

WYMOGI DOTYCZĄCE REAKCJI NA OGIEŃ KABLI ELEKTROENERGETYCZNYCH W TUNELACH

Streszczenie

Ze względu na aspekty związane z bezpieczeństwem pożarowym w tunelach niezbędnym staje postawienie odpowiednich wymagań przepisów techniczno-budowlanych dotyczących stosowanych kabli elektroenergetycznych w tego typu budowlach. Pod terminem „reakcja na ogień kabli elektroenergetycznych” kryje się wiele czynników takich jak: wydzielone ciepło i dym, obecność płonących i kapiących kropeł lub płonących części wyrobu oraz korozyjność produktów spalania wytworzonych z materiałów niemetalicznych kabli. Wszystkie podane czynniki wpływają w znaczący sposób na bezpieczeństwo ludzi i ich mienia w warunkach wystąpienia pożaru w tunelu. W niniejszym artykule opisano metody badań reakcji na ogień kabli elektroenergetycznych w myśl przyjętych kryteriów oceny opisanych w normie PN-EN 13501-6 oraz przedstawiono propozycję sklasyfikowania kabli stosowanych w tunelach.

WSTĘP

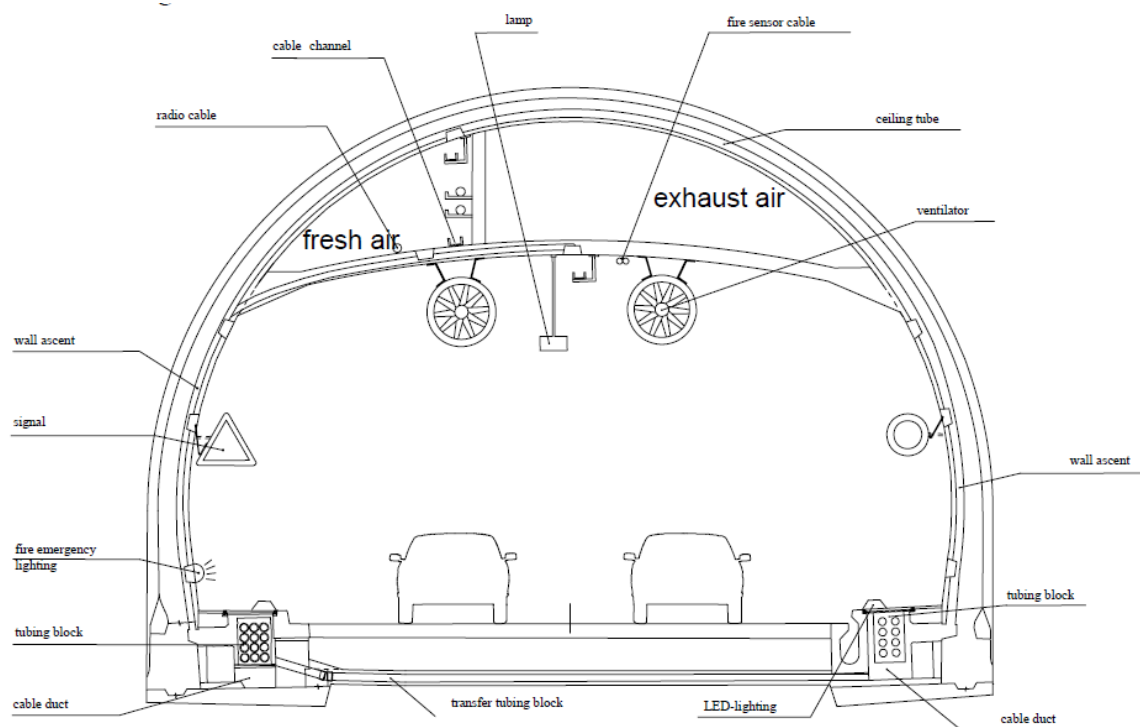
W myśl ustawy o Prawie Budowlanym z 7 lipca 1994 roku każdy tunel jest budowlą, czyli obiektem budowlanym niebędącym budynkiem lub obiektem małej architektury [1]. Dokładniejszą definicję tunelu przedstawiono natomiast w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. Mianowicie jako tunel uznaje się budowlę przeznaczoną do przeprowadzenia drogi, samodzielnego ciągu pieszego lub pieszo-rowerowego, szlaku wędrówek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji gospodarczej przez lub pod przeszkodą terenową, a w szczególności: tunel, przejście podziemne [3]. Obiekty te budowane są tam, gdzie transport niemożliwy jest przez warunki przestrzenne w miastach lub przeszkody naturalne (góry, rzeki).

W tunelach komunikacyjnych, drogowych i kolejowych, a szczególnie w metrze istnieje realne niebezpieczeństwo utraty zdrowia i życia przebywających w nich osób w razie wystąpienia zagrożenia pożarowego. Dotychczas pożary w tunelach pochłonęły wiele ofiar. 24 marca 1999 w pożarze tunelu pod Mont Blanc zginęło 39 osób a kilkanaście zostało rannych [2]. Istotnym problemem z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego stanowią kable elektroenergetyczne instalowane w setkach tysięcy kilometrów. Ze względu na znaczną zawartość składników niemetalicznych, z których wykonane są powłoki zewnętrzne, powłoki wewnętrzne (wypełniające) oraz izolacje żył, a także sposób instalacji, po kablach może rozprzestrzeniać się ogień, wydzielając znaczne ilości ciepła i dymu, a spadające palące się cząstki/krople mogą być źródłem ognia dla innych elementów wykończenia obiektu, przejeżdżających pojazdów. Podczas pożaru z materiałów niemetalicznych kabli powstają głównie toksyczne produkty spalania oraz utrudniający ewakuację dym, ograniczający widoczność i utrudniający oddychanie. Kable elektroenergetyczne stosowane w tunelach to z reguły kable średnich i niskich napięć. Nie tylko mają one na celu podtrzymanie funkcji ciągłości dostaw energii do urządzeń przeciwpożarowych, ale również są to kable zasilające system oświetleniowy, kable sygnalizacyjne, telekomunikacyjne.

1. WYMAGANIA

W każdym tunelu, bez względu na jego długość, obowiązują zasady bezpieczeństwa pożarowego. W § 320 oraz 321 przytoczonego powyżej Rozporządzenia podkreślono, iż przewody i kable umieszczone w obiektach inżynierskich powinny mieć cechę nierozprzestrzeniania ognia [3]. Konstrukcja tunelu powinna być wykonana z materiałów niepalnych i mieć odporność ogniową nie mniejszą niż 240 minut, a elementy wystroju jego wnętrza powinny być wykonane z materiałów niepalnych. Urządzenia i instalacje stanowiące istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa wyposażenie tunelu powinny być wykonane w sposób zapewniający ich funkcjonowanie w warunkach pożaru przez wymagany czas, niezbędny do przeprowadzenia ewakuacji. Tunel posiadający urządzenia bezpieczeństwa niezbędne do ewakuacji, zasilane energią elektryczną, powinien posiadać awaryjne zasilanie w energię, zdolne zapewnić działanie tych urządzeń do chwili opuszczenia tunelu przez jego użytkowników.” [3]

Kable w tunelach są instalowane w różnych miejscach, na przykład w korytkach kablowych w podłodze pod chodnikiem do ewakuacji, w kanałach pod okładziną ścienną, w kanałach doprowadzających powietrze z zewnątrz itd. [4].



Rys. 1. Przekrój przykładowego tunelu z zaznaczonymi instalacjami elektrycznym [4]

W przypadku tunelu metra przepisy dotyczące właściwości ogniowych zastosowanych materiałów są ujęte w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 czerwca 2011 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane metra i ich usytuowanie. § 84. 1. Rozporządzenia mówi, iż przewody i kable elektryczne oraz światłowodowe wraz z ich zamocowaniami, 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 przeciwpożarowego oraz urządzeń służących do ewakuacji. Tunele i stacje metra w stanie surowym powinny być wykonane z materiałów klasy reakcji na ogień A1, okładziny sufitów i sufity podwieszane, przewody wentylacyjne i ich okładziny oraz stosowane w nich tłumiki i filtry powinny być co najmniej klasy reakcji na ogień A2-s1,d0, okładziny, przezroczyste przekrycia, obudowy schodów, ścianki działowe, osłony i przegrody powinny być co najmniej klasy reakcji na ogień B-s1,d0, posadzki peronów pasażerskich i schody powinny być wykonane z materiałów klasy reakcji na ogień A1_n, a inne wykładziny podłogowe i posadzki powinny być co najmniej klasy reakcji na ogień C_n-s1, natomiast kable, przewody oraz ich osłony zainstalowane wewnątrz tunelu lub stacji metra powinny być co najmniej klasy reakcji na ogień B-s3,d0, a produkty ich rozkładu termicznego o kwasowości mniejszej niż pH 4,3. [5]

Zapis dotyczący kabli i przewodów nie jest jednak precyzyjny i nie dotyczy reakcji na ogień kabli elektrycznych, tylko materiałów budowlanych, konstrukcyjnych i wykończeniowych z wyłączeniem posadzek. Dla kabli stosowanych w tunelach innych niż tunele metra nie ma natomiast żadnych regulacji dotyczących reakcji na ogień kabli.

W 2009 roku przez Komisję Europejską został opracowany mandat M/443 dotyczący realizacji prac normalizacyjnych dotyczących norm zharmonizowanych na kable zasilające, sterujące i komunikacyjne [6]. Kable zostały jednoznacznie uregulowane ustawą o wyrobach budowlanych w zakresie ich reakcji na ogień, ciągłości dostaw energii w warunkach pożaru oraz wydzielania substancji niebezpiecznych.

W przypadku kabli system oceny został zdefiniowany w Decyzji Komisji nr 2011/284/EU z dnia 12 maja 2011 [7]. Poniżej przedstawiono systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych.

Tab. 1. Systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych dla kabli do zastosowań podlegających przepisom dotyczącym reakcji na ogień [7]

Wyroby	Zamierzone wykorzystanie	Klasa reakcji na ogień	Systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych
Kable zasilające, sterujące i komunikacyjne	do zastosowań podlegających przepisom dotyczącym reakcji na ogień	A _{ca} , B1 _{ca} , B2 _{ca} , C _{ca}	1+
		D _{ca} , E _{ca}	3
		F _{ca}	4

Tab. 2. Systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych dla kabli do zastosowań podlegających przepisom dotyczącym ciągłości dostaw energii w warunkach pożaru [7]

Wyroby	Zamierzone wykorzystanie	Klasa ciągłości dostaw energii w warunkach pożaru	Systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych
Kable zasilające, sterujące i komunikacyjne	do zastosowań podlegających przepisom dotyczącym ciągłości dostaw energii w warunkach pożaru	P15 – P30 – P60 – P90 – P120 PH15, PH30, PH60, PH90, PH120*	1+

Tab. 3. Systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych dla kabli do zastosowań podlegających przepisom dotyczącym wydzielania substancji niebezpiecznych

Wyroby	Zamierzone wykorzystanie	Klasy	Systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych
Kable zasilające, sterujące i komunikacyjne	do zastosowań podlegających przepisom dotyczącym wydzielania substancji niebezpiecznych	-----	3

Komitety Techniczne CLC/TC 20, CLC/TC 46X oraz CLC/TC 86A w ślad za mandatem M/443 opracowały normę wyrobu EN 50575 „Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne - Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej” [8]. Norma została opublikowana przez CENELEC we wrześniu 2014 i dotyczy kabli zasilających, sterowniczych i telekomunikacyjnych, instalowanych w obiektach budowlanych oraz stosowanych w pracach inżynierskich w celu ograniczenia rozprzestrzeniania się ognia dymu w odniesieniu do reakcji na ogień i wydzielania substancji niebezpiecznych. Kable z funkcją podtrzymania ciągłości obwodów elektrycznych w warunkach pożaru, stosowanych w obwodach oświetlenia awaryjnego, systemach ewakuacji, systemach alarmowych sygnalizacji pożaru i dymu zostaną objęte normą obecnie opracowywaną prEN 50757 [9]

Klasy reakcji na ogień kabli opisane są w normie klasyfikacyjnej PN-EN 13501-6 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 6: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień kabli elektrycznych” [10]. Przyporządkowanie klasy reakcji na ogień wiąże się z osiągnięciem konkretnego kryterium dla parametrów opisujących zachowanie się kabla poddanego działaniu ognia (Tabela 4).

W tabeli 5 podane są natomiast dodatkowe, a również istotne, klasyfikacje kabli w zakresie wydzielania dymu, występowania płonących kropli/cząstek oraz kwasowości i konduktywności [6, 10].

Tab. 4. Klasy oraz kryteria reakcji na ogień dla kabli elektroenergetycznych zgodnie z normą PN-EN 13501-6 [6, 10]

Klasa reakcji na ogień	Norma badawcza	Parametry ciągłe, parametry zgodności* i kryteria oceny reakcji na ogień
A _{ca}	PN-EN ISO 1716	PCS ≤ 2,0 MJ/kg
B1 _{ca}	PN-EN 60332-1-2 PN-EN 50339 (30 kW)	H ≤ 425 mm, THR _{1200s} ≤ 10 MJ, peakHRR ≤ 30 kW, FIGRA ≤ 120 W/s, FS ≤ 1,75 m
B2 _{ca}	PN-EN 60332-1-2 PN-EN 50339 (20,5 kW)	H ≤ 425 mm, THR _{1200s} ≤ 15 MJ, peakHRR ≤ 30 kW, FIGRA ≤ 150 W/s, FS ≤ 1,5 m
C _{ca}	PN-EN 60332-1-2 PN-EN 50339 (20,5 kW)	H ≤ 425 mm, THR _{1200s} ≤ 30 MJ, peakHRR ≤ 60 kW, FIGRA ≤ 300 W/s, FS ≤ 2 m
D _{ca}	PN-EN 60332-1-2 PN-EN 50339 (20,5 kW)	H ≤ 425 mm, THR _{1200s} ≤ 70 MJ, peakHRR ≤ 400 kW, FIGRA ≤ 1300 W/s
E _{ca}	PN-EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm
F _{ca}		Brak kryteriów użytkowych lub wyrób nie spełnia wymagań klasy E _{ca}

* Definicje parametrów ciągłych i parametrów zgodności:

PCS – całkowite ciepło spalania, zdefiniowane jako ciepło spalania materiału po jego zupełnym spalaniu w określonych warunkach i całkowitej kondensacji wytworzonej wody (parametr ciągły)

H – pionowe rozprzestrzenianie się płomienia (parametr zgodności)

THR_{1200s} – całkowita ilość ciepła wydzielonego od początku trwania badania do jego zakończenia, wyłączając udział źródła ognia (parametr ciągły)

peakHRR – maksymalna wartość wydzielającego się ciepła (wyluczając HRR palnika), mierzona podczas aplikacji płomienia, średnia z 30 s (parametr ciągły)

FIGRA – wskaźnik szybkości wzrostu pożaru (parametr ciągły)

FS – pionowe rozprzestrzenianie się płomienia równe długości zniszczeń próbki badawczej.

Tab. 5. Dodatkowe klasy reakcji na ogień dla kabli elektroenergetycznych oraz kryteria jakie powinny spełniać

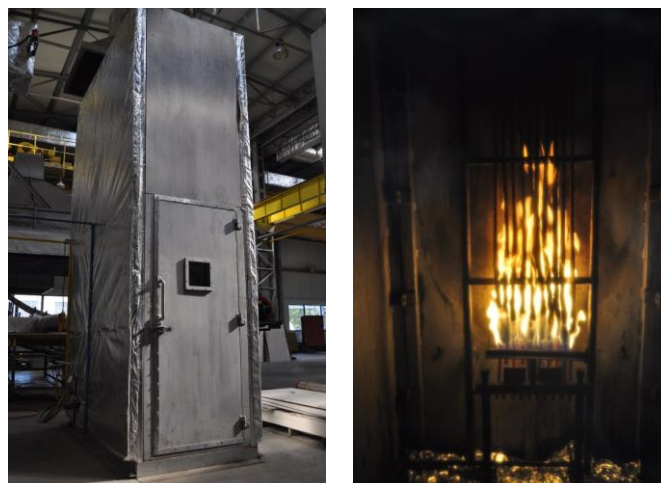
Dodatkowe klasy reakcji na ogień	Norma badawcza	Parametry ciągłe, parametry zgodności* i kryteria oceny reakcji na ogień
s1	PN-EN 50339 (dla klas reakcji na ogień: B1 _{ca} , B2 _{ca} , C _{ca} , D _{ca})	TSP _{1200s} ≤ 50 m ² , peakSPR ≤ 0,25 m ² /s
s2		TSP _{1200s} ≤ 400 m ² , peakSPR ≤ 1,5 m ² /s
s3		Właściwość nie jest deklarowana lub wyrób nie spełnia wymagań klasy s1 lub s2
s1a	PN-EN 61034-2	Transmitancja ≥ 80 %
s1b		Transmitancja ≥ 60 % < 80 %
d0	PN-EN 50339 (dla klas reakcji na ogień: B1 _{ca} , B2 _{ca} , C _{ca} , D _{ca})	W ciągu 1200 s trwania badania nie występują żadne płonące krople/cząstki
d1		W ciągu 1200 s trwania badania płonące krople/cząstki nie występują dłużej niż 10 s
d2		Właściwość nie jest deklarowana lub wyrób nie spełnia wymagań klasy d0 lub d1
a1	PN-EN 50267-2-3 (obecnie zastąpiona przez PN-EN 60754-2)	przewodność < 2,5 μS/mm pH > 4,3
a2		przewodność < 10 μS/mm pH > 4,3
a3		Właściwość nie jest deklarowana lub wyrób nie spełnia wymagań klasy a1 lub a2

* Definicje parametrów ciągłych i parametrów zgodności:

1. TSP_{1200s} – całkowita ilość wydzielonego dymu od początku trwania badania do jego zakończenia (parametr ciągły)
2. peakSPR – maksymalna wartość wydzielającego się dymu, mierzona podczas aplikacji płomienia, średnia z 60 s (parametr ciągły)

2. BADANIA

Metoda badania reakcji na ogień kabli elektroenergetycznych wg normy PN-EN 50399 „Wspólne metody badania palności przewodów i kabli – Pomiar wydzielania ciepła i wytwarzania dymu przez kable podczas sprawdzania rozprzestrzeniania się płomienia – Aparatura probiercza, procedury, wyniki” [11] jest metodą badania w dużej skali, dzięki czemu również najistotniejszą z punktu widzenia klasyfikacji, wskazującą na zachowanie się kabli instalowanych w wiązkach lub pojedynczo względem zadanych warunków pożarowych. Metoda polega na poddaniu zainstalowanych pionowo na drabinie kabli działaniu znormalizowanego źródła ognia oraz dostępu powietrza (Fot. 1). Kable ulegają spalaniu, podczas którego wyznacza się następujące parametry: pionowe rozprzestrzenianie ognia (FS), wydzielanie się ciepła (FIGRA, maksymalne HRR oraz THR), wydzielanie dymu (maksymalne SPR, TSP) oraz obecność palących się kropli/cząstek z pionowo zainstalowanych wiązek przewodów lub kabli elektroenergetycznych lub światłowodowych. Procedury badawcze opisane w normie służą do określenia klasy reakcji na ogień kabli B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca} (Tabela 4) oraz s1, s2, s3, d0, d1, d2 (Tabela 5).



Fot. 1. Komora do badania reakcji na ogień kabli elektroenergetycznych wg normy PN-EN 50339 w Laboratorium Badań Ognio-owych Instytutu Techniki Budowlanej w Pionkach (zdjęcie z lewej); kabel elektroenergetyczny zasłający w trakcie trwania badania (zdjęcie z prawej); Archiwum ITB

W celu uzyskania klasy reakcji na ogień od E_{ca} do B1_{ca} niezbędne jest również spełnienie kryterium pionowego rozprzestrzeniania płomienia po pojedynczym kablu, które stanowi wysokość zwęglenia na powierzchni próbki (H) niezbędne jest również wykonanie badania zgodnie z normą PN-EN 60332-1-2 „Badania palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych – Część 1-2: Sprawdzanie odporności pojedynczego izolowanego przewodu lub kabla na pionowe rozprzestrzenianie się płomienia – Metoda badania płomieniem mieszkankowym 1 kW” [12]. Zgodnie z wytycznymi podanymi w normie kable poddaje się działaniu znormalizowanego źródła ognia w postaci płomienia mieszkankowego 1 kW (Fot. 2).

Badanie ciepła spalania wg normy PN-EN ISO 1716 „Badania reakcji na ogień wyrobów – Określanie ciepła spalania brutto (wartości kalorycznej)” [13], polega na spalaniu próbki materiału nieme-

talicznego kabla o określonej masie w atmosferze tlenu w znormalizowanych warunkach w bombie kalorymetrycznej. Ciepło spalania określone w tych warunkach oblicza się na podstawie obserwowanego wzrostu temperatury z uwzględnieniem strat ciepła i utajonego ciepła parowania wody [11]. Kabel elektroenergetyczny w celu uzyskania klasy reakcji na ogień A_{ca} musi spełnić kryterium $PCS \leq 2$ MJ/kg (Tabela 4) [12].

Istotną kwestią z punktu widzenia ewakuacji ludzi w przypadku wystąpienia pożaru w tunelu jest gęstość wydzielonego dymu. Z tego względu pomiar gęstości dymu powstającego z palących się przewodów lub kabli stanowi znaczący aspekt oceny reakcji na ogień kabli. W normie PN-EN 61034-2 „Pomiar gęstości dymów wydzielanych przez palące się przewody lub kable w określonych warunkach – Część 2: Metoda badania i wymagania” [14] podano opis wykonywania pomiaru oraz wymagania dotyczące wydzielania dymu, jakie powinna spełniać badana próbka, jeżeli norma wyrobu dotyczącego badanego kabla lub przewodu ich nie zawiera. Gęstości dymu zdefiniowana jest jako minimalna wartość transmitancji światła przechodzącego przez ośrodek czyli mieszaninę powietrza i dymu (dużych stałych cząstek) wydzielonego przez kable [6].



Fot. 2. Stanowisko do badania reakcji na ogień kabli elektroenergetycznych wg normy PN-EN 60332-1-2 w Laboratorium Badań Ogniwych Instytutu Techniki Budowlanej w Pionkach; Archiwum ITB

Jedną z metod ilościowego oznaczania gazów kwaśnych i korozyjnych, powstających podczas spalania niemetalicznych materiałów pobranych z przewodów i kabli jest metoda badawcza opisana w normie PN-EN 60754-2 „Badanie gazów wydzielających się podczas spalania materiałów pobranych z kabli i przewodów - Część 2: Oznaczenie kwasowości (przez pomiar pH) i konduktywności” [15] (norma zastępuje następujące normy: PN-EN 50267-1 oraz PN-EN 50267-2-(2,3) „Wspólne metody badania palności przewodów i kabli. Badanie gazów powstałych podczas spalania materiałów pobranych z przewodów i z kabli” [16, 17]. Procedura dotycząca określenia kwasowości gazów powstałych podczas spalania materiałów pobranych z przewodów i z kabli elektrycznych lub światło-

wodowych polega na pomiarze pH i konduktywności oraz oznaczeniu stopnia kwasowości gazów przez wyznaczenie średniej ważonej pH i konduktywności. Jest to szczególnie istotne przy ustalaniu wymagań w przypadku przewodów i kabli określanych, jako bezhalogenowe o niskiej emisji dymów (LSOH ang. *Low Smoke Zero Halogen*). Kable takie powinny spełniać wymagania dodatkowej klasy reakcji na ogień a1 i a2 (Tabela 5).



Fot. 3. Stanowisko do badań ciepła spalania wg normy PN-EN ISO 1716 w Laboratorium Badań Ogniwych Instytutu Techniki Budowlanej w Pionkach; Archiwum ITB



Fot. 4. Komora do badań gęstości dymu powstałego podczas badania kabli wg normy PN-EN 61034-2; Archiwum ITB



Fot. 5. Stanowisko do badania kwasowości/konduktywności gazów powstałych podczas spalania kabli wg PN-EN 60754-2 (d. PN-EN 50267-1-2-(2, 3)) w Laboratorium Badań Ogniwych Instytutu Techniki Budowlanej w Pionkach oraz kwarcowa tódka do spalań z rozdrobioną próbką powłoki zewnętrznej kabla przed i po badaniu; Archiwum ITB

Badania reakcji na ogień kabli mają na celu odzwierciedlenie rzeczywistych warunków, w jakich zachodzi wydzielanie ciepła i dymu z przewodów i kabli elektroenergetycznych w obiektach budowlanych, choć nie dają one możliwości pełnego odzwierciedlenia tych warunków. **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.** Najważniejszymi parametrami z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego, które powinny być brane pod uwagę, już na etapie projektowania instalacji elektrycznej jest wydzielanie ciepła i rozprzestrzenianie się ognia po kablach, wydzielanie dymu i obecność płonących spadających fragmentów kabli (sugerowana klasa reakcji na ogień co najmniej **B2ca-s1b,d0**)

WNIOSKI

W chwili obecnej nie istnieją przepisy dokładnie określające wymogi dotyczące reakcji na ogień wszystkich materiałów stosowanych w tunelach w tym kabli elektroenergetycznych. Aspekt bezpieczeństwa użytkowników i ich mienia powinien być najważniejszy, więc niezbędnym jest wdrożenie warunków technicznych dla tego typu obiektów.

BIBLIOGRAFIA

1. Ustawa PRAWO BUDOWLANE z dnia 7 lipca 1994.
2. Wikipedia Pożar w tunelu Mont Blanc.
3. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. 2000 Nr 63 poz. 735 z dnia 3 sierpnia 2000 r. z późniejszymi zmianami).
4. U. Welte "Safe cabling system in tunnels under fire." 3rd International Conference Tunnel Safety and Ventilation, 2006 Graz.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 czerwca 2011 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane metra i ich usytuowanie.
6. K. Kaczorek-Chrobak, A. Kolbrecki „Reakcja na ogień kabli elektroenergetycznych” Materiały Budowlane 7/2015, s. 40 – 43.
7. Decyzja Komisji z dnia 12 maja 2011 r. w sprawie procedury zaświadczenia zgodności wyrobów budowlanych na podstawie art. 20 ust. 2 dyrektywy Rady 89/106/EWG w odniesieniu do kabli zasilania, kabli sterujących i kabli komunikacyjnych.
8. Norma PN-EN 50575 „Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne - Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej”.
9. Norma prEN 50577 ELECTRIC CABLES - FIRE RESISTANCE TEST FOR UNPROTECTED ELECTRIC CABLES (P CLASSIFICATION).
10. PN-EN 13501-6 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 6: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień kabli elektrycznych.
11. PN-EN 50399 Wspólne metody badania palności przewodów i kabli – Pomiar wydzielania ciepła i wytwarzania dymu przez kable podczas sprawdzania rozprzestrzeniania się płomienia – Aparatura probiercza, procedury, wyniki.
12. PN-EN 60332-1-2 Badania palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych – Część 1-2: Sprawdzanie odporności pojedynczego izolowanego przewodu lub kabla na pionowe rozprzestrzenianie się płomienia – Metoda badania płomieniem mieszkankowym 1 kW.
13. PN-EN ISO 1716 Badania reakcji na ogień wyrobów – Określanie ciepła spalania brutto (wartości kalorycznej).
14. PN-EN 61034-2 Pomiar gęstości dymów wydzielanych przez palące się przewody lub kable w określonych warunkach – Część 2: Metoda badania i wymagania.
15. PN-EN 60754-2 Badanie gazów wydzielających się podczas spalania materiałów pobranych z kabli i przewodów - Część 2: Oznaczenie kwasowości (przez pomiar pH) i konduktywności.
16. PN-EN 50267-1 Wspólne metody badania palności przewodów i kabli. Badanie gazów powstałych podczas spalania materiałów pobranych z przewodów i z kabli – Część 1: Aparatura.
17. PN-EN 50267-2-(2, 3) Wspólne metody badania palności przewodów i kabli. Badanie gazów powstałych podczas spalania materiałów pobranych z przewodów i z kabli – Część 2-2: Metody – Określanie kwasowości gazów przez pomiar pH i konduktywności.

REACTION TO FIRE REGULATIONS FOR ELECTRIC CABLES IN TUNNELS

Abstract

The fire safety in tunnels issues force appropriate changes in the technical and constructional regulations related to the usage of electric cables in this kind of buildings. In the term of "reaction to fire of electric cables" the number of parameters are included such as: heat and smoke release, the occurrence of flaming droplets and particles from burning material and the corrosivity of combustion products evolved from non-metallic elements of cables. All of these parameters significantly influence on the fire safety of people and their belongings in the case of fire in tunnel. This article describes test methods for reaction to fire of electric cables adopted in accordance with the criteria described in PN-EN 13501-6 standard. The classification of electric cables used in tunnels is also proposed.

Autorzy:

Kaczorek-Chrobak Katarzyna - Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Badań Ogniwych, Warszawa ul. Ksawerów 21, 022 5664460, k.kaczorek-chrobak@itb.pl

Papis Bartłomiej - Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Badań Ogniwych, Warszawa ul. Ksawerów 21, 022 5664220, b.papis@itb.pl

Sulik Paweł - Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Badań Ogniwych, Warszawa ul. Ksawerów 21, 022 5664284, fire@itb.pl, SGSP Warszawa