

Technologie Sieciowe - Projekt

Prowadzący: dr. inż Arkadiusz Grzybowski

Autorzy:

Karol Baraniecki (252726)

Maciej Byczko(252747)

9 listopada 2021

PN 14:00 TP

Politechnika Wrocławskiego

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Spis treści

1 Wstęp	3
1.1 Kadra firmy	3
1.2 Opis siedziby firmy	3
1.2.1 Lokalizacja firmy na mapie	3
1.3 Wymagania	3
2 Inwentaryzacja zasobów	4
2.1 Pracownicy	4
2.1.1 Tabele podziału pracowników	4
2.2 Sprzęt	5
2.2.1 Tabele podziału urządzeń wspólnych	5
2.2.2 Wymagania przepływowwe pomiędzy pracownikami a serwerami lokalnymi	5
2.2.3 Serwery	5
2.3 Aplikacje	6
3 Analiza potrzeb użytkowników	6
3.1 Pracownicy oraz wykorzystywane oprogramowanie	6
3.2 Łącza szkieletowe	7
3.3 Obciążenie poszczególnych punktów dystrybucyjnych	9
3.4 Łącza do serwerów i drukarek	9
3.5 Łącza do internetu	10
4 Założenia projektowe	11
4.1 Sieć LAN	11
4.2 Łącze do internetu	11
4.3 Zabezpieczenia sieci	11
5 Projekt sieci	13
5.1 Projekt logiczny sieci wraz z opisem koncepcji rozwiązania i uzasadnieniem	13
5.1.1 Podział na sieci VLAN	14
5.1.2 Opis oznaczeń urządzeń sieciowych	14
5.1.3 Przykładowy odczyt kodu	14

5.1.4	Opis oznaczeń urządzeń końcowych	14
5.2	Wybór urządzeń sieciowych	15
5.2.1	Urządzenia aktywne	15
5.3	Projekt adresacji IP	15
5.4	Projekt konfiguracji urządzeń	15
5.5	Projekt podłączenia do Internetu	15
5.6	Analiza bezpieczeństwa i niezawodności sieci	15
5.7	Kosztorys	18
6	Karty katalogowe proponowanych urządzeń	18
6.1	Router Cisco ISR4221/K9	18
6.2	Switch warstwy 3 Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL	19
6.3	Switch warstwy 3 Cisco SF350-48	21
6.4	Switch warstwy 2 Cisco SF220-48	22
6.5	TP-LINK EAP265 HD	23

Spis tabel

1	Podział użytkowników na grupy robocze, budynki oraz piętra	4
2	Suma poszczególnych pracowników w firmie wraz z podziałem na grupy robocze .	4
3	Podział urządzeń na budynki oraz piętra	5
4	Suma poszczególnych urządzeń w firmie	5
5	Prognozowany ruch do internetu	5
6	Wymagania dotyczące przepływu przez aplikacje	6
7	Wymagania dotyczące przepływów lokalnych (na jednego użytkownika)	7
8	Szacowane wykorzystywanie łącza przez pojedynczego użytkownika z danych grup roboczych	7
9	Szacowany pobór danych	8
10	Szacowany przesył danych	8
11	Punkty dystrybucyjne i ich obciążenie	9
12	Szacowane przepustowości połączeń poboru danych z serwerów i drukarek	9
13	Szacowane przepustowości przesyłu danych do serwerów i drukarek	10
14	Pobór danych przez aplikacje	10
15	Przesył danych przez aplikacje	10
16	Szacowane łącze internetowe serwerów	11

1 Wstęp

Celem projektu jest zaprojektowanie lokalnej sieci komputerowej dla firmy programistycznej znajdującej się we Wrocławiu. Sieć musi zostać zaprojektowana zgodnie ze sprecyzowanymi wymaganiami firmy oraz uwzględniać jej przyszły rozwój.

1.1 Kadra firmy

Personel firmy składa się z następujących użytkowników:

- Programiści
- Testerzy
- Projektanci
- Marketing
- Księgowość

1.2 Opis siedziby firmy

Przedsiębiorstwo znajduje się przy ulicy Nowowiejskiej 69, składa się z dwóch budynków: dwupiętrowego oraz trzypiętrowego.

1.2.1 Lokalizacja firmy na mapie



1.3 Wymagania

Firma wymaga od nas aby:

- Użyta technologia była z rodziny Ethernet,
- na wskazanym piętrze każdego budynku ma być dostępna sieć bezprzewodowa (niezbędna instalacja kablowa jest przygotowana),
- należy zapewnić dodatkowe porty na przełącznikach (w liczbie 20% zajętych portów), w związku z przewidywanym wzrostem liczby pracowników (w pomieszczeniach są już zainstalowane dodatkowe gniazda sieciowe),
- ruch w ramach grup roboczych ma być separowany z wykorzystaniem sieci VLAN,
- należy zapewnić dwa połączenia do Internetu: podstawowe oraz zapasowe, o przepustowości adekwatnej do potrzeb przedsiębiorstwa,

- podstawowe łącze internetowe ma zapewniać gwarancję minimalnej przepustowości równej co najmniej 40% średniego przewidywanego przepływu na tym łączu,
- kosztorys ma uwzględniać koszt wszystkich urządzeń, podłączenia do Internetu i koszt korzystania z łącz Internetowych w okresie 2 lat

2 Inwentaryzacja zasobów

Ilości posiadanych pracowników, oraz urządzeń.

2.1 Pracownicy

Pracowników można podzielić na 5 grup roboczych (Patrz Kadra firmy). Każdy z pracowników posiada dostęp do stanowiska pracy na którym znajduje się urządzenie wymagające podłączenia do sieci (w naszym przypadku każdy użytkownik posiada komputer)

2.1.1 Tabele podziału pracowników

Tabela 1: Podział użytkowników na grupy robocze, budynki oraz piętra

	Liczba użytkowników (komputerów)					
	Budynek 1		Budynek 2			
Grupa robocza	Piętro 1	Piętro 2	Piętro 1	Piętro 2	Piętro 3	
Programiści	22	6	2	19	36	
Testerzy	21	31	6	13	33	
Projektanci	6	31	18	1	14	
Marketing	16	28	7	3	17	
Księgowość	32	14	32	21	15	

Tabela 2: Suma poszczególnych pracowników w firmie wraz z podziałem na grupy robocze

Grupa robocza	Suma
Programiści	85
Testerzy	104
Projektanci	70
Marketing	71
Księgowość	114
Liczba drukarek	12
Suma wszystkich pracowników	444

2.2 Sprzęt

Firma jest wyposażona w trzy rodzaje sprzętu:

- drukarki
- punkty dostępowe WiFi
- urządzenia bezprzewodowe

Sprzęty te będą używane w sieci lokalnej firmy.

2.2.1 Tabele podziału urządzeń wspólnych

Tabela 3: Podział urządzeń na budynki oraz piętra

Urządzenia	Liczba urządzeń				
	Budynek 1		Budynek 2		
Piętro 1	Piętro 2	Piętro 1	Piętro 2	Piętro 3	
Liczba drukarek	1	2	3	3	3
Liczba punktów dostępowych WiFi	0	0	1	0	3
Liczba urządzeń bezprzewodowych	0	0	6	0	17

Tabela 4: Suma poszczególnych urządzeń w firmie

Urządzenia	Suma
Liczba drukarek	12
Liczba punktów dostępowych WiFi	4
Liczba urządzeń bezprzewodowych	23
Suma wszystkich urządzeń	39

2.2.2 Wymagania przepływowne pomiędzy pracownikami a serwerami lokalnymi

2.2.3 Serwery

Firma posiada dwa serwery lokalne. Serwer lokalny 1 jest używany przez:

- Testerów,
- Marketing,
- WiFi

Serwer lokalny 2 jest używany przez każdą grupę roboczą z wyłączeniem zespołu Marketingu.

Tabela 5: Prognozowany ruch do internetu

Transfer do\z Internetu na jedną sesję (internautę) [kb/s]			
Serwery internetowe	Do Internetu	Z Internetu	Liczba jednoczesnych sesji
Serwer WWW	50	15	49
Serwer FTP	210	90	4

2.3 Aplikacje

Dla każdej grupy użytkowników został zdefiniowany również przepływ do i z internetu z podziałem na poszczególne typy aplikacji, firma zapewnia również dostęp do sieci WiFi.

Tabela 6: Wymagania dotyczące przepływu przez aplikacje

Grupa rob.	Transfer z/do Internetu (down \ up) [kb/s]					
	Aplikacja	Przeglądarka	Wideokonferencja	VoIP	Klient_FTP	Komunikator
Programiści	0\0	0\0	20\20	77\18	15\15	
Testerzy	0\0	40\40	0\0	0\0	15\15	
Projektanci	65\10	0\0	20\20	45\11	15\15	
Marketing	60\10	40\40	20\20	0\0	15\15	
Księgowość	35\10	40\40	20\20	0\0	0\0	
WiFi	78\10	40\40	20\20	49\14	15\15	

3 Analiza potrzeb użytkowników

Wymagania potrzebne dla pracowników w celu sprawnej pracy w firmie.

3.1 Pracownicy oraz wykorzystywane oprogramowanie

W zależności od typu stanowiska wymagana jest różna jakość usług sieciowych. Jest to związane z tym że wykorzystywane jest różne oprogramowanie. Każda aplikacja działa w sposób indywidualny, niektóre wymagają bardzo stabilnego łącza, bądź bezpieczeństwa połączenia. Na podstawie tabeli 7 można wywnioskować wymagania oraz zużycie każdej grupy roboczej, rozpatrzmy każde stanowisko z osobna:

- Programiści - wymagają przede wszystkim szybkiego połączenia ze względu na znaczne użycie usługi FTP.
- Testerzy - wymagają szybkiego i niezawodnego łącza ze względu na wideokonferencje.
- Projektanci - wymagają bezpiecznego oraz szybkiego połączenia ze względu na usługę FTP oraz używanie przeglądarki.
- Marketing - wymagają stabilnego łącza ze względu na wideokonferencję, bezpieczeństwo także się przyda ze względu na użycie przeglądarki.
- Księgowość - głównie wymagają stabilnego łącza ze względu na wideokonferencje, używają także przeglądarki więc łącze musi być bezpieczne.

3.2 Łącza szkieletowe

Tabela 7: Wymagania dotyczące przepływów lokalnych (na jednego użytkownika)

Grupa rob. Serwer	Transfer do serwerów lokalnych i drukarek (down \ up) [kb/s]		
	Serwer1	Serwer2	Drukarka
Programiści	0\0	750\700	10\120
Testerzy	700\350	450\100	10\130
Projektanci	0\0	350\200	10\190
Marketing	150\200	0\0	10\140
Księgowość	0\0	450\250	10\130
WiFi	50\250	100\250	10\120

Aby uzyskać szacowane łącza według grup roboczych na jednego użytkownika należy zsumować cały ruch generowany przez jednego użytkownika danej grupy. Wyliczenia zostały wykonane na podstawie poprzednich tabel.

Tabela 8: Szacowane wykorzystywanie łącza przez pojedynczego użytkownika z danych grup roboczych

Użytkownik	Lokalnie		Internet		Suma	
	down [kb/s]	up [kb/s]	down [kb/s]	up [kb/s]	down [kb/s]	up [kb/s]
Programiści	760	820	112	53	872	873
Testerzy	1160	580	55	55	1215	635
Projektanci	360	390	145	56	505	446
Marketing	160	340	135	85	295	425
Księgowość	460	380	95	70	555	450
WiFi	160	620	202	99	362	719

Przykład obliczeń:

Wyliczenia na podstawie grupy roboczej *Programiści* z tabeli 7:

- Pobieranie z Internetu: $0 + 0 + 20 + 77 + 15 = 112[\text{kb/s}]$
- Wysyłanie do Internetu: $0 + 0 + 20 + 18 + 15 = 53[\text{kb/s}]$
- Pobieranie lokalne: $0 + 750 + 10 = 760[\text{kb/s}]$
- Wysyłanie lokalne: $0 + 700 + 120 = 820[\text{kb/s}]$
- Suma pobierania: $112 + 760 = 872[\text{kb/s}]$
- Suma wysyłania: $53 + 820 = 873[\text{kb/s}]$

Grupy o największym korzystaniu z sieci to:

- Testerzy (Pobieranie) - $1215[\text{kb/s}] \approx 1.19[\text{Mb/s}]$
- Programiści (Wysyłanie) - $873[\text{kb/s}] \approx 0.85[\text{Mb/s}]$

Aby uzyskać szacowany ruch generowany przez pracowników danego piętra, należy pomnożyć ruch przypadający na jednego pracownika z tabeli 8 przez liczbę pracowników danej grupy roboczej na określonym piętrze (tabela 1)

Tabela 9: Szacowany pobór danych

Użytkownik	Budynek 1		Budynek 2		
	Piętro 1	Piętro 2	Piętro 1	Piętro 2	Piętro 3
Programiści	19184	5232	1744	16568	31392
Testerzy	25515	37665	7290	15795	40095
Projektanci	3030	15655	9090	505	7070
Marketing	4720	8260	2065	885	5015
Księgowość	17760	7770	17760	11655	8325
Suma	70209	74582	37949	45408	91897

Tabela 10: Szacowany przesył danych

Użytkownik	Budynek 1		Budynek 2		
	Piętro 1	Piętro 2	Piętro 1	Piętro 2	Piętro 3
Programiści	19206	5238	1746	16587	31428
Testerzy	13335	19685	3810	8255	20955
Projektanci	2676	13826	8028	446	6244
Marketing	6800	11900	2975	1275	7225
Księgowość	14400	6300	14400	9450	6750
Suma	56417	56949	30959	36013	72602

Przykład obliczeń:

Wyliczenia na podstawie grupy roboczej *Programiści* z tabeli 8 oraz tabeli 1:

Dla piętra 1:

- Pobieranie: $872 * 22 = 19184[\text{kb/s}] \approx 18.74[\text{Mb/s}]$
- Wysyłanie: $873 * 22 = 19206[\text{kb/s}] \approx 18.76[\text{Mb/s}]$

Według przeprowadzonych obliczeń najbardziej wymagające jest **Piętro 3 w budynku 2**.

- Pobieranie: $91897[\text{kb/s}] \approx 89.75[\text{Mb/s}]$
- Wysyłanie: $72602[\text{kb/s}] \approx 70.90[\text{Mb/s}]$

3.3 Obciążenie poszczególnych punktów dystrybucyjnych

Tabela 11: Punkty dystrybucyjne i ich obciążenie

Punkty dystrybucyjne			Transmisja	
Oznaczenie	Lokalizacja	Podłączone punkty abonenckie	Pobór danych [Mb/s]	Przesył danych [Mb/s]
MDF	Bud. 2, Piętro 2	Bud. 2, Piętro 2,1,	312.54	247.01
IDF1	Bud. 2, Piętro 3	Bud. 2, Piętro 3,	89.74	70.90
IDF2	Bud. 1, Piętro 1	Bud. 1	141.40	110.71

Na podstawie powyższej tabeli możemy określić że największe obciążenie sieci będzie wynosić kolejno: Pobór w wysokości 312.54[Mb/s] oraz Przesył w wysokości 247.01[Mb/s], zatem te wartości uznajemy za wymagania naszej sieci.

3.4 Łącza do serwerów i drukarek

Aby uzyskać przepustowości połączeń do serwerów lokalnych oraz drukarek (zakładając, że są dostępne dla dużej ilości użytkowników jednocześnie) należy pomnożyć ilość pracowników każdej z grup roboczych (Tabela 2) przez wymaganą szybkość połączenia z danym serwerem ([Tabela 7](#)). Tak uzyskane wyniki przedstawiamy w tabeli reprezentującej przepustowości dla każdej z grup roboczych oraz ich łączną sumę:

Tabela 12: Szacowane przepustowości połączeń poboru danych z serwerów i drukarek

Grupa rob.	Serwer	Serwer 1	Serwer 2	Drukarka	suma
Programiści		0	63750	850	64600
Testerzy		72800	46800	1040	120640
Projektanci		0	24500	700	25200
Marketing		10650	0	710	11360
Księgowość		0	51300	1140	52440
WiFi		200	400	40	640

Tabela 13: Szacowane przepustowości przesyłu danych do serwerów i drukarek

Serwer Grupa rob.	Serwer 1	Serwer 2	Drukarka	suma
Programiści	0	59500	10200	69700
Testerzy	36400	10400	13520	60320
Projektanci	0	14000	13300	27300
Marketing	14200	0	9940	24140
Księgowość	0	28500	14820	43320
WiFi	1000	1000	480	2480

3.5 Łącza do internetu

Łącze internetowe w firmie będzie wykorzystywane przez aplikacje pracowników oraz z zewnątrz do dostępu do Serwera WWW oraz Serwera Pocztowego. Aby obliczyć wykorzystanie łączą internetowego należy pomnożyć przepustowości wymagane dla danych aplikacji (Tabela 6) przez ilość pracowników w każdej z grup roboczych (Tabela 2 i Tabela 4):

Tabela 14: Pobór danych przez aplikacje

Grupa rob./Serwer	Przeglądarka	Wideokonferencja	VoIP	Klient FTP	Komunikator	
Programiści	0	0	1700	6545	1275	
Testerzy	0	4160	0	0	1560	
Projektanci	4550	0	1400	3150	1050	
Marketing	4260	2840	1420	0	1065	
Księgowość	3990	4560	2280	0	0	
WiFi	312	160	80	196	60	Suma końcowa
Suma	13112	11720	6880	9891	5010	46613

Tabela 15: Przesył danych przez aplikacje

Grupa rob./Serwer	Przeglądarka	Wideokonferencja	VoIP	Klient FTP	Komunikator	
Programiści	0	0	1700	1530	1275	
Testerzy	0	4160	0	0	1560	
Projektanci	700	0	1400	770	1050	
Marketing	710	2840	1420	0	1065	
Księgowość	1140	4560	2280	0	0	
WiFi	40	160	80	56	60	Suma końcowa
Suma	2590	11720	6880	2356	5010	28556

Tabela 16: Szacowane łącze internetowe serwerów

Transfer	Download [kb/s]	Upload [kb/s]
Serwery internetowe		
Serwer WWW	735	2450
Serwer FTP	360	840
Suma	1095	3290

Podsumowując łącze potrzebne firmie wynosi:

- Pobór danych - $46613 + 1095 = 47708$ [kb/s] ≈ 46.59 [Mb/s]
- Wysył danych - $28556 + 3290 = 31846$ [kb/s] ≈ 31.10 [Mb/s]

4 Założenia projektowe

Założenia na podstawie których wybierzemy dostawców oraz zaplanujemy wstępne zabezpieczenia.

4.1 Sieć LAN

W projekcie wyróżniamy podział na bezprzewodową sieć LAN (technologia 802.11n) oraz przewodową w technologii Fast Ethernet oraz Gigabit Ethernet. Zakładamy, że sieć bezprzewodowa ma obsługiwać jednocześnie 23 urządzenia. Zasięg sieci bezprzewodowej ma obejmować wszystkie budynki firmy. Serwery zostaną umieszczone na tym samym piętrze co MDF.

4.2 Łącze do internetu

Na podstawie wcześniejszych obliczeń i wzięcia pod uwagę ewentualnego rozwoju sieci* wymagane łącze musi mieć następujące parametry:

Upload 32 Mb/s i Download 47 Mb/s.

Oczywistym jest, że stacje robocze nie wykorzystują przez cały czas wcześniej oszacowanej przepustowości, ale ważne jest aby uwzględnić taką możliwość.

Pod naszym adresem mamy kilka dostawców internetu i w celu zapewnienia niezawodności wykorzystane zostaną usługi internetowe dwóch z nich: **UPC** oraz **Netia**. W momencie kiedy nie ma awarii sieci można rozdzielić ruch internetowy na dwa łącza. W ten sposób maksymalizujemy dostępną przepustowość. Jeżeli dojdzie do awarii sieci to wykorzystujemy pozostałe dostępne łącze. W przypadku awarii jednego z dostawców całe obciążenie łącza zostanie przekazane na działające połączenie.

4.3 Zabezpieczenia sieci

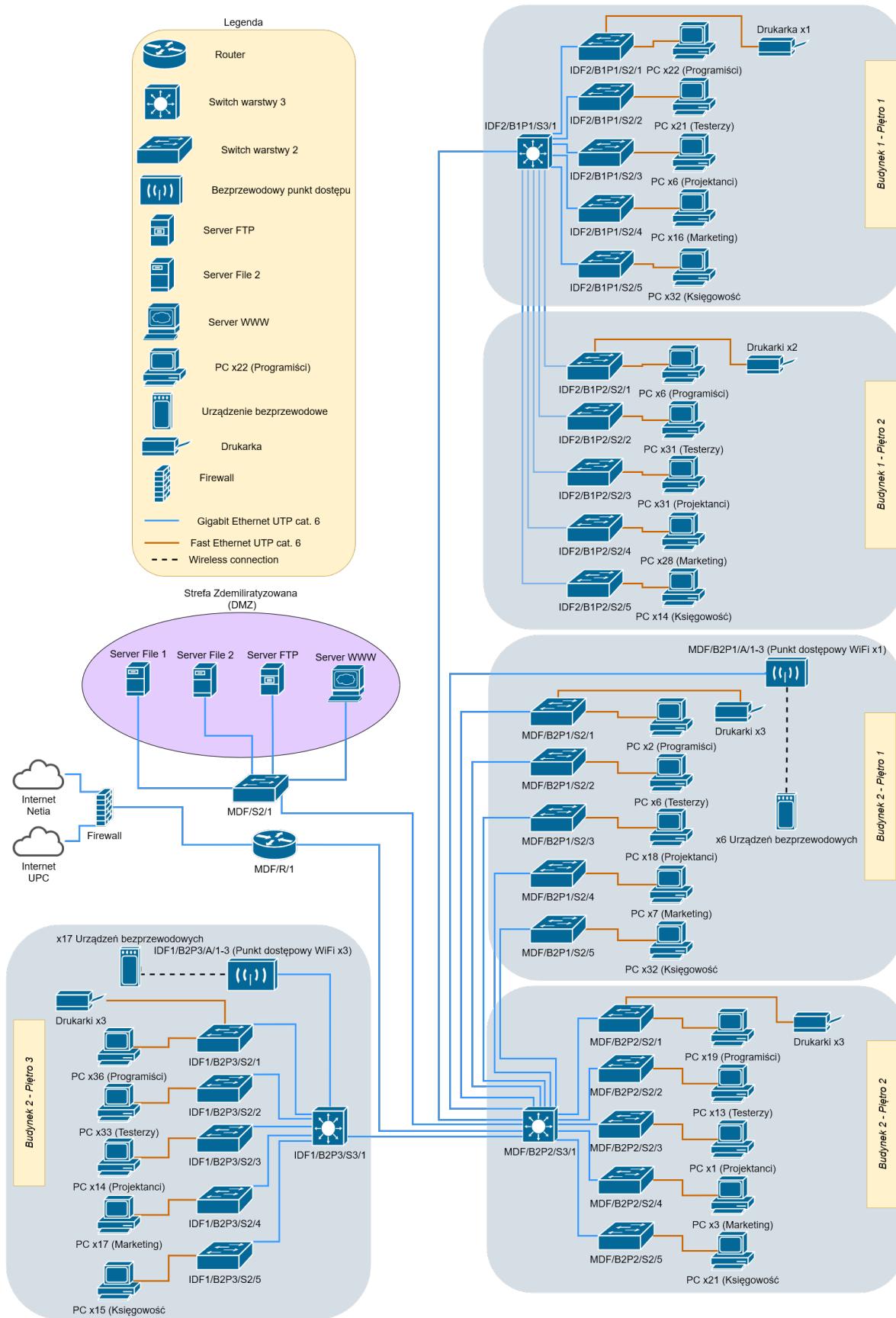
Dla zabezpieczenia sieci nakładamy na nią następujące ograniczenia:

- Serwer lokalny 1 jest używany wyłącznie przez Testerów, Dział Marketingu oraz poprzez WiFi.
- Serwer lokalny 2 może być użyty przez wszystkich, poza Działem Marketingu.

- Testerzy z protokołu SSH, który szyfruje przesyłane dane.
- Sieć będzie zawierała firewall ustawiony na routerze łączącym z internetem, który pozwoli na monitorowanie i filtrowanie pakietów sieciowych.
- Serwery WWW i FTP będą umieszczone w strefie zdemilitaryzowanej ze względów bezpieczeństwa.
- W sieci będzie stosowana filtracja adresów MAC w celu dodatkowego zabezpieczenia przed niepowołanym dostępem.
- Sieć WiFi będzie zabezpieczona hasłem oraz protokołem WPA2-PSK, aby szyfrować przesyłane dane.
- Kable zostaną położone w podłodze technicznej w celu uniemożliwienia dostępu z zewnątrz.

5 Projekt sieci

5.1 Projekt logiczny sieci wraz z opisem koncepcji rozwiązania i uzasadnieniem



5.1.1 Podział na sieci VLAN

1. VLAN 1 - Programiści
2. VLAN 2 - Testerzy
3. VLAN 3 - Projektanci
4. VLAN 4 - Marketing
5. VLAN 5 - Księgowość
6. VLAN 6 - WiFi
7. VLAN 7 - Drukarki
8. VLAN 8 - Serwery FTP oraz WWW

5.1.2 Opis oznaczeń urządzeń sieciowych

DF/BXPY/T/N

- DF - Punkt dystrybucyjny
- BXPY - Budynek X i piętro Y
- T - typ urządzenia
 - R - Router
 - S2 - Switch warstwy drugiej
 - S3 - Switch warstwy trzeciej
 - A - Access point (punkt dostępu WiFi)
- N - Numer urządzenia sieciowego

5.1.3 Przykładowy odczyt kodu

(Kod czytamy od tyłu)

MDF/B2P2/S2/1 - Switch nr.1 warstwy drugiej znajdujący się na piętrze drugim w budynku drugim podłączony do punktu dystrybucyjnego MDF.

5.1.4 Opis oznaczeń urządzeń końcowych

XXX/BXPY/N

- XXX
 - ITE - komputer Programisty
 - TES - komputer Testera
 - PRO - komputer Projektanta
 - MAR - komputer Działu Marketingu
 - KSI - komputer Księgowości
 - DRU - Drukarka
- BXPY - budynek nr X i piętro nr Y
- N - numer urządzenia końcowego

5.2 Wybór urządzeń sieciowych

5.2.1 Urządzenia aktywne

- Router - Cisco ISR4221/K9
- Przełącznik warstwy 3 (MDF) - Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL
- przełącznik warstwy 3 (IDF-y) - Cisco SF350-48
- Przełącznik warstwy 2 - Cisco SF220-48
- Punkt dostępu - TP-LINK EAP265 HD

W naszym projekcie wybraliśmy **router Cisco ISR4221/K9** ze względu na dobry stosunek ceny do jakości.

Do obsługi ruchu pomiędzy budynkami oraz połączenia routera do reszty sieci zostaną użyte **przełącznik Cisco WS-C2960X-24TS-LL** do głównego połączenia oraz **przełączniki Cisco SF350-48**. Wybrane przełączniki będą używane jako przełączniki warstwy 3, główny przełącznik posiada porty Gigabitowe. Dodatkowo są one w pełni zarządzalne i dysponują możliwością tworzenia wirtualnych sieci.

Do obsługi ruchu w budynkach zostaną użyte **przełączniki Cisco Cisco SF220-48**. Wybrane przełączniki mają 48 portów Fast Ethernet.

Wybrane przez nas **access pointy TP-LINK EAP265 HD** charakteryzują się dobrym stosunkiem ceny do jakości oraz działają na częstotliwościach 5 GHz i 2,4 GHz.

5.3 Projekt adresacji IP

W każdym VLANie adres bramy domyślnej to pierwszy dostępny adres. Pule adresowe są przyznawane ze znacznym nadmiarem, aby umożliwić powiększenie sieci w przyszłości.

Adresy zostają przydzielone dynamicznie przez router (DHCP).

5.4 Projekt konfiguracji urządzeń

5.5 Projekt podłączenia do Internetu

5.6 Analiza bezpieczeństwa i niezawodności sieci

- Sieć WiFi jest jednym z najbardziej narażonych na atak elementów sieci, dlatego będzie ona szyfrowana za pomocą WPA2.
- W sieci zastosowaliśmy VLANy, aby umożliwić logiczne pogrupowanie stacji roboczych.
- Każda stacja robocza będzie zabezpieczona firewalllem oraz antywirusem.
- W przypadku awarii jednego z dostawców Internetu, możemy przekierować ruch na dwóch pozostałych dostawców, co pozwala na stały i bezawaryjny dostęp do Internetu.
- Redundancja łącza internetowego oraz zastosowanie niezawodnego sprzętu sieciowego wysokiej jakości pozwala uzyskać niezawodność sieci.

- W budynkach zostaną zamontowane zasilacze awaryjne (UPS - uninterruptible power supply), aby pracownicy zdążyli zapisać pracę oraz bezpiecznie wyłączyć urządzenia bądź kontynuować pracę jeżeli zaniki zasilania są chwilowe.

5.7 Kosztorys

6 Karty katalogowe proponowanych urządzeń

6.1 Router Cisco ISR4221/K9

Cisco ISR4221-SEC/K9, Ethernet WAN, Gigabit Ethernet, Czarny, Szary

Cisco ISR4221-SEC/K9. Standardy komunikacyjne: IEEE 802.1ag, IEEE 802.3, IEEE 802.3ah. Rodzaj interfejsu sieci Ethernet: Gigabit Ethernet. Prędkość transferu danych przez Ethernet LAN: 10,100,1000 Mbit/s. Szyfrowanie / bezpieczeństwo: 3DES, 128-bit AES, 256-bit AES, DES, WDS. Wielkość pamięci flash: 8 MB. Pojemność pamięci wewnętrznej: 4 MB. MTBF (Średni okres międzyawaryjny): 593270 h. Kolor produktu: Czarny, Szary. Pojemność stelaża: 1U. Pobór mocy: 24 W. Rodzaj zasilania: Prąd przemienny. Napięcie wejściowe AC: 100 - 240 V.

Dane techniczne

Łącze WAN

Ethernet WAN **Tak**

Sieć komputerowa

Standardy komunikacyjne **IEEE 802.1ag, IEEE 802.3, IEEE 802.3ah**

Rodzaj interfejsu sieci Ethernet **Gigabit Ethernet**

Prędkość transferu danych przez Ethernet LAN **10,100,1000 Mbit/s**

Sieci mobilne

3G **Nie**

4G **Nie**

Cechy zarządzania

Obsługa jakość serwisu (QoS) **Tak**

Łączność

Ilość portów Ethernet LAN (RJ-45) **2**

Liczba zainstalowanych modułów SFP **1**

Ilość portów USB **1**

Wersja USB **2.0**

Protokoły

Klient DHCP **Tak**

Ochrona

Szyfrowanie / bezpieczeństwo **3DES, 128-bit AES, 256-bit AES, DES, WDS**

Firewall **Tak**

Opis ogólny

Wielkość pamięci flash **8 MB**

Pojemność pamięci wewnętrznej **4 MB**

MTBF (Średni okres międzyawaryjny) **593270 h**

6.2 Switch warstwy 3 Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL

Cisco WS-C2960X-24TS-LL – połączenie innowacji i niezawodności

Przełącznik **Cisco WS-C2960X-24TS-LL** to wysokiej jakości zarządzalne urządzenie wyróżniające się niezawodnością. Oferowany model wyposażony został w **24 porty Gigabit Ethernet** oraz **2 porty USB 2.0**. Przełącznik charakteryzuje się przepustowością rutowania/przełączania 100 Gbit/s.

Urządzenie bazuje na wbudowanym **procesorze APM86392** o częstotliwości taktowania 600 Mhz oraz pamięci flash wielkości 512 MB. Przełącznik pracuje w systemie pełnego duplexu, umożliwiającego jednoczesną komunikację w obu kierunkach. Obsługuje protokoły SSH/SSL. Średni okres międzyawaryjny szacowany jest na 622350 godzin.

Dane techniczne

Cechy zarządzania

 Typ przełącznika	Zarządzany
 Przełącznik wielowarstwowy	L2/L3
Obsługa jakość serwisu (QoS)	Tak
 Zarządzanie przez stronę www	Tak

Łączność

 Podstawowe przełączanie RJ-45	Liczba portów Ethernet	24
 Podstawowe przełączania Ethernet	RJ-45 porty typ	Gigabit Ethernet (10/100/1000)
	Ilość portów Gigabit Ethernet	24
	Ilość slotów Modułu SFP	2
	Port konsoli	RJ-45
 Liczba portów USB 2.0		2

Sieć komputerowa

 Standardy komunikacyjne	IEEE 802.1ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3ae, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah, IEEE 802.3at, IEEE 802.3az, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z
 Obsługa 10G	Tak
 Pełny duplex	Tak
Agregator połączenia	Tak
Kontrola wzrostu natężenia ruchu	Tak
Limit częstotliwości	Tak
 Automatyczne MDI/MDI-X	Tak
Protokół drzewa rozpinającego	Tak
 Obsługa sieci VLAN	Tak
Liczba VLANs	64

Przekazanie (audycja) Danych

 Przepustowość rutowania/przełączania	100 Gbit/s
Przepustowość	68,5 Mpps
 Wielkość tabeli adresów	16000 wejścia
Zgodny z Jumbo Frames	Tak

6.3 Switch warstwy 3 Cisco SF350-48

Cisco SF350-48, Zarządzany, L2/L3, Fast Ethernet (10/100)

Cisco SF350-48. Typ przełącznika: Zarządzany, Przełącznik wielowarstwowy: L2/L3. Podstawowe przełączania Ethernet RJ-45 porty typ: Fast Ethernet (10/100), Podstawowe przełączanie RJ-45 Liczba portów Ethernet: 48. Wielkość tabeli adresów: 16384 wejścia, Przepustowość rutowania/przełączania: 17,6 Gbit/s. Standardy komunikacyjne: IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE...

Dane techniczne

Cechy zarządzania

Typ przełącznika	Zarządzany
Przełącznik wielowarstwowy	L2/L3
Obsługa jakość serwisu (QoS)	Tak
Zarządzanie przez stronę www	Tak
Klasyfikacja ruchu	Tak
Kształtowanie ruchu	Tak
Inspekcja ARP	Tak

Łączność

Podstawowe przełączanie RJ-45 Liczba portów Ethernet	48
Podstawowe przełączania Ethernet RJ-45 porty typ	Fast Ethernet (10/100)
Ilość portów Gigabit Ethernet	2
Liczba portów SFP Combo	2
Złącze światłowodowe	SFP

Sieć komputerowa

Standardy komunikacyjne	IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3af, IEEE 802.3at, IEEE 802.3az, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z
Obsługa 10G	Nie
Technologia okablowania Copper Ethernet	10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T
Dublowanie portów	Tak
przekierowywanie IP	Tak
Pozycja routingu	990
Podpora kontroli przepływu	Tak
Agregator połączenia	Tak
Kontrola wzrostu natężenia ruchu	Tak
Limit częstotliwości	Tak
Protokół drzewa rozpinającego	Tak
Blokowanie head-of-line (HOL)	Tak
Aktywne wyszukiwanie połączenia	Tak
Pomiar długości kabla	Tak
Obsługa sieci VLAN	Tak
Funkcje wirtualnej sieci LAN	Private VLAN, Port-based VLAN
Liczba VLANs	4094

światłowód

Technologia okablowania Fiber Ethernet	1000BASE-LH, 1000BASE-SX
--	---------------------------------

6.4 Switch warstwy 2 Cisco SF220-48

Cisco Small Business SF220-48, Zarządzany, L2, Fast Ethernet (10/100)

Cisco Small Business SF220-48. Typ przełącznika: Zarządzany, Przełącznik wielowarstwowy: L2. Podstawowe przełączania Ethernet RJ-45 porty typ: Fast Ethernet (10/100). Podstawowe przełączanie RJ-45 Liczba portów Ethernet: 48. Wielkość tabeli adresów: 8192 wejścia, Przepustowość rutowania/przełączania: 13,6 Gbit/s. Standardy komunikacyjne: IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.1s, IEEE 802.1v, IEEE 802.1w, IEEE...

Dane techniczne

Cechy zarządzania

Typ przełącznika	Zarządzany
Przełącznik wielowarstwowy	L2
Obsługa jakość serwisu (QoS)	Tak
Zarządzanie przez stronę www	Tak
Raport zdarzeń systemowych	Tak
Obsługa MIB	RFC1213, RFC2863, RFC4188, RFC2674, RFC2819, RFC3635, RFC2618, RFC2737, RFC3621, RFC3164

Łączność

Podstawowe przełączanie RJ-45 Liczba portów Ethernet	48
Podstawowe przełączania Ethernet RJ-45 porty typ	Fast Ethernet (10/100)
Ilość portów Gigabit Ethernet	2
Liczba portów SFP Combo	2
Złącze światłowodowe	SFP

Sieć komputerowa

Standardy komunikacyjne	IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.1s, IEEE 802.1v, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3af, IEEE 802.3at, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z
Technologia okablowania Copper Ethernet	1000BASE-T, 100BASE-TX, 10BASE-T
Dublowanie portów	Tak
Podpora kontroli przepływu	Tak
Agregator połączenia	Tak
Kontrola wzrostu natężenia ruchu	Tak
Limit częstotliwości	Tak
Blokowanie head-of-line (HOL)	Tak
Obsługa sieci VLAN	Tak
Liczba VLANs	256

Przekazanie (audycja) Danych

Przepustowość rutowania/przełączania	13,6 Gbit/s
Prędkość przekazywania	10,12 Mpps
Wielkość tabeli adresów	8192 wejścia
Zgodny z Jumbo Frames	Tak
Rozszerzenie Jumbo Frames	9216
Pamięci bufora pakietów	12 MB

6.5 TP-LINK EAP265 HD

Dane techniczne

Opis ogólny

2,4 GHz	Tak
5 GHz	Tak
<i>?</i> Maksymalna szybkość przesyłania danych	1750 Mbit/s
Maksymalna szybkość przesyłania danych (2,4 GHz)	450 Mbit/s
Maksymalna szybkość przesyłania danych (5 GHz)	1300 Mbit/s
<i>?</i> Prędkość transferu danych przez Ethernet LAN	10,100,1000 Mbit/s
<i>?</i> Pasmo częstotliwości	2.4 - 5 GHz
<i>?</i> Standardy komunikacyjne	IEEE 802.11a, IEEE 802.11ac, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.1x, IEEE 802.3af, IEEE 802.3at
MIMO	Tak
Typ MIMO	Multi User MIMO
Wi-Fi Multimedia (WMM) / (WME)	Tak
<i>?</i> Obsługa sieci VLAN	Tak
Limit częstotliwości	Tak
Izolacja bezprzewodowa	Tak
Sterowanie pasmem	Tak
Airtime Fairness (ATF)	Tak
Obsługa jakość serwisu (QoS)	Tak
Moc nadawcza (CE)	20/23 dBm
Moc nadawcza (FCC)	24 dBm

Ochrona

<i>?</i> Szyfrowanie / bezpieczeństwo	64-bit WEP, 128-bit WEP, 152-bit WEP, HTTPS, SNMP, SNMPv2, SSH, WPA-Enterprise, WPA-PSK, WPA2-Enterprise, WPA2-PSK
<i>?</i> Filtrowanie adresów MAC	Tak
Funkcje identyfikatora zestawu usług (SSID)	Multiple SSIDs
Ilość wsparć SSID	16

Cechy zarządzania

<i>?</i> Zarządzanie przez stronę www	Tak
Syslog	Tak

Łączność

<i>?</i> Ilość portów Ethernet LAN (RJ-45)	2
--	----------

Zarządzanie energią

<i>?</i> Obsługa PoE	Tak
<i>?</i> Pobór mocy	12,3 W