

# 6627

**PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP**

**Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81**

OSRODEK AUTOMATYKI MECHANICZNEJ

074

A

Główny wykonawca doc. dr inż. Tadeusz Gałązka *lu*

Wykonawcy R. Brzeski. T. Gałązka M. Siwik, A. Staszewski

Konsultant

Nr zlecenia K 1185

Typoszereg trójdrogowych regulatorów  
temperatury ciepłej wody użytkowej  
dla automatyzacji węzłów cieplnych.

Etap 2 Badanie funkcjonalne proto-  
typów

Zleceńodawca UPNTiW - Komitet Badań Naukowych

Pracę rozpoczęto dnia marzec 1991

zakończono dnia 1991.04.30

Z-ca Dyrektora  
d/s. Badawczo Rozwojowych

Kierownik Oddziału

*mpu*  
dr inż. Jan Jabłkowski

*J*  
mgr inż. J. Jórczak

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 46

Egz. 1 BOINTE

rysunków 29

Egz. 2 OAM

fotografii -

Egz. 3 OAM

tabel -

Egz. 4 OAM

tablic 6

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6627

1

**Analiza deskryptorowa . REGULATORY BEZPOŚREDNIEGO DZIAŁANIA + TEMPERATURA  
+ ZAWORY TRÓJDROGOWE + WYMAGANIA I BADANIA.**

**Analiza dokumentacyjna** . Praca zawiera wyniki badań laboratoryjnych serii prototypowej trójdrogowych regulatorów temperatury bezpośredniego działania ciepłej wody użytkowej, serię prototypową trójdrogowych zaworów wykonały zakłady Automatyki MERA-POLNA, serię zespołów nastawiających PIAP + Spółka z o.o. INPLAST.

**Tytuły poprzednich sprawozdań**

- Wykonanie i wyniki badań laboratoryjnych modeli zaworów trójdrogowych do regulatorów c.w.u Nr rejst, 6134
- Wykonanie dokumentacji pełnego typoszeregu zaworów trójdrogowych Nr rej, 6375
- Dokumentacja, wykonanie prototypów zaworów trójdrogowych dla regulatorów c.w.u., Badania laboratoryjne Nr rej, 6459.

Spis treści

|      |  |         |
|------|--|---------|
| 1.   | Wprowadzenie .....   | 2       |
| 1.1  | Przedmiot badań .....  | 4       |
| 1.2  | Zakres badań .....   | 5       |
| 2.   | Badania .....  | 6       |
| 2.1  | Oględziny .....  | 6       |
| 2.2  | Sprawdzenie wymiarów .....   | 6       |
| 2.3  | Sprawdzenie materiałów .....   | 6       |
| 2.4  | Sprawdzenie zakresu nastaw .....   | 6       |
| 2.5  | Sprawdzenie charakterystyki przepływowej zaworu regulat.,  | 8       |
| 2.6  | Sprawdzenie maksymalnego współczynnika przepływu zaworu<br>regulatora kvs .....                  | 8       |
| 2.7  | Sprawdzenie względnego przecieku .....   | 9       |
| 2.8  | Sprawdzenie otwierania zaworu przy dopuszczalnym spadku<br>ciśnienia na zamkniętym zaworze ..... | 9       |
| 2.9  | Sprawdzenie wytrzymałości korpusu zaworu regulatora na<br>podwyższanie ciśnienia .....           | 10      |
| 2.10 | Sprawdzenie szczelności zewnętrznej regulatora .....   | 10      |
| 2.11 | Sprawdzenie charakterystyki statycznej regulatora ....   | 10      |
| 2.12 | Sprawdzenie stałej czasowej .....  | 11      |
| 2.13 | Sprawdzenie dopuszczalnego przegrzania .....   | 13      |
| 2.14 | Inne badania .....   | 13      |
| 3.   | Wnioski .....  | 14      |
| 4.   | Ocena badań .....  | 14      |
| 5.   | Załączniki .....   |         |
| 5.1  | Rysunki .....  | 15 ÷ 42 |
| 5.2  | Tabele .....   | 43 ÷ 44 |
| 6.   | Zestawienie umownych oznaczeń użytych na rysunkach   | 45 ÷ 46 |

## 1. Wprowadzenie

Z asortymentu regulatorów bezpośredniego działania do automatyzacji węzłów cieplnych wykorzystane są:

regulatory temperatury z zaworami dwudrogowymi lub trójdrogowymi, regulatory ciśnienia, regulatory różnicy ciśnień z zaworami dwudrogowymi oraz regulatory przepływu z zaworami dwudrogowymi.

W węzłach cieplnych z pełną automatyką z wymienionego powyżej asortymentu najpowszechniej stosowane są regulatory temperatury z zaworami dwudrogowymi i regulatory ciśnienia oraz różnicy ciśnień. Określenie pełna automatyka używane jest dla rozwiązań w których obwód ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) jak i obwód centralnego ogrzewania (c.o.) jest zautomatyzowany. Natomiast określenie niepełna automatyka używane jest dla rozwiązań, w których jeden obwód w praktyce (c.w.u.) jest zautomatyzowany.

Regulatory temperatury bezpośredniego działania z zaworami trójdrogowymi - trójdrogowe regulatory temperatury, stosowane są w węzłach cieplnych szeregowo - szeregowych (pełnoszeregowych) to znaczy w węzłach, w których podgrzewacze ciepłej wody użytkowej (jednostopniowe lub dwustopniowe) połączone są szeregowo z obwodem centralnego ogrzewania typu hydroelewatorowego, zmieszania pompowego lub wymiennikowego (obecnie powszechnie stosowanego). W zależności zaś od rodzaju zaworu trójdrogowego (mieszającego lub rozdzielającego) stosowane są dwa rodzaje rozwiązania układu automatyki węzła szeregowo - szeregowego.

Rozwiązania układu automatyki dla obwołu c.w.u. węzła szeregowo - szeregowego z podgrzewaczami wymiennikowymi i trójdrogowymi regulatorami temperatury z zaworem trójdrogowym rozdzielającym pokazano na rysunku 1 a z zaworem trójdrogowym mieszającym pokazano na rysunku 2.

Pokazane użycie trójdrogowych regulatorów temperatury na zastosowanie w przypadku węzłów cieplnych z niepełną automatyką i takie regulatory dla utrzymania w eksploatacji istniejących w Kraju węzłów c są niezbędne jak również <sup>sa</sup> niezbędne dla modernizacji najstarszych niezautomatyzowanych rozwiązań tanim kosztem.

Przy prawidłowo zaprojektowanym węźle cieplnym szeregowo-szeregowym można uzyskać:

- zmniejszenie kosztów modernizacji węzła przez wyeliminowanie zasobników lub zmniejszenie ich wielkości

4

- stabilizację przepływów wody sieciowej w systemie ciepłowniczym
- znaczne ograniczenie ilości wody sieciowej dostarczanej do węzła

Drugim rodzajem zastosowania trójdrogowych regulatorów temperatury jest ich wykorzystanie w węzłach ciepłych z pełną automatyką chodzi o rozwiązania w których stosowane są elektroniczne regulatory temperatury powietrza tak zwane „regulatory pogodowe”.

Na rysunku 3 pokazano układ automatyki węzła ciepłego szeregowo - szeregowego z podgrzewaczami wymiennikowymi. W ramach modernizacji istniejących węzłów z pełną automatyką należy się liczyć z pojawieniem tego typu rozwiązań, w których mają zastosowanie trójdrogowe regulatory temperatury.

W celu stworzenia pełnego zestawu regulatorów bezpośredniego działania dla automatyzacji węzłów ciepłych podjęto w latach ubiegłych między innymi opracowanie trójdrogowych regulatorów temperatury (Regulatory RT/3).

Omawiana praca jest kontynuacją prac wykonywanych w ramach środków centralnych w celu realizacyjnym Nr 7.2.A pt: Typoszereg trójdrogowych regulatorów temperatury ciepłej wody użytkowej dla węzłów ciepłych cel ten wykonywano w Centralnym Planie Badawczo Rozwojowym Nr. 5.2.

Prace zrealizowane w ramach CPBR Nr. 5.2. zakończyły się wykonaniem a następnie przeprowadzeniem badań pełnych prototypów zaworów trójdrogowych dla regulatorów temperatury ciepłej wody użytkowej.

Dokończenie opracowania realizowane jest w ramach prac finansowych przez (UPNTiW) obecnie Komitet Badań Naukowych w ramach tematu „Regulatory RT/3” zlecenia K 1185 pt: „Typoszereg trójdrogowych regulatorów temperatury ciepłej wody użytkowej węzłów ciepłych”.

Sprawozdanie zawiera opis, wyniki badań i wnioski z prac prowadzonych w etapie II, punkt kontrolny 2 pt: „Badania funkcjonalne prototypów”

## 1.1 Przedmiot badań

Opracowywane trójdrogowe regulatory temperatury zwane dalej regulatory RT/3 zbudowane są z czterech podstawowych zespołów: czujnika, kapilary, napędu i trójdrogowego zaworu.

Każdy z tych zespołów występuje w kilku odmianach czujnik posiada pięć podstawowych odmian różniących się pojemnością komory termometrycznej, a każda z tych odmian przewidziana jest do wykonania z przyłączem calowym bądź metrycznym. Czujniki mogą mieć normalną lub dużą stałą czasową.

Kapilary występują w czterech odmianach różniących się długością. Napęd występuje w następujących odmianach z przegrzaniem normalnym, podwojonym w wykonaniach standardowym i uniwersalnym.

Zawory zróżnicowane są wielkością średnicy nominalnej 5 wielkości, współczynników przepływu  $kvs$  - 14 wielkości materiału wykonania korpusu - 3 wykonania oraz możliwością pracy zależne podłączenia jako rozdzielające bądź jako mieszające.

Nie uwzględniając rodzaju przyłączy czujników odmian napędów i wykonania materiałowych korpusów zaworów przez odpowiednią kompletację różnych odmian wymienionych zespołów można otrzymać 1400 odmian regulatorów.

W ramach prowadzonych od szeregu lat opracowań regulatorów bezpośredniego działania doprowadzono do zunifikowania rozwiązań. I tak trójdrogowe regulatory temperatury RT/3 są zunifikowane z regulatorami temperatury RT nie tylko ze względu na podobieństwo geometryczne i przystosowanie do tych samych warunków pracy wynikających z zastosowania w ciepłownictwie<sup>ale</sup> przez wykorzystanie zarówno w regulatorach RT jak i RT/3 tych samych zespołów. Są to: czujniki, kapilary i napęd. Wymienione zespoły w ramach zakończonego opracowania regulatorów RT przeszły badania pełne i zostały dla prototypów regulatorów RT/3 wykonane w oparciu o ich zweryfikowaną dokumentację - wykonaną dla producenta. Uwzględniając powyżej zestawiony stan<sup>sprawdzonych już laboratoryjnie i eksploatacyjnie</sup> zespołów dla regulatorów RT/3 badania ich mogły być badaniami współpracy: czujnika, kapilary, napędu z trójdrogowym zaworem regulacyjnym dla wybranej typowielkości.

Badania te przeprowadzono jednak w szerszym zakresie zarówno dla trzech typowości DN 40, DN 50, DN 65 jak i przy zachowaniu zgodności z technicznymi wymogami wynikającymi z opracowanej / z przeznaczeniem dla producenta / w ramach tego etapu projektu normy zakładowej pt: wymagania i badania dla regulatorów RT/3.

## 1.2. Zakres badań

Badaniami objęto regulatory o numerach RT-1/3, RT-2/3, i RT-3/3 oznaczonych na wszystkich zespołach i o średnicy nominalnej zaworów odpowiednio do numerów / DN 40, DN 50 i DN 65 mm /. Badania na zgodność z:

- Normą PN-82/M-42050 Automatyka Przemysłowa, Regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym. Wymagania i badania.
- Normą PN-83/M-74201 Armatura przemysłowa. Zawory regulujące. Wymagania i badania.
- projektem Normy Zakładowej ZN-91... Automatyka Przemysłowa. Regulatory temperatury bezpośredniego działania typu RT/3. Wymagania i badania.

W zestawieniu wyników badań wykorzystywano dane z badań pełnych prototypów trójdrogowych zaworów mieszających i rozdzielających oraz dane z badań prototypów zespołów regulatorów RT / stosowanych w regulatorach RT/3 /

## 2. BADANIA

### 2.1. Ogłędziny

Przeprowadzono ogłędziny wszystkich przeznaczonych do badań regulatorów bez użycia narzędzi pomocniczych i przeprowadzania pomiarów. Stwierdzono estetyczne wykonanie, właściwy stan powierzchni - pokryć galwanicznych i lakierniczych.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 2.2. Sprawdzenie wymiarów

W oparciu o wyniki pomiarów części dla wykonania prototypów albo stwierdzono właściwe ich wykonanie albo wykonanie doprowadzone do zgodności z rysunkami konstrukcyjnymi.

Po montażu badane regulatory były wykonane zgodnie z dokumentacją konstrukcyjną i podanymi w niej zaleceniami.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 2.3. Sprawdzenie materiałów

Oparto o stwierdzenie producenta użycia, do produkcji wszystkich detali, materiałów podanych w dokumentacji konstrukcyjnej zgodnie z dokumentami magazynowymi wydania materiałów z magazynu do produkcji.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 2.4. Sprawdzenie zakresu nastaw

Badania przeprowadzono na stanowisku przedstawionym na rysunku 4 i opisanym w punkcie 3.4.5. Projektu Normy na regulatory RT/3. Badane czujniki umieszczane były w komorze grzejnej w powietrzu, a nie w ultratermostacie z wodą ze względu na potrzebę uzyskania w badaniach między innymi stałej temperatury otoczenia nie mniejszej od 160 °C.



Wyznaczono charakterystyki statyczne przemieszczenia tłoczka napędu w funkcji temperatury  $h = f/t/$  dla trzech nastaw: początku, środka i końca przedziału 20 do 160°C. Osiągając zgodny z wymaganiami zakres nastaw.

Wyznaczone charakterystyki przedstawiono na rys. od 7 do 11. Z charakterystyk wyznaczono przyrost względny skoku  $\bar{h}$  mm/1°C dla czujników CRT-30; CRT-50; CRT-80; CRT-120 i CRT-190. Dane z pomiarów zestawiono w tablicy nr 1.

Tablica 1

| Napęd                             | Czujniki CRT |      |        |     |     | Uwagi |
|-----------------------------------|--------------|------|--------|-----|-----|-------|
|                                   | 30           | 50   | 80     | 120 | 190 |       |
| NRT-40                            |              |      |        |     |     |       |
| Przyrost względny skoku $\bar{h}$ | 0,32         | 0,50 | 0,71   | 1,0 | 1,5 |       |
|                                   | 0,31         | 0,49 | 0,71   | 1,0 | 1,5 |       |
|                                   | 0,30         | 0,48 | 0,70   | 1,0 | 1,5 |       |
| średnia                           | 0,31         | 0,49 | ≈ 7,07 | 1,0 | 1,5 |       |

Dla przedstawionego na rysunku nr 4 zestawu nastawiającego /czujnik, kapilara, napęd/ sprawdzono zakres korekty wartości zadanej  $\Delta t_k$  /°C/ w ramach przedziału - 2,5 obrotu pokrętki nastawy czujnika. Dane zestawiono w tablicy nr 2.

Tablica 2

|                             | Czujnik CRT |    |    |     |     | Uwagi |
|-----------------------------|-------------|----|----|-----|-----|-------|
|                             | 30          | 50 | 80 | 120 | 190 |       |
| Zakres korekty $\Delta t_k$ | 100         | 61 | 44 | 31  | 21  |       |

Wynik sprawdzenia pozytywny.

## 2.5. Sprawdzenie charakterystyki przepływowej zaworu regulatora

Badanie przeprowadzono na stanowisku wodnym, schemat części pomiarowej którego pokazano na rysunkach 5 i 6. Wyznaczone wewnętrzne charakterystyki przepływowe we współrzędnych  $k_v = f/H/$  pokazane są na rysunkach od 12 do 17.

Wyznaczono charakterystyki dla zaworów pracujących jako rozdzielające /oznaczenie ZRT-3R/, jako mieszające /oznaczenie ZRT-3M/i charakterystyki przepływowe dla poszczególnych dróg przepływu przez zawór. Badania miały charakter sprawdzający już osiągniętych wyników przy badaniu prototypów trójdrogowych zaworów ZRT w CPBR 5.2. Wykazały one, że różnice pomiędzy obecnymi i poprzednimi badaniami mieszczą się w granicach dopuszczalnego błędu  $\pm 10\% k_{vs}/$ .

Wynik sprawdzenia pozytywny.

## 2.6. Sprawdzenie maksymalnego współczynnika przepływu zaworu regulatora $k_{vs} = k_{v100}$

Badania przeprowadzono na stanowisku wodnym, schemat części pomiarowej którego pokazano na rysunkach 5 i 6. Mierzono objętościowe natężenie przepływu przy pełnym otwarciu kolejno poszczególnych dróg w zaworze zarówno pracującym jako rozdzielający jak i mieszający. Sprawdzenia dokonano zgodnie z znormalizowanymi warunkami przyjętymi dla określenia współczynników przepływu  $k_v$ .

Pomiary dokonane wyrywkowo wykazały, że obecnie pomierzone wartości  $k_{vs}$  mieszczą się w granicach dopuszczalnego błędu  $\pm 10\% k_{vs}/$  w stosunku do pomiarów dokonanych przy badaniu prototypów trójdrogowych zaworów ZRT w CPBR 5.2.

Dane z pomiarów podano w tabelicy nr 3.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

Tablica 3

| DN                  | 40   | 50   | 65   |  |
|---------------------|------|------|------|--|
| zawór rozdzielający |      |      |      |  |
| $k_{vs1}$           | 10   | 25   | 37,8 |  |
| $k_{vs1-2}$         | 10,4 | 27   | 40,8 |  |
| $k_{vs1-3}$         | 9,9  | 26   | 37,6 |  |
| zawór mieszający    |      |      |      |  |
| $k_{vs1}$           | 10   | 24,8 | 38,0 |  |
| $k_{vs2-1}$         | 10,2 | 24,6 | 39,0 |  |
| $k_{vs3-1}$         | 10,1 | 24,8 | 37,6 |  |

2.7. Sprawdzenie względnego przecieku

Zadając przy zamkniętym zaworze zgodną z wymaganiami p. 2.2.5. i 3.4.8. projektu normy różnicę ciśnień/na stanowisku wodnym/mierzono objętość spływającej wody do butli pomiarowej w przyjętej jednostce czasu.

Wyniki pomiarów podano w tablicy nr 4.

Badania przeprowadzono przy różnicy ciśnień równej

$\Delta p = 0,6 \text{ MPa}$  zgodnie z projektem normy na regulatory RT/3. W próbie tej uzyskano wyniki mieszczące się w granicach dopuszczalnego błędu.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.8. Sprawdzenie otwierania zaworu przy dopuszczalnym spadku ciśnienia na zamkniętym zaworze

Sprawdzenia dokonano na stanowisku wodnym zadając kolejno dla zaworów o DN40; DN50 i DN65 różnicę ciśnień 0,6MPa. Próbę wykonano dla każdej z dróg przelotu zaworu. Następnie

sprawdzono że, obracając pokrętkiem nastawy, zawory otwierały się bez zacięć.

Wyniki zestawiono w tablicy nr 5.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

#### 2.9. Sprawdzenie wytrzymałości korpusu zaworu regulatora na podwyższone ciśnienie

Ocenę podano w oparciu o stwierdzenie producenta poddaniu korpusów zaworów oddziaływaniu ciśnienia zgodnie z wymaganiami normy PN-82/M-71001 i nie stwierdzeniu nieszczelności nawet pocenia się. Brak nieszczelności potwierdzają badania podane w punktach 2.6.; 2.7 i 2.8. niniejszego sprawozdania. Wynik sprawdzenia pozytywny.

#### 2.10. Sprawdzenie szczelności zewnętrznej regulatora

Sprawdzenie dokonywano po zainstalowaniu regulatora na stanowisku wodnym przed określaniem charakterystyki przepływowej lub charakterystyki statycznej regulatorów RT/3. Wywołując przez pokręcenie pokrętkiem nastawy skok napędu równy  $0,8 h_{ma}$  i utrzymując taki stan przez 30 min. nie stwierdzono występowania przeciwwków bądź cofania trzpienia napędu. Wynik sprawdzenia pozytywny.

#### 2.11. Sprawdzenie charakterystyki statycznej regulatora

Sprawdzenia dokonywano na stanowisku wodnym schemat części pomiarowej którego pokazano na rys. 5 i 6. Wyznaczono dla poszczególnych regulatorów charakterystyki  $h = f(t)$  /skoku trzpienia napędu w funkcji temperatury/.

Badania wykonywano dla kompletnych regulatorów i regulatorów bez zaworów. Zarówno dla narastania jak i dla obniżenia temperatury charakterystykę wyznaczono w oparciu o co najmniej osiem punktów pomiarowych. Wyznaczone charakterystyki pokazano na rys. od 18 do 29.

W oparciu o wyznaczone charakterystyki określono:

- rzeczywiście osiągnięty maksymalny skok trzpienia napędu i temperatury pełnego otwarcia,
- przyrost względny skoku  $\bar{h}$  czyli przyrost skoku w mm na  $1^{\circ}\text{C}$ ,
- zakres proporcjonalności z zależności  $X_p = \frac{h_{\max}}{\bar{h}}$  /  $\frac{\text{mm}}{\text{mm}/^{\circ}\text{C}}$  /
- strefę niejednoznaczności  $X_h$  pomiędzy charakterystyką otwierania i zamykania zaworu.

Wyznaczone lub przeliczone wartości podano bezpośrednio przy charakterystykach rysunki od 18 do 29

Z określonych danych dla kompletnych regulatorów otrzymano:

- skok maksymalny  $h_{\max}$  zgodny jest z ustalonymi w wymaganiach / projektu normy zakładowej na regulatory RT/3 /,
- przyrost względny skoku  $\bar{h}$  mieści się w granicach tolerancji  $\pm 20\%h$  w stosunku do wartości przyjętych w wymaganiach, podanych w projekcie normy na regulatory RT/3,
- zakres proporcjonalności  $X_p$  / punkt 2.2.10 . wymagań projektu normy na regulatory RT/3 / został przyjęty z Polskiej Normy PN-82/M-42050.

Wyznaczone wartości  $X_p$  dla wszystkich regulatorów spełniają przyjęte wymagania. Dla regulatorów z zaworami o średnicy nominalnej DN 40 i DN 50 spełniają one również wymagania dla wartości  $X_p \leq 16^{\circ}\text{C} \pm 0,1 X_p$ , a więc osiągają wartości jakie deklarowała firma Mertik .

- Wyznaczone wartości  $X_h$  - strefy niejednoznaczności, wszystkich badanych regulatorów RT/3 spełniają wymagania projektu normy zakładowej dla przyjętej wartości zakresu proporcjonalności  $X_p = 20^{\circ}\text{C} \pm 0,1 X_p$ . Zwrócić należy uwagę na zmianę wartości  $X_h$  dla kompletnych regulatorów w odniesieniu do wartości określonych dla zestawu nastawiającego. Wynik sprawdzenia pozytywny.

## 2.12. Sprawdzenie stałej czasowej

Sprawdzeniu poddawany był zestaw nastawiający regulatora / czujnik, kapilara, napęd / zgodnie z warunkami określonymi w PN-83/M-74201. Jest to zunifikowany zespół zarówno dla regulatorów RT z zaworami dwudrogowymi jak i trójdrogowymi.

Wyniki pomiarów przeprowadzonych przy badaniach prototypów zestawiono w tablicy nr.6

Podane wartości nie przekraczają przyjętej w wymaganiach wartości  $T=125$  (s)

Zgodnie z wymaganiami przywołanej powyżej normy, wynik sprawdzenia pozytywny.

Tablica 6

| Czujnik CRT | Kapilara KRT | Stała czasowa T /s/ |            |
|-------------|--------------|---------------------|------------|
|             |              | zamykanie           | otwieranie |
| 30          | 2            | 90                  | 107        |
| 50          | 2            | 85                  | 110        |
| 80          | 5            | 123                 | 120        |
| 80          | 2            | 115                 | 91         |
| 120         | 10           | 104                 | 102        |
| CRT/a/190   | 15           | 185                 | 168        |

### 2.13. Sprawdzenie dopuszczalnego przegrzania

Sprawdzeniu poddano każdy zespół nastawiający regulatorów RT/3. Po przewyższeniu temperatury zadanej o 50°C i przetrzymaniu w tej temperaturze <sup>przez 1h</sup> stwierdzono wyjścia po za granice tolerancji wartości określonych dla charakterystyki statycznej.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 2.14. Inne badania

Ze względu na wymagania jak i sposób przeprowadzania badań dla regulatorów temperatury bezpośredniego działania najważniejsze są dwa akty normatywne w randze polskich norm wymienione na końcu „wprowadzenia” z niniejszego sprawozdania. Zwrócić należy uwagę na porównanie zakresu sprawdzeń dla regulatorów bezpośredniego działania i zaworów regulacyjnych. Sprawdzenia takie jak:

- sprawdzenie odporności regulatora na temperatury czynnika regulacyjnego
  - sprawdzenie wytrzymałości na zimno
  - sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco
  - sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe
  - sprawdzenie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne
  - sprawdzenie wytrzymałości na uderzenia mechaniczne
- nie występują przy badaniach pełnych zaworów regulacyjnych. W regulatorach bezpośredniego działania wymienione sprawdzenia odporności wytrzymałościowe są właściwie istotne dla zestawu nastawiającego regulatora /czujnik, kapilara, napęd/. Ponieważ w regulatorach RT /z zaworami dwu i trójdrogowymi/ zestaw nastawiający jest identyczny nie przeprowadzono tych sprawdzeń opierając się na pozytywnych wynikach badań przeprowadzonych przez Centralną Stację Prób Instytutu dla regulatorów RT z zaworami dwudrogowymi.

3. Wnioski

3.1 Wzaksresie konstrukcji i eksploatacji.

- Należy zwrócić szczególną uwagę na wykonanie napędu NRT. Chodzi o ściśle przestrzeganie gładkości i pasowania, oraz ochrony powierzchni współpracujących przed położeniem pokryć ochronnych
- Na montażu szczególnie starannie powinny być wykonane połączenia poszczególnych zespołów regulatora
- Po okresowych przerwach, awariach itp. należy zwrócić szczególną uwagę na przegląd i oczyszczenie z nalotów i osadów zespołu nastawczego zaworów trójdrogowych ~~właścicieli~~ eksploatacją ~~powinno~~ poprzedzić okres rozruchowy pracy z małą częstotliwością.

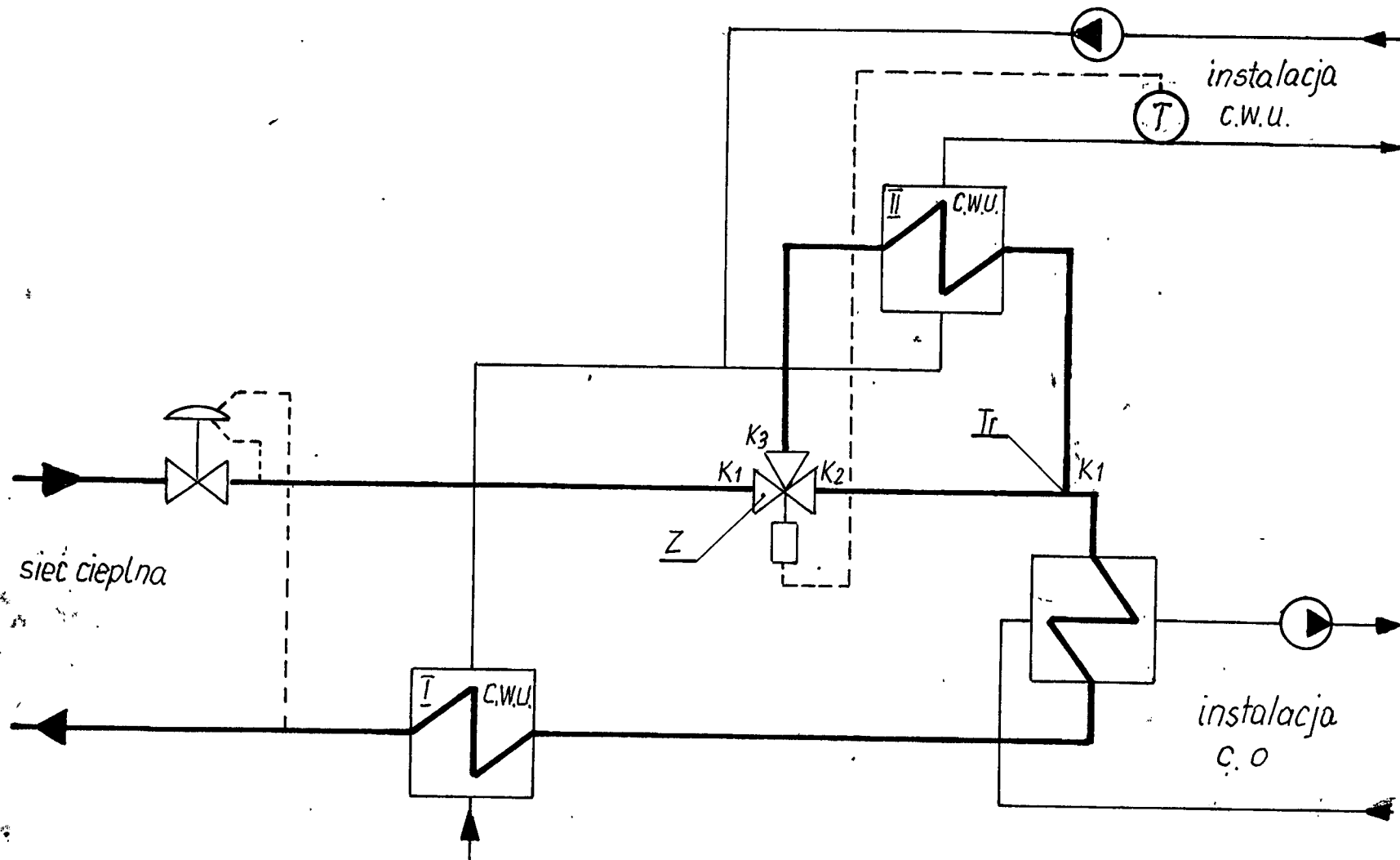
4. Ocena badań.

Zgodnie z obowiązującymi normami na Regulatory Bezpośredniego Działania, Normę na zawory regulacyjne i projektem normy zakładowej na regulatory RT/3 przeprowadzone badania wykazały że założone parametry zostały spełnione.

Bardzo ważnymi są badania eksploatacyjne, gdyż jedynie zestaw nastawiający będąc stosowany w regulatorach RT z zaworami dwudrogowymi znajduje się w ciągłej eksploatacji, obecnie na ok. 400 regulatorach zainstalowanych na węzłach cieplnych.

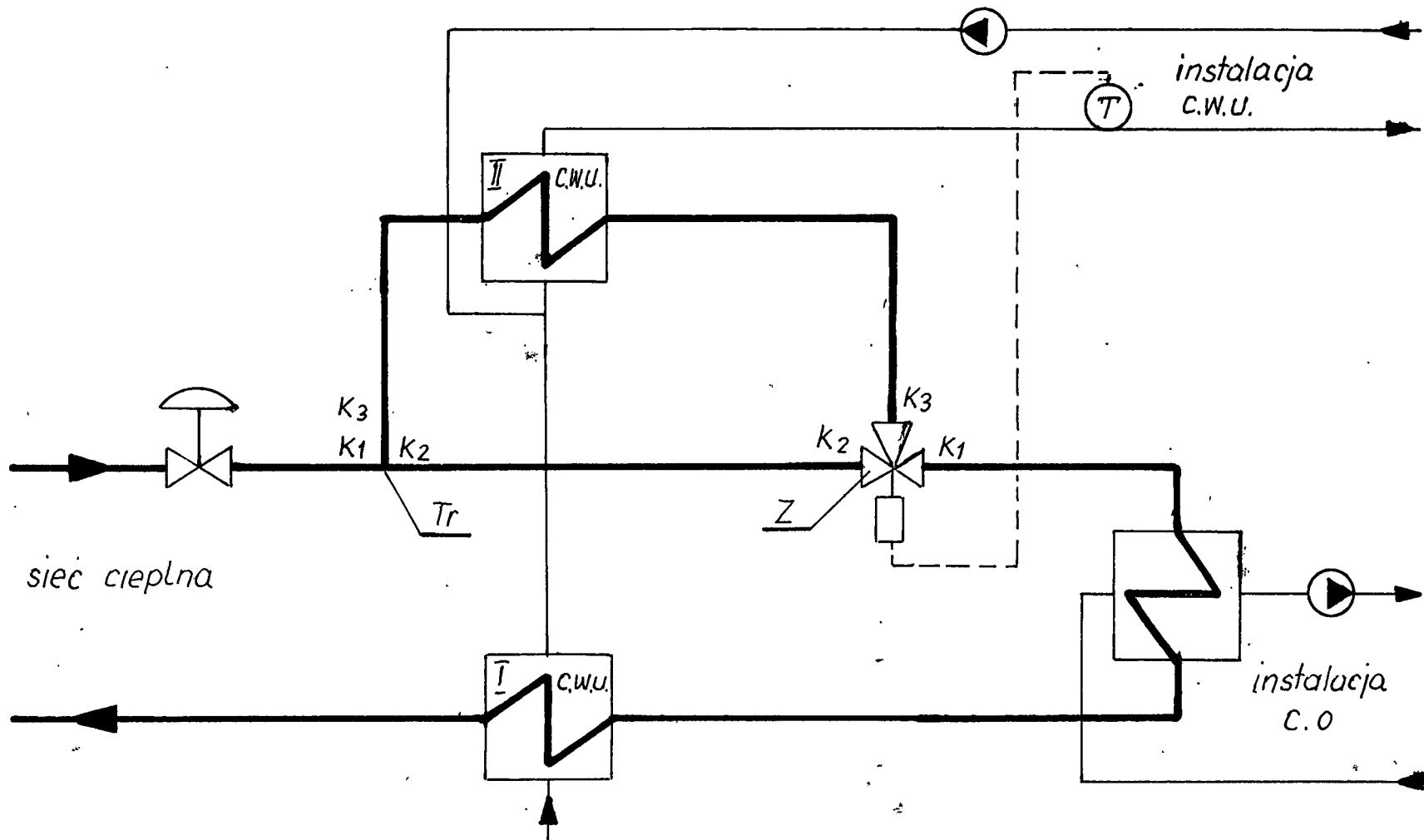
Natomias trójdrogowe zawory regulacyjne badań eksploatacyjnych nie przechodziły. Stąd konieczność zakończenia badań pełnych regulatorów RT/3 badaniami eksploatacyjnymi na węzłach cieplnych.





Rys. 1 Układ węzła szeregowo-szeregowego wymiennikowego z zastosowaniem regulatora temperatury z zaworem trójdrogowym rozdzielającym

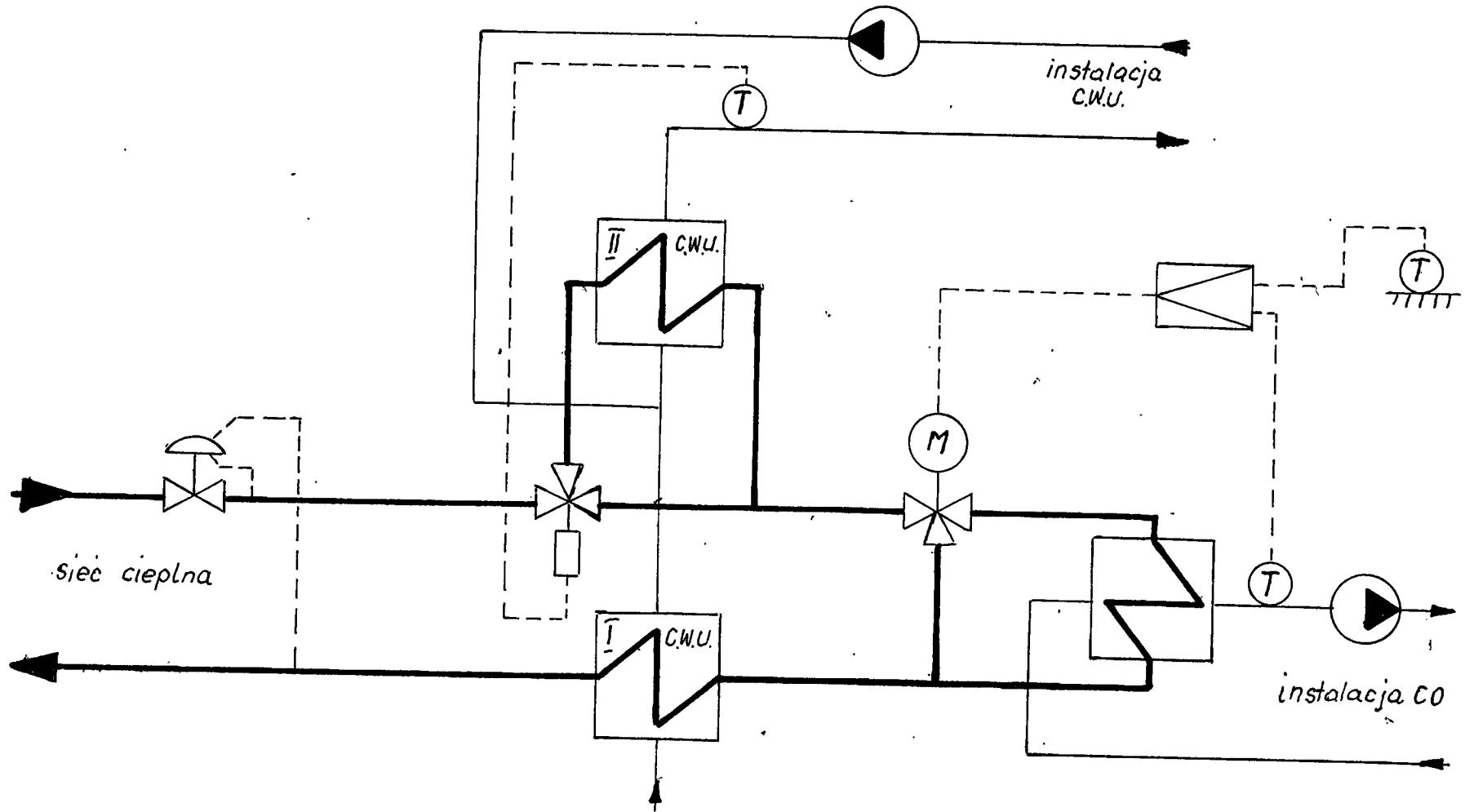
TK



Rys. 2

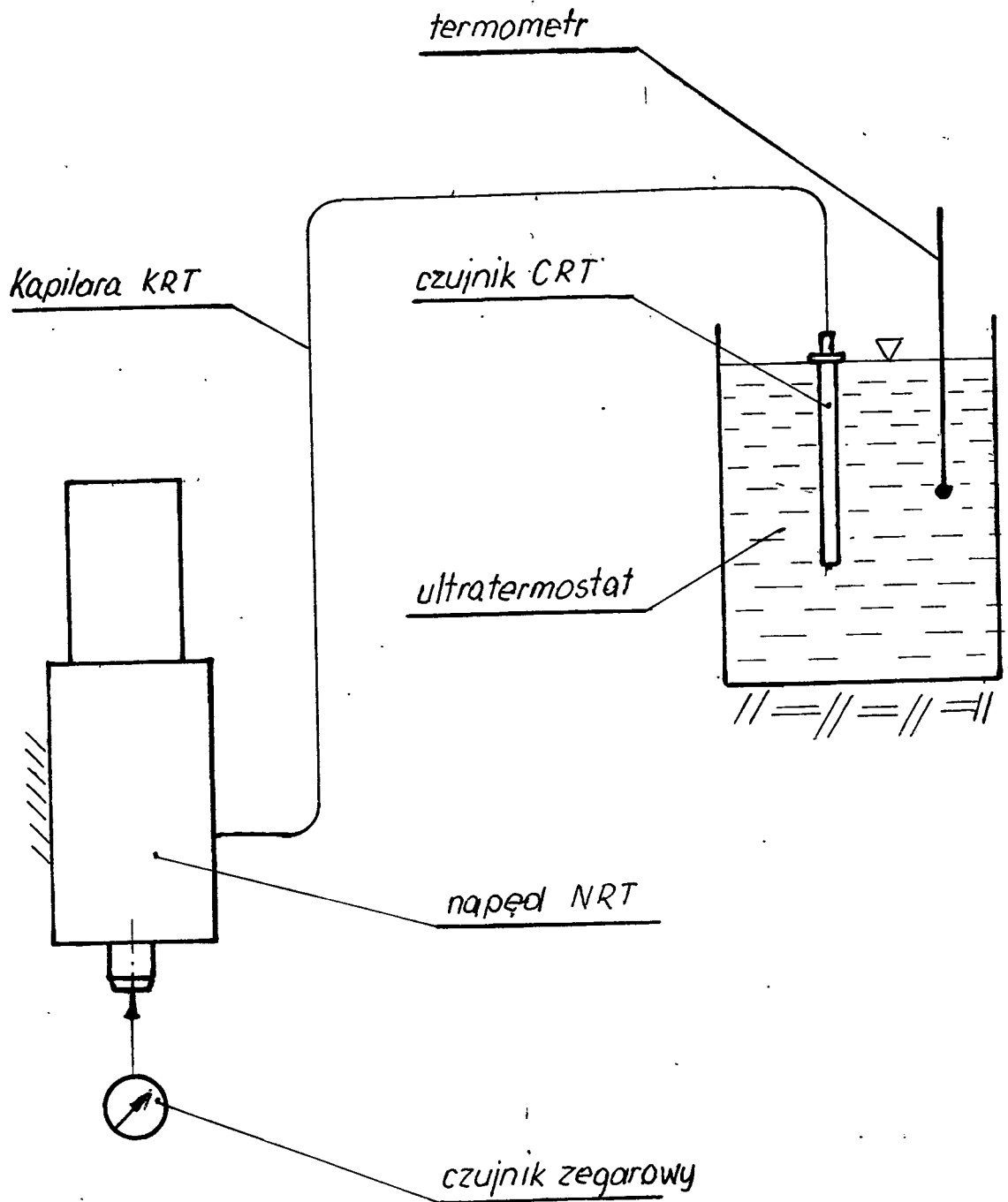
Układ węzła szeregowo szeregowego wymiennikowego z zastosowaniem regulatora temperatury z zaworem trojdrogowym mieszającym

18

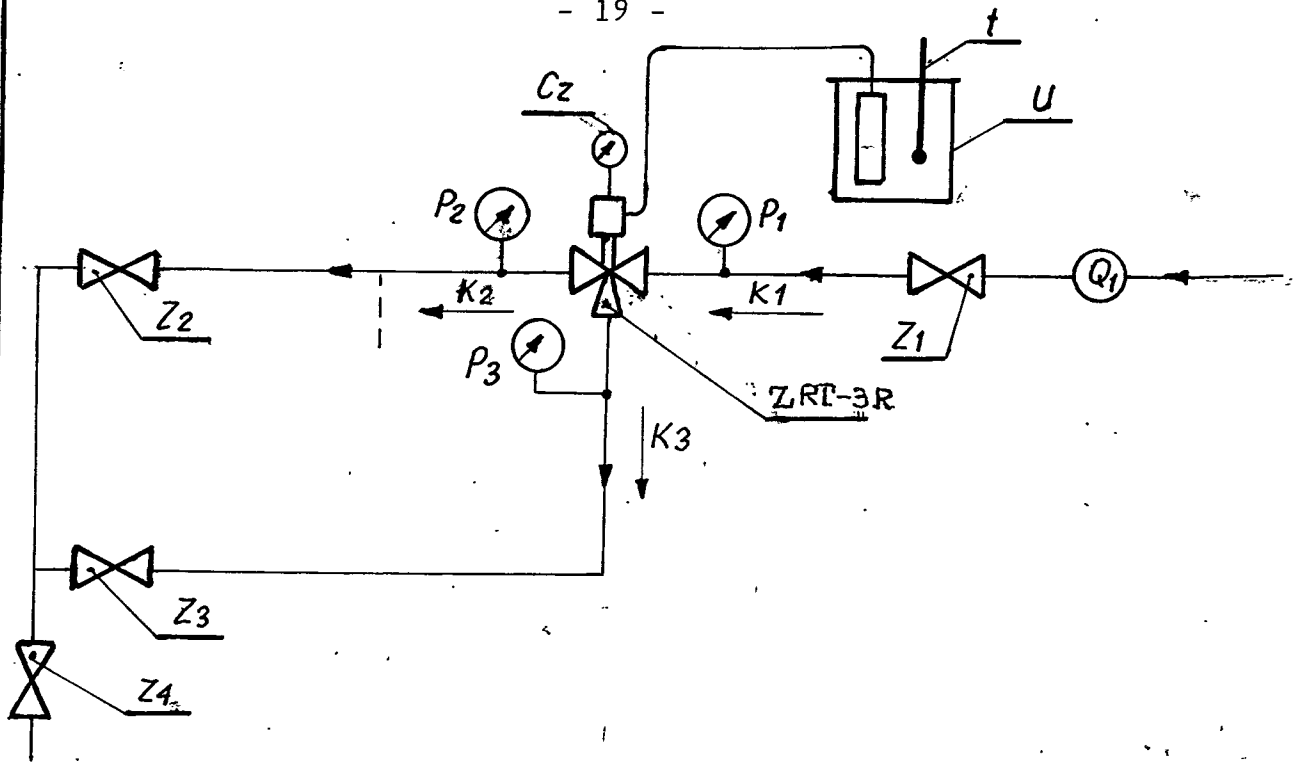


Rys. 3 Układ węzła ciepłego szeregowo - szeregowego wymiennikowego z petną automatyką.

61

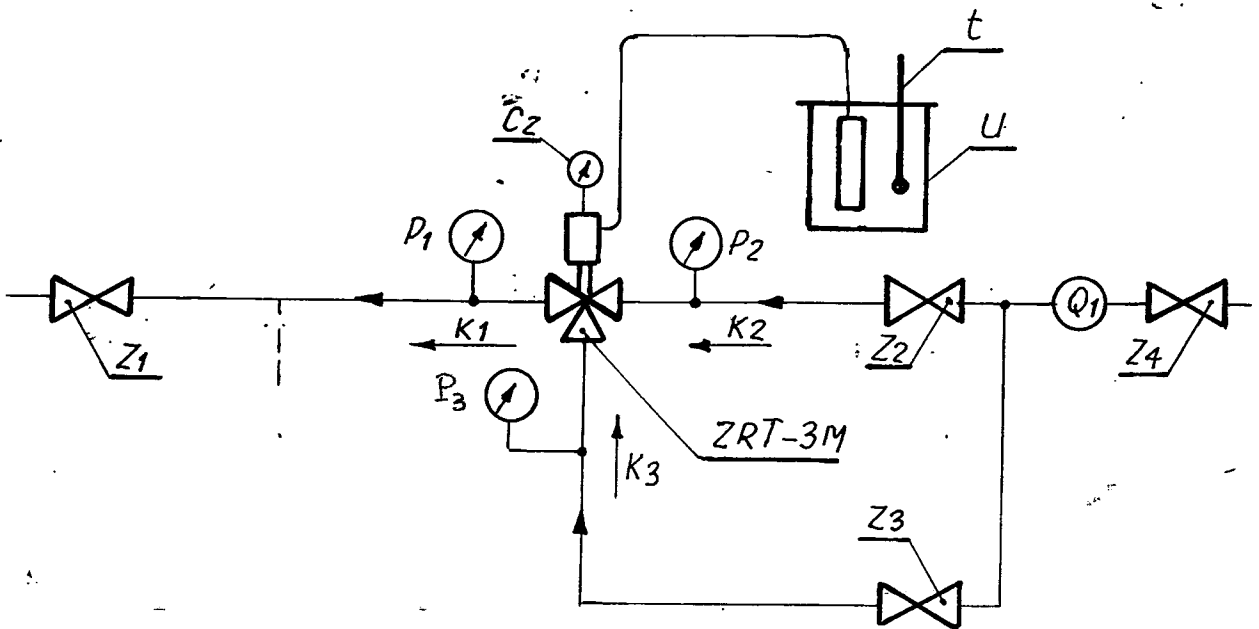


Rys. 4 Schemat stanowiska pomiarowego do wyznaczania charakterystyk statycznych zestawów nastawiających



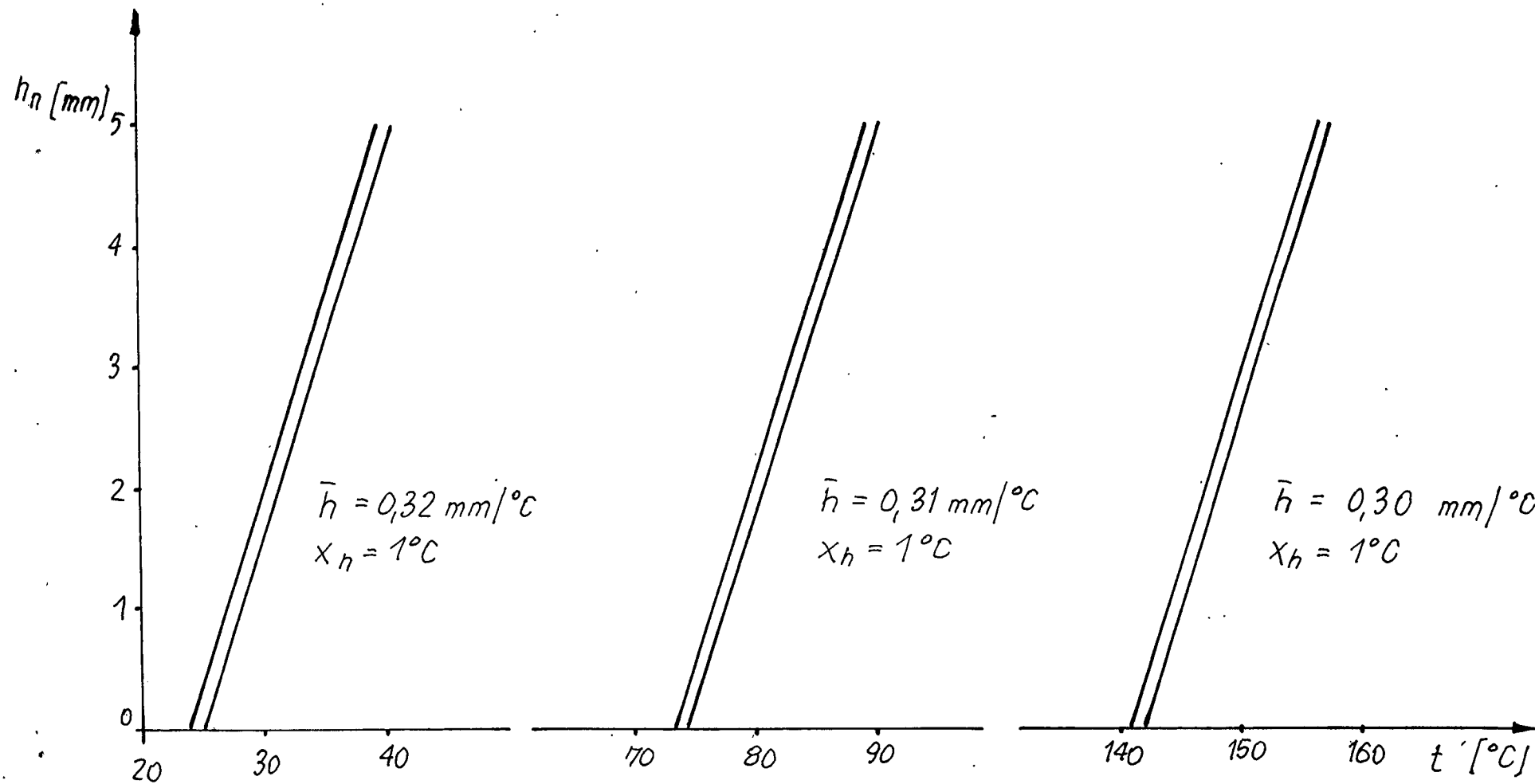
Rys.5

Schemat stanowiska pomiarowego do badań trójdrogowych regulatorów temperatury z zaworami rozdzielającymi ZRT-3



Rys.6

Schemat stanowiska pomiarowego do badań trójdrogowych regulatorów temperatury z zaworami mieszającymi ZRT-3M

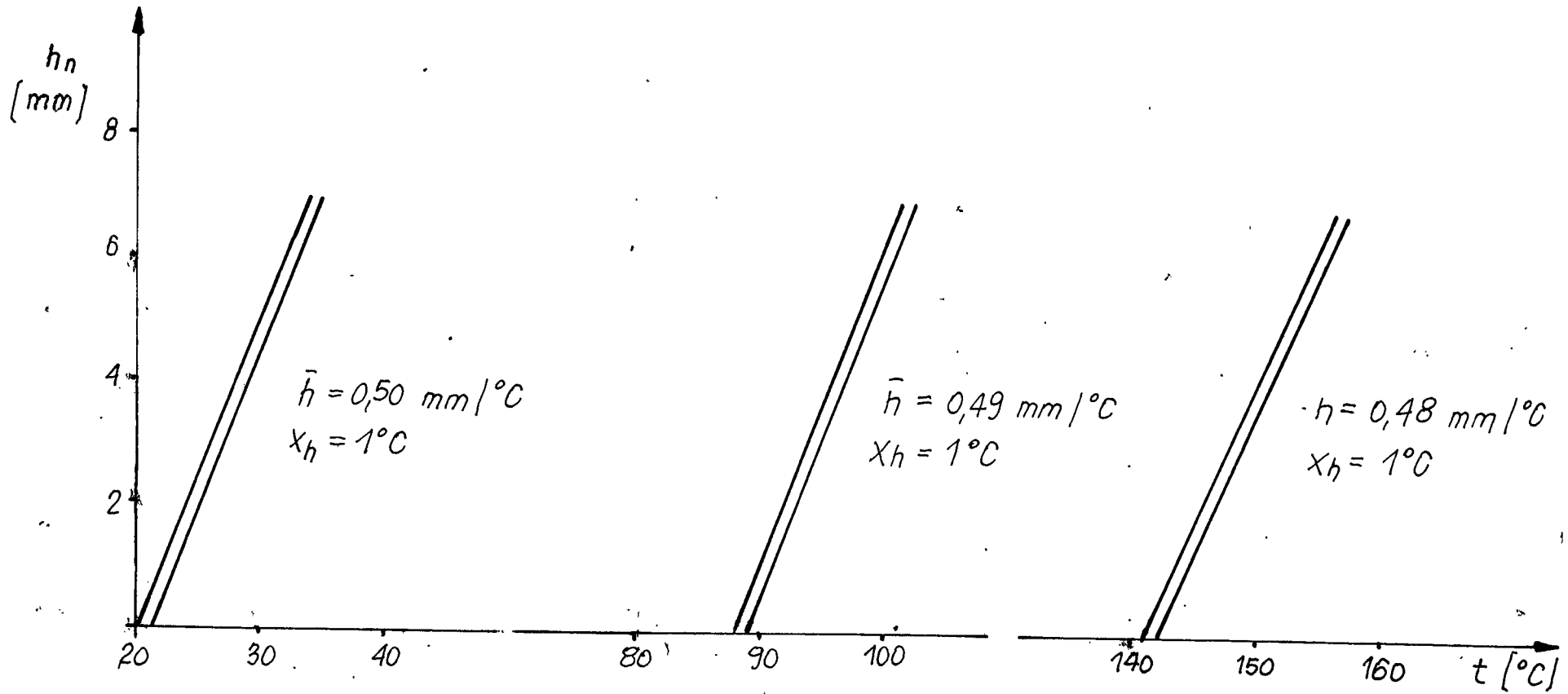


Rys.7

Zestaw nastawiający (CRT-30 ; NRT-400 ; KRT-2)

Charakterystyki statyczne

27

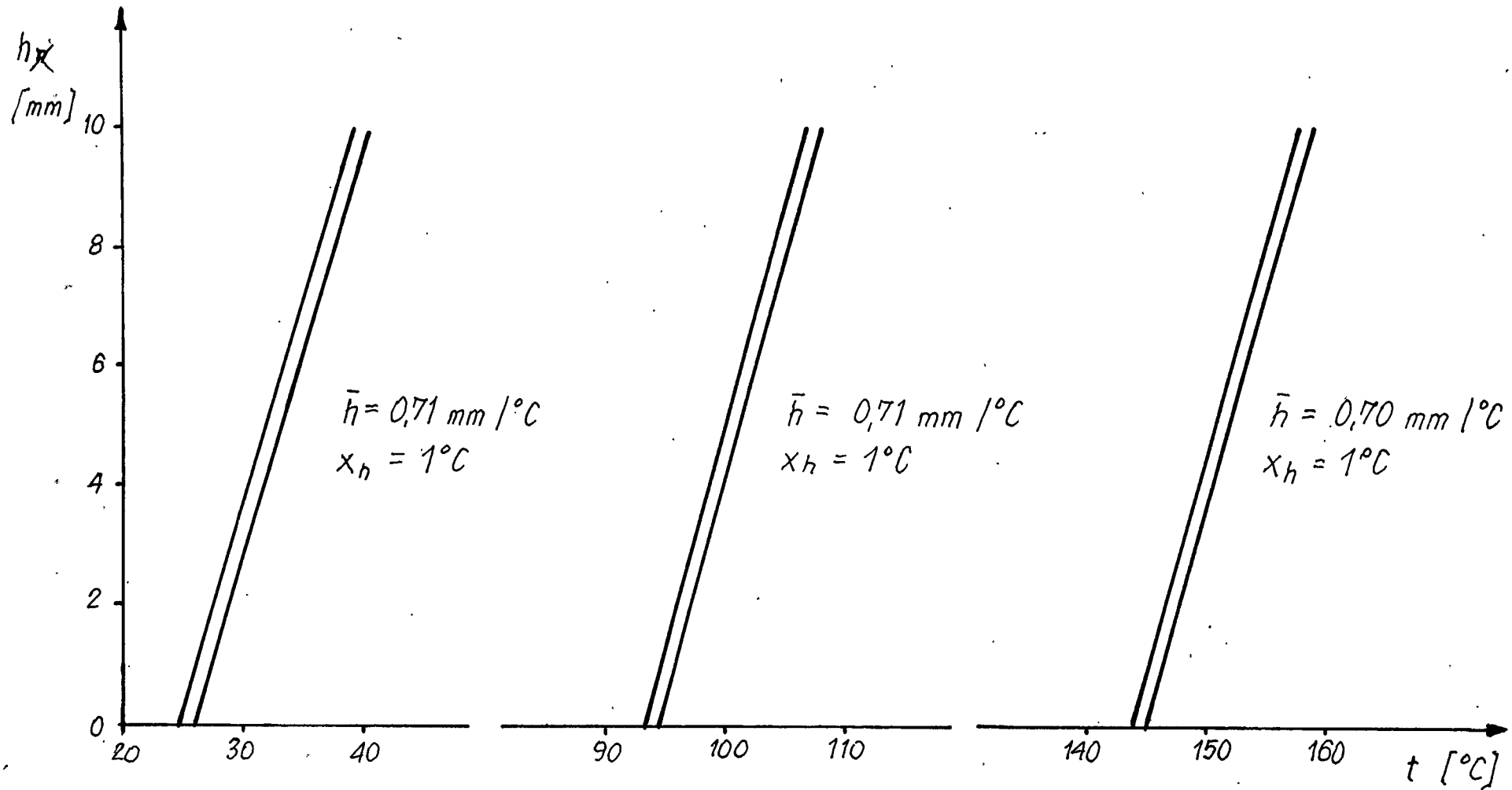


Rys. 8

Zestaw nastawiający [CRT-50 ; NRT 400 ; KRT-2]

Charakterystyki statyczne.

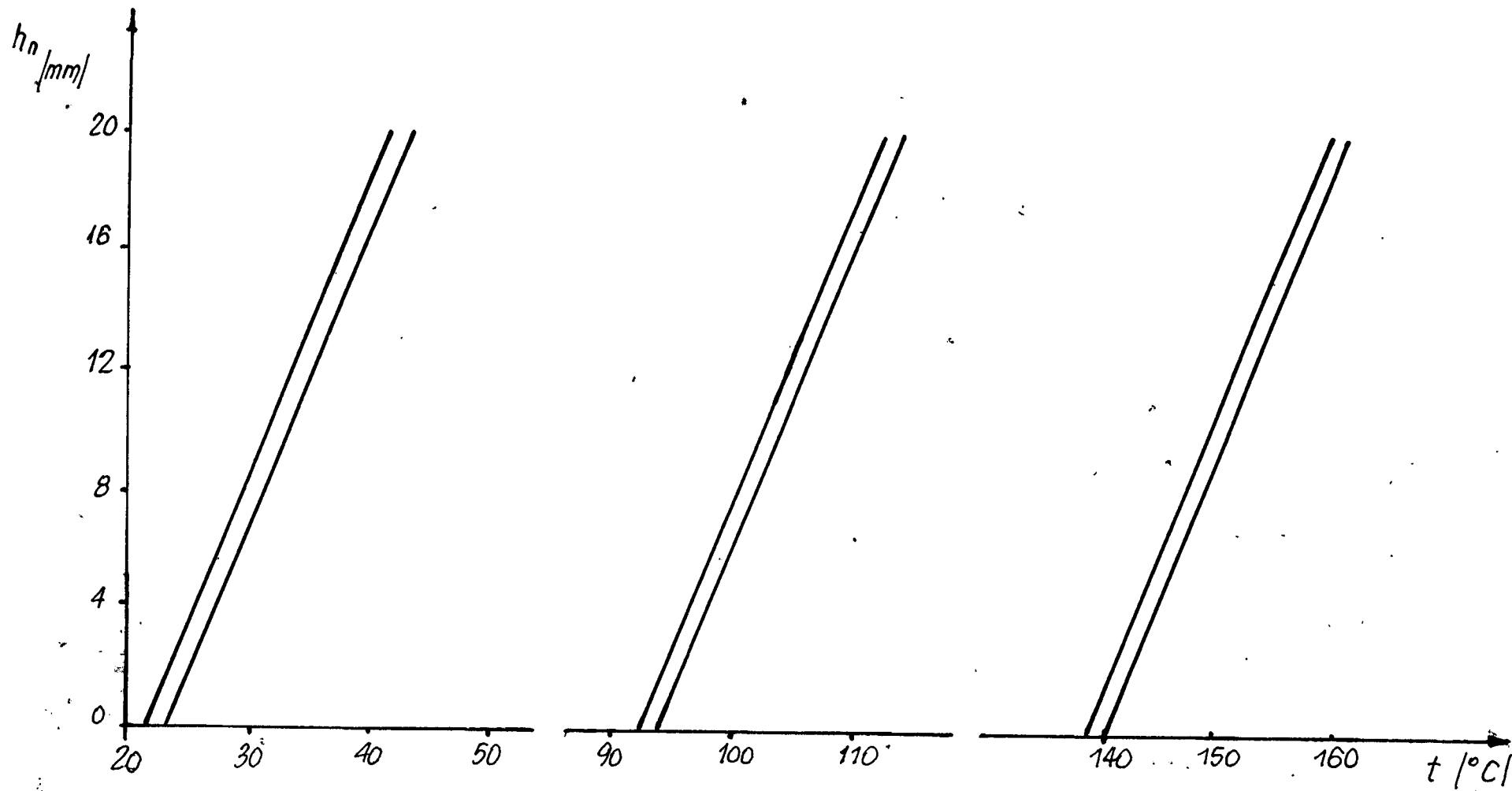
93



Rys. 9 Zestaw nastawiający [CRT-80; NRT-400; KRT-5]  
 Charakterystyki statyczne

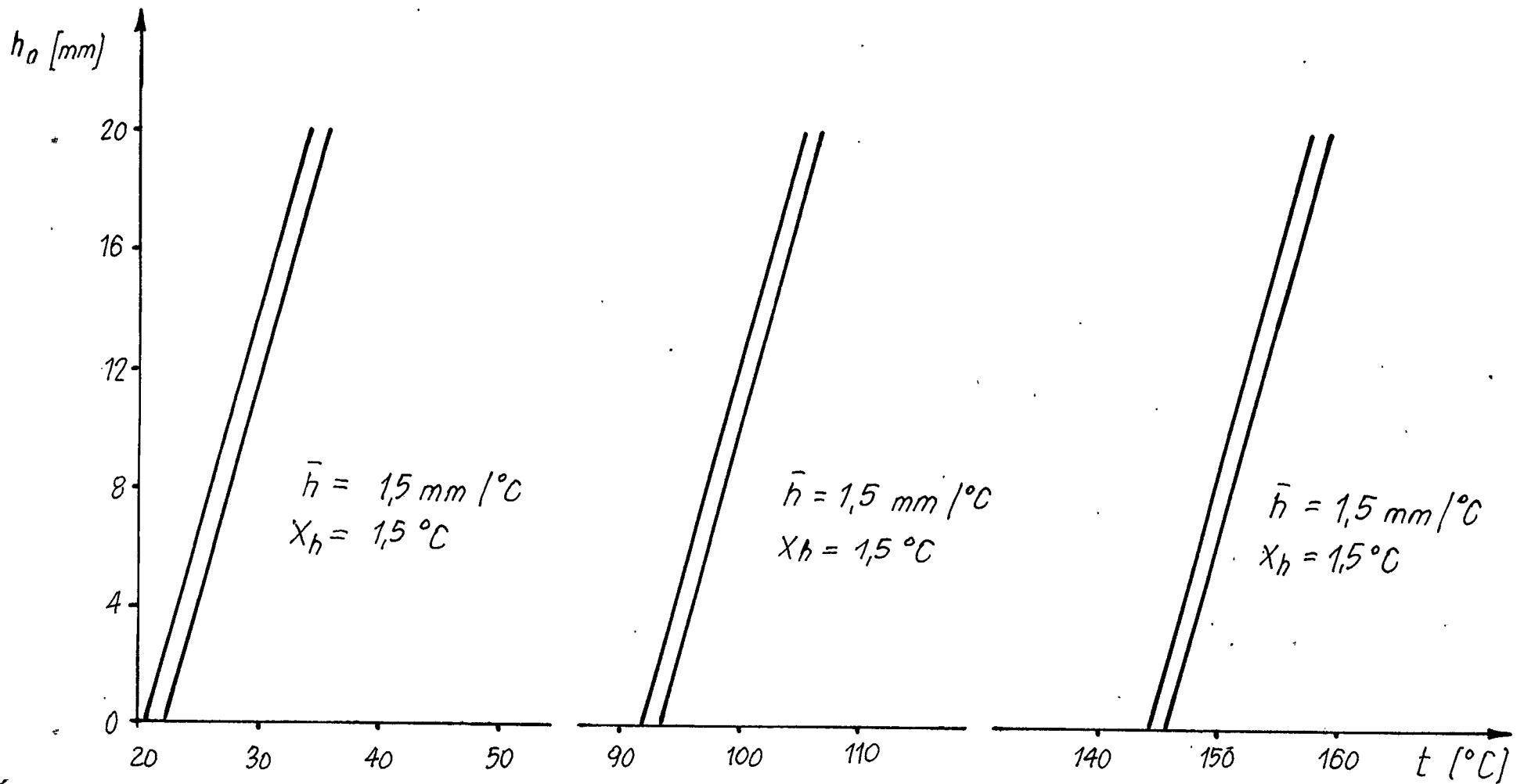
HPC





Rys. 10 Zestaw nastawiający [CRT-120 ; NRT-400 ; KRT-10]  
 Charakterystyki statyczne

216



Rys. 11 Zestaw nastawiający [CRT-190 ; NRT-400 ; KRT-15]

Charakterystyki statyczne

2/0

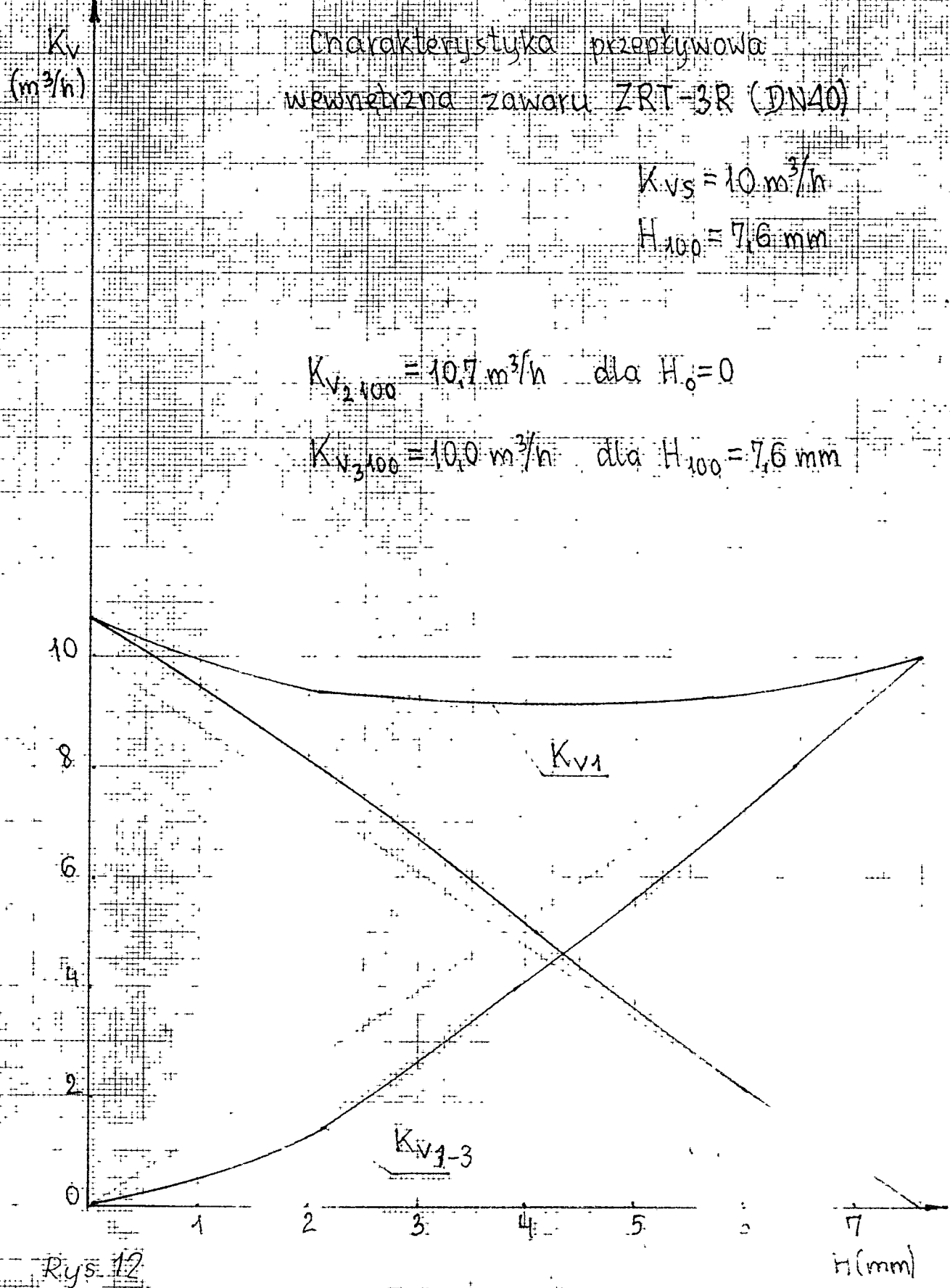
Charakterystyka przepływowa  
wewnętrzna zaworu ZRT-3R (DN40)

$$K_{vs} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{100} = 7,6 \text{ mm}$$

$$K_{v_{2,100}} = 10,7 \text{ m}^3/\text{h} \text{ dla } H_0 = 0$$

$$K_{v_{3,100}} = 10,0 \text{ m}^3/\text{h} \text{ dla } H_{100} = 7,6 \text{ mm}$$



Rys. 12

$K_v$   
( $m^3/h$ )

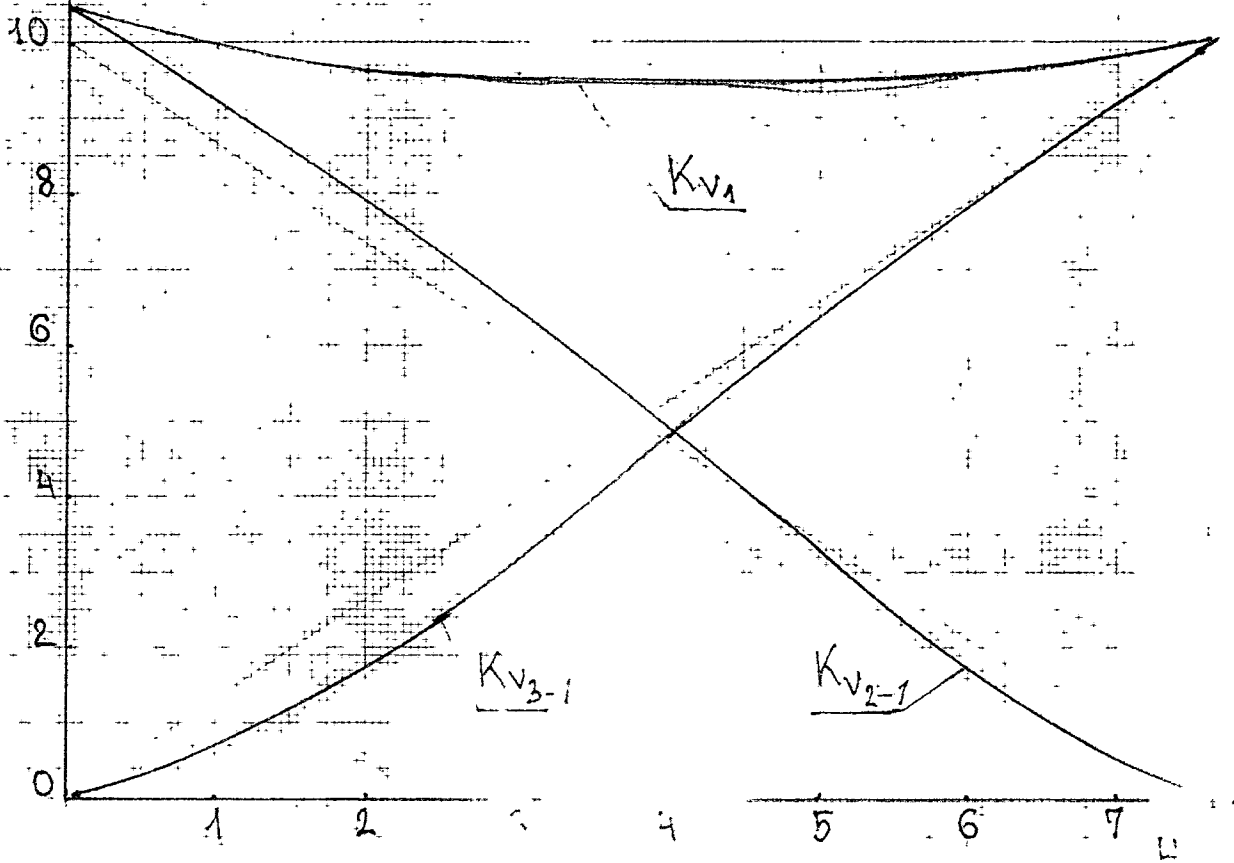
Charakterystyka przepływowa  
wewnętrzna zaworu ZRT-3M (DN40)

$$K_{vs} = 10 \text{ m}^3/h$$

$$H_{100} = 7,6 \text{ mm}$$

$$K_{v_{2,100}} = 10,5 \text{ m}^3/h \quad \text{dla } H_0 = 0$$

$$K_{v_{3,100}} = 10,1 \text{ m}^3/h \quad \text{dla } H_{100} = 7,6 \text{ mm}$$



Rys. 13

### Charakterystyka przepływowa wewnętrzna zaworu ZRT-3R (DN50)

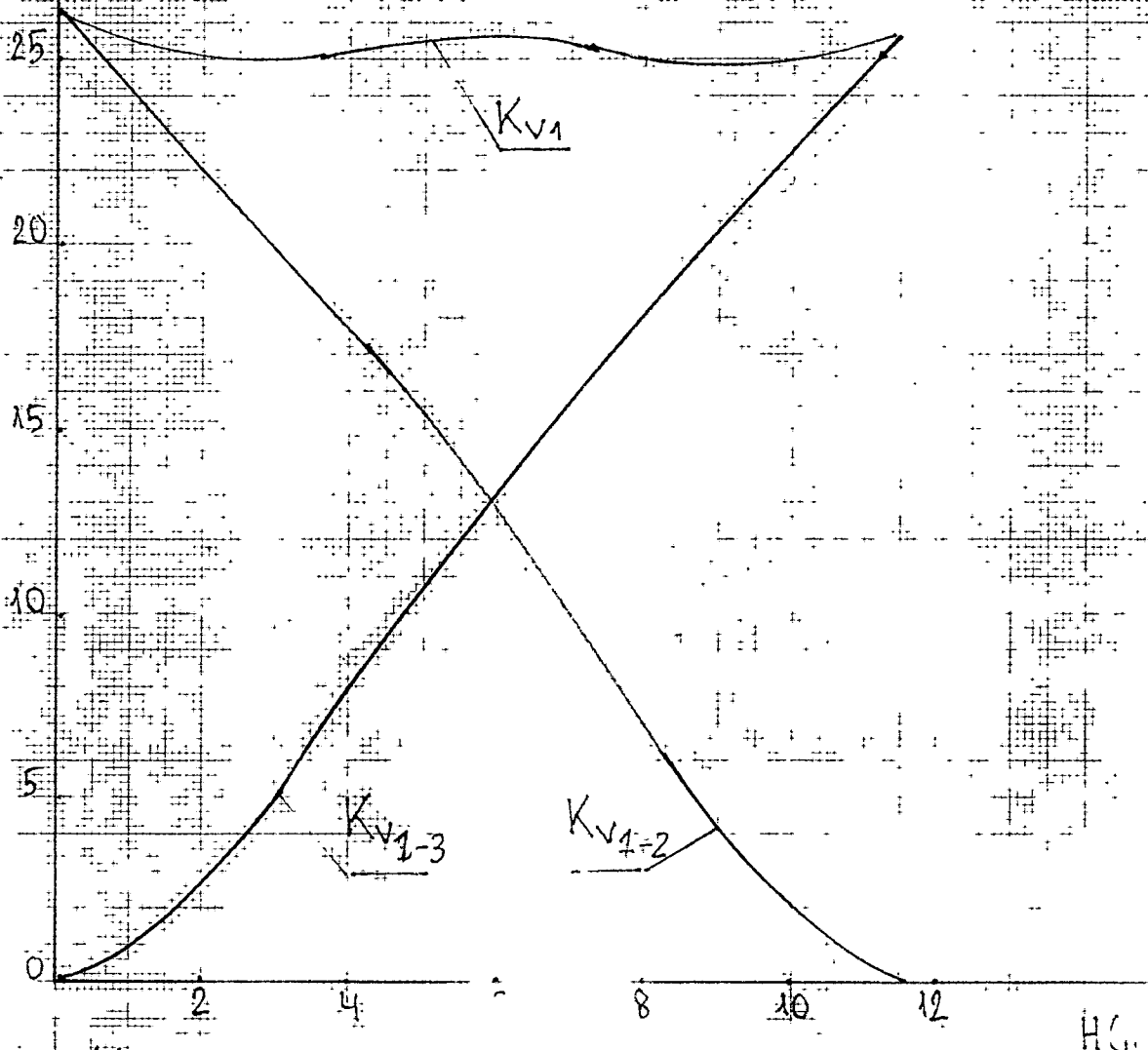
$K_v$   
( $m^3/h$ )

$$K_{vs} = 25 m^3/h$$

$$H_{100} = 11,5 mm$$

$$K_{v_{100}} = 26,3 m^3/h \quad \text{dla } H_0 = 0$$

$$K_{v_{3,100}} = 25,6 m^3/h \quad \text{dla } H_{100} = 11,5 mm$$



Rys. 19

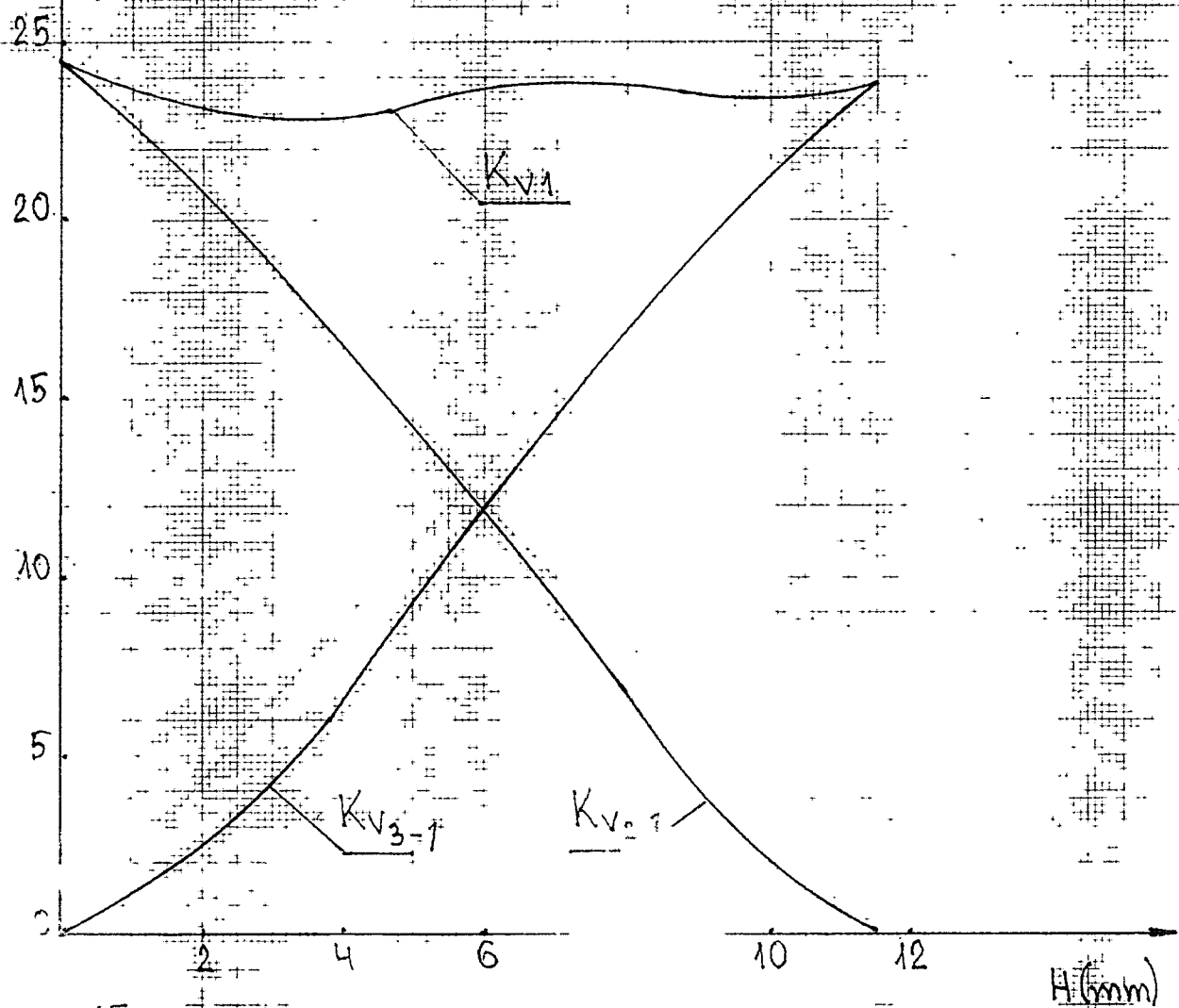
Charakterystyka przepływowa  
 wewnętrzna zaworu ZRT-3M (DN50)

$$K_{Vs} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{100} = 11,5 \text{ mm}$$

$$K_{V2,100} = 24,5 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{dla } H_0 = 0$$

$$K_{V3,100} = 23,8 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{dla } H_{100} = 11,5 \text{ mm}$$



15

Charakterystyka przepływowa  
wewnętrzna zaworu ZRT-3R (DN65)

$K_{vs} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $H_{100} = 15,0 \text{ mm}$

$K_{v2100} = 41,5 \text{ m}^3/\text{h}$  dla  $H_0 = 0$

$K_{v3100} = 37,5 \text{ m}^3/\text{h}$  dla  $H_{100} = 15,0 \text{ mm}$

$K_v$   
( $\text{m}^3/\text{h}$ )

40

30

20

10

0

Rys. 16

H (mm)

$K_{v1}$

$K_{v3-3}$

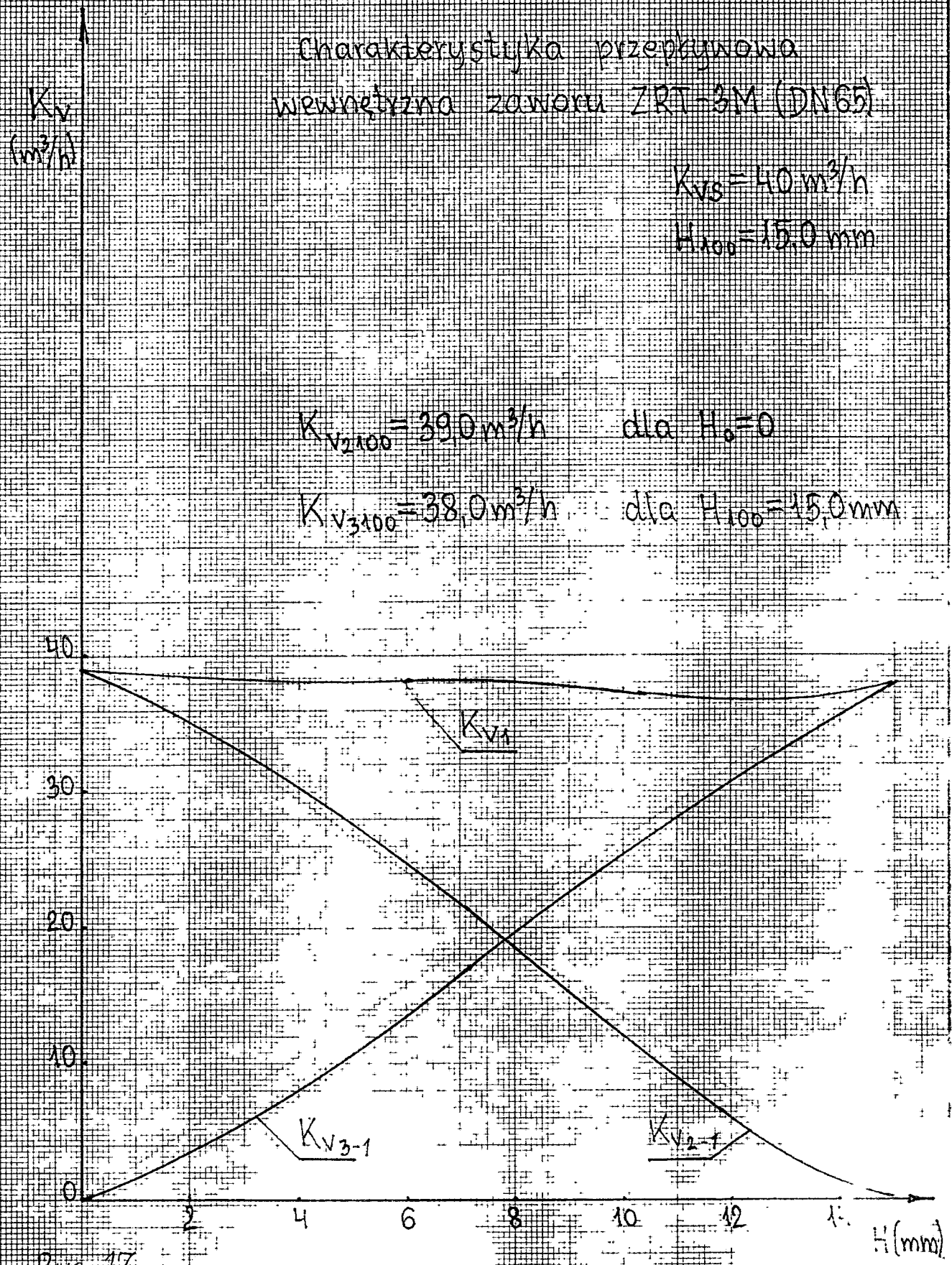
$K_{v2-2}$

Charakterystyka przepływowa  
wewnętrzna zaworu ZRT-3M (DN65)

$K_{vs} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $H_{100} = 15,0 \text{ mm}$

$K_{v2100} = 39,0 \text{ m}^3/\text{h}$  dla  $H_0 = 0$

$K_{v3100} = 38,0 \text{ m}^3/\text{h}$  dla  $H_{100} = 15,0 \text{ mm}$



Rys. 17



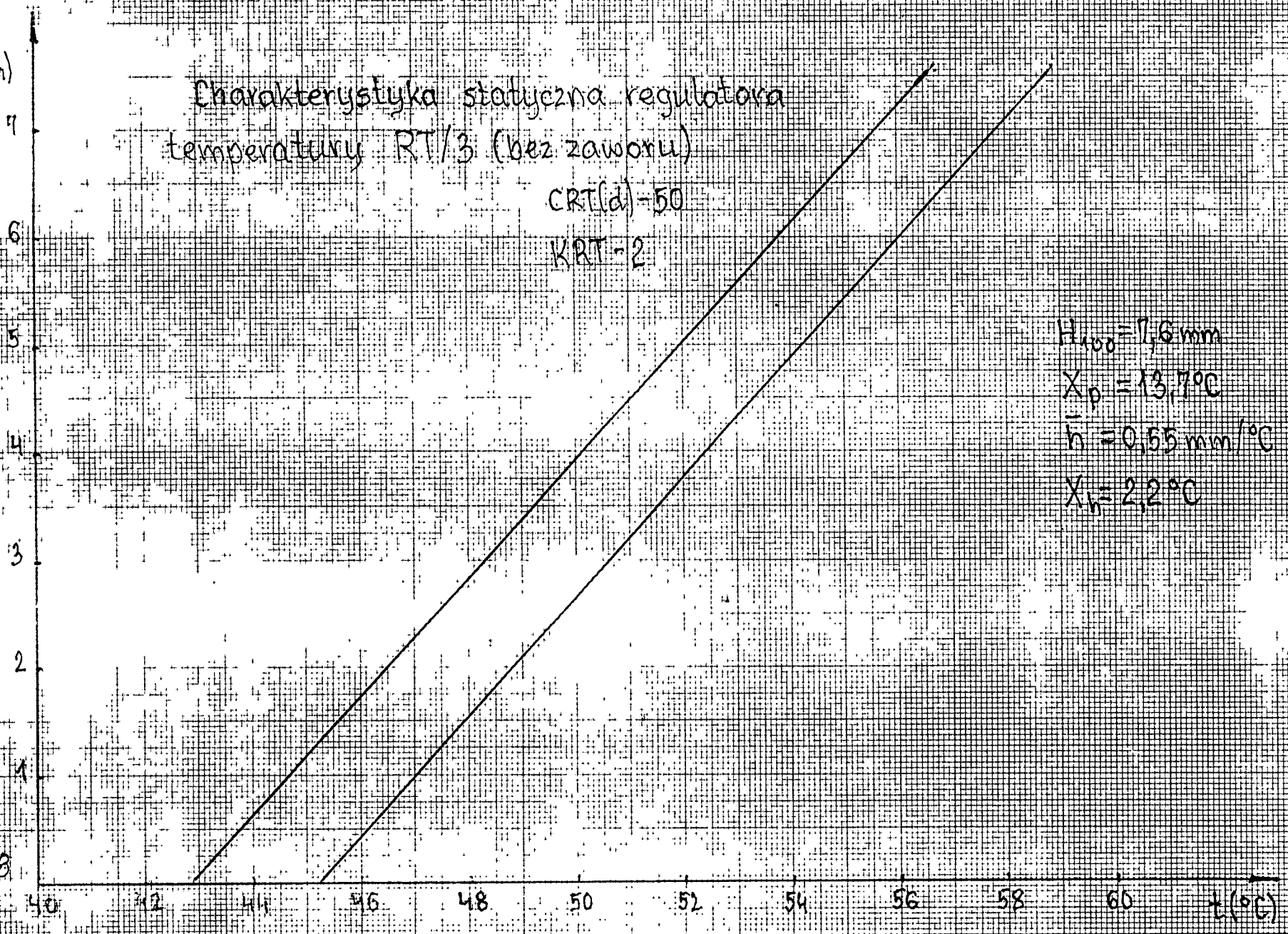
H  
(mm)

Charakterystyka statyczna regulatora  
temperatury RT/3 (bez zaworu)

CRT(d)-50

KRT-2

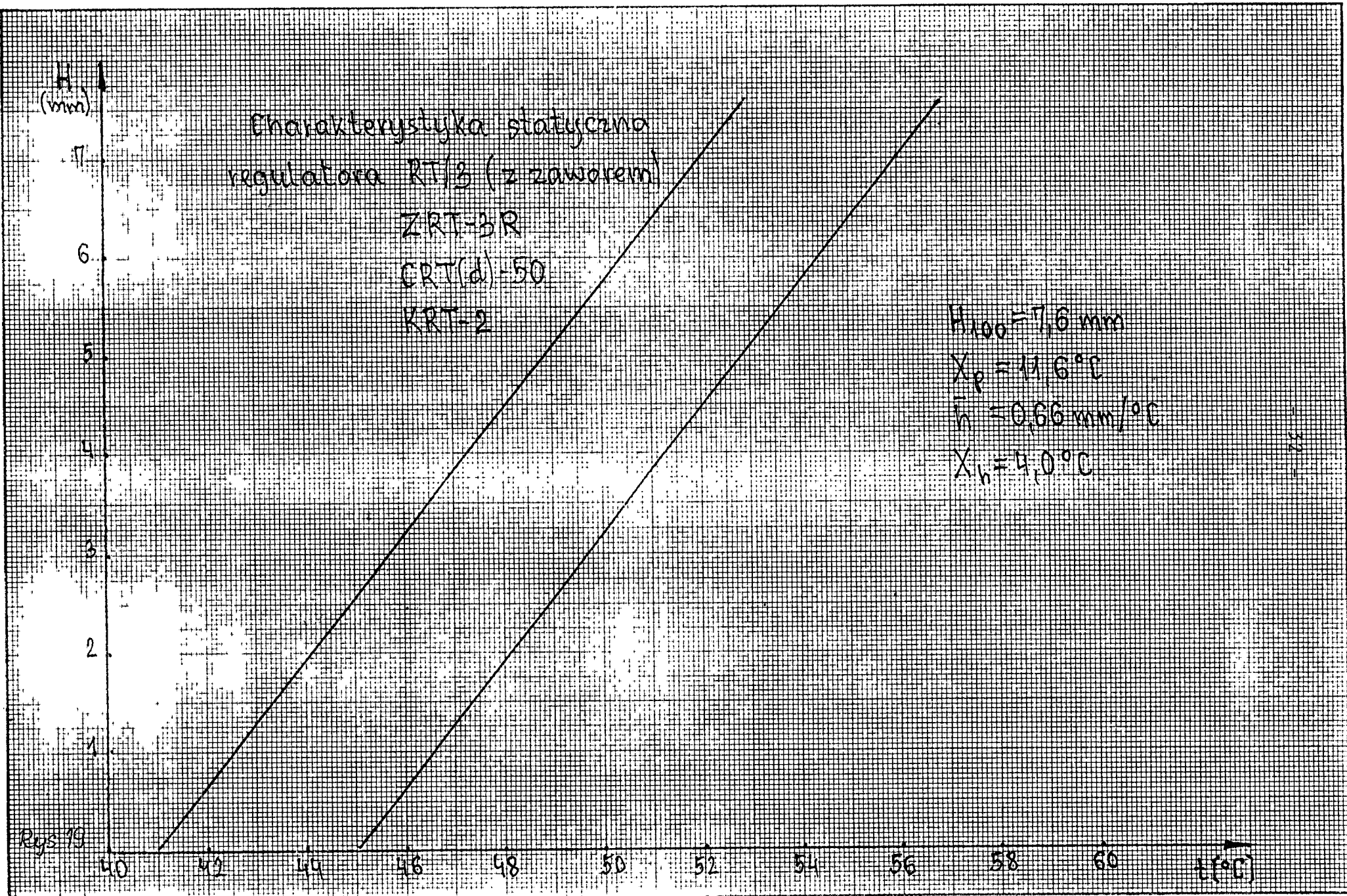
$H_{100} = 7,6 \text{ mm}$   
 $X_p = 13,7^\circ\text{C}$   
 $\bar{h} = 0,55 \text{ mm}/^\circ\text{C}$   
 $X_h = 2,2^\circ\text{C}$



Rys. 18

33

34



35

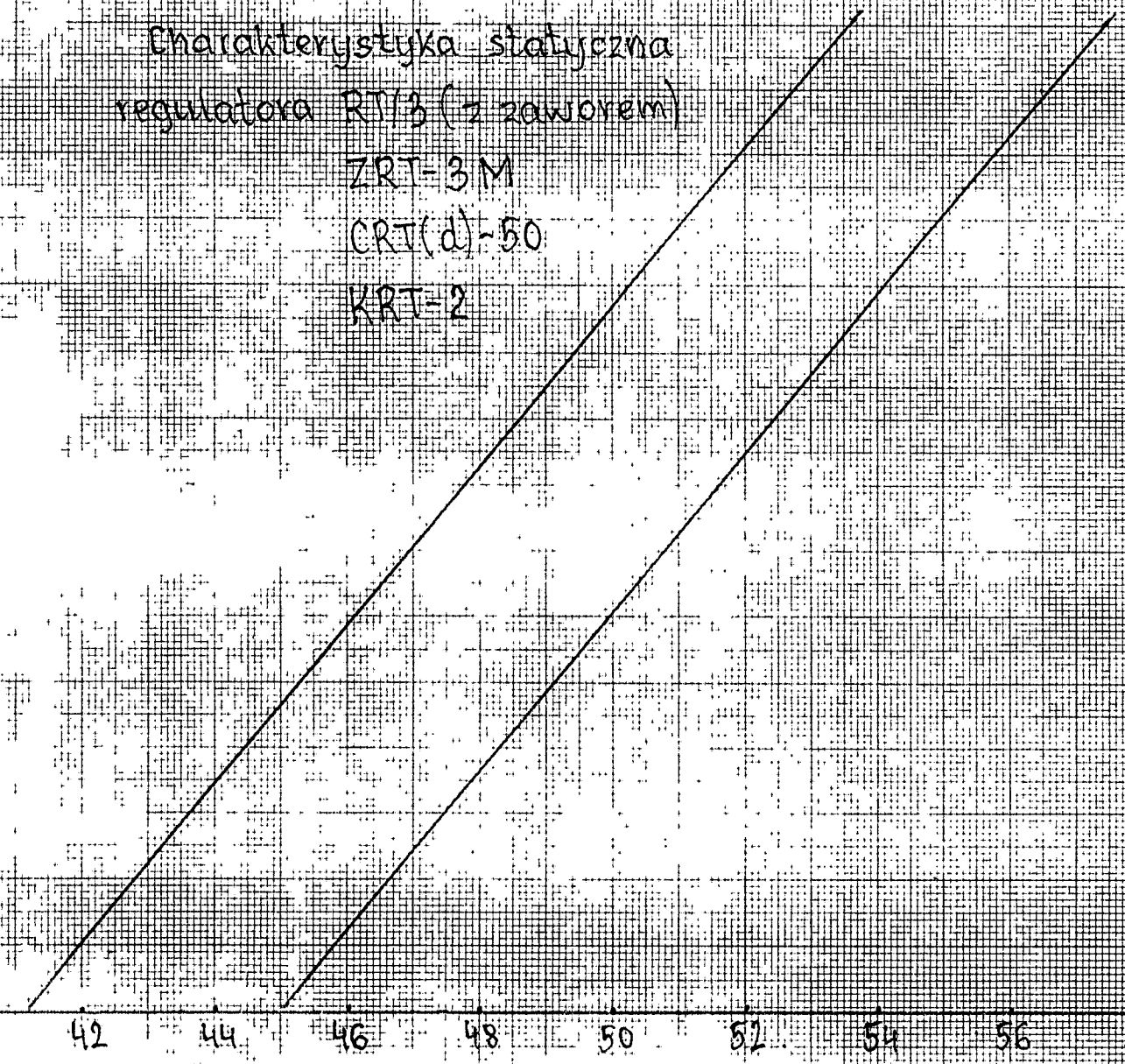
Rys. 20

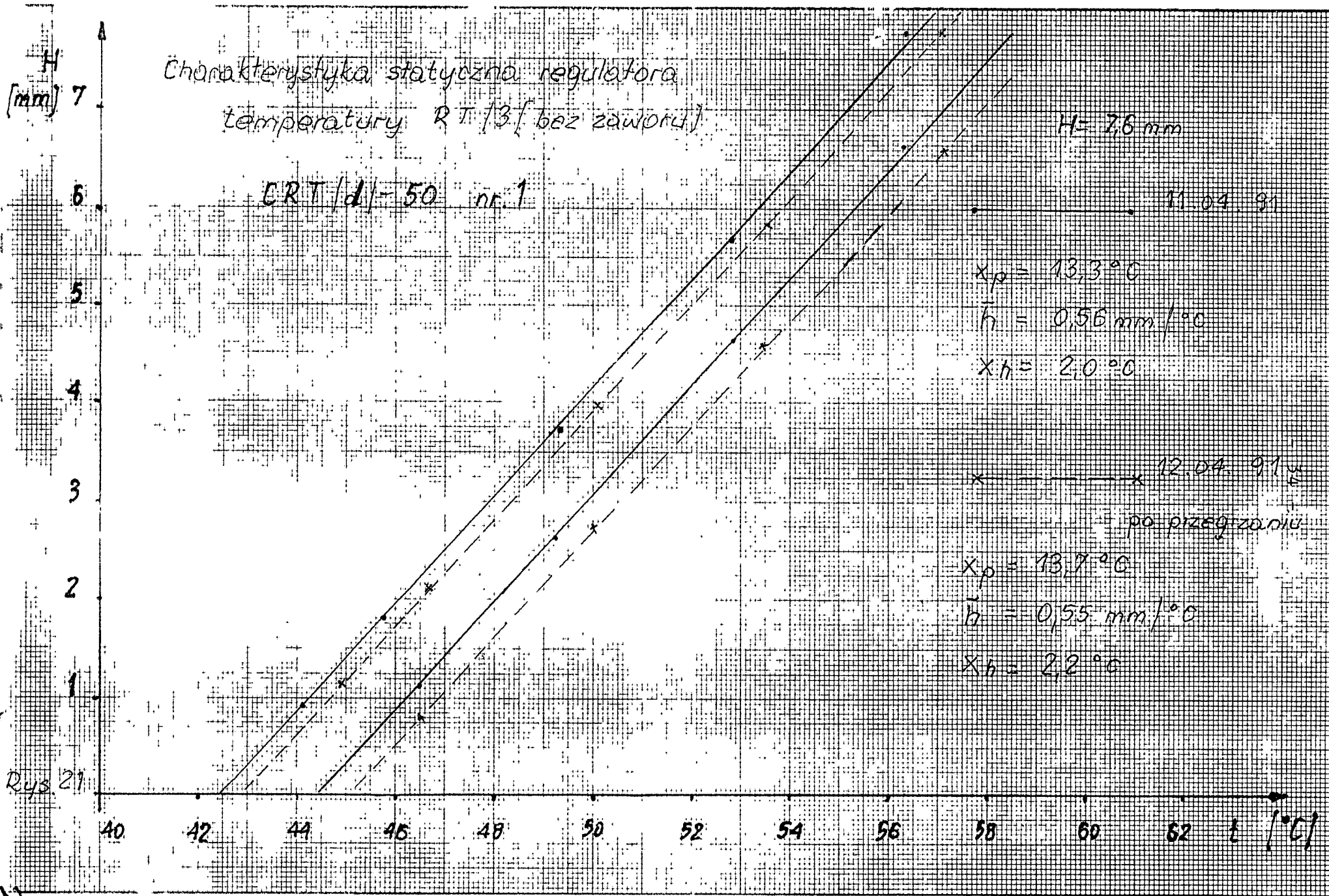
H (mm)  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 t (°C)

Charakterystyka statyczna  
regulatora RT/3 (z zaworem)

ZRT-3M  
CRI(d)-50  
KRT-2

$H_{100} = 7,6 \text{ mm}$   
 $X_p = 12,6^\circ\text{C}$   
 $\bar{h} = 0,60 \text{ mm}/^\circ\text{C}$   
 $X_k = 3,8^\circ\text{C}$





Rys 21

99

# Charakterystyka statyczna regulatora temperatury (z zaworem)

zawór: ZRT-32 / DN-40  
kapilara: KRT-2  
napęd: NRT-400  
czujnik: CRT-50

$H_{100} = 7,5 \text{ mm}$   
 $X_p = 16,8^\circ\text{C}$   
 $h = 0,45 \text{ mm}/^\circ\text{C}$   
 $X_b = 1,3^\circ\text{C}$

H  
(mm)

12

10

8

6

4

2

30

35

40

45

50

55

60

t / °C

Rys. 22

37

H  
[mm]

Charakterystyka statyczna regulatora temperatury (z zaworem)

zawór: ZRT-3M (DN40)

kapilara: KRT-2

napęd: NRT-400

czujnik: CRT-50

$H_{100} = 7,6 \text{ mm}$

$x_p = 16,4^\circ\text{C}$

$h = 0,46 \text{ mm}/^\circ\text{C}$

$x_h = 1,9^\circ\text{C}$

Rys 23

30 35 40 45 50 55 60 65 t /°C

H  
(mm)

Charakterystyka statyczna regulatora  
temperatury RT/3 (bez zaworu)

CRT(d) - 80

KRT - 2

$H_{100} = 11,5 \text{ mm}$

$X_p = 14,0^\circ\text{C}$

$\bar{h} = 0,81 \text{ mm}/^\circ\text{C}$

$X_n = 1,5^\circ\text{C}$

Rys 24

38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 t (°C)

Charakterystyka statyczna regulatora RT/3 (z zaworem)

H  
(mm)

12

10

8

6

4

2

ZRT-3R

ORT(d)-80

KRT-2

$H_{100} = 11,5 \text{ mm}$

$X_p = 13,8^\circ\text{C}$

$h = 0,83 \text{ mm}/^\circ\text{C}$

$X_h = 3,8^\circ\text{C}$

36

38

40

42

44

46

48

50

52

54

56

58

t (°C)

Rys. 25

04



H  
(mm)

# Charakterystyka statyczna regulatora RT/3 (z zaworem)

ZRT-3M

CRT(d)-80

KRT-2

$H_{100} = 11,5 \text{ mm}$

$X_p = 14,5^\circ\text{C}$

$\bar{h} = 0,79 \text{ mm}/^\circ\text{C}$

$X_h = 3,5^\circ\text{C}$

6

36

38

40

42

44

46

48

50

52

54

56

58

t (°C)

Rys. 26

VH

Charakterystyka statyczna regulatora temperatury RT/3  
(bez zaworu)

CRT(d)-80

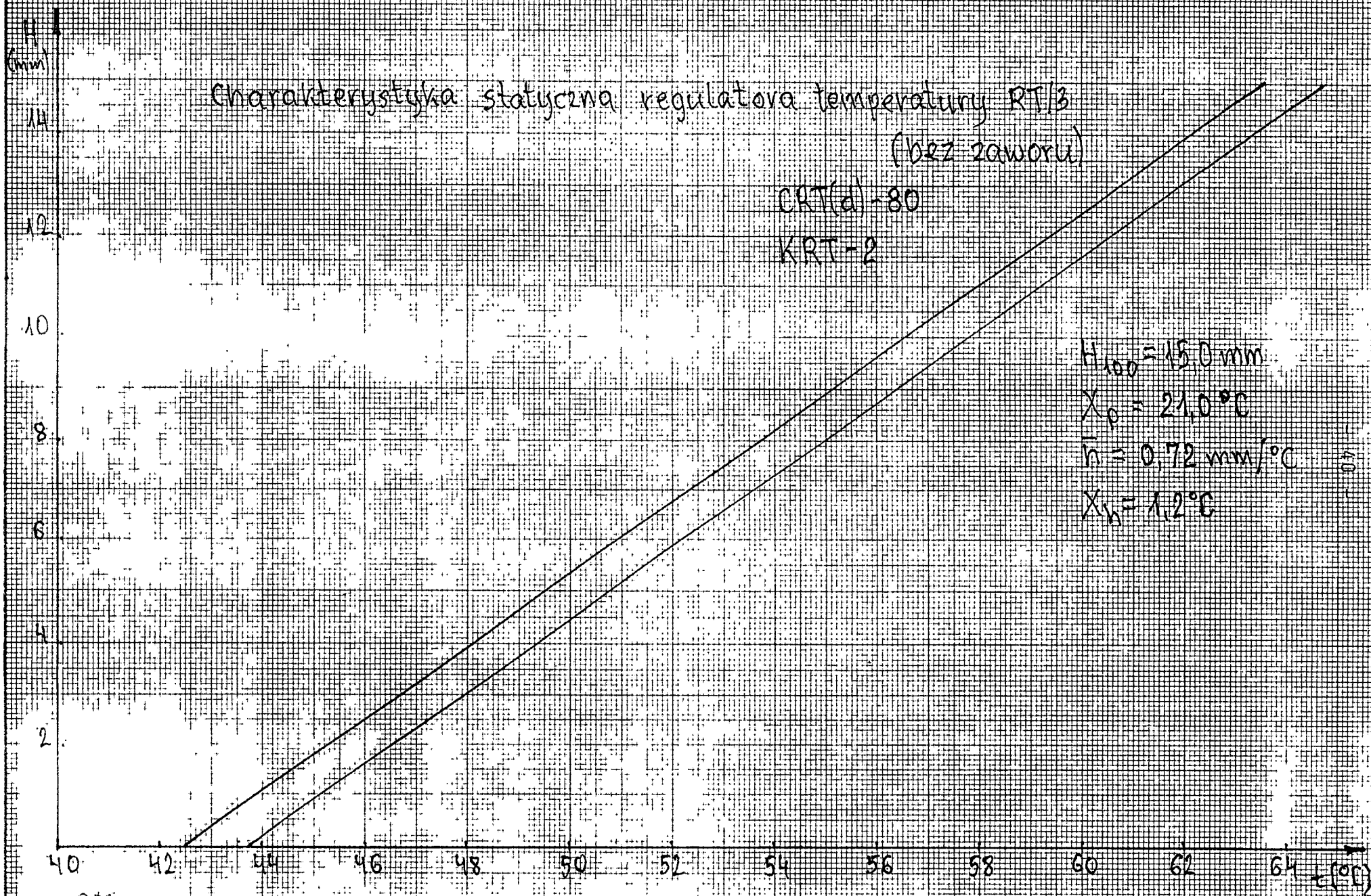
KRT-2

$h_{100} = 15.0 \text{ mm}$

$X_p = 21.0^\circ\text{C}$

$h = 0.72 \text{ mm}/^\circ\text{C}$

$X_H = 1.2^\circ\text{C}$



107

Charakterystyka statyczna regulatora temperatury RT/3  
(z zaworem)

ZRT=3R

CRT(a)-80

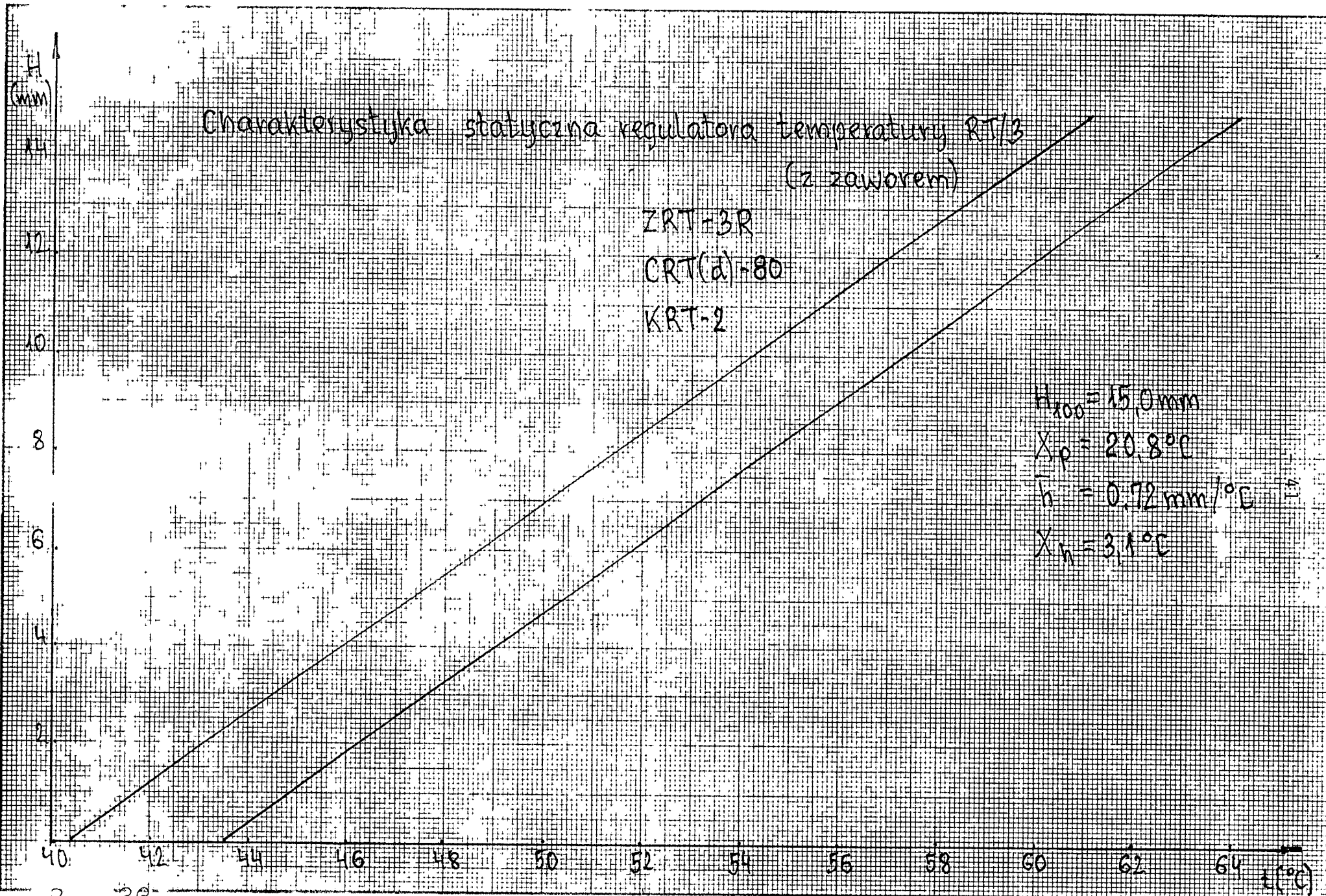
KRT-2

$$H_{100} = 15,0 \text{ mm}$$

$$X_p = 20,8^\circ\text{C}$$

$$\bar{h} = 0,72 \text{ mm}/^\circ\text{C}$$

$$X_h = 3,1^\circ\text{C}$$

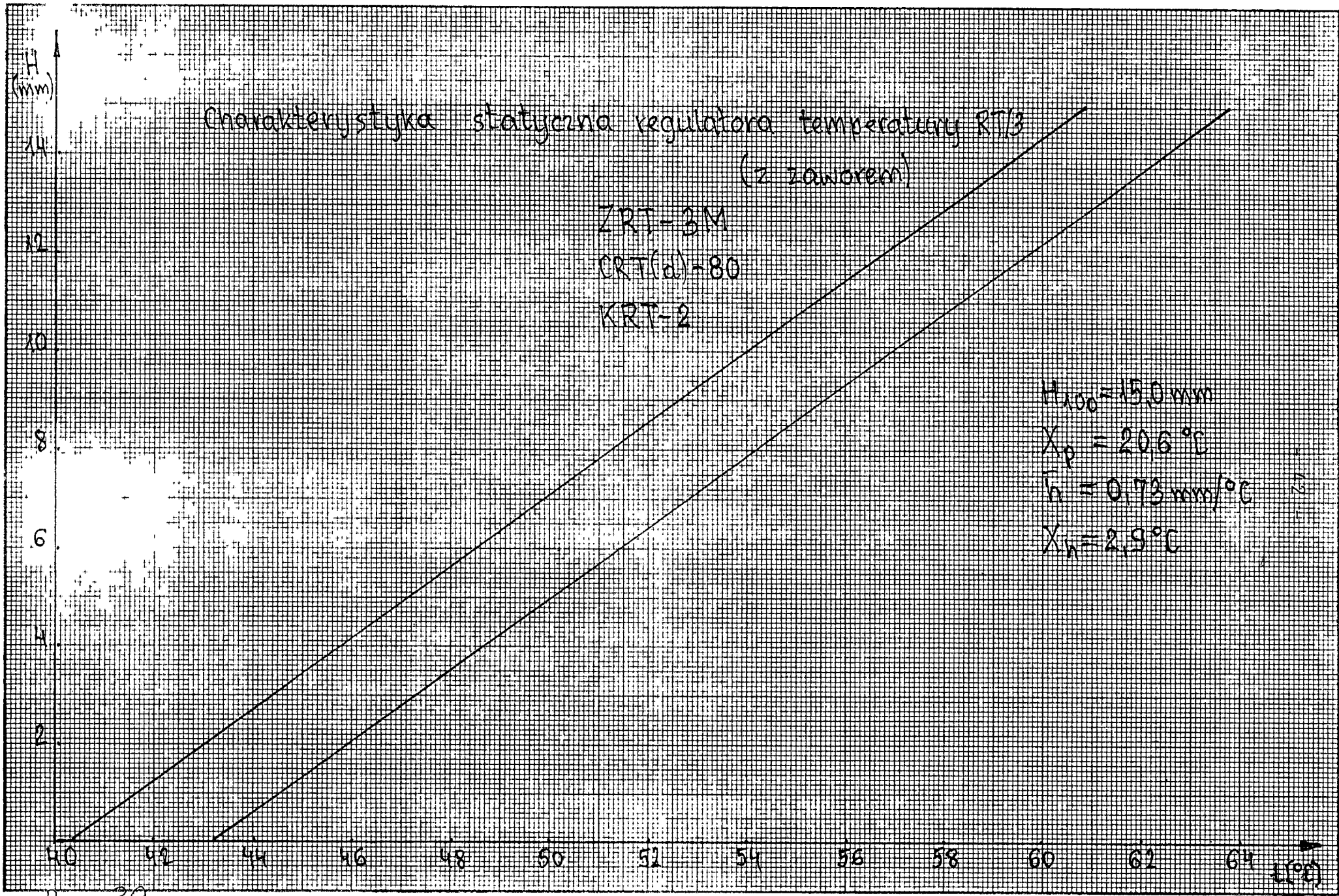


43

Charakterystyka statyczna regulatora temperatury RT/3  
(z zaworem)

ZRT-3M  
CRT(d)-80  
KRT-2

$H_{100} = 15,0 \text{ mm}$   
 $X_p = 20,6^\circ\text{C}$   
 $\bar{h} = 0,73 \text{ mm}/^\circ\text{C}$   
 $X_n = 2,9^\circ\text{C}$



77

Tablica 4. Wyniki pomiarów  
względnego przecieku

| Zawór | Kvs             | Rozdzielający /R/      |                 |      | Mieszający /M/         |                 |      |
|-------|-----------------|------------------------|-----------------|------|------------------------|-----------------|------|
|       |                 | $\Delta p$             | $q$             |      | $\Delta p$             | $q$             |      |
| -     | $\frac{m^3}{h}$ | MPa                    | $\frac{m^3}{h}$ | %    | MPa                    | $\frac{m^3}{h}$ | %    |
| DN40  | 2,5             | $\Delta p_{1-3} = 0,6$ | 0,0060          | 0,24 | $\Delta p_{3-1} = 0,6$ | 0,0056          | 0,22 |
|       | 5               |                        |                 | 0,12 |                        |                 | 0,11 |
|       | 10              |                        |                 | 0,06 |                        |                 | 0,06 |
| DN50  | 6               | $\Delta p_{1-3} = 0,6$ | 0,0085          | 0,14 | $\Delta p_{3-1} = 0,6$ | 0,008           | 0,13 |
|       | 12              |                        |                 | 0,07 |                        |                 | 0,07 |
|       | 25              |                        |                 | 0,04 |                        |                 | 0,03 |
| DN65  | 10              | $\Delta p_{1-3} = 0,6$ | 0,018           | 0,18 | $\Delta p_{3-1} = 0,6$ | 0,016           | 0,16 |
|       | 20              |                        |                 | 0,09 |                        |                 | 0,08 |
|       | 40              |                        |                 | 0,05 |                        |                 | 0,04 |

Tablica 5 Wyniki sprawdzenia otwierania zaworu  
 przy dopuszczalnym spadku ciśnienia na  
 zamkniętym zaworze

| Zawór | Rozdzielający    |                  |   |                |                |                |                   |                   |                | Mieszający       |                  |   |                |                |                |                   |                   |                |
|-------|------------------|------------------|---|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|------------------|------------------|---|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|
|       | t <sub>min</sub> | t <sub>max</sub> | t <sub>max</sub><br>↗<br>t <sub>min</sub> | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | ΔP <sub>1-2</sub> | ΔP <sub>1-3</sub> | Wynik<br>próby | t <sub>min</sub> | t <sub>max</sub> | t <sub>max</sub><br>↗<br>t <sub>min</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | P <sub>1</sub> | ΔP <sub>2-1</sub> | ΔP <sub>3-1</sub> | wynik<br>próby |
| ---   | °C               | °C               | —   | MPa            | MPa            | MPa            | MPa               | MPa               | —              | °C               | °C               | —   | MPa            | MPa            | MPa            | MPa               | MPa               | —              |
| DN 40 | 37,3             | 56,0             | ↗   | 0,7            | 0,1            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              | 37,1             | 55,4             | ↗   | 0,7            | 0,7            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              |
|       |                  |                  | ↘   | 0,7            | 0,1            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              |                  |                  | ↘   | 0,7            | 0,7            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              |
| DN 50 | 26,2             | 54,2             | ↗   | 0,7            | 0,1            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              | 28,1             | 55,4             | ↗   | 0,7            | 0,7            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              |
|       |                  |                  | ↘   | 0,7            | 0,1            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              |                  |                  | ↘   | 0,7            | 0,7            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              |
| DN 65 | 24,7             | 59,5             | ↗   | 0,7            | 0,1            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              | 27,7             | 51,2             | ↗   | 0,7            | 0,7            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              |
|       |                  |                  | ↘   | 0,7            | 0,1            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              |                  |                  | ↘   | 0,7            | 0,7            | 0,1            | 0,6               | 0,6               | +              |

11/2

Zestawienie umownych oznaczeń użytych na rysunkach



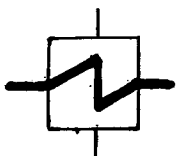
rurociąg wody sieciowej



rurociąg wody instalacji wewnętrznej c.w.u. i c.o.



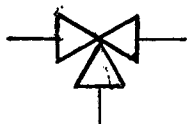
kanaty powietrza



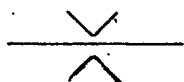
wymiennik



zawór regulacyjny dwudrogowy



zawór regulacyjny trójdrogowy



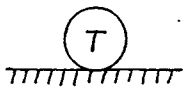
kryza dławiąca



pompa cyrkulacyjna



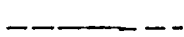
pomiar temperatury wody



pomiar temperatury powietrza



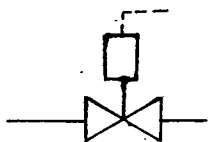
pomiar ciśnienia



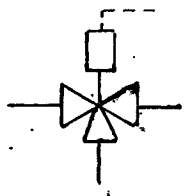
sygnał impulsowy



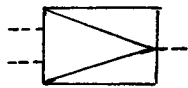
regulator ciśnienia, różnicy ciśnień



dwudrogowy regulator temperatury bezpośredniego działania



trójdrogowy regulator temperatury bezpośredniego działania



elektroniczny regulator temperatury



manometr



przeptywomierz



zawór odcinający



termometr



|  |              |
|--|--------------|
| N O R M A    Z A K Ł A D O W A   | <u>ZN-91</u> |
| Automatyka Przemysłowa.<br>Regulatory temperatury bezpośredniego działania typu RT/3<br>Wymagania i badania. | zamiast:     |

1. WSTEP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące trójdrogowych regulatorów temperatury o bezpośrednim działaniu ciągłym typu RT/3.

1.2. Zakres stosowania normy

Niniejsza norma ma zastosowanie w produkcji i odbiorze trójdrogowych regulatorów temperatury typu RT/3.

1.3. Określenia

1.3.1. Trójdrogowy regulator temperatury typu RT-3

Jest to regulator, w którym do zmiany położenia organu ruchomego zaworu regulatora wykorzystywana jest energia czynnika regulowanego, przy czym położenie organu ruchomego jest ciągłą funkcją temperatury w zakresie proporcjonalności.

W zależności od podłączeń zaworu regulatora w sieci cieplnej mogą one być stosowane jako rozdzielające strumień cieczy grzewczej, (cieplej wody użytkowej c.w.u.), lub mieszające strumienie cieczy.

Regulator RT/3 stanowi zestaw złożony z następujących zespołów:

Ustanowiona przez Dyrektora dnia . . . . . ;  
jako norma obowiązująca w zakresie produkcji od dnia.....

- A - czujnika temperatury
- B - napędu
- C - trójdrogowego zaworu
- D - kapilary
- E - elementów łączących

### 1.3.2. Regulator RT/3 w wykonaniu podstawowym

- regulator z fabrycznie ustawioną żadaną przez użytkownika temperaturą nastawy ciepłej wody użytkowej.

1.3.3. Zakres nastaw - przedział między górną i dolną wartością zadaną wielkości regulowanej, w którym może być nastawiana dowolna wartość pośrednia.

1.3.4. Zakres proporcjonalności - zmiana wartości wielkości regulowanej potrzebna dla wykonania pełnego skoku organu ruchomego zaworu regulatora.

1.3.5. Charakterystyka statyczna regulatora - zależność sygnału wyjściowego (przemieszczenie organu nastawczego zaworu) od sygnału wejściowego (temperatury c.w.u.) mierzone w stanach ustalonych.

1.3.6k Względny przeciek - iloraz maksymalnego strumienia objętości wody przez zamknięty zawór przy maksymalnym spadku ciśnienia na nim i współczynnika przepływu  $K_{vs} = K_{v100}$ .

1.3.7. Dopuszczalne przegrzanie czujnika regulatora temperatury (ze względu na wytrzymałość czujnika, napędu i kapilary) dopuszczalny, trwały przyrost temperatury czynnika regulowanego powyżej temperatury zadanej.

## 2. WYMAGANIA

### 2.1. Wymagania konstrukcyjne

2.1.1. Wymiary - wszystkie części regulatora powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją konstrukcyjną. Wymiary nietolerowane powinny być dotrzymane z zachowaniem 13 klasy dokładności wg PN-77/M-02102. Gwinty powinny być wykonane w klasie średniodokładnej wg PN-83/M-02013. Wymiary gwintów nietolerowanych powinny być wykonane z dokładnością 6H dla gwintów wewnętrznych oraz 6g dla gwintów zewnętrznych wg PN-70/M-02113.

2.1.2. Materiały - wszystkie części regulatora powinny być wykonane z materiałów podanych w dokumentacji konstrukcyjnej. Odlewy korpusu zaworu powinny być wykonane zgodnie z ZN-72/MERA-1371 i ZN-72/MERA-1372.

2.1.3. Powierzchnie części - powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami podanymi na rysunkach konstrukcyjnych. Niedopuszczalne są wżery, zadrapania i ślady korozji.

2.1.4. Powłoki galwaniczne - powinny być zgodne z wymaganiami podanymi na rysunkach konstrukcyjnych. Powłoki galwaniczne powinny być dobrze związane i równomiernie naniesione na podłoże bez zgrubień, pęcherzy i złuszczeń.

2.1.5. Powłoki lakiernicze - powinny być zgodne z wymaganiami podanymi na rysunkach konstrukcyjnych. Rozprowadzone powinny być równomiernie i dobrze przylegać do podłoża.

Wymagany stopień przyczepności 2 według PN-80/C-81531.

2.1.6. Montaż regulatorów - ma doprowadzić do właściwej współpracy części, która zapewnia płynną pracę regulatora z zachowaniem wszystkich jego parametrów.

Napełnianie cieczą termometryczną należy przeprowadzić zgodnie z "Instrukcją napełniania regulatorów RT".

2.1.6.1. Szczelność

Wymagana jest całkowita szczelność czujnika, kapilary i napędu oraz regulatora przy maksymalnym przegrzaniu. oraz szczelność zewnętrzna zaworu regulatora przy ciśnieniu hydraulicznym 2,4 MPa.

2.2. Podstawowe parametry - podano w tablicy 1

Tablica 1

| Lp. | Parametr                   | Oznaczenie | Jednostka miary | Regulatory RT-3 |    |    |    |     | Uwagi |
|-----|----------------------------|------------|-----------------|-----------------|----|----|----|-----|-------|
|     |                            |            |                 | 40              | 50 | 65 | 80 | 100 |       |
| 1   | 2                          | 3          | 4               | 5               | 6  | 7  | 8  | 9   | 10    |
| 221 | średnica nominalna zaworu  | DN         | mm              | 40              | 50 | 65 | 80 | 100 |       |
| 222 | zakres nastaw              | -          | °C              | 20 - 160        |    |    |    |     |       |
| 223 | charakterystyka regulatora | -          | -               | proporcjonalną  |    |    |    |     |       |
| 224 | dopuszczalne przegrzanie   | -          | °C              | 50°C            |    |    |    |     |       |

(c.d. tablicy 1)

| 1           | 2  | 3                       | 4                     | 5   | 6    | 7    | 8   | 9   | 10     |  |
|-------------|--|-------------------------|-----------------------|---|------|------|-----|-----|--------|--|
| 2.2.5       | dopuszczalny względny przeciek   | $\frac{k_{vo}}{k_{vs}}$ | %                     | 0,25  |      |      |     |     |        |  |
| 2.2.6       | charakterystyka przepływu zaworu regulatora                            | $k_v=f(H)$              | $\frac{m^3}{h}$       | Pośrednia między liniową, a stałą procentową<br>dopuszczalny błąd $\pm 0,1 k_{vs}$  |      |      |     |     |        |  |
| 2.2.7       | maksymalny współczynnik przepływu $k_{vsi}$ (i=1,2,3) $\pm 0,1 k_{vs}$ | zawór rozdzielający     |                       |   |      |      |     |     |        |  |
|             |  | $k_{vsl}$               | $\frac{m^3}{h}$       | 10  | 25   | 40   | 63  | 100 |        |  |
|             |  | $k_{vsl-2}$             |                       | 10  | 24,8 | 40   | 60  | 88  |        |  |
|             |  | $k_{vsl-3}$             |                       | 10  | 25   | 37   | 51  | 78  |        |  |
|             |  | zawór mieszający        |                       |   |      |      |     |     |        |  |
|             |  | $k_{vsl}$               | $\frac{m^3}{h}$       | 10  | 25   | 40   | 63  | 100 |        |  |
| $k_{vs2-1}$ | 10   | 23,8                    |                       | 37  | 45   | 80   |     |     |        |  |
| $k_{vs3-1}$ | 10   | 23,8                    |                       | 35  | 44,5 | 82,5 |     |     |        |  |
| 2.2.8       | skok zaworu  | $H_{max}$               | mm                    | 7,6   | 11,9 | 15   | 15  | 29  |        |  |
| 2.2.9       | przyrost względny skoku napędu ( $h+20\%$ ) (dla czujnika CRT)         | $h$                     | $\frac{mm}{^\circ C}$ | 0,3   | 0,3  | 0,3  | 0,3 | 0,3 | CRT 30 |  |
|             |  |                         |                       | 0,5   | 0,5  | 0,5  | 0,5 | 0,5 | 50     |  |
|             |  |                         |                       | 0,7   | 0,7  | 0,7  | 0,7 | 0,7 | 80     |  |
|             |  |                         |                       | 1,0   | 1,0  | 1,0  | 1,0 | 1,0 | 120    |  |
|             |  |                         |                       | 1,5   | 1,5  | 1,5  | 1,5 | 1,5 | 190    |  |
| 2.2.10      | Strefa nie jednoznaczności   | $X_h$                   | $^\circ C$            | $X_h \leq 0,2 X_p$ / $\pm 0,2 X_h$<br>$X_p = \frac{H_{max}}{h} \leq 20 \pm 0,1 X_p$ |      |      |     |     |        |  |
| 2.2.11      | Stała czasowa  | T                       | s                     | 125 dla CRT i 360 dla CRT(  |      |      |     |     |        |  |

(d.c. tablicy 1)

| 1      | 2   | 3                 | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10 |
|--------|---|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 2.2.12 | Maksymalna temperatura czynnika regulowanego                    | t                 | °C  |     | 150 |     |     |     |    |
| 2.2.13 | Maksymalne ciśnienie czynnika regulowanego                      | P <sub>max</sub>  | MPa |     | 1,6 |     |     |     |    |
| 2.2.14 | Dopuszczalny spadek ciśnienia na całkowicie zamkniętym zaworze. | ΔP <sub>max</sub> | MPa | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,3 |    |

2.3. Wymagania środowiskowe2.3.1. Odporność i wytrzymałość na temperatury i wilgotność otoczenia.

- temperatura                    5°C do 55°C
- wilgotność                    5 do 95%

Uwaga: konieczna ochrona przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych.

2.3.2. Wymagania dla czynnika roboczego

Ciecz chemicznie nieagresywna w stosunku do żeliwa szarego, staliwa i mieszanek gumowych. Ciecz dopływająca do zaworu regulatora powinna przedtem przepływać przez filtr określony lub dostarczony przez producenta.

2.3.3. Wytrzymałość na udary mechaniczne

Regulatory w opakowaniu transportowym zgodnym z PN-81/M-42009 powinny być wytrzymałe na udary wg PN-81/M-42009.

2.3.4. Wytrzymałość na wibracje sinusoidalne

Regulatory w opakowaniu transportowym zgodnym z PN-81/M-42009 powinny być wytrzymałe na wibracje sinusoidalne o częstotliwości 25 Hz i amplitudzie 0,15 mm w czasie 1,5 h.

2.4. Wymagania dotyczące: znakowania, pakowania i transportu

2.4.1. Znakowanie

2.4.1.1. Czujników

- czujników o normalnej stałej czasowej oznaczenie CRT -  $V_c$  gdzie:  $V_c$  - pojemności w  $cm^3$  komory termometrycznej (wykonane są czujniki o  $V_c = 30, V_c = 50, V_c = 80, V_c = 120$  lub  $V_c = 190 cm^3$ ). Przykład oznaczenia np. CRT - 30

- czujników o dużej stałej czasowej oznaczenie CRT)d) -  $V_c$  gdzie  $V_c$  jak dla czujników CRT.

Przykład oznaczenia czujnika o podwyższonej stałej czasowej i pojemności komory termometrycznej  $V_c = 30$  oznaczenie

CRT(d) - 30

2.4.1.2. Kapilar

oznaczenie KRT- $l$

gdzie:  $l$  - długość kapilary w /m/ dobierana przez użytkownika z szeregu 2 m, 5 m, 10 m, 15 m. Przykład oznaczenia

KRT-5

2.4.1.3. Napęd trójdrogowych regulatorów temperatury RT/3 ma oznaczenie NRT-400

2.4.1.4. Zaworów

Oznaczenie ZRT/3-DN

gdzie: DN(mm) - średnica nominalna zaworu dobie-  
rana z szeregu 40, 50, 65, 80, 100

Przykład oznaczenia ZRT/3 -40

2.4.1.5. Regulatorów

RT/3-DN

gdzie DN analogicznie jak w punkcie 2.4.1.4.

Przykład oznaczenia RT/3-40

Uwaga: Pełne oznaczenie dla zamówienia trójdrogowych regula-  
torów temperatury u producenta powinno być rozszerzone o  
oznaczenia: wymaganej kapilary i jej długości wymaganego czui-  
nika oraz wartość maksymalnego współczynnika przepływu  $k_{VS}$   
dla podanej wartości DN zaworów i oznaczenia napędu.

Przykład oznaczenia: RT/3-40, (ZRT/3-40- $k_{VS}$  , CRT(d)-80, KRT-5,  
NRT-400)

2.4.2. Oznaczenie regulatora

Każdy regulator w miejscu oznaczonym na rysunku konstruk-  
cyjnym powinien posiadać tabliczkę znamionową z następującymi  
danymi:

- nazwę i znak wytwórcy
- pełne oznaczenie wyrobu zgodnie z 2.1.1.5.
- maksymalne ciśnienie i temperatury czynnika regulowanego
- zakres nastaw (nastawa zedana dla wykonania podstawowego)
- numer fabryczny
- rok produkcji



### 2.4.3. Pakowanie

Trójdrogowe regulatory temperatury należy pakować zgodnie z normą PN-81-M-42009. Należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe ułożenie kapilary w opakowaniach uniemożliwiające uszkodzenie ich w transporcie. Otwory zaworu należy zabezpieczyć zaślepkami przed przedostaniem się zanieczyszczeń.

### 2.4.4. Przechowywanie

Regulatory opakowane zgodnie z wymaganiami normy PN-81-M-42009 należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych i suchych zabezpieczając przed kurzem, parami kwasów itp.

### 2.4.5. Transport

Opakowane trójdrogowe regulatory temperatury (jak opisuje 2.4.3.), mogą być przewożone dowolnym krytym środkiem lokomocji, zabezpieczając przed przemieszczaniem i przewracaniem opakowań w czasie transportu.

## 3. BADANIA

### 3.1. Rodzaje badań

3.1.1. Badania pełne należy przeprowadzić dla oceny:

- nowej konstrukcji regulatorów RT/3
- modernizacji regulatorów RT/3 polegającej na wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych, technologicznych lub materiałowych mających wpływ na jakość i własności techniczno-użytkowe
- okresowo co 3 lata dla próbek produkowanych

### 3.1.2. Badania niepełne

Badania niepełne należy przeprowadzać w czasie badań odbiorczych i bieżącej produkcji.

3.2. Zakres badań - z podziałem na pełne i niepełne ujęto w tabelicy 2.

### 3.3. Przygotowanie regulatorów RT/3 do badań

3.3.1. Badania pełne - powinny być przeprowadzone co najmniej na 3 sztukach regulatorów pobranych drogą losową z jednej serii produkowanej.

Dla związku z unifikacją zaworów i czujników jak również stosowanie jednego rodzaju napędów dopuszcza się badanie pełne 3 szt. regulatorów o kolejno następujących średnicach nominalnych.

3.3.2. Badania niepełne - należy przeprowadzić na każdym wyprodukowanym regulatorze (100% kontrola produkcji).

### 3.4. Opis badań

3.4.1. Warunki badań Jeśli w opisie badania nie podano inaczej, badania należy przeprowadzić przy nastawie wartości zadanej dowolnie wybranej z zakresu nastaw.

3.4.2. Oględziny. Należy przeprowadzić bez użycia narzędzi i bez wykonania pomiarów zwracając szczególną uwagę na zgodność z wymaganiami konstrukcyjnymi, estetykę wykonania, stan pokryć ochronnych i cechowanie.

3.4.3. Sprawdzenie wymiarów na zgodność z wymaganiami konstrukcyjnymi należy wykonać za pomocą uniwersalnych warsztatowych narzędzi pomiarowych lub sprawdzianów.

3.4.4. Sprawdzenie materiałów na zgodność z wymaganiami konstrukcyjnymi p. 2.1.2. należy wykonać w oparciu o dokumenty magazynowe wydania materiału na produkcję.

3.4.5. Sprawdzenie zakresu nastaw należy przeprowadzić przez pomiar rzeczywistych wartości dolnej i górnej zakresu nastaw. Rzeczywiste wartości granic zakresu nastaw należy odczytać na przyrządzie pomiarowym, którego czujnik mierzy wielkość regulowaną.

Sprawdzenie należy wykonać umieszczając czujnik regulatora w ultratermostacie ustalającym temperaturę z dokładnością  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  i mierząc skok trzpienia (tłoczek napędu) z dokładnością  $\pm 0,02$  mm za pomocą czujnika zegarowego, którego końcówka oparta jest o płytkę (tarczę) wskaźnika skoku.

3.4.6. Sprawdzenie charakterystyki przepływowej zaworu regulatora.

Badania należy przeprowadzić na stanowisku wodnym. Sprawdzenie polega na określeniu charakterystyki  $k_v = f(H)$ , a więc pomierzeniu objętościowego natężenia przepływu wody o temperaturze od  $5 + 40^{\circ}\text{C}$  przy kolejnych położeniach trzpienia zaworu (tłoczek napędu) od położenia zawór zamknięty do położenia zawór otwarty. Pomiar natężenia przepływu powinien odbywać się przy różnicy ciśnień na zaworze  $\Delta p = 0,1$  (MPa).

Dopuszczalne jest wykonanie pomiarów przy  $0,03 < \Delta P \leq 0,1$  (MPa) i odpowiedniego przeliczenia zgodnie z normą PN-83/M-74201.

Pomiary przy spełnieniu powyżej podanych warunków należy wykonać dla każdej z dróg przelotów zaworu oraz dla zaworu pracującego jako rozdzielający albo jako mieszający.

3.4.7. Sprawdzenie maksymalnego współczynnika przepływu  $k_{v100}$ 

Polega na określeniu współczynnika przepływu oznaczonego jako  $k_{v100}$  przy pełnym otwarciu zaworu z zachowaniem warunków pomiarów podanych w punkcie 3.4.6. dla każdej z dróg przelotowych oraz dla zaworu pracującego jako rozdzielający lub mieszający.

3.4.8. Sprawdzenie względnego przecieku

Badanie polega na pomiarze jak w p-ckie 3.4.6. natężenia przepływu <sup>wody</sup>  $Q_v$  temperaturze  $4 + 40^\circ\text{C}$  przy zamkniętym zaworze regulatora.

Dla badań pełnych pomiar należy wykonać dla dopuszczalnego spadku ciśnienia na zaworze regulatora  $\Delta P_{\max} = 0,3 \text{ (MPa)}$ .

Dla badań niepełnych pomiar można wykonać przy spadku ciśnienia na zaworze regulatora  $\Delta p = 0,1 \text{ (MPa)}$ .

Względny przeciek określa się z zależności

- dla badań pełnych

$$q = \frac{Q_v}{k_{v100}} \cdot 100 (\%)$$

gdzie:  $Q_v$  - natężenie objętościowe przepływu przy  $\Delta P_{\max}$

- dla badań niepełnych

$$q = \frac{K_{v0} \sqrt{10 \Delta p_{\max}}}{K_{v100}} \cdot 100 (\%)$$

gdzie:  $K_{v0}$  - natężenie przepływu przy  $\Delta p = 0,1 \text{ (MPa)}$ .

Badania należy przeprowadzić dla każdej z dróg przelotowych zaworu oraz dla zaworów pracujących jako rozdzielające albo mieszające.

### 3.4.9. Sprawdzenie otwierania zaworu regulatora przy dopuszczalnym spadku ciśnienia na zamkniętym zaworze

Po wymuszeniu dopuszczalnego spadku ciśnienia na zamkniętym zaworze  $\Delta P_{\max} = 0,6$  (MPa) należy sprawdzić czy za pomocą pokrętła nastawy daje się otworzyć zawór.

### 3.4.10. Sprawdzenie wytrzymałości korpusu zaworu regulatora na podwyższone ciśnienie.

Próby należy przeprowadzić przed malowaniem zaworu. Po zaślepieniu otworów zaworu i doprowadzeniu do wnętrza zaworu wody przed ciśnieniem  $\Delta p_s = 2,4$  MPa należy sprawdzić szczelność korpusu.

Wynik należy uznać za pozytywny jeśli w czasie nie krótszym niż 5 minut nie wystąpią jakiegokolwiek przecieki (pocenie się)

### 3.4.11. Sprawdzenie szczelności zewnętrznej regulatora

Sprawdzenie szczelności zaworu regulatora może być połączone z badaniem charakterystyki przepływowej. Niedopuszczalne są wycieki na połączeniach, i uszczelnieniach. Części czujnik-kanilara-napęd sprawdza się łącznie ściskając ciecz termometryczną przez pokręcenie pokrętła nastawy do wywołania skoku napędu  $0,8 h_{\max}$ . Wynik próby uznaje się za pozytywny jeśli czujnik zegarowy mierzący przemieszczenie trzpienia (tłoczka napędu) w czasie 30 minut nie zacznie się cofać do położenia wyjściowego.

3.4.12. Sprawdzenie odporności zaworu regulatora na temper-  
aturę czujnika regulacyjnego nastawy na przepuszczal-  
 3.4.12. przez cyklicznie zamykany i otwarty zawór regula-  
 tora medium o temperaturze maksymalnej i minimalnej w łącz-

-nym czasie 100 godzin. Czasy oddziaływania temperatur granicznych powinny być zbliżone do siebie i wynieść ok. 1 godziny.

Wynik próby należy uznać za dodatni jeśli po narażeniach zachowana jest szczelność zewnętrzna regulatora p-kt. 2.2.6. i utrzymane są podstawowe parametry charakterystyki statycznej. Dopuszcza się przeprowadzenie sprawdzenia w badaniach eksploatacyjnych.

### 3.4.13. Sprawdzenie charakterystyki statycznej regulatora

Sprawdzenie polega na określeniu charakterystyki  $h = f(t)$  regulatora dla otwierania i zamykania poprzez zmianę temperatury czujnika i pomiaru <sup>przemieszczenia</sup>  $\sqrt{\text{trzczenia}}$  (tłoczka napędu) wykonywanej jak w p-ktcie 3.4.5 <sup>dla</sup>  $\sqrt{\text{zakresu}}$  nastaw.

Dopuszcza się pomiar skoku trzczenia w trzech przedziałach

$(0,1 \pm 0,2; 0,5 \pm 0,6; 0,9 \pm 1,0) h_{\max}$

z wykreślonych charakterystyk  $h = f(t)$  określa się

- rzeczywiście osiągnięty maksymalny skok trzcienia zaworu  $h_{\max}$  (mm) - i temperaturę pełnego otwarcia
- przyrost względny skoku  $\bar{h}$  (przyrost skoku w mm na  $1^{\circ}\text{C}$ )
- zakres proporcjonalności
- strefę niejednoznaczności  $\Delta h$  pomiędzy charakterystyką otwierania i zamykania zaworu.

Charakterystyki statyczne regulatora nie powinny się różnić więcej niż 20% w odpowiadających sobie punktach w kolejnych badaniach laboratoryjnych i po badaniach eksploatacyjnych.

#### 3.4.14. Sprawdzenie stałej czasowej

Dla ustalonej temperatury czujnika regulatora w skrajnym położeniu trzpienia zaworu należy zmienić skokowo wartość temperatury (podwyższając lub obniżając temperatury czujnika) o wartość nie większą niż zakres proporcjonalności regulatora. Zmierzyć czas od momentu wprowadzenia skokowej zmiany temperatury (wartości regulowanej) do momentu gdy położenie trzpienia (tłoczek napędu) zaworu regulatora zmieni się o 63% skoku wynikającego ze zmiany wartości wielkości regulowanej.

#### 3.4.15. Sprawdzenie dopuszczalnego przegrzania

Czujnik regulatora temperatury należy przetrzymać co najmniej 1 h w temperaturze przewyższającej nastawioną temperaturę zadaną o  $50^{\circ}\text{C}$ . Wynik próby należy uznać za dodatni jeśli po narażeniu regulator spełnia wymagania odnośnie zakresu proporcjonalności i przyrostu względnego skoku oraz strefy niejednoznaczności.

#### 3.4.16. Sprawdzenie wytrzymałości na zimno należy wykonać wg PN-73/E-04550.01

- rodzaj próby Ab
- temperatura kondycjonowania wg punktu 2.3.1.
- czas kondycjonowania - 8 h

W czasie próby odporności należy wykonać sprawdzenia zakresu nastaw i zakresu proporcjonalności charakterystyki statycznej regulatora. Po reklimatyzacji trwającej 3 h należy

wykonać sprawdzenie charakterystyki statycznej, względnego przecieku oraz wykończenia zgodnie z normą PN-80/M-42020. Wynik próby należy uznać za dodatni jeśli regulator spełnia wymagania odnośnie charakterystyki statycznej i wykończenia. Dopuszcza się przeprowadzenie sprawdzenia w badaniach eksploatacyjnych.

#### 3.4.17. Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco

Próbie należy wykonać wg PN-73/E-C4550.02

- rodzaj próby - Bb
- temperatura kondycjonowania wg p. 2.3.1.
- czas kondycjonowania 8 h

W czasie próby odporności należy wykonać sprawdzenie charakterystyki statycznej regulatora. Sprawdzenie to po reklimatyzacji trwającej 3 h należy powtórzyć.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeśli po próbie wytrzymałości regulator spełnia wymagania odnośnie charakterystyki statycznej oraz wykończenia zgodnie z normą PN-80/M-42020. Dopuszcza się przeprowadzenie sprawdzenia w badaniach eksploatacyjnych.

#### 3.4.18. Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe

Próbie należy wykonać wg PN-73/E-44550.03

- rodzaj próby Ca
- czas kondycjonowania 4 doby

Po reklimatyzacji trwającej 3 h należy wykonać sprawdzenie charakterystyki statycznej oraz wykończenia zgodnie z normą PN-80/M-42020.



Wynik próby należy uznać za dodatni, jeśli po próbie regulator spełnia wymagania odnośnie charakterystyki statycznej i wykończenia.

Dopuszcza się przeprowadzenie sprawdzenia w badaniach eksploatacyjnych.

#### 3.4.19. Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne

Próbkę należy wykonać wg PN-73/E-04550.06

- rodzaj próby Fc
- parametry wibracji wg punktu 2.3.4.
- ogólny czas poddawania wibracjom - 6 h

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeśli regulator spełnia wymagania odnośnie charakterystyki statycznej i wykończenia.

Dopuszcza się przeprowadzenie sprawdzenia po badaniach eksploatacyjnych.

#### 3.4.20. Sprawdzenie na udary mechaniczne x/

Próbkę należy wykonać wg PN-73/E-04550.05

- rodzaj próby Eb
- parametry udarów wg PN-80/M-42020

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeśli po próbie regulator spełnia wymagania odnośnie charakterystyki statycznej zgodnie z PN-80/M-42020.

#### 3.5. Ocena wyników badań

3.5.1. Ocena regulatora Regulator należy uznać za zgodny z wymaganiami normy, jeśli przebieg badania wg punktu 3 z wynikiem dodatnim.

x/  
Dopuszcza się przeprowadzenie sprawdzenia po badaniach eksploatacyjnych.

3.5.2. Ocena partii

Partię regulatorów należy uznać za zgodną z wymaganiami normy jeśli wynik ostatnich badań pełnych był pozytywny, oraz wszystkie regulatory z partii zostały uznane za dobre.

Tablica 2

| Lp. | Nazwa badania   | Badania |          | Wymagania | Opis badań wg powyżej podanych punktów niniejszej normy |
|-----|---|---------|----------|-----------|---|
|     |   | pełne   | niepełne |           |   |
| 1   | 2   | 3       | 4        | 5         | 6   |
| 1.  | Ogłędziny   | +       | +        | 2.1.3.    | 3.4.2.  |
| 2.  | Sprawdzenie wymiarów  | +       | +        | 2.1.1.    | 3.4.3.  |
| 3.  | Sprawdzenie materiałów                                      | +       | -        | 2.1.2.    | 3.4.4.  |
| 4.  | Sprawdzenie zakresu nastaw                                  | +       | +        | 2.2.2.    | 3.4.5.  |
| 5.  | Sprawdzenie charakterystyki przepływowej zaworu regulatora. | +       | -        | 2.2.6.    | 3.4.6.  |
| 6.  | Sprawdzenie współczynnika przepływu zaworu regulatora Kvs   | +       | -        | 2.2.7.    | 3.4.7.  |
| 7.  | Sprawdzenie względnego przecieku zaworu regulatora          | +       | +        | 2.2.5.    | 3.4.8.  |

| 1   | 2  | 3   | 4 | 5                                     | 6       |
|-----|--|-----|---|---------------------------------------|---------|
| 8.  | Sprawdzenie otwiera-<br>nia zaworu przy<br>dopuszczalnym spa-<br>dku ciśnienia na<br>zamkniętym zawo-<br>rze | +   | - | 2.2.14                                | 3.4.9.  |
| 9.  | Sprawdzenie wy-<br>trzymałości za-<br>woru regulatora<br>na podwyższone<br>ciśnienie                         | +   | + | 2.2.6.1.                              | 3.4.10  |
| 10. | Sprawdzenie szczel-<br>ności zewnętrznej<br>regulatora   | +   | + | 2.2.6.<br>2.2.6.1.                    | 3.4.11  |
| 11. | Sprawdzenie odpor-<br>ności zaworu re-<br>gulatora na tem-<br>peraturę czynnika<br>regulacyjnego             | +1) | - | 2.2.6.<br>2.2.8.<br>2.2.9.<br>2.2.10. | 3.4.12. |
| 12. | Sprawdzenie cha-<br>rakterystyki sta-<br>tycznej regula-<br>tora   | +   | + | 2.28.<br>2.29.<br>2.2.10.             | 3.4.13. |
| 13. | Sprawdzenie sta-<br>łej czasowej   | +   | - | 2.2.11.                               | 3.4.14. |
| 14. | Sprawdzenie do-<br>puszczalnego<br>przegrzania   | +   | - | 2.2.4.<br>2.2.8.<br>2.2.9.<br>2.2.10. | 3.4.15. |
| 15. | Sprawdzenie wy-<br>trzymałości na<br>zimno   | +1) | - | 2.2.8.<br>2.2.9.<br>2.2.10.<br>2.3.1. | 3.4.16. |
| 16. | Sprawdzenie wy-<br>trzymałości na<br>suche gorąco  | +1) | - | 2.2.8.<br>2.2.9.<br>2.2.10.<br>2.3.1. | 3.4.17. |

(c.d. tablicy 2)

| 1   | 2  | 3               | 4 | 5                                     | 6      |
|-----|--|-----------------|---|---------------------------------------|--------|
| 17. | Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe | + <sup>1)</sup> | - | 2.2.8.<br>2.2.9.<br>2.2.10.<br>2.3.1. | 3.4.18 |
| 18. | Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje sinusoidalne | +               | - | 2.2.8.<br>2.2.9.<br>2.2.10.<br>2.3.4. | 3.4.19 |
| 19. | Sprawdzenie wytrzymałości na udary mechaniczne     | +               | - | 2.2.8.<br>2.2.9.<br>2.2.10.           | 3.4.20 |

1) Sprawdzenia/odporności/dopuszcza się wykonywać w badaniach eksploatacyjnych.