BEZPIECZEŃSTWO POŻAROWE W METRZE

Metro, czyli miejski system kolei (podziemnych i nadziemnych), jest we współczesnych największych miastach nieodłącznym elementem organizacji transportu publicznego. Przewagą tego środka transportu w stosunku do innych jest jego wielokrotnie większa przepustowość.

Iza Trzeciak

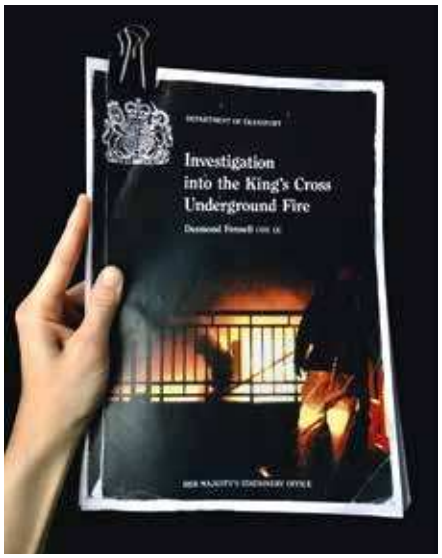
W jedynym metrze w Polsce, w Warszawie, w godzinach szczytu pociągi kursują z częstotliwością ok. 20 na godzinę, czyli z każdej stacji pociąg odjeżdża co 3 min. Codziennie z warszawskiego metra korzysta ok. 550 tys. pasażerów. To dużo, choć w porównaniu do londyńskiego London Underground, które dziennie przewozi ok. 3,3 mln pasażerów, zaledwie niecałe 20%. W Polsce metro działa od 1995 r. (pierwszy odcinek pierwszej linii), Anglicy zaś mogą pochwalić się posiadaniem najstarszego metra na świecie.
Pierwszy odcinek London Underground oddano do użytku już w 1863 r. Obecnie tworzy go jedenaście linii, nad dwunastą trwają prace. Metro londyńskie ma już 154 lata, a jego długa i bogata historia jest jednocześnie dużą częścią światowej historii komunikacji zbiorowej.

Tragedia na King's Cross

W bogatym doświadczeniu London Underground znajdują się również tragiczne wydarzenia, z których wnioski i przestrogi wyciąga cały świat. Ponad 30 lat temu miało miejsce wydarzenie, które zmieniło postrzeganie bezpieczeństwa pożarowego w obiektach infrastruktury metra. W pożarze, który wybuchł 18 listopada 1987 r. wieczorem na stacji King's Cross, zginęło 31 osób, w tym dowódca jednostki straży pożarnej. Wiele osób zostało poważnie rannych. Fotografia poparzonej twarzy jednego z ocalałych, Kwasi Afari Minta, w specjalnym opatrunku, obiegła świat i stała się symbolem tej tragedii. Po tym zdarzeniu pojawiły się wątpliwości, czy setki tysięcy pasażerów korzystających codziennie z metra mogą czuć się bezpiecznie.
Co się wydarzyło w ten listopadowy wieczór na stacji King's Cross? Odpowiedź na to pytanie znajduje się w oficjalnym raporcie [1] podsumowującym kilkumiesięczne dochodzenie. Jego autorem oraz kierującym pracami zespołu był Desmond Fennell. Wraz z zespołem biegłych i ekspertów przez prawie rok pracował nad wyjaśnieniem przebiegu tego pożaru. Śledztwo było prowadzone szczegółowo. Rozważono i wzięto pod uwagę wszelkie możliwe aspekty, które mogły doprowadzić do tak fatalnego splotu zdarzeń. Fennell ze swoim zespołem dokonał oględzin pogorzeliska, przesłuchał obsługę metra oraz świadków zdarzenia, przeanalizował reakcje personelu metra oraz służb ratunkowych, przyjrzał się modelowi zarządzania bezpieczeństwem w London Underground, wykorzystał rozwijającą się wówczas metodę FDS (*fire dynamics simulation*) do stworzenia komputerowego modelu tego pożaru, aż wreszcie – nie znajdując odpowiedzi na swoje wątpliwości – zbudował model schodów ruchomych nr 4 na stacji King's Cross na linii Piccadilly.
Po roku od tragedii, w listopadzie 1988 r. opublikowano raport *Investigation into the King's Cross Underground Fire* [1], w którym opisano przyczyny i przebieg pożaru oraz sformułowano wnioski i zalecenia, jak takich sytuacji uniknąć.

Jaka była przyczyna pożaru?

Można uznać, że odpowiedź na to pytanie była prosta, gdyż poznano ją już po oględzinach pogorzeliska. Otóż, pomimo zakazu palenia w metrze, który obowiązywał od lutego 1985 r. (po pożarze na stacji Oxford Circus), pasażerowie nie zaprzestali palenia papierosów. Powszechnym



zachowaniem było m.in. zapalanie papierosów zapałkami już na schodach ruchomych, przy opuszczaniu stacji. W listwach między schodami a balustradą znajdowały się ubytki, będące skutkiem intensywnego użytkowania (stale poruszające się stopnie pocierały o listwy, powoli je niszcząc). W schodach nr 4 ponad 30% długości tych listew było zniszczonych. Niezgaszona zapałka wpadła do środka schodów, gdzie trafiła na idealne podłoże. W układzie poruszającym schodami wskutek braku czynności konserwacyjnych nagromadziła się znaczna ilość zanieczyszczeń, m.in. kurz, drobne włókna i inne śmieci wymieszane ze smarem. Później, w trakcie oględzin pogorzeliska, znaleziono wiele zapałek w dolnej części schodów, a także ślady wielu mikropożarów, które dotychczas same gasły. **Inaczej stało się 18 listopada 1987 r. – wyrzucona płonąca zapałka zapaliła smar w układzie napędowym po prawej stronie schodów ruchomych nr 4, prowadzących do hali biletowej z linii Piccadilly na stacji King's Cross.**
Dalsze dochodzenie pozwoliło na ustalenie następującej kolejności zdarzeń: pożar rozpoczął się na wysokości mniej więcej 48. stopnia schodów ok. godz. 19.25. Oznaki pożaru – tj. płomień pod schodami czy też płonąca chusteczka na peronie – zauważyło kilkoro pasażerów i zgłosiło ten fakt obsłudze metra. Niestety, personel, po niezbyt wnikliwym rozeznaniu sytuacji, nie wezwał straży pożarnej ani nie podjął próby gaszenia. Nie wcisnął nawet przycisku alarmowego zatrzymania schodów, zrobił to kolejny pasażer. Do momentu zatrzymania schodów ogień rozprzestrzeniał się pod nimi w kierunku szczytu pochylni schodów oraz na ich lewą stronę. Po zatrzymaniu schodów jeden z pracowników metra zszedł z poziomu hali biletowej (gdzie miał swoje stanowisko pracy) na peron. Zobaczył dym i pojedynczy płomień i wreszcie podjął decyzję o zaalarmowaniu służb. Aby to zrobić, musiał wrócić na powierzchnię, ponieważ

W długiej historii London Underground są również tragiczne wydarzenia, z których wnioski i przestrogi do dziś wyciąga cały świat.

ROZGORZENIE CZY WSTECZNY CIĄG PŁOMIENI

Zjawisko rozgorzenia jest czasami mylone ze wstecznym ciągiem płomieni.

Rozgorzenie (*flashover*) – moment deflagracyjnego zapalenia się płomieniowego mieszaniny gazowej znajdującej się pod sufitem [2], nagłe ogarnięcie spalaniem powierzchni materiału palnego wewnątrz wydzielonej przestrzeni, pomieszczenia. Zjawisku temu towarzyszy wzrost ciśnienia po zapłonie do 1 kPa.

Wsteczny ciąg płomieni (*backdraft*) – deflagracja powstająca na skutek wprowadzenia tlenu do pomieszczenia wypełnionego nadmiarem produktów niezupełnego spalania i rozkładu termicznego. Wzrost ciśnienia po zapłonie osiąga wartość do 10 kPa [2].

ROZGORZENIE	WSTECZNY CIĄG PŁOMIENI
PODOBIEŃSTWA	
oba zjawiska prowadzą do fazy II pożaru (pożaru rozwiniętego)	
tworzą się w wyniku rozkładu termicznego gazów pożarowych, gromadzących się w górnej części pomieszczenia	
oba zjawiska charakteryzuje wyrzut płomieni na zewnątrz pomieszczenia	
RÓŻNICE	
zjawisko wyłącznie termiczne	zjawisko przepływowo-termiczne
zjawisko ciągłe	zjawisko chwilowe
zachodzi w warunkach dobrej wentylacji	zachodzi w warunkach ograniczonej wentylacji, przy niedostatku tlenu
moment deflagracyjnego zapalenia się płomieniowego mieszaniny gazowej znajdującej się pod sufitem	deflagracja powstająca na skutek wprowadzenia tlenu do pomieszczenia wypełnionego nadmiarem produktów niezupełnego spalania i rozkładu termicznego
gromadzące się gazy pożarowe pozostają w granicach wchodzących w zakres granic wybuchowości	gromadzące się gazy pożarowe w granicach przekraczających GGW
wzrost ciśnienia po zapłonie do 1 kPa	wzrost ciśnienia po zapłonie do 10 kPa

pod ziemią łączność radiowa nie działała. Straż pożarna otrzymała wezwanie ok. godz. 19.34. Należy podkreślić, że stacja cały czas była czynna i pasażerów przybywało – dopiero o godz. 19.40 wydano polecenie niezatrzymywania się pociągów na stacji King's Cross (w późniejszej fazie ludzi z peronu ewakuowano pociągami linii Victoria).

Po kilku minutach pożar spod schodów rozprzestrzenił się na ich powierzchnię (stopnie były wykonane ze sklejki drewnianej impregnowanej olejem), później objął elementy gumowe i lakierowane balustrady. O godz. 19.42 na miejsce dotarł pierwszy wóz pobliskiej jednostki straży pożarnej Soho, który zastał pożar już w stanie zaawansowanym. Jeden ze strażaków, dowódca jednostki, zszedł na peron, aby zrobić rozpoznanie, po czym wrócił na poziom hali biletowej i przekazał komunikat strażakowi kierującemu akcją: *make pumps 4 – persons reported.* Takie polecenie padające z ust strażaka świadczy o rozpoznaniu sytuacji wymagającej zadysponowania dodatkowych sił i środków. W tym wypadku wiązało się ze ściągnięciem dodatkowych czterech wozów gaśniczych oraz karetek pogotowia, gdyż należało spodziewać się rannych.

O tym, jak bardzo będą potrzebne, strażacy mieli przekonać się już za chwilę. Zaledwie po 3 minutach od przybycia strażaków cała hala biletowa wypełniła się intensywnym ciepłym powietrzem oraz gęstym, czarnym dymem. Zapadła ciemność. Kierujący akcją ratowniczo-gaśniczą rozkazał swojej załodze ewakuować ludzi i uciekać. O godz. 19.45 (na tej godzinie zatrzymał się zegar na szczycie schodów), zanim podano jakikolwiek środek gaśniczy, pożar przeszedł w fazę pożaru rozwiniętego – nastąpiło **rozgorzenie.** Płomienie wypełniły halę biletową, zabijając lub poważnie raniąc ludzi, którzy w tym momencie się tam znajdowali.

Zespołowi Fennella bardzo trudno było wyjaśnić, dlaczego pożar był tak dynamiczny i rozgorzenie nastąpiło tak szybko. Na dodatek zauważono, że w symulacjach komputerowych rozwoju tego pożaru płomienie zachowywały się inaczej, niż się spodziewano – nie unosiły się pionowo, jak podczas zwykłych obserwacji ruchu gorących gazów, tylko pełzały po schodach, jakby się do nich przyklejały. Podejrzewano nawet, że w modelach matematycznych jest błąd, jednak nie udało się go znaleźć. Śledczy postanowili zbudować model schodów i zasymulować ten pożar, wiedząc już, co go spowodowało.

Zbudowano stanowisko w skali 1:3, używając dokładnie takich samych materiałów, z jakich zostały wykonane ruchome schody, oraz odwzorowując wszelkie warunki mogące mieć wpływ na przebieg pożaru. Podczas doświadczenia pierwsza zapalona zapałka, którą wrzucono w szczelinę przy balustradzie schodów, zapoczątkowała pożar. Przez pierwsze 6 min doświadczalny pożar zachowywał i rozwijał się normalnie. Jednak po upływie ok. 7,5 min płomienie przylgnęły do powierzchni schodów, a po 20 s od zanotowania tego faktu temperatura gwałtownie wzrosła do ok. 800°C. Po kilkunastu następnych sekundach badacze zaobserwowali rozgorzenie, wskutek którego makieta hali biletowej stanęła w płomieniach. Doświadczenie potwierdziło, że w symulacjach komputerowych nie było błędu.

Trench effect i wnioski

Z doświadczenia wyciągnięto cenne wnioski. Dowiedziono, że na tak dynamiczny i tragiczny rozwój pożaru na King's Cross złożyły się dwa kluczowe elementy. Nachylenie schodów o ok. 30° spowodowało „przyklejenie się" płomieni do schodów (jest za to odpowiedzialny efekt Coandy polegający na przyleganiu płynu do najbliższej powierzchni – w tym przypadku płomieni do nachylonych schodów), a fakt występowania balustrady z obu stron stworzył niejako tunel, w którym kumulowało się ciepło. Gdy ogień rozprzestrzeniał

się po pochylni schodów, tworzył przed nim niewidzialną warstwę ciepła i gazów, które z kolei nagrzewały drewniane stopnie. Potrzeba było zaledwie sekund, aby doszło do rozgorzenia. Katastrofalne skutki pożaru schodów na King's Cross były skutkiem połączenia efektu Coandy i rozgorzenia. Takie zjawisko było fenomenem, wcześniej nieobserwowanym, a poznanym i opisanym dopiero w raporcie Fennella. Nazwano go *trench effect*, co w języku polskim oznacza *efekt rynnowy* lub *efekt okopowy*.

Rozpoznając zjawisko efektu rynnowego, eksperci dopasowali ostatni element układanki. Wyjaśniono już przebieg zdarzeń i wskazano elementy, które miały wpływ na skutki. Mając tę wiedzę, Desmond Fennell zawarł w raporcie rekomendacje, których wprowadzenie w życie miało zapobiec podobnym zdarzeniom w przyszłości. Zawarł tam łącznie 157 (!) uwag i zaleceń, dotykając wszystkich aspektów, które składają się na bezpieczeństwo pożarowe w metrze: począwszy od wyposażania wskazanych miejsc w urządzenia przeciwpożarowe, zastosowanie w obiektach metra systemu łączności radiowej, wymiany drewnianych elementów schodów na stalowe, czytelnego oznakowania kierunków do wyjść ewakuacyjnych, wprowadzenia jasnego podziału obowiązków i odpowiedzialności, opracowania procedur alarmowych oraz programów szkoleń pracowników metra oraz wiele innych.

Implementacja zaleceń Fennella

Zmiany w kontekście bezpieczeństwa pożarowego w londyńskim metrze miały szeroki zakres i obejmowały m.in.:

- wymianę drewnianych schodów na metalowe,
- wprowadzenie nowych procedur awaryjnych i ewakuacyjnych,
- lepsze zapoznanie się służb ratowniczych z warunkami w metrze,
- opracowanie i wdrożenie nowych systemów zarządzania i audytów bezpieczeństwa,
- obowiązek uczestniczenia w szkoleniach z zakresu reakcji na zagrożenia dla wszystkich pracowników stacji,
- wyposażenie obiektów metra w system komunikacji.

Ponadto rozszerzono obowiązujące prawo dotyczące bezpieczeństwa pożarowego budynków, aby obejmowało również stacje podziemne.

Wnioski i rekomendacje, które sformułowano po tym zdarzeniu, są aktualne nie tylko w odniesieniu do metra w Londynie. Ślady tych doświadczeń są także w polskich przepisach określających wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, jakie muszą spełniać obiekty metra.

Metro w polskich przepisach

Projekt budowlany metra wymaga uzgodnienia pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej przez rzeczoznawcę ds. zabezpieczeń ppoż. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane metra i ich usytuowanie, opisano w rozporządzeniu o tym samym tytule [3]. Przy projektowaniu należy ponadto uwzględnić odpowiednie wymagania bezpieczeństwa pożarowego określone w przepisach ppoż. [4] oraz w przepisach dotyczących warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [5].

Przeglądając zapisy rozporządzenia [3], większość dotyczących bezpieczeństwa pożarowego znajduje się w załączniku nr 1 „Wymagania w zakresie zapewnienia

Tunele, stacje metra oraz budowle spełniające funkcję użytkową budynków powinny być wyposażone w instalację wentylacji pożarowej zapewniającą skuteczne usuwanie dymu w sposób zapobiegający zadymieniu stacji, wyjść ewakuacyjnych i pomieszczeń, w których znajdują się urządzenia bezpieczeństwa.

bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych metra". Poza załącznikiem zapisano tylko nieliczne warunki, np. dotyczące instalowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu (odcinającego dopływ energii elektrycznej do wszystkich odbiorników na stacji metra, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru i prowadzenia akcji ratowniczo-gaśniczej) oraz oświetlenia awaryjnego (w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi oraz w tunelach należy zapewnić oświetlenie awaryjne, a w pomieszczeniach użytkowanych przy wyłączonym oświetleniu podstawowym – oświetlenie dodatkowe służące uwidocznieniu przeszkód i dróg komunikacji ogólnej oraz podświetlane znaki ewakuacyjne).

Ewakuacja ze stacji metra

Podziemne budowle metra należy projektować w taki sposób, aby szerokości dróg komunikacyjnych stacji metra stanowiących drogi ewakuacyjne oraz łączna szerokość drzwi stanowiących wyjścia ewakuacyjne była wystarczająca, by ewakuacja stacji trwała nie dłużej niż 10 min, z zastrzeżeniem, że przewidywany czas ewakuacji (z wyłączeniem tuneli) nie może

być dłuższy od krytycznego czasu ewakuacji. Definicje tych pojęć są następujące:
Przewidywany czas ewakuacji – iloczyn obliczonego czasu niezbędnego do ewakuacji i współczynnika bezpieczeństwa ocenianego indywidualnie, lecz nie mniejszego niż 1,3.
Krytyczny czas ewakuacji – czas do osiągnięcia stanu krytycznego środowiska.
Stan krytyczny środowiska – wystąpienie w obiekcie budowlanym metra krytycznego dla życia i zdrowia ludzi warunku środowiskowego w wyniku przekroczenia jednego z następujących parametrów:

a) temperatury powietrza przekraczającej 60°C na wysokości mniejszej lub równej 1,8 m od poziomu drogi ewakuacyjnej,
b) gęstości strumienia promieniowania cieplnego o wartości 2,5 kW/m^2 przez czas ekspozycji dłuższy niż 30 s,
c) temperatury gorących gazów pożarowych powyżej 200°C na wysokości ponad 2,5 m od poziomu drogi ewakuacyjnej,
d) zasięgu widzialności mniejszego niż 10 m na wysokości mniejszej lub równej 1,8 m od poziomu drogi ewakuacyjnej,
e) zawartości tlenu poniżej 15%.

Stan krytyczny środowiska to nic innego, jak ogólnie znane, choć lekko zmodyfikowane na potrzeby metra „warunki bezpiecznej ewakuacji", które opisują m.in. Komenda Główna PSP [6] oraz SITP [7].
Do ewakuacji z podziemnych stacji metra dopuszcza się możliwość wykorzystania schodów ruchomych, jeżeli ich ruch jest zgodny z kierunkiem ewakuacji lub (w przypadku alarmu) następuje ich zatrzymanie, a ich maszynownia jest zabezpieczona stałym samoczynnym urządzeniem gaśniczym. Wtedy schody ruchome można uwzględnić przy obliczaniu szerokości dróg ewakuacyjnych.
Długość drogi ewakuacyjnej (z najdalszego miejsca, w którym może przebywać pasażer na peronie, do wyjścia w miejsce bezpieczne) nie powinna przekraczać 100 m. Miejscem bezpiecznym może być zabezpieczone przed zadymieniem wyjście ewakuacyjne, które prowadzi na drogę publiczną, inne miejsce poza terenem stacji metra lub na terenie obiektu budowlanego metra, w którym przez projektowy czas trwania pożaru nie powstanie stan krytyczny środowiska oraz toksyczność zagrażająca zdrowiu i życiu ludzi, zapewniające możliwość wyjścia z niego na poziom terenu.
Łączna szerokość w świetle wyjść ewakuacyjnych ze strefy biletowej nie powinna być mniejsza od łącznej szerokości w świetle schodów prowadzących do tych wyjść. Bramki i kołowroty kontroli biletowej powinny być zaprojektowane w taki sposób, aby zaprzestanie ich działania umożliwiało nieprzerwaną ewakuację pasażerów przejściem o szerokości w świetle bramki nie mniejszej niż 0,6 m. Obok bramek lub kołowrotów kontroli biletowej muszą znajdować się wyjścia o łącznej szerokości nie mniejszej niż 3,6 m, otwierane zgodnie z kierunkiem ewakuacji, wyposażone w urządzenia antypaniczne. Do szerokości wyjść ewakuacyjnych ze strefy biletowej zalicza się szerokości w świetle bramek i kołowrotów kontroli biletowej oraz szerokość zlokalizowanych przy nich wyjść ewakuacyjnych.

Wentylacja pożarowa w metrze

Dym – podstawowy nośnik ciepła w środowisku pożarowym – stanowi duże zagro-

żenie dla użytkowników z dwóch powodów: możliwości wdychania toksycznych związków chemicznych oraz ze względu na zaciemnienie przestrzeni objętej pożarem. Ograniczenie widoczności powoduje nieprzenikanie światła oraz łzawienie i pieczenie wywołane drażniącymi jego składnikami. W jej następstwie zwiększa się prawdopodobieństwo utraty orientacji w zadymionych pomieszczeniach. Znacznie utrudnia to ewakuację, dlatego obiekty metra wyposaża się w systemy wentylacji pożarowej, których celem jest usuwanie dymu oraz zapewnienie kontroli nad jego rozprzestrzenianiem.

Tunele, stacje metra oraz budowle metra spełniające funkcję użytkową budynków powinny być wyposażone w instalację wentylacji pożarowej zapewniającą skuteczne usuwanie dymu w sposób zapobiegający zadymieniu stacji, wyjść ewakuacyjnych i pomieszczeń, w których znajdują się urządzenia bezpieczeństwa. Tunele o długości powyżej 300 m powinny być wyposażone w mechaniczną instalację wentylacji pożarowej. [3] W załączniku do rozporządzenia zawarto wymagania dotyczące prędkości przepływu powietrza oraz klasy zastosowanych wentylatorów.

Urządzenia ppoż. i gaśnice

W rozporządzeniu w sprawie ochrony ppoż. budynków, innych obiektów budowlanych i terenów [4] znajdują się zapisy, zgodnie z którymi stacje metra i stacje kolei podziemnych wyposaża się w:

- system sygnalizacji pożarowej,
- dźwiękowy system ostrzegawczy,
- gaśnice co najmniej 2 kg (3 dm^3) na każde 100 m^2 strefy pożarowej (wynika to z klasyfikacji stacji metra jako strefy pożarowej ZL I),
- instalację hydrantową.

Ponadto zgodnie z rozporządzaniem [3] poniższe obszary powinny być wyposażone w stałe samoczynne urządzenia gaśnicze:

- podstacje trakcyjno-elektroenergetyczne,
- pomieszczenia, w których znajdują się urządzenia decydujące o bezpieczeństwie ruchu lub bezpieczeństwie pożarowym,
- pomieszczenia przeznaczone do prowadzenia usług, handlu i gastronomii usytuowane na podziemnej stacji metra, niewydzielone pożarowo z przestrzeni stacji przegrodami o klasie odporności ogniowej EI120/REI120 (odpowiednio – przegrody nienośne i nośne), jeżeli ich łączna powierzchnia na stacji przekracza 500 m^2 i na stacji występuje co najmniej jeden zespół takich pomieszczeń o łącznej powierzchni przekraczającej 200 m^2.

Procedury i szkolenia

Bezpieczeństwo pożarowe w metrze to nie tylko wyposażenie. Nieodłączne są szkolenia personelu, służby ratowniczej metra, procedury postępowania w różnych przypadkach, ćwiczenia, a także edukacja użytkowników. Metro posiada opracowaną instrukcję bezpieczeństwa pożarowego, w której podano zasady postępowania na wypadek pożaru bądź innego zagrożenia. Warto wspomnieć o akcjach informacyjnych w formie ulotek i plakatów skierowanych do pasażerów. Opisano w nich w prosty sposób, wraz z obrazkami, sposoby reagowania oraz zasady postępowania w nietypowych sytuacjach – przypadki pożaru na stacji i w tunelu, awarii pociągu, nieprawidłowego działania urządzeń i infrastruktury metra, zagrożenia terrorystycznego, napływu wody, zasłabnięcia pasażera, upadku pasażera czy przedmiotu na torowisko, wpadnięcia w przestrzeń pomiędzy peronem a pociągiem.

Podsumowanie

Bezpieczeństwo w każdym wymiarze, również pożarowym, jest składową doświadczeń przeszłości oraz dynamiki rozwoju zagrożeń i możliwości ich przewidywania, a także zapobiegania im. Tragiczne doświadczenia z dużą liczbą ofiar zmuszają do odpowiedzi na pytania, dlaczego tak się stało, co zawiodło, czy można było temu zapobiec, jakie działania należy podjąć, aby nie dopuścić do podobnych sytuacji w przyszłości. Dla bezpieczeństwa pożarowego obiektów metra takim doświadczeniem był pożar na King's Cross. Za wiedzę oraz bezpieczeństwo, które mamy dziś, trzydzieści lat temu zapłacono najdroższą cenę.

Literatura

[1] *Investigation into the King's Cross Underground Fire*, Desmond Fennell, Department of Transport, 1988 r.
[2] Materiały wykładowe z przedmiotu Teoria Pożarów, Wykład VI – Efekty nieliniowe pożaru – rozgorzenie (*flashover*) i ciąg wsteczny płomieni (*backdraft*), prof. nadzw. dr hab. Marek Konecki, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, 2014 r.
[3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 czerwca 2011 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane metra i ich usytuowanie (Dz.U. 2011 nr 144, poz. 859).
[4] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 nr 109, poz. 719).
[5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2015 poz. 1422).
[6] Procedury organizacyjno-techniczne w sprawie spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w inny sposób niż to określono w przepisach techniczno-budowlanych, w przypadkach wskazanych w tych przepisach, oraz stosowania rozwiązań zamiennych, zapewniających niepogorszenie warunków ochrony przeciwpożarowej, w przypadkach wskazanych w przepisach przeciwpożarowych, KGPSP, 2009 r.
[7] „Podręcznik projektanta systemów sygnalizacji pożarowej", Izba Rzeczoznawców SITP oraz Instytut Techniki Budowlanej, edycja czerwiec 2010.

BIO

Iza Trzeciak
Absolwentka Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Założycielka bloga o ochronie przeciwpożarowej blog-ppoz.pl, na którym publikuje ciekawostki i problemy, z którymi spotyka się w codziennej pracy inżyniera bezpieczeństwa pożarowego.