

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Zakład Pomiaru Parametrów Przepływu

074

A

Główny wykonawca

Wykonawcy

mgr inż. Jan Goska

mgr inż. Józef Chróstny

mgr inż. Marek Maciąg

mgr inż. Wojciech Winiarski

Konsultant

dr inż. Sylwin Osipow

Nr zlecenia

1130

CPBR kierunek 7.2

cel 78 podpunkt B

Przepływomierze turbinowe

Przepływomierze turbinowe

/typoszereg/pk.2. Opracowanie

budowa badania lab. modeli wybranych

wielkości typoszeregu czujników

/PT6; PT15; PT50; PT80

Zleceniodawca

Zrzeszenie MERA

Pracę rozpoczęto dnia 06.88

Kierownik Pracowni

zakończono dnia 30.11.88

Kierownik Zakładu

mgr inż. Marek Maciąg

Dyr. d/s Pomiarów

dr inż. Jan Winięcki

mgr inż.
Stanisław
Kołodziejcki

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 13

Egz. 1

rysunków 4

Egz. 2

fotografii

Egz. 3

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników 5

Egz. 6

Nr rejestr. 6175

1

Analiza deskryptorowa

Przepływomierze turbinowe.

Opracowanie, budowa, badania laborat. wybranych czujników typoszeregu.

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera:

- Wstęp
- Omówienie przedmiotu pracy tj. czujników PT6; PT15; PT50; PT80 -
- turbometr.
- Opis badań
- Omówienie wyników badań.
- Wnioski końcowe
- Załączniki, wykresy, rysunki.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Przepływomierze turbinowe /typoszereg/ - opracowanie koncepcji typoszeregu, wstępnych wymagań ZTE.

Nr rej. PIAP - 6097

UKD

681.12.0001.6/7 PRZEPŁYWOMIERZE
PIAP-252/63-6000

21
A

2

2113
- RP 2100

2

SPIS TREŚCI

	Strona
1. Wstęp	1
1.1. Cel pracy	1
1.2. Podstawa wykonania pracy	1
1.3. Zakres opracowania	1
2. Przedmiot pracy	2
3. Badania laboratoryjne	6
3.1. Zakres badań	6
3.2. Urządzenia do badań	7
3.3. Omówienie wyników badań	7
3.4. Inne badania	10
4. Wnioski końcowe	13

1. W s t ę p

1.1. Cel pracy

Celem pracy jest opracowanie i wdrożenie do produkcji typoszeregu nowoczesnych przepływomierzy turbinowych do cieczy dla potrzeb krajowej gospodarki i eksportu.

1.2. Podstawa wykonania pracy

Praca realizowana jest w ramach CPBR kierunku 7.2. Elementy i systemy automatyki cel nr 78. Rodzina nowoczesnych przepływomierzy. Podpunkt B "Przepływomierze turbinowe /typoszereg/."

Praca realizowana jest wg harmonogramu umowy Nr 9/272/86 zawartej pomiędzy Zrzeszeniem MERA jako koordynatorem kierunku 7.2. a PIAP jako wykonawcą.

Niniejsza praca została wykonana w ramach punktu kontrolnego 2 harmonogramu, w ramach zlecenia wewnętrznego nr 1130.

1.3. Zakres opracowania

Praca w ramach punktu kontrolnego 2 obejmowała:

- opracowanie konstrukcji nowych czujników turbinowych pierwszych wybranych wielkości tj. 6 mm; 15 mm; 50 mm; 80 mm,
- wykonanie w metalu modeli w/w czujników,
- dokonanie podstawowych badań laboratoryjnych czujników tj. określenie charakterystyk metrologicznych /błędów stałej przetwarzania "K" w funkcji strumienia objętości wody q /,
- ocena uzyskanych konstrukcji i wyciągnięcie wniosków dla dalszych prac.

Opracowanie zawiera wstęp, krótkie omówienie przedmiotu pracy /czujników turbinowych/, wyniki badań /charakterystyki i tabele wzorcowań/ oraz wnioski.

Do sprawozdania dołączono rysunki zestawieniowe czujników PT6; PT15; PT50; PT80.

Czujnikom nadano nazwę handlową "Turbometr".

2. Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy tj. opracowania konstrukcji, budowy i badań laboratoryjnych są modele pierwszych wielkości czujników /4 - wielkości/ wytypowanych do realizacji w pierwszej kolejności w sprawozdaniu z pkt 1 zlecenia /Nr rej. PIAP 6097/.

Czujniki te to:

PT6	-	o	średnicy	nomin.	6	mm
PT15	-	"	"	"	15	mm
PT50	-	"	"	"	50	mm
PT80	-	"	"	"	80	mm.

Modele wykonano wg opracowanej dokumentacji szkicowej Sk

Przewidywane zakresy strumieni objętości nowych czujników wynoszą:

	q min	dm ³ /min.	q max	dm ³ /min.
PT6	1	"	10	"
PT15	10	"	100	"
PT50	82	"	825	"
PT80	250	"	2500	"

Zakładamy wstępnie błąd pomiaru objętości powinien być poniżej $\pm 1\%$. Należy dążyć do uzyskania jak najniższej jego wartości.

Omówienie konstrukcji czujników

Czujnik turbinowy przepływomierza składa się z korpusu, w postaci tulei wykonanej z materiału niemagnetycznego, zawierającego wewnątrz wirnik z łopatkami w postaci turbiny osiowej.

Wirnik obraca się w łożyskach ślizgowych osadzonych w kierownicach strumienia, przedniej i tylnej.

W wirniku znajduje się trwały magnes, obracający się wraz z wirnikiem i wytwarzający w uzwojeniu cewki czujnika impulsów sygnał elektryczny w postaci ciągu impulsów, o częstotliwości proporcjonalnej do prędkości obrotowej wirnika, a tym samym proporcjonalnej do średniej prędkości liniowej cieczy przepływającej przez czujnik i napędzającej wirnik.

Magnes osadzony w wirniku wykonany jest z nowoczesnego stopu typu Alnico /produkcji huty Baildon/. Magnes charakteryzuje się wysokim strumieniem magnetycznym.

Przy również nowej jego konstrukcji uzyskuje się dobry poziom sygnału wyjściowego, dogodny do dalszej obróbki w układzie elektronicznym przepływomierza.

Wirnik wyposażony jest w wydłużone czopy obracające się w tulejkach osadzonych w piastach kierownic.

Wydłużenie czopów /do ok. 8 średnic czopów/ ma na celu obniżenie nacisków na powierzchnie pracujące tulei łożyskowych, a tym samym podniesienie trwałości łożyskowania wirnika i całego czujnika turbinowego.

Zastosowanie wydłużonego łożyskowania wirników wymagało konstrukcyjnego i technologicznego zapewnienia współosiowości otworów tulei łożyskowych.

Uzyskano spełnienie tego wymagania przez dokładne pasowanie wierzchołków łopatek kierownic, tylnej i przedniej na wewnętrznej średnicy tunelu korpusu, obrabianej z jednego zamocowania.

Pozwoliło to również potanić konstrukcję przez odejście od dawniej stosowanych materiału i pracochłonnych tulei trzymających kierownice.

Łożyskowanie nowych wirników wyposażone jest w układ kanałów przepływowych służących intensywnemu płukaniu, smarowaniu i chłodzeniu czopów i tulejek łożyskowych. Układ kanałów w łożysku tylnym przyczynia się do hydrodynamicznego odciążenia łożyska oporowego /kamienia oporowego/ w czujnikach większych /od 50 mm/.

Istotą działania tego odciążenia jest wykorzystanie ciśnienia dynamicznego $\frac{v^2}{2g}$ z równania Bernoulliego dla wymuszenia wstecznego ruchu cieczy i odpychania wirnika jej przeciwstrumieniem.

Zagadnienie skutecznego poosiowego odciążenia łożysk wirnika ma pierwszorzędne znaczenie dla podniesienia trwałości czujników.

Jest to jednak zagadnienie trudne, wymagające budowy i badania wielu modeli. W pktcie kontr. 2 niniejszej pracy rozpoczęto wstępne prace nad tym problemem. W toku dalszych prac przewiduje się kontynuację przez dobór i optymalizację parametrów układu kanałów.

Czujniki PT6 i PT15 wyposażone są w przyłącza gwintowe do mocowania łączników oraz stożkowe gniazda, w których bezpośrednio uszczelnione są łączniki przez docisk nakrętek.

Czujniki PT50 i PT80 wyposażone są w kołnierze o wymiarach jak dla 1,6 MPa.

Materiały modeli czujników

Ze stali kwasoodpornej 1H18N9T wykonano następujące elementy czujników:

- korpusy,
- wieńce wirników
- piasty kierownic
- łopatki kierownic /za wyjątkiem PT80 - gdzie wykonano je z mosiądzu.

Czopy wirników i kamienie oporowe wykonano ze stali H17N2 - obrobionej cieplnie.

Tulejki łożyskowe wykonano z teflonu. Łączniki do wzorcowania wykonano z mosiądzu.

7

3. Badania laboratoryjne

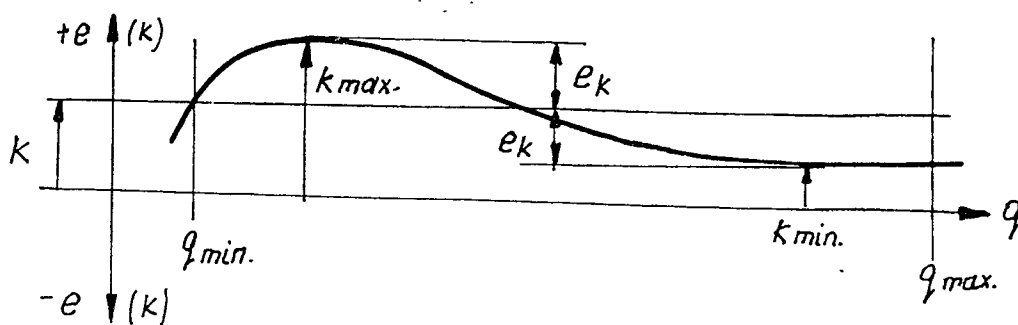
3.1. Zakres badań

Badania laboratoryjne obejmowały najważniejsze sprawdzenia charakterystyk metrologicznych czujników pozwalające na ocenę własności i jakości konstrukcji.

Badania obejmowały:

- określenie charakterystyki błędów stałej przetwarzania "K" imp/dm³ czujników,
- sprawdzenie sygnałów wyjściowych z czujnika,
- sprawdzenie wpływu ekranowania czujnika impulsów na sygnał w polu zakłócającym.

Błędy wylicza się z zależności podanych poniżej



Stała przetwarzania - "K" imp/dm³ czujnika wylicza się z zależności:

$$K = \frac{k_{\max} + k_{\min}}{2}$$

k_{\max} i k_{\min} - maksymalna i minimalna wartość współczynnika przetwarzania "k" imp/dm³ czujnika przy danym q.

Błąd współczynnika przetwarzania "ek" określa się z zależności:

$$ek = \frac{k_1 - k_2}{2 K} , \quad 100 \% ,$$

gdzie k_1 i k_2 - wartość współczynnika przetwarzania przy danym q .

3.2. Urządzenia do badań

Badanie charakterystyki błędów stałych przetwarzania "K" czujników przeprowadzono na stanowiskach przepływowych w laboratorium wodnym PIAP.

Zbiorniki miernicze tych stanowisk są zalegalizowane przez Okręgowy Urząd Miar w Warszawie.

Impulsy z czujników zliczono przy użyciu laboratoryjnych specjalnych liczników elektronicznych stanowiących stałe wyposażenie laboratorium.

Sprawdzenie sygnału wyjściowego z czujnika przeprowadzono przy użyciu rejestratora taśmowego f-my Siemens - typu Oscilomink.

Rejestrator charakteryzuje się wysokimi prędkościami przesuwu taśmy / do 1000 cm/sek. / i wysoką przenoszoną częstotliwością sygnałów.

Pozwoliło to uzyskać wykresy sygnałów przy częstotliwości do ok. 1900 Hz.

3.3. Omówienie wyników badań

3.3.1. Czujnik turbinowy PT80 - Turbometr.

Uzyskano rozpiętość krzywej błędów stałej przetwarzania "K" w zakresie q_{\min} do q_{\max} wynoszącą ok. 0,6 %.

Daje to błąd podstawowy czujnika ok. $\pm 0,3 \%$.

Przebieg krzywej błędów /załącznik 1/ wskazuje na możliwość dalszego rozszerzenia zakresowości czujnika w kierunku niższych strumieni objętości.

Obniżanie się krzywej błędów przy górnej granicy strumienia objętości /jakkolwiek mieści się w zakładanych wymaganiach/ wymaga dalszego wyjaśnienia w toku badań /prototypów/.

Praktyczna zakresowość czujnika wg uzyskanych wyników wyniesie więc co najmniej 10:1.

3.3.2. Czujnik turbinowy PT50 - Turbometr.

Uzyskano końcową rozpiętość krzywej błędów stałej przetwarzania "K" w zakresie q_{\min} do q_{\max} wynoszącą ok. 0,8 %.

Daje to błąd ok. $\pm 0,4 \%$

Przebieg krzywej błędów /zał.2/ pozwala na uzyskanie zakresowości czujnika wynoszącej 10 : 1 /5000 - 50000 dm^3/h / przy możliwości rozszerzenia w kierunku przepływów większych. Np. w rozwiązaniach zagranicznych spotyka się maksymalne przepływy rzędu 60 - 70 m^3/h . Wiąże się to jednak z większymi stratami ciśnienia na czujniku.

Obniżenie dolnej granicy możliwe będzie przy zmianie parametrów konstrukcyjnych wirnika i może być przeprowadzone przy budowie i badaniach prototypów.

Uzyskanie zadowalającej charakterystyki czujnika PT50 wymagało szeregu badań przy zmianach niektórych parametrów wirnika.

3.3.3. Czujnik turbinowy PT15 - Turbometr.

Uzyskano końcową rozpiętość krzywej błędów stałej "K" wynoszącą ok. 1,3 %.

Daje to błąd ok. $\pm 0,65 \%$.

Jak dlatej wielkości czujnika jest to wynik zadowalający dla etapu badań modelowych. Pozwoli to uzyskać błąd

pomiaru objętości kompletnego przepływomierza poniżej ± 1 %. W etapie budowy i badań prototypów, oraz przygotowania produkcji, należy doprowadzić do błędów poniżej $\pm 0,5$. Wymagać to będzie skorygowania parametrów konstrukcyjnych wirników.

Uzyskany dla modelu PT15 wykres błędów pokazuje załącznik 3.

Uzyskana dobra czułość czujnika /poniżej q_{\min} / wskazuje na możliwość uzyskania lepszej charakterystyki w dalszych pracach.

Należy podkreślić, że małe czujniki nastroczają większych trudności z opanowaniem własności metrologicznych niż czujniki większe. Dla uzyskania błędów poniżej $\pm 0,5$ % stosuje się często selekcję, specjalnie procedury wzorcowania z zastosowaniem ręcznych korekcji krawędzi łopatek wirników itp. Należy jednak dążyć do eliminacji tych procedur. Ważnym czynnikiem będzie tu uzyskanie technologicznej powtarzalności wykonania.

3.3.4. Czujnik turbinowy PT6 - Turbomettr.

Jest to najmniejszy z typoszeregu czujników również nastroczający największych trudności z opanowaniem charakterystyk pomiarowych. Miniaturowa konstrukcja powoduje, że drobne błędy wykonawcze mają duży wpływ na charakterystyki.

Mimo tych trudności uzyskano dla modelu PT6 dobre wyniki. I tak w zakresie $50 - 500 \text{ dm}^3/\text{h}$ uzyskano rozpiętość charakterystyki ok. $0,7$ % daje to błędy pomiaru ok. $\pm 0,35$ %, co należy ocenić jako wynik b. dobry dla tej wielkości.

Przyjmując zwiększenie błędów do ± 1 % można rozszerzyć granicę pomiarowe w dół do $40 \text{ dm}^3/\text{h}$ i w górę do ok. $600 \text{ dm}^3/\text{h}$.

3.4. Inne badania

3.4.1. Sprawdzenie sygnałów wyjściowych z czujnika turbinowego.

Sprawdzenie to przeprowadzono na stanowisku przepływowym przy użyciu rejestratora.

Sprawdzenie przeprowadzono dla wybranych czujników przy q_{\min} i q_{\max} .

Najważniejsze było tu sprawdzenie sygnału w najmniejszym czujniku PT6, gdzie sygnał jest najsłabszy /najmniejszy magnes/.

Sprawdzenie sygnałów większych czujników przeprowadzono przy badaniach czujników do mlekomiery, gdzie zastosowano identyczne magnesy.

Dla czujnika PT6 uzyskano następujące amplitudy sygnału:

dla q_{\min}	ok 8 mV
q_{\max}	ok 80 mV.

Jest to poziom dogodny do dalszej obróbki sygnału w układzie elektronicznym.

Wykresy sygnałów przedstawiono na załącznikach 5-i 6.

3.4.2. Sprawdzenie wpływu ekranowania czujnika impulsów /cewki/.

W polskiej normie PN-86/M-42363 pt. "Liczniki i przepływomierze turbinowe do cieczy" zawarte jest wymaganie dotyczące odporności przepływomierzy na działanie pola magnetycznego /zmiennego/ o natężeniu 400 A/m.

Wymaganie to wprowadzono do PN w ślad za odpowiednikiem w normie RWPG.

Sprawdzenie tego wymagania przeprowadzono przy pomocy specjalnej cewki o średnicy 1000 mm, zasilanej przez autotransformator.

W cewce wytworzono pole o natężeniu 400 A/m. oraz 40 A/m. przy częstotliwości 50 Hz.

Napięcie w cewce czujnika turbinowego mierzono oscyloskopem. Przy natężeniu pola zakłócającego 400 A/m napięcie zmierzone w cewce czujnika wyniosło 100 mV/pp.

Po założeniu na cewkę ekranu w postaci tulejki z materiału ferromagnetycznego napięcie sygnału spadło do poziomu 40 mVpp.

Przy natężeniu pola zakłócającego 40 A/m napięcie sygnału z cewki wynosiło:

- bez ekranu 14 mVpp
- z ekranem 6 mVpp.

Sprawdzenia te wykazały, że stosowanie ekranu powoduje istotne podniesienie odporności na działanie zewnętrznego pola magnetycznego i będzie uzasadnione zastosowanie go w produkcji seryjnej.

Wymaganie odporności wg w/w normy nie rozdziela wyraźnie odporności dla czujników i dla mierników.

Przeprowadzone badania wykazały konieczność określenia wymagania /parametrów pola/ dla czujników i mierników elektronicznych. W związku z powyższym postuluje się pozostawienie wymagania odporności mierników elektronicznych na pole 400 A/m, przeniesionego do normy PN-86/M-42363 z normy ogólnej PN-80/M-42020 pt. "Urządzenia i przyrządy automatyki. Ogólne wymagania i badania".

Wymaganie odporności czujników turbinowych na pole magnetyczne należy przenieść do norm przedmiotowych.

Poziom tego wymagania należy ustalić na realnym poziomie - technicznie możliwym do spełnienia. Wymagać to będzie dalszych prac nad konstrukcją i materiałami ekranów czujnika impulsów /cewki/.

Wydaje się tu możliwe uzyskanie poziomu wymagania rzędu 40 A/. Zaznaczyć należy, że ogólna norma PN-80/M-42020 dopuszcza pole 40 A/m np. dla przepływomierzy elektromagnetycznych ze względu na zasadę działania.

Impulsowe działanie czujnika turbinowego wskazuje na celowość analogicznego określenia odporności na to pole dla czujników turbinowych.

Podkreślić należy, że w żadnych międzynarodowych normach, przepisach, zaleceniach nie znajdują się żadne wymagania tego rodzaju w odniesieniu do przepływomierzy turbinowych /OIML, ISO/.

Należy przypuszczać, że wymaganie odporności przepływomierzy na pole 400 A/m znalazło się w normie RWPG, a tym samym w PN bez badania możliwości jego spełnienia w odniesieniu do czujników.

14

4. Wnioski końcowe

1. Przeprowadzone w pk,2 prace nad budową i badaniami laboratoryjnymi dały wynik pozytywny.
2. Uzyskane wyniki dają dobre podstawy dla dalszych prac nad prototypami i przygotowaniem produkcji.
3. Uzyskano konstrukcje czujników o dobrych perspektywach dalszej poprawy własności metrologicznych i jakości. Konstrukcje charakteryzują się prostą budową, technologicznością rozwiązań umożliwiającą obniżanie kosztów produkcji.
Zastosowane rozwiązania łożyskowania wirników wskazują na uzyskanie dobrej trwałości.
4. Należy zweryfikować w PN-86/M-42363 wymaganie dotyczące odporności przepływomierzy turbinowych na działanie pól elektromagnetycznych, tymbardziej, że aktualnie na terenie RWPG /Komisja Normalizacyjna/ przeprowadzana jest nowelizacja normy dotyczącej tych przepływomierzy.

PT 5 TurboMetr

CZUJNIK NR

DATA 88.10.28

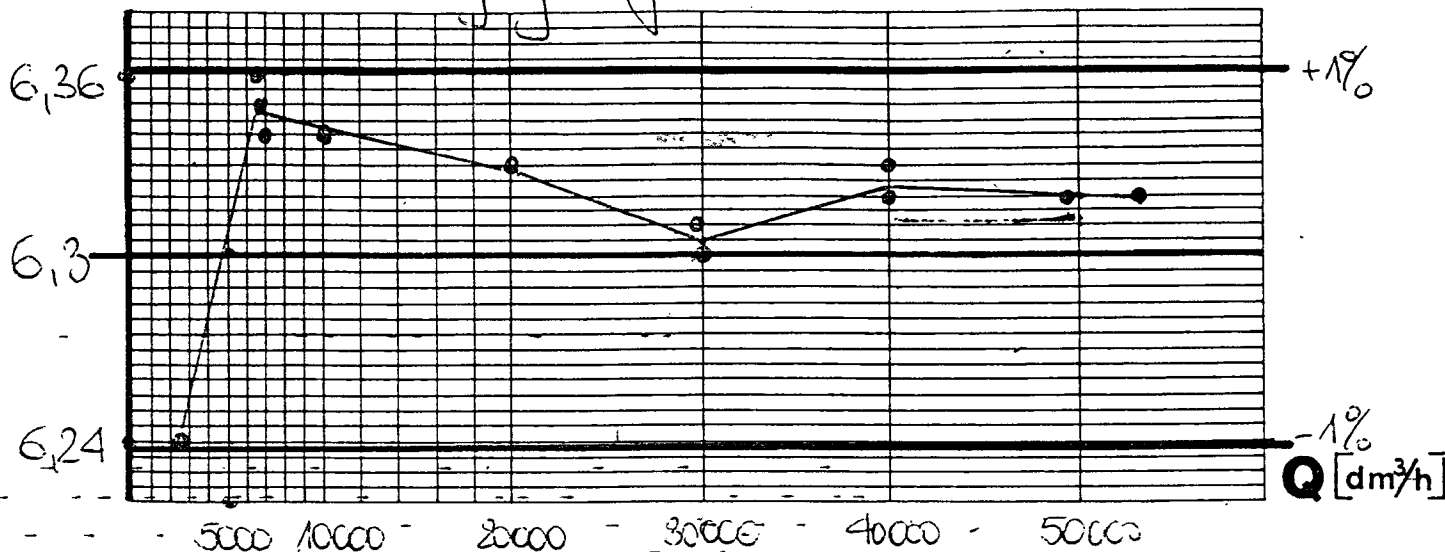
MIERNIK NR

wzorcowanie wodą

WZORCOWAŁ A2

[imp/dm³] K

Charakterystyka podstawowa



Lp.	Q [dm ³ /h]	N [imp]	H [mm]	V [dm ³]	K [imp/dm ³]	
1	5314	6308	563	93,5,8	6,41	600
2	53113	16733	777	2656,1	6,32	
3	49932	10511	950	1664,9	6,32	
4	6962	8832	795	1342,5	6,34	
5	6364	6386	573	1003,4	6,36	
6	6613	8403	756	1324,2	6,35	
7	33600	12512	1130	1980,4	6,32	
8	12316	538	204			
8	12813	12816	538	2040,7	6,33	
9	30923	11337	1032	1808,3	6,30	
10	29633	12467	1128	1976,9	6,31	
11	20610	113040	604	2061,4	6,33	
12	20100	12102	560	1210,7	6,33	
13	10000	6251	563	935,8	6,39	
14	10000	6307	568	934,6	6,34	
15	2720	5656	518	357,0	6,24	

A7

PT 15 TurboMetr

CZUJNIK NR

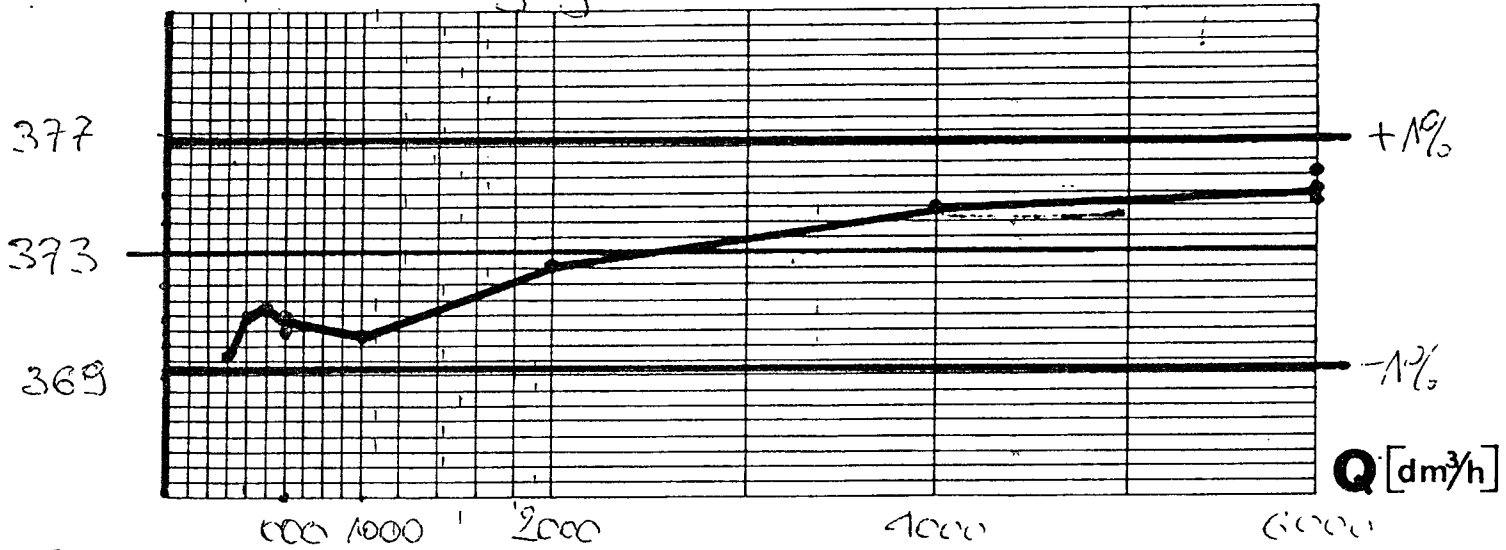
DATA

MIERNIK NR

wzorcowanie woda

WZORCOWAN

[imp/dm³] K * charakterystyka ostatnia



3

Lp.	Q [dm ³ /h]	N [imp]	H [mm]	V [dm ³]	K [imp/dm ³]
	drugi wirnik - 3 topki, na szpilce				
1	6000	33353	1314	96,84	344,41
2	6000	33194	1310	96,6	343,62
3	600	19030	768	56,64	335,98
4	600	20015	823	59,62	351,70
	* wirnik pięciokrotny - 4 topki, po odłożeniu szpilki				
1	6000	364081	1315	96,9	375,73
2	6000	363333	1316	96,98	374,71
3	600	18086	662	48,82	370,46
4	600	17017	622	45,86	371,06
5	500	14025	512	37,76	371,42
6	400	10014	366	26,98	371,16
7	300	20016	734	54,12	367,84
8	2000	33497	1220	83,8	372,60
9	4000	33967	1230	90,7	374,50
10	6000	36269	1311	96,66	375,22
11	600	10027	367	27,06	370,55
12	1000	15032	580	40,6	370,25

CZUJNIK NR

MIERNIK NR

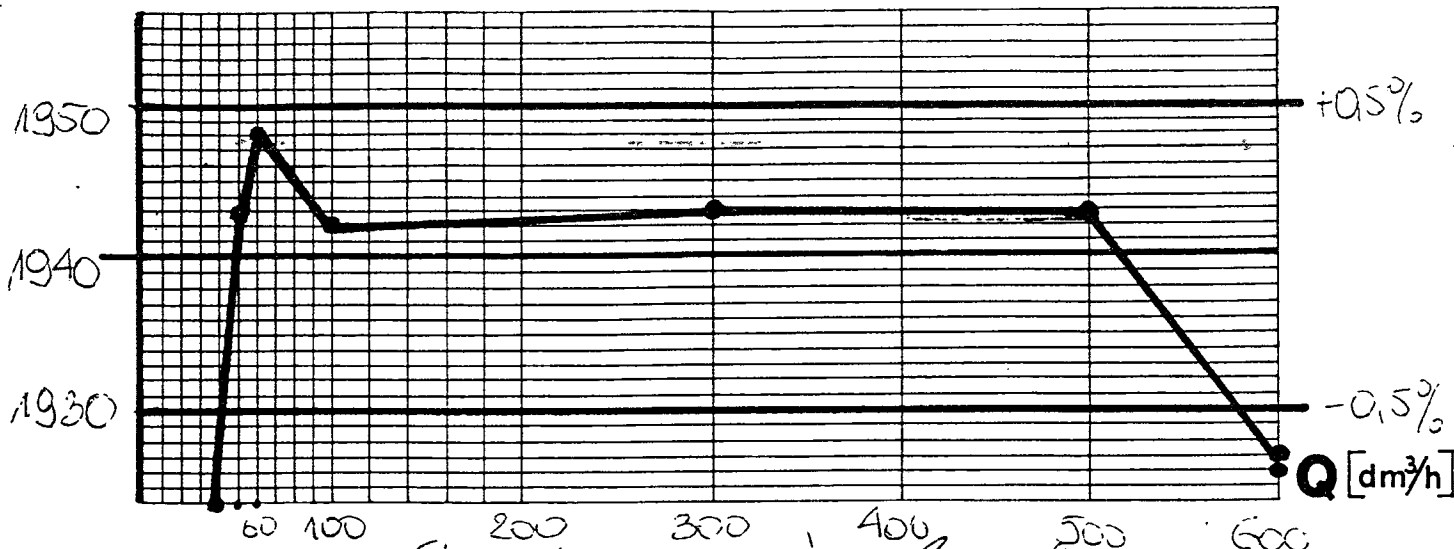
[imp/dm³] **K**

PT 6-10 Turcoman

wzorcowanie woda

laboratorium DPQ
DATA 8.8.11.28

WZORCOWAL



Lp.	Q [dm ³ /h]	N [imp]	H [mm]	V [dm ³]	K [imp/dm ³]
20	600	121943	814,5	67,46	1807,6
21	600	122856	816	67,56	1808,6
22	60	51485	415	30,6	1687,5
23	60	53151	402	28,62	1695,1
24	100	52018	415	30,6	1694,9
25	300	53028	618,5	45,67	1752,5
	600	85337	600	44,3	1926,3
	300	73255	511	37,75	1943,1
	100	65930	461	33,95	1941,9
	60	134999	940	69,3	1948,0
	600	34136	662	48,84	1827,0
	500	106816	496	54,81	1843,0
	40	54478	384	28,33	1823
	50	83087	318	42,73	1843

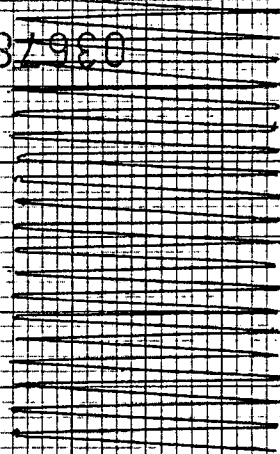
282938



PT 6 - Turbometer
 $q_f = 600 \frac{\text{dm}^3}{\text{h}}$
 $v = 100 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$
 coll. 10 ml

59 g/mol
 $v = 80 \text{ cm}^3$

687930

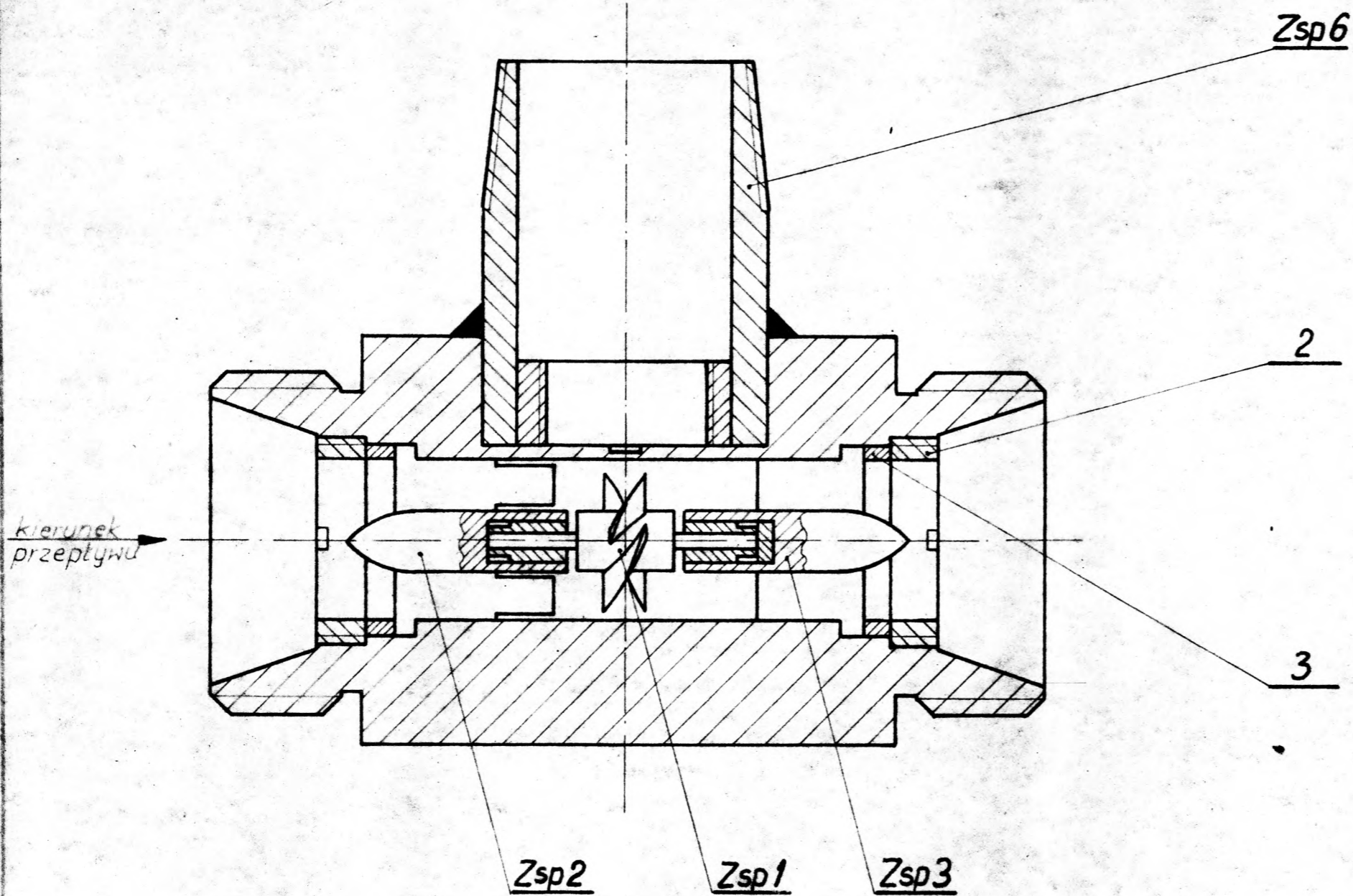


59 g/mol
 $v = 80 \text{ cm}^3$

Zat 5

PT 6 Turbometer
 coll. 10 ml
 $q_f = 600 \frac{\text{dm}^3}{\text{h}}$
 $v = 250 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$

kat 5

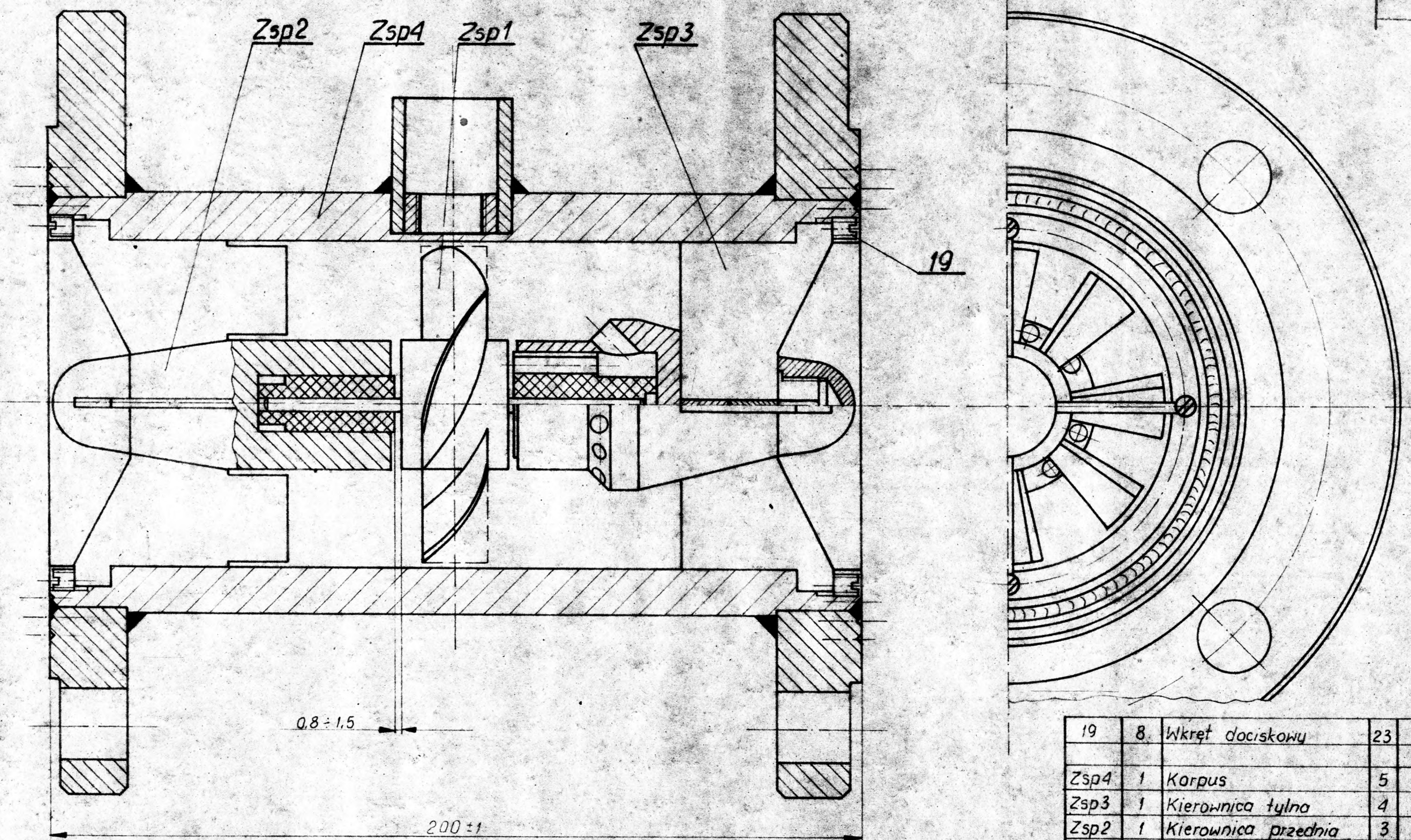


3	2	Pierścień	9
2	2	Nakrętka	8
Zsp6	1	Korpus czujnika kpl.	20
Zsp3	1	Zespół kier. tylnej	4
Zsp2	1	Zespół kier. przedniej	3
Zsp1	1	Wirnik kpl.	2

Uwaga

1. Przed montażem sprawdzić czystość elementów, w razie potrzeby umyć w rozpuszczalniku
2. Wirnik przy lekkim dmuchnięciu powinien obracać się płynnie bez gwałtownego hamowania
3. Nie wolno przedmuchiwać czujnika sprężonym powietrzem
4. Wirnik montować zgodnie z kierunkiem strzałki na korpusie
5. Po zmontowaniu czujnik przemyć w rozpuszczalniku (nitro, spirytus, benzyna)

				Nazwa		Podziałka	
				Czujnik turbinowy PT 15		2:1	
				Turbonetr		Ciężar	
						—	
Link	Hasł	Treść zmiany	Podpis	Data	Materiał	Zastępuje rys. Nr	Nr ark.
Projektował				06.88	—		1
Konstruował						Zastąpiono przez rys. Nr	Nr rys. zest.
Kreślił	W.2	Wła. ZWN					—
Sprawdził						Nr rysunku	Nr części
Kier. Prac.					Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów Warszawa	SK462	21 Zsp
Kier. Zakładu					Zakład DPQ		



19	8	Wkręt dociskowy	23
Zsp4	1	Korpus	5
Zsp3	1	Kierownica tylna	4
Zsp2	1	Kierownica przednia	3
Zsp1	1	Wirnik	2
Nr części lub nazw.	Ilość	Nazwa	Nr ark.

Uwagi:

1. Wirnik przy lekkim dmuchnięciu powinien obracać się płynnie bez gwałtownego hamowania.
2. Nie wolno przedmuchiwać zamontowanego czujnika sprężonym powietrzem.
3. Po zamontowaniu czujnik przemyć rozpuszczalnikiem (nitro, spirytus, benzyna).

Nazwa				Czujnik turbinowy PT80-Turbometr		Podziałka 1:1	
Wzrost				Ciepota		—	
Zastępuje rys. Nr				Zastąpiono przez rys. Nr		Nr ark. 1	
Zastąpiono przez rys. Nr				Nr rysunku		Nr rys. zast. Zsp	
Pracowniowy Instytut Automatyki i Pomiarów Warszawa				SK 472		2H Zsp1	
Zakład DDD							
Zadanie		Treść zmiany		Podpis		Data	
Projektował		2.1		EMO		08.88	
Konstruował		2.2		W. Z.			
Kreślił		2.2		W. Z.			
Sprawdził				EMO			
Kier. Prac.							
Kier. Zakładu							