

440

BE 10

## ZAKŁAD POMIARU PARAMETRÓW PRZEPŁYWU

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

mgr inż. Marek Maciąg

Wykonawcy:

mgr inż. Jan Goska

Bohdan Józwiak

TEMAT: Opracowanie i badania wieloparametrowego, mikroprocesorowego układu przeliczającego przeznaczonego do współpracy z turbinowymi czujnikami przepływu mleka.

Etap 3: Badania pełne

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

PIAP

Kierownik Zakładu DPQ

mgr inż. Wojciech Winiarski

Z-ca Dyrektora  
ds. Badawczych i Rozwojowych

dr inż. Jan Jabłkowski

Pracę zakończono dnia **1997-07-31**Nr arch. **7449**Nr zlecenia **S 1441**

## Analiza deskryptorowa

Mlekomierze turbinowe.

### Abstrakt

Spawozdanie zawiera opis prac związanych z przeprowadzeniem badań pełnych 3 egz. prototypów, oraz wykonaniem weryfikacji dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach pełnych.  
Integralną część spawozdania stanowią raporty OBN z badań pełnych nr 13/97 oraz 15/97

### Tytuły poprzednich sprawozdań

Sprawozdanie nr 7272: Opracowanie i badania wieloparametrowego, mikroprocesorowego układu przeliczającego do współpracy z turbinowymi czujnikami przepływu mleka.

Etap 1.: Opracowanie konstrukcji miernika mlekomierza:

- wykonanie dokumentacji konstrukcyjnej
- wykonanie i badania laboratoryjne modelu.

Sprawozdanie nr 7344: Opracowanie i badania wieloparametrowego, mikroprocesorowego układu przeliczającego do współpracy z turbinowymi czujnikami przepływu mleka.

Etap 2 i 2a: Wykonanie i próby prototypów mlekomierzy:

- weryfikacja dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach laboratoryjnych z uwzględnieniem zmian niezbędnych do wykonania prototypów
- wykonanie 3 egz. prototypów
- próby funkcjonalne
- opracowanie DTR i projektu NZ

### Rozdzielnik

Egz. 1. .... **OIN** .....

Egz. 2. .... **DPQ** .....

Egz. 3. .... **DPQ** .....

**OBN**

<b>PIAP</b>	Opracowanie konstrukcji mlekomierni	Nr arch. 7449	
<i>DPQ</i>	Badania pełne	strona 1	stron 6

## SPIS TREŚCI

<b>1. PRZEDMIOT PRACY</b>	2
<b>2. PODSTAWA WYKONANIA PRACY</b>	2
<b>3. WYKONANIE PROTOTYPÓW</b>	2
<b>4. BADANIA PEŁNE MLEKOMIERZA PT-M32D</b>	2
<b>5. BADANIA KEM</b>	5
<b>6. WERYFIKACJA DOKUMENTACJI KONSTRUKCYJNEJ PO BADANIACH PEŁNYCH MLEKOMIERZA PT-M32D.</b>	5

PIAP	Opracowanie konstrukcji mlekomierza	Nr arch. 7449	
DPQ	Badania pełne	strona 2	stron 6

## 1. Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy jest opracowanie wieloparametrowego przepływomierza z czujnikiem turbinowym przepływu do pomiaru objętości oraz oceny jakości (pomiar temperatury i pobór uśrednionych próbek) mleka. Przyrząd ten przeznaczony jest do stosowania jako narzędzie pomiarowe służące do rozliczeń między dostawcami a odbiorcą mleka.

Dołączona do miernika mlekomierza drukarka umożliwi drukowanie potwierdzeń odbioru mleka dla dostawców oraz wykonywanie wydruków zbiorczych z całego kursu cysterny.

Przedmiotem 3 etapu, którego dotyczy niniejsze sprawozdanie, było wykonanie badań pełnych mlekomierza oraz dokonanie weryfikacji dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach pełnych.

## 2. Podstawa wykonania pracy

Praca została wykonana w ramach zlecenia S1441: "Opracowanie i badania wieloparametrowego, mikroprocesorowego układu przeliczającego przeznaczonego do współpracy z turbinowymi czujnikami przepływu mleka". Etap 3 „Badania pełne” który obejmuje:

- wykonanie 3 prototypów
- wykonanie badań pełnych mlekomierza PTM-32D
- wykonanie weryfikacji dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach pełnych.

## 3. Wykonanie prototypów

Wykonano 3 prototypy mlekomierzy, które po wstępnej kalibracji i wzorcowaniu przekazano do badań pełnych.

## 4. Badania pełne Mlekomierza PT-M32D

Badania pełne Mlekomierza PT-M32D zostały przeprowadzone przez PIAP-LAB na stanowiskach własnych oraz w laboratorium przepływowym DPQ. Same badania przepływowe wymagały przeprowadzenia ponad pół tysiąca (!) pomiarów na stanowiskach wodnych DPQ, które były wykonywane przed narażeniami, po narażeniach klimatycznych oraz po narażeniach mechanicznych. Wykonano także kilkaset pomiarów symulacyjnych przy narażeniach temperaturowych oraz odpornościowych. Przy pomiarach symulacyjnych sygnał z czujnika turbinowego zastąpiony był sygnałem z sinusoidalnego generatora dekadowego. Wskazania miernika mlekomierza były porównywane z wartościami objętości i strumienia objętości obliczonymi teoretycznie na podstawie charakterystyk czujników przepływu. Badania symulacyjne zastosowano ponieważ nie było praktycznej możliwości połączenia stanowisk przepływowych z komorami klimatycznymi oraz wytrząsarką.

Wyniki zawiera raport OBN nr 13/97 wraz z 50-ma załącznikami wyników badań.

PIAP	Opracowanie konstrukcji mlekomierza	Nr arch. 7449	
DPQ	Badania pełne	strona 3	stron 6

Zgodnie z raportem Mlekomierz PT-M32D przeszedł badania pełne z wynikiem pozytywnym.

#### 4.1. Analiza wyników pomiarów przeprowadzonych w ramach badań pełnych.

##### 4.1.1. Badania przepływowe w laboratorium DPQ.

W laboratorium DPQ przeprowadzono ok. 550 pomiarów przepływowych. Wyniki pomiarów zawierają załączniki 1 do 39 raportu OBN.

Wyniki pomiarów przed narażeniami oraz po narażeniach klimatycznych praktycznie nie przekraczają  $\pm 0.15\%$  czyli są dwukrotnie mniejsze od dopuszczalnych. Należy jednak stwierdzić, że w trakcie wzrostu liczby pomiarów następowało wyplaszczanie charakterystyki czujników, co związane było z ich docieraniem. Wynika stąd wnioski, że docieranie nowych czujników turbinowych przez okres 2 godzin jest niewystarczający do pełnego ułożenia się czujnika i należy go wydłużyć.

Na przeprowadzonych ok. 550 pomiarów stwierdzono kilkanaście „wyskoków” wskazań pomiaru objętości lub wartości stałej przetwarzania czujników przepływu (mieszczące się w granicach dopuszczalnych błędów). Może to być związane z kilkoma przyczynami:

- mocno zanieczyszczoną i zażelazoną wodą w laboratorium, która mogła chwilowo zanieczyścić czujnik i zakłócić jego pracę,
- tym, że cewka pomiarowa licznika laboratoryjnego była przymocowana do czujnika przepływu w sposób niepewny (gniazdo cewki było zajęte przez zespół cewka-wzmacniacz mlekomierza, a pomiary były wykonywane równolegle), co mogło spowodować przypadkowe naliczanie dodatkowych impulsów związanych z drganiem rurociągu,
- nie zawsze powtarzalnym wykraplaniem rury dolotowej do zbiornika
- wahaniami się 0 mm poziomu cieczy w zbiorniku (wynikającym z jego budowy), oraz w przypadku kilkuminutowych różnic w rozpoczęciu pomiarów po wykropleniu zbiornika zmianą stopnia nawilżenia jego ścianek.

Jeżeli chodzi o dokładność pomiaru układu przeliczającego miernika mlekomierza, badania symulacyjne wykazały że wynosi ona  $-0.01\%$  i nie zaobserwowano żadnych rozrzutów wskazań przy wykonanych kilkuset pomiarach. Uwzględniając to, że mlekomierz inaczej kwalifikował zbocza aktywne sygnału niż sterujący odmierzaniem impulsów przy stosowaniu do badań układ dozujący, praktycznie błąd przetwarzania jest jeszcze mniejszy.

Po narażeniach klimatycznych specjalnie przeprowadzono badania mlekomierza nr1 dwukrotnie w odstępie kilku dni. Wyniki pomiarów różniły się praktycznie w granicach setnych procenta.

Po pozostałych narażeniach (próbie szczelności oraz narażeniach wibracyjnych) przeprowadzono kolejną serię badań przepływowych. Stwierdzono nieznaczne przesunięcia charakterystyk czujników a w przypadku czujnika nr 96/18 przesunięcie się kamienia oporowego i oparcie wirnika na tulei łożyskowej. Przeprowadzone pomiary nawet w przypadku czujnika 96/18 nie przekroczyły dopuszczalnych błędów. Przeprowadzono

PIAP	Opracowanie konstrukcji mlekomierza	Nr arch. 7449	
DPQ	Badania pełne	strona 4	stron 6

dotatkowe pomiary na czujniku 96/18 ze zmienioną kierownicą (tą, w której nastąpiło przesunięcie kamienia oporowego). Zaobserwowano przesunięcie stałej przetwarzania czujnika w zakresie przepływów minimalnych (co w przypadku wymiany elementu czujnika jest rzeczą zupełnie normalną), jednak powtarzalność pomiarów wynosiła ok. 0.02%.

Należy zaznaczyć, że utrzymanie czujników przepływu przez 6 godzin na wytrząsarce, po 2 godziny dla każdej osi (w tym także dla osi wzdłużnej czujnika) odpowiada praktycznie jego kilkuletniej eksploatacji. Biorąc to pod uwagę a także to, że nawet minimalne zmiany w ułożyskowaniu wirnika (związane z jego zużyciem bądź narażeniami) powodują z reguły znaczne przesunięcie charakterystyki można założyć, że czujniki PT32-500M są dobrze przystosowane do pracy na cysternach, co potwierdzają p .

Chciałem podkreślić, że badania przepływowe zostały wykonane na stanowisku pomiarowym o dokładności  $\pm 0.2\%$  oraz bliżej nie określonej powtarzalności wskazań objętości zbiornika. Badanie urządzenia na stanowisku o zbliżonej do niego dokładności pomiarowej (co prawda może nie zakrawa na kpiny) jest bardzo trudne i wymaga dodatkowego nakładu pracy. W celu uzyskania wiarygodnych wyników pomiary starano się przeprowadzać dla ściśle określonego poziomu zbiornika a odczyty poziomu z wodowskazu były robione przez doświadczonego laboranta z 20-to letnim stażem.

**Wykonywane próby odczytu poziomu cieczy przez różne osoby dawały rozrzuty odczytu rzędu 1mm co odpowiada ok.  $0.25 \text{ dm}^3$  co jest równoważne błędowi pomiaru objętości powyżej 0.1% dla dawki pomiarowej  $200 \text{ dm}^3$  . W efekcie ok. 550 pomiarów przepływowych wykonywał laborant DPQ pod nadzorem pracowników OBN co pierwotnie nie było przewidziane.**

#### 4.1.2. Badania klimatyczne.

Wyniki pomiarów symulacyjnych dla objętości i strumienia objętości zawierają tabele załączników 40 do 44.

Błąd pomiaru objętości przy badaniach symulacyjnych wynosił ok. -0.01% i jak opisano wyżej był całkowicie powtarzalny.

Błąd pomiaru strumienia objętości wynosił ok.  $\pm 0.1\%$  co odpowiada praktycznie wartości ostatniej cyfry znaczącej w polu odczytowym strumienia objętości.

Błędy pomiaru temperatury przez mlekomierz przy narażeniach temperaturowych miernika podają tabele załączników 45 do 49. Wyniki pomiarów mieściły się w dopuszczalnym zakresie błędów dla wszystkich narażeń.

Należy zaznaczyć, że do tych badań czujniki temperatury były skalibrowane tylko wstępnie przy pomocy mieszaniny wody z lodem dla  $0^\circ\text{C}$  oraz temperatury otoczenia w powietrzu. Świadomie w części toru analogowego pomiaru temperatury były zastosowane rezystory węglowe o dużym dryfcie temperaturowym zaś zastosowane przetworniki a/c pochodziły z różnych serii. Biorąc to pod uwagę oraz odbiegającą od ideału stabilność wzorca odniesienia postanowiono wykonać dodatkowe badanie po wymianie rezystorów na precyzyjne oraz skalibrowaniu toru temperaturowego w termostacie. Uzyskane wyniki wykazały dokładność pomiaru temperatury w termostacie ok.  $\pm 0.1^\circ\text{C}$  dla temperatury otoczenia oraz max  $\pm 0.6^\circ\text{C}$  dla mierników umieszczonych w temperaturze  $60^\circ\text{C}$ . Po reklimatyzacji wskazania powróciły do dokładności  $\pm 0.1^\circ\text{C}$ . Zastosowanie precyzyjnych

2  
czekanie na skrzynki

PIAP	Opracowanie konstrukcji mlekomierza	Nr arch. 7449	
DPQ	Badania pełne	strona 5	stron 6

elementów oraz dokładna kalibracja umożliwi osiągnięcie dokładności pomiarów temperatury znacznie lepszych od zakładanych. Należy zaznaczyć, że rolę czujnika temperatury spełnia tani przetwornik półprzewodnikowy, którego linearyzacja przebiega na drodze programowej.

## 5. Badania KEM

Badania KEM zakończone wynikiem pozytywnym zostały przeprowadzone w PIAP-LAB. Wyniki badań zawiera raport OBN nr 15/97.

Pierwsze próby odporności za zakłócenia impulsowe wykazały niepełną odporność układu mlekomierza. Należy jednak zaznaczyć, że układ był badany w warunkach trudniejszych od rzeczywistych - rzeczywiste długości przewodów wejściowych i wyjściowych były większe niż występujące w praktyce na cysternie. Rzeczywista długość przewodów uniemożliwiłaby jednak zapięcie przewodów w klamrze zakłócającej.

Drobne zmiany wprowadzone w układzie elektronicznym miernika mlekomierza związane z analizą układu oraz sugestiami P. Czesława Godzisz ( dodanie dławika na wejściu zasilania 24V, zmiana wartości kilku rezystorów oraz dodanie kondensatorów odłączających w tym jednego we wzmacniaczu wstępnym) pozwoliły na stosunkowo szybkie uzyskanie założonej odporności w sposób powtarzalny we wszystkich badanych egzemplarzach. Wprowadzone zmiany zostały uwzględnione przy weryfikacji dokumentacji konstrukcyjnej mlekomierza.

Ponieważ praktycznie żaden z wyrobów nie wykazuje w fazie badań początkowej pełnej odporności za zakłócenia należy przewidzieć możliwość wykonywania badań wstępnych KEM na stanowiskach PIAP-LAB w trakcie opracowywania modelu lub wczesnej wersji prototypu.

U<sub>110</sub>

## 6. Weryfikacja dokumentacji konstrukcyjnej po badaniach pełnych Mlekomierza PT-M32D.

Analiza czujnika przepływu nr 96/18 wykazała, że przesunięcie kamienia oporowego było związane z błędem wykonawczym a nie dokumentacyjnym. Niestety od momentu likwidacji warsztatu mechanicznego DPQ elementy czujników przepływomierzy wykonywane są w różnych miejscach i czasem precyzja ich wykonania pozostawia trochę do życzenia ( wynika to też z małej ilości oraz jednocześnie dużej różnorodności wykonywanych czujników co uniemożliwia „utechnologicznienie” ich wykonania).

Wszelkie zmiany w układzie elektronicznym miernika zostały wprowadzone do dokumentacji konstrukcyjnej nr 7272 zarówno w zakresie schematu jak i obwodów drukowanych.

Przed badaniami pełnymi dokonano (na bazie doświadczeń z eksploatacji mlekomierzy PT-M32) zmian w konstrukcji cewki pomiarowej ze wzmacniaczem. Zmiany te zostały uwzględnione w dokumentacji nr 7199 dotyczącej tych zespołów.

7

PIAP	Opracowanie konstrukcji mlekomierza	Nr arch. 7449	
DPQ	Badania pełne	strona 6	stron 6

## ***PODZIĘKOWANIE***

***Jako prowadzący zlecenie S1441 chciałem serdecznie podziękować:***

***Panu Andrzejowi Sawickiemu za to, że spowodował wykonanie praktycznie po raz pierwszy w historii DPQ tak dokładnych badań przepływowych, które będą bezcennym materiałem do analizy w Zakładzie Pomiarów Parametrów Przepływu oraz za ogrom pracy włożony w obróbkę i analizę kilku tysięcy wyników pomiarów i pomoc w usystematyzowaniu projektu NZ.***

***Panu Czesławowi Godziszowi za nieocenioną pomoc w szybkim osiągnięciu wymaganej odporności na zakłócenia.***

***Panu Bogdanowi Józwiakowi za wykonanie ponad pół tysiąca pomiarów na stanowiskach przepływowych.***

***Marek Maciąg***