



ZAŁĄCZNIK NR 1.6 do PFU

System łączy szkieletowych

1. System łączy szkieletowych z BS01 do pozostałych stacji bazowych

System połączeń szkieletowych punkt – wielopunkt (PMP). Kompletny zespół bazowych urządzeń dostępowych wraz z niezbędnym osprzętem (moduły radiowe, zasilacze, odgromniki, synchronizacja GPS i inne komponenty wymagane przez producenta w danej konfiguracji) – tworzący tworzący sieć szkieletową do połączenia stacji bazowych powinien spełniać poniższe wymagania minimalne:

- Praca w licencjonowanym paśmie radiowym 5.9 – 6.4 GHz, zgodność z normą EN 302 326-2.
- Praca w konfiguracji punkt-wielopunkt (jedno bazowe urządzenie dostępowe, kilka terminali odbiorczych).
- Możliwość budowy stacji wielosektorowej pokrywających swoim zasięgiem zakres kątowy do 360 stopni.
- Zastosowanie w stacji bazowej anten sektorowych o kątach promieniowania 90 stopni i 120 stopni.
- Możliwość pracy w trybie antenowym Diversity (redundancja polaryzacyjna).
- Terminale odbiorcze muszą posiadać wbudowaną antenę panelową lub posiadać możliwość podłączenia anten zewnętrznych kierunkowych.
- Transmisja z dostępem czasowym TDD (Time Division Duplex)
- Modulacja obsługiwana przez stacje bazową i terminale: 2x2 MIMO/OFDM (co najmniej BPSK/QPSK/16QAM/64QAM).
- Korekcja błędów FEC $k= 1/2, 2/3, 3/4, 5/6$ oraz automatyczne żądanie retransmisji ARQ.
- Dopasowanie automatyczne parametrów pracy łącza, w tym przy zmieniających się warunkach atmosferycznych – adaptacyjna obsługa modulacji i kodowania.
- Implementacja szyfrowania AES 128-bit, AES 256-bit oraz FIPS 197.
- Obsługiwane szerokości kanałów – co najmniej: 10, 20, 40 MHz.
- Wymagane jest zapewnienie wydajności w warstwie łącza danych modelu OSI o wartościach:
 - A) Pojedynczy sektor stacji bazowej:
 - min. 120 Mb/s (wartość zagregowaną będąca sumą przepływności w obu kierunkach) uzyskiwaną w kanale radiowym nie szerszym niż 20MHz);
 - min. 240 Mb/s (wartość zagregowaną będąca sumą przepływności w obu kierunkach) uzyskiwaną w kanale radiowym nie szerszym niż 40MHz);
 - B) Terminale odbiorcze:
 - 100 Mbit/s – zainstalowane w BS02 – BS05.
(Podane wartości stanowią wartość zagregowaną będąca sumą przepływności w obu kierunkach).
- Wymagane jest zapewnienie jednoczesnej obsługi co najmniej 3 terminali odbiorczych z jednego bazowego urządzenia dostępowego (sektora).



- Możliwość zarządzanie przydziałem pasma do terminali klienckich przez stację bazową.
 - Możliwość ustawienia gwarantowanego pasma do terminali, tzw. klasa CIR.
 - Symetryczny przydział ruchu w górę/w dół sieci.
 - Moc nadawania stacji bazowej co najmniej 24Bm i płynna regulacja mocy nadawania z krokiem nie większym niż 1 dB.
 - Obsługa:
 - VLAN 802.1Q, 801.1P, QinQ
 - 4 poziomy QoS zgodnie z 802.1p oraz Diffserv
 - Multicast i Broadcast
 - Wbudowany analizator widma, możliwość skanowania pasma przez stację bazową oraz poszczególne terminale.
 - Urządzenie bazowe musi posiadać funkcję wzajemnej synchronizacji czasowej nadawania i odbioru sterowanej sygnałem GPS przekazywanym oraz poprzez Ethernet. System synchronizacji musi być w pełni zgodny z systemem synchronizacji używanym przez zastosowany system dostępowy w paśmie 3,5 GHz oraz radiolinii na pasmo nielicencjonowane 5,4-5,7GHz.
 - Interfejs urządzeń:
 - bazowych – RJ-45 (10/100/1000Base-T) lub SFP (1000Base-SX)
 - klienckich – RJ-45 (10/100Base-T).
 - Zarządzanie przez http, telnet oraz SNMP w wersji co najmniej 3.
 - Możliwość zarządzania urządzeniami stacji bazowej i terminali odbiorczymi w wydzielonym VLAN.
 - Możliwość lokalnej i zdalnej aktualizacji oprogramowania stacji bazowej i terminali odbiorczych.
 - Urządzenia fabrycznie przystosowane do pracy na zewnątrz (outdoor).
 - Klasa szczelności urządzeń radiowych bazowych i terminali klienckich co najmniej IP67.
 - Minimalny zakres temperatur pracy urządzenia stacji bazowej i terminali od -35 do +60 st. C.
 - Zasilanie urządzeń PoE, przy czym pobór mocy nie może być większy niż:
 - 30 W dla pojedynczego sektora stacji bazowej,
 - 15 W dla terminala klienckiego.
 - Zaoferowane urządzenia stacji bazowej i terminale powinny być zgodne z wymaganymi normami w zakresie technologii radiowych, kompatybilności elektromagnetycznej i bezpieczeństwa.
1. Do oferty należy dołączyć certyfikat CE lub deklarację zgodności lub raporty z badań lub inne dokumenty potwierdzające zgodność z wymaganymi normami w zakresie zastosowanych technologii radiowych, kompatybilności elektromagnetycznej i bezpieczeństwa.
 2. Jeżeli zaproponowany system łączny szkieletowy będzie pochodził od tego samego producenta urządzeń co zaproponowany system dostępowy punkt – wielopunkt w paśmie 3,5 GHz oraz radiolinia punkt-punkt w paśmie nielicencjonowanym 5,4GHz to Wykonawca zobowiązany jest



dołączyć do oferty oświadczenie o wzajemnej kompatybilności systemów synchronizacji GPS użytych w systemach dostępowym punkt-wielopunkt punkt-punkt, łączy szkieletowych i punkt-wielopunkt oraz radiolinii punkt-punkt.

3. Jeżeli zaproponowany system łączy szkieletowych, zaproponowany system dostępowy punkt – wielopunkt w paśmie 3,5 GHz oraz radiolinia punkt-punkt w paśmie nielicencjonowanym 5,4GHz pochodzących od różnych producentów to Wykonawca zobowiązany jest dołączyć do oferty oświadczenie, że użyty w tym urządzeniu system synchronizacji GPS jest w pełni kompatybilny z systemem pozostałych producentów (tzw. wzajemne potwierdzenie kompatybilności). Oświadczenie Wykonawcy powinno zawierać nazwę zastosowanego systemu synchronizacji oraz spełniane normy.



2. Radiolinia na pasmo nielicencjonowane 5,4 GHz w relacji BS01 - GPD

Łącza radiowe punkt – punkt (P2P) - obejmujące wszystkie urządzenia niezbędne do zestawienia łącza zalecane przez producenta: moduły radiowe, anteny wbudowane lub zewnętrzne, zasilacze, kable, odgromniki ethernetowe, itp. – pracujące w warstwie szkieletowej sieci.

- Praca w nielicencjonowanym paśmie 5.470 – 5.725 GHz, zgodność z normą EN 301 893.
- Praca w konfiguracji punkt-punkt.
- Urządzenie musi być dostępne w wersji wykonania z wbudowaną fabrycznie anteną panelową o zysku nie mniejszym niż 23dB.
- Schemat dupleksacji: TDD
- Możliwość pracy w trybie antenowym Diversity (redundancja polaryzacyjna).
- Transmisja z dostępem czasowym TDD (Time Division Duplex)
- Modulacja obsługiwana przez stacje bazową i terminale: 2x2 MIMO/OFDM (co najmniej BPSK/QPSK/16QAM/64QAM).
- Korekcja błędów FEC $k = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6$.
- Dopasowanie automatyczne parametrów pracy łącza, w tym przy zmieniających się warunkach atmosferycznych – adaptacyjna obsługa modulacji i kodowania. Dostępność roczna (projektowa) radiolinii na zaprojektowanym linku nie może być gorsza niż 99,95%.
- Implementacja szyfrowania AES 128-bit, AES 256-bit oraz FIPS 197.
- Obsługiwane szerokości kanałów – co najmniej: 10, 20, 40, 80 MHz.
- Automatyczny wybór kanałów oraz obsługa DFS
- Symetryczny przydział ruchu uplink/downlink, możliwość konfiguracji niesymetrycznego przydziału ruchu uplink/downlink.
- Zapewnienie połączenia w warstwie 2 modelu OSI o przepustowości nie mniejszej niż: 500 Mb/s (wartość zagregowana będąca sumą prędkości w obie strony uzyskiwana przez urządzenie w najwyższej obsługiwanej modulacji).
- Implementacja szyfrowania AES 128-bit oraz FIPS 197.
- Maksymalne opóźnienia <3ms.
- Obsługa:
 - VLAN 802.1Q, 801.1P, QinQ
 - 4 poziomy QoS zgodnie z 802.1p oraz Diffserv
- Wbudowany analizator widma, możliwość skanowania pasma przez stację bazową oraz poszczególne terminale.
- Urządzenie bazowe musi posiadać funkcję wzajemnej synchronizacji czasowej nadawania i odbioru sterowanej sygnałem GPS przekazywanym oraz poprzez Ethernet. System synchronizacji musi być w pełni zgodny z systemem synchronizacji używanym przez zastosowany system dostępowy w pasmie 3,5 GHz oraz system połączeń szkieletowych na pasmo licencjonowane 6 GHz.
- Interfejs urządzeń:



- RJ-45 (10/100/1000Base-T) lub SFP (1000Base-SX)
 - Zarządzanie przez http, telnet oraz SNMP w wersji co najmniej 3.
 - Możliwość zarządzania urządzeniami stacji bazowej i terminali odbiorczymi w wydzielonym VLAN.
 - Możliwość lokalnej i zdalnej aktualizacji oprogramowania stacji bazowej i terminali odbiorczych.
 - Urządzenia fabrycznie przystosowane do pracy na zewnątrz (outdoor).
 - Klasa szczelności urządzeń radiowych bazowych i terminali klienckich co najmniej IP67.
 - Minimalny zakres temperatur pracy urządzenia stacji bazowej i terminali od -35 do +60 st. C.
 - Zasilanie urządzeń PoE, przy czym pobór mocy nie może być większy niż:
 - 25 W dla pojedynczego zakończenia radiolinii.
 - Zaoferowane urządzenia stacji bazowej i terminale powinny być zgodne z wymaganymi normami w zakresie technologii radiowych, kompatybilności elektromagnetycznej i bezpieczeństwa.
1. Do oferty należy dołączyć certyfikat CE lub deklarację zgodności lub raporty z badań lub inne dokumenty potwierdzające zgodność z wymaganymi normami w zakresie zastosowanych technologii radiowych, kompatybilności elektromagnetycznej i bezpieczeństwa.
 2. Jeżeli zaproponowana radiolinia punkt-punkt w paśmie nielicencjonowanym 5,4GHz będzie pochodził od tego samego producenta urządzeń co zaproponowany system dostępowy punkt – wielopunkt w paśmie 3,5 GHz oraz system łączy szkieletowych w paśmie 6 GHz to Wykonawca zobowiązany jest dołączyć do oferty oświadczenie o wzajemnej kompatybilności systemów synchronizacji GPS użytych w systemach dostępowym punkt-wielopunkt punkt-punkt, łączy szkieletowych i punkt- wielopunkt oraz radiolinii punkt-punkt.
 3. Jeżeli zaproponowana radiolinia punkt-punkt w paśmie nielicencjonowanym 5,4GHz, zaproponowany system dostępowy punkt – wielopunkt w paśmie 3,5 GHz oraz system łączy szkieletowych w paśmie 6 GHz pochodzących od różnych producentów to Wykonawca zobowiązany jest dołączyć do oferty oświadczenie, że użyty w tych urządzeniu system synchronizacji GPS jest w pełni kompatybilny z systemem pozostałych producentów (tzw. wzajemne potwierdzenie kompatybilności). Oświadczenie Wykonawcy powinno zawierać nazwę zastosowanego systemu synchronizacji oraz spełniane normy.