

**Magdalena Karpowicz, Justyna Gniazdowska**

*Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut  
Badawczy im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie,  
e-mail: mkarpowicz@cnbop.pl, e-mail: jgniazdowska@cnbop.pl*

## POSTĘP W TECHNICIE GASZENIA POŻARÓW LASÓW

### ADVANCES IN FOREST FIRES EXTINGUISHING TECHNIQUES

**Słowa kluczowe: środki gaśnicze, zwilżacze, zagęszczacze, pożary lasu, sprzęt gaśniczy**

*Key words: extinguishing agents, wetting agents, thickeners, forest fires, fire-fighting equipment*

**Abstract.** This paper briefly discusses the importance of forests in as well as the risks to which they are exposed to. It also describes types of forest fires, fire-fighting equipment and possible tactics of extinguishing them as well as agents used to extinguish them: water, dampers/fire dampers and thickening agents. The last chapter covers the methods of forest protection as well as generally applicable prohibitions and regulations used to protect and prevent from possible danger.

### WSTĘP

Las jest to kompleks roślinności, świata zwierząt oraz przyrody nieożywionej charakterystycznej dla danej strefy geograficznej. Wszystkie elementy lasu są ze sobą ściśle powiązane i wzajemnie oddziałują. Cytując profesora J.J. Karpińskiego las to nic innego jak: „dynamiczny twór przyrody, w którym są zespolone w niepodzielną całość układem zależności, powiązań i wzajemnych wpływów: określona roślinność z przeważającym udziałem form drzewiastych, związanych z nim zwierzętami oraz wykorzystywane przez rośliny i zwierzęta podłoże geologiczne, gleba, woda i klimat” [Grochowski W., 1992].

Obszary leśne dostarczają wiele korzyści zarówno społeczno-gospodarczych jak i ekonomiczno-przyrodniczych. Do głównych funkcji jakie pełnią lasy zaliczamy:

- Funkcja produkcyjna – dostarczanie pożywienia (np. grzyby, mięso, zioła, owoce) oraz surowców energetycznych (np. drewno, torf).
- Funkcja ekologiczna – lasy potocznie nazywane są „zielonymi płucami Ziemi” – filtrują powietrze z zanieczyszczeń, regulują wilgotność, produkują tlen oraz pochłaniają dwutlenek węgla, w lesie powietrze zawiera 50 - 70 razy mniej szkodliwych substancji, co wynika m.in. z wysokiej zawartości

olejków eterycznych wydzielanych przez drzewa.

- Funkcja społeczna – miejsce wypoczynku i rekreacji.
- Funkcja naukowa – miejsce obserwacji oraz badań naukowych [Grochowski W., 1992].

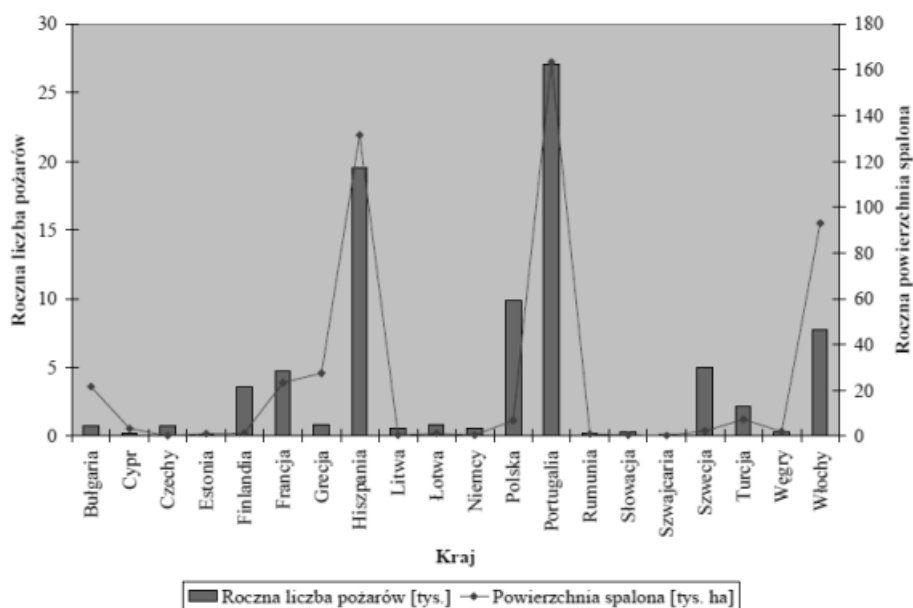
Las posiada swój unikalny klimat, który wpływa bezpośrednio na klimat otoczenia. Temperatura w lasach w okresie od marca do listopada jest średnio o 0,5°C niższa, a w sezonie zimowym o 0,4°C wyższa od temperatury terenów niezalesionych. Lasy przyczyniają się także do zmniejszenia prędkości wiatru, dzięki czemu chronią sąsiadujące tereny przed jego szkodliwym działaniem. Zasilają one źródła rzek, ponieważ mają zdolność do gromadzenia wody, co przyczynia się do zmniejszenia parowania i chłonięcia wody opadowej przez runo leśne. W okresie wczesno wiosennym oraz podczas długotrwałych opadów deszczu obszary leśne chłoną wodę przeciwdziałając tym samym niebezpieczeństwu powodzi. Przyczyniają się one również do ochrony gleb przed wypłukiwaniem składników biologicznych potrzebnych do przetrwania wszystkich organizmów żywych [Grochowski W., 1992].

## POŻARY LASU

Z gospodarczego punktu widzenia pożary należą do najpoważniejszych niebezpieczeństw grożących lasom. Każdego roku na świecie odnotowuje się blisko 2000 pożarów [Mazur S., 2010; Mazur S. i in., 2008; Kamiński A. i inni, 1996; Szczygieł R., 2013]. Ogień bardzo szybko ogarnia duże obszary drzewostanów, niszcząc doszczętnie wiekowe działanie przyrody. Las po pożarze odradza się nawet przez kilkadziesiąt lat. Prędkość rozprzestrzeniania się pożaru oraz jego rozwój jest uzależniony od kilku czynników, m.in. od: względnej wilgotności powietrza oraz wilgotności palnych materiałów, prędkości wiatru, ilości materiału palnego przypadającą na jednostkę powierzchni (gęstość obciążenia ogniowego), ukształtowania terenu czy warunków drzewostanowych [Mazur S., 2010; Mazur S. i in., 2008; Kamiński A. i inni, 1996]. Najistotniejszym z wymienionych wyżej czynników jest wiatr. Wywiera on duży wpływ na rozprzestrzenianie się pożaru i jego wielkość. Prędkość rozprzestrzeniania się frontu ognia przy sprzyjających warunkach może dochodzić nawet do 3 km/h, zaś powstające podczas spalania prądy konwekcyjne mogą rozprawdzać żarzące cząstki drewna w inne miejsca powodując nowe zarzewie ognia. Kolejny równie istotny czynnik to wilgotność palnego materiału. Stwierdzono, iż roślinność zawierająca poniżej 50% wody jest bardziej podatna na zapalenie niż roślinność zielona, zawierająca 50% i więcej wody. Przykładem najbardziej zagrożonym na zapalenie są lasy iglaste, np. sosnowe, które bogate są w łatwopalne olejki eteryczne oraz żywice [Mazur S., 2010; Mazur S. i in., 2008; Kamiński A. i inni, 1996; Szczygieł R., 2009].

W skali globalnej pożary lasów mogą przyczyniać się do zmian w atmosferze. Na skutek emisji produktów spalania powodują one powstawanie efektu cieplarnianego. W wyniku pożarów lasu niszczone są w zróżnicowanym stopniu nie tylko zasoby leśne całego świata, ale również zabudowania, infrastruktura oraz giną ludzie. Pożary rocznie występują na powierzchni około 10 mln ha. Największy odnotowany pożar wystąpił na przełomie lat 1982 - 1983 w Indonezji na wyspie Borneo. Strawił on lasy o powierzchni około 3,5 mln ha. Nieco mniejszy pożar odnotowano w Chinach w 1987 r. - objął on powierzchnię prawie 1,33 mln ha [Szczygieł R., 2009].

Na podstawie danych Europejskiego Sytemu Informacji o Pożarach Lasu (European Forest Fire Information System) Polska zajmuje trzecie miejsce, tuż za Portugalią i Hiszpanią, [Szczygieł R., i inni, 2014] pod względem średniej rocznej liczby pożarów oraz ósme pod względem powierzchni objętej pożarem – rysunek 1 [Szczygieł R., 2009].



**Ryc. 1.** Średnia roczna liczba pożarów lasu i powierzchnia spalona w wybranych krajach Europy  
 Źródło: R. Szczygieł, „Wielkoobszarowe pożary lasów w Polsce”, CNBOP-PIB, Józefów, 2012.

### Rodzaje pożarów lasu

Ze względu na miejsce zapoczątkowania, zasięg oraz rodzaj pożary lasu można podzielić na [Mazur S., 2010; Mazur S. in., 2008; Kamiński A. i inni, 1996].:

- **Pożary podpowierzchniowe lub torfowo-murszowe** – przy odpowiednich warunkach powstają zazwyczaj na torfowiskach i głębokich murszach, mimo iż tereny te posiadają dużą wilgotność. Cechą

charakterystyczną tego rodzaju pożarów jest homogeniczne spalanie przy wysokiej temperaturze dochodzącej nawet do 1000°C, niewielka szybkość rozprzestrzeniania się i mała intensywność spalania.

- **Pożary pokrywy gleby** – powstają one na dnie lasu (zwłaszcza sosnowego), gdzie glebę pokrywają jedynie warstwy suchych igieł, szyszek i liści. Pożar obejmuje ściółkę, trawy, mech oraz płytko umiejscowione korzenie (rys. 3). Szybkość rozprzestrzeniania się tego rodzaju pożaru jest uzależniona od panujących warunków atmosferycznych w danej porze roku.
- **Pożary upraw, podrostów i podszytów** – powstają w wyniku pożarów gleby i jej pokrywy. Obejmują obszary pod okopem drzewostanów. Przykład tego rodzaju pożaru przedstawiono na rysunku 2.
- **Pożary całkowite** – są to pożary całego przekroju pionowego drzewostanu. Powstają głównie w pokrywie gleby bogatej w palne materiały, w dolnej części lasu, gdzie gałęzie są w niewielkiej odległości od ściółki. Cechami charakterystycznymi pożarów całkowitych są: duża szybkość rozprzestrzeniania się, silne prądy konwekcyjne, wyrzucanie ognia przed front pożaru. Przykład zaprezentowano na rysunku 3.
- **Pożary pojedynczych drzew** – występują sporadycznie, zazwyczaj są efektem umyślnego podpalenia lub też uderzenia pioruna (rys. 4). Pożary te nie mają większego znaczenia gospodarczego, ale muszą zostać szybko i dokładnie ugaszone ponieważ mogą przyczynić się do rozprzestrzenienia się ognia na inne drzewa [Mazur S., 2010; Szczygieł R., 2012].

Największe zagrożenie pożarowe na obszarach leśnych spowodowane jest zazwyczaj przez osoby korzystające z letniego wypoczynku oraz przez osoby zbierające owoce runa leśnego. Zagrożenie pożarowe lasu jest związane z nagminnym łamaniem przepisów przeciwpożarowych, przede wszystkim z używaniem otwartego ognia (np. palenie papierosów, rozpalamie ognisk oraz grilli) w miejscach do tego nieprzeznaczonych. Las to doskonały materiał palny – jednakże aby powstał pożar potrzebne jest zarzewie ognia. Zdecydowana większość pożarów występuje przy najwyższym III stopniu zagrożenia pożarowego.

Intensywność pożarów przyziemnych (pożary gleby, podrostów, upraw i podszytów) jest zależna od wilgotności runa i jego składu, konfiguracji terenu oraz warunków atmosferycznych. Wynosi zazwyczaj od 1 do 5 m/min, przy sprzyjających warunkach nawet ponad 15 m/min. Płomień podczas tego rodzaju pożarów nie jest zbyt wysoki – osiąga wartość do około 2 m. Rozprzestrzenianie się pożaru zachodzi zgodnie z kierunkiem wiatru, przyjmując kształt elipsy. Temperatura podczas pożaru osiąga około 400°C, a podczas spalania leżaniny nawet 900 - 1000°C. Wówczas, gdy płomień rozprzestrzeniają się po koronach sąsiadujących obok siebie drzew przy jednoczesnym spalaniu podrostów, ściółki i igliwia mamy do czynienia z pożarem całkowitym drzewostanu. Podczas tego pożaru wytwarza się bardzo wysoka temperatura (dochodząca do 1000°C), która sprzyja powstawaniu silnych prądów powietrznych powodujących szybkie



**Ryc. 2.** Pożar upraw, podrostów oraz podszytów

Źródło: K. Wiler, „Ochrona lasów przed pożarami”, SAPSP, Poznań, 2000.



**Ryc. 3.** Pożar całkowity

Źródło: K. Wiler, „Ochrona lasów przed pożarami”, SAPSP, Poznań, 2000.

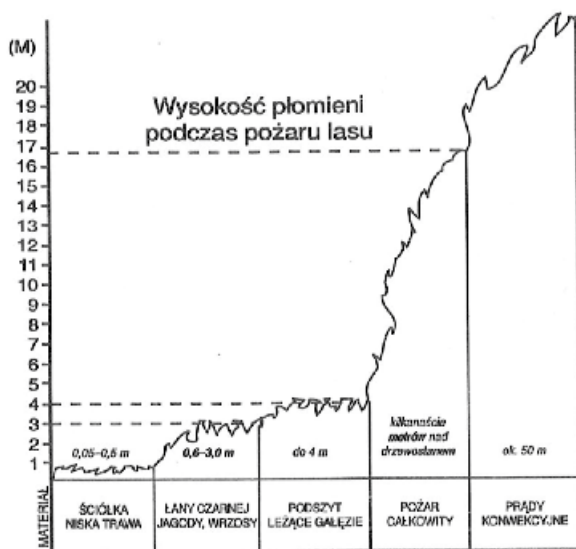
(do 400 m/min) rozprzestrzenianie się pożaru na inne tereny lasu. Płomień przesuwające się po koronach drzew są znacznie szybsze niż pożary przyziemne. Ogień wyprzedza równoległe rozchodzący się pożar przyziemny, a po przebyciu pewnej drogi jego intensywność maleje (wyrównanie obu frontów pożaru), po czym zachodzi na nowo intensyfikacja spalania. Podczas szybkiego rozchodzenia się płomienia po koronach drzew nie następuje całkowite wypalenie lotnych substancji palnych wydzielających się w wyniku działania ciepła z drzew. W efekcie czego często występować może bardzo niebezpieczne zjawisko polegające na wypalaniu się olejków eterycznych, powodując tym samym groźne wybuchy. W wyniku wspomnianych wybuchów rozrzucające na duże odległości



**Ryc. 4.** Pożar pojedynczego drzewa

Źródło: K. Wiler, „Ochrona lasów przed pożarami”, SAPSP, Poznań, 2000.

zostają iskry przyczyniające się do powstawania nowych ognisk pożaru. Szybkość rozprzestrzeniania się oraz rozwój pożarów leśnych maleje wieczorem oraz nocą. Średnia wysokość płomieni podczas pożaru lasu w zależności od rodzaju zajmowanej powierzchni przedstawiono na rysunku 5 [Mazur S., 2010; Mazur S. i in., 2008; Kamiński A. i inni, 1996].



**Ryc. 5.** Wysokość płomieni w trakcie rozprzestrzeniania się pożaru w lesie

Źródło: P. Bielicki, „Podstawy taktyki gaszenia pożarów”, SAPSP, Kraków 1996.

## GASZENIE POŻARÓW LASU

### Sprzęt gaśniczy

Do gaszenia pożaru lasu można zastosować różne grupy sprzętów. Są to m. in. [Mazur S., 2010]:

- Sprzęt podręczny – przeznaczony do likwidacji zarodków pożarów i dość mało intensywnych pożarów pokrywy gleby, jak również do kontrolowania pożarzysk. Do sprzętu podręcznego zaliczamy, np. motyki, szpadle, piły mechaniczne, zdzieraki, gaśnice, tłumice, hydronetki itp.
- Samochody gaśnicze – są podstawowym wyposażeniem straży pożarnej. Ich zastosowanie uzależnione jest od warunków terenowych oraz potrzeb. Samochody te zazwyczaj charakteryzują się napędem terenowym na wszystkie osie (4x4 lub 6x6). Szczególnie praktyczne zastosowanie mają samochody zbudowane na podwoziach spełniających normy militarne, zdolne do taranowania drzew o średnicy do 10 cm (Rysunek 6).
- Samoloty gaśnicze – z odpowiednim wyposażeniem oraz środkami gaśniczymi, ich powierzchnia zrztu wynosi nawet do 1200 m<sup>2</sup>.
- Pozostały sprzęt pożarniczy – do tej grupy sprzętu gaśniczego zaliczamy, m.in. ciężki sprzęt budowlany, wojskowy, rolniczy, cysterny zaopatrzone w wodę. Sprzęt gospodarczy często stosowany jest do gaszenia i dogaszania pożarów lasów, mimo iż na co dzień wykorzystywany jest do drobnych prac leśnych, rolniczych oraz w budownictwie. Istotną grupą jest sprzęt, który umożliwia dostęp do obwodu pożaru. Są nimi, m.in. pług, brona talerzowa jak również glebogryzarka. Bardziej zaawansowanym sprzętem są samojezdne lub doczepiane do ciągników rolniczych równiarki drogowe. Do grupy sprzętu ciężkiego zaliczyć można spychacze gąsienicowe, zaś do bojowego – będącego wyposażeniem służb wojskowych – opancerzone wozy technicznego zabezpieczenia (Rysunek 7) oraz czołgi z lemieszem [Mazur S., 2010; Europejski System Informacji o Pożarach Lasu 2009].

Jednakże ostateczny dobór sprzętu do gaszenia obszarów leśnych uzależniony jest od samej sytuacji, zamiaru taktycznego czy ukształtowania terenu. Wszelkie działania gaśnicze mogą odbywać się zarówno na froncie jak i na skrzydłach oraz tyle pożaru. Działania te mogą mieć charakter aktywny (natarcie następuje bezpośrednio na powierzchnię albo obwód pożaru) lub charakter pasywny (działania zapobiegawcze – obrona – przed niedopuszczeniem do zapłonu obszarów lasu oddalonych od powstałego pożaru).



**Ryc. 6.** Ciężki samochód gaśniczy wodno-pianowy Mercedes (6x6) z systemem tryskaczowej samoobrony nadwozia (Francja)

*Źródło: K. Wiler; Ochrona lasów przed pożarami, Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 2012.*



**Ryc. 7.** Opancerzony wóz zabezpieczenia technicznego (WZT)

*Źródło: K. Wiler; Ochrona lasów przed pożarami, Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 2012.*

### **Taktyka gaszenia pożaru**

Skuteczność podejmowanych działań gaśniczo-ratowniczych zależy w dużej mierze od poprawnie dobranego zamiaru taktycznego, czyli także od dobrze zastosowanej metody gaszenia. Do wspomnianych metod zaliczyć możemy:

- Zасыpywanie ziemią.
- Tłumienie pożaru np. przy użyciu gałęzi.
- Wypalanie.
- Gaszenie wodą.
- Gaszenie wodą z dodatkami.



Wszystkie metody mogą być jednak w praktyce zrealizowane w różny sposób. Podczas gaszenia wodą lub wodą z dodatkami trzeba mieć na uwadze poprawność stosowania prądów gaśniczych – zasady te przedstawiono w tabeli 1.

Niezależnie od rodzaju pożaru, jego wielkości i zlokalizowania należy zawsze przeprowadzić jego analizę z zastosowaniem odpowiedniej taktyki gaszenia. Rysunek 8 przedstawia istotne elementy, na które trzeba zwrócić uwagę podczas procesu rozpoznania sytuacji pożarowej [Mazur S., 2010].

**Tab. 1.** Zasady stosowanie wodnych prądów gaśniczych [Mazur S., 2010].

Rodzaj prądu	Zalecane użycie
Zwarty	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ognisko pożaru w odległości większej niż 10 m od stanowiska gaśniczego</li> <li>Gaszenie koron drzew i poszycia</li> <li>Do rozbicia żarzącej się warstwy murszu i torfu</li> </ul>
Kroplisty	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gaszenie mało intensywnych pożarów pokrywy gleby</li> <li>Obrona zagrożonych drzewostanów</li> <li>Dogaszanie</li> </ul>
Rozpylony	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nawilżanie pokrywy dna lasu</li> <li>Dogaszanie</li> </ul>

Źródło: S. Mazur, H. Tracz, „Ochrona lasów wyzwaniem cywilizacyjnym XXI w.”, SGGW, Warszawa 2010.

Akcje ratowniczo-gaśnicze na terenach leśnych wymagają bardzo dużego wysiłku fizycznego niezbędnego do np. wykonywania przerw ogniowych lub przysypywania ziemią płonącego poszycia. Ratowanie lasu zobowiązuje do



**Ryc. 8.** Schemat obrazujący elementy rozpoznania w działaniach gaśniczo-ratowniczych podczas pożaru lasu

Źródło: A. Kamiński, Z. Olejnik, D. Słodki, A. Majka, A. Obolewicz, „Technologia działań ratowniczo-gaśniczych”, SGSP, Warszawa 1996.

przeprowadzenia rozpoznania sytuacji, a z uwagi na częstą niedostępność oraz złą widoczność jest to bardzo trudne. Taktykę gaszenia dostosowuje się do rodzaju pożaru. Postępowanie podczas akcji gaśniczych opisano poniżej:

- **Pożary podpowierzchniowe lub torfowo-murszowe:** ten rodzaju pożaru rozprzestrzenia się stosunkowo wolno, jednakże jego gaszenie często jest bardzo kłopotliwe. W pierwszej fazie działań gaśniczych należy określić granice pożaru np. przy użyciu samolotu lub za pomocą sprzętu termowizyjnego, następnie otoczyć go okopem (rowem), którego głębokość sięgać powinna poniżej złoża torfu lub murszu albo do warstwy wody podskórnej. Kolejną czynnością jaką należy zrobić jest zraszanie wodą terenu sąsiadującego z wykopanymi rowami. W tym celu używa się zraszaczy umożliwiających szybką oraz głęboką penetrację roztworem torfu. W przypadkach braku możliwości zastosowania specjalistycznego sprzętu gaśniczego lub gdy pokłady pożaru są bardzo rozległe należy dozorować teraz pożaru, nie dopuszczając tym samym do rozwijania się ognia na pobliskich uprawach, podrostach i podszytach [Mazur S., 2010; Szczygieł R., 2012; Bielicki P., 1996; Wiler K., 2000].
- **Pożary pokrywy gleby:** działania ratowniczo-gaśnicze w przypadku tego rodzaju pożaru są dość proste. Na główny kierunek rozwoju pożaru należy zastosować natarcie frontalne, zatrzymując wodą ogień, następnie przejść do gaszenia po całym obwodzie pożaru. Zalecane jest również (jeżeli pozwalają na to warunki sprzętowe) wykonanie, poprzez przeoranie gleby, dwu- lub trzymetrowego pasa izolacyjnego lub ułożenia warstwy piany ciężkiej. Ogniska pożaru można także zasypywać ziemią. W niektórych przypadkach, podczas pożarów nieprzysłoniętych koronami drzew (pożary odkryte), można zastosować lotnicze techniki walki z pożarem [Mazur S., 2010; Szczygieł R., 2012; Bielicki P., 1996; Wiler K., 2000].
- **Pożary upraw, podrostów i podszytów:** są bardzo niebezpieczne, ponieważ w łatwy i szybki sposób mogą rozprzestrzenić się na pobliskie drzewa. Walka z tego rodzaju pożarem wymaga dużej czujności oraz sprawnego działania. Niewielkie powierzchnie można gasić przy zastosowaniu prądów wodnych lub narzędzi tradycyjnych tj. np. łopaty, szpadla czy motyki – zasypując ogień ziemią. Pałace się podrosty tłumić można za pomocą gałęzi drzew liściastych, natomiast większe powierzchnie pożaru wymagają już specjalistycznych działań gaśniczych. W tym przypadku można, za pomocą pługów, wykonywać przed frontem lub wokoło pożaru bruzdy izolacyjne. W celu odizolowania płonącej powierzchni lasu można również wykorzystać pianę gaśniczą, kierując ją od frontu pożaru okrążając pozostałą płonąca część lasu. Gdy pożar jest bardzo rozwinięty uzasadnione jest zastosowanie działek zamontowanych na samochodach lub samolotów lub śmigłowców gaśniczych [Mazur S., 2010; Szczygieł R., 2012; Bielicki P., 1996; Wiler K., 2000].

- **Pożary całkowite:** obejmują one dużą powierzchnię lasu, dlatego też walka z nimi jest bardzo utrudniona. Często jest tak, iż od frontu pożaru niemożliwe jest zastosowanie pomocniczego sprzętu gaśniczego. W celach zaprzestania rozprzestrzeniania się pożaru na dalsze partie lasu należy poszerzać i oczyszczać leśne drogi i rzeki (naturalne przeszkody i przerwy na drodze pożaru) przed zbliżającym się do nich frontem ognia. W miejscach ubogich w naturalne przeszkody należy wykonać przerwy sztuczne – przy zachowaniu odpowiedniej odległości od czoła pożaru (około 200 – 250 m). Szerokość stworzonej przeszkody nie powinna być mniejsza niż wysokość drzew. Hamowanie ognia może odbywać się również przy użyciu piany gaśniczej - pokrywając nią korony drzew od frontu pożaru oraz pas poszycia leśnego od drugiej strony (szerokość minimum 5 m). Jeżeli do dyspozycji jest jedynie woda, natarcie nią musi być bardzo intensywne, z użyciem dużej ilości sił i środków. Takie działania gaśnicze muszą być prowadzone jednocześnie i nieprzerwanie na korony drzew jak i poszycie leśne. Uzasadnione jest wykorzystanie działek samochodowych oraz tworzenie ruchomych stanowisk naziemnych. Tego rodzaju pożary są głównie wspierane przez śmigłowce oraz samoloty. W trakcie akcji ratowniczo-gaśniczych musi być zapewniona prawidłowo zorganizowana łączność pomiędzy wszystkimi stanowiskami – umożliwiała to natychmiastowe wycofanie się strażaków z zagrożonych stref. Po zakończeniu działań gaśniczych teren pożaru musi zostać otoczony pasem izolacyjnym oraz być stale dozorowany [Mazur S., 2010; Szczygieł R., 2012; Bielicki P., 1996; Wiler K., 2000].
- **Pożary pojedynczych drzew:** gaszenie tego rodzaju pożarów polega na podawaniu prądów piany lub wody na płonący obiekt, usunięciu ściółki oraz murszu od pnia jak również okopaniu drzewa, w odległości około 2-3 m, od jego pnia [Mazur S., 2010; Szczygieł R., 2012; Bielicki P., 1996; Wiler K., 2000].

## **ŚRODKI GAŚNICZE STOSOWANE PODCZAS GASZENIA POŻARU LASU**

### **Woda**

Woda jest najczęściej stosowanym środkiem gaśniczym podczas gaszenia pożarów lasu, dzieje się tak ze względu na jej niską cenę, łatwość transportu, bardzo dużą dostępność oraz w miarę dobre właściwości gaśnicze [Wiśniewski W., 2001]. Mechanizmem gaśniczym wody jest chłodzenie – obniżenie temperatury palącego się materiału oraz strefy spalania. Mechanizm ten woda zawdzięcza dużej pojemności cieplnej (4,1855 kJ/kgK) oraz wysokiemu ciepłu parowania (2260 kJ/kg). Woda działa również izolująco oraz rozcieńczająco. Powstająca podczas gaszenia para wodna hamuje zderzenia wolnych rodników z palnymi gazami oraz obniża zawartość tlenu w strefie spalania. Jeden dm<sup>3</sup> wody po odparowaniu daje 1700 dm<sup>3</sup> pary [Wilczkowski S., 2003].

Podczas gaszenia pożarów lasu woda podawana jest na różne sposoby, m. in. za pomocą działek wodnych, prądownic, zraszaczy oraz samolotów i śmigłowców. Zastosowanie każdego z tych sposobów wymaga jednak podawania bardzo dużej ilości wody przypadającej na jednostkę powierzchni płonącego lasu. Efektywność gaśnicza wody nie przekracza 1,5 – 2 %. Jak podają statystyki, aby ugasić 1 m<sup>2</sup> powierzchni pożaru, należy zużyć od kilkudziesięciu do kilkuset litrów wody [Wiśniewski W., 2001; Wilczkowski S., 2003]. Aby zwiększyć skuteczność gaśniczą i rozszerzyć zakres stosowania, do wody dodaje się rozpuszczalne chemiczne środki zwilżające lub zagęszczające w składzie których istotne znaczenie mają środki powierzchniowo czynne. Woda zawierająca środki powierzchniowo czynne (zwilżacze, zagęszczacze oraz związki zagęszczająco-zwilżające), dzięki zmniejszonemu napięciu powierzchniowemu wykazuje większą zdolność zwilżania płonących materiałów nienasiąkliwych, tj. torfu, ściółki leśnej, siana oraz słomy [Wilczkowski S., 2003].

### **Zwilżacze**

Zwilżacze są dobrze rozpuszczalną w wodzie mieszaniną substancji powierzchniowo czynnych powodujących obniżenie napięcia powierzchniowego, zwiększenie zdolności emulgacji cieczy palnych niemieszających się z wodą oraz zdolności zwilżania powierzchni hydrofobowych. Po dodaniu tych związków do wody zwiększa się jej skuteczność gaśnicza – podawany środek ma zdolność wnikania w głąb płonącego się obiektu [Wiśniewski W., 2001; Wilczkowski S., 2003].

Oprócz właściwości obniżania napięcia powierzchniowego, zwilżacze charakteryzują się także innymi czynnikami określającymi ich przydatność oraz jakość. Do tej grupy zaliczamy: zwilżalność (im większa tym lepsze właściwości gaśnicze), zdolność emulgowania i kąt graniczny (najlepsze właściwości gdy kąt wynosi od 0° do 90°) [Wiśniewski W., 2001; Wilczkowski S., 2003].

Przy produkcji zwilżaczy stosuje się głównie następujące związki chemiczne: sole siarczanowych oligooksyetylenowych alkoholi, sole kwasów alkilosiarkowych, sulfonowane olefiny, alkilosulfonian sodu, alkiloarylosulfonian sodu, butylo- naftalenosulfonian sodu, alkilo-benzenosulfonowane sole alkaliczne, sulfonowany alkilobenzen, siarczanowany oksyetylotalikilofenolu, alkilopoliglukozydy oraz siarczanowany alkohol tłuszczowy [Wilczkowski S., 1995; Sobolewski M., 1998]. Z wymienionych wyżej związków zdecydowana większość to związki powierzchniowo czynne, zastosowane podczas produkcji alkilopoliglukozydów (wykazują zdolność do biodegradacji) pozwala na poprawę właściwości ekologicznych wytwarzanych zwilżaczy – nie zawierają one wówczas w swoim składzie 1,4-diosanu oraz tlenu etylenu. W alkiloglukozydach część hydrofilowa oraz hydrofobowa zbudowane są z łatwo biodegradowalnych, naturalnych i odnawialnych surowców. Związki te cechują się wysoką zdolnością do zwilżania, wykazują także synergizm z tradycyjnie stosowanymi związkami

powierzchniowo czynnymi – ze względu na swoje liczne zalety stały się one innowacyjną substancją w procesie produkcji zwilżaczy [Wilczkowski S., 1995; Sobolewski M., 1998].

Taki właśnie rodzaj zwilżacza syntetycznego, w pełni biodegradowalnego, mającego zastosowanie jako środek gaśniczy do gaszenia lasów, łąk, torfowisk, materiałów włókienniczych, składów węgla oraz miazgi a także sprasowanej makulatury został stworzony przy współpracy Centrum Naukowo Badawczego Ochrony Przeciwopozarowej, Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej BLACHOWNIA oraz Politechniki Poznańskiej – producentem środka jest firma P.P.H. Chemkonfekt – nazwa handlowa zwilżacza to Amber One [Linkiewicz, K., Butryn, W., 1993].

### **Zwilżacz Amber One**

Woda uznawana jako najpopularniejszy środek gaśniczy nie jest sama w sobie skuteczna ze względu na wysokie napięcie powierzchniowe, w akcjach gaśniczych pożarów torfowisk, lasów, nieużytków oraz innych palnych materiałów porowatych. Dodanie do wody substancji zwilżającej jaką jest Amber One w stężeniu 0,5% przyczynia się do maksymalnego obniżenia napięcia powierzchniowego wody, przez co powoduje zwiększenie zdolności do zwilżania i wsiąkania – penetrując przy tym szybko i głęboko niedostępne miejsca. Dzięki wysokiej biodegradowalności oraz nietoksyczności jest on bezpieczny dla ludzi i otaczającego środowiska. Amber One można aplikować przy zastosowaniu podręcznego sprzętu gaśniczego oraz wozów strażackich, samochodów leśniczych oraz w postaci zrzutu ze śmigłowców lub samolotów. Stosowanie środka zwilżającego Amber One zamiast rozcieńczonych środków pianotwórczych lub wody przyczynia się do znacznego skrócenia czasu akcji ratowniczych. Skuteczność gaśniczą, opatentowanego zwilżacza, potwierdził Instytut Badawczy Leśnictw oraz potencjalni użytkownicy (Jednostki Straży Pożarnej). Środek zdobył wiele nagród i wyróżnień, m. in:

- Złoty medal przyznany na Międzynarodowych Targach Wynalazczości Badań Naukowych i Nowych Technik INNOVA 2010 w Brukseli,
- Złoty medal z wyróżnieniem przyznany na Międzynarodowej Wystawie Innowacji IWIS w 2011 r. w Warszawie,
- Medal im. Marii Skłodowskiej Curie w Światowym Konkursie Wynalazków Chemicznych przyznany przez Międzynarodową Federację Stowarzyszeń Chemicznych,
- Nagrodę Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przyznaną podczas XIX Giełdy Wynalazków,
- W 2012 r. środek zwilżający Amber One został laureatem V edycji konkursu „Teraz Polska” dla Przedsięwzięć Innowacyjnych [www.chemkonfekt.pl].

## **Zagęszczacze**

Zagęszczacze są mieszaniną substancji chemicznych o stężeniu od 15 do 25 % (np. fosforanu dwuamonowego, chlorku wapnia, chlorku magnezu, siarczynu amonu, czterochlorku węgla i emulgatorów) wprowadzanych do wody w celu zwiększenia jej skuteczności gaśniczej poprzez zwiększenie przyczepności wody do materiałów gaszonych. Poprawa efektu gaśniczego jest wynikiem wzrostu objętości niepalnych gazów w trakcie ich terminowego rozkładu. Dodatek fosforanu diamonowego podczas gaszenia powoduje wydzielenie amoniaku działającego tłumiąco na pożar. Zagęszczacze stosowane są zazwyczaj do gaszenia materiałów zawierających celulozę np. drewno lub makulatura. Ze względu na małą trwałość oraz duże problemy podczas procesu produkcyjnego tych środków są one w dużej mierze zastępowane przez zwilżacze [Wilczkowski S., 1995].

## **Związki zagęszczająco-zwilżające**

Związki zagęszczająco - zwilżające są odpowiedzią na stale rosnące zapotrzebowanie na zwiększanie efektywności gaśniczej wody. Stanowią one mieszaninę związków zagęszczających oraz zwilżających, a tym samym powodują zwiększenie lepkości i przylegania środka gaśniczego do powierzchni gaszonej, obniżają napięcie powierzchniowe [Wilczkowski S., 1995].

## **Retardanty**

Retardantami nazywamy środki opóźniające rozprzestrzenianie się ognia. Są nimi rozpuszczalne w wodzie sole nieorganiczne zmieniające mechanizm spalania materiałów celulozowych. Wchodzą w reakcję chemiczną z palnym materiałem i produktami jego spalania, powodując zmniejszenie wydzielania się lotnych produktów pirolizy. Opóźniacze powodują, że dekompozycja paliwa przebiega w niskiej temperaturze z wytworzeniem wody, tlenku węgla i węgla drzewnego. W skład retardantów wchodzi, m.in. [Wcisło P., 2012]:

- konserwanty i barwniki,
- inhibitory korozji,
- zagęszczacze.

Opóźniacze dostępne są w formie skoncentrowanych cieczy o bardzo dużej lepkości, jak również w postaci proszków. Przeciętne stężenie w roztworze roboczym wynosi około 20%, a zalecane użycie wynosi ok. 0,5 l/m<sup>2</sup>. Podawane roztwory podczas pożaru mają w pierwszej fazie działanie chłodzące, zaś po odparowaniu wody – chroniące, utrudniające zapalenie się innych materiałów. Podczas wykorzystywania retardantów przez samoloty bardzo ważne jest stosowanie kontrastowych barwników [Wcisło P., 2012].

## SPOSOBY OCHRONY LASU – PODSUMOWANIE

Ochrona lasu jest jedną z podstawowych dziedzin działalności gospodarczej leśnictwa. Jej głównym celem jest zabezpieczanie terenów leśnych przed szkodami wywołanymi czynnikami abiotycznymi, biotycznymi oraz antropogenicznymi. Podstawą ochrony lasu są działania profilaktyczne oraz te podejmowane już w trakcie zaistniałego zagrożenia. Powyższe działania realizowane są różnymi metodami np. poprzez monitoring terenów lasu, zakładanie sond przeciwpożarowych – z czujek informację na bieżąco przesyłane są do kontrolnych leśnych wież przeciwpożarowych. Prowadzone są również badania, m. in. chemiczne, biologiczne oraz elektroniczne pozwalające na doprecyzowanie środków ochrony ekosystemów leśnych przed chorobami oraz pożarami (np. lekarstwa, zwilżacze, zagęszczacze lub sprzęt monitorujący) [Państwowe Gospodarstwo Leśne, 2012].

Ważnym aspektem ochrony lasu przed zagrożeniami jest także, aby przestrzegać wszystkich nakazów oraz zakazów w nim obowiązujących. Przestrzeganie zasad może w dużej mierze wyeliminować występowanie zagrożeń. Do powszechnie stosowanych nakazów oraz zakazów należą np. [Państwowe Gospodarstwo Leśne, 2012]:

1. Wjazd do lasu - po lesie nie można poruszać się pojazdami samochodowymi i zaprzęgami. Dozwolona jest jedynie jazda po drogach publicznych i drogach leśnych specjalnie o tego celu oznakowanych, drogi te mogą prowadzić np. do:
  - Obiektów, ośrodków czy urzędzeń turystycznych.
  - Brzegów rzek oraz jezior odwiedzanych przez turystów.
  - Terenów leśnych wyznaczonych jako miejsce wypoczynkowe, zabytkowe czy też historyczne lub cieszące się innymi walorami.
2. Ruch rowerowy i pieszy może odbywać się bez ograniczeń na terenach leśnych, na których nie obowiązuje okresowy lub trwały zakaz wstępu.
3. Postój pojazdów mechanicznych dozwolony jest wyłącznie na specjalnie oznakowanych miejscach.
4. W miejscach lasu szczególnie zagrożonych pożarem zabronione jest całkowite wstępowanie do lasu, ruch pieszych, ruch rowerowy, konny czy ruch z zastosowaniem innych pojazdów mechanicznych lub zaprzęgowych (zakaz ten nie dotyczy terenów ośrodków wczasowych lub wypoczynkowych, dróg publicznych i dojazdowych czy pól biwakowych).
5. Udając się do lasu, zobowiązani jesteśmy do zapoznania się ze znakami drogowymi tablicami informacyjnymi i innymi znakami regulującymi poruszanie się i zachowanie w lesie oraz do przestrzegania wynikających z nich zakazów i nakazów.
6. Na obszarach leśnych oraz w odległości do 100 m od nich niedozwolone jest:

- Biwakowanie poza wyznaczonym miejscem.
  - Rozpalanie ognisk, porzucanie lub pozostawienie butelek lub innych opakowań szklanych, tłących albo palących się przedmiotów, a także niezgaszonych zapalek oraz niedopałków papierosów. Nie wolno również korzystać z otwartego ognia.
  - W okresie od 1 marca do 31 października palenie tytoniu.
  - Używanie kuchenek turystycznych w niewyznaczonych miejscach.
7. Każda osoba przebywająca w lesie w razie zauważenia pożaru zobowiązana jest do bezzwłocznego wszczęcia alarmu mającego na celu jak najszybsze powiadomienie służb pożarowych. Każdy ma obowiązek udziału w gaszeniu pożaru z wyjątkiem osób zwolnionych od tego na podstawie Ustawy o ochronie przeciwpożarowej.
  8. W parkach narodowych należy poruszać się tylko po wyznaczonych szlakach. Upřednio warto dowiedzieć się o stopniu zagrożenia pożarowego obowiązującego w lesie w danym dniu i dostosować się do niego.

#### **Stopnie zagrożenia pożarowego w lasach:**

**0** - brak zagrożenia,

**I** - zagrożenie małe,

**II** - zagrożenie duże; bądź ostrożny,

**III** - zagrożenie katastrofalne; nie wolno rozpałać ognisk nawet w miejscach wyznaczonych.

9. W lesie panuje zakaz wchodzenia na uprawy leśne i do młodników o wysokości do 3 m [Państwowe Gospodarstwo Leśne, 2012].

## **LITERATURA**

- Bielicki, P. (1996). *Podstawy taktyki gaszenia pożarów*. Kraków: SAPSP.
- Europejski System Informacji o Pożarach Lasu, (2009). Report No 10 - Forest Fires in Europe.
- Grochowski, W. (1992). *Las – skarbiec człowieka*. Warszawa: Fundacja Wydawnictw i Upowszechniania Wiedzy Technicznej SITLiD.
- Kamiński, A., Olejnik, Z., Słodki, D., Majka, A., Obolewicz, A. (1996). *Technologia działań ratowniczo-gaśniczych*. Warszawa: SGSP.
- Linkiewicz, K., Butryn, W. (1993). *Sulfonowane alfa-olefiny - technologia i zastosowanie TŚPK*. Pollena, tom 37, nr 247.
- Mazur, S., Tracz, H. (2010). *Ochrona lasów wyzwaniem cywilizacyjnym XXI w.* Warszawa: SGGW.
- Mazur, S., Tracz, H., Mazur, S. (2008). *Zagrożenia ekosystemów leśnych przez człowieka*. Warszawa: SGGW.
- Państwowe Gospodarstwo Leśne, Lasy Państwowe, (2012). *Instrukcja ochrony lasu*. Warszawa: Lasy Polskie.



- Sobolewski, M. (1998). *Pianotwórcze środki gaśnicze a środowisko naturalne*. Przegląd Pożarniczy, tom 5, nr 27.
- Szczygieł, R. (2009). *Metoda oceny ryzyka powstania pożaru lasu wspomagająca organizację działań ratowniczych*. Sękocin Stary: Instytut Badawczy Leśnictwa.
- Szczygieł, R., Kwiatkowski, M. (2013). *System zabezpieczenia przeciwpożarowego obszarów leśnych*. 4/2013, Zabezpieczenia.
- Szczygieł, R. (2012). *Wielkoobszarowe pożary lasów w Polsce*. Józefów: CNBOP-PIB.
- Szczygieł, R., M.Kwiatkowski, M., Kołakowski B., Piwnicki J. (2014). *Zagrożenie pożarowe lasu od transportu kolejowego i ocena efektywności pasów przeciwpożarowych*. Józefów: CNBOP-PIB.
- Wcisło, P., Wiler, K. (2012). *Ochrona lasów przed pożarami*. Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
- Wilczkowski, S. (2003). *Piany gaśnicze, środki pianotwórcze i zwilzacze*. Kraków: SAPSP.
- Wilczkowski, S. (1995). *Środki gaśnicze*. Kraków: SAPSP.
- Wiler, K. (2000). *Ochrona lasów przed pożarami*. Poznań: SAPSP.
- Wiśniewski, W. (2001). *Organizacja i technologia gaszenia pożarów lasu*. Poznań: SAPSP.
- Chemkonfekt najwyższej jakości chemikalia wszędzie i na czas, [www.chemkonfekt.pl](http://www.chemkonfekt.pl), dostęp 18.08.2016 r. godz.11:00.

## STRESZCZENIE

Lasy to ogromne dobro mające bardzo duży wpływ na życie człowieka. Stanowią one ważny element ekosystemu, dzięki nim dochodzi do filtracji zanieczyszczeń oraz prawidłowej wymiany dwutlenku węgla na tlen. Las jest także naturalnym środowiskiem dla wielu zwierząt oraz grzybów i roślin. Dla człowieka jest także popularnym miejscem wypoczynku. Lasy są narażone na wiele niebezpieczeństw. Obok zagrożenia pasożytami oraz nielegalną wycinką najważniejszym wydają się być pożary. Co roku na świecie dochodzi do około 2000 pożarów. Niebezpieczeństwa nie stanowi jednak ich liczba a możliwa skala zniszczeń. Z pożarniczego punktu widzenia zagrożenie stanowi fakt szybkiego rozprzestrzeniania się ognia. Żle przeprowadzona akcja gaśnicza lub jej opóźnienie może doprowadzić do doszczętnego zniszczenia terenu. Odbudowanie spalonego ekosystemu może potrwać nawet kilkadziesiąt lat. Tak długi brak obszaru leśnego może poważnie zachwiać stan okolicznego środowiska naturalnego. Niniejszy artykuł jest kompleksowym źródłem wiedzy, jak należy odpowiednio rozpoznać rodzaj pożaru, przygotować, oraz przeprowadzić akcję gaśniczą. Wymieniono w nim najczęstsze rodzaje pożarów, sposób ich rozprzestrzenienia się oraz stopień ich intensywności. Opisano sposób przygotowania akcji gaśniczej, wymieniono najważniejsze elementy rozpoznania, konieczne do przeprowadzenia odpowiednich działań ratowniczych.

Artykuł charakteryzuje również zastosowanie podstawowego sprzętu gaśniczego - od podstawowych narzędzi ręcznych, aż do najbardziej zaawansowanych samolotów. Ostatnim elementem opisywanej instrukcji jest charakterystyka wszelkiego rodzaju środków gaśniczych. Od najbardziej podstawowego i powszechnego (woda) po zagęszczacze i zwilzacze. Jako, że najczęstszą przyczyną pożarów lasu jest działanie człowieka, w pracy opisano podstawowe regulacje prawne dotyczące ochrony lasów. Szereg nakazów i zakazów, niektóre stosowane wyłącznie podczas określonych pór roku, których podstawowym zadaniem jest prewencja, a dzięki temu minimalizacja zniszczeń obszarów leśnych. Tak kompleksowe opisanie problemu ochrony lasów oraz postępowania w razie pożarów może być ważnym źródłem wiedzy oraz postępowania w przypadku zagrożenia pożarowego.

## SUMMARY

Forests are our great asset having a great influence on human life. They are an important part of the ecosystem, when it comes to the filtration of impurities, and the correct exchange of carbon dioxide for oxygen. The forest is also a natural habitat for many animals, fungi and plants. For people it is also a popular holiday destination. Unfortunately, forests are exposed to many dangers. For example, parasites and illegal logging but the most important threat are fires. Every year there are about 2,000 fires. The danger is not, however, their number but the scale of possible damage. From the point of view of fire protection the real threat is that the rapid spread of fire. Poorly conducted fire action, or delay could lead to the destruction of the area. Rebuilding of the burned ecosystem may take up to several decades. Such a long absence of a forest area could seriously undermine the status of the surrounding natural environment. This article is a comprehensive source of knowledge on how to identify the type of fire properly, to prepare and carry out firefighting. It lists the most common types of fires, how they spread and their degree of intensity. It explains how to prepare for the firefighting action, what are the major elements of the diagnosis necessary to carry out the appropriate rescue operations.

The article also characterizes the use of the basic fire-fighting equipment, from basic hand tools, to the most advanced aircraft. The last element of the described instruction is the characteristics of all kinds of extinguishing agents from the most basic and universal (water) to thickeners and wetting agents. As the most common cause of forest fires is human action, the paper describes the basic regulations for the protection of forests. A number of do's and don'ts, some used only during certain seasons of the year, whose primary task is prevention, thereby minimizing the damage of forest areas. So a comprehensive description of the problem of forest protection and procedure in the event of fires can be an important source of knowledge and the procedures in case of fire.