,6 | 26,0 | 26,4 | 24,6 | 24,8 | szczelny |
| 21 | 4/4 | 40 | 14,7 | 21,4 | 21,8 | 14,7 | 23,8 | szczelny |

Tabela 8. Jednostki wyłączone przez cały test (pracują nr 9, a okresowo 1, 3, 7, 17). Jednostki, które wcześniej grzały, mają na starcie rury ciepłe i stygną do temperatury pomieszczenia — to prawidłowe. Te, które po rozruchu układu mają rurę chłodną (nr 2, 4, 5, 10, 14, 18, 21), systematycznie się ocieplają — też prawidłowe.




Wykres 6. Test szczelności. Zielone pasmo = temperatura pomieszczeń. (1) Jednostka nr 8 po rozruchu schodzi rurą cieczową do 1,6 °C i tam zostaje. (2) Gdy o 13:22 parowanie chwilowo rośnie do 12 °C, rura nr 8 rośnie razem z nim do 10 °C i wraca — dowód, że w wymienniku jest czynnik pod ciśnieniem ssania. (3) Jednostka nr 12 stygnie po grzaniu, ale nie zatrzymuje się na temperaturze pomieszczenia i schodzi do 4,8 °C. Zielona linia (nr 21) pokazuje prawidłowe ocieplanie.

### 4.1 Jednostka nr 8 (HRU 2 / port 3, adres 2f / 47)

Nieszczelność potwierdza się w dwóch niezależnych chwilach: w teście 13:13–13:30 (rura 1,2–7,3 °C przez 17 min) oraz w fazie odzysku o 12:54, gdy jednostka była w termostacie z zaworem na 40 krokach, a port HRU w chłodzeniu — rura cieczowa 4,8 °C, gazowa 4,1 °C. Gdy o 12:55 moduł zamknął port (tryb OFF), rura zaczęła się ocieplać — czyli czynnik przepływa przez zawór jednostki, a nie przez zawory HRU.

**ZAWÓR ROZPRĘŻNY JEDNOSTKI NR 8 JEST NIESZCZELNY — KWALIFIKUJE SIĘ DO WYMIANY.**

### 4.2 Jednostka nr 12 (HRU 3 / port 4, adres 36 / 54)

Po grzaniu rura cieczowa ma 27,5 °C i do 13:17 stygnie tak jak u jednostek sąsiednich na tym samym module (nr 11, 13, 15 zatrzymują się na 24–29 °C). Nr 12 nie zatrzymuje się: 21,1 °C o 13:19, 15,0 °C o 13:22, **4,8 °C na końcu zapisu** — 19 K poniżej temperatury pomieszczenia. Przebieg jest wolniejszy niż w nr 8, więc przeciek jest mniejszy, ale jednoznaczny.

**ZAWÓR ROZPRĘŻNY JEDNOSTKI NR 12 JEST NIESZCZELNY — KWALIFIKUJE SIĘ DO WYMIANY.**

### 4.3 Jednostka nr 16 — do obserwacji

Rura cieczowa spada powoli z 23,9 do 21,1 °C przy powietrzu 26,9 °C. To za mało, żeby stwierdzić nieszczelność (jednostka mogła po prostu stygnąć po grzaniu), ale kierunek jest odwrotny niż u jednostek sprawnych. Przy kolejnym zapisie potrzebny dłuższy test (20–30 min) z jednostką wyłączoną.

### 4.4 Zakres naprawy zaworów nr 8 i 12

1. Kontrola cewki: osadzenie do oporu na trzpieniu, zatrzask, złącze na płycie jednostki, rezystancja uzwojeń. Zsunięta lub uszkodzona cewka daje identyczny objaw — to krok bezkosztowy.
2. Wymusić pełne zamknięcie zaworu (LGMV lub sterowanie ręczne) i obserwować rurę cieczową przez 10 minut przy pracy innej jednostki na tym samym module HRU.
3. Jeżeli rura nadal schodzi do temperatury parowania — **wymiana korpusu zaworu wraz z cewką**, wymiana filtra siatkowego na gałęzi, oględziny gniazda (opiłki, osad).
4. **Kryterium odbioru:** w teście z jednostką wyłączoną i portem HRU w chłodzeniu rura cieczowa po 10 minutach co najmniej 15 °C i rosnąca.

**Wpływ na sprężarkę:** w teście z jedną pracującą jednostką (13:13–13:19) przegrzanie tłoczenia wynosiło 23–28 K mimo przecieku nr 8, więc oba zawory nie są głównym źródłem zalewania. W instalacji HR ich znaczenie rośnie jednak w odzysku i przy małym obciążeniu, gdy wiele jednostek jest wyłączonych przy portach w chłodzeniu — każdy przeciek to dodatkowa ciecz na ssaniu.

# 5. Nowa sprężarka i płyta falownika

## 5.1 Parametry elektryczne

| Wielkość (mediana) | Chłodzenie pełne | Grzanie | Chłodzenie ogr. | Ocena |
|---|---|---|---|---|
| Częstotliwość sprężarki [Hz] | **89** | **50** | **28** | — |
| Prąd wejściowy [A] | **13,6** | **9,4** | **3,6** | proporcjonalny do Hz |
| Prąd fazowy sprężarki [A] | **19,2** | **17,6** | **15,2** | w normie |
| Napięcie zasilania [V] | **430** | **430** | **430** | stabilne |
| Napięcie obwodu DC [V] | **570** | **580** | **590** | stabilne |
| Temperatura IPM [°C] | **74** | **41** | **93 (max 101)** | patrz 5.2 |
| Przeciążenie / przetężenie / przepięcie | **0** | **0** | **0** | brak zadziałań |
| Temperatura tłoczenia max [°C] | **47** | **62** | **62** | daleko od ograniczeń |

Tabela 9. Parametry sprężarki i falownika. Po stronie elektrycznej nie ma żadnych zastrzeżeń — nowa płyta i sprężarka pracują stabilnie w pełnym zakresie częstotliwości, bez zadziałania zabezpieczeń prądowych i napięciowych. Częstotliwość rzeczywista odbiega od zadanej o więcej niż 5 Hz tylko w stanach przejściowych (rozruchy, zmiany trybu).

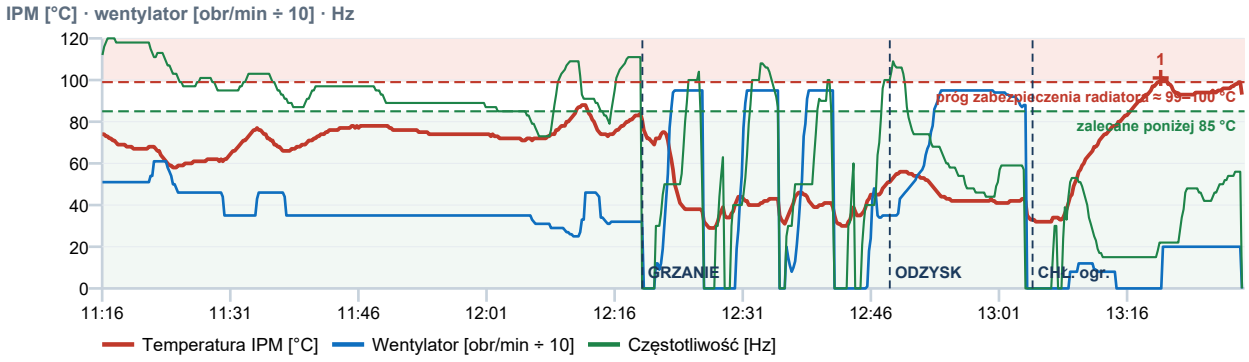
**Uwaga dla nowej sprężarki:** elektrycznie wszystko jest w porządku, ale mechanicznie pracuje ona od uruchomienia z cieczą na ssaniu (rozdz. 2). To jedyne, ale istotne zastrzeżenie wobec jej warunków pracy.

## 5.2 Temperatura modułu IPM i zabezpieczenie radiatora

Zabezpieczenie radiatora zadziałało **1 raz**: o 13:20:43 przez 42 s, przy IPM 101 °C (maksimum zapisu). Przebieg jest charakterystyczny: gdy pracowała tylko jednostka nr 9, a sprężarka na 15 Hz, ciśnienie skraplania spadło poniżej zadanego i sterownik **zatrzymał wentylator całkowicie (13:15–13:21)**. W tym czasie IPM rósł równomiernie z 77 do 101 °C — mimo minimalnego obciążenia. Zabezpieczenie wymusiło start wentylatora na 200 obr/min i temperatura zaczęła spadać. Temperatura modułu zależy więc od przepływu powietrza przez radiator, a nie od prądu — w grzaniu IPM ma tylko 41 °C.

| Wentylator [obr/min] | 0–199 | 200–399 | 400–599 | 600–799 | ≥ 800 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Mediana IPM [°C]** | **68** | **75** | **66** | **61** | **42** |
| Próbek | 528 | 1695 | 663 | 118 | 647 |

Tabela 10. Temperatura IPM w funkcji obrotów wentylatora (cała praca sprężarki). Najwyższe temperatury przy zatrzymanym wentylatorze.




Wykres 7. Temperatura modułu mocy. W chłodzeniu pełnym IPM ok. 74 °C przy wentylatorze 350 obr/min, w grzaniu spada do ok. 41 °C, gdy wentylator przyspiesza. W chłodzeniu ograniczonym wentylator staje (niebieska linia na zerze), a IPM rośnie liniowo aż do progu — znacznik 1 to jedyne zadziałanie zabezpieczenia, po którym wentylator rusza.

**Ocena:** zachowanie wynika z logiki sterowania wentylatorem przy małym obciążeniu i samo w sobie nie jest usterką płyty. Wzrost o 24 K w 6 minut przy 15 Hz pokazuje jednak, że moduł jest wrażliwy na brak przepływu. **Zalecenie:** sprawdzić pastę termoprzewodzącą i docisk modułu nowej płyty do radiatora oraz czystość kanału powietrza; w zapisie kontrolnym powtórzyć pracę z jedną małą jednostką i obserwować IPM.

# 6. Grzanie i odzysk ciepła

## 6.1 Grzanie wszystkimi jednostkami (12:20–12:48)

Po przełączeniu na grzanie sprężarka zatrzymywała się 5 razy (12:27, 12:29, 12:36, 12:42, 12:44). Dwa z tych zatrzymań (12:27 i 12:42) przechodzą w ok. 1,5-minutową pracę z zaworem czterodrogowym w pozycji chłodzenia przy 30 Hz — to obraz procedury powrotu oleju / odzysku czynnika z instalacji, typowej po rozruchu w grzaniu przy dużej liczbie jednostek. Zatrzymanie o 12:36 nastąpiło po przekroczeniu zadanego ciśnienia skraplania (2958 kPa przy zadanym 2827). Przy temperaturze w pomieszczeniach 23–25 °C jednostki szybko osiągają nastawę, więc obciążenie grzewcze było bardzo małe — ta faza nie nadaje się do oceny wydajności.

| IDU | Moc | HRU/port | EEV | Powietrze | Rura ciecz | Rura gaz | SC [K] | ΔT [K] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 12 | 5/3 | 150 | 23,1 | 26,0 | 45,1 | 15,2 | 22,0 |
| 2 | 18 | 5/2 | 149 | 22,8 | 26,0 | 43,0 | 15,9 | 20,3 |
| 3 | 15 | 6/1 | 170 | 24,1 | 29,3 | 44,6 | 12,7 | 20,5 |
| 4 | 15 | 5/2 | 139 | 22,8 | 29,7 | 46,1 | 13,1 | 23,4 |
| 5 | 7 | 2/2 | 156 | 24,1 | 26,0 | 45,1 | 14,9 | 21,0 |
| 6 | 7 | 6/3 | 178 | 23,8 | 26,0 | 41,6 | 15,2 | 17,8 |
| 7 | 7 | 4/1 | 170 | 23,1 | 26,0 | 44,0 | 15,2 | 21,0 |
| 8 | 7 | 2/3 | 178 | 24,1 | 27,9 | 46,1 | 13,4 | 22,0 |
| 9 | 5 | 4/3 | 149 | 24,1 | 23,2 | 39,7 | 18,1 | 15,6 |
| 10 | 5 | 5/1 | 156 | 24,1 | 27,7 | 44,0 | 13,4 | 19,9 |
| 11 | 5 | 3/2 | 149 | 23,8 | 26,0 | 41,1 | 15,6 | 17,3 |
| 12 | 5 | 3/4 | 149 | 23,8 | 26,4 | 46,7 | 15,2 | 22,9 |
| 13 | 5 | 3/3 | 149 | 23,8 | 25,5 | 40,2 | 16,0 | 16,4 |
| 14 | 5 | 2/1 | 149 | 24,1 | 28,6 | 46,7 | 12,7 | 22,6 |
| 15 | 5 | 3/1 | 156 | 24,1 | 27,9 | 45,1 | 13,1 | 21,0 |
| 16 | 5 | 4/2 | 156 | 23,1 | 25,7 | 42,5 | 15,2 | 19,5 |
| 17 | 5 | 1/1 | 143 | 24,1 | 28,6 | 44,6 | 12,3 | 20,5 |
| 18 | 5 | 6/2 | 156 | 24,8 | 29,0 | 43,0 | 12,1 | 18,2 |
| 19 | 5 | 1/2 | 120 | 23,8 | 26,7 | 44,0 | 13,8 | 20,3 |
| 20 | 5 | 6/4 | 178 | 24,1 | 28,2 | 40,2 | 13,1 | 16,0 |
| 21 | 5 | 4/4 | 143 | 23,1 | 24,6 | 39,2 | 17,9 | 16,2 |

Tabela 11. Jednostki w grzaniu (12:38–12:42). Wszystkie grzeją: ΔT 15,6–23,4 K, dochłodzenie 12–18 K, zawory w zakresie regulacji. Brak jednostki odbiegającej od grupy.

## 6.2 Odzysk ciepła (12:55–13:04)

Jednostki nr 5, 10 i 18 przełączone na chłodzenie przy grzaniu pozostałych. Ciśnienie skraplania 2827 kPa, przegrzanie tłoczenia 22,4 K. Tryby portów HRU zgadzają się z trybami jednostek na wszystkich 6 modułach.

| IDU | HRU/port | Tryb | EEV | Rura ciecz [°C] | Rura gaz [°C] | SH/SC [K] | ΔT [K] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 2/2 | chłodzi | 202 | 4,8 | 7,1 | 1,4 | 19,3 |
| 10 | 5/1 | chłodzi | 137 | 3,6 | 6,9 | 1,8 | 20,5 |
| 18 | 6/2 | chłodzi | 188 | 4,8 | 8,3 | 2,1 | 20,3 |
| **8** | **2/3** | **termostat** | **40** | **13,2** | **16,5** | **3,0** | **—** |

| IDU | HRU/port | Tryb | EEV | Rura ciecz [°C] | Rura gaz [°C] | SH/SC [K] | ΔT [K] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 2/1 | termostat | 40 | 14,8 | 17,4 | 2,3 | — |
| 1 | 5/3 | grzeje | 1350 | 28,6 | 48,9 | 19,1 | 24,8 |
| 7 | 4/1 | grzeje | 1350 | 30,1 | 51,3 | 18,0 | 27,2 |
| 12 | 3/4 | grzeje | 1348 | 30,9 | 52,6 | 17,2 | 28,5 |

Tabela 12. Wybrane jednostki w odzysku. Na zielono chłodzące (ΔT 19,3–20,5 K — bardzo dobrze), dalej dwie w termostacie i trzy grzejące. Jednostka nr 8 w termostacie ma rurę cieczową zimniejszą od nr 14 w tym samym stanie, a w chwili 12:54 (port w chłodzeniu) 4,8 °C przy zaworze na 40 krokach — drugi objaw nieszczelności (rozdz. 4.1). **Odzysk ciepła działa prawidłowo.**

Uwaga: w tej fazie większość jednostek grzejących ma zawory na maksimum 1350 kroków przy dochłodzeniu 15–20 K, a ciśnienie skraplania spada nieco poniżej zadanego przy sprężarce na 54–57 Hz. To obraz bardzo małego zapotrzebowania na ciepło (pomieszczenia już nagrzane), a nie usterki — uniemożliwia to jednak ocenę napełnienia na podstawie grzania.

## 7. Ocena napełnienia czynnikiem — 34,7 kg

Z instalacji odzyskano 24,3 kg, co według obliczeń było za mało dla tego układu; napełniono do 34,7 kg. Poniżej wskaźniki z zapisu. Kluczowe jest chłodzenie pełne, bo tylko ono daje stan ustalony przy dużym obciążeniu.

| Wskaźnik | Wartość | Przy niedoborze | Przy nadmiarze | Ocena |
|---|---|---|---|---|
| Dochłodzenie na wylocie skraplacza [K] | **3,9** | ≈ 0–2 | > 10 | **prawidłowe** |
| Dochłodzenie całkowite agregatu [K] | **12,0** | niskie | wysokie | **prawidłowe** |
| Pd rzeczywiste / zadane [kPa] | **2337 / 2337** | poniżej zadanego | powyżej zadanego | **na zadanym** |
| Ps rzeczywiste / zadane [kPa] | **791 / 804** | poniżej zadanego | — | **na zadanym** |
| Przegrzanie dochładzacza agregatu [K] | **15,1 / 15,0** | wysokie | — | **na zadanym** |
| Temp. cieczy przy modułach HRU [°C] | **23,2–26,7** | ciecz z gazem, niestabilna | — | **ciecz jednofazowa** |
| Rura cieczowa na jednostkach [°C] | **7,6–9,0** | duży rozrzut, głodzenie | — | **równomierna** |
| Zawory jednostek w chłodzeniu [kroki] | **100–174** | szeroko otwarte | przymknięte | **w zakresie** |
| Dochłodzenie w odzysku (agregat) [K] | **25,3** | niskie | wysokie | **podwyższone *** |

Tabela 13. Wskaźniki napełnienia. * W grzaniu i odzysku dochłodzenie jest wysokie, ale przy nagrzanych pomieszczeniach i zaworach jednostek na maksimum nie da się tego jednoznacznie przypisać nadmiarowi czynnika.

### Wniosek dotyczący czynnika — z zastrzeżeniem

**Przy 34,7 kg nie ma objawów niedoboru.** Dochłodzenie na skraplaczu 3,9 K, ciecz przy wszystkich modułach HRU jednofazowa i dochłodzona, ciśnienia i przegrzanie dochładzacza agregatu na wartościach zadanych, rury cieczowe na jednostkach równe. Nie ma też wyraźnych objawów nadmiaru w chłodzeniu (ciśnienie skraplania na zadanym, dochłodzenie na skraplaczu poniżej 10 K).

Ilość odzyskana z układu (24,3 kg) nie musi odpowiadać napełnieniu sprzed awarii — część czynnika zostaje rozpuszczona w oleju i w wymienianej sprężarce, a odzysk nigdy nie jest całkowity.

**Zastrzeżenia:** (1) zalewanie przez dochładzacze HRU fałszuje stronę niskiego ciśnienia — przegrzanie ssania i tłoczenia nie nadają się dziś do oceny napełnienia; (2) test grzania odbył się przy nagrzanych pomieszczeniach. **Ostateczną ocenę napełnienia wykonać po naprawie HRU 5 (i ew. 6), najlepiej procedurą ITR**, i porównać z wyliczeniem napełnienia dodatkowego z długości i średnic rur cieczowych.

# 8. Plan działania

| # | Czynność | Szczegóły |
|---|---|---|
| 1 | **HRU 5 — czujnik wlotu dochładzacza** | **CZUJNIK TEMPERATURY WLOTU DOCHŁADZACZA W HRU 5 KWALIFIKUJE SIĘ DO WYMIANY.** Najpierw kontrola montażu i pomiar rezystancji, potem wymiana. **Priorytet najwyższy** — główna przyczyna zalewania nowej sprężarki (rozdz. 2.5). |
| 2 | **HRU 6 — czujnik wlotu dochładzacza** | Kontrola montażu, pomiar rezystancji, wymiana przy odchyłce (rozdz. 2.6). |
| 3 | **Zapis kontrolny w chłodzeniu pełnym** | 20–30 min. Czy dochładzacze HRU 2/5/6 zeszły z 296 kroków, przegrzanie tłoczenia > 15 K, brak zaników czujnika oleju. |
| 4 | **HRU 2 — zawór dochładzacza** | Tylko jeżeli po kroku 3 nadal stoi na 296: cewka, złącze, zawór, temperatury rur termometrem kontaktowym; konsultacja z producentem. |
| 5 | **Jednostka nr 8 — zawór rozprężny** | **ZAWÓR ROZPRĘŻNY JEDNOSTKI NR 8 JEST NIESZCZELNY — KWALIFIKUJE SIĘ DO WYMIANY.** Najpierw kontrola cewki, potem wymiana korpusu z cewką i filtra siatkowego (rozdz. 4.4). |
| 6 | **Jednostka nr 12 — zawór rozprężny** | **ZAWÓR ROZPRĘŻNY JEDNOSTKI NR 12 JEST NIESZCZELNY — KWALIFIKUJE SIĘ DO WYMIANY.** Zakres jak dla nr 8. |
| 7 | **Jednostka nr 16** | Dłuższy test szczelności (20–30 min) w zapisie kontrolnym. |
| 8 | **Olej w sprężarce** | Po usunięciu zalewania sprawdzić, czy zaniki czujnika oleju ustąpiły. Jeżeli nie — zweryfikować ilość oleju (nowa sprężarka pracowała na mokro od uruchomienia). |
| 9 | **Płyta falownika — chłodzenie** | Pasta i docisk modułu do radiatora, czystość kanału powietrza. Powtórzyć pracę z jedną małą jednostką i obserwować IPM przy zatrzymanym wentylatorze. |
| 10 | **Ocena napełnienia** | Po krokach 1–6: procedura ITR i porównanie z wyliczeniem dla 34,7 kg. |

Tabela 14. Plan działania w kolejności wykonania.

## 8.1 Kryteria odbioru po naprawie

- Przegrzanie tłoczenia w chłodzeniu pełnym powyżej 15 K; górny wymiennik co najmniej 10 K cieplejszy od temperatury skraplania.
- Dochładzacze wszystkich HRU w zakresie regulacji (nie stale na 296 krokach); wlot każdego dochładzacza nie niżej niż temperatura parowania.
- Zero zaników czujnika oleju w całym zapisie.
- Jednostki wyłączone przy portach w chłodzeniu: rura cieczowa po 10 minutach co najmniej 15 °C i rosnąca.
- IPM poniżej 95 °C bez zadziałania zabezpieczenia radiatora.

### Ryzyko, jeżeli układ zostanie tak, jak jest

**Nowa sprężarka pracuje w chłodzeniu z przegrzaniem tłoczenia ok. 2,2 K** i okresowymi zanikami poziomu oleju. Rozcieńczony olej to przyspieszone zużycie łożysk i elementów sprężających — w sezonie chłodniczym, przy pełnym obciążeniu, zjawisko będzie najsilniejsze.

Zawory nr 8 i 12 dokładają ciecz na ssanie w odzysku i przy małym obciążeniu.

## 8.2 Zakres, którego test nie obejmuje

- Nie uruchomiono procedury ITR — brak automatycznej oceny napełnienia.
- Grzanie wykonano przy nagrzanych pomieszczeniach (23–25 °C) — brak oceny wydajności grzewczej i napełnienia w grzaniu.
- Brak pomiaru termometrem kontaktowym na rurach dochładzaczy HRU 2, 5, 6 — wskazania czujników ocenione pośrednio, względem temperatury parowania.
- Test szczelności trwał 17 minut — dla jednostki nr 16 za krótko. Jednostki nr 1, 3, 7 i 9 pracowały w tym teście, więc szczelności ich zaworów nie sprawdzono (nr 17 sprawdzona wcześniej, po wyłączeniu w fazie 11:47–12:20).
- Zapis nie obejmuje odszraniania ani pracy przy niskiej temperaturze zewnętrznej.