

bryg. dr inż. Waldemar JASKÓŁOWSKI  
Zakład Teorii Procesów Spalania i Wybuchu  
Katedra Podstaw Procesów Spalania, Wybuchu i Gaszenia  
Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego  
Szkoła Główna Służby Pożarniczej

## Bezpieczeństwo pożarowe budynków – prognozy na przyszłość

Omówienie  
LEAD

Bezpieczeństwo pożarowe jest jednym z najważniejszych wymagań stawianych współczesnym budynkom. Pomimo coraz większej świadomości społecznej, podejmowanych działań profilaktycznych liczba ofiar pożarów w ostatnich latach ciągle utrzymuje się na stałym poziomie. W związku z tym istnieje konieczność dalszych szeroko zakrojonych wspólnych działań różnych środowisk związanych z ochroną przeciwpożarową, edukacją, ubezpieczeniową i innych. Tylko zintegrowane wielowymiarowe działania mogą przynieść oczekiwany skutek. Ten artykuł ma celu próbę przedstawienia prognoz na przyszłość w zakresie bezpieczeństwa pożarowego budynków, które w bliższej i dalszej perspektywie będą determinować ich poziom bezpieczeństwa pożarowego. Zmiany, na które wskazuje autor, zostały podzielone na trzy sfery: zmiany w technologii materiałowej, zmiany w podejściu do projektowania budynków oraz zmiany społeczne. Oprócz opisu przewidywanych zmian w obszarach, o których mowa powyżej, autor wskazuje na niektóre działania, które należy podjąć, aby osiągnąć najważniejszy cel bezpieczeństwa pożarowego, jakim jest ograniczenie liczby ofiar pożarów budynków i nie tylko.

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo pożarowe, ofiary pożarów, nanotechnologia, edukacja, projektowanie nakazowe, projektowanie funkcjonalne.

### Wstęp

*„Bezpieczeństwo i rozwój to dwa podstawowe wymiary istnienia jednostek i całych społeczności, w tym społeczności zorganizowanych w państwa lub organizacje międzynarodowe. Te dwa wymiary wzajemnie się warunkują; bez bezpieczeństwa nie można marzyć o rozwoju, rozwój zaś ułatwia zapewnianie bezpieczeństwa”[1].*

Bezpieczeństwo pożarowe jest częścią szeroko pojmowanego bezpieczeństwa. Nie jest ono dane raz na zawsze. Kształtowanie bezpieczeństwa jest procesem ciągłym, którego treścią (celem) jest zapewnienie możliwości przetrwania (egzy-

stencji) i swobody realizacji własnych interesów różnym podmiotom, w szczególności poprzez stawianie czoła wyzwaniom, redukcjonowanie ryzyka oraz przeciwdziałanie (zapobieganie i przeciwstawianie się) pożarom, które zagrażają ich życiu i interesom. Liczba ofiar pożarów w Polsce od kilku lat utrzymuje się na stałym poziomie (ok. 500 osób rocznie). Jeśli dodać do tego liczbę osób rannych (3500 osób rocznie), straty spowodowane przestoje w produkcji, utratą miejsc pracy to widać, że koszty społeczne związane z występowaniem pożarów są bardzo duże (dane KG PSP). Liczba ofiar śmiertelnych w pożarach i uszkodzonych jest jednym ze wskaźników poziomu bezpieczeństwa pożarowego.

Pomimo coraz większej świadomości społecznej, podejmowanych działań profilaktycznych, zagrożenia pożarowe wcale nie maleją, a wiele wskazuje wręcz przeciwnie, wzrastają. Do czynników wpływających na te negatywne zmiany zaliczyć należy przede wszystkim: paradoksalnie rozwój cywilizacyjny oraz zachodzące zmiany społeczne.

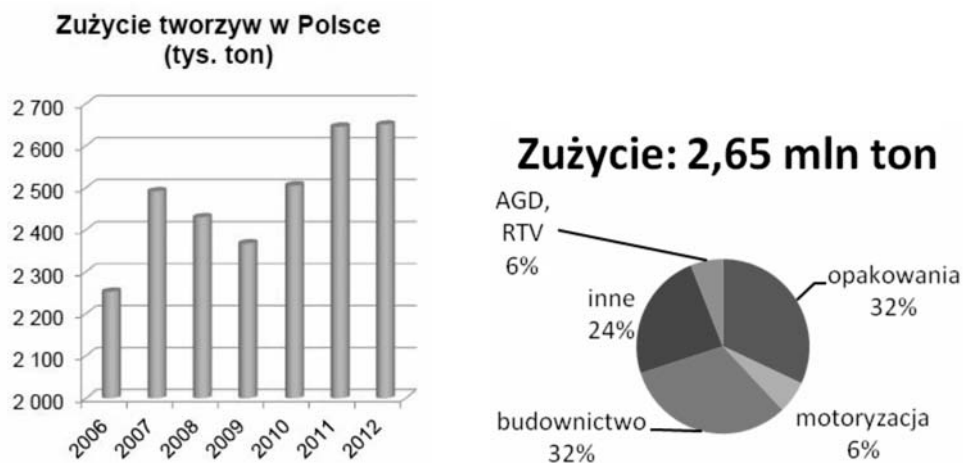
Diagnoza obecnego stanu bezpieczeństwa pożarowego w Polsce uprawnia do stwierdzenia, że potrzebne są zmiany, które poprawią poziom bezpieczeństwa pożarowego i w rezultacie spowodują zmniejszenie liczby ofiar pożarów ogólnie.

W celu realizacji zadania, o którym mowa powyżej potrzebny jest wykaz uporządkowanych w czasie ciągów działań (zmian) i stanów zachodzących po sobie, które będą odpowiedzią na przewidywane i nieprzewidywane zmiany w różnych obszarach związanych z egzystencją człowieka. W poniższym artykule wskazano zagrożenia i perspektywy zmian społecznych, technologicznych, technicznych, które jak wydaje się będą determinować w najbliższych latach stan bezpieczeństwa pożarowego obywateli w Polsce.

## 1. Zmiany w technologii materiałowej

W powstających obecnie budynkach, niezależnie od ich przeznaczenia, duża zawartość materiałów palnych jest regułą, a nie wyjątkiem. Do produkcji mebli (regałów, mebli tapicerowanych, biurek), wyrobów wykończeniowych (wykładzin podłogowych, zasłon, okien i innych elementów wystroju wnętrza), osprzętu i instalacji elektrycznych wykorzystuje się tworzywa sztuczne, drewno i tworzywa drzewne. Każda z tych grup materiałów stanowi w różnym stopniu zagrożenie dla mieszkańców czy użytkowników budynków. Zużycie tworzyw w Polsce na jednego mieszkańca, to około 65 kg, podczas gdy średnia unijna, to około 90 kg, a wśród liderów zużycie przekracza 130 kg/osobę [2]. Z danych tych wynika, że w najbliższych latach możemy się spodziewać wzrostu zużycia tego rodzaju materiałów w naszym kraju. Na rys. 1 przedstawiono zużycie tworzyw sztucznych w Polsce wraz z podziałem na sektory przemysłowe.

Podczas spalania tworzywa sztuczne są źródłem dużych ilości ciepła (średnie ciepło spalania wynosi 40 MJ/kg), dymu oraz produktów toksycznych.



Rys. 1. Zużycie tworzyw sztucznych w Polsce

Źródło: [3].

Podczas pożarów, w których spalają się tworzywa sztuczne już po 1-3 min. powstaje taka ilość dymu i stężenie toksyczne gazów, że skuteczna i bezpieczna ewakuacja z pomieszczeń objętych pożarem jest bardzo utrudniona, a wręcz niemożliwa. Średnio przed upływem 3 minut możliwe jest wystąpienie rozgorzenia<sup>1</sup>. Trzeba pamiętać, że wówczas temperatura w pomieszczeniu wynosi co najmniej 600°C. Brytyjskie badania pokazują, że na przestrzeni ostatnich 50 lat czas do wystąpienia rozgorzenia uległ skróceniu 8 razy. Można to wytłumaczyć m.in. zwiększoną liczbą tworzyw sztucznych w budynkach mieszkalnych [3]. Jeśli przyjąć, że dostatecznie bezpieczna temperatura dla człowieka podczas ewakuacji wynosi 60°C, to czas na bezpieczną i skuteczną ewakuację jest bardzo krótki. Jakie to przynosi w rzeczywistości skutki? Niestety, co jakiś czas możemy się przekonać, czytając o skutkach pożarów w mediach (prasie, Internecie, TV) bądź doświadczając ich podczas prowadzenia działań ratowniczych. Okazuje się, że często u ofiar śmiertelnych takich pożarów nie stwierdza się obrażeń spowodowanych promieniowaniem cieplnym. Wynika z tego, że prawdopodobną przyczyną śmierci było oddziaływanie dymu i toksycznych produktów spalania. Potwierdzają to statystyki – 80% ofiar pożarów ginie z powodu zatrucia gazami pożarowymi!

To implikuje potrzebę zmian w technologii produkcji materiałów wykorzystywanych do wykończenia i wyposażenia domów czy mieszkań. Ten proces trwa. Specjaliści z zakresu inżynierii materiałowej nie ustają w pracach naukowych i badawczych, których celem jest poprawa właściwości pożarowych materiałów powszechnie wykorzystywanych w budownictwie. Dotychczas znane i wykorzystywane modyfikatory spalania (środki ogniochronne) nie zapewniają kompleksowej poprawy właściwości palnych materiałów budowlanych, tzn. obniżenie szyb-

<sup>1</sup> Rozgorzenie to taki stan pożaru, w którym pożar przechodzi z powierzchniowego w przestrzenny (pożar wypełnia całe pomieszczenie).

kości wydzielania ciepła nie zawsze idzie w parze ze zmniejszeniem się ilości wydzielanego dymu oraz ograniczeniem emisji produktów toksycznych.

Paradoksalnie pozytywne zmiany w technologii materiałowej związane są z możliwą podwyżką cen ropy naftowej. Droższa ropa naftowa, to droższe koszty produkcji tworzyw sztucznych. Gdyby tak się stało, istnieje wtedy szansa na wykorzystanie w większym zakresie materiałów naturalnych, czyli w szczególności drewna. I nie chodzi tu o drewno w naturalnej, litej postaci, ale o odpady drzewne w postaci wiórów, pyłów, które z powodzeniem mogą być wykorzystywane w przemyśle tworzyw sztucznych. Technologia ta już jest stosowana między innymi w USA. Materiały te znane są pod nazwą WPC (ang: *Wood Plastic Composite*). Coraz częściej w produkcji tworzyw sztucznych wykorzystuje się także inne produkty naturalne, uboczne. Udział materiałów naturalnych w produkcji tworzyw sztucznych może spowodować zmniejszenie zagrożeń pożarowych związanych przede wszystkim z wydzielaniem dymu i produktów toksycznych.

Korzystne zmiany wiąże się także z nanotechnologią, której zdobycze od kilku lat wykorzystywane są w inżynierii materiałowej. Tworzywa sztuczne, które zostały zmodyfikowane nanododatkami (np.: montmorylonit) określa się mianem nanokompozytów polimerowych. Prowadzone dotychczas badania dają pewną nadzieję, że nanokompozyty polimerowe będą miały lepszą stabilność termiczną i związaną z tym dużą odporność na spalanie. Badania wykazały, że szybkość wydzielania ciepła podczas spalania nanokompozytów polimerowych zmniejsza się od 20 do 50% wartości szybkości wydzielania ciepła (HRR) w porównaniu z czystą matrycą polimerową. Zastosowanie nanododatku pozwala zarówno na znaczne zwiększenie odporności na spalanie polimeru, jak i poprawę jego właściwości. Ulepszone materiały to także zmniejszenie ryzyka zapalenia, chociażby mebli tapicerowanych, od niedopałka papierosa. Nie oznacza to jednak, że całkowicie uniepalnia polimer (tworzywo sztuczne). W dostatecznie wysokiej temperaturze nanokompozyty spalają się jak każda substancja organiczna. Należy się spodziewać, że prace naukowo-badawcze z wykorzystaniem nanododatków będą kontynuowane. Szanse w nanotechnologii widzi także Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, które finansuje liczne projekty naukowo-badawcze, w tym centra naukowe (np. Centrum Dydaktyczno-Naukowe Mikroelektroniki i Nanotechnologii w Rzeszowie), których celem jest dostarczenie technologii wytwarzania materiałów o obniżonej palności.

## 2. Zmiany w podejściu do projektowania budynków

Inżynieria bezpieczeństwa pożarowego, podobnie jak inne dyscypliny (dziedziny) inżynieryjne, jest podatna na ewolucję, której tempo zmian jest pochodną rozwoju budownictwa. Obecny system prawny związany z projektowaniem budynków, w zakresie bezpieczeństwa pożarowego ma w przeważającej części charakter nakazowy. W przypadku budynków, szczególnie tych o nietypowych roz-

wiązaniach architektonicznych, w których zastosowano nowe technologie materiałowe czy budynków wysokościowych, spełnienie wymagań, o których mowa w przedmiotowych przepisach jest bardzo utrudnione, wręcz niemożliwe. Inżynierię bezpieczeństwa pożarowego w Polsce czekają zapewne w najbliższych latach zmiany regulacji prawnych dotyczące projektowania w zakresie przejścia z podejścia nakazowego w funkcjonalny. Koncepcja projektowania budynków w oparciu o funkcjonalne podejście opiera się na wykorzystaniu tzw. dobrej praktyki inżynierskiej, której zastosowanie ma zapewnić ilościowo akceptowalny poziom bezpieczeństwa pożarowego, czyli taki poziom, który jest społecznie akceptowalny. Miarą poziomu bezpieczeństwa pożarowego może być np.: czas potrzebny do przeprowadzenia skutecznej i bezpiecznej ewakuacji z budynku, który jest determinowany szybkością tworzenia się warunków krytycznych w środowisku pożarowym. Poziom kreatywności w doborze rozwiązań technicznych, jaki daje powyższy paradygmat, jest jego największą zaletą, ale zarazem największą wadą. Projektowanie oparte o cele funkcjonalne może zapewnić bardziej skuteczną ochronę przeciwpożarową, uwzględniającą konkretną potrzebę, a dodatkowo również uzupełnienie wiedzy na temat potencjalnych strat.

Koncepcja oparta na „dobrej praktyce inżynierskiej” powoduje, że następuje przerzucenie większej odpowiedzialności moralnej i prawnej z organów państwa, które tworzą przepisy prawa, na jednostki (inżynierów), które stosują to prawo w praktyce.

Tak jak zostało powiedziane wcześniej, koncepcja projektowania oparta na paradygmacie społecznej akceptowalności daje w dużej mierze wolną rękę inżynierowi w doborze rozwiązań technicznych, organizacyjnych i jest niekwestionowaną jego zaletą. Swoboda dana inżynierowi w zakresie zaproponowanych rozwiązań może być zgubna, jeśli brakuje mu dostatecznych umiejętności, doświadczenia, wiedzy, kompetencji, a także właściwych zasad etycznych. Pozostaje zastanowić się, jak te wady zminimalizować i w jaki sposób uwydatnić zalety? Jak „bezpiecznie” przeprowadzić środowisko inżynierów od podejścia nakazowego do podejścia funkcjonalnego? Wymaga to szerokiej dyskusji środowiska, której przedmiot nie wchodzi w zakres niniejszego opracowania.

### 3. Zmiany społeczne

Rozwój cywilizacyjny i postęp technologiczny powodują, że coraz więcej używamy urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Presja rynku powoduje, że premiery nowości są częstsze niż kilka czy kilkanaście lat temu. Nowo wprowadzone do obrotu urządzenia cechuje „choroba wieku dziecięcego” (są niedopracowane), co wiąże się z większym ryzykiem awarii, których skutkiem może być na przykład zapalenie się danego urządzenia. Do tego dochodzi presja ekonomiczna. Wymogi rynku sprawiają, że producenci chcą produkować dużo i tanio. To implikuje większe ryzyko pożaru.

Kolejne zagrożenie, które wiąże się z rozwojem cywilizacyjnym, kulturowym, bogaceniem się społeczeństwa, to moda na gotowanie i związane z tym używanie kuchenek gazowych. Angażowanie w tę czynność dzieci rodzi dodatkowe zagrożenia, które zwiększają ryzyko pożaru.

W ostatnich latach obserwuje się zwiększoną migrację społeczeństwa poza centrum aglomeracji miejskich i budowanie domów, zarówno sezonowych, jak i całorocznych, murowanych i drewnianych. Tendencja do budowy domów drewnianych będzie się nasilać. Przemawiają za tym koszty budowy, a także ekologia. Praktycznie każdy z tych domów wyposażony jest w kominek, który pełni nie tylko funkcję dekoracyjną i używany jest okazjonalnie, ale także coraz częściej – w połączeniu z technologią płaszcza wodnego – zastępuje całkowicie lub wspiera tradycyjne instalacje grzewcze. To stwarza dodatkowe zagrożenia, które należy brać pod uwagę.

Rynek pracy wymusza także migrację, szczególnie młodych ludzi w kierunku odwrotnym, tzn. z terenów wiejskich do miasta. Potrzeba nowych mieszkań. Często powstają one na małych powierzchniach, pozbawionych wyznaczonych miejsc parkingowych. Mamy coraz więcej samochodów, brakuje miejsca na ich parkowanie. Jakie to rodzi konsekwencje? Oczywiście trudności z dotarciem jednostek straży pożarnej do miejsca pożaru i podjęciem skutecznych działań ratowniczych.

W domu, w którym są małe dzieci, ale także i osoby dorosłe prasowanie jest czynnością szczególnie wymagającą. Z jednej strony rzeczy do prasowania przybiera, gdyż ubrania i pościel dzieci warto, ze względu na higienę, po każdym praniu uprasować. Dotyczy to zwłaszcza tych dzieci, które mają wrażliwą skórę, alergię. Niestety odsetek dzieci alergicznych zwiększa się. Po drugie bogacenie się społeczeństwa to więcej ubrań. Zdarza się, że od prasowania oderwie płaszcz dziecka – w takiej sytuacji łatwo zapomnieć o wyłączeniu żelazka. Można przypuszczać, że zagrożenie pożarowe związane z użytkowaniem żelazka wzrośnie. Na szczęście coraz więcej producentów wprowadza bardziej bezpieczne produkty. Niektóre z nich mają w swojej ofercie żelazka z funkcją „strażak”, których działanie polega na tym, że same się wyłączają, gdy pozostaną w jednej pozycji nieruchome przez określony czas. Żelazko sygnalizuje problem alarmem akustycznym i wizualnym.

Starzenie się społeczeństwa, coraz dłuższa średnia życia i związane z tym dysfunkcje, nierzadko połączone z samotnym zamieszkiwaniem, to także zagrożenie dla zachowania właściwego poziomu bezpieczeństwa pożarowego. Trudności z percepcją, oceną sytuacji, a także trudności z poruszaniem się, to wystarczające czynniki, które każą myśleć ze szczególną troską o tej grupie społecznej w najbliższych latach.

Powyższy materiał odnosił się do negatywnych zmian wpływających na pogorszenie poziomu bezpieczeństwa pożarowego, ale są także pozytywne prognozy. W kolejnych latach należy oczekiwać, że tendencja związana ze zmniejszeniem liczby osób palących papierosy będzie się utrzymywać. Ma na to wpływ większa świadomość zagrożeń związanych z paleniem tytoniu, akcje prozdrowotne, e-papierosy, ograniczenie prawne, polityka UE. Tym samym ryzyko pożaru od niedopałka

powinno się obniżyć. Poza tym już teraz prowadzone są prace, których celem jest wyprodukowanie papierosa, który będzie spalał się w niższej temperaturze. Ponadto urządzenia kuchenne gazowe też są coraz lepiej zabezpieczane przed skutkami nieostrożności człowieka (automatyczne zamknięcie dopływu gazu).

Jak wynika z powyższego, szczególnie w sferze społecznej czekają nas duże zmiany, których właściwie nie możemy zahamować. Już teraz potrzebne są wielowymiarowe działania przygotowujące społeczeństwo na zmiany, które zahamują możliwe obniżenie się poziomu bezpieczeństwa pożarowego.

Edukacja w zakresie bezpieczeństwa jest priorytetem w zakresie prewencji społecznej. Biorąc za podstawę dane statystyczne o liczbie ofiar i poszkodowanych w pożarach widać, że jest ciągle wiele do zrobienia w tym obszarze. Pomimo wielu akcji prowadzonych przez organy instytucjonalne wspierane przez media świadomość społeczna w zakresie bezpieczeństwa jest ciągle nie zadowalająca. Świadczy o tym chociażby fakt, że w Polsce czujek dymu oraz czujników CO jest zainstalowanych w około 1% gospodarstw domowych, podczas gdy w krajach skandynawskich około 90%. Należy zatem poszukiwać nowych narzędzi edukacyjnych, nieznanych w Polsce, które dadzą bardziej efektywne wyniki w obszarze profilaktyki społecznej. Jednym z proponowanych narzędzi edukacyjnych może być mobilny trener, dzięki któremu jest szansa na znacznie podniesienie jakości kształcenia polskich dzieci. Umożliwi on szczegółową edukację w takich obszarach jak m.in.: czujki dymu i czujniki CO<sub>2</sub> (zasada i efekt działania), sposoby alarmowania straży pożarnych, domowe plany ewakuacji (zagrożenia wynikające z pożaru, potrzeba i zasady sporządzania domowego planu ewakuacji, zasady poruszania się w pomieszczeniach wypełnionych dymem), bezpieczne zachowania w kuchni oraz podczas eksploatacji urządzeń i instalacji grzewczych, bezpieczeństwo pożarowe w kuchni (strategie ograniczania ryzyka pożarowego, potencjalne źródła pożaru w kuchni, sposoby postępowania na wypadek pożaru, dzieci w kuchni). Ponadto każde z dzieci otrzymywałoby materiały z zakresu bezpieczeństwa pożarowego, które byłyby dedykowane dla rodziców, dziadków. Mobilny trener mógłby „odwiedzać” nie tylko placówki oświatowe ale również imprezy masowe organizowane przez różne podmioty. Edukacja i szkolenia dla dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym jest uważana za szczególnie skuteczną ponieważ przekłada się ona na zwiększenie świadomości w całej populacji. Taka edukacja powinna być obowiązkowym elementem w procesie edukacji. Telewizja jest kolejnym medium, które powinny być wykorzystywane do rozpowszechniania informacji na temat ochrony przeciwpożarowej.

Zadbać należy także o edukację nauczycieli. Wsparciem dla nauczycieli, ale także dla wszystkich obywateli powinna być internetowa platforma edukacyjna zawierająca potrzebne materiały. W ostatnich latach coraz większą popularnością cieszą się różnego rodzaju poza obowiązkowe formy dodatkowego kształcenia (uniwersytety otwarte, uniwersytety II i III wieku inne). Należy wykorzystać te instytucje i dotrzeć tam z edukacją w zakresie bezpieczeństwa. Opisane powyżej

działania na pewno zaowocują wzrostem świadomości społecznej oraz poprawią bezpieczeństwo pożarowe polskiego społeczeństwa.

## Podsumowanie

Zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych i osób poszkodowanych w pożarach budynków, to priorytetowe działanie w obszarze bezpieczeństwa pożarowego. Nic nie jest cenniejsze niż życie ludzkie. Powinniśmy go chronić wszelkimi sposobami. To truizm. Jeśli mimo wszystko to kogoś nie przekonuje, to rachunek ekonomiczny pokazuje, że straty bezpośrednie i pośrednie nakazują szybkie podjęcie działań w przedmiotowym obszarze.

Przewidywane i opisane w niniejszym artykule działania, zabiegi powinny realnie wpłynąć w dłuższej perspektywie na zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych i poszkodowanych w pożarach budynków, co za tym idzie poprawić bezpieczeństwo obywateli, które jest naczelną potrzebą człowieka.

## Literatura

- [1] Koziej S.: Bezpieczeństwo: istota, podstawowe kategorie i historyczna ewolucja, *Bezpieczeństwo Narodowe* 2011, nr 18, s. 19–30.
- [2] <http://www.plasticseurope.pl/centrum-informacji/centrum-prasowe/informacje-prasowe-2013/przemys-tworzyw-sztucznych-w-polsce-2013.aspx>.
- [3] <http://www.ul.com/global/eng/pages/newsroom/topics/firesearch/index.jsp>

Waldemar JASKÓŁOWSKI

## Buildings Fire Safety – Prognosis

Fire safety requirements for buildings are one of the most important standards that present buildings must comply with. Despite growing social consciousness and preventive actions taken, the number of fatalities in building fires in recent years remains at the same level. Therefore, it is necessary to intensify efforts of various communities connected with fire safety, education, insurance, etc. Only closely integrated actions of huge impact may result in desired effect. The main goal of this article is to discuss future trends of the standards of building fire safety. They determine the level of fire safety in the long and short term. The changes described by the author were divided into three groups: changes in material science, changes in the approach to building design, social changes. Despite described above topics, the author indicates some actions, that should be taken to achieve the most important objective of fire safety, which is the decrease in fatalities in building fires.

**Keywords:** fire safety, fire fatalities, nanotechnology, education, functional design, performance based design, perspective based design.