

mgr inż. Jan Goska
mgr inż. Marek Maciąg
Przemysłowy Instytut
Automatyki i Pomiarów

ZESTAW POMIAROWY DO SPRAWDZANIA PARAMETRÓW HYDRANTÓW PRZECIWO- ŻAROWYCH, WEWNĘTRZNYCH „HYDRA 32”

Artykuł przedstawia zagadnienie praktyczne, wykonywania pomiarów sprawdzających instalacji hydrantów przeciwpożarowych. Pełna ocena instalacji hydrantowej wymaga wykonania pomiaru i zarejestrowania wartości strumienia objętości oraz ciśnienia w czasie próby. Zagadnienie to jest istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa przeciwpożarowego. Dlatego wprowadzono przepisy administracyjne nakładające obowiązek wykonywania tego rodzaju badań. Ze względu na warunki wykonywania prób i konieczność odprowadzenia wody, powstała potrzeba opracowania zestawu do sprawnego wykonywania tych pomiarów. Zestaw „HYDRA 32” umożliwia wykonywanie takich prób. Zestaw „HYDRA 32” zapewnia rejestrację wyników pomiarów i obliczanie współczynnika charakteryzującego właściwości instalacji hydrantowej o średnicach przyłączy DN 25 i DN 52.

“HYDRA 32” A MEASUREMENT INSTRUMENTS SET FOR THE PURPOSES THE FIRE HYDRANT CONTROL.

The article presents the practical assumptions of conducting the controlling measurements on the fire hydrants. The full review of hydrant installation demands conducting an examination and registering the value of the flow volume and the pressure during the test. This issue is important because of the fire safety issues. As a consequence, administrative regulations that impose a duty of commencing such tests, have been introduced. Considering the conditions of the tests and the necessity of disposing of the water, a need for a set that would allow conducting such tests has emerged. The “Hydra 32” set allows doing such tests. “Hydra 32” allows registering the outcomes of the tests and calculating the rate characteristic for the features of the hydrant installations with DN 25 and DN 52 branch diameters.

1. WSTĘP

Podstawowym wyposażeniem przeciwpożarowym obiektów mieszkalnych i magazynowych są hydranty wewnętrzne, które umożliwiają natychmiastowe przystąpienie do gaszenia pożaru. Jest sprawą bardzo ważną, aby to podstawowe urządzenie działało niezawodnie. Aby zapewnić utrzymanie dobrego stanu technicznego hydrantów wprowadzone zostały przepisy administracyjne zobowiązujące do okresowego sprawdzania

instalacji przeciwpożarowych. Wymagane jest wykonanie sprawdzenia określającego ciśnienie i minimalny strumień objętości (określany potocznie jako wydajność hydrantu). Oba te parametry powinny być sprawdzane podczas próby. Ze względu na warunki w jakich wykonywana jest próba, powinna ona odbyć się sprawnie przy użyciu niewielkiej ilości wody, w związku z trudnością jej usuwania (często wodę zlewa się do beczki, którą potem trzeba wynieść). Jednocześnie próba powinna pozwolić na jednoznaczne określenie dwóch podstawowych parametrów: ciśnienia sieci zasilającej (przed i w czasie wypływu wody) oraz strumienia objętości. W Polsce stosowane są dwa typy hydrantów wewnętrznych o średnicy DN 25 mm z węzłem półsztywnym oraz DN 52 mm z węzłem płasko składanym. W tej sytuacji powstała potrzeba skonstruowania specjalnego zestawu pomiarowego do wykonywania tego rodzaju sprawdzeń dla obu typów hydrantów.

2. WYMAGANIA PODSTAWOWE

Wymagania dla hydrantów przeciwpożarowych określają przepisy administracyjne w tym ROZPORZĄDZENIE MINISTRA SPRAW WEWNĘTRZNYCH I ADMINISTRACJI z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 121, poz. 1138).

W paragrafie 18. 1. określono, że „minimalna wydajność poboru wody mierzona na wylocie prądownicy powinna wynosić:

- 1) dla hydrantów DN 25 - $1,0 \text{ [dm}^3/\text{s]} \Rightarrow 60 \text{ [dm}^3/\text{min]}$;
- 2) dla hydrantów DN52 - $2,5 \text{ [dm}^3/\text{s]} \Rightarrow 150 \text{ [dm}^3/\text{min]}$;
- 3) dla zaworów DN52 - $2,5 \text{ [dm}^3/\text{s]} \Rightarrow 150 \text{ [dm}^3/\text{min}]$.”

Ww. rozporządzenie określa również minimalną i maksymalną wartość ciśnienia w instalacji zasilającej hydranty przeciwpożarowe. Te podstawowe parametry powinny być sprawdzone podczas okresowych kontroli instalacji hydrantów wewnętrznych. Procedury związane z przeglądem zawiera norma PN-EN 671- 3 Stałe urządzenia gaśnicze. Hydranty wewnętrzne. Część 3: Konserwacja hydrantów wewnętrznych z węzłem półsztywnym i hydrantów z węzłem płasko składanym [1].

3. ZESTAW POMIAROWY „HYDRA 32”.

Ze względu na brak urządzeń do wykonywania pomiarów opisanych w p. 2 dla hydrantów o obu średnicach, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów we współpracy z Centrum Naukowo Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej podjął opracowanie zestawu pomiarowego, któremu nadano handlową nazwę „HYDRA 32”. Zestaw ten składa się z turbinowego czujnika przepływu, zintegrowanego z czujnikiem ciśnienia, mikroprocesorowego przetwornika elektronicznego oraz przyłączy redukcyjnych do podłączenia do instalacji hydrantu. Zestaw zasilany jest z baterii, ponieważ w miejscu pomiaru nie zawsze dostępne jest zasilanie sieciowe. Na podstawie pomierzonych wartości obliczany jest współczynnik wydajności hydrantu.

$$K = \frac{Q}{\sqrt{10P}} \quad (1)$$

Współczynnik ten określa stan całej instalacji hydrantu podczas próby.

3.1 CZUJNIK PRZEPŁYWU DO ZESTAWU „HYDRA 32”.

Pomiar parametrów hydrantów odbywa się w nietypowych warunkach. Po otwarciu zaworu prądownicy następuje gwałtowne przyspieszenie cieczy do czasu wypełnienia węża hydrantu. W czasie wypełniania i odpowietrzania węża hydrantu przepływ jest niestabilizowany. Po pewnym czasie wynoszącym kilka sekund (w zależności od układu hydraulicznego) następuje ustabilizowanie ciśnienia oraz strumienia objętości cieczy, a więc parametrów będących przedmiotem sprawdzenia. Wykonujący próbę jest zainteresowany tym, aby trwała ona jak najkrócej z uwagi na trudności z odprowadzeniem wody. Z tego względu należy dążyć aby pomiar mógł być zakończony tuż po ustabilizowaniu się parametrów przepływu. Stąd urządzenia do pomiaru ciśnienia i strumienia objętości powinny charakteryzować się dobrą dynamiką wskazań.

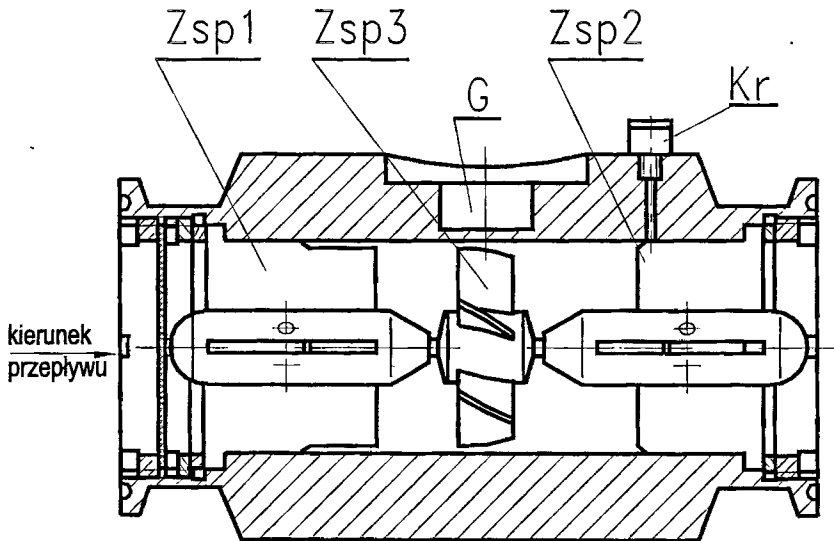
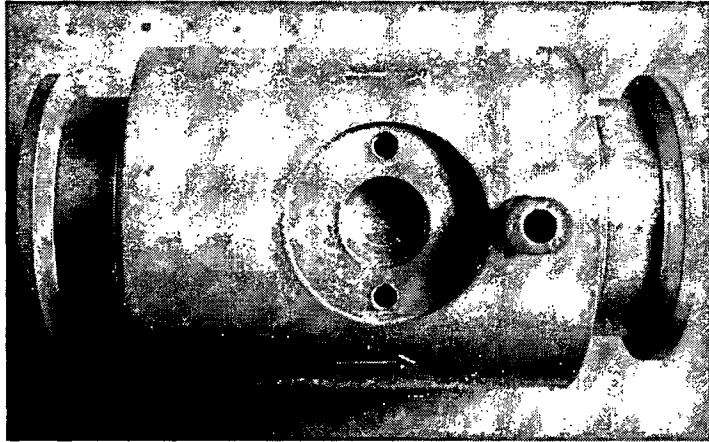
Ważną cechą jest mały pobór prądu, ponieważ urządzenie pomiarowe powinno być zasilane z baterii. Po rozważeniu wszystkich argumentów zdecydowano się na czujnik turbinowy, który jest bardzo oszczędny energetycznie, ma dobrą dynamikę (stała czasowa turbinki dla wody jest na poziomie 25ms) i jest łatwy w montażu. Szersze uzasadnienie takiego wyboru zawarte jest w opracowaniu PIAP [5] p.t. „Teoretyczne i praktyczne zastosowanie różnych metod pomiarów wydajności ze szczególnym uwzględnieniem ich zastosowania do instalacji hydrantów wewnętrznych”. Do oceny wybrano pięć typów przepływomierzy. Pozostałe typy wyeliminowano, ponieważ są zbyt kłopotliwe w użyciu jako przyrządy przenośne, do pomiarów dynamicznych pobierają zbyt dużo prądu lub są bardzo drogie (np. przepływomierz masowy). Oceny dokonały trzy osoby zajmujące się zawodowo pomiarami przepływu cieczy. Wynik tych trzech ocen był zgodny.

Czujnik turbinowy ma turbinę osiową o dużym skoku i małej liczbie łopat nieprzesłaniających w pełni przekroju rury przez co wprowadza niewielką stratę ciśnienia. Dodatkowym argumentem przemawiającym za wyborem czujnika turbinowego był fakt, że PIAP ma duże doświadczenie w projektowaniu i produkcji tego rodzaju czujników, co umożliwiło przystosowanie konstrukcji w zastosowaniu do pomiaru parametrów hydrantów.

Dla obniżenia masy czujnika zastosowano korpus ze stopu aluminium. Ze względu na występujące w rurociągach zanieczyszczenia (płaty rdzy, resztki materiałów uszczelniających itp.) zastosowano siatkę zabezpieczającą oraz wzmocniono ułożyskowanie wirnika. Aby umożliwić pomiar hydrantów zarówno o średnicy DN 25 jak i DN 52 wybrano czujnik PT 32 - 400 o zakresie pomiarowym $40 \div 400$ [dm³/min]. Pozwala to zmierzyć spodziewane wartości strumienia objętości zarówno w hydrantach DN 25 jak i DN52.

Konstrukcję czujnika przedstawia Rys. 1.

Typowy czujnik został wydłużony, aby umożliwić wykonanie otworu do pomiaru ciśnienia. Otwór ten doprowadza ciśnienie do króćca Kr, który jest typowym króćcem stosowanym w pneumatyce dla przewodów $\phi 4$ mm. Czujnik wytwarza sygnał impulsowy o częstotliwości proporcjonalnej do strumienia objętości. Źródłem sygnału jest cewka pomiarowa umieszczona na zewnątrz korpusu pobudzana przez magnes umieszczony w paśmie turbinki i obracający się wraz z nią.

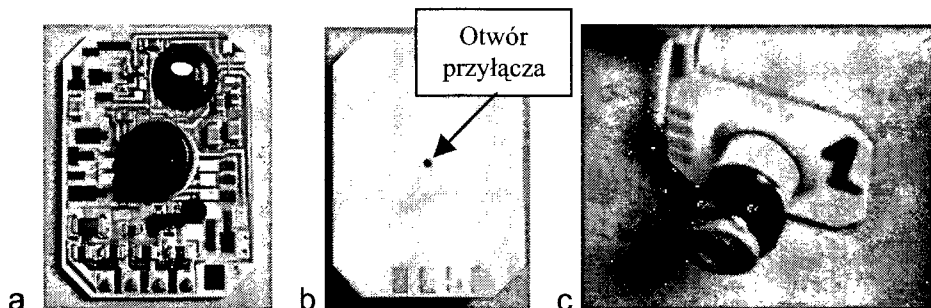


Rys. 1 Czujnik turbinowy do zestawu HYDRA 32; Zsp1 - kierownica przednia, Zsp2 - kierownica tylna, Zsp3 - turbinka, G - gniazdo cewki pomiarowej, Kr - króciec do przyłączenia czujnika ciśnienia.

3.2 CZUJNIK CIŚNIENIA ZESTAWU „HYDRA 32”

Podczas konstruowania zestawu pomiarowego zrezygnowano z dostępnych na rynku handlowych czujników ciśnienia ze względu na ich cenę, duże wymiary, niewygodny sposób przyłączenia, a także duży pobór prądu. Do pomiaru wykorzystano krzemowy czujnik ciśnienia AMS 5001 z hybrydową strukturą przetwornika elektronicznego wytwarzający sygnał napięciowy o wartości proporcjonalnej do ciśnienia. Zakres pomiarowy ciśnienia wynosi $0 \div 12$ [bar]. Czujnik wytrzymuje oddziaływanie ciśnienia do 30 [bar]. Zakresowi mierzonego ciśnienia ($0 \div 12$ [bar]) odpowiada elektryczny sygnał wyj-

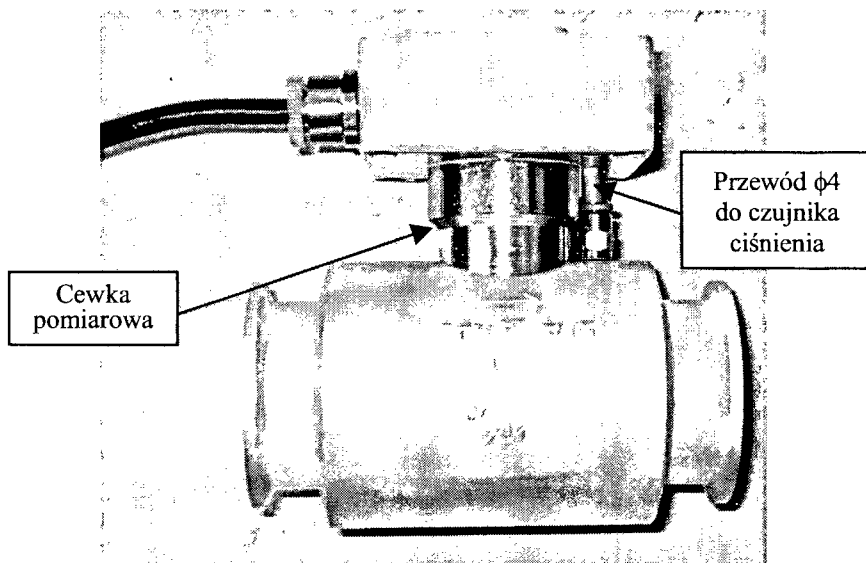
ściowy 1÷4 [V]. Przyłączem procesowym tego czujnika jest otwór w płytce ceramicznej stanowiącej podłoże dla układu elektronicznego. Do powierzchni płytki ceramicznej został przyklejony króciec stosowany w instalacjach pneumatycznych dla przewodów o średnicy ϕ 4 [mm]. Rys. 2 przedstawia czujnik ciśnienia zastosowany w zestawie pomiarowym HYDRA 32.



Rys. 2 Hybrydowy czujnik AMS 5001;
 a - układ elektroniczny (hybrydowy),
 b - powierzchnia płytki ceramicznej z otworem do doprowadzenia ciśnienia mierzonego,
 c - króciec do przewodów pneumatycznych przyklejony do powierzchni ceramicznej.

3.3 ZESPÓŁ CZUJNIKÓW

Oba czujniki (czujnik strumienia objętości i czujnik ciśnienia) zostały połączone konstrukcyjnie w jeden zespół.



Rys. 3 Zestaw czujników zastosowany w zestawie pomiarowym „HYDRA 32”.

Czujnik ciśnienia został umieszczony w puszcze połączeniowej cewki czujnika. Widok zespołu czujników przedstawia rys. 3. Ciśnienie przez otwór w korpusie zostało doprowadzone do króćca czujnika za pomocą krótkiego odcinka przewodu $\phi 4$ mm. Sygnały z obu czujników wyprowadzone zostały za pomocą jednego kabla połączeniowego do miernika. Do połączeń z instalacją hydrantu wykonano dwa komplety przyłączy zakończonych przyłączami „hydrantowymi” dla średnic nominalnych DN 25 i DN 52, zapewniających łagodne przejście strugi wody przy zmianie średnic.

3.4 MIERNIK ELEKTRONICZNY „HYDRA 32”

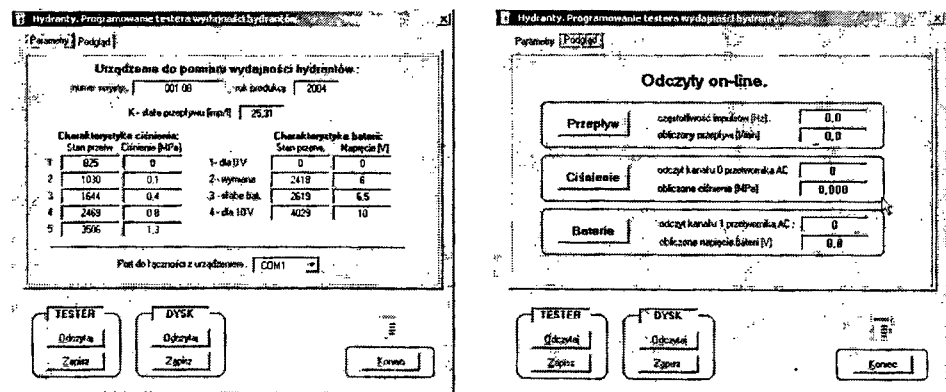
Układ miernika zbudowany został w oparciu o procesor 80C32.

Wzmacniacz sygnału wejściowego z czujnika przepływu wykonano w oparciu o niskonapięciowe wzmacniacze operacyjne Rail-to-Rail LM 7301 lub OPA337.

Układ napięć referencyjnych do zasilania czujnika ciśnienia i przetwarzania jego sygnału wyjściowego wykonano w oparciu o podwójne wzmacniacze operacyjne OPA 2337. Sygnał napięciowy odpowiadający ciśnieniu oraz sygnał informujący o poziomie napięcia baterii zasilających doprowadzany jest do dwukanałowego 12 bitowego przetwornika A/C. Aktualny stan pracy prezentowany jest na wyświetlaczu LCD 2x16 znaków. Układ pomiarowy umieszczony jest na dwóch płytkach drukowanych umieszczonych w obudowie BOPLA ARTEB 655.

4. OPROGRAMOWANIE MIERNIKA HYDRA 32

Oprogramowanie miernika zapewnia prawidłową pracę układu, wykonanie przetwarzania sygnałów oraz przeliczeń. Oprogramowanie umożliwia pracę z różnymi przetwornikami A/C. Oprogramowanie komputera PC umożliwia poprzez łącze RS 232 wprowadzanie i odczyt parametrów do i z miernika, archiwizację wprowadzonych parametrów na dysku oraz odczyty on-line stanów przetworników A/C oraz pomiaru częstotliwości przy określaniu charakterystyk przetworników. Rys. 4 przedstawia widoki ekranu programu do wprowadzania i odczytu charakterystyk HYDRANT.



Rys. 4 Widok ekranu do wprowadzania charakterystyk programu HYDRANT.

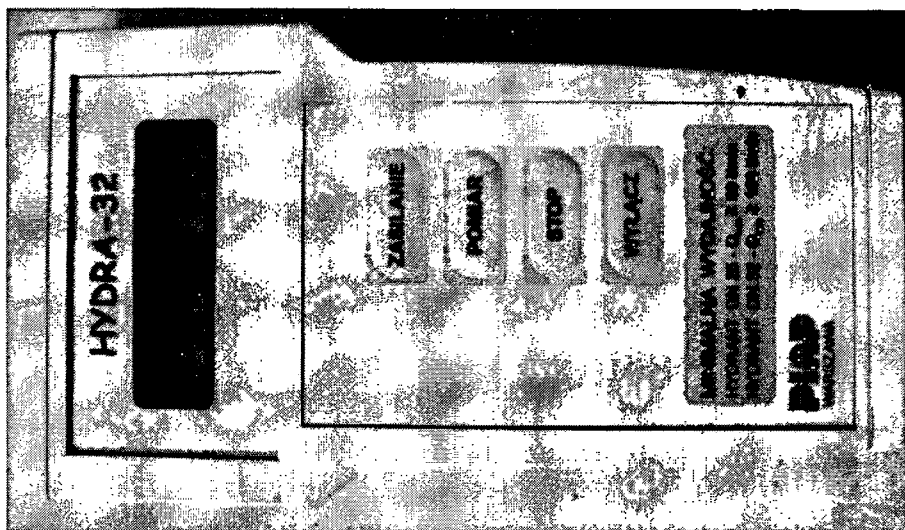
Program Hydrant umożliwia następujące działania:

- wprowadzenie numeru seryjnego i roku produkcji czujnika
- wprowadzenie stałej czujnika przepływu w formacie xx,xx

- wprowadzenie 4-o odcinkowej ch-ki czujnika ciśnienia
- wprowadzenie ch-ki odczytu stanu baterii z określeniem poziomu słabych baterii lub konieczności ich wymiany
- zapis-odczyt parametrów do miernika
- zapis-odczyt parametrów na dysku
- odczyt parametrów w czasie kalibracji urządzenia

5. FUNKCJE MIERNIKA HYDRA 32.

Widok kompletnego miernika przedstawia rys 5.



Rys. 5 Miernik HYDRA 32

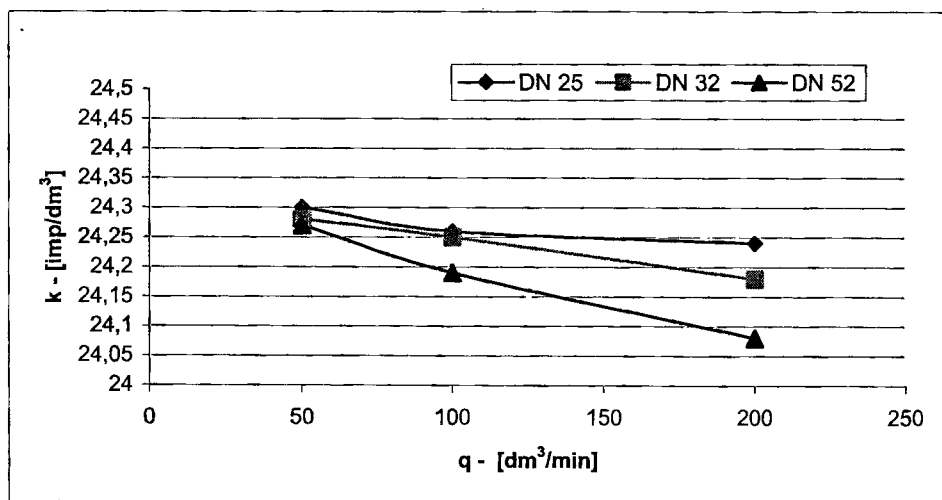
Dla obsługi poszczególnych funkcji miernika zastosowano prostą, 4-przyciskową klawiaturę. Przycisk ZASILANIE załącza urządzenie. Po przeprowadzeniu procedur testowych oraz sprawdzeniu poziomu napięcia baterii urządzenie jest gotowe do pomiaru, co jest sygnalizowane napisem [POMIAR WYDAJNOŚCI HYDRANTU]. Po naciśnięciu przycisku POMIAR, następuje ciągłe wskazanie aktualnej wartości strumienia objętości [l/min] oraz ciśnienia [MPa]. Po ustabilizowaniu się warunków przepływu w instalacji a więc i wskaźnika przyrządu operator naciska przycisk STOP. Po naciśnięciu przycisku STOP na wyświetlaczu pojawia się ostatnia, uśredniona z okresu 1 s wartość strumienia objętości, wartość ciśnienia oraz obliczona stała K wydatku hydrantu. Po spisaniu wyników pomiaru miernik wyłącza się przyciskiem WYŁĄCZ. W celu oszczędności baterii po 30 min. następuje samoczynne wyłączenie miernika.

6. BADANIA LABORATORYJNE

Konstruując zestaw pomiarowy Hydra 32 należało uwzględnić nie tylko wymagania metrologiczne, ale również wymagania eksploatacyjne, niezawodność, łatwość montażu

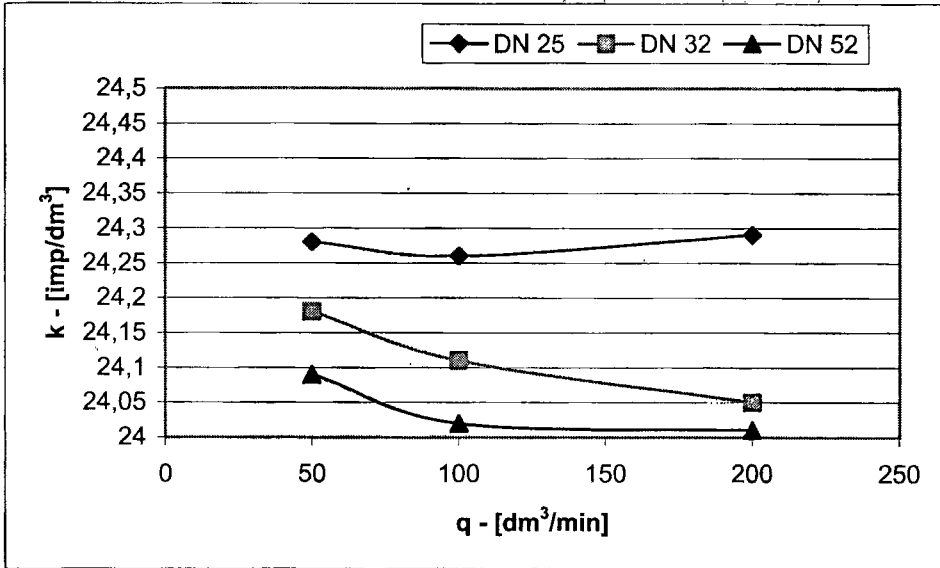
i demontażu urządzenia podczas pomiarów. Dlatego niezbędne było dokładne sprawdzenie wynikowych parametrów zastosowanego rozwiązania tym bardziej, że ze względów montażowych skrócono długość przyłączy pełniących jednocześnie rolę konfuzorów i dyfuzorów w stosunku do długości zalecanych. Na rys. 6, 7, 8 przedstawiono charakterystyki przetwarzania (wartość k w funkcji q) dla 3 czujników PT 32 – H.

Charakterystyki czujników przepływu wraz z przyłączami redukcyjnymi i siatką zabezpieczającą sprawdzono w laboratorium OUP, na uwierzytelnionym przez Okręgowy Urząd Miar stanowisku przepływowym z zestawem i prostek DN32 dla trzech przypadków. Czujnika z przyłączem strażackim DN 25 oraz prostką przejściową do DN 32, czujnika bez przyłącza strażackiego, czujnika z przyłączem DN 52 oraz prostką przejściową do DN 32. Uzyskano po trzy charakterystyki stałej przetwarzania k [imp/dm³] w funkcji strumienia objętości, dla każdego egzemplarza czujnika przepływu. Określenie rozpiętości zmiany stałej czujnika w zależności od zastosowanego zestawu przyłączy jest istotne, ponieważ do obliczeń (w mierniku) przyjmowana jest jedna wartość średnia stałej K dla danego egzemplarza. Ta wyliczona wartość stałej K jest wprowadzana do układu przeliczającego miernika. Wartość stałej K jest wyliczana w ten sposób aby błędy pomiaru dla hydrantów DN 25 i DN 50 miały najmniejszą wartość.

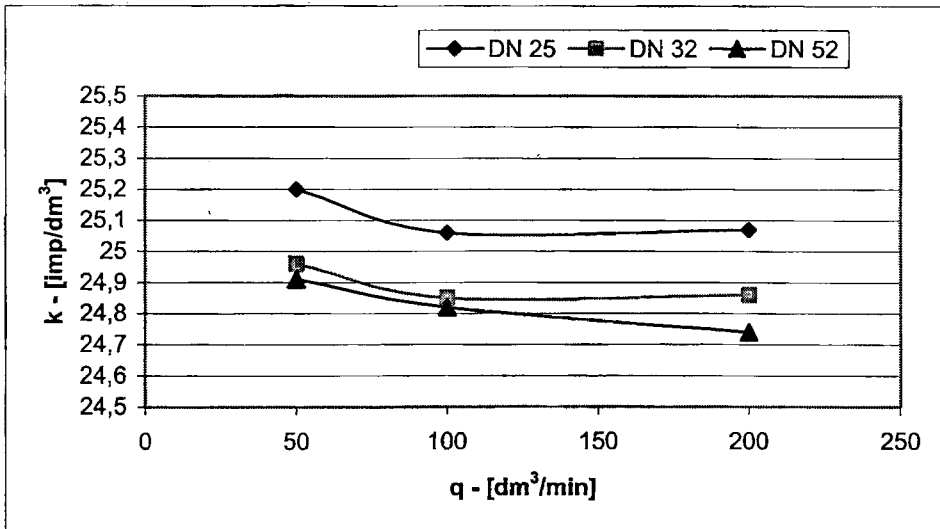


Rys. 6 Charakterystyka przetwarzania czujnika 04/04

Uzyskane wyniki wskazują, powtarzalne przesunięcie stałej przetwarzania dla DN 25 w górę, a dla DN 52 w dół w stosunku do połączenia ze średnicą nominalną rurociągu. Wywołane jest to niespełnieniem wymagań długości konfuzorów i dyfuzorów dostosowujących przyłącze czujnika DN 32 do przyłączy „strażackich” DN 25 DN 52. Ponieważ jednak błędy pomiaru strumienia objętości są zdecydowanie niższe od wymaganych w przepisach administracyjnych (2,5% zakresu pomiarowego) [1] to zdecydowano się zastosować takie („skrócone”) przyłącza redukcyjne ze względu na wygodę użytkownika całego zestawu (masa, wymiary).



Rys. 7 Charakterystyki przetwarzania czujnika 04/05



Rys. 8 Charakterystyka przetwarzania czujnika 04/06

7. PARAMETRY TECHNICZNE

W oparciu o przeprowadzone próby i badania stwierdzono, że zestaw pomiarowy „HYDRA 32” ma następujące parametry:

Napięcie zasilania	- $7 \div 10$ [V] DC (6 baterii lub akumulatorów AA - R3)
Pobór prądu	- max 60 [mA]
Czas pracy	- 20h dla akumulatorów 1,2 Ah.
Średnice przyłączy hydrantów	- DN 25, DN 52
Zakres pomiaru strumienia objętości	- $40 \div 400$ [dm ³ /min]
Błąd pomiaru strumienia objętości	- 0,5% zakresu pomiarowego
Zakres pomiaru ciśnienia	- $0 \div 1,2$ [MPa]
Błąd pomiaru ciśnienia	- 0,5% zakresu pomiarowego
Masa zestawu pomiarowego	- 2kg

8. WNIOSKI

Opracowany przyrząd do pomiaru parametrów hydrantów pozwala na wiarygodne i łatwe wykonanie sprawdzeń parametrów hydrantów przeciwpożarowych.

Przedstawione rozwiązanie wymusza stosowanie przez sprawdzającego wymogów normy PN-EN 671- 3. Dokładność pomiarów przewyższa wymagania stawiane przez przepisy dotyczące wykonywania badań. Wykonane w serii próbnej egzemplarze przekazane do eksploatacji próbnej. Badania eksploatacyjne przeprowadzone przez CNBOP potwierdziły pełną funkcjonalność urządzenia.

Zastosowane elementy pomiarowe czujnik przepływu i czujnik ciśnienia, mające parametry metrologiczne znacznie przewyższające wymagania przepisów, pozwoliły na uproszczenia konstrukcyjne tzn. skrócenie konfuzorów i dyfuzorów do przyłączy strażackich oraz pomiar ciśnienia w rurze czujnika przepływu. To z kolei umożliwiło skonstruowanie przenośnego zestawu pomiarowego o niewielkiej masie, wygodnego w użyciu.

LITERATURA:

- [1] PN-EN 671- Części 1,2,3 – Stałe urządzenia gaśnicze. Hydranty wewnętrzne – listopad 2002
- [2] Heinz G. Erb - Mechanika płynów w inżynierii środowiska
Wyd.: Seidel Przywecki Sp. Z o. o. 1998
- [3] Zdzisław Orzechowski – Mechanika płynów w inżynierii środowiska;
Wyd.: WNT 1997
- [4] Eustachy S. Burka – Mechanika płynów w przykładach; Wyd.: WN PWN 2002
- [5] Jan Goska, Marek Maciąg PIAP - Teoretyczne i praktyczne zastosowanie różnych metod pomiarów wydajności ze szczególnym uwzględnieniem ich zastosowania do instalacji hydrantów wewnętrznych PIAP 2004 Nr arch. 8104.