

st. kpt. mgr inż. **Paweł ZBROŻEK**  
bryg. mgr inż. Jerzy **PRASUŁA**

Zespół Laboratoriów Technicznego wyposażenia Straży Pożarnej  
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych

## **ZAGROŻENIA DLA LUDZI ZWIĄZANE Z DZIAŁANIEM STAŁYCH URZĄDZEŃ GAŚNICZYCH (SUG)**

### **Threats to people connected with working of fixed extinguishing systems (SUG)**

#### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono skrótowo technologie gaśnicze wykorzystywane powszechnie w stałych urządzeniach gaśniczych. Omówiono wpływ prezentowanych technologii gaśniczych na zachowanie się ludzi i oddziaływanie na organizm człowieka. Podano sposoby minimalizowania zagrożeń płynących z technologii gaśniczych wykorzystywanych w stałych urządzeniach gaśniczych.

#### **Summary**

The article outlines briefly the extinguishing technologies universally applied in fixed extinguishing systems. The influence of these technologies on human behaviour and human body were described. The ways of minimizing the hazards connected with extinguishing technologies applied in fixed extinguishing systems were given.

**Słowa kluczowe** : stałe urządzenia gaśnicze, SUG, zagrożenia, bezpieczeństwo, technologie gaśnicze, środki gaśnicze

**Key words:** fixed extinguishing systems, hazards, safety, extinguishing technologies, extinguishing agents

### Wstęp

Stałe urządzenia gaśnicze, pełniąc swoją zasadniczą funkcję zwalczania pożarów, wykorzystywane są w dwóch celach: do ochrony życia i/lub do ochrony mienia. Można tu dodatkowo wspomnieć o urządzeniach zabezpieczających przed pożarem i urządzeniach oddymiających - są one również stosowane do ochrony mienia i do ochrony życia. Przy stosowaniu tych wszystkich urządzeń przeciwpożarowych bezpieczeństwo ludzi ma zawsze bezwzględnie najwyższy priorytet – wyższy niż cel, do którego dane urządzenie przeciwpożarowe zostało zastosowane. Dla tego rodzaju urządzeń, których celem jest ochrona ludzi, priorytet ten wydaje się być oczywisty. Czasem jednak priorytet ten czasem może się wydawać dyskusyjny – szczególnie, jeśli dotyczy konieczności zapewnienia dodatkowych środków bezpieczeństwa przy relatywnie wysokich nakładach finansowych.

Podczas gaszenia uwalniany jest środek gaśniczy, który oddziałuje nie tylko na pożar, ale również na środowisko, w którym środek ten jest uwalniany. Czasem ten wpływ może być bardzo destruktywny. Uszczerbku może doznać środowisko bezpośrednie - np. zalanie wodą gaśniczą urządzeń wrażliwych na działanie wody w strefie gaszenia. Szkoda może też dotyczyć środowiska naturalnego – np. przedostanie się roztworów pianotwórczych do akwenu wodnych.

Projektując, wykonując, a później eksploatując urządzenia gaśnicze wszystkie te „skutki uboczne” specyficzne dla danego rodzaju urządzenia

muszą być uwzględniane, a ryzyka niekorzystnego oddziaływania – w szczególności zagrożenia dla ludzi – ograniczane do minimum.

Zapewnienie bezpieczeństwa ludzi powinno być najważniejszym aspektem warunkującym dopuszczenie do eksploatacji urządzeń gaśnicze. Zagrożenia dla ludzi związane z działaniem stałych urządzeń gaśniczych opisano w artykule w odniesieniu do następujących, powszechnie stosowanych stałych urządzeniach gaśniczych zwanych dalej SUG:

- SUG wodnych – środkiem gaśniczym jest rozproszona woda;
- SUG pianowych – środkiem gaśniczym jest piana powstała z wodnych roztworów środków pianotwórczych;
- SUG mgłowych – środkiem gaśniczym jest rozpylona woda;
- SUG gazowych na gazy obojętne – środkiem gaśniczym jest gaz obojętny lub mieszanina gazów obojętnych;
- SUG gazowych na chlorowcopochodne węglowodorów – środkiem gaśniczym są rozpylane i gwałtownie odparowywane skroplone chlorowcopochodne węglowodorów;
- SUG gazowych na dwutlenek węgla – środkiem gaśniczym jest rozpylany i gwałtownie odparowywany dwutlenek węgla;
- SUG aerozolowych (tzw. aerozolowe generatory gaśnicze) – środkiem gaśniczym jest aerozol otrzymany w wyniku spalania odpowiednio przygotowanej mieszanki.

Omawiając wpływ technologii gaśniczych na bezpieczeństwo rozważony zostanie wpływ na zachowanie się ludzi (efekt psychologiczny) i wpływ na zdrowie (zagrożenia zdrowotne) włącznie z zagrożeniem życia.

Bardzo istotnym zagrożeniem bezpieczeństwa w odniesieniu do każdego rodzaju urządzeń gaśniczych – czy to prostych hydrantów czy innych automatycznie sterowanych urządzeń, może być niesprawność tych urządzeń.

W takim przypadku zagrożenie jest dwojakie – po pierwsze urządzenie niesprawne samo w sobie może stanowić zagrożenie dla ludzi np. niekontrolowany wypływ środka gaśniczego na niespodziewające się tego osoby, a po drugie w przypadku wystąpienia pożaru oczekujemy, że urządzenie skutecznie ugasi pożar umożliwiając, np. ewakuację z wyższych pięter – zawód może okazać się tragiczny w skutkach. Lepiej żeby urządzenia gaśniczego nie było w ogóle, aniżeli miałyby być niesprawne i stwarzać fałszywe pozory bezpieczeństwa. Ewentualne niesprawności powinny być szybko wykrywane i usuwane.

### **Technologie gaśnicze w aspekcie bezpieczeństwa ludzi**

#### **SUG wodne**

**SUG tryskaczowe**, w uproszczeniu, działa w ten sposób, że pod wpływem ciepła emitowanego z pożaru pęka ampułka lub topi się spoiwo zamka w tryskaczu otwierając wypływ wody z przewodu ciśnieniowego. Na ogół otwiera się jeden, dwa, a sporadycznie trzy lub więcej tryskaczy, zraszając i gasząc powierzchnie kilkunastu, rzadziej kilkudziesięciu metrów kwadratowych.

Wypływająca woda z tryskaczy, woda względnie czysta, nie stanowi zagrożenia dla ludzi chyba, że w przestrzeni zraszania znajdzie się urządzenie elektryczne pod napięciem. Grozi to oczywiście porażeniem prądem.

Dźwięki alarmowe mogą wpłynąć czasem niekorzystnie na zachowanie ludzi. Dzwon alarmowy uruchamiany razem z urządzeniem gaśniczym może osoby postronne nieco wystraszyć. Generalnie jednak SUG tryskaczowe nie stanowią prawie żadnego zagrożenia zdrowotnego ani psychologicznego dla ludzi.

**SUG zraszaczowe** działa w ten sposób, że w wyniku bodźca pożarowego zostaje uruchomiony zawór wzbudzający, który z kolei otwiera

przepływ wody do zespołu dysz wodnych zwanych zraszaczami. Powierzchnia działania zespołu zraszaczy liczących kilkanaście czy kilkadziesiąt sztuk jest znacznie większa niż w przypadku zadziałania tryskaczy w SUG tryskaczowym.

SUG zraszaczowe nie stanowią na ogół zagrożenia zdrowotnego ani psychologicznego. Rodzaj i poziom zagrożeń jest bardzo podobny do działania SUG tryskaczowego. Dużym dyskomfortem może być zmoczenie zimną wodą, co w przypadku SUG zraszaczowego, z uwagi na większą powierzchnię działania i szybszą detekcję pożarową, jest dużo bardziej prawdopodobne niż w przypadku SUG tryskaczowego.

Niebezpiecznym zjawiskiem może być „zbitcie” dymu do podłogi, co powoduje zmniejszenie widoczności na niższych poziomach, a to z kolei może pogorszyć warunki ewakuacji. Jednocześnie jednak korzystnym zjawiskiem, jest „przeplukanie” zanieczyszczonego dymem powietrza, co poprawia komfort oddychania i polepsza warunki ewakuacji. Ogólnie można powiedzieć, że przemyślane rozmieszczenie sekcji zraszaczowych na drodze ewakuacyjnej może i powinno poprawić bezpieczeństwo ewakuacji, mimo że niektóre warunki związane z komfortem poruszania mogą ulec pogorszeniu np. pogorszenie widoczności, spryskiwanie ewakuujących się osób wodą, mokra podłoga.

**Urządzenia gaśnicze hydrantowe**, czyli hydranty wewnętrzne, zainstalowane na nawodnionym przewodzie rurowym są bez wątpienia powszechnie stosowanym urządzeniem przeciwpożarowym. Nie wyczerpują definicji stałego urządzenia gaśniczego, gdyż hydranty wewnętrzne wymagają manualnej obsługi – nie uruchamiają się automatycznie. Jednak z uwagi na powszechność stosowania do zwalczania pożarów warto również je omówić. Widok hydrantów wewnętrznych w obiekcie bardzo podnosi poczucie bezpieczeństwa, co jest pozytywnym wpływem psychologicznym.

Jedynym poważnym zagrożeniem ze strony tej technologii gaśniczej jest możliwość porażenia prądem osoby obsługującej hydrant w przypadku gaszenia urządzeń pod napięciem. Dlatego stosowanie hydrantów wewnętrznych w pomieszczeniach, w których występują urządzenia elektryczne wymaga rozważenia. Jeśli istnieje ryzyko, że gaszony obiekt jest pod napięciem i nie ma możliwości wcześniejszego wyłączenia zasilania to wodny strumień gaśniczy kierowany na ten obiekt powinien być możliwie intensywnie rozpylony – w żadnym wypadku nie może to być strumień zwarty. Należy również pamiętać, aby zająć takie stanowisko gaśnicze, kiedy odległość do gaszonego obiektu jest stosunkowo duża – co najmniej kilka metrów. Nie wolno dopuścić, aby osoba obsługująca hydrant stała w wodzie lub miała bezpośredni kontakt z elementami przewodzącymi prąd elektryczny (np. metalową barierką). Mimo podjęcia tych środków nie eliminuje to w pełni ryzyka porażenia prądem.

### **SUG pianowe**

Generatory i wytwornice w instalacji pianowej wytwarzają pianę lekką lub średnią. Są to na ogół urządzenia automatyczne – bezobsługowe. Strefa gaszenia, w przypadku aktywacji takiego urządzenia gaśniczego jest wypełniana pianą bardzo szybko – szczególnie w przypadku stosowania zespołu generatorów pianowych. Człowiek przebywający w strefie gaszenia podczas pracy generatorów może ulec uduszeniu na skutek całkowitego pokrycia pianą. Wolne od takiego zagrożenia są instalacje pianowe obsługowe – są to instalacje zwykle na pianę ciężką wytwarzaną za pomocą obsługiwanych przez personel prądownic i działek wodno-pianowych. W obiektach, w których zainstalowane są urządzenia do automatycznego wypełniania pianą gaśniczą (szczególnie lekką) – np. w hangarach lotniczych

- są wdrożone specjalne środki bezpieczeństwa, w tym sygnalizacja ostrzegawcza, minimalizujące to zagrożenie.

Wodne roztwory środków pianotwórczych nie stanowią istotnego zagrożenia dla ludzi – po kontakcie ze skórą może czasem nastąpić podrażnienie. Bardziej niebezpieczne są koncentraty środków pianotwórczych – ciecze te, jak i ich opary, mogą być silnie drażniące.

### **SUG mgłowe**

Środkiem gaśniczym jest rozpylona woda – często do kropli o średniej średnicy poniżej 200  $\mu\text{m}$ . Rozpylona woda nie stanowi żadnego zagrożenia dla osób wystawionych na jej oddziaływanie pod warunkiem, że woda ta nie jest zanieczyszczona biologicznie ani chemicznie. Wdychanie powietrza z rozpyloną mgłą wodną nie stanowi dla zdrowych osób żadnego zagrożenia. Z uwagi na działanie psychologiczne, uruchomione SUG mgłowe może wystraszyć osobę postronną i spowodować dyskomfort z moczenia zimną wodą przy dłuższym przebywaniu w strefie gaśniczej.

W przypadku gaszenia pożaru SUG mgłowym rozpylona woda zbija dym do podłogi powodując tym samym zmniejszenie widoczności na niższym poziomie w pomieszczeniu – podobnie jak urządzenia zraszaczowe. Jednocześnie następuje „wyflukiwanie” dymu z powietrza poprzez wychwytywanie cząstek dymu przez kropelki mgły wodnej. Obniża się również temperatura w strefie gaszenia. SUG mgłowe podczas działania nieco ograniczają widoczność, ale w ogólnej ocenie poprawiają warunki ewakuacji poprzez obniżenie temperatury i wychwytywanie cząstek dymu w strefie gaszenia.

### SUG gazowe na gazy obojętne

Działanie gaśnicze SUG gazowego polega na podaniu do strefy gaszenia, w czasie na ogół do 1 min, odpowiedniej ilości gazów obojętnych lub ich mieszanin: argonu, azotu i występującego tylko w mieszaninie gazów dwutlenku węgla. Ze strony tej technologii gaśniczej największym zagrożeniem dla ludzi jest możliwość uduszenia na skutek zbyt dużego spadku stężenia tlenu. Osiągnięcie stężenia gazów obojętnych na poziomie 43 % powoduje obniżenie stężenia tlenu do wartości 12 %. Wartość stężenia 43 % w odniesieniu do gazów obojętnych jest *najwyższym stężeniem, przy którym nie stwierdza się ujemnego wpływu na organizm zdrowego człowieka*. Nosi ona w literaturze branżowej nazwę NOAEL<sup>5</sup> (*No Observable Adverse Effects Level*). Dalsze podniesienie stężenia gazów obojętnych do wartości 52% powoduje obniżenie stężenia tlenu do niebezpiecznej granicy 10 %. Wartość stężenia 52 % w odniesieniu do gazów obojętnych jest *najniższym stężeniem, przy którym został stwierdzony ujemny wpływ na organizm człowieka* i nosi nazwę LOAEL<sup>5</sup> (*Lowest Observed Adverse Effects Level*). Jeśli przewidywane stężenie gazu obojętnego przekracza NOAEL, powinna istnieć możliwość zmiany trybu uruchamiania urządzenia gaśniczego z automatycznego na ręczny. Bardziej rygorystyczne obostrzenia są wymagane w przypadku przekroczenia wartości LOAEL – w tym przypadku wymaga się, aby istniała możliwość całkowitego zablokowania urządzenia gaśniczego. Z tych środków bezpieczeństwa korzysta się w przypadku konieczności wejścia osób do strefy gaszenia.

Niewielka domieszka dwutlenku węgla do gazów obojętnych powodująca po rozładowaniu mieszaniny stężenie dwutlenku węgla w pomieszczeniu na poziomie ok. 2-3% ma bardzo korzystny fizjologicznie wpływ. Dwutlenek węgla w takim stężeniu pobudza fizjologicznie organizm człowieka do intensywniejszej wentylacji płuc. Jest to na ogół korzystny



i bardzo pożądanym efektem, gdyż umożliwia dobre funkcjonowanie organizmu człowieka przy niskim stężeniu tlenu. Można wywnioskować, że efekt ten ogólnie bardzo pozytywny, może być czasami niekorzystny, gdy atmosfera zanieczyszczona jest dymem – wówczas bardziej intensywna wentylacja płuc może przyczynić się do szybszego zatrucia dymem.

Duży hałas towarzyszący wyładowaniu może wystraszyć i zdezorientować osobę postronną. Poza tym silne turbulencje powietrza podczas wyładowania powodują porywanie lekkich przedmiotów – np. nieumocowane płyty w sufitach podwieszanych – co może grozić obrażeniami osób przebywających w strefie gaszenia.

Wskutek wzrostu ciśnienia w pomieszczeniu w chwili wyładowania mogą wystąpić trudności z otwarciem drzwi w przypadku niewłaściwego ich doboru tj. otwieranych się do wewnątrz. Efekt ten może spowodować duży dyskomfort psychiczny dla osoby ewakuującej się ze strefy gaszenia. Strona: 9

Drzwi w pomieszczeniach zabezpieczonych SUG gazowym powinny otwierać się na zewnątrz, co wynika z norm projektowych np. PN EN 15004. Dodatkowo wskazane jest, aby drzwi spełniały warunek otwarcia od wewnątrz mimo ich zaryglowania, czy zamknięcia na klucz od zewnątrz - jest to zalecenie wchodzące w obszar kontroli dostępu i w uzasadnionych przypadkach może być nie respektowane.

### **SUG gazowe na chlorowcopochodne węglowodorów**

Działanie gaśnicze SUG gazowego na chlorowcopochodne węglowodorów polega na podaniu do strefy gaszenia i rozpyleniu w czasie nie przekraczającym 10 s syntetycznych gazów będących następcami halonów. Wymóg bardzo krótkiego czasu podawania tego rodzaju środków gaśniczych podyktowany jest tym, że pod wpływem działania wysokiej

temperatury, przy przedłużonym wyładowaniu, ulegają one rozkładowi, w trakcie którego wydziela się fluorowodór (HF) – bardzo toksyczny gaz. Szybkie wyładowanie chlorowcopochodnych węglowodorów powoduje gwałtowne chłodzenie przestrzeni spalania, co minimalizuje efekt rozkładu termicznego. Gasząc za pomocą chlorowcopochodnych węglowodorów pożary rozwinięte należy pamiętać o możliwości wydzielenia silnie toksycznego i korozyjnego produktu termicznego rozpadu, jakim jest fluorowodór.

Przekroczenie bezpiecznych stężeń chlorowcopochodnych węglowodorów (LOAEL) powoduje najczęściej zaburzenia pracy serca. Nasilenie tych objawów zależy oczywiście od rodzaju zamiennika halonu, wartości stężenia i czasowej długości oddziaływania na organizm człowieka, jak również indywidualnej odporności organizmu na działanie tych środków. Niektóre chlorowcopochodne węglowodorów charakteryzują się stosunkowo bezpiecznymi relacjami stężeń gaśniczych czy projektowych w odniesieniu do LOAEL. Najczęściej jednak projektowane stężenia chlorowcopochodnych węglowodorów w SUG są bliskie bezpiecznym granicom szkodliwości lub czasem je przekraczają. W odniesieniu do SUG wymagania dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa na chlorowcopochodne węglowodorów są analogiczne jak dla SUG na gazy obojętne. Dodatkowym zagrożeniem jest zamglenie towarzyszące wyładowaniu chlorowcopochodne węglowodorów, które może utrudnić ewakuację.

### **SUG gazowe na dwutlenek węgla**

Działanie gaśnicze SUG gazowego na dwutlenek węgla polega na podaniu do strefy gaszenia gwałtownie odparowującego dwutlenku węgla. Dwutlenek węgla może być podawany:

- do całej objętości pomieszczenia – jest to tzw. gaszenie przez całkowite wypełnienie;
- na chroniony obiekt w pomieszczeniu – jest to tzw. gaszenie miejscowe (powierzchniowe i objętościowe).

Największym zagrożeniem ze strony CO<sub>2</sub> dla człowieka jest jego toksyczne działanie. Skuteczne pod względem gaśniczym stężenia projektowe dla CO<sub>2</sub> zaczynają się od wartości 34%, natomiast z uwagi na bezpieczeństwo parametr stężenia granicznego określany jako *najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe* wynosi 27000 mg/m<sup>3</sup> (około 1,5% obj.).[9] NDSCH jest wartością średnią dla 15-minutowej próbki czyli opartą o nieco zawyżone kryteria. Bardziej adekwatne byłoby tu *najwyższe dopuszczalne stężenie pulapowe* (NDSP) czyli takie, które w żadnym momencie nie może być przekroczone.

Szkodliwe efekty przy krótkotrwałym oddziaływaniu CO<sub>2</sub> na organizm człowieka są widoczne po przekroczeniu 6%, po przekroczeniu 10% - większość osób traci przytomność w krótkim okresie czasu, a przekroczenie 17% grozi śmiercią w ciągu 1 minuty [8].

Zatrucie dwutlenkiem węgla może nastąpić: w związku z wyładowaniem tego środka do pomieszczenia, w którym mogą znajdować się ludzie lub wskutek wejścia do pomieszczenia, do którego wcześniej wyładowano CO<sub>2</sub> lub wskutek rozszczelnienia zbiornika, w którym przechowywany jest CO<sub>2</sub>. Dwutlenek węgla jest to gaz 1,5 razy cięższy od powietrza i bezwonny. W przypadku rozszczelnienia instalacji gaz ten ma tendencję do wypełniania zagłębień w podłożu. Wejście człowieka do zagłębienia wypełnionego przez CO<sub>2</sub> może być bardzo niebezpieczne. Aby móc szybko i bezpiecznie wykryć ten gaz należy stosować nawaniacze czyli odpowiednie substancje zapachowe dodawane do składowanego

w zbiornikach dwutlenku węgla. Zastosowanie się do tego wymogu zależy od przyjętej normy projektowej i wymagań klienta.

Kolejnym zagrożeniem ze strony tej technologii gaśniczej jest szok termiczny prowadzący nawet do odmrożeń. Na takie niebezpieczeństwo jest narażona osoba będąca w chwili wyładowania CO<sub>2</sub> pod dyszą, w szczególności dyszą kierunkową. Dysze rozproszeniowe, czyli takie, które stosuje się do gaszenia, przez całkowite wypełnienie powodują mniej dotkliwe efekty niż dysze kierunkowe stosowane do gaszenia miejscowego. Jest to uzasadnione tym, że strumień ukierunkowany, jaki jest wymagany przy gaszeniu miejscowym, ma dużo większą energię kinetyczną i powoduje znacznie silniejszy szok termiczny. Najbardziej wrażliwe na działanie CO<sub>2</sub> są oczy, gdyż oprócz kriogenicznego działania na odkrytych częściach ciała, tworzy się podczas wyładowania intensywny nadmuch z dyszy mogący powodować uszkodzenia fizycznie.

Dodatkowymi negatywnymi efektami towarzyszącymi tej technologii gaśniczej są: chwilowy wzrost ciśnienia, hałas towarzyszący wyładowaniu (podobnie jak w przypadku SUG na gazy obojętne i chlorowcopochodne węglowodorów) oraz chwilowe zamglenie – szczególnie widoczne w pomieszczeniach wilgotnych. W przypadku objęcia pożarem strefy, w której znajdują się butle wypełnione dowolnym gazem gaśniczym – skroplonym lub sprężonym – może dojść do rozerwania butli. Aby temu zapobiec wymaga się obligatoryjnie, aby butle były składowane w miejscach, w których oddziaływanie pożaru jest zminimalizowane. Drugim obligatoryjnym wymaganiem jest konieczność stosowania zaworów bezpieczeństwa. Ponadto zbiorniki ciśnieniowe w Polsce podlegają dość rygorystycznym regulacjom prawnym, w tym muszą spełniać wymóg zgodności z dyrektywami ciśnieniowymi PED<sup>5</sup> (97/23/EC) i/lub TPED<sup>6</sup> (99/36/EC). Wymaganie to dotyczy wszystkich SUG, w których

wykorzystywane są zbiorniki ciśnieniowe, czyli SUG gazowych i niektórych SUG mgłowych. Z uwagi na niebezpieczeństwo wzrostu ciśnienia wraz ze wzrostem temperatury, nie wolno przekraczać temperatur składowania poza zakres deklarowany przez producenta SUG gazowego. Jest to szczególnie istotne w przypadku gazów skroplonych, gdyż do temperatury określonej jako bezpieczna występuje w zbiorniku poduszka gazowa dzięki czemu przyrost ciśnienia jest stosunkowo łagodny. Po przekroczeniu temperatury bezpiecznej poduszka gazowa zanika, a cała objętość butli wypełniana jest cieczą i dalszy wzrost temperatury prowadzi do gwałtownego wzrostu ciśnienia grożącego rozerwaniem.

W odniesieniu do SUG gazowych na dwutlenek węgla powinny być rygorystycznie wymagane środki techniczne zapobiegające wyładowaniu do strefy, w której mogą znajdować się ludzie.

### **SUG aerozolowe (tzw. pirotechniczne aerozolowe generatory gaśnicze)**

Działanie gaśnicze aerozolowych generatorów gaśniczych polega na spalaniu odpowiednio dobranej mieszanki, w wyniku czego powstają lotne produkty spalania o właściwościach gaśniczych. Produkty te wyrzucane są z generatora aerozolu w strumieniu w postaci białego gęstego „dymu”. „Dym” ten nazwano aerozolem gaśniczym. W skład mieszanki wykorzystywanej do spalania w generatorach gaśniczych wchodzi sole metali alkalicznych – najczęściej są to węglany i azotany potasu (w udziale około 80%) oraz lepiszcza, żywice (polimerowe, epoksydowe, fenolowo-formaldehydowe) i włókno szklane stanowiące w sumie pozostałe 20 %. Składniki są tak dobierane, aby powstały aerozol był skutecznym środkiem gaśniczym, a jednocześnie lotne produkty spalania mieszanki aerozolutwórczej były jak najmniej toksyczne.

Z uwagi na toksyczne właściwości aerozólów, należy unikać ich wdychania, a do usuwania pyłów osiadłych po wyładowanym generatorze stosować odpowiedni sprzęt zabezpieczający drogi oddechowe i skórę. Producenci aerozolowych generatorów gaśniczych deklarują, podpierając się stosownymi wynikami badań, że aerozole są nieszkodliwe. I jest to na ogół prawda, o ile kontakt z aerozolem jest rzeczywiście krótki, to jest taki jaki może zajść podczas wyładowania generatora i ewakuacji – rzędu kilku minut. Stopień faktycznego zagrożenia toksycznymi właściwościami aerozoli zależy z jednej strony od składu mieszanki aeroszotwórczej, a z drugiej strony zależy od czasu i dróg oddziaływania aerozolu na człowieka.

Aerozolowe generatory gaśnicze podczas działania wytwarzają strumień aerozolu o gradencie temperatury malejącym w kierunku wyrzutu aerozolu. Na podstawie przeprowadzonych w CNBOP badań generatorów aerozolu kilku producentów stwierdzono, że w odległości 3 cm od generatora temperatura może dochodzić do 800 °C, a w odległości 100 cm temperatura niejednokrotnie przekraczała 200 °C. Znalezienie się w bliskiej odległości od generatora, w jego strumieniu grozi poparzeniem. Szczególnie niebezpieczne jest bezpośrednio oddziaływanie gorącego strumienia aerozolu na oczy. Kolejnym niebezpieczeństwem związanym z tą technologią gaśniczą jest utrata widoczności i w konsekwencji utrata orientacji przestrzennej oraz wystraszenie się efektami „dymienia” generatorów z możliwością wybuchu paniki włącznie.

W odniesieniu do SUG aerozolowych zaleca się, aby były wymagane środki techniczne zapobiegające wyładowaniu do strefy, w której mogą znajdować się ludzie – szczególnie jest to istotne, jeśli strefa gaszenia jest stosunkowo duża.

## Wnioski

Największym niebezpieczeństwem, jakie stwarzają technologie gaśnicze stosowane w stałych urządzeniach gaśniczych jest ich nieznanomość. Brak podstawowych wiadomości z zakresu działania stałych urządzeń gaśniczych i wykorzystywanych tam technologii może mieć tragiczne konsekwencje. Wiedząc jak urządzenie działa i co grozi osobom przebywającym w ich zasięgu możemy podejmować racjonalne decyzje minimalizując ewentualne zagrożenia.

Innym równie dużym niebezpieczeństwem jest dla osób przebywających w obiekcie (wyposażonym w SUG) nieznanomość ogólnej procedury organizacji akcji gaśniczej. Zaznajamiając się z rozmieszczeniem dróg ewakuacyjnych, sygnałami alarmowymi i innymi tego typu zaleceniami oraz stosując się do tych zaleceń możemy znacznie podnieść swoje bezpieczeństwo. Podstawowe informacje dotyczące postępowania w sytuacjach krytycznych powinny być umieszczone na tablicach rozmieszczonych w pomieszczeniach i wejściach do pomieszczeń chronionych przez SUG. Zaleceniem dla instalatorów<sup>1</sup> SUG jest zastosowanie odpowiednich środków technicznych zapobiegających uruchomieniu urządzenia gaśniczego z niebezpiecznym środkiem gaśniczym w przypadku, gdy wewnątrz strefy gaśniczej mogą znajdować się ludzie. Ważnym zadaniem instalatora jest prowadzenie odpowiednich szkoleń dla personelu. Wspólnym zadaniem dla instalatora urządzenia gaśniczego i administratora obiektu, na którym to urządzenie funkcjonuje jest zastosowanie odpowiednich środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających wejściu do strefy gaszenia osób postronnych. Realizowane

---

<sup>1</sup> Instalator rozumiany jako podmiot odpowiedzialny za jakość zainstalowanego urządzenia gaśniczego przy projektowaniu, montażu i eksploatacji.

jest to m.in. przez rozmieszczenie odpowiednich tabliczek informacyjnych, ostrzegawczych, instrukcji obsługi, sygnalizację świetlną i akustyczną. Zaleceniem dla administratorów obiektów jest pomoc w skutecznej realizacji zadań stawianych w tym zakresie instalatorom SUG oraz nadzór nad ich realizacją.

W dalszej kolejności zaleceniem dla personelu jest przyswojenie i przećwiczenie procedur postępowania na wypadek pożaru i związanego z pożarem zadziałania SUG. Idealem byłyby okresowe ćwiczenia na obiekcie z udziałem jednostki straży pożarnej.

## Literatura

1. *Fire Protection Handbook* - NFPA 2008 – Twentieth Edition;
2. Cortina, T. A., – *Water Mist Fire Suppression System Health Hazard Evaluation: Response to Questions Posed by the US Environmental Protection Agency*, Halon Alternatives Research Corporation, Washington, DC, August 1995;
3. *Halon Alternatives* – A report on fire extinguishing performance characteristics of some gaseous alternatives to Halon 1301 – LPR6: July 1996 – Loss Prevention Council
4. Wilczkowski S.– *Środki gaśnicze* – Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie – Kraków 1999;
5. PN-EN 15004-1:2008 Stałe urządzenia gaśnicze. Urządzenia gaśnicze gazowe. Część 1: Ogólne wymagania dotyczące projektowania i instalowania;
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 maja 1997 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw państw członkowskich



- dotyczących urządzeń ciśnieniowych (Dz. Urz. WE L 181 z 09.07.1997);
7. Dyrektywa Rady z dnia 29 kwietnia 1999 r. w sprawie transportowych urządzeń ciśnieniowych (Dz. Urz. WE L 138 z 1.06.1999).
  8. <http://www.epa.gov/ozone/snap/fire/co2/co2report.html> z 06.10.2010
  9. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1989 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (Dz. U. z 1995 r. nr 69 poz. 351)