

Bernard Król*

Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie

ORCID: 0000-0002-9483-2590

**Problemy stosowania środków i urządzeń gaśniczych
w ochronie przeciwpożarowej obiektów podlegających
szczególnej ochronie w tym zabytkowych**

Problems of using fire extinguishing agents and equipment
in fire protection of objects subject to special protection,
including historic buildings

Pożary są szczególnym zagrożeniem dla obiektów dziedzictwa materialnego, zarówno budowli, jak i pojedynczych eksponatów, gdyż mogą nieodwracalnie powodować ich zniszczenie. Ochrona przeciwpożarowa, rozumiana jako szereg przedsięwzięć technicznych i organizacyjnych, ma za zadanie przede wszystkim nie dopuścić do powstania lub rozwoju pożaru (Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej). Nieuchronne może jednak być rozprzestrzenianie się pożaru do skali zagrażającej obiektom i ich wyposażeniu, w tym cennym zbiorom. Wówczas niezbędna jest interwencja służb ratowniczych, bez względu na fakt zadziałania automatycznych urządzeń gaśniczych lub podjęcia działań gaśniczych przez osoby przebywające w obiekcie.

* **Bernard Król:** st. bryg. w st. spocz. dr inż., Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa, Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie, e-mail: bkrol@sgsp.edu.pl

Scenariusz rozwoju pożaru

Organizacyjne oraz techniczne środki ochrony dóbr materialnych, zwłaszcza zabytków, przybierają różnorodne formy. W zakresie ochrony przeciwpożarowej przewiduje się przede wszystkim zapobieganie powstaniu i rozwojowi pożaru, podobnie jak w przypadku innych obiektów użyteczności publicznej, zwłaszcza tych, w których występuje szczególne ryzyko dla ludzi, np. szpitali, kin i teatrów, przedszkoli i żłobków itp. Powszechnie stosowanymi rozwiązaniami technicznymi są systemy sygnalizacji pożaru, stałe urządzenia gaśnicze (SUG) oraz podręczny sprzęt gaśniczy. Stanowią one tylko jeden z elementów łańcucha systemu zabezpieczenia przed rozwojem pożaru i nie dają gwarancji wykrycia lub ugaszenia pożaru. Mają za zadanie jedynie uniemożliwić jego rozprzestrzenianie do wielkości zagrażającej w znacznym stopniu dobrom materialnym oraz ludziom. W tabeli 1 przedstawiono typowe rozwiązania organizacyjne i techniczne mające na celu powstrzymanie rozwoju pożaru oraz jego likwidację. Analiza zapisów w tabeli 1 pozwala stwierdzić, że tylko zapewnienie skutecznego łańcucha techniczno-organizacyjnego, zwłaszcza decydującego o zahamowaniu rozwoju pożaru w fazie przez rozwinięciem do skali, przy której SUG i podręczny sprzęt gaśniczy będą już nieskuteczne, daje szansę na zapobieżenie dużym stratom. Kluczowe w tym łańcuchu jest wykrywanie pożaru. Ze względu na możliwość ciągłego i jednocześnie wielkoobszarowego działania przewagę nad ludźmi mają automatyczne systemy wykrywania pożaru. Niezbędne są one także przy stosowaniu SUG.

Tabela 1. *Fazy rozwoju pożaru i odpowiadające im rozwiązania organizacyjne i techniczne w zakresie ochrony przeciwpożarowej*

Faza rozwoju	Działania i rozwiązania techniczne
Początek pożaru	wykrywanie: – systemy wykrywania pożaru, – człowiek – zapach, dym;
Pożar się rozwija, ale jest mały	podręczny sprzęt gaśniczy
Pożar nadal się rozwija	stałe urządzenia gaśnicze

Pożar nieugaszony, dalszy rozwój	straż pożarna
Pożar rozwinięty, nieugaszony	rozwiązania konstrukcyjne obiektu: – ściany i stropy odporne na temperaturę, – systemy oddymiania i odprowadzania ciepła.

Źródło: opracowanie własne.

Gaszenie pożaru a ograniczanie jego rozwoju

Technologie i rozwiązania organizacyjne stosowane w ochronie przeciwpożarowej mają swoje ograniczenia i nie są pozbawione wad. Rozwój pożaru może znacząco odbiegać od standardowo przyjętego scenariusza, w związku z czym niemożliwe jest zapewnienie takich środków, które w stu procentach zapewniłyby skuteczne działanie. Jednym z przykładów jest stosowanie SUG oraz podręcznego sprzętu gaśniczego. Wbrew powszechnej opinii rozwiązania te służą jedynie zapobieganiu jego rozwojowi do rozmiarów powodujących znaczne szkody materialne (poza kilkoma specyficznymi scenariuszami). SUG i podręczny sprzęt gaśniczy mogą powstrzymać rozwój pożaru, podczas gdy działania gaśnicze prowadzone przez jednostki straży pożarnej mają za zadanie wyeliminować całkowicie proces spalania, czyli zlikwidować pożar. Dwa pierwsze rozwiązania (działające automatycznie lub półautomatycznie SUG oraz używane przez personel lub osoby postronne gaśnice) mają ograniczone możliwości elastycznego działania wraz z rozwojem sytuacji ze względu na brak na miejscu osoby kompetentnej, która jest w stanie świadomie i profesjonalnie reagować na zachodzące zmiany, lub brak tak dalece zaawansowanych rozwiązań technologicznych (tzw. sztucznej inteligencji), które zastępowyłyby osobę kompetentną. Brak osoby kompetentnej uniemożliwia ocenę sytuacji i decydowanie o dalszym postępowaniu. Stąd konieczność każdorazowej interwencji straży pożarnej lub osób posiadających odpowiednie kwalifikacje. Osoba niekompetentna lub SUG nie są w stanie uznać pożaru za ugaszony lub zdecydować o kolejnych krokach postępowania. Do osób kompetentnych zaliczyć możemy wszystkie osoby posiadające odpowiednie wykształcenie lub przeszkolenie oraz sprawujące formalnie zadania z zakresu ochrony ppoż. lub działań ratowniczo-gaśniczych.

Zakładając brak osób kompetentnych w zakresie prowadzenia działań gaśniczych, szczególnie obowiązek spoczywa na projektantach SUG i osobach dobierających podręczny sprzęt gaśniczy do ochrony obiektu. Przed podjęciem decyzji o wyborze konstrukcji SUG oraz rodzaju gaśnic należy przeprowadzić dogłębną analizę ryzyka powstania i rozwoju pożaru, uwzględniając także skutki działania systemów i środków gaśniczych nie tylko na dobra materialne, lecz także na przebywające w obiekcie osoby. Rozporządzenie Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego z dnia 2 września 2014 roku w sprawie zabezpieczania zbiorów muzeum przed pożarem, kradzieżą i innym niebezpieczeństwem grożącym ich zniszczeniem lub utratą nakazuje dostosować rodzaj środków gaśniczych i gaśnic do rodzaju i specyfiki zbiorów z uwzględnieniem skutków ich użycia, ale tylko wobec zbiorów. Często pomimo stosowania zaawansowanych technologicznie SUG używa się najtańszego podręcznego sprzętu gaśniczego (co nie oznacza, że nieskutecznego), który mimo sprawności działania może stanowić np. zagrożenie dla ewakuacji ludzi. Tak jest w przypadku stosowania gaśnic proszkowych.

Dowodem na to, że w SUG i podręcznym sprzęcie gaśniczym mamy do czynienia z całkowicie odmienną „filozofią” stosowania środków gaśniczych od tej w działaniach gaśniczych prowadzonych przez jednostki straży pożarnej, są stosowane środki gaśnicze. W SUG gazowych do „gaszenia” powszechnie występujących pożarów grupy A (materiałów stałych) stosuje się np. gazy gaśnicze, które nie są używane w podręcznym sprzęcie gaśniczym ani przez strażaków, bo tam w praktyce nie są skuteczne. Inne środki gaśnicze trudno natomiast wykorzystać w działaniach praktycznych bądź ich zastosowanie może być zbyt kosztowne (mgła wodna, proszki gaśnicze).

Działania prowadzone przez jednostki straży pożarnej zawsze będą się wiązały z wykorzystaniem ograniczonego wachlarza środków gaśniczych. W praktyce możliwości interwencji straży pożarnej przy pożarach ograniczają się do stosowania wody oraz wody z dodatkami zwiększającymi skuteczność jej działania, np. zwilżaczami, pianami klasy A. Dotyczy to zwłaszcza gaszenia pożarów już rozwiniętych, które są zaliczane do klasycznych pożarów grupy A (pożarów materiałów stałych).

Ograniczenia i rozwój technologii gaśniczych

Postęp technologiczny w ochronie przeciwpożarowej idzie w parze w ogólnym rozwoju poziomu technicznego świata. Zauważalne jest to przede wszystkim w obszarze techniki pożarniczej i technologii ochrony przeciwpożarowej. Rozwój ten umożliwia stosowanie bardzo zaawansowanych systemów wykrywania i ograniczania rozwoju pożaru.

W przypadku SUG rozwój determinowany jest także czynnikami „zewnętrznymi”, takimi jak ograniczenia wynikające z wymogów prawnych związane np. z ochroną środowiska przyrodniczego oraz klimatu (Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych). Działania te można uznać za przynajmniej częściowo skuteczne, czego przykładem jest zahamowanie zwiększania się tzw. dziury ozonowej po ograniczeniu wykorzystywania (właściwie wyeliminowaniu) i emisji do atmosfery freonów i halonów. Wprowadzone do stosowania „czyste środki gaśnicze” z grupy fluorowanych pochodnych węglowodorów (F-gazy) początkowo wydawały się bardzo obiecującymi preparatami. Wiele z nich zostało jednak szybko wycofanych z użytkowania ze względu na wysoki potencjał wpływu na globalne ocieplenie – GWP (tabela 2). Stosowanie szeregu F-gazów z tego powodu jest co najmniej kontrolowane i, czego nie można wykluczyć, może w najbliższej przyszłości być nadal ograniczane (Popławska-Jach, Goworek, Kozakiewicz i Kania-Szarek, 2019). Obecne tendencje „ekologiczne” zwracają się w kierunku wykorzystania zaawansowanych technologii gaszenia wodą (mgła wodna) lub wodą w połączeniu z użyciem innych środków gaśniczych, np. obojętnymi gazami gaśniczymi (azot, argon, CO₂). Urządzenia gaśnicze tzw. hybrydowe (gaz gaśniczy + mgła wodna) według badań są skuteczniejsze w działaniu od urządzeń gaśniczych konwencjonalnych wykorzystujących tylko jeden rodzaj środka gaśniczego (Wolny, 2019). Dobór urządzeń gaśniczych w przypadku obiektów zabytkowych zawsze będzie determinowany nie tylko skutecznością ich działania, lecz także skutkami ewentualnego szkodliwego lub destrukcyjnego działania środka gaśniczego. W każdym z takich przypadków niezbędne jest przeprowadzenie dogłębnej analizy ryzyka.

Tabela 2. *Gazy gaśnicze stosowane w SUG i ich właściwości: potencjał wpływu na globalne ocieplenie oraz niszczenie ozonu*

Gaz gaśniczy	GWP	ODP
Dwutlenek węgla (CO ₂)	1	0
Inergen (N ₂ + Ar + CO ₂) – IG-541	0	0
Argonite (N ₂ + Ar) – IG-55	0	0
Azot (N ₂) – IG-100	0	0
Argon (Ar) – IG 01	0	0
Halon 1211 (CF ₂ ClBr)	1890	7,9
Halon 1301 (CF ₃ Br)	6900	10
FE-36 (C ₃ H ₂ F ₆) HFC-226fa	9800	0
FM-200 (C ₃ HF ₇) HFC-227ea	3200	0
NOVEC 1230 (CF ₃ CF ₂ C(O)CF(CF ₃) ₂) FK-5-1-12	1	0
GWP – Global Warming Potential		
ODP – Ozone Depletion Potential		

Źródło: na podstawie Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylecia rozporządzenia (WE) nr 842/2006 (Dz. U. L 150 z 20.05.2014); NFPA 2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems; ISO 14520-1:2015 Gaseous fire-extinguishing systems – Physical properties and system design — Part 1: General requirements.

Środki gaśnicze mogą działać destrukcyjnie na cenne zbiory lub obiekty w sposób fizyczny, a także chemiczny. W tabeli 3 przedstawiono przeglądowo najistotniejsze zagrożenia stwarzane przez możliwe do wykorzystywania środki gaśnicze. Analiza właściwości urządzeń i środków gaśniczych w nich stosowanych pozwala wywnioskować, że nie istnieje stuprocentowo bezpieczny i skuteczny system chroniący obiekt i jego wyposażenie. Rozwiązania konstrukcyjne samych stałych urządzeń gaśniczych oraz urządzeń im towarzyszących pozwalają zminimalizować ryzyko strat „wtórnych”. Wymagają jednak specjalistycznej wiedzy i współpracy projektanta instalacji gaśniczej oraz zarządcy obiektu.

Tabela 3. *Zagrożenia dla obiektów i zbiorów od środków i systemów gaśniczych*

System (środek) gaśniczy	Zagrożenia bezpośrednie	Inne zagrożenia
Tryskaczowy – woda	zalanie kondygnacji, zamoczenie zbiorów	–
Mgła wodna	zamoczenie zbiorów	–
Obojętne gazy gaśnicze	znaczne obniżenie stężenia tlenu w pomieszczeniu, toksyczność	znaczne nadciśnienie w pomieszczeniu
Czyste środki gaśnicze (fluorowane, F-gazy)	powstawanie fluorowodoru (HF), korozyjność, toksyczność	duży potencjał wpływu na globalne ocieplenie – GWP, nad- i podciśnienie w pomieszczeniu
Proszki gaśnicze	ograniczona korozyjność, zanieczyszczenie fizyczne	utrudnienia podczas ewakuacji (brak widoczności)
Halony	powstawanie chlorowodoru, fluorowodoru – korozyjność	duży potencjał niszczenia warstwy ozonowej – ODP.

Źródło: opracowanie własne.

Dodatkowym aspektem utrudniającym stosowanie środków gaśniczych jest ich toksyczność dla ludzi. Spośród środków gaśniczych szczególną uwagę zwraca się na aplikację gazów gaśniczych (obojętnych, halonów, gazów fluorowanych) w pomieszczeniach, w których przebywają ludzie. Stosowane powszechnie standardy projektowania zawierają bardzo szczegółowe informacje odnośnie do tego ważkiego aspektu (NFPA 2001: 2022; ISO 14520-11: 2016). Jest to jeden z kluczowych elementów procesu projektowania instalacji gaśniczej. Pozostałe środki gaśnicze (woda, woda z dodatkami, proszki gaśnicze) nie wpływają bezpośrednio negatywnie na organizm człowieka, lecz mogą być uciążliwe podczas aplikacji, np. uniemożliwiać lub utrudniać ewakuację, orientację oraz działać drażniąco. Stąd zaleca się praktycznie zawsze opuszczenie pomieszczenia, w którym dochodzi lub ma dojść do podania środka gaśniczego.

Podsumowanie

Stosowanie środków gaśniczych także w stałych urządzeniach gaśniczych (SUG) oraz podręcznym sprzęcie gaśniczym jest bardzo rozległym zagadnieniem. Skuteczne działania gaśnicze lub zabezpieczające przy wykorzystaniu SUG oraz sprzętu podręcznego są wypadkową wielu czynników, przede wszystkim prawidłowego oszacowania ryzyka wystąpienia zagrożenia pożarem oraz odpowiedniego doboru rozwiązań technicznych. W przypadku SUG i podręcznego sprzętu gaśniczego o skuteczności działania decydują także zastosowane rozwiązania techniczne, a nie tylko dobór środka gaśniczego, którego działanie może powodować bezpośrednie lub wtórne szkody. Działania operacyjne prowadzone przez jednostki straży pożarnej, w zakresie stosowania środków gaśniczych, są z reguły ograniczone do używania wody i jej modyfikacji zwiększających skuteczność działań. Tę problematykę należy rozpatrywać odmiennie od stosowania SUG oraz podręcznego sprzętu gaśniczego.

W wielu przypadkach przeciwpożarowa ochrona obiektu zabytkowego powinna być skupiona na niedopuszczeniu do powstania i rozwoju pożaru ze względu na brak możliwości prowadzenia skutecznych działań gaśniczych przez jednostki straży pożarnych. Istotnym więc jest przede wszystkim zapewnienie wysokiego poziomu prewencji – zapobiegania powstaniu pożaru – oraz możliwie szybkie jego wykrycie, które pozwoli służbom ratowniczym na podjęcie profesjonalnych działań. W sytuacjach lub miejscach, gdzie szybka interwencja służb ratowniczych jest wykluczona (konstrukcja obiektu, odległość – czas dojazdu) niezbędne staje się zastosowanie stałych, działających automatycznie urządzeń gaśniczych, nawet jeśli niesie to ryzyko częściowego uszkodzenia obiektu lub zbiorów.

Streszczenie: Ochrona przeciwpożarowa obiektów zabytkowych jest istotnym, ale również trudnym zagadnieniem technicznym i organizacyjnym. Największym i kluczowym wyzwaniem jest niedopuszczenie do rozwoju pożaru, zwłaszcza do rozmiarów skutkujących poważnymi i nieodwracalnymi zniszczeniami. Artykuł przedstawia wybrane aspekty stosowania urządzeń i środków gaśniczych, skupiając się na ich potencjalnym negatywnym wpływie na chronione obiekty. Analizie poddano cały zakres możliwości reagowania i działania w celu uniemożliwienia rozwoju pożaru, od fazy jego wykrycia po interwencję profesjonalnych służb ratowniczych. W konkluzji stwierdzono, że najistotniejsze jest szybkie wykrycie pożaru i w zależności od warunków lokalnych stworzenie możliwości działania automatycznych systemów gaśniczych lub interwencji straży pożarnej.

Abstract: Fire protection of historic buildings is an important but also difficult technical and organizational issue. The greatest and most significant challenge is to prevent the development of fire, especially to a size resulting in serious and irreversible damage. The article presents selected aspects of the use of firefighting equipment and agents, focusing on their potential negative impact on protected facilities. The entire range of response options and actions to prevent the development of a fire, from the phase of its detection to the intervention of professional emergency services, is analyzed. In conclusion, it was found that the most important thing is to quickly detect a fire and, depending on local conditions, create the possibility of automatic firefighting systems or fire department intervention.

Słowa kluczowe: ochrona przeciwpożarowa, środki i systemy gaśnicze, dziedzictwo, budynki zabytkowe

Keywords: fire protection, extinguishing agents and systems, heritage, historical buildings

Bibliografia

- ISO 14520-11: 2016: Gaseous fire-extinguishing systems – Physical properties and system design – Part 11: HFC 236fa extinguishant.
- NFPA 2001: 2022. Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.
- Popławska-Jach, J., Goworek, P., Kozakiewicz, J., Kania-Szarek, A. (16 kwietnia 2019). *Zakazy stosowania fluorowanych gazów cieplarnianych (F-gazów) z bardzo wysokim współczynnikiem globalnego ocieplenia (GWP) i wprowadzania do obrotu urządzeń zawierających te gazy lub od nich uzależnionych*. www.cro.ichp.pl/aktualnosci/zakazy-stosowania-fluorowanych-gazow-cieplarnianych-f-gazow-z-bardzo-wysokim-wspolczynnikiem-globalnego-ocieplenia-gwp-i-wprowadzania-do-obrotu-urzadzen-zawierajacych-te-gazy-lub-od-nich-uzalezniionych-,p1206911020.
- Rozporządzenie Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego z dnia 2 września 2014 roku w sprawie zabezpieczania zbiorów muzeum przed pożarem, kradzieżą i innym niebezpieczeństwem grożącym ich zniszczeniem lub utratą (Dz.U. 2014, poz. 1240).
- Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (t.j. Dz.U. 2020, poz. 2065).
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (t.j. Dz.U. 2021, poz. 869, z późn. zm.).
- Wolny, P. (2019). *Analiza efektywności gaśniczej systemów hybrydowych wykorzystujących mgłę wodną z czynnikiem roboczym w postaci gazów obojętnych* [niepublikowana rozprawa doktorska]. Szkoła Główna Służby Pożarnej.