**Wymagania techniczne i technologiczne**

1. **Przedmiot zamówienia obejmuje:**
2. Zestawienie, uruchomienie i utrzymanie cyfrowych łączy dostępowych IP VPN, zakończonych odpowiednimi interfejsami we wskazanych lokalizacjach MPK S.A. w Krakowie (dalej: MPK, Zamawiający) wraz z udostępnieniem światłowodowej infrastruktury podkładowej.
3. Umożliwienie Zamawiającemu z jego siedziby (Kraków, ul. Brożka 3) dostępu do Systemu Monitorowania i weryfikacji świadczenia Usługi transmisji danych (dalej: Usługa), zapewniającego co najmniej:
4. Powiadamianie o sytuacjach krytycznych w interwałach co najwyżej pięciominutowych, poprzez wyświetlenie informacji o stanie urządzeń dostępowych.
5. Ciągłe monitorowanie parametrów SLA oraz obciążenia wszystkich łączy (włącznie z historią z całego okresu świadczenia Usługi), obejmujące co najmniej możliwość monitorowania dostępności łącza w skali miesiąca oraz przedstawienie statystyki wykorzystania łącz.
6. Możliwość generowania co najmniej miesięcznych i rocznych raportów z parametrów wymienionych w punkcie b) w postaci tekstowej lub graficznej.
7. Wykreowanie przez Wykonawcę co najmniej 3 kont dostępu do Systemu Monitorowania do swobodnej dyspozycji Zamawiającego oraz udostępnienie ich do używania przez Zamawiającego.
8. Wykonanie i dostarczenie dla Zamawiającego dokumentacji powykonawczej przyłączenia lokalizacji MPK do sieci IP VPN (dostarczenie najpóźniej wraz z protokołem przekazania), zawierającej co najmniej:
9. Wykaz zrealizowanych w ramach zamówienia łączy teleinformatycznych wraz z ich opisem co najmniej w zakresie parametrów określonych w niniejszej specyfikacji.
10. Informacje na temat uruchomionych na urządzeniach dostępowych funkcjonalności dotyczących bezpieczeństwa.
11. Opis zastosowanych technologii i protokołów telekomunikacyjnych wykorzystywanych do świadczenia usług transmisji danych w sieci Wykonawcy.
12. Opis sposobu zarządzania jakością usług QoS.
13. Opis funkcjonowania i użytkowania Systemu Monitorowania.
14. Kopie protokołów odbioru zestawionych łącz teleinformatycznych.
15. Zapewnienie minimum trzech klas ruchu (QoS).
16. Wykonywanie i dostarczanie dla Zamawiającego miesięcznych raportów świadczenia Usługi uwzględniających wszystkie awarie i odstępstwa od poziomu świadczenia Usługi zagwarantowanego parametrami SLA, z podaniem lokalizacji, dat ich wystąpienia, czasu niedostępności, zdarzeń powodujących ich wystąpienie i okoliczności mających wpływ na te parametry za każdy miesiąc kalendarzowy, od dnia rozpoczęcia świadczenia Usługi.
17. **Wymagania dotyczące przedmiotu Zamówienia:**
18. Zamawiający nie dopuszcza realizacji łącz dostępowych w postaci:
19. łączy w technologii DSL (ang. *Digital Subscriber Line*), telefonicznych łączy komutowanych (np. ISDN – ang. *Integrated Services Digital Network*), łączy satelitarnych, łączy radiowych w paśmie dostępnym bez zezwolenia
20. technologii Wi-Fi (ang. *Wireless Fidelity*), WiMAX (ang. *World Interoperability for Microwave Access*), HDSPA (ang. *High-Speed Downlink Packet Access*), ani żadnej innej technologii używającej pasma dostępnego publicznie bez zezwolenia

Nie dopuszcza się realizacji łącza dostępowego drogą radiową, nawet na koncesjonowanych pasmach niepublicznych

1. Zamawiający wymaga, aby we wszystkich lokalizacjach Wykonawca doprowadził łącza dostępowe do szaf technicznych wskazanych przez Zamawiającego.
2. Zamawiający wymaga zapewnienia bezpieczeństwa przesyłanych danych w sieci Wykonawcy w sposób uniemożliwiający dostęp do przesyłanych informacji przez osoby nieuprawnione oraz gwarancji integralności i wierności przesyłanych danych. Techniczne rozwiązania zapewniające bezpieczeństwo danych w swojej sieci powinien dobrać Wykonawca.
3. Ruch pomiędzy lokalizacjami a Brożka musi być odseparowany od publicznego Internetu (dane nie mogą dostać się w niepowołane ręce).
4. Zamawiający wymaga aby infrastruktura światłowodowa stanowiąca bazę podkładową pod usługą IPVPN wraz z najmem łączy światłowodowych przyjęła postać topologii pierścienia (dwóch ringów) zgodnie z załączonym schematem połączenia poszczególnych lokalizacji z zachowaniem następujących wymagań.



1. topologia fizyczna dla lokalizacji PSB (Punkt Sprzedaży Biletów) stanowi jeden pierścień zbiegający się w centrali czyli w lokalizacji A0 (Brożka);
2. topologia fizyczna dla lokalizacji STACJE stanowi drugi pierścień zbiegający się w centrali czyli lokalizacji A0 (Brożka);
3. dla każdej topologii pierścienia (dotyczącej PSB oraz STACJI) wymagane jest zestawienie minimum czterech torów optycznych (4J) łączących poszczególne lokalizacje w obrębie pierścienia oraz zachowanie redundancji tras kablowych;
4. dwa tory optyczne zamawiający przewiduje wykorzystać do spięcia własnych urządzeń na potrzeby Disaster Recovery;
5. wspólny odcinek kablowy/kanalizacyjny realizujący redundancję fizyczną nie może być dłuższy niż 300 m dla każdej lokalizacji (z możliwością wykluczenia 1 z 11 lokalizacji);
6. poszczególne lokalizacje w topologii pierścienia zarówno dla PSB i STACJI będę połączone torami optycznymi w postaci odcinków nie dłuższych niż 15 km;
7. suma długości pojedynczych torów optycznych łączących poszczególne lokalizacje w pierścieniu PSB nie może przekroczyć 60 km;
8. suma długości pojedynczych torów optycznych łączących poszczególne lokalizacje w pierścieniu STACJE nie może przekroczyć 60 km;
9. tory optyczne (wyodrębnione włókna / odcinki) łączące poszczególne lokalizację muszą zostać podane pomiarom reflektometrycznym z zachowaniem norm, które dadzą możliwość Klientowi realizacji na ich bazie zwielokrotnienia falowego bazując na własnych urządzeniach DWDM.
10. Zamawiający wymaga przedstawienia do oferty w formie graficznej tras kablowych na mapie skali 1:10 000 lub bardziej precyzyjnej prezentującej docelową realizację Usługi od strony okablowania fizycznego z uszczegółowieniem miejsc wspólnych dla torów kablowych, potwierdzającą spełnienie wymagań o których mowa w pkt. 5 powyżej.
11. Zamawiający wymaga aby Wykonawca bazował tylko i wyłącznie na własnej infrastrukturze światłowodowej w celu zapewnienia najwyższego poziomu bezpieczeństwa i jakości świadczonej Usługi
12. Zamawiający wymaga od dostawcy aby dla lokalizacji A0, A1, A2, A3, A4, A5 (zgodnie z rysunkiem) operator zagwarantował min. dwa urządzenia na których będzie możliwość odebrania usługi IPVPN, urządzenia w tych lokalizacjach mają stanowić element ciągły topologii pierścienia
13. Zamawiający wymaga następujących interfejsów stykowych:
	1. dla lokalizacji B1,B2,B3,B4,B5 interfejs 1GE optyczny stykowy z własną infrastrukturą,
	2. dla lokalizacji A1,A2,A3,A4,A5 interfejs 10GE optyczny stykowy z własną infrastrukturą,
	3. dla lokalizacji A0 (Brożka) interfejs 40GE optyczny QSFP+ stykowy z własną infrastrukturą
14. Zamawiający wymaga, aby przełączenie środowiska Zamawiającego z obecnej sieci WAN do sieci docelowej Wykonawcy zostało wykonane przy założeniu ciągłości pracy sieci WAN, z  dopuszczalną przerwą w pracy przełączanych jednostek nie większą niż „czas usunięcia pojedynczej awarii” zgodną z SLA.
15. Zamawiający wymaga, aby Wykonawca obsługiwał adresy IP używane przez Zamawiającego w sieci WAN z puli określonej w dokumencie RFC 1918 (ang. *Request For Comments*).
16. Do wymiany informacji routingowej pomiędzy siecią Zamawiającego a siecią Wykonawcy będzie wykorzystywany jeden z protokołów routingu: RIPv2 (ang. *Routing Information Protocol*), OSPF (ang. *Open Shortest Path First*), BGP (ang. *Border Gateway Protocol*) lub poprzez routing statyczny. Urządzenia dostępowe Wykonawcy muszą wspierać każdy z tych w/w protokołów dla interfejsów przyłączeniowych. Wybór protokołu zostanie określony na etapie realizacji sieci.
17. Zamawiający wymaga zróżnicowania ruchu według klas QoS w ramach pasma gwarantowanego na urządzeniu dostępowym z zapewnieniem:
18. Możliwości zdefiniowania (na etapie wdrożenia tj. do 90 dni od daty podpisania umowy) minimum 3 klas QoS ruchu, z gwarancją definiowania dowolnego podziału pasma według uznania Zamawiającego (nie częściej niż raz na 3 miesiące)
19. Możliwości przypisania ruchu do konkretnej klasy QoS w oparciu o: IP Precedence, IP DSCP, adres IP docelowy, adres IP źródłowy, port UDP (ang. *User Datagram Protocol*), port TCP (ang. *Transmission Control Protocol*), docelowy, port UDP/TCP źródłowy lub dowolną kombinację tych parametrów.
20. Możliwości reklasyfikowania (w przypadku wysycenia pasma QoS klasy wyższej, automatycznego reklasyfikowania ruchu do klasy niższej) i oznaczania pakietów IP w oparciu o podane wyżej kryteria na urządzeniu dostępowym Wykonawcy
21. Możliwości przyjmowania i przydzielenia do odpowiednich klas QoS przez urządzenie dostępowe Wykonawcy, ruchu IP już sklasyfikowanego i oznaczonego przez Użytkownika na jego urządzeniach lub w jego sieci (mapowanie ustawień IP Precedence i IP DSCP dokonanych przez Użytkownika).
22. Zapewnienia zaawansowanych mechanizmów QoS umożliwiających hierarchizację ruchu w celu zapewnienia wyższych parametrów dla usługi VoIP.
23. Zamawiający wymaga zapewnienia dwóch kategorii SLA dla wskazanych przez Zamawiającego lokalizacji, o wartościach parametrów SLA określonych poniżej. Parametry w każdej z kategorii liczone są oddzielnie dla każdej z lokalizacji Zamawiającego. Zamawiający wprowadza podział lokalizacji na kategorie SLA (A, B) według parametrów podanych w tabeli1.

**Tabela 1. Parametry SLA**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parametry SLA | Kategoria A dla lokalizacji A0, A1, A2, A3, A4, A5 | Kategoria B dla lokalizacji B1,B2,B3,B4,B5  |
| Dopuszczalny łączny czas niedostępności usługi w ciągu roku kalendarzowego świadczenia Usługi  | 99,90 | 99,50 |
| Dopuszczalny czas usunięcia pojedynczej awarii [godz.] | 2 | 8 |

1. Wykonawca zobowiązuje się do zapewnienia przez cały okres świadczenia Usługi redundancji urządzeń dostępowych oraz łączy dla lokalizacji o kategorii SLA - A. W przypadku zapewnienia pełnej redundancji, świadczenie Usługi na łączach zapasowych, przy spełnieniu wszystkich parametrów SLA kategorii A, nie będzie traktowane jako niedostępność.
2. Zamawiający wymaga zapewnienie następujących parametrów sieci:
3. Maksymalne łączne opóźnienie 15ms pomiędzy dowolnymi węzłami (abonentami) w sieci
4. Maksymalna zmiana opóźnienia (jitter) 5ms pomiędzy dowolnymi węzłami (abonentami) w sieci.
5. Maksymalna strata pakietów na poziomie 1%.