

bryg. mgr inż. **Dariusz CZERWIENKO**¹

bryg. mgr inż. **Adam GONTARZ**²

mgr inż. **Leszek JURECKI**¹

mgr inż. **Ireneusz POGORZELSKI**¹

¹ Zespół Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwożarowych CNBOP-PIB

² Biuro Logistyki KG PSP

POJAZDY POŻARNICZE WCZORAJ I DZIŚ – ROZWÓJ TECHNOLOGII

Fire-fighting vehicles yesterday and today – technology development

Streszczenie

Pojazd pożarniczy to specjalnie przygotowany i oznakowany samochód używany przez jednostki straży pożarnej albo inną jednostkę ochrony przeciwpożarowej do udziału w akcjach ratowniczo-gaśniczych lub innych działaniach ratowniczych (np. akcje ratownicze na wysokości, ratownictwo techniczne, chemiczne).

Wśród pojazdów pożarniczych największą grupę stanowią samochody ratowniczo-gaśnicze. Każda jednostka na swoim wyposażeniu posiada co najmniej jeden samochód tego typu. W większości dużych i średnich miast jednostki interwencyjne posiadają również podnośniki hydrauliczne i/lub drabiny obrotowe. Z uwagi na swoją specyficzną zabudowę mogą być one wykorzystywane do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych na wysokości samodzielnie, lub przy współpracy z pojazdami ratowniczo-gaśniczymi.

W artykule przedstawiono informacje o podwoziach i rodzajach zawieszonych pojazdów pożarniczych, omówiono m.in. stosowane silniki (sposoby redukcji toksycznych składników spalin), rodzaje skrzyń biegów, układy hamulcowe i związane z nimi układy wspomagające pracę kierowcy: ABS, ESP, BAS. Przedstawiono także konstrukcje kabin załogi samochodów ratowniczo-gaśniczych, układy elektroniczne stosowane do przesyłania danych i sterowania pojazdem. Opisano rozwój i współczesne konstrukcje drabin i podnośników hydraulicznych.

W dobie tak wielkiego skoku technologicznego na świecie, również w Polsce możemy obserwować dynamicznie rozwijający się rynek. Dbłość o bezpieczeństwo i niezawodność wymusiła na producentach samochodów specjalnych (m.in. pożarniczych) wprowadzenie nowych rozwiązań konstrukcyjnych. Lawinowo wzrosła ilość nowoczesnych układów elektronicznych, pneumatycznych i hydraulicznych oraz urządzeń automatyki. Ponadto wzrosły też oczekiwania użytkowników, którzy, bardziej świadomi zagrożeń wynikających z charakteru ich pracy, żądają sprzętu najwyższej jakości.

Summary

Fire-fighting vehicle is a specially prepared and marked vehicle used by fire departments or other fire protection unit to participate in rescue and fire fighting actions or other statutory activities (such as rescue at height, technical and chemical rescue).

Among the fire-fighting vehicles the largest group are cars rescue and fire-fighting. Each unit in their inventory has at least one such a car. In most large and medium cities we can meet also hydraulic rescue platforms and/or turntable ladders. Due to its specific buildings they can be used for firefighting and rescue operations at height as vehicles of self or in cooperation with rescue and firefighting vehicles.

The article presents information about the chassis and suspension types of fire fighting vehicles, among others, are discussed engines (ways to reduce toxic exhaust), the types of gear boxes, braking systems, in this their associated systems to support the work of the driver: ABS, ESP, BAS. The crew cab construction, rescue and firefighting vehicles, electronic systems and data transmission control of the vehicle were presented. The article describes the development and present constructions of ladders and hydraulic rescue platforms. In the era of so great a technological leap in the world, including in Poland, we can observe the fast growing market. Caring for the safety and reliability has forced manufacturers of special vehicles (fire fighting) the introduction of new construction solutions. The number of new electronic, pneumatic and hydraulic systems and automation devices rapidly increased. What has also has increased was the expectations of users who begin more aware of the risks arising from the nature of their work, they demand high quality equipment.

Słowa kluczowe: pojazdy pożarnicze, pojazdy ratowniczo-gaśnicze, drabiny mechaniczne, podnośniki hydrauliczne;

Keywords: fire-fighting vehicles, fire-fighting and rescue vehicles, aerial/turntable ladders, hydraulic rescue platforms;

Wstęp

Norma PN-EN 1846-1 dzieli pojazdy pożarnicze w zależności od maksymalnej masy rzeczywistej pojazdu (klasa: lekka, średnia i ciężka) oraz w zależności od zdolności do poruszania się w różnych warunkach terenowych (kategoria: 1-miejska; 2-uterenowiona; 3-terenowa). Ponadto w normie określono typy pojazdów pożarniczych ze względu na ich zastosowanie [21].

Podwozia pojazdów pożarniczych

Straż pożarna dysponuje obecnie wieloma pojazdami pożarniczymi o dużej różnorodności konstrukcji i masach rzeczywistych od 2500 kg do 40000 kg. Budowane są one

na podwoziach pojazdów produkowanych seryjnie, o odpowiednio dobranych zespołach i parametrach lub - rzadziej - na podwoziach specjalnych. Podwozia mogą mieć wzmocnione zawieszenia (resory, amortyzatory), przystosowane do długotrwałego statycznego obciążenia. Jak wiadomo, większość czasu samochody te są w garażach, obciążone masą sprzętu i/lub masą środków gaśniczych. Ważnym elementem, ze względu na wysoko umieszczony środek masy, który w ciężkich samochodach ratowniczo-gaśniczych osiąga nawet 1750 mm, jest odpowiedni dobór sztywności drążków stabilizatorów przechyłów bocznych. Ich mała sztywność powoduje niebezpieczne przechyły poprzeczne pojazdu podczas jazdy, szczególnie po nierównych nawierzchniach i na łuku drogi.

W pojazdach pożarniczych najczęściej stosuje się podwozia dwuosiowe, z napędzanymi kołami tylko tylnej osi (układ 4x2) lub napędzanymi kołami obydwu osi (układ 4x4), o rozstawach osi od 2900 mm do 4550 mm.

W pojazdach dominują głównie niezawodne zawieszenia mechaniczne (resory piórowe, sprężyny, rzadziej drążki skrętne), jednak coraz częściej możemy spotkać również zawieszenia pneumatyczne.

Duży wpływ na komfort jazdy, płynność ruchu w zmiennych warunkach oraz stateczność i kierowność samochodu ma charakterystyka sztywności zawieszenia. Szczególne znaczenie ma to w samochodach ratowniczo-gaśniczych ze zbiornikami środków gaśniczych, których masa rzeczywista zmienia się w bardzo dużym zakresie. Dlatego bardzo korzystne jest tu stosowanie resorów piórowych parabolicznych (na osi tylnej - podwójnych), które oprócz zachowania powyższych warunków, posiadają dodatkowe zalety w stosunku do resorów konwencjonalnych wielopiórowych:

- mniejsza masa własna, nawet o 50%,
- zmniejszenie wysokości zawieszenia, a tym samym i obniżenie wysokości środka masy pojazdu.

Zawieszenia pneumatyczne natomiast szczególnie nadają się do resorowania osi tylnych samochodów pożarniczych kategorii miejskiej, gdyż w znaczący sposób poprawiają komfort jazdy oraz wpływają na zmniejszenie oddziaływań dynamicznych od nawierzchni drogi na nadwozie.

Silniki

W nowych samochodach pożarniczych stosuje się silniki o zapłonie samoczynnym (spełniające rygorystyczne normy emisji spalin), wydzielające wielokrotnie mniej szkodliwych substancji niż silniki poprzednich generacji. Zmianie uległy również maksymalne moce uzyskiwane z porównywalnych pojemności skokowych. Przykładowo, stosowane obecnie w samochodach pożarniczych 16-tonowych silniki Mercedes-Benz o pojemności 6,37 dm³ osiągają moce ok. 210 KW (286 KM) przy 2200 obr/min, natomiast silniki znanych Starów 244 (GBA 2,5/16 typ 005) o pojemności 6,83 dm³ dysponowały mocą 110KW (150 KM) przy dużo większej prędkości obrotowej (2800 obr/min).

Spełnienie obecnej normy czystości spalin Euro 5 wymaga stosowania zabiegów obróbki spalin, obniżających przede wszystkim zawartość tlenków azotu i cząstek stałych w spalinach.

Powszechnie firmy produkujące samochody wykorzystują dwa systemy redukcji związków szkodliwych do poziomu normy Euro 5:

- system selektywnej redukcji katalitycznej SCR - polegający na redukcji tlenków azotu do nietoksycznego azotu i pary wodnej za pomocą wodnego roztworu mocznika (AdBlue) wtryskiwanemu do gorącego strumienia spalin,
- system recyrkulacji gazów wydechowych EGR połączony z wtryskiem paliwa pod wysokim ciśnieniem – polegający na doprowadzeniu spalin do zasysanego przez silnik powietrza, w wyniku czego maleje temperatura spalania, a tym samym następuje spadek zawartości tlenków azotu.

W nowych pojazdach straży pożarnej możemy spotkać obydwa systemy obróbki spalin. Wpływ użytkownika na wybór systemu jest znikomy, gdyż uzależnione jest to od zastosowanego podwozia. Poszczególni producenci podwozi prowadzą własną politykę dostosowywania silników do kolejnych norm Euro i zazwyczaj preferują tylko jeden system.

Praca nowoczesnego silnika jest sterowana elektronicznie poprzez układ EDC (Electronic Diesel Control), który poza obniżeniem emisji toksycznych składników spalin umożliwia również zwiększenie osiągów silnika i zmniejszenie zużycia paliwa.

Układ EDC spełnia dodatkowe funkcje, bardzo ważne w samochodach pożarniczych:

- ochrona silnika przy zimnym rozruchu,
- zmniejszanie dawki paliwa przy zbyt wysokiej temperaturze silnika,
- regulacja prędkości obrotowej silnika przy włączonej przystawce odbioru mocy,
- ograniczenie prędkości maksymalnej samochodu,

- monitorowanie zużycia paliwa.

Skrzynie biegów

Coraz większe uznanie wśród użytkowników samochodów pożarniczych mają półautomatyczne lub automatyczne skrzynie biegów. Przy sterowaniu półautomatycznym kierowca decyduje o wyborze biegu i momencie jego włączenia, natomiast sama czynność włączenia jest wykonywana bez udziału kierowcy.

W skrzyniach automatycznych wszystkie czynności są wykonywane bez udziału kierowcy, a jedynie na skutek zmieniających się oporów jazdy i prędkości samochodu.

Skrzynie automatyczne mają możliwość zmiany przełożenia bez konieczności rozłączenia układu napędowego oraz zapewniają możliwość płynnego ruszania z miejsca. Te zalety powodują, że takie rozwiązania sprawdzają się zwykle w samochodach jeżdżących na krótkich trasach w ruchu miejskim, jak również przeznaczonych do pracy w warunkach terenowych. Samochody pożarnicze jak najbardziej mieszczą się w tych kategoriach.

Układy hamulcowe

Techniczną nowością w układach hamulcowych, która znalazła już zastosowanie w samochodach pożarniczych, jest blokada przeciwdziałająca stoczeniu się pojazdu ze wzniesienia (stosowana m.in. w samochodach Mercedes). Pneumatyczne zawory hamulcowe sterowane w pełni elektronicznie, ułatwiają ruszanie samochodu z miejsca o dowolnym nachyleniu. Po każdym użyciu pedału hamulca w przypadku, gdy samochód pozostaje w miejscu, ciśnienie w układzie hamulcowym zostaje utrzymane przez około jedną sekundę po zwolnieniu pedału. W tym czasie kierowca może bezpiecznie ruszyć z miejsca ze wzniesienia, naciskając pedał przyspieszenia.

Coraz częściej można spotkać samochody ciężarowe wyposażone w hamulce tarczowe, stosowane na osi przedniej i tylnej. Rozwiązania takie pozwalają na skrócenie drogi hamowania w porównaniu z hamulcami bębnowymi oraz wykazują dużą stabilność wartości momentu tarcia podczas długotrwałego hamowania.

Ponadto w celu poprawy bezpieczeństwa jazdy stosuje się szereg rozwiązań konstrukcyjnych sterowanych elektronicznie urządzeń ograniczających poślizg i zarzucanie pojazdu oraz wspomagających pracę kierowcy. Najczęściej występujące układy:

- **układy przeciwblokujące (ABS)**

ABS zapobiega blokowaniu kół, dzięki czemu poprawia panowanie nad samochodem podczas hamowania i omijania przeszkód na śliskiej nawierzchni. Działanie ABS-u polega na cyklicznym - od kilku do kilkunastu razy na sekundę - zwiększaniu i zmniejszaniu ciśnienia w układzie uruchamiającym hamulce, nie doprowadzając do zablokowania kół. Obecnie występują trzy warianty układów ABS: 2-kanalowe, 3-kanalowe i 4-kanalowe. Najbardziej zaawansowane technologicznie i najskuteczniejsze są wariant 4-kanalowe, w których hamulec każdego koła sterowany jest oddzielnie. Takie rozwiązanie zapewnia możliwość bezpiecznego hamowania w najbardziej niekorzystnej sytuacji, gdy współczynniki przyczepności dla każdego koła są inne (oblodzona nawierzchnia, częściowo suchy i mokry asfalt, piasek lub liście na drodze). Do podstawowych zalet ABS-u należy zaliczyć:

- zwiększenie stabilności ruchu pojazdu (nie występuje blokowanie kół),
- ułatwienie ominięcia nagle pojawiającej się przeszkody na drodze,
- optymalizacja drogi hamowania (automatyczny dobór odpowiedniej siły hamowania),
- znaczne odciążenie kierowcy od konieczności wyboru najlepszego rozwiązania podczas awaryjnego hamowania (kierowca pojazdu z ABS-em w sytuacjach krytycznych koncentruje się na obserwacji drogi, a nie na doborze siły nacisku na pedał hamulca),
- zmniejszenie zużycia opon podczas hamowania.

Należy jednak pamiętać, że skuteczność działania układu ABS jest ograniczona. Przede wszystkim nie wolno zbyt intensywnie hamować podczas jazdy po łuku z dużą prędkością. Poza tym należy zawsze zachować bezpieczną odległość od pojazdu z przodu, aby mieć odpowiednio dużo czasu na podjęcie decyzji o hamowaniu i uniknięcie kolizji. Wprawdzie kierowca samochodu z ABS-em może naciskać pedał hamulca z maksymalną siłą, bez ryzyka zablokowania kół, jednak takie poczucie bezpieczeństwa i ryzykowna jazda może być przyczyną powstania kolizji.

- **układy wspomagające działanie kierownicy podczas jazdy po łuku (ESP)**

ESP aktywuje się samoczynnie w momencie wystąpienia poślizgu, np. na łuku drogi, kiedy mamy do czynienia z nadsterownością lub podsterownością pojazdu. Układ ESP działa w oparciu o informacje przekazywane z czujników mierzących m.in. kąt obrotu kierownicy, prędkości obrotowe kół, przyspieszenie poprzeczne samochodu. Poprzez przyhamowanie odpowiedniego koła/kół oraz, dodatkowo, redukcję lub chwilowe zwiększenie momentu napędowego na kołach następuje zmiana sterowności pojazdu.

W efekcie koła odzyskują utraconą przyczepność i samochód nawet na ostrych zakrętach, jadąc z dużą prędkością, zachowuje zadany tor jazdy.

Czas reakcji ESP wynosi około 0,2 s, dlatego najbardziej przydaje się podczas gwałtownych manewrów, gdy na drodze nagle pojawia się przeszkoda. Kierowca często nie jest w stanie zapanować nad pojazdem i uchronić przed zarzuceniem, a w konsekwencji – w przypadku samochodów z wysoko położonym środkiem masy – przed wywróceniem.

- **układy wspomagające proces nagłego hamowania (BAS)**

BAS (określany często w literaturze polskiej jako „asystent” hamowania) przejmuje kontrolę nad procesem gwałtownego hamowania, reagując na podstawie oceny prędkości nacisku na pedał hamulca. W chwili wykrycia gwałtownego hamowania specjalny wzmacniacz wytwarza podwyższone ciśnienie w układzie hamulcowym, przekraczające to, które spowodował kierowca wciskając pedał. Umożliwia to dużo szybsze wykorzystanie całej mocy hamulców oraz wcześniejsze uruchomienie układu ABS i w konsekwencji pozwala na znaczne skrócenie drogi hamowania.

Wadą tego układu jest możliwość włączenia BAS w sytuacji, gdy kierowca chce tylko trochę przyhamować i szybko naciśnie na pedał hamulca. Układ może to odczytać jako hamowanie awaryjne.

Konstrukcje kabin

Kabiny samochodów pożarniczych wykonywane są głównie w wersji wagonowej „krótkiej” (z silnikiem umieszczonym pod kabiną), 3-osobowej lub w wersji brygadowej wielomiejscowej (zazwyczaj 6-osobowej).

Obecnie stosowana jest unifikacja kabin, polegająca na stosowaniu jednego typu kabin załogowych dla samochodów budowanych w różnych klasach. Daje to wymierne korzyści w postaci obniżenia kosztów produkcji, kosztów ewentualnych napraw oraz kosztów badań.

W konstrukcji zawieszzeń kabin załogowych są stosowane nowe elementy w postaci sprężyn pneumatycznych, zastępujących sprężyny śrubowe. Konstrukcje takie umożliwiają regulację położenia kabiny w czasie jazdy, zabezpieczającą przed nadmiernymi bocznymi przechyłami kabiny podczas jazdy po łuku oraz kołysaniem wzdłużnym.

Duży postęp nastąpił również w dziedzinie ergonomii. Wiele uwagi projektanci poświęcają rozplanowaniu tablicy rozdzielczej, aby wszystkie przyrządy kontrolne w kabinie były dobrze widoczne z miejsca kierowcy, natomiast wszystkie urządzenia sterownicze znajdowały się w zasięgu ręki. W kabinach załogowych stosowane są czasem ruchome stopnie wejściowe, rozkładające się automatycznie po otwarciu drzwi. Takie rozwiązanie ułatwia wychodzenie z kabiny i poprawia bezpieczeństwo, gdyż stopnie są bardziej wysunięte na zewnątrz obrysu kabiny i bardziej widoczne. Za stopniami można zamontować osprzęt podwozia lub akumulatory.

Wadą takiego rozwiązania jest, jak na razie, duża ich awaryjność, polegająca na zacinaleniu się w pozycji otwartej lub zamkniętej. Konstrukcja umożliwia w tym przypadku awaryjne (ręczne) otwarcie/złożenie.

Zabudowa samochodów ratowniczo-gaśniczych

Zabudowa pożarnicza posiada konstrukcję zamkniętą, podzieloną na przedziały sprzętowe zamykane zazwyczaj drzwiami żaluzjowymi.

Samochody pożarnicze, ze względu na przeznaczenie oraz wysokie koszty zakupu, powinny charakteryzować się niezawodnością i trwałością. Dlatego do budowy nadwozi stosuje się obecnie materiały konstrukcyjne odporne na korozję o wysokich parametrach wytrzymałościowych. Powszechnie mają zastosowanie następujące grupy materiałów:

- stale nierdzewne, z których wykonuje się struktury nośne nadwozi (szkielety), elementy układu wodnego oraz wodno-pianowego oraz zbiorniki na środki gaśnicze,
- stopy aluminium, stosowane na poszycia zewnętrzne i wewnętrzne nadwozi, elementy mocujące sprzęt, drabinki, stopnie, barierki na dachu,
- tworzywa sztuczne, wykorzystywane do konstrukcji zbiorników na środki gaśnicze, a w ostatnich latach stosowane również na całe zabudowy (nadwozia kompozytowe), łącznie ze zintegrowanymi w jedną całość zbiornikami. Podstawowe zalety stosowania tworzyw sztucznych to: zwiększenie trwałości wyrobu (wyeliminowanie zjawiska korozji), zmniejszenie masy własnej pojazdu i zwiększenie ładowności.

Poza wspomnianymi obszarami wprowadzania nowych konstrukcji należy również wspomnieć o nowych sposobach i technikach gaszenia pożarów za pomocą urządzeń montowanych w samochodach ratowniczo-gaśniczych. Przykładem może być tu system wytwarzania piany sprężonej (CAFS), który posiada wyższą skuteczność gaszenia pożarów i wpływa na zmniejszenie zużycia wody w stosunku do standardowych technik gaszenia. Obecnie w Polsce eksploatuje się już kilkadziesiąt urządzeń typu CAFS.

Elektronika i przesyłanie danych w pojazdach

Największy postęp dokonuje się od wielu lat w obszarze automatyzacji i systemach elektronicznych. W latach dziewięćdziesiątych XX wieku nastąpił dynamiczny rozwój komputerów pokładowych, wyposażonych w odpowiednie oprogramowanie umożliwiające sterowanie i diagnostykę podzespołów i urządzeń. Układy elektryczne zastępują już wiele połączeń mechanicznych stosowanych pomiędzy elementami sterującymi (układu kierowniczego, sterowania pracą skrzyni biegów, sterowania dawkowaniem paliwa) i elementami wykonawczymi.

W wielu przypadkach wyposażenie pożarnicze zamontowane w samochodach nadzorowane jest przez komputer, a jego obsługa jest często w pełni zautomatyzowana.

Poprawa komfortu oraz bezpieczeństwa eksploatacji pojazdów, realizowana intensywnie od początku lat 90., wymagała wprowadzenia intensywnej elektronizacji komunikacji wewnętrznej pojazdu zawierającego wiele urządzeń, czego efektem była rozgałęziona płatanina kabli. Opracowanie magistrali CAN pozwoliło na komunikację między wszystkimi pokładowymi urządzeniami sterującymi podwozia oraz – coraz częściej elementami dodatkowymi znajdującymi się w samochodach pożarniczych (np. sygnał cofania, oświetlenie, przystawka odbioru mocy), przy znacznej redukcji połączeń elektrycznych. Przykładowo, jeden przełącznik steruje siedmioma różnymi funkcjami, a dochodzą do niego tylko trzy przewody: plus, masa i sygnał danych.

CAN działa na zasadzie rozsiewczej (ang. *broadcasting*) bez wyodrębnionej jednostki nadrzędnej, co oznacza, że informacje są w danej chwili wysyłane przez jedno urządzenie, a pozostałe mogą je tylko odbierać. Ponieważ wszystkie przesyłane pakiety zawierają

identyfikator adresata, każdy z odbiorników wie czy dana informacja jest przeznaczona dla niego. Zaletą tego rozwiązania jest duża odporność na zakłócenia, niezawodność, możliwość samodiagnozy urządzeń i odczytu danych, niski koszt wykonania, możliwość standaryzacji.

Generacje drabin

Pierwsze drabiny powstały w drugiej połowie XIX w., czyli w okresie wielkiego rozwoju gospodarczego. Duży postęp naukowy, powstanie i rozwój fabryk, przyczyniły się do potrzeby budowania wielopiętrowych domów mieszkalnych dla robotników ściągających ze wsi do miast. Pierwsze drabiny to proste drewniane konstrukcje (jednomodułowe), zamontowane na wózku z pojedynczą osią. Do akcji ciągnięte były przez strażaków. Ze względu na materiał konstrukcyjny i słabe parametry, nie czyniły pracy strażaka łatwiejszą i bezpieczniejszą, choć były wielkim krokiem naprzód w rozwoju techniki ochrony przeciwpożarowej. Postęp gospodarczy, o którym wspomnieliśmy, przyczynił się do szybkiego rozwoju konstrukcji drabin. Kolejne generacje to urządzenia montowane na podwoziach dwuosiowych, ciągniętych przez konie. Pozwoliło to na skrócenie czasu dotarcia do akcji, ale wciąż nie rozwiązywało problemów z parametrami wysokościowymi i palnością materiału z jakiego wykonana była drabina. Dopiero pierwsza połowa XX wieku była prawdziwym przełomem w rozwoju konstrukcji drabin. Nowo powstałe urządzenia, montowane na podwoziach samojezdnych, wyposażano w silnik – najpierw parowy, później – diesla, a drewno wyparte zostało przez metal, który jest materiałem cięższym, ale zdecydowanie bardziej wytrzymałym. Drabiny jednomodułowe zostały wyparte drabinami wielomodułowymi. Rozpoczęła się nowa era drabin.



Ryc. 1. Drabina Metz z 1937 roku o wysokości 100 ft (30,5 m) [1].
Fig. 1. Metz Ladder from 1937 with a height of 100 ft (30,5 m) [1].



Ryc. 2. Drabina Magirus z 1924 roku o wysokości 20 m, znajdująca się w Muzeum Techniki w Zagrzebiu w Chorwacji [2].

Fig. 2. Magirus ladder from 1924 with a height of 20 m, located in the Technical Museum in Zagreb, Croatia [2].

Wraz z pojawieniem się nowych możliwości, jakie dawała konstrukcja stalowa wielomodułowa drabin zamontowanych na podwoziach samojezdnych, przed konstruktorami pojawił się kolejny problem – bezpieczeństwo użytkownika. Jak wie każdy konstruktor-mechanik, większy wysięg takiego urządzenia to większy moment wywracający.

Współczesne konstrukcje drabin

Z pomocą ponownie przyszła nauka i przeznaczenie znacznych środków finansowych na rozwój gospodarki. Konstruktorzy prześcigali się w nowoczesnych (jak na tamte czasy) technologiach zabezpieczeń mechanicznych drabin, chroniących przed przeciążeniem i utratą stateczności. Dopiero w latach 80. XX wieku z pomocą przyszła elektronika i pojawiła się wtedy pierwsza kontrolowana przez komputer drabina. Zastosowanie sterowania mikroprocesorowego otworzyło zupełnie nowy rozdział w technologii wytwarzania i bezpieczeństwie użytkownika drabin.

W dzisiejszych czasach, kiedy nie wyobrażamy sobie codziennego życia bez elektroniki czy mechatroniki, drabiny bardzo się zmieniły i nie przypominają już w niczym pierwszych urządzeń sprzed lat. Konstruktorzy zostali wyposażeni w zaawansowane metody obliczeniowe i narzędzia elektroniczne (oprogramowanie), pozwalające wybrać właściwe materiały, a sam proces wytwarzania w dużej części przebiega przy pomocy komputerów i sterowników mikroprocesorowych. Zmienił się zarówno sposób projektowania i wytwarzania drabin, jak i sama konstrukcja tych urządzeń. Stały się one bardziej bezpieczne zarówno w czasie prowadzenia akcji, jak i dojazdu do miejsca zdarzenia oraz powrotu do jednostki. Obsługa stała się prostsza – operator drabiny jest mniej obciążony, a jego zadanie obecnie polega

praktycznie wyłącznie na obserwowaniu i reagowaniu na potrzeby ratowników w miejscu prowadzonych działań ratowniczych. Resztą zajmuje się wyspecjalizowana jednostka sterująca. Jej zadaniem jest monitorowanie stateczności, obciążenia, warunków atmosferycznych, parametrów przeciążeniowych i, w razie zbliżania się czy osiągnięcia skrajnych wartości (jeszcze bezpiecznych dla użytkownika), informowania operatora o zaistniałej sytuacji z równoczesnym blokowaniem ruchów niedozwolonych.

W zasadzie można powiedzieć, że dzisiejszą drabinę obrotową jest w stanie bezpiecznie obsługiwać dowolna osoba, nie mająca specjalistycznej wiedzy na jej temat. Oczywiście jest to niedopuszczalne, gdyż producenci zastrzegają, że ich urządzenia mogą obsługiwać tylko i wyłącznie osoby przeszkolone, mające odpowiednie predyspozycje i uprawnienia.

Powoli standardem staje się system wykrywania błędów i diagnostyki, który za pomocą sieci GSM i systemu GPS informuje producenta, w jego głównej siedzibie, o miejscu użytkownika urządzenia i rodzaju występującej awarii z jednoczesnym wskazaniem układów wymagających naprawy bądź wymiany.

Dzięki nowoczesnej technice zmieniły się również materiały stosowane do budowy drabin. Obecnie do ich produkcji używa się lekkich materiałów konstrukcyjnych, takich jak stopy metali, aluminium czy kompozyty, nad którymi badania i wypracowana dzięki nim lepsza jakość pozwoliły na osiąganie wytrzymałości większej niż ta, którą miała stal jeszcze 100 lat temu. Takie odciążenie konstrukcji pozwala na budowanie drabin o większej wysokości roboczej i większym wysięgu bocznym. Ponadto stają się one bezpieczniejsze w czasie transportu, gdyż duży wpływ na stateczność w czasie jazdy ma wysokość środka masy całego pojazdu. Ten środek masy zależy w największej mierze od umiejscowienia i ciężaru obrotnicy oraz zestawu przęseł drabiny. Im ciężar mniejszy, tym środek masy znajduje się niżej, dzięki czemu konstrukcja jest bezpieczniejsza.

Przykłady współczesnych drabin

Przykładem nowej myśli technicznej drabin obrotowych są drabiny firmy Iveco Magirus i Metz Aerials.

Drabinę firmy Iveco Magirus typ M32 L-AS zabudowano na podwoziu IVECO MAGIRUS Euro Cargo 160 E 30 4x2 Zastosowano w nim kabinę z układem miejsc 1+2. Za kabiną znajduje się platforma z obrotnicą na której zainstalowano drabinę o wysokości ratowniczej 31 m. Jest to drabina z łamanym, pojedynczo wysuwającym, pierwszym przęsłem,

które w istotny sposób zwiększa możliwości taktyczne straży pożarnej. Wszystkie ruchy drabiny są rozpoznawane przez komputer i stabilizowane przez hydrauliczne wysterowanie ruchów przeciwnych. Jest to tzw. system tłumienia drgań Magirus CS. Szczególnie jest on przydatny w czasie porywistego wiatru lub podczas zmiany obciążeń np. gdy ktoś gwałtownie pojawi się w koszu. Bezpośrednio wpływa to na poziom bezpieczeństwa, oraz podnosi żywotność drabiny. Ponadto w drabinie zastosowano system pracy z pamięcią, który pozwala na powtarzanie ruchów. System wyraźnie odciąża operatora drabiny w czasie prowadzenia akcji, a także zwiększa bezpieczeństwo akcji i w wyraźny sposób niweluje tzw. czynnik ludzki, czyli możliwość popełnienia błędu przez operatora.

Dane techniczne drabiny SD31 typ M32 L-AS [3]:

- podwozie: IVECO MAGIRUS Euro Cargo 160 E 30 4x2 z silnikiem o mocy 300 KM, norma emisji spalin Euro 5,
- układ jezdny: 4x2 lub 4x4,
- liczba miejsc w kabinie: 1+2,
- nadwozie: zabudowy specjalna produkcji Iveco Magirus,
- wysokość ratownicza: 31 m,
- wsięgi poziomy: 24,9 m (bez kosza) / 19,2 m. (z zamontowanym koszem 3 osobowym typu RC300),
- praca poniżej poziomu gruntu: 8 m,
- napęd ruchów roboczych zabudowy: hydrauliczny,
- układ poziomowania kosza: hydrauliczny,
- wyposażenie podstawowe:
 - kosz o udźwigu 300 kg (RC300) lub 400 kg (RC400),
 - działko wodno-pianowe zamontowane w koszu o wydajności 2500 l/min,
 - interkom pomiędzy stanowiskami sterowania (w koszu i na obrotnicy).



Ryc. 3. Drabina Iveco Magirus SD31 typ M32 L-AS na podwoziu IVECO MAGIRUS Euro Cargo 160 E 30 4x2, fot. Iveco Magirus.

Fig. 3. Iveco Magirus ladder SD31 M32 type L-AS on the chassis IVECO MAGIRUS Euro Cargo 160 E 30 4x2, fot. Iveco Magirus.

Drabinę firmy Metz model L39 zabudowano na podwoziu Mercedes-Benz Atego 976.X7 1529 (4x2) z kabiną w układzie miejsc 1+1+1. Zabudowa składa się z pięcioprzęsłowej drabiny o wysokości ratowniczej 37 m zakończonej koszem o dopuszczalnej ładowności 270 kg.

Dane techniczne drabiny SD37 typ L39 na podwoziu Mercedes-Benz [4]:

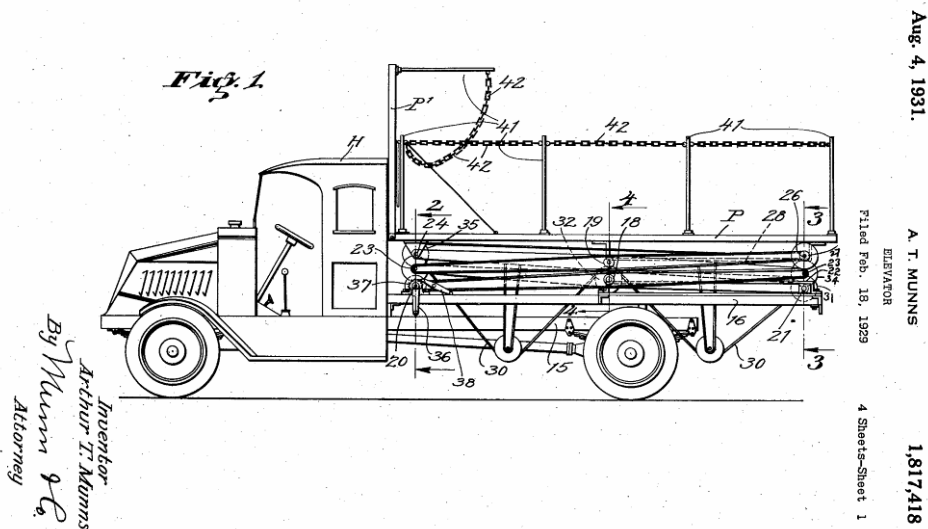
- podwozie: Mercedes-Benz Atego 1529 z silnikiem o mocy 286 KM,
- układ jezdny: 4x2,
- liczba miejsc w kabinie: 1+1+1,
- masa całkowita: ok. 9000 kg,
- nadwozie: zabudowy specjalna produkcji Metz Aerials,
- wysokość ratownicza: 37 m,
- kosz o udźwigu 270 kg,
- napęd ruchów roboczych zabudowy: hydrauliczny,
- układ poziomowania kosza: hydrauliczny.



Ryc. 4. Drabina Metz L39, fot. Metz Aerial.
Fig. 4. Metz ladder L39, photo: Metz Aerial.

Podnośniki hydrauliczne - rozwój

Inaczej wygląda historia rozwoju konstrukcji podnośników hydraulicznych. Ich powstanie jest ściśle związane z rozwojem pojazdów napędzanych silnikiem spalinowym oraz układów hydraulicznych. Protoplastą dzisiejszych podnośników były windy mechaniczne montowane na podwoziach samojezdnych, napędzanych silnikiem spalinowym. Służyły one przede wszystkim do podnoszenia ładunków np. na lotniskach przy załadunku samolotów. Przykładem takiego urządzenia jest opatentowana w 1931 roku, a powstała w roku 1929 winda na podwoziu samochodowym konstrukcji Artura T. Munnsa.



Ryc. 5. Opatentowana konstrukcja windy na podwoziu samojezdnym autorstwa Artura T. Munnsa [5].

Fig. 5. Construction of the elevator on the self-propelled chassis patented by Arthur T. Munns [5].

Kolejnym etapem rozwoju tych konstrukcji było zastosowanie napędu pneumatycznego mechanizmu podnoszenia oraz dostosowanie urządzenia do możliwości podnoszenia ludzi. Wadą tych rozwiązań było to, że podnosiły one ładunki i ludzi wyłącznie w pionie. Ponadto w układach pneumatycznych nie było możliwości sterowania płynnego, ruchy były szarpane. Nieznaczną poprawę komfortu zapewniły rozwiązania hydrauliczne. Podnośniki z tamtych czasów nie były zupełnie brane pod uwagę w zastosowaniach ratowniczo-gaśniczych ze względu na ich małą przydatność w działaniach operacyjno-taktycznych.

Dopiero pod koniec lat sześćdziesiątych wyprodukowano pierwsze maszyny wyglądem przypominające współczesne urządzenia. Były to konstrukcje przegubowe z napędem hydraulicznym mechanizmu podnoszenia i obrotu wysięgnika. Ze względu na możliwość podnoszenia nie tylko w pionie, ale uzyskiwania również zasięgu bocznego, zaczęto wykorzystywać je w działaniach ratowniczo-gaśniczych do ewakuacji ludzi z zagrożonych obiektów. W Polsce możemy jeszcze spotkać konstrukcje z lat 70. Są to przede wszystkim wyroby rodzimej produkcji – Fabryki Maszyn „Bumar-Koszalin”. Przykładem może tu być podnośnik hydrauliczny PM18P, który od roku 1975 zaczął trafiać do jednostek ratowniczo – gaśniczych. Zastosowano tu dwuramienny wysięgnik, sterowany hydraulicznie o wysokości ratowniczej 18 m. Wzdłuż ramion podnośnika poprowadzono układ wodny (tzw. suchy pion) doprowadzający środki gaśnicze do działka wodno-pianowego umieszczonego w koszu. Samochód wyposażono w cztery podpory rozkładane hydraulicznie. Pojazdy tego

typu stały się standardowymi podnośnikami używanymi przez krajowe jednostki operacyjne straży.

Konstrukcje te przetrwały do dzisiaj i to zarówno w wersji oryginalnej, jak i po modernizacjach (nowe podwozia, remont kapitalny zabudowy). Możemy je dość często spotkać w jednostkach Ochotniczych Straży Pożarnych, a nierzadko również w jednostkach Państwowej Straży Pożarnej.

Podnośniki hydrauliczne współcześnie

Nowoczesne konstrukcje różnią się zdecydowanie od tych sprzed lat. Rozwój techniki i nauki, tak jak w przypadku drabin obrotowych, również i tu wprowadził zupełnie nową jakość.

W zmianach konstrukcyjnych duży nacisk położono na ergonomię i bezpieczeństwo w podnośnikach. Najważniejsze z nich to:

- wprowadzanie nowych systemów elektronicznego sterowania pracą wysięgnika i podpór,
- monitorowanie całego procesu pracy,
- wprowadzanie nowoczesnych metod dopasowywania zakresu pola pracy w zależności od obciążenia kosza i szerokości rozstawu podpór,
- stosowanie coraz nowocześniejszych podwozi z dużą dynamiką jazdy oraz zwrotnością, a przy tym spełniające najnowsze normy emisji spalin (obecnym standardem jest Euro 5).

Przykładem nowej konstrukcji mogą być podnośniki hydrauliczne firmy Bronto Skylift oraz Bumar-Koszalin.

Model F32 TLK firmy Bronto zabudowano na podwoziu Scania P360 (4x2). Zastosowano w nim kabinę dwumiejscową typu CP19 (low entry) z układem miejsc 1+1. Za kabiną znajduje się platforma na której zainstalowano podnośnik o wysokości ratowniczej 30 m. Zastosowano tu dwuramienny wysięgnik teleskopowy o konstrukcji metalowej, sterowany hydraulicznie. Wzdłuż ramion podnośnika poprowadzono układ wodny (tzw. suchy pion) doprowadzający środki gaśnicze do działka wodno-pianowego umieszczonego w koszu. Po prawej stronie ramion podnośnika zainstalowana jest drabina ratownicza. Podobnie jak w przypadku drabin przy bezruchu pompa hydrauliczna pracuje przy minimalnym wydatku.

W momencie uruchomienia któregokolwiek z ruchów podnośnika zawory sterujące automatycznie podnoszą ciśnienie do z góry ustalonego poziomu oraz zwiększają wydatek dla zapewnienia wymaganej dla danego ruchu ilości oleju. Samochód wyposażono w cztery podpory rozkładane hydraulicznie typu H. Firma Bronto Skylift wyposaża swoje podnośniki w system sterowania BRONTO 3+, który pozwala na intuicyjną obsługę urządzenia i wykonywanie czterech operacji ruchowych jednocześnie. Niezależnie od miejsca sterowania podnośnikiem z kosza lub siedziska znajdującego się przy obrotnicy, pojazd wyposażony został w układ precyzyjnego i proporcjonalnego sterowania wszystkimi ruchami wysięgnika umożliwiający płynne i bezpieczne przemieszczanie kosza z ratownikami, wybór prędkości pracy, a także funkcję zapamiętywania drogi ewakuacji od podłoża do miejsca na wysokości i funkcję śledzenia odległości od przeszkody umożliwiającą poruszanie się kosza idealnie w pionie wzdłuż ścian budynków.

Wszystkie komunikaty i funkcje pracy podnośnika widoczne są na ciekłokrystalicznych kolorowych i podświetlanych wyświetlaczach.

Ponadto wyposażony jest on również w system radiowego sterowania, umożliwiającą pełną obsługę urządzenia z dużej odległości, co pozwala na prowadzenie akcji bez narażania zdrowia i życia kierowcy-operatora oraz system wykrywania błędów i diagnostyki (Bronto TeleControl), który odbywa się drogą telemetrii GSM poprzez wmontowany moduł z kartą SIM z centralnym monitoringiem u producenta w Tampere.

Dane techniczne podnośnika hydraulicznego SH30 typ F32TLK na podwoziu Scania P360 (4x2) [7]:

- podwozie: Scania P360 z silnikiem o mocy 360 KM, norma emisji spalin Euro 5 bez dodatkowego płynu – mocznika (Ad Blue),
- zawieszenie: pneumatyczne,
- układ jezdny: 4x2,
- liczba miejsc w kabinie: 1+1,
- typowy ciężar pojazdu (zależny od wyposażenia): ok. 17000 kg,
- nadwozie: zabudowy specjalna produkcji Bronto Skylift,
- wysokość ratownicza: 30 m,

- wysięg poziomy: 25 m,
- praca poniżej poziomu gruntu: 5,5 m,
- czas sprawiania: 80 ÷ 100 sek.,
- napęd ruchów roboczych zabudowy: hydrauliczne,
- układ poziomowania kosza: przekładnia planetarna,
- wyposażenie podstawowe:
 - kosz o udźwigu 500 kg (5 osób),
 - działko wodno-pianowe zamontowane w koszu o wydajności 2500 l/min z układem elektrycznego zdalnego sterowania,
 - kurtyna wodna uruchamiana automatycznie lub manualnie,
 - generator prądowórczy,
 - interkom pomiędzy stanowiskami sterowania
 - system awaryjnego zasilania układu hydraulicznego z akumulatora pojazdu (24V).



Ryc. 6. Podnośnik hydrauliczny SHD30 typ F32TLK na podwoziu Scania P360 (4x2) w czasie badań w CNBOP-PIB 2011 r., fot. Dariusz Czerwienko CNBOP-PIB.

Fig. 6. Hydraulic rescue platform SHD30 type F32TLK on the chassis Scania P360 (4x2) during the tests in CNBOP-PIB in 2011, photo: Dariusz Czerwienko CNBOP-PIB.

Podnośnik hydrauliczny typu PMT-32D z Fabryki Maszyn „Bumar-Koszalin” zabudowano na podwoziu Volvo FL 4XR3 (4x2). Zastosowano w nim kabinę trzymiejscową z układem miejsc 1+2. Za kabiną zamontowano platformę z umiejscowioną w jej tylnej części obrotnicą, do której zamocowano układ czterech wysięgników rozsuwanych teleskopowo. Do ostatniego przęsła przegubowo zamocowano wysięgnik manewrowy. Wzdłuż ramion podnośnika poprowadzono układ wodny (tzw. suchy pion) doprowadzający środki gaśnicze do działka wodno-pianowego umieszczonego w koszu. Po prawej stronie ramion podnośnika zainstalowana jest drabina ratownicza. Samochód wyposażono w cztery podpory rozkładane hydraulicznie typu H.

Dane techniczne podnośnika hydraulicznego SHD31 typ PMT-32D na podwoziu Volvo FL 4XR3 (4x2) [6]:

- podwozie: Volvo FL 4XR3 z silnikiem o mocy 280 KM,
- zawieszenie: mechaniczne,
- układ jezdny: 4x2,
- liczba miejsc w kabinie: 1+2,
- masa pojazdu: ok. 16500 kg,
- maksymalna prędkość jazdy: 90 km/h,
- nadwozie: zabudowy specjalna produkcji Bumar-Koszalin,
- wysokość ratownicza: 31 m,
- wysięg poziomy: 16 m,
- praca poniżej poziomu gruntu: ok. 3 m,
- czas sprawiania: poniżej 140 sek.,
- napęd ruchów roboczych zabudowy: hydrauliczne,
- układ poziomowania kosza: hydrauliczne,
- wyposażenie podstawowe:
 - kosz o udźwigu 325 kg,
 - interkom pomiędzy stanowiskami sterowania.



Ryc. 7. Podnośnik hydrauliczny SHD31 typ PMT-32D na podwoziu Volvo FL 4XR3 (4x2),
fot. BUMAR-KOSZALIN.

Fig. 7. Hydraulic rescue platform SHD31 type PMT-32D on the chassis Volvo FL 4XR3
(4x2), photo: BUMAR-KOSZALIN.

Podsumowanie

Stosowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych w podwoziach samochodów i ich układach napędowych ma na celu przede wszystkim podniesienie bezpieczeństwa czynnego oraz zwiększenie trwałości samochodu. Stosowane powszechnie układy elektryczne i elektroniczne charakteryzują się obecnie stosunkowo dużą awaryjnością. Spowodowane jest to znacznym skomplikowaniem konstrukcji (często w jednym pojeździe znajduje się kilka komputerów) oraz wciąż niedostosowaniem ich do rzeczywistych – i jednak – nietypowych warunków pracy samochodu pożarniczego. Samochody z takimi układami wymagają profesjonalnej obsługi i dbałości o sprzęt. Zabezpieczeniem na wypadek wystąpienia awarii jest w wielu przypadkach pozostawiona przez konstruktorów możliwość awaryjnego działania i sterowania. Komputery posiadają również tryb pracy awaryjnej, na wypadek gdyby zawiodło któreś ogniwo systemu, np. czujnik.

Nowe materiały i technologie stosowane do produkcji elementów nośnych podwozi, poza zwiększeniem trwałości i niezawodności, pozwalają na ograniczenie masy własnej pojazdu, a tym samym zwiększenie ładowności, która może być wykorzystana do zamontowania dodatkowego wyposażenia lub zwiększenia pojemności zbiorników na środki gaśnicze.

Stosowanie „modułowości” konstrukcji (np. skręcane dzielone ramy) i ograniczenie ilości elementów upraszcza wymianę uszkodzonych lub zużytych podzespołów oraz obniża koszt produkcji i naprawy. Z uwagi na powyższe należy dążyć do ograniczenia ilości typów i odmian podwozi stosowanych do zabudowy pojazdów pożarniczych. Specyfika warunków pracy samochodów pożarniczych znacznie odbiega od standardowego użytkowania pojazdu ciężarowego, dlatego należy zdawać sobie sprawę z tego, że najbardziej nowoczesne podwozia mogą sprawiać wiele problemów podczas ich eksploatacji.

Mówiąc o nowoczesnych technologiach w PSP należy wspomnieć o mało jeszcze znanych i rozpowszechnionych w Polsce wielofunkcyjnych pojazdach podnoszących z układem wodno-pianowym. Takie rozwiązanie stosowane jest już od kilkunastu lat na zachodzie Europy i w krajach azjatyckich. Naszym zdaniem, wprowadzenie takich pojazdów było rewolucją w podejściu do rozwoju konstrukcji tego typu samochodów oraz rozszerzeniem możliwości operacyjno-taktycznych pojazdu. Przykładem może być specjalny wielofunkcyjny pojazd typu Multistar 2 na podwoziu Iveco Magirus FF 180 E 30 (4x2).



Ryc. 8. Specjalny wielofunkcyjny pojazd samochodowy typu Multistar 2 na podwoziu Iveco Magirus FF 180 E 30 (4x2), fot. Iveco Magirus.

Fig. 8. A special type of multi-purpose motor vehicle Multistar 2 on the chassis Iveco Magirus FF 180 E 30 (4x2), photo: Iveco Magirus.

Pojazd zbudowano na podwoziu Iveco Magirus FF 180 E 30 z kabiną jednoczęściową, czterodrzwiową, sześciomiejscową w układzie 1+1+4, odchylaną ręcznie. Za kabiną na ramie podwozia znajduje się zabudowa typowa dla pojazdu ratowniczo-gaśniczego z tą różnicą, że dodatkowo wbudowano w nią podnośnik hydrauliczny z koszem. W pojeździe zastosowano pompę niskociśnieniową klasy A16/8 oraz zamontowano zbiornik na wodę o pojemności 1500l ze zbiornikiem środka pianotwórczego. W układzie przewidziano linię szybkiego natarcia niskociśnieniową zakończoną prądownicą o wydajności do 400 l/min. Wzdłuż zamontowanego wysięgnika podnośnika hydraulicznego zamontowano tzw. suchy pion zakończony w koszu działkiem wodno-pianowym o wydajności 1200 l/min. Zastosowany układ podnoszenia to wysięgnik teleskopowy o wysokości ratowniczej 28,5 m i wysięgu bocznym 16 m z możliwością pracy w zakresie kątów ujemnych. Na końcu wysięgnika znajduje się kosz o udźwigu 300 kg. We wspomnianym pojeździe zamontowano sześciopunktowy układ podparcia do pracy podnośnikiem, co niewątpliwie zwiększa bezpieczeństwo i zasięg pola pracy urządzenia [3].

Ciekawym rozwiązaniem wydają się zastosowanie do działań ratowniczo-gaśniczych wysięgników zamontowanych na przyczepach. Szczególne zastosowanie mają one w miejscach trudnodostępnych. Niewielkie wymiary, możliwość sterowania za pomocą różnych źródeł zasilania (np. 230/400V), możliwość podawania strumieni gaśniczych z kosza, niewielki koszt w stosunku do wysięgników zamontowanych na podwoziach samochodowych oraz inne możliwości tego typu urządzenia, gwarantują skuteczne działanie. Wyrób ten nie był dotychczas stosowany na szeroką skalę. W dobie deficytu ilościowego strażaków w jednostkach PSP wydaje się ciekawe wprowadzenie takiego rozwiązania na szerszą skalę.

Wprowadzenie nowych rozwiązań wiąże się z kosztami, dużym wysiłkiem konstruktorów i producentów opisywanych pojazdów. Ale uważamy, że należałoby wprowadzać nie tylko rozwiązania związane z rozwojem myśli elektronicznej, ale także rozwiązania zwiększające możliwości operacyjno-taktyczne podczas prowadzonych działań i jednocześnie zwiększające bezpieczeństwo i ergonomię.

Rozwój konstrukcji oraz oczekiwania w stosunku do tych wyrobów powinny płynąć od użytkowników. Warto rozważyć możliwość przeprowadzenia ankiety wśród użytkowników tych urządzeń oraz służb operacyjnych, z pytaniem o oczekiwania dotyczące rozwiązań konstrukcyjnych, wprowadzania nowych urządzeń rozszerzających ich funkcjonowanie i zastosowanie. Jako użytkownicy tego typu sprzętu mamy prawo żądać od producentów rozwiązań przez nas wymaganych. Z pewnością pojazdy pożarnicze posiadają jeszcze wiele nieodkrytych możliwości.

Literatura:

1. <http://www.firehouse.com>;
2. <http://www.firegeezzer.com>;
3. Materiały informacyjne *Fire Max Sp. z o.o.* Warszawa;
4. Materiały informacyjne *STEO Sp. z o.o.* Warszawa;
5. Patent nr US1817418 - <http://www.prior-ip.com>;
6. Materiały informacyjne *Fabryki Maszyn Bumar-Koszalin S.A.*;
7. Materiały informacyjne *Finnservis-Bis Konstancin*;
8. Zajac M., *Układy przeniesienia napędu samochodów ciężarowych i autobusów*, WKŁ, Warszawa 2003;

9. *Rozporządzenie Ministrów: Spraw Wewnętrznych i Administracji, Obrony Narodowej, Finansów oraz Sprawiedliwości z dnia 2 sierpnia 2011 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów specjalnych i pojazdów używanych do celów specjalnych Policji, Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Agencji Wywiadu, Służby Kontrwywiadu Wojskowego, Służby Wywiadu Wojskowego, Centralnego Biura Antykorupcyjnego, Straży Granicznej, kontroli skarbowej, Służby Celnej, Służby Więziennej i straży pożarnej* (Dz. U. Nr 165 2011 r., poz. 992);
10. Gontarz A., *Stateczność ruchu samochodów pożarniczych*, [w:] Przegląd Pożarniczy, nr 5/09;
11. Wicher J., *Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego*, WKŁ, Warszawa 2004;
12. Arczyński S., *Mechanika ruchu samochodu*, WNT, Warszawa 1993;
13. Prochowski L., *Mechanika ruchu*, WKŁ, Warszawa 2005;
14. Prochowski L., Żuchowski A., *Samochody ciężarowe i autobusy*, WKŁ, Warszawa 2006;
15. Pisarek M., *Historia motoryzacji w pożarnictwie*, [w:] W akcji, nr 3/09;
16. SeaTac City Fire Department Text Book Aerial Operation Revised 09-01;
17. *Ladder company operations: use of aerial ladders, firefighting procedures volume 3, BOOK 2*, March 15, 1997;
18. Sawodny O., Aschemann H., Bulach A. *Mechatronical designed control of fire-rescue turntable-ladders as flexible link robots*, Department of Measurement, Control, and Microtechnology University of Ulm, D-89069 Ulm, Germany, 15th Triennial World Congress, Barcelona, Spain 2002;
19. Frątczak P., *Wszędobyłska drabina*, [w:] Ciężarówki, nr 11/2008, s. 44-46;
20. *Festiwal nowości* [w:] Magazyn Fire-Max, nr 1/2010, s. 4-7;
21. PN-EN 1846-1 Samochody pożarnicze – podział i oznaczenie;

bryg. mgr inż. **Dariusz CZERWIENKO** w 1989 roku ukończył studia w Szkole Głównej Służby Pożarniczej, wieloletni pracownik CNBOP-PIB, kierownik i wykonawca wielu projektów związanych z techniką pożarniczą, autor wielu publikacji i monografii. Obecnie główny specjalista w KG PSP – kierownik Zespołu Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych CNBOP-PIB.

bryg. mgr inż. **Adam GONTARZ** ukończył studia na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej,

wieloletni pracownik CNBOP-PIB, autor wielu publikacji i monografii z dziedziny techniki pożarniczej, obecnie główny specjalista w Biurze Logistyki KG PSP.

mgr inż. **Leszek JURECKI** w 2003 roku ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej. Obecnie pracuje w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – PIB w Zespole Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych.

mgr inż. **Ireneusz POGORZELSKI** w 2009 roku ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Wojskowej Akademii Technicznej. Obecnie pracuje w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – PIB w Zespole Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych.

dr inż. Norbert Tuśnio

st. bryg. mgr inż. Tadeusz Jopek