

# Analiza ergonomiczna dotycząca rozmieszczenia i użytkowania elementów wyposażenia wybranych typów samochodów pożarniczych

*Ergonomic analysis concerning the arrangement and exploitation of elements of equipment of selected types of fire-fighting vehicles*

Celem badań przedstawionych w niniejszym opracowaniu była ocena funkcjonalności elementów armatury pożarniczej oraz rozmieszczenia i użytkowania elementów wyposażenia badanych typów samochodów pożarniczych (wozów strażackich). Wozy strażackie biorą bezpośredni udział akcjach ratowniczo-gaśniczych, a także służą do transportu sprzętu pożarniczego i osób obsługujących takie akcje. Ze tego względu muszą być nieustannie w stanie gotowości oraz najwyższej sprawności technicznej. Wszelkie rozwiązania, które podnoszą poziom ergonomiczny związany z obsługą tych samochodów oraz sprzętu mogą wpływać na skuteczność działań operacyjnych oraz bezpieczeństwo strażaków.

## **Słowa kluczowe:**

samochody pożarnicze, transport sprzętu pożarniczego, ergonomia, bezpieczeństwo.

The aim of the study presented in this paper was to assess the functionality of the elements of fire-fighting fitting, and the arrangement and exploitation of elements of the equipment of the studied types of fire-fighting vehicles (fire engines). Fire-fighting vehicles participate directly in fire-fighting and rescue actions. They are also used to transport fire-fighting equipment and personnel. For this reason, they have to be ready for action and to maintain top technical performance all the time. All solutions which raise the ergonomic level connected with operating the vehicles and equipment may influence the effectiveness of operational actions, and the safety of fire-fighting personnel.

## **Key words:**

fire-fighting vehicles, transport fire-fighting equipment, ergonomics, safety.

## **Wprowadzenie**

Samochody pożarnicze (wozy strażackie) są specyficznym rodzajem transportu, biorą bezpośredni udział akcjach ratowniczo-gaśniczych, jednocześnie służą do transportu sprzętu i osób biorących udział w działaniach operacyjnych związanych z bezpośrednim narażeniem życia i zdrowia. Od ich sprawności oraz funkcjonalności zastosowanych rozwiązań technicznych może zależeć przebieg oraz szybkość działań prowadzonych na miejscu zdarzenia. Z tego względu muszą być stale utrzymywane w stanie pełnej gotowości i najwyższej sprawności za co odpowiadają specjalne sekcje lub wydziały logistyki w poszczególnych Komendach Straży Pożarnej (Szyszko, Drożdźiel, 2003). Jak wskazuje historia pożarnictwa, budowa logistyki w grupie pojazdów użytkowanych przez służby straży pożarnej napotykała wiele problemów i często ulegała zmianom (Szyszko, Opielak, 2003). Obecnie w Polsce istnieje obszerny lecz znormalizowany podział samochodów wykorzystywanych w działaniach straży pożar-

nej. Natomiast wymagania dotyczące samochodów ratowniczo-gaśniczych oraz ich wyposażenia dodatkowo są regulowane prawnie. Mają tu zastosowanie m.in. wytyczne zawarte w Rozporządzeniu Ministrów: Spraw Wewnętrznych, Obrony Narodowej, Finansów oraz Sprawiedliwości z dnia 17 października 2014 r. Samochody ratowniczo-gaśnicze oraz sprzęt pożarniczy muszą też spełniać wymagania ogólne i szczegółowe wykazane w obowiązujących normach m.in. PN-EN 1846-1:2000, PN-EN 1846-2:2005, PN-EN 1846-3:2003 (U). Obowiązują także wytyczne standaryzacji pojazdów pożarniczych i innych środków transportu Państwowej Straży Pożarnej zatwierdzone 12.12.2015 r. przez Komendanta Głównego PSP. Zostały w nich zawarte ogólne zasady całego systemu standaryzacji, zasady tworzenia nowych standardów wyposażenia lub nowelizacji istniejących, jak również zasady służbowego stosowania standardów przez jednostki organizacyjne PSP. Wymagania obowiązujące w Polsce są aktualnie spójne z normami europejskimi.

Niezależnie od istniejących regulacji prawnych i wytycznych praktyka wskazuje, że istnieje duża potrzeba prowadzenia badań w kierunku poprawy ergonomii użytkownika wozów strażackich oraz ich wyposażenia, wynikająca z oczekiwań samych strażaków, chcących wziąć w nich aktywny udział po to, aby uczestniczyć w procesie poprawy istniejących warunków (Bella i inni, 2012). Praca w straży pożarnej wiąże się z wysokim poziomem ryzyka zawodowego. Strażak biorący udział w akcjach ratowniczo-gaśniczych jest narażony bezpośrednio na śmierć a także m.in. poparzenia termiczne, zatrucie dymem, porażenie prądem, złamania, przygniecenia, uderzenia, zmiążdżenia itd. (www.straz.gov.pl). Jest to tylko część możliwych skutków zagrożeń. Innym aspektem pracy podczas działań ratowniczo — gaśniczych są duże obciążenia związane z przenoszeniem i obsługą sprzętu gaśniczego. Dodatkowo wszystkie zadania realizowane są w odzieży ochronnej, która jest niezbędna, ale powoduje również pewne utrudnienia związane choćby z czuciem kinestetycznym i precyzją ruchów. Efektem tych działań, jak potwierdzają wyniki wielu badań są duże wydatki energii (Abbott, Schulmann, 1976). Prowadzono również badania dotyczące obciążeń fizycznych i reakcji fizjologicznych (Barr i inni, 2010; Baker i inni, 2000) oraz obciążeń biomechanicznych (Giguere, Marchand, 2005) podczas działań operacyjnych. Ciekawe rezultaty uzyskano w badaniach wzorców taktycznych podczas operacji przeciwpożarowych (Swensson, 2002). W celu ustalenia, które z nich są najbardziej optymalne przeprowadzono w warunkach kontrolowanych dwadzieścia eksperymentów. Wykazały one również bardzo ważną rolę funkcjonalnego i bezpiecznego rozmieszczenia oraz obsługi sprzętu wykorzystywanego podczas akcji gaśniczej.

Wyniki badań umożliwią wskazanie wad i problemów istniejących rozwiązań w badanym zakresie. Wytyczne mogą być pomocne w ustaleniu wymagań przy sporządzaniu kolejnych zamówień dotyczących wyposażenia dla jednostki Straży Pożarnej.

## Cel pracy i metodyka badań

Celem badań była:

- ocena funkcjonalności rozmieszczenia i użytkownika elementów wyposażenia badanych typów wozów strażackich,
- ocena funkcjonalności elementów armatury pożarnej wykorzystywanych do utworzenia stanowiska gaśniczego zewnętrznego.

Aby rozpoznać potencjalne problemy do badań wytypowano wozy bojowe ratowniczo — gaśnicze, które różniły się pomiędzy sobą ładownością wodną, mocą autopompy, typem a przede wszystkim rodzajem wyposażenia. Były to: GBA 2/16 RENAULT; GCBA 5/32 MAN; GCBA 8/50 MERCEDES BENZ.

Były to samochody ciężarowe wykonane na podwoziach uzyskiwanych w standardowej produkcji, dostosowywane do służby przeciwpożarowej zgodnie z wy-

maganiem konkretnej jednostki ratowniczo-gaśniczej. Renault to samochód średni, a dwa pozostałe Man i Mercedes Benz, są wozami ciężkimi. Renault był samochodem najstarszym w tym zestawieniu, jest on wyposażony w sprzęt starszego typu. Najnowszy i najnowocześniejszy pod względem wyposażenia był Mercedes Benz, czyli samochód ciężki o największej mocy, przystosowany do trudnych warunków i kierowany do największych zagrożeń. Samochód Man jest samochodem nieco starszym jednak wyposażonym w szereg nowoczesnych rozwiązań.

Wszystkie badania prowadzono z udziałem 12 strażaków, bezpośrednich użytkowników wozów oraz sprzętu. Były to osoby aktywne zawodowo, uczestniczące w akcjach bojowo-gaśniczych od co najmniej roku. Wyrażali oni swoje opinie i uwagi, które były notowane i uwzględniane w analizie.

Cele badań zrealizowano poprzez następujące działania:

1. Przeprowadzono badania funkcjonalności dotyczące elementów wyposażenia badanych wozów strażackich ze względu na ich rozmieszczenie, dostęp, obsługę, bezpieczeństwo i transport. Osoba prowadząca badania dokonywała wraz z użytkownikami oględzin każdego elementu wyposażenia. W zależności od samochodu elementów było od 54 do 94. Sprawdzano funkcjonalność rozmieszczenia elementów wg następujących kryteriów: sprzęt najczęściej używany powinien być umieszczony w miejscach najlepiej dostępnych, uwzględniając możliwości związane z jego transportem; sprzęt powinien być zabezpieczony przed przesuwaniem się i wypadnięciem podczas transportu; zabezpieczenia i mocowania sprzętu nie powinny utrudniać dostępu do jego użycia, elementy cięższe powinny być umieszczone niżej, umieszczenie i mocowanie sprzętu powinno zapewniać bezpieczne jego pobieranie, bez ryzyka wystąpienia urazów (obtarć, stłuczeń) i nadmiernych obciążeń statycznych.
2. Przeprowadzono ocenę praktycznej sprawności działań ze sprzętem. W celu porównania praktycznego dostępu do sprzętu w badanych wozach gaśniczych, zmierzono czas potrzebny na sprawienie stanowiska gaśniczego zewnętrznego z pobranych elementów armatury wodnej. Zmierzono czas trwania całej procedury (powtarzanej trzykrotnie w każdym przypadku) z podziałem na: czas potrzebny do otwarcia skrytki ze sprzętem (zwolnienie zatrzasku, podniesienie kłapy zabezpieczającej); czas potrzebny do pobrania elementów; czas potrzebny do utworzenia stanowiska gaśniczego.
3. Przeprowadzono analizę podstawowego sprzętu stosowanego na badanych stanowiskach gaśniczych ze względu na właściwości ergonomiczne. W tym celu wykonano badania ankietowe wśród strażaków gdzie musieli wskazać zalety i wady ocenianych elementów wyposażenia

## Wyniki badań

### Ocena funkcjonalności elementów ze względu na rozmieszczenie, dostęp, bezpieczeństwo i transport

W tabeli 1 przedstawiono tylko przykładowy fragment ze sporządzonych tabel, schematów, notatek i opisów, opracowanych w trakcie badań. Ocenianych elementów było łącznie 219. Ze względu na obszerną dokumentację poniżej przedstawiono tylko opis uzyskanych wyników.

Tabela 1

Ocena ergonomii użytkowania elementów wyposażenia wozu pożarniczego (przykłady)

Lp	Nazwa elementu	Ilość szt.	Waga (w kg)	Ergonomia użytkowania: wady/zalety
1.	Kurtyna wodna	1	4	Urządzenie wygodne w przenoszeniu, prawidłowo osadzone i zabezpieczone w transporcie. Funkcjonalne i bezpieczne w użytkowaniu, wyprofilowana rękojeść na korpusie ułatwia sterowanie strumieniem wody.
2.	Wentylator osiowy „Skorpion”	1	45	Funkcjonalny i bezpieczny, przenoszenie i manewrowanie jest ułatwione dzięki zamontowaniu stelaża i osadzeniu na kółkach, prawidłowo osadzony i zabezpieczony w transporcie.
3.	Topór ciężki	1	3,3	Obiekt osadzony funkcjonalnie, prawidłowo zabezpieczony do transportu, obsługa nie sprawia problemów, bezpieczny pod warunkiem przestrzegania zasad BHP m.in. osoby postronne nie mogą wchodzić pole pracy w trakcie użytkowania.
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)

Źródło: opracowanie własne.

Sprzęt we wszystkich badanych wozach został rozmieszczony funkcjonalnie, jeżeli chodzi o szybki dostęp do elementów najczęściej używanych. W jednym przypadku (Mercedes Benz) uwzględniono także konkretne warunki, w którym jest użytkowany. W związku z tym wbrew zaleceniom, aby cięższe elementy były umieszczone niżej, wąż W-110 został umieszczony wyżej niż dużo lżejszy wąż W-75. Rozwiązanie takie zostało ocenione jako bardziej funkcjonalne, również przez użytkowników, gdyż na obszarze nadzorowanym przez jednostkę PSP, właściciela wozu, ryzyko dużego zdarzenia, gdzie do akcji ratowniczo gaśniczej niezbędne byłoby zastosowanie W — 110 jest niskie. Najczęściej wykorzystywany jest wąż W-75, więc ułatwienie dostępu do tego elementu traktowane jest priorytetowo.

Nie stwierdzono również żadnych problemów czy nieprawidłowości jeżeli chodzi o dostęp i bezpieczeństwo do wszystkich elementów wyposażenia. Drabiny osadzono na rolkach umożliwiających szybkie i bezpieczne podanie ich na dół z dachu samochodu pożarniczego. Sprzęt został dobrze zabezpieczony przed przesuwaniem się i wypadnięciem w trakcie transportu. Elementy takie jak sprzęt burzący, sprzęt do porządkowania oraz bosaki, tłumnice i mostki przejazdowe zostały ułożone na dachu wozu w odpowiednich zamkniętych skrzyniach. Wytwor-nice i prądownice pianowe również ułożono na dachu i zabezpieczono przed przemieszczaniem specjalnymi uchwytami. Wężę ssawne przechowywano w zamkniętych skrzyniach lub wraz z wężem do zasysacza liniowego przypięto na dachu pasami. Działka wodne lub wodno — pianowe osadzono na stałe na dachu podobnie jak maszt

oświetleniowy. Strażacy nie zauważyli jakichkolwiek problemów z pobieraniem sprzętu, wszystkie czynności jakie muszą wykonać uznali za łatwe, bezpieczne i nie wymagające nadmiernych obciążeń.

### Ocena praktycznej sprawności działań ze sprzętem

Wyniki pomiaru cząstkowych czasów trwania całej procedury sprawiania stanowiska gaśniczego dla po-

szczególnych samochodów ratowniczo- gaśniczych przedstawiono na rys. 1. Całkowite czasy wynosiły: Renault GBA 2/16 — 18,49 s. (1,01+4,57+12,91), MAN GCBA 5/32 — 17,87 s. (0,97+4,45+12,45), Mercedes Benz GCBA 8/50 — 17,35 s. (0,99+, 4,19+12,17).

Wyniki badań wskazują, że różnica pomiędzy najdłuższym i najkrótszym czasem sprawiania stanowiska gaśniczego w badanych przypadkach wynosi 1,14 s. Przy czym analogicznie różnice w czasach trwania działań cząstkowych to: otwarcie skrytki — 0,02 s.; pobranie sprzętu — 0,38 s.; utworzenie stanowiska gaśniczego — 0,74 s. We wszystkich przypadkach poszczególne działania najdłużej trwały w średnim wozie Renault. Otwarcie skrzynki najkrócej trwało w samochodzie Man, natomiast pobranie sprzętu i utworzenie stanowiska gaśniczego w Mercedes Benz.

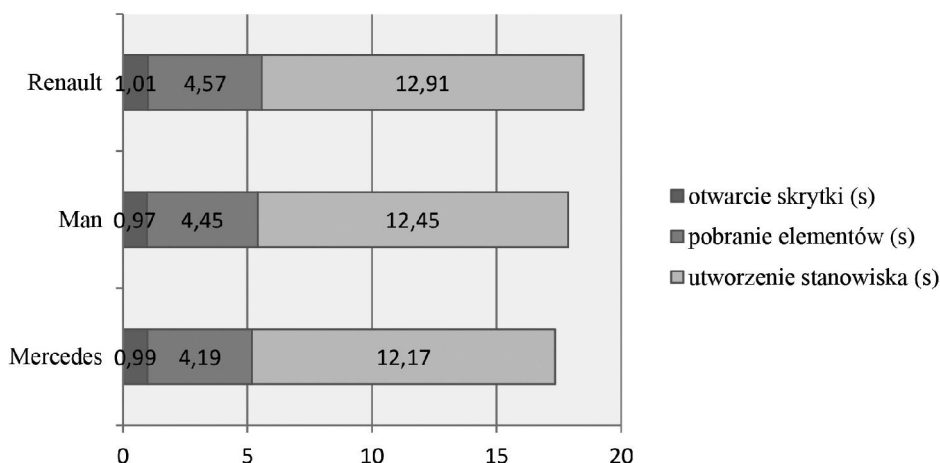
### Analiza elementów armatury wodnej stosowanej na stanowiskach gaśniczych

#### Rozdzielacze

Rozdzielacz grzybkowy — zalety: wykonany z aluminium dzięki czemu jest lekki w obsłudze; metalowy uchwyt umożliwia łatwy chwyt w celu jego przeniesienia lub wyjęcia/schowania w wozie; rozdzielacz zapewnia łagodne odcięcie strumienia wody, jest zabezpieczony przed uderzeniem hydraulicznym; zastosowano w nim (na wlocie i wylotach) proste łączniki, umożliwiające szybkie i stabilne łączenie węży z rozdzielaczem, w celu dodatkowego wzmocnienia łącznika można wykorzystać specjalny klucz dołączników; Wady: zawory grzybkowe są rozkręcane wolniej od, np. kulo-

Rysunek 1

Wyniki pomiaru cząstkowych czasów związanych z utworzeniem stanowiska gaśniczego (w sekundach)



Źródło: opracowanie własne.

wych; podczas zasilania wszystkich wylotów może nastąpić nadmierny spadek ciśnienia, co wymusza modyfikację linii gaśniczej; duże opory przepływu wody.

Rozdzielacz kulowy — zalety: ergonomiczne rozwiązanie dotyczące łączników podobnie jak w rozdzielaczu grzybkowym; dźwignie zaworów umożliwiają pewny chwyt rozdzielacza, który ułatwia wyjmowanie i przenoszenie; możliwość szybszego w porównaniu do rozdzielaczy grzybkowych otwarcia strumienia wody; rozdzielacz jak w poprzednim przypadku wykonany z lekkiego aluminium; niskie opory przepływu. Wady: zawory kulowe można otworzyć szybko, woda wypływająca pod dużym ciśnieniem może spowodować niebezpieczne dla użytkownika uderzenie hydrauliczne; jak poprzednio, mogą wystąpić spadki ciśnienia wody przy zasilaniu wszystkich wylotów.

#### Węże strażackie

W przypadku węży strażackich za czynnik różnicujący ze względu na funkcjonalność obsługi przyjęto materiał z którego są wykonane. Jak wskazuje norma (PN- 87/M-5115) węże wykonane ze stylonu i gumy są około dwukrotnie cięższe od węży wykonanych z torlenu i PCW przy tej samej średnicy przekroju. Zajmują również prawie 40% więcej przestrzeni transportowej. Przedstawione dane zostały potwierdzone przez użytkowników, którzy uznali węże stylon-guma za bardziej uciążliwe w obsłudze, głównie ze względu na ich ciężar. Podkreślano również, że ich wymiana na lżejsze i zajmujące mniej miejsca węże torlen-PCV umożliwiłaby doposażenie samochodu.

#### Prądownice wodne

Proste — PW — zalety: rurę przepływową powleczone gumową okładziną poprawiającą chwyt, strumień (zwarty) uzyskany z tej prądownicy może wytworzyć dużą energię umożliwiającą, np. pokonanie przeszkody; nasada pozwala na szybkie połączenie prądownicy z węzem. Wady: pomimo okładziny gumowej, istnieje ryzyko utra-

ty kontroli nad prądownicą; brak możliwości uzyskania strumienia rozproszonego (potrzebnego do walki z zadymieniem)

Pistoletowe — PWS — zalety: dodatkowa rękojeść poprawiająca chwyt prądownicy; zarówno rękojeść jak i obrotowy puszczek powleczone gumą utrudniającą przesuwanie się elementów w rękach strażaka; bardziej funkcjonalne w stosunku do poprzedniej ułożenie dźwigni zaworu; możliwość uzyskania strumienia wodnego zwartego i rozproszonego (także obydwu jednocześnie). Wady: pomimo zastosowania ergonomicznych rozwiązań, nie można wyeliminować ryzyka utraty panowania nad prądownicą,

Uniwersalne typu TURBO — zalety: ergonomiczny uchwyt, który dzięki zagłębieniom oraz powłoce gumowej łatwo utrzymać w dłoni; wygodna regulacja strumienia wody (zwarty, rozproszony) przy pomocy obrotowego puszczka, powleczonego gumą; możliwość szybkiego i bezproblemowego osadzenia na zakończeniu linii gaśniczej. Wady: brak możliwości regulacji wydajności wodnej

#### Prądownica pianowa (nowego typu)

Zalety: uchwyt wykonany z utwardzonej gumy, który zapewnia stabilne operowanie oraz pewny chwyt; przepływ piany jest sterowany zaworem kulowym, który zapewnia szybkie i łatwe manewrowanie.

#### Wytwornice pianowe

Wytwornica starszego typu — zalety: uchwyty na korpusie ułatwiające sterowanie kierunkiem strumienia piany, możliwość kontrolowania ciśnienia piany przy pomocy wskaźnika zegarowego. Wady: uchwyty w formie wygiętych prętów, wykonane z metalu, co może utrudniać stabilne trzymanie urządzenia podczas pracy. Umieszczenie wskaźnika ciśnienia piany uniemożliwia jego bieżącą kontrolę, gdyż w trakcie korzystania z wytwornicy jest odwrócony bokiem do użytkownika; brak możliwości włączenia/odcięcia przepływu piany.