

mł. bryg. mgr inż. **Jerzy PRASUŁA**

Zakład-Laboratorium Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnych
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych CNBOP

METODA I APARATURA DO BADANIA HYDRAULICZNYCH NARZĘDZI RATOWNICZYCH ORAZ PODUSZEK PNEUMATYCZNYCH DO PODNOSZENIA I USZCZELNIANIA

Streszczenie

Autor artykułu opisuje prace oraz wyniki realizacji zadania badawczego wykonywanego we współpracy Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie z Instytutem Technologii Eksploatacji Państwowym Instytutem Badawczym w Radomiu w ramach projektu badawczego zamawianego Nr PW-004/ITE/09/2005 objętego Programem Wieloletnim PW-004.

W ramach powyższego zadania opracowano metodyki oraz zbudowano stanowiska badawcze do:

- wyznaczania w czasie rzeczywistym sił rozpięcia i ciągnięcia narzędzi hydraulicznych w funkcji przemieszczania końcówek roboczych,
- badania wytrzymałości na ciśnienie próbne hydraulicznych narzędzi ratowniczych i ich akcesoriów,
- badania wytrzymałości na ciśnienie próbne ratowniczych poduszek pneumatycznych.

Summary

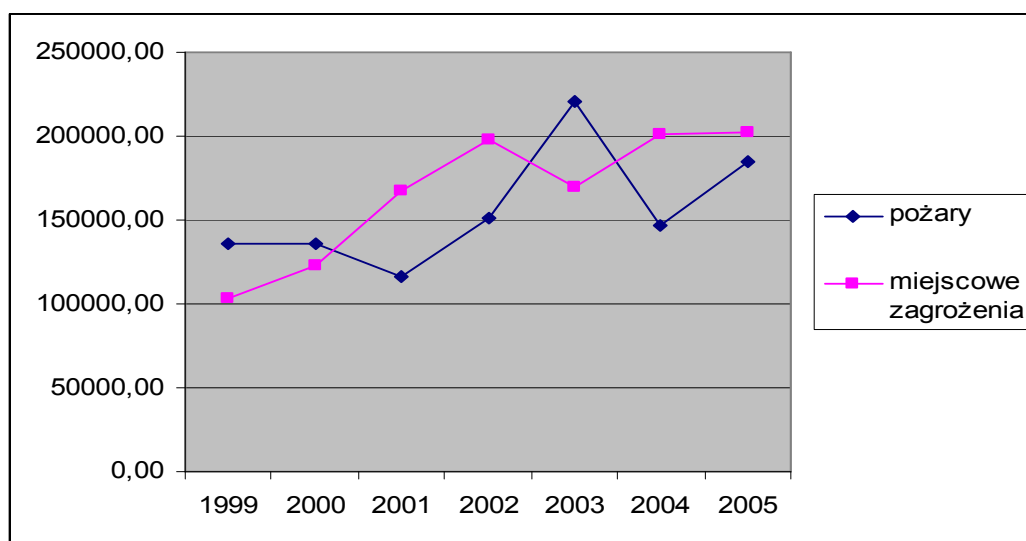
The author describes works and results of research task carried out in cooperation of Scientific and Research Centre for Fire Protection in Jozefow with Institute for Sustainable Technologies National Research Institute in Radom as part of an ordered research project No. PW-004/ITE/09/2005 included in Multi-Year programme PW-004.

The results of above-mentioned task are research methodologies and posts for:

- setting the spreading and pulling forces of hydraulic rescue tools in function of working ends moving in real time,
- checking the testing pressure strength of hydraulic rescue tools and their accessories,
- checking the testing pressure strength of pneumatic rescue bags.

W świetle obowiązujących przepisów „do podstawowych zadań Państwowej Straży Pożarnej należy organizowanie i prowadzenie akcji ratowniczych w czasie pożarów, klęsk żywiołowych lub likwidacji miejscowych zagrożeń” [1].

Jak wynika ze statystyk prowadzonych przez KG PSP, liczba interwencji związanych z likwidacją miejscowych zagrożeń w ostatnim okresie znacznie wzrosła, a w latach 2004 i 2005 była nawet wyższa od liczby interwencji związanych z pożarami, co pokazuje, iż likwidację miejscowych zagrożeń należy w chwili obecnej uznać za priorytetową działalność interwencyjną straży pożarnej.

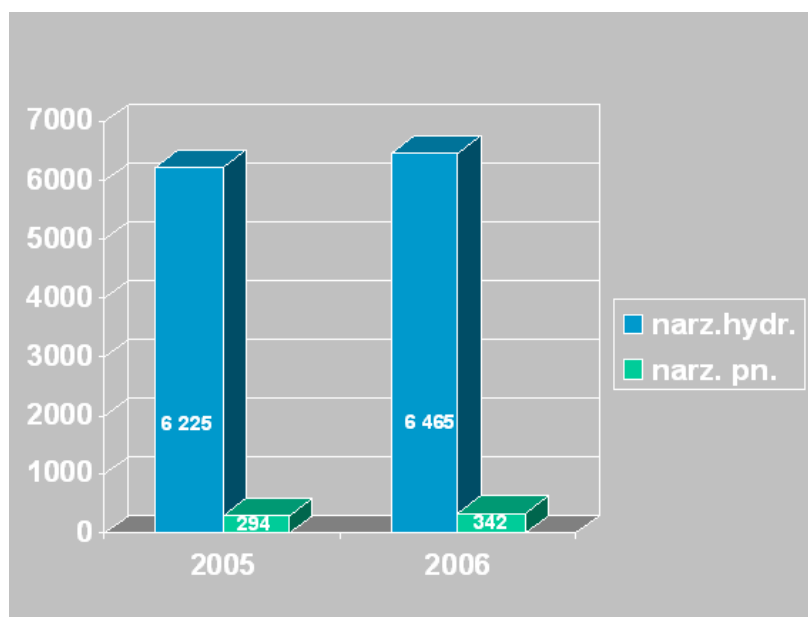


Ryc. 1. Liczba interwencji ratowniczych w latach 1999-2005

Podstawowym sprzętem ratowniczym używanym przez jednostki straży pożarnej do likwidacji miejscowych zagrożeń są narzędzia hydrauliczne oraz poduszki pneumatyczne. Na wyposażeniu każdej Jednostki Ratowniczo-Gaśniczej Państwowej Straży Pożarnej znajduje się obecnie przynajmniej jeden samochód ratownictwa technicznego, ponadto występuje tendencja do wyposażania w ww. sprzęt samochodów gaśniczych - od lekkich poprzez średnie i ciężkie [2].

Poza tym, Państwowa Straż Pożarna jako wiodąca służba ratownicza w naszym kraju, a w związku z tym najlepiej wyposażona, jest związana umowami z innymi formacjami jak np. Policja i głównie dzięki posiadanemu sprzętowi ratowniczemu współpracuje z tymi służbami w akcjach przez nie prowadzonych.

Poniższy wykres, sporządzony w oparciu o materiały statystyczne, przedstawia jak kształtowała się liczba użyć narzędzi hydraulicznych i poduszek pneumatycznych w okresie minionych dwu lat.



Ryc. 2. Liczba użyć narzędzi hydraulicznych i pneumatycznych w latach 2005 i 2006.

Do podstawowych jednostek hydraulicznego sprzętu ratowniczego należą: rozpieracz, narzędzie combi, cylinder rozpierający, nożyce hydrauliczne. Narzędzia te zasilane są przy pomocy pompy hydraulicznej, tłoczącej olej przez przewody ciśnieniowe.

Rozpieracz jest to hydrauliczne narzędzie ratownicze, umożliwiające uzyskanie co najmniej trzech funkcji: rozpierania, ciągnięcia, ściskania, za pomocą ramion uruchamianych przez siłownik dwustronnego działania [3].

W zależności od siły rozpierania i rozwarcia ramion rozróżnia się typy rozpieraczy wg tablicy 1.

Tabela 1.

Podział rozpieraczy w zależności od minimalnej siły rozpierania i minimalnego rozwarcia ramion [4].

Typ	Minimalna siła rozpierania [kN]	Minimalne rozwarcie ramion [mm]
AS	20	600
BS	50	800
CS	80	500

Przykład oznaczenia rozpieracza o sile rozpierania 35 kN, rozwarcia 750 mm i masie 15 kg: **AS35/750-15**.

Innym narzędziem wykorzystującym funkcję rozpierania, ciągnięcia i ściskania jest urządzenie uniwersalne zwane narzędziem combi. Uniwersalne dlatego, że oprócz w/w funkcji posiada również możliwość cięcia. Mimo iż parametrami różni się od typowych rozpieraczy i nożyc, to jednak w wielu sytuacjach jest w stanie je zastąpić, a czasami nawet ze względu na swoją wielofunkcyjność jest niezastąpione. Dotyczy to głównie sytuacji kiedy brak jest odpowiedniej ilości ratowników do obsługi wielu urządzeń, a jednocześnie nie ma konieczności używania narzędzi o dużej sile rozpierania i zdolności cięcia.

W zależności od siły rozpierania, rozwarcia ramion i zdolności cięcia wg tablicy nr 3 rozróżnia się typy narzędzi combi wg tablicy 2.

Tabela 2.

Podział narzędzi combi w zależności od siły rozpierania, rozwarcia ramion i zdolności cięcia [4].

Typ	Minimalna siła rozpierania [kN]	Minimalne rozwarcie ramion [mm]	Zdolność cięcia zgodnie z Tablicą 3
AK	< 25	< 250	A ÷ H
BK	25 ÷ 35	250 ÷ 350	A ÷ H
CK	≥ 35	≥ 350	A ÷ H

Przykład oznaczenia narzędzi combi o sile rozpierania 27 kN, rozwarciu 400 mm, zdolności cięcia H i masie 15 kg: **BK27/400-H-15**.

Tabela 3.

Kategorie zdolności cięcia w zależności od rodzaju i wymiarów poszczególnych profili [3].

Zdolność cięcia Kategoria	1	2	3	4	5
	Pręt okrągły Ø [mm]	Płaskownik [mm]	Rura Ø [mm]	Przekrój zamknięty kwadratowy [mm]	Przekrój zamknięty prostokątny [mm]
A	14	30×5	21,3×2,3	-	-

B	16	40× 5	26,4×2,3	-	-
C	18	50× 5	33,7×2,6	35×4	-
D	20	60× 5	42,6×2,6	40×4	50×25×2,5
E	22	80× 8	48,3×2,9	45×4	50×30×3,0
F	24	80×10	60,3×2,9	50×4	60×40×3,2
G	26	100×10	76,1×3,2	55×4	80×30×4,0
H	28	110×10	76,1×4,0	60×4	80×40×4,0

Narzędziem, którego zakres stosowania jest również bardzo szeroki, a przez co również często znajdującym zastosowanie w akcjach ratowniczych jest cylinder rozpierający. Jest to urządzenie wykorzystujące głównie funkcję rozpierania. Niektóre firmy produkują obecnie cylindry rozpierające przystosowane również do wykorzystania funkcji ciągnięcia [5].

Przykład oznaczenia cylindra rozpierającego o sile rozpierania 70 kN i skoku tłoka 150 mm i masie 15 kg: **R70/150-15**.

W przypadku cylindra rozpierającego wyposażonego w dwa przeciwbieżne tłoki po obu końcach cylindra, jako skok tłoka podaje się sumę skoków obydwu tłoków.

Przykład oznaczenia cylindra rozpierającego (teleskopowego) składającego się z dwu teleskopowo wysuwanych tłoczków – siła rozpierania głównego tłoczyska 180 kN, skok tłoka głównego 300 mm, siła rozpierania drugiego tłoczyska 60 kN, skok drugiego tłoka 150 mm i masie cylindra 20 kg: **R180/300-60/150-20**.

Występują również cylindry składające się trzech teleskopowo wysuwanych tłoczków.

Inne również bardzo często stosowane narzędzie – nożyce hydrauliczne, służą do:

- cięcia blach i profili zamkniętych karoserii samochodów oraz innych pojazdów podczas ratowania ofiar wypadków komunikacyjnych,
- w wielu innych sytuacjach zagrożenia, kiedy z różnych powodów nie jest możliwe zastosowanie innych urządzeń jak np. piły spalinowe – zatrucie spalinami czy niebezpieczeństwo poparzenia lub pożaru wskutek silnego iskrzenia.

Siły cięcia największych nożyc hydraulicznych dochodzą do wartości około 480 kN [5].

Urządzeniami stosowanymi coraz częściej, a wykorzystywanymi zarówno w akcjach ratownictwa technicznego, chemicznego jak i ekologicznego są ratownicze poduszki i korki pneumatyczne. Są to napełniane powietrzem elastyczne zbiorniki powietrza, służące do podniesienia lub przemieszczenia określonego obiektu a także do uszczelniania wycieków [6].

Wykorzystywane są one przez służby ratownicze do podnoszenia i przesuwania elementów konstrukcyjnych, począwszy od środków transportu poprzez różnego rodzaju elementy konstrukcji przemysłowych do elementów budowli, w celu uzyskania dostępu do osób poszkodowanych oraz do uszczelniania wycieków. Stosowane są zarówno w typowych akcjach ratowniczych jak również podczas usuwania skutków katastrof i klęsk żywiołowych typu trzęsienie ziemi itp.[7].

W przemyśle używane są nie tylko do usuwania skutków awarii ale również podczas normalnej pracy jak np. wykonywanie czynności obsługowo naprawczych przy rurociągach, podnoszenie budowli, czy nawet przemieszczanie mostów kolejowych.

Zasilane są najczęściej przy pomocy butli ze sprężonym powietrzem, a także przy pomocy kompresorów oraz w przypadku korków i poduszek do uszczelniania, nożnych pomp powietrznych [8].

Powietrze z urządzeń zasilających jest doprowadzane do poduszek poprzez odpowiedni reduktor ciśnienia zmniejszający jego wartość do takiej jaka jest wymagana dla określonego rodzaju poduszek oraz przewody ciśnieniowe.

Rozróżniamy trzy podstawowe rodzaje poduszek pneumatycznych:

- poduszki podnośnikowe wysokociśnieniowe tzw. niskiego podnoszenia,
- poduszki podnośnikowe niskociśnieniowe tzw. wysokiego podnoszenia,
- poduszki uszczelniające [4].

Wartość ciśnienia roboczego w przypadku poduszek wysokociśnieniowych wynosi 8 lub 10 bar. Maksymalna wartość siły podnoszenia w największych poduszkach tego typu przekracza wartość 670 kN. Wysokość podnoszenia zależy od powierzchni mającej bezpośredni kontakt z poduszką oraz od wielkości podnoszonego ciężaru i jej maksymalna wartość dochodzi do ok. 0,6 m przy minimalnym obciążeniu. Każdy producent załącza do swoich wyrobów charakterystyki siły podnoszenia w funkcji wysokości podnoszenia [8].

W poduszkach niskociśnieniowych ciśnienie robocze wynosi 0,5÷1 bar, maksymalna wartość siły podnoszenia, w przypadku zestawu (2 szt.) największych poduszek, przekracza wartość 220 kN, natomiast maksymalna wysokość podnoszenia wynosi ponad 1m. Szczegółowe parametry odnośnie każdego typu poduszek określają producenci, jak w przypadku poduszek wysokociśnieniowych [8].

W poduszkach i korkach uszczelniających ciśnienie robocze wynosi od 1 do 2,5 bara. Poduszki i korki uszczelniające, używane są podczas wypadków z udziałem niebezpiecznych substancji, w celu odcięcia studzienek kanalizacyjnych; przy odcinaniu wlotów zbiorników

oraz pojemników a także do lokalizacji cieczy szkodliwych dla środowiska naturalnego. Ponadto stosuje się je do uszczelniania przecieków rur i zbiorników, przy cysternach samochodowych, kotłach przewoźnych oraz beczkach i zbiornikach magazynowych [8].

Stan ilościowy narzędzi hydraulicznych i poduszek pneumatycznych w Państwowej Straży Pożarnej w chwili obecnej przedstawia się następująco:

- narzędzia hydrauliczne - 6 400 szt., z czego statystycznie ok. 120 szt. znajduje się w danej chwili w akcji,
- narzędzia pneumatyczne - 5 000 szt., z czego statystycznie ok. 10 szt. znajduje się w danej chwili w akcji.

Opisane wyżej urządzenia są obsługiwane przez wyszkolonych ratowników, jednak ze względu na ratowanie życia ludzkiego i mienia, muszą charakteryzować się niezawodnością działania oraz właściwymi parametrami technicznymi.

Celem badań prowadzonych w CNBOP jest jednoznaczna ocena jakości i przydatności sprzętu do realizacji przewidzianych zadań. Przy tak dużej i stale rosnącej częstotliwości używania narzędzi ratowniczych (w szczególności hydraulicznych) wydaje się sprawą nadrzędną opracowanie systemu oceny gwarantującego ich niezawodność.

W celu wyznaczenia parametrów techniczno-użytkowych narzędzi w procesie oceny zgodności sprzętu z wymaganiami, a tym samym zapewnienia wysokiej skuteczności działania sprzętu ratowniczego, opracowano odpowiednie metody badawcze oraz zbudowano nowoczesne stanowiska do badań wg tych metod.

W metodykach tych uwzględniono wszystkie spostrzeżenia uzyskane podczas analizy dokumentów oraz badań narzędzi hydraulicznych przeprowadzonych przez CNBOP w taki sposób, aby zastosowanie metodyki umożliwiło wyznaczenie rzeczywistych parametrów techniczno-użytkowych narzędzi.

Zadanie to zrealizowano w ramach Programu Wieloletniego PW-004 Ministerstwa Gospodarki, we współpracy Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej z Instytutem Technologii Eksploatacji Państwowym Instytutem Badawczym w Radomiu.

W ramach realizacji powyższego wykonano następujące prace:

- Opracowanie metodyki wyznaczenia w czasie rzeczywistym sił rozpierania i ciągnięcia w funkcji przemieszczenia końcówek roboczych narzędzi hydraulicznych.
- Opracowanie metodyki badania wytrzymałości na ciśnienie próbnie hydraulicznych narzędzi ratowniczych.

- Opracowanie metodyki badania wytrzymałości na ciśnienie próbne ratowniczych poduszek pneumatycznych.
 - Opracowanie założeń konstrukcyjnych do budowy stanowisk do badania narzędzi ratowniczych.
 - Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej stanowisk do badania narzędzi ratowniczych.
 - Opracowanie i budowa systemu pomiarowego stanowisk badawczych.
 - Budowa stanowiska do badania hydraulicznych rozpieraczy i narzędzi „kombi”, umożliwiającego wyznaczenie w czasie rzeczywistym charakterystyk sił rozpierania i ciągnięcia w funkcji przemieszczenia końcówek roboczych.
 - Budowa stanowiska do badania wytrzymałości na ciśnienie próbne narzędzi hydraulicznych.
 - Budowa stanowiska do badania wytrzymałości na ciśnienie próbne narzędzi pneumatycznych.
 - Badania weryfikacyjne modelowych stanowisk badawczych.
- Podział prac w ramach realizacji całego zadania przedstawiał się następująco:
- Opracowanie metodyk badawczych oraz założeń konstrukcyjnych do budowy stanowisk – CNBOP.
 - Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej, opracowanie i budowa systemu pomiarowego, budowa stanowisk badawczych – ITE PIB.
 - Badania weryfikacyjne stanowisk prototypowych – CNBOP + ITE PIB.

Opracowanie metodyki wyznaczania w czasie rzeczywistym sił rozpierania i ciągnięcia w funkcji przemieszczenia końcówek roboczych narzędzi hydraulicznych.

W powyższej pracy opracowano skuteczną metodę badawczą określania sił rozpierania i ciągnięcia narzędzi w których funkcja rozpierania, ciągnięcia i/lub ściskania realizowana jest przez przemieszczanie końcówek roboczych. Należą do nich: rozpieracz, narzędzie combi (nożyco-rozpieracz) i cylinder rozpierający.

Zakres pracy obejmował identyfikację aktualnego stanu wiedzy w zakresie metod badań hydraulicznych narzędzi ratowniczych oraz ocenę skuteczności dotychczasowych metod testowania sprzętu.

Dotychczas stosowane procedury badawcze określania sił rozpierania i ciągnięcia hydraulicznych narzędzi ratowniczych umożliwiały wyznaczenie jedynie maksymalnej

wartości siły rozpierania dla prędkości przemieszczania końcówek roboczych równej 0. Oznacza to, że w działaniach praktycznych wartość siły rozpierania jest zawsze niższa od wyznaczonej w trakcie badań. Jest ona zbliżona do wartości maksymalnej tylko w przypadku gdy prędkość przemieszczenia końcówek roboczych narzędzia jest bliska 0.

Ze względu na specyfikę działań ratowniczych tak niska prędkość (rzędu kilku-kilkunastu mm/min) jest nie do zaakceptowania. Dla narzędzia o maksymalnym rozwarciu lub skoku wynoszącym np. 800 mm czas pełnego otwarcia z pozycji zamkniętej mógłby sięgać kilku godzin. Podczas działań ratowniczych czas jest parametrem, który decyduje o skuteczności prowadzonej akcji, gdyż od tego jak szybko od chwili zdarzenia udzielona zostanie pomoc osobie poszkodowanej, zależy bardzo często jej życie. A pomocy tej, polegającej na zatamowaniu krwotoku, czy też przeprowadzeniu resuscytacji ofiarom wypadków drogowych można udzielić skutecznie, w większości sytuacji, dopiero po uwolnieniu poszkodowanego np. z wraku pojazdu.

Siła rozpierania dla różnych prędkości przemieszczania końcówek roboczych zależy od kształtu charakterystyki pompy zasilającej oraz od prawidłowego doboru pompy do narzędzia hydraulicznego. Wynika z tego, że badania narzędzia hydraulicznego powinny być prowadzone dla całego zestawu (narzędzie z pompą).

Na temat poprawności doboru pompy i narzędzia można wnioskować wyłącznie po przeprowadzeniu badania, które pozwoli określić zależność prędkości przemieszczania końcówek roboczych w funkcji obciążenia badanego narzędzia. Narzędzia hydrauliczne osiągają swoje maksymalne parametry siłowe w momencie całkowitego zablokowania ruchu końcówek roboczych.

Opracowanie metodyki badania wytrzymałości na ciśnienie próbne hydraulicznych narzędzi ratowniczych.

W niniejszej pracy, na podstawie przeprowadzonej analizy dokumentów normatywnych i procedur własnych CNBOP oraz wyników badań, opracowano metodykę badania wytrzymałości na ciśnienie próbne narzędzi wymienionych w poprzedniej pracy oraz pozostałych, nie posiadających funkcji rozpierania i ciągnięcia jak np. nożyce hydrauliczne. Na podstawie przeprowadzonej analizy opracowano koncepcję zmian w zakresie metod badawczych decydujących o bezpieczeństwie działania tych urządzeń.

W celu opracowania **metodyki badania wytrzymałości na ciśnienie próbne hydraulicznych narzędzi ratowniczych** dokonano analizy istniejących dokumentów opisujących procedury badania hydraulicznego sprzętu ratowniczego.

Podstawowym dokumentem normatywnym jest norma PN-EN 13204: 2005 (U) „Hydrauliczne narzędzia ratownicze dwustronnego działania dla straży pożarnej. Wymagania eksploatacyjne i dotyczące bezpieczeństwa”. Powyższa norma nie określa wszystkich niezbędnych wymagań dotyczących zarówno parametrów jak i metod badawczych w/w narzędzi.

Opracowanie metodyki badania wytrzymałości na ciśnienie próbné ratowniczych poduszek pneumatycznych.

W powyższej pracy opracowano skuteczną metodykę badania poduszek pneumatycznych stosowanych przez służby ratownicze, zarówno wysokociśnieniowych jak i niskociśnieniowych pod względem wytrzymałości na ciśnienie próbné.

Zakres pracy obejmował identyfikację aktualnego stanu wiedzy w zakresie metod badań ratowniczych poduszek pneumatycznych. Analiza dokonana została w oparciu o aktualne akty prawne opisujące procedury oceny zgodności oraz aktualne dokumenty normatywne dotyczące ratowniczych poduszek pneumatycznych a także materiały niepublikowane CNBOP. Wśród materiałów niepublikowanych CNBOP istotną rolę odgrywają sprawozdania z badań, a także wnioski, które są formułowane na ich podstawie.

W celu opracowania **metodyki badania wytrzymałości na ciśnienie próbné ratowniczych poduszek pneumatycznych** dokonano analizy istniejących dokumentów opisujących procedury badania ratowniczych poduszek pneumatycznych. Podstawowymi dokumentami tego typu były opracowania własne CNBOP (procedury badawcze i WBO). Aby możliwe było uzyskanie określonych parametrów tych urządzeń, a jednocześnie praca przy ich pomocy była bezpieczna, koniecznym stało się zastosowanie najnowszych technologii, jak również odpowiednich materiałów.

W przypadku poduszek wysokociśnieniowych, ciśnienie na wyjściu z reduktora wynosi 10 bar, w związku z czym ryzyko rozerwania przewodów jest niewielkie, natomiast występuje bardzo duże zagrożenie związane z prawdopodobieństwem pęknięcia samej poduszki. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż w warunkach akcji ratowniczo-gaśniczej mamy do czynienia z chemicznymi substancjami żrącymi, różnego rodzaju ostrymi krawędziami, a poza tym nacisk na powierzchnię poduszki nigdy nie jest jednakowy w każdym miejscu, co powoduje dodatkowe naprężenia i stwarza zagrożenie. W sytuacji jakiegokolwiek wady materiałowej może dojść do rozerwania poduszki [7].

W związku z dużym prawdopodobieństwem zaistnienia wyżej opisanych sytuacji opracowano metody badawcze, dzięki którym zostanie ono ograniczone do minimum.

Realizacja niniejszej pracy miała na celu zapewnienie bezpiecznej pracy ratownikom, a przede wszystkim nie stwarzanie dodatkowego zagrożenia dla osób ratowanych, gdyż nie trudno przewidzieć skutki pęknięcia poduszki w trakcie podnoszenia samochodu, czy elementu budowlanego, pod którym znajduje się człowiek.

Opracowanie założeń konstrukcyjnych do budowy stanowisk do badania narzędzi ratowniczych

W niniejszej pracy opracowano założenia konstrukcyjne do budowy stanowisk służących do: wyznaczania charakterystyk siłowych rozpieraczy i narzędzi combi, wyznaczania charakterystyk siłowych cylindrów rozpierających, sprawdzania wytrzymałości rozpieraczy, narzędzi combi i cylindrów rozpierających na ciśnienie próbne, sprawdzania wytrzymałości nożyc na ciśnienie próbne, sprawdzania wytrzymałości przewodów na ciśnienie próbne, sprawdzania wytrzymałości agregatów zasilających narzędzia hydrauliczne na ciśnienie próbne, sprawdzania wytrzymałości na ciśnienie próbne poduszek pneumatycznych podnoszących i uszczelniających płaskich, sprawdzania wytrzymałości na ciśnienie próbne poduszek pneumatycznych uszczelniających w kształcie walca, sprawdzania wytrzymałości przewodów na ciśnienie próbne.

Opracowując założenia konstrukcyjne do budowy stanowisk badawczych wykorzystano metodyki badań opracowane w pracach poprzednich z uwzględnieniem parametrów narzędzi hydraulicznych i poduszek pneumatycznych wyszczególnionych w materiałach katalogowych wiodących producentów tych urządzeń.

W celu opracowania **założeń konstrukcyjnych do budowy stanowisk do badania narzędzi ratowniczych** dokonano dalszej analizy istniejących dokumentów opisujących procedury badania sprzętu ratowniczego, jakimi były:

- PN-EN 13204: 2005 (U) „Hydrauliczne narzędzia ratownicze dwustronnego działania dla straży pożarnej. Wymagania eksploatacyjne i dotyczące bezpieczeństwa” ,
- opracowania własne CNBOP (procedury badawcze oraz WBO).
- Ponadto przeprowadzono analizę szeregu innych dokumentów, takich jak:
- materiały katalogowe i specyfikacje techniczne w/w urządzeń opisujące możliwości ich użycia oraz szczegółowe parametry taktyczno-techniczne,
- analizy akcji ratowniczo-gaśniczych oraz akcji ratownictwa chemiczno-ekologicznego z użyciem hydraulicznych narzędzi ratowniczych oraz ratowniczych poduszek pneumatycznych.

Miało to na celu ewentualną weryfikację dotychczas wypracowanych metod badawczych w trakcie opracowywania założeń konstrukcyjnych do budowy stanowisk.

Poza tym przeprowadzono serie kolejnych badań poduszek pneumatycznych oraz narzędzi hydraulicznych w celu określenia wpływu siły działającej na końcówki robocze narzędzia na prędkość przemieszczania końcówek roboczych .

Wskutek powyższych analiz i badań zdecydowano się na modyfikację metody badania wytrzymałości na ciśnienie próbnie ratowniczych poduszek pneumatycznych.

Zauważono pewne trudności związane ze skuteczną i prawidłową oceną wytrzymałości największych poduszek uszczelniających, ze względu na brak możliwości obejrzenia całej powierzchni urządzenia po napełnieniu dużą ilością wody, powodującą zwiększenie masy - niewidoczna dolna część poduszki przy pionowym ustawieniu rury. W związku z powyższym wystąpiła konieczność wprowadzenia pewnych zmian w metodyce badania. Zasadnicza zmiana polegała na zamianie czynnika wypełniającego poduszkę i przewody, jakim w poprzednim założeniu była woda, na powietrze - czynnik nie powodujący zwiększenia masy poduszki po wypełnieniu oraz umożliwiający przeprowadzanie badania przy poziomym ustawieniu rury, co powoduje iż widoczna jest zarówno dolna jak i górna część poduszki uszczelniającej bez konieczności jej przemieszczania czy obracania.

Ponadto pracownicy CNBOP podczas opracowywania w/w założeń konstrukcyjnych przeprowadzali konsultacje i współpracowali z pracownikami ITE – PIB Radom, opracowującymi dokumentację konstrukcyjną stanowisk do badania narzędzi ratowniczych oraz zajmującymi się budową systemu pomiarowego stanowisk badawczych. Dokumentacja ta została sporządzona w oparciu o wcześniej opracowane w CNBOP metodyki badawcze.

Współpraca zaowocowała wypracowaniem skuteczniejszych i bardziej efektywnych metod badań urządzeń ratowniczych oraz opracowaniem lepszych założeń konstrukcyjnych do budowy bardziej skutecznych a jednocześnie mniej kosztownych stanowisk badawczych.

Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej stanowisk do badania narzędzi ratowniczych.

Wszystkie prace związane z powstaniem dokumentacji technicznej realizowane były w Dziale Projektowania ITE - PIB w Radomiu.

Na podstawie opracowanych w poprzednim punkcie założeń konstrukcyjnych określono szczegółowe parametry, jakimi muszą charakteryzować się wszystkie stanowiska badawcze pozwalające na realizację przyjętych procedur badawczych.

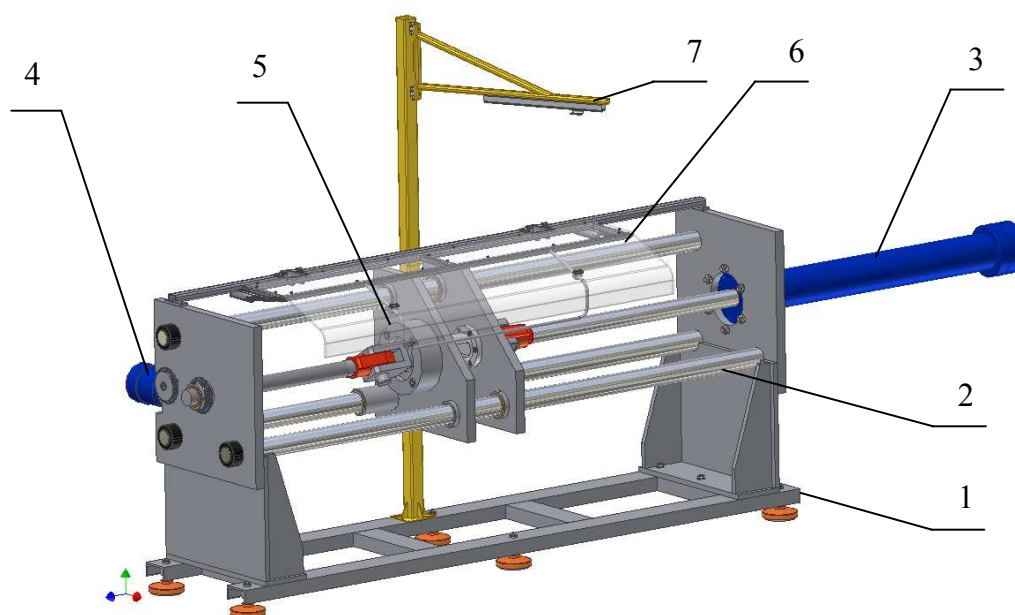
Pierwszym z nich jest **stanowisko pozwalające na kompleksową kontrolę narzędzi ratowniczych ze szczególnym uwzględnieniem napędzanych hydraulicznie rozpierczy, narzędzi combi oraz cylindrów**. Wysokie obciążenia, duża rozpiętość gabarytów oraz szeroki zakres prędkości elementów roboczych narzędzi zdecydowały o przyjęciu następujących parametrów do budowy stanowiska:

- obciążenia przenoszone przez hydrauliczne układy wykonawcze i pomiarowe stanowiska do 400 kN,
- skok roboczy cylindra hydraulicznego układu wykonawczego 1000 mm,
- płynna regulacja położenia początkowego elementów wykonawczych stanowiska w zakresie 600 mm,
- płynna regulacja siły wywieranej przez tłoczek cylindra hydraulicznego do 400kN,
- płynna regulacja oporu tłoczyska cylindra hydraulicznego stawianego obciążeniu zewnętrznemu do 400kN,
- płynna regulacja prędkości ruchu tłoka w zakresie od 1 do 20 mm/s (ruch tłoka wywołany zewnętrznym obciążeniem – działaniem badanego narzędzia),
- płynna regulacja prędkości ruchu tłoka w zakresie od 0 do 3,5 mm/s realizowanego przez zasilacz hydrauliczny stanowiska przy pełnym obciążeniu,
- realizacja sprzężenia zwrotnego opory/siła w funkcji zewnętrznego sygnału z tensometrycznego przetwornika siły,
- realizacja sprzężenia zwrotnego prędkości ruchu tłoczyska w funkcji przemieszczenia końcówek roboczych badanego narzędzia.

Przyjęte założenia pozwoliły na opracowanie trójwymiarowego modelu komputerowego stanowiska badawczego (Ryc.3). Model umożliwił przeprowadzenie szeregu symulacji w zakresie kinematyki pracy stanowiska z uwzględnieniem charakteru kontaktu końcówek roboczych narzędzi z elementami mocowania stanowiska (Ryc. 4).

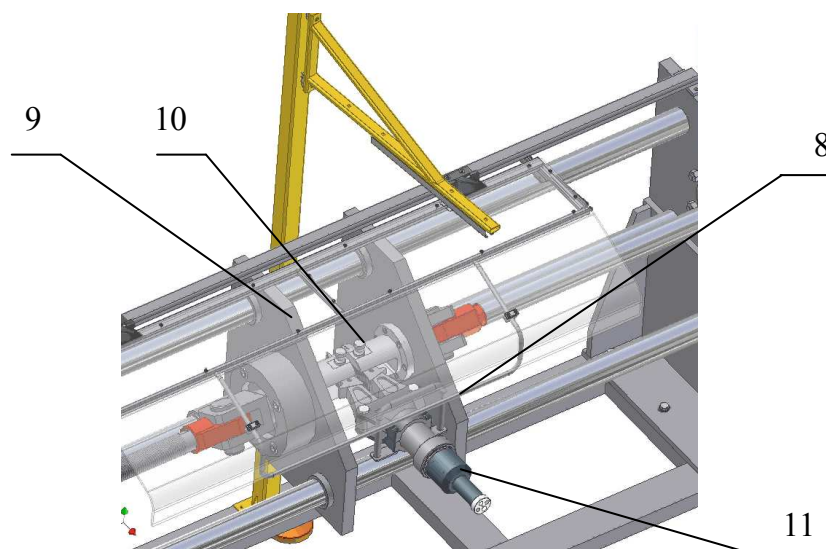
Konstrukcję nośną urządzenia stanowi, wykonana z walcowanych profili hutniczych i płyt, stalowa rama (1) umieszczona na sześciu wibroizolatorach. Wewnątrz ramy osadzone są trzy cylindryczne prowadnice (2), po których przesuwają się płyty: ruchoma (8) i bazowa (9). Położenie płyty bazowej (zależne od wielkości badanego narzędzia) ustalane jest za pomocą zespołu pozycjonowania (4) składającego się z mechanizmu śrubowego napędzanego motoreduktorem poprzez przekładnię łańcuchową. Płyta bazowa wyposażona jest w tensometryczny układ pomiaru siły (5) pozwalający na prowadzenie pomiarów obciążenia do 500 kN. W celu zapewnienia bezpieczeństwa osób obsługujących stanowisko zastosowano

uchylną osłonę (6) wykonaną z przezroczystego poliwęglanu, co umożliwi obserwację badanego narzędzia (11).



Ryc.3. Model komputerowy stanowiska do badania narzędzi hydraulicznych: 1 – podstawa, 2 – prowadnice, 3 – cylinder hydrauliczny, 4 – zespół pozycjonowania, 5 – układ pomiaru siły, 6 – osłona, 7 – żuraw

W zależności od typu (rodzaju) badanego narzędzia płyty (bazowa i ruchoma) wyposażone są w wymienne końcówki pozwalające na jednoznaczne połączenie końcówek roboczych narzędzia z układem przeniesienia siły realizowanej za pomocą cylindra hydraulicznego (3) Cylinder hydrauliczny napędzany jest agregatem hydraulicznym o ciśnieniu pracy 35 MPa zbudowanym w oparciu o elementy pozwalające na płynną, realizowaną na drodze elektronicznej, regulację parametrów pracy (proporcjonalne regulatory przepływu i ciśnienia).



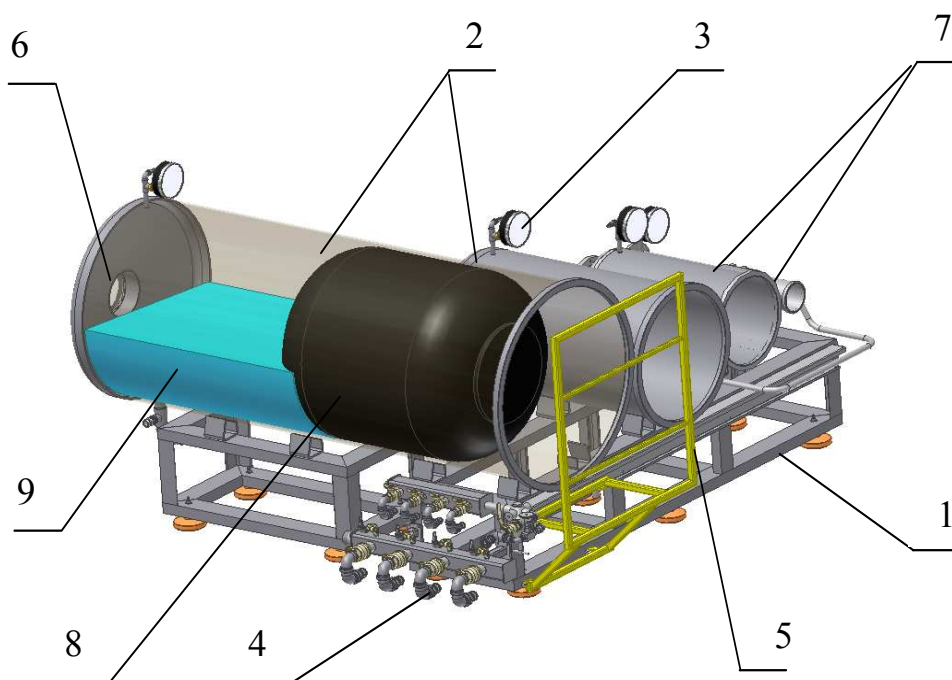
Ryc. 4. Model komputerowy stanowiska do badania narzędzi hydraulicznych – analiza współpracy narzędzia z uchwytami: 8 – płyta ruchoma, 9 – płyta bazowa, 10 – uchwyty, 11 – rozpieracz (badane narzędzie)

Wynikiem przeprowadzanych analiz kinematycznych i niezbędnych obliczeń wytrzymałościowych jest dokumentacja techniczna, konstrukcyjna) i technologiczna, pozwalająca na rozpoczęcie procesu wytwarzania prototypu stanowiska.

Kolejnym stanowiskiem opracowanym w ramach tego zadania jest **stanowisko do oceny pneumatycznych poduszek do uszczelniania i podnoszenia** charakteryzujące się następującymi parametrami:

- zakres średnic badanych poduszek uszczelniających od 90 do 1500 mm
- maksymalne ciśnienie próbne (powietrza lub wody) - 0,4 MPa,
- maksymalne ciśnienie wody w próbie zdolności uszczelniania - 0,2 MPa,
- możliwość obserwacji swobodnych powierzchni poduszki w trakcie prowadzenia badań.

Również w tym przypadku prace nad powstaniem dokumentacji konstrukcyjnej zostały poprzedzone analizą komputerową prowadzoną na modelu (Ryc.5).



Ryc. 5. Model komputerowy stanowiska do badania poduszek pneumatycznych: 1 – rama, 2 – rury testowe stałe, 3 – manometry, 4 – system zasilania wodą, 5 – osłona, 6 – okno inspekcyjne, 7 – rury testowe wychylne, 8 – badana poduszka, 9 – woda

Głównym elementem stanowiska do badania pneumatycznych poduszek uszczelniających (Ryc.5) są cztery, wykonane ze stali nierdzewnej, jednostronnie zamknięte rury stanowiące kanały testowe. Dwie z nich (2), o średnicach 600 i 900 mm, umocowane na stałe do wykonanej z profili stalowych rama (1) przeznaczone są do prowadzenia badania wytrzymałości poduszek (8) z wykorzystaniem sprężonego powietrza. Pozostałe dwie rury (7), o średnicach 130 i 400 mm, dzięki wahliwemu umocowaniu w ramie pozwalają na prowadzenie tych samych badań dodatkowo w oparciu o podawaną pod ciśnieniem wodę (osie rur zajmują pozycję pionową). Wszystkie rury testowe wyposażone są w okna inspekcyjne (6) umieszczone w centralnej części dennic, które pozwalają na obserwację (bezpośrednio lub z wykorzystaniem kamery CCD) umieszczonej wewnątrz rury poduszki. W trakcie prowadzenia badań nad zdolnością poduszek do uszczelniania kanałów woda (9) dostarczana jest do wnętrza rur za pośrednictwem wyposażonego w zawory bezpieczeństwa systemu zasilania (4). Kontrola ciśnienia wody w rurach odbywa się z wykorzystaniem manometrów (3).

Opracowanie i budowa systemu pomiarowego stanowisk badawczych.

System sterowania stanowiska do badania narzędzi ratowniczych zawiera następujące elementy:

- sterownik PLC wyposażony w moduły wejść i wyjść cyfrowych i analogowych,
- komputer PC z oprogramowaniem umożliwiającym komunikację ze sterownikiem PLC, wprowadzenie parametrów próby i rejestrację wyników badania,
- szafa sterownicza zawierająca elementy wykonawcze umożliwiające sterowanie pracą stanowiska oraz elementy kontrolno-pomiarowe służące do akwizycji danych i kontroli bezpiecznej pracy stanowiska.

Do sterowania pracą stanowiska zastosowano modułowy sterownik PLC. Sterowanie pracą stanowiska odbywa się za pośrednictwem kart sterujących zaworami proporcjonalnymi, przekaźników interfejsowych odpowiednio załączających zawory w układzie hydrauliki oraz załączających układy napędowe pompy hydraulicznej i chłodzenia oleju. W układzie sterowania dokonywane są pomiary przesunięcia tłoczyska oraz siły obciążenia narzędzia.

W systemie sterowania stanowiska zastosowano trzystopniowy układ kontroli temperatury oleju w układzie hydrauliki. Stan układów pomiaru temperatury kontrolowany jest przez wejścia cyfrowe sterownika PLC.

System sterowania stanowiska wyposażony jest w zestaw przełączników i przycisków umożliwiających przygotowanie stanowiska do badań. Styki zestawu dołączone są do wejść cyfrowych sterownika PLC. Zestaw ten zawiera:

- przełącznik MANUAL/AUTO,
- 2 przyciski ZAŁ i WYŁ pozwalające na załączenie i wyłączenie pompy hydraulicznej w trybie MANUAL – przyciski umieszczono na drzwiach szafy sterowniczej,
- 2 przyciski LEWO i PRAWO wymuszające odpowiedni ruch siłownika w trybie MANUAL – przyciski umieszczono w przenośnym manipulatorze.

W celu umożliwienia wstępnego ustawienia stanowiska do badań urządzenie wyposażono w pomocniczy napęd pozwalający na przesuw płyty stałej. Napęd ten sterowany jest dwoma przyciskami LEWO i PRAWO umieszczonymi w ręcznym manipulatorze.

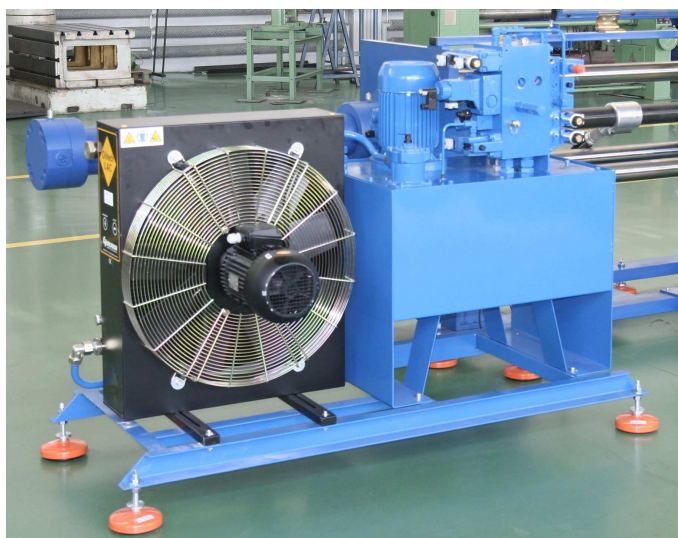
Przesuw ręczny odbywa się bez pośrednictwa sterownika PLC, lecz zakres przemieszczania kontrolowany jest przez dwa czujniki indukcyjne sterujące przekaźnikami interfejsowymi.

Budowa stanowiska do badania hydraulicznych rozpieraczy i narzędzi combi, umożliwiającego wyznaczenie w czasie rzeczywistym charakterystyk sił rozpierania i ciągnięcia w funkcji przemieszczenia końcówek roboczych.

Na podstawie opracowanych w Dziale Projektowania ITE - PIB dokumentacji konstrukcyjnych i technologicznych, w Zakładzie Doświadczalnym ITE - PIB wykonano prototyp stanowiska do badania hydraulicznych narzędzi stosowanych w ratownictwie technicznym.



Ryc. 6. Prototyp stanowiska do badania hydraulicznych rozpieraczy i narzędzi combi



Ryc. 7. Zasilacz hydrauliczny

Budowa stanowiska do badania wytrzymałości na ciśnienie próbne narzędzi hydraulicznych.

Badania wytrzymałości na ciśnienie próbne narzędzi hydraulicznych przy 1,5 wartości nominalnego ciśnienia pracy (do 110 MPa) prowadzone będą na stanowisku do wyznaczenia

charakterystyk funkcjonalnych narzędzi. Możliwe jest to dzięki zwiększeniu obciążalności stanowiska z planowanych 200 kN do 400 kN. Do badania wybranych podzespołów narzędzi na ciśnienie próbne o wartości do 270 MPa stanowisko wyposażono w zewnętrzne, niezależne źródło zasilania (pompa ręczna) z zestawem przewodów wysokociśnieniowych i manometrem do kontroli ciśnienia próbnego.

Budowa stanowiska do badania wytrzymałości na ciśnienie próbne narzędzi pneumatycznych.

Podobnie jak w przypadku poprzednich urządzeń prototyp stanowiska do badania wytrzymałości na ciśnienie próbne narzędzi pneumatycznych powstał w Zakładzie Doświadczalnym ITE – PIB w Radomiu.

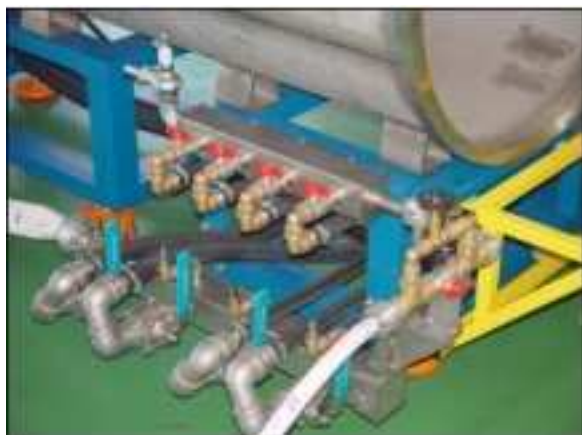


Ryc. 8. Stanowisko do badania narzędzi pneumatycznych (widok od strony operatora)



Ryc. 9. Stanowisko do badania narzędzi pneumatycznych (widok od strony okien inspekcyjnych)

a)



b)



Ryc. 10. Stanowisko do badania narzędzi pneumatycznych: a) system zasilania wodą, b) rury testowe wychylne

Badania weryfikacyjne modelowych stanowisk badawczych

Wykonane w ramach realizowanego zadania stanowiska badawcze zostały poddane, zgodnie z opracowaną metodyką badań, wszechstronnym testom mającym na celu weryfikację przyjętych założeń.

W przypadku stanowiska do badania wytrzymałości na ciśnienie próbne narzędzi pneumatycznych przeprowadzono próby eksploatacyjne (Ryc.11) z zastosowaniem pneumatycznych korków uszczelniających. Przeprowadzono je z wykorzystaniem poduszek o średnicach nominalnych od 90 do 600 mm, co pozwoliło na sprawdzenie wszystkich zespołów stanowiska.



Ryc. 11. Próby eksploatacyjne na stanowisku do badania pneumatycznych poduszek uszczelniających

Przeprowadzone badania wykazały konieczność zastosowania dodatkowych zabezpieczeń (Ryc.12) uniemożliwiających niekontrolowane wysuwanie się badanych

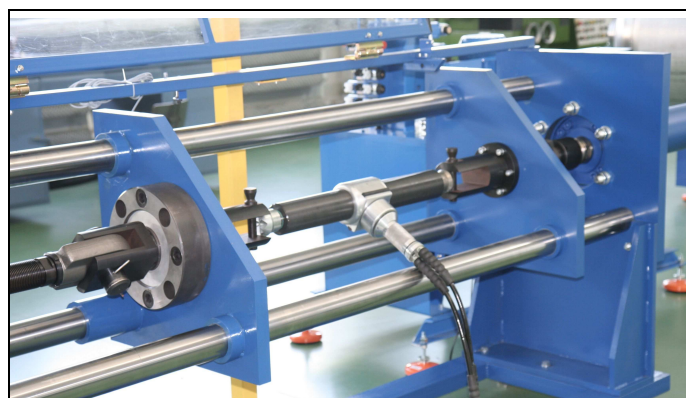
poduszek z kanałów (rur) o średnicach 90 i 400 mm w trakcie próby zdolności uszczelniania. Wprowadzone zabezpieczenia eliminują niebezpieczeństwo związane z rozerwaniem, napełnionej czynnikiem roboczym o wysokim ciśnieniu, poduszki znajdującej się poza rurą.



Ryc.12. Stanowisko do badania poduszek pneumatycznych – widok wprowadzonych zabezpieczeń

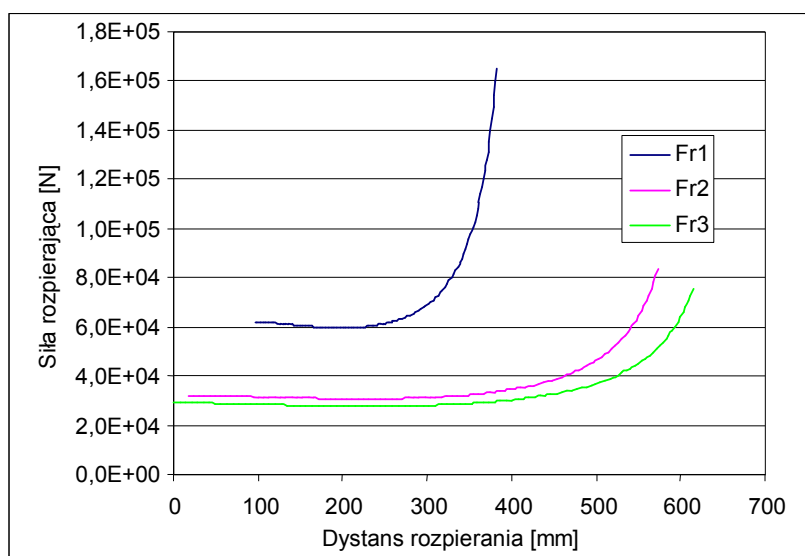
Badania weryfikacyjne prototypu stanowiska do wyznaczania w czasie rzeczywistym charakterystyk sił rozpierania i ciągnięcia w funkcji przemieszczenia końcówek roboczych hydraulicznych rozpieraczy i narzędzi combi (Ryc. 13) przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch narzędzi:

- rozpieracza szczękowego o maksymalnej sile rozpierającej 160 kN i rozwarciu szczęk 600 mm (Ryc. 14),
- cylindra hydraulicznego o maksymalnej sile rozpierającej 130 kN i skoku 300 mm (Ryc. 115).

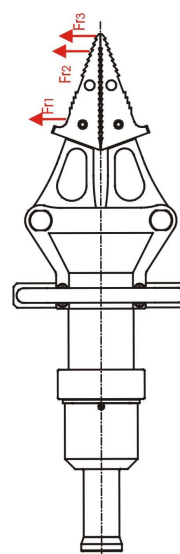


Ryc. 13. Badania weryfikacyjne stanowiska do badania narzędzi hydraulicznych

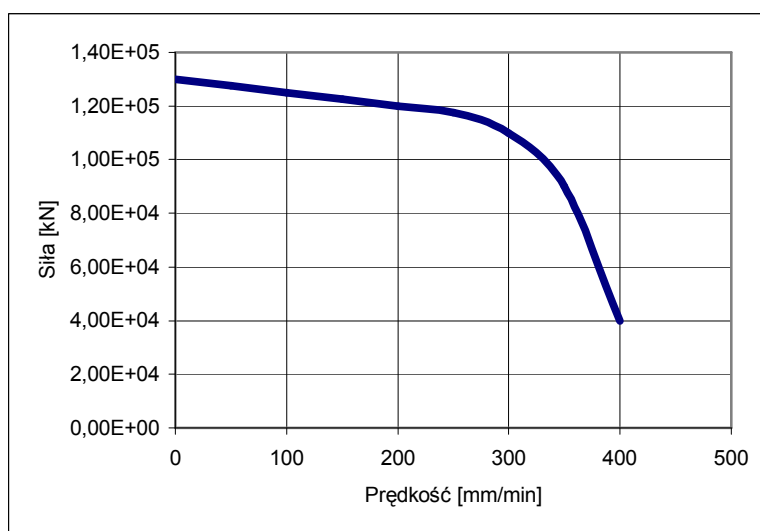
a)



b)



Ryc. 14. Przykładowa charakterystyka rozpieracza szczękowego: a) – przebieg siły w funkcji przemieszczenia końcówek roboczych, b) – punkty mocowania narzędzia



Ryc. 15. Przykładowa charakterystyka pracy cylindra rozpierającego

Przeprowadzone badania potwierdziły słuszność przyjętych założeń odnośnie opracowanych metod i sposobu ich realizacji zarówno pod kątem systemu kontrolno-pomiarowego jak i zastosowanych układów wykonawczych.

Wnioski

- Dzięki realizacji powyższego zadania istnieje możliwość przeprowadzenia skutecznej i kompleksowej oceny urządzeń ratowniczych w celu określenia ich przydatności do działań.
- Ocena jakości i przydatności będzie realizowana w podwójnym aspekcie: bezpieczeństwa dla ratownika oraz możliwości wykonania zadania w czasie akcji ratowniczej.
- Wymiernym efektem realizacji zadania jest: opracowanie 9 szczegółowych metodyk wraz z budową wielofunkcyjnego stanowiska do badań narzędzi hydraulicznych i ich podzespołów oraz opracowanie 3 szczegółowych metodyk wraz z budową wielofunkcyjnego stanowiska do badań narzędzi pneumatycznych i ich podzespołów.
- Stanowisko do badania pneumatycznych poduszek uszczelniających stosowanych w ratownictwie technicznym umożliwia, w oparciu o opracowaną i wdrożoną metodykę, prowadzenie badań normatywnych i eksploatacyjnych w zakresie zarówno wytrzymałości na ciśnienie próbne jak i zdolności uszczelniania rurociągów (kanałów).
- W zastosowaniu do poduszek o zdolności do uszczelniania przewodów o średnicy do 400 mm istnieje możliwość prowadzenia prób wytrzymałościowych w oparciu o dwa czynniki robocze: wodę i sprężone powietrze. Rozbudowanie (w stosunku do planowanych) możliwości stanowiska o prowadzenie badań w zakresie zdolności uszczelniania pozwala również na prowadzenie prac badawczo-rozwojowych dotyczących nowych rozwiązań w zakresie budowy barier ochronnych przed wyciekaniem substancji z uszkodzonych rurociągów.
- Stanowisko do badania hydraulicznych rozpieraczy i narzędzi combi, umożliwiające wyznaczenie w czasie rzeczywistym charakterystyk sił rozpierania i ciągnięcia w funkcji przemieszczenia końcówek roboczych, stanowi znaczące rozszerzenie istniejącego zaplecza badawczego. Pozwoli ono na prowadzenie prac kwalifikacyjnych szerokiej gamy narzędzi hydraulicznych przeznaczonych do stosowania w jednostkach ratownictwa technicznego. Umożliwia także badania mające na celu ocenę walorów eksploatacyjnych wspomnianych narzędzi.
- Opracowane zespoły mechaniczne, wchodzące w skład stanowisk, mogą znaleźć zastosowanie również w innych urządzeniach badawczych, w których niezbędne są m.in. układy wykonawcze pracujące w warunkach wysokich obciążeń mechanicznych.

Literatura

1. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz. U. z 2002 r. Nr 47 poz. 1230 z późn. zm.).
2. KGSP – Analiza akcji ratowniczych z wykorzystaniem narzędzi hydraulicznych za lata 2000-2005 r., materiały niepublikowane.
3. PN-EN 13204: 2005 (U) Hydrauliczne narzędzia ratownicze dwustronnego działania dla straży pożarnej. Wymagania eksploatacyjne i dotyczące bezpieczeństwa.
4. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania z dnia 20.06.2007 r., Dz. U. Nr 143, poz. 1002.
5. Materiały katalogowe i specyfikacje techniczne narzędzi hydraulicznych.
6. Pr EN 13731: 1999 System poduszek podnoszących używanych przez straż pożarną i służby ratownicze.
7. KGSP – Analiza akcji ratowniczych z wykorzystaniem poduszek pneumatycznych za lata 2000-2005 r., materiały niepublikowane.
8. Materiały katalogowe i specyfikacje techniczne poduszek pneumatycznych.
9. CNBOP – wykaz badań narzędzi hydraulicznych prowadzonych w latach 2000-2005 - materiały niepublikowane.
10. PB/BS/11 Badanie hydraulicznych narzędzi ratowniczych –CNBOP
Józefów – czerwiec 2005 r.
11. WBO/07/01/CNBOP: 1998 Wymagania, badania i kryteria oceny narzędzi ratowniczych – CNBOP Józefów, maj 1998 r.
12. CNBOP – wykaz badań poduszek pneumatycznych prowadzonych w latach 2000-2005 r. - materiały niepublikowane.
13. PB/BS/23 Badanie poduszek pneumatycznych do uszczelniania – CNBOP
Józefów – czerwiec 2005 r.

14. WBO/07/03/CNBOP: 1999 Wymagania, badania i kryteria oceny poduszek pneumatycznych do uszczelniania – CNBOP Józefów, lipiec 1999 r.