

## WYMAGANIA DLA SIECI KOMPUTEROWEJ W BUDYNKU SUW W ROGOŹNIE.

### Wymagania ogólne dla okablowania strukturalnego - sieć LAN

- Wykonawca zapewni nieprzerwane działanie serwerowni i urządzeń biurowych w czasie realizacji zadania. Zamawiający dopuszcza przeniesienie serwerowni i urządzeń biurowych do pomieszczeń tymczasowych przy zachowaniu wyżej opisanego warunku. Przeniesienie nastąpi po uzgodnieniu z Zamawiającym.
- na jednym obwodzie elektrycznym umieścić maksymalnie 5 PEL (punkt elektryczno-logiczny),
- zasilanie poszczególnych PEL zrealizować na bazie przewodu typu YDY 3x2,5 mm<sup>2</sup> o izolacji roboczej 750V,
- pojedyncze PEL-e należy wykonać zgodnie z wykazem w układzie: 2xRJ45, 3x2P+Z 230V gniazda kodowane czerwone z kluczem w wersji 45x45,
- maksymalne obciążenie jednego PEL-a wyniesie 400VA,
- każdy obwód zabezpieczony będzie wyłącznikiem nadmiarowo-różnicowoprądowym czułym na prąd przemienny i pulsujący stały 16A 30mA typ A,
- zastosować kolorystykę przewodów i żył ochronnych zgodnie z PN-90/E-05023:
  - przewody fazowe - barwa czarna lub brązowa,
  - przewody neutralne - barwa jasnoniebieska,
  - przewody ochronne - barwa żółto-zielona.

### INSTALACJA ELEKTRO-ENERGETYCZNA

#### 1.1. Założenia ogólne

Do zasilania urządzeń stanowiących elementy systemu sieci komputerowej należy wykonać wydzieloną instalację elektryczną. Dzięki zastosowaniu odrębnego systemu zasilania spełnione zostaną następujące warunki :

- Zasilanie wszystkich urządzeń sieciowych i komputerów z wydzielonej tablicy umieszczonej w pomieszczeniu „SERWEROWNIA”,
- Podział całej instalacji na obwody, tak by zapewnić odpowiednie parametry napięcia zasilania i obciążenia poszczególnych obwodów,
- Oddzielenie systemu komputerowego od innych odbiorników energii mogących wywoływać zniekształcenia sygnału zasilającego,
- Możliwość zastosowania odpowiednich dla urządzeń komputerowych zabezpieczeń nadprądowych i różnicowo-prądowych – wyłączniki różnicowoprądowe reagujące na prąd pulsujący – typ A
- Możliwość zasilania całej sieci komputerowej z centralnego zasilacza awaryjnego.

#### 1.2 Założenia wykonawcze

Sieć okablowania strukturalnego została zaprojektowana w oparciu o komponenty jednej firmy

- Zaprojektowana ilość PELi ( punkt elektryczno-logiczny ) 30 szt

- PEL należy pogrupować w obwody zabezpieczone wyłącznikami różnicowo-prądowymi na prąd przemienny sinusoidalny i jednokierunkowy pulsujący typ A z zabezpieczeniem przetężeniowo-zwarciovym o wartości B16A. Instalację zasilającą PEL wykonać kablem YDY 3x2,5 mm<sup>2</sup> układanym w zależności od przebiegów w korytach i listwach z przegrodą oraz w posadzkach i ścianach na parterze budynku w rurach PCV odpowiednio dobranych do ilości przewodów ułożonych w wiązках.

Lokalizacja PEL zgodnie z poniższym zestawieniem :

PARTER			
L.p.	Przeznaczenie pomieszczenia	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]	Ilość punktów PEL
102	Komunikacja	41,30	2
103	Biuro obsługi klienta	20,70	4
114	Pomieszczenie biurowe	31,20	4
115	Dyspozytornia	18,50	2
116	Sekretariat	12,60	2
117	Pomieszczenie biurowe	24,90	4
118	Pomieszczenie biurowe	12,30	2
119	Pomieszczenie biurowe	12,30	2
120	Pomieszczenie biurowe	11,70	2
121	Pomieszczenie gospodarcze	32,60	2
122	Pomieszczenie gospodarcze	8,40	2
123	Serwerownia	8,50	2
<b>RAZEM :</b>			<b>30</b>

Umieszczenie sieci elektrycznych, informatycznych, nadajników sieci bezprzewodowej oraz punktów i gniazd przyłączeniowych w pomieszczeniach biurowych i pracowniczych Wykonawca uzgodni z Zamawiającym. Zasilanie w energię elektryczną w docelowym pomieszczeniu serwerowni Wykonawca wykona osobnym obwodem elektrycznym.

### **1.3. Zasilanie energetyczne**

Instalacje objęte opracowaniem projektuje się w układzie TN-S. Zasilanie rozdzielni RK umieszczonej w pom. „SERWEROWNIA” przeznaczonej do zasilania obwodów dedykowanych zrealizowane będzie z rozdzielnicy głównej nN. Zasilanie rozdzielni RK projektuje się kablem YDY 5x10 mm<sup>2</sup>.

W rozdzielni głównej nN należy zabudować rozłącznik bezpiecznikowy NH SPX 000 z odpowiednimi wkładkami bezpiecznikowymi. Zabezpieczenie WZL-tu RK wkładka Gg 35A.

### **1.4. Instalacja odbiorcza**

Z rozdzielnicy RK należy prowadzić poszczególne obwody elektryczne do poszczególnych punktów PEL. Punkty elektryczno-logiczny będzie się składał z trzech gniazd elektrycznych z kluczami typu oraz z dwóch gniazd logicznych UTP kategorii 6A. Instalację obwodów zespołów gniazd wtyczkowych przeznaczonych do zasilania urządzeń sieci komputerowej wykonać przewodem YDY 3 x 2,5m<sup>2</sup> prowadzonym w korytach instalacyjnych PCV, w rurach PCV, pod tynkiem w ścianach oraz w posadzkach. Projektuje się zespolone potrójne gniazda 3x2P+z kodowane.

### **1.5. Ochrona przeciwporażeniowa**

Dla ochrony przed dotykiem pośrednim zastosowano system szybkiego wyłączenia zasilania w układzie sieciowym TN-S. Ochrona realizowana jest przez zastosowanie rozłączników bezpiecznikowych z wkładkami topikowymi, wyłączników instalacyjnych oraz wyłączników przeciwporażeniowych różnicowoprądowych o czułości 30 mA typ A. Wyłączniki przeciwporażeniowe będą zainstalowane we wszystkich obwodach odbiorczych. Dopuszczalny czas wyłączenia linii zasilającej gniazda komputerowe nie może przekroczyć 0,2 s, a dla WLZ 5s.

Ponadto przed oddaniem instalacji do użytkowania należy dokonać oględzin wszystkich jej elementów oraz wykonać pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, poprawności zadziałania wyłączników różnicowoprądowych, pomiaru rezystancji izolacji, ciągłości przewodu ochronnego oraz impedancji pętli zwarcia.

## **2. Instalacja okablowania strukturalnego.**

### **2.1. Założenia projektowe**

Projektuje się w budynku sieć okablowania strukturalnego kat. 6A. W okablowaniu horyzontalnym jako medium transmisyjne dla przesyłu danych logicznych należy zastosować, zgodnie z wytycznymi zamawiającego nieekranowany kabel miedziany, skrętka czteroparowa spełniający wymagania dla kategorii 6A (klasy E). Całość systemu posiadać będzie pełną zgodność z zaleceniami norm ISO/IEC11801 oraz PN EN 50173, co gwarantuje otwartość systemu okablowania na wszelkie zastosowania w dziedzinie telefonii, transmisji danych, techniki wideo i systemów sterowania.

Dla projektu lokalnej sieci komputerowej określono następujące założenia :

- Sieć ma łączyć 30 stanowisk roboczych wg wykazu
- Stanowiska robocze mają być włączone za pomocą jednego z możliwych mediów (kable nieekranowane skrętne UTP kat. 6A, pasmo 250MHz).
- Elementy pasywne okablowania mają być przygotowane do transmisji 1000 Mb/s.

- Szafy dystrybucyjne powinny umożliwić skrosowanie dowolnego gniazda logicznego z dowolnym portem aktywnym.
- Szafy dystrybucyjne powinny zawierać panele krosowe, panel porządkujące przebiegi kabli krosowych, półki na sprzęt aktywny, drzwi zamykane na klucz.
- Budowa sieci ma zapewnić efektywny dostęp poszczególnych stanowisk roboczych do zasobów systemowych.
- Sieć powinna być łatwo rekonfigurowalna i zapewniać dołączanie i odłączanie stanowisk roboczych.
- Sieć powinna spełniać podstawowe warunki niezawodnościowe.

## 2.2. Struktura sieci

Zastosowane rozwiązanie bazuje na topologii gwiazdy- wszystkie kable schodzą się do jednego punktu GPD. Topologia sieci w układzie gwiazdy to punkty dystrybucyjne z nieekranowanymi panelami krosowymi, które zostały zainstalowane w szafach dystrybucyjnych i schodzącymi do nich kablami UTP od gniazd abonenckich. Rozwiązanie to zapewnia:

- bezpieczeństwo pracy całej sieci,
- w przypadku awarii istnieje możliwość odłączenia tylko uszkodzonego segmentu sieci,
- w przypadku uszkodzenia dowolnej linii, przestaje pracować tylko jedna stacja robocza, podłączona do tej linii,
- scentralizowana kontrola pozwala łatwo lokalizować problemy wynikające z wadliwej komunikacji,
- uniwersalność pod względem konfiguracji usług teleinformatycznych,
- zapewnia możliwość zestawienia innych, wymaganych połączeń dla transmisji sygnałów
- umożliwia również wykonanie szybkich zmian w strukturze okablowania oraz odznacza się prostotą w usuwaniu usterek, prostą konserwację i obsługę,
- nadaje się do systemów o dużej prędkości przesyłania danych.

## 2.3. Medium transmisyjne.

W projekcie przyjęto, czteroparowy kabel miedziany UTP kategorii 6A. Kabel instalacyjny musi być wykonany w nierozprzestrzeniającej ognia powłoce LSOH spełniającej następujące normy:

- IEC 60332-1 (test pionowym płomieniem)
- UL1581 FT2 (test poziomym płomieniem)

Kabel instalacyjny musi spełniać normy

- ISO/IEC 11801 Klasa E
- EIA/TIA-568-B.2-10 Kat 6A
- ENPN 501731:2009
- Certyfikat Instytutu Łączności

### Parametry Techniczne

- Właściwości mechaniczne KAT 6A,
- Średnica gięcia: > 4 OD (bez obciążenia),
- Zakres temperatur: Użytk. -20°C ~70°C, inst. 0°C ~60°C,
- **Właściwości elektryczne (20° C + 5° C)**
  - Rezystancja DC Max 9,38W/100m 20°C,
  - Rezystancja niezbalansowana Max 2% przy 20°C,
  - Rezystancja Izolacji (500V) Min 5000MW/Km 20VC,

- Charakterystyka impedancji (1-100MHz) (100±15) W,
- Prędkość propagacji 67%,
- Test napięcia (DC, 1 min) 1kV/1min.

## 2.4. Gniazda przyłączeniowe.

Zamontować gniazda przyłączeniowe w postaci puszek typu 45x45 w której będą osadzone gniazda RJ45 kat. 6A, montowane obok listwy instalacyjnej. Zaprojektowano 2 gniazda RJ45 o szerokości 22,5x45 w PEL-ach podwójnych. Gniazda będą montowane we wspólnej puszcze, uchwycie i ramce 8M. Moduły RJ45 powinny charakteryzować się modułową budową gwarantującą możliwość integracji z różnymi systemami osprzętu elektrycznego oraz możliwością instalacji w korytach kablowych różnych producentów. Modułowa budowa złączy RJ45 ma zapewnić możliwość wykorzystania tych samych modułów RJ45 w gnieździe abonenckim oraz w panelu krosowym w punkcie dystrybucyjnym. W przyszłości takie rozwiązanie ma zapewnić łatwość serwisowania i zminimalizować ilość elementów serwisowych. W celu zapewnienia długoletniej eksploatacji sieci okablowania strukturalnego parametry techniczne modułów RJ45 powinny przekraczać wszystkie wymagania zawarte w ratyfikowanych standardach. Moduły RJ45 powinny być wyposażone w styki wykonane z wysokogatunkowego stopu miedzi pokrytego warstwą złota o grubości min. 50mikro-inches (~1,27µm). W celu zapewnienia powtarzalności montażu oraz jednakowego docisku żyły w złączu IDC moduły RJ45 powinny mieć możliwość zaciskania przy użyciu mechanicznego narzędzia, które dociska wszystkie osiem przewodów jednocześnie z tą samą siłą. Wszystkie elementy plastikowe wykorzystane do budowy modułu RJ45 powinny być z materiału opóźniającego palenie zgodnie z klasą palności UL94V-O. Moduły RJ45 powinny być odpowiednio oznakowane w sposób umożliwiający podłączenie kabla w sekwencji T568A oraz T568B. W celu zapewnienia łatwego dostępu oraz możliwości podłączenia kabla z różnych kierunków moduły RJ45 powinny posiadać złącza IDC umieszczone z tyłu modułu. Aby zapewnić długotrwałą eksploatację i współpracę z wtykami RJ45 oraz RJ12 wszystkie moduły powinny być wyposażone w system zapewniający trwały docisk pinów oraz bezpieczeństwo skrajnym pinom 1 i 8 w przypadku włożenia wtyku RJ12. Aby zapewnić minimalny rozplot skrętki moduły RJ45 powinny być wyposażone w specjalne rozdzielacze na złączach IDC na których dokonuje się separacje żył skręconej pary.

*Parametry techniczne złącza*

*Kategoria 6A*

*Thumienność wtrąceniowa [dB przy 100MHz] 0,05*

*NEXT [dB przy 250MHz] 52*

*PSNEXT [dB przy 250MHz] 50*

*FEXT [dB przy 250MHz] 56*

*PSFEXT [dB przy 250MHz] 54*

*Thumienie odbić [dB przy 250MHz] 16*

<i>Grubość żyły kabla</i>	<i>0,5-0,6</i>
<i>Grubość izolacji żyły kabla</i>	<i>1,05-1,60</i>
<i>Siła potrzebna do zarobienia kabla</i>	<i>40-75 N</i>

## 2.5. Główny punkt dystrybucyjny GPD.

Instalacje wykonać – zgodnie z wymaganiami specyfikacji Zamawiającego – w topologii gwiazdy z jednym, głównym punktem dystrybucyjnym GPD umieszczonym w pom.

„SERWEROWNIA”. Wykorzystana dla tego celu została szafa dystrybucyjna 42U o wym. 2000x800x1000, wyposażona w cokolik, umożliwiającą montaż urządzeń o maksymalnej głębokości do 800mm. Szafa musi posiadać panel wentylacyjny sterowany termostatem, wyposażony w 4 wentylatory o łącznej mocy nie mniejszej niż 20W.

Panele Krosowe powinny być wykonane z solidnej blachy o grubości min. 1,5mm.

Panele krosowe 19” powinny występować w typoszeregu 1U-24xRJ45;

Panele krosowe powinny mieć budowę modułową tak aby umożliwiać serwisowanie (wymianę) dowolnego gniazda RJ45 zainstalowanego w panelu bez konieczności demontażu (odłączania innych portów) w czasie serwisowania. Panele krosowe powinny umożliwić instalowanie modułowych gniazd RJ45 tych samych które zostały zastosowane w punktach logicznych.

Serwerownię wyposażyć w czujnik temperatury i wilgotności umożliwiający zdalny odczyt parametrów oraz możliwość wysyłania powiadomień na pocztę elektroniczną w razie przekroczenia zdefiniowanego zakresu.

**Należy dostarczyć kable krosowe i przyłączeniowe w celu skrosowania odpowiednich gniazd RJ45 z urządzeniami aktywnymi i komputerami według poniższego wykazu:**

Stacje robocze – szare – 30 x 2 m + 30 x 1 m + 20 x 0,5 m + 20 x 3 m

Drukarki – żółte – 5 x 2m + 5 x 1 m + 5 x 0,5 m + 5 x 3 m

AP – niebieskie – 20 x 1m + 10 x 0,5 m

Zarządzanie itp. – zielone – 5 x 2 m + 5 x 3m + 5 x 1 m

Kable krosowe muszą spełniać następujące normy dla komponentów odpowiedniej kategorii:

- Kat 6A – TIA/EIA-568B.2-1

Odgiętka zabezpieczająca mocowanie kabla we wtyku powinna być zintegrowana z wtykiem zapewniając tym samym możliwość stosowania kabli krosowych w urządzeniach i panelach o gęstym upakowaniu gniazd RJ45. (Wtyk nie może posiadać tzw. Gumowego boot’a)



Przykład dobrej konstrukcji wtyku RJ45



przykład rozwiązania nieakceptowanego

Wszystkie kable krosowe muszą być dostarczone w oryginalnym opakowaniu producenta okablowania strukturalnego oraz zawierać informacje na temat kraju pochodzenia produktu oraz zgodności z odpowiednimi normami. Wszystkie kable krosowe podobnie jak i pozostałe elementy okablowania strukturalnego muszą być zgodne z dyrektywą ROHS.

## 2.6. Oznaczenia

System oznaczeń powinien umożliwiać w sposób jednoznaczny identyfikację gniazda na stanowisku roboczym oraz jego zakończenie w panelu rozdzielczym punktu dystrybucyjnego. W opisywanej instalacji zastosować należy kolejne liczby porządkowe.

## 2.7. Trasy kablowe

Instalację wykonać w oparciu o koryta i listwy instalacyjne oraz p/t. Trasy okablowania wyznaczyć zostały w oparciu o wizje lokalne. Jeśli w trakcie realizacji wystąpi uzasadniona potrzeba zmiany trasy, to fakt ten należy uzgodnić z Inwestorem. Należy używać dostępnych akcesoriów do listew i koryt PCV takich jak kąty, elementy połączeń, zakończenia. Jeżeli prowadzi się razem przewody zasilające i logiczne należy zastosować przegrodę

## 2.8 Pomiary

Zgodnie ze sztuką wykonawstwa instalacji strukturalnego okablowania przeprowadzić pomiary wykonanej instalacji wg zaleceń producenta okablowania oraz wytycznych Inwestora.

Pomiary dynamiczne.

Integralną częścią dokumentacji są pomiary dynamiczne sieci pod kątem zgodności z normami PN EN 50173 oraz ISO 11801. Wykonać je przy pomocy specjalistycznego miernika kat 6 poziom IV w paśmie do 250MHz, pomierzyć wszystkie parametry wymagane normami.

## 2.9. Zalecenia instalacyjne i wymagania dotyczące systemu okablowania strukturalnego

Kable powinny być wprowadzane z szafy na koryta stalowe zainstalowane w serwerowni, a z nich w rurach PCV na parter budynku w przygotowanych bruzdach w posadzkach i ścianach.

Maksymalna długość odcinka kabla U/UTP może wynosić 90m.

Należy zadbać o to , aby promienie zgięć kabli wynosiły minimum 4-ro krotność zewnętrznej średnicy kabla. Kable należy układać równolegle lub prostopadle do posadzki i płaszczyzn ścian. Przy instalacji należy sprawdzić czy kable nie są naprężone na końcach i na całym swoim przebiegu. Nie wolno owijać kabli dookoła rur , kolumn, itp. Na trasie przebiegu kabla od punktu dystrybucyjnego do gniazda logicznego niedopuszczalne są dodatkowe połączenia w kablu UTP typu lutowanie, mostki. Ustalając trasę przebiegu kabli UTP należy zachować następujące odległości od źródeł zasilania:

- 30 cm do wysokonapięciowego oświetlenia
- 90 cm od przewodów elektrycznych 5kVA lub więcej
- 100 cm od transformatorów i silników

Jeżeli kable logiczne muszą przecinać kable energetyczne, to powinny one biec względem siebie pod kątem 90 stopni. W miejscach przecięcia należy stosować nie przewodzące przekładki.

Zapas długości kabli UTP doprowadzonych do gniazd logicznych powinien zapewnić ponowne zaterminowanie kabla w module. Wszystkie kable bezwzględnie należy mocować krawatką kablową do modułu nie zmieniając przekroju kabla UTP poprzez zbyt mocne zaciśnięcie. Dla spełnienia wymogów kat. 6A splot kabla UTP musi zostać zachowany do samego końca.

Chronić układane kable UTP przed naprężeniami i źródłami ciepła. Wszystkie gniazda logiczne, panele krosujące należy widocznie oznaczyć zgodnie z dokumentacją.

Wymagania:

- wszystkie komponenty toru pasywnego muszą pochodzić od jednego producenta i muszą być objęte jednolitą spójną gwarancją systemową
- wszystkie komponenty muszą być trwale oznaczone logo producenta
- niedopuszczalne jest stosowanie rozwiązań „składanych” od różnych dostawców komponentów (różne źródła dostaw kabli, modułów gniazd RJ45, kabli krosowych)
- Producent okablowania musi spełniać najwyższe wymagania jakościowe potwierdzone odpowiednimi certyfikatami, np. ISO 9001
- Producent systemu musi przedstawić certyfikaty niezależnego laboratorium.
- Wydajność komponentów musi być potwierdzona certyfikatem De-Embedded testing

## **2.10. Warunki gwarancji**

Wykonawca zobowiązuje się do uzyskania dla zbudowanej sieci LAN certyfikatu producenta okablowania, uprawniającego Inwestora do minimum 25 letniej gwarancji, a na wniosek Inwestora może udzielić wieczystej gwarancji, na prawidłowe działanie instalacji kategorii 6A, zrealizowanej w oparciu o zaprojektowane komponenty systemu okablowania. Wieczysta gwarancja musi być standardowym produktem oferowanym przez producenta okablowania użytkownikowi końcowemu i musi gwarantować bezpłatną naprawę i wymianę gwarancyjną ew. uszkodzonych komponentów w całym okresie użytkowania instalacji. Powinny zostać spełnione następujące warunki certyfikacji:

Dostawy elementów i rozwiązań muszą pochodzić z oficjalnej dystrybucji producenta.

Całość okablowania została wykonana zgodnie z normami.

Pomiary muszą potwierdzać parametry transmisyjne wszystkich torów kablowych, które muszą być zgodne z normami.

Wykonawca musi posiadać status licencjonowanego przedsiębiorstwa projektowania i instalacji, potwierdzony stosowną umową z producentem okablowania.

W celu zagwarantowania najwyższych parametrów Użytkownikom końcowym, cała instalacja może być weryfikowana przez inżynierów ze strony producenta.

## **2.10. Uwagi końcowe**

Całość prac wykonać zgodnie z przepisami i obowiązującymi normami oraz aktualnym stanem wiedzy technicznej. Ponadto należy wszystkie prace wykonać bardzo starannie, ze szczególnym zwróceniem uwagi na estetykę. Stosowane ewentualne elementy i urządzenia z kraju i z importu powinny posiadać świadectwo dopuszczenia do stosowania ich na terenie Polski, wydane przez kompetentną jednostkę. Wszelkie prace w pobliżu czynnych urządzeń elektrycznych powinny być wykonywane po dokonaniu niezbędnych uzgodnień i wyłączeniu ich spod napięcia. Prace powinny być wykonane przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia w zakresie eksploatacji i montażu urządzeń elektrycznych zgodnie z zasadami zawartymi w przepisach.



Całość robót zakończyć pomiarami rezystancji izolacji, skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i sporządzić odpowiednie protokoły. Rozpoczęcie i harmonogram prac uzgodnić z generalnym wykonawcą robót budowlanych. Wszelkie użyte w niniejszej dokumentacji nazwy producentów i dostawców są przykładowe i mają na celu wskazanie standardu jakościowo-wartościowego przyjętych rozwiązań.

Wykonawca może zastosować materiały i rozwiązania równoważne, to jest w żadnym stopniu nie obniżające standardu i nie zmieniające zasad i rozwiązań technicznych przyjętych w projekcie, a tym samym nie powodujące konieczności przeprojektowania jakichkolwiek elementów infrastruktury. W przypadku proponowania innych elementów i rozwiązań należy pisemnie, tj. z wykresami, tabelami porównawczymi charakterystyk udowodnić, że zastosowany typoszereg urządzeń spełnia zasadę równoważności we wszystkich wymienionych w projekcie aspektach, zasadę wydajności oraz pewności prawidłowego kompatybilnego działania. W szczególności w przypadku urządzeń pasywnych i aktywnych sieci komputerowej, takich jak okablowanie, osprzęt przyłączeniowy pasywny, przełączniki sieciowe i inne należące do montażu okablowania, równoważność techniczną musi po weryfikacji technicznej potwierdzić w formie pisemnej ( przed złożeniem oferty) Projektant oraz przedstawiciel Inwestora. Rozwiązania równoważne są możliwe w przypadkach, kiedy proponowane rozwiązania są mniej kosztowne i co najmniej równorzędne konstrukcyjnie, funkcjonalnie i technicznie w stosunku do wskazanych w dokumentacji. Rozwiązaniom takim powinny towarzyszyć wszelkie informacje konieczne do kompletnej oceny przez Projektanta łącznie z rysunkami, obliczeniami projektowymi, specyfikacjami technicznymi, przedziałem cen, proponowana technologia budowy i innymi istotnymi szczegółami. Jeżeli oferent zdecyduje się na zastosowanie rozwiązania alternatywnego, powinien do oferty dołączyć pisemną zgodę od Projektanta, stwierdzającą o równoważności technicznej, funkcjonalnej, użytkowej i jakościowej rozwiązań.