

Anteny w sieciach WLAN

Paweł Król

Parametry anteny WLAN

Dobór anten do sieci WLAN wymaga zrozumienia, co kryje się za ich parametrami.

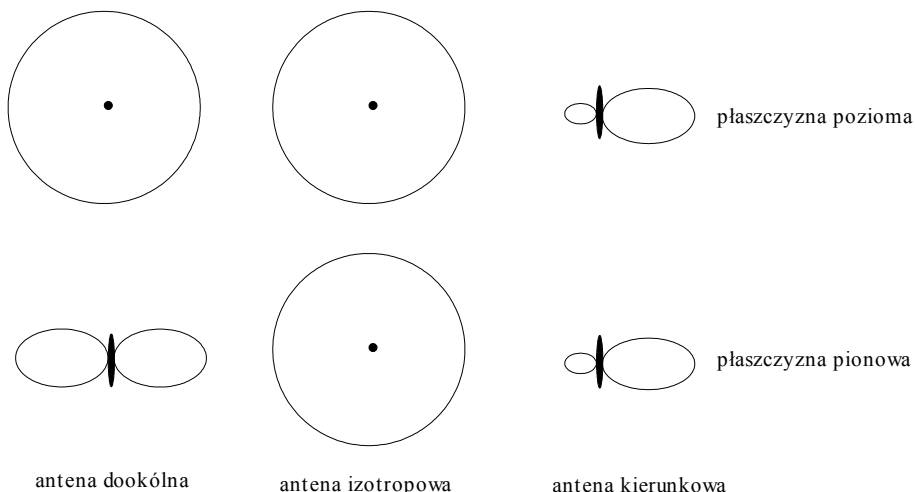
- charakterystyka promieniowania – opisuje wartość natężenia pola dla różnych kierunków promieniowania anteny, określony w tej samej odległości od anteny
- zysk anteny – mówi ile razy moc promieniowana przez antenę jest większa od mocy promieniowanej przez antenę wzorcową, zazwyczaj anteną wzorcową jest antena izotropowa (bezkierunkowa),
- impedancja anteny – obciążenia jakie reprezentuje antena,
- polaryzacja – płaszczyzna w której zmienia się pole elektryczne,
- pasmo – zakres częstotliwości w którym antena zachowuje nominalne parametry.

Charakterystyka promieniowania anten

Jeżeli energia z anteny wypromieniowywana jest w każdym kierunku jednakowo, to jest antena o charakterystyce dookólnej. Gdy energia jest wypromieniowywana w określonym kierunku, mówimy o antenie kierunkowej.

Szczególnym przypadkiem anteny dookólnej jest antena izotropowa, której charakterystyka jest w kształcie kuli. Antena izotropowa jest anteną wzorcową, czyli taką która jest odniesieniem przy ocenie i pomiarach parametrów anten rzeczywistych.

Większość anten dookólnych pracuje z polaryzacją pionową, jednym z wyjątków są anteny wyposażone w szczeliny z dwóch stron falowodu, które pracują, podobnie jak zwykłe anteny szczelinowe (z zestawem szczelin z jednej strony falowodu), z polaryzacją poziomą. Warto pamiętać, że anteny szczelinowe o przekroju falowodu około $10 \times 2,5$ cm mają polaryzację pseudodokoólną (to znaczy po bokach są luki w charakterystyce), dopiero zwiększenie przekroju do około 10×5 cm powoduje, iż charakterystyka jest zbliżona do dookólnej.



Charakterystyki promieniowania anten

Zysk anteny

Zysk anteny określa zdolność anteny do kierunkowego wypromieniowywania energii przez daną antenę w porównaniu do anteny wzorcowej. Inaczej mówiąc, ten parametr informuje nas, ile razy moc promieniowana przez antenę w kierunku maksymalnego promieniowania jest większa od mocy promieniowanej (przy tej samej mocy doprowadzonej) anteny wzorcowej.

Zazwyczaj anteną wzorcową jest antena izotropowa (bezkierunkowa) i wtedy zysk oznaczany symbolem G_{dB_i} .

Gdy anteną odniesienia jest dipol półfalowy, wtedy zysk oznaczamy G_{dB_d} .

Obie wielkości są związane zależnością:

$$G_{dB_i} = G_{dB_d} + 2,15.$$

Oznacza to, iż zysk liczony względem anteny izotropowej jest większy liczbowo niż względem anteny dipolowej, dlatego producenci podają właśnie zysk G_{dB_i} , gdyż przeciętny klient zawsze woli antenę o większym zysku. Jeśli nie jest zaznaczone, względem czego jest obliczany zysk, to jest on liczony w odniesieniu do anteny izotropowej.

Impedancja anteny

Kolejny parametr to impedancja anteny, czyli obciążenia jakie przedstawia antena dla generatora (urządzenia będącego źródłem sygnału). Impedancja anteny zależy od geometrii anteny oraz od częstotliwości. Poza tym na impedancję wpływa obecność innych anten i obiektów znajdujących się w pobliżu. Z punktu widzenia sprawności układu urządzenie-kabel-antena wymagane jest, by wszystkie elementy toru transmisyjnego miały taką samą impedancję. Tylko wtedy następuje przekazanie całej (prawie, bo kable i złącza mają pewne tłumienie) energii z urządzenia do anteny i jej wypromieniowanie. W skrajnym przypadku duże niedopasowanie impedancji może spowodować uszkodzenie urządzeń nadawczych. Problem dotyczy urządzeń większej mocy, od kilku W. W radiokomunikacji, generalnie, stosujemy urządzenia o impedancji 50 omów.

Polaryzacja

Drgania fal elektromagnetycznych odbywają się w ściśle określonych płaszczyznach. Fale elektromagnetyczne mogą drgać zarówno w płaszczyźnie poziomej jak i pionowej.

W przypadku gdy drgają tylko w jednej płaszczyźnie – mówimy o polaryzacji liniowej – pionowej lub poziomej.

Gdy drgają w obu płaszczyznach – mówimy o polaryzacji kołowej lub eliptycznej – prawoskrętnej i lewoskrętnej.

Dość często spotykane jest pojęcie polaryzacji ortogonalnej, oznacza ono polaryzację przeciwną do danej. Np. polaryzacje ortogonalne to pionowa i pozioma czy prawoskrętna i lewoskrętna. Warto pamiętać, że choć antena nadaje w jednej polaryzacji to na skutek odbić i przejść przez obiekty sferyczne (podczas odbicia od ziemi lub podczas przejścia przez krople wody) następują zmiany polaryzacji, wskutek czego do anteny odbiorczej dochodzą fale w obu polaryzacjach. To zjawisko ogranicza możliwość niezależnej pracy dwóch systemów w jednym kanale, nadających na polaryzacji ortogonalnej.

Pasmo

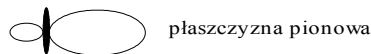
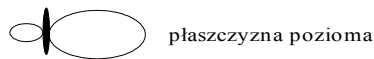
Pasmo anteny to zakres częstotliwości w którym antena zachowuje nominalne (deklarowane) parametry. Wyznaczając pasmo pracy najważniejsze jest dopasowanie, i w mniejszym stopniu zysk oraz charakterystyka. Dość często dopasowanie i inne parametry anteny są zachowane w szerszym

zakresie, niż jest to podawane (zazwyczaj jeśli antena przeznaczona jest np. do sieci na 2,4GHz, to podaje się pasmo pracy 2,400-2,4835 GHz, choć naprawdę może być ono większe).

Anteny – typy

Anteny Yagi – idealne anteny klienckie

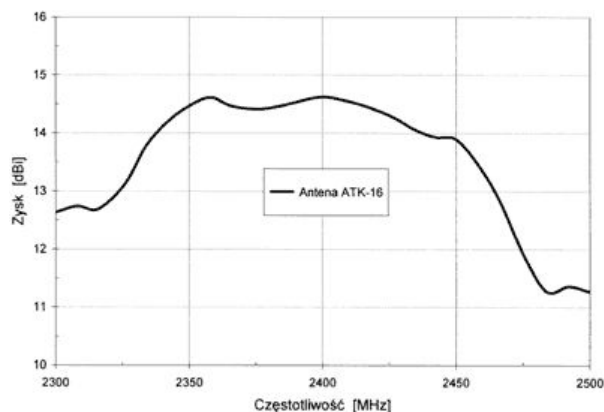
Popularność anten typu Yagi wynika z ich niskiej ceny i parametrów, które są optymalne dla anten pracujących u abonentów. Najważniejsze zalety to łatwy montaż, wynikający z optymalnego kąta połowy. Jest on na tyle duży, że ustawienie anteny nie musi być tak dokładne jak w antenach parabolicznych czy offsetowych, a jednocześnie na tyle mały, iż skutecznie pozwala na eliminację zakłóceń przychodzących z innych kierunków. Kąt połowy mocy dla anteny ATK-8/2,4GHz (kod **A7120**) wynosi w poziomie 46 stopni i w pionie 42 stopnie, natomiast dla anteny ATK-16/2,4GHz (kod **A7124**) wynosi w poziomie 25 stopni i w pionie 29 stopni.



Charakterystyki anten Yagi



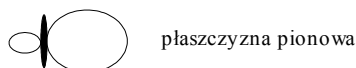
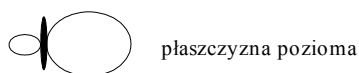
Antena ATK 16/2,4 Ghz - A7124



Charakterystyka zysku anteny ATK-16 w funkcji częstotliwości. Charakterystyki wykonano wektorowym analizatorem sieci HP8752A na stanowisku pomiarowym umieszczonym w komorze bezodbiciowej Instytutu Telekomunikacji i Akustyki Politechniki Wrocławskiej

Anteny panelowe

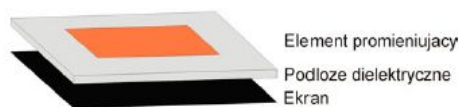
Podobnie jak anteny Yagi-Uda są przeznaczone do stosowania jako anteny klienckie, choć czasem także w stacjach bazowych, gdzie współpracują z punktami dostępowymi. Zazwyczaj mają zysk 8dBi, choć są też w wykonaniach o zysku 12 i więcej dBi. Anteny panelowe mają kąt połowy mocy w poziomie węższy niż sektorowe, ale za to szerszy w pionie. Typowo kąt połowy mocy w poziomie i pionie w antenach panelowych wynosi od 70 (anteny o zysku 8dBi, kod **A7132**) do 19 stopni (anteny o zysku 15dBi, kod **A7127**).



Charakterystyki anten panelowych

Anteny mikropaskowe – odmiana anten panelowych

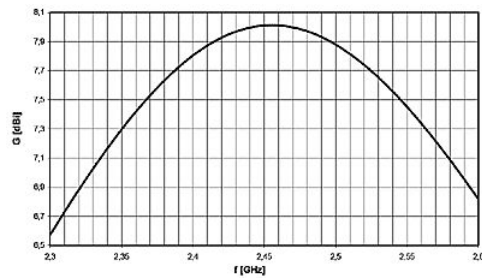
W przypadku sieci WLAN, poza dobrymi parametrami anteny wymagane są małe wymiary i masa oraz estetyka wyglądu. Anteny mikropaskowe spełniają te wymogi, a na dodatek, przy zachowaniu reżimu technologicznego (m.in. kontrola parametrów laminatu stosowanego w produkcji) zapewniają wysoką powtarzalność parametrów i dużą odporność anten na warunki atmosferyczne. Anteny mikropaskowe cechuje możliwość wykonania w wersjach pracujących na częstotliwościach kilku i więcej GHz i o różnych charakterystykach promieniowania, np. sektorowej. Przykładem takich anten są ATK-P1/2,4GHz (kod **A7130**) oraz ATK-4/2,4GHz (kod **A7127**). Obie anteny wyposażone są we wtyki SMA R/P.



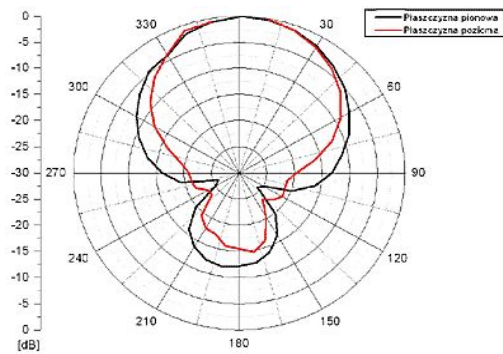
uproszczony schemat anteny mikropaskowej



Antena mikropaskowa ATK-P1/2,4GHz A7130 - zysk 8dBi



Charakterystyka zysu anteny ATK-P1/2,4GHz w funkcji częstotliwości



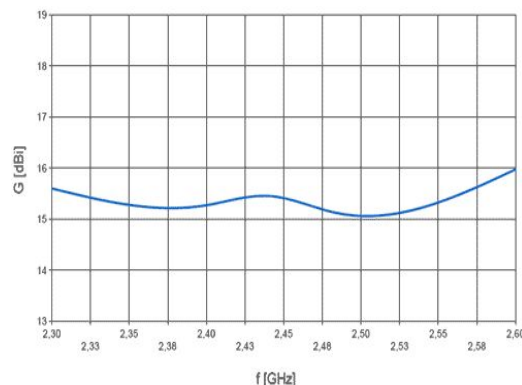
Charakterystyka promieniowania anteny ATK-P1/2,4GHz w płaszczyźnie pionowej i poziomej



Antena w trakcie badań w komorze bezodbiciowej.



Antena WLAN Wi-Fi mikropaskowa panelowa ATK-4 / 2,4GHz A7127 - zysk 15dBi



*Charakterystyka zysku anteny WLAN Wi-Fi mikropaskowa panelowa ATK-4 / 2,4GHz 15dBi.
Charakterystyki wykonano w komorze bezodbiciowej Instytutu Telekomunikacji i Akustyki
Politechniki Wrocławskiej*

Anteny Yagi czy anteny panelowe. Popularność anten typu Yagi wynika z ich niskiej ceny i parametrów, które są optymalne dla anten pracujących u abonentów. Najważniejsze zalety to łatwy montaż, wynikający z optymalnego kąta połowy. Jest on na tyle duży że ustawienie anteny nie musi być tak dokładne jak w antenach parabolicznych czy offsetowych, a jednocześnie na tyle mały iż skutecznie pozwala na eliminację zakłóceń przychodzących z innych kierunków. Kąt połowy mocy dla anteny ATK-16/2,4GHz (kod **A7124**) wynosi w poziomie 25 stopni i w pionie 29 stopni.

Anteny panelowe, podobnie jak anteny Yagi-Uda są przeznaczone do stosowania jako anteny klienckie, choć czasem także w stacjach bazowych, gdzie współpracują z punktami dostępowymi. Ich zyski są podobne jak te osiągane przez anteny Yagi. Zazwyczaj mają zysk 8dB, choć są też w wykonaniach o zysku 12 aż do 24 dB. Są jednak zasadnicze różnice. Anteny panelowe mają kąt połowy mocy węższy niż Yagi, czyli są bardziej kierunkowa. Poza tym dobrze zaprojektowana antena panelowa powinna być odporna na sygnały o polaryzacji ortogonalnej, czyli np. gdy odbieramy polaryzację pionową, polaryzacja pozioma powinna być maksymalnie stłumiona. Antena ATK-4 (kod **A7127**) tłumi polaryzację ortogonalną o co najmniej 29 dB.

Nazwa	ATK 16/2,4 GHz	ATK-P4/2,4GHz
Kod	A7124	A7127
Zysk [dB]	13	> 15
Pasma [MHz]	2400-2483	2400-2483
Polaryzacja	V/H	V/H
Szerokość wiązki H/V	25/29	19/19
Promien. przód/tył [dB]	>15	>25

Anteny offsetowe i paraboliczne

Ta grupa anten posiada największy zysk i kierunkowość. Takie anteny są stosowane do połączeń punkt-punkt (czyli do tworzenia linków radiowych) oraz jako anteny klienckie, przy dużych odległościach od AP.

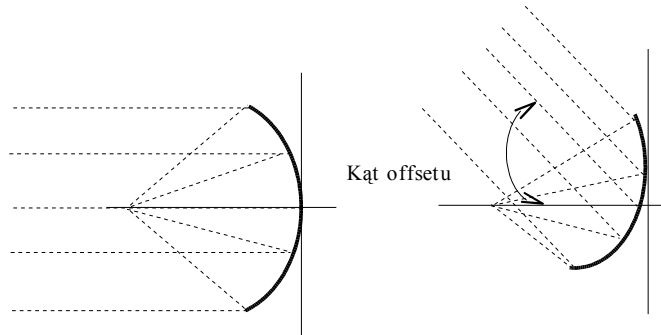
Anteny paraboliczne posiadają dwie wersje, jedna z reflektorem symetrycznym, a druga z reflektorem offsetowym.

W sieciach bezprzewodowych, rozpatrując łatwość montażu, zdecydowanie lepsze są anteny paraboliczne symetryczne. W antenach parabolicznych offsetowych (podświetlonych) aby prawidłowo skierować oś główną charakterystyki anteny na inną antenę, należy antenę skierować ku

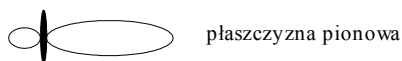
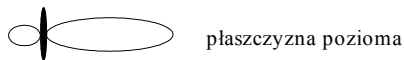
ziemi o wartość kąta offsetu (zwany też kątem podświetlenia, zazwyczaj wynoszący 22-26 stopni) co czasem jest dość kłopotliwe, ze względu na sposób mocowania.

Dlatego z punktu widzenia montażu lepsze są anteny paraboliczne proste lub anteny z reflektorem paraboloidalnym (np. firmy Andrew 24dB 26T-2400, kod **A7115**, firmy Pacific Wireless **A73302** 25dB GRID56025, **A73303** 28dB GRID56028 Pacific).

Z kolei anteny offsetowe, z racji tego iż korzystają z reflektora od typowych anten satelitarnych są dużo tańsze, a ich parametry elektryczne są też dobre. Przykładem są anteny FUSION 2,4 GHz 21dB (**A7134**).



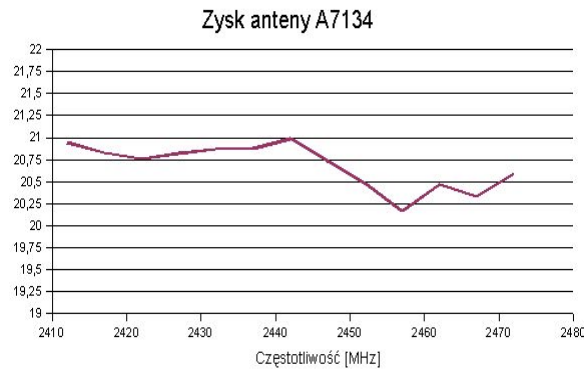
antena paraboliczna symetryczna i podświetlana (offsetowa)



Charakterystyki anten kierunkowych parabolicznych i offsetowych



Antena panelowa FUSION z reflektorem parabolicznym 2,4 GHz A7134 - zysk 21 dBi

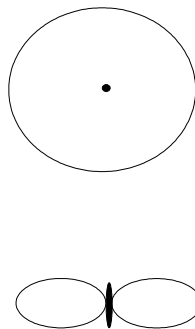


Charakterystyka zysku anteny WLAN Wi-Fi Fussion 21dBi A7134. Charakterystyki wykonano w komorze bezodbiciowej Instytutu Telekomunikacji i Akustyki Politechniki Wrocławskiej

Anteny dookólne

Anteny dookólne są to anteny posiadające w poziomie szerokość wiązki równą 360 stopni. W poziomie zaś kąt połowy mocy zwykle nie przekracza 15 stopni.

Anteny te są głównie stosowane jako punkt bazowy w sieci typu punkt-wielopunkt. Przy zastosowaniu takiej anteny nie ma już konieczności tworzenia w punkcie bazowym połączeń kilku anten np. sektorowych, co wprowadzałoby dodatkowe tłumienie na rozgałęźnikach. Przy projektowaniu łącza z anteną dookólną należy pamiętać, że zbyt duży zysk może być źródłem zakłóceń istniejących już sieci. Tak więc optymalna antena, to nie to samo co najmocniejsza. Podczas projektowania łącza z anteną dookólną, należy szczególnie pamiętać, aby anteny znajdowały się na zbliżonej wysokości, ponieważ mały kąt połowy mocy w pionie może powodować, że emitowana wiązka nie będzie trafiać w antenę odbiorczą. Przykładem anten dookólnych są MA-WO24-8X 2.4-2.5GHz 7.5dB (kod **A72112**) firmy Mars czy np. PROETER 2,4 GHz 10dB (kod **A72621**)



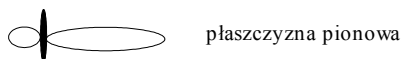
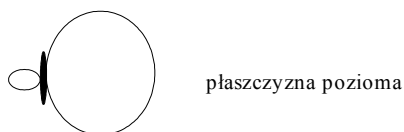
Charakterystyki anten dookólnych



Antena dookólna Mars MA-WO24-8X 2.4-2.5GHz 7.5dB A72112 – zysk 7,5 dBi

Anteny sektorowe

Antena sektorowa to antena o szerokim kącie połowy mocy w poziomie i bardzo wąskim w pionie. Zazwyczaj anteny te pracują w zestawach po kilka anten połączonych tak, by w sumie dawały kołową charakterystykę promieniowania. Zazwyczaj kąt połowy mocy w poziomie wynosi 45, 60, 90, 120 a czasem 180 stopni. W pionie typowo 4-10 stopni. Anteny sektorowe stosowane są do pokrycia dużych obszarów o dużej gęstości ruchu. Klasyczną anteną sektorową jest MA-WE24-6X 2.4GHz+MNT-3 14dB Mars (kod **A72114**) czy MA-WE50-7X 5GHz + MNT-1 14dB Mars (kod **A73111**).



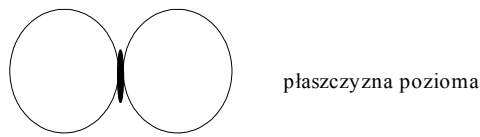
Charakterystyki anten sektorowych



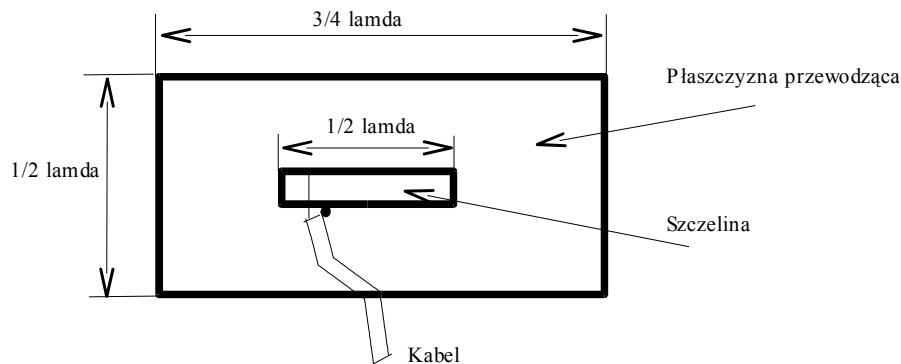
Antena sektorowa MA-WE24-6X2,4GHz 14dB Mars zysk 14 dBi

Anteny szczelinowe

Zazwyczaj anteny sektorowe i niektóre dookólne wykonane są jako anteny szczelinowe. Budowa podstawowej wersji anteny szczelinowych jest dość prosta. Antena składa się z kawałka płaszczyzny przewodzącej i wyciętej w niej szczeliny o takich samych wymiarach jak antena liniowa (np. połowa długości fali). Ciekawą cechą takiej anteny jest polaryzacja – dla szczeliny wyciętej poziomo jest ona pionowa, a dla szczeliny wyciętej pionowo jest ona pozioma. Charakterystyka takiej anteny jest kierunkowa, o kącie połowy mocy w poziomie rzędu 120 stopni i kącie połowy mocy w pionie rzędu 10 stopni. W tej technice można też wykonać anteny o charakterystyce pseudo-dookólnej, poprzez wycięcie szczelin z obu stron falowodu anteny. Ten typ anteny dookólnej ma charakterystykę typu 2*120 stopni.



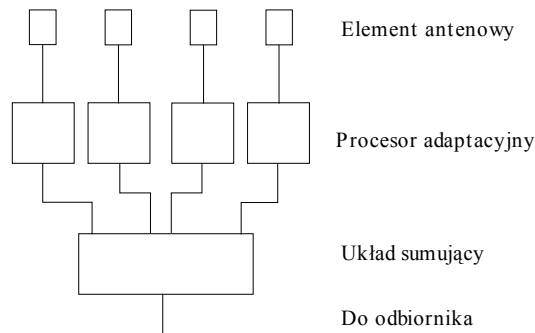
Charakterystyki anten sektorowych dookólnych



prosta antena szczelinowa

Anteny adaptacyjne – przyszłość sieci radiowych

Anteny adaptacyjne to, tak naprawdę układ anten gdzie możliwe jest sterowanie ich charakterystyką. Możliwe staje się np. naprowadzenie głównej wiązki anteny na stację kliencką (jak również naprowadzenie głównej wiązki anteny stacji klienckiej na stację bazową), co pozwala na optymalizację warunków pracy sieci, ogranicza zakłócenia interferencyjne – czyli poprawia wykorzystanie widma. Adaptacyjny układ antenowy składa się z kilku elementów rozmieszczonych przestrzennie i połączonych za pomocą układu sumująco-decyzyjnego, który stosownie do odbieranego sygnału i jego parametrów zmienia współczynniki przetwarzania sygnałów z poszczególnych elementów antenowych, tym samym zmieniając charakterystykę wypadkową. Jednym z przykładów takiej anteny jest antena z fazowaną matrycą. Idea takich anten znana jest od dość dawna, choć niektórzy producenci anten WLAN reklamuje jako nowość, używając, zgodnie z modą, nazwy anteny inteligentne.

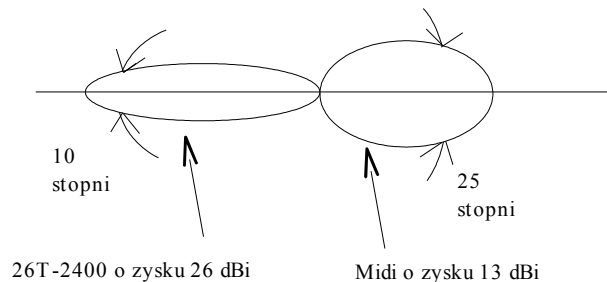


Idea anteny adaptacyjnej (w dużym uproszczeniu)

Łączenie anten na 2,4 GHz

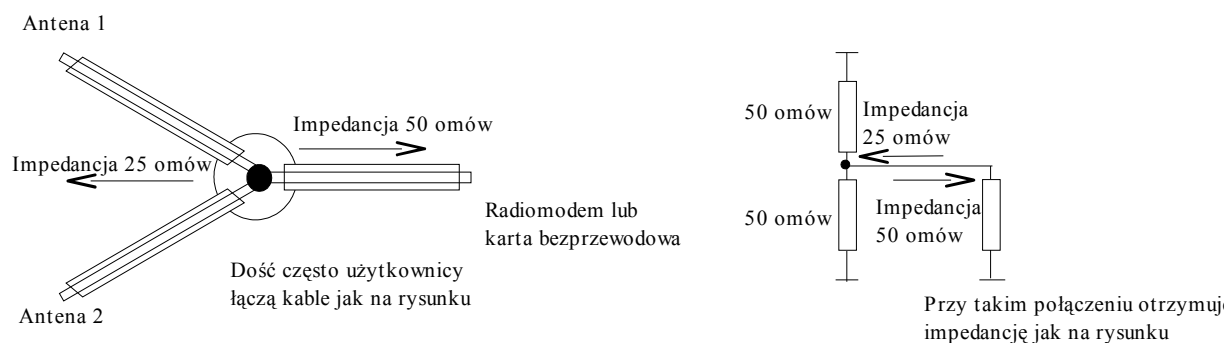
Rozgałęźniki (splitery) pozwalają podłączyć kilka (2-4) anteny do jednego punktu dostępowego. Zazwyczaj stosuje się je w sytuacji gdy potrzebujemy ukształtować charakterystykę promieniowania (zasięg) stacji bazowej, np. gdy z jednej strony jest potrzeba skierowania głównej wiązki promieniowania anteny w górę.

Rozgałęźnik dwuwyjściowy (kod **E842802**) pozwala na podłączenie do jednego wyjścia punktu dostępowego dwóch anten. Na przykład można połączyć antenę kierunkową 26T-2400 o zysku 26 dB firmy Andrew (kod **A7115**) z anteną panelową MIDI o zysku 13 dB (kod **A72232**).



Wygląd wypadkowej charakterystyki po połączeniu anteny 26-T2400 i Midi

Dość często potrzeba ukształtować charakterystykę anten, co można osiągnąć np. przez podłączenie do jednego urządzenia dwóch anten, np. kierunkowych ATK16/2,4 (kod **A7124**) lub sektorowych. Kluczowym problemem jest zapewnienie dopasowania, dlatego połączenie wprost dwóch anten jest błędem (może się zdarzyć że taki układ będzie jakoś działał, może też dojść do uszkodzenia nadajnika). Przy takim połączeniu impedancja linii widziana od strony poszczególnych urządzeń jest różna od 50 omów, a skutki tego są trudne do przewidzenia. Jednym z nich może być zmniejszenie zasięgu, za względu na to iż duża część mocy, zamiast być wypromieniowana przez antenę, będzie odbita do nadajnika. Dlatego należy stosować rozgałęźniki (splitery, sprzęgacze – bo pod takimi nazwami można spotkać te urządzenia) gdyż tylko one zapewniają dopasowanie.



Zabezpieczenia anten nadawczych

Wiele anten może pełnić rolę zabezpieczenia przed wyładowaniami atmosferycznymi urządzeń nadawczych, np. punktów dostępowych. Są to anteny których elementy promieniujące są zwarte dla innych częstotliwości niż częstotliwość pracy. Jednakże, nie jest to idealne zabezpieczenie, gdyż nie zabezpiecza przed bezpośrednim wyładowaniem. Jednym z lepszych rozwiązań jest montaż anteny na maszcie, którego podstawę podłączamy do instalacji odgromowej, i dodatkowo, przedłużamy maszt, tak by przewyższał on zamontowaną na nim antenę. W razie wyładowania, jest ono odprowadzane poprzez maszt do instalacji odgromowej.

Innym sposobem zabezpieczania urządzeń są odgromniki. Przykładem może być odgromnik gazowy AL-NMNFB-9 (kod **N6010**) pracujący w paśmie od DC do 3 GHz.

Anteny WiMAX

Anteny pracują w paśmie 3400-3700 MHz, zabezpieczając pokrycie praktycznie całego pasma WiMAX. Wszystkie anteny są wyposażone w gniazdo N. Jednym z urządzeń które może być stosowane z tymi antenami jest Libra MX (<http://www.wi-lan.com/products/libramx.htm>). Libra MX to system pozwalający na budowę sieci punkt-wielopunkt pracujący w paśmie 3,5 GHz. Pozwala na uzyskanie transmisji na odległość do około 30 km od stacji bazowej w przypadku widoczności radiowej, i około 2km przy jej braku.



Libra MX

Kod	nazwa	zysk	kąt połowy mocy H/V
A74101	Antena panel. P-1035 3,5 GHz	8,5dBi	60/60
A74111	Antena offsetowa IRIS-35 3,5 GHz	22dBi	10/10
A74121	Antena sektorowa VS-1035 3,5 GHz	10,5dBi	35/60
A74211	Antena sektorowa MA-WE36-7X	15dBi	120/6
A74201	Antena panelowa MA-WA35-2X	18dBi	20/20