



Partner Przyjazny Inwestorom



**Poradnik FTTH – jak przygotować budynek, dom,
mieszkanie i lokal na usługi światłowodowe**

Spis treści

1.	Wstęp	4
1.1.	Cel dokumentu.....	4
1.2.	Przedmiot dokumentu.....	4
1.3.	Skróty i definicje.....	5
2.	Elementy infrastruktury telekomunikacyjnej budynku wielorodzinnego	7
2.1.	Rekomendacje ogólne	7
2.2.	Kanalizacja pionowa	8
2.2.1.	Istniejący pion – kanał/szacht/szyb	9
2.2.2.	Budowa nowego pionu.....	10
2.3.	Kanalizacja pozioma	11
3.	Elementy infrastruktury telekomunikacyjnej zabudowy jednorodzinnej	12
3.1.	Budowa przyłącza doziemnego.....	13
3.1.	Budowa przyłącza nadziemnego.....	16
4.	Elementy infrastruktury telekomunikacyjnej w lokalu/budynku klienta	16
4.1.	Budowa instalacji wewnątrzlokalowej	16
4.1.1.	Kabel światłowodowy	16
4.1.2.	Kabel UTP kat. 6A.....	17
4.1.3.	Kanalizacja wewnątrzbudynkowa.....	18
4.2.	Gniazdo optyczne	19
4.2.1.	Standard wykonania	19
4.2.2.	Lokalizacja gniazda optycznego.....	19
4.3.	Rozmieszczenie zakończeń sieci domowej.....	20
5.	Wykaz przydatnych materiałów ujętych w dokumencie.....	23
5.1.	Wykaz materiałów - budynki wielorodzinne	23
5.2.	Wykaz materiałów - lokal/budynek klienta	23
	Załącznik 1 – Standardy wykonania gniazda optycznego	24
	Załącznik 2 – Lokalizacja zakończenia optycznego (gniazda abonenckiego)	26

Szanowni Państwo,

Rynek i technologia podlegają ciągłemu rozwojowi, pojawia się coraz więcej rozwiązań czyniących nasze mieszkania i domy dużo bardziej zaawansowanymi technologicznie. Urządzenia takie jak smartfon stają się naszymi osobistymi asystentami. Częściej też mamy do czynienia z pracą zawodową realizowaną w miejscu zamieszkania – tzw. home office, charakterystyczną nie tylko dla wolnych zawodów.

Wszystko to powoduje, że potrzebujemy lepszych i wydajniejszych usług dostępu do sieci Internet.

Światłowód jest obecnie najlepszym medium transmisyjnym: raz doprowadzony do lokalu pozwala zapomnieć na lata o pracach instalacyjnych związanych z łączem dostępowym (odcinkiem łączącym sieć operatora z lokalem). Jeśli zajdzie potrzeba zwiększenia szybkości dostępu do Internetu, wymiany wymagać będą same urządzenia na takie, które stosują nowsze standardy, ale fizycznie do transmisji nadal wystarczy ten sam kabel światłowodowy. Znaczący i wciąż rosnący dostęp do światłowodu oraz jego popularność sprawiają, że wiele osób może cieszyć się stabilnym dostępem do Internetu o wysokiej przepływności. Dzisiaj wyzwaniem staje się wykorzystanie potencjału światłowodu i zapewnienie szybkiego dostępu do internetu w całym domu dla wszystkich urządzeń jednocześnie.

Orange Polska od kilku już lat realizuje program budowy nowoczesnych sieci, w których światłowód doprowadzany jest bezpośrednio do lokali klientów. W ślad za realizacją tego programu rozbudowywana jest także oferta usługowa, której świadczenie jest możliwe dzięki nowoczesnej infrastrukturze.

Obecnie Orange Polska jest operatorem największej w Europie Środkowej sieci światłowodowej i posiada bogate doświadczenie w zakresie jej budowy i eksploatacji.

Światłowód to również EKOLOGIA. Technologia światłowodowa wymaga znacznie mniej energii niż stosowane dotychczas rozwiązania wykorzystujące kable miedziane. Już dziś osiągnęliśmy 3-krotnie większą efektywność energetyczną światłowodu w porównaniu do technologii xDSL, a docelowo chcemy osiągnąć 8x większą¹. Wynika to w dużej mierze z faktu, że dzięki światłowodowi, do jednego urządzenia można podłączyć większą liczbę odbiorców. Podsumowując, inwestycje w światłowód to czynny udział w rozwiązaniach proekologicznych.

Przekazujemy w Państwa ręce „Poradnik FTTH – jak przygotować budynek, dom, mieszkanie i lokal na usługi światłowodowe”, mamy nadzieję, że spotka się on z dużym zainteresowaniem i umożliwi realizację inwestycji dotyczących infrastruktury światłowodowej optymalnie kosztowo i jakościowo, zapewniając budowę sieci oraz funkcjonowanie usług na najwyższym możliwym poziomie.

Z wyrazami szacunku,

Michał Walerowicz, Daniel Pogoński (Rozwój Sieci Dostępowej) i Maciej Goluch (Rozwój Technik i Sieci Klientkich)

wraz z Zespołem Orange Polska

¹ 3x według stanu na koniec roku 2019 i 8x zakładany cel na lata 2024/2025

1. Wstęp

1.1. Cel dokumentu

Celem dokumentu jest przedstawienie rekomendowanych przez Orange Polska rozwiązań w zakresie infrastruktury światłowodowej (tzw. sieci FTTH) i wewnątrzlokalowej (tzw. sieci LAN).

Dokument przeznaczony jest dla inwestorów indywidualnych oraz wspólnot i spółdzielni mieszkaniowych realizujących inwestycje budowlane, w zabudowie wielorodzinnej oraz jednorodzinnej - w ramach których przewiduje się budowę infrastruktury światłowodowej. Dodatkowo realizacja rekomendacji dotyczących infrastruktury wewnątrzlokalowej zapewni właścicielowi kompletną sieć pozwalającą na bezinwazyjną instalację usług telekomunikacyjnych oraz korzystanie z wysokiej jakości usług multimedialnych i transmisji danych na etapie użytkowania lokalu.

Dokument ten może stanowić pomoc dla każdego, kto planuje lub realizuje nową aranżację, remont bądź modernizację budynku, domu, mieszkania czy lokalu tak, aby przygotować go na dostarczenie nowoczesnych usług telekomunikacyjnych.



1.2. Przedmiot dokumentu

Niniejszy dokument zawiera wytyczne do przygotowania infrastruktury pod budowę sieci światłowodowych, w następującym zakresie:

- infrastruktury pionowej budynku stanowiącej kanalizację telekomunikacyjną (szachty instalacyjne lub nowobudowane piony),
- kanalizacji telekomunikacyjnej poziomej (między infrastrukturą pionową a optycznym zakończeniem w lokalu mieszkalnym/użytkowym),
- kanalizacji telekomunikacyjnej stanowiącej przyłącze do budynków jednorodzinnych,
- optycznego zakończenia w lokalu mieszkalnym/użytkowym (gniazda optycznego),
- infrastruktury światłowodowej łączącej powyższe elementy,
- instalacji telekomunikacyjnej w lokalu mieszkalnym/użytkowym.

Poradnik uwzględnia opis funkcjonalny elementów wymaganych do zrealizowania infrastruktury światłowodowej oraz zasady planowania i rozmieszczenia tych elementów.

Sieć należy budować zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity Dz.U. 2022 poz. 1225 z późn. zm.).



1.3. Skróty i definicje

Skrót	Definicja
drzwiczki rewizyjne	Element umożliwiający dostęp do wnętrza szachtu.
FTTH (Fiber To The Home)	Światłowód do domu. Jedną z architektur światłowodowych sieci dostępowych, w której optyczne zakończenie sieciowe zlokalizowane jest w lokalu abonenta.
gniazdo optyczne (GO)	Obudowa mieszcząca zakończenie światłowodowego kabla instalacyjnego, służąca do podłączenia optycznego zakończenia sieciowego.
G/K	Płyta gipsowo-kartonowa (kartongips).
kabel światłowodowy	Kabel zawierający co najmniej jedno włókno światłowodowe lub co najmniej jedną wiązkę włókien światłowodowych.
Keystone	Zestandaryzowany system mocowania gniazdek teleinformatycznych w skrzynkach, puszkach, plakietkach itp. Moduły Keystone charakteryzuje prostokątny kształt powierzchni czołowej i zatraskowy system mocowania.
LAN (local area network)	Sieć komputerowa łącząca komputery na określonym obszarze (blok, szkoła, laboratorium, biuro).
listwa instalacyjna	Zamykany element osłonowy wykonany z tworzywa sztucznego, przeznaczony do prowadzenia m.in. kabli światłowodowych.
LSOH	Klasyfikacja materiałowa wykorzystywana głównie w przemyśle kablowym dla materiałów, z których wykonywane są powłoki kablowe. Charakteryzują się one ograniczoną emisją dymu i halogenu w kontakcie z płomieniem.
modem	Urządzenie, które przekształca dane analogowe na cyfrowe i na odwrót.
obudowa rackowa	Szafa, szafka, skrzynka, obudowa bądź stojak rackowy 19" lub 21" przeznaczony do instalowania urządzeń.
peszel	Jednowarstwowa karbowana rura osłonowa na kable, np. światłowodowe.
pilot (sznurek)	Sznurek, linka polipropylenowa lub z innego tworzywa sztucznego.
punkt zbiorczy	Punkt koncentracji sieci LAN - rozumiany jako skrzynka multimedialna / obudowa rackowa / TSM itd.
puszka elektroinstalacyjna	Osprzęt instalacyjny służący do ochrony kabli lub montażu osprzętu.
przyłącze telekomunikacyjne	Odcinek linii kablowej podziemnej, linii kablowej nadziemnej lub kanalizacji kablowej, zawarty między złączem rozgałęźnym a zakończeniem tych linii lub kanalizacji w obiekcie budowlanym.
RJ45	Typ złącza (gniazdo, wtyk) stosowany w sieci Ethernet (sieć LAN), służący do podłączania modemów/ruterów i mediów klienta.
rura	Rura osłonowa z tworzywa sztucznego lub innego materiału, służąca do budowy kanalizacji kablowej.
RL	Sztywna, gładka rura osłonowa na m.in. kable światłowodowe.
strefa multimedialna	Reprezentacyjne pomieszczenie (najczęściej salon, pokój dzienny), w którym znajduje się centrum rozrywki oraz życia codziennego.
SC/APC	Światłowodowe złącze rozłączalne typu Subscriber Connector/Angled Physical Connector.
słup telekomunikacyjny	Element wsporczy linii, którego dolny koniec osadzony jest w szczudle lub bezpośrednio w gruncie.

SOHO	Small office/home office - segment niewielkich przedsiębiorstw; zwykle biur księgowych, administracyjnych, usługowych itp.
switch ethernetowy	Niewielkie, skrzynkowe urządzenie, zwane również „przełącznikiem”, które łączy z sobą kilka segmentów w jednej sieci ethernetowej.
szacht/szyb instalacyjny	Pionowy kanał w konstrukcji budynku, wykorzystywany do instalacji telekomunikacyjnych, nazywany również szybem.
taśma ostrzegawcza	Taśma (zazwyczaj polietylenowa) w kolorze pomarańczowym z napisem „UWAGA! KABEL OPTOTELEKOMUNIKACYJNY” lub „UWAGA! KABEL TELEKOMUNIKACYJNY” układana w połowie wysokości wykopu nad kablem doziemnym, rurociągiem kablowym lub mikrokanalizacją w celu ostrzeżenia o zakopanym kablu.
Telekomunikacyjna Skrzynka Mieszkaniowa (skrzynka multimedialna)	Skrzynka zlokalizowana w mieszkaniu/lokalu/budynku w pobliżu drzwi wejściowych lub w garażu, stanowiąca element instalacji telekomunikacyjnej służący do umieszczania zakończeń kabli, urządzeń pasywnych i aktywnych oraz jako punkt rozdzielczy.
UTP, UTP kat. 6A	Typ kabla parowego do budowy sieci LAN służącego do transmisji sygnałów w sieci LAN. Kabel UTP kategorii 6A pozwala na transmisję z prędkością do 10 Gb/s.
Wi-Fi	Zestaw standardów do budowy sieci bezprzewodowych.
zakończenie sieci	Systemy zakończeń kabli elektrycznych, światłowodowych itd. umożliwiających dostęp do sieci.
zaśleпки	Elementy stosowane do uszczelnienia otwartych zakończeń peszli, mikrorurek, rur itd. celem uniknięcia wydostawania się powietrza czy też przedostawania się wody lub obcych materiałów do ich wnętrza.

2. Elementy infrastruktury telekomunikacyjnej budynku wielorodzinnego

Rozdział przedstawia rekomendowane przez Orange Polska rozwiązania dotyczące wewnątrzbudynkowej kanalizacji telekomunikacyjnej przeznaczonej pod przyszłą budowę infrastruktury światłowodowej w budynku wielorodzinnym.

2.1. Rekomendacje ogólne

Infrastruktura światłowodowa w budownictwie wielorodzinnym powinna gwarantować neutralność technologiczną z punktu widzenia technologii transmisyjnych oraz zapewnić możliwość świadczenia (obecnie i w przyszłości) usług bez konieczności jej modernizacji. Powinna być realizowana z wykorzystaniem kanalizacji telekomunikacyjnej budynku, rozumianej jako ciąg elementów osłonowych umożliwiających rozprowadzenie kabli i zakończenie ich w punkcie połączenia z publiczną siecią telekomunikacyjną.

Na etapie remontu budynku wielorodzinnego przez wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe rekomenduje się budowę wyłącznie kanalizacji wewnątrzbudynkowej w instalacji pionowej - kanalizacja wewnątrzbudynkowa w instalacji poziomej (piwnice, garaże podziemne) oraz kompletna infrastruktura światłowodowa zostanie wybudowana przez operatora na późniejszych etapach.

Doprowadzenie sieci światłowodowej do lokalu mieszkalnego i użytkowego (SOHO) wymaga zatem budowy kanalizacji wewnątrzbudynkowej zawierającej:

- kanalizację telekomunikacyjną pionową,
- kanalizację telekomunikacyjną poziomą w instalacji pionowej (do miejsca wejścia do lokalu).

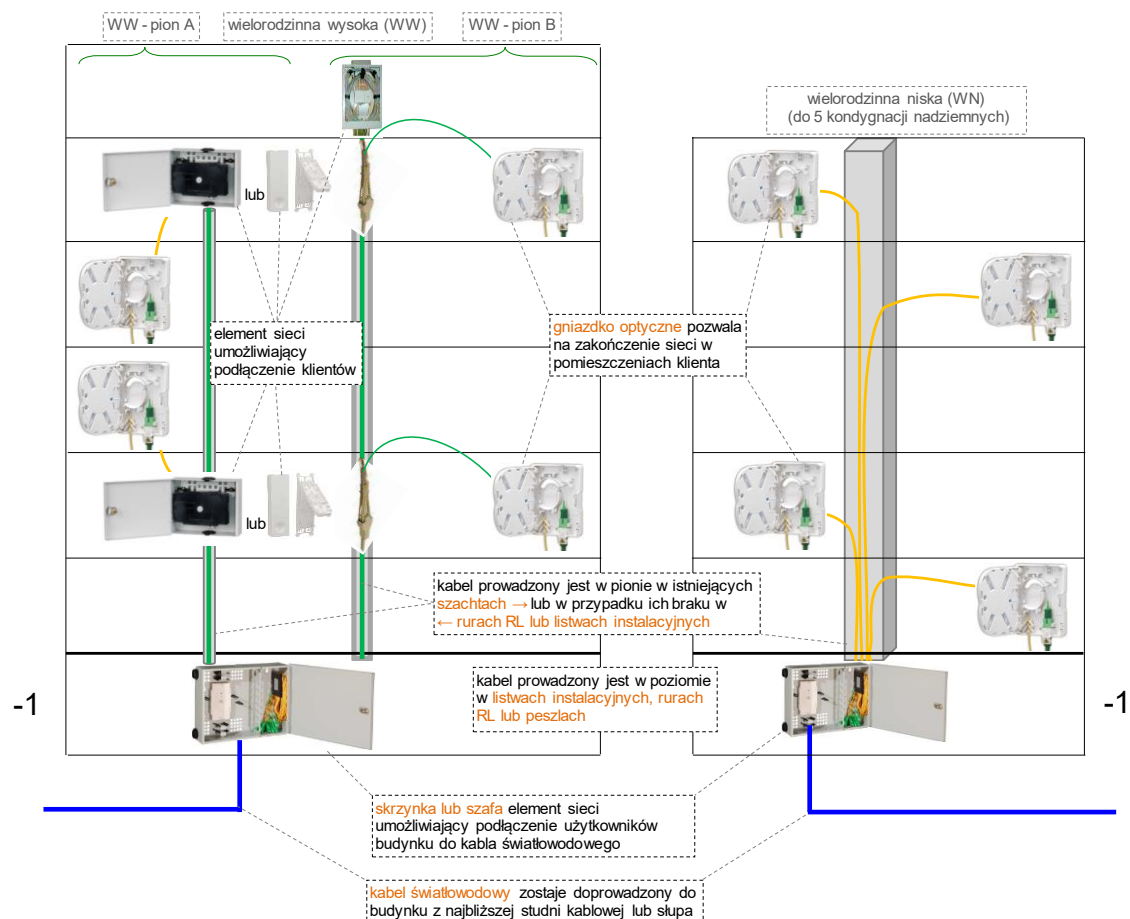


Wszystkie elementy infrastruktury światłowodowej w budynkach wielorodzinnych muszą być zgodne z Polskimi Normami oraz spełniać poniższe wymagania:

- wykonanie z materiałów nierozprzestrzeniających ognia,
- brak szkodliwego oddziaływania na zdrowie użytkownika i osób postronnych.



Schematy przykładowych budynków wielorodzinnych z kompletną światłowodową infrastrukturą telekomunikacyjną przedstawione zostały na rysunku znajdującym się na następnej stronie (*Rysunek 1*).



Rysunek 1 – Schematy światłowodowej infrastruktury telekomunikacyjnej budynku wielorodzinnego.

2.2. Kanalizacja pionowa

Rozumiana jako kanalizacja telekomunikacyjna prowadzona między piwnicą/garażem podziemnym a górnym zakończeniem szyby kablowego.

Prowadzenie okablowania pionowego i rozmieszczenie elementów telekomunikacyjnych w budynku powinno zapewniać bezkolizyjność z innymi instalacjami oraz bezpieczeństwo osób korzystających z części wspólnych budynku.



Zalecane minimalne średnice rur RL i przepustów przedstawione zostały w poniższej tabeli (Tabela 1).

		minimalna średnica
wielorodzinnna wysoka (WW) <i>powyżej 5 kondygnacji</i>	do 6 lokali na piętrze budynku	25 mm
	do 8 lokali na piętrze budynku	28 mm
	do 12 lokali na piętrze budynku	32 mm
wielorodzinnna niska (WN) <i>do 5 kondygnacji</i>	do 16 lokali w obsługiwanym pionie budynku	25 mm
	do 22 lokali w obsługiwanym pionie budynku	28 mm
	do 32 lokali w obsługiwanym pionie budynku	32 mm

Tabela 1 – Rekomendowane minimalne średnice rur RL (oraz przepustów) w pionach.

2.2.1. Istniejący pion – kanał/szacht/szyb

Rekomenduje się maksymalne wykorzystanie istniejących, wydzielonych kanałów/szachtów/szybów instalacyjnych poza lokalami mieszkalnymi/użytkowymi (oraz innymi pomieszczeniami, których sposób użytkowania może powodować uszkodzenia infrastruktury lub do których dostęp jest utrudniony). Zaleca się także zabezpieczenie szachtu instalacyjnego przed dostępem osób postronnych.

Drożność pionu

Szachty instalacyjne można uznać za drożne jeżeli widoczny jest prześwit do kolejnej kondygnacji zapewniający instalację 100% kabli i pigtaili zgodnie z *Tabełą 1*. Niedrożności należy korygować poprzez usunięcie istniejących przeszkód i/lub uporządkowanie zainstalowanych w szachcie kabli.

Brak pionu na najwyższej kondygnacji

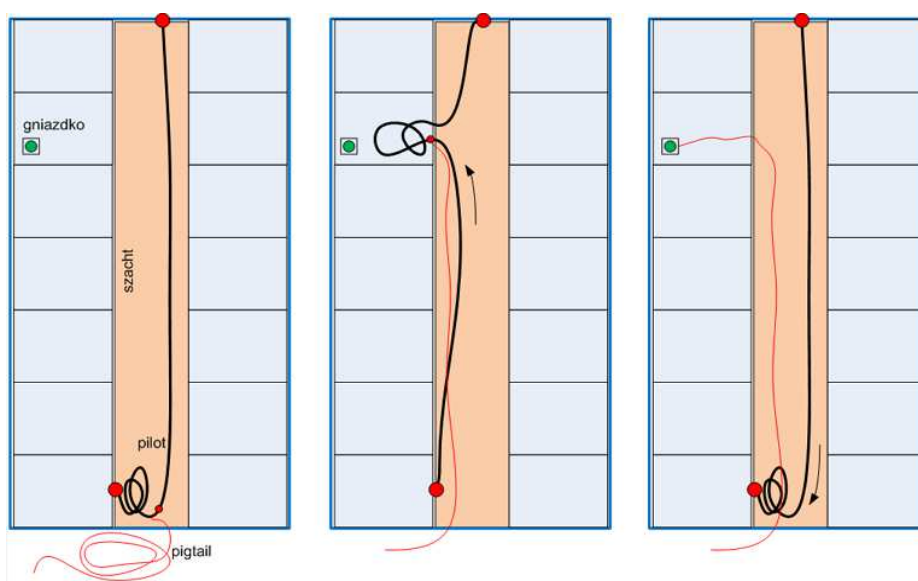
Jeżeli szacht kończy się na przedostatnim piętrze należy wybudować między nim a ostatnim piętrem pion z listew instalacyjnych (natynkowych lub podtynkowych) lub rur RL - zgodnie z **rozdziałem 2.2.2**.

Pilot (linka pleciona polipropylenowa lub z innego tworzywa sztucznego o średnicy 1,5-5 mm)

W szachcie wymagane jest umieszczenie pilota (długość ok. dwukrotnie większa niż długość szachtu, obustronnie zamocowany do konstrukcji stałych) ułatwiającego późniejsze zaciąganie kabli, przy czym:

- prowadzenie pilota powinno umożliwiać późniejszą jego obsługę (swobodny dostęp do linki),
- pilot należy magazynować w szachcie albo zastosować puszkę elektroinstalacyjną (która nie może stanowić fragmentu trasy instalacji) na najniższej kondygnacji.

Sposób instalacji i wykorzystania pilota w szachcie przedstawiono na poniższym rysunku (*Rysunek 2*).



Rysunek 2 – Sposób instalacji i wykorzystania pilota w szachcie.

2.2.2. Budowa nowego pionu

W przypadku braku możliwości udroźnienia szachtu należy zaplanować budowę nowej trasy w jednym z dwóch poniższych **wariantów** (przykładowe sposoby wykonania przedstawia *Rysunek 3*), przy czym:

- należy zadbać o maksymalnie prostoliniowy przebieg instalacji,
- przejścia przez strop nie mogą ograniczać się do samego przewiertu - powinny być wykonane dodatkowo z rury RL (średnica zgodnie z *Tabelą 1*),
- pion powinien kończyć się na najniższej kondygnacji (piwnica, garaż podziemny).

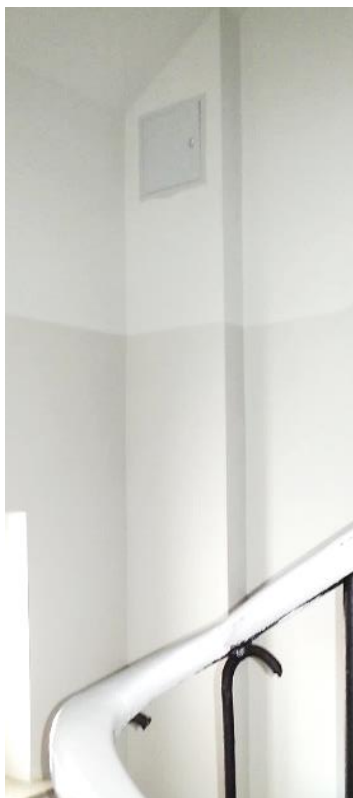
Wariant A: Budowa nowego pionu wewnątrz ściany (szacht/plytka zabudowa typu G/K).

Wykonanie pionu z listew instalacyjnych podtynkowych (wymiary min. 50x80 mm) bądź rur RL (średnica zgodnie z *Tabelą 1*) z drzwiczkami rewizyjnymi (wymiary min. 250x400 mm).

Wariant B: Budowa nowego pionu na zewnątrz ściany.

Wykonanie pionu z listew instalacyjnych natynkowych (wymiary min. 50x80 mm) bądź rur RL (średnica zgodnie z *Tabelą 1*) z puszką elektroinstalacyjną (na każdej kondygnacji).

A



B1



B2



Rysunek 3 – Przykładowe sposoby wykonania nowej trasy infrastruktury pionowej:

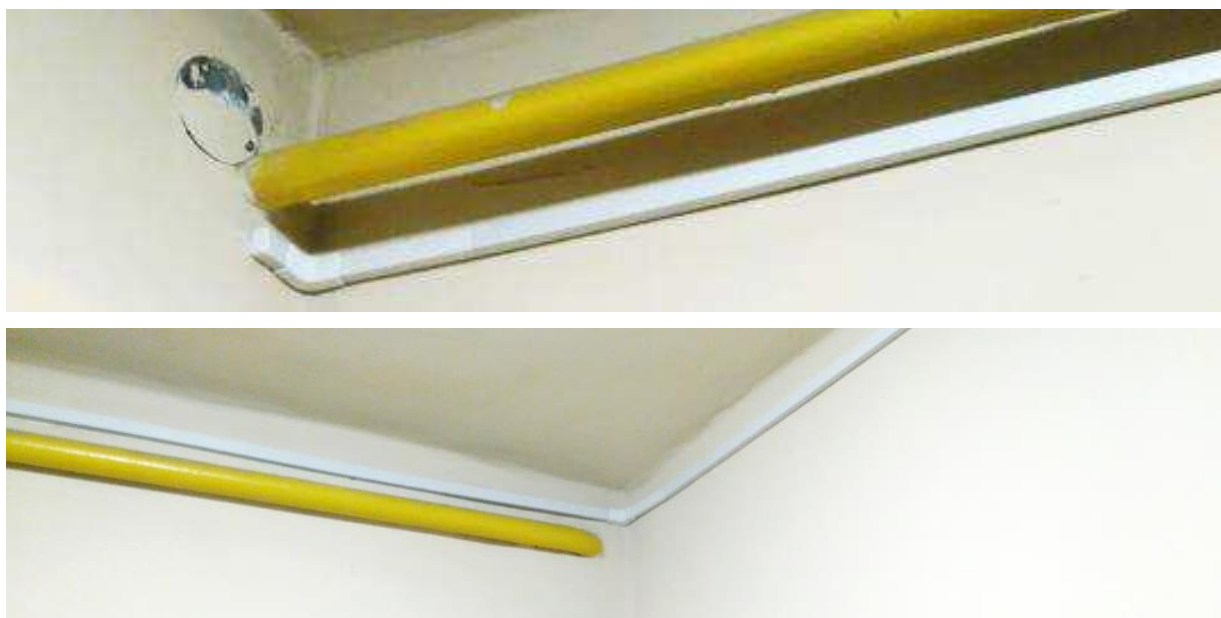
A - nowy pion wewnątrz ściany (szacht/plytka zabudowa typu G/K).

B1 - nowy pion na zewnątrz ściany – listwy instalacyjne natynkowe.

B2 - nowy pion na zewnątrz ściany – rury RL.

2.3. Kanalizacja pozioma

Do każdego lokalu mieszkalnego znajdującego się na danym piętrze należy doprowadzić peszel karbowany 16 mm LSOH w ścianie lub alternatywnie listwę instalacyjną 15 mm na zewnątrz - w celu późniejszego podłączenia abonenta (przykłady przedstawiono na *Rysunku 4*).



Rysunek 4 – Przykładowe sposoby wykonania nowej trasy z listew instalacyjnych.

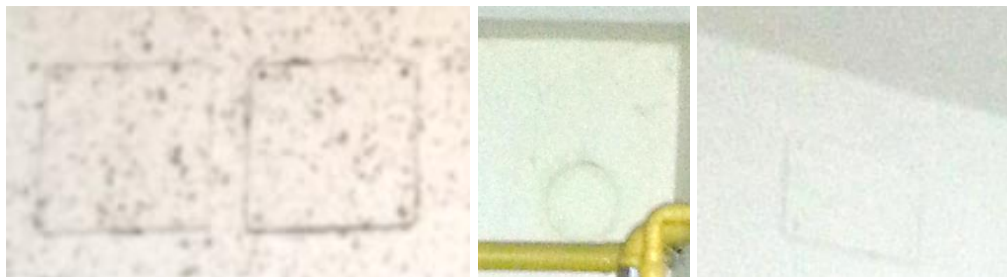
Podczas planowania i instalacji kanalizacji należy zachować **minimalny dopuszczalny promień gięcia** rur i peszli równy dziesięciokrotności średnic (promień gięcia = 10 x średnica) oraz minimalizować liczbę zakrętów pod kątem 90 stopni. Jeśli liczba takich zakrętów przekracza 3, należy zastosować przejściową puszkę umożliwiającą etapowe zaciąganie kabla po każdym kolejnych 3 zakrętach w torze kanalizacji.

Niezależnie od powyższych wymagań - wszystkie rury i peszle powinny być instalowane z zachowaniem wymagań i zaleceń producenta. Dodatkowo rekomenduje się zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe układanie peszli, które powinno zapewnić ich trwałą i kompletną drożność na wiele lat.



Zakończenie instalacji

Instalację należy zakończyć w miejscu wejścia do lokalu od strony klatki (w przypadku zgody lokatora - także od strony mieszkania) puszką podtynkową o wymiarach co najmniej 60x60x60 mm lub głębszą (wygodniejszy i bezpieczniejszy montaż) oraz zabezpieczyć pokrywą dobraną w kolorze powierzchni, w której się znajduje. Przykłady prawidłowego rozwiązania przedstawia poniższy rysunek (*Rysunek 5*).



Rysunek 5 – Przykłady poprawnej instalacji puszek w miejscu wejścia do lokalu.

Miejsce wejścia do lokalu uzgodnić z lokatorem uwzględniając ułożenia pionów na klatce schodowej oraz zwracając uwagę na brak kolizji z innymi mediami, a w przypadku dowolności rekomenduje się:

- dla pomieszczeń o wysokości ≤ 300 cm: górna krawędź puszek w miarę możliwości w przedziale ok. 10-20 cm od sufitu,
- dla pomieszczeń o wysokości > 300 cm: dolna krawędź puszek w miarę możliwości na wysokości ok. 240 cm od podłogi.

Może wystąpić konieczność zaplanowania wejścia do lokalu w innym miejscu: każdorazowo należy uwzględnić ułożenie pionów na klatce schodowej, wyjść z pionów w kierunku lokalu oraz zwracać uwagę na brak kolizji z innymi mediami.



Do czasu instalacji okablowania, jak również po zakończeniu prac utrzymaniowych lub naprawczych, końce rur i peszli powinny być uszczelnione i zabezpieczone przed przedostawaniem się do nich zanieczyszczeń. Pomocne mogą okazać się informacje znajdujące się w **Rozdziale 4**.

Rury i peszle prowadzące do lokali rekomenduje się oznaczyć w sposób czytelny i trwały w celu sprawnej identyfikacji lokalu.



3. Elementy infrastruktury telekomunikacyjnej zabudowy jednorodzinnej

Rozdział przedstawia rekomendowane przez Orange Polska rozwiązania dla infrastruktury światłowodowej w zabudowie jednorodzinnej.

Wszystkie elementy należy instalować zgodnie z zaleceniami producentów. Szczególną uwagę należy zwracać na kwestie uszczelnień przepustów w ścianach wprowadzanych kanalizacji i kabli - żaden element/otwór przewidziany przez producenta do uszczelnienia nie może pozostać otwarty.



Budując poszczególne segmenty sieci (w tym wykonując przyłącza) zawsze należy brać pod uwagę dopuszczalne dla danego produktu temperatury instalacji (według danych z karty katalogowej).



3.1. Budowa przyłącza doziemnego

Jedną z metod optymalizacji kosztów jest układanie przyłącza doziemnego wraz z budową innych mediów tj. rur kanalizacji wodno-kanalizacyjnej, kabli energetycznych, rur gazowych.

Projekty tego typu wymagają wiedzy i doświadczenia, dlatego zaleca się powierzać je doświadczonym projektantom i wykonawcom branży telekomunikacyjnej.



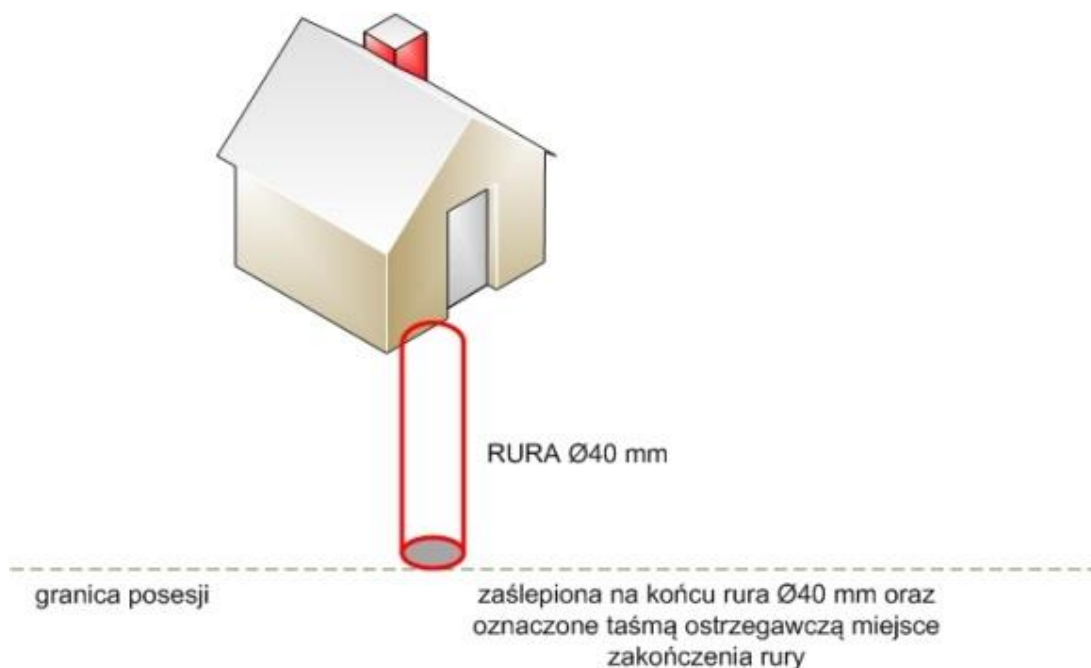
Od granicy posesji do wnętrza pomieszczenia technicznego lub garażu rekomenduje się budowę przyłączy do budynków w postaci **rury karbowanej dwuwarstwowej o średnicy zewnętrznej $\varnothing 40$ mm z pilotem** (w standardzie przyłącza niezaślepionego).

Przykład rury karbowanej $\varnothing 40$ mm przedstawiono na poniższym rysunku (*Rysunek 6*).



Rysunek 6 – Przykładowa rura karbowana dwuwarstwowa o średnicy zewnętrznej $\varnothing 40$ mm.

Schemat doprowadzenia rury od budynku do granicy posesji przedstawiono poniżej (Rysunek 7).



Rysunek 7 – Doprowadzenie od budynku do granicy posesji rury Ø40 mm.

Na odcinku przyłącza (rura karbowana Ø40 mm) należy unikać „tworzenia kątów”, to znaczy, że trasa powinna być jak najbardziej zbliżona do linii prostej oraz maksymalna długość przyłącza nie powinna przekraczać 80 m.



Rurę należy odpowiednio oznaczyć i zakończyć korkiem (zaślepką uszczelniającą) lub dedykowanym uszczelnieniem (przedstawionych poniżej na Rysunku 8) w pobliżu szafy z licznikiem energii elektrycznej (w razie jej braku, na granicy posesji – w miejscu znajdującym się vis-a-vis planowanego miejsca jej wprowadzenia do budynku). W przypadku budowy ogrodzenia, rurę karbowaną należy zakończyć w dedykowanej puszcze/skrzynce osłonowej z dostępem od strony ulicy/chodnika.

A



B



Rysunek 8 – Przykładowe sposoby zaślepienia pustej rury karbowanej Ø40 mm:

A – zaślepka uszczelniająca. Źródło: www.rdm.com

B – uszczelnienie. Źródło: www.bkte.pl

Głębokość podstawowa ułożenia w ziemi rury kanalizacji kablowej dla przyłącza nie powinna być mniejsza niż 0,7 m, a w połowie głębokości ułożenia rury powinna być umieszczona taśma ostrzegawcza w kolorze pomarańczowym, z trwałym napisem ostrzegawczym. Przykład taśmy ostrzegawczej przedstawia poniższy rysunek (*Rysunek 9*).



Rysunek 9 – Przykładowa taśma ostrzegawcza w kolorze pomarańczowym. Źródło: www.ptsrabka.pl

Otwór w ścianie budynku, którym jest wprowadzona rura karbowana $\varnothing 40$ mm, musi być odpowiednio zabezpieczony (uszczelniony) przed wnikaniem do budynku wilgoci, wody, ziemi i gazu. W tym celu rekomenduje się rozwiązania wymagające wiedzy i doświadczenia:

- do zewnętrznej ściany budynku: zaprawa szybkowiążąca (np. CX 5, MonterT-5) oraz dodatkowe zabezpieczenie warstwą hydroizolacyjną,
- do wewnętrznej ściany budynku: zaślepki Jackmoon lub zwykłe korki.

Przewiert należy wykończyć masą tynkarską oraz odtworzyć powłokę malarską.



Puszka (podtynkowa lub natynkowa) na ścianie (wewnątrz lub na zewnątrz) budynku

Puszkę należy umieścić w miejscu doprowadzenia rury karbowanej $\varnothing 40$ mm do budynku - w piwnicy, garażu, pomieszczeniu gospodarczym itp. (zlokalizowanym w miarę możliwości jak najbliżej punktu zbiorczego lub innego punktu styku sieci zewnętrznej z siecią domową) z zachowaniem estetyki.

Rurę karbowaną $\varnothing 40$ mm należy zakończyć po wewnętrznej stronie budynku zaślepiając korkiem (zaślepką uszczelniającą) lub dedykowanym uszczelnieniem - przedstawionych na *Rysunku 8* (powyżej).

Dalsze kroki należy realizować zgodnie z rozdziałem 4.



3.1. Budowa przyłącza nadziemnego

Planowanie instalacji nadziemnej rekomenduje się jedynie w przypadku, gdy w pobliżu znajdują się słupy telekomunikacyjne.



W realizacji przyłącza poprzez doprowadzenie do budynku kabla światłowodowego nadziemnego należy ograniczyć się do przygotowania **puszki (podtynkowej lub natynkowej) na ścianie (wewnątrz lub na zewnątrz) budynku**, tak aby znajdowała się w możliwie jak najwyższym punkcie budynku (najlepiej na poddaszu, w możliwie niewidocznym, choć dostępnym miejscu, w pobliżu którego będzie mocowany kabel zawieszony ze słupa).

Dalsze kroki należy realizować zgodnie z rozdziałem 4.



4. Elementy infrastruktury telekomunikacyjnej w lokalu/budynku klienta

Sieć domowa składa się z **urządzeń aktywnych** i **kabli**, umożliwiających świadczenie usług telefonicznych, usług transmisji danych zapewniających szerokopasmowy dostęp do Internetu oraz usług rozprowadzania cyfrowych programów radiowych i telewizyjnych w wysokiej rozdzielczości.

Urządzenia aktywne to **optyczne zakończenie sieciowe ONT** i **modem/ruter** (jako dwie oddzielne obudowy lub jako jedna zintegrowana obudowa), **dekoder TV** a także opcjonalnie **przełącznik LAN (switch ethernetowy)** i **dodatkowy punkt dostępowy Wi-Fi**, tzw. **Wi-Fi extender/repeater (wzmacniacz sygnału Wi-Fi)**.



W celu umożliwienia instalacji ONT i/lub modemu należy przygotować **gniazdo optyczne** zgodnie z zaleceniami zawartymi w **Rozdziale 4.2**.

4.1. Budowa instalacji wewnętrzzlokalowej

4.1.1. Kabel światłowodowy

Samodzielna instalacja kabla światłowodowego wykonana na etapie budowy/remontu może w przyszłości przyspieszyć proces podłączenia usługi oraz pozwolić uniknąć inwazyjnej instalacji np. wykonywania przewiertów w ścianach.



W przypadku chęci własnoręcznego zaciągania kabla należy pilnować maksymalnej siły jaką można do niego przyłożyć (parametr zawarty w specyfikacji technicznej) oraz unikać szarpania za kabel.



Rekomenduje się kable światłowodowe dwuwłóknowe (2J), jednomodowe kategorii G.657A2 lub G.657B3, do instalacji wewnątrz budynków, którego przykład przedstawiono poniżej (*Rysunek 10*).

W punkcie zbiorczym należy pozostawić zabezpieczony odcinek ok. 1,5 m kabla światłowodowego a w zakończeniu optycznym zabezpieczony odcinek ok. 1 m kabla – zapas kabla należy zwinąć w pętlę o średnicy ok. 10 cm.

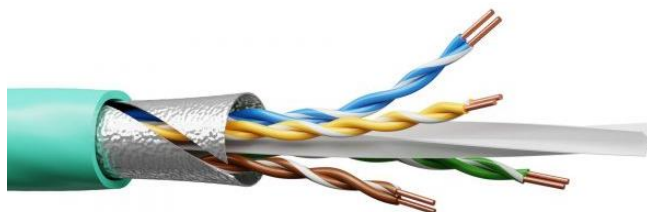


Rysunek 10 – Przykładowy dwuwłóknowy, jednomodowy kabel światłowodowy. Źródło: www.fibrain.pl

4.1.2. Kabel UTP kat. 6A

Do połączenia pozostałych urządzeń, wymagany jest kabel UTP kat. 6A (przykład na *Rysunku 11*):

- od miejsca instalacji modemu do punktu zbiorczego
oraz
- od punktu zbiorczego do każdego z pozostałych pomieszczeń, w tym punktów multimedialnych (TV) / rozrywkowych (gamingowych) / gabinetu (home office).



Rysunek 11 – Przykładowy kabel UTP kat. 6A. Źródło: www.fibrain.pl

Dodatkowo przy pomocy przełącznika LAN (switch ethernetowy - potencjalnie zamontowany w punkcie zbiorczym) można rozdzielać sygnał sieci domowej na poszczególne pokoje, w tym na dekoder TV oraz inne urządzenia np. komputer czy też konsola do gier.



W przypadku lokali wielokondygnacyjnych, pod kątem dystrybucji sygnału Wi-Fi, zaleca się rozpatrywanie rozmieszczenia punktów dostępowych Wi-Fi osobno dla każdego piętra.

Ze względu na silne tłumienie sygnału Wi-Fi przez strop, zaleca się stosowanie co najmniej 1 punktu dostępowego Wi-Fi na piętro – należy przygotować co najmniej 1 miejsce zakończenia kabla UTP na piętro, na potrzeby dystrybucji sygnału Wi-Fi.



Zalecenia dotyczące rozmieszczenia zakończeń sieci opisano w Rozdziale 4.3.



4.1.3. Kanalizacja wewnątrzbudynkowa

Na odcinku od punktu zbiorczego do wejścia lokalu, tj. między punktem zbiorczym a miejscem planowanego wprowadzenia kabla instalacyjnego do budynku (puszka/skrzynka na ścianie budynku) bądź do lokalu (puszka po stronie lokalu), zalecane jest przygotowanie **peszla karbowanego 16 mm LSOH** (przykład przedstawiono poniżej na *Rysunku 12*).

Alternatywnym rozwiązaniem jest przygotowanie kanalizacji wewnątrzbudynkowej w postaci listwy instalacyjnej 15 mm.



Rysunek 12 – Przykładowy peszel karbowany z fabrycznym pilotem. Źródło: www.optomer.pl

W przypadku peszla bez fabrycznie zainstalowanego pilota należy go wciągnąć - powinien być wykonany z linki plecionej polipropylenowej lub innego tworzywa sztucznego o średnicy 1.5-5 mm i długości ok. dwukrotnie większej niż długość trasy.



Wskazówki dotyczące montażu peszla karbowanego:

- należy prowadzić go w jednym odcinku (zachować ciągłość),
- jego trasa powinna być jak najbardziej prostoliniowa (łagodne kąty),
- na obu końcach zainstalować zaślepki, której przykład przedstawiono poniżej (*Rysunek 13*), alternatywnie zabezpieczyć taśmą izolacyjną.



Rysunek 13 – Przykładowa zaślepka do pieszla karbowanego. Źródło: www.kuis.pl

W przypadku większej ilości zakrętów lub ostrych kątów zaleca się zastosowanie puszki rewizyjnej w celu umożliwienia przeciągnięcia kabla.



4.2. Gniazdo optyczne

4.2.1. Standard wykonania

W zależności od standardu wyposażenia lokalu, zakończenie sieci światłowodowej można wykonać w jednej z dwóch wersji opisanych w **Załączniku 1 – Standardy wykonania gniazda optycznego**.

4.2.2. Lokalizacja gniazda optycznego

W pobliżu miejsca instalacji gniazda optycznego zostanie podłączony modem zapewniający dostęp do Wi-Fi i Internetu. Jego lokalizacja jest kluczowa pod względem zapewnienia dobrej jakości sygnału Wi-Fi w całym lokalu i zależy od układu pomieszczeń, konstrukcji ścian, wykorzystanych materiałów budowlanych oraz występowania zewnętrznych zakłóceń (np. sieci Wi-Fi sąsiadów i/lub innych systemów bezprzewodowych, które mogą wpłynąć na jakość transmisji).



W związku z powyższym wyznaczenie optymalnej lokalizacji modemu powinno być poprzedzone pomiarami Wi-Fi w lokalu. W przypadku braku możliwości ich wykonania rekomendowane jest zastosowanie jednej z poniższych propozycji umiejscowienia gniazda optycznego.

1. W punkcie możliwie zbliżonym do centralnej części lokalu: jeżeli nie jest to strefa multimedialna, należy doprowadzić kabel UTP kat. 6A z punktu zbiorczego do strefy multimedialnej.
2. W miejscu strefy multimedialnej: jeżeli to miejsce znajduje się przy ścianie zewnętrznej lokalu, należy doprowadzić kabel UTP kat. 6A z punktu zbiorczego do punktu możliwie zbliżonego do centralnej części lokalu.

Jeżeli kabel światłowodowy zostanie zakończony w punkcie zbiorczym, rekomenduje się położenie dodatkowego kabla UTP kat. 6A (w sumie 2 kable UTP) do miejsca, w którym docelowo zostanie zainstalowany modem. Umożliwi to w razie potrzeby instalację zewnętrznego ONT (w punkcie zbiorczym), połączenie z modemem kablem UTP oraz połączenie od modemu do punktu zbiorczego (drugi kabel UTP).



Modem należy ustawić w przestrzeni otwartej (zamykanie go powoduje silne tłumienie sygnału Wi-Fi). Rozwiązania rekomendowane w punkcie 1 i 2 (powyżej) umożliwiają w razie potrzeby instalację dodatkowego punktu dostępowego Wi-Fi w celu zapewnienia równomiernego pokrycia lokalu sygnałem, oba powyższe rozwiązania zostały opisane dokładniej w **Załączniku 2 – Lokalizacja gniazda optycznego**.

Rekomendowane jest zakończenie instalacji światłowodowej zgodnie z Załącznikiem 1 oraz nieprzecinanie kabla światłowodowego w punkcie zbiorczym wraz z pozostawieniem ok. 1,5 m zapasu kabla światłowodowego zwiniętego w pętlę o średnicy ok. 10 cm.



4.3. Rozmieszczenie zakończeń sieci domowej

W instalacji wewnątrzlokalowej od punktu zbiorczego rekomenduje się budowę rur karbowanych (tzw. peszli) o średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż 20 mm (większa średnica to możliwość prowadzenia innych mediów bez wykonywania dodatkowych prac) - zachowując zasady przedstawione w czterech poniższych punktach.



Rekomendowane rozmieszczenie zakończeń sieci domowej:

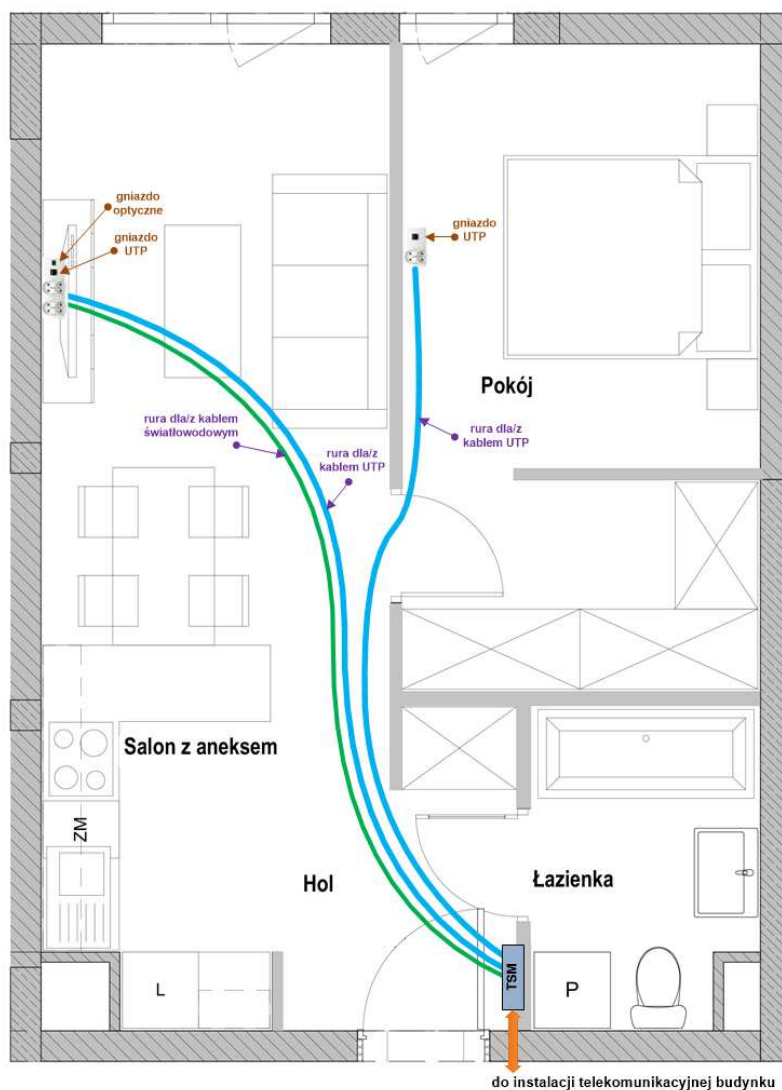
1. Do salonu lub punktu możliwie zbliżonego do centralnej części lokalu:
 - 1 rura dla kabla UTP kat. 6A,
 - 1 rura dla kabla światłowodowego do gniazda optycznego (z wciągniętym pilotem z linki plecionej polipropylenowej lub z innego tworzywa sztucznego o średnicy 1.5-5 mm o długości ok. dwukrotnie większej niż długość trasy peszla).
2. Do każdego z pozostałych pokoi:
 - 1 rura dla kabla UTP kat. 6A.
3. Dodatkowo do każdego punktu multimedialnego (TV) / rozrywkowego (gamingowego) / gabinetu (home office):
 - 1 rura dla kabla UTP kat. 6A.
4. Dodatkowo w budynkach wielokondygnacyjnych:
 - 1 rura dla kabla UTP kat. 6A na każde piętro do punktu możliwie zbliżonego do centralnej części lokalu (w celu podłączenia punktów dostępowych Wi-Fi).

Rury i pesze powinny być wykonane z materiałów nierozprzestrzeniających ognia. Peszel należy prowadzić w jednym odcinku (zachować ciągłość) oraz jego trasa powinna być jak najbardziej prostoliniowa (łagodne kąty). W przypadku większej ilości zakrętów lub ostrych kątów zaleca się zastosowanie pushki rewizyjnej w celu umożliwienia przeciągnięcia kabla. Na obu końcach peszla należy zainstalować zaślepki (alternatywnie zabezpieczyć taśmą izolacyjną).



Rekomenduje się także budowę kompletnego okablowania wewnątrzlokalowego (kable UTP kat. 6A i kabel światłowodowy) z wykorzystaniem opisanych rur.

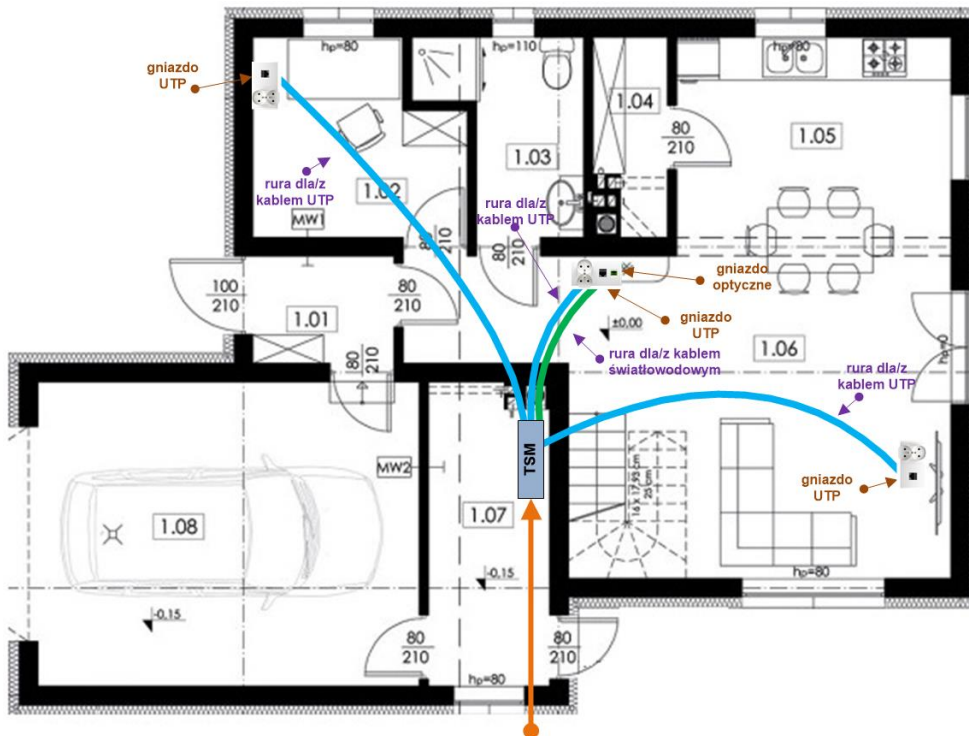
Rysunki zamieszczone poniżej przedstawiają przykładowy rzut mieszkania (*Rysunek 14*) i budynku jednorodzinnego (*Rysunek 15*) wraz z rekomendowanym przez Orange Polska sposobem rozprowadzenia sieci domowej (rury, kable i gniazda).



Uwaga! Projektowanie indywidualnego okablowania mieszkania powinno być uzgodnione z architektem i musi uwzględniać przebieg innych instalacji np. elektrycznej oraz CO i wodnej.

Rysunek 14 – Sieć domowa - zabudowa wielorodzinna (mieszkanie).

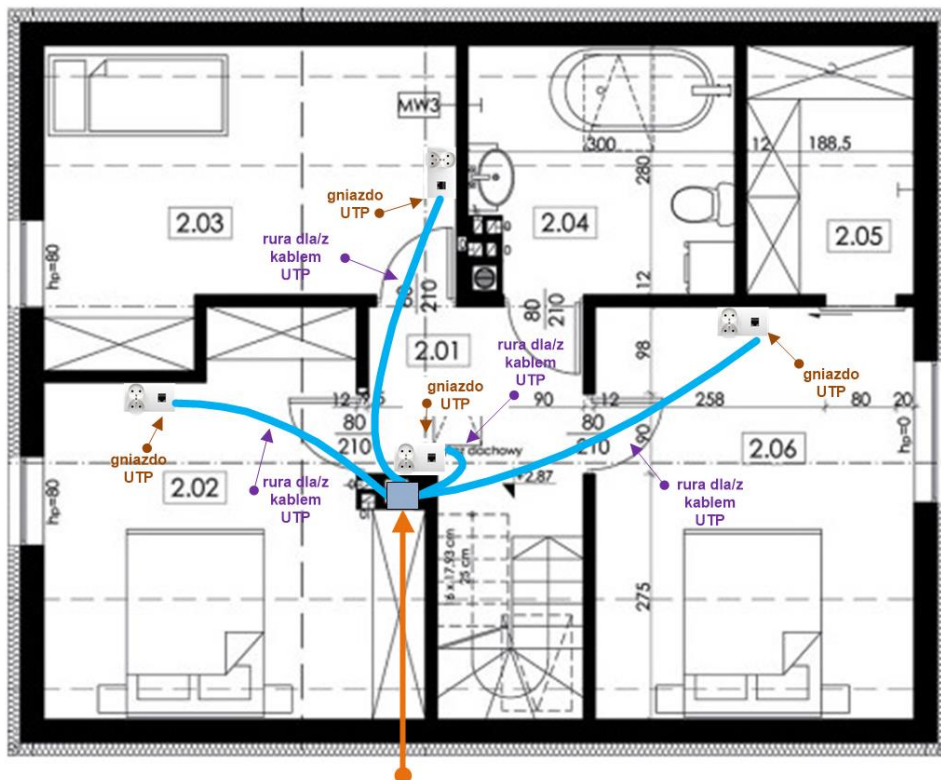
A)



do instalacji telekomunikacyjnej na granicy działki

Uwaga! Projektowanie indywidualnego okablowania mieszkania powinno być uzgodnione z architektem i musi uwzględniać przebieg innych instalacji np. elektrycznej oraz CO i wodnej.

B)



szacht do TSM na piętrze 0 oraz do modemu LTE/5G (ODU) na dachu.

Uwaga! Projektowanie indywidualnego okablowania mieszkania powinno być uzgodnione z architektem i musi uwzględniać przebieg innych instalacji np. elektrycznej oraz CO i wodnej.

Rysunek 15 – Sieć domowa - zabudowa jednorodzinna (budynek):

- A) piętro 0
- B) piętro 1

5. Wykaz przydatnych materiałów ujętych w dokumencie

W oparciu o informacje zawarte w niniejszym dokumencie, wybór materiałów oraz ich ilość powinny zostać zaplanowane indywidualnie - w zależności od przewidzianego zakresu prowadzonych prac.

5.1. Wykaz materiałów - budynki wielorodzinne

- rura RL,
- listwa instalacyjna podtynkowa/natynkowa,
- peszel karbowany,
- drzwiczki rewizyjne,
- puszka elektroinstalacyjna podtynkowa,
- pilot/linka polipropylenowa lub z innego tworzywa sztucznego,
- płyta gipsowo-kartonowa (dodatkowo profile i zaciskarki do profili, narożniki perforowane, blachowkręty, taśmy poliuretanowe lub gumowe, masa szpachlowa, taśma zbrojona, gładź, kołki szybkiego montażu itd.).

5.2. Wykaz materiałów - lokal/budynek klienta

- puszka elektroinstalacyjna/skrzynka (podtynkowa/natynkowa),
- Telekomunikacyjna Skrzynka Mieszkaniowa,
- gniazdo umożliwiające instalację modułów Keystone RJ45 i SC/APC,
- gniazdo elektryczne 230 V,
- gniazdo sieciowe ze złączami RJ45,
- gniazdo optyczne z fabrycznymi adapterami SC/APC,
- peszel karbowany,
- pilot/linka polipropylenowa lub z innego tworzywa sztucznego,
- zaślepka do peszla karbowanego (alternatywnie taśma izolacyjna),
- listwa instalacyjna,
- kabel UTP klasy 6A (E_A wg EN 50173),
- kabel światłowodowy dwuwłóknowy (2J) jednomodowy w kategorii G.657A2 lub G.657B3, do instalacji wewnątrz budynków,

Dodatkowo w przypadku budowy przyłącza w zabudowie jednorodzinnej:

- rura karbowana,
- zaślepka skręcana do rur karbowanych,
- zaślepka (korek) uszczelniający / uszczelnienie do rur karbowanych,
- przepust kablowy,
- puszka elektroinstalacyjna podtynkowa/natynkowa.

Załącznik 1 – Standardy wykonania gniazda optycznego

Zakończenie sieci światłowodowej można zrealizować w **dwóch wersjach** opisanych poniżej.

Wersja 1:

Wyposażenie ramek w mechanizmy/plakietki wyposażone w złącza SC/APC pochodzące z tej samej linii wzorniczej, z której pochodzi reszta osprzętu elektroinstalacyjnego/zasilanie, gniazda UTP (Ethernet) itd.; gniazdo optyczne wyposażone fabrycznie w złącza SC/APC.



Rysunek 16 – Wersja 1: Osprzęt elektroinstalacyjny z mechanizmem optotelekomunikacyjnym fabrycznie wyposażonym w złącza SC/APC. Źródło: www.legrand.pl

Przykładowa konfiguracja zespołu gniazd to:

- jeden lub dwa mechanizmy 230V (zalecane dwa mechanizmy podwójne),
- jeden mechanizm z fabrycznie przygotowanym jednym lub dwoma złączami SC/APC,
- jeden mechanizm z jednym lub dwoma złączami RJ45 (gniazdami UTP).

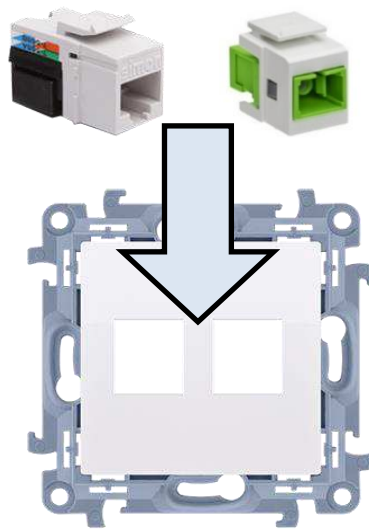
Wersja 2:

Wyposażenie ramek w mechanizmy/plakietki umożliwiające instalację modułów typu Keystone. OPERATOR zapewnia moduł Keystone ze złączem SC/APC.



Rysunek 17 – Wersja 2: Osprzęt elektroinstalacyjny z mechanizmem optotelekomunikacyjnym wyposażonym w plakietkę lub mechanizm Keystone, moduł Keystone wraz ze złączem SC/APC dostarczany przez operatora. Źródło: www.kontakt-simon.com.pl

Moduły Keystone to popularny, uniwersalny standard, umożliwiający instalację w tym samym otworze plakietki różnych rodzajów gniazd. Najczęściej spotykane są moduły Keystone RJ45. Plakietka lub mechanizm obsługujące Keystone RJ45 będą odpowiednie również dla modułu Keystone SC/APC.



Rysunek 18 – Plakietka Keystone umożliwia zamontowanie różnych rodzajów gniazd.

Źródło: www.kontakt-simon.com.pl

Przykładowa konfiguracja zespołu gniazd:

- jeden lub dwa mechanizmy 230V (zalecane dwa mechanizmy podwójne),
- jeden mechanizm lub plakietka umożliwiająca instalację modułów Keystone (RJ45 i SC/APC).

Przygotowanie miejsca pod gniazdo optyczne

Na etapie budowy instalacji elektrycznej należy w miejscach przewidzianych do instalacji zakończeń sieci światłowodowej zapewnić odpowiednią liczbę podtynkowych puszek elektroinstalacyjnych (rekomendowane jest wykonanie zakończenia sieci w każdym pomieszczeniu).

Do puszek należy doprowadzić drożne peszle lub rury gładkościenne o średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż 20 mm.

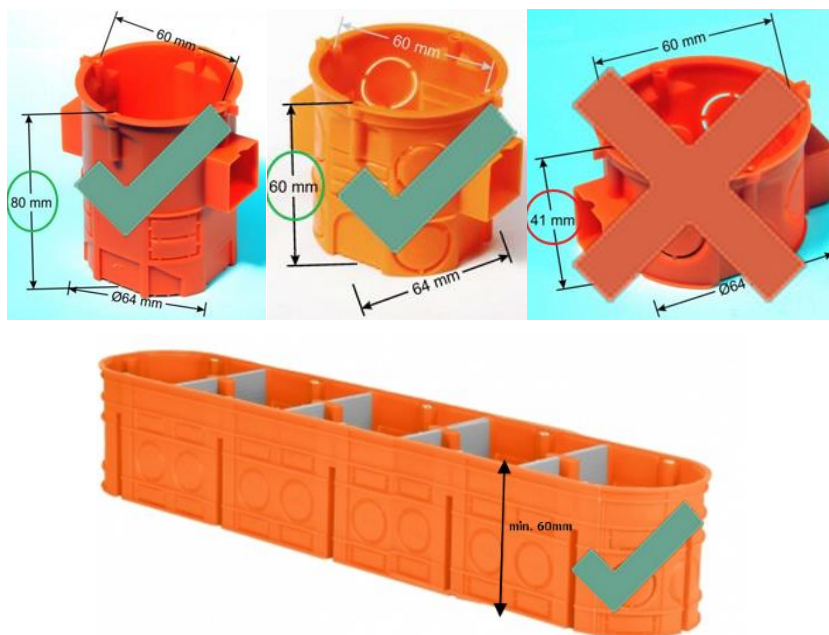


Puszki powinny mieć głębokość minimum 60 mm (czym głębsze, tym wygodniejszy i bezpieczniejszy montaż infrastruktury światłowodowej oraz osprzętu elektrycznego).



Zestawy puszek mogą być zarówno składane z indywidualnych modułów jak i mogą być instalowane w wersji zespolonej. Przykłady przedstawiono na poniższym rysunku (Rysunek 19).

Zalecane jest aby zarówno rury, jak i peszle (o parametrach zapewniających odporność na zgniatanie oraz przystosowane do instalacji podtynkowych i podłogowych) były wyposażone w pilota umożliwiającego zaciągnięcie światłowodu.



Rysunek 19 – Zalecane wymiary puszek elektroinstalacyjnych. Źródło: www.simet.com.pl

Załącznik 2 – Lokalizacja zakończenia optycznego (gniazda abonenckiego)

W tym miejscu zostanie podłączony modem (zapewniający dostęp do Internetu i Wi-Fi), którego rekomendowane jest ustawienie w przestrzeni otwartej (zamykanie go powoduje silne tłumienie sygnału Wi-Fi).

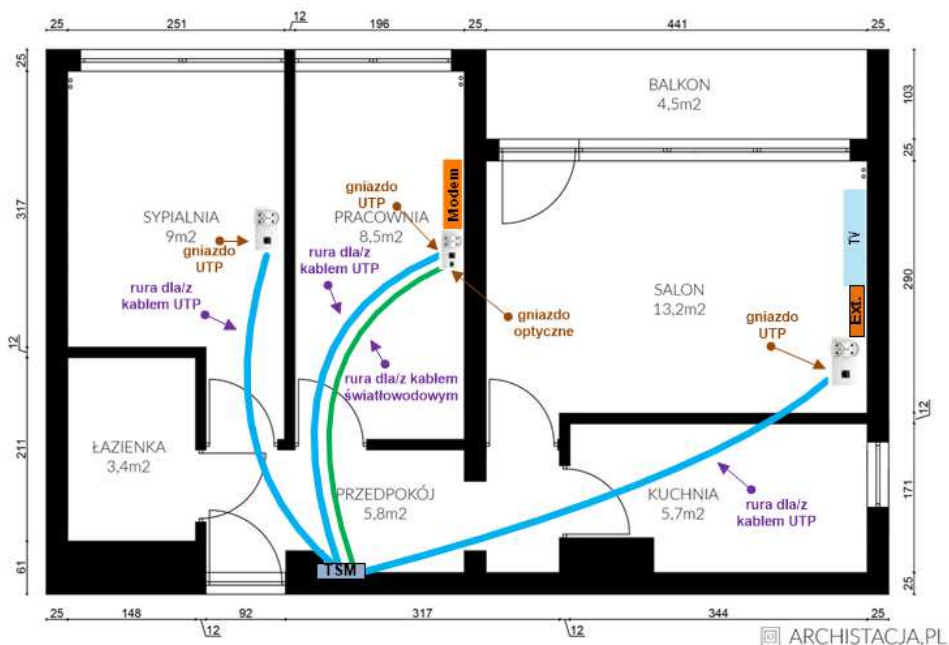


Gniazdo optyczne powinno być umieszczone w miejscu zapewniającym dobrą jakość sygnału Wi-Fi w całym lokalu, co można zrealizować w **dwóch scenariuszach** opisanych poniżej.

- **Scenariusz 1** - w punkcie możliwie zbliżonym do centralnej części lokalu: jeżeli nie jest to strefa multimedialna, należy doprowadzić kabel UTP kat. 6A z punktu zbiorczego do strefy multimedialnej.

Poniżej zobrazowano realizację (Rysunek 20) na przykładowym planie mieszkania. W tym rozwiązaniu modem jest umiejscowiony możliwie blisko centralnej części lokalu (w tym przykładzie w „pracowni”) a do dekodera TV doprowadzony jest dedykowany kabel UTP kat. 6A. To rozwiązanie w niektórych przypadkach może zapewnić pokrycie całego lokalu zasięgiem sieci Wi-Fi – tym samym instalacja dodatkowego wzmacniacza Wi-Fi może okazać się zbędna (docelowo decyzja zostanie podjęta w trakcie instalacji usługi). Zapewnienie kabla UTP kat. 6A do podłączenia dekodera TV w strefie multimedialnej

umożliwi oglądanie najlepszej jakości obrazu prezentowanego na ekranie TV oraz zwiększy szybkość transmisji danych na pozostałych urządzeniach korzystających z Wi-Fi (szersza część pasma sieci Wi-Fi będzie dostępna dla pozostałych urządzeń).

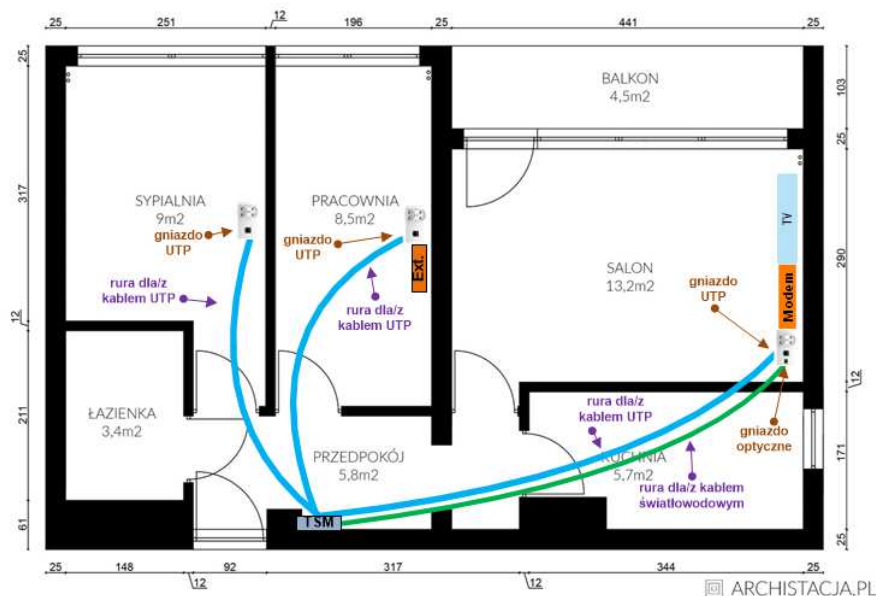


Rysunek 20 – Scenariusz 1 – gniazdo optyczne zlokalizowane blisko środkowej części lokalu.

Źródło: www.archistacja.pl

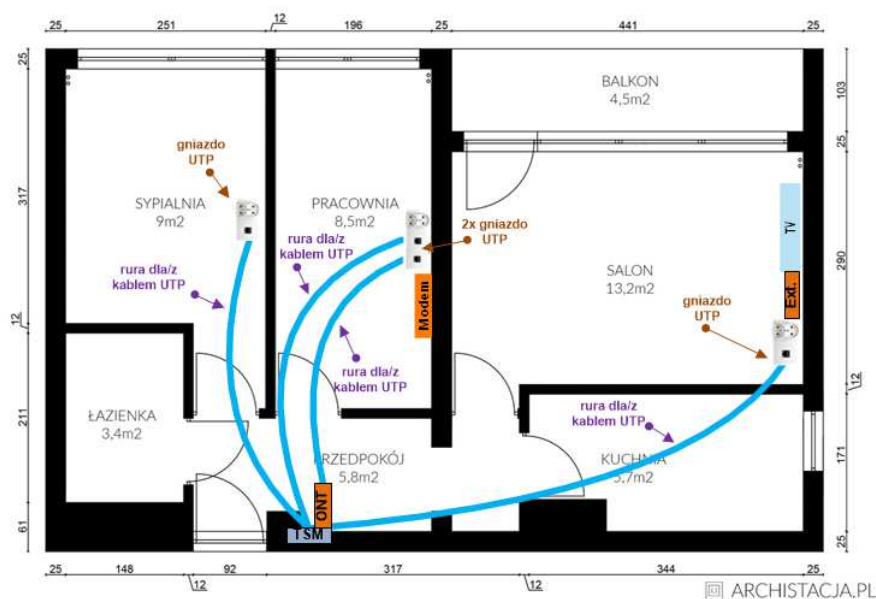
- **Scenariusz 2** - w miejscu strefy multimedialnej: jeżeli to miejsce znajduje się przy ścianie zewnętrznej lokalu, należy doprowadzić kabel UTP kat. 6A z punktu zbiorczego do punktu możliwie zbliżonego do centralnej części lokalu.

Poniżej zobrazowano powyższą realizację (Rysunek 21) na przykładowym planie mieszkania. W tym rozwiązaniu modem może być umieszczony w strefie multimedialnej (np. przy szafce z telewizorem) z zastrzeżeniem, że jeśli to miejsce znajduje się na skrajnej ścianie lokalu to jednocześnie należy zapewnić kabel UTP kat. 6A do centralnej części lokalu (w tym przykładzie w „pracowni”). Moc sygnału Wi-Fi z modemu może okazać się za słaba w przeciwnych pomieszczeniach (w przykładzie: w sypialni i łazience), ale podłączenie wzmacniacza Wi-Fi w „pracowni” umożliwi równomierne pokrycie całego lokalu sygnałem Wi-Fi. Dla takiego rozwiązania dekodery TV należy podłączyć kablem UTP kat. 6A bezpośrednio do modemu.



Rysunek 21 – Scenariusz 2 – gniazdo optyczne zlokalizowane w strefie multimedialnej znajdującej się na skrajnej ścianie lokalu oraz dodatkowy kabel UTP kat. 6A w centralnej części lokalu umożliwiający w razie potrzeby podłączenie wzmacniacza Wi-Fi. Źródło: www.archistacja.pl

Jeżeli kabel światłowodowy zostanie zakończony w punkcie zbiorczym, rekomenduje się położenie dodatkowego kabla UTP kat. 6A (w sumie 2 kable UTP) do miejsca, w którym docelowo zostanie zainstalowany modem. Umożliwi to w razie potrzeby instalację zewnętrznego ONT (w punkcie zbiorczym), połączenie z modemem kablem UTP oraz połączenie od modemu do punktu zbiorczego (drugi kabel UTP). Przypadek zobrazowano na poniższym rysunku (Rysunek 22).



Rysunek 22 – Zakończenie kabla światłowodowego zlokalizowane w TSM, z doprowadzeniem dwóch kabli UTP kat. 6A do centralnej części lokalu, gdzie docelowo zostanie podłączony modem. Źródło: www.archistacja.pl, www.fca.com.pl

