

Politechnika Wrocławska  
Wydział Elektroniki W-4

---

## Projekt lokalne sieci komputerowe

---

*Autor:*

MATEUSZ SOCHA 181308  
JANUSZ KUSZCZYŃSKI 184872

Prowadzący:  
Dr hab. inż. Krzysztof Walkowiak

28 kwietnia 2013

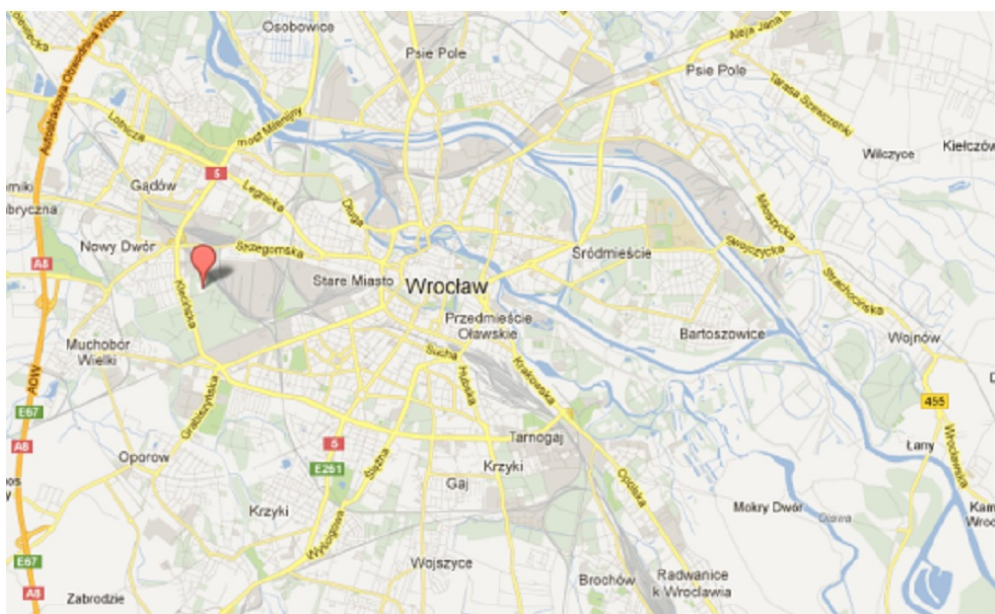
# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Inwentaryzacja sprzętu i infrastruktury dostępnej w przedsiębiorstwie</b>	<b>4</b>
2.1	Wymiary budynków . . . . .	6
2.2	Wzajemne położenie budynków . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Analiza potrzeb użytkowników – wymagania zamawiającego</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Założenia projektowe</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Projekt sieci</b>	<b>13</b>
5.1	Projekt logiczny sieci wraz z opisem koncepcji rozwiązania . . . . .	13
5.1.1	Ogólna koncepcja . . . . .	13
5.1.2	Topologia sieci . . . . .	13
5.1.3	Projekt podziału na VLAN . . . . .	14
5.2	Konfiguracja adresacji IP . . . . .	14
5.2.1	Podział na VLAN . . . . .	14
5.2.2	Adresacja w strefie DMZ . . . . .	14
5.2.3	Adresacja interfejsów routera . . . . .	15
5.3	Projekt okablowania . . . . .	15
5.4	Projekt podłączenia do Internetu . . . . .	15
5.5	Analiza bezpieczeństwa i niezawodności sieci . . . . .	15
5.6	Kosztorys urządzeń . . . . .	15

# Rozdział 1

## Wstęp

Projekt instalacji sieciowej jest realizowany dla firmy ComputerBudy. Siedziba która jest jednocześnie przedmiotem tego projektu znajduje się przy ulicy Szwajcarska 22 w Wrocławiu.



Rysunek 1.1: Lokalizacja centrali firmy na mapie Wrocławia.

ComputerBudy jest firmą z działu IT. Zajmuje się ona zdalną pomocą przy problemach informatycznych. Zapewnia również zdalną administrację dla skomplikowanych aplikacji na urządzeniach użytkownika. Jej oferta jest skierowana do osób prywatnych oraz małych i średnich firm, które nie posiadają własnego działu IT.

Profil usług świadczonych powoduje, że brak połączenia z zewnętrzną siecią internet całkowicie paraliżuje całą firmę. Nawet awaria pojedynczego stanowiska powoduje straty. Restrykcyjna polityka bezpieczeństwa firmy sprawia, że nawiązanie połączenia z klientem może nastąpić tylko z sieci firmowej. Aby zwiększyć bezpieczeństwo każde stanowisko obsługujące klientów jest przyłączone do sieci za pomocą kabla UTP. Obstrzeżenia te spowodowane są obawą przed podsłuchaniem poufnych informacji przez osoby niepowołane oraz przejęciem kontroli nad komputerem klienta podszywając się pod pracownika firmy z innej lokacji.

ComputerBudy wynajmuje łącznie 5 pięter w dwóch bliźniaczych budynkach stojących obok siebie. W pierwszym dwa i w następnym budynku kolejne 3. Pozostałe piętra wynajmują inne firmy.

Celem naszej pracy jest stworzenie projektu nowej instalacji teleinformatycznej na użytkowanych przez firmę piętrach w obu budynkach.

Zakres projektu:

- Inwentaryzacja sprzętu i infrastruktury dostępnej w przedsiębiorstwie
- Analiza potrzeb użytkowników – wymagania zamawiającego
- Założenia projektowe
- Projekt sieci

Projekt logiczny sieci wraz z opisem koncepcji rozwiązania

Konfiguracja adresacji IP

Projekt okablowania

Projekt podłączenia do Internetu

Analiza bezpieczeństwa i niezawodności sieci

Kosztorys urządzeń

Wnioskując z profilu usług firmy priorytetowe znaczenie podczas projektowania należy nadać niezawodności. Drugim w kolejności czynnikiem jest oczywiście szeroko pojęte bezpieczeństwo. Wskazane jest również zapewnienie łatwej możliwości rozbudowy sieci w tym budynku na kolejne piętra. Oczywiście jako, że zleceniodawca jest firmą prywatną należy zminimalizować koszty całego przedsięwzięcia.

Do stworzenia projektu instalacji teleinformatycznej zostaną użyte szczegółowe plany budynków udostępnione przez zleceniodawcę. Wymagania użytkowników zostaną opracowane na podstawie danych przekazanych przez administratora IT firmy oraz poprzez konsultację z samymi pracownikami. Przepustowości łącz w nowej instalacji zostaną oszacowane na podstawie danych z obecnie istniejącej sieci komputerowej.

## Rozdział 2

# Inwentaryzacja sprzętu i infrastruktury dostępnej w przedsiębiorstwie

Na podstawie udostępnionej dokumentacji oraz wizyt w budynku mieszczącym firmę opracowano zestawienie zasobów obecnie posiadanych przez firmę.

**Instalacja sieciowa** W obecnej architekturze sieciowej razem w obu budynkach znajduje się 290 gniazdek ethernetowych. Nie wszystkie są obecnie używane. Cała obecna instalacja opiera się na elementach z kategorii 3. Jest to wyraźnie przestarzała technologia. Starą instalację należy zdemontować a odzyskane elementy sprzedać. Działania te ma wykonać firma instalacyjna.

**Serwery w firmie** W centrali znajduje się serwer realizujący usługę bazy danych, serwera FTP oraz hostujący stronę internetową firmy. Serwer działa pod kontrolą systemu NetWare. Znajduje się on w pomieszczeniu nr 11 w budynku A. Pokój ten jest specjalnie przystosowany, posiada oddzielną klimatyzację oraz jest dobrze zabezpieczony przed niepożądanym fizycznym dostępem. Takie samo pomieszczenie znajduje się w budynku B i ma również nr 11. Obecnie nie jest używane. Właśnie w tych dwóch pomieszczeniach będą znajdować się urządzenia sieciowe oraz szafy krosownicze.

**Sprzęt** Wszystkie komputery PC oraz inne urządzenia przyłączone do sieci posiadają interfejsy sieciowe ethernet i spełniają wymagania niezbędne do połączenia do nowej sieci. Nasz projekt nie obejmuje zakupu urządzeń końcowych dla użytkowników.

**Programy** Spis programów używanych w firmie:

1. system operacyjny Windows XP
2. przeglądarka Firefox
3. program pocztowy Thunderbird
4. Skype dla firm
5. edytor tekstu Microsoft Office
6. klient NetWare
7. ssh
8. TeamViewer
9. program księgowo kadrowy Płatnik

**Opis budynków** Budynki w których firma ma swoją siedzibę to nowoczesne biurowce. Wynajmujący piętro sam zagospodarowuje większość znajdującą się tam przestrzeni za pomocą modułowej architektury boxów. Aby umożliwić dużą elastyczność konfiguracji przestrzennej piętra wyposażone są w podwieszane sufity w których poprowadzono jest większość instalacji. Właśnie pod kątem tego montażu zostanie zaprojektowany plan okablowania.

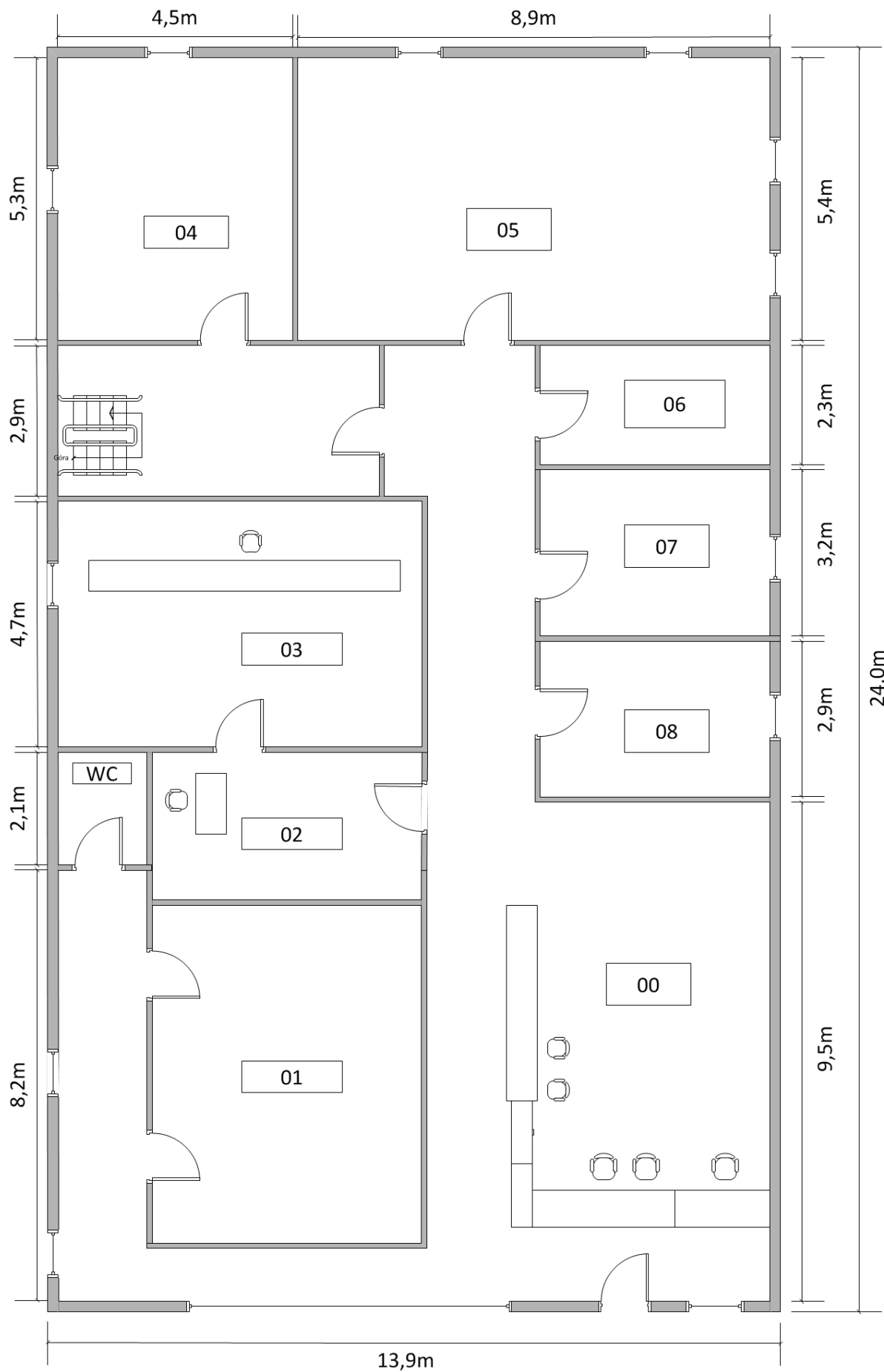
**Zasilanie** Sieć energetyczna zainstalowana w budynku spełnia wszelkie wymagania dotyczące bezpieczeństwa oraz wydajności wymaganej dla sieci komputerowej. Warte odnotowania jest obecność instalacji piorunochronowej na obu budynkach. Znacząco zwiększa to bezpieczeństwo sprzętów elektronicznych zainstalowanych w budynku.

**Zakłócenia** Zakłócenia elektromagnetyczne w budynku są na tyle małe, że można je pominąć. W okolicy nie pracuje żaden duży zakład przemysłowy, który mógłby znacząco wpłynąć na parametry zasilania w sieci. Inne firmy, które prowadzą swoją działalność w tych budynkach korzystają jedynie z standardowego sprzętu biurowego połączonych kablówką siecią ethernetową. Brak innych sieci bezprzewodowych w budynkach znacząco ułatwia implementację sieci wifi ponieważ nie występuje problem interferencji międzykanałowych.

## 2.1 Wymiary budynków



**Budynek A – parter**

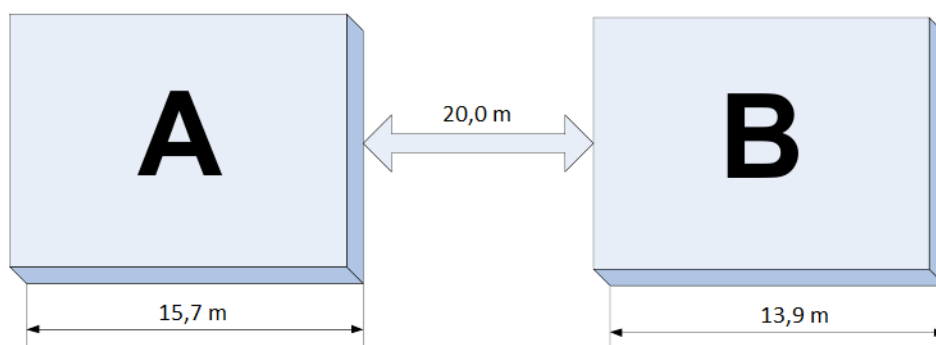


**Budynek B - parter**



## 2.2 Wzajemne położenie budynków

Rysunek 2.1: Wzajemne rozmieszczenie budynków na mapie.



Rysunek 2.2: Wzajemne rozmieszczenie schemat.

## Rozdział 3

# Analiza potrzeb użytkowników – wymagania zamawiającego

Na podstawie danych dostarczonych przez firmowego administratora sieci sporządzono analizę ruchu sieciowego jaki wytwarzają pracownicy w ciągu dnia roboczego. Przedstawiają je tabela 3.1 oraz 3.2.

Tabela 3.1: Analiza ruchu sieciowego w poszczególnych departamentach. Tabele reprezentują ilość danych wygenerowanych przez 1 użytkownika danego departamentu w ciągu dnia pracy.

DZIAŁ OBSŁUGI KLIENTA				
USŁUGA	RUCH LOKALNY [MB]		RUCH ZEWNĘTRZNY [MB]	
	POBIERANIE	WYSYŁANIE	POBIERANIE	WYSYŁANIE
MS OFFICE	10	10		
SSH	10	10	10	10
FIREFOX	30	30	30	30
SKYPE	40	40	40	40
KLIENT NETWARE	14	14		
THUNDERBIRD	20	20	20	20
TEAMVIEWER	150	150	150	150
SUMA:	274	274	250	250

DZIAŁ KSIĘGOWOŚCI				
USŁUGA	RUCH LOKALNY [MB]		RUCH ZEWNĘTRZNY [MB]	
	POBIERANIE	WYSYŁANIE	POBIERANIE	WYSYŁANIE
MS OFFICE	25	25		
PLATNIK	40	40	30	30
FIREFOX	40	40	40	40
SKYPE	30	30	30	30
KLIENT NETWARE	13	13		
THUNDERBIRD	25	25	25	25
SUMA:	173	173	125	125

DZIAŁ KADRY				
USŁUGA	RUCH LOKALNY [MB]		RUCH ZEWNĘTRZNY [MB]	
	POBIERANIE	WYSYŁANIE	POBIERANIE	WYSYŁANIE
MS OFFICE	30	30		
PLATNIK	40	40	30	30
FIREFOX	40	40	40	40
SKYPE	40	40	40	40
KLIENT NETWARE	13	13		
THUNDERBIRD	40	40	40	40
SUMA:	203	203	150	150

DZIAŁ OBSŁUGI KLIENTA BIZNESOWEGO				
USŁUGA	RUCH LOKALNY [MB]		RUCH ZEWNĘTRZNY [MB]	
	POBIERANIE	WYSYŁANIE	POBIERANIE	WYSYŁANIE
MS OFFICE	35	35		
FIREFOX	40	40	40	40
SKYPE	50	50	50	50
KLIENT NETWARE	10	10		
THUNDERBIRD	50	50	50	50
SUMA:	185	185	140	140

DZIAŁ ZARZĄDZANIA				
USŁUGA	RUCH LOKALNY [MB]		RUCH ZEWNĘTRZNY [MB]	
	POBIERANIE	WYSYŁANIE	POBIERANIE	WYSYŁANIE
MS OFFICE	35	35		
FIREFOX	40	40	40	40
SKYPE	40	30	30	30
KLIENT NETWARE	20	20		
THUNDERBIRD	40	40	40	40
SUMA:	175	165	110	110

Tabela 3.2: Podsumowanie generowanego ruchu.

RUCH W POSZCZEGÓLNYCH BUDYNKACH					
DZIAŁ	ILOSC STANOWISK	RUCH LOKALNY [MB]		RUCH ZEWNĘTRZNY [MB]	
		POBIERANIE	WYSYLANIE	POBIERANIE	WYSYLANIE
BUDYNEK A					
DZIAŁ BIZNESOWY	20	3700	3700	2800	2800
KSIĘGOWOŚĆ	30	5190	5190	3750	3750
KADRY	25	5075	5075	3750	3750
SUMA:	75	13965	13965	10300	10300
BUDYNEK B					
OBŚLUGI KLIENTA	125	5480	5480	5000	5000
ZARZĄDZANIE	25	4375	4125	2750	2750
SUMA:	150	9855	9605	7750	7750

PODSUMOWANIE					
DZIAŁ	ILOSC STANOWISK	RUCH LOKALNY [MB]		RUCH ZEWNĘTRZNY [MB]	
		POBIERANIE	WYSYLANIE	POBIERANIE	WYSYLANIE
OBŚLUGI KLIENTA	125	34250	34250	31250	31250
KSIĘGOWOŚĆ	30	5190	5190	3750	3750
KADRY	25	5075	5075	3750	3750
DZIAŁ BIZNESOWY	20	3700	3700	2800	2800
ZARZĄDZANIE	25	4375	4125	2750	2750
SUMA[Mb]:	225	420720	418720	354400	354400

Tabela 3.3: Planowana liczba punktów abonenckich na piętro zgodnie z wytycznymi klienta.

PLANOWANA LICZBA PUNKTÓW ABONECKICH	
PIĘTRO	ILOSC GNIAZD
BUDYNEK B	
PARTER	44
I	54
II	104
SUMA:	202
BUDYNEK A	
PARTER	32
I	56
SUMA:	88
SUMA:	290

Wszyscy użytkownicy sieci korzystają z następujących programów: klient NetWare, Thunderbird, Firefox, Microsoft Office oraz Skype. Dodatkowo występuje oprogramowanie specjalistyczne dla wyszczególnionych działów. Księgowość i kadry pracują dużo na Płatniku natomiast obsługa klienta używa programu do zdalnego zarządzania innymi komputerami TeamViever oraz ssh.

**Plany rozwoju** Firma w najbliższym czasie planuje zakup dodatkowych 5 drukarek sieciowych. Po jednej dodatkowej na każde piętro. Drukarki te mają znajdować się w ogólnie dostępnym miejscu.

**Poufność danych** ComputerBudy w swojej bazie danych posiada nie tylko dane personalne swoich pracowników ale również klucze kryptograficzne wymagane do połączenia zdalnego z maszyną klienta. Dane te są niewrażliwe dla firmy. W związku z tym trzeba będzie w sieci koniecznie zastosować urządzenie typu firewall.

**Obciążenie serwera www** Serwer na którym jest umieszczona strona firmy do poprawnego obsługiwanie zapytań potrzebuje łącze o przepustowości 0,5 Mb/s do pobierania oraz 1 Mb/s do wysyłania. Wartości te będą uwzględnione dla wymagań dotyczących łącza internetowego.

**Backup** Codziennie od godziny 24:00 do 6:00 rano wykonywany jest backup bazy danych klientów. Aby został poprawnie wykonany wymagana jest przepustowość na poziomie 3 Mb/s. Ponieważ czynność ta wykonywana jest w nocy wymagane to będzie na pewno spełnione gdyż pracownicy nie będą generować ruchu sieciowego.

**Sieć wifi** Klient wyraził zapotrzebowanie na instalację sieci wifi dla działu obsługującego przedsiębiorców. W sali konferencyjnej często dochodzi do spotkań z klientami oraz małych narad zarządu. Wygodny dostęp dla internetu na pewno byłby czynnikiem ułatwiającym wszelkie negocjacje. Niestety nie można przewidzieć zapotrzebowania na pasmo dla tego elementu sieci ponieważ nie wiadomo jaki program zechce uruchomić użytkownik. Nie jest to obciążenie ciągle sieci więc odpowiedni zapas przepustowości powinien rozwiązać ten problem.

Na podstawie zebranych danych można postawić wymagania dotyczące przepustowości sieci lokalnej oraz łącza z internetowego. Tabela 3.4 prezentuje wymagania minimalne oraz zalecane. Wymagania minimalne

zawierają wartości parametrów niezbędnych do poprawnego działania sieci. Niestety gdyby ich użyć mogłyby wystąpić problemy z jakością usług gdyby jakiś program przeciążył sieć. Aby tego uniknąć należy użyć wartości zalecanych, które stanowią trzykrotność wartości minimalnej. Z takim zapasem przepustowości sieć będzie odporna na większość przeciążeń.

Tabela 3.4: Przepustowości łącza internetowego.

PRZEPUSTOWOŚĆ MINIMALNA				PRZEPUSTOWOŚĆ ZALECANA			
RUCH LOKALNY [Mb/s]		RUCH ZEWNĘTRZNY [Mb/s]		RUCH LOKALNY [Mb/s]		RUCH ZEWNĘTRZNY [Mb/s]	
POBIERANIE	WYSYŁANIE	POBIERANIE	WYSYŁANIE	POBIERANIE	WYSYŁANIE	POBIERANIE	WYSYŁANIE
14,6	14,5	12,3	12,3	43,8	43,6	36,9	36,9

## Rozdział 4

# Założenia projektowe

Na podstawie analizy potrzeb ComputerBudy, proponujemy następujące rozwiązania:

- technologia Gigabit Ethernet wykorzystana w okablowaniu pionowym
- technologia Fast Ethernet wykorzystana w okablowaniu poziomym
- symetryczne łącze z dostępem do Internetu o przepustowości 40 Mb/s
- strukturę sieci oddzielającą serwery lokalne od zewnętrznych:
  - serwer WWW,
  - serwer bazy danych,
- użycie kabla UTP z kategorii 6,
- urządzenia kompatybilne z IPv6 (router'y, switch'e, serwery),
- urządzenia obsługujące technologię QoS
- technologię VLAN w celu odseparowania jednostek organizacyjnych firmy
- bezprzewodowy dostęp do sieci w dziale obsługi klienta biznesowego w technologii WiFi 802.11n na częstotliwości 2,4Ghz
- bezpieczeństwo sieci zapewnione firewall'em
- dodatkowo ochrona realizowana przez specyfikę technologii VLAN,
- redundantność oraz STP - w celu zapewnienia większej niezawodności sieci,
- skalowalność dzięki zhierarchizowanemu podziałowi warstw.

## Rozdział 5

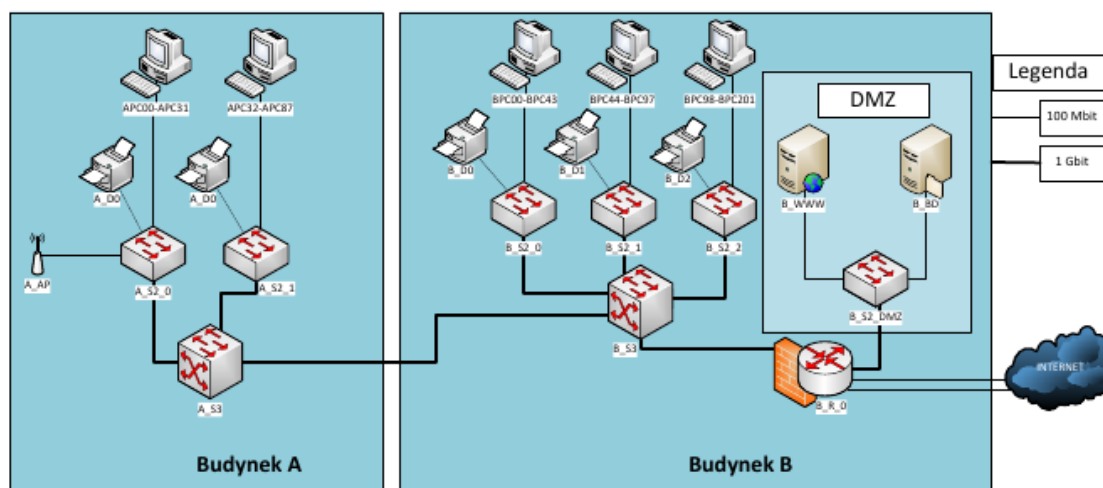
# Projekt sieci

### 5.1 Projekt logiczny sieci wraz z opisem koncepcji rozwiązania

#### 5.1.1 Ogólna koncepcja

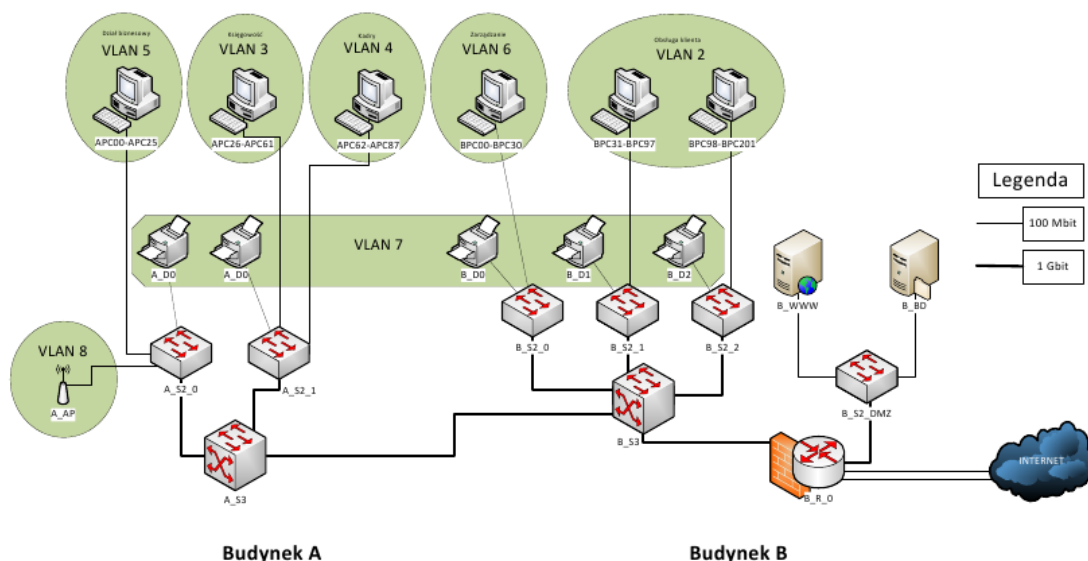
Cała sieć zostanie podzielona na dwie strefy. Pierwsza zdemilitaryzowana w której będą znajdować się serwery WWW oraz bazy danych. Zostaną one podłączone do przełącznika warstwy 2 za pomocą pomącą łączy o przepustowości 100Mb/s. Przełącznik z ruterem zostanie połączony przy pomocy łączy o prędkości 1Gb/s. Druga będzie to wewnętrzna prywatna sieć firmy z komputerami pracowników oraz wewnętrzna sieć wifi firmy. Strefa prywatna dla osiągnięcia większego poziomu bezpieczeństwa zostanie podzielona na wirtualne podsieci połączone za pomocą przełączników w warstwie 3. Każdy oddział firmy oraz sieć wifi będzie stanowić osobną podsieć wirtualną. Każde piętro będzie posiadało swój przełącznik w warstwie 2 do którego będą doprowadzone połączenia z hostów znajdujących się na danym piętrze o przepustowości 100Mb/s. Punkt dostępu wifi zostanie podpięty do normalnego switcha również łącem o przepustowości 100Mb/s. W każdym budynku będzie znajdował się 1 switch obsługujący wirtualne sieci. Switchy obsługujące poszczególne piętra oraz ruter będzie z nimi połączony za pomocą łączy o przepustowości 1Gb/s. Switch warstwy 3 z budynku A będzie podłączony do odpowiadającego mu switcha w budynku B. Właśnie to połączenie będzie przebiegać pomiędzy budynkami. Oczywiście będzie ono miało przepustowość 1Gb/s. Switch warstwy 3 w budynku B będzie podłączony do rutera również takim złączem. Połączenie do sieci internet zostanie oddzielone za pomocą firewala dla zwiększenia bezpieczeństwa.

#### 5.1.2 Toplogia sieci



Rysunek 5.1: Topologia logiczna sieci.

### 5.1.3 Projekt podziału na VLAN



Rysunek 5.2: Projekt podziału na VLAN.

## 5.2 Konfiguracja adresacji IP

### 5.2.1 Podział na VLAN

Jak już wcześniej było wspomniane tworzona przez nas sieć ma zapewniać bezpieczeństwo oraz łatwą adaptację sieci do nowych warunków. Jedną z metod jakie wybraliśmy do uzyskania tego jest VLAN. Uzyskamy dzięki tej technologii separację pomiędzy poszczególnymi sekcjami firmy. Ponadto umożliwi to łatwe zarządzanie ruchem przez administratora. Podział sieci firmowej za pomocą VLAN przedstawia tabela 5.1.

Tabela 5.1: Podział sieci firmowej na poszczególne VLANY

Nazwa działu/usługi	Ilość hostów	Przypisany VLAN	Podsieć	Maska podsieci	Przypisane adresy	Brama Domyślna
OBSŁUGA KLIENTA	125	VLAN 2	192.168.2.0	255.255.255.0/24	192.168.2.2	192.168.2.1
					192.168.2.127	
KSIĘGOWOŚĆ	30	VLAN 3	192.168.3.0	255.255.255.0/24	192.168.3.2	192.168.3.1
					192.168.3.32	
KADRY	25	VLAN 4	192.168.4.0	255.255.255.0/24	192.168.4.2	192.168.4.1
					192.168.4.27	
OBSŁUGA KLIENTA BIZNESOWEGO	20	VLAN 5	192.168.5.0	255.255.255.0/24	192.168.5.2	192.168.5.1
					192.168.5.22	
ZARZĄDZANIE	25	VLAN 6	192.168.6.0	255.255.255.0/24	192.168.6.2	192.168.6.1
					192.168.6.27	
DRUKARKI	5	VLAN 7	192.168.7.0	255.255.255.248/29	192.168.7.2	192.168.7.1
					192.168.7.7	
WIFI	-	VLAN 8	192.168.8.0	255.255.255.0/24	DHCP	192.168.8.1
URZĄDZENIA	7	VLAN 100	192.168.100.0	255.255.255.0/24	192.168.100.2	192.168.100.1
					192.168.7.9	

Podczas adresacji w tabeli 5.1 celowo został ominięty VLAN 1 aby była możliwa współpraca z urządzeniami z firmy CISCO. Urządzenia tej firmy obsługujące technologię VLAN, domyślnie tworzą sieć VLAN 1, która odpowiada za zarządzanie utworzoną siecią i za przekazywanie komunikatów w różnych protokołach.

### 5.2.2 Adresacja w strefie DMZ

Adresy w strefie DMZ zostały szczegółowo określone w tabeli 5.2 aby administrator sieci mógł dokładnie kontrolować ruch płynący na poszczególne serwery.

Tabela 5.2: Adresy przypisane do poszczególnych serwerów w strefie DMZ.

Serwer	Podsieć	Maska podsieci	Przypisane adresy	Brama Domyślna
B_WWW	10.1.1.0	255.255.255.248/29	10.1.1.2	10.1.1.1
B_DB	10.1.1.0	255.255.255.248/29	10.1.1.3	10.1.1.1

### 5.2.3 Adresacja interfejsów routera

Prawidłowa konfiguracja interfejsów fizycznych jak i wirtualnych ma kluczowe znaczenie dla poprawności działania sieci. Została ona szczegółowo wypisana dla poszczególnych interfejsów w tabeli 5.3. Użyto oznaczeń charakterystycznych dla firmy CISCO ponieważ są ogólnie znane i dość intuicyjne.

Tabela 5.3: Adresy przypisane do interfejsów routera.

URZĄDZENIE	Przypisany VLAN	INTERFEJS	Podsieć	Maska podsieci	Przypisany adres
B_R_0	VLAN 1	Ge0/1.1	192.168.1.0	255.255.255.0/24	192.168.1.1
	VLAN 2	Ge0/1.2	192.168.2.0	255.255.255.0/24	192.168.2.1
	VLAN 3	Ge0/1.3	192.168.3.0	255.255.255.0/24	192.168.3.1
	VLAN 4	Ge0/1.4	192.168.4.0	255.255.255.0/24	192.168.4.1
	VLAN 5	Ge0/1.5	192.168.5.0	255.255.255.0/24	192.168.5.1
	VLAN 6	Ge0/1.6	192.168.6.0	255.255.255.0/24	192.168.6.1
	VLAN 7	Ge0/1.7	192.168.7.0	255.255.255.248/29	192.168.7.1
	VLAN 8	Ge0/1.8	192.168.8.0	255.255.255.0/24	192.168.8.1
	VLAN 100	Ge0/1.100	192.168.100.0	255.255.255.0/24	192.168.100.1
	-	Ge0/2	10.1.1.0	255.255.255.248/29	10.1.1.1

## 5.3 Projekt okablowania

## 5.4 Projekt podłączenia do Internetu

## 5.5 Analiza bezpieczeństwa i niezawodności sieci

## 5.6 Kosztorys urządzeń