

Szafy telekomunikacyjne

Temperatura i hałas pod kontrolą

Systemy szaf dla aplikacji telekomunikacyjnych są używane do zabudowy zarówno aktywnych, jak i pasywnych komponentów takich jak: serwery, patch panele, przełączniki sieciowe (switche), okablowanie strukturalne, zasilacze i akumulatory. By pomieścić dużą ilość kabli, szafy z jednej strony muszą cechować się wysoką obciążalnością, a z drugiej muszą zapewniać dobry dostęp i przyjazne rozwiązania instalacyjne systemu oraz mocowania okablowania strukturalnego.

W aplikacjach telekomunikacyjnych istotne są możliwości montażowe komponentów w różnych standardach: 19" i ETSI, ale także integracja komponentów niestandardowych. Ponadto szafy powinny zajmować możliwie jak najmniej miejsca i zapewniać jak największą przestrzeń montażową. Dotyczy to szaf wewnętrznych oraz zewnętrznych.

Oczywiście nie trzeba wspominać, że najważniejsza jest funkcjonalność szafy, jednak jej wygląd nie może być niedoceniany. Aby spełnić różne wymagania klientów, szafy telekomunikacyjne powinny w tym aspekcie cechować się wysoką elastycznością. Zewnętrzny wygląd szaf powinien dobrze komponować się z otoczeniem, w którym są ustawione.

Telekomunikacyjne szafy zewnętrzne

W aplikacjach szaf zewnętrznych (fot. 1) w sposób szczególny powinny być rozważane warunki klimatyczne. Decyzje



Fot. 1. Szafy zewnętrzne zabezpieczają zainstalowane komponenty od wiatru, deszczu, ciepła, zimna i wandalizmu

co do właściwego doboru materiału, sposobu wykończenia, mechanicznej stabilności, chłodzenia, prowadzenia kabli, itp. są zależne między innymi od następujących czynników: chłód, promieniowanie słoneczne, śnieg, piasek, owady, gryzonie, zagrożenie wandalizmem czy wibracje. Kluczowym zagadnieniem staje się kontrola klimatu wewnątrz szafy (fot. 2). Natomiast żeby uniknąć w miejscu instalacji szkodliwego oddziaływania przez szafę na otoczenie, poziom hałasu emitowany z szafy musi być utrzymany na najniższym poziomie.

Dwie wersje

Dla aplikacji zewnętrznych Schroff ma dwie standardowe wersje szaf: Modular oraz Unibody. Wersja Modular jest oparta na spawanych aluminiowych ramach. Cechuje się dużą elastycznością, jeśli chodzi o wymiary i jednocześnie swobodnym dostępem ze wszystkich stron.

Prostsza konstrukcja Unibody jest oparta na jednoczęściowej wewnętrznej obudowie. Jest szczególnie zalecana dla mniejszych wymiarów i jest przeznaczona do montowania na ścianie, słupie lub na ziemi.

Obydwie wersje szaf chronią zainstalowane komponenty od wiatru, deszczu, nadmiernej ciepła, zimna, itp. Mają one elastyczne możliwości montażu szyn 19", ETSI czy innych niestandardowych akcesoriów.

Pokrywy zewnętrzne są pokryte odpornym na różne czynniki pogodowe lakierem proszkowym. Ponadto śruby i części montażowe są niedostępne z zewnątrz, w ten sposób zabezpieczając szafę przed ingerencją przez osoby niepowołane. Konstrukcja dachu na zawiasach pozwala na łatwą instalację, zaś od spodu przejścia kablowe są zabezpieczone przed gryzoniami i owadami.

Dodatkowe informacje

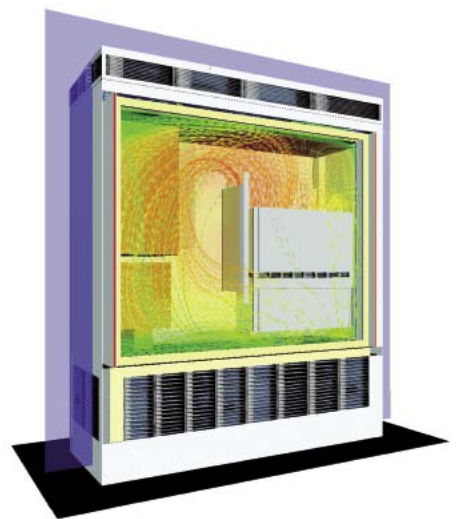
CSI Computer Systems for Industry,
ul. Balicka 12A/B3, 31-149 Kraków,
tel. 12 637 13 55, faks 12 638 37 52,
www.csi.net.pl, schroff@csi.net.pl

Szafy, których standardowe komponenty są zgodne z normą IEC 61 969, spełniają standardy i wymagania stabilności dla wstrząsów i wibracji wg IEC 68-2-6 oraz -27, stabilności podczas trzęsień ziemi oraz oferują właściwe zabezpieczenie klimatyczne testowane wg IEC 68-2-1, -2, -14.

Jedna koncepcja sterowania klimatem

Zagadnienie kontroli klimatu jest szczególnie istotne dla instalacji zewnętrznych, jako że tu nie tylko straty wydajności zainstalowanych komponentów muszą być wzięte pod uwagę, ale także wpływ zewnętrznych temperatur (lato/zima i pora dnia).

Koncepcja podwójnych ścian Schroff dla szaf zewnętrznych gwarantuje naturalny przepływ powietrza pomiędzy zewnętrzną i wewnętrzną ścianą, dlatego znacząco mniejsze wartości strat ciepłych muszą podlegać dodatkowemu chłodzeniu. Nawet 85% wytwarzanego ciepła z powodu bezpośredniego i odbitego nasłonecznienia może być skutecznie odprowadzana dzięki technologii podwójnych ścian.



Fot. 2. Symulacja termiczna szafy zewnętrznej z zainstalowaną jednostką chłodzącą

Tab. 1. Przykłady obliczeń

Przykład 1: Wymiennik ciepła z przepływem 55 W/K (830 W:15 K=55 W/K)		Przykład 2: Jednostka chłodząca z przepływem 1500 W dla $T_u=T_i=35^\circ\text{C}$ (zgodna z L35L35, wg DIN3168)	
Informacje o szafie		Informacje o szafie	
Wysokość (H):	1,5 m	Wysokość (H):	1,5 m
Szerokość (W):	0,7 m	Szerokość (W):	0,7 m
Głębokość (D):	0,6 m	Głębokość (D):	0,6 m
Informacje termiczne		Informacje termiczne	
T_{in}	55°C	T_{in}	30°C
T_{out}	40°C	T_{out}	40°C
$T_{in}-T_{out} =$	15°C	$T_{in}-T_{out} =$	-10°C
Moc zainstalowana (Ip):	1000 W	Moc zainstalowana (Ip):	1000 W
Obliczenia termiczne		Obliczenia termiczne	
Q=	830,019232	Q=	1198,839232

Dodatkowe komponenty do chłodzenia i grzania

Jeśli naturalna konwekcja jest niewystarczająca, montowane są dodatkowe komponenty wspomagające chłodzenie tj. wentylatory z filtrem, wymienniki ciepła powietrze/powietrze (LLWT) albo klimatyzatory (jednostki chłodzące). W zależności od zewnętrznych warunków brzegowych pracy szafy przyjmowane jest konkretne rozwiązanie chłodzenia (tab. 1).

Najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem efektywnego chłodzenia szafy są wentylatory z filtrem z regulacją prędkości. Maty filtracyjne używane dla tych wentylatorów odpowiadają klasie EU5 i rzeczywiście chronią wnętrze szafy przed kurzem. Wewnętrzna instalacja komponentów w szafie musi zapewniać cyrkulację powietrza (z wentylatora przez zainstalowane komponenty). Dlatego jako reguła wlot i wylot powietrza powinny być zaprojektowane po przekątnej względem siebie, ułatwiając przepływ powietrza przez całą wysokość szafy. Jeśli wentylatory są używane w bardzo niskich temperaturach zewnętrznych, dodatkowo montowany jest niewielki element grzejący.

Zasada działania wymiennika ciepła powietrze/powietrze (LLWT) jest oparta na dwóch niezależnych obiegach powietrza, gdzie każdy z nich niesie energię cieplną. Wewnętrzny obieg rozprowadza powietrze wewnątrz szafy i transportuje odebrane ciepło do wymiennika. Zewnętrzny obieg odbiera energię cieplną i odprowadza ją na zewnątrz wymiennika.

Warunkiem wstępnym do decyzji o użyciu wentylatorów z filtrem bądź LLWT w celu odprowadzenia ciepła z szafy jest to, aby maksymalna temperatura zewnętrzna była przynajmniej 5 K poniżej maksymalnej dopuszczalnej temperatury wewnątrz szafy. Jeśli warunek ten nie jest spełniony, to należy zaprojektować odpowiednio dostosowaną do szaf zewnętrznych jednostkę chłodzącą (klimatyzator). Taka jednostka chłodząca składa się z kompresora, który odprowadza ciepło z szafy przez medium chłodzące na zewnątrz i w ten sposób utrzymuje temperaturę wewnątrz szafy na dopuszczalnym poziomie. Wentylator odpowiedzialny za wewnętrzny obieg stale cyrkuluje powietrze w szafie. Jednostka chłodząca i wymiennik ciepła są standardowo wyposażone w element grzejny i wg koncepcji firmy Schrott są montowane na drzwiach szafy od strony wewnętrznej. W ten sposób jednostka chłodząca jest zabezpieczona przed niepowołanym dostępem i użytkownik nie jest ograniczony, kiedy wybiera miejsce instalacji.

Ograniczenie poziomu hałasu

Ważne jest również oszacowanie możliwego zagrożenia wynikającego z emisji hałasu, na który są narażeni ludzie mieszkający w pobliżu miejsca instalacji. Schrott kładzie szczególny nacisk na przestrzeganie międzynarodowego prawa w zakresie emisji hałasu, takiego jak ETS 300 753 (European Telecommunication Standard) (tab. 2). W przypadku aktywnego chłodzenia za pomocą wen-

tylatorów z filtrem, odpowiednim sposobem na dostosowanie się do norm jest sterowanie szybkością pracy wentylatorów dzięki inteligentnym algorytmom umożliwiającym zmianę prędkości obrotowej, a więc również poziomu emisji hałasu w ciągu dnia i nocy.

Ponadto, wentylatory wg koncepcji Schrotta są zawsze skonfigurowane poniżej ich nominalnej wydajności, dlatego nie muszą pracować z maksymalną prędkością, by osiągnąć żądany przepływ powietrza, w ten sposób utrzymują niski poziom hałasu (fot. 3). Kiedy używamy jednostek chłodzących, najlepiej jest je usunąć z szafy i umieścić jak najdalej jest to możliwe. Dzięki temu szafa jest chroniona przed drganiami. Jeśli elementy te muszą pozostać w szafie, to instalowane jest odpowiednie wzmocnienie, żeby zniwelować drgania do najniższej częstotliwości.

Poza faktem, że limit hałasu jest określony w standardach, odbiór hałasu przez ludzi jest bardzo subiektywny. Dlatego coraz istotniejsze jest wytlumianie szaf zewnętrznych ponad wymagane limity. Wyścielenie kanałów powietrznych specjalnymi matami minimalizującymi hałas i umieszczenie materiałów redukujących hałas wewnątrz szafy, gdzie jest duży przepływ powietrza, dają dobre rezultaty.

Schrott ma własne laboratoria, w których szafy zewnętrzne mogą być testowane po to, by sprawdzić zgodność z określonymi normami w zakresie kontroli klimatu i poziomu hałasu.

Telekomunikacyjne szafy wewnętrzne

W aplikacjach telekomunikacyjnych znajdują zastosowanie różne typy szaf wewnętrznych: dystrybucyjne, sieciowe, serwerowe. Uniwersalna platforma Varistar firmy Schrott stanowi podstawę dla wszystkich tych zastosowań (fot. 4). Składa się ona z ramy, która jest wykonywana w dwóch wersjach i ma wiele wariantów wykończenia zewnętrznego oraz szeroką gamę akcesoriów i możliwości montażowych. Dwie wersje ramy zróżnicowane są pod względem obciążalności, do 400 kg (Slim-Line) oraz do 800 kg (Heavy-Duty). Dodatkowo rama Slim-Line jest przystosowana do montażu w standardzie ETSI.

Wymiary zewnętrzne obydwu wersji ram pokrywają się ze sobą. Wszystkie pokrywy, takie jak drzwi, panele boczne, panel tylny, pokrywa górna i podłoga pasują do obydwu wersji ram. Dzięki temu wygląd szaf może być zunifikowany. Platforma Varistar była testowana przez niezależne laboratoria na okoliczność wszystkich ważnych zagrożeń, takich jak na przykład zakłócenia elektromagnetyczne (EMC), stabilność statyczna, wstrząsy i wibracje. Pozytywny wynik testów dynamicznych na stabilność dla trzęsień ziemi w strefie 4

Tab. 2. Limity ciśnienia akustycznego L zgodnie z ETS 300 753

Opis środowiska		Dzień	
		Klasa środowiska	
Rezerwat	Jednostka L_{wad}	4.1	4.1E
Wieś	dB	61	67
Miasto	dB	71	76
Przemysł	dB	81	81
Noc			
Rezerwat	dB	51	56
Wieś	dB	56	61
Miasto	dB	61	66
Przemysł	dB	71	71

Bellcore potwierdza przydatność tych szaf do szerokiego stosowania w różnych, nawet bardzo ciężkich warunkach.

Zarządzanie okablowaniem strukturalnym

Zarządzanie kablami w szafie jest tym szczególnym obszarem, który opiera się na bardzo różnych koncepcjach systemu prowadzenia kabli i ich mocowania. Należy też pamiętać, że system ten może być rozbudowywany w trakcie pracy. Zasadniczo w szafach telekomunikacyjnych można znaleźć trzy typy kabli: logiczne kable miedziane lub światłowodowe oraz kable zasilające. Kable te mogą stanowić źródło mechanicznego nacisku o różnej sile, powinny być więc rozmieszczone wewnątrz szafy bez zbędnego skręcania, naciągania czy naciskania. Nieprofesjonalne traktowanie i układanie kabli zmienia ich elektryczne i optyczne właściwości, przez co redukuje szerokość i zakres pasma transferu danych.

W szafach Varistar kwestia zarządzania kablami została zróżnicowana dla różnych obszarów szafy. Prowadzenie i mocowanie kabli odbywa się w czterech zdefiniowanych strefach (fot. 5).

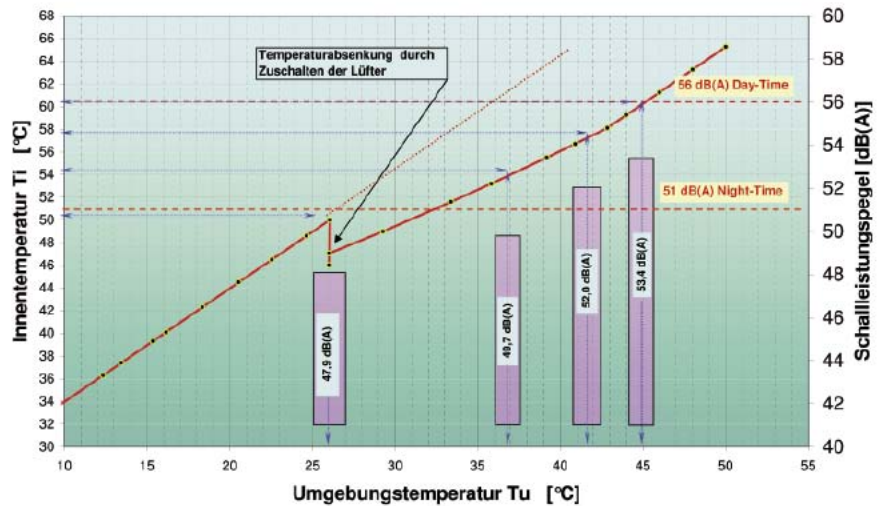
Strefa 1 znajduje się z przodu, przed zamontowanymi komponentami w 19" płaszczyźnie. Kable prowadzone są poziomo pomiędzy obszarami dystrybucji. Strefa 2 jest zdefiniowana po bokach (z prawej i lewej strony) obok 19" płaszczyzny. Kable są prowadzone pionowo pomiędzy poszczególnymi komponentami. Strefa 3, która rozciąga się w głąb szafy, obok 19" płaszczyzny, skupia kable, które są prowadzone od paneli zlokalizowanych na górze lub dole do tylnej części obszaru dystrybucji. Strefa 4 z tyłu szafy jest alternatywą dla strefy 3 dla szaf o szerokości 600 mm lub kiedy nie ma dostępu do szafy z boku, np. z uwagi na jej umiejscowienie lub też kiedy wejście dla kabli zlokalizowane jest w tylnej części szafy.

Zazwyczaj otwory w górnej pokrywie szafy znajdujące się w obszarze strefy 4 są wykorzystywane do aktywnego chłodzenia za pomocą zainstalowanych tam wentylatorów. Rozwiązanie takie spotykamy często szczególnie w aplikacjach, w których poza komponentami pasywnymi w szafie montowane są również komponenty aktywne.

Akcesoria prowadzące i mocujące

W obszarze strefy 1 oraz 2 kable są zazwyczaj prowadzone „luźno”, co wynika z faktu, że kable w tej strefie są relatywnie często zmieniane lub przełączane. W strefie 3 w ok. 90% przypadków podtrzymanie kabli realizowane jest za pomocą pofili C. Wiązki kablowe są zabezpieczane odpowiednimi klamrami.

Schroff stworzył efektywne rozwiązania bazujące na akcesoriach dedykowanych indywidualnie dla każdej ze stref szafy Varistar.



Fot. 3. Parametry wentylatorów w funkcji temperatury i poziomu mocy akustycznej

Chłodzenie wysoko wydajnych systemów telekomunikacyjnych

Cyfrowe systemy transmisji danych coraz szerzej zastępowane są przez systemy bazujące na serwerach. Zmiany te muszą być uwzględnione również w obszarze obudów. Na pierwszy plan wysuwają się kwestie efektywnego chłodzenia, redukcji poziomu hałasu czy emisji zakłóceń elektromagnetycznych. Stosowane dotychczas systemy chłodzenia bazujące na chłodzeniu pomieszczenia z powietrzem jako czynnikiem chłodzącym stają się niewystarczające, gdy mamy do czynienia z nowoczesnymi systemami telekomunikacyjnymi. Wydajność i pojemność serwerów ciągle rośnie przy jednocześnie malejących gabarytach zewnętrznych. Już dzisiaj spotykamy kompaktowe serwery generujące 4...5 kW mocy strat ciepłych. Przy pełnym zabudowaniu szafy serwerowej granica możliwości klasycznego chłodzenia poprzez schładzanie powietrza w pomieszczeniu jest szybko osiągnięta. Z ekonomicznego punktu widzenia brak jest racjonalnych przesłanek do stosowania koncepcji chłodzenia całego pomieszczenia, gdy gęstość wydzielanej przez serwery mocy w danym pomieszczeniu przekracza 1,500 W/m². Realną alternatywą przy wysokiej koncentracji mocy staje się chłodzenie powietrzno-wodne, gdzie czynnikiem chłodzącym jest ciecz. Schroff stworzył rozwiązanie bazujące na wodno-powietrznym wymienniku ciepła. Jest ono niezależne od przestrzeni pomieszczenia.

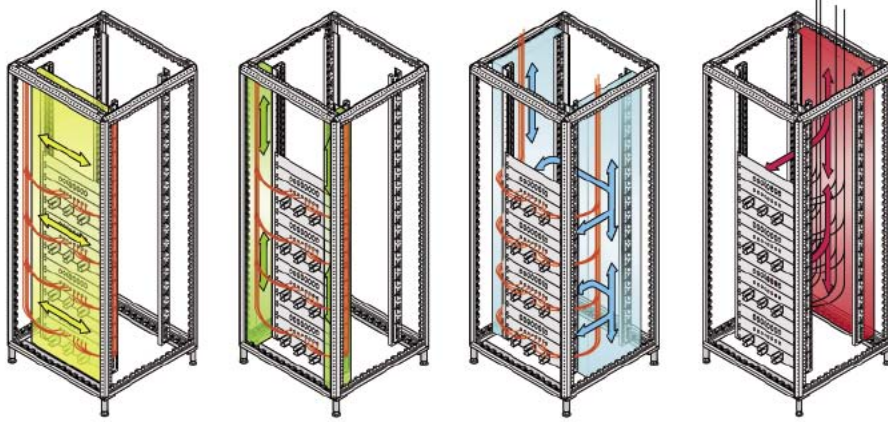
Rozwinięta przez Schroff koncepcja oparta na wodno-powietrznym wymienniku

ku ciepła Varistar LHX20 (lub LHX40) jest kompleksowym rozwiązaniem dla całej szafy (fot. 6). System ten jest w stanie skutecznie odbierać z szafy 20 kW (40 kW dla wersji LHX40) generowanych w niej w sposób ciągły strat ciepłych. Wodno-powietrzny wymiennik ciepła instalowany jest w szafie po lewej lub prawej stronie jako niezależny moduł szafy. Moduł wymiennika zabudowany jest w odrębnej obudowie, która zawiera wymiennik ciepła, pojemnik na skropliny, sześć wentylatorów, zawór trójdzielnny oraz sterownik elektroniczny z klawiaturą operacyjną oraz wyświetlaczem. Dzięki umieszczeniu wymiennika z boku szafy, rama 19" dostępna jest na całej jej wysokości. Noto miast montując szafę ze sobą, można chłodzić wszystkie szafy wykorzystując tylko jeden wymiennik LHX.

Wymiennik ciepła umiejscowiony jest wewnątrz szafy w poziomej pętli obiegu powietrza o wydajności 3,000 m³/h. Elementy przepływu powietrza oraz sześć wentylatorów są rozmieszczone na całej wysokości szafy, gwarantując równomierne chłodzenie wszystkich komponentów zainstalowanych w szafie. Woda lodowa przepływa przez ze-



Fot. 4. Platforma Varistar dla szaf telekomunikacyjnych



Fot. 5. Okablowanie strukturalne w czterech obszarach: strefa 1, strefa 2, strefa 3 i strefa 4 (od lewej do prawej)

wewnętrzny obieg wodny. Nagrzewa się ona, przepływając przez wymiennik ciepła, gdzie odbiera ciepło z szafy i następnie płynie do chillera w celu ponownego schłodzenia do wymaganej temperatury pracy. Temperatura wewnątrz szafy jest kontrolowana przez mikrosterownik zabudowany w wymienniku.

Jeżeli w pobliżu takiego systemu pracują ludzie, to poziom generowanego przez szafę hałasu jest decydującym kryterium przyjęcia rozwiązania. Dlatego należy zwrócić baczność uwagę na ten aspekt. Szafa Varistar z wymiennikiem LHX20 osiąga wartości na poziomie 50,7 dB(A) przy normalnej pracy systemu (80 % znamionowej prędkości wentylatorów) oraz 54,8 dB(A) w warunkach przejściowych (100% znamionowej prędkości wentylatorów). Przy takich parametrach możliwa jest instalacja systemu LHX nawet w pomieszczeniach biurowych, dla których ustalony przez normę limit hałasu wynosi 55 dB(A) (zgodnie z DIN EN ISO 11650-1).

Nowe rozwiązania: AdvancedTCA i MicroTCA

Obecnie duża część systemów telekomunikacyjnych jest ciągle oparta na dedykowanych projektach klienta. Minusami tego są wysokie koszty opracowania i długi czas produkcji.

Dotyczy to także technologii obudów, gdzie zasadą jest dostosowanie obudowy do projektu klienta.

Pierwszym krokiem przemysłu telekomunikacyjnego, w celu uniknięcia indywidualnych rozwiązań na rzecz platform standardowych, było pakietowe przełączanie w systemie CompactPCI. Reguły standardu osiągnięto całkiem szybko.

Następnym i wyraźnie udanym krokiem był standard AdvancedTCA (fot. 7). Standard (PICMG3.0 Rev.2.0) oferuje zaletę architektury skalowalnej, która obsługuje dużą liczbę zestandaryzowanych interfejsów. Ponadto zapewnia on efektywną pojemność dla przepływu danych do 2,5 Tb/s (na przykład dla wideo na żądanie, bezprzewodowej sieci IP, Voice over IP, switchy, routerów czy

innych aplikacji sieciowych), jak również wysoką niezawodność systemów. Dodatkowo obsługuje on różne protokoły dla szybkich interfejsów (takie jak Ethernet (PICMG 3.1), InfiniBand (PICMG 3.2), Star Fabric (PICMG 3.3), PCI Express (PICMG 3.4) i Rapid I/O (PICMG 3.5)).

Standard AdvancedTCA PICMG 3.x ustanowiono w grudniu 2002 roku. W międzyczasie standard znalazł zastosowanie w aplikacjach telekomunikacyjnych i integracyjnych. Natomiast producenci zastępują dotychczasowe rozwiązania dedykowane standardem ATCA. Jedynym minusem powszechnego stosowania w małych instalacjach komputerów ATCA, cechujących się niezwykle przepustowymi interfejsami, jest idący w ślad za wydajnymi parametrami technicznymi relatywnie wysoki koszt.

Zdarza się, że w sieciach telekomunikacyjnych istnieją połączenia, które muszą być szybko przełączone pomiędzy różnymi kablami, na przykład z powodu kodowania danych. Dlatego potrzebne są mniejsze systemy z wysoką przepustowością ale nie tak rozbudowane pod względem mocy łączeniowej.

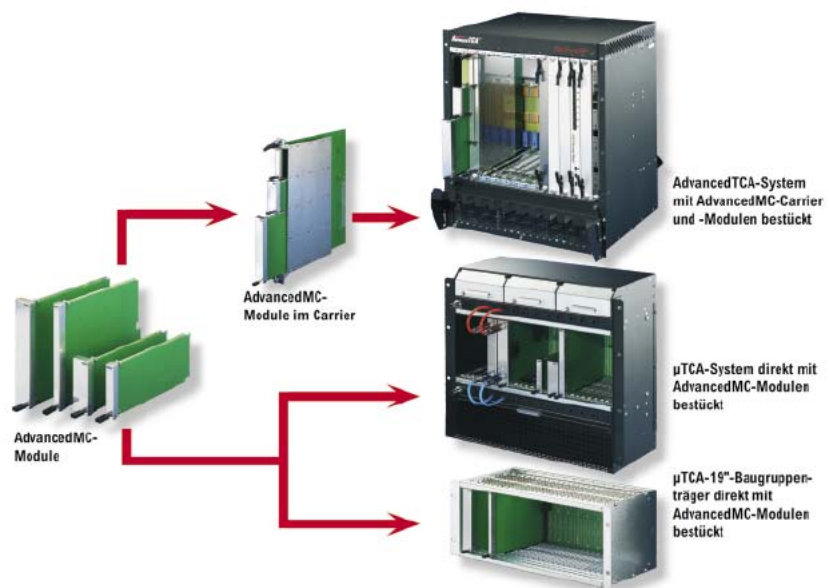


Fot. 6. Koncepcja niezależnego chłodzenia jako kompletne rozwiązanie szafy: Varistar z wodno-powietrznym wymiennikiem ciepła LHX 20

Do tych wymagań został stworzony znacznie tańszy standard MicroTCA (PICMG MicroTCA.0 R1.0). Znajduje on zastosowanie głównie w aplikacjach w obszarze dostępowym, w stacjach bazowych czy wewnętrznych sieciach telekomunikacyjnych średnich i dużych firm. Typowymi aplikacjami są na przykład rozwiązania: Base Transceiver Stations, VoIP Gateways, WiMAX czy systemy telefonii IP. Te nowe standardy sprawiają, że w przyszłości rozwój bezpiecznych systemów dla telekomunikacji będzie łatwiejszy i tańszy.

Na bazie tych standardów Schroff oferuje nie tylko rozwiązania szaf, kompletnych systemów i kaset, w tym magistrale, ale także pojedyncze komponenty.

**Buket Mansuroglu,
Jan Zimmermann, Joel Ohnemus
Schroff GmbH**



Fot. 7. Przyszłościowe rozwiązania: AdvancedTCA – AdvancedMC – MicroTCA