Planowanie i odbiór

Zapas N+1, awaria klimatyzacji, odbiór i serwis od wykonawcy.

- Planowanie chłodzenia serwerowni: bilans, zapas N+1, awaria klimatyzacji
- Odbiór i serwis klimatyzacji: lista kontrolna, F-gazy, przeglądy

Planowanie chłodzenia serwerowni: bilans, zapas N+1, awaria klimatyzacji

Poziom: średnio

Dotyczy: serwerownia Zielonej, klimatyzacja rzędowa A i B po 15 kW, redundancja N+1, szafa R6, UPS 20 kVA

Czas: ~60 min

Liczymy, ile chłodu potrzebuje Zielona dziś i po dołożeniu szafy R6, co daje układ N+1 i co się dzieje, gdy obie klimatyzacje staną w weekend. Kończymy listą wymagań do zapytania ofertowego. Wracamy tu przy każdej rozbudowie, przy zamawianiu klimatyzacji i przy układaniu planu na wypadek awarii.

Skróty użyte na tej stronie (12)

Skrót	Co znaczy
CO2	Dwutlenek węgla: gaz, który wydychamy, a jego stężenie w pomieszczeniu pokazuje, jak bardzo powietrze zużyli ludzie i czy trzeba wietrzyć
GWP	Global Warming Potential: ile razy dany gaz silniej ogrzewa atmosferę niż dwutlenek węgla w ciągu 100 lat; podstawa liczenia ekwiwalentu CO2 czynnika chłodniczego
IT	Information Technology: dział albo praca związana z komputerami i infrastrukturą firmy
kVA	Kilowoltoampery: moc pozorna zasilacza UPS, określa, jaki sprzęt może on zasilić
kW	Kilowat: tysiąc watów, miara mocy; prawie cała moc pobrana przez serwery zamienia się w ciepło
Modbus	Prosty protokół komunikacji przemysłowej, którym liczniki energii i moduły pomiarowe wysyłają odczyty
N+1	Układ z rezerwą: jedno urządzenie więcej, niż potrzeba, więc awaria jednego nie zatrzymuje całości
NUT	Network UPS Tools: zestaw programów na Linuksie, który odczytuje stan zasilacza UPS i wyłącza serwery, gdy baterie się kończą

Skrót	Co znaczy
SHR	Sensible Heat Ratio: jaka część mocy chłodniczej klimatyzatora to ciepło jawne (chłodzenie), a nie utajone (osuszanie); w serwerowni chcemy wartości bliskiej 1
SMS	Short Message Service: krótka wiadomość tekstowa na telefon, która dociera także bez internetu
SNMP	Simple Network Management Protocol: protokół odczytu stanu urządzeń sieciowych
UPS	Uninterruptible Power Supply: zasilacz awaryjny, podtrzymuje zasilanie urządzeń na czas zaniku napięcia z sieci

Z życia wzięte

Z ŻYCIA WZIĘTE

Poniedziałek, 10:00. Pan Zbigniew zapowiada, że w grudniu dla magazynu w Swarzędzu dojdzie nowy system i dwa serwery, razem około 2,5 kW. Całość stanęłaby jednak nie w Swarzędzu, tylko w naszej serwerowni w Pamiątkowie, w „pustej szafie R6”. Tomek sprawdza trzy rzeczy: miejsce w szafie jest, obwód 16 A z rozdzielnicy jest, a o chłód nikt nie zapytał. Wieczorem liczy na kartce, że z nową szafą szczyt ciepła dojdzie do 14,6 kW, a jedna klimatyzacja ma 15 kW. Na wtorek dodaje do agendy punkt: co robimy, gdy w grudniu jedna z klimatyzacji stanie.

Skąd się wzięło

W latach, gdy centra danych były jednym pokojem z kilkoma szafami, o chłodzeniu myślało się na końcu: kupowano klimatyzator „z zapasem” i modlono się, żeby nie stanął. Pojęcie redundancji weszło do rozmów o chłodzeniu razem z klasyfikacją Tier, która dzieli centra danych według odporności infrastruktury na awarie, od pojedynczej ścieżki bez zapasu po układy z pełnym dublowaniem [1].

Oznaczenia z tej klasyfikacji znamy już z książki o zasilaniu: N oznacza tyle jednostek, ile potrzeba, N+1 jedną więcej, 2N pełne podwojenie. Dla chłodzenia znaczą to samo, tyle że jednostką jest klimatyzator. Problem polega na tym, że klimatyzacja jest częściej ograniczeniem niż prąd: serwerownia ma zwykle zapas w obwodach i brakuje jej chłodu.

Jak to działa

Rozwiń: jak to działa pod spodem

Krok 1: liczymy, ile ciepła mamy

Podstawą jest bilans z książki: 10,47 kW średnio i 11,96 kW w szczycie, wraz ze stratami UPS, oświetleniem, ludźmi i ścianami. Jak powstał, opisuje strona Bilans cieplny serwerowni: waty, BTU i ile powietrza potrzeba.

Dodajemy 10 procent rezerwy na to, czego nie zmierzyliśmy: nowy serwer, upał, zabrudzony filtr. Szczyt 11,96 kW daje 13,2 kW potrzebnej mocy. Jedna jednostka ma 15 kW, czyli zapas 14 procent. Dziś układ N+1 działa, a przy mocy IT około 11,8 kW kończy się rezerwa 10 procent.

Moc 15 kW podaje producent dla warunków katalogowych. Przy upale na zewnątrz moc jawna klimatyzacji DX spada, a o ile, mówi tabela producenta, którą trzeba mieć. Gdyby spadła o dziesięć procent, jedna jednostka dawałaby 13,5 kW, czyli tyle, ile wymaga szczyt z rezerwą. To przykład do sprawdzenia, nie wartość z naszej tabeli.

Krok 2: N+1 i podział obciążenia

> **Pojęcie: N+1.** Liczba jednostek potrzebna do pracy (N) plus jedna zapasowa. Gdy jedna awaria, pozostałe przejmują całe obciążenie.

U nas N to jedna jednostka, a plus jeden to druga. W normalnej pracy obie chodzą razem i każda ma około 35 do 40 procent mocy, a po awarii jednej druga przejmuje całość i pracuje na 70 do 80 procent. Obie na raz pracują sprawniej niż jedna na pełnych obrotach, a awaria jednej oznacza dla serwerów tylko wzrost obrotów wentylatora drugiej.

Stan	Moc IT, kW	Ciepło razem, kW	Obciążenie jednostki
Obie pracują, średnio	9,0	10,47	około 35 procent każda
Obie pracują, szczyt	10,4	11,96	około 40 procent każda
Jedna pracuje, średnio	9,0	10,47	70 procent
Jedna pracuje, szczyt	10,4	11,96	80 procent

Krok 3: rotacja i testowanie zapasu

Zapas, który nie jest sprawdzany, zawodzi w chwili, w której jest potrzebny. W klimatyzacjach precyzyjnych rotację ustawia się w sterowniku: co kilka dni zmienia się jednostka prowadząca, a druga jest drugą linią. U nas obie pracują, więc rotacja polega na tym, że co jakiś czas jedną wyłączamy na dobę i sprawdzamy, czy druga utrzymuje temperaturę. To dobry kandydat na comiesięczny test, opisany w książce na stronie Odbiór i serwis klimatyzacji: lista kontrolna, F-gazy, przeglądy.

Krok 4: zasilanie klimatyzacji

Klimatyzacje stoją na własnych obwodach, poza UPS, a zasilanie awaryjne z agregatu zależy od rozwiązania opisanego w książce o zasilaniu. Wynikają z tego trzy konsekwencje.

Po pierwsze, w czasie zaniku napięcia serwery pracują na baterii, a klimatyzacje stoją. Ciepło dalej się wydziela, a nie ma go kto odebrać. Po drugie, sprężarki mają zwykle zwłokę ponownego uruchomienia rzędu kilku minut po zaniku napięcia, więc klimatyzacja nie wraca natychmiast po powrocie prądu. Dla UPS krótki zanik to nic, a dla chłodzenia to kilkanaście minut bez odbioru ciepła. Po trzecie, jeśli obie jednostki ruszą naraz, rozruch obciąża obwód i zabezpieczenie, dlatego chcemy start schodkowy: A, a po kilku minutach B.

Możliwe rozwiązania, od najtańszych: automatyczny restart po powrocie napięcia z rozruchem schodkowym (w ofercie jako wymaganie), zasilanie wentylatorów i sterowników klimatyzacji z UPS, żeby powietrze krążyło przy wyłączonych sprężarkach, agregat zasilający także klimatyzacje, bufor zimna w postaci zbiornika z wodą lodową przy instalacji wodnej. Wybór należy do właściciela serwerowni. Ta strona go nie rozstrzyga.

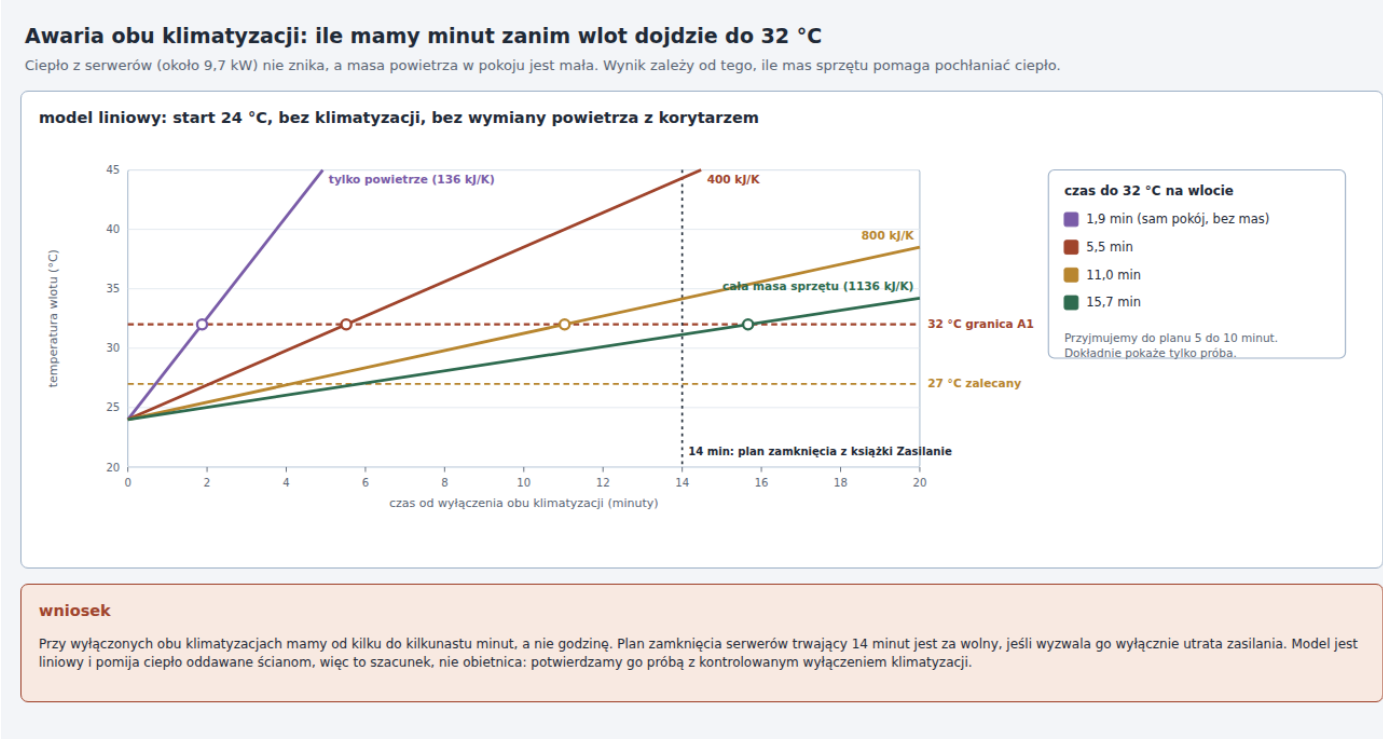
Krok 5: scenariusz awarii w weekend

Przyjmujemy najgorszy realistyczny przypadek: sobota, 2:40, upał na zewnątrz, obie klimatyzacje stają, a UPS trzyma serwery. Ciepło wydzielane w pokoju to wtedy około 9,67 kW: serwery, UPS i rozdzielnica, bez światła i ludzi. Pytanie brzmi, ile minut mamy, zanim wlot dojdzie do 32 °C, czyli do granicy klasy A1.

Odpowiedź zależy od tego, ile mas pomaga chłonąć ciepło. Powietrze w pokoju (113 m³, czyli około 135 kg) ma pojemność cieplną około 136 kJ/K, i gdyby tylko ono chłonęło ciepło, wlot rósłby o ponad 4 kelwiny na minutę. Do tego dochodzą metal szaf i serwerów, kable i ściany. Dlatego liczymy cztery warianty, a sprawdzić może je tylko próba.

Efektywna pojemność cieplna	Czas od 24 do 32 °C
136 kJ/K (tylko powietrze)	1,9 min
400 kJ/K	5,5 min

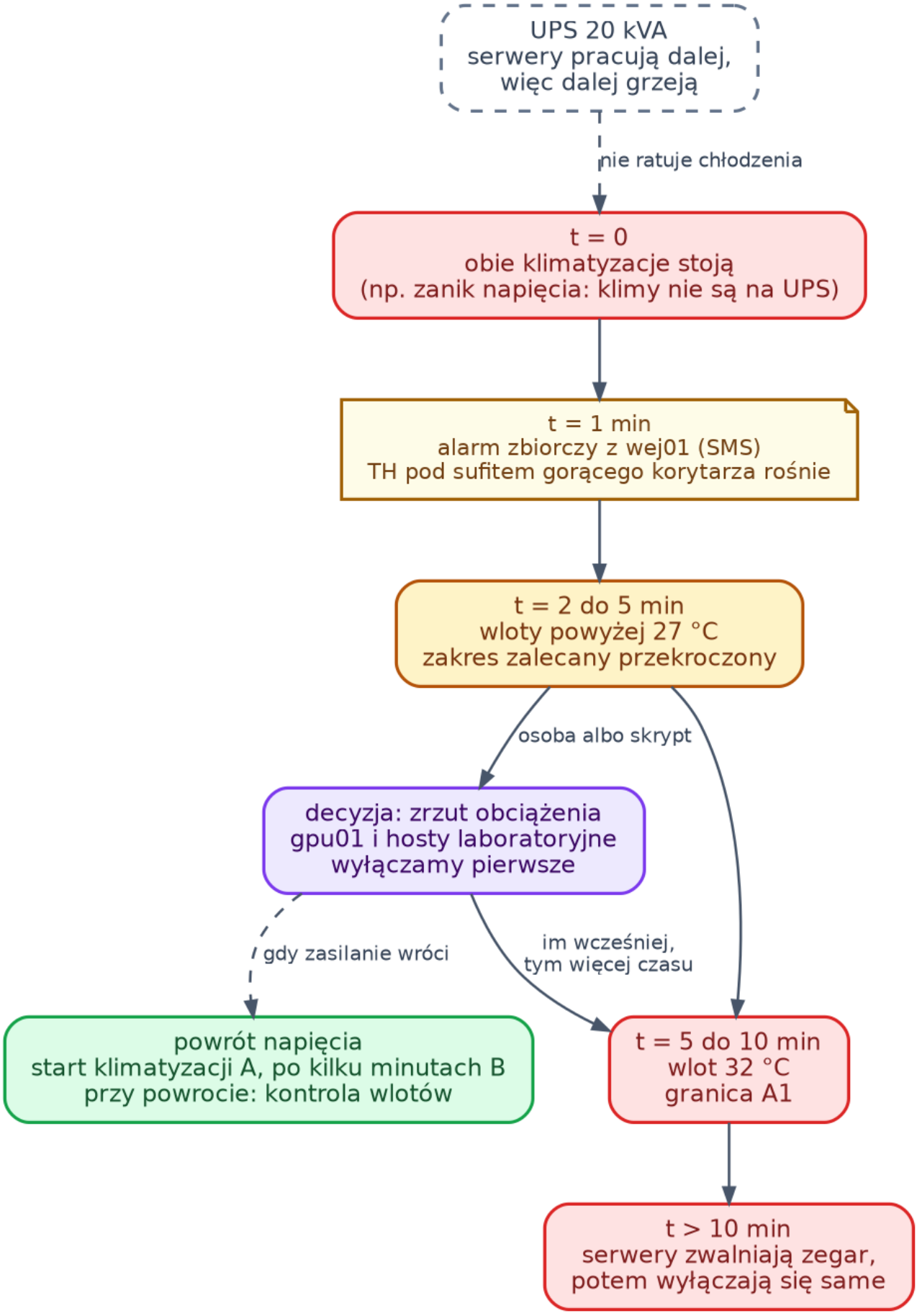
Efektywna pojemność cieplna	Czas od 24 do 32 °C
800 kJ/K	11 min
1136 kJ/K (cały sprzęt w pokoju)	15,7 min



Rysunek 1. Awaria obu klimatyzacji: wlot rośnie od 24 °C w modelu liniowym, w zależności od efektywnej pojemności cieplnej. Do planu przyjmujemy 5 do 10 minut do 32 °C, a dokładny czas pokaże tylko kontrolowana próba. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Do planowania przyjmujemy od 5 do 10 minut. To model liniowy, który pomija straty ciepła przez ściany i mieszanie powietrza z korytarzem, więc jest szacunkiem, a nie obietnicą.

Konsekwencja dla książki o zasilaniu. Plan łagodnego wyłączania serwerów z NUT i UPS zakłada 3 minuty zwłoki i około 11 minut skryptu, razem 14 minut. Przy wyłączonych klimatyzacjach wlot dojdzie do 32 °C w 5 do 11 minut, a po 14 minutach w modelu wlot ma 34 °C przy 800 kJ/K i 31 °C przy całym sprzęcie w pokoju. Plan wyzwalany tylko utratą zasilania jest więc za wolny. Proponujemy: wyzwalacz od temperatury (na przykład wlot powyżej 30 °C przez dwie minuty uruchamia zamknięcie), skrócenie zwłoki, kolejność wyłączania od najmniej ważnych, czyli `gpu01` i hostów laboratoryjnych, które odejmują co najmniej jedną dziesiątą ciepła, oraz jedno z rozwiązań z kroku 4.


UPS 20 kVA
serwery pracują dalej,
więc dalej grzeją
nie ratuje chłodzenia
t = 0
obie klimatyzacje stoją
(np. zanik napięcia: klimy nie są na UPS)
t = 1 min
alarm zbiorczy z wej01 (SMS)
TH pod sufitem gorącego korytarza rośnie
t = 2 do 5 min
wloty powyżej 27 °C
zakres zalecany przekroczony
osoba albo skrypt
decyzja: zrzut obciążenia
gpu01 i hosty laboratoryjne
wyłączamy pierwsze
gdy zasilanie wróci
im wcześniej,
tym więcej czasu
powrót napięcia
start klimatyzacji A, po kilku minutach B
przy powrocie: kontrola wlotów
t = 5 do 10 min
wlot 32 °C
granica A1
t > 10 min
serwery zwalniają zegar,
potem wyłączają się same

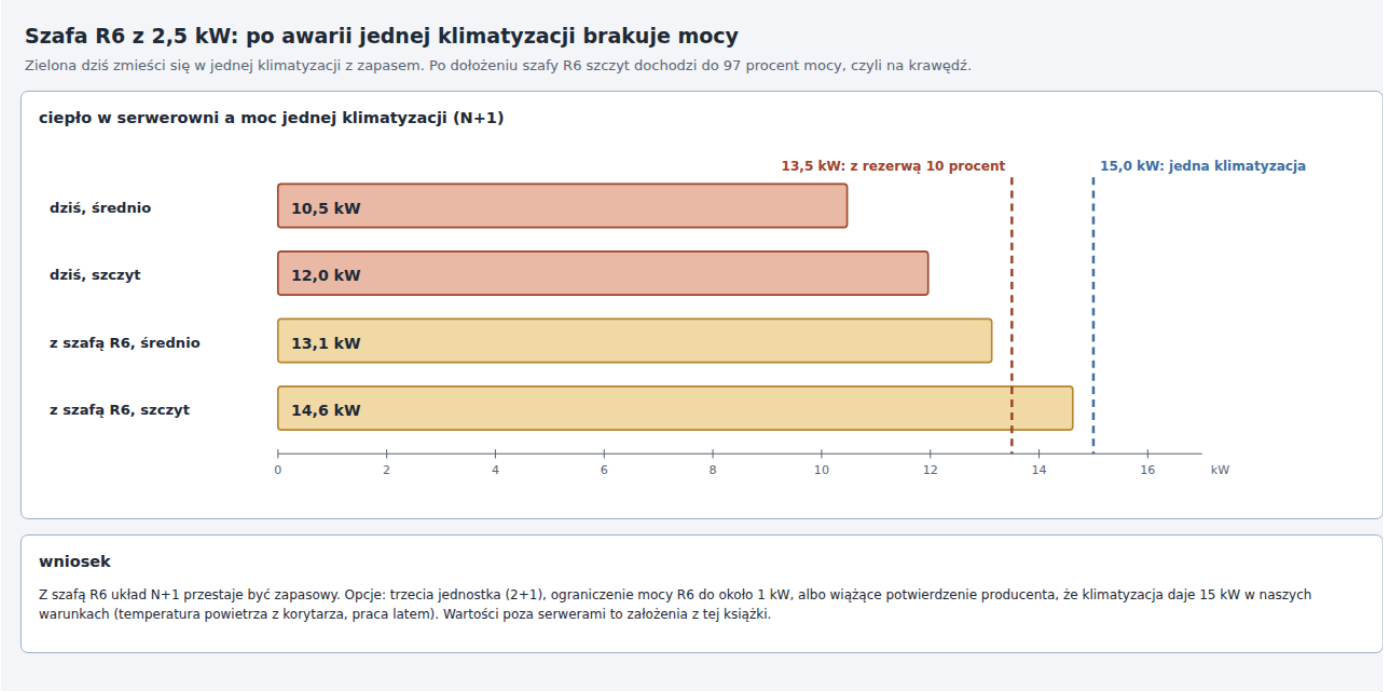
Rysunek 2. Scenariusz awarii w weekend: od zatrzymania klimatyzacji przez alarm SMS i przekroczenie 27 °C do decyzji o zrzucie obciążenia i, w najgorszym razie, samoczynnego wyłączania serwerów. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Gdy zatrzyma się tylko jedna jednostka, układ N+1 robi to, do czego służy: druga pracuje na 70 do 80 procent, a alarm z `wej01` prosi o naprawę, ale nie o akcję w nocy.

Krok 6: szafa R6

Pusta szafa R6 ma przyjąć 2,5 kW. Po dołożeniu średnia moc IT to 11,5 kW, a ciepło razem 13,13 kW. W szczycie IT dochodzi do 12,9 kW, a ciepło do 14,62 kW z 15 kW, czyli 97 procent mocy jednej jednostki. Przy zachowaniu 10 procent rezerwy limit dla jednostki to 13,5 kW, więc szczyt go przekracza.

Wariant	Ciepło średnio, kW	Ciepło w szczycie, kW	Udział mocy jednej jednostki (szczyt)
Dziś	10,47	11,96	80 procent
Z szafą R6 (2,5 kW)	13,13	14,62	97 procent
Z R6 ograniczoną do około 1 kW	11,5	13,0	około 87 procent



Rysunek 3. Szafa R6 z 2,5 kW: średnio 13,1 kW i w szczycie 14,6 kW, powyżej progu 13,5 kW z rezerwą 10 procent i na krawędzi mocy jednej klimatyzacji. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Układ N+1 przestaje wtedy być zapasowy: po awarii jednej jednostki druga pracuje na krawędzi i nie ma przestrzeni na upał. Mamy trzy wyjścia: trzecią jednostkę (2+1), ograniczenie mocy w R6 do około 1 kW albo pisemne potwierdzenie producenta, że klimatyzacja daje 15 kW w naszych warunkach. Wybór zależy od kosztu i od tego, jak ważna jest nowa szafa. Zapis w rejestrze decyzji: do uzgodnienia z właścicielem.

Krok 7: jak opisujemy zamówienie

Przy zakupie lub rozbudowie klimatyzacji przekazujemy wykonawcy listę wymagań, żeby oferty dało się porównać. Minimum:

- warunki pracy: temperatura powietrza powrotnego z gorącego korytarza, temperatura na zewnątrz w lecie, wysokość, hałas dopuszczalny w pomieszczeniu,
- wymagana moc jawna w kilowatach przy tych warunkach, dla jednej jednostki, z uwzględnieniem szafy R6 albo bez niej,
- układ N+1 lub 2+1, z automatyczną rotacją i przejęciem obciążenia,
- zasilanie: własne obwody, automatyczny restart po zaniku napięcia, start schodkowy, ewentualne zasilanie wentylatorów z UPS,
- alarmy: styki zbiorcze dla `wej01`, SNMP albo Modbus dla Zabbixa na `mon01`, czujnik zalania i alarm pompki skroplin,
- czynnik chłodniczy: rodzaj, ilość, GWP, ekwiwalent CO2, karta urządzenia, plan kontroli szczelności,
- serwis: czas reakcji, dostęp do części, przeglądy w gwarancji,
- odbiór: próby, pomiary i szkolenie, jak na stronie o odbiorze.

Kosztorys w kategoriach

Nie podajemy cen, bo zależą od oferty. Kategorie kosztów do wyceny osobno:

- jednostka klimatyzacyjna rzędowa i skraplacz,
- montaż, rury i przepusty,
- zasilanie: obwód, zabezpieczenie, ewentualny osobny tor w rozdzielnicy,
- uszczelnienie korytarza i zaślepki,
- odpływ skroplin z pompką i czujnikiem,
- integracja z monitoringiem,
- odbiór, pomiary i szkolenie,
- serwis roczny i czynnik chłodniczy,
- koszt prądu klimatyzacji, jako koszt ciągły.

Co sprawdzamy u wykonawcy

- Obliczenie mocy, na którym oparto dobór, z naszym bilansem, a nie z samą powierzchnią pokoju.
- Moc jawna i SHR w warunkach naszych, a nie tylko w katalogowych.
- Układ N+1 pokazany na przykładzie: wyłączamy A i sprawdzamy, że B utrzymuje temperaturę przy szczycie 12 kW.
- Zachowanie po zaniku napięcia: czy jednostki wstają same, w jakiej kolejności i po jakim czasie.
- Przewidywany czas od zatrzymania obu jednostek do 32 °C. Wykonawca powinien go podać na piśmie albo zgodzić się na próbę.
- Integracja alarmów: kto dostaje powiadomienie, a co idzie na SMS niezależny od sieci.
- Plan rozbudowy R6: albo trzecia jednostka, albo ograniczenie mocy w szafie.
- Czynnik i jego ilość, karta urządzenia i dane przedsiębiorcy odpowiedzialnego za serwis.

Pytania, które zadajemy: co się stanie, jeśli A stanie w najgorętszy dzień, ile minut do 32 °C ma serwerownia bez obu jednostek i kto odbiera telefon w sobotę w nocy.

Mity i sprostowania

Obiegowa wersja	Jak jest naprawdę
Mamy dwie klimatyzacje, więc jesteśmy bezpieczni	Dwie jednostki chronią przed awarią jednej. Zanik napięcia zatrzymuje obie naraz
Zapas N+1 działa zawsze	Działa tylko do mocy jednej jednostki z rezerwą, a po dołożeniu R6 tego nie spełniamy
UPS ochroni serwerownię	UPS chroni serwery. Chłodzenie nie jest w nim, więc ciepło dalej się wydziela
Mamy godzinę na reakcję	W modelu od 5 do 15 minut do 32 °C, zależnie od mas w pokoju
Test awarii zaszkodzi	Kontrolowana próba z wyłączeniem jednej jednostki w ciągu dnia jest bezpieczna i daje dane

Oś czasu

Data	Wydarzenie
1902	Carrier buduje urządzenie do stałej wilgotności

Data	Wydarzenie
1965	Liebert wprowadza klimatyzację dla sal komputerowych
2021	Piąte wydanie wytycznych ASHRAE, klasy A1 do A4 i H1 [2]
2024	Rozporządzenie (UE) 2024/573 zmienia zasady dla czynników F-gazowych [3]

Wątek polski

W Polsce nie ma ogólnego przepisu, który wymagałby określonej redundancji chłodzenia w małej serwerowni. Wymagania wynikają z umów z klientami, z norm EN 50600 i z naszych własnych ustaleń o dostępności. Polskiego wynalazcy w tej dziedzinie nie znaleźliśmy. Przepisy o czynnikach chłodniczych opisujemy na stronie o odbiorze i serwisie.

Częste błędy

Objaw	Przyczyna	Co robimy
Po awarii jednej klimatyzacji wlot rośnie	zapas liczony tylko dla średniego ciepła, nie dla szczytu	liczymy szczyt z rezerwą 10 procent
Po zaniku napięcia serwerownia gotuje się	klimatyzacje poza UPS, a plan zamknięcia za wolny	wyzwalacz od temperatury, restart automatyczny
Obie klimatyzacje startują naraz i wyłącza się obwód	brak startu schodkowego	start schodkowy A, a po kilku minutach B
Szafa R6 „zmieści się”	liczymy tylko miejsce i prąd	liczymy też ciepło, a decyzję zapisujemy
Zapas nigdy nie był testowany	rotacja tylko na papierze	comiesięczna próba na jednej jednostce

□□ Ćwiczenia

1. Dlaczego 15 kW klimatyzacji nie oznacza, że można mieć 15 kW IT?

Odpowiedź

Do mocy IT dochodzi ciepło z UPS, oświetlenia, ludzi i ścian, a do tego rezerwa 10 procent. Przy szczycie ciepła 11,96 kW z 10,4 kW IT limit mocy IT dla jednej jednostki to około 11,8 kW, a nie

15 kW.

1. Obie klimatyzacje stanęły, wlot wynosi 24 °C, a efektywna pojemność cieplna to 800 kJ/K. Ile minut do 32 °C przy cieple 9,67 kW?

Odpowiedź

Przyrost to 8 K razy 800 kJ/K = 6400 kJ. Podzielone przez 9,67 kW daje około 662 sekund, czyli 11 minut. To zgadza się z tabelą w kroku 5.

1. Plan zamknięcia serwerów po zaniku napięcia trwa 14 minut, a czas do 32 °C wynosi 6 minut. Co zmieniamy?

Odpowiedź

Plan jest za wolny. Dodajemy wyzwalacz od temperatury, skracamy zwłokę, wyłączamy najpierw sprzęt mniej ważny i rozważamy zasilenie wentylatorów z UPS albo agregat dla klimatyzacji.

1. Szafa R6 ma 2,5 kW. Czy N+1 nadal działa?

Odpowiedź

W szczycie ciepło dochodzi do 14,62 kW, czyli 97 procent mocy jednej jednostki, a to przekracza próg 13,5 kW z rezerwą. N+1 działa formalnie, ale bez rezerwy na upał. Potrzebna jest trzecia jednostka albo ograniczenie R6.

1. Co wpisujemy do zapytania ofertowego o restart po zaniku napięcia?

Odpowiedź

Automatyczny restart po powrocie napięcia, start schodkowy jednostek w odstępach kilku minut i informację, ile minut trwa zwłoka ponownego startu sprężarek.

Powiązane: Bilans cieplny serwerowni: waty, BTU i ile powietrza potrzeba, Klimatyzacja serwerowni: rodzaje, free cooling i czynniki chłodnicze, Odbiór i serwis klimatyzacji: lista kontrolna, F-gazy, przeglądy, Planowanie zasilania serwerowni: bilans mocy, zapas, rozbudowa, Monitoring zasilania i łagodne wyłączanie: UPS, NUT, Zabbix

Źródła:

1. Wikipedia, Data center, klasyfikacja Tier
2. ASHRAE, Thermal Guidelines, 5th edition, karta referencyjna
3. Rozporządzenie (UE) 2024/573 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych, EUR-Lex

Odbiór i serwis klimatyzacji: lista kontrolna, F-gazy, przeglądy

Poziom: średnio

Dotyczy: odbiór klimatyzacji serwerowni, przeglądy, rozporządzenie (UE) 2024/573, polska ustawa o substancjach zubożających warstwę ozonową i fluorowanych gazach cieplarnianych, certyfikaty UDT

Czas: ~60 min

Opisujemy, jak odebrać od wykonawcy klimatyzację serwerowni: jakie dokumenty, próby i pomiary, jak sprawdzić przełączenie N+1, alarmy i restart po zaniku napięcia. Dodajemy przeglądy okresowe i obowiązki, jakie ma właściciel urządzenia z czynnikiem F-gazowym. Wracamy tu przy odbiorze nowej jednostki, przy corocznym przeglądzie i przy kontroli dokumentów.

Skróty użyte na tej stronie (12)

Skrót	Co znaczy
CO2	Dwutlenek węgla: gaz, który wydychamy, a jego stężenie w pomieszczeniu pokazuje, jak bardzo powietrze zużyli ludzie i czy trzeba wietrzyć
CO2e	ekwiwalent CO2: masa gazu razy jego GWP, czyli tyle ton dwutlenku węgla, ile szkody klimatycznej robi dany gaz; od tej wartości zależy częstość kontroli szczelności F-gazów
CRO	Centralny Rejestr Operatorów: polski rejestr operatorów urządzeń z czynnikami F-gazowymi; prowadzącą go instytucję i terminy sprawozdań trzeba sprawdzić w aktualnej ustawie
GWP	Global Warming Potential: ile razy dany gaz silniej ogrzewa atmosferę niż dwutlenek węgla w ciągu 100 lat; podstawa liczenia ekwiwalentu CO2 czynnika chłodniczego
HFC	Hydrofluorowęglowodory: grupa gazów, także gaśniczych, objęta stopniowym ograniczaniem w Unii Europejskiej
HFO	Hydrofluoroolefiny: nowa grupa czynników chłodniczych o bardzo niskim GWP, objęta osobnymi progami w rozporządzeniu (UE) 2024/573
N+1	Układ z rezerwą: jedno urządzenie więcej, niż potrzeba, więc awaria jednego nie zatrzymuje całości

Skrót	Co znaczy
R-32	Czynnik chłodniczy HFC (difluorometan) o GWP około 675, łagodnie palny, coraz częściej stosowany w nowych klimatyzatorach
R-410A	Mieszanina czynników chłodniczych HFC o GWP 2088, dotychczas najczęstsza w klimatyzacji, wycofywana w nowych urządzeniach
UDT	Urząd Dozoru Technicznego: polska instytucja, która według informacji od autora książki wydaje certyfikaty osobom i firmom pracującym przy czynnikach F-gazowych
UE	Unia Europejska
UPS	Uninterruptible Power Supply: zasilacz awaryjny, podtrzymuje zasilanie urządzeń na czas zaniku napięcia z sieci

Z życia wzięte

□□ Z ŻYCIA WZIĘTE

Wtorek, 11:30. Wykonawca zgłasza gotowość nowej klimatyzacji i proponuje podpisanie protokołu: „temperatura w pokoju spadła, wszystko działa”. Tomek prosi o jeszcze jedną próbę: wyłącza zasilanie jednostki A i patrzy, czy B przejmuje obciążenie. B przejmuje, ale alarm zbiorczy do `wej01` nie idzie, bo styk był podłączony do niewłaściwego wejścia. Gdyby nie próba, o awarii A dowiedzieliby się z rachunku za serwis. Protokół wraca do wykonawcy z listą trzech poprawek.

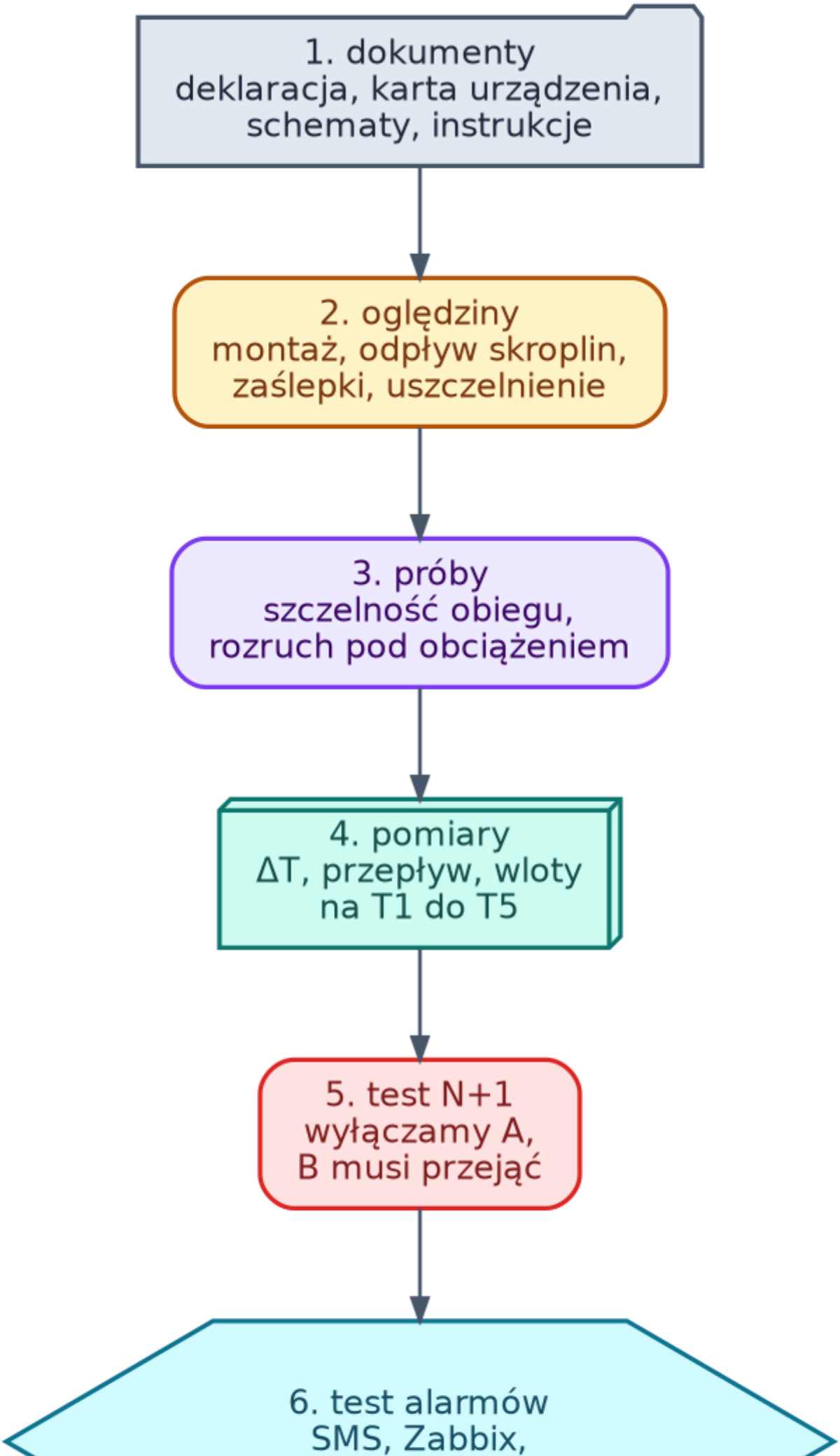
Skąd się wzięło

Odbiór od wykonawcy to nie formalność, tylko jedyny moment, w którym możemy sprawdzić całość za darmo: wykonawca jest na miejscu, urządzenie nowe, a my mamy pełną listę wymagań z zapytania. Później każda poprawka kosztuje.

Obowiązki wokół czynników chłodniczych narastały razem z wiedzą o ich wpływie na klimat. Pierwsze unijne rozporządzenie o F-gazach pochodzi z 2006 roku, drugie z 2014, a obecne, (UE) 2024/573, weszło w życie 11 marca 2024 roku [1]. W Polsce wdraża je ustawa z 15 maja 2015 roku o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (Dz.U. 2015 poz. 881) [2]. Aktualny tekst jednolity i zmiany po 2024 roku trzeba sprawdzić w rejestrze aktów prawnych, bo tego nie zweryfikowaliśmy.

Jak wygląda odbiór

Odbiór ma siedem kroków i każdy zostawia ślad na piśmie.


1. dokumenty
deklaracja, karta urządzenia,
schematy, instrukcje
2. oględziny
montaż, odpływ skroplin,
zaślepki, uszczelnienie
3. próby
szczelność obiegu,
rozruch pod obciążeniem
4. pomiary
ΔT, przepływ, wloty
na T1 do T5
5. test N+1
wyłączamy A,
B musi przejąć
6. test alarmów
SMS, Zabbix,

Rysunek 1. Przebieg odbioru klimatyzacji: dokumenty, oględziny, próby, pomiary, test N+1, test alarmów i protokół z przeszkoleniem obsługi. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Dokumenty

Przed podpisaniem protokołu prosimy o komplet:

- deklarację zgodności i instrukcję obsługi po polsku,
- kartę urządzenia z rodzajem czynnika, jego masą i ekwiwalentem CO2 w tonach,
- protokół próby szczelności i napełnienia obiegu,
- schematy instalacji chłodniczej, elektrycznej i alarmowej, zgodne ze stanem faktycznym,
- certyfikaty firmy i osób, które pracowały przy obiegu czynnika (wydawane w Polsce przez UDT),
- ustawienia sterownika: zadane temperatury, progi alarmów, rotacja, restart,
- warunki gwarancji i harmonogram przeglądów.

Oględziny

Sprawdzamy fizycznie: czy jednostki stoją pewnie i mają dostęp serwisowy, czy rury są zaizolowane, czy odpływ skroplin ma spadek albo pompkę z alarmem, czy skraplacz na elewacji ma odstępy od ściany, czy uszczelnienie korytarza zgadza się ze schematem. Czujniki zalania Z1 i Z2 leżą pod jednostkami, a nie obok.

Próby i pomiary

Próby wykonuje wykonawca, a my sprawdzamy protokoły i uczestniczymy w kluczowych. Szczelność obiegu sprawdza się przed napełnieniem czynnikiem i po. Pod obciążeniem mierzymy temperaturę powietrza przed i za klimatyzatorem, strumień powietrza, pobór prądu sprężarek i wentylatorów oraz temperaturę na wlotach szaf T1 do T5. Wyniki porównujemy z kartą producenta dla naszej mocy i zapisujemy w protokole.

Przykładowa tabela wyników do wypełnienia przy odbiorze:

Pomiar	Wymaganie	Wynik
Moc jawna jednostki A przy obciążeniu IT około 9 kW	zgodna z kartą producenta	
Wlot w szafach R1 do R5, trzy wysokości	od 18 do 27 °C	
ΔT szafy (wylot minus wlot)	około 12 K	
Różnica ciśnień między korytarzami	bliska zeru	

Pomiar	Wymaganie	Wynik
Pobór prądu przy pełnej mocy	zgodny z obwodem	

Test przełączenia N+1

Najważniejsza próba. Przy normalnym obciążeniu wyłączamy jednostkę A, a potem B, każdą osobno na co najmniej 30 minut, i obserwujemy wloty. Druga jednostka ma przejąć całe obciążenie, a wlot ma pozostać w zakresie zalecanym. Przy okazji sprawdzamy, że alarm przyszedł na `wej01` i do Zabbixa. Próbę robimy w ciągu dnia, w chłodniejszej porze roku i z zapowiedzianym oknem.

Test alarmów

Każde źródło alarmu sprawdzamy osobno: awaria jednostki (odcięcie zasilania), czujnik zalania (zwilżona ściereczka), alarm pompki skroplin, zabrudzony filtr, wysoka temperatura w sterowniku. Dla każdego sprawdzamy, kto dostał powiadomienie i po jakim czasie.

Test restartu po zaniku napięcia

Wyłączamy zasilanie obu jednostek wyłącznikiem w rozdzielnicy (UPS zostaje włączony) i włączamy po minucie. Mierzymy, po ilu minutach każda wraca i w jakiej kolejności, czy start jest schodkowy i czy po restarcie utrzymują ustawienia. Ten test dopowiada do strony Planowanie chłodzenia: bilans, zapas N+1, awaria klimatyzacji: wiemy z niego, ile minut klimatyzacja nie chłodzi po krótkim zaniku.

Próba czasu do 32 °C

Opcjonalnie wyłączamy obie jednostki, zapisujemy wloty co minutę i przerywamy próbę, gdy któryś wlot dojdzie do 30 °C. Wynik zastępuje szacunki z modelu liniowego rzeczywistymi czasami. Próbę robimy tylko w zimnej porze, w dzień, przy obecności dwóch osób i z przygotowanym włączeniem jednostek.

Szkolenie i protokół

Wykonawca szkoli obsługę: jak czytać alarmy, jak ręcznie przełączyć jednostki, kogo wzywać. Protokół odbioru zawiera wszystkie próby, wyniki pomiarów, listę usterek z terminami i datę rozpoczęcia gwarancji.

Przeglądy okresowe

Częstotliwość przeglądów wynika z instrukcji producenta i warunków pracy. Poniższe terminy to nasza propozycja do uzgodnienia z serwisem.

Czynność	Częstotliwość	Kto
Oględziny, alarmy, tacka skroplin, pompka	co miesiąc	administrator
Test wyłączenia jednej jednostki (zapas N+1)	co miesiąc	administrator
Wymiana lub czyszczenie filtrów	co 3 do 6 miesięcy, według zabrudzenia	serwis
Czyszczenie skraplacza na zewnątrz	raz do dwóch razy w roku, po sezonie pylenia	serwis
Kontrola szczelności obiegu czynnika	według tabeli F-gazów niżej	uprawniony serwis
Kontrola połączeń elektrycznych (termowizja pod obciążeniem)	co rok	elektryk z uprawnieniami
Sprawdzenie czujników T, H i Z oraz kalibracja	co rok	administrator
Przegląd pełny jednostki	co rok	serwis

F-gazy: obowiązki właściciela urządzenia

> **Pojęcie: F-gazy.** Fluorowane gazy cieplarniane, między innymi czynniki chłodnicze HFC i HFO. Silnie ogrzewają atmosferę, więc prawo nakłada na właściciela urządzenia obowiązek ich kontroli [1].

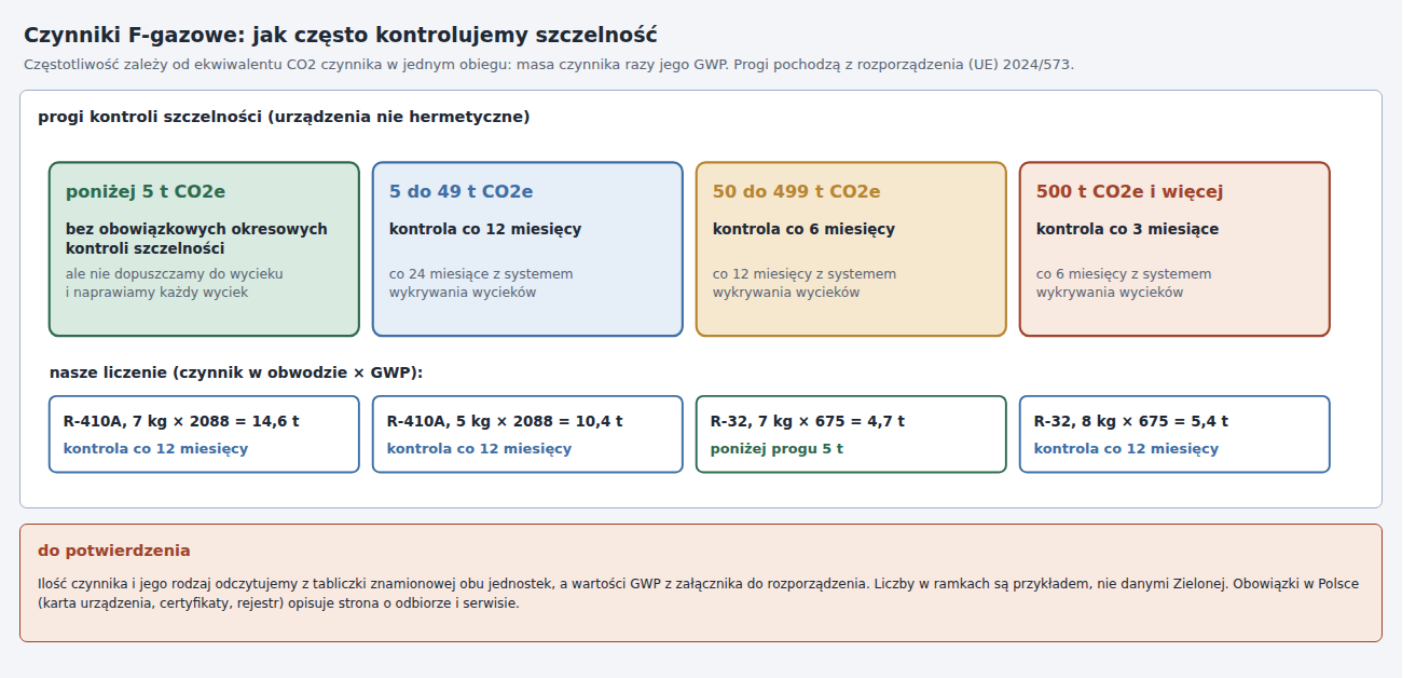
> **Pojęcie: ekwiwalent CO2.** Masa czynnika pomnożona przez jego GWP, wyrażona w tonach. Od niego zależy częstotliwość kontroli szczelności.

Z rozporządzenia (UE) 2024/573 dla urządzeń niehermetycznych wynikają progi kontroli szczelności [1]:

Ekwiwalent CO2 w obiegu	Kontrola szczelności	Z systemem wykrywania wycieków
od 5 do 49 t	co 12 miesięcy	co 24 miesiące
od 50 do 499 t	co 6 miesięcy	co 12 miesięcy
500 t i więcej	co 3 miesiące	co 6 miesięcy

Dla urządzeń hermetycznie zamkniętych próg wynosi 10 t. Dla czynników HFO (załącznik II) próg liczony jest w masie, od 1 kg [1].

Policzmy to dla Zielonej. Zakładamy, że jednostki mają po dwa obiegi z około 7 kg czynnika. Dla R-410A (GWP 2088) 7 kg to 14,6 t CO2e, więc kontrola co 12 miesięcy, a 5 kg dałoby 10,4 t i też co 12 miesięcy. Dla R-32 (GWP około 675) 7 kg to 4,7 t, czyli poniżej progu 5 t, a 8 kg to 5,4 t i próg zostaje przekroczony [3]. To założenie z książki: masę i rodzaj czynnika odczytujemy z tabliczek znamionowych, a wartości GWP z załącznika do rozporządzenia, które mogą być inne niż podane tu (zestaw AR4).



Rysunek 2. Progi kontroli szczelności i przykłady dla Zielonej. Liczby w ramkach to przykład, nie dane odczytane z tabliczek. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Poza kontrolami obowiązują:

- **Karta urządzenia i dokumentacja.** Rodzaj i masa czynnika, ilości dolane i odzyskane, daty i dane osób lub firm, które wykonały prace, zgodnie z art. 6 rozporządzenia [1].
- **Certyfikaty.** Prace przy obiegu czynnika mogą wykonywać tylko osoby i firmy z certyfikatami [1]. W Polsce wydaje je, według informacji od autora książki, UDT.

- **Rejestr urządzeń.** Polska ustawa wprowadza Centralny Rejestr Operatorów (CRO). Nie sprawdziliśmy, jaka instytucja go dziś prowadzi i jakie sprawozdania wymaga, więc to punkt do potwierdzenia w tekście ustawy.
- **Odzysk czynnika.** Przy naprawie i likwidacji czynnik się odzyskuje, a nie wypuszcza.
- **Wyciek.** Wykrytą nieszczelność naprawiamy bez zbędnej zwłoki, a potem kontrolujemy ponownie, w terminie z rozporządzenia.

Obowiązki z ustawy dotyczą operatora urządzenia, czyli właściciela albo osoby, która faktycznie nim zarządza. W Zielonej jest nim spółka, a odpowiedzialność ma osoba wskazana w dokumentach.

Pytania do serwisanta

- Jakie ma pan certyfikaty i do kiedy są ważne? Czy firma ma certyfikat przedsiębiorcy?
- Jakie czynniki i ile kilogramów jest w naszych jednostkach, ile to ton CO2e i jak często kontrolujemy szczelność?
- Czy zapisze pan każdą wizytę w karcie urządzenia, z ilością dolanego lub odzyskanego czynnika?
- Czy macie części w magazynie, a jeśli nie, ile trwa dostawa pompki, wentylatora i sprężarki?
- Ile czasu zajmuje wymiana sprężarki i czy w tym czasie druga jednostka utrzyma temperaturę?
- Jak szybko reagujecie na awarię w sobotę w nocy i kto dostaje telefon?

◫ ZRZUT EKRANU DO UZUPEŁNIENIA

Zdjęcie do zrobienia: karta urządzenia z wpisem ostatniej kontroli szczelności, obok tabliczka znamionowa jednostki.

Co sprawdzamy u wykonawcy

- Komplet dokumentów z wykazu, razem z kartą urządzenia i certyfikatami.
- Protokoły prób szczelności i napełnienia z datami, ciśnieniami i podpisem osoby z certyfikatem.
- Wynik testu N+1 z wykresem temperatury z Zabbixa, a nie tylko podpis.
- Wynik testu alarmów, z wymienionymi odbiorcami powiadomień.
- Wynik testu restartu po zaniku napięcia: czas, kolejność, nastawy.
- Szkolenie obsługi udokumentowane listą obecności.
- Plan przeglądów na pierwszy rok i terminy kontroli szczelności.
- Termin i warunki gwarancji, w tym czas reakcji na awarię.

Czerwone flagi

- Wykonawca nie chce wykonać testu N+1 albo odmawia próby „bo urządzenie działa”.
- Brak certyfikatów albo certyfikat wygasł przed odbiorem.
- Schemat nie zgadza się ze stanem faktycznym: styki alarmowe, numery obwodów, opisy.
- Ilość czynnika w dokumentach inna niż na tabliczce.
- Brak zapisu o restartach po zaniku napięcia.
- Dokumentacja tylko w obcym języku, bez tłumaczenia kluczowych stron.

Mity i sprostowania

Obiegowa wersja	Jak jest naprawdę
Skoro pokój jest chłodny, odbiór można podpisać	Chłód w pokoju nie dowodzi przejęcia obciążenia, alarmów ani restartu
Kontrola szczelności to formalność	To wymóg prawa z progami zależnymi od masy i GWP, a jej brak to ryzyko kar i ucieczki czynnika
Każdy instalator może dolać freonu	Prace przy obiegu wymagają certyfikatu osoby i firmy
Czynnik się zużywa, więc trzeba dolewać co roku	Zużywa się tylko, jeśli ucieka. Dolewanie świadczy o nieszczelności
Serwis raz w roku wystarczy	Filtry, pompka i skraplacz wymagają częstszych oględzin

Oś czasu

Data	Wydarzenie
2006	Pierwsze rozporządzenie unijne o F-gazach [1]
2014	Drugie rozporządzenie o F-gazach [1]
15 maja 2015	Polska ustawa o substancjach zubożających warstwę ozonową i F-gazach [2]
11 marca 2024	Wchodzi w życie rozporządzenie (UE) 2024/573 [1]
do 2050	Planowane wycofanie HFC z rynku UE [1]

Wątek polski

Polskie obowiązki wynikają z ustawy z 15 maja 2015 roku o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych [2]. Certyfikaty osobiste i przedsiębiorców wydaje w Polsce UDT. Informację tę przyjęliśmy od autora książki i nie udało się nam jej potwierdzić w źródle. Sprawdzamy też, jaka instytucja prowadzi dziś CRO i jakie terminy sprawozdań obowiązują po wejściu w życie rozporządzenia 2024/573, bo ustawa mogła być zmieniona. Polskiego twórcy procedur odbioru klimatyzacji serwerowni nie znaleźliśmy.

Częste błędy

Objaw	Przyczyna	Co robimy
Alarm zbiorczy nie dochodzi do `wej01`	styk podłączony do złego wejścia	test alarmów przy odbiorze, nie po awarii
Druga jednostka nie przejmuje obciążenia	złe ustawienia rotacji lub progu	test N+1 przy odbiorze, korekta nastaw
Po zaniku napięcia jednostka zostaje wyłączona	brak automatycznego restartu	wymóg w zamówieniu, test restartu
Brak karty urządzenia	wykonawca jej nie przekazał	żądamy jej przed podpisaniem protokołu
Spadek wydajności po sezonie	zabrudzony skraplacz	czyszczenie po sezonie pylenia
Częste dolewanie czynnika	nieszczelność	kontrola szczelności i naprawa

□□ Ćwiczenia

1. Obie jednostki mają po 7 kg R-410A w jednym obiegu. Jak często kontrolujemy szczelność?

Odpowiedź

7 kg razy 2088 to 14,6 t CO2e. To przedział od 5 do 49 t, więc kontrola co 12 miesięcy, a co 24 miesiące, jeśli mamy system wykrywania wycieków [1][3].

1. Dlaczego test N+1 robimy przy odbiorze, a nie czekamy na prawdziwą awarię?

Odpowiedź

Bo dopiero próba pokazuje, czy druga jednostka przejmuje obciążenie i czy alarm w ogóle idzie. Poprawki robi wtedy wykonawca w ramach umowy, a nie my w nocy.

1. Wykonawca proponuje podpis protokołu bez testu restartu po zaniku napięcia, „bo to nasza standardowa jednostka”. Co robimy?

Odpowiedź

Nie podpisujemy bez testu albo zapisujemy w protokole, że restart nie został sprawdzony i wykonawca poprawi to w uzgodnionym terminie. Klimatyzacje stoją poza UPS, więc zachowanie po zaniku napięcia jest dla nas krytyczne.

1. Kto może dolać czynnik do klimatyzacji?

Odpowiedź

Tylko osoba i firma z aktualnymi certyfikatami [1]. W Polsce wydaje je, według informacji od autora książki, UDT. Prace zapisujemy w karcie urządzenia z ilością dolanego czynnika.

1. Czy 8 kg R-32 w obiegu wymaga kontroli szczelności?

Odpowiedź

8 kg razy 675 to 5,4 t CO2e, więc próg 5 t jest przekroczony i obowiązuje kontrola co 12 miesięcy. Przy 7 kg wyszłoby 4,7 t, czyli poniżej progu [3].

Powiązane: Planowanie chłodzenia: bilans, zapas N+1, awaria klimatyzacji, Klimatyzacja serwerowni: rodzaje, free cooling i czynniki chłodnicze, Odbiór instalacji od wykonawcy: lista kontrolna, pomiary, dokumenty, Serwerownia Zielonej: gdzie stoją czujniki i dokąd płyną alarmy

Źródła:

1. Rozporządzenie (UE) 2024/573 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych, EUR-Lex
2. Komisja Europejska, przepisy UE dotyczące fluorowanych gazów cieplarnianych oraz ustawa z 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (Dz.U. 2015 poz. 881), tekst do sprawdzenia w rejestrze aktów prawnych
3. Wikipedia, R-410A oraz Difluoromethane (R-32)