

mł. bryg. mgr inż. **Przemysław WYSOCZYŃSKI**

mł. bryg. mgr inż. **Aleksander ADAMSKI**

Szkoła Główna Służby Pożarniczej

DOWOŻENIE WODY PODCZAS AKCJI GAŚNICZYCH

Water delivery for extinguishing purposes

Streszczenie

Artykuł opisuje system dowożenia wody. Omówiono najważniejsze problemy i wybrane sposoby poprawy jego działania. Zaprezentowano korzyści płynące z wybranych rozwiązań technicznych, podnoszących parametry pracy układu. W analizie posłużono się wynikami pochodzącymi z symulacji komputerowej.

Summary

The article describes the water delivery system by tankers. The most important problems and some improvement method of working talked. Some benefit from technical solutions, raising the parameters of the work system were presented. In the analysis was used results from the computer simulation.

Słowa kluczowe: symulacja, zaopatrzenie wodne, dowodzenie, planowanie, taktyka;

Keywords: simulation, water supply, command, planning, tactic;

Wprowadzenie

Alternatywne systemy zaopatrzenia w wodę są realizowane siłami Państwowej Straży Pożarnej niemal podczas każdej akcji ratowniczo-gaśniczej. Jak dotąd, woda jest podstawowym środkiem gaśniczym, o walorach łączących wysoką skuteczność z niskimi kosztami. Zapewnienie odpowiedniego wydatku wody należy do podstawowych zadań kierującego akcją. Jest to składnik skutecznego działania gaśniczego, ale także istotny warunek bezpieczeństwa ratowników i osób narażonych na wpływ skutków pożarów i zdarzeń chemicznych. Wśród różnych metod realizacji zadania dostarczenia odpowiedniej ilości wody na miejsce zdarzenia, na szczególną uwagę zasługuje dowożenie wody pojazdami. Jest to metoda najczęściej wykorzystywana w praktyce naszego Kraju. Mimo to poziom świadomości i wiedzy na ten temat jest stosunkowo niski. Wiele obserwacji, analizy dokumentacji zdarzeń uprawniają do hipotezy o niskiej sprawności oraz ekonomii tego

rozwiązania. Taki stan jest spowodowany tym, że kierujący akcjami ratowniczo-gaśniczymi, nie posiadając odpowiedniego narzędzia weryfikacji swoich założeń decydują się na system dowożenia, opierając się na wiedzy potocznej. Poważne problemy z zaopatrzeniem wodnym dla długotrwałych akcji zawarte są we wnioskach prawie każdego zdarzenia z ubiegłych lat. Także tych, będących w centrum zainteresowania opinii publicznej, jak zabezpieczanie prądami wodnymi przez okres ponad doby zdarzenia z cysterną z gazem propan-butan w Chrzanowie, pożar kościoła św. Katarzyny w Gdańsku, pożar targowiska w Słubicach oraz liczne inne duże pożary.

Zapewnienie ciągłości i odpowiedniej jakości systemu zaopatrzenia wodnego jest przedsięwzięciem logistycznym. W stosunku do innych, priorytetowych działań ratowniczych: gaszenia, ewakuacji, ratowania czy wentylacji, w największym zakresie podlega planowaniu. Istotą planowania, jako funkcji kierowania, jest dysponowanie odpowiednim zasobem informacji. W stosunku do systemów pompowo-wężowych, których parametry pracy można łatwo wyznaczyć metodami teoretycznymi dla całych układów, dowożenie jest sumą sprawności składników funkcjonujących równolegle i niezależnie. Dla takich systemów najbardziej odpowiednim sposobem zdobywania informacji o ich działaniu jest symulacja komputerowa, z uwzględnieniem wartości parametrów zdobytych w praktycznych eksperymentach.

Modele systemu dowożenia są oczekiwane w środowisku pożarniczym. Urealnienie wartości oczekiwanych przez prowadzących akcje, da możliwość podejmowania znacznie trafniejszych decyzji. Poznanie negatywnych stron popularnego systemu dowożenia zbliży krajowe pożarnictwo do rozwiązań zachodnich, gdzie dowożenie stanowi alternatywę do przewidywalnych i wysokowydajnych systemów pompowo-wężowych, pozostawiając nisze do zagospodarowania jedynie w skrajnych sytuacjach ograniczonego dostępu do źródeł wody, przy ewidentnych brakach podstawowego sprzętu, najczęściej w początkowym okresie organizowania dużych i długotrwałych akcji gaśniczych.

W Zakładzie Działań Gaśniczych Szkoły Głównej Służby Pożarniczej zrealizowany został projekt pt. „Model cyfrowy systemu dowożenia przy dostarczaniu wody dla długotrwałych akcji gaśniczych”. Badanie miało na celu zbudowanie modelu dowożenia wody, w oparciu o mierzalne wartości pochodzące z rzeczywistych doświadczeń terenowych. Na tej podstawie został opracowany program komputerowy symulujący funkcjonowanie systemu.

Gromadzenie danych do opracowania modelu

Ważnym elementem realizacji tematu badawczego było wykonanie szeregu prób stanowiskowych i kompleksowych, składających się na proces dowożenia wody. Do tego celu został opracowany plan dowożenia wody w 2 scenariuszach:

- I. Dla dystansu 2,2 km, dowożenie 3 zastępami od hydrantu, przejazd drogami mieszanymi (zakładowa, lokalna i wojewódzka), załoga – 1 osoba, minimum 2 pełne cykle dowożenia wszystkich samochodów, zrzut wody realizowany w dwóch wariantach:
 - a. przepompowywanie do zbiorników samochodów pożarniczych,
 - b. przepompowywanie do otwartych zbiorników przenośnych z nalewakami, o sumarycznej pojemności 13 m³.
- II. Dla dystansu 1,6 km, dowożenie 3 zastępami od motopompy M40/8, przejazd drogami mieszanymi (zakładowa, lokalna, wojewódzka, gruntowa), załoga – 2 osoby, minimum 2 pełne cykle dowożenia wszystkich samochodów, warunki zrzutu jak w scenariuszu I.

Badania zostały przeprowadzone w warunkach terenowych, w ramach organizowanych corocznie przez Uczelnię warsztatów poligonowych.

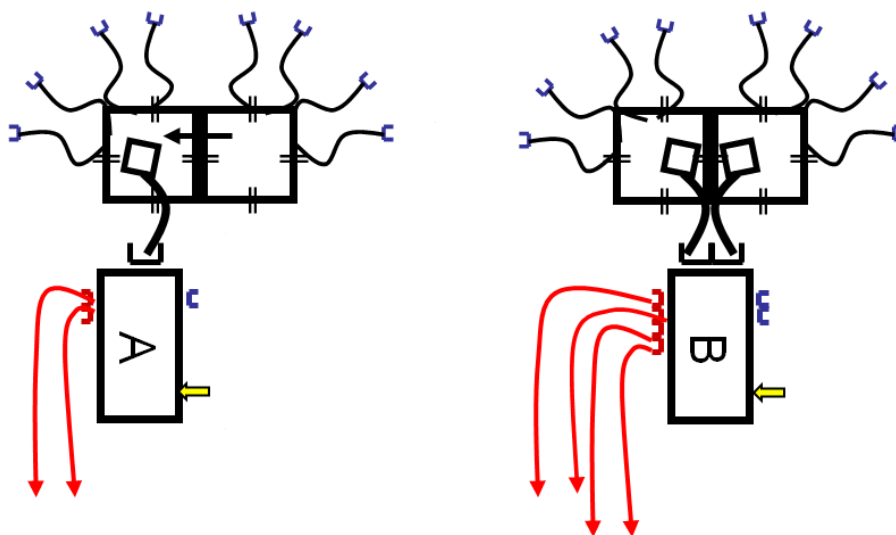


Fot. 1. Stanowisko pożarowe, przygotowane do działań

Autor: Bernard Król

Do badań użyto składanych zbiorników, na stelażu o pojemności 5 m³ i 8 m³. Są to prototypy opracowane w Zakładzie Działań Gaśniczych. Charakteryzują się prostotą i szybkością obsługi, niskim profilem, co ułatwia korzystanie ze zbiorników, odkrytym stelażem, który pozwala na montaż dodatkowej armatury w postaci nalewaków. Ideą było stworzenie kompleksowego rozwiązania technicznego na magazyn wodny dla akcji gaśniczej. Główne założenia są następujące:

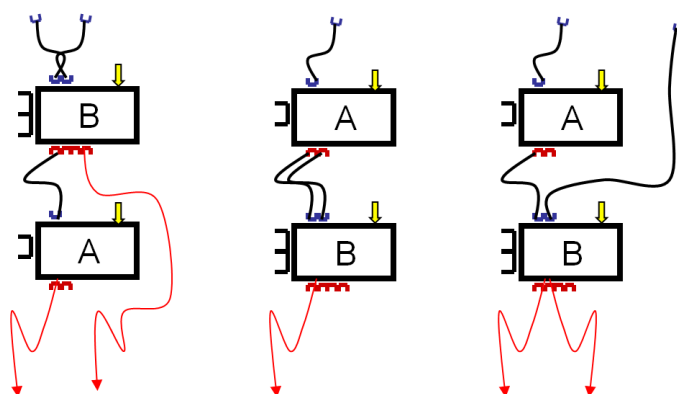
- **Rozwiązanie ma maksymalnie ograniczyć liczbę ludzi do obsługi** – uzyskano to poprzez zastosowanie nalewaków, wykorzystanie strumienicy do przelewania wody pomiędzy zbiornikami, zasilanej z samochodu gaśniczego (tego samego, który prowadzi działania gaśnicze). W ostatecznej postaci jedna osoba kontroluje w pełni funkcjonowanie magazynu, pobór i podawanie wody (rysunek 2).



Ryc. 1. Schemat wykorzystania zbiorników, A - samochód średni, B - samochód ciężki, niebieskie- nasady zasilające, czerwone – tłoczne, czarne - ssawne

- **Uniwersalność zastosowania** – system zbiorników tworzących magazyn wodny ma zastosowanie w wielu wariantach zaopatrzenia wodnego. Przede wszystkim w systemie dowożenia, gdzie elementem krytycznym jest szybkie i sprawne oddanie wody przez samochody, ale także w systemach węzowych. Typowa sytuacja początku akcji gaśniczej – dwa zastępy gaśnicze na miejscu pożaru: ciężki i średni, oba wyposażone łącznie w trzy nasady do tankowania zbiornika samochodu. Najczęściej samochody tworzą układ wzajemnego zasilania. Niezależnie od konfiguracji powoduje to zajętość jednej nasady. Następnie układ jest podłączany do lokalnej sieci

hydrantowej. Efekt – w najlepszych warunkach układ ten jest możliwy do zasilania z obcych źródeł jedną nasadą. Przy podłączeniu kolejnego hydrantu, albo skorzystaniu z obu nasad stojaka hydrantowego układ jest zamknięty. Potencjał sumy wydajności pomp zamontowanych na pojazdach jest ostatecznie zredukowany do wydajności dwóch nasad zasilających (rysunek 2), co w najlepszej sytuacji ogranicza ten popularny w pożarnictwie system aż o 60%. Można określić ten stan ogólnie jako słabość systemu przepompowywania, który istotnie posiada szereg wad i ustępuje wyraźnie przetłaczaniu. Jednak przepompowywanie w najpopularniejszym w Polsce systemie dowożenia jest podstawą. System zbiorników, posiadający teoretycznie dowolną liczbę wolnych nasad nalewaków łączy w rozwiązaniu zalety i wady obu systemów. Z jednej strony nie brakuje nasad zasilających, z drugiej strony pobór wody nasadą ssawną samochodu daje możliwość podawania wody z pełną wydajnością zamontowanej pompy. Nie pojawia się sytuacja braku symetrii pomiędzy możliwościami pompy a wydolnością zasilania. Ograniczeniem jest w zasadzie wydajność sumaryczna systemu zaopatrzenia. W przypadku zbiorników, powinny one przejść rolę przechwytywania wody ze wszystkich wykorzystywanych źródeł w jednym miejscu (rysunek 1). Cała woda z sieci hydrantowej, układów pompowo-wężowych i dowożenia powinna trafiać do systemu zbiorników i stamtąd być pobierana i przekazywana do układu gaśniczego.



Ryc. 2. Schematy typowych połączeń samochodów gaśniczych, A - samochód średni, B - samochód ciężki, niebieskie- nasady zasilające, czerwone - tłoczne



Fot. 2. Układ zbiorników z nalewakami

Autor: Bernard Król

Każdy samochód gaśniczy analizowany był niezależnie, mierzony był czas trwania każdej elementarnej czynności:

- ustawienie pojazdu we właściwej pozycji;
- podłączenie układu przepompowywania;
- wykonanie tankowania lub zrzutu wody;
- odłączenie układu;
- pokonanie drogi.

Jednocześnie wartości czasu i objętości były przeliczane na wydajność układów. Dodatkowo rejestrowany był czas przestoju w oczekiwaniu na zwolnienie stanowisk przez inne pojazdy, oraz stan wypełnienia zbiorników.

Przebieg symulacji jest następujący:

- a. samochód gaśniczy z pełnym zbiornikiem sprawdza dostępność wolnych nasad zasilających stanowiska pożarowego;
- b. jeśli jest wolna przynajmniej jedna nasada następuje podłączenie, związane z pewną zwłoką czasową (manewrowanie), w przeciwnym razie samochód oczekuje na swoją kolej;
- c. sprawdzany jest stan wypełnienia zbiornika zastępczego stanowiska pożarowego. Jeśli istnieje taka możliwość rozpoczyna się przepompowywanie wody z wydatkiem ograniczonym przepustowością nasad i parametrami autopompy, lub ograniczeniami

wolnej przestrzeni zbiorników stanowiska pożarniczego. Proces jest skorelowany z przyjętą wydajnością gaśniczą;

- d. jeśli zbiornik zostanie opróżniony, nasady są zwalniane i rozpoczyna się jazda w kierunku stanowiska wodnego;
- e. po dotarciu do stanowiska wodnego sprawdzana jest dostępność nasad, do których można podłączyć samochód w celu zatankowania zbiornika. Jeśli jest to możliwe następuje manewr podłączania i rozpoczyna się tankowanie, w przeciwnym wypadku samochód czeka na swoją kolej;
- f. po zatankowaniu rozpoczyna się jazda w kierunku pożaru, po czym cały cykl zaczyna się od początku.

Program wyposażony jest w elementy urealnijające przebieg symulacji, które pochodzą z obserwacji rzeczywistych realizacji dowożenia:

- występuje zwłoka czasowa (parametr - manewrowanie), wpływająca na opóźnienie, związana z wykonywaniem różnych czynności budowy układu: właściwe ustawienie samochodu, przygotowanie pompy do pracy, podłączenie odcinków węzowych do nasad;
- ograniczenie użycia nasad tłocznych/zasilających samochodu – mimo posiadania większej liczby nasad nie stosuje się podczas przepompowywania więcej niż dwóch, co ma swoje praktyczne uzasadnienie. Jeśli opróżnienie zbiornika samochodu o pojemności 5m³ trwa przeciętnie od 2 do 3 minut, praca strażaka podłączającego dodatkowy odcinek nie powoduje istotnego skrócenia tego czasu, a angażuje energię jednego ratownika. Przy tendencji do ograniczania zbędnych czynności przez ratowników, obsługę dowożenia powinni móc realizować samodzielnie kierowcy. W takim wypadku przepompowywanie dwoma nasadami tłocznymi jest rozwiązaniem optymalnym;
- występuje rozróżnienie wydatku przepompowywania w zależności od miejsca do którego jest wykonywane. W przypadku zamkniętego zbiornika samochodowego wydajność przepompowywania jest ograniczona, co jest związane z ogranicznikami ciśnienia stosowanymi dla nasad zasilających w wielu modelach samochodów

pożarniczych, inaczej w przypadku przenośnych zbiorników otwartych, cystern, kontenerów na wodę, które nie posiadają automatycznych zaworów odcinających;

- inne parametry np. rzeczywista wydajność pomp związana z głębokością zasysania, wysokością tłoczenia, ograniczenia dostępności punktów dla samochodów można zawrzeć ręcznie w zmiennych symulacji.

Rola zbiorników na wodę w dowożeniu

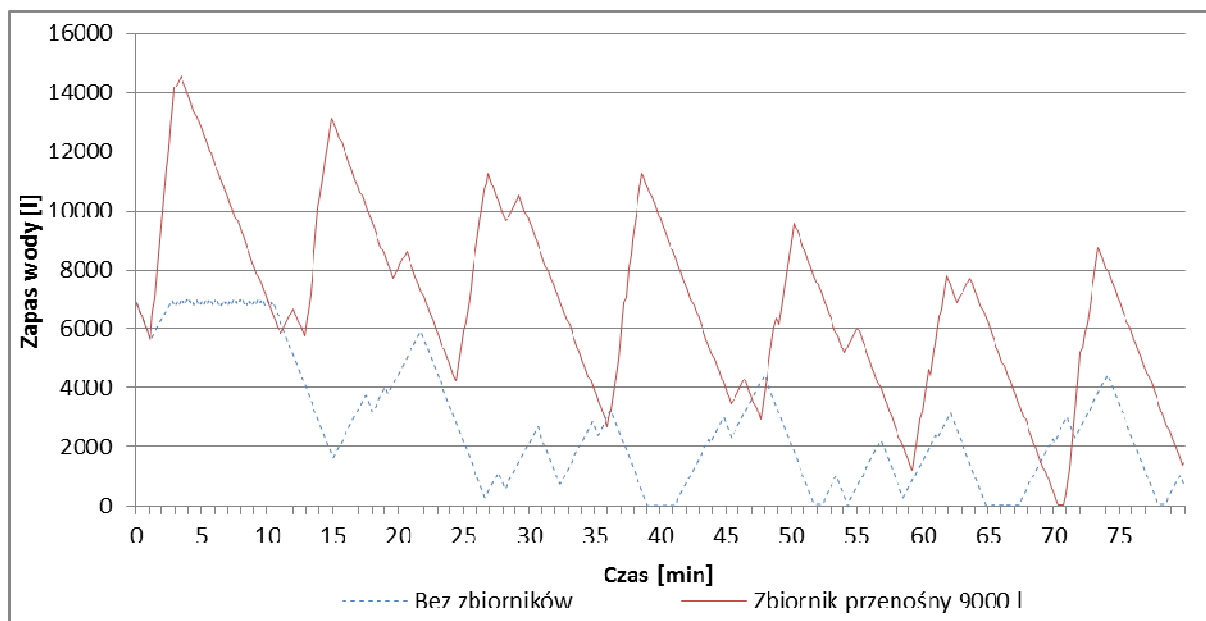
Wynikiem pracy modelu cyfrowego systemu dowożenia wody jest zbiór danych numerycznych opisujących stan systemu dla każdego składnika w wyznaczonych odstępach czasu. Interwał czasowy można zadać w programie jako parametr, dla wybranych przykładów zaprezentowanych poniżej został ustalony na 6 s.

Najbardziej interesującym opracowaniem wyników jest wykres stanu wypełnienia zbiorników stanowiska pożarowego. Wielkość zapasu wody do celów gaśniczych, zdolność utrzymania założonego wydatku, są najważniejszymi wskaźnikami skutecznego zaopatrzenia akcji ratowniczo-gaśniczej.

Tabela 1.

Zestawienie podstawowych parametrów dowożenia, użytych do symulacji nr 1

Gasi	Dowozi	Zapas początkowy [l]	Dystans [m]	Wydatek gaśniczy [l/min]	Wydatek zasilania [l/min]
GCBA 5/32	GCBA 5/32	7000	1000	1200	3 nasady po 1000 l/min
GBA 2/25	GCBA 5/32				
	GBA 2/25				



Ryc. 3. Symulacja nr 1, zapas wody stanowiska pożarowego przy braku i przy użyciu dodatkowych zbiorników

Wykresy z rysunku 3. przedstawiają różnice w wielkości zapasu wody w czasie, dla dwóch scenariuszy dowożenia, zgodnie z podstawowymi parametrami zestawionymi w tabeli 1. Jediną różnicą jest zastosowanie w jednym ze scenariuszy dodatkowych pustych zbiorników na wodę o łącznej pojemności 9000 l, wyposażonych w zestaw montowanych nalewaków, po jednej sztuce, po dwie nasady W-75 każdy.

Jak wynika z wykresów, zastosowanie dodatkowych zbiorników przyniosło szereg korzyści. Przede wszystkim udało się uniknąć kryzysów wydatku gaśniczego, który pojawia się od 25 minuty symulacji. Zapas wody nie zapewnia ciągłości gaszenia. W praktyce oznacza to ciągłe sterowanie wydatkiem, tak, aby nie powstała sytuacja, w której stanowiska gaśnicze całkowicie pozbawione są środka gaśniczego. Całkiem inaczej prezentuje się sytuacja dla drugiego scenariusza. zastosowanie dodatkowych zbiorników na wodę dało możliwość szybkiego opróżnienia dowożących samochodów gaśniczych, cykl dowożenia uległ przyspieszeniu, z uwagi na:

- brak kolejkowania się samochodów przy zrzucie wody, w oczekiwaniu na wolną nasadę;
- brak konieczności oczekiwania na zwolnienie się miejsca w zbiornikach samochodów gaszących.

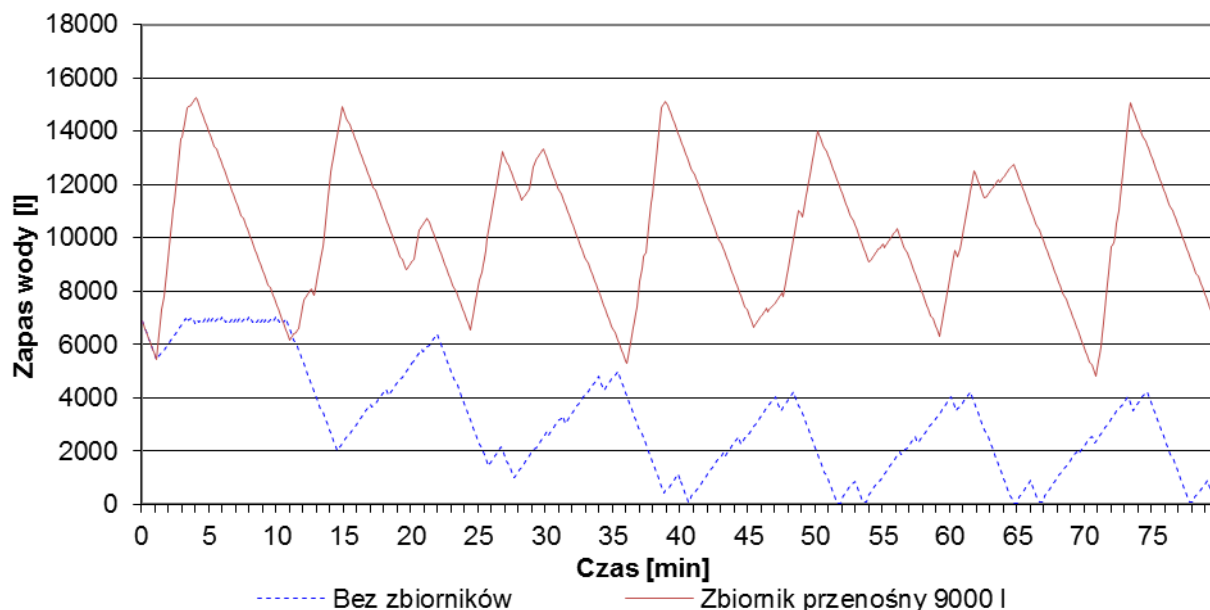
W symulacji nr 1 dostrzegalna jest tendencja spadkowa wydolności systemu dowożenia. Zapas wody samochodów gaszących wraz z zapasem samochodów uczestniczących w dowożeniu nadaje symulacji bardzo komfortowe warunki początkowe. Dodatkowo źródłem zaopatrzenia w wodę jest system trzech niezależnych stanowisk wodnych, każdy o wydajności 1000 l/min. Oznacza to możliwość tankowania każdego samochodu niezależnie z własnego źródła. Jest to sytuacja rzadko dostępna w rzeczywistości, a mimo to system dowożenia załamuje się w okolicach 70 minuty działania. Należy w tym momencie zauważyć, że zrealizowany na tym dystansie prawidłowy układ pompowo-wężowy (podwójna linia W-75), z zastosowaniem przetłaczania w połowie dystansu powinien zapewniać wydatek w granicach 1600 l/min w sposób ciągły. Dodatkowo przy zaangażowaniu dwóch zamiast trzech samochodów tworzących system.

Najczęściej spotykanym w praktyce rozwiązaniem przy niewystarczającym zaopatrzeniu w systemie dowożenia jest dołączenie kolejnego pojazdu do dowożenia.

Tabela 2.

Parametry symulacji nr 2, dodatkowy samochód do transportu wody

Gasi	Dowozi	Zapas początkowy [l]	Dystans [m]	Wydatek gaśniczy [l/min]	Wydatek zasilania [l/min]
GCBA 5/32	GCBA 5/32	7000	1000	1200	4 nasady po 1000 l/min
GBA 2/25	GCBA 5/32				
	GBA 2/25				
	GBA 2/25				



Ryc. 4. Symulacja nr 2, zastosowanie dodatkowego samochodu dla warunków symulacji nr 1

Analizując wykresy z rysunku 4. można omówić różnice pomiędzy symulacjami 1 i 2, wynikające z włączenia kolejnego samochodu do systemu dowożenia. Przede wszystkim największą korzyść odniósł scenariusz z zastosowaniem zbiorników przenośnych 9000 l. Zapas wody w tym scenariuszu, pomimo wielkich wartości międzyszczytowych na wykresie nie spada poniżej 5000 l w zbiornikach. Jest to ogromna zaleta dla kierującego akcją ratowniczo-gaśniczą, gdyż może on w takich warunkach skutecznie realizować zamiar taktyczny, włącznie z okresowym podnoszeniem wydatku. Dodatkową korzyścią jest komfort zarządzania tak znacznym buforem wodnym, przy którym spadek zapasu o 50% trwa około 6 minut. W tym czasie można wypracować wiele wariantów taktycznych, przegrupować stanowiska, zmienić urządzenia itd. Inaczej wygląda sytuacja, gdy w przeciągu niecałych 4 minut ubędzie całość zgromadzonego zapasu wody. Najczęściej może to prowadzić do nieskoordynowanego wycofania stanowisk, przzerwania podawania środków gaśniczych przy jednoczesnej utracie postępów gaśniczych. Taką sytuacją na wykresie obrazuje scenariusz bez zbiorników, gdzie w regularnych odstępach czasu na kilkadziesiąt sekund występuje całkowity brak wody. Jediną szansą kierującego akcją jest bardzo rygorystyczne ograniczenie wydatku gaśniczego. Z tym, że częściej jest to spowodowane problemami systemu dowożenia niż realnymi postępami lub warunkami prowadzonej akcji.

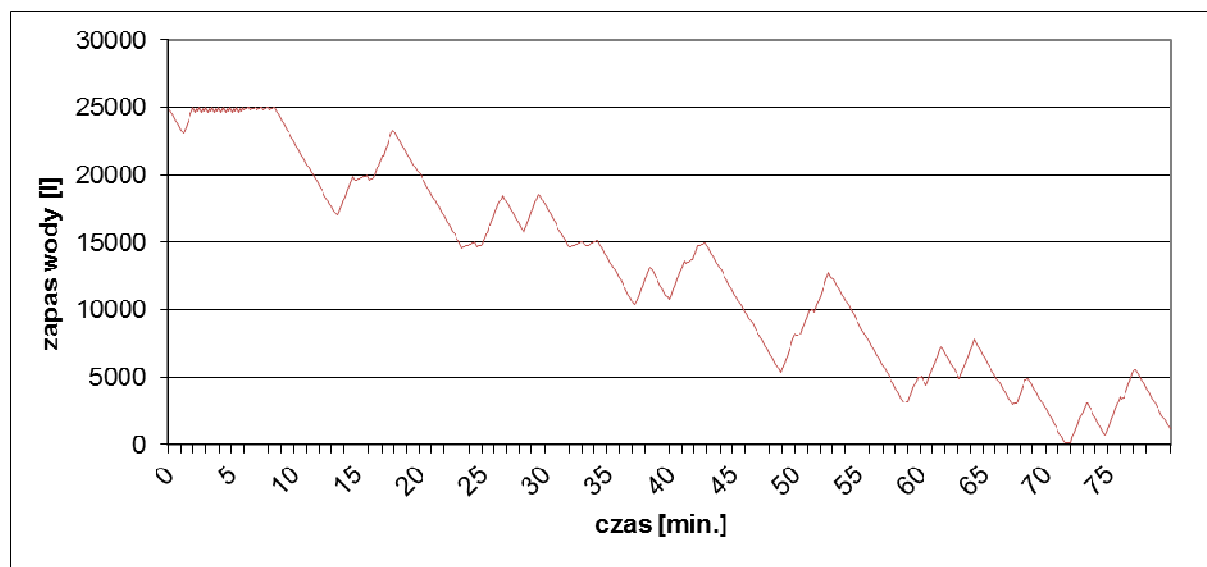
Innym sposobem, który potocznie uznawany jest za wysoce skuteczny i rozwiązujący ostatecznie problem zaopatrzenia wodnego jest wykorzystanie cysterny jako źródła wody. Jak

kształtuje się zapas wody w zbiornikach przy wykorzystaniu cysterny z pełnym zbiornikiem, przy wydatku 1600 l/min przedstawia rysunek 5.

Tabela 3.

Parametry symulacji nr 3

Gasi	Dowozi	Zapas początkowy [l]	Dystans [m]	Wydatek gaśniczy [l/min]	Wydatek zasilania [l/min]
GCBA 5/32	GCBA 5/32	25000	1000	1600	4 nasady po 1000 l/min
GBA 2/25	GCBA 5/32				
Cn 18/16	GBA 2/25				
	GBA 2/25				



Ryc. 5. Symulacja nr 3, wykorzystanie cysterny na stanowisku pożarowym, jako magazyn wody

Cysterna w tym przypadku tworzy pojemny bufor wodny, jest także miejscem, do którego mogą przekazywać wodę samochody dowożące. Powyższa symulacja osiąga moment krytyczny w okolicach 70 minuty.

Podsumowanie

System dowożenia szczególnie nadaje się do symulowania komputerowego. Występuje w nim wiele elementów, które są wzajemnie powiązane. Niektóre z nich są mocno deterministyczne, niektóre można określić z pewnym przybliżeniem. Ratownicy na część z nich mają wpływ:

- technika pożarnicza;
- wyszkolenie;
- operacyjne przygotowanie obszaru chronionego;
- zamiar taktyczny.

Na część czynników wpływ ludzi jest ograniczony lub żaden:

- minimalny dystans dowożenia;
- warunki drogowe i atmosferyczne;
- wydajność obcych źródeł wody.

Brak, lub uproszenie niektórych z powyższych elementów z pewnością ma wpływ na zgodność uzyskanych wyników z praktyką pożarniczą. Symulacja jest jedynie sposobem na syntetyczne opracowanie długotrwałego i złożonego procesu przy wykorzystaniu uśrednionych wartości poszczególnych wielkości. Wyniki symulacji można przyjmować jako wiarygodne w pewnym przybliżeniu. Stąd w opisie eksperymentów świadomy brak odwołań do precyzyjnych wartości liczbowych uzyskanych wyników. Mimo, że program podaje wyniki z dokładnością do jednego litra i sześciu sekund. W ocenie autora dużym sukcesem jest zobrazowanie tendencji na wykresach oraz wskazanie prawdopodobnego czasu krytycznego dla analizowanej symulacji. Cenne są także obserwacje względnych zmian w uzyskanych wynikach, po kolejnych zmianach parametrów symulacji, jak to zostało zaprezentowane na przykładach. Dotychczas praktykowane podejście opierało się na zastosowaniu bardzo prostych wzorów matematycznych, uwzględniających liczbę, pojemność zbiorników samochodów dowożących i dystans dowożenia. Z uwagi na znaczną liczbę

parametrów, mających wpływ na sumaryczną sprawność systemu, stosowanie wzorów matematycznych, jest obarczone ogromnym błędem. Na skuteczność prowadzonej akcji ratowniczo – gaśniczej wpływ mają decyzje i systemy o wysokim marginesie bezpieczeństwa. Tylko w takich warunkach można tworzyć plany prowadzenia długotrwałych akcji gaśniczych, przy których sukcesy są uzależnione przede wszystkim od sprawności systemów logistycznych, cierpliwości i systematyczności. Wartości przybliżone oscylujące w granicach ryzyka nie budują wymiaru praktycznego. Bywają wręcz niebezpieczne. Nie uwzględniają podstawowego zagrożenia wynikającego z właściwości systemu dowożenia, - nierównomiernych dostaw środka gaśniczego, a co za tym idzie – zagrożenia okresowym brakiem wody.

System dowożenia jest systemem prostym, niemal prymitywnym, wśród innych sposobów dostarczania wody wyróżnia się wyjątkowo niekorzystnie w analizie stosunku kosztów do korzyści. Jest systemem doraźnym, można go potraktować jako zastępczy wskaźnik stopnia profesjonalnego przygotowania służb ratowniczych do działań na danym terenie. Przyjęło się w definicji dowożenia nadawać mu cechę systemu dla „dużych odległości”. W rzeczywistości jest to nieprawda. Dowożenie jest stosowane powszechnie już od dystansu 200 m od źródła zasilania (najczęściej w postaci hydrantu pożarniczego). Jednocześnie, jak wskazują źródła w postaci analiz akcji (standardowe meldunki nie zawierają informacji o sposobie organizacji zaopatrzenia wodnego), jest stosowany w ponad 95% przypadków zdarzeń¹, w których zachodzi potrzeba korzystania z alternatywnych źródeł. Stąd bardzo istotna rola dydaktyczna symulacji, która znacznie głębiej wnika w mechanizm dowożenia, ujawnia zagrożenia i daje możliwość przeprowadzenia eksperymentu, włącznie z próbami użycia sprzętu nie będącego na wyposażeniu służb ratowniczych – samochody o nietypowej liczbie i rodzaju nasad, różnorodne zbiorniki puste i wypełnione, niestandardowe średnice przewodów zasilających. Mając przegląd wartości wszystkich składników symulowanego systemu w każdym momencie, można zastanawiać się nad wpływem zmian poszczególnych elementów na całość, w celu odszukania optymalnego rozwiązania także z punktu widzenia ekonomii procesu.

Symulacja systemów dowożenia, która wskazuje na pesymistyczny obraz tego rozwiązania, może się przyczynić do rozwoju znacznie wydajniejszych i stabilniejszych systemów. Istnieje szansa, że stopniowo, w wyniku wzrostu świadomości wśród strażaków,

¹ Wynik przeprowadzonej analizy dokumentacji ok. 120 akcji ratowniczo-gaśniczych z terenu całej Polski

zacznie się odwracać tendencja zakupowa w PSP, polegająca na zamawianiu coraz większej liczby bardzo kosztownych samochodów ciężkich, o coraz większych zbiornikach na wodę na korzyść mobilnych i relatywnie znacznie tańszych rozwiązań w postaci przyczep wężowych lub zwijadeł. Symulacja dowożenia powinna przyczynić się do ogólnego wzrostu kultury technicznej, poprzez zwrócenie uwagi na podstawowe elementy techniki pożarniczej znacznie podnoszące skuteczność zaopatrzenia. Ostatecznie wyniki serii eksperymentów mogą stać się powodem do zmian w projektach technicznych pojazdów pożarniczych, ponieważ mimo, iż dowożenie jest podstawowym sposobem realizowania alternatywnego zaopatrzenia wodnego w Polsce, niektóre pojazdy są skrajnie nieprzystosowane do tego celu. Typowym przykładem jest popularna cysterna pożarnicza, która mimo posiadania zbiornika o pojemności 18m³, jest wyposażona jedynie w jedną nasadę zasilającą W-75. W praktyce wyklucza to cysternę z roli samochodu dowożącego wodę, jak również zastępczego zbiornika do magazynowania wody na miejscu akcji.

Przeprowadzone badania, oraz wyniki symulacji z udziałem cysterny, zaprezentowane kadrze kierowniczej niektórych komend miejskich PSP, przyniosło skutek w postaci inwestycji w modernizację cystern, do udziału w systemie dowożenia. Jest to wymierny dowód korzyści płynących z uświadamiającej roli symulacji dowożenia w różnych warunkach. Producent cystern włączył sugerowane zmiany do swoich nowych projektów. Podobny sukces odniosły prezentacje nowych konstrukcji zbiorników przenośnych na stelażu z nalewakami, które były używane do przeprowadzania prób systemu dowożenia. Potwierdziły się w praktyce korzyści płynące z zastosowania tego rozwiązania jako narzędzia podnoszącego znacznie skuteczność dowożenia.

Literatura

1. Adamski A., – *Naliczanie sił i środków – warianty taktyczne*, Skuteczne ratownictwo, praca zbiorowa, Wyd. Verlag Dashöfer Sp. z o.o., Warszawa 2007;
2. Adamski A., – *Plan przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego cz. 1*, Skuteczne ratownictwo, praca zbiorowa, Wyd. Verlag Dashöfer Sp. z o.o., Warszawa 2006;
3. Adamski A., – *Plan przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego cz. 2*, Skuteczne ratownictwo, praca zbiorowa, Wyd. Verlag Dashöfer Sp. z o.o., Warszawa 2007;
4. Adamski A., Król B., *Techniczne aspekty organizacji zaopatrzenia wodnego*, materiały konferencyjne, Tendencje rozwojowe w technikach ratowniczych i wyposażeniu technicznym, Kraków, 2009;
5. Brunacini A., *Fire Command*, NFPA, 2002;
6. Carter H., Murnane L., *Fire fighting strategy and tactics*. Oklahoma, 1998;

7. Essential of firefighting, 4th Ed., IFSTA 1998;
8. Eckman W. F., *The fire department water supply handbook*, Fire Engineering Books & Video, NJ 1994;
9. Fire Service Manual vol.1, Fire Service Technology Equipment and Media, UK, Crown 2001;
10. Richman H., *Engine Company Fireground Operations*, -2ed. NFPA, cop. 1986;
11. Richman H., *Truck Company Fireground Operations*, -2ed. NFPA, cop. 1986.

Recenzenci

bryg. mgr inż. Dariusz Czerwienko

bryg. mgr inż. Tomasz Krasowski