

440

BE10

Zakład Pomiaru Parametrów Przepływu  
Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

Marek Maciąg

Wykonawcy:

Jan Goska

Tadeusz Moliński

Czesław Godzisz -w zakresie badań KEM

Temat: Opracowanie i badania laboratoryjne przepływomierza konduktometrycznego do kanałów otwartych z cyfrowym odczytem wskazań.

Zlec. S1755, praca jednoetapowa

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

PIAP

KIEROWNIK ZAKŁADU  
Pomiaru Parametrów Przepływu

*mgr inż. Wojciech Winiarski*

Pracę zakończono dnia 1997-11-10

Nr arch. ~~7449~~

7451

Nr zlecenia S1755

## **Analiza deskryptorowa**

**Przeływomierze do kanałów otwartych.**

## **Abstrakt**

**Sprawozdanie zawiera opis prac związanych z wykonaniem i weryfikacją dokumentacji konstrukcyjnej przeływomierza PSK-4, wykonaniem modelu i trzech prototypów oraz przeprowadzeniem badań laboratoryjnych i badań KEM.**

## **Tytuły poprzednich sprawozdań**

**Praca jednoetapowa - poprzednich sprawozdań nie było.**

## **Rozdzielnik**

Egz. 1 DPQ. ....

Egz. 2 DPQ. ....

Egz. 3 OIN. ....

<b>PIAP</b>	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
<i>DPQ</i>	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 1	stron 6

<b>1. PRZEDMIOT PRACY</b>	2
<b>2. PODSTAWA WYKONANIA PRACY</b>	2
<b>3. DOKUMENTACJA KONSTRUKCYJNA MIERNIKA</b>	2
<b>3.1. OPIS KONSTRUKCJI MIERNIKA</b>	2
<b>4. BUDOWA MODELU</b>	4
<b>5. BADANIA LABORATORYJNE MODELU.</b>	4
<b>5.1. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ.</b>	4
<b>5.2 SPRAWDZENIE DZIAŁANIA ZESPOŁÓW MIERNIKA I ALGORYTMU UKŁADU MIKROPROCESOROWEGO.</b>	4
<b>5.2.1. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI POMIARU OBJĘTOŚCI POMIARU.</b>	4
<b>5.2.2. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI WYJŚCIOWEGO SYGNAŁU PRĄDOWEGO.</b>	5
<b>5.2.3. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI POMIARU STRUMIENIA OBJĘTOŚCI.</b>	5
<b>5.6 SPRAWDZENIE ODPORNOŚCI NA ZMIANY NAPIĘCIA ZASILANIA</b>	5
<b>6. WYKONANIE 3 PROTOTYPÓW.</b>	5
<b>7. BADANIA LABORATORYJNE PROTOTYPÓW.</b>	5
<b>8. BADANIA KEM.</b>	6
<b>9. WERYFIKACJA DOKUMENTACJI KONSTRUKCYJNEJ PO BADANIACH.</b>	6
<b>10. WNIOSKI.</b>	6

PIAP	Przeływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 2	stron 6

## 1. Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy jest opracowanie i badania laboratoryjne przeływomierza konduktometrycznego do kanałów otwartych w wersji z cyfrowym wskazaniem objętości.

Przedmiotem etapu, którego dotyczy niniejsze sprawozdanie, było opracowanie konstrukcji miernika przeływomierza oraz jego oprogramowania, wykonanie badań laboratoryjnych, wykonanie dokumentacji konstrukcyjnej, wykonanie 3 przeływomierzy i przeprowadzenie badań KEM.

## 2. Podstawa wykonania pracy

Praca została wykonana w ramach zlecenia S1755: "Opracowanie i badania laboratoryjne przeływomierza do kanałów otwartych w wersji z cyfrowym odczytem wskazań" który obejmuje:

- wykonanie dokumentacji konstrukcyjnej
- wykonanie i badania laboratoryjne modelu
- wykonanie 3 prototypów
- wykonanie badań KEM na prototypach
- weryfikację dokumentacji konstrukcyjnej

## 3. Dokumentacja konstrukcyjna miernika

W ramach niniejszej pracy wykonano dokumentację konstrukcyjną Nr 7452. Dokumentacja zawiera rysunki konstrukcyjne konstrukcji mechanicznej i elektronicznej miernika. Rysunki konstrukcji mechanicznej sporządzono przy pomocy programu komputerowego Autocad natomiast część elektroniczna miernika zaprojektowana została przy pomocy programu Ranger i Corel Draw. Dokumentacja konstrukcyjna została uzupełniona o projekt NZ nr 7451 oraz DTR.

### 3.1. Opis konstrukcji miernika

Miernik przeływomierza PSK-4 został umieszczony w obudowie z tworzywa sztucznego spełniającej wymagania dla stopnia ochrony IP65, przeznaczonej do zabudowy naściennej.

Układ elektroniczny miernika składa się z następujących bloków:

- zasilacza dostarczającego napięcia niestabilizowanego +12V, stabilizowanego +5V do zasilania mikroprocesorowego układu przeliczającego, odseparowanych galwanicznie napięć +15V i -15V do zasilania wyjściowego obwodu prądowego

PIAP	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 3	stron 6

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
- przekaźników sygnalizacyjnych
- bloku wizualizacji wyników
- opcjonalnie stosowanego układu wyjścia prądowego informującego o wartości strumienia objętości

Wejściowy sygnał prądowy 4-20 mA 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 poziomu cieczy (uzyskane w trakcie wzorcowania), którym z kolei przyporządkowane są wartości strumienia objętości cieczy wynikające z charakterystyki kanału. Do pamięci EEPROM miernika można wpisać 20-to odcinkową charakterystykę kanału.

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

- nr czujnika
- nr miernika
- 2-ch nastaw progowych sterujących przekaźnikami 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 (  $m^3 / min$  lub  $m^3 / h$  ).
- 20-to odcinkowej charakterystyki czujnika i kanału w postaci # stan przetwornika a/c # poziom # strumień objętości #

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

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

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

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

PIAP	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 4	stron 6

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.

#### 4. Budowa modelu

Model wykonany został wykonany wg. dokumentacji konstrukcyjnej nr 7452 z zastosowaniem technologii identycznych lub podobnych do tych jakie będą stosowane podczas przewidywanej produkcji. Umożliwia to praktyczną weryfikację dokumentacji konstrukcyjnej oraz pełniejszą ocenę przydatności zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych już na podstawie badań laboratoryjnych modelu.

#### 5. Badania laboratoryjne modelu.

##### 5.1. Zakres wykonanych badań.

Badania wykonywano w laboratorium przepływowym DPQ wykorzystując zbiorniki pomiarowe wyposażone w wodowskazy (o dokładności wskazań  $\pm 0.25\text{mm}$ ) gdzie rzeczywistym wartościom poziomu cieczy i odpowiadającym im wartościom stanu przetwornika a/c przyporządkowano wartości poziomu charakterystyki przetwarzania przepływomierza oraz odpowiadające im wartości strumienia objętości. Przy pomiarach kontrolnych stwierdzono, że dokładność określenia poziomu przez przepływomierz jest lepsza niż  $\pm 1\text{mm}$ . Pozostałe badania przeprowadzono dla symulowanego sygnału wejściowego prądowego i porównywano wskazania przepływomierza z wynikami obliczonymi teoretycznie.

##### 5.2 Sprawdzenie działania zespołów miernika i algorytmu układu mikroprocesorowego.

Sprawdzenie działania zespołów miernika przeprowadzono zadając symulowany sygnał prądowy 4-20 mA do wejścia miernika. Odczyty liczydła oraz wyświetlacza a także wyjścia prądowego informującego o wartości strumienia objętości porównywano z wartościami obliczonymi teoretycznie na bazie założonej charakterystyki przepływu.

##### 5.2.1. Sprawdzenie dokładności pomiaru objętości pomiaru.

Sprawdzenie wykonano mierząc czas naliczenia przez liczydło sumujące 1000 impulsów (w przypadku dużych przepływów) lub 500 impulsów (w przypadku małych

PIAP	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 5	stron 6

przepływów) i porównując go z czasem obliczonym teoretycznie na podstawie charakterystyki. W każdym przypadku błąd zliczania nie przekraczał  $\pm 0.3\%$  co pozostawia ponad 2% rezerwy dla pozostałej części układu pomiarowego (np. zwężki).

### 5.2.2. Sprawdzenie dokładności wyjściowego sygnału prądowego.

Sprawdzenia dokonano dla wyjściowego sygnału prądowego pracującego w trybach 0-20 mA i 4-20 mA. Wskazania porównywano z wartościami obliczonymi teoretycznie. Błąd wyjściowego sygnału prądowego w całym zakresie pomiarowym nie przekraczał  $\pm 0.5\%$ .

### 5.2.3. Sprawdzenie dokładności pomiaru strumienia objętości.

Sprawdzenie wykonano porównując wskazanie strumienia objętości na wyświetlaczu z wartością obliczoną teoretycznie dla sygnału wejściowego z zakresu pomiarowego. Błąd nie przekraczał wartości  $\pm 0,4\%$ .

## 5.6 Sprawdzenie odporności na zmiany napięcia zasilania

Sprawdzenie wykonano przy zasilaniu miernika napięciami:

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

Nie zaobserwowano żadnych zakłóceń w pracy przepływomierza dla podwyższonego i obniżonego napięcia zasilania, zaś błędy dodatkowe nie przekraczały  $\pm 0.1\%$ .

## 6. Wykonanie 3 prototypów.

3 prototypy wykorzystane następnie w badaniach laboratoryjnych i badaniach KEM wykonano zgodnie z dokumentacją PIAP nr 7452.

## 7. Badania laboratoryjne prototypów.

Przeprowadzone badania laboratoryjne prototypów były zgodne z wcześniej wykonanymi badaniami modelu i nie wykazały błędów w opracowanych algorytmach układu przeliczającego oraz zastosowanych rozwiązaniach konstrukcyjnych.

PIAP	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 6	stron 6

## 8. Badania KEM.

Badania KEM przeprowadzono w PIAP-LAB na trzech prototypach przepływomierzy. Wyniki badań zawiera raport OBN.

W początkowej fazie badań stwierdzono niewystarczającą odporność układu na zakłócenia nanosekundowe -ok. 0.8kV w stosunku do wymaganego 1kV. Po przeprowadzonych próbach problem rozwiązano przez zastosowanie dławików (pierścieni ferrytowych z nawiniętymi 5 zwojami przewodami dla danego interfejsu) dla sygnałów wejściowego, wyjściowego prądowego i wyjściowego sterującego przekazanymi sygnalizacyjnymi. Wprowadzone zmiany pozwoliły uzyskać odporność na poziomie 1.25kV czyli ze znacznym zapasem w stosunku do wymaganego.

## 9. Weryfikacja dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach.

W ramach weryfikacji dokumentacji konstrukcyjnej wprowadzono do dokumentacji dławiki przeciwzakłóceniami, których zastosowanie było niezbędne w wyniku badań KEM oraz dokonano kilku „kosmetycznych” poprawek w projekcie druku.

## 10. Wnioski.

Opracowane w ramach niniejszego tematu urządzenie spełnia założone wymagania metrologiczne, zaś przeprowadzone badania KEM pozwalają przypuszczać, że na obiektach będą pracowały bez awaryjnie.

Miernik przepływomierza umożliwia dołączenie do niego dowolnego czujnika poziomu posiadającego wyjście prądowe 4-20mA - co umożliwia rozszerzenie możliwości jego zastosowania.



<b>PIAP</b>	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
<i>DPQ</i>	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 1	stron 6

<b>1. PRZEDMIOT PRACY</b>	2
<b>2. PODSTAWA WYKONANIA PRACY</b>	2
<b>3. DOKUMENTACJA KONSTRUKCYJNA MIERNIKA</b>	2
<b>3.1. OPIS KONSTRUKCJI MIERNIKA</b>	2
<b>4. BUDOWA MODELU</b>	4
<b>5. BADANIA LABORATORYJNE MODELU.</b>	4
<b>5.1. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ.</b>	4
<b>5.2 SPRAWDZENIE DZIAŁANIA ZESPOŁÓW MIERNIKA I ALGORYTMU UKŁADU MIKROPROCESOROWEGO.</b>	4
<b>5.2.1. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI POMIARU OBJĘTOŚCI POMIARU.</b>	4
<b>5.2.2. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI WYJŚCIOWEGO SYGNAŁU PRĄDOWEGO.</b>	5
<b>5.2.3. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI POMIARU STRUMIENIA OBJĘTOŚCI.</b>	5
<b>5.6 SPRAWDZENIE ODPORNOŚCI NA ZMIANY NAPIĘCIA ZASILANIA</b>	5
<b>6. WYKONANIE 3 PROTOTYPÓW.</b>	5
<b>7. BADANIA LABORATORYJNE PROTOTYPÓW.</b>	5
<b>8. BADANIA KEM.</b>	6
<b>9. WERYFIKACJA DOKUMENTACJI KONSTRUKCYJNEJ PO BADANIACH.</b>	6
<b>10. WNIOSKI.</b>	6

PIAP	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 2	stron 6

## 1. Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy jest opracowanie i badania laboratoryjne przepływomierza konduktometrycznego do kanałów otwartych w wersji z cyfrowym wskazaniem objętości.

Przedmiotem etapu, którego dotyczy niniejsze sprawozdanie, było opracowanie konstrukcji miernika przepływomierza oraz jego oprogramowania, wykonanie badań laboratoryjnych, wykonanie dokumentacji konstrukcyjnej, wykonanie 3 przepływomierzy i przeprowadzenie badań KEM.

## 2. Podstawa wykonania pracy

Praca została wykonana w ramach zlecenia S1755: "Opracowanie i badania laboratoryjne przepływomierza do kanałów otwartych w wersji z cyfrowym odczytem wskazań" który obejmuje:

- wykonanie dokumentacji konstrukcyjnej
- wykonanie i badania laboratoryjne modelu
- wykonanie 3 prototypów
- wykonanie badań KEM na prototypach
- weryfikację dokumentacji konstrukcyjnej

## 3. Dokumentacja konstrukcyjna miernika

W ramach niniejszej pracy wykonano dokumentację konstrukcyjną Nr 7452. Dokumentacja zawiera rysunki konstrukcyjne konstrukcji mechanicznej i elektronicznej miernika. Rysunki konstrukcji mechanicznej sporządzono przy pomocy programu komputerowego Autocad natomiast część elektroniczna miernika zaprojektowana została przy pomocy programu Ranger i Corel Draw. Dokumentacja konstrukcyjna została uzupełniona o projekt NZ nr 7451 oraz DTR.

### 3.1. Opis konstrukcji miernika

Miernik przepływomierza PSK-4 został umieszczony w obudowie z tworzywa sztucznego spełniającej wymagania dla stopnia ochrony IP65, przeznaczonej do zabudowy naściennej.

Układ elektroniczny miernika składa się z następujących bloków:

- zasilacza dostarczającego napięcia niestabilizowanego +12V, stabilizowanego +5V do zasilania mikroprocesorowego układu przeliczającego, odseparowanych galwanicznie napięć +15V i -15V do zasilania wyjściowego obwodu prądowego

PIAP	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 3	stron 6

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
- przekaźników sygnalizacyjnych
- bloku wizualizacji wyników
- opcjonalnie stosowanego układu wyjścia prądowego informującego o wartości strumienia objętości

Wejściowy sygnał prądowy 4-20 mA 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 poziomu cieczy (uzyskane w trakcie wzorcowania), którym z kolei przyporządkowane są wartości strumienia objętości cieczy wynikające z charakterystyki kanału. Do pamięci EEPROM miernika można wpisać 20-to odcinkową charakterystykę kanału.

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

- nr czujnika
- nr miernika
- 2-ch nastaw progowych sterujących przekaźnikami 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 (  $m^3 / min$  lub  $m^3 / h$  ).
- 20-to odcinkowej charakterystyki czujnika i kanału w postaci # stan przetwornika a/c # poziom # strumień objętości #

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

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

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

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

M

PIAP	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 4	stron 6

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.

#### 4. Budowa modelu

Model wykonany został wykonany wg. dokumentacji konstrukcyjnej nr 7452 z zastosowaniem technologii identycznych lub podobnych do tych jakie będą stosowane podczas przewidywanej produkcji. Umożliwia to praktyczną weryfikację dokumentacji konstrukcyjnej oraz pełniejszą ocenę przydatności zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych już na podstawie badań laboratoryjnych modelu.

#### 5. Badania laboratoryjne modelu.

##### 5.1. Zakres wykonanych badań.

Badania wykonywano w laboratorium przepływowym DPQ wykorzystując zbiorniki pomiarowe wyposażone w wodowskazy (o dokładności wskazań  $\pm 0.25\text{mm}$ ) gdzie rzeczywistym wartościom poziomu cieczy i odpowiadającym im wartościom stanu przetwornika a/c przyporządkowano wartości poziomu charakterystyki przetwarzania przepływomierza oraz odpowiadające im wartości strumienia objętości. Przy pomiarach kontrolnych stwierdzono, że dokładność określenia poziomu przez przepływomierz jest lepsza niż  $\pm 1\text{mm}$ . Pozostałe badania przeprowadzono dla symulowanego sygnału wejściowego prądowego i porównywano wskazania przepływomierza z wynikami obliczonymi teoretycznie.

##### 5.2 Sprawdzenie działania zespołów miernika i algorytmu układu mikroprocesorowego.

Sprawdzenie działania zespołów miernika przeprowadzono zadając symulowany sygnał prądowy 4-20 mA do wejścia miernika. Odczyty liczydła oraz wyświetlacza a także wyjścia prądowego informującego o wartości strumienia objętości porównywano z wartościami obliczonymi teoretycznie na bazie założonej charakterystyki przepływu.

##### 5.2.1. Sprawdzenie dokładności pomiaru objętości pomiaru.

Sprawdzenie wykonano mierząc czas naliczenia przez liczydło sumujące 1000 impulsów (w przypadku dużych przepływów) lub 500 impulsów (w przypadku małych

PIAP	Przepływomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 5	stron 6

przepływów) i porównując go z czasem obliczonym teoretycznie na podstawie charakterystyki. W każdym przypadku błąd zliczania nie przekraczał  $\pm 0.3\%$  co pozostawia ponad 2% rezerwy dla pozostałej części układu pomiarowego (np. zwężki).

### 5.2.2. Sprawdzenie dokładności wyjściowego sygnału prądowego.

Sprawdzenia dokonano dla wyjściowego sygnału prądowego pracującego w trybach 0-20 mA i 4-20 mA. Wskazania porównywano z wartościami obliczonymi teoretycznie. Błąd wyjściowego sygnału prądowego w całym zakresie pomiarowym nie przekraczał  $\pm 0.5\%$ .

### 5.2.3. Sprawdzenie dokładności pomiaru strumienia objętości.

Sprawdzenie wykonano porównując wskazanie strumienia objętości na wyświetlaczu z wartością obliczoną teoretycznie dla sygnału wejściowego z zakresu pomiarowego. Błąd nie przekraczał wartości  $\pm 0,4\%$ .

## 5.6 Sprawdzenie odporności na zmiany napięcia zasilania

Sprawdzenie wykonano przy zasilaniu miernika napięciami:

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

Nie zaobserwowano żadnych zakłóceń w pracy przepływomierza dla podwyższonego i obniżonego napięcia zasilania, zaś błędy dodatkowe nie przekraczały  $\pm 0.1\%$ .

## 6. Wykonanie 3 prototypów.

3 prototypy wykorzystane następnie w badaniach laboratoryjnych i badaniach KEM wykonano zgodnie z dokumentacją PIAP nr 7452.

## 7. Badania laboratoryjne prototypów.

Przeprowadzone badania laboratoryjne prototypów były zgodne z wcześniej wykonanymi badaniami modelu i nie wykazały błędów w opracowanych algorytmach układu przeliczającego oraz zastosowanych rozwiązaniach konstrukcyjnych.

PIAP	Przeptywomierz PSK-4	Nr arch. 7450	
DPQ	Opracowanie konstrukcji i badania KEM	strona 6	stron 6

## 8. Badania KEM.

Badania KEM przeprowadzono w PIAP-LAB na trzech prototypach przepływowierzy. Wyniki badań zawiera raport OBN.

W początkowej fazie badań stwierdzono niewystarczającą odporność układu na zakłócenia nanosekundowe -ok. 0.8kV w stosunku do wymaganego 1kV. Po przeprowadzonych próbach problem rozwiązano przez zastosowanie dławików (pierścieni ferrytowych z nawiniętymi 5 zwojami przewodami dla danego interfejsu) dla sygnałów wejściowego, wyjściowego prądowego i wyjściowego sterującego przekazanymi sygnalizacyjnymi. Wprowadzone zmiany pozwoliły uzyskać odporność na poziomie 1.25kV czyli ze znacznym zapasem w stosunku do wymaganego.

## 9. Weryfikacja dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach.

W ramach weryfikacji dokumentacji konstrukcyjnej wprowadzono do dokumentacji dławiki przeciwzakłóceń, których zastosowanie było niezbędne w wyniku badań KEM oraz dokonano kilku „kosmetycznych” poprawek w projekcie druku.

## 10. Wnioski.

Opracowane w ramach niniejszego tematu urządzenie spełnia założone wymagania metrologiczne, zaś przeprowadzone badania KEM pozwalają przypuszczać, że na obiektach będą pracowały bez awaryjnie. Miernik przepływowierza umożliwia dołączenie do niego dowolnego czujnika poziomu posiadającego wyjście prądowe 4-20mA - co umożliwia rozszerzenie możliwości jego zastosowania.