

# Lekcja 34

## Temat: Rodzaje instalacji.

Z instalacjami elektrycznymi spotykamy się na co dzień w domu, w szkole lub w zakładzie pracy. Wynika stąd ich pierwszy i zasadniczy podział na **instalacje mieszkaniowe** i **przemysłowe**. Jako instalacje mieszkaniowe traktuje się również instalacje o podobnym charakterze znajdujące się w biurach, budynkach użyteczności publicznej itp.

Można wprowadzić również podziały instalacji ze względu na różne czynniki. Biorąc pod uwagę charakter odbiorników, instalacje dzieli się na **oświetleniowe** i **siłowe**. Za instalacje siłowe uważa się powszechnie instalacje zasilające trójfazowe silniki i grzejniki.

Instalacje mieszkaniowe są najczęściej instalacjami oświetleniowymi (silniki sprzętu domowego zalicza się do oświetlenia), chociaż spotyka się również instalacje mieszane (windy, hydrofony, elektryczne ogrzewanie akumulacyjne itp.). W zakładach przemysłowych występuje już wyraźny podział na instalacje służące do zasilania różnych grup odbiorników.

Spotkać się można z jeszcze jednym podziałem instalacji — ze względu na czas jej użytkowania. Rozróżnia się wówczas instalacje stałe i prowizoryczne. Dla instalacji prowizorycznych, montowanych doraźnie (np. na placach budowy) w przepisach przewidziano uproszczone rozwiązania w celu przyspieszenia montażu i obniżenia kosztów.

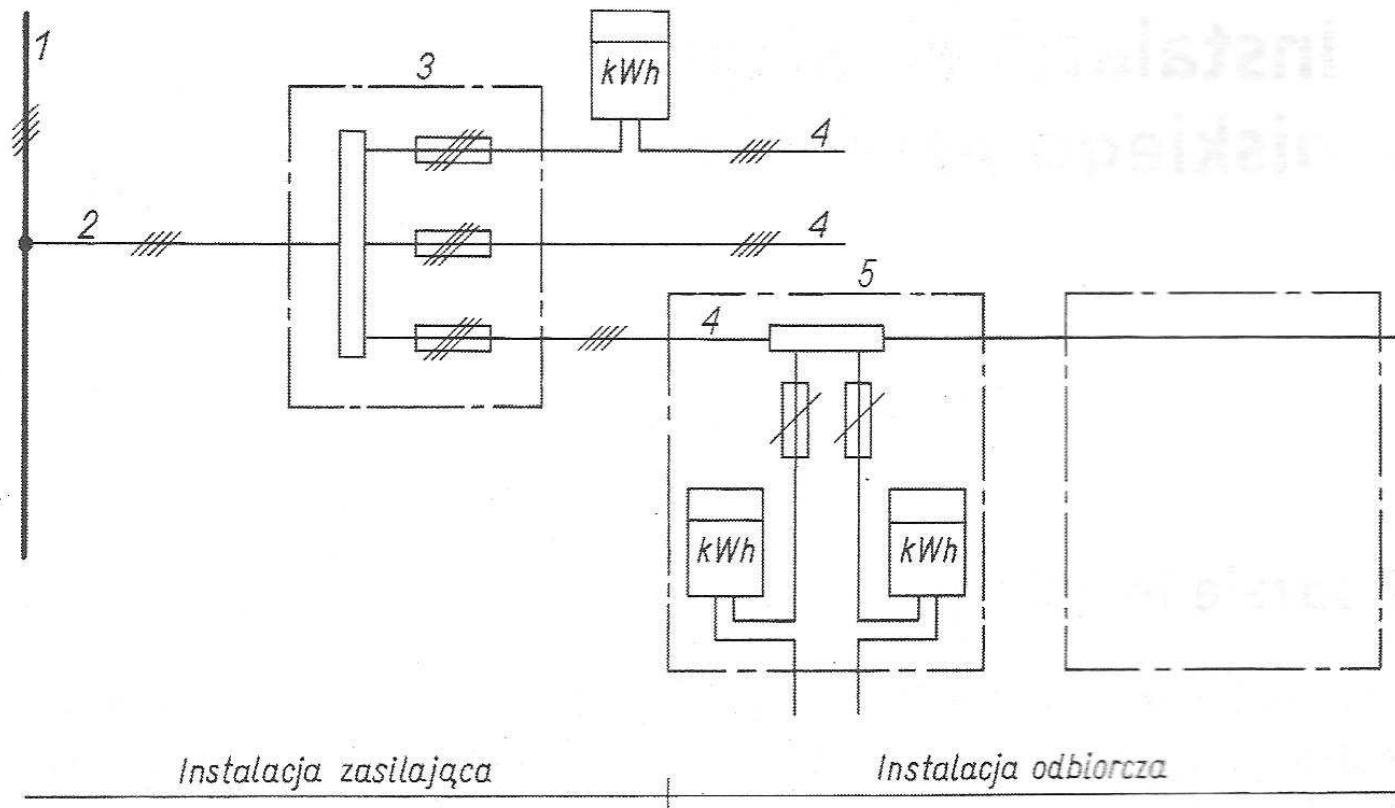
W skład instalacji elektrycznych wchodzi:

- przewody,
- osprzęt instalacyjny,
- rozdzielnice,
- urządzenia automatyki (np. SZR — samoczynne załączenie rezerwy).

Ponadto w instalacjach (głównie mieszkaniowych) rozróżnia się pewne elementy spełniające określone zadania (**rys. 5.1**). Są to:

- przyłącze,
- złącze,
- wewnętrzna linia zasilająca (włz),
- instalacja odbiorcza.

**Przyłącze** jest to linia elektroenergetyczna łącząca złącze z siecią energetyki zawodowej.



**Rys. 5.1.** Elementy instalacji elektroenergetycznej

1 — sieć energetyki, 2 — przyłącze, 3 — złącze, 4 — wewnętrzna linia zasilająca (włz), 5 — tablica rozdzielcza

**Złącze** jest to urządzenie elektryczne służące do połączenia przewodów przyłącza z licznikiem rozliczeniowym bezpośrednio lub za pośrednictwem wewnętrznej linii zasilającej. Złącze jest głównym zabezpieczeniem zasilanego obiektu; z jednej strony są do niego przyłączone przewody przyłącza, a z drugiej — przewody włz lub licznik.

**Wewnętrzna linia zasilająca** (wlz) jest to linia elektroenergetyczna o stałym przekroju, łącząca złącze z kolejnymi tablicami rozdzielczymi.

**Instalacja odbiorcza** jest to instalacja znajdująca się za licznikiem rozliczeniowym i doprowadzająca energię elektryczną do poszczególnych odbiorników.

W zależności od przeznaczenia, potrzeb i wymagań, jakie mają spełniać, dobiera się odpowiednie **układy instalacji elektrycznej**. Układy takie charakteryzują się m.in.:

- rodzajem i wartością stosowanego napięcia,
- sposobem uziemienia,
- sposobem ochrony przeciwporażeniowej.

Stosuje się w nich napięcie prądu przemiennego o wartościach znormalizowanych lub napięcie prądu stałego.

W zależności od sposobu uziemienia instalacje dzieli się na różnego rodzaju **układy sieciowe**. Poszczególne układy oznacza się za pomocą symboli literowych. Pierwsza litera symbolu (T lub I) określa związek między siecią a ziemią:

T — bezpośrednie połączenie jednego punktu układu (najczęściej przewodu neutralnego) z ziemią;

I — wszystkie części mogące znaleźć się pod napięciem w warunkach normalnej pracy (części czynne) są odizolowane od ziemi albo jeden punkt jest połączony z ziemią przez impedancję lub bezpiecznik iskiernikowy.

Druga litera (N lub T) określa związek między dostępnymi częściami przewodzącymi a ziemią. Dotyczy to elementów przewodzących instalacji elektrycznej, które mogą być dotknięte i które w normalnych warunkach pracy nie znajdują się pod napięciem, np. metalowa obudowa urządzenia elektrycznego.

N — metaliczne połączenie podlegających ochronie dostępnych części przewodzących z uziemionym punktem układu sieciowego (neutralnym);

T — metaliczne połączenie z ziemią (uziemienie) podlegających ochronie dostępnych części przewodzących, niezależnie od uziemienia punktu neutralnego.

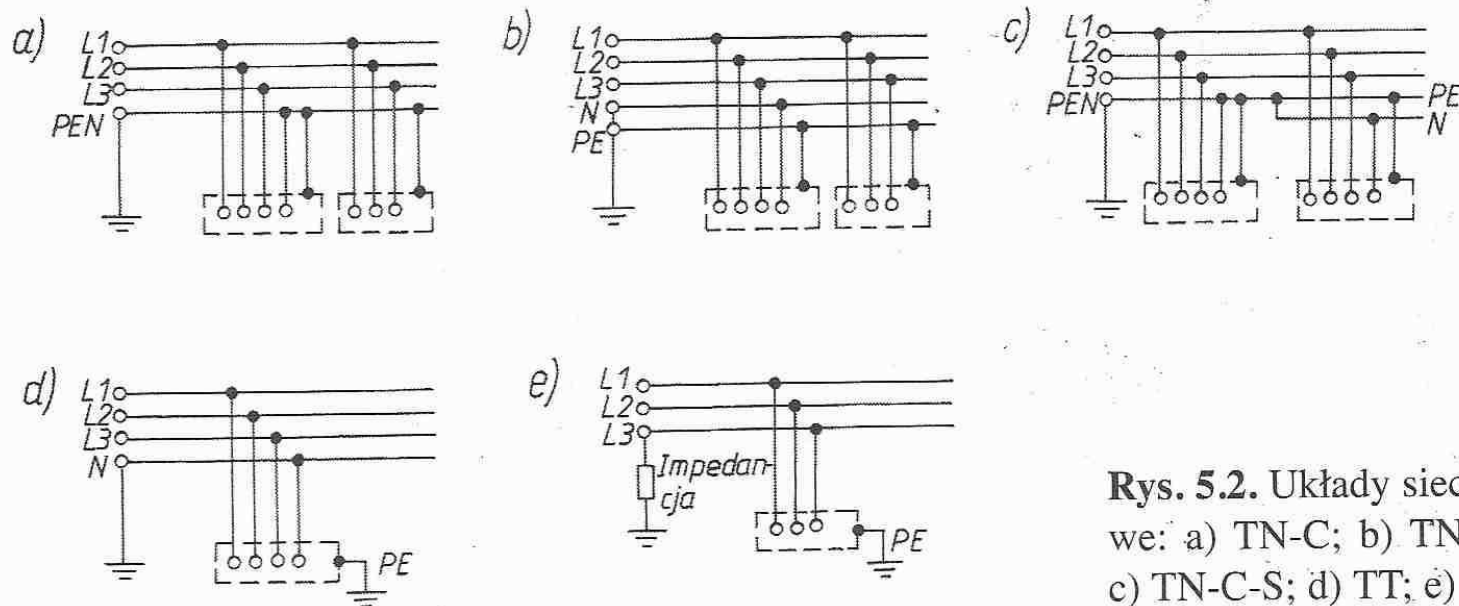
Następne litery określają związek między przewodem neutralnym N a przewodem ochronnym PE:

C — wspólny przewód ochronno-neutralny PEN;

S — osobne przewody, z których jeden spełnia funkcję przewodu neutralnego N, a drugi przewodu ochronnego PE;

C-S — w pierwszej części instalacji (licząc od strony zasilania) wspólny przewód PEN, a w drugiej — osobny przewód neutralny N i ochronny PE.

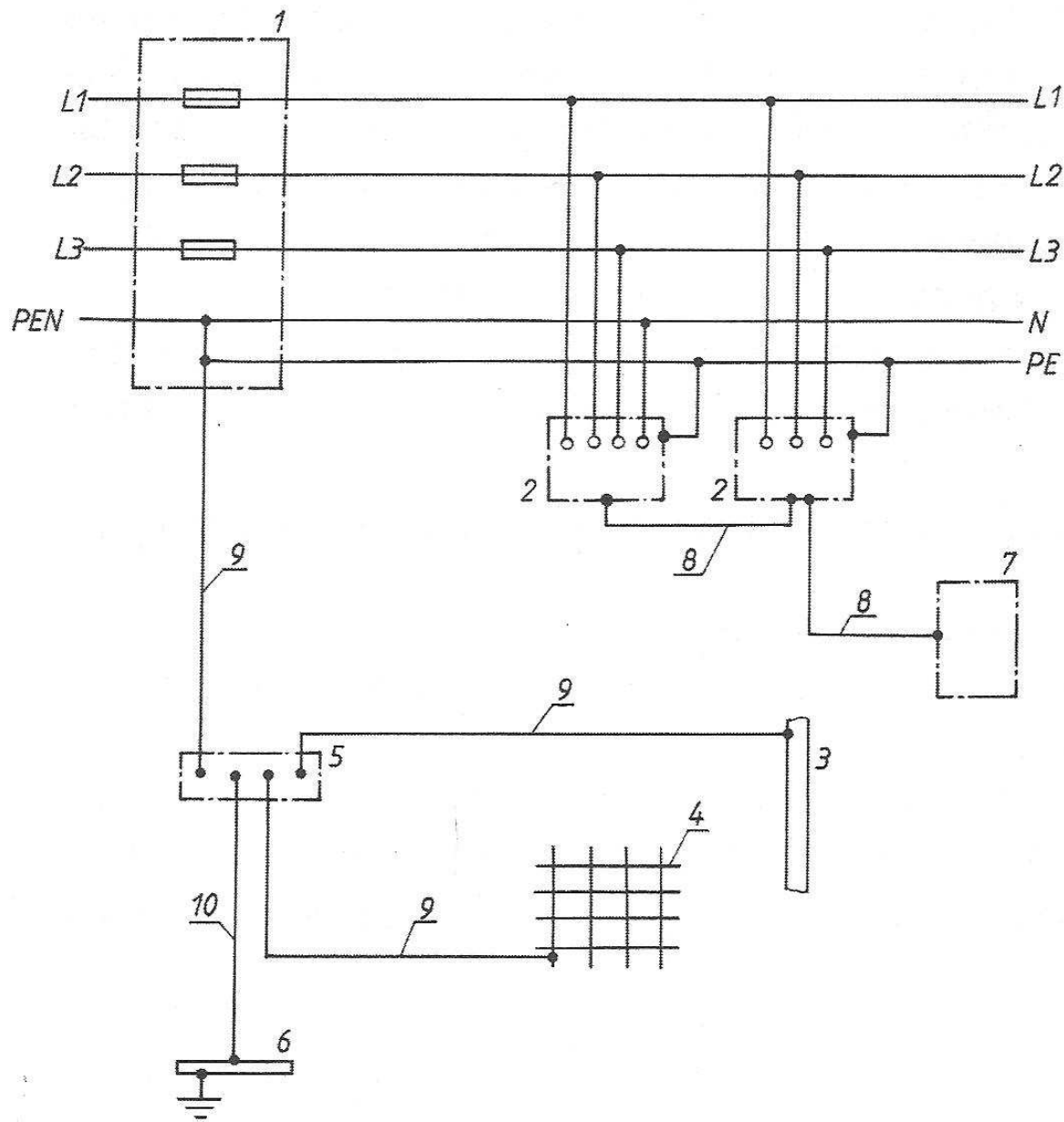
Schematy układów sieciowych i sposoby przyłączenia odbiorników przedstawiono na **rysunku 5.2**.



**Rys. 5.2.** Układy sieciowe: a) TN-C; b) TN-S; c) TN-C-S; d) TT; e) IT

W układach TN (rys. 5.3) wszystkie dostępne części przewodzące instalacji elektrycznej powinny być połączone z uziemionym punktem zasilania za pomocą przewodów ochronnych PE lub ochronno-neutralnych PEN. Zaleca się przyłączenie przewodów PE i PEN do uziomów sztucznych i naturalnych (metalowe elementy konstrukcyjne, instalacje wodne i kanalizacyjne itp.). W wysokich budynkach oraz pomieszczeniach o szczególnym zagrożeniu (łazienka, sauna) zaleca się ponadto wykonanie połączeń wyrównawczych między częściami przewodzącymi jednocześnie dostępnymi. Ma to na celu zapobieganie powstawaniu potencjałów o niebezpiecznych wartościach na różnych elementach przewodzących.

W układach TT wszystkie dostępne elementy przewodzące, chronione wspólnie przez to samo urządzenie zabezpieczające, powinny być połączone ze sobą przewodami ochronnymi i przyłączone do tego samego uziomu.



**Rys. 5.3.** Przykładowy schemat połączeń ochronnych w układzie sieciowym TN

1 – złącze, 2 – urządzenia odbiorcze, 3 – instalacja wodociągowa, 4 – konstrukcja metalowa (zbrojenie), 5 – główna szyna (zacisk) uziemiająca, 6 – uziom, 7 – część przewodząca obca, 8 – przewód wyrównawczy miejscowy (CC), 9 – przewód wyrównawczy główny (CC), 10 – przewód uziemiający

Tablica 5.1

Oznaczenia literowe przewodów spotykanych w instalacjach elektrycznych

Przeznaczenie przewodu		Oznaczenie przewodu (żyły)
<b>Prąd przemienny</b>		
1	Faza 1	L1
2	Faza 2	L2
3	Faza 3	L3
4	Neutralny	N
<b>Prąd stały</b>		
5	Biegun dodatni	L+
6	Biegun ujemny	L-
7	Środkowy	M
<b>Ochrona przeciwporażeniowa</b>		
8	Ochronny	PE
9	Ochronno-neutralny	PEN
10	Uziemiający	E
11	Uziemiający bezzakłócenkowy	TE
12	Łączący z obudową	MM
13	Wyrównawczy	CC



W układach IT wszystkie części czynne układu powinny być odizolowane od ziemi albo jeden punkt układu (neutralny) powinien być przyłączony do ziemi przez bezpiecznik iskiernikowy lub rezystor o dużej impedancji, natomiast wszystkie dostępne części przewodzące powinny być uziemione.

We wszystkich układach zasilających odbiorniki jednofazowe i z przewodem neutralnym szczególnie niebezpieczna jest przerwa w tym przewodzie. Przy niesymetrycznym obciążeniu napięcie fazowe może znacznie przekraczać napięcie znamionowe. Dlatego **jest wymagane bardzo staranne łączenie przewodu neutralnego oraz prowadzenie okresowych kontroli ciągłości połączeń (rys. 5.3).**

W **tablicy 5.1** podano oznaczenia literowe przewodów spotykanych w instalacjach.

# Lekcja 35

## Temat: Warunki pracy instalacji.

Ze względu na konieczność doprowadzenia energii elektrycznej do prawie każdego budynku, pomieszczenia lub stanowiska pracy, instalacje elektryczne pracują w bardzo różnych warunkach środowiskowych. Jest oczywiste, że inna będzie instalacja w budynku mieszkalnym, a inna — w łaźni lub fabryce materiałów wybuchowych. W zależności od środowiska, w którym pracują, instalacje muszą być odporne na różnego rodzaju wpływy otoczenia, takie jak: wilgoć, wysoka temperatura, zapylenie. Muszą one również umożliwiać bezpieczną eksploatację w otoczeniu gazów lub pyłów łatwopalnych albo wybuchowych.

W celu ujednoczenia wymagań, jakie stawia się instalacjom i urządzeniom elektrycznym, określono rodzaje pomieszczeń charakteryzujących się różnego typu zagrożeniami. Podział taki, opracowany według PBUE (Przepisy Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych)\*<sup>)</sup> podano w **tablicy 5.2**. Za pomieszczenie uważa się również przestrzeń na zewnątrz budynków. Pomieszczenia, które nie wykazują cech wymienionych w tablicy, nazywa się **pomieszczeniami zwykłymi**.

Instalacje znajdujące się w pomieszczeniach są narażone na niebezpieczeństwo zniszczenia lub utraty swych własności użytkowych oraz stwarzają niebezpieczeństwo dla otoczenia. Ze względu na niebezpieczeństwo dla otoczenia wprowadzono pojęcia pomieszczeń o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia i szczególnie niebezpiecznych.

Do **pomieszczeń o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia** należą pomieszczenia:

- przejściowo wilgotne i wilgotne,
- z pyłem przewodzącym,
- gorące,
- z podłogami z materiałów przewodzących,
- w których jest możliwe jednoczesne dotknięcie metalowych części urządzeń elektrycznych i części połączonych z ziemią.

Do **pomieszczeń szczególnie niebezpiecznych pod względem porażenia** zalicza się pomieszczenia:

- bardzo wilgotne,
- o wyziewach żrących,
- wykazujące co najmniej dwie cechy pomieszczeń o zwiększonym niebezpieczeństwie.

Są również specjalne **pomieszczenia ruchu elektrycznego**. Należą do nich pomieszczenia lub ogrodzone ich części przeznaczone do pracy urządzeń elektrycznych i dostępne tylko dla wykwalifikowanego, obsługującego je personelu.

Dla takich pomieszczeń dopuszcza się prostsze rozwiązania w zakresie ochrony, ze względu na ich niedostępność dla osób postronnych. Przedstawiony wyżej podział ułatwia dobór rodzaju i sposobu montażu instalacji ze względu na różne warunki środowiskowe. Wymienione w **tablicy 5.3** rodzaje instalacji i sposoby montażu będą omówione w dalszych rozdziałach.

Tablica 5.2

Klasyfikacja pomieszczeń według PBUE

Rodzaj pomieszczenia	Charakterystyka pomieszczenia	Przykłady pomieszczeń
Przejściowo wilgotne	bez gwałtownych zmian temperatury, przejściowo może występować para i skropliny	klatki schodowe, kuchnie, łazienki, niektóre piwnice
Wilgotne	wilgotność 75÷100%	piwnice, suszarnie, kuchnie zbiorowego żywienia
Bardzo wilgotne	wilgotność ok. 100%, ściany pokryte skroplinami	łaznie, niektóre pomieszczenia produkcyjne
Gorące	temperatura przekracza 35°C	łaznie, palmiarnie
Zapylone	zawiera duże ilości pyłu przewodzącego lub nieprzewodzącego	cementownie, zakłady wapieniczne, szlifierskie
Z wyziewami żrącymi	zawiera lub może zawierać gazy, pary lub osady żrące	niektóre hale produkcyjne lub składy materiałów chemicznych, obory, stajnie, chlewy, akumulatornie
Niebezpieczne pod względem pożarowym	produkuje się lub magazynuje materiały palne	stolarnie, tartaki, młyny, fabryki włókiennicze, niektóre fabryki chemiczne
Niebezpieczne pod względem wybuchowym	powstają lub mogą powstać mieszaniny wybuchowe	rafinerie, fabryki materiałów wybuchowych, lakiernie, wytwórnie waty

Tablica 5.3

Zasady doboru rodzaju instalacji i sposobu jej montażu dla różnych pomieszczeń

Rodzaj pomieszczenia	Rodzaj instalacji i sposoby montażu
Zwykłe	<ul style="list-style-type: none"> <li>— przewody szynowe gołe i izolowane na wspornikach izolowanych,</li> <li>— przewody płaszczowe natynkowe w izolacji i powłoce z polwinitu,</li> <li>— przewody w rurach izolacyjnych stalowych, winidurowych na wierzchu i pod tynkiem,</li> <li>— przewody wtynkowe,</li> <li>— kable,</li> <li>— przewody kablkowe* w wiązkach, korytkach i w instalacji podłogowej.</li> </ul>
Przejęciowo wilgotne	<ul style="list-style-type: none"> <li>— jak dla pomieszczeń zwykłych, z wyjątkiem przewodów płaszczowych w rurach izolacyjnych oraz z wyjątkiem instalacji podłogowych</li> </ul>
Wilgotne i bardzo wilgotne lub zapyłone	<ul style="list-style-type: none"> <li>— przewody gołe i izolowane na wspornikach izolacyjnych z wyjątkiem przewodów aluminiowych,</li> <li>— przewody wtynkowe z osprzętem szczelnym,</li> <li>— przewody kablkowe* w wiązkach i korytkach z osprzętem szczelnym,</li> <li>— przewody izolowane w rurach stalowych i winidurowych z osprzętem szczelnym,</li> <li>— kable.</li> </ul>

Gorące	— jak dla pomieszczeń zwykłych, z wyjątkiem przewodów i kabli w izolacji lub powłoce z polwinitu oraz z wyjątkiem rur winidurowych.
Z wyziewami żrącymi	— jak dla pomieszczeń wilgotnych, z wyjątkiem przewodów izolowanych w rurach stalowych.
Niebezpieczne pod względem pożarowym	— przewody izolowane w rurach izolacyjnych pod tynkiem lub na tynku w miejscach nie narażonych na uszkodzenia mechaniczne, — przewody izolowane w rurach stalowych i winidurowych, — przewody wtynkowe, — przewody kabelkowe* i kable bez zewnętrznego oplotu włóknistego, — gdy w pomieszczeniach znajduje się pył, należy stosować osprzęt szczelny.
Niebezpieczne pod względem wybuchowym	— przewody kabelkowe*, — kable.
Na zewnątrz budynków	— jak dla pomieszczeń wilgotnych, z wyjątkiem rur winidurowych — przewody w izolacji z polwinitu powinny być osłonięte od działania promieni słonecznych.
* Przewody w izolacji i powłoce polwinitowej.	

# Lekcja 36

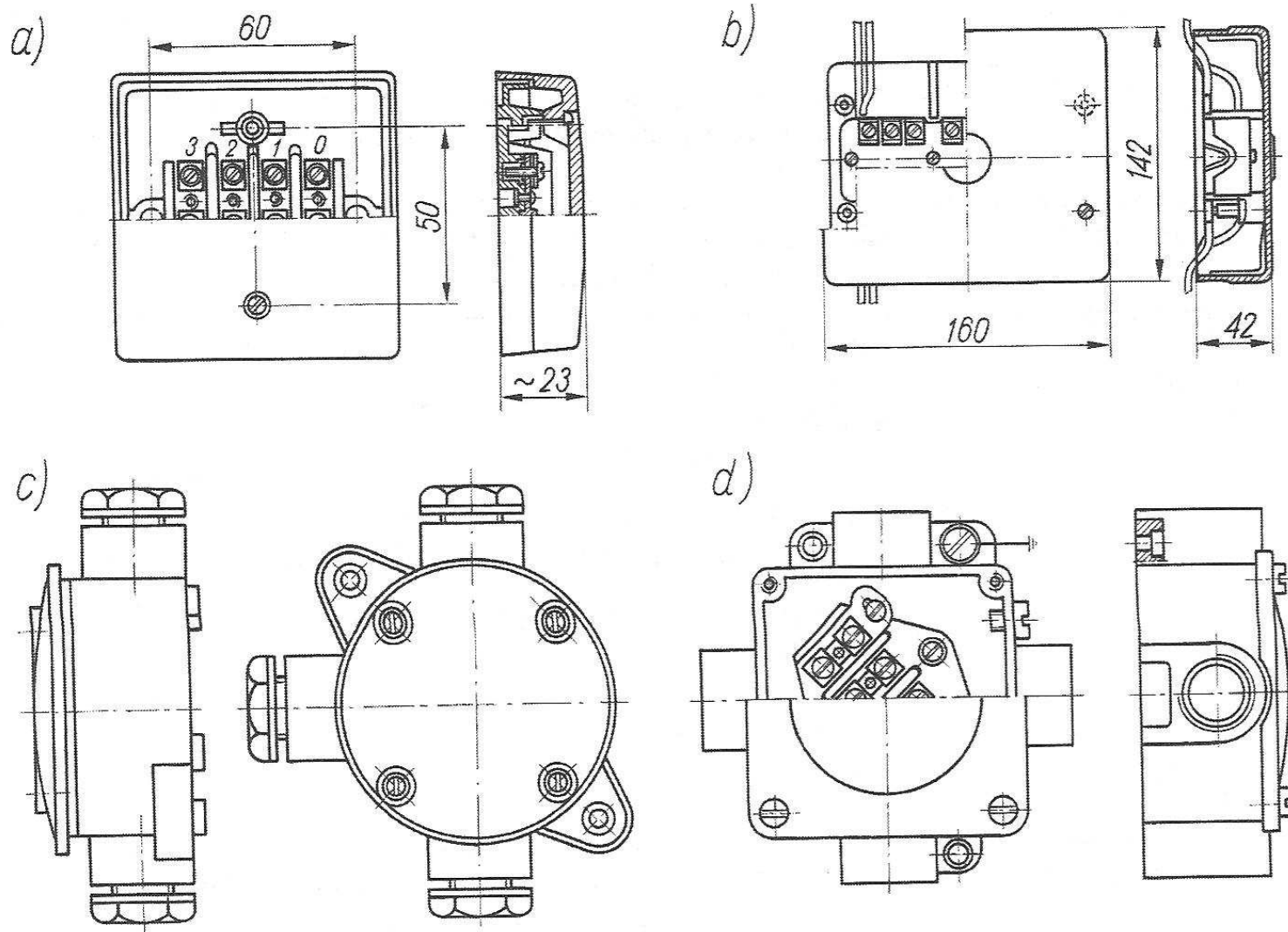
## Temat: Osprzęt instalacyjny.

Osprzęt instalacyjny tworzą urządzenia stanowiące wyposażenie instalacji. Do osprzętu zalicza się:

- rury instalacyjne,
- elementy konstrukcyjne instalacji prefabrykowanych,
- łączniki instalacyjne,
- gniazda,
- odgałęźniki (puszki instalacyjne),
- bezpieczniki,
- oprawy oświetleniowe.

Część osprzętu będzie omówiona w rozdziałach dotyczących poszczególnych urządzeń: łączniki instalacyjne i gniazda w p. 6.2, bezpieczniki w p. 6.3, oprawy oświetleniowe w rozdz. 7. Pozostały osprzęt, ze względu na jego różnorodność, omówiono przy opisie montażu poszczególnych rodzajów instalacji.

**Odgałęźniki**, zwane również **puszkami instalacyjnymi**, występują w każdym rodzaju instalacji i niewiele się od siebie różnią. Są one stosowane do łączenia przewodów instalacyjnych oraz do wykonywania odgałęzień. Najczęściej puszki instalacyjne są zbudowane z bakelitu lub polwinitu. W takiej puszcze wmurowanej w ścianę umieszcza się porcelanowy pierścień z zaciskami,



**Rys. 5.4.** Odgąłęźniki: a) odgąłęźnik natynkowo-wtynkowy; b) centralna puszka rozdzielcza (CPR); c) odgąłęźnik bryzgoszczelny w obudowie bakelitowej; d) odgąłęźnik w obudowie metalowej



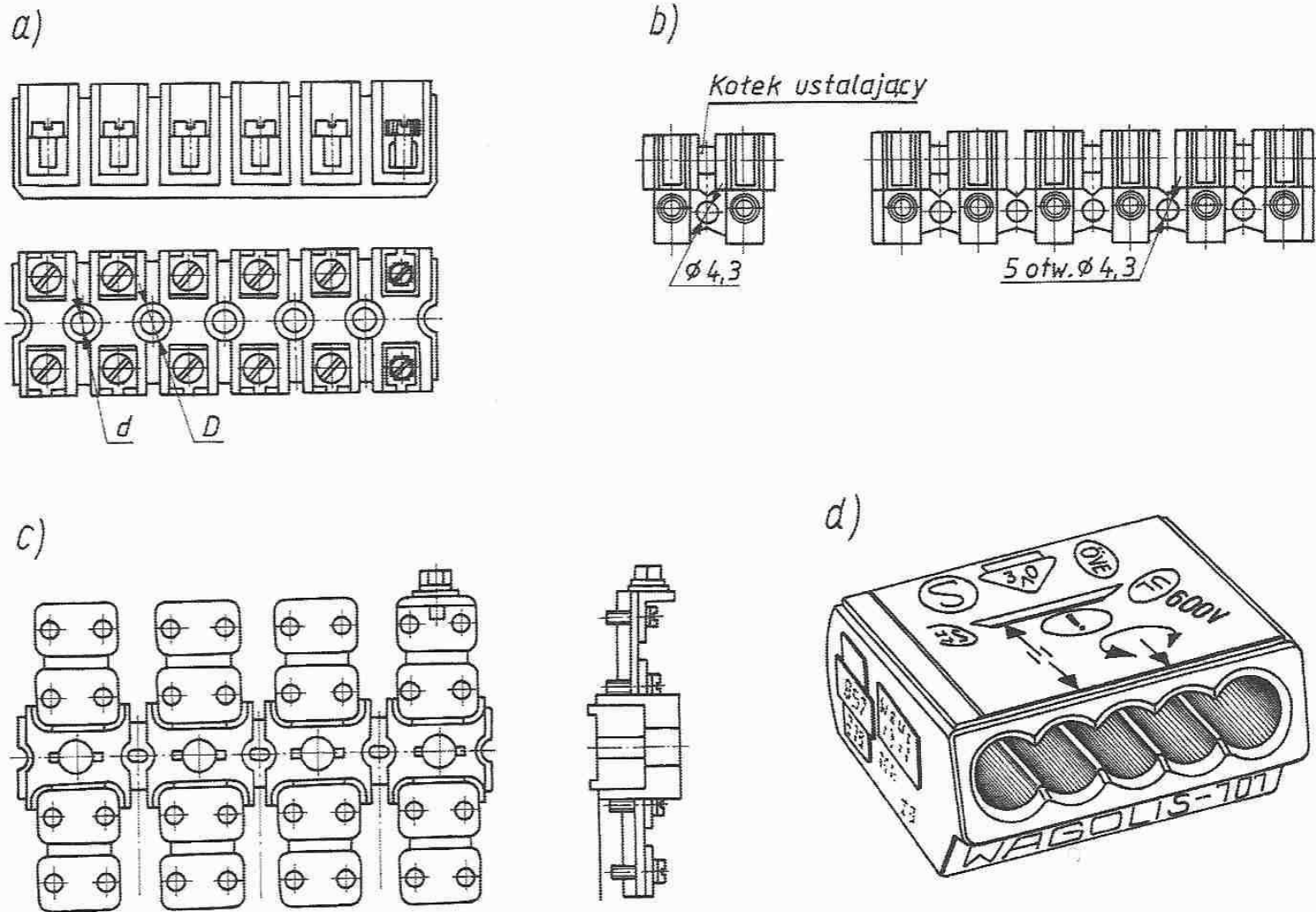
do których przykręca się żyły przewodów. Przewody te wprowadza się do puszek po wyłamaniu okrągłych otworów w bocznej ścianie. Na rysunku 5.4 pokazano kilka innych rodzajów odgałęźników. Dwa pierwsze odgałęźniki stosuje się w instalacjach mieszkaniowych wtynkowych i natynkowych (patrz p. 5.4). Są one wykonywane z melaminy (rodzaj tworzywa sztucznego) i składają się z podstawy z umieszczonymi zaciskami oraz przykręcanej pokrywy. W bocznych ściankach podstawy przewidziano miejsca do wyłamania dla wprowadzenia przewodów.

Odgałęźniki pokazane na **rysunku 5.4c, d** są stosowane w instalacjach układanych w pomieszczeniach wilgotnych lub w instalacjach prowadzonych w rurach (rys. 5.4d). Przewody wprowadza się przez specjalne otwory zakończone nakrętkami z gumowymi pierścieniami (dławiki) uszczelniającymi doprowadzenie.

W celu przyłączenia przewodów do tablic, opraw i aparatów elektrycznych stosuje się:

- złączki przewodowe gwintowe (**rys. 5.5a**),
- złączki gwintowo-zaciskowe (**rys. 5.5b**),
- listwy zaciskowe (**rys. 5.5c**),
- zaciski tablicowe,
- zaciski instalacyjne WAGO (**rys. 5.5d**).

Zaciski WAGO należą do najnowszych rozwiązań osprzętu instalacyjnego. Umożliwiają one szybki montaż i demontaż instalacji bez kłopotliwego przykręcania przewodów.



**Rys. 5.5.** Złączki i zaciski: a) złączka przewodowa gwintowa; b) złączka gwintowo-zaciskowa LZW-B; c) listwa zaciskowa LZ-35; d) zacisk instalacyjny WAGO

# Lekcja 37

## Temat: Montaż instalacji elektrycznych.

W zależności od rodzaju przewodów oraz warunków środowiskowych stosuje się różne sposoby układania przewodów. Ze względu na sposób montażu instalacji największe różnice występują w instalacjach mieszkaniowych i przemysłowych i ten właśnie podział będzie stosowany w dalszych rozważaniach.

W instalacjach mieszkaniowych można prowadzić przewody w rurach z polichlorku winylu (PVC), które mogą być układane zarówno pod tynkiem, jak i na tynku. Nadal są stosowane także **instalacje wtynkowe** umożliwiające bezpośrednio układanie przewodów w warstwie tynku.

W budownictwie przemysłowym, oprócz instalacji prowadzonych w rurach z PVC i stalowych, stosuje się wiele **instalacji, których podstawą są elementy prefabrykowane**. Należą do nich:

- instalacje przewodami szynowymi,
- instalacje wiązkowe i korytkowe,
- instalacje w kanałach podłogowych,
- instalacje kablowe na drabinkach.

Kolejność prac podczas montażu instalacji powinna być następująca:

- 1) trasowanie — wyznaczanie tras przewodów, miejsca na osprzęt, na uchwyty lub podpory przewodów;
- 2) instalowanie elementów wsporczych — montaż uchwytów na przewody, podpór osprzętu prefabrykowanego itp.;
- 3) montaż rur i puszek lub osprzętu prefabrykowanego;
- 4) tynkowanie — gdy instalacja jest podtynkowa lub wtynkowa;
- 5) układanie przewodów — wciąganie przewodów do rur lub układanie przewodów na podporach;
- 6) montaż osprzętu łączeniowego i gniazd;
- 7) łączenie przewodów — wykonywanie wszelkich połączeń metalicznych między przewodami.

W tych instalacjach, w których przewody są niewidoczne, a więc w podtynkowych i wtynkowych, należy prowadzić przewody po liniach prostych, równoległych lub prostopadłych do podłogi. Dzięki temu można się ustrzec przed wbiciem gwoźdza w niewidoczny przewód, a po lokalizacji gniazd, puszek i łączników łatwo się zorientować w przebiegu przewodów.

W instalacjach elektrycznych stosuje się obecnie wyłącznie przewody miedziane.

Wewnętrzne linie zasilające (wlz) wykonuje się na całej długości o jednolitym przekroju, nie mniejszym niż  $4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ , na napięcie znamionowe nie niższe niż 750 V. Nie mogą one być przerywane, a wszelkie odgałęzienia od nich muszą być wykonywane za pomocą odpowiednich zacisków odgałęźnych.

Łączniki wewnątrz mieszkań instaluje się na wysokości 1,4 m, z tym że nie wolno ich instalować w łazienkach i WC. Gniazda instaluje się albo bezpośrednio nad listwą podłogową, albo na wysokości 30 cm lub 85 cm; wyjątek stanowią łazienki, gdzie wysokość ta wynosi 1,2 m. Osprzęt stosowany w łazienkach, pralniach i innych tego typu pomieszczeniach powinien mieć odpowiedni stopień ochrony IP (patrz p. 1.4).

# Lekcja 38

## Temat: Instalacje w rurach.

Podczas prowadzenia przewodów w rurach należy zwrócić uwagę na kilka podstawowych zasad:

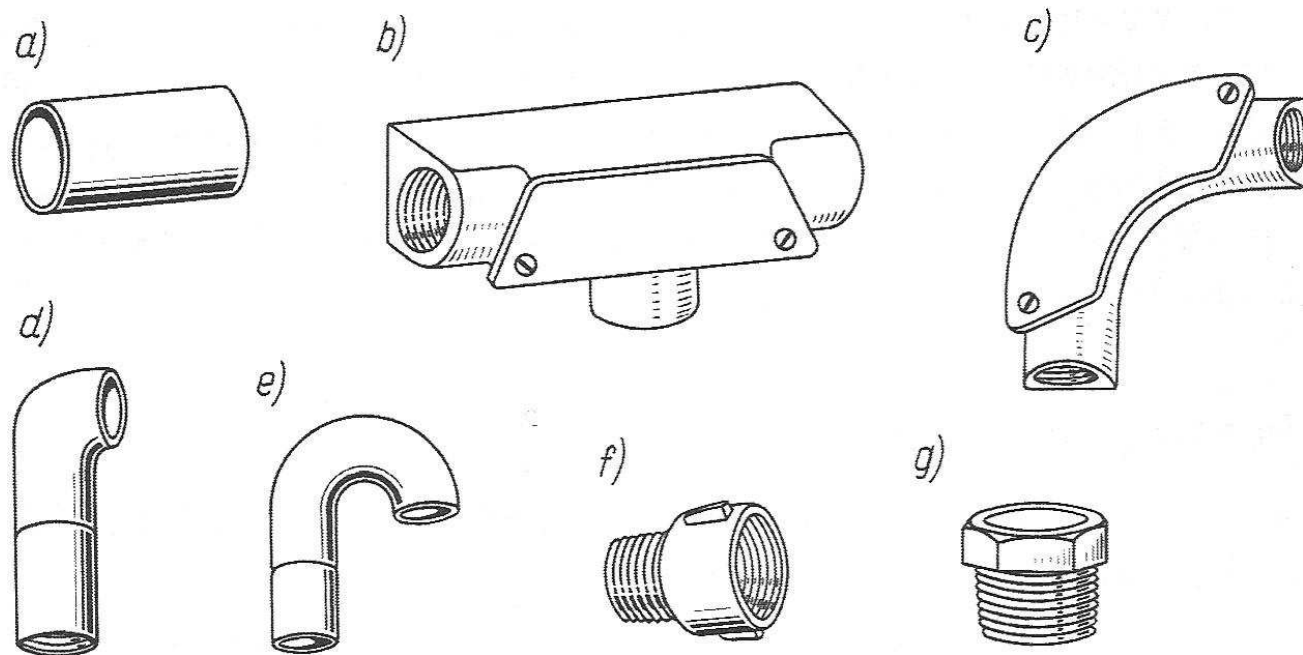
- rur winidurowych nie należy stosować na zewnątrz pomieszczeń w temperaturze poniżej  $-5^{\circ}\text{C}$  (ze względu na ich kruchość) i powyżej  $55^{\circ}\text{C}$  (ze względu na zbytnią miękkość);
- rur stalowych nie należy stosować w pomieszczeniach o wyziewach żrących;
- w pomieszczeniach zapyłonych, wilgotnych, z wyziewami żrącymi i niebezpiecznych pod względem pożarowym należy stosować osprzęt szczelny;
- rury należy układać w sposób uniemożliwiający zbieranie się w nich wilgoci — należy je instalować z niewielkim spadem;
- końce rur nie wprowadzone do puszek i przyrządów należy zaopatrzyć w tulejki lub półfajki izolacyjne;
- w celu ochrony przed korozją rury stalowe należy oczyścić i dwukrotnie pomalować lakierem;

- we wspólnej rurze można umieszczać przewody należące do tego samego obwodu, z wyjątkiem różnych obwodów tej samej maszyny oraz obwodów sygnalizacyjnych;
- wszelkie połączenia przewodów można wykonywać tylko w puszkach rozgałęźnych.

Do prowadzenia przewodów używa się obecnie rur stalowych (RSP) i winidurowych (PVC). Stanowią one ochronę przewodów, dlatego układa się w nich przewody bez uzbrojenia, płaszcz lub powłoki.

Wewnątrz i na zewnątrz **rury stalowe** są pokryte lakierem asfaltowym. Stosuje się je wraz z odpowiednim osprzętem żeliwnym, jak puszki, łączniki i gniazda oraz uchwyty, złączki, odgałęźniki, kątniki itp. Rury takie są wykonywane w odcinkach o długości 3 m, na obu końcach nagwintowanych i zaopatrzonych z jednej strony w złączkę. Niektóre elementy osprzętu do rur stalowych pokazano na **rysunku 5.6**.

Ze względu na wysoki koszt instalacji w rurach stalowych, wykorzystuje się je tylko w razie rzeczywistej potrzeby, a więc wtedy, gdy nie można ich zastąpić rurami winidurowymi. Jest zatem zrozumiałe, że rury stalowe stosuje się obecnie tylko w instalacjach natynkowych.



**Rys. 5.6.** Osprzęt do rur stalowych: a) złączka; b) odgałęźnik kontrolny; c) kątnik kontrolny; d) półfajka; e) fajka; f) wkrętka redukcyjna do puszek żeliwnych; g) wkrętka dławikowa do puszek

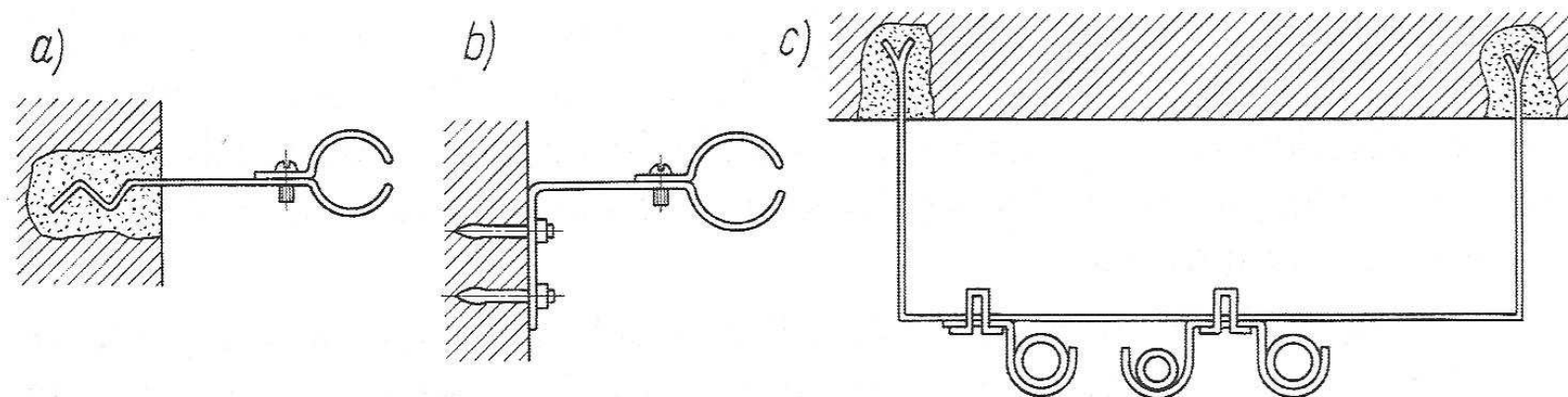
Na **rysunku 5.7** pokazano różne sposoby mocowania rur stalowych na uchwytych. Uchwyty te instaluje się na trasach poziomych co  $50 \div 80$  cm, a na odcinkach pionowych — co  $80 \div 100$  cm. Połączenia rur między sobą wykonuje się za pomocą złączek, do których dokręca się rury z obu stron. Aby umożliwić łatwe przeciąganie przewodów, należy stosować łagodne łuki na załomach trasy.

Korzysta się w tym celu z kątników lub zgina się rury na zimno za pomocą specjalnej giętarki umożliwiającej zachowanie na łuku niezniekształconego przekroju kołowego. Niektóre kątniki mają specjalne otwory z przykręcanymi pokrywami — ułatwia to przeciąganie przewodów przez zgięcie rury.

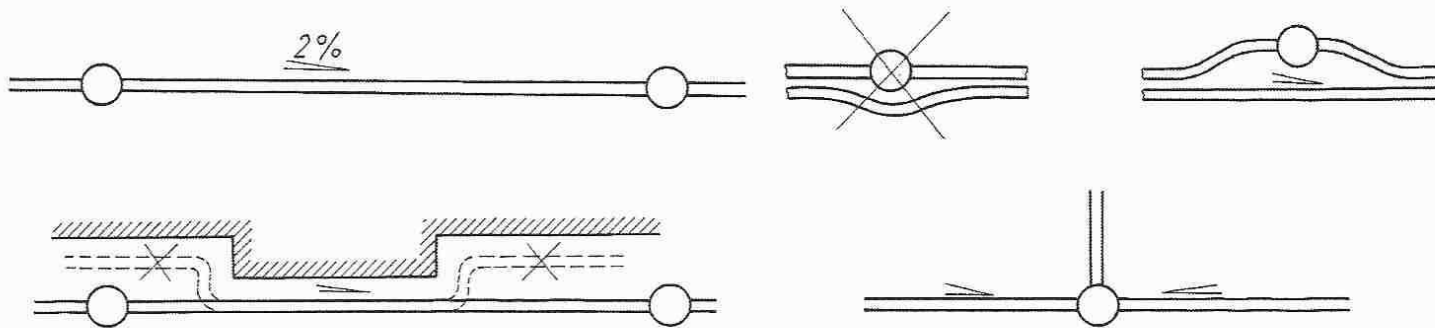


Korzysta się w tym celu z kątników lub zgina się rury na zimno za pomocą specjalnej giętarki umożliwiającej zachowanie na łuku niezniekształconego przekroju kołowego. Niektóre kątniki mają specjalne otwory z przykręcanymi pokrywami — ułatwia to przeciąganie przewodów przez zgięcie rury.

Wpływ na łatwość wciągania przewodów ma również sposób rozmieszczenia puszek. Puszki na linii prostej powinny się znajdować w odległości ok. 6 m, a między nimi nie powinno być więcej niż dwa załomy rury. Przy wprowadzaniu przewodów do puszek stosuje się wkładki dławikowe uszczelniające przewód za pomocą umieszczonego wewnątrz pierścienia gumowego. Dopasowanie rur do otworów w puszkach i łącznikach osiąga się dzięki wkładkom redukcyjnym.



**Rys. 5.7.** Sposoby mocowania rur stalowych: a) uchwyt do zamurowania; b) uchwyt do drewna lub kołków rozporowych; c) mocowanie kilku rur do uchwyty zatyckowych bezśrubowych



**Rys. 5.8.** Sposoby montażu rur zapobiegające gromadzeniu się w nich wody

W celu ochrony przed gromadzeniem się wody w rurach, powstałej wskutek skraplania się pary wodnej, należy je tak instalować, aby woda spływała do tych elementów instalacji, które są dostępne, tzn. przede wszystkim do puszek. Nachylenie rur do poziomu powinno w związku z tym odpowiadać spadkowi ok. 2%. Kilka praktycznych wskazówek dotyczących instalowania rur pokazano na **rysunku 5.8**.

Jak już wspomniano, znacznie większe zastosowanie mają rury winidurowe. Instalacje prowadzone w nich mają wiele zalet: są tańsze, lżejsze i łatwiejsze w montażu. Rury winidurowe są odporne na działanie kwasów i zasad, cechuje je dosyć duża wytrzymałość mechaniczna oraz stanowią dodatkową izolację przewodów.

Rury winidurowe mogą być wykonywane jako:

- sztywne typu RVS,
- giętkie typu RVKL.

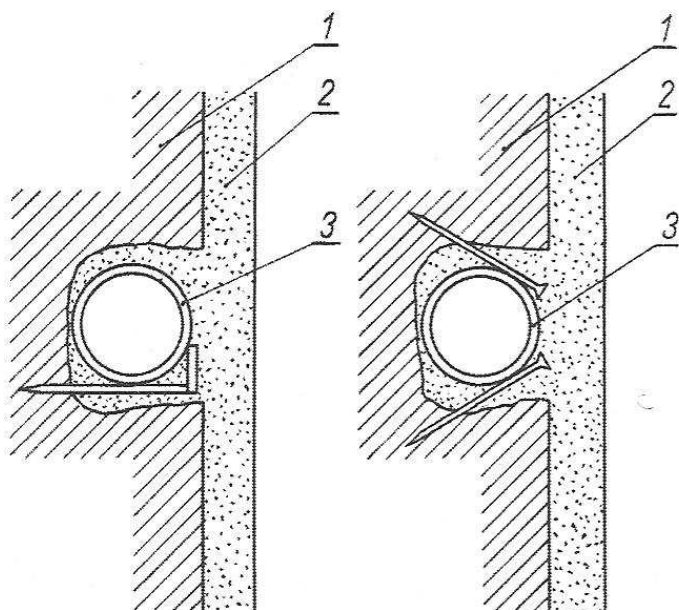
Zarówno rury RVS, jak i RVKL oraz elementy pomocnicze do nich są wykonywane z twardego polichlorku winylu w kolorze ciemnopopielatym, z tym że RVKL są specjalnie karbowane, a do ich wyrobu stosuje się zmiękczacze.

W rurach układa się przewody DY, ADY, LY i ALY. Średnicę rury dobiera się w zależności od typu, przekroju i liczby wciąganych przewodów.

Rury winidurowe są zazwyczaj stosowane w instalacjach podtynkowych (rys. 5.9), ze względu na mniejszą odporność na uszkodzenia mechaniczne.

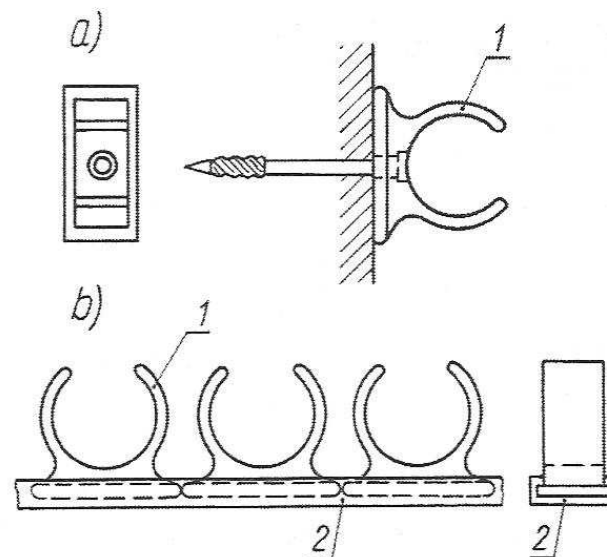
Rury typu ciężkiego mogą być wykorzystywane zarówno w instalacjach podtynkowych, jak i natynkowych. W instalacjach natynkowych rury wciska się do specjalnych elastycznych uchwytów z PVC. Uchwyty pojedyncze mogą być przymocowane do kołków rozporowych lub przyklejone do podłoża. Gdy mamy cały ciąg rur, wówczas uchwyty wsuwa się do specjalnej listwy mocowanej podobnie jak uchwyty pojedyncze — śrubami lub klejem (rys. 5.10). Do klejenia używa się kleju epoksydowego z utwardzaczem. Wytrzymałość spoiny często przekracza wytrzymałość podłoża.

Połączenie rur między sobą wykonuje się albo za pomocą **złączy dwukielichowych**, albo wsuwając rurę do uformowanego kielichowego rozszerzenia drugiej rury (rys. 5.11). Kielich formuje się w trakcie montażu. W tym celu rurę na odmierzonej długości nagrzewa się w specjalnym grzejniku do temperatury ok. 130°C, a następnie formuje odpowiedni kielich za pomocą **kalibratora**.



**Rys. 5.9.** Sposób mocowania rur instalacyjnych pod tynkiem

1 — mur, 2 — tynk, 3 — rura



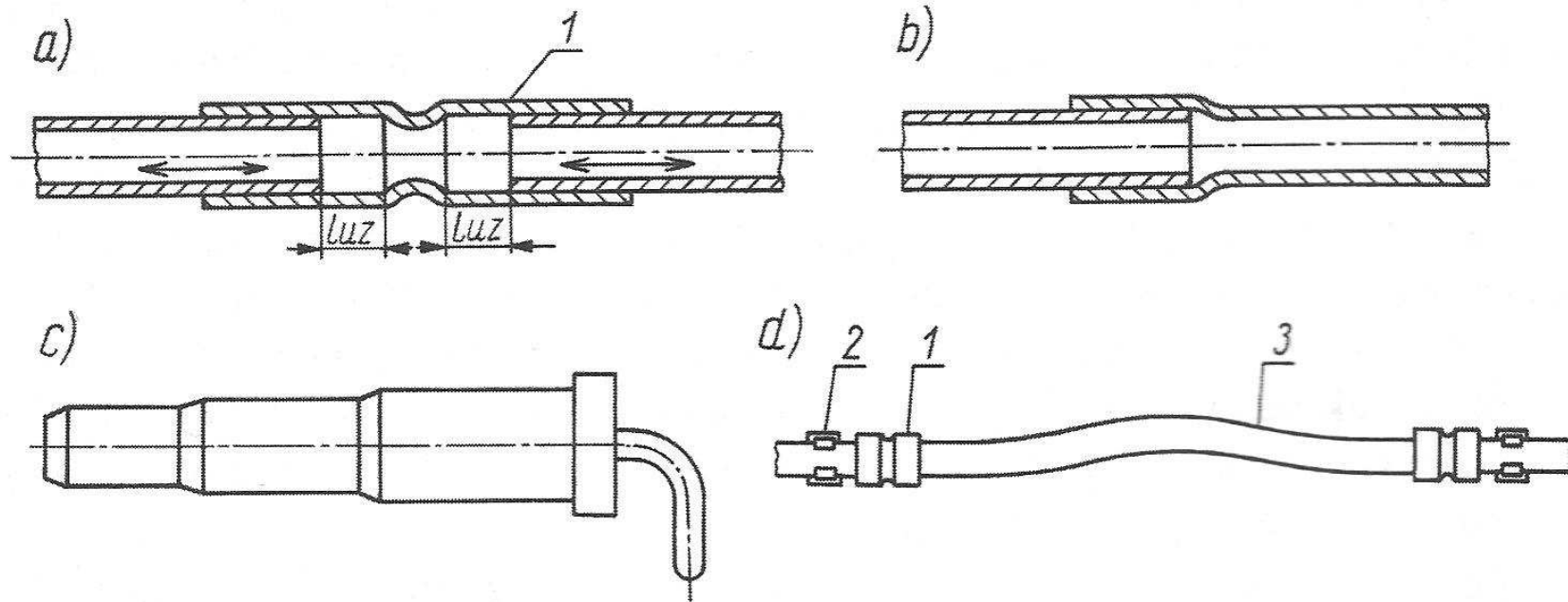
**Rys. 5.10.** Uchwyty do rur winidurowych:

a) uchwyt pojedynczy mocowany kołkiem rozporowym; b) kilka uchwytów wsuwanych do listwy

1 — uchwyt sprężysty, 2 — listwa zbiorcza

Rury winidurowe charakteryzują się dosyć dużą rozszerzalnością cieplną, dlatego wzrost temperatury o  $10^{\circ}\text{C}$  powoduje wydłużenie odcinka długości 10 m o 8 mm — w instalacjach należy przewidzieć możliwość wzdluznych przesunien rur. W tym celu przy laczeniu dwukielichowym zostawia się z obu stron odpowiedni luz (rys. 5.1 la). Jeżeli ze względu na środowisko instalacja powinna być szczelna, to wszystkie połączenia rur muszą być klejone, a do kompensacji wydłużeń stosuje się tylko wstawki elastyczne.

Wszelkie łuki w instalacjach można wykonać albo z odcinków elastycznych rur, albo też podgrzewając i wyginając zwykłą rurę na odpowiednim wzorniku (szablonie) za pomocą giętarki.



**Rys. 5.11.** Połączenie rur winidurowych: a) złączka dwukielichowa (widoczny luz kompensacyjny); b) łączenie jednokielichowe; c) kalibrator do wykonywania kielichów; d) złączka kompensacyjna z odcinka rury elastycznej

1 — złączka dwukielichowa, 2 — uchwyt, 3 — rura elastyczna

Przyłączanie rury do puszki odbywa się w podobny sposób jak przyłączanie rury do rury. Jeżeli otwór w puszcze jest gwintowany, to należy nagwintować również koniec rury.

Rury winidurowe w razie potrzeby obcina się piłką do drewna lub metalu. Możliwość łatwej obróbki rur winidurowych w znacznym stopniu przyspiesza i ułatwia montaż instalacji.

Gdy wykonujemy ciągi o dużej liczbie rur winidurowych lub stalowych, wówczas do ich układania stosuje się prefabrykowane drabinki oraz skrzynki zbiorcze do łączenia przewodów.

Ostatnią czynnością podczas wykonywania instalacji w rurach jest wciąganie przewodów i łączenie ich. W tym celu należy przeciągnąć przez rurę najpierw taśmę stalową zakończoną kulką, aby łatwiej pokonać nierówności wewnątrz rury. Następnie rozwija się przewody, przymocowuje do taśmy i przeciąga przez rurę. Przewody przeciągnięte należy obciąć, pamiętając o zostawieniu w puszcze zapasu do wykonania połączeń.

# Lekcja 39

## Temat: Instalacje wtynkowe.

Instalacje wtynkowe należą, jak dotychczas, do najczęściej montowanych w budownictwie mieszkaniowym i komunalnym. Są one również stosowane w zakładach przemysłowych, lecz w obiektach nieprodukcyjnych.

W tego typu instalacjach stosuje się płaskie **przewody wtynkowe miedziane** typu **YDYt** oraz płaskie **wtynkowe gniazda, łączniki i puszki rozgałęźne**. Przewody powinny być dobierane zgodnie z normą PN-EN 60446: 2004 „Oznaczenia identyfikacyjne przewodów elektrycznych barwami albo cyframi”.

Do wykonania instalacji wtynkowych stosuje się przewody wtynkowe wielożyłowe o izolacji polwinitowej typu Dyt. Można również układać w tynku przewody płaskie typu Dyp i YDYp.

Przewody układa się na wytrasowanych uprzednio liniach, mocuje je bezpośrednio do podłoża za pomocą gwoździ lub klamerek (rys. 5.12). Podczas mocowania na betonie metody te są nieskuteczne, toteż wówczas stosuje się najczęściej klejenie.

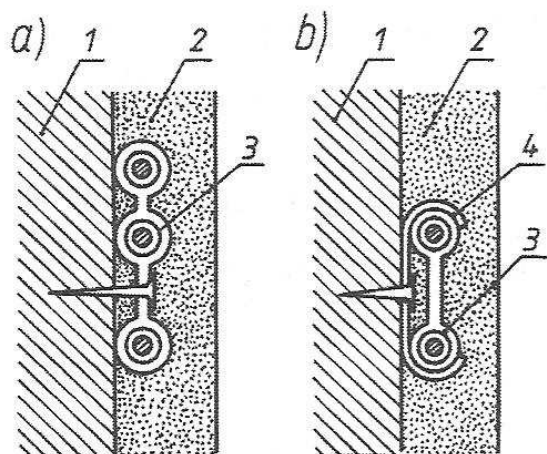
Ułożone już przewody pokrywa się warstwą tynku. Gdy zachodzi konieczność instalowania przewodów na ścianie już otynkowanej, należy wyźłobić w tynku wąski rowek i ułożyć w nim przewody.

Należy zawsze pamiętać, że **przewodów wtynkowych nie wolno układać bezpośrednio na podłożu palnym**. Powinny one być oddzielone od podłoża warstwą tynku o grubości minimum 5 mm.

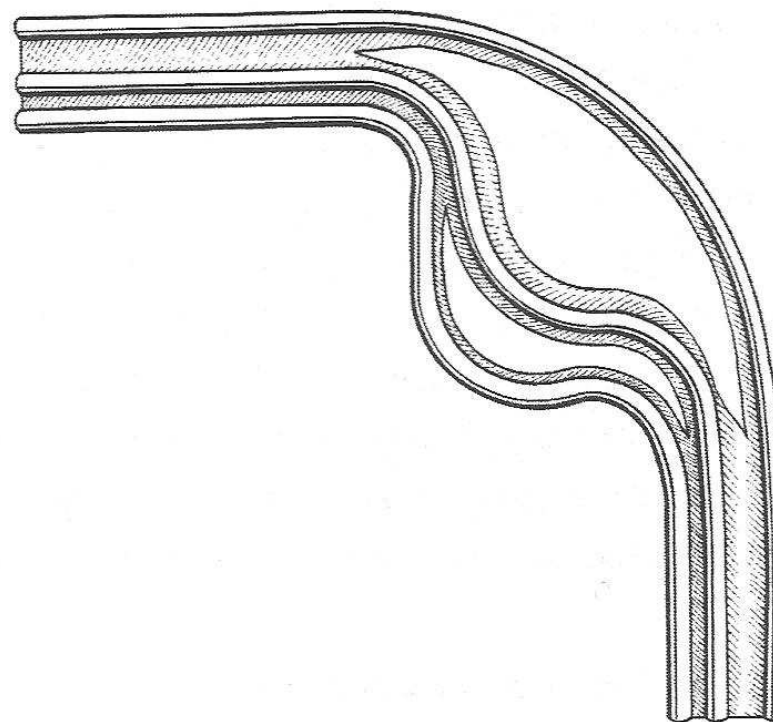
Przy układaniu przewodów podczas wykonywania łuków pionowych, w celu zachowania płaskiego ułożenia przewodu, wykonuje się na długości łuku nacięcie i wewnętrzne przewody krzywizny wygina w drugą stronę (**rys. 5.13**).

W pomieszczeniach nietynkowanych, np. piwnicach, po ułożeniu przewodów wtynkowych należy je obrzucić zaprawą murarską.

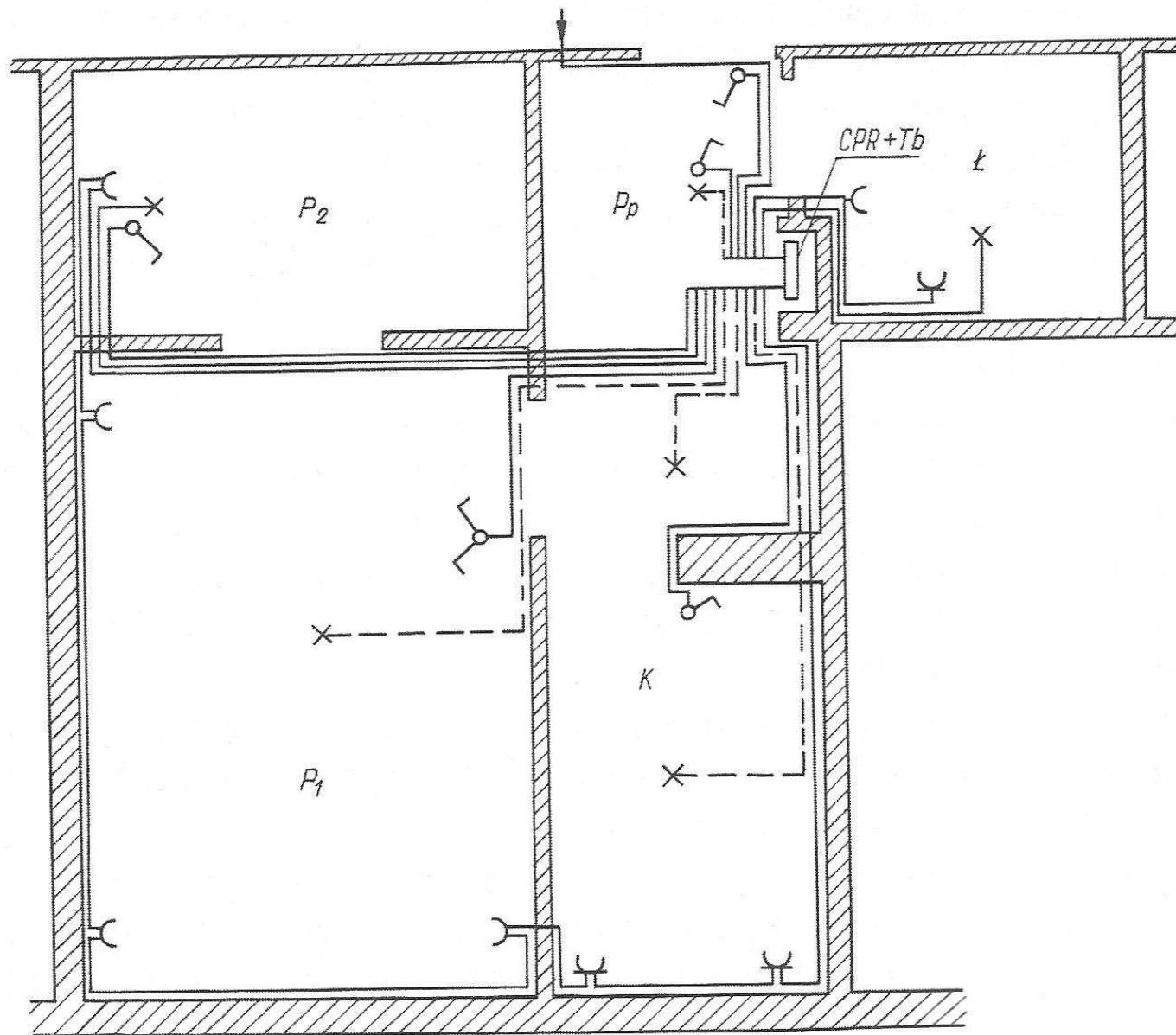




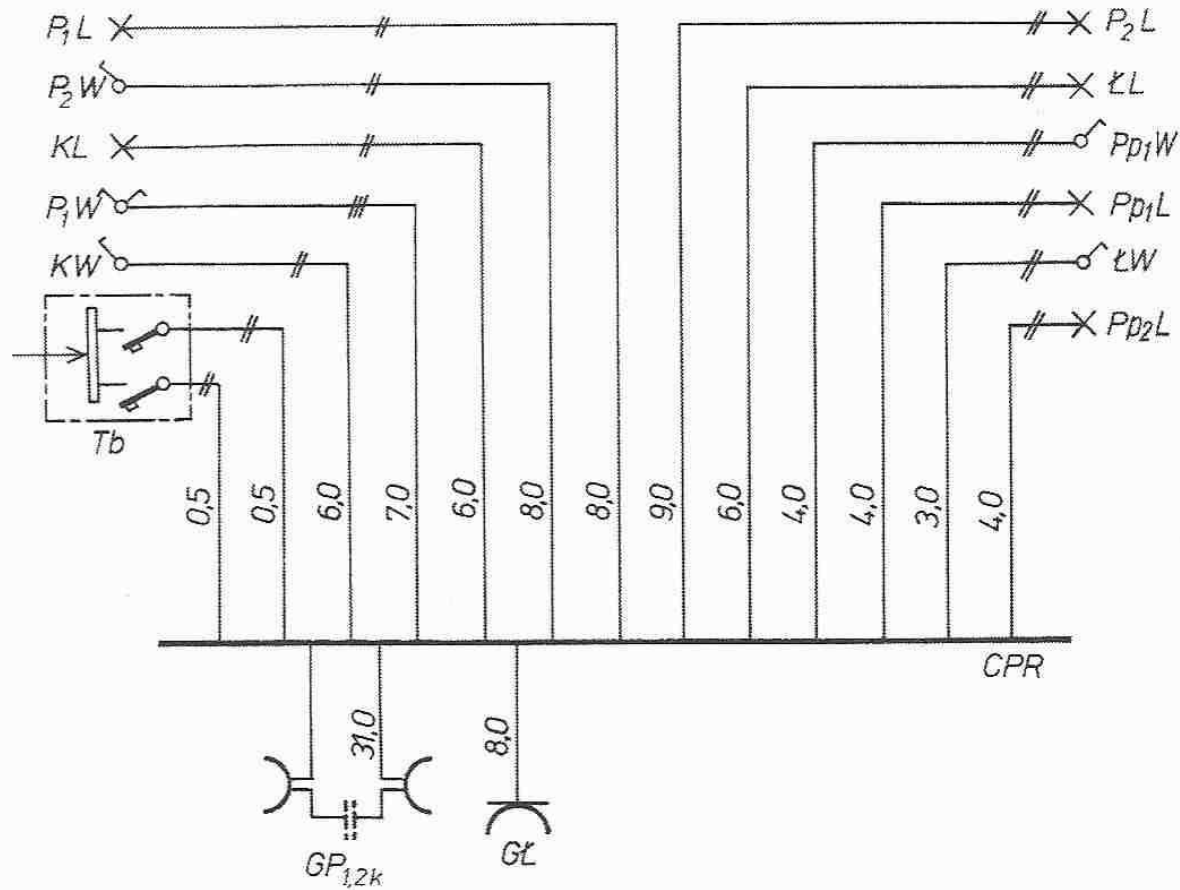
**Rys. 5.12.** Sposoby mocowania przewodów wtykowych do podłoża: a) bezpośrednio gwoździami; b) klamerkami  
 1 — mur, 2 — tynk, 3 — przewód, 4 — klamerka



**Rys. 5.13.** Wykonanie luków przewodem wtykowym



**Rys. 5.14.** Plan instalacji elektrycznej w typowym mieszkaniu z wykorzystaniem puszkii CPR



**Rys. 5.15.** Schemat instalacji z rysunku 5.14

Cyfry na schemacie oznaczają długości obwodów w metrach,  $W$  — łącznik,  $L$  — lampa,  $G$  — gniazdo,  $K$  — kuchnia,  $Ł$  — łazienka,  $Pp$  — przedpokój,  $P1, P2$  — pokoje,  $Tb$  — tablica bezpiecznikowa

Proces maksymalnej prefabrykacji elementów budowlanych wyłonił nowy sposób wykonywania instalacji mieszkaniowych. Aby jak najbardziej uprościć i przyspieszyć czas montażu na budowie, stosuje się centralne puszki rozgałęźne (CPR) z przymocowanymi do nich i zwiniętymi w krążki, odmierzonymi przewodami dla odpowiednich typów mieszkań. Idea puszki centralnej polega na doprowadzeniu osobnych przewodów do każdej lampy, wyłącznika i gniazda. Sposób ten wymaga użycia znacznie większej liczby przewodów, lecz eliminuje wszelkiego typu łączenia i puszki odgałęźne oraz, dzięki zastosowaniu prefabrykacji, znacznie przyspiesza montaż instalacji. Na **rysunkach 5.14 i 5.15** pokazano plan i schemat instalacji z zastosowaniem puszki CPR. Cechą charakterystyczną nowych rozwiązań w instalacjach mieszkaniowych jest m.in. łączenie wszystkich gniazd w pierścień. Ten dwustronny sposób zasilania zapewnia większą niezawodność.

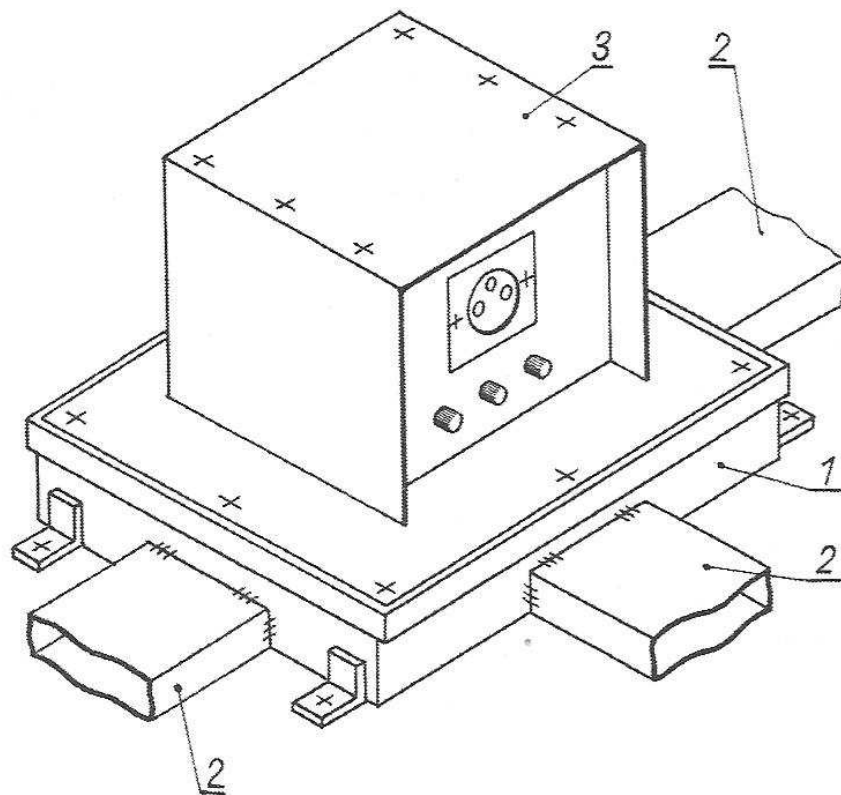
# Lekcja 40

## Temat: Instalacje podłogowe i w listwach elektroizolacyjnych.

W pomieszczeniach, w których duża liczba małych odbiorników jest umieszczona na całej powierzchni, i w których względy estetyczne odgrywają istotną rolę, zachodzi potrzeba stosowania innych typów instalacji niż dotąd omówione.

Zadania te spełnia **instalacja podłogowa**. Przewody są wciągane do specjalnych **prefabrykowanych kanałów** ułożonych w podłodze, przed zalaniem jej betonem.

Ciąg kanałów składa się z podstawowych odcinków poziomych oraz różnego typu elementów dodatkowych, jak skrzynki przelotowo-rozgałęźne, skrzynki przyłączone itp.

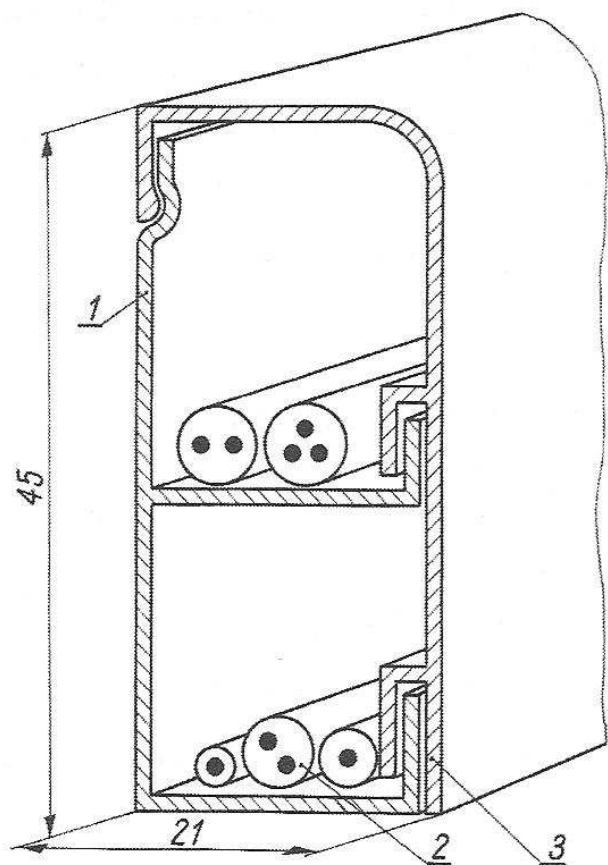


**Rys. 5.16.** Fragment instalacji podłogowej  
 1 — skrzynka przelotowo-rozgałęźna, 2 — fragmenty kanałów poziomych, 3 — skrzynka przyłączowa z gniazdem i wypustami dla trzech przewodów

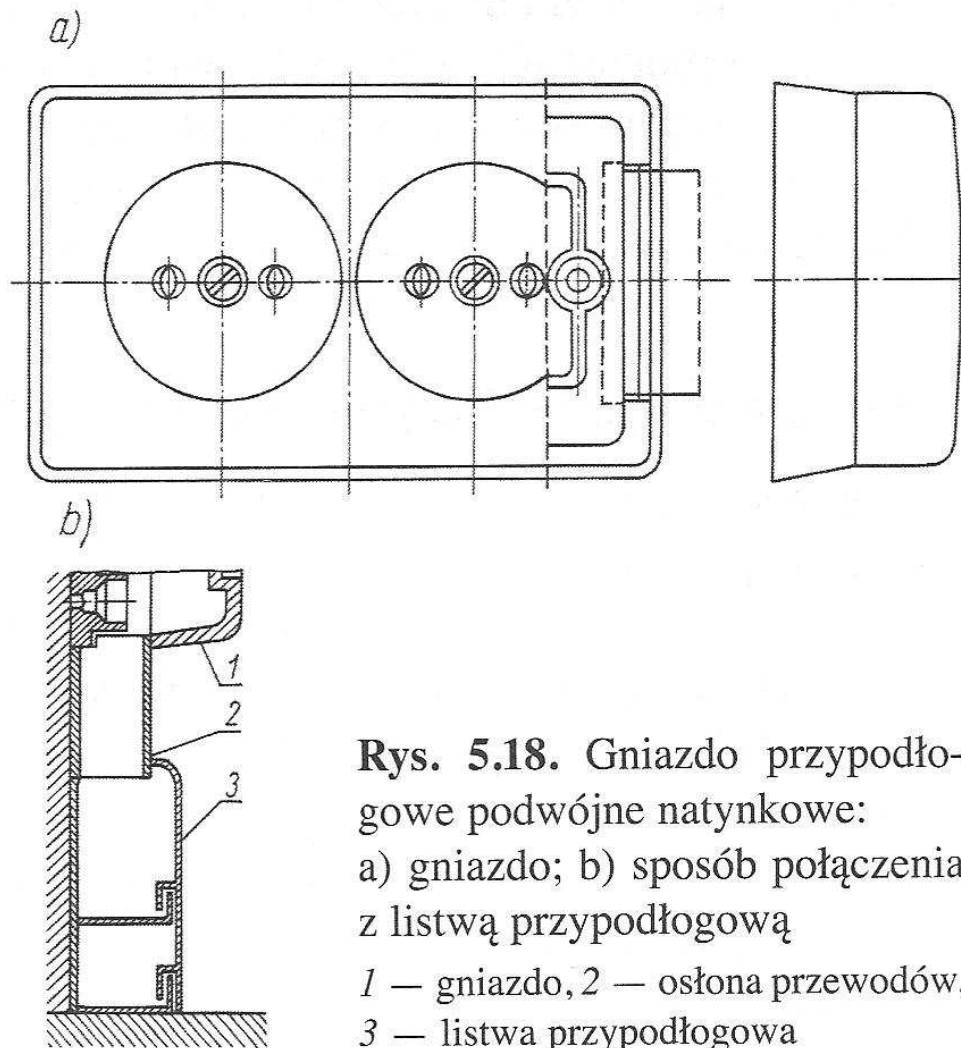
Wysokości kanałów wynoszą 28 i 43 mm w zależności od grubości warstw wylewanego podłoża, które wynoszą odpowiednio 60 i 100 mm. Skrzynki przelotowo-rozgałęźne odgrywają rolę puszek rozgałęźnych w instalacji tradycyjnej. Ich wysokość jest równa grubości podłoża. Po zalaniu instalacji pokrywy skrzynek znajdują się na poziomie podłogi i po ich odkręceniu wewnątrz skrzynki jest dostępne, co umożliwia wciągnięcie przewodów. Na skrzynkach przelotowo-rozgałęźnych można mocować skrzynki przyłączeniowe wystające nad poziom podłogi, w których mogą być zainstalowane gniazda, wyłączniki lub wyprowadzone przewody do zasilania odbiorników. Na **rysunku 5.16** pokazano skrzynkę przelotowo-rozgałęźną z doprowadzonymi kanałami poziomymi i z zainstalowaną na niej skrzynką przyłączową zawierającą gniazdo i wyjścia dla trzech przewodów.

Wysokość jest równa grubości podłoża. Po zalaniu instalacji pokrywy skrzynek znajdują się na poziomie podłogi i po ich odkręceniu wewnątrz skrzynki jest dostępne, co umożliwia wciągnięcie przewodów. Na skrzynkach przelotowo-rozgałęźnych można mocować skrzynki przyłączeniowe wystające nad poziom podłogi, w których mogą być zainstalowane gniazda, wyłączniki lub wyprowadzone przewody do zasilania odbiorników. Na **rysunku 5.16** pokazano skrzynkę przelotowo-rozgałęźną z doprowadzonymi kanałami poziomymi i z zainstalowaną na niej skrzynką przyłączową zawierającą gniazdo i wyjścia dla trzech przewodów.

W kanałach podłogowych można prowadzić przewody w izolacji i powłoce polwinitowej lub pojedyncze przewody instalacyjne w izolacji polwinitowej. Instalacje te różnią się od innych prefabrykowanych tym, że mogą być stosowane tylko w pomieszczeniach suchych.



**Rys. 5.17.** Listwa przypodłogowa  
 1 — podstawa z półkami na przewody,  
 2 — przewody, 3 — osłona



**Rys. 5.18.** Gniazdo przypodłogowe podwójne natynkowe:  
 a) gniazdo; b) sposób połączenia z listwą przypodłogową  
 1 — gniazdo, 2 — osłona przewodów,  
 3 — listwa przypodłogowa

Ze względu na swe charakterystyczne cechy instalacje podłogowe montuje się najczęściej w pomieszczeniach produkcyjnych przemysłu lekkiego i elektro-technicznego oraz w laboratoriach, pawilonach i sklepach.

**Prowadzenie przewodów w listwach przypodłogowych (rys. 5.17)** jest estetyczne i dosyć wygodne, wymaga jednak wielu prac montażowych na terenie budowy. Gniazda wtykowe są wówczas umieszczone nisko nad listwą podłogową (rys. 5.18). Przewody są doprowadzane do punktu świetlnego albo najkrótszą drogą w podłodze u sąsiada piętro wyżej, jeżeli lampa ma być zawieszona na środku sufitu, albo po ścianie w tynku, albo też przykleja się je na tynku, jeżeli lampa ma być umieszczona na ścianie. W ten sam sposób doprowadza się przewody do łączników.

Do **prowadzenia przewodów w szczelinach między płytami** wykorzystuje się szczeliny między płytami lub między ścianą a stropem. W ścianie szczelinę taką można powiększyć, rozkuwając ją i instalując rurę winidurową.

**Prowadzenie przewodów w bruzdach;** w trakcie prefabrykacji płyt można uwzględnić w nich kilka bruzd i otworów na osprzęt oraz na przejście przewodów przez ściany. Sposób ten stosuje się, gdy budynek jest stawiany z płyt surowych, tynkowanych po ich zmontowaniu.



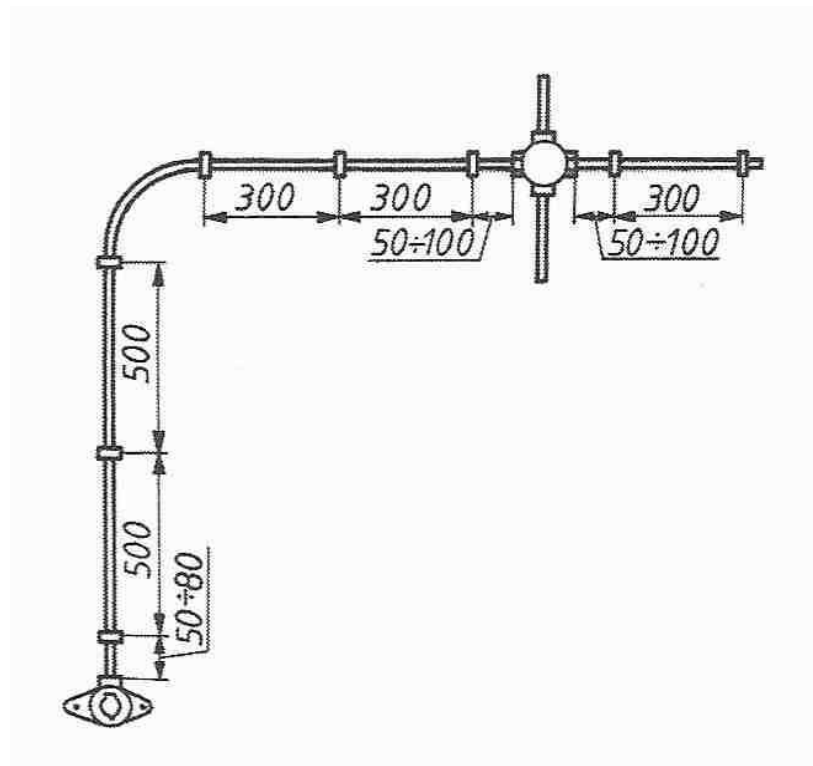
# Lekcja 41

## Temat: Instalacje natynkowe.

Instalacje natynkowe są stosowane zarówno w mieszkaniach, jak i zakładach przemysłowych, najczęściej w pomieszczeniach wilgotnych, gorących, z wyziewami żrącymi, niebezpiecznych pod względem pożarowym i wybuchowym, na podłożu drewnianym oraz na zewnątrz budynków. W wykonaniu zwykłym mocuje się przewody (głównie YDY-750 lub YADY-750) albo bezpośrednio na podłożu za pomocą metalowych opasek, albo za pomocą winidurowych uchwytów dystansowych. W pomieszczeniach wilgotnych lub o wyziewach żrących stosuje się instalacje natynkowe w wykonaniu szczelnym, przewody zaś prowadzi na uchwytach dystansowych, aby nie stykały się z podłożem.

Uchwyty do mocowania przewodów należy umieszczać w taki sposób, aby spełnić następujące wymagania (**rys. 5.19**):

- odstępy między uchwytami na odcinkach poziomych i pionowych powinny być jednakowe i wynosić odpowiednio 300 i 500 mm,
- odległość między łącznikiem (gniazdem) i najbliższym uchwytem powinna wynosić 50÷80 mm.



**Rys. 5.19.** Odległości między uchwytami w instalacji przewodami natynkowymi (w mm)

Przewody należy układać tak, aby w osprzęcie pozostał zapas 100 mm przewodu w celu wykonania połączeń, a powłoka izolacyjna przewodu kończyła się równo z zewnętrzną powierzchnią puszką. Przewody, które przechodzą przez ściany i stropy, muszą być umieszczone w przepustach z rur ochronnych stalowych lub innych o podobnej wytrzymałości, przy czym przepust powinien wystawać kilka centymetrów poniżej stropu i 120÷140 cm powyżej stropu. Rura ochronna powinna być założona również w tych miejscach, w których przewód jest narażony na uszkodzenia mechaniczne.

# Lekcja 42

## Temat: Instalacje przemysłowe.

**Wiadomości ogólne.** W budownictwie przemysłowym instalacje elektryczne powinny spełniać nieco inne zadania niż w budownictwie mieszkaniowym lub komunalnym. Do podstawowych wymagań należą:

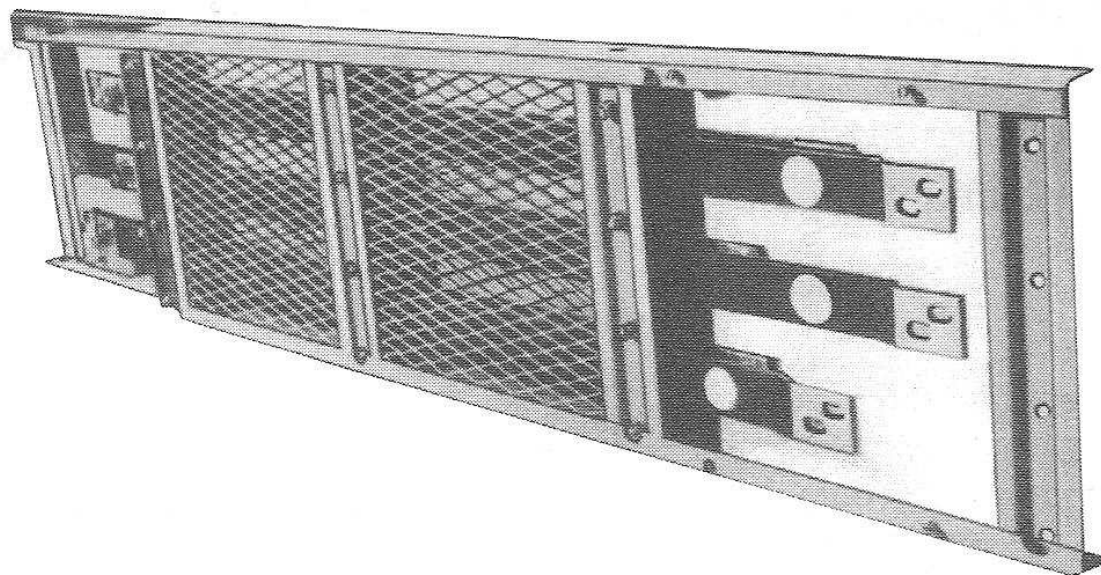
- przenoszenie nieraz bardzo dużych mocy,
- zasilanie dużej liczby różnorodnych odbiorników,
- możliwość rozbudowy,
- elastyczność — możliwość zmian i modernizacji,
- przejrzystość układu,
- estetyka,
- maksymalny stopień prefabrykacji.

Wymagania te spowodowały opracowanie wielu prefabrykowanych instalacji dostosowanych do różnych warunków pracy. Podstawą tych instalacji, z wyjątkiem przewodów szynowych, są najczęściej stosowane przewody w izolacji i osłonie polwinitowej (YDY, YADY).

Instalacje prefabrykowane można montować w pomieszczeniach suchych, wilgotnych i bardzo wilgotnych oraz w pomieszczeniach o wyziewach żrących, jeżeli zastosuje się specjalne środki antykorozyjne do pokrywania części metalowych.

Jako przykładowe omówiono kilka typów prefabrykowanych instalacji przemysłowych produkowanych i instalowanych przez firmę Elektromontaż.

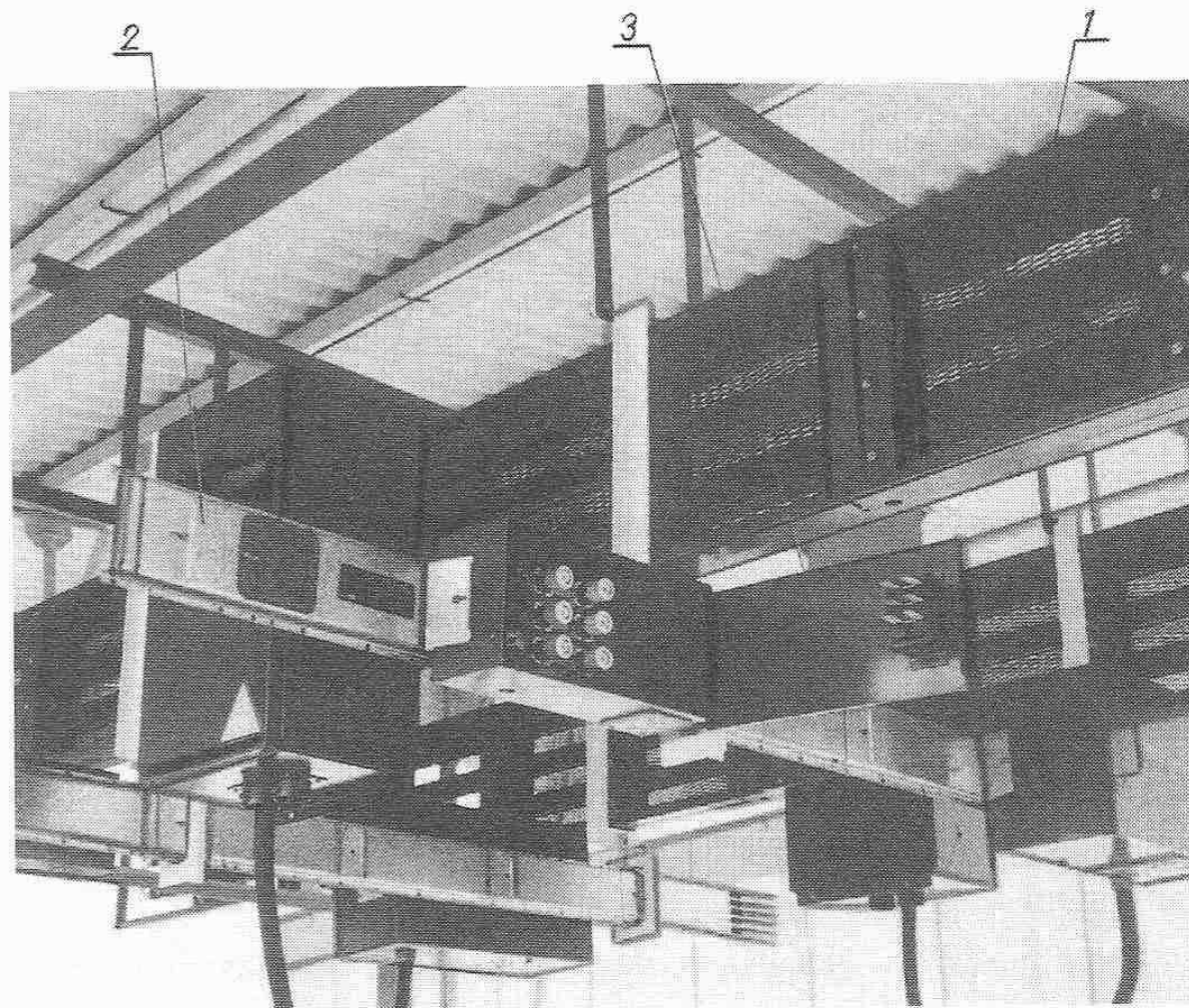
Przewody szynowe. Są to instalacje wykonane z szyn aluminiowych, duraluminiowych lub miedzianych, umieszczonych w specjalnych osłonach. Produkuje się przewody szynowe magistralne (rys. 5.20) o obciążalności dopuszczal-



**Rys. 5.20.** Przewód szynowy magistralny

**Rys. 5.21.** Przewody szynowe

1 — magistralne, 2 — rozdzielcze, 3 — widoczne szczelki skrzynki odpływowej, które po otwarciu drzwiczek rozwierają obwód

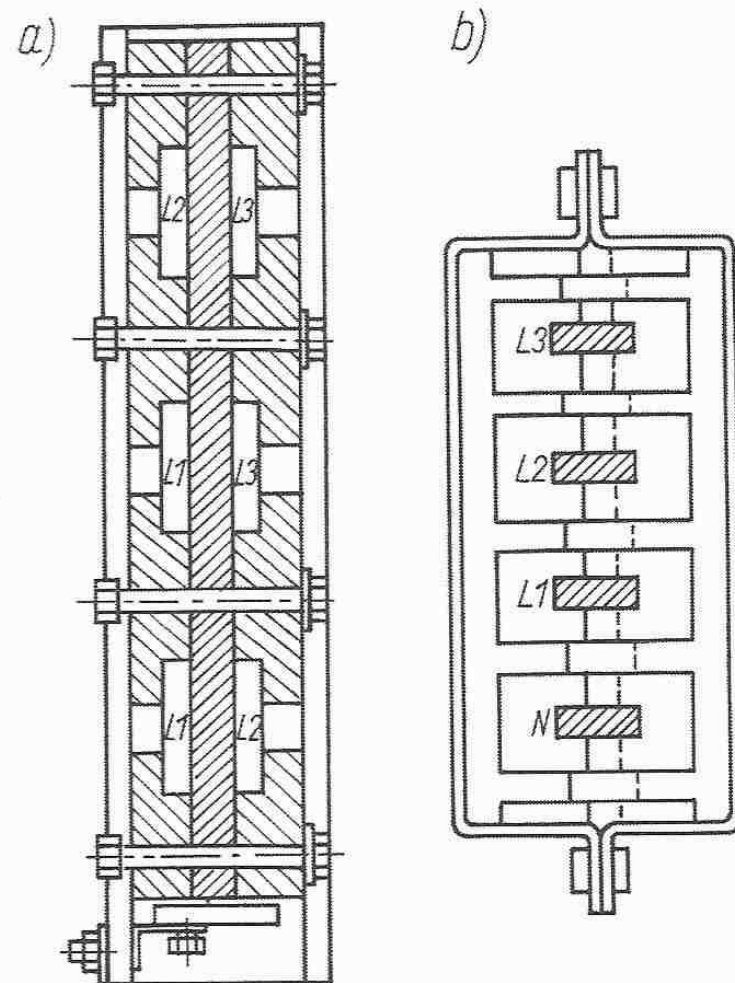


nej długotrwałej równej 1000÷2500 A oraz przewody szynowe rozdzielcze o obciążalności 160÷630 A. Instalację wykonaną takimi przewodami pokazano na **rysunku 5.21.**

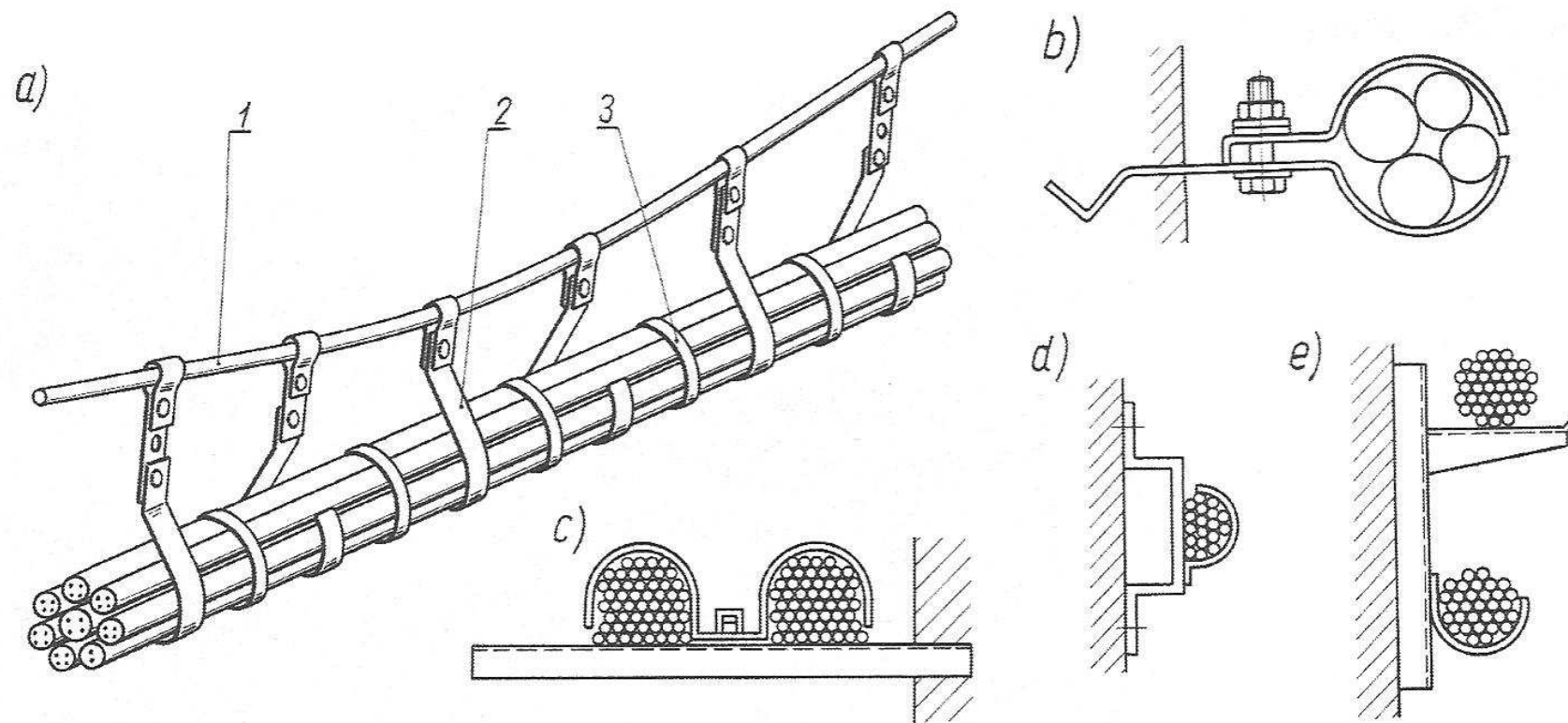
Przekroje poprzeczne skrzynek z przewodami szynowymi magistralnymi i rozdzielczymi pokazano na **rysunku 5.22**. Przewody magistralne mają po dwie szyny na fazę, ułożone niesymetrycznie w celu zmniejszenia indukcyjności. Są one na całej długości, z wyjątkiem miejsc połączeń, izolowane węzłem termokurczliwym wykonanym z polichlorku winylu. Są przystosowane do napięcia znamionowego o wartości 500 V; obecnie do napięcia 660 V.

Poszczególne skrzynki stanowiące elementy proste i kątowe łączy się ze sobą w dowolne układy przez skręcanie. Skrzynki szynowe mocuje się za pomocą obejm, maksymalnie co 6 m.

**Instalacje wiązkowe.** Niekiedy przewody prowadzi się w formie skupionej wiązki. Do wiązek stosuje się przewody w izolacji i powłoce polwinitowej. Uformowane wiązki układa się na uchwytych, drabinkach lub podwiesza na linkach nośnych (**rys. 5.23**).



**Rys. 5.22.** Przekrój skrzynki przewodu szynowego: a) magistralnego; b) rozdzielczego



**Rys. 5.23.** Sposoby prowadzenia instalacji wiązkowej: a) podwieszona na linie nośnej; b) na uchwycie; c) na wmurowanym ceowniku; d) na wsporniku z taśmą; e) na półce i w uchwycie kablowym

1 — linka nośna, 2 — uchwyt wiązki, 3 — opaska z taśmy aluminiowej

Dużą zaletą tego typu instalacji jest prostota, szybki montaż, duża oszczędność miejsca oraz elastyczność, a więc łatwość zmian i rozbudowy. Pewną wadę stanowi niezbyt estetyczny wygląd. Z wymienionych powodów instalacje wiązkowe zaleca się stosować:

- w tunelach i kanałach kablowych oraz piwnicach,
- na przestrzeniach otwartych,
- w obiektach prowizorycznych, np. na placach budów,
- w halach produkcyjnych,
- w miejscach o ograniczonej przestrzeni, szczególnie jeśli chodzi o brak możliwości prowadzenia innego typu instalacji (rurociągi technologiczne wodociągi, instalacje wentylacyjne itp.).

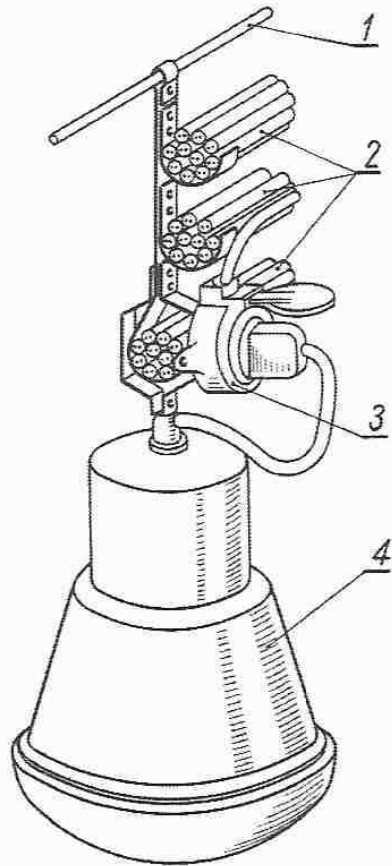
Instalacje te są szczególnie zalecane do przestrzeni zewnętrznych, gdzie miejsca podparcia znajdują się w dużej odległości od siebie. Zestaw prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych umożliwia prowadzenie kilku typów instalacji wiązkowych, w zależności od potrzeb i rodzaju trasy.

Są to instalacje:

- jednowiązkowe (rys. 5.23),
- wielowiązkowe (rys. 5.24),
- z odpływami indywidualnymi (rys. 5.25b),
- z odpływami magistralnymi (rys. 5.25a),
- z podwieszonymi oprawami oświetleniowymi (rys. 5.24).

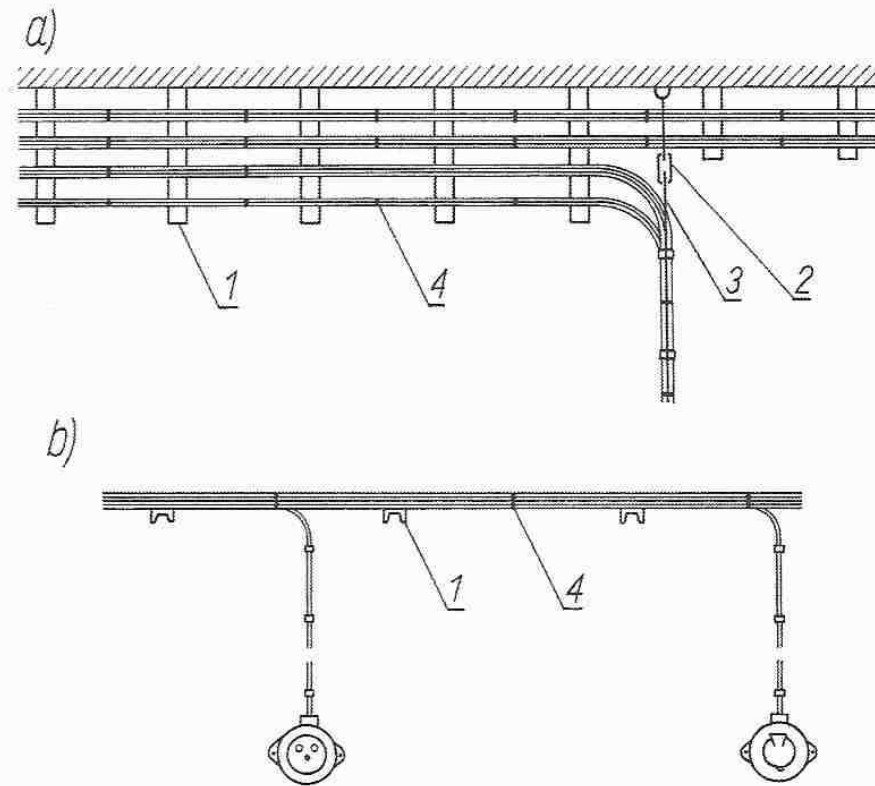
**Korytka instalacyjne.** Obecnie ze wszystkich instalacji prefabrykowanych najczęściej stosuje się prowadzenie przewodów w korytkach. Instalacje tego typu cechuje niezawodność i estetyka wykonania. Przewody są prowadzone w ciągu blaszanych korytek złożonych z: elementów prostych (rys. 5.26), blach krzyżowych oraz łączników prostych, kątowych i łukowych (rys. 5.27).





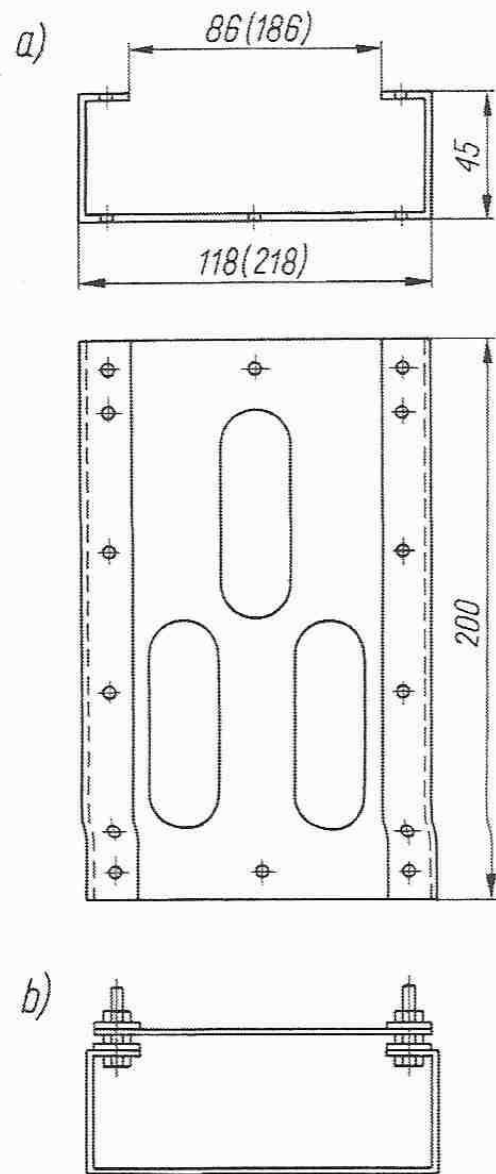
**Rys. 5.24.** Instalacja wielowięzkowa z podwieszoną oprawą oświetleniową

1 — linka nośna, 2 — wiązki przewodów, 3 — gniazdo wtyczkowe, 4 — lampa

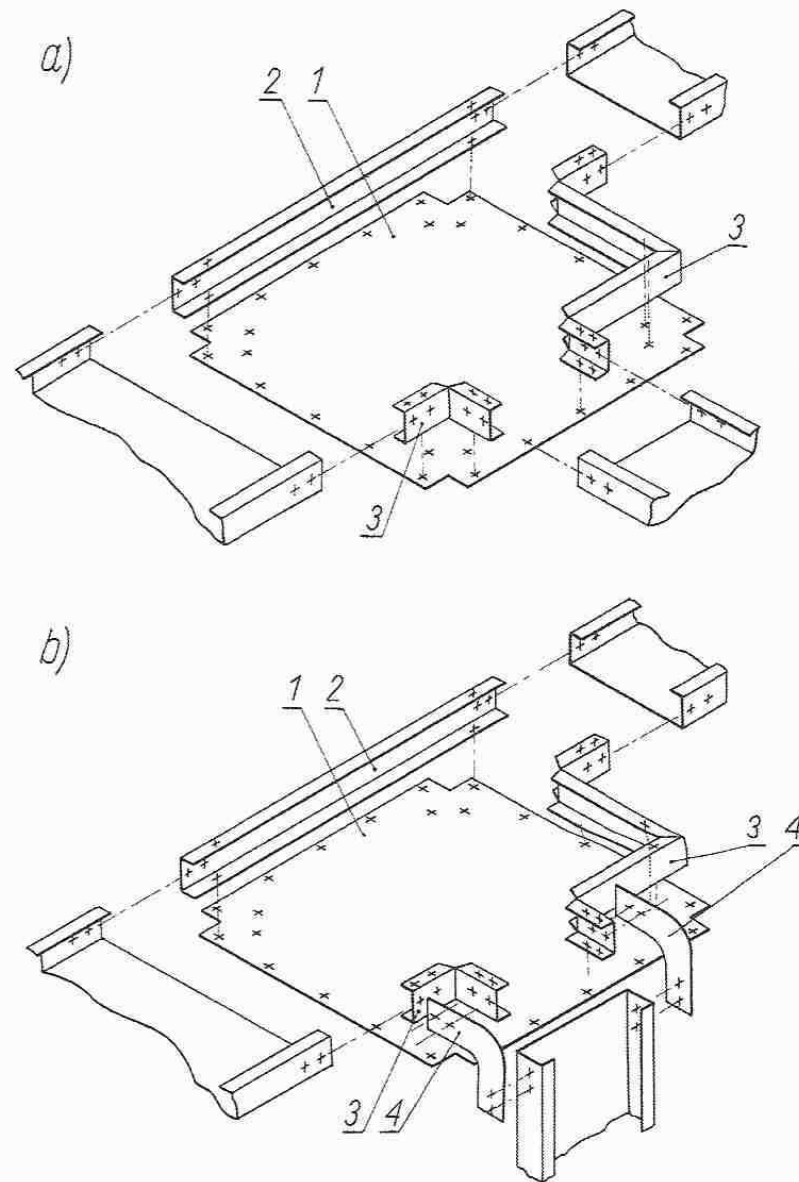


**Rys. 5.25.** Instalacja wiązkowa: a) z odpływami magistralnymi — na rysunku odpływy magistralne są zawieszane na linie nośnej; b) z odpływami indywidualnymi

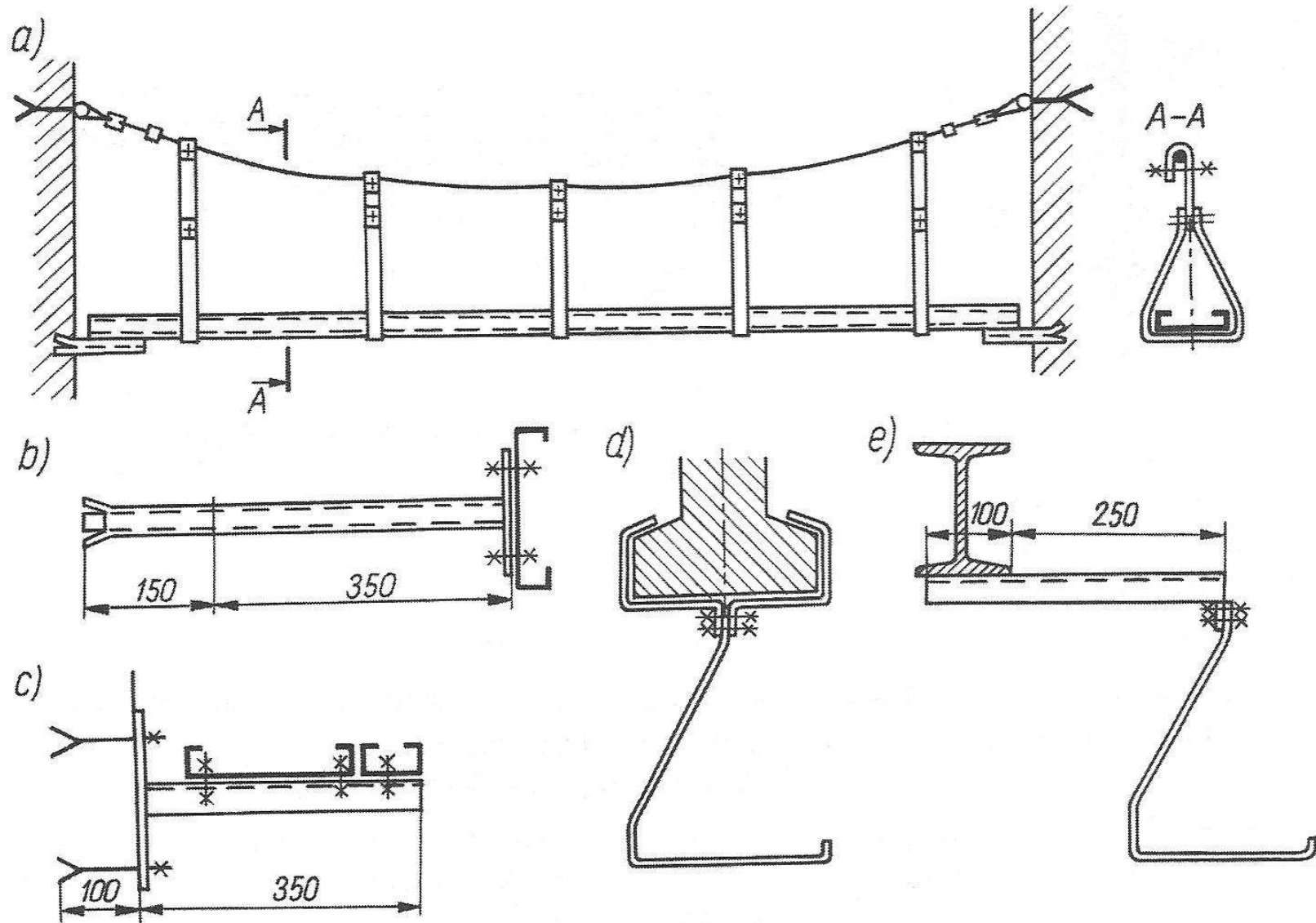
1 — wspornik z ceownika, 2 — ściągacz (śruba rzymska) do regulacji naciągu linki nośnej, 3 — linka nośna, 4 — opaska ściągająca wiązkę



**Rys. 5.26.** Korytka instalacyjne:  
 a) element prosty; b) przekrój ko-  
 rytka z przymocowaną pokrywą



**Rys. 5.27.** Łączenie elementów rozgałęźnych korytek:  
 a) odgałęzienie poziome; b) odgałęzienie pionowe  
 1 — blacha krzyżowa, 2 — łącznik prosty, 3 — łączniki  
 kątowe, 4 — łącznik łukowy



**Rys. 5.28.** Konstrukcje wsporcze do korytek: a) podwieszenie na linie; b) ciąg pionowy korytek na wsporniku wmurowanym; c) ciąg poziomy korytek na wsporniku wmurowanym; d), e) dwa sposoby podwieszenia wzdłuż dźwigara

Dno korytek jest odpowiednio dziurkowane, co umożliwia wyprowadzenie przewodów i mocowanie puszek odgałęźnych oraz polepsza warunki chłodzenia przewodów. Jeżeli instalacja jest prowadzona w miejscach narażonych na uszkodzenie mechaniczne, to korytka należy przykryć blaszanymi pokrywami (rys. 5.26b).

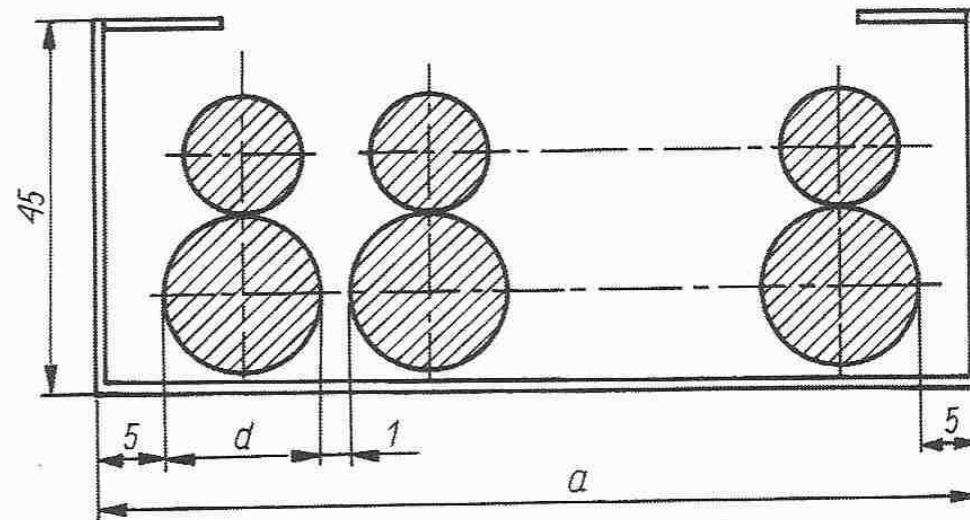
Korytka umieszcza się na specjalnych podporach lub zawiesza na linie nośnej (rys. 5.28), podobnie jak instalacje wiązkowe. Odległość maksymalna punktów podparcia nie może przekroczyć 3 m. Przewody w korytkach można układać jedno- lub i wielowarstwowo. Instalacja jest ekonomiczna, jeżeli stosuje się ją co najmniej dla 4 przewodów. Rozmiary korytek i ewentualnie ich liczbę, w zależności od liczby i średnicy przewodów, dobiera się według wzoru (rys. 5.29):

$$a \geq \frac{\sum d + (n - 2)}{2} + 10 \quad (5.1)$$

w którym:  $a$  — szerokość korytka, w mm;  $\sum d$  — suma średnic zewnętrznych przewodów, w mm;  $n$  — liczba przewodów ułożonych w korytku.

Na trasach poziomych przewody układa się luźno w korytkach, nie mocując ich, natomiast na odcinkach pionowych mocuje się je, przyciskając płaskownikiem dziurkowanym i skręcając śrubami.

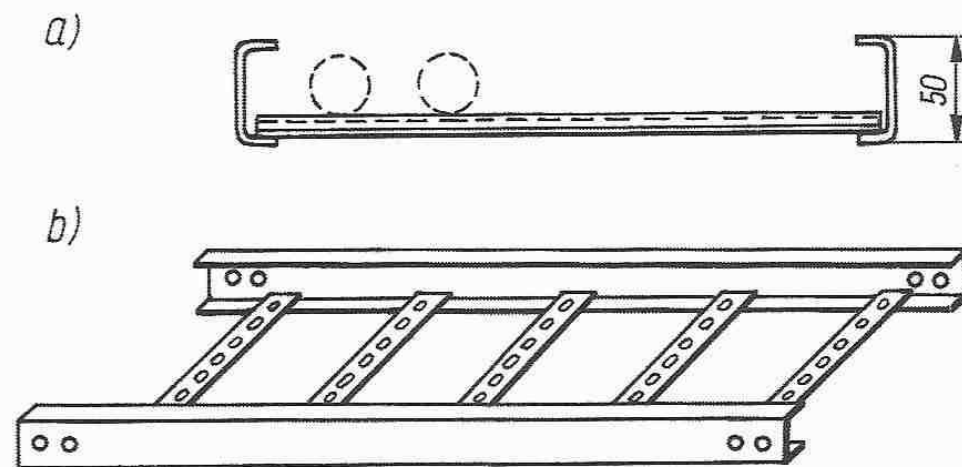
**Rys. 5.29.** Ułożenie przewodów w korytku



W korytkach można również układać przewody sygnalizacyjne i sterownicze wspólnie z przewodami siłowymi i oświetleniowymi, jeżeli oddziaływanie indukcyjne nie będzie powodować zakłóceń w ich pracy.

Przewody układane w korytkach powinny mieć izolacje dostosowaną do napięcia znamionowego o wartości co najmniej 500 V. Ciąg korytek jest uziemiany lub zerowany, w zależności od zainstalowanego systemu ochrony przeciwporażeniowej.

**Rys. 5.30.** Drabinka kablowa:  
a) przekrój; b) widok elementu prostego



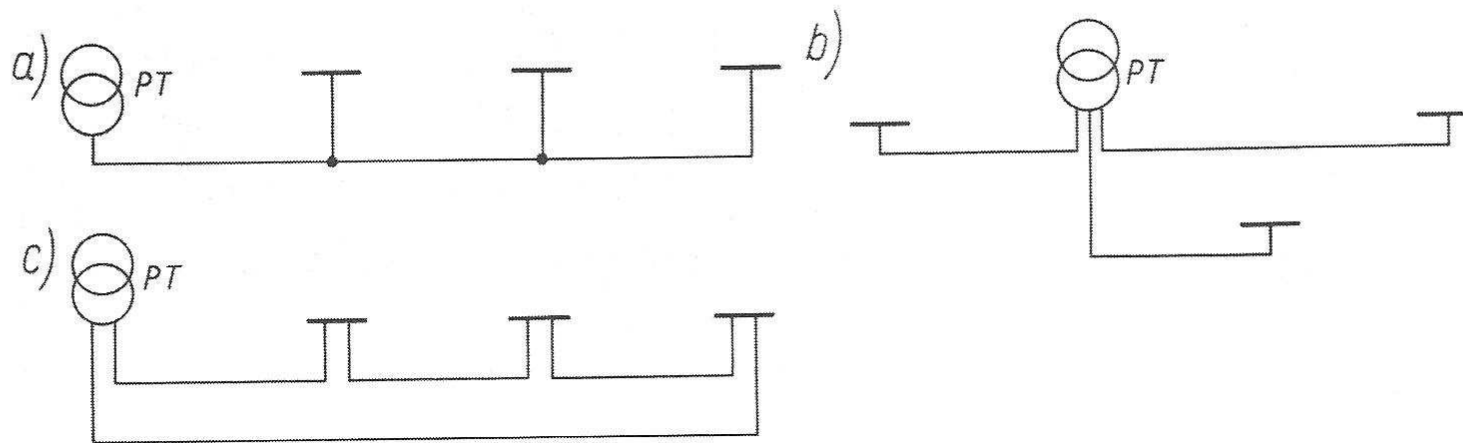
**Drabinki kablowe.** W zakładach przemysłowych wykonuje się często instalacje kablowe. Wówczas dogodniej jest prowadzić je na prefabrykowanych drabinkach. Drabinki są bardzo podobne do korytek omówionych poprzednio i mają takie same zalety. Zamiast blachy uformowanej w kształcie korytka są one zbudowane z dwóch ceowników blaszanych, między które w pewnych odstępach są wstawiane „szczeble” z blachy dziurkowanej — stąd nazwa drabinki. Dziurkowanie blachy umożliwia mocowanie kabli uchwytnymi. Na **rysunku 5.30** pokazano element prostej drabinki kablowej.

# Lekcja 43

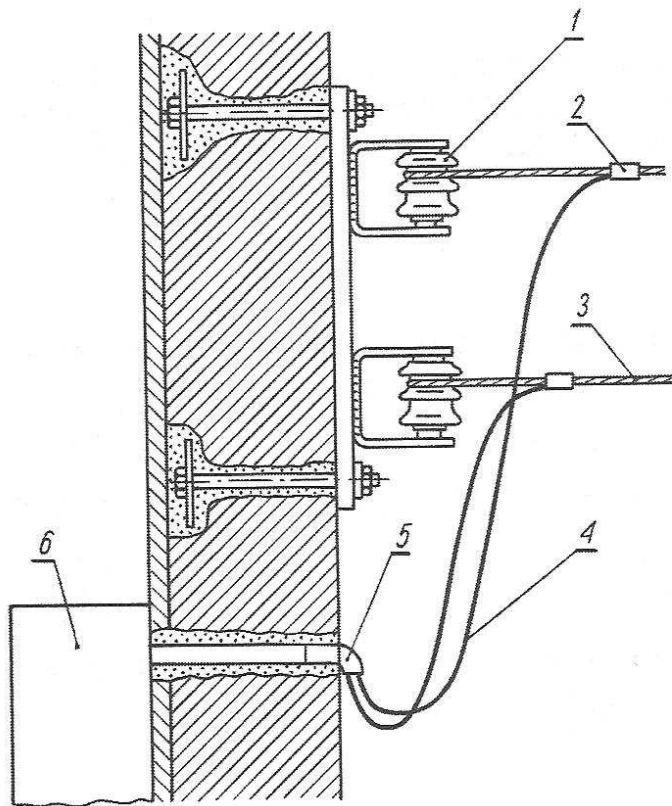
## Temat: Przyłącza i złącza.

W zależności od rodzaju zasilanego obiektu i rodzaju sieci zasilającej stosuje się różnego typu przyłącza napowietrzne lub kablowe. Rozróżnia się trzy rodzaje zasilania przyłączy: **odgałęźne**, **promieniowe** i **przelotowe** (rys. 5.31).

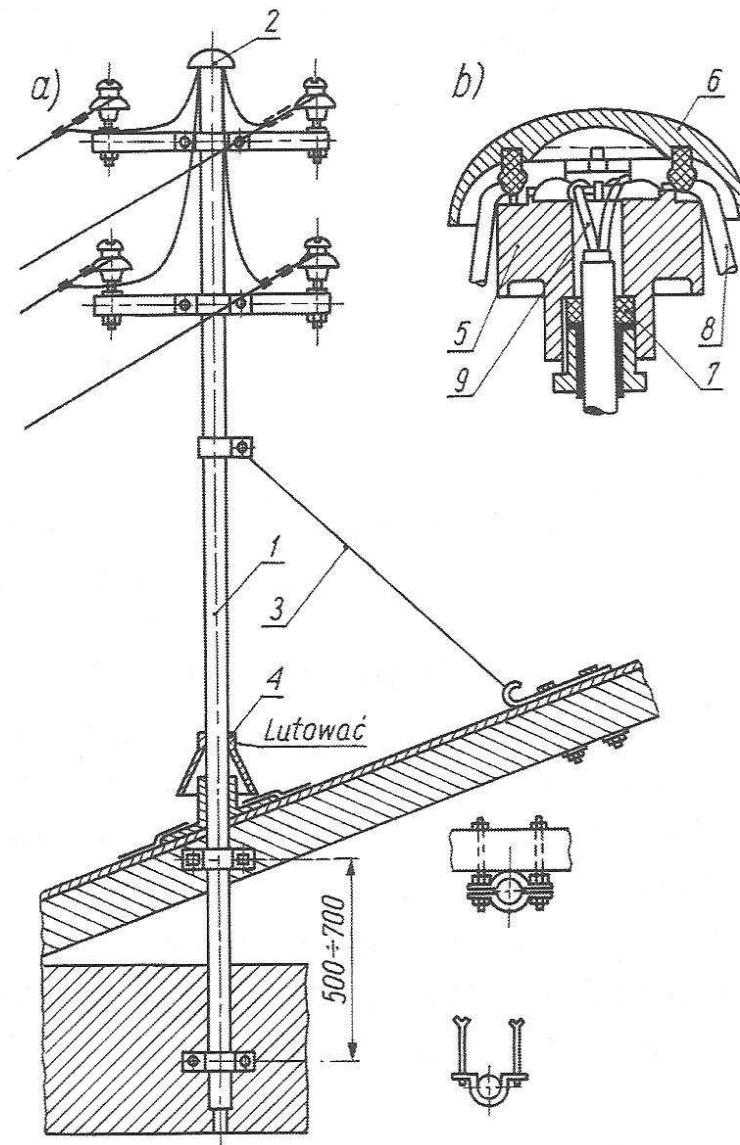
W małych miejscowościach, gdzie zabudowa jest niewysoka i luźna, stosuje się najczęściej **przyłącza napowietrzne**, wykonywane prawie wyłącznie jako odgałęźne. Wśród nich najczęściej spotyka się przyłącza **ścienne**. W tego typu



Rys. 5.31. Rodzaje zasilania przyłączy: a) odgałęźne; b) promieniowe; c) przelotowe



**Rys. 5.32.** Przyłącze napowietrzne ściennie  
 1 — izolator szpulowy, 2 — złączka, 3 — przewód napowietrzny, 4 — przewód w izolacji polwinitowej, 5 — półfajka, 6 — skrzynka złącza



**Rys. 5.33.** Przyłącze napowietrzne stojakowe:  
 a) widok ogólny; b) daszek izolacyjny  
 1 — rura stalowa, 2 — daszek izolacyjny, 3 — odciąg, 4 — okap, 5 — podstawa daszka, 6 — kaptur, 7 — dławik uszczelniający, 8 — przewód w izolacji polwinitowej, 9 — przewód prowadzony w rurze

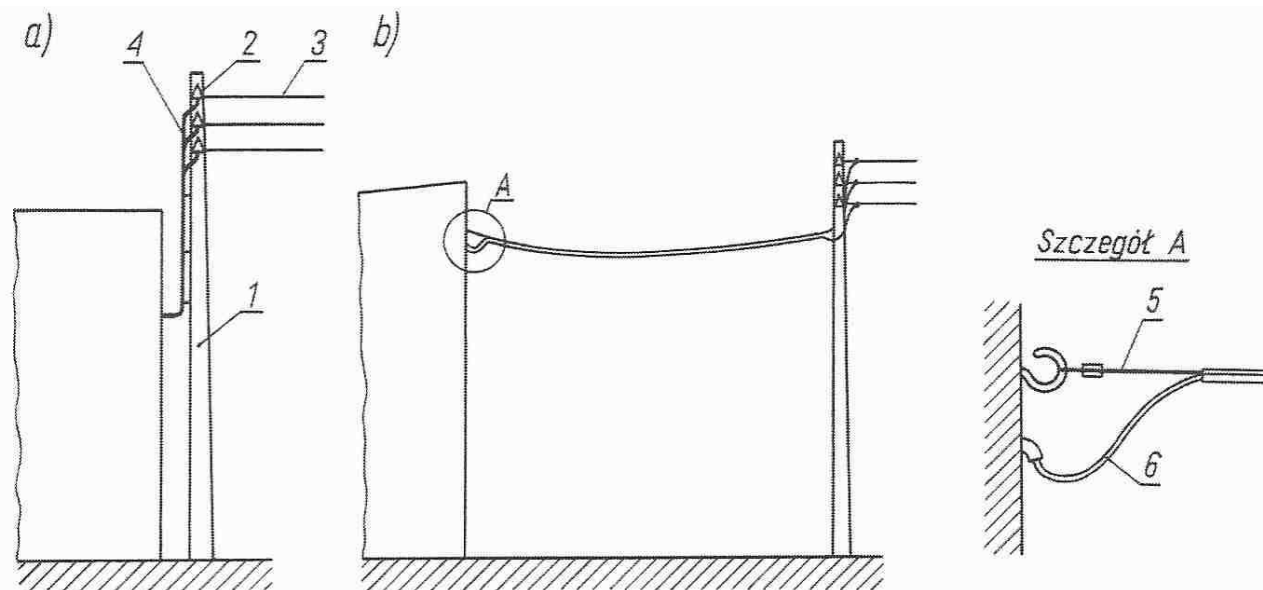


przyłączy linię napowietrzną doprowadza się do izolatorów umieszczonych na ścianie budynku (**rys. 5.32**). Do przewodów linii napowietrznej przyłącza się, za pomocą zacisków odgałęźnych, przewody wprowadzone przez półfajki do złącza wewnątrz budynku. Do wykonywania połączeń między linią napowietrzną a złączem służą przewody w izolacji polwinitowej, np. ADYd, ALYd, DYd.

Innym typem przyłącza napowietrznego jest **przyłączy stojakowe**. Przewody linii napowietrznej są tu doprowadzone do izolatorów umieszczonych na stojaku (rura stalowa zakończona daszkiem).

Przewody izolowane wprowadza się do wnętrza budynku przez rurę (**rys. 5.33**).

Przyłącza napowietrzne mogą być również wykonane jako **przyłącza kabelkowe** lub **przyłącza przewodem samonośnym**. Obecnie spotyka się je stosunkowo rzadko, niemniej jednak przyłącza przewodem samonośnym są przewidziane w najbliższych latach do powszechnego stosowania. Oba rodzaje przyłączy pokazano na **rysunku 5.34**.



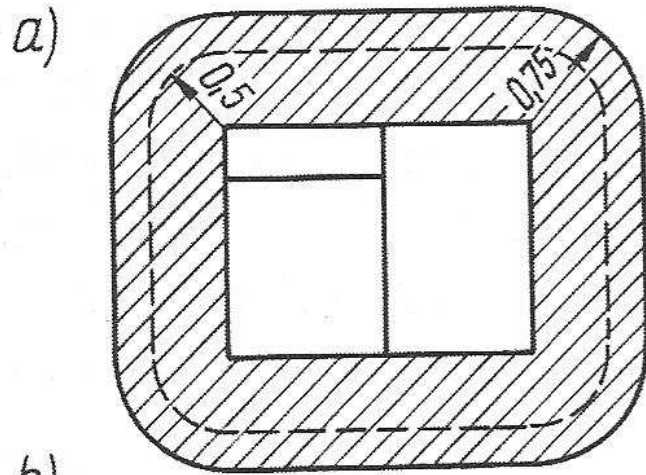
**Rys. 5.34.** Przyłącza napowietrzne: a) kabelkowe; b) przewodem samonośnym

1 — słup, 2 — izolator, 3 — przewód napowietrzny, 4 — przewód kabelkowy, 5 — linka nośna, 6 — przewód

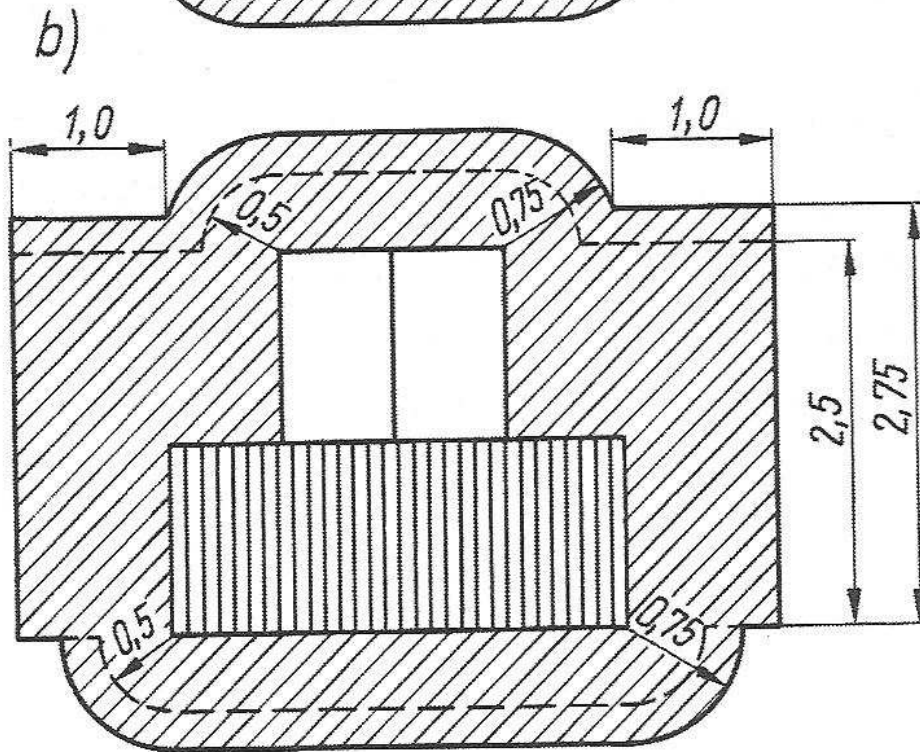
Podczas prowadzenia przewodów przyłączy napowietrznych należy przestrzegać zasady, aby przewody nie przebiegały zbyt blisko okien, balkonów lub innych łatwo dostępnych miejsc (**rys. 5.35**).

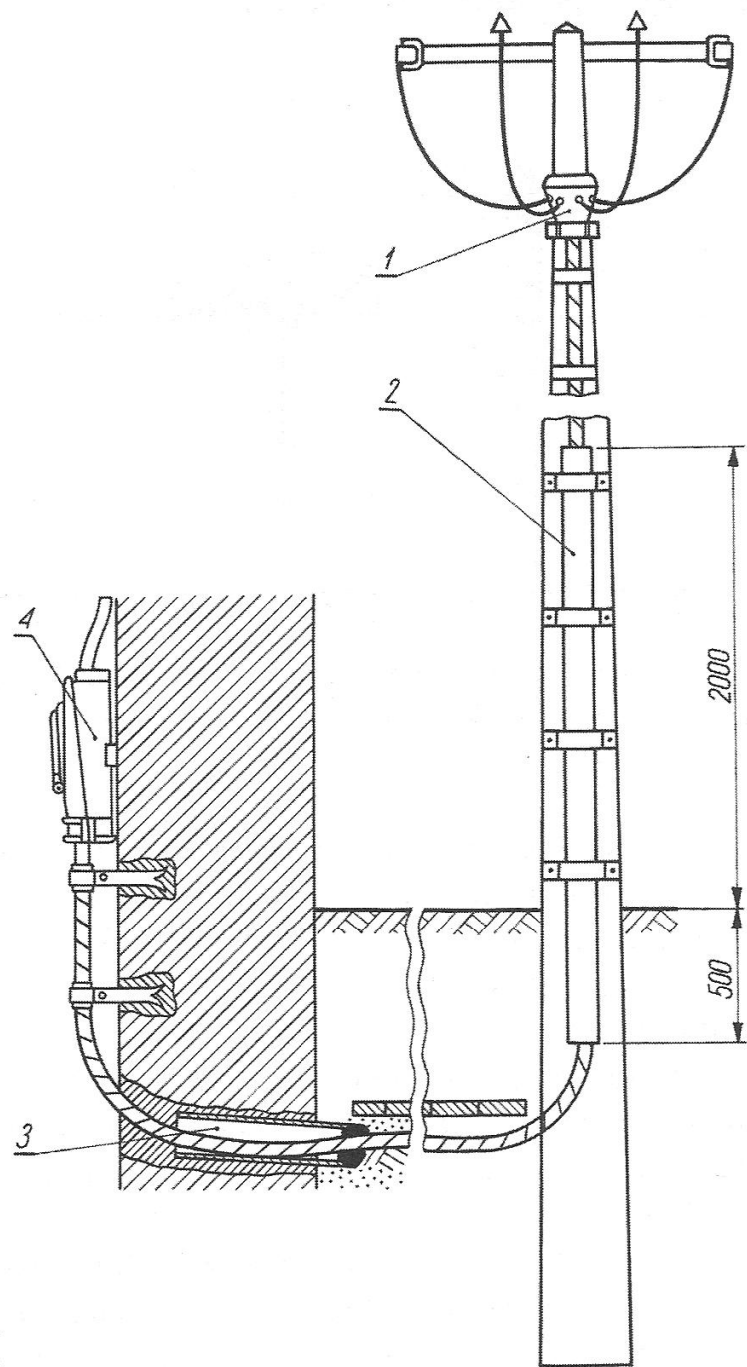
Wymiary podano w metrach; linia kreskowa dotyczy przewodów izolowanych lub uziemionych

W nowoczesnym budownictwie — zarówno mieszkaniowym, jak komunalnym i przemysłowym — najczęściej są stosowane **przyłącza kablowe**. Wiąże się to przede wszystkim z coraz bardziej powszechnym stosowaniem sieci kablowych, szczególnie w miastach i w zakładach przemysłowych. Często jednak, nawet podczas prowadzenia sieci napowietrznych, przyłącza wykonuje się jako kablowe. W przyłączach kablowych uwzględnia się głównie **zasilanie promieniowe** lub **przelotowe**. Zasilanie odgałęźne wymaga stosowania muf rozgałęźnych,



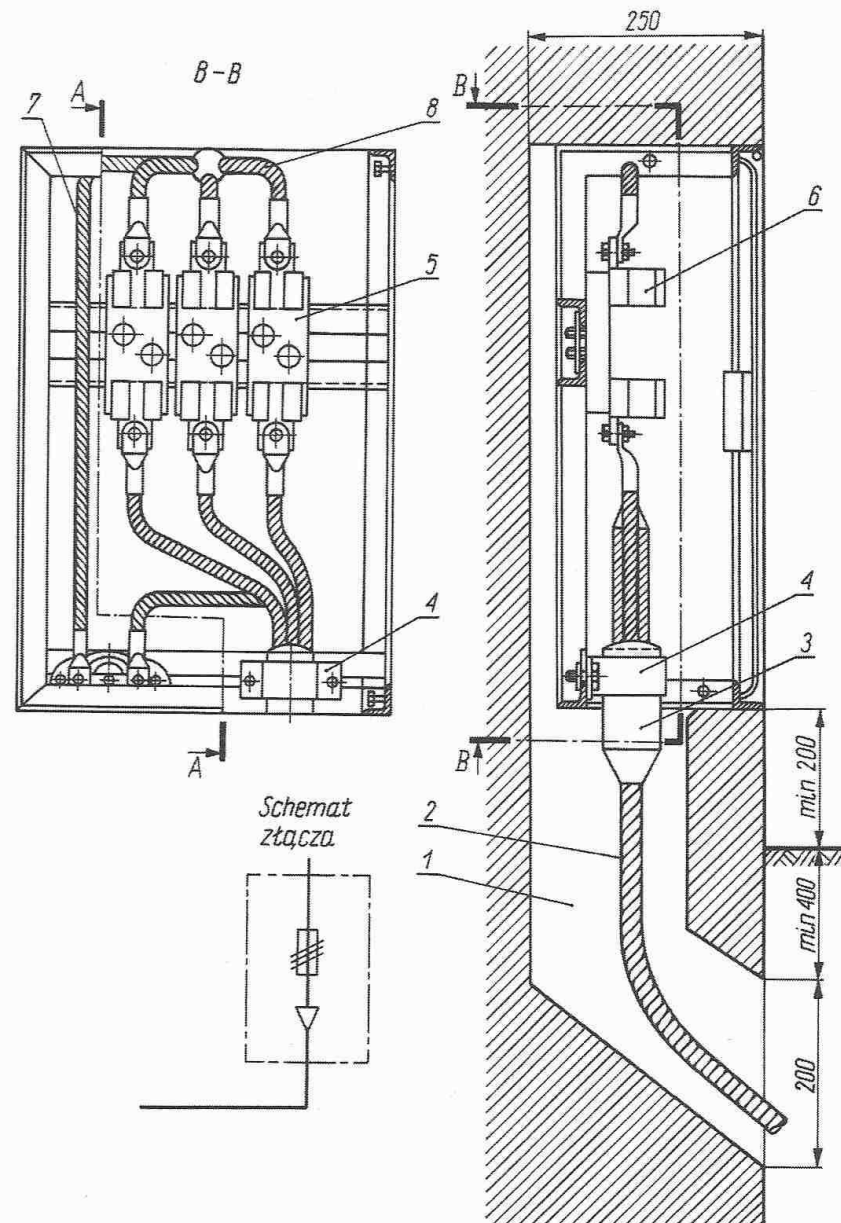
**Rys. 5.35.** Przestrzenie wokół łatwo dostępnych miejsc budynku, przez które nie mogą przebiegać przewody przyłącza: a) okno; b) balkon





**Rys. 5.36.** Przyłącze kablowe z linii napowietrznej

1 – głowica kablowa, 2 – rura ochronna kablowa, 3 – przepust rurowy, 4 – złącze



**Rys. 5.37.** Typowe złącze kablowe zewnętrzne w budynku mieszkalnym i sposób wprowadzenia przyłącza

1 — przepust kablowy, 2 — kabel, 3 — głowica, 4 — uchwyt głowicy, 5 — podstawa bezpiecznikowa, 6 — szczęki podstawy, 7 — przewód neutralny, 8 — przewody do głównej tablicy rozdzielczej

które są słabym punktem w sieci ze względu na dużą częstość uszkodzeń, a awaria takiej mufy pozbawia zasilania wszystkich odbiorców przyłączonych do kabla magistralnego. Najpewniejszym, lecz zarazem najkosztowniejszym sposobem jest zasilanie przelotowe, stosowane w dużych miastach, przy gęstej zabudowie oraz w zakładach przemysłowych, a więc tam, gdzie jest wymagany duży stopień pewności zasilania.

Wprowadzenie przyłącza kablowego do złącza wykonuje się dwoma sposobami, w zależności od lokalizacji złącza: wewnątrz budynku (**rys. 5.36**) lub w zamkniętej wnęce na zewnątrz (**rys. 5.37**).

Złącza należy umieszczać w miejscach łatwo dostępnych, jak sień, klatka schodowa, wnęka pod schodami lub na zewnątrz budynku, w sposób zabezpieczający przed przenikaniem wody deszczowej. Wnęka lub skrzynka mieszcząca złącze powinna być zabezpieczona przed dostępem osób postronnych. Złącza można również umieszczać w oddzielnej skrzynce rozdzielni okapturzonej; stosuje się to najczęściej w instalacjach przemysłowych.

# Lekcja 44

## Temat: Dobór przekroju przewodu.

**Kryteria doboru.** Od prawidłowego doboru przekroju przewodów zależy niezawodność dostarczania energii oraz koszt instalacji.

Podczas doboru przekroju przewodów należy posługiwać się określonymi kryteriami. W instalacjach, czyli w sieciach elektrycznych do 1 kV, obowiązują dwa zasadnicze kryteria doboru:

- 1) dopuszczalny spadek napięcia;
- 2) dopuszczalna obciążalność prądowa (długotrwała i zwarciova).

W zależności od długości torów prądowych oraz ich obciążenia, bardziej ostre może się okazać kryterium pierwsze lub drugie. W instalacjach rozległych, niezbyt silnie obciążonych, o doborze przekroju przewodu decyduje najczęściej dopuszczalny spadek napięcia, natomiast w instalacjach krótkich o dużym obciążeniu — dopuszczalna obciążalność prądowa.

Jeżeli w instalacji elektrycznej jako środek ochrony przeciwporażeniowej zastosowano uziemienie ochronne, to dobrane według powyższych kryteriów przekroje przewodów muszą dodatkowo spełniać warunek skuteczności uziemienia ochronnego.

**Dopuszczalny spadek napięcia.** W torach otwartych jedno- lub wielokrotnie obciążonych stosuje się dwie metody obliczania przekroju przewodu według dopuszczalnego spadku napięcia:

- metodę stałego przekroju ( $S = \text{const}$ ),
- metodę stałej gęstości prądu ( $J = \text{const}$ ).

Metoda stałego przekroju polega na założeniu, że w całym torze będą stosowane przewody o takim samym przekroju.

**Dopuszczalna obciążalność prądowa.** W rozdziale 2.1 przedstawiono podstawowe określenia oraz omówiono zjawiska występujące podczas przepływu prądu przez przewodniki. Wiadomości te będą obecnie wykorzystane do doboru przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową.

Aby skorzystać ze wzoru (2.2) w obliczaniu wartości obciążalności długotrwałej  $I_{dd}$ , należy założyć nieskończenie długi czas trwania obciążenia ( $t = \infty$ ),  $\vartheta = \vartheta_{gd}$  oraz  $I = I_{dd}$ .



Wówczas:

$$I_{dd} = \sqrt{\frac{\vartheta_{gd} - \vartheta_a}{R \cdot S}} \quad (5.2)$$

Należy pamiętać, że wartość rezystancji  $R$  jest inna przy przepływie prądu stałego i inna przy prądzie przemiennym (naskórkowość). Stąd mogą wynikać różnice w wartości dopuszczalnej długotrwałe obciążalności dla obu rodzajów prądu.

Przewody należy dobrać również ze względu na **obciążalność prądem zwarciovym**, którą obliczamy na podstawie różnicy temperatury granicznej dopuszczalnej: przy zwarciu i w chwili zwarcia. Obciążalność ta jest wyrażana najczęściej w postaci gęstości prądu zwarciovego 1-sekundowego.

Jako temperaturę w chwili zwarcia przyjmuje się:

- dla przewodów gołych  $60^{\circ}\text{C}$ ,
- dla przewodów szynowych  $50^{\circ}\text{C}$ ,
- dla pozostałych przewodów — temperaturę graniczną dopuszczalną długotrwałe, dopuszcza się przyjęcie rzeczywistej temperatury przewodu, jeżeli zasila on pojedynczy odbiornik i jest obciążony prądem mniejszym niż  $I_{dd}$ .

Minimalny przekrój przewodu, spełniający kryterium dopuszczalnej obciążalności zwarciowej, można obliczyć według wzoru:

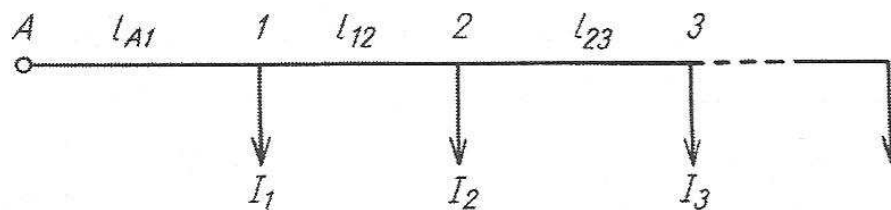
$$S_{\min} = I_{th} \frac{\sqrt{t_z}}{J_{1s}} \quad (5.3)$$

w którym:  $S_{\min}$  — przekrój minimalny przewodu, w  $\text{mm}^2$ ;  $t_z$  — czas trwania zwarcia, w s;  $J_{1s}$  — obciążalność zwarciowa 1-sekundowa (gęstość jednostkowa prądu zwarciowego), w  $\text{A}/\text{mm}^2$ ;  $I_{th}$  — zastępczy prąd cieplny, w A (p. 2.4.4).

W instalacjach przewody nie osiągają najczęściej temperatury granicznej dopuszczalnej przy zwarciu, gdyż wcześniej obwód zostaje przerwany przez zabezpieczenie. Gdy przewody są zabezpieczone bezpiecznikami topikowymi, wówczas ich sprawdzanie na prąd zwarciowy jest zbędne.

Metodę tę stosuje się do obliczania przekroju w lcz, gdzie jest wymagany jednolity przekrój, poza tym ma ona małe zastosowanie, gdyż prowadzi do przewymiarowania końcowych odcinków toru prądowego.

**Metoda stałej gęstości prądu** polega na takim przyjmowaniu przekroju przewodu w poszczególnych odcinkach toru prądowego, aby w każdym z nich był zachowany warunek  $J = \text{const}$ . Stosowanie tej metody zapewnia najmniejsze straty mocy w sieci.



**Rys. 5.38.** Tor prądowy wielokrotnie obciążony

Dla układu pokazanego na **rysunku 5.38**:

$$J = \frac{I_{A1}}{S_{A1}} = \frac{I_{12}}{S_{12}} = \frac{I_{23}}{S_{23}} = \frac{I_{xy}}{S_{xy}}$$

Gdy wzór na spadek napięcia zostanie wykorzystany według metody odcinkowej i wstawi się za  $\Delta U$  wartość dopuszczalnego spadku napięcia  $\Delta U_d$  oraz prąd  $I$ , wówczas otrzyma się dla prądu:

- stałego

$$J = \frac{\gamma \cdot \Delta U_d}{2l} \quad (5.4)$$

- przemiennego jednofazowego

$$J = \frac{\gamma \cdot \Delta U_d}{2 \sum l_{xy} \cdot \cos \varphi_{xy}} \quad (5.5)$$

- przemiennego trójfazowego

$$J = \frac{\gamma \cdot \Delta U_d}{\sqrt{3} \sum l_{xy} \cdot \cos \varphi_{xy}} \quad (5.6)$$

Po obliczeniu gęstości prądu  $J$  można już obliczyć przekroje w poszczególnych odcinkach:

$$S_{xy} = \frac{I_{xy}}{J} \quad (5.7)$$

we wzorach (5.4)÷(5.7):  $l$  — długość odcinka toru, w m (dla prądu stałego całkowita długość toru);  $I$  — skuteczna wartość prądu, w A;  $\Delta U_d$  — międzyprzewodowy dopuszczalny spadek napięcia, w V.

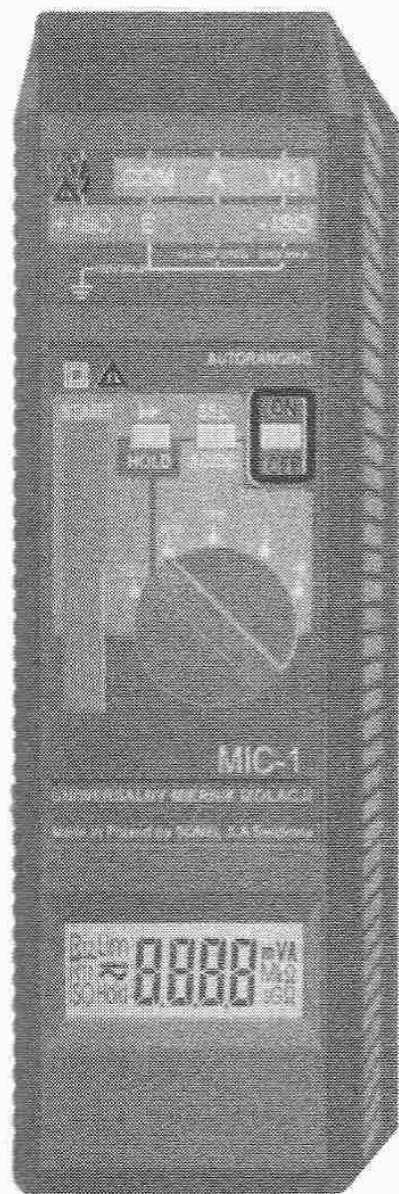
# Lekcja 45

## Temat: Pomiarym sprawdzające w instalacjach elektrycznych.

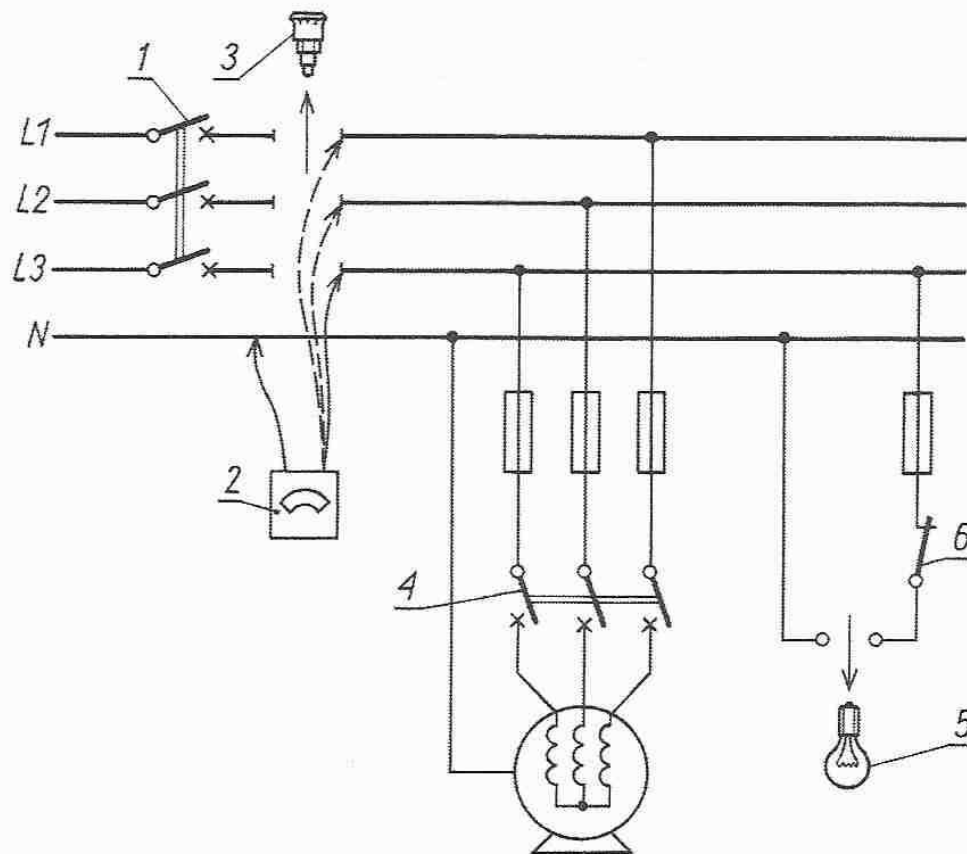
Po wykonaniu instalacji elektrycznej należy sprawdzić jej stan. W tym celu należy dokonać oględzin, sprawdzić zgodność z dokumentacją i jakość montażu, zwracając zwłaszcza uwagę na sposób wykonania połączeń przewodów, usunąć brak styczności w stykach i ewentualnie poprawić styki źle wykonane.

Zasadniczą część sprawdzania instalacji stanowią **pomiary rezystancji izolacji przewodów oraz pomiary skuteczności uziemienia ochronnego lub rezystancji uziemień ochronnych.**

Do pomiaru rezystancji izolacji można stosować induktor (megaomomierz) o napięciu 1000 V typu IMI (induktorowi miernik izolacji) lub uniwersalny miernik elektroniczny, np. typu MIC-1 (rys. 5.39). Miernik ten, zasilany z akumulatorów, jest wyposażony w przetwornicę napięcia, która wytwarza stabilizowane napięcie pomiarowe o wartościach: 500, 1000 i 2500 V. W sposób automatyczny dobiera on zakresy pomiarowe i sygnalizuje akustycznie ciągłość obwodów. Schemat wykonania pomiarów pokazano na rysunku 5.40.



**Rys. 5.39.** Uniwersalny, elektroniczny miernik izolacji MIC-1



**Rys. 5.40.** Schemat do pomiarów rezystancji izolacji

1 – wyłącznik zasilający, 2 – miernik, 3 – bezpiecznik, 4 – wyłącznik urządzenia odbiorczego, 5 – żarówka, 6 – łącznik instalacyjny

Dla każdego obwodu trójfazowego wykonuje się sześć pomiarów: trzy pomiary każdej fazy względem ziemi ( $L1-N$ ,  $L2-N$ ,  $L3-N$ ) oraz trzy pomiary faz między sobą ( $L1-L2$ ,  $L2-L3$ ,  $L1-L3$ ). Dla obwodu jednofazowego wykonuje się tylko jeden pomiar fazy względem ziemi. Podczas pomiarów należy wyłączyć zasilanie i odłączyć od sieci odbiorniki, a w obwodach oświetleniowych wykręcić żarówki. Łączniki instalacyjne powinny być zamknięte. Przewody induktora najłatwiej przyłączać do gniazd bezpieczników po wykręceniu wkładek topikowych. Wymaga się, aby rezystancja izolacji wynosiła co najmniej  $1000 \Omega$  na  $1 V$  napięcia znamionowego sieci.

W budynkach nowo wybudowanych, jeżeli instalacja jest wykonana w otworach prefabrykowanych, bezpośrednio w tynku i w rurach instalacyjnych, dopuszcza się zmniejszenie rezystancji izolacji na okres 1 roku: do  $800 \Omega$  na każdy  $1 V$  napięcia znamionowego instalacji, której napięcie międzyprzewodowe nie przekracza  $250 V$  oraz do  $500 \Omega$  na każdy  $1 V$  przy napięciu międzyprzewodowym wynoszącym  $250 \div 1000 V$ .

# Lekcja 46

## **Temat: Sprawdzenie wiadomości – instalacje elektryczne.**

- 1. Jaki rodzaj instalacji oznaczają symbole TN, TT, IT?*
- 2. Czy warunki środowiskowe mają wpływ (jeżeli tak, to jaki) na rodzaj projektowanej instalacji?*
- 3. Jaka powinna być kolejność prac podczas montażu instalacji?*
- 4. W jakich pomieszczeniach stosuje się instalacje natynkowe?*
- 5. Jakie znasz kryteria doboru przekroju przewodów?*