Zamawianie i odbiór

Planowanie okablowania i odbiór od wykonawcy.

- Planowanie okablowania: porty, zapas, trasy i zamówienie
- Odbiór okablowania od wykonawcy: lista kontrolna, testy, protokoły

Planowanie okablowania: porty, zapas, trasy i zamówienie

Poziom: średnio

Dotyczy: biuro w Pamiątkowie, szafa R6, szafa ścienna w Swarzędzu, PN-EN 50173-1, PN-EN 50174, TIA/EIA-942

Czas: ~60 min

Administrator nie układa kabli, ale umie policzyć, ile punktów potrzebuje firma, ile zostawić zapasu, którędy kable mają iść i jak zapisać zamówienie, żeby wykonawca wycenił to samo, co mamy w głowie. Pokazujemy, jak zebrać potrzeby, policzyć porty z zapasem, zaplanować trasy i oddzielić kable od zasilania, a potem przygotować tabelę wymagań do zapytania ofertowego. Wracamy tu przy rozbudowie biura, dołożeniu szafy i każdej rozmowie z wykonawcą.

ZAŁOŻENIA SCENARIUSZA

planujemy okablowanie wewnątrz budynków: szafa R6 w Pamiątkowie bez własnego przełącznika (serwery do R1 światłowodem OM4) i szafa ścienna w Swarzędzu z przełącznikami i małym UPS. Łącze między lokalizacjami nie jest tu okablowaniem strukturalnym i nie jest planowane; wariant z tunelem IPsec opisuje IPsec site-to-site: Pamiątkowo i Swarzędz między FortiGate a routerem innej firmy.

Skróty użyte na tej stronie (13)

Skrót	Co znaczy
CPR	Construction Products Regulation: unijne rozporządzenie o wyrobach budowlanych, które dla kabli wprowadziło klasy reakcji na ogień i deklarację właściwości użytkowych
ESP32	Tani mikrokontroler z Wi-Fi i Bluetooth firmy Espressif: malutki komputer, z którego budujemy własne czujniki sieciowe
IPsec	Internet Protocol Security: zestaw protokołów szyfrujących i uwierzytelniających ruch sieciowy, na nim stoi tunel VPN typu IKEv2

Skrót	Co znaczy
ISO	International Organization for Standardization: organizacja, która wydaje normy techniczne używane na całym świecie
kW	Kilowat: tysiąc watów, miara mocy; prawie cała moc pobrana przez serwery zamienia się w ciepło
OM4	Optical Multimode 4: włókno wielomodowe 50/125 µm o większej przepustowości niż OM3, 10 Gb/s do 400 metrów, zalecane do nowych łączy w serwerowni
PKN	Polski Komitet Normalizacyjny: instytucja, która wydaje polskie wersje norm i sprzedaje je w katalogu
PN-EN	Polska Norma będąca wersją normy europejskiej, np. PN-EN 54 dla elementów systemów sygnalizacji pożaru
PoE	Power over Ethernet: zasilanie urządzenia tym samym kablem sieciowym, którym płyną dane
SFP	Small Form-factor Pluggable: mały wymienny moduł (wkładka), który wsuwamy w gniazdo przełącznika albo karty sieciowej i który zamienia sygnał elektryczny na świetlny
TIA	Telecommunications Industry Association: amerykańskie stowarzyszenie, które wydaje normy okablowania strukturalnego, na przykład TIA-568 i TIA-606
UPS	Uninterruptible Power Supply: zasilacz awaryjny, podtrzymuje zasilanie urządzeń na czas zaniku napięcia z sieci
Wi-Fi	Sieć bezprzewodowa: wygodna w biurze, ale w serwerowni dokłada kolejną możliwą przyczynę awarii

Z życia wzięte

□□ Z ŻYCIA WZIĘTE

Poniedziałek, 9:20. Pan Zbigniew zapowiada, że w lutym do biura w Pamiątkowie dołączy zespół dwunastu osób, a wykonawca prosi o jedną liczbę: ile punktów kablowych ma wycenić. Tomek odpowiada, że dwadzieścia cztery, czyli dwa gniazda na stanowisko. Po obejściu piętra z listą okazuje się, że trzeba jeszcze dwóch punktów dostępowych Wi-Fi, kamery, dwóch drukarek, trzech gniazd w sali spotkań i czujnika ESP32 z PoE, a do tego zapasu, więc zamówienie rośnie ze 24 do 48 portów.

Skąd się wzięło

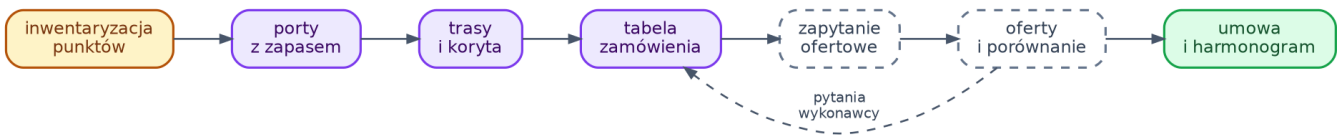
Planowanie okablowania „na zapas” wzięło się z kosztów, a nie z zamiłowania do kabli. Pierwsze wydanie normy TIA/EIA-568 ukazało się w 1991 roku, a ISO/IEC 11801 w 1995, i obie wprowadziły

okablowanie jako instalację niezależną od aplikacji, którą budujemy raz na wiele lat [1][2]. Kabel w ścianie służy dłużej niż przełączniki i komputery, więc dokładanie go później jest najdroższą pracą w całym projekcie.

Dla centrów danych TIA przygotowała osobny standard, TIA/EIA-942, którego publikację zapowiadano na początek 2005 roku. Opisywał infrastrukturę telekomunikacyjną serwerowni: planowanie obiektu, okablowanie i projekt sieci [3]. Z tych dokumentów pochodzi gwiazda hierarchiczna, czyli układ, w którym dużą liczbę punktów zbiera się w kilku szafach dystrybucyjnych, a te łączy się z jednym centralnym punktem. U nas centralnym punktem jest szafa R1.

Jak to działa

Rozwiń: jak to działa pod spodem



Rysunek 1. Przebieg planowania okablowania: inwentaryzacja punktów, porty z zapasem, trasy i koryta, tabela zamówienia, oferty i umowa z harmonogramem. Warto zauważyć pętlę z pytaniami wykonawcy, która wraca do opisu zamówienia. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Krok 1: zbieramy punkty

> **Pojęcie: punkt kablowy.** Jedno łącze od panelu krosowego w szafie do gniazda albo urządzenia, z własnym numerem i etykietą na obu końcach.

Chodzimy po pomieszczeniach z planem i listą, a nie liczymy ludzi. Każdy rodzaj odbiorcy ma inną liczbę punktów: stanowisko pracy zwykle dwa, punkt dostępowy Wi-Fi jeden i na suficie, kamera jeden, drukarka jeden. Sala spotkań dostaje punkty przy stole i przy ekranie.

W tabeli widzimy przykład dla nowego zespołu w Pamiątkowie. Liczby są robocze i każda firma liczy swoje.

Rodzaj odbiorcy	Ile	Punktów	Uwagi
Stanowiska pracy (2 gniazda)	12	24	jedno na komputer, jedno zapasowe
Punkty dostępowe Wi-Fi	2	2	PoE, na suficie, zasilane z przełącznika
Kamera	1	1	PoE
Drukarki i urządzenia wielofunkcyjne	2	2	stałe gniazdo przy urządzeniu
Sala spotkań	1	3	stół i ekran
Czujnik ESP32 z PoE	1	1	jak `esp01` do `esp07`, adresu nie rezerwujemy na tej stronie
Razem		33	

Krok 2: doliczamy zapas

Zapas dla gniazd użytkowników wynosi u nas 25 procent liczby punktów, a potem zaokrąglamy w górę do pełnego panelu. To nasza reguła robocza, a nie wymóg normy, i dla innej firmy może być inna. Dla Zielonej uzasadniamy ją tym, że w ostatnich latach przybywało urządzeń, które wymagały kabla (punkty dostępowe, kamery, czujniki), a każda zmiana trasy po zamknięciu sufitu kosztuje więcej niż kabel.

Dla 33 punktów 25 procent daje około 8 dodatkowych, czyli 41 punktów. Panel krosowy ma 24 porty, więc dwa panele dają 48 i tyle zamawiamy.

Krok 3: porty przełączników i światłowód w górę

Nie każdy punkt z panelu musi mieć od razu port przełącznika. Przełączniki kupujemy pod liczbę urządzeń, które dziś stoją na łączu, a nie pod liczbę gniazd, ale miejsce w szafie i zasilanie zostawiamy na rozbudowę. Punkty dostępowe, kamera i czujnik ESP32 to urządzenia PoE, więc przełącznik ma mieć budżet mocy PoE dla ich sumy z zapasem. Wartości bierzemy z kart katalogowych urządzeń.

Biuro łączymy z szafą R1 światłowodem OM4. Prosimy o kabel z zapasem włókien, na przykład 12 włókien, z których dziś używamy cztery, bo dołożenie włókna w istniejącym kablu jest tanie, a ułożenie drugiego kabla nie. Rodzaje włókien i budżet tłumienia opisuje strona Światłowody:

rodzaje, złącza, budżet tłumienia i bezpieczeństwo.

Krok 4: trasy kabli

Trasa to nie linia prosta. Długość łącza liczymy po rzeczywistej drodze: poziomo, plus zejścia i wejścia w pionie, plus zapas w szafie i przy gnieździe. Trwały odcinek ma nie przekraczać 90 metrów, a kanał razem z kablami krosowymi 100 metrów, jak opisuje strona Okablowanie miedziane: kategorie, klasy, ekranowanie i długości kanału.

Koryto kablowe z kablami w budynku. Kable leżą w jednym rzędzie, a nie wiszą na opaskach, a ko

Koryto kablowe z kablami w budynku. Kable leżą w jednym rzędzie, a nie wiszą na opaskach, a koryto ma miejsce na dalsze kable. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Kable w serwerowni Zielonej biegną górą, w korytach, bo nie ma podłogi technicznej. Zostawiamy w korytach co najmniej tyle wolnego miejsca, ile zalecił producent koryta, ale zawsze z zapasem na dalsze kable. Przy przejściach przez ściany pożarowe prosimy o uszczelnienie zgodne z odpornością ściany.

> **Pojęcie: separacja kabli zasilających i danych.** Odstęp albo przegroda między kablami zasilającymi i teleinformatycznymi, która ogranicza zakłócenia indukowane z prądu w przewodach. Wymagania podaje seria EN 50174-2, która obejmuje planowanie i wykonanie instalacji w budynkach [4].

Przewodnik producenta zgodny z EN 50174-2:2009 podaje przykładowo, że przy jednym obwodzie 20 A w kablu osłoniętym odstęp może wynosić zero, że rośnie on do około 100 mm przy 30 obwodach, a przy dużych zasilaczach wynosi 600 mm [5]. Metalowe koryto z przegrodą, prawidłowo uziemione, może zastąpić odstęp. Dokładne liczby bierzemy z aktualnej normy i od projektanta, a nie z tabeli na tej stronie.

Krok 5: szafa R6 i szafa w Swarzędzu

Szafa R6 w serwerowni w Pamiątkowie jest pusta i ma przyjąć 2,5 kW pilotażu, o czym piszą strony Planowanie zasilania serwerowni: bilans mocy, zapas, rozbudowa i Planowanie chłodzenia serwerowni: bilans, zapas N+1, awaria klimatyzacji. Okablowanie przygotowujemy z

góry, zanim stanie pierwszy serwer.

Potrzeba	Ile	Czym
Zarządzanie serwerami (iDRAC, iLO)	2	miedź Cat 6A do panelu w R6
Dane 10 Gb/s	4 porty	światłowód OM4 z panelu w R6 do R1
Zapas	co najmniej 25 procent	panel 24 porty miedzi i panel światłowodowy z wolnymi gniazdami
Trasa do R1	kable w korytach górą	oddzielnie od zasilania PDU

Zakładamy, że R6 nie ma własnego przełącznika, a serwery łączymy kablami z R1, bo dwa serwery nie uzasadniają osobnej elektroniki. Jeśli pilotaż urośnie, przełącznik w R6 zmienia plan, więc zapisujemy tę decyzję. Elewację szafy R6 pokazuje strona Szafa 19 cali: jednostka U, wymiary, nośność i rozplanowanie szaf R1 do R6.

Magazyn w Swarzędzu ma szafę ścienną z przełącznikami, panelem i małym UPS. Przed dołożeniem czegokolwiek sprawdzamy w niej cztery rzeczy: wolne jednostki U, wolne porty PoE, głębokość szafy względem sprzętu i to, że UPS ma zapas mocy na nowe urządzenia. W magazynie liczy się też pył i temperatura, więc patrzymy, czy szafa ma wentylację.

Krok 6: harmonogram

Wiercenie i cięcie dają pył, a pył może uruchomić czujki dymu. Uzgadniamy więc z wykonawcą, kto i kiedy wyłącza czujki w strefie prac oraz jak to zapisujemy, co opisuje strona Czujniki dymu: rodzaje, zasada działania i zastosowania. Prace planujemy poza zamknięciem miesiąca i poza okresem od 15 listopada do 6 stycznia, kiedy obowiązuje zakaz zmian w infrastrukturze.

Jak opisujemy zamówienie

Zamówienie jest dokumentem, który dostaje wykonawca, więc zapisujemy je w tabeli: parametr, wymaganie i sposób sprawdzenia. Przykład dla biura w Pamiątkowie:

Parametr	Wymaganie	Jak sprawdzamy
Liczba i rozmieszczenie punktów	33 punkty z listy, plus zapas do 48 portów na dwóch panelach	lista punktów z numerami, plan pięter
Kategoria i ekranowanie	kategoria 6A, klasa EA, kabel ekranowany (propozycja Zielonej)	karta katalogowa kabla i panelu

Parametr	Wymaganie	Jak sprawdzamy
Norma	PN-EN 50173-1 i PN-EN 50174 w aktualnych wydaniach	zapis w ofercie
Reakcja na ogień kabli	klasa według wymagań budynku, bez halogenów	deklaracja właściwości użytkowych (CPR)
Światłowód	OM4, 12 włókien, złącza LC, panel światłowodowy	karta katalogowa, pomiar
Trasy	koryta, separacja od zasilania według EN 50174-2, uszczelnione przejścia	plan tras, oględziny
Panele i organizery	panele 24 porty, organizer przy każdym panelu	rysunek elewacji
Etykiety	według schematu ze strony o porządku i dokumentacji	oględziny
Pomiary	wszystkie łącza, certyfikator z poziomem dokładności IIIe	raporty i plik z testera
Dokumentacja	lista kabli w CSV i schematy powykonawcze	komplet do wczytania do NetBoksa
Zapas	25 procent portów, wolne włókna, wolne miejsce w korytach	protokół odbioru
Termin	poza zamknięciem miesiąca i poza okresem od 15 listopada do 6 stycznia	harmonogram w umowie
Gwarancja	gwarancja systemowa producenta, kontakt serwisowy	certyfikat, umowa

Odbiór według tej tabeli opisuje strona Odbiór okablowania od wykonawcy: lista kontrolna, testy, protokoły, a etykiety i dokumentację strona Porządek i dokumentacja: patchpanele, etykiety, kolory i NetBox.

Kosztorys w kategoriach

Nie podajemy cen, bo zmieniają się szybciej niż książka. Do budżetu wpisujemy kategorie i pytamy o każdą osobno.

- Kable miedziane i światłowodowe, razem z zapasem długości.
- Panele, gniazda, organizery, szafa albo miejsce w szafie.
- Koryta, uchwyty, przepusty, uszczelnienia ogniowe.
- Kable krosowe w ustalonych kolorach i długościach.
- Przełączniki i wkładki SFP, jeśli wchodzą w zakres.
- Praca: montaż, zarabianie, etykiety, pomiary i dokumentacja powykonawcza.
- Koszty w czasie: gwarancja, serwis, rozbudowa.

Warto zestawić koszt całkowity na dziesięć lat, a nie tylko cenę zakupu. Droższy kabel i lepsza trasa kosztują mniej niż wymiana okablowania po kilku latach.

Co sprawdzamy u wykonawcy

- Lista punktów w ofercie zgodna z naszą, razem z zapasem, a nie sama kwota za punkt.
- Założenia dotyczące tras: długości, koryta, przejścia, separacja od zasilania.
- Kategoria, ekranowanie i producent kabli zapisane w ofercie, razem z gwarancją systemową.
- Harmonogram z oknami prac, planem wyłączenia czujek i sprzątaniem pyłu.
- Referencje z podobnych instalacji i certyfikat producenta, jeśli gwarancja systemowa ma obowiązywać.
- Kto mierzy, czym mierzy i jak dostarcza wyniki.
- Pytania, które zadajemy: co dokładnie jest w cenie punktu? Co dzieje się z zapasem, jeśli go nie użyjemy? Kto odpowiada za uszkodzenie istniejących kabli podczas prac?

Mity i sprostowania

Obiegowa wersja	Jak jest naprawdę
Wystarczy tyle punktów, ilu ludzi	Oprócz ludzi są punkty dostępowe, kamery, drukarki, czujniki i sale spotkań
Zapas jest marnotrawstwem	Kabel w ścianie służy dłużej niż sprzęt, a dołożenie kabla po zamknięciu sufitu kosztuje wielokrotnie więcej
Kable zasilające i dane mogą leżeć razem	Dopuszcza to tylko EN 50174-2 przy odpowiednim odstępie albo przegrodzie
Cena za punkt wystarcza do porównania ofert	Oferty różnią się kategorią, ekranowaniem, trasami, pomiarami i gwarancją
Jeśli kabel mieści się w 90 metrach, to wszystko gra	Długość to tylko jedno z ograniczeń, bo liczą się też promienie gięcia, wiązki i PoE

Oś czasu

Data	Wydarzenie
1991	Pierwsze wydanie TIA/EIA-568
1995	ISO/IEC 11801 wydanie 1

Data	Wydarzenie
początek 2005	planowana publikacja TIA/EIA-942 dla centrów danych [3]
2009	EN 50174-2:2009 jako podstawa przewodników o separacji kabli [5]
2018	PN-EN 50173-1:2018

Wątek polski

W Polsce okablowanie wykonuje się według normy PN-EN 50173-1 i serii PN-EN 50174, a dostępność i aktualne wydania sprawdzamy w katalogu PKN. Wymagania co do reakcji kabli na ogień wynikają z unijnego rozporządzenia CPR i normy EN 50575, więc u projektanta pytamy o wymaganą klasę. Nie znaleźliśmy udokumentowanego polskiego wynalazku w tej dziedzinie.

Częste błędy

Objaw	Przyczyna	Co robimy
Brakuje portów po pół roku	liczenie samych stanowisk i brak zapasu	liczymy wszystkie rodzaje odbiorców i dodajemy zapas
Łącze nie mieści się w 90 metrach	długość liczona na planie w linii prostej	liczymy po trasie z pionami i zapasem
Zakłócenia i błędy transmisji na kablu	kable danych w jednym korycie z zasilaniem	rozdzielamy koryta albo stosujemy przegrodę
Oferty nie dają się porównać	zapytanie bez tabeli wymagań	wysyłamy tabelę z parametrami i sposobem sprawdzenia
Alarm przeciwpożarowy w czasie prac	pył z wiercenia i brak uzgodnienia	ustalamy z wykonawcą wyłączenie czujek w strefie prac
Brak miejsca dla nowego serwera w R6	nie zaplanowano panelu i trasy	rezerwujemy panele, trasy i miejsce w korytach z góry

□□ Ćwiczenia

1. Zespół ma 18 stanowisk (2 gniazda każde), 3 punkty dostępowe i 2 drukarki. Ile portów zamawiamy przy zapasie 25 procent i panelach po 24 porty?

Odpowiedź

Punktów jest 36 plus 3 plus 2, czyli 41. Zapas 25 procent daje około 51 punktów, więc zaokrąglamy w górę do pełnych paneli po 24 porty. Zamawiamy 72 porty na trzech panelach.

1. Trasa do gniazda ma 70 metrów poziomo, 12 metrów w pionie i 5 metrów zapasu. Czy mieści się w trwałym odcinku?

Odpowiedź

Razem to 87 metrów, więc formalnie mieści się w 90 metrach, ale zapas wynosi tylko 3 metry. Prosimy o krótszą trasę albo dodatkowy punkt dystrybucyjny.

1. Wykonawca proponuje poprowadzić kable danych i zasilające w jednym korycie bez przegrody, „bo tak szybciej”. Co odpowiadamy?

Odpowiedź

Nie zgadzamy się, dopóki nie zobaczymy odstępu albo przegrody zgodnych z EN 50174-2 dla tych kabli. Prosimy o osobne koryta albo koryto z przegrodą i zapis tej decyzji w dokumentacji tras.

Powiązane: Szafa 19 cali: jednostka U, wymiary, nośność i rozplanowanie szaf R1 do R6, Okablowanie miedziane: kategorie, klasy, ekranowanie i długości kanału, Światłowody: rodzaje, złącza, budżet tłumienia i bezpieczeństwo, Odbiór okablowania od wykonawcy: lista kontrolna, testy, protokoły, Planowanie zasilania serwerowni: bilans mocy, zapas, rozbudowa, Planowanie chłodzenia serwerowni: bilans, zapas N+1, awaria klimatyzacji

Źródła:

1. Wikipedia, „TIA/EIA-568”, lata wydań: en.wikipedia.org/wiki/TIA/EIA-568
2. Wikipedia, „ISO/IEC 11801”, wydania: en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_11801
3. Cabling Installation & Maintenance, „TIA data-center standard nearing completion”, zapowiedź publikacji TIA/EIA-942 na początek 2005 roku: cablinginstall.com
4. ITwissen, „EN 50174”, zakres części 1 do 3: itwissen.info
5. CommScope, „Power separation guidelines” (zgodność z EN 50174-2:2009): commscope.com

Odbiór okablowania od wykonawcy: lista kontrolna, testy, protokoły

Poziom: średnio

Dotyczy: odbiór okablowania miedzianego i światłowodowego, ISO/IEC 11801, PN-EN 50173-1, IEC 61935-1, TIA-1152-A, gwarancja systemowa

Czas: ~60 min

Wykonawca przynosi wydruk z napisem „PASS” i prosi o podpis, a my chcemy wiedzieć, co dokładnie zmierzono, czym i według jakiego limitu. Pokazujemy, co sprawdzamy przed podpisem protokołu: dokumenty, oględziny, pomiary kabli miedzianych i światłowodów, etykiety, gwarancję systemową producenta i typowe usterki. Wracamy tu przy każdym odbiorze nowej instalacji i dołożeniu kabli.

Skróty użyte na tej stronie (13)

Skrót	Co znaczy
ANSI	American National Standards Institute: tu chodzi o kody sterujące kolorem i pozycją kursora w terminalu
CPR	Construction Products Regulation: unijne rozporządzenie o wyrobach budowlanych, które dla kabli wprowadziło klasy reakcji na ogień i deklarację właściwości użytkowych
CSV	w Windowsie: Cluster Shared Volume, dysk widoczny naraz dla wszystkich węzłów klastra; w danych: Comma-Separated Values, plik z wartościami oddzielonymi przecinkami
DOM	Digital Optical Monitoring: odczyt z wkładki SFP jej temperatury, napięcia, prądu lasera i mocy optycznej nadawanej i odbieranej
IEC	International Electrotechnical Commission: międzynarodowa organizacja, która wydaje normy elektrotechniczne, np. IEC 60751 dla czujników Pt100
ISO	International Organization for Standardization: organizacja, która wydaje normy techniczne używane na całym świecie
NEXT	Near-End Crosstalk: przesłuch zbliżny, czyli ile sygnału z jednej pary przecieka do sąsiedniej pary na tym samym końcu kabla

Skrót	Co znaczy
OTDR	Optical Time-Domain Reflectometer: reflektometr optyczny, przyrząd, który wysyła impuls światła i na wykresie pokazuje, gdzie na trasie włókna leżą złącza, spoiny i zagięcia
PDF	Portable Document Format: format dokumentu, który wygląda tak samo na każdym komputerze, np. zakres akredytacji jednostki na stronie PCA
PKN	Polski Komitet Normalizacyjny: instytucja, która wydaje polskie wersje norm i sprzedaje je w katalogu
PN-EN	Polska Norma będąca wersją normy europejskiej, np. PN-EN 54 dla elementów systemów sygnalizacji pożaru
SFP	Small Form-factor Pluggable: mały wymienny moduł (wkładka), który wsuwamy w gniazdo przełącznika albo karty sieciowej i który zamienia sygnał elektryczny na świetlny
TIA	Telecommunications Industry Association: amerykańskie stowarzyszenie, które wydaje normy okablowania strukturalnego, na przykład TIA-568 i TIA-606

Z życia wzięte

Z ŻYCIA WZIĘTE

Czwartek, 15:30. Wykonawca oddaje 96 łączy do biura w Pamiątkowie, kładzie na biurku wydruk z napisem PASS przy każdym łączu i prosi o podpis, bo w poniedziałek przeprowadzamy stanowiska. Tomek prosi o plik z testera i widzi, że przy łączach stoi limit „Cat 5e”, a nie 6A, na które jest zamówienie. Wykonawca wraca w piątek z pomiarem według właściwego limitu, a jedenaście łączy ma tym razem wynik FAIL.

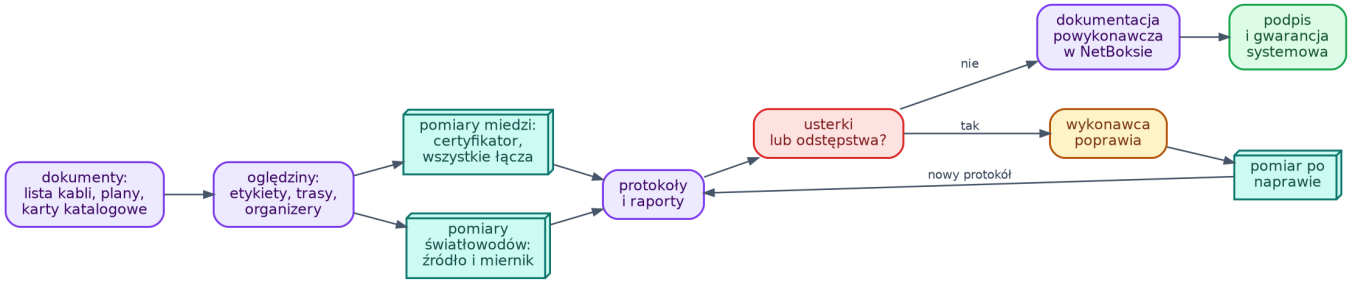
Skąd się wzięło

Odbiór okablowania opiera się na pomiarach, a pomiary skrętki mają wspólną historię z normami. W październiku 1995 roku ukazał się biuletyn TIA TSB-67, pierwszy dokument opisujący, jak mierzyć zainstalowane łącze skrętkowe: wymagał czterech pomiarów (mapa żył, długość, tłumienność i przesłuch zbliżny NEXT) i definiował dwa modele łącza, kanał i łącze podstawowe [1]. Dziś mierzymy trwały odcinek i kanał, a listę parametrów podają normy ISO/IEC 11801, EN 50173 i TIA-568.

Światłowody mierzy się światłem. Reflektometr optyczny (OTDR) wymyślił Michael Barnoski z Hughes Research Laboratories w 1976 roku, żeby wykrywać przerwy w kablach światłowodowych [2]. Dziś ten sam przyrząd pokazuje, gdzie na trasie leży złącze, spoina albo zagięcie.

Jak wygląda odbiór

Odbiór ma kilka kroków i każdy ma wynik: zgodne albo do poprawy. Pierwszy krok to zamówienie opisane na stronie Planowanie okablowania: porty, zapas, trasy i zamówienie, a ostatni to podpis.



Rysunek 1. Przebieg odbioru okablowania: dokumenty, oględziny, pomiary miedzi i światłowodów, protokoły, lista usterek z pętlą poprawek, dokumentacja powykonawcza i podpis z gwarancją systemową. Warto zauważyć pętlę: każda usterka wraca do wykonawcy, a pomiar po naprawie powtarzamy. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Najpierw dokumenty, bo bez nich nie wiemy, co sprawdzamy. Potem oględziny, a dopiero potem pomiary, bo pomiar nie zobaczy brakującej etykiety ani kabla zgniecionego opaską. Podpisujemy na końcu, a nie zaraz po pomiarze.

Dokumenty

> **Pojęcie: dokumentacja powykonawcza.** Komplet rysunków i list, który pokazuje okablowanie takie, jakie zostało zbudowane, a nie takie, jakie zaplanowano. Różnice względem projektu wykonawca nanosi na rysunki.

Prosimy o plan tras kablowych i rozmieszczenia gniazd, listę kabli (numer, typ, długość, port po obu stronach) w formacie CSV, schematy szaf, karty katalogowe kabli, paneli i gniazd, deklaracje właściwości użytkowych kabli (CPR) i zdjęcia szaf po montażu. Listę kabli wczytujemy do NetBoksa, jak opisuje strona Porządek i dokumentacja: patchpanele, etykiety, kolory i NetBox.

Oględziny

Idziemy z listą po szafach i trasach. Sprawdzamy, że etykiety stoją na obu końcach i zgadzają się z listą, że kable są poprowadzone w korytach zgodnie z planem, a nie na zewnątrz, że organizery nad

i pod panelami są na miejscu, a wolne U zasłaniają zaślepki. Do tego dochodzą promienie gięcia, brak zagnieceń i opasek zaciśniętych na twardo, ciągłość ekranów i uziemienie paneli.

Pomiary kabli miedzianych

> **Pojęcie: certyfikacja okablowania.** Pomiar zainstalowanego łącza przyrządem klasy certyfikacyjnej, który porównuje wynik z limitami normy i zapisuje go w raporcie. Odróżniamy go od prostego testera, który tylko sprawdza, że żyły są połączone.

Według źródeł o testerach istnieją trzy rodzaje przyrządów: tester ciągłości (verifier), który sprawdza mapę żył, kwalifikator, który sprawdza, czy łącze obsłuży konkretną aplikację, i certyfikator, który mierzy parametry i porównuje je z limitami norm ISO/IEC 11801 i TIA-568 [3]. Do odbioru potrzebujemy certyfikatora. Prosty tester ze strony DIY: zarabianie wtyku RJ45 i tester żył na ESP32 służy do kontroli własnych kabli, a nie do odbioru.

Pomiar	Co sprawdza	Typowa usterka
Mapa żył	czy każda żyła jest połączona z właściwym stykiem, bez zwarć i przeplotów	rozdzielone pary, zamienione żyły, przerwa
Długość	czy trwały odcinek nie przekracza 90 metrów	trasa dłuższa niż w projekcie
Tłumienność	ile sygnału ginie po drodze	za długi kabel, zły kabel, luźne złącze
NEXT i przesłuch sumaryczny	ile sygnału przecieka do sąsiedniej pary	rozkręcone żyły przy wtyku, zły wtyk
Tłumienność odbiciowa	ile sygnału wraca przez niedopasowanie	zagniecenie, zbyt ciasny uchwyt, złe złącze
Opóźnienie i różnica opóźnień	czy pary mają zbliżoną długość elektryczną	mieszane kable
Rezystancja pętli i jej niesymetria	czy żyły mają porównywalny opór (ważne przy PoE)	złe zaciski, kabel z aluminium pokrytego miedzią
Przesłuch obcy (kategoria 6A)	wpływ sąsiednich kabli w wiązce	zbyt gęsta wiązka bez ekranu

Listę parametrów dla naszej klasy określa norma i zestaw limitów w testerze, a przesłuch obcy dla kabli 6A bez ekranu wykonawca wyjaśnia (zwykle mierzy się go na próbce łączy). Nie zgadujemy, które pomiary są wymagane, tylko żądamy listy z limitem wpisanym w raporcie.

W raporcie szukamy sześciu rzeczy: nazwy limitu (na przykład trwały odcinek klasy EA według ISO/IEC 11801), numeru łącza zgodnego z etykietą, daty i numeru fabrycznego testera, wersji oprogramowania testera, wyniku z zapasem do limitu w decybelach oraz oznaczenia wyników na granicy niepewności pomiaru. Mierzymy wszystkie łącza, a nie próbkę, a wynik zapisany jest też w

pliku z testera, nie tylko w PDF.

Klasa przyrządu

Wynik jest tyle wart, ile dokładność przyrządu. Norma IEC 61935-1 definiuje poziomy dokładności testerów: poziom IIIe dla klasy EA (500 MHz), IV dla klasy F (600 MHz), V dla klasy FA (1000 MHz) i VI dla klas I oraz II (2000 MHz), a amerykańska ANSI/TIA-1152-A ma poziomy III, IIIe i 2G dla kategorii 6, 6A i 8 [3][4]. Dla naszego okablowania kategorii 6A wymagamy poziomu IIIe, a w raporcie szukamy daty ostatniego wzorcowania przyrządu.

Pomiar wykonuje się na trwałym odcinku z adapterami do łącza stałego, a nie z kablami krosowymi wykonawcy, bo te zmieniamy później. Kanał mierzymy dodatkowo tam, gdzie w odbiorze używa się docelowych kabli krosowych.

Pomiary światłowodów

> **Pojęcie: poziom 1 i poziom 2 testowania światłowodów.** Poziom 1 to pomiar tłumienności źródłem światła i miernikiem mocy, wraz z długością i polaryzacją. Poziom 2 dodaje wykres z reflektometru OTDR, który pokazuje, gdzie na trasie leżą złącza, spoiny i zagięcia [5].

Poziom 1 jest podstawą odbioru, bo mierzy straty w całym łączu razem ze złączami, a wynik porównujemy z budżetem tłumienia policzonym według strony Światłowody: rodzaje, złącza, budżet tłumienia i bezpieczeństwo. Włókno wielomodowe mierzymy na dwóch oknach (850 i 1300 nm), a jednomodowe na 1310 i 1550 nm. OTDR nie zastępuje tego pomiaru: według normy TIA-568.3 odrzucono go jako metodę podstawową, bo pomiar z jednej strony jest mniej dokładny od pomiaru źródłem i miernikiem [5].

Jeśli umówimy OTDR, prosimy o wykresy w obu kierunkach, z kablami wprowadzającymi na początku i końcu, żeby pierwsze i ostatnie złącze były widoczne. Prosimy też o zdjęcia czoła złączy z mikroskopu po czyszczeniu (według IEC 61300-3-35) [6]. Moc optyczną w pracy łącza sprawdzamy dodatkowo we wkładkach SFP, jeśli mają cyfrowy odczyt DOM.

> Przy pomiarach światłowodów nie patrzymy w koniec włókna ani w złącze wkładki. Zasady opisuje strona o światłowodach.

Testy z naszej strony

Nie przyjmujemy wszystkich wyników na słowo. W naszej obecności prosimy o ponowny pomiar losowych 10 łączy z listy, a dla światłowodów o jedno łącze z każdej trasy, po czym porównujemy wynik z raportem. Rozbieżność powyżej kilku dziesiątych decybela albo inna długość to powód do wyjaśnienia.

Do codziennej kontroli kabla krosowego służy prosty tester żył. Do odbioru służy certyfikator wykonawcy albo biegły, a jeśli planujemy odbierać okablowanie sami, wynajmujemy przyrząd z aktualnym wzorcowaniem na kilka dni.

Protokoły i podpis

Protokół odbioru podpisujemy, gdy wszystkie łącza mają wynik zgodny z normą albo wyjaśnione odstępstwo, usterki są poprawione, a dokumentacja powykonawcza leży u nas. Protokół z listą usterek do usunięcia i terminem poprawki jest uczciwszy niż podpis „bez uwag”, który później wraca jako spór. Do protokołu dołączamy raporty z testerów, zdjęcia i listę kabli.

Gwarancja systemowa

> **Pojęcie: gwarancja systemowa producenta.** Gwarancja, którą producent okablowania daje na cały system (kable, panele, gniazda, kable krosowe), pod warunkiem że instalację wykonał certyfikowany wykonawca z jego komponentów i przesłał wyniki pomiarów.

Producenci podają zwykle długie okresy, według własnych materiałów nawet 25 lat, ale warunki są różne [7]. Pytamy o okres, o to, co obejmuje (materiał i robocizna czy tylko materiał), kto rejestruje instalację i czy wymaga to jednego producenta wszystkich komponentów. Kopię certyfikatu gwarancyjnego dołączamy do dokumentacji.

Co sprawdzamy u wykonawcy

Punkt	Co sprawdzamy	Dowód
Dokumentacja	plan tras, lista kabli w CSV, schematy szaf, karty katalogowe, deklaracje CPR	komplet w wersji elektronicznej
Zgodność z zamówieniem	kategoria, ekranowanie, liczba łączy, liczba paneli, rodzaj włókna	karty katalogowe, oględziny
Etykiety	obie strony każdego kabla, drukowane, zgodne z listą	oględziny, losowe 10 kabli

Punkt	Co sprawdzamy	Dowód
Pomiar miedzi	limit zgodny z zamówieniem, wszystkie łącza, zapas w dB, data i numer testera	raport PDF i plik z testera
Przyrząd	poziom dokładności IIIe dla 6A i aktualne wzorcowanie	raport, świadectwo wzorcowania
Pomiar światłowodów	tłumienność w obu oknach, długość, polaryzacja, zdjęcia czoła	raport z miernika mocy, opcjonalnie OTDR
Ekranowanie	ciągłość ekranów i uziemienie paneli	pomiar ciągłości, oględziny
Kontrola własna	ponowny pomiar losowych łączy w naszej obecności	zapis z kontroli
Poprawki	lista usterek z terminem i ponownym pomiarem	protokół z listą
Gwarancja	okres, zakres, rejestracja u producenta, kontakt	certyfikat, umowa

Pytania, które zadajemy: według jakiego limitu mierzono? Czym i kiedy wzorcowano przyrząd? Kto odpowiada za usterkę ujawnioną po podpisie? Kto zaktualizuje dokumentację przy zmianach w trasach?

Czerwone flagi

- Raport z napisem PASS bez nazwy limitu, numeru testera i wyniku zapasu.
- Limit niższy niż zamówienie, na przykład 5e zamiast 6A.
- Pomiar „próbkowy” zamiast wszystkich łączy bez uzgodnienia.
- Wyniki tylko w PDF, bez pliku z testera.
- Brak etykiet „bo zrobimy je po podpisie”.
- Odmowa ponownego pomiaru w naszej obecności.
- Gwarancja systemowa „będzie później”, a komponenty od różnych producentów.

Mity i sprostowania

Obiegowa wersja	Jak jest naprawdę
Tester z diodami wystarczy do odbioru	Pokazuje ciągłość żył, a nie parametry transmisji, więc nie jest certyfikacją
Napis PASS oznacza dobre okablowanie	Oznacza zgodność z wybranym limitem, więc limit musi być właściwy
Jeśli sieć działa, kable są dobre	Łącze 1 Gb/s działa na kablu, który nie obsłuży 10 Gb/s i PoE, a słabość wyjdzie później

Obiegowa wersja	Jak jest naprawdę
OTDR zastępuje pomiar mocy	OTDR dodaje wykres, a pomiar źródłem i miernikiem mocy jest podstawą odbioru
Gwarancja systemowa wystarczy sama	Pomaga, ale nie zastępuje dokumentacji ani naszej kontroli

Oś czasu

Data	Wydarzenie
1976	Barnoski buduje reflektometr optyczny
październik 1995	TIA TSB-67: pomiary łączy skrętkowych
2016	ANSI/TIA-1152-A z poziomem dokładności 2G dla kategorii 8
2018	PN-EN 50173-1:2018
2019	IEC 61935-1 wydanie piąte
marzec 2021	czwarte wydanie IEC 60825-2, bezpieczeństwo systemów światłowodowych

Wątek polski

W Polsce podstawą są normy PN-EN 50173-1:2018 i seria PN-EN 50174, a pomiary okablowania symetrycznego opisuje seria IEC 61935-1, której europejski odpowiednik i aktualne polskie wydanie sprawdzamy w katalogu PKN [8]. Producent Fibrain deklaruje w katalogu z 2017 roku zgodność swoich systemów z ISO/IEC 11801, TIA-568-C.2.1 i EN 50173 oraz 25 lat trwałości systemu, a warunki gwarancji sprawdzamy u każdego producenta osobno [7]. Nie znaleźliśmy udokumentowanego polskiego wynalazku w tej dziedzinie.

Częste błędy

Objaw	Przyczyna	Co robimy
Raport PASS, a link 10 Gb/s nie działa	limit niższy niż zamówiona klasa	żądamy pomiaru z właściwym limitem
Wiele łączy ma zapas poniżej 1 dB	wykonawca przy granicy, kable zgniecione	sprawdzamy trasy, poprawiamy zagniecenia, mierzymy ponownie
Brak wyniku dla części łączy	pomiar próbkowy	żądamy pomiaru wszystkich łączy

Objaw	Przyczyna	Co robimy
Mapa żył: rozdzielone pary	wtyk zarobiony niezgodnie z jednym wzorem	zarabiamy złącze według jednego schematu T568 na obu końcach
Światłowód: duże tłumienie na jednym złączu	brudne złącze albo zły typ polerowania	oglądamy, czyścimy, mierzymy ponownie
Etykieta na kablu nie zgadza się z listą	zamiana kabli przy montażu	poprawiamy etykiety i aktualizujemy NetBoksa

Ćwiczenia

1. W raporcie przy łączu stoi „PASS” i limit „Cat 5e permanent link”, a zamówiliśmy kategorię 6A. Co robimy?

Odpowiedź

Nie podpisujemy. Limit jest niższy niż zamówienie, więc wynik niczego nie dowodzi. Prosimy o pomiar według limitu klasy EA i nowy raport.

1. Wykonawca proponuje pomiar „co piątego łącza”, żeby zdążyć przed poniedziałkiem. Co odpowiadamy?

Odpowiedź

Nasze zamówienie wymaga pomiaru wszystkich łączy, więc ustalamy termin, który na to pozwala. Próbkę przyjmujemy tylko wtedy, gdy zapisaliśmy to w umowie, i to dla parametrów, które norma wprost dopuszcza mierzyć na próbce.

1. Prosty tester z ośmioma diodami pokazuje poprawne żyły na kablu 80 metrów. Czy to wystarczy do odbioru?

Odpowiedź

Nie. Tester pokazuje tylko, że żyły są połączone we właściwej kolejności. Nie mierzy tłumienności, przesłuchu ani odbić, więc nie dowodzi, że kabel obsłuży 10 Gb/s.

Powiązane: Okablowanie miedziane: kategorie, klasy, ekranowanie i długości kanału, Światłowody: rodzaje, złącza, budżet tłumienia i bezpieczeństwo, Porządek i dokumentacja: patchpanele, etykiety, kolory i NetBox, Odbiór instalacji od wykonawcy: lista kontrolna, pomiary,

dokumenty

Źródła:

1. Cabling Installation & Maintenance, „Field-testing copper cabling for data communications”, TSB-67 z października 1995 roku: cablinginstall.com
2. Laser Focus World, „Remembering Michael K. Barnoski, trailblazer in fiber optics”, OTDR z 1976 roku: laserfocusworld.com
3. Telegärtner, „Different Types of Testers: Verifier, Qualifier and Certifier”: telegaertner.com
4. Fluke Networks, „ANSI/TIA-1152-A; Requirements for Field Test Instruments for Twisted-Pair Cabling”: flukenetworks.com
5. Fluke Networks, „Tier 1 Testing using an OTDR on Installed Fiber Cabling?”: flukenetworks.com
6. AFL, „Inspection: General Questions”, IEC 61300-3-35: aflglobal.com
7. Fibrain, katalog 2017 (PDF), zgodność z normami i 25 lat trwałości systemu: tme.com
8. AFNOR, „IEC 61935-1:2019”: boutique.afnor.org