Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa

440 BE10

ZAKŁAD POMIARU PARAMETRÓW PRZEPŁYWU

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca mgr inż. Tadeusz Moliński

Wykonawcy: dr inż Wiesław Czerwiec

mgr inż Wojciech Winiarski

Bogdan Jóźwiak

TEMAT: Badanie wpływu wybranych węzłów konstrukcyjnych turbinowego czujnika przepływu na jego parametry trwałościowe i metrologiczne.

Etap 3 : Badania wpływu cech konstrukcyjnych wirnika akrylowego z ułożyskowaniem ceramicznym na parametry metrologiczne i trwałościowe turbinowego czujnika przepływu.

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca PIAP

Kierownik Zakładu DPQ

mgr inż. Wojciech Winiarski

Z-ca Dyrektora
ds. Badawczo - Rozwojowych

dr inż. Jan Jabłkowski

Pracę zakończono dnia 1997-06-30

Nr arch. Numer 7442

Nr zlecenia Zlecenie S1651

Analiza deskryptorowa

CZUJNIKI TURBINOWE, Badania

Abstrakt

Sprawozdanie zawiera:
- Wyniki badań trwałościowych 3 szt. czujników PT32.
- Wyniki badań laboratoryjnych partii wirników akrylowych wykonanych przez zalewanie tworzywem osi z magnesem.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Badania trwałościowe realizowane w ramach zlecenia S1336
Sprawozdania o następujących numerach archiwalnych:
- 6975 - Etap 1 i 2
- 7017 - Etap 3
- 7105 - Etap 4
- 7169 - Etap 5
- 7261 - Etapy 6a, 6b i 7

Zlecenie S1651
- 7320 - Etap 1
- 7363 - Etap 2

Rozdzielnik

OIN

Egz. 1. .....

DPQ

Egz. 2. .....

DPQ

Egz. 3. .....

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie

1.1. Podstawa i cel realizacji pracy
1.2. Przedmiot badań

2. Próby trwałościowe łożysk ceramicznych

3. Modyfikacja konstrukcji i technologii wykonania wirnika akrylowego

3.1. Zakres zmian
3.2. Przebieg i wyniki badań
3.3. Określenie różnic kosztów wykonania wirników

4. Wnioski

1. Wprowadzenie

1.1. Podstawa i cel realizacji pracy

Podstawą realizacji pracy było otwarcie zlecenia nr S1651 etap 3.

Celem pracy w trzecim etapie było:

– uzyskanie szerszych informacji na temat wpływu technologii wykonania wirnika akrylowego z ułożyskowaniem ceramicznym na właściwości metrologiczne czujnika,
– sprawdzenie odporności wirników akrylowych z łożyskami ceramicznymi na przeciążenia, które mogą wystąpić podczas eksploatacji,
– porównanie kosztów wykonania wirników,
– określenie możliwości zastosowania ułożyskowań ceramicznych i wirników akrylowych do bieżącej produkcji czujników turbinowych.

Zakres prac obejmował następujące badania:

– sprawdzenie stabilności parametrów metrologicznych (kontynuacja badań trwałościowych),
– sprawdzenie wpływu technologii wykonania wirnika akrylowego na charakterystykę wzorcowania.
-- próby odporności na udary hydrauliczne czujnika z wirnikiem akrylowym,

1.2. Przedmiot badań

Przedmiotem badań były cztery czujniki turbinowe PT32-400M w ośmiu wykonaniach modelowych, różniących się wirnikami i średnicami łożysk:
– czujnik nr 3, 4 i 6 (według numeracji poprzedniego etapu pracy) – kontynuacja badań trwałościowych,
– czujnik nr 5 z łożyskami ceramicznymi $\phi 1{,}6$ tak usytuowanych, aby istniała możliwość przeprowadzenia badań pięciu wirników akrylowych o zmienionej konstrukcji i technologii wykonania.
Do badań odporności na udary hydrauliczne wytypowano czujnik nr z wirnikiem

2. Próby trwałościowe łożysk ceramicznych

Podobnie jak w poprzednim etapie pracy kończąc kolejny cykl badań trwałościowych wyznaczono charakterystyki wtórne czujników (nr 3, 4 i 6) – wyniki załączono do sprawozdania.

Charakterystyka czujnika nr 3 (czopy długie ϕ3) po 2026 godzinach próby tj. po **8104** godzinach normalnej eksploatacji nie różni się zasadniczo od charakterystyk poprzednich zarówno co do rozpiętości jak i wartości stałej K. Nie stwierdzono również zmian wyglądu i wymiarów współpracujących elementów ułożyskowania wirnika.

W czujnikach nr 4 (wirnik akrylowy, łożyska ϕ3) i nr 6 (czopy krótkie ϕ2, ceramika ITME) również nie stwierdzono zmian stałej, przebiegu charakterystyki, wyglądu i wymiarów elementów ułożyskowania.

Przeprowadzone próby odporności wirnika akrylowego, na udary hydrauliczne, stanowiły uzupełnienie badań z poprzedniego etapu pracy, które potwierdziły odporność ułożyskowania ceramicznego na udary tego typu.

Odporność ceramicznych elementów łożyskowych, w zestawieniu ze stalowym wirnikiem została, jak podano wyżej, sprawdzona. Wirnik akrylowy jest wprawdzie trzykrotnie lżejszy od stalowego, ale ma znacznie mniejszą wytrzymałość na udary. Konieczne więc było sprawdzenie wirnika wykonanego z tworzywa akrylowego w warunkach obciążeń udarowych, znacznie większych od występujących w normalnej pracy czujnika. Takie przeciążenia mogą wystąpić podczas pracy w cieczach o znacznych niejednorodnych zanieczyszczeniach a zwłaszcza podczas okresowych przerw strumienia płynu, szczególnie w czasie nieumiejętnego czyszczenia (płukania) czujnika przez użytkowników.

W celu zbadania odporności wirnika akrylowego na przeciążenia od udarów hydraulicznych do testowania wytypowano czujnik nr 4(oznaczenie wg poprzedniego etapu) z łożyskami ϕ3 .

Próby przeciążeniowe przeprowadzono, podobnie jak w etapie drugim, na stanowisku laboratoryjnym ϕ40 w następującej kolejności:

1. Ustalono ciśnienie robocze w instalacji – 6 atm; badany czujnik zamontowano na stanowisko, instalację powoli odpowietrzono i wypełniono wodą; ustalono wartość strumienia objętości – Q_{max} = 24 000 l/h; wykonano 10 cykli dynamicznego otwierania i zamykania zaworu kulowego umieszczonego w odległości 1 m za czujnikiem (czas zamykania < 0.5s),

2. Czynności przygotowawcze jw. – przepływ otwierany zaworem grzybkowym umieszczonym 2 m przed czujnikiem; wykonano 10 cykli możliwie najszybszego otwierania i zamykania zaworu,

3. Przeciążenie statyczne czujnika.
   Instalacja odpowietrzona i zalana wodą jw. wartość strumienia objętości podniesiono do 120% Q_{max} (30 000 l/h). Płynne otwarcie zaworu kulowego za czujnikiem; praca czujnika przez 5 minut.

4. Przeciążenie czołem fali uderzeniwej.
   Instalacja opróżniona, zawór odpowietrzający zamknięty, zawór kulowy za czujnikiem całkowicie otwarty. Szybkie otwarcie zaworu grzybkowego przed czujnikiem.

Uzyskano pozytywny wynik badania odporności wirnika akrylowego na udary hydrauliczne – czujnik przeszedł pomyślnie wszystkie, wyżej opisane, próby przeciążeniowe.

3. Modyfikacja konstrukcji i technologii wykonania wirnika akrylowego

3.1. Zakres zmian

Zakres zmian wynikał z wniosków sformułowanych w sprawozdaniu nr 7363 z drugiego etapu pracy, które zalecały „...dalszą optymalizację geometrii wirnika oraz poszukiwanie rozwiązań technologicznych, zapewniających dokładność położenia elementów współpracujących.:.".

Wyniki badań wpływu zmian geometrii wirnika akrylowego na charakterystykę czujnika przeprowadzonych w etapie 2 były trudne do zinterpretowania ze względu na jednoczesną zmianę kilku parametrów np. średnicy zewnętrznej łopatek wirnika, średnicy łożysk, położenia wirnika w komorze pomiarowej (odległość czół łopatek od kierownic) itp.

Z tego względu przy ustalaniu, w etapie 3, zmian konstrukcyjnych wirnika akrylowego i technologii jego wykonania położono nacisk na powtarzalność wymiarów, położenie elementów współpracujących i usytuowanie wirnika w komorze pomiarowej.

Osiągnięto to w sposób następujący:

– przygotowano (po konsultacji z zewnętrznym wykonawcą wirników) 5 identycznych podzespołów (oś ceramiczna z magnesami – rys.1), które zostały następnie zalane tworzywem akrylowym,

– opracowano i wykonano przyrząd upraszczający proces odlewania wirników i zapewniający uzyskanie właściwych dokładności kształtu (rys.2),

– przygotowano jeden czujnik (nr 5 wg oznaczeń z poprzedniego etapu), w którym kolejno przeprowadzano badania (wyznaczano charakterystyki) wszystkich uprzednio wykonanych.

Dotychczasowe wyniki badań zarówno ułożyskowań ceramicznych, jak i lekkich wirników akrylowych pozwalają przypuszczać, że w niedługim czasie te elementy zostaną wprowadzone do bieżącej produkcji czujników turbinowych.

Z tego względu, do wykonania form odlewniczych wirników akrylowych, wykonano model według rysunku wirnika czujnika PT-32 (rys.M-1).

Technologia wykonania wirników jest typową technologią stosowaną w pracowniach protetycznych; polega na zaformowaniu wcześniej wykonanego modelu w masie formierskiej elastycznej (np. agarowej), a następnie zalaniu formy tworzywem akrylowym. Trudności uzyskania jednakowych odlewów (powtarzalnych wymiarów) wynikają z konieczności wykonywania każdorazowo nowej formy i problemów z jednoznacznym usytuowaniem zalewanych elementów. Nie mniej ważne jest również przygotowanie tworzywa akrylowego (dokładność dozowania utwardzacza, zmieszanie masy) i sposób zalewania formy (grawitacyjnie, pod ciśnieniem, w komorze próżniowej).

Wirniki nr 3,4 i 5 (rys. odpowiednio – 3,4 i 5) wykonano z czeskiego tworzywa *DURACRYL PLUS* , baza gipsowa, masa agarowa zalewanie grawitacyjne.

Wirniki nr N1 i N2 (rys. N1, N2) wykonano z tego samego tworzywa zalewanego grawitacyjnie, masa *ALGINAT*, bazę stanowiła płyta dolna przyrządu przedstawionego na rys.2.

3.2. Przebieg i wyniki badań

Badania czujników z wirnikami akrylowymi w odmianach technologicznych przedstawionych wyżej ograniczono do ich wzorcowania. Pomiary przeprowadzono na stanowisku zestawionym identycznie jak w poprzednim etapie pracy. Wyniki pomiarów w postaci tabel i charakterystyk wstępnych załączono do sprawozdania. Sporządzono także wykres zbiorczy ułatwiający porównanie poszczególnych charakterystyk i sformułowanie wniosków.

Wirniki przed badaniami nie poddawano obróbce wykańczającej wyjątek stanowiło przetoczenie czół piast, w celu uzyskania właściwego luzu wzdłużnego w ułożyskowaniu.

Osiągnięte w tych warunkach wyniki należy uznać za zadowalające; wszystkie modele osiągnęły rozpiętość charakterystyki mniejszą od ±1% przy zakresowości 30:1, a modele z wirnikami nr 3 i 5, mniejszą od ±1% przy zakresowości 60:1! (wykres 1).

Dużą rozpiętość stałych (±10%), w odniesieniu do całej partii wirników można tłumaczyć stanem powierzchni piast wirników (den wrębów międzyłopatkowych) oraz zróżnicowanym stanem krawędzi łopatek na napływie i spływie.

Prawdopodobnymi przyczynami podniesienia się charakterystyk modeli z wirnikami nr N1, N2, 4 i 5 na początku zakresu są różnice wymiarów szerokości łopatek i średnic zewnętrznych wirników, natomiast podniesienie się charakterystyki modelu z wirnikiem nr N2 na końcu zakresu wynika z większego oddalenia łopatek wirnika od kierownicy tylnej, a co za tym idzie ze zmniejszonego hamowania wirnika przy dużych przepływach.

3.3.Określenie różnic kosztów wykonania wirników

Wirnik stalowy (1H18N9T)		tulejki łożyskowe	kamień oporowy
– prace tokarskie	48.-	48.-	7.-
– frezowanie	144.-		
– czopy	96.-		
– magnes	20.-		
– montaż	48.-		
– wyważanie	20.-		
– materiały	5.-		
Suma:	381.-	Razem:	**436.-**

Wirnik akrylowy		tulejki łożyskowe	kamienie oporowe
– oś ceramiczna	40.-	60.-	20.-
– magnes + drążenie otworu	30.-		
– montaż podzespołu osi	10.-		
– wirnik (odlew)	50.-		
– materiały	15.-		
Suma:	145.-	Razem:	**225.-**

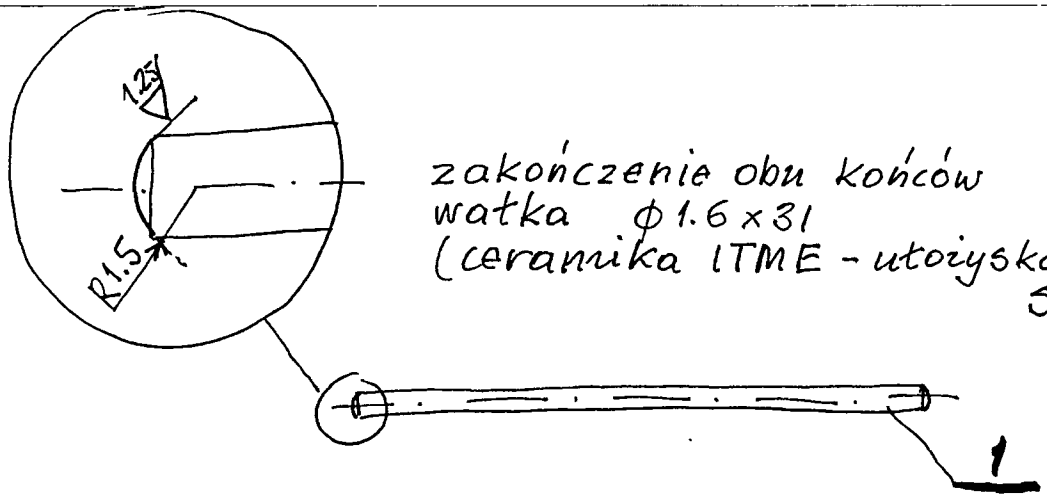
4. Wnioski

1. Kolejny etap badań czujników z ułożyskowaniem ceramicznym potwierdził wyjątkową odporność tego materiału na zużycie. Nie stwierdzono zasadniczych zmian w charakterystykach czujników, nie było możliwe również określenie stopnia zużycia współpracujących elementów ułożyskowania. w,tej sytuacji zasadny staje się wniosek **aby przerwać badania trwałościowe** czujników z ułożyskowaniem ceramicznym.

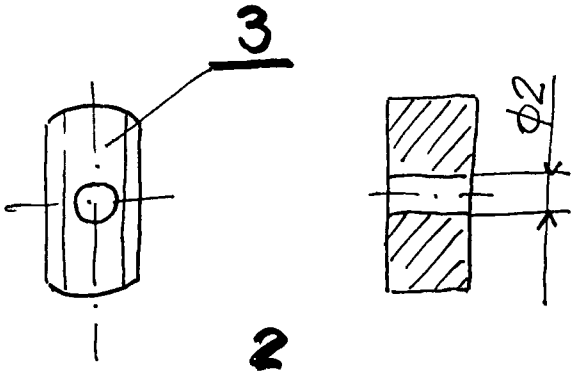
Celowe byłoby jednak przeprowadzenie badań eksploatacyjnych na wybranych obiektach rzeczywistych. Wymagałoby to wykonania nowej partii wirników i zastosowania nowych zoptymalizowanych ułożyskowań ceramicznych (rys.6), które wykonuje na nasze zamówienie ITME.

2. Nowa technologia wykonania wirników (zalewanie tworzywem podzespołu przelotowej osi z magnesem), zapewnia współosiowość czopów, pewne oddzielenie magnesu od mierzonego medium (całkowita szczelność) oraz pełną symetrię zespołu wirnika co praktycznie eliminuje potrzebę wyważania.

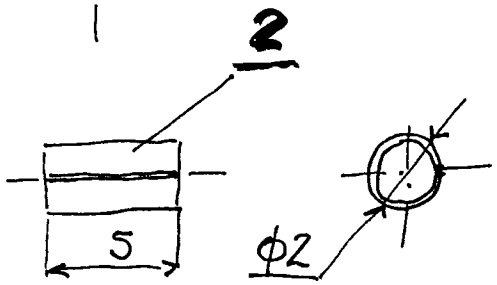
3. Celowe byłoby kontynuowanie badań wirników akrylowych w kierunku określenia dopuszczalnych rozrzutów tych wymiarów wirnika, które decydują o dokładności i powtarzalności parametrów metrologicznych czujnika.



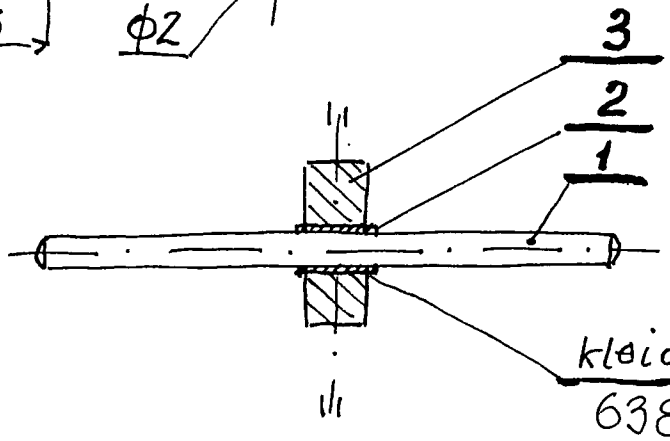
zakończenie obu końców
watka ϕ 1.6 x 31
(ceramika ITME - utoczyskowanie ST).



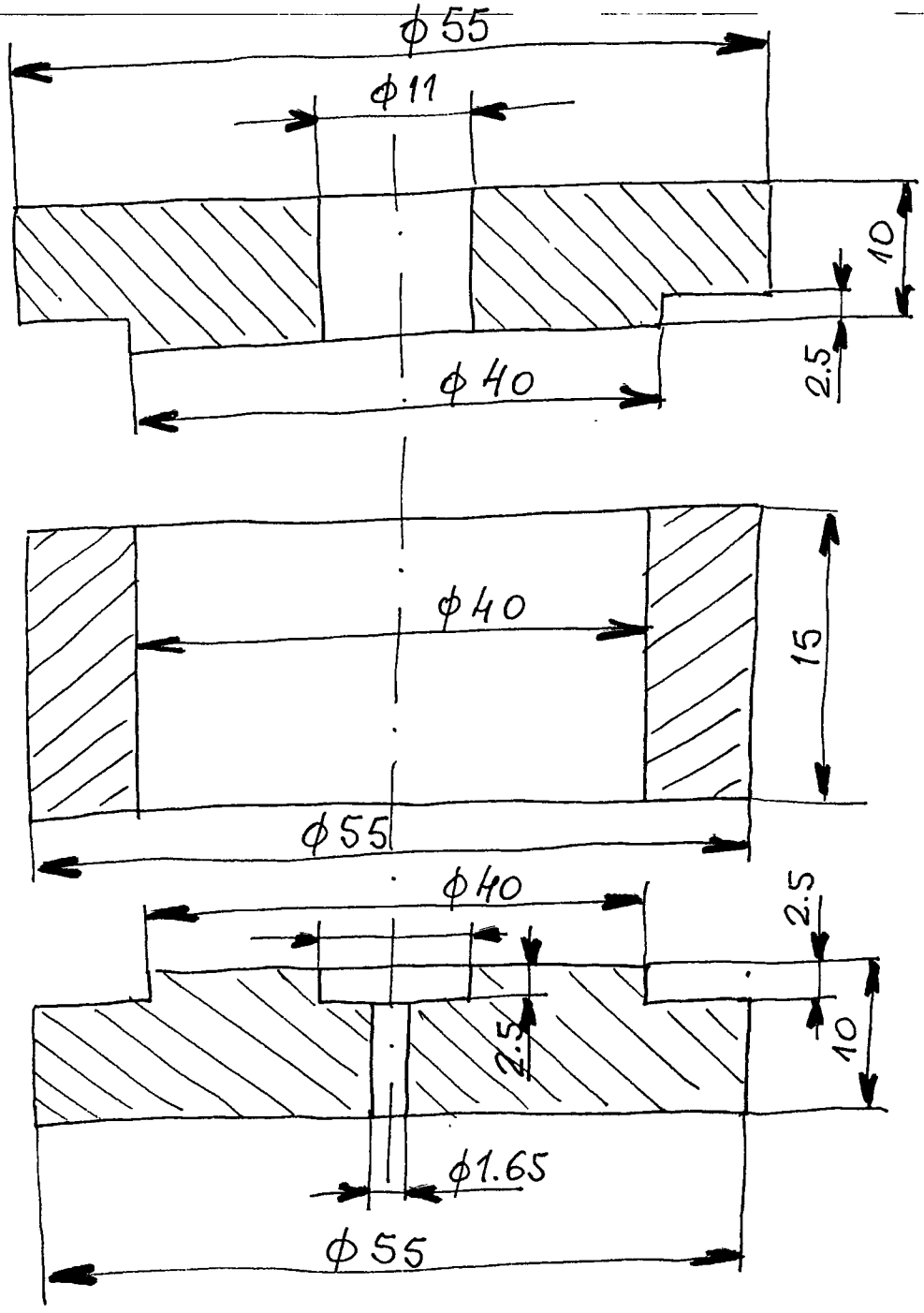
otwór w magnesie stałym stosowanym w wirnikach czujników PT-32.



tulejka pośrednia
Mo ≠ 0.1



Podzespół osi wirnika **rys. 1.**



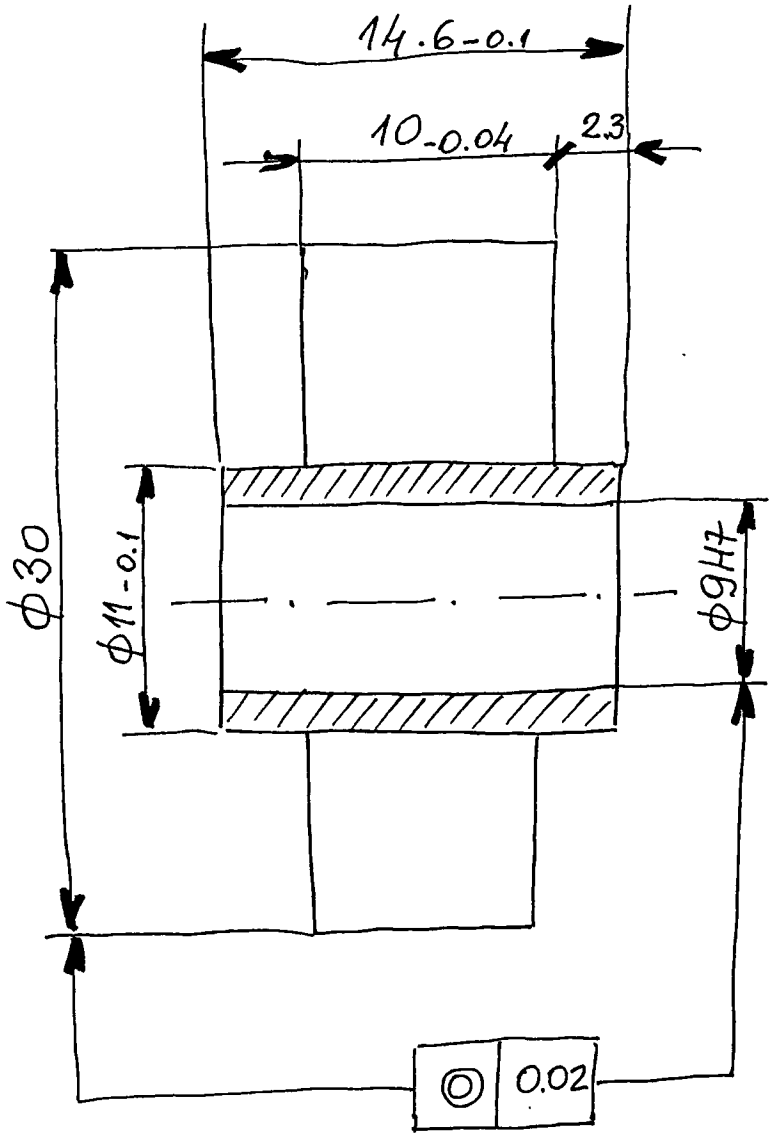
szerokość łopatek $15 - 2 \times 2.5 = \underline{10}$

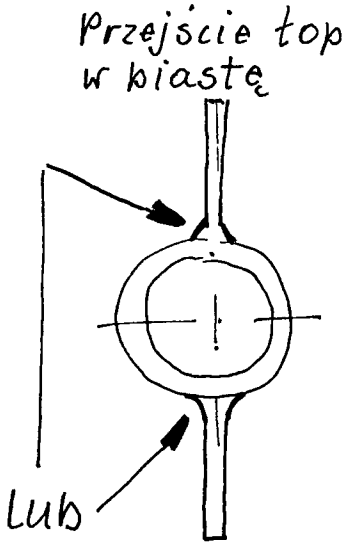
Przyrząd do odlewania wirników akrylowych

mat. PA4

rys. 2.

- ~~Liczba łopatek 6~~
- skok linii śrubowej – 64
- kierunek linii śrubowej - prawy
- grubość łopatki na wierzch. -0.8

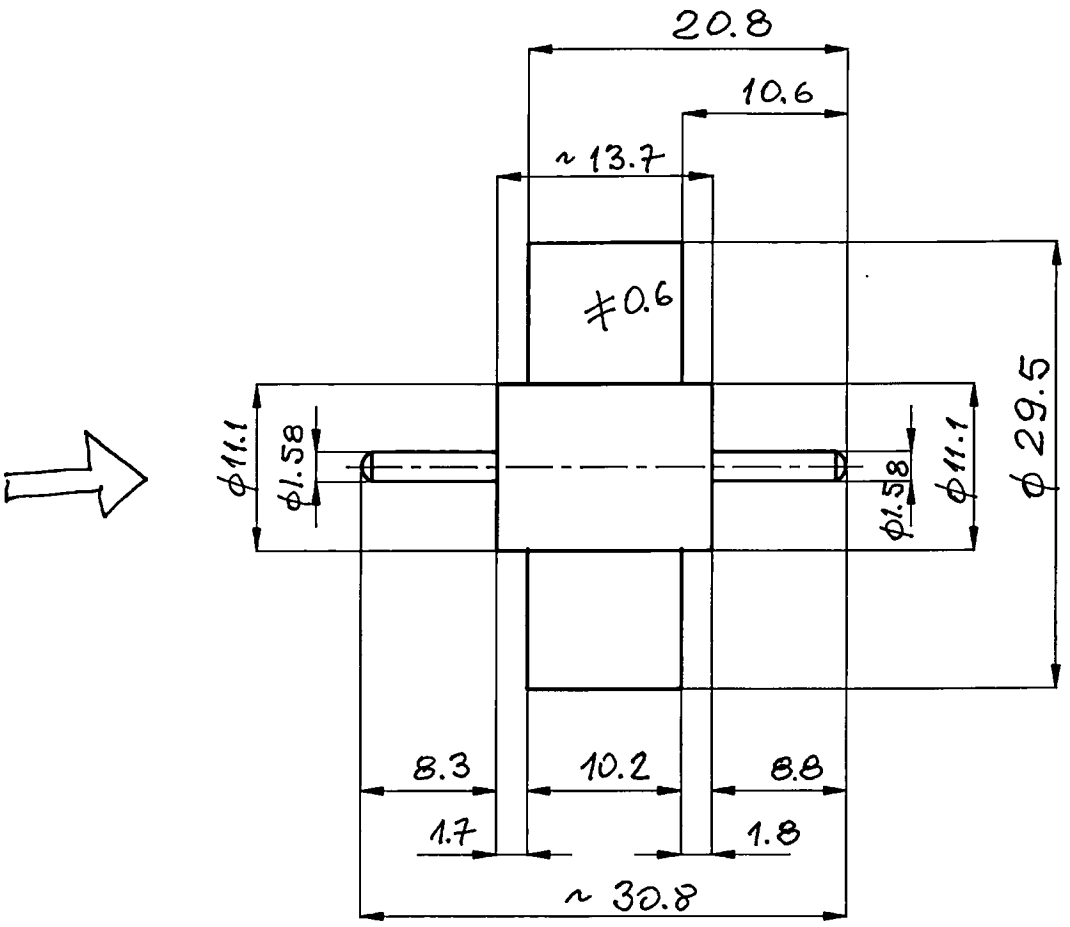




Uwaga:
1. Utrzymać jednakową grubość łopatek
2. Usunąć zadziory zachowując ostre krawędzie.

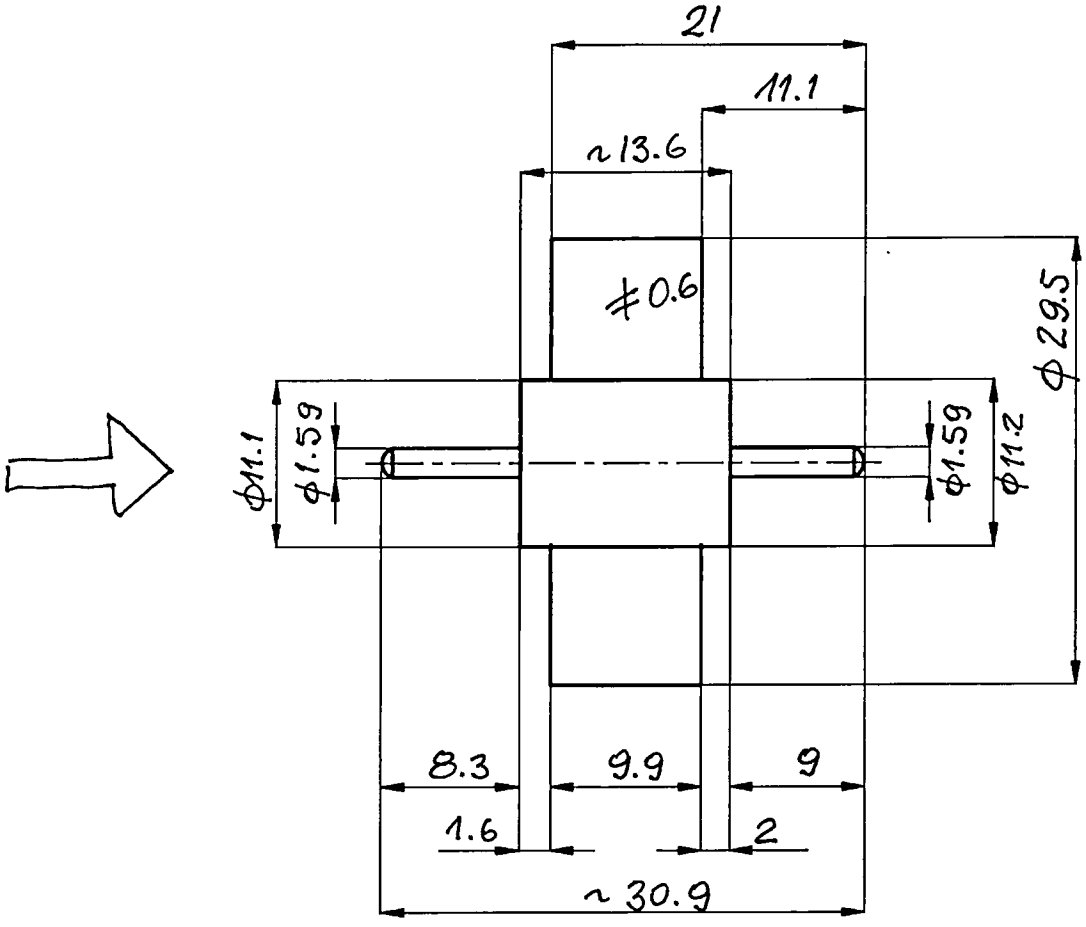
Model wirnika

mat. PA6 **rys. M-1**



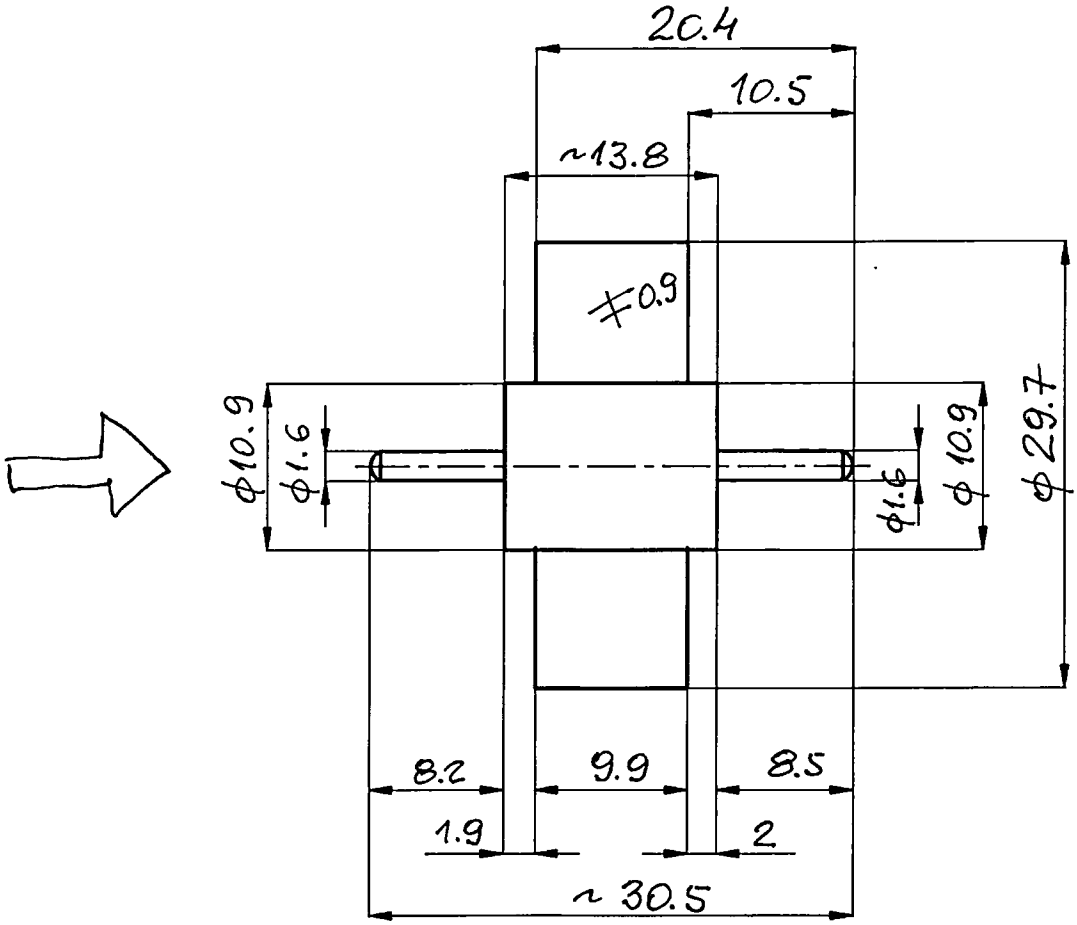
rys. N1

Uwagi:
1. Wirnik wykonany z wykorzystaniem przyrządu (rys. 2)
2. Masa formierska ALGINAT
3. Zalewanie – grawitacyjne



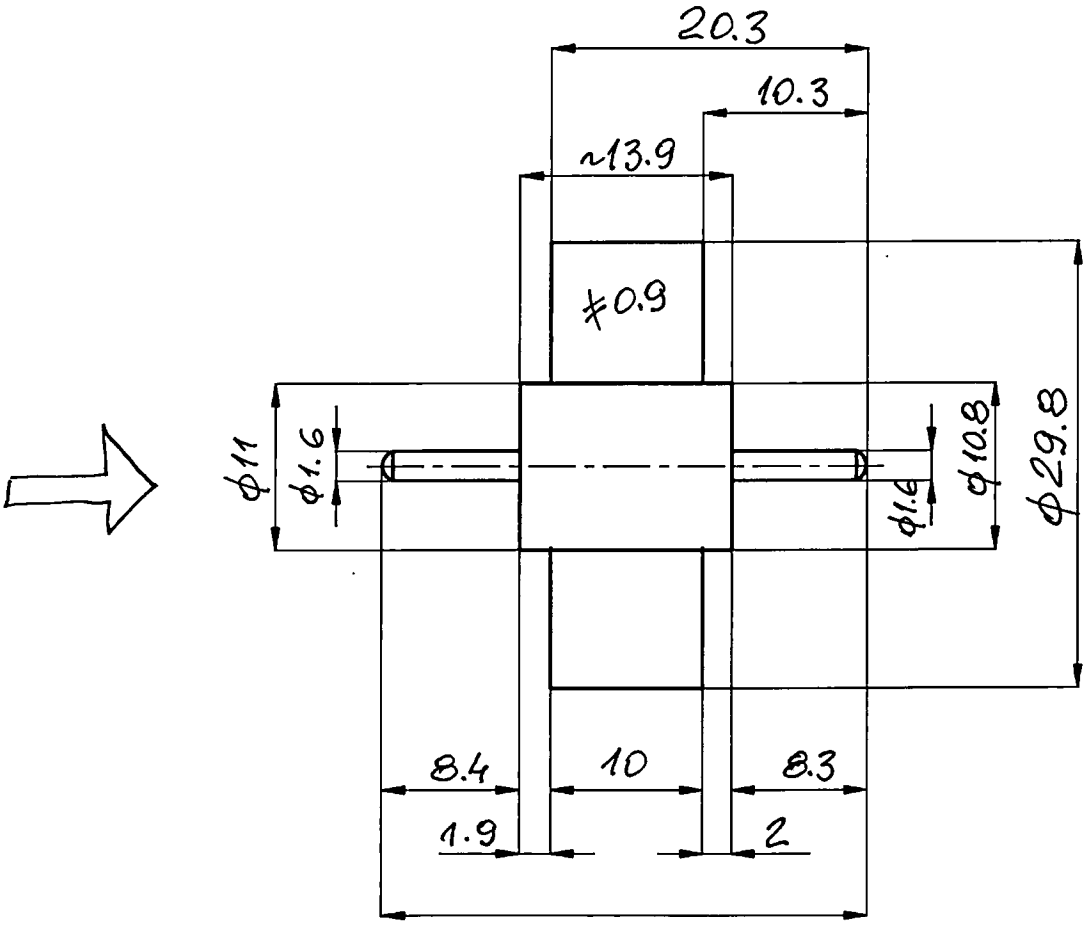
rys. N2

Uwagi:
1. Wirnik wykonany z wykorzystaniem przyrządu (rys.2)
2. Masa formierska: ALGINAT
3. Zalewanie - grawitacyjne



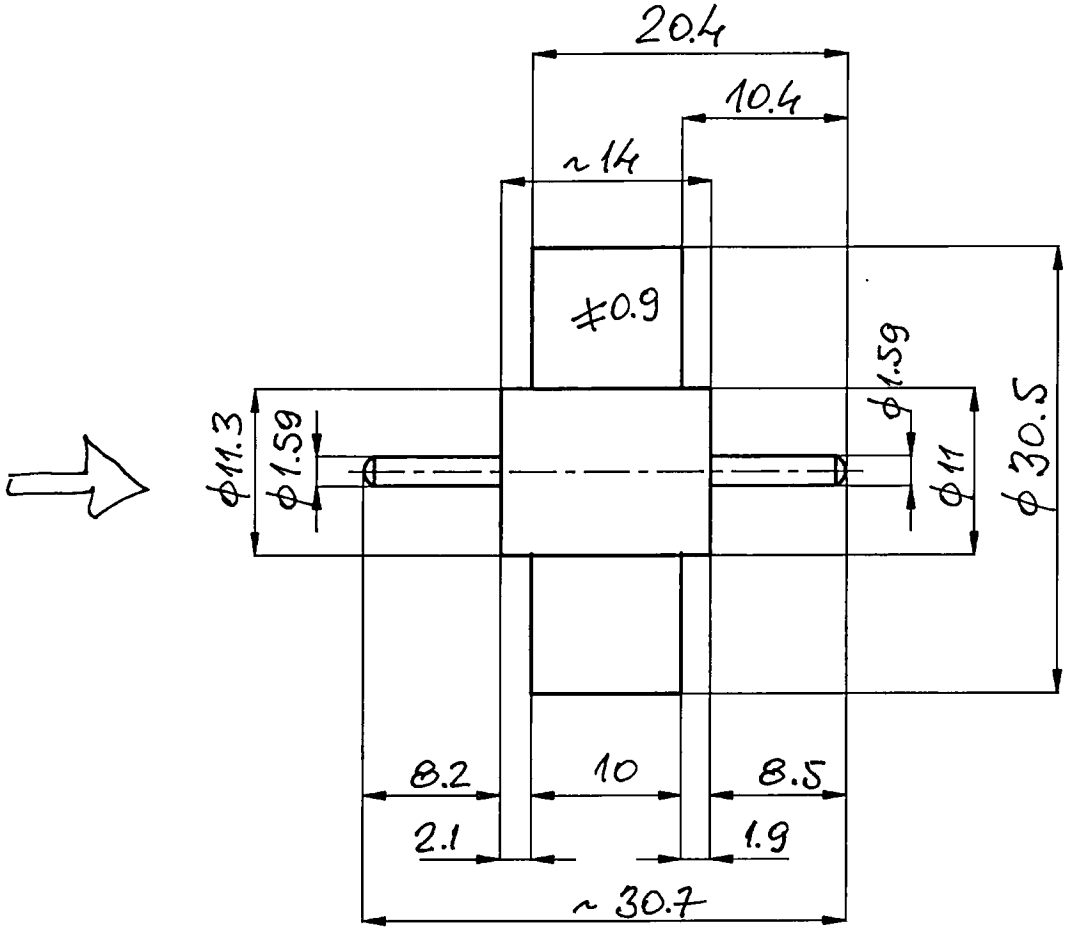
rys. 3

Uwagi:
1. Wirnik wykonany w formie agarowej, baza - gipsowa
2. Zalewanie - grawitacyjne
3. Oba czopy docierane pastą diamentową do wym. ϕ1.59
4. Opis wirnika (na łopatkach) przeciwny do kier. przepływu.



rys. 4

Uwagi: 1. Wirnik wykonany w formie agarowej, baza gipsowa
2. Zalewanie - grawitacyjne
3. Oba czopy docierane pastą diamentową do wym. ϕ1.59

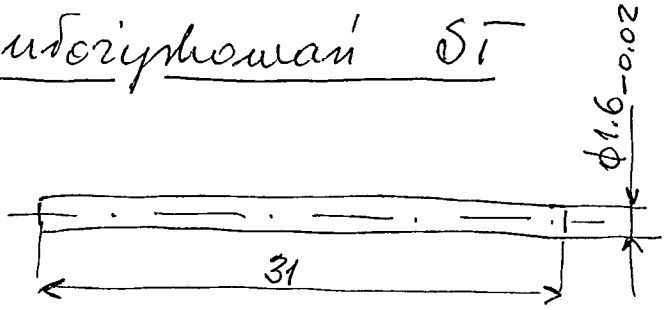


rys. 5

Uwagi:
1. Wirnik wykonany w formie agarowej, baza gipsowa
2. Zalewanie grawitacyjne.

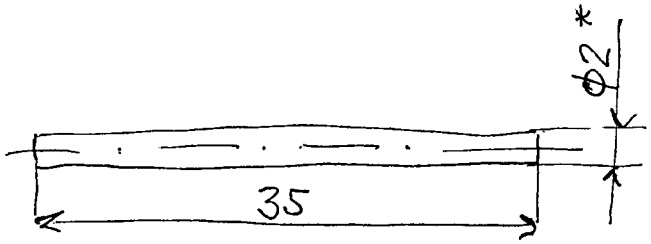
Zał. do zamówienia DPQ/067/97 23.06.97

1. Osie ułożyskowań ST



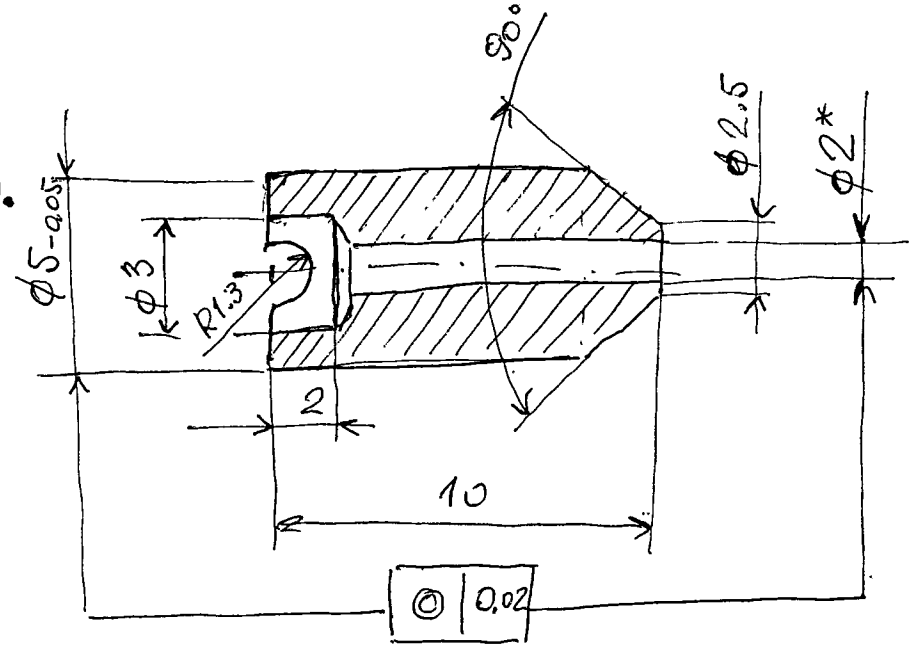
2. Ułożyskowanie PT (kpl.)

a.



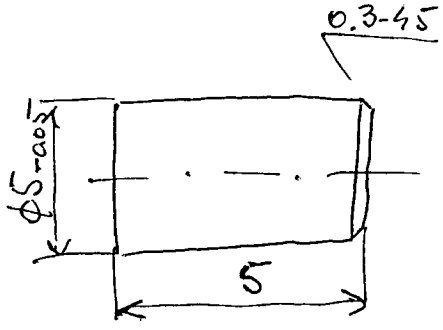
1 szt/kpl

b.



2 sz/kpl

c.



2 szt/kpl

rys. 6

Uwaga: Różnica średnic elem. współpracujących (Φ2*) powinna zapewnić luz 0.1 mm.

[Po 3544,55 godz]

PT 32-400M

CZUJNIK NR 3

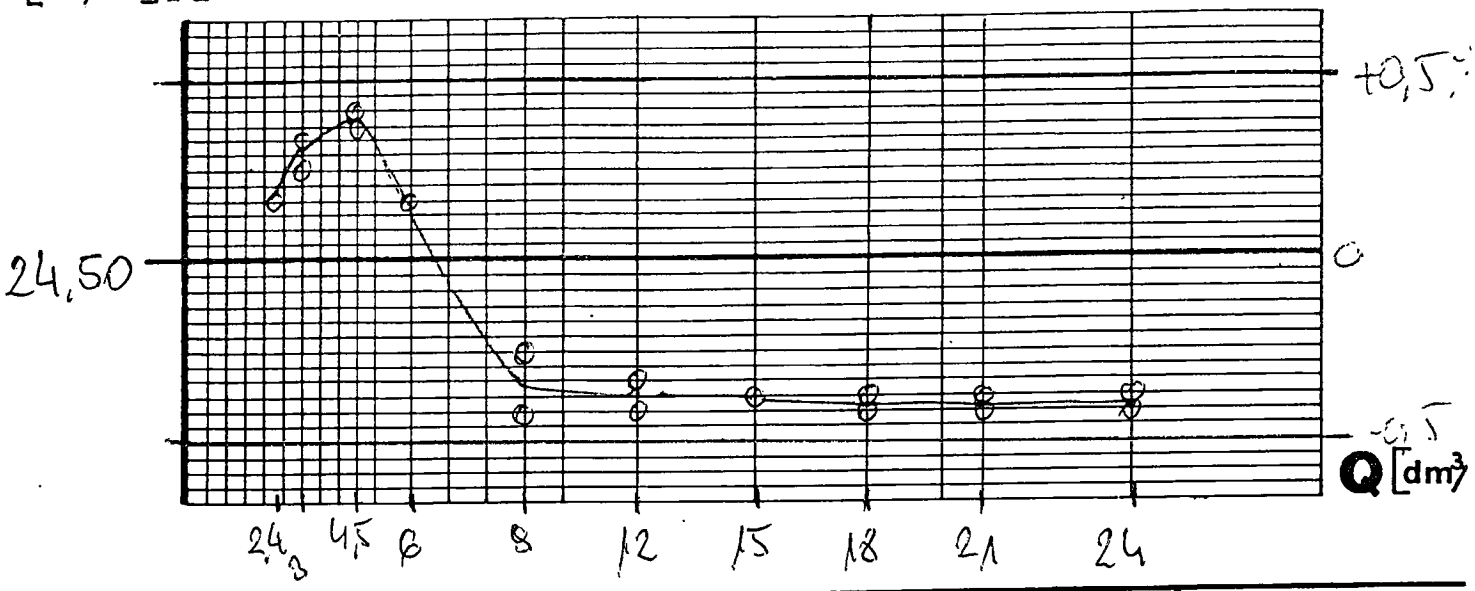
DATA 15.05.97

MIERNIK NR

wzorcowanie wodą

WZORCOWAŁ

[imp/dm³] K



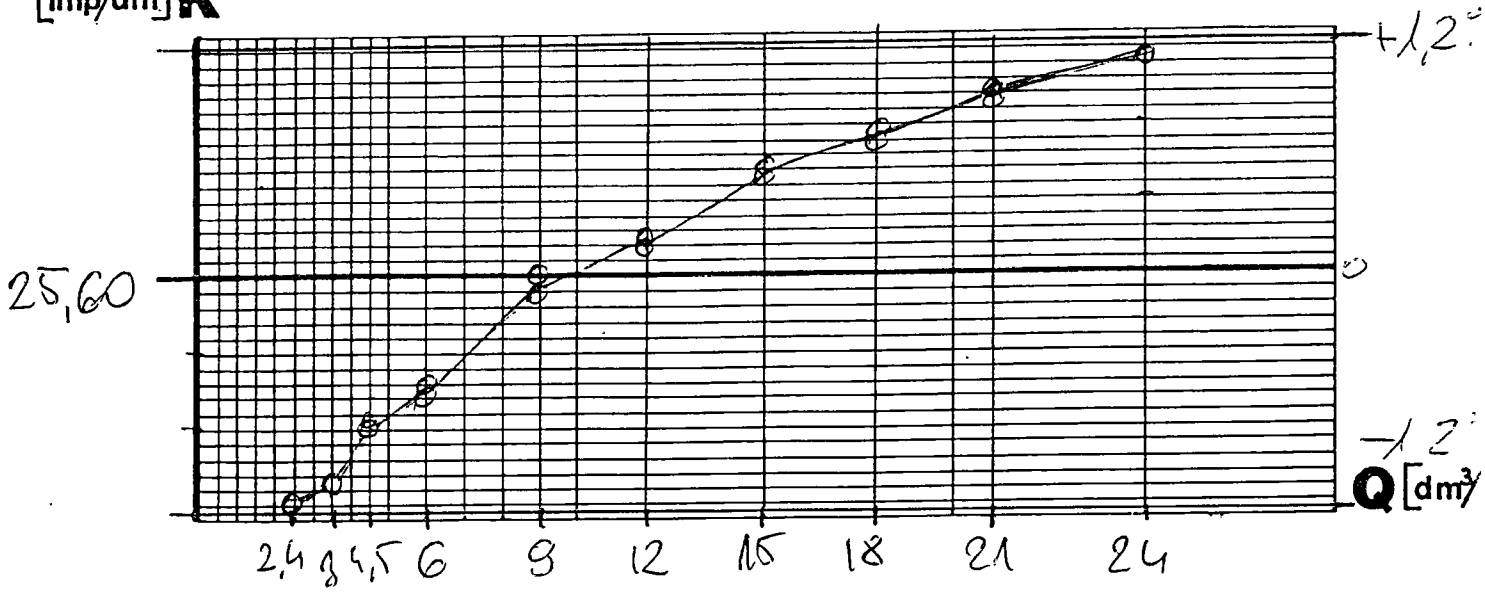
Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
1	24000	4924	799,5	201,72	24,41	
2	24000	4885	795	200,6	24,40	
3	21000	4840	786	198,35	24,40	
4	21000	4909	797	201,10	24,41	
5	18000	4932	801	202,10	24,40	
6	18000	4921	799	201,60	24,41	
7	15000	4994	811	204,60	24,41	
8	15000	4964	806	203,35	24,41	
9	12000	4985	809	204,10	24,42	
10	12000	4937	802	202,35	24,40	
11	9000	4992	810,5	204,47	24,41	
12	9000	4952	803	202,60	24,44	
13	6000	4974	803,5	202,72	24,54	
14	6000	4991	806	203,35	24,54	
15	4500	5001	806	203,35	24,59	
16	4500	5129	826,5	208,46	24,60	
17	3000	4975	803	202,60	24,56	
18	3000	4965	800,5	201,97	24,58	
19	2400	4938	799	201,60	24,49	
20	2400	4972	803	202,60	24,54	
21	2400	4952	799,5	201,72	24,54	

18

[Po · 3544,55 godz.]

CZUJNIK NR (4) PT 32-400M DATA 16.09.97r

MIERNIK NR wzorcowanie wodą WZORCOWAŁ



Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
1	24000	4927	754	190,33	25,89	
2	24000	5131	785,5	198,22	25,89	
3	21000	5235	803	202,60	25,84	
4	21000	5107	783,5	197,72	25,83	
5	18000	5222	802,5	202,47	25,79	
6	18000	5197	799	201,60	25,78	
7	15000	5177	797,5	201,22	25,73	
8	15000	5196	800	201,85	25,74	
9	12000	5173	799,5	201,72	25,64	
10	12000	5142	794,5	200,47	25,65	
11	9000	5161	799	201,60	25,60	
12	9000	5170	801	202,10	25,58	
13	6000	5138	800	201,85	25,45	
14	6000	5098	793,5	200,22	25,46	
15	4500	5111	797,5	201,22	25,40	
16	4500	5104	796	200,85	25,41	
17	3000	5120	801	202,10	25,33	
18	3000	5113	800	201,85	25,33	
19	2400	5064	793	200,10	25,31	
20	2400	5116	801,5	202,22	25,30	

[Po 3544,55 godz]

CZUJNIK NR 6

PT 32-400M

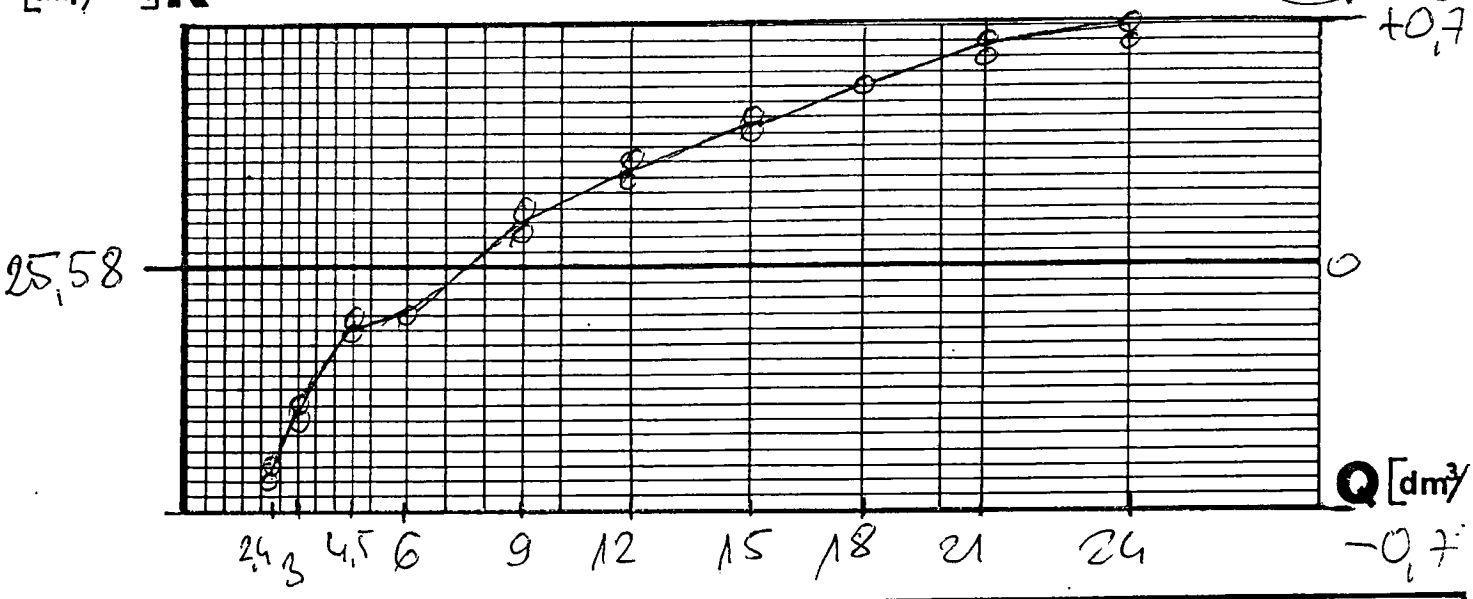
DATA 16.06.90r.

MIERNIK NR

wzorcowanie wodą

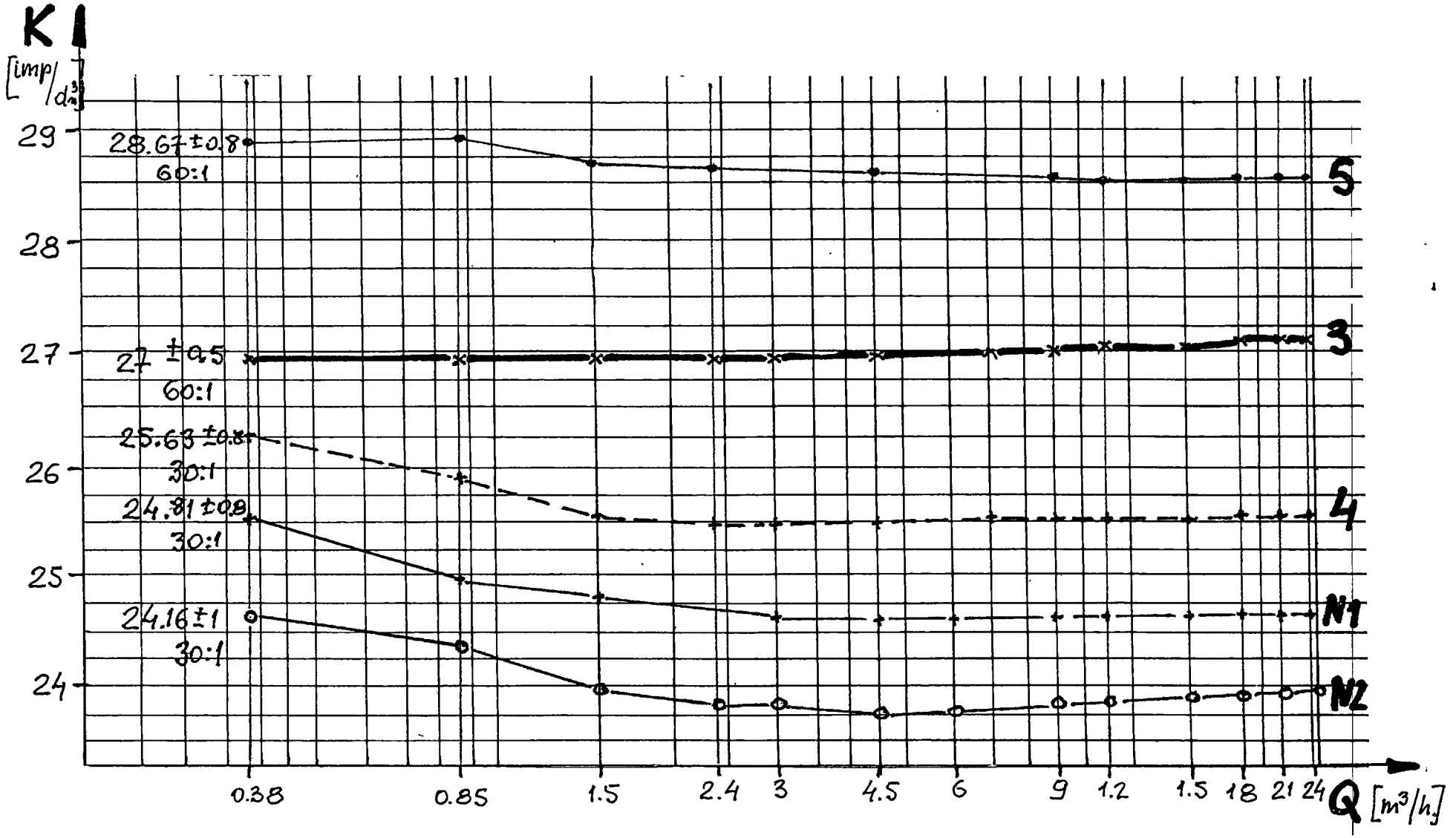
WZORCOWAŁ

[imp/dm³] K



Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
1	24000	4937	760	191,84	25,73	
2	24000	5151	793	200,10	25,74	
3	21000	5199	801	202,10	25,72	
4	21000	5174	797	201,10	25,73	
5	18000	5175	798	201,35	25,70	
6	18000	5136	792	199,86	25,70	
7	15000	5144	794	200,35	25,68	
8	15000	5137	793	200,10	25,67	
9	12000	5145	795	200,60	25,65	
10	12000	5143	795	200,60	25,64	
11	8000	5154	798	201,35	25,60	
12	8000	5075	785	198,10	2562	
13	6000	5145	798	201,35	25,55	
14	6000	5151	799	201,60	25,55	
15	4500	5130	796	200,85	25,54	
16	4500	5164	801	202,10	25,55	
17	3000	5128	797,5	201,22	25,48	
18	3000	5094	792	199,86	25,49	
19	2400	5140	800,5	201,97	25,45	
20	2400	5116	797	201,10	25,44	

20

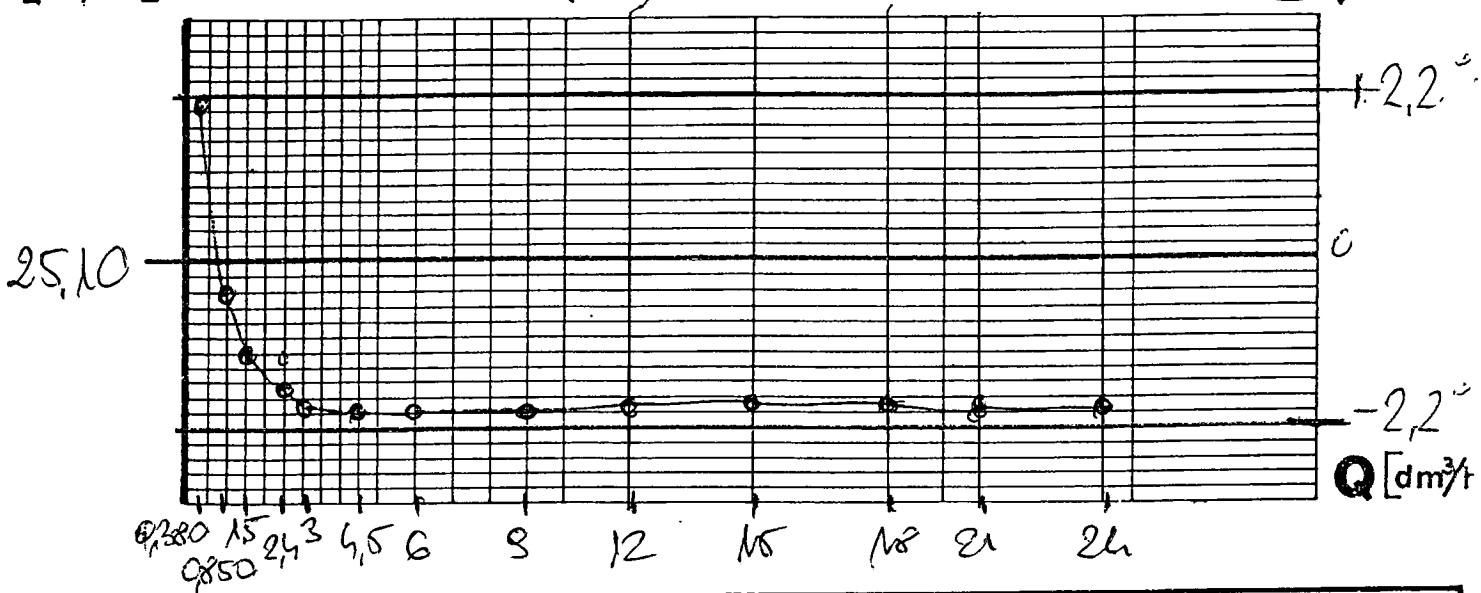

K
[imp/dm³]
29
28
27
26
25
24
28.67 ±0.8
60:1
27 ±0.5
60:1
25.63 ±0.8
30:1
24.81 ±0.8
30:1
24.16 ±1
30:1
5
3
4
N1
N2
0.38
0.85
1.5
2.4
3
4.5
6
9
12
15
18
21
24
Q [m³/h]

Wykres 1.

CZUJNIK NR (5) PT32-600M DATA 23.06.97

MIERNIK NR wzorcowanie wodą WZORCOWAŁ

[imp/dm³] K WIRNIK N1 (N1)



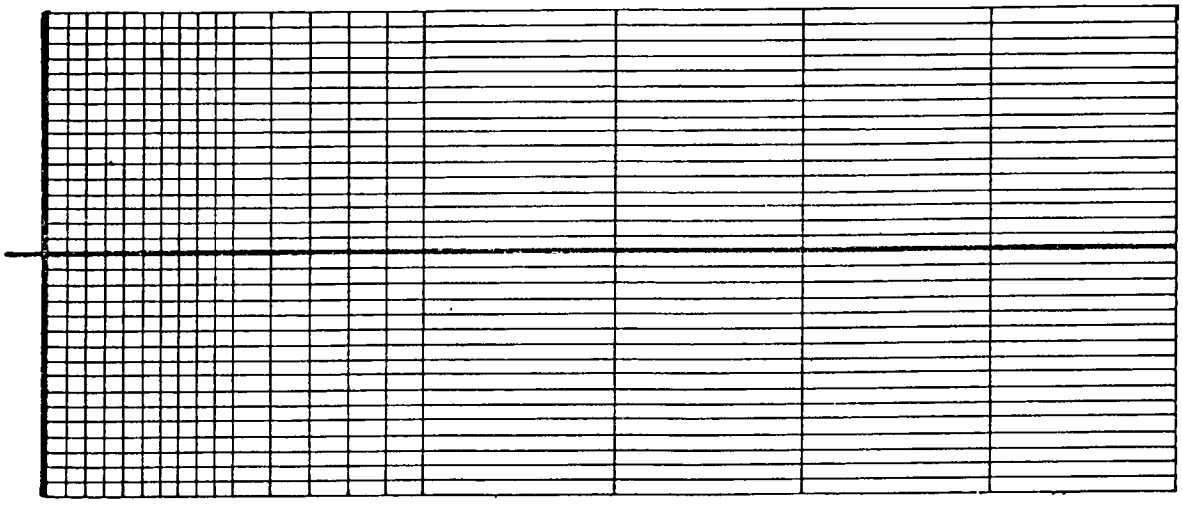
Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
21	1500	4953	792	199,86	24,78	
22	1500	4841	790	199,35	24,79	
23	850	4958	786	198,35	24,99	
24	850	4884	790	198,35	25,00	
25	380	5003	775,5	195,72	25,56	
26	380	5317	823	207,59	25,61	

...K NR (5) PT 32-500M DATA 23.06.97r

...RNIK NR wzorcowanie wodą WZORCOWAŁ

...mp/dm³] K WIRNIK N1

Q [dm³/h]



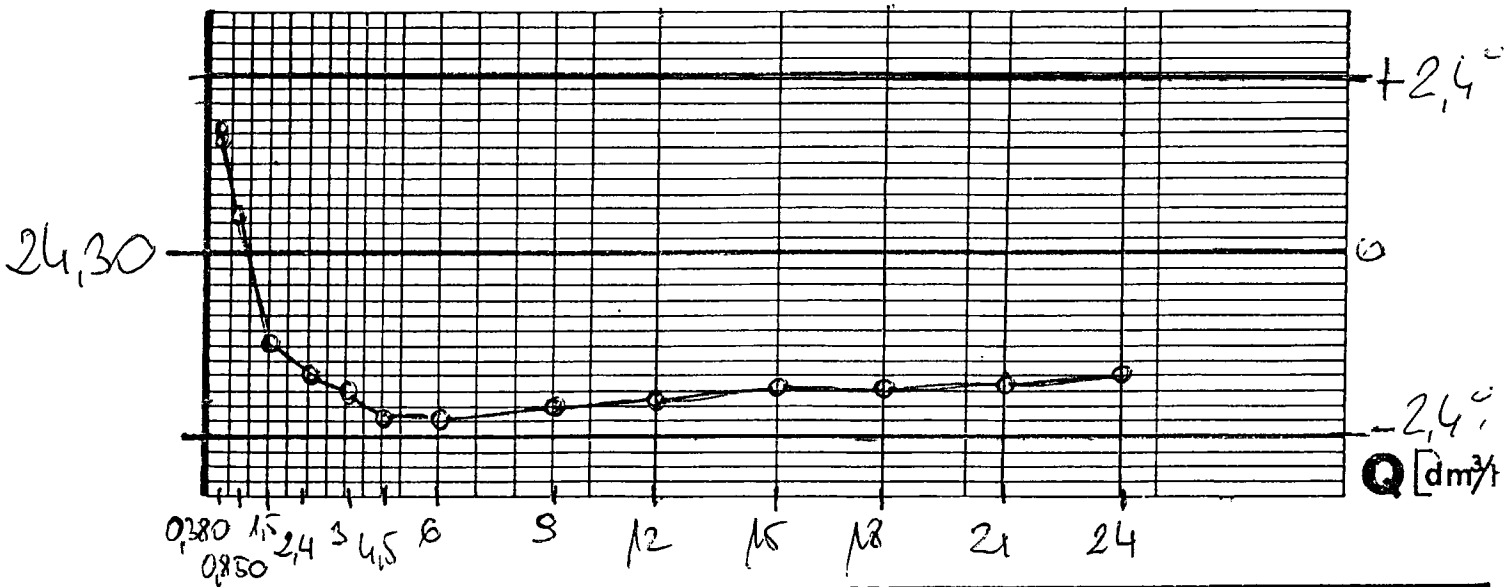
Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
1	24000	5025	809	204,10	24,62	
2	24000	4968	800	201,85	24,61	
3	21000	4980	801,5	202,22	24,63	
4	21000	4930	794	200,35	24,61	
5	18000	4940	795	200,60	24,63	
6	18000	4951	797	201,10	24,62	
7	15000	4940	795	200,60	24,63	
8	15000	5038	811	204,60	24,62	
9	12000	4943	796	200,85	24,61	
10	12000	4941	795,5	200,72	24,62	
11	9000	4938	795	200,60	24,62	
12	9000	4935	794,5	200,47	24,62	
13	6000	5133	827	208,59	24,61	
14	6000	5030	810,5	204,47	24,60	
15	4500	4971	800,5	201,97	24,61	
16	4500	4943	796	200,85	24,61	
17	3000	4927	792,5	199,98	24,64	
18	3000	4938	795	200,60	24,62	
19	2400	4936	793	200,10	24,67	
20	2400	6767	1090	274,36	24,66	

23

CZUJNIK NR (5) PT32-500M DATA 24.06.87

MIERNIK NR WIRNIK N2 wzorcowanie woda WZORCOWAŁ

[imp/dm³] **K**

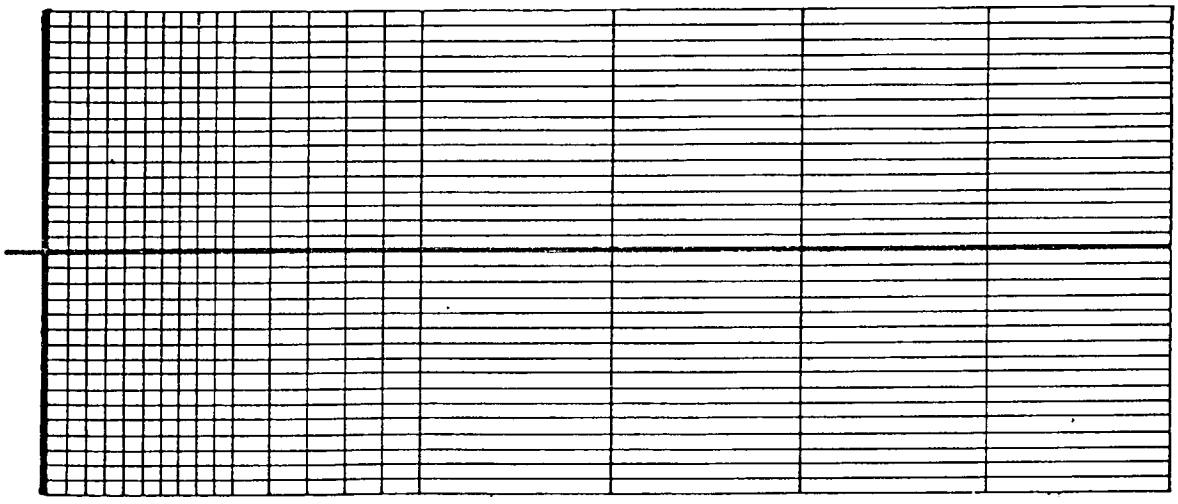


Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
21	1500	4847	816,5	205,96	24,02	
22	1500	4819	795	200,60	24,02	
23	850	4786	777,5	196,22	24,44	
24	850	5871	954	240,28	24,43	
25	1680	4386	705	178,06	24,68	
26	380	5035	807	203,6	24,73	

UJNIK NR (5) FT32-500M DATA 24.06.97r

IERNIK NR wzorcowanie wodą WZORCOWAŁ

[imp/dm³] **K** WIRNIK N2

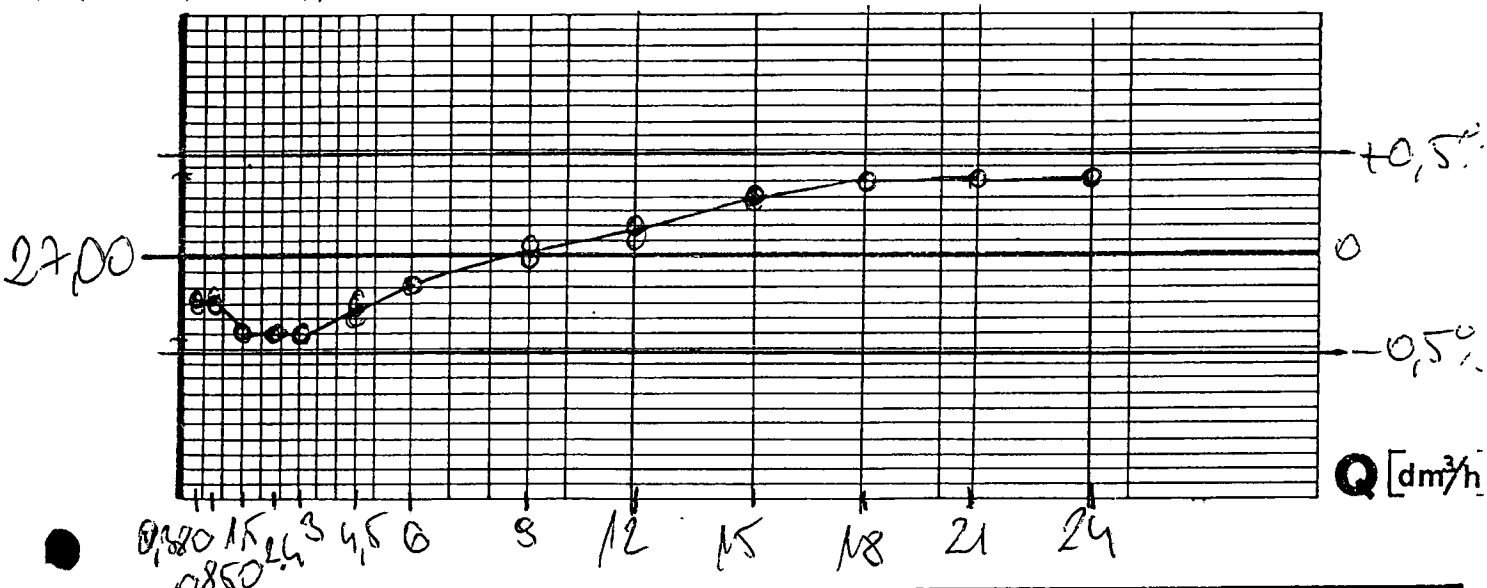


Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
1	24000	5022	833	210,09	23,90	
2	24000	4859	806	203,36	23,89	
3	24000	4807	797,5	201,22	23,89	
4	24000	4843	804	202,85	23,87	
5	18000	4813	816	205,84	23,87	
6	18000	4828	802	202,36	23,86	
7	15000	4854	805	203,47	23,86	
8	15000	4876	800	201,85	23,86	
9	12000	4839	805	203,10	23,83	
10	12000	4821	802	202,36	23,83	
11	9000	4771	794,5	200,47	23,80	
12	9000	4755	792	199,86	23,79	
13	6000	4784	798	201,35	23,76	
14	6000	4794	799,5	201,72	23,77	
15	4500	4824	804,5	202,97	23,77	
16	4500	4992	833	210,09	23,76	
17	3000	4798	799	201,60	23,80	
18	3000	4811	801	202,10	23,81	
19	2400	4874	810	204,85	23,85	
20	2400	4809	800	201,85	23,82	

CZUJNIK NR (5) PT 32-500T DATA 27.02.98

MIERNIK NR wzorcowanie wodą WZORCOWAŁ

[imp/dm³] K WIRNIK N3

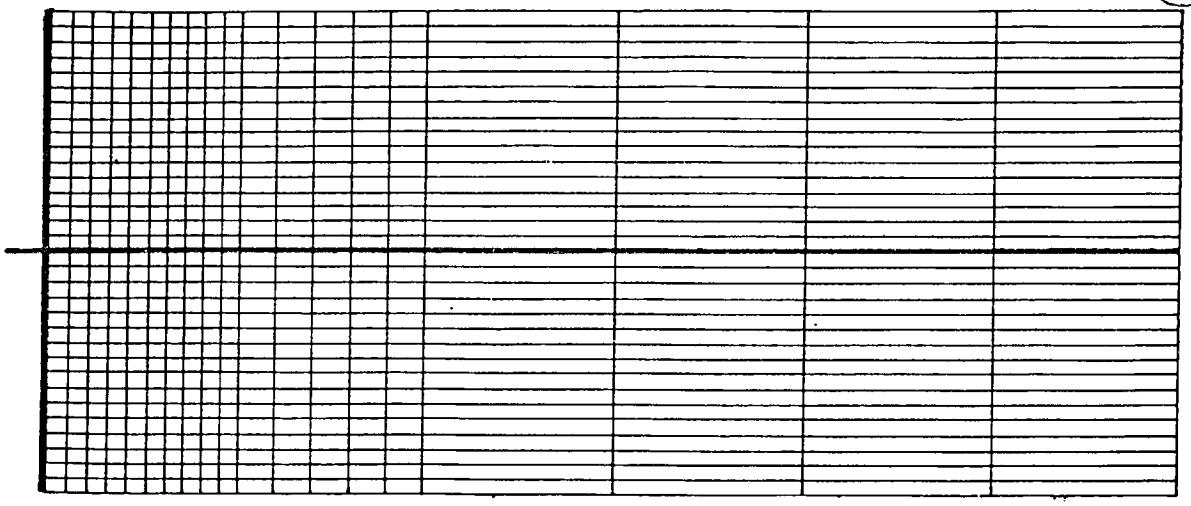


Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
21	1800	5378	792	199,86	26,91	
22	1800	5356	789	199,10	26,90	
23	850	5386	792	199,86	26,95	
24	850	5346	786	198,35	26,94	
25	880	5386	792	199,86	26,95	
26	880	5370	780	199,38	26,94	

ZUJNIK NR (5) PT32-500M DATA 26.09.97r

MIERNIK NR wzorcowanie wodą WZORCOWAŁ

[imp/dm³] K WIRNIK N3

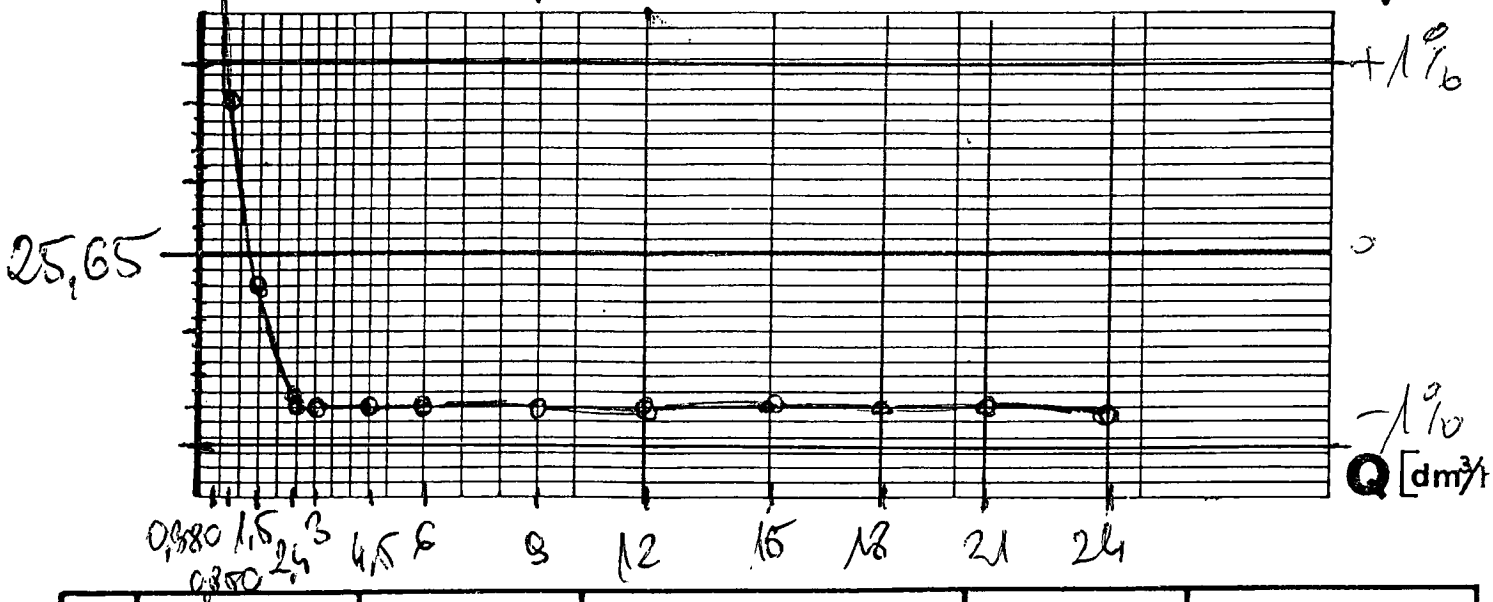


Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
1	21000	5059	739	186,58	27,11	
2	21000	5462	789	201,60	27,09	
3	21000	5401	785,5	199,22	27,11	
4	21000	5402	790	199,35	27,10	
5	18000	5388	788	198,86	27,10	
6	18000	5407	791	199,61	27,09	
7	15000	5386	788,5	198,97	27,07	
8	15000	5408	791,5	199,73	27,08	
9	12000	5387	790	199,35	27,02	
10	12000	5377	788	198,85	27,04	
11	9000	5059	742	187,33	27,01	
12	9000	5387	791	199,61	26,99	
13	6000	5382	791	199,61	26,96	
14	6000	5397	793	200,10	26,97	
15	4500	5330	784,5	197,97	26,92	
16	4500	5307	788	198,85	26,94	
17	3000	5390	794	200,45	26,90	
18	3000	5317	783	197,60	26,91	
19	2100	5388	794	200,45	26,89	
20	2100	5393	794,5	200,47	26,90	

CZUJNIK NR (5) FT 32-50DN DATA 27.06.88r.

~~MIERNIK NR~~ wzorcowanie wodą WZORCOWAŁ

[imp/dm³] K WIRNIK N4

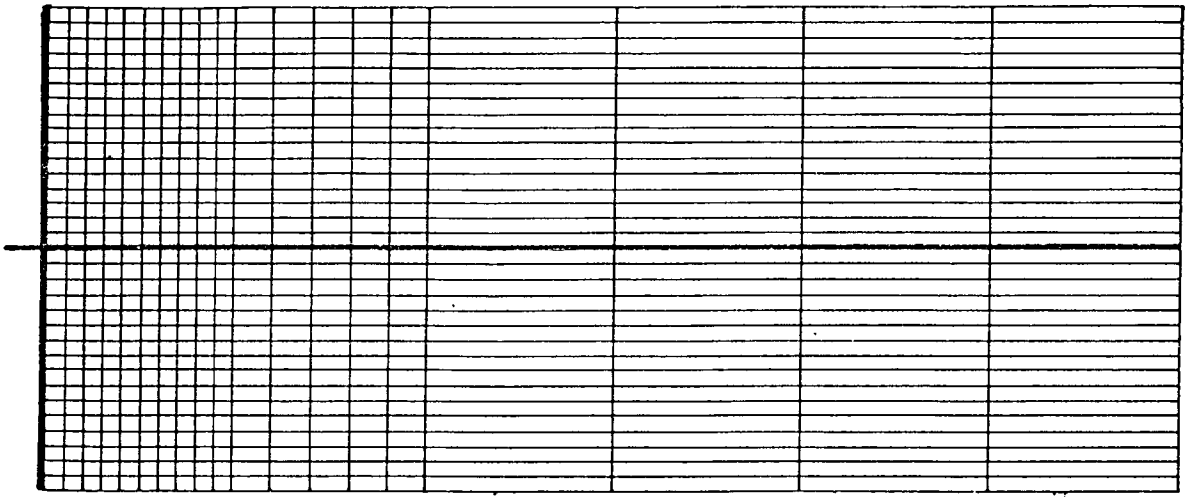


Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
21	1500	5117	793	200,10	25,57	
22	1500	5518	855	215,58	25,60	
23	850	5876	901,5	227,18	25,86	
24	850	5385	818	206,34	26,09	
25	1880	5164	782	197,35	26,17	
26	3880	5236	789	199,10	26,30	
27	3880	5220	788	198,85	26,25	

JJNIK NR (5) PT 32-500M DATA 27.08.87

MIERNIK NR wzorcowanie wodą WZORCOWAŁ

[imp/dm³] **K** WIRNIK N4

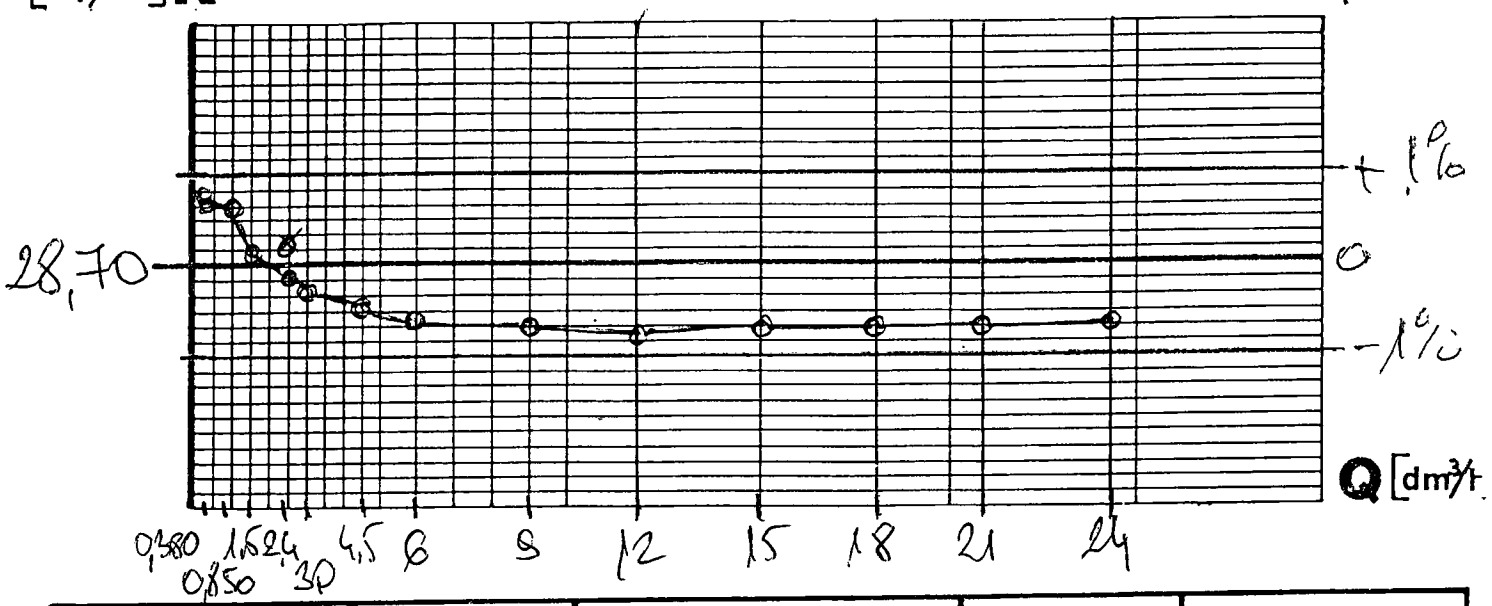


Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
1	24000	5255	819	206,59	25,44	
2	24000	5069	780,5	199,47	25,41	
3	21000	5097	793,5	200,22	25,46	
4	21000	5089	792,5	199,98	25,45	
5	18000	5067	789	199,10	25,45	
6	18000	5099	784	200,36	25,45	
7	15000	5067	789	199,10	25,45	
8	15000	5061	788	198,85	25,45	
9	12000	5081	791	199,61	25,45	
10	12000	5089	784	200,35	25,45	
11	9000	5079	791	199,61	25,44	
12	9000	5134	799,5	201,72	25,45	
13	6000	5070	788,5	199,22	25,45	
14	6000	5078	791	199,61	25,44	
15	4500	5106	795,5	200,72	25,44	
16	4500	5149	802	202,36	25,45	
17	3000	6133	956,5	241,09	25,45	
18	3000	5913	922	232,30	25,48	
19	2100	5080	790,5	199,47	25,47	
20	2100	5085	791,5	199,73	25,46	

CZUJNIK NR (5) PT32-500M DATA 26.06.87r.

MIERNIK NR wzorcowanie wodą WZORCOWAŁ

[imp/dm³] K WIRNIK N5

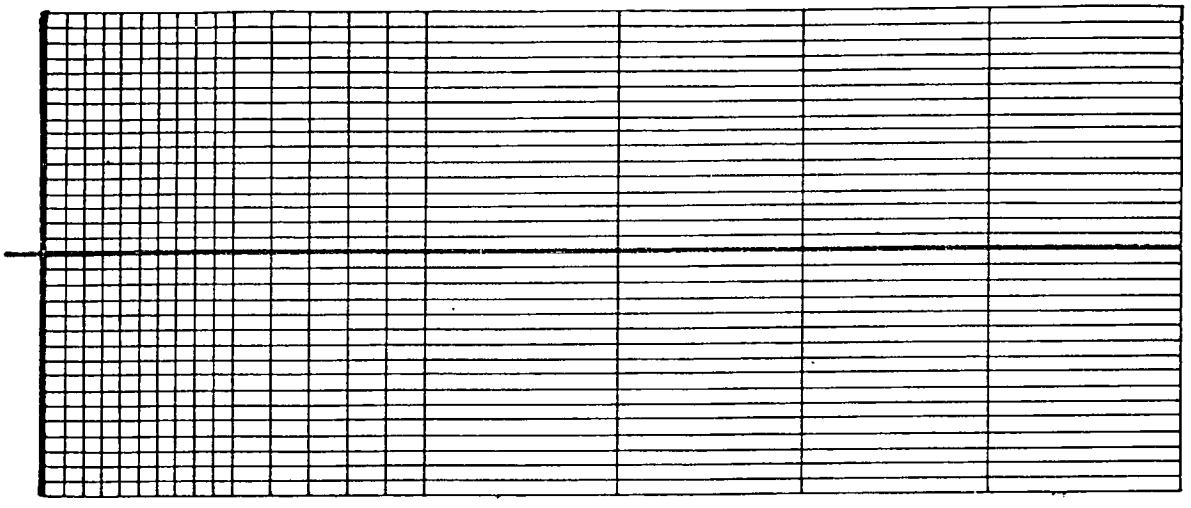


Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
21	1500	5720	788	199,10	28,73	
22	1500	5740	792	199,86	28,72	
23	850	5868	805	203,10	28,89	
24	850	5786	784	200,36	28,88	
25	1580	5715	783	197,60	28,92	
26	1580	5732	786	197,86	28,90	

ŻUJNIK NR (5) RT32-500M DATA 26.06.97

MIERNIK NR wzorcowanie woda WZORCOWAŁ

[imp/dm³] K WIRNIK N5



Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]	
1	24000	5018	697	176,05	28,51	
2	24000	5740	798,5	201,47	28,49	
3	21000	5720	798,5	200,72	28,50	
4	21000	5722	796	200,85	28,49	
5	18000	5744	798,5	201,47	28,51	
6	18000	5746	799	201,60	28,50	
7	15000	5686	792,5	199,98	28,48	
8	15000	5704	793,5	200,22	28,49	
9	12000	5405	752,5	189,95	28,45	
10	12000	5786	807	203,60	28,47	
11	9000	5724	796	200,85	28,50	
12	8000	5692	792	199,86	28,48	
13	6000	5789	804,5	202,97	28,52	
14	6000	5733	797	201,10	28,51	
15	4800	5714	793	200,10	28,56	
16	4800	5730	796	200,85	28,53	
17	3000	5726	793	200,10	28,62	
18	3000	5789	795	200,60	28,61	
19	2400	5716	790,5	199,47	28,66	
20	2400	5743	794,5	200,47	28,66	