

Projektowanie sieci bezprzewodowych

Tomasz Cieplak





Zasady projektowania sieci 802.11

- Projektowanie sieci bezprzewodowych 802.11 w większości przypadków nie jest zadaniem łatwym.
- Sama natura komunikacji radiowej stwarza podczas projektowania duże problemy.



Zasady projektowania sieci 802.11

- Najbardziej przyjaznym środowiskiem dla komunikacji bezprzewodowej jest powietrze wolne od jakichkolwiek przeszkód.
- Fale radiowe przy przechodzeniu przez inne materiały zasięg transmisji znacznie się zmniejsza.



Zasady projektowania sieci 802.11

- Innym poważnym problemem są szумы panujące w paśmie radiowym. Niesyty pasmo wykorzystywane przez komunikacje bezprzewodową nie jest wyłącznie zarezerwowane dla urządzeń 802.11.
- Urządzenia komputerowej sieci bezprzewodowej muszą się nim dzielić z wieloma innymi urządzeniami takimi jak telefony bezprzewodowe, kamery bezprzewodowe, urządzenia Bluetooth, a nawet kuchenki mikrofalowe.




Gromadzenie wymagań

- Projektując komputerową sieć bezprzewodową najpierw należy przeprowadzić wizję lokalną w docelowym miejscu instalacji sieci.
- Wizja lokalna należy do istotniejszych elementów procesu projektowania komputerowych sieć bezprzewodowych. Polega ona na zebraniu wszelkich informacji o przyszłych użytkownikach projektowanej sieci oraz o ich oczekiwaniach co do projektowanej sieci.



Gromadzenie wymagań

- Następnie drogą selekcji należy wyznaczyć które z tych wymagań i informacji mają znaczenie priorytetowe. Poniższą listą można posługiwać się przy zbieraniu informacji.



Wymagania dotyczące przepustowości sieci

- Przepustowość sieci jest zależna od wielu czynników, ale przede wszystkim od typu urządzeń używanych w sieci bezprzewodowej.
- Innym czynnikiem jest warunki w jakich ma projektowana sieć działać.
 - Głównym uwarunkowaniem jest tu ilość i jakość występowania zakłóceń w postaci ścian, poruszających się ludzi itd.
 - Kolejnym czynnikiem wpływającym na przepustowość jest rodzaj transmitowanych danych. Jeżeli w sieci ma być przesyłana duża ilość informacji wraz ze skomplikowaną grafiką, potrzebna będzie tak duża przepustowość, jak to tylko możliwe.



Wymagania dotyczące zasięgu sieci

Na tym etapie projektując sieć bezprzewodową należy, zebrać informacje, w jakich miejscach sieć bezprzewodowa ma być dostępna, oraz jaka będzie gęstość użytkowników w poszczególnych obszarach sieci. Przy wyznaczaniu zasięgu sieci należy zwrócić uwagę na kilka zasadniczych czynników:



Mobilność

Jest to możliwość poruszania się stacji bezprzewodowej po sieci z pełnym utrzymaniem połączenia. Projektowana sieć powinna zapewniać skuteczną mobilność, oraz automatyczną rekonfigurację przy przechodzeniu między obszarami zarządzanymi przez poszczególne punkty dostępowe.



Liczba użytkowników

Projektując sieć bezprzewodową należy uzyskać informacje o liczbie użytkowników, jaka będzie korzystała z sieci, oraz o rodzaju i jakości usług, jaką będą chcieli uzyskać użytkownicy podłączając się do sieci bezprzewodowej. Rozważając liczbę użytkowników jak będzie chciała korzystać z sieci bezprzewodowej należy zawsze brać pod uwagę wzrost liczby użytkowników w przyszłości.



Planowanie sieci fizycznej

Przy planowaniu sieci fizycznej niezbędna staje się znajomość miejsca docelowego montażu sieci bezprzewodowej.

Znając miejsce docelowe instalacji sieci należy zdecydować czy do zbudowania szkieletu sieci, będzie potrzebne zainstalowanie nowego okablowania.

Ważne jest też zaplanowanie umieszczenia punktów dostępowych i anten, w miejscach najbardziej odpowiednich.



Planowanie sieci logicznej

Przy planowaniu sieci logicznej należy przewidując liczbę użytkowników zaplanować adresacje IP.

Przydzielić im wystarczającą grupę adresów, w taki sposób, aby komunikacja nie odbywała się kosztem mobilności.

Planując blok adresów IP dla użytkowników należy tak dobrać wartości by w przyszłości nie było problemów z dołączaniem się nowych klientów sieci.



Wymagania dotyczące bezpieczeństwa

- Jest to jeden z najważniejszych i bardzo krytycznych etapów projektowania sieci bezprzewodowej. Jest to jeden z najbardziej krytycznych punktów. Przy projektowaniu sieci należy brać pod uwagę dwa podstawowe cele, zapewnienie odpowiedniej kontroli dostępu i zachowanie poufności danych przesyłanych w bezprzewodowym medium. Polityka bezpieczeństwa może być podyktowana wymogami prawnymi. Należy brać pod uwagę filtrowanie za pomocą adresów MAC i korzystanie z silniejszego uwierzytelniania w postaci współdzielonych kluczy WEP.



Uwarunkowania środowiskowe


- Propagacja fal radiowych i jakość sygnału zależna jest od wielu zewnętrznych czynników. Należą do nich rodzaj użytych materiałów budowlanych, rodzaj konstrukcji i zagospodarowanie pomieszczeń budynku, w którym ma działać projektowana sieć. Charakterystyka rozchodzenia się fal jak i ich interferencja silnie zależą od tych uwarunkowań. Sieć bezprzewodowa nie jest zależna od takich czynników jak wilgotność i temperatura. Aby uzyskać kompletne informacje, dotyczące rozchodzenia się fal w miejscu przeznaczonym do budowy sieci, należy przeprowadzić szczegółowe badania miejscowe.



Zarządzanie projektem

Ważnym elementem projektu sieci jest zbudowanie harmonogramu czynności i zaplanowanie budżetu projektowanej sieci.

W większości przypadków jest to zależne od zleceniodawcy, dla którego sieć jest projektowana.




Obliczanie zasięgu sieci bezprzewodowej

Projektując sieć bezprzewodową wstępnie można posłużyć się obliczeniami zasięgu dla urządzeń, jakie planujemy wykorzystać przy realizacji sieci.

Zwykle wyniki tych obliczeń bardzo odbiegają, od wyników, które uzyskuje się poprzez wykonanie pomiarów w rzeczywistych warunkach.

Pozwalają one jednak na podstawowy szacunek zasięgu danego urządzenia, co może znacznie obniżyć koszty realizacji projektu.

Obliczenia takie przeprowadza się dla otwartej przestrzeni Fresnela.



Obliczanie zasięgu sieci bezprzewodowej

Na początku oblicza się stratę sygnału jaka zachodzi pomiędzy nadajnikiem, a odbiornikiem. Do obliczeń dla pasma 2.4GHz posługujemy się wzorem

$$L = 20 \log(d) + 20 \log(f) + 36,6$$

gdzie:

L – tłumienie [dB]

d – droga, między nadajnikiem a odbiornikiem [km]

f - częstotliwość [MHz]



Przykład 1

Obliczyć połączenie, dla sieci bezprzewodowej na odległości 2 km, przy użyciu kanału 6 (2.437GHz).

$$L = 20 \log(2) + 20 \log(2437) + 36,6$$

$$L = 20 \cdot 0,301 + 20 \cdot 3,38 + 36,6$$

$$L = 6,02 + 67,6 + 36,6$$

$$L = 110,22$$

Strata na takim połączeniu wynosi 110 dB. Następnie należy uwzględnić wszystkie składniki wzmocnienia (nadajnik + antena + wzmacniacz) i odjąć wszystkie składniki strat na łączy (połączenia kablowe, złączki).



Przykład 2

Zakładamy użycie nadajnika firmy D- Link DWL-2100AP o wzmacnieniu 16[dBm], oraz anteny o wzmacnieniu 5 [dBi] po jednej stronie i 5 [dBi] po drugiej stronie. Tłumienność złączek wynosi 0.25 [dB].

Dane:

Punkt A – Access Point (+16dBm), 0m kabla (antena doczepiana bezpośrednio do AP) o tłumieniu 30dB/100m (0dB), jedno złącze RP-SMA o tłumieniu 0,25dB, antena o zysku 5dBi

Punkt B – Access Point (+16dBm), 0m kabla (antena doczepiana bezpośrednio do AP) o tłumieniu 30dB/100m (0dB), jedno złącze RP-SMA o tłumieniu 0,25dB, antena o zysku 5dBi.



Przykład 2

Obliczenia:

$$\text{Strona A: } 16 - 0,25 + 5 - 0,25 + 5 = 25,5 \text{ [dB]}$$

$$\text{Strona B: } 16 - 0,25 + 5 - 0,25 + 5 = 25,5 \text{ [dB]}$$

$$A+B = 51 \text{ [dB]} - \text{wzmocnienie całkowite}$$

Następnie odejmujemy straty obliczone w przykładzie 1:

$$51 - 110 = -59 \text{ [dB]}$$

Wynik ten oznacza moc sygnału, jaką osiągamy na końcach połączenia. Taki wynik trzeba porównać z tabelą czułości danego urządzenia nadawczego i odbiorczego przedstawionego w tabeli 1

Przykład 2

Tabela 1. Czulość punktu dostępowego (dane katalogowe firmy D-Link).

54 Mbps	48 Mbps	36 Mbps	24 Mbps	18 Mbps	12 Mbps	9 Mbps	6Mbps
- 66 dB	- 71 dB	- 76 dB	- 80 dB	- 83 dB	- 85 dB	- 86 dB	- 87 dB

Punkt dostępowy dla przepustowości 54Mb/s ma czulość -66 dB, zatem po odjęciu otrzymujemy:

$$66-59=7 \text{ [dB]}$$

Teoretycznie taki wynik pozwala na prace z tą prędkością. W praktyce margines błędu ustala się na 20 dB, i przy takim marginesie mamy pewność stabilnej transmisji nawet przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych.



Plan wstępny

- Przy projektowaniu sieci bezprzewodowej w budynkach, bardzo pomocne jest zdobycie planów budynku w postaci rzutów pięter budynku i przeprowadzenie wizytacji miejsca instalacji.
- Projekt sieci bezprzewodowej składa się z dwóch części:
 - Pierwszą z nich jest to zaplanowanie sieci fizycznej. Należy brać pod uwagę istniejące już okablowanie strukturalne budynku, gdyż tworzenie nowego specjalnie dla danej sieci może okazać się bardzo kosztowne i czasochłonne.



Plan wstępny

- Drugą częścią projektu sieci bezprzewodowej jest zaplanowanie zmian w sieci logicznej. Przydział adresów IP stacjom mobilnym, umieszczenie punktów dostępowych w sieci WLAN, oraz włączenie do sieci bezprzewodowej zapór ogniowych.
- Opierając się na wcześniej zebranych informacjach, wymagań użytkowników, planach budynku oraz planach połączeń, tworzy się plan wstępny instalacji. Podstawowym celem utworzenia planu wstępnego jest określenie wstępnych lokalizacji punktów dostępu w celu przeprowadzenia pomiarów jakości sygnału.



Pomiary i badania miejscowe

- Badania miejscowe są najważniejszym krokiem, jaki wykonujemy w procesie projektowania sieci bezprzewodowych.
- Celem badań miejscowych jest sprecyzowanie założeń planu wstępnego. Transmisja radiowa jest z bardzo skomplikowanym zjawiskiem i pewne parametry przyszłej sieci muszą zostać ustalone w wyniku eksperymentu.



Pomiary i badania miejscowe

- W wyniku przeprowadzonych badań miejscowych, wprowadza się poprawki do planu wstępnego.
- Można posłużyć się odpowiednimi narzędziami pomiarowymi, które umożliwią zrezygnowanie z niektórych punktów dostępowych.



Pomiary i badania miejscowe

- Podstawowym celem przeprowadzenia badań jest odkrycie nieprzewidzianych interferencji oraz przeprojektowanie sieci.
- Przy pomocy badań miejscowych oceniamy następujące warunki:
 - faktyczny obszar pokrycia siecią przez dany punkt dostępowy,
 - optymalne rozmieszczenie punktów dostępowych w docelowej sieci,
 - faktyczne szybkości bitowe oraz stopy błędów w różnych miejscach sieci,
 - liczbę potrzebnych punktów dostępowych,
 - charakterystykę wydajnościowych aplikacji klientów sieci bezprzewodowej.



Narzędzia pomiarowe

Badania miejscowe polegają na wykonywaniu pomiarów jakości sygnału. W zależności od użytego urządzenia pomiary jakości sygnału przeprowadza się przy wykorzystaniu następujących informacji.



Narzędzia pomiarowe

Pomiar współczynnika błędnych pakietów (PER)

Polega na pomiarze liczby pakietów zawierających błędy w stosunku do wszystkich odebranych pakietów. W pomiarze takim nie uwzględniamy retransmisji. Przyjmujemy, że wydajność sieci jest akceptowalna, przy współczynniku PER mniejszym niż 8%.



Narzędzia pomiarowe

Pomiar wskaźnika natężenia sygnału odbieranego (RSSI)


Wskaźnik ten jest obliczany na podstawie odpowiednich wzorów matematycznych. Im jego wartość jest wyższa, tym wartość sygnału jest wyższa. Ma to bezpośredni związek ze wzrostem jakości sygnału.



Narzędzia pomiarowe


Pomiar dyspersji czasu sygnałów poruszających się do celu różnymi drogami

Niektóre urządzenia mają możliwość pomiaru stopnia, w jakim sygnał jest rozdzielony w czasie w wyniku poruszania się różnymi drogami. Duże wartości rozdzielenia utrudniają korelacje sygnałów szerokopasmowych. Im większa jest wartość dyspersji, tym mniejsza jest przepustowość sieci. Pomiary jakości sygnału przeprowadza się przy pomocy specjalizowanych urządzeń pomiarowych, lub przy pomocy specjalistycznych programów uruchamianych na przenośnym komputerze. W takim przypadku musimy posiadać bezprzewodową kartę sieciową, która posiada funkcje zwracania wartości wzmocnienia sygnału.



Pomiary przy braku specjalistycznych narzędzi

- Podstawową wadą narzędzi pomiarowych jest ich bardzo wysoka cena. Karty sieciowe z funkcją zwracania wartości wzmocnienia sygnału oraz programy służące do przetwarzania pomiarów, także podwyższają koszty projektu. W przypadku braku środków na takie urządzenia można posłużyć się pomiarami przy pomocy podstawowych darmowych narzędzi. Pomiar taki polega na ustawieniu punktu dostępowego w wcześniej zaplanowanym miejscu. Przy pomocy komputera przenośnego wyposażonego w bezprzewodową kartę sieciową dokonuje się pomiary przy pomocy programu ping.



Pomiary przy braku specjalistycznych narzędzi

- Poniżej przedstawiona jest procedura takiego pomiaru:
 - Zmiana odległości (AP - Karta sieciowa) w granicach od 5m do utraty sygnału w odstępach 5 metrowych.
 - Testowanie przy „długich pingach”
 - Wysyłanie ping o treści:


Ping 192.168.0.1 -l 1400 -n 10

Gdzie:

192.168.0.1 – adres IP punktu dostępowego,

l 1400 – długość pinga (1400 B),

n 10 – liczba pomiarów (10).



Pomiary przy braku specjalistycznych narzędzi

- Pomiar czasu opóźnienia [ms],
- Pomiar liczby utraconych pakietów.
- Na podstawie tak wykonanego pomiaru jesteśmy w stanie określić osiąganą jakość sygnału. Dla sieci bezprzewodowych czasy opóźnienia mogą być bardzo duże. Dla długich odcinków sięgają one nawet do 2000ms. W budynkach nie powinny one przekraczać wartości 500ms. Im mniejsza wartość opóźnienia tym jakość sygnały jest większa. Liczba utraconych pakietów nie powinna przekraczać 10%. Wyniki przedstawiamy w postaci obszaru pokrycia na planach budynku.



Anteny

W celu pokrycia siecią pomieszczeń zamierzonego obszaru niezbędne jest zastosowanie zewnętrznych anten. Anteny można przyłączyć do punktów dostępowych oraz do bezprzewodowych kart sieciowych przy pomocy specjalnych złączek oraz kabli. Przy wyborze anteny zewnętrznej, należy zwrócić uwagę na kilka jej parametrów tj. zysk anteny oraz kont połowy mocy.

Zysk anteny

Zysk anteny jest stopniem, w jakim sygnał jest wzmacniany na kierunku maksymalnego promieniowania przez antenę. Zysk anteny mierzony jest w jednostkach dBi, co oznacza decybele w odniesieniu do anteny izotropowej.



Anteny

Kąt połowy mocy

Określa szerokość wiązki promieniowania. Mierzony jest między punktami, w których promieniowanie spada do połowy swojej największej wartości. Zrozumienie pojęcia kąta połowy mocy jest ważne w zrozumieniu efektywnego stopnia pokrycia anteny. Kąt taki może wynosić zaledwie kilka stopni, w przypadku anten o dużym zysku. Poza kątem połowy mocy sygnał spada bardzo szybko. Kąt połowy mocy dotyczy także anten dookólnych i jest on mierzony dla charakterystyki pionowej promieniowania anteny.



Anteny

Rodzaj anteny

Rodzaj anteny określa charakterystykę promieniowania anteny. Rozróżniamy charakterystyki dookólną, dwukierunkową i jednokierunkową. Anteny dookólne nadają się do pokrycia dużych obszarów, anteny jednokierunkowe najlepiej nadają się do tworzenia połączeń typu punkt-punkt, anteny dwukierunkowe są szczególnie dobre do pokrywania korytarzy.



Planowanie kanałów radiowych

- Urządzenia stosowane w sieci 802.11 w większości przypadków wykorzystują technologie kluczowania bezpośredniego. Urządzenia pracujące w tej technologii rozpraszają moc w paśmie 25MHz. By uniknąć interferencji między sobą, punkty dostępowe muszą być oddzielone od siebie o pięć kanałów radiowych. Wybór częstotliwości pracy sieci bezprzewodowej wynika z podziału widma radiowego w miejscu instalacji sieci.

Planowanie kanałów radiowych

Tabela 2. Kanały radiowe używane w różnych domenach regulacyjnych.

Numer Kanału	Częstotliwość kanału [GHz]	USA	Europa	Polska
1	2,412	✓	✓	✓
2	2,417	✓	✓	✓
3	2,422	✓	✓	✓
4	2,417	✓	✓	✓
5	2,432	✓	✓	✓
6	2,437	✓	✓	✓
7	2,442	✓	✓	✓
8	2,447	✓	✓	✓
9	2,452	✓	✓	✓
10	2,457	✓	✓	✓
11	2,462	✓	✓	✓
12	2,467		✓	✓
13	2,472		✓	✓
14	2,484			



Planowanie kanałów radiowych

Obszary pokrycia punktów dostępowych mogą na siebie zachodzić bez wpływu na przepustowość sieci, tylko wtedy, gdy numery kanałów radiowych różnią się, o co najmniej pięć. Jak wynika z tabeli 4.2, tylko punkty dostępowe pracujące w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie i krajach europejskich które przyjęły zalecenia ETSI, mogą pracować z pełną przepustowością na zachodzących na siebie obszarach.



Planowanie kanałów radiowych

Obszary pokrycia punktów dostępowych mogą na siebie zachodzić bez wpływu na przepustowość sieci, tylko wtedy, gdy numery kanałów radiowych różnią się, o co najmniej pięć. Jak wynika z tabeli 4.2, tylko punkty dostępowe pracujące w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie i krajach europejskich które przyjęły zalecenia ETUI, mogą pracować z pełną przepustowością na zachodzących na siebie obszarach.



Sporządzenie raportu

- Po ukończeniu badań i pomiarów miejscowych następnym krokiem jest sporządzenie raportu, który powinien zawierać szczegóły techniczne wynikające z tych badań. Taki raport należy przekazać instalatorom.
- W raporcie z badań miejscowych powinny znaleźć się informacje:
 - Podsumowanie wymagań z początkowych ustaleń.
 - Określenie na podstawie badań obszarów pokrycia.
 - Opis położenia punktów dostępowych, wraz z ich konfiguracją
 - nazwy punktu dostępowego,
 - numer kanału radiowego,
 - obszar pokrycia.
 - konfiguracja IP,
 - rodzaj i konfiguracja anteny.
 - Plany budynków wraz z naniesionymi na nie miejscami montażu punktów dostępowych, oraz wyrysowane na nich obszary pokrycia.
 - Kosztorys.
 - Instrukcje urządzeń.



Antena izotropowa

- **Antena izotropowa** jest to teoretyczna antena o następujących cechach:
 - emituje sygnał równomiernie (izotropowo) we wszystkich kierunkach,
 - cały sygnał, którym zasilana jest antena, jest wysyłany bez strat i odbić.
- Zysk energetyczny anteny izotropowej wynosi 0 dBi.



Antena izotropowa

- Pojęcie anteny izotropowej jest stosowane przy określaniu EIRP i jest modelem teoretycznym, gdyż **antena taka w rzeczywistości nie istnieje.**
- Antena ta jest szczególnym przypadkiem anteny dookólnej, jej charakterystyka promieniowania jest idealną kulą.