



Standard IEEE 802.11ac oraz implikacje dla okablowania strukturalnego

Nowo opublikowany standard bezprzewodowy IEEE 802.11ac Very High Throughput¹ ma bardzo daleko sięgające implikacje wpływające na okablowanie strukturalne. Użytkownicy mogą oczekiwać znacznego wzrostu prędkości transmisji po zmianie na urządzenia zgodne ze standardem 802.11ac z możliwościami transmisji danych na poziomie 1.3Gb/s. W przyszłości możemy natomiast oczekiwać transmisji 6.93Gb/s dzięki modulacji 256-QAM, szerokości kanału 160 MHz oraz 8 równoległym strumieniom. Po raz pierwszy specyfikacja okablowania strukturalnego jest krytyczna w osiągnięciu Gigabitowych przepustowości oraz pełnego wsparcia możliwości punktów dostępowych nowych generacji.

Strategie projektowania okablowania krytyczne dla wsparcia opisanego w tym artykule standardu 802.11ac:

- Tworzenie okablowania poziomego w kategorii 6A/klasie EA wraz z agregacją łączy w celu zapewnienia wsparcia przepustowości 1.3Gb/s osiągalnego przez obecnie dostępne punkty dostępowe i routery wspierające standard 802.11ac wraz z transmisją po 3 strumieniach.
- Instalowanie miedzianej skrętki lub wielomodowych światłowodów zdolnych wesprzeć transmisję do 10Gb/s.
- Projektowanie architektury okablowania w sposób umożliwiający dodanie kolejnych punktów bezprzewodowych w celu zmodyfikowania pokrycia oraz zapewnienia nadmiarowych połączeń.
- Korzystanie z przewodów o solidnym rdzeniu, które zapewniają większą stabilność termiczną oraz mniejsze tłumienie w stosunku do przewodu typu linka dla połączeń przechodzących przez sufity lub w przestrzeniach wentylacyjnych gdzie może występować podwyższona temperatura
- Zabezpieczenie się przed wzrostem temperatury wywołanym wykorzystaniem 802.3at PoE plus do zasilania punktu dostępowego 802.11ac:
 - Okablowanie ekranowane Siemona klasy E_A / Kategorii 6_A oraz klasy F_A / Kategorii 7_A posiadają dużą stabilność termiczną oraz kwalifikowane są do niezawodności mechanicznej do temperatury 75 °C, co umożliwia wsparcie PoE Plus w pełnym zakresie temperatury od -20 °C do 60 °C.
 - Ekranowane systemy posiadają większą stabilność termiczną oraz umożliwiają większe odległości kanału w przypadku podwyższonych temperatur pracy (wymagane jest mniejsze skrócenie odległości w celu zaspokojenia wymogów standardów odnośnie tłumienia Insertion Loss)
- Wykorzystywanie urządzeń połączeniowych zgodnych z IEC 60512-99-001 zapewnia, że styki złącz nie zostaną uszkodzone w przypadku ich rozłączania pod napięciem podczas korzystania z PoE Plus.



802.11ac

Nowopowstały bezprzewodowy standard 802.11ac występuje pod wieloma nazwami, włączając w to:

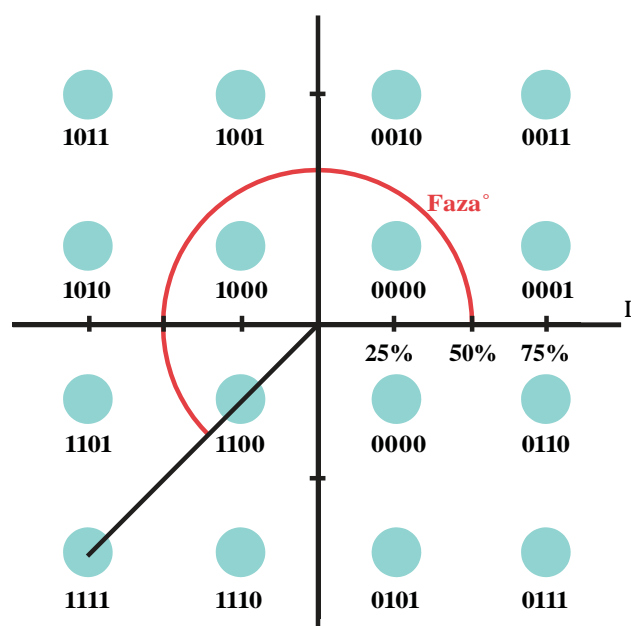
- 5 GHz Wi-Fi - od częstotliwości transmisji
- Gigabit Wi-Fi - od obecnie osiągalnego transferu danych (1.3Gb/s)
- 5G Wi-Fi - 5G od "piątej generacji" (802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac)
- Very high Throughput Wi-Fi - od nazwy aplikacji występującej w standardzie

Nie ważna nazwa, faktem jest, że coraz większa obecność urządzeń mobilnych oraz coraz bardziej wymagające aplikacje jak strumieniowane multimedia, wraz z limitami narzucanymi przez dostawców mobilnego Internetu powodują, że coraz więcej ludzi korzysta z Wi-Fi, wymagając jednocześnie coraz szybszego transferu danych. Wraz z rozpowszechnieniem się Wi-Fi, coraz większą rolę będzie odgrywać szybki sprzęt LAN umożliwiający zredukowanie wąskich gardeł oraz nadmiernego ruchu, ale tylko, jeśli okablowanie oraz urządzenia przyłączeniowe będą w stanie wesprzeć wymaganą przepustowość. Stowarzyszenie Wi-Fi Alliance certyfikowało pierwszy rzut gotowego do produkcji sprzętu wspierającego 802.11ac w czerwcu 2013 roku i oczekuje się, że prędkość przyjęcia standardu będzie znacznie szybsza niż wcześniejszych standardów. Oczekiwane jest, że do końca 2015 roku zostanie sprzedanych 1 miliard urządzeń wspierających 802.11ac, co stanowi 40% całego rynku urządzeń Wi-Fi².

Ewolucja technologii

Poprawiona przepustowość urządzeń 802.11ac jest efektem algorytmów komunikacyjnych wykorzystywanych we wcześniejszym standardzie 802.11n³. Tak jak w 802.11n, w 802.11ac bezprzewodowa transmisja wykorzystuje techniki koncentrowania sygnałów oraz transmitowania przez wiele anten nadawczych i odbiorczych (technologia MIMO) w celu polepszenia komunikacji oraz zmniejszenia zakłóceń. Sygnał związany z jedną anteną nadawczą oraz jedną anteną odbiorczą nazywa się strumieniem, natomiast wsparcie dla wielu strumieni to główna cecha standardów 802.11n oraz 802.11ac. Polepszona modulacja, szersze spektrum kanału oraz 2x więcej strumieni to trzy główne powody dla którego nowy standard jest szybszy od poprzedniego 802.11n z zachowaniem wstecznej kompatybilności.

Kwadraturowa modulacja amplitudowo-fazowa (QAM - Quadrature Amplitude Modulation) jest cyfrowo-analogowym schematem modulacji szeroko wykorzystywanym w cyfrowych systemach telekomunikacji. W tym schemacie wykorzystana jest potocznie nazywana konstelacja czyli rozmieszczenie punktów według wartości amplitudy oraz przesunięcia fazy, symbolizujące wartości bitów (np pojedyncze zera i jedynki). Sinusoidalne sygnały nośne które są przesunięte fazowo o 90 stopni, modulowane są przy użyciu cyfrowego kluczowania amplitudowego (ASK - Amplitude Shift Keying) lub analogowej modulacji amplitudowej (AM - Amplitude Modulation), po czym służą jako nośnik symboli konstelacji. Rysunek 1 przedstawia podstawowy przykład konstelacji dla modulacji 16-QAM. W tej konstelacji znajdują się cztery punkty na kwadrat i każdy punkt równa się czterem bitom, w zakresie od 0000 do 1111. Schemat modulacji 64-QAM wykorzystywany w 802.11n przenosi 6 bitów na symbol, natomiast 256-QAM wykorzystywany w 802.11ac posiada symbol składający się z 8 bitów.



Amplituda	Faza	Informacja
25%	45°	0000
75%	22°	0001
75%	45°	0011
75%	68°	0010
25%	135°	1000
75%	112°	1001
75%	135°	1001
75%	158°	1010
25%	225°	1100
75%	202°	1101
75%	225°	1111
75%	248°	1110
25%	315°	0100
75%	292°	0101
75%	315°	0111
75%	337°	0110

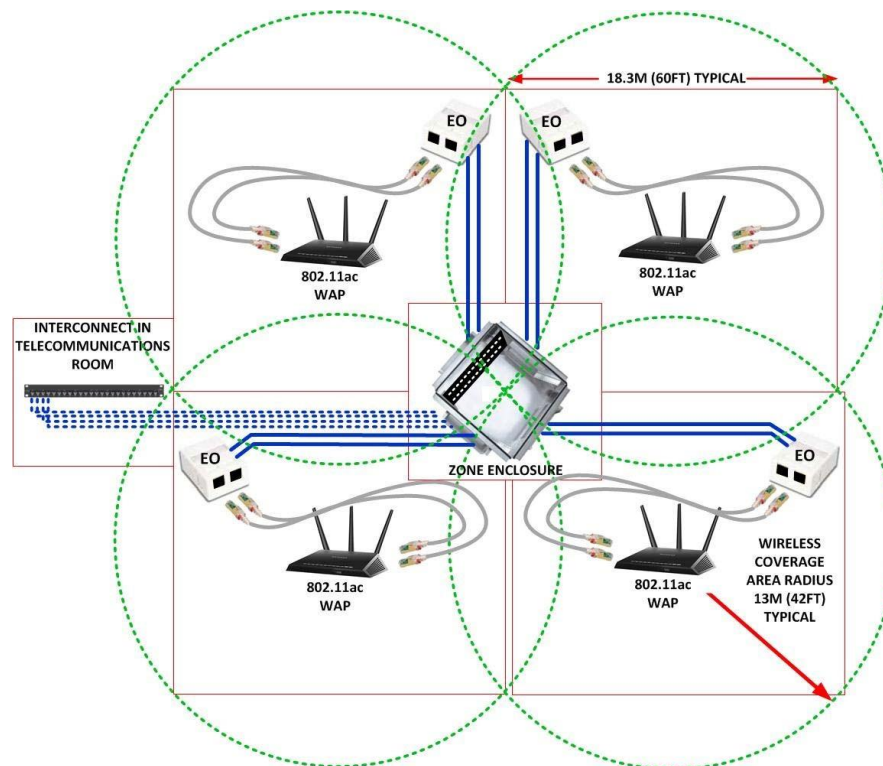
Rysunek 1: Przykład konstelacji 16-QAM wraz ze skorelowanymi informacjami bitowymi

Urządzenia 802.11ac transmitują wyłącznie na mniej okupowanym spektrum 5 GHz. To spektrum oferuje większą przepustowość ponieważ jest w nim więcej dostępnych nienachodzących na siebie kanałów radiowych. Jest też ono uważane za "czystsze" ponieważ mniej urządzeń w nim operuje, a co za tym idzie, mniejsze prawdopodobieństwo interferencji. Jednym z minusów operowania na tym zakresie częstotliwości jest fakt, że sygnały 5 GHz mają mniejszy zasięg niż sygnały częstotliwości 2.4 GHz z powodu łatwiejszego tłumienia przez powietrze oraz ściany sygnałów o wyższych częstotliwościach. Dlatego w celu oszczędzenia sobie bólu głowy w przyszłości, warto projektować infrastrukturę sieciową która umożliwi dodawanie punktów dostępowych w celu poszerzenia zasięgu. Rysunek nr2 prezentuje rekomendowane podejście do okablowania strefowego, w którym punkty konsolidacyjne (CP) posiadają nadmiarową ilość portów w celu umożliwienia podłączenia dodatkowych gniazdek końcowych. W dodatku, ponieważ bezprzewodowe punkty dostępowe są zazwyczaj rozmieszczane pod sufitem lub w zamkniętych przestrzeniach nad sufitem, gdzie temperatury są zazwyczaj wyższe, użycie przewodów o jednolitym rdzeniu

jest rekomendowane jako wykazują one lepszą stabilność termiczną w środowiskach o podwyższonej temperaturze⁴. Dla dalszych wskazówek instalacyjnych należy zająć do dokumentów ISO/IEC 24704⁴ oraz TIA TSB-162-A⁵ w celu jak najbardziej efektywnego rozmieszczenia bezprzewodowych punktów dostępowych.

Implikacje wynikające z prędkości

W 802.11n oraz 802.11ac kanały o szerokości 20 MHz są łączone w celu stworzenia "rury" lub "autostrady" dla transmisji bezprzewodowej. Transmisja 802.11ac umożliwia 4 lub 8 łączonych kanałów 20 MHz wspierających maksymalną przepływność odpowiednio 433 Mb/s oraz 866 Mb/s. W dodatku, 802.11ac umożliwia wykorzystanie do ośmiu anten oraz odpowiadających im strumieni do uzyskania prędkości transmisji na poziomie 6.93Gb/s! W przeciwieństwie do zbalansowanego duplexu BASE-T, gdzie przepływność jest stała w obie strony, prędkość transmisji bezprzewodowej reprezentuje prędkości w dół i w górę (od i do nadajnika). Rysunek 3 podsumowuje główne różnice pomiędzy technologiami 802.11n oraz 802.11ac.



Rysunek 2: Przykładowe rozmieszczenie przy projekcie strefowego rozmieszczenia

	802.11n	802.11ac
Częstotliwość pracy	2.4 lub 5 GHz	5 GHz
Pasma pracy	20 lub 40 MHz	80 lub 160 MHz
Modulacja	64-QAM	256-QAM
Maksymalna liczba strumieni	4	8
Teoretyczna przepustowość na strumień	144 Mb/s	866 Mb/s
Teoretyczna maksymalna przepustowość	576 Mb/s	6.93 Gb/s

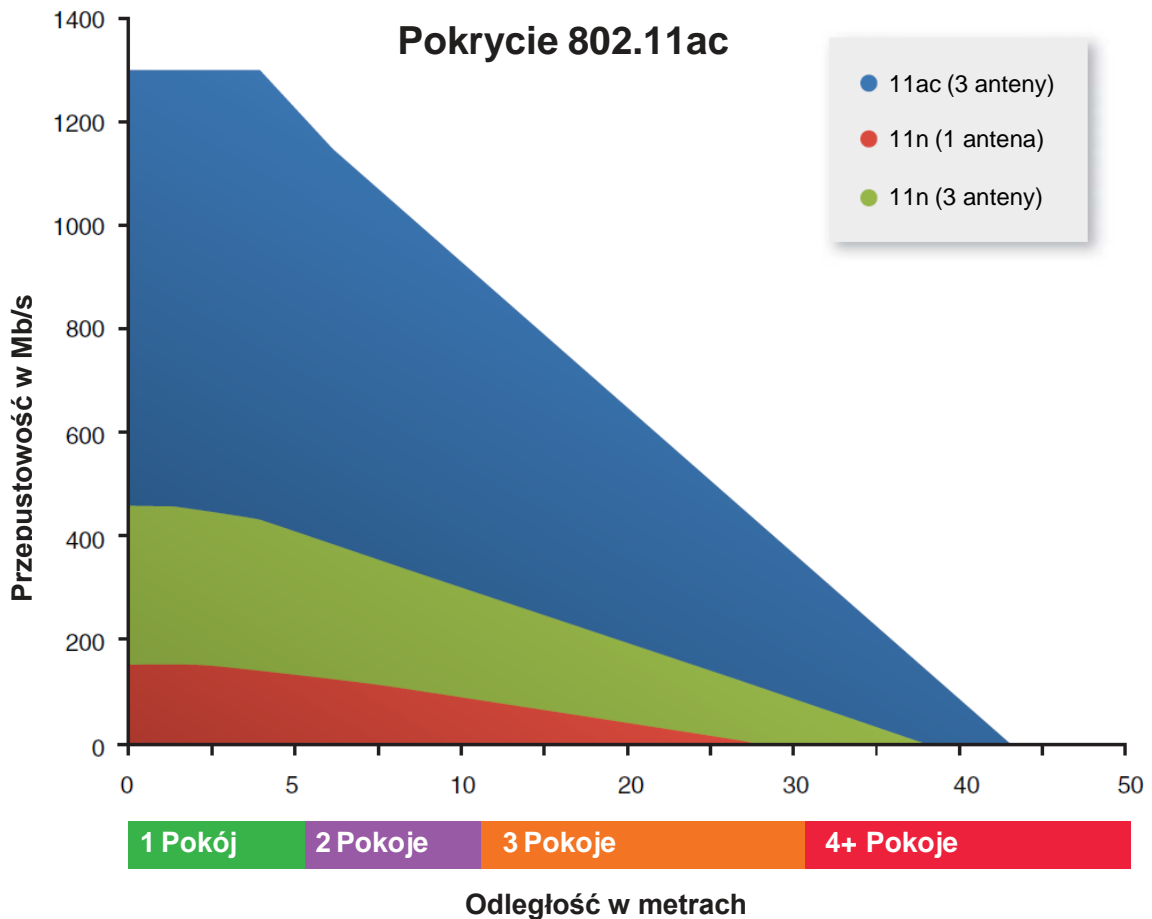
Rysunek 3: 802.11n kontra 802.11ac

Szerokość pasma	Liczba Strumieni	Maksymalna prędkość	Docelowe urządzenie lub usługa
Pierwsza fala – Produkty dostępne od 2013			
80 MHz	1	433 Mb/s	Smartfony, nextVoIP, tablety
80 MHz	3	1.3 Gb/s	Wysokiej jakości laptopy
Druga fala – Produkty dostępne od maja 2015			
80 MHz	2	867 Mb/s	Netbooki, niskiej jakości laptopy
160 MHz	3	2.6 Gb/s	Wysokiej jakości laptopy
Możliwe dalsze implementacje			
160 MHz	4	3.5 Gb/s	Zewnętrzne instalacje
160 MHz	8	6.9 Gb/s	Wyspecjalizowane

Rysunek 4: Przykładowe konfiguracje implementacji 802.11ac

Ponieważ szerokość kanału oraz liczba strumieni jest zmienna, instalacje 802.11ac są bardzo konfigurowalne. Uogólniając, dolny zakres przepustowości będzie służył małym, przenośnym urządzeniom z ograniczoną żywotnością baterii np. smartfonom, środek będzie służył laptopom natomiast górny zakres będzie przeznaczony dla wyspecjalizowanych oraz zewnętrznych aplikacji, w przypadku których jest mniejsze zagęszczenie urządzeń niż aplikacji wewnętrznych. Rysunek 4 przedstawia implementacje standardu 802.11ac oraz docelowe urządzenia. Implementacje oznaczone jako do nadejścia w przyszłości są tylko teoretyczne i mogą nastąpić lata zanim

zostaną wprowadzone na rynek, jeśli w ogóle. O ile może się to wydawać dziwne, należy zauważyć, że do dziś nie istnieją implementacje standardu 802.11n z czterema strumieniami pomimo, iż technologia ta jest ustandaryzowana. Dostawca bezprzewodowych sieci LAN Aruba Networks sugeruje, że producenci zignorują i przeskoczą implementacje 4-strumieni 802.11n i od razu przejdą na 802.11ac. Tak czy inaczej, użytkownicy mogą spodziewać się podwojenia przepustowości z obecnymi implementacjami 802.11ac, z perspektywami na poczwórne zwiększenie przepustowości dla przyszłych implementacji.



Rysunek 5: Przepustowość w stosunku do pokrycia (dane dostarczone przez Broadcom)

Podczas porównywania możliwości transmisji bezprzewodowej należy pamiętać, że maksymalna osiągalna przepustowość transmisji jest zależna od ilości użytkowników, narzutu protokołowego oraz rozmieszczeniu użytkowników względem punktu dostępowego. Rysunek 5 przedstawia jak przepustowość maleje wraz ze wzrostem odległości od punktu dostępowego dla implementacji 3- strumieniowej 802.11ac 80 MHz oraz implementacji 1- oraz 3- strumieniowej dla implementacji 802.11n. Wykres przedstawia, że przepustowość 1.3 Gb/s są teoretycznie możliwe do uzyskania dla odległości 5m od punktu dostępowego 802.11ac 3x3 MIMO. Dane zebrane na temat pierwszych urządzeń wspierających standard potwierdzają, że 802.11ac 3x3 MIMO na stosunkowo krótkiej odległości do jednego urządzenia jest na równi z transmisją osiąganą przez połączenie 1000BASE-T. W niektórych przypadkach transfer 802.11ac był na tyle szybki, że udało mu się osiągnąć prędkości większe niż miedziane okablowanie 1000BASE-T mogło zapewnić, przeladowując tym samym łącze⁷. Możliwości transferu

z prędkościami większymi niż 1Gb/s mają poważne implikacje związane z wyborem medium transmisyjnego. Dla przykładu, dwa połączenia 1000BASE-T mogą być wymagane by móc obsłużyć punkt dostępowy 802.11ac (nazywa się to agregacją łącza), jeżeli urządzenie nie posiada obsługi 10GBASE-T (na rysunku 2 znajduje się podwójne połączenie poziome do gniazdek końcowych). Wraz z rozwojem urządzeń 802.11ac w kierunku wsparcia transmisji 2.6 Gb/s i więcej, przepustowość łącza na poziomie 10Gb/s stanie się jeszcze bardziej krytyczna. Dodatkowo, przełączniki wspierające instalacje wykorzystujące 802.11ac muszą mieć minimalną przepustowość łącza 10Gb/s w celu podłączenia wielu punktów dostępowych.

Zużycie energii

Pomimo, że moduły radiowe 802.11ac są bardziej wydajne niż układy poprzedniej generacji, wykonują one znacznie bardziej skomplikowane przetwarzanie sygnałów i dlatego wymogi na moc urządzeń 802.11ac są większe, niż jakiegokolwiek poprzedniej implementacji standardu 802.11.

Wymogi są na tyle wysokie, że punkty bezprzewodowe implementujące 802.11ac nie mogą operować na budżecie mocy oferowanym przez 802.3af Power over Ethernet wynoszącym 13W co sprawia, że urządzenia muszą być zasilane bezpośrednio z gniazdka lub przez 802.3at Power over Ethernet Plus (niektóre urządzenia implementujące 802.11ac mogą korzystać z 802.3af PoE typ1 ale jest to rzadko spotykane i niepraktyczne). Pomimo bycia bezpiecznym dla ludzi, PoE Plus dostarcza prąd o natężeniu 600mA na parę. Efektem tego może być wzrost temperatury w wiązce kabli nawet o 10 stopni celsjusza a także łuki elektryczne które są w stanie uszkodzić styki złącz⁸. Wzrost temperatury w wiązce kabli może potencjalnie powodować błędy transmisji ponieważ tłumienie Insertion Loss jest proporcjonalne do temperatury. W ekstremalnych środowiskach, wzrost temperatury oraz łuki elektryczne mogą wyrządzić nieodwracalne uszkodzenia do kabli oraz złącz. Na szczęście, dobór odpowiedniego okablowania niweluje te zagrożenia.

Infrastruktura okablowania

Istniejące bezprzewodowe urządzenia dostępne, urządzenia klienckie oraz urządzenia infrastruktury sieciowej mogą być niewystarczające do wsparcia 802.11ac (oraz PoE plus), przez co mogą wymagać wymiany. W dodatku, transmisja 5 GHz wykorzystywana w 802.11ac wymaga stosunkowo gęstego rozmieszczenia bezprzewodowych punktów dostępowych, przez co rozmieszczenie wykorzystywane przez 802.11n może być niewystarczające.

Urządzenia połączeniowe, gniazdka końcowe oraz patch panele wykorzystywane w kanale powinny być zgodne z IEC 60512-99-001⁹ w celu zapewnienia, że krytyczne powierzchnie styków złączy nie zostaną uszkodzone podczas ich rozłączania pod napięciem dostarczonym przez zdalne zasilanie Power over Ethernet. Dodatkowo, dla zasilania Power over Ethernet Plus zalecane jest użycie okablowania ekranowanego Siemon klasy E_A \ kategorii 6_A lub klasy F_A \ kategorii 7_A, które wymaga mniejszego skrócenia odległości w przypadku pracy przy podwyższonej temperaturze i jest kwalifikowane do mechanicznej wytrzymałości do temperatury 75 stopni celsjusza. Dodatkowo, wiązki kabli składające się z okablowania ekranowanego są mniej podatne na nadmierne gromadzenie się ciepła w wiązce.

Projektowanie infrastruktury która będzie solidnie wspierać 802.11ac wymaga zwrócenia uwagi na prędkości osiągane przez urządzenia sieciowe dostępne obecnie na rynku, wraz z uwzględnieniem nadmiarowości łącza, aktualizacjami sprzętu oraz przyszłymi rozwiązaniami bezprzewodowymi. Okablowanie strefowe oparte o kategorię 6A z wykorzystaniem punktów konsolidacyjnych są idealnym sposobem na zapewnienie wystarczającego nadmiaru portów do wsparcia agregacji połączeń 1000BASE-T dla każdego punktu dostępowego który tego wymaga wraz ze zwiększoną wydajnością wykorzystania portów po zmianie na 10GBASE-T. Okablowanie strefowe jest bardzo elastyczne i umożliwia szybką rekonfigurację w przypadku potrzeby wprowadzenia zmian w pokryciu wraz z zapewnieniem dodatkowej pojemności w celu wykorzystania technologii nowej generacji, która może wymagać agregacji 10GBASE-T. Dodatkowe bezprzewodowe punkty dostępowe mogą być włączone do sieci w celu polepszenia pokrycia sieci bezprzewodowej bez dodatkowych niedogodności jeżeli w systemie znajdują się nadmiarowe punkty przyłączeniowe. Ta architektura jest przydatna w instalacjach przeznaczonych dla sektora finansowego, medycznego lub innego krytycznego otoczenia z intensywnym przepływem informacji, ponieważ nadmiarowe połączenia 10GBASE-T z danymi oraz zasilaniem zapewniają przed brakami lub awariami systemu.

Siemon rekomenduje by każda strefa wspierała pokrycie o promieniu 13m z punktem konsolidacyjnym 24-port fabrycznie zakończonym w celu dostarczenia możliwości połączenia urządzenia typu plug and play. Dla potrzeb planowania, początkowa ilość wolnych portów powinna wynosić 50% (np. 12 portów niezalokowanych). Jeżeli strefa zapewnia usługi do gniazdek telekomunikacyjnych lub systemów inteligentnych budynków (BAS) może być wymagane zwiększenie ilości wolnych portów lub zmniejszenie pokrycia. Okablowanie pionowe powinno być zaprojektowane przy użyciu wsparcia przepustowości minimum 10Gb/s po medium miedzianym lub światłowodzie wielomodowym w celu wsparcia możliwości urządzeń implementujących 802.11ac.

Wnioski

Stwierdzenie "Killer app" określa coś co zmusza użytkowników do zastanowienia się nad dotychczasowymi rozwiązaniami oraz systemami. IEEE802.11ac można określać mianem "Killer app" lecz tak jak kij ma dwa końce, tak i należy uważać przy wdrażaniu tej implementacji. Do pełnego wsparcia 802.11ac wymagane bowiem są 10GBASE-T oraz 802.3at Power over Ethernet Plus. Dzięki temu 10GBASE-T przestało być rozwiązaniem opcjonalnym w sieciach LAN i stało się punktem krytycznym każdego systemu. Poprawnie zaprojektowana oraz wdrożona architektura okablowania strefowego wykorzystująca termalnie stabilne okablowanie ekranowane kategorii 6A lub wyżej, które wytworzone jest by wytrzymać maksymalną temperaturę według specyfikacji TIA oraz ISO/IEC wynoszącą 60 stopni celsjusza plus dodatkowe ciepło wygenerowane przez prąd o natężeniu 600mA (Power over Ethernet Plus) zapewni, że infrastruktura okablowania da radę "morderczej aplikacji".

Przypisy:

- ¹ IEEE Std 802.11ac™-2013, "IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 4: Enhancements for Very High Throughput for Operation in Bands below 6 GHz", December 11, 2013
- ² Strategy Analytics' Connected Home Devices (CHD) service report, "Embedded WLAN (Wi-Fi) CE Devices: Global Market Forecast"
- ³ IEEE Std 802.11n™-2009, "IEEE Standard for Information technology – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput", October 29, 2009
- ⁴ Siemon white paper, "Advantages of Using Siemon Shielded Cabling Systems to Power Remote Network Devices", 2013
- ⁵ ISO/IEC TR 24704, "Information technology – Customer premises cabling for wireless access points", July, 2004
- ⁶ TIA TSB-194-A, "Telecommunications Cabling Guidelines for Wireless Access Points", November, 2013
- ⁷ APC, "Five Things to Know about 802.11ac", May, 2013
- ⁸ Siemon white paper, "IEEE 802.3at PoE Plus Operating Efficiency: How to Keep a Hot Application Running Cool", 2010
- ⁹ IEC 60512-99-001, "Connectors for Electronic Equipment – Tests and Measurements – Part 99-001: Test Schedule for Engaging and Separating Connectors Under Electrical Load – Test 99A: Connectors Used in Twisted Pair Communication Cabling with Remote Power", 2012

Worldwide Headquarters North America

Watertown, CT USA
Phone (1) 860 945 4200 US
Phone (1) 888 425 6165

Regional Headquarters EMEA

Europe/Middle East/Africa
Surrey, England
Phone (44) 0 1932 571771

Regional Headquarters Asia/Pacific

Shanghai, P.R. China
Phone (86) 21 5385 0303

Regional Headquarters Latin America

Bogota, Colombia
Phone (571) 657 1950