



Politechnika Wrocławska

TECHNOLOGIE SIECIOWE PROJEKT ETAP 3

Kacper Cupiał 273021
Dominik Pokrzywa 272953
Mateusz Głuchowski 272885
22.11.2024 r.
Grupa 2

SPIS TREŚCI

1.	Wstęp teoretyczny	3
2.	Inwentaryzacja zasobów	3
3.	Analiza potrzeb użytkowników	5
3.	Założenia projektowe.....	6
5.	Projekt sieci.....	7
5.1	Projekt logiczny sieci wraz z opisem koncepcji.....	7
5.1.1	Rysunek projektu logicznego	7
5.1.2	Opis koncepcji przyjętego rozwiązania	13
5.1.3	Schemat nazewnictwa urządzeń	14
5.2	Wybór urządzeń sieciowych	15
5.2.1	Przedstawienie listy wybranych urządzeń sieciowych.....	15
5.2.2	Argumentacji wybranych urządzeń sieciowych	16
5.3	Projekt adresacji IP.....	17
5.3.1	VLAN Managementowy	17
5.4	Projekt konfiguracji urządzeń	18
5.4.1	Tabele interfejsów fizycznych.....	18
5.5	Projekt podłączenia do Internetu.....	22
5.6	Analiza bezpieczeństwa i niezawodności sieci	23
5.7	Kosztorys.....	23
6,	Karty katalogowe proponowanych urządzeń	24

1. Wstęp teoretyczny

Projektowanie efektywnej i niezawodnej infrastruktury sieciowej stanowi kluczowy element zapewnienia sprawnej pracy w każdej organizacji. Sieć komputerowa w szczególności w firmie programistycznej musi spełniać wysokie wymagania w zakresie dostępności, bezpieczeństwa, wydajności oraz elastyczności. Projektowanie sieci wymaga ustandaryzowanego podejścia, w szczególności, gdy projekt będzie obejmował wielu pracowników, pracujących na kilku piętrach, korzystających z wielu technologii i urządzeń.

Analizowana firma, zatrudnia pracowników w trzech działach. Pracownicy rozmieszczeni są na trzech piętrach, co wiąże się z koniecznością stworzenia odpowiedniej struktury sieciowej umożliwiającej swobodną komunikację między nimi. Dodatkowo firma korzysta z drukarek, Wi-Fi oraz kamer.

Celem projektu jest zaprojektowanie sieci komputerowej, która umożliwi sprawną wymianę danych pomiędzy pracownikami w obrębie poszczególnych działów, jak również między piętrami budynku. Sieć musi być podzielona na mniejsze podsieci, korzystając z technologii VLAN, mieć zapewnioną redundancję oraz umożliwiać dalszy rozwój firmy.

2. Inwentaryzacja zasobów

1. Pracownicy

Firma zatrudnia pracowników w jednym budynku na trzech piętrach. Podział pracowników na piętra zaprezentowano w tabeli 1.

Tabela 1. Inwentaryzacja zasobów przedsiębiorstwa.

Liczba użytkowników (komputerów)			
Budynek			
Grupa robocza	Parter	Piętro 1	Piętro 2
1. Zarząd i Kadry	-	34	18
2. Programiści i Testerzy		47	105
3. Administratorzy	6	-	-
Liczba drukarek			
	2	2	2
Kamery IP			
	8	6	6
Laboratorium (roboty)			
	16	-	-

2. Podział sieci

Sieć została podzielona na trzy mniejsze podsieci:

1. sieć biurową (komputery użytkowników, serwery, kamery i drukarki),
2. sieć laboratoryjną (roboty),
3. sieć gości (sieć bezprzewodowa).

Sieć dla gości obsługuje dwieście urządzeń jednocześnie przy pomocy Wi-Fi.

3. Wymagania dotyczące przepływu do/z serwerów lokalnych

W tabeli 2. przedstawiono wymagania dotyczące transferu przypadającego na jednego użytkownika, z podziałem na grupy robocze oraz poszczególne urządzenia, w tym również wymagania dotyczące kamer.

Tabela 2. Wymagania dotyczące przepływu lokalnych (na jednego użytkownika).

Użytkownik/Serwer	Transfer (down\up), kb/s		
	Serwer Plików	Serwer Pocztowy	Drukarka
1. Zarząd i Kadry	1600\1550	390\440	10\180
2. Programiści i Testerzy	1700\1590	380\430	10\170
3. Administratorzy	2100\1500	410\410	10\70
Kamera	110\2800	-	-

W tabeli 3. Przedstawiono dodatkowe wymagania dotyczące Serwera Pocztowego, dotyczące połączenia z internetem.

Tabela 3. Założenia dotyczące ruchu z i do Internetu.

	Internet kb/s		
	Down	Up	Sesje
Serwer Pocztowy	1290	620	49

4. Wymagania dotyczące przepływu generowanych przez użytkownika do/z Internetu

W tabeli 4. przedstawiono wymagania dotyczące transferu przypadającego na jednego użytkownika, z podziałem na grupy robocze oraz poszczególne urządzenia, w tym również wymagania dotyczące użytkowników Wi-Fi. Gdzie:

Tabela 4. Wymagania dotyczące przepływu jednego użytkownika z i do Internetu.

Użytkownik/Aplikacja	Transfer (down\up), kb/s			
	Przeglądarka	Praca w chmurze	Komunikator	Wideorozmowy
1. Zarząd i Kadry	80\15	23\36	15\15	40\40
2. Programiści i Testerzy	110\10	30\53	15\15	40\40
3. Administratorzy	100\20	20\30	15\15	40\40
Sieć gości	20\10	5\5	5\5	-

5. Wymagania dotyczące sieci laboratoryjnej

Sieć laboratoryjna nie ma dostępu do Internetu. Do sieci laboratoryjnej mają dostęp wyłącznie Programiści i Testerzy. Aby zagwarantować efektywną produkcję oprogramowania, roboty są podłączone do sieci laboratoryjnej tak, by umożliwić Programistom i Testerom zdalny dostęp do obu interfejsów każdego robota. Ruch z sieci biurowej do sieci laboratoryjnej ma charakter symetryczny i w godzinach pracy przedsiębiorstwa wynosi średnio po 1700 kb/s w każdą ze stron na jednego robota.

3. Analiza potrzeb użytkowników

1. Całkowity ruch w sieci:

Ruch na wewnętrznych serwerach + połączenia z Internetem + przepływy z laboratorium

Ruch na wewnętrznych serwerach = Serwer plików + Serwer Poczty + drukarki

Serwer plików = $\sum(\text{grupa robocza} * \text{rozmiar grupy roboczej}) = \text{download}(356400) + \text{upload}(387280)$ kb/s

Serwer poczty = $\sum(\text{grupa robocza} * \text{rozmiar grupy roboczej}) + \text{połączenia poczty z Internetem} * \text{liczba jednoczesnych sesji} = \text{download}(143710) + \text{upload}(121080)$ kb/s

Drukarki = $\sum(\text{grupa robocza} * \text{rozmiar grupy roboczej}) = \text{download}(2100) + \text{upload}(35620)$ kb/s

Ruch na wewnętrznych serwerach = $\text{download}(502210) + \text{upload}(543980)$ kb/s

Połączenia z Internetem = WWW + chmura + Komunikator + Wideorozmowy + Poczta

Poczta = liczba jednoczesnych połączeń * transfer na sesje = $\text{download}(63210) + \text{upload}(30380)$ kb/s

WWW = $\sum(\text{grupa robocza} * \text{rozmiar grupy roboczej}) = \text{download}(25480) + \text{upload}(4420)$ kb/s

Chmura = $\sum(\text{grupa robocza} * \text{rozmiar grupy roboczej}) = \text{download}(6876) + \text{upload}(11108)$ kb/s

Komunikator = $\sum(\text{grupa robocza} * \text{rozmiar grupy roboczej}) = \text{download}(4150) + \text{upload}(4150)$ kb/s

Wideorozmowy = $\sum(\text{grupa robocza} * \text{rozmiar grupy roboczej}) = \text{download}(8400) + \text{upload}(8400)$ kb/s

Połączenia z Internetem z Internetu = $\text{download}(108116) + \text{upload}(58458)$ kb/s

Przepływ z laboratorium = liczba robotów * transfer na robota = $\text{download}(27200) + \text{upload}(27200)$ kb/s

Całkowity ruch w sieci = $\text{download}(574316) + \text{upload}(599258)$ kb/s

Całkowity ruch w sieci po uwzględnieniu rozwoju firmy = Całkowity ruch w sieci * 120%

Całkowity ruch w sieci po uwzględnieniu rozwoju firmy = $\text{download}(689179.2) + \text{upload}(719109.6)$ kb/s

2. Całkowite zapotrzebowanie na podsieciach

Sieć laboratorium = przepływy laboratorium

Sieć laboratorium po uwzględnieniu rozwoju = $\text{download}(32640) + \text{upload}(32640)$ kb/s

Sieć gości = połączenia z Internetem

WWW = liczba sesji * transfer na sesje = $\text{download}(4000) + \text{upload}(2000)$ kb/s

Chmura liczba sesji * transfer na sesje = $\text{download}(1000) + \text{upload}(1000)$ kb/s

Komunikator = liczba sesji * transfer na sesje = $\text{download}(1000) + \text{upload}(1000)$ kb/s

Poczta = liczba sesji * transfer na sesje = $\text{download}(63210) + \text{upload}(30380)$ kb/s

Sieć gości = $\text{download}(69210) + \text{upload}(34380)$ kb/s

Sieć gości po uwzględnieniu rozwoju = $\text{download}(83052) + \text{upload}(41256)$ kb/s

Sieć biura = ruch na serwerach wewnętrznych + przepływ do internetu + sieć laboratorium

Ruch na wewnętrznych serwerach = $\text{download}(502210) + \text{upload}(543980)$ kb/s

Przepływ do Internetu = połączenia do internetu w całej sieci – sieć gości

Przepływ do Internetu = download(38906) + upload(24078) kb/s

Przepływ z laboratorium = download(27200) + upload(27200) kb/s

Sieć biura = download(568316) + upload(595258) kb/s

Sieć biura po uwzględnieniu rozwoju = download(681979.2) + upload(714309.6) kb/s

3. Założenia projektowe

1. Rodzaj technologii i przepustowość w sieci LAN

W sieci lokalnej (LAN) firmy, projekt zakłada wykorzystanie technologii Ethernet w standardzie Gigabit Ethernet (GigabitEthernet1000Base-T) oraz 10 Gigabit Ethernet (10-GigabitEthernet10GBase-T), co pozwoli na zapewnienie odpowiedniej przepustowości oraz skalowalności w przyszłości.

Ethernet (IEEE 802.3) jest preferowaną technologią, ze względu na jej wysoką wydajność, powszechność i dużą kompatybilność z urządzeniami sieciowymi.

Standard Gigabit Ethernet (GigabitEthernet1000Base-T) zostanie zastosowany na wszystkich poziomach sieci, w tym na połączeniach między punktami dystrybucyjnymi (MDF i IDF), łączach do serwerów oraz urządzeniach końcowych. Ten standard zapewnia przepustowość do 1 Gbps, co jest wystarczające do obsługi większości urządzeń końcowych, w tym komputerów, drukarek i urządzeń Wi-Fi.

Punkty dostępowe (Access Points) będą obsługiwać standardy Wi-Fi 802.11ac (Wi-Fi 5) lub 802.11ax (Wi-Fi 6), które oferują przepustowość w zależności od konfiguracji: 1.3 Gbps w przypadku Wi-Fi 5 i do 9,6 Gbps w przypadku Wi-Fi 6.

Wszystkie urządzenia końcowe, takie jak komputery i drukarki, będą korzystać z połączeń przewodowych z wykorzystaniem kabla kat. 6, co zapewni stabilność i pełną przepustowość na poziomie 1 Gbps.

Wi-Fi zostanie zainstalowane na każdym piętrze budynku, zapewniając zasięg odpowiedni dla urządzeń mobilnych (laptopów, smartfonów), z przepustowością odpowiednią do obsługi aplikacji takich jak przeglądarka internetowa czy komunikator.

2. Bezpieczeństwo sieci

W ramach projektowania sieci komputerowej dla firmy, bezpieczeństwo stanowi kluczowy element zapewniający prawidłowe i niezawodne działanie systemu informatycznego. Aby zminimalizować ryzyko utraty danych, nieautoryzowanego dostępu oraz zapewnić poufność, integralność i dostępność sieci, należy uwzględnić następujące założenia projektowe dotyczące bezpieczeństwa:

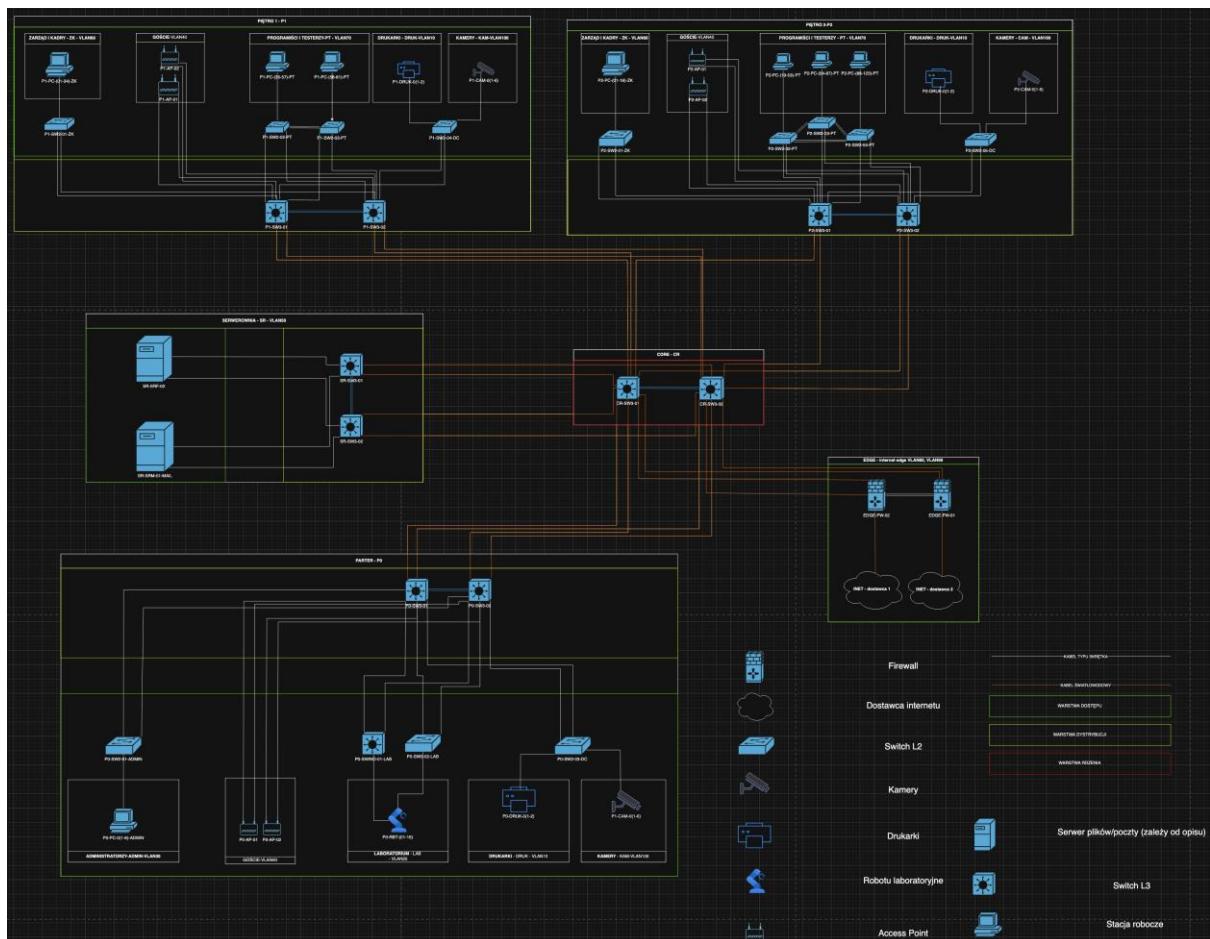
1. **Separacja ruchu za pomocą VLAN** - Sieć będzie podzielona na różne grupy robocze przy użyciu VLAN, co zapewni izolację i separację ruchu między działami firmy. Każdy dział (grupa robocza) otrzyma osobną sieć VLAN, co ograniczy ryzyko nieautoryzowanego dostępu między działami. Dodatkowo, urządzenia, takie jak drukarki i serwery, będą przypisane do odpowiednich VLAN-ów, aby ograniczyć dostęp do nich tylko do uprawnionych użytkowników.
2. **Zabezpieczenie punktów dostępu Wi-Fi** - Sieć Wi-Fi zostanie zabezpieczona przy użyciu protokołów WPA3 oraz silnych haseł dostępu. Ponadto, w celu ograniczenia dostępu do sieci bezprzewodowej tylko uprawnionym pracownikom, zostaną zastosowane mechanizmy autentykacji oparte na 802.1X. Sieć Wi-Fi będzie podzielona na różne SSID, zapewniając oddzielne dostęp do sieci dla pracowników i gości.

3. **Użycie zapór ogniwowych (Firewall)** - W projektowanej sieci zostaną zainstalowane zapory ogniowe na poziomie komputerów osobistych i serwerów, które będą monitorować i kontrolować przepływ danych zarówno w obrębie sieci lokalnej, jak i w interakcji z Internetem. Zapory ogniowe będą służyć do blokowania nieautoryzowanego dostępu do sieci oraz do zarządzania ruchem przychodzązym i wychodzącym.
4. **Zabezpieczenie serwerów i urządzeń końcowych** - Serwery, komputery i inne urządzenia końcowe będą wyposażone w oprogramowanie antywirusowe oraz mechanizmy wykrywania i zapobiegania włamaniom (IDS/IPS), które pozwolą na monitorowanie oraz ochronę przed szkodliwym oprogramowaniem i atakami z sieci. Dodatkowo, urządzenia końcowe będą regularnie aktualizowane, aby zapewnić ochronę przed nowymi zagrożeniami.
5. **Kontrola dostępu do urządzeń sieciowych** - Dostęp do urządzeń sieciowych (przełączników, routerów, serwerów) będzie chroniony przez silne hasła oraz systemy autoryzacji opartych na certyfikatach. Zostanie również wdrożona polityka ograniczająca dostęp do urządzeń sieciowych tylko dla uprawnionych administratorów.
6. **Zapewnienie redundancji rutera stosując FHRP** – Palo Alto nie wspiera standardowego protokołu FHRP. Urządzenia PA wykorzystują natywne mechanizmy redundancji w ramach konfiguracji HA (High Availability).

5. Projekt sieci

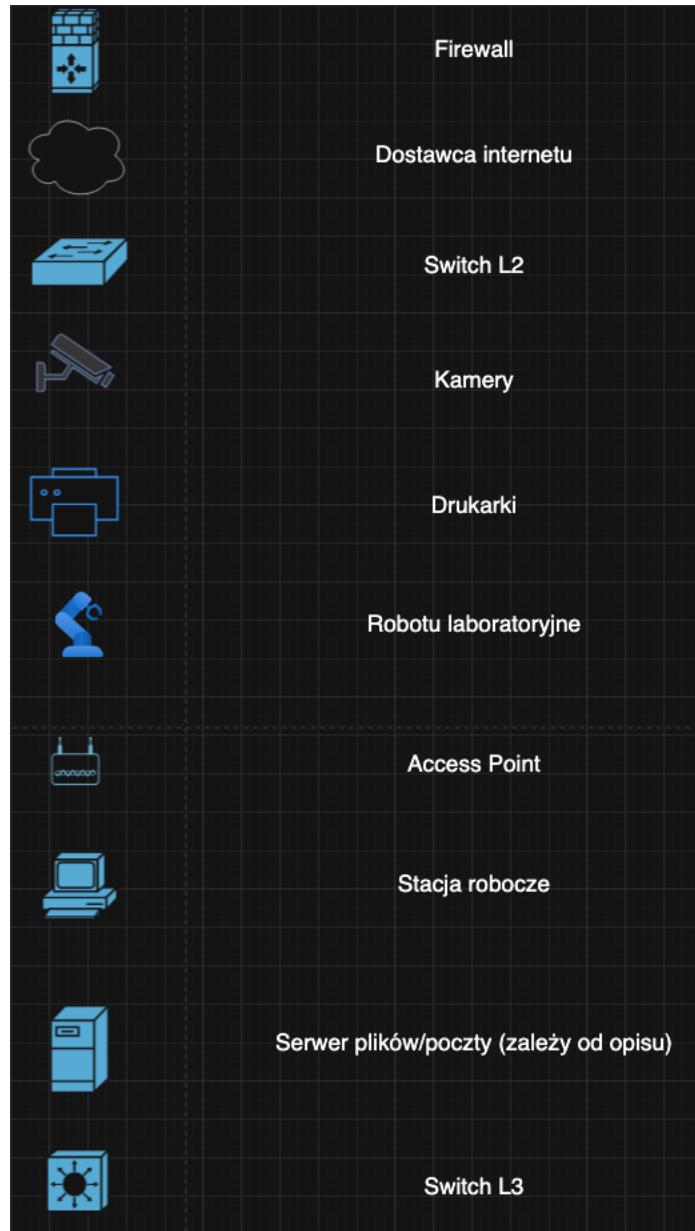
5.1 Projekt logiczny sieci wraz z opisem koncepcji

5.1.1 Rysunek projektu logicznego

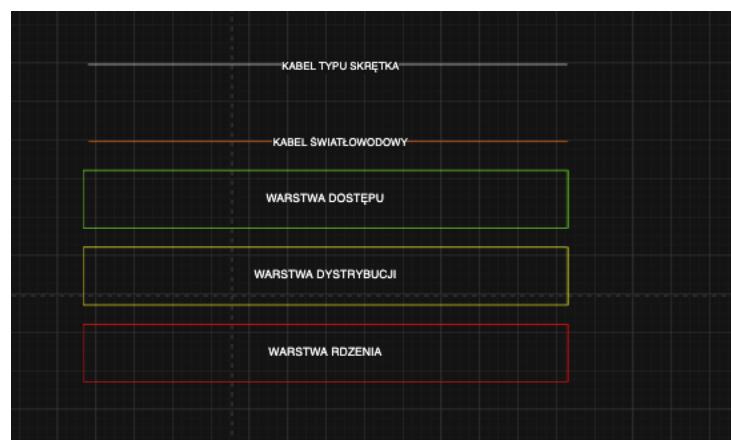


Rys. 1- Całokształt projektu logicznego

Legenda:



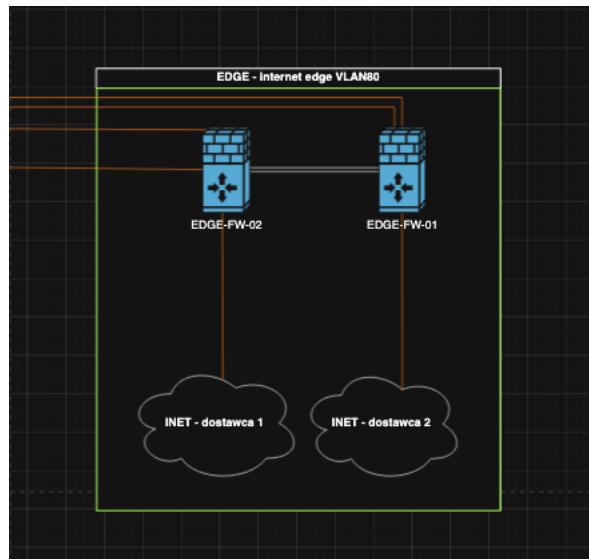
Rys. 2-Legenda



Rys. 3-Legenda, ciąg dalszy

Edge:

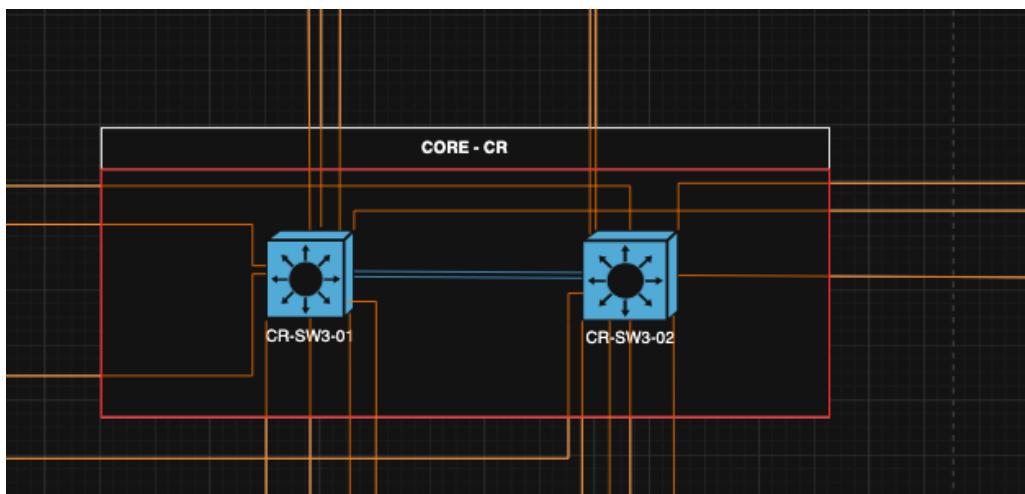
miejsce styku sieci wewnętrznej z zewnętrzną. Dzięki zastosowaniu urządzeń Palo Alto została zachowana ciągłość działania sieci poprzez redundancję firewalli (High Availability). Oba urządzenia działają jako para aktywny-pasywny. W przypadku awarii, bądź potrzeby zaktualizowania jednego urządzenia, ruch zostaje automatycznie przełączony na drugie urządzenie. Zapewnia to nieprzerwane działanie sieci.



Rys. 4-Edge

Główna warstwa dystrybucji (MDF) – Core

W celu zachowania redundancji są stackowane 2 switche 24 portowe (EX4300-24P) działające w trybie aktywny-aktywny z wykorzystaniem [Virtual Chassis](#). Virtual Chassis jest technologią stosowaną w przełącznikach od Juniper Networks łącząc większą ilość przełączników w jedno urządzenie logiczne. VC zapewnia elastyczność, elastyczność połączeń oraz redundantność.



Rys. 5-Core

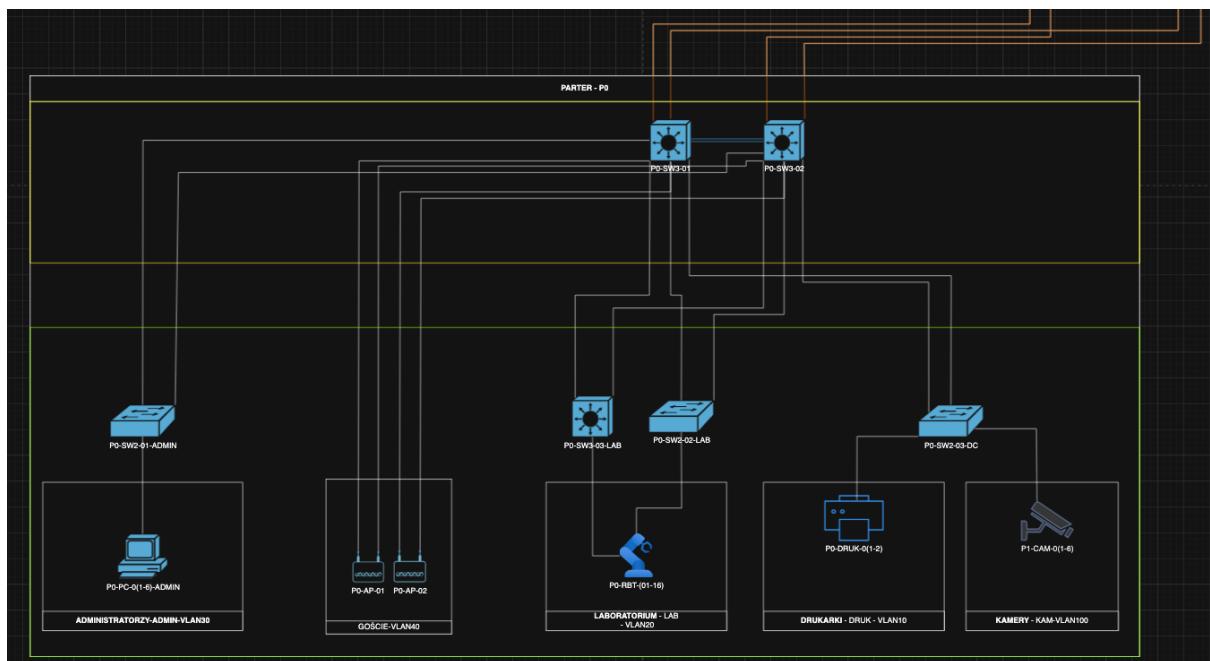
Parter

Pośredni punkt dystrybucji:

- Oznaczony na kolor żółty IDF obsługujący parter działa na podobnej zasadzie jak Core. Dwa switche 24-portowe EX3400-24P są stackowane również wykorzystując Virtual Chassis.

Laboratorium – rozwiązywanie problemu duplikacji adresów IP:

- Użycia dodatkowego urządzenia warstwy trzeciej, w tym przypadku switcha industrialnego CISCO IE-4010-4S24P. Switch ma na celu rozwiązać problem duplikacji adresów IP poprzez translację na poziomie warstwy drugiej.



Rys. 6-Parter

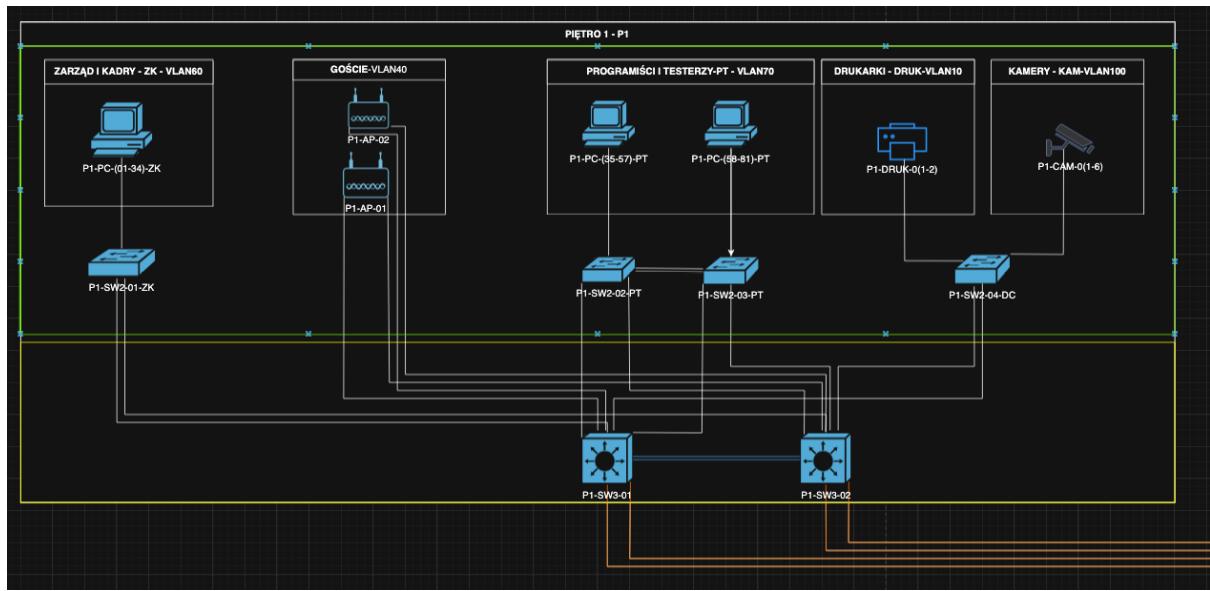
Piętro 1:

Pośredni punkt dystrybucji:

- Oznaczony na kolor żółty IDF obsługujący parter działa na podobnej zasadzie jak Core. Dwa switche 24-portowe EX3400-24P są stackowane również wykorzystując Virtual Chassis.
- Bezpośrednio do niego podłączona są access pointy Aruba 600H sieci WiFi Goście-vlan40

Switche warstwy drugiej:

- Wykorzystane zostały 48-portowe EX3400-48P, obsługujące vlany dla urządzeń
- Do sieci vlan70 połączono 2 switche, używając technologii trunk, aby zapewnić odpowiednią ilość portów w podsieci
- Podsieci drukarek vlan10 oraz kamer vlan100, są podłączone do jednego switcha



Rys. 7-Piętro 1

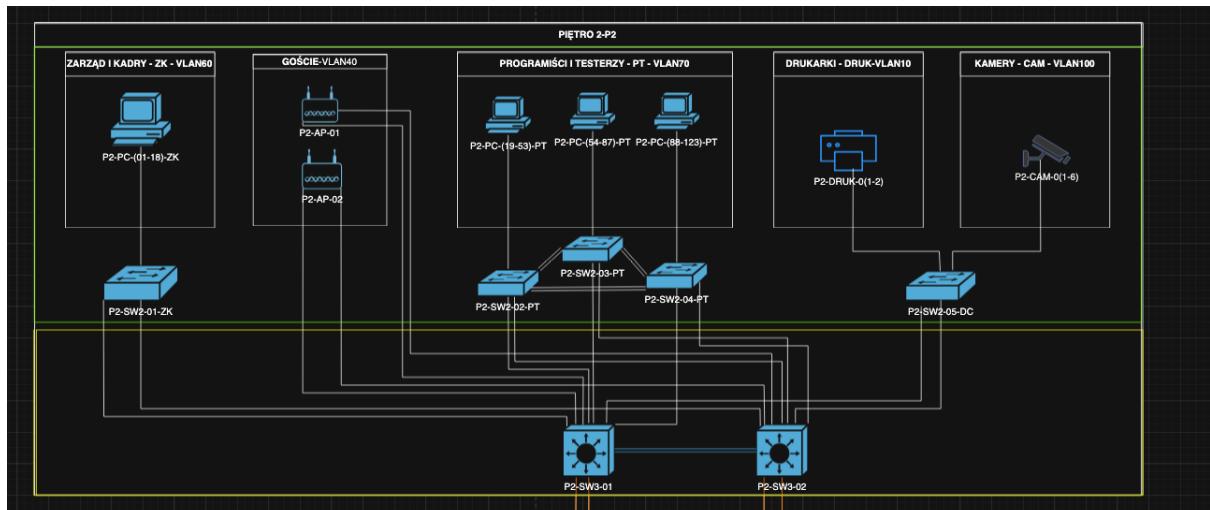
Piętro 2:

Pośredni punkt dystrybucji:

- Oznaczony na kolor żółty IDF obsługujący parter działa na podobnej zasadzie jak Core. Dwa switche 24-portowe EX3400-24P są stackowane również wykorzystując Virtual Chassis.
- Bezpośrednio do niego podłączona są access pointy Aruba 600H sieci WiFi Goście-vlan40

Switche warstwy drugiej:

- Wykorzystane zostały 48-portowe EX3400-48P, obsługujące vlany dla urządzeń
- Do sieci vlan70 połączono 3 switche, używając technologii trunk, aby zapewnić odpowiednią ilość portów w podsieci
- Podsieci drukarek vlan10 oraz kamer vlan100, są podłączone do jednego switcha

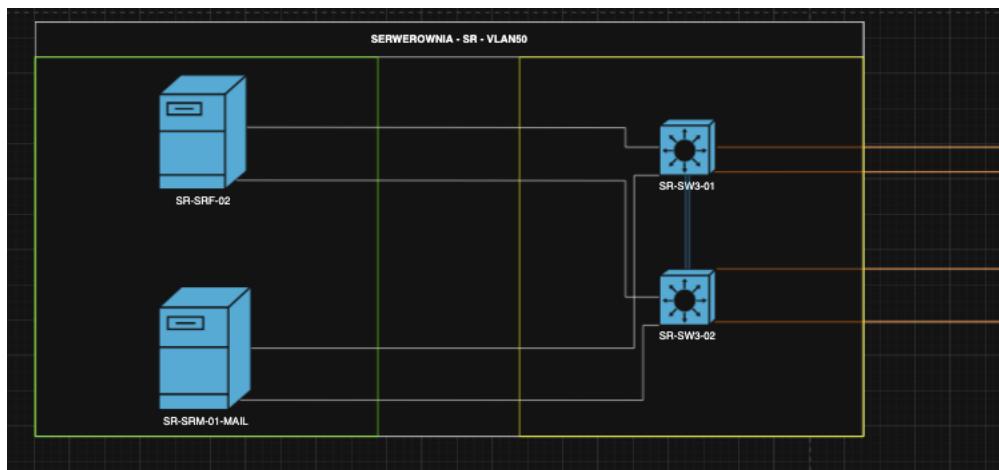


Rys. 8-Piętro 2

Serwerownia:

Pośredni punkt dystrybucji:

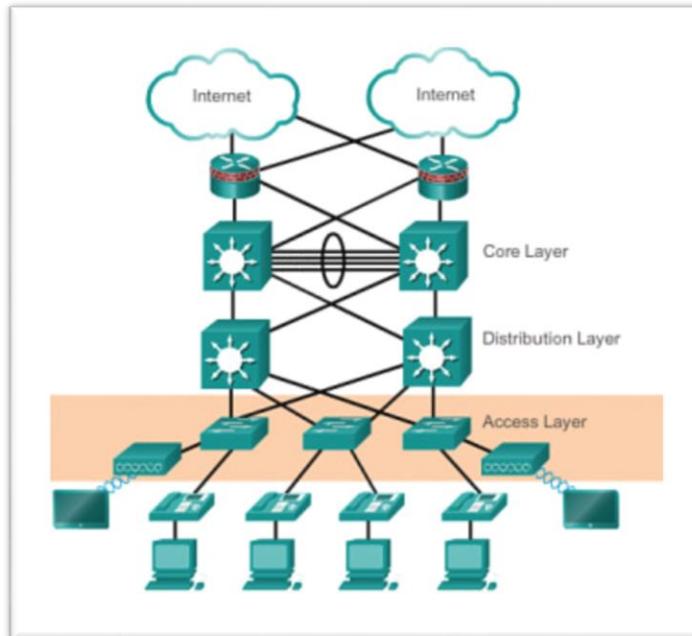
- Oznaczony na kolor żółty IDF obsługujący parter działa na podobnej zasadzie jak Core. Dwa switche 24-portowe EX3400-24P są stackowane również wykorzystując Virtual Chassis.
- Do serwera SRM 01-Mail, serwera poczty, zastosowano HPE ProLiant DL360 Gen10 Plus
- Do serwera SRF-02, serwera plików oraz kamer, użyto Synology RS2423+



Rys. 9-Serwerownia

5.1.2 Opis koncepcji przyjętego rozwiązania

Na projekcie logicznym nastąpił podział budynku na trzy piętra: parter, pierwsze piętro oraz drugie piętro. Podczas tworzeniu projektu przyjęliśmy koncepcję hierarchicznego, trójwarstwowego modelu sieci wprowadzonego przez CISCO w 1998r. Wybrany model pozwala na łatwą skalowalność sieci w przypadku potrzeby powiększenia infrastruktury, uproszczone zarządzanie urządzeniami oraz większą niezawodność. Dodatkowo model hierarchiczny ma na celu zmniejszenie ilości punktów krytycznych w infrastrukturze sieciowej. Wykorzystano w tym celu wyżej wymienione technologie jak High Availability (Palo Alto), czy Virtual Chassis (Juniper Networks).



Rys. 10 - Źródło: ciscopress.com - 3 Layer Design

5.1.3 Schemat nazewnictwa urządzeń

W projekcie przyjęliśmy poniższy schemat nazewnictwa w przypadku inwentaryzacji urządzeń:

<id_piętra/tieru>-<typ_urządzenia>-<id_urządzenia>-<dodatkowy_opis>-<opcjonalnie zakres ID urządzeń>

ID pięter/tieru:

- EDGE – Internet edge
- CR – MDF, Core Layer
- P0 – Parter
- P1 – Pierwsze piętro
- P2 – Drugie piętro
- SR – Serwerownia
- INET - dostawca internetu

Typ urządzenia:

- RT – Router
- FW – Firewall
- SW3 – Switch warstwy trzeciej
- SW2 – Switch warstwy drugiej
- SWIND – Switch industrialny
- CAM – Kamery
- DRUK - Drukarka
- RBT – Robot
- PC – Stacja robocza
- SRM – Serwer poczty
- SRF – Serwer plików

Dodatkowe opisy:

- $0(X - Y)$ – zakres ID urządzeń. Od razu wskazuje ilość urządzeń: $(Y - X + 1)$
- VLANX – VLAN o ID X
- PT – Programiści i testerzy
- ZK – Zarządy i kadry
- LAB – Laboratorium
- ADMIN - Administratorzy

5.2 Wybór urządzeń sieciowych

5.2.1 Przedstawienie listy wybranych urządzeń sieciowych

1. Przelączniki L3:

- Model: Juniper EX4300-24P
 - Producent: Juniper Networks
 - Konfiguracja portów dostępowych: 24-port 10/100/1000BASE-T
 - PoE/PoE+ Ports: 24
 - Budżet mocy PoE: 715W
 - Porty 10GbE: (maksymalna ilość z modulem): 4
 - Porty 40GbE: (maksymalna ilość z modulem): 4

2. Przelączniki L2:

- Model: Juniper EX3400-24P
 - Producent: Juniper Networks
 - Porty 10/100/1000Base-T: 24
 - Porty Uplink: 10GbE/GbE SFP+ /SFP porty 2 40GbE QSFP + porty
 - PoE + budżet mocy: 370W²/720W³
- Model: Juniper EX3400-48P
 - Producent: Juniper Networks
 - Porty 10/100/1000Base-T: 48
 - Porty Uplink: 4 x 10GbE SFP+ / GbE SFP

3. Firewall

- Model: Palo Alto PA-3220
 - Producent: Palo Alto Networks
 - Firewall Throughput: 4 Gbps
 - Threat Prevention Throughput: 2.2 Gbps
 - IPsec VPN Throughput: 2.6 Gbps
 - Max Concurrent Sessions: 1M
 - New Sessions per Second: 46,000
 - Virtual Systems: 1/6

5. Punkty dostępowe Wi-Fi

- Model: Aruba 600H
 - Producent: Aruba Networks
 - 2.4 GHz: 287 Mbps
 - 5 GHz: 1.2 Gbps
 - 6 GHz: 2.4 Gbps

6. Serwery

- Serwer poczty: HPE ProLiant DL360 Gen10 Plus
- Serwer plików: Synology RS2423+

7. Wkładki światłowodowe
 - Model: Cisco SFP-10G-LRM2
 - Zgodność: Compatible 10GBASE-LRM
 - Specyfikacja: SFP+, 1310 nm, 2 km DOM Duplex LC/UPC SMF
8. Switch industrialny:
 - Cisco IE-4010-4S24P
 - PoE: 24 porty
 - Porty 1Gbps: 4
 - 10/100/1000 Mbps PoE/PoE+: 24 porty

5.2.2 Argumentacji wybranych urządzeń sieciowych

1. Przełączniki warstwy trzeciej:
 - Juniper EX4300-24P
 - Zapewniają zaawansowane możliwości routingu, co jest kluczowe w większych sieciach firmowych, gdzie wymagana jest obsługa VLAN i dynamicznych protokołów routingu. Dodatkowo obsługa PoE+ oraz portów 10GbE z wkładkami SFP+ umożliwia bezproblemowe połączenie z urządzeniami warstwy 2 i routerem Juniper ACX2200.
2. Przełączniki warstwy drugiej:
 - Juniper EX2300-48P EX2300-24P
 - Obsługujące PoE+ zapewniają zasilanie dla urządzeń takich jak punkty dostępowe, telefony IP czy kamery. Dzięki uplinkom 10GbE (SFP+), łatwo można je podłączyć do przełączników warstwy 3 lub routera.
3. Firewall:
 - Palo Alto PA-3220:
 - Firewall od Palo Alto Networks zapewnia zaawansowaną ochronę przed zagrożeniami, możliwość obsługi VPN oraz wysoką wydajność przy ruchu szyfrowanym (Threat Prevention 2.2 Gbps). Dodatkowo PA3220 umożliwia konfigurację DHCP co umożliwia nieskorzystanie z dodatkowego serwera służącego stricte do DHCP.
5. Access point:
 - Aruba 600H:
 - Oferuje wsparcie dla najnowszych standardów Wi-Fi (w tym 6 GHz), co przekłada się na szybki i niezawodny dostęp do sieci. Obsługa PoE+ ułatwia integrację z przełącznikami Juniper EX2300.
6. Serwery:
 - HPE ProLiant DL360 Gen10 Plus i Synology RS2423+:
 - HPE ProLiant to wydajny serwer o dużych możliwościach rozbudowy, idealny do obsługi poczty firmowej, natomiast Synology RS2423+ oferuje niezawodne przechowywanie plików z opcją zarządzania backupem i redundancją.
7. Wkładki światłowodowe:
 - Cisco SFP-10G-LRM2:
 - Zapewniają niezawodne połączenia o dużej przepustowości (10 Gbps) na dystansie do 2 km, co umożliwia elastyczną rozbudowę sieci w dużych obiektach.
8. Przełącznik industrialny:
 - Cisco IE-4010-4S24P:
 - Umożliwia translację adresów IP na poziomie warstwy drugiej w celu rozwiązymania problemu zduplikowanych adresów interfejsów debugowania robotów.

5.3 Projekt adresacji IP

ID	NAME	AMOUNT OF HOSTS	IP/PREFIX	MASK	GATEWAY	BROADCAST	DESCRIPTION
10	VLAN10	254	192.168.1.0/24	255.255.255.0	192.168.8.1	192.168.1.255	Drukarki
20	VLAN20	254	192.168.2.0/24	255.255.255.0	192.168.8.1	192.168.2.255	Laboratorium
30	VLAN30	254	192.168.3.0/24	255.255.255.0	192.168.8.1	192.168.3.255	Administratorzy
40	VLAN40	254	192.168.4.0/24	255.255.255.0	192.168.8.1	192.168.4.255	Goście
50	VLAN50	254	192.168.5.0/24	255.255.255.0	192.168.8.1	192.168.5.255	Serwerownia
60	VLAN60	254	192.168.6.0/24	255.255.255.0	192.168.8.1	192.168.6.255	Zarząd i kadry
70	VLAN70	254	192.168.7.0/24	255.255.255.0	192.168.8.1	192.168.7.255	Programiści i testerzy
80	VLAN80	254	192.168.8.0/24	255.255.255.0	192.168.8.1	192.168.8.255	Internet edge VLAN
90	VLAN90	254	192.168.9.0/24	255.255.255.0	192.168.8.1	192.168.9.255	Managementowy
100	VLAN100	254	192.168.10.0/24	255.255.255.0	192.168.10.1	192.168.10.255	Kamery
110	VLAN110	254	192.168.0.0/24	255.255.255.0	192.168.0.1	192.168.0.255	Debugowanie robotów

Tabela 1- Vlany

5.3.1 VLAN Managementowy

VLAN Managementowy	
Adres IP	Nazwa urządzenia
192.168.90.1	EDGE-FW-02
192.168.90.2	EDGE-FW-01
192.168.90.3	CR-SW3-01
192.168.90.4	CR-SW3-02
192.168.90.5	P0-SW3-01
192.168.90.6	P0-SW3-02
192.168.90.7	P1-SW3-01
192.168.90.8	P1-SW3-02
192.168.90.9	P2-SW3-01
192.168.90.10	P2-SW3-02
192.168.90.11	P0-SW2-01-ADMIN
192.168.90.12	P0-SW2-02-LAB
192.168.90.13	P0-SW2-03-DC
192.168.90.14	P0-SWIND-LAB
192.168.90.15	P1-SW2-01-ZK
192.168.90.16	P1-SW2-02-PT
192.168.90.17	P1-SW2-03-PT
192.168.90.18	P1-SW2-04-DC
192.168.90.19	P2-SW-01-ZK
192.168.90.20	P2-SW-02-PT

192.168.90.21	P2-SW-03-PT
192.168.90.22	P2-SW-04-PT
192.168.90.23	P2-SW-05-DC
192.168.90.24	P2-AP-01
192.168.90.25	P2-AP-02
192.168.90.26	P1-AP-01
192.168.90.27	P1-AP-02

Tabela 2- Vlan managementowy

- Adresacja DHCP będzie działała z wykorzystaniem Firewalli Palo Alto PA-3220. Alternatywnie można wykorzystać funkcjonalności switchy warstwy trzeciej Juniper Neworks EX4300-24P, które również umożliwiają konfigurację DHCP. Ponadto PA-3220 będą pełniły funkcję bramy domyślnej.

5.4 Projekt konfiguracji urządzeń

5.4.1 Tabele interfejsów fizycznych

Core - CR-SW3-(1-2)			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-3	10,20,30,40,10 0	0 - 3	PO-SW3-01=02
ge-0/0/4-7	50	4-7	SR-SW3-01=2
ge-0/0/8-11	10,100,20,40, 70	8-11	P1-SW3-01=2
ge-0/0/12-15	10,100,20,40, 70	12-15	P2-SW3-01=2
ge-0/0/16/17	90,110	16-17	EDGE-FW-01=2

Tabela 3-Core

Serwerownia SR-SW3-(1-2)			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-1	50	0-1	SR-SRF-01
ge-0/0/2-3	50	2-3	SR-SRM-02

Tabela 4 - Serwerownia

Edge - EDGE-FW-(1-2)			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ethernet/1/1	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 , 90, 100	1	INET1
ethernet/1/2	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 , 90, 100	2	INET2

management	100	-	-
HA1	-	-	HA LINK (Heartbeat & Sync)
HA2	-	-	HA LINK (Session Sync)

Tabela 5-Krawędź internetu

Parter - Laboratorium			
Robot	Adres IP Interfejsu Debugowania	Przetłumaczenie Adresu IP interfejsu Debugowania	Adres IP komunikacyjny
P0-RBT-01	192.168.0.254	10.0.0.1	DHCP
P0-RBT-02	192.168.0.254	10.0.0.2	DHCP
P0-RBT-03	192.168.0.254	10.0.0.3	DHCP
P0-RBT-04	192.168.0.254	10.0.0.4	DHCP
P0-RBT-05	192.168.0.254	10.0.0.5	DHCP
P0-RBT-06	192.168.0.254	10.0.0.6	DHCP
P0-RBT-07	192.168.0.254	10.0.0.7	DHCP
P0-RBT-08	192.168.0.254	10.0.0.8	DHCP
P0-RBT-09	192.168.0.254	10.0.0.9	DHCP
P0-RBT-10	192.168.0.254	10.0.0.10	DHCP
P0-RBT-11	192.168.0.254	10.0.0.11	DHCP
P0-RBT-12	192.168.0.254	10.0.0.12	DHCP
P0-RBT-13	192.168.0.254	10.0.0.13	DHCP
P0-RBT-14	192.168.0.254	10.0.0.14	DHCP
P0-RBT-15	192.168.0.254	10.0.0.15	DHCP
P0-RBT-16	192.168.0.254	10.0.0.16	DHCP

Tabela 6-Laboratorium

Parter - P0-SW2-03-DC			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-1	10	0-1	P1-DRUK-01-2
ge-0/0/2-7	100	2-7	SR-SRM-02-7
ge-0/0/8	-	8	P0-SW3-01
ge-0/0/9	-	9	P0-SW3-02

Tabela 7-Parter - switch P0-SW2-03-DC

Parter - P0-SW2-01-ADMIN			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-5	30	0-5	P0-PC-(01-06)-ADMIN

Tabela 8- Parter-switch P0-SW2-01-ADMIN

Parter - P0-SW3-01-02			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0	30	0	P0-SW2-01-ADMIN

ge-0/0/1	30	1	P0-SW2-01-ADMIN
ge-0/0/2	20	2	P0-SW3-03-LAB
ge-0/0/3	20	3	P0-SW3-03-LAB
ge-0/0/4	20	4	P0-SW2-02-LAB
ge-0/0/5	20	5	P0-SW2-02-LAB
ge-0/0/6	100, 10	6	P0-SW2-03-DC
ge-0/0/7	100, 10	7	P0-SW2-03-DC
ge-0/0/8	10, 20, 30, 40, 100	8	CR-SW3-01
ge-0/0/9	10, 20, 30, 40, 100	9	CR-SW3-02
ge-0/0/10	10, 20, 30, 40, 100	10	CR-SW3-01
ge-0/0/11	10, 20, 30, 40, 100	11	CR-SW3-02
ge-0/0/12	40	12	P0-AP-01
ge-0/0/13	40	13	P0-AP-02

Tabela 9 - Parter - switch P0-SW3-01-02

Piętro 1 - P1-SW3-01-02			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0	10, 100, 40, 60, 70, 100	0	CR-SW3-01
ge-0/0/1	10, 100, 40, 60, 70, 100	1	CR-SW3-02
ge-0/0/2	10, 100, 40, 60, 70, 100	2	CR-SW3-01
ge-0/0/3	10, 100, 40, 60, 70, 100	3	CR-SW3-02
ge-0/0/4	10, 100	4	P1-SW2-04-DC
ge-0/0/5	10, 100	5	P1-SW2-04-DC
ge-0/0/6	70	6	P1-SW2-03-PT
ge-0/0/7	70	7	P1-SW2-03-PT
ge-0/0/8	70	8	P1-SW2-02-PT
ge-0/0/9	70	9	P1-SW2-02-PT
ge-0/0/10	40	10	P1-AP-01
ge-0/0/11	40	11	P1-AP-02
ge-0/0/12	40	12	P1-AP-01
ge-0/0/13	40	13	P1-AP-02
ge-0/0/14	60	14	P1-SW2-01-ZK
ge-0/0/15	60	15	P1-SW2-01-ZK

Tabela 10 - Piętro 1 - switch P1-SW3-01 oraz P1-SW3-02

Piętro 2 - P1-SW3-01-02			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0	10, 40, 60, 70, 100	0	CR-SW3-01
ge-0/0/1	10, 40, 60, 70, 100	1	CR-SW3-02
ge-0/0/2	10, 40, 60, 70, 100	2	CR-SW3-01
ge-0/0/3	10, 40, 60, 70, 100	3	CR-SW3-02
ge-0/0/4	10, 100	4	P2-SW2-05-DC
ge-0/0/5	10, 100	5	P2-SW2-05-DC

ge-0/0/6	70	6	P2-SW2-04-PT
ge-0/0/7	70	7	P2-SW2-04-PT
ge-0/0/8	70	8	P2-SW2-03-PT
ge-0/0/9	70	9	P2-SW2-03-PT
ge-0/0/10	70	10	P2-SW2-02-PT
ge-0/0/11	70	11	P2-SW2-02-PT
ge-0/0/12	60	12	P2-SW2-01-ZK
ge-0/0/13	60	13	P2-SW2-01-ZK
ge-0/0/14	40	14	P2-AP-01
ge-0/0/15	40	15	P2-AP-01
ge-0/0/16	40	16	P2-AP-02
ge-0/0/17	40	17	P2-AP-02

Tabela 11-Piętro 2 - switch P1-SW3-01 oraz P1-SW3-02

Piętro 1 - P1-SW2-01-ZK			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-33	60	0-33	P1-PC-(01-34)
ge-0/0/34	60	34	P1-SW3-01
ge-0/0/35	60	35	P1-SW3-02

Tabela 12-Piętro 1 - switch - P1-SW2-02-PT

Piętro 1 - P1-SW2-02-PT			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-22	60	0-22	P1-PC-(35-57)-PT
ge-0/0/23	60	23	P1-SW3-01
ge-0/0/24	60	24	P1-SW3-02

Tabela 13 - Piętro 1 - switch P1-SW2-02-PT

Piętro 1 - P1-SW2-03-PT			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/23-46	60	23-46	P1-PC-(58-81)-PT
ge-0/0/47	60	47	P1-SW3-01
ge-0/0/48	60	48	P1-SW3-02

Tabela 14 - Piętro 1 - switch P1-SW2-03-PT

Piętro 1 - P1-SW2-04-DC			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-1	10	0-22	P1-DRUK-(1-2)
ge-0/0/2-7	100	2-7	P1-CAM-(1-6)
ge-0/0/8	10, 100	8	P1-SW3-01
ge-0/0/9	10, 100	9	P1-SW3-02

Tabela 15- Piętro 1 - switch P1-SW2-04-DC

Piętro 2 - P2-SW2-01-ZK			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-17	60	0-17	P2-PC-(1-18)-ZK
ge-0/0/18	60	18	P2-SW3-01
ge-0/0/19	60	19	P2-SW3-02

Tabela 16- Piętro 2 – switch P2-SW2-01-ZK

Piętro 2 - P2-SW2-02-PT			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-34	70	0-34	P2-PC-(19-53)-PT
ge-0/0/35	70	35	P2-SW3-01
ge-0/0/36	70	36	P2-SW3-02

Tabela 17-Piętro 2-switch - P2-SW2-02-PT

Piętro 2 - P2-SW2-03-PT			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-33	70	0-33	P2-PC-(54-87)-PT
ge-0/0/34	70	34	P2-SW3-01
ge-0/0/35	70	35	P2-SW3-02

Tabela 18- Piętro 2 - switch P2-SW2-03-PT

Piętro 2 - P2-SW2-04-PT			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/0-35	70	0-35	P2-PC-(88-123)-PT
ge-0/0/36	70	36	P2-SW3-01
ge-0/0/37	70	37	P2-SW3-02

Tabela 19-Piętro 2 – switch P2-SW2-04-PT

Piętro 2 - P2-SW2-05-DC			
Interfejs	VLAN	Numery Portów	Podłączone do urządzenia
ge-0/0/(0-1)	10	0-1	P2-DRUK-(1-2)
ge-0/0/(2-7)	100	2-7	P2-CAM-(1-6)
ge-0/0/8	70	8	P2-SW3-01
ge-0/0/9	70	9	P2-SW3-02

Tabela 20- Piętro 2 – switch P2-SW2-05-DC

5.5 Projekt podłączenia do Internetu

2 rutery 2 routery potrzebują publiczne ip

bez rozwoju 108,116 mb/s 58458 mb/s

z rozwojem 129,739 mb/s 70,149 mb/s

INET -01 Vectra światłowód 2Gb/s 260 zł

Gwarantowana przepustowość 800 Mb/s download 75 Mb/s upload

INET - 02 Orange zapewnia publiczny statyczny IP za 20 zł/miesiąc
2Gb/s 145 zł

Gwarantowana przepustowość 400 Mb/s download 40 Mb/s upload

5.6 Analiza bezpieczeństwa i niezawodności sieci

5.7 Kosztorys

Kosztorys 2 lata:

Koszty urządzeń + koszty eksploatacji

Koszty eksploatacji = koszt internetu

Internet co miesiąc: $145 \cdot 24(\text{INET-02}) + 2 \cdot 20(\text{IP}) + 260 \cdot 24(\text{INET-01}) = 3840 + 40 + 6240 = 10120$

Koszty urządzeń

Juniper EX3400-24P $7000 \cdot 9 = 63\ 000$

Juniper EX3400-48P $6700 \cdot 12 = 80\ 400$

Palo Alto pa-3220 $100\ 000 \cdot 2 = 200\ 000$

Juniper acx2200 $30000 \cdot 2 = 60\ 000$

Aruba 600H $4000 \cdot 4 = 16000$

HPE ProLiant DL360 Gen10 Plus = 13 000

Synology RS2423+ = 10 000

Cisco SFP-10G-LRM2 $50 \cdot 20 = 1\ 000$

Cisco IE-4010-4S24P 30 000 * x =

Całość = 453 520 pln

6, Karty katalogowe proponowanych urządzeń

1. Juniper acx2200

10 1GbE ports

2 10GbE ports

MEF 3.0-certified

SyncE

Support for MEF CE 2.0 standards for E-Line, E-LAN, E-Tree, and E-Access services enables you to deploy a diverse array of offerings.

<https://www.juniper.net/us/en/products/routers/acx-series/acx2200-ethernet-only-high-capacity-router.html>



2. Juniper EX3400-24p

1GbE and SFP+/QSFP+ uplink port options

Switching capacity

336 Gbps

Fabric

Virtual Chassis

12 QoS queues (8 unicast and 4 multicast) per switch port enable multilevel, end-to-end traffic prioritization.

<https://www.juniper.net/us/en/products/switches/ex-series/ex3400-access-switch.html>



3. Juniper EX3400-48p

Port density

1GbE and SFP+/QSFP+ uplink port options

Switching capacity

336 Gbps

12 QoS queues (8 unicast and 4 multicast) per switch port enable multilevel, end-to-end traffic prioritization.

<https://www.juniper.net/us/en/products/switches/ex-series/ex3400-access-switch.html>



4. **IE-4010-4S24P**

24 x 1GB RJ45

4 x combo 1GB RJ45 / 1GB SFP

<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/industrial-ethernet-4010-series-switches/datasheet-c78-737279.html>



5. Aruba 600H

Flexible coverage across any two bands (2.4 GHz, 5 GHz, and 6 GHz) for up to 3.6 Gbps combined peak data rate

Up to seven 160 MHz channels in 6 GHz support low-latency, bandwidth-hungry applications such as high-definition video and AR/VR application

Combines wireless and wired access in compact desktop or wall mount models that can be PoE powered

Convenient wired connectivity and support for PoE with a fast 2.5GbE uplink port, two 1GbE ports, and two 1GbE PSE ports capable of supplying up to a total of 30W PoE.

<https://www.arubanetworks.com/products/wireless/access-points/remote-hospitality-access-points/600h-series/>

<https://buy.hpe.com/us/en/networking/wireless-devices/wlan-access-points/hpe-aruba-networking-hospitality-access-point-products/hpe-aruba-networking-600h-series-hospitality-access-points/p/1014792676>



6. HPE ProliantDL 360 Gen 10plus

Pamięć wewnętrzna

64 GB

Typ pamięci wewnętrznej

DDR4-SDRAM

Przekrośc zegara pamięci

3200 MHz

Gniazda pamięci

16x DIMM

Maksymalna pojemność pamięci
512 GB
Maksymalna pojemność przechowywania
153,6 TB
Całkowita pojemność przechowywania
960 GB
Liczba zainstalowanych dysków SSD
2
Pojemność pamięci SSD
480 GB
Interfejs pamięci SSD
SATA
Ilość portów Ethernet LAN (RJ-45)
4
Ilość portów USB 3.2 Gen 1 (3.1 Gen 1) Typu-A
3
Liczba portów VGA (D-Sub) Liczba portów VGA (D-Sub)
1

<https://www.hpe.com/psnow/doc/a50002559enw>

<https://www.senetic.pl/product/P77128->

https://www.senetic.pl/product/P77128-425?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA4rK8BhD7ARIsAFe5LXIIIdRvWJ4s3KwhJuErA1dxcn_iL7TzWfnHPkn4SB0UbfZMNJcbI3M7waAoc3EALw_wcB



7. Synology RS2423RP+

Pamięć	systemowa	8	GB	DDR4	ECC	UDIMM
Fabrycznie	zainstalowany	moduł	pamięci	8 GB	(8 GB)	x 1)
Całkowita	liczba		gniazd		pamięci	2
Maksymalna pojemność pamięci	32 GB	(16 GB x 2)				

Kieszeń/kieszenie na dyski 12
Maks. liczba kieszeni na dyski z jednostką rozszerzającą 24 (**RX1223RP x 1**)

<https://www.synology.com/pl-pl/products/RS2423+>



8. Cisco SFP-10G-LRM2

Duplex Lc
Data rate 10,3 Gbps
Maksymalny dystans 2km

https://www.l-p.com/products/476748.htm?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA4rK8BhD7ARIsAFe5LXKQMK8jqSGa5JbDqoi6X4a2pO9A83UDMLiKx3ip0_wcJXywjp08jQaAg95EALw_wcB



9. Cisco IE-4010-4S24P:



<https://www.router-switch.com/ie-4010-4s24p.html>