

Dr inż. Jolanta Radziszewska – Wolińska
Centrum Naukowo - Techniczne Kolejnictwa

ZAGROŻENIA POŻAROWE W TUNELACH KOLEJOWYCH

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Charakterystyka tuneli kolejowych w Polsce
3. Pożar pociągu pasażerskiego na szlaku Rydułtowy – Sumina
4. Charakterystyka zagrożeń występujących w pożarach w szlakowych tunelach kolejowych
5. Wpływ materiałów niemetalowych zastosowanych w taborze na rozwój pożaru
6. Nowoczesne metody analizy rozwoju pożaru w tunelach
7. Podsumowanie i wnioski

STRESZCZENIE

W artykule scharakteryzowano kolejowe tunele szlakowe, znajdujące się w Polsce. Omówiono pożar, jaki wydarzył się przed wjazdem do tunelu w miejscowości Rydułtowy, w którego gaszeniu brało udział 9 jednostek straży pożarnej. Opisano zagrożenia występujące podczas pożarów w tunelach kolejowych. Zwrócono uwagę na fakt, że właściwy dobór materiałów niemetalowych, przeznaczonych do budowy i wyposażenia taboru, jest istotnym elementem skutecznej ochrony przeciwpożarowej. Przedstawiono zastosowanie nowoczesnych metod analizy rozwoju pożaru w tunelach.

1. WSTĘP

Ochrona przeciwpożarowa podziemnych obiektów komunikacyjnych jest zagadnieniem niezmiernie istotnym. Pożary i katastrofy w tunelach kolejowych powodują znaczne straty materialne oraz stwarzają wyjątkowo duże niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia znajdujących się w nich ludzi. Szczególne warunki występujące w tych obiektach, wynikające z przede wszystkim z wymuszonego przepływu powietrza i ograniczonego odprowadzania ciepła, powodują, że prowadzone w nich działania ratowniczo-gaśnicze należą do najtrudniejszych i najbardziej odpowiedzialnych. Doskonalenie budowy podziemnych tras komunikacyjnych, objawiające się systematycznym ich wydłużaniem, niesie za sobą zwiększenie wymagań w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa. Dlatego też rozpoznanie przyczyn, przebiegu oraz skutków pożarów w tunelach kolejowych stanowi istotny element skutecznej ochrony przeciwpożarowej.

2. CHARAKTERYSTYKA TUNELI KOLEJOWYCH W POLSCE

Na terenie Polski znajduje się 26 szlakowych tuneli kolejowych (z uwzględnieniem umownego podziału warszawskiego tunelu średnicowego na 4 odcinki) o łącznej długości ok. 14,5 km. Najdłuższy tunel liniowy jest zlokalizowany na linii *Kłódzko – Wałbrzych* i jego długość wynosi 1605 m. Natomiast najkrótszy, 50-metrowy tunel znajduje się na linii *Stróże – Krościenko*. Większość z nich jest umiejscowiona na południu kraju, w terenie górzystym. Są to obiekty wykonane w drugiej połowie XIX wieku (16 budowli) oraz na początku XX wieku (6 tuneli).

Tunele skonstruowane dawniej mają kamienne sklepienia, natomiast obiekty pochodzące z drugiej połowy XX wieku, poza tymi, które są drążone w skale, wykonano techniką żelbetową.

Osiemnaście tuneli znajduje się w terenie obniżonym w stosunku do powierzchni gruntu, przy czym występuje różny stopień nachylenia skarp w stosunku do torowiska. Różnica wysokości między wjazdem i wyjazdem z tunelu dochodzi do kilkudziesięciu metrów.

Większość tuneli znajduje się w terenie niezabudowanym.

W 21 tunelach odbywa się ruch towarowo-pasażerski, a w czterech – tylko pasażerski. Jeden tunel jest nieczynny (zamknięta linia na szlaku *Kowary - Ogorzelec*).

Wszystkie obiekty są wykonane jako jednopoziomowe, a w 21 przypadkach są to linie jednotorowe. Sieć trakcyjna występuje w 17. tunelach.

W Polsce znajduje się również najdłuższy w Europie tunel kolei wąskotorowej. Zlokalizowany on jest na linii *Przeworsk – Dynów*, a jego długość wynosi 602 m.

Elementy konstrukcyjne wszystkich tuneli spełniają wymagania odporności ogniowej (240 min). Jednak w żadnym z nich nie ma wentylacji mechanicznej, a tylko w 2 przypadkach znajduje się grawitacyjna (szyby i kominy wentylacyjne).

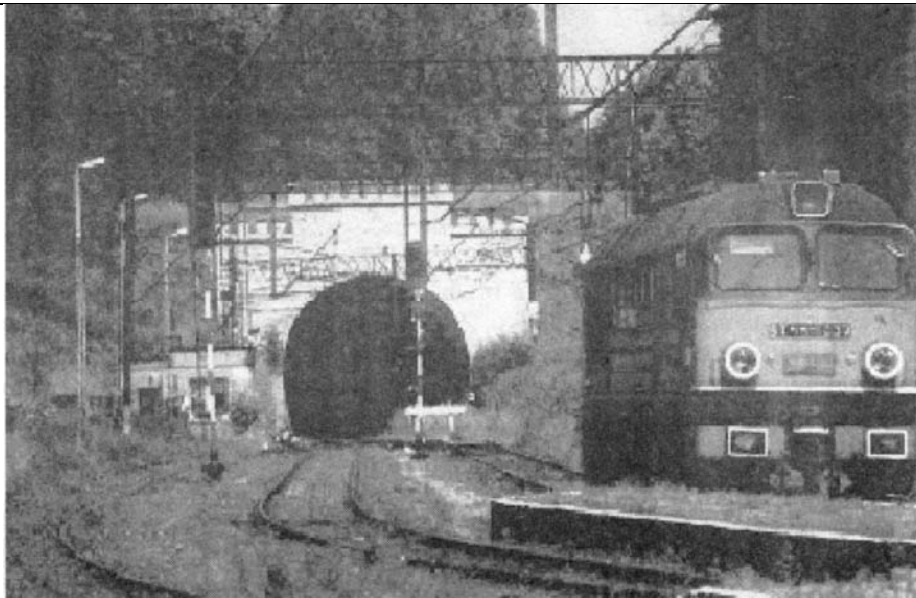
Dobre dojazdy drogowe są zapewnione tylko do 4 tuneli. Do sześciu dojazd jest możliwy na odległość od 150 do 500 m. W pozostałych 16. przypadkach można dojechać tylko po torowisku, używając pojazdów drogowo-szynowych lub szynowych wózków transportowych [4].

3. POŻAR POCIĄGU PASAŻERSKIEGO NA SZLAKU RYDUŁTOWY – SUMINA

Jeden z zabytkowych tuneli kolejowych znajduje się w górniczej miejscowości Rydułtowy, położonej niedaleko Katowic (rys.1). Wybudowano go w latach 1853 – 1858, jako tunel dwutorowy, o długości 727 m. Znajduje się on przed wjazdem na stację.

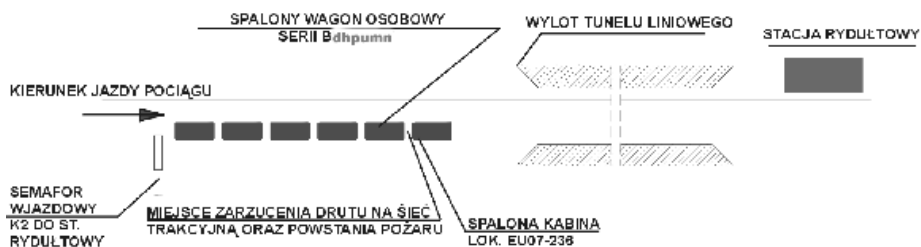
W dniu 28 marca 1999 r. przed wlotem do tego tunelu nastąpiło zdarzenie, które tylko dzięki refleksowi maszynisty nie zakończyło się tragicznie. Lokalizację zdarzenia przedstawiono na rysunkach 2 i 3. Maszynista pociągu relacji *Racibórz – Katowice* – po minięciu semafora wjazdowego do stacji Rydułtowy, o godz.18.23 – zauważył zarzuconą na sieć trakcyjną stalową osłonę kabla. Była to taśma o długości 5,5 m i o przekroju 25 mm x 0,6 mm. Maszynista natychmiast opuścił pantografy i uruchomił nagłe hamowanie pociągu. Jednak zwisająca stalowa taśma w czasie hamowania prześlizgnęła się po dachu lokomotywy (EU07) i zaczepiła o pierwszy wagon (piętrowy serii Bdhpumn z 1970 r.). Nastąpiło zwarcie krótszego końca taśmy z dachem. Powstał łuk elektryczny, który wypalił w dachu dwie dziury o średnicy 10 mm. Wysoka temperatura i spadające iskry oraz krople stopionego metalu spowodowały zapalenie się dźwiękochłonnej masy bitumicznej, umieszczonej na wewnętrznej stronie dachu. Następnie płomień objął izolację termiczną z granulowanej waty, a dalej wyłożenie sufitu z płyt laminatu

dekoracyjnego i zaczął rozprzestrzeniać się wewnątrz wagonu, przenosząc się z górnego poziomu na dolny.

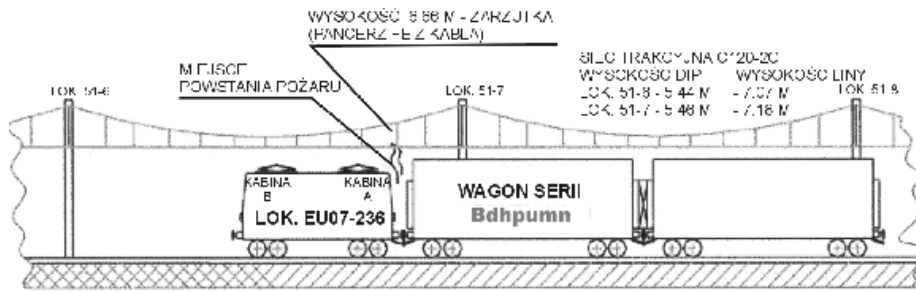


Rys. 1. Wyjazd z tunelu na stację Rydułtowy

Drugi, dłuższy odcinek zwisającej osłony stalowej (o długości ok. 3 m) wpadł w przestrzeń między lokomotywą a wagonem. W wyniku wahań taśmy nastąpiło zwarcie i powstanie łuku elektrycznego do ściany czołowej wagonu. Zapaliła się malatura, po której płomień dotarł do gumowych elementów przejścia międzywagonowego. Następnie pożar objął powłokę malarską drzwi czołowych wagonu i po izolacjach sprzęgów powietrznych oraz sprzęgu ogrzewania elektrycznego przeniósł się na malaturę lokomotywy, a po popękaniu i wypadnięciu szyb – do wnętrza kabiny maszynisty.



Rys. 2. Szkic sytuacyjny miejsca pożaru na szlaku Sumina – Rydułtowy



Rys. 3. Szkic sytuacyjny przed pożarem

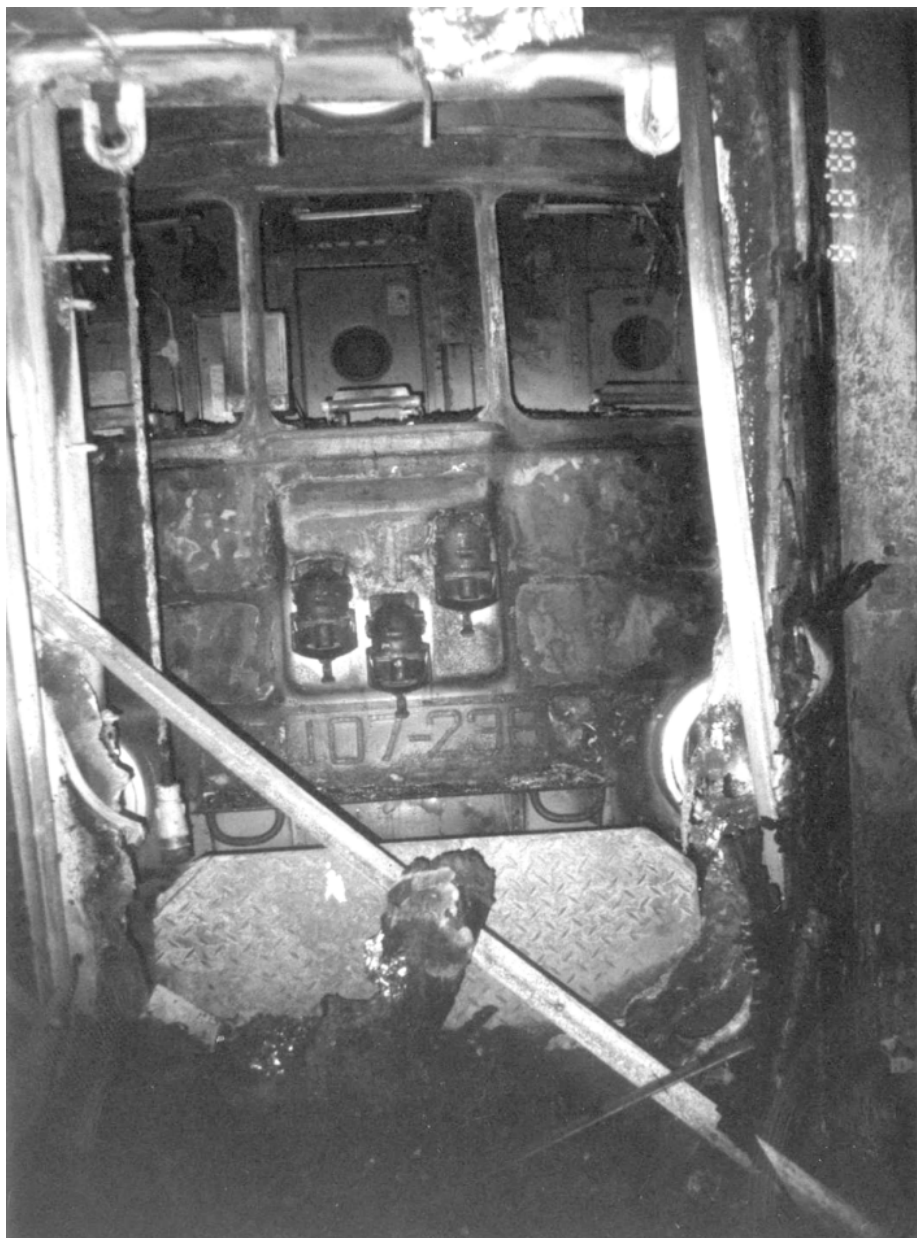
Po zatrzymaniu pociągu maszynista przez radiotelefon powiadomił dyżurnego ruchu stacji Rydułtowy o zaistniałym wypadku. Zażądał wyłączenia napięcia w sieci trakcyjnej (nie nastąpiło automatyczne wyłączenie) i wezwania straży pożarnej. Jednocześnie dwuosobowa drużyna konduktorska przystąpiła do ewakuacji 200 pasażerów, którzy już w czasie hamowania zaczęli w panice przemieszczać się na koniec pociągu.



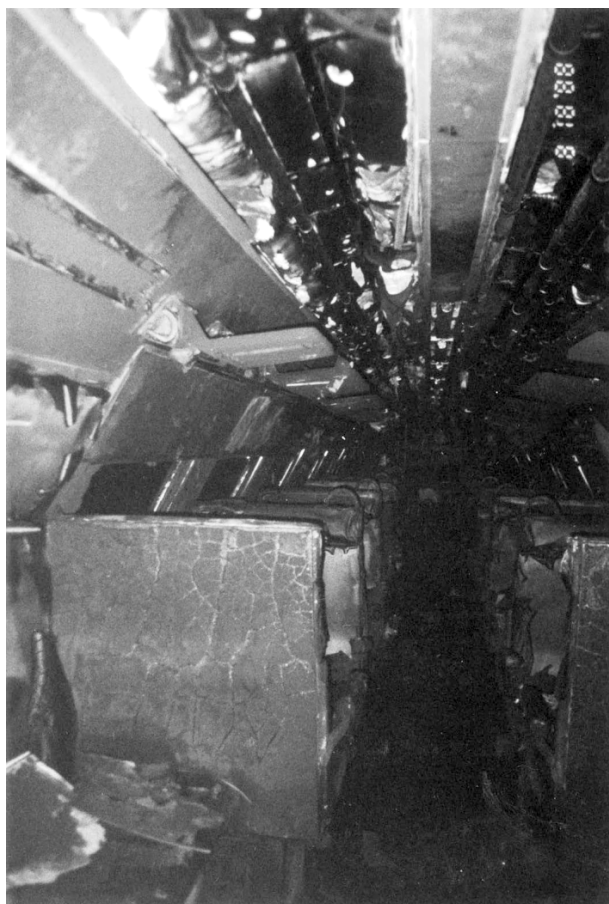
Rys. 4. Spalona kabina maszynisty

O godzinie 18.27 wyłączono sieć trakcyjną i maszynista przystąpił – za pomocą gaśnic z lokomotywy – do gaszenia pożaru. Również drużyna konduktorska, natychmiast po

zakończeniu ewakuacji podróżnych, zajęła się gaszeniem wagonu za pomocą 4 gaśnic. Obsłudze pociągu nie udało się jednak ugasić pożaru.



Rys. 5. Widok spalonej kabiny maszynisty – ujęcie z wnętrza wagonu, przez spalone drzwi Czołowe



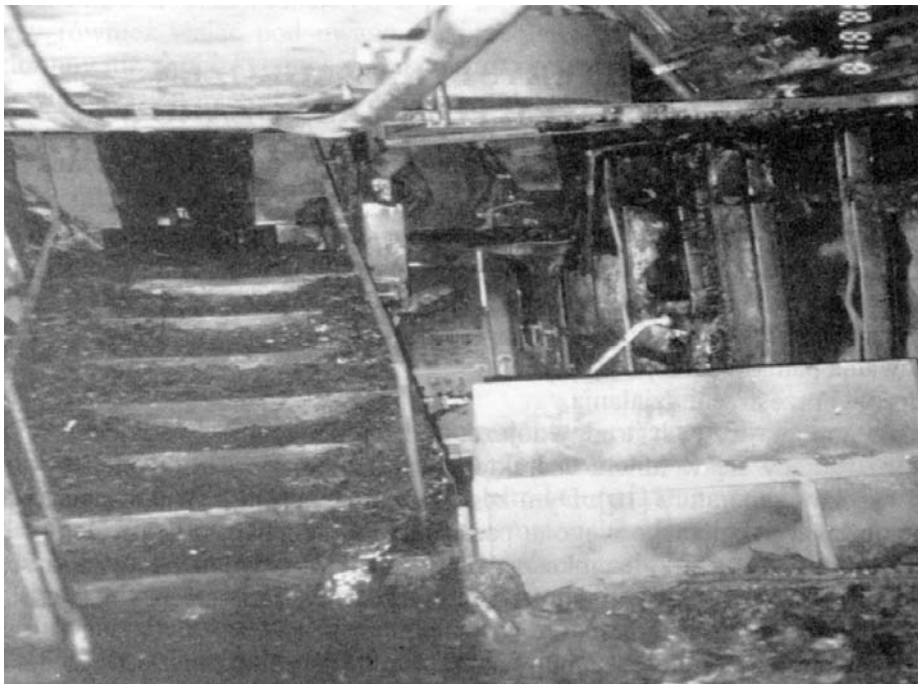
Rys. 6. Spalone wnętrze wagonu – górny poziom



Rys. 7. Spalone wnętrze wagonu – widoczne wypalone wyłożenie sufitu, łącznie z izolacją



Rys. 8. Spalone wnętrze wagonu – całkowicie wypalone wyłożenie sufitu, łącznie z izolacją



Rys. 9. Spalone wnętrze wagonu – schody na górny poziom

O godzinie 18.38 na miejsce zdarzenia przybyły pierwsze jednostki straży pożarnej. Dojazd do miejsca zdarzenia możliwy był na odległość 200 m, po pagórkowatym terenie, co utrudniało prowadzenie działań operacyjnych. Utrudnienia wynikały również z konieczności dowożenia

wody ze źródła oddalonego o ok. 1500 m (stacja CPN), gdyż hydrant bliższy, oddalony o ok. 250 m, był niesprawny.

Ogień stłumiono dopiero o godzinie 22.45. Następnie strażacy przystąpili do oddymiania i penetrowania pozostałych wagonów. W akcji wzięło udział łącznie 6 jednostek Państwowej Straży Pożarnej oraz 3 jednostki Ochotniczej Straży Pożarnej. Fotografie (rys. 4 ÷ 9) przedstawiają obraz powstałych zniszczeń. Spaliła się zdecydowana większość elementów niemetalowych (wyłożenia sufitu, ścian i podłóg, siedzenia, izolacje kabli). Nastąpiło również stopienie się elementów metalowych. Uszkodzona została także sieć trakcyjna. Przerwa w ruchu trwała 2 dni. Straty materialne oszacowano na poziomie 400 tys. zł.

Sprawcy, który bezmyślnie zarzucił osłonę stalową kabla na sieć trakcyjną nie wykryto. Na szczęście dla jadących tym pociągiem, maszynista w porę zauważył przeszkodę i zdążył zahamować pociąg przed tunelem.

Scenariusz powyższego pożaru byłby zdecydowanie tragiczniejszy, gdyby zatrzymanie pociągu nastąpiło dopiero w tunelu. Takie pożary były często przyczyną wielu ofiar śmiertelnych i rannych, jak np. pożar kolejki górskiej w Kaprun w Austrii (11 listopada 2000 r.) [14], pożar pociągu towarowego w Eurotunelu (1998 r.) pożar pociągu metra w Baku w Azerbejdżanie (28 października 1995 r.), pożar pociągu przejeżdżającego przez tunel w okolicach Zurychu w Szwajcarii (16 kwietnia 1991 r.) [10]. W tym ostatnim przypadku zatrzymanie pociągu nastąpiło w wyniku uruchomienia awaryjnego hamowania przez pasażera, który zauważył pożar w wagonie. Aktualnie, w ramach prac dla interoperacyjności kolei europejskiej uznano za niezbędne wdrożenie działań uniemożliwiających uruchomienie hamulca bezpieczeństwa w czasie pożaru pociągu przejeżdżającego przez tunel nie mający dróg ewakuacyjnych.

4. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻEŃ WYSTĘPUJĄCYCH PODCZAS POŻARAÓW W SZLAKOWYCH TUNELACH KOLEJOWYCH

Akcje ratowniczo-gaśnicze w tunelach szlakowych należą do najtrudniejszych oraz najbardziej odpowiedzialnych i powodują silne psychologiczne oddziaływanie na poszkodowanych i ratowników [1, 2]. Wynika to z następujących przyczyn:

- specyficznego charakteru rozwoju samego pożaru,

- powstawania paniki wśród podróżnych,
- ograniczonej przestrzeni działania,
- warunków topograficznych (trudny dojazd, brak zaopatrzenia w wodę).

Pożar rozwijający się w tunelu charakteryzuje przede wszystkim intensywne zadymienie i wysoka temperatura [10]. Dym zdecydowanie ogranicza widoczność. Na przykład przy pożarze przeciętnego wagonu pasażerskiego i szybkości wentylacji 1 m/s widzialność jest zerowa, a przy szybkości wentylacji 3 m/s widzialność waha się od 8 do 30 m [4]. Dym zawiera również toksyczne produkty spalania, które w sposób zwielokrotniony zagrażają życiu ludzi.

Przykładowo: miękkie fotele wagonowe, które z racji ich kształtu i łatwego dostępu są szczególnie narażone na podpalenie, zawierają piankę. Dawniej była to łatwo zapalna pianka lateksowa, która od kilkunastu już lat jest wypierana przez różne modyfikacje pianek poliuretanowych. Dzięki dodawanym antypirenom (organiczne związki chlorowcopochodne oraz związki fosforu) nie podtrzymują one palenia po odstawieniu źródła zapłonu. Jednak rozkład termiczny poliuretanów, zachodzący już w temperaturze 260 °C, powoduje wydzielanie dymu zawierającego składniki, których toksyczne działanie jest następujące [3, 8]:

- tlenek węgla – blokuje hemoglobinę krwinek czerwonych, która traci zdolność przenoszenia tlenu do tkanek;
- cyjanowodor (kwas cyjanowy, kwas pruski) – tworzy z hemoglobiną cyjanohemoglobinę nie dysocjującą do hemoglobiny [8]; dołącza się także do grup żelazowych porfiryn i uniemożliwia czynność biokatalityczną w procesach oddychania tkankowego; bardzo małe ilości cyjanowodoru pobudzają czynność ośrodka oddechowego, co prowadzi do przyspieszenia i pogłębienia oddechu, natomiast większe dawki porażają oddychanie i wywołują śmierć poprzedzoną drgawkami klonicznymi;
- diizocyjaniany – powodują bóle i zawroty głowy, niepokój, mdłości, bóle w okolicy serca, duszności, osłabienie, drgawki i zatrzymanie oddychania;
- tlenki azotu – wywołują podrażnienie górnych dróg oddechowych i oczu, a po okresie utajenia objawy obrzęku płuc;
- bicykliczne estry fosforowe – wykazują dużą toksyczność względem centralnego układu nerwowego.

Natomiast w wyniku spalania polichlorku winylu (występującego np. w: izolacji kabli, wykładzinach podłogowych) wydzielają się chlorowodór, który reagując z parą wodną powoduje

powstawanie kwasu solnego. Żrące i toksyczne pary tego kwasu powodują podrażnienie górnych dróg oddechowych i oczu, a po okresie utajenia – objawy obrzęku płuc. Jednocześnie związki te są przyczyną niszczenia konstrukcji budowlanych.

Wysoka temperatura pożaru (mogąca przekraczać nawet 1000 °C w zdarzeniach występujących w głębi tunelu) powoduje:

- szybkie wyczerpanie i odwodnienie poszkodowanych i ratowników, ograniczając czas i możliwość ich pracy,
- uszkodzenia konstrukcji tunelu [4, 10].

Należy również wziąć pod uwagę, że przebieg wzrostu temperatury w czasie jest w tunelu inny niż w obiektach naziemnych. Akumulacja ciepła jest w tunelu większa niż w typowym budynku mieszkalnym, jednakże oddziaływanie ciepła na konstrukcję tunelu jest słabsze. Pudło wagonu wykonuje bowiem funkcję ekranu, obniżając moc strumienia ciepła promieniowania. Skuteczność ekranowania jest uzależniona od rodzaju i stopnia palności elementów wnętrza pudła.

5. WPLYW MATERIAŁÓW NIEMETALOWYCH ZASTOSOWANYCH W TAVORZE NA ROZWÓJ POŻARU

Polskie tunele szlakowe, jak omówiono wcześniej, mają dużą odporność ogniową i same nie powodują zagrożenia pożarowego. Zagrożenie to oraz związane z nim zagrożenie toksyczne stwarza tabor i przewożone nim ładunki. Duży wpływ na skalę pożaru ma rodzaj i ilość umieszczonych w pojeździe materiałów konstrukcyjnych i wyposażeniowych. Dlatego też stosowanie materiałów trudno zapalnych i trudno palnych, ograniczających rozprzestrzenianie się ognia i dymu jest najważniejszym elementem skutecznej ochrony przeciwpożarowej. Zagadnienie to omówiono już we wcześniejszych publikacjach, przedstawiając zobrazowane zdjęciami przykłady tworzyw o różnych właściwościach palno-dymowych, m.in. [10] powłoki malarskie, na których, w warunkach rozgorzałego pożaru płomień może się wytlumić lub – jak w opisanym pożarze przed tunelem w miejscowości Rydułtowy – rozprzestrzenić się. W składzie tego pociągu zastosowano, niestety, więcej materiałów nie spełniających aktualnych

wymagań. Należą do nich przede wszystkim: izolacja w postaci granulowanej waty (!) oraz palne elementy gumowe (wałki przejść międzywagonowych, izolacje sprzęgów). Przykład ten jeszcze raz potwierdza konieczność świadomego, popartego odpowiednimi badaniami [10, 11, 12], doboru materiałów niemetalowych, przeznaczonych do budowy i wyposażenia taboru pasażerskiego, a szczególnie taboru jeżdżącego tunelami.

6. NOWOCZESNE METODY ANALIZY ROZWOJU POŻARU W TUNELACH

Przebieg pożaru i jego skala zależy w dużym stopniu od rodzaju palącego się pojazdu, a także od ilości i prędkości dopływającego świeżego powietrza. Informacji na temat zjawisk zachodzących w czasie pożarów w tunelach dostarczają nam wyniki analiz zaistniałych wypadków i badania laboratoryjne oraz badania prowadzone w skali naturalnej.

Zrealizowane w latach dziewięćdziesiątych europejskie i amerykańskie programy badawcze wykazały m.in. duże zróżnicowanie potencjalnych źródeł ognia, mogących wystąpić w tunelu. Uzyskano wartości gęstości strumienia ciepła HRR w zakresie 5÷130 MW [7].

Rozwój metod numerycznych umożliwia obecnie zastosowanie symulacji komputerowej rozwoju pożaru w tunelach. Programy: CFD (*Computational Fluid Dynamics*) program oraz SES (*Subway Environment Simulation*) program są wykorzystywane do analizy zachodzących w czasie pożaru procesów i zjawisk oraz przy projektowaniu nowoczesnych obiektów.

Uwzględniają one rozkład temperatury i prędkości propagacji płomienia oraz efektów promieniowania cieplnego w tunelu, przy różnych konfiguracjach pracy systemów wentylacyjnych, biorąc pod uwagę:

- bezpieczeństwo (modele ewakuacyjne),
- skuteczność wentylowania,
- koszty budowy i eksploatacji.

Przykłady zastosowania metod numerycznych do projektowania tuneli kolejowych

1. D. Borello i P. Rispoli z Uniwersytetu w Rzymie [1] opisali metodę symulacji pożaru w tunelu. W dwuwymiarowym modelu obliczeniowym przyjęli jako źródło ognia palącą się cysternę o całkowitej ilości wydzielonego ciepła równej 9,6 MW. Przedstawili rozkład temperatury i prędkości propagacji płomienia w tunelu przy różnych konfiguracjach pracy wentylatorów. W zaprezentowanych badaniach otrzymano dużą zbieżność wyników

obliczeniowych z eksperymentalnymi. Jako kierunek dalszych prac uznano jednak konieczność wprowadzenia do modelu symulacyjnego lepszego modelu palącego się obiektu, dokładniej definiującego potencjalne źródła pożaru w tunelach.

2. *M. Luo i R. Yau z Ove Arup & Partners* w Hong Kongu [6] opisali scenariusze ewakuacji pasażerów w sytuacji pożaru pociągu w tunelu. W symulacji metodą CFD wykorzystano dane literaturowe, pochodzące z badań kalorymetrycznych materiałów stosowanych w taborze szynowym oraz ze szwedzkiego testu dla niemieckiego pociągu, przeprowadzone w tunelu pożarowym. Przyjęta wartość całkowitej ilości wydzielonego ciepła mieściła się w granicach 12÷17 MW. Przedstawiono różne warianty rozprzestrzeniania się dymu przy włączonej oraz wyłączonej wentylacji. W obliczeniach optymalnych warunków pracy wentylacji, zapewniającej wymagany współczynnik nadmiaru powietrza niezbędny do schłodzenia płomienia, wykorzystano pierwszą zasadę termodynamiki. Wykazano również, że dostępny czas bezpiecznej ewakuacji warunkowany jest przez odporność ogniową podłogi pojazdu. Przedstawiono scenariusze ewakuacji, z uwzględnieniem różnych potencjalnych miejsc zainicjowania pożaru (na początku, w środku i na końcu pociągu).

3. *G. Sanchez i Y. Kwok z Hyder Consulting Ltd* w Hong Kongu [13] przedstawili symulację metodą SES wymagań wentylacyjnych w tunelu kolejowym. W założeniach przyjęto różną ilość wydzielanego ciepła w trakcie pożaru pociągu (6 MW i 10 MW), różne warianty pracy wentylacji, a także różne parametry tunelu, biorąc pod uwagę również różny jego kąt nachylenia w stosunku do poziomu. Jednocześnie uwzględniono koszty rozważanych przypadków. Efektem przeprowadzonych prac jest opracowanie matrycowej bazy danych, proponowanej projektantom jako pierwsze narzędzie przy wyborze systemu wentylacyjnego.

4. *S. Grrubits & Associates* z Australii [5] opisali zasady modelowania metodą CFD wielkości ryzyka i kosztów zabezpieczeń umożliwiających zapewnienie ewakuowanym następujących warunków:

- temperatura – $\leq 60^{\circ}\text{C}$,
- koncentracja CO – ≤ 800 ppm,
- widoczność – $\geq 7,7$ m.

W rozważanych scenariuszach przyjęto pożar pociągu, a także przypadki pożarów zlokalizowanych w różnych miejscach tunelu (poza pociągiem) oraz możliwe warianty pracy istniejącego systemu wentylacyjnego.

Opisane przykłady potwierdzają, że nowoczesne metody komputerowe wymagają także odpowiedniej bazy danych, a uzyskiwane efekty symulacji powinny być systematycznie weryfikowane wynikami badań laboratoryjnych [7], tak jak np. przy symulacji rozwoju pożaru w wagonie programem HAZARD [9].

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Podsumowując omówione zagadnienia należy stwierdzić, że:

- Analizując zagrożenie pożarowe w tunelu kolejowym należy pamiętać, że stwarza je przede wszystkim tabor oraz przewożone nim ładunki.
- Podstawą do projektowania tuneli i ich zabezpieczeń przeciwpożarowych powinny być symulacje rozwoju pożaru w przejeżdżającym przez tunel taborze.
- W starych tunelach, słabo wyposażonych w stałe systemy ochrony przeciwpożarowej, jak np. w Polsce (PKP), niezmiernie istotne jest przestrzeganie wymaganych dla nich warunków techniczno-eksploatacyjnych.
- Należy podjąć działania zmierzające do optymalnego przygotowania istniejących tuneli do działań ratowniczych.
- Projektując nowe tunele kolejowe (np. linii metra) należy stosować nowoczesne techniki symulacyjne oraz nowoczesne systemy ochrony przeciwpożarowej.

BIBLIOGRAFIA

1. *Borello D., Rispoli F.*: A CFD methodology for fire spread and radiative effects simulation in longitudinal ventilation tunnels: application to the Memorial Tunnel, Proceedings of Second International Conference – Long Road and Rail Tunnels. 9 –11 May 2002, Hong Kong.
2. *Dix A.*: Beyond fans and rock bolts. Keeping people in the emergency. Second International Conference – Long Road and Rail Tunnels, 9-11 May 2002, Hong Kong.
3. Encyklopedia: Chemia, Warszawa PWN, 1995.
4. *Gierski E.*: Problemy działań ratowniczo-gaśniczych w tunelach kolejowych. Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Kraków, 1996.

5. *Grrubits S. & Associates*: Evaluation of smoke control for an existing underground rail network. Proceedings of Second International Conference – Long Road and Rail Tunnels, 9 – 11 May 2002, Hong Kong.
6. *Luo M., Yau R.*: A case study: Design of a two-way traffic rail tunnel. Proceedings of Second International Conference – Long Road and Rail Tunnels, 9 –11 May 2002, Hong Kong.
7. *Łukomski M., Sztarbała G.*: Pożary w tunelach. Konferencja SECUREX, COB-R METALPLAST, Poznań, 2002.
8. Mała encyklopedia medycyny. Warszawa, PWN, 1987.
9. *Metral S., Radziszewska-Wolińska J., Barbu G.*: Improvement of fire protection of passenger rolling stock. Computer simulation of the fire process within railway passenger coaches using the HAZARD 1.2 software. ERRI C 204.1/DT 358, November 1997.
10. *Radziszewska-Wolińska J.*: Bezpieczeństwo pożarowe taboru szynowego. *Problemy Kolejnictwa*, 2001, nr 133, s. 111 – 124.
11. *Radziszewska-Wolińska J.*: Kolej podziemna. Zagrożenia. *Nowe Sygnały*, 1999, nr 15.
12. *Radziszewska-Wolińska J.*: Zagrożenie pożarowe w wagonie metra. Referat na Międzynarodowych Warsztatach: Prowadzenie akcji ratowniczych i zasad bezpieczeństwa w metrze, przykład zagrożeń dla gminy miejskiej. Warszawa 1.03.1999.
13. *Sanchez G, Kwok Y.*: Rules of thumb for emergency tunnel ventilation system. Proceedings of Second International Conference – Long Road and Rail Tunnels, 9 –11 May 2002, Hong Kong.
14. Śmiertelna pułapka. *Przegląd Pożarniczy*, 2001, nr 3, s.18 – 19.