

---

# **INSTALACJE ELEKTRYCZNE**

## **część 2**

IP od ang. International Protection Rating – **stopień ochrony zapewnianej przez obudowę urządzenia** elektrycznego przed: dostępem do niebezpiecznych części wewnątrz obudowy, wnikaniem obcych ciał stałych, szkodliwymi skutkami wnikania wody.



## **Pierwsza cyfra dotyczy stopnia ochrony przed ciałami stałymi:**

0 - brak ochrony;

1 - ochrona przed obiektami większymi niż 50 mm (przypadkowe dotknięcie dłonią);

2 - ochrona przed obiektami większymi niż 12,5 mm (przypadkowe dotknięcie palcem);

3 - ochrona przed obiektami większymi niż 2,5 mm (przypadkowy kontakt z narzędziem, przewodem itp.);

4 - ochrona przed obiektami większymi niż 1 mm (przypadkowy kontakt z cienkim drutem, wkrętem itp.);

5 - ochrona przed pyłem (możliwe przenikanie pyłu w niewielkich ilościach, nie zakłócających prawidłowego działania);

6 - pyłoszczelność (całkowita ochrona przed kontaktem i przedostaniem się ciał stałych).

## Druga cyfra określa stopień ochrony przed wodą:

- 0 - brak ochrony;
- 1 - ochrona przed kroplami wody spadającymi swobodnie pionowo;
- 2 - ochrona przed kroplami wody spadającymi swobodnie z odchyleniem do 15 stopni;
- 3 - ochrona przed kroplami wody spadającymi swobodnie z odchyleniem do 60 stopni;
- 4 - ochrona przed kroplami wody spadającymi lub rozpryskiwanymi pod dowolnym kątem (deszcz);
- 5 - ochrona przed skierowanym strumieniem wody;
- 6 - ochrona przed silnym strumieniem wody lub falą;
- 7 - ochrona przed zalaniem przy zanurzeniu w wodzie do 1 m, w czasie nie dłuższym niż 30 minut;
- 8 - ochrona przed zalaniem przy zanurzeniu ciągłym w wodzie (dla kryteriów określonych przez producenta; w niektórych przypadkach stopień 8 oznacza obudowę hermetyczną).

Najczęstszymi stopniami szczelności z jakimi będziemy mieli do czynienia - mówiąc o oświetleniu domu - to **IP20, IP44, IP54, IP67**.

**Stopień ochrony IP20** - czyli oprawy do stosowania wewnątrz pomieszczeń. Są to oprawy które chronią nas przed porażeniem przy próbie dotknięcia palcem. Ale w żaden sposób nie chronią urządzenia przed skutkami działania wody. Proszę się nie zrażać tym drugim, w końcu większość oświetlenia w naszym domu zamontowanych jest na suficie lub ścianach. Do tego w miejscach, w których nie są w ogóle narażone na kontakt z wodą. Więc w pomieszczeniach takich jak salon, sypialnia, pokój wypoczynkowy, garderoba itd sprawdzają się świetnie.

**Stopień ochrony IP44/54** - czyli oprawy bryzgoszczelne do miejsc zapylonych i wilgotnych. Zaczniemy od wewnątrz, w domu głównie są dwa pomieszczenia narażone na zwiększoną wilgotność. Jest to kuchnia oraz łazienka. W kuchni w praktyce nie musimy stosować tego typu oświetlenia, ponieważ źródło światła zazwyczaj nie jest w tak bliskim kontakcie ze źródłem wody czyli zlewem. Za to w łazience zdecydowanie często jesteśmy zmuszeni skorzystać z oprawy o podwyższonej szczelności. Jednak ten stopień ochrony nie tyczy się każdego miejsca w łazience z racji podziału na strefy.

**Stopień ochrony IP67** - czyli ochrona przed skutkami krótkotrwałego zanurzenia w wodzie. Ta klasa wodoszczelności świetnie sprawdzi się w łazience na podłodze, nawet w kabinie prysznicowej. Kolejnym miejscem jej stosowania może być podjazd gdzie jak wcześniej pisałem, podczas intensywnego deszczu może gromadzić się woda. Jeśli chcesz mieć pewność zawsze możesz skorzystać z najwyższego stopnia ochrony IP68, który umożliwia działanie nawet pod wodą. W praktyce tego typu rozwiązania stosuje się np w oczkach wodnych.

# **INSTALACJE MIESZKANIOWE**

W takich miejscach, jak łazienka należy zwrócić szczególną uwagę na sposób rozproadzenia instalacji, jej zabezpieczenia i zastosowanie odpowiedniego osprzętu elektroinstalacyjnego.

W pomieszczeniach tych obowiązują następujące podstawowe zasady w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz instalowania sprzętu, osprzętu, przewodów i odbiorników, a mianowicie:

- a) wykonanie połączeń wyrównawczych dodatkowych (miejscowych), łączących wszystkie części przewodzące obce ze sobą oraz z przewodami ochronnymi. Dotyczy to takich części przewodzących obcych jak: metalowe wanny, baseny natryskowe, wszelkiego rodzaju rury, baterie, krany, grzejniki wodne, podgrzewacze wody, armatura, konstrukcje i zbrojenia budowlane. W przypadku zastosowania w instalacjach wodociągowych zimnej i ciepłej wody oraz w instalacjach ogrzewczych wodnych, w miejsce rur metalowych, rur wykonanych z tworzyw sztucznych, połączeniami wyrównawczymi należy objąć wszelkiego rodzaju elementy metalowe mogące mieć styczność z wodą w tych rurach, jak na przykład armaturę i grzejniki.

- b) instalowanie gniazd wtyczkowych w strefie 3 lub w odległości nie mniejszej niż 0,60 m od otworu drzwiowego prefabrykowanej kabiny natryskowej. Gniazda te należy zabezpieczać wyłącznikami ochronnymi różnicowoprądowymi o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA albo zasilać indywidualnie z transformatora separacyjnego lub napięciem nieprzekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale (układ SELV),
- c) instalowanie przewodów wielożyłowych izolowanych, w powłoce izolacyjnej lub przewodów jednożyłowych w rurach z materiału izolacyjnego,
- d) instalowanie puszek, rozgałęźników i odgałęźników oraz urządzeń rozdzielczych i sprzętu łączeniowego poza strefami 0, 1 i 2,
- e) instalowanie w strefie 1 jedynie elektrycznych podgrzewaczy wody, a w strefie 2 jedynie opraw oświetleniowych o II klasie ochronności oraz elektrycznych podgrzewaczy wody,
- f) możliwość stosowania w strefie 0 napięcia o wartości nie większej niż 12 V (układ SELV). Źródło zasilania tego napięcia powinno być usytuowane poza tą strefą,

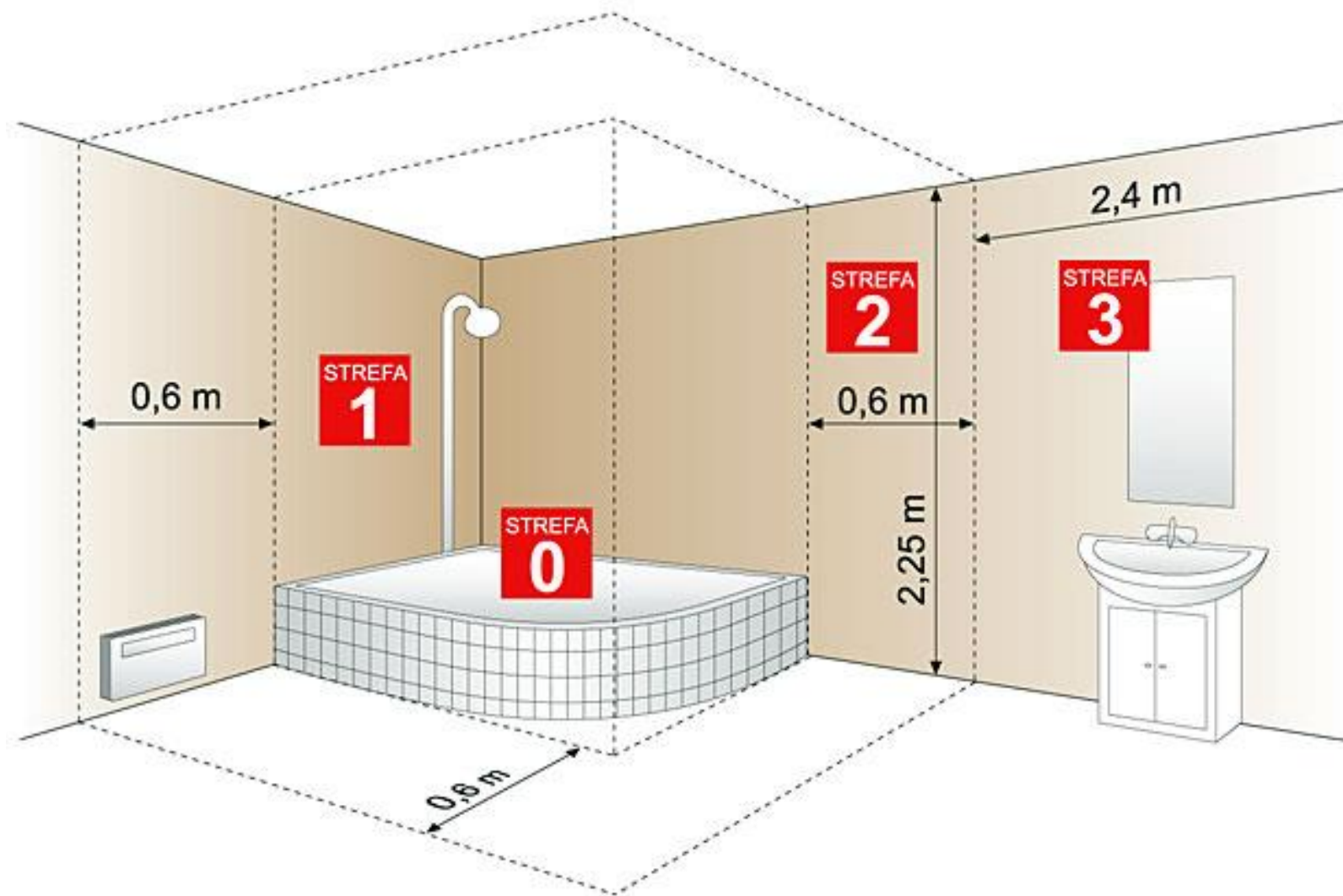
- g) możliwość stosowania w strefie 3 przenośnych odbiorników w kl. II ochronności, np. suszarka, golarka, lokówka.
- h) możliwość zamontowania w podłodze grzejników pod warunkiem pokrycia ich metalową siatką lub blachą, objętą połączeniami wyrównawczymi dodatkowymi (miejscowymi). Stosując się do powyższych zasad będziemy mieli pewność, że zadbamy o bezpieczeństwo naszych klientów i ich rodzin pozwalając na beztrudne korzystanie z dobrze zaprojektowanych i wykonanych łazienek, a sceny z morderczą suszarką wpadającą przez przypadek do wanny pełnej piany pozostaną tylko scenami z filmów grozy.

**Strefa 0** - jest to strefa we wnętrzu wanny lub brodzika prysznic. Osprzęt elektryczny tam zainstalowany musi mieć stopień ochrony nie mniejszy niż IPX7.

**Strefa 1** - jest to strefa ograniczona płaszczyznami: pionową - przebiegającą wzdłuż zewnętrznej krawędzi obrzeża wanny, brodzika prysznic. W przypadku braku brodzika - w odległości 0,60 m od prysznic. Drugie ograniczenie to płaszczyzna pozioma - przebiegającą na wysokości 2,25 m od poziomu podłogi. Stopień ochrony urządzeń elektrycznych w tym miejscu musi mieć minimum IPX5.

**Strefa 2** - jest ograniczona płaszczyznami: pionową - przebiegającą w odległości 0,60 m na zewnątrz od płaszczyzny ograniczającej strefę 1 oraz poziomą przebiegającą na wysokości 2,25 m od poziomu podłogi. Znajdujący się w tej strefie sprzęt i osprzęt powinny mieć stopień ochrony nie mniejszy niż IPX4. To w pomieszczeniach prywatnych, natomiast w łazienkach publicznych stopień ochrony IP sprzętu i osprzętu elektroinstalacyjnego w 2 strefie musi wynosić nie mniej niż IPX5.

**Strefa 3** - jest ograniczona płaszczyznami: pionową - przebiegającą w odległości 2,40 m na zewnątrz od płaszczyzny ograniczającej strefę 2 oraz poziomą przebiegającą na wysokości 2,25 m od poziomu podłogi. Sprzęt i osprzęt w strefie 3 powinny mieć stopień ochrony nie mniejszy niż IPX1 (w strefie 3 w łazienkach publicznych minimum IPX5).





## Strefy instalacyjne

Rozmieszczenie przewodów układanych w tynku, pod tynkiem, w bruzdach, których trasy są niewidoczne po wykonaniu tynków, powinno być ograniczone do określonych stref instalacyjnych. To samo dotyczy rur osłonowych (instalacyjnych) układanych rezerwowo. Pozwala to uniknąć uszkodzenia ułożonych w sposób niewidoczny na wykończonej powierzchni przewodów w trakcie wykonywania instalacji innych branż, takich jak gaz, woda i ogrzewanie, a także podczas montażu elementów wyposażenia wnętrza. Ułatwia również późniejszą rozbudowę instalacji elektrycznych lub ich przebudowę, np. podczas dostosowywania jej do indywidualnych potrzeb mieszkańców.

Ma to szczególne znaczenie, w sytuacji gdy coraz powszechniej instalacje elektryczne wykonywane są bez montażu puszek rozgałęźnych, które stanowiły pewnego rodzaju punkty orientacyjne tras prowadzenia przewodów.

Zalecenie prowadzenia tras w określonych strefach obowiązuje również przy wykonywaniu instalacji w ściankach działowych lub zabudowie z płyt g-k.

Stosowanie stref instalacyjnych nie jest natomiast wymagane dla widocznych instalacji natynkowych, kanałów i listew instalacyjnych oraz instalacji pod podłogami podniesionymi czy w przestrzeni nad sufitami podwieszonymi, a także dla przewodów i rur osłonowych zatapiających w ścianach monolitycznych i układanych w stropach.

## Poziome strefy instalacyjne SH

Poziome strefy instalacyjne (SH), mają maksymalną szerokość 30 cm. Zdefiniowano następujące strefy poziome:

SH-g – górna strefa instalacyjna od 15 do 45 cm poniżej poziomu wykończonego sufitu;

SH-d – dolna strefa instalacyjna na wysokości od 15 do 45 cm od PWP;

SH-s – środkowa strefa instalacyjna w pomieszczeniach z powierzchniami roboczymi przed ścianami (np. w kuchni) na wysokości od 100 do 130 cm od PWP

## Pionowe strefy instalacyjne SV

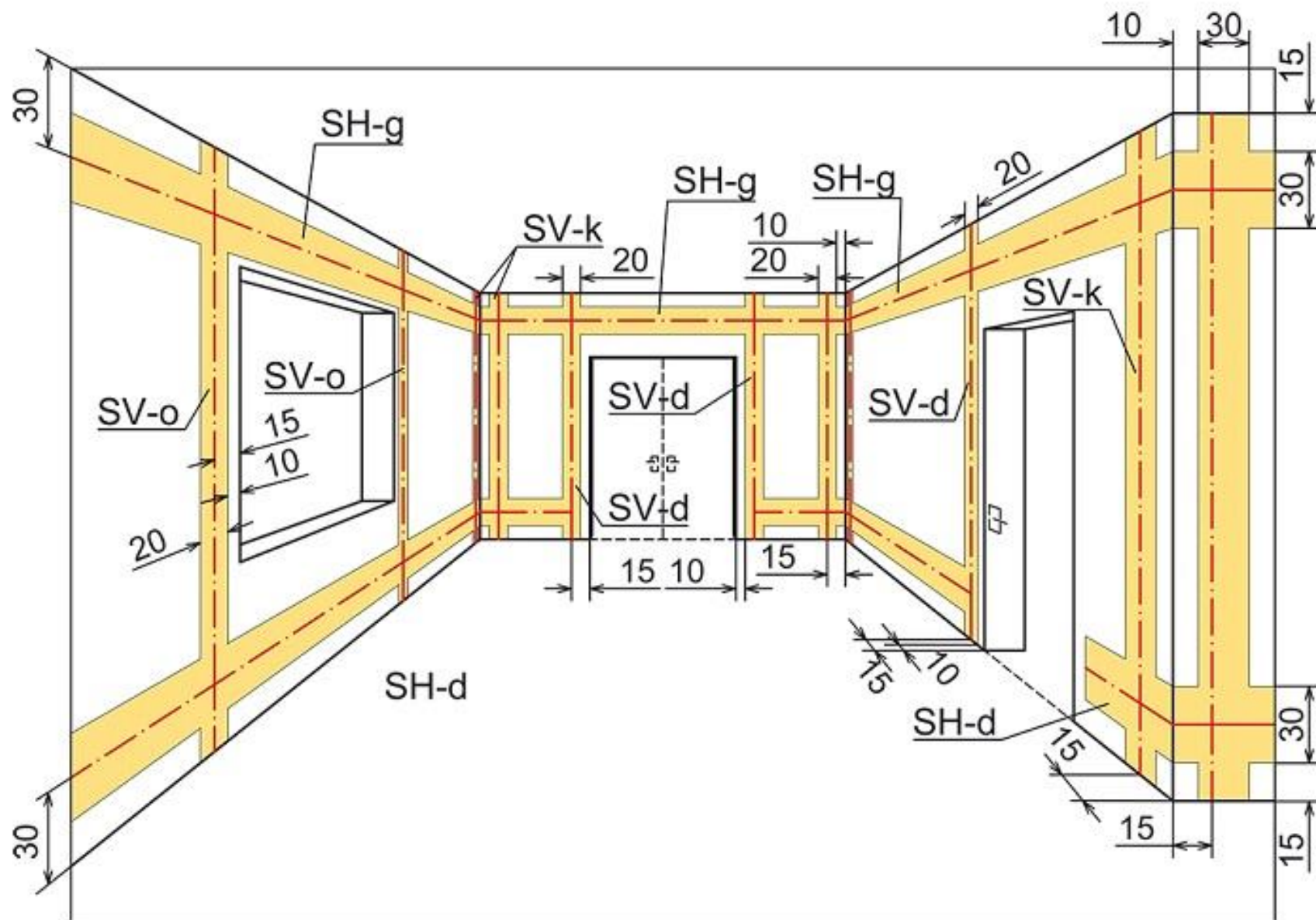
Pionowe strefy instalacyjne (SV), mają maksymalną szerokość 20 cm i prowadzą od podłogi do sufitu. Zdefiniowano następujące strefy pionowe:

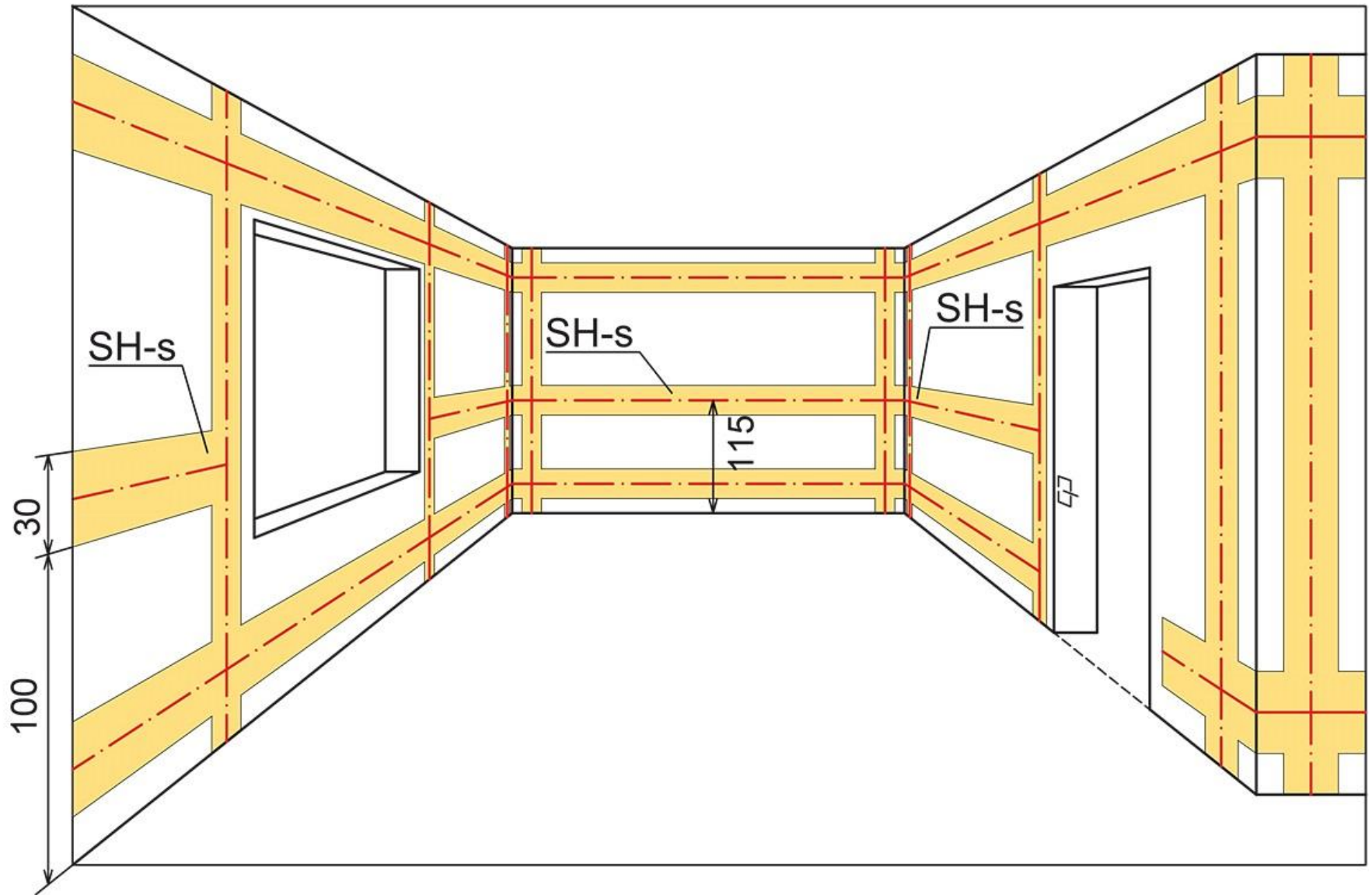
SV-d – pionowa strefa instalacyjna przy drzwiach w odległości od 10 do 30 cm od skraju ościeża drzwi (w przypadku drzwi jednoskrzydłowych strefa instalacyjna wyznaczona jest tylko od strony klamki);

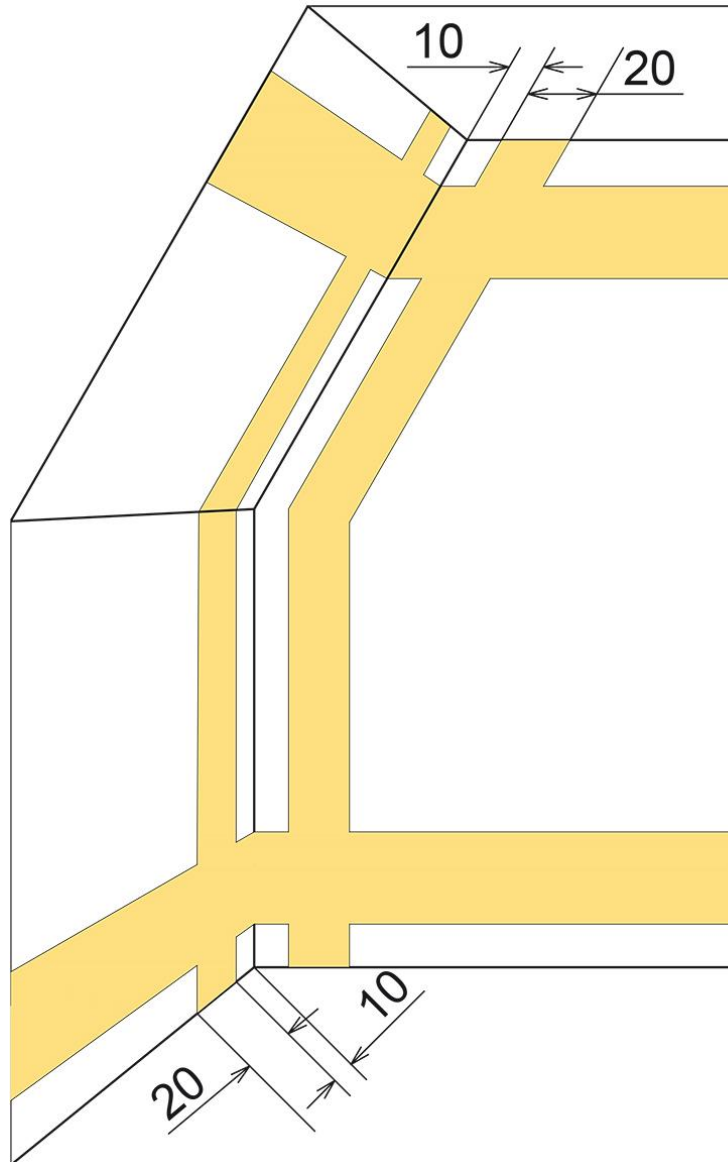
SV-o – pionowa strefa instalacyjna przy oknach w odległości od 10 do 30 cm od skraju ościeża okna;

SV-k – pionowa strefa instalacyjna przy narożniku pomieszczenia w odległości od 10 do 30 cm od narożnika.

W pomieszczeniach o ścianach pochyłych, np. na poddaszu, strefy instalacyjne wyznaczone są równoległe do narożnika (zbiegu ścian)





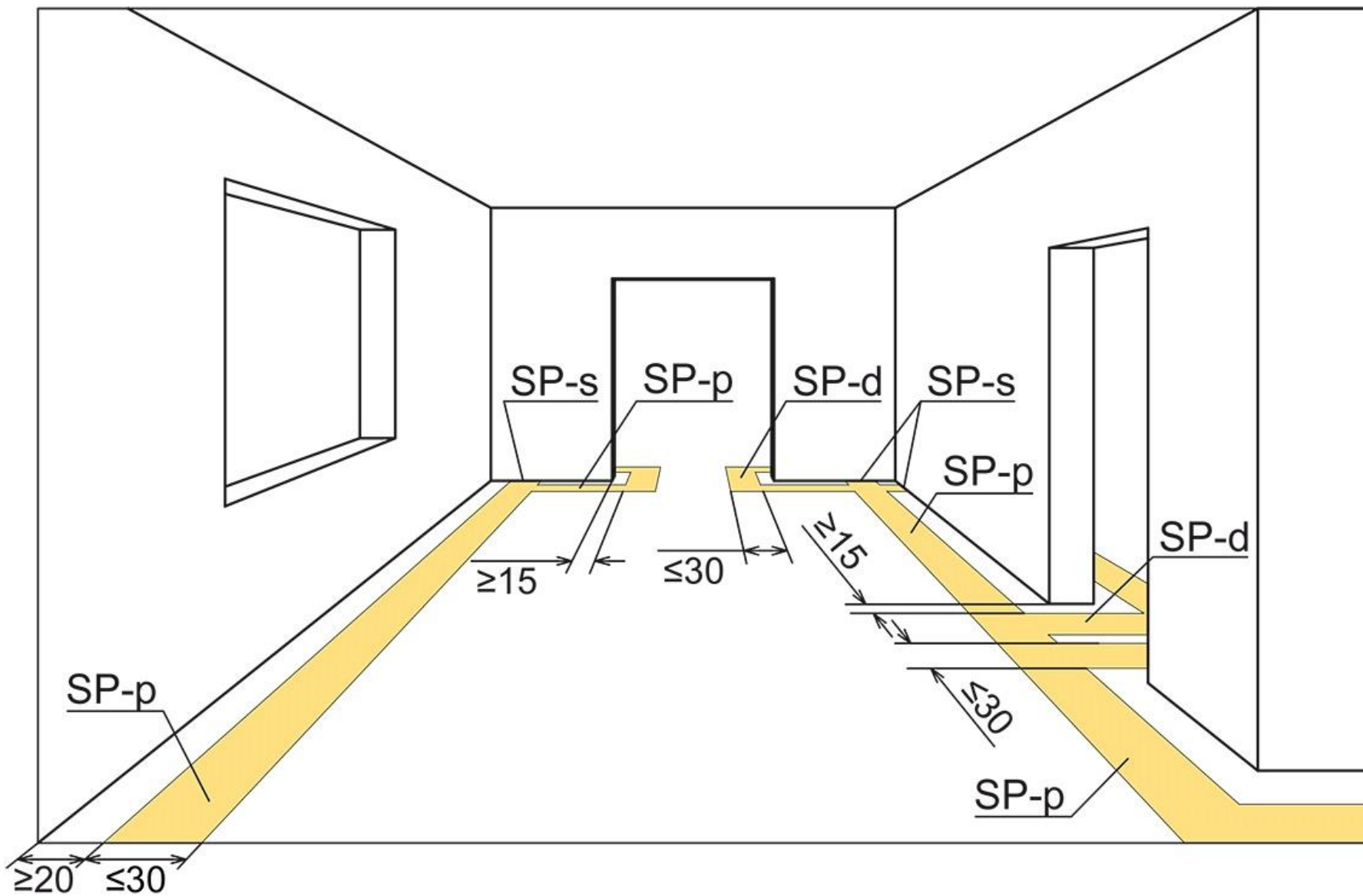


## Strefy instalacyjne w warstwach podłogi SP

Zdefiniowano następujące strefy instalacyjne w warstwach podłogi na stropie, a na najniższej kondygnacji na płycie fundamentowej lub podłożu leżącym na gruncie:

- SP-p strefa instalacyjna w podłodze pomieszczenia równoległa do ścian w minimalnej odległości 20 cm i o maksymalnej szerokości 30 cm;
- SP-d strefa instalacyjna prowadzona w podłodze przez otwór drzwiowy pomieszczenia w odległości minimalnej 15 cm od ościeża drzwi i o maksymalnej szerokości 30 cm;
- SP-s strefa instalacyjna o maksymalnej szerokości 30 cm prowadzona prostopadle przez ścianę wewnętrzną pomieszczenia w poziomie warstw podłogi, w odległości minimalnej 20 cm od ściany równoległej.

Strefa SP-s została wprowadzona głównie w celu skrócenia długości kabli w systemach telekomunikacyjnych (informatycznych i telewizji kablowej lub satelitarnej). Przejście przez ścianę należy uzgodnić z projektantem konstrukcji. Strefy powinny być skoordynowane podczas projektowania ze strefami prowadzenia instalacji innych branż, np. sanitarnej.



## Lokalizacja osprzętu i urządzeń elektrycznych

Podane niżej zalecenia dotyczą rozmieszczenia w mieszkaniach oraz w częściach wspólnych budynków mieszkalnych użytkowanych i obsługiwanych przez mieszkańców elementów instalacji elektrycznych (urządzeń, osprzętu), takich jak:

- łączniki oświetlenia, urządzenia sterujące np. termostaty, nastawniki wentylacji lub klimatyzacji, przyciski do otwierania drzwi lub okien, czytniki kontroli dostępu, przyciski sygnalizacji dzwonekowej, łączniki sygnalizacji alarmowo-przyzywowej oraz gniazda wtyczkowe, telekomunikacyjne, ręczne ostrzegacze pożarowe itp. zwane dalej osprzętem;
- urządzenia systemów łączności – jednostki wewnętrzne i zewnętrzne systemów domofonowych, wideodo-dofonowych czy interkomu;
- rozdzielnice (tablice) mieszkaniowe;
- urządzenia wymagające odczytu wskazań, niewymagające obsługi (np. liczniki energii elektrycznej).

Przedstawione wytyczne nie dotyczą rozmieszczenia urządzeń wynikającego z innych przepisów (np. w pomieszczeniach wyposażonych w wannę lub natrysk), jak również używanych wyłącznie do celów technicznych i gniazd przeznaczonych np. do podłączenia telewizora, lodówki, zmywarki, pralki, okapu, a także gniazd podłogowych.

Wszystkie gniazda, łączniki i elementy sterujące powinny być rozmieszczone w sposób logiczny, spójny i powtarzalny w całym budynku, tak aby można je było łatwo zlokalizować (np. łączniki oświetleniowe i przyciski sygnalizacji dzwonekowej na ścianie od strony klamki w takiej samej odległości ok. 10-20 cm od ościeżnic).

Osprzęt i urządzenia należy montować na ścianach w strefach instalacyjnych. W przypadku kiedy elementy instalacji elektrycznych muszą być zainstalowane poza strefą, przewody do nich należy poprowadzić pionowo od najbliższej poziomej strefy instalacyjnej.

Trzeba pamiętać, że w przypadku urządzeń specjalnych, takich jak np. termostaty czy wideodomofony, nadrzędne są wytyczne montażu przekazane przez producenta. Osprzęt powinien być montowany na następujących wysokościach mierzonych od poziomu wykończonej podłogi do środka (osi) osprzętu lub urządzenia:

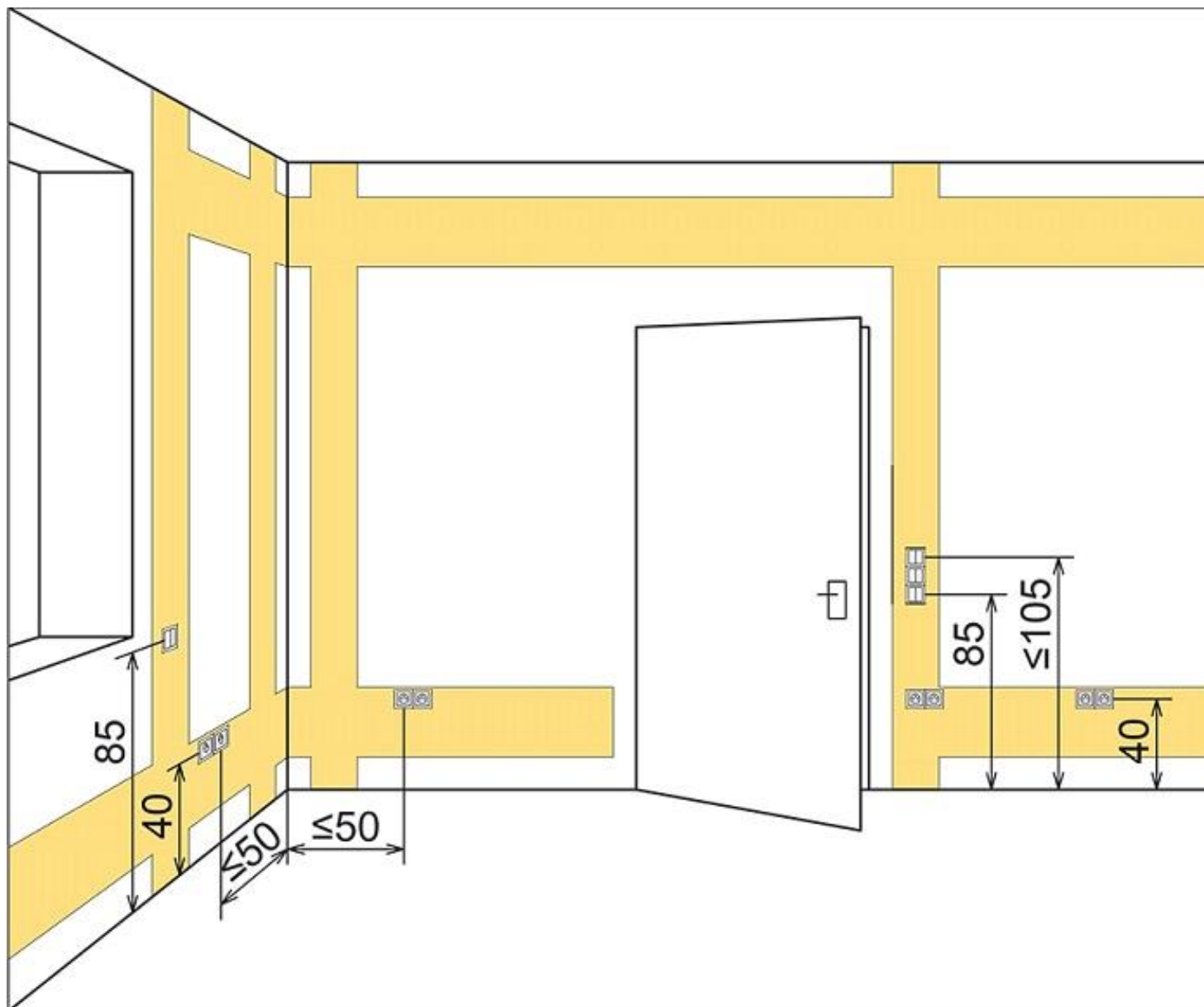
- łączniki światła, elementy sterujące – 85 cm (w przypadku lokalizacji kilku elementów nad sobą oś najwyższego powinna się znajdować na wysokości nie wyższej niż 105 cm);
- gniazda wtyczkowe i telekomunikacyjne – od 40 do 85 cm;
- gniazda wtyczkowe nad blatami w kuchni i miejscami do pracy przy ścianach – 115 cm;
- urządzenia wymagające odczytu wskazań, natomiast niewymagające obsługi (np. mierniki, wskaźniki, wyświetlacze) – od 120 do 140 cm.

W normie DIN 18040 [7] dotyczącej budownictwa bez barier obniżono zalecaną wysokość montażu łączników światła i elementów sterujących w stosunku do tej z normy ogólnej dotyczącej instalacji [6] ze 105 do 85 cm, a podniesiono minimalną wysokość montażu gniazd z 30 do 40 cm. Stosując się do tych zaleceń, zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego, w łatwy sposób usuwa się jedną z barier.

To samo ma miejsce w przypadku stosowania zalecenia, aby odległość osprzętu i obsługiwanych urządzeń od narożnika wewnętrznego pomieszczenia lub innej przeszkody z boku nie była mniejsza niż 50 cm.

---

Zaleca się, żeby w przypadku kilku gniazd montować je obok siebie w poziomie. Kilka łączników można umieszczać obok siebie zarówno w poziomie, jak i pionie, przy czym nie zaleca się montowania więcej niż trzech, aby uniknąć dezorientacji użytkownika.



Wysokość montażu rozdzielnic mieszkaniowej nie jest nigdzie normowana. W załączniku do normy, zalecany jest montaż na wysokości mierzonej od poziomu wykończonej podłogi do jej środka (osi poziomej) od 110 do 185 cm. W Niemczech funkcjonuje też zakres 80-180 cm. W Irlandii i W. Brytanii dolna krawędź rozdzielnic nie może być niżej niż 120 cm od PWP a górna nie wyżej niż 140 cm. Planując lokalizację tablicy mieszkaniowej należy pamiętać, że powinna być łatwo dostępna także dla osób na wózkach, niskich czy starszych, bez używania dodatkowych sprzętów, jak drabina czy stołek. Współczesne rozdzielnice mieszkaniowe są bezpieczne, a zamontowane w nich wyłączniki instalacyjne czy różnicowoprądowe przewidziane są do obsługi przez użytkowników. W przypadku tych ostatnich wymagane jest wręcz ich regularne testowanie. Niedopuszczalny jest zatem montaż rozdzielnic nad drzwiami, co niestety wciąż nie należy do rzadkości w nowo powstających budynkach. Przed zamontowaniem osprzętu należy zapewnić odpowiednią przestrzeń o wymiarach co najmniej 150 x 150 cm umożliwiającą manewrowanie wózkiem (120 x 150 cm w kierunku jazdy, jeśli nie jest wymagana zmiana kierunku). Osprzęt należy tak umieszczać, aby po drodze do niego nie było stopni.



Aktualności



Praktyczny przewodnik inwestora



Standardy projektowania budynków dla osób z niepełnosprawnościami



Budownictwo wielkopłytowe – Raport o stanie technicznym



Charakterystyka energetyczna budynków



Wyroby budowlane



Zawody i kwalifikacje w budownictwie

Dane kontaktowe



### Zapraszamy do zapoznania się z portalem budowlaneABC

Celem portalu jest pokazanie często trudnych tematów związanych z budownictwem w sposób prosty. Jeżeli szukasz informacji o budowie lub remoncie domu w części Praktyczny poradnik inwestora znajduje się grafika budynku. Możesz na niej znaleźć informacje co trzeba zrobić, aby np. wymienić okna lub ocieplić budynek.

Dzięki przykładom uzupełnionych wniosków otrzymasz wsparcie przy rozpoczęciu Twojej inwestycji.

Zachęcamy do skorzystania z tych i wielu innych informacji, jakie oferuje portal.



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



# **DOBÓR I UKŁADANIE PRZEWODÓW**

W warunkach normalnej pracy przyrost temperatury przewodów nie powinien przekraczać wartości dopuszczalnych długotrwale. Powinna też być zapewniona odbiorcom odpowiednia jakość energii elektrycznej określona głównie brakiem przerw w zasilaniu, odchyleniami napięcia od wartości znamionowej i zawartością wyższych harmonicznych.

Według normy HD 60364-1 Instalacje elektryczne niskiego napięcia — Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje – w celu ustalenia właściwości instalacji przy doborze metod ochrony dla zapewnienia bezpieczeństwa oraz przy doborze i montażu wyposażenia należy w szczególności uwzględnić:

- a) przeznaczenie danej instalacji, jej ogólną strukturę i sposób zasilania,
- b) przewidywane wpływy zewnętrzne na jakie instalacja może być narażona,
- c) kompatybilność wyposażenia instalacji, a także
- d) łatwość dostępu, konserwacji i kontroli stanu technicznego instalacji.

Wymienione wyżej właściwości oraz podstawowe zasady doboru i montażu instalacji dotyczą w szczególności: przewodów i kabli, ich głowic i/lub muf, konstrukcji wsporczych oraz uchwytów, ich obudów oraz metod ochrony przed piorunami zewnętrznymi.

W przypadku doboru innych typów instalacji, np. instalacji telekomunikacyjnych lub elektronicznych systemów domowych i budowlanych, powinny być brane pod uwagę właściwe przepisy i normy przedmiotowe.

Zasady doboru przewodów, kabli i urządzeń ochronnych dla tego typu instalacji polegają głównie na:

- a) ustaleniu wartości spodziewanego prądu obciążenia, który stanowi podstawę doboru prądu znamionowego zabezpieczenia oraz wstępnego doboru obciążalności długotrwałej przewodu
- b) doborze prądu znamionowego i/lub nastawczego urządzenia zabezpieczającego nadprądowego,
- c) doborze przekroju przewodu w taki sposób, aby spełniał on wymagania. w zakresie wytrzymałości mechanicznej, obciążalności cieplnej długotrwałej i zwarciowej, dopuszczalnego spadku napięcia oraz warunki ochrony przeciwporażeniowej.

Istotnym dla bezpieczeństwa pożarowego jest właściwy dobór przewodów do zasilania urządzeń elektrycznych, które muszą funkcjonować w czasie pożaru.

Przy doborze przewodów i kabli, wg PN-HD 60364-5-52:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia — Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia. Oprzewodowanie – należy uwzględnić następujące warunki montażu i użytkowania:

- rodzaj instalacji (np. wewnętrznej, linii napowietrznej, linii kablowej),
- rodzaj pomieszczenia dla instalacji wewnętrznej,
- sposób montażu, ułożenia przewodów,
- przekroje żył przewodów i kabli,
- zagrożenia pożarowe,
- wpływy czynników zewnętrznych,
- napięcie znamionowe,
- dopuszczalne spadki napięć,
- układ połączeń sieci względem ziemi,
- wartości prądów zwarciovych,
- spodziewane narażenia mechaniczne.

## Wybrane terminy i definicje

**oprzewodowanie** – zestaw składający się z jednego lub z większej liczby izolowanych przewodów, kabli lub przewodów szynowych oraz części zapewniających ich umocowanie oraz, jeżeli jest to konieczne, odpowiednich osłon mechanicznych,

**szyna zbiorcza** – przewód o małej impedancji, do którego jest możliwe oddzielne przyłączenie kilku obwodów elektrycznych,

**przewód** – wyrób przemysłowy składający się z jednego lub kilku skręconych drutów albo z jednej lub większej liczby żył izolowanych bez powłoki lub w powłoce niemetalowej,

**przewód; element przewodzący**, – część przewodząca przeznaczona do przewodzenia określonej wartości prądu elektrycznego,

**kabel** – wyrób przemysłowy składający się z jednej lub większej liczby żył izolowanych, w powłoce lub osłonie ochronnej i pancerzu, chroniące izolację żył przed wilgocią, wpływami chemicznymi i uszkodzeniami mechanicznymi,

**żyła kabla (przewodu)** – część kabla przeznaczona do przewodzenia prądu. Żyły kabli i przewodów są wykonane z drutów miedzianych lub aluminiowych, a w niektórych wyrobach – również z drutów stalowych lub bimetalowych,

**linia kablowa** – kabel jedno lub wielożyłowy lub kilka kabli połączonych równolegle ułożonych we wspólnym rowie kablowym lub przestrzeni, łączących odbiorniki z urządzeniem zasilającym,

**izolacja żył kabla lub przewodu** – element konstrukcyjny służący do odizolowania poszczególnych elementów kabla lub przewodu między sobą oraz od elementów uziemionych,

**powłoka** – szczelna warstwa metalu (ołów, aluminium, stal, miedź) lub materiału niemetalicznego (polwinit, polietylen, poliuretan, guma, mieszanki tworzyw bezhalogenowych o ograniczonej emisji dymu oraz gazów korozyjnych i toksycznych podczas palenia), zapobiegająca przenikaniu wilgoci do żyły izolowanej lub ośrodka,

**żyła powrotna (ekran metaliczny)** – warstwa przeznaczona do przewodzenia prądu zakłóceniewego, nałożona współosiowo na ośrodek kabla,

**powłoka wypełniająca** – warstwa ochronna wyokrąglająca, wytłoczona na ośrodku kabla lub przewodu, która także zapobiega wnikaniu i przemieszczaniu się wilgoci,

**osłona ochronna** – warstwa ochronna lub zespół warstw ochronnych wytłoczonych lub nałożonych na kabel lub przewód w postaci obwojów, czasami oplotów, chroniąca przed czynnikami chemicznymi oraz uszkodzeniami mechanicznymi.

## **Dobór metody instalowania przewodowania**

Przy doborze metody instalowania przewodowania (z wyjątkiem układów szynowych i przewodów szynowych) odpowiednio dla typów przewodów lub kabli należy uwzględnić:

- a) maksymalną temperaturę roboczą dla różnych rodzajów izolacji oraz przewidywane wpływy zewnętrzne,
- b) miejsce instalowania przewodowania zgodnie z metodami wykonania instalacji określonymi w normie HD 60364-5-52:2011, w odniesieniu do rodzaju przewodów lub kabli,
- c) inne metody instalacji przewodów, kabli oraz szyn zbiorczych pod warunkiem spełnienia wymagań normy HD 60364-5-52.

## **Dobór i instalowanie układów szynowych**

Wymaga się, aby układy szynowe (wg IEC 60439-2) i przewody szynowe (wg IEC 61534) były dobierane i instalowane zgodnie z instrukcją producenta, po uwzględnieniu wpływów zewnętrznych.

## Obwody prądu przemiennego

Ze względu na zjawiska elektromagnetyczne występujące w obwodach prądu przemiennego, zachodzi potrzeba zapobiegania prądom wirowym. W takich przypadkach przewody instalowane w obudowach ferromagnetycznych powinny być rozmieszczone tak, aby przewody każdego obwodu łącznie z przewodem ochronnym, były umieszczone w tej samej obudowie. Miejsca wprowadzenia przewodów do obudowy powinny być otoczone materiałem ferromagnetycznym.

## Układanie obwodów instalacji elektrycznej

Dopuszcza się układanie kilku obwodów instalacji elektrycznej:

- a) w tej samej rurze ochronnej,
- b) w wydzielonej przestrzeni listwy instalacyjnej lub
- c) w tym samym kablu, pod warunkiem że wszystkie przewody posiadają izolację przewidzianą dla najwyższego zastosowanego w tych obwodach napięcia znamionowego.

- 1) Nie należy rozmieszczać przewodów należących do pojedynczego obwodu w różnych kablach lub przewodach wielożyłowych, rurach instalacyjnych, listwach instalacyjnych (z wyjątkiem sytuacji, gdy kilka kabli wielożyłowych, tworzących jeden obwód, jest ułożonych równolegle). Jeżeli kable wielożyłowe są ułożone równolegle, to każdy kabel powinien zawierać jedną żyłę każdej fazy i żyłę neutralną, jeśli występuje;
- 2) Nie należy stosować wspólnego przewodu neutralnego dla kilku głównych obwodów. Jednofazowe obwody końcowe prądu przemiennego można zestawić, np. z jednego przewodu liniowego i przewodu neutralnego obwodu wielofazowego z tylko jednym przewodem neutralnym pod warunkiem, że obwód ten będzie wyraźnie oznaczony;
- 3) W przypadkach, gdy kilka obwodów posiada połączenia w jednej puszcze rozgałęźnej, to zaciski każdego z tych obwodów powinny być od siebie oddzielone przekładkami izolacyjnymi.

Zaleca się, aby systemy rur instalacyjnych były zgodne z IEC 61388, systemy listew lub kanałów instalacyjnych – z IEC 61084, a systemy korytek lub drabinek – z IEC 61537.

## Elastyczne kable i przewody sznurowe

Według normy HD 60364-5-52:2011 elastyczne kable i przewody sznurowe mogą być stosowane do zasilania:

- a) urządzeń ruchomych, z wyjątkiem urządzeń zasilanych przez styk z szyną,
- b) urządzeń stacjonarnych, przeznaczonych do czasowego przemieszczenia, np. celu konserwacji.

Do ochrony elastycznych przewodów można stosować elastyczne systemy rur instalacyjnych. Instalowane na stałe izolowane przewody (bez powłoki), powinny być ułożone w rurach lub listwach instalacyjnych (z wyjątkiem przewodu ochronnego wg HD 60364-5-54). Dopuszcza się zastosowanie elastycznego kabla w stałym oprzewodowaniu pod warunkiem spełnienia wymagań normy HD 60364-5-52:2011.

## Ochrona od wpływów zewnętrznych

### Temperatura otoczenia

Temperatura otoczenia jest to temperatura powietrza lub innego czynnika otaczającego instalację lub urządzenie, np. nieobciążony przewód znajdujący się w tym ośrodku.

Przewody i kable powinny być dobrane i zamontowane tak, aby w każdej temperaturze, w przedziale pomiędzy minimalną a maksymalną temperaturą otoczenia, temperatura dopuszczalna, oznaczająca maksymalną długotrwałą temperaturę pracy, zarówno w normalnych warunkach pracy, jaki i w warunkach zakłóceń, nie została przekroczona. Wymaga się również, aby wszystkie elementy systemu oprzewodowania, w tym kable, przewody i osprzęt elektrotechniczny, były montowane i użytkowane jedynie w granicach temperatur ustalonych w odpowiednich normach przedmiotowych lub instrukcjach producenta.

## **Wpływ zewnętrznych źródeł ciepła**

Ciepło z zewnętrznych źródeł może być przenoszone przez promieniowanie, konwekcję lub przewodzenie, np. z urządzeń elektrycznych i źródeł światła, z sieci ciepłowniczej, procesu produkcyjnego lub z oddziaływania słońca na oprzewodowanie lub jego otoczenie. Zabezpieczenie oprzewodowania przed szkodliwym wpływem ciepła pochodzącego z zewnętrznych źródeł polega głównie na:

- a) osłonięciu narażonej części instalacji,
- b) zainstalowaniu oprzewodowania w dostatecznej odległości od źródeł ciepła
- c) doborze elementów oprzewodowania uniemożliwiających wystąpienie dodatkowego wzrostu temperatury,
- d) miejscowym wzmocnieniu materiałem izolacyjnym.

## **Wpływ wody lub wysokiej wilgotności.**

Jeżeli oprzewodowania będzie użytkowane w warunkach dużej wilgotności, to powinno być ono tak dobrane i zainstalowane, aby było skutecznie zabezpieczone przed wpływami zewnętrznymi.

## **Przedostawanie się obcych ciał stałych.**

Oprzewodowanie powinno być dobrane i zainstalowane tak, aby możliwość przedostawania się obcych ciał stałych była minimalna. Oprzewodowanie użytkowane w takich warunkach powinno mieć odpowiedni dla danej lokalizacji stopień ochrony IP.

## **Obecność substancji powodujących korozję**

Jeżeli oprzewodowanie jest użytkowane w obszarach lub przestrzeniach, w których obecność wody, substancji żrących lub zanieczyszczających może doprowadzić do korozji lub pogorszenia właściwości przewodzenia, to należy zapewnić odpowiednio skuteczną ochronę lub wykonać z materiału odpornego na działanie występujących substancji.

Przy doborze odpowiedniej metody montażu oprzewodowania, dla zapewnienia ochrony przed innymi spodziewanymi wpływami zewnętrznymi, należy również uwzględnić:

- 1) **Naprężenia mechaniczne**, które mogą wystąpić podczas montażu lub w czasie konserwacji oprzewodowania, powodowane np. przez udary, penetrację i ściskanie. Jeżeli zostały one właściwie dobrane i zamontowane nie powinny powodować uszkodzeń powłok izolacji przewodów i kabli. Ochronę przed naprężeniami mechanicznymi powinny zapewnić: właściwości mechaniczne oprzewodowania, dobór miejsca, ochrona mechaniczna ogólna lub miejscowa, zastosowanie odpowiednich systemów listew instalacyjnych;
- 2) **Wibracje** – mogą wystąpić w każdym oprzewodowaniu podpartym lub zamontowanym na stałe do urządzeń poddawanych wibracjom średnim lub silnym. W takich przypadkach oprzewodowanie należy dostosować do występujących warunków. Odbiorniki energii elektrycznej zawieszane w instalacjach stałych, np. lampy oświetleniowe, należy przyłączyć za pomocą przewodów z żyłami giętkimi;
- 3) **Promieniowanie słoneczne i promieniowanie ultrafioletowe** – jeżeli oprzewodowanie może być narażone na takie promieniowanie, to powinno być ono odpowiednio dobrane i wykonane lub osłonięte. W przypadku urządzeń poddawanych promieniowaniu jonizującemu, może być wymagane podjęcie specjalnych środków ostrożności.

## Obciążalność długotrwała przewodów

Prąd długotrwały w danej żyłce przewodu lub kabla powinien mieć, w warunkach normalnej eksploatacji, taką wartość, aby nie została przekroczona temperatura graniczna. Ma to na celu zapewnienie odpowiedniej trwałości żył i izolacji podstawowych działaniu cieplnemu długotrwałe płynącego prądu. Wymagania te uważa się za spełnione, jeżeli prąd w izolowanych przewodach i nieopancerzonych kablach nie przekracza odpowiednich orientacyjnych wartości podanych w tablicach Załącznika B do normy EN 60364-5-52, z ewentualnym uwzględnieniem współczynników poprawkowych.

Odpowiednią wartość obciążalności prądowej długotrwałej można również ustalić na podstawie wymagań podanych w normie IEC 60287, albo na podstawie badania, albo obliczyć według uznanej i obowiązującej metody. Przy określaniu obciążalności prądowej długotrwałej należy brać także pod uwagę charakterystyki obciążenia oraz, w przypadku kabli ułożonych w ziemi – efektywną rezystancję cieplną gruntu.

Wymagania zawarte w normie HD 60364-5-52 dotyczą przewodów nieopancerzonych kabli i przewodów izolowanych o napięciu nominalnym nie wyższym niż 1 kV prądu przemiennego lub 1,5 kV prądu stałego oraz kabli opancerzonych wielożyłowych (nie mają jednak zastosowania do opancerzonych kabli jednożyłowych).

W przypadku stosowania opancerzonych kabli jednożyłowych lub przewodów ułożonych w pojedynczych metalowych osłonach, w celu odpowiedniego zmniejszenia ich obciążalności prądowej, można również stosować wymagania podane w normie HD 60364-5-52. Obciążalność prądowa długotrwała izolowanych przewodów jest taka sama jak kabli jednożyłowych.

## Wyznaczenie przekroju przewodu

Wyznaczenie przekroju przewodu wiąże się z ustaleniem jego obciążalności prądowej długotrwałej, a następnie ze sprawdzeniem, czy dobrane przekroje są wystarczające ze względu na:

- a) dopuszczalny spadek napięcia  $\Delta U$ ,
- b) cieplne działanie prądów przeciążeniowych i zwarciovych,
- c) wytrzymałość mechaniczną,
- d) skuteczność ochrony przeciwporażeniowej.

Przy doborze przekroju przewodów należy uwzględnić wymagania dotyczące:

- a) ochrony przed prądem przetężeniowym (IEC 60364-4-43),
- b) ochrony przed skutkami oddziaływania cieplnego (IEC 60364-4-42),
- c) ochrony przed porażeniem elektrycznym (HD 60364-4-41),
- d) spadku napięcia (HD 60364-5-52),
- e) temperatur granicznych zacisków urządzeń, do których są przyłączone żyły.

## Główne przyczyny nagrzewania się przewodów

Moc ( $P$ ) wydzielona na przewodzie jest wprost proporcjonalna do kwadratu natężenia przepływającego prądu ( $I$ ), rezystancji ( $R$ ) żyły (o przekroju ( $S$ ), konduktywności ( $\gamma$ ) i długości ( $l$ ) i wynosi:

$$P = I^2 R = I^2 \frac{l}{\gamma S}$$

Przepływający prąd przez żyły przewodów lub kabli powoduje wydzielanie się ciepła i wzrost temperatury żył, a w efekcie nagrzewanie izolacji, ekranu, pancerza oraz podłoża, tynku, gruntu, otoczenia, w których zostały ułożone. W zależności od sposobu ułożenia przewodu lub kabla, wydzielające się ciepło może być rozpraszane jednocześnie przez: konwekcję (odbieranie i unoszenie), przewodnictwo lub promieniowanie. Na przykład kable ułożone w korzystnych dla oddawania ciepła warunkach posiadają wyższą dopuszczalną obciążalność prądową

Do głównych przyczyn nagrzewania się przewodów wskutek przepływu prądu elektrycznego należy zaliczyć:

- a) straty spowodowane przepływem prądu przez przewód o określonej rezystancji (wynikające z prawa Joule'a),
- b) straty wynikające z własności izolacji w zmiennym polu elektrycznym, które są przyczyną występowania prądów upływów do ziemi,
- c) straty wynikające z histerezy magnetycznej i prądów wirowych w obwodach magnetycznych urządzeń oraz w metalowych częściach aparatury instalacji
- d) wpływy zewnętrzne.

**Maksymalne temperatury robocze dla różnych rodzajów izolacji, wg PN-HD 60364-5-52:2011, są następujące:**

- a) Polichlorek winylu (PVC) – żyła 70 °C;
- b) Polietylen sieciowany (XLPE) oraz guma etylenowo-propylenowa – żyła 90 °C;
- c) Mineralna (PVC osłonięta lub nieosłonięta, narażona na dotyk) – powłoka 70 °C;
- d) Mineralna (nieosłonięta, nie narażona na dotyk i nie stykająca się z materiałami zapalnymi) – powłoka 105 °C.

## Obliczeniowe temperatury otoczenia

**1) Obliczeniowa temperatura otoczenia** jest to najwyższa temperatura powietrza otaczającego użytkowane urządzenia i instalacje elektryczne, którą należy ustalić (drogą pomiarów lub obliczeń), po uwzględnieniu warunków występujących w danej strefie klimatycznej. Obciążalności prądowe długotrwałe przewodów zawarte w normie HD 60364-5-52, podane zostały dla następujących obliczeniowych temperatur otoczenia:

- a) izolowanych przewodów i kabli w powietrzu , niezależnie od sposobu ułożenia wynosi 30 °C,
- b) kabli ułożonych bezpośrednio w gruncie lub w osłonach w ziemi wynosi 20 °C.

Według PN-HD 60364-5-52:2011, gdy temperatura otoczenia w miejscu przewidywanego ułożenia izolowanych żył przewodów różni się od obliczeniowej temperatury otoczenia, należy wówczas stosować określone w normie współczynniki poprawkowe do podanych w normie wartości obciążalności prądowych długotrwałych.

**Temperatura graniczna dopuszczalna długotrwale** jest to najwyższa temperatura, do jakiej mogą się nagrzewać żyły przewodów i stykające się z nimi warstwy izolacji przez czas nieograniczony przy zachowaniu wymaganej trwałości termicznej, w zależności od rodzaju izolacji i warunków otoczenia. Prąd długotrwały w dowolnej żyłce przewodu, w warunkach normalnej eksploatacji, powinien mieć taką wartość, aby nie została przekroczona odpowiednia temperatura graniczna, np. dla izolacji:

- a) z gumy naturalnej – temperatura graniczna dopuszczalna długotrwale wynosi  $60^{\circ}\text{C}$ ,
- b) z polwinitu (PVC) wynosi  $70^{\circ}\text{C}$ ,
- c) z polietylenu sieciowanego (XLPE) oraz gumy etylenowo-propylenowej wynosi  $90^{\circ}\text{C}$ .

Temperatura graniczna może być dopuszczalna przejściowo np. w sytuacjach awaryjnych przeciążeń ruchowych urządzeń elektrycznych, oczywiście w ograniczonym czasie ich trwania

**Temperatura graniczna dopuszczalna przejściowo** jest to najwyższa temperatura, jaką dopuszcza się przy sporadycznie występujących awaryjnych przeciążeniach ruchowych o ograniczonym czasie trwania; nie dłużej niż 100 h w ciągu roku i nie dłużej niż 500 h w całym przewidywanym okresie eksploatacji. Przeciążenia takie wywołują dodatkowe zużycie termiczne izolacji. Wartość temperatury granicznej dopuszczalnej przejściowo jest bezpośrednio uzależniona od materiału izolacji oraz od warunków otoczenia przewodu;

**Temperatura graniczna dopuszczalna przy zwarcu** jest to najwyższa temperatura żył przewodu, jaką dopuszcza się w końcowej chwili trwania zwarcia. Wartość temperatury granicznej dopuszczalnej przy zwarcu zależy od materiału otoczenia żyły (izolacji).

## Rezystywność cieplna gruntu

W normie PN-HD 60 364-5-52 określono dwie metody referencyjne układania kabli w ziemi:

D1 – kable układane w osłonie;

D2 – kable układane bezpośrednio w ziemi.

Podana w normie obciążalność prądowa długotrwała kabli ułożonych w ziemi (wewnątrz lub wokół obiektów budowlanych) odnosi się do rezystywności cieplnej gruntu, która wynosi  $2,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$  – przyjmowana za konieczną w przypadku, gdy nie jest znany rodzaj gruntu i położenie geograficzne.

Jeżeli stwierdzono, że rzeczywisty opór cieplny gruntu jest większy, to należy albo odpowiednio zmniejszyć długotrwałą obciążalność prądową kabli, albo zastąpić grunt – znajdujący się wokół nich – bardziej odpowiednim materiałem.

Jeżeli w wyniku pomiarów ustalono dokładniejsze wartości rezystywności cieplnej gruntu, to wartość obciążalności prądowej długotrwałej można wyznaczyć metodami obliczeniowymi lub na podstawie danych producenta kabla. Dokładne określenie rezystywności cieplnej gruntu wymaga znajomości rodzaju gruntu oraz zawartości w nim wody.

W zależności od składu gruntu rezystywność cieplna wynosi:

- bardzo mokry piasek –  $0,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ ;
- mokry piasek lub glina –  $0,7 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ ;
- normalny piasek lub glina –  $0,85 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ ;
- suchy piasek lub glina –  $1,0 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ ;
- bardzo suchy piasek, glina lub popiół –  $1,2 \div 1,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ ;
- bardzo suchy piasek lub popiół –  $2 \div 3 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ .

## Montaż przewodów w wiązkach

Układanie przewodów w wiązkach (tj. stykających się ze sobą warstw przewodów) jest powszechnie stosowanym sposobem instalowania oprzewodowania. Montaż przewodów w wiązkach jest istotny zarówno ze względu na obciążalność prądową długotrwałą, jak i możliwości stosowania różnych metod formowania przewodów, kabli i wyposażenia elektrotechnicznego.

Dokumentem określającym wymagania dotyczące doboru przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą jest norma PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych — Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego — Obciążalność prądowa długotrwała przewodów. W normie tej podano wartości prądów dopuszczalnych długotrwanie przewodów, w zależności od rodzaju przewodu, liczby żył przewodu, jak również sposobu jego ułożenia.

Obciążalność prądowa długotrwała dotyczy pojedynczych obwodów zawierających następującą ilość przewodów:

- a) dwa izolowane przewody lub dwa kable jednożyłowe, lub jeden przewód dwużyłowy;
- b) b) trzy izolowane przewody lub trzy kable jednożyłowe, lub jeden przewód trójżyłowy

Jeżeli liczba izolowanych przewodów lub kabli, innych niż gołe kable o izolacji mineralnej nie narażone na dotyk, zainstalowanych w tej samej wiązce jest większa, należy stosować odpowiednie współczynniki zmniejszające.

Obciążalności prądowe długotrwałe dla pojedynczych obwodów i w wiązkach dla instalacji ułożonych w perforowanych korytkach, na uchwytach, należy wyznaczyć przez pomnożenie obciążalności dotyczących sposobów ułożenia izolowanych przewodów lub kabli w powietrzu, przez odpowiednie współczynniki zmniejszające dla wiązek. Współczynnik zmniejszający dla wiązek nie jest wymagany dla gołych kabli w izolacji mineralnej nie narażonych na dotyk.

Na następnym slajdzie:

**Obciążalność prądowa długotrwała przewodów i kabli o izolacji PVC**

Oznaczenia	A1				A2				B1				B2				C			
Miejsce i sposób ułożenia przewodów	w rurkach i kanałach (listwach) instalacyjnych pod tynkiem								w rurkach i kanałach (listwach) instalacyjnych na ścianie								na ścianie			
	Przewody jednożyłowe				Przewody wielożyłowe				Przewody jednożyłowe				Przewody wielożyłowe				Przewody i kable wielożyłowe			
Liczba przewodów obciążonych Przekrój mm <sup>2</sup>	2		3		2		3		2		3		2		3		2		3	
	$I_{dd}$	$I_b$	$I_{dd}$	$I_b$	$I_{dd}$	$I_b$	$I_{dd}$	$I_b$	$I_{dd}$	$I_b$	$I_{dd}$	$I_b$	$I_{dd}$	$I_b$	$I_{dd}$	$I_b$	$I_{dd}$	$I_b$	$I_{dd}$	$I_b$
1,5	16,5	16	14,5	13	18,5	16	14	13	18,5	16	16,5	16	17,5	16	16	16	21	20	18,5	16
2,5	21	20	19	16	19,5	16	18,5	16	25	25	22	20	24	20	21	20	29	25	25	25
4	28	25	25	25	27	25	24	20	34	32	30	25	32	32	29	25	38	35	34	32
6	36	35	33	32	34	32	31	25	43	49	38	35	40	35	36	35	49	40	43	40
10	49	40	45	40	48	40	41	40	60	50	53	50	55	50	49	40	67	63	60	50
16	65	63	59	50	60	50	55	50	81	80	72	63	73	63	66	63	90	80	81	80
25	85	80	77	63	80	80	72	63	107	100	94	80	95	80	85	80	119	100	102	100
35	105	100	94	80	98	80	88	80	133	125	117	100	118	100	105	100	148	125	126	125
50	128	125	114	100	117	100	105	100	160	160	142	125	141	125	125	125	178	160	153	125
70	160	160	144	125	147	125	133	125	204	200	181	160	178	160	158	125	228	200	195	160
95	183	160	174	160	177	160	159	125	245	200	219	200	213	200	190	160	273	250	238	200
120	223	200	199	160	204	200	182	180	285	200	253	250	248	200	218	200	317	315	275	250
150	254	250	229	200	232	200	208	200	-	-	-	-	-	-	-	-	365	315	317	315
185	288	250	260	250	263	250	236	200	-	-	-	-	-	-	-	-	418	400	361	315
240	339	315	303	250	308	250	277	250	-	-	-	-	-	-	-	-	489	400	427	400
300	389	315	348	315	354	315	316	315	-	-	-	-	-	-	-	-	562	500	492	400

Oznaczenia:  $I_{dd}$  - obciążalność przewodów $I_b$  - prąd znamionowy zabezpieczeń przetężeniowych

Przy doborze przekroju przewodu ze względu na obciążalność prądową dopuszczalną długotrwale  $I_{dd}$ , dobieramy z tabeli przekrój, dla którego obciążalność dopuszczalna jest nie mniejsza od prądu roboczego linii  $I_{rob}$ , wyznaczonego z mocy pojedynczego odbiornika lub z mocy szczytowej dla grupy odbiorników.

W następnej tabeli obciążalność prądową długotrwałą  $I_{dd}$  kabli elektroenergetycznych z żyłami aluminiowymi o izolacji papierowej, z powłoką ołowianą, opancerzonych lub nieopancerzonych, z osłoną włóknistą lub polwinitową, ułożonych w linii pojedynczo, bezpośrednio w ziemi oraz prowadzonych pojedynczo w instalacjach napowietrznych chronionych przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych.

Liczba i przekrój znamionowy żył mm <sup>2</sup>	Obciążalność długotrwała kabli, A					
	Napięcie znamionowe, $U_0/U$ , [kV]					
	8,7/15	12/20	18/30	8,7/15	12/20	18/30
	ułożonych w ziemi			prowadzonych w powietrzu		
3 x 50	135	135	125	115	120	110
3 x 70	170	160	145	145	145	135
3 x 95	205	205	195	175	175	160
3 x 120	235	235	220	200	205	190
3 x 150	255	260	245	230	235	230
3 x 185	295	300	280	265	265	255
3 x 240	340	345	325	300	305	295
3 x 300	380	400	365	345	345	335

Przy czym:

$U_0$  - dopuszczalna wartość skuteczna napięcia pomiędzy żyłą a ziemią lub ekranem,

$U$  - dopuszczalna wartość skuteczna napięcia między poszczególnymi żyłami.

## Dopuszczalne spadki napięcia

Odbiorniki energii elektrycznej pracują poprawnie przy zasilaniu ich napięciem o wartości zbliżonej do znamionowej. Wymagane jest niekiedy zastosowanie przewodów o przekroju żył większym niż wynika to z warunku obciążalności prądowej długotrwałej, aby odchylenia napięcia w poszczególnych fragmentach sieci i instalacji nie przekraczały wartości granicznych dopuszczalnych, ustalonych przez odpowiednie normy przy założeniu, że występujące odchylenia napięcia powodowane spadkami napięć nie powinny wywoływać zakłóceń w pracy odbiorników.

Zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011 spadek napięcia w instalacjach odbiorczych o napięciu do 1 kV, pomiędzy złączem a dowolnym punktem odbiorczym nie powinien być większy, w odniesieniu do wartości nominalnego napięcia instalacji, niż:

1) Dla instalacji typu A (Instalacje niskiego napięcia zasilane bezpośrednio z publicznej sieci rozdzielczej niskiego napięcia):

– oświetlenie – 3%,

– inne odbiorniki – 5%;

2) Dla instalacji typu B (Instalacje niskiego napięcia zasilane z własnego źródła zasilania<sup>\*)</sup>). Zaleca się, aby spadek napięcia w obwodach końcowych nie przekraczał wartości podanych dla instalacji typu A.

– oświetlenie – 6%,

– inne odbiorniki – 8%.

*\*) zaleca się, aby spadek napięcia w obwodach końcowych nie przekraczał wartości podanych dla instalacji typu A.*

Spadek napięcia w wewnętrznej linii zasilającej (WLZ) dłuższej niż 100 m można zwiększyć o 0,005% na każdy metr przewodowania, przy czym maksymalny dopuszczalny wzrost spadku napięcia nie może przekroczyć 0,5%.

## **Przekroje przewodów i kabli w instalacjach stałych:**

### 1) Kable i przewody izolowane:

- a) Obwody siłowe i oświetleniowe: 1,5 mm<sup>2</sup> Cu, 10 mm<sup>2</sup> Al – zgodnie z IEC 60228. Zaleca się, aby złączki i końcówki stosowane do przewodów aluminiowych poddawano próbom do tego specjalnego zastosowania);
- b) Obwody sygnalizacyjne i sterownicze: 0,5 mm<sup>2</sup> Cu, (do urządzeń elektronicznych dopuszcza się zastosowanie przekroju 0,1 mm<sup>2</sup>);

### 2) Przewody gołe:

- a) Obwody siłowe – 10mm<sup>2</sup> Cu, 16 mm<sup>2</sup> Al.,
- b) Obwody sygnalizacyjne i sterownicze – 4 mm<sup>2</sup> Cu.

## **Przekroje przewodów w połączeniach przewodami lub kablami giętkimi**

- a) do specjalnego zastosowania – miedź, zgodnie z odpowiednią normą IEC;
- b) do innego zastosowania – 0,75 mm<sup>2</sup> Cu (dot. przewodów wielożyłowych giętkich, zawierających 7 lub więcej żył);
- c) obwody bardzo niskiego napięcia do specjalnego zastosowania – 0,75 mm<sup>2</sup> Cu.

## Przekrój przewodu neutralnego

Zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:20011 przekrój przewodu neutralnego powinien być co najmniej taki sam jak przekrój przewodów liniowych w obwodach:

- a) jednofazowych dwuprzewodowych, niezależnie od przekroju tych przewodów,
- b) wielofazowych, w których przekrój przewodów liniowych jest równy  $16 \text{ mm}^2$  lub mniejszy dla Cu lub  $25 \text{ mm}^2$  Al.,
- c) trójfazowych, w których występuje trzecia harmoniczna oraz jej nieparzyste wielokrotności oraz współczynnik THD mieści się między 15% a 33% (np. w obwodach zasilania wyładowczych źródeł światła).

W przypadku gdy trzecia harmoniczna i jej nieparzyste wielokrotności stanowią ponad 33% współczynnika THD, zachodzi wówczas konieczność zwiększenie przekroju żyły neutralnej.

- a) W kablach wielożyłowych, w których przekrój przewodów liniowych jest równy przekrojowi przewodu neutralnego, przekrój żył należy dostosować do wartości prądu obciążenia wynoszącego  $1,45 I_B$  prądu obciążenia w żyłe liniowej,
- b) W kablach jednożyłowych przekrój przewodów liniowych może być mniejszy niż przekrój żyły neutralnej, a przekroje żył wyznacza się:
  - dla przewodu liniowego – na podstawie prądu obciążenia  $I_B$ ,
  - dla przewodu neutralnego – na podstawie prądu równego  $1,45 I_B$  prądu obciążenia przewodu liniowego.

Ten poziom wyższych harmonicznym może wystąpić, np. w obwodach układu sieci IT.

W przypadku obwodów wielofazowych, w których przekrój żyły liniowej jest większy niż  $16 \text{ mm}^2$  Cu lub  $25 \text{ mm}^2$  Al, przekrój żyły neutralnej może być mniejszy niż przekrój żył liniowych, jeżeli są spełnione jednocześnie następujące warunki:

- a) obciążenie obwodu w normalnych warunkach jest symetryczne i trzecia harmoniczna oraz jej nieparzyste wielokrotności nie przekraczają 15% wartości obciążenia żyły liniowej,
- b) żyła neutralna chroniona jest przed prądem przetężeniowym zgodnie z pkt. 431.2. normy HD 60364-4-43:2012,
- c) przekrój żyły neutralnej jest co najmniej równy  $16 \text{ mm}^2$  Cu lub  $25 \text{ mm}^2$  Al.

## Podział przewodów i kabli elektrycznych

Zgodnie z Międzynarodowym słownikiem elektrotechnicznym IEC 60050 kabel to zespół (wyrób) składający się z jednej lub wielu żył mających (lub nie) indywidualne pokrycia (izolacje, ekrany) z warstwy ochronnej (lub nie) na skręconych żyłach (izolacja rdzeniowa) oraz (lub nie) z osłon ochronnych. Kabel może być ułożony w ziemi lub w kanałach kablowych, na ścianie, na konstrukcjach, w rurkach, zawieszony na linkach nośnych itd. Żyły kabli są wykonywane jako jednolite druty okrągłe lub sektorowe oraz jako linki o kształtach okrągłych, sektorowych lub owalnych.

Przewody i kable elektroenergetyczne budowane są obecnie na napięcia znamionowe :  $U_0 / U$ , np. 300/300, 300/500, 450/750 oraz 600/1000, przy których mogą trwale pracować bez uszkodzeń izolacji,

przy czym:

$U_0$  – dopuszczalna wartość skuteczna napięcia pomiędzy żyłą a ziemią lub ekranem;

$U$  – dopuszczalna wartość skuteczna napięcia między poszczególnymi żyłami.

Przewody o specjalnym przeznaczeniu mogą być wykonywane na inne napięcia znamionowe.

Normy polskie i międzynarodowe określają następujące znamionowe przekroje żył przewodów i kabli: 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 625; 800 i 1000 mm<sup>2</sup>.

Element oznaczenia	Opis
<b>Grupy zasadnicze</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kable i przewody elektroenergetyczne</li> <li>- kable i przewody telekomunikacyjne</li> <li>- kable i przewody specjalne</li> <li>- kable światłowodowe</li> <li>- przewody nawojowe</li> </ul>
<b>Grupy wyrobów</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- przewody nieizolowane (gołe) oraz izolowane do linii napowietrznych</li> <li>- przewody izolowane do układania na stałe</li> <li>- przewody izolowane do odbiorników ruchomych i przenośnych</li> <li>- kable elektroenergetyczne</li> <li>- kable sygnalizacyjne</li> <li>- przewody nawojowe</li> <li>- przewody specjalne</li> </ul>
<b>Kształt żyły</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- okrągłe, o przekroju kołowym</li> <li>- sektorowe, o przekroju w kształcie wycinka koła</li> </ul>
<b>Budowa żyły</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednodrutowe, składające się z pojedynczego drutu</li> <li>- wielodrutowe, wykonane przez skręcenie określonej liczby drutów</li> </ul>
<b>Konduktywność żyły</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- przewód z miedzi - nie mniejsza niż <math>58 \text{ m}/(\Omega \text{ mm}^2)</math></li> <li>- przewód z aluminium - nie mniejsza niż <math>35 \text{ m}/(\Omega \text{ mm}^2)</math></li> </ul>

Ogólny podział przewodów i kabli elektroenergetycznych

Budowę i typ przewodów w sposób jednoznaczny określa jego oznaczenie literowe składające się z trzech części:

- a) kod literowy, który oznacza konstrukcję przewodu, materiał żyły, rodzaj izolacji i inne szczegóły budowy,
- b) napięcie znamionowe izolacji,
- c) liczbę i przekrój żył.

## Oznaczenia kabli i przewodów

Istnieje duża różnorodność typów i konstrukcji kabli i przewodów, a ich budowę jednoznacznie określają znormalizowane oznaczenia literowe. Poszczególne rodzaje kabli i przewodów oznacza się literami i cyframi w zależności od materiału żył, rodzaju izolacji, powłok, opancerzenia, osłon ochronnych, budowy, przeznaczenia, liczby żył, napięcia znamionowego izolacji itp

Oznaczenie literowe kabla lub przewodu umieszczane przed oznaczeniem podstawowym		Podstawowe oznaczenie literowe kabla lub przewodu	Oznaczenie literowe kabla lub przewodu umieszczane za oznaczeniem podstawowym		
<b>Materiał żyły</b> - miedź - aluminium - stal	brak A F	<b>Żyły lub przewody miedziane okrągłe nieizolowane</b> - przewód jednodrutowy - przewód wielodrutowy - przewód jednodrutowy nawojowy	D L DN	<b>Materiał izolacji</b> - izolacja papierowa z syntetycznym nieściekającym - polwinit - polwinit ciepłoodporny - polietylen - polietylen sieciowany - guma - emalia	n Y Yc X XS G E
<b>Materiał izolacji lub powłoki</b> - polwinit - polwinit ciepłoodporny - polwinit o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie się ognia - polietylen - polietylen sieciowany - polietylen o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie się ognia - materiał bezhalogenowy o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie się ognia - guma	Y Yc Yn X XS Xn N G	<b>Kable z żyłami miedzianymi o izolacji papierowej rdzeniowej z powłoką ołowianą bez osłon ochronnych</b> - kabel elektroenergetyczny - kabel sygnalizacyjny - kabel elektroenergetyczny okrętowy - kabel elektroenergetyczny górniczy - kabel telekomunikacyjny - kabel olejowy	K KS KO KG TK KWO	<b>Pancerz</b> - taśmy stalowe - druty stalowe płaskie - druty stalowe okrągłe - oplot z drutów stalowych	Ft Fp Fo u
<b>Inne cechy</b> - kabel o polu promieniowym	H	<b>Przewody do odbiorników ruchomych i przenośnych</b> - sznur z żyłami miedzianymi o izolacji gumowej - przewód oponowy z żyłami miedzianymi i izolacji i oponie gumowej	S O	<b>Ośłona ochronna</b> - włóknista - polwinitowa - polwinitowa uniepalniona - polietylenowa	A y yn x
				<b>Inne cechy</b> - z elementem nośnym - okrągły - płaski - mieszkaniowy - przemysłowy - warsztatowy	n o p M P W

Lp.	Podstawowy element oznaczenia - Opis	Symbol
1.	<b>Materiał żyły</b> - miedź - aluminium	bez oznaczenia A
2.	<b>Materiał izolacyjny i niemetalowy materiał powłokowy</b> - polwinit zwyczajny - polwiniy ciepłoodporny do pracy ciągłej w temperaturze 90 °C - polwinit do przewodów układanych w niskiej ytemperaturze - polwinit sieciowany - polwinit specjalny olejoodporny - guma etylenowo-propylenowa do pracy ciągłej w temperaturze 90 °C - kopolimer etylen/octan winylu - oplot z włókna szklanego - materiał nieorganiczny - polichloropren - specjalna mieszanka polichloroprenowa na powłoki przewodów spawalniczych - polietylen chlorosulfanowany lub chlorowany - specjalna wodoodporna mieszanka polichloroprenowa - poliuretan - poliamid	V V2 V3 V4 V5 B G J M N N2 N4 N8 Q Q4

<ul style="list-style-type: none"> <li>- zwyczajna guma propylenowo-etylenowa lub równorzędna syntetyczna do pracy w temperaturze 60 °C</li> <li>- kauczuk silikonowy</li> <li>- oplot włóknisty impregnowany lub nie, nałożony na ośrodek</li> <li>- oplot włóknisty impregnowany lub nie, nałożony na poszczególne żyły przewodu wielożyłowego</li> <li>- usieciowana mieszanka poliolefinowa o małej emisji gazów korozyjnych przeznaczona do przewodów o małej emisji dymów podczas spalania</li> <li>- termoplastyczna mieszanka poliolefinowa o małej emisji gazów korozyjnych, przeznaczona do przewodów o małej emisji dymów podczas spalania</li> </ul>	<p>R</p> <p>S</p> <p>T</p> <p>T6</p> <p>Z</p> <p>Z1</p>
<p><b>Budowa żyły</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- żyła sztywna okrągła jednodrutowa</li> <li>- żyła sztywna okrągła wielodrutowa</li> <li>- żyła szychowa*</li> <li>- żyła giętka stosowana w przewodach spawalniczych (klasa 5 wg HD 383)</li> <li>- żyła bardzo giętka do przewodów spawalniczych *klasa 6 wg HD 383)</li> <li>- żyła giętka do przewodów i sznurów giętkich (klasa 5 wg HD 383)</li> <li>- żyła bardzo giętka do przewodów i sznurów giętkich (klasa 6 wg HD 383)</li> <li>- żyła giętka do przewodów, do układania na stałe (klasa 5 HD 383)</li> </ul>	<p>-U</p> <p>-R</p> <p>-Y</p> <p>-D</p> <p>-E</p> <p>-F</p> <p>-H</p> <p>-K</p>

3.	<b>Budowa specjalna</b> - przewód okrągły - przewód płaski o rozdzielalnych żyłach - przewód płaski o nierozdzielalnych żyłach - przewód płaski trzy- lub więcej żyłowy - przewód rozciągalny	bez oznaczenia H H2 H6 H8
4.	<b>Liczba i wyniary żył</b> liczba żył n - w przypadku braku żyły zielono-żółtej - z żyłą zielono-żółtą przekrój znamionowy żyły, mm <sup>2</sup>	n X G (liczba)
5.	<b>Napięcie znamionowe</b> $100/100 \text{ V} \leq U_n/U < 300/300 \text{ V}$ 300/300 V 300/500 V 450;750 V	0,1 0,3 0,5 0,7

# **DOKUMENTACJA INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH**

## Dokumentacja instalacji i urządzeń elektrycznych

Zgodnie z rozporządzeniami do ustaw Prawo energetyczne i Prawo budowlane istnieje obowiązek zapewnienia dokumentacji techniczno-eksploatacyjnej dla instalacji i urządzeń elektrycznych zainstalowanych w obiekcie.

Obowiązek zapewnienia **dokumentacji techniczno-eksploatacyjnej** wynika z rozporządzeń wykonawczych do ustaw Prawo energetyczne i Prawo budowlane.

Każde urządzenie elektryczne jest wykonywane według odpowiednio przygotowanego projektu technicznego, który zawiera zbiór rysunków, obliczeń i inne niezbędne dokumenty. Wyprodukowane urządzenia elektryczne podlegają badaniom końcowym na zgodność z Warunkami Technicznymi Odbioru (WTO) opracowanymi na podstawie odpowiednich norm. Użytkownik łącznie z urządzeniem otrzymuje Dokumentację Techniczno-Ruchową (DTR), w której określone są ogólne zasady instalowania i eksploatacji urządzenia.

Powyższy obowiązek spoczywa na użytkowniku eksploatującym instalacje i urządzenia elektryczne.

## **Dokumentacja techniczna** instalacji i urządzeń elektrycznych obejmuje:

- projekt techniczny z naniesionymi zmianami podwykonawczymi,
- dokumentację fabryczną dostarczoną przez dostawcę urządzenia, obejmującą w szczególności:
  - dokumentację techniczno-ruchową,
  - atesty, świadectwa, karty gwarancyjne, certyfikaty i instrukcje obsługi,
  - protokoły kwalifikacyjne do właściwej kategorii zagrożenia pożarowego i wybuchowego – w zależności od potrzeb.

## **Dokumentacja eksploatacyjna** obejmuje:

- instrukcję eksploatacji,
- dokumenty przyjęcia urządzenia do eksploatacji, w tym protokołu z przeprowadzonych prób, rozruchu i ruchu próbnego,
- książki i raporty pracy urządzeń z zapisami występujących zakłóceń i uszkodzeń w zakresie ustalonym w instrukcji,
- dokumenty dotyczące przewidzianych w instrukcji okresowych kontroli oględzin, przeglądów i zabiegów konserwacyjno-remontowych,
- protokoły zawierające wyniki badań i pomiarów eksploatacyjnych,
- protokoły kontroli okresowej,
- książki obiektu budowlanego.

Dokumentacja eksploatacyjna instalacji i urządzeń elektrycznych powinna być na bieżąco aktualizowana, a także przechowywana i nadzorowana przez wyznaczonego pracownika.

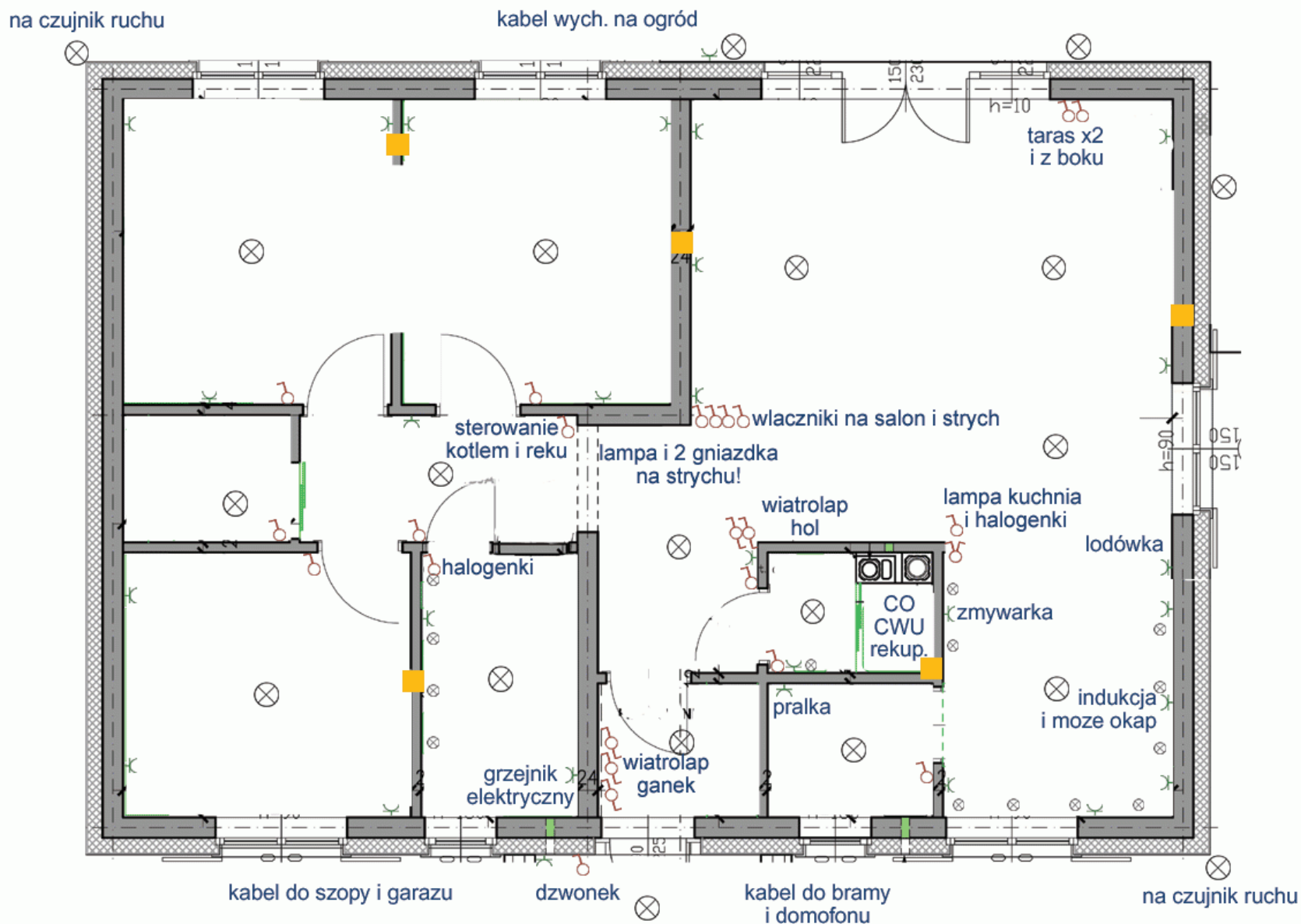
### **Instrukcja eksploatacji instalacji i urządzeń elektrycznych**

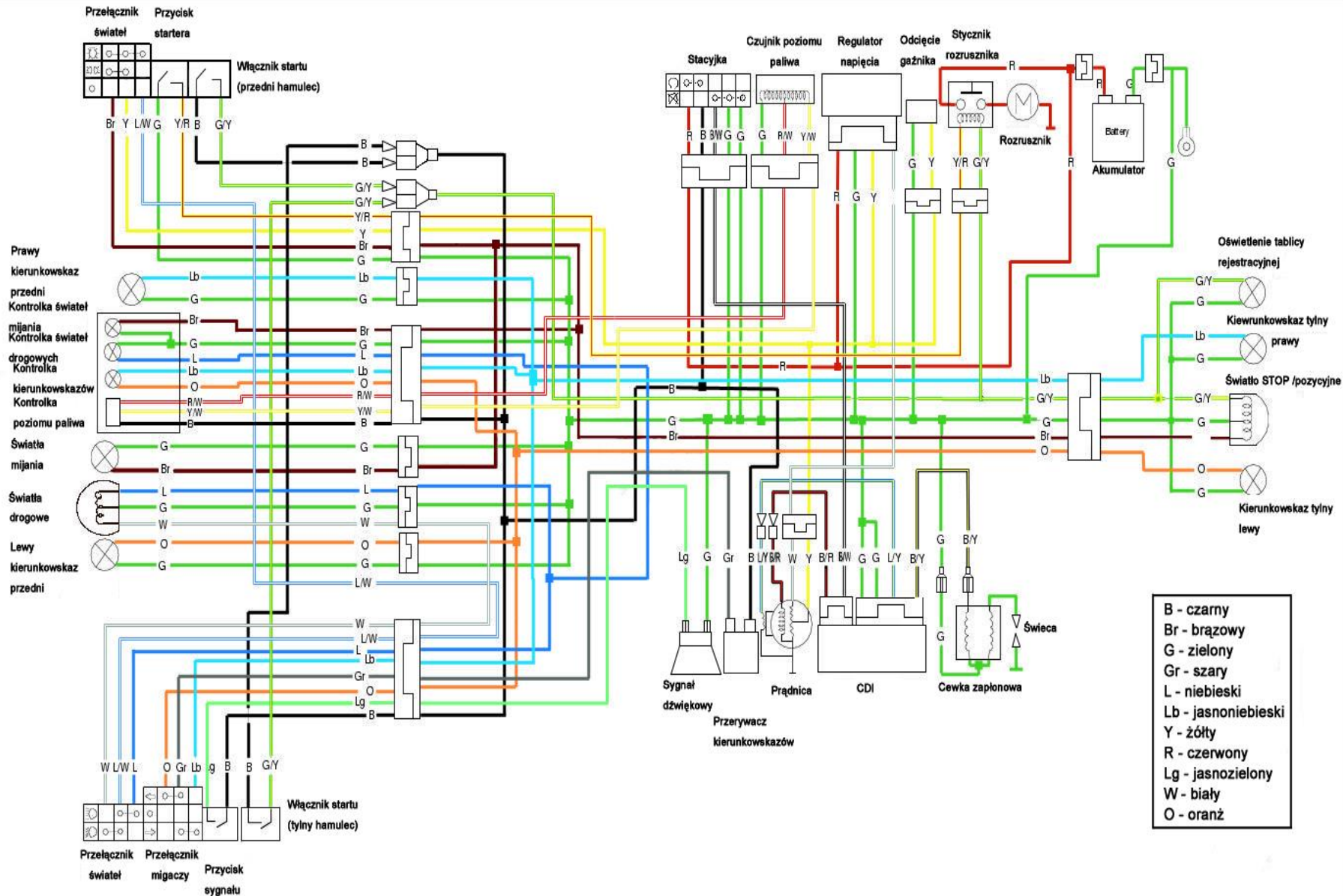
Każdy budynek lub zespół budynków powinien posiadać instrukcje eksploatacji instalacji i urządzeń elektrycznych znajdujących się w budynku. Obowiązek ten wynika z postanowień rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego.

Instrukcja eksploatacji powinna określać procedury i zasady wykonywania czynności związanych z ruchem sieciowym i eksploatacją sieci, a w szczególności:

- zasady przyłączania do sieci urządzeń, instalacji i innych sieci,
- zakres, zasady i terminy przeprowadzania okresowych przeglądów i kontroli stanu technicznego sieci oraz przyłączonych do niej urządzeń,
- zasady postępowania w przypadku wystąpienia zagrożeń ciągłości dostarczania energii elektrycznej lub wystąpienia awarii w sieci,
- procedury wprowadzania przerw i ograniczeń w dostarczaniu energii elektrycznej,
- sposób prowadzenia ruchu sieci,
- wymagania dotyczące ochrony przed porażeniem, pożarem, wybuchem oraz inne związane z bezpieczeństwem eksploatowanego budynku.

Instrukcja ruchu i eksploatacji instalacji i urządzeń elektrycznych powinna być dokumentem przechowywanym i nadzorowanym przez wyznaczonego pracownika.





# Dziękuję za uwagę



mgr inż. Robert Czak

*tel: 0048 603687444*

*mail: robert.czak@op.pl*