

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Zakład Pomiaru Ciśnienia i Temperatury

440

BE 10

Główny wykonawca mgr inż. Janusz Szewczyk

*J. Szewczyk*

Wykonawcy

Stefan Zbudniewek, mgr inż. Halina Kiedrzynek

Konsultant

Nr zlecenia

K1218

Czujniki i przetworniki pomiarowe  
wielkości nieelektrycznych.

Temat A - Czujnik ciśnienia krwi.

P-kt kontr. 1. Opracowanie, wykonanie  
i badania modeli.

Zleceniodawca KBN

Pracę rozpoczęto dnia 01.91r

zakończono dnia 30.05.91r

Z-ca Dyrektora  
d/s Badawczo-Rozwojowych

Kierownik Zakładu

*L. Guzy*  
mgr inż. L. Guzy

*J. Jabłkowski*  
dr inż. J. Jabłkowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron . . . . . 6

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 DPP

fotografii

Egz. 3 WP

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników . . . . . 5

Egz. 6

Nr rejestr. 6647

## Analiza deskryptorowa

## Analiza dokumentacyjna

Szkice konstrukcyjne modeli czujników, szkice pomocy technologicznych, wyniki badań modeli.

## Tytuły poprzednich sprawozdań

Nie było.

## Spis treści

- I Przebieg i zakres prac wykonanych w ramach zadania 1
- II Załącznik nr 1. Wniosek o finansowanie celu /zadania/  
badawczego.
- III Załącznik nr 2. Wyniki pomiarów częstotliwości  
przenoszenia czujników.
- IV Załącznik nr 3. Szkice konstrukcyjne modeli czujnika  
ciśnienia krwi.
- V Załącznik nr 4. Szkice konstrukcyjne pomocy technolo-  
gicznych.
- VI Załącznik nr 5. Wyniki prób modeli czujników.

## I Przebieg i zakres prac wykonanych w ramach punktu kontr. 1

Czujniki i przetworniki pomiarowe wielkości nieelektrycznych.

Temat A - Czujniki ciśnienia krwi.

Zlecenie K1218

P-kt kontr. 1. Opracowanie, wykonanie i badania modeli.

Zadanie 1.1. Próby wstępne. Opracowanie konstrukcji modelu czujnika.

### Przebieg i zakres pracy

W trakcie realizacji zadania 1.1.- pracy - wykonano co następuje:

1.1. W części dotyczącej prób wstępnych wykonano:

1.1.1. Pomiar częstotliwości przenoszenia czujników ciśnienia z membraną krzemową prod. OBR AP, przeznaczonych do zastosowań przemysłowych, ale o analogicznej zasadzie działania i zbliżonym zakresie pomiarowym i gabarytach. Wyniki prób i wnioski zawarte są w załączniku 2.

1.1.2. Spowodowano przeprowadzenie w Instytucie Chemii Przemysłowej próby wykonania cienkiej folii z PCW przeznaczonej do zastosowań medycznych. Uzyskano wynik pozytywny.

1.1.3. Wykonano szczypce specjalne przeznaczone do jednoczesnego zaciskania i ucinania kapilary miedzianej. Wykonano próby zaciskania kapilary.

1.1.4. Przeprowadzone w PIAP WP wstępne próby zgrzewania membran separujących.

1.2. W części dotyczącej opracowania konstrukcji modelu wykonano:

1.2.1. Szkice konstrukcyjne modelu w 2 wariantach

1.2.2. Szkice konstrukcyjne pomocy technologicznych w przeznaczonych do wykonania następujących czynności:

a/ spawania membran

b/ wklejania struktury półprzewodnikowej

c/ bonderyzacji wyprowadzeń

d/ napełniania olejem silikonowym

e/ zaciskania i ucinania kapilary /wykonało WP/.

- 4.3. Nawiązano kontakty kooperacyjne z instytucjami:
- 4.3.1. Instytutem Chemii Przemysłowej w sprawie tworzywa na membranę separującą i możliwości wykonania folii /p.1.2/
  - 4.3.2. Instytutem Teleradiotechniki w sprawie technologii zgrzewania membrany separującej do kopułki.
  - 4.3.3. Instytutem Leków i COTM w sprawach badań materiałów użytych do budowy czujnika i procedury uzyskania świadectwa KOSM.
  - 4.3.4. OBR MERA PNEFAL w sprawie technologii spawania membran stalowych, klejenia i bonderyzacji membran krzemowych, napełniania olejem.
  - 4.3.5. OBREUS Toruń w sprawie membran półprzewodnikowych.
  - 4.3.6. ORMED w sprawie wypożyczenia generatora elektro-pneumatycznego.
- 4.4. Zgromadzono 5 różnych rodzajów kopulek jednorazowego użytku do wykorzystania jako wzorce konstrukcyjne.
- 4.5. Obecny stan prac.
- Z punktu widzenia formalnego prace punktu kontr. 1 zad.1.1 były opóźnione ok. 10-14 dni ze względu na zależność powstania konstrukcji od licznych uzgodnień dotyczących technologii. Z punktu widzenia merytorycznego opóźnienia praktycznie nie ma, gdyż 44 do 15.04 wykonane będą części modeli czujnika, łącznie ze wszystkimi pomocami technologicznymi co otwiera drogę do szybkiego kontynuowania dalszych prac. Terminowość dalszych prac będzie uzależniona w dużej mierze od przebiegu współpracy z kooperantami.

*J. Janczyk 05 04 81.*

## Zadanie 1.2. Wykonanie części do modeli.

Wykonano części do 6 kompletów modeli zgodnie ze szkicami wg „Załącznika nr 2” dla 2 wariantów średnic i grubości membran, oraz dodatkowe korpusy i membrany potrzebne do wykonania prób spawania membran.

Wykonano komplet pomocy technologicznych zgodnie ze szkicami wg „Załącznika nr 4”.

## Zadanie 1.3. Montaż, próby, poprawki.

### 1.3.1. Montaż.

Montaż modeli czujnika polegał na wykonaniu kilku grup czynności związanych z wklejaniem niektórych elementów, ultrakompensacją wyprowadzeń od struktury krzemowej /membrany/, do płytki wyprowadzeń, spawania membran, napełniania olejem silikonowym.

Wklejane są następujące elementy czujnika: wkładka izolacyjna, płytki wyprowadzeń, kapilara oraz struktura krzemowa. Wklejenie, ultrakompensacja wyprowadzeń oraz napełnianie olejem nie sprawiało specjalnych trudności, wymagane były jedynie, normalne w takich okolicznościach drobne korekty czy uzupełnienia pomocy techn<sup>logi</sup>cznych. Kłopoty sprawiało natomiast spawanie membran. Brak jest doświadczeń również u naszych kooperantów, w spawaniu płaskich cienkich membran, podczas gdy spawanie membran karbowanych jest dobrze opanowane. Membrany karbowane nie znajdują jednak zastosowania w czujnikach ciśnienia krwi. Największą trudność sprawiało spawanie membrany o grubości 0,05 mm. Stosowane doraźnie środki zaradcze, jak naciąg termiczny czy punktowe zgrzewanie wstępne przed spawaniem, nie dały pozytywnego rezultatu. Podstawową wadą spawania było pofałdowanie membran i niedostateczny naciąg.

Rozwiązanie tego problemu wymagało by większego zaangażowania, na co jednak nie pozwalają ani szybki tryb realizacji pracy ani przeznaczone na ten cel środki. Lepsze rezultaty, lecz nie w pełni zadawalające, uzyskane zostały przy spawaniu membran o grubości 0,1 mm.

Większość modeli czujników wykonano z membranami o tej właśnie grubości. W przypadku uzyskania pozytywnych rezultatów kompensacji współczynnika temperaturowego sygnału wyjściowego taka grubość membrany zostanie zastosowana w konstrukcji docelowej.

### 1.3.2. Kompensacja temperaturowa.

W czujnikach ciśnienia o budowie takiej jak czujnik opracowywany, problemem jest kompensacja temperaturowa sygnału wyjściowego. Błąd temperaturowy objawia się głównie jako, przesunięcie punktu zerowego charakterystyki, osiągającej wartość kilku procent na  $10^{\circ}\text{C}$  zmiany temperatury.

Kompensację zrealizowano poprzez dobieranie rezystorów równoległego i szeregowego włączanych w mostek jak na schemacie „SE” w „Załączniku 2”.

Celem wyznaczenia rezystorów kompensacyjnych należy zmierzyć rezystancję mostka pomiarowego czujnika w temperaturach początkowej i końcowej obszaru temperatur objętego kompensacją oraz sygnały wyjściowe z mostka dla tych samych temperatur, przy wartości ciśnienia działającego na czujnik równym zeru i określonej wartości napięcia zasilania np. 5V DC.

Na podstawie tych danych oblicza się wartości rezystorów kompensujących.

Rezystory te w konstrukcji docelowej umieszczone będą na płytce drukowanej w korpusie czujnika, w modelach są one umieszczone na zewnątrz czujnika ze względu na ograniczenie możliwości uszkodzeń wyprowadzeń struktury krzemowej w czasie dokonywania przełączeń.

### 1.3.3. Niektóre problemy konstrukcyjne, występujące przy opracowywaniu.

Istotnym dla konstrukcji czujnika jest użycie do jego budowy krzemowego elementu piezorezystywnego w postaci membrany. Pociąga to za sobą określone następstwa dla budowy i technologii czujnika. Budowa wewnętrzna widoczna na szkicu złożeniowym w „Załączniku nr 2”.

Jak widać jest ona prostsza niż czujnika CK-01 produkowanego dotychczas. Charakterystycznym elementem jest tu komora olejowa oddzielająca membranę krzemową od membrany zewnętrznej, metalowej. Komora ta, ograniczona jest z jednej strony korpusem, do którego przyklejona jest membrana krzemowa a z drugiej przyspawaną do korpusu membranę metalową.

Do odpowietrzenia komory, zalania jej olejem i zamknięcia wnętrza po zalaniu, służy miedziana kapilara wklejona do korpusu od strony wnętrza czujnika.

Zasada pracy czujnika polega jak wiadomo na przekazywaniu ciśnienia zewnętrznego za pośrednictwem membrany zewnętrznej do komory, a ciśnienie wytworzone w komorze działa na krzemową membranę pomiarową, na której naniesiony jest mostek tensorezystancyjny.

Olej silikonowy wypełniający komorę jest w warunkach działania na czujnik zmian temperatury, czynnikiem wywołującym duży błąd temperaturowy.

Na skutek zmian objętości oleju, przy zmianach temperatury i występowania określonej sztywności membrany zewnętrznej, powstaje w komorze olejowej ciśnienie zakłócające, wywołujące zmiany sygnału wyjściowego czujnika. Efekt ten minimalizowany jest poprzez zmniejszenie sztywności membrany /karbowanie, zmniejszenie grubości/. W ~~xx~~ przypadku czujnika będącego przedmiotem opracowania, istnieje konieczność stosowania membrany płaskiej, ze względu na współpracę membrany metalowej z membraną separującą kopułki jednorazowego użytku, i jednocześnie nie za cienkiej, celem zapewnienia odporności na uszkodzenia w trakcie użytkowania.

Drogą do zmniejszenia wpływu rozszerzalności objętościowej oleju na wskazania czujnika, pozostało więc jedynie zmniejszenie objętości komory olejowej.

Uzyskano to poprzez takie usytuowanie membrany krzemowej, aby jej komora ciśnieniowa znalazła się od strony komory olejowej i była jej częścią. Strona czynna membrany i miejsca mocowania wyprowadzeń pozostają wtedy skierowane w stronę wnętrza korpusu czujnika.



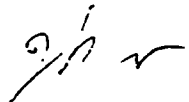
Upraszcza to konstrukcję czujnika na skutek wyeliminowania elektrycznych przepustów ciśnieniowych z wnętrza komory i jest właściwie jedyną drogą do sprowadzenia do rozsądnych granic, współczynnika temperaturowego sygnału wyjściowego w punkcie początkowym charakterystyki czujnika.

1.3.4. Próby czujnika.

Opis i wyniki prób modeli czujnika zawarte są w „Załączniku nr 5”.

## W N I O S E K

o finansowanie celu /zadania/ badawczego

Nazwa i adres jednostki badawczo - rozwojowej Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA - PIAP 02-222 Warszawa Al. Jerozolimskie 202	
Kierownik zespołu badawczego mgr inż. Janusz Szewczyk tel. 23-84-51 Zakład Pomiaru Ciśnienia i Temperatury PIAP	Podpis 
Tytuł celu /zadania/ badawczego CZUJNIK CIŚNIENIA KRWI  Dziedzina badań naukowych Pomiary ciśnień metodami elektrycznymi	CPBR nr      cel nr Praca nie była finansowa- na ze środków centralnych  JPBR nr      cel nr
Data rozpoczęcia badań      1991.01	
Przewidywany termin zakończenia badań      1992.12	
Koszty realizacji celu /zadania/ w 1991 r. 195 mln zł.	okres trwania badań w 1991 r. 12 miesięcy

Charakterystyka celu /zadania/ badawczego, dotychczasowy stan prac, przyczyny nie zakończenia prac w 1990 r. inne uzasadnienie kontynuacji celu /zadania/ badawczego.

Czujnik przeznaczony jest do ciągłego pomiaru ciśnienia krwi pacjenta /monitorowania/ metodą krwawą.

W kraju są produkowane przez Pion Produkcji Doświadczalnej i Małoseryjnej PIAP czujniki ciśnienia krwi CK-01, opracowane w MERA-PIAP. Niektóre ich parametry nie spełniają jednak współczesnych wymagań stawianych tego typu czujnikom. Dotyczy to głównie częstotliwości przenoszenia i wytrzymałości elektrycznej izolacji. Znacznego podwyższenia tych parametrów domaga się odbiorca tych czujników, który w szeregu przypadkach importował czujniki z zagranicy, przeważnie z byłej NRD. Czujniki z NRD są jednak nienowoczesne i obecnie w wymienionej sytuacji gospodarczej i politycznej mogą być wycofane z produkcji lub ich import może znacznie podrożeć. Konieczne jest więc opracowanie nowego czujnika opartego na nowoczesniejszym systemie pomiarowym, gdyż modernizacja dotychczasowej konstrukcji, jak wykazały próby nie pozwala na uzyskanie pożądanej wartości częstotliwości i wytrzymałości elektrycznej izolacji.

Konstrukcja nowego czujnika oparta będzie o nowe elementy pomiarowe w postaci miniaturowych membran krzemowych. Wymagać to jednak będzie prowadzenia, między innymi prac badawczych nad problemami związanymi, np. z budową systemu separacji cieczowej membrany krzemowej czy maksymalizacją częstotliwości przenoszenia i wartości napięcia przebicia poprzez dobór materiałów, gabarytów i sztywności elementów czujnika.

Podstawowe dane techniczne:

Zakres pomiarowy	- od -4 do 40 kPa
Błąd podstawowy	- $\pm 0,5\%$
Czułość	- 4,5 mV/40 kPa/1 V
Częstotliwość przenoszenia z draniem o długości 1 m	- powyżej 20 Hz
Napięcie przebicia pomiędzy częścią aplikacyjną a przewodami wyjściowymi	- 4 kV

W 1991r zostaną opracowane, wykonane i przedane laboratoryjnie modele użytkowe czujnika, które będą przekazane do badań klinicznych.

Powiązanie z badaniami prowadzonymi w innych jednostkach badawczo - rozwojowych warunkujące realizację celu /zadania/

Przewiduje się współpracę z:

- OBR Elektronicznych Układów Specjalizowanych w Toruniu,  
lub
- OBR Automatyki Przemysłowej MERA-PNEFAL w zakresie miniaturowych membran krzemowych,
- Instytutem Leków w zakresie niezbędnym dla uzyskania świadectwa KOSM.

Wykorzystanie wyników badań, odbiorcy wyników badań /potwierdzone czy potencjalne/

Wynikiem pracy będzie nowy czujnik ciśnienia krwi, który zastąpi dotychczas wytwarzany czujnik CK-01.

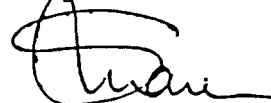
Producentem nowego czujnika będzie dotychczasowy producent czujnika CK-01, tj. Pion Produkcji Doświadczalnej i Małoseryjnej PIA2.

Odbiorcą czujników są Zakłady Elektrycznej Aparatury Pomiarowej w Zabrze, które stosują je w aparaturze intensywnego nadzoru.

Dyrektor jednostki badawczo - rozwojowej

doc. dr inż. Stanisław Kaczanowski

Podpis



Opinia organu sprawującego nadzór

Opinia zespołu Komitetu

Decyzja Komisji Komitetu

11

Liczba osób zatrudnionych w jednostce, biorących udział w wykonaniu celu /zadania/ badawczego : 3

- w tym: - profesorów  
 - doktorów habilitowanych /docentów/  
 - doktorów /adiunktów/ - 1

Koszty bezpośrednie . . . . . 119 mln zł	Propozycje wnioskodawcy	Wniosek zespolu Komitetu
w tym - wynagrodzenia /wraz ze składką na ubezpieczenia społeczne i z podatkiem/	54 mln zł	
- materiały i przedmioty nietrwałe ściśle związane z tematem pracy	10 " "	
- usługi obce	35 " "	
w tym wyspecyfikować jednostki badawczo		
- rozwojowe uczestniczące w realizacji celu /zadania/ badawczego		
OBR	20 " "	
Instytut Leków	5 " "	
- inne /wyspecyfikować/	20 " "	
- aparatura /zakup generatora elektropneumatycznego/	16 " "	
- badania patentowe	2,5" "	
Koszty pośrednie	76 mln zł	
w tym: - koszty zakładowe	27 " "	
- koszty ogólnozakładowe	49 " "	
Całkowite koszty /pośrednie i bezpośrednie/	195 mln zł	
Koszty poniesione w 1990 r. na realizację celu /zadania/ badawczego	nie było	
w tym: - koszty bezpośrednie	-	
- koszty pośrednie	-	

III Załącznik nr 2. Zlec. K1218

Wyniki pomiarów częstotliwości przenoszenia czujników

1. Przebieg pomiarów
2. Układ pomiarowy do sprawdzania częstotliwości przenoszenia
3. Charakterystyki przenoszenia sprawdzanych czujników
4. Omówienie wyników. Wnioski

## 1. Przebieg pomiarów

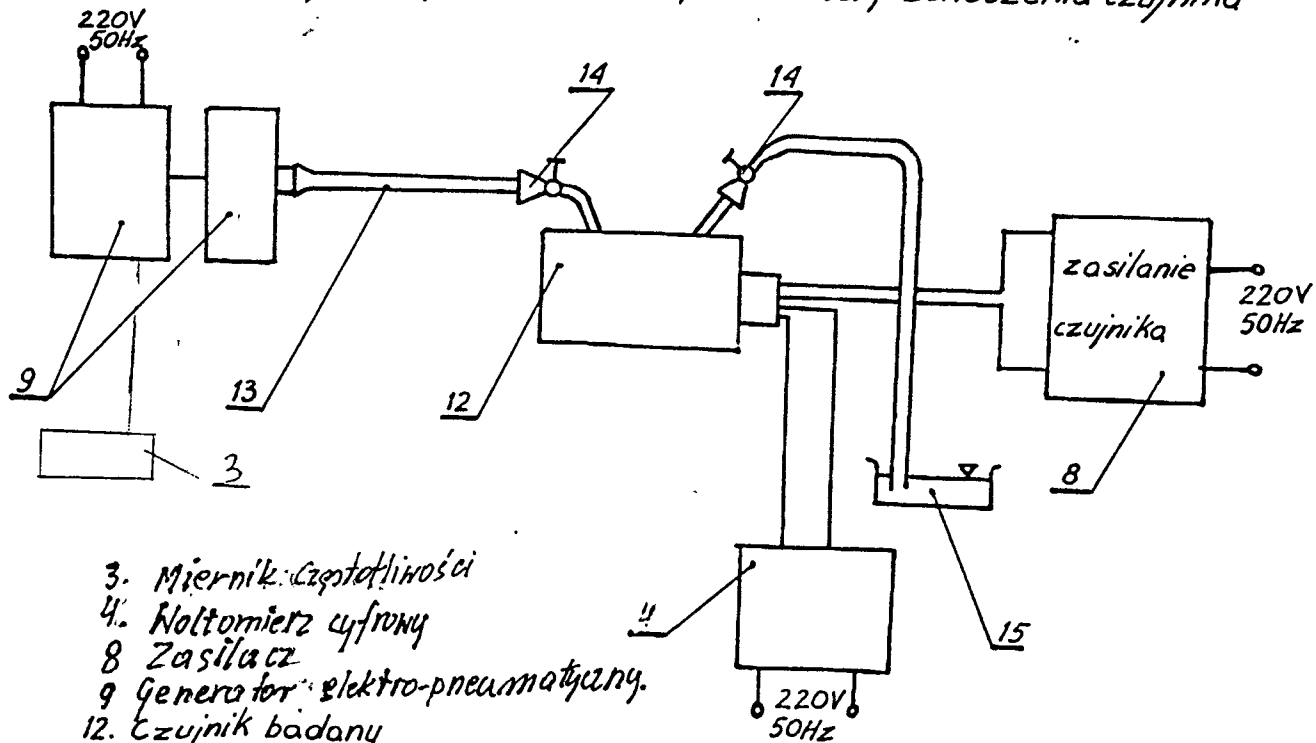
### Sprawdzenie częstotliwości przenoszenia czujnika z drenem.

Zalać przygotowaną wodą naczynie wyjściowe generatora i dołączyć do niego dren z czujnikiem. Dokonać starannego odpowietrzenia drenu i kopułki czujnika.

Wyznaczyć charakterystykę częstotliwościową czujnika podając jako sygnał wejściowy ciśnienie przemienne o stałej amplitudzie i częstotliwości nastawianej od wartości bliskiej zeru, np. 1 Hz do częstotliwości przeważszającej częstotliwość rezonansową czujnika z napełnionym drenem i mierząc amplitudę sygnału wyjściowego czujnika odpowiadającą danej częstotliwości sygnału wyjściowego. Pomiar dla każdego czujnika wykonać kilkakrotnie. Jako właściwą przyjąć charakterystykę, w której uzyskano najwyższą wartość częstotliwości rezonansowej, przy czym co najmniej 2 wyniki pomiaru częstotliwości powinny różnić się nie więcej niż o  $1 \pm 2$  Hz. Dla każdej charakterystyki wyznaczyć częstotliwość rezonansową jako odpowiadającą maksymalnej wartości sygnału wyjściowego czujnika.

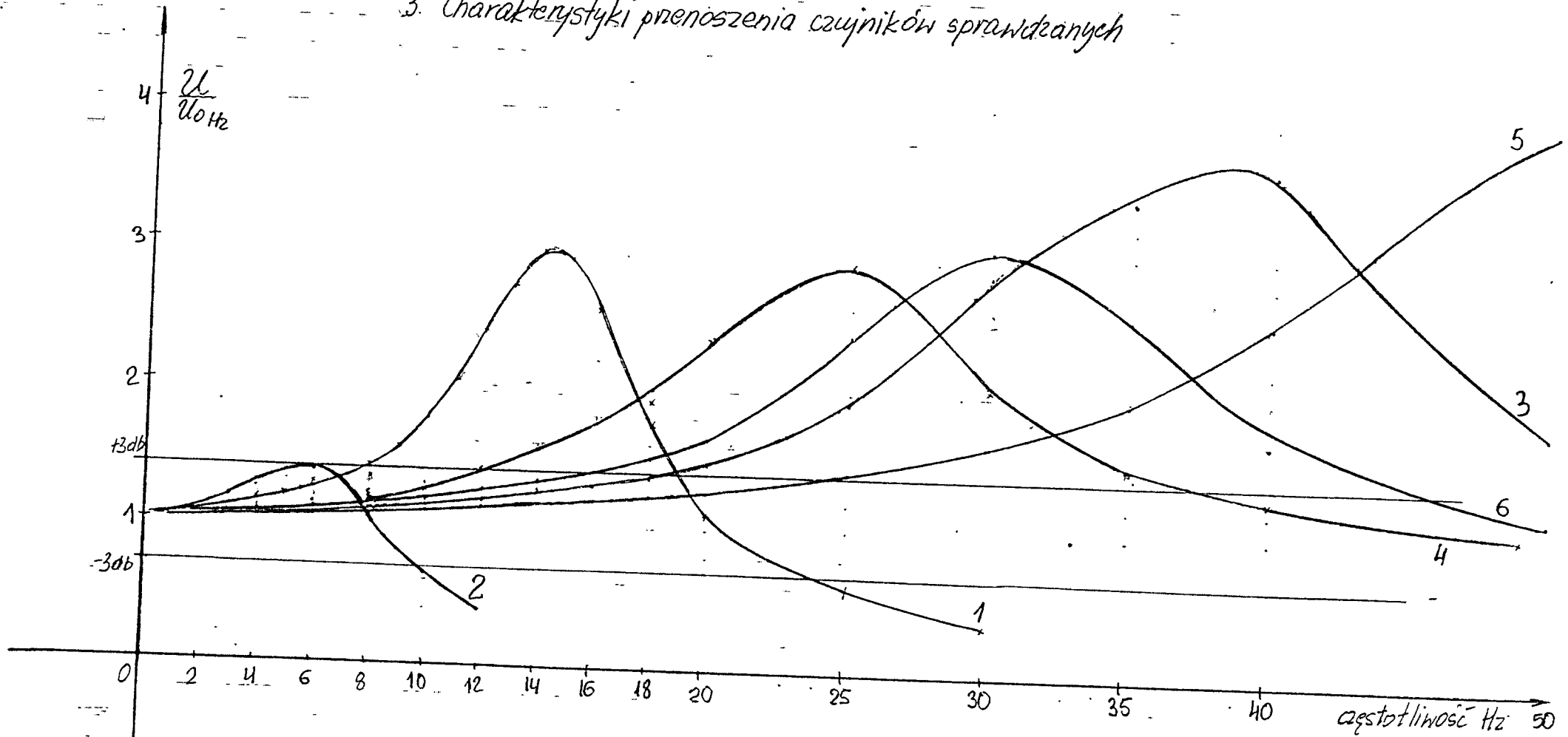
Z otrzymanych charakterystyk wyznaczyć wartość częstotliwości przy której nastąpiło zwiększenie o 3 dB amplitudy sygnału wyjściowego w odniesieniu do wartości amplitudy tego sygnału przy częstotliwości bliskiej C.

## 2. Układ pomiarowy do sprawdzania częstotliwości przenoszenia czujnika



14

### 3. Charakterystyki przenoszenia czujników sprawdzanych



- |     |               |                       |       |
|-----|---------------|-----------------------|-------|
| 1 - | czujnik CK 02 | z rurką polietylenową | 1m    |
| 2 - | czujnik CK 01 | " "                   | 1,2   |
| 3 - | czujnik nr 1  | " "                   | 1m    |
| 4 - | czujnik nr 1  | " "                   | 1,2 m |
| 5 - | czujnik nr 2  | " "                   | 1 m   |
| 6 - | czujnik nr 2  | " "                   | 1,2 m |

#### 4. Omówienie wyników. Wnioski.

Przeprowadzono pomiary częstotliwości przenoszenia dwóch czujników /oznaczonych jako czujniki nr 1 i nr 2/, których zasada budowy jest taka jak czujnika ciśnienia krwi po modernizacji. Zakres pomiarowy tych czujników /0,1 MPa/ i gabaryty są zbliżone.

Z tego względu, że nie są ustalone jeszcze kryteria obiektywne oceny częstotliwości przenoszenia czujników, dla celów porównawczych pomierzono jednocześnie charakterystyki czujnika CK 02 o podwyższonej częściowo częstotliwości przenoszenia. Wyniki pomiarów podane są w formie wykresów, z których wynika, że częstotliwości przenoszenia /częstotliwość przy której następuje zniekształcenie amplitudy o 3 dB/ jest dla czujników sprawdzanych ponad 2 razy wyższa od częstotliwości czujnika porównawczego CK 02.

Wymagane minimalne zwiększenie częstotliwości przenoszenia czujnika nowej konstrukcji w porównaniu do CK 02 wynosi 1,5 raza. Z uzyskanych wyników należy sądzić, że wymaganie to zostanie spełnione.

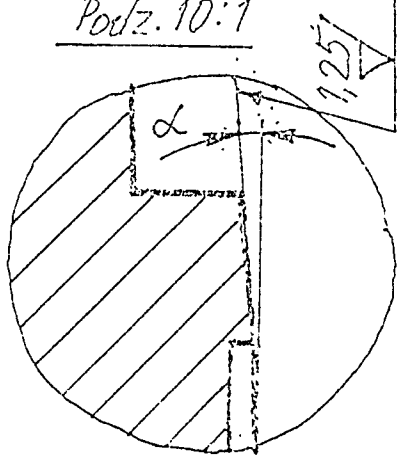


Zlec. K1218

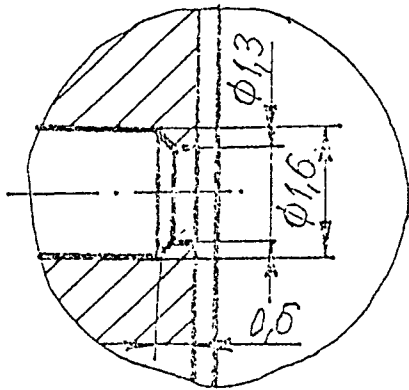
IV Załącznik nr 3. Szkice konstrukcyjne modeli  
czujnika ciśnienia krwi.

Wykończenie	$\alpha$
1	$1030 \pm 10'$
2	0

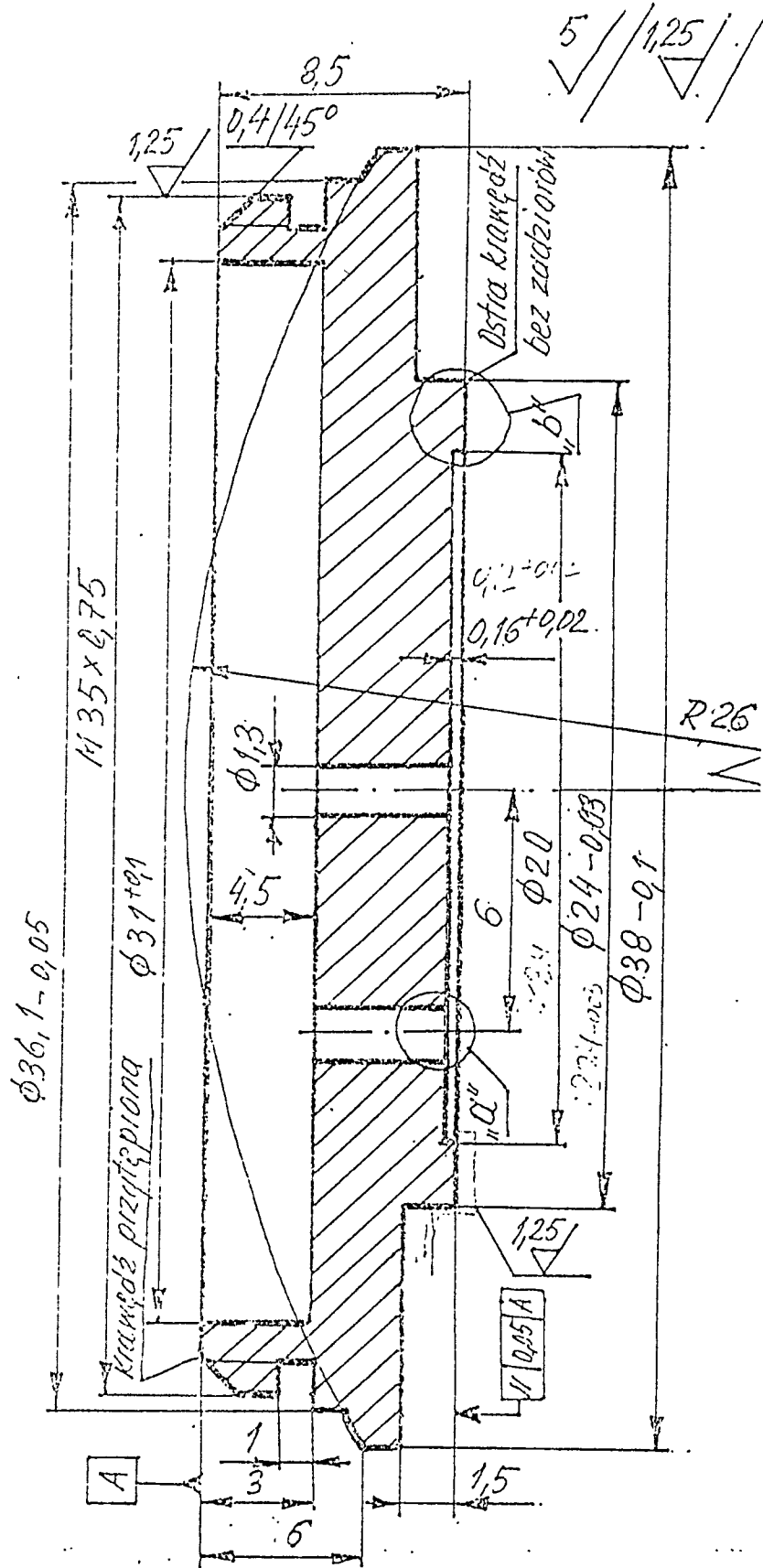
$\alpha$   
Podz. 10:1



" $\alpha$ "  
Podz. 10:1



1. Wymiary nietoler. w kl. IT12
2. Ostre krawędzie stępie



Podstawa Korpusu 5:1

Stal nierdz.  
1H12N9T  
PN-71H-86020

115

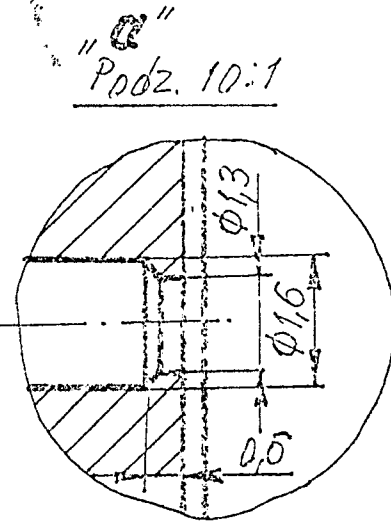
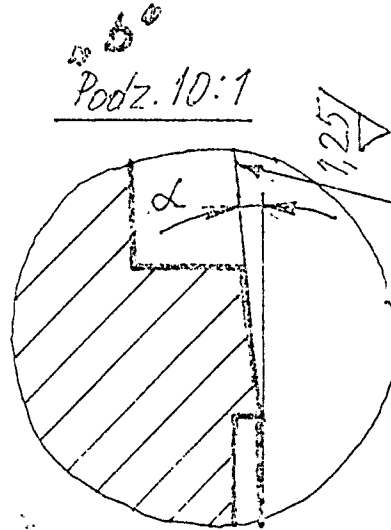
KK 17.90

CK-02

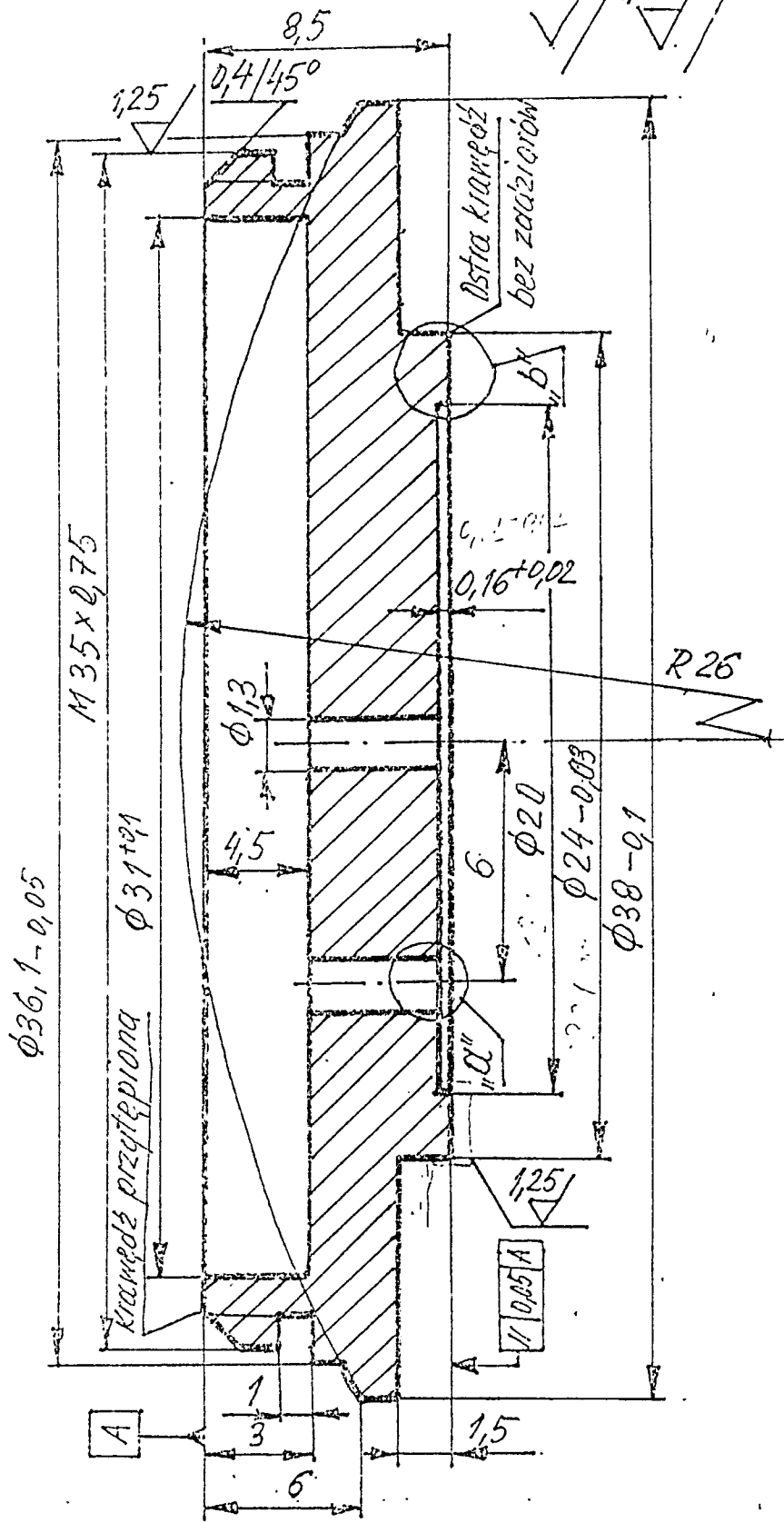
PPP

181

Wykonanie	$\alpha$
1	$1030 \pm 10'$
2	0



1. Wymiary nietoler. w kl. IT12
2. Ostre krawędzie stępiać



Podstawa korpusu 5:1

Stal nierdz.  
1H18N9T  
PN-71/H-26020

HL5

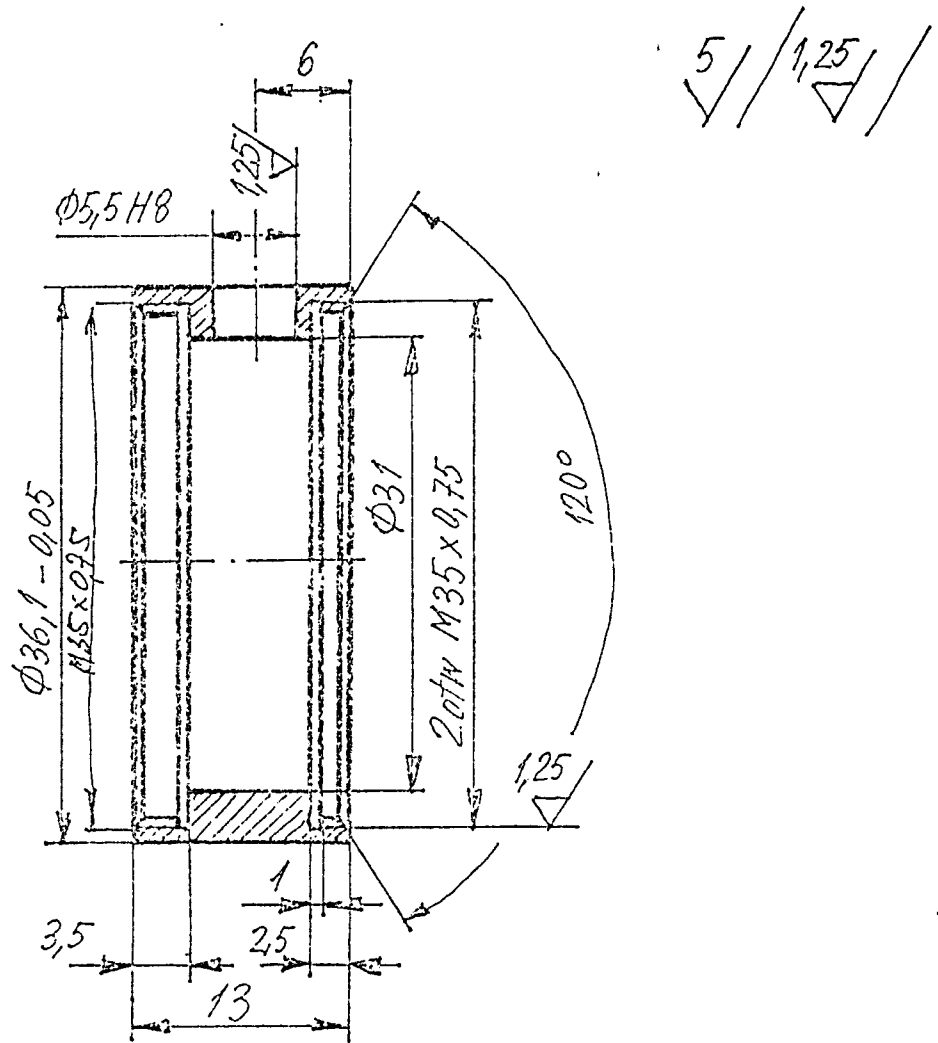
WZK III.90

CK-02

19

BPP

Wymiar	Odchyłka
$\phi 5,5 H8$	+0,018 -0,0



1. Wymiary nietolerowane w kl. IT12
2. Ostre krawędzie stępic

*Telega karpusa*

2:1

stal nierdz.  
1H18N9T  
PN-71/H-86020

KK

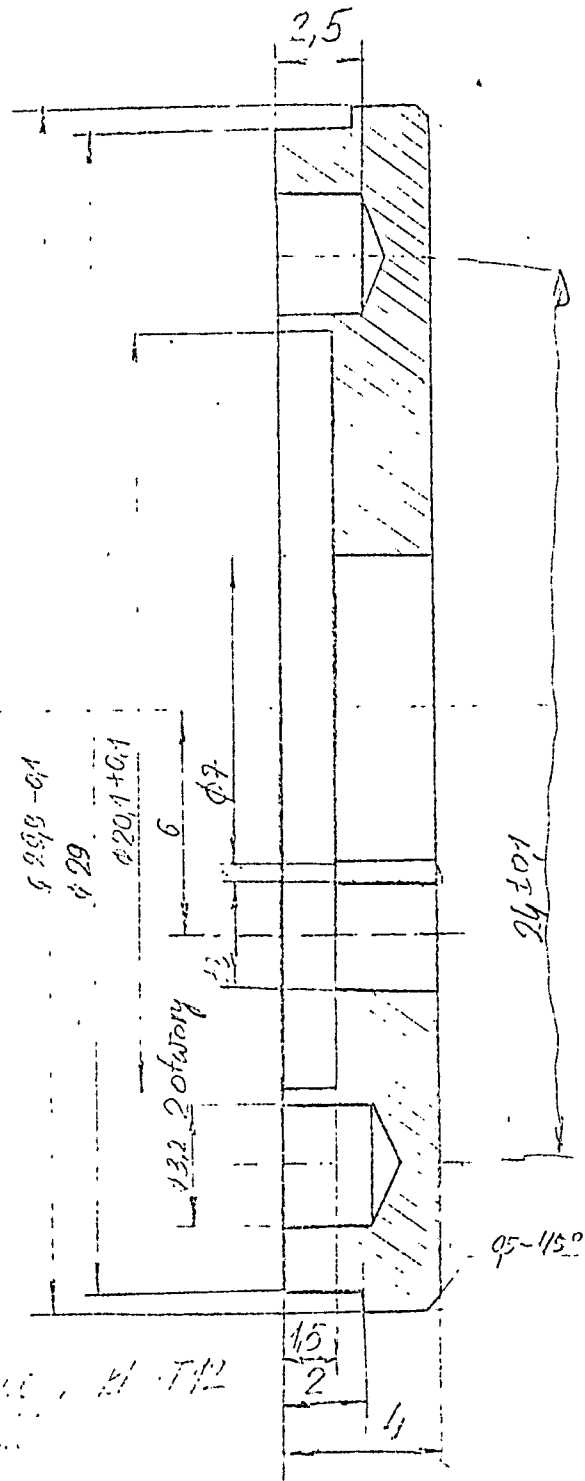
ALG

TH.??

CK-02

DPP

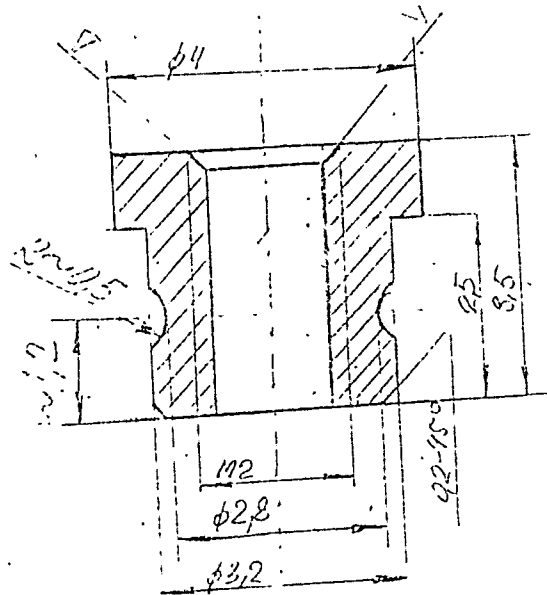
2 20



1. Wykonanie i montaż części  
 2. Ościeżnica przednia 13,2

Nazwa		Uwagi	
Wzrostka izolacyjna		Liczba	
Łożysko szklano-epoksydowa		Liczba	
Przebiegowa i montaż automatyzacji Pomocowa		Liczba	
Wersja		Liczba	
Wzrostka		Liczba	
Główny		3	

1290



1. Wykroiny nietolerowane w kl. IT12
2. Ostre trójkątne stopnie

Tulejka

10:1

J. H. H.

Mosiądz M058  
PN-77/H-87025

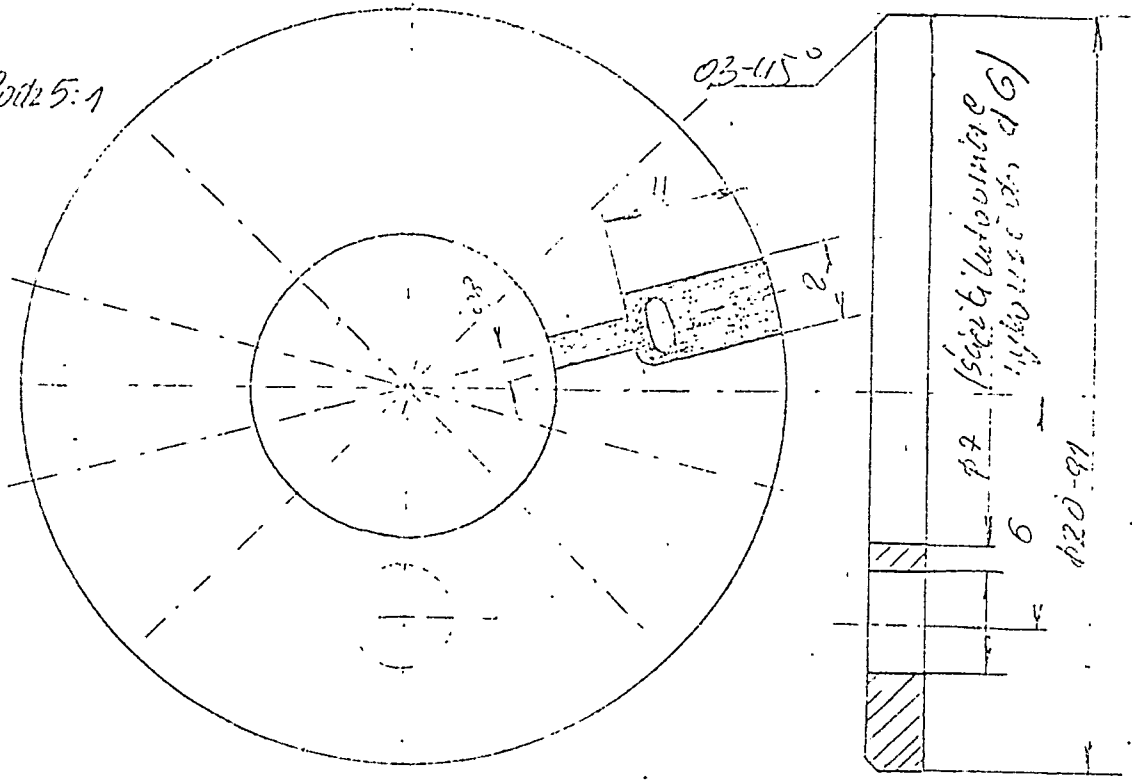
CK02

DPP

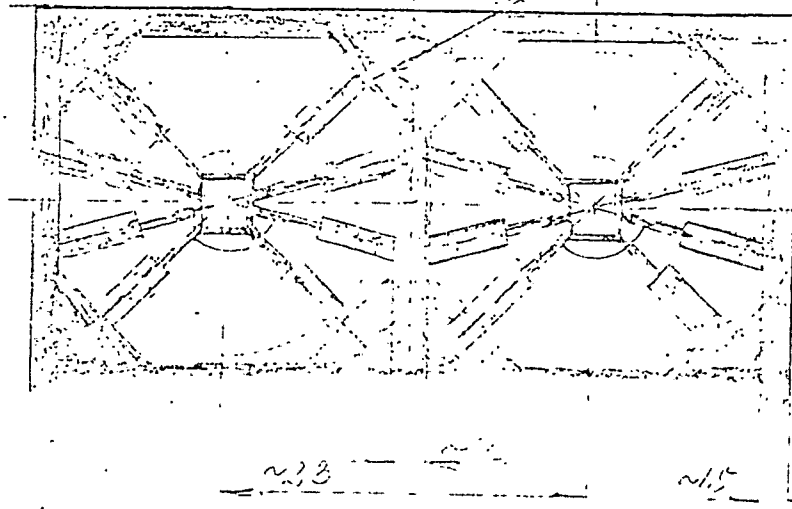
4

22

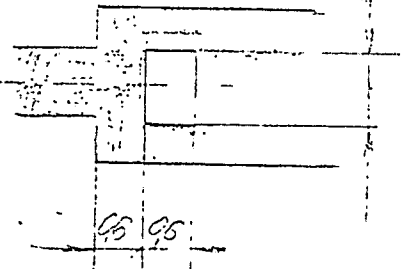
Podz 5:1



Podz 2:1



Podz 10:1



Ścieżki wytrawione w miedzi  
 i szklanym pokrycie szklanym  
 i izolacji z ok. 100 μm na styku. 100.

Płytki przewodzącej

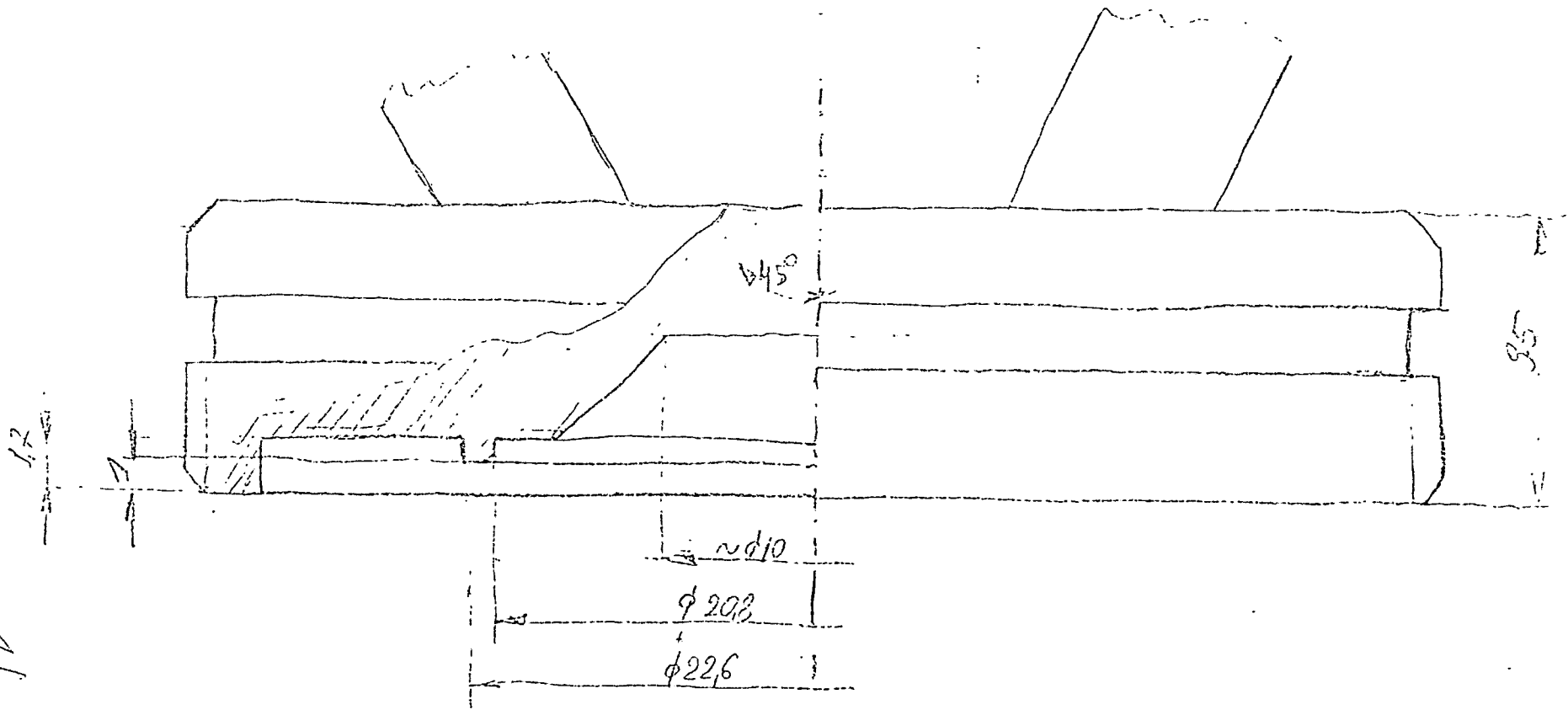
Laminat szklno-spożywczy  
 #15 panceronnie foliobrony

Pracownik DPP

CK-02

5 23

HP



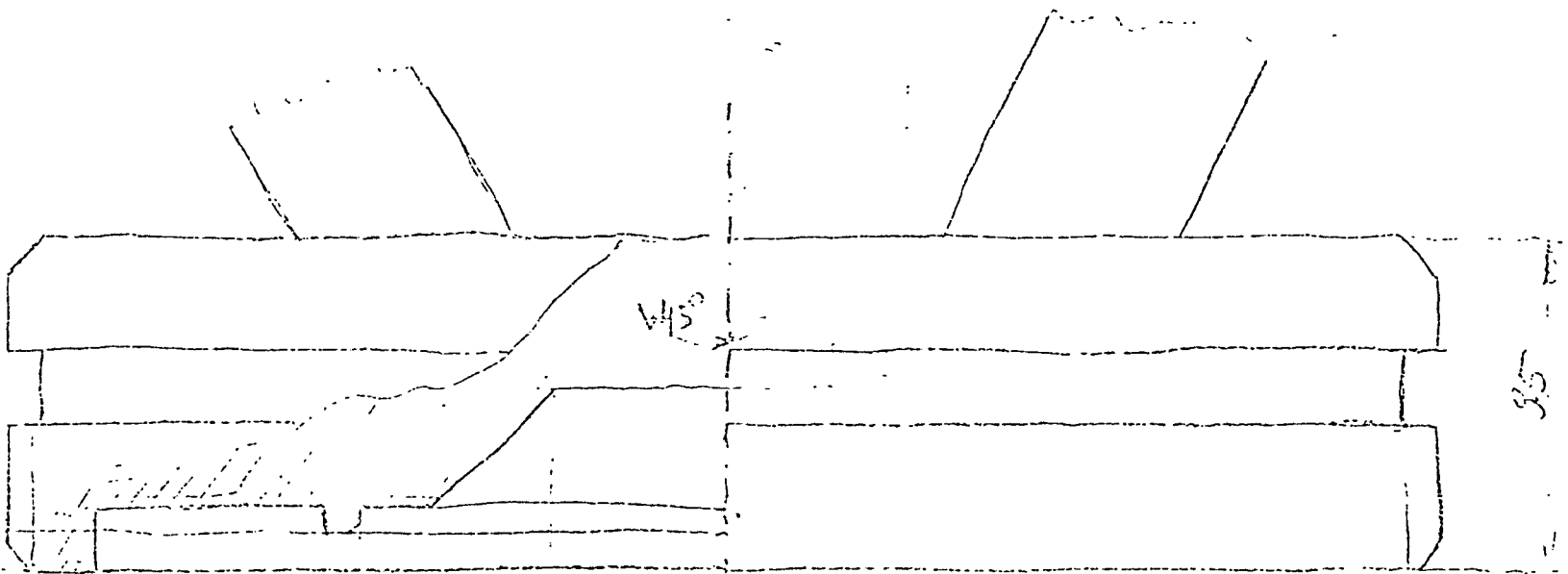
Монтаж  
ДПР

Корпус Подшип  
multiplexi (пучок)

Монтаж ДПР

№ 9





45°

35

ndjo

φ 22,6

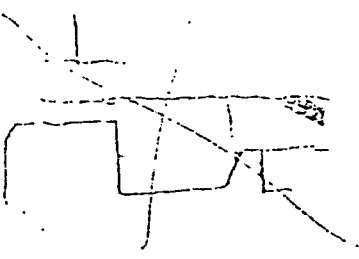
φ 22,6

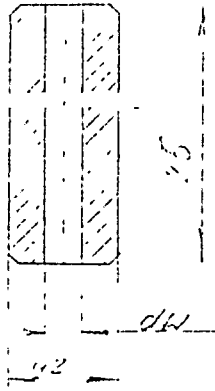
Материал  
ДПР

Копулка Реди 5/1  
материал (пиробка)

Железо ДРР

№ 9

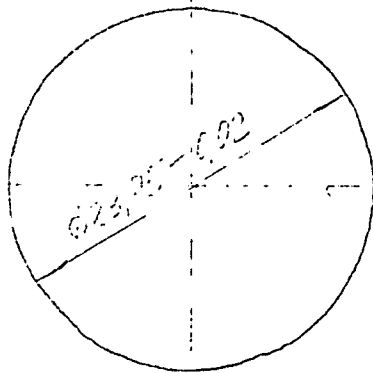




Kapilara podz. 10:1

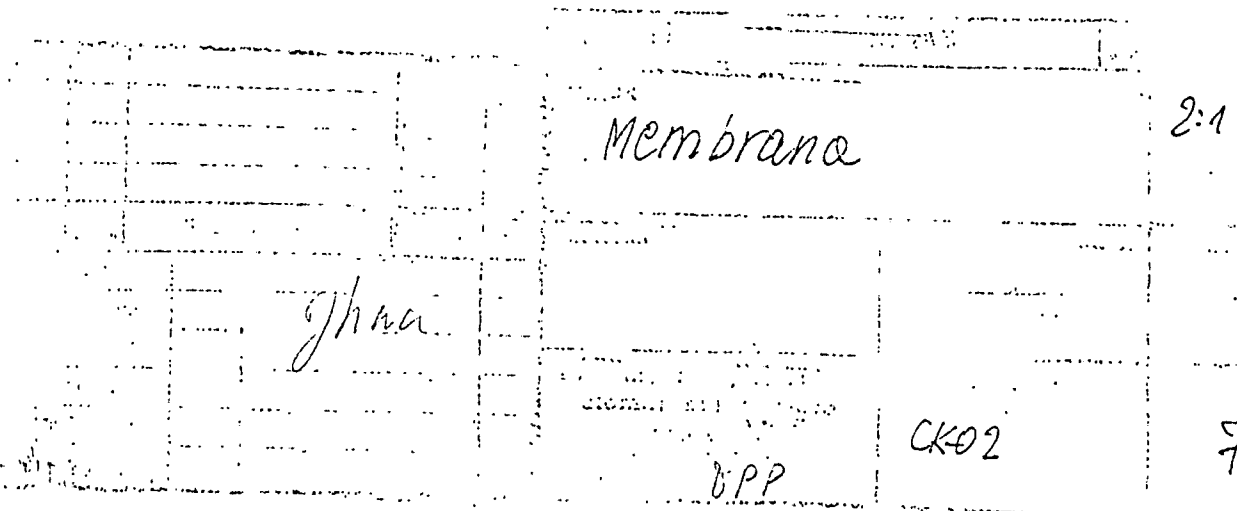
Materiat: miedz  
 kapilare  $d_1 = \varnothing 06$   
 $d_2 = \varnothing 1,5$

CK-02 nr cęści 6

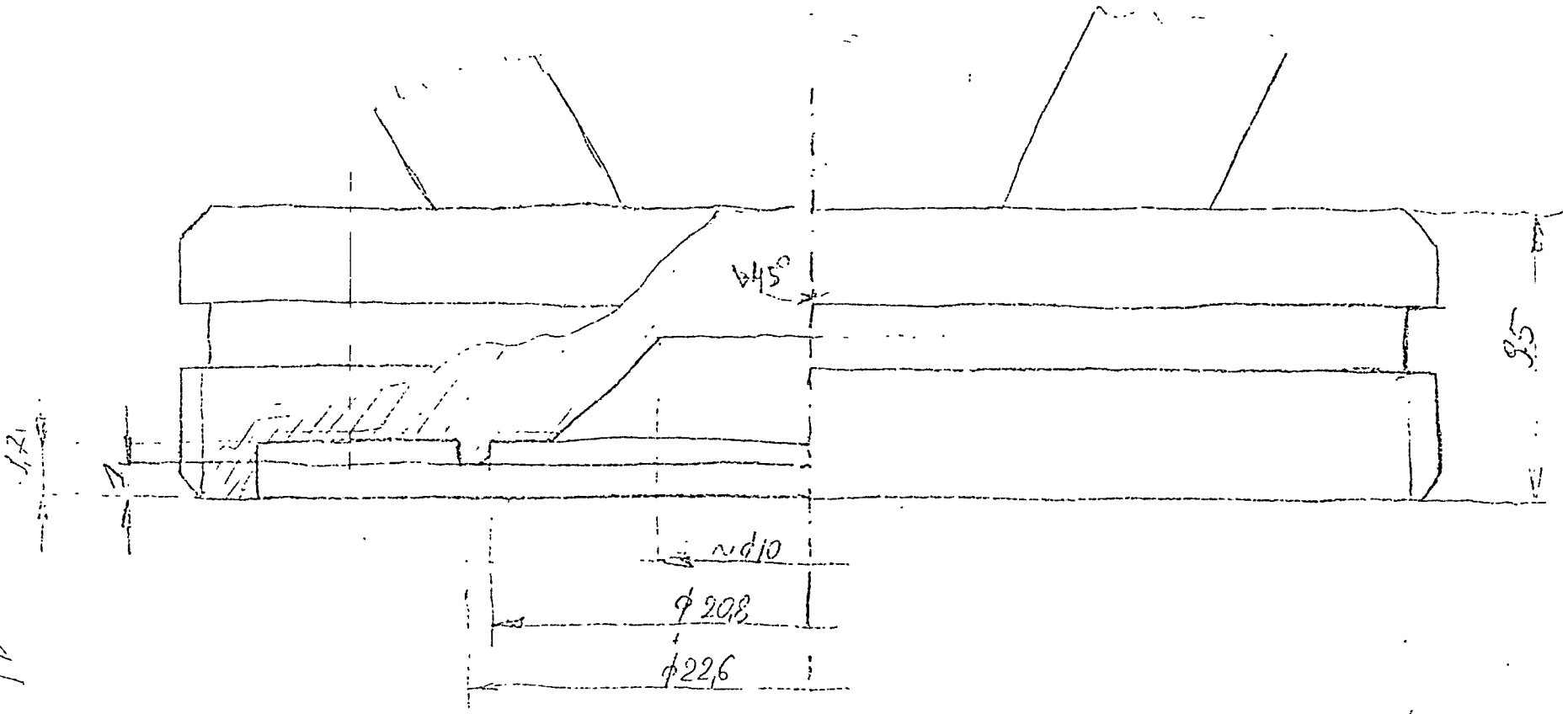


Membrana podz 2:1

Materiat - stal kwasoodporne  
 $\varnothing 0,05$



HP

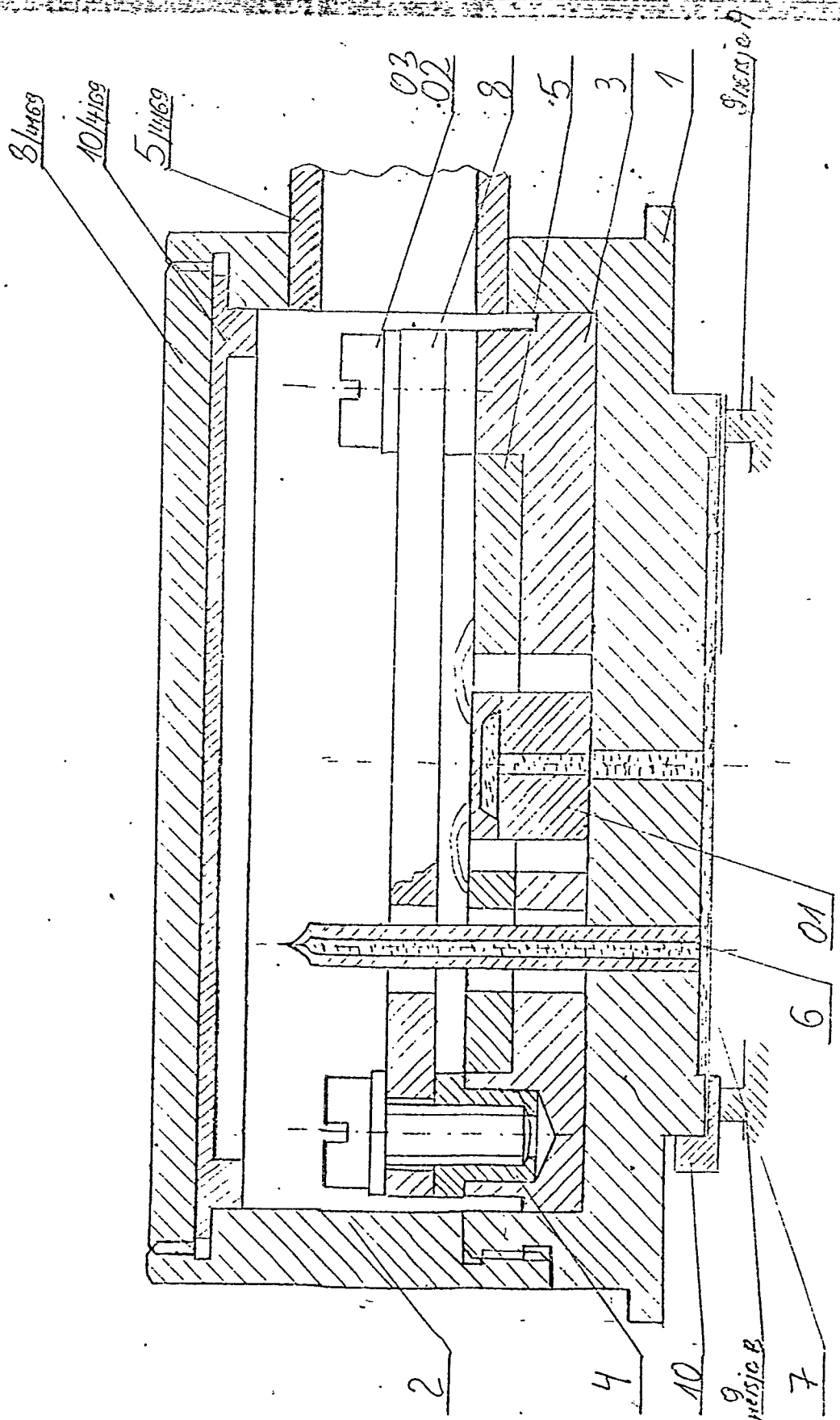


Монтаж  
ДПП

Копулка Под 5:4  
мультиplexi (пучок бка)

Желез ДПП. № 9.





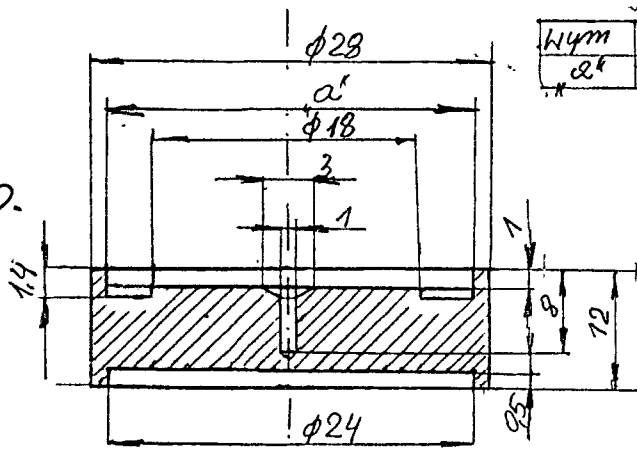
03	2	Podkładka dymna 2,2
02	2	Podkładka dymna 2,2
01	1	Membrana Kromolit
5/14169	1	Przepust.
10/14169	1	Uszczelka
8/14169	1	Denko
10		Uszczelka
9		Kopułka
8		Płytki miedziane
7		Membrana
6	1	Kapilara
5	1	Płytki nuprowe
4	2	Tuleja
3	1	Wkładka izolacyjna
2	1	Tuleja korpusu
1	1	Podstawa korpusu

Symbol	Ilość	Nazwa
Czujnik ciśnienia krni		
Podz 5:1		
		CR-02 ZSP

V Załącznik nr 4. Szkice konstrukcyjne pomocy technologicznych.

Sztuk 4 wyk 1  
Sztuk 2 wyk 2

7 Szwarych DPP.

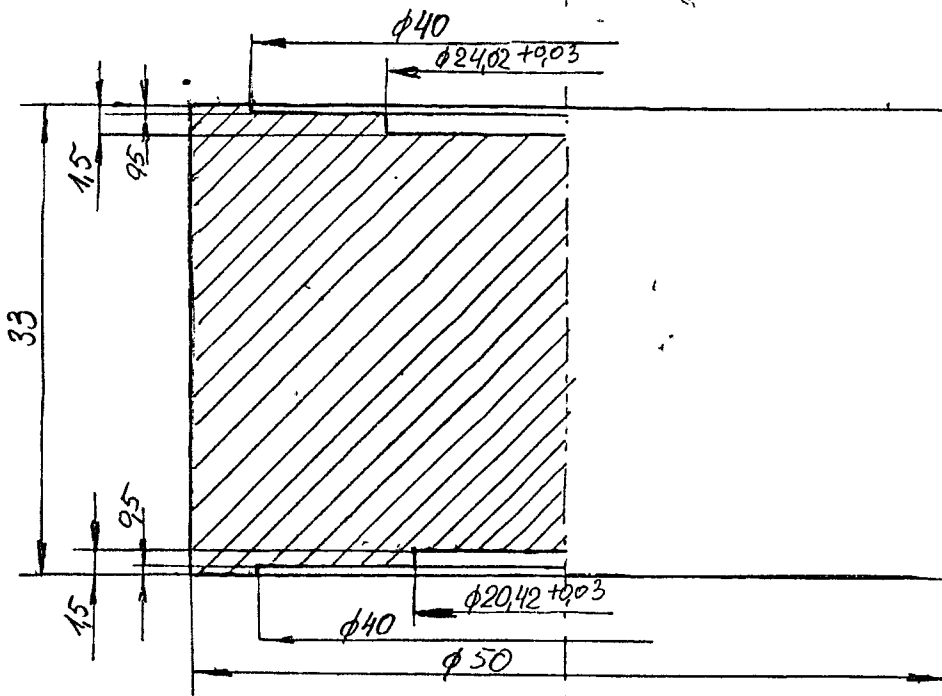


Wym	wyk 1	wyk 2
$\alpha^k$	$\phi 24,1$	$\phi 20,4$

1 Wymiary metrologowane JT 12  
2 Ostre krawędzie ścięte

Podstawka I  
Rozm. 2:1

Materiał - M58



1 Wymiary metrologowane wg JT 14  
2 Ostre krawędzie ścięte

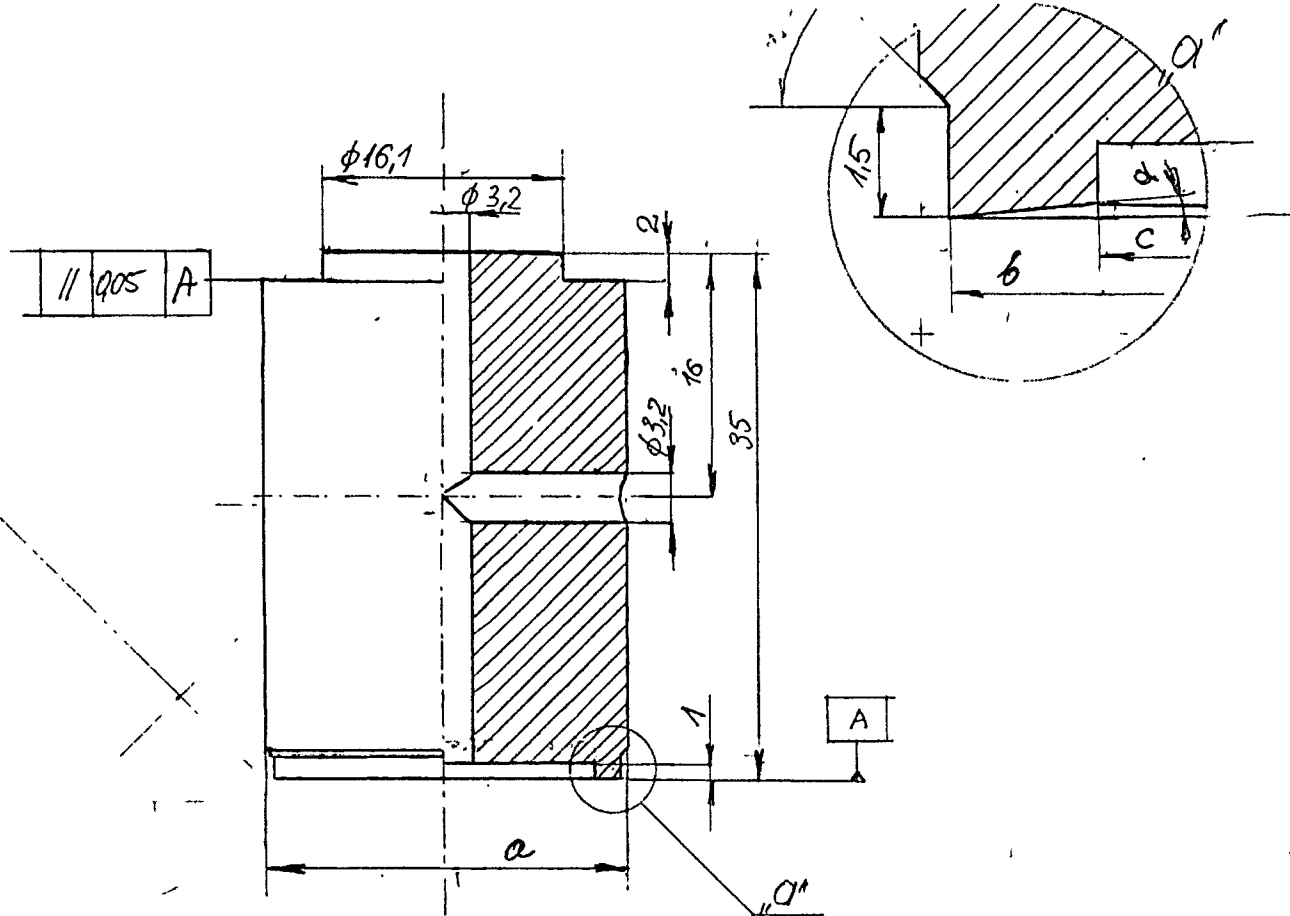
Podstawka II

Rozm. 2:1

Materiał: M0 58

Sztuk 1.

Nazwa		Materiał	
Materiał		Mosiądz	
Miejsce wykonania		Zakład DPP	
Kierownik		J. Paweł	
Sprawdził			
Kier. Zakładu			

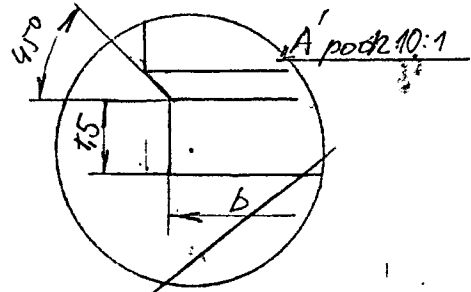
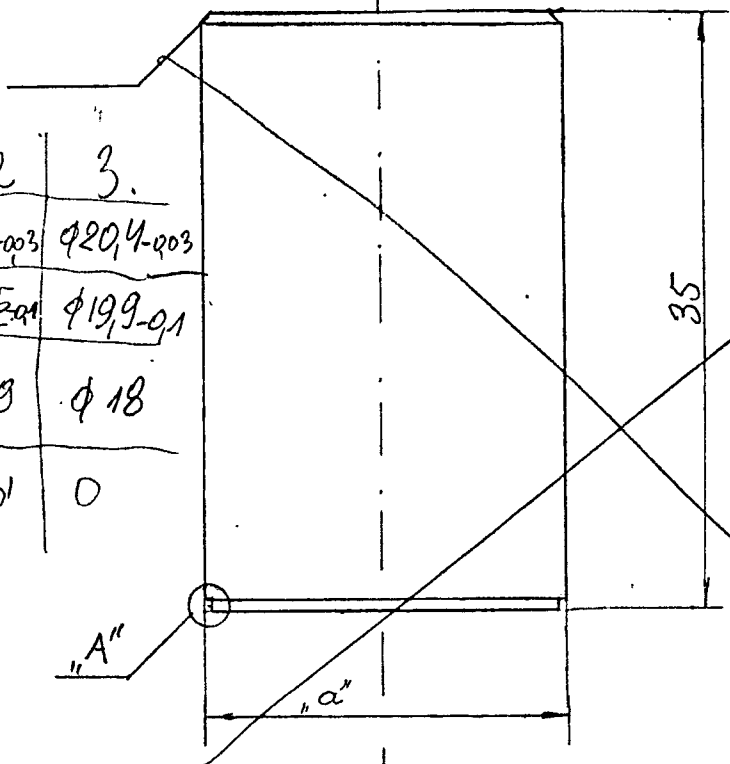


Wymiary	Wyt. 1	Wyt. 2	Wyt. 3.
a	φ24-003	φ24-003	φ204-003
b	φ23,5-01	φ23,5-01	φ199-01
c	φ19	φ19	φ18
kat α	1°0'	1°30'	0

Przycisk  
 Podz 2:1  
 Materiał - Miedź.

Nr części / Nazwa		Waga	Nr ark.	Uwagi
Przycisk				podziałka 2:1
Materiał				cezar
Miedź				
Waga				
Zakład				
Projektował		J. Krawiec		
Sprawdził				
Kier. Pracowni				
Kier. Zakładu				
Zakład				Nr części 31

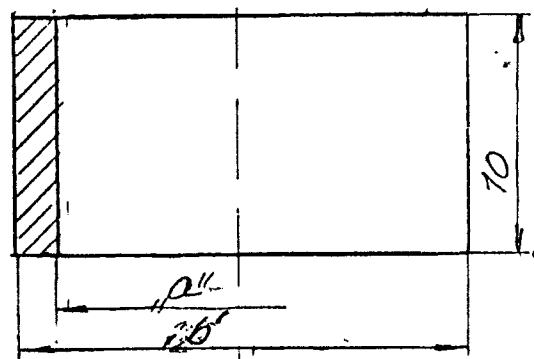
	Wyrk 1	2	3.
a	φ24-0,03	φ24-0,03	φ20,4-0,03
b	φ23,5-0,1	φ23,5-0,1	φ19,9-0,1
c	φ19	φ19	φ18
α	0	130°	0



Wymiar	Wyrk 1	Wyrk 2
"a"	φ24-0,03	
"b"	φ23,5-0,1	

Przycisk podz 2:1  
Materiał - miedź

CK-02 PT-1  
maszyna 6



Wymiar	Wyrk 1	Wyrk 2
a	φ 24,02 ±0,02	φ 28
b	φ 20,42 ±0,02	φ 24

Tuleja centrująca  
podz 2:1

Materiał - M058

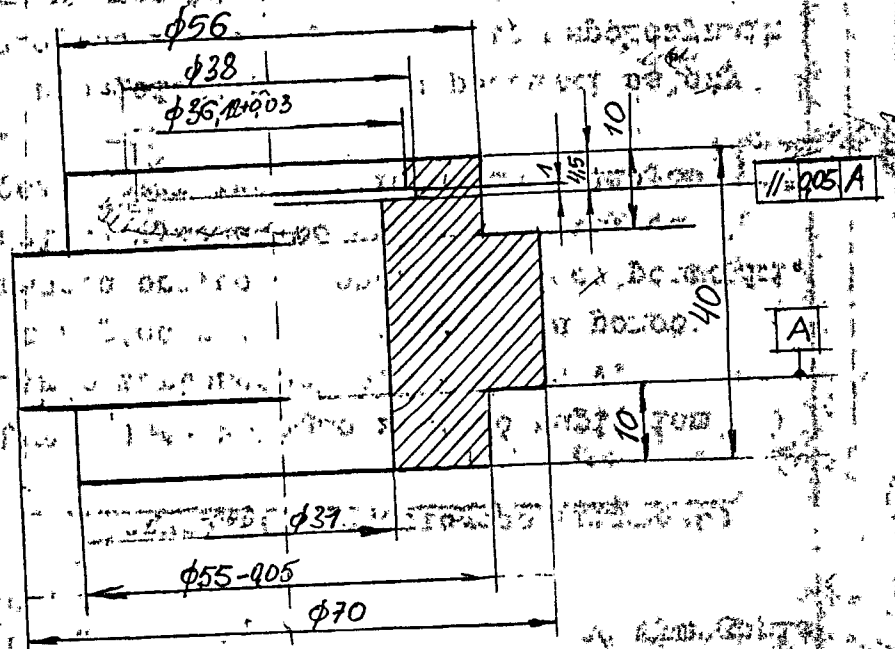
1. Ostre krańcówie stępie
2. Wymiary miodobronane wg YT 14

Jhewyl DPP

CK02 PT-2 32



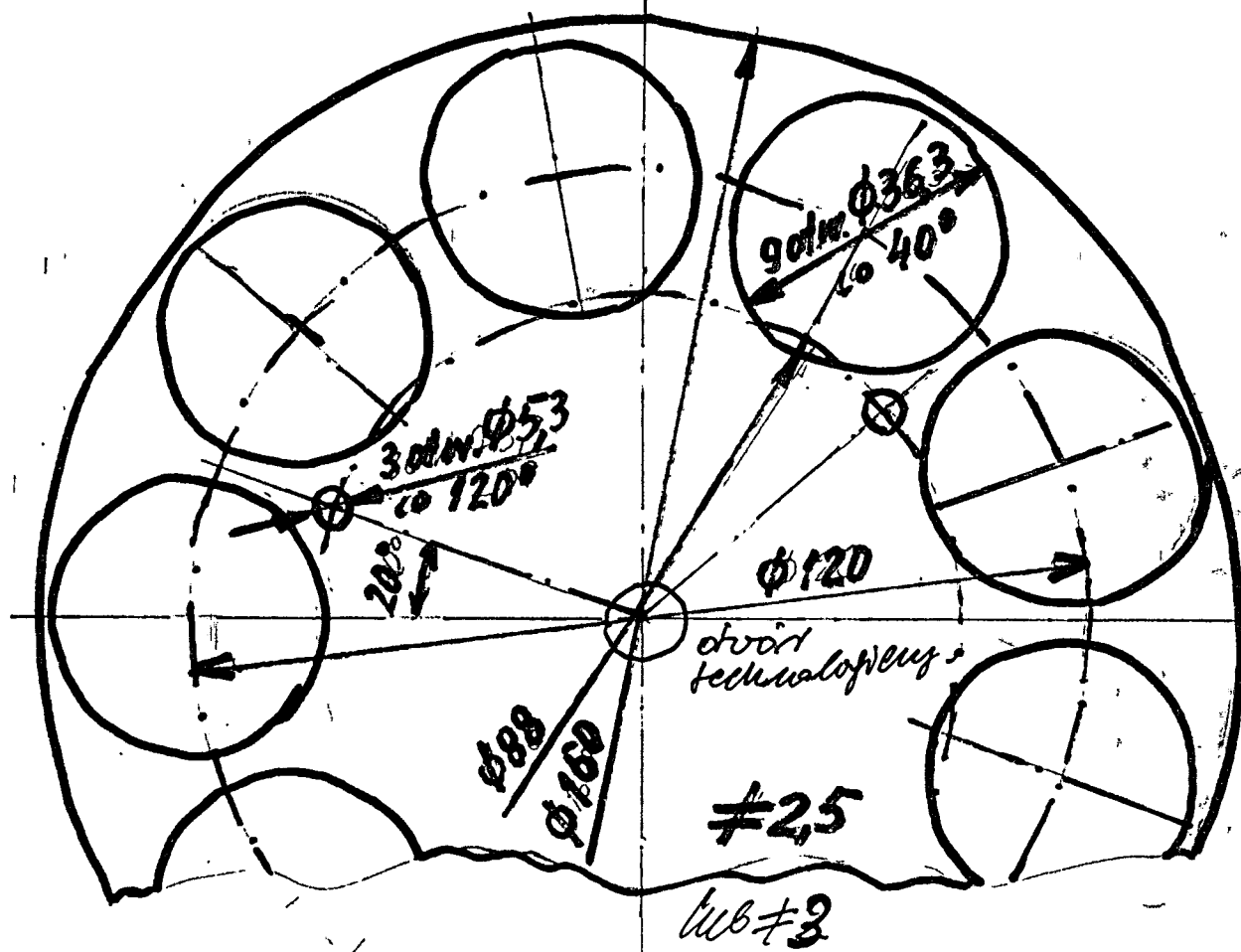
25



1) wymiary nietolerowane - wkłosać 1T14  
 2) ostre kąty skrajne stępić

Nazwa		Nazwa	
Tuleja Podstawowa		1:1	
Materiał		Zastosowanie	
PA6		Klasyfikacja	
Właściwości mechaniczne		Klasyfikacja	
Właściwości chemiczne		Klasyfikacja	
Właściwości elektryczne		Klasyfikacja	
Właściwości cieplne		Klasyfikacja	
Właściwości optyczne		Klasyfikacja	
Właściwości akustyczne		Klasyfikacja	
Właściwości magnetyczne		Klasyfikacja	
Właściwości radiacyjne		Klasyfikacja	
Właściwości inne		Klasyfikacja	
Zakres		Zakres	
BPO		CK02 PT 3	

*J. Nowycki*



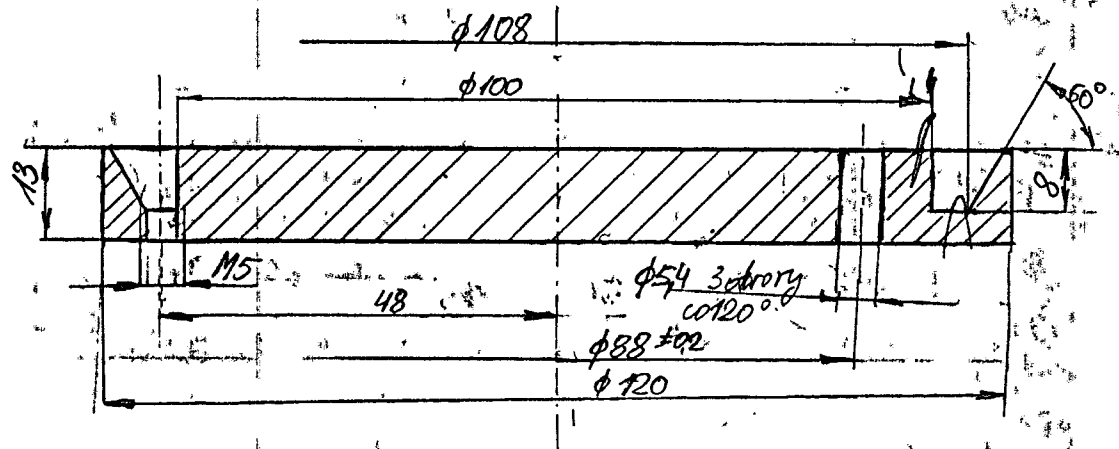
Anodová

PLÝTA

Mat. Stop alum. PA6

Podz. 1:1

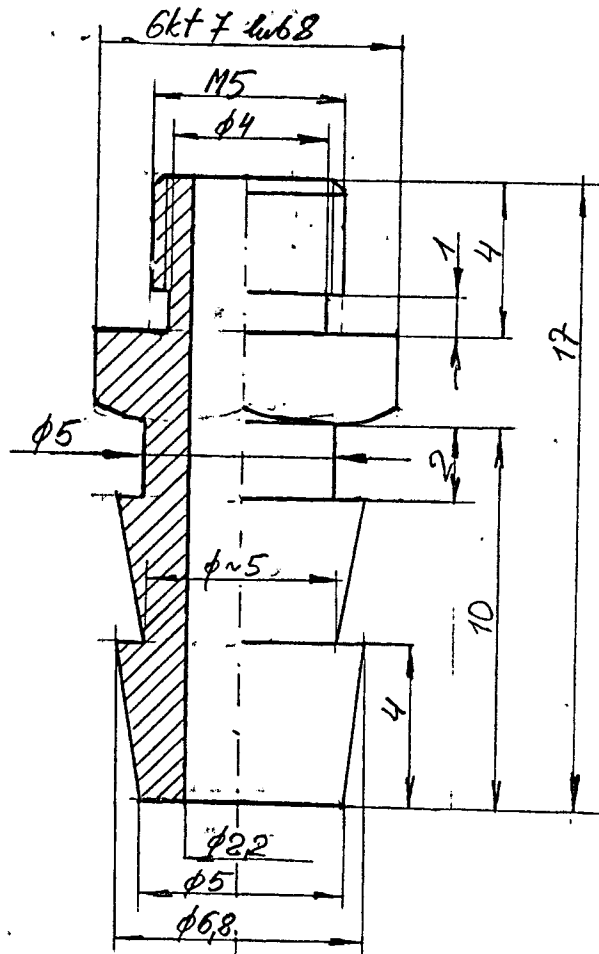
Jhewyr BPP  
34



Ostre kąsłdnie stępio  
 Wymiary metalowane na JT14

Określenie

Znak symbolu		Noc. zawodu		Treść zmiany		Nr części lub zesp.	Ilość	Nazwa	Nr ark.	Skala
						Nazwa		Płyta zalutowana		
						Materiał		PA6		
Projektował						Zakład		DPP		
Konstruował						Zakład		DPP		
Kreślił						Zakład		DPP		
Sprawdził						Zakład		DPP		
Kier. Pracowni						Zakład		DPP		
Kier. Zakładu						Zakład		DPP		

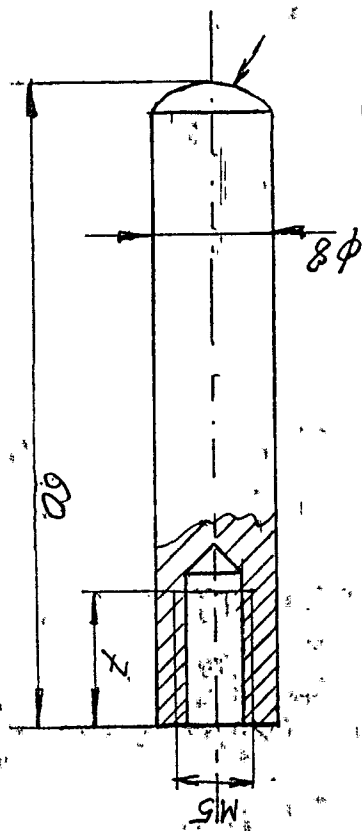


1. Ostre krawędzie stepić
2. Wymiary metrolowane wg JT14

Zmiany		Treść zmian		Nr części lub zesp.	Ilość	Nazwa	Nr rys.	Skala
						Nazwa		Podziałka
						Króciec		5:1
						Materiał		
						M058 6kt 7 lub 8		
Projektował								
Konstruował								
Kreślił								
Sprawdził								
Kier. Pracowni								
Kier. Zakładu						Zakład DPP		

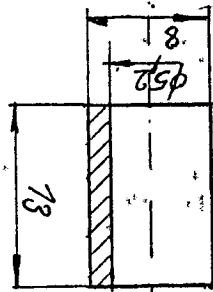
Kier. Zakład:		Kier. Pracowni:		Sprawdz.:		Kresł.:		Konstruwał:		Projektował:	
Znakid 800		Wpiszka		ZEBNIAŁOWY INSTYTUT		AUTODIAGNOSTYKA		WARSZAWA		Nr zesp.	
Nr zesp.		Nazwa		Slupka		M058 φ8		Kategoria		Testy zmian	
Podzbiór		Rodzaj		2:1		Wzrost		Wzrost		Wzrost	
Nazwa		Nazwa		Nazwa		Nazwa		Nazwa		Nazwa	
Nr zesp.		Nazwa		Nazwa		Nazwa		Nazwa		Nazwa	

Ostre krawędzie typic  
Hymniony w 31 14

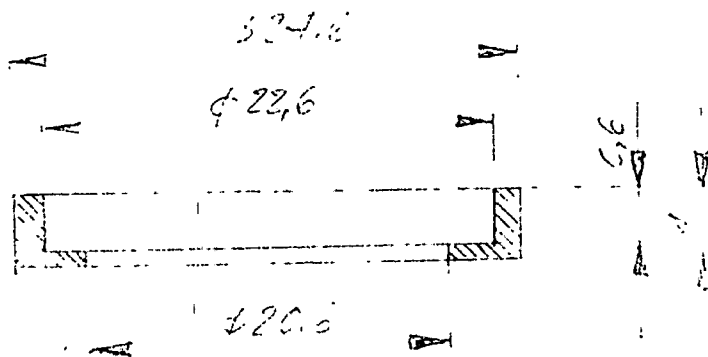
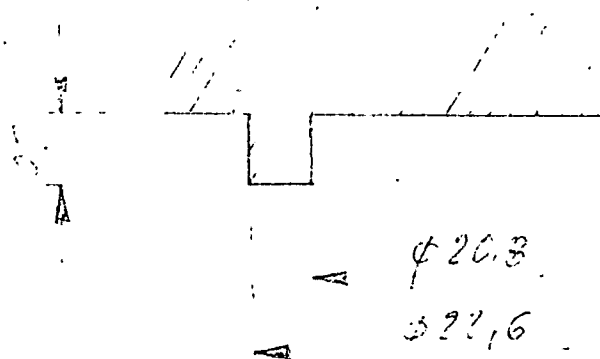


Material: M058 φ8  
Tuleja Roda 2:1

Wzrost 800

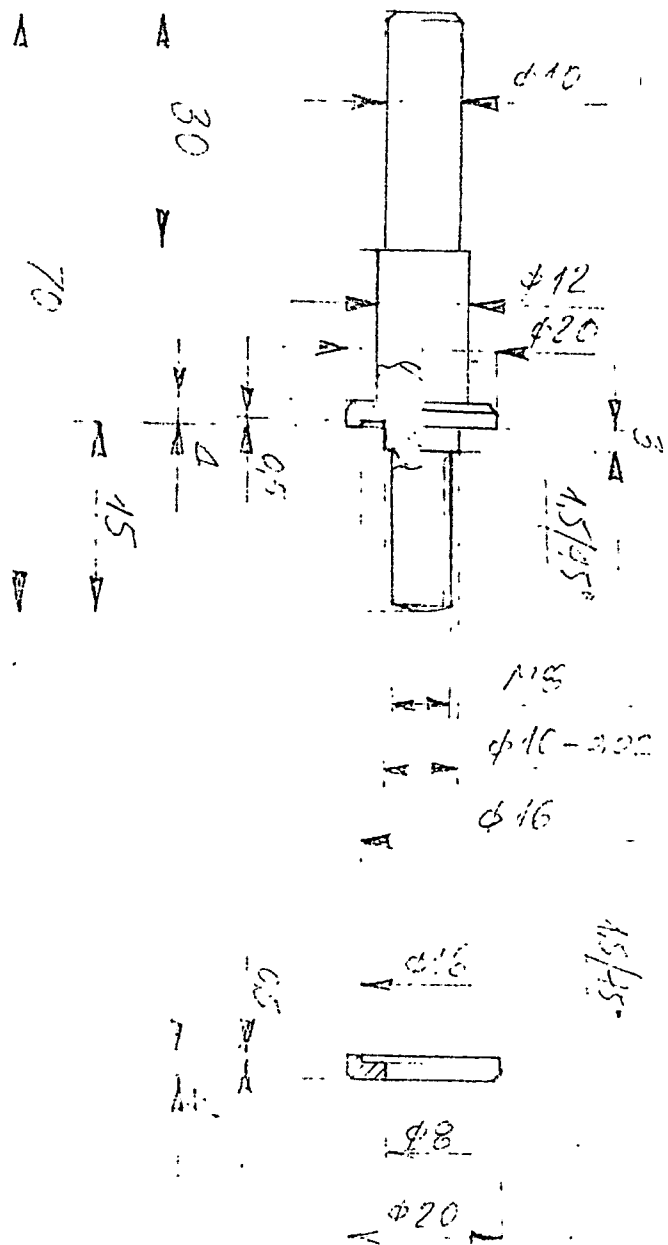


fragment kopułki



gumka 1-1-1  
dia 22.6  
prętko 220.0

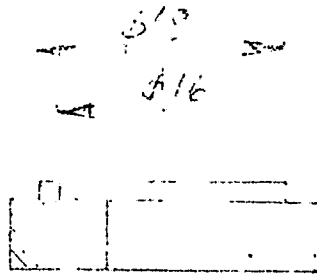
38



Separation Point  
 of the ...  
 ...

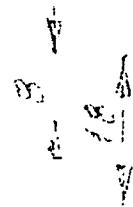
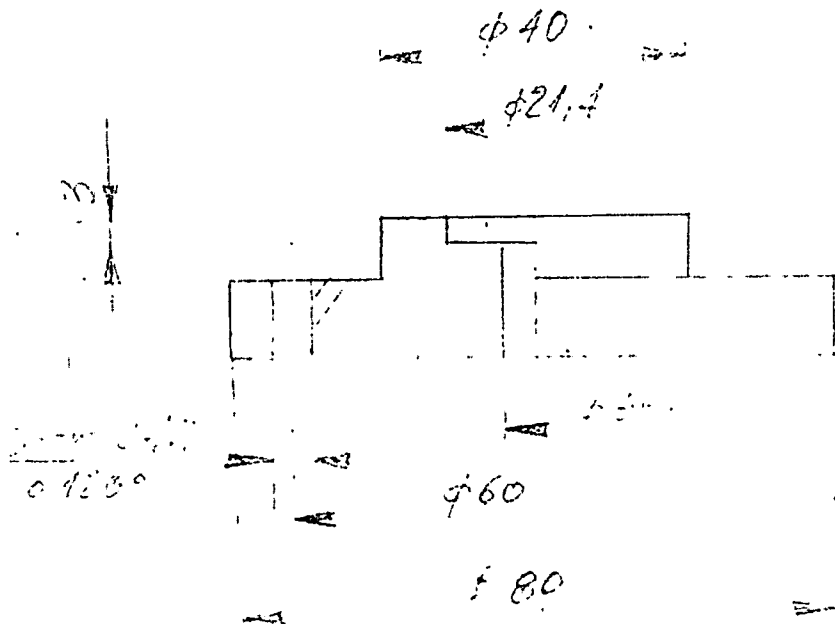
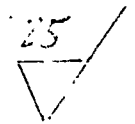
no. 1, 2, 3, 4, 5

125



5A  
 5B

Detal próbny  
 do badania  
 mechanicznego

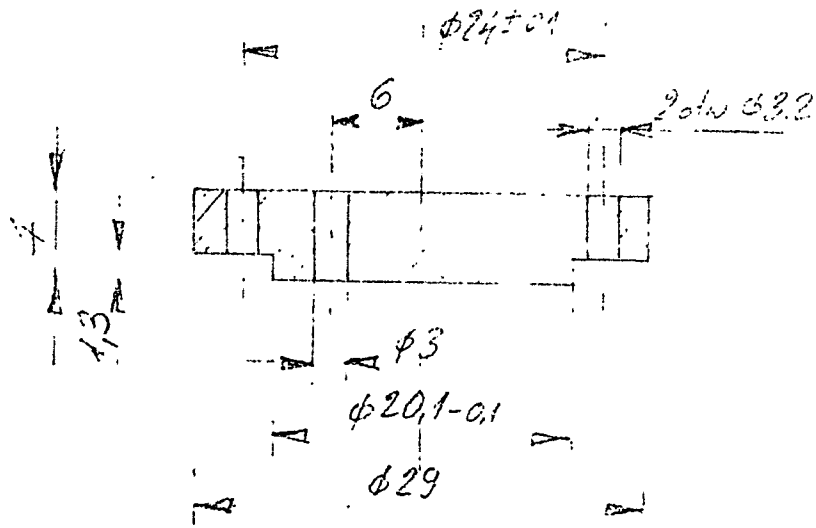


Wykonanie:

100%  
 do badania mechanicznego



1,25



mat. mos

sztywność ostro zakończona

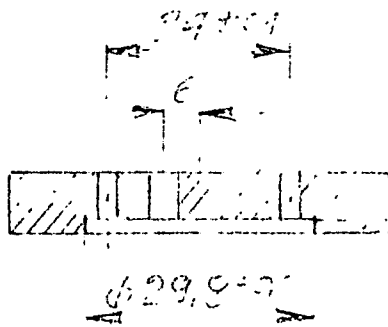
sztywność pomiarowa  
do ...  
Stefan Zbudniewek

**STEFAN**  
Stefan Zbudniewek  
technolog

1,25 /

$\phi 3$

30mm 50%



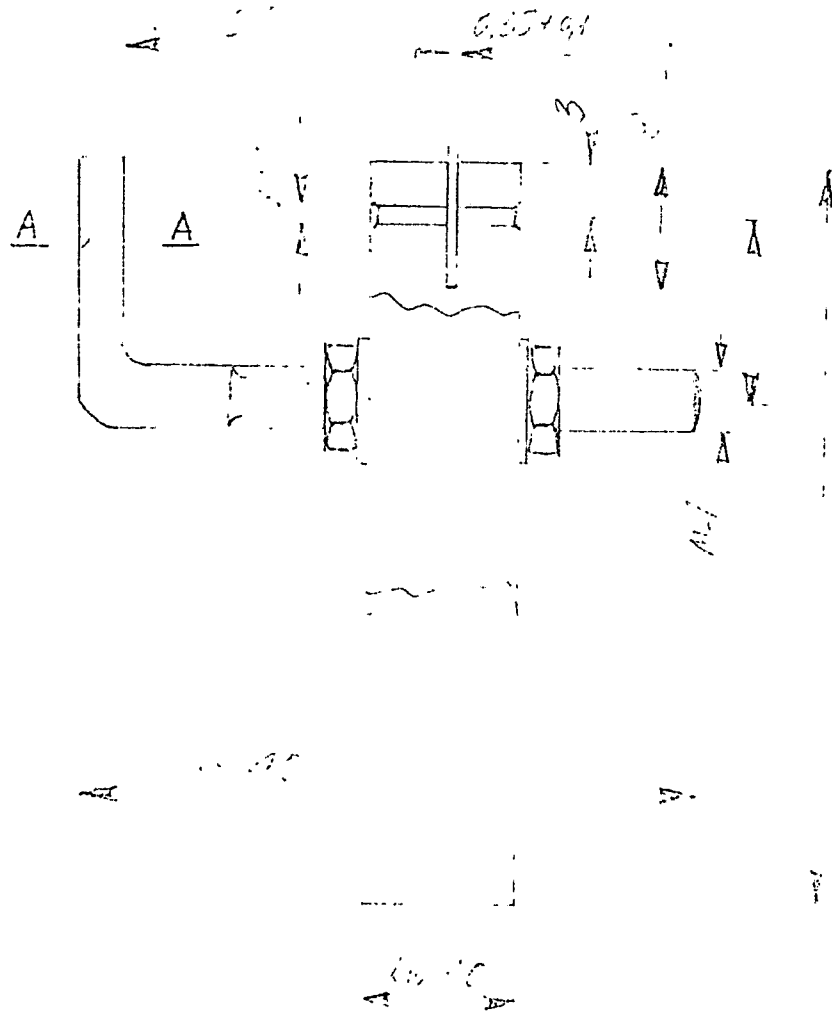
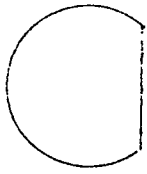
1,25  
30

mal. ...

Wzrost...  
...  
...

42

Wzrost A-A

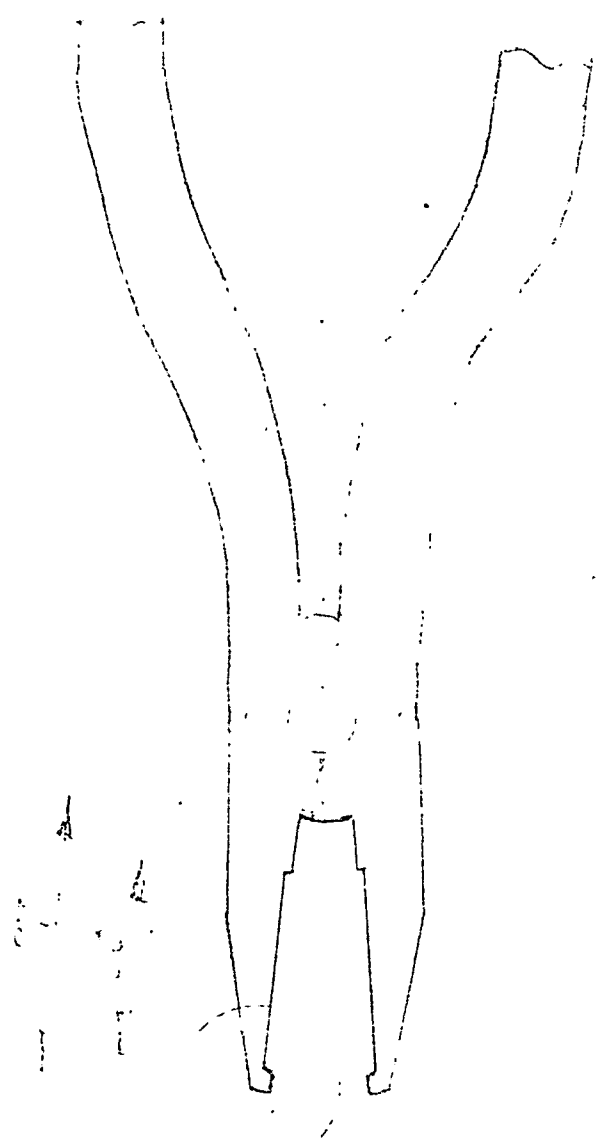


mat. 1.1.

43

STW  
Stojan Zbudniwek  
technolog

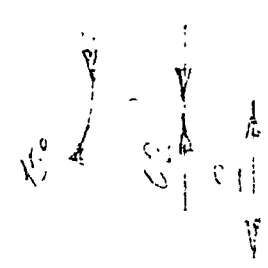
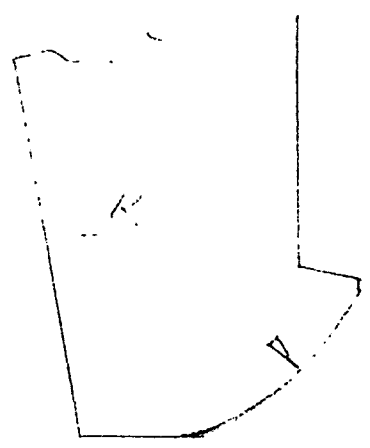
125 /  
▽



1. 100 / 1

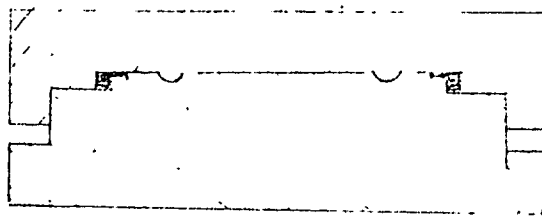
100 / 1

2. 100 / 1

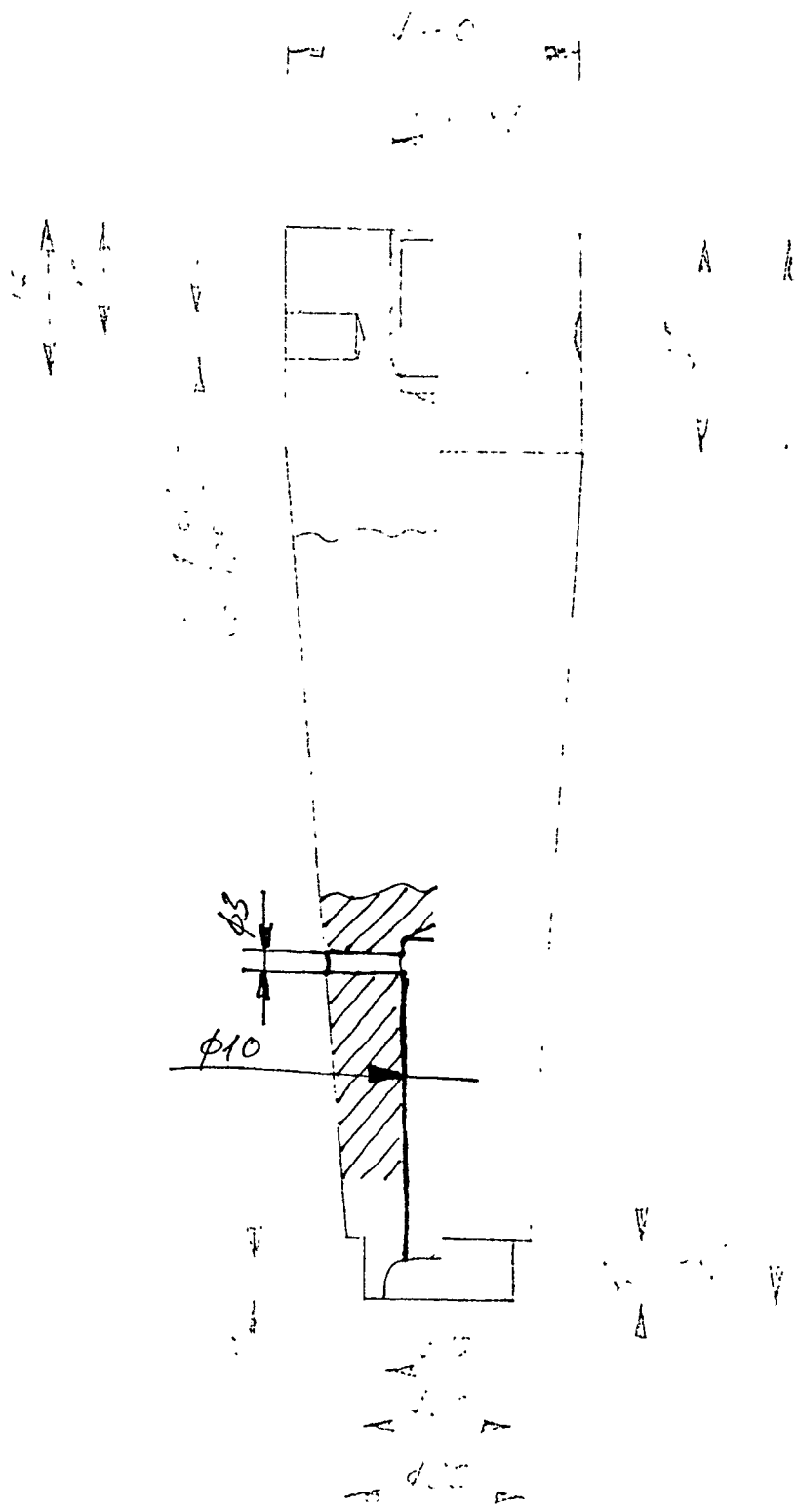


100 / 1

44

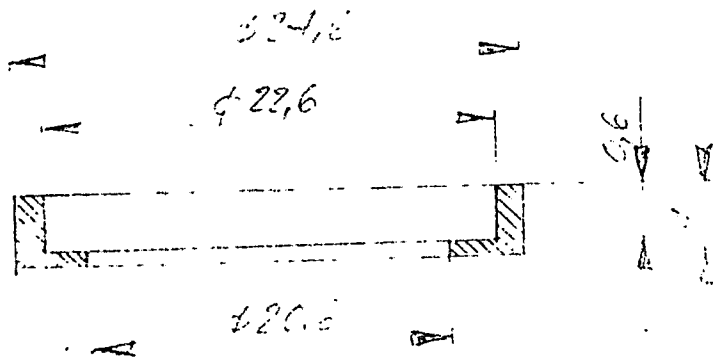
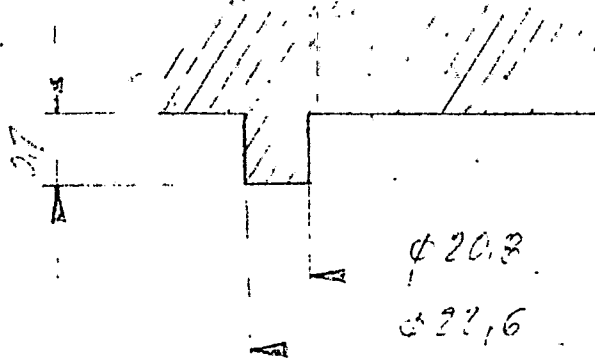


Handwritten notes in Polish, likely describing the components or the drawing process. The text is partially obscured and difficult to read, but appears to include terms like 'projekt' (project) and 'wykonanie' (execution).



46

frekwencja koparki



ma-  
guma 10-11  
dla 20.8  
prędkość obrotowa

średnica 20.8

STAN  
Stefan Zbudniewek  
technolog

47

Zlec. K1218

VI Załącznik nr 5. Wyniki prób modeli czujników.

1. Przedmiot i zakres prób.

Przedmiotem prób są modele czujników ciśnienia krwi wykonane w trakcie realizacji zadania 1 zlecenia K1218.

Próby obejmują:

- sprawdzenie częstotliwości przenoszenia czujnika z drenem,
- sprawdzenie charakterystyk przetwarzania i wyznaczenie na ich podstawie nieliniowości i histerezy,
- sprawdzenie błędu od wpływu zmian temperatury,
- sprawdzenie odporności na przeciążenie sygnałem wejściowym,
- sprawdzenie wytrzymałości na przebicie.

2. Przebieg pomiarów.

2.1. Sprawdzenie częstotliwości przenoszenia czujnika z drenem. Sprawdzenie wykonano zgodnie z procedurą opisaną w „Załączniku nr 2”.

Użyto drenu dług. 1 m. Próbie poddano 3 modele nowych czujników, a celem bezpośredniego porównania wyników dla różnych czujników w tych samych warunkach pomiaru, przebadano czujnik CK-01 z bieżącej produkcji oraz czujnik CK-02 będący wynikiem próby modernizacji czujnika CK-01.

Z wyjątkiem czujnika CK-01, wszystkie pozostałe czujniki uszczelnione były na kryzie kopułki bez dodatkowych uszczelek, co pozwala bardziej zobiektywować wpływ samego czujnika na charakterystykę dynamiczną zespołu czujnika czujnik-kopułka-dren.

2.2. Sprawdzenie charakterystyk czujnika.

wyznaczono charakterystyki dla ciśnienia wejściowego rosnącego i malejącego przybierającego wartości 0, 10,

~~3. Wyniki pomiarów~~



20, 30, 40 kPa.

Czujniki zasilano napięciem 5V DC i odczytywano z wyjść czujników sygnały naturalne /nie kalibrowane/.

Na podstawie wyznaczonych charakterystyk obliczono nieliniowość i histerezę wg przyjętych zasad.

### 2.3. Sprawdzenie błędów temperaturowych.

Czujniki poddano działaniu temperatur  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $40 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $50 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , wyznaczano ich charakterystyki w każdej z wymienionych wartości temperatur.

Celem pomiaru jest sprawdzenie skuteczności kompensacji zero charakterystyki oraz wyznaczenie współczynników temperaturowych czułości charakterystyk, które w badanych modułach nie są kompensowane.

Zmiany temperaturowe czułości spowodowane są głównie przez zmiany wartości rezystancji tensorezystorów w membranach krzemowych i przy zasilaniu prądowym, przybierają inne, zazwyczaj mniejsze wartości. Przy zasilaniu napięciowym, czyli takim jakie zastosowano w trakcie przeprowadzonych pomiarów, współczynniki temperaturowe czułości przekraczają zwykle  $1\%/10^{\circ}\text{C}$ .

Rodzaj zasilania czujnika i sposób kompensacji temperaturowych zmian czułości, ustalony będzie na etapie budowy prototypów.

### 2.4. Sprawdzenie wytrzymałości na przeciążenie sygnałem wyjściowym, dokonano zadając, na wejście czujnika, ciśnienie równe 200 kPa w czasie 1 minuty.

Przed narażeniem i po narażeniu zmierzono wartości napięć wyjściowych odpowiadającym wartościom sygnału wyjściowego 0 i 40 kPa.

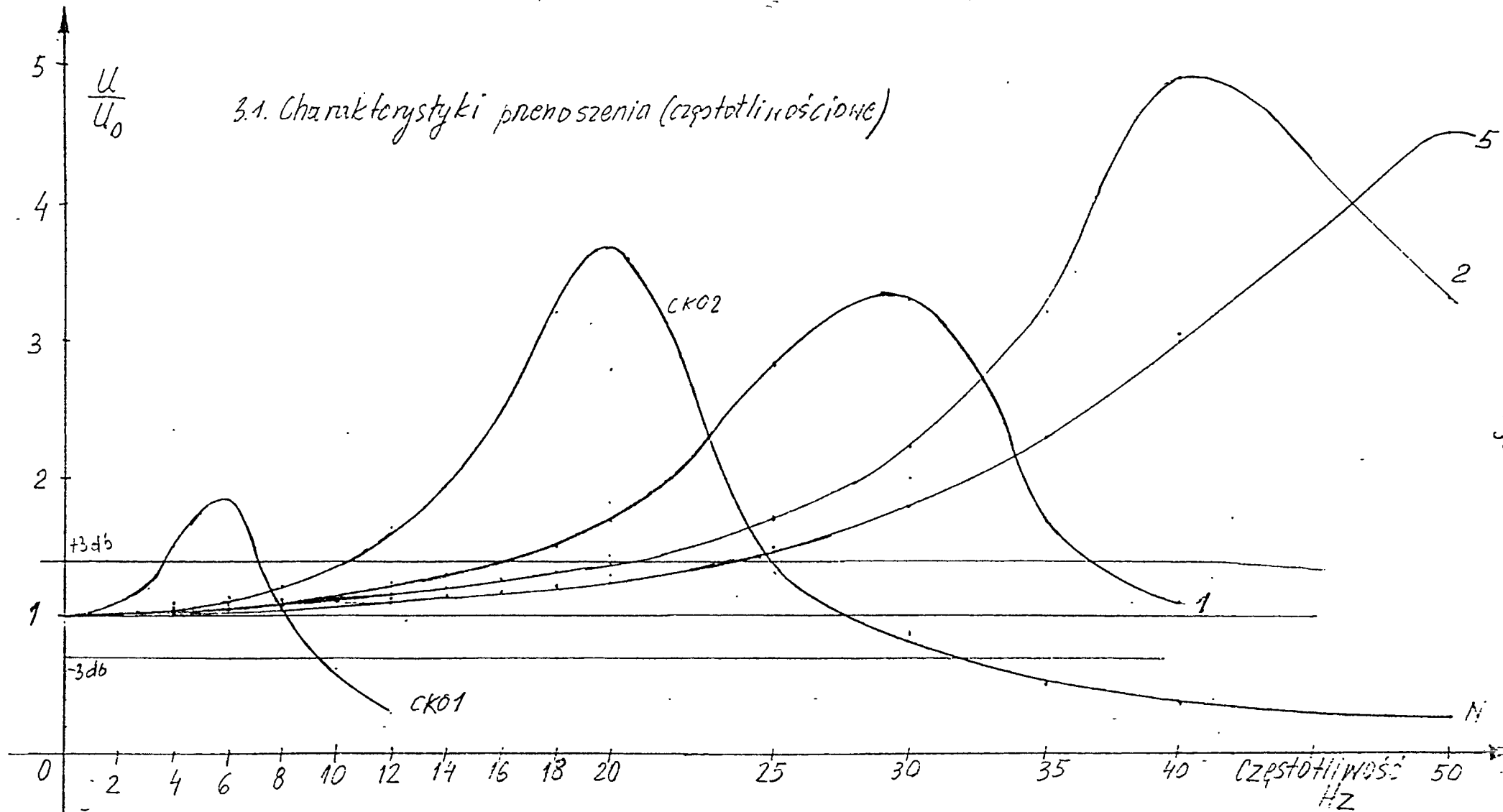
#### wytrzymałości izolacji na przebicie

### 2.5. Sprawdzenie /wykonano podnosząc wolno napięcie probiercze od 0 w górę aż do wystąpienia przebicia.

W trakcie pomiaru powierzenia membrany krzemowej symulowana jest przez folię metalową.

Sprawdzenie wykonano dla 2 przypadków: a/ na „sucho”, b/ przy wypełnieniu pastą silikonową gniazda gdzie umieszczona jest membrana krzemowa.

### 3. Wyniki pomiarów.



- CK 01 - charakterystyka czujnika dotychczas produkowanego
- CK 02 - charakterystyka czujnika będącego wynikiem prób modernizacji
- 1, 2, 5 - charakterystyki modeli nowych czujników

długość rurki 1m  $\phi$  wewnętrz 13 mm  $\phi$  zewnętrz 25 mm materiał - polistyren

3.2. Pomiar charakterystyki przetwarzania, wyznaczenie nieliniowości i histerezy

Tablica 1

Czujnik nr 1

Ciśnienie kPa	Sygnał wyjściowy u [mV] Zasilanie 5V Dc.							↗	↘	↗	↘	Historia max
	↗	↘	↗	↘	↗	↘						
								Średnia		nieliniowość		Historia max
										%	%	%
0	-0,08	-0,10	-0,10	-0,12	-0,10	-0,12	-0,09	-0,11	0,0	0,0	0,05	
10	9,93	9,95	9,92	9,91	9,91	9,92	9,92	9,93	-0,08	0,0	0,05	
20	19,95	19,97	19,97	19,96	19,94	19,93	19,95	19,95	-0,10	0,08	0,05	
30	29,99	30,02	30,00	30,02	29,98	29,98	29,93	30,01	-0,08	-0,05	+0,08	
40	40,07	40,09	40,06	40,05	40,05	40,06	40,06	40,07	0,0	0,0	0,05	

maksymalna wartość nieliniowości 0,1%, histerezy 0,08%

Tablica 2

Czujnik nr 5

Ciśnienie kPa	Sygnał wyjściowy u [mV] Zasilanie 5V Dc							↗	↘	↗	↘	Historia max
	↗	↘	↗	↘	↗	↘						
								Średnia		nieliniowość		Historia max
										%	%	%
0	+0,08	+0,03	+0,04	+0,05	+0,04	0,03	+0,04	+0,03	0,0	0,0	0,03	
10	7,22	7,20	7,22	7,20	7,20	7,18	7,21	7,19	-0,07	-0,01	0,07	
20	14,40	14,38	14,40	14,40	14,40	14,38	14,40	14,38	-0,07	-0,07	0,07	
30	21,58	21,58	21,58	21,58	21,58	21,58	21,58	21,58	-0,07	-0,07	0,03	
40	28,80	28,82	28,79	28,80	28,80	28,78	28,80	28,78	0,0	0,0	0,07	

maksymalna wartość nieliniowości 0,07%, histerezy 0,07%

19

Pomiar charakterystyk przebiegów, wyznaczenie nieliniowości i histerezy

Tablica 3

Czynnik nr 2												
Pomiar nr →	Ciśnienie kPa	Sygnał wyjściowy u [mV] Zasilanie 5V DC					Średnio	nieliniowość		histereza	max	
		I ↗	I ↘	II ↗	II ↘	III ↗		III ↘	↗ %			↘ %
0	-0,04	0,03	-0,03	-0,01	-0,01	-0,01	-0,03	-0,02	-0,08	-0,0	0,03	
10	9,22	9,22	9,21	9,22	9,22	9,21	9,22	9,22	-0,05	-0,05	0,03	
20	18,46	18,46	18,48	18,48	18,47	18,49	18,47	18,48	-0,10	-0,05	0,05	
30	27,74	27,75	27,76	27,76	27,77	27,75	27,76	27,75	-0,05	-0,03	0,03	
40	37,02	37,03	37,04	37,03	37,05	37,03	37,04	37,03	0	0	0,15	

maksymalna wartość nieliniowości 0,1% histerezy 0,05%

Tablica 4

Czynnik nr 3												
Pomiar nr →	Ciśnienie kPa	Sygnał wyjściowy u [mV] Zasilanie 5V DC					Średnio	nieliniowość		histereza	max	
		I ↗	I ↘	II ↗	II ↘	III ↗		III ↘	↗ %			↘ %
0	-0,15	-0,16	-0,16	-0,17	-0,17	-0,18	-0,16	-0,19	0,0	0,0	0,03	
10	6,91	6,91	6,90	6,90	6,90	6,88	6,90	6,90	-0,07	-0,03	0,07	
20	13,00	13,98	13,98	13,98	13,98	13,98	13,99	13,98	-0,07	0,03	0,07	
30	21,07	21,08	21,08	21,08	21,07	21,06	21,07	21,07	-0,03	-0,03	0,03	
40	28,17	28,16	28,18	28,18	28,15	28,15	28,16	28,16	0	0,0	0,03	

maksymalna wartość nieliniowości 0,07% histerezy 0,07%

159

### 3.3. Sprawdzenie błędów od wpływu zmian temperatury

Tablica 5

Czujnik nr 1												
Ciśnienie [kPa]	Sygnał wyjściowy mV				Zasilanie 5V DC							
	10,5°C ↑	10,5°C ↓	21°C ↓	21°C ↑	30°C ↑	30°C ↓	40°C ↑	40°C ↓	50°C ↑	50°C ↓		
0	7,15	7,18	7,05	7,06	-9,04	-9,03	7,05	7,06	7,04	7,02		
10	10,28	10,27	10,06	10,08	9,83	9,86	9,82	9,85	9,69	9,71		
20	20,42	20,44	20,08	20,10	19,80	19,84	19,63	19,64	19,37	19,37		
30	30,58	30,60	30,12	30,12	29,85	29,80	29,42	29,48	29,07	29,09		
40	40,75	40,78	40,15	40,17	39,70	39,72	39,25	39,26	38,76	38,78		

Maksymalny błąd temperaturowy dolnej granicy zakresu pomiarowego wynosi 0,3% 10°C  
 Maksymalny błąd temperaturowy całości wynosi 1,47%/10°C

Tablica 6

Czujnik nr 5												
Ciśnienie [kPa]	Sygnał wyjściowy mV				Zasilanie 5V DC							
	10,5°C ↑	10,5°C ↓	21°C ↑	21°C ↓	30°C ↑	30°C ↓	40°C ↑	40°C ↓	50°C ↑	50°C ↓		
0	7,05	7,07	7,10	7,11	7,15	7,15	7,20	7,21	7,24	7,23		
10	7,28	7,30	7,25	7,27	7,12	7,13	7,18	7,19	7,17	7,16		
20	14,44	14,52	14,42	14,43	14,24	14,26	14,21	14,20	14,09	14,07		
30	21,72	21,73	21,60	21,58	21,38	21,38	21,22	21,24	21,03	21,03		
40	28,29	28,74	28,78	28,78	28,54	28,52	28,26	28,25	27,97	27,99		

Maksymalny błąd temperaturowy dolnej granicy zakresu pomiarowego wynosi 0,17% 10°C  
 Maksymalny błąd temperaturowy całości wynosi 1,21%/10°C

53

Tablica 7

Ciepłota nr 2											
Ciepłota [Kp..]	Sygnatury siłowy w [mV] zanłame 5 V DC										
	10,5°C ↗	10,5°C ↘	21°C ↗	21°C ↘	30°C ↗	30°C ↘	40°C ↗	40°C ↘	50°C ↗	50°C ↘	
0	-0,05	-0,03	-0,03	-0,01	+0,02	+0,05	+0,01	+0,02	+0,01	+0,03	
10	9,26	9,27	9,21	9,22	9,15	9,17	9,05	9,06	8,98	8,99	
20	18,63	18,65	14,48	18,50	18,32	18,34	18,10	18,12	17,94	17,95	
30	28,83	27,84	27,76	27,76	27,51	27,53	27,20	27,20	26,91	26,92	
40	37,37	37,38	37,04	37,04	36,69	36,70	36,27	36,28	35,89	35,90	

Tablica


54

3.4. Wynik próby wytrzymałości instalacji.

Przy napięciu 3 kV przebicie od folii płytki drukowanej i łba wkręta do korpusu poprzez wkładkę z 2 warstw estrofolu.

3.5. Wynik sprawdzenia wytrzymałości na przeciążenie.

Czujnik nr	Rozpiętość sygnału wyjściowego /mV/		Zmiana %
	Przed przeciążeniem	Po przeciążeniu	
1	40,05	40,05	0
2	36,90	36,94	0,1
3	28,30	28,32	0,07
5	28,64	28,65	0,03

#### 4. Omówienie wyników. Wnioski.

1. Wyniki pomiaru częstotliwości przenoszenia zobrazowane na wykresach, są zbliżone do wyników pomiarów, dokonanych na czujnikach przeznaczonych do zastosowań przemysłowych, które zawarte są w „Załączniku nr 2”.

W obu przypadkach obserwuje się różnice wyników pomiaru tej częstotliwości pomiędzy poszczególnymi egzemplarzami tego samego typu czujnika i pomiędzy kolejnymi pomiarami tego samego egzemplarza.

Ostatecznie jednak częstotliwość przeciętną czujników badanych należy uznać za wyższą o kilkadziesiąt procent od częstotliwości charakterystycznej dla czujnika CK-02 po pierwszej próbie modernizacji i kilkakrotnie wyższą od częstotliwości czujnika CK-01 produkowanego.

Wynik sprawdzenia jest pozytywny.

2. Nieliniowość czujników badanych nie przekracza 0,1% a histereza 0,08%.

Wartości te mieszczą się w granicach błędu manometru kontrolnego.

Czujnik nr 5 był badany łącznie z wkładką separującą z folii polietylenowej o grubości 0,1 mm, co imitowało membranę separującą. Wyniki pomiaru dla tego czujnika praktycznie nie odbiegały od innych.

W badanych czujnikach występuje natomiast zjawisko przesuwania zera sygnału wyjściowego po przykręceniu kopułki. Przesunięcie wynosiło dla różnych egzemplarzy czujników od ok. 1% do 4% rozpiętości sygnału wyjściowego.

Pomiary nieliniowości i histerezy wykonywane były po uprzednim wyzerowaniu czujnika, /jednorazowym/ wykonanym po przykręceniu kopułki.

Z pomiarów i obserwacji wynika, że własności metrologiczne badanych czujników były, po przykręceniu kopułki, stabilne. Potwierdziły to również badania temperaturowe, w trakcie których w każdej temperaturze wyznaczono całą charakterystykę przy ciśnieniu rosnącym i malejącym



i nie zaobserwowano ~~x~~ wzrostu błędów charakterystyki przetwarzania.

Mimo to, wpływ kopułki na przesunięcie zera jest zjawiskiem, które korzystniej było by wyeliminować lub zmniejszyć.

Spowodowane jest ono głównie zbyt małym naciąganiem membrany, i związaną z tym jej pewną falistością powstającą w trakcie spawania. Falistość ta powoduje, że membrana nie przylega całkowicie do kryzy na korpusie czujnika, do której jest przyspawana.

Kopułka dociska membranę do kryzy w miejscu uszczelnienia i wywołuje przy tym wstępne ciśnienie w komorze olejowej czujnika, co objawia się zmianą sygnału wyjściowego.

Efekt ten należy zminimalizować a drogą do tego będzie lepsze opanowanie spawania płaskich membran.

3. Błąd temperaturowy dolnej granicy sygnału wyjściowego nie przekracza  $0,3\%/10^{\circ}\text{C}$  podczas gdy wartość dopuszczalna wynosi  $\pm 1\%/10^{\circ}$ .

Oznacza to, że kompensacja wpływu zmian temperatury jest skuteczna i można uznać, że stosowanie membran o grubości  $0,1\text{ mm}$ , które powodują zwiększenie tego wpływu, jest możliwe.

Błąd temperaturowy czułości przy zasilaniu napięciowym czujników, zawiera się w granicach  $1,14\%/10^{\circ}\text{C}$  do  $1,47\%/10^{\circ}\text{C}$ . Nie był on w modelach czujników kompensowany. Kompensacja tego błędu, co było omawiane poprzednio, będzie przeprowadzona na etapie opracowania prototypu. W czujniku CK 01 błąd dopuszczalny wynosił  $1,5\%/10^{\circ}\text{C}$  i nie był kompensowany.

4. Sprawdzenie wytrzymałości na przeciążenie ciśnieniem  $0,2\text{ MPa}$  dało wynik pozytywny.

Próba przeciążenia ciśnieniem do  $0,4\text{ MPa}$  i wyższym zostanie przeprowadzona po ostatecznym wykorzystaniu modeli do sprawdzania ich własności metrologicznych.

5. Próba wytrzymałości izolacji wykazała, że najsłabszymi punktami izolacji nowego czujnika będą rejonny górnej płytki drukowanej i przepustu przewodów.  
Podniesienie wytrzymałości do 4 kV AC będzie wymagało dodatkowych wzmocnień izolacji w tych rejonach.