

dr inż. Paweł Sulik¹⁾
mgr inż. Piotr Turkowski¹⁾

Wymagania dotyczące odporności ogniowej konstrukcji tuneli w kontekście nowelizacji przepisów

Requirements for the fire resistance of construction tunnels in the context of amend regulation

DOI: 10.15199/33.2015.07.16

Streszczenie. W artykule przedstawiono informacje dotyczące wymagań ogniowych stawianych konstrukcji tuneli drogowych w kontekście prac nad nowelizacją rozporządzenia ministra transportu i gospodarki morskiej z 30 maja 2000 r.w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, planowanego na 2015 r.
Słowa kluczowe: tunele, wymagania pożarowe, odporność ogniowa konstrukcji.

Abstract. This paper presents information concerning the fire resistance of construction road tunnels elements in the context of amend the Regulation of Minister planned for 2015.

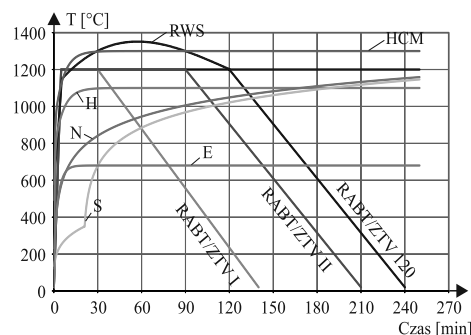
Keywords: tunnels, fire requirements, fire resistance.

Paragraf 321.1. rozporządzenia [1] mówi, że *Konstrukcja tunelu służącego do przeprowadzenia drogi powinna posiadać odporność ogniową w zakresie nośności ogniowej nie niższą niż 240 minut, a strop lub ściana rozdzielająca jego nawy odpowiednio także w zakresie szczelności ogniowej (E) i izolacyjności ogniowej (I)*. Z punktu widzenia aktualnego stanu wiedzy jest on bardzo mało precyzyjny i budzi wiele kontrowersji [2]. Podobnie sytuacja dotyczy np. § 322b [3], którego zapisy również nie są spójne z obowiązującymi dokumentami normatywnymi. Najlepszym przykładem takiej sytuacji są np. niejasności, które pojawiły się przy wyłanianiu wykonawcy na budowę kolejnego odcinka południowej obwodnicy Warszawy, w której jest przewidziany tunel pod Ursynowem. Najistotniejsze nieścisłości z zakresu bezpieczeństwa pożarowego dotyczyły odporności ogniowej, jaką powinna zapewnić konstrukcja tunelu drogowego. Odwołanie się w przepisach [1] do klasy nośności ogniowej R, która przez normę klasyfikacyjną [4] i Eurokod [5] przypisana jest do w pełni rozwiniętego standardowego pożaru działającego na elementy konstrukcyjne wewnątrz budynku,

nie jest prawidłowe, gdyż zależność temperatura-czas dla pożaru standardowego (N), w stosunku do rzeczywistych warunków określonych na drodze badawczej przez ośrodki w Holandii (krzywa RWS) czy Niemczech (krzywe RABT/ZTW I i RABT/ZTW II), występujących w tunelach drogowych, jest znacznie łagodniejsza (rysunek). Dwie podstawowe różnice to osiągnięta temperatura maksymalna podczas pożaru oraz szybkość jej osiągnięcia.

Porównanie wykresów N (pożar standardowy) oraz RWS czy RABT np. w 15. minucie oddziaływania ognia, jednoznacznie wskazuje, że różnica temperatury sięga prawie 500 °C. Jednym z powodów tak dużej różnicy są zupełnie inne warunki wentylacji tuneli drogowych i budynków [6, 7].

Brak jednoznacznie określonych przepisów powoduje, że każdorazowo inaczej się je interpretuje. Wielokrotnie do ITB zgłaszały się firmy startujące w różnego rodzaju przetargach na budowę tuneli z prośbą o dobranie biernych izolacji ogniochronnych konstrukcji tunelu i każdorazowo trudno było ustalić, o jakiego typu oddziaływanie temperatura-czas chodzi zamawiającemu. Czytając wprost przepisy, nie ma ono nic wspólnego z krzywymi tunelowymi, ale kiedy starano się uwzględnić aspekty merytoryczne, natrafiano na dylemat, którą krzywą tunelową należy uwzględnić.



Zależność temperatura-czas wykorzystywana w ocenie odporności ogniowej
Temperature-time curves used in the evaluation of fire resistance

Propozycje nowelizacji przepisów

W związku z nowelizacją rozporządzenia [1], Wydział Warunków Technicznych Departamentu Dróg i Mostów Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju powołał zespół, w skład którego oprócz pracowników Ministerstwa weszli m.in. przedstawiciele KG PSP, IBDiM, ITB i CNBOP, których zadaniem było przygotowanie propozycji zmian dotyczących bezpieczeństwa pożarowego. Wśród wielu aspektów obejmujących nowelizację uwzględniono również postulat zmiany § 321.1. rozporządzenia [1]. Intencją było urealnienie wymagań w stosunku do warunków rzeczywistych panujących w tunelu podczas pożaru oraz uproszczenie procedur związanych ze wznoszeniem w przyszłości budynków bezpośrednio nad tunelem.

¹⁾ Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Badań Ogniowych

^{*)} Autor do korespondencji:
e-mail: p.sulik@itb.pl

Propozycja nowelizacji § 321 rozporządzenia [1] obejmuje następujące zapisy:

1. *Główna konstrukcja nośna tunelu powinna posiadać odporność ogniową przez określony czas, który w przypadku pożaru zapewni wystarczającą ilość czasu na samodzielne opuszczenie miejsca niebezpiecznego przez użytkowników tunelu oraz umożliwi działania służb ratowniczych, bez zagrożenia zawalenia się konstrukcji tunelu.*

2. *Główna konstrukcja nośna tunelu służącego do przeprowadzenia drogi, przeznaczonej do ruchu pojazdów, powinna posiadać nośność ogniową nie niższą niż 120 minut, określoną w odniesieniu do krzywej temperatura-czas, której wartość przedstawia tabela 1.*

Tabela 1. Krzywa temperatura-czas

Table 1. Temperature-timecurve

Czas [min]	Temperatura [°C]
0	20
3	890
5	1140
10	1200
30	1300
60	1350
90	1300
120	1200
240	1200

Zaproponowane zapisy indywidualizują każdy tunel, dając projektantowi możliwość realnego wpływu na konstrukcję i odpowiadające jej wymagania, w zależności od bezpieczeństwa ewakuacji użytkowników oraz prowadzenia akcji ratowniczej. Przedstawione w tabeli 1 zależności temperatura-czas bazują na krzywej RWS, co jednoznacznie określa rodzaj oddziaływania. Podobnie jest w wielu krajach europejskich, przy czym należy zwrócić uwagę, że poza czasem nagrzewania odnoszącym się do krzywej RWS, uwzględnia się również temperaturę krytyczną 380 °C na powierzchni betonu oraz 250 °C na zbrojeniu. Jest ona istotna z punktu widzenia wytrzymałości betonu na odpryskiwanie (spalling) w wyniku gwałtownego rozwoju pożaru wg krzywej RWS.

Podczas prac nad nowelizacją rozporządzenia [1] padła również sugestia, aby oprócz opisanych wymagań, konstrukcja nośna tunelu spełniała dodatkowo R 240 wg oddziaływania standardowego. Tego typu zapis byłby ukłonem w kierunku przyszłych inwestorów budujących bezpośrednio nad tunelem zgodnie z obowiązującym prawem, z punktu widzenia działu VI Bezpieczeń-

stwo Pożarowe rozporządzenia [8], pozwalając na realizację budynków należących do klasy pożarowej A, takich jak np. budynki wysokościowe powyżej 55 m. Prawdopodobnie tego typu wymagania, z uwagi na koszty, nie zostały zapisane, co nie ogranicza projektantów przed jego wprowadzeniem w projektowanych tunelach, szczególnie w obszarze silnie zurbanizowanym. Dobrym przykładem jest Francja, gdzie stosuje się krzywą standardową o czasie nagrzewania 240 min, odnoszącą się do mniejszych pożarów, które występują dość często w tunelach.

Podsumowanie

Zaproponowana nowelizacja przepisów [1], niejako wymuszona przez dezaktualizację wielu zapisów powstałego w 2000 r. rozporządzenia, pozwoli rozwiązać najistotniejsze problemy dotyczące bezpieczeństwa pożarowego tuneli. Należy przy tym zauważyć, że zawarte w nowelizacji wymagania uwzględniają dostępne na rynku przebadane technologie, pozwalające na zabezpieczenie konstrukcji tunelu podczas pożaru, co oznacza, że przepis jedynie dostosowuje się do istniejących realiów. W celu ułatwienia doboru izolacji ogniochronnych konstrukcji żelbetowych zamieszczamy w tabeli 2, na podstawie dostępnych, znanych dokumentów, **aktualny wykaz systemów zabezpieczeń ogniochronnych konstrukcji żelbetowych**. Z uwa-

gi na różny poziom dostępnych dokumentów (raporty z badań, aprobaty techniczne, w tym europejskie, klasyfikacje), w jednej z kolumn podano dokument, na który się powołano.

Literatura

- [1] Rozporządzenia ministra transportu i gospodarki morskiej z 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami.
- [2] Borowy A.; Bezpieczeństwo pożarowe tuneli – formułowanie wymagań w zakresie reakcji na ogień i odporności ogniowej, Materiały Budowlane, nr 7, 2013, s. 26 – 28.
- [3] Sulik P., Sędlak B., Izydorczyk D.; Odporność ogniowa i dymoszczelność drzwi przeciwpożarowych na wyjściach awaryjnych z tuneli: badania i klasyfikacja, Logistyka, nr 6, 2014, s. 10104 – 10113.
- [4] PN-EN 13501-2+A1:2010. Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej.
- [5] PN-EN 1991-1-2:2006. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-2: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.
- [6] Krajewski G., Węgrzyński W.; Porównanie wybranych metod doboru systemów wentylacji pożarowej tuneli drogowych, Materiały Budowlane, nr 10, 2014, s. 155 – 157.
- [7] Węgrzyński W., Krajewski G.; Wentylacja pożarowa tuneli drogowych, Materiały Budowlane, nr 2, 2015, s. 14 – 16.
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75, Poz. 690), z późniejszymi zmianami.

Przyjęto do druku: 01.06.2015 r.

Tabela 2. Wykaz systemów zabezpieczeń ogniochronnych konstrukcji żelbetowych

Table 2. List of fire protection systems of reinforced concrete structures

Producent	Nazwa wyrobu	Typ	Dokument	Zakres stosowania		
				N	HC	RWS
Wybrane materiały posiadające klasyfikację na krzywą RWS						
MERCOR	mcr ISOVERM HCT	natrysk	AT-15-6688/2012	tak	tak	tak, 4h
THERMICA	SLV External	natrysk	AT-15-5957/2011	tak	tak	tak, 4h
PROMAT	FENDOLITE MII	natrysk	AT-15-8933/2012 + raporty z badań	tak	tak	tak, 3h
PROMAT	PROMATECT-H	plyty	ETA-06/0206 + raporty z badań	tak	tak	tak, 3h
PROMAT	PROMATECT-T	plyty	ETA-08/0425 + raporty z badań	tak	tak	tak, 3h
PREMIX	FIRE-MIX	natrysk	AT-15-9178/2014 + raporty z badań	tak	tak	tak, 1h
Wybrane materiały nieposiadające klasyfikacji na krzywą RWS						
SAINT-GOBAIN	RIDURIT	plyty	AT-15-9389/2014	tak	nie	nie
ROCKWOOL	CONLIT 150	plyty	AT-15-6604/2011	tak	nie	nie
IMPERVIUS (GRACE)	MONOKOTE MK-6	natrysk	ETA-10/0082	tak	nie	nie
KNAUF	VERMIPLASTER	natrysk	ETA-11/0229	tak	nie	nie
FERMACELL	AESTUVER	plyta	ETA-11/0458	tak	nie	nie
CARBOLINE	PERLIFLOC	natrysk	ETA-12/0005	tak	nie	nie

N – krzywa standardowa; HC – krzywa węglowodorowa; RWS – krzywa tunelowa holenderska