

# CZĘŚĆ I; INSTALACJE LAN

## SPIS TREŚCI

<b>1</b>	<b>Zakres Projektu:</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Instalacja LAN</b>	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>Podstawa opracowania</b>	<b>2</b>
<b>2.2</b>	<b>Wymagania ogólne dotyczące okablowania strukturalnego</b>	<b>2</b>
<b>2.3</b>	<b>Instalacja teletechniczna (opis technologii)</b>	<b>3</b>
2.3.1	Prowadzenie okablowania poziomego	3
2.3.2	Punkty logiczne PL	4
<b>2.4</b>	<b>Okablowanie poziome</b>	<b>4</b>
2.4.1	Wymagania dla kabla symetrycznego F/FTP kat. 6 <sub>A</sub>	4
2.4.2	Wymagania dla kabli krosowych	6
2.4.3	Wymagania dotyczące gniazd	7
2.4.4	Wymagania dotyczące paneli krosowych	7
2.4.5	Punkty dystrybucyjne	7
<b>2.5</b>	<b>Urządzenia aktywne</b>	<b>8</b>
<b>2.6</b>	<b>Wymagania gwarancyjne</b>	<b>12</b>
<b>2.7</b>	<b>Administracja i dokumentacja okablowania</b>	<b>13</b>
<b>2.8</b>	<b>Odbiór i pomiary sieci</b>	<b>13</b>
<b>2.9</b>	<b>Uwagi końcowe</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Spis rysunków</b>	<b>15</b>

## 1 Zakres Projektu

Przedmiotem niniejszego opracowania jest dokumentacja projektowa instalacji okablowania strukturalnego. Niniejsza dokumentacja dotyczy budowy infrastruktury teletechnicznej w budynku Filii Krajowej Szkole Skarbowości w Krakowie, ul. Rzemieślnicza 20, 30-363 w Kraków. Dokumentację opracowano na podstawie planów i zapotrzebowania Inwestora, wg. wytycznych i zaleceń, uwzględniając zaplanowaną uniwersalność i funkcjonalność przy zastosowaniu zintegrowanych nowoczesnych technologii przesyłania różnego rodzaju danych.

## 2 Instalacja LAN

### 2.1 Podstawa opracowania

Podstawą do opracowania zagadnień związanych z okablowaniem strukturalnym są normy okablowania strukturalnego.

Normy europejskie dotyczące ogólnych wymagań oraz specyficznych dla środowiska biurowego:

- PN-EN 50173-1:2018 Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego – Część 1: Wymagania ogólne.
- PN-EN 50173-2:2018 Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego – Część 2: Pomieszczenia biurowe.

Dodatkowe normy europejskie związane z planowaniem powołane w projekcie:

- PN-EN 50174-1:2018 Technika informatyczna. Instalacja okablowania – Część 1 – Specyfikacja instalacji i zapewnienie jakości.
- PN-EN 50174-2:2018 Technika informatyczna. Instalacja okablowania – Część 2 – Planowanie i wykonywanie instalacji wewnątrz budynków.
- PN-EN 50310:2016 Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym.
- PN-EN 50600-1:2013-06 - Technika informatyczna -- Wyposażenie i infrastruktura centrów przetwarzania danych -- Część 1: Pojęcia ogólne.
- PN-EN 50600-2-4:2015-05 - Technika informatyczna -- Wyposażenie i infrastruktura centrów przetwarzania danych -- Część 2-4: Infrastruktura okablowania telekomunikacyjnego.
- IEC 60332-3 – norma palności kabli teleinformatycznych.
- ISO/IEC 14763-2: Information Technology—Implementation and operation of customer premise cabling, Part 2: planning and installation, Amendment 1.
- ISO/IEC 11801-6 and EN 50173-6 – instalacje techniczne budynkowe.
- EN 60512-99-001/ IEC 60512-99-001 – norma dotycząca testów złącz gniazd pod kątem 4PpoE.
- IEEE P802.3bt-2018 Standard for Ethernet Amendment 2: Power over Ethernet over 4 Pairs.
- IEC 60512-99-002:2019 Connectors for electrical and electronic equipment - Tests and measurements - Part 99-002: Endurance test schedules - Test 99b: Test schedule for unmating under electrical load.
- TIA TSB-184-A Guidelines for Supporting Power Delivery Over Balanced Twisted-Pair Cabling.

Wykonawca ma obowiązek wykonać instalację okablowania zgodnie z wymaganiami opisanymi w dokumentacji projektowej, a jeśli którykolwiek z dokumentów normalizacyjnych uległ aktualizacji wg nowych aktualnych wymagań.

### 2.2 Wymagania ogólne dotyczące okablowania strukturalnego

- Okablowanie strukturalne budowane jest, zgodnie z w/w normami, tj. w konfiguracji gwiazdy/gwiazdy hierarchicznej i przy rygorze, że łącza stałe nie mogą przekroczyć długości 90m;

- Wszystkie elementy pasywne składające się na okablowanie strukturalne muszą być oznaczone nazwą lub znakiem firmowym, tego samego producenta okablowania i pochodzić z jednolitej oferty reprezentującej kompletny system w takim zakresie, aby zostały spełnione warunki niezbędne do uzyskania bezpłatnego certyfikatu 25-letniej gwarancji udzielonej bezpośrednio przez w/w producenta;
- Ilość i rozmieszczenie stanowisk roboczych przyjęto na podstawie informacji podanych przez Użytkownika. W trakcie realizacji, ostateczna lokalizacja gniazd logicznych w pomieszczeniach (bez zmiany ich ilości) powinna być ustalona pomiędzy Użytkownikiem, a Wykonawcą;
- Wszystkie elementy pasywne składające się na okablowanie strukturalne muszą być trwale oznaczone nazwą lub znakiem firmowym tego samego producenta-wytwórcy elementów okablowania i pochodzić z jednolitej oferty kompletnego systemu w takim zakresie, aby zostały spełnione warunki niezbędne do uzyskania bezpłatnego certyfikatu gwarancyjnego w/w producenta-wytwórcy;
- Maksymalna długość kabla instalacyjnego (od punktu dystrybucyjnego do gniazda końcowego) nie może przekroczyć 90 metrów;
- Minimalne wymagania elementów okablowania w systemie zamkniętym dla transmisji danych pod względem wydajności to Kategoria 6<sub>A</sub> (komponenty)/ Klasa E<sub>A</sub> (podstawowa wydajność całego systemu) i zapewnienie możliwości transmisji 10Gigabit Ethernet 802.3an;
- Rozmieszczenie stanowisk roboczych przyjęto na podstawie ustaleń z Użytkownikiem oraz najbardziej aktualnej aranżacji wnętrza dla pomieszczeń na etapie projektowania;
- Główny Punkt Dystrybucyjny (GPD) składający się z istniejącej szafy serwerowej, zlokalizowany jest w pomieszczeniu administracji na 1 piętrze;
- Główny Punkt Dystrybucyjny GPD ma obsługiwać nowo zaprojektowaną część okablowania LAN oraz istniejącą (starą) sieć LAN;
- Okablowanie strukturalne w systemie zamkniętym ma być prowadzone podwójnie ekranowanym kablem typu F/FTP kat. 6<sub>A</sub> o paśmie przenoszenia 500 MHz w osłonie trudnopalnej typu LSZH;
- Wszystkie kable okablowania poziomego mają być zakończone w osprzęcie połączeniowym zgodnie z normą PN-EN 50173-1;
- Aby zagwarantować i potwierdzić wymaganą wydajność komponentów okablowania miedzianego przeznaczonych do zabudowy (kabel oraz gniazdo) producent musi posiadać certyfikaty wydane przez akredytowane niezależne laboratoria (np. GHMT, Delta) potwierdzające zgodność systemu / komponentów z wymaganiami normy międzynarodowej, tj. ISO/IEC 11801 lub EN50173-1 do minimum klasy E<sub>A</sub>;
- Okablowanie ma być realizowane poprzez ekranowane moduły gniazd RJ45 kat. 6<sub>A</sub> składające się z dwóch elementów, posiadających zacisk ekranu kabla (360°);
- Dla systemu ekranowanego należy zastosować proste panele krosowe o wysokości 1U, niezaladowane, na 24 oddzielne moduły ekranowane;
- Punkty końcowe systemu oparte zostały na ekranowanym gnieździe teleinformatycznym w uchwycie do osprzętu 45x45;

## 2.3 Instalacja teletechniczna (opis technologii)

### 2.3.1 Prowadzenie okablowania poziomego

Okablowanie poziome zostanie rozprowadzone:

- W pomieszczeniach oraz na głównych ciągach komunikacyjnych w metalowych korytach kablowych umieszczonych w przestrzeni sufitu podwieszanego – należy zabezpieczyć przynajmniej 30% rezerwy na rozbudowę okablowania w przyszłości,
- w pomieszczeniach z sufitu podwieszanego do punktu logicznego – natynkowo korytami kablowymi PVC,

Budowa tras kablowych ma zapewniać łatwe, bezkolizyjne i bezpieczne prowadzenie kabli uwzględniając inne instalacje w budynku.

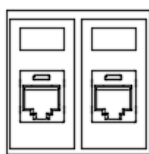
### 2.3.2 Punkty logiczne PL

Kable okablowania poziomego mają być zakończone w zestawach gniazd, zwanych dalej punktami logicznymi PL. Zestawy gniazd mają być zgodne ze standardem uchwyty osprzętu elektroinstalacyjnego 45x45. Ostateczna lokalizacja powinna być ustalona z Użytkownikiem.

#### Konfiguracja punktu elektryczno - logicznego PEL1

Do punktu logicznego PEL1 doprowadzić 2 kable F/FTP kat.6<sub>A</sub> które należy zakończyć w osprzęcie połączeniowym na modułach ekranowanych RJ45 kat.6<sub>A</sub>. Gniazda zasilające mają być umieszczone obok gniazd logicznych. Montaż punktu należy przeprowadzić w puszkach natynkowych.

2xkabel F/FTP kat.6<sub>A</sub>



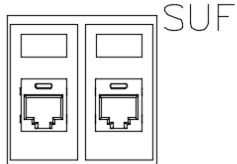
2xRJ45 kat.6<sub>A</sub>

*Rys. 1. Punkt Elektryczno - Logiczny PEL1*

#### Konfiguracja punktu logicznego PL1

Do punktu logicznego PL1 doprowadzić 2 kable F/FTP kat.6<sub>A</sub> które należy zakończyć w osprzęcie połączeniowym na modułach ekranowanych RJ45 kat.6<sub>A</sub>. Montaż punktu należy przeprowadzić w puszcze natynkowej w przestrzeni sufitu podwieszanego.

2xkabel F/FTP kat.6<sub>A</sub>



2xRJ45 kat.6<sub>A</sub>

*Rys. 2. Punkt Logiczny PL1*

## 2.4 Okablowanie poziome

### 2.4.1 Wymagania dla kabla symetrycznego F/FTP kat. 6<sub>A</sub>

Ze względu na przyjęte wymiary przepustów kablowych oraz zaprojektowane trakty prowadzenia kabli i związane z tym prześwity, wymagane jest zastosowanie medium transmisyjnego o maksymalnej średnicy zewnętrznej 7,01 (co determinuje maksymalną średnicę żyły na 23 AWG). Nie dopuszcza się kabli o większej średnicy zewnętrznej. Instalacja ma być poprowadzona ekranowanym kablem konstrukcji F/FTP z osłoną zewnętrzną trudnopalną (LSZH).

W związku z potrzebą zapewnienia jak najlepszych parametrów dla szybkich aplikacji 10G i uzyskania najwyższej odporności przed zakłóceniami przy jednoczesnym zminimalizowaniu kosztów tras kablowych oraz podwyższeniu komfortu instalacji systemu należy zastosować kable ekranowane kategorii 6A.

Minimalne wymagania dla kabla miedzianego F/FTP kategoria 6A:

- Średnica zewnętrzna kabla – max. 7,01 mm;
- Przekrój żyły przewodnika – 23 AWG;
- Rodzaj osłony zewnętrznej: LSZH;
- Euroklasa – Dca-s2, d2, a1;
- Temperatura pracy: -20°C do +60°C;
- Temperatura podczas instalacji: 0°C do +50°C;
- Zgodność z ISO 11801 Kategoria 6A/Klasa E<sub>A</sub>, ANSI/TIA-568-C.2;
- Zgodność z IEC 60332-1, 60754-2, 61034-2, 60754-2;
- Certyfikat zgodności normatywnej niezależnego laboratorium dla min. 4 połączeń w kanale do 100m dla ISO 11801 Kategoria 6A/Klasa E<sub>A</sub>;
- Pozytywne parametry w zakresie częstotliwości do min. 500MHz;

### kabel F/FTP kat.6A 4/23AWG Dca LSZH

powłoka Dca LSZH

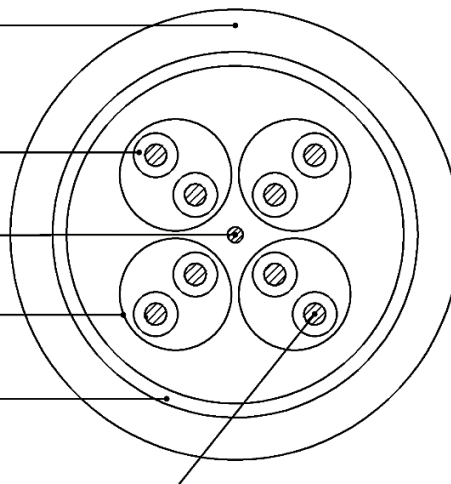
izolacja

żyła do zachowania ciągłości ekranu

ekran pary - folia

ekran kabla - folia

żyła miedziana 23 AWG



Rys. 3. Budowa kabla kat. 6<sub>A</sub> F/FTP.

**Tabela 1. Wymagania dla kabla (F/FTP kat.6<sub>A</sub>)**

OGÓLNE DANE TECHNICZNE	
Budowa kabla	F/FTP (zgodnie z rysunkiem)
Wydajność kabla	Klasa E <sub>A</sub> wg. ISO/IEC 11801
Kategoria kabla	6 <sub>A</sub>
Średnica zewnętrzna kabla	7,01 mm
Średnica przewodu	1,168 mm

Grubość płaszcza	0,61 mm
Przekrój żyły przewodnika	23AWG
Rodzaj osłony zewnętrznej	LSZH
Waga	48,499 kg/km
PARAMETRY ELEKTRYCZNE	
Rezystancja niezrównoważenia DC	2%
Rezystancja prądu stałego DC	7,61 ohms na 100 m
Pojemność wzajemna	4.2 nF na 100 m przy 1 kHz
NVP	80 %
Częstotliwość	500 MHz
Maksymalne napięcie robocze	80 V
PARAMETRY ŚRODOWISKOWE	
Temperatura pracy	-20°C do +60°C
Klasa odporności ogniowej – Euroklasa wg. EN50575	Dca
Wydzielanie dymu wg. EN50575	s2
Wydzielanie płonących kropli/cząstek wg. EN50575	d2
Wydzielanie kwasów wg. EN50575	a1

**Tabela 2. Wymagania dla parametrów transmisyjnych kabla przy częstotliwościach kluczowych**

Częstotliwość	Tłumienie	PSNEXT	RL
[MHz]	[dB]	[dB]	[dB]
100	19,1	42,3	20,1
250	31,1	36,3	17,3
400	40,1	33,3	15,9
500	45,3	31,8	15,2

#### 2.4.2 Wymagania dla kabli krosowych

Wszystkie kable obszaru roboczego i krosowe mają być fabrycznie wykonane i testowane. Wszystkie komponenty składowe: wtyki, kabel mają być wyprodukowane i trwale oznaczone przez tego samego producenta co cały system okablowania. Dodatkowo kable krosowe miedziane mają być zgodne ze specyfikacją kat.6A. Wymagane jest, aby kable krosowe były wykonane fabrycznie z linki ekranowanej typu S/FTP, posiadającej osłonę LSZH oraz zarabiane mechanicznie. Wtyk złącza RJ45 ma posiadać szczelną elektromagnetycznie osłonę ekranowaną, tak aby zapewnić

kontakt elektryczny z obudową ekranowanych gniazd RJ45 po całym obwodzie złącza. Wymaga się standardowej sekwencji rozszycia kabla T568B (preferowana) lub T568A.

Osłona zewnętrzna kabli przeznaczonych do gniazd końcowych ma być typu LSZH, o max. średnicy żyły 26 AWG. Ze względu na trwałość i niezawodność nie dopuszcza się kabli krosowych z wtykami tzw. zalewanymi.

Ze względu na duże zagęszczenie wewnątrz szafy serwerowej oraz ograniczoną przestrzeń, należy w niej zastosować kable krosowe o zmniejszonym przekroju 30AWG, aby usprawnić zarządzanie, poprawić przejrzystość w szafie, zwiększyć dostęp do portów oraz zoptymalizować przepływ powietrza do urządzeń aktywnych (lepsze chłodzenie).

#### **2.4.3 Wymagania dotyczące gniazd**

Wszystkie gniazda mają być zakańczane za pomocą narzędzia dedykowanego, które pozwala zakończyć wszystkie pary w jednym ruchu i z jednakową siłą. Celem jest zachowanie minimalnego rozplotu par nie większego niż 6 mm i w efekcie uzyskanie wysokich zapasów parametrów transmisyjnych. Jednocześnie odrzuca się wszelkie gniazda zarabiane beznarzędziowo, które nie spełniają powyższego opisu.

Wymagane jest, aby producent przedstawił certyfikaty pomiarowe niezależnych akredytowanych laboratoriów na zgodność z parametrami kategorii 6<sub>A</sub> do 500MHz dla wszystkich gniazd kat. 6<sub>A</sub> przeznaczonych do zabudowy zgodnie ze specyfikacją PN-EN 50173-1 lub ISO/IEC11801.

Obudowa gniazda ma się składać w szczelną elektromagnetycznie całość, tworzącą klatkę Faradaya. Kabel ma być zamontowany w gnieździe w taki sposób, aby był zapewniony styk elektryczny ekranu kabla z obudową gniazda na całym jego obwodzie.

#### **2.4.4 Wymagania dotyczące paneli krosowych**

Kable miedziane okablowania poziomego zamkniętego należy zakończyć na panelach krosowych prostych o wysokości montażowej 1U i pojemności do 24 gniazd. Każdy port ma mieć możliwość oddzielnego opisu i oznaczenia poprzez system jednolitych oznaczeń. Panel ma być wyposażony w tylny wspornik w celu ułożenia i zamocowania do niego kabli, oraz zacisk uziemiający.

#### **2.4.5 Punkty dystrybucyjne**

W istniejącej szafie dystrybucyjnej GPD będzie instalowany osprzęt połączeniowy pasywny oraz sprzęt aktywny. W celu prawidłowej organizacji nowo projektowanej sieci LAN, należy przesunąć w dół szafy część istniejących w niej urządzeń, zapewniając w ten sposób miejsce niezbędne do instalacji nowych komponentów. Całość nowego sprzętu, zostanie umieszczona wewnątrz szafy, w wyznaczonej do tego przestrzeni, według rysunku „Widok szafy GPD” dołączonego do dokumentacji.

### **Uwaga**

Lokalizacja szafy została pokazana na podkładach dołączonych do projektu i pokazana na schemacie ideowym okablowania strukturalnego.

Dokładne zestawienie wyposażenia szafy oraz zestawienie ilościowe sprzętu instalowanego, znajduje się w zestawieniach materiałowych.

Sprzęt należy instalować zgodnie z rozmieszczeniem zaproponowanym na rysunkach dołączonych do projektu.

## 2.5 Urządzenia aktywne

### Przełącznik dostępowy POE – 48 portów

#### Wymagania podstawowe

1. Przełącznik posiadający min. 48 interfejsów 10/100/1000BASE-T RJ45, min. 4 interfejsy 1GBASE-X SFP (dopuszczalne interfejsy współdzielone z 10/100/1000BASE-T RJ45) oraz 2 interfejsy 10GBASE-X SFP+ do łączenia urządzeń w stos.
2. Wbudowany dodatkowy interfejs do zarządzania poza pasmem - out of band management.
3. Przełącznik musi wspierać technologię Power over Ethernet (PoE) zgodnie ze standardami IEEE 802.3af (PoE) oraz IEEE 802.3at (PoE+) do zasilania urządzeń takich jak punkty dostępowe WLAN, telefony VoIP i kamery monitoringu wizyjnego.
4. Przełącznik musi posiadać wsparcie Energy Efficient Ethernet IEEE 802.3az na wszystkich interfejsach 10/100/1000BASE-T.
5. Wysokość urządzenia nie więcej niż 1U.
6. Przełącznik musi posiadać wbudowany zasilacz 230V AC zapewniający budżet mocy dla technologii PoE na poziomie min. 740W zapewniając jednocześnie min. 15W dla wszystkich interfejsów 10/100/100BASE-T.
7. Przełącznik musi posiadać możliwość realizacji redundancji zasilania poprzez instalację wewnętrznego lub zewnętrznego dodatkowego zasilacza.
8. Przełącznik musi posiadać nieblokującą architekturę o wydajności przełączania min. 176 Gbps oraz szybkości przełączania min. 130 Mpps.
9. Musi posiadać możliwość realizacji stosów – łączenia fizycznych przełączników w zarządzane z pojedynczego adresu IP jedno logiczne urządzenie. Do łączenia przełączników muszą być wykorzystane dedykowane interfejsy – bez ograniczania liczby interfejsów uplink. Architektura stosu musi umożliwiać realizację zamkniętej pętli. Wydajność przełączania w stosie min. 40Gbps. Wymagana jest możliwość łączenia do 8 przełączników w stos (w tym również przełączników nie wspierających technologii PoE).
10. Tablica MAC adresów min. 16k.
11. Pamięć operacyjna: min. 1GB pamięci DRAM.
12. Pamięć flash: min. 2GB pamięci Flash.
13. Pojemność bufora pakietów min. 1,5 MB.
14. Obsługa sieci wirtualnych IEEE 802.1Q – min. 4094.
15. Obsługa funkcjonalności Private VLAN - blokowanie ruchu pomiędzy klientami z umożliwieniem łączności do wspólnych zasobów sieci.
16. Wsparcie dla ramek Jumbo Frames (min. 9198 bajtów).
17. Obsługa Q-in-Q IEEE 802.1ad.
18. Obsługa Quality of Service:



- a. IEEE 802.1p
  - b. DiffServ
  - c. 8 kolejek priorytetów na każdym porcie wyjściowym
- 19. Obsługa Link Layer Discovery Protocol LLDP IEEE 802.1AB.
  - 20. Obsługa LLDP Media Endpoint Discovery (LLDP-MED) .
  - 21. Wbudowany DHCP serwer i klient.
  - 22. Możliwość instalacji min. dwóch wersji oprogramowania - firmware
  - 23. Możliwość przechowywania min. kilkunastu wersji konfiguracji w plikach tekstowych w pamięci.
  - 24. Możliwość monitorowania zajętości CPU.
  - 25. Lokalna i zdalna możliwość monitoringu pakietów (Local and Remote Mirroring)

#### **Obsługa routingu IPv4**

- 26. Sprzętowa obsługa routingu IPv4 – forwarding.
- 27. Pojemność tabeli routingu min. 450 wpisów.
- 28. Routing statyczny.
- 29. Obsługa routingu dynamicznego IPv4 ze wsparciem przynajmniej dla protokołu RIPv1/v2.
- 30. Policy Based Routing dla IPv4.
- 31. Obsługa DHCP/BootP Relay dla IPv4
- 32. Możliwość licencyjnej rozbudowy rozszerzającej funkcje routingu o protokół OSPF.

#### **Obsługa routingu IPv6**

- 33. Sprzętowa obsługa routingu IPv6 – forwarding.
- 34. Pojemność tabeli routingu min. 225 wpisów.
- 35. Routing statyczny.
- 36. Obsługa routingu dynamicznego dla IPv6 ze wsparciem przynajmniej dla protokołu RIPng.
- 37. Policy Based Routing dla IPv6.
- 38. Możliwość licencyjnej rozbudowy rozszerzającej funkcje routingu o protokół OSPF v3.

#### **Obsługa ruchu multicast**

- 39. Statyczne przyłączenie do grupy multicast
- 40. Filtrowanie IGMP
- 41. Obsługa Multicast VLAN Registration - MVR
- 42. Obsługa IGMP v1/v2/v3
- 43. Obsługa IGMP v1/v2/v3 snooping

#### **Bezpieczeństwo sieciowe**

- 44. Obsługa uwierzytelniania stacji roboczych z wykorzystaniem mechanizmów:

- a. IEEE 802.1x - RFC 3580
  - b. Web-based Network Login
  - c. MAC based Network Login
45. Obsługa wielu klientów (min. 4) Network Login na jednym porcie (Multiple supplicants)
  46. Możliwość integracji funkcjonalności Network Login z systemem NAC (Network Access Control)
  47. Obsługa funkcjonalności CoA pozwalającej na wymuszenie reautentykacji dołączonego klienta z systemu NAC
  48. Przydział sieci VLAN, ACL/QoS podczas logowania Network Login
  49. Urządzenie musi wspierać profile bezpieczeństwa, profil bezpieczeństwa oznacza połączenie:
    - a. definicji sieci VLAN,
    - b. reguły filtrowania w warstwach L2-L4 dla IPv4 i IPv6,
    - c. realizację zasad jakości usług w warstwach L2-L4 dla IPv4 i IPv6,
    - d. realizację zasad ograniczania prędkości dla IPv4 i IPv6 w warstwach L2-L4.
  50. Obsługa Guest VLAN dla IEEE 802.1x
  51. Obsługa funkcjonalności Kerberos snooping - przechwytywanie autoryzacji użytkowników z wykorzystaniem protokołu Kerberos
  52. Wbudowana obrona procesora urządzenia przed atakami DoS
  53. Obsługa TACACS+ (RFC 1492)
  54. Obsługa RADIUS Authentication (RFC 2865)
  55. Obsługa RADIUS Accounting (RFC 2866)
  56. RADIUS and TACACS+ per-command Authentication
  57. Bezpieczeństwo MAC adresów
    - a. ograniczenie liczby MAC adresów na porcie
    - b. zatrzaśnięcie MAC adresu na porcie
    - c. możliwość wpisania statycznych MAC adresów na port/vlan
  58. Możliwość wyłączenia MAC learning
  59. Obsługa SNMPv1/v2/v3
  60. Klient SSH2
  61. Zabezpieczenie przełącznika przed atakami DoS
    - a. Networks Ingress Filtering RFC 2267
    - b. SYN Attack Protection
    - c. Zabezpieczenie CPU przełącznika poprzez ograniczenie ruchu do systemu zarządzania
  62. Dwukierunkowe (ingress oraz egress) listy kontroli dostępu ACL pracujące na warstwie 2, 3 i 4

63. Listy kontroli dostępu ACL realizowane w sprzęcie bez zmniejszenia wydajności przełącznika
64. Obsługa bezpiecznego transferu plików SCP/SFTP
65. Obsługa DHCP Option 82
66. Obsługa Gratuitous ARP Protection
67. Obsługa Trusted DHCP Server
68. Obsługa DHCP Snooping
69. Obsługa DHCP Secured ARP/ARP Validation
70. Obsługa powyższych funkcji IP Security na portach Network Login IEEE 802.1x
71. Ograniczanie przepustowości (rate limiting) na portach wyjściowych z kwantem 8 kb/s
72. Obsługa redundancji routingu VRRP (RFC 2338) - możliwość rozszerzenia przez licencję oprogramowania
73. Obsługa STP (Spanning Tree Protocol) IEEE 802.1D
74. Obsługa RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) IEEE 802.1w
75. Obsługa MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol) IEEE 802.1s
76. Obsługa PVST+
77. Obsługa EAPS (Ethernet Automatic Protection Switching) RFC 3619
78. Obsługa G.8032
79. Obsługa Link Aggregation IEEE 802.3ad wraz z LACP – 128 grup po 8 portów
80. Obsługa MLAG lub rozwiązania równoważnego - połączenie link aggregation do dwóch niezależnych przełączników.

### **Zarządzanie**

81. Obsługa synchronizacji czasu NTP lub SNTP
82. Zarządzanie przez SNMP v1/v2/v3
83. Zarządzanie przez przeglądarkę WWW – protokół http i https
84. Telnet Serwer/Klient dla IPv4 / IPv6
85. SSH2 Serwer/Klient dla IPv4 / IPv6
86. Ping dla IPv4 / IPv6
87. Traceroute dla IPv4 / IPv6
88. Obsługa SYSLOG z możliwością definiowania wielu serwerów
89. Sprzętowa obsługa NetFlow lub sFlow
90. Obsługa RMON min. 4 grupy: Status, History, Alarms, Events (RFC 1757)
91. Obsługa RMON2 (RFC 2021)

### **Inne**

92. Obsługa skryptów CLI

93. Możliwość edycji skryptów i ACL bezpośrednio na urządzeniu (system operacyjny musi zawierać edytor plików tekstowych)
94. Możliwość uruchamiania skryptów
- Ręcznie
  - O określonym czasie lub co wskazany okres czasu
  - Na podstawie wpisów w logu systemowym

### **Gwarancja**

95. Wraz z urządzeniem wymagane jest dostarczenie kontraktu serwisowego na okres min. 1 rok umożliwiającego:
- bezpłatne aktualizacje oprogramowania firmware,
  - wymianę uszkodzonego urządzenia z wysyłką następnego dnia roboczego od zgłoszenia awarii,
  - wsparcia technicznego producenta poprzez infolinię, pocztę e-mail oraz telefon.

## **2.6 Wymagania gwarancyjne**

Gwarancja na system okablowania strukturalnego ma spełniać poniższe warunki:

- gwarancja ma być jednolitą bezpłatną usługą serwisową świadczoną przez producenta okablowania (tj. bez ponoszenia jakichkolwiek kosztów w przyszłości związanych z przeglądami, serwisowaniem czy innymi pracami związanymi z naprawą i powtórnią instalacją wadliwych elementów);
- gwarancja ma obejmować całość okablowania miedzianego wraz z kablami krosowymi i innymi elementami niezbędnymi do budowy sieci takimi jak panele krosowe, gniazda RJ45 itp.;
- minimalny czas trwania 25 lat ma być udzielany na oficjalnych warunkach, ogólnie znanych i opublikowanych;
- gwarancja ma być udzielona przez producenta okablowania bezpośrednio Inwestorowi/Użytkownikowi.

### **Obowiązki producenta okablowania**

Producent systemu okablowania w swojej gwarancji systemowej ma zapewniać:

- gwarancję materiałową (w przypadku wykrycia wady lub usterki fabrycznej, produkty wadliwe zostaną naprawione bądź wymienione);
- gwarancję parametrów łącza/kanalu (parametry łączy stałych bądź kanałów będą przewyższać wskazaną klasę okablowania w ciągu trwania całego okresu gwarancyjnego);
- gwarancję aplikacji (protokoły sieciowe współczesne i stworzone w przyszłości, które zaprojektowane były lub będą dla systemów okablowania danej klasy będą działać poprawnie w ciągu całego okresu gwarancyjnego).

Instalacja ma być nadzorowana w trakcie budowy przez inżynierów ze strony producenta.

Zbudowana infrastruktura kablowa ma być ostatecznie fizycznie sprawdzona przez producenta przed wystawieniem certyfikatu gwarancyjnego pod kątem technicznym, funkcjonalnym oraz estetycznym. Użytkownik/Inwestor musi otrzymać raport, potwierdzający sprawdzenie instalacji oraz ma prawo uczestniczyć w procesie jej weryfikacji.

## Obowiązki instalatora

Wykonawca ma posiadać aktualną umowę zawartą bezpośrednio z producentem okablowania regulującą uprawnienia, procedury, warunki i tryb udzielenia gwarancji Użytkownikowi.

Wykonawca ma posiadać dyplomy ukończenia kursów kwalifikacyjnych, przez zatrudnionych pracowników w zakresie:

- instalacji;
- pomiarów, nadzoru, wykrywania oraz eliminacji uszkodzeń;
- projektowania okablowania strukturalnego, zgodnie z normami międzynarodowymi oraz procedurami instalacyjnymi producenta okablowania.

W przypadku jeśli wykonawca na etapie oferty korzysta z uprawnień osób trzecich, osoby te muszą uczestniczyć w nadzorze zadania lub być na każde wezwanie na etapie realizacji.

Powyższe kursy mają znajdować się w oficjalnej ofercie producenta.

Dokumenty mają być przedstawione Zamawiającemu przed podpisaniem umowy.

Dostarczone elementy pasywne (kable miedziane i światłowodowe, panele krosowe, kable krosowe, szafy wraz z wyposażeniem) składające się na system okablowania strukturalnego muszą być oznaczone nazwą lub znakiem firmowym tego samego producenta okablowania i pochodzić z jednolitej oferty rynkowej, będącej kompletnym systemem w takim zakresie, aby zostały spełnione warunki niezbędne do uzyskania gwarancji w/w producenta.

### 2.7 Administracja i dokumentacja okablowania

Wszystkie kable powinny być oznaczone numerycznie, w sposób trwały, zarówno od strony gniazda PL, PEL, jak i od strony szafy serwerowej. Te same oznaczenia należy umieścić w sposób trwały na gniazdach telekomunikacyjnych w obszarach roboczych oraz na panelach krosowych.

Konwencja oznaczeń okablowania poziomego:

**X / Y / C /**

gdzie:

X – identyfikator szafy,

Y – numer panelu krosowego,

C – numer portu w panelu.

### 2.8 Odbiór i pomiary sieci

Warunkiem koniecznym dla odbioru końcowego instalacji przez Inwestora jest spełnienie wszystkich poniższych warunków:

- wykonanie instalacji w sposób prawidłowy, zgodny ze sztuką, wymaganiami i obowiązującymi normami oraz z zachowaniem estetyki prac;
- wykonanie kompletu pomiarów;
- opracowanie i przekazanie dokumentacji powykonawczej Inwestorowi;
- uzyskanie gwarancji systemowej producenta okablowania.

Wykonawstwo pomiarów powinno być zgodne z normą PN-EN 50346 A1+A2.

Należy użyć miernika dynamicznego (analizatora), który posiada analizy parametrów, według aktualnie obowiązujących norm. Sprzęt pomiarowy musi posiadać aktualną kalibrację/legalizację (tj. certyfikat potwierdzający dokładność jego wskazań, wydany przez serwis producenta).

Na raportach pomiarowych muszą się znaleźć informacje dotyczące ustawień sprzętu pomiarowego (norma, typ kabla itp.), nazwa mierzonego łącza oraz wyniki pomiarów wraz z zapasami w stosunku do limitów z norm. Każdy wynik musi być jednoznacznie opisany jako poprawny lub niepoprawny.

#### **Pomiary okablowania miedzianego:**

- analizator okablowania wykorzystany do pomiarów sieci miedzianej musi charakteryzować się przynajmniej V klasą dokładności dla klasy E<sub>A</sub> wg IEC 61935-1 (proponowane urządzenia to np. FLUKE DSX5000);
- Pomiary sieci miedzianej dla Klasy E<sub>A</sub> należy wykonać na zgodność z ISO/IEC11801 lub EN50173-1 zachowując następującą kolejność:
  1. Łącze stałe (Permanent Link) przy wykorzystaniu odpowiednich adapterów pomiarowych specyfikowanych przez producenta sprzętu pomiarowego,
  2. Kable krosowe przy wykorzystaniu odpowiednich adapterów pomiarowych specyfikowanych przez producenta sprzętu pomiarowego,
  3. Kanał (Channel) przy wykorzystaniu odpowiednich adapterów pomiarowych specyfikowanych przez producenta sprzętu pomiarowego.
- protokół pomiarowy każdego toru transmisyjnego poziomego miedzianego ma zawierać:
  - mapę połączeń;
  - długość połączeń i rezystancje par;
  - opóźnienie propagacji oraz różnicę opóźnień propagacji;
  - tłumienie;
  - NEXT i PS NEXT w dwóch kierunkach;
  - ACR-F i PS ACR-F w dwóch kierunkach;
  - ACR-N i PS ACR-N w dwóch kierunkach;
  - RL w dwóch kierunkach;
  - A-NEXT lub TCL.
- Protokół pomiarowy każdego kabla krosowego miedzianego ma zawierać:
  - mapę połączeń,
  - RL,
  - NEXT.

#### **Zawartość dokumentacji powykonawczej:**

Po zakończeniu prac instalatorskich należy wykonać i przekazać Użytkownikowi końcowemu dokumentację powykonawczą, która ma zawierać:

- raporty z pomiarów dynamicznych okablowania;
- rzeczywiste trasy prowadzenia kabli;
- rysunki z oznaczeniami poszczególnych szaf, paneli krosowych i portów;
- lokalizację przebiegów przez ściany i podłogi.

#### **2.9 Uwagi końcowe**

Trasy prowadzenia okablowania poziomego zostały skoordynowane z istniejącymi i wykonywanymi instalacjami w budynku m.in. dedykowaną oraz ogólną instalacją elektryczną, instalacją centralnego ogrzewania, wody, kanalizacji, itp., Jeżeli w trakcie realizacji nastąpią zmiany prowadzenia tras instalacji okablowania oraz lokalizacji Punktów Logicznych lub wystąpią konflikty z innymi instalacjami, należy ustalić poprawione rozprowadzenie tras kablowych w porozumieniu z Projektantem.

Należy uziemić zgodnie obowiązującymi przepisami wszystkie metalowe korytka, koryta kablowe, szafy kablowe wraz z osprzętem oraz inne urządzenia sieciowe, które zgodnie z instrukcją ich montażu tego wymagają.

Wszystkie materiały wprowadzone do robót muszą być nowe, nieużywane, najnowszych aktualnych wzorów.

Jeżeli oferent zdecyduje się na zastosowanie rozwiązania alternatywnego, powinien do oferty dołączyć listę zamienionych materiałów, jak również wszelkie dokumenty pozwalające Komisji Przetargowej ocenić zgodność z wymaganiami SIWZ i dokumentacji projektowej wraz z załącznikami.

### 3 Spis rysunków

Nr rys.	Treść rysunku
01	Sieć LAN i elektryczna; instalacje LAN - rzut parteru
02	Sieć LAN i elektryczna; instalacje LAN - rzut 1 piętra
03	Sieć LAN i elektryczna; instalacje LAN - rzut 2 piętra
04	Sieć LAN i elektryczna; instalacje LAN - rzut 3 piętra
05	Sieć LAN i elektryczna; instalacje LAN - rzut 4 piętra
06	Sieć LAN i elektryczna; instalacje LAN - schemat
07	Sieć LAN i elektryczna; instalacje LAN - widok elewacji szafy logicznej