



BRANŻOWE CENTRUM
UMIEJĘTNOŚCI NR 3

Materiały szkoleniowe

MONTAŻ, KONSERWACJI I DIAGNOSTYKI INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

Pracownia wykonywania instalacji elektrycznych z wykorzystaniem podzespołów, aparatów i urządzeń w inteligentnych systemach stosowanych w budynkach

Materiały opracował:

Nauczyciel praktycznych przedmiotów zawodowych

mgr inż. Łukasz Michalec

Bezpieczeństwo pracy podczas pracy elektryka

Instalacje i urządzenia elektryczne stwarzają realne ryzyko dla zdrowia i życia. Zgodnie z ich charakterem uzgodniono klasyfikację czynników wywoływanych przez elektryczność, które są szkodliwe dla zdrowia ludzkiego: prąd elektryczny, łuk elektryczny, pole elektromagnetyczne i elektryczność statyczna. Oddziaływanie każdego z nich jako szkodliwego czynnika na organizm żywej osoby przejawia się inaczej. Jednak jednym z najbardziej niebezpiecznych czynników jest prąd elektryczny. Prąd elektryczny nie ma żadnych cech fizycznych ani innych właściwości, które pozwoliłyby człowiekowi odczuć go zmysłami (wzrokiem, słuchem, węchem, smakiem) przed dotknięciem części sprzętu elektrycznego, które są normalnie narażone na napięcie lub przez pogorszenie izolacji skutki kontaktu bywają natychmiastowe. Porażenia prądem należą do najczęstszych przyczyn wypadków śmiertelnych. Nawet jeśli objawy są pozornie łagodne, organizm może doznać trwałych zmian.

O skali zagrożenia decydują przede wszystkim natężenie prądu i czas jego przepływu, a także rodzaj prądu (AC/DC), częstotliwość oraz tor przejścia przez ciało. Szczególnie niebezpieczna jest droga „prawa dłoń — lewa stopa” (przez okolice serca).

Gdy przez część ludzkiego ciała przepływa prąd większy niż 30 mA, istnieje poważne zagrożenie dla życia tej osoby, jeśli prąd ten nie zostanie szybko wyłączony.

Uwaga! Osoby bez przygotowania teoretycznego i praktycznego w zakresie elektrotechniki, zasilania oraz montażu urządzeń elektrycznych, a także bez umiejętności bezpiecznego posługiwania się podstawowymi narzędziami i wykonywania prac elektroinstalacyjnych/naprawczych, **nie powinny** podejmować takich działań. Każda pomyłka może stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia i życia oraz prowadzić do trwałych uszkodzeń mienia lub sprzętu. Prace **te mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające wymagane kwalifikacje i uprawnienia elektryczne.**

Zasady bezpiecznej pracy przy urządzeniach do 0,4 kV — wymagania ogólne:

- Pracuj w granicach posiadanych uprawnień, po instruktażu stanowiskowym i pod nadzorem prowadzącego.
- Zanim rozpoczniesz czynności, upewnij się, że rozumiesz działanie układu; wskaź i kontroluj potencjalnie niebezpieczne miejsca.
- Przygotuj i uporządkuj narzędzia przed montażem/demontażem — unikniesz improwizacji w trakcie pracy.

- Utrzymuj narzędzia w dobrym stanie; codziennie kontroluj części izolowane pod kątem pęknięć i uszkodzeń.
- Narzędzia ręczne (młotki, dłuta itd.) muszą być sprawne, z pewnym mocowaniem trzonek i właściwym wykończeniem części roboczych.
- Dobieraj klucze do rozmiaru nakrętki; nie stosuj prowizorycznych przedłużeń.
- Noś i przechowuj narzędzia w torbach/szafkach narzędziowych — unikaj luźnych przedmiotów na stanowisku.
- Stosuj wymagane środki ochrony indywidualnej: rękawice i obuwie dielektryczne, maty/stojaki izolacyjne, narzędzia z izolowanymi uchwytami, wskaźniki napięcia, przenośne uziemiacze, kaski; w strefach szczególnych — okulary, odzież ochronną, ochronniki słuchu, środki ochrony dróg oddechowych.
- Zachowaj porządek na stanowisku; nie dopuszczaj do obecności nieizolowanych przewodów, ciał obcych pod stopami, czy „luźnych” kabli.
- Zlokalizuj i oznacz urządzenia odłączające (wyłącznik główny, bezpieczniki, wtyczki); zapewnij do nich łatwy dostęp.
- **Nigdy nie zakładaj, że obwód jest beznapięciowy — zawsze sprawdzaj wskaźnikiem/multimetrem. Przed pracą odłącz zasilanie.**
- Oznakuj strefę pracy tablicami ostrzegawczymi/zakazu; stosuj blokady i inne środki organizacyjne.
- Zabezpieczaj otwory technologiczne i krawędzie — balustrady min. 1,1 m.
- Zorganizuj kolejność robót tak, aby nie stwarzać zagrożeń dla osób w pobliżu.
- Po wykonaniu lub zmianie połączeń, przed załączeniem napięcia, zgłoś gotowość do kontroli prowadzącemu.
- Pracuj przy dobrym oświetleniu; niewystarczające światło zwiększa ryzyko błędów i przeciążenia wzroku.
- Nie pracuj w zawilgoceniu i nie dotykaj urządzeń mokrymi dłońmi; w razie potrzeby izoluj się od wilgotnego podłoża (np. sucha deska).
- Nie odłączaj przewodów ochronnych; regularnie weryfikuj ich stan.
- Nie używaj urządzeń prowizorycznych ani z uszkodzonymi wtykami /gniazdami/ przewodami; nie pozostawiaj włączonego sprzętu bez nadzoru.
- Pożary elektryczne gaś wyłącznie odpowiednimi gaśnicami (proszkowymi/CO₂) — nie używaj wody.
- Prace z podwyższenia prowadź na właściwych środkach (rusztowania, platformy); na drabinie nie wykonuj spawania, nie używaj elektronarzędzi prochowych i nie pracuj przy nieosłoniętych częściach wirujących.
- Nie ciągnij, nie skręcaj i nie nadwyrężaj kabli; unikaj kolizji z innymi mediami (węże, przewody).
- W czasie burzy unikaj kontaktu z metalowymi konstrukcjami, instalacjami i antenami.
- W strefach zagrożonych wybuchem używaj wyłącznie urządzeń o odpowiedniej klasie przeciwwybuchowej.
- Usuń biżuterię i luźne elementy garderoby; długie włosy zabezpiecz.

Nie dotykaj jednocześnie uziemionych elementów i części metalowych urządzeń (grzejniki centralnego ogrzewania, rury itp.)— w razie uszkodzenia izolacji grozi to przepływem prądu przez ciało ludzkie.

Instalacje elektryczne - Porady praktyczne

Instalacja elektryczna oraz montaż urządzeń — od najprostszego gniazda, aż po układy zasilania awaryjnego — to jeden z kluczowych etapów zarówno nowej budowy, jak i remontu, modernizacji czy przebudowy obiektów, niezależnie od ich przeznaczenia

Prace elektroinstalacyjne mogą być:

- **zewnętrzne** — m.in. uziemienia, prowadzenie okablowania na elewacjach i na zewnątrz budynku, trasy kablowe, układanie kabli w ziemi;
- **wewnętrzne** — montaż gniazd, łączników, opraw, rozdzielnic, prowadzenie przewodów i kabli, przyłączanie odbiorników;
- **przygotowawcze** — prace mechaniczne: wyznaczanie tras, lokalizacja osprzętu, wykonywanie otworów i bruzd, montaż elementów wsporczych itp.

Ze względu na różne funkcje pomieszczeń i budynków, zakres i technologia robót znacząco się różnią. W obiektach przemysłowych liczba czynności jest zwykle większa niż w domach prywatnych. Aby skrócić czas realizacji, prace elektroinstalacyjne prowadzi się równolegle z robotami budowlanymi i innymi instalacjami, zgodnie z harmonogramem.

Dwustopniowy montaż instalacji

Współczesne podejście dzieli montaż na dwa etapy, co upraszcza i przyspiesza cały proces.

Etap 1 — przygotowawczy

- Prefabrykacja rozdzielnic i pól zasilająco-sterowniczych, małych pulpitów, układów automatycznego załączania rezerwy, baterii do kompensacji mocy biernej oraz elementów „inteligentnego domu”.
- Wykonanie metalowych fundamentów i detali montażowych dla szaf, przygotowanie tras kablowych, rur ochronnych (stalowych i tworzywowych).
- Ułożenie przewodów ukrytych przed tynkowaniem i pracami wykończeniowymi.
- Montaż okablowania zewnętrznego oraz sieci uziemiających. Te czynności prowadzi się równolegle z robotami ogólnobudowlanymi zgodnie z planem.

Etap 2 — montaż właściwy

- W pierwszej kolejności wykonuje się **uziemięcie** oraz **ochronę odgromową**.
- Następnie montuje się w przygotowanych miejscach urządzenia, szyny, przewody i kable, a całość łączy zgodnie ze schematem w kompletny układ.
- W pomieszczeniach technicznych etap ten realizuje się po zakończeniu robót budowlanych/wykończeniowych i instalacji sanitarnych.
- W pozostałych strefach prace prowadzi się po montażu instalacji technologicznych, rurociągów i kanałów wentylacyjnych.
- Finalnie montuje się oświetlenie, gniazda, łączniki i osprzęt — zwykle po zakończeniu prac wykończeniowych.
- Zwieńczeniem jest rozruch, regulacja, próby funkcjonalne i **przekazanie instalacji**.

Naprawy i modernizacje

Przed rozpoczęciem prac ocenia się stan techniczny instalacji (przewody, łączniki, aparatura, osprzęt). Klient otrzymuje kompletny raport z wykazem nieprawidłowości oraz sposobami ich usunięcia.

Wymogi formalne i bezpieczeństwo

Wszelkie roboty należy prowadzić zgodnie z:

- przepisami dotyczącymi instalacji elektrycznych,
- prawem budowlanym i przepisami techniczno-budowlanymi,
- dokumentacją i instrukcjami producentów urządzeń, materiałów i osprzętu,
- zasadami ochrony przeciwpożarowej.

Podmioty realizujące montaż muszą posiadać **stosowne kwalifikacje i potwierdzenie kompetencji**. W obiektach czynnych (podłączonych do sieci) wymagane są uprawnienia wydane przez właściwy organ regulacyjny do instalowania i eksploatacji urządzeń elektrycznych. ***Wykonywanie prac bez ważnych uprawnień lub z zawieszonym certyfikatem jest zabronione.***

Elektryczność nie wybacza błędów!

Jeżeli prace związane z instalacją elektryczną i sprzętem będą prowadzone zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, z pewnością nie będzie żadnych poważnych problemów i skutków.

Najczęstsze błędy — czego unikać

1. Rozpoczynanie bez przejrzystego schematu

Schemat instalacji (z trasami kabli i lokalizacją puszek) powinien wynikać z projektu lub być rzetelnie przygotowany przed startem. Brak planu prowadzi do kosztownych przeróbek gniazd i łączników.

2. Stosowanie niskiej jakości wyrobów.

Tanie, anonimowe produkty szybko zawodzą i mogą stwarzać zagrożenie. Używaj osprzętu zgodnego z wymaganiami bezpieczeństwa.

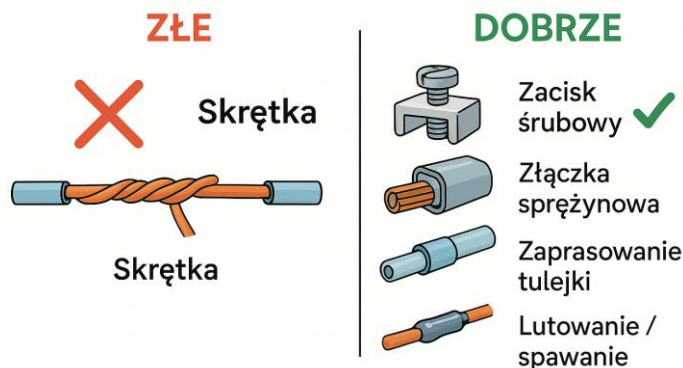
3. Dobór przewodów o niewłaściwym przekroju.

Zbyt mały przekrój to przegrzewanie, spadki napięć i ryzyko pożaru — szczególnie przy długotrwałych obciążeniach.

4. Nieprawidłowe łączenie żył.

Same „skrętki” bez lutowania/zgrzewania prowadzą do nagrzewania i degradacji izolacji. Dopuszczalne są: zaciski śrubowe/sprężynowe, zaprasowanie, spawanie, lutowanie (Rys.1)

Nieprawidłowe łączenie żył (skrętka)



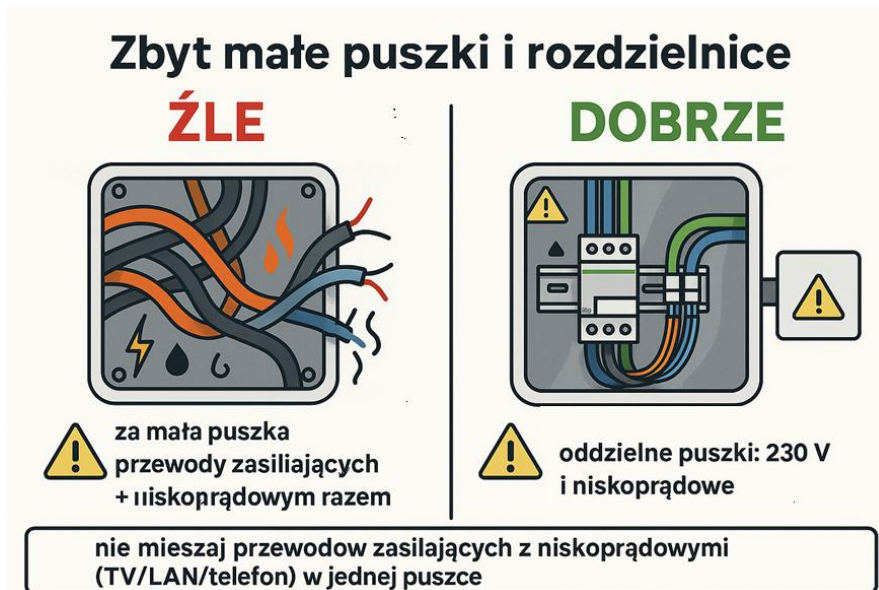
Nie łącz bezpośrednio Cu z Al – użyj złączek separujących lub połączenia śrubowego z przekładkami.

Rys. 1. Porada dot. łączenia żył kabli

Cu-Al bezpośrednio łączyć nie wolno — powstaje para galwaniczna, rośnie rezystancja styku i temperatura. Jeśli połączenie jest konieczne, stosuj dedykowane złączki (np. typów umożliwiających separację materiałów) lub połączenie śrubowe ze stalowymi podkładkami i elementami zabezpieczonymi antykorozyjnie; dla żył aluminiowych używaj sprężystych podkładek dociskowych.

5. Zbyt małe puszki i rozdzielnice.

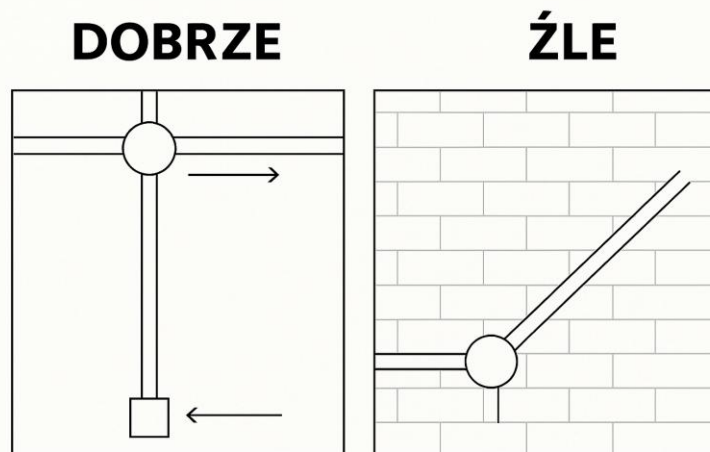
„Upychanie” przewodów sprzyja nagrzewaniu i upływowi. Nie wolno łączyć w jednej puszcze przewodów zasilających z niskoprądowymi (TV, LAN, telefon). Zob. Rys. 2. z przykładem zbyt małych skrzynek.



Rys. 2. Porada dot. wielkości puszek i rozdzielnic

6. Łamanie zasad prowadzenia instalacji.

Unikaj prowadzenia przy źródłach ciepła. Przewody układa się **poziomo do puszek i pionowo do osprzętu** — prowadzenie „po skosie” (Rys. 3) utrudnia późniejsze prace i zwiększa ryzyko uszkodzeń.



Rys. 3. Porada dot. zasad prowadzenia instalacji

7. Zwykły osprzęt w strefach wilgotnych.

W łazienkach i podobnych pomieszczeniach stosuj osprzęt o odpowiednim stopniu ochrony IP; w przeciwnym razie możliwe są iskrzenia i niepożądane zadziałania RCD.

8. Błędy w szafach i rozdzielnicach.

Najczęstsze uchybienia:

- brak schematu i dokumentacji eksploatacyjnej,
- brak oznaczeń zewnętrznych i wewnętrznych; nieczytelna numeracja,
- przewody o zbyt małym przekroju, luźne/mobilne aparaty, brak dławnic — spadek stopnia IP,
- połączenia o podwyższonej rezystancji, brak rezerwy długości; **PE/PEN pozostawiaj dłuższe** niż fazowe,
- nieprzestrzeganie zaleceń producenta dot. typów/przekrojów przewodów i liczby żył w zacisku,
- bałagan w prowadzeniu przewodów; mostki między wyłącznikami z przewodu o zbyt małym przekroju — stosuj **szyny grzebieniowe**,
- **kolory**: niebieski = N, żółto-zielony = PE; nie używaj ich do innych celów.

O podłączaniu przewodów do wyłączników: koniec odizolowanej żyły nie może wystawać poza zacisk. Upewnij się, że izolacja nie weszła pod styk.

Norma **IEC 60898-1** wymaga, aby zaciski małych wyłączników (do 32 A) umożliwiały podłączenie żył bez specjalnego przygotowania.

Gdy do jednego zacisku muszą wejść **dwie żyły**, powinny mieć ten sam materiał i przekrój; prąd znamionowy zabezpieczenia nie może być przekroczony. Przy większej liczbie przewodów stosuj listwy rozdzielcze na szynie DIN lub dedykowane złączki. Wielu producentów (np. Eaton, Legrand, Hager) oferuje wersje z zaciskami ułatwiającymi łączenie żył o różnych przekrojach — zawsze postępuj zgodnie z katalogiem/instrukcją.

9. Pozostawianie nieużywanej starej instalacji.

Nieużywane odcinki (czasem nadal pod napięciem) zwiększają prądy upływu i ryzyko pożaru oraz utrudniają eksploatację. Wraz z wiekiem izolacji prąd upływu rośnie; przy ok. **150 mA** (ok. **33 W** strat) istnieje realne ryzyko zapalenia. Zasady ochrony ppoż. wymagają demontażu zbędnych, otwartych fragmentów instalacji.

10. Zmiany „w locie” i zlecenia ad hoc.

Brak koordynacji między branżami, spontaniczne decyzje projektowe lub działania bez projektu skutkują brakami osprzętu lub jego niewłaściwą lokalizacją — typowy problem w inwestycjach prywatnych.

Zadanie 1. Regulamin pracowni

Słuchacze/kursanci w formule burzy mózgów identyfikują zachowania, postawy i sytuacje, które mogą zagrażać bezpieczeństwu podczas zajęć, a następnie formułują zasady bezpiecznej pracy w pracowni.

Zasady wykonywania instalacji elektrycznych

Dostosowanie instalacji do charakteru pomieszczenia

W części mieszkalnej budynku ściany są zazwyczaj wykończone tynkiem, a pomieszczenia ogrzewane, co stwarza sprzyjające warunki do prowadzenia standardowej instalacji elektrycznej. Inaczej wygląda sytuacja w piwnicach, składach opału czy garażach – tam ściany często pozostają nieotynkowane, a pomieszczenia są wilgotniejsze i słabiej ogrzewane niż część mieszkalna. Podobne środowisko panuje również w przydomowych szklarniach, gdzie występuje duża wilgotność powietrza oraz zmienne warunki temperaturowe.

Z tych względów instalacja elektryczna musi być zawsze dostosowana do charakteru danego pomieszczenia oraz do rodzaju wykończenia ścian. Oznacza to dobór odpowiednich przewodów, osprzętu i sposobów prowadzenia instalacji. W pomieszczeniach suchych i ogrzewanych można stosować rozwiązania typowe, natomiast w miejscach wilgotnych i narażonych na większe obciążenia środowiskowe wymagane są elementy o podwyższonej szczelności, odporności mechanicznej i lepszych parametrach izolacyjnych.

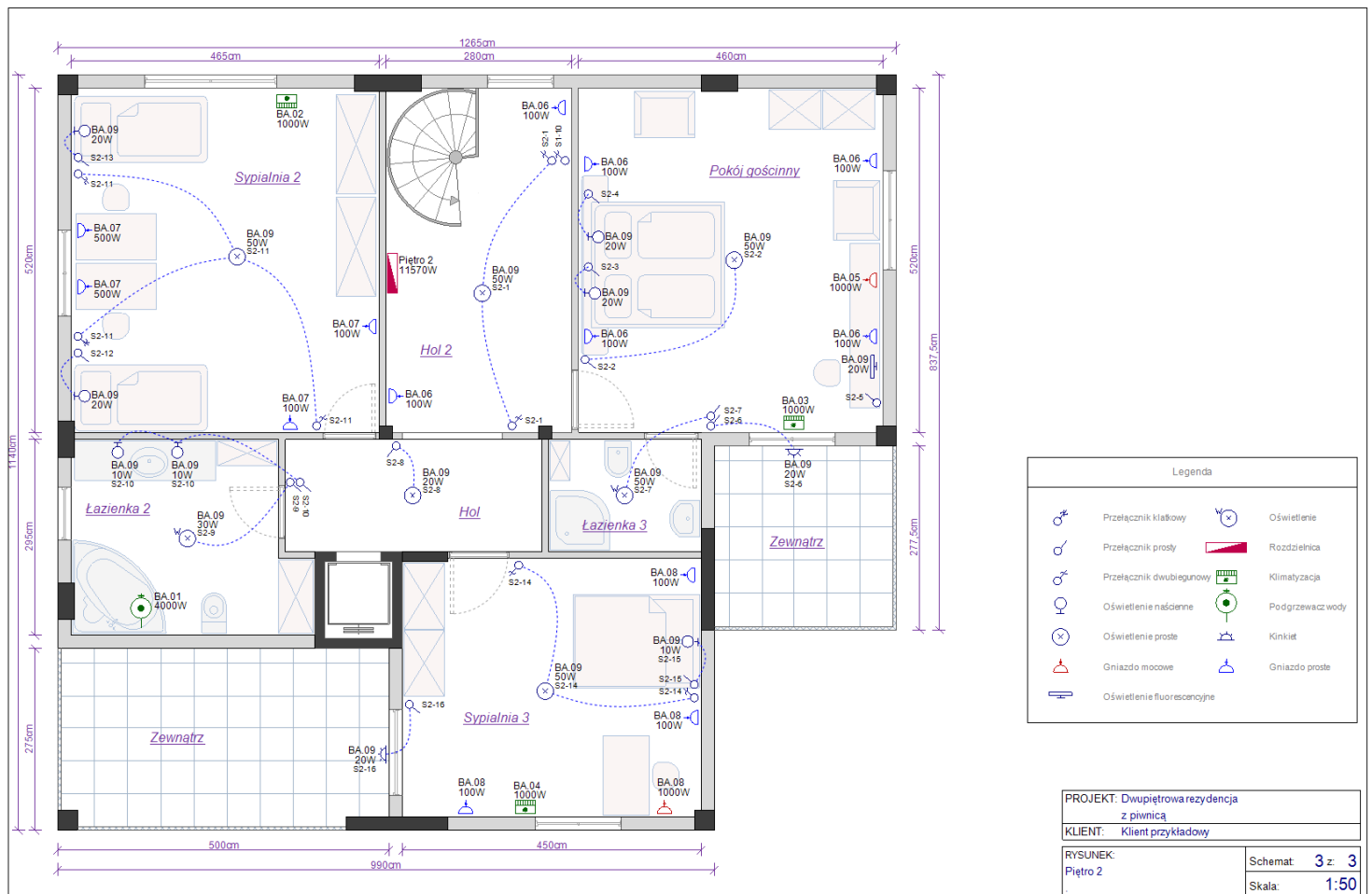
Takie podejście nie tylko zwiększa bezpieczeństwo użytkowników, ale również zapewnia trwałość instalacji i ogranicza ryzyko awarii. Zasady doboru materiałów i rozwiązań konstrukcyjnych do rodzaju pomieszczeń często zestawia się w formie tabel (np. Tabela 1), które stanowią praktyczną pomoc przy projektowaniu i wykonywaniu instalacji w budownictwie jednorodzinym.

Tabela 1. Zasady doboru sposobu wykonania instalacji w jednorodzinym budynku mieszkalny i pomieszczeniach pomocniczych

Rodzaj pomieszczenia	Sposób wykonania instalacji
Pokój mieszkalny	Przewody jednożyłowe, izolowane, w rurach instalacyjnych pod tynkiem
Przedpokój	Przewody wtynkowe w tynku
Hall	Przewody wielożyłowe w listwach i kanałach instalacyjnych przypodłogowych oraz naściennych
Kuchnia	Przewody jednożyłowe, izolowane, w rurach instalacyjnych pod tynkiem
Łazienka	Przewody wtynkowe w tynku

WC	Przewody wielożyłowe w listwach instalacyjnych przypodłogowych i naściennych
Sauna	Przewody wielożyłowe na uchwytach, na tynku
Basen	
Garaż	Przewody wielożyłowe w tynku
Warsztat	Kable na podłożu
Szklarnia	

W pokojach, korytarzach i innych suchych oraz ogrzewanych pomieszczeniach, a także w pomieszczeniach przejściowo wilgotnych, takich jak np. łazienka, instalację układa się pod tynkiem lub w tynku, stosując odpowiednio przewody jednożyłowe w rurach instalacyjnych lub płaskie wtynkowe przewody wielożyłowe. W pomieszczeniach wilgotnych oraz w tych, których ściany są nieotynkowane, instalację układa się na wierzchu, stosując przewody wielożyłowe lub rury instalacyjne z wciągniętymi do nich pojedynczymi przewodami.



Rys. 4: Plan instalacji oświetleniowej– Dwupiętrowa rezydencja z piwnicą

Piętro 2

Zadanie 2. Zakupy w hurtowni elektrycznej – analiza planu instalacji elektrycznej

Na podstawie dostarczonego schematu instalacji elektrycznej (Rys. 4: *Piętro 2 – Dwupiętrowa rezydencja z piwnicą*) sporządź listę niezbędnych materiałów i osprzętu, który należy zakupić w hurtowni elektrycznej, aby zrealizować projekt zgodnie z planem.

Etapy realizacji zadania:

1. Analiza schematu:
 - Odszukaj i policz wszystkie:
 - Przełączniki (pojedyncze, krzyżowe, schodowe),
 - Gniazda (zwykłe, siłowe, zewnętrzne),
 - Punkty oświetleniowe (zwykłe, fluorescencyjne, nadzorcze),
 - Rozdzielnice i tablice bezpiecznikową.
2. Zidentyfikuj i określ typy osprzętu:
 - Określ rodzaje opraw oświetleniowych (np. 100W, 500W itp.).
 - Ustal, czy dane gniazda powinny mieć dodatkową ochronę (np. IP44 w łazienkach lub na zewnątrz).
3. Sporządź listę zakupów:
 - Przygotuj tabelę zawierającą:
 - Nazwę elementu (np. gniazdo pojedyncze IP44, łącznik schodowy, oprawa 100W),
 - Ilość,
 - Szacunkową cenę jednostkową (na podstawie katalogu hurtowni – np. online),
 - Łączną cenę.
4. Zastosuj jednostki zgodnie z normami:
 - Przyjmij napięcie instalacji 230V/50Hz.
 - Załóż montaż natynkowy lub podtynkowy zgodnie z typem pomieszczenia (analizuj kuchnie, łazienki, pokoje, zewnątrz).

Efekt końcowy:

Uczestnik kursu powinien oddać:

- Listę zakupów w formie tabeli (Excel lub Word),
- Krótkie uzasadnienie wyboru osprzętu dla przynajmniej 3 pomieszczeń (np. dlaczego w łazience zastosowano gniazdo IP44),
- Oszacowanie łącznego kosztu materiałów.

Tabela 2. Zasady doboru przewodów i osprzętu

Rodzaj wykonania instalacji	Kable	Osprzęt
W rurach instalacyjnych pod tynkiem	Jednożyłowe, izolowane (typu DY)	Podtynkowy
Wtynkowe	Wtynkowe (typu YDYt)	Podtynkowy
W listwach i kanałach instalacyjnych przypodłogowych i naściennych	Wielożyłowe (typu YDY)	Specjalny do mocowania na listwach
Przewody na tynku lub w tynku	Wielożyłowe (typu YDY)	Szczelny natynkowy

Do sposobu wykonania instalacji oraz charakteru pomieszczenia należy dostosować puszkę, gniazda wtynkowe i łączniki. W instalacji podtynkowej lub wtynkowej stosuje się osprzęt podtynkowy, przy czym w łazience i kuchni zalecane jest instalowanie osprzętu hermetycznego. Natomiast w instalacji ułożonej na wierzchu z reguły stosuje się osprzęt natynkowy. Przy czym w pomieszczeniach wilgotnych i słabo ogrzewanych powinien to być osprzęt hermetyczny.

Zadanie 3. Rozpoznawanie rodzaju i budowy kabli na podstawie ich oznaczeń literowych

Cel: Nauczyć się identyfikować typy kabli elektrycznych na podstawie ich symboli literowych zgodnie z obowiązującymi normami i oznaczeniami katalogowymi.

Polecenie: Rozszyfruj podane oznaczenia kabli. Dla każdego z nich podaj:

- Typ kabla
- Rodzaj żył (materiał i liczba)
- Izolację
- Powłokę zewnętrzną
- Zastosowanie

Odpowiedz (do uzupełnienia):

Oznaczenie kabla	Typ kabla	Żyły	Izolacja	Powłoka	Zastosowanie
YKY 3x2,5 mm ²					
NYM-J 5x1,5 mm ²					
YDYp 3x1,5 mm ²					
N2XH-J 3x2,5 mm ²					

Stopnie ochrony IP

Obudowy osprzętu hermetycznego muszą zapewniać odpowiednią ochronę zarówno przed wnikaniem ciał stałych, jak i przed działaniem wody. Poziom tej ochrony określa norma PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP). Oznaczenie składa się z dwóch liter „IP” oraz dwóch cyfr. Pierwsza z nich informuje o stopniu zabezpieczenia przed dostępem ciał stałych i pyłu, druga natomiast – przed wnikaniem wody. Jeżeli w danym przypadku nie wymaga się określenia jednego z parametrów, zamiast cyfry stosuje się literę „X”.

Przykładem praktycznego zastosowania przepisów jest norma PN-HD 60364-7-701:2010 dotycząca instalacji w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem. W strefach 1 i 2 łazienek należy stosować gniazda wtyczkowe oraz łączniki o stopniu ochrony co najmniej IPX4, czyli bryzgoszczelne. Oznacza to, że urządzenia te muszą być odporne na działanie wody padającej z dowolnego kierunku w formie bryzgów. W praktyce jednak korzystniejsze jest stosowanie elementów o stopniu ochrony IPX5, czyli strugoszczelnych, ponieważ są one zabezpieczone także przed przypadkowym obmyciem strumieniem wody, np. z prysznica.

W strefie 1 łazienek wymagany jest jeszcze wyższy stopień ochrony – IPX7. Oznacza on odporność na krótkotrwałe zanurzenie w wodzie, co jest szczególnie istotne ze względu na bliskość armatury łazienkowej oraz możliwość przypadkowego zalania osprzętu.

Dobór osprzętu hermetycznego o odpowiednim stopniu ochrony IP ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa użytkowników. Niewłaściwie dobrana obudowa może prowadzić nie tylko do uszkodzenia urządzenia, ale również do poważnego zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym.

Tabela 3. Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy - kod IP (wg PN-EN 60529:2003)

Ochrona przed dostępem ciał stałych		Ochrona przed wodą	
Pierwsza cyfra kodu	Stopień ochrony	Druga cyfra kodu	Stopień ochrony
0	bez ochrony	0	bez ochrony
1	o średnicy 50 mm i większej	1	przed padającymi kroplami
2	średnicy 12,5 mm i większej	2	przed padającymi kroplami do kąta 15°
3	o średnicy 2,5 mm i większej	3	przed natryskiwaniem
4	o średnicy 1 mm	4	przed bryzgami

	i większej		
5	ochrona przed pyłem	5	przed strugą
6	pyłoszczelna	6	przed silną strugą
		7	przed krótkotrwałym zanurzeniem w wodzie
		8	przed ciągłym zanurzeniem w wodzie

Z punktu widzenia ochrony przed porażeniem wszystkie urządzenia w domu mieszkalnym powinny mieć ochronę przed możliwością dotknięcia części pod napięciem. Z tego względu osprzęt przeznaczony do wnętrza mieszkalnych ma stopień ochrony co najmniej IP20, czyli chroniący przed możliwością dotknięcia palcem. W większości rozwiązań stosowany jest jednak ze względów eksploatacyjnych stopień ochrony IP44, czyli zabezpieczający przed dostępem ciał stałych o średnicy 1 mm oraz przed bryzgami wody.

Zadanie 4. Dobór osprzętu elektrycznego z odpowiednim stopniem ochrony IP w zależności od rodzaju pomieszczenia

Cel: Nauczyć się prawidłowego doboru gniazd, łączników i opraw oświetleniowych z uwzględnieniem stopnia ochrony IP (International Protection), zależnie od warunków eksploatacyjnych w różnych pomieszczeniach.

Opis sytuacji: Masz za zadanie dobrać odpowiedni osprzęt elektroinstalacyjny do trzech pomieszczeń o różnych wymaganiach środowiskowych:

1. Łazienka domowa
2. Magazyn suchy (hala magazynowa)
3. Myjnia samochodowa (pomieszczenie mokre i narażone na bryzgi wody)

Dla każdego z pomieszczeń:

- Dobierz typ gniazda elektrycznego oraz łącznika (natynkowy lub podtynkowy)
- Określ minimalny wymagany stopień ochrony IP
- Uzasadnij swój wybór, odwołując się do warunków środowiskowych i norm

Odpowiedz (do uzupełnienia):

Pomieszczenie	Rodzaj osprzętu	Typ montażu	Minimalny IP	Uzasadnienie
Łazienka domowa	Gniazdo / łącznik			
Magazyn suchy	Gniazdo / łącznik			
Myjnia samochodowa	Gniazdo / łącznik			

Zasady prowadzenia obwodów instalacyjnych

Zgodnie z zasadami dobrej praktyki monterskiej obwody instalacji elektrycznej należy prowadzić w liniach prostych, równoległe do krawędzi ścian oraz wzdłuż ościeżnic okiennych i drzwiowych. Takie rozwiązanie, oprócz estetyki i przejrzystości, ma również istotne znaczenie praktyczne. Umożliwia bowiem łatwe odtworzenie przebiegu instalacji na podstawie lokalizacji puszek i osprzętu, a tym samym ułatwia późniejsze prace modernizacyjne lub naprawcze.

Dodatkową zaletą prowadzenia przewodów w wyznaczonych liniach jest ochrona przed przypadkowym uszkodzeniem – na przykład podczas wiercenia otworów czy wykonywania innych prac wykończeniowych. Dzięki przewidywalnemu układowi tras przewodów zmniejsza się ryzyko ich naruszenia, co bezpośrednio przekłada się na bezpieczeństwo użytkownika instalacji.

Staranna realizacja powyższych zasad pozwala nie tylko na zwiększenie bezpieczeństwa użytkowników, ale również na niezawodną i długotrwałą eksploatację instalacji w wymagających warunkach, jakie panują w piwnicach i pomieszczeniach pomocniczych.

Zadanie 5. Lokalizacja przewodów i kabli z wykorzystaniem detektora *Wallscanner D-tect 200 C Professional*

Cel: Nabycie umiejętności bezpiecznego i skutecznego lokalizowania przewodów elektrycznych, rur metalowych, drewnianych elementów konstrukcyjnych oraz pustek w ścianach z wykorzystaniem nowoczesnego detektora wielofunkcyjnego.

Wyposażenie stanowiska:

- Detektor Wallscanner D-tect 200 C Professional
- Fragment ściany z ukrytymi przewodami, rurami, prętami zbrojeniowymi
- Marker lub taśma oznaczeniowa
- Miarka

Zakres pracy:

1. Zapoznaj się z instrukcją obsługi detektora oraz funkcjami ekranowymi.
2. Skonfiguruj detektor zgodnie z zaleceniami producenta do wykrywania przewodów pod napięciem.
3. Przeprowadź skan wyznaczonego fragmentu ściany:
 - W trybie wykrywania metalu,
 - W trybie wykrywania przewodów pod napięciem,
 - W trybie wykrywania drewna.
4. Zaznacz na ścianie miejsca wykrycia instalacji lub innych obiektów.
5. Porównaj uzyskane wyniki z planem ukrytych instalacji przygotowanym przez instruktora.
6. Oceń dokładność wykrycia oraz omów ewentualne błędy i trudności.
7. Sporządź krótką notatkę podsumowującą lokalizację oraz wnioski z wykonania zadania.

Uwagi:

- Zadbaj o prawidłowe ustawienie trybu pracy w zależności od rodzaju materiału (np. beton, cegła).
- Zachowuj ostrożność i nie wykonuj żadnych prac inwazyjnych (wiercenia, przebijania).
- Nie wykonuj skanowania w pobliżu urządzeń zakłócających (telefonów, transformatorów, przewodów wysokiego napięcia).

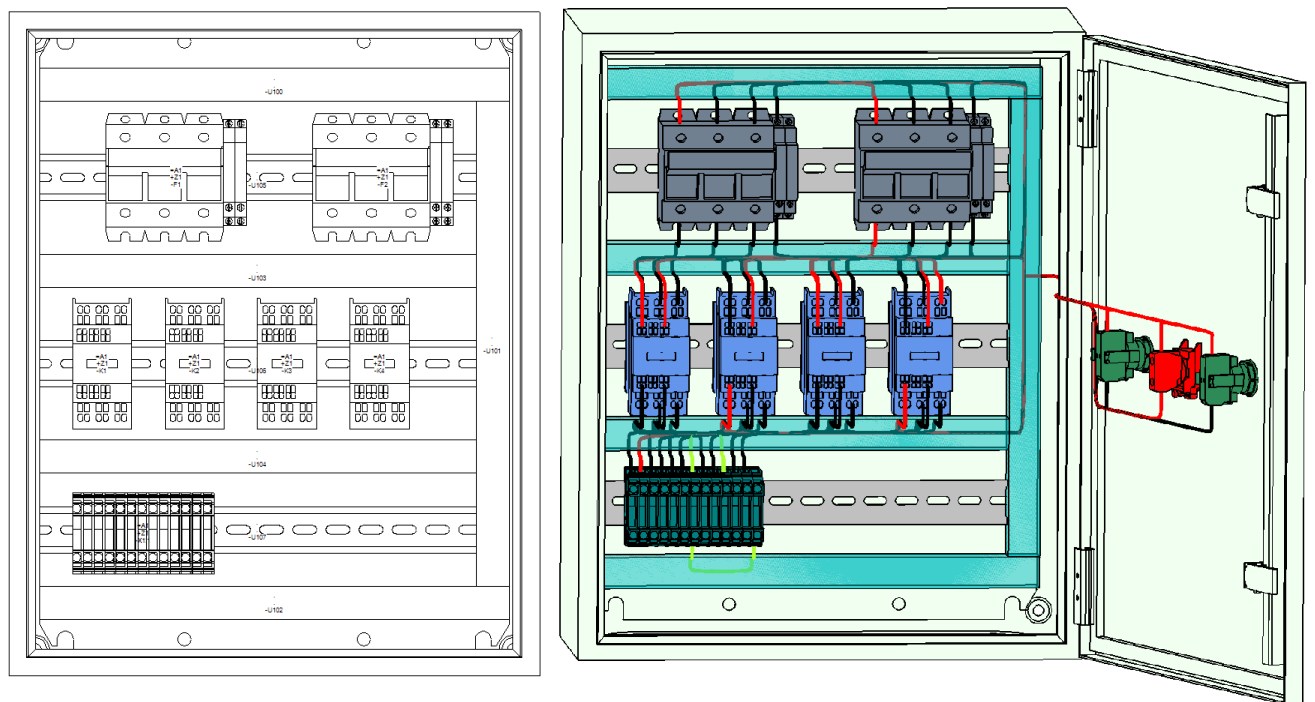
Efekt kształcenia:

Po wykonaniu zadania kursant powinien:

- Prawidłowo obsługiwać detektor D-tect 200 C,
- Rozpoznawać i lokalizować ukryte przewody i elementy konstrukcyjne,
- Znać podstawowe zasady bezpieczeństwa przy pracach związanych z wykrywaniem instalacji.

Rozdzielnica i zabezpieczenia

W instalacjach elektrycznych budynków jednorodzinnych rozdzielnica pełni rolę centralnego punktu, do którego doprowadzane jest zasilanie ze złącza. Jeżeli układ pomiaru energii elektrycznej nie znajduje się w samym złączu, to licznik lub liczniki powinny być zainstalowane bezpośrednio przy rozdzielnicy albo w oddzielnej obudowie. Nowoczesna lub modernizowana rozdzielnica powinna zawierać komplet podstawowych zabezpieczeń, czyli wyłączniki nadprądowe i różnicowoprądowe, a także aparaturę chroniącą instalację przed skutkami przepięć atmosferycznych i łączeniowych (Rys. 6).



Rys. 6. Przykład rozmieszczenia aparatury modułowej w rozdzielnicy w trakcie montażu

Rozdzielnicę należy zamontować w miejscu, które zapewnia łatwy i szybki dostęp w każdej sytuacji. Najczęściej umieszcza się ją w pobliżu drzwi wejściowych, na przykład w przedsionku. Optymalną wysokością instalacji jest około 1,8 m od poziomu podłogi – zapewnia to wygodne i bezpieczne użytkowanie aparatury. Umieszczenie rozdzielnicy zbyt nisko lub zbyt wysoko utrudnia obsługę i kontrolę.

W zależności od projektu rozdzielnica może być zabudowana we wnęce ściennej lub zamontowana natynkowo. Powinna być wyposażona w odpowiednią obudowę z drzwiczkami – pełnymi, metalowymi lub transparentnymi, wykonanymi z półprzezroczystego tworzywa. Wewnątrz instaluje się aparaturę modułową mocowaną na

standardowych szynach montażowych o szerokości 35 mm. Drzwiczki obudowy powinny być zamykane na klucz, aby uniemożliwić dostęp osobom niepowołanym. W domach, w których mieszkają dzieci, szczególnie ważne jest zabezpieczenie rozdzielnic i uświadomienie domownikom, że znajdujące się w niej urządzenia elektryczne mogą być niebezpieczne.

Każdy aparat umieszczony w rozdzielnicie powinien być jednoznacznie oznakowany – opis musi wskazywać, jaki obwód zabezpiecza i jaką pełni funkcję. Dobrą praktyką jest umieszczenie na wewnętrznej stronie drzwiczek schematu rozdzielnic, stanowiącego odbitkę dokumentacji technicznej z naniesionymi ewentualnymi zmianami.

Aparatura zamontowana w rozdzielnicie odpowiada za ochronę instalacji przed przeciążeniami i skutkami zwarć. W starszych instalacjach powszechnie stosowano bezpieczniki topikowe. W domach jednorodzinnych spotyka się dwa podstawowe typy gniazd bezpiecznikowych – 25 A i 63 A – oraz dopasowane do nich główki i wkładki topikowe. Najczęściej używane były wkładki o prądach znamionowych 6 A, 10 A i 16 A, pasujące do gniazd na 25 A. Aby zapewnić prawidłowy styk, w dnie gniazda należało umieścić wstawkę dolną o takim samym prądzie znamionowym, co zastosowana wkładka. Wartość prądu znamionowego można było odczytać z cyfr wybitych na metalowej części wkładki, a dodatkowym ułatwieniem była kolorystyka „oczek” umieszczonych na jej górnej części.

Zadziałanie bezpiecznika topikowego sygnalizowane było odpadnięciem „oczka”, co wskazywało konieczność wymiany wkładki na nową. Niedopuszczalne było naprawianie przepalonych bezpieczników ani zastępowanie ich wkładkami o większym prądzie znamionowym, gdyż mogło to prowadzić do poważnych zagrożeń. W nowych instalacjach odchodzi się już od stosowania bezpieczników topikowych. W starszych budynkach, w których nie przeprowadzono modernizacji, zaleca się zastąpienie ich wkręcanyimi wyłącznikami nadmiarowymi.

W nowoczesnych instalacjach stosuje się wyłączniki nadprądowe w postaci aparatów modułowych, jedno- lub trójbiegunowych, w zależności od obwodu. Ich znormalizowane wymiary umożliwiają prosty montaż i wymianę, a także pozwalają na łączenie aparatury różnych producentów w jednej rozdzielnicie. W obwodach jednofazowych stosuje się wyłączniki jednobiegunowe, włączane w przewód fazowy, natomiast w obwodach trójfazowych – wyłączniki trójbiegunowe, których bieguny zabezpieczają wszystkie przewody fazowe.



Rys. 7. Przykładowy wyłącznik nadmiarowy

W przewodach neutralnych (N) nie instaluje się zabezpieczeń nadprądowych. Umieszczanie jakichkolwiek zabezpieczeń lub łączników w przewodach ochronnych (PE) jest zabronione.

Przy wyborze odpowiedniego typu wyłącznika nadprądowego należy uwzględnić nie tylko obciążenie obwodu, ale także charakter odbiorników, które będą z niego zasilane. Wyłączniki instalacyjne o charakterystyce B stosuje się w obwodach zasilających urządzenia o niewielkich prądach rozruchowych i niewrażliwe na krótkotrwałe przeciążenia termiczne. Zabezpieczenia tego typu przeznaczone są głównie do ochrony obwodów oświetleniowych i grzejnych, gdzie obciążenia mają charakter stały i przewidywalny.

Wyłączniki o charakterystyce C wykorzystuje się w obwodach zasilających odbiorniki o większych prądach rozruchowych, takie jak silniki elektryczne o mocy do kilku kilowatów. Dzięki większej zwłoczności czasowej przy prądach rozruchowych wyłączniki te pozwalają uniknąć przypadkowego zadziałania podczas normalnego uruchamiania urządzenia.

W przypadku jeszcze większych silników elektrycznych, gdzie prądy rozruchowe i obciążenia są znacznie wyższe, konieczne jest stosowanie bardziej rozbudowanych aparatów, które zapewniają kompleksową ochronę napędu.

W starszych instalacjach elektrycznych można spotkać obwody zabezpieczone tradycyjnymi bezpiecznikami topikowymi oraz wyposażone w wyłączniki ręczne lub samoczynne z wyzwalaczami termicznymi. Choć rozwiązania te spełniały swoje zadania, obecnie coraz częściej zastępuje się je nowocześniejszymi układami.

W nowych instalacjach powszechnie stosuje się wyłączniki silnikowe, które łączą w sobie funkcje stycznika oraz wyłącznika z wbudowanymi zabezpieczeniami. Dzięki temu chronią silnik zarówno przed skutkami zwarć, jak i przed przeciążeniami, zapewniając jednocześnie możliwość łatwego sterowania jego pracą. Rozwiązanie to zwiększa bezpieczeństwo eksploatacji oraz niezawodność całej instalacji.



Rys. 8. Przykładowy wylacznik silnikowy

Aparaty do sterowania silnikami mogą być obsługiwane za pomocą przycisków, a wylaczniki nalezy umieszczac w bezposrednim sasiedztwie napedu. Dzieki temu operator ma mozliwosc obserwowania pracy urzadzenia podczas jego uruchamiania, co zwieksza bezpieczenstwo i minimalizuje ryzyko popeelnienia bledu. Dobor wielkosc aparatu powinien byc uzalezniiony od mocy zainstalowanego silnika, aby zapewnic niezawodna ochronę i wlasciwe parametry pracy.

W przypadku odbiorców zasilanych z sieci niskiego napięcia – do których zaliczają się właściciele domów jednorodzinnych – instalacja silników o większej mocy, zwykle powyżej 4,5 kW, wymaga wcześniejszego uzgodnienia sposobu rozruchu z właściwym rejonem energetycznym (operatorem systemu dystrybucyjnego). Wynika to z faktu, że przy bezpośrednim uruchamianiu silnika indukcyjnego wartość prądu rozruchowego może być kilkukrotnie wyższa od prądu znamionowego, co może powodować przeciążenie sieci.

Aby ograniczyć niekorzystne skutki dużego prądu rozruchowego, stosuje się różne metody rozruchu. Klasycznym rozwiązaniem jest przełącznik „gwiazda-trójkąt”, który pozwala zmniejszyć początkowy pobór prądu, a następnie przełączyć silnik na pełne zasilanie. Coraz częściej jednak wykorzystywane są nowoczesne układy tyrystorowe lub falowniki. Te ostatnie umożliwiają płynny rozruch, ograniczają prąd rozruchowy, a dodatkowo pozwalają na regulację prędkości obrotowej silnika i jego parametrów pracy, co zwiększa zarówno efektywność energetyczną, jak i żywotność urządzenia.

Zadanie 6. Rozruch i regulacja prędkości silnika jednofazowego z wykorzystaniem falownika FA-1LS-004 F&F

Cel: Nabycie umiejętności podłączenia, konfiguracji i obsługi falownika jednofazowego oraz praktycznego poznania zasad łagodnego rozruchu i regulacji prędkości silnika indukcyjnego.

Wyposażenie stanowiska:

- Falownik FA-1LS-004 1x230V AC 0,4 kW F&F,

- Silnik jednofazowy (0,25–0,4 kW),
- Zasilanie jednofazowe 230 V AC,
- Multimetr cyfrowy,
- Amperomierz cęgowy (do pomiaru prądu rozruchowego),
- Stoper lub zegar laboratoryjny,
- Instrukcja obsługi falownika.

Zakres pracy:

1. Zapoznaj się z instrukcją obsługi falownika oraz podstawowymi parametrami pracy.
2. Podłącz falownik do sieci jednofazowej oraz do zacisków silnika zgodnie ze schematem producenta.
3. Skonfiguruj falownik:
 - ustaw czas miękkiego startu (np. 5 s),
 - ustaw ograniczenie prądu rozruchowego,
 - aktywuj możliwość regulacji częstotliwości w zakresie 20–50 Hz.
4. Uruchom silnik przy zadanych ustawieniach i obserwuj jego pracę:
 - zmierz prąd w chwili rozruchu,
 - zmierz prąd w stanie ustalonym.
5. Zmień częstotliwość zadawaną falownikowi i obserwuj wpływ na prędkość obrotową silnika.
6. Porównaj wartości prądu rozruchowego z wartościami znamionowymi i z teoretycznym prądem rozruchu przy zasilaniu bezpośrednim.
7. Odpowiedz na pytania:
 - Jakie są zalety zastosowania falownika w stosunku do rozruchu bezpośredniego lub układu „gwiazda-trójkąt”?
 - W jaki sposób regulacja częstotliwości wpływa na parametry pracy silnika?
 - Jak falownik wpływa na bezpieczeństwo i energooszczędność układu?

Uwagi:

- Zachowaj szczególną ostrożność podczas pracy z napięciem 230 V AC.
- Dokładnie sprawdź połączenia przed włączeniem zasilania.
- Nie przekraczaj znamionowej mocy i prądu silnika.
- W trakcie pomiarów stosuj przyrządy o odpowiedniej kategorii bezpieczeństwa (CAT II/III).

Efekt kształcenia:

Po wykonaniu zadania kursant powinien:

- Prawidłowo podłączać i konfigurować falownik FA-1LS-004,
- Umieć uruchomić i regulować prędkość silnika jednofazowego,
- Rozumieć zalety łagodnego rozruchu i regulacji częstotliwości,
- Znać podstawowe zasady bezpieczeństwa przy pracy z falownikiem i silnikiem.

Oprócz wyłączników nadmiarowych, zgodnie z § 183 ust. 1 pkt 3 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim

powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, w instalacjach elektrycznych należy stosować również wyłączniki ochronne różnicowoprądowe. Ich zadaniem jest reagowanie na wszelkie nieprawidłowości w pracy instalacji – na przykład uszkodzenia izolacji przewodów czy podłączonych urządzeń – poprzez szybkie odłączenie obwodu od napięcia. Reakcja ta następuje w tak krótkim czasie, aby nie powstało zagrożenie dla życia i zdrowia użytkowników ani ryzyko pożaru.

W budynkach jednorodzinnych stosuje się wyłączniki różnicowoprądowe w dwóch podstawowych wielkościach znamionowego prądu różnicowego. Aparaty o czułości 300 mA lub 500 mA montowane są jako wyłączniki główne, których zadaniem jest ochrona przeciwpożarowa przed skutkami niesprawnej instalacji lub wadliwych urządzeń elektrycznych. Z kolei aparaty o czułości 30 mA instaluje się w celu ochrony ludzi przed porażeniem prądem elektrycznym. Zabezpieczają one pojedynczy obwód lub grupę kilku obwodów, zapewniając skuteczną ochronę domowników.

Do ochrony obwodu jednofazowego stosuje się wyłączniki różnicowoprądowe dwubiegunowe, w których bieguny przerywają obwód w przewodzie fazowym i neutralnym (nigdy w przewodzie ochronnym). Jeżeli ochrona ma dotyczyć obwodu trójfazowego bądź kilku obwodów jednofazowych lub trójfazowych, stosuje się wyłączniki czterobiegunowe, których bieguny przerywają przewody fazowe i przewód neutralny (również nie obejmując przewodu ochronnego).

Na obudowie każdego wyłącznika różnicowoprądowego znajduje się dźwignia umożliwiająca ręczne załączanie i wyłączanie obwodu. Dodatkowo umieszczony jest przycisk kontrolny oznaczony napisem „TEST”, służący do sprawdzenia poprawności działania aparatu. Regularne korzystanie z tego przycisku pozwala upewnić się, że wyłącznik wciąż reaguje prawidłowo i zapewnia należytą ochronę.



Rys. 9. Przykładowy wyłącznik różnicowy

Wyłącznik ochronny różnicowoprądowy dobiera się do prądu obciążenia chronionego obwodu, np. 10 A lub 16 A oraz prądu różnicowoprądowego, np. 30 mA.

Zadanie 7. Testowanie wyłączników różnicowoprądowych z wykorzystaniem miernika MRP-201 Sonel

Cel: Nabycie umiejętności prawidłowego wykonywania pomiarów parametrów wyłączników różnicowoprądowych (RCD) oraz oceny ich poprawności działania zgodnie z wymaganiami norm i przepisów bezpieczeństwa.

Wyposażenie stanowiska:

- Miernik zabezpieczeń różnicowoprądowych MRP-201 Sonel (z aktualnym certyfikatem kalibracji WMPLMRP201),
- Zestaw wyłączników różnicowoprądowych (typ AC, A, F) o różnych prądach znamionowych (np. 30 mA, 100 mA),
- Tablica szkoleniowa z możliwością podłączenia RCD,
- Przewody pomiarowe,
- Instrukcja obsługi miernika.

Zakres pracy:

1. Zapoznaj się z instrukcją obsługi miernika MRP-201 oraz funkcjami testowymi.
2. Podłącz miernik do badanego wyłącznika RCD zgodnie ze schematem producenta.
3. Wykonaj pomiary dla badanego RCD:
 - prąd zadziałania $I_{\Delta n}$ (wartość rzeczywista w stosunku do znamionowej),
 - czas zadziałania przy prądzie znamionowym,
 - czas zadziałania przy $5 \cdot I_{\Delta n}$,
 - test działania przy prądzie połowy $I_{\Delta n}$ (brak zadziałania).
4. Zapisz uzyskane wyniki w tabeli pomiarowej.
5. Porównaj otrzymane wartości z wymaganiami normy PN-EN 61008/61009.
6. Oceń poprawność działania badanego wyłącznika i sformułuj wnioski.

Uwagi:

- Przed pomiarem upewnij się, że obwód jest odłączony od zasilania i zabezpieczony przed przypadkowym załączeniem.
- Pomiary wykonuj zgodnie z zasadami bezpieczeństwa oraz instrukcją producenta.
- Zwróć uwagę na rodzaj RCD – dobierz odpowiedni tryb testu w mierniku.
- Wyniki pomiarów wpisz do protokołu.

Efekt kształcenia:

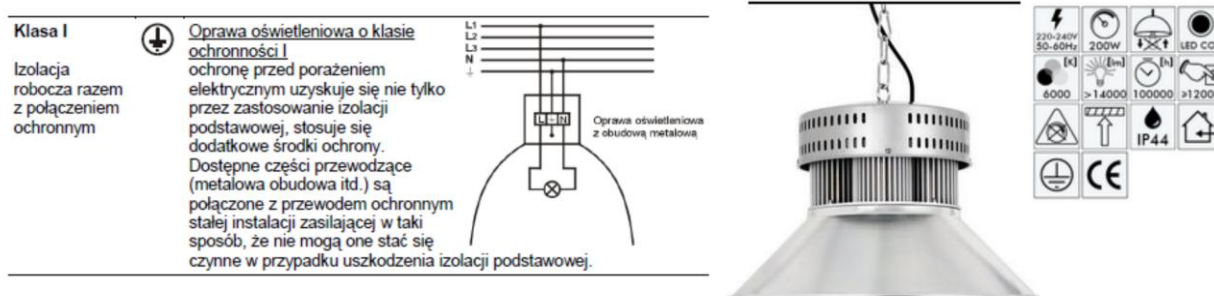
- Po wykonaniu zadania kursant powinien:
 - Prawidłowo obsługiwać miernik MRP-201 Sonel,
 - Wykonywać pełny zestaw testów RCD ($I\Delta n$, czasy zadziałania, brak zadziałania przy $0,5 \cdot I\Delta n$),
 - Umieć interpretować wyniki pomiarów i odnosić je do normy,
 - Rozumieć znaczenie RCD dla ochrony przeciwporażeniowej.

Zamiast dwóch aparatów, można stosować w wybranych sytuacjach wyłączniki różnicowoprądowe z członem nadprądowym, spełniające dwie funkcje: zabezpieczenia od przeciążeń i zwarć oraz od prądów upływu.

W celu zapewnienia selektywnej pracy wyłącznika nadprądowego z umieszczonym w instalacji zabezpieczeniem topikowym (np. zabezpieczeniem przedlicznikowym) należy właściwie dobierać wielkość wyłącznika do wielkości tego zabezpieczenia, tak aby wyłącznik reagował szybciej niż bezpiecznik. Wyłączniki ochronne różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA stanowią środek ochrony uzupełniającej.

Obwody odbiorcze

Instalacja elektryczna w budynku składa się z obwodów, przy czym im większa ich liczba, tym lepsza funkcjonalność i bezpieczeństwo systemu. Podział instalacji na wiele niezależnych obwodów sprawia, że awaria jednego z nich nie powoduje wyłączenia pozostałych urządzeń. Zgodnie z § 183 ust. 1 pkt 2 rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, w obwodach rozdzielczych i odbiorczych należy stosować oddzielne przewody ochronne i neutralne. Oznacza to, że obwody jednofazowe pracujące przy napięciu 230 V wykonuje się jako trzyżyłowe, natomiast obwody trójfazowe (230/400 V) jako pięćżyłowe. Przewód ochronny powinien być doprowadzony nie tylko do styków ochronnych gniazd wtyczkowych, ale także do opraw oświetleniowych posiadających obudowę w I klasie ochronności oraz do wszystkich innych urządzeń elektrycznych wymagających ochrony przed porażeniem.



Rys. 10. Zasada przyłączania oprawy w budowie I klasy ochronności

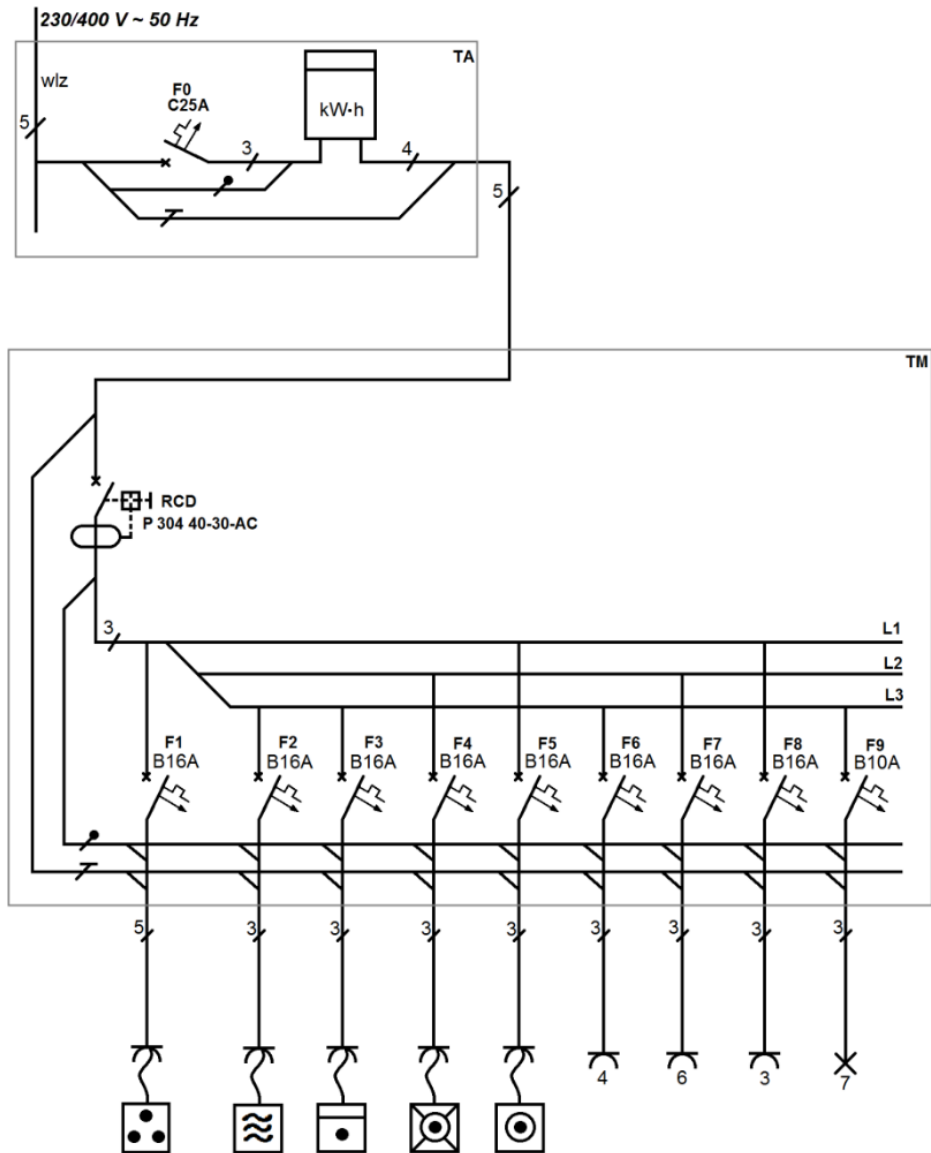
W przypadku opraw II klasy ochronności stosuje się jedynie przewód fazowy i neutralny, gdyż ich konstrukcja zapewnia dodatkowe zabezpieczenie izolacyjne. Analogicznie, w obwodach trójfazowych piąty przewód ochronny PE przyłącza się do zacisków ochronnych w gniazdach trójfazowych oraz do metalowych obudów urządzeń.

Istotną kwestią jest również stosowanie przewodów o odpowiednich, ujednoliconych barwach izolacji. Pozwala to na łatwe rozpoznawanie przewodów: neutralnych (kolor niebieski), ochronnych (żółto-zielony) oraz fazowych (różne kolory w zależności od fazy). Takie oznaczenia stosuje się zarówno w przewodach pojedynczych prowadzonych w rurach instalacyjnych, jak i w poszczególnych żyłach przewodów wielożyłowych.

Zgodnie z § 188 ust. 2 wspomnianego rozporządzenia, w instalacjach mieszkaniowych należy wyodrębnić osobne obwody: oświetleniowe, zasilające gniazda wtyczkowe ogólnego przeznaczenia, gniazda wtyczkowe w łazience, gniazda w kuchni oraz obwody przeznaczone dla odbiorników wymagających indywidualnego zabezpieczenia. Zasadę tę zaleca się stosować także w budownictwie jednorodzinym.

W praktyce warto przewidzieć osobne obwody dla takich urządzeń jak komputer z drukarką (co zapewnia stabilność pracy sprzętu elektronicznego), pralka, suszarka, kuchnia indukcyjna (zasilana obwodem trójfazowym zakończonym puszką przyłączeniową), zmywarka, chłodziarko-zamrażarka, napęd bramy wjazdowej (zasilany kablem ziemnym), oświetlenie ogrodu, podjazdu i ścieżek, ogrzewacz wody, pompy centralnego ogrzewania, fontanna, pompa studzienna czy automatyka kotła grzewczego.

Każdy z obwodów powinien mieć odrębny wyłącznik nadprądowy, a grupa kilku obwodów - wyłącznik ochronny różnicowoprądowy. Obciążenie obwodu jednofazowego nie powinno przekraczać 3 kW, a trójfazowego 6 kW. Wtedy obwody takie można wykonać, stosując przewody o przekrojach dostosowanych do warunków, jakie występują w budownictwie jednorodzinym.



Rys. 11. Schemat ideowy istniejącej instalacji elektrycznej mieszkania

TA – tablica administracyjna umiejscowiona na klatce schodowej

TM – tablica mieszkaniowa umiejscowiona w przedpokoju – rozdzielnica 18-to modułowa

Połączenie między TA i TM wykonane przewodem YDY 5×10 mm²

Obwody gniazd wykonane przewodami YDYp 3×2,5 mm², YDYp 5×2,5 mm²

Obwód oświetleniowy wykonany przewodami YDYp 3×1,5 mm², YDYp 4×1,5 mm², YDYp 5×1,5 mm²

Połączenia wewnątrz TM wykonane przewodem LgY 1×2,5 mm²

Osprzęt instalacyjny

W budynkach mieszkalnych sposób rozmieszczenia osprzętu instalacyjnego w dużej mierze uzależniony jest od indywidualnych potrzeb i preferencji mieszkańców. Przyjęto jednak określone standardy, które zapewniają wygodę i bezpieczeństwo użytkowania. Łączniki oświetleniowe montuje się zazwyczaj wewnątrz pomieszczenia, w pobliżu drzwi – po stronie klamki, na wysokości około 140 cm od poziomu podłogi i około 15 cm od krawędzi otworu drzwiowego. Takie usytuowanie pozwala na łatwe sterowanie oświetleniem przy wchodzeniu i wychodzeniu z pomieszczenia.

W niektórych przypadkach stosuje się odstępstwa od tej reguły. Na przykład w łazience znacznie wygodniej i bezpieczniej jest zlokalizować łącznik na zewnątrz pomieszczenia, dzięki czemu nie wymaga on stosowania szczelnej, hermetycznej obudowy. Podobne rozwiązanie rekomenduje się w niewielkich pomieszczeniach gospodarczych, gdzie umieszczenie łącznika przed wejściem również zwiększa komfort użytkowania.

Gniazda wtyczkowe w pokojach mieszkalnych instaluje się standardowo nisko, około 30 cm nad podłogą. Takie rozmieszczenie sprawia, że są one mało widoczne i wygodne w codziennym korzystaniu. W kuchni natomiast gniazda należy montować powyżej blatów roboczych, na wysokości około 100–120 cm od podłogi. Ze względu na warunki panujące w tym pomieszczeniu wymagane jest stosowanie gniazd hermetycznych, wyposażonych w klapki oraz styki ochronne, co dotyczy zresztą wszystkich gniazd montowanych w domu.

W pomieszczeniach mieszkalnych zaleca się stosowanie gniazd podwójnych, a w niektórych miejscach nawet potrójnych. Pozwala to uniknąć korzystania z dodatkowych rozgałęziaczy i przedłużaczy, które mogą być uciążliwe, a także mniej bezpieczne. Liczba gniazd oraz punktów oświetleniowych powinna być dostosowana do standardu wyposażenia budynku i potrzeb mieszkańców. Wskazówki w tym zakresie zostały opracowane przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich (SEP), które wyznacza praktyczne normy i zalecenia dotyczące projektowania instalacji w budownictwie mieszkaniowym.

Zadanie 8. Normatywne liczby gniazd wtyczkowych i wypustów oświetleniowych

Cel: Nabycie umiejętności korzystania z dokumentacji normatywnej i wytycznych SEP przy planowaniu instalacji elektrycznych.

Zakres pracy:

1. Wyszukaj w zaleceniach **Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP)** informacje dotyczące minimalnej liczby gniazd wtyczkowych oraz wypustów oświetleniowych w:
 - o pokoju mieszkalnym,

- kuchni,
 - łazience.
2. Zapisz wartości podane w dokumencie.
 3. Porównaj je z praktyką stosowaną w projektach instalacji elektrycznych, które znasz.
 4. Odpowiedz na pytania:
 - Dlaczego liczba gniazd w kuchni jest większa niż w innych pomieszczeniach?
 - Jakie znaczenie ma lokalizacja gniazd pod względem bezpieczeństwa i wygody użytkowników?

Efekt kształcenia:

Po wykonaniu zadania kursant powinien:

- znać przykładowe wartości liczby gniazd i wypustów oświetleniowych wg SEP,
- umieć posługiwać się dokumentacją normatywną,
- rozumieć różnice w wymaganiach dla różnych pomieszczeń mieszkalnych.

Dobór typów sprzętu instalacyjnego (łączników i gniazd wtyczkowych) zależy od charakteru i wystroju wnętrza. Wśród łączników wyróżnia się wyłączniki jednobiegunowe stabilne oraz działające impulsowo, np. przyciski dzwonek. Innym aparatem jest łącznik dwugrupowy, zwany także świecznikowym. Wyposażony jest w dwa odrębne klawisze przełączające odpowiadające im styki robocze. Do włączania odbiorników z dwóch miejsc, np. oświetlenia w dłuższym korytarzu, stosuje się łączniki schodowe, które mogą współpracować z łącznikami krzyżowymi, i wtedy za ich pomocą można włączać światło z kilku miejsc.

W instalacjach, w których występują układy inteligentne, są stosowane odpowiednie programowalne aparaty umożliwiające realizowanie bardziej złożonych funkcji.

Przewody i rury instalacyjne

Podstawowym elementem każdego obwodu elektrycznego są przewody, które mogą być jednożyłowe lub wielożyłowe. Przewody jednożyłowe składają się z metalowej żyły pokrytej izolacją z tworzywa sztucznego. Z uwagi na brak dodatkowej powłoki ochronnej nie wolno układać ich luzem – powinny być zawsze prowadzone w rurach instalacyjnych.

Inaczej jest w przypadku przewodów wielożyłowych, które dzięki obecności wspólnej powłoki ochronnej można układać bez dodatkowych osłon.

W praktyce stosuje się różne rodzaje przewodów w zależności od przeznaczenia. Do instalacji stałych wykorzystuje się przewody jednożyłowe lub wielożyłowe z żyłami jednodrutowymi, zapewniające stabilność i trwałość połączeń. W sytuacjach, gdy potrzebna jest elastyczność, na przykład w odbiornikach ruchomych, przedłużaczach czy urządzeniach przenośnych, stosuje się przewody wielożyłowe giętkie, w których żyły wielodrutowe są zawsze wykonane z miedzi. Z kolei tam, gdzie konieczne jest prowadzenie instalacji pod ziemią lub w trudniejszych warunkach wewnętrznych, wykorzystuje się kable, których konstrukcja zapewnia odporność mechaniczną i izolacyjną.

Do wykonywania instalacji wtynkowych szerokie zastosowanie mają płaskie przewody typu DYt, które dzięki swojej konstrukcji dobrze przylegają do podłoża i mogą być łatwo ukryte pod warstwą tynku.

Dobór odpowiedniego rodzaju przewodów i sposobu ich prowadzenia w rurach instalacyjnych ma kluczowe znaczenie zarówno dla bezpieczeństwa użytkowania instalacji, jak i dla jej trwałości i estetyki.

Puszki

W instalacjach elektrycznych układanych w tynku lub pod tynkiem stosuje się puszki podtynkowe o kształcie okrągłym, kwadratowym lub prostokątnym. Ich dobór uzależniony jest od przekroju i liczby przewodów, a także od liczby wykonywanych rozgałęzień. Montaż puszek, podobnie jak przewodów i rur wtynkowych, przeprowadza się jeszcze przed nałożeniem tynków. W puszkach rozgałęźnych umieszcza się specjalne pierścienie z zaciskami, które służą do łączenia i rozdzielania przewodów.

Przewody należy łączyć wyłącznie w odpowiednich zaciskach, np. sprężynowych lub śrubowych. Niedopuszczalne jest skręcanie końców przewodów bez dodatkowego zabezpieczenia, np. poprzez lutowanie lub zastosowanie odpowiednich złączek. Takie połączenie jest nietrwałe, może powodować iskrzenie i nagrzewanie się przewodów, co w konsekwencji grozi pożarem.

Puszki zabezpiecza się pokrywkami, które chronią wnętrze przed uszkodzeniami i zanieczyszczeniami. Wyjątek stanowią miejsca, w których montowane są łączniki i gniazda wtyczkowe – tam stosuje się okrągłe puszki, w których pokrywą stanowi obudowa osprzętu. Aby łączniki i gniazda były zamocowane estetycznie i stabilnie, puszka musi być właściwie osadzona w podłożu – jej krawędź powinna być równo zlicowana z powierzchnią tynku.

W instalacjach prowadzonych na powierzchni ścian stosuje się puszki natynkowe, najczęściej o konstrukcji hermetycznej, które zapewniają odpowiednią ochronę przewodów i połączeń przed kurzem, wilgocią czy przypadkowymi uszkodzeniami mechanicznymi.

Prawidłowy dobór i montaż puszek instalacyjnych ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i trwałości całej instalacji elektrycznej, a także dla estetyki wykończenia pomieszczeń.

Listwy i kanały instalacyjne

Tradycyjnie wykonywane instalacje elektryczne mają istotną wadę – ich przebudowa lub rozbudowa jest zwykle trudna i wiąże się z koniecznością kucia ścian oraz niszczenia wykończonych powierzchni. Z tego względu w budownictwie jednorodzinym coraz częściej stosuje się rozwiązania zapożyczone z obiektów biurowych i użyteczności publicznej, czyli systemy oparte na listwach i kanałach instalacyjnych.

Listwy instalacyjne, ze względu na swoje niewielkie rozmiary, można montować na powierzchni ścian – tuż przy podłodze, pod sufitem lub wzdłuż framug drzwiowych. Ich dużą zaletą jest fakt, że mogą być instalowane już po zakończeniu prac wykończeniowych, takich jak malowanie czy układanie okładzin, dzięki czemu nie ingerują w estetykę pomieszczeń. Instalacja tego typu pozwala również wprowadzać zmiany i rozbudowy w dowolnym momencie użytkowania, bez konieczności wykonywania prac budowlanych i ingerowania w konstrukcję ścian.

Listwy przypodłogowe zazwyczaj posiadają dwie lub więcej komór, co umożliwia prowadzenie w nich przewodów przeznaczonych do różnych obwodów – np. zasilających, oświetleniowych czy niskoprądowych. Często można je dodatkowo zamaskować, np. przykrywając wykładziną dywanową. Wykonuje się je z tworzyw sztucznych albo z aluminium, którego wewnątrz jest wyłożone tworzywem izolacyjnym. Materiały te są łatwe w obróbce – można je dowolnie przycinać i modelować tak, aby dokładnie przylegały do podłoża. Ułatwia to także perforowana, spodnia część listwy, która pozwala na szybki montaż. Producenci oferują szeroką gamę kolorów i wykończeń pokryw oraz osłon, co pozwala dopasować listwy do wystroju wnętrza.

Kanały instalacyjne mają większe wymiary i znajdują zastosowanie w przypadku, gdy w budynku prowadzona jest większa liczba różnych instalacji – elektrycznych, teleinformatycznych, sygnalizacyjnych, alarmowych czy komputerowych. Zarówno listwy, jak i kanały mogą być uzupełnione o dedykowany osprzęt instalacyjny – gniazda, łączniki, moduły teleinformatyczne – montowany bezpośrednio w ich obudowie lub tuż obok.

Dzięki takim systemom instalacyjnym można uzyskać równocześnie estetyczny wygląd pomieszczenia i dużą elastyczność w rozbudowie instalacji, co stanowi szczególną wartość w budynkach, w których technologie i potrzeby użytkowników szybko się zmieniają.

Koncepcja inteligentnego domu

Pojęcie *inteligentny dom* (ang. *smart house*) łączy w sobie idee nowoczesności, automatyzacji i energooszczędności. System inteligentnego domu integruje wszystkie funkcje wymagane przez użytkownika, łącząc działanie poszczególnych urządzeń elektronicznych i w pełni wykorzystując ich możliwości. Dzięki temu za pomocą jednego przycisku można sterować ogrzewaniem, wentylacją, oświetleniem czy systemami bezpieczeństwa, co znacząco ułatwia codzienne życie domowników.

Rozwiązania typu smart home rozwijają się w takim samym tempie, jak inne nowoczesne technologie, i stają się coraz powszechniejsze w budynkach mieszkalnych, biurowych, hotelach czy placówkach medycznych. Ich elastyczność polega na możliwości rozbudowy o dodatkowe funkcje, takie jak sterowanie oświetleniem strefowym, zdalne włączanie i wyłączanie urządzeń, monitorowanie stacji ładowania pojazdów elektrycznych czy optymalizacja zużycia energii.

Według szacunków właściciele inteligentnych domów mogą zaoszczędzić do 30% energii cieplnej i nawet 70% energii elektrycznej. Wynika to z automatyzacji funkcji budynku – na przykład oświetlenie włącza się tylko wtedy, gdy ktoś wejdzie do pomieszczenia, a system grzewczo-wentylacyjny dostosowuje parametry pracy do bieżących potrzeb użytkowników. Inteligentny dom może również reagować na warunki pogodowe, zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne. Typowym rozwiązaniem jest tryb „NOC”, w którym system automatycznie aktywuje alarm, opuszcza żaluzje i obniża temperaturę w pomieszczeniach.

Należy podkreślić, że samoczynne otwieranie bramy garażowej czy zapalenie światła po wykryciu ruchu nie oznacza jeszcze, że budynek można nazwać inteligentnym. Są to jedynie pojedyncze funkcje automatyki, podczas gdy inteligentny dom opiera się na pełnej integracji różnych systemów i ich współdziałaniu w ramach zaprogramowanych scenariuszy.

Współczesne życie jest nierozdzielnie związane z technologią – korzystamy z Internetu, komputerów, telewizorów, lodówek, kuchenek elektrycznych, systemów alarmowych czy sterowanego oświetlenia. Choć urządzenia te ułatwiają codzienne funkcjonowanie, to tradycyjne zarządzanie nimi wymaga obsługi wielu przełączników, pilotów i czujników. Inteligentny dom eliminuje tę niedogodność, pozwalając kontrolować wszystkie urządzenia z jednej platformy.

Różnorodność możliwych scenariuszy działania zależy od potrzeb i wyobraźni użytkowników. Mogą one obejmować na przykład automatyczne sterowanie żaluzjami i oknami w zależności od warunków pogodowych, system alarmowy, który symuluje obecność mieszkańców i jednocześnie przesyła powiadomienia na telefon komórkowy, zdalne zarządzanie ogrzewaniem, wentylacją i klimatyzacją, a także aktywację systemu nawadniania w momencie, gdy wilgotność gleby spada poniżej określonego poziomu.

Inteligentny dom pełni więc dwie główne funkcje: optymalizuje zużycie energii oraz zwiększa komfort codziennego życia.

Kryteria wyboru inteligentnego domu

Urządzenia wchodzące w skład systemu inteligentnego domu muszą działać w pełnej zgodności z potrzebami użytkowników. Dzięki indywidualnemu doborowi ustawień możliwe staje się sterowanie niemal wszystkimi sprzętami AGD, a także zapewnienie, by oświetlenie automatycznie reagowało na porę dnia, ogrzewanie dostosowywało się do prognozy pogody, a całość można było obsługiwać zdalnie – za pomocą pilotów lub smartfonów – bez konieczności podchodzenia do każdego urządzenia oddzielnie i korzystania z kilku różnych sterowników.

Sposób instalacji systemu inteligentnego domu zależy przede wszystkim od oczekiwań i potrzeb użytkowników. Może to być instalacja kompletna, obejmująca od razu wszystkie funkcje zarządzania budynkiem, albo instalacja częściowa, w której początkowo montuje się jedynie podstawowe elementy, z możliwością późniejszego rozszerzenia o kolejne moduły.

Rozwiązania typu smart home oferują wiele zalet. Na pierwszym miejscu należy wskazać komfort i wygodę zarządzania – użytkownik może sterować różnymi elementami wyposażenia domu zarówno na miejscu, jak i zdalnie. Wystarczy kilka kliknięć na panelu dotykowym, smartfonie czy pilocie, aby zmienić ustawienia oświetlenia, ogrzewania lub klimatyzacji, co znacząco oszczędza czas i podnosi jakość życia. Systemy tego typu pozwalają na sterowanie bezpośrednio, realizowane za pomocą przełączników, ekranów dotykowych czy pilotów, oraz sterowanie pośrednie, czyli zdalne, z wykorzystaniem telefonu, komputera bądź tabletu.

Kolejną istotną cechą jest indywidualizacja ustawień – system inteligentnego domu działa synchronicznie w zależności od czasu, okoliczności czy obecności domowników. Użytkownik może wybierać spośród wielu scenariuszy, które automatycznie sterują poszczególnymi urządzeniami. Dzięki temu system precyzyjnie dostosowuje się do codziennych nawyków i potrzeb mieszkańców.

Nie można pominąć kwestii bezpieczeństwa. Inteligentny dom wzbogacony o system alarmowy potrafi wykrywać zagrożenia, takie jak pożar czy włamanie, i natychmiast informować właściciela bądź odpowiednie służby. W razie pożaru automatycznie steruje wentylacją, aby ograniczyć rozprzestrzenianie się ognia, a po wyjściu domowników dba o wyłączenie niepotrzebnych urządzeń i zamknięcie bramy.

Znaczącą korzyścią jest również oszczędność. System smart home optymalizuje wykorzystanie urządzeń, co pozwala zmniejszyć zużycie energii elektrycznej nawet o połowę, a koszty ogrzewania i wentylacji mogą spaść o około jedną trzecią. Zintegrowane moduły pomiarowe nie tylko gromadzą dane, ale także je analizują, wspierając świadome i efektywne zarządzanie energią. Optymalne użytkowanie sprzętu przedłuża także jego żywotność, co w praktyce oznacza mniejsze koszty napraw i wymiany urządzeń.

Proces montażu inteligentnej instalacji składa się z następujących etapów:

1. Zapoznanie się z funkcjami inteligentnego domu i ich dobór.
2. Przygotowanie projektu elektrotechnicznego (zaleca się połączenie z innymi przydomowymi instalacjami sieciami tj. hydrauliczną, ogrzewania, HVAC itp.).
3. Rozprowadzenie instalacji elektrycznej.
4. Instalacja systemów.
5. Programowanie i dopasowanie do wymagań użytkowników.
6. Przygotowanie dokumentów po pełnym zainstalowaniu systemu, ponieważ bardzo często w trakcie instalacji systemu projekt zmienia się w porównaniu z wersją początkową, a bez dokładnego schematu okablowania w przyszłości mogą pojawić się poważne problemy nie tylko w przypadku awarii, ale także w przypadku chęci dodania nowego sprzętu lub urządzeń.
7. Przekazanie materiałów projektowych systemu KNX do klienta. Bez dokumentacji powykonawczej rozszerzenie struktury systemu i jej funkcjonalności jest zadaniem utrudnionym.

Zadanie 9. Montaż i konfiguracja instalacji typu „smart home” z wykorzystaniem komponentów dostępnych w pracowni

Cel: Nabycie praktycznych umiejętności montażu i uruchomienia inteligentnej instalacji elektrycznej z wykorzystaniem elementów systemu typu **Smart Home** oraz przygotowanie dokumentacji powykonawczej.

Wyposażenie stanowiska:

- Sterownik systemu **KNX** lub inny modułowy sterownik smart (np. Sonoff, F&Home, Fibaro),
- Inteligentne łączniki i gniazda,
- Moduły wykonawcze (np. przekaźnikowe, ściemniacze, sterowniki rolet),
- Zasilacz systemowy,
- Okablowanie, rozdzielnica szkoleniowa,

- Komputer/laptop z oprogramowaniem do programowania systemu,
- Dokumentacja producenta (instrukcje, schematy).

Zakres pracy:

1. **Zapoznanie się z funkcjami systemu smart home** – ustal, które elementy zostaną zaimplementowane w ćwiczeniu (np. sterowanie oświetleniem, gniazdami, roletami).
2. **Przygotowanie schematu instalacji** – narysuj prosty projekt pokazujący połączenia pomiędzy sterownikiem, modułami wykonawczymi i elementami odbiorczymi (żarówka, gniazdo).
3. **Montaż instalacji elektrycznej** – wykonaj połączenia w rozdzielnicy szkoleniowej oraz doprowadź przewody do modułów.
4. **Instalacja urządzeń smart** – zamontuj łączniki, moduły i podłącz zasilanie.
5. **Programowanie systemu** – skonfiguruj w oprogramowaniu sterownika logikę działania (np. naciśnięcie łącznika = włączenie światła; dłuższe przytrzymanie = ściemnianie).
6. **Testowanie działania** – sprawdź, czy wszystkie funkcje działają zgodnie z założeniami.
7. **Dokumentacja powykonawcza** – uzupełnij schemat połączeń o ewentualne zmiany wprowadzone podczas montażu.
8. **Przekazanie projektu** – przygotuj krótką instrukcję obsługi dla użytkownika końcowego.

Uwagi:

- Zwróć uwagę na poprawne adresowanie i parametryzację urządzeń smart.
- Stosuj oznaczenia przewodów i modułów zgodnie z normami.
- Dokumentacja powinna umożliwiać łatwe rozszerzenie systemu w przyszłości.

Efekt kształcenia:

Po wykonaniu zadania kursant powinien:

- Umieć wykonać podstawowy montaż i konfigurację instalacji smart home,
- Znać proces uruchamiania i programowania urządzeń inteligentnych,
- Rozumieć znaczenie dokumentacji powykonawczej,
- Potrafić przekazać użytkownikowi opis działania systemu.

Systemy inteligentnego domu

System inteligentnego domu umożliwia zintegrowanie wszystkich funkcji związanych z zarządzaniem budynkiem, dzięki czemu ogranicza liczbę oddzielnych urządzeń i sterowników. Rozwiązanie to pozwala nie tylko na większą wygodę użytkownika, ale również na lepsze wykorzystanie energii oraz podniesienie poziomu bezpieczeństwa.

Pod względem stopnia złożoności i wymaganej wiedzy technicznej systemy te można podzielić na dwa główne rodzaje. System profesjonalny wymaga od użytkownika lub instalatora dodatkowej wiedzy z zakresu instalacji elektrycznych i programowania automatyki. Jego wdrożenie najczęściej wiąże się z pracami wykonywanymi przez specjalistów i stosowaniem zaawansowanych central sterujących, co zapewnia dużą niezawodność i szerokie możliwości rozbudowy. System typu „Zrób to sam” natomiast jest znacznie prostszy w montażu i konfiguracji – w wielu przypadkach wystarczy podstawowa wiedza techniczna, a instalacja polega na samodzielnym podłączeniu urządzeń i ich integracji za pomocą aplikacji mobilnych.

Porównując oba podejścia, można zauważyć, że rozwiązania profesjonalne sprawdzają się w dużych domach lub budynkach, gdzie integracja wielu instalacji (ogrzewania, wentylacji, oświetlenia, alarmów czy rolet) jest kluczowa i wymaga centralnego zarządzania. Natomiast systemy samodzielne są atrakcyjne dla osób, które chcą szybko i niewielkim kosztem uzyskać podstawowe funkcje inteligentnego domu, takie jak sterowanie oświetleniem, ogrzewaniem czy monitoringiem, bez konieczności angażowania specjalistycznych firm.

W praktyce wybór pomiędzy systemem profesjonalnym a samodzielnym zależy więc od oczekiwań użytkownika, budżetu oraz skali planowanych rozwiązań. Warto pamiętać, że oba systemy mogą się wzajemnie uzupełniać – system DIY może stanowić etap początkowy, a w przyszłości być rozbudowany i zintegrowany w ramach bardziej zaawansowanego systemu profesjonalnego.

Systemy profesjonalne	Systemy typu „Zrób to sam”
<ul style="list-style-type: none"> • Instalacja i programowanie wymagają profesjonalnie wyszkolonych specjalistów • Systemy produkowane są zgodnie z obowiązującymi normami • W jednym systemie są łączone komponenty różnych producentów 	<ul style="list-style-type: none"> • Użytkownik kupuje kompletny system • Do instalacji i programowania systemu nie jest wymagana żadna specjalistyczna wiedza • Wyprodukowano zgodnie ze standardami produkcji sprzętu AGD
ZALETY	
<ul style="list-style-type: none"> • Kompatybilność produktów poszczególnych producentów • Praktycznie nieograniczona funkcjonalność • Dochód dla profesjonalnych projektantów i instalatorów • Spójna stylistyka elementów wnętrza • Gwarancja poprawnego działania systemów 	<ul style="list-style-type: none"> • Stosunkowo tanie - można kupić więcej. • Łatwa i szybka instalacja. • Duży wybór producentów i systemów
WADY	
<ul style="list-style-type: none"> • Wyższa cena 	<ul style="list-style-type: none"> • Mniej opcji w porównaniu z

<ul style="list-style-type: none"> • Ograniczone możliwości samodzielnej instalacji i programowania systemu przez klienta 	<p>profesjonalnym systemem. W praktyce można używać tylko w małych prywatnych obiektach</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niższa niezawodność i kompatybilność systemów
--	---

Sprawdzanie końcowe i odbiór instalacji elektrycznych

Każda instalacja elektryczna powinna być wykonywana zgodnie z opracowaną dokumentacją techniczną, a po zakończeniu budowy, remontu bądź rozbudowy – poddana szczegółowemu sprawdzeniu i protokolarnemu odbiorowi. Dotyczy to również instalacji w domach jednorodzinnych, mimo że w praktyce zasada ta bywa często pomijana. Tymczasem przepisy są jednoznaczne. Zgodnie z art. 18 ustawy Prawo budowlane, do obowiązków inwestora – którym w przypadku budynku mieszkalnego jest najczęściej sam właściciel lub jego użytkownik – należy między innymi zapewnienie opracowania właściwej dokumentacji oraz wykonania i odbioru robót przez osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje.

Ponadto art. 60 tej samej ustawy zobowiązuje inwestora, aby przy przekazywaniu obiektu do użytkowania dostarczył właścicielowi pełną dokumentację budowy, obejmującą również protokoły odbioru oraz wyniki pomiarów i prób. W praktyce oznacza to, że właściciel będący jednocześnie inwestorem powinien zgromadzić i przechowywać wszystkie te dokumenty po zakończeniu robót, gdyż stanowią one podstawę bezpiecznej eksploatacji instalacji.

Przed formalnym odbiorem instalacji elektrycznej niezbędne jest wykonanie czynności kontrolnych, do których należą zarówno oględziny, jak i pomiary oraz próby eksploatacyjne. W ich skład wchodzi między innymi sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych oraz przewodów czynnych w obwodach pierścieniowych, pomiar rezystancji izolacji instalacji, weryfikacja skuteczności ochrony realizowanej poprzez SELV, PELV lub separację elektryczną, ocena działania samoczynnego wyłączenia zasilania w przypadku uszkodzenia, pomiar rezystancji uziomu, a także kontrola poprawności działania wyłączników różnicowoprądowych.

Podstawą formalną dla tych działań jest norma PN-HD 60364-6:2008 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie”. Dopiero po wykonaniu powyższych czynności można dokonać odbioru instalacji i rozpocząć jej użytkowanie. Bardzo ważne jest również przechowywanie dokumentacji powykonawczej, która w przyszłości stanowi istotne źródło informacji ułatwiających eksploatację oraz wszelkie przeróbki lub rozbudowę instalacji.

Prawo budowlane w art. 64 ust. 1 nakłada dodatkowo na właścicieli i zarządców obiektów budowlanych obowiązek prowadzenia książki obiektu. Dokument ten powinien zawierać

wszystkie dane dotyczące budynku od momentu przekazania go do użytkowania aż do zakończenia eksploatacji. Z obowiązku tego zwolnieni są właściciele budynków jednorodzinnych, jednak w ich interesie leży, aby również taką książkę prowadzili. Stanowi ona swoisty paszport obiektu, a rzetelnie wypełniana jest bezcennym źródłem informacji przez cały okres użytkowania. Jej prowadzenie może wydawać się kłopotliwe dla przeciętnego właściciela, jednak w razie potrzeby można skorzystać z pomocy specjalisty. Wzór książki i zasady jej prowadzenia określa rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie książki obiektu budowlanego (Dz.U. z 2003 r. nr 120, poz. 1134).

Dla zapewnienia wysokiej jakości i bezpieczeństwa użytkowania instalacji elektrycznych warto traktować proces odbioru nie tylko jako wymóg formalny, ale także jako element systemu prewencji. Posiadanie kompletu protokołów i zapisów w książce obiektu pozwala na szybkie zlokalizowanie przyczyn ewentualnych usterek, skraca czas napraw, a przede wszystkim minimalizuje ryzyko zagrożeń dla użytkowników.

Zasady eksploatacji instalacji elektrycznych

Ustawa Prawo budowlane w art. 61 nakłada na właścicieli oraz zarządców obiektów obowiązek zapewnienia, przy zachowaniu należytej staranności, bezpiecznego użytkowania budynku w przypadku wystąpienia czynników zewnętrznych oddziałujących na obiekt, wynikających z działalności człowieka lub działania sił natury. Do czynników tych zalicza się między innymi wyładowania atmosferyczne, wstrząsy sejsmiczne, silne wiatry, intensywne opady, osuwiska ziemi, zjawiska lodowe na rzekach, morzu, jeziorach i zbiornikach wodnych, a także pożary i powodzie. Zdarzenia tego typu mogą powodować uszkodzenia budynku lub bezpośrednie zagrożenie ich wystąpienia, co stwarza ryzyko dla życia i zdrowia ludzi, bezpieczeństwa mienia oraz środowiska.

Z kolei art. 62 ust. 1 wskazuje, że obiekty budowlane w trakcie użytkowania muszą być poddawane przez właściciela lub zarządcę regularnym kontrolom. Pierwszy rodzaj kontroli to badanie okresowe wykonywane co najmniej raz w roku, które obejmuje ocenę stanu technicznego elementów budynków i instalacji narażonych na działanie czynników atmosferycznych oraz eksploatacyjnych, z wyłączeniem budynków mieszkalnych jednorodzinnych. Ocenie podlegają również instalacje i urządzenia przeznaczone do ochrony środowiska, a także instalacje gazowe i przewody kominowe dymowe, spalinowe i wentylacyjne. Drugi rodzaj kontroli przeprowadza się nie rzadziej niż raz na pięć lat i polega on na kompleksowym sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności obiektu do dalszego użytkowania, a także jego estetyki oraz otoczenia. Przegląd pięcioletni musi dodatkowo obejmować kontrolę instalacji elektrycznej i odgromowej, w szczególności w zakresie sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń, ochrony przed porażeniem, rezystancji izolacji przewodów oraz skuteczności uziemień.

Art. 70 stanowi ponadto, że właściciel, zarządca lub użytkownik obiektu odpowiedzialny za naprawy na podstawie przepisów odrębnych lub umów, ma obowiązek bezzwłocznie usuwać wszelkie stwierdzone uszkodzenia i uzupełniać braki wykazane podczas kontroli, które mogłyby prowadzić do zagrożenia życia lub zdrowia ludzi, bezpieczeństwa mienia bądź środowiska. Szczególnie dotyczy to sytuacji mogących spowodować katastrofę budowlaną, pożar, wybuch, porażenie prądem elektrycznym albo zatrucie gazem.

Za prawidłowe przeprowadzenie kontroli instalacji elektrycznych odpowiada właściciel, który zobowiązany jest powierzyć jej wykonanie osobie posiadającej odpowiednie kwalifikacje w zakresie dozoru lub eksploatacji, w części kontrolno-pomiarowej. Sama kontrola okresowa powinna obejmować czynności zbliżone do badań odbiorczych, czyli oględziny, próby i pomiary. Oględziny muszą być przeprowadzone w pierwszej kolejności, jeszcze przed wykonaniem prób, zawsze po odłączeniu zasilania instalacji. Wszystkie stwierdzone usterki i uszkodzenia muszą być usuwane na bieżąco, aby zapobiec pogłębianiu się zagrożeń.

Z perspektywy praktycznej właściciel lub zarządca obiektu powinien traktować każdą kontrolę jako proces składający się z kilku etapów. Najpierw należy upewnić się, że prowadzona jest książka obiektu budowlanego, w której zapisywane są wszystkie wyniki przeglądów, pomiarów oraz wykonanych napraw. Następnie, podczas oględzin, trzeba zwrócić uwagę na widoczne uszkodzenia elementów konstrukcyjnych, stan instalacji narażonych na wpływ warunków atmosferycznych, szczelność i drożność przewodów kominowych oraz sprawność instalacji gazowych. W kolejnym kroku należy ocenić działanie urządzeń służących ochronie środowiska oraz sprawdzić instalacje elektryczne i odgromowe pod kątem ich sprawności technicznej, obejmując pomiary rezystancji izolacji, skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i prawidłowości działania uziemień. Po wykonaniu kontroli wszystkie spostrzeżenia powinny zostać udokumentowane, a ewentualne usterki i awarie usunięte niezwłocznie. Dzięki takiemu podejściu możliwe jest nie tylko spełnienie wymogów prawa, ale przede wszystkim zapewnienie bezpieczeństwa ludzi i mienia, a także wydłużenie okresu bezpiecznej eksploatacji budynku. Kontrola okresowa powinna obejmować podobne czynności, jak sprawdzenia odbiorcze. Należą do nich oględziny oraz próby i pomiary. Oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji.

WSZELKIE STWIERDZONE USTERKI I USZKODZENIA POWINNY BYĆ USUWANE NA BIEŻĄCO.

Zestawienie ważniejszych norm dotyczących instalacji elektrycznych

Norma	Określa
PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym	Podstawowe zasady stosowania środków ochrony przed porażeniem elektrycznym
PN-HD 60364-5-54:2010. Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych	Parametry przewodów ochronnych (materiały oraz przekroje poprzeczne)
PN-HD 60364-6:2008. Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie	Zasady przeprowadzania sprawdzeń odbiorczych oraz przeglądów okresowych
PN-EN 60529: 2003 Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (Kod IP)	Oznaczenia stopni ochrony urządzeń elektrycznych przed dostępem stałych i wody
PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy - Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach	Wymagania oświetleniowe ilościowe i jakościowe dla poszczególnych pomieszczeń i czynności
N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa*	Warunki układania kabli w różnych warunkach oraz wymagane odległości od innych urządzeń podziemnych

* Norma wydana przez Centralny Ośrodek Szkolenia i Wydawnictw SEP w porozumieniu z PKN (brak normy PKN).

Źródła opracowania:

1. **PN-EN 60529:2003** – Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP).
2. **PN-HD 60364-7-701:2010** – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Wymagania dla pomieszczeń wyposażonych w wannę lub prysznic.
3. **PN-EN 61008, PN-EN 61009** – Wyłączniki różnicowoprądowe.
4. **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r.** w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
5. **SEP – Stowarzyszenie Elektryków Polskich.** Wytyczne i poradniki dostępne na stronie: <https://sep.com.pl>
6. **Michalski L.,** *Poradnik Elektryka*, Wydawnictwo WNT, Warszawa.
7. **Markiewicz H.,** *Instalacje elektryczne*, Wydawnictwo WNT, Warszawa.
8. **Wojtkowiak J.,** *Ochrona od porażień elektrycznych*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
9. **Drabaticas A.,** *Poradnik elektryka*, Wydawnictwo KaBe, Krosno.
10. **Strzyżewski J.,** *Instalacje elektryczne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
11. **Hager** – Dokumentacja techniczna aparatury modułowej, <https://hager.com> sierpień 2025
12. **Legrand** – Katalog produktów elektroinstalacyjnych, <https://legrand.pl> sierpień 2025
13. **Eaton** – Wytyczne dotyczące instalacji elektrycznych, <https://eaton.com> sierpień 2025
14. **Glover J., Sarma M., Overbye T.,** *Power System Analysis and Design*, Cengage Learning.
15. **Zielona Księga SEP** – *Ochrona przeciwporażeniowa w instalacjach niskiego napięcia.*
16. **SEP** – *Uziemienia i połączenia wyrównawcze – materiały szkoleniowe.*
17. **Portal branżowy Elektro.info** – artykuły o instalacjach elektrycznych, <https://elektro.info.pl> sierpień 2025

