

# Opracowanie projektu sieci VLAN

Rok szkolny 2020/2021

*Oprac. Dawid Polowczyk*

## Spis treści

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Wstęp</b>  | 3  |
| 1.1 Cel projektu   | 3  |
| 1.2 Charakterystyka budynku                                  | 3  |
| 1.3 Wymagania sieci  | 3  |
| 1.4 Normy i zalecenia  | 3  |
| <b>2. Selekcja urządzeń</b>                                  | 4  |
| 2.1 Wstępny opis   | 4  |
| 2.2 Pozostałe urządzenia sieciowe                            | 4  |
| 2.3 Urządzenia sieciowe firmy Ubiquiti                       | 5  |
| 2.4 Okablowanie i przewody                                   | 6  |
| 2.5 Urządzenie opcjonalne (Serwer)                           | 6  |
| 2.5 Opis decyzyjny doboru sprzętów                           | 7  |
| <b>3. Koncepcja projektu logicznego sieci</b>                | 8  |
| 3.1 Opis reprezentacji logicznej                             | 8  |
| 3.2 Schemat sieci logicznej oraz adresacja                   | 8  |
| <b>4. Koncepcja projektu fizycznego sieci</b>                | 9  |
| 4.1 Grafika ilustracyjna                                     | 9  |
| 4.2 Okablowanie  | 9  |
| Cz.1   | 9  |
| Cz.2   | 10 |
| Ilustracja poglądowa zarabiania skrętki w patch panelu:      | 10 |
| Ilustracja poglądowa zarabiania skrętki w gniazdku           | 10 |
| Cz.3   | 11 |
| 4.3 Wykaz długość skrętek                                    | 11 |
| 4.4 Opis gniazdek  | 11 |
| 4.5 Szafa Dystrybucyjna (RACK)                               | 12 |
| <b>5. Ewaluacja nakładów pieniężnych</b>                     | 13 |
| 5.1 Obliczenie kosztów zakupu urządzeń, sprzętu i materiałów | 13 |
| 5.2 Obliczanie kosztów robocizny                             | 13 |
| 5.3 Zbiorcze zestawienie kosztów                             | 13 |
| <b>Brudnopis</b>   | 14 |

# 1. Wstęp

## 1.1 Cel projektu

Zadaniem mojego projektu było stworzenie dokładnej dokumentacji umożliwiającej, na jej podstawie, wykonanie sieci przewodowej oraz bezprzewodowej dla Biura Projektowego „X” w miejscowości „Y”. Podczas projektowania sieci kierowałem się dużą niezawodnością, jakością oraz możliwością rozbudowy sieci o dodatkowe elementy w przyszłości. Zachowałem staranność aby zaprojektowana sieć była relatywnie prosta, a urządzenia dobrałem tak aby nie stanowiły zbyt dużego, zbędnego, kosztu.

## 1.2 Charakterystyka budynku

Sieć projektowana jest dla nowo powstałego budynku parterowego, który został zbudowany z cegły ceramicznej protherm. Budynek posiada ściany nośne o grubości **30cm** oraz ściany działowe o grubości **12cm**. Wysokość pomieszczeń to dokładnie **275cm**, natomiast w części korytarzowej zainstalowany jest sufit podwieszany – wysokość tych właśnie pomieszczeń wynosi **260cm**.

## 1.3 Wymagania sieci

Sieć została stworzona tak, aby spełniała wymagania podane przez zleceniodawcę tj.: Standard sieci **802.11n**, Pasma częstotliwości **2.4GHz**, Szybkość transmisji danych min. **100Mb/s**, Maksymalna moc AP – **100mW**, zasięg sieci obejmujący swoim działaniem cały obszar budynku. W budynku wykonane są już instalacje elektryczne, CO i WOD-KAN, w pomieszczeniach są położone tynki i podłogi, pomieszczenia są również wymalowane. Do pomieszczenia oznaczonego na schemacie fizycznym literą: „G” doprowadzona jest **linia światłowodowa**, przez co to właśnie pomieszczenie zostało wybrane przeze mnie do umieszczenia szafy dystrybucyjnej, biorąc pod uwagę wygodę którą oferuje to właśnie miejsce. Okablowanie strukturalne do każdego punktu dostępu zostanie poprowadzone w suficie podwieszanym, które umożliwi uniknięcie tworzenia dedykowanych korytek. Przy każdym punkcie dostępu zostanie zrobione gniazdko sieciowe, zgodnie z normami.

## 1.4 Normy i zalecenia

Przedstawiony projekt spełnia wszystkie wymienione poniżej normy i zalecenia:

- PN-EN 50174-1: Technika informatyczna, instalacja okablowania. Cz.1. Specyfikacja i zapewnienie jakości.
- PN-EN 50174-2. Technika informatyczna, instalacja okablowania. Cz.2. Planowanie i wykonawstwo instalacji wewnątrz budynków
- Okablowanie poziome tworzy nieprzerwane połączenie od punktu dystrybucyjnego do punktu abonenckiego
- Wszystkie kable są zakończone w gniazdach abonenckich i szafach dystrybucyjnych,
- Każdy element systemu powinien być czytelnie oznaczony.
- Kable biegnące ponad sufitem podwieszanym nie powinny być mocowane do konstrukcji sufitu
- Kable wchodzące i wychodzące do/z pomieszczeń ( pod kątem 90 stopni ) powinny skręcać łagodnie ( minimalny promień skrętu = 8 średnic kabla )
- Kable na całej długości od gniazda abonenckiego do punktu dystrybucyjnego , powinny być wolne od sztukowań, nacięć, naprężeń i załamań

## 2. Selekcja urządzeń





### 2.1 Wstępny opis

W moim projekcie zdecydowałem się na dobór urządzeń w taki sposób aby jak najlepiej ze sobą współgrały. Firma Ubiquiti oferuje świetnej jakości sprzęt, który idealnie ze sobą współgra i tworzy cały „ekosystem” - pokazał to Apple zamykając się na niemożność dostarczania swoich rozwiązań na urządzenia innych producentów. Idea ta sprawdziła się bardzo dobrze i do teraz użytkownicy systemów spod znaku jabłka mogą pracować na spójnym oprogramowaniu. Tę samą drogę obrał producent sprzętu sieciowego – Ubiquiti, produkując, swoje urządzenia dla konsumentów domowych, małych i dużo większych firm. W ich ofercie znajdziemy wiele urządzeń, które swoim zastosowaniem pokryją najbardziej wymagające firmy.




### 2.2 Pozostałe urządzenia sieciowe

| Nazwa Sprzętu                 | Krótki opis urządzenia  | Zdjęcie Poglądowe   |
|-------------------------------|---|---|
| Base Link BL-SRW1912645SM-1C  | Szafa serwerowa RACK 19" 12U, wisząca, jednosekcyjna o wymiarach: 600x450mm (SxG) w kolorze czarnym i drzwiami z szybą.   |   |
| Base Link BL-PPS1924P1-6I     | 24-portowy ekranowany patch panel kategorii 6 o wysokości 1U, zaprojektowany do montażu w szafach rack 19".   |  |
| Mini+ UPS rack 1600           | Zasilacz awaryjny o wysokości 2U przystosowany do montażu w szafach rack 19", pracującym w technologii line-interactive.  |  |
| Base Link BL-PDU198NFW-50F BK | Listwa zasilająca PDU (Power Distribution Unit) jest zaprojektowana do instalacji w szafach rack standardu 19". Posiada 9 standardowych gniazd typu NFC61-314 oraz wtyk DIN 49441 |  |

### 2.3 Urządzenia sieciowe firmy Ubiquiti


| Nazwa Sprzętu                                | Krótki opis urządzenia   | Zdjęcie Poglądowe   |
|--|--|---|
| UBIQUITI UNIFI CONTROLLER<br>CLOUD KEY       | Cloud Key Controller firmy Ubiquiti to niewielkie urządzenie umożliwiające zarządzanie siecią UniFi. Zostało wyposażone w 1 GB pamięci RAM i wydajny, czterordzeniowy procesor. Może być zasilane przez pasywne PoE lub PoE  |    |
| UBIQUITI USG-PRO-4 UNIFI<br>SECURITY GATEWAY | USG-PRO-4 to router / security gateway działający pod kontrolą systemu UniFi. Urządzenie wyposażone zostało w 2 gigabitowe porty Ethernet i 2 porty Combo Ethernet/SFP (też gigabitowe). Posiada rozbudowane opcje jakie oferują profesjonalne firewall'e. Ma dwurdzeniowy procesor (architektura MIPS64) o taktowaniu 1 GHz oraz 2 GB pamięci RAM (DDR3). |    |
| UBIQUITI UAP-AC-LITE UNIFI<br>ACCESS POINT   | UniFi AP AC Lite to punkt dostępowy firmy Ubiquiti pracujący w standardzie ac. Zaprojektowany został do wykorzystania wewnątrz budynków.   |  |
| UBIQUITI US-24-500W UNIFI<br>SWITCH          | Switch 24 portowy (POE) o prądzie 48V i mocy 500W pozwalający na jednoczesne przetwarzanie przekierowania ruchu na wszystkich portach w tym samym tempie bez jakiegokolwiek utraty pakietów. Całkowity zakaz blokowania przepustowości w urządzeniu wynosi aż 70Gbps.  |  |

## 2.4 Okablowanie i przewody

| Nazwa  | Krótki opis   | Zdjęcie poglądowe   |
|--|---|---|
| Pasywny kabel Direct Attach (DAC) / Twinax Base Link CAB-10GSFP-P1M-30-C | Obustronnie zakończony modułami SFP+. Długość 1m. Jest wykorzystany do połączenia przełącznika z routerem z prędkością 10Gbps. Bardzo dobre parametry transmisyjne zapewniają minimalne opóźnienia. |  |
| Patchcord S/FTP kat.6a   | Patchcord podwójnie ekranowany S/FTP LSOH kategorii 6A z wtykami RJ-45 (platerowane złotem) o długości 0,25m w kolorze czarnym.   |  |
| Solarix SXKD-5E-FTP-PVC  | Kable instalacyjne F/UTP Solarix SXKD-5E-FTP-PVC to wysokiej jakości czteroparowa skrętka ekranowana kat.5e, przeznaczona do wykonywania niezawodnych instalacji okablowania strukturalnego.        |  |

## 2.5 Urządzenie opcjonalne (Serwer)

Wyposażanie sieci w serwer DHCP nie jest koniecznością, gdyż taką usługę może z powodzeniem uruchomić na Routerze, lecz takowy serwer jest wysoce zalecany, gdyż poza usługą DHCP oferuje mnóstwo innych funkcji, które mogą okazać się przydatne w przyszłości i ponad to usprawni działanie całej infrastruktury. W serwer jest preinstalowany system operacyjny Ubuntu Server 20.04 LTS.

| Nazwa                                    | Krótki opis   | Zdjęcie poglądowe   |
|--|---|---|
| Ubiquiti UAS-XG UniFi Application Server | Oferuje 120 GB przestrzeni dyskowej SSD dla systemu operacyjnego oraz dwa dyski HDD o pojemności 4 TB. Wysoką wydajność zapewnia z kolei potężny procesor Intel Xeon-D, wspierany przez 32 GB pamięci RAM DDR4. Dla aplikacji serwerowych wymagających najwyższej przepustowości łącza, UniFi XG wyposażono w dwa porty 10G Ethernet, oferujące szybkość transferu na poziomie nawet 10 Gb/s na port. Procesor: Intel Xeon D-1521 |  |

\*W tabelach nie znajdują się wszystkie elementy sieciowe – komplet elementów i innych potrzebnych sprzętów proszę szukać w kosztorysie

## 2.5 Opis decyzyjny doboru sprzętów

### Wstęp

W tym podpunkcie dokładnie opiszę proces decyzyjny, którego efektem jest dobór powyższego sprzętu, który zostanie użyty do stworzenia sieci komputerowej. Dobór każdego z podanych wyżej elementów zostanie precyzyjnie zaargumentowany.

### Router

Zaczynając od najważniejszego urządzenia tj. **USG-PRO-4 UNIFI SECURITY GATEWAY** – jest to urządzenie 3w1. Przede wszystkim, przewód światłowodowy który jest doprowadzony do budynku będzie mógł być bezpośrednio połączony do tego urządzenia. Pełni również funkcje routera jak i zaawansowanego firewall 'a, którego można dowolnie skonfigurować wedle upodobania i który zabezpieczy sieć przed np. atakami DDoS. To urządzenie, następnie, zostanie połączone do switcha przy użyciu drugiego kabla światłowodowego o ogromnej przepustowości do 10Gbps, aby zapewnić trwałość i stabilność łącza.

### Switch

Switch **US-48-500W** to 24 portowe rozwiązanie, które na tą sieć może wydawać się przesadą, lecz warto zdecydować się na takowe rozwiązanie biorąc pod uwagę możliwość przyszłego rozszerzenia sieci o np. system monitorujący (kamery). Switch ten obsługuje technologię Power Over Ethernet (PoE), dzięki czemu nie będzie potrzeby doprowadzania zasilania do punktów dostępu (AP).

### Access Point

A jeśli o punktach dostępu mowa, zdecydowałem się na najpopularniejsze rozwiązanie od producenta jakim jest Ubiquiti tj. **UAP-AC-LITE**. Ten punkt dostępu posiada przepustowość do 300 MB/s w 2,4GHz. Posiada również technologię, która pozwala mu transmitować z przepustowością aż do 867MB/s w 5GHz.

### Klucz Sieciowy

Zdecydowałem się również aby dodać do sieci **UNIFI CONTROLLER CLOUD KEY**, pozwala on na zdalne monitorowanie, kontrolowanie oraz zarządzanie siecią z każdego miejsca na świecie. Mocowany jest do ściany szafy dystrybucyjnej przy użyciu magnesów wewnątrz urządzenia.

### Okablowanie

Do łączenia patch panelu ze switchem wybrałem podwójnie ekranowane patchcords kat.6a, aby uniknąć wszelkiego rodzaju zakłóceń lub innym problemom. Na trasie accesspoint => patch panel zdecydowałem się na skrętkę F/UTP kat. 5e której standard to 1000BASE-TX – powodem jest fakt iż punkty dostępu nie będą czerpały korzyści z większej prędkości.

### Zasilacz Awaryjny (UPS)

Jako zasilanie awaryjne wybrałem **UPS firmy Mini+** o mocy wyjściowej pozornej 1,6kVa oraz mocy wyjściowej czynnej 960W. Zasilanie awaryjne o takiej mocy zostało oparte na moich obliczeniach. Tj. Moc czynna sieci: 826W

### Szafa Dystrybucyjna

Sama szafa dystrybucyjna: **Base Link BL-SRW1912645SM-1C** to rozwiązanie, które przechowa wszystkie urządzenia zachowując przy tym schludny wygląd, dobrą wentylację oraz możliwość zamknięcia na klucz, aby nieautoryzowane osoby nie miały dostępu do urządzeń. Szafa posiada tzw. 12U.

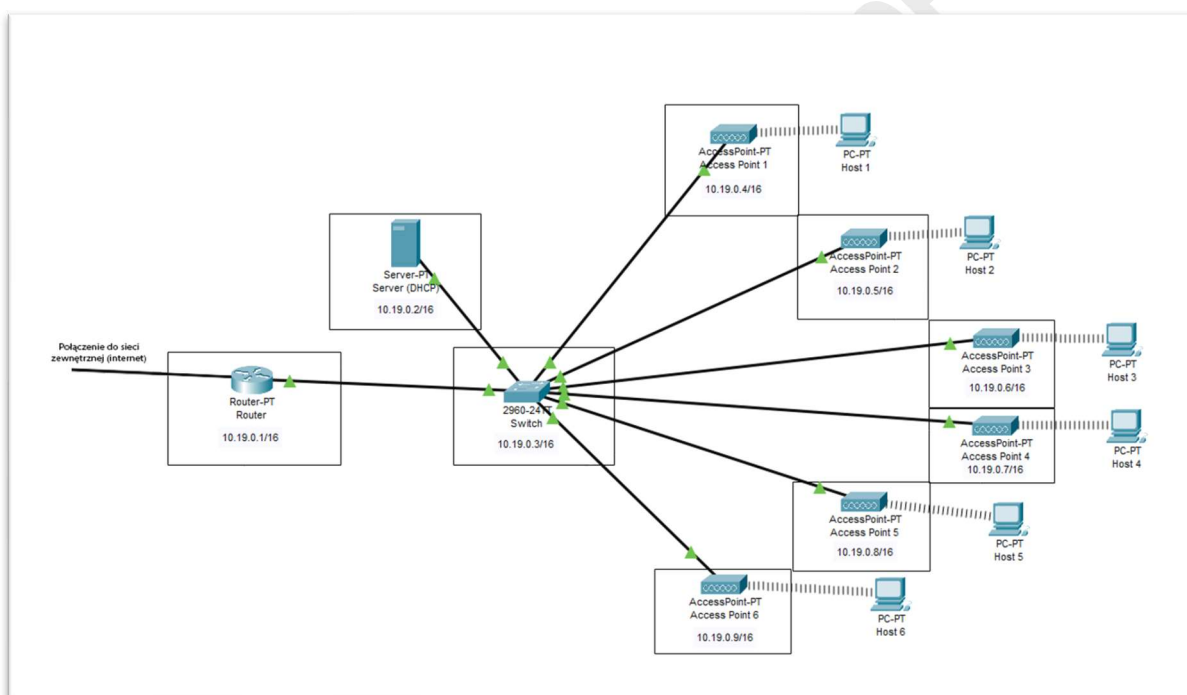
*Jak łatwo można zauważyć w większości zdecydowałem się na sprzęt firmy Ubiquiti, ze względu na fakt jak dobrze ze sobą współgra oraz jak dobre parametry oferuje.*

## 3. Koncepcja projektu logicznego sieci

### 3.1 Opis reprezentacji logicznej

Nowoczesna sieć komputerowa musi być bezpieczna, szybka, mało awaryjna i prosta w rozbudowie. Zgodnie z założeniami w budynku zostaną zamontowane urządzenia umożliwiające bezprzewodowy dostęp do sieci lokalnej oraz do Internetu. Na poniższym schemacie możemy zobaczyć proponowane przypisanie adresów IP oraz maski do urządzeń. Komputery PC zostały umieszczone tylko i wyłącznie dla czystego przykładu hosta – do sieci może podłączyć się każde urządzenie wspierające technologię Wifi (802.11a/802.11ac/802.11b/802.11g/802.11k/802.11n/802.11r/802.11v). Do każdego z AP może połączyć się, aż 250 hostów, które otrzymają swoje adresy IP z usługi DHCP pracującej na dedykowanym serwerze.

### 3.2 Schemat sieci logicznej oraz adresacja

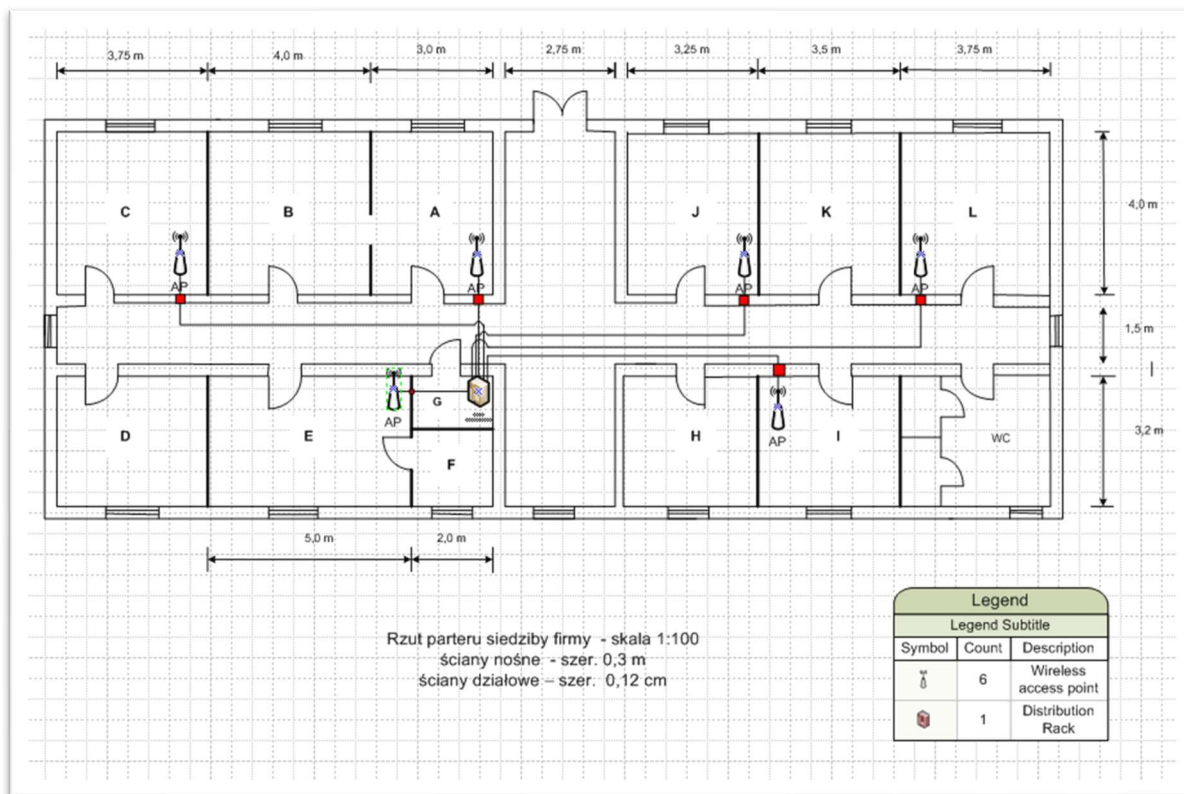


\*Komputery PC nie stanowią części sieci – w powyższym schemacie służą tylko i wyłącznie celom poglądowym



## 4. Koncepcja projektu fizycznego sieci

### 4.1 Grafika ilustracyjna



\*Czerwone kwadraty symbolizują przewiertory oraz gniazdko sieciowe – zostało to rozwiązane w takowy sposób aby zachować czytelność schematu.

\*\*Przy szafie dystrybucyjnej zabrakło oznaczenia przewiertu. Przewiert powinien zostać stworzony przy wejściu wszystkich przewodów do szafy dystrybucyjnej.

### 4.2 Okablowanie

#### Cz.1

Trasy kablowe poprowadzone zostaną aby jak w największym stopniu minimalizować sytuacje związane z uszkodzeniami mechanicznymi, jak również zapewnić w miarę łatwy dostęp w razie potrzeby wykonania prac konserwacyjnych, oraz dostosować system pod potrzeby przyszłej rozbudowy. Trasy prowadzenia kabla będą oddalone od potencjalnych źródeł zakłóceń elektromagnetycznych. Podczas układania okablowania strukturalnego należy zwrócić baczną uwagę na staranność ułożenia instalacji. Kładziony będzie kabel kategorii 5e umożliwiający wdrożenie Gigabit Ethernet. Dlatego proces ten musi być wykonany rzetelnie tak by nie naruszyć norm instalatorskich. Należy bezwzględnie unikać ostrych zagięć kabla. Zakłócają one wzajemne położenie par w ośrodku kabla co skutkuje zachwianiem impedancji kabla oraz pogorszeniem parametru Return Loss a także NEXT, FEXT oraz ich pochodnych.

## Cz.2

W krytycznym przypadku nadmierne zagięcie kabla może doprowadzić do rozkręcenia par. Ośrodek kablowy przybierze wtedy postać podobną do ośrodka kabla płaskiego, czego efektem będzie zakłócenie impedancji oraz wyraźne zwiększenie przesłuchów międzyparowych. Skrętka powinna być zarabiana w gniazdkach oraz w patchpanelu zgodnie ze standardem TIA/EIA-568-B.

*Ilustracja poglądowa zarabiania skrętki w patch panelu:*



*Ilustracja poglądowa zarabiania skrętki w gniazdku*



### Cz.3

**TIA/EIA-568-B** zaleca minimalny promień gięcia dla kabla UTP nie mniej niż 4 razy średnica. W praktyce, dla standardowego kabla UTP kategorii 5e minimalny promień gięcia nie powinien być mniejszy niż 25 mm. Pamiętać należy też o zaciskaniu opasek kablowych z wycuciem, tak by nie naruszyć struktury kabla. Należy pamiętać, aby w miejscu gdzie kabel jest zakańczany za łączach szczelinowych nie zdejmować powłoki zewnętrznej kabla na dystansie większym niż jest to bezwzględnie konieczne. Dystans ten nie jest określony przez normy międzynarodowe mimo, że jego nadmierne zwiększanie skutkuje pogorszeniem parametrów NEXT oraz FEXT. Zarówno TIA jak i ISO określiły **maksymalny rozplot par na 13 mm**. Większy rozplot pogorszy parametry NEXT oraz FEXT, tym samym może uniemożliwić naszemu systemowi okablowania spełnienie parametrów 1GigabitEthernet. Opis na oznaczniku musi odpowiadać kodowi gniazdka abonenckiego do którego prowadzi dany przewód, zapewni to porządek i łatwe dokonywanie zmian w sieci. Gniazdka ze łączami 8P8C (RJ45) powinny być instalowane wewnątrz pomieszczeń, 20cm od sufitu podwieszanego. Punkty dostępu z gniaздkami winny być łączone przy użyciu patchcord'ów S/FTP, ze względów na narażenie na uszkodzenia. Skrętka tego typu jest bardziej odporna na uszkodzenia fizyczne.

### 4.3 Wykaz długość skrętek

Poniższa tablica przedstawia długość skrętki od gniazdka przypisanego do punktów dostępu, umieszczonego w danym pomieszczeniu, do szafy dystrybucyjnej. Grubości ścian nośnych i działowych zostały uwzględnione.

| Litera pomieszczenia | Długość w metrach |
|----------------------|-------------------|
| C                    | 9.51              |
| E                    | 2.77              |
| A                    | 3.09              |
| J                    | 3.66              |
| I                    | 8.38              |
| L                    | 12.25             |

Łączna długość skrętki: **39.66 metrów**

+15% zapasu, w wypadku błędu pomiarowego: **45.60 metrów**

Łączna długość w przybliżeniu **46 metrów**.

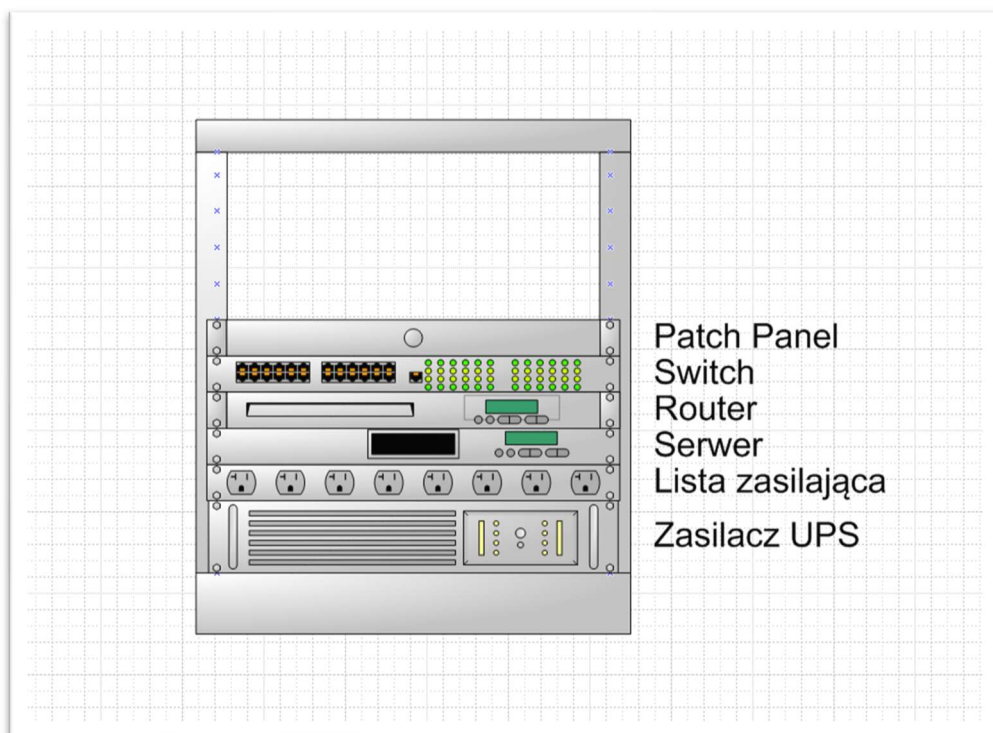
### 4.4 Opis gniazdek

W poniższym schemacie opisuję jak należy nazwać gniazdka, ulokowane na ścianach bezpośrednio obok punktów dostępu. Wcześniej już pisałem, jak ważne jest aby zachować organizację okablowania strukturalnego, dlatego istotne jest przestrzeganie poniższej tabelki. **Nazwa gniazdka musi zgadzać się z nazwą na patch panelu!**

| Nazwa Punktu Dostępu | Nazwa gniazdka |
|----------------------|----------------|
| Access Point 1       | C/AP1          |
| Access Point 2       | E/AP2          |
| Access Point 3       | A/AP3          |
| Access Point 4       | J/AP4          |
| Access Point 5       | I/AP5          |
| Access Point 6       | L/AP6          |

#### 4.5 Szafa Dystrybucyjna (RACK)

Poniższa grafika przedstawia sposób, w jaki urządzenia sieciowe powinny zostać zainstalowane w szafie wiszącej RACK (12U). Wszystkie urządzenia mają „wielkość” 1U, poza zasilaczem awaryjnym UPS 2U. Zasilacz awaryjny został umieszczony u dołu, aby waga była ulokowana na samym dole. To rozwiązanie może zapobiec ewentualnym uszkodzeniom, ponieważ jego waga jest znacząca.





## 5. Ewaluacja nakładów pieniężnych

Poniższe tabele przedstawiają dokładne koszty Netto oraz Brutto wszelkiego rodzaju sprzętów i urządzeń oraz materiałów pomocniczych, które wymagane będą do utworzenia zaprojektowanej sieci.

### 5.1 Obliczenie kosztów zakupu urządzeń, sprzętu i materiałów

| Lp. | Nazwa                                     | Jednostka | Ilość           | Cena jedn. Netto w zł | Wartość Netto w zł | Wartość podatku VAT 23% w zł | Wartość Brutto zł |
|-----|---|-----------|-----------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| I.  | Koszty zakupu sprzętu                     |           |                 |                       |                    |                              |                   |
| 1   | Base Link BL-SRW1912645SM-1C              | szt.      | 1               | 273,16                | 273,16             | 62,83                        | 335,99            |
| 2   | Base Link BL-PPS1924P1-6I                 | szt.      | 1               | 134,98                | 134,98             | 31,05                        | 166,03            |
| 3   | Base Link BL-PDU198NFW-50F BK             | szt.      | 1               | 65,77                 | 65,77              | 15,13                        | 80,90             |
| 4   | Base Link CAB-10GSFP-P1M-30-C             | szt.      | 1               | 63,18                 | 63,18              | 14,53                        | 77,71             |
| 5   | Solarix SXKD-5E-FTP-PVC                   | m.b.      | 46              | 1,28                  | 58,88              | 13,54                        | 72,42             |
| 6   | Patchcord S/FTP kat.6a                    | szt.      | 14              | 5,80                  | 81,20              | 18,68                        | 99,88             |
| 7   | Gniazdo natynkowe STP 1x RJ45             | szt.      | 6               | 4,09                  | 24,54              | 5,64                         | 30,18             |
| 8   | Kółki rozporowe 8mmx50mm (14szt.)         | opak.     | 2               | 1,62                  | 3,24               | 0,75                         | 3,99              |
|     | <b>Razem Brutto [zł]:</b>                 |           | <b>867,10</b>   |                       |                    |                              |                   |
| II. | Koszt zakupu urządzeń                     |           |                 |                       |                    |                              |                   |
| 1   | Ubiquiti UAS-XG UniFi Application Server  | szt.      | 1               | 7157,72               | 7157,72            | 1 646,28                     | 8804,00           |
| 2   | Mini+ UPS rack 1600                       | szt.      | 1               | 869,36                | 869,36             | 199,95                       | 1069,31           |
| 3   | UBIQUITI UNIFI CONTROLLER CLOUD KEY       | szt.      | 1               | 298,26                | 298,26             | 68,60                        | 366,86            |
| 4   | UBIQUITI USG-PRO-4 UNIFI SECURITY GATEWAY | szt.      | 1               | 927,62                | 927,62             | 213,35                       | 1140,97           |
| 5   | UBIQUITI UAP-AC-LITE UNIFI ACCESS POINT   | szt.      | 6               | 270,31                | 1621,86            | 373,03                       | 1994,89           |
| 6   | UBIQUITI US-24-500W UNIFI SWITCH          | szt.      | 1               | 2092,71               | 2092,71            | 481,32                       | 2574,03           |
|     | <b>Razem Brutto [zł]:</b>                 |           | <b>15950,06</b> |                       |                    |                              |                   |
|     | <b>Łączne koszty zakupu brutto [zł]</b>   |           | <b>16817,16</b> |                       |                    |                              |                   |

### 5.2 Obliczanie kosztów robocizny

| LP. | Opis                                      | Koszt jednostkowy | Ilość          | Wartość robocizny netto w zł | Wartość robocizny brutto w zł |
|-----|---|-------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1   | Montaż i konfiguracja router'a            | 250               | 1              | 250                          | 307,5                         |
| 2   | Montaż i konfiguracja switch'a            | 200               | 1              | 200                          | 246                           |
| 3   | Montaż i konfiguracja serwer'a            | 450               | 1              | 450                          | 553,5                         |
| 4   | Instalacja UPS                            | 100               | 1              | 100                          | 123                           |
| 5   | Powieszenie szafy dystrybucyjnej          | 150               | 1              | 150                          | 184,5                         |
| 6   | Instalacja i konfiguracja Access Point    | 200               | 6              | 1200                         | 1476                          |
| 7   | Położenie 1 m kabla sygnałowego (UTP)     | 2                 | 46             | 92                           | 113,16                        |
| 8   | Montaż gniazdka natynkowego               | 5                 | 6              | 30                           | 36,9                          |
| 9   | Przewiercenie przez ściany                | 10                | 7              | 70                           | 86,1                          |
| 10  | Zarabianie kabla UTP do gniazdka RJ45     | 5                 | 12             | 60                           | 73,8                          |
| 11  | Łączenie urządzeń w szafie dystrybucyjnej | 50                | 1              | 50                           | 61,5                          |
| 12  | Godzina Pracy (1 osoba)                   | 60                | -              | -                            | -                             |
|     | <b>Suma robocizny brutto w zł</b>         |                   | <b>3261,96</b> |                              |                               |

### 5.3 Zbiórce zestawienie kosztów

| L.p. | Rodzaj kosztów                                | Wartość brutto w zł |
|------|---|---------------------|
| 1.   | Koszty zakupu urządzeń                        | 15950,06            |
| 2.   | Koszty zakupu sprzętu i materiałów            | 867,1               |
| 3.   | Koszty pracy sprzętu [S] - wartość szacunkowa | 1000                |
| 4.   | Koszty robocizny [R]                          | 3261,96             |
| 5.   | Koszty pośrednie od [S]                       | 750                 |
| 6.   | Koszty pośrednie od [R]                       | 2 446,5             |
| 7.   | Zysk 5%                                       | 372,9               |
| 8.   | <b>Łączne koszty budowy sieci VLAN</b>        | <b>24648,49</b>     |

## *Brudnopis*

DAWID POLOWCZYK - NIE KOPIOWAĆ