

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

OŚRODEK POMIARÓW RUCHU I CZASU

Pracownia Pomiarów Drogi

442  
Główny wykonawca dr inż. E. Golonka

Wykonawcy: mgr inż. Z. Bojar, mgr inż. M. Muter, mgr inż. L. Nowakowski  
st. tech. J. Zduniak, tech. J. Biegański

Konsultant

Nr zlecenia 1715

Opracowanie i wdrożenie urządzeń pomiarowych do kompleksowej kontroli i obserwacji stanu technicznego budowli wodnych z uwzględnieniem automatyzacji pomiarów. Podtemat VIIIA

Opracowanie i wykonanie 1-go egzemplarza strunowego miernika cyfrowego do współpracy z minikomputerem oraz zakupienie pakietów do tego minikomputera typu Mikroster MSA-80

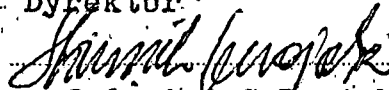
Zleceniodawca IMGW

Pracę rozpoczęto dnia 1980.08.15  
Kierownik Pracowni

zakończono dnia 85.11.30  
Kierownik Ośrodka

  
dr inż. E. Golonka

Dyrektor

  
prof. dr inż. S. Dwojak

  
dr inż. J. Winiecki

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 11

Egz. 1 BOINTE

rysunków 2

Egz. 2 IMGW

fotografii 2

Egz. 3 PIAP-ORC

tabel -

Egz. 4 IMGW

tablic -

Egz. 5 IMGW

załączników -

Egz. 6 PIAP-ORC

Nr rejestr. 5506

Analiza deskryptorowa APARATURA POMIAROWA: APARATURA KONTROLNO-POMIAROWA  
BUDOWLI WODNYCH - AUTOMATYZACJA POMIARÓW.

Analiza dokumentacyjna APARATURA KONTROLNO-POMIAROWA OPARTA NA METODZIE  
STRUNOWEJ /TENSOMETRIA STRUNOWA/ PRZEZNACZONA  
DO ZDALNYCH I DŁUGOTRWAŁYCH /LUB KRÓTKOTRWAŁYCH/  
POMIARÓW STANÓW BUDOWLI WODNYCH-ZAUTOMATYZOWANE  
ZESTAWY POMIAROWE.

681,322-181.4 Minirezюме

Tytuły poprzednich sprawozdań

- Podtemat Nr.I "Założenia konstrukcyjne i badanie stanu techniki"  
Nr. rejestr. 4604/c.I,I,III;
- Podtemat Nr.II "Opracowanie i wykonanie zestaw.4+6 rodzajów prototypów  
czujn.strun.do pom.odkształceń/...../oraz oprac.czujn.  
do pomiaru przemieszczeń liniowych/...../Nr.rej.4132
- Podtemat Nr.III "Opracowanie i wyk.zestawu prototypowych czujn.indukc.  
/...../wraz z aparat.odbiorniczą/...../Nr.rej.4975
- Podtemat Nr.IV "Opracowanie i wyk.zestawu prototypów /sond/pomiarowych  
do zdalnego pomiaru odchyłań kątowych mierzonych w  
specjal.rurach/inklinometrów rurawych /...śś/Nr.rej.5007.
- Podtemat Nr.V "Opracowanie i wykonanie prototypowych szczelinomierzy  
strunowych w ilości po 10 szt. dla trzech zakresów pomia-  
rowych Nr.rej.5101.
- Podtemat Nr.VI "Opracowanie i wyk.prototypowych czujników /sond/do pomiaru  
nacisku/ciśnienie w odwiertach dynamometrów strunowych/  
w ilości 6 szt. Nr.rej.5274.
- Podtemat Nr.VIIa "Opracowanie i wyk.2-ch egz.czujnika SCCwp-05 o zakresie  
pomiarowym do 0,5 atn.oraz dokonanie rekonstrukcji czuj.  
typu SCK rozszerzający jego zakresy pomiarowe o zakres  
± 15. Nr.rej.5430.
- Podtemat Nr.VIII "Opracowanie i wyk.prototypowego zestawu/w ilości 2 kompl.  
autom.aparatury odbiorczej do zdalnego i autom.pomiaru  
iwyberu od 11 do 100 czuj./itrwalej rejestr.ich wyników  
na taśmie perforowanej i drukarce.

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

621,3.08

2

SPIS TREŚCI		str.
1.	SPRAWY FORMALNE .....	3
1.1	Przedmiot pracy .....	3
1.2	Zamawiający .....	3
1.3	Podstawa wykonania pracy .....	3
1.4	Zakres pracy .....	3
2.	BADANIA LABORATORYJNE PROTOTYPOWEGO ZESTAWU POMIAROWEGO TYPU SMCK -200 /SMCK-10 + SWMK-10/- strunowy miernik cyfrowy - zlinearyzowany typu SMCK-10 do współpracy z minikomputerem, strunowy wybierak miejsc pomiarowych do współpracy z mini- komputerem/.....	4
2.1	Cel pracy i sposób jej realizacji .....	4
2.2	Przedmiot pracy .....	6
2.3	Sprawdzenie najważniejszych parametrów techniczno-metrologicz- no-eksploatacyjnych zestawu pomiarowego SMCK-200 /SMCK-10 + SWMK-20/.....	7
2.3.1	Prawidłowość pracy i działania zestawu .....	7
2.3.2	Zakres mierzonych częstotliwości .....	7
2.3.3	Rozrzut wskazań .....	7
2.3.4	Próg czułości .....	8
2.3.5	Współpraca z minikomputerem .....	8
2.4	Badania wpływu temperatury otoczenia na dokładność wskazań zestawu .....	9
2.5	Badania trwałościowe zestawu.....	9
3.	OCENA WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI .....	11

## 1. SPRAWY FORMALNE

### 1.1 Przedmiot pracy

Przedmiotem niniejszej pracy /podtemat VIIIa/ było opracowanie i wykonanie prototypowego zestawu pomiarowego przeznaczonego do zdalnych i automatycznych we współpracy z minikomputerem pomiarów częstotliwości sygnałów emitowanych przez czujniki strunowe zainstalowane na kontrolowanym obiekcie w maksymalnej ilości 200 szt.

### 1.2 Zamawiający

Praca została zamówiona przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie notatką i aneksem Nr.5 do umowy 1325/80 i brzmi "Opracowanie i wdrożenie urządzeń pomiarowych dla kompleksowej kontroli i obserwacji stanu technicznego budowli wodnych z uwzględnieniem automatyzacji pomiarów" - podtemat VIII -"Opracowanie i wykonanie 1-go egzemplarza strunowego miernika cyfrowego do współpracy z minikomputerem oraz zakupienie pakietów do tego minikomputera typu MSA-80 Mikroster.

### 1.3 Podstawa wykonania pracy

Umowa 1325/80 - zlec. PIAP - 1715 - aneks Nr.5 zawarta między IMGW i PIAP.

### 1.4 Zakres pracy

Praca zgodnie z VIIIa podtematem obejmowała opracowanie konstrukcji, wykonanie i przebadanie zestawu pomiarowego, typu SMCK-200 /SMCK-10 + SWMP-20/ do pomiaru częstotliwości w 200 czujnikach strunowych dla współpracy z minikomputerem.

2. BADANIA LABORATORYJNE PROTOTYPOWEGO ZESTAWU POMIAROWEGO TYPU SMCK-200 /SMCK-10 + SWMK-20/ - /Strunowy miernik cyfrowy - zlinearyzowany typu SMCK-10 dla współpracy z minikomputerem, i strunowy wybierak miejsc pomiarowych dla współpracy z minikomputerem typu SWMK-20/

2.1 Cel pracy i sposób jej realizacji

Celem pracy było dodatkowe opracowanie i wykonanie jednego egzemplarza strunowego miernika cyfrowego przeznaczonego do zdalnych i automatycznych, we współpracy z minikomputerem Mikroster MSA-80 pomiarów częstotliwości sygnałów emitowanych przez czujniki strunowe zainstalowane na kontrolnym obiekcie w maksymalnej ilości 200 szt.

Należało także przeprowadzić badania dotyczące parametrów metrologicznych i technicznych tego miernika takich jak: powtarzalność i rozrzut wskazań, próby czułości i dokładności, wpływ temperatury na wskazania, walory eksploatacyjne, takie jak sprawność i wygoda obsługi oraz trwałość.

W okresie realizacji podtematu wyniknęła konieczność nie tylko opracowania samego miernika typu SMCK-10 do komputera typu Mikroster MSA-80 ale również konieczność opracowania i wykonania wybieraka typu SWMK-20, które to urządzenie łącznie ze stosowanymi w innym już opracowanym przez nas systemie SMCL-200 - skrzynkami wybierakowymi typu SR-10i znajdującymi się w ich wnętrzu płytkami elektrycznymi będą tworzyć zestaw pomiarowy typu SMCK-200 różniący się od zestawu SMCL-200 tym, że tylko zestaw SMCK-200 może współpracować z minikomputerami.

Zestaw pomiarowy typu SMCK-200 składa się z miernika SMCK-10,

wybiraka SWMK-200 oraz 20 skrzynek wybierakowych typu SR-10 z płytkami elektronicznymi. Strunowy miernik cyfrowy /zlinearyzowany/ typu SMCK-10 do współpracy z minikomputerem jest urządzeniem pomiarowym przeznaczonym do automatycznego pomiaru 10 czujników strunowych z możliwością współpracy z zewnętrznym urządzeniem sterującym, którym w naszym przypadku jest minikomputer typu Mikroster MSA-80.

Wielkość mierzona przez miernik stanowi kwadrat odwrotności 100 okresów drgań struny kolejnego czujnika, wyrażona w milisekundach.

Miernik SMCK-10 może być wykorzystany w trzech rodzajach pracy,

- praca w cyklu ręcznym,
- praca w cyklu półautomatycznym,
- praca w cyklu automatycznym.

Praca w cyklu ręcznym i półautomatycznym jest identyczna jak w już opracowanym, w podtemacie VIII i produkowanym mierniku SMCL-10 - sprawozdanie PIAP Nr.arch.5431.

Praca w cyklu automatycznym zapewnia możliwość sterowania cyklu pomiarowego z urządzeń zewnętrznych, z minikomputera Mikroster MSA-80 lub innego. Miernik posiada gniazda zewnętrzne, na które wyprowadzone są sygnały przeznaczone do jego pracy.

Po podaniu z urządzenia zewnętrznego do gniazda miernika 4-bitowej informacji /w kodzie BCD/ odpowiadającej numerowi wyjścia, do którego dołączony jest już badany czujnik, a następnie sygnał startu, miernik wykazuje pomiar i podaje do urządzenia zewnętrznego /minikomputera/ sygnał o gotowości danych do transmisji /wynik pomiaru dostępny jest wówczas na odpowiednim gnieździe wyjściowym/, a następnie sygnał końca cyklu pomiarowego.

Wybór czujników może się odbywać według dowolnej sekwencji, zaprogramowanej przez urządzenie zewnętrzne /minikomputer/. Wybierak SWMK-20 jest urządzeniem przeznaczonym do współpracy z miernikiem SMCK-10, umożliwiającym zwiększenie liczby mierzonych czujników do 200, podłączonych do płytek elektronicznych umieszczonych w skrzynkach wybierakowych SR-10, które stosowane są również w zestawie SMCL-200. Miernik SMCK-10, wybierak SWMK-20 oraz 20 skrzynek SR-10 - tworzą zestaw aparaturowy SMCK - 200. Zasada pracy wybieraka SWMK-20 jest taka sama jak wybieraka SWMP-20. Dodatkową zaletą jest możliwość sterowania jego pracy z urządzeń zewnętrznych /minikomputerów/. Sterowanie polega na podaniu na wejściu programu 5 - bitowej informacji w kodzie BCD dotyczącej numeru wybranego stanowiska /skrzynki wybierakowej SR-10/, a następnie sygnału wpisującego, którego tylne zbocze stanowi jednocześnie sygnał startu dla wybieraka.

Sterowanie pracą całego zestawu SMCK-200, polega na podaniu z urządzenia zewnętrznego /minikomputera/ 5 - bitowej informacji o numerze wybranego stanowiska pomiarowego /skrzynki wybierakowej SR-10/- 4 -bitowej informacji o numerze wyjścia do, którego dołączony jest badany /mierzony / czujnik, a następnie sygnału wpisującego. Po wybraniu zaprogramowanego czujnika i dokonaniu pomiaru, miernik generuje sygnał gotowości danych pomiarowych do transmisji, a po zakończeniu transmisji danych sygnał końca cyklu pomiarowego. Po <sup>zakończeniu</sup> tego ostatniego sygnału system /zestaw/ SMCK-200 jest gotowy do przyjęcia następnego polecenia.

## 2.2 Przedmiot pracy

Badaniom poddano jeden zestaw SMCK-200 /miernik SMCK-10 i wybierak SWMK-20/, na których przeprowadzono wybrane badania laboratoryjne, zgodne z Normą Zakładową producenta.

## 2.3 Sprawdzenie parametrów metrologiczno-technicznych zestawu pomiarowego SMCK-200

### 2.3.1 Prawidłowość pracy i działania zestawu

W okresie kilku dni od zmontowania do chwili odbioru, zestaw był eksploatowany w laboratorium przy pomiarach kilkunastu czujników strunowych podłączonych do niego.

Zestaw pracował prawidłowo we wszystkich przewidzianych konstrukcyjnie "rezimach" pracy.

### 2.3.2 Zakres mierzonych częstotliwości

Zakres częstotliwości mierzonych 100-ma okresami drgań struny tego zestawu wynosi od 166,66 ms do 83,33 ms, co odpowiada częstotliwością drgań strun od 600 Hz do 1200 Hz z dokładnością  $\pm 0,0001$  ms /  $\pm 0,1$  Hz/ przy pomiarze 1000 Hz.

Wynik pomiaru jest eksponowany na wyświetlaczach. Jest on funkcją wielkości mierzonej liniową - dzięki układowi kalkulatorowemu znajdującemu się wewnątrz miernika SMCK-10. Wynik ten podawany jest do urządzenia zewnętrznego /minikomputera/. Są możliwe inne obliczenia wielkości mierzonych po uprzednim wprowadzeniu do minikomputera dodatkowych danych takich jak stała pomiarowa czujnika oraz wartość początkowa wskazań.

### 2.3.3 Rozrzut wskazań

W celu określenia rozrzutu wskazań badanego zestawu podłączono do niego na stałe 10 różnych typów czujników strunowych przetrzymując je w jednakowych warunkach /stała temperatura, czujnik bez obciążenia/ i dokonując na nich kilkudziesięciu pomiarów - odczytów zarówno przy wyborze ręcznym określonego czujnika



wielokrotnie /nieograniczona ekspozycja wskazań jednego czujnika/ jak również przy wyborze automatycznym danego czujnika / trzykrotna ekspozycja wskazań w odstępach sekundowych jednego czujnika/ i przejście na czujnik kolejny.

Występujące w większości czujników wskazania czujników różniły się między sobą o  $\pm 1$ -ną cyfrę znaczącą, co świadczy o prawidłowej pracy mierników. W bardzo nielicznych czujnikach ich wskazania różniły się od czasu do czasu między sobą od  $\pm 1$  do  $\pm 2$  cyfry znaczące czyli o  $\pm 0,0002$  ms / $\pm 0,2$ Hz/.

Fakt ten wynika nie z winy miernika ale z winy czujników /np. szybko gasnący sygnał o małej amplitudzie.

#### 2.3.4 Próg czułości

Próg czułości miernika zbadano podłączając się do niego generatorem typu RC-PO 20 o regulowanej częstotliwości i amplitudzie. Stwierdzono, że miernik /zestaw pomiarowy SMCK-200/ mierzy poprawnie sygnały z generatora w zakresie częstotliwości od 600 Hz do 1200 Hz o minimalnych amplitudach ~~amplitudach~~ 5mV. Normalna wartość amplitudy wynosi 15 mV do 20 mV.

#### 2.3.5 Współpraca z minikomputerem

W trakcie badania poprawności działania systemu SMCK-200 sprawdzono również działanie wejść programujących oraz wyjść transmisji danych przeznaczonych do współpracy z minikomputerem. Na wejściach programujących za pomocą przłączników wymuszono 5-bitowy kod numeru wybranej skrzynki rozdzielczej SR-10 oraz 4-bitowy kod numeru wybranego czujnika, a następnie podawano z zewnątrz impuls wpisujący.

Stwierdzono prawidłowość działania układu. W charakterze urządzenia odbierającego dane została użyta drukarka. W każdej próbie stwierdzono prawidłowe wybieranie numeru skrzynki rozdzielczej i czujnika oraz zgodny z wyświetlanym wynikiem pomiaru na mierniku wydruk.

#### 2.4 Badanie wpływu temperatury otoczenia na dokładność wskazań zestawu SMCK-200

Badania przeprowadzono w komorze klimatyzacyjnej. Do skrzynek umieszczonych w komorze z wybierakiem i miernikiem podłączono kilkanaście czujników umieszczonych na zewnątrz komory, w stałej temperaturze  $+ 20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  a skrzynki, wybierak i miernik podłączono ze sobą zgodnie z instrukcją. Zadawano kolejne temperatury, co  $10^{\circ}\text{C}$  poczynając od  $5^{\circ}\text{C}$  do  $55^{\circ}\text{C}$ , przy czym pomiarów dokonywano po 30 minutach od ustalenia się kolejno zadawanej temperatury w komorze.

Przed każdym pomiarem sprawdzono także punkt kontroli miernika SMCK-10 /test/. Maksymalny błąd wynikający z wpływu zmian temperatury w zakresie  $50^{\circ}\text{C}$  na miernik i cały zestaw wynosi  $\pm 2$  cyfry znaczące, co jest wielkością niewielką  $/\pm 0,14 \text{ Hz}/$ . Należy podkreślić, że taki zakres badania temperatur otoczenia dla miernika podyktowany był dopuszczalnymi zakresami temperatur pracy podanymi w katalogach dla elementów elektronicznych /układów scalonych/ wbudowanych w zestaw.

#### 2.5 Badania trwałościowe zestawu

Badania trwałościowe /wstępne/ przeprowadzono w laboratorium przez okres kilku dni. Każdego dnia podłączono zestaw do źródła zasilania, na czas 8 - 10 godzin obserwując poprawność wskazań,

sygnałów na wyświetlaczach a pojawiające się niedomagania i usterki eliminowane na bieżąco. Zauważono kilka usterek polegających na drobnych uszkodzeniach elementów elektronicznych, które na bieżąco usunięto. Należy podkreślić, że okres 8 godzin nieprzerwanej pracy dla zestawu, w stosunku do czasu i warunków, w jakich on będzie pracował jest okresem stosunkowo dużym.

5. OCENA WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników należy stwierdzić, że badany zestaw pomiarowy SMCK-200 zdał egzamin i spełnił stawiane mu wymagania. Należy szczególnie podkreślić walory metrologiczno - techniczne oraz współpracę zestawu z minikomputerem.

Dzięki takim zaletom jak np. automatyczny i cyfrowy pomiar /wyeliminowanie błędów subiektywnych/, dobra czułość  $/\pm 0,07\text{Hz}$  średnia/, niewielki rozrzut wskazań, niewielkie błędy temperaturowe oraz przede wszystkim możliwość współpracy z minikomputerem, zestaw ten dorównuje tego rodzaju opracowaniom produkującym firm produkujących tego rodzaju aparaturę, a w bardzo wielu przypadkach wyprzedza je /zastosowanie minikomputera/.

Dla podniesienia trwałości i niezawodności jego pracy należy w możliwie szybkim czasie zainstalować ten zestaw wraz z minikomputerem Mikroster MSA-80 i prowadzić intensywne pomiary eksploatacyjne, tym bardziej, że w ramach tego podtematu zostały już zakupione pakiety na dwa zestawy tego minikomputera.