

Instalacja elektryczna przy pracach budowlanych – podstawy teoretyczne

Podstawy prawne

- art. 207 § 2 pkt. 2, art. 212 Kodeksu pracy,
 - § 10 pkt. 2 rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy,
 - § 53- § 59 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych,
 - Polska Norma PN-HD 60364-7-704:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje na terenie budowy i rozbiórki.
-

Podstawowe pojęcia

Powszechnie wykorzystywanym prądem elektrycznym przy wykonywaniu prac budowlanych jest prąd przemienny jednofazowy o napięciu **230V** (przesyłany przewodami dwużyłowymi z trzecim przewodem służącym do ochrony przed porażeniem) oraz prąd przemienny trójfazowy o napięciu **400 V** (przesyłany przewodami czterożyłowymi z piątym przewodem służącym do ochrony przed porażeniem). Zdarza się, że place budów dużych i rozległych inwestycji są zasilane z rozdzielni przyłączonych do sieci dystrybutorów energii elektrycznej na napięciu **15 kV**.

Wymagana ochrona przed zagrożeniami

- Ochrona przed porażeniem elektrycznym;
 - Ochrona przed skutkami cieplnymi;
 - Ochrona przed przeciążeniami;
 - Ochrona przed prądami zwarciovymi;
 - Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i środki przeciw oddziaływaniom elektromagnetycznym;
 - Ochrona przed przerwaniem zasilania.
-

Skutki porażeniem prądem elektrycznym

- Przepływ prądu przez organizm człowieka skutkujący zaburzeniami pracy serca, aż do jego zatrzymania,
 - Poparzenia w skutek przepływu prądu, zewnętrzne w miejscu wnikięcia prądu przez skórę, wewnętrzne wzdłuż ścieżki przepływu,
 - Poparzenia zewnętrzne w wyniku oddziaływania łuku elektrycznego,
 - Możliwość wywołania pożaru, wybuchu i innych zniszczeń termicznych.
-

Skutki porażeniem prądem elektrycznym

Rodzaj i zakres tych skutków zależy od:

- rodzaju prądu (przemienny czy stały),
 - wartości płynącego prądu,
 - czasu i drogi przepływu tego prądu.
-

Skutki porażeniem prądem elektrycznym

Przy wilgotności względnej otaczającego powietrza przekraczającej 75%, jak również przy wyższych napięciach dotykowych impedancja ciała praktycznie zależy tylko od impedancji wewnętrznej.

- Skutki oddziaływania prądu przemiennego o częstotliwości 50/60 Hz na ciało ludzkie zależą od wartości prądu I , przepływającego przez ciało ludzkie oraz czasu przepływu t .
 - Przyjęto, że graniczna bezpieczna wartość prądu rażeniowego, płynącego w dłuższym czasie przez ciało ludzkie, wynosi **30 mA** dla prądu przemiennego.
 - Przyjęto, że graniczna bezpieczna wartość prądu rażeniowego, płynącego w dłuższym czasie przez ciało ludzkie, wynosi **70 mA** dla prądu stałego.
-

Czynniki sprzyjające porażeniu prądem elektrycznym

- Wszystkie czynniki obniżające rezystancję ludzkiej skóry: woda (pot, wilgoć z powietrza, woda technologiczna), chemikalia tworzące elektrolity itp.
 - Wszystkie czynniki obniżające rezystancję powierzchniową przejścia styku ludzkie ciało – uziemione części przewodzące: duże metalowe powierzchnie, ograniczone przestrzenie pracy, w których człowiek styka się dużą powierzchnią ciała z przewodzącymi elementami, zapylenie pyłami przewodzącymi itp.
-

Czynniki sprzyjające porażeniu prądem elektrycznym

- Warunki środowiskowe 1 (normalne) są to takie warunki, w których rezystancja ciała ludzkiego w stosunku do ziemi wynosi co najmniej 1000 om (Ω).
 - Warunki środowiskowe 2 (szczególne, o zwiększonym zagrożeniu) są to takie warunki, w których rezystancja ciała ludzkiego w stosunku do ziemi wynosi mniej niż 1000 om (Ω).
 - Warunki środowiskowe 3 (specjalne) występujące gdy ciało człowieka jest zanurzone w wodzie lub styka się z dużymi przewodzącymi powierzchniami (metalowymi) wewnątrz ograniczonej przestrzeni (np. wewnątrz zbiorników).
-

Dopuszczalne wartości napięć dotykowych

- W warunkach środowiskowych normalnych (1), wartość napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale *UL* wynosi 50 V dla prądu przemiennego i 120 V dla prądu stałego.
 - W warunkach środowiskowych o zwiększonym zagrożeniu (2), wartość napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale *UL* wynosi 25 V dla prądu przemiennego i 60 V dla prądu stałego.
 - W warunkach specjalnego zagrożenia (3) porażeniem prądem elektrycznym, wartość napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale *UL* wynosi 12 V dla prądu przemiennego i 30 V dla prądu stałego.
-

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Podstawowa zasada ochrony przed porażeniem elektrycznym sformułowana w Polskiej Normie PN-EN 61140:2005 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym - Wspólne aspekty instalacji i urządzeń, brzmi następująco:

"Części czynne niebezpieczne nie powinny być dostępne, a części przewodzące dostępne nie powinny być niebezpieczne,,

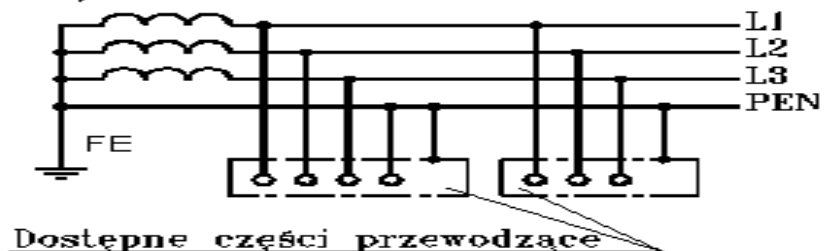
- Zadaniem ochrony przeciwporażeniowej podstawowej jest ochrona ludzi przed zagrożeniami, które mogą powstać w wyniku dotyku do części czynnych (normalnie znajdujących się pod napięciem) instalacji elektrycznej lub odbiorników elektrycznych.
-

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

- Zadaniem ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu jest ochrona ludzi przed zagrożeniami, które mogą powstać w wyniku dotyku do części przewodzących normalnie nieznajdujących się pod napięciem, ale w wyniku uszkodzenia np. izolacji roboczej znalazły się pod napięciem) instalacji elektrycznej lub odbiorników elektrycznych.
 - Ochrona uzupełniająca jest określona jako zespół środków technicznych uzupełniających ochronę podstawową i ochronę przy uszkodzeniu w specjalnych warunkach wpływów zewnętrznych i w niektórych specjalnych instalacjach lub lokalizacjach określonych w arkuszach normy PN-IEC (HD) 60364 grupy 700 np. instalacji placów budów.
-

Układy sieciowe

a) Układ sieci TN-C



b) Układ sieci TN-S



c) Układ sieci TN-C-S



d) Układ sieci TT



e) Układ sieci IT



L1; L2; L3 - przewody fazowe prądu przemiennego; N - przewód neutralny;

PE - przewód ochronny; PEN - przewód ochronno-neutralny; FE - przewód uziemiający funkcjonalny; Z - impedancja

Rodzaje i środki ochrony przed porażeniem

Rodzaj ochrony		Środek ochrony
Ochrona podstawowa		Izolacja podstawowa części czynnych
		Przegrody lub obudowy
		Przeszkody
		Umieszczenie poza zasięgiem ręki
Ochrona przy uszkodzeniu		Samoczynne wyłączenie zasilania
		Izolacja podwójna lub izolacja wzmocniona
		Separacja elektryczna do zasilania jednego odbiornika
		Izolowanie stanowiska
		Nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe
Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia		Separacja elektryczna do zasilania więcej niż jednego odbiornika
		Obwody SELV lub PELV
Ochrona uzupełniająca		Urządzenia ochronne różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym nieprzekraczającym 30 mA
		Dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne

Powszechnie stosowane środki ochrony

Środki ochrony stosowane tylko w instalacjach dostępnych dla osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych, lub osób będących pod nadzorem wyżej wymienionych osób
niedopuszczalne na budowie

Powszechnie stosowane środki ochrony

Środki ochrony stosowane tylko wtedy, gdy instalacja jest pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych tak, że nieautoryzowane zmiany nie mogą być dokonywane
niedopuszczalne na budowie

Środek ochrony stosowany we wszystkich sytuacjach

Środek ochrony uzupełniającej, stosowany w układach a.c. w przypadku uszkodzenia środków ochrony podstawowej i/lub środków ochrony przy uszkodzeniu, a także w przypadku nieostrożności użytkowników

Środek ochrony uzupełniającej stosowany jako uzupełnienie ochrony przy uszkodzeniu

Samoczynne wyłączenie zasilania

Charakterystyka urządzenia odłączającego napięcie i przekroje przewodów powinny być tak dobrane, aby w wypadku zwarcia pomiędzy przewodem skrajnym a przewodem ochronnym PE lub przewodem ochronno-neutralnym PEN albo częściami urządzeń objętych ochroną następowało samoczynne odłączenie zasilania w czasie nie dłuższym od wymaganego w zależności od napięcia pomiędzy przewodem skrajnym, a ziemią i warunków środowiskowych.

Samoczynne wyłączenie zasilania

Urządzenia wyłączające stosowane w tym celu to najczęściej:

- bezpieczniki topikowe (jednorazowe użycie) – nie stosować przy pracach budowlanych,
 - wyłączniki instalacyjne nadmiarowo prądowe (przetężeniowe typu S tzw. Esy) stosowane równolegle jako element ochrony przewodów przed uszkodzeniem termicznym od prądów zwarciovych
 - wyłączniki różnicowoprądowe stosowane równolegle jako element ochrony uzupełniającej.
-

Urządzenia wyłączające dopływ prądu



Podział odbiorników ze względu na konstrukcję i wykonanie (klasa ochronności)

Klasa ochronności	Cechy charakterystyczne	Wymagania szczegółowe ochrony przeciwporażeniowej	Zastosowanie	Symbol graficzny
0	Izolacja podstawowa, brak zacisku ochronnego	Środowisko bez uziemionych mas, zastosowanie izolowania stanowiska, Zasilanie przez transformator separacyjny tylko jednego urządzenia	Urządzenia elektryczne w metalowej obudowie bez zacisku ochronnego.	—
I	Izolacja podstawowa, zacisk ochronny.	Przyłączenie części przewodzących dostępnych do przewodu ochronnego, zapewniające: - samoczynne wyłączenie zasilania, - obniżenie napięcia dotykowego do do napięcia bezpiecznego. W niekorzystnych warunkach środowiskowych zastosowanie: - ochronnych połączeń wyrównawczych dodatkowych lub - ochrony uzupełniającej (wyłącznik różnicowoprądowy o $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$)	Urządzenia elektryczne w metalowej obudowie wyposażone w zacisk ochronny	
II	Izolacja podstawowa lub izolacja wzmocniona, brak zacisku ochronnego	Stosowanie we wszystkich warunkach, o ile szczegółowe postanowienia dotyczące określonych miejsc i pomieszczeń nie stanowią inaczej	Oznakowane symbolem Klasy II urządzenia, elektro-narzędzia, sprzęt gospodarstwa domowego	
III	Bardzo niskie napięcie znamionowe, zasilanie z obwodu SELV lub PELV, brak zacisku ochronnego (może być w PELV).	Stosowanie we wszystkich warunkach	Urządzenia elektryczne zasilane bardzo niskim napięciem z obwodów SELV lub PELV.	

Podział odbiorników ze względu na konstrukcję i wykonanie (kod IP)

Brak ochrony	Ochrona przed dotknięciem zarówno części będących pod napięciem jak i części ruchomych znajdujących się we wnętrzu maszyny lub osłony, a także ochrona maszyny przed przedostawaniem się do jej wnętrza (pierwsza cyfra):						Ochrona przed przedostawaniem się wody (druga cyfra)	
	obcych ciał stałych większych niż:				pyłu.			
	50 mm	12,5 mm	2,5 mm	1 mm	pyłoodporna	pyłoszczelna		
IP0X	IP1X	IP2X	IP3X	IP4X	IP5X	IP6X		
IP00	IP10	IP20	IP30	IP40	IP50	IP60	IPX0	brak ochrony
IP01	IP11	IP21	IP31	IP41			IPX1	spadające krople
IP02	IP12	IP22	IP32	IP42			IPX2	spadające strugi wody
IP03		IP23	IP33	IP43			IPX3	deszcz
			IP34	IP44	IP54		IPX4	rozbryzgi
					IP55	IP65	IPX5	strumienie
						IP66	IPX6	fale
					IP57	IP67	IPX7	zanurzenie ≤ 1 m
						IP68	IPX8	zanurzenie > 1 m

- 1) Kod IP oznaczony czerwonym drukiem – osłony do pomieszczeń wilgotnych
- 2) Kod IP napisany kursywą – osłony do pomieszczeń mokrych

Pomiary skuteczności ochrony podstawowej

Podstawowym badaniem **ochrony podstawowej** jest pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej. Rezystancję izolacji należy mierzyć między przewodami czynnymi a przewodem ochronnym, przyłączonym do układu uziemiającego. Do celów tego pomiaru przewody czynne można połączyć razem.

Minimalne wartości rezystancji izolacji i wymagane napięcia pomiarowe dla instalacji do 500 V włącznie wynoszą $500 \text{ V} = i R \geq 1,0$ na każdy volt.

Pomiary skuteczności ochrony przy uszkodzeniu

Sprawdzenie skuteczności ochrony przy uszkodzeniu (przy zastosowaniu szybkiego samoczynnego wyłączenia), polegające na zmierzeniu wartości impedancji pętli zwarciowej, które potwierdzą, że wywołany uszkodzeniem przepływ prądu zwarciowego spowoduje samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego i odetnie dopływ prądu do uszkodzonego urządzenia (odbiornika) elektrycznego, tj. prąd zwarciowy musi mieć większą wartość niż prąd wyłączający np. bezpiecznika ochrony przy uszkodzeniu (przy zastosowaniu szybkiego samoczynnego wyłączenia), polegające na zmierzeniu wartości impedancji pętli zwarciowej, które potwierdzą, że wywołany uszkodzeniem przepływ prądu zwarciowego spowoduje samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego i odetnie dopływ prądu do uszkodzonego urządzenia (odbiornika) elektrycznego, tj. prąd zwarciowy musi mieć większą wartość niż prąd wyłączający np. bezpiecznika.

Pomiary skuteczności ochrony przy uszkodzeniu

Sprawdzenie skuteczności **ochrony przy uszkodzeniu** za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie sieci TN polega na sprawdzeniu czy spełniony jest warunek: $Z_s \times I_a < U_o$.

Z_s - impedancja pętli zwarciowej, obejmującej źródło zasilania, przewód liniowy do miejsca zwarcia i przewód ochronny od miejsca zwarcia do źródła zasilania,

I_a - prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w wymaganym czasie,

U_o - nominalne napięcie przewodu liniowego względem ziemi.

Pomiary skuteczności działania ochrony uzupełniającej

Skuteczność samoczynnego wyłączenia zasilania za pomocą urządzeń ochronnych różnicowoprądowych należy sprawdzić przeprowadzając próbę działania urządzenia za pomocą przycisku „TEST”, a następnie mierząc prąd I_{Δ} , przy którym urządzenie ochronne różnicowoprądowe zadziało. Prąd ten nie powinien być większy od znamionowego prądu różnicowego $I_{\Delta n}$. Zaleca się sprawdzenie wymaganych czasów zadziałania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych.

Źródła zasilanie instalacji

W zależności od zapotrzebowania na moc i wielkości terenu budowy źródłami energii elektrycznej do zasilania urządzeń na terenie budowy mogą być:

- publiczna sieć elektroenergetyczna (sieć dystrybucyjna) niskiego napięcia,
- stacja transformatorowa zasilana z publicznej sieci średniego napięcia,
- zespół prądotwórczy,
- instalacja inwestora.

W szczególnych przypadkach teren budowy może być zasilany jednocześnie z kilku wymienionych źródeł. Na małych budowach najczęściej będzie to jednak tymczasowe przyłącze kablowe lub napowietrzne z sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia, budowane na potrzeby zasilania terenu budowy.

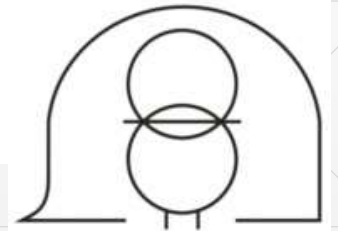
Instalacja placu budowy

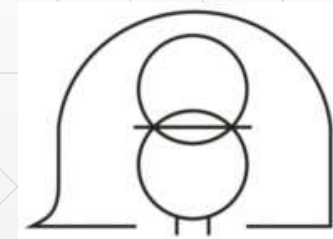
Wymagane jest aby instalacja placu budowy spełniała poniższe warunki:

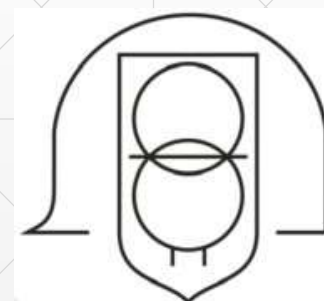
- napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale było ograniczone do wartości **25 V** prądu przemiennego lub 60 V prądu stałego (warunki 2 kategorii),
 - gniazda wtyczkowe były zabezpieczone **wyłącznikami ochronnymi różnicowoprądowymi** o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż **30 mA** (jeden wyłącznik powinien zabezpieczać nie więcej niż 6 gniazd wtyczkowych) albo zasilane indywidualnie z transformatora separacyjnego lub napięciem nieprzekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale (obwód SELV). Przyjmuje się jako zasadę, że jeden wyłącznik różnicowoprądowy powinien zabezpieczać nie więcej 6 gniazd wtyczkowych.
-

Instalacja placu budowy

W przypadku separacji elektrycznej każde gniazdko wtyczkowe i ręczne narzędzie elektryczne jest zasilane indywidualnie z transformatora separacyjnego lub przez oddzielne uzwojenia transformatora separacyjnego.

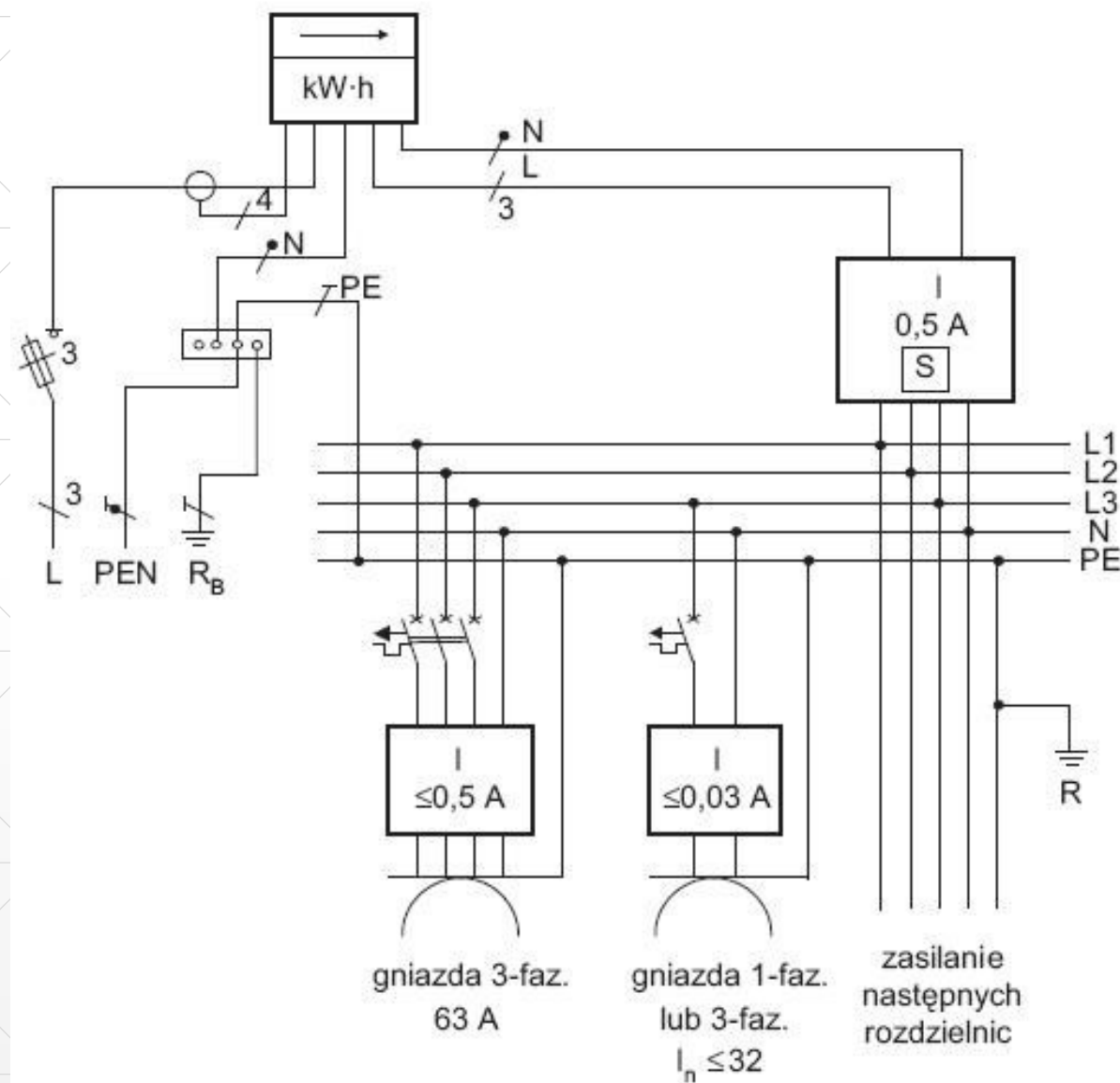






Instalacja placu budowy

- na terenie budowy i rozbiórki powinien być stosowany układ sieci TN-S przy zasilaniu ze stacji transformatorowej w układzie TN-C-S lub w układzie TN-S,
 - cała instalacja i urządzenia elektryczne na terenie budowy i rozbiórki powinny być zabezpieczone wyłącznikiem ochronnym różnicowoprądowym selektywnym o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 500 mA.
-



Instalacja placu budowy - odbiorniki

- preferowane jest stosowanie na terenach budowy i rozbiórki odbiorników, narzędzi oraz urządzeń o **II klasie ochrony**,
 - sprzęt i osprzęt instalacyjny był o stopniu ochrony **co najmniej IP44**, a urządzenia rozdzielcze (rozdzielnice budowlane) o stopniu ochrony co najmniej IP43,
-

Instalacja placu budowy - przewody

Stosowane przewody giętkie powinny być odporne na ścieranie i na wodę. Norma podaje, że powinny być typu H07 RN-F lub im równoważne tj.:

- izolacja z gumy naturalnej lub etylenowo-propylenowej lub równoważnego plastomeru do pracy ciągłej w temp. 450 st. C,
 - niemetalowa powłoka zewnętrzna z polichloroprenu lub materiału równoważnego,
 - napięcie znamionowe 450/750 V,
 - żyła giętka miedziana do przewodów giętkich
-

Instalacja placu budowy

- Rozdzielnice budowlane prądu elektrycznego znajdujące się na terenie budowy zabezpiecza się przed dostępem nieupoważnionych osób.
 - Każdy zestaw instalacyjny na terenie budowy powinien zawierać urządzenie do przyłączania i odłączania i odizolowania doprowadzonego zasilania.
 - Urządzenie do izolacyjnego odłączenia zasilania powinny mieć zabezpieczenie ich pozycji otwarcia np. za pomocą kłódki lub umieszczenia w zamkniętej obudowie.
-



Instalacja placu budowy

- Rozdzielnice, o których mowa powyżej, powinny być usytuowane w odległości nie większej niż 50 m od odbiorników energii.
 - Połączenia przewodów elektrycznych z urządzeniami mechanicznymi wykonuje się w sposób zapewniający bezpieczeństwo pracy osób obsługujących takie urządzenia.
 - Przewody zabezpiecza się przed uszkodzeniami mechanicznymi. Przewody elektryczne należy tak rozprowadzić na terenie budowy, aby nie były narażone na uszkodzenie mechaniczne z powodu prowadzonych prac budowlanych, w szczególności, aby nie leżały w miejscach przejść lub przejazdów.
-



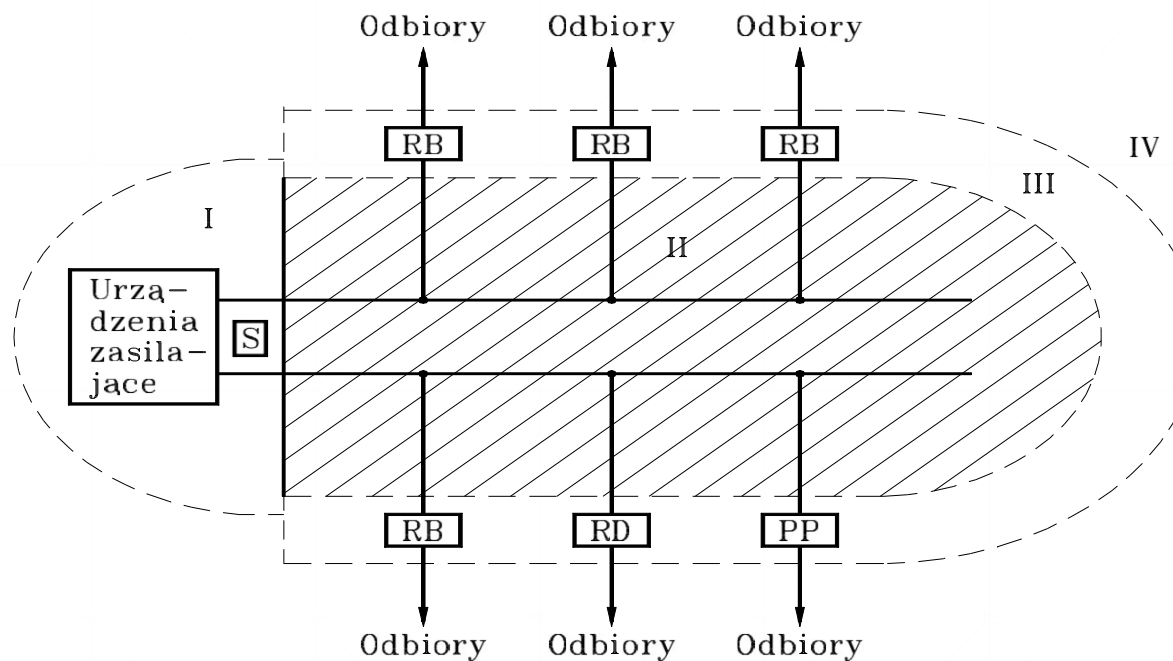


Instalacja placu budowy

Okresowa kontrola stanu stacjonarnych urządzeń elektrycznych pod względem bezpieczeństwa odbywa się co najmniej jeden raz w miesiącu, natomiast kontrola stanu i oporności izolacji tych urządzeń, co najmniej dwa razy w roku, a ponadto:

- przed uruchomieniem urządzenia po dokonaniu zmian i napraw części elektrycznych i mechanicznych;
 - przed uruchomieniem urządzenia, jeżeli urządzenie było nieczynne przez ponad miesiąc;
 - przed uruchomieniem urządzenia po jego przemieszczeniu
 - należy sprawdzić działanie każdorazowo przed przystąpieniem do pracy urządzeń ochronnych różnicowoprądowych w instalacji elektrycznej placu budowy.
-

Instalacje placu budowy



Oznaczenia: Urządzenia zasilające - stacje transformatorowe, zespoły prądotwórcze, przyłącza, rozdzielnice zasilające; S - wyłącznik ochronny różnicowoprądowy selektywny; RB - rozdzielnica budowlana; RD - rozdzielnica dźwigowa; PP - przystawka pomiarowa

Strefa I

Jest to strefa zasilania terenu budowy i rozbiórki energią elektryczną o napięciu do 1 kV prądu przemiennego wraz z urządzeniami rozdzielczymi, pomiarowymi, zabezpieczającymi i ochronnymi całego terenu budowy i rozbiórki (zasilanie centralne). Energia elektryczna do urządzeń rozdzielczych nn może być dostarczana z:

- sieci elektroenergetycznej nn napowietrznej lub kablowej
 - stacji transformatorowej, której integralną częścią są urządzenia rozdzielcze nn,
 - zespołu prądotwórczego.
 - Strefa I powinna być wydzielona i w przypadku zasilania linią napowietrzną, zwłaszcza powyżej 1 kV, usytuowana na granicy terenu budowy i rozbiórki.
 - Ochronę podstawową powinna zapewniać izolacja podstawowa i obudowy o stopniu ochrony co najmniej IP43.
 - Ochronę przy uszkodzeniu powinno zapewniać samoczynne wyłączenie zasilania.
 - Dla napięcia 230/400 V samoczynne wyłączenie zasilania powinno następować w czasie krótszym niż 0,2 s, wynikającym z ograniczenia dla terenu budowy i rozbiórki napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale do wartości 25 V prądu przemiennego i 60 V prądu stałego.
-

Strefa II

Strefa ta obejmuje linie zasilające, kablowe lub przewody oponowe. Ochronę podstawową w strefie II stanowi izolacja przewodów i kabli, a ochronę przy uszkodzeniu wyłącznik ochronny różnicowoprądowy selektywny zainstalowany w strefie I.

- linie powinny być prowadzone możliwie najkrótszymi trasami, najlepiej bez skrzyżowań z drogami transportowymi,
 - linie zasilające powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć i przeciążeń za pomocą urządzeń zabezpieczających,
 - Zaleca się prowadzenie linii zasilających przewodami izolowanymi, przewodami oponowymi lub kablami podwieszonymi na słupach.
-

Strefa III

Strefa ta obejmuje rozdzielnice budowlane, dźwigowe i przystawki pomiarowe.

- ochronę podstawową powinna zapewniać izolacja podstawowa i obudowy o stopniu ochrony co najmniej IP43,
 - ochronę przy uszkodzeniu powinno zapewniać samoczynne wyłączenie zasilania w czasie nie przekraczającym 0,2 s dla sieci 230/400 ,
 - rozdzielnice powinny być zabezpieczone przed skutkami zwarć i przeciążeń.
-

Strefa IV

Strefa ta obejmuje odbiorniki oświetleniowe, narzędzia ręczne (ruchome), urządzenia budowlane. Dla tej strefy do ochrony przy uszkodzeniu należy wykorzystywać:

- wyłączniki ochronne różnicowoprądowe o $\Delta I_r \leq 30 \text{ mA}$,
 - transformatory separacyjne,
 - napięcie nieprzekraczające napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale o wartości do 25 V prądu przemiennego lub 60 V prądu stałego (obwód SELV),
 - odbiorniki, narzędzia i urządzenia o II klasie ochronności.
 - Ochronę podstawową stanowi izolacja podstawowa i obudowy o stopniu ochrony co najmniej IP44. Ochronę uzupełniającą stanowią wyłączniki ochronne różnicowoprądowe o $\Delta I_r \leq 30 \text{ mA}$.
-

Rozdzielnice elektryczne

Wymagania dotyczące rozdzielnic budowlanych odnoszą się do rozdzielnic i sterownic o napięciu znamionowym nieprzekraczającym 1000 V prądu przemiennego i 1500 V w przypadku prądu stałego. Wymagania te nie dotyczą natomiast rozdzielnic zainstalowanych w pomieszczeniach administracyjnych i higieniczno-sanitarnych znajdujących się na terenie budowy: w biurach, szatniach, salach zebrań, stołówkach, ustępach, itp.

Rozdzielnice elektryczne

Rozdzielnice budowlane można podzielić ze względu na miejsce ich użytkowania na:

- półstałe - miejsce ich ustawienia może się zmieniać w czasie pracy na tym samym terenie budowy (przed zmianą miejsca najpierw **odłącza się je od zasilania**),
 - ruchome - miejsce ich ustawienia można zmieniać w czasie pracy na tym samym terenie budowy **bez odłączania zasilania**.
-

Rozdzielnice elektryczne i tablice bezpiecznikowe

Prawidłowa eksploatacja tych elementów instalacji elektrycznej obejmuje:

- zapewnienie swobodnego dostępu do nich,
 - zabezpieczenie przed dostępem osób nieuprawnionych (oznacza to zamknięcie części czynnych niebezpiecznych w obudowie, którą można otworzyć tylko przy użyciu klucza lub narzędzia. Jedynie gniazda wtyczkowe, rękojeści manewrowe i guziki przycisków sterowniczych mogą być dostępne bez użycia klucza lub narzędzia),
 - właściwe oznakowanie i opisanie elementów zabezpieczających, tj. wyłączników nadprądowych (przetężeniowych), wkładek topikowych itp.
-











Gniazda wtyczkowe i wtyczki

Rozdzielnice budowlane powinny być wyposażone we wtyczki i gniazda wtyczkowe do instalacji przemysłowych. Konstrukcja gniazd i wtyczek przemysłowych zapobiega ich wzajemnemu łączeniu z gniazdami i wtyczkami o różnych prądach i napięciach znamionowych.

Prądy znamionowe gniazd i wtyczek stosowanych w rozdzielnicach i instalacjach budowlanych wynoszą (w amperach) 16 A, 32 A, 63 A i 125 A.

Gniazda i wtyczki przemysłowe znakowane są barwami odpowiadającymi ich napięciu znamionowemu.

Gniazda wtyczkowe

Gniazda wtyczkowe wyposażone są w pokrywę styków zapewniającą odpowiedni stopień ochrony IP, pełniącą jednocześnie funkcję blokady mechanicznej zapobiegającej wysunięciu się wtyczki. Gniazda wtyczkowe zainstalowane na rozdzielnicach budowlanej, spełniających wymagania zasadnicze, powinny mieć stopień ochrony co najmniej IP44, zarówno gdy wtyczka jest wyjęta, jak i gdy jest całkowicie wsunięta.

Oznakowanie barwne gniazd i wtyczek

Napięcie znamionowe [V]	Barwa gniazda i wtyczki
20-25	fioletowa
40-50	biała
100-130	żółta
200-250	niebieska
380-480	czerwona
500-690	czarna

Przedłużacze elektryczne

Do zasilania elektronarzędzi użytkowanych na terenie budowy stosuje się przedłużacze przemysłowe. Wyposażone są one w zabezpieczenie termiczne lub zabezpieczenie nadprądowe.

Parametry znamionowe przedłużacza podane są na tabliczce znamionowej lub na specjalnej przywieszce. Należy się upewnić, czy suma mocy znamionowych wszystkich odbiorników jednocześnie obciążających gniazda przedłużacza nie przekracza jego mocy znamionowej.

Przedłużacze elektryczne jednofazowe i trójfazowe oraz inne przewody stosowane do rozprowadzenia energii elektrycznej na terenie budowy powinny cechować się odpornością na uszkodzenia mechaniczne i działanie wody.

Przedłużacze elektryczne

Przedłużacz nawinięty na bęben należy w całości rozwinąć przed podłączeniem go do napięcia, gdyż używanie zwiniętego przedłużacza może doprowadzić do nadmiernego wzrostu jego temperatury (brak chłodzenia) i uszkodzenia izolacji. Stwierdzenie jakichkolwiek uszkodzeń przedłużacza wyklucza jego dalsze użytkowanie.

Zabronione jest naprawianie przedłużacza elektrycznego przez owinięcie miejsc uszkodzenia taśmą izolacyjną, gdyż nie zapewnia to wymaganego poziomu ochrony przeciwporażeniowej i nie zabezpiecza skutecznie miejsca uszkodzenia przed wnikaniem wody.

Przedłużacze elektryczne

Na terenie budowy zabronione jest stosowanie przedłużaczy elektrycznych (lub rozdzielaczy) bez przewodu ochronnego (trzeciego – zasilanie 1 fazowe lub piątego – zasilanie 3 fazowe).



















Odbiorniki elektryczne - elektronarzędzia

Elektronarzędzia obsługuje się, kontroluje i konserwuje zgodnie z instrukcją dostarczoną przez producenta urządzenia, którą udostępnia się pracownikowi do stałego korzystania.

Uszkodzenia izolacji przewodu zasilającego, wtyczki (stanowiących część elektronarzędzia) **wyklucza dalsze użytkowanie elektronarzędzia.**

Wtyczki elektronarzędzi produkowane są jako nierozbieralne. Uszkodzoną wtyczkę lub uszkodzony przewód przyłączeniowy elektronarzędzia zastępuje się gotowym przewodem przyłączeniowym z wtyczką, dostępnym w sprzedaży.

Stacjonarne odbiorniki elektryczne

Urządzenia te montuje się, obsługuje, kontroluje i konserwuje zgodnie z instrukcją w języku polskim, dostarczoną przez producenta maszyny lub urządzenia, którą udostępnia się pracownikowi do stałego korzystania. Okresowa kontrola stacjonarnych urządzeń elektrycznych pod względem bezpieczeństwa odbywa się co najmniej jeden raz w miesiącu, natomiast kontrola stanu i oporności izolacji tych urządzeń (tj. ochrony podstawowej), co najmniej dwa razy w roku, a ponadto:

- przed uruchomieniem urządzenia po dokonaniu zmian i napraw części elektrycznych i mechanicznych;
- przed uruchomieniem urządzenia, jeżeli urządzenie było nieczynne przez ponad miesiąc;
- przed uruchomieniem urządzenia po jego przemieszczeniu.

Szczegółowy zakres tej kontroli określa instrukcja dostarczona przez producenta urządzenia. Wyznaczona osoba rejestruje wyniki tej kontroli w książce konserwacji urządzeń.

Stacjonarne odbiorniki elektryczne

Przed przekazaniem kontenerów biurowych i sanitarnych do użytkowania należy, po ich ustawieniu, sprawdzić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej instalacji elektrycznej zainstalowanej w tych pomieszczeniach.

Rozdzielnice elektryczne, wtyczki stałe oraz gniazda wtyczkowe stałe zamontowane na kontenerach powinny być umieszczone na wysokości umożliwiającej ich łatwą obsługę.

Zespoły prądotwórcze

Eksploatację zespołu prądotwórczego należy prowadzić zgodnie z oryginalną instrukcją w języku polskim, dostarczoną przez producenta (dystrybutora), którą udostępnia się pracownikowi do stałego korzystania. Instrukcja zawiera wskazówki dotyczące instalowania, obsługi i konserwacji zespołu prądotwórczego, w szczególności opis sposobu wykonania uziemienia i określenie przypadków pracy zespołu bez uziemienia.

Zespoły prądotwórcze

Zespoły prądotwórcze o mocy znamionowej do 50 kW mogą obsługiwać osoby nieposiadające świadectwa kwalifikacyjnego. Obsługę zespołów prądotwórczych o większej mocy powierza się osobom posiadającym świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku eksploatacji w zakresie obsługi zespołów prądotwórczych o mocy powyżej 50 kW.





Wymogi kwalifikacyjne dla osób wykonujących eksploatację instalacji i urządzeń elektrycznych na placu budowy

- Roboty przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych na terenie placu budowy związane z konserwacją, remontami, montażem, kontrolą i pomiarami mogą być wykonywane wyłącznie przez osoby, które spełniają wymagania kwalifikacyjne dla rodzajów prac i stanowisk pracy w zakresie świadectw kwalifikacyjnych dla grupy G1 (elektroenergetyka) typu E (eksploatacja) i typu D (dozór).
 - Dla każdej budowy powinien być określony imienny wykazy osób uprawnionych i upoważnionych do prac elektroenergetycznych
-

Przyłączanie odbiorników i innych urządzeń elektroenergetycznych

- Zewnętrzne warstwy ochronne przyłączonych przewodów powinny być usunięte tylko z tych części przewodu, które po przyłączeniu będą niedostępne.
 - Metalowe osłony przewodów powinny być usunięte i zakończone w takich miejscach i w taki sposób, aby nie mogły zetknąć się z zaciskami lub żyłami roboczymi.
 - Żył przewodu powinna być pozbawiona izolacji tylko na długości niezbędnej do prawidłowego połączenia z zaciskiem.
 - Koniec żyły wielodrutowej powinien być zabezpieczony przed możliwością oddzielenia się poszczególnych drutów lub skrętek przez oblutowanie, zastosowanie końcówek lub tulejek.
-

Przylączanie odbiorników i innych urządzeń elektroenergetycznych

- Końce żył przewodów wprowadzonych do odbiornika, które nie zostały wykorzystane, powinny być unieruchomione i zaizolowane,
 - Przewody do odbiorników i innych przyrządów stałych nie powinny przenosić naciągu na nie przystosowane do tego zaciski, a przewód ochronny powinien być dłuższy niż przewody skrajne,
 - Jeżeli odbiornik lub inne urządzenie zainstalowane na stałe podlega drganiom lub wstrząsom, to przewody powinny być wprowadzone w sposób zapewniający dostateczną elastyczność i ruchliwość przyłączenia,
-

Przylączanie odbiorników i innych urządzeń elektroenergetycznych

- Odbiorniki i inne urządzenia ruchome należy przylaczać giętkimi wielożyłowymi przewodami izolowanymi o budowie odpornej na uszkodzenia mechaniczne.
 - Przewody te należy wprowadzać do odbiornika w taki sposób, aby nie mogły ulec skręceniu i nie przenosiły naciągu na zaciski.
-

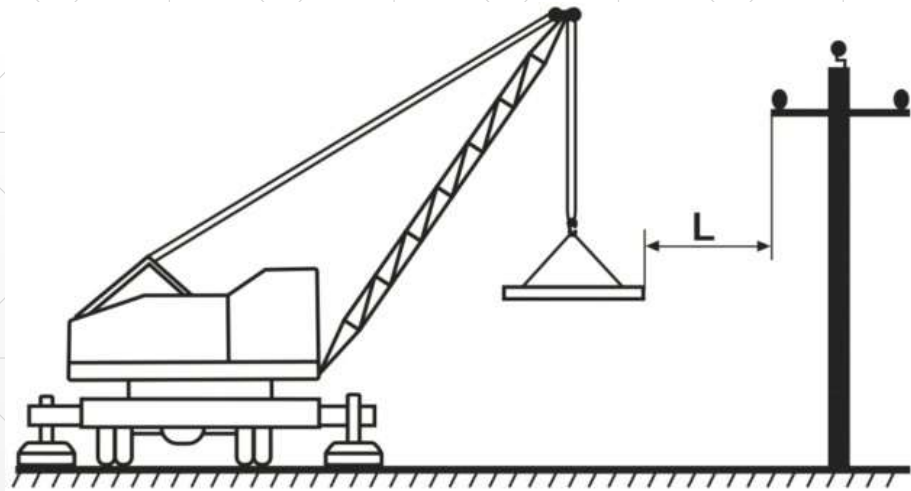
Praca w pobliżu linii wysokiego napięcia

Nie jest dopuszczalne sytuowanie stanowisk pracy, składowisk wyrobów i materiałów lub maszyn i urządzeń budowlanych bezpośrednio pod napowietrznymi liniami elektroenergetycznymi lub w odległości liczonej w poziomie od skrajnych przewodów, mniejszej niż

- 3 m - dla linii o napięciu znamionowym nie przekraczającym 1 kV;
 - 5 m - dla linii o napięciu znamionowym powyżej 1 kV, lecz nie przekraczającym 15 kV;
 - 10 m - dla linii o napięciu znamionowym powyżej 15 kV, lecz nie przekraczającym 30 kV;
 - 15m - dla linii o napięciu znamionowym powyżej 30 kV, lecz nie przekraczającym 110 kV;
 - 30 m - dla linii o napięciu znamionowym powyżej 110 kV.
-

Praca w pobliżu linii wysokiego napięcia

W czasie wykonywania robót budowlanych w pobliżu napowietrznych linii elektroenergetycznych z wykorzystaniem maszyn budowlanych (np. żurawi, koparek, pomp betonu, itp.) lub urządzeń załadowczo-wyładowczych maszynę ustawia się w takiej **odległości L** od napowietrznej linii elektroenergetycznej, aby zachowane były wyżej wskazane minimalne odległości mierzone do najdalej wysuniętego punktu urządzenia wraz z ładunkiem.



Praca w pobliżu linii wysokiego napięcia

W przypadku braku możliwości zachowania minimalnych odległości warunki bezpiecznej pracy sprzętem zmechanizowanym w pobliżu linii należy uzgodnić z przedsiębiorstwem energetycznym zarządzającym daną linią lub z jej użytkownikiem.

Żurawie samojezdne, koparki i inne urządzenia ruchome, które mogą zbliżyć się na niebezpieczną odległość do napowietrznych lub kablowych linii elektroenergetycznych, powinny być wyposażone w sygnalizatory napięcia, które w przypadku przekroczenia strefy niebezpiecznej ostrzegają operatora maszyny sygnałem świetlnym i dźwiękowym.

Kontrola instalacji elektrycznej placu budowy

- Czy maszyny, urządzenia i narzędzia elektryczne mają nieuszkodzone przewody zasilające (mają ciągłą i nienaprawianą izolację)?
 - Czy przedłużacze stosowane do zasilania odbiorników nie są uszkodzone (mają ciągłą i nienaprawianą izolację)?
 - Czy przedłużacze stosowane do zasilania odbiorników są przeznaczone do pracy na otwartej przestrzeni (st. ochrony IP44) i wykonane z przewodów z izolacją z gumy oponowej (oponowych)?
 - Czy przedłużacze stosowane do zasilania odbiorników mają przewody obwodów ochronnych (przewody trzyżyłowe dla zasilania 1f i pięćżyłowe dla zasilania 3f)?
-

Kontrola instalacji elektrycznej placu budowy

- Czy przewody zasilające są zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi i ułożone w sposób niepowodujący ryzyka przesunięcia się, potknięcia się lub zaczepienia?
 - Czy rozdzielnice są wyposażone w wyłączniki różnicowoprądowe?
 - Czy do rozdzielnic elektrycznych dostęp mają wyłącznie osoby upoważnione?
 - Czy rozdzielnice budowlane są sytuowane w odległości nie większej niż 50 m od odbiorników prądu?
 - Czy gniazda elektryczne, wtyczki mają nieuszkodzone obudowy?
-

Kontrola instalacji elektrycznej placu budowy

- Czy przeprowadzono kontrolę stanu i oporności izolacji (skuteczność ochrony podstawowej) stacjonarnych urządzeń elektrycznych minimum dwa razy w roku, lub przed uruchomieniem urządzenia po dokonaniu zmian i napraw części elektrycznych i mechanicznych lub po jego przemieszczeniu oraz po miesięcznej przerwie w pracy urządzenia ?
 - Czy przeprowadzono pomiary skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu w instalacji elektrycznej na miejscu prac budowlanych ? (dotyczy instalacji zamontowanych i wykorzystywanych w dłuższych okresach bez przemieszczania rozdzielnic budowlanych).
 - Czy przeprowadzono pomiary skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej uzupełniającej w instalacji elektrycznej na miejscu prac budowlanych ? (skuteczność działania wyłączników różnicowoprądowych).
-

Kontrola instalacji elektrycznej placu budowy

- Czy przed przystąpieniem do wykonywania prac przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych odłączono je od napięcia i zabezpieczono przed przypadkowym załączeniem napięcia?
 - Czy oznaczono miejsce wyłączenia i strefę pracy, sprawdzono, czy nie występuje napięcie na odłączonych elementach oraz czy uziemiono wyłączone urządzenia i instalacje?
-

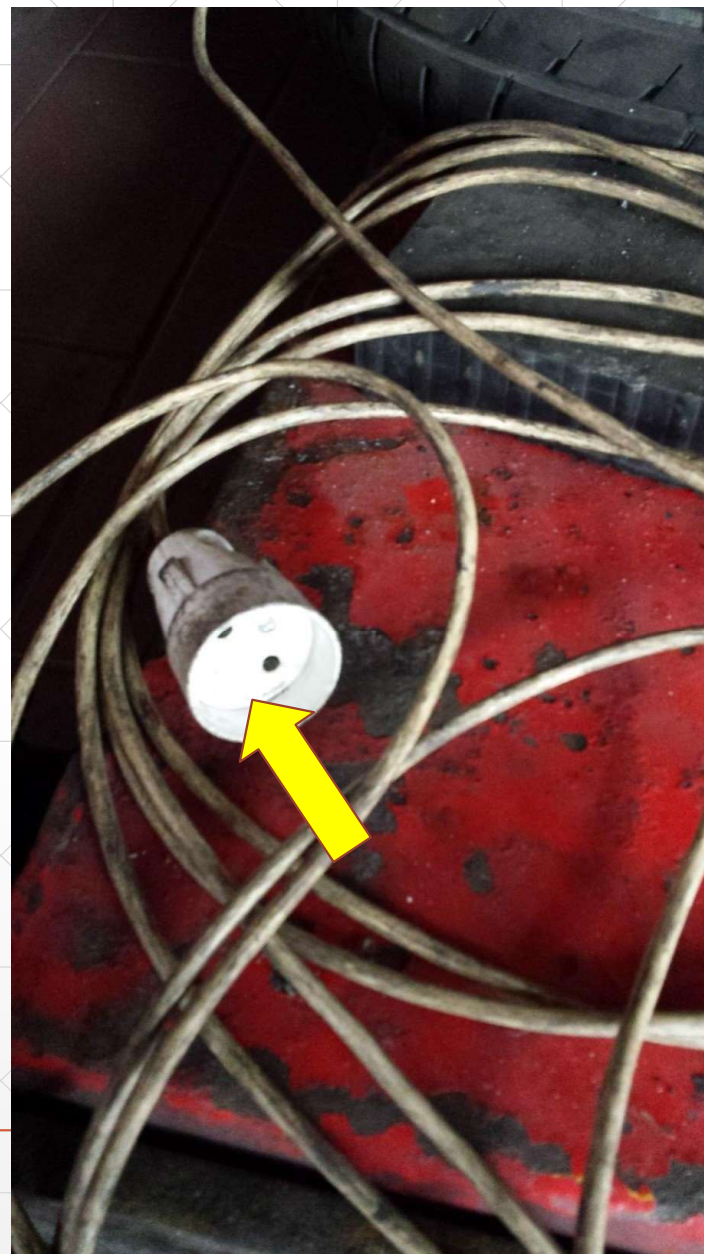
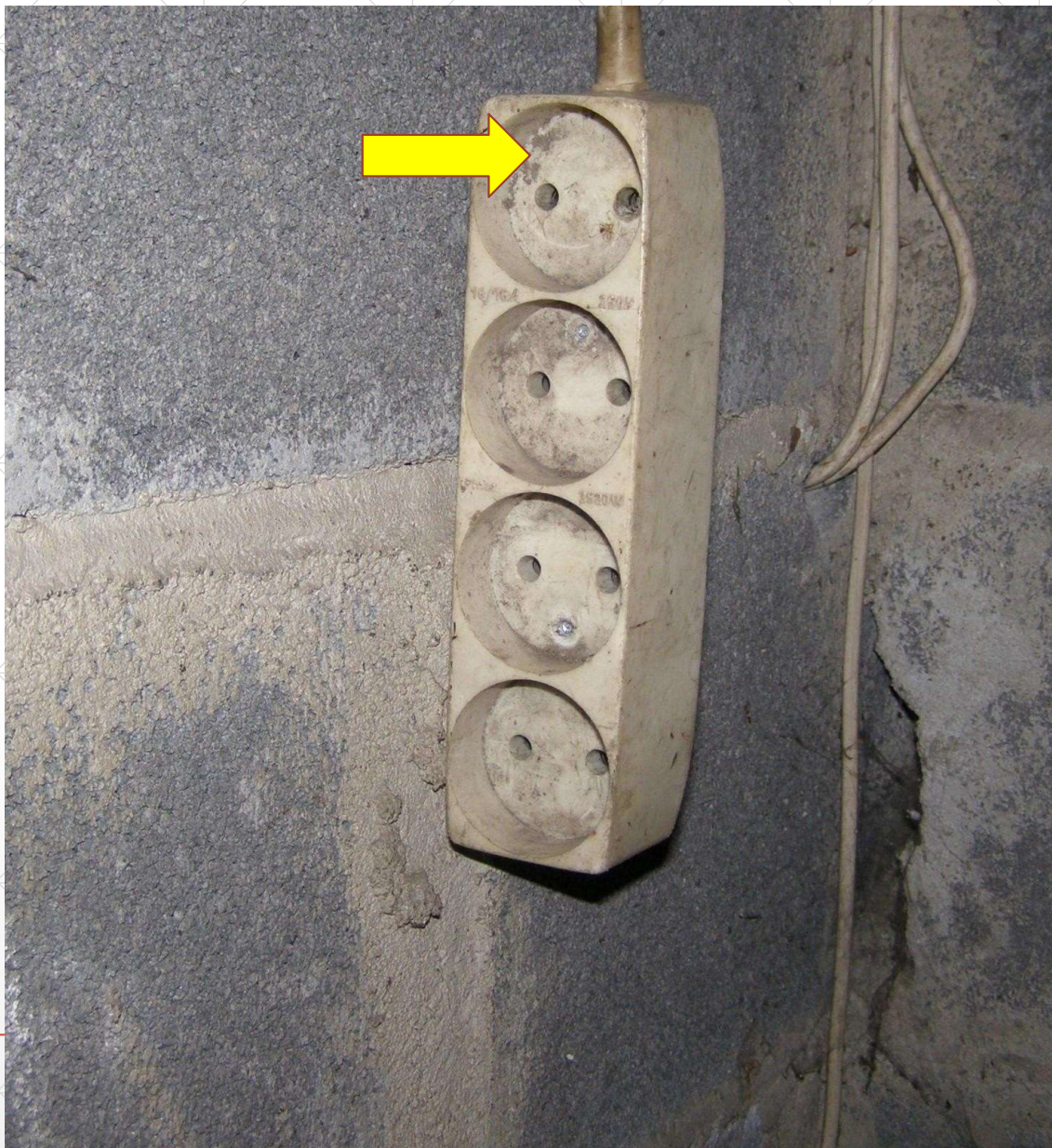
Inne zagadnienia

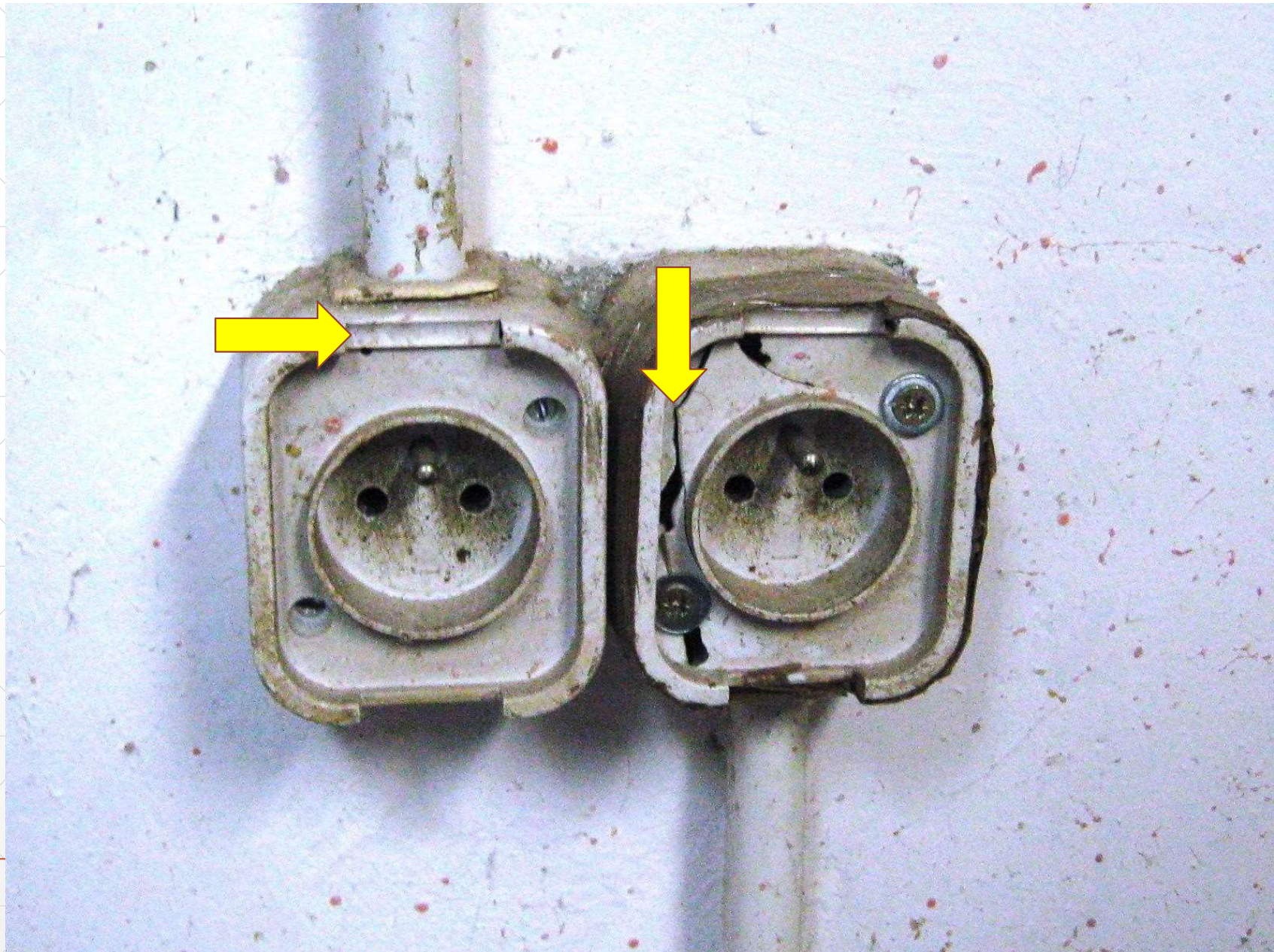
- Czy sprzęt zmechanizowany, środki transportu są ustawione lub pracują z zachowaniem wymaganych minimalnych odległości od skrajnych przewodów linii elektroenergetycznych?
 - Czy rozpoznano przebieg i trasy podziemnych linii elektroenergetycznych (kabli) i czy zostały one oznakowane przed przystąpieniem do robót ziemnych sprzętem zmechanizowanym?
 - Czy IBWR (instrukcja bezpiecznego wykonywani robót) zawiera wymagane wskazówki dotyczące organizacji pracy w pobliżu linii elektroenergetycznych o napięciach powyżej 1kV?
 - Czy sprzęt zmechanizowany, środki transportu są ustawione lub pracują z zachowaniem wymaganych odległości od skrajnych przewodów linii trakcji elektrycznej (kolejowej, tramwajowej, trolejbusowej, itp.)?
-

Inne zagadnienia

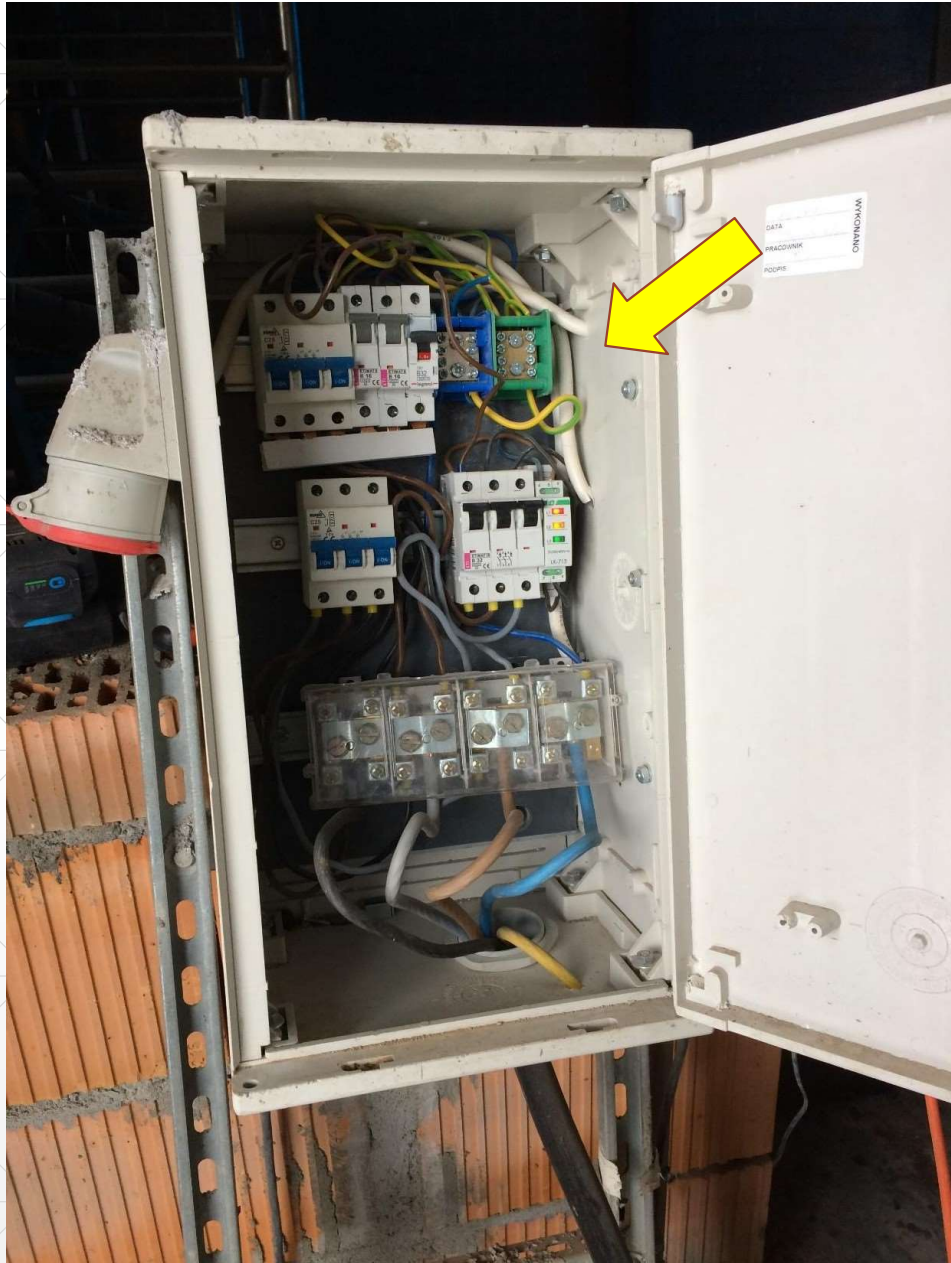
- Czy instalację elektryczną placu budowy użytkuje się zgodnie z instrukcją eksploatacji, którą opracował i aktualizuje prowadzący eksploatację? (dotyczy to instalacji dużych i rozległych inwestycji)
 - Czy eksploatację urządzeń i instalacji elektroenergetycznych powierzono osobom posiadającym odpowiednie dodatkowe kwalifikacje (osobom uprawnionym)?
-







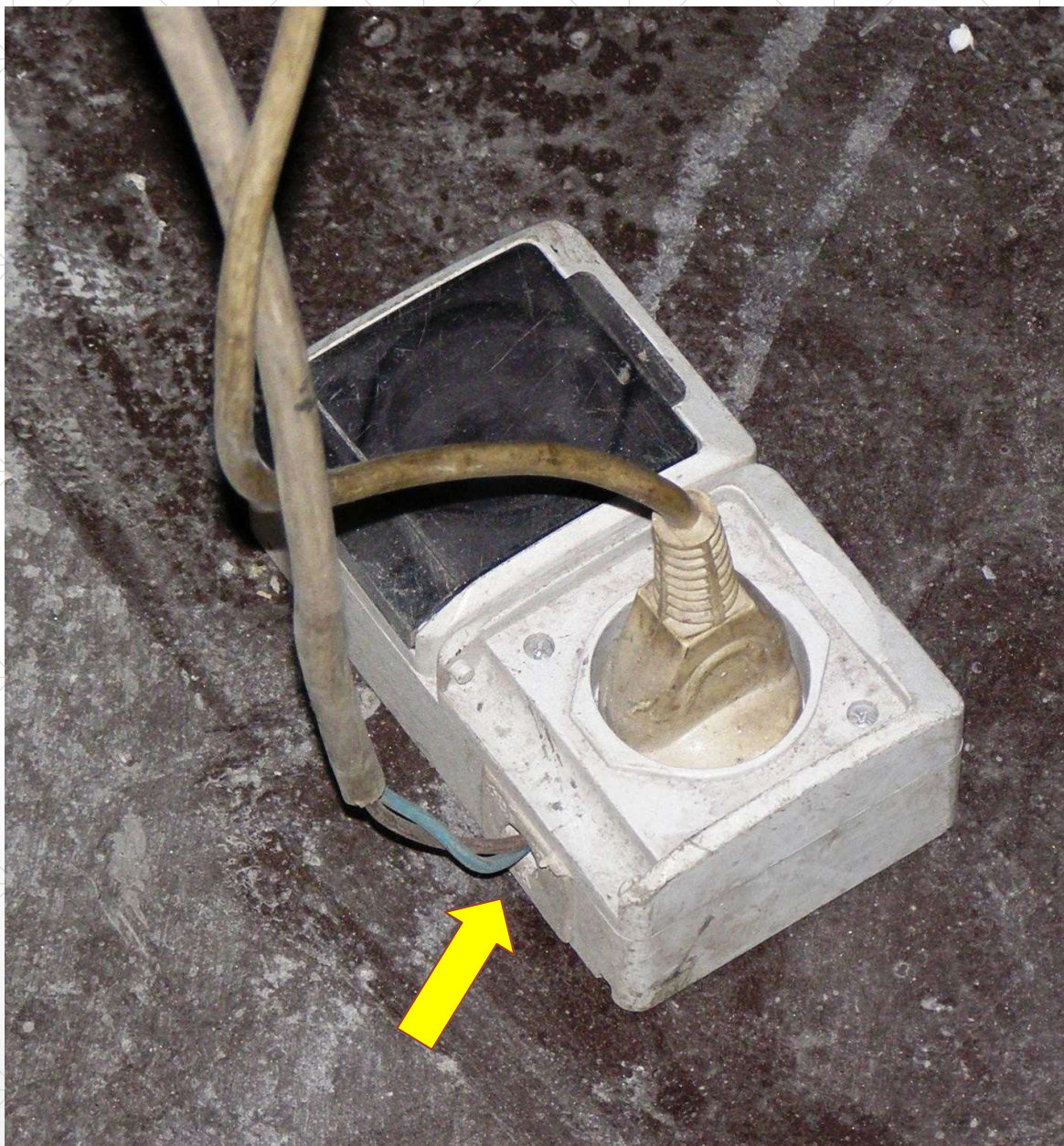


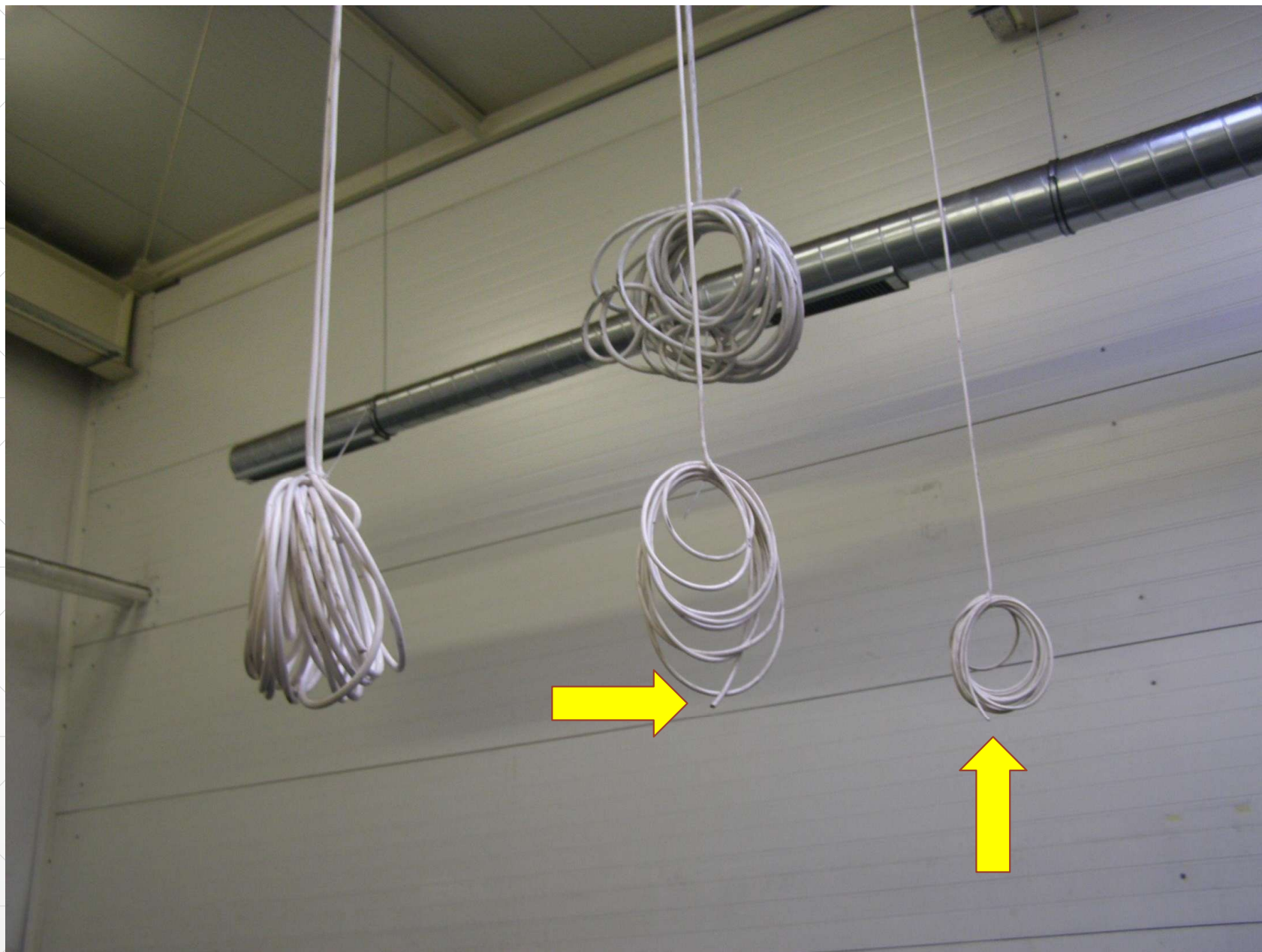




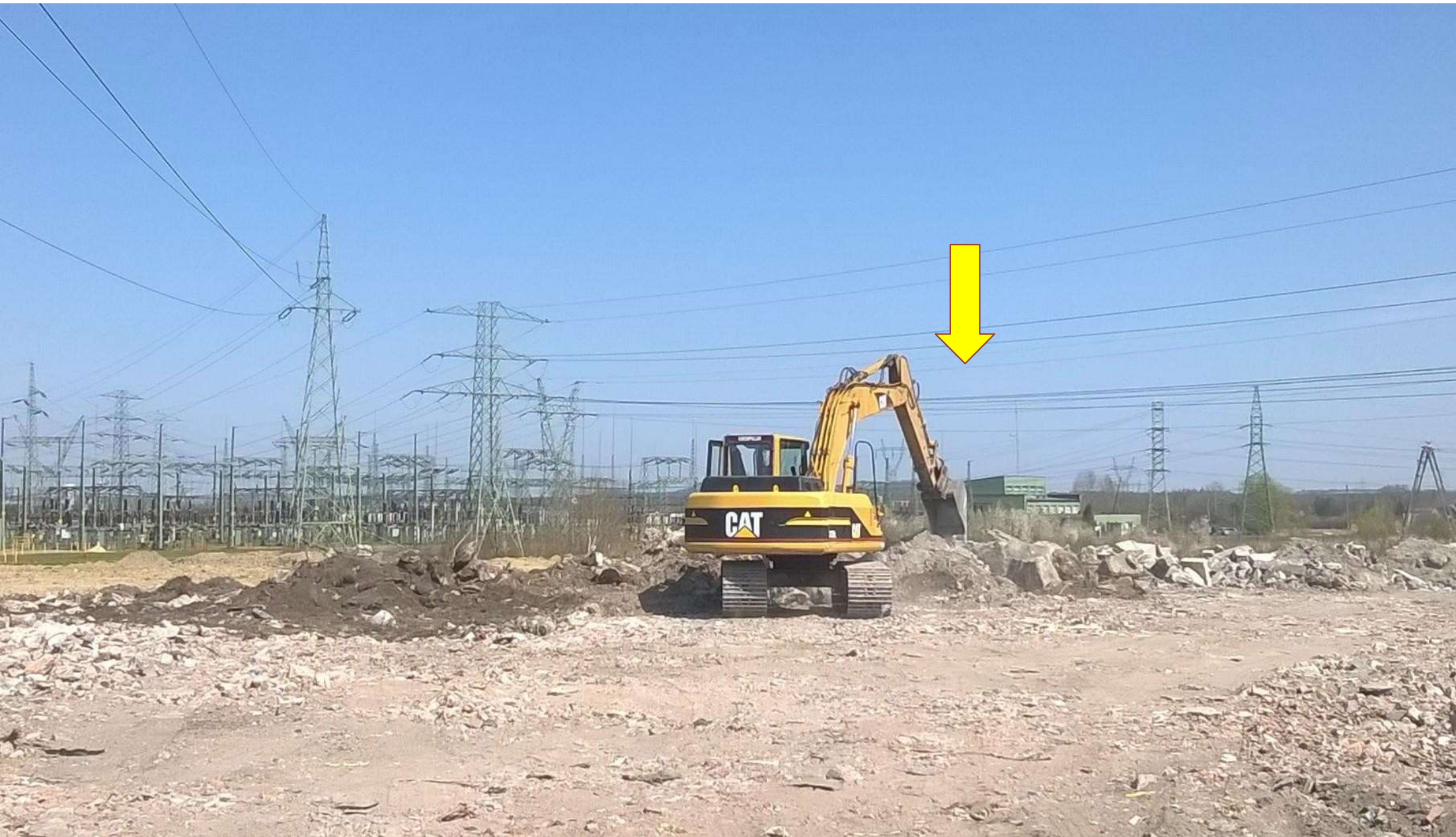






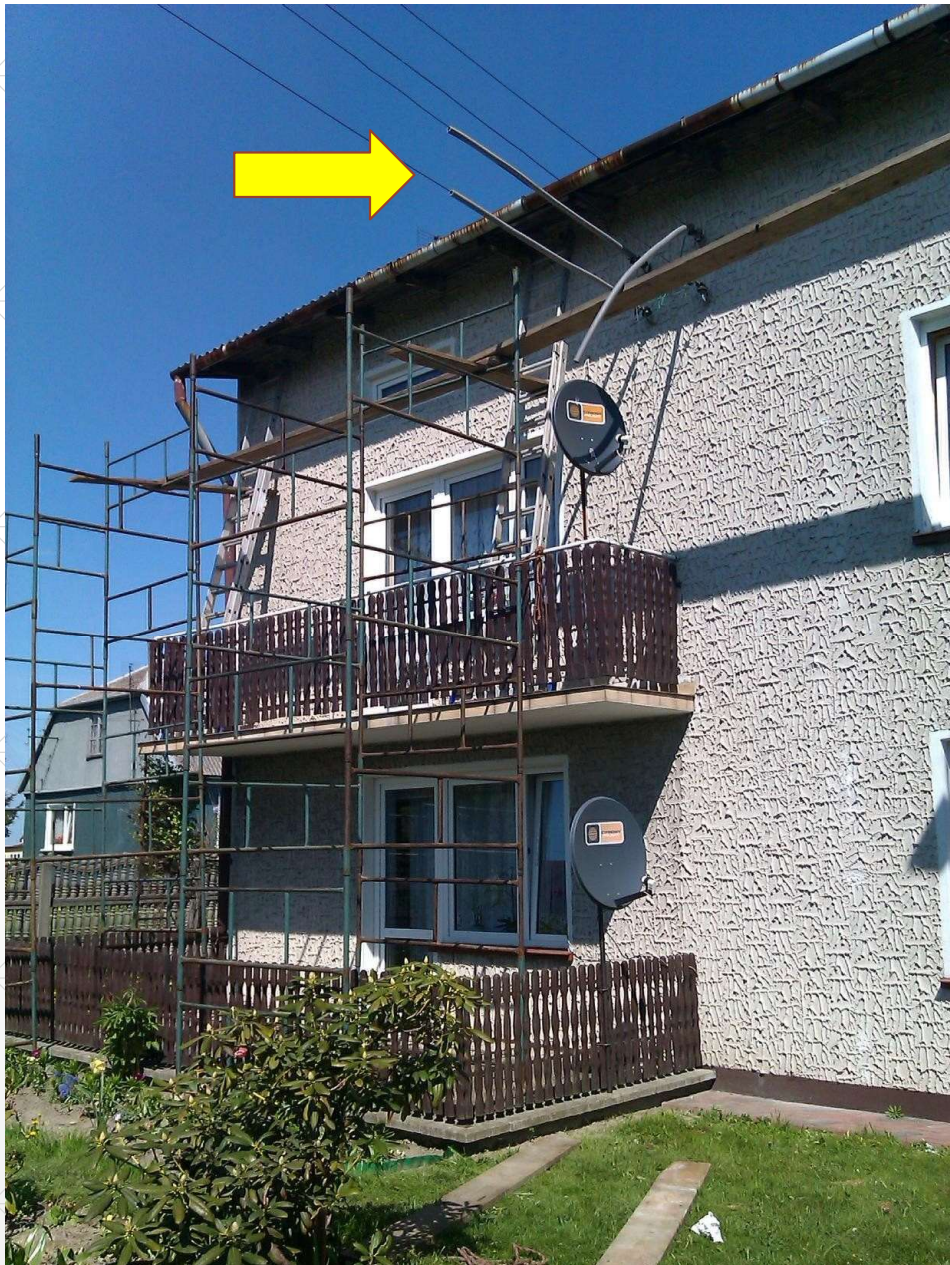












PN-HD 60364-7-704:2010

704.1.1 Specjalne wymagania niniejszej części dotyczą instalacji na terenie budowy i rozbiórki w czasie prac budowlanych lub rozbiórkowych, włączając w to np:

- budowę nowych obiektów budowlanych;
- remonty, przebudowy, rozbudowy, rozbiórki istniejących obiektów budowlanych lub części istniejących obiektów budowlanych;
- prace inżynierskie;
- roboty ziemne;
- podobne prace.

Te wymagania mają zastosowanie do instalacji stałych lub ruchomych.

Wymagania nie mają zastosowania do

PN-HD 60364-7-704:2010

704.410.3.10 Obwody zasilające gniazda wtyczkowe o prądzie znamionowym do 32 A włącznie i inne obwody zasilające ręczne narzędzia elektryczne o prądzie znamionowym do 32 A włącznie powinny być zabezpieczane przez:

- urządzenia różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym nieprzekraczającym 30 mA (415.1) lub;
 - środek ochronny: bardzo niskie napięcie SELV i PELV (414) lub;
 - środek ochronny: separacja elektryczna (413), każde gniazdo wtyczkowe i ręczne narzędzie elektryczne jest zasilane indywidualnie z transformatora separacyjnego lub przez oddzielne uzwojenie transformatora separacyjnego.
-

PN-HD 60364-7-704:2010

704.522.8.9

Nowy akapit:

Przewody giętkie powinny być typu H07 RN-F lub im równoważne, odporne na ścieranie i na wodę.

Nowy podrozdział:

704.522.8.10 W celu uniknięcia uszkodzenia nie zaleca się układania przewodów w miejscach przejść lub przejazdów.

Tam gdzie to jest konieczne, powinna być zastosowana specjalna ochrona przed uszkodzeniem mechanicznym i przed możliwością styku z częściami budowli.

Szczególną uwagę należy zwrócić na ochronę układanych i zawieszanych przewodów przed uszkodzeniem mechanicznym powodowanym czynnikami środowiskowymi i prowadzonymi pracami budowlanymi.

PN-HD 60364-7-704:2010

704.536.2.2 Urządzenia do odłączania izolacyjnego

Dodaje się następujące wymagania:

Każdy zestaw instalowany na terenach budowy (ACS) powinien zawierać urządzenie do przyłączenia i odizolowania doprowadzonego zasilania.

Urządzenia do izolacyjnego odłączania zasilania powinny mieć zabezpieczenie ich pozycji otwarcia (patrz 536.2.1.3) (np. za pomocą kłódki lub umieszczenia w zamykanej obudowie).

Odbiorniki energii elektrycznej powinny być zasilane z rozdzielnic terenów budowy (ACS), przy czym każda z nich powinna być wyposażona w:

- urządzenia zabezpieczające przed prądem przetężeniowym;
- urządzenia zapewniające ochronę przy uszkodzeniu;
- gniazda wtyczkowe, jeśli są wymagane.

Zasilania bezpieczeństwa i rezerwowe powinny być przyłączone za pomocą urządzeń zestawionych w sposób uniemożliwiający połączenie różnych źródeł.

Dziękuję za uwagę

