

440

BE 10

DPQ

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

Marek Maciąg

Wykonawcy:

Piotr Dopierala

Jan Goska

Tadeusz Moliński

Zlec S 1843: „Przepływomierz klapowy do pomiarów ilości cieczy przepływającej w przewodach zamkniętych całkowicie wypełnionych..”

Etap 1.: „Opracowanie, wykonanie i badania modelu przepływomierza na bazie czujników klapowych PK/S.”

DOKUMENT WZORCOWY

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

PIAP

KIEROWNIK ZAKŁADU
Pomiaru Parametrów Przepływu

mgr inż. Wojciech Wiñarski

Pracę zakończono dnia 30.06.1998

Nr arch. 7566

Nr zlecenia S 1843

Analiza deskryptorowa

Przepływomierze klapowe.

Abstrakt

Praca zawiera opis konstrukcji modelu Przepływomierza Klapowego PK oraz opis przeprowadzonych badań laboratoryjnych i symulacyjnych .

Tytuły poprzednich sprawozdań

Nie było.

Rozdzielnik

Egz. 1 . DPQ

Egz. 2 . DPQ *gi. wyk.*

Egz. 3 . OIN *wzrostowy*

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
<i>DPQ</i>	Opracowanie i badania modelu	strona 1	stron 25

1. PRZEDMIOT PRACY	2
2. PODSTAWA WYKONANIA PRACY	2
3. DOKUMENTACJA SZKICOWA PRZEPLYWOMIERZA	2
4. OPIS KONSTRUKCJI MIERNIKA	2
5. OPIS ZMIAN W KONSTRUKCJI KLAPOWEGO CZUJNIKA PRZEPLYWU.	4
6. BUDOWA MODELU	4
7. BADANIA LABORATORYJNE MODELU.	4
7.1. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ.	4
7.2. BADANIA CHARAKTERYSTYKI ORAZ WZORCOWANIE CZUJNIKA KLAPOWEGO PK100	4
7.3. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI POMIARU OBJĘTOŚCI	5
7.4. SPRAWDZENIE DZIAŁANIA ZESPOŁÓW MIERNIKA I ALGORYTMU UKŁADU MIKROPROCESOROWEGO.	6
7.4.1. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI POMIARU OBJĘTOŚCI.	6
7.4.2. SPRAWDZENIE DOKŁADNOŚCI WYJŚCIOWEGO SYGNAŁU PRĄDOWEGO.	6
7.4.3. SPRAWDZENIE ODPORNOŚCI NA ZMIANY NAPIĘCIA ZASILANIA	7
8. WNIOSKI.	7

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 2	stron 25

1. Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy jest opracowanie i badania przepływowe modelu przepływomierza PK.

Przedmiotem etapu, którego dotyczy niniejsze sprawozdanie, było opracowanie konstrukcji modelu miernika przepływomierza, układu modelu przetwornika sygnału czujnika wraz z niezbędnymi korektami w konstrukcji czujnika, opracowanie dokumentacji szkicowej do wykonania modelu oraz przeprowadzenie badań przepływowych.

2. Podstawa wykonania pracy

Praca została wykonana w ramach zlecenia S1843: „Przepływomierz klapowy do pomiarów ilości cieczy przepływającej w przewodach zamkniętych całkowicie wypełnionych.”, etap 1. "Opracowanie, wykonanie i badania modelu przepływomierza na bazie czujników klapowych PK/S", który obejmuje:

- wykonanie dokumentacji szkicowej
- wykonanie modelu
- wykonanie badań przepływowych

3. Dokumentacja szkicowa przepływomierza

W ramach niniejszej pracy wykonano dokumentację szkicową miernika. Dokumentacja zawiera rysunki konstrukcyjne konstrukcji mechanicznej i elektronicznej niezbędne do wykonania modelu. Rysunki konstrukcji mechanicznej sporządzono przy pomocy programu komputerowego Autocad natomiast część elektroniczna miernika zaprojektowana została przy pomocy programu Ranger i Corel Draw.

4. Opis konstrukcji miernika

Miernik przepływomierza PK został umieszczony w obudowie z tworzywa sztucznego spełniającej wymagania dla stopnia ochrony IP65, przeznaczonej do zabudowy naściennej.

Układ elektroniczny miernika składa się z następujących bloków:

- zasilacza dostarczającego napięcia +12V, stabilizowanego +5V do zasilania mikroprocesorowego układu przeliczającego, odseparowanych galwanicznie napięć +15V i -15V do zasilania wyjściowego obwodu prądowego oraz odseparowanych galwanicznie od poprzednich napięć +12V i +24V zasilających obwody wejściowe miernika.
- układu wejściowego przetwarzającego wejściowy sygnał prądowy 4-20 mA na sygnał cyfrowy
- mikroprocesorowego układu przeliczającego
- przekaźników sygnalizacyjnych

4

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 3	stron 25

- bloku wizualizacji wyników
- opcjonalnie stosowanego układu wyjścia prądowego informującego o wartości strumienia objętości

Sygnal prądowy z czujnika PK100 przetwarzany jest przez 12-to bitowy przetwornik a/c na sygnał cyfrowy podawany przez blok optoizolatorów do mikroprocesorowego układu przeliczającego. Wartościom przetworzonego sygnału wejściowego przyporządkowane są rzeczywiste wartości strumienia objętości cieczy (uzyskane w trakcie wzorcowania). Do pamięci EEPROM miernika można wpisać max. 20-to odcinkową charakterystykę czujnika – co może nastąpić już w laboratorium po wzorcowaniu.

Do wprowadzenia ch-ki czujnika przepływu oraz opisanych poniżej innych danych służy program PK.EXE. Umożliwia on na przesłanie z komputera typu PC do miernika następujących danych:

- nr czujnika
- nr miernika
- 2-ch nastaw progowych sterujących przekaźnikami oraz diodami LED ($q < q_{min}$, $q > q_{max}$).
- wartości maksymalnej strumienia objętości (określającej 20 mA wyjściowego sygnału prądowego).
- jednostki w których jest wyświetlana wartość strumienia objętości (dm^3 / min lub m^3 / h).
- 20-to odcinkowej charakterystyki klapowego czujnika przepływu.

Powyższe dane mogą być wprowadzane wyłącznie przez producenta lub upoważniony serwis.

Wartość sygnału wejściowego (cyfrowego) przeliczana jest na podstawie charakterystyki czujnika. Wartość strumienia objętości cieczy jest stale porównywana z nastawami progowymi i w przypadku przekroczenia zadanych wartości następuje wysterowanie odpowiedniego przekaźnika oraz zaświecenie odpowiadającej danemu przekroczeniu diody LED.

Na płycie czołowej jest umieszczony wyświetlacz wskazujący wartość strumienia objętości, licznik wskazujący zliczoną objętość cieczy oraz trzy diody sygnalizacyjne (2 związane z nastawami progowymi oraz dioda informująca o załączeniu miernika do sieci).

Opcjonalnie stosowany wyjściowy sygnał prądowy proporcjonalny do strumienia objętości cieczy może pracować w jednym z trybów :

0 - 20 mA	dla $R_{obc.} = 0-500 \text{ Ohm}$
4 - 20 mA	jw.
0 - 5 mA	dla $R_{obc.} = 0-2000 \text{ Ohm}$

Sygnalizacyjne wyjścia przekaźnikowe związane z nastawami progowymi q_{min} i q_{max} posiadają obciążalność 2A / 250V.

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 4	stron 25

5. Opis zmian w konstrukcji klapowego czujnika przepływu.

W czujniku zabudowano przetwornik zmian małych rezystancji na sygnał prądowy z wykorzystaniem precyzyjnego układu XTR 101. Wychylenie kłapy czujnika dla pełnego zakresu przepływów powoduje zmianę prądowego sygnału wyjściowego w zakresie zbliżonym do 4-20 mA. W przetworniku świadomie zrezygnowano z dodatkowych elementów regulacyjnych powiększających gabaryty płytki drukowanej dostosowujących sygnał wyjściowy do standardu 4-20 mA ponieważ każdy czujnik ma indywidualną charakterystykę w związku z czym nie są one zamienne. Z punktu widzenia miernika przy 20-to punktowej linearyzacji charakterystyki nie jest istotne czy sygnał wejściowy ma zakres zmian 4-20mA czy np. 5-18mA.

Zastosowany przetwornik charakteryzuje się dużą odpornością na zakłócenia oraz wpływ temperatury i umożliwia przesyłanie sygnału na odległości kilkuset metrów. W początkowej fazie pracy próbowano także uprościć konstrukcję połączenia sprzęgła magnetycznego z nadajnikiem potencjometrycznym. W założeniu miało to znacznie uprościć montaż oraz zmniejszyć wymiary części pomiarowej czujnika. Przeprowadzone badania wykazały, że proponowany układ wnosił znaczącą histerezę sygnału wyjściowego przy narastaniu i opadaniu strumienia objętości. W związku z powyższym pozostano przy dotychczasowym rozwiązaniu połączenia nadajnika przy którym wpływ histerezy jest praktycznie niezauważalny.

6. Budowa modelu

Model miernika wykonany został wykonany wg. dokumentacji szkicowej opracowanej we wstępnym etapie pracy.

7. Badania laboratoryjne modelu.

7.1. Zakres wykonanych badań.

Badania przepływowe wykonywano w laboratorium przepływowym DPQ wykorzystując jako etalon czujnik mlekomiernika PT50-800 współpracujący z przelicznikiem laboratoryjnym NUT, który na podstawie charakterystyki czujnika turbinowego umożliwił określenie chwilowej wartości strumienia objętości oraz określenie objętości wody, która przepłynęła przez czujnik w trakcie pomiarów na objętość. Pozostałe badania przeprowadzono dla symulowanego sygnału wejściowego prądowego i porównywano wskazania przepływomierza z wynikami obliczonymi teoretycznie.

7.2. Badania charakterystyki oraz wzorcowanie czujnika klapowego PK100

Badania charakterystyki czujnika klapowego przeprowadzono na dwóch modelach nadajnika sygnału

PIAP	PRZEPŁYWOMIERZ KŁAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 5	stron 25

- czujnika z elastycznym połączeniem sprzęgła magnetycznego z nadajnikiem potencjometrycznym
- czujnika z połączeniem w wersji obecnie wykonywanej przez ZOOTECHNIKĘ

W jednym i drugim przypadku nadajnik potencjometryczny był sprzęgnięty z opracowanym przetwornikiem zmian małych rezystancji na prąd (wykonanym w oparciu o układ XTR101), a informacją o sygnale był stan przetwornika a/c umieszczonego na wejściu modelu przepływomierza PK100.

Połączenie elastyczne sprzęgła z nadajnikiem potencjometrycznym miało w założeniu znacznie uprościć samą konstrukcję czujnika i w znacznym stopniu zmniejszyć rozmiary części pomiarowej. Niestety zastosowane wstępnie rozwiązanie wniosło znaczącą histerezę charakterystyki czujnika pomiędzy narastającym i opadającym strumieniem objętości.

Wyniki pomiarów przedstawia **Tabela 1** oraz **Wykresy 1 i 2**. Wyniki te wskazują na brak możliwości zastosowania takiego rozwiązania w urządzeniu mającym mieć cechy urządzenia pomiarowego o zakładanej dokładności $\pm 3\%$.

Badania przeprowadzone na dotychczasowej konstrukcji połączenia sprzęgła magnetycznego z potencjometrem wykazała wyższość tej konstrukcji w zakresie uzyskanej histerezy. Wyniki tych pomiarów przedstawiono w **Tabeli 2** oraz **Wykresach 3 i 4**. Powyższe pomiary były przeprowadzone dla układu wejściowego o stałej całkowania ok. 0.2 sek a wskazania przetwornika a/c uśredniano co związane było z drganiem klapy i związanymi z nimi skokowymi zmianami odczytywanego stanu przetwornika a/c.

Po zwiększeniu stałej całkowania sygnału wejściowego do ok. 2 sek zdjęto ponownie charakterystykę czujnika i wprowadzono ją do pamięci nieulotnej miernika po czym wykonano pomiary kontrolne wraz z odczytem wartości strumienia objętości z modelu miernika przepływomierza PK100.

Reakcja czujnika na strumień objętości zaczyna się przy ok. 45 m³/min zaś rzeczywista charakterystyka od 80 dm³/min. Od ok. 850 dm³/min zmiany stanu przetwornika związane z wypłaszczeniem charakterystyki są minimalne. Przy wprowadzaniu charakterystyki czujnika do modelu miernika założono dla stanów przetwornika a/c odpowiadających strumieniowi objętości 50 dm³/min wartość 0, nadążenie za charakterystyką dla wartości odpowiadającej 70 dm³/min i dalej poruszanie się po punktach wzorcowania.

Wyniki pomiarów zawierają **Tabela 3** oraz **Wykresy 5 i 6**.

7.3. Sprawdzenie dokładności pomiaru objętości

Sprawdzenia dokonano na stanowisku przepływowym z wykorzystaniem czujnika mlekomierza PT 50-800 oraz miernika laboratoryjnego NUT.

Badanie polegało na sprawdzeniu czasu trwania naliczenia przez model przepływomierza kłapowego zadanej liczby impulsów odpowiadającej objętości cieczy przepływającej przez czujnik dla określonego strumienia objętości. Wraz ze wzrostem częstotliwości pracy liczydła związanym ze zwiększaniem przepływu zwiększano liczbę zadanych impulsów co utrzymywało czasy pomiarów na zbliżonym poziomie.

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 6	stron 25

Do prób zwiększono rozdzielczość liczydła sumującego przypisując działce elementarnej wartość 10dm^3 zamiast 100dm^3 przewidzianej jako standardową. Pozwoliło to na znaczne skrócenie czasu trwania pomiarów.

Na podstawie charakterystyki czujnika turbinowego określana była objętość wzorcowa oraz wstępna wartość strumienia objętości każdego pomiaru.

Ponieważ na stanowisku przepływowym $\varnothing 100$ występują problemy ze stabilnym utrzymaniem przepływu, a żaden z dodatkowych zaworów regulacyjnych nie działa, strumień objętości w trakcie długich pomiarów ulegał zmianom. W związku z powyższym przedstawione w tabelach wartości strumienia objętości należy traktować jako wartości średnie z czasu trwania całego pomiaru co (w związku z budową czujnika oraz nadajnika potencjometrycznego) mogło mieć wpływ na wyniki pomiarów objętości.

Wyniki wstępnych pomiarów dla kilku wartości strumienia objętości w całym zakresie pomiarowym przedstawiono w Tabeli 4 oraz Wykresie 7.

Następnie wykonano serie szczegółowych pomiarów w całym zakresie pomiarowym w punktach co $25\text{dm}^3/\text{min}$ co daje ok. 40 punktów pomiarowych. Pomiaru wykonano w punktach wzorcowania przy przepływach narastających oraz w punktach pośrednich przy przepływach opadających.

Wyniki tych pomiarów zawiera Tabele 5 i 6 oraz Wykresy 8 , 9 i 10.

7.4. Sprawdzenie działania zespołów miernika i algorytmu układu mikroprocesorowego.

Sprawdzenie działania zespołów miernika przeprowadzono zadając symulowany sygnał prądowy, odpowiadający punktom charakterystyki czujnika, do wejścia miernika. Odczyty liczydła oraz wyświetlacza a także wyjścia prądowego informującego o wartości strumienia objętości porównywano z wartościami obliczonymi teoretycznie na bazie założonej charakterystyki przepływu. Wyniki pomiarów przedstawia Tabela 7 oraz Wykresy 11 i 12.

7.4.1. Sprawdzenie dokładności pomiaru objętości.

Sprawdzenie wykonano mierząc czas naliczenia przez liczydło sumujące określonej impulsów (zwiększającej się w przypadku dużych przepływów) i porównując go z czasem obliczonym teoretycznie na podstawie charakterystyki. W każdym przypadku błąd zliczania nie przekraczał $\pm 0.3\%$ co pozostawia ponad 2,5% rezerwy dla pozostałej części układu pomiarowego .

7.4.2. Sprawdzenie dokładności wyjściowego sygnału prądowego.

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 7	stron 25

Sprawdzenia dokonano dla wyjściowego sygnału prądowego pracującego w trybie 4-20 mA. Wskazania porównywano z wartościami obliczonymi teoretycznie. Błąd wyjściowego sygnału prądowego w całym zakresie pomiarowym nie przekraczał $\pm 0.5\%$.

7.4.3. Sprawdzenie odporności na zmiany napięcia zasilania

Sprawdzenie wykonano przy zasilaniu miernika napięciami:

- 220V AC - nominalne
- 242V AC - podwyższone
- 187V AC - obniżone

Nie zaobserwowano żadnych zakłóceń w pracy przepływomierza dla podwyższonego i obniżonego napięcia zasilania.

8. Wnioski.

Opracowane w ramach niniejszego tematu urządzenie spełnia założone wymagania metrologiczne – w całym zakresie zmian strumienia objętości błędy pomiarów nie przekroczyły wartości $\pm 3\%$. Dotyczyło to pomiarów wartości strumienia objętości (dla którego błędy były liczone były w punkcie pomiarowym a nie w odniesieniu do zakresu – co związane było z tym, że wartość strumienia objętości jest podstawą do zliczania objętości cieczy, która przepłynęła przez czujnik) oraz pomiarów objętości.

Badania symulacyjne przeprowadzone na modelu miernika potwierdziło prawidłowość zastosowanych rozwiązań układowych.

Wprowadzona 20-to odcinkowa linearyzacja pozwoliła na dość precyzyjne odwzorowanie charakterystyki czujnika. Widoczne na wykresach badań laboratoryjnych skokowe zmiany wartości błędów związane są z budową nadajnika potencjometrycznego. Mała liczba zwojów potencjometru powoduje skokowe zmiany wartości sygnału wyjściowego przy niewielkich zmianach kątowych związanych z wypłaszczeniem charakterystyki czujnika - zwłaszcza w zakresie większych przepływów. Pewien wpływ na wyniki pomiarów miał także brak możliwości dokładnej regulacji wartości strumienia objętości na stanowisku pomiarowym. Główny zawór posiadał histerezę praktycznie uniemożliwiającą płynną regulację zaś pozostałe zawory regulacyjne nie działały. Miało to jednak pewną zaletę – nie było możliwości powtórzenia pomiarów dokładnie w punktach wzorcowania, co dało rzeczywisty obraz pracy modelu przepływomierza przy badaniach na pomiar objętości.

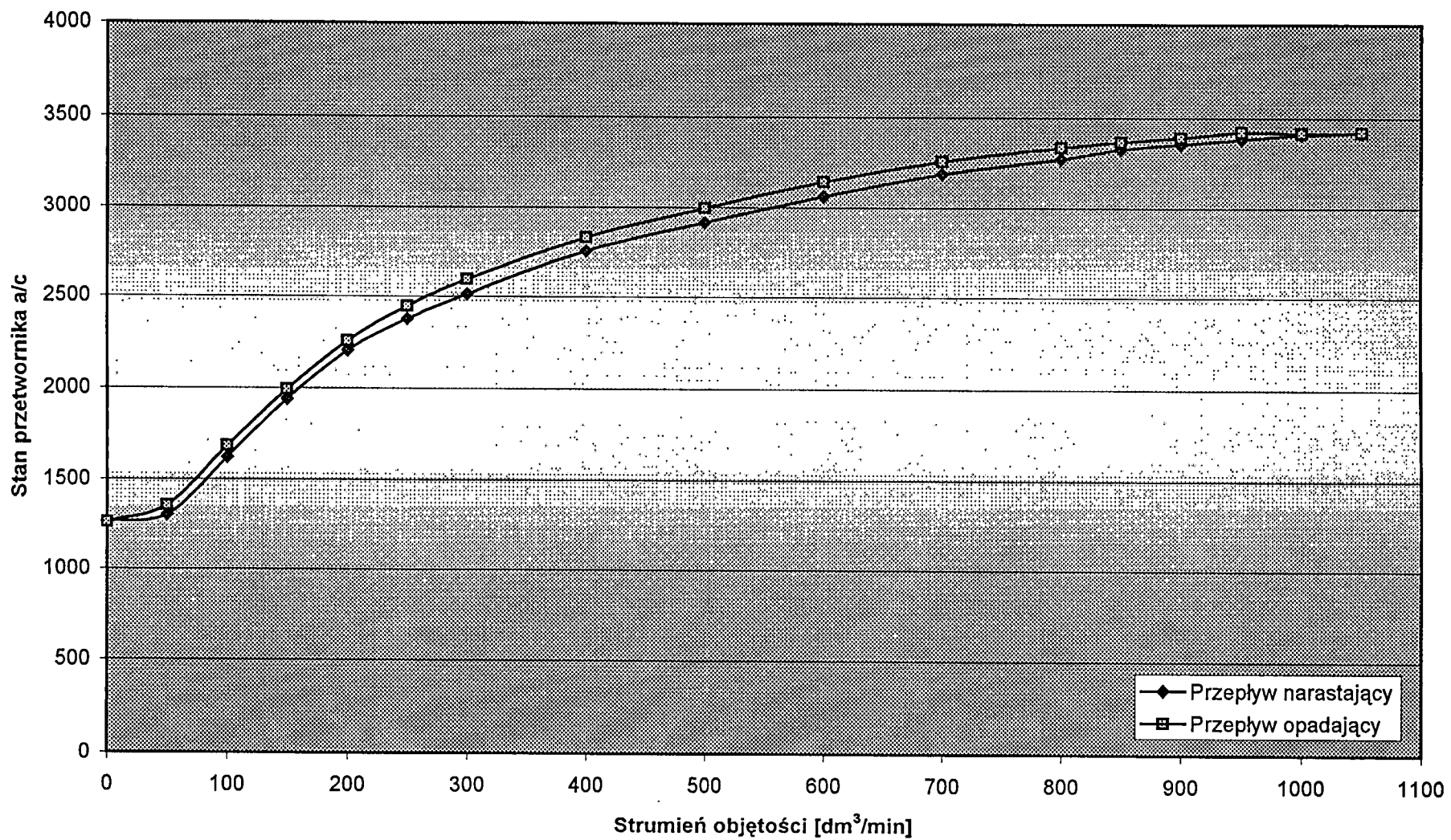
Jeżeli badania prototypów w następnym etapie pracy potwierdzą uzyskane wyniki będzie można rozważyć w przyszłości zmianę konstrukcji klapy czujnika w celu zmniejszenia wypłaszczenia charakterystyki czujnika oraz zlecenia KFAP opracowania nadajnika potencjometrycznego o większej rozdzielczości. Pozwoli to prawdopodobnie za dalsze podniesienie dokładności urządzenia do wartości bliskiej $\pm 1.5\%$.

PIAP	PRZEPŁYWOMIERNIK KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 8	stron 25

TABELA 1. Charakterystyka czujnika PK100 z elastycznym połączeniem nadajnika potencjometrycznego

str. objętości	stan a/c przepływ narastający	stan a/c przepływ opadający	różnica a/c	histereza
dm ³ /min	imp	imp	imp	%
0	1263	1261	-2	
50	1302	1358	56	
100	1622	1683	61	16,99
150	1940	1992	52	7,68
200	2203	2254	51	5,43
250	2377	2446	69	6,19
300	2515	2594	79	6,31
400	2755	2831	76	5,09
500	2917	2998	81	4,90
600	3066	3148	82	4,55
700	3191	3259	68	3,53
800	3275	3337	62	3,08
850	3328	3368	40	1,94
900	3355	3391	36	1,72
950	3383	3423	40	1,89
1000	3410	3417	7	0,33
1050	3421	3421	0	0

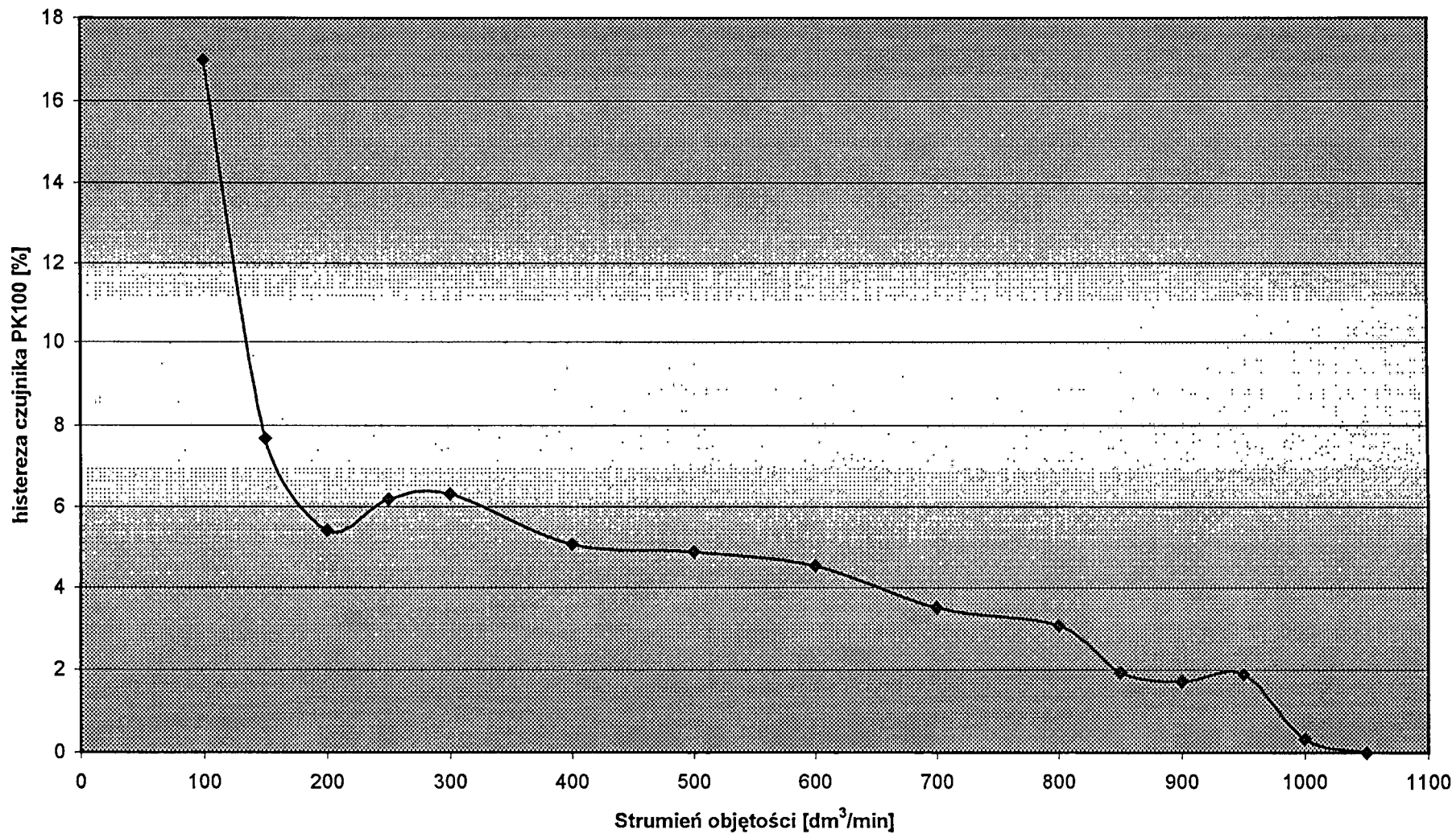
WYKRES 1. Charakterystyka czujnika PK100 z elastycznym połączeniem nadajnika potencjometrycznego.



PIAP	PRZEPŁYWOMIERNIK KLAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 9
		stron 25

11

WYKRES 2. Histereza czujnika PK100 z elastycznym połączeniem nadajnika potencjometrycznego.



12

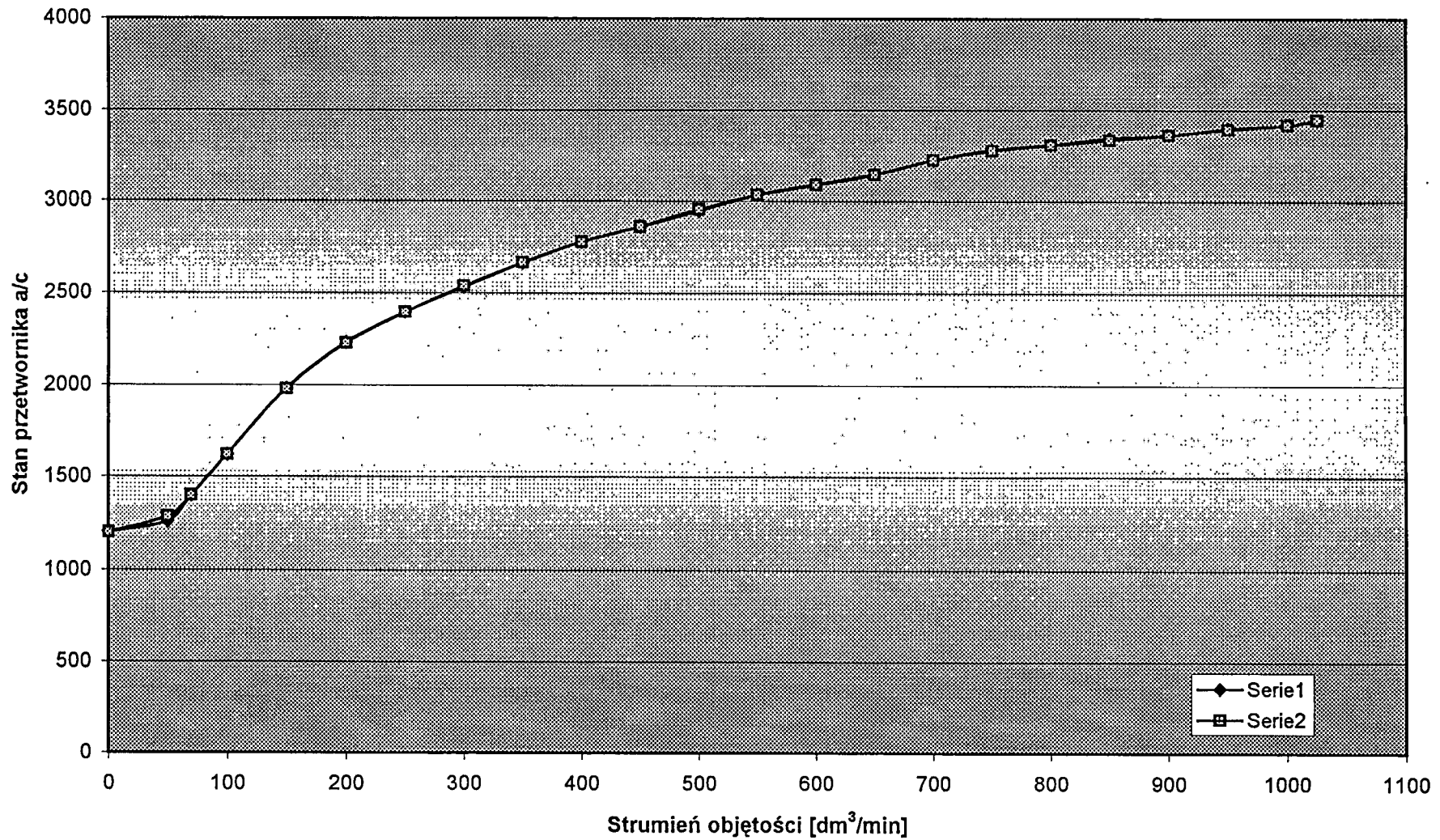
PIAP	PRZEPŁYWOMIERNIK KLAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPO	Opracowanie i badania modelu	strona 10 stron 25

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 11	stron 25

TABELA 2. Charakterystyka czujnika PK100 z dotychczasowym połączeniem nadajnika potencjometrycznego dla całkowania 0,2 sek z uśrednianem wskazań przetwornika a/c.

strumień objętości	stan przetwornika a/c przy przepływie narastającym	stan przetwornika a/c przy przepływie opadającym	histereza	histereza
dm ³ /min	imp	imp	imp	%
0	1203	1202	-1	-0,08
50	1260	1287	27	2,14
70	1399	1398	-1	-0,07
100	1620	1619	-1	-0,06
150	1981	1980	-1	-0,05
200	2231	2230	-1	-0,04
250	2397	2396	-1	-0,04
300	2535	2540	5	0,20
350	2670	2673	3	0,11
400	2785	2784	-1	-0,04
450	2867	2867	0	0,00
500	2951	2960	9	0,30
550	3033	3033	0	0,00
600	3090	3089	-1	-0,03
650	3146	3143	-3	-0,10
700	3222	3225	3	0,09
750	3281	3276	-5	-0,15
800	3309	3308	-1	-0,03
850	3345	3336	-9	-0,27
900	3364	3364	0	0,00
950	3400	3395	-5	-0,15
1000	3420	3419	-1	-0,03
1025	3447	3447	0	0,00

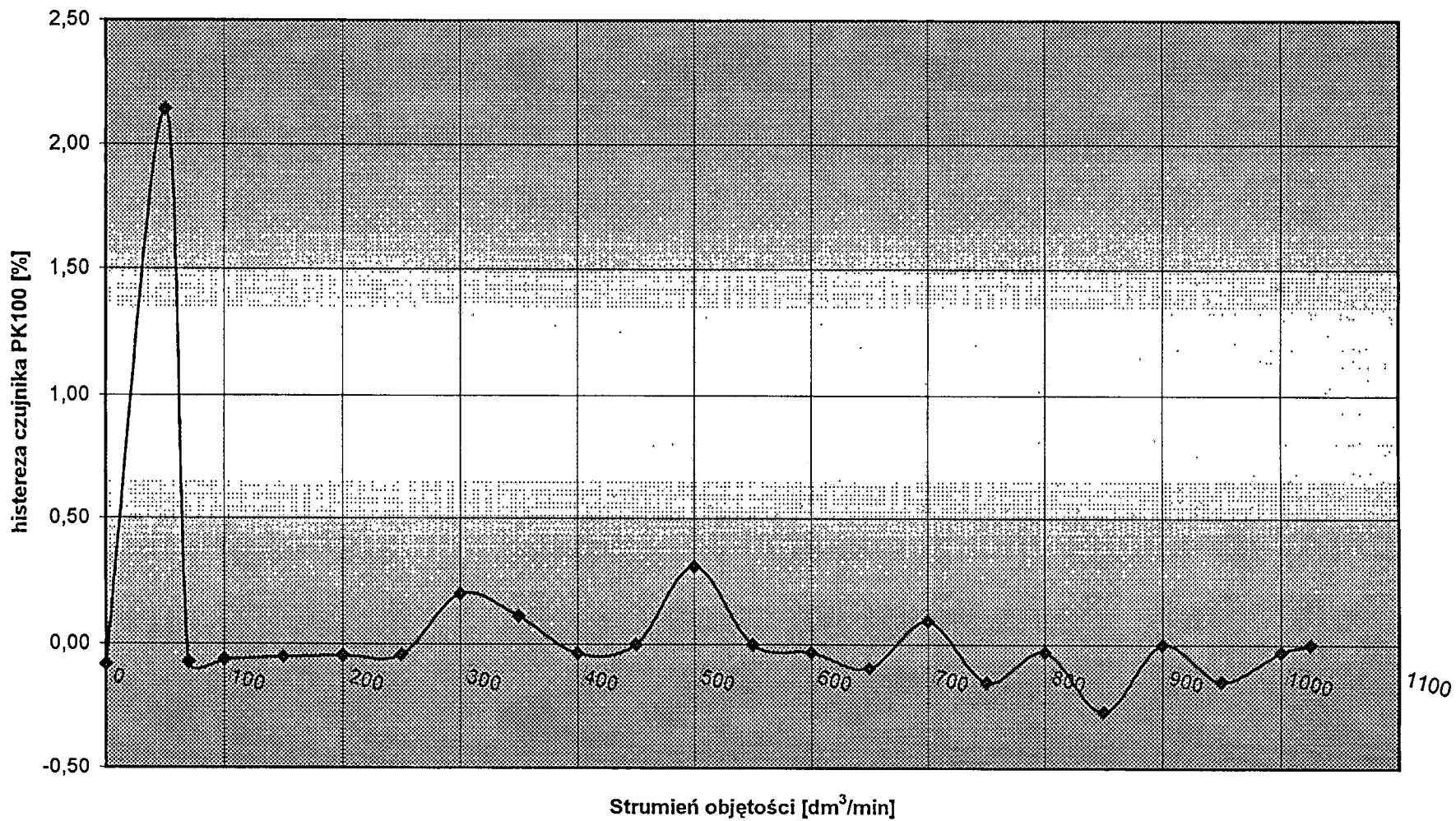
WYKRES 3. Charakterystyka czujnika PK100 z dotychczasowym połączeniem nadajnika potencjometrycznego dla całkowania 0,2 sek z uśrednieniem wskaźań przetwornika a/c.



44

PIAP	PRZEPŁYWOMIERNIK KLAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPCQ	Opracowanie i badania modelu	strona 12 stron 25

WYKRES 4. Histereza czujnika PK100 z dotychczasowym połączeniem nadajnika potencjometrycznego dla całkowania 0,2 sek z uśrednianem wskazań przetwornika a/c .



15

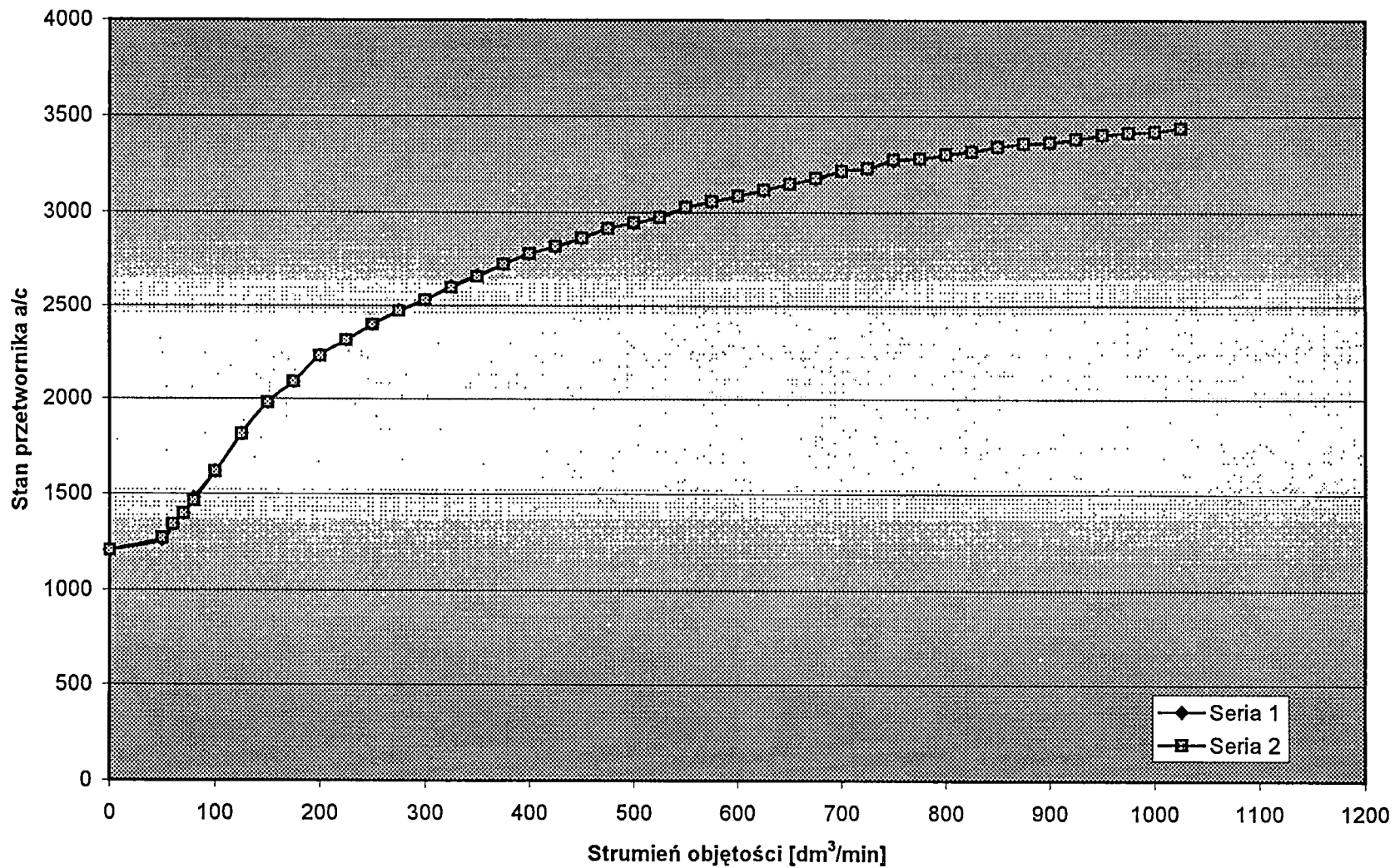
PIAP	PRZEPŁYWOMIERNY KŁAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 13
		stron 25

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 14	stron 25

TABELA 3. Charakterystyka czujnika PK100 z dotychczasowym połączeniem nadajnika potencjometrycznego dla całkowania 2 sek oraz badania wskazań strumienia objętości po wprowadzeniu charakterystyki.

Strumień objętości zadany	stan a/c	stan a/c	Strumień objętości modelu	błąd q w punkcie
dm ³ /min	imp	imp	dm ³ /min	%
0	1203	1203	0	
50	1258	1268	0	
60	1340	1340	42,21	
70	1396	1397	70,27	0,385714
80	1480	1464	79,02	-1,225
100	1619	1619	100	0
125	1813	1812	126,81	1,448
150	1979	1980	150,2	0,133333
175	2090	2090	172,38	-1,49714
200	2227	2228	200,3	0,15
225	2311	2312	225	0
250	2395	2396	250	0
275	2476	2473	278,3	1,2
300	2534	2534	300	0
325	2608	2601	326,78	0,547692
350	2668	2660	347,39	-0,74571
375	2727	2727	375,65	0,173333
400	2783	2782	399,53	-0,1175
425	2820	2821	423,1	-0,44706
450	2865	2865	450	0
475	2920	2916	481,6	1,389474
500	2946	2948	501,2	0,24
525	2980	2976	518,07	-1,32
550	3029	3030	550,86	0,156364
575	3056	3059	575,86	0,149565
600	3087	3087	600	0
625	3116	3119	624,85	-0,024
650	3152	3150	648,46	-0,23692
675	3175	3180	670,81	-0,62074
700	3215	3217	701,82	0,26
725	3230	3231	714,55	-1,44138
750	3270	3274	754,2	0,56
775	3279	3281	768,23	-0,87355
800	3304	3303	798,51	-0,18625
825	3320	3318	817,36	-0,92606
850	3343	3343	850	0
875	3359	3358	888,2	1,508571
900	3363	3364	901,75	0,194444
925	3382	3380	928,57	0,385946
950	3402	3403	975,2	2,652632
975	3416	3415	991,07	1,648205
1000	3420	3420	1000,1	0,01
1025	3440	3438	1003,9	-2,05854

WYKRES 5. Charakterystyka czujnika PK100 z dotychczasowym połączeniem nadajnika potencjometrycznego dla całkowania 2 sek.

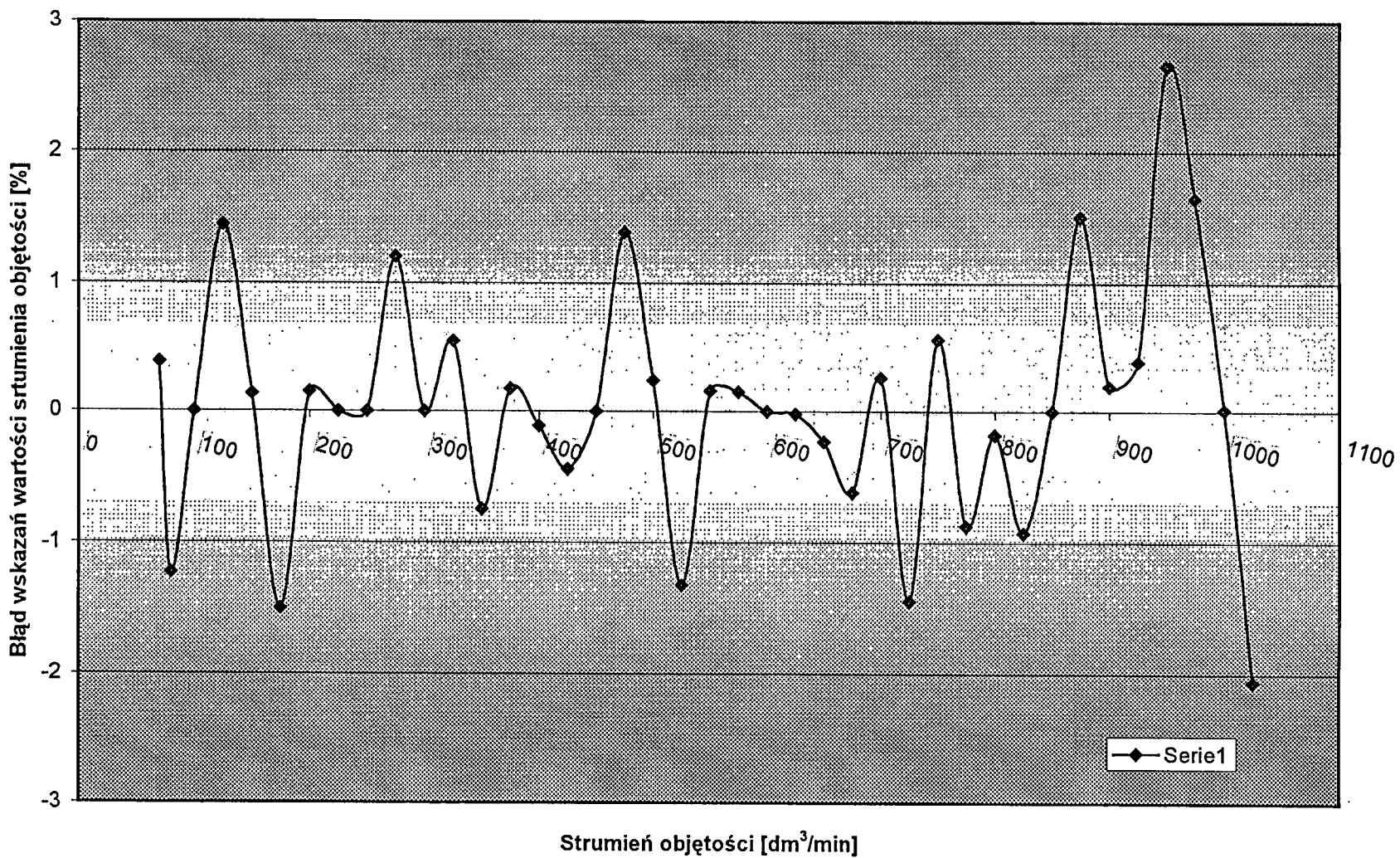


14

PIAP	PRZEPŁYWOMIERNIK KLAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 15 stron 25

18

WYKRES 6. Badania przepływowe Przepływomierza PK100

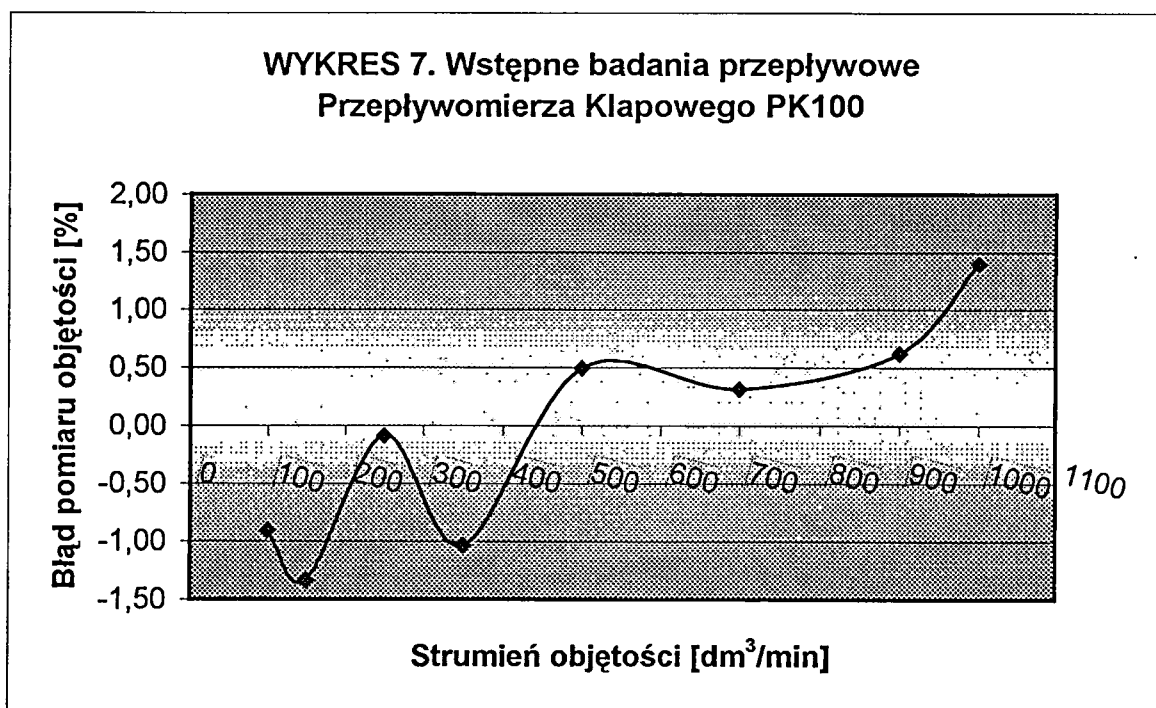


PIAP	PRZEPŁYWOMIERNIK KLAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 16
		stron 25

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 17	stron 25

TABELA 4. Wstępne badania przepływowe Przepływomierza Klapowego PK100

q nast. dm ³ /min	q rzecz dm ³ /min	t pomiaru sek	n imp imp	obj wzor dm ³	obj. zmierzona dm ³	błąd V %
100	107,61	168,8	4868	302,74	300	-0,90
150	156,93	155	6519	405,41	400	-1,33
250	259,74	115,6	8047	500,44	500	-0,09
350	356,63	85	8124	505,22	500	-1,03
500	501,72	119	16001	995,09	1000	0,49
700	690,69	86,6	16030	996,89	1000	0,31
900	891,34	133,8	31962	1987,69	2000	0,62
1000	990,32	119,5	31716	1972,39	2000	1,40

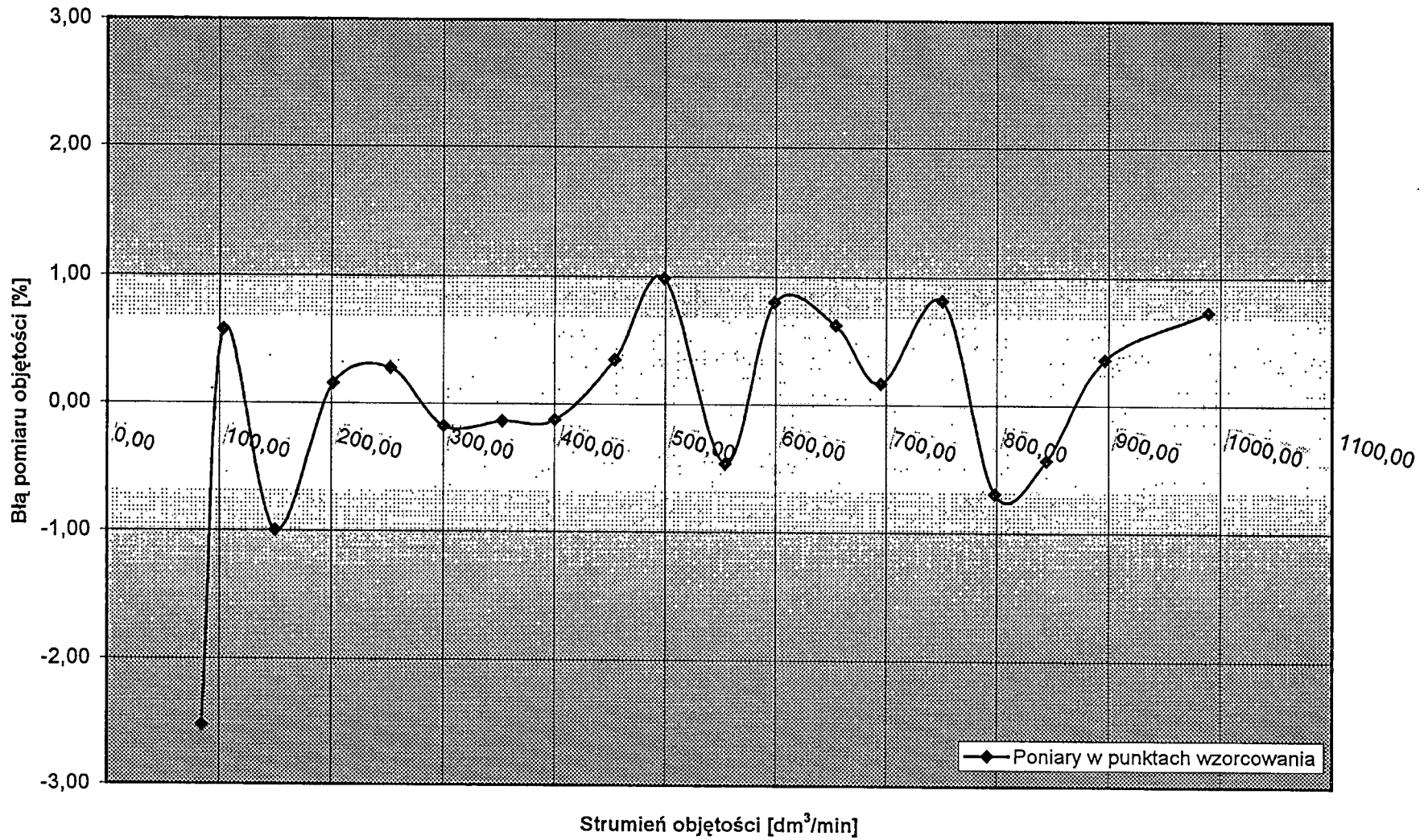


PIAP	PRZEPŁYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 18	stron 25

TABELA 5. Badania przepływowe przepływomierza PK100 w punktach wzorcowania.

q nast. dm ³ /min	q rzecz dm ³ /min	t pomiaru sek	n imp imp	obj wzor dm ³	obj. zmierzona dm ³	błąd %
80	84,51	218,5	4949	307,77	300	-2,53
100	103,66	230,2	6395	397,70	400	0,58
150	150,07	242,3	9745	606,03	600	-1,00
200	201,59	178,3	9633	599,07	600	0,16
250	252,81	142	9621	598,32	600	0,28
300	300,53	120	9665	601,06	600	-0,18
350	353,42	102	9661	600,81	600	-0,13
400	400,50	105	11270	700,87	700	-0,12
450	454,94	92	11217	697,57	700	0,35
500	499,27	83,3	11146	693,16	700	0,99
550	554,55	108,7	16155	1004,66	1000	-0,46
600	598,82	99,4	15952	992,04	1000	0,80
650	654,52	91,1	15980	993,78	1000	0,63
700	695,41	129,2	24079	1497,45	1500	0,17
750	750,79	118,9	23924	1487,81	1500	0,82
800	797,80	113,6	24289	1510,51	1500	-0,70
850	844,78	107	24225	1506,53	1500	-0,43
900	896,75	100	24033	1494,59	1500	0,36
1000	989,41	90,3	23944	1489,05	1500	0,74

WYKRES 8. Badania przepływowe Przepływomierza PK100



76

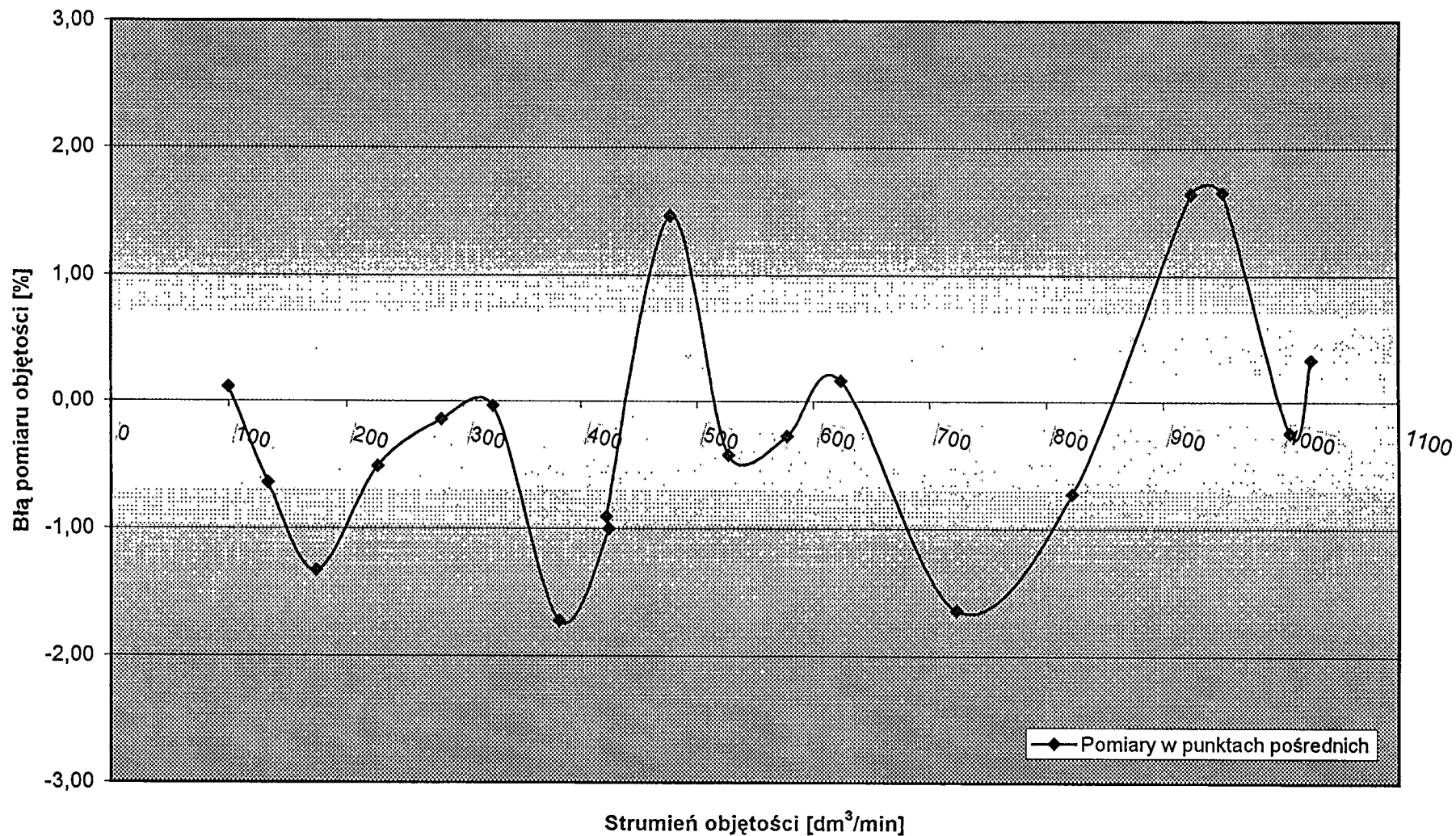
PIAP	PRZEPŁYWOMIERNIK KLAPOWY/PK	Nr arch. 7566
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 19 stron 25

PIAP	PRZEPŁYWOMIERZ KŁAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 20	stron 25

TABELA 6. Badania przepływowe przepływomierza PK100 w punktach pośrednich.

q nast. dm ³ /min	q rzecz dm ³ /min	t pomiaru sek	n imp imp	obj wzor dm ³	obj. zmierzona dm ³	błąd V %
100	99,92	299,9	8031	499,44	500	0,11
125	133,42	226,3	8092	503,23	500	-0,64
175	174,63	174,1	8148	506,72	500	-1,33
225	226,73	159,6	9698	603,11	600	-0,52
275	281,00	128,3	9662	600,87	600	-0,14
325	324,94	129,3	11260	700,25	700	-0,04
375	381,56	112	11453	712,25	700	-1,72
425	424,25	100	11370	707,09	700	-1,00
425	422,15	100,4	11359	706,41	700	-0,91
475	476,86	86,8	11093	689,86	700	1,47
525	527,24	80	11304	702,99	700	-0,42
575	577,72	72,9	11287	701,93	700	-0,27
625	623,95	96	16053	998,32	1000	0,17
725	723,11	118,1	22887	1423,32	1400	-1,64
825	822,32	73,5	16198	1007,34	1000	-0,73
925	923,84	63,9	15821	983,89	1000	1,64
950	950,50	62,1	15819	983,77	1000	1,65
1000	1007,66	77,6	20956	1303,23	1300	-0,25
1025	1025,77	58,3	16027	996,70	1000	0,33

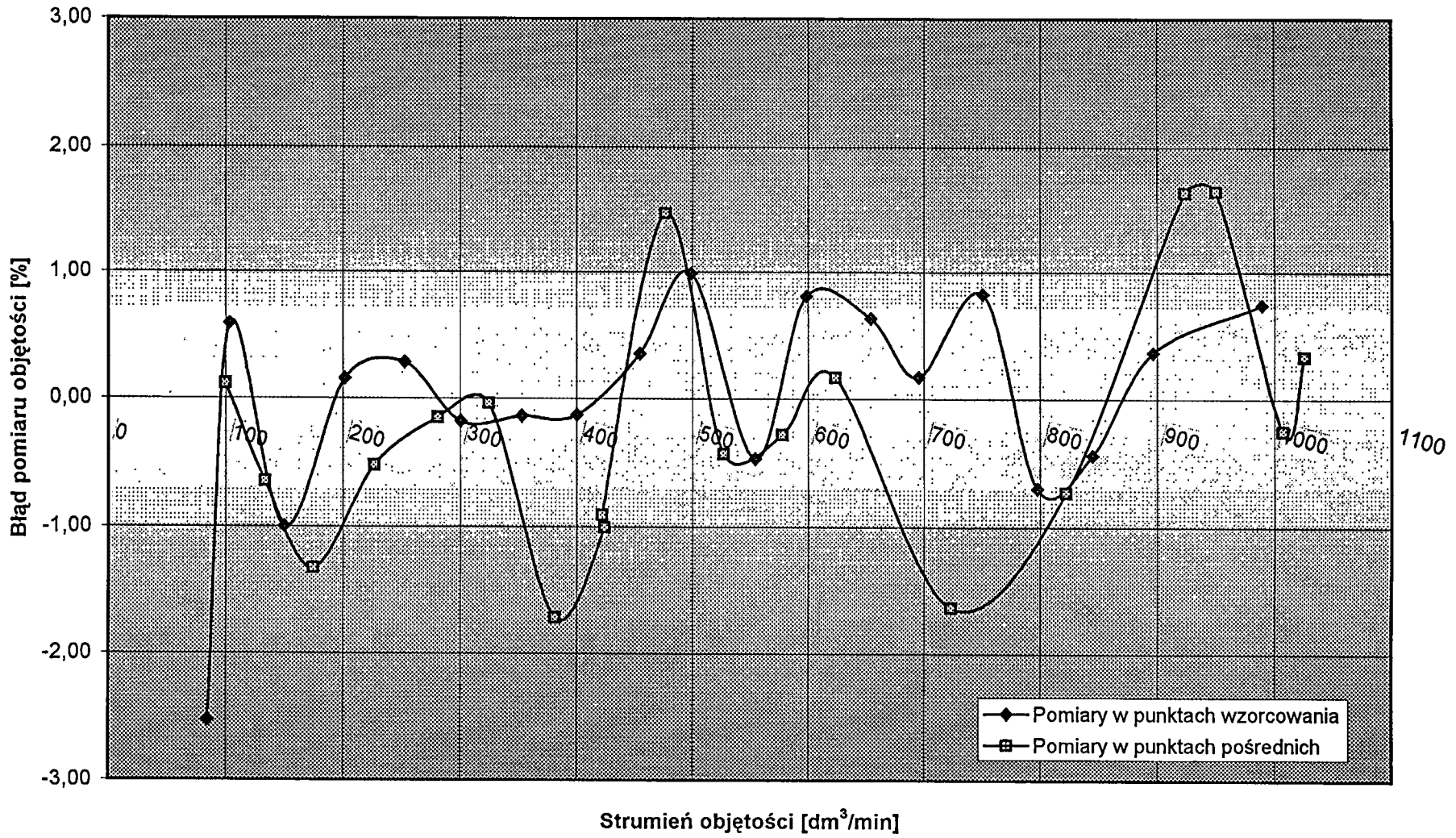
WYKRES 9. Badania przepływowe Przepływomierza PK100



PIAP	PRZEPŁYWOMIERNICZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 21 stron 25

23

WYKRES 10. Badania przepływowe Przepływomierza PK100



176

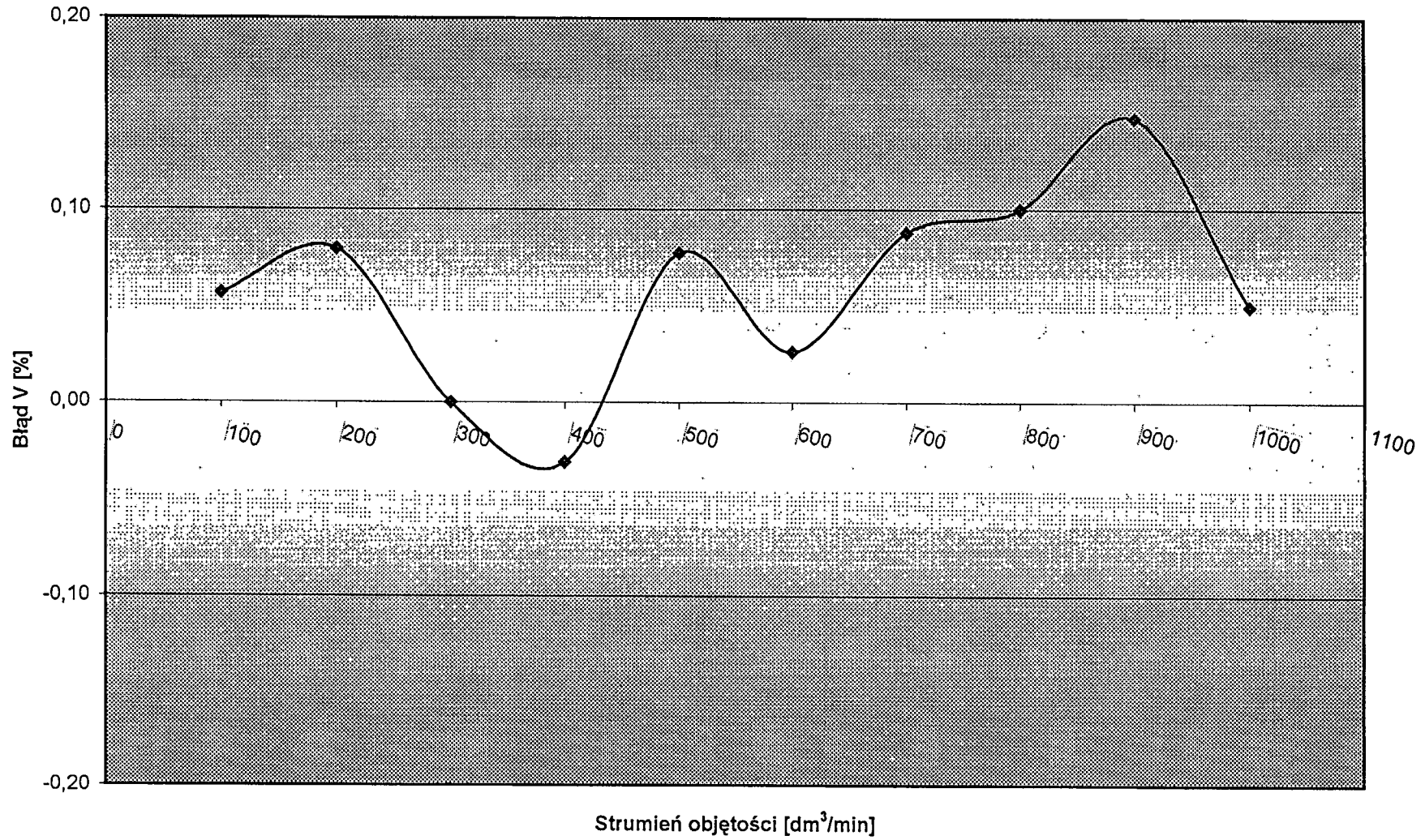
PIAP	PRZEPŁYWOMIERNICZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 22 stron 25

PIAP	PRZEPLYWOMIERZ KLAPOWY PK	Nr arch. 7566	
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 23	stron 25

TABELA 7. Badania symulacyjne.

strumień zadany	stan przetwornik a a/c	objętość miernika	czas pomiaru	objętość teoretyczna	błąd pomiaru objętości	wyjściowy sygnał analogowy miernika	wyjściowy sygnał analogowy teoretyczny	błąd sygnału analogowe go
dm ³ /min	imp	dm ³	sek	dm ³	%	mA	mA	%
0	1203					4,02	4	-0,1
100	1619	500	300,17	500,28	0,06	5,62	5,6	-0,1
200	2227	500	150,12	500,40	0,08	7,21	7,2	-0,05
300	2534	1500	300	1500,00	0,00	8,83	8,8	-0,15
400	2783	1500	224,93	1499,53	-0,03	10,43	10,4	-0,15
500	2946	1500	180,14	1501,17	0,08	12,06	12	-0,3
600	3087	1500	150,04	1500,40	0,03	13,62	13,6	-0,1
700	3215	2000	171,58	2001,77	0,09	15,18	15,2	0,1
800	3304	2000	150,15	2002,00	0,10	16,83	16,8	-0,15
900	3363	2000	133,53	2002,95	0,15	18,45	18,4	-0,25
1000	3419	2000	120,06	2001,00	0,05	20,01	20	-0,05

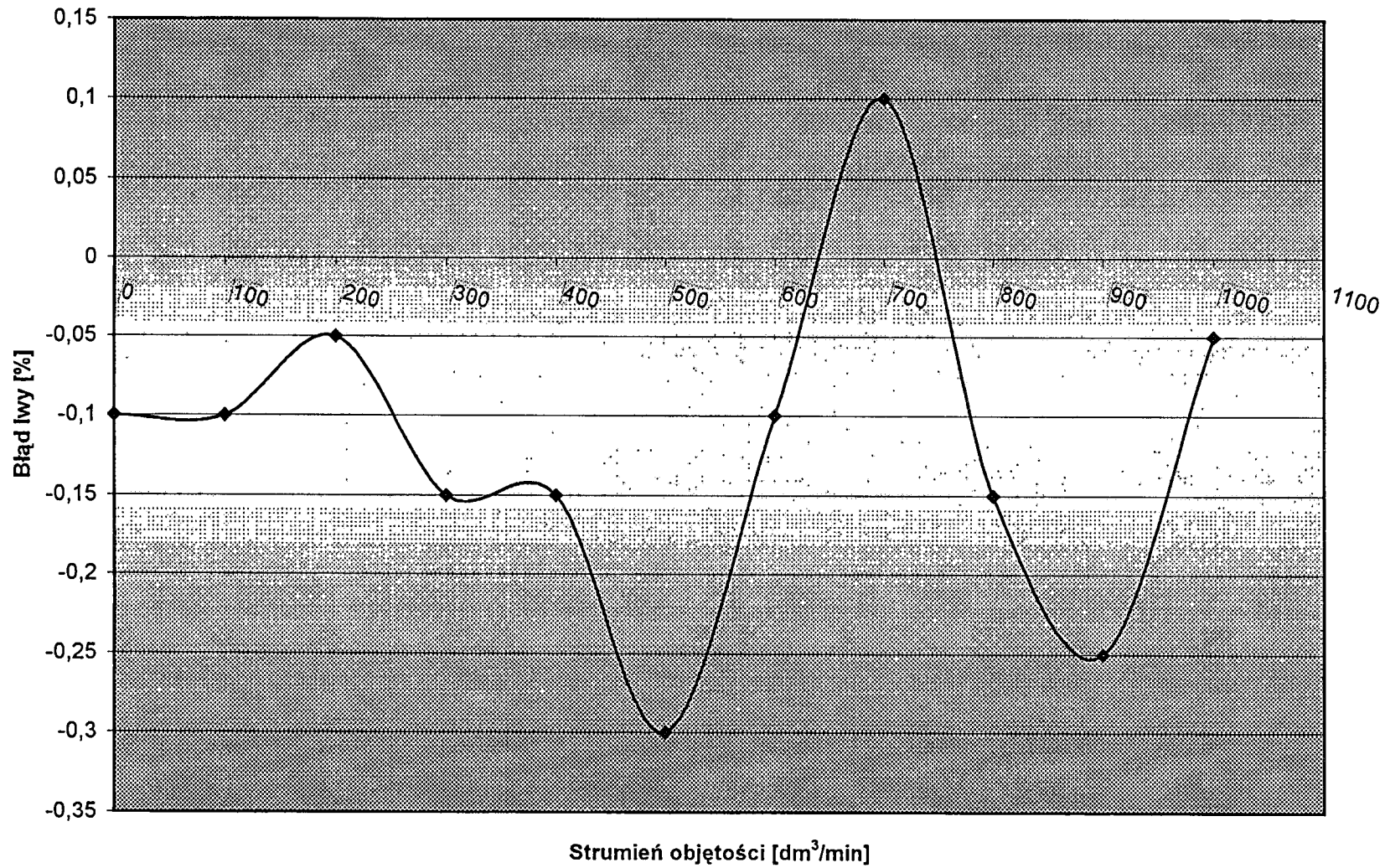
WYKRES 11. Błąd zliczania objętości w badaniach symulacyjnych



PIAP	PRZEPŁYWOMIERNIK KLAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 24
		stron 25

26

WYKRES 12. Błąd wyjściowego sygnału analogowego w badaniach symulacyjnych.



PIAP	PRZEPŁYWOMIERNIK KLAPOWY PK	Nr arch. 7566
DPQ	Opracowanie i badania modelu	strona 25
		stron 25

726