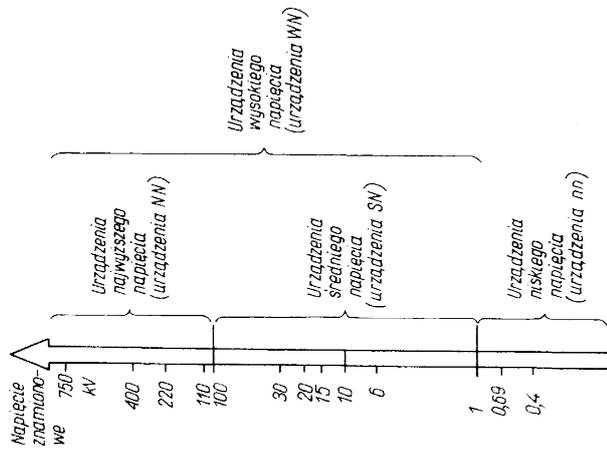


Rys. 0.2. Klasyfikacja urządzeń elektroenergetycznych z uwagi na wartość napięcia znamionowego



1 Domowe instalacje elektryczne

1.1. Wiadomości wstępne

W mieszkaniu są używane różnorodne odbiorniki energii elektrycznej, które wszyscy znają, a mianowicie:

- lampy zainstalowane na stałe i przenośne;
 - urządzenia o napędzie silnikowym: chłodziarki sprężarkowe, pralki, odkurzacze, frotarki, roboty kuchenne, miksery, młynki;
 - urządzenia grzejne: kuchnie, prodiże i opiekacze, ogrzewacze wody, żelazka;
 - urządzenia elektroniczne: odbiorniki radiowe i telewizyjne, magnetofony i magnetowidy, gramofony i odtwarzacze płyt kompaktowych, komputery.
- Odbiorniki zasila się energią elektryczną za pośrednictwem domowej instalacji elektroenergetycznej. Budynki mieszkalne mają też inne instalacje elektryczne: instalację dzwonkową i/lub domofonową¹⁾, telefoniczną, zbiorniczych anten radiowo-telewizyjnych lub radiofonii i telewizji przewodowej, sygnalizacji przeciwwłamaniowej, a w niedalekiej przyszłości — również łączny informatycznych.

Domowe instalacje elektryczne powinny być funkcjonalne. Znaczy to, że instalacja powinna umożliwiać poprawne korzystanie z urządzeń elektrycznych w wybranym miejscu, bez potrzeby używania długich przewodów ruchomych. Znaczy też, że wszelkie łączniki, gniazda wtyczkowe i sterowniki powinny być zainstalowane w najdogodniejszych miejscach.

¹⁾ Wielokrotnie występująca w tym podrozdziale forma A i/lub B oznacza trzy możliwości: 1) A, 2) B, 3) A i B. Np. „mają instalację dzwonkową i/lub domofonową” znaczy, że mają instalację dzwonkową lub mają instalację domofonową, lub mają jednocześnie obie instalacje, dzwonkową i domofonową.

i różnorodny osprzęt. Poza tradycyjnymi elementami elektromechanicznymi zawierają one coraz więcej elementów elektronicznych, sterowników mikroprocesorowych oraz elementów optoelektronicznych (światłowodowych). Aby urządzenia elektryczne pracowały sprawnie i bez zakłóceń, powinny być spełnione następujące warunki:

- urządzenia powinny być właściwie zaprojektowane;
- do budowy urządzeń powinny być użyte aparaty, maszyny i inne elementy o należytym jakości;
- prace przy budowie i montażu urządzeń powinny być prowadzone poprawnie i starannie;
- oddane do eksploatacji urządzenia powinny być prawidłowo użytkowane. Dbać o to mają inżynierowie i technicy zajmujący się konstruowaniem maszyn i aparatów, projektowaniem urządzeń oraz nadzorowaniem ich budowy i eksploatacji. Wiele też zależy od elektromonterów zatrudnionych przy budowie i eksploatacji urządzeń.

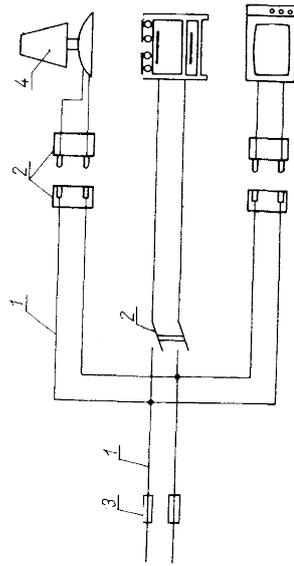
Powinności te mogą być wypełnione tylko ci elektrycy, którzy rozumieją zasadę działania różnych urządzeń elektrycznych, znają zasady ich instalowania i użytkowania, którzy opanowali przepisy dobrej roboty i stosują je w codziennej pracy. Takie przygotowanie do trudnego, ale ciekawego zawodu elektryka ma Wam ułatwić niniejszy podręcznik.

Dwa wymagania, które stawia się wszelkim urządzeniom elektrycznym, nabierają szczególnego znaczenia w domowych instalacjach elektrycznych:

Bezpieczeństwo użytkownika. Urządzeniami elektrycznymi w mieszkaniach posługują się osoby nieobeznane z elektrotechniką i mają do nich dostęp nawet małe dzieci. Konstruktorzy oraz instalatorzy powinni zatem przestrzegać następującego przykazania: **Urządzenia elektryczne w stanie nieuszkodzonym powinny być absolutnie bezpieczne, również przy nieumiejętnym użytkowaniu, i nie powinny ulegać uszkodzeniu, nawet przy najbardziej obciążeniu się z nimi.** Gdzie jak gdzie, ale we własnym domu człowiek powinien być bezpieczny.

Estetyka wykonania. Kulturalny człowiek stara się urządzić mieszkanie ładnie i przytulnie. Urządzenia elektryczne powinny mu w tym pomagać, a w każdym razie nie powinny przeszkadzać. A przeszkadzać mogą brzydkie lub niedbale zainstalowane gniazda wtyczkowe albo łączniki, przewody ułożone na wierzchu lub przedłużające się na podłodze, a także urządzenia odbiorcze zaprojektowane z pominięciem reguł wzornictwa przemysłowego.

Podstawowymi elementami instalacji, bez których wykonać jej nie można, są: przewody, łączniki i przyrządy zabezpieczające (rys. 1.1). **Przewody** służą do rozrowadzenia energii w zasilanym obiekcie, a więc do połączenia punktów zasilających z odbiornikami. **Łączniki** są potrzebne, aby poszczególne obwody można było załączać i wyłączać zależnie od potrzeby. **Zabezpieczenia nadprądowe** mają za zadanie — w razie wystąpienia przeciążenia lub zwarcia — wyłączyć uszkodzony obwód, aby nie dopuścić do nadmiernego nagrzania i zniszczenia instalacji.

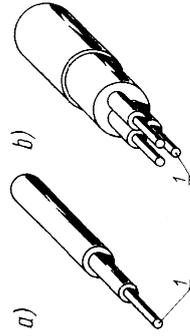


Rys. 1.1. Podstawowe elementy instalacji elektroenergetycznej
1 — przewody, 2 — łączniki, 3 — zabezpieczenia nadprądowe, 4 — odbiorniki energii elektrycznej

Ikroć w dalszym ciągu podtrzymujemy mowę o mieszkaniowych instalacjach elektrycznych, należy przez to rozumieć instalacje w mieszkaniach. **Domowe** instalacje elektryczne są to wszelkie instalacje elektryczne w budynkach mieszkalnych, również w pomieszczeniach niemieszkalnych: w piwnicach, pralniach, hydroformiach, kotłowniach lub węzłach ciepłowniczych.

1.2. Przewody elektroenergetyczne

Do wykonywania instalacji elektrycznych w budynkach mieszkalnych używa się przewodów izolowanych. **Przewód jednożyłowy** zawiera żyłę metalową, przeznaczoną do przewodzenia prądu, oraz **izolację** (rys. 1.2a). Warstwa materiału izolacyjnego pełni rolę **izolacji roboczej**: przewody mogą stykać się ze sobą i z przedmiotami metalowymi nie powodując zwarcia. Spełnia też rolę **izolacji podstawowej**: chroni przed porażeniem prądem elektrycznym. Na izolację mogą być nałożone warstwy ochronne, zabezpieczające przewód przed działaniem wilgoci, substancji chemicznych i innych szkodliwych czynników. Jeżeli więcej izolowanych żył połączy się i pokryje warstwami ochronnymi, otrzymuje się **przewód wielożyłowy** (rys. 1.2b): dwu-, trój-, cztero- lub pięćżyłowy. Przewody wielożyłowe mogą być układane bez osłony i zajmują mniej miejsca niż równoważna liczba przewodów jednożyłowych w rurce instalacyjnej.



Rys. 1.2. Rodzaje przewodów ze względu na liczbę żył: a) przewód jednożyłowy; b) przewód wielożyłowy (na rysunku trójżyłowy) 1 — żyła

Na żyły przewodów instalacyjnych nadają się miedź oraz aluminium — metale o dużej konduktywności i dostatecznej wytrzymałości mechanicznej, umożliwiające łatwe wykonywanie połączeń. **Przewody miedziane** są wyraźnie lepsze, chociaż nieco droższe; z powodu ceny przez wiele lat ograniczano ich stosowanie. **Przewody aluminiowe** w porównaniu z miedzianymi mają trzy zasadnicze wady:

- 1) żyły aluminiowe mają mniejszą wytrzymałość mechaniczną i pękają przy wielokrotnym przeginianiu przewodu o małym przekroju, zwłaszcza w pobliżu zacisku;
- 2) aluminium oczyszczone do metalicznego połysku natychmiast pokrywa się warstwą nieprzewodzącego tlenku, co utrudnia wykonywanie połączeń;
- 3) pod wpływem trwałego przyłożonego docisku cząsteczki aluminium przemieszczają się, aluminium „płyynie” i z czasem może dojść do obłuzowania żył w zaciskach.

Jeśli porównywać przewody o identycznej budowie i tej samej obciążalności długotrwałej (które długotrwałe można obciążyć takim samym prądem), to żyły aluminiowe mają przekrój ok. 50% większy, ale ważą 2-krotnie mniej niż żyły miedziane. Inaczej mówiąc: kilogram aluminium zastępuje dwa kilogramy miedzi. Miedź należy preferować w przewodach instalacyjnych o małym prze-

W temperaturze poniżej -5°C polwinit twardnieje, a przy zginaniu — pęka. Przewodów o izolacji i/lub powłoce polwinitowej nie należy¹⁾ układać, gdy temperatura otoczenia jest niższa niż -5°C . Mogą one jednak przewodzić prąd w temperaturze do -30°C , jeśli nie są narażone na zginanie, skręcanie lub drgania.

Przewody zawierające polwinit mają i tę wadę, że w razie pożaru palą się, przenoszą płomień, a co więcej — palący się polwinit wydziela chlor i chłorowodor. Można to złagodzić stosując polwinit o ograniczonym rozprężeniu płomienia bądź tzw. tworzywa bezhalogenowe (patrz rozdz. 10). Na razie są one znacznie droższe, ale będą taniały i znajdą zastosowanie również w instalacjach domowych.

Napięcie znamionowe przewodu podaje się w postaci dwóch wartości napięcia przemiennego $U_{\phi}U$, przy czym U_{ϕ} oznacza napięcie żyła-ziemia, a U — napięcie żyła-żyła przewodu wielożyłowego lub układu przewodów jednożyłowych. Zwykłe przewody elektroenergetyczne są wytwarzane na napięcia znamionowe 300/300, 300/500, 450/750 oraz 600/1000 V; różnią się grubością i ewentualnie jakością warstwy izolacji. W instalacjach 230/400 V wystarczają

przewody o napięciu znamionowym:

300/300 V — w obwodach jednofazowych 230 V,

300/500 V — w obwodach trójfazowych 230/400 V,

ale są wymagane przewody o napięciu znamionowym co najmniej 450/750 V — przy układaniu ich w stalowych rurkach i korytkach albo w otworach prefabrykowanych elementów budowlanych.

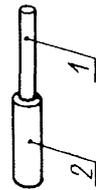
1.3. Łączenie przewodów

Przy wykonywaniu instalacji przewody przyłącza się do łączników, odbiorników i innych urządzeń. Połączenia te powinny być **rozłączalne**, latwc do rozłączenia bez zniszczenia jakiegokolwiek części, by umożliwić odłączenie przyrzędu do naprawy lub wymiany; wykonuje się je w postaci zacisków gwintowanych lub wsuwanych. Łączy się też przewody między sobą w celu przedłużenia ciągów instalacyjnych lub wykonania odgałęzień. Takie połączenia mogą być **nierozłączalne**, np. zaprasowane.

Niewłaściwie wykonane połączenia są słabymi punktami instalacji: przegrzewają się, iskrzą i nadpalają, mogą powodować przerwy w dopływie energii, mogą być źródłem pożaru. Wykonywanie połączeń jest więc czynnością odpowiedzialną.

¹⁾ W przepisach technicznych **nakaz** wprowadza się słowami *powinien* albo *należy*, a **zakaz** — słowami *nie powinien*, *nie należy* albo *nie dopuszcza się*. Znaczy to tyle, co w języku potocznym odpowiednio: *musi być* (zrobione w podany sposób), *nie wolno* (postąpić w określony sposób).

Przewody jednożyłowe - do układania w rurkach, listwach i korytkach instalacyjnych



DY



LY lub ALY

Przewody wtykowe - do układania w tynku

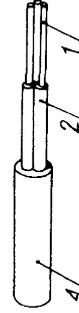


DYI

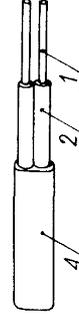


YDYI

Przewody kabełkowe - do układania po wierzchu oraz w listwach i korytkach instalacyjnych

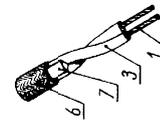


YDY

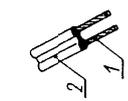


YDYp

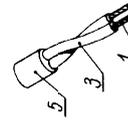
Przewody ruchome - do odbiorników ruchomych (sznury i przewody oponowe mieszkanicowe)



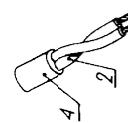
SM



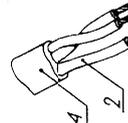
SMYp



OM



OMY



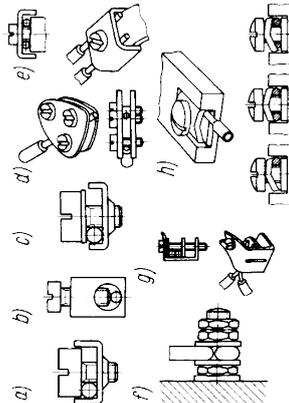
OMYp

Rys. 1.4. Wazniejsze odmiany przewodów w instalacjach mieszkaniowych
1 — żyła, 2 — izolacja polwinitowa, 3 — izolacja gumowa, 4 — powłoka (opona) polwinitowa,
5 — opona gumowa, 6 — opłot włóknisty, 7 — wypełniacz włóknisty

Połączenie powinno odznaczać się małą rezystancją i wystarczającą wytrzymałością mechaniczną. Właściwości te nie powinny ulegać wyraźnemu pogorszeniu z upływem czasu, pod działaniem wilgoci i drgań, ani w wyniku odkształceń elementów połączenia (wskutek ich okresowego nagrzewania się i stygnięcia i wskutek płynięcia materiału). Zaciski powinny być wykonane z takiego materiału albo mieć takie powłoki ochronne, by nie ulegały korozji nawet w wilgotnej atmosferze.

Łączenie przewodów o wszelkich przekrojach wykonuje się za pośrednictwem zacisków gwintowanych i połączeń zaprasowanych; przewody o małym przekroju można też łączyć za pomocą zacisków wsuwanych i połączeń owiniętych. Przewodów elektroenergetycznych nie łączy się przez lutowanie i nie oblutowuje się ich końców wchodzących do zacisków gwintowanych.

Zaciski gwintowe zapewniają styczność między przewodem a korpusem zacisku lub innym przewodem dzięki silnemu dociskowi. W tym celu konstrukcja zacisku powinna być masywna (rys. 1.5); wkręt, najlepiej mosiężny, powinien mieć wymiar gwintu dostosowany do przekroju przewodu.

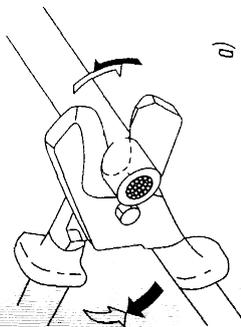


Rys. 1.5. Odmiany zacisków gwintowanych:
a) głowkowy bez podkładki; b) tulejkowy;
c) głowkowy z podkładką; d) nakładkowy trójwkrętowy „koniczynka”; e) nakładkowy jednowkrętowy; f) sworzniowy; g) sześciokątowy; h) głowkowy z podkładką wahliwą

Przy łączeniu przewodów, zwłaszcza aluminiowych, ważne jest, czy w zacisku następuje samoczynne oczyszczanie żyły przy dokręcaniu i czy zacisk jest elastyczny (sprężynujący). W zaciskach przedstawionych na rys. 1.5a,b przy dokręcaniu wkręt trze o żyłę, zdiera warstwę tlenku i tworzy metaliczną styczność; efekt ten można wzmocnić przez karbowanie powierzchni dociskających. Samoczynne oczyszczanie nie następuje, jeśli żyła jest dociskana przez płaską podkładkę, która nie ociera się o nią przy dokręcaniu zacisku (rys. 1.5c,d,e,f,g). Dużą elastyczność wykazują mosiężne zaciski szczękowe (rys. 1.5g); docisk nie maleje z czasem, nawet jeśli żyła przewodu ma skłonność do płynięcia.

Przy łączeniu przewodów należy przestrzegać następujących zasad:

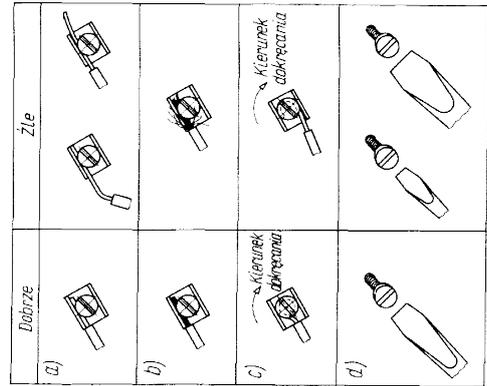
- Przewód tnie się szczypcami, równo obcinającymi żyłę oraz izolację bez strzępienia ich (rys. 1.6a).
- Izolację usuwa się tylko na odcinku żyły, który ma być wprowadzony do zacisku (rys. 1.7a) lub końcówki. Do ściągania izolacji bez kaleczenia żyły służą specjalne szczypce (rys. 1.6b), a nie jakikolwiek nóż.



Rys. 1.6. Czynnności i narzędzia związane z łączeniem przewodów — Phoenix Contact, Niemcy: a) ucinanie przewodu szczypcami o ostrzach bocznych; b) zdejmowanie izolacji szczypcami (do przewodów o przekroju $0,08 \div 6 \text{ mm}^2$) o ostrzach czołowych

- Jeżeli żyła jest wielodrutowa, to przed wprowadzeniem do zacisku gwintowego zaciska się na niej **końcówkę** tulejkową (rys. 1.8 na s.557), by stworzyć lepszą styczność i zapobiec wystawianiu pojedynczych drutów, co grozi zwarciem (rys. 1.7b).

- Jeśli konstrukcja zacisku wymaga oczkowego wygięcia przewodu, to wykonuje się oczko o odpowiedniej średnicy przy użyciu **szczypiec oczkowych**. W zacisku oczko trzeba skierować w prawo (rys. 1.7c), by zapobiec wypychaniu przewodu spod łba wkrętu w trakcie dokręcania.

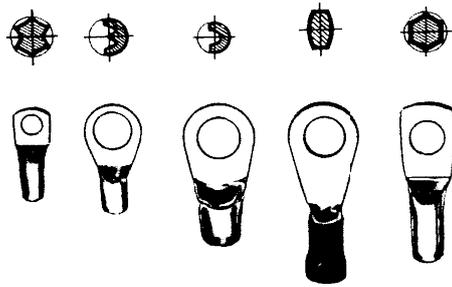


Rys. 1.7. Poprawne i niepoprawne wykonywanie połączeń w zaciskach gwintowanych

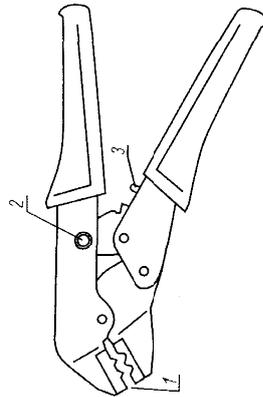
- Do dokręcania zacisku używa się **wkrętaka** o szerokości ostrza odpowiadającej średnicy ła wkrętu (rys. 1.7d). Wkrętaki za małe i za duże niszcza łab wkrętu, a te drugie grożą też zerwaniem gwintu.

- Przy wykonywaniu połączenia należy unikać wielokrotnego przeginania przewodu, zwłaszcza przewodu aluminiowego. Żyłą ostabioną przegięciami może nie wytrzymać późniejszych napraw i przełączeń dokonywanych w trakcie eksploatacji.

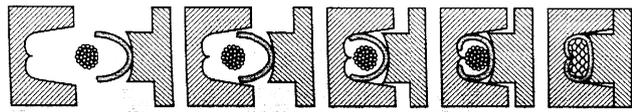
Połączenia zaprasowane służą do łączenia przewodów ze sobą oraz łączenia przewodu z końcówką (rys. 1.9). Stanowią doskonałe połączenie, ale nie rozłączalne. Przez silny docisk, za pomocą prasy, doprowadza się do spojenia: cząsteczki metalu łączonych elementów zbliżają się tak, jak w litym materiale i są utrzymywane siłami przyciągania międzycząsteczkowego. Do łączenia przewodów o małym przekroju służą prasy mechaniczne (rys. 1.10). Mają one blokadę uniemożliwiającą rozwarcie szczęk, dopóki rozpoczęty proces zaprasowywania nie zostanie doprowadzony do końca. Dzięki temu każde połączenie jest wykonane prawidłowo, z należywym zgniotem (rys. 1.11).



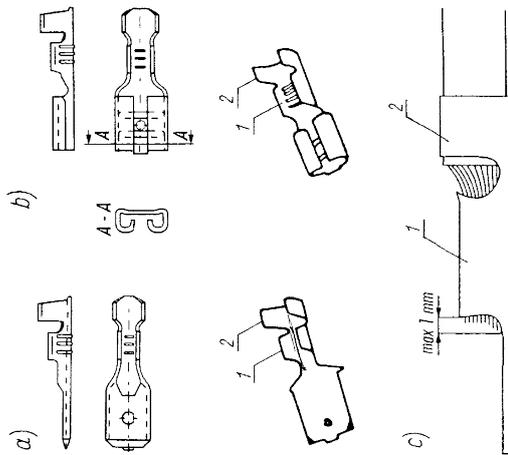
Rys. 1.9. Różne odmiany końcówek oczkowych i stosowanych zgniotów



Rys. 1.10. Prasa ręczna do zaprasowywania końcówek — ERKO, Ionkovo
1 — szczęki, 2 — mimośród do regulacji luzu szczęk, 3 — blokada zębaki zapobiegająca przedwczesnemu rozwarciu szczęk



Rys. 1.11. Kolejne etapy zaprasowywania końcówki na żyłę wielodrutowej

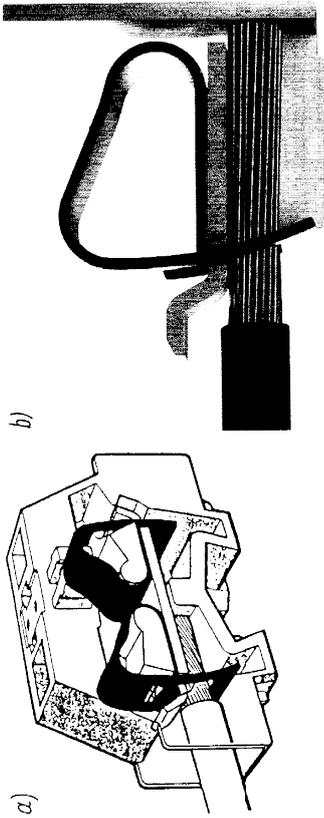


Rys. 1.12. Elementy połączeń wsuwanych: a) wsuwki; b) nasuwki; c) zaprasowana końcówka
1 — skrzydełka do zaprasowania na żyłę, 2 — skrzydełka do zacisnięcia na izolacji

Zaciski wsuwane, odporne na drgania — od dawna stosowane w różnych pojazdach, od samochodów po lokomotywy elektryczne — są coraz szerzej wprowadzane w sprężenie gospodarstwa domowego i w instalacjach budynków. Oba elementy połączenia, **wsuwka** i sprężynująca **nasuwka** (rys. 1.12), są wykrawane i krepowane ze sprężystej blachy mosiężnej i mogą być galwanicznie cynowane. Jeśli służą za końcówkę izolowanego przewodu, to mają osobne skrzydełka do zaprasowania na żyłę i osobne do zacisnięcia na izolacji. Są dostępne zaciski (rys. 1.13), umożliwiające — dzięki silnej sprężynie płaskiej — przyłączanie przewodu o przekroju $0,14 \div 35 \text{ mm}^2$, również giętkiego wielodrutowego, bez przygotowywania zakończenia przewodu, poza jego odizolowaniem.

Połączenia owijane przewodów o małym przekroju ($0,75 \div 4 \text{ mm}^2$) wykonuje się wkładając ich odizolowane końce do poliamidowej **złączki skrętniczej** o wewnętrznym stożkowym gwincie. Przez obrót złączki przewody zostają silnie docisnięte do siebie.

W instalacjach będących w eksploatacji spotyka się obluźwane zaciski, pomimo stosowania omówionych zabiegów konstrukcyjnych i montażowych.

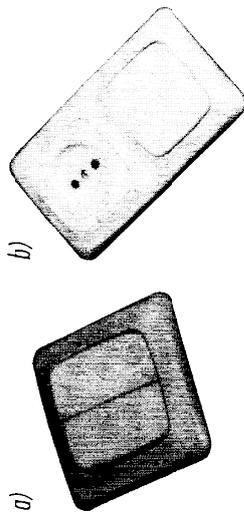


Rys. 1.13. Przyłączenie przewodu wielodrutowego bez przygotowywania końca — Phoenix Contact. Niemcy: a) zacisk; b) profil sprężyny płaskiej

Przyłączonym do nich przewodom grozi przegrzanie, a nawet nadpalenie izolacji. Przy przeglądach i naprawach instalacji rozumny elektryk sprawdza stan zacisków i dokręca zaciski obluzowane.

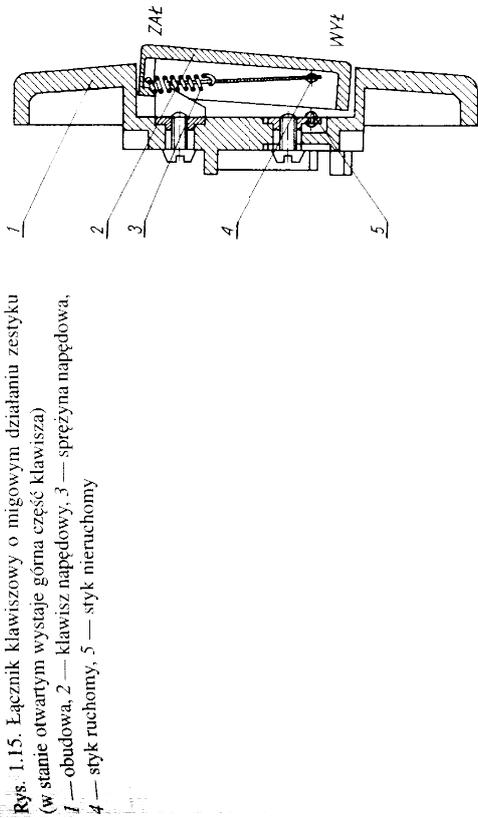
1.4. Łączniki instalacyjne

Łączniki umożliwiają czynności łączeniowe w obwodach elektrycznych. W instalacjach mieszkaniowych używa się łączników do załączania i wyłączenia lamp oraz innych odbiorników energii. Na ogół są to **łączniki klawiszowe**, o dużych, łatwych do manipulowania przyciskach klawiszowych (rys. 1.14), w estetycznych obudowach o kształtach i barwach, które łatwo dopasować do wystroju wnętrza.



Rys. 1.14. Łączniki klawiszowe podtynkowe 10 A, 250 V — POLO Systemy Elektroinstalacyjne. Tytuły: a) przełącznik szeregowy; b) łącznik jednobiegunowy we wspólnej obudowie z gniazdem wtyczkowym

Łączniki instalacyjne załączają i wyłączają prądy robocze, a przy czynnościach tych powstaje łuk elektryczny między stykami. Aby zapobiec nadmiernej zużyciu styków, łuk powinien szybko gasnąć i dlatego styki powinny

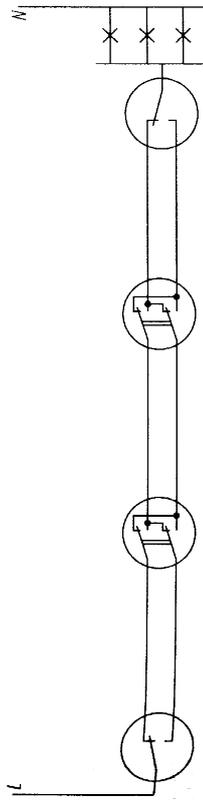


Rys. 1.15. Łącznik klawiszowy o migowym działaniu zestyku (w stanie otwartym wystaje górna część klawisza). 1 — obudowa, 2 — klawisz napędowy, 3 — sprężyna napędowa, 4 — styk ruchomy, 5 — styk nieruchomy

zamykać i otwierać się z dużą prędkością, migowo, niezależnie od sposobu manipulowania przyciskiem lub pokrętelem. Tak działają styki łącznika klawiszowego (rys. 1.15).

Łącznik powinien być tak umocowany, by w stanie otwartym górna część klawisza była wysunięta do przodu (porównaj rys. 3.64). Pozwala to ocenić położenie łącznika i stan obwodu nawet w razie braku napięcia, co niestety bardzo się przydaje.

Najprostszy łącznik, jednobiegunowy, łączy bądź przerywa jeden bieg obwodu elektrycznego. Bywają potrzebne łączniki o złożonym układzie stykowym, umożliwiające bardziej skomplikowane czynności łączeniowe (tabl. 1.1). Zasadę ich działania najlepiej objaśnia schemat zasadniczy (rys. 1.16), narysowany jak najprościej, w oderwaniu od rzeczywistego usytuowania elementów instalacji.



Rys. 1.16. Sterowanie oświetlenia z n miejsc za pomocą 2 przełączników zmiennych i $(n - 2)$ przełączników krzyżowych (dowolnym łącznikiem można światło zapalić, po czym dowolnym można je zgasić)

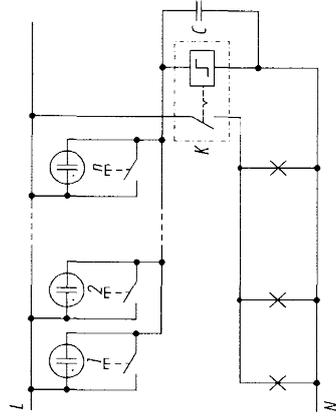
L — przewód fazowy, N — przewód neutralny

Tablica 1.1

Ważniejsze odmiany łączników instalacyjnych i przykłady ich zastosowań

Nazwa łącznika	Przeznaczenie łącznika	Jednoliniowy schemat połączeń	Wieloliniowy schemat połączeń
Łącznik jednobiegunowy	Jednobiegunowe załączenie i wyłączenie lamp		
Łącznik dwubiegunowy	Dwubiegunowe załączenie i wyłączenie lamp		
Przełącznik grupowy (hotelowy)	Załączenie i wyłączenie dwóch lamp z jednego miejsca (jednocześnie załączenie obydwu lamp nie jest możliwe)		
Przełącznik szeregowy (świecznikowy)	Załączenie i wyłączenie dwóch lamp z jednego miejsca (jednocześnie załączenie obydwu lamp jest możliwe)		
Przełącznik zmienny (schodowy końcowy)	Załączenie i wyłączenie lamp z dwóch miejsc		
Przełącznik krzyżowy (schodowy pośredni)	Załączenie i wyłączenie lamp z kilku miejsc (w połączeniu z przełącznikami zmiennymi)		

Przełączniki impulsowe mają przelączalny zestyk, który można przestawić ze stanu otwartego w stan zamknięty, lub odwrotnie, za pomocą impulsu krótkotrwałego, tym samym przyciskiem zwiernym. W stanie spoczynku nie pobierają energii. Umożliwiają tworzenie prostych układów sterowania oświetlenia i innych odbiorników, również sterowania z wielu miejsc (rys. 1.17).

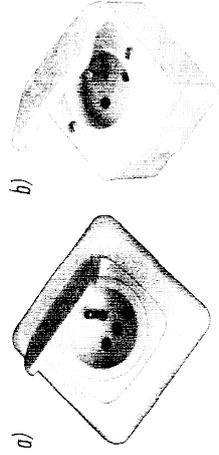


Rys. 1.17. Sterowanie oświetlenia z n miejsc za pomocą przełącznika impulsowego (dowolnym przyciskiem można światło zapalić, po czym dowolnym można je zgasić). 1, 2, ..., n — przycisk z neonówką, K — przełącznik impulsowy, C — kondensator umożliwiający świecenie neonówek

1.5. Gniazda wtyczkowe i wtyczki

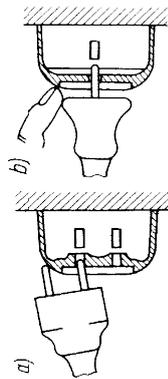
Gniazda wtyczkowe (rys. 1.14, 1.18) i wtyczki to łączniki wtyczkowe umożliwiające przyłączanie do instalacji odbiorników ruchomych. Po włożeniu wtyczki do gniazda styki czynne wtyczki, w postaci kołków, stykają się ze stykami gniazda, w kształcie sprężynujących tulejek, umożliwiając przepływ prądu. Takie połączenie nie powinno iskrzyć ani zbyt długo nagrzewać się, lecz powinno być niezawodne i odznaczać się małą rezystancją; w tym celu:

- styki wtyczek i gniazd wykonuje się z materiału o dużej przewodności, odpornego na korozję i na ścieranie, np. z mosiądzu;
- konieczny docisk między stykami wtyczek i gniazd zapewnia się przez wykorzystanie sprężystości materiału stykowego i przez wprowadzenie sprężyn.



Rys. 1.18. Gniazda wtyczkowe szczelne dwubiegunowe ze stykiem ochronnym — POLO Systemy Elektroinstalacyjne. Tychy: a) podtynkowe; b) natynkowe

Łączniki wtyczkowe powinny być tak skonstruowane i instalowane, aby wyeliminować możliwość dotknięcia palcem części pod napięciem. Ostona gniazda i korpus wtyczki powinny być tak ukształtowane, aby uniemożliwić włożenie do gniazda tylko jednego styku wtyczki (rys. 1.19a) i aby zapobiec dotknięciu styków wtyczki, gdy stykają się już one ze stykami gniazda (rys. 1.19b).

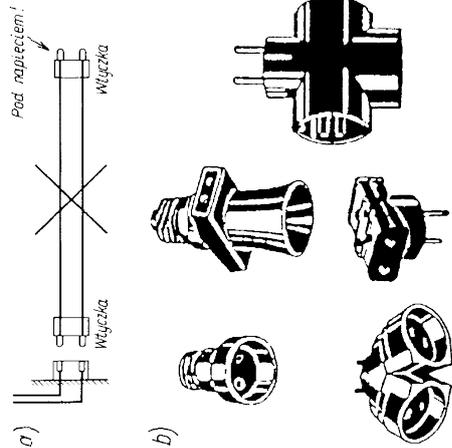


Rys. 1.19. Bezpieczeństwo dotykowe przy łącznikach wtyczkowych: a) wtyczki nie można włożyć do gniazda tylko jednym kolkiem; b) po zetknięciu ze stykami gniazda kolki wtyczki są niedostępane; c) skutki użycia wadliwego łącznika wtyczkowego

Rys. 1.19. Bezpieczeństwo dotykowe przy łącznikach wtyczkowych: a) wtyczki nie można włożyć do gniazda tylko jednym kolkiem; b) po zetknięciu ze stykami gniazda kolki wtyczki są niedostępane; c) skutki użycia wadliwego łącznika wtyczkowego

Napięcie 230V względem ziemi

Nie należy zakładać wtyczek na obu końcach przewodu ruchomego (rys.1.20a); przewód z jednej strony zakończony wtyczką, z drugiej strony powinien być przyłączony na stałe do odbiornika, albo zakończony przenośnym gniazdem wtyczkowym (rys. 1.20b).



Rys. 1.20. Nieodzwolone urządzenia wtykowe: a) wtyczki na obu końcach przewodu ruchomego; b) "złodziejki" i rozgałęźniki bez styku ochronnego

Z myślą o bezpieczeństwie dzieci pojawiły się na rynku zatycki do gniazd wtyczkowych z muchomorkiem lub innym wzorzystym rysunkiem. Jest to niefortunny pomysł, bo akurat wtedy gniazda przyciągają uwagę dzieci. Gniazda wtyczkowe bezpieczne dla dzieci są tak wykonane, że po wyjęciu wtyczki malejki stykowe są całkowicie zastonięte lub są pozbawione napięcia, a wypychanie jednego kolka wtyczki lub gwoźdźca niczym nie zagraża.

W instalacjach układa się uziemiony **przewód ochronny PE**, do którego przylączy się metalowe obudowy urządzeń i inne części podlegające ochronie przeciwporażeniowej. Skuteczność ochrony zależy od ciągłości połączeń ochronnych. Przy zasilaniu przewodem ruchomym **połączenia ochronne** stanowią: **przewód ochronny** instalacji stałej, styki ochronne w łączniku wtyczkowym i żyła ochronna przewodu ruchomego. W łącznikach wtyczkowych styki ochronne na ogół mają postać wystającego kolka w gnieździe wtyczkowym i ukrytej tulejki stykowej we wtyczce. Przy wkładaniu wtyczki do gniazda najpierw stykają się styki ochronne, a dopiero później — styki czynne; przy wyjmowaniu wtyczki jest na odwrót: najpierw zostaje przerwane połączenie styków czynnych, a dopiero później — ochronnych. Dzięki temu nie można nieopatrznie tak przyłączyć odbiornika, aby był on pod napięciem, nie będąc objęty ochroną przeciwporażeniową przez połączenia ochronne.

1.6. Oświetlenie budynków mieszkalnych

Do elektrycznego oświetlenia budynków mieszkalnych stosuje się żarówki oraz świetłówki. Lampy mogą być załączane i wyłączone przy użyciu:

- 1) **łączników instalacyjnych** realizujących żądane programy łączeń;
- 2) **przycisków w obwodzie sterowniczym stycznika lub przekaźnika**; stosuje się do sterowania grupą lamp o dużej mocy (stycznik) lub dla wprowadzenia w obwodzie sterowniczym innego napięcia niż w obwodzie głównym zasilającym lampy, albo wówczas, gdy lampy mają być ręcznie załączone, a samoczynnie wyłączone (tzw. automat schodowy);
- 3) **pilotów emitujących kodowane sygnały promieniowania podczerwonego IR**, odbierane i przetwarzane przez odbiorniki IR sterujące bezpośrednio obwodami lamp; stosuje się, aby umożliwić sterowanie oświetlenia z dowolnego miejsca, wyeliminować układanie przewodów do łączników bądź umożliwić sterowanie tylko upoważnionym osobom;
- 4) **zegarów elektrycznych lub programowalnych przekaźników czasowych**, załączających i wyłączających lampy o określonej porze;
- 5) **przekaźników zmierzchowych** załączających o zmroku i wyłączających o świcie lampy oświetlenia zewnętrznego;
- 6) **programowalnych sterowników natężenia oświetlenia** sterujących kompleksowo, stosownie do udziału światła dziennego, położeniem żaluzji okiennych, załączaniem i wyłączaniem oraz ściemnianiem i rozjaśnianiem lamp; rozwiązanie kosztowne, stosowane w „budynkach inteligentnych”;

7) **systemów alarmowych** chroniących otoczenie budynku, jego wnętrze lub wybrane strefy przed dostępem osób niepowołanych; stosuje się dla spłoszenia intruza wykrytego przez system ochrony obiektu, albo dla oświetlenia awaryjnego w razie zaniku napięcia w instalacji zasilania podziemnego.

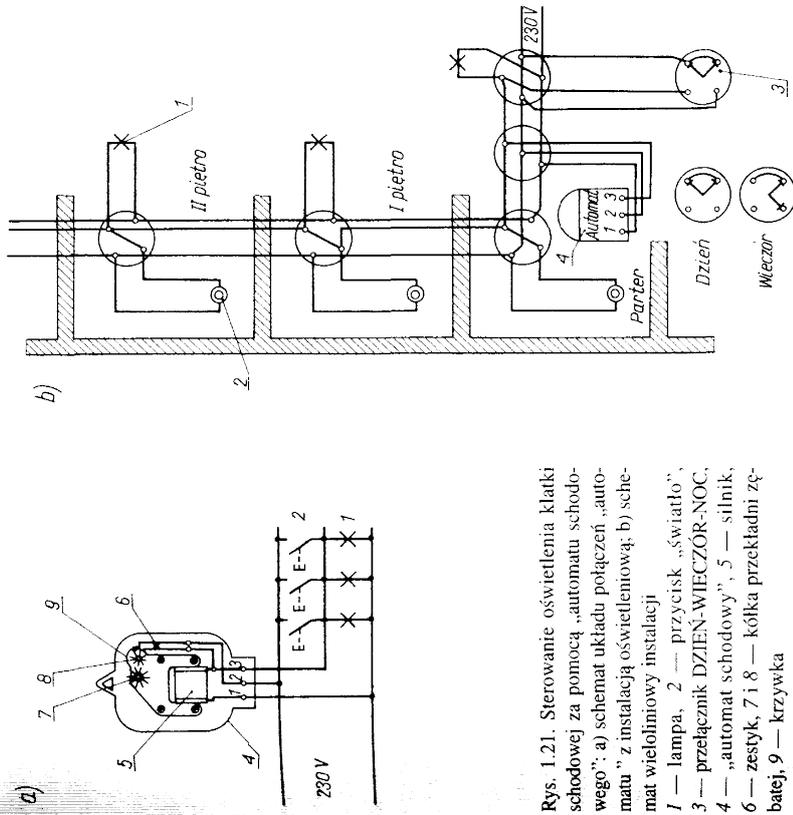
8) **układów samoczynnego załączania rezerwy (SZR)** załączających lampy oświetlenia awaryjnego w razie zaniku napięcia w instalacji zasilania podstawowego.

Do sterowania oświetlenia klatek schodowych w budynkach wielopiętrowych używa się **automatów schodowych** (rys. 1.21). Daje to prosty układ połączeń oraz możliwość samoczynnego wyłączenia oświetlenia po nastawionym czasie (kilka minut). Naciśnięcie któregokolwiek przycisku „światło” załącza silnik (zaciski 1, 3), napędzający poprzez przekładnię (kółka 7, 8) krzywkę sterującą położeniem zestyku 6. Zestyk zwierny 6 po chwili zamyka się i dopiero wtedy można puścić przycisk „światło”. Krzywka 9 obraca się i po nastawionym czasie otwiera zestyk 6, a wtedy światło gaśnie i zarazem silnik zostaje wyłączony. Czas załączenia lamp nastawia się przez odginanie zębów kółka napędzającego 7; im więcej zębów odgnie się, tym więcej obrotów musi wykonać kółko 7 dla pełnego obrócenia krzywki 9 i tym dłuższy jest czas świecenia lamp.

W układzie można umieścić dodatkowy przełącznik o trzech położeniach: **DZIEŃ** — obwód jest wyłączony spod napięcia i manipulowanie przyciskami na poszczególnych kondygnacjach jest bezskuteczne; **WIECZÓR** — lampy są stale załączone; **NOC** — lampy można załączyć na określony czas dowolnym przyciskiem.

Przedstawiony powyżej elektromechaniczny, dwustanowy (zał-wył) automat ogranicza się do włączania lamp na czas nastawiony w granicach od 0,5 do 10 min. W jego miejsce można wstawić — bez przerabiania instalacji — **elektroniczny automat trzystanowy** (zał-ostrzeżenie-wył). Daje on większy komfort i bezpieczeństwo, a także sprzyja ograniczeniu zużycia energii, ponieważ:

- ostrzeża światłem migającym o zbliżającej się chwili wyłączenia lamp;
 - umożliwia precyzyjne nastawianie czasu świecenia lamp, czasu ostrzegania i programu migania światła;
 - wyłącza lampy w razie zablokowania, np. zapalką, przycisku „światło”;
 - utrzymuje na przyciskach w stanie czuwania bardzo niskie napięcie ($\leq 24V$); współpracując z czujnikiem zmierzchowym blokuje możliwość zapalania lamp w ciągu dnia;
 - współpracując z domofonem zapala na klatce schodowej światło przy naciśnięciu przycisku otwarcia drzwi wejściowych; można zatem — nie wychodząc z mieszkania — zapalić światło osobie wchodzącej do budynku i można oświetlić osobę stojącą przed drzwiami mieszkania.
- Należy uważać, trzeba poświęcić oświetleniu samych mieszkań. W mieszkaniu człowiek wykonuje różne prace, ale i odpoczywa. Oświetlenie powinno



Rys. 1.21. Sterowanie oświetlenia klatki schodowej za pomocą „automatu schodowego”: a) schemat układu połączeń „automatu” z instalacją oświetleniową; b) schemat wieloliniowy instalacji

1 — lampy, 2 — przycisk „światło”, 3 — przełącznik DZIEŃ-WIECZÓR-NOC, 4 — „automat schodowy”, 5 — silnik, 6 — zestyk, 7 i 8 — kółka przekładni zębastej, 9 — krzywka

być tak rozwiązane, by dobrze służyło w różnych sytuacjach. W miejscach, w których się pracuje (kuchnia, biurka, stoły do odrabiania lekcji, maszyny do szycia) powinno być duże natężenie oświetlenia. Lampy powinny być takiej konstrukcji i tak rozmieszczone, aby nie oślepiły, nie dawały ostrych cieni i nie powodowały odbłasków na błyszczących powierzchniach, zwłaszcza na ekranach monitorów. W przestępnym pokoju o powierzchni 20 m², o białym suficie i jasnych ścianach, jest potrzebny żyrandol lub kinkiety ściennie o łącznej mocy żarówek 150 ÷ 300 W; dodatkowo na miejscach pracy mogą być potrzebne lampy przenośne z żarówką 60 lub 75 W (patrz Dodatek E). Potrzebna moc świetłówek kompaktowych byłaby 5-krotnie mniejsza.

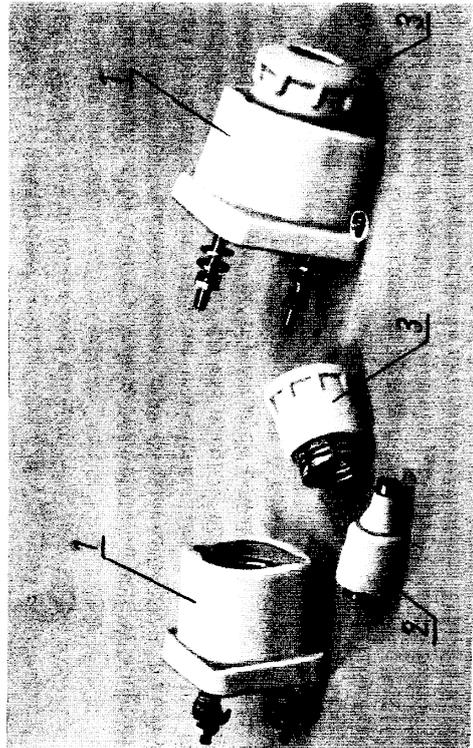
Brak zrozumienia zagadnień oświetleniowych i źle pojęta oszczędność sprawiają, że wiele osób poprzestaje na mizernym oświetleniu. Utrudnia to pracę i przyspiesza zmęczenie wzroku. Mylna jest opinia, że duże natężenie oświetlenia szkodzi. Szkodzący mogą źle oświetlone źródła światła w polu widzenia. Skąpcom może też szkodzić widok szybciej obracającej się tarczy licznika energii elektrycznej.

Na czas wycieczki każdy powinien wybrać oświetlenie, które mu najbardziej odpowiada. Tu nie można stosować reguł ani nakazów. Lampy o pomysłowej kompozycji kształtów i barw, odpowiednio dobrane do wyposażenia wnętrza mieszkalnego, stanowią ważny element jego wykończenia.

1.7. Bezpieczniki instalacyjne

W razie przyłączenia do instalacji nadmiernej liczby odbiorników może nastąpić jej **przebieżenie**. Przedłużający się przepływ dużego prądu może spowodować przegrzanie i uszkodzenie przewodów oraz innych elementów instalacji. Jeszcze większy prąd płynie wówczas, gdy w instalacji nastąpi **zwarcie** wskutek jej uszkodzenia lub w wyniku błędnych połączeń. **Do samoczynnego wyłączenia obwodów, w których wystąpiło zwarcie lub groźne przebieżenie, stosuje się bezpieczniki lub wyłączniki nadprądowe.**

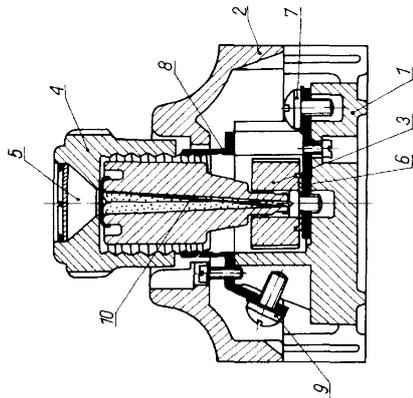
Zasadniczą częścią bezpiecznika jest **topik** wykonany ze srebrnego albo miedzianego drutu lub taśmy, zamknięty w korpusie wypełnionym odpowiednio przygotowanym piaskiem. Tak powstaje **wkładka bezpiecznikowa**, którą umieszcza się w **gnieździe bezpiecznikowym**. Tradycyjną konstrukcją bezpieczników instalacyjnych (rys. 1.22, rys.1.23) stale się doskonalą; do instalacji 230/400 V są obecnie produkowane bezpieczniki małogabarytowe — z wyglądu podobne, ale wyraźnie mniejsze niż tradycyjne.



Rys. 1.22. Bezpiecznik instalacyjny typu Bi o napięciu znamionowym 500 V
1 — gniazdo bezpiecznikowe natablicowe, 2 — wkładka bezpiecznikowa, 3 — główka bezpiecznikowa (gwint E27)

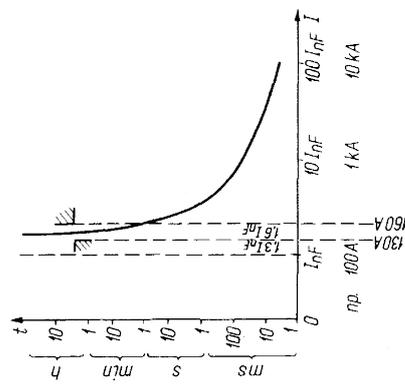
Rys. 1.23. Bezpiecznik instalacyjny w przekroju

- 1 — korpus gniazda, 2 — pokrywa gniazda,
- 3 — wstawka kalibrowa, 4 — główka,
- 5 — wierzniak główki, 6 — szyna gniazda,
- 7 — zacisk wejściowy (dopływ), 8 — zestyk gwintowy, 9 — zacisk wyjściowy (odpływ),
- 10 — topik



Przez bezpiecznik przepływa prąd zabezpieczonego obwodu. Nieduży prąd roboczy nagrzewa topik i całą wkładkę, ale nie powoduje przerwania topika. Duże prądy przebieżeniowe i prądy zwarciove powodują silne nagrzanie i jego rozpad w jednym lub w wielu miejscach. Rozpad topika następuje tym szybciej, im większy płynie prąd. W miejscu rozpadu powstaje łuk elektryczny, który jest szybko gaszony dzięki umieszczeniu topika w piasku; przepływ prądu zostaje przerwany. Przy dużych prądach zwarcioowych cały ten proces (nagrzanie topika — rozpad — gaszenie łuku) odbywa się w ciągu kilku milisekund.

Wykres przedstawiający zależność czasu zadziałania wkładki bezpiecznikowej od płynącego prądu (rys. 1.24) nazywa się **charakterystyką czasowo-prądową**. Znajdąc charakterystyki wkładek bezpiecznikowych można ocenić, jakie prądy w określonym czasie wkładki przetrzymują bez zadziałania i jaki jest czas wyłączenia przy różnych prądach.



Rys. 1.24. Charakterystyka czasowo-prądowa wkładki bezpiecznikowej

Barwne oznaczenia wkładek bezpiecznikowych instalacyjnych

Barwa wskaźnika zadziałania	Prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej A	Prąd znamionowy gniazda bezpiecznikowego A
różowa	2	
brązowa	4	
zielona	6	
czerwona	10	25
czarna	13	
szara	16	
niebieska	20	
żółta	25	
czarna	35	
biała	50	63
miedziana	63	
srebrna	80	100
czerwona	100	

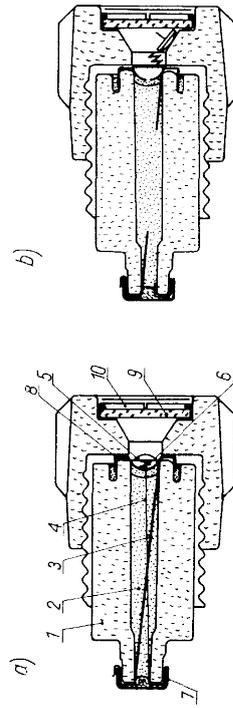
Wkładka bezpiecznikowa ma określony prąd znamionowy, oznaczony I_{nf} (rys. 1.24): *jest to największy prąd, jakim wolno wkładkę długotrwałe obciążać*. Długotrwałe obciążenie obwodu nie powinno przekraczać tej wartości. Jeśli wkładkę obciążą się, nawet długotrwałe, prądem nieco większym, w granicach $I_{nf} \div 1,3 I_{nf}^{(1)}$, to nie zadziała ona, ale nagrzewa się nadmiernie. Dopiero prąd przekraczający $1,6 I_{nf}^{(1)}$ z całą pewnością spowoduje zadziałanie wkładki.

Przykład 1.1. Wkładkę o prądzie znamionowym 100 A (rys. 1.24) wolno obciążać długotrwałe co najwyżej takim prądem. Prąd $100 \div 130$ A, nawet płynąc długotrwałe, nie powoduje zadziałania wkładki. Przy obciążeniu prądem większym niż 130 A, ale mniejszym niż 160 A, wkładka może zadziałać. Przy prądzie 160 A i większym wkładka zadziała i to tym szybciej, im większa będzie wartość prądu.

Kolejne wartości prądu znamionowego wkładek bezpiecznikowych są liczbami normalnymi z ciągu R10, tzn. zaokrąglonymi wartościami wyrazów ciągu geometrycznego o ilorazie $\sqrt[10]{10}$. Przy najmniejszych wartościach I_{nf} co druga wartość może być opuszczona: 4, (5), 6, (8), 10, (13), 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160 itd. Natomiast kolejne wartości prądu znamionowego łączników są liczbami normalnymi z ciągu R5, tzn. zaokrąglonymi wartościami wyrazów ciągu geometrycznego o ilorazie $\sqrt[5]{10}$. Można je też otrzymać odrzucając co drugą wartość z poprzedniego ciągu: 4, 6, 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160 itd.

Wkładka bezpiecznikowa ma określoną zdolność wyłączenia, tzn. największy prąd zwarciovy, który potrafi poprawnie wyłączyć. Zdolność wyłączenia bezpieczników instalacyjnych ($30 \div 100$ kA) jest znacznie większa niż wyłączników nadprądowych instalacyjnych ($3 \div 10$ kA).

Wkładka bezpiecznikowa znajduje się w gnieździe z wkręcaną główką (rys. 1.23). W głębi gniazda znajduje się **wstawka kalibrowa**, tj. porcelanowy pierścień o średnicy wewnętrznej zależnej od prądu znamionowego wkładki, której



Rys. 1.25. Wkładka i główka bezpiecznika instalacyjnego: a) przed zadziałaniem; b) po zadziałaniu 1 — porcelanowy korpus wkładki, 2 — wnętrze wkładki wypełnione piaskiem, 3 — topik główny, 4 — topik wskaźnikowy, 5 — oczko wskaźnikowe, 6 — sprężyna oczka, 7, 8 — styki wkładki, 9 — szybka wzmiankowa, 10 — sprężyna utrzymująca szybkę

¹⁾ Dla wkładek o prądzie znamionowym nie przekraczającym 25 A kromności te są większe.

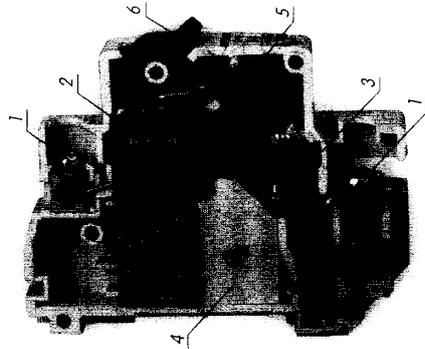
zakończenie ma pomieścić. Wstawka kalibrowa nie pozwala włożyć wkładki o większym prądzie znamionowym niż przewidziany przy projektowaniu i montażu instalacji. We wnętrzu wkładki, oprócz topika głównego, znajduje się cienki topik wskaźnikowy (rys. 1.25). Rozpada się on w chwili po rozpadzie topika głównego i zwalnia kolorowy **wskaźnik zadziałania**, który odsłakuje pod działaniem sprężyny. Wskaźniki zadziałania ułatwiają orientację, zwłaszcza w rozdzielnicach zawierających wiele bezpieczników: barwa informuje o prądzie znamionowym wkładki (tabl. 1.2), a wypadnięcie wskaźnika — o zadziałaniu wkładki.

Nowoczesny bezpiecznik jest precyzyjnym przyrządem zabezpieczającym; potrafi wyłączyć duży prąd zwarciovy, ma dokładnie określoną charakterystykę czasowo-prądową. Uzyskuje się to przez przemyślane rozwiązanie konstrukcyjne i staranne wykonanie. Tylko pozornie jest to aparat prosty, łatwy do odtworzenia, co skłania laików do „naprawiania” przepalonych wkładek bezpiecznikowych.

Wkładka „naprawiana” może zadziałać za późno dopuszczając do przesmarania i uszkodzenia instalacji. Może też nie zgasić łuku elektrycznego po przzerwaniu topika, co tym bardziej grozi powstaniem pożaru. Z tych powodów obowiązuje bezwzględny zakaz „naprawiania” wkładek bezpiecznikowych; przepaloną wkładkę wymienia się na nową.

1.8. Włłączniki nadprądowe instalacyjne

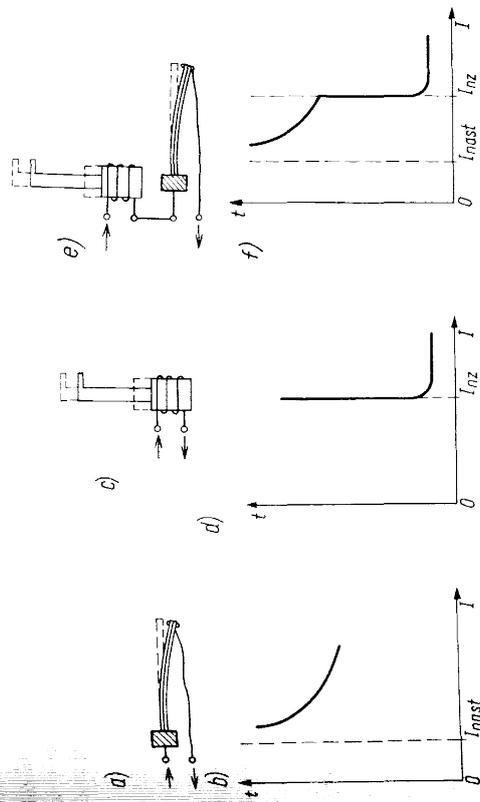
Włłącznik nadprądowy instalacyjny (włłącznik instalacyjny z wyzwalaczami przeciążeniowym i zwarciovym) umożliwia złączenie i wyłączenie obwodu przez zamykanie i otwieranie zestyku za pomocą dźwigni lub przycisków umieszczonych na obudowie (rys. 1.26). **Głównym jego zadaniem jest samoczynne wyłączenie obwodu w razie przeciążenia lub zwarcia.** W odróżnieniu od bezpiecznika, który tylko „raz w życiu” może wyłączyć obwód, włłącznik nadprądowy może wykonywać czynności łączeniowe wielokrotnie, aż do zużycia styków lub mechanizmu napędowego, co następuje po wykonaniu $4000 \div 20\,000$ łączeń. Nowoczesny włłącznik nadprądowy instalacyjny ma **zwarciovą zdolność łączenia** 3, 4,5, 6 lub 10 kA, wystarczającą niemal w każdej instalacji.



Rys. 1.26. Włłącznik nadprądowy ST 68, 230 V, 6 A, B6, 10 kA — POLAM-PULTEK
1 — zacisk, 2 — wyzwalacz zwarciovym, 3 — wyzwalacz przeciążeniowy, 4 — układ stykowo-gazowy, 5 — zamek, 6 — dźwignia napędu

W stanie zamkniętym włłącznik jest utrzymywany przez zamek z zapadką. Jeśli zwolni się zapadkę, naciskając przycisk wyłączający, to sprężyna zwrotna odciąga styk ruchomy i włłącznik otwiera się. Włłącznik może też otworzyć się samoczynnie, jeśli zwolnienie zapadki nastąpi pod działaniem jednego z wyzwalaczy.

Wyzwalacz przeciążeniowy ma postać płytki termobimetalowej, którą otrzymuje się przez spojenie dwóch blach z metali o znacznie różniących się współczynnikach temperaturowych rozszerzalności liniowej. Po podgrzaniu wygina się ona (w kierunku blachy o mniejszym współczynniku temperaturowym rozszerzalności) tym silniej, im wyższa jest jej temperatura (rys. 1.27a). Płytka podgrzewa się prądem płynącym bezpośrednio przez nią i/lub przez nawiniętą na niej spiralę grzejną. Wyzwalacz — o określonym prądzie nastawczym I_{nast} — jest włączony szeregowo w zabezpieczanym obwodzie. Jeśli płynący prąd



Rys. 1.27. Wyzwalacze włącznika nadprądowego i ich charakterystyki czasowo-prądowe: a) wyzwalacz przeciżeniowy termobimetalowy; b) charakterystyka wyzwalacza przeciżeniowego; c) wyzwalacz zwarciovym elektromagnesowy; d) charakterystyka wyzwalacza zwarciovego; e) zespół obwodu wyzwalaczy; f) charakterystyka włącznika

nie przekracza wartości I_{nast} , to płytka termobimetalowa nagrzewa się nieco, ale wygina się za mało, by zwolnić zapadkę zamka. Dopiero gdy prąd wyraźnie przekroczy wartość prądu nastawczego I_{nast} , wyzwalacz jest w stanie zwolnić zamek, ale wymaga to pewnego czasu; **czas zadziałania wyzwalacza przeciżeniowego maleje ze wzrostem prądu** (rys. 1.27b).

Wyzwalacz zwarciovym ma jak najszybciej zwolnić zapadkę zamka i otworzyć włłącznik w razie przepływu prądu zwarciovego. Działa na zasadzie elektromagnesu, którego zwora jest przyciągana, jeśli prąd przekroczy wartość prądu nastawczego wyzwalacza zwarciovego I_{nz} . **Czas zadziałania wyzwalacza zwarciovego praktycznie nie zależy od wartości prądu** (rys. 1.27d).

Przez wyposażenie włłącznika nadprądowego w oba wyzwalacze: przeciżeniowy termobimetalowy i zwarciovym elektromagnesowy (rys. 1.27e) uzyskuje się charakterystykę czasowo-prądową włłącznika w postaci pokazanej na rys. 1.27f; jest ona wynikiem połączenia dwóch poprzednich charakterystyk.

Stosunek prądu I_{nz} , który już może spowodować zadziałanie wyzwalacza zwarciovego do prądu znamionowego włłącznika I_n wynosi (rys. 1.28):

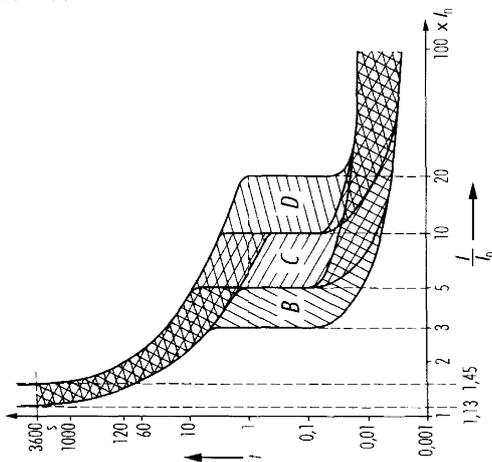
3 ÷ 5 w włącznikach o charakterystyce typu B,

5 ÷ 10 w włącznikach o charakterystyce typu C,

10 ÷ 20 w włącznikach o charakterystyce typu D.

Każdy prąd większy od podanego pasma rozrzutu tym bardziej wywołuje zadziałanie wyzwalacza zwarciovego i bezwzględnie otwarcie włłącznika. **Prąd znamionowy włłącznika dobiera się do szczytowego obciążenia obwodu,**

Rys. 1.28. Charakterystyki wyłączników nadprądowych typu B, C i D (czas w sekundach, prąd wyrażony krotnością prądu znamionowego wyłącznika)



a typ charakterystyki — do spodziewanej krotności prądu przy złączeniu obwodu. Jeśli nie stosuje się układów ograniczających prąd złączeniowy, to wynosi on w stosunku do prądu znamionowego odbiornika lub grupy jednocześnie załączanych odbiorników: $4 \div 7$ w przypadku silników, $8 \div 11$ w przypadku żarówek i ponad 10 w przypadku urządzeń elektronicznych z transformatorami sieciowymi.

Przykład 1.2. Obwód gniazd wtyczkowych jest zabezpieczony wyłącznikiem nadprądowym typu S192 B10 (prod. FAEL, Zabkowice Śląskie) o charakterystyce typu B i prądzie znamionowym 10 A (wartość ta jest zarazem prądem nastawczym wyzwalacza przeciążeniowego) i zwarciowej zdolności łączenia 6 kA. Jak wyłącznik zachowuje się przy przeciążeniach i zwarciach?

Zależnie od wartości przepływającego prądu (rys. 1.28) wyłącznik zachowuje się następująco:

- 0 \div 11,3 A — wyłącznik nie otwiera się samoczynnie;
- 11,3 \div 14,5 A — może zadziałać wyzwalacz przeciążeniowy i otworzyć wyłącznik;
- 14,5 \div 30 A — zadziała wyzwalacz przeciążeniowy i wyłącznik otworzy się po czasie zależnym od wartości prądu;
- 30 \div 50 A — zadziała wyzwalacz przeciążeniowy lub zwarciowy i wyłącznik otworzy się;
- 50 \div 6000 A — zadziała wyzwalacz zwarciowy i wyłącznik bezzwłocznie otworzy się, po-
prawnie wyłączając prąd;
- ponad 6000 A — wyłącznikowi grozi uszkodzenie i nie może on być sam, bez zabezpieczenia
bezpiecznikiem, umieszczony w takim miejscu instalacji, gdzie spodziewany
prąd zwarciowy przekracza 6000 A.

Przykład 1.3. Obwód gniazd wtyczkowych instalacji jednofazowej 230 V ma zasilać odbiorniki o łącznym poborze mocy 3500 VA; największy prąd złączeniowy, o krotności 20, ma grupa jednocześnie załączanych urządzeń elektronicznych o poborze mocy 1200 VA. Dobrać wyłącznik nadprądowy.

Prąd znamionowy wyłącznika powinien być dobrany do długotrwałego obciążenia obwodu, a zatem powinien wynosić co najmniej

$$I_n \geq \frac{3500}{230} = 15,2 \text{ A.}$$

Wystarczyby wyłącznik 16 A, gdyby pominąć możliwość przyrostu obciążenia w przyszłości i gdyby wyłącznik nie był instalowany w cisnej rozdzielni wraz z innymi nagrzewającymi się urządzeniami, co wymaga obniżenia wartości katalogowej prądu znamionowego. Rozsądniej będzie wybrać prąd znamionowy 20 A.

W chwili załączania wspomniane urządzenia elektroniczne pobierają prąd

$$20 \cdot \frac{1200}{230} = 104 \text{ A,}$$

a pozostałe urządzenia mogą w tym czasie pobierać prąd

$$\frac{3500 - 1200}{230} = 10 \text{ A.}$$

Potrzebny jest zatem wyłącznik, którego wyzwalacz zwarciowy nie reaguje na prąd $104 + 10 = 114 \text{ A}$. Wyzwalacze zwarciowe wyłączników o prądzie znamionowym 20 A, zależnie od typu charakterystyki, przetrzymują bez zadziałania prąd:

$$3 \cdot 20 = 60 \text{ A} \text{ wyłącznik B20,}$$

$$5 \cdot 20 = 100 \text{ A} \text{ wyłącznik C20,}$$

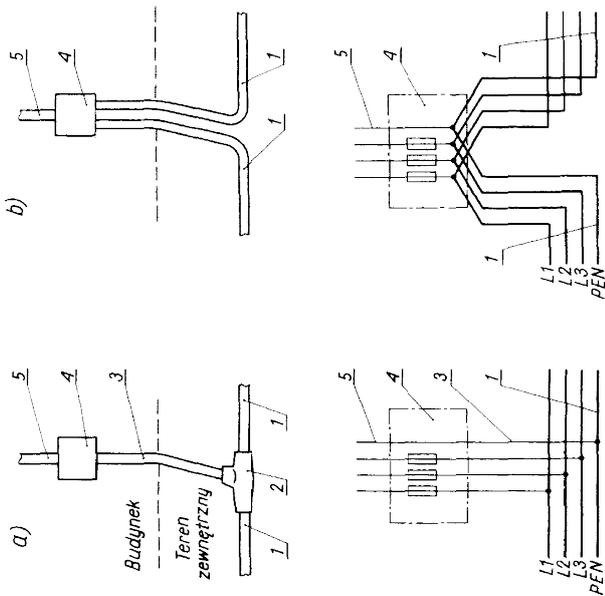
$$10 \cdot 20 = 200 \text{ A} \text{ wyłącznik D20.}$$

Uproszczone obliczenia wskazują na wyłącznik D20 o prądzie znamionowym 20 A i charakterystyce typu D. Przyopuszczalnie wystarczyby wyłącznik C20, bo przy zasilaniu z trzyczynowej „słabej” instalacji, jej duża impedancja zwarciowa ogranicza nie tylko wartość prądu zwarciowego (patrz Dodatek D), lecz również wartość prądu złączeniowego urządzeń; podana przez producenta krotność 20 dotyczy zasilania z sieci „słaby” o pomijalnie małej impedancji zwarciowej.

W instalacjach nieprzemysłowych, obsługiwanych przez osoby nieobeznane z elektrotechniką, **jest wskazane instalować w obwodach odbiorczych wyłączniki nadprądowe, a nie bezpieczniki.** Po zadziałaniu zabezpieczenia wystarczy nacisnąć przycisk załączający wyłącznika, by przywrócić zasilanie; eliminuje się pokusę „naprawiania bezpiecznika”. Należy jednak unikać wyłączników na poprzedzających stopniach zabezpieczeń, bo trudno zapewnić wybiorniki, przerywając zasilanie obwodów nie uszkodzonych (patrz rys. 3.94). Popetnia błąd, kto taki wyłącznik instaluje w plombowanym, niedostępnym złączu, bo niemal po każdym zwarciu w instalacji trzeba wzywać pogotowie energetyczne.

1.9. Zasilanie budynku mieszkalnego energią elektryczną

Budynki mieszkalne są zasilane energią elektryczną z sieci rozdzielczej prądu przemiennego o napięciu znamionowym 230/400 V. Sieć rozdzielczą łączy się z instalacją budynku za pośrednictwem jak najkrótszego odcinka linii zwanego przyłączem i skrzynki z bezpiecznikami zwanej złączem (rys. 1.29).

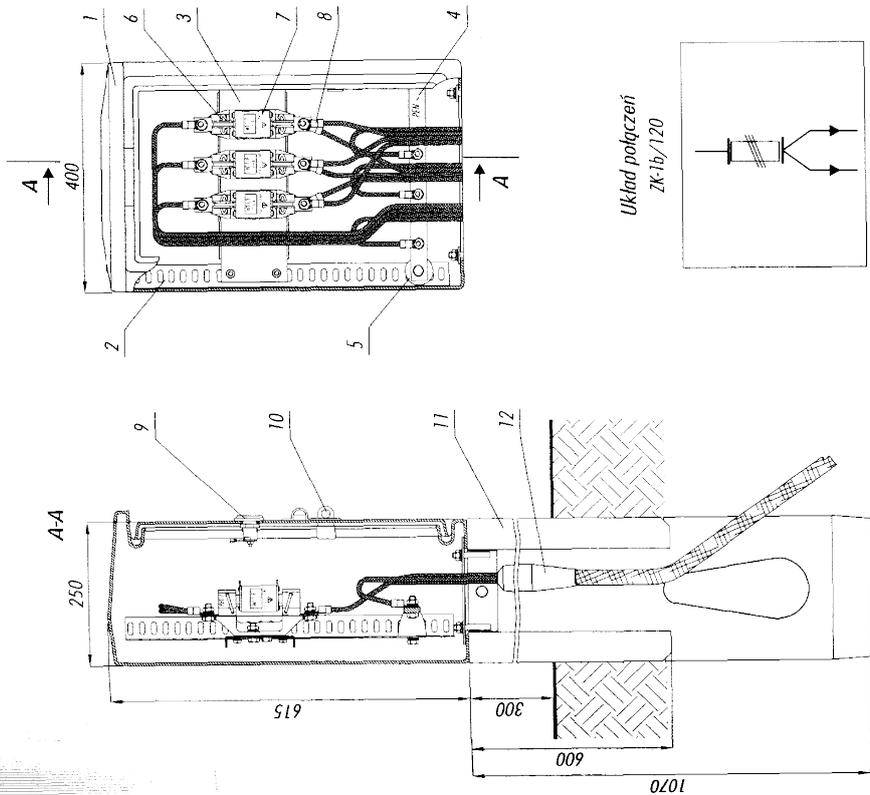


Rys. 1.29. Połączenie instalacji elektrycznej budynku mieszkalnego z kablową siecią rozdzielczą: a) z mufą rozgałęźną; b) z przelotowym wprowadzeniem kabla do złącza
 1 — linia kablowa, 2 — mufa rozgałęźna, 3 — przyłącze, 4 — złącze, 5 — wewnętrzna linia zasilająca

Przyłącza są trójfazowe — zawierają trzy przewody fazowe (L1, L2, L3), **przewód neutralny N** i **przewód ochronny PE**¹⁾; tylko małe domy mieszkalne, z dwoma najwyższymi mieszkaniami, mogą mieć przyłącza jednofazowe: **przewód fazowy**, **przewód neutralny** i **przewód ochronny**¹⁾. Rodzaj przyłącza zależy od rodzaju sieci rozdzielczej: w mieście przeważają przyłącza kablowe, na wsi — przyłącza napowietrzne. **Złącze** pozwala połączyć przyłącze z instalacją budynku; jest punktem rozdzielnym między siecią rozdzielczą, należącą do dostawcy energii, a instalacją należącą do właściciela budynku.

Rysunek 1.30 przedstawia najprostsze złącze ZK1b dla budynku, który ma **przyłącze kablowe** wprowadzone przelotowo, jak na rys. 1.29b. Jeśli tak wprowadzony kabel ma być obustronnie zabezpieczony, to potrzebne jest złącze bardziej rozbudowane (rys. 1.31). W przypadku przyłącza kablowego złącze

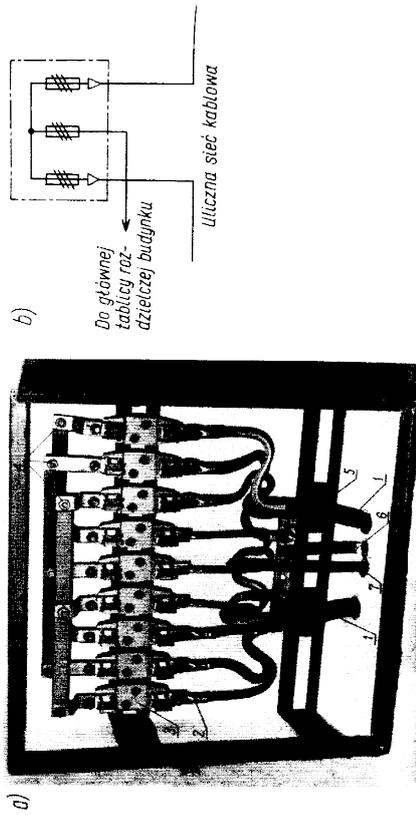
¹⁾ Przy zasilaniu z sieci TN (przystosowanej do zerowania — patrz rozdz. 4) jeden przewód ochronno-neutralny PEN, o przekroju co najmniej 10 mm² Cu lub 16 mm² Al, może pełnić rolę przewodu ochronnego PE i przewodu neutralnego N; przyłącze ma wtedy o jeden przewód mniej. Przewód N bywa też nazywany przewodem zerowym, a przewód PEN — ochronno-zerowym.



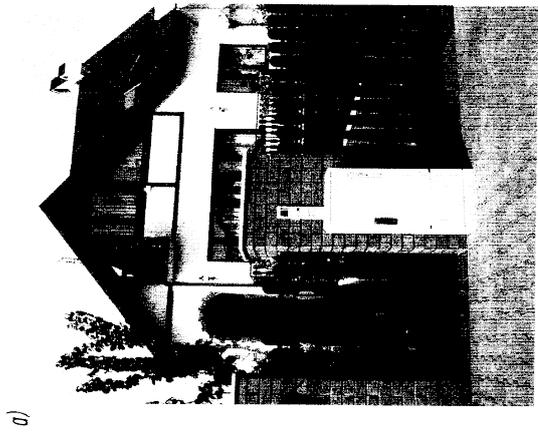
Rys. 1.30. Typowe złącze ZK1b o izolacyjnej obudowie — ELCOM. Gdańsk
 1 — obudowa z laminatu poliestrowo-szklanego, 2 — kątownik perforowany, 3 — wspornik podstaw bezpiecznikowych, 4 — szyna ochronno-neutralna PEN, 5 — izolator, 6 — podstawa bezpiecznikowa, 7 — wkładka bezpiecznikowa WTN-1, 8 — końcówka kablowa, 9 — zamek, 10 — ucho do kłódki, 11 — fundament prefabrykowany, 12 — głowica kablowa

umieszcza się nisko, we wnęce ściennej na zewnątrz budynku (rys. 1.32), albo jako wolno stojąca szafka, w miejscu dostępnym dla pracowników zakładu energetycznego.

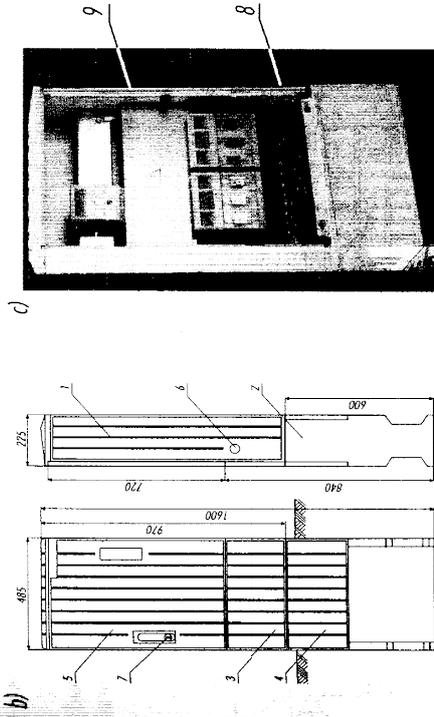
Przyłącza napowietrzne wykonuje się przewodem izolowanym niezależnie od tego, czy zasilająca linia napowietrzna ma przewody gołe czy izolowane (rys. 1.33, rys. 1.34). Pozwala to wyeliminować częste zwarcia w przyłączach o przewodach gołych. Używa się przewodów samonośnych AsXS_n (16 lub 25 mm²) służących do budowy linii napowietrznych. Żyły fazowe mają na



Rys. 1.31. Typowe złącze ZK-3a: a) widok (wymiary wnetki 800 x 600 mm); b) układ połączeń
 1 — kabel zasilający, 2 — końcówka kablowa, 3 — podstawa bezpiecznikowa, 4 — szyny fazowe,
 5 — szyna ochronno-neutralna PEN, 6 — przewód wyrównawczy łączący szynę PEN z główną
 szyną wyrównawczą budynku, 7 — wewnętrzna linia zasilająca

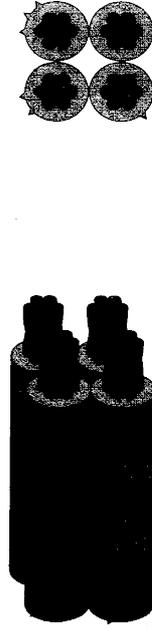


Rys. 1.32. Złącze kablowe Z3a/1 w izolacyjnej obudowie — APATOR, Toruń: a) usytuowanie;

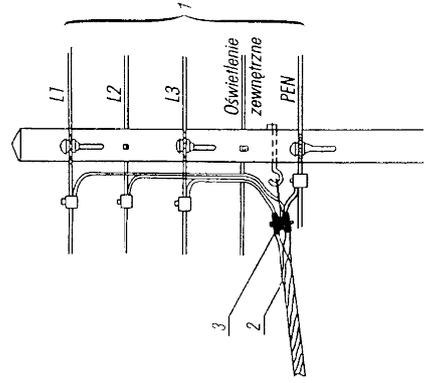


Rys. 1.32. Złącze kablowe Z3a/1 w izolacyjnej obudowie — APATOR, Toruń: b) rysunek wymiarowy; c) wyposażenie

1 — segment aparatu, 2 — cokoł fundamentowy, 3 — odejmowalna osłona części przyłączonej,
 4 — odejmowalna osłona cokołu fundamentowego, 5 — drzewiczki, 6 — zasłepiony otwór do tym-
 czasowego przyłączania kabli lub przewodów oponowych (do awaryjnego zasilania budynku lub
 tymczasowego zasilania pobliskich robót), 7 — zamek, 8 — rozłączniki bezpiecznikowe przyłączo-
 nych kabli, 9 — rozłącznik bezpiecznikowy WLZ



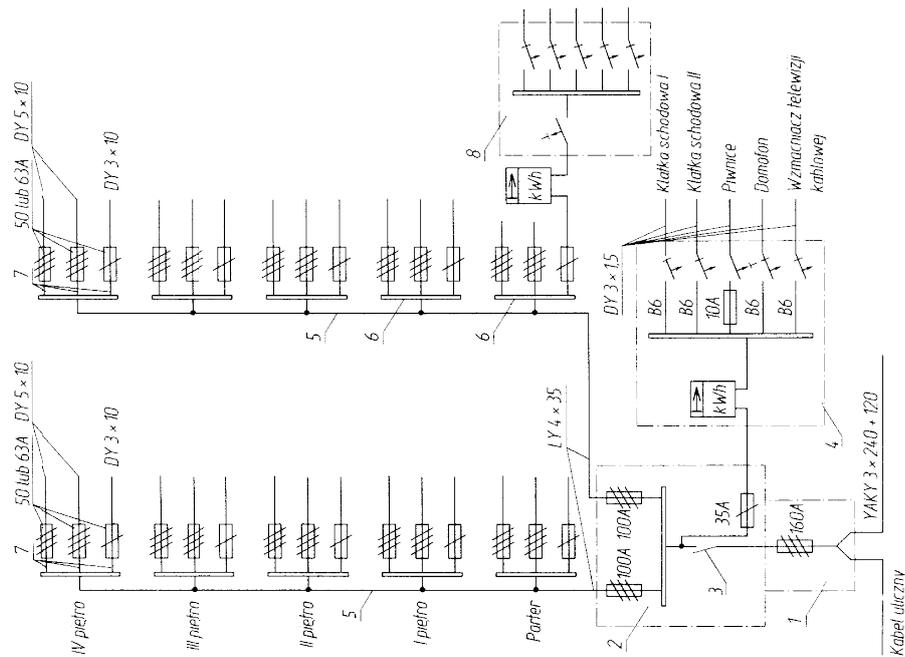
Rys. 1.33. Przewód samonośny AsXSn na przyłącza i linie napowietrzne (żyły aluminiowe, izolacja polietylenowa)



Rys. 1.34. Odgańlenie od linii napowietrznej o przewodach gołych przyłącza wykonanego izolowanym przewodem samonośnym AsXSn
 1 — gołe przewody linii, 2 — przewód przyłą-

Izolowany przewód przyłącza napowietrznego najlepiej doprowadzić aż do złącza, które powinno być umieszczone na fasadzie budynku:

- albo nisko, 0,2 m nad ziemią, we wnęce ściennej, z tym że w zasięgu ręki (do wysokości 2,5 m) przewód powinien być ułożony w rurce pod tym samym kątem;
- albo poza zasięgiem ręki, tzn. na wysokości co najmniej 2,5 m.



Rys. 1.38. Schemat układu zasilania budynku mieszkalnego czteropiętrowego o dwóch klatkach schodowych, o 30 mieszkaniach dwupokojowych (układ TN)
 1 — złącze, 2 — główna tablica rozdzielcza budynku, 3 — główny wyłącznik, 4 — tablica rozdzielcza administracyjna (obwód piwnicy chroniony wyłącznikiem różnicowoprądowym), 5 — wewnętrzna linia zasilająca (WLZ), 6 — tablica rozdzielcza piętrowa, 7 — odgałęzienie od WLZ do mieszkania, 8 — tablica rozdzielcza mieszkaniowa (z wyłącznikiem różnicowoprądowym)

Przykładowy schemat głównych obwodów instalacji elektrycznej w budynku mieszkalnym przedstawia rys. 1.38. Od złącza odchodzi **wewnętrzna linia zasilająca (WLZ)**, popularnie zwana „pionem”, przebiegająca przez poszczególne kondygnacje, umożliwiając przyłączenie instalacji odbiorczych. Jeśli budynek ma dwie lub trzy klatki schodowe, to w każdej z nich prowadzi się osobną WLZ, a za złączem instaluje się **główną tablicę rozdzielczą budynku** z zabezpieczeniami poszczególnych WLZ. Jeśli natomiast budynek ma więcej klatek schodowych, to zasilą się go wieloma przyłączami tak, aby na jedno przyłącze przypadły trzy, wyjątkowo cztery (w niższych budynkach), klatki schodowe i tyleż wewnętrznych linii zasilających.

Przy głównej tablicy rozdzielczej budynku umieszcza się (rys. 1.38):

- 1) **główny wyłącznik** umożliwiający wyłączenie zasilania wszystkich mieszkań, np. w razie pożaru;
- 2) **tablicę rozdzielczą administracyjną** zasilającą obwody, które służą ogólni mieszkańcom (dźwig, węzeł ciepłowniczy, pralnia, oświetlenie klatki schodowej, piwnicy, strychu, wejścia do budynku).

Przy wykonywaniu głównych obwodów instalacji budynku, o których mowa, trzeba pamiętać że:

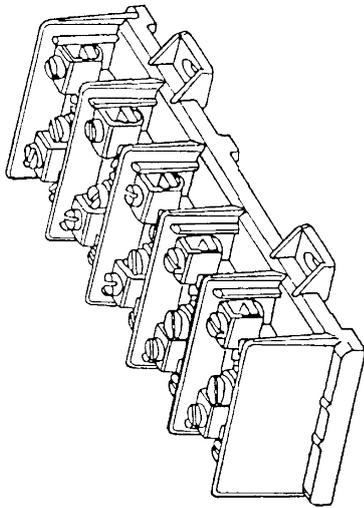
- znajdują się one w miejscach ogólnie dostępnych (w klatkach schodowych, korytarzach) i powinny być zabezpieczone przed dostępem osób nieupoważnionych;
- większość z nich znajduje się przed rozliczeniowym pomiarem energii i wymaga zabezpieczenia przed możliwością jej kradzieży.

Złącze, główny wyłącznik, główną tablicę rozdzielczą budynku, tablicę rozdzielczą administracyjną i tablice rozdzielcze piętrowe umieszcza się w zamkniętych wnękach lub skrzynekach. Drobiazgowo są sprecyzowane wymagania dotyczące wewnętrznej linii zasilającej. **WLZ wykonuje się przy użyciu przewodów o napięciu znamionowym co najmniej 750 V, ułożonych w rurkach, w korytkach albo w szybach instalacyjnych przebiegających przez klatkę schodową lub inne miejsca ogólnie dostępne. Przewody WLZ nie powinny być przecinane (rys. 1.39), a zatem powinny mieć jednokrowy przekrój na całej długości.** Idzie o to, by wyeliminować ryzyko przerwania przewodów WLZ, zwłaszcza przewodu PE¹⁾ i przewodu N²⁾, bądź przewodu PEN. Jeśli przyłączy jest trójfazowe, to i WLZ powinna być trójfazowa, a mieszkania zasilane jednofazowo powinny być równomiernie przyłączone do poszczególnych faz.

1) Za miejscem przerwy przestają być skuteczne środki ochrony przeciwporażeniowej wymagające przewodu ochronnego.

2) W instalacji trójfazowej za miejscem przerwy występuje asymetria napięć fazowych zależna od asymetrii obciążenia. Odbiorniki są narażone na uszkodzenie z powodu napięcia znacznie obniżonego (silniki) bądź znacznie podwyższonego (wszelkie odbiorniki, zwłaszcza kosztowny sprzęt elektroniczny).

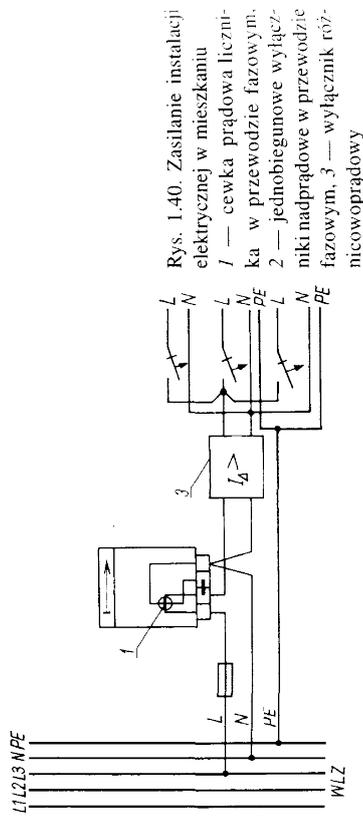
Rys. 1.39. Odgątlęznik piętrowy umożliwiający wykonanie odgątlęzienia do mieszkań bez przecinania przewodów WLZ.



1.10. Układ instalacji mieszkaniowej

Przy odgątlęzieniach od wewnętrznej linii zasilającej, na klatce schodowej lub w ogólnie dostępnym korytarzu, umieszcza się:

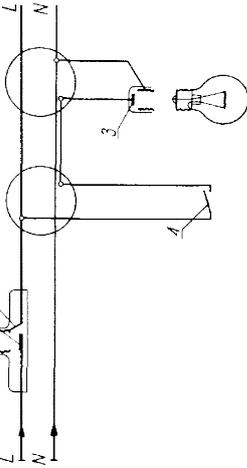
- 1) bezpieczniki stanowiące zabezpieczenie odgątlęzienia;
 - 2) liczniki energii elektrycznej, by inkasent miał do nich nieskrępowany dostęp.
- Liczniki jednofazowy** powinien być przyłączony dokładnie w sposób pokazany na rys. 1.40. Jeśli cewkę prądową licznika włączy się w przewód neutralny, to wprowadzi wskazania licznika mogą być poprawne, ale będzie utracona kradzież energii elektrycznej.



Rys. 1.40. Zasilanie instalacji elektrycznej w mieszkaniu
1 — cewka prądowa licznika
2 — jednofazowe wyłączniki nadprądowe w przewodzie fazowym, 3 — wyłącznik różnicowoprądowy

Gniazda bezpiecznikowe powinny być tak przyłączone, aby po wyjęciu wkładki pozostał pod napięciem dolny styk w głębi gniazda, a nie łatwo dostępny gwint. Do dolnego styku w głębi oprawek do żarówek powinien być przyłączony przewód fazowy, a łączniki jednofazowe powinny być instalowane w przewodzie fazowym (rys. 1.41).

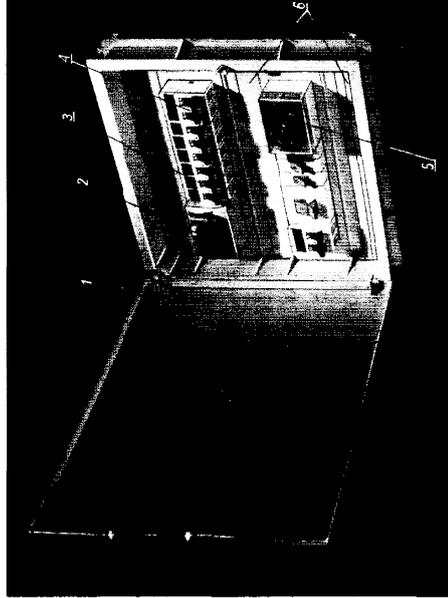
Rys. 1.41. Poprawny sposób przyłączenia przewodów L-N w obwodzie jednofazowym



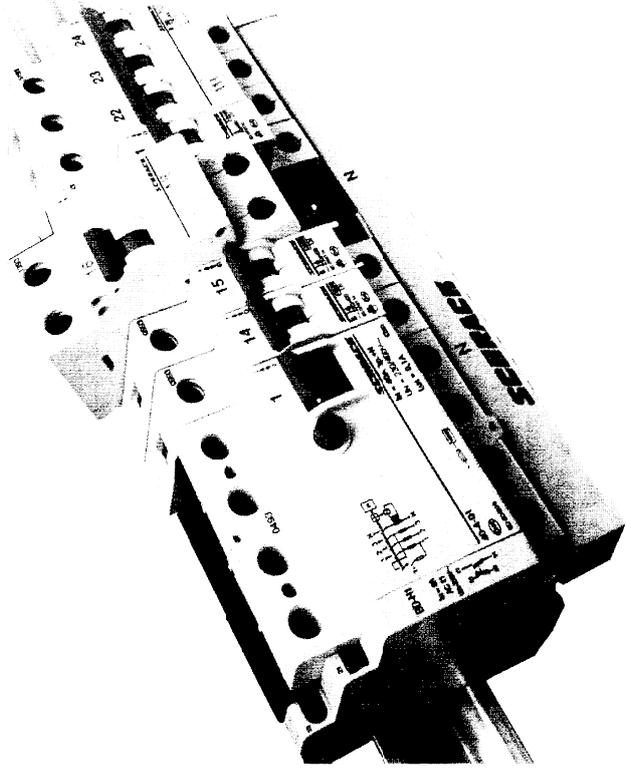
1 — przewód zasilający połączony z dolnym stykiem gniazda bezpiecznikowego, 2 — przewód odpływowy połączony z gwintem gniazda bezpiecznikowego, 3 — przewód fazowy połączony z dolnym stykiem oprawki do żarówek, 4 — łącznik jednofazowy w przewodzie fazowym

Odgątlęzienie od WLZ zasila **tablicę rozdzielczą mieszkaniową** (rys. 1.42), zawierającą zabezpieczenia poszczególnych obwodów. Podział instalacji, a zatem jej obciążenia, na obwoły pozwala zastosować w nich przewoły o mniejszym przekroju; ponadto w wyniku takiego podziału powstałe zwarcia lub przeciążenia powodują samooczynnę wyłączenie tylko części instalacji.

W tablicach rozdzielczych stosuje się **montaż szeregowy** aparatów: nie są one przykręcane, lecz nakładane na wsporniki szynowe (rys. 1.43, rys. 1.44). Wszelkie aparaty mają szerokość równą modułowi 17,5 mm albo jego wielokrotności. W takim wykonaniu są dostępne wyłączniki nadprądowe, wyłączniki



Rys. 1.42. Tablica rozdzielcza dla dużego mieszkania — SCHRAACK Energietechnik, Austria
1 — obudowa i drzwiczki izolacyjne, 2 — wyłącznik różnicowoprądowy, 3 — trójbiegunowy wyłącznik nadprądowy, 4 — dwubiegunowy wyłącznik nadprądowy, 5 — zegar elektryczny, 6 — miejsce na napisy informujące o przeznaczeniu obwodów

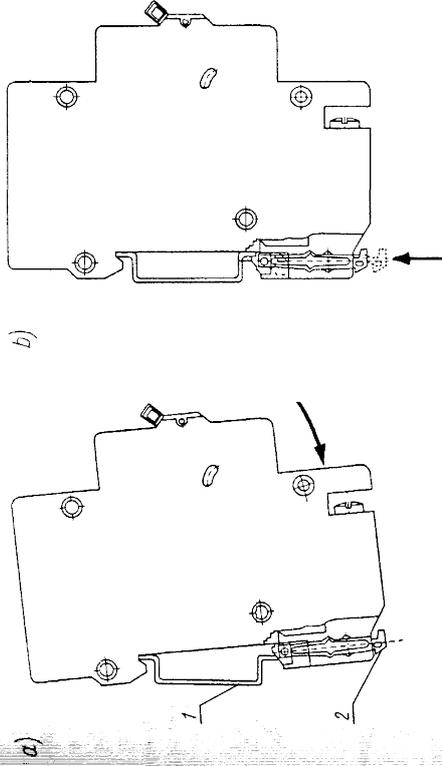


Rys. 1.43. Aparaty na wsporniku szynowym o przekroju kształtu "omega" — SCHRACK Energietechnik, Austria (pośrodku: wyłącznik nadprądowy dwubiegunowy B32, oznaczony numerem 16, odchylony w trakcie nakładania na wspornik)

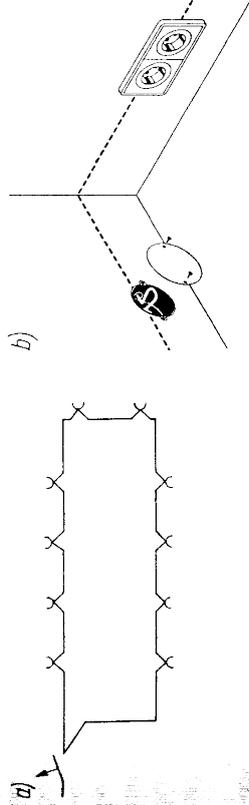
różnicowoprądowe, wyłączniki silnikowe, bezpieczniki małogabarytowe, automaty schodowe, transformatory dzwonekowe, zegary sterujące, wyłączniki zmierzchnowe, mierniki itd.

Obwód **gniazd wtyczkowych** powinien być wykonany jako pierścieniowy (rys. 1.45), by wszystkie gniazda były zasilane nawet w razie przerwania przewodu w dowolnym miejscu. Zacziski w gniazdach powinny umożliwiać przelotowe prowadzenie przewodów bez ich przecinania, jak zaciski WLZ w odgątlownikach piętrowych. Zasada ta nie dotyczy obwodów z jednym gniazdem dla odbiornika dużej mocy (kuchni, zmywarki naczyń, pralki).

W pokojach i korytarzach **łączniki obwodów oświetleniowych** umieszcza się (rys. 1.46) przy drzwiach, od strony klamki (przy drzwiach dwuskrzydłowych — po obu stronach), na wysokości 1,4 m od podłogi, a **gniazda wtyczkowe** — na wysokości 0,85 m, albo tuż nad listwą przypodłogową, jeśli obwód gniazd wtyczkowych jest ułożony w tej listwie albo w podłodze. W kuchniach i łazienkach gniazda wtyczkowe instaluje się na większej wysokości (np. 1,2 m). Łączniki



Rys. 1.44. Kolejne czynności (a, b) przy mocowaniu aparatu na wsporniku szynowym o przekroju "omega"
1 — wspornik szynowy, 2 — zatrzaśk



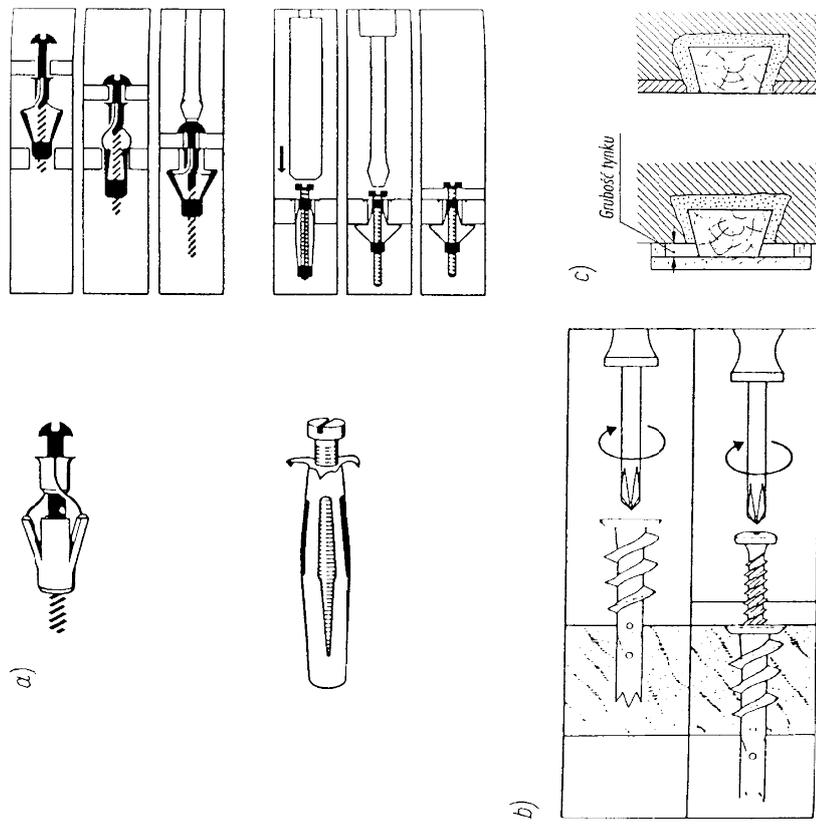
Rys. 1.45. Pierścieniowy obwód gniazd wtyczkowych: a) układ połączeń; b) sposób wykonania (po lewej — zaslepiona puszka, którą w przyszłości można wykorzystać do zainstalowania gniazda)

oświetlenia łazienek i WC umieszcza się przy drzwiach na zewnątrz tych pomieszczeń.

Gniazd wtyczkowych powinno być tyle i powinny być one tak rozmieszczone, by można się obyć bez przedłużaczy. Gniazda wtyczkowe, najlepiej podwójne, powinny się znaleźć tuż przy oknach i drzwiach, po obu ich stronach, oraz na każdej ścianie co $1,5 \div 2$ m, by przynajmniej część z nich była dostępna, kiedy inne zostaną zastawione meblami. Niektóre puszkki pod gniazda mogą pozostać zaslepione (rys. 1.45).

Dużej staranności wymaga **mocowanie do podłoża** uchwytów na przewody, rurkę, natynkowych puszek, łączników i gniazd wtyczkowych. Mogą być one mocowane następująco (rys. 1.50):

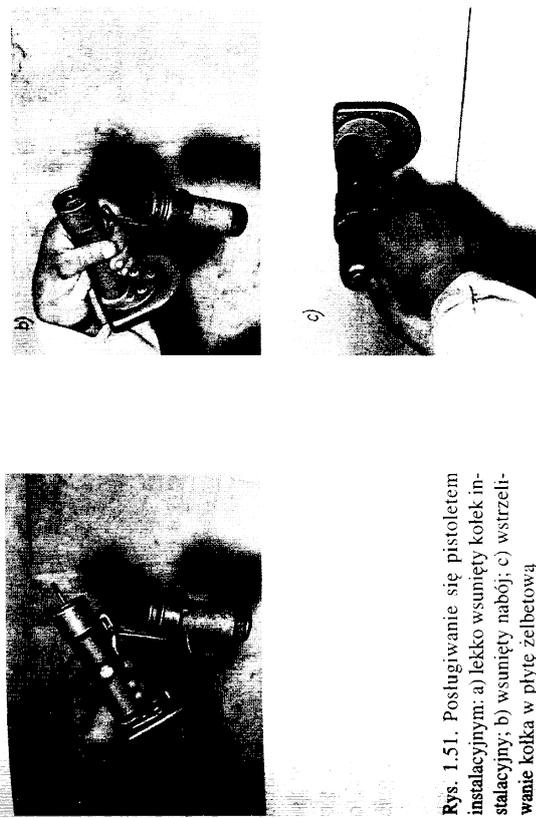
1. Za pomocą **gwoździ** wbijanych w podłoże, jeśli jest ono dostatecznie miękkie i zarazem wytrzymałe (drewno, spoiasty tynk).
2. Za pomocą **wkrętów** wkręcanych w drewno albo za pomocą **wkrętów rozporowych** umieszczonych w otworach, wywierconych w cegle lub betonie.
3. Za pomocą wkrętów wkręcanych w uprzednio wmurowane klocki drewniane. Klocki (o kształcie ściętego ostrosłupa) monterzy najchętniej zamurują zaprawą gipsową, ale wolno ją używać tylko w suchych pomieszczeniach.



Rys. 1.50. Szczegóły mocowania sprzętu do podłoża: a) działanie wkrętów rozporowych; b) mocowanie samogwintującego wkrętu w płytce kartonowo-gipsowej; c) mocowanie klocka drewnianego w ścianie jeszcze nie otynkowanej

zeniach. W pomieszczeniach wilgotnych i na wolnym powietrzu należy używać zaprawy wapienno-cementowej.

4. Do **kołków wstrzeliwanych** w podłoże szczególnie twarde, np. betonowe lub stalowe, przy użyciu specjalnego pistoletu, tzw. osadzaka (rys. 1.51).
5. Przez **klejenie** do płaskiego, suchego podłoża przewodów i osprzętu o odpowiednio ukształtowanej powierzchni, przy użyciu klejów o dużej przyczepności.



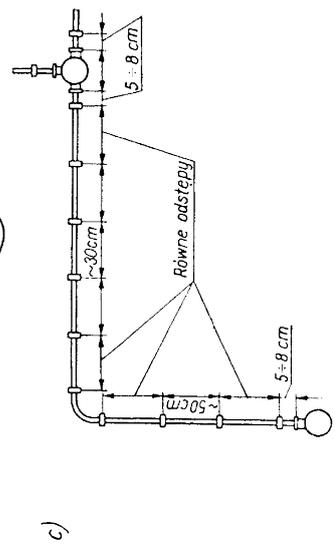
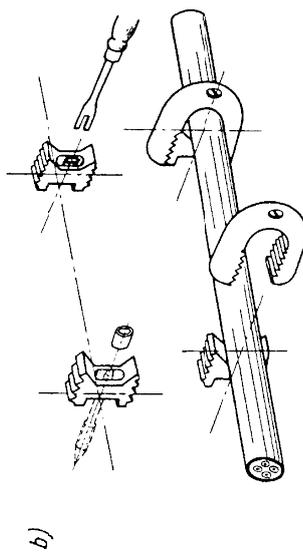
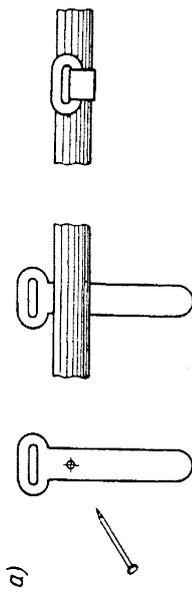
Rys. 1.51. Posługiwanie się pistoletem instalacyjnym: a) lekko wsunięty kołek instalacyjny; b) wsunięty nabój; c) wstrzelanie kołka w płytę żelbetonową

1.11.2. Układanie przewodów kabelkowych po wierzchu

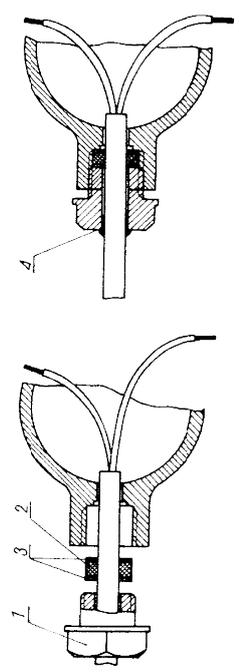
Przewody kabelkowe układa się po wierzchu w pomieszczeniach niemieszkalnych (pralnie, piwnice, budynki gospodarcze itd.)

W **pomieszczeniach suchych** układa się płaskie przewody kabelkowe (YDYp) bezpośrednio na ścianie lub suficie, przymocowując je opaskami (rys. 1.52a). Są też przewody YDYpp o przekroju nie przekraczającym 2,5 mm², które można przyklejać do podłoża. Przewody bez powłoki metalowej można układać bezpośrednio na drewnianym podłożu, jeśli są zabezpieczone bezpiecznikiem lub wyłącznikiem nadprądowym o małym prądzie znamionowym (najwyżej 16 A).

W **pomieszczeniach wilgotnych, mokrych, zapylonych i z wyziewami chemicznymi** przewody kabelkowe układa się na uchwytach odległościowych, aby nie stykały się z podłożem, lecz przebiegały w odległości co najmniej 5 mm od niego. Uchwyty powinny być starannie rozmieszczone



Rys. 1.52. Układanie przewodów kabelkowych: a) mocowanie płaskiego przewodu opaskami bcz-
postędnio na podłożu; b) mocowanie okrągłego przewodu na uchwytych odległościowych; c) pra-
widłowe rozmieszczenie uchwytów



Rys. 1.53. Wprowadzenie przewodu do sprężu szczelnego
1 — dławnica, 2 — gumowy pierścień uszczelniający, 3 — podkładki metalowe, 4 — kit uszczelniający

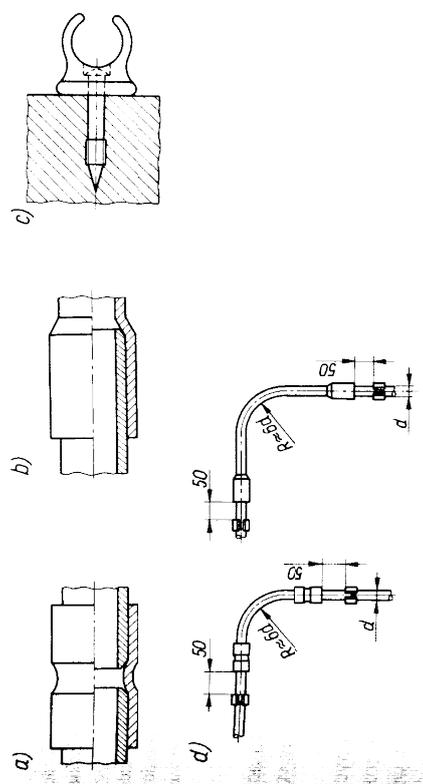
(rys. 1.52b,c), a promień zgięcia przewodu powinien być co najmniej rów-
ny 7-krotnej średnicy przewodu. Użyć trzeba szelnego osprzętu oraz
szelnych gniazd wtyczkowych i łączników. Przewody do ich wnętrza trzeba
tak wprowadzić (rys. 1.53), aby zapewnić wymaganą szczelność.

1.11.3. Układanie przewodów w rurkach po wierzchu

Przewody w rurkach układa się po wierzchu w suchych pomieszczeniach
niemieskalnych. Jednożyłowe przewody izolowane wciąga się do rurek wini-
drowych sztywnych lub — wyjątkowo — do rurek stalowych.

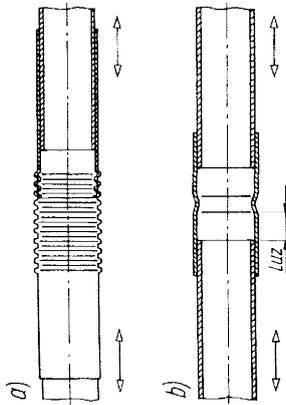
Stosuje się zwykle rurki winidrowe sztywne RL (rys. 1.54), czyli rurki
z polichloru winylu. *Mają wiele zalet: wystarczająco chronią przewody od
uszkodzeń mechanicznych, nie zagrażają porażeniem, nie wymagają ochrony
przed korozją, dają się łatwo ciąć i wyginać. Mają też wady: gorzej niż rurki
stalowe odprowadzają ciepło wytracane w przewodach, a nagrzewając się mogą
wydzielać szkodliwe związki chemiczne. Wadą jest też duży współczynnik tem-
peraturowy rozszerzalności liniowej winiduru.* Ciągi rurek powinny być więc
tak wykonane (rys. 1.55), by zmiany długości przy nagrzewaniu się i stygnięciu
nie powodowały wyboczeń ani szkodliwych luzów. Przy zmianie temperatury
o 20°C, na co rurki są często narażone, 10-metrowy ciąg rurek zmienia swoją
długość o ok. 15 mm.

Wytrzymałość mechaniczna winiduru, zwłaszcza odporność na uderzenia,
maleje w niskiej temperaturze. W zbyt wysokiej temperaturze natomiast nastę-



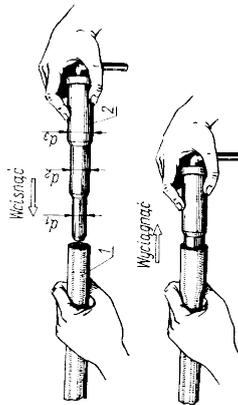
Rys. 1.54. Układanie rurek winidrowych po wierzchu: a) łączenie rurek złączką prostą;
b) jednokielichowe połączenie rurek; c) uchwyt winidrowy przykręcony do kolka z wewnętrznym
otworem; d) zagięcie trasy rurek wykonane przy użyciu złączek prostych oraz połączeń
jednokielichowych
R — średnica zewnętrzna rurki, R — promień zgięcia rurki

Rys. 1.55. Kompensacja wydłużenia ciągu rurek winidurowych: a) w złączce kompensacyjnej ZCL z elastycznego winiduru; b) w złączce prostej ZPL



puje plastyczne odkształcanie winiduru pod działaniem przyłożonych sił. Zwykłe rurki mogą pracować w temperaturze otoczenia od -5°C do $+60^{\circ}\text{C}$. Temperaturę nieco wykraczającą poza ten zakres rurki wytrzymują, jeśli nie są narażone na uderzenia, drgania, ściskanie lub zginanie, ale nie powinny być układane na mrozie.

Przechodzenie winiduru w stan plastyczny w podwyższonej temperaturze wykorzystuje się do łatwego odkształcania rurek. Rurkę trzeba miejscowo nagrzać do temperatury ok. 100°C , wsuwając do niej elastyczną grzałkę elektryczną albo nadmuchem gorącego powietrza. Po nagraniu, trwającym kilka minut, formuje się łuk o promieniu równym ok. 10-krotnej znamionowej średnicy rurki albo — wsuwając kalibrator — powiększa się średnicę u końca rurki, np. w celu połączenia dwóch jednakowych rurek bez złączki (rys. 1.56).



Rys. 1.56. Kalibrowanie średnicy u końca rurki winidurowej umożliwiającej jednokierunkowe łączenie rurek
1 — rurka winidurowa sztywna, 2 — kalibrator umożliwiający powiększenie średnicy wewnętrznej rurki odpowiednio do wartości d_1 , d_2 lub d_3

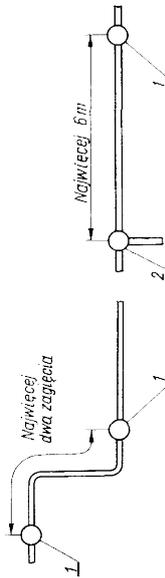
Rurki winidurowe przymocowuje się do podłoża co $50 \div 80$ cm na trasach poziomych i co $80 \div 100$ cm na trasach pionowych, z tym że skrajne uchwyty powinny być oddalone ok. 10 cm od końców rurki (por. rys. 1.52c).

Jeśli instalacja ma być szczelna, to stykające się powierzchnie łączonych rurek, złączek i innych elementów powleka się klejem winylowym. Inne rozwiązanie polega na wykorzystaniu „pamięci kształtu” (termokurczliwości) winiduru: element winidurowy odkształcony na gorąco po ponownym ogrzaniu powraca do pierwotnego kształtu. Ponieważ złączki proste są wytwarzane metodą rozlaczania na gorąco, więc po krótkotrwałym ogrzaniu połączenia jak na rys. 1.54a (do $100 \div 120^{\circ}\text{C}$) złączka zacisnie się na łączonych rurkach. Podobnie można postępować z jednokierunkowymi połączeniami rurek (rys. 1.54b).

Rurki stalowe RS najlepiej chronią przewody od uszkodzeń mechanicznych. Stosuje się je wraz z łącznikami i gniazdami wtyczkowymi w obudowie żelaznej. Do rurek stalowych wciąga się przewody o napięciu znamionowym co najmniej 450/750 V. Odcinki rurek łączy się gwintowanymi złączkami, a puszki, gniazda i łączniki mają gwintowane otwory, z którymi łączy się końce rurek po ich nagwintowaniu. Wyginając rurki na zimno otrzymuje się łagodne łuki o dużym promieniu. Wygięcie trasy rurek o 90° wykonuje się za pomocą złączek kątowych. Utrudniają one późniejsze wciąganie przewodów, wobec czego złączki mają przykręcane pokrywki. Z uwagi na wysoką cenę rurek stalowych oraz kosztowny montaż stosuje się je tylko w razie szczególnej potrzeby, gdy nie wystarczą rurki winidurowe, a więc gdy występują szczególnie silne narażenia mechaniczne albo temperatury zbyt niskie lub zbyt wysokie dla winiduru.

Dopiero po ułożeniu rurek wciąga się do nich przewody. Aby ułatwić wciąganie przewodów i ewentualną ich wymianę w trakcie eksploatacji:

- **Wszelkie połączenia przewodów należy wykonywać tylko w puszkach.**
- **Między sąsiednimi puszkami powinny znajdować się najwyżej dwa zagięcia rurki albo najwyżej 6 m prostego odcinka (rys. 1.57).** Oprócz puszek rozgałęźnych stosuje się w razie potrzeby puszki przelotowe, przez które przewody przechodzą bez żadnych połączeń.



Rys. 1.57. Największe dopuszczalne odstępy między sąsiednimi puszkami przy układaniu przewodów w rurkach
1 — puszka przelotowa, 2 — puszka rozgałęźna

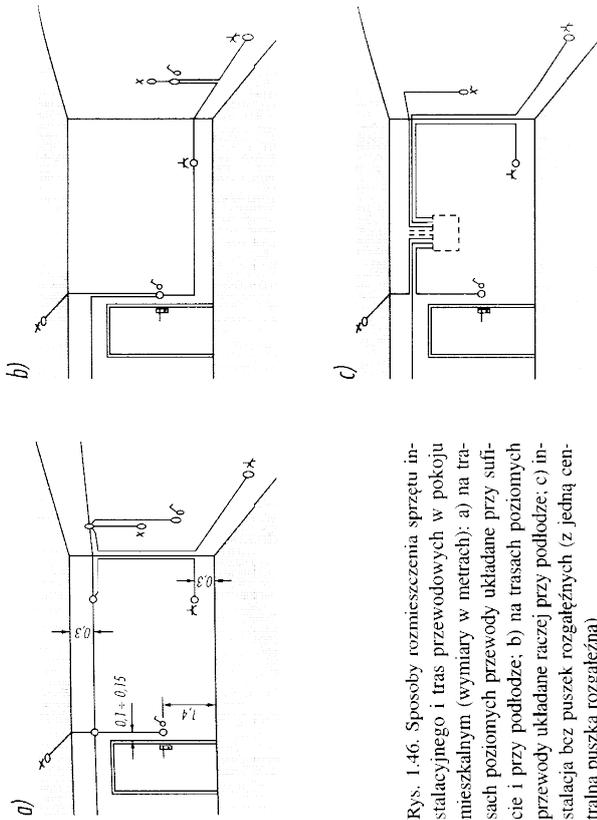
● **Zagięcia rurek powinny być łagodne, z zachowaniem odpowiedniego promienia.** Stosunek promienia zgięcia rurki do jej średnicy znamionowej powinien wynosić co najmniej:

ok. 10 — w przypadku rurek stalowych o małej średnicy (RS11; RS13,5; RS16),

$7 \div 8$ — w przypadku rurek stalowych o większej średnicy,

6 — w przypadku rurek winidurowych (rys. 1.54d).

● **Średnica wewnętrzna rurki D_w powinna być tak dobrana do liczby i średnicy zewnętrznej d wciąganych przewodów, aby przewody luźno wchodziły do rurki.** Dla typowych rurek i przewodów są gotowe tablice doboru średnicy rurek (tabl. 1.3). W innych sytuacjach można posłużyć się wzorami podanymi w tabl. 1.4.



Rys. 1.46. Sposoby rozmieszczenia sprzętu instalacyjnego i tras przewodowych w pokoju mieszkalnym (wymiary w metrach): a) na trasach poziomych przewody układane przy suficie i przy podłodze; b) na trasach poziomych przewody układane raczej przy podłodze; c) instalacja bez puszek rozgałęźnych (z jedną centralną puszką rozgałęźną)

1.11. Montaż instalacji elektrycznej

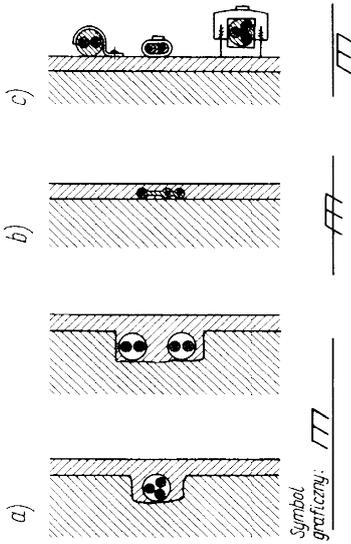
1.11.1. Zasady ogólne

Jest wiele systemów montażu instalacji elektrycznej różniących się sposobem układania przewodów i towarzyszącego im osprzętu¹⁾. Wraz z wprowadzaniem nowych technologii w budownictwie pojawiają się nowe rozwiązania instalacyjne, lepiej zaspokajające potrzeby użytkowników, spełniające surowsze wymagania bezpieczeństwa i oczekiwania estetyczne bądź odznaczające się niższymi kosztami.

Od dawien dawna stosowano dwa sposoby: układanie przewodów jednożyłowych w rurkach po wierzchu albo pod tynkiem (rys. 1.47) oraz układanie wielożyłowych przewodów kabelkowych po wierzchu.

1) Osprzęt to części pomocnicze, służące do łączenia i mocowania przewodów (zaciski, odgromki, rury i ich uchwyty, listwy, korytka i ich wsporniki, kanały podłogowe, głowice i muły kabelowe itp.)

Rys. 1.47. Sposoby układania przewodów: a) przewody w rurkach pod tynkiem; b) przewody wtynkowe; c) przewody w rurce lub przewody kabelkowe ułożone po wierzchu



Układanie jednożyłowych przewodów w rurkach umożliwia łatwą wymianę przewodów w razie ich uszkodzenia, a nawet wymianę przewodów na nowe o większym przekroju w razie wzrostu obciążenia, jeśli przemieść z zapasem dobrano średnicę rurek. Przewody w rurkach są chronione od uszkodzeń mechanicznych. Taki sposób układania przewodów ma też wady. Wskutek zmian temperatury otoczenia i na skutek zmiennego obciążenia instalacji występują duże wahania temperatury we wnętrzu rurek i puszek. Zasypane tam powietrze zawiera wilgoć, więc przy stygnięciu może nastąpić **kondensacja pary wodnej (roszenie)** na przewodach, zaciskach i elementach izolacyjnych — podobnie jak występuje roszenie przy porannym ochłodzeniu wilgotnego powietrza na łące. A zatem w miejscach wilgotnych i mokrych przewody nie powinny być układane w rurkach. Można tam dopuścić tylko krótkie odcinki rurek bez puszek i nieszczelnych połączeń. Wadami tego sposobu układania przewodów są również wysoki koszt i duża powierzchnia zajmowana przez trasę przewodów.

Układanie wielożyłowych przewodów kabelkowych po wierzchu, w połączeniu ze szczególnym osprzętem oraz szczególnymi łącznikami i gniazdami wtyczkowymi, przystosowuje instalację do pracy w miejscach wilgotnych i mokrych. I w innych warunkach przewody kabelkowe są chętnie używane, bo zajmują mniej miejsca niż rurki, a układanie ich jest mniej pracochłonne. Przewody kabelkowe układane po wierzchu nie zdołają pomieszczenia i dlatego w budynkach mieszkalnych spotyka się je tylko w pralniach, piwnicach, wężłach cieplowniczych, garażach.

Te dwa sposoby wykonywania instalacji z czasem przestały wystarczać. Cegłę i drobne prefabrykaty zaczęły wypierać żelbetowe konstrukcje nośne i ścianki działowe, w których — ze względu na wytrzymałość mechaniczną — nie można było wykonywać bruzd dla ukrycia instalacji podtynkowej (rys. 1.47a). Narodziły się więc **instalacje wtynkowe** (rys. 1.47b), polegające na układaniu przewodów bezpośrednio na ścianach, bez bruzd i wgłębień, i przykrywaniu ich warstwą tynku. To przestało wystarczać po wprowadzeniu budownictwa wielokopłytowego, gdy na

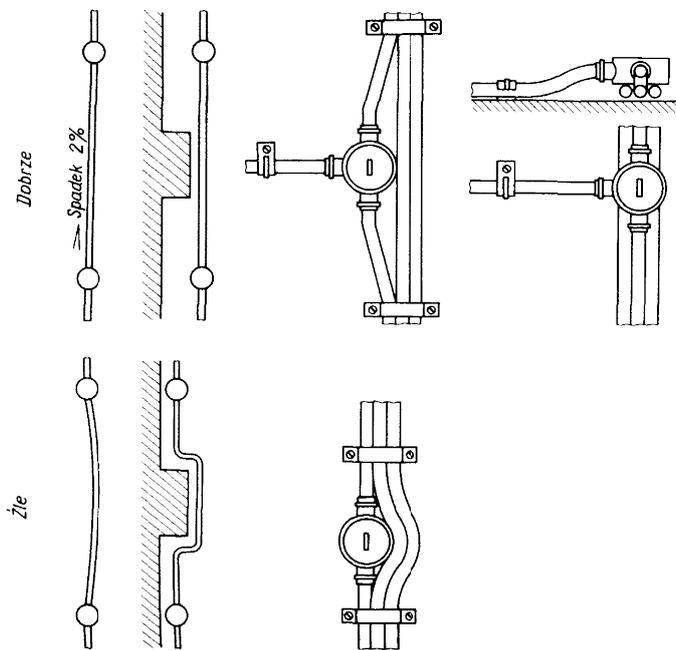
Tablica 1.3
Zalecane średnice znamionowe rurek winidurowych (mm) w zależności od przekroju i liczby wciąganych przewodów o izolacji poliwinilowej

Typ i przekrój przewodów	Średnica znamionowa rurki winidurowej sztywnej RL przy liczbie wciąganych przewodów					Średnica znamionowa rurki winidurowej karbowanej lekkiej RKLK przy liczbie wciąganych przewodów				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
mm ²										
1	18	18	18	18	18	15	15	15	15	18
1,5	18	18	18	18	18	15	15	15	18	18
2,5	18	18	18	18	21	15	15	18	18	21
4	18	18	18	21	22	15	18	18	21	28
6	18	18	18	22	28	15	18	21	28	28
10	18	22	22	28	37	15	21	28	28	
LY	16	18	28	37	37	18	28	28		
ALY	25	21	37	37	47	21	28			
	35	22	37	47	47	28				

Tablica 1.4
Dobór średnicy wewnętrznej rurki D_w (mm) do wciąganych przewodów o jednakowej średnicy zewnętrznej d (mm)

Liczba wciąganych przewodów	Najmniejsza dopuszczalna średnica wewnętrzna rurki D_w	
	w instalacjach nowo zakładanych	przy wymianie przewodów na nowe
1	1,35 d	1,3 d
2	2,6 d	2,25 d
3	2,75 d	2,5 d
4	3,25 d	2,85 d
5	3,8 d	3,2 d
6	4,2 d	3,5 d
7	4,5 d	3,8 d
8	4,8 d	4 d

Mimo iż przewody w rurkach układa się tylko w pomieszczeniach suchych i przejściowo wilgotnych, przy stygnięciu powietrza we wnętrzu rurek może zachodzić **kondensacja pary wodnej** i mogą zbierać się skropliny. Przy układaniu rurek należy więc unikać miejsc narazonych na znaczne wahania temperatury i należy je tak układać, by skropliny zbierały się raczej w puszkach dostępnych do kontroli, niż na trasie rurek (rys. 1.58).



Rys. 1.58. Szczegóły montażu rurek instalacyjnych decydujące o skutkach kondensacji pary wodnej w ich wnętrzu

W jednej rurce należy w zasadzie układać wszystkie przewody należące do jednego i tylko jednego obwodu. Inne rozwiązania są zabronione ze względu na przejrzystość instalacji i bezpieczeństwo jej użytkowników.

1.11.4. Układanie przewodów w rurkach pod tynkiem

Układanie rurek instalacyjnych pod tynkiem zapewnia lepszą ochronę przewodów od uszkodzeń mechanicznych. Za ukryciem rurek przemawiają też względy estetyczne. W budynkach mieszkalnych wykonuje się w ten sposób wewnętrzne linie zasilające (WLZ), odgałęzienia od WLZ do mieszkań oraz instalacje mieszkaniowe.

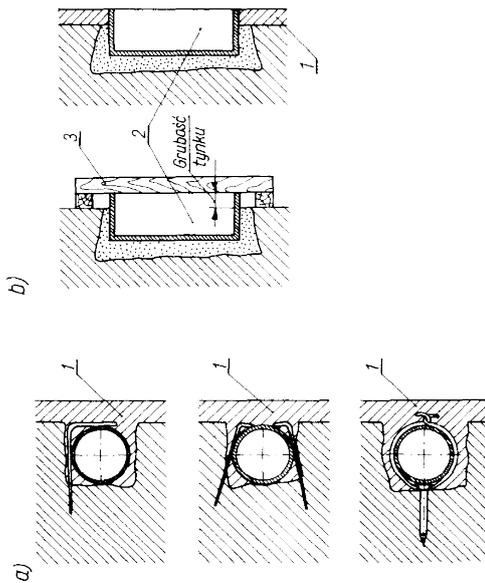
Do układania pod tynkiem wystarczają elastyczne rurki winidurowe karbowane RKLK (rys. 1.59), tańsze od sztywnych, wykonane ze zmiękczanego winiduru. Są one dostarczane w kręgach po 25 lub 50 m. Złączeni nie są potrzebne, bo tnie się odcinki wystarczające do połączenia sąsiednich puszek i

Rys. 1.59. Odcinek elastycznej karbowanej rurki windurowej RKLK z założonymi windurowymi uchwytami mocującymi



innego osprzętu. Nie ma też kłopotów z gięciem; na zimno kształtuje się ostre łuki, nawet o promieniu równym trzykrotnej średnicy rurki. W porównaniu z montażem na tynku są drobne zmiany i uzupełnienia:

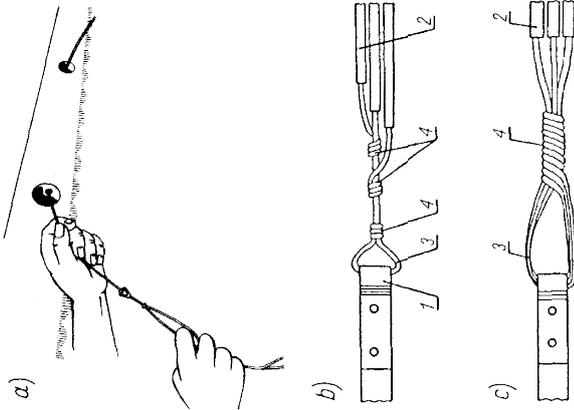
- Rurki układa się w bruzdach zawczasu przewidzianych w konstrukcjach budowlanych lub doraźnie wykonanych i prowizorycznie mocuje się (rys. 1.60a).
- *Puszki podtynkowe mocuje się przy użyciu wzorników tak, by po tynkowaniu górne ich krawędzie znalazły się na powierzchni tynku* (rys. 1.60b).



Rys. 1.60. Układanie przewodów w rurkach pod tynkiem: a) mocowanie rurek w bruzdach; b) mocowanie puszek „do lica tynku”
1 — tynk, 2 — puszka, 3 — wzornik

- Na czas tynkowania puszki i otwory w ciągach instalacyjnych zakrywa się.
- *Dopiero po wyschnięciu tynku wciąga się przewody do rurek i mocuje się pierścienie rozgałęźne, gniazda wyczkowe, łączniki oraz inny osprzęt. Najpierw wciąga się do rurki sprężynującą taśmę stalową lub sztywne drut zakoń-*

Rys. 1.61. Wprowadzanie do rurki taśmy sprężynującej umożliwiającej wciąganie przewodów (a) oraz sposób wiązania przewodów z taśmą (b, c)



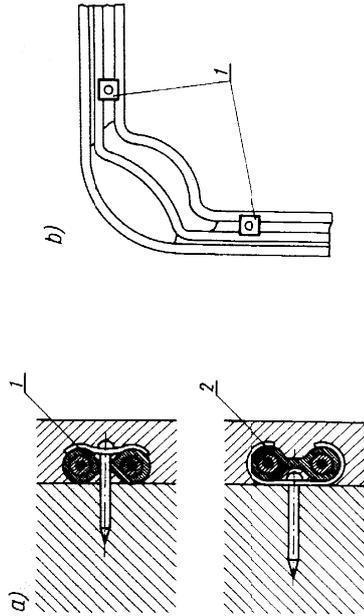
czony kulka, by łatwo przesunął się we wnętrzu (rys. 1.61). Następnie do końca taśmy lub drutu przymocowuje się wszystkie przewody i powoli je wciąga, bacząc by nie skręcały się i nie tarty o ostre krawędzie.

1.11.5. Układanie przewodów w tynku

Do układania w tynku służą płaskie **wtynkowe** oraz **plaskie wtynkowe gniazda, łączniki i puszki rozgałęźne**. Przewody przymocowuje się do podłoża co ok. 50 cm za pomocą gwoździ, klamer, przylepca albo przez rapowanie, czyli zarzucenie zaprawą murarską. **Po ułożeniu przewodów i umocowaniu puszek trzeba skrupulatnie sprawdzić wykonanie tych prac — zwłaszcza liczbę żył na poszczególnej trasach i ich ciągłość**, bo po tynkowaniu będzie za późno na jakiegokolwiek poprawki. Niektóre szczegóły wykonawcze związane z układaniem przewodów w tynku przedstawiono na rys. 1.62.

Tak się układa przewody w suchych pomieszczeniach, ale nie na wolnym powietrzu ani w wiejskich budynkach gospodarczych. Na podłożu z materiału łatwo zapalnego, np. na drewnianej ścianie, przewody wtynkowe układa się po uprzednim pokryciu podłoża warstwą tynku o grubości co najmniej 5 mm.

Dla wymiany uszkodzonych lub przeciążonych przewodów tynk trzeba rozkuć. Ten tani sposób układania przewodów nie jest już zachwalany, jak daw-



Rys. 1.62. Układanie przewodów wtykowych: a) mocowanie przewodów; b) układanie przewodów na łukach
1 — podkładka izolacyjna, 2 — uchwyt izolacyjny

1.11.6. Instalacje w budownictwie wielokopłytowym i monolitycznym

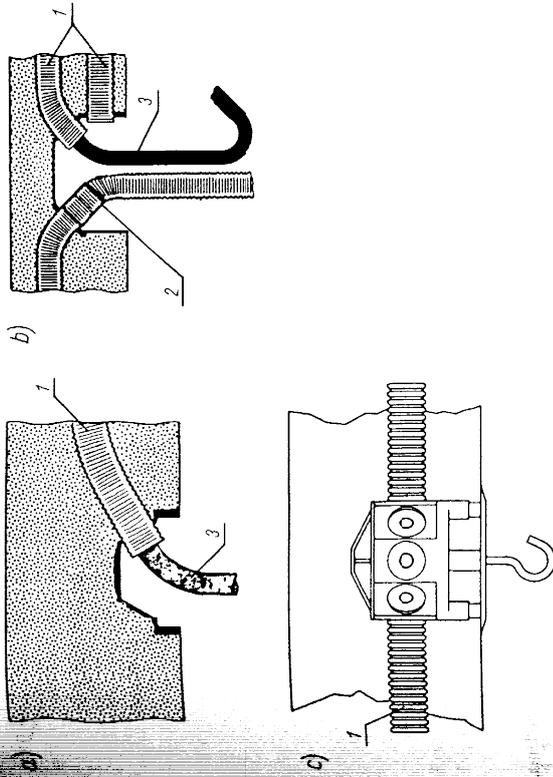
Produkowane w „fabrykach domów” płyty stropowe i ściennne, a nawet całe segmenty budowlane o gotowej fakturze — wymagające już tylko malowania lub tapetowania, ewentualnie cienkiej warstwy tynku, tzw. gładzi — nie pozwalają na wykonywanie instalacji elektrycznych metodami tradycyjnymi.

W **budynkach wielokopłytowych** przewody układa się:

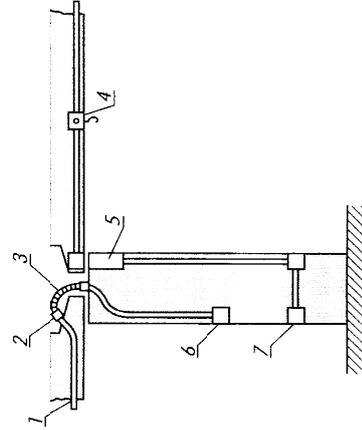
- w stropach lub podłogach — w kanałach, rurkach, korytkach i bruzdach (rys. 1.63, rys. 1.64) lub w warstwie izolacji dźwiękochłonnej;
- w ścianach — w zatopionych rurkach bądź w kanałach i rowkach zaraz w czasie przygotowania w prefabrykowanych elementach (rys. 1.64);
- w **listwach przypodłogowych** stanowiących element wykończenia podłogi (rys. 1.65, rys. 1.66) oraz w listwach ściennych i przysufitowych.

Do zatapiania w prefabrykacjach betonowych są potrzebne rurki wytrzymałe wysokiej temperaturę (do 110°C) i ciśnienie występujące przy naporowaniu betonu, np. **karbowane rurki polipropylenowe**. Układają się je w formach, mocując do zbrojenia i łącząc szczelnie z puszkami, by nie przenikało do ich wnętrza mleczko cementowe (rys. 1.67). Same puszki, mocowane przy powierzchni formy, są zamknięte przeponami, które na budowie, przy wciąganiu przewodów, usuwa się uderzeniem młotka.

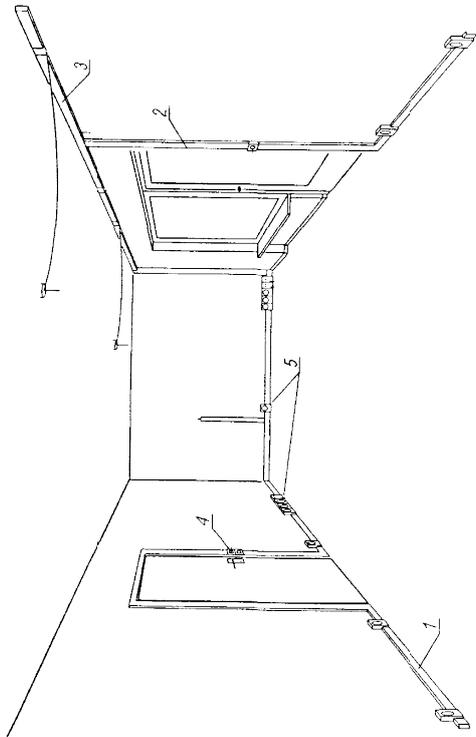
Przy układaniu przewodów w prefabrykacjach trzeba pamiętać, że w gotowym budynku pod działaniem przenieszonego ciężaru, wskutek osiadania gruntu i zmian temperatury następują drobne przesunięcia elementów budowlanych względem siebie. Aby na ich styku przewody nie były nadwerżane, powinny



Rys. 1.63. Wyprowadzenie przewodów z prefabrykowanej płyty stropowej: a) puszka wylotowa z wyprowadzeniem przewodu do rowka w ścianie; b) puszka wylotowa z wyprowadzeniem do rowka i do rurki zatopionej w ścianie; c) puszka rozgałęźna z hakiem do oprawy oświetleniowej
1 — karbowana rurka elastyczna, 2 — złączka, 3 — przewód kabelkowy

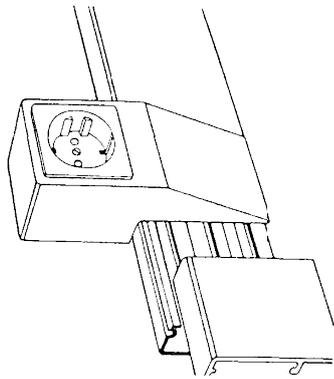


Rys. 1.64. Powiązanie tras przewodowych sufitowych i ściennych w płytach prefabrykowanych rurka zatopiona w płycie, 2 — złączka, 3 — połączenie rurki elastycznej na styku płyt, 4 — wypust sufitowy, 5 — puszka rozgałęźna, 6 — puszka dla łącznika, 7 — puszka dla gniazda wtykowego



Rys. 1.65. Instalacja wykonana przy użyciu listew

1 — listwa przypodłogowa, 2 — listwa ścienna, 3 — listwa przysufitowa, 4 — łącznik oświetlenia, 5 — gniazdo wtyczkowe

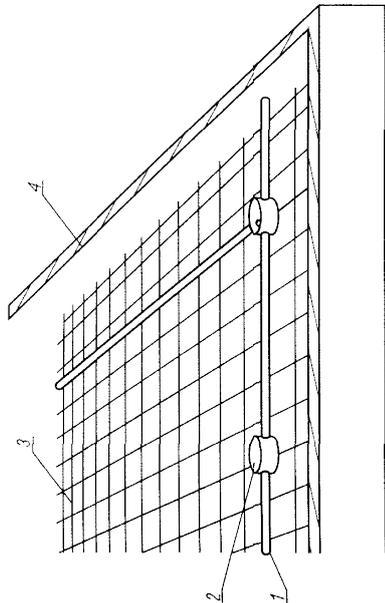


Rys. 1.66. Gniazdo wtyczkowe na listwie przypodłogowej

być układane z pewnym zapasem długości, powinny mieć możliwość przesuwania się.

Aby ograniczyć prowadzenie przewodów po ścianach i na suficie, gniazda wtyczkowe można instalować tuż nad listwą przypodłogową, a zamiast sufitowych wypustów oświetleniowych — stosować wypusty ścienne, albo przewody do wypustów sufitowych układać w podłodze wyższej kondygnacji.

W podobny sposób wykonuje się instalacje w budynkach monolitycznych. Z tym że nie w „fabryce domów”, a na budowie przed wylewaniem betonu umieszcza się (w szalunku ścian i stropów) puszkę, a także rurki oraz listwy, które po wyjęciu utworzą kanały i rowki.



Rys. 1.67. Rurki i puszki ułożone w formie przed wylewaniem płyty żelbetowej
1 — rurka, 2 — puszka, 3 — zbrojenie, 4 — deska szalunkowa

1.11.7. Odbiór techniczny instalacji

Wykonaną instalację, przed oddaniem do użytku, trzeba dokładnie sprawdzić, oceniając, czy została wykonana zgodnie z dokumentacją i przepisami technicznymi. Kontrola obejmuje:

- **Sprawdzenie układu funkcjonalnego:** czy rozmieszczenie gniazd wtyczkowych, łączników i wypustów oświetleniowych jest prawidłowe, czy połączenia między nimi są wykonane poprawnie, czy obwody jednofazowe są odpowiednio rozłożone na poszczególne fazy.

- **Sprawdzenie stanu ochrony przeciwporażeniowej:** czy rezystancja izolacji jest dostatecznie duża, czy stan osłon nie budzi zastrzeżeń, czy połączenia ochronne są wykonane poprawnie i czy obejmują wszystkie gniazda wtyczkowe i odbiorniki, które tego wymagają, czy ochrona jest skuteczna (patrz rozdz. 4).

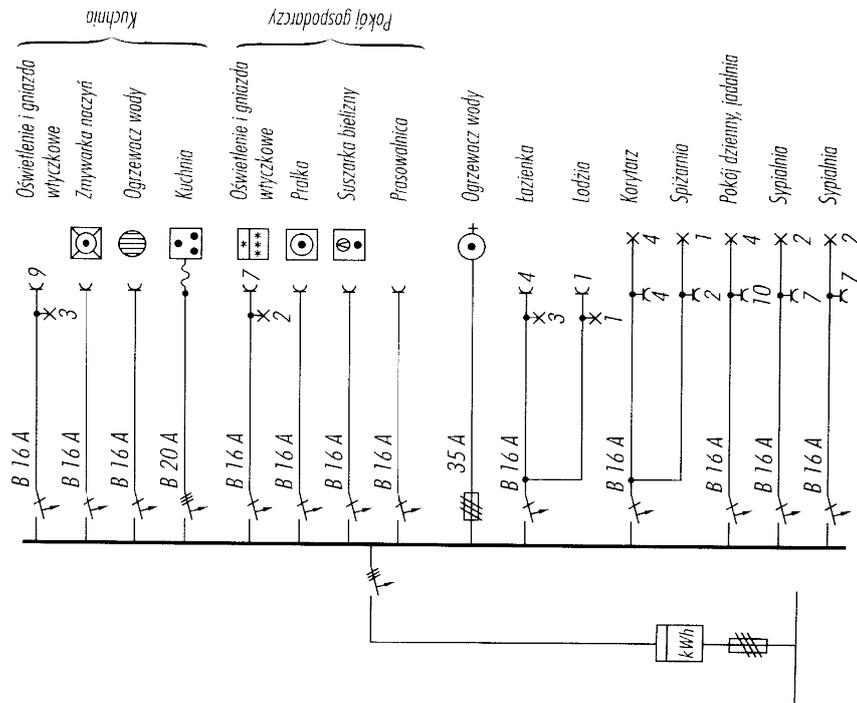
- **Sprawdzenie drobnych szczegółów wykonawczych:** czy połączenia w zaciskach są wykonane starannie, czy osprzęt jest mocno i estetycznie przymocowany do podłoża, czy poszczególne obwody są odpowiednio oznaczone na głównej tablicy rozdzielczej budynku oraz na tablicach piętrowych i mieszkaniowych, czy gniazda bezpiecznikowe zawierają odpowiednie wstawki kalibrowe.

Dobry elektryk po wykonaniu instalacji sam sprawdza jej stan, usuwając dostrzeżone usterki i dzięki temu nie wstydzi się swej pracy, kiedy później kontroli dokonują przełożeni oraz komisja odbioru technicznego.

Ze względu na rozliczenia materiałowe wykonuje się **obmiar instalacji**, który polega na pomiarze długości użytych przewodów, rurek, listew i korytek o różnych wymiarach oraz policzeniu użytych gniazd, łączników, puszek i innego osprzętu.

1.12. Dokumentacja techniczna

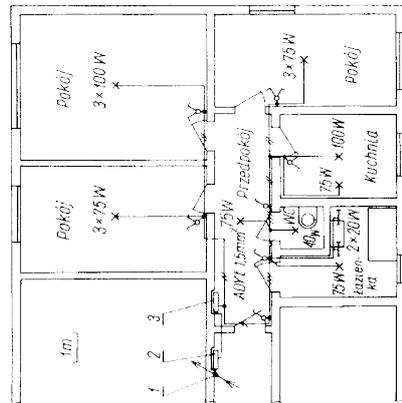
Instalację elektryczną, jak i inne urządzenia techniczne, wykonuje się na podstawie uprzednio opracowanego projektu, zwanego **dokumentacją techniczną**. Jest to zbiór rysunków, objaśnień i różnych dokumentów, które umożliwiają wykonawcy instalacji wykonać ją dokładnie tak, jak to zdecydował projektant. Dokumentacja techniczna instalacji elektrycznej obejmuje przede wszystkim dwa rodzaje rysunków: schematy instalacji i plany instalacji. Wykonuje się je przy użyciu znormalizowanych symboli.



Rys. 1.68. Schemat instalacji elektroenergetycznej dużego mieszkania (Przy symbolu wypustu oświetleniowego i symbolu gniazda wtyczkowego podano ich liczbę. Na rysunku pominięto wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe wymagane w niektórych obwodach.)

Schemat instalacji ma wyjaśnić jej układ funkcjonalny, przedstawia połączenia jej elementów w sposób możliwie prosty i przejrzysty. Schemat instalacji rysuje się jednoliniowo (rys. 1.68), a tylko w przypadku skomplikowanych i nietypowych połączeń — przedstawia się go wieloliniowo (rys. 1.21).

Plan instalacji jest podstawowym rysunkiem informującym, jak wykonać instalację. Rysuje się go w ujęciu topograficznym; na uproszczonym planie poszczególnych kondygnacji budynku, zwykle w skali 1 : 100, nanosi się trasy przewodów, rozmieszczenie tablic rozdzielczych, puszek rozgałęźnych, łączników i gniazd wtyczkowych. Podaje się wszelkie informacje niezbędne wykonawcy, np. liczbę, typ, przekrój i sposób ułożenia przewodów (w postaci umownych oznaczeń), sposób wykonania nietypowych szczegółów (w postaci dodatkowych szkiców). Przykład planu instalacji przedstawia rys. 1.69, na którym — dla większej przejrzystości — wrysowano tylko obwód oświetleniowy.



Rys. 1.69. Plan instalacji oświetleniowej w mieszkaniu trzykondygnacyjnym
1 — wewnętrzna linia zasilająca, 2 — tablica rozdzielcza piętrowa, 3 — tablica rozdzielcza mieszkaniowa (przy punktach świetlnych podano moc żarówek; stosując światłowki kompaktowe można moc zmniejszyć 5-krotnie)

Zużycie energii elektrycznej w przeciętnym gospodarstwie domowym w Polsce będzie wzrastało; aktualnie jest 2-krotnie mniejsze niż w większości krajów zachodnich, a 4-krotnie mniejsze niż w Norwegii. Wprawdzie nowsze domowe urządzenia elektryczne zużywają coraz mniej energii, są coraz bardziej „energooszczędne”, ale nie zawsze — jak w przypadku oświetlenia — idzie to w parze ze zmniejszeniem poboru mocy. Niekiedy — jak w przypadku przepływowych ogrzewaczy wody — odbywa się to przez zwiększenie zapotrzebowania na moc i skrócenie czasu pracy. Przy projektowaniu i montażu nowych instalacji oraz przy wymianie istniejących należy zatem liczyć się z naturalnym wzrostem zapotrzebowania na moc oraz pojawianiem się nowych odmian instalacji.

Instalacja elektryczna powinna być tak wykonana, by wystarczyła na co najmniej 25 lat i w tym celu: — przekrój przyłącza i WLZ powinien być dobrany z pewnym nadmiarem;

Tablica 1.5
Orientacyjny pobór mocy przez odbiorniki energii elektrycznej używane w gospodarstwach domowych

Odbiornik	Moc znamionowa W	Moc pobierana z instalacji		Uwagi
		czymna W	pozorna VA	
Lampa z 1 żarówką	40 ÷ 150	40 ÷ 150		8 ÷ 15 W/m ² powierzchni oświetlanych pomieszczeń
Zyrandol z kilkoma żarówkami	120 ÷ 400	120 ÷ 400		2 ÷ 4 W/m ² powierzchni oświetlanych pomieszczeń
Lampa z 1 świetlówką liniową	25 ÷ 40		33 ÷ 50	
Lampa z 1 świetlówką kompaktową	5 ÷ 25		7 ÷ 30	
Kuchnia 4-płytkowa z piekarnikiem rezystancyjnym	5500 ÷ 12 600	5000 ÷ 10 000		
Kuchnia 4-płytkowa z piekarnikiem mikrofalowym	6500 ÷ 9300	5500 ÷ 8500		
Kuchinka 2-płytkowa	1600 ÷ 2400	900 ÷ 1600		
Kuchnia mikrofalowa				
Ogrzewacz wody akumulacyjny	600 ÷ 2000	600 ÷ 2000		10 ÷ 20 W/l pojemności
Ogrzewacz wody przepływowy	4000 ÷ 24 000	4000 ÷ 24 000		1,3 ÷ 6 l/min
Ogrzewacz pomieszczenia akumulacyjny stały	2000 ÷ 4000	2000 ÷ 4000		60 ÷ 90 W/m ³ kubatury
Ogrzewacz pomieszczenia używany do dogrzewania	600 ÷ 2000	600 ÷ 2000		
Chłodziarka sprężarkowa	100 ÷ 200		160 ÷ 280	pojemność 85 ÷ 240 l
Zmywarka do naczyń	1900 ÷ 3000		2000 ÷ 3200	
Pralka wimikowa bez grzejnika	180 ÷ 450		300 ÷ 800	
Pralka bębnowa z grzejnikiem	1900 ÷ 3500		2000 ÷ 3700	
Żelazko	400 ÷ 1600	400 ÷ 1600		
Prasownica	2100	2100		
Produkt zwykły	500 ÷ 800	500 ÷ 800		
Produkt z obiegiem powietrza (tzw. kombiwar)	800 ÷ 1500	800 ÷ 1500		
Rożen, czajnik	900 ÷ 2200	900 ÷ 2200		
Zaparzacz kawy (ekspres)	375 ÷ 1000	375 ÷ 1000		
Opiekacz grzanek	650 ÷ 1000	650 ÷ 1000		
Frytkownica	1000 ÷ 2000	1000 ÷ 2000		
Grzałka nurkowa	300 ÷ 1000	300 ÷ 1000		

— wymiary głównych rozdzielnic, szynów, korytek i rurek instalacyjnych powinny być dobrane z nadmiarem;

— dobrze jest zostawić zapasowe, początkowo nie wykorzystane, rurki i przedziały w korytkach oraz wolne moduły w rozdzielnicach na obwody bądź instalacje, o których dziś w ogóle nie wiadomo, że będą potrzebne.

Przeznaczenie popłaca; to, co kosztuje niewiele w trakcie budowy, kiedyś pozwoli zaoszczędzić wielu kłopotów i znacznych kosztów. Wystarczy uważnie obejrzeć klatki schodowe i elewacje budynków z okresu niemądrego „oszczędzania”: płataninę poniewczasie ułożonych po wierzchu rurek i przewodów elektroenergetycznych, telefonicznych, domofonowych, antenowych, telewizyjnej kablowej itd.

Mieszkania o małym poborze mocy są zasilane jednofazowo. Zasilanie trójfazowe jest potrzebne, jeśli:

— w mieszkaniu jest odbiornik trójfazowy (ogrzewacz pomieszczenia o mocy przekraczającej 2 kW lub inny odbiornik o mocy większej niż 4 kW) i/lub

— pobór mocy przekracza lub w przyszłości może przekraczać 5 kW.

Liczbę obwodów odchodzących z tablicy mieszkaniowej i **rozdział obciążenia** na poszczególne obwody (rys. 1.68) ustala się według następujących zasad:

● **Podział instalacji na obwody powinien być logiczny**; pojedynczy obwód powinien zasilać jeden odbiornik dużej mocy albo oświetlenie kilku sąsiadujących pomieszczeń, albo gniazda wtyczkowe w sąsiadujących pomieszczeniach, albo oświetlenie i gniazda w określonych pomieszczeniach.

● **Odbiorniki o dużej poborze mocy** (kuchnia elektryczna, pralka z podgrzewaczem wody, zmywarka naczyń, ogrzewacz wody, ogrzewacz pomieszczenia) **powinny mieć osobny obwód**.

● **Jeden obwód oświetleniowy powinien zasilać nie więcej niż dwadzieścia wypustów oświetleniowych**.

● **Jeden obwód gniazd wtyczkowych powinien zasilać nie więcej niż dziesięć gniazd**.

● W mieszkaniach zasilanych trójfazowo obwody jednofazowe powinny być przyłączane w sposób zapewniający równomierne obciążenie faz.

Po rozdzieleniu obciążenia na obwody, dla każdego obwodu trzeba określić właściwe zabezpieczenie i przekrój przewodów. Tok postępowania w odniesieniu do obwodu jednofazowego jest w uproszczeniu następujący:

1. Należy zsumować moc pobieraną przez odbiorniki, które mogą być jednocześnie użytkowane (tabl. 1.5) i określić **obliczeniowy prąd szczytowy** obwodu

$$I_B = \frac{S}{U_n}$$

przy czym: S — pobierana moc pozorna [VA]; U_n — napięcie znamionowe [V].

Tablica 1.5 cd.

Młynek, mikser, wirówka do soków Robot kuchenny Odkurzacz Froterka Wentylator stołowy, kuchenny Gołarka	70 ÷ 170 220 ÷ 750 200 ÷ 1500 150 ÷ 350 10 ÷ 55	120 ÷ 250 300 ÷ 1000 300 ÷ 1700 200 ÷ 500 25 ÷ 130 6 ÷ 10	300
Sprzęt elektroniczny lampowy Telewizor 19 ÷ 23 - calowy Radioodbiornik niskiej klasy		150 ÷ 400 40 ÷ 80	
Sprzęt elektroniczny z półprzewodnikami i obwodami scalonymi Telewizor 51 ÷ 66 cm Radioodbiornik stereo hi-fi Tuner stereo hi-fi Magnetofon kasetowy Odtwarzacz płyt kompaktowych Wzmacniacz stereo hi-fi Magnetowid Komputer osobisty (z monitorem i drukarką atramentową)	40 ÷ 125 7 ÷ 12 10 ÷ 25 22 ÷ 35 60 ÷ 120 30 ÷ 50	60 ÷ 160 40 ÷ 80	

Tablica 1.6
Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodów w zależności od zastosowanego zabezpieczenia nadprądowego

Prąd znamionowy wyłącznika nadprądowego	Wymagana obciążalność długotrwała przewodów co najmniej	Wymagany przekrój przewodów miedzianych [mm ²]	
		jednożyłowych DY w rurkach lub listwach izolacyjnych	kabelkowych DYp, YDY bezpośrednio na tynku lub wynikowych DYt
A	A	dwa przewody obciążone prądem ¹⁾	trzy żyły obciążone prądem ¹⁾
6	6	1,5	1,5
10	10	1,5	1,5
16	16	1,5	1,5
20	20	2,5	2,5
25	25	4	4
32	32	6	6

¹⁾ Do tej liczby nie wlicza się przewodów neutralnych N obwodów 3-fazowych o symetrycznym obciążeniu prądem sinusoidalnym ani przewodów ochronnych PE (PEN).

2. Obwód odbiorczy należy zabezpieczyć wyłącznikiem nadprądowym o prądzie znamionowym (I_n) najbliższym większym od obliczeniowego prądu obwodu (I_B):

$$I_n \geq I_B$$

3. Po dobraniu zabezpieczenia należy określić wymagany przekrój przewodu (tabl. 1.6; Dodatek D).

Przykład 1.4. Dobrac wyłącznik nadprądowy i przewody (układane w rurkach winidurowych) dla obwodu gniazd wtyczkowych w kuchni, z którego mogą być jednocześnie zasilane następujące odbiorniki o podanym poborze mocy:

- | | |
|----------------------------|----------------|
| 1. Rożen | 1810 VA |
| 2. Robot kuchenny | 600 VA |
| 3. Chłodziarka sprężarkowa | 290 VA |
| 4. Wentylator | 80 VA |
| Razem | 2780 VA |

Długość obwodu nie przekracza 10 m.

Obliczeniowy prąd szczytowy obwodu

$$I_B = \frac{S}{U_n} = \frac{2780}{230} = 12,1 \text{ A.}$$

Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym 16 A i charakterystyce B. Wyłącznik taki nie otwiera się przy chwilowym wzroście prądu do wartości 3·16 = 48 A, co eliminuje zbędne zadziałania, np. przy włączaniu robota kuchennego. Potrzebne są przewody o żyłach miedzianych DY 1,5 mm² (patrz przykład D1 w Dodatku D).

Uwaga: obliczona wartość mocy pobieranej z instalacji $S = 2780 \text{ VA}$ jest nieco zawyżona, bo dodano arytmetycznie moce pozorne pobierane przez odbiorniki o różnym współczynniku mocy.

1.13. Instalacje do przesyłu informacji

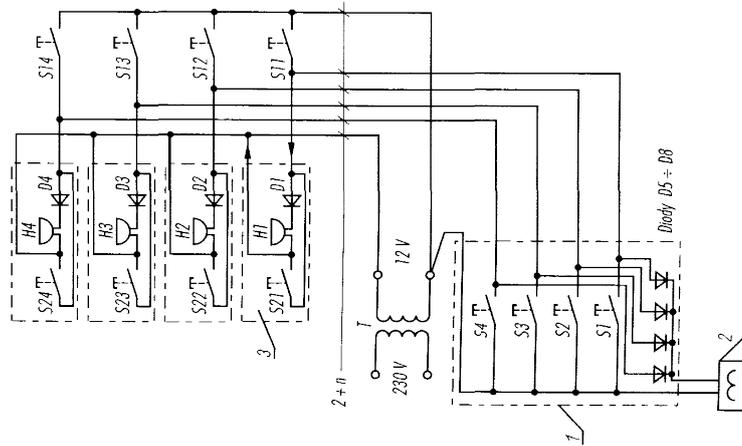
Poza instalacją elektroenergetyczną, zasilającą odbiorniki energii elektrycznej, w budynkach mieszkalnych spotyka się inne instalacje elektryczne: sygnalizacji dzwonnej, domofonowej, sygnalizacji przeciwwłamaniowej, telefonicznej, radiofonii i telewizji przewodowej. Wprawdzie bywają one projektowane i wykonywane przez wyspecjalizowane firmy, ale technik elektroenergetyk powinien o nich wiedzieć z następujących powodów:

- urządzenia do nich należące mogą wymagać zasilania z instalacji elektroenergetycznej i to zasilanie trzeba wykonać poprawnie;
- przewody sygnałowe układane zbyt blisko przewodów elektroenergetycznych mogą być narażone na zwarcia z nimi i na zakłócenia elektromagnetyczne;

— do przesyłu sygnału mogą być wykorzystywane przewody sieci i instalacji elektroenergetycznej;

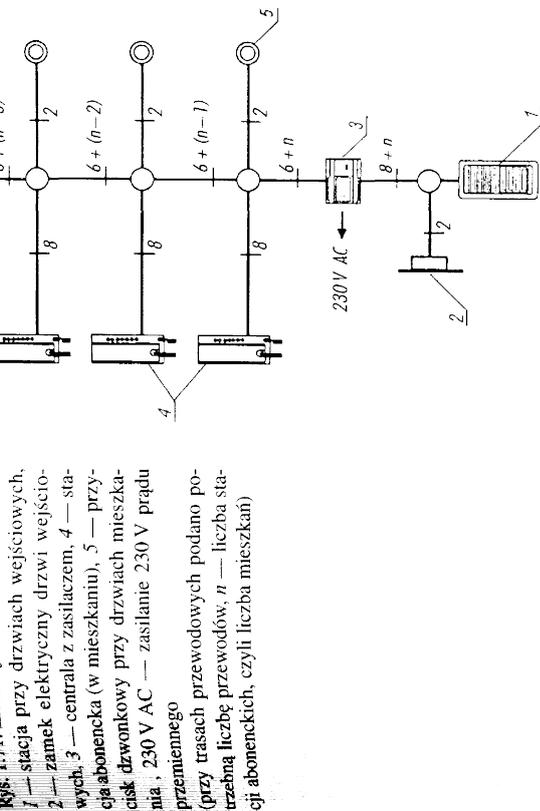
— instalacje sygnałowe budynku mogą wymagać włączenia do wspólnego z instalacją elektroenergetyczną systemu ochrony przeciwporażeniowej.

Instalacja dzwonekowa pozwala zgłosić się przybyszowi sprzed drzwi mieszkania lub budynku, albo sprzed furtki posesji, a gospodarzowi — zdalnie otworzyć te drzwi lub furtkę z zamkiem elektrycznym. Bezpieczeństwo sprowadza się tylko do wzrokowego (przez okno) lub słuchowego (przez zamknięte drzwi) kontaktu z przybyszem. Rysunek 1.70 przedstawia schemat instalacji, w której udało się zmniejszyć ogólną liczbę przewodów dzięki wykorzystaniu ich do dwóch różnych funkcji zależnie od biegunowości zasilającego napięcia przemiennego. Zarówno dzwonek, jak i zamek drzwiowy, są przystosowane do zasilania napięciem wyprostowanym jednopółwłkowo, ale w różnych półokresach zasilającego napięcia przemiennego. Sirzałki w przewodach do stacji abonenckiej 3 wskazują kierunek prądu dzwoneka, a kierunek prądu zamka drzwiowego jest przeciwny.



Rys. 1.70. Instalacja dzwonekowa w budynku czterorodzinnym ($n = 4$)
 1 — stacja przy drzwiach wejściowych,
 2 — zamek elektryczny drzwi wejściowych, 3 — stacja abonencka (w mieszkaniu)
 Sx — przyciski dzwonekowe przy drzwiach budynku, S1x — przyciski dzwonekowe przy drzwiach mieszkań,
 S2x — przyciski otwierania drzwi wejściowych

Rys. 1.71. Instalacja domofonowa

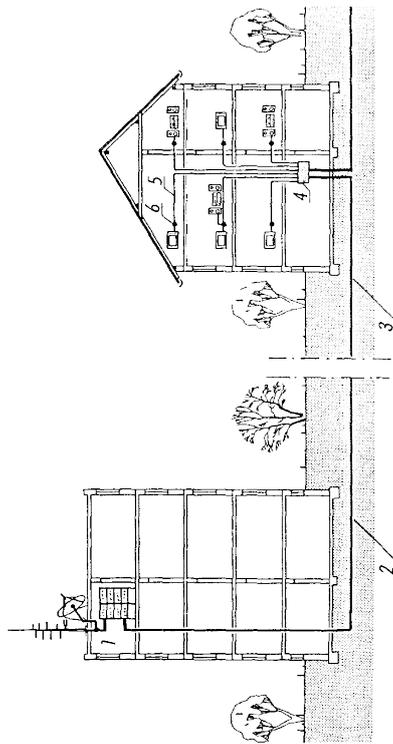
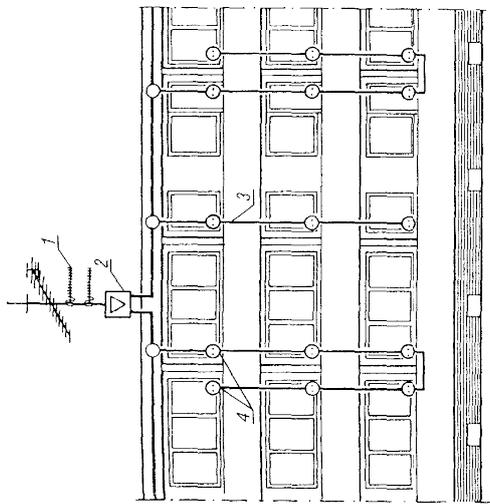


1 — stacja przy drzwiach wejściowych,
 2 — zamek elektryczny drzwi wejściowych, 3 — centrala z zasilaczem, 4 — stacja abonencka (w mieszkaniu), 5 — przycisk dzwonekowy przy drzwiach mieszkania · 230 V AC — zasilanie 230 V prądu przemiennego
 (przy trasach przewodowych podano potrzebny liczbę przewodów, n — liczba stacji abonenckich, czyli liczba mieszkań)

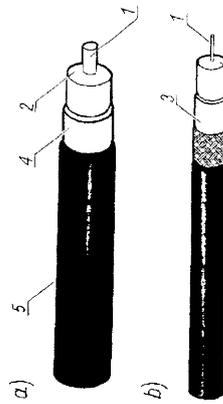
Instalacja domofonowa (rys. 1.71) umożliwia porozumiewanie się osoby stojącej przed drzwiami wejściowymi budynku lub przed ogrodzeniem parceli z osobą w wybranym mieszkaniu i umożliwia zdalne otwieranie drzwi wejściowych. Każda ze stacji domofonowych zawiera mikrofon i słuchawkę lub głośnik, co najmniej jeden przycisk, a przy drzwiach wejściowych — podświetlenie napisów; stąd znaczna liczba potrzebnych przewodów. Stosuje się przewody teletechniczne T (np. YTDY) o napięciu znamionowym 150V i przekroju $0,5 \div 0,8 \text{ mm}^2$. Centrala zawiera zasilacz dostarczający różne wartości napięcia do zasilania całej instalacji: + 5V dla układów cyfrowych oraz +9V dla wzmacniaczy akustycznych, diod świecących i kontaktorów. Centralę należy przylączyć przewodem elektroenergetycznym do jednego z obwodów tablicy rozdzielczej administracyjnej budynku, z zabezpieczeniem o małym prądzie znamionowym (rys. 1.38). Rażącem, a często spotykanym błędem, jest przyłączenie jej bezpośrednio do WLZ, w dodatku przewodem teletechnicznym i bez żadnego zabezpieczenia zwarceniowego. Doskonalsze instalacje domofonowe mają system video; osobę stojącą przed wejściem widać na monitorze w mieszkaniu. Po naciśnięciu przycisku przywołania włącza się kamera i oświetlenie, a w przywołanym mieszkaniu — sygnał akustyczny i monitor. Instalacja może mieć blokadę podstuchu i podglądu przez trzecie (w innych mieszkaniach).

Instalacje telewizji i radiofonii przewodowej (CATV) są rozwinięciem pomysłu zbiorczych anten (rys. 1.72) dla pojedynczego budynku: ze stacji czwonekowej z zestawem anten odbiorczych i ew. studium nadawczym sygnał jest przekazywany przewodami na całe osiedle, miasto lub większy obszar (rys. 1.73).

Rys. 1.72. Instalacja zbiorczych anten radiowo-telewizyjnych
 1 — anteny, 2 — zespół wzmacniaczy antenowych, 3 — przewód abonencki (układ magistralny), 4 — gniazdo abonenckie



Rys. 1.73. Fragment sieci telewizji kablowej CATV
 1 — stacja czotowa, 2 — linia magistralna, 3 — rozdzielca, 4 — rozgałęźnik, 5 — przewód abonencki (układ promieniowy umożliwiający odłączenie pojedynczego abonenta), 6 — gniazdo abonenckie



Rys. 1.74. Przewody wspólnotowe: a) magistralny lub rozdzielczy; b) abonencki
 1 — żyła wewnętrzna, 2 — izolacja ze spienionego polietylenu, 3 — taśma aluminiowo-piętrowa, 4 — żyła zewnętrzna, 5 — osłona

Przy mniejszych odległościach wystarczają przewody wspólnotowe (rys. 1.74); przesył na dużą odległość i/lub szczególnie dużej liczby programów wymaga światłowodów. Liczba dostępnych kanałów, od kilkudziesięciu do kilkuset, zależy od przyjętego pasma częstotliwości (300, 450, 850, 1450 MHz), związanego z parametrami stosowanych wzmacniaczy i przewodów. Instalacje powinny być tak wykonywane, by w przyszłości mogły posłużyć również do wybierania plannych programów telewizyjnych i magnetowidowych, kontroli popularności programów, łączności telefonicznej, dostępu do sieci komputerowej, jej baz danych, usług bankowych i handlowych, zdalnego nadzoru medycznego, zdalnego odczytu stanu liczników itd. Zasilanie z instalacji elektroenergetycznej (wzmacniaczy, gniazd wtyczkowych w szafce wzmacniacza dla lampy przenośnej lub lutownicy) należy wykonać podobnie, jak w przypadku centrali instalacji domofonowej.

Ze względu na zagrożenie porażeniami przewody instalacji sygnałowych nie powinny stykać się z przewodami instalacji elektroenergetycznych. W listwach i korytkach powinny być ułożone w oddzielnych przedziałach, a w innych przypadkach, jeśli izolacyjnej przegrody między nimi nie ma — w odległości co najmniej 5 + 10 mm zależnie od okoliczności [25]. Ze względu na zakłócenia elektromagnetyczne może być potrzebna znacznie większa odległość (nawet 30 cm), jeśli przewody sygnałowe i elektroenergetyczne są na długim odcinku ułożone równoległe. Tak bywa, jeśli: — obwód elektroenergetyczny dużej mocy silnie zakłóca, np. zasilą spawarkę, dźwig osobowy, ścierniacz oświetlenia;

obwód sygnałowy jest szczególnie wrażliwy, np. niektóre systemy sygnalizacji przeciwwłamaniowej.

1.14. Konserwacja i remonty instalacji elektrycznych w budynkach mieszkalnych

W trakcie użytkowania elementy instalacji zużywają się i ulegają uszkodzeniom. Bywają naprawiane i przerabiane przez samych użytkowników bez przystosowania zawodowego. Nie są oni w stanie ocenić, że pewne nieprawidłowości w instalacji zagrażają porażeniem, pożarem albo uszkodzeniem odbiorników (np. wskutek asymetrii napięć fazowych po przerwaniu przewodu neutralnego).

Nie powiodły się próby wprowadzenia obowiązku okresowego badania instalacji domowych przez fachowy personel. W razie pożaru, porażenia prądem albo uszkodzenia kosztownych urządzeń (sprzętu RTV, komputerów) dochodzi się jednak przyczyny wypadku i odpowiedzialnego za jego konsekwencje, a jego wiedzialność może sporo kosztować. Dostawca energii odpowiada, jeśli przyczyną wypadku tkwi w sieci rozdzielczej (do złącza), właściciel budynku

Pytania kontrolne

1. Jakie wady aluminium zniechęcają do używania go na przewody o małym przekroju?
2. Wylicz znormalizowane przekroje przewodów od 1 do 120 mm².
3. Czyz powłoka przewodu różni się od pancierza? Podaj przykłady symboli literowych przewodu z powłoką i przewodu z pancierzem.
4. Objasnij i porównaj budowę przewodów: YDYp i OMYp, YDY i YDYt, LgYc i ALYd.
5. Objasnij, dlaczego błędne są oznaczenia: ADLY, ALGc, DMYp, OMW, DGY.
6. Jak się podaje napięcie znamionowe przewodu?
7. Jakie połączenia przewodów powinny być rozłączalne?
8. Jakże szczególnie konstrukcji zacisku gwintowego wpływają na jakość połączenia?
9. Wez kilka odcinków przewodu izolowanego, przyłącz je do zacisków różnej konstrukcji, po czym sprawdź, czytając p. 1.3, czy poprawnie wykonałeś wszystkie czynności.
10. Czym zaciski wsuwane górują nad gwintowymi? Skoro są lepsze, dlaczego nie wyparły wszystkich innych połączeń?
11. Podaj kilka możliwych przyczyn nadmiernego nagrzewania się zacisków.
12. W długim korytarzu jest pięć lamp, które jednocześnie zapala się i gasi z czterech miejsc. Narysuj wieloliniowy schemat instalacji z wykorzystaniem: a) przelączników zmiennych i krzyżowych; b) przelącznika impulsowego.
13. Na czym polega zasada bezpieczeństwa dotykowego łączników wtyczkowych?
14. Objasnij współdziałanie styków czynnych i styków ochronnych łączników wtyczkowych.
15. Jak są wykonane gniazda wtyczkowe bezpieczne dla dzieci?
16. Objasnij nowoczesne sterowanie oświetlenia klatki schodowej.
17. Objasnij dwa rozwiązania układów samoczynnego sterowania oświetleniem.
18. Objasnij działanie wkładki bezpiecznikowej podczas wyłączenia prądu. Do czego służą aż dwa topiki: główny i wskaźnikowy?
19. Narysuj i objasnij charakterystykę czasowo-prądową bezpiecznika.
20. Podaj kolejne prądy znamionowe wkładek bezpiecznikowych od 6 do 630 A. Jeśli masz trudności, wez kalkulator, oblicz $\frac{1}{\sqrt{3}}$, ustaw „mnożenie przez stałą” (zwykle $\times \times$) i wielokrotnie naciskając właściwy klawisz (zwykle jest to klawisz \Rightarrow) odczytaj — po zaokrągleniu — kolejne wartości.
21. Jak się zapewnić niezmiatalność wkładek bezpiecznikowych?
22. Dlaczego wkładek bezpiecznikowych nie wolno „naprawiać”?
23. Jakie zalety i jakie wady, w porównaniu z bezpiecznikiem, ma wyłącznik nadprądowy?
24. Objasnij zasadę działania wyzwalaczy wyłącznika nadprądowego i ich charakterystyki czasowo-prądowe.
- *25. Przy kręceniu filmu jest potrzebny zestaw jednocześnie załączanych projektorów z żarówkami o łącznej mocy 8 kW, zasilanych z jednofazowej instalacji 230 V. Podaj prąd znamionowy i typ charakterystyki wyłącznika nadprądowego zabezpieczającego obwód projektorów.
- *26. W jakich punktach instalacji wyłączniki nadprądowe powinny być stosowane, a w jakich — raczej nie, bądź — kategorycznie nie?
27. Objasnij różnicę między złączem, przyłączem i wewnętrzną linią zasilającą.
28. Gdzie należy umieszczać złącze?
29. Dlaczego obecnie przyłączy napowietrznych nie wykonuje się przewodami gołymi?
30. W jakiej sytuacji jest uzasadnione wykonanie przyłącza kablowego, mimo iż sieć rozdzielcza jest napowietrzna?
31. Jakie wymagania stawia się odnośnie do wykonania wewnętrznej linii zasilającej?
32. Przewodnia którego przewodu WLZ należy się obawiać najbardziej?
33. Narysuj schemat zasilania instalacji w mieszkaniu i objasnij jak przewody L i N powinny być przyłączone do licznika, do gniazd bezpiecznikowych i do opravek lamp.
34. Co należy brać pod uwagę wybierając trasy przewodów instalacji elektrycznej oraz

— jeśli w obwodach wspólnych budynku (główna rozdzielnica, WLZ, obwody administracyjne), lokator — jeśli w instalacji mieszkaniowej.

Niespodziewanym zdarzeniem mogłyby zapobiegać **profilaktyczne (zapobiegawcze) kontrole stanu instalacji**, obejmujące:

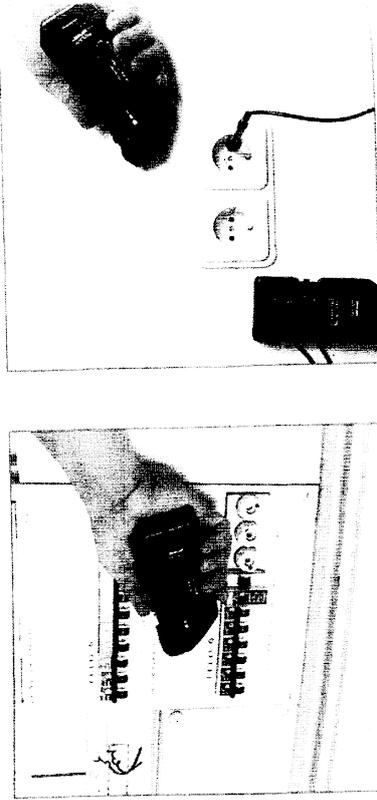
- 1) oględziny instalacji dla sprawdzenia jej zgodności z wymaganiami odpowiednich przepisów (stan zabezpieczeń nadprądowych, umocowanie i stan łączników, gniazd wtyczkowych, tablic rozdzielczych, zacisków, stan oplombowania liczników i zabezpieczeń przedlicznikowych);
- 2) pomiar rezystancji izolacji (patrz p. 4.3);
- 3) badanie stanu dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej poprzez oględziny i pomiary (patrz p. 4.5).

W ramach remontu bieżącego budynku przeprowadza się **przeгляд i naprawę instalacji elektrycznej**, aby doprowadzić ją do przepisowego stanu. Kapitałnemu remontowi budynku towarzyszy gruntowna naprawa instalacji elektrycznej albo jej wymiana.

Przy robotach instalacyjnych w istniejących budynkach trzeba ustalić trasy przewodów i rurociągów ułożonych pod tynkiem. Planów starych instalacji na ogół nie ma, a zachodzi obawa uszkodzenia ich przy wbijaniu haków, wstręliwaniu kołków lub wykuwaniu bruzd i przepustów. Pomocne są **wykrywacze przewodów**; po badanej powierzchni przesuwa się cewkę detekcyjną, która — albo wytwarza pole magnetyczne, w którym następują zmiany, jeśli napo-

tyka przedmiot ferromagnetyczny (stalowy) lub pętlę przewodową; albo wykrywa pole magnetyczne wytwarzane przez prąd z zasilacza o częstotliwości kilkudziesięciu kiloherców, przyłączonego do badanego obwodu.

Układ detekcji sygnału o nastawianej czułości (rys. 1.75) pozwala z dokładnością centymetra ustalić trasę przewodu albo rurociągu.



Rys. 1.75. Wykrywacz niewidocznych przewodów i rurociągów — AMPROBE. Niemyca

Urządzenia oświetleniowe i grzejne **2**

rozmişczenie łączników i gniazd? Jak wpływa na tę decyzję usytuowanie ciągów wentylacyjnych i kominowych, rurociągów, okien i drzwi?

35. Jak rozmieścić gniazda wtyczkowe, by większość z nich była dostępna po umebłowaniu mieszkania?
36. Porównaj dwa systemy instalacji po wierzchu: przewody kabełkowe na uchwytach i przewody jednożyłowe w rurkach.
37. Jak przebiega układanie i łączenie rurek windurowych na przewidzianych trasach?
38. Jakie rurki windurowe układa się po wierzchu, a jakie — pod tynkiem?
39. W jakich miejscach nie należy układać przewodów w rurkach?
40. Jakie niedogodności powstają w wyniku ułożenia przewodów w tynku?
41. Jak wykonuje się instalacje w budownictwie wielkopłytowym i monolitycznym?
42. Jak przebiega odbiór techniczny instalacji?
43. Narysuj schemat instalacji elektrycznej swego mieszkania i jej dokładny plan.
44. Według jakich zasad instalację mieszkania dzieli się na obwody?
45. Jakie odbiorniki zasila się osobnym obwodem?
46. Jakie mieszkania zasila się trójfazowo?
47. Narysuj schemat wieloliniowy nowoczesnej instalacji dzwonekowej.
48. Do czego służą przewody współosiowe?
49. O czym należy pamiętać układając na wspólnych trasach instalację elektroenergetyczną oraz instalację do przesyłu informacji? Jak należy przyłączać zasilacze (wzmacniacze) tej ostatniej?
50. Jak działają wykrywacze przewodów? O jakich innych wykrywaczach słyszałeś?

* Gwiazdką oznaczono pytania trudniejsze.

2.1. Oświetlenie elektryczne

2.1.1. Podstawowe pojęcia techniki świetlnej

Promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali 380-780 nm jest odbierane przez oko ludzkie i wywołuje wrażenia świetlne; jest to **promieniowanie widzialne**. Wysyłają je ciała w stanie stałym, ciekłym lub gazowym, których atomy zostały odpowiednio wzbudzone w wyniku:

- ogrzania (żarnik żarówki, płomień lampy gazowej lub naftowej, płomień żarówki, rozżarzony metal);
- elektrycznego wyładowania w gazie (wyładowanie w sodówce, lampie metalohalogenkowej, neonówce);
- pochłaniania innego promieniowania, o większej energii (luminofor w świetłowie lub rtęciówce).

Oko ludzkie wykazuje największą czułość na promieniowanie o długości fali 555 nm (światło żółtozielone), a słabiej reaguje na promieniowanie o większej lub o mniejszej długości fali; **wrażliwość oka** stopniowo maleje przy zbliżaniu się do dolnej (380 nm) lub do górnej (780 nm) granicy zakresu promieniowania widzialnego. Energia wypromieniowana przez źródło światła w jednostce czasu, oceniona według wywołanego wrażenia wzrokowego, nazywa się **strumieniem świetlnym**. Jednostką strumienia świetlnego jest **lumen [lm]**.

Stosunek wysyłanego przez źródło światła strumienia świetlnego do pobieranej mocy elektrycznej, czyli **skuteczność świetlna**, świadczy o sprawności przemiany energii elektrycznej w energię promieniowania widzialnego (tabl. 2.1). Upowszechnianie źródeł o większej skuteczności świetlnej, zwanych **lampami energooszczędnymi**, pozwala poprawiać sprawność tej przemiany energetycznej w stopniu nieosiągalnym w innych dziedzinach (elektryczny napęd i grzejnictwo). Najmniejszą skuteczność świetlną mają żarówki, bo występują w nich duże straty ciepłone; największą — niskoprężne sodówki, bo lampy te wysyłają promieniowanie o długości fali 589 i 589,6 nm, na które oko ludzkie jest **bardzo wrażliwe**.