

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

BE 10

442
Główny wykonawca dr inż. E. Golonka

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

Konsultant

Nr zlecenia 1715

Opracowanie i wdrożenie urządzeń pomiarowych dla kompleksowej kontroli i obserwacji stanu technicznego budowli wodnych z uwzględnieniem automatyzacji pomiarów.
Podtemat VIII. Opracowanie i wykonanie prototypowego zestawu/w ilości 2 komplety autom. aparatury odbiorczej do zdalnego i autom. pomiaru i wyboru od 11 do 100 czujników/i trwałej rejestr. ich wyników na taśmie perforowanej i drukarce.

Zleceniodawca

INSTYTUT METEOROLOGII I GOSPODARKI WODNEJ

Pracę rozpoczęto dnia 80.01.01


zakończono dnia 85.06.30

Kierownik Pracowni

Kierownik Ośrodka


dr inż. E. Golonka

Dyrektor


prof. dr inż. S. Dwojak


dr inż. J. Winiecki

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz: 6

stron 9

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 IMGW

fotografii

Egz. 3 PIAP-ORC

tabel

Egz. 4 IMGW

tablic

Egz. 5 IMGW

załączników

Egz. 6 PIAP-ORC

Nr rejestr. 5431

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

**Analiza dokumentacyjna APARATURA KONTROLNO-POMIAROWA OPARTA NA METODZIE
STRUNOWEJ /TENSIOMETRIA STRUNOWA/ PRZEZNACZONA
DO ZDALNYCH I DŁUGOTRWALYCH /LUB KRÓTKOTRWALYCH/
POMIARÓW STANÓW BUDOWLI WODNYCH - ZAUTOMATYZOWANE
ZESTAWY POMIAROWE.**

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. odbiorczą /...../ "Nr rej. 4975.
- Podtemat Nr IV "Opracowanie i wyk. zestawu prototypów /sond/ pomiarowych
do zdalnego pomiaru odchyżeń kątowych mierzonych w
specjal. rurach /inklinometrów rurowych//...../ 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 wykonanie prototypowych czujników /sond/
do pomiaru nacisku /ciśnienie w odwiertach dynamometrów
strunowych/ w ilości 6 szt." Nr rej. 5274.
- Podtemat Nr VIIa "Opracowanie i wykonanie 2-ech egz. czujnika SCCwp-05 o zakre-
zakresie pomiarowym do 0,5 atn. oraz dokonanie rekonstru-
kcji czujnika typu SCK rozszerzający jego zakresy pomia-
rowe o zakres ± 15 ." Nr rej. 5430.

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 PROTOTYPOWYCH ZESTAWÓW POMIAROWYCH TYPU SMCL-200 /Strunowy miernik cyfrowy-zlinearyzowany typu SMCL-10, strunowy wybierak miejsc pomiarowych typu SWMP-20 i skrzynki rozdzielcze . typu SR-10/.....	4
2.1. Cel pracy i sposób jej realizacji	4
2.2. Przedmiot badań	5
2.3. Sprawdzenie parametrów metrologiczno-techni- cznych zestawów pomiarowych SMCL-200.....	5
2.3.1. Prawidłowość pracy działania zestawu	5
2.3.2. Zakres mierzonych częstotliwości	5
2.3.3. Rozrzut wskazań	6
2.3.4. Próg czułości	6
2.3.5. Trwała rejestracja wyników pomiaru	7
2.4. Badania wpływu temperatury otoczenia na dokładność wskazań zestawów SMCL-200	7
2.5. Badania trwałościowe zestawu	7
3. OCENA WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI	8

1. SPRAWY FORMALNE.

1.1. Przedmiot pracy.

Przedmiotem niniejszej pracy /VIII podtemat/ było opracowanie i wykonanie prototypowego zestawu pomiarowego typu SMCL-200, przeznaczonego do zdalnych i automatycznych 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 pt. "Opracowanie i wykonanie prototypowego zestawu / w ilości 2 komplety/ automatycznej aparatury odbiorczej do zdalnego i automatycznego pomiaru i wyboru od 11 do 100 czujników /urządzeń/ strunowych i trwałej rejestracji wyników na taśmie perforowanej i drukarce", stanowi VIII podtemat umowy nr 1325/80.

1.3. Podstawa wykonania pracy.

Umowa 1325/80 - /zlecenie PIAP - 1715/ zawarta między IMGW a PIAP.

1.4. Zakres pracy.

Praca zgodnie z VIII podtematem umowy obejmowała opracowanie konstrukcji, wykonanie i przebadanie dwóch zestawów prototypowych SMCL-200 a następnie opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej dla prototypów oraz ich wykonanie i przebadanie laboratoryjne oraz opracowanie instrukcji obsługi /DTR/.

2. BADANIA LABORATORYJNE PROTOTYPOWYCH ZESTAWÓW POMIAROWYCH TYPU SMCL-200.

2.1. Cel pracy i sposób jej realizacji

Celem pracy było opracowanie i wykonanie dwóch zestawów automatycznej aparatury strunowej do zdalnego wybierania i pomiaru 200 czujników strunowych zainstalowanych na zaporze z chwilową i trwałą rejestracją wyników pomiarów na dziurkarce taśmy lub drukarce a następnie przeprowadzenie badań laboratoryjnych oraz opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej i instrukcji obsługi i użytkowania.

W szczególności należało przeprowadzić badania dotyczące parametrów metrologicznych i technicznych takich jak: powtarzalność i rozrzut wskazań, próg czułości i dokładności, wpływ temperatury na wskazania, walory eksploatacyjne takie jak sprawność i wygoda obsługi oraz trwałość. W okresie realizacji podtematu zdecydowano się na opracowanie zestawu o pojemności 200 czujników a nie 100 jak to jest w umowie. Opracowany i wykonany zestaw pomiarowy nazwany SMCL-200 składa się z 3-ech zespołów urządzeń : strunowego miernika cyfrowego/zlinearyzowanego/typu SMCL-10, który samodzielnie, w sposób automatyczny może wybierać do pomiaru i mierzyć wskazania 10 czujników strunowych do niego podłączonych, strunowego wybieraka miejsc pomiarowych typu SWMP-20 przy pomocy, którego można wybierać w sposób : ręczny /dowolny czujnik od 1-nego do 200-setnego/, półautomatyczny /od dowolnego czujnika kolejno do 200-setnego/ oraz w sposób automatyczny od 1-nego czujnika do ostatniego- 200-setnego/. Trzecim urządzeniem w systemie SMCL-200 jest zestaw 20 skrzynek rozdzielczych typu SR-10 z zainstalowanymi wewnątrz

płytkami elektronicznymi i przekaźnikami hermetycznymi, każda z możliwością podłączenia do niej 10 końcówek kabli od czujników.

2.2. Przedmiot badań.

Badaniom poddano dwa zestawy SMCL-200 /miernik SMCL-10, wybierak SWMP-20 i skrzynki SR-10/, na których przeprowadzono wybrane badania laboratoryjne, zgodnie z Normą Zakładową producenta.

2.3. Sprawdzenie parametrów metrologiczno-technicznych zestawów pomiarowych SMCL-200.

2.3.1. Prawidłowość pracy działania zestawu.

W okresie kilku dni od zmontowania do chwili odbioru, zestawy były eksploatowane w laboratorium przy pomiarach kilkudziesięciu czujników strunowych podłączonych do skrzynek. Zestawy pracowały prawidłowo we wszystkich przewidzianych konstrukcyjnie "rezimach" pracy.

2.3.2. Zakres mierzonych częstotliwości.

Zakres częstotliwości mierzonych 100-ma okresami drgań struny tych zestawów wynosi od 166,66 ms do 83,33 ms, co odpowiada częstotliwościom drgań strun od 600 Hz do 1200 Hz z dokładnością $\pm 0,0001$ ms / $\pm 0,1$ Hz przy pomiarze 1000Hz/. Wynik pomiaru jest eksponowany na wyświetlaczach w postaci -liniowej-gotowej do dalszych przeliczeń, dzięki układowi kalkulatorowemu zainstalowanemu wewnątrz miernika SMCL-10.

W mierzonym zakresie częstotliwości mieszczą się praktycznie częstotliwości wszystkich typów czujników strunowych zarówno ich dolne jak i górne zakresy pomiarowe.

2.3.3. Rozrzut wskazań

W celu określenia rozrzutu wskazań badanych zestawów przyłączono do nich 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 ± 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 ± 1 do ± 2 cyfry znaczące czyli $0 \pm 0,0002 \text{ms}$ / $\pm 0,2 \text{ Hz}$ /. Fakt ten wynika jednak nie z winy mierników ale z winy czujników /np. szybko gasnący sygnał o małej amplitudzie/.

2.3.4. Próg czułości

Próg czułości mierników zbadano podłączając się do nich generatorem typu RC-PO 20 o regulowanej częstotliwości i amplitudzie.

Stwierdzono, że mierniki mierzą poprawnie sygnały z generatora w zakresie częstotliwości od 600 Hz do 1200 Hz o minimalnych amplitudach 5 mV. Normalna wartość amplitudy wynosi 15 mV do 20 mV.

2.3.5. Trwała rejestracja wyników pomiaru.

Po podłączeniu do zestawu na przemian dziurkarki typ BT-105 s lub rejestratora drukującego ERD-103, stwierdzono poprawność zarówno wydruku jak również perforacji.

2.4. Badania wpływu temperatury otoczenia na dokładność wskazań zestawów SMCL-200.

Badania przeprowadzono w komorze klimatycznej. Do skrzynek umieszczonych w komorze z wybierakiem i miernikiem podłączono kilkanaście czujników umieszczonych na zewnątrz komory, w stałej temperaturze $+ 20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Skrzynki, wybierak i miernik podłączono ze sobą zgodnie z instrukcją.

Zadawano kolejno temperatury, co 10°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 kontrolny miernika SMCL - 10 [test]. Maksymalny błąd wynikający z wpływu zmian temperatury w zakresie 50°C na miernik i cały zestaw wynosi ± 2 cyfry znaczące, co jest wartością niewielką. Należy podkreślić, że taki zakres badania temperatur otoczenia dla mierników podyktowany był dopuszczalnymi zakresami temperatur pracy podanymi w katalogach dla elementów elektronicznych /układów scalonych/ wbudowanych w zestawy.

2.5. Badania trwałościowe zestawu

Badania trwałościowe/wstępne/ przeprowadzono w laboratorium przez okres ponad 10 dni. Każdego dnia podłączono zestawy do źródła zasilania na okres 8+10 godzin obserwując poprawność wskazań sygnałów na wyświetlaczach a pojawiające się niedoma-

gania i usterki eliminowano na bieżąco. Zauważono kilka usterek polegających na drobnych uszkodzeniach elementów elektronicznych, które na bieżąco usunięto.

Należy podkreślić, że okres 8 godzin ciągłej pracy dla tego zestawu, w stosunku do czasu i warunków w jakich on będzie eksploatowany jest okresem bardzo dużym.

W praktyce zestaw w ciągu dnia będzie pracował max. 10 razy po 20 min/jeden cykl pomiarów 200 czujników/z przerwami godzinnymi po każdym cyklu pomiarowym.

3. OCENA WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI.

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników należy stwierdzić, że badane zestawy pomiarowe zdały w pełni egzamin i spełniły stawiane im wymagania. Należy szczególnie podkreślić walory metrologiczno-eksploatacyjne zestawów. Dzięki takim zaletom jak np. automatyczny i cyfrowy pomiar /wyeliminowanie błędów subiektywnych/, dobra czułość / $\pm 0,07\text{Hz}$ średnia/, niewielki rozrzut wskazań i niewielkie błędy temperaturowe zestaw ten dorównuje tego rodzaju opracowaniom produkcyjnych firm produkujących tego rodzaju aparaturę. Godnym podkreślenia jest fakt zastosowania w mierniku SMCL-10 układu kalkulatorowego dzięki czemu wskazania zestawu są w zależności liniowej w stosunku do wielkości mierzonej, co jest bardzo pomocne przy pomiarach i obliczeniach, gdy nie korzysta się z maszyn matematycznych.

Do wad należy zaliczyć delikatność konstrukcji, /która wynika z takich a nie innych obudów/ oraz trudności w odczycie wskazań na wyświetlaczach miernika w warunkach jasnego i słonecznego dnia.

Dla podniesienia trwałości i niezawodnej pracy należy w możliwie szybkim czasie zainstalować te zestawy na jednej z zapór w celu przeprowadzeniu badań eksploatacyjnych w warunkach naturalnych.