

L440

BE 10

Zakład Pomiaru Parametrów Przepływu
Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca Marek Maciąg

Wykonawcy: Jan Goska

Tadeusz Moliński

Czesław Godzisz -w zakresie badań KEM

Temat: „Przeptywomierz klapowy do pomiarów ilości cieczy przepływającej w przewodach zamkniętych całkowicie wypełnionych.”

Etap 2. "Wykonanie i badania laboratoryjne oraz badania KEM 3-ch prototypów przepływomierzy klapowych PK (DN 100)

Etap 3. „Badania KEM: 3-ch prototypów przepływomierzy klapowych PK (DN 100),

Zlec. S1843, praca wieloetapowa

DOKUMENT WZORCOWY

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

PIAP

KIEROWNIK ZAKŁADU
Pomiaru Parametrów Przepływu

mgr inż. Wojciech Winiarski

ZASTĘPCA DYREKTORA
d/s. Badawczo-Rozwojowych

dr inż. Jan Jabłkowski
(1)

Pracę zakończono dnia 1999-02-15

Nr arch. 7624

Nr zlecenia S1843

Analiza deskryptorowa

Przepływomierze klapowe do ścieków.

Abstrakt

Sprawozdanie zawiera opis prac związanych z wykonaniem i weryfikacją dokumentacji konstrukcyjnej przepływomierza PK, przeprowadzeniem badań laboratoryjnych i badań KEM.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Sprawozdanie nr 7450 z etapu I : „Przepływomierz klapowy PK. Opracowanie i badania modelu.”

Rozdzielnik

Egz. 1 DPQ.

Egz. 2 DPQ.

Egz. 3 OIN.

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 1	stron 12

1. PRZEDMIOT PRACY	2
2. PODSTAWA WYKONANIA PRACY	2
3. DOKUMENTACJA KONSTRUKCYJNA PRZEPLYWOMIERZA	2
4. OPIS KONSTRUKCJI MIERNIKA	2
5. OPIS ZMIAN W KONSTRUKCJI KLAPOWEGO CZUJNIKA PRZEPLYWU.	5
6. BUDOWA PROTOTYPÓW	5
7. BADANIA LABORATORYJNE PRZEPLYWOMIERZY.	5
7.1. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ.	5
7.2. BADANIA CHARAKTERYSTYKI CZUJNIKÓW ORAZ WZORCOWANIE PRZEPLYWOMIERZY KLAPOWYCH PK100.	6
7.3. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI POMIARU OBJĘTOŚCI	8
7.4.1. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI POMIARU OBJĘTOŚCI I DOKŁADNOŚCI WYJŚCIOWEGO SYGNAŁU PRĄDOWEGO W WARUNKACH SYMULACYJNYCH.	9
8. BADANIA KEM	11
9. WERYFIKACJA DOKUMENTACJI KONSTRUKCYJNEJ PO BADANIACH.	12
10. WNIOSKI.	12

PIAP	PRZEPŁYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 2	stron 12

1. Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy jest opracowanie i badania przepływowe modelu przepływomierza PK.

Przedmiotem etapu, którego dotyczy niniejsze sprawozdanie, było wykonanie badań laboratoryjnych oraz badań KEM na 3-ch egzemplarzach przepływomierzy (z serii informacyjnej, wykonanych w ramach zlecenia Z4094), opracowanie DTR i projektu ZN oraz weryfikacja dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach.

2. Podstawa wykonania pracy

Praca została wykonana w ramach zlecenia S1843: „Przepływomierz klapowy do pomiarów ilości cieczy przepływającej w przewodach zamkniętych całkowicie wypełnionych.”, etap 2. "Wykonanie i badania laboratoryjne oraz badania KEM 3-ch prototypów przepływomierzy klapowych PK (DN 100) i etap 3: „Badania KEM 3-ch prototypów przepływomierzy klapowych PK (DN 100), które obejmują:

- opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej oraz Dokumentacji Techniczno – Ruchowej i projektu Normy Zakładowej
- wykonanie badań laboratoryjnych
- wykonanie badań KEM
- weryfikacja dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach

Zgodnie z propozycją DB badania wykonano na egzemplarzach przepływomierzy z serii informacyjnej wykonanych w ramach zlecenia zwrotnego Z4094. W niniejszej pracy pominięto etap wykonania prototypów co zostało uwzględnione w kalkulacji pracy.

3. Dokumentacja konstrukcyjna przepływomierza

W ramach niniejszej pracy wykonano dokumentację konstrukcyjną miernika przepływomierza PK nr 7623.

Dokumentacja zawiera rysunki konstrukcyjne części mechanicznej i elektronicznej. Rysunki konstrukcji mechanicznej sporządzono przy pomocy programu komputerowego Autocad natomiast część elektroniczna miernika zaprojektowana została przy pomocy programów Ranger i Corel Draw.

Dokumentację konstrukcyjną uzupełniono o Dokumentację Techniczno – Ruchową (nr 7622) i projekt Normy Zakładowej (nr 7621).

4. Opis konstrukcji miernika

Miernik przepływomierza PK został umieszczony w obudowie z tworzywa sztucznego spełniającej wymagania dla stopnia ochrony IP65, przeznaczonej do zabudowy naściennej.

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 3	stron 12

Układ elektroniczny miernika składa się z następujących bloków:

- zasilacza impulsowego dostarczającego napięcia +12V, stabilizowanego +5V do zasilania mikroprocesorowego układu przeliczającego, odseparowanych galwanicznie napięć +15V i -15V do zasilania wyjściowego obwodu prądowego oraz odseparowanych galwanicznie od poprzednich napięć +12V i +24V zasilających obwody wejściowe miernika.
- układu wejściowego przetwarzającego wejściowy sygnał prądowy 4-20 mA na sygnał cyfrowy
- mikroprocesorowego układu przeliczającego
- przełączników sygnalizacyjnych
- bloku wizualizacji wyników
- opcjonalnie stosowanego układu wyjścia prądowego informującego o wartości strumienia objętości

Sygnał prądowy z czujnika PK100 przetwarzany jest przez 12-to bitowy przetwornik a/c na sygnał cyfrowy podawany przez blok optoizolatorów do mikroprocesorowego układu przeliczającego. Wartościom przetworzonego sygnału wejściowego przyporządkowane są rzeczywiste wartości strumienia objętości cieczy (uzyskane w trakcie wzorcowania). Do pamięci EEPROM miernika można wpisać max. 20-to odcinkową charakterystykę czujnika – co może nastąpić już w laboratorium po wzorcowaniu.

Do wprowadzenia ch-ki czujnika przepływu oraz opisanych poniżej innych danych służy program PK.EXE. Umożliwia on na przesłanie z komputera typu PC do miernika następujących danych:

- nr czujnika
- nr miernika
- 2-ch nastaw progowych sterujących przełącznikami oraz diodami LED ($q < q_{min}$, $q > q_{max}$).
- wartości maksymalnej strumienia objętości (określającej 20 mA wyjściowego sygnału prądowego).
- jednostki w których jest wyświetlana wartość strumienia objętości (dm^3 / min lub m^3 / h).
- 20-to odcinkowej charakterystyki klapowego czujnika przepływu.

Powyższe dane mogą być wprowadzane wyłącznie przez producenta lub upoważniony serwis.

Wartość sygnału wejściowego (cyfrowego) przeliczana jest na podstawie charakterystyki czujnika. Wartość strumienia objętości cieczy jest stale porównywana z nastawami progowymi i w przypadku przekroczenia zadanych wartości następuje wystroowanie odpowiedniego przełącznika oraz zaświecenie odpowiadającej danemu przekroczeniu diody LED.

Na płycie czołowej jest umieszczony wyświetlacz wskazujący wartość strumienia objętości, licznik wskazujący zliczoną objętość cieczy oraz trzy diody sygnalizacyjne (2 związane z nastawami progowymi oraz dioda informująca o załączeniu miernika do sieci).

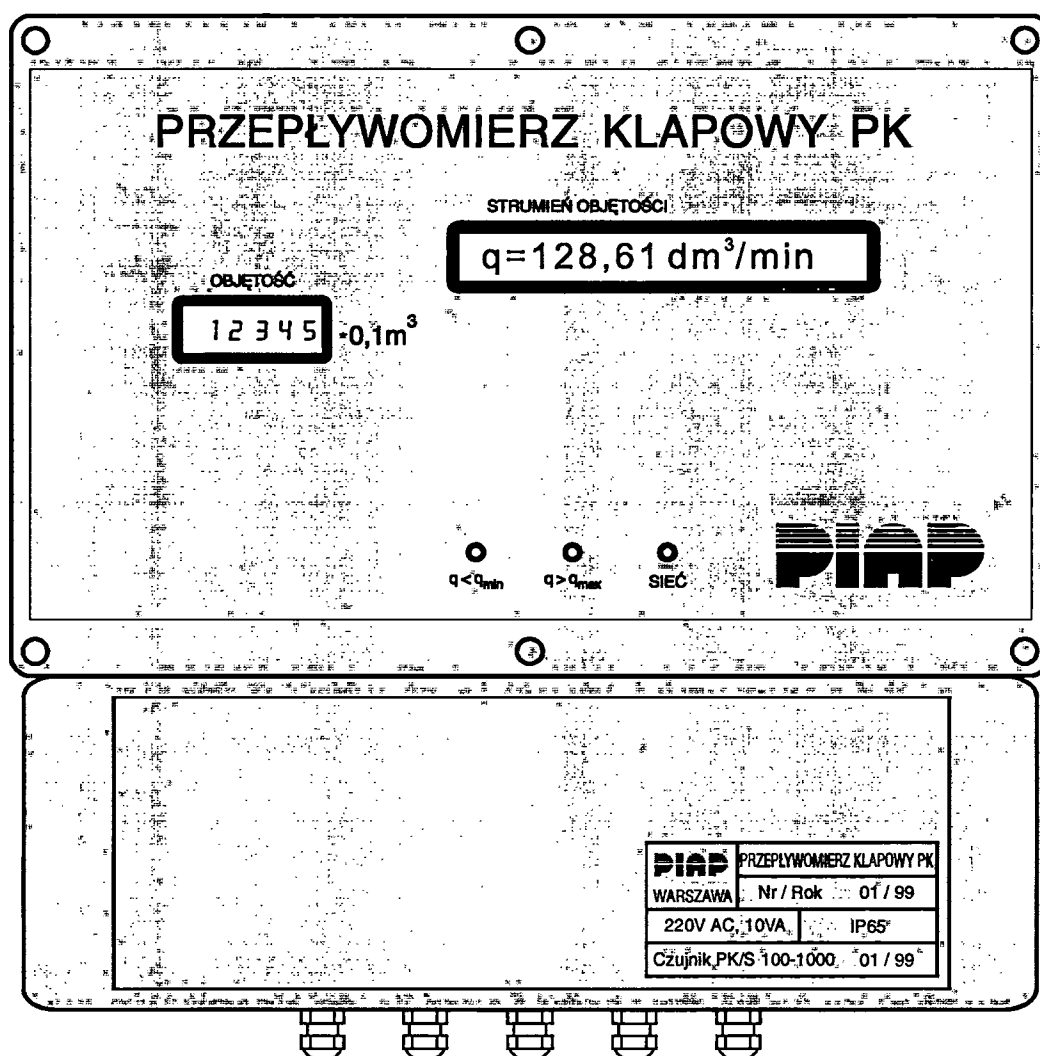
PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 4	stron 12

Opcjonalnie stosowany wyjściowy sygnał prądowy proporcjonalny do strumienia objętości cieczy może pracować w jednym z trybów :

- 0 - 20 mA dla R obc. = 0-500 Ohm
- 4 - 20 mA jw.
- 0 - 5 mA dla R obc. = 0-2000 Ohm

Sygnalizacyjne wyjścia przekaźnikowe związane z nastawami progowymi q_{min} i q_{max} posiadają obciążalność 2A / 250V.

Miernik przepływomierza klapowego przedstawia Rys. 1.



Rys. 1. Miernik PRZEPLYWOMIERZA PK

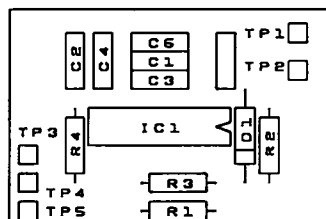
6

PIAP	PRZEPŁYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 5	stron 12

5. Opis zmian w konstrukcji klapowego czujnika przepływu.

W czujniku zabudowano przetwornik zmian małych rezystancji na sygnał prądowy z wykorzystaniem precyzyjnego układu XTR 101. Wychylenie kłapy czujnika dla pełnego zakresu przepływów powoduje zmianę prądowego sygnału wyjściowego w zakresie zbliżonym do 4-20 mA. W przetworniku świadomie zrezygnowano z dodatkowych elementów regulacyjnych powiększających gabaryty płytki drukowanej dostosowujących sygnał wyjściowy do standardu 4-20 mA ponieważ każdy czujnik ma indywidualną charakterystykę w związku z czym nie są one zamienne. Z punktu widzenia miernika przy 20-to punktowej linearyzacji charakterystyki nie jest istotne czy sygnał wejściowy ma zakres zmian 4-20mA czy np. 5-18mA.

Zastosowany przetwornik charakteryzuje się dużą odpornością na zakłócenia oraz wpływ temperatury i umożliwia przesyłanie sygnału na odległości kilkuset metrów. Zrezygnowano ze zmian konstrukcji czujnika wymagających zaangażowania ZOOTECHNIKI oraz zmian technologicznych. Płytką przetwornika będzie instalowana w PIAP przy kalibracji czujników.



Rys.2. Płytką przetwornika

6. Budowa prototypów

Budowa prototypów została wykreślona z zakresu niniejszej pracy. Badania laboratoryjne oraz KEM zostały przeprowadzone na egzemplarzach z serii informacyjnej wykonanej w ramach zlecenia zwrotnego (z pominięciem etapu wykonania prototypów).

7. Badania laboratoryjne przepływomierzy.

7.1. Zakres wykonanych badań.

Badania przepływowe wykonywano w laboratorium przepływowym DPQ wykorzystując jako etalon czujnik mlekomierza PT50-800 współpracujący z przelicznikiem laboratoryjnym NUT, który na podstawie charakterystyki czujnika turbinowego umożli-

PIAP	PRZEŁYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 6	stron 12

liwił określenie chwilowej wartości strumienia objętości oraz określenie objętości wody, która przepłynęła przez czujnik w trakcie pomiarów na objętość.

Końcowe sprawdzenie mierników przepływomierzy łącznie z regulacją i sprawdzeniem wyjścia analogowego przeprowadzono w laboratorium elektronicznym przy symulacji czujnika sygnałem prądowym o wartościach wynikających z charakterystyk uzyskanych przy badaniach przepływowych.

7.2. Badania charakterystyki czujników oraz wzorcowanie Przepływomierzy Klapowych PK100.

Badania charakterystyki czujnika klapowego przeprowadzono sczytując stan przetwornika cyfrowo – analogowego dla określonych wartości strumienia objętości przy narastających i opadających wartościach przepływu (w pełnym zakresie przepływu co 50 dm³/min). Wybrane wartości charakterystyki są wprowadzane do pamięci nieulotnej miernika, w którym dokonywana jest linearyzacja.

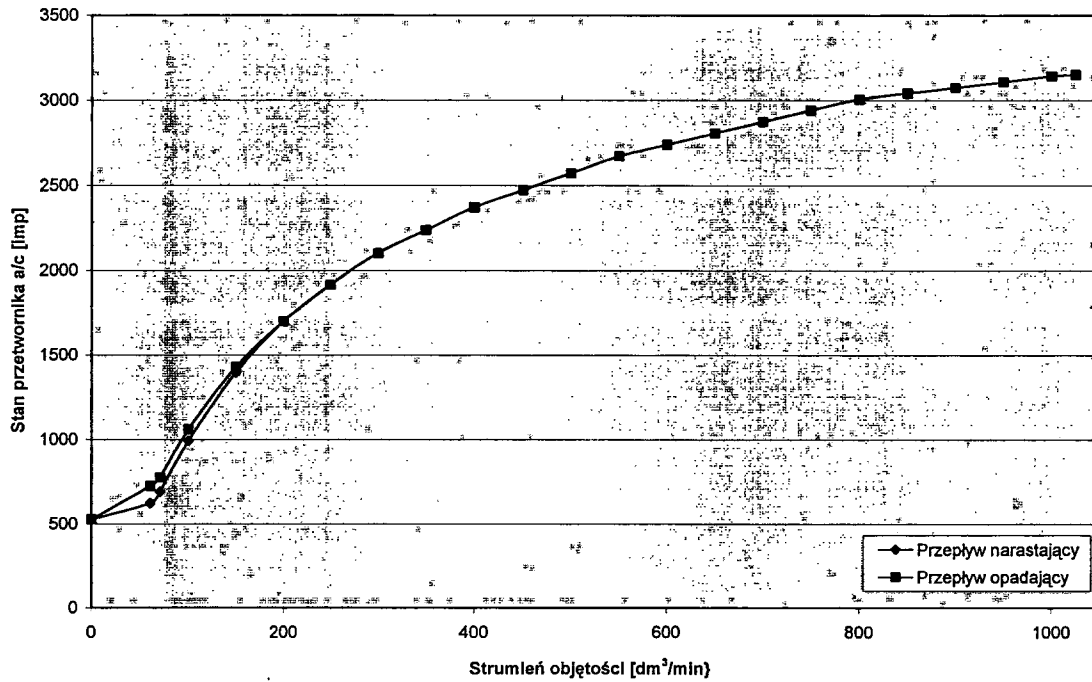
Ponieważ na stanowisku przepływowym Ø100 mm występują problemy ze stabilnym utrzymaniem przepływu, a żaden z dodatkowych zaworów regulacyjnych nie działa, strumień objętości w trakcie ulegał zmianom, co powodowało problemy z określeniem stanów przetwornika a/c dla danych wartości strumienia objętości.

Wyniki badań dla poszczególnych czujników zawierają tabela 1 oraz wykresy 1,2,3.

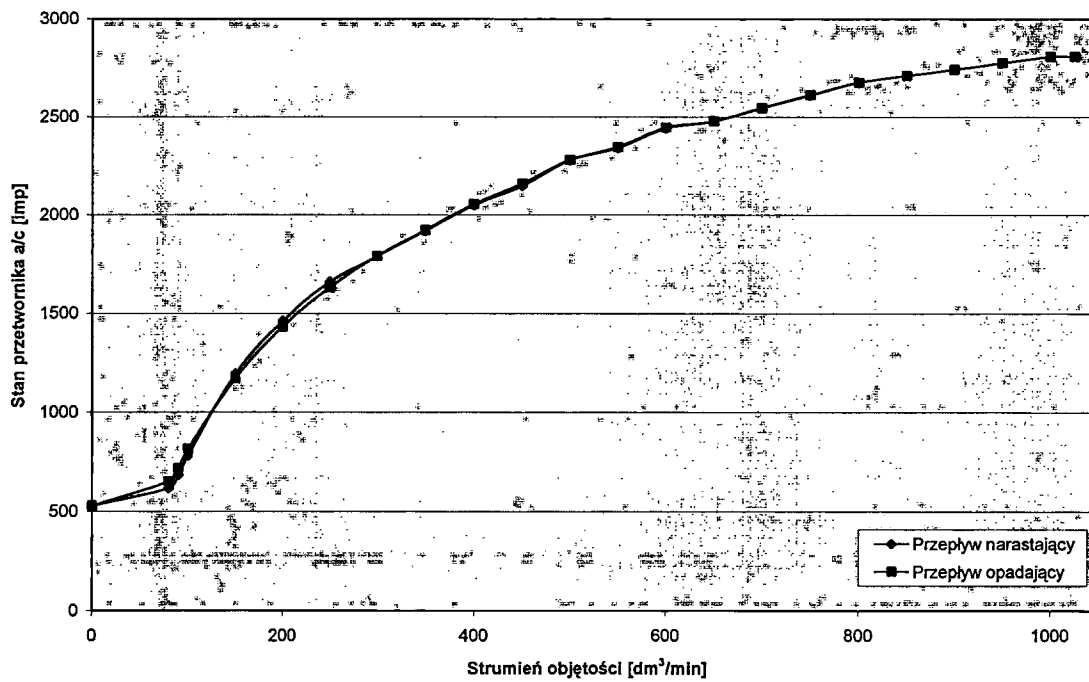
lp	przepływ wzorca dm ³ /min	Czujnik PK/S 100 nr 01/99			Czujnik PK/S 100 nr 02/99			Czujnik PK/S 100 nr 03/99		
		stan c/a przepływ narastając	stan c/a przepływ opadający	c/a średnie	stan c/a przepływ narastając	stan c/a przepływ opadający	c/a średnie	stan c/a przepływ narastając	stan c/a przepływ opadający	c/a średnie
1	0	526	526	526	527	527	527	528	528	528
2	50	623	725	674	617	652	635	549	549	549
3	80	690	775	733	682	716	699	615	750	683
4	100	993	1061	1027	779	814	797	814	885	850
5	150	1396	1430	1413	1195	1170	1183	1212	1240	1226
6	200	1698	1698	1698	1460	1432	1446	1500	1480	1490
7	250	1915	1915	1915	1659	1630	1645	1677	1675	1676
8	300	2102	2101	2102	1790	1792	1791	1842	1845	1844
9	350	2236	2236	2236	1919	1922	1921	1975	1975	1975
10	400	2371	2370	2371	2049	2055	2052	2108	2110	2109
11	450	2471	2472	2472	2147	2160	2154	2220	2230	2225
12	500	2572	2572	2572	2278	2280	2279	2307	2305	2306
13	550	2673	2672	2673	2340	2345	2343	2405	2405	2405
14	600	2740	2739	2740	2440	2445	2443	2471	2475	2473
15	650	2807	2807	2807	2478	2478	2478	2550	2540	2545
16	700	2874	2875	2875	2545	2545	2545	2620	2615	2618
17	750	2941	2941	2941	2610	2612	2611	2670	2665	2668
18	800	3008	3007	3008	2675	2676	2676	2710	2710	2710
19	850	3042	3042	3042	2710	2710	2710	2740	2745	2743
20	900	3074	3074	3074	2742	2742	2742	2775	2770	2773
21	950	3108	3108	3108	2775	2775	2775	2800	2810	2805
22	1000	3142	3142	3142	2807	2807	2807	2845	2840	2843
23	1025	3150	3150	3150	2807	2807	2807	2850	2850	2850

Tabela 1. Charakterystyki wzorcowania czujników PK/S100-1000.

PIAP	PRZEŁYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 7	stron 12

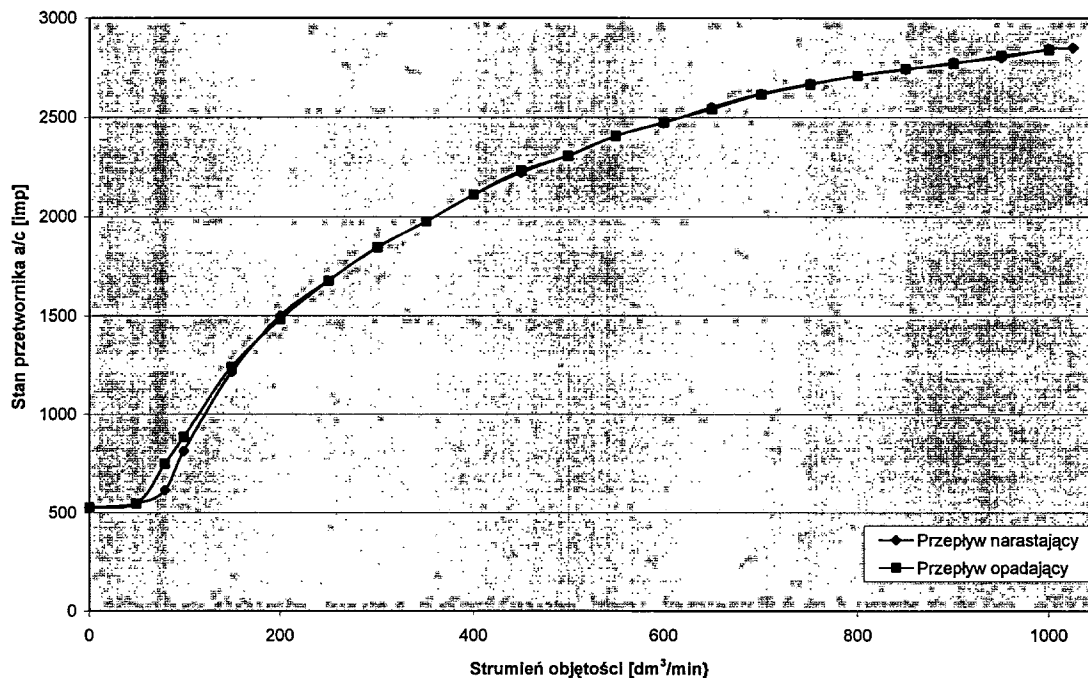


Wykres 1. Badanie charakterystyki czujnika PK/S100-1000 Nr 01/99



Wykres 2. Badanie charakterystyki czujnika PK/S100-1000 Nr 02/99

PIAP	PRZEPŁYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 8	stron 12



Wykres 3. Badanie charakterystyki czujnika PK/S100-1000 Nr 03/99

7.3. Sprawdzenie dokładności pomiaru objętości

Sprawdzenia dokonano na stanowisku przepływowym z wykorzystaniem czujnika mlekomiernia PT 50-800 oraz miernika laboratoryjnego NUT.

Badanie polegało na sprawdzeniu czasu trwania naliczenia przez model przepływomierza klapowego zadanej liczby impulsów odpowiadającej objętości cieczy przepływającej przez czujnik dla określonego strumienia objętości. Wraz ze wzrostem częstotliwości pracy liczydła związanym ze zwiększaniem przepływu zwiększano liczbę zadanych impulsów co utrzymywało czasy pomiarów na zbliżonym poziomie.

Na podstawie charakterystyki czujnika turbinowego określana była objętość wzorcowa oraz wstępna wartość strumienia objętości każdego pomiaru.

Ponieważ na stanowisku przepływowym $\varnothing 100$ występują problemy ze stabilnym utrzymaniem przepływu (żaden z dodatkowych zaworów regulacyjnych nie działa), strumień objętości w trakcie długich pomiarów ulegał zmianom. W związku z powyższym przedstawione w tabelach wartości strumienia objętości należy traktować jako wartości średnie z czasu trwania całego pomiaru co (w związku z budową czujnika oraz nadajnika potencjometrycznego) mogło mieć wpływ na wyniki pomiarów objętości.

Wyniki pomiarów dla kilku wartości strumienia objętości w całym zakresie pomiarowym dla trzech przepływomierzy przedstawiono tabeli 2.

PIAP	PRZEPŁYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 9	stron 12

strumień objętości dm ³ /min	Przepływomierz PK 01/99			Przepływomierz PK 02/99			Przepływomierz PK 02/99		
	wskazanie przepływomierza dm ³	objętość wzorowa dm ³	błąd pomiaru objętości %	wskazanie przepływomierza dm ³	objętość wzorowa dm ³	błąd pomiaru objętości %	wskazanie przepływomierza dm ³	objętość wzorowa dm ³	błąd pomiaru objętości %
0									
50									
70									
100	199	194,29	2,42				300	303,48	-1,15
150				400	405,85	-1,44	600	616,00	-2,60
200							500	506,34	-1,25
250									
300	390	389,30	0,18						
350				500	488,50	2,35			
400									
450									
500	531	525,75	1,00				800	795,95	0,51
550				600	606,65	-1,10			
600									
650									
700									
750							1000	1002,43	-0,24
800	908	906,97	0,11						
850				1000	1007,32	-0,73			
900									
950	1043	1041,98	0,10						
1000				1500	1479,89	1,36	1500	1482,15	1,20
1025									

Tabela 2. Wyniki pomiarów laboratoryjnych sprawdzenia dokładności pomiaru objętości

7.4.1. Sprawdzenie dokładności pomiaru objętości i dokładności wyjściowego sygnału prądowego w warunkach symulacyjnych.

Sprawdzenie dokładności pomiaru objętości wykonano mierząc czas naliczenia przez liczydło sumujące miernika określonej impulsów i porównując go z objętością obliczoną teoretycznie na podstawie cyfrowego wskazania strumienia objętości. W każdym przypadku błąd zliczania nie przekraczał $\pm 0.3\%$.

$$V_t = \frac{t_t * q_{pom}}{60}$$

Gdzie:

- t_t – czas teoretyczny pomiaru
- n – liczba naliczonych impulsów
- q_{pom} – strumień objętości zadany

M

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 10	stron 12

strumień zadany	objętość miernika	czas pomiaru	objętość teoretyczna	błąd pomiaru objętości
dm ³ /min	dm ³	sek	dm ³	%
100,09	500	299,6	499,78	0,04
199,98	1000	299,8	999,23	0,08
499,98	1500	180,3	1502,44	-0,16
799,21	2500	187,47	2497,13	0,11
1001,54	3000	179,59	2997,78	0,07

Tabela 3. Przykładowe pomiary strumienia objętości (miernik nr 02/99)

Sprawdzenia dokładności wyjściowego sygnału prądowego dokonano dla wyjściowego sygnału prądowego pracującego w trybie 4-20 mA. Wskazania porównywano z wartościami obliczonymi teoretycznie na podstawie cyfrowego wskazania strumienia objętości wg poniższego wzoru:

$$i_t [mA] = \frac{q_{pom}}{q_{max}} * 16 + 4$$

Gdzie:

- i_t – wartość teoretyczna prądu wyjściowego
- q_{max} – strumień objętości maksymalny
- q_{pom} – strumień objętości zadany

Błąd wyjściowego sygnału prądowego w całym zakresie pomiarowym nie przekraczał $\pm 0.5\%$.

strumień zadany	wyjściowy sygnał analogowy miernika	wyjściowy sygnał analogowy teoretyczny	błąd sygnału analogowego
dm ³ /min	mA	mA	%
0	4	4	0,000
99,86	5,6	5,598	0,011
199,98	7,198	7,200	-0,008
300	8,8	8,800	0,000
399,96	10,402	10,399	0,013
499,98	12,005	12,000	0,027
600	13,607	13,600	0,035
699,21	15,203	15,187	0,078
799,98	16,815	16,800	0,077
900	18,42	18,400	0,100
1002,54	20,054	20,041	0,067

Tabela 4. Sprawdzenie dokładności wyjściowego sygnału analogowego (miern. 02/99)

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 11	stron 12

Dokonano także sprawdzenia wpływu zmiany obciążenia w zakresie 100-500 Ω na poziom wyjściowego sygnału analogowego. Rezystancja minimalna 100 ohm wynika z zastosowania rezystora wzorcowego o takiej wartości, na którym odczytywano spadek napięcia będący informacją o sygnale prądowym.

Rezystancja obciążenia	Sygnał prądowy wyjściowy	Błąd dodatkowy
ohm	mA	%
100	20,02	
200	20,022	0,010
300	20,023	0,015
400	20,025	0,025
500	20,026	0,030

Tabela 5. Wpływ zmian rezystancji obciążenia na wyjściowy sygnał prądowy.

7.4.2. Sprawdzenie odporności na zmiany napięcia zasilania

Sprawdzenie wykonano przy zasilaniu miernika napięciami podawanymi z autotransformatora:

- 220V AC - nominalne
- 242V AC - podwyższone
- 187V AC - obniżone

Nie zaobserwowano żadnych zakłóceń w pracy przepływomierza oraz zmian wskazań dla podwyższonego i obniżonego napięcia zasilania.

8. Badania KEM

Badania KEM przeprowadzono w laboratorium PIAP-LAB zgodnie z projektem projektu Normy Zakładowej nr 7621.

Badania wykonano na 3-ch przepływomierzach z serii informacyjnej. Do mierników przepływomierzy zostały wprowadzone rzeczywiste charakterystyki czujników uzyskane w trakcie wzorcowania.

Ze względu na dużą prędochołność badań (związaną z czasami pomiarów) uzgodniono, że na wszystkich egzemplarzach zostaną wykonane sprawdzenia odporności dla zakłóceń impulsowych EFT/B zaś badania w pełnym zakresie narażeń zostaną wykonane na wybranym losowo egzemplarzu (nr 03/99)

Wyniki badań KEM zawiera raport z badań PIAP-LAB nr 04/99 DPQ.

Należy podkreślić, że w trakcie badań nie stwierdzono potrzeby stosowania dodatkowych elementów odciążających lub stosowania jakichkolwiek zmian układowych.

Niezależnie od badań wynikających z projektu Normy Zakładowej dokonano prób przy podwyższonym poziomie zakłóceń. Przykładowo dokonano próby zakłócenia obwodu pomiarowego czujnika dla poziomu $\pm 1.5kV$ oraz $\pm 2kV$ (czyli dwukrotnie większego od zakładanego) i stwierdzono poprawne działanie urządzenia przy tych narażeniach.

PIAP	PRZEPŁYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7624	
DPQ	Badania laboratoryjne oraz badania KEM	strona 12	stron 12

Należy podkreślić, że podczas prób EFT/B czas trwania narażeń stanowił ponad 50% czasu pomiaru – co w przypadku badań odporności na zadawane zakłócenia jest parametrem bardzo krytycznym.

9. Weryfikacja dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach.

Wyniki badań laboratoryjnych jak i badań KEM nie wykazały potrzeby zmian układowych i weryfikacji dokumentacji konstrukcyjnej.

10. Wnioski.

Opracowane w ramach niniejszego tematu urządzenie spełnia założone wymagania metrologiczne – w całym zakresie zmian strumienia objętości błędy pomiarów nie przekroczyły wartości $\pm 3\%$. Dotyczyło to pomiarów wartości strumienia objętości (dla którego błędy były liczone ~~były~~ w punkcie pomiarowym a nie w odniesieniu do zakresu – co związane było z tym, że wartość strumienia objętości jest podstawą do zliczania objętości cieczy, która przepłynęła przez czujnik) oraz pomiarów objętości.

Wprowadzona 20-to odcinkowa linearyzacja pozwoliła na dość precyzyjne odwzorowanie charakterystyki czujnika. Pewien wpływ na wyniki pomiarów miał także brak możliwości dokładnej regulacji wartości strumienia objętości na stanowisku pomiarowym. Główny zawór posiadał histerezę praktycznie uniemożliwiającą płynną regulację zaś pozostałe zawory regulacyjne nie działały. Miało to jednak pewną zaletę – nie było możliwości powtórzenia pomiarów dokładnie w punktach wzorcowania, co dało rzeczywisty obraz pracy przepływomierzy przy badaniach na pomiar objętości.

Wzorcowanie przepływomierzy z serii informacyjnej potwierdziło znaczne zmniejszenie pracochłonności w zakresie wzorcowania czujników przepływu oraz ostatecznej kontroli wskazań na stanowisku przepływowym.

Badania KEM potwierdziły poprawność konstrukcji przepływomierza gwarantującą jego prawidłową pracę nawet w instalacjach narażonych na pojawianie się zakłóceń.

14