

mł. bryg. dr inż. Tomasz Drzymała
bryg. dr hab. inż. Jerzy Gałaj, prof. SGSP
Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego
Szkoła Główna Służby Pożarniczej

mł. kpt. mgr inż. Łukasz Gorzkiewicz

Analiza wpływu kąta rozpylenia na rozkład intensywności zraszania w strumieniu rozpylonym dla prądownicy turbo master 52

Abstrakt

W artykule zaprezentowano badania doświadczalne dotyczące wpływu kąta rozpylenia na intensywność zraszania w strumieniu rozpylonym dla prądownicy Turbo Master 52. Omówiono m.in. przedmiot i metodykę badań, opisano również stanowisko pomiarowe oraz przebieg badań. Prądownicę Turbo Master 52 badano przy dwóch różnych ustawieniach głowicy odpowiadających kątom rozpylenia strumienia: 30° i 60°. Podczas badań rejestrowano wyniki dla dwóch różnych wydatków: 200 dm³/min i 300 dm³/min. Badania prądownicy odbywały się dla wszystkich ustawień przy stabilizowanym ciśnieniu zasilania równym około 6 bar. Wyniki rozkładów intensywności zraszania w strumieniu rozpylonym przedstawiono na wykresach. Przeprowadzono analizę wyników oraz sformułowano wnioski mające wymiar praktyczny dla strażaków operujących rozproszonymi prądami wodnymi. Uzyskane wyniki i sformułowane na ich podstawie wnioski pozwolą na bardziej dokładne niż dotychczas oszacowanie efektywności gaśniczej podawanego strumienia wody przy różnych konfiguracjach parametrów pracy prądownicy, co z kolei przełoży się na bardziej precyzyjne dostosowanie liczby prądów i ustawień prądownicy do aktualnej sytuacji pożarowej.

Słowa kluczowe: prądownice wodne, strumień rozpylony, intensywność zraszania, gaszenie pożarów, średnica kropeł

Analysis of the Spray Angle Effect on the Sprinkling Intensity Distribution in the Spray Jet for the Turbo Master 52 Nozzle

Abstract

This article presents the studies analysis of the spray angle effect on the sprinkling intensity distribution in the spray jet for the Turbo Master 52 nozzle. Among the others the following issues have been discussed in the paper: the study subject, the study method, the research stand and the course of studies. The studies were conducted for two different nozzle spray angles of 30° and 60° and two different flow rates of 200 dm³/min and 300 dm³/min. The studies for all settings were carried out at the stabilized supply pressure, equal to about 6 bars. The results of the sprinkling intensity distribution are presented on the graphs. Based on the analysis of the results, the conclusions have been formulated, important not only for the theoretical considerations but also in practice, especially for fire-fighters operating with the water streams. The received results and their conclusions will allow more accurate estimate of the extinguishing efficiency to the various configurations of the water nozzle. It will influence on more precise adjustment of the nozzle settings to the current fire situation.

Keywords: jets pray nozzle, spray stream, sprinkling intensity, fire extinguishing, droplet diameter

Wprowadzenie

Požary to jedna z najgroźniejszych klęsk żywiołowych, jakie możemy spotkać każdego dnia. Już od najdawniejszych czasów ludzie wykorzystują wodę do celów gaśniczych. Obecnie jest to podstawowy środek gaśniczy. Dzieje się tak za sprawą jej właściwości fizyko-chemicznych, takich jak wysokie ciepło właściwe oraz największe ciepło parowania wśród wszystkich cieczy. Woda jest również ogólnodostępna, ma stosunkowo niską cenę, nie wpływa negatywnie na środowisko naturalne. To właśnie dzięki tym zaletom jednostki ochrony przeciwpożarowej stosują często wodę do celów gaśniczych [1, 9, 17].

Powodzenie i skuteczność prowadzonych działań gaśniczych zależy w dużej mierze od rodzaju podawanego strumienia wodnego do strefy spa-

lania [11, 12]. Mimo dobrych właściwości wody, efektywne ugaszenie pożaru zależy głównie od wykorzystanego urządzenia, a także od umiejętnego operowania strumieniem wody przez operatora prądownicy. W jednostkach ratowniczo-gaśniczych używa się obecnie prądownic uniwersalnych, które umożliwiają regulowanie strumienia przez operatora. Efekt gaśniczy jest także uzależniony między innymi od rodzaju palącego się materiału, a także od wielkości pożaru. Wobec zmiennych parametrów pożarowych, woda nie zawsze jest wykorzystywana efektywnie. Nieprawidłowe i nieskuteczne podawanie wody prowadzi do wzrostu zużycia tego środka gaśniczego – a co za tym idzie – do wydłużenia czasu działań gaśniczych.

Prowadzone na całym świecie badania mają na celu poprawić efektywność gaszenia wodą w zmiennych warunkach pożarowych [10, 11, 16, 18]. Problematyka zastosowania strumieni rozproszonych oraz optymalizacji średnic kropeł została poruszona w różnych opracowaniach [10, 11, 18]. Również w Polsce od wielu lat prowadzi się badania nad opracowaniem optymalnych parametrów wody do prowadzenia działań gaśniczych. Jednym z ośrodków, w których prowadzone są liczne prace badawcze i rozwojowe poświęcone tej tematyce jest Szkoła Główna Służby Pożarniczej [2–8]. Duże znaczenie mają także specjalistyczne laboratoria, wyposażone w wysokiej klasy sprzęt komputerowy. Można prowadzić w nich symulacje pożarów, sprawdzając, w jaki sposób użyte środki gaśnicze wpływają na środowisko pożaru. Dzięki takim badaniom ustalono, że na skuteczność podawanych strumieni wodnych znaczny wpływ ma jego rozproszenie. Przeprowadzane doświadczenia, opierające się na problematyce optymalnego wykorzystania wody w środowisku pożaru, wykazały zależność efektywności gaszenia od wielkości kropeł oraz intensywności zraszania [2–8, 10–12, 16, 18].

Technologia urządzeń stosowanych w ochronie przeciwpożarowej ciągle się rozwija, co umożliwi skuteczniejsze wykorzystanie właściwości cieczy [9, 13–15]. W ostatnich latach częściej stosuje się urządzenia, które generują strumienie kropliste i mgłowe. Innowacyjne rozwiązania konstrukcyjne dysz gaśniczych poprawiły parametry cieczy w zmiennych warunkach pożarowych. Używany obecnie system regulowanego mechanizmu wylotowego wody w prądownicach umożliwia dostosowanie pracy urządzenia do zaistniałej sytuacji pożarowej. Urządzenia, które wykorzystują dysze turbinowe, są uniwersalne oraz skuteczne, dlatego stały się podstawowym wyposażeniem strażaków podczas prowadzenia działań ratowniczych.

1. Stanowisko badawcze i metodyka pomiarów

1.1. Cel i przedmiot badań

Głównym celem artykułu jest przeanalizowanie wpływu kąta rozpylenia (ustawienia głowicy prądownicy) na intensywność zraszania w strumieniu rozpylonym wytwarzanym przez wybraną prądownicę Turbo Master 52 (rys. 1). Intensywność zraszania została przedstawiona za pomocą wykresów i tabel, a następnie poddana szczegółowej analizie. Przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki dały podstawę do sformułowania wniosków na temat rozkładu intensywności zraszania podczas zmiany kąta rozpylenia.



Rys. 1. Przedmiot badań – prądownica Turbo Master 52

Źródło: www.sklep.sorbex.pl

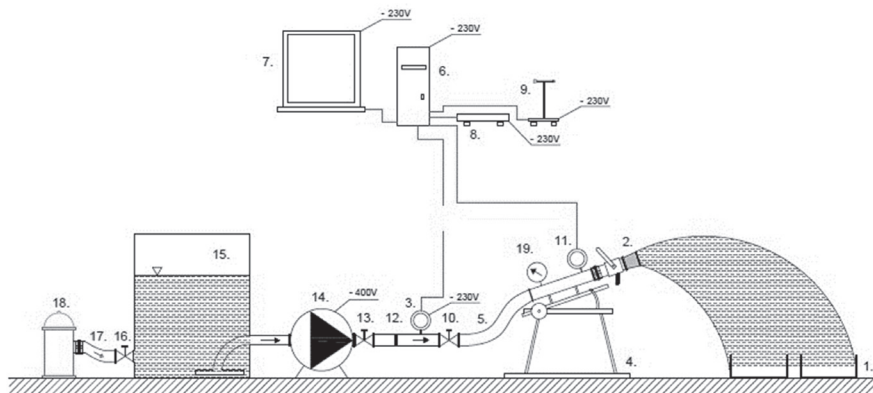
1.2. Metoda pomiarowa

Do przeprowadzenia badań wykorzystano pojemniki o wymiarach podstawy 500 mm × 500 mm i wysokości 150 mm. Metoda pomiaru polegała na ustawieniu w równych odległościach określonej liczby pojemników pomiarowych. Badaną prądownicę zamontowano pod odpowiednim kątem na metalowym statywie. W dalszej kolejności ustawiono odpowiednie parametry przepływu oraz kąt rozpylenia. Następnie, zgodnie z założonym planem eksperymentu,

podawano rozproszony prąd wody w określonym czasie na ustawione w wyznaczonych miejscach pojemniki. Po wykonaniu serii badawczej pojemniki przenoszono na wagę elektroniczną połączoną przewodem sieciowym z komputerem klasy PC. Wszystkie pojemniki przed dokonaniem pomiarów zostały wytarowane i odpowiednio oznaczone. Następnie przy pomocy specjalistycznego oprogramowania, po wcześniejszym wprowadzeniu i zapisaniu otrzymanych wyników poddano je obróbce oraz analizie.

1.3. Stanowisko badawcze

Badania wykonane zostały w Laboratorium Sprzętu Ratowniczo-Gaśniczego oraz na placu zewnętrznym Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. W celu przeprowadzenia badań przygotowane zostało stanowisko badawcze, którego schemat przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat stanowiska badawczego

1 – Stalowe pojemniki o boku 500 mm × 500 mm × 150 mm; 2 – Prądownica wodna Turbo Master 52; 3 – Przepływomierz elektromagnetyczny MTF-10; 4 – Metalowy statyw z możliwością regulacji kąta nachylenia; 5 – Skrócony odcinek węża tłoczno-go W-52; 6 – Komputer klasy PC z zainstalowanym oprogramowaniem; 7 – Monitor; 8 – Waga; 9 – Przenośna stacja meteorologiczna LB-747; 10 – Zawór regulujący ciśnienie zasilania prądownicy; 11 – Tensometryczny czujnik ciśnienia; 12 – Skrócony odcinek węża tłoczno-go W-52; 13 – Zawór odcinający zestaw pomp zasilających; 14 – Zestaw pomp elektrycznych połączonych szeregowo; 15 – Zbiornik wodny o pojemności ponad 1,5 m³; 16 – Zawór regulujący napełnienie zbiornika; 17 – Odcinki węży tłocznych W-75; 18 – Hydrant nadziemny zasilający zbiornik w wodę.
Źródło: opracowanie własne

Na rys. 3 przedstawiono przykładowy rozkład strumienia rozproszonego generowanego przez prądownicę Turbo Master 52 podczas badań.



Rys. 3. Widok stanowiska pomiarowego podczas badań

Źródło: opracowanie własne

1.4. Omówienie procedury badawczej

Badania właściwości strumienia rozproszonego wykonywano w określonych punktach pomiarowych, których rozkład przedstawiono na rys. 4–7. Punkty pomiarowe rozmieszczone były na polu prostokąta. Ich układ był zmieniany – w zależności od ustawień prądownicy.

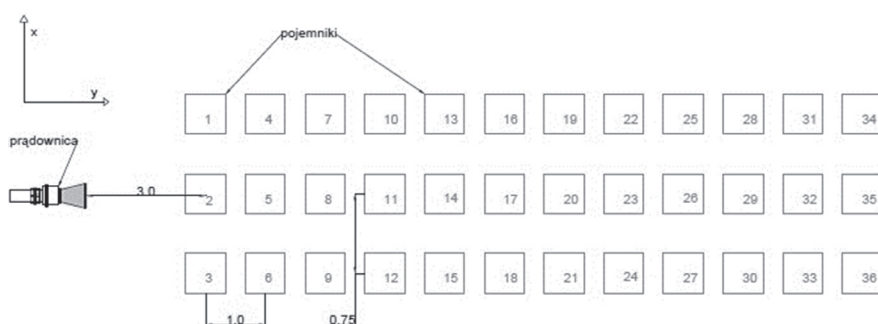
Rozstawienie pojemników względem prądownicy:

1. Strumień rozproszony o kącie 30° i wydajności $200 \text{ dm}^3/\text{min}$ – odległość wylotu prądownicy od środka pierwszego rzędu pojemników wynosiła 3 m. Odległość środków pojemników względem osi y wynosiła 1 m. Odległość środków pojemników względem osi x wynosiła 0,75 m.
2. Strumień rozproszony o kącie 60° i wydajności $200 \text{ dm}^3/\text{min}$ – odległość wylotu prądownicy od środka pierwszego rzędu pojemników wynosiła 1 m. Odległość środków pojemników względem osi y wynosiła 0,75 m. Odległość środków pojemników względem osi x wynosiła 0,75 m.
3. Strumień rozproszony o kącie 30° i wydajności $300 \text{ dm}^3/\text{min}$ – odległość wylotu prądownicy od środka pierwszego rzędu pojemników wynosiła

3,5 m. Pojemniki względem osi x były do siebie przyległe ściankami. Odległość środków pojemników względem osi y wynosiła 1,5 m.

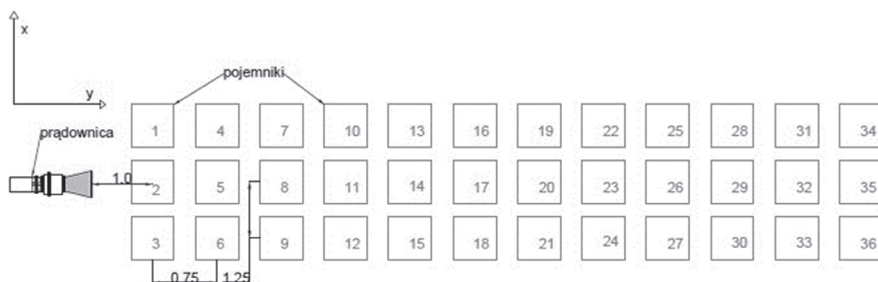
4. Strumień rozproszony o kącie 60° i wydajności $300 \text{ dm}^3/\text{min}$ – odległość wylotu prądownicy od środka pierwszego rzędu pojemników wynosiła 3 m. Odległość środków pojemników względem osi x wynosiła 1 m. Odległość krawędzi pojemników względem osi x wynosiła 1 m.

Dla każdego z pomiarów układ ustawienia pojemników był odmienny, co spowodowane było zmieniającymi się wartościami maksymalnego rzutu i szerokością rozproszenia prądu wody.



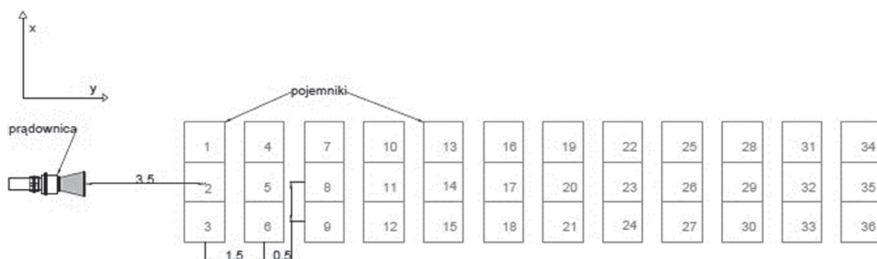
Rys. 4. Rozmieszczenie punktów pomiarowych przy strumieniu rozproszonym o kącie 30° i wydajności $200 \text{ dm}^3/\text{min}$

Źródło: opracowanie własne



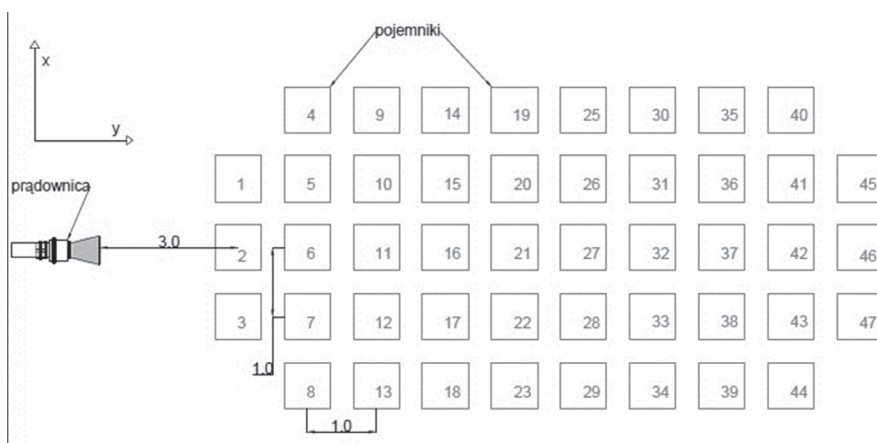
Rys. 5. Rozmieszczenie punktów pomiarowych przy strumieniu rozproszonym o kącie rozpylenia 60° i wydajności $200 \text{ dm}^3/\text{min}$

Źródło: opracowanie własne



Rys. 6. Rozmieszczenie punktów pomiarowych przy strumieniu rozproszonym o kącie rozpylenia 30° i wydajności 300 dm³/min

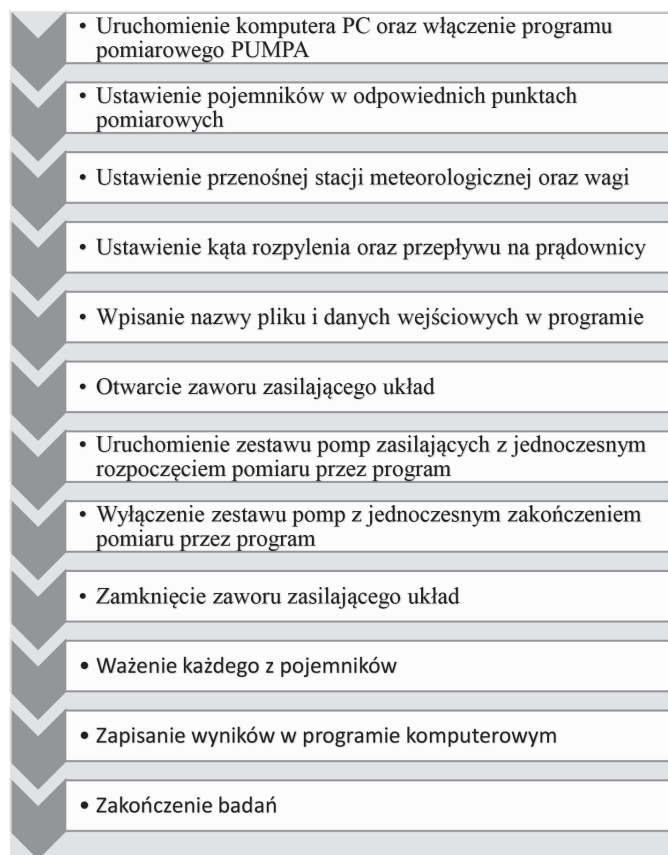
Źródło: opracowanie własne



Rys. 7. Rozmieszczenie punktów pomiarowych przy strumieniu rozproszonym o kącie rozpylenia 60° i wydajności 300 dm³/min

Źródło: opracowanie własne

Badania prądowicy wykonane zostały dla dwóch ustawień kąta rozpylenia, które wyniosły 30° i 60°, natomiast ustawienie wydajności wyniosło 200 dm³/min i 300 dm³/min przy zadanym ciśnieniu 6 bar. Czasy pomiarów w każdym badaniu różniły się i wyniosły od 180 do 480 s. Badania zrealizowano według procedury, którą schematycznie przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8. Schemat procedury dla pojedynczej serii badawczej

Źródło: opracowanie własne

2. Metodyka oraz wyniki badań i ich analiza

2.1. Metodyka określania intensywności zraszania I_z

Dzięki przeprowadzonym badaniom wyznaczone zostały intensywności zraszania w poszczególnych punktach pomiarowych. Intensywność zraszania I_z definiuje się jako objętość wody V przypadająca na jednostkę powierzchni F w jednostce czas t . Intensywność wyrażona jest w mm/min i oblicza się ją ze wzoru (1):

$$I_z = \frac{V}{F \cdot t} \text{ [mm/min]} \quad (1)$$

gdzie:

V – objętość cieczy w pojemniku, mm³;

F – powierzchnia pojemnika, mm²;

t – czas pomiaru, min.

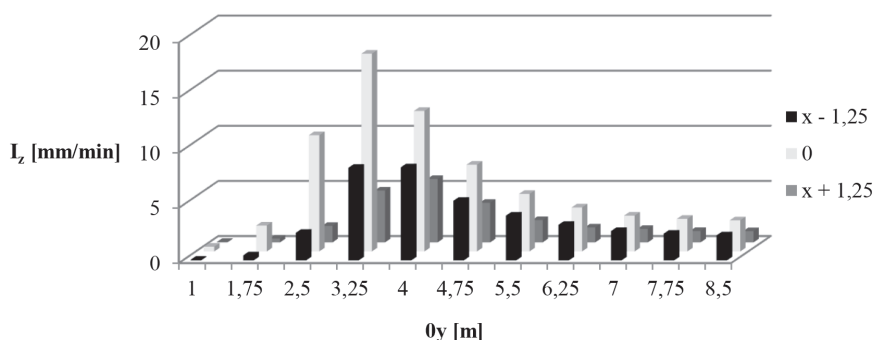
2.2. Wartości intensywności zraszania I_z w poszczególnych punktach pomiarowych

Wszystkie obliczone wartości I_z dla każdego punktu pomiarowego zostały przedstawione w tabelach 1–5 oraz na rys. 9–13.

Tabela 1. Intensywność zraszania I_z [mm/min] odpowiadająca punktom pomiarowym dla kąta rozpylenia 60° i wydatku $Q = 200 \text{ dm}^3$

0x[m]	0y[m]	0,0	1,0	1,75	2,5	3,25	4,0	4,75	5,5	6,25	7,0	7,75	8,5	9,25
+3,75														
+2,5														
+1,25			0,04	0,34	1,49	4,70	5,75	3,58	2,02	1,35	1,21	1,03	1,01	
0,0			0,43	2,34	10,54	17,93	12,74	7,86	5,21	3,98	3,24	2,95	2,82	
-1,25			0,06	0,45	2,50	8,39	8,44	5,41	4,06	3,22	2,66	2,42	2,27	
-2,5														
-3,75														

Źródło: opracowanie własne



Rys. 9. Intensywność zraszania I_z [mm/min] w badanych punktach pomiarowych dla kąta rozpylenia 60° oraz wydatku $Q = 200 \text{ dm}^3/\text{min}$ przy ciśnieniu 6 bar

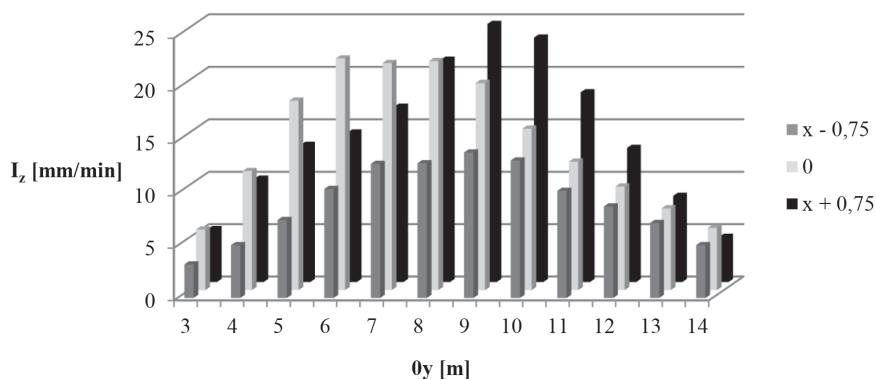
Źródło: opracowanie własne

Przy parametrach prądownicy ustawionych na 60° kąta rozpylenia, wydatku $Q = 200$ l/min i ciśnieniu 6 bar otrzymano najmniejszą średnią intensywność zraszania spośród wszystkich ustawień i wynosiła 4,14 mm/min. Najmniejsze wartości I_z zostały zanotowane w odległości 1 m od prądownicy i wynosiły od 0,04 mm/min do 0,43 mm/min. Największa wartość I_z wystąpiła w osi prądownicy w odległości 3,25 m i wyniosła 17,93 mm/min. To ustawienie głowicy prądownicy pozwoliło na uzyskanie największych wartości intensywności zraszania w osi prądownicy.

Tabela 2. Intensywność zraszania I_z [mm/min] odpowiadająca punktom pomiarowym dla kąta rozpylenia 30° i wydatku $Q = 200$ dm³/min

0x[m]	0y[m]	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
+2,25																	
+1,5																	
+0,75					5,06	9,88	13,10	14,28	16,73	21,21	24,61	23,31	18,11	12,81	8,23	4,32	
0,0					5,78	11,37	18,07	22,09	21,65	21,85	19,75	15,40	12,26	9,89	7,81	5,93	
-0,75					3,20	5,04	7,45	10,41	12,81	12,86	13,89	13,13	10,24	8,74	7,17	5,04	
-1,5																	
-2,25																	

Źródło: opracowanie własne



Rys. 10. Intensywność zraszania I_z [mm/min] w badanych punktach pomiarowych dla kąta rozpylenia 30° oraz wydatku $Q = 200$ dm³/min przy ciśnieniu 6 bar

Źródło: opracowanie własne

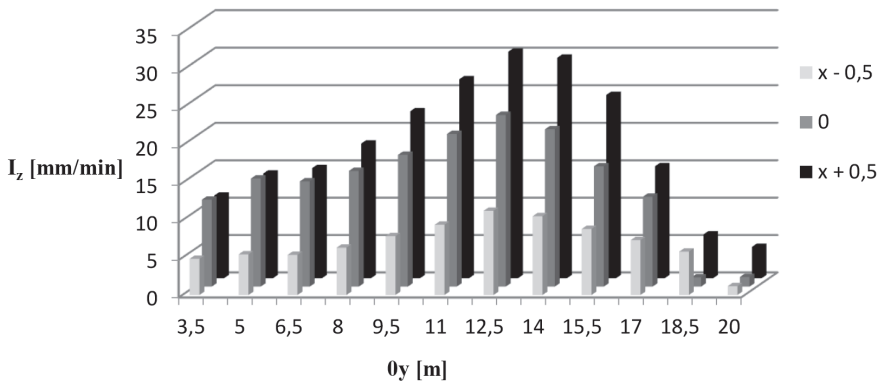
Zmniejszenie kąta rozpylenia do 30° pozwoliło na uzyskanie dużo większej średniej intensywności zraszania, która w tym wypadku wyniosła 12,59 mm/min. Wynik ten jest o 67% wyższy niż przy nastawie 60°

i 200 dm³/min. Maksymalny wynik I_z otrzymano w odległości 9 m od prądownicy w punkcie pomiarowym $x = +0,75$, który wyniósł 24,61 mm/min. Wyższe wartości otrzymano również w osi działania prądownicy w odległości od 6 do 8 m, które wynosiły kolejno 22,09 mm/min, 21,65 mm/min i 21,85 mm/min. Zauważyć można większą tendencję zraszania punktów pomiarowych znajdujących się w położeniu $x = +0,75$ oraz w osi prądownicy.

Tabela 3. Intensywność zraszania I_z [mm/min] odpowiadająca punktom pomiarowym dla kąta rozpylenia 30° i wydatku $Q = 300$ dm³/min

0x[m]	0y[m]	0,0	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5	20,0	21,5
+1,5																	
+1,0																	
+0,5					11,06	14,01	14,75	18,02	22,32	26,57	30,24	29,44	24,49	14,99	5,87	4,20	
0,0					11,64	14,47	14,08	15,48	17,63	20,41	22,94	21,03	16,10	12,03	1,23	1,28	
-0,5					4,83	5,43	5,37	6,33	7,87	9,40	11,26	10,54	8,84	7,34	5,79	1,17	
-1,0																	
-1,5																	

Źródło: opracowanie własne



Rys. 11. Intensywność zraszania I_z [mm/min] w badanych punktach pomiarowych dla kąta rozpylenia 30° oraz wydatku $Q = 300$ dm³/min przy ciśnieniu 6 bar

Źródło: opracowanie własne

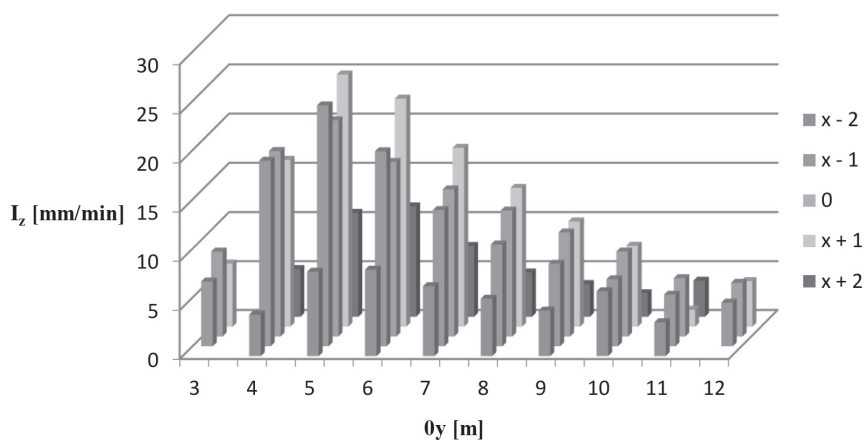
W takiej konfiguracji prądownicy uzyskano największą średnią intensywność zraszania, która wyniosła 13,01 mm/min. Największą wartość I_z otrzymano w odległości 12,5 m od wylotu prądownicy i wynosiła ona 30,24 mm/min. Podobnie jak w poprzednim przypadku, duży wpływ na wyniki pomiarów miał rejestrowany podczas badań kierunek oraz prędkość wiatru. Odnotowa-

no podczas badań zwiększenie intensywności zraszania w kierunku punktów pomiarowych $x = +0,5$ w porównaniu z wynikami otrzymanymi dla punktów pomiarowych $x = -0,5$. Zauważyć należy również, że wysokie wartości otrzymano także w osi podawanego prądu wody. Największy wynik odnotowano w odległości 12,5 m, dla którego intensywność zraszania wynosiła 22,94 mm/min.

Tabela 4. Intensywność zraszania I_z [mm/min] odpowiadająca punktom pomiarowym dla kąta rozpylenia 60° i wydatku $Q = 300 \text{ dm}^3/\text{min}$

$0x$ [m]	$0y$ [m]	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
+ 4,0															
+ 3,0															
+ 2,0						4,91	10,63	11,29	7,27	4,56	3,36	2,42	3,70		
+ 1,0					6,48	17,02	25,68	23,23	18,23	14,17	10,76	8,29	1,74	4,68	
0,0					8,70	18,92	22,04	17,80	15,02	12,87	10,64	8,70	5,98	5,51	
- 1,0					6,64	18,94	24,55	19,89	13,93	10,42	8,45	6,87	5,29	4,48	
- 2,0						4,27	8,64	8,86	7,16	5,89	4,67	6,65	3,46		
- 3,0															
- 4,0															

Źródło: opracowanie własne



Rys. 12. Intensywność zraszania I_z [mm/min] w badanych punktach pomiarowych dla kąta rozpylenia 60° oraz wydatku $Q = 300 \text{ dm}^3/\text{min}$ przy ciśnieniu 6 bar

Źródło: opracowanie własne

Przy takim nastawie prądownicy Turbo Master 52 średnia intensywność zraszania wyniosła 10,30 mm/min. Wyniki I_z , które otrzymano podczas tej próby były najbardziej miarodajne, ponieważ nie miały na nie wpływu kierunek i prędkość wiatru. Największą wartość intensywności zraszania otrzymano

w odległości 5 m od pyszczka prądownicy w pozycjach $x = -1$ i $x = +1$. Wartości intensywności zraszania wynosiły kolejno: 24,55 mm/min; 22,04 mm/min oraz 25,68 mm/min. Wysokie wyniki otrzymano także w odległości 6 m w punkcie pomiarowym o pozycji $x = +1$, dla którego intensywność zraszania była równa 23,23 mm/min. Minimalna wartość I_z wystąpiła w odległości 11 m i wyniosła 1,74 mm/min.

2.3. Całkowita średnia intensywność zraszania

Średnia całkowita intensywność zraszania obliczona została jako średnia arytmetyczna intensywności zraszania dla każdego punktu pomiarowego. Zestawienie wyników przedstawiono na rysunku 13. Średnia arytmetyczna I_z została wyrażona wzorem (2):

$$I_z = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n} \quad [\text{mm/min}] \quad (2)$$

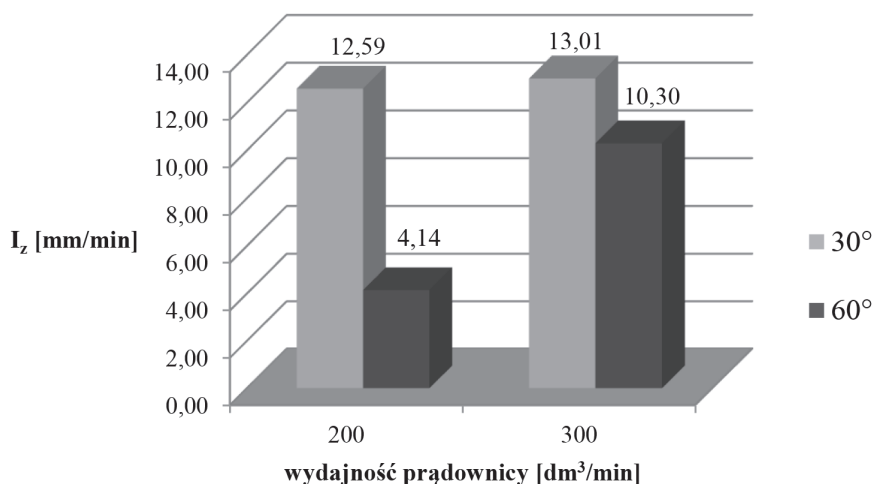
gdzie:

I_i – intensywność zraszania w i -tym punkcie pomiarowym [mm/min].

Tabela 5. Całkowita wartość średnia intensywności zraszania I_z [mm/min] dla kąta rozpylenia prądownicy 30° i 60° oraz wydatku $Q = 200$ l/min i 300 l/min przy ciśnieniu 6 bar

Kąt rozpylenia φ [°]	Wydajność Q [dm ³ /min]	
	200	300
	Kąt pochylenia [°]	
	15	
	Średnia intensywność zraszania I_z [mm/min]	
30	12,59	13,01
60	4,14	10,30

Źródło: opracowanie własne



Rys. 13. Średnia intensywność zraszania I_z [mm/min] dla kąta rozpylenia prądownicy 30° i 60° oraz wydatku $Q = 200 \text{ dm}^3/\text{min}$ i $300 \text{ dm}^3/\text{min}$ przy ciśnieniu 6 bar

Źródło: opracowanie własne

Wartość średniej intensywności zraszania dla wydajności równej $200 \text{ dm}^3/\text{min}$ przy zmianie kąta, znacząco się od siebie różni. Przy kącie 30° była równa $12,59 \text{ mm}/\text{min}$, natomiast przy kącie 60° wynosiło $4,14 \text{ mm}/\text{min}$. Zmiana położenia głowicy na $300 \text{ dm}^3/\text{min}$ przy kącie 60° powoduje znaczne zwiększenie I_z , która w tym wypadku jest równa $10,30 \text{ mm}/\text{min}$. Natomiast przy nastawie 30° nie zauważono znacznej poprawy I_z . Wartości zraszania przy nastawie $200 \text{ dm}^3/\text{min}$ i $300 \text{ dm}^3/\text{min}$ przy kącie 30° są bardzo podobne i różnią się od siebie zaledwie o $0,42 \text{ mm}/\text{min}$.

3. Podsumowanie i wnioski

Jakość rozpylenia wody w dużej mierze zależy od intensywności zraszania. Jest to wartość niezwykle przydatna w ochronie przeciwpożarowej. Definiując intensywność zraszania I_z [mm/min], można określić ją jako ilość wody pokrywającej daną powierzchnię w jednostce czasu. Prądownicę Turbo Master 52 przy stałym ciśnieniu równym $p_z = 6$ [bar] badano dla dwóch różnych kątów rozpylenia: 30° i 60° oraz dla dwóch różnych wydatków: $Q = 200 \text{ dm}^3/\text{min}$ i $300 \text{ dm}^3/\text{min}$. Podczas działań ratowniczych są to jedne z najczęściej stosowanych parametrów prądownicy. Zapewniają one właściwą

ochronę dla ratowników oraz dają możliwość skutecznego operowanie prądami wodnymi podczas gaszenia pożarów.

Otrzymane wyniki oraz ich analiza pozwoliły sformułować następujące wnioski końcowe:

1. Zwiększenie kąta rozpylenia powoduje zmniejszenie średniej intensywności zraszania I_z . Przy wydajności równej 200 dm³/min i kącie 30° wynosi 12,59 mm/min, natomiast dla 60° – 4,14 mm/min. Różnica ta może znacząco wpłynąć na skuteczność prowadzenia działań gaśniczych.
2. Średnia I_z dla kąta równego 30° jest bardzo zbliżona w obu badanych wydajnościach. Dla 200 l/min równa się 12,59 mm/min, a dla 300 dm³/min wynosi 13,01 mm/min. Używając podczas działań wydajności 200 dm³/min, można znacznie ograniczyć zużycie wody i straty popożarowe, nie tracąc na efektywności gaśniczej.
3. Dla kąta rozpylenia 60° oraz wydajności 200 dm³/min i 300 dm³/min średnie wartości intensywności znacznie się różnią. Wynoszą one odpowiednio 4,14 mm/min i 10,3 mm/min. Można wnioskować, że dla skutecznego prowadzenia działań należy podawać środek gaśniczy z większą wydajnością.
4. Stopień rozpylenia znacznie wpływa na odległość punktów pomiarowych od wylotu prądownicy, w których zaobserwowano maksymalną wartość średniej intensywności zraszania. Przy wydatku 200 dm³/min i kącie rozpylenia 30° wynosi ona 9 m, podczas gdy przy kącie rozpylenia 60° jedynie 3,25 m. Analogicznie jest dla wydajności 300 dm³/min. Dla kąta rozpylenia 30° odległość ta wynosi 12,5 m, natomiast dla 60° – 5 m. Jest to cenna informacja dla ratowników, w jaki sposób operować prądem rozproszonym, aby jak najefektywniej wykorzystać jego możliwości.
5. Po przeprowadzeniu analizy zauważyć można niekorzystny wpływ wiatru na otrzymane wyniki. Najbardziej widoczne było to podczas pomiarów dla nastawu kąta rozpylenia 30° i wydajności 200 l/min i 300 l/min. Podczas prowadzenia zewnętrznych działań gaśniczych siła i kierunek wiatru są ważnym elementem, który należy brać pod uwagę.
6. Ustawienie większego kąta skutkuje skróceniem maksymalnego zasięgu rzutu strumienia wody. Przy 200 dm³/min i kącie 30° osiągnięto 14 m natomiast przy 60° – 8,5 m. Podobnie dla wydajności 300 dm³/min, gdzie przy kącie równym 30° najdalszy zasięg rzutu wyniósł 20 m, natomiast dla kąta 60° zasięg ten zmalał do 12 m.

Literatura

- [1] Bielecki P., Podstawy taktyki gaszenia pożarów, Kraków 1996.
- [2] Drzymała T., Gałaj J., Analiza wpływu wydatku i ustawienia głowicy prądownicy TurboJet 52 na rozkład intensywności zraszania w strumieniu rozpylonym, *Zeszyty Naukowe SGSP* 2017, nr 61(tom 1), s. 151–169.
- [3] Gałaj J., Drzymała T., Analiza porównawcza metod obliczeniowych szacowania wymaganej wydajności podawania wody niezbędnej do efektywnego gaszenia pożarów, *Logistyka* 2014, nr 6, s. 3725–3735.
- [4] Gałaj J., Drzymała T., Analiza wpływu kąta rozpylenia na rozkład kropeł w strumieniu rozpylonym wytwarzanym przez prądownicę Turbo Master 52, *Logistyka* 2015, nr 4, s. 7425–7438.
- [5] Gałaj J., Drzymała T., Ogólna koncepcja cyfrowego modelu gaszenia pożaru przy pomocy prądu zwartego wytwarzanego przez prądownicę wodną, *Logistyka* 2015, nr 5, s. 857–878.
- [6] Gałaj J., Drzymała T., Zadorożny R., Analiza wpływu kąta rozpylenia prądownicy TurboJet 52 na rozkład intensywności zraszania. Autobusy, *Technika. Eksploatacja. Systemy Transportowe* 2016, nr 12, s. 931–936.
- [7] Gałaj J., Drzymała T., Tabaka D., Analiza wpływu wydajności na rozkład średnic kropeł w strumieniu rozpylonym wytwarzanym przez prądownicę Turbo Master 52, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 2016, nr 43(3), s. 51–61.
- [8] Gałaj J., Drzymała T., Piątek P., Analysis of influence of angle of the nozzle on the distribution of water droplet diameters in spray generated by the Turbo Master 52 nozzle, *Procedia Engineering* 2017, vol. 172, s. 300–309.
- [9] Gil D., Sprzęt gaśniczy, Bydgoszcz 2004.
- [10] Grimwood P., Barnett C., Fire Fighting Flow-Rate [online], London 2005, https://firenotes.ca/download/Flow_Rates_for_Firefighting.pdf
- [11] Grimwood P., Flashover & Nozzle Techniques. Tactical Firefighting, CEMAC, London 2002.
- [12] Kokot-Góra Sz., Techniki operowania prądami gaśniczymi, Skrypt 2015.
- [13] Orzechowski Z., Prywer J., Rozpylanie cieczy, wyd. II, Warszawa 1991.
- [14] Orzechowski Z., Prywer J., Wytwarzanie i zastosowanie rozpylonej cieczy, wyd. I, Warszawa 2008.
- [15] Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R., Mechanika płynów w inżynierii środowiska, wyd. I, Warszawa 1997.

- [16] Roguski J., Zbrożek P., Czerwienko D., Wybrane aspekty stosowania w obiektach budowlanych urządzeń gaśniczych na mgłę wodną, Monografie CNBOP-PIB 2012.
- [17] Wilczkowski S., Środki gaśnicze, Kraków 1999.
- [18] Zbrożek P., Prasła J., Wpływ wielkości średnic kropli mgły wodnej na efektywność tłumienia pożarów i chłodzenie, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza* 2009, nr 3.