

Klimatyzacja precyzyjna Serwerowni, Data Center i UPS-ów



I. PODZIAŁ NOWOCZESNYCH SERWEROWNI

(gęstość mocy + dystrybucja powietrza)

- ▶ **Konwencjonalne**
- ▶ **Rzędowe**
- ▶ **Dedykowane**



SERWEROWNIE KONWENCJONALNE

(strategia funkcjonowania - chłodzenie pomieszczenia)

- ▶ gęstość mocy - $5 \div 10$ kW/rack'a
- ▶ dystrybucja powietrza – zalecana podwójna podłoga
- ▶ systemy klimatyzacyjne – szafa precyzyjnej klimatyzacji CRAC

ZALETY I WADY PODWÓJNEJ PODŁOGI:

ZALETY:

- plenum nawiewne o maksymalnej wydajności
- łatwość zapewnienia nawiewu powietrza w każdym miejscu serwerowni
- elastyczność – możliwość łatwej dyspozycji objętością plenum nawiewnego w zależności od wysokości podwójnej podłogi
- możliwość dostępu w każde miejsce do przestrzeni podpodłogowej
- możliwość prowadzenia okablowania strukturalnego i instalacji zasilających, itp.
- łatwe czyszczenie
- tłumienie głośności pracy szaf CRAC

WADY:

- ▶ brak możliwości precyzyjnego wyliczenia wartości nawiewu w wytypowanym miejscu
- ▶ nieszczelności zwiększające się wraz ze wzrostem nadciśnienia podpodłogowego;
- ▶ zbyt niska wysokość podłogi wymuszona niskimi pomieszczeniami
- ▶ dużo niekontrolowanych strat nadciśnienia w przestrzeni podpodłogowej, wynikających z wielu dodatkowych niepotrzebnych otworów: instalacyjnych, montażowych, niestaranności montażu płyt (stepowanie), słabe zabezpieczenia przejść przez podłogę instalacji okablowania strukturalnego
- ▶ zakłócenia przepływów podpodłogowych wynikające z niekontrolowanych strumieni przepływu powietrza (ciśnienie dynamiczne)
- ▶ zakłóceń spowodowanych przez okablowania strukturalne i inne instalacje prowadzone pod podłogą
- ▶ powstawanie zjawiska kondensacji przy niskich temperaturach nawiewu
- ▶ wymóg starannego montażu podłogi, szczelnego zespojenia jej ze ścianami serwerowni
- ▶ przygotowania odpowiedniego podłoża betonowego pod podłogą
- ▶ trudności szybkiej lokalizacji przecieku

ANALIZA PRACY PODWÓJNEJ PODŁOGI JAKO PLENUM NAWIEWNEGO

- ▶ Rejon $0 \div 1,2\text{m}$ od miejsca lokalizacji szafy CRAC
- ▶ Rejon powyżej 7m od miejsca lokalizacji szafy
CRAC
- ▶ Efekt Venturiego

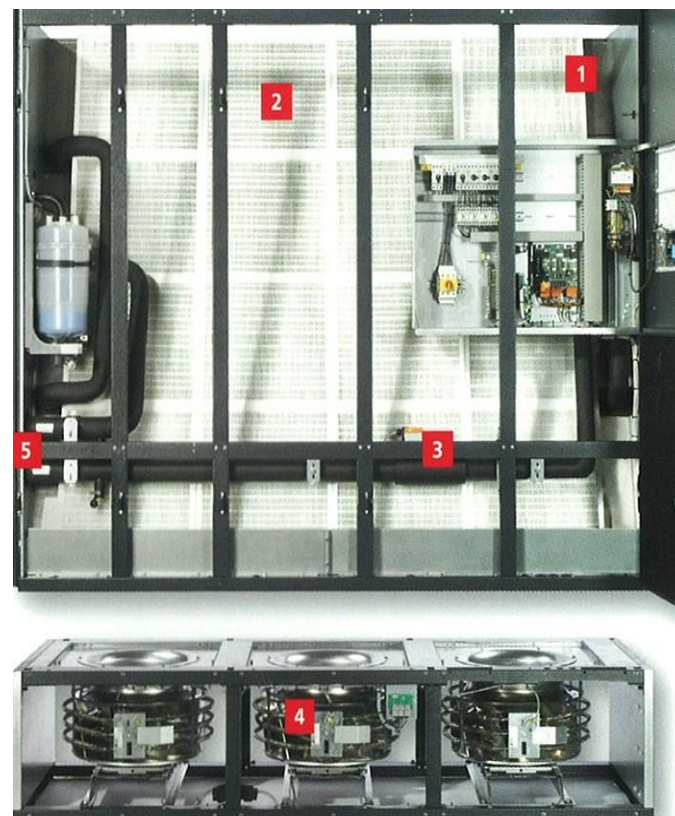
SERWEROWNIE KONWENCJONALNE

NOWE ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

- ▶ wentylator nawiewny z szafy precyzyjnej klimatyzacji bezpośrednio zamontowany w przestrzeni podpodłogowej
- ▶ obniżenie oporów przepływu powietrza w szafie precyzyjnej klimatyzacji przy jednoczesnym wzroście jej wydajności nawiewu
- ▶ zastosowanie wentylatora nawiewnego zamontowanego w płycie podłogi podniesionej (aktywna podłoga) do eliminacji pojedynczych „hot spotów”







SERWEROWNIE Z CHŁODZONYMI KORYTARZAMI tzw. COLD AISLE

(strategia funkcjonowania chłodzenia przestrzeni zimnych korytarzy)

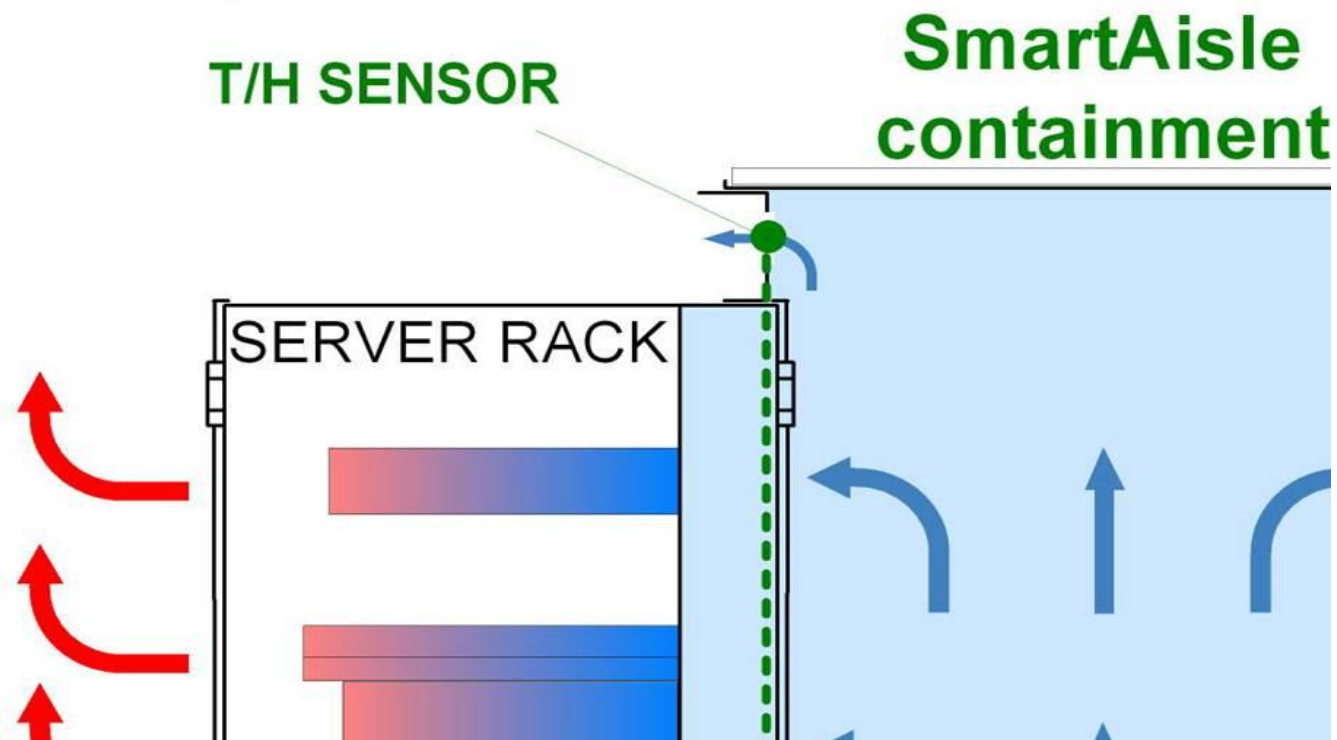
- ▶ gęstość mocy powyżej 10kW/rack'a
- ▶ dystrybucja powietrza – podwójna podłoga + system zimnych i gorących korytarzy
- ▶ systemy klimatyzacyjne – szafa precyzyjnej klimatyzacji CRAC
- ▶ wentylatory podłogowe, tzw. „podłoga aktywna” ACTIVE FLOOR
- ▶ moduły chłodzące poziome i pionowe, jednostki IN ROW
- ▶ zabudowa zimnych i gorących korytarzy

ZABUDOWA ZIMNYCH KORYTARZY (nowe rozwiązania techniczne cd.)

- ▶ **KOMPLEKSOWA** – w celu osiągnięcia maksymalnej szczelności
- ▶ **SMART AISLE** – nowe rozwiązanie w technologii pracy zimnego korytarza

SMART AISLE

OMÓWIENIE ZASAD DZIAŁANIA

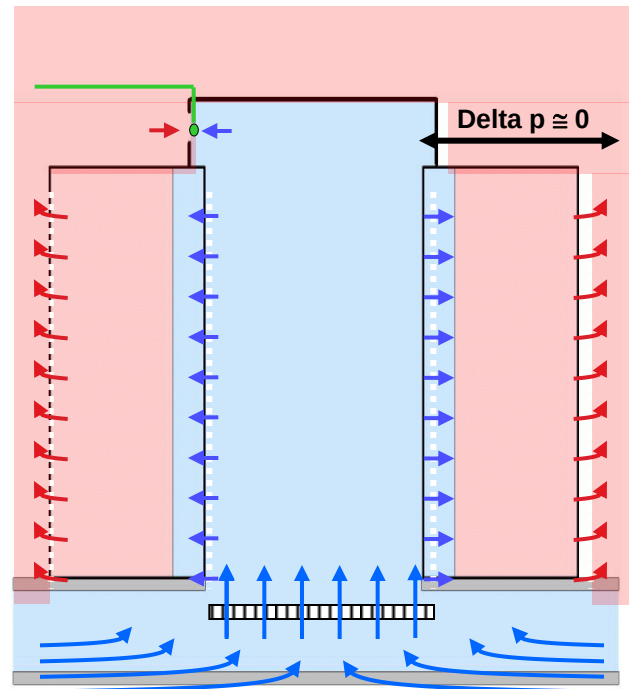
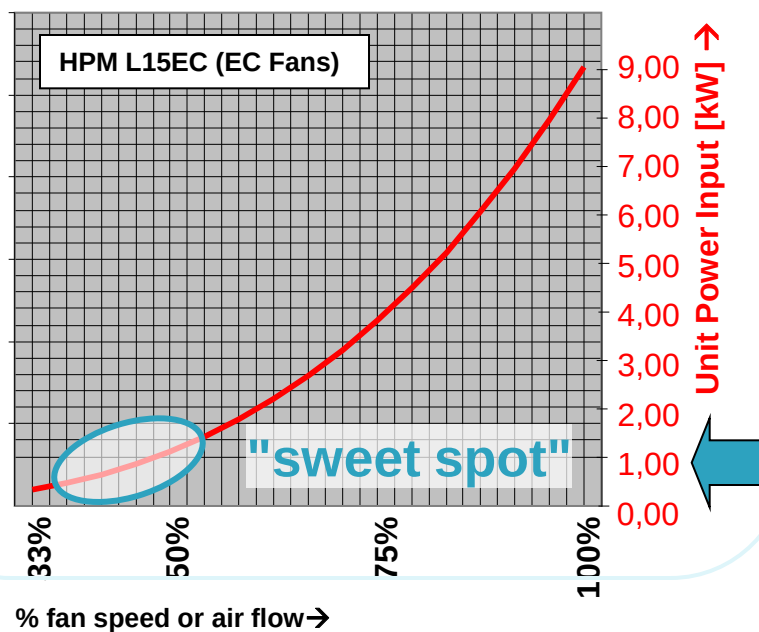




iCOM



EC FAN – dynamiczna kontrola



Serwerownia COLD AISLE – nowe rozwiązanie techniczne

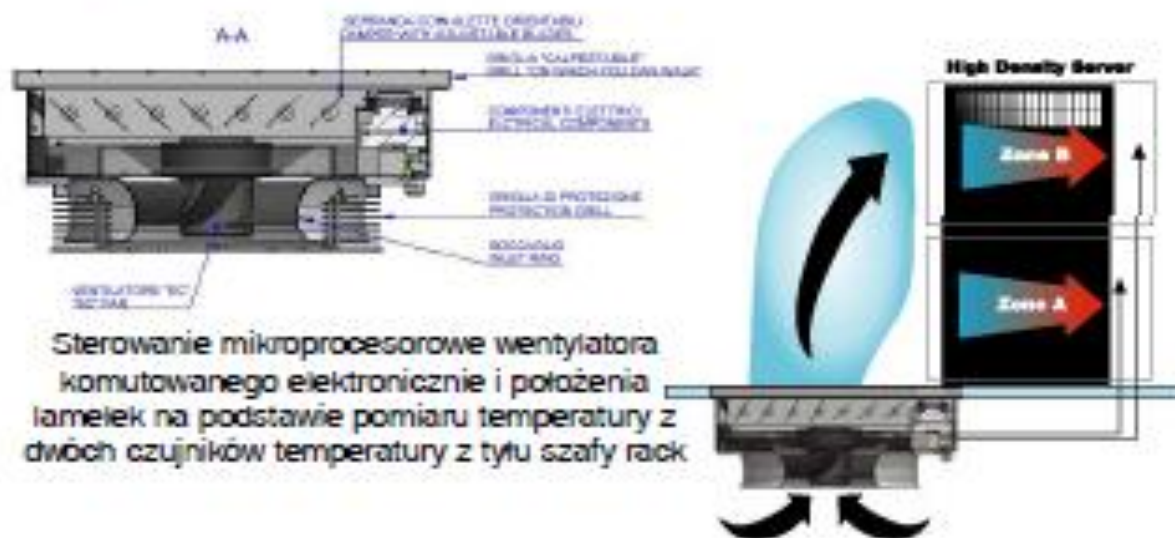
**Zastosowanie wentylatorów nawiewnych w płytach
podpodłogowych:**

ACTIVE FLOOR

AIR BOOSTER

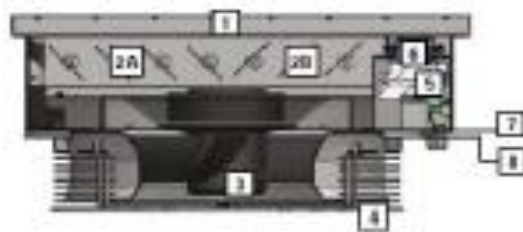
Klimatyzacja precyzyjna dla DATA CENTER – HIGH DENSITY

Aktywna podłoga – do 15kW w szafie rack



Klimatyzacja precyzyjna dla DATA CENTER – HIGH DENSITY

Aktywna podłoga – do 15kW w szafie rack



- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 Floor grille | 6 Electrical panel |
| 2A Adjustable vanes - Sect. A | 7 Microprocessor control |
| 2B Adjustable vanes - Sect. B | 7 Temperature sensor - Zone A |
| 3 EC Fan | 8 Temperature sensor - Zone B |
| 4 Protection grill | |

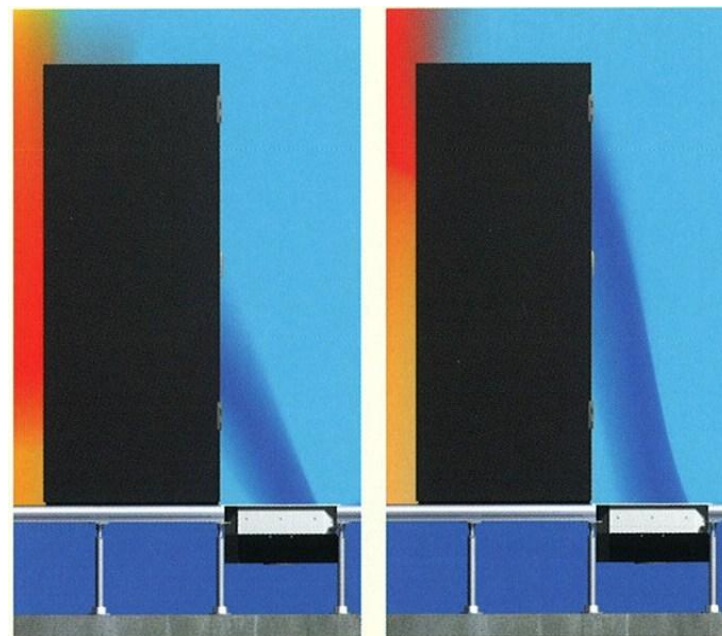
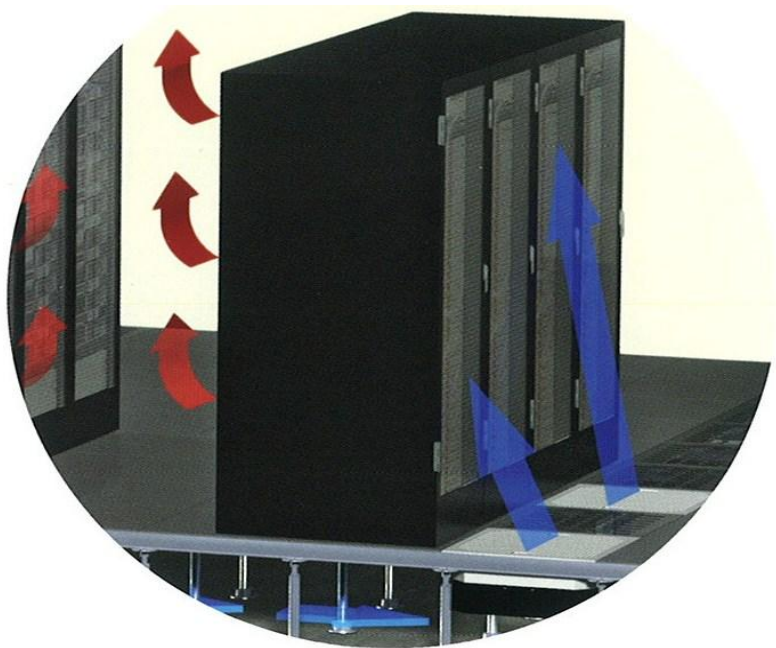




Air Booster



Air Booster Pro



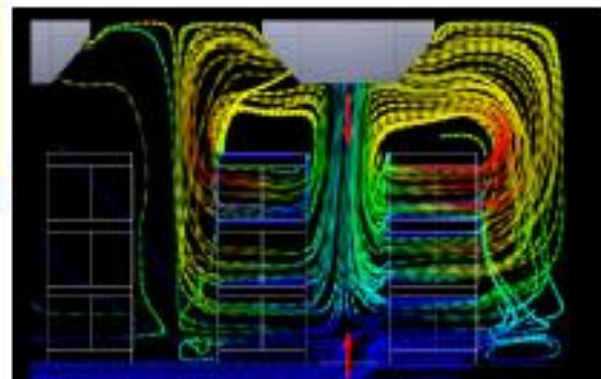
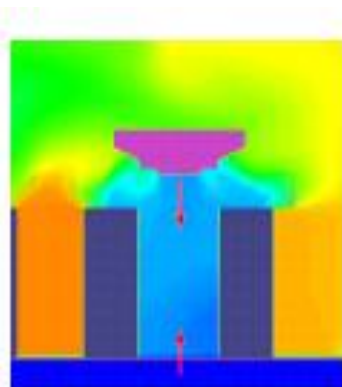
ANALIZA PRACY WENTYLATORA ZAMONTOWANEGO W PŁYCCIE PODPODŁOGOWEJ

- ▶ zakłócenie wartości nadciśnień przez utratę kontroli wartości nadciśnienia podpodłogowego w rejonie pracy wentylatora
- ▶ konieczność inteligentnej współpracy pomiędzy:
 - wentylatorem szafy precyzyjnej klimatyzacji,
 - wentylatorami w płycie podłogowej
 - wentylatorami serwera
 - rozbudowany system sterowania z uwzględnieniem redundancji)
- ▶ konieczny bilans wydajności pomiędzy współpracującymi wentylatorami

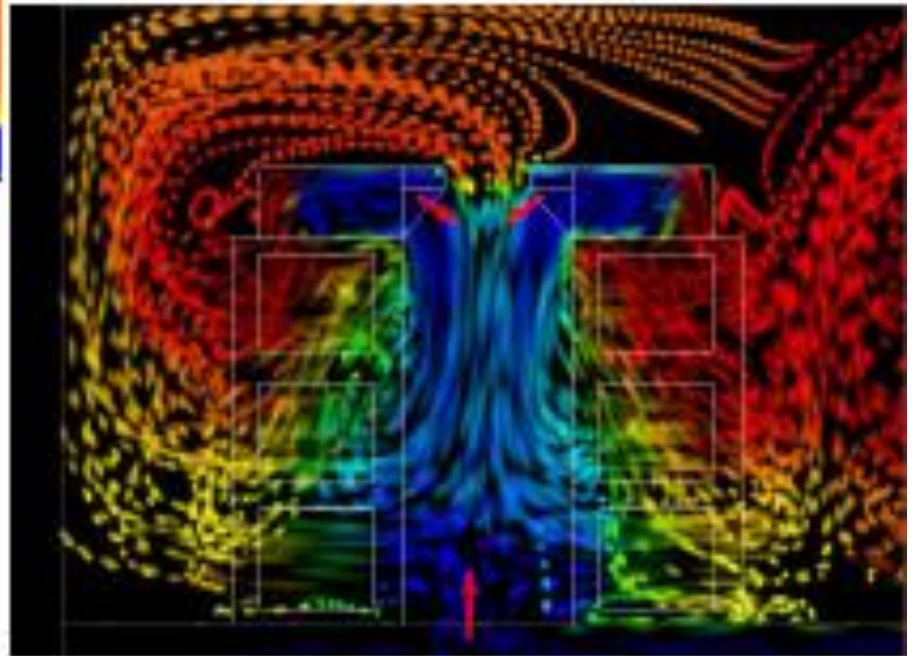
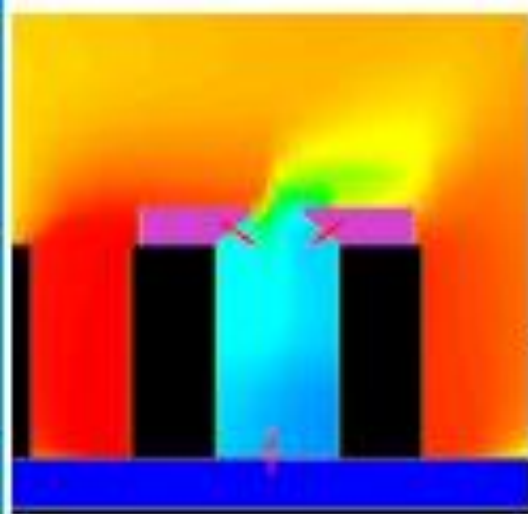
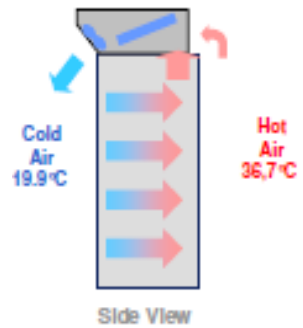
Moduły chłodzące

- ▶ moduły boczne - nadstawki na rack'a
- ▶ moduły nad korytarzem zimnym
- ▶ moduły stojące
- ▶ szafy IN ROW

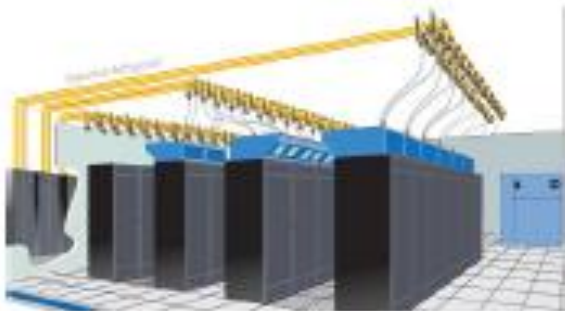
**XDO20 New
16 kW**



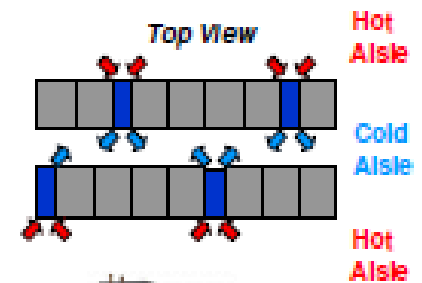
XDV10 New
8 kW



MODUŁY STOJĄCE



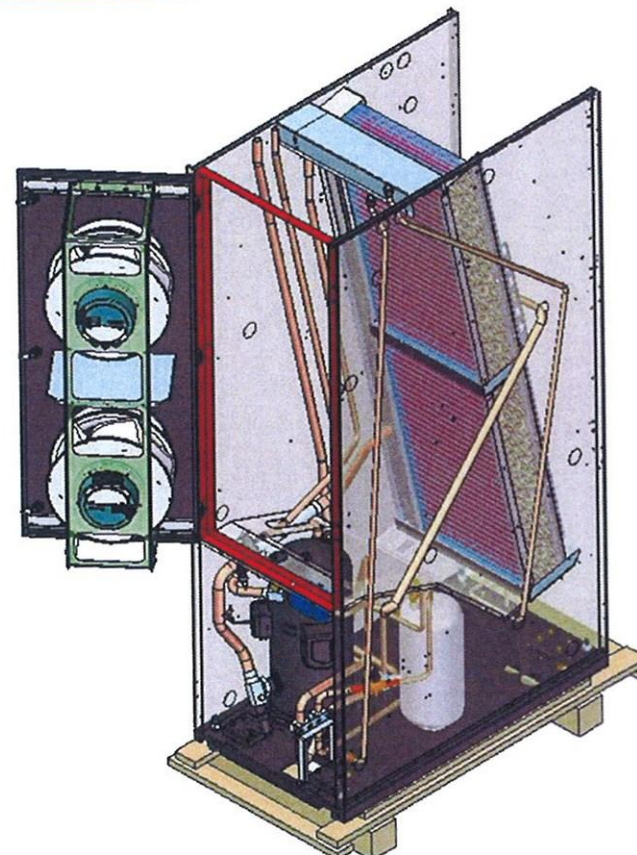
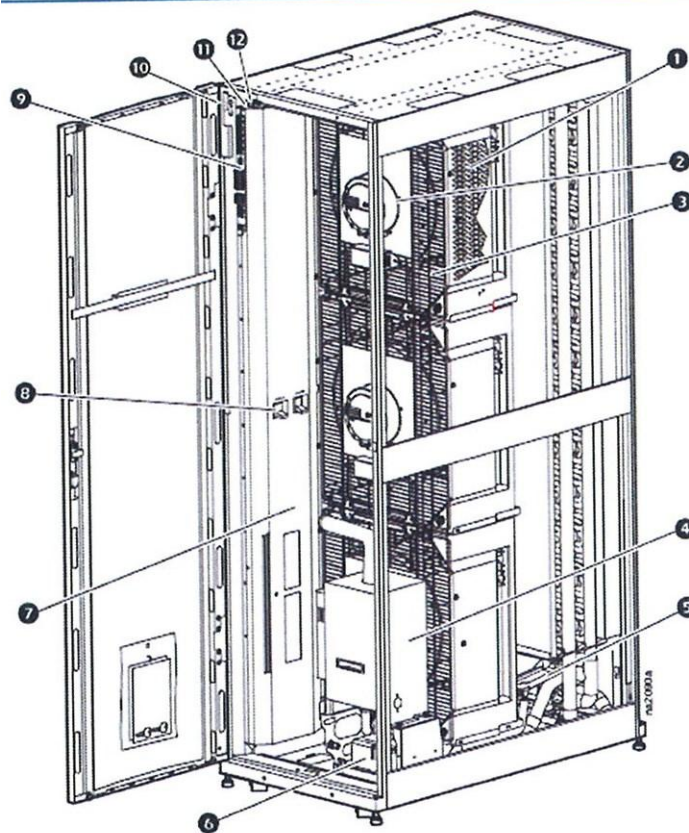
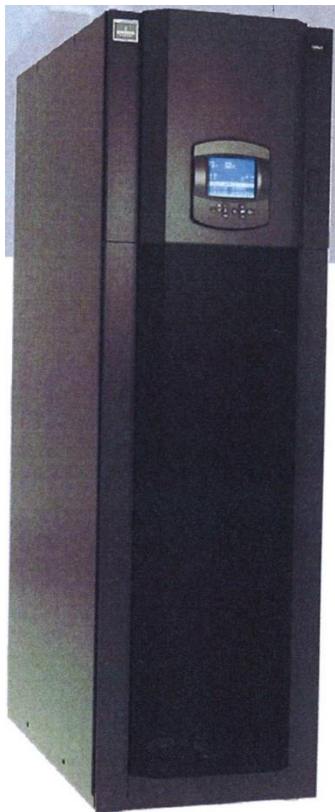
IN ROW



IN ROW



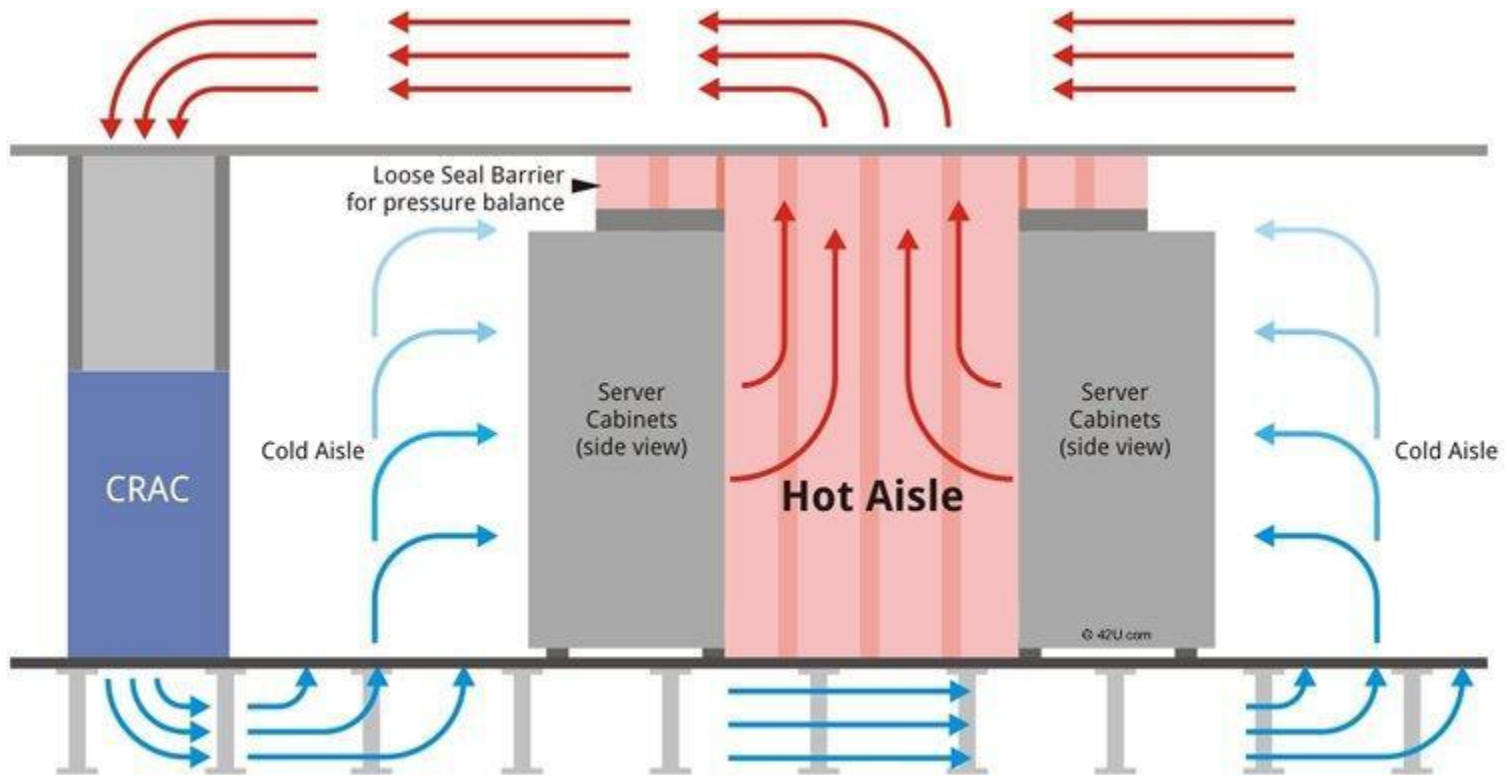
IN ROW



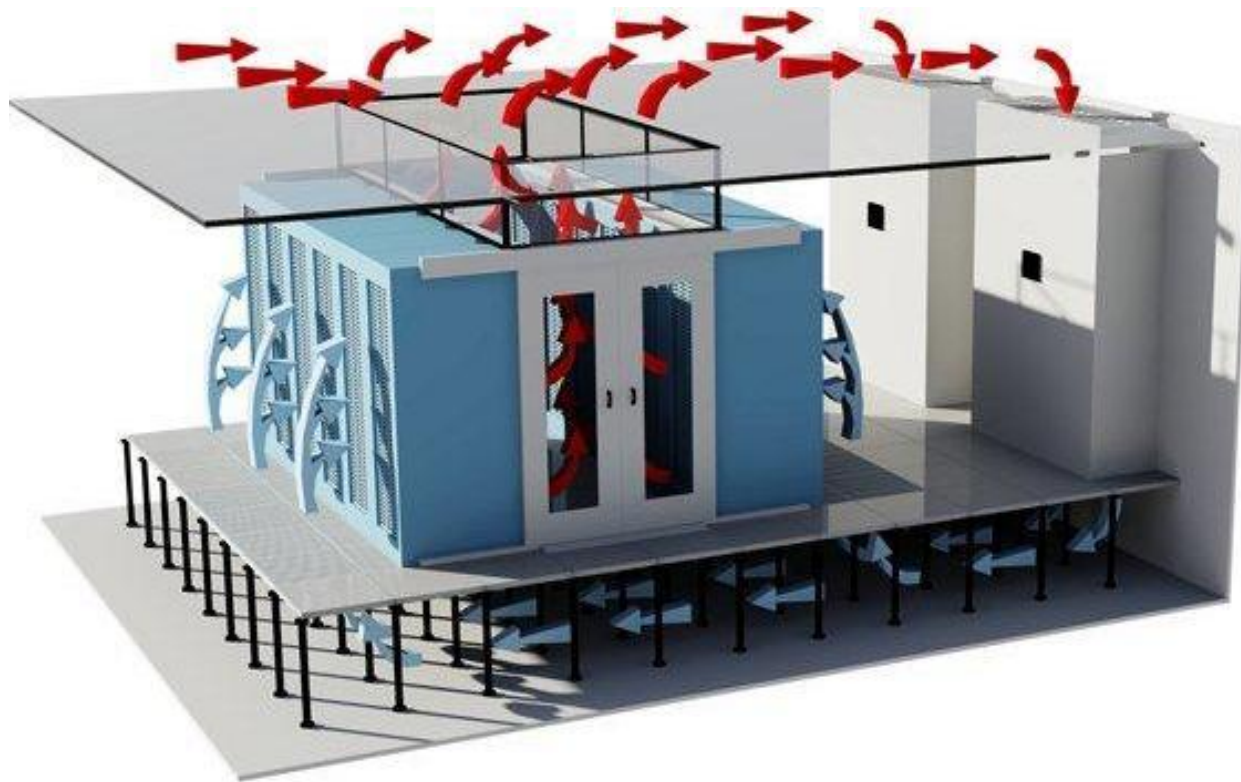
SERWEROWNIA Z ZAMKNIĘTYMI GORĄCYMI KORYTARZAMI tzw. HOT AISLE

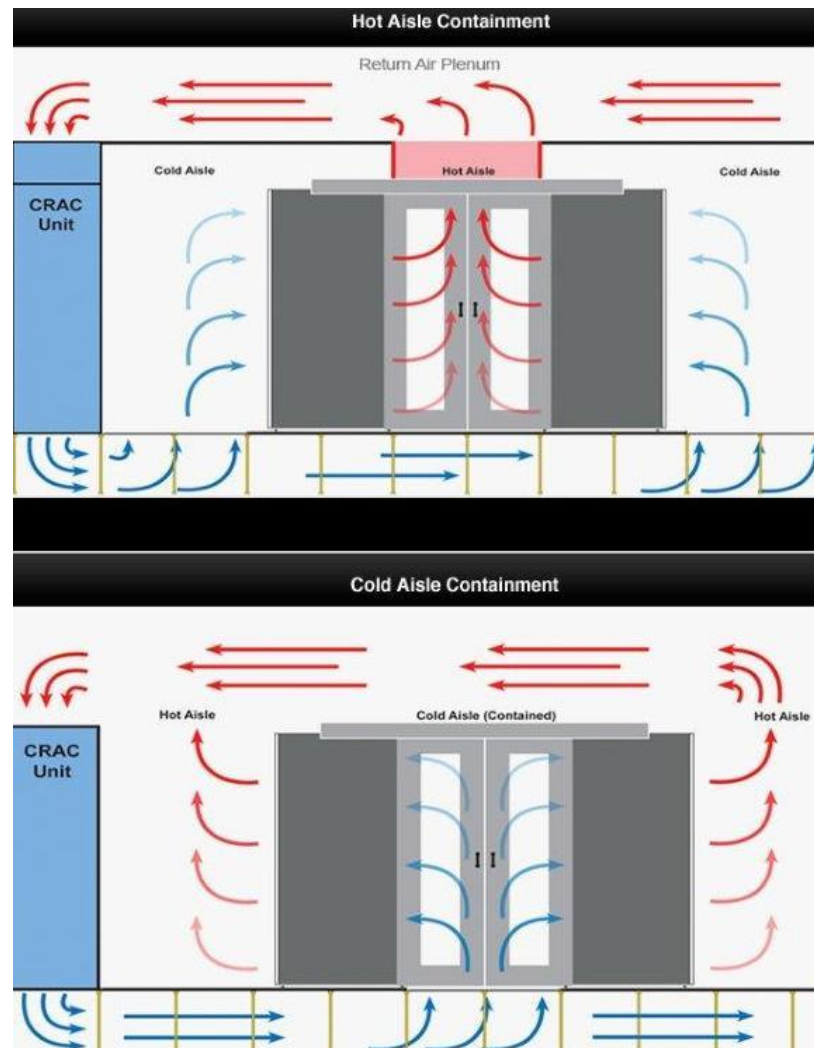
(strategia chłodzenia przestrzeni gorących korytarzy)

- ▶ dystrybucja powietrza powrotnego – bezpośrednio do szafy CRAC lub przez strop podwieszony w rejon zasysania szafy
- ▶ zalety energooszczędność
- ▶ mankamenty - trudności bezpośredniego sterowania temperaturą nawiewu









STROP PODWIESZONY

Analiza pracy stropu

ZALETY:

- ▶ oddzielenie strefy o najwyższej temperaturze od stref o najniższej temperaturze
- ▶ uporządkowanie przepływu gorącego powietrza powrotnego
- ▶ tłumienie
- ▶ stworzenie możliwości bezpośredniej dystrybucji gorącego powietrza w rejon szafy CRAC

WADY:

- ▶ brak możliwości regulacji przepływu powietrza w przestrzeni podstropowej
- ▶ wyspy ciepła
- ▶ zagrożenia osadzania się zanieczyszczeń w rejonie podstropowym i ich kontaminacji

SERWEROWNIE Z CHŁODZENIEM DEDYKOWANYM

**(strategia chłodzenia bezpośredniego urządzeń
lub najbliższej okolicy ich posadowienia)**

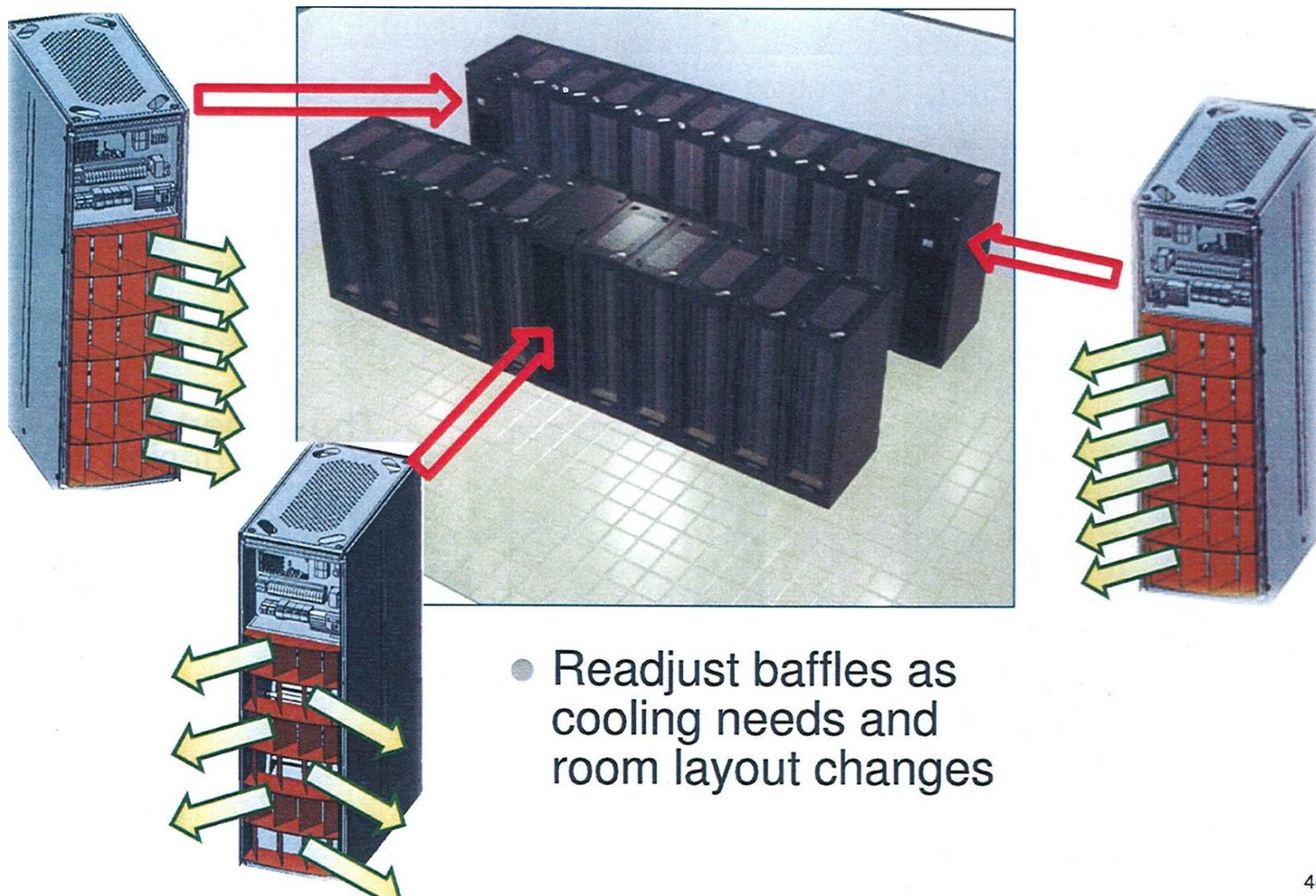
rejon powstawania emisji max wysokich zysków ciepła z miejsc, gdzie zlokalizowano największe gęstości mocy do 30kW/rack i więcej

- ▶ dystrybucja powietrza - zalecana podwójna podłoga + zabudowany zimny korytarz
- ▶ krótka droga powrotu maksymalnie gorącego powietrza wydmuchiwanego z rack'ów o temperaturze 30°C i więcej w rejon szafy CRAC
- ▶ systemy klimatyzacyjne IN ROW, CRAC, ACTIVE FLOOR

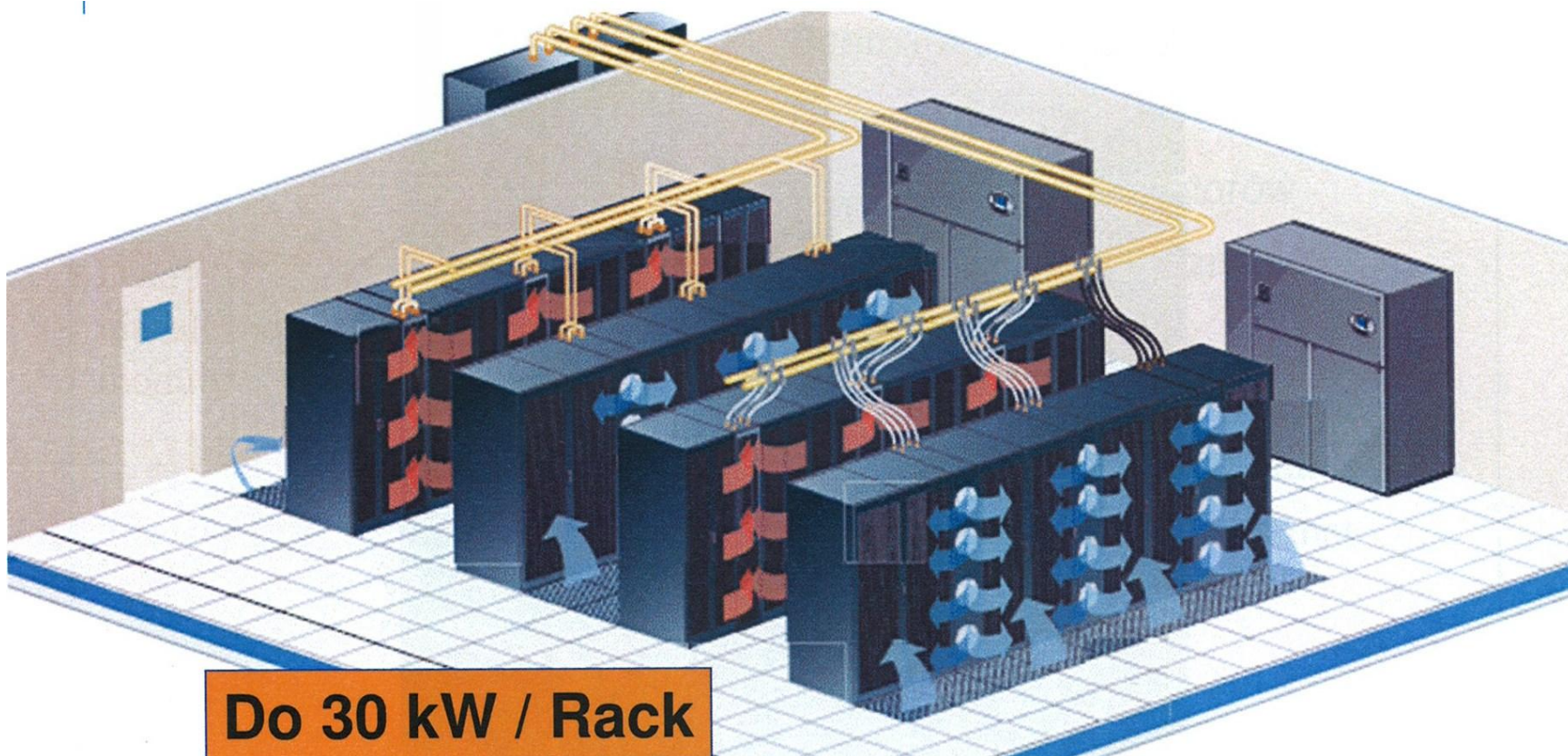
Tendencje rozwojowe w chłodzeniu dedykowanym

1. Stały wzrost mocy chłodniczej z jednostek IN ROW (dążenie producenta tych urządzeń jako odpowiedzi na tendencje wzrastania gęstości mocy z urządzeń elektrycznych ponad 30kW z jednostki)
2. Dążenie do bezpośredniego chłodzenia HOT SPOT-ów
3. Stosowanie rozwiązań energooszczędnych poprzez podnoszenie górnej granicy temperatury w serwerowni
4. Systemy klimatyzacyjne – tworzenie rozwiązań mieszanych:
 - ▶ p/w dystrybucji chłodu CRAC, IN ROW, ACTIVE FLOOR
 - ▶ p/w systemów zabudowy
 - ▶ p/w roboczych czynników chłodzących

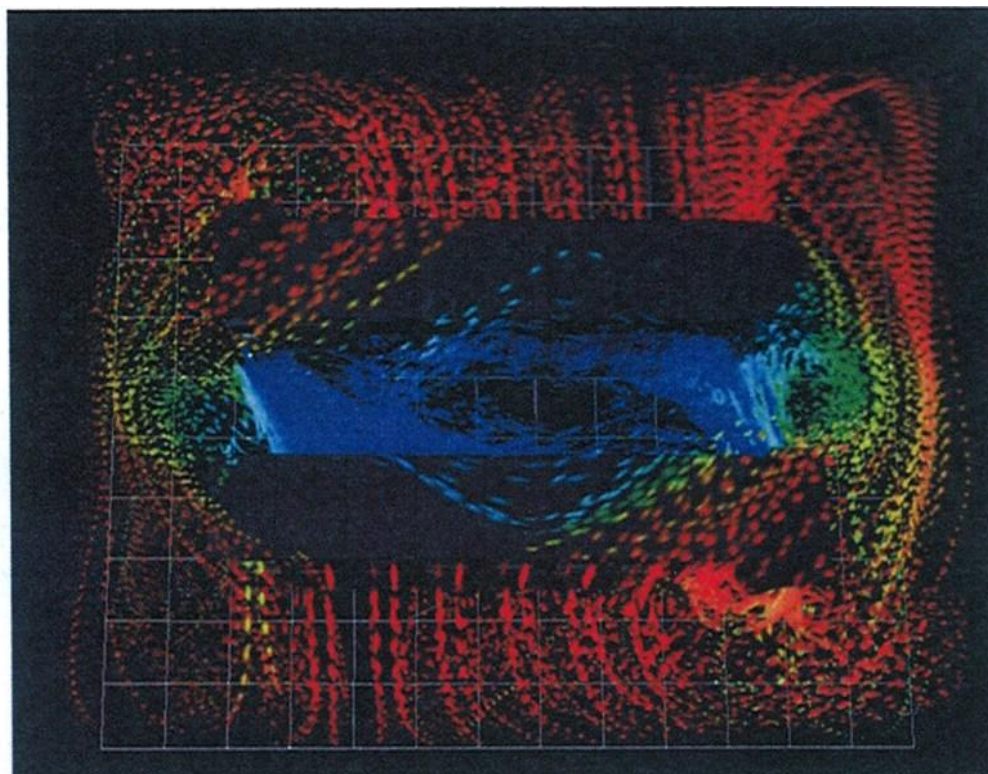


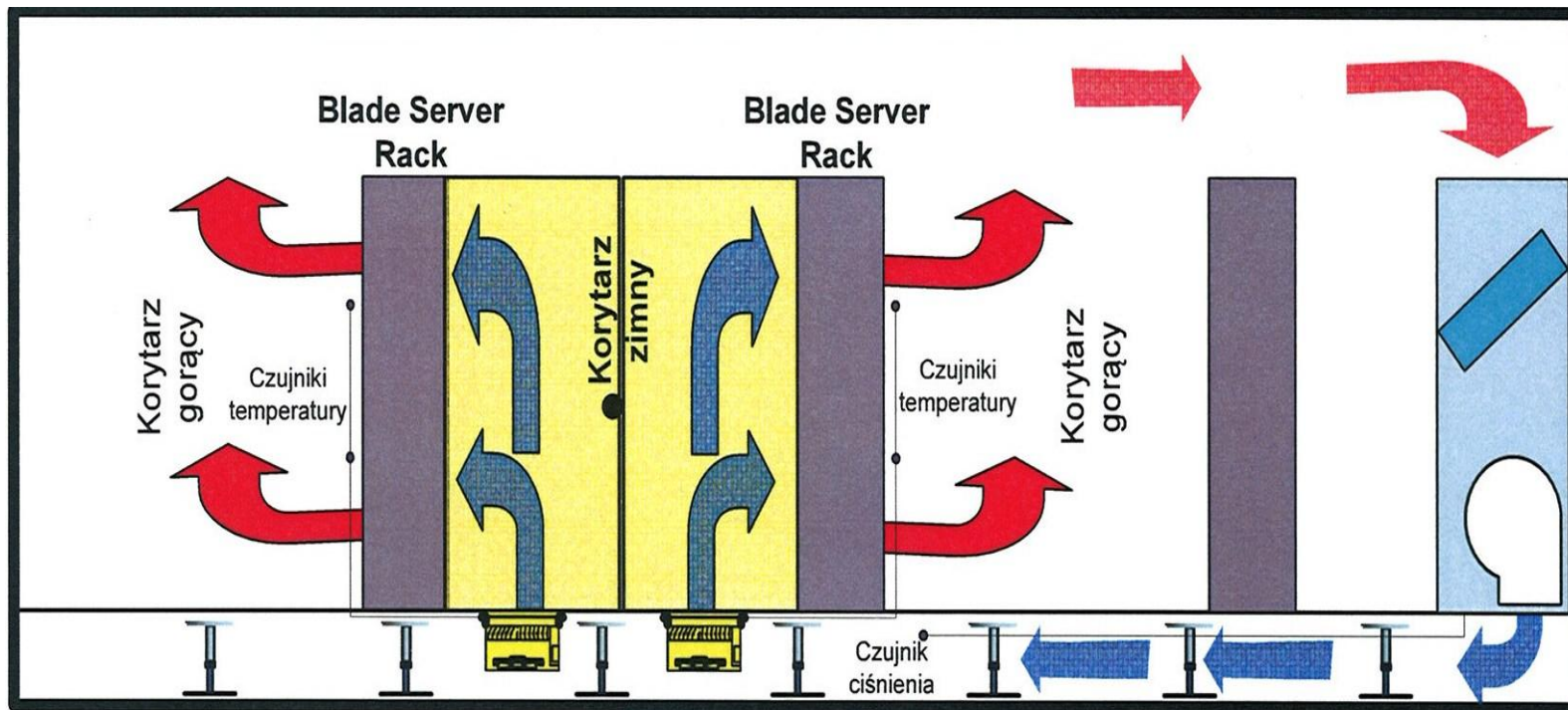


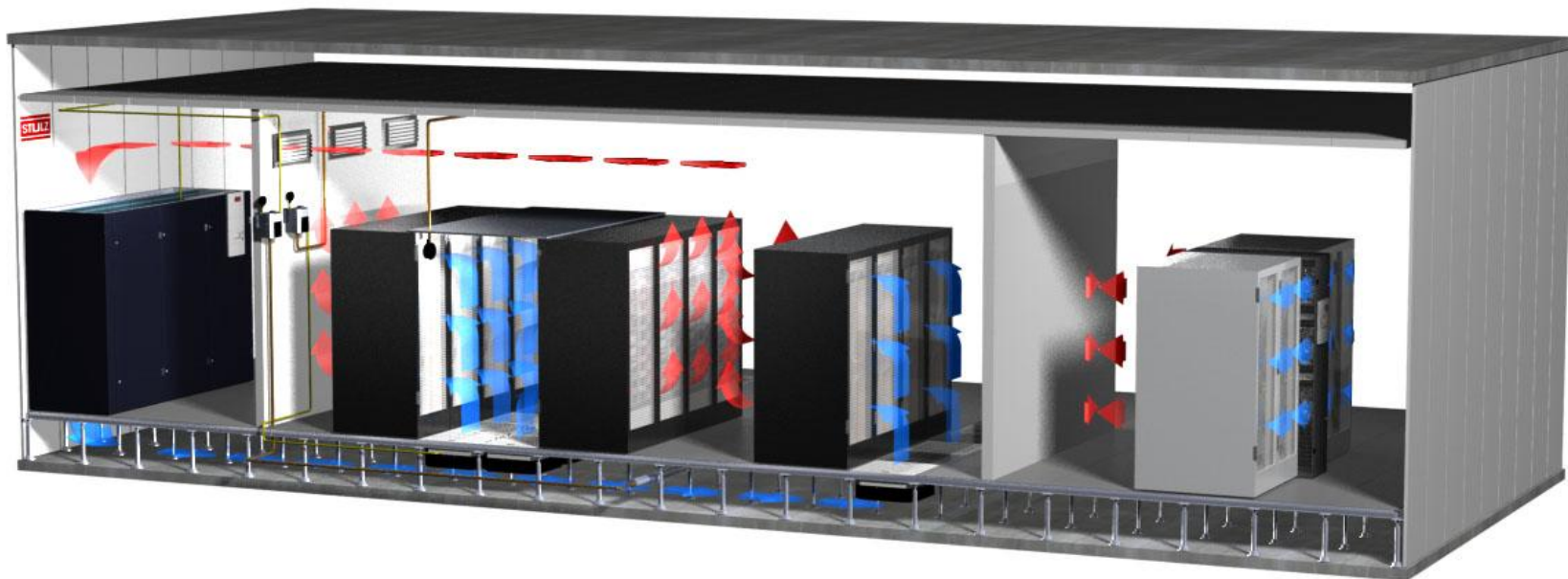
4€



Do 30 kW / Rack







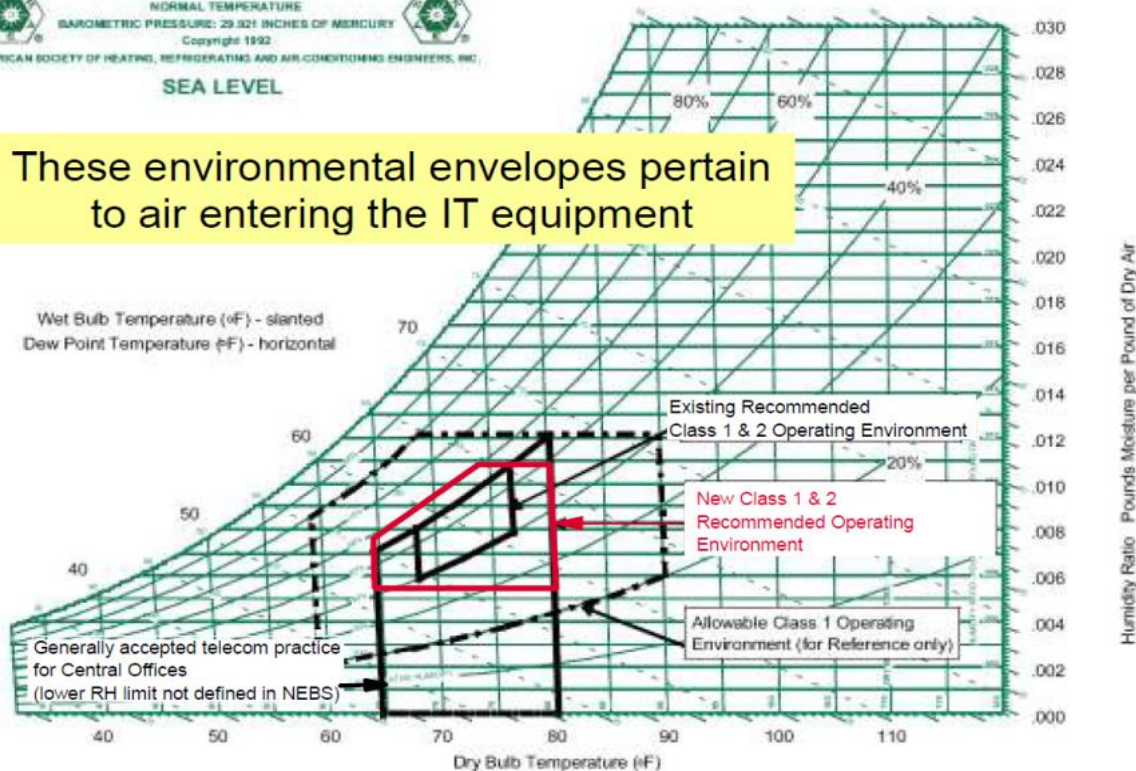
Rozwiązania klasyczne

- ▶ temperatura powietrza powrotnego 24° C, wilgotność 50% RH
- ▶ temperatura chłodzenia (woda/glikol) 7/12 ° C
- ▶ temperatura powietrza nawiewnego od 14 ° C

Rozwiązania SMART AISLE

- ▶ wykorzystanie zjawiska freecoolingu
- ▶ temperatura powietrza powrotnego 36 ° C, wilgotność 28% RH
- ▶ temperatura chłodziwa 18/24 ° C
- ▶ temperatura powietrza nawiewanego 21 ° C

These environmental envelopes pertain to air entering the IT equipment



	2004 Version	2008 Version
Low End Temperature	20°C (68° F)	18°C (64.4° F)
High End Temperature	25°C (77° F)	27°C (80.6° F)
Low End Moisture	40% RH	5.5°C DP (41.9° F)
High End Moisture	55% RH	60% RH & 15°C DP (59° F DP)

II. NEGATYWNE ZJAWISKA W SERWEROWNII

RECYRKULACJA:

- ▶ zewnętrzna
- ▶ wewnętrzna

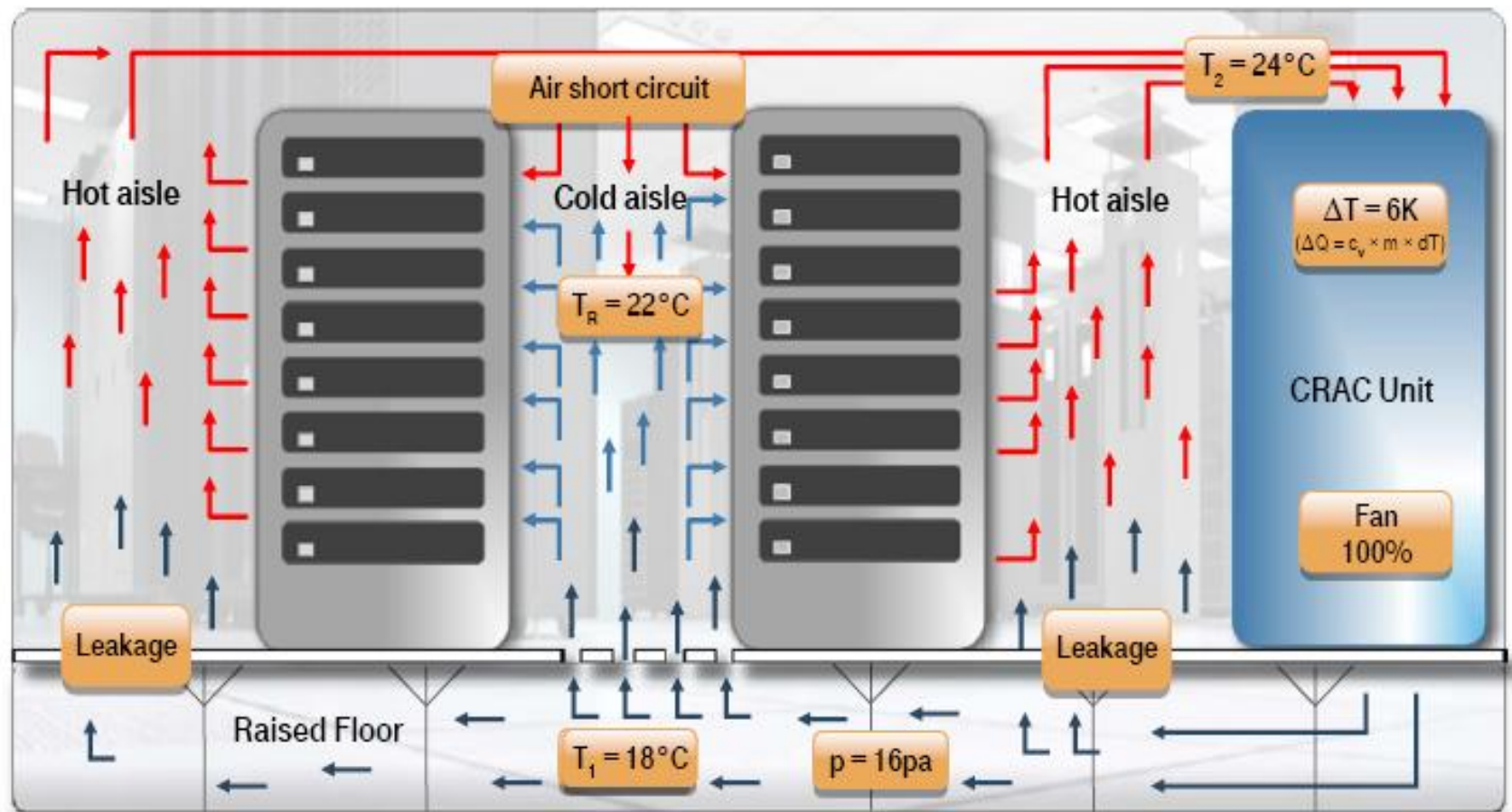
RECYRKULACJA ZEWNĘTRZNA:

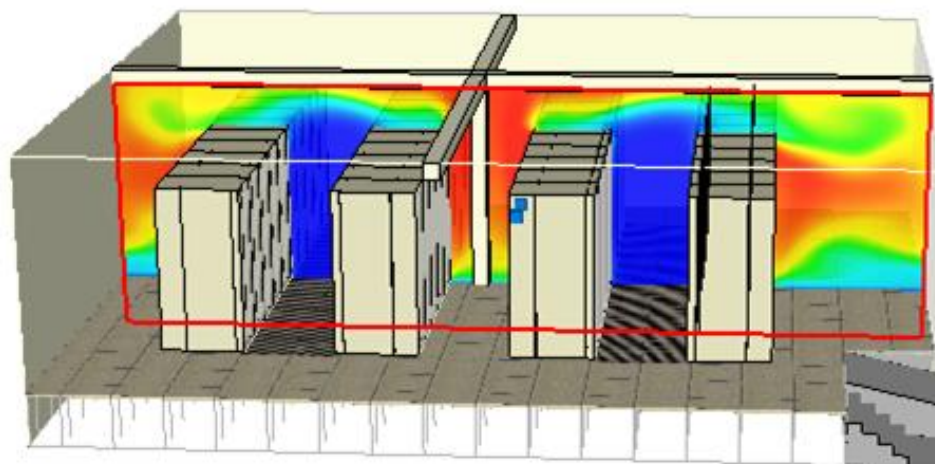
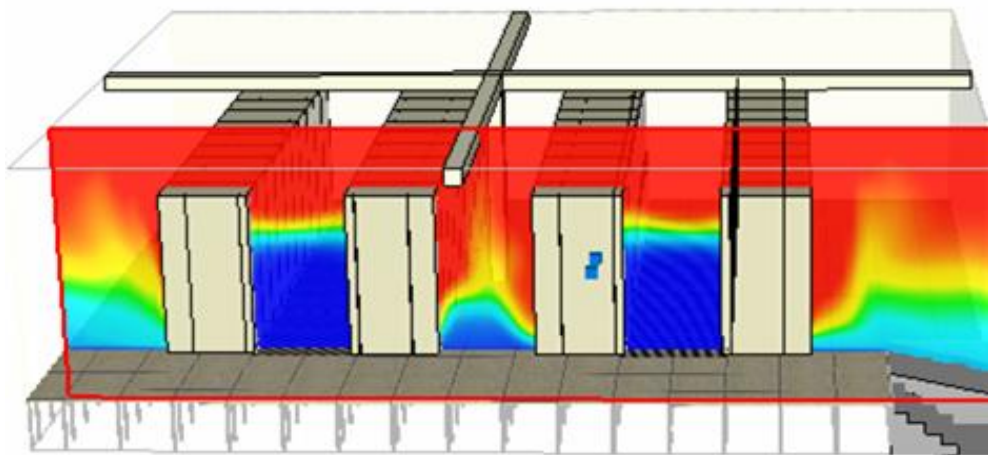
SHI – Supply Heat Index – stopień pomieszania gorącego powietrza

wychodzącego z rack'ów z zimnym powietrzem nawiewanym do strefy zimnego korytarza (niekorzystne podwyższenie temperatury powietrza chłodzącego rack'a)

RHI – Return Heat Index – stopień zmieszania (schłodzenia) gorącego powietrza powracającego do szafy z zimnym powietrzem (niekorzystne obniżenie temperatury powietrza powrotnego)

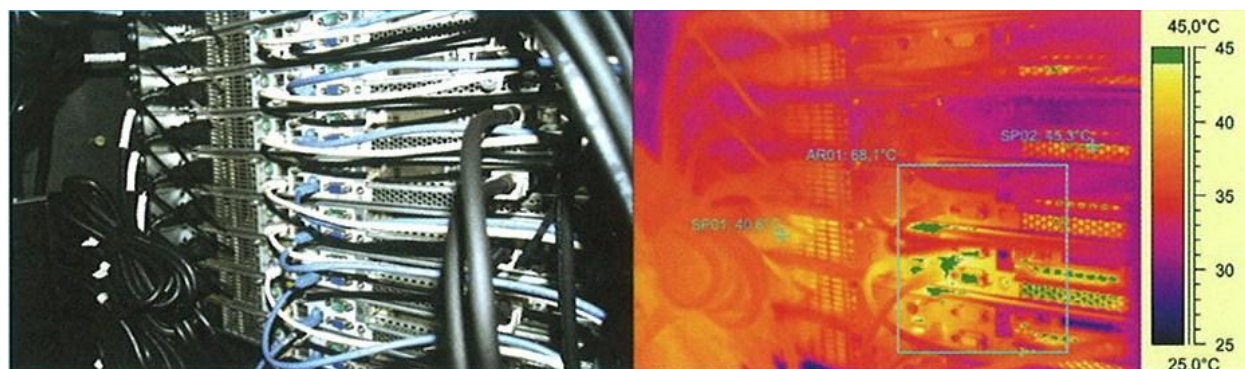
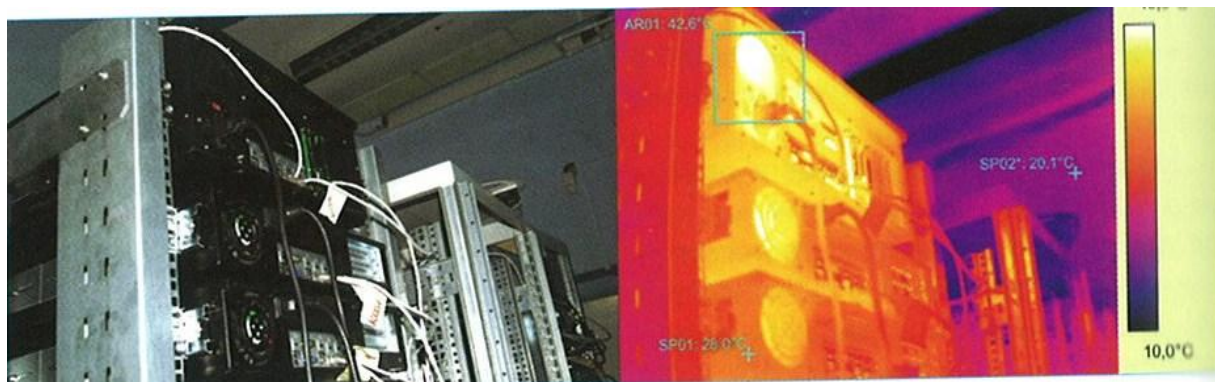
RECYRKULACJA ZEWNĘTRZNA





RECYRKULACJA WEWNĘTRZNA

**Bezpośrednie podsysanie gorącego
powietrza przez wentylatory chłodzące
rack'i**

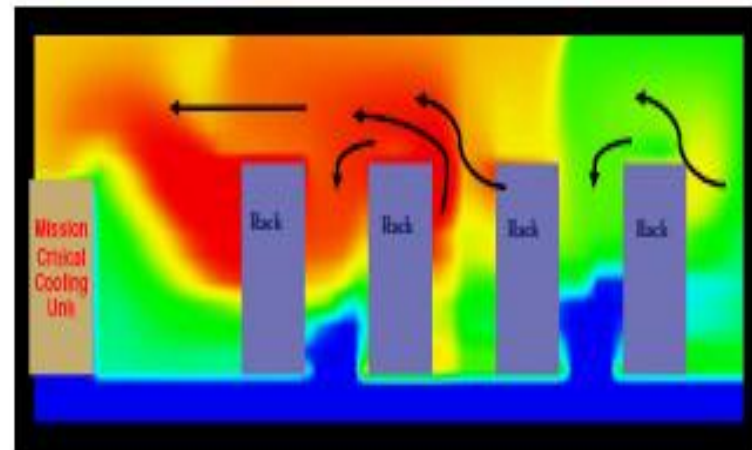




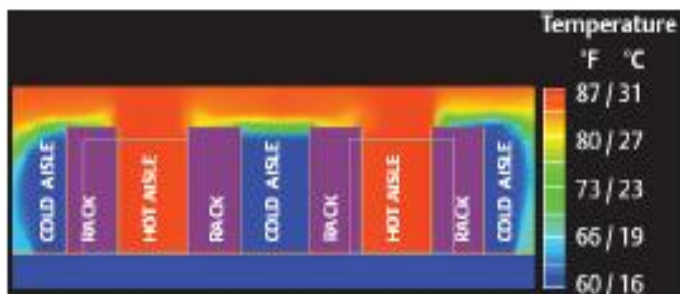
III. ARCHITEKTURA SERWEROWNI

TYPOWE BŁĘDY LOKALIZACYJNE

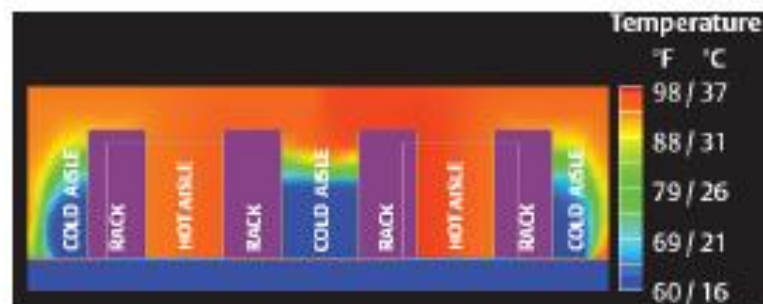
Omówienie typowych błędów lokalizacji szaf klimatyzacji precyzyjnej w stosunku do konfiguracji zimnych korytarzy nawiewnych i gorących korytarzy wyciągających



Strefa gorąca / Strefa zimna



Obciążenie cieplne 5 kW / rack
Powietrze dostarczane 1100-1300 m³/h



Obciążenie cieplne 10kW/rack
Powietrze wymagane 2200-2600 m³/h
(dostarczane 1500 m³/h)

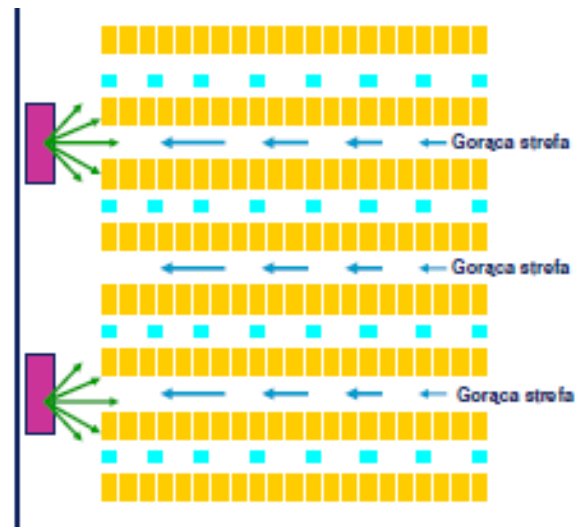
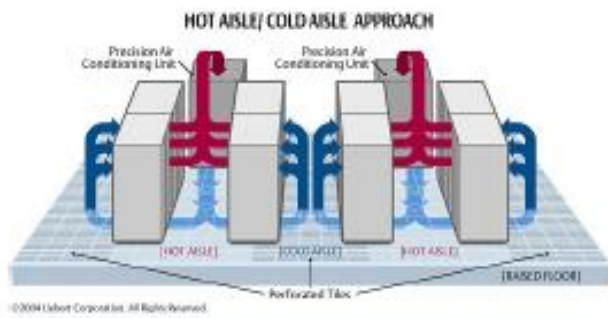
Serwerownia o gęstości mocy $5 \div 10\text{kW/rack}$

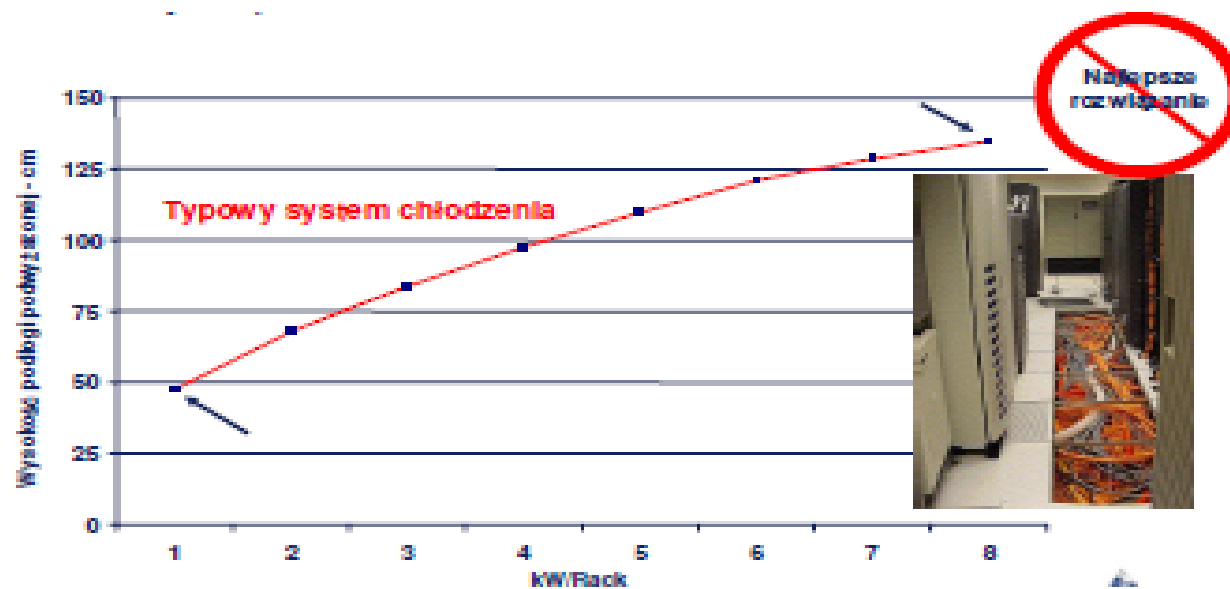
Do zjawisk niekorzystnych, które pojawiają się po przekroczeniu emisji ciepła wynikającej z gęstości mocy 5kW/rack należy zaliczyć:

- ▶ przegrzanie górnej części serwerów (racków)
- ▶ występowanie nierównomiernej emisji zysków ciepła („wyspy ciepła”)
- ▶ niepożądana recyrkulacja, tzw. „krótkie spięcia”

Metody rozwiązywania problemów:

- ▶ podniesienie podłogi
- ▶ zastosowanie wentylatorów podłogowych
- ▶ korytarze (cold i hot aisle)
- ▶ odpowiednia lokalizacja szaf CRAC





Serwerownie dla gęstości o mocy do 20kW/rack

Metody rozwiązywania problemów:

- ▶ zintegrowane chłodzenie (nawiew dół – góra), poprzez zastosowanie podwójnej podłogi wraz z chłodzeniem opartym na modułach nakładanych na rack lub podwieszonych nad zimnym korytarzem
- ▶ zastosowanie wentylatorów podpodłogowych o dużych wydajnościach
- ▶ wprowadzenie pionowych modułów chłodzących pomiędzy rack'ami

Serwerownie dla gęstości o mocy do 30kW/rack

- ▶ wykorzystanie wszystkich dotychczasowych rozwiązań (podwójna podłoga, zimne korytarze, moduły chłodzące) ze szczególnym zwróceniem uwagi na moduły stojące IN ROW zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca maksymalnej emisji zysków ciepła
- ▶ tendencje rozwojowe podnoszenia dyspozycyjnej mocy chłodniczej z modułu stojącego (IN ROW) i maksymalnie skuteczna droga nawiewanego powietrza bezpośrednio w rejon powstawania max zysków ciepła
- ▶ czy IN ROW może samodzielnie schłodzić jednostki o gęstości mocy 30kW/rack tak, ale co z redundancją?

Moc chłodnicza w serwerowni

— (CASE STUDY)

**Czy planować i realizować systemy
chłodnicze o podwyższonej wydajności
wynoszącej ~ 120 %?**

1. Tendencje po stronie użytkownika i projektanta to chęć posiadania rezerwy mocy chłodniczej – „tak na wszelki wypadek”
2. **FAZY DOCIĄŻANIA SERWEROWNI W ODNIESIENIU DO EMISJI ZYSKÓW CIEPŁA Z URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH:**
 - a) *faza rozruchu*
 - b) *faza osiągnięcia mocy nominalnej*
 - c) *faza osiągnięcia mocy maksymalnej*
3. Proces osiągnięcia maksymalnej mocy chłodniczej w serwerowni jako wynik sukcesywnego obciążania serwerów i podnoszenia gęstości mocy
4. Procesy klimatyzacyjne w niedociążonej emisją zysków ciepła serwerowni (faza rozruchu)

Dwa trudne etapy w życiu serwerowni

- ▶ niedociążona praca serwerowni i początkowy etap eksploatacji serwerowni przy emisji zysków ciepła poniżej 25% założonej mocy chłodniczej
- ▶ przeciążona praca serwerowni po przekroczeniu 100% wartości nominalnej mocy chłodniczej

REDUNDANCJA mocy chłodniczej

Jednym z najtrudniejszych zagadnień w klimatyzacji serwerowni o dużej i bardzo dużej gęstości mocy jest prawidłowo zaprojektowana i wykonana redundancja. Jest to zagadnienie bardzo trudne, gdyż emisja zysków ciepła pochodząca z gęstości mocy bieżąco użytkowanej a nie zamontowanej w rack'ach to ZJAWISKO DYNAMICZNIE trudne do przewidzenia w sposób teoretyczny.

REDUNDANCJA mocy chłodniczej

– omówienie zasad

Wyróżniamy redundancję :

- ▶ podstawową dla „ $n + 1$ ” przy $n \leq 5$,

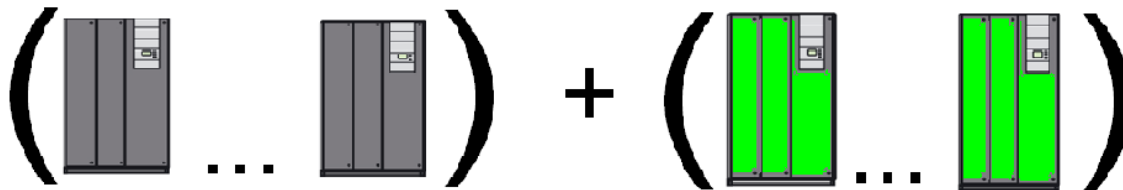
W przypadku zastosowania tej zasady redundancji. Niektórzy zawyżają „ n ” do 7 powyżej, moim zdaniem, to fikcja, gdyż problem nie leży w samej mocy rezerwowej, ale w miejscu lokalizacji klimatyzacyjnego urządzenia redundantnego i jego oddalenia od racków szczególnie w przypadku powstawania „hot spotów”

- ▶ „ $n + 2$ ” przy $n = 6 \div 10$ i odległości pomiędzy szafami > 12 m,
- ▶ „ $2n$ ” – 100% rezerwy
- ▶ „ $2 \times (n + 1)$ ” przy poziomie niezawodności TIER3/ TIER4, gdy gęstość mocy wymusza zabezpieczenie mocy chłodniczej w trybie on line.



a) $n + 1 \leq 5$

b) $n+2$ przy $5 < n \leq 10$



$2n$



$2 \times (n+1)$

REDUNDANCJA

- ▶ systemy zasilane zimną wodą (mieszaniną niskokrzepłą)
- ▶ systemy oparte na czynnikach chłodniczych

Redundancja w przypadku poziomów niezawodności TIER3/TIER4

W przypadku konieczności zapewnienia poziomu niezawodności TIER3/TIER4 należy odpowiedzieć sobie na pytanie:

Kiedy i które rozwiązania stosować, czy i jak połączyć w jedną bezpieczną całość zwaną bezpieczeństwem funkcjonalnym tak odmienne rozwiązania.

Konflikt interesów pomiędzy kompleksowym energooszczędnym rozwiązaniem z dużą bezwładnością termiczną, trudnymi, długimi i kosztownymi naprawami a rozwiązaniami energochłonnymi, dedykowanymi, droższymi w eksploatacji, ale łatwiejszymi i szybszymi w naprawie

PRACA REDUNDANTNYCH SYSTEMÓW CHŁODNICZYCH I KLIMATYZACYJNYCH W PRZYPADKU AWARII SYSTEMÓW PODSTAWOWYCH

1. Czas przełączenia jednostek redundantnych w przypadku awarii jednostek podstawowych
2. Czas reakcji
3. Czas naprawy:
 - a) miejsce powstawania awarii
 - b) dostęp do części zamiennych
 - c) transport do miejsca lokalizacji naprawy (np. dźwig)
 - d) procesy naprawy w ekstremalnych warunkach pogodowych
4. Utrata poziomu niezawodności TIER3/4 w trakcie naprawy – dodatkowe zabezpieczenia

LITERATURA:

1. Katalogi i opracowania firm i organizacji:
 - ▶ Emerson
 - ▶ Stulz
 - ▶ Uniflair
 - ▶ APC
 - ▶ RC
 - ▶ UPTIME INTITUTE
 - ▶ ASHRAE
2. Artykuły „Chłodnictwo i Klimatyzacja”; autorzy:
 - ▶ T. Kruczek
 - ▶ M. Żuk
 - ▶ J. Kot
 - ▶ B. Biernacki
 - ▶ P. Kowalski

Dziękuję za uwagę.

PYTANIA



„SAR PW Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością” Spółka komandytowa

Siedziba Firmy:

ul. Żegańska 1, 04-713 Warszawa

tel. (22) 615-70-74, fax. (22) 615-77-15

E-mail: sarserwis@sarserwis.pl

www.sarserwis.pl



UPTIME INSTITUTE

