

## **Zabezpieczanie przed ogniem drewnianych obiektów zabytkowych**

**Ryszard Kozłowski<sup>1</sup>, Kajetan Pyrzyński<sup>2</sup>, Agnieszka Michalska<sup>2</sup>,  
Małgorzata Muzyczek<sup>3</sup>, Krzysztof Sałaciński<sup>4</sup>, Jacek Rulewicz<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> *Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń, e-mail: rkscience.biuro@gmail.com*

<sup>2</sup> *Przedsiębiorstwo Innowacyjno-Wdrożeniowe Delta, Dolsk, e-mail: biuro@delta-dolsk.pl*

<sup>3</sup> *Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Poznań, e-mail: muzyczekm@inf.poznan.pl*

<sup>4</sup> *Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego, Warszawa, e-mail: ksalacinski@mkiidn.gov.pl*

<sup>5</sup> *Stowarzyszenie Konserwatorów Zabytków, Warszawa, e-mail: rulewicz@o2.pl*

**Streszczenie:** Drewno było najczęściej używanym surowcem do konstrukcji obiektów od najdawniejszych czasów, które w czasie jego użytkowania narażone jest na biodeterioracje i całkowite spalanie w wyniku pożaru. Drewniane obiekty zabytkowe są całkowicie palne, a na dodatek często zlokalizowane poza miejskimi ośrodkami z utrudnieniami do ich dostępu przez straż pożarną. Stąd zabezpieczenie przed pożarami takich obiektów jest bardzo ważne, tym bardziej, że pomimo rozwoju techniki i technologii, pożary tych obiektów zdarzają się coraz częściej. A zatem czy aktualnie istnieje możliwość takiego przeciwo-ogniowego zabezpieczenia drewnianych obiektów, aby „w dyskretny” sposób zabezpieczyć je przed rozprzestrzenianiem się ognia z wykorzystaniem nowoczesnych środków ogniochronnych? Obniżenie palności i szybkiego rozprzestrzeniania się płomieni w tych obiektach stwarza nadzieję na zapobiegnięcie kompletnego ich spalania. Przy doborze środków ogniochronnych i systemów zabezpieczenia należy brać pod uwagę również to, by te środki i systemy nie wywierały niekorzystnego wpływu na wygląd, higroskopijność i trwałość zabezpieczonego drewna zabytkowego. Za wielce efektywne uznaje się między innymi transparentne powłoki pęczniące w warunkach pożarowych, które to odcinają dostęp tlenu z powietrza poprzez wytworzenie izolacyjnej, niepalnej piany zapobiegającej penetracji ognia wewnątrz elementów drewnianych. Zastosowanie pasywnych systemów ochrony ogniowej, które mogą być połączone z zastosowaniem biocydów w zabytkowych budynkach drewnianych takich jak kościoły, skanseny, obniżając ilość nieszczęśliwych pożarów tych obiektów.

**Słowa kluczowe:** zabytkowe drewno, zabezpieczenie przed ogniem, pęczniące powłoki, straty pożarowe zabytków.

### **1. Wprowadzenie**

Drewno – zaliczane jest do grupy naturalnych polimerów lignocelulozowych, zawierających głównie celulozę, hemicelulozę, ligninę. Wiadomo powszechnie, że jest ono wytwarzane za pomocą fotosyntezy głównie z dwutlenku węgla, soli mineralnych i wody. Jest ono stosowane jako materiał budowlany od zarania wieków towarzyszący człowiekowi. Posiada ono wiele zalet i wad, spośród których przede wszystkim należy wymienić jego brak odporności na działanie wody, korozji biologicznej oraz ognia. Również w nowożytnych czasach jest ono szeroko stosowane w budownictwie. Aktualnie niezależnie od stosowania drewna w nowożytnym budownictwie jako spuściznę poprzednich pokoleń w Europie, w tym także i w Polsce znajduje się wiele obiektów zabytkowych, głównie kościołów,

skansenów, drewnianych chat, stodół, dworów i wiatraków. Dla przykładu w Polsce istnieje kilkadziesiąt obiektów muzealnych zlokalizowanych na otwartym powietrzu, gdzie znajduje się około 1000 drewnianej architektury, w tym około 200 oczekuje na rekonstrukcję i odnowienie. Wielkie bogactwo budowli i różnorodność zastosowanych surowców i materiałów budowlanych są charakterystyczne dla wiejskiej, zabytkowej architektury w Polsce.

Pożary obok kradzieży i aktów wandalizmu sięgają największe spustoszenie w obiektach zabytkowych, prowadząc do nieodwracalnych strat w dziedzictwie kultury. Niestety pożary należą do żywiołów, które nieodwracalnie niszczą całe obiekty i ich kompleksy, a dotyczą zarówno słynnych królewskich pałaców i zamków, takich jak np. Windsor, Hofburg [1,2] szczególnie skansenów np. Muzeum w Sanoku [3,4]. Przerażające dane dotyczą pożarów drewnianych obiektów sakralnych. W ciągu kilku lat zaledwie spłonęło doszczętnie lub poważnie zostało uszkodzonych wiele zabytkowych świątyń np. w Lipince, Łęczy, Łękawicy, cerkiew w Grabarce i wiele innych [5,6]. Niepokojące wysoko są częste podpalenia, nierzadko w celu zamaskowania kradzieży. Tak jak w większości tzw. obiektów użyteczności publicznej zagadnienia bezpieczeństwa pożarowego dotyczą głównie ochrony życia ludzkiego, tak w przypadku obiektów zabytkowych ochrona bezcennej wartości dóbr kultury stanowi równorzędny priorytet. Priorytetem w ochronie przeciwpożarowej obiektów zabytkowych powinno być zachowanie w miarę możliwości oryginalnej konstrukcji obiektów oraz ograniczona i przemyślana ingerencja w substancje zabytkową elementów konstrukcyjnych oraz wyposażenia i wystroju wnętrz. Pogodzenie poglądów historyków sztuki i konserwatorów z poglądami specjalistów ochrony przeciwpożarowej i znalezienie kompromisowych rozwiązań jest zazwyczaj bardzo trudne, i wymaga ono wysokiego poziomu profesjonalizmu oraz dobrej woli wszystkich zainteresowanych stron. Jednym ze sposobów podniesienia bezpieczeństwa pożarowego obiektów zabytkowych jest zastosowanie środków i systemów ogniochronnych. Niestety stosowanie środków ogniochronnych, jako elementu biernej ochrony przeciwpożarowej jest czynnikiem niezmiernie ważnym, aczkolwiek często lekceważonym. To stosowanie środków ogniochronnych może w znacznym stopniu przyczynić się do zmniejszenia ryzyka związanego z powstaniem i rozwojem pożaru oraz ograniczenia jego rozprzestrzeniania się na inne obiekty. Poprzez zastosowanie środków ogniochronnych i nowoczesnych ich systemów w znaczny sposób można ograniczyć takie parametry pożarowe jak: wielkość i szybkość wydzielanego ciepła w trakcie pożaru, szybkość rozprzestrzeniania płomienia i spalania materiału, przy jednoczesnym obniżeniu podatności na zapalenie i wydłużeniu czasu do zapalenia. W konsekwencji prowadzi to do zahamowania rozwoju pożaru, umożliwienia ewakuacji.

## 2. Historyczne podstawy

Na obszarach starożytnych cywilizacji takich jak Chiny, Egipt znano i stosowano środki do ograniczenia palności drewna. Chińczycy pokrywali drewno zawiesiną gliny lub nakładali warstwę gliny, w rezultacie uzyskiwali znaczne opóźnienie palenia się konstrukcji drewnianych i ograniczenie rozpowszechniania się pożaru. W Starożytnym Egipcie, 3000 lat przed Chrystusem, trzcinę i trawę stosowaną do krycia dachów, mocząc ją w wodzie morskiej, później susząc. Wykryształizowane przy suszeniu sole mineralne uodporniały w ten sposób dach przed zapaleniem. Pierwsi Egipcjanie odkryli też, że poprawę ognioodporności drewna można uzyskać stosując roztwór alunu. Ten że alun stosowano później podczas oblężenia Pireusu w roku 86 p.n.e do ochrony wież oblężniczych przed ogniem [6].

W pierwszym stuleciu AD po wielkim pożarze Rzymu cesarz Neron polecił przy odbudowie Rzymu zanurzenie drewna w słonej wodzie. W Europie w XV wieku stosowano do pokrywania łatwo zapalnych cienkich elementów drewnianych farby z dodat-

kiem mleka wapiennego, kredy malarskiej. Materiały te opóźniały zapalenie, ograniczając szybkość spalania tych elementów. Po raz pierwszy naukowe podstawy i rolę środków ogniochronnych sprecyzował francuski chemik Gay Lussak w 1821 roku po wielkim pożarze Paryża w Rocznikach Fizyki i Chemii Sorbony. W obszernym traktacie podając przy tym szereg recept, stosowania prostych soli takich jak chlorek amonu, fosforan dwuamonowy.

Znaczące podstawy rozwoju w przeciwogniowym zabezpieczeniu materiałów ligno-celulozowych w tym drewna położył angielski uczoney Wiliam Henry Perkin. Zauważalny postęp rozwoju w przeciwogniowym zabezpieczaniu palności materiałów uzyskano w czasie II Wojny Światowej. W obecnych czasach istnieje znaczna różnorodność środków i systemów ogniochronnych do zabezpieczania drewna przed działaniem ognia, przydatnych do stosowania, również w obiektach zabytkowych.

### 3. Mechanizmy działania środków ogniochronnych [6]

Mechanizmy działania środków ogniochronnych można sklasyfikować według poszczególnych grup przedstawionych poniżej.

- Wytwarzanie w podwyższonej temperaturze gazowych powłok ochronnych z gazów niepalnych, działanie inhibitujące palenie poprzez przerwanie wolnorodnikowej reakcji łańcuchowej w palnych gazach wydzielanych z drewna, wskutek wytwarzania wolnych rodników,
- Wbudowanie w strukturę drewna grup przekształcających drewno w postaci trudnozapalną,
- Hamowanie wzrostu temperatury palnego drewna, dzięki wysokiemu efektowi endotermicznemu związanemu z topnieniem, rozkładem oraz przechodzeniem w temperaturze płomienia w niepalne formy ciekłe odcinające dopływ tlenu,
- Katalizowanie reakcji spalania drewna w kierunku wytwarzania węglowej trudno zapalnej powłoki oraz niepalnej ceramizującej warstwy krzemianowej,
- Obniżanie współczynnika przewodzenia ciepła uniemożliwiający rozkład i penetrację wewnętrznych warstw drewna, izolowanie palnego drewna od przenikania ciepła, ekranizacja i odbijanie promieniowania cieplnego.

### 4. Zabezpieczanie ogniochronne drewna i obiektów drewnianych

Ze względu na sposób stosowania środki i systemy ogniochronne dzielą się na dwie grupy:

- impregnaty ogniochronne wnikaające w drewno, stosowane z reguły w postaci roztworów wodnych lub w innych rozpuszczalnikach (np. ciekły  $\text{NH}_3$ ),
- powłoki działające powierzchniowo, tworzące na powierzchni drewna warstwę ochronną stosowane w postaci lakierów, farb (często pęczniejących, niepalnych), folii i włókien, cienkich barier ogniowych. Jeżeli środki wnikaające w drewno są stosowane metodami malowania lub natrysku – to charakteryzują się one zazwyczaj niższą skutecznością od środków powłokowych.

Po ich zastosowaniu nie uzyskuje się znaczącego podniesienia odporności ogniowej drewnianych elementów konstrukcyjnych, nawet jeżeli są stosowane metodami próżniowo-ciśnieniowymi, jedynie zauważalne jest ograniczenie stopnia zapalności i rozprzestrzeniania się ognia po powierzchni, co w przypadku zabytkowych konstrukcji drewnianych w niektórych przypadkach jest wystarczające. Podkreślić należy, że niektóre środki solne

nie zmieniają wyglądu impregnowanego drewna i pH ich roztworów zbliżone jest do neutralnego, co w przypadku obiektów zabytkowych jest nadzwyczaj istotne.

Ostatnio coraz większe znaczenie nabierają nowoczesne materiały powłokowe pęczniące, równocześnie stanowiące transparentne, przezroczyste powłoki o znacznej efektywności w działaniu. Powłoki te pod wpływem wysokiej temperatury pęcznią, tworząc na powierzchni zabezpieczanego drewna warstwę zwęglonej piany – często pęczniącej do wartości ok. 500 krotnie grubości pierwotnej powłoki. Nowsze rozwiązania wytwarzają na powierzchni spienionej powłoki, białą warstwę ceramizującą krzemianową podnosząc skuteczność działania.

Warstwa piany nadzwyczaj skutecznie izoluje drewniane podłoże przed nadmiernym wzrostem temperatury, dostępem tlenu, co zabezpiecza drewno przed możliwością termicznego rozkładu, odgrywającego decydującą rolę przy powstrzymaniu i rozwoju procesu palenia [7,8,9,10,11].

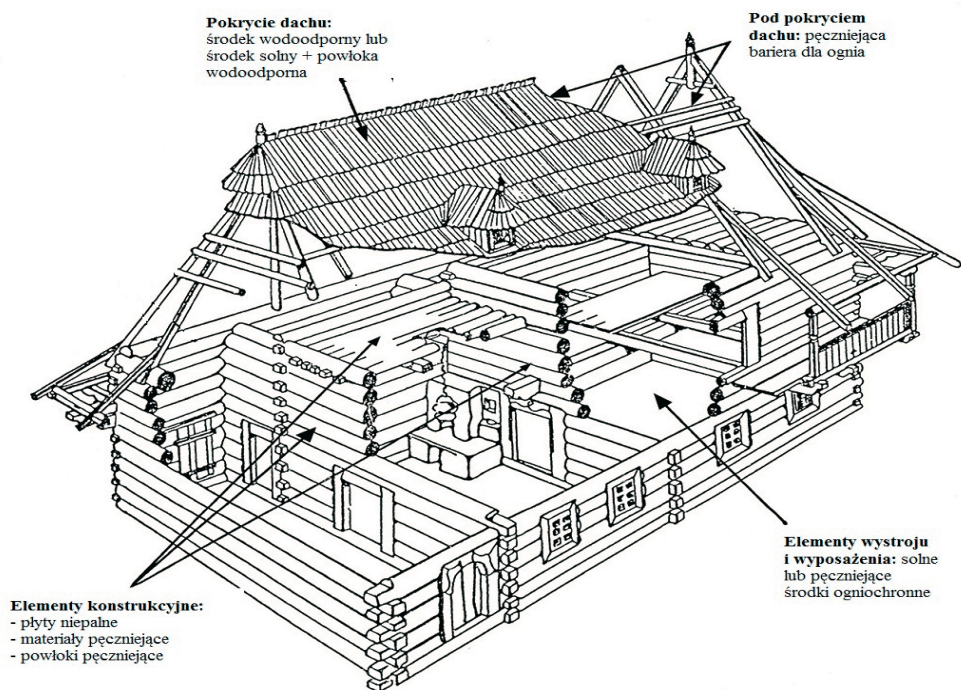
By środki i systemy ogniochronne spełniały oczekiwania zarówno konserwatorów jak i pożarników, powinny one posiadać określone cechy. Idealny środek ogniochronny winien charakteryzować się następującymi właściwościami:

- wysoką skutecznością zabezpieczenia ogniochronnego,
- znaczną chemiczną stabilnością,
- brakiem wpływu na wytrzymałość mechaniczną, procesy starzeniowe drewna i estetykę wyglądu zabezpieczonego drewna zabytkowego, które to w wyniku długiego czasu użytkowania uległo częściowym zmianom spowodowanym sinizną oksydacyjną (blue stain) i często biodeterioracją,
- brakiem emisji toksycznych i korodujących substancji w warunkach użytkowania,
- brakiem wpływu na podwyższenie emisji toksycznych produktów termicznego rozkładu i spalania drewna,
- łatwością zastosowania,
- pożądaną toksycznością w stosunku do grzybów i owadów rozkładających drewno,
- odpornością na działanie wody,
- stosunkowo niską ceną.

Spełnienie wszystkich wyżej wymienionych cech jest bardzo trudne a czasem wręcz niemożliwe. Dlatego też niekiedy stosuje się tzw. systemy ogniochronne, na które składają się dwa lub więcej zabiegów zabezpieczające. Ponadto należy podkreślić, że często wodorozpuszczalne środki uniepalniające są zazwyczaj solami nieorganicznymi, co powoduje, że mogą one działać korodująco na metale oraz sprawiać, że zabezpieczone drewno jest bardzo higroskopijne. W przypadku zabezpieczania elementów drewnianych należy unikać preparatów o wyraźnym kwaśnym charakterze ( $\text{pH} < 7$ ), szczególnie zawierających kwas fosforowy, ze względu na jego silnie destrukcyjny charakter prowadzący do kwaśnej hydrolizy substancji lignocelulozowych drewna. Ze względu na ich naturę nie mogą być stosowane do zabezpieczenia drewna pokrytego farbami i lakierami oraz impregnowanego środkami olejnymi. Podstawową ich wadą jest to, że zazwyczaj nie wiążą się chemicznie ze składnikami drewna i mogą być wmywane na skutek działania wody.

Do zabezpieczania elementów zewnętrznych muszą być stosowane z dodatkowymi wodoodpornymi powłokami. Jest to niewątpliwie jeden z najpoważniejszych problemów przy zabezpieczaniu ogniochronnym zabytkowych obiektów drewnianych, gdzie niestety zdarzają się przypadki podpalania lub w przypadku skupisk budynków drewnianych, gdzie pożar jednego budynku może powodować na skutek wysokiego promieniowania cieplnego przeskoki iskrowy płomienia na budynki sąsiadujące (4). Szczególnie narażone są w tym przypadku poszycia dachów, gonty i strzechy. Dla przedłużenia trwałości przeciwożniowe-

go zabezpieczenia drewna często zaleca się zabezpieczenia dwustopniowe: polegające na wprowadzeniu, środka ogniochronnego zabezpieczającego, a następnie na zabezpieczeniu drewna w tym drewna zabytkowego na warunki atmosferyczne. Trwałość impregnacji dwustopniowej ulega również znaczącemu wydłużeniu w przypadku, gdy wykonana ona została na elementach zewnętrznych zadaszonych. Jednak wobec wielowiekowych budowli, trwałość impregnacji ogniochronnej nawet 10 lub 15 letnia jest stosunkowo zbyt krótka. Pewne szanse na rozwiązanie problemu trwałej niewymywalnej, nie zmieniającej wyglądu i wytrzymałości zabezpieczenia ogniochronnego może przynieść chemiczna lub biochemiczna funkcjonalizacja drewna, a w szczególności głównego jej składnika celulozy, nad którą to są prowadzone intensywne prace badawcze na świecie. Funkcjonalizacja ta polega na estryfikacji i eteryfikacji celulozowych włókien znajdujących się w drewnie poprzez przyłączenie wysoko reaktywnych metafosforanów alkali i boranów metylu. Pewne ciekawe i pozytywne rozwiązania uzyskano w związku z potrzebą zabezpieczenia starego drewna: statków Mary Rose – angielskiego statku wojennego zatopionego w bitwie w 1549 roku i odkrytego w 1971 roku, a podniesionego z dna morskiego w 1982 roku, statku Vasa w Sztokholmie, wykorzystując supramolekularny network polimerowy, czterekomponentowy system na bazie sfunkcjonalizowanego chitozanu i quaru (organiczny związek chemiczny z grupy galaktomannanów, tj. polisacharydów, których łańcuch główny utworzony jest z jednostek mannozy z bocznymi odgałęzieniami monogalaktozowymi) jako makrocyklicznej goszczącej cząsteczki. Podobne zastosowanie makrocyklicznych reagentów według autorów niniejszego referatu winno przynieść korzystniejsze i trwalsze zabezpieczenie zabytkowego drewna [12]. Na Rys. 1 podano przykłady stosowania różnych systemów i środków ogniochronnych.



Rys. 1. Przykładowe systemy i środki ogniochronne.



## 5. Ostatnie osiągnięcia w ochronie ogniowej drewna

W Polsce aktualnie jest dostępnych wiele środków obniżających palność drewna wśród których dominują środki produkowane przez Zakłady Chemiczne in R. May w Luboniu - z rodziny Fobos M-2 i pochodne drewnosole Firestop oraz wiele innych, a także wymienione już uprzednio układy pęczniące produkowane przez innowacyjną firmę Delta – o nazwie Expander FR.

Expander FR jest szczególnie przydatny do zabezpieczeń przeciwogniowych drewnianych zabytków – ze względu na jego transparentność, dające przezroczyste powłoki, które w podwyższonej temperaturze wykazują unikalną zdolność pęcznienia [13,14]. Jego późniejsze modyfikacje w oparciu o nanomodifikatory przyczyniają się do podniesienia zdolności pęcznienia, wytwarzając na powierzchni zabezpieczanego drewna grubą, zwęgloną, porowatą, piankową warstwę z ceramizującą powłoką na powierzchni spienionej warstwy (Rys. 2). Ta spieniona warstwa doskonale chroni materiał przed nadmiernym jego nagrzewaniem i późniejszym jego spalaniem, a także w przypadku drewna konstrukcyjnego przed utratą jego mechanicznej wytrzymałości. Podstawowe właściwości lakieru ogniochronnego Expander FR podano w poniższej tabeli.



Rys. 2. Warstwa ceramizująca powstała na powierzchni spęczniającej powłoki.

Tabela 1. Podstawowe właściwości lakieru EXPANDER FR.

Właściwości	Jednostka	Wartość
Gęstość	g/cm <sup>3</sup>	1,4–1,6
Zawartość substancji lotnych	%	38–43
Czas wysychania powłoki do uzyskania 3 stopnia wyschnięcia	h	6
Przyczepność do drewna sosnowego, określona metodą siatki nacięć, stopień	stopnie	1
Naniesienie	g/m <sup>2</sup>	350 g/m <sup>2</sup> materiał niezapalny w klasie B-s1, d0 reakcji na ogień
Spęcznienie	%	Pow. 300–1000

Układy pęczniące typu Expander FR, oparte na cząstkach o wysokim stopniu dyspersji – nanocząstkach stanowią najnowsze rozwiązania w skali światowej [16, 17].

Zastosowane w systemie nanomodyfikatory, takie jak nanokrzemionka i nanorurkowy krzemian glinu podwyższają skuteczność działania termoizolującego i ogniochronnego systemu. Znaczny stopień dyspersji nanomodyfikatorów wpływa na zmianę przebiegów procesu spalania i rozkładu kompozycji pęczniejącej, w konsekwencji na szybkość i strukturę tworzącej się warstwy piankowej węgla z warstwą krzemianową na powierzchni. Ta drobno-komórkowa struktura szkieletowa odpowiedzialna jest za właściwości termoizolacyjne, przewodnictwo i konwekcje ciepła spienionej warstwy [14].

Expander FR jest szczególnie przydatny do zabezpieczania przed działaniem ognia zarówno drewnianych elementów dekoracyjnych jak i konstrukcyjnych (więźby dachowe, stropy, stropodachy).

Expander (opracowany w Instytucie Włókien Naturalnych w Poznaniu) jest produkowany przez Przedsiębiorstwo Innowacyjno Wdrożeniowe „Delta” w Dolsku.

Otrzymał on srebrny medal n w 53<sup>RD</sup> World Exhibition of Innovation Reserch and New Technology Eureka 2004 w Brukseli oraz dyplom Ministra Nauki i Informatyzacji w 2009.

Zdaniem autorów niniejszego artykułu należałoby dołożyć wszelkich starań aby wykorzystać wysoką skuteczność tego systemu do uodporniania na działanie ognia drewnianych obiektów zabytkowych.

## 6. Wnioski

Strategia bezpieczeństwa pożarowego dla drewnianych obiektów zabytkowych wymaga uzgodnień kompromisowych pomiędzy historykami sztuki i konserwatorami a specjalistami straży pożarnej, co może być osiągnięte na wysokim poziomie profesjonalizmu stron.

Aktualny rozwój technologiczny umożliwia skuteczne zabezpieczenie palnych materiałów, w tym drewna w obiektach zabytkowych. Niezależnie od systemu wykrywania, gaszenia pożarów w obiektach zabytkowych palne materiały znajdujące się w obiektach, w tym drewno winny być skutecznie zabezpieczone przed działaniem ognia.

Zastosowanie środków i systemów ogniochronnych daje w efekcie:

- wyeliminowanie lub ograniczenie możliwości zapalenia się danego materiału lub jego podpalenia,
- znacznie większą i bardziej efektywną możliwość ugaszenia pożaru w zarodku dzięki znacznemu ograniczeniu intensywności spalania i rozprzestrzeniania się ognia oraz (HR) ilości wydzielanego ciepła,
- znaczne wydłużenie czasu dla ewakuacji ludzi i wartościowego mienia,
- możliwość prowadzenia skutecznej akcji gaśniczej.

Zastosowanie pasywnej ochrony ogniowej, w tym zastosowanie środków ognioodparniających i systemów ogniochronnych w zabytkowych obiektach jest bardzo pilną potrzebą, szczególnie w zabytkowych obiektach drewnianych, których to liczba w ostatnich latach drastycznie spada w wyniku ich pożarów.

## Literatura

- 1 Harper D.J. *Fire in Windsor Castle*, Second International Symposium on Fire Protection of Ancient Monuments, Kraków, 17-20.10.1994.
- 2 Thorneycroff J. *After match and response comparative status of the initial responses following the fires at Windsor Castle and Hampton Court Palace Fire in Winson Castle*. Second Intern. Symp. On Fire Protection of Ancient Monument, Kraków, 17-20.10.1994.

- 3 Ogrodzki P., Jaskulski W. *Czas dla ognia. Spotkania z zabytkami*. 24-26.12.1994
- 4 Czajkowski J. *Park Etnograficzny w Sanoku w ogniu*. Folder Muzeum Budownictwa Ludowego, 1994.
- 5 Sarvaranta L. *Fire Retardant Wood, Polymer and Textile Materials VTT*. Tiedotterta. Meddalanclen- Research-Notes Technical Research Centre of Finland ESPOO. 1996
- 6 Kozłowski R., Muzyczek M. *New smart environmentally friendly composite coatings for wood protection, Smart composite coatings and membranes*. Ed Woodhead Publishing 21, (2015), str. 90.
- 7 Hayward G. *Intumescent Coatings on Wood and Then Characterisation on Burning. The role of Surface Coating in Fire Protection Part III Polymer Paint*. Colour Journal 179 (1989) 450-452.
- 8 Shih Y.C.F.B., Chenng, Koo J. H. *Theoretical Modeling of Intumescent Fire Retardant Materials*. Journal of Fire Sciences, 16 (1998) 46-71.
- 9 Wesolek D., Kozłowski R. *The Influence of Some Flame Retardants on the Flammability of Wood Studied by Cone Calorimeter „Flame Retardang”*. The Tenth Annual BCC Conference on Flame Retardang, Recent Advantes in Flame Retardang of Polymer Materials Stamford, Connecticut May 24-26 (1992) 352-361.
- 10 Władyka Przybylak M., Wesolek D., Kozłowski R. *Układy pęczniące jako efektywne bariery przeciwoogniowej*. Przemysł chemiczny 8-9, (2003), 977-980.
- 11 Kozłowski R., Wesolek D., Władyka Przybylak M. *„Flammability of Intumescent fire Retardant System Based on Nan Modifiers*. Proceedings of the 15th BCC Conference on Flame Retardancy, Recent Advances in flame Retardancy of Polymeric Materials, Stamford 22-25.05.2005
- 12 Arnaud C., *New Treatment for old wood*. Chemical ang Engineering News, (2014), str. 30.
- 13 Kozłowski R., Pyrzyński K., Idziak L., Majewski K., *Intumescent fire barrier coatings and behavior of this fire and napalm condition*. Smart and functional coatings, Turyn, 2013.
- 14 Kozłowski R., Pyrzyński K., Michalska A., Idziak L., Nyszko G., Majewski K., *Environmentally friendly intumescent Fire Retardant coatings and their behavior in fire and napalm conditions*. North African Coatings Congress, Casablanca, Morocco, 15-16.10.2014.

## Wooden heritage buildings and preventing them against fire

**Ryszard Kozłowski<sup>1</sup>, Kajetan Pyrzyński<sup>2</sup>, Agnieszka Michalska<sup>2</sup>,  
Małgorzata Muzyczek<sup>3</sup>, Krzysztof Sałaciński<sup>4</sup>, J. Rulewicz<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> *Institute for Engineering of Polymer Materials and Dyes, ESCORENA, Torun, e-mail: rkscience.biuro@gmail.com*

<sup>2</sup> *Delta Innovations and Implementation Company, Dolsk, e-mail: biuro@delta-dolsk.pl*

<sup>3</sup> *Institute of Natural Fibers and Medicinal Plants, Poznan, e-mail: muzyczekm@inf.poznan.pl*

<sup>4</sup> *Ministry of Culture and National Heritage, Warsaw, e-mail: ksalacinski@mkiidn.gov.pl*

<sup>5</sup> *Association of Monument Conservators, Warsaw, e-mail: rulewicz@o2.pl*

**Abstract:** The protection of wooden heritage buildings against fire, biodeterioration, robbery and vandalism is one of the most important tasks in the field of cultural property preservation. In Poland and other European countries, the most popular wood-made objects are historical wooden churches (Catholic and Orthodox ones), rural huts, cottages, sheds, barns and wooden wind mills which are like open air museums. Wood is the most common raw material that was used for the construction of these objects since ancient times. Generally these wooden objects are wholly combustible, they are mostly located beyond towns and difficult to guard and exposed to risk of setting on fire. Not everywhere there is a suffi-



---

cient supply of water from water tanks and fire hydrant network. Moreover, there is a lack of good access ways for fire brigade vehicles and no fire detecting systems were installed in many of these objects. Unfortunately, fire retardant application is insufficient or totally absent in these heritage buildings. This manuscript presents general possibilities of the application of modern technology of fire retardancy systems intended for the protection the heritage objects against fire disaster. None or only minimal influence on an ancient object wood is the advantage of the above systems. The fire safety strategy for wooden buildings and historical sites requires an agreement and compromise between the point of view of art. Historians and conservators and that of fire-fighting experts.

**Keywords:** antique wood, fire protection, intumescent coatings, fire losses sights.

