

mgr TOMASZ SAWICKI  
Biegły sądowy z zakresu pożarnictwa  
Sąd Okręgowy w Legnicy

## Czynniki zagrażające bezpieczeństwu strażaków w warunkach pożaru

### Wstęp

Warunki pracy strażaków podczas prowadzenia działań ratowniczych stwarzają duże zagrożenie dla ich zdrowia i życia. Strażacy Państwowej Straży Pożarnej, ale także członkowie ochotniczych straży pożarnych oraz pracownicy jednostek ochrony przeciwpożarowej, uczestniczący w akcjach ratowniczych, narażeni są bowiem na szkodliwe działanie toksycznych substancji chemicznych oraz czynników fizycznych, w tym termicznych.

Od ponad 10 lat, to jest od czasu powołania Państwowej Straży Pożarnej znacznie wzrosło obciążenie strażaków pracą, ponieważ na tę formację, oprócz walki z pożarami i innymi klęskami żywiołowymi, nałożono wiele dodatkowych zadań związanych z prowadzeniem działań ratowniczych w ramach ratownictwa technicznego, chemicznego, ekologicznego i medycznego. Według danych Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej, w roku 2003 strażacy uczestniczyli w naszym kraju ogółem w 388 533 akcjach ratowniczych, w tym aż przy 220 199 pożarach. W akcjach tych zginęło 8 strażaków a 390 zostało rannych.

Analizując środowisko pożaru, można wyróżnić następujące czynniki zagrażające bezpieczeństwu strażaków w warunkach pożaru:

- podwyższona temperatura i gęstość strumienia promieniowania cieplnego
- toksyczne produkty spalania
- zadymienie
- niedobór tlenu
- uszkodzenie konstrukcji obiektu lub jego elementów.

Wypadek wśród strażaków może być spowodowany przez każdy z tych czynników z osobna lub może być wynikiem działania kilku z nich. Intensywność oddziaływania poszczególnych czynników zależy między innymi od istniejącej sytuacji pożarowej (dynamiki pożaru związanej z szybkością jego rozwoju), od rodzaju i udziału masowego materiałów palnych w objętych pożarem obiektach i jego konstrukcji, a także zabezpieczenia w techniczne środki przeciwpożarowe (instalacje gaśnicze, system oddymiania itp.)

W artykule przedstawiono czynniki zagrażające bezpieczeństwu strażaków w warunkach pożaru. Analizując środowisko pożaru, omówiono zagrożenia związane z podwyższoną temperaturą, zadymieniem, toksycznym oddziaływaniem produktów spalania, niedoborem tlenu oraz uszkodzeniem konstrukcji obiektu.

#### Factors that pose a threat to firefighters' safety in fire conditions

Factors that pose a threat to firefighters' safety in fire conditions are presented in this article. The analysis of the environment of the fire includes a discussion of risk related to the high temperature and the density of a thermal radiation stream, the toxic influence of combustion products, smoke, the deficiency of oxygen and damage to the structure or its parts.

[1]. Zależy także od stanu psychicznego i fizycznego strażaka.

#### Podwyższona temperatura i gęstość strumienia promieniowania cieplnego

Czynnikiem stwarzającym zagrożenie, będącym skutkiem pożaru, jest wysoka temperatura i związane z nią promieniowanie cieplne. Niekontrolowane spalanie czyli pożar, zawsze jest związane z powstawaniem obszarów o wysokiej temperaturze. W strefie spalania gazów, cieczy i materiałów stałych, średnia temperatura może wynosić ok. 1000 °C.

W warunkach pożaru strażacy narażeni są często na oddziaływanie cieplne, które jest spowodowane przez nadmierny wzrost temperatury ciała w wyniku ogólnego napromieniowania ciała, bądź przez silne lokalne napromieniowanie głowy, przy nieznacznie podwyższonej temperaturze ciała. W wyniku oddziaływania ciepła na organizm człowieka mogą wystąpić zaburzenia temperatury ciała. Podwyższenie temperatury ciała do 39 °C może spowodować nagłą utratę przytomności. Podobny skutek może nastąpić przy intensywnym napromieniowaniu głowy.

W warunkach akcji gaśniczej strażak działa przeważnie w aparacie ochrony dróg oddechowych, ubraniu ochronnym, jest często zmuszony do skrajnego wysiłku fizycznego (musi przenosić dodatkowy sprzęt konieczny do wykonania zadania bojowego). W wyniku przedłużającej się pracy strażaka w pomieszczeniu objętym pożarem oraz intensywnego wysiłku może nastąpić zakłócenie procesu termoregulacji i przegrzanie organizmu [2].

Każdy pożar jest związany z powstawaniem promieniowania cieplnego. Jego źródłem są płomienie i żar, które stanowią

bezpośrednie niebezpieczeństwo dla strażaków w wyniku zetknięcia się np. skóry, z rozgrzаныmi gazami, unoszonymi przez wiry powietrza iskrami lub płonącymi głowniami. Z napromieniowaniem cieplnym organizmu człowieka jest związane doznanie bólu, którego granice określa się strefą oddziaływania cieplnego gazu o temperaturze 60–70 °C. Wartość gęstości strumienia promieniowania, który powoduje ból fizyczny u ludzi wynosi około 2,5 kW/m<sup>2</sup> [3]. Wpływ gęstości strumienia promieniowania cieplnego na organizm człowieka przedstawia tabela 1.

Tabela 1  
WPLYW GĘSTOŚCI STRUMIENIA PROMIENIOWANIA CIEPLNEGO NA ORGANIZM CZŁOWIEKA [4]

Gęstość strumienia promieniowania, kW/m <sup>2</sup>	Skutki promieniowania cieplnego
0,8 – 1,2	promieniowanie słoneczne nie stwarza dyskomfortu w sytuacji długich ekspozycji
1,6	warunki mało komfortowe
2,1	dawka minimalna, która powoduje ból po 60 s
4,0	0% ofiar śmiertelnych
4,7	dawka powodująca ból po 15 – 20 s, a oparzenia po 30 s
9,5	ból po 8 s a oparzenie II stopnia po 20 s
12,5	najmniejsza dawka promieniowania cieplnego powodująca zapalenie się drewna; duże prawdopodobieństwo uszkodzenia ciała, 1% zgonów w ciągu 60 s
37,5	uszkodzenie sprzętu technicznego, 1% zgonów w ciągu 10 s

Szacuje się, że gęstość strumienia promieniowania ciepłego podczas pożarów gazów i cieczy palnych wynosi od 75 do 200 kW/m<sup>2</sup> dla pożarów powierzchniowych i od 200 do 350 kW/m<sup>2</sup> dla pożarów strumieniowych [5]. Należy pamiętać, że promieniowanie ciepłe rozchodzi się we wszystkich kierunkach, jednak najsilniej powierzchnia materiału promieniuje w kierunku do siebie prostopadłym.

Organizm człowieka w krótkim czasie radzi sobie ze stanem podwyższonej temperatury. Ale w przypadku dłuższego narażenia organizmu na działanie ciepła, następuje odwodnienie i przegrzanie organizmu. Gdy temperatura ciała przekracza 43 °C następuje udar cieplny (nadmierne nagromadzenie się ciepła w organizmie przy intensywnym doprowadzaniu go z zewnątrz i utrudnionym oddawaniu do otoczenia).

W ostatnich latach w Wielkiej Brytanii przeprowadzono badania [6] mające na celu wyznaczenie czasów przebywania w otoczeniu o danych zakresach temperatur, w którym strażacy mogą wykonywać swoje zadania podczas pożarów. Czas ten wyznaczono w funkcji temperatury otoczenia i gęstości strumienia ciepłego. Strażak biorący udział w eksperymencie miał na sobie aparat dróg oddechowych i był odpowiednio zabezpieczony ubraniem ochronnym. Ponadto, strażak został wyposażony w odpowiednie przyrządy pomiarowe, które rejestrowały zmieniające się warunki otoczenia. Na podstawie przeprowadzonych badań, określono cztery podstawowe zakresy czasów pracy strażaka, w zależności od temperatury otoczenia i gęstości strumienia ciepłego. Wyniki badań i wnioski zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2  
CZAS PRACY STRAŻAKA W ZALEŻNOŚCI OD TEMPERATURY I GĘSTOŚCI STRUMIENIA CIEPŁEGO

Czas pracy ratownika, min		Temperatura, °C	Gęstość strumienia ciepłego, kW/m <sup>2</sup>
Rutynowy		100	0,1 – 1
Niebezpieczny	25	100 – 120	1 – 3
	10	120 – ok. 140	3 – 4
Ekstremalny	1	140 – ok. 170	4 – 11
Krytyczny		pow. 170	pow. 11

**Toksyczne produkty powstające podczas pożaru**

Występujące w środowisku pożaru produkty spalania i rozkładu termicznego (lub pirolizy) tworzą złożoną mieszaninę gazów i zawieszonych cząstek stałych i ciekłych, która stwarza dla człowieka poważne za-

Tabela 3  
WARTOŚCI SZKODLIWYCH STEŻEŃ PRODUKTÓW SPALANIA ORAZ NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STEŻENIA CHEMICZNE

Produkty spalania	Stwierdzone stężenia, mg/m <sup>3</sup>	Najwyższe dopuszczalne stężenia chemiczne, mg/m <sup>3</sup>		
		NDS*	NDSCh**	NDSP***
Tlenek węgla	do 31 320	30	180	-
Ditlenek węgla	18 000 – 110 000	9 000	27 000	-
Cyjanowodór	0 – 80	-	-	5
Chlorowodór	do 300	5	10	-
Benzen	3 850	1,6	-	-
Formaldehyd	19	0,5	1	-

\* najwyższe dopuszczalne stężenie  
 \*\* najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe  
 \*\*\* najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe

grożenia. Oprócz dwutlenku węgla i tlenku węgla są to m.in.: tlenki siarki, pięciotlenek fosforu, tlenki azotu, pary cyjanowodoru, chlorowodoru i siarkowodoru. Substancje te najczęściej przez układ oddechowy dostają się do organizmu człowieka wywołując zatrucia, a przy większych stężeniach w powietrzu śmierć, np. cyjanowodór przy zawartości 0,02% w wydychanym powietrzu, dwutlenek siarki – 0,3%, tlenek azotu – 0,05%. Niektóre substancje działają natychmiast, inne mogą wywołać objawy zatrucia, nawet z kilkugodzinnym opóźnieniem.

W tabeli 3. przedstawiono wyniki badań [7] dotyczące pomiarów stężeń szkodliwych produktów spalania w warunkach rzeczywistego pożaru oraz porównanie wyników do wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń substancji chemicznych [8].

Substancje szkodliwe powstałe w wyniku spalania, przedostają się do organizmu ludzkiego podczas ich wdychania, wskutek przenikania przez skórę lub są wchłaniane przez przewód pokarmowy.

Z uwagi na różnorodność materiałów ulegające procesowi spalania, trudno z góry określić, z jakimi gazami pożarowymi należy się liczyć. Badania przeprowadzone podczas pożarów w Stanach Zjednoczonych [9], których zadaniem było dostarczenie informacji o częstotliwości ekspozycji na poszczególne substancje toksyczne wykazały, że tlenek węgla obecny był we wszystkich analizowanych przypadkach, benzen okazał się drugim najczęściej identyfikowanym związkiem wykrytym w ponad 80% badanych pożarów, w prawie 60% stwierdzono cyjanowodór i dwutlenek węgla, natomiast w niespełna 15% badanych przypadków wykryto chlorowodór.

Badania przeprowadzone w Polsce [10] wykazały, że w strefie działania strażaków podczas akcji ratowniczych występowało około 130 substancji chemicznych. Węglowodory alifatyczne nasycone i niena-

sycone stanowiły ok. 50-72% związków, a węglowodory aromatyczne nasycone i nienasycone stanowiły 25 – 38% tych związków. Benzen występował w 37 próbkach powietrza, toluen w 39, ksyleny w 36, etylobenzen w 28. W 25 próbkach wykryto izomery trimetylobenzenu, dietylobenzenu, a w 13 – dichloroetan. We wszystkich próbkach powietrza wykryto 2,4-difenylohydrozon formaldehydu oraz azotany. Natomiast siarczany oznaczone były w 30 próbkach.

Poza dużymi stężeniami wymienionych substancji toksycznych, w wielu przypadkach około 90% składników dymu stanowią mieszaniny węglowodorów, których obecność powoduje, że dym jest również gazem palnym, w niekorzystnych warunkach grożącym zapaleniem lub wybuchem. Podczas pożarów, dym często jest przyczyną powstania tak niebezpiecznych dla strażaków zjawisk, jak: płomień wyrzucane przez otwory wentylacyjne, rozgorzenie (nagle ogarnięcie spalaniem powierzchni materiału palnego wewnątrz wydzielonej przestrzeni-pomieszczenia [11]) czy też wsteczny ciąg płomieni (ruch płomieni w kierunku strażaków znajdujących się w okolicach otworów wentylacyjnych stanowiących źródła powietrza, np. otwartych drzwi, okna).

**Zadymienie**

Dym, jako podstawowy nośnik ciepła w środowisku pożarowym, stanowi duże zagrożenie dla strażaków nie tylko z powodu możliwości wdychania toksycznych związków chemicznych, ale również ze względu na zaciemnienie przestrzeni objętej pożarem i pomieszczeń sąsiadujących z wysokoenergetycznym środowiskiem pożarowym [12].

Intensywność dymienia materiałów ma decydujący wpływ na ograniczenie widzialności w obszarze objętym pożarem. Ograniczenie widoczności, wywołane przez warstwę dymu powoduje

np. nieprzenikanie światła latarki przez dym, a także łzawienie oraz pieczenie wywołane drażniącymi jego składnikami (w dymie, w którym zostały podrażnione oczy, widzialność jest 2,5 raza mniejsza od zasięgu w dymie niepodrażniającym oczu). W następstwie ograniczenia widoczności zwiększa się prawdopodobieństwo utraty orientacji w zadymionych pomieszczeniach, co w konsekwencji może spowodować upadek lub uderzenie o niewidoczne przedmioty lub skaleczenie o wystające ostre elementy. Utrudnia to lub wręcz uniemożliwia strażakom ewakuację w bezpieczne miejsce.

W warunkach pożaru zarówno jasny dym jak i para wodna powstająca w wyniku gaszenia pożaru, mogą spowodować utratę widoczności. Barwa dymu nie ma przy tym zasadniczego znaczenia. Największą gęstością optyczną i toksycznością charakteryzują się produkty spalania powstałe w wyniku spalania tworzyw sztucznych, szczególnie wykładzin i materiałów wykończeniowych pomieszczeń, zawierających: żywicę epoksydową, żywicę poliestrową wzmocnioną włóknem sztucznym, poliizobutylen i inne związki.

Na przykład, spalanie kresła wykończonego polichlorkiem winylu i pianką poliuretanową powoduje zadymienie pomieszczenia i ograniczenie widoczności do 2 m, już po 10 minutach od zainicjowania spalania [12]. Natomiast przeprowadzone badania [13] zasięgu widzialności w środowisku pożarowym wykazały, że pomieszczenie o objętości 200 m<sup>3</sup> może być zadymione w ciągu 5 minut, a o objętości 1000 m<sup>3</sup> w ciągu 7 minut do widzialności 1,3 m.

### Niedobór tlenu

Często podczas pożaru w dymie jest mniej tlenu, niż go potrzeba człowiekowi do oddychania. Szczególnie wrażliwa na niedobór tlenu jest tkanka mózgowia. Zagrożenie dla układu oddechowego człowieka następuje już przy niedoborze tlenu poniżej 17% (w powietrzu naturalnym zawartość tlenu wynosi ok. 21% objętościowych).

W przypadku zmniejszenia się ilości tlenu w dymie, który zużywany jest na podtrzymywanie procesu spalania, wzrasta dodatkowe zagrożenie dla zdrowia i życia strażaków. Przy normalnej zawartości tlenu w powietrzu materiały palne spalają się z charakterystyczną dla nich szybkością. Zmniejszenie standardowej zawartości tlenu w danym środowisku powoduje zmniejszenie szybkości spalania i jest przyczyną spalania niecałkowitego. W takich warunkach dym staje się bardziej gęsty i czarny. Bardzo duży deficyt tlenu sprzyja tworzeniu się związków wzmacniają-

cych działanie toksyczne generowanych w pożarach różnych produktów rozkładu termicznego i spalania.

Ponadto, zmniejszenie się ilości tlenu w pomieszczeniach zamkniętych, w których pożar rozwija się dłuższy czas, powoduje dodatkowe zagrożenie polegające na tym, że gromadzące się rozgrzane gazowe produkty rozkładu termicznego i spalania tworzą palną mieszaninę gazową o charakterze wybuchowym [2]. Przy nagłym dopływie tlenu z powietrza, wywołanym otwieraniem drzwi czy okien, zgromadzona mieszanina może ulec gwałtownemu zapaleniu się. W tej sytuacji, oprócz groźby zatrucia, może istnieć także niebezpieczeństwo oparzenia skóry i dróg oddechowych gorącymi gazami.

### Uszkodzenie konstrukcji obiektu lub jego elementów

Dynamika pożarów charakteryzuje się z reguły szybkimi zmianami takich parametrów układu, jak: temperatura produktów spalania, objętość dymu, ciśnienie i inne. Wpływa to silnie na zmiany stateczności i wytrzymałości konstrukcji budynku i jest spowodowane znacznym wzrostem ilości ciepła w pomieszczeniu, które oddziałuje destrukcyjnie na elementy budowlane, powodując ich nagrzewanie. Pod wpływem dużych ilości ciepła, a także pod wpływem działania siły mechanicznej (fali uderzeniowej), która powstaje podczas wybuchu palnych gazów, par i pyłu, rozsadzenia butli z gazem, kotłów itp., konstrukcje budowlane mogą podczas pożaru ulec zburzeniu. Fala uderzeniowa bardzo łatwo może spowodować zniszczenie budynku i urządzeń. Już przy nadciśnieniu 0,14 bar następuje zawalenie się ściany, przy 0,20 bar zniszczenie konstrukcji stalowych budynku, 0,35 bar następuje ciężkie uszkodzenie budynku, a przy nadciśnieniu 0,42 bar całkowite jego zniszczenie. Głównym zagrożeniem dla strażaków podczas działania fali uderzeniowej, oprócz zawalenia się całych konstrukcji, są odłamki oraz przemieszczenia podmuchem tej fali.

Praktyka pokazuje, że najczęściej jednak strażacy mają do czynienia z możliwością zmniejszenia trwałości i odkształceniem konstrukcji pod wpływem działania obszarów o wysokiej temperaturze pożaru. Pod wpływem dużych ilości ciepła zmienia się struktura materiałów budowlanych, rozszerzają się wchodzące w nie składniki, powstają procesy rozkładu i palenia. Wskutek tego wytrzymałość materiałów budowlanych maleje, powstaje możliwość deformacji, pęknięcia konstrukcji i zawalenia się obiektu.

Wielkością charakteryzującą zachowanie się elementów konstrukcyjnych obiektu w warunkach pożaru, jest ich

odporność ogniowa, której miarą jest czas, po upływie którego w warunkach znormalizowanych (symulujących pożar) element konstrukcji traci swoją nośność mechaniczną, szczelność ogniową i/lub izolacyjność cieplną [11].

Utrata wytrzymałości mechanicznej następuje w momencie, gdy element nośny nie może utrzymać założonego obciążenia zewnętrznego lub ciężaru własnego. Izolacyjność cieplna elementów konstrukcji jest zdolnością do ograniczania przewodnictwa cieplnego, a szczelność ogniowa to zdolność do ograniczania przenikania gazów, par, dymów lub płomieni.

Pożar w konstrukcjach żelbetonowych i betonowych może doprowadzić do częściowego lub całkowitego zniszczenia konstrukcji oraz utraty szczelności konstrukcji. Te różne formy zniszczenia zależą od intensywności pożaru, materiału konstrukcyjnego, geometrii elementów konstrukcji i ich uzbrojenia. W warunkach pożaru konstrukcje betonowe zostają zniszczone z powodu powstania rys w betonie oraz łuszczenia się powierzchni betonu. Powoduje to zmniejszenie wytrzymałości betonu oraz narażenie ewentualnego uzbrojenia na bezpośredni wpływ wysokich temperatur.

Do odpadania betonu mogą się przyczynić śruby i inne połączenia stalowe podwieszonych rur i kabli, będące w bezpośrednim kontakcie z prętami uzbrojenio- wymi i przekazujące wysokie temperatury do wnętrza belek oraz stropów. Pękaniu otuliny, której odpryski mogą ranić strażaków, sprzyja ochładzanie gorącego betonu prądami gaśniczymi wody lub piany. W warunkach pożaru beton w zakresie temperatury powyżej 300 °C wykazuje spadek wytrzymałości na ściskanie.

Wpływ wysokich temperatur prowadzi również do zmian w strukturze stali budowlanej, a dalej do naruszenia równowagi układu statycznego. Stwarza to groźbę runięcia konstrukcji i wywołania dalszych zniszczeń. Stal w podwyższonej temperaturze traci swoje właściwości wytrzymałości mechanicznej (w temperaturze 600 °C stal słabnie po 7 minutach). Na przykład w temperaturze 550 °C utrata wytrzymałości wynosi już połowę wytrzymałości początkowej, a przy 750 °C – około 90% wytrzymałości. W przypadku stropów aluminium, wytrzymałość spada do połowy przy 300 °C, a w temperaturze 600 °C aluminium zaczyna się topić. Runięcia konstrukcji stalowej nie poprzedzają z reguły żadne objawy.

Drewno traci wytrzymałość w wyniku utraty materiału przez zwęglenie się powierzchni. Przy temperaturze 700–800 °C, w ciągu 40 minut następuje utrata materiału na głębokości około 2–3 cm. Podczas spalania drewna wydzielają się duże ilości



gazów i par. Konstrukcyjne elementy drewniane, zwłaszcza o dużych przekrojach, w przeciwieństwie do konstrukcji stalowych, rzadko ulegają gwałtownemu zawaleniu się pod wpływem niszczącego działania ognia. Jeżeli już dochodzi do runięcia konstrukcji drewnianej, to poprzedzają ją charakterystyczne głośnie trzaskanie, pęknięcie, przechył itp.

Poważne zagrożenie podczas pożaru stwarzają budowlane elementy wykonane ze szkła. Mogą one ulec stopieniu i wywoływać oparzenia kapiącym szkłem. Zmiana stanu fizycznego szkła następuje w temperaturze 450 – 600 °C. Często jednak szybko wypadają w całości lub w kawałkach z utrzymujących je uszkodzonych ram oraz uchwytów i mogą być przyczyną groźnych obrażeń. Pękaniu tych elementów i rozpryskiwaniu się odłamków sprzyja także kierowanie prądów gaśniczych na ich rozgrzane powierzchnie [2].

Tworzywa sztuczne, szczególnie stosowane jako okładziny sufitów lub jako sufity podwieszane, w stanie ciekłym mogą być źródłem głębokich poparzeń. Zjawiskiem charakterystycznym dla większości tworzyw sztucznych jest spalanie się z opadem kroplistym (szczególnie polietylen, polipropylen, poliamid, polimetakrylan). Stopiony gorący materiał przykleja się do ciała, wydłużając czas oddziaływania wysokich temperatur na nieosłonięte tkanki ciała ludzkiego.

Pod koniec lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku przeprowadzono w naszym kraju badania wśród strażaków z jednostek ratowniczo-gaśniczych Państwowej Straży Pożarnej [14]. W badaniach tych przeprowadzono analizę przyczyn zachorowań. Do oceny skutków zdrowotnych zagrożeń zawodowych, przyjęto czasową

niezdolność badanych do pracy z powodu choroby, jako parametr odzwierciedlający sytuację zdrowotną tej grupy zawodowej. Czasowa niezdolność do pracy poprzedza bowiem zawsze uznanie częściowej lub trwałej niezdolności do pracy.

Badania wykazały, że choroby układu oddechowego były główną przyczyną czasowej niezdolności do pracy strażaków (22,3%). Głównymi patologiami ze strony układu oddechowego były ostre zakażenia układu oddechowego. Choroby układu nerwowego i narządów zmysłów były drugą przyczyną absencji chorobowej strażaków (18,5%), choroby układu kostno-mięśniowego i tkanki łącznej (18,0%), choroby układu krążenia, w tym nadciśnienie oraz niedokrwienność serca, stanowiły 12,9% absencji chorobowej. Zaburzenia psychiczne stanowiły aż 8,1% absencji chorobowej, choroby układu trawienno-gastrointestinalnego stanowiły 6,8%, nowotwory 1,5%. Wśród innych przyczyn stwierdzono choroby krwi i narządów krwiotwórczych.

Choroby układu oddechowego i układu krążenia są zdecydowanie związane z charakterem pracy strażaka. Wynika to z wielu czynników, m.in. narażenia na toksyczne produkty spalania zawarte w dymie, obciążenia fizycznego i termicznego organizmu oraz stresu. Związek z tym zawodem mają także choroby układu ruchu i zaburzenia psychiczne.

Natomiast analiza wypadków, która może stanowić parametr do oceny skutków zdrowotnych zagrożeń związanych z warunkami pracy w grupie zawodowej strażaków, dała następujące rezultaty. Podstawową przyczyną absencji z powodu wypadków przy pracy wśród strażaków były zwichnięcia i skręcenia, które stanowiły 48,2% absencji z tego powodu. Drugą przyczyną były złamania (25%), stłuczenia (11%) i oparzenia (głównie o mnogich umiejscowieniach) – 6,8% absencji spowodowanej wypadkami przy pracy. Najczęściej umiejscowieniem urazów po wypadkach były nogi i staw skokowy, ręka (palce) i nadgarstek, obrażenia wielomejskowe, stopy i ręce. Natomiast najcięższymi obrażeniami wśród strażaków były oparzenia i obrażenia wewnętrzne. Według badań [15] częstość wypadków przy pracy wśród strażaków jest około 7-krotnie wyższa niż częstość takich wypadków w gospodarce narodowej.

## Wnioski

Statystyki przyczyn zachorowań strażaków oraz analiza środowiska pożaru wskazują na zasadniczą rolę termicznych i toksycznych własności dymu jako czynnika zagrożenia bezpieczeństwa strażaków.

Podstawowymi środkami chroniącymi strażaków przed czynnikami zagrażają-

cymi ich bezpieczeństwu w warunkach pożaru, są:

- stosowanie niezbędnego i kompletnego wyposażenia ochronnego, odpowiedniego do występującego lub spodziewanego zagrożenia
- sprawdzanie i ocenianie stanu bezpieczeństwa i ryzyka, a z chwilą stwierdzenia grożącego niebezpieczeństwa natychmiastowe opuszczenie zagrożonego obiektu lub terenu
- prawidłowe, zgodne z taktyką pożarniczą prowadzenie działań ratowniczych, tak aby możliwie szybko wyeliminować zagrożenie.

Wyniki przeprowadzonych analiz chorób i wypadków przy pracy potwierdzają niebezpieczny charakter zawodu strażaka.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Sychta Z. *Spowolnienie procesu rozkładu termicznego i spalania materiałów podstawowym warunkiem bezpieczeństwa pożarowego obiektów technicznych*. Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej, z. 570, Szczecin 2002
- [2] Lankajtes J. *Blip w strażach pożarnych*. Instytut Wydawniczy CRZZ. Warszawa 1974
- [3] Klote J.H. *Smoke control*. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 1995
- [4] Hockey S.M., Rew P.J. *Review of human response to thermal radiation*. Health and Safety Executive, 87, 1996
- [5] Kucnerowicz-Polak B., Borowski J. *Zagrożenia pożarem i wybuchem. Seria: Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia Człowieka w Środowisku Pracy*. T. 19. CIOP, Warszawa 2001
- [6] Atemschutzausrüstung der Feuerwehr. Schweizerische Feuerwehr – Zeitung, 2, 1998
- [7] Trietman R.D., Burgess W.A., Gold A. *Air contaminants encountered by firefighters*. American Industrial Hygiene Association Journal, 41, 1980
- [8] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz.1833
- [9] Brand-Rauf P.W., Fallon L.F., Tarantini T., Idema C., Zndrews L. *Health hazards of firefighters: Exposure assessment*. „British Journal of Industrial Medicine”, 45, 1988
- [10] Poźniak M. *Zagrożenie chemiczne w warunkach akcji gaśniczo-ratowniczych*. „Medycyna Pracy”, 4, 2000
- [11] PN-ISO 8421-1 *Ochrona przeciwpożarowa. Terminologia. Terminy ogólne i dotyczące zjawiska pożaru*. 1997
- [12] Konecki M., Pofit-Szczyńska M. *Zasięg widzialności w dymie – jako kryterium zdolności do ewakuacji ludzi z budynków w czasie pożarów*. Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej Vol. LII, 03, 2003
- [13] Wooley W.D. *Smoke and toxic gas production from burning materials*. Macromol J. Sci-Chem. 17, 1982
- [14] Szubert Z., Sobala W. *Analiza czasowej niezdolności do pracy strażaków zatrudnionych w jednostkach ratowniczo-gaśniczych*. „Medycyna Pracy”, 5, 2000
- [15] Szubert Z., Sobala W. *Analiza wypadkowości i jej skutków zdrowotnych wśród strażaków jednostek ratowniczo-gaśniczych*. „Medycyna Pracy”, 2, 2000