

# Technologie sieciowe 2 - projekt

*Autor:*

Tymon Tobolski (181037)

Jacek Wiczorek (181043)

*Prowadzący:*

Dr inż. Marcin Markowski

Wydział Elektroniki

III rok

Śr 13.15 - 15.00

3 stycznia 2012

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Inwentaryzacja sprzętu i infrastruktury dostępnej w przedsiębiorstwie</b>	<b>2</b>
2.1	Budynki . . . . .	2
2.1.1	Budynek 1 . . . . .	2
2.1.2	Budynek 2 . . . . .	3
2.2	Wypożyczenie . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Analiza potrzeb użytkownika</b>	<b>13</b>
3.1	Główne wymagania jakie stawiane są wobec tworzonej sieci . .	13
3.2	Bezpieczeństwo sieci . . . . .	13
3.3	Tele i wideokonferencje . . . . .	14
3.4	Sieć bezprzewodowa . . . . .	14
3.5	Program antywirusowy . . . . .	14
3.6	VLAN . . . . .	14
3.7	VPN . . . . .	15
3.8	Jakość usług sieciowych . . . . .	15
3.9	Minimalna wymagana przepustowość . . . . .	15
3.10	Okablowanie . . . . .	16
<b>4</b>	<b>Założenia projektowe</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Projekt sieci</b>	<b>19</b>
5.1	Projekt logiczny sieci . . . . .	19
5.2	Konfiguracja adresacji <i>IP</i> . . . . .	25
5.3	Projekt fizyczny . . . . .	25
5.4	Podłączenie do internetu . . . . .	25
5.5	Bezpieczeństwo . . . . .	25
5.6	Kosztorys . . . . .	26
<b>6</b>	<b>Karty katalogowe</b>	<b>27</b>
6.1	Przełącznik warstwy 3 . . . . .	27
6.2	Przełącznik warstwy 2 . . . . .	28
6.3	Router . . . . .	28
6.4	Access Point . . . . .	29

# 1 Wstęp

Celem przedsięwzięcia jest stworzenie projektu sieci komputerowej dla firmy informatycznej świadczącej usługi programistyczne. Firma mieści się w dwóch budynkach zlokalizowanych niedaleko siebie, oddalonych o ok. 50m. Głównym celem firmy jest tworzenie aplikacji internetowych, a także oprogramowania na urządzenia przenośne.

Firma zatrudnia ok. 180 pracowników podzielonych na 6 zespołów zajmujących po jednym piętrze budynku. Jedna kondygnacja przeznaczona jest na serwerownię, pomieszczenia administracyjne oraz biura członków zarządu. Na każdym piętrze znajduje się sala konferencyjna.

Ze względów bezpieczeństwa dostęp do niektórych zasobów sieci jest dostępny tylko dla wybranych grup użytkowników.

Projektowana sieć musi cechować się jakością, niezawodnością oraz skalowalnością w przypadku potrzeby zwiększenia ilości pracowników w firmie. Ważnym czynnikiem jest również estetyczna jakość wykonania instalacji.

## 2 Inwentaryzacja sprzętu i infrastruktury dostępnej w przedsiębiorstwie

### 2.1 Budynki

Firma ma swoją siedzibę w dwóch budynkach oddalonych od siebie o około 50m. Pierwsza z budowli składa się z czterech pieter, natomiast druga z trzech. Pięć kondygnacji jest zaadaptowanych jako pomieszczenia dla programistów. Dwie kondygnacje przeznaczone są na serwerownię, pomieszczenia administracyjne i pomieszczenia członków zarządu. Na każdym piętrze zlokalizowana będzie sala konferencyjna, oraz kuchnia i pomieszczenia sanitarne.

#### 2.1.1 Budynek 1

Na parterze mieści się serwerownia i pomieszczenia pracowników administracyjnych. Kolejne dwie kondygnacje zajmują programiści aplikacji webowych, a na ostatnim piętrze mają swoją siedzibę programiści aplikacji na systemy mobilne.

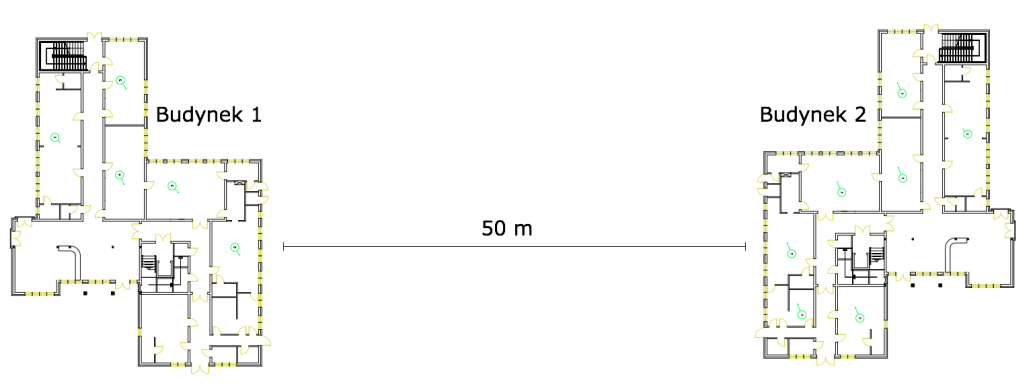
### 2.1.2 Budynek 2

Parter oraz pierwsze piętro zajmują sale konferencyjne oraz pomieszczenia dla programistów. Na ostatnim piętrze znajdują się biura członków zarządu.

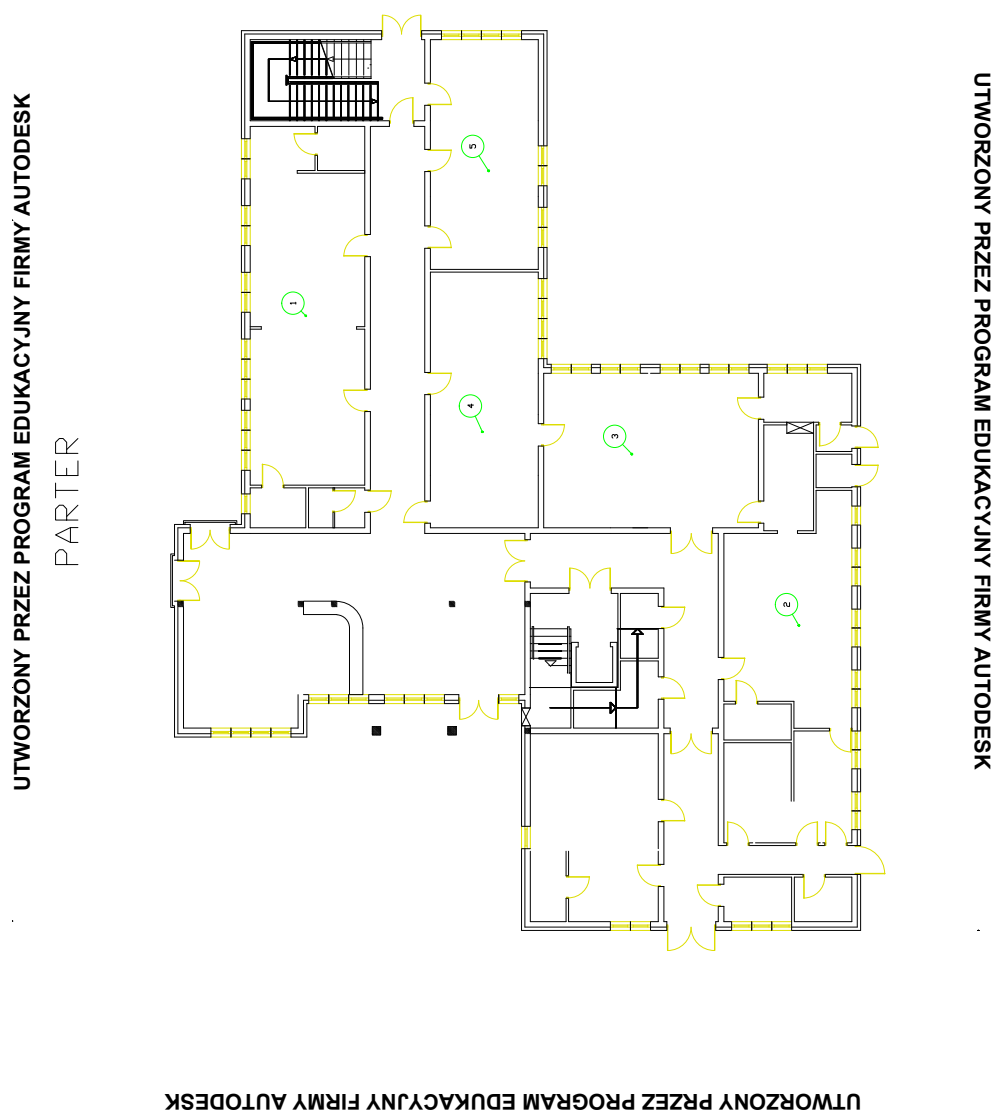
Poniżej znajdują się plany obu budynków w skali 1 : 265 oraz ich wzajemne położenie.

1	Sala konferencyjna
2	Serwerownia
3,4,5	Pomieszczenia administracyjne
7	Pomieszczenia programistów
11	Pomieszczenia członków zarządu

Tabela 1: Oznaczenia pomieszczeń



Rysunek 1: Wzajemne położenie budynków



Rysunek 2: Budynek 1 - Parter

UTWORZONY PRZEZ PROGRAM EDUKACYJNY FIRMY AUTODESK

UTWORZONY PRZEZ PROGRAM EDUKACYJNY FIRMY AUTODESK

PIĘTRO I



UTWORZONY PRZEZ PROGRAM EDUKACYJNY FIRMY AUTODESK

UTWORZONY PRZEZ PROGRAM EDUKACYJNY FIRMY AUTODESK

Rysunek 3: Budynek 1 - Piętro I

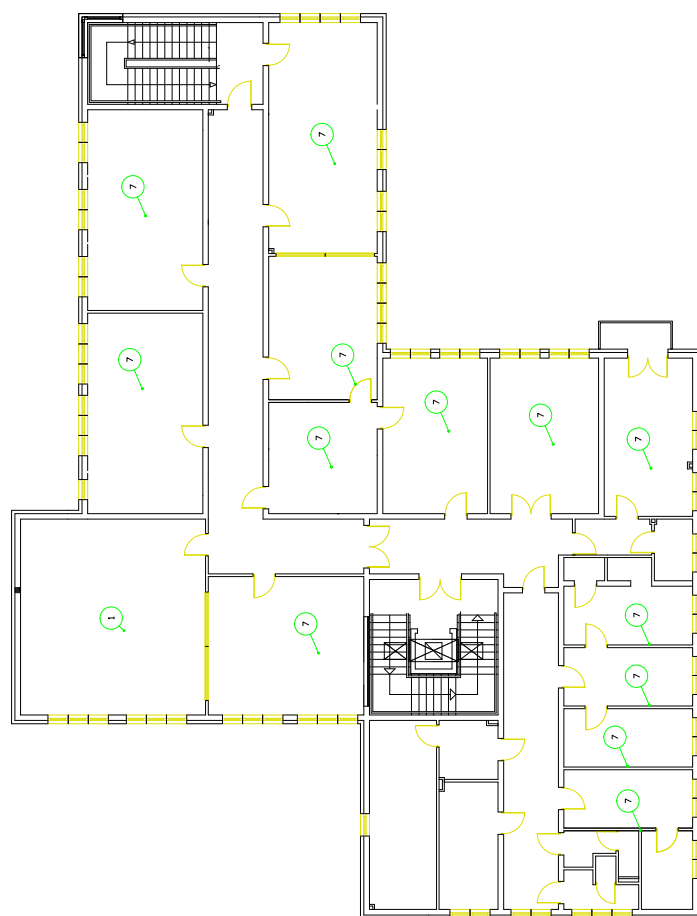


Rysunek 4: Budynek 1 - Piętro II

UTWORZONY PRZEZ PROGRAM EDUKACYJNY FIRMY AUTODESK

UTWORZONY PRZEZ PROGRAM EDUKACYJNY FIRMY AUTODESK

PIĘTRO III



UTWORZONY PRZEZ PROGRAM EDUKACYJNY FIRMY AUTODESK

UTWORZONY PRZEZ PROGRAM EDUKACYJNY FIRMY AUTODESK

Rysunek 5: Budynek 1 - Piętro III







Rysunek 7: Budynek 2 - Piętro I



Rysunek 8: Budynek 2 - Piętro II



## 2.2 Wyposażenie

Wyposażeniem każdego pracownika jest stacjonarny zestaw komputerowy, w skład którego wchodzi: jednostka centralna, mysz, klawiatura, monitor, kamera internetowa, słuchawki z mikrofonem. Na każdym piętrze znajduje się sieciowe urządzenie wielofunkcyjne, podłączone i skonfigurowane w sposób zapewniający dostęp wszystkim pracownikom z danego piętra.

Każda z sal konferencyjnych została wyposażona w rzutnik multimedialny, a także komputer stacjonarny umożliwiający prowadzenie tele i wideokonferencji. Ponadto w każdej z sal konferencyjnych umieszczony jest punkt dostępu do sieci bezprzewodowej.

Część parteru jednego z budynków została zaadaptowana jako serwerownia, w której umieszczono kilka serwerów. Serwery te pozwalają na przechowywanie repozytoriów kodu źródłowego, przeprowadzanie testów oprogramowania, składownię i wymianę plików między pracownikami, kopie zapasowe danych, a także dostęp do baz danych wykorzystywanych do administracji oraz przy pracy nad projektami.

Systemy operacyjne dostępne dla pracowników:

- Windows 7
- Ubuntu 11
- Mac OS X Lion 10.7

Oprogramowanie wykorzystywane przez pracowników:

- Komunikator internetowy (protokół XMPP)
- Program do tele i wideokonferencji Skype
- Program pocztowy (dowolny)
- System kontroli wersji (svn, git)
- Oprogramowanie umożliwiające współdzielenie plików Samba
- Narzędzia służące do wytwarzania oprogramowania :
  - Windows : Microsoft Visual Studio 2010, Eclipse
  - Linux : Eclipse

– Mac OS X : XCode

- Program do pracy zdalnej TeamViewer
- Pakiet Office

### 3 Analiza potrzeb użytkownika

Przy projektowaniu sieci lokalnej dla tak dużej firmy informatycznej należy wziąć pod uwagę bardzo wiele czynników, ale przede wszystkim zapewnić ciągły dostęp do zasobów, a także jak największą prędkość łącza.

#### 3.1 Główne wymagania jakie stawiane są wobec tworzonej sieci

1. Możliwość przeprowadzania tele i videokonferencji przy minimalizacji zakłóceń przy transmisji zadań
2. Ciągła możliwość połączenia z serwerem
3. Bez problemowy *download* i *upload* kodu z serwera
4. Przeglądanie witryn internetowych
5. Współdzielenie plików między komputerami, serwerami. Bez problemowa wymiana plików między stacjami używającymi systemów operacyjnych Linux i Mac OS, a stacjami używającymi Windows.
6. Backup danych składowanych na serwerach
7. Możliwość pracy zdalnej za pomocą Remote Desktop i ssh.

#### 3.2 Bezpieczeństwo sieci

1. Konfiguracja Firewall
2. Oprogramowanie antywirusowe
3. Urządzenie limitujące ruch sieciowy

### 3.3 Tele i wideokonferencje

Z racji świadczonych usług dla klientów międzynarodowych niezbędne jest zapewnienie odpowiedniej przepustowości sieci do prowadzenia tele oraz wideokonferencji. Zalecana przez producenta oprogramowania (Skype) minimalna przepustowość łącza pozwalająca na prowadzenie telekonferencji wynosi 30/30 kb/s, jednak w przypadku większej ilości osób rozmawiających jednocześnie wymagane jest szybsze łącze, ok. 200/100 kb/s. Wideokonferencje wymagają znacznie szybszego połączenia. Minimalna prędkość podana przez producenta to 128/128 kb/s, jednak podobnie jak w przypadku telekonferencji większa ilość osób uczestniczących w wideokonferencji zwiększa wymagania łącza internetowego do ok 4/1 Mb/s.

### 3.4 Sieć bezprzewodowa

W każdej sali konferencyjnej znajduje się punkt dostępowy sieci bezprzewodowej oferujący jedynie dostęp do Internetu i innych komputerów w obrębie tej sali. Ma to na celu zwiększenie bezpieczeństwa i zablokowanie dostępu do sieci wewnętrznej firmy osobom postronnym. Sieć bezprzewodowa wykończona będzie w standardzie 802.11n, będącym całkowicie zgodnym z poprzednim standardem 802.11g. Uwierzytelnienie użytkowników podłączających się do sieci odbywać się będzie za pomocą szyfrowania *WPA – PSK*.

Ze względu na charakter i wymagania pracy osób zajmujących się produkcją oprogramowania dla urządzeń mobilnych, zachodzi potrzeba utworzenia bezpiecznej sieci bezprzewodowej z dostępem do sieci wewnętrznej firmy. Sieć ta o ograniczonym zasięgu, dostępna będzie dla wybranych urządzeń o zautoryzowanych adresach *MAC*.

### 3.5 Program antywirusowy

W celu zabezpieczenia stacji roboczych przed złośliwym oprogramowaniem, użyty zostanie program antywirusowy ESET Nod32. Jest to oprogramowanie zapewniające duży poziom bezpieczeństwa, jednocześnie nie obciążając zbytnio systemu komputerowego. Kolejną zaletą jest możliwość instalacji go na systemach Linux.

### 3.6 VLAN

Biorąc pod uwagę specyfikę działania firmy i dynamiczne przydzielanie zadań poszczególnym pracownikom, najlepszym rozwiązaniem będzie odse-

parowanie logicznej struktury sieci od struktury fizycznej za pomocą wirtualnych sieci LAN. Serwery i stacje robocze używane przez konkretną grupę korzystają z tej samej sieci VLAN. Pozwoli to na współpracę wielu osób w ramach jednej grupy niezależnie od ich położenia. Wirtualne sieci LAN znacznie ułatwiają przenoszenie stacji roboczych między podsieciami oraz dodawanie nowych stacji roboczych do istniejących już sieci. Usprawniają też nadzorowanie ruchu w sieci, a także poprawiają bezpieczeństwo.

### **3.7 VPN**

Ze względu na możliwość pracy zdalnej, pracownicy muszą mieć dostęp do serwerów znajdujących się w siedzibie firmy. Mając na uwadze bezpieczeństwo danych sieć firmowa musi udostępniać usługę VPN. Daje to możliwość monitoringu i logowania dostępu do zasobów w bezpieczny sposób, niezależnie od fizycznej lokalizacji pracownika.

### **3.8 Jakość usług sieciowych**

W celu zapewnienia jak najlepszej jakości usług sieciowych, odpowiednich przepustowości łącza, a także eliminacji przeciążenia infrastruktury sieciowej w firmie, zastosowane zostanie urządzenie służące do limitowania ruchu sieciowego (limiter). Pozwoli ono ustalić priorytety połączeń (tele i wideokonferencje - najwyższy, przeglądanie internetu najniższy), ustawić *QoS* oraz pozwoli na filtrowanie ruchu sieciowego, blokowanie niebezpiecznych stron internetowych, czy ograniczyć ściąganie nielegalnych plików.

### **3.9 Minimalna wymagana przepustowość**

Szacując ruch sieciowy w firmie należy rozdzielić ruch wewnątrz sieci lokalnej oraz ruch do sieci zewnętrznej (Internet). W przypadku analizy wymaganej przepustowości na zewnątrz sieci trzeba uwzględnić wymagania, które stawia wykorzystywane oprogramowanie.

Szacowany dzienny przepływ danych w sieci wewnętrznej dla jednego pracownika wynosi ok. 200 Mb. Biorąc pod uwagę fakt, iż serwerownia mieści się w budynku pierwszym, a w budynku drugim będzie pracować ok. 75 osób, można przyjąć założenie, że dzienny transfer pomiędzy budynkami wyniesie 15 Gb. Ruch sieciowy nie jest stały w ciągu dnia, ze względu na sytuacje losowe wymagające wysokiej przepustowości sieci (np. reinstalacja systemu, aktualizacja oprogramowania, tworzenie kopii zapasowych, pobieranie nowego



oprogramowania). Z tego względu budynki powinny zostać połączone światłowodem.

Poniższa tabela przedstawia zalecane przez producenta oprogramowania parametry przepustowości łącza dla pojedynczego użytkownika. W najgorszym hipotetycznym przypadku potrzebuje on przepustowości rzędu 11/7 Mb/s. Takie zapotrzebowanie na łącze jest jednak bardzo mało prawdopodobne. Mimo tego, należy wziąć pod uwagę możliwość prowadzenia kilku wideokonferencji w tym samym czasie bez znacznego ograniczania dostępu do Internetu reszcie pracowników.

	Download [Mb/s]	Upload [Mb/s]
Komunikator internetowy	0,1	0,1
Telekonferencje	0,2	0,1
Wideokonferencje	4	1
Program pocztowy	1	0,5
Zdalny pulpit (TeamViewer, RD)	5	5
Przeglądanie internetu	1	0,5
<b>SUMA</b>	<b>11,3</b>	<b>7,2</b>

Podsumowując wymagania dotyczące przepustowości sieci zalecane łącze internetowe powinno posiadać następujące parametry :

- Download : 20 Mb/s
- Upload : 10 Mb/s

W celu zapewnienia ciągłości połączenia z siecią Internet zalecane jest wydzierżawienie łącza zapasowego o przepustowości 10/5 Mb/s.

W celu zapewnienia skalowalności sieci, w przypadku zwiększenia zatrudnionej liczby pracowników, umowa powinna być zawarta na czas nieokreślony. Daje to możliwość w każdej chwili zwiększenia przepustowości łącza do wymaganej, lub w przypadku redukcji kosztów na zmniejszenie.

### 3.10 Okablowanie

- Zważając na fakt, iż dwie siedziby firmy znajdują się w pewnej odległości od siebie, a niezbędny jest stały i szybki dostęp do serwerów

znajdujących się w jednym z budynków połączenie między dwoma budynkami firmy będzie zrealizowane za pomocą światłowodu 10 Gb/s

- Ze względu na fakt, iż główny ruch w sieci odbywa się między użytkownikiem, a serwerem, gdzie przechowywany jest kod i aplikacje testowe, połączenia pionowe powinny zapewniać większą przepustowość, niż połączenia poziome. Ten typ połączeń wykonany zostanie za pomocą okablowania typu 1000Base-T Gigabit Ethernet, skrętka ekranowana kategorii 6.
- Okablowanie poziomie zostanie zrealizowane w technologii 100Base-T Fast Ethernet, skrętka foliowana UTP kategorii 6. Decydujemy się na ten typ okablowania, ponieważ pojedynczy użytkownicy sieci, nie będą potrzebowali większej przepustowości niż oferowana przez ten typ połączenia

## 4 Założenia projektowe

Projekt zakłada stworzenie sieci dla firmy zatrudniającej 180 pracowników, mającej siedzibę w dwóch budynkach oddalonych od siebie o ok. 50 m. Sieć będzie nowoczesna i łatwa do rozbudowy w przyszłości.

W każdym budynku będą znajdować się dwa przełączniki warsty trzeciej połączone funkcją EtherChannel w celu równomiernego rozłożenia obciążenia sieci. Aby zapewnić ciągłość dostępu do Internetu wykonane zostaną dwa przyłącza - główne oraz zapasowe. W celu obsługi podłączenia z Internetem wykorzystane zostaną dwa routery (po jednym na przyłączy) wspierające protokół *RRRP* zapewniający niezawodność połączenia.

Bużet przeznaczony na inwestycję wynosi 150,000 PLN.

Główne założenia projektowe :

1. Okablowanie szkieletowe za pomocą technologii 1000Base-T Gigabit Ethernet, poziome - 100Base-T Fast Ethernet, połączenie między budynkami - światłowód.
2. Wykorzystanie technologii VLAN w celu ograniczenia kolizji w sieci, ułatwienia prac członkom zespołów programistycznych, zwiększenia bezpieczeństwa sieci. 7 sieci VLAN, ok. 25 pracowników w każdej.

3. Zapewnienie odpowiedniej konfiguracji sieci bezprzewodowej i kontroli dostępu - sieć zabezpieczona hasłem z szyfrowaniem WPA-PSK, z ograniczonym dostępem do zasobów wewnętrznych firmy.
4. W celu zapewnienia niezawodności połączenia z internetem, dzierżawa dwóch łączy od niezależnych operatorów.
5. Umożliwienie bezpiecznej i bezproblemowej pracy zdalnej za pomocą Remote Desktop. W tym celu wykorzystana zostanie technologia VPN.
6. Bezproblemowe korzystanie z usług w sieci wewnętrznej : upload i download kodu, testowanie aplikacji, dostęp do bazy danych.
7. Odpowiednia priorytetyzacja łączy : tele i wideokonferencje - wysoki priorytet, przeglądanie stron www - niski - zastosowanie menadżera pasma.
8. Estetyka wykonania instalacji - ukrycie kabli w podwieszanym suficie i podłodze lub w korytkach.
9. Zapewnienie maksymalnego bezpieczeństwa sieci : ochrona przed atakami z zewnątrz, a także odporność na fizyczne uszkodzenia - ograniczenie dostępu do sieci, zastosowanie oprogramowania antywirusowego NOD32, automatyczna aktualizacja oprogramowania (łatwy bezpieczeństwa), zastosowanie plastikowych osłon przewodów.

## 5 Projekt sieci

Kolejnym etapem naszego projektu jest projekt logiczny sieci. Na Rysunku **TODO** przedstawiony zostało wzajemne położenie względem siebie budynków, które dla ułatwienia oznaczeń nazywać i opisu nazywać będziemy *B1* i *B2*.

### 5.1 Projekt logiczny sieci

Ze względu na charakterystykę działania firmy i potrzeby odbiorcy, sieć podzielona została na sieci *VLany*, odpowiadające każdemu zespołowi programistów. Pozwoli to na łatwe dołączanie osób do różnych zespołów (np. testerów oprogramowania), bez konieczności fizycznego przenoszenia komputera do pomieszczenia danego zespołu.

Na każdym piętrze dostępna będzie drukarka sieciowa, posiadająca adres z puli odpowiedniego *VLANu*.

W celu zapewnienia płynnego ruchu sieciowego na każdym piętrze znajdować się będzie switch warstwy 2, podpięty do dwóch przełączników warstwy trzeciej znajdujących się na parterze każdego z budynków. Pomiedzy przełącznikami warstwy trzeciej skonfigurowane zostanie funkcja EtherChannel, pozwalający na połączeniu kilku ethernetowych łączy fizycznych w jedno logiczne. Dzięki temu, przełączniki mogą równomiernie rozkładać obciążenie na łączy, zapewniając wysokowydajnościowe połączenie pomiędzy urządzeniami sieciowymi.

Przełączniki warstwy trzeciej połączone ze sobą zostaną dwunastożyłowym światłowodem w połączeniu każdy z każdym, by zapewnić niezawodność połączenia i zminimalizować ryzyko braku połączenia do internetu lub serwerowni *B2* w wyniku awarii switch'a.

Dwa routery znajdujące się w *B1* odpowiedzialne będą za zapewnienie niezawodnego połączenia z internetem. Pomiedzy routerami zastosowany zostanie protokół VRRP, pozwalający na stworzenie klastra dostępowego, określanego jako wirtualny router. Przyśpieszy to ruch sieciowy, oraz zwiększy bezpieczeństwo i niezawodność połączenia z internetem.

Oznaczenia :

- $B\{X\}S\{Y\}$  - Switch warstwy 2, gdzie  $\{X\}$  - numer budynku,  $\{Y\}$  - numer piętra
- $B\{X\}RS\{Y\}$  - Switch warstwy 3, gdzie  $\{X\}$  - numer budynku,  $\{Y\}$  - numer urządzenia
- $R\{X\}$  - Router, gdzie  $\{X\}$  - numer urządzenia
- $S\{X\}$  - Serwer, gdzie  $\{X\}$  - numer urządzenia
- $B\{X\}P\{Y\}A\{Z\}$  - Access Point, gdzie  $\{X\}$  - numer budynku,  $\{Y\}$  - numer piętra,  $\{Z\}$  - numer urządzenie
- $B\{X\}P\{Y\}K\{Z\}$  - Stacja robocza, gdzie  $\{X\}$  - numer budynku,  $\{Y\}$  - numer piętra,  $\{Z\}$  - numer urządzenie
- $B\{X\}P\{Y\}D\{Z\}$  - Drukarka sieciowa, gdzie  $\{X\}$  - numer budynku,  $\{Y\}$  - numer piętra,  $\{Z\}$  - numer urządzenie

Podział na Vlany :

- **TODO**

TODO legenda vlany

TODO vlany

TODO wstawić legende do rysunku bo cygan nie umiał podzielić pliku



TODO wstawic rysunek

## 5.2 Konfiguracja adresacji IP

W celu zapewnienia odpowiedniej puli adresów, zapewniającej możliwość skalowalności i robudowy sieci zdecydowaliśmy się na pulę adresów prywatnych klasy A, zaczynając od adresu sieci *10.1.1.0*.

Poniżej przedstawiono pule adresowe dla poszczególnych *VLANów* :

- VLAN WiFi : 10.1.1.0 - 10.1.1.255, Maska : 255.255.255.0
- VLAN ZarzadIAministracja : 10.1.2.0 - 10.1.2.255, Maska : 255.255.255.0
- VLAN Team1 10.1.3.0 - 10.1.3.255, Maska : 255.255.255.0
- VLAN Team2 10.1.4.0 - 10.1.4.255, Maska : 255.255.255.0
- VLAN Team3 10.1.5.0 - 10.1.5.255, Maska : 255.255.255.0
- VLAN Team4 10.1.6.0 - 10.1.6.255, Maska : 255.255.255.0
- VLAN Team5(Testerzy) 10.1.7.0 - 10.1.7.255, Maska : 255.255.255.0

## 5.3 Projekt fizyczny

TODO

## 5.4 Podłączenie do internetu

TODO

## 5.5 Bezpieczeństwo

Projekt sieci powinien przewidywać zabezpieczenie jej przed następującymi czynnikami:

- Ataki z zewnątrz :
  - podsłuchanie ramek typu broadcast
  - Ataki DoS
  - Ataki MAC flooding
  - Vlan leaking
- Utrata danych

- Wirusy
- Czynniki fizyczne
  - Uszkodzenia kabli
  - Pożar

TODO

## **5.6 Kosztorys**

TODO

## 6 Karty katalogowe

### 6.1 Przełącznik warstwy 3

#### Cisco Catalyst WS-C3550-12T Managed Switch 12 Ports

- **Cisco Part Number:** WS-C3550-12T
- **Speed:** 10/100/1000Mbps
- **Flash Memory:** 8MB Memory
- **RAM Memory:** 32MB Memory
- **Ports:** 10 x 10/100/1000 + 2 x GBIC
- **Interfaces:** 10 x 10Base-TX-RJ-45, 1x RS-232-RJ-45-1-Management
- **Cisco IOS:** Enhanced Multilayer Software Image (EMI)



Rysunek 9: Przełącznik Cisco Catalyst WS-C3550-12T

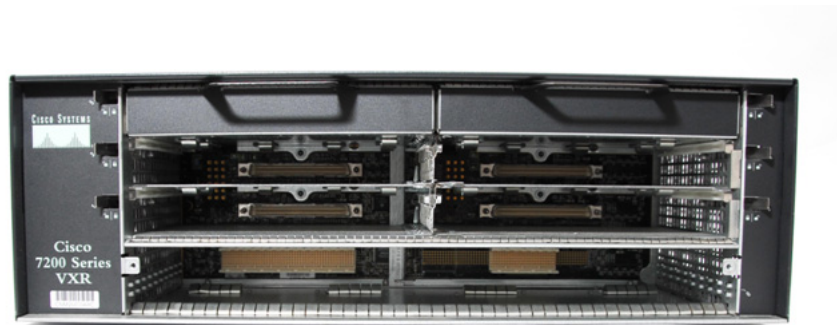
## 6.2 Przełącznik warstwy 2

TODO

## 6.3 Router

Cisco Router 7200 VXR 7204VXR

- **Ports:** 4 Gigabit Ethernet ports
- **Speed:** 10/100/1000Mbps
- **DRAM Memory:** 1GB



Rysunek 10: Cisco Router 7200 VXR 7204VXR

## 6.4 Access Point

### Access Point NETGEAR WNCE2001

- **Standard:** IEEE 802.11n 2.0
- **Ports:** 1 x 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T



Rysunek 11: Access Point NETGEAR WNCE2001