Znak sprawy: ZP/220/28/24

Załącznik nr 2.8. do SWZ - suplement do branży teletechnicznej - LAN i urządzenia aktywne

Spis treści

[1. Informacje ogólne 3](#_Toc135051202)

[1.1. Przedmiot opracowania 3](#_Toc135051203)

[1.2. Definicje 3](#_Toc135051204)

[1.3. Wymagania wobec Okablowania 3](#_Toc135051205)

[1.4. Wymagania wobec Wykonawcy 4](#_Toc135051206)

[2. Szczegółowy opis systemu Okablowania oraz komponentów 5](#_Toc135051207)

[2.1. Punkty Logiczne 5](#_Toc135051208)

[2.1.1. Moduł gniazda RJ45 5](#_Toc135051209)

[2.1.2. Adapter 45x45 7](#_Toc135051210)

[2.1.3. Wtyk RJ45 7](#_Toc135051211)

[2.2. Panele krosowe 8](#_Toc135051212)

[2.3. Kabel instalacyjny miedziany 8](#_Toc135051213)

[2.4. Kable krosowe kat.6A 9](#_Toc135051214)

[2.5. Połączenia pionowe (szkieletowe) 10](#_Toc135051215)

[2.6. Połączenia międzybudynkowe 10](#_Toc135051216)

[2.7. Punkty Dystrybucyjne 11](#_Toc135051217)

[2.7.1. BPD i PPD 11](#_Toc135051218)

[3. Testy końcowe 12](#_Toc135051219)

[3.1. Testowanie okablowania miedzianego 12](#_Toc135051220)

[3.2. Testowanie okablowania światłowodowego 13](#_Toc135051221)

[4. Urządzenia aktywne 13](#_Toc135051222)

[4.1. Przełączniki sieciowe 13](#_Toc135051223)

[4.2. Sieć WLAN 18](#_Toc135051224)

[5. Zasilanie gwarantowane urządzeń w Punktach Dystrybucyjnych 19](#_Toc135051225)

[5.1. Zasilacz UPS do szafy BPD 19](#_Toc135051226)

[5.2. Zasilacz UPS do szaf PPD 21](#_Toc135051227)

# Informacje ogólne

## Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest system okablowania strukturalnego, który ma być wykonany w ………………………………………..

## Definicje

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Okablowanie** | - | System Okablowania Strukturalnego |
| **CPD1**  **CDP2** | - | Centralny Punkt Dystrybucyjny Budynek Administracji  Centralny Punkt Dystrybucyjny Budynek B |
| **BPD** | - | Budynkowy Punkt Dystrybucyjny |
| **PPD** | - | Piętrowy Punkt Dystrybucyjny |
| **Okablowanie poziome** | - | Podsystem Okablowania obejmujący obszar od Punktu Dystrybucyjnego do urządzenia końcowego |
| **Okablowanie pionowe (szkieletowe)** | - | Podsystem Okablowania obejmujący połączenia pomiędzy Punktami Dystrybucyjnymi |
| **Okablowanie międzybudynkowe (kampusowe)** | - | Podsystem Okablowania obejmujący połączenia pomiędzy budynkami |
| **PL / PEL** | - | Punkt Logiczny miejsce przyłączenia urządzeń końcowych do systemu Okablowania / PEL Punkt logiczny wyposażony w gniazdo zasilające 230V |
| **CPR** | - | Rozporządzenie w sprawie wyrobów budowlanych (ang. Construction Products Regulation) |
|  |  |  |

## Wymagania wobec Okablowania

Wymaga się, aby zastosowane komponenty Okablowania były zgodne z normami:

* EN 50173
* ISO/IEC 11801

Wykonanie instalacji Okablowania zgodnie z normą:

* EN 50174

Wykonanie połączeń wyrównawczych zgodnie z normą:

* EN 50310

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa materiałów budowlanych zgodnie z dyrektywą CPR. Przewiduje się wykonanie instalacji w oparciu o kable B2ca.

Należy stosować się zawsze do najnowszych edycji norm i krajowych przepisów wykonawczych.

Cytowane normy oraz niniejsza specyfikacja określa minimalne wymagane parametry względem Okablowania, ale nie stanowią limitu, co oznacza możliwość stosowania komponentów o parametrach lepszych niż opisano w niniejszej specyfikacji.

Producent systemu okablowania strukturalnego powinien posiadać od minimum 10 lat certyfikaty: ISO9001 oraz ISO 14001. Wdrożenie tych norm gwarantuje Użytkownikowi właściwą obsługę procesów sprzedażowych i utrzymaniowych.

Obecnie w budynkach Szpitala eksploatowane są instalacje Okablowania wykonane w oparciu o komponenty producentów:

1. Excel Networking
2. AMP

Wymaga się, aby zaprojektowana i wykonana instalacja Okablowania pochodziła od jednego z dwóch producentów systemów Okablowania eksploatowanych obecnie w budynkach Szpitala.

Wymagania ogólne dla komponentów miedzianych:

* Ekranowane Okablowanie minimum kategorii 6A F/FTP w całym obiekcie.
* Wszystkie komponenty transmisyjne Okablowania muszą pochodzić od jednego producenta i być objęte programem certyfikacyjnym z 25 letnią gwarancją producenta.
* Wszystkie komponenty Okablowania wchodzące w skład toru kablowego, muszą posiadać aktualny certyfikat potwierdzający zgodność z normami, wystawiony przez niezależną jednostkę certyfikacyjną np. Force Technology lub 3P.
* Kable krosowe użyte do budowy pola krosowego w punktach dystrybucyjnych muszą posiadać aktualny certyfikat potwierdzający zgodność z normami, wystawiony przez niezależną jednostkę certyfikacyjną np. Force Technology lub 3P.

Wymagania ogólne dla komponentów światłowodowych:

* Do połączeń pionowych (szkieletowych) oraz do połączeń międzybudynkowych stosować kable światłowodowe jednomodowe OS2.
* Połączenia pionowe (szkieletowe) wykonać w oparciu o prefabrykowane kable MPO-MPO.
* Połączenia międzybudynkowe wykonać w oparciu o kable zewnętrzne lub uniwersalne zakańczane w przełącznicach światłowodowych metodą spawania.
* Wszystkie komponenty światłowodowe muszą pochodzić z oferty tego samego producenta co Okablowanie poziome i należy objąć je jednolitą certyfikacją z 25-letnią gwarancją.

Wymagania ogólne dla punktów dystrybucyjnych:

* Dla BPD - Szafy dystrybucyjne stojące z drzwiami perforowanymi, głębokość min. 1000 mm i szerokości 800 mm, na cokole 100 mm, o nośności nie mniejszej niż 1000 kg. Konstrukcja skręcana.
* Dla PPD - Szafy dystrybucyjne stojące z drzwiami perforowanymi, głębokość min. 800 mm i szerokości 800 mm, na cokole 100 mm, o nośności nie mniejszej niż 1000 kg. Konstrukcja skręcana.

Należy wziąć pod uwagę obciążenie cieplne szaf, w których będą się znajdowały przełączniki, serwery zasilacze UPS i inne urządzenia aktywne. Jeśli to konieczne, należy zapewnić systemy chłodzenia. Optymalna temperatura pracy w pomieszczeniach szaf, w których znajdują się urządzenia aktywne, to 20 - 25°C. Projekt i wykonanie klimatyzacji i wentylacji nie jest przedmiotem niniejszego opracowania, zakres ten należy skoordynować z branżą sanitarną.

Wszelkie zgody na odstępstwa muszą być pisemnie potwierdzone przez Inspektora lub Kierownika Projektu reprezentującego Klienta.

## Wymagania wobec Wykonawcy

Wykonawca Okablowania zastosuje wszystkie wytyczne najnowszych edycji norm EN 50174 i EN 50310 oraz wytyczne montażowe producenta Okablowania. Pierwszeństwo w stosowaniu mają krajowe zapisy ustaw i rozporządzeń oraz norm w nich przywołanych.

Wykonawca Okablowania musi posiadać certyfikat wydany przez producenta Okablowania potwierdzający uprawnienia Wykonawcy do certyfikowania wykonanego Okablowania i objęcie systemu 25 letnią gwarancją producenta Okablowania.

Wykonawca Okablowania opracuje pełny schemat oznakowania instalacji kablowej dla każdego kabla, panelu krosowego, punktu dystrybucyjnego, i gniazda RJ45 Punktu Logicznego oraz uzgodni format z Inspektorem lub Kierownikiem Robót reprezentującym Klienta, przed rozpoczęciem instalacji.

* Nie dopuszcza się odręcznego opisywania kabli bezpośrednio na osłonie kabla, należy używać dedykowanych etykiet opisowych (znaczników kabli).
* Wszystkie etykiety muszą być wykonane w sposób trwały i czytelny.
* Zakończenia kabli powinny być oznaczone na wylotach paneli krosowych.
* Kable powinny być oznaczone przy gniazdach - Punktach Logicznych.
* Kable należy oznaczyć w miejscach wejścia/wyjścia z pomieszczeń, budynków i po obu stronach przepustów kablowych.

# Szczegółowy opis systemu Okablowania oraz komponentów

## Punkty Logiczne

Okablowanie instalowane w obiekcie będzie pełniło uniwersalną platformę przesyłu danych dla systemów: LAN / TEL / CCTV / WiFi

W obszarach roboczych (po stronie gniazd) dla systemów LAN/TEL, zakłada się wyposażenie pomieszczeń w instalację Okablowania, co umożliwi integrację danych z aparatury. Wykonać ją we wskazanych na rysunkach miejscach – rejestracji pacjenta, pokojach personelu medycznego (lekarze, pielęgniarki), na stanowiskach pielęgniarskich w punktach pielęgniarskich, przy łóżkach w pokojach łóżkowych (w panelach przy- i nadłóżkowych – po dwa gniazda na 1 łóżko), Sali wzmożonego nadzoru po zabiegowego (w panelach przyłóżkowych według specyfikacji sprzętu), gabinetach diagnostyczno-zabiegowych, salach operacyjnych.

Przewidzieć ilości gniazd według specyfikacji nadłóżkowych, przyłóżkowych systemów zasilania.

Całość podłączyć do szpitalnej sieci komputerowej poprzez CPD1 i CDP2 . W każdym pomieszczeniu podłączonym przewidzieć na każdy komputer min. 3 gniazda instalacji logicznej (3xRJ45) i 3 gniazda instalacji elektrycznej rezerwowanej (wymagania dotyczące instalacji zasilania zawarte są w części elektrycznej).

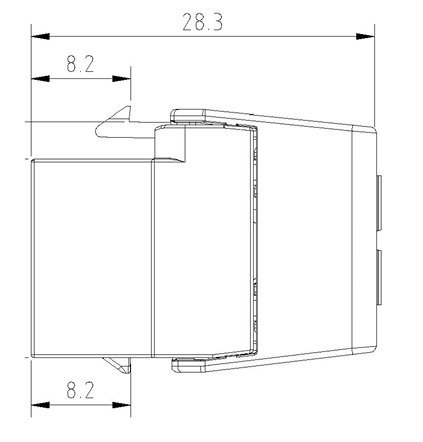
W pomieszczeniach w których nie ma zaplanowanych żadnych urządzeń lub stanowisk zainstalować 2 gniazda RJ45 i 3 gniazda instalacji elektrycznej

Moduły gniazd RJ45 w formacie keystone montować w adapterach 45x45 (MOSAIC), adapterach paneli przyłóżkowych według specyfikacji sprzętu lub osprzęcie elektrycznym wskazanym w części elektrycznej projektu.

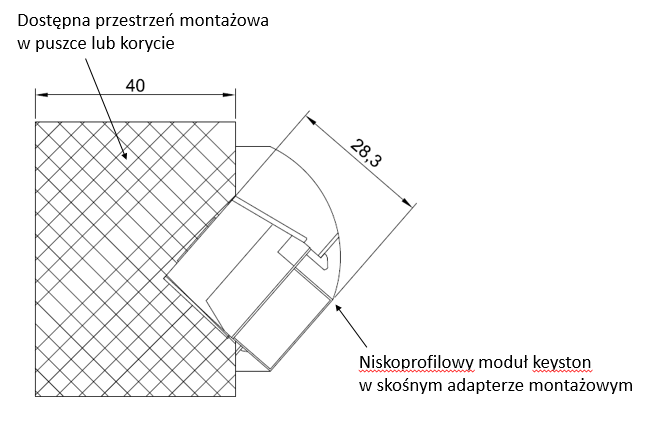
Dla systemów CCTV i WiFi po stronie urządzeń należy stosować wtyk RJ45 zarabiany bezpośrednio na kablu instalacyjnym. Należy użyć złącza dla którego producent Okablowania zapewnia przeprowadzenie certyfikacji oraz objęcie 25 letnią gwarancją.

## Moduł gniazda RJ45

Do budowy Punktów Logicznych w oparciu o moduły gniazd RJ45, należy użyć niskoprofilowego ekranowanego modułu keystone RJ45 kat.6A. Ze względu na ograniczoną przestrzeń montażową w puszkach oraz korytach, głębokość modułu nie może przekraczać 3 cm. Taka konstrukcja modułu umożliwi zachowanie wymaganego promienia zagięcia kabla w przestrzeni montażowej, pozwalając jednocześnie na wprowadzenie kabla z dowolnego kierunku.



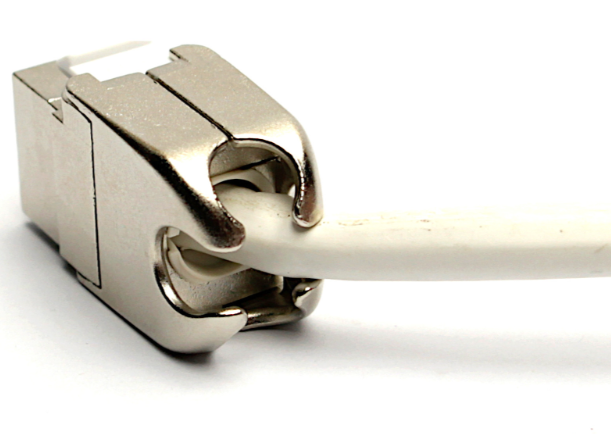
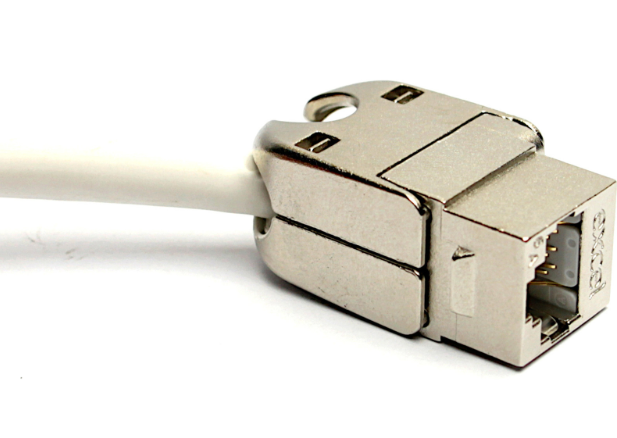
Rysunek 1 Wymiary modułu RJ45 keystone kat.6A (wymiary podane są w mm)



Rysunek 2 Wykorzystanie przestrzeni montażowej wewnątrz puszki lub koryta przy użyciu modułu niskoprofilowego (wymiary podane są w mm)

Moduł keystone RJ45 musi być zarabiany bez użycia narzędzia terminującego (typu KRONE lub 110), co wyeliminuje ryzyko nadmiernego rozplotu par lub przypadkowego udarowego uszkodzenia osłony w trakcie dobijania żyły narzędziem.

Wymaga się, aby moduł keystone RJ45 posiadał zintegrowane z korpusem prowadnice kabla, umożliwiające wprowadzenia kabla do modułu z dowolnego kierunku pod kątem 45°. Taka konstrukcja umożliwi odpowiednie ułożenie kabla w korycie lub puszcze instalacyjnej z zachowaniem odpowiedniego promienia zagięcia kabla i zminimalizuje ryzyko niewłaściwego naprężenia kabla w złączu.



Rysunek 3 Niskoprofilowy moduł ekranowany kat.6A, typu "Low Profile" z wprowadzenim kabla 45°

Parametry modułu:

|  |  |
| --- | --- |
| Obudowa | Odlewany ciśnieniowo stop cynku |
| Styki RJ45 | Pokryty złotem niklowany stop fosforobrązu |
| Kontakty IDC | Cynowany stop fosforobrązu |
| Żywotność złącza RJ45 | Minimum 750 cykli połączeń |
| Zakres AWG | 22-26 |

## Adapter 45x45

Moduły gniazd keystone RJ45 kat.6A należy instalować w kątowych adapterach 45x45 1 i 2-modułowych.



Rysunek 4 Adapter kątowy 45x45mm 2xRJ45 keystone

Adapter musi być wyposażone w klapki przeciwkurzowe ze zintegrowaną sprężynką umożliwiająca automatyczne zamknięcie po wyjęciu kabla przyłączeniowego. Adapter musi być wyposażony w pole opisowe, umożliwiające umieszczenie etykiety opisowej gniazda.

W puszkach podłogowych stosować adaptery proste.

## Wtyk RJ45

W przypadku urządzeń, do których zasadne jest podłączenie kabla z bezpośrednio zarobionym wtykiem RJ45, Punkty Logiczne należy wykonać wykorzystując certyfikowany ekranowany wtyk RJ45 kat.6A, objęty 25-letnią gwarancją producenta.



Rysunek 4 Wtyk RJ45 kat.6A, ekranowany, zaterminowany na kablu

## Panele krosowe

W szafach RACK, należy stosować modularne panele krosowe 19” o wysokości 1U, wyposażone w moduły keystone RJ45 kat.6A, takie same jak użyte do budowy Punktów Logicznych.

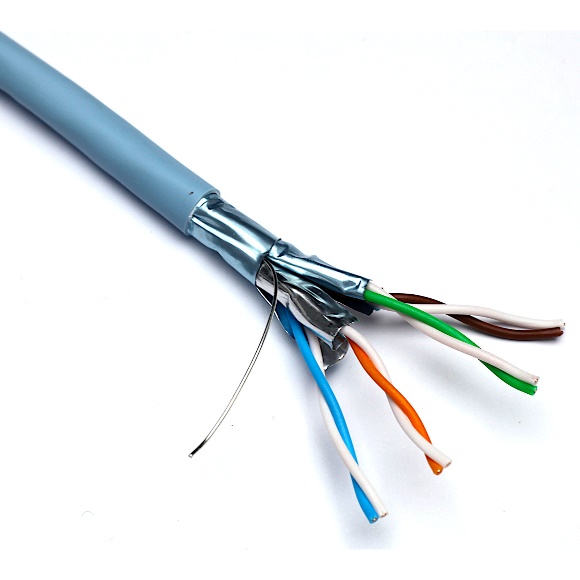


Rysunek 8 Modularny panel krosowy 19" o wysokości 1U

Panele krosowe muszą mieć ponumerowane porty od 1 do 24, oraz posiadać tylne organizery umożliwiające mocowanie kabli za pomocą opasek zaciskowych, utrzymujących kable w pozycji prostopadłej do płaszczyzny płyty czołowej panelu. Kable muszą być solidnie zamocowane do organizera, tak aby nie występowały naprężenia pomiędzy żyłami a szczelinami IDC w module RJ45.

## Kabel instalacyjny miedziany

Do wykonywania torów kablowych Okablowania poziomego, należy użyć 4-parowego kabla ekranowanego kat.6A. Konstrukcja ekranowania kabla min. F/FTP.



Rysunek 7 Kabel kat.6A F/FTP B2ca

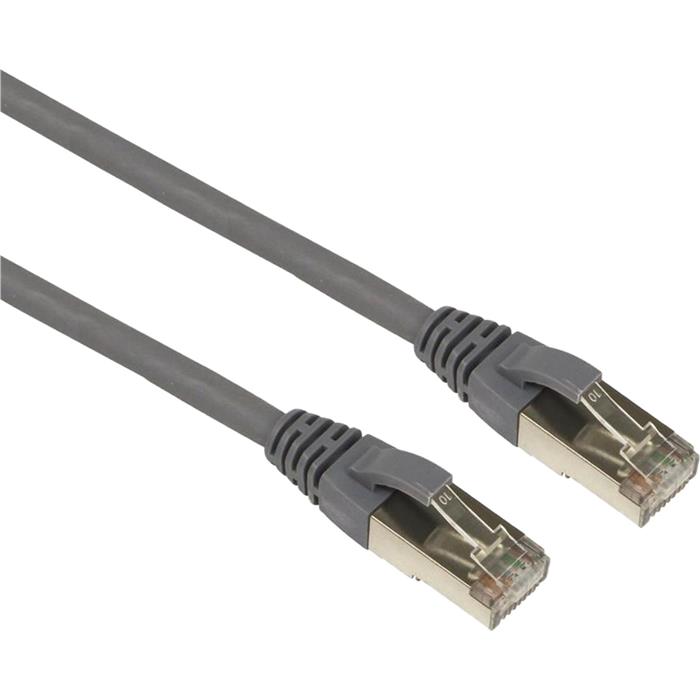
Parametry kabla

|  |  |
| --- | --- |
| Grubość żyły | 23 AWG |
| Ilość żył | 8 |
| Ekran ogólny | Folia ekranująca |
| Ekran par | Folia ekranująca |
| Euroklasa | B2ca |
| Średnica zewnętrzna | 7,6 mm |
| Kategoria | 6A |

## Kable krosowe kat.6A

W BPD należy zapewnić odpowiednią ilość kabli krosowych, pokrywającą 100% zapotrzebowania do wykonania pola krosowego.

Należy użyć kabli krosowych tego samego producenta co pozostałe elementy miedzianego toru transmisyjnego kat.6A, w konstrukcji ekranowanej F/FTP lub S/FTP.



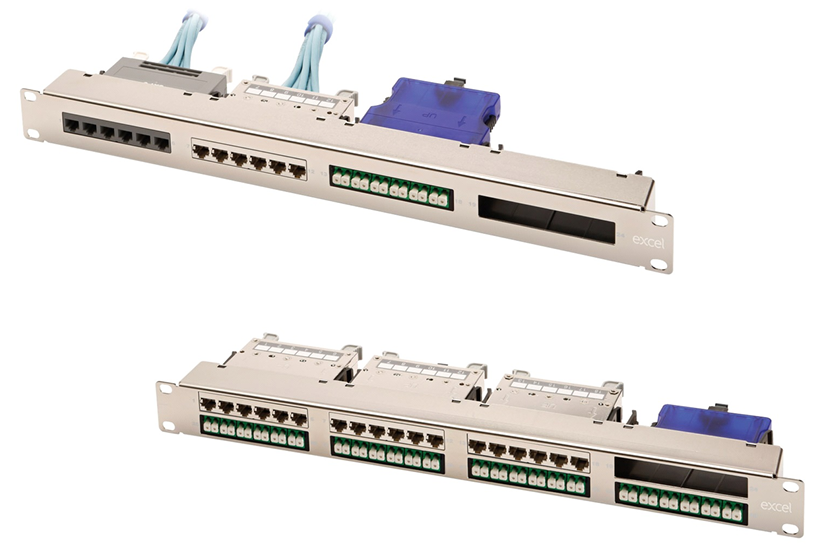
Rysunek 8 Kabel krosowy kat.6A F/FTP

Kable krosowe użyte do budowy pola krosowego w punktach dystrybucyjnych muszą posiadać aktualny certyfikat potwierdzający zgodność z normami, wystawiony przez niezależną jednostkę certyfikacyjną np. Force Technology lub 3P.

## Połączenia pionowe (szkieletowe)

Do łączenia szaf należy użyć fabrycznie przygotowanych 12-włóknowych kabli jednomodowych MPO-MPO.

Kable MPO-MPO wpinać do 12-włóknowych kaset LC-MPO. Kasety następnie należy montować w dedykowanych 19” panelach 4-portowych lub 8-portowych o wysokości 1U.



Rysunek 8 Panel 19" ExpressNet 1U 4-modułowy i 8-modułowy

Panele ExpressNet są uniwersalnym rozwiązaniem i mogą być wykorzystywane również do połączeń miedzianych. Dedykowane kasety miedziane lub światłowodowe umożliwiają łatwe wpięcie i wypięcie z panelu, dzięki czemu w elastyczny sposób można zmieniać lub rozbudowywać konfiguracje połączeń szkieletowych.

Połączenia szkieletowe należy wykonać w architekturze gwiazdy od BPD do każdego z PPD oraz uzupełnić połączeniami redundantnymi pomiędzy każdym z PPD.

## Połączenia międzybudynkowe

Połączenia międzybudynkowe (campusowe) zrealizowane będą w technologii światłowodowej. W tym celu wykorzystane będą 19” panele światłowodowe instalowane w szafie rack.



Rysunek 8 Światłowodowy panel 19" 1U 24 porty SC sx wyposażony w złącza LC dx

Połączenie międzybudynkowe należy wykonać od BPD do CPD1 i CDP2 oraz od każdego PPD do CPD1 ,CDP2 i BPD, W tym celu należy wykorzystać światłowodowy 12 włóknowy uniwersalny kabel jednomodowy OS2 w luźnej tubie, B2ca.

Kabel należy zakończyć obustronnie złączami SC metodą spawania i umieścić w przełącznicy światłowodowej. Niewykorzystane miejsca w panelach należy zaślepić dedykowanymi zaślepkami.

## Punkty Dystrybucyjne

Okablowanie poziome będzie zbiegało się w Punktach Dystrybucyjnych – BPD i PPD. Punkty Dystrybucyjne należy wykonać w oparciu o szafy RACK 19”, opisane w dalszym podpunkcie. Wszystkie Szafy należy wyposażyć w niezbędną ilość organizerów kabli (pionowych i poziomych), półki, uziemienia, wentylację, przepusty kablowe oraz listwy zasilające. Punkty BPD ( Parter ) i PPD ( piętra ) należy zaprojektować w budynku A.

## BPD i PPD

Do budowy punktów dystrybucyjnych należy zastosować szafę stojącą RACK 19” o wysokości 42U:

1. Dla BPD o szerokości 800mm i głębokości 1000mm,
2. Dla PPD o szerokości 800mm i głębokości 1000mm,

przeznaczone do montażu osprzętu pasywnego jak i aktywnego. Szafa musi charakteryzować się wytrzymałą, skręcaną konstrukcją, która umożliwia demontaż szafy i instalację jej w trudno dostępnych pomieszczeniach. Demontaż szafy musi być możliwy bez specjalistycznych narzędzi.



Rysunek 9 Szafa Rack 19" 42U z drzwiami perforowanymi

Tabelaryczne zestawienie parametrów technicznych dla szafy: **800x800mm**

|  |  |
| --- | --- |
| Wymiary | BPD 800x1000, 42U  PPD 800x800, 42U |
| Nośność | 1000 kg |
| Rodzaj drzwi przednich | Perforowane |
| Rodzaj drzwi tylnych | Perforowane |
| Kąt otwarcia drzwi | 180o |
| Cokół | 100mm z przepustem szczotkowym w tylnej ścianie |
| Podstawa | Wyposażona w zestaw filtracyjny z przepustem szczotkowym do wprowadzenia kabli |
| Wentylacja | Panel wentylacyjny dachowy 4 wentylatory + termostat |
| Prowadnice boczne | Zestaw dwóch prowadnic pionowych z pokrywą i systemem zatrzaskowym. |
| Belki nośne 19” | Wykonane z profili o grubości 2mm z numeracją jednostek użytkowych oraz płynną regulacją ustawienia głębokości |
| Uziemienie | Zestaw linek uziemiających prowadzących do każdego elementu szafy |
| Kolor | RAL 9005 (czarny) |

# Testy końcowe

## Testowanie okablowania miedzianego

Producent Okablowania wystawia gwarancję według standardu wskazanego przez Klienta (Inwestora). Preferowanym standardem testowania wszystkich łączy jest EN 50173, niemniej testy muszą zostać przeprowadzone wg standardu, dla którego ma być wystawiona gwarancja. Jeśli 25-letnia gwarancja ma być wystawiona zgodnie ze standardem ISO11801, testy okablowania należy przeprowadzić pod kątem tegoż standardu.

Specyfikacje testowe, wg których przeprowadzane są pomiary, muszą odzwierciedlać rzeczywistą architekturę sieci i testowanego toru kablowego. Wykonawca musi zatem określić właściwą specyfikację pomiarów: Premanent Link / Channel / MPTL, z uwzględnieniem występowania punktów konsolidacyjnych oraz sposobów krosowania (bezpośrednie lub pośrednie).

Należy użyć przyrządu pomiarowego znajdującego się na liście zatwierdzonych przyrządów przez Producenta Okablowania. Przyrząd musi mieć aktualne świadectwo kalibracji.

Wszystkie wyniki testów muszą zostać zapisane i pobrane w formie pliku:

* Kopie drukowane lub elektroniczne
* Kopia dla klienta
* Kopia do gwarancji

UWAGA: Na potrzeby gwarancji wyniki testu muszą być w formacie elektronicznym, w natywnym formacie testera, np. Fluke Linkware, Ideal Data Centre itp.

## Testowanie okablowania światłowodowego

Pomiary łączy światłowodowych należy przeprowadzić jako test podstawowy + test rozszerzony zgodnie ze specyfikacją i wymaganiami producenta okablowania:

Test podstawowy: Optical Loss Test Set (urządzenie OLTS) - Testowanie zainstalowanego okablowania pod kątem strat łącza i weryfikowania długości i polaryzacji kabla.

* Źródłem światła powinien być LED dla światłowodów wielomodowych i LASER dla jednomodowych
* Miernik mocy do pomiaru rzeczywistej straty łącza w dB lub faktycznie otrzymanego poziomu mocy w dBm
* Testy wielomodowe w oknach 850 nm i 1300 nm
* Testy jednomodowe w oknach 1310 nm i 1550 nm (okno 1625 nm jest zwykle używane w telekomunikacji i nie jest powszechne w rozwiązaniach biznesowych)
* Należy testować w obu kierunkach (Testowanie dwukierunkowe ma krytyczne znaczenie, ponieważ odbicia mogą wystąpić w obie strony)

Test rozszerzony: testowanie reflektometrem optycznym OTDR.

* Testowanie w celu wykrycia anomalii i zapewniania równomiernego tłumienia kabla oraz strat wtrąceniowych na złączach
* Wyższy poziom testów dostarczający ilościowe pomiary stanu i wydajności zainstalowanego okablowania i komponentów
* Dowód, że kabel został zainstalowany bez zdarzeń wpływających na wydajność, np. makrozagięć, złych złączy, złych spawów
* Reflektometr optyczny dostarcza optymalne informacje do rozwiązania problemu, ponieważ każde zdarzenie jest precyzyjnie zarejestrowane ze wskazaniem lokalizacji i typu błędu , który wymaga naprawy.

# Urządzenia aktywne

## Przełączniki sieciowe

W ramach inwestycji zakłada się utworzenie dedykowanej infrastruktury teleinformatycznej opartej o szkielet złożony z urządzeń aktywnych LAN. Urządzenia te będą tworzyły sieć gwarantującą odpowiedni poziom odporności na awarie (redundancja, ochrona przed pętlami) oraz mechanizmy bezpieczeństwa.

Każdy lokalny punkt dystrybucyjny składać będzie się z gigabitowych przełączników dostępowych wyposażonych w 48 portów POE+. Ilości urządzeń powinny zostać dobrane zgodnie z zapotrzebowaniem na aktywne porty, wraz z trzydziestoprocentowym zapasem. Stosy z każdego PPD i BPD połączone będą z CPD z wykorzystaniem zdublowanych połączeń za pomocą włókien światłowodowych, połączonych z wykorzystaniem mechanizmu agregacji łączy, przepustowość połączenia 10Gbps.

Wysoka dostępność i mogące wystąpić wyzwania projektowe w czasie funkcjonowania sieci wymagają gotowości urządzeń aktywnych LAN do wsparcia mechanizmów takich jak agregacja łączy (LAG, LACP, MLAG), rodzina protokołów Spanning Tree (RSTP, MSTP), protokołów dla topologii pierścieniowych(ERPS), a także routingu zarówno statycznego, jak i dynamicznego w raz z mechanizmem redundancji bramy domyślnej (RIP, OSPF, VRRP). Istotne będzie też wsparcie dla ruchu multicast ze względu na aplikacje korzystające z tego typu ruchu, np. systemu monitoringu wizyjnego i systemów telekonferencyjnych (IGMP, IGMP Snooping, PIM-SM, PIM-SSM).

Istotnym aspektem projektowanej sieci ma być nie tylko wysoka przepustowość i wysoka dostępność, ale także bezpieczeństwo samej sieci szkieletowej jak i dołączonych do niej urządzeń i systemów. Należy wziąć pod uwagę separację grup urządzeń o określonych zadaniach oraz separację usług . Do tego celu potrzebne będzie wsparcie funkcji takich jak standard IEEE 802. 1Q i Private VLAN. Przełączniki powinny też być w stanie obsłużyć wiele urządzeń dołączonych jednocześnie do jednego portu (np. telefon i komputer). Spośród mechanizmów bezpieczeństwa kluczowym będzie uwierzytelnianie dołączonych urządzeń (LAN/WLAN) w oparciu o mechanizmy IEEE 802.1X oraz uwierzytelnianie adresów MAC i niezależny serwer uwierzytelniania wykorzystywany także do obsługi uwierzytelniania pracowników i urządzeń na potrzeby innych usług i systemów (RADIUS). Poza tym planuje się wykorzystanie mechanizmów QoS (IEEE 802.1p, DSCP) dla potrzeb różnicowania dostępności sieci dla różnych usług lub urządzeń, aby zagwarantować pasmo dla usług wyznaczonych jako krytyczne oraz dla ruchu zarządczego. Bezpieczeństwo sieci powinno uwzględniać także listy kontroli dostępu, pozwalające na domyślne zablokowanie całej komunikacji sieciowej i dopuszczenie wyłącznie tych protokołów i segmentów sieci , które podłączony użytkownik, urządzenie lub system potrzebuje do realizowania swoich funkcji. Pozwoli to na minimalizację ryzyka związanego m.in. z rekonesansem sieci lub tranmisją złośliwego oprogramowania z zainfekowanego urządzenia. Ze względu na mnogość i różnorodność urządzeń i użytkowników korzystających z infrastruktury istotne jest, by tego typu mechanizm kontroli (jak również VLAN) były przypisywane nie w sposób statyczny do portu przełącznika czy do identyfikatora sieci bezprzewodowej, a poprze z autoryzację, do konkretnego urządzenia (w oparciu o atrybuty RADIUS).

Rozbudowana sieć składająca się z wielu płaszczyzn kontroli ruchu i wielu typów usług przez nią przechodzących wymaga elastyczności w ewentualnych modyfikacjach, a dla oszczędności czasu i minimalizacji ryzyka błędu ludzkiego także automatyzacji. W związku z tym istotne jest, aby urządzenia sieciowe dysponowały możliwościami uruchamiania skryptów (TCL, Python), w tym w ramach reakcji na inne wydarzenie lub skrypt. Zakłada się także możliwość wykorzystania API (NETCONF lub RESTCONF) przez dedykowane aplikacje.

**Wymagania ogólne przełączników dostępowych**

1. Wysokość urządzenia 1U
2. Wbudowany port konsoli szeregowej RJ45 oraz USB / Micro-USB
3. Możliwość łączenia do 8 urządzeń w stos. Połączenie pomiędzy urządzeniami musi być możliwe z przepustowością 40Gbps. W przypadku łączenia w stos z wykorzystaniem dedykowanych modułów należy je dostarczyć wraz z urządzeniem. Wraz z urządzeniem należy dostarczyć kabel do łączenia w stos o długości min. 1m
4. Obsługa sieci wirtualnych IEEE 802.1Q – min. 4094
5. Wsparcie dla ramek Jumbo Frames (min. 9216 bajtów)
6. Obsługa Quality of Service (IEEE 802.1p, DiffServ, 8 kolejek priorytetów na każdym porcie wyjściowym)
7. Modularny system operacyjny z ochroną pamięci, procesów oraz zasobów procesora
8. Możliwość monitorowania zajętości CPU
9. Pojemność tablicy adresów MAC: minimum 32 000
10. Obsługa routingu IPv4 minimum w zakresie tras statycznych oraz protokołów RIPv1/v2, OSPFv2
11. Policy Based Routing dla IPv4
12. Obsługa routingu IPv6 minimum w zakresie tras statycznych oraz protokołów RIPng, OSPFv3
13. Policy Based Routing dla IPv6
14. Obsługa MLDv1 oraz MLDv2, filtrowanie IGMP, obsługa MVR (Multicast VLAN Registration)
15. Obsługa IGMP v1v2/v3 oraz IGMP v1/v2/v3 snooping
16. Obsługa protokołu PIM-SM
17. Minimum 6000 wpisów multicast (S,G,V)
18. Obsługa uwierzytelniania do sieci z wykorzystaniem:
    1. protokołu IEEE 802.1x
    2. formularza www
    3. adresu MAC
19. Funkcjonalność elastycznego uwierzytelniania z możliwością wyboru kolejności stosowanych mechanizmów – 802.1X/uwierzytelnianie w oparciu o MAC adres/uwierzytelnianie w oparciu o portal www)
20. Obsługa wielu sesji uwierzytelniania (min. 12) na jednym porcie (multiple supplicants)
21. Możliwość integracji funkcjonalności uwierzytelniania z systemem klasy NAC (Network Access Control) oraz obsługa funkcjonalności CoA pozwalającej na wymuszenie reautentykacji dołączonego klienta z poziomu systemu NAC
22. Przydział sieci VLAN, ACL/QoS podczas autentykacji
23. Urządzenie musi wspierać profile bezpieczeństwa definiowane per użytkownik. Profil bezpieczeństwa oznacza połączenie:
    1. definicji sieci VLAN,
    2. reguły filtrowania w warstwach L2-L4 dla IPv4 i IPv6,
    3. realizację zasad jakości usług w warstwach L2-L4 dla IPv4 i IPv6,
    4. realizację zasad ograniczania prędkości dla IPv4 i IPv6 w warstwach L2-L4.
24. Obsługa TACACS+ (RFC 1492), RADIUS Authentication (RFC 2865) i Accounting (RFC 2866) wraz z funkcjonalnością *per-command authentication*
25. Bezpieczeństwo adresów MAC:
    1. ograniczenie liczby MAC adresów na porcie
    2. zatrzaśnięcie MAC adresu na porcie
    3. możliwość wpisania statycznych MAC adresów na port/vlan
    4. możliwość wyłączenia uczenia MAC adresów
26. Zabezpieczenie przełącznika przed atakami DoS
    1. Networks Ingress Filtering RFC 2267
    2. SYN Attack Protection
    3. Zabezpieczenie CPU przełącznika poprzez ograniczenie ruchu do systemu zarządzania
27. Dwukierunkowe (ingress/egress) listy kontroli dostępu ACL pracujące na warstwie 2, 3 i 4 (ACL realizowane w sprzęcie bez zmniejszenia wydajności przełącznika)
28. Obsługa Trusted DHCP Server, DHCP Snooping, DHCP Secured ARP/ARP Validation
29. Obsługa Gratuitous ARP Protection, Source IP Lockdown oraz IP Source Guard
30. Obsługa redundancji routingu VRRP (RFC 2338) i VRRPv2 (RFC 3768)
31. Obsługa protokołów drzewa rozpinającego (spanning Tree) w zakresie STP, RSTP, MSTP, PVST+
32. Obsługa protokołu MVRP
33. Obsługa protokołu EAPS (RFC 3619), ERPS (ITU G.8032) lub równoważnego
34. Obsługa Link Aggregation IEEE 802.3ad wraz z mechanizmem LACP
35. Obsługa IEEE 802.3ah Ethernet OAM
36. Obsługa mechanizmu MC-LAG/VSS/MLAG/IRF lub równoważnego umożliwiającego agregację połączeń do dwóch niezależnych przełączników. Urządzenia dołączające się do pary przełączników muszą widzeń je jako pojedyncze urządzenie z punktu widzenia warstwy L2. Nie dopuszcza się stosowania mechanizmów łączenia w stos.
37. Zarządzany za pomocą SSH/Telnet, SNMP v1/v2/v3, oraz systemu zarządzania dostarczonego przez producenta
38. Obsługa SYSLOG z możliwością definiowania wielu serwerów
39. Sprzętowa obsługa sFlow lub protokołu równoważnego
40. Obsługa RMON (RFC 1757) i RMON2 (RFC 2021)
41. Obsługa skryptów CLI (możliwość edycji skryptów i ACL bezpośrednio na urządzeniu - system operacyjny musi zawierać edytor plików tekstowych)
42. Możliwość uruchamiania skryptów:
    1. ręcznie
    2. o określonym czasie lub co wskazany okres czasu
    3. na podstawie wpisów w logu systemowym
43. Obsługa XML API poprzez Telnet/SSH i HTTP/HTTPS
44. Możliwość rozszerzenia funkcjonalności o obsługę protokołu MACSEC (IEEE 802.1AE)
45. Dożywotnia gwarancja producenta uwzględniająca:
    1. wymianę uszkodzonego urządzenia z wysyłką następnego dnia roboczego,
    2. aktualizacje oprogramowania układowego (firmware),
    3. wsparcie techniczne producenta przez serwis www,
    4. dostęp do bazy wiedzy oraz dokumentacji technicznej producenta.
46. Wyposażenie dodatkowe:
47. Z każdym przełącznikiem dostarczyć należy komplet okablowania zasilającego umożliwiający podłączenie urządzenia do sieci elektrycznej 230VAC

**Wymagania szczegółowe dla przełącznika 48 porty POE**

1. Przełącznik wyposażony w:
2. minimum 48 interfejsów 10/100/1000Base-T RJ45 POE
3. minimum 4 interfejsy 1/10Gb Base-X SFP+
4. minimum 4 interfejsy 1000 Base-X SFP
5. możliwość rozbudowy (licencje – np. kosztem portów SFP, dodatkowy moduł) o dodatkowe 4 porty 10Gb SFP+.
6. Nieblokująca architektura o wydajności przełączania min. 256 Gbps i matrycy przełączającej z szybkością minimum 190 milionów pakietów na sekundę (Mpps)
7. Pojemność tablicy ARP: minimum 15 000 wpisów
8. Minimum 12 000 wpisów w tablicy routingu IPv4 oraz minimum 6 000 wpisów w tablicy routingu IPv6

**Wymagania szczegółowe dla przełącznika 24 porty POE**

1. Przełącznik wyposażony w:
2. minimum 24 interfejsów 10/100/1000Base-T RJ45 POE
3. minimum 4 interfejsy 1/10Gb Base-X SFP+
4. minimum 4 interfejsy 1000 Base-X SFP
5. możliwość rozbudowy (licencje – np. kosztem portów SFP, dodatkowy moduł) o dodatkowe 4 porty 10Gb SFP+.
6. Nieblokująca architektura o wydajności przełączania min. 208 Gbps i matrycy przełączającej z szybkością minimum 154 milionów pakietów na sekundę (Mpps)
7. Pojemność tablicy ARP: minimum 8 000 wpisów
8. Minimum 8 000 wpisów w tablicy routingu IPv4 oraz minimum 4 000 wpisów w tablicy routingu IPv6

## Sieć WLAN

Kolejnym założeniem jest zbudowanie infrastruktury sieci bezprzewodowej opartej o posiadany kontroler WLAN Extreme Networks VX9000 i punkty dostępowe. Rozkład typów urządzeń przewidywanych jako terminale mobilne sugeruje wykorzystanie punktów dostępowych wspierających standard 802.11ax oraz technikę wieloantenową 2x2 MIMO. Dla zachowania wysokiej dostępności infrastruktury WLAN, kontroler powinien funkcjonować w postaci dwóch kontrolerów - maszyn wirtualnych, połączonych w klaster wysokiej dostępności. Punkty dostępowe (AP) należy zaprojektować i dostarczyć w liczbie wynikającej ze wstępnej symulacji ich rozmieszczenia, rozmieszczenie musi zapewniać minimalną wartość siły sygnału na poziomie -65dBm na terenie całego obiektu. Punkty dostępowe powinny obsługiwać standard IEEE 802.11ax z technologią MU-MIMO. Punkty dostępowe powinny być zasilane zgodnie ze standardem IEEE 802.3af lub IEEE 802.3at. Należy dostarczyć także wszelkie niezbędne licencje.

**Punkt dostępowy o poniższych parametrach**:

- musi być kompatybilny z posiadanym kontrolerem Extreme Networks VX9000

- musi mieć możliwość pracy niezależnej (Standalone) oraz pracy z kontrolerem WLAN;

- musi obsługiwać standard 802.11ax

- musi posiadać dwa moduły radiowe obsługujące 802.11ax

- musi wspierać tryb OFDMA w obydwu zakresach częstotliwości (2,4 i 5 GHz)

- musi umożliwiać pracę równocześnie w trybie 5GHz dla obu interfejsów

- musi umożliwiać zdefiniowanie co najmniej jednego interfejsu jak sensora pracującego w obu zakresach częstotliwości

- musi wspierać TxBF (Transmit Beamforming)

- musi wspierać indeksy HE0 do HE11 dla obydwy częstotliwości radiowych

- musi wspierać pracę w trybach co najmniej HE20/HE40/HE80 dla częstotliwości 5 GHz

- musi wspierać pracę w trybach co najmniej HE20/HE40 dla częstotliwości 2,4 GHz

- obsługa 2x2 MIMO z modulacją 1024QAM w obu zakresach częstotliwości (2.4GHz i 5GHz);

- musi posiadać minimum 4 wbudowane anteny dookólne i niezależną antenę dla modułu BT

- musi posiadać minimum 2 port RJ-45 Ethernet pracujący w trybie autonegocjacji i umożliwiający komunikacje 10/100/1000Mbps z obsługą 802.3 at jako klient

- musi pracować w zakresie mocy pozwalającym na zasilenie zgodne ze standardem 802.3 af

- musi posiadać funkcjonalność równomiernego dystrybuowania Klientów pomiędzy punktami dostępowymi i pasmami częstotliwościowymi;

- musi wspierać standard 802.11r Fast Roaming;

- musi wspierać mechanizm wykrywający zakłócenia i automatycznie dostosowywać do nich kanał pracy oraz moc sygnału;

- musi umożliwiać konfigurowanie routingu L3, NAT-a oraz PAT-a;

- musi być wyposażony w firewall typu stateful; umożliwiać filtrowanie IP;

- musi umożliwiać konfigurację 802.1x, 802.11i, WPA, WPA2, WPA3;

- musi mieć możliwość dostępu poprzez usługi Dynamic DNS;

- musi mieć możliwość uruchomienia serwera DHCP;

- musi realizować usługi RADIUS;

- musi posiadać zintegrowaną bramę VPN;

- musi posiadać wbudowanego klienta tunelu L2TPv3, oraz IPsec;

- musi wspiera OSPF, VRRP, oraz PBR (Policy Based Routing);

- musi realizować QoS – minimum WMM, 802.1p, Diffserv i TOS;

- musi realizować funkcjonalność Storm Control,

- musi wspierać protokoły CDP oraz LLDP,

- wbudowana widoczność i kontrola aplikacji w oparciu o DPI (Deep Packet Inspection):

- minimum 200 reguł;

- możliwości tworzenia własnych sygnatur aplikacji;

- obsługa funkcjonalności rozpoznawania podłączonych urządzeń (Device Fingerprinting);

- musi umożliwiać wykorzystanie usług lokalizacyjnych do określenia położenia ludzi i zasobów, a także kontroli dostępu do sieci i aplikacji;

- musi mieć możliwość uruchomienia usługi Captive Portal;

- musi umożliwiać uruchomienie usługi hotspot, musi posiadać certyfikat Passpoint 2.0;

- musi posiadać wbudowany IDS;

- musi umożliwiać wsparcie dla WIPS;

- musi posiadać fizyczny przycisk umożliwiający reset urządzenia

# Zasilanie gwarantowane urządzeń w Punktach Dystrybucyjnych

## Zasilacz UPS do szafy BPD

Do zasilania urządzeń w BPD należy zainstalować zasilacz UPS wykonany w technologii podwójnej konwersji on-line (VFI). Dobór mocy zasilacza należy oprzeć o wykonany bilans mocy, przewiduje się, że moc odbiorów w BPD nie powinna przekroczyć 2,5 kW.

Wymaga się, aby zasilacz UPS wyposażony był w baterię podtrzymującą, która umożliwia ponowne uruchomienie UPS-a nawet w przypadku awarii głównego źródła zasilania - tzw. funkcja „Cold Start”.

Zasilacz UPS musi posiadać konfigurowalne gniazda wyjściowe C13 10A. Funkcja ta pozwala na zapewnienie dłuższego czasu podtrzymania dla krytycznych odbiorów poprzez odłączenie mniej istotnych odbiorników w sytuacji awarii głównego źródła zasilania.

Moduły bateryjne podłączone do zasilacza UPS muszą posiadać własną ładowarkę, dzięki czemu czas ponownego naładowania akumulatorów ograniczony będzie do minimum bez względu na ilość podłączonych modułów bateryjnych.

Wstępny bilans mocy:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **L.p.** | **Nazwa urządzenia** | **Moc [W]** | **ilość** | **Łączna moc [W]** |
| 1. | Switche | 200 | 4 | 800 |
| 3. | Serwery i urządzenia aktywne innych systemów | 400 | 4 | 1600 |
|  |  |  | **RAZEM:** | **2400** |

Przewidywana moc zasilacza UPS wynosi 3kVA/3kW (PF=1)

Zasilacz UPS należy wyposażyć w następującą ilość akumulatorów 9Ah 12V:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Urządzenie** | **Ilość urządzeń** | **Ilość gałęzi** | **Ilość akumulatorów w gałęzi** | **Łączna ilość gałęzi** | **Łączna ilość akumulatorów** |
| Zasilacz UPS | 1 | 1 | 6 | 1 | 6 |
| Moduł bateryjny | 2 | 2 | 6 | 4 | 24 |
| **RAZEM:** | | | | | **30** |

Powyższa konfiguracja umożliwi podtrzymanie pracy zasilanych urządzeń przez 46 minut przy obciążeniu 2430W. Akumulatory muszą być zainstalowane wewnątrz obudowy zasilacza UPS i dodatkowych modułów bateryjnych (fabryczne rozwiązanie producenta).

Wymagania minimalne:

**WEJŚCIE**

* Napięcie nominalne: 208/220/230/240VAC
* Częstotliwość: 50/60Hz
* Zakres częstotliwości: 40-70Hz
* Współczynnik mocy: ≥0,99
* Zakres napięcia bypassu: 170VAC - 264VAC
* Współpraca z agregatem: TAK

**WYJŚCIE:**

* Napięcie wyjściowe: 208/220/230/240VAC
* Współczynnik mocy (PF): 1
* Częstotliwość 50/60Hz
* Zniekształcenia harmoniczne <3% THD dla obciążenia liniowego

**BATERIE:**

* Typ akumulatorów: AGM VLRA 12V 9Ah
* Ilość akumulatorów w zasilaczu UPS: 6 (1 gałąź)
* Ilość akumulatorów w module bateryjnym: 12 (2 gałęzie)
* Typowy czas ładowania: 4 godziny przywracania do 90% pojemności (typowo)
* Moduły bateryjne z wbudowaną ładowarką: TAK

**OGÓLNE:**

* Funkcja „Cold Start” – uruchamianie zasilacza UPS z baterii
* Sposób montażu RACK 19” – wymagana możliwość zmiany orientacji wyświetlacza RACK/TOWER
* Styk EPO (awaryjne wyłączanie zasilania)
* Karta komunikacji LAN/SNMP – możliwość zdalnego zarządzania i monitorowania zasilacza UPS
* Maksymalne wymiary (Szer. x Gł. x Wys.) mm: 440x600x86,5 (2U)
* Funkcja “hot swap” bezprzerwowa wymiana baterii
* Podwójna konwersja online (VFI)

Zasilacz UPS należy instalować w szafie RACK (minimalna głębokość szafy 800mm, optymalna 1000mm) używając dedykowanych szyn montażowych do RACK 19”. Zasilacz UPS należy wyposażyć w kartę komunikacji LAN/SNMP.

Dodatkowo w szafie należy zainstalować i połączyć z zasilaczem UPS zewnętrzny ręczny bypass serwisowy 16A, montowany w standardzie RACK 19”.

## Zasilacz UPS do szaf PPD

Do zasilania urządzeń w szafach PPD należy zainstalować zasilacze UPS wykonane w technologii podwójnej konwersji on-line (VFI). Dobór mocy zasilaczy należy oprzeć o wykonany bilans mocy, przewiduje się, że moc odbiorów w PPD nie powinna przekroczyć 900 W.

Wymaga się, aby zasilacz UPS wyposażony były w baterię podtrzymującą, która umożliwia ponowne uruchomienie UPS-a nawet w przypadku awarii głównego źródła zasilania - tzw. funkcja „Cold Start”.

Zasilacz UPS musi posiadać konfigurowalne gniazda wyjściowe C13 10A. Funkcja ta pozwala na zapewnienie dłuższego czasu podtrzymania dla krytycznych odbiorów poprzez odłączenie mniej istotnych odbiorników w sytuacji awarii głównego źródła zasilania.

Moduły bateryjne podłączone do zasilacza UPS muszą posiadać własną ładowarkę, dzięki czemu czas ponownego naładowania akumulatorów ograniczony będzie do minimum bez względu na ilość podłączonych modułów bateryjnych.

Wstępny bilans mocy:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **L.p.** | **Nazwa urządzenia** | **Moc [W]** | **ilość** | **Łączna moc [W]** |
| 1. | Switche | 200 | 3 | 600 |
| 2. | Urządzenia aktywne innych systemów | 200 | 1 | 200 |
|  |  |  | **RAZEM:** | **800** |

Przewidywana moc zasilacza UPS wynosi 1kVA/1kW (PF=1)

Projektowany zasilacz UPS należy wyposażyć w następującą ilość akumulatorów 9Ah 12V:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Urządzenie** | **Ilość urządzeń** | **Ilość gałęzi** | **Ilość akumulatorów w gałęzi** | **Łączna ilość gałęzi** | **Łączna ilość akumulatorów** |
| Zasilacz UPS | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Moduł bateryjny | 2 | 2 | 2 | 4 | 8 |
| **RAZEM:** | | | | | **10** |

Powyższa konfiguracja umożliwi podtrzymanie pracy zasilanych urządzeń przez 46 minut przy obciążeniu 810W. Akumulatory muszą być zainstalowane wewnątrz obudowy zasilacza UPS i dodatkowych modułów bateryjnych (fabryczne rozwiązanie producenta).

Wymagania minimalne:

**WEJŚCIE**

* Napięcie nominalne: 208/220/230/240VAC
* Częstotliwość: 50/60Hz
* Zakres częstotliwości: 40-70Hz
* Współczynnik mocy: ≥0,99
* Zakres napięcia bypassu: 170VAC - 264VAC
* Współpraca z agregatem: TAK

**WYJŚCIE:**

* Napięcie wyjściowe: 208/220/230/240VAC
* Współczynnik mocy (PF): 1
* Częstotliwość 50/60Hz
* Zniekształcenia harmoniczne <3% THD dla obciążenia liniowego

**BATERIE:**

* Typ akumulatorów: AGM VLRA 12V 9Ah
* Ilość akumulatorów w zasilaczu UPS: 2 (1 gałąź)
* Ilość akumulatorów w module bateryjnym: 4 (2 gałęzie)
* Typowy czas ładowania: 4 godziny przywracania do 90% pojemności (typowo)
* Moduły bateryjne z wbudowaną ładowarką: TAK

**OGÓLNE:**

* Funkcja „Cold Start” – uruchamianie zasilacza UPS z baterii
* Sposób montażu RACK 19” – wymagana możliwość zmiany orientacji wyświetlacza RACK/TOWER
* Styk EPO (awaryjne wyłączanie zasilania)
* Karta komunikacji LAN/SNMP – możliwość zdalnego zarządzania i monitorowania zasilacza UPS
* Maksymalne wymiary (Szer. x Gł. x Wys.) mm: 440x600x86,5 (2U)
* Funkcja “hot swap” bezprzerwowa wymiana baterii
* Podwójna konwersja online (VFI)

Zasilacz UPS należy instalować w szafie RACK używając dedykowanych szyn montażowych do RACK 19”. Zasilacz UPS należy wyposażyć w kartę komunikacji LAN/SNMP.

Dodatkowo w szafie należy zainstalować i połączyć z zasilaczem UPS zewnętrzny ręczny bypass serwisowy 16A, montowany w standardzie RACK 19”.