Chłodzenie serwerowni: jak pozbyć się ciepła, którego nie widać

Poziom: podstawy **Dotyczy: serwerownia Zielonej w Pamiątkowie** **Czas: ~12 min**

Ta strona otwiera książkę o ciepleniu i chłodzeniu serwerowni: skąd się bierze ciepło, którędy płynie powietrze i dlaczego klimatyzator nie tworzy zimna, tylko przenosi ciepło na dwór. Pokazujemy, jak wymyślono klimatyzację, jak zmieniały się komputery i co z tego dziś wynika dla Zielonej, a na końcu mapę całej książki.

Skróty użyte na tej stronie (7)

Skrót	Co znaczy
AI	Artificial Intelligence: sztuczna inteligencja, czyli programy naśladujące ludzkie rozumowanie
ENIAC	Electronic Numerical Integrator and Computer: jeden z pierwszych komputerów elektronicznych (1946), około 18 tysięcy lamp i około 150 kW poboru mocy
IBM	International Business Machines: firma, w której laboratorium powstał model relacyjny i pierwszy działający silnik SQL
IT	Information Technology: dział albo praca związana z komputerami i infrastrukturą firmy
kW	Kilowat: tysiąc watów, miara mocy; prawie cała moc pobrana przez serwery zamienia się w ciepło
PUE	Power Usage Effectiveness: stosunek całej energii pobranej przez centrum danych do energii pobranej przez sam sprzęt IT; 1,0 to wartość idealna
UPS	Uninterruptible Power Supply: zasilacz awaryjny, podtrzymuje zasilanie urządzeń na czas zaniku napięcia z sieci

Skąd się wzięło

> **Pojęcie: klimatyzacja precyzyjna.** Klimatyzacja zbudowana do pracy przez całą dobę i cały rok, która trzyma temperaturę i wilgotność w wąskich granicach, a nie tylko „przyjemnie”. W serwerowni to ona jest warunkiem pracy sprzętu, a nie dodatkiem.

Nowoczesna klimatyzacja nie powstała dla ludzi ani dla komputerów, tylko dla papieru. W lipcu 1902 roku Willis Carrier dostał zlecenie od drukarni Sackett-Wilhelms Lithographing na Brooklynie, w której wilgotne powietrze rozciągało papier i farby nie trafiały w siebie. Zbudował urządzenie, które trzymało wilgotność na stałym poziomie, około 55 procent [1]. Chodziło o stabilność procesu, i tak samo jest z serwerami.

Komputery szybko dołożyły własny problem. ENIAC, pokazany publicznie w lutym 1946 roku, miał około 18 tysięcy lamp i brał około 150 kW, a niemal cały ten prąd zamieniał się w ciepło [2]. Chłodziły go dmuchawy, a termostaty wyłączały maszynę, gdy robiło się za gorąco [3]. W 1965 roku firma Liebert wprowadziła klimatyzatory zaprojektowane specjalnie do sal komputerowych, z regulacją temperatury i wilgotności [4].

Potem było już tylko gęściej. Cray-2 z 1985 roku pływał w cieczy, a nie w powietrzu [5]. Początek lat dziewięćdziesiątych przyniósł układ zimnych i gorących korytarzy, który według części źródeł opisał w 1992 roku Robert Sullivan z IBM [6]. W 2007 roku The Green Grid spopularyzowało wskaźnik PUE [7]. Dziś szafy z akceleratorami AI mają tyle mocy, że powietrze przestaje wystarczać, więc rośnie chłodzenie cieczą [8].



Rysunek 1. Oś czasu chłodzenia komputerów: od drukarni na Brooklynie przez ENIAC-a i klimatyzatory dla sal komputerowych po chłodzenie cieczą. Oś nie jest w skali. (kliknięcie otwiera

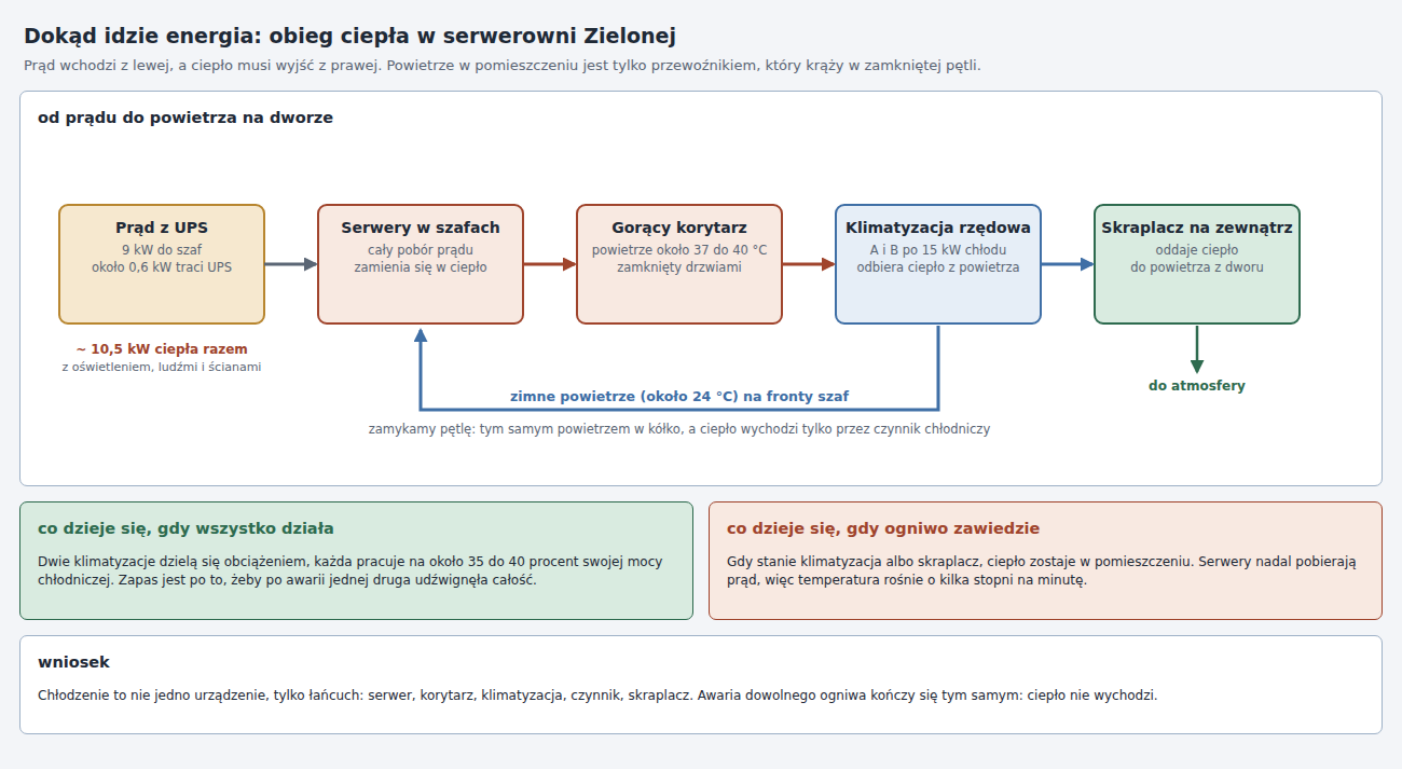
pełny rozmiar)

Polski wątek jest daleki. W kwietniu 1883 roku w Krakowie Zygmunt Wróblewski i Karol Olszewski skroplili tlen, co otworzyło technikę niskich temperatur [9]. Udokumentowanego polskiego wkładu w klimatyzację serwerowni nie znaleźliśmy, więc go nie dopisujemy.

> **Pojęcie: PUE (Power Usage Effectiveness).** Stosunek całej energii pobranej przez centrum danych do energii pobranej przez sprzęt IT. Wartość 1,0 oznaczałaby brak strat, a największe centra danych chwalą się wartościami około 1,1 [7].

Jak to działa w jednym obrazku

Serwerownia to system, w którym prąd wchodzi, a ciepło wychodzi. Każdy wat pobrany przez serwery staje się ciepłem w pokoju. Powietrze jest tylko przewoźnikiem: zabiera ciepło z serwerów, oddaje je w klimatyzatorze, a klimatyzator wyrzuca je na dwór.



Rysunek 2. Obieg ciepła w serwerowni Zielonej: prąd z UPS zamienia się w ciepło w szafach, gorący korytarz oddaje je klimatyzacji rzędowej, a skraplacz na zewnątrz wypuszcza je do atmosfery. Warto zauważyć, że awaria dowolnego ogniwa kończy się tym samym: ciepło zostaje w pokoju. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Dlatego w tej książce nie ma „temperatury pokoju”. Liczy się temperatura powietrza na wlocie serwera, a ta zależy od tego, czy zimne powietrze dociera do frontu szafy, a gorące nie wraca.

Dlaczego Zielona

> **Z ŻYCIA WZIĘTE**
>
> Sobota w sierpniu, 2:40. Na zewnątrz 29 °C, a w Pamiątkowie wyskakuje zabezpieczenie i obie klimatyzacje stają po krótkim zaniku napięcia. UPS trzyma serwery przy życiu, więc grzeją się dalej. Pierwszy alarm przychodzi SMS-em z `wej01`, ale Tomek ma telefon na cichym. Gdy o 3:10 dociera do serwerowni, `hv02` już zwolnił procesor, a w gorącym korytarzu jest ponad 50 °C.

W tej scenie nie ma winnego ani awarii z kosmosu. Jest ciepło, które nigdzie nie ma wyjść, i kilka minut zapasu, o którym dotąd nikt nie pomyślał. Strona Planowanie chłodzenia: bilans, zapas N+1, awaria klimatyzacji pokazuje, ile tych minut naprawdę mamy.

Zielona ma dziewięć kilowatów sprzętu w pokoju 7,2 na 5,4 metra, dwie klimatyzacje rzędowe po 15 kW i brak podłogi technicznej. Wystarczająco dużo, żeby awaria bolała, i za mało ludzi, żeby ktoś siedział w serwerowni po godzinach.

Mapa tej książki

Sześć stron idzie od teorii do praktyki, a siódma to projekt do zbudowania samemu.

Strona	Na jakie pytanie odpowiada
Bilans cieplny: waty, BTU i ile powietrza potrzeba	Skąd bierze się ciepło w serwerowni i ile powietrza musi je unieść
Przepływ powietrza: szafa, korytarze, bypass i recyrkulacja	Którędy powinno iść powietrze i co je rozbija
Klimatyzacja serwerowni: rodzaje, free cooling i czynniki chłodnicze	Czym różni się klimatyzator precyzyjny od zwykłego i które rozwiązanie pasuje do nas
Planowanie chłodzenia: bilans, zapas N+1, awaria klimatyzacji	Ile mocy potrzebujemy, co się stanie po awarii i czy zmieścimy szafę R6
Odbiór i serwis klimatyzacji: lista kontrolna, F-gazy, przeglądy	Co sprawdzamy przy odbiorze, jak serwisujemy i jakie mamy obowiązki prawne
Mapa cieplna na ESP32: ΔT szafy i różnica ciśnień (DIY)	Jak zbudować czujniki, które pokażą, czy powietrze płynie dobrze

Powiązane: Serwerownia Zielonej: gdzie stoją czujniki i dokąd płyną alarmy, Od przyłącza do zasilacza serwera: rozdzielnica, zabezpieczenia, tory A i B, Warstwa fizyczna: wszystko, czego nie widać w terminalu

Źródła:

1. Wikipedia, Willis Carrier
2. Wikipedia, ENIAC
3. ETHW, Milestones: Electronic Numerical Integrator and Computer, 1946
4. Wikipedia, Liebert Corporation oraz Computer room air conditioning
5. Wikipedia, Cray-2
6. Wikipedia, Hot aisle/cold aisle containment
7. Wikipedia, Power usage effectiveness
8. Wikipedia, Data center cooling oraz Immersion cooling
9. Dzieje.pl, skroplenie tlenu przez Wróblewskiego i Olszewskiego w Krakowie, 1883

Revision #14
Created 2026-10-03 12:08:47 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-26 14:19:51 UTC by Tomasz Konieczny