

SPECYFIKACJA TECHNICZNA

WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT

Inwestor: WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE, ul. Basztowa 22, 31-156 Kraków

Obiekt: MAŁOPOLSKIE CENTRUM DOSKONALENIA NAUCZYCIELI W TARNOWIE, ul. Nowy Świat 30, 33-100 Tarnów

Zadanie: Budowa okablowania strukturalnego wraz z osprzętem aktywnym do zadania inwestycyjnego „Modernizacja pomieszczeń bibliotecznych na potrzeby centrów dydaktyczno-informatycznych w powiązaniu z projektem Małopolska Chmura Edukacyjna działanie 2.1 RPO WM oraz modernizacji okablowania strukturalnego Małopolskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli

Tytuł opracowania: INSTALACJE TELETECHNICZNE I ELEKTRYCZNE, KOMPUTEROWA SIEĆ LOGICZNA

Opracował: mgr inż. Waldemar Krakowian

Tarnów, listopad 2017

SPIS TREŚCI

1. CZĘŚĆ OGÓLNA	4
1.1. Nazwa zamówienia	4
1.2. Nazwy i kody grup robót wg Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)	4
1.3. Przedmiot i zakres robót objętych specyfikacją	4
1.4. Zakres stosowania ST	4
1.5. Określenia podstawowe	4
1.6. Określenia ogólne dotyczące robót	4
2. DOKUMENTACJA ROBÓT	4
3. MATERIAŁY	5
3.1. Warunki ogólne stosowania materiałów	5
3.2. Trasowanie	5
3.3. Instalacje w korytkach	5
3.4. Instalacje w kanałach (listwach) naściennych	6
3.5. Instalacje w rurach, przejścia przez ściany i stropy	6
3.6. Kucie bruzd	6
4. SPRZĘT	7
4.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu, maszyn i urządzeń	7
4.2. Sprzęt do montażu w instalacji	7
4.2.1. Specyfikacja techniczna sprzętu aktywnego dla PD MCDN	8
4.2.1.1. 48 portowy przełącznik dostępowy gigabit Ethernet	8
4.2.1.2. 24 portowy przełącznik dostępowy gigabit Ethernet	9
4.2.1.3. 24 portowy przełącznik dostępowy PoE gigabit Ethernet	10
4.2.1.4. Kontroler sieci bezprzewodowych	11
4.2.1.5. Punkt dostępowy sieci bezprzewodowej Access Point (9 szt.)	12
4.2.2. Specyfikacja techniczna sprzętu aktywnego dla PD BP	14
4.2.2.1. 48 portowy przełącznik dostępowy gigabit Ethernet	14
4.2.2.2. 24 portowy przełącznik dostępowy gigabit Ethernet	15
4.2.2.3. 24 portowy przełącznik dostępowy PoE gigabit Ethernet	16
4.3. Sprzęt do wykonywania robót	17
4.4. Transport i składowanie materiałów	17
5. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	17
5.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót	17
5.2. Cel i zakres kontroli	17
5.3. Kontrola i badania w trakcie robót	18

5.4.	Badania i próby pomontażowe	18
5.5.	Ocena wyników badań	18
6.	OBMIAR ROBÓT	18
6.1.	Ogólne zasady obmiaru robót	18
6.2.	Jednostka obmiarowa	19
6.3.	Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu	19
6.4.	Końcowy odbiór robót	19
7.	PODSTAWA PŁATNOŚCI	19
7.1.	Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności	19
8.	PRZEPISY ZWIĄZANE	19
8.1.	Polskie normy	19
8.2.	Inne dokumenty	20

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

1.1. Nazwa zamówienia

Budowa okablowania strukturalnego wraz z osprzętem aktywnym do zadania inwestycyjnego „Modernizacja pomieszczeń bibliotecznych na potrzeby centrów dydaktyczno-informatycznych w powiązaniu z projektem Małopolska Chmura Edukacyjna działanie 2.1 RPO WM oraz modernizacji okablowania strukturalnego Małopolskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli.

1.2. Nazwy i kody grup robót wg Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)

45314320-0 Instalowanie okablowania komputerowego.

1.3. Przedmiot i zakres robót objętych specyfikacją

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót:

- Logiczna instalacja komputerowa.

Zakres robót objętych specyfikacją:

- Kompletacja wszystkich materiałów i urządzeń niezbędnych do wykonania powyższych instalacji,
- Wykonanie wszystkich prac i robót pomocniczych dla zadania,
- Montaż instalacji i urządzeń na podstawie dokumentacji,
- Przeprowadzenie prób, badań i uruchomienie systemów.

1.4. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy (specyfikujący istotne parametry przewidzianych do wykonania robót i instalowanego sprzętu) i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót.

1.5. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej Specyfikacji Technicznej są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami.

1.6. Określenia ogólne dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, Specyfikacją Techniczną i poleceniami oraz decyzjami Inspektora Nadzoru.

2. DOKUMENTACJA ROBÓT

Dokumentację robót stanowią:

- ✓ Projekt wykonawczy
- ✓ Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót

- ✓ Dziennik budowy
- ✓ Dokumenty stwierdzające dopuszczenie materiałów i urządzeń do obrotu i stosowania na podstawie atestu lub aprobaty
- ✓ Protokoły odbiorów częściowych
- ✓ Protokoły uruchomień i badań kontrolnych
- ✓ Dokumentacja powykonawcza

3. MATERIAŁY

3.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Każdy materiał powinien mieć deklarację zgodności wytwórcy stwierdzającą jego zgodność z odpowiednimi normami, aprobatami technicznymi lub innymi właściwymi dokumentami.

NIE DOPUSZCZA SIĘ STOSOWANIA MATERIAŁÓW NIEWIADOMEGO POCHODZENIA.

Wszystkie nazwy produktów i materiałów wskazane w projekcie technicznym służą do ustalenia standardu wykonania i określenia właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji dla przedstawionych rozwiązań.

3.2. Trasowanie

Przy wytyczeniu trasy należy uwzględnić konstrukcję budynku oraz bezkolizyjność z innymi instalacjami i urządzeniami. Trasa powinna przebiegać wzdłuż linii prostych i prostopadłych do ścian i stropów, zmieniając swój kierunek tylko w miarę konieczności (łuki, rozgałęzienia, podejścia do urządzeń).

Trasa przebiegu powinna być łatwo dostępna do konserwacji i remontów. Trasowanie powinno uwzględniać miejsca mocowania konstrukcji wsporczych instalacji. Należy przestrzegać utrzymania jednakowych wysokości zamocowania wsporników i odległości między punktami podparcia (zawieszenia).

3.3. Instalacje w korytkach

Przebieg projektowanych tras kablowych przewiduje odcinki instalacji LAN i NN w korytkach kablowych w piwnicy. Trasa ta w części przewiduje wykorzystanie istniejącego toru korytek wykonanego z korytek stalowych perforowanych 200. Pozostałe fragmenty trasy (łącznie 8 m) prowadzone są w pomieszczeniach piwnicznych między dwoma przepustami pionowymi.

Przy mocowaniu do podłoża konstrukcji wsporczych, na których będą mocowane korytka lub drabinki, należy uwzględnić nośność tych konstrukcji, aby spełnione były wymagania wytrzymałości mechanicznej ciągów instalacyjnych. Przy montażu konstrukcji wsporczych dla każdego ciągu instalacyjnego należy korzystać z danych podawanych przez konstruktorów i producentów systemu. Łączenie ze sobą odcinków prostych powinno wykonywać się z użyciem odpowiednich łączników. Miejsca przecięć korytek należy zabezpieczyć przed korozją.

Przewody w ciągach poziomych należy układać luźno na dnie korytek (bez mocowania). Grupy przewodów można łączyć w wiązki opaskami. Liczba układanych przewodów jest zależna od szerokości korytka i wytrzymałości mechanicznej. Korytkowe i drabinkowe ciągi instalacyjne muszą zapewnić ciągłość obwodu elektrycznego w celu zagwarantowania

ekwipotencjalnego połączenia i uziemienia. Wszystkie elementy metalowe ciągu należy objąć połączeniami wyrównawczymi.

3.4. Instalacje w kanałach (listwach) naściennych

Przed przystąpieniem do wykonania instalacji w kanałach naściennych należy dokonać wyboru:

- ✓ typu kanału naściennego,
- ✓ trasy instalacji oraz miejsc instalowania kanału,
- ✓ elementów kanału,
- ✓ sposobu mocowania.

Następnie należy dokonać koordynacji z instalacjami elektroinstalacyjnymi i innymi występującymi na trasach kanałów.

Instalacje w pomieszczeniach Biblioteki oraz MCDN zaprojektowano w technologii wykorzystującej kanały (listwy) naścienne. Przewidziane trasy kanałów zostały tak rozmieszczone, że nie przechodzą przez reprezentacyjne pomieszczenia budynku (w tym klatka schodowa, sala widowiskowo konferencyjna na II piętrze). Dobór kanałów instalacyjnych powinien uwzględniać zarówno ilość przewodów do ułożenia jak i konieczność instalacji w korycie gniazd instalacji elektrycznej dedykowanych dla urządzeń IT oraz gniazd z modułami RJ45 instalacji LAN. W instalacji sieci w Bibliotece Pedagogicznej ze względu na prowadzenie we wspólnym kanale instalacji LAN (kable UFTP kat.6 450 MHz) i dedykowanej elektrycznej NN (przewody kabelkowe YDY3x2,5 mm²) należy zastosować elementy kanałów instalacyjnych, w których można zainstalować przegrody oddzielające od siebie przewody instalacji LAN od przewodów elektroenergetycznych NN.

Wybór tras kanałów i sposób ich instalacji powinien uwzględniać zachowanie odpowiedniej estetyki pomieszczenia.

Bez względu na rodzaj instalacji elementy kanałów instalacyjnych (korytka, drabinki, rury, kanały naścienne) powinny być mocowane do podłoża w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji.

3.5. Instalacje w rurach, przejścia przez ściany i stropy

Wszystkie przejścia obwodów elektrycznych przez ściany i stropy muszą być chronione przed uszkodzeniami. Przejścia należy wykonać w przepustach rurowych (rury osłonowe). Ze względu na strukturę konstrukcyjną budynku (grubość ścian i konstrukcja stropów) należy zachować szczególną uwagę przy wykonywaniu przepustów przez grube ściany (miejscami powyżej 50 cm) oraz przez stropy, których główny element nośny stanowią belki drewniane.

3.6. Kucie bruzd

Ze względu na przewidziane w projekcie technologie instalacji (instalacje w kanałach ściennych i korytkach) nie przewiduje się konieczności kucia bruzd

4. SPRZĘT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu, maszyn i urządzeń

Sprzęt przeznaczony do wyposażenia i instalacji musi posiadać deklarację zgodności wytwórcy stwierdzającą jego zgodność z odpowiednimi normami, aprobatami technicznymi lub innymi właściwymi dokumentami (w tym certyfikat CE).

NIE DOPUSZCZA SIĘ STOSOWANIA DO WYKONYWANIA ROBÓT I DO INSTALACJI SPRZĘTU NIEWIADOMEGO POCHODZENIA.

Wszystkie nazwy produktów i materiałów wskazane w projekcie technicznym służą do ustalenia standardu wykonania i określenia właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji dla przedstawionych rozwiązań.

4.2. Sprzęt do montażu w instalacji

Projektowane pod potrzeby Małopolskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Biblioteki Pedagogicznej rozwiązanie przewiduje wykonanie dwóch niezależnych i nie powiązanych sieci IT z odrębnymi Punktami Dostępowymi zlokalizowanymi odpowiednio w pomieszczeniach na I piętrze dla MCDN i na parterze dla BP.

Punkty dostępowe stanowią szafy 19" 42U wyposażone w urządzenia aktywne i osprzęt towarzyszący.

W Punkcie Dostępowym MCDN przewiduje się instalację następujących urządzeń aktywnych:

- 48 portowy zarządzalny przełącznik dostępowy gigabit Ethernet (oczekiwana specyfikacja minimum wg pkt 4.2.1.1)
- 24 portowy zarządzalny przełącznik dostępowy gigabit Ethernet (oczekiwana specyfikacja minimum wg pkt 4.2.1.2)
- 24 portowy zarządzalny przełącznik dostępowy PoE gigabit Ethernet (oczekiwana specyfikacja minimum wg pkt 4.2.1.3)
- Kontroler sieci bezprzewodowych (oczekiwana specyfikacja minimum wg pkt 4.2.1.4)

Przełącznik dostępowy z PoE wraz z Kontrolerem sieci bezprzewodowych przeznaczone są do zasilania (elektrycznego i logicznego) oraz zarządzania sieciami WiFi we wskazanych pomieszczeniach z wykorzystaniem urządzeń AP (9 szt.):

- Punkt dostępowy sieci bezprzewodowej Access Point (9 szt.) (oczekiwana specyfikacja minimum wg pkt 4.2.1.5)

W Punkcie Dostępowym BP (Biblioteka Pedagogiczna) przewiduje się instalację następujących urządzeń aktywnych:

- 48 portowy zarządzalny przełącznik dostępowy gigabit Ethernet (oczekiwana specyfikacja minimum wg pkt 4.2.2.1)
- 24 portowy zarządzalny przełącznik dostępowy gigabit Ethernet (oczekiwana specyfikacja minimum wg pkt 4.2.2.2)
- 24 portowy zarządzalny przełącznik dostępowy PoE gigabit Ethernet (oczekiwana specyfikacja minimum wg pkt 4.2.2.3)

W bibliotece zgodnie z punktem 3.4 dodatkowo przewiduje się instalację rozdzielnic natynkowej izolacyjnej 3x24 pola wyposażonej w stosowne zabezpieczenia i listwy zaciskowe.

Zgodnie z ustaleniami **wewnętrzna linia zasilająca (włz) do tablicy rozdzielczej nie wchodzi w zakres opracowania.**

Rozprowadzone instalacje logiczna i elektryczna zostaną zakończone we wskazanych lokalizacjach w PEL (Punkt Elektryczno-Logiczny) wyposażonych wg potrzeb w odpowiednią liczbę gniazd elektrycznych NN i modułów LAN (Rj24).

Urządzenia aktywne stanowią switchy zarządzalne z odpowiednią ilością portów.

Osprzęt towarzyszący stanowią szafa 19" 42U, patchpanele, wieszaki kablowe, listwy zasilające i inne wg potrzeb.

4.2.1. Specyfikacja techniczna sprzętu aktywnego dla PD MCDN

4.2.1.1. 48 portowy przełącznik dostępowy gigabit Ethernet

- **Porty przełącznika:** minimum 48*10/100/1000Base-T oraz minimum 4*1000Base-X;
- **Matryca przełączająca:** minimum 104 Gbps
- **Przepustowość pakietów:** minimum 77,4 Mpps (dla pakietów 64Kb)
- **Pojemność tablicy MAC:** minimum 16000
- **Wielkość obsługiwanych ramek MTU:** minimum 12000 bajtów
- **Ilość wpisów tablicy ACL:** minimum 2000
- **Ilość kolejek sprzętowych dla portów GE:** 8
- **Ilość aktywnych IEEE802.1Q VLAN:** minimum 4092
- **Zasilanie urządzenia:** 230V AC zasilacz wbudowany w urządzenie
- **Oszczędzanie energii:** zgodność ze standardem IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet); funkcja LED Shut-off;
- **Certyfikaty bezpieczeństwa:** CE, RoHS
- **Zabezpieczenie przed wyładowaniami atmosferycznymi:** 4KV
- **Algorytm pracy:** Storage and forwarding
- **Obsługa VLAN:** IEEE 802.1Q, QinQ, selektywne QinQ, elastyczne QinQ
- **Wsparcie dla zdefiniowanych typów VLANów:** Voice VLAN, Port based VLAN, MAC based VLAN, Protocol based VLAN, Private VLAN, VLAN Translation, N:1 VLAN Translation
- **Obsługa protokołów IP:** IPv4 oraz IPv6
- **Obsługa spanning tree:** IEEE 802.1D STP, IEEE 802.1W RSTP, IEEE 802.1S MSTP, Root guard, BPDU guard, BPDU forwarding,
- **Obsługa protokołów redundantnego ringu:** MRPP, ITU-T G.8032, Loopback Detection, Fast Link
- **Agregacja LACP:** zgodne z IEEE 802.3ad, minimum 16 grup po 8 portów,
- **Inne funkcje L1 i L2:** DAI, limitowanie adresów MAC na porcie oraz VLANie, kontrola sztormów w oparciu o pakiety i bajty, Virtual Cable Testing, DDM, LLDP, LLDP-MED, Port Mirror, CPU Mirror, sFlow
- **Funkcje QoS:** Klasyfikacja ruchu w oparciu o IEEE 802.1p CoS, DSCP, ACL, VLAN ID, wsparcie kolejkowania SP, WRR, SWRR, DWRR
- **Bezpieczeństwo:** Port Security, MAC Limit based on VLAN and Port, Anti-ARP-Spoofing, Anti-ARP-Scan, ARP Binding, ND Snooping, DAI, IEEE 802.1x, Authentication, Authorization, Accounting, Radius, TACACS+
- **Listy kontroli dostępu:** minimum 2000 wpisów typu IP ACL, MAC ACL, MAC-IP ACL, User-Defined ACL, Czasowe ACL, ACL na interfejsie VLAN

- **Multicast:** IGMP v1/v2/v3 snooping, IGMP fast leave, IPv6 MLD v1/v2 snooping, MVR
- **Zarządzanie:** TFTP/FTP, CLI, Telnet, Console, Web/SSL (IPv4/IPv6), SSH (IPv4/IPv6), SNMPv1/v2c/v3, SNMP Trap, Public & Private MIB interface, RMON 1,2,3,9, Ping, Trace Route, Radius Authentication, Syslog (IPv4/IPv6), Sntp/NTP (IPv4/IPv6), Dual IMG, Multiple Configuration Files
- **Firmware oraz konfiguracja:** oprogramowanie przełącznika (firmware) dostępny bez ograniczeń czasowych, przez cały okres cyklu życiowego urządzenia poprzez internet, wsparcie techniczne producenta lub dystrybutora bez konieczności wykupu dodatkowych usług, możliwość wgrania kilku plików z obrazem lub konfiguracją systemu, możliwość wgrania oprogramowania oraz konfiguracji poprzez TFTP/FTP,
- **Obsługa DHCP:** IPv4/IPv6 DHCP Client, IPv4/IPv6 DHCP Relay, Option 82, Option 37/38, IPv4/IPv6 DHCP, Snooping, IPv4/IPv6 DHCP Server
- **Rodzaj gwarancji:** 36 miesięcy

4.2.1.2. 24 portowy przełącznik dostępowy gigabit Ethernet

- **Porty przełącznika:** minimum 24*10/100/1000Base-T oraz minimum 4*1000Base-X;
- **Matryca przełączająca:** minimum 56 Gbps
- **Przepustowość pakietów:** minimum 42 Mpps (dla pakietów 64Kb)
- **Pojemność tablicy MAC:** minimum 16000
- **Wielkość obsługiwanych ramek MTU:** minimum 12000 bajtów
- **Ilość wpisów tablicy ACL:** minimum 2000
- **Ilość kolejek sprzętowych dla portów GE:** 8
- **Ilość aktywnych IEEE802.1Q VLAN:** minimum 4092
- **Zasilanie urządzenia:** 230V AC zasilacz wbudowany w urządzenie
- **Oszczędzanie energii:** zgodność ze standardem IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet); funkcja LED Shut-off;
- **Certyfikaty bezpieczeństwa:** CE, RoHS
- **Zabezpieczenie przed wyładowaniami atmosferycznymi:** 4KV
- **Algorytm pracy:** Storage and forwarding
- **Obsługa VLAN:** IEEE 802.1Q, QinQ, selektywne QinQ, elastyczne QinQ
- **Wsparcie dla zdefiniowanych typów VLANów:** Voice VLAN, Port based VLAN, MAC based VLAN, Protocol based VLAN, Private VLAN, VLAN Translation, N:1 VLAN Translation
- **Obsługa protokołów IP:** IPv4 oraz IPv6
- **Obsługa spanning tree:** IEEE 802.1D STP, IEEE 802.1W RSTP, IEEE 802.1S MSTP, Root guard, BPDU guard, BPDU forwarding,
- **Obsługa protokołów redundantnego ringu:** MRPP, ITU-T G.8032, Loopback Detection, Fast Link
- **Agregacja LACP:** zgodne z IEEE 802.3ad, minimum 16 grup po 8 portów,
- **Inne funkcje L1 i L2:** DAI, limitowanie adresów MAC na porcie oraz VLANie, kontrola sztormów w oparciu o pakiety i bajty, Virtual Cable Testing, DDM, LLDP, LLDP-MED, Port Mirror, CPU Mirror, sFlow
- **Funkcje QoS:** Klasyfikacja ruchu w oparciu o IEEE 802.1p CoS, DSCP, ACL, VLAN ID, wsparcie kolejkowania SP, WRR, SWRR, DWRR
- **Bezpieczeństwo:** Port Security, MAC Limit based on VLAN and Port, Anti-ARP-Spoofing, Anti-ARP-Scan, ARP Binding, ND Snooping, DAI, IEEE 802.1x, Authentication, Authorization, Accounting, Radius, TACACS+

- **Listy kontroli dostępu:** minimum 2000 wpisów typu IP ACL, MAC ACL, MAC-IP ACL, User-Defined ACL, Czasowe ACL, ACL na interfejsie VLAN
- **Multicast:** IGMP v1/v2/v3 snooping, IGMP fast leave, IPv6 MLD v1/v2 snooping, MVR
- **Zarządzanie:** TFTP/FTP, CLI, Telnet, Console, Web/SSL (IPv4/IPv6), SSH (IPv4/IPv6), SNMPv1/v2c/v3, SNMP Trap, Public & Private MIB interface, RMON 1,2,3,9, Ping, Trace Route, Radius Authentication, Syslog (IPv4/IPv6), SNTP/NTP (IPv4/IPv6), Dual IMG, Multiple Configuration Files
- **Firmware oraz konfiguracja:** oprogramowanie przełącznika (firmware) dostępny bez ograniczeń czasowych, przez cały okres cyklu życiowego urządzenia poprzez internet, wsparcie techniczne producenta lub dystrybutora bez konieczności wykupu dodatkowych usług, możliwość wgrania kilku plików z obrazem lub konfiguracją systemu, możliwość wgrania oprogramowania oraz konfiguracji poprzez TFTP/FTP,
- **Obsługa DHCP:** IPv4/IPv6 DHCP Client, IPv4/IPv6 DHCP Relay, Option 82, Option 37/38, IPv4/IPv6 DHCP, Snooping, IPv4/IPv6 DHCP Server
- **Rodzaj gwarancji:** 36 miesięcy

4.2.1.3. 24 portowy przełącznik dostępowy PoE gigabit Ethernet

- **Porty przełącznika:** minimum 24*10/100/1000Base-T oraz minimum 4*1000Base-X;
- **Obsługa PoE:** Obsługa standardów IEEE 802.3af oraz IEEE 802.3at na minimum 24 portach urządzenia
- **Matryca przełączająca:** minimum 56 Gbps
- **Przepustowość pakietów:** minimum 41,7 Mpps (dla pakietów 64Kb)
- **Pojemność tablicy MAC:** minimum 16000
- **Wielkość obsługiwanych ramek MTU:** minimum 12000 bajtów
- **Ilość wpisów tablicy ACL:** minimum 2000
- **Ilość kolejek sprzętowych dla portów GE:** 8
- **Ilość aktywnych IEEE802.1Q VLAN:** minimum 4092
- **Zasilanie urządzenia:** 230V AC zasilacz wbudowany w urządzenie, wbudowany zasilacz dla funkcji PoE z budżetem mocy minimum 370W
- **Oszczędzanie energii:** zgodność ze standardem IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet); funkcja LED Shut-off;
- **Certyfikaty bezpieczeństwa:** CE, RoHS
- **Zabezpieczenie przed wyładowaniami atmosferycznymi:** 4KV
- **Algorytm pracy:** Storage and forwarding
- **Obsługa VLAN:** IEEE 802.1Q, QinQ, selektywne QinQ, elastyczne QinQ
- **Wsparcie dla zdefiniowanych typów VLANów:** Voice VLAN, Port based VLAN, MAC based VLAN, Protocol based VLAN, Private VLAN, VLAN Translation, N:1 VLAN Translation
- **Obsługa protokołów IP:** IPv4 oraz IPv6
- **Obsługa spanning tree:** IEEE 802.1D STP, IEEE 802.1W RSTP, IEEE 802.1S MSTP, Root guard, BPDU guard, BPDU forwarding,
- **Obsługa protokołów redundantnego ringu:** MRPP, ITU-T G.8032, Loopback Detection, Fast Link
- **Agregacja LACP:** zgodne z IEEE 802.3ad, minimum 16 grup po 8 portów,
- **Inne funkcje L1 i L2:** DAI, limitowanie adresów MAC na porcie oraz VLANie, kontrola sztormów w oparciu o pakiety i bajty, Virtual Cable Testing, DDM, LLDP, LLDP-MED, Port Mirror, CPU Mirror, sFlow

- **Funkcje QoS:** Klasyfikacja ruchu w oparciu o IEEE 802.1p CoS, DSCP, ACL, VLAN ID, wsparcie kolejgowania SP, WRR, SWRR, DWRR
- **Bezpieczeństwo:** Port Security, MAC Limit based on VLAN and Port, Anti-ARP-Spoofing, Anti-ARP-Scan, ARP Binding, ND Snooping, DAI, IEEE 802.1x, Authentication, Authorization, Accounting, Radius, TACACS+
- **Listy kontroli dostępu:** minimum 2000 wpisów typu IP ACL, MAC ACL, MAC-IP ACL, User-Defined ACL, Czasowe ACL, ACL na interfejsie VLAN
- **Multicast:** IGMP v1/v2/v3 snooping, IGMP fast leave, IPv6 MLD v1/v2 snooping, MVR
- **Zarządzanie:** TFTP/FTP, CLI, Telnet, Console, Web/SSL (IPv4/IPv6), SSH (IPv4/IPv6), SNMPv1/v2c/v3, SNMP Trap, Public & Private MIB interface, RMON 1,2,3,9, Ping, Trace Route, Radius Authentication, Syslog (IPv4/IPv6), Sntp/NTP (IPv4/IPv6), Dual IMG, Multiple Configuration Files
- **Firmware oraz konfiguracja:** oprogramowanie przełącznika (firmware) dostępny bez ograniczeń czasowych, przez cały okres cyklu życiowego urządzenia poprzez internet, wsparcie techniczne producenta lub dystrybutora bez konieczności wykupu dodatkowych usług, możliwość wgrania kilku plików z obrazem lub konfiguracją systemu, możliwość wgrania oprogramowania oraz konfiguracji poprzez TFTP/FTP,
- **Obsługa DHCP:** IPv4/IPv6 DHCP Client, IPv4/IPv6 DHCP Relay, Option 82, Option 37/38, IPv4/IPv6 DHCP, Snooping, IPv4/IPv6 DHCP Server
- **Rodzaj gwarancji:** 36 miesięcy

4.2.1.4. Kontroler sieci bezprzewodowych

Urządzenie musi spełniać co najmniej poniższe wymagania:

- urządzenie sieciowe w zamkniętej architekturze o wysokości nie większej niż 1U;
- minimum 2 porty 10/100/1000Base-T;
- minimum 1 port szeregowy konsoli (interfejs RJ-45);
- przycisk „Reset” służący do restartu i zerowania urządzenia;
- możliwość jednoczesnej obsługi minimum 128 punktów dostępowych;
- możliwość jednoczesnej obsługi minimum 5000 użytkowników bezprzewodowych w sieci;
- obsługa jednocześnie do 4000 wirtualnych sieci VLAN zgodnych z IEEE 802.1Q;
- **pojemność tablicy ARP:** minimum 8000 wpisów;
- **obsługa funkcji L2:** IEEE 802.1p (COS), IEEE 802.1x (Port Control), IEEE 802.1Q, IGMP Snooping, MLD Snooping, GVRP, PVLAN;
- **obsługa funkcji L3:** ruting statyczny, RIPv1/v2, OSF, VRRP, IGMP v1/v2/v3, PIM-SM, PIM-DM, PIM-SSM;
- **obsługa funkcji sieci bezprzewodowych:** IEEE 802.11, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11d, IEEE 802.11h, IEEE 802.11i, IEEE 802.11e, IEEE 802.11k
- **obsługa protokołu CAPWAP:** wsparcie dla tunelu CAPWAP między AC (kontroler sieci bezprzewodowej) i AP (punkt dostępowy), automatyczne wykrywanie dostępnego AC przez AP, automatyczna aktualizacja oprogramowania AP z AC, automatyczne pobieranie konfiguracji AP z AC;
- **obsługa protokołów IPv6 dla potrzeb przyszłościowego wykorzystania sieci:** IPv4/v6 dual-stack, DHCPv6, DNSv6, ICMPv6, ACLv6, TCP/UDP for IPv6, SOCKET for IPv6, SNMP v6, Ping /Traceroute v6, RADIUS, Telnet/SSH v6, FTP/TFTP v6, NTP v6, IPv6 MIB support for SNMP, VRRP for IPv6, static routing, OSPFv3, IPv6 SAVI

- **współpraca z jednostką wysokiej dostępności (HA Unit):** 1+1 fast backup, N+1 backup, N+N backup;
- **zarządzanie funkcjami radiowymi punktów dostępowych:** ustawianie kodu kraju, ręczne/automatyczne ustawianie mocy nadawania, ręczne/automatyczne ustawianie kanału bezprzewodowego, automatyczne ustawianie prędkości transmisji, skanowanie przestrzeni radiowej, ukrywanie SSID, ustawianie szerokości kanału bezprzewodowego (20MHz, 40 MHz), zapewnienie równych szczelin czasowych dla użytkowników pracujących w różnych standardach bezprzewodowych, limitowanie użytkowników dla SSID oraz dla punktu dostępowego, wymuszanie roamingu dla użytkowników o słabym sygnale;
- **funkcje bezpieczeństwa:** klucz WEP 64/128, dynamiczny WEP, TKIP, CCMP, bezpieczna autentykacja użytkowników zgodna z IEEE 802.11i (możliwość zastosowania dwóch trybów: Enterprise i Personal), szyfrowanie i autentykacja WAPI, autentykacja LDAP, autentykacja po adresie MAC, autentykacja przez portal (minimum wbudowany portal oraz możliwość obsługi zewnętrznego portalu), autentykacja użytkowników PEAP, izolacja użytkowników bezprzewodowych, klient RADIUS, zabezpieczenie przed atakami typu flood, zabezpieczenie przed spoofingiem, wbudowany mechanizm WIDS oraz WIPS;
- **funkcje podłączania punktów dostępowych:** obsługa minimum trybów zabezpieczonego (autentykacja AP po adresie MAC lub przez cyfrowy certyfikat) i niezabezpieczonego (AC przyjmuje wszystkie AP, które się do niego zgłoszą);
- **obsługa roamingu:** roaming L2 pomiędzy AP obsługiwany przez jeden AC, roaming L2 pomiędzy AP obsługiwany przez różne AC
- **obsługa funkcji QoS (jakości usługi):** IEEE 802.11e (WMM), minimum 4 poziomy priorytetów kolejek danych, mapowanie różnych sieci VLAN oraz SSID do różnych polityk QoS, mapowanie różnych strumieni danych (na podstawie różnych pól pakietów) do różnych polityk QoS, load balancing w oparciu o liczbę użytkowników/ilość ruchu/zakres częstotliwości, limit przepustowości możliwy do zdefiniowania dla AP/SSID/terminali/strumieni danych, tryb oszczędzania energii, automatyczne odzyskiwanie komunikacji z AP, inteligentne identyfikowanie terminali, funkcja AP Escape (w przypadku braku komunikacji z którymkolwiek z AC, AP pracują jako niezależne urządzenia wciąż obsługując obecnych i nowych użytkowników);
- **funkcje zarządzania:** zarządzanie przez www, konsola, SNMP v1/v2c/v3, lokalny log, syslog, eksport pliku log, telnet, SSH, Dual-image backup (podwójny OS), sprzętowy watchdog, mechanizm uprawnień użytkowników w oparciu o SSID, możliwość zdalnej autentykacji AP poprzez L3 i Internet (AC na publicznym adresie IP) bez użycia tuneli VPN;
- **zasilanie:** wbudowany zasilacz 230V AC, maksymalny pobór mocy 8W;
- **maksymalne wymiary fizyczne:** 328,2 mm x 170 mm x 42.2 mm;

4.2.1.5. Punkt dostępowy sieci bezprzewodowej Access Point (9 szt.)

Urządzenie musi spełniać co najmniej poniższe wymagania:

- urządzenie sieciowe, punkt dostępowy dwuradiowy, w zamkniętej architekturze przeznaczone do montażu na ścianie, suficie podwieszanym lub suficie trwałym (z pomocą dodatkowych akcesoriów);
- urządzenie musi być w 100% kompatybilne z wyspecyfikowanym kontrolerem sieci bezprzewodowej;
- minimum 2 porty 10/100/1000Base-T;

- minimum 1 port szeregowy konsoli (interfejs RJ-45);
- minimum 1 port USB 2.0;
- **złącze zasilacza:** 12V DC;
- **zasilanie:** Power over Ethernet IEEE 802.3at (pobór mocy max. 13W);
- **pamięć systemowa:** RAM 256MB DDR3, FLASH 32MB;
- możliwość pracy w trybie z kontrolerem (FIT), jak również w trybie samodzielnym (FAT);
- równoczesna praca na częstotliwościach 2.4 GHz oraz 5 GHz;
- komunikacja bezprzewodowa MIMO 3x3:3
- **anteny:** wbudowane anteny 2.4 GHz zysk minimum 4dBi, wbudowane anteny 5GHz zysk minimum 5dBi;
- **wymagane tryby i częstotliwości pracy radia:**
 - IEEE 802.11 a/n: 5.150 GHz do 5.850 GHz,
 - IEEE 802.11 b/g/n: 2.4 GHz do 2.483 GHz,
 - IEEE 802.11 ac: 5.150 GHz do 5.250 GHz, 5.250 GHz do 5.350 GHz, 5.725 GHz do 5.850 GHz;
- **wymagane obsługiwane technologie modulacji:**
 - IEEE 802.11b: BPSK, QPSK, CCK,
 - IEEE 802.11a/g/n: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM,
 - IEEE 802.11ac, BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM
- **moc nadajnika radiowego (moc wyjściowa na złączu antenowym):** 20 dBm, moc nadajnika możliwa do ustawienia z krokiem 1 dBm;
- **stopień ochrony urządzenia:** IP31;
- **obsługa wirtualnych punktów dostępowych (BSSID):** minimum 32 jednocześnie;
- **ilość obsługiwanych strumieni przestrzennych:** minimum 3;
- **obsługa łączności bezprzewodowej:** DCA (dynamiczne dostosowanie kanałów), TPC (kontrola mocy nadawania), wykrywanie martwych obszarów, ukrywanie SSID, RTS/CTS, skanowanie środowiska radiowego, limitowanie liczby użytkowników, eliminacja terminali ze zbyt słabym sygnałem, wymuszanie roamingu terminali o słabym sygnale;
- **funkcje bezpieczeństwa:** IEEE 802.11i, WAPI, autentykacja po adresie MAC, autentykacja LDAP, autentykacja PEAP, WIDS/WIPS, zabezpieczenie przed atakami typu DoS, izolowanie stacji bezprzewodowych, SAVI, obsługa list kontroli dostępu;
- **funkcje sieciowe:** statyczny adres IP, klient DHCP, obsługa pakietów IPv6, IGMP Snooping, roaming pomiędzy AP, roaming pomiędzy AC, WDS;
- **obsługa funkcji QoS (jakości usługi):** IEEE 802.11e (WMM), mapowanie różnych sieci VLAN oraz SSID do różnych polityk QoS, mapowanie różnych strumieni danych (na podstawie różnych pól pakietów) do różnych polityk QoS, load balancing w oparciu o liczbę użytkowników/ilość ruchu/zakres częstotliwości, limit przepustowości możliwy do zdefiniowania dla AP/SSID/terminali/strumieni danych, tryb oszczędzania energii, automatyczne odzyskiwanie komunikacji z AC, inteligentne identyfikowanie terminali;
- **zarządzanie:** zarządzanie centralne poprzez kontroler sieci bezprzewodowej (AC), lokalny log, syslog, eksport pliku log, funkcja AP Escape (w przypadku braku komunikacji z którymkolwiek z AC, AP pracują jako niezależne urządzenia wciąż obsługując obecnych i nowych użytkowników), Dual-image backup (podwójny OS), sprzętowy watchdog, możliwość zdalnej autentykacji do AC poprzez L3 i Internet (AC na publicznym adresie IP) bez użycia tuneli VPN;

4.2.2. Specyfikacja techniczna sprzętu aktywnego dla PD BP

4.2.2.1. 48 portowy przełącznik dostępowy gigabit Ethernet

- **Porty przełącznika:** minimum 48*10/100/1000Base-T oraz minimum 4*1000Base-X;
- **Matryca przełączająca:** minimum 104 Gbps
- **Przepustowość pakietów:** minimum 77,4 Mpps (dla pakietów 64Kb)
- **Pojemność tablicy MAC:** minimum 16000
- **Wielkość obsługiwanych ramek MTU:** minimum 12000 bajtów
- **Ilość wpisów tablicy ACL:** minimum 2000
- **Ilość kolejek sprzętowych dla portów GE:** 8
- **Ilość aktywnych IEEE802.1Q VLAN:** minimum 4092
- **Zasilanie urządzenia:** 230V AC zasilacz wbudowany w urządzenie
- **Oszczędzanie energii:** zgodność ze standardem IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet); funkcja LED Shut-off;
- **Certyfikaty bezpieczeństwa:** CE, RoHS
- **Zabezpieczenie przed wyładowaniami atmosferycznymi:** 4KV
- **Algorytm pracy:** Storage and forwarding
- **Obsługa VLAN:** IEEE 802.1Q, QinQ, selektywne QinQ, elastyczne QinQ
- **Wsparcie dla zdefiniowanych typów VLANów:** Voice VLAN, Port based VLAN, MAC based VLAN, Protocol based VLAN, Private VLAN, VLAN Translation, N:1 VLAN Translation
- **Obsługa protokołów IP:** IPv4 oraz IPv6
- **Obsługa spanning tree:** IEEE 802.1D STP, IEEE 802.1W RSTP, IEEE 802.1S MSTP, Root guard, BPDU guard, BPDU forwarding,
- **Obsługa protokołów redundantnego ringu:** MRPP, ITU-T G.8032, Loopback Detection, Fast Link
- **Agregacja LACP:** zgodne z IEEE 802.3ad, minimum 16 grup po 8 portów,
- **Inne funkcje L1 i L2:** DAI, limitowanie adresów MAC na porcie oraz VLANie, kontrola sztormów w oparciu o pakiety i bajty, Virtual Cable Testing, DDM, LLDP, LLDP-MED, Port Mirror, CPU Mirror, sFlow
- **Funkcje QoS:** Klasyfikacja ruchu w oparciu o IEEE 802.1p CoS, DSCP, ACL, VLAN ID, wsparcie kolejkowania SP, WRR, SWRR, DWRR
- **Bezpieczeństwo:** Port Security, MAC Limit based on VLAN and Port, Anti-ARP-Spoofing, Anti-ARP-Scan, ARP Binding, ND Snooping, DAI, IEEE 802.1x, Authentication, Authorization, Accounting, Radius, TACACS+
- **Listy kontroli dostępu:** minimum 2000 wpisów typu IP ACL, MAC ACL, MAC-IP ACL, User-Defined ACL, Czasowe ACL, ACL na interfejsie VLAN
- **Multicast:** IGMP v1/v2/v3 snooping, IGMP fast leave, IPv6 MLD v1/v2 snooping, MVR
- **Zarządzanie:** TFTP/FTP, CLI, Telnet, Console, Web/SSL (IPv4/IPv6), SSH (IPv4/IPv6), SNMPv1/v2c/v3, SNMP Trap, Public & Private MIB interface, RMON 1,2,3,9, Ping, Trace Route, Radius Authentication, Syslog (IPv4/IPv6), SNT/NT (IPv4/IPv6), Dual IMG, Multiple Configuration Files
- **Firmware oraz konfiguracja:** oprogramowanie przełącznika (firmware) dostępny bez ograniczeń czasowych, przez cały okres cyklu życiowego urządzenia poprzez internet, wsparcie techniczne producenta lub dystrybutora bez konieczności wykupu dodatkowych usług, możliwość wgrania kilku plików z obrazem lub konfiguracją systemu, możliwość wgrania oprogramowania oraz konfiguracji poprzez TFTP/FTP,

- **Obsługa DHCP:** IPv4/IPv6 DHCP Client, IPv4/IPv6 DHCP Relay, Option 82, Option 37/38, IPv4/IPv6 DHCP, Snooping, IPv4/IPv6 DHCP Server
- **Rodzaj gwarancji:** 36 miesięcy

4.2.2.2. 24 portowy przełącznik dostępowy gigabit Ethernet

- **Porty przełącznika:** minimum 24*10/100/1000Base-T oraz minimum 4*1000Base-X;
- **Matryca przełączająca:** minimum 56 Gbps
- **Przepustowość pakietów:** minimum 42 Mpps (dla pakietów 64Kb)
- **Pojemność tablicy MAC:** minimum 16000
- **Wielkość obsługiwanych ramek MTU:** minimum 12000 bajtów
- **Ilość wpisów tablicy ACL:** minimum 2000
- **Ilość kolejek sprzętowych dla portów GE:** 8
- **Ilość aktywnych IEEE802.1Q VLAN:** minimum 4092
- **Zasilanie urządzenia:** 230V AC zasilacz wbudowany w urządzenie
- **Oszczędzanie energii:** zgodność ze standardem IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet); funkcja LED Shut-off;
- **Certyfikaty bezpieczeństwa:** CE, RoHS
- **Zabezpieczenie przed wyładowaniami atmosferycznymi:** 4KV
- **Algorytm pracy:** Storage and forwarding
- **Obsługa VLAN:** IEEE 802.1Q, QinQ, selektywne QinQ, elastyczne QinQ
- **Wsparcie dla zdefiniowanych typów VLANów:** Voice VLAN, Port based VLAN, MAC based VLAN, Protocol based VLAN, Private VLAN, VLAN Translation, N:1 VLAN Translation
- **Obsługa protokołów IP:** IPv4 oraz IPv6
- **Obsługa spanning tree:** IEEE 802.1D STP, IEEE 802.1W RSTP, IEEE 802.1S MSTP, Root guard, BPDU guard, BPDU forwarding,
- **Obsługa protokołów redundantnego ringu:** MRPP, ITU-T G.8032, Loopback Detection, Fast Link
- **Agregacja LACP:** zgodne z IEEE 802.3ad, minimum 16 grup po 8 portów,
- **Inne funkcje L1 i L2:** DAI, limitowanie adresów MAC na porcie oraz VLANie, kontrola szturmów w oparciu o pakiety i bajty, Virtual Cable Testing, DDM, LLDP, LLDP-MED, Port Mirror, CPU Mirror, sFlow
- **Funkcje QoS:** Klasyfikacja ruchu w oparciu o IEEE 802.1p CoS, DSCP, ACL, VLAN ID, wsparcie kolejowania SP, WRR, SWRR, DWRR
- **Bezpieczeństwo:** Port Security, MAC Limit based on VLAN and Port, Anti-ARP-Spoofing, Anti-ARP-Scan, ARP Binding, ND Snooping, DAI, IEEE 802.1x, Authentication, Authorization, Accounting, Radius, TACACS+
- **Listy kontroli dostępu:** minimum 2000 wpisów typu IP ACL, MAC ACL, MAC-IP ACL, User-Defined ACL, Czasowe ACL, ACL na interfejsie VLAN
- **Multicast:** IGMP v1/v2/v3 snooping, IGMP fast leave, IPv6 MLD v1/v2 snooping, MVR
- **Zarządzanie:** TFTP/FTP, CLI, Telnet, Console, Web/SSL (IPv4/IPv6), SSH (IPv4/IPv6), SNMPv1/v2c/v3, SNMP Trap, Public & Private MIB interface, RMON 1,2,3,9, Ping, Trace Route, Radius Authentication, Syslog (IPv4/IPv6), SNT/NT (IPv4/IPv6), Dual IMG, Multiple Configuration Files
- **Firmware oraz konfiguracja:** oprogramowanie przełącznika (firmware) dostępny bez ograniczeń czasowych, przez cały okres cyklu życiowego urządzenia poprzez internet, wsparcie techniczne producenta lub dystrybutora bez konieczności wykupu dodatkowych usług, możliwość wgrania kilku plików z

obrazem lub konfiguracją systemu, możliwość wgrania oprogramowania oraz konfiguracji poprzez TFTP/FTP,

- **Obsługa DHCP:** IPv4/IPv6 DHCP Client, IPv4/IPv6 DHCP Relay, Option 82, Option 37/38, IPv4/IPv6 DHCP, Snooping, IPv4/IPv6 DHCP Server
- **Rodzaj gwarancji:** 36 miesięcy

4.2.2.3. 24 portowy przełącznik dostępowy PoE gigabit Ethernet

- **Porty przełącznika:** minimum 24*10/100/1000Base-T oraz minimum 4*1000Base-X;
- **Obsługa PoE:** Obsługa standardów IEEE 802.3af oraz IEEE 802.3at na minimum 24 portach urządzenia
- **Matryca przełączająca:** minimum 56 Gbps
- **Przepustowość pakietów:** minimum 41,7 Mpps (dla pakietów 64Kb)
- **Pojemność tablicy MAC:** minimum 16000
- **Wielkość obsługiwanych ramek MTU:** minimum 12000 bajtów
- **Ilość wpisów tablicy ACL:** minimum 2000
- **Ilość kolejek sprzętowych dla portów GE:** 8
- **Ilość aktywnych IEEE802.1Q VLAN:** minimum 4092
- **Zasilanie urządzenia:** 230V AC zasilacz wbudowany w urządzenie, wbudowany zasilacz dla funkcji PoE z budżetem mocy minimum 370W
- **Oszczędzanie energii:** zgodność ze standardem IEEE 802.3az (Energy Efficient Ethernet); funkcja LED Shut-off;
- **Certyfikaty bezpieczeństwa:** CE, RoHS
- **Zabezpieczenie przed wyładowaniami atmosferycznymi:** 4KV
- **Algorytm pracy:** Storage and forwarding
- **Obsługa VLAN:** IEEE 802.1Q, QinQ, selektywne QinQ, elastyczne QinQ
- **Wsparcie dla zdefiniowanych typów VLANów:** Voice VLAN, Port based VLAN, MAC based VLAN, Protocol based VLAN, Private VLAN, VLAN Translation, N:1 VLAN Translation
- **Obsługa protokołów IP:** IPv4 oraz IPv6
- **Obsługa spanning tree:** IEEE 802.1D STP, IEEE 802.1W RSTP, IEEE 802.1S MSTP, Root guard, BPDU guard, BPDU forwarding,
- **Obsługa protokołów redundantnego ringu:** MRPP, ITU-T G.8032, Loopback Detection, Fast Link
- **Agregacja LACP:** zgodne z IEEE 802.3ad, minimum 16 grup po 8 portów,
- **Inne funkcje L1 i L2:** DAI, limitowanie adresów MAC na porcie oraz VLANie, kontrola sztormów w oparciu o pakiety i bajty, Virtual Cable Testing, DDM, LLDP, LLDP-MED, Port Mirror, CPU Mirror, sFlow
- **Funkcje QoS:** Klasyfikacja ruchu w oparciu o IEEE 802.1p CoS, DSCP, ACL, VLAN ID, wsparcie kolejgowania SP, WRR, SWRR, DWRR
- **Bezpieczeństwo:** Port Security, MAC Limit based on VLAN and Port, Anti-ARP-Spoofing, Anti-ARP-Scan, ARP Binding, ND Snooping, DAI, IEEE 802.1x, Authentication, Authorization, Accounting, Radius, TACACS+
- **Listy kontroli dostępu:** minimum 2000 wpisów typu IP ACL, MAC ACL, MAC-IP ACL, User-Defined ACL, Czasowe ACL, ACL na interfejsie VLAN
- **Multicast:** IGMP v1/v2/v3 snooping, IGMP fast leave, IPv6 MLD v1/v2 snooping, MVR
- **Zarządzanie:** TFTP/FTP, CLI, Telnet, Console, Web/SSL (IPv4/IPv6), SSH (IPv4/IPv6), SNMPv1/v2c/v3, SNMP Trap, Public & Private MIB interface,

RMON 1,2,3,9, Ping, Trace Route, Radius Authentication, Syslog (IPv4/IPv6),
SNTP/NTP (IPv4/IPv6), Dual IMG, Multiple Configuration Files

- **Firmware oraz konfiguracja:** oprogramowanie przełącznika (firmware) dostępny bez ograniczeń czasowych, przez cały okres cyklu życiowego urządzenia poprzez internet, wsparcie techniczne producenta lub dystrybutora bez konieczności wykupu dodatkowych usług, możliwość wgrania kilku plików z obrazem lub konfiguracją systemu, możliwość wgrania oprogramowania oraz konfiguracji poprzez TFTP/FTP,
- **Obsługa DHCP:** IPv4/IPv6 DHCP Client, IPv4/IPv6 DHCP Relay, Option 82, Option 37/38, IPv4/IPv6 DHCP, Snooping, IPv4/IPv6 DHCP Server
- **Rodzaj gwarancji:** 36 miesięcy

4.3. Sprzęt do wykonywania robót

Wykonawca jest zobowiązany do używania takiego sprzętu, który nie powoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót zarówno podstawowych jak też czynności pomocniczych oraz w czasie transportu (załadunku i wyładunku).

Wykonawca winien wykazać się listą urządzeń i maszyn oraz narzędzi specjalistycznych gwarantujących właściwą jakość robót.

4.4. Transport i składowanie materiałów

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót (wykorzystywanych materiałów).

Składowanie materiałów w istniejących, wydzielonych pomieszczeniach budynku z zabezpieczeniem przed dostępem osób nieupoważnionych, wykonawca uzgodni z Inwestorem.

Materiały należy składować zgodnie z zaleceniami podanymi przez Wytwórcę.

5. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

5.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w PN-EN 50174-1:2002 „Technika informatyczna. Instalacje okablowania. Część1: Specyfikacja i zapewnienie jakości”.

5.2. Cel i zakres kontroli

Celem kontroli jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonanych robót. Wykonawca robót ma obowiązek sprawdzić zgodność dostarczonych materiałów i zrealizowanych robót z dokumentacją projektową.

Kable, przewody, osprzęt i urządzenia elektryczne powinny posiadać atest producenta lub wytwórcy.

Materiały pomocnicze zastosowane w realizowanych robotach powinny spełniać warunek, że ich parametry techniczne nie powinny wpływać ujemnie na jakość zabudowanych materiałów podstawowych

5.3. Kontrola i badania w trakcie robót

Kontrola i badania w trakcie realizacji robót obejmują:

- sprawdzenie rezystancji izolacji kabla na bębnie,
- sprawdzenie wykonania instalacji przed zamknięciem robót krytych,
- pomiary i badania ciągłości żył kabli i przewodów oraz ich izolacji,
- sprawdzenie poprawności wykonania przejść przewodów przez stropy i ściany,
- sprawdzenie realizacji dodatkowych zaleceń Inspektora Nadzoru, wprowadzonych do dokumentacji technicznej,
- sprawdzenie poprawności przygotowania podłoża dla zabudowania osprzętu i aparatów.

5.4. Badania i próby pomontażowe

Po zakończeniu robót należy sprawdzić i pomierzyć:

- jakość i kompletność wykonanych robót,
- dokumentację techniczną z naniesionymi zmianami dokonanymi w trakcie budowy,
- protokół z oględzin stanu sprawności połączeń sprzętu, zabezpieczeń, oprzewodowania,
- protokoły z wykonanych pomiarów rezystancji izolacji oraz ciągłości przewodów ochronnych,
- certyfikaty na urządzenia i wyroby,
- dokumentacje techniczno-ruchowe oraz instrukcje obsługi zainstalowanych urządzeń,
- prawidłowość zamontowania urządzeń w zakresie dostosowania do warunków środowiskowych i warunków pracy w miejscu ich zainstalowania,
- prawidłowość oznaczenia przewodów,
- prawidłowość zabudowy urządzeń i środków ochrony od wpływów zewnętrznych (warunków środowiskowych),
- spełnienie dodatkowych zaleceń inspektora nadzoru, wprowadzonych do dokumentacji technicznej.

5.5. Ocena wyników badań

Ocena jakości robót powinna być wykonana przy udziale Inspektora Nadzoru. Elementy urządzeń, które w wyniku przeprowadzonych badań otrzymały ocenę negatywną powinny być poprawione lub wymienione i ponownie zgłoszone do odbioru.

6. OBMIAR ROBÓT

6.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, specyfikacją techniczną i wymaganiami Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania dały wyniki pozytywne.

6.2. Jednostka obmiarowa

Jednostkami obmiarowymi są: 1 kpl., 1 szt. oraz 1 m.

6.3. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorom robót ulegającym zakryciu podlegają:

- wykonanie linii kablowych ziemnych,
- wykonanie prac przygotowawczych dla zabudowy osprzętu i aparatów, ułożenie przewodów w wykonaniu podtynkowym i w bruzdach wraz z zachowaniem wymaganych odstępów dla zbliżeń i skrzyżowań z:
 - innymi wypustami – obwodami elektrycznymi,
 - innymi instalacjami branżowymi: wod-kan, co, cw i ich urządzeniami.

6.4. Końcowy odbiór robót

Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu następujące dokumenty:

- Dokumentację projektową z naniesionymi poprawkami powykonawczymi,
- Protokoły pomiarów okablowania logicznego,
- Protokoły pomiarów elektrycznych,
- Protokoły odbioru robót zanikających podpisane przez inspektora nadzoru,
- Wykaz Deklaracji Zgodności i Certyfikatów na zastosowane materiały.

7. PODSTAWA PŁATNOŚCI

7.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Podstawą płatności jest szczegółowy przedmiar robót, ocena jakości wykonania robót oraz użytych materiałów.

Wykonawca jest zobowiązany do przekazania protokołem pełnej dokumentacji powykonawczej.

Wykonana instalacja oraz zainstalowane urządzenia i osprzęt podlegają gwarancji w okresie zadeklarowanym w ofercie przetargowej lub w umowie.

8. PRZEPISY ZWIĄZANE

8.1. Polskie normy

- Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 - tekst jednolity 8 czerwca 2017 Dz.U. z 2017 r., poz. 1332,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12-04-2002r. Dz.U. Nr 75 poz. 690 „W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” z późniejszymi zmianami,
- PN-EN 50173-1:2011 „Technika informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego. Część 1: Wymagania ogólne”

- PN-EN 50173-2:2008 „Technika informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego. Część 2: Pomieszczenia biurowe”
- PN-EN 50174-1:2010 „Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część1: Specyfikacja instalacji i zapewnienie jakości”.
- PN-EN 50174-2:2010 „Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część2: Planowanie i wykonywanie instalacji wewnątrz budynków”.
- PN-EN 50346:2004/A2:2010 „Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Badanie zainstalowanego okablowania”.
- PN-HD 60364-4-41:2009 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia . Część 41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym”.
- PN-HD 60364-6:2008 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie.”.
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 „Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych”.

8.2. Inne dokumenty

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003r w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów i terenów budowlanych.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych.