

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA  
WYDZIAŁ ELEKTRONIKI

## Technologie Sieciowe – Projekt

Termin zajęć: pn TN 9:15-11:00

Prowadzący: Dr inż. Arkadiusz Grzybowski

Nr. zestawu: 61

Grupa:

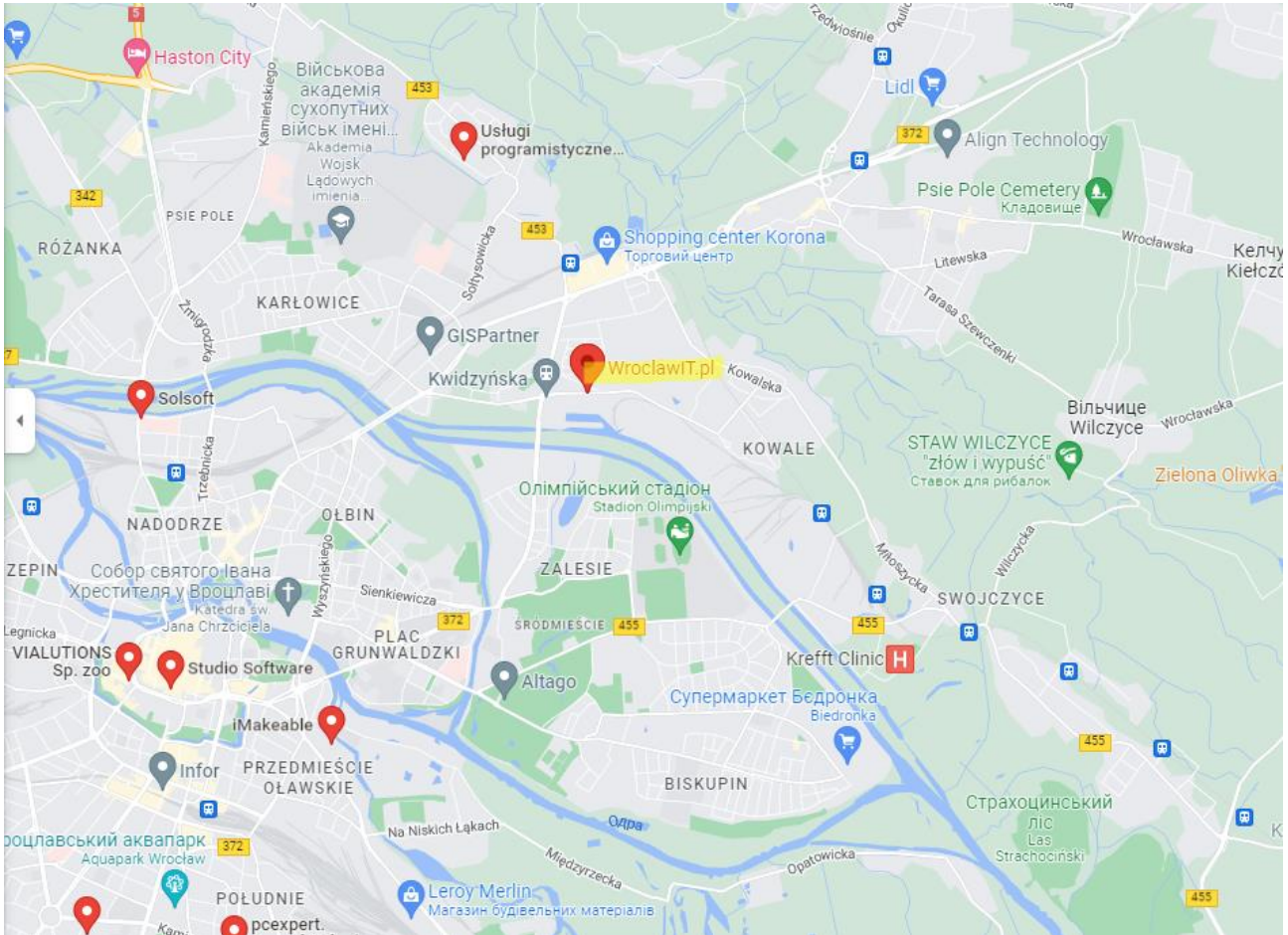
Andrii Zhukov 262701

Vladyslav Pochelov 255920

Magdalena Dąbrowska 251022

## 1. Wstęp

Celem projektu jest zaprojektowanie sieci komputerowej dla firmy programistycznej WrocławIT.pl, która znajduje się we Wrocławiu przy ulicy Kwidzińskiej. Ta firma zajmuje się tworzeniem oprogramowania dla usług finansowych, branży produkcyjnej i opieki zdrowotnej. Instytucja zlokalizowana jest w dwóch budynkach, które połączone między sobą światłowodem jednomodowym. Zainstalowane są w nich okablowania miedziane (kat. 6) oraz niezbędne szafy teleinformatyczne. Wyposażone są również we wszystkie niezbędne urządzenia sieciowe. Firma posiada także urządzenia końcowe (serwer, drukarki, komputery, kamery IP, itp.). Zostaną one podłączone do sieci o przepustowości umożliwiającej sprawne oraz bezawaryjne działanie.



rys. 1 Mapa z adresem naszej firmy

### Wymagania:

- każdy dział wymaga stabilnego dostępu do sieci wewnętrznej oraz zewnętrznej
- sieć wewnętrzna oraz dostęp do Internetu musi spełniać odpowiednie standardy bezpieczeństwa
- sprawne oraz bezawaryjne działanie

W ramach projektu przedstawione zostaną:

- inwentaryzacja zasobów: sprzętu, aplikacji, zasobów ludzkich
- analiza potrzeb użytkowników – wymagania zamawiającego
- założenia projektowe
- projekt sieci
- karty katalogowe proponowanych urządzeń

## 2. Inwentaryzacja zasobów: sprzętu, aplikacji, zasobów ludzkich

### 2.1 Pracownicy

Pracowników firmy można podzielić na 4 grupy

| Grupa robocza | Liczba użytkowników (komputerów) |           |          |          |          | Suma |
|---------------|----------------------------------|-----------|----------|----------|----------|------|
|               | Budynek 1                        | Budynek 2 |          |          |          |      |
|               | Piętro 1                         | Piętro 1  | Piętro 2 | Piętro 3 | Piętro 4 |      |
| Programiści   | 1                                | 20        | 0        | 32       | 10       | 63   |
| Testerzy      | 28                               | 11        | 9        | 42       | 12       | 102  |
| Projektanci   | 31                               | 43        | 1        | 13       | 43       | 131  |
| Marketing     | 30                               | 20        | 35       | 20       | 22       | 127  |

$$\Sigma = 423$$

### 2.2 Sprzęt

|                          | Liczba użytkowników (komputerów) |           |          |          |          | Suma |
|--------------------------|----------------------------------|-----------|----------|----------|----------|------|
|                          | Budynek 1                        | Budynek 2 |          |          |          |      |
|                          | Piętro 1                         | Piętro 1  | Piętro 2 | Piętro 3 | Piętro 4 |      |
| Sprzęt sieciowy          | Piętro 1                         | Piętro 1  | Piętro 2 | Piętro 3 | Piętro 4 |      |
| Drukarki                 | 3                                | 3         | 2        | 3        | 1        | 12   |
| Punkty WiFi              | 0                                | 0         | 0        | 2        | 1        | 3    |
| Urządzenia bezprzewodowe | 0                                | 0         | 0        | 15       | 10       | 25   |

$$\Sigma = 40$$

### 2.3 Punkty dystrybucyjne

Firma znajduje się w dwóch budynkach oddalonych od siebie 351 m. Pierwsza siedziba składa się z jednego piętra, natomiast druga z czterech. Łączy między nimi jest optyczne jednomodowe. Znajdują się w nich trzy punkty dystrybucyjne z podłączonymi punktami abonenckimi.

| Oznaczenie | Lokalizacja      | Podłączone punkty abonenckie |
|------------|------------------|------------------------------|
| MDF        | Bud. 2, Piętro 3 | Bud. 2, Piętro 3, 4          |
| IDF1       | Bud. 2, Piętro 1 | Bud. 2, Piętro 2, 1          |
| IDF2       | Bud. 1, Piętro 1 | Bud. 1                       |

Tabela 1: Rozmieszczenie punktów abonenckich

## 2.4 Wymagania dotyczące przepływów z/do internetu

| Transfer z/do Internetu (Down/Up) [kb/s] |              |                  |       |            |             |                 |
|--|--------------|------------------|-------|------------|-------------|-----------------|
| Grupa rob./Aplikacja                     | Przeglądarka | Wideokonferencja | VoIP  | Klient FTP | Komunikator | Praca w chmurze |
| Programiści                              | 0\0          | 0\0              | 20\20 | 49\19      | 15\15       | 0\0             |
| Testerzy                                 | 0\0          | 40\40            | 20\20 | 74\12      | 15\15       | 46\25           |
| Projektanci                              | 0\0          | 0\0              | 20\20 | 98\15      | 0\0         | 0\0             |
| Marketing                                | 39\10        | 40\40            | 20\20 | 88\10      | 0\0         | 0\0             |
| WiFi                                     | 34\10        | 0\0              | 20\20 | 100\15     | 0\0         | 0\0             |

Tabela 2: Wymagania dotyczące przepływów z/do internetu (na jednego użytkownika).

## 2.5 Wymagania dotyczące przepływów lokalnych

| Transfer do serwerów lokalnych i drukarek (Down/Up) [kb/s] |         |         |          |
|--|---------|---------|----------|
| Grupa rob. / Serwer  | Serwer1 | Serwer2 | Drukarka |
| Programiści  | 750\850 | 750\850 | 10\120   |
| Testerzy   | 0\0     | 600\200 | 10\150   |
| Projektanci  | 350\150 | 400\950 | 10\130   |
| Marketing  | 150\550 | 50\450  | 10\150   |
| WiFi   | 50\150  | 100\250 | 10\150   |

Tabela 3: Wymagania dotyczące przepływów lokalnych (na jednego użytkownika).

## 2.6 Serwery

Prognoszony ruch do Internetu z posiadanych przez firmę serwerów internetowych  
Firma posiada cztery serwery:

- Serwer Plików 1
- Serwer Plików 2
- Serwer WWW
- Serwer Pocztowy

| Serwery internetowe | Do Internetu | Z Internetu | Liczba jednoczesnych sesji |
|---------------------|--------------|-------------|----------------------------|
| Serwer WWW          | 140          | 20          | 18                         |
| Serwer FTP          | 250          | 70          | 11                         |

Tabela 4: Ruch z i do Internetu dla Serwerów

### 3. Analiza potrzeb użytkowników

#### 3.1 Łąca szkieletowe

By uzyskać wykorzystanie łącza dla poszczególnych grup pracowników wyliczone na jednego pracownika zsumowano cały ruch generowany przez owego pracownika. Skorzystano do tego z tabel:

Tabela 3, Tabela 4.

| Użytkownik  | Serwery lokalne |           | Internet   |           | Suma       |           |
|-------------|-----------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
|             | Down[kb/s]      | Up [kb/s] | Down[kb/s] | Up [kb/s] | Down[kb/s] | Up [kb/s] |
| Programiści | 1510            | 1820      | 84         | 44        | 1594       | 1864      |
| Testerzy    | 610             | 350       | 195        | 112       | 805        | 462       |
| Projektanci | 760             | 1230      | 400        | 35        | 878        | 1265      |
| Marketing   | 210             | 1150      | 187        | 80        | 397        | 1230      |
| WiFi        | 160             | 550       | 154        | 45        | 314        | 595       |

Tabela 5: Wykorzystanie łącza poszczególnych użytkowników sieci

#### Przykładowe obliczenia:

Programiści – pobieranie z serwerów lokalnych:  $1510 = 750 + 750 + 10$  [kb/s]

Programiści – wysyłanie do serwerów lokalnych:  $1820 = 850 + 850 + 120$  [kb/s]

Programiści pobieranie z internetu:  $84 = 0 + 0 + 20 + 49 + 15 + 0$  [kb/s]

Programiści – wysyłanie do internetu:  $44 = 0 + 0 + 20 + 19 + 15 + 0$  [kb/s]

Szacowany ruch generowany przez pracowników danego piętra obliczany jest w wyniku wymnożenia ruchu przypadającego na jednego pracownika przez ilość pracowników danej grupy w określonej części budynku. Skorzystano do tego z tabel: Tabela 5, Tabela pracowników

| Użytkownik  | Transfer w Budynku 1<br>(Down/Up) [kb/s] | Transfer w Budynku 2 (Down/Up) [kb/s] |             |             |             |
|-------------|--|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|             | Piętro 1                                 | Piętro 1                              | Piętro 2    | Piętro 3    | Piętro 4    |
| Programiści | 1594/1864                                | 31880/37280                           | 0/0         | 51008/59648 | 15940/18640 |
| Testerzy    | 22540/12936                              | 8855/5082                             | 7245/4158   | 33810/19404 | 9660/5544   |
| Projektanci | 27218/39215                              | 37754/54395                           | 878/1265    | 11414/16445 | 37754/40480 |
| Marketing   | 11910/36900                              | 7940/24600                            | 13895/43050 | 7940/24600  | 8734/27060  |

Tabela 6: Całkowite wykorzystanie łącza grup pracowników w danym segmencie budynku

#### Przykładowe obliczenia:

Programiści– Piętro 1 – Pobieranie:  $1594 * 1 = 1594$  [kb/s]

Programiści – Piętro 1 – Wysyłanie:  $1864 * 1 = 1864$  [kb/s]

Dla Budynku 1 największy ruch generowany jest na Piętrze 1, wartości te przyjmowane będą jako wymagania okablowania sieci całego budynku:

- Pobieranie: 27 218 kb/s
- Wysyłanie: 39 215 kb/s

Dla Budynku 2 największy ruch generowany jest na Piętrze , wartości te przyjmowane będą jako wymagania okablowania sieci całego budynku:

- Pobieranie: 51 008 kb/s
- Wysyłanie: 59 648 kb/s

Jako iż punkt MDF znajduje się w Budynku 2, przepustowość między budynkami musi być równa co najmniej przepustowości Budynku 1.

### 3.2 Łączy do serwerów i drukarek

Przepustowość połączeń do serwerów otrzymywana jest w wyniku mnożenia transferu do serwerów lokalnych pracowników danych grup przez ich ilość.

W przypadku drukarek zakładamy że dostęp do nich ma jednocześnie wiele użytkowników. Aby wyliczyć przepustowość połączeń wymnażamy transfer do drukarek danych grup roboczych przez ilość ich członków. Jednak wynik ten oznaczałby wynik dla jednej drukarki w firmie, dlatego ostateczny wynik dzielimy przez ilość drukarek.

Skorzystano do tego z tabel: Tabela pracowników, Tabela 3.

| Grupa rob. /<br>Serwer | Transfer (Down/Up) [kb/s] |               |            |
|------------------------|---------------------------|---------------|------------|
|                        | Serwer1                   | Serwer2       | Drukarki   |
| Programiści            | 47250/53550               | 47250/53550   | 630/7560   |
| Testerzy               | 0/0                       | 61200/20400   | 1020/15300 |
| Projektanci            | 45850/19650               | 52400/380000  | 1310/17030 |
| Marketing              | 19050/69850               | 6350/57150    | 1270/19050 |
| Suma                   | 112150/143050             | 167200/511100 | 4230/58940 |

Tabela 7: Przepustowość łącza dla serwerów oraz drukarek

#### Przykładowe obliczenia:

Programiści– Serwer 1 – Pobieranie:  $63 \cdot 750 = 47250$  [kb/s]

Programiści – Serwer 1 – Wysyłanie:  $63 \cdot 850 = 53550$  [kb/s]

### 3.3 Łączy do internetu

Na łącze internetowe składa się wykorzystanie łącza przez aplikacje pracowników oraz wykorzystanie łącza przez serwery WWW oraz serwer FTP.

Aby obliczyć wykorzystanie łącza przez aplikacje pracownicze należy przemnożyć przepływ generowany przez aplikacje przez jednego pracownika kadry razy ilość pracowników w danej grupie roboczej.

Aby obliczyć wykorzystanie łącza przez serwery należy przemnożyć transfer do/z internetu na jedną sesję przez liczbę jednoczesnych sesji. Następnie wyniki obliczeń zostają zsumowane.

Skorzystano do tego z tabel: Tabela pracowników, Tabela 2, Tabela 4

|             | Transfer (Down/Up) [KB/s] |                  |           |            |             |                 |
|-------------|---------------------------|------------------|-----------|------------|-------------|-----------------|
|             | Przeglądarka              | Wideokonferencje | VoIP      | FTP        | Komunikator | Praca w chmurze |
| Programiści | 0/0                       | 0/0              | 1260/1260 | 3087/1197  | 945/945     | 0/0             |
| Testerzy    | 0/0                       | 4080/4080        | 2040/2040 | 7548/1224  | 945/945     | 4692/2550       |
| Projektanci | 0/0                       | 0/0              | 2620/2620 | 12838/1965 | 0/0         | 0/0             |
| Marketing   | 4953/1270                 | 5080/5080        | 2540/2540 | 11176/1270 | 0/0         | 0/0             |
| Suma        | 4953/1270                 | 9160/9160        | 8460/8460 | 34649/5656 | 1890/1890   | 4692/2550       |

Tabela 8: Wykorzystanie łącza internetowego dla aplikacji internetowych

#### Przykładowe obliczenia:

Programiści – Przeglądarka – Pobieranie:  $63 * 0 = 0$  [kb/s]

Programiści – Przeglądarka - Wysyłanie:  $63 * 0 = 0$  [kb/s]

|      | Transfer (Up/Down) [kb/s] |            |
|------|---------------------------|------------|
|      | Serwer WWW                | Serwer FTP |
| Suma | 2520/360                  | 2750/770   |

Tabela 9: wykorzystanie łącza internetowego dla Serwerów WWW i FTP

#### Przykładowe obliczenia:

Programiści– Serwer WWW– Pobieranie:  $18 * 140 = 2520$  [kb/s]

Programiści – Serwer WWW – Wysyłanie:  $18 * 20 = 360$  [kb/s]

#### Wynik:

Sumaryczne wykorzystanie łącza do internetu wynosi: **64 934/ 34 256 (Down/Up) kb/s**



## 4. Założenia projektowe

### 4.1 Sieć LAN

W firmie zostaną zaimplementowane dwa rodzaje sieci LAN. Pierwszą z nich będzie bezprzewodowa, z której będą mogli korzystać klienci lokalni przebywający w firmie programistycznej, goście lub pracownicy firm zewnętrznych, np. przy remontach. Drugą z nich natomiast będzie sieć przewodowa, której zadaniem będzie obsłużyć 90 pracowników firmy w budynku pierwszym oraz 333 pracowników w budynku drugim. Na każdym piętrze, w każdym z budynków będzie swobodny dostęp do sieci przewodowej. Nasz główny punkt MDF znajduje się na trzecim piętrze drugiego budynku. Będzie on odpowiadał za obsługę 194 użytkowników systemu. Pierwszy z dwóch punktów IDF znajduje się na pierwszym piętrze drugiego budynku i zajmuje się obsługą 139 użytkowników. Natomiast drugi punkt IDF znajduje się na pierwszym piętrze pierwszego budynku, zajmuje się on ruchem generowanym przez 90 osób. Okablowanie poziome będzie realizowane za pomocą skrętki (twisted-pair cable) U/UTP kategorii 6a z bardzo dużą szybkością bitową, natomiast pionowe w technologii 10GigabitEthernet 10GBase-T, używając wielożyłowego kabla miedzianego UTP, który pozwala na łączenie odcinków przewodowych do 800 metrów. Sieć bezprzewodowa Wi-Fi zostanie zaimplementowana w standardzie 802.11ac, główną zaletą którego jest bardzo duża przepustowość.

### 4.2 Rodzaj i przepustowość łącza

Przy szacowaniu przepustowości łącza należy wziąć pod uwagę, iż stacje nie wykonują cały czas swojej maksymalnej przepustowości, natomiast musimy przewidywać, że taka możliwość istnieje. Obliczyliśmy, iż wykorzystanie naszego łącza jest następujące 64934 [kb/s] download oraz 34256[kb/s] upload. Uznaliśmy, że wykorzystamy usługi dwóch dostawców, aby w przypadku nieprzewidzianej usterki lub awarii jednego z łączy, nie stracić połączenia, tylko przekazać cały ruch na łącze działające.

### 4.3 Zabezpieczenia

Aby sieć pozostała bezpieczna, uznaliśmy, iż implementacja następujących rozwiązań jest konieczna:

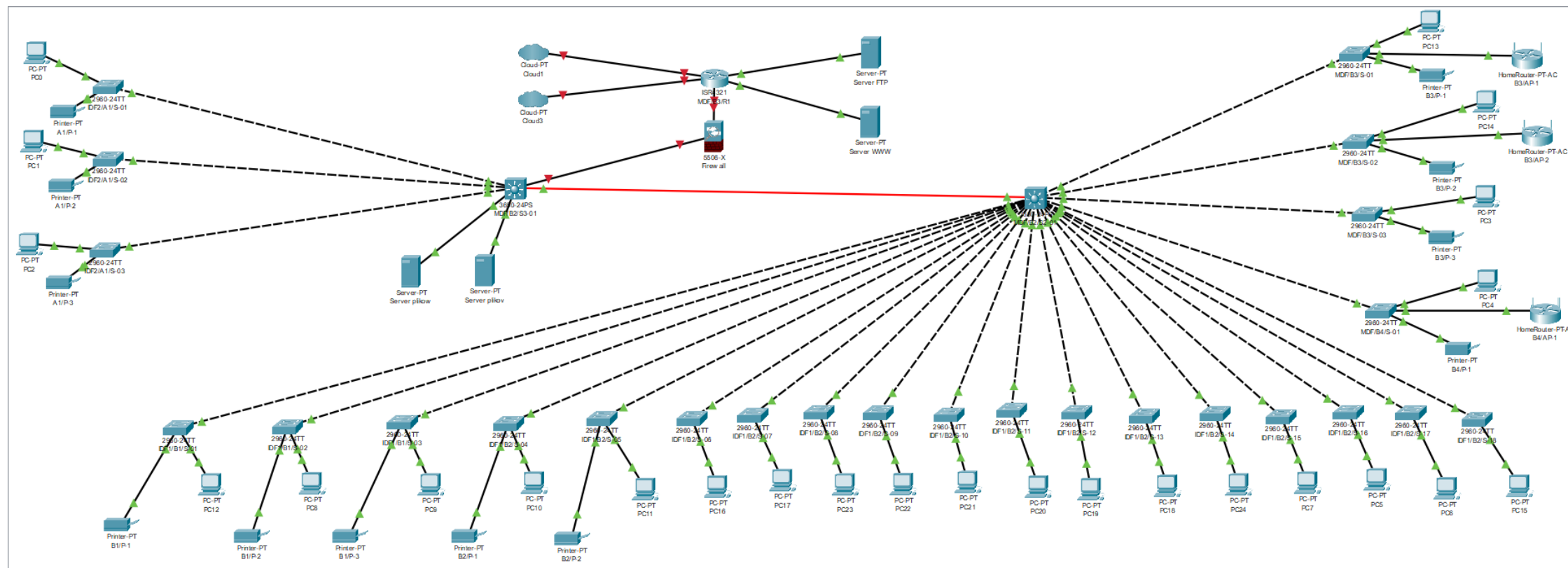
- Do serwera plików dostęp ma jedynie administrator
- Pracownicy mają dostęp do wszystkich drukarek oraz pozostałych serwerów.
- Z sieci Wi-Fi przeznaczonej dla gości można korzystać jedynie z Internetu, Serwera Poczty oraz Serwera WWW
- Z Internetu możliwy jest dostęp do tylko do serwera WWW oraz do Serwera Poczтового

5. Projekt sieci

5.1 Projekt logiczny sieci wraz z opisem koncepcji rozwiązania i uzasadnieniem

|                          | Liczba użytkowników (komputerów) |           |          |          |          | Suma |
|--------------------------|----------------------------------|-----------|----------|----------|----------|------|
|                          | Budynek 1                        | Budynek 2 |          |          |          |      |
| Sprzęt sieciowy          | Piętro 1                         | Piętro 1  | Piętro 2 | Piętro 3 | Piętro 4 |      |
| Drukarki                 | 3                                | 3         | 2        | 3        | 1        | 12   |
| Punkty WiFi              | 0                                | 0         | 0        | 2        | 1        | 3    |
| Urządzenia bezprzewodowe | 0                                | 0         | 0        | 15       | 10       | 25   |

rys. 1 Projekt logiczny sieci



rys. 2 Sposób połączenia wszystkich urządzeń

Projekt zakłada instalację trzech przełączników szkieletowych, z którymi połączone zostaną wszystkie przełączniki dostępowe oraz serwery. Do roli przełączników szkieletowych planowane jest wykorzystanie switchy Cisco Catalyst 3650 posiadających po 24 porty Gigabit Ethernet. W ramach zespołów przełączników dostępowych 1,2 i 3 wykorzystane zostanie 25 przełączników Cisco Catalyst 2960, które posiadają po 24 portów Gigabit Ethernet. W węźle MDF zespół będzie się składał z 4 przełączników, a w węzłach IDF1 - 18 i IDF2 - 3 . Za router posłuży urządzenie Cisco ISR 4321. Natomiast w ramach punktów dostępowych Wi-Fi w budynkach użyte zostaną urządzenia typu Cisco WRT300N działające w pasmach 2.4 i 5 GHz oraz wspierające standardy 802.11a/b/g/n/ac.

Przyjęte oznaczenie dla urządzeń sieciowych: XXXX/YY/Z-ZZ

XXXX - oznacza punkt dystrybucyjny zgodny z dokumentacją

YY - oznacza budynek i piętro

ZZZZ - Typ urządzenia i jego numer - R - router, S3 - przełącznik 3 warstwy,

AP - punkt dostępu w technologii Wi-fi, S - przełącznik

Przyjęte oznaczenie dla urządzeń biurowych:

XX/P-YY - drukarka(XX to oznacza budynek i piętro)

## 5.2 Wybór urządzeń sieciowych

| Typ         | Model               | Liczba |
|-------------|---------------------|--------|
| Przełącznik | Cisco Catalyst 3560 | 3      |
|             | Cisco Catalyst 2960 | 25     |
| Router      | Cisco ISR4321       | 1      |
| Punkt WiFi  | Cisco WRT300N       | 3      |

## 5.3 Projekt adresacji IP

Dla wszystkich stacji bramą domyślną będą adresy LAN routera R-01 odpowiadające poszczególnym sieciom VLAN, będą to ostatnie adresy w podsieciach. Adresy zostają przydzielone dynamicznie przez router (DHCP). Ustaliliśmy, że sieci pracowników (VLAN 1-4) będą składały się aż z 254 hostów. Jest to spora nadwyżka, jednak wynika ona z dwóch czynników. Warto pozostawić dodatkowych hostów, ponieważ firma będzie się rozwijać i w przyszłości przydatnych może być więcej adresów ip dla komputerów. Wybranie 126 hostów nie wydaje się także dobrym pomysłem, gdyż ankietowanych jest już 124, więc niewielka liczba nowych pracowników na tym stanowisku doprowadziłaby do wyczerpania się liczby dostępnych hostów.

Dla pozostałych podsieci, są one najmniejszymi możliwymi podsieciami spełniającymi zapotrzebowanie liczby hostów danych podsieci.

VLAN 1: Programiści

VLAN 2: Testerzy

VLAN 3: Projektanci

VLAN 4: Marketing

VLAN 5: Drukarki

VLAN 6: Punkt dostępu WiFi

VLAN 7: Urządzenia bezprzewodowe

VLAN 8: Serwer WWW i serwery plików w internecie.

VLAN 9: Serwery FTP

VLAN 10: Połączenie routera ze switchem warstwy 3

VLAN 11-12: połączenie switcha warstwy 3 z pozostałymi switchami

| VLAN | Adres sieci  | Maska | Liczba hostów | Pula adresów                |
|------|--------------|-------|---------------|-----------------------------|
| 1    | 192.168.0.0  | /24   | 256           | 192.168.0.1 - 192.168.0.254 |
| 2    | 192.168.1.0  | /24   | 256           | 192.168.1.1 - 192.168.1.254 |
| 3    | 192.168.2.0  | /24   | 256           | 192.168.2.1 - 192.168.2.254 |
| 4    | 192.168.3.0  | /24   | 256           | 192.168.3.1 - 192.168.3.254 |
| 5    | 192.168.4.32 | /28   | 14            | 192.168.4.33 - 192.168.4.46 |

|    |              |     |    |                                |
|----|--------------|-----|----|--------------------------------|
| 6  | 192.168.4.48 | /29 | 6  | 192.168.4.49 -<br>192.168.4.54 |
| 7  | 192.168.4.0  | /27 | 30 | 192.168.4.1 -<br>192.168.4.31  |
| 8  | 192.168.4.56 | /29 | 6  | 192.168.4.57 -<br>192.168.4.62 |
| 9  | 192.168.4.64 | /30 | 2  | 192.168.4.65 -<br>192.168.4.66 |
| 10 | 192.168.4.68 | /30 | 2  | 192.168.4.69 -<br>192.168.4.70 |
| 11 | 192.168.4.72 | /30 | 2  | 192.168.4.73 -<br>192.168.4.74 |
| 12 | 192.168.4.76 | /30 | 2  | 192.168.4.77 -<br>192.168.4.78 |

Tabela 10: Projekt adresacji warstwy IP