

**SCIENTIFIC
STUDIES**
Monographs

**PRACE
NAUKOWE**
Monografie

Radosław Lenartowicz, Jadwiga Fangrat

Instalacje zasilające urządzenia bezpieczeństwa pożarowego

Tom 2: Oprzewodowanie i urządzenia przeciwpożarowe

Electrical installations supply
fire safety equipment

Volume 2: Wiring and equipment against fire



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2016

KOMITET REDAKCYJNY

Redaktor naczelny
Z-cy redaktora naczelnego

Sekretarz
Członkowie

prof. dr hab. inż. LECH CZARNECKI
prof. dr inż. LESŁAW BRUNARSKI
dr inż. JADWIGA FANGRAT
dr MICHAŁ GAJOWNIK
dr hab. inż. PAWEŁ LEWIŃSKI
dr inż. TERESA MOŻARYN
mgr inż. JAN SIECZKOWSKI
dr inż. EWA SZEWCZAK
dr inż. SEBASTIAN WALL

Recenzenci

prof. dr hab. inż. JAN SIKORA
mgr inż. JULIAN WIATR
mł. bryg. mgr inż. EDWARD SKIEPKO

Redakcja

DANUTA SZCZEPAŃSKA

Opracowanie komputerowe

SŁAWOMIR KOSIARSKI

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej
Warszawa 2016

*Czterysta sześćdziesiąta trzecia pozycja
„Prac Naukowych ITB”*

ISBN 978-83-249-8471-8 (całości)

ISBN 978-83-249-8468-8 (tomu)

Wydawca i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikowane informacje pochodziły z rzetelnych źródeł. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności ani też nie zaciąga zobowiązań w wyniku wykorzystania przez użytkowników treści niniejszej publikacji. W szczególności nie ponosi odpowiedzialności w stosunku do czytelników i/lub strony trzeciej za jakiegokolwiek poniesione straty, wydatki i szkody bezpośrednie i pośrednie, łącznie z utratą zysku i innych korzyści majątkowych, które mogły powstać lub być związane bezpośrednio lub pośrednio z treściami opublikowanymi, w tym ewentualnymi błędami lub pominięciami zawartymi w publikowanych materiałach.



Instytut Techniki Budowlanej

Sekcja Wydawnictw Naukowych

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

fax: 22 56 64 282, e-mail: wydawnictwa@itb.pl, www.itb.pl

Kup książkę

Spis treści

<i>Streszczenie</i>	5
<i>Summary</i>	6
Najważniejsze terminy	7
Najważniejsze oznaczenia i skróty	23
1. Wprowadzenie	27
2. Zespoły kablowe	29
2.1. Zasady projektowania	29
2.2. Mocowanie do podłoża	37
3. Oprzewodowanie instalacji bezpieczeństwa	45
3.1. Zasady doboru przewodów zasilających urządzenia	45
3.2. Ochrona przeciwporażeniowa w czasie akcji gaśniczej i ewakuacji	60
3.3. Podstawowe parametry przewodów, kabli i zespołów kablowych zasilających urządzenia funkcjonujące w czasie pożaru	64
3.4. Nowa klasyfikacja ogniowa kabli i przewodów elektrycznych	69
3.5. Dobór wymaganego przekroju przewodu, ze względu na warunki spadku napięcia i samoczynnego wyłączania zasilania podczas zwarć w czasie pożaru	72
4. Kluczowe urządzenia i instalacje	75
4.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu	75
4.2. Instalacje oświetlenia awaryjnego ewakuacyjnego	85
4.3. Zasilanie pompowni przeciwpożarowych	98
4.4. Systemy alarmowania o pożarze	105
4.5. Instalacje elektryczne zasilające urządzenia do odprowadzania dymu i ciepła	120
Podsumowanie	171
Bibliografia	175

1. WPROWADZENIE

Tom 2 publikacji jest kontynuacją rozważań nad rozwiązaniami technicznymi związanymi z instalacją bezpieczeństwa pożarowego. Instalację bezpieczeństwa stosuje się w celu zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego ludzi i mienia w budynkach i obiektach budowlanych. Instalację bezpieczeństwa pożarowego realizuje się głównie w obiektach użyteczności publicznej, budynkach, zarówno nowo budowanych, jak i remontowanych czy modernizowanych. Instalacja bezpieczeństwa powinna być sprawna w całym okresie eksploatacji budynku.

W rozdziale drugim tomu 2 przedstawiono zasady projektowania i montażu zespołów kablowych. Zespoły kablowe wraz z zamocowaniami stanowią bardzo ważną część instalacji bezpieczeństwa, gdyż ich poprawne działanie jest kluczowe dla bezpieczeństwa pożarowego. Zespoły kablowe wraz z zamocowaniami powinny zapewnić ciągłość dostawy energii elektrycznej do urządzeń przeciwpożarowych. Pojęcie zespół kablowy obejmuje zarówno przewody i kable elektryczne, jak i światłowodowe.

W tomie 2 został przedstawiony szczegółowy wykaz kabli ognioodpornych oraz ich charakterystyczne parametry techniczne. Podano także zasady ich projektowania i montażu na zamocowaniach w środowisku pożarowym. W rozdziale trzecim omówiono dobór rezystancji żył kabli i przewodów w warunkach pożaru oraz dobór przekroju kabli i przewodów zasilających urządzenia przeciwpożarowe, które muszą funkcjonować podczas pożaru. Zamieszczony został również zestaw wymagań odnośnie do kabli i przewodów w przypadku różnych rozwiązań połączeń występujących w instalacjach ochrony przeciwpożarowej. Wymagania te dotyczą linii sterujących, linii zasilających stałe urządzenia gaśnicze, systemów zabezpieczeń przed zadymieniem oraz odprowadzeniem dymu i ciepła, a także połączeń instalacyjnych dźwiękowych systemów ostrzegawczych.

W rozdziale czwartym tomu 2 omówiono zagadnienia dotyczące zasilania i funkcjonowania kluczowych urządzeń przeciwpożarowych, takich jak:

- wyłącznik przeciwpożarowy,
- instalacja oświetlenia ewakuacyjnego,

- dźwiękowe systemy ostrzegawcze,
- pompy pożarowe
- urządzenia do odprowadzania dymu i ciepła.

W tomie 2 publikacji nie omówiono szczegółowo różnorodnych systemów wentylacji przeciwpożarowych, ograniczając się do podania ich zasad działania i sposobów zasilania w energię elektryczną. Szczegółowo opisano dobór przekroju przewodów w warunkach pożarowych, co jest niezbędne do prawidłowego doboru siłowników lub silników. Podano też przykłady projektowania zasilania systemu wentylacyjnego i pompowni w budynku. W zakresie nowoczesnych rozwiązań wentylacji w budynkach, tunelach i metrze polecamy opracowania Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie [23, 24]. W niniejszej publikacji podano także zasady oświetlenia awaryjnego według najnowszych wymagań, a także przedstawiono w skrócie zasady działania dźwiękowego systemu ostrzegania. Publikacja zawiera wiele rysunków, schematów i tablic objaśniających poszczególne zagadnienia poruszone w pracy.

Autorzy wyrażają serdeczne podziękowania mgr. inż. Wojciechowi Węgrzyńskiemu, asystentowi z Zakładu Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej, za cenne uwagi wniesione do treści monografii na etapie redakcji, szczególnie w odniesieniu do zagadnień wentylacji pożarowej budynków.

2. ZESPOŁY KABLOWE

2.1. Zasady projektowania

Zespoły kablowe są to elementy mocujące i nośne, które wraz z ułożonymi na nich kablami gwarantują prawidłowe funkcjonowanie całości konstrukcji w warunkach pożaru przez założony czas. Zespoły kablowe powinny być tak zaprojektowane i wykonane, aby w wymaganym czasie nie nastąpiła przerwa w dostawie energii elektrycznej lub przekazie sygnału, spowodowana oddziaływaniami elementów budynku lub ich wyposażenia [31–33, 38]. Projektowanie i wykonywanie zespołów kablowych powinno być oparte o wymagania zawarte w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [33] i normę [50] oraz wiedzę techniczną [1, 12]. W normalnych warunkach parametry przewodów i kabli do realizacji poszczególnych połączeń podawane są w dokumentacji producenta. Dokumentacja ta powinna zawierać: zalecaną średnicę lub przekrój przewodu albo kabla, długość połączenia charakteryzowaną rezystancją żył [Ω/km], pojemność skuteczną par [nF/km], indukcyjność par [mH/km], obecność ekranu, kolor izolacji wynikający z przepisów:

- czerwony w przypadku instalacji bezpieczeństwa pożarowego,
- niebieski w przypadku instalacji bezpieczeństwa w obiektach zagrożonych wybuchem.

Zgodnie z rozporządzeniem [33], przewody i kable elektryczne oraz światłowodowe wraz z ich zamocowaniami, zwane dalej „zespołami kablowymi”, stosowane w systemach zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej, powinny zapewniać ciągłość dostawy energii elektrycznej lub przekazu sygnału przez czas wymagany do uruchomienia i działania urządzenia, z zastrzeżeniem dotyczącym czasu. Czas zapewnienia ciągłości dostawy energii elektrycznej lub sygnału do urządzeń powinien być ograniczony do 30 min, o ile zespoły kablowe znajdują się w obrębie przestrzeni chronionych stałymi samoczynnymi urządzeniami gaśniczymi wodnymi. Ocena zespołów kablowych w zakresie ciągłości dostawy energii elektrycznej lub przekazu sygnału, z uwzględnieniem rodzaju podłoża i przewidywanego sposobu mocowania do niego, powinna być wykonana zgodnie z warunkami określonymi w normach dotyczących badania odporności ogniowej [40, 73, 74].

Zespoły kablowe umieszczone w pomieszczeniach chronionych stałymi wodnymi urządzeniami gaśniczymi powinny być odporne na oddziaływanie wody. Jeżeli przewody i kable ułożone są w ognioochronnych kanałach kablowych, wówczas wymaganie odporności na oddziaływanie wody uznaje się za spełnione. Przewody i kable elektryczne w obwodach urządzeń dotyczących alarmu pożaru, oświetlenia awaryjnego i łączności powinny mieć klasę PH odpowiednią do czasu wymaganego do działania tych urządzeń, zgodnie z wymaganiami normy [71], dotyczącej metody badań palności cienkich przewodów i kabli bez ochrony specjalnej stosowanych w obwodach zabezpieczających.

Urządzeniom przeciwpożarowym przypisano systemy sterowania, które w pierwszych chwilach trwania pożaru pozwalają przeprowadzić proces mający na celu zrealizowanie założonych funkcji i pracować określony czas w warunkach pożaru. W tym czasie muszą mieć zagwarantowane zasilanie energią elektryczną [56, 75].

Sygnały wyzwalające do sterowania urządzeniami przeciwpożarowymi pochodzą z reguły z systemów wczesnego wykrywania pożaru, a więc z instalacji sygnalizacji pożarowej. Ona też wyznacza początek, od którego liczy się wymagany czas pracy urządzeń. Za początek pożaru przyjmuje się (jeżeli w obiekcie jest instalacja automatycznego wykrywania pożaru – ISP) moment wygenerowania przez centralę sygnalizacji pożarowej CSP i rozesłanie do urządzeń zweryfikowanego sygnału pożarowego aparatów współpracujących za pomocą dedykowanych wyjść centralki. Oczywiście dzieje się to automatycznie i na podstawie określonych oraz ustalonych procedur alarmowych, uwzględniających dwustopniowość alarmowania, w zależności od rodzaju obiektu.

Pojęcie „ciągłość dostawy energii” definiuje zachowanie zdolności przewodów elektrycznych do rzeczywistego przewodzenia prądu lub przenoszenia sygnału (dla kabli światłowodowych) w warunkach pożaru przez określony czas podawany przy oznaczeniu PH w min, np. PH30. Dodatkowe wymagania dotyczące nowoczesnych kabli zapewniających ciągłość dostawy energii to także zapewnienie niepalności, nietoksyczności oraz nierozprzestrzeniania płomienia [6, 7]. Wymagania takie spełniają kable o powłoce z tworzywa bezhalogenowego. Kable powinny być tak prowadzone, aby podwyższona temperatura i odkształcenia mechaniczne konstrukcji nośnych nie spowodowały ich zerwania i uszkodzenia. Przewody i kable elektryczne w obwodach urządzeń alarmu pożaru, oświetlenia awaryjnego i łączności powinny mieć klasę PH odpowiednią do czasu wymaganego do działania tych urządzeń, zgodnie z wymaganiami normy [42, 43].

W urządzeniach ISP (SAP), w których linie dozоровe czujek i ręcznych ostrzegaczy zaprojektowano przewodami klasy PH30/90, kable te należy instalować w odpowiednich ognioodpornych trasach kablowych lub mocować specjalnymi uchwytami. Należy zwrócić szczególną uwagę na średnicę zewnętrzną przewodu i promień gięcia. W przypadku kabli ognioodpornych wartości średnic i promienia są znacząco większe i w takim przypadku należy uwzględnić możliwość wprowadzenia i podłączenia przewodów do elementów liniowych.

Przewody ognioodporne w pętach dozоровych (rys. 2.1) z założenia mają funkcjonować w czasie pożaru, będą więc poddane wszystkim niekorzystnym zjawiskom, jakie występują w przewodach narażonych na działanie wysokich temperatur, takich jak:

- zmiany rezystancji,
- wzrost upływności wzajemnej pomiędzy żyłami, a także uziemionym podłożem,
- zmiany transmisyjne: przesyłanie sygnałów i danych między nadajnikiem (źródłem sygnałów) a odbiornikiem odbywa się po torach transmisyjnych, z których każdy składa się z dwóch żył tego samego kabla. Transmisji sygnałów towarzyszy ich tłumienie i zniekształcanie. Słabnięcie i zniekształcanie sygnału, który dociera do odbiornika, powinno być jednak na tyle niewielkie, aby sygnał pozostał czytelny i mógł być bezbłędnie zidentyfikowany przez odbiornik. Kable łączące elementy systemu nie są badane na takie odkształcenia sygnału. Może się zdarzyć, że zainstalowane elementy i tak nie zapewnią celu nadrzędnego, jakim jest prawidłowe funkcjonowanie instalacji bezpieczeństwa w warunkach pożaru. W instalacjach zewnętrznych (poza strefą ochrony budynku) nie jest konieczne stosowanie kabli uniepalnionych albo posiadających cechę PH, ze względu na niezawodność tych instalacji najistotniejsza jest natomiast odporność kabli na wpływ czynników środowiskowych.

Podstawowe wartości parametrów poszczególnych kabli porównano w tablicy 2.1.

Tablica 2.1. Podstawowe parametry kabli ognioodpornych [19]

Parametr	YnTKSY	YnTKSYekw	HTKSH PH90	HTKSHekw PH90
Liczba żył	2	2	2	2
Średnica żyły przewodu [mm]	0,8	0,8	0,8	0,8
Średnica zewnętrzna przewodu [mm]	5,5	6	6,7	7,3

Parametr	YnTKSY	YnTKSYekw	HTKSH PH90	HTKSHekw PH90
Rezystancja pętli dowolnej pary w temp. 20°C [Ω/km]	74,4	74,4	75	75
Pojemność skuteczna pary żył [nF/km]	100	140	120	120
Rezystancja izolacji [MΩ/km]	500	500	200	200
Promień gięcia [mm]	55	60	67	73
Temperatura pracy [°C]	od -40 do +70	od -40 do +70	od -30 do +70	od -30 do +70

Wszystkie instalacje zewnętrzne, bez względu na sposób ich wykonania (w ziemi lub napowietrzna), powinny spełniać poniższe wymagania. Zastosowane w takiej instalacji kable muszą być odporne na wpływ wilgoci, która po przedostaniu się do wnętrza kabla zmienia parametry elektryczne wykorzystywanych torów przewodowych. Mogą być one na tyle poważne, że zakłóca prawidłową pracę obwodów elektrycznych. Kable sterownicze muszą wchodzić do budynku już jako kable o wymaganym PH, a więc z mufy ziemnej. W przypadku instalacji napowietrznych, do których zalicza się kable podwieszane w wolnej przestrzeni na linach nośnych bądź prowadzone na wspornikach po zewnętrznych ścianach budynków, albo układane na estakadach bardzo ważna jest odporność kabli na starzenie, głównie pod wpływem promieniowania ultrafioletowego, zawartego w świetle słonecznym.

Przy wyprowadzaniu kabli na zewnątrz należy wziąć pod uwagę ochronę przed przepięciami, np. zakłóceniami pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych. Rodzaje kabli stosowanych w systemach odrymiania grawitacyjnego przedstawiono w tablicy 2.2 i na rysunku 2.2.

Zgodnie z tym zapisem zawsze powinno się uwzględnić zasady prawidłowego wykonania takiej instalacji – wynikają one z wiedzy technicznej projektanta i doświadczeń zdobytych podczas badań zespołów kablowych.

Do najważniejszych należą:

- odpowiednie mocowanie: należy je wykonać za pomocą specjalnych systemów mocowań zapewniających podtrzymanie ich funkcji w czasie pożaru,

- eliminacja uszkodzeń: należy unikać załamania, zgięcia czy też innego uszkodzenia kabla, ponieważ w czasie pożaru ich izolacja staje się krucha i podatna na uszkodzenia powstałe podczas odkształceń,
- spełnienie wymagań budowlanych: wymagania budowlane muszą być spełnione, aby kable i przewody nie uległy wcześniejszemu niż to jest założone uszkodzeniu.

Tablica 2.2. Podział stosowanych kabli w instalacjach przeciwpożarowych [17]

Kable i przewody w instalacjach przeciwpożarowych		
Kable i przewody funkcjonujące do czasu powstania pożaru	Kable i przewody funkcjonujące w warunkach pożaru	Kable i przewody w obszarach specjalnych
<i>Kable uniepalnione</i> W oznaczeniu występuje litera „n”, np: Yn, Xn, yn Index tlenowy nie mniejszy niż 29% Praktycznie dotyczy to kabli instalacyjnych, takich jak: YnTKSY YnTKSYeKw YnTKSYeKw	<i>Kable bezpieczeństwa</i> PH30, PH90; E30; E90 FE180 Dotyczy to kabli parowych bezhalogenowych ognioodpornych, podtrzymujących funkcje kabla HTKSHPH90 HTKSHekwPH90 <i>Przewody instalacyjne</i> Ognioodporne 300/500 V podtrzymujące funkcje, np.: HDGs FE180PH90/ E30-E90300/500 V HLGs FE180PH90/ E30-E90300/500 V <i>Kable energetyczne ognioodporne 0,6/1 kV podtrzymujące funkcję</i> NHXH FE180PH90 E90 0,6/1 kV NHXCH FE180PH90 E90 0,6/1 kV (N)HXH FE180PH90 E90 0,6/1 kV (N)HXCH FE180PH90 E90 0,6/1 kV	<i>Kable na zewnątrz budynków</i> XzKAXw; XzKAXwekw <i>Kable w strefach Ex</i> IB-YSL(St)-OZ 2×1mm² 300/500 V
<i>Kable bezhalogenowe</i> W oznaczeniu występuje litera „H”, np.: HTKSH Index tlenowy nie mniejszy niż 35% Praktycznie dotyczy to kabli bezhalogenowych, takich jak: HTKSH HTKSHekw		