

Spis zawartości

1. Informacje ogólne.....	5
1.1. Temat projektu.....	5
1.2. Zakres projektu.....	5
1.3. Podstawa opracowania projektu.....	5
2. Koncepcje rozwiązań.....	6
2.1. Redundancja w układzie A/B.....	6
2.2. Koncepcja okablowania strukturalnego.....	7
2.2.1. System okablowania strukturalnego.....	7
2.2.2. Architektura okablowania.....	7
2.2.3. Punkty węzłowe okablowania strukturalnego wraz z połączeniami.....	8
2.2.4. Podłączanie urządzeń końcowych.....	9
2.2.5. Rodzaje transmisji.....	9
2.3. Koncepcja kanalizacji kablowej.....	10
2.4. Koncepcja serwerowni.....	10
2.5. Koncepcja łączności komputerowej.....	11
2.5.1. Informacje ogólne.....	11
2.5.2. Blok rdzenia sieci.....	11
2.5.3. Blok dostępu i bezpieczeństwa.....	12
2.5.4. Bloki serwerowe.....	12
2.5.5. Blok budynkowy.....	13
2.5.6. Blok sieci bezprzewodowej.....	14
2.5.7. Blok zarządzania.....	14
2.5.8. Oprogramowanie zarządzające.....	14
2.5.9. Sieci prywatne.....	15
2.6. Koncepcja łączności telefonicznej.....	15
2.6.1. Telefonía klasyczna.....	15
2.6.2. Telefonía VoIP.....	16
2.7. Przyłącza telekomunikacyjne.....	16
2.8. Łącza prywatne.....	17
3. Rozwiązania szczegółowe.....	17
3.1. Główne punkty dystrybucyjne GPD-A i GPD-B.....	17
3.2. Szafy serwerowe SZS.....	18
3.2.1. Szafy serwerowe jednokomorowe.....	18
3.2.2. Szafy serwerowe wielokomorowe.....	19

3.2.3. Rzędy szaf serwerowych.....	19
3.2.4. Sekcje szaf serwerowych.....	20
3.3. Serwerowe punkty dystrybucyjne SPD.....	20
3.4. Punkty styku z operatorami PSO-A i PSO-B.....	21
3.5. Centralowy punkt dystrybucyjny CPD.....	21
3.6. Przełącznica telefoniczna PT.....	22
3.7. Budynkowe punkty dystrybucyjne BPD.....	22
3.7.1. Budynkowe punkty dystrybucyjne BPD-0 i BPD-1.....	22
3.7.2. Budynkowy punkt dystrybucyjny BPD-3.....	23
3.8. Piętrowe punkty dystrybucyjne PPD.....	23
3.9. Zalecenia do instalacji szaf serwerowych i szaf punktów dystrybucyjnych.....	24
3.10. Krosowanie połączeń w punktach dystrybucyjnych.....	25
3.10.1. Połączenia skrętkowe.....	25
3.10.2. Połączenia światłowodowe.....	25
3.11. Połączenia szkieletowe.....	26
3.11.1. Kable połączeń szkieletowych.....	26
3.11.2. Relacje połączeń szkieletowych.....	26
3.11.3. Zakończenia kabli szkieletowych.....	30
3.11.4. Kable zewnętrzne.....	30
3.12. Kable abonenckie.....	31
3.13. Punkty konsolidacyjne.....	31
3.14. Gniazda abonenckie RJ-45.....	32
3.14.1. Konfiguracje gniazd RJ-45.....	32
3.14.2. Instalacja gniazd RJ-45 oraz gniazd elektrycznych.....	32
3.14.3. Konfiguracje puszek podtynkowych, natynkowych i podłogowych.....	32
3.14.4. Podłączanie komputerów do instalacji.....	33
3.14.5. Podłączanie telefonów do instalacji.....	33
3.15. Listwy zasilające w szafach.....	33
3.16. Zasilacze bezprzerwowe UPS.....	34
3.17. Przełączniki i konsole KVM.....	34
3.18. Monitorowanie parametrów środowiskowych.....	35
3.19. Alarmowanie o wyciekach płynów.....	35
3.20. Sejf na nośniki danych.....	35
3.21. Konstrukcje nośne instalacji teleinformatycznej w budynkach.....	35
3.22. Uszczelnienia ogniochronne.....	36

3.23. Kanalizacja kablowa.....	36
4. System oznaczeń.....	38
4.1. Oznaczenia punktów dystrybucyjnych i innych punktów węzłowych.....	38
4.2. Oznaczenia kabli szkieletowych.....	38
4.3. Oznaczenia zakończeń kablowych.....	39
4.4. Oznaczenia gniazd RJ-45.....	39
4.5. Oznaczenia kabli krosowych.....	40
5. Tabela konfiguracji szaf.....	41
6. Tabela konfiguracji urządzeń aktywnych.....	49
7. Rysunki.....	54

1. Informacje ogólne

1.1. Temat projektu

Tematem projektu są sieci i instalacje teleinformatyczne w kompleksie budynków biurowych Szczecińskiego Parku Naukowo Technologicznego „Pomerania” (SPNT) przy ul. Niemierzyńskiej w Szczecinie. Projekt opracowano zgodnie ze wskazówkami i zaleceniami Inwestora, z uwzględnieniem elastyczności systemu oraz wymagań nowoczesnych urządzeń transmisji danych.

Niniejszą dokumentację projektową należy rozpatrywać łącznie ze „Specyfikacją techniczną wykonania i odbioru robót budowlanych instalacji teleinformatycznej”, która w świetle Prawa zamówień publicznych jest dokumentem równoważnym dokumentacji projektowej.

1.2. Zakres projektu

Projekt obejmuje:

- instalacje teleinformatyczne w budynkach Centrum komputerowego i Inkubatora przedsiębiorczości,
- sieci teleinformatyczne na terenie SPNT w tym nawiązanie do istniejącego budynku Centrum szkoleniowego przy ul. Niemierzyńskiej 17A,
- wyposażenie teleinformatyczne serwerowni,
- urządzenia aktywne sieci komputerowej przewodowej i bezprzewodowej,
- koncepcję łączności telefonicznej.

1.3. Podstawa opracowania projektu

Podstawą do opracowania projektu były:

- uzgodnienia z przedstawicielami SPNT,
- projekt architektoniczny,
- uzgodnienia międzybranżowe,
- norma PN-EN 50173-1:2007 Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego – Część 1: Wymagania ogólne.,
- norma PN-EN 50173-2:2007 Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego – Część 2: Budynki biurowe.,
- norma PN-EN 50173-5:2007 Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego – Część 5: Centra przetwarzania danych.

2. Koncepcje rozwiązań

2.1. Redundancja w układzie A/B

Dla zapewnienia ciągłości funkcjonowania Centrum komputerowego oraz ciągłości dostępu z zewnątrz do jego zasobów nawet w przypadku awarii lub zniszczenia któregoś z ważnych elementów infrastruktury technicznej, większość elementów transmisyjnych w Centrum komputerowym funkcjonować będzie w redundantnym układzie A/B. Redundancję zapewnią dwie identyczne pod względem funkcjonalnym gałęzie A i B zaprojektowane tak, by każda z osobna mogła przejąć funkcje drugiej w sposób niedostrzegalny dla użytkownika zasobu czy łącza.

W układzie A/B będą funkcjonowały następujące elementy Centrum komputerowego:

- przyłącza operatorów telekomunikacyjnych,
- przełączniki sieciowe centralne i serwerowe,
- przełączniki sieciowe budynkowe w projektowanych budynkach,
- urządzenia aktywne związane z dostępem do sieci zewnętrznych (w tym internetu) oraz urządzenia bezpieczeństwa sieci komputerowej,
- połączenia szkieletowe między głównymi punktami dystrybucyjnymi GPD, a serwerowymi punktami dystrybucyjnymi SPD, szafami serwerowymi SZS, budynkowymi punktami dystrybucyjnymi BPD i punktami styku z operatorami telekomunikacyjnymi PSO,
- bezpośrednie połączenia do zasobów serwerowni takich jak serwery, macierze dysków, pamięci masowe, itp.
- kanalizacja kablowa na terenie SPNT łącznie z odcinkami dla przyłączy operatorów telekomunikacyjnych,
- zakończone listwami obwody zasilające urządzenia aktywne oraz zasoby serwerowni umieszczone w szafach znajdujących się na terenie serwerowni w budynku Centrum komputerowego,
- zasilacze przełączników centralnych, serwerowych i niektórych budynkowych,
- szachty kablowe.

W redundantnym układzie A/B nie będą funkcjonować, min.:

- połączenia telefonii klasycznej opartej na miedzianych kablach telefonicznych,
- połączenie szkieletowe do piętrowych punktów dystrybucyjnych PPD w budynku Inkubatora przedsiębiorczości,
- połączenia horyzontalne do gniazd RJ-45,
- komputery użytkowników końcowych,
- podsieć zarządzania urządzeniami aktywnymi oraz infrastrukturą techniczną.

Z gałęziami A i B związane będą kolory – odpowiednio czerwony i niebieski oraz strony – odpowiednio lewa i prawa. Kable gałęzi A będą zakończone po lewej stronie paneli zakończeniowych (patrzac na panele z przodu), a gałęzi B – po prawej stronie. Dotyczy to również pozostałych elementów wyposażenia szaf w tym listew zasilających instalowanych w szafach pionowo. W przypadku urządzeń, które nie można podzielić na stronę lewą i prawą (na przykład przełączników sieciowych) – odpowiednikami stron będzie pozycja górna (gałąź A) i dolna (gałąź B).

2.2. Koncepcja okablowania strukturalnego

2.2.1. System okablowania strukturalnego

Zaprojektowane sieci i instalacje teleinformatyczne zostały oparte na nowoczesnym i jednorodnym systemie okablowania strukturalnego AMP NETCONNECT i składają się z ekranowanych elementów kategorii 6A oraz kabli światłowodowych wielo- i jednomodowych umożliwiającymi zestawianie połączeń protokołu Ethernet o prędkości do 10 Gb/s.

Zastosowanie systemu okablowania strukturalnego jednego producenta — w tym wypadku systemu AMP NETCONNECT poza zapewnieniem wysokich parametrów transmisyjnych, zagwarantowaniem dopasowania transmisyjnego elementów systemu, stwarza również możliwość udzielenia przez firmę Tyco Electronics 25-letniej gwarancji niezawodnego funkcjonowania sieci i instalacji.

Na etapie wykonywania zaprojektowanych sieci i instalacji istnieje możliwość zastosowania systemu okablowania strukturalnego innego producenta pod warunkiem wykazania, że transmisyjne i mechaniczne parametry zastosowanego systemu są nie gorsze od parametrów systemu AMP NETCONNECT.

2.2.2. Architektura okablowania

Projektowane sieci i instalacje teleinformatyczne posiadać będą redundantną architekturę trójstopniową.

Pierwszy stopień tworzyły będą:

- dwa główne punkty dystrybucyjne GPD-A i GPD-B,
- przełącznica telefoniczna PT.

Drugi stopień tworzyły będą:

- budynkowe punkty dystrybucyjne BPD,
- serwerowe punkty dystrybucyjne SPD,
- centralowy punkt dystrybucyjny CPD,
- punkty styku z operatorami telekomunikacyjnymi PSO,

Trzeci stopień tworzyły będą:

- piętrowe punkty dystrybucyjne PPD,
- szafy serwerowe SZS.

2.2.3. Punkty węzłowe okablowania strukturalnego wraz z połączeniami

Główne punkty dystrybucyjne GPD-A i GPD-B będą tworzyły rdzeń sieci komputerowej całego kompleksu SPNT. W nich zbiegać się będą szkieletowe kable światłowodowe wychodzące do budynków na terenie SPNT oraz do serwerowych punktów dystrybucyjnych zlokalizowanych w serwerowni. Do punktów dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B doprowadzone zostaną również kable łączy prywatnych, kable przychodzące z punktów styku z operatorami telekomunikacyjnymi PSO-A i PSO-B, z centralowego punktu dystrybucyjnego CPD oraz z przełącznicy telefonicznej PT. W głównych punktach dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B zainstalowane zostaną przełączniki centralne obsługujące całą sieć komputerową kompleksu SPNT, urządzenia aktywne łączności z operatorami telekomunikacyjnymi oraz urządzenia bezpieczeństwa sieci komputerowej.

Przełącznica telefoniczna PT będzie centralnym miejscem klasycznej telefonii analogowej lub cyfrowej realizowanej w kompleksie SPNT za pomocą kabli telefonicznych wychodzących z przełącznicy PT do budynków na terenie SPNT. Na przełącznicy PT zakończone zostaną również kable wychodzące do punktów styku z operatorami telekomunikacyjnymi PSO-A i PSO-B, do głównych punktów dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B, a także kable stacyjne central telefonicznych (o ile zostaną zastosowane).

Centralowy punkt dystrybucyjny CPD umożliwi połączenie central telefonicznych zarówno z sieciami operatorów telekomunikacyjnych jak i z siecią komputerową SPNT. Z centralowego punktu dystrybucyjnego CPD wyprowadzone zostaną połączenia łącznikowe do punktów styku z operatorami PSO-A i PSO-B oraz do głównych punktów dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B.

Punkty styku z operatorami PSO będą służyć do nawiązania sieci operatorów telekomunikacyjnych do sieci komputerowych i telefonicznych SPNT. W każdej redundantnej gałęzi A i B znajdzie się osobny punkt styku – odpowiednio PSO-A i PSO-B. Przewiduje się, że w sąsiedztwie punktów PSO-A i PSO-B operatorzy telekomunikacyjni będą umieszczać szafy z własnymi urządzeniami transmisyjnymi z wystawionymi w kierunku sieci komputerowej SPNT interfejsami w jednej z wersji protokołu Ethernet oraz z interfejsami do sieci telefonicznej.

W **serwerowych punktach dystrybucyjnych SPD** zainstalowane zostaną przełączniki sieciowe serwerowe, na które włączane będą urządzenia umieszczone w szafach serwerowych SZS. Punkty SPD zostaną połączone z oboma punktami GPD-A i GPD-B oraz z szafami serwerowymi SZS w układzie redundantnych połączeń A/B.

W **szafach serwerowych SZS** umieszczane będą serwery, macierze dysków, urządzenia pamięci taśmowych oraz inne urządzenia wymagające dostępu do sieci komputerowej.

Budynkowe punkty dystrybucyjne BPD będą miejscami centralnymi instalacji teleinformatycznych w poszczególnych budynkach SPNT. Do punktów BPD doprowadzone zostaną kable światłowodowe przychodzące z głównych punktów dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B oraz kable telefoniczne przychodzące z przełącznicy PT. Z punktów BPD wyprowadzone zostaną kable teleinformatyczne FFTP 4-parowe kategorii 6A dochodzące do gniazd obsługiwanych przez BPD

oraz kable światłowodowe i telefoniczne wychodzące do piętrowych punktów dystrybucyjnych PPD obsługujących kolejne kondygnacje (nie dotyczy BPD-0).

Poszczególne budynkowe punkty dystrybucyjne BPD będą obsługiwały gniazda odpowiednio w:

- BPD-0 – Centrum komputerowe (cały budynek),
- BPD-1 – Inkubator przedsiębiorczości (parter budynku).

Piętrowe punkty dystrybucyjne PPD będą miejscami centralnymi instalacji teleinformatycznej na poszczególnych kondygnacjach Inkubatora przedsiębiorczości. Do punktów PPD doprowadzone zostaną kable światłowodowe i telefoniczne przychodzące z budynkowych punktów dystrybucyjnych BPD. Z punktów PPD wyprowadzone zostaną kable teleinformatyczne FFTP 4-parowe kategorii 6A dochodzące do gniazd obsługiwanych przez PPD.

2.2.4. Podłączanie urządzeń końcowych

Komputery i telefony włączane będą do instalacji teleinformatycznych w budynkach SPNT przez podwójne i potrójne gniazda RJ-45 kategorii 6A podłączane w większości za pośrednictwem punktów konsolidacyjnych. Ponieważ zarówno kable przyłączy komputerowych jak i telefonicznych zostaną wykonane w kategorii 6A, a gniazdko komputerowe i telefoniczne wykonane zostaną w postaci wkładów RJ-45 kategorii 6A, nie istnieje potrzeba rozróżniania gniazdek komputerowych od telefonicznych. O tym czy dane gniazdo będzie służyło do podłączenia telefonu czy komputera decydować będzie jedynie krosowanie w punkcie dystrybucyjnym. Rozwiązanie takie podnosi elastyczność systemu i dzięki niemu możliwe będzie na przykład uaktywnienie dodatkowego komputera w miejsce telefonu i odwrotnie.

W budynkach Centrum komputerowego i Inkubatora przedsiębiorczości zaprojektowano 39 gniazd RJ-45 podwójnych oraz 616 gniazd RJ-45 potrójnych.

Gniazda RJ-45 instalowane będą w zespołach z gniazdami instalacji elektrycznej zasilającej komputery tworząc tak zwane punkty elektryczno-logiczne (PEL).

2.2.5. Rodzaje transmisji

Zaprojektowane okablowanie strukturalne może zostać wykorzystane do następujących rodzajów transmisji:

- telefoniczna – analogowa i cyfrowa,
- komputerowa – za pomocą między innymi protokołów:
 - Ethernet IEEE 802.3 10Base-T, 10Base-FL,
 - Fast Ethernet IEEE 802.3u 100Base-TX, 100Base-FX, 100Base-LX,
 - Gigabit Ethernet IEEE 802.3ab 1000Base-T, IEEE 802.3z 1000Base-LX, 1000Base-SX,
 - 10 Gigabit Ethernet IEEE 802.3ae 10GBase-SR, 10GBase-LX4, 10GBase-LR, 10GBase-ER,
 - 10 Gigabit Ethernet IEEE 802.3an 10GBase-T.

2.3. Koncepcja kanalizacji kablowej

W celu zapewnienia w rdzeniu sieci redundancji w układzie A/B przewiduje się doprowadzenie do każdego budynku kompleksu SPNT dwóch niezależnych ciągów kanalizacji kablowej. Dotyczy to istniejącego budynku Centrum szkoleniowego oraz wszystkich budynków kompleksu SPNT, które powstaną w przyszłości, a nie dotyczy to budynku Inkubatora przedsiębiorczości, który zostanie połączony z Centrum komputerowym przez kondygnację garażu zlokalizowaną pod budynkami.

Na rysunku 4. przedstawiona została koncepcja rozprowadzenia na terenie SPNT w docelowym kształcie dwóch niezależnych, rozłącznych ciągów kanalizacji kablowej A i B. Zakłada się, że każdy z dwóch kabli łączących Centrum komputerowe z dowolnym budynkiem SPNT zostanie poprowadzony osobnym ciągiem kanalizacji kablowej.

W bieżącym etapie zaprojektowano dwa ciągi A i B wychodzące z budynku Centrum komputerowego i wprowadzone do budynku Centrum szkoleniowego. Ciągi kanalizacji kablowej A i B zostały zaprojektowane w sposób umożliwiający ich łatwą rozbudowę na tereny dalszych etapów budowy SPNT oraz umożliwiający nawiązanie się do nich operatorów telekomunikacyjnych, którzy będą świadczyć usługi telekomunikacyjne na terenie SPNT.

Projektując kanalizację kablową w następnych etapach budowy SPNT należy przestrzegać następujących wytycznych:

- należy unikać równoległego prowadzenia ciągów A i B w niewielkiej odległości od siebie,
- należy unikać krzyżowania się ciągów A i B,
- należy stosować studnie kablowe typu SKO,
- wprowadzenie ciągów A i B do budynku powinno być wykonane w możliwie jak najbardziej oddalonych od siebie punktach budynku,
- wprowadzenie ciągów A i B do budynku powinno odbywać się za pomocą kanalizacji co najmniej dwuotworowej,
- ciągi A i B w każdym budynku powinny mieć swoje osobne, oddalone od siebie kablownie.

Planując pojemność ciągów kanalizacji kablowej założono, że do Centrum komputerowego doprowadzona zostanie liczba kabli światłowodowych będąca połową liczby budynków SPNT w docelowym kształcie, co oznacza, że kable światłowodowe wychodzące z dwóch leżących blisko siebie budynków zostaną połączone w złącze światłowodowym.

2.4. Koncepcja serwerowni

Docelowo serwerownia SPNT będzie obejmować pomieszczenia na dwóch kondygnacjach Centrum komputerowego. W bieżącym etapie zaprojektowana została serwerownia obejmująca cztery pomieszczenia parteru – serwerownie A, B, C i D oraz pomieszczenie archiwizacji. W zaprojektowanej serwerowni będzie można zainstalować do 71 szaf serwerowych.

Szafy serwerowe umieszczane będą w rzędach. W ramach projektu zainstalowane zostaną trzy rzędy szaf pokazane na rysunkach 7. i 8. Kolejne rzędy szaf instalowane będą podczas eksploatacji serwerowni.

Serwerowniom A, B, C i D towarzyszyć będą pomieszczenia pomocnicze – pomieszczenie archiwizacji przeznaczone na urządzenia do wykonywania kopii zapasowych oraz pomieszczenie nośników danych, w którym zostanie zainstalowany sejf na nośniki danych o pojemności 590 litrów.

Do czasu instalacji serwerowni na pierwszym piętrze budynku, powierzchnia przewidziana na nią zostanie przeznaczona na inne cele.

W istniejącym budynku Centrum szkoleniowego znajdzie się serwerownia zapasowa. Serwerownia zapasowa rozpocznie funkcjonowanie do czasu uruchomienia serwerowni w Centrum komputerowym.

2.5. Koncepcja łączności komputerowej

2.5.1. Informacje ogólne

Rozwiązania urządzeń aktywnych sieci komputerowej zostały w projekcie przedstawione w sposób modelowy. Na podstawie zaprezentowanych modeli różnych bloków funkcjonalnych, możliwy będzie w przyszłości wybór urządzeń w konfiguracjach dostosowanych do specyfiki usług oraz do aktualnych potrzeb SPNT. W rozwiązaniach modelowych wykorzystano urządzenia firm Cisco oraz Check Point.

Szczegółową konfigurację urządzeń aktywnych zamieszczono w tabeli znajdującej się na końcu opisu.

2.5.2. Blok rdzenia sieci

Rdzeń sieci komputerowej kompleksu SPNT oparty zostanie na dwóch pracujących w układzie redundantnym przełącznikach centralnych o budowie modularnej Cisco Nexus 7010. Przełączniki zostaną zainstalowane w obu głównych punktach dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B. Przełączniki Nexus 7010 wyposażone zostaną w:

- trzy karty Switch Fabric,
- kartę modułu Supervisora,
- kartę liniową z 32 portami 10GBase-X na moduły SFP+,
- kartę liniową z 48 portami 1000Base-X na moduły SFP,
- redundantne zasilacze.

Oba przełączniki zostaną połączone ze sobą za pomocą wielokrotnego łącza 10GigabitEthernet, w skład którego wchodzić będą początkowo dwa, a docelowo cztery łącza 10GBase-SR.

2.5.3. Blok dostępu i bezpieczeństwa

W obu głównych punktach dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B zainstalowane zostaną w układzie redundantnym urządzenia bloku dostępu i bezpieczeństwa sieci:

- Router Cisco ASR 1002, którego zadaniem będzie obsługa styku z internetem. Na routerze ASR 1002 uruchomiony zostanie routing dynamiczny BGP-4 pozwalający na zbudowanie w pełni redundantnych połączeń do internetu. Zakłada się, że poszczególni operatorzy telekomunikacyjni włączani będą na router za pomocą portu z protokołem Ethernet. W oparciu o mechanizmy ruchu dostępne w protokole BGP-4 możliwe będzie balansowanie ruchem zarówno przychodzącym jak i wychodzącym do internetu.
- Zapora sieciowa Check Point Power-1 5075, której zadaniem będzie zabezpieczenie styku z internetem przez utworzenie pierwszej warstwy zapór sieciowych. Urządzenie wykonywać będzie również translację adresów NAT oraz zestawiać połączenia VPN IPsec.
- System zapobiegania włamaniom Cisco IPS 4270, którego zadaniem będzie wykrywanie i blokowanie prób włamań do sieci. Urządzenie będzie odpowiedzialne za blokowanie zaawansowanych typów ataków poprzez analizę sygnatur, analizę behawioralną, analizę ataków opartych o luki w oprogramowaniu oraz niezgodności z protokołami. Tego typu ataki nie są możliwe do zablokowania na poziomie standardowej zapory sieciowej.
- Zapora sieciowa Cisco ASA 5580+, której zadaniem będzie:
 - routing pomiędzy wybranymi sieciami wirtualnymi,
 - zabezpieczenie ruchu pomiędzy wybranymi sieciami wirtualnymi,
 - wydzielenie stref DMZ oraz zabezpieczenie ruchu pomiędzy strefami DMZ, a innymi segmentami sieci,
 - wydzielenie stref dostępu do sieci prywatnych oraz zabezpieczenie ruchu pomiędzy sieciami prywatnymi, a innymi segmentami sieci.

Umieszczenie urządzenia Cisco ASA 5580+ w rdzeniu sieci pozwoli na granularne zarządzanie bezpieczeństwem serwerowni, jak również pozostałych części sieci komputerowej.

2.5.4. Bloki serwerowe

Przełączniki sieciowe bloków serwerowych będą instalowane w serwerowych punktach dystrybucyjnych SPD. Bloki serwerowe będą obsługiwały dwa rodzaje sekcji serwerowych.

Sekcje serwerowe typu 111x będą wyposażane samodzielnymi serwerami komunikującymi się z siecią komputerową za pośrednictwem interfejsów 1000Base-T.

Bloki serwerowe sekcji 111x oparte zostaną na dwóch pracujących w układzie redundantnym A/B stosach przełączników Catalyst 3750-E i 3750G. W każdym

stosie zostanie zainstalowany jeden przełącznik Catalyst 3750-E oraz do czterech przełączników Catalyst 3750G. Przełączniki Catalyst 3750-E i 3750G wyposażone są w 48-portów 100/1000Base-T, a przełącznik Catalyst 3750-E dodatkowo w porty 10GBase-X. Oba stosy przełączników zostaną połączone ze sobą za pomocą łącza 10GBase-CX, a z każdego stosu zostanie wyprowadzone w układzie redundantnym A/B do przełączników centralnych łącze 10GBase-SR.

Stosy przełączników Catalyst 3750 zostaną zasilone poprzez zewnętrzne zasilacze z redundancją typu RPS 2300.

Sekcje serwerowe typu 922 będą wyposażane serwerami kasetowymi komunikującymi się z siecią komputerową za pośrednictwem interfejsów 10GBase-SR.

Bloki serwerowe sekcji 922 oparte zostaną na dwóch pracujących w układzie redundantnym A/B przełącznikach Nexus 5020. Każdy z przełączników Nexus 5020 wyposażony zostanie w 37 portów 10GBase-SR i jeden port 10GBase-CX. Oba przełączniki zostaną połączone ze sobą za pomocą łącza 10GBase-CX, a z każdego przełącznika zostanie wyprowadzone w układzie redundantnym A/B do przełączników centralnych łącze 10GBase-SR.

Przełączniki Nexus 5020 zostaną wyposażone w dwa zasilacze w układzie redundantnym.

2.5.5. Blok budynkowy

Blok budynkowy tworzyć będą przełączniki sieciowe rozmieszczone w budynkowych punktach dystrybucyjnych BPD oraz piętrowych punktach dystrybucyjnych PPD (nie dotyczy budynku Centrum komputerowego).

W każdym budynkowym punkcie dystrybucyjnym BPD zainstalowany zostanie stos składający się z dwóch przełączników Catalyst 3750-E oraz z jednego (BPD-1) lub dwóch (BPD-0) przełączników Catalyst 3750G. Przełączniki Catalyst 3750-E i 3750G wyposażone są w 48-portów 100/1000Base-T, a przełącznik Catalyst 3750-E dodatkowo w porty 10GBase-X. Ze stosu przełączników (z osobnych przełączników Catalyst 3750-E) zostaną wyprowadzone w układzie redundantnym A/B do przełączników centralnych łącza 10GBase-LR (w przypadku BPD-0 łącze 10GBase-SR).

W punkcie BPD-3 znajdującym się w Centrum szkoleniowym zainstalowany zostanie stos składający się z dwóch przełączników Catalyst 3750-E połączonych z przełącznikami centralnymi, tak jak stos w BPD-1.

W każdym piętrowym punkcie dystrybucyjnym PPD zainstalowany zostanie stos składający się z dwóch, trzech lub czterech przełączników Catalyst 3750G. Ze stosu przełączników (z osobnych przełączników Catalyst 3750G) zostaną wyprowadzone do przełączników w sąsiednich punktach dystrybucyjnych dwa łącza 1000Base-SX w układzie redundantnej pętli.

W każdym punkcie dystrybucyjnym BPD i PPD (za wyjątkiem BPD-3) jeden z przełączników Catalyst 3750G będzie przełącznikiem z funkcją PoE.

2.5.6. Blok sieci bezprzewodowej

Bezprzewodowa sieć komputerowa w budynkach SPNT oparta zostanie na bezprzewodowych punktach dostępowych Cisco Aironet 1142N standardu IEEE 802.11a/g/n. Punkty dostępowe Aironet 1142N wyposażone są anteny wewnętrzne. Punkty dostępowe zasilane będą przez kable teleinformatyczne z przełączników Catalyst 3750G z funkcją PoE. Pracę punktów dostępowych koordynowały będą dwa pracujące w układzie redundantnym kontrolery Cisco WLAN Controller 5500. Kontrolery podłączone zostaną bezpośrednio do przełączników centralnych Cisco Nexus 7010 i będą pracować w trybie niezawodnościowym.

2.5.7. Blok zarządzania

Zadaniem bloku zarządzania będzie zarządzanie poprzez sieć komputerową takimi urządzeniami jak:

- przełączniki sieciowe i inne urządzenia aktywne sieci produkcyjnej,
- przełączniki KVM,
- urządzenia torów zasilania w energię elektryczną (listwy zasilające, zasilacze UPS),
- urządzenia systemu chłodzenia serwerowni – wymienniki LCP T3+.

W punktach dystrybucyjnych, w których zainstalowane będą przełączniki sieciowe z portami 100/1000Base-T sieć zarządzania będzie realizowana przez przydzielenie portów przełączników produkcyjnych do sieci wirtualnej dedykowanej blokowi zarządzania.

W punktach dystrybucyjnych, w których nie będzie dostępnych portów 100/1000Base-T przełączników produkcyjnych, zainstalowane zostaną przełączniki w całości zakwalifikowane do sieci wirtualnej zarządzania:

- w punktach GPD-A i GPD-B zainstalowany zostanie przełącznik Catalyst 2960-24TT-L włączony łączem 1000Base-T na przełącznik centralny Nexus 7010,
- w punktach SPD sekcji typu 922 zainstalowany zostanie przełącznik Catalyst 2960-48TC-L włączony łączem 1000Base-SX na przełącznik centralny Nexus 7010.

Przełączniki zostaną włączone na przełącznik centralny pojedynczymi łączami, gdyż redundancja w sieci zarządzania nie jest wymagana.

2.5.8. Oprogramowanie zarządzające

Do zarządzania przełącznikami sieciowymi oraz routerami firmy Cisco użyty zostanie program CiscoWorks LAN Management Solution.

Do zarządzania urządzeniami bezprzewodowymi firmy Cisco użyty zostanie program Cisco Wireless Control System.

Do zarządzania urządzeniami bezpieczeństwa sieci firmy Cisco użyty zostanie program Cisco Security Manager.

Do zarządzania zaporą sieciową CheckPoint Power-1 użyty zostanie system CheckPoint SmartCenter.

2.5.9. Sieci prywatne

Sieci prywatne włączane będą bezpośrednio w przełączniki centralne Nexus 7010 do dedykowanych dla nich sieci wirtualnych. Dostęp do sieci prywatnych poddawany będzie inspekcji realizowanej na zaporach sieciowych Cisco ASA 5580.

2.6. Koncepcja łączności telefonicznej

Łączność telefoniczna w kompleksie SPNT może być realizowana w dwóch technologiach:

- klasycznej telefonii analogowej i/lub cyfrowej,
- telefonii VoIP.

2.6.1. Telefonia klasyczna

Telefonia klasyczna może być realizowana za pomocą jednej lub więcej central telefonicznych zainstalowanych w budynku Centrum komputerowego w przewidzianym do tego celu pomieszczeniu A.0.18. Centrala telefoniczna może być własnością SPNT, a SPNT może pełnić funkcję operatora telefonicznego dla abonentów działających w kompleksie SPNT. Druga możliwość to świadczenie w kompleksie SPNT usług telefonicznych przez publicznych operatorów telekomunikacyjnych, którzy zainstalują w Centrum komputerowym własne centrale telefoniczne.

W drugim wariancie zakłada się, że operatorzy telekomunikacyjni będą świadczyć swoje usługi telefoniczne wyłącznie za pomocą infrastruktury kablowej należącej do SPNT. Ułatwi to dostęp do abonenta i nie będzie wymagało instalowania przez operatorów własnych sieci kablowych, a jedynie doprowadzenie przyłączy do central telefonicznych w budynku Centrum komputerowego.

W drugim wariancie zakłada się, że w każdym budynku kompleksu SPNT operator telekomunikacyjny zainstaluje moduł wyniesiony centrali telefonicznej, który z centralą telefoniczną umieszczoną w budynku Centrum komputerowego zostanie połączony za pomocą kabli światłowodowych. W takim przypadku odpowiednie światłowodowe urządzenia transmisyjne zostaną zainstalowane przez operatora w pomieszczeniu centrali telefonicznej, a ich łącza światłowodowe zostaną skierowane za pośrednictwem punktów dystrybucyjnych CPD i GPD do budynkowych punktów dystrybucyjnych BPD, w sąsiedztwie których operatorzy zainstalują moduły wyniesione. Do każdego modułu wyniesionego operatorzy telekomunikacyjni będą mogli zestawić dwa redundantne połączenia poprowadzone osobnymi trasami kablowymi.

Ponieważ do każdego z projektowanych i planowanych budynków SPNT doprowadzony zostanie z przełącznicy PT kabel o pojemności 100 par – możliwe będzie również zrealizowanie łączności telefonicznej za pośrednictwem wyłącznie kabli miedzianych. Zakłada się jednak, że kable te nie będą służyły jako podstawowe medium łączności telefonicznej, a będą wykorzystywane do połączeń doraźnych, na przykład do czasu uruchomienia połączenia

światłowodowego lub będą wykorzystywane przez operatorów mających na terenie SPNT niewielką liczbę klientów nieuzasadniającą instalacji własnej centrali telefonicznej.

Pomieszczenie A.0.18, w którym zainstalowane zostaną centrale telefoniczne dostępne będzie z holu budynku Centrum komputerowego, przez co personel techniczny operatorów telekomunikacyjnych nie będzie musiał przebywać w pomieszczeniach serwerowni.

Instalacja central telefonicznych nie należy do zakresu projektu, w projekcie przewidziano tylko infrastrukturę kablową umożliwiającą świadczenie usług telefonicznych w kompleksie SPNT.

2.6.2. Telefonia VoIP

Telefonia VoIP może zostać zrealizowana na bazie systemu Cisco Call Manager, w skład którego wejdą:

- Dwa serwery Cisco Call Manager MCS 7825 – pracujące w trybie redundantnym centralne punkt telefonii VoIP odpowiedzialne za zarządzanie telefonią i zestawianie połączeń,
- Dwie bramy głosowe – routery Cisco 2921. Bramy odpowiedzialne będą za połączenia do sieci PSTN w oparciu o łącza ISDN PRI,
- Cisco Unity – moduł odpowiedzialny za realizację skrzynek głosowych,
- Cisco VG224 – urządzenie pozwalające na podłączenie urządzeń analogowych (np. faxy) do telefonii VoIP,
- Telefony IP podstawowe 7911G,
- Telefony IP średnio zaawansowane 7945G,
- Telefony IP sekretarsko-dyrektorskie 7965G z przystawkami 7916.

2.7. Przyłącza telekomunikacyjne

Łączność zewnętrzna taka jak dostęp do internetu czy łączność prywatna realizowana przez publiczne sieci pakietowe wymaga doprowadzenia na teren SPNT łączy jednego lub więcej operatorów telekomunikacyjnych działających na terenie Szczecina, takich jak:

- Telekomunikacja Polska SA,
- Netia SA,
- GTS Energis,
- TK Telekom,
- Multimedia Polska,
- UPC Polska,
- Exatel SA.

Wymienieni operatorzy posiadają w Szczecinie odpowiednią infrastrukturę telekomunikacyjną i gotowi są wykonać na swój koszt przyłącze do SPNT po podpisaniu umowy na świadczenie usług telekomunikacyjnych, taką gotowość zgłosiła na przykład Telekomunikacja Polska i TK Telekom.

Z wymogu zapewnienia redundancji przyłączy telekomunikacyjnych wynika, że do SPNT należy doprowadzić przyłącza telekomunikacyjne kilku operatorów. Z architektury sieci komputerowej SPNT oraz koncepcji świadczenia usług telekomunikacyjnych wynika, że kable przyłączy operatorzy telekomunikacyjni powinni doprowadzić do budynku Centrum komputerowego i zakończyć we własnych szafach umieszczanych w sąsiedztwie punktów styku PSO-A i PSO-B. Wymaga się by kable przyłączy telekomunikacyjnych wprowadzone zostały do budynku Centrum komputerowego różnymi ciągami kanalizacji kablowej SPNT. W warunkach przyłączenia należy wskazać operatorowi telekomunikacyjnemu jeden z ciągów kablowych (A lub B), którym ma wprowadzić kabel swojego przyłącza. Jeżeli operator zapewni dwa przyłącza w układzie redundantnym, to kable takiego przyłącza należy poprowadzić oddzielnymi ciągami kanalizacji kablowej.

2.8. Łącza prywatne

Za łącza prywatne uważanie będą łącza zewnętrzne doprowadzone do Centrum komputerowego z firm lub instytucji działających na terenie Szczecina, których dane będą przetwarzane lub przechowywane na urządzeniach zainstalowanych w Centrum komputerowym. Dzięki łączom prywatnym sieci lokalne firm lub instytucji będą miały dostęp do zasobów serwerowni, tak jakby ich sieci lokalne były częścią sieci komputerowej SPNT. Zakłada się, że łącza prywatne zostaną doprowadzone do budynku Centrum komputerowego i zostaną zakończone bezpośrednio w punktach dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B, a następnie włączane bezpośrednio na centralny przełącznik sieciowy lub skrosowane bezpośrednio na prywatne zasoby sprzętowe umieszczone w serwerowniach. Zaleca się by były to łącza wysokiej przepustowości realizowane w technologii co najmniej GigabitEthernet 1000Base-LX.

3. Rozwiązania szczegółowe

3.1. Główne punkty dystrybucyjne GPD-A i GPD-B

Główne punkty dystrybucyjne GPD-A i GPD-B zainstalowane zostaną w budynku Centrum komputerowego w osobnych pomieszczeniach serwerowni. GPD-A zostanie zainstalowany w pomieszczeniu serwerowni B, a GPD-B – w pomieszczeniu serwerowni C.

Punkty GPD-A i GPD-B umieszczone zostaną w zespołach trzech szaf o wysokości 47 U i podstawie 80 cm (szerokość) × 120 cm (głębokość). Szafy w zespołach poprzez zdjęcie wewnętrznych osłon bocznych i połączenie ich bokami utworzą jedną całość.

W szafach GPD-A i GPD-B instalowane będą:

- panele światłowodowe 1U/A Quick-Fit wyposażone w moduły 6×LC-DPX Quick-Fit, na których zostaną zakończone kable światłowodowe wychodzące do budynków na terenie SPNT oraz do punktów dystrybucyjnych w budynku Centrum komputerowego.
- panele na 12 kaset MPO wyposażone w trzy kasety MPO/LC na 24 włókna OM3, na których zakończone zostaną po dwa 12-włóknowe

wielomodowe kable światłowodowe OM3 XG z wtykami MPO wychodzące do serwerowych punktów dystrybucyjnych SPD.

- panele 24×RJ-45/STP/1U/A kategorii 6A, na których zostaną zakończone kable teleinformatyczne FFTP 4-parowe kategorii 6A wychodzące do różnych punktów dystrybucyjnych w budynku Centrum komputerowego.
- panele 50×RJ-45/1U/S kategorii 3., na których zostaną zakończone kable telefoniczne przychodzące z przełącznicy telefonicznej PT.

W punktach dystrybucyjnych GPD przewidziano rezerwy na podłączenie kolejnych budynków kompleksu SPNT, kolejnych rzędów szaf serwerowych oraz na włączenie kabli łączy prywatnych.

3.2. Szafy serwerowe SZS

3.2.1. Szafy serwerowe jednokomorowe

W pomieszczeniach serwerowni B, C, D oraz w pomieszczeniu archiwizacji przewiduje się instalację szaf serwerowych jednokomorowych o wysokości 47U i podstawie 60 cm (szerokość) × 120 cm (głębokość).

Instalowane będą dwa typy szaf:

- **Szafy typu 11** umożliwiające zainstalowanie w nich urządzeń o całkowitej mocy elektrycznej do 11 kVA, takich jak samodzielne serwery w obudowach o wysokości od 1U do 4U czy serwery kasetowe o mniejszych mocach.
- **Szafy typu 22** umożliwiające zainstalowanie w nich urządzeń o całkowitej mocy elektrycznej do 22 kVA, takich jak serwery kasetowe o większych mocach.

W szafach typu 11 i 22 zainstalowane zostaną panele 48×RJ-45/8×MRJ-21/STP/1U/S, na których zakończonych zostanie odpowiednio osiem lub cztery kable teleinformatyczne STP 25-parowe 2×MRJ-21 1000Base-T. Kable w układzie dwóch redundantnych gałęzi A/B doprowadzone zostaną do szaf serwerowych z serwerowego punktu dystrybucyjnego SPD. Kable wykorzystane zostaną do włączania urządzeń zainstalowanych w szafach serwerowych na przełączniki sieciowe znajdujące się w SPD za pomocą łączy 1000Base-T.

W szafach typu 22 instalowane zostaną dodatkowo panele na 3 kasety MPO wyposażone w dwie kasety MPO/LC na 12 włókien OM3 XG, na których zakończone zostaną dwa 12-włóknowe wielomodowe kable światłowodowe OM3 XG z wtykami MPO. Kable w układzie dwóch redundantnych gałęzi A/B doprowadzone zostaną do szaf serwerowych z serwerowego punktu dystrybucyjnego SPD. Kable wykorzystane zostaną do włączania urządzeń zainstalowanych w szafach serwerowych na przełączniki sieciowe znajdujące się w SPD za pomocą łączy 1000Base-SX lub 10GBase-SR.

Włączając urządzenia zainstalowane w szafach serwerowych na przełączniki sieciowe znajdujące się w punktach dystrybucyjnych SPD należy stosować połączenia redundantne i prowadzić je osobnymi gałęziami A i B.

3.2.2. Szafy serwerowe wielokomorowe

W pomieszczeniach Serwerowni A przewiduje się instalację szaf serwerowych wielokomorowych o wysokości 47U i podstawie 60 cm (szerokość) × 120 cm (głębokość).

Instalowane będą dwa typy szaf:

- **Szafy typu 15-2** podzielone na dwie komory kolokacyjne.
- **Szafy typu 15-4** podzielone na cztery komory kolokacyjne.

Oba typy szaf umożliwią zainstalowanie w nich urządzeń o całkowitej mocy elektrycznej do 15 kVA, takich jak samodzielne serwery w obudowach o wysokości od 1U do 4U czy serwery kasetowe o mniejszych mocach.

Każda komora kolokacyjna wyposażona zostanie w drzwi chronione zamkiem na klucz.

W każdej komorze szaf typu 15-4 zainstalowany zostanie jeden, a każdej komorze szaf 15-2 – dwa panele na 3 kasety MRJ-21 każdy wyposażony w dwie kasety 6×RJ45/MRJ21/STP, na których zakończone zostaną kable teleinformatyczne STP 25-parowe 2×MRJ-21 1000Base-T. Kable w układzie dwóch redundantnych gałęzi A/B doprowadzone zostaną z serwerowego punktu dystrybucyjnego SPD. Kable wykorzystane zostaną do włączania urządzeń zainstalowanych w szafach serwerowych na przełączniki sieciowe znajdujące się w SPD za pomocą łączy 1000Base-T.

Włączając urządzenia zainstalowane w szafach serwerowych wielokomorowych na przełączniki sieciowe znajdujące się w punktach dystrybucyjnych SPD należy stosować połączenia redundantne i prowadzić je osobnymi gałęziami A i B.

3.2.3. Rzędy szaf serwerowych

Szafy serwerowe ustawiane będą w pomieszczeniach serwerowni w docelowym kształcie w kilku typach rzędów:

- **Rzędy typu 311** składać się będą z trzech szaf serwerowych typu 11 oraz szafy serwerowego punktu dystrybucyjnego SPD.
- **Rzędy typu 411** składać się będą z czterech szaf serwerowych typu 11.
- **Rzędy typu 511** składać się będą z pięciu szaf serwerowych typu 11 oraz szafy serwerowego punktu dystrybucyjnego SPD.
- **Rzędy typu 611** składać się będą z sześciu szaf serwerowych typu 11.
- **Rzędy typu 515** składać się będą z trzech szaf serwerowych typu 15-2, dwóch szaf serwerowych typu 15-4 oraz szafy serwerowego punktu dystrybucyjnego SPD.
- **Rzędy typu 615** składać się będą z trzech szaf serwerowych typu 15-2 oraz trzech szaf serwerowych typu 15-4.
- **Rzędy typu 422** składać się będą z czterech szaf serwerowych typu 22 oraz szafy serwerowego punktu dystrybucyjnego SPD.
- **Rzędy typu 522** składać się będą z pięciu szaf serwerowych typu 22.

W rzędach typu *x11* instalowane będą wymienniki ciepła LCP T3+ o mocy chłodniczej 24 kW każdy umieszczone w układzie jeden wymiennik na dwie szafy, co pozwoli na odebranie z każdej szafy do 12 kW ciepła z zachowaniem pełnej redundancji funkcjonowania wymiennika.

W rzędach typu *x22* instalowane będą wymienniki ciepła LCP T3+ o mocy chłodniczej 24 kW każdy umieszczone w układzie jeden wymiennik na jedną szafę, co pozwoli na odebranie z każdej szafy do 24 kW ciepła z zachowaniem pełnej redundancji funkcjonowania wymiennika.

W ramach projektu w pomieszczeniach serwerowni zainstalowane zostaną trzy rzędy szaf – *511*, *515* i *422*.

3.2.4. Sekcje szaf serwerowych

Rzędy szaf serwerowych obsługiwane z jednego serwerowego punktu dystrybucyjnego SPD tworzyć będą sekcje:

- **Sekcje typu *1111*** składać się będą z rzędów typu *511* i *611* lub *311* i dwóch rzędów *411*. W sekcjach typu *1111* jeden SPD będzie obsługiwał 11 szaf typu *11*.
- **Sekcje typu *1115*** składać się będą z rzędów typu *515* i *615*. W sekcjach typu *1115* jeden SPD będzie obsługiwał 6 szaf typu *15-2* i 5 szaf typu *15-4*.
- **Sekcje typu *922*** składać się będą z rzędów typu *422* i *522*. W sekcjach typu *922* jeden SPD będzie obsługiwał 9 szaf typu *22*.

Możliwe są jeszcze inne podziały na sekcje szaf serwerowych, a przynależność szaf do odpowiednich sekcji została pokazana na rysunkach za pomocą oznaczeń związanych z serwerowym punktem dystrybucyjnym SPD.

3.3. Serwerowe punkty dystrybucyjne SPD

Serwerowe punkty dystrybucyjne SPD obsługiwać będą sekcje szaf serwerowych składające się docelowo z jednego, dwóch lub trzech rzędów szaf, czyli od 3 do 11 szaf serwerowych. Oznaczenie typu serwerowego punktu dystrybucyjnego SPD bierze się z typu sekcji, którą danych SPD będzie obsługiwać.

W punktach SPD typu *111x* i *922* instalowane będą:

- panele na 3 kasety MPO wyposażone w dwie kasety MPO/LC na 24 włókna OM3 XG, na których zakończone zostaną po dwa 12-włóknowe wielomodowe kable światłowodowe OM3 z wtykami MPO przychodzące w układzie dwóch redundantnych gałęzi A/B z GPD-A i GPD-B. Kable te wykorzystane zostaną do włączania przełączników sieciowych obsługujących serwery na przełączniki sieciowe centralne znajdujące się w GPD-A i GPD-B za pomocą łączy 10GBase-SR.
- panele 48×RJ-45/8×MRJ-21/STP/1U/A, na których zakończonych zostanie po osiem kabli teleinformatycznych STP 25-parowych 2×MRJ-21 1000Base-T. Kable w układzie dwóch redundantnych gałęzi A/B doprowadzone zostaną do szaf serwerowych SZS.

Dodatkowo w szafach SPD typu 922 instalowane będą panele na 12 kaset MPO wyposażone w kasety MPO/LC na 24 włókna OM3 XG, na których zakończone zostaną 12-włóknowe wielomodowe kable światłowodowe OM3 z wtykami MPO. Kable w układzie dwóch redundantnych gałęzi A/B doprowadzone zostaną do szaf serwerowych SZS typu 22.

Na rysunkach przedstawiono dwa referencyjne modele szaf SPD typu 11x i 922 z docelowym wyposażeniem w panele kablowe.

W każdej szafie SPD przewidziano dwa pola na przełączniki sieciowe osobno dla gałęzi A i osobno dla gałęzi B.

W ramach projektu zainstalowane zostaną trzy serwerowe punkty dystrybucyjne SPD:

- SPD-1 (typu 1111),
- SPD-3 (typu 922),
- SPD-6 (typu 1115).

3.4. Punkty styku z operatorami PSO-A i PSO-B

Punkt PSO-A zainstalowany zostanie w pomieszczeniu -1.25, a PSO-B w pomieszczeniu -1.32 na kondygnacji garażu. Punkty zostaną zainstalowane w specjalnie przeznaczonych do tego celu pomieszczeniach. Lokalizacja punktów na poziomie garażu ułatwi do nich dostęp personelu operatorów telekomunikacyjnych i nie będzie wymagać obecności tego personelu w pomieszczeniach serwerowni. Oba punkty styku z operatorami umieszczone zostaną w szafach sieciowych wysokości 42U i podstawie 80 cm × 80 cm.

Zakłada się, że w sąsiedztwie szaf PSO-A i PSO-B operatorzy telekomunikacyjni zainstalują szafy ze sprzętem zakończeniowym swoich przyłączy, a jego wyjścia krosować będą na odpowiednie panele w punktach PSO. Krosowanie połączeń odbywać się będzie między szafami – w tym celu szafy punktów PSO wyposażone zostaną w dachy z przepustami szczotkowymi.

W szafach PSO-A i PSO-B instalowane będą:

- panele światłowodowe 1U/S Quick-Fit wyposażone w moduły 6×LC-DPX Quick-Fit, na których zostaną zakończone kable światłowodowe wychodzące do punktów dystrybucyjnych GPD-A, GPD-B i CPD.
- panele 24×RJ-45/STP/1U/S kategorii 6A, na których zostaną zakończone kable teleinformatyczne FFTP 4-parowe kategorii 6A wychodzące do punktów dystrybucyjnych GPD-A, GPD-B i CPD.
- panele 19" na 15 łączówek LSA, na których zostaną zakończone 50-parowe kable telefoniczne wychodzące do przełącznicy telefonicznej PT.

3.5. Centralowy punkt dystrybucyjny CPD

Punkt CPD zainstalowany zostanie w pomieszczeniu Central telefonicznych A.0.18 i umieszczony zostanie w szafie sieciowej wysokości 42U i podstawie 80 cm × 80 cm.

W punkcie CPD instalowane będą:

- panele światłowodowe 1U/S Quick-Fit wyposażone w moduły 6×LC-DPX Quick-Fit, na których zostaną zakończone kable światłowodowe wychodzące do punktów dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B oraz do punktów styku z operatorami PSO-A i PSO-B.
- panele 24×RJ-45/STP/1U/S kategorii 6A, na których zostaną zakończone kable teleinformatyczne FFTP 4-parowe kategorii 6A wychodzące do punktów dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B oraz do punktów styku z operatorami PSO-A i PSO-B.

3.6. Przełącznica telefoniczna PT

Przełącznica PT zainstalowana zostanie w pomieszczeniu Central telefonicznych A.0.18. Przełącznica wykonana zostanie docelowo z czterech podwójnych stojaków MDF 91Z o pojemności 1600 par każdy wyposażonych w 10-parowe łączówki typu LSA.

Przełącznica PT składać się będzie z trzech pól:

1. **Pola kabli telefonicznych łącznikowych** — na którym zakończone zostaną kable telefoniczne wychodzące do punktów styków z operatorami PSO-A i PSO-B oraz do głównych punktów dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B.
2. **Pola kabli telefonicznych liniowych** — na którym zakończone zostaną kable telefoniczne wychodzące do budynkowych punktów dystrybucyjnych BPD zlokalizowanych w budynkach na terenie SPNT. W projekcie przewidziano doprowadzenie kabli telefonicznych do BPD-0, BPD-1 i BPD-3 oraz pozostawiono rezerwę miejsca na zakończenie kabli do obiektów budowanych w kolejnych etapach
3. **Rezerwy na pole stacyjne central telefonicznych** — na którym w razie potrzeby instalowane będą kable stacyjne central telefonicznych.

Wszystkie połączenia wykonane zostaną za pomocą wieloparowych kabli telefonicznych.

3.7. Budynkowe punkty dystrybucyjne BPD

3.7.1. Budynkowe punkty dystrybucyjne BPD-0 i BPD-1

Budynkowy punkt dystrybucyjny BPD-0 zostanie zainstalowany w pomieszczeniu serwerowni B, a BPD-1 w wydzielonym pomieszczeniu na parterze Inkubatora przedsiębiorczości.

Punkt BPD-1 umieszczony zostanie w zespole dwóch szaf o wysokości 42 U i podstawie 80 cm × 80 cm, natomiast punkt BPD-0 umieszczony zostanie w zespole dwóch szaf o wysokości 47 U i podstawie 80 cm (szerokość) × 120 cm (głębokość). Szafy w zespołach poprzez zdjęcie wewnętrznych osłon bocznych i połączenie ich bokami utworzą jedną całość.

BPD składać się będą z pięciu pól:

1. **Pola kabli abonenckich** — na którym zakończone zostaną kable teleinformatyczne FFTP 4-parowe kategorii 6A wychodzące do gniazd. Pole zostanie wykonane za pomocą paneli 24×RJ-45/STP/1U/A kategorii 6A.
2. **Pola kabli łącznikowych światłowodowych** — na którym zakończone zostaną kable światłowodowe przychodzące z punktów dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B oraz kable wychodzące do piętrowych punktów dystrybucyjnych PPD (nie dotyczy BPD-0). Pole zostanie wykonane za pomocą paneli światłowodowych 1U/A Quick-Fit wyposażonych w odpowiednie moduły światłowodowe 6×LC-DPX Quick-Fit.
3. **Pola kabli łącznikowych telefonicznych** — na którym zakończone zostaną 50-parowe kable telefoniczne przychodzące z przełącznicy PT znajdującej się w budynku Centrum komputerowego oraz 50-parowe kable telefoniczne wychodzące do piętrowych punktów dystrybucyjnych PPD (nie dotyczy BPD-0). Pole zostanie wykonane za pomocą nieekranowanych paneli 50×RJ-45/1U/S kategorii 3.
4. **Rezerwy na pola stacyjne central telefonicznych** — na którym zakończone zostaną przez operatorów telefonicznych kable centralowe ich central telefonicznych (nie dotyczy BPD-0).
5. **Pola urządzeń aktywnych** — utworzonego przez przełączniki sieciowe.

Punkty dystrybucyjne BPD posiadać będą rezerwę na rozbudowę istniejących pól.

3.7.2. Budynkowy punkt dystrybucyjny BPD-3

Budynkowym punktem dystrybucyjnym BPD-3 nazwany zostanie punkt dystrybucyjny obsługujący istniejący budynek Centrum szkoleniowego. We wskazanej przez inwestora szafie BPD-3 należy zainstalować:

- dwa panele światłowodowe 1U/S Quick-Fit wyposażone w moduły 6×LC-DPX OS2 Quick-Fit, na których zostaną zakończone po dwa 24-włóknowe jednomodowe kable światłowodowe przychodzące z głównych punktów dystrybucyjnych GPD-A i GPD-B. Zwiększona do 48 liczba włókien światłowodowych w stosunku do innych punktów BPD wynika z faktu, że w budynku Centrum szkoleniowego funkcjonować będzie serwerownia zapasowa.
- dwa panele 50×RJ-45/1U/S kategorii 3. na których zostanie zakończony 100-parowy kabel telefoniczny przychodzący z przełącznicy telefonicznej PT.

Przy każdym z paneli należy zainstalować wieszak 1U z pierścieniami.

3.8. Piętrowe punkty dystrybucyjne PPD

Piętrowe punkty dystrybucyjne PPD zostaną zainstalowane w wydzielonych pomieszczeniach na poszczególnych piętrach Inkubatora przedsiębiorczości.

Punkty PPD umieszczone zostaną w zespołach dwóch szaf o wysokości 42 U i podstawie 80 cm (szerokość) × 80 cm (głębokość). Szafy w zespołach poprzez

zdjęcie wewnętrznych osłon bocznych i połączenie ich bokami utworzą jedną całość.

PPD składać się będą z czterech pól:

- **Pola kabli abonenckich** — na którym zakończone zostaną kable teleinformatyczne FFTP 4-parowe kategorii 6A wychodzące do gniazd. Pole zostanie wykonane za pomocą paneli 24×RJ-45/STP/1U/A kategorii 6A.
- **Pola kabli łącznikowych światłowodowych** — na którym zakończone zostaną kable światłowodowe przychodzące z punktu dystrybucyjnego BPD. Pole zostanie wykonane za pomocą paneli światłowodowych 1U/A Quick-Fit wyposażonych w moduły światłowodowe 6×LC-DPX OM3 Quick-Fit.
- **Pola kabli łącznikowych telefonicznych** — na którym zakończone zostaną 50-parowe kable telefoniczne przychodzące z punktu GPD. Pole zostanie wykonane za pomocą nieekranowanych paneli 50×RJ-45/1U/S kategorii 3.
- **Pola urządzeń aktywnych** — utworzonego przez przełączniki sieciowe.

Punkty dystrybucyjne PPD posiadać będą rezerwę na rozbudowę istniejących pól.

3.9. Zalecenia do instalacji szaf serwerowych i szaf punktów dystrybucyjnych

- Szafy należy ustawiać zgodnie z rastrem podłogi podniesionej pokazanym na planach instalacji. Pod każdą szafą stojącą na podłodze podniesionej należy wyciąć w podłodze otwory do wprowadzania kabli o wielkości otworów w podłodze szafy.
- Szafy po zainstalowaniu należy oznaczyć symbolem, tak jak na rysunkach.
- Szafy stojące w rzędach należy połączyć ze sobą.
- Zestawy szaf GPD, BPD i PPD należy instalować bez wewnętrznych osłon bocznych. Przednie ramy 19" w zestawach należy cofnąć na tyle, by było możliwe swobodne przekładanie kabli krosowych między szafami. Pozostałe szafy należy instalować z osłonami bocznymi, za wyjątkiem boków dostawionych do wymienników LCP T3+.
- Panele RJ-45 należy oznaczyć cyframi tak jak na rysunkach.
- Kable w szafach należy mocować do szyn mocowania kabli typu Rittal 7828081 lub Rittal 7828121.
- Kable teleinformatyczne FFTP należy rozszywać na panelach RJ-45 w kolejności wynikającej z oznaczeń. Kable na panelach RJ-45 rozszywać według sekwencji 568A.
- Kable 50-parowe należy rozszywać na panelach RJ-45 po jednej parze na port.
- W szafie pasywnej punktu dystrybucyjnego BPD-1 należy za pomocą szyn do zabudowy wnętrza szaf, chassis 400 mm oraz wieszaków kabli 125×65

mm wykonać po obu bokach szaf po cztery prowadnice kabli krosowych z przodu na tył szafy.

- Czujniki wilgotności należy instalować w szafach po jednym czujniku na wymiennik LCP T3+.
- Do kierowanie strumieni chłodnego powietrza w szafach należy wykorzystywać uszczelki boczne dobrane do szerokości szaf.

Szczegółową konfigurację szaf punktów dystrybucyjnych oraz szaf serwerowych zamieszczono w tabeli znajdującej się na końcu opisu. W tabeli konfiguracji szaf wyszczególniono ilości sztuk, kompletów oraz opakowań pozycji materiałowych przypisanych do każdej szafy. Żeby zbytnio nie komplikować tabeli, niektóre pozycje przypisane do szaf mogą dotyczyć całego rzędu szaf – tak jest na przykład w przypadku przypisania obu boków szaf do szaf sieciowych SPD-1 i SPD-6. Używane w tabeli ułamki liczb całkowitych w przypadku materiałów wyrażonych w kompletach lub sztukach mogą oznaczać instalację danej pozycji materiałowej nie w każdej szafie danego typu – np. liczba 0,4 w przypadku czujnika wilgotności szaf oznacza instalację czujnika w dwóch szafach na pięć występujących.

3.10. Krosowanie połączeń w punktach dystrybucyjnych

3.10.1. Połączenia skrętkowe

Połączenia skrętkowe komputerowe będą krosowane za pomocą ekranowanych kabli krosowych kategorii 6A typu PiMF 600 MHz obustronnie zakończonych wtykami RJ-45 o długości 1 m, 1,5 m, 2 m i 3 m.

Połączenia skrętkowe telefoniczne realizowane w technologii telefonii klasycznej będą krosowane w punktach dystrybucyjnych za pomocą kabli krosowych dowolnej kategorii obustronnie zakończonych wtykami RJ-45 o długości 1 m, 1,5 m i 2 m. Ponieważ ostateczny kształt usług telefonicznych na terenie SPNT nie jest jeszcze znany, w kosztorysie nie przewidziano kabli krosowych tego typu.

3.10.2. Połączenia światłowodowe

Połączenia komputerowe światłowodowe będą występować w dwóch odmianach – połączeń wielo- i jednomodowych. Ponieważ w zaprojektowanej instalacji dominują złącza światłowodowe LC DPX, większość obu typów połączeń będzie wykonywana za pomocą kabli krosowych wyposażonych z obu końców we wtyki LC DPX odpowiednio 50/125 μm OM3 oraz 9/125 μm OS2 o długościach 1 m, 2 m i 3 m.

Porty światłowodowe niektórych urządzeń aktywnych wyposażone mogą być w złącza SC DPX. Z tego powodu część połączeń krosowych będzie wykonywana za pomocą wielo- lub jednomodowych kabli krosujących zakończonych z jednej strony wtykiem SC DPX, a z drugiej strony wtykiem LC DPX.

3.11. Połączenia szkieletowe

3.11.1. Kable połączeń szkieletowych

Połączenia szkieletowe łączyć będą punkty dystrybucyjne, szafy serwerowe, punkty styku z operatorami telekomunikacyjnymi oraz przełącznicę telefoniczną.

W połączeniach szkieletowych zostaną zastosowane różne rodzaje medium transmisyjnego:

- kabel teleinformatyczny FFTP 4-parowy, kat. 6A – przeznaczony do wykonywania połączeń 10/100/1000Base-T oraz 10GBase-T,
- kabel teleinformatyczny STP 25-parowy zakończony fabrycznie wtykami MRJ-21 – przeznaczony do wykonywania połączeń 10/100/1000Base-T,
- kabel światłowodowy 12- lub 24-włóknowy, wielomodowy OM3 XG – przeznaczony do wykonywania połączeń 1000Base-SX oraz 10GBase-SR,
- kabel światłowodowy 12-włóknowy, wielomodowy OM3 XG zakończony fabrycznie wtykami MPO – przeznaczony do wykonywania połączeń 1000Base-SX oraz 10GBase-SR,
- kabel światłowodowy 24-włóknowy, jednomodowy OS2 – przeznaczony do wykonywania połączeń 1000Base-LX oraz 10GBase-LR,
- kabel telefoniczny 50-parowy typu YTKSY 53×2×0,5,
- kabel telefoniczny 100-parowy typu YTKZY 50×4×0,5 (w budynkach) lub XzTKMXpw 50×4×0,5 (w kanalizacji kablowej).

3.11.2. Relacje połączeń szkieletowych

Relacja:	GPD-A > GPD-B
Medium:	kabel światłowodowy
Liczba włókien:	24
Typ włókna:	OM3
Zakończenie:	LC
Oznaczenie:	GA.SW.1-24 > GB.SW.1-24
Relacja redundantna:	Brak
Przeznaczenie:	Połączenie przełączników sieciowych centralnych.

Relacja:	GPD-A > SPD-<i>nn</i>
Medium:	kabel światłowodowy MPO
Liczba włókien:	24
Typ włókna:	OM3
Zakończenie:	LC
Oznaczenie:	GA.SW.1-24 > <i>Snn</i> .SW.1-24
Relacja redundantna:	GPD-B > SPD- <i>nn</i>
Przeznaczenie:	Połączenie przełącznika sieciowego centralnego z przełącznikiem serwerowym.

Relacja:	SPD-<i>nn</i> > SZS-<i>nn-m</i> (ścieżka A)
Medium:	kabel światłowodowy MPO
Liczba włókien:	12
Typ włókna:	OM3
Zakończenie:	LC
Oznaczenie:	<i>Snn</i> .SW.1-12.A > <i>SZm</i> .SW.1-12.A
Relacja redundantna:	SPD- <i>nn</i> > SZS- <i>nn-m</i> (ścieżka B)
Przeznaczenie:	Połączenie serwerów z przełącznikiem serwerowym.
Relacja:	SPD-<i>nn</i> > SZS-<i>nn-m</i> (ścieżka A)
Medium:	kabel STP 25-parowy MRJ-21
Liczba łączy:	24
Kategoria:	6
Zakończenie:	RJ-45
Oznaczenie:	<i>Snn</i> .F25.1-24.A > <i>SZm</i> .F25.1-24.A
Relacja redundantna:	SPD- <i>nn</i> > SZS- <i>nn-m</i> (ścieżka B)
Przeznaczenie:	Połączenie serwerów z przełącznikiem serwerowym. Połączenie urządzeń zarządzanych po sieci komputerowej z przełącznikiem sieciowym.
Relacja:	GPD-A > BPD-<i>nn</i>
Medium:	kabel światłowodowy
Liczba włókien:	24
Typ włókna:	OS2 (uwagi poniżej)
Zakończenie:	LC
Oznaczenie:	GA.SJ.1-24 > <i>Bnn</i> .SJ.1-24
Relacja redundantna:	GPD-B > BPD- <i>nn</i>
Przeznaczenie:	Połączenie przełącznika budynkowego z przełącznikiem centralnym. Połączenia centrali telefonicznej z modułami wyniesionymi.
Uwagi:	W relacji do BPD-3 (istniejący budynek Centrum szkoleniowego) użyte zostaną kable światłowodowe o całkowitej liczbie włókien 48 (GA.SJ.1-48 > B3.SJ.1-48). W relacji do BPD-0 użyte zostaną kable światłowodowe wielomodowe OM3 (GA.SW.1-24 > B0.SW.1-24).
Relacja:	BPD-<i>nn</i> > PPD-<i>nn-m</i>
Medium:	kabel światłowodowy
Liczba włókien:	12
Typ włókna:	OM3
Zakończenie:	LC
Oznaczenie:	<i>Bnn</i> .SW.1-12 > <i>Pm</i> .SW.1-12
Relacja redundantna:	Brak
Przeznaczenie:	Połączenie przełącznika piętrowego z przełącznikiem budynkowym.

Relacja: **BPD-*nn* > PPD-*nn-m***
Medium: kabel telefoniczny
Liczba par: wielokrotność pięćdziesięciu
Zakończenie: RJ-45
Oznaczenie: *Bnn*.TF.1-xxx > *Pm*.TF.1-xxx
Relacja redundantna: Brak
Przeznaczenie: Połączenie modułu wyniesionego centrali telefonicznej z linią abonencką.

Relacja: **PT > BPD-*nn***
Medium: kabel telefoniczny
Liczba par: 100 (w przypadku BPD-0 – 200)
Zakończenie: LSA w PT, RJ-45 w BPD-*nn*
Oznaczenie: PT.TF.1-100 > *Bnn*.TF.1-100
Relacja redundantna: Brak
Przeznaczenie: Dodatkowe i doraźne połączenia telefonii klasycznej. W przypadku BPD-0 – podstawowa łączność telefoniczna klasycznej telefonii analogowej lub cyfrowej.

Relacja: **PT > GPD-A**
Medium: kabel telefoniczny
Liczba par: 50
Zakończenie: LSA w PT, RJ-45 w GPD-A
Oznaczenie: PT.TF.1-50 > GA.TF.1-50
Relacja redundantna: PT > GPD-B
Przeznaczenie: Doprowadzenie linii telefonicznych do routerów zainstalowanych w GPD-A i B.

Relacja: **CPD > GPD-A**
Medium: kabel światłowodowy
Liczba włókien: 144
Typ włókna: OS2
Zakończenie: LC
Oznaczenie: C.SJ.1-144 > GA.SJ.1-144
Relacja redundantna: CPD > GPD-B
Przeznaczenie: Połączenie central telefonicznych z modułami wyniesionymi w BPD-*nn* przez przekrosowanie na kable światłowodowe w GPD.

Relacja: **CPD > GPD-A**
Medium: kabel FFTP 4-parowy
Liczba kabli: 24
Kategoria: 6A
Zakończenie: RJ-45
Oznaczenie: C.F4.1-24 > GA.F4.1-24
Relacja redundantna: CPD > GPD-B
Przeznaczenie: Połączenie centrali telefonicznej z przełącznikami centralnymi w celu realizacji łączności VoIP.

Relacja: PSO-A > GPD-A
Medium: kabel światłowodowy
Liczba włókien: 24
Typ włókna: OS2
Zakończenie: LC
Oznaczenie: SA.SJ.1-24 > GA.SJ.1-24
Relacja redundantna: PSO-A > GPD-B
Przeznaczenie: Doprowadzenie światłowodowych łączy operatorskich przyłącza A do urządzeń aktywnych znajdujących się w GPD-A.

Relacja: PSO-A > GPD-A
Medium: kabel FFTP 4-parowy
Liczba kabli: 24
Kategoria: 6A
Zakończenie: RJ-45
Oznaczenie: SA.F4.1-24 > GA.F4.1-24
Relacja redundantna: PSO-A > GPD-B
Przeznaczenie: Doprowadzenie miedzianych łączy operatorskich przyłącza A do urządzeń aktywnych znajdujących się w GPD-A.

Relacja: PSO-B > GPD-B
Medium: kabel światłowodowy
Liczba włókien: 24
Typ włókna: OS2
Zakończenie: LC
Oznaczenie: SB.SJ.1-24 > GB.SJ.1-24
Relacja redundantna: PSO-B > GPD-A
Przeznaczenie: Doprowadzenie światłowodowych łączy operatorskich przyłącza B do urządzeń aktywnych znajdujących się w GPD-B.

Relacja: PSO-B > GPD-B
Medium: kabel FFTP 4-parowy
Liczba kabli: 24
Kategoria: 6A
Zakończenie: RJ-45
Oznaczenie: SB.F4.1-24 > GB.F4.1-24
Relacja redundantna: PSO-B > GPD-A
Przeznaczenie: Doprowadzenie miedzianych łączy operatorskich przyłącza B do urządzeń aktywnych znajdujących się w GPD-B.

Relacja: PSO-A > CPD
Medium: kabel światłowodowy
Liczba włókien: 24
Typ włókna: OS2
Zakończenie: LC
Oznaczenie: SA.SJ.1-24 > C.SJ.1-24

Relacja redundantna:	PSO-B > CPD
Przeznaczenie:	Doprowadzenie światłowodowych łączy operatorskich przyłącza A do centrali telefonicznej.
Relacja:	PSO-A > CPD
Medium:	kabel FFTP 4-parowy
Liczba kabli:	24
Kategoria:	6A
Zakończenie:	RJ-45
Oznaczenie:	SA.F4.1-24 > C.F4.1-24
Relacja redundantna:	PSO-B > CPD
Przeznaczenie:	Doprowadzenie miedzianych łączy operatorskich przyłącza A do centrali telefonicznej.
Relacja:	PSO-A > PT
Medium:	kabel telefoniczny
Liczba par:	150
Zakończenie:	LSA
Oznaczenie:	SA.TF.1-150 > PT.TF.1-150
Relacja redundantna:	PSO-B > PT
Przeznaczenie:	Doprowadzenie linii telefonicznych operatora telekomunikacyjnego z przyłącza A na przełącznicę telefoniczną.

3.11.3. Zakończenia kabli szkieletowych

Zastosowanie w połączeniach szkieletowych między punktami dystrybucyjnymi GPD, SPD i szafami SZS kabli zakończonych fabrycznie wtykami MRJ-21 oraz MPO umożliwi łatwą zmianę konfiguracji rzędów oraz sekcji szaf serwerowych. Kable fabrycznie zakończone pozwalają na łatwe tworzenie niezbędnych lub likwidowanie zbędnych połączeń oraz umożliwiają ponowne wykorzystanie kabli raz zdemontowanych. Zestawianie połączeń opartych na tego typu kablach może być wykonywane przez personel serwerowni i nie wymaga korzystania z usług specjalistycznych firm instalatorskich. Kable zakończone fabrycznie nie wymagają testowania po zainstalowaniu.

Pozostałe kable światłowodowe zostaną zamontowane na panelach światłowodowych wyposażonych w wielo- lub jednomodowe adaptery LC DPX. Włókna kabli zostaną zakończone wielo- lub jednomodowymi pigtailami LC. Pigtaile zostaną połączone z włóknami kabla przez spawanie. Złączami LC zostaną zakończone wszystkie włókna kabli.

3.11.4. Kable zewnętrzne

Kable szkieletowe do budynkowego punktu dystrybucyjnego BPD-1 zostaną poprowadzone kondygnacją garażu znajdującą się pod kompleksem projektowanych budynków, natomiast kable do punktu BPD-3 znajdującego się w istniejącym budynku Centrum szkoleniowego zostaną poprowadzone w kanalizacji kablowej.

Ponieważ wszystkie używane kable światłowodowe wykonane będą w osłonie uniwersalnej (wewnętrzno-zewnętrznej), w relacji do BPD-3 użyty zostanie ten sam rodzaj jednomodowego kabla światłowodowego, co wewnątrz budynków. Z

każdego punktu GPD-A i GPD-B wyprowadzone zostaną do BPD-3 po dwa 24-włóknowe jednomodowe kable światłowodowe klasy OS2. Kable w kanalizacji kablowej poprowadzone zostaną we wspólnych rurach kanalizacji wtórnej RHDPE 32×2,9 osobnymi ciągami A i B. Rurę z kablami należy opisać w każdej studni. Opis powinien zawierać typ, relację oraz oznaczenie kabla.

Zapasy kabli światłowodowych o długości 10 m należy pozostawić w skrzynkach zapasu SZ-1 w obu kablowniach Centrum komputerowego, a w budynku Centrum szkoleniowego w skrzynkach zapasu SZ-1 zainstalowanych w miejscu wskazanym przez inwestora.

Kabel telefonicznych 100-parowy do budynku Centrum szkoleniowego zostanie poprowadzony ciągiem B kanalizacji kablowej. W kanalizacji zastosowany zostanie kabel XzTKMXpw 50×4×0,5. Kabel w kablowni B Centrum komputerowego zostanie przełączony na kabel zakończeniowy typu YTKZY 50×4×0,5, który zostanie zakończony na przełącznicy PT. W Centrum szkoleniowym w miejscu wejścia do budynku kabel zostanie przełączony na dwa kable stacyjne typu YTKSY 53×2×0,5, które zostaną zakończone w punkcie dystrybucyjnym BPD-3. Przełączenie kabla nastąpi w złączach telefonicznych ZT wykonanych w osłonie XAGA 500 55/12-300.

W studniach B1 i B7 należy pozostawić zapas kabla telefonicznego o długości 3 m. Kabel w kanalizacji należy opisywać w każdej studni. Opis powinien zawierać typ, relację oraz oznaczenie kabla.

3.12. Kable abonenckie

Jako kable abonenckie zastosowane zostaną kable teleinformatyczne FFTP 4-parowe kategorii 6A typu PiMF 600 MHz. Kable te z jednego końca zostaną zakończone na panelach RJ-45 zainstalowanych w punktach dystrybucyjnych, a z drugiego końca na gniazdach RJ-45 lub w punktach konsolidacyjnych. Miejsce zakończenia kabli na panelach RJ-45 wynika z zastosowanej numeracji gniazd RJ-45.

Na odcinkach między punktami konsolidacyjnymi, a gniazdami zastosowane zostaną kable teleinformatyczne FFTP 4-parowe kategorii 6A PiMF 600 MHz typu przejściowego – zakończone z jednej strony wtykiem RJ-45.

3.13. Punkty konsolidacyjne

Na powierzchniach przeznaczonych pod wynajem w projektowanych budynkach SPNT zastosowane zostaną w podsystemie okablowania horyzontalnego 12-portowe punkty konsolidacyjne. Punkty konsolidacyjne instalowane będą na stropie pod podłogą podniesioną w siatce wynikającej z podziału powierzchni na obszary o polu powierzchni 24 m². Do jednego punktu konsolidacyjnego 12×RJ-45 podłączone mogą zostać cztery gniazda 3×RJ-45 lub sześć gniazd 2×RJ-45.

Dzięki punktom konsolidacyjnym i podłodze podniesionej z płyt o wymiarach 60×60 cm możliwe będzie łatwe rozmieszczanie właściwych zespołów gniazd abonenckich RJ-45 w miejscach dostosowanych do aktualnej aranżacji powierzchni biurowej. Za pośrednictwem punktów konsolidacyjnych podłączane będą wyłącznie gniazda umieszczane w puszkach podłogowych w podłodze podniesionej.

3.14. Gniazda abonenckie RJ-45

3.14.1. Konfiguracje gniazd RJ-45

Gniazda RJ-45 instalowane będą w trzech konfiguracjach:

- w konfiguracji składającej się z potrójnego gniazda RJ-45 (3×RJ-45) kategorii 6A oraz trzech gniazd elektrycznych kluczowanych (koloru czerwonego). Konfiguracje tego typu przeznaczone są do podłączania komputerów i telefonów na powierzchniach przeznaczonych na wynajem lub w pomieszczeniach obsługi serwerowni.
- w konfiguracji składającej się z podwójnego gniazda RJ-45 (2×RJ-45) kategorii 6A oraz trzech gniazd elektrycznych kluczowanych (koloru czerwonego). Konfiguracje tego typu przeznaczone są z reguły do podłączania komputerów i telefonów w pomieszczeniach technicznych.
- w konfiguracji składającej się z podwójnego gniazda RJ-45 (2×RJ-45) kategorii 6A bez gniazd elektrycznych. Konfiguracje tego typu przeznaczone są do podłączania punktów dostępowych sieci bezprzewodowej, urządzeń pomiarowych, interfejsów zarządzania centralnych zasilaczy bezprzerwowch UPS, itp.

Instalacja elektryczna zasilająca komputery jest przedmiotem osobnego projektu.

3.14.2. Instalacja gniazd RJ-45 oraz gniazd elektrycznych

Do budowy zespołów gniazd 2×RJ-45 i 3×RJ-45 użyte zostaną pojedyncze, ekranowane moduły RJ-45 kategorii 6A typu SL umieszczane w uchwytych (płytkach) kątowych.

Zespoły gniazd RJ-45 oraz gniazd elektrycznych (punkty PEL) instalowane będą:

- w puszkach podtynkowych,
- w puszkach natynkowych,
- w puszkach podłogowych.

3.14.3. Konfiguracje puszek podtynkowych, natynkowych i podłogowych

Gniazda typu 2×RJ45+3×E (E – gniazdo elektryczne kluczowane) podtynkowe instalowane będą we wspólnych puszkach podtynkowych, uchwytych i ramkach Mosaic 45 typu 8M. Zastosowane zostaną potrójne gniazda elektryczne kluczowane typu Mosaic 45.

Gniazda typu 3×RJ45+3×E podtynkowe instalowane będą we wspólnych puszkach podtynkowych, uchwytych i ramkach Mosaic 45 typu 10M. Zastosowane zostaną potrójne gniazda elektryczne kluczowane typu Mosaic 45.

Gniazda typu 3×RJ45+3×E podłogowe instalowane będą we wspólnych puszkach podłogowych Mosaic 45 typu 12M z klapą o regulowanej głębokości 75-105 mm. Zastosowane zostaną pojedyncze i podwójne gniazda elektryczne kluczowane typu Mosaic 45. W projekcie nie wskazuje się (z nielicznymi wyjątkami) lokalizacji gniazd w puszkach podłogowych. Lokalizacje gniazd zostaną ustalone na etapie aranżacji i wyposażania powierzchni pod wynajem. Tym niemniej w

kosztorysach zostały uwzględnione materiały i robocizna do zainstalowania gniazd w płytach podłogi podniesionej – zatem puszkę z gniazdami należy rozmieścić w lokalizacjach tymczasowych.

Gniazda typu 2×RJ45+3×E natynkowe instalowane będą we wspólnych puszkach natynkowych, uchwytach i ramkach Mosaic 45 typu 8M. Zastosowane zostaną potrójne gniazda elektryczne kluczowane typu Mosaic 45.

Gniazda typu 2×RJ45+0×E natynkowe instalowane będą w puszkach natynkowych, uchwytach i ramkach Mosaic 45 typu 2M.

3.14.4. Podłączanie komputerów do instalacji

Komputery podłączane będą do instalacji za pomocą ekranowanych kabli krosowych kategorii 6A typu PiMF 600 MHz obustronnie zakończonych wtykami RJ-45 o długości 2 m.

3.14.5. Podłączanie telefonów do instalacji

Telefony podłączane będą do instalacji za pomocą kabli będących na ich wyposażeniu. Jeżeli kable zakończone są wtykami RJ-11 lub RJ-12, to o ich przydatności zdecydują wymogi zastosowanego systemu okablowania strukturalnego, gdyż producenci niektórych systemów zalecają wymianę wtyków RJ-11 i RJ-12 na wtyki RJ-45. W przypadku wtyków innego rodzaju lub zaleceń producenta, wtyki istniejące należy odciąć, a w ich miejsce zamontować wtyki RJ-45.

W projekcie przyjęto, że wszystkie aparaty telefoniczne wyposażone są w kable zakończone wtykami, które nie wymagają wymiany.

3.15. Listwy zasilające w szafach

W szafach serwerowych oraz w aktywnych szafach punktów dystrybucyjnych zainstalowane zostaną listwy zasilające typu PDU i CDU.

Listwy PDU przeznaczone są do montażu w pionie i wyposażone są w trzy grupy gniazd (po jednej grupie na fazę). W skład każdej grupy wchodzi osiem gniazd C13 oraz dwa gniazda C19. Listwy PDU zostaną zasilone z obwodów trójfazowych 3×16A.

Listwy CDU przeznaczone są do montażu w ramie 19" i wyposażone są w osiem gniazd typu C13. Listwy CDU zostaną zasilone z obwodów jednofazowych 16A.

W środkowych szafach GPD oraz w szafach SZS typu 11 instalowane będą po dwie (osobno dla każdej gałęzi A/B) listwy zasilające PDU. W szafach SZS typu 22 instalowane będą po cztery listwy PDU (po dwie dla każdej gałęzi A/B). Listwy każdej gałęzi A/B instalowane będą po różnych stronach z tyłu szaf – odpowiednio po stronie lewej i prawej patrząc od tyłu szaf.

W szafach SPD oraz w aktywnej szafie BPD-0 instalowane będą po dwie (osobno dla każdej gałęzi A/B) listwy zasilające CDU. Listwy każdej gałęzi A/B instalowane będą z tyłu szaf na wysokości urządzeń aktywnych – odpowiednio wyżej i niżej.

W szafach SZS typu 15 instalowanych będzie po osiem (po cztery dla każdej gałęzi A/B) listew zasilających CDU. W szafach czterokomorowych, w każdej

komorze należy zainstalować jeden układ A/B listew CDU, a w szafach dwukomorowych – po dwa układy listew CDU.

W aktywnej szafie punktu dystrybucyjnego BPD-1 oraz w aktywnych szafach wszystkich piętrowych punktów dystrybucyjnych instalowane będą pojedyncze listwy CDU.

Wszystkie listwy zasilające funkcjonujących w gałęziach A/B należy oznaczyć kolorem przypisanym do danej gałęzi.

Oba typy listw zasilających umożliwiają monitorowanie obciążenia, pomiar zużytej energii elektrycznej oraz włączanie i wyłączanie poszczególnych gniazd zasilających, co pozwala na zdalne resetowanie urządzeń, sekwencyjne ich załączanie oraz zarządzanie wykorzystaniem gniazd. Zarządzanie listwami odbywać się będzie za pomocą sieci komputerowej i protokołu WWW, SNMP lub Telnet. W przypadku przekroczenia ustalonych wartości progowych parametrów zasilania możliwe będzie wysłanie odpowiednich wiadomości poprzez SNMP lub e-mail.

Zarządzanie listwami zasilającymi odbywać się będzie za pośrednictwem zainstalowanego w szafie BPD-0 urządzenia Sentry Power Manager, którego zadaniem jest min. dynamiczne powiadamianie o alarmach, raportowanie trendów oraz przechowywanie centralnych dzienników zdarzeń systemowych dla różnych parametrów.

3.16. Zasilacze bezprzerwowe UPS

W szafie budynkowego punktu dystrybucyjnego BPD-1 oraz wszystkich piętrowych punktów dystrybucyjnych PPD zainstalowane zostaną zasilacze APC Smart-UPS XL 3000VA RM 3U 230V wyposażone w interfejs do zarządzania poprzez sieć komputerową. W miarę wzrostu obciążenia zasilacze mogą zostać wyposażone w dodatkowe moduły bateryjne APC Smart-UPS XL 48V RM 3U Battery Pack, tak aby zapewnić czas autonomii nie krótszy niż 20 minut.

3.17. Przełączniki i konsole KVM

W szafach serwerowych typu 1/1 oraz typu 2/2 zainstalowane zostaną przełączniki KVM typu SSC Duo 16. Przełączniki te wyposażone są w 16 portów KVM oraz port Ethernet służący do dostępu do konsol serwerów poprzez sieć komputerową.

W przypadku niewielkich liczb serwerów zainstalowanych w szafach, przełączniki KVM mogą być instalowane w szafach serwerowych punktów dystrybucyjnych SPD.

Klawiatury, monitory oraz myszki z wtykami PS/2 podłączane będą do przełączników za pomocą konwerterów na kable skrętkowe. Maksymalna długość takiego połączenia wynosi 30 m.

Wraz z przełącznikami KVM zainstalowane zostaną konsole MTE z monitorami LCD 15".

3.18. Monitorowanie parametrów środowiskowych

W szafach serwerowych oraz w szafach aktywnych punktów dystrybucyjnych zainstalowanych w pomieszczeniach serwerowni zainstalowane zostaną czujniki temperatury oraz czujniki wilgotności. Czujniki wilgotności będą instalowane w szafach po jednym czujniku na wymiennik LCP T3+.

Czujniki temperatury i wilgotności zostaną podłączone do modułów CMC-TC znajdujących się na wyposażeniu każdego wymiennikach LCP T3+.

Monitorowanie parametrów środowiskowych odbywać się będzie za pomocą menadżera CMC-TC, który za pomocą graficznego interfejsu pozwala na kontrolowanie wszystkich agentów SNMP oraz konfigurowanie urządzeń poprzez protokół SNMP.

3.19. Alarmowanie o wyciekach płynów

W celu wykrycia ewentualnych wycieków cieczy pod podłogą podniesioną serwerowni zastosowane zostaną trzy czujniki wycieków w postaci kabli o długości 15 metrów podłączonych do urządzenia analizującego. Czujniki zostaną rozwinięte na stropie i podłączone do modułów CMC-TC zainstalowanych w wymiennikach LCP T3+ zestawionych z szafami SPD-1, SPD-3 i SPD-6.

3.20. Sejf na nośniki danych

W pomieszczeniu nośników danych A.0.17 zostanie zainstalowany sejf na nośniki danych o pojemności 590 litrów typu DDS S15 firmy Lampertz.

Zastosowany sejf posiada certyfikat ECBS oraz charakteryzuje się 120 minutową ochroną przeciwpożarową. Sejf wyposażony zostanie w zamek z kombinacją elektronicznych kodów, dziewięć wysuwanych półek oraz 72 poprzeczki, co umożliwi przechowywanie do 1680 kaset LTO. Ciężar pustego sejfu wyniesie 922 kg.

3.21. Konstrukcje nośne instalacji teleinformatycznej w budynkach

Kable instalacji teleinformatycznej prowadzone będą:

- w korytkach metalowych (w tym siatkowych) i rurkach giętkich PCV – układanych w podłogach podniesionych,
- w korytkach i drabinkach metalowych – prowadzonych pod stropami i w szachtach,
- w rurkach giętkich PCV – bruzdowanych w ścianach ceramicznych lub układanych w konstrukcji ścian z płyt g-k,
- w korytkach PCV – układanych natynkowo,

Instalując rurki i korytka PCV oraz korytka i drabiny metalowe należy we właściwych miejscach stosować odpowiedniego rodzaju kształtki takie jak kąty, łuki, kolanka, zaślepki, złączki i tym podobne. W kosztorysie ujęte zostały one jako materiały pomocnicze.

Szczegóły prowadzenia rurek, korytek oraz drabinek zostały pokazane na rysunkach.

3.22. Uszczelnienia ogniochronne

Po zainstalowaniu kabli, przepusty między strefami pożarowymi oraz inne przepusty pokazane na rysunkach należy uszczelnić substancjami ogniochronnymi:

- szachty należy uszczelnić za pomocą systemu CP 673 (lub równoważnego) składającego się z płyt wełnianych, masy ogniochronnej oraz powłok ogniochronnych.
- pozostałe przepusty należy uszczelnić za pomocą poduszek ogniochronnych CP 651N-L (lub równoważnych).

3.23. Kanalizacja kablowa

Przy budowie kanalizacji kablowej projekt wykonawczy należy rozpatrywać łącznie z projektem budowlanym pt. „Sieci telekomunikacyjne”.

Na potrzeby sieci szkieletowej SPNT oraz przyłączy telekomunikacyjnych wykonane zostaną dwa niezależne, rozdzielone ciągi wielootworowej kanalizacji kablowej – ciąg A oraz ciąg B. Oba ciągi zostaną wykonane za pomocą rur RPP 110/5 i DVK 110 oraz studni kablowych typu SKO-6 i SKO-12. Oba ciągi kanalizacji zostaną wyprowadzone z budynku Centrum komputerowego i wprowadzone do budynku Centrum Szkoleniowego. Ciągi kanalizacji kablowej zostały zaprojektowane w sposób umożliwiający ich łatwą rozbudowę na tereny dalszych etapów budowy kompleksu SPNT oraz umożliwiający nawiązanie się do nich operatorów telekomunikacyjnych świadczących w przyszłości usługi telekomunikacyjne w kompleksie SPNT.

Operatorom telekomunikacyjnym doprowadzającym swoje przyłącza do SPNT jako punkty wejścia w ciągi kanalizacji kablowej wyznacza się studnię A6 (ciąg A) oraz studnię B7 (ciąg B) – obie usytuowane przy ulicy Niemrzyńskiej po obu stronach budynku Centrum szkoleniowego. W ciągach od studni A6 i B7 do budynku Centrum komputerowego zarezerwowano na potrzeby kabli przyłączy po trzy otwory kanalizacji kablowej.

Dla poszczególnych studni kablowych przewiduje się następujące rodzaje ram i nakryw:

- Rama i nakrywa lekka – studnie: A1, A2, A2-1, A3, A4, A4-1, A5, A5-1, A6, B1, B2, B3, B4-2, B7.
- Rama i nakrywa ciężka – studnie: B4, B4-1, B5, B6, B6-1, B6-2.

Układając kanalizację należy w przypadku skrzyżowań i zbliżeń z innymi urządzeniami uzbrojenia terenu zachować obowiązujące odległości normatywne lub stosować dodatkowe rury osłonowe RHDPEp 140/5,4 mm.

Ze względu na liczne zbliżenia i skrzyżowania z innym uzbrojeniem terenu wszystkie prace przy budowie kanalizacji kablowej należy wykonywać ręcznie.

Po ułożeniu kanalizacji kablowej i zasypaniu wykopu, nawierzchnię należy doprowadzić do stanu pierwotnego lub do stanu wynikającego z projektu zagospodarowania terenu.

Wszystkie otwory kanalizacji kablowej pierwotnej oraz wtórnej po wprowadzeniu do nich kabli należy uszczelnić w sposób uniemożliwiający przenikanie do budynków płynów, gazów oraz zanieczyszczeń.

4. System oznaczeń

4.1. Oznaczenia punktów dystrybucyjnych i innych punktów węzłowych

GPD- <i>a</i>	–	Główny punkt dystrybucyjny (A lub B)
BPD- <i>nn</i>	–	Budynkowy punkt dystrybucyjny (0, 1, 2, ...)
PPD- <i>nn-m</i>	–	Piętrowy punkt dystrybucyjny (1-1, 1-2, 1-3, ...)
SPD- <i>nn</i>	–	Serwerowy punkt dystrybucyjny (1, 2, 3, ...)
SZS- <i>nn-m</i>	–	Szafa serwerowa (1-1, 1-2, 1-3, ...)
CPD	–	Centralowy punkt dystrybucyjny
PSO- <i>a</i>	–	Punkt styku z operatorami (A lub B)
PT	–	Przełącznica telefoniczna

4.2. Oznaczenia kabli szkieletowych

Kable szkieletowe oznaczane będą za pomocą relacji od punktu węzłowego (dystrybucyjnego) nadrzędnego do podrzędnego. Zastosowany zostanie następujący schemat:

AAA.BB.CC.D > AAA.BB.CC.D

gdzie:

AAA – oznaczenie węzła:

GA	–	GPD-A
GB	–	GPD-B
SA	–	PSO-A
SB	–	PSO-B
Bnn	–	BPD- <i>nn</i>
Pm	–	PPD- <i>nn-m</i>
Snn	–	SPD- <i>nn</i>
SZm	–	SZS- <i>m</i>
C	–	CPD
PT	–	PT

nn – numer budynku lub serwerowego punktu dystrybucyjnego. W przypadku budynku *nn* oznacza:

0	–	Centrum komputerowe
1	–	Inkubator przedsiębiorczości
2	–	Centrum innowacji
3	–	Centrum szkoleniowe

m – numer piętra lub szafy serwerowej.

BB – oznaczenie kabla:

SJ	–	kabel światłowodowy jednomodowy OS2
SW	–	kabel światłowodowy wielomodowy OM3 XG
F4	–	kabel teleinformatyczny FFTP 4p, kat. 6A
F25	–	kabel teleinformatyczny STP 25p, 1000Base-T
TF	–	kabel telefoniczny

CC – numer włókna, kabla 4-parowego, pary

D – pomocnicze oznaczenie gałęzi A lub B (jeżeli wymagane)

4.3. Oznaczenia zakończeń kablowych

Porty zakończeń kablowych (porty LC, RJ-45, LSA) należy opisywać oznaczeniem włókna, kabla 4-parowego lub pary kabla, który jest na nich zakończony, przy czym w opisie należy użyć oznaczenia punktu dystrybucyjnego lub węzła znajdującego się po drugiej stronie kabla.

Przykład:

Kabel światłowodowy relacji z GPD-A do BPD-1 ma oznaczenie:

GA.SJ.1-24 > B1.SJ.1-24

Porty LC-DPX panela światłowodowego, na którym kabel jest zakończony w GPD-A należy oznaczyć od B1.SJ.1-2 do B1.SJ.23-24, a porty LC-DPX panela światłowodowego, na którym kabel jest zakończony w BPD-1 należy oznaczyć od GA.SJ.1-2 do GA.SJ.23-24.

Ze względu na stosunkowo długi łańcuch znaków oznaczenia można upraszczać opisując w tym przypadku cały 12-portowy moduł światłowodowy oznaczeniem GA.SJ, a poszczególne porty LC-DPX oznaczeniami od 1-2 do 23-24.

Porty gałęzi A należy oznaczać za pomocą etykiet koloru czerwonego, a porty gałęzi B – za pomocą etykiet koloru niebieskiego. Dopuszcza się użycie etykiet koloru białego i zastosowanie nadruku odpowiednio koloru czerwonego i niebieskiego.

Ze względu na duże gęstości upakowania portów na panelach, tam gdzie nie będzie możliwe opisanie portu należy sporządzić tabelę konwersji oznaczeń fabrycznych na oznaczenia wynikające z relacji kabli.

4.4. Oznaczenia gniazd RJ-45

Zastosowana zostanie numeracja gniazd RJ-45 związana z punktem dystrybucyjnym. Poszczególne moduły w gniazdach RJ-45 oznaczane będą według schematu:

A-BB-CC

gdzie:

A — numer punktu dystrybucyjnego — 0 dla każdego BPD, 1 dla PPD-*nn*-1, 2 dla PPD-*nn*-2, 3 dla PPD-*nn*-3.

BB — numer panela RJ-45 pola abonenckiego, na którym zakończono drugi koniec kabla.

CC — numer portu RJ-45, na którym na panelu pola abonenckiego zakończono drugi koniec kabla.

4.5. Oznaczenia kabli krosowych

Kable krosowe wykorzystywane w szafach punktów dystrybucyjnych oraz serwerowych należy opisać po obu końcach za pomocą tej samej liczby losowo wybranej z zakresu 1 do 65535. Liczby należy zapisywać w systemie szesnastkowym od 0001 do FFFF. Prawdopodobieństwo powtórzenia się dwóch liczb jest niewielkie. Do losowania liczb należy wykorzystać generator liczb pseudolosowych dostępny w każdym języku programowania wysokiego poziomu.

5. Tabela konfiguracji szaf

6. Tabela konfiguracji urządzeń aktywnych

7. Rysunki

Schemat blokowy sieci i instalacji komputerowych.....	1
Schemat blokowy sieci i instalacji telefonicznych.....	2
Schemat rozwinięty sieci i instalacji komputerowych i telefonicznych.....	3
Koncepcja docelowej kanalizacji kablowej SPNT.....	4
Kanalizacja kablowa i kable w terenie w pierwszym etapie.....	5
Plan instalacji – Garaż.....	6
Plan instalacji – Centrum komputerowe – parter.....	7
Rozmieszczenie szaf w pomieszczeniach serwerowni – parter.....	8
Plan instalacji – Centrum komputerowe – piętro 1.....	9
Rozmieszczenie docelowe szaf w pomieszczeniach serwerowni – piętro 1.....	10
Plan instalacji – Centrum komputerowe – piętro 2.....	11
Plan instalacji – Inkubator przedsiębiorczości – parter.....	12
Plan instalacji – Inkubator przedsiębiorczości – piętro 1.....	13
Plan instalacji – Inkubator przedsiębiorczości – piętro 2.....	14
Plan instalacji – Inkubator przedsiębiorczości – piętro 3.....	15
Widok punktu dystrybucyjnego GPD-A.....	16
Widok punktu dystrybucyjnego GPD-B.....	17
Widok referencyjny punktu dystrybucyjnego SPD (Sekcje typu 111x).....	18
Widok punktów dystrybucyjnych SPD-1, SPD-6.....	19
Widok referencyjny punktu dystrybucyjnego SPD (Sekcje typu 922).....	20
Widok punktu dystrybucyjnego SPD-3.....	21
Widok szafy serwerowej SZS (typ 11).....	22
Widok szafy serwerowej SZS (typ 15-2).....	23
Widok szafy serwerowej SZS (typ 15-4).....	24
Widok szafy serwerowej SZS (typ 22).....	25
Widok punktu styku z operatorami PSO-A.....	26
Widok punktu styku z operatorami PSO-B.....	27
Widok punktu dystrybucyjnego CPD.....	28
Widok punktu dystrybucyjnego BPD-0.....	29
Widok punktu dystrybucyjnego BPD-1.....	30
Widok punktu dystrybucyjnego PPD-1-1.....	31
Widok punktu dystrybucyjnego PPD-1-2.....	32
Widok punktu dystrybucyjnego PPD-1-3.....	33

Widok przełącznicy telefonicznej PT.....	34
Schemat urządzeń aktywnych sieci komputerowej.....	35