

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA - SST 03

POMIARY ELEKTRYCZNE

03-1. WSTĘP

03-1.1. PRZEDMIOT I ZAKRES SST

Przedmiotem ogólnej specyfikacji technicznej (OST) są wymagania ogólne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z przebudową i remontem budynku administracyjnego przy Placu Wolności 1 w Kędzierzynie-Koźlu poprzez wymianę instalacji elektrycznej w tych pomieszczeniach, wymianę tablic rozdzielczych i WLZ-tów od ZK na ścianie zewnętrznej budynku przy Placu Wolności.

03-1.1.1. Zakres stosowania SST

Ogólna specyfikacja techniczna stanowi obowiązującą podstawę opracowania szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) stosowanej jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót instalacji elektrycznych związanych z pomiarami instalacji elektrycznej.

03-1.1.2. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z pomiarami elektrycznymi w budynku.

03-1.2. PRACE TOWARZYSZĄCE I ROBOTY TYMCZASOWE

03-1.2.1. Prace towarzyszące:

- Rozłożenie przyrządów pomiarowych, umówienie się z użytkownikiem na pomiary natężenia oświetlenia godzinę po zmierzchu.

03-1.2.2. Roboty tymczasowe:

- zabezpieczenie placu budowy przed wtargnięciem osób nie uczestniczących w procesie budowlanym wraz z jego demontażem,
- zabezpieczenie placu budowy przed nieumyślnym spowodowaniem szkód podczas robót elektrycznych związanych z zasilaniem obiektu,
- wszelkie roboty potrzebne na placu budowy do realizacji i ukończenia robót montażowych, które nie będą przekazywane Zamawiającemu.

03-1.2.3. Informacje o terenie budowy.

Terenem budowy jest budynek administracyjny przy Placu Wolności 1 w Kędzierzynie-Koźlu.

03-1.2.3.1. Organizacja robót budowlanych.

Organizacja robót budowlanych jest podana w OST w punkcie 1.2.3.1.

Zabezpieczenie placu budowy.

Zabezpieczenie placu budowy jest podane w OST w punkcie 1.2.3.1.

Ochrona przeciwpożarowa.

Ochrona przeciwpożarowa jest podana w OST w punkcie 1.2.3.1.

03-1.2.3.2. Zabezpieczenie interesów osób trzecich.

Zabezpieczenie osób trzecich jest podane w OST w punkcie 1.2.3.2.

03-1.2.3.3. Ochrona środowiska.

Ochrona środowiska jest podana w OST w punkcie 1.2.3.3.

03-1.2.3.4. Warunki bezpieczeństwa pracy.

Podczas realizacji robót Wykonawca zobowiązany jest przestrzegać przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. W szczególności Wykonawca ma obowiązek zadbać, aby personel nie wykonywał pracy w warunkach niebezpiecznych, szkodliwych dla zdrowia oraz nie spełniających odpowiednich wymagań sanitarnych. Prace remontowe, montażowe instalacji elektrycznej należy wykonywać tylko

przy zachowaniu zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Prace należy wykonywać dysponując odpowiednimi urządzeniami pomiarowymi.

03-1.2.3.5. Zaplecza dla potrzeby wykonawcy.

Według OST punkt 1.2.3.5.

03-1.2.3.6. Warunki dotyczące organizacji ruchu.

Należy zabezpieczyć ruch dla osób postronnych w miejscu dokonywania pomiarów elektrycznych.

03-1.2.3.7. Ogrodzenia oraz ochrona i utrzymanie robót.

Według OST punkt 1.2.3.7.

03-1.2.3.8. Zabezpieczenia chodników i jezdni.

Nie dotyczy tego zakresu robót budowlanych.

03-1.2.4. Nazwy i kody robót budowlanych:

Grupa robót:	45300000-0	Roboty w zakresie instalacji budowlanych.
Klasa robót:	45310000-3	Roboty w zakresie instalacji elektrycznych.
Kategoria robót:	45311000-0	Roboty w zakresie przewodów instalacji elektrycznych oraz opraw elektrycznych.
	45317000-2	Inne instalacje elektryczne.

03-1.2.5. Określenia podstawowe.

Według OST punkt 1.2.5.

03-2. Wymagania dotyczące właściwości wyrobów budowlanych oraz niezbędne wymagania związane z ich przechowywaniem, transportem, warunkami dostawy, składowaniem i kontrolą jakości.

03-2.1. Materiały.

Nie występują

03-2.2. Transport.

Według OST punkt 2.2.

03-2.3. Warunki dostawy.

Według OST punkt 2.3.

03-2.4. Składowanie i kontrola jakości.

Według OST punkt 2.4.

03-3. Wymagania dotyczące sprzętu i maszyn niezbędnych lub zalecanych do wykonania robót zgodnie z założoną jakością.

03-3.1. Sprzęt.

Według OST punkt 3.1.

03-3.2. Urządzenia pomocnicze, transportowe i ochronne.

Według OST punkt 3.2.

03-4. Wymagania dotyczące środków transportu.

Według OST punkt 4.1.

03-5. Wymagania dotyczące wykonania robót budowlanych.

03-5.1. Ogólne zasady wykonywania robót.

Według OST punkt 5.1.

03-5.2. Współpraca Inspektora Nadzoru / Inżyniera / Kierownika projektu i Wykonawcy.
Według OST punkt 5.2.

03-5.3. Roboty elektryczne.

03-5.3.1. Wymagania ogólne zasad wykonywania badań i pomiarów.

OGÓLNE ZASADY WYKONYWANIA BADAŃ I POMIARÓW

Na podstawie obowiązujących przepisów wprowadzonych przez Ustawy „Prawo Energetyczne” i „Prawo Budowlane” i oraz normę PN-IEC 60364-6-61:2000 można sformułować następujące wymagania ogólne dotyczące badań instalacji i zasilanych z nich urządzeń elektrycznych:

- 1) każda instalacja, urządzenie lub układ urządzeń elektrycznych powiązanych funkcjonalnie podczas montażu i/lub po ich zainstalowaniu, a przed przekazaniem do eksploatacji oraz okresowo w czasie użytkowania powinny być poddane badaniom, czyli oględzinom i próbom w celu sprawdzenia czy spełniają stawiane im wymagania;
- 2) oględziny i próby należy również przeprowadzać po każdej rozbudowie, modernizacji i zmianie istniejącej instalacji (urządzenia) w celu sprawdzenia czy rozbudowa lub zmiana są zgodne z wymaganiami norm i czy nie powoduje pogorszenia stanu bezpieczeństwa;
- 3) w czasie przeprowadzania sprawdzania i wykonywania prób należy zastosować środki ostrożności w celu zapewnienia bezpieczeństwa osób i uniknięcia uszkodzeń mienia oraz zainstalowanego wyposażenia;
- 4) badania odbiorcze i okresowe powinny być przeprowadzone przez osoby posiadające ważne uprawnienia kwalifikacyjne do wykonywania prac kontrolno-pomiarowych w zakresie eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych;
- 5) do wykonywania pomiarów instalacji i urządzeń elektrycznych należy używać przyrządów pomiarowych spełniających wymagania dotyczące kontroli metrologicznej;
- 6) prace kontrolno-pomiarowe powinny być zakończone protokołem zawierającym m.in. wyniki pomiarów, jak też ocenę zgodności otrzymanych wyników z wymaganiami norm i przepisów oraz wnioski.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 17.09.1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych zalicza prace przy wykonywaniu prób i pomiarów do prac wykonywanych w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego.

Podczas wykonywania prac kontrolno-pomiarowych, zwłaszcza przeprowadzanych przy urządzeniach pod napięciem występuje szczególnie duże zagrożenie związane z możliwością porażenia prądem elektrycznym. Z tego względu przy pracach kontrolno-pomiarowych należy stosować szczególne zasady organizacji pracy i dodatkowe zabezpieczenia techniczne.

Można sformułować następujące ogólne zasady bezpieczeństwa wykonywania badań, które należy przestrzegać podczas przeprowadzania prac kontrolno-pomiarowych w instalacjach i przy urządzeniach elektrycznych:

- 1) prace kontrolno-pomiarowe powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby, przy czym jedna z tych osób musi posiadać odpowiednie uprawnienia kwalifikacyjne, a druga, asekurowująca osobę wykonującą te prace, powinna co najmniej być przeszkolona w udzielaniu pomocy przed lekarskiej;
- 2) podczas wykonywania pomiarów należy używać odpowiednich i bezpiecznych przyrządów pomiarowych. Przyrządy należy sprawdzać przed użyciem i w razie potrzeby po wykonywaniu pomiarów;
- 3) nie należy bez istotnej potrzeby dotykać części czynnych i dostępnych części przewodzących urządzeń elektrycznych oraz obcych części metalowych, które mogą znaleźć się pod napięciem;
- 4) jeżeli istnieje ryzyko dotknięcia nieosłoniętych części pod napięciem, personel wykonujący pomiary powinien stosować osobisty sprzęt ochronny, podjąć środki ostrożności zapobiegające porażeniu prądem elektrycznym, zwarciu oraz skutkom wyładowań łukowych;
- 5) przed rozpoczęciem pomiarów należy dokonać oględzin dla stwierdzenia kompletności, braku usterek i prawidłowości wykonywania badanego obiektu;

- 6) przed przystąpieniem do pomiaru należy:
 - a) zapoznać się z dokumentacją techniczną obiektu, w celu wyboru sposobu i metody badań,
 - b) określić kryteria oceny wyników pomiarów,
 - c) ocenić dokładność pomiarów i przeanalizować możliwość popełnienia uchybów pomiarowych,
 - d) przeanalizować konieczność zastosowania współczynników poprawkowych do wartości pomierzonych;
- 7) przed przystąpieniem do montowania układu pomiarowego należy sprawdzić:
 - a) zakresy użytych przyrządów pomiarowych,
 - b) stan izolacji zastosowanych przewodów,
 - c) stan końcówek przewidzianych do dotykania części będących pod napięciem;
- 8) jeżeli przewidziany jest montaż układu pomiarowego należy wykonać go starannie i zgodnie ze sprawdzonym uprzednio schematem;
- 9) po połączeniu układu pomiarowego z obiektem badanym będącym pod napięciem, nie wolno dokonywać żadnych zmian w połączeniach przez rozłączanie i przyłączanie końców przewodów;
- 10) przed rozpoczęciem pomiarów należy ze stanowiska pomiarowego usunąć wszelkie zbędne przedmioty, a zwłaszcza niepotrzebne przewody;
- 11) zwrócić uwagę na urządzenia o dużej pojemności, takie jak kondensatory i kable, które mogą stanowić zagrożenie nawet po wyłączeniu napięcia;
- 12) powiadomić osoby postronne, dla których prace pomiarowe mogą stanowić zagrożenie o wykonywaniu pomiarów i zastosować odpowiednie środki zapobiegające tym zagrożeniom.

Ustanowiona w ostatnim okresie norma PN-EN 50110-1:2001 „Eksploatacja urządzeń elektrycznych” będąca tłumaczeniem Euronormy EN 50110-1 z 1996 r. określa wymagania dotyczące prób eksploatacyjnych, obejmujących pomiary i badania. Norma ta podaje w odniesieniu do tych czynności szersze wymagania niż obowiązujące Rozporządzenie MG z 17.09.1999 r. . m.in. norma w p.5.3.1.1. podaje, że „pomiary powinny być wykonywane przez osoby wykwalifikowane (z odpowiednim wykształceniem i doświadczeniem), poinstruowane (pouczone przez osoby wykwalifikowane) lub osoby niewykwalifikowane, pracujące wyłącznie pod nadzorem osoby wykwalifikowanej”.

RODZAJE ORAZ ZAKRES BADAŃ I POMIARÓW

Rozróżnia się podstawowe dwa rodzaje badań i pomiarów:

- 1) badania i pomiary odbiorcze,
- 2) badania i pomiary eksploatacyjne okresowe (ochronne).

Badania i pomiary odbiorcze dotyczą instalacji lub urządzeń elektrycznych nowo instalowanych lub modernizowanych. Mają one potwierdzić ich przydatność i gotowość do eksploatacji w miejscu zainstalowania.

Zakres badań odbiorczych jest zwykle szerszy niż badań eksploatacyjnych okresowych i obejmuje co najmniej wykonanie następujących prób i sprawdzeń:

- 1) sprawdzenie dokumentacji,
- 2) oględziny instalacji (urządzenia),
- 3) próby i pomiary parametrów,
- 4) sprawdzenie funkcjonalne działania urządzenia i/lub układu.

Szczegółowe wymagania odnośnie oględzin i prób instalacji elektrycznych przy badaniach odbiorczych określa norma PN-IEC 60364-6-61:2000, odnośnie do instalacji piorunochronnych norma PN-86-92/E-05003, a w odniesieniu do urządzeń elektrycznych o napięciu do 1 kV norma PN-E-04700:1998. Badania eksploatacyjne okresowe mają na celu sprawdzenie, czy stan techniczny instalacji lub urządzeń elektrycznych w trakcie eksploatacji nie uległ pogorszeniu w stopniu powodującym zagrożenie dla ich dalszego bezpiecznego użytkowania. Okresowe sprawdzanie i próby instalacji i urządzeń elektrycznych powinny dać odpowiedź na pytanie, czy wymagania stawiane instalacji (urządzeniu) są zachowane w czasie ich użytkowania.

Okresowe sprawdzanie i próby powinny obejmować co najmniej:

- 1) oględziny dotyczące ochrony przed dotykiem bezpośrednim i ochrony przeciwporażeniowej,
- 2) pomiary rezystancji izolacji,
- 3) badania ciągłości przewodów ochronnych,
- 4) badania ochrony przed dotykiem pośrednim,
- 5) próby działania urządzeń różnicowoprądowych.

03-5.3.1.2. WYMAGANIA ODNOŚNIE KONTROLI METROLOGICZNEJ PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH

W marcu 2003 r. ukazało się Rozporządzenie MGPIPS z 200.02.2003 r., które określiło rodzaje przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz rodzaje przyrządów, które są legalizowane bez zatwierdzania typu.

W grupie pierwszej wśród jedenastu grup przyrządów podlegających prawnej kontroli metrologicznej znajdują się następujące przyrządy pomiarowe służące do pomiaru wielkości elektrycznych i magnetycznych:

- 1) liczniki energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego, klasy dokładności 0,2; 0,5; 1 i 2;
- 2) przekładniki prądowe, napięciowe i kombinowane klasy dokładności 0,5 dokładniejsze do współpracy z licznikami podanymi wyżej;
- 3) mierniki natężenia pola.

W grupie przyrządów pomiarowych, które są legalizowane bez zatwierdzania typu nie ma wymienionych przyrządów do pomiaru wielkości elektrycznych. Analiza wymagań Rozporządzenia z MGPIPS z 20.02.2003 wykazuje, że nie określa ono wymagań w odniesieniu do przyrządów pomiarowych stosowanych w badaniach eksploatacyjnych i odbiorczych instalacji elektrycznych.

Prawna kontrola metrologiczna przed wprowadzeniem przyrządów pomiarowych do obrotu lub użytkowania, wg nowego Prawa o miarach będzie wykonywana zgodnie z procedurami oceny zgodności (modułami), a w szczególności poprzez badania typu potwierdzone decyzją zatwierdzenia typu, legalizację pierwotną, legalizację jednostkową, natomiast dla przyrządów pomiarowych będących w użytkowaniu, poprzez legalizację ponowną.

Organami administracyjnymi miar są:

- 1) prezes Głównego Urzędu Miar,
- 2) dyrektorzy okresowych urzędów miar,
- 3) naczelnicy obwodowych urzędów miar.

Wykonują oni swoje zadania poprzez odpowiednie urzędy.

03-5.3.1.3. Wymagania szczegółowe zakresu badań i pomiarów odbiorczych.

ZAKRES BADAŃ I POMIARÓW ODBIORCZYCH

Badania i pomiary odbiorcze obejmują:

- 1) oględziny mające dać odpowiedź na pytanie czy zainstalowane urządzenia elektryczne spełniają wymagania bezpieczeństwa, podane w odpowiednich normach przedmiotowych, oraz
- 2) próby i pomiary mające dać odpowiedź na pytanie czy zachowane są wymagane parametry techniczne.

Norma PN-IEC 60364-6-61 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.” zawiera zakres prób odbiorczych. Norma wymaga, aby każda instalacja przed przekazaniem do eksploatacji była poddana oględzinom i próbom, celem sprawdzenia czy zostały spełnione wymagania normy. Przed przystąpieniem do prób należy udostępnić wykonującemu sprawdzenie instalacji dokumentację techniczną wraz z protokołami oględzin i prób cząstkowych wykonanych podczas montażu.

Oględziny to pierwszy etap pomiarów, który należy wykonać przed przystąpieniem do prób przy odłączonym zasilaniu, z zachowaniem ostrożności celem zapewnienia bezpieczeństwa ludziom i uniknięcia uszkodzeń obiektu lub zainstalowanego wyposażenia. Oględziny mają potwierdzić, że zainstalowane urządzenia:

- 1) spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach;
- 2) zostały prawidłowo dobrane i zainstalowane zgodnie z wymaganiami ww. normy i nie mają uszkodzeń pogarszających bezpieczeństwo;
- 3) mają właściwy sposób ochrony przed porażeniami i pożarami;

- 4) mają właściwie oznaczone przewody neutralne, ochronne i fazowe oraz zabezpieczenia i aparaturę;
- 5) mają zapewniony dostęp do urządzeń dla wygodnej obsługi, konserwacji i napraw.

W trakcie oględzin należy dokonać sprawdzenia:

- 1) sposobu ochrony przed porażeniami oraz wielkości odstępów (gdy zastosowano bariery, umieszczenie poza zasięgiem ręki, ogrodzenia albo izolowanie stanowiska);
- 2) obecności przegród ogniowych i innych środków zapobiegających rozprzestrzenianiu pożaru i ochronie przed skutkami cieplnymi. Urządzenia elektryczne nie mogą stwarzać zagrożenia pożarowego dla materiałów znajdujących się w pobliżu. Urządzenia, które mogą powodować łuk lub iskrzenie, mają być:
 - a) osłonięte materiałami odpornymi na działanie łuku,
 - b) odgrodzone materiałami odpornymi na działanie łuku od elementów, w stosunku do których łuk może powodować szkody,
 - c) tak montowane, aby łuk łatwo zgasł.

Gdy urządzenia elektryczne zawierają dużą ilość cieczy palnej należy przewidzieć środki uniemożliwiające jej rozprzestrzenianie (studzienki w komorach transformatorów).

- 3) doboru przekrojów przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia;
- 4) wyboru i nastawienia urządzeń ochronnych i sygnalizacyjnych;
- 5) doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych;
- 6) umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych i innych podobnych informacji;
- 7) poprawności połączeń przewodów.

Norma określa zakres prób odbiorczych, które w zależności od potrzeb obejmują:

- 1) próbę ciągłości przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych;
- 2) pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej;
- 3) sprawdzenie ochrony przez oddzielenie od siebie obwodów;
- 4) pomiar rezystancji podłogi i ścian;
- 5) sprawdzenie samoczynnego wyłączenia zasilania;
- 6) pomiar rezystancji uziemienia uziomu;
- 7) sprawdzenie biegunowości;
- 8) próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji;
- 9) próbę działania;
- 10) sprawdzenie skutków cieplnych;
- 11) pomiar spadku napięcia.

03-5.3.1.4. Wymagane uprawnienia osób wykonujących prace kontrolno-pomiarowe.

Wykonujący pomiary ponosi pełną odpowiedzialność za poprawność przygotowania, przeprowadzenia i oceny wyników pomiarów. Jest on również odpowiedzialny za zapewnienie w czasie pomiarów bezpieczeństwa wykonawców tych prac oraz osób postronnych. Z tego względu Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 16.03.1998 r. w sprawie wymagań kwalifikacyjnych zezwala na wykonywanie prac kontrolno-pomiarowych w instalacjach, urządzeniach i sieciach elektrycznych wyłącznie przez osoby posiadające świadectwo kwalifikacyjne uprawniające do zajmowania się eksploatacją na stanowisku E (Eksploatacja), które posiadają potwierdzenie spełnienia wymagań kwalifikacyjnych do wykonywania prac kontrolno-pomiarowych.

Uprawnienia takie nadają Komisje Kwalifikacyjne powołane przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. Od wielu lat sprawdzenie kwalifikacji oraz nadawanie uprawnień jest domeną Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Szczegółowa tematyka egzaminu kwalifikacyjnego dla osób na stanowisku Eksploatacji w odniesieniu do uprawnień do wykonywania prac kontrolno-pomiarowych przewiduje sprawdzenie znajomości:

- 1) częstotliwości i zakresu wykonywania pomiarów i badań,
- 2) warunków przeprowadzania prac kontrolno-pomiarowych,
- 3) przygotowania i przeprowadzenia pomiarów,
- 4) zasad i metod pomiarowych oraz przyrządów pomiarowych,
- 5) sporządzania protokołów z badań i oceny wyników pomiarów.

Wspomniane wyżej Rozporządzenie MG w sprawie wymagań kwalifikacyjnych dla osób zajmujących się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci oraz trybu stwierdzania tych kwalifikacji, rodzajów

urządzeń, przy których eksploatacji wymagane jest posiadanie kwalifikacji, jednostek organizacyjnych, przy których powołuje się komisje kwalifikacyjne, oraz wysokości opłat pobieranych za sprawdzenie kwalifikacji; przewiduje również możliwość nadawania uprawnień pomiarowych dla osób Dozoru, ale uprawnienia te nie upoważniają do bezpośredniego wykonywania prac kontrolno-pomiarowych, ale do kierowania czynnościami osób wykonujących te prace i nadzorowania tych czynności. W odniesieniu do tych osób wymagana jest znajomość:

- 1) zasad wykonywania pomiarów eksploatacyjnych,
- 2) metod badań i przyrządów pomiarowych,
- 3) interpretacji i oceny wyników pomiarów.

Ustawa z 27 marca 2003 r. o zmianie Ustawy – Prawo budowlane oraz o zmianie innych ustaw, wprowadza w art. 62.5. wymaganie, aby kontrolę stanu technicznego instalacji elektrycznych i piorunochronnych przeprowadzały osoby posiadające kwalifikacje wymagane przy wykonywaniu dozoru nad eksploatacją urządzeń, instalacji oraz sieci elektroenergetycznych.

03-6. Kontrola jakości robót, badania oraz odbiory wyrobów i robót budowlanych.

03-6.1. Program zapewnienia jakości.

Według OST punkt 6.1.

03-6.2. Zasady kontroli jakości robót.

Według OST punkt 6.2.

ZASADY WYBORU METODY BADAŃ I WYMAGANIA ODNOŚNIE DO DOKŁADNOŚCI POMIARÓW
Bardzo ważne znaczenie w zakresie przeprowadzania badań odgrywa wybór właściwej metody pomiarów i dobór wykorzystujących tę metodę przyrządów pomiarowych. Zwykle przy wyborze metody wykonania pomiarów dąży się do tego, aby była to metoda możliwie najprostsza, jednak zapewniająca osiągnięcie wymaganej dokładności pomiarów.

Wybór właściwej metody pomiarowej wymaga:

- 1) zapoznania się z dokumentacją techniczną obiektu,
- 2) zapoznania się ze specyfiką obiektu mierzonego,
- 3) analizy występujących uwarunkowań.

Istotne znaczenie odgrywa kwestia analizy uwarunkowań wewnętrznych wynikających ze specyfiki obiektu badanego oraz uwarunkowań zewnętrznych związanych z oddziaływaniem czynników środowiskowych otoczenia (np. temperatury). Przykładowo przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej istotne znaczenie dla wykonania poprawnego pomiaru odgrywa:

- 1) ustalenie charakteru obwodu mierzonego, a więc stosunku R/X ,
- 2) ustalenie wartości i charakteru (\cos .) istniejącego obciążenia prądowego,
- 3) określenie występujących wahań napięcia sieci.

Można sformułować następujące ogólne zasady stąd wynikające:

- 1) przy pomiarach w instalacjach, dla których stosunek $R/X > 3$, czyli w obwodach odbiorczych o małych przekrojach, zlokalizowanych daleko od źródła zasilania, możemy stosować mierniki, które mierzą tylko rezystancję pętli zwarcia;
- 2) przy pomiarach w instalacjach, dla których stosunek R/X wynosi 1 do 3, przy korzystaniu z mierników, które mierzą rezystancję pętli zwarcia, należy stosować współczynnik korekcyjny k lub korzystać z mierników, które mierzą impedancję pętli zwarcia;
- 3) przy pomiarach w instalacjach, dla których stosunek $R/X < 1$, czyli w sieciach rozdzielczych, na podstacjach, w pobliżu transformatorów, należy korzystać z mierników, które mierzą impedancję pętli zwarcia i wymuszają w miarę duży prąd pomiarowy zwarcia.

Przy pomiarach impedancji pętli zwarciowej problem praktyczny stwarza potrzeba pomiaru impedancji w granicach od 10 do 100 m., charakterystycznych dla obwodów sieci rozdzielczych, zwłaszcza przemysłowych. Wymaga to stosowania specjalnych rozwiązań układowych mierników, a więc stosowania metod różnicowych o wielu cyklach pomiarowych pozwalających na dokonywanie pomiarów tak małych oporności z błędem nie przekraczającym 20%.

Z kolei błąd wynikający z wahań napięcia sieci jest błędem przypadkowym, spowodowanym zmianami napięcia ze względu na zmiany obciążenia w sieci. Wartość wahań napięcia jest trudna do oszacowania. Jednocześnie może być zbliżona do różnicy napięcia z i bez obciążenia pomiarowego. Stąd, wykonując pomiary z długim czasem odczytu (np.

metodą techniczną), należy się liczyć z wystąpieniem tego rodzaju niedokładności, która może znacznie wypaczyć wynik pomiaru. Ograniczenie błędu wynikającego z wahań napięcia może być osiągnięte poprzez skrócenie czasu pomiaru do 10 – 20 μ s. Skrócenie czasu pomiaru zmniejsza możliwość wystąpienia błędu od wahań napięcia, ale jednocześnie zwiększa możliwość błędu od stanów przejściowych.

Przy pomiarach oporności w praktyce eksploatacyjnej stosowane są trzy metody pomiarów:

- 1) metoda techniczna,
- 2) metoda kompensacyjna,
- 3) metoda mostkowa.

Napięcie pomiarowe użytego miernika zależy od napięcia znamionowego sprawdzanego obwodu lub urządzenia, i tak:

- 1) w obwodach do 50 V (SELV, PELV) stosujemy napięcie pomiarowe 250 V,
- 2) w obwodach 50 V do 500 V stosujemy napięcie pomiarowe 500 V,
- 3) w obwodach 500 V do 1000 V stosujemy napięcie pomiarowe 1000 V.

Napięcie pomiarowe 2500 V stosowane jest przy badaniach kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym 1000 V oraz przewodów, kabli i urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym powyżej 1000 V. Pomiar powinien być przeprowadzony w warunkach zbliżonych do warunków normalnych podczas pracy, tj. w temperaturze 15-25 $^{\circ}$ C i przy wilgotności 40-75% przez około 60s. Przy porównywaniu zmierzonych wartości rezystancji izolacji należy pamiętać o jej zależności od temperatury. Ze wzrostem temperatury o 10 $^{\circ}$ C wartość rezystancji izolacji zmniejsza się w przybliżeniu dwukrotnie, przy obniżaniu temperatury – przeciwnie.

Dokładność wykonywanych pomiarów zależy w głównej mierze od:

- 1) klasy dokładności i zakresu zastosowanych przyrządów pomiarowych,
- 2) dokładności odczytu wyników pomiarów,
- 3) wyboru właściwej metody wykonywania pomiarów,
- 4) dokładności odwzorowania elementów układu pomiarowego,
- 5) umiejętności uwzględniania uwarunkowań wynikających ze specyfiki badanego obiektu i zmian jego parametrów w czasie.

Większość ze stosowanych w praktyce przyrządów pomiarowych, nawet tych sprzed kilku – kilkunastu lat, pozwalała na osiągnięcie takiej dokładności pomiarów. Ze względu na brak krajowych uregulowań prawnych kwestii dokładności pomiarów przy badaniach instalacji elektrycznych do czasu opracowania odpowiednich wymagań, niektórzy zalecają korzystanie w tym zakresie z wymagań normy niemieckiej DIN VDE 0413 określających błędy graniczne pomiarów, podane w tabeli 1.

Tabela 1. Graniczne błędy pomiarów przy badaniach instalacji elektrycznych według DIN VDE 0413

Rodzaj pomiarów

Błąd graniczny

Pomiar rezystancji izolacji \pm 30%

Kontrola stanu izolacji sieci \pm 15%

Pomiar oporu pętli zwarciowej \pm 30%

Pomiar oporu przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych \pm 30%

Pomiar rezystancji uziemienia \pm 30%

Badania ochrony przeciwporażeniowej z wyłącznikami różnicowoprądowymi: a) \pm 20% pomiar napięcia dotykowego

b) pomiar \pm 10% prądu różnicowego

Należy zwrócić uwagę na fakt, że znacznie ostrzejsze wymagania odnośnie do dokładności pomiarów stawia norma PN-E-04700:1998, podająca wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych urządzeń i układów elektrycznych, która w p. 3.2.6. mówi, że błąd pomiaru nie powinien być większy niż 5%.

03-6.4. Dokumenty budowy.

03-6.4.1. Dziennik Budowy

Nie jest wymagane pozwolenie na budowę, lecz zgłoszenie. Będzie wydany wewnętrzny Dziennik Budowy.

03-6.4.2. Książka obmiarów

Według OST punkt 6.4.1.2.

03-6.4.2. Pozostałe dokumenty budowy
Według OST punkt 6.4.1.3.

03-6.4.3. Przechowywanie dokumentów budowy
Według OST punkt 6.4.1.4.

03-7. Wymagania dotyczące przedmiaru i obmiaru robót.

03-7.1. Ogólne zasady przedmiaru robót.
Według OST punkt 7.1.

03-7.2. Obmiar robót.

03-7.2.1. Ogólne zasady obmiaru robót.
Według OST punkt 7.2.1.

03-7.2.2. Jednostka obmiarowa.

Jednostką obmiarową przy robotach pomiarowych jest **pomiar** obwodów elektrycznych.

Jednostką obmiarową przy robotach pomiarowych jest **pomiar** rezystancji uziemienia.

Jednostką obmiarową przy robotach pomiarowych jest ilość **szt. (sztuk)** zbadanej instalacji uziemiającej, impedancji pętli zwarcia oraz natężenia oświetlenia.

Jednostką obmiarową przy robotach pomiarowych jest **odcinek** badanych obwodów elektrycznych.

03-8. Opis sposobu odbioru robót budowlanych.

03-8.1. Rodzaje odbiorów robót.

- Według OST 8.1.

03-8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu.

Takie roboty nie występują

03-8.3. Odbiór częściowy.

Wykonawca dopiero po wykonaniu pomiarów rezystancji izolacji będzie mógł podać napięcie na zmierzone obwody dopiero, po wcześniejszym uzyskaniu zgody od Inspektora Nadzoru i przedstawieniu mu tych badań w formie protokołu.

03-8.4. Odbiór końcowy.

Do odbioru końcowego należy przedłożyć protokół odbioru z Rejonu Energetycznego w zakresie układu pomiarowego, protokoły z pomiarów elektrycznych.

Dokumenty odbiorowe tak jak jest opisane OST 8.4.2.

03-9. Opis sposobu rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących.

03-9.1. Ustalenia ogólne.
Według OST punkt 9.1.

03-9.2. Warunki umowy i wymagania ogólnej specyfikacji technicznej (OST).
Według OST punkt 9.2.

03-9.3. Cena jednostki obmiarowej.

Cena pomiarów obejmuje:

- Przywiezienie, rozłożenie sprzętu pomiarowego, wykonanie pomiarów elektrycznych, złożenie sprzętu i wywiezienie.

Cena pomiaru natężenia oświetlenia obejmuje:

- Umówienie się z Użytkownikiem na pomiary w takich godzinach, aby było 1h po zmierzchu.
- Rozłożenie przyrządu pomiarowego i odczekanie pięciu minut do czasu poprawnej pracy sondy i opraw oświetleniowych.

03-10. Dokumenty odniesienia.

03-10.1.Przepisy techniczno-budowlane.

Instalacje elektryczne i teletechniczne w obiektach budowlanych powinny spełniać wymagania techniczno-budowlane określone w ustawach i rozporządzeniach wykonawczych do tych ustaw oraz w normach wprowadzonych do obowiązkowego stosowania. Poniżej wymieniono najważniejsze dokumenty prawne określające te wymagania.

03-10.1.1. USTAWY I ROZPORZĄDZENIA

Podstawowe wymagania formalne dotyczące instalacji stanowiących wyposażenie obiektów budowlanych zawarte są w ustawach:

- 1) Ustawa „Prawo budowlane” z 7 lipca 1994 r. (tekst jednolity - Dz.U. z 2000 r., Nr 106, poz. 1126),
- 2) Ustawa z 27 marca 2003 r. o zmianie ustawy Prawo budowlane oraz o zmianie niektórych ustaw (Dz.U. z 2003 r., Nr 80, poz. 718),
- 3) Ustawa z 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (tekst jednolity - Dz.U. z 2002 r., Nr 147, poz. 1229),
- 4) Ustawa z 27 lutego 2003 r. o zmianie ustawy o ochronie przeciwpożarowej. (Dz.U. z 2003 r., Nr 52, poz. 452).

Ponadto wymagania odnośnie do instalacji częściowo określają:

1. Ustawa z 3 kwietnia 1993 r. o badaniach i certyfikacji (Dz.U. Nr 55, poz. 250 z późn. zm.),
2. Ustawa z 12 września 2002 r. o normalizacji (Dz.U. Nr 169, poz. 1386),
3. Ustawa „Prawo Energetyczne” z 10 kwietnia 1997 r. (tekst jednolity: Dz.U. z 2003 r. Nr 153, poz. 1504).

Szczegółowe wymagania techniczne dotyczące instalacji elektrycznych zawarte są przede wszystkim w rozporządzeniach, początkowo Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, a po zmianach administracji centralnej -Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji oraz Ministra Infrastruktury.

Do najważniejszych przepisów z tej grupy należą:

- 5) Rozporządzenie MGPIB z 14 grudnia 1994 r.w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity -Dz.U. z 1999 r., Nr 15, poz. 140; Dz.U. z 1999 r. nr 44, poz. 434; Dz.U. z 2000 r., Nr 16, poz. 214).

03-10.1.2. NORMY

Najważniejszą normą określającą wymagania techniczne dotyczące instalacji elektrycznych jest norma wieloarkuszowa:

- PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych, składająca się z ustanowionych dotychczas następujących arkuszy:
- PN-IEC 60364-1:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.
- PN-IEC 60364-3:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ustalanie ogólnych charakterystyk.
- PN-IEC 60364-4-41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
- PN-IEC 60364-4-42:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania ciepłego.
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- PN-IEC 60364-4-442:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia.
- PN-IEC 60364-4-443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.

- PN-IEC 60364-4-444 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed zakłóceniami elektrycznymi (EMI) w instalacjach obiektów budowlanych.
- PN-IEC 60364-4-45:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed obniżeniem napięcia.
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
- PN-IEC 60364-4-47:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
- PN-IEC 60364-4-473:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Środki ochrony przed prądem przetężeniowym.
- PN-IEC 60364-4-481 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych.
- PN-IEC 60364-4-482:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Ochrona przeciwpożarowa.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
- PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Obciążalności prądowe długotrwałe przewodów.
- PN-IEC 60364-5-53: 2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza.
- PN-IEC 6034-5-534:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
- PN-IEC 60364-5-54:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
- PN-IEC 60364-5-548:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiające i połączenia wyrównawcze instalacji informatycznych.
- PN-IEC 60364-5-56:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.
- PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.
- PN-IEC 60364-7-701:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub/i basen natryskowy.
- PN-IEC 60364-7-704:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje na terenie budowy i rozbiórki.
- PN-IEC 60364-7-706:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Przestrzenie ograniczone powierzchniami przewodzącymi.

Oprócz normy PN-IEC 60364 wymagania techniczno-budowlane w zakresie instalacji elektrycznych określają również niżej wymienione normy:

- PN-90/E-05023 Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami lub cyframi.
- PN-91/E-06160/10 Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe. Ogólne wymagania i badania.
- PN-92/E-05031 Klasyfikacja urządzeń elektrycznych i elektronicznych z punktu widzenia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (Kod IP).
- PN-IEC 99-1:1993 Ograniczniki przepięć.

- PN-IEC 60664-1:1998 Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia. Zasady, wymagania i badania.
- PN-IEC 60050-826:2000 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- PN-IEC 60439 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe.