

442

BE 10

O Ś R O D E K M E C H A T R O N I K I

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

..doc.dr.inż..Tadeusz Gałązka..... *Mr*

Wykonawcy:

..Tadeusz Gałązka.....

..Andrzej Staszewski.....

Badania laboratoryjne 3 szt. zmodernizowanych regulatorów ZSN

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

Zakłady Automatyki "POLNA" S.A.....

ul.Obozowa 23,.....37-700 Przemyśl.....

2-8-

ZASTĘPCA DYREKTORA
d/s Badańczo-Rozwojowych

dr inż. Jan Jablkowski

Pracę zakończono dnia 31.08.1996r......

Nr arch. 7333.....

Nr zlecenia 5559.....

Analiza deskryptorowa

REGULATORY BEZPOŚREDNIEGO DZIAŁANIA CIŚNIENIA I RÓŻNICY
CIŚNIEŃ - BADANIA - CHARAKTERYSTYKI STĄTYCZNE - CHARAK-
TERYSTYKI PRZEPŁYWOWE

Abstrakt

Sprawozdanie zawiera opis i wyniki badań funkcjonalnych
3 sztuk zmodernizowanych regulatorów typ ZSN produkcji
Z.A."POLNA" S.A. Badania polegały na wyznaczeniu para-
metrów regulatorów wg PN-82/M-42050."Automatyka przemy-
słowa. Regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym. Wy-
magania i badania." w uzgodnionym zakresie.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Wykonanie badań 3 regulatorów typu ZSN /ZSN-1,ZSN-5,ZSN-9/
Nr rejestr. 7171

Rozdzielnik

Egz. 1. OIN

Egz. 2. Z.A."POLNA" S.A.

Egz. 3. OME

S P I S T R E Ś C I

	strona
1. Podstawa opracowania	4
2. Przedmiot badań	4
3. Cel badań	4
4. Zakres badań	5
5. Stanowiska pomiarowe	6
5.1. Stanowisko do wyznaczania charakterystyk statycznych	6
5.2. Stanowisko do wyznaczania charakterystyk przepływowych	7
6. Wyniki badań	8
6.1. Charakterystyki statyczne	8
6.1.1. Zakres nastaw	8
6.1.2. Sprawdzenie zakresu proporcjonalności i strefy nieczułości	9
6.2. Sprawdzenie względnego przecieku	10
6.3. Sprawdzenie otwierania zaworu przy dopuszczalnym spadku ciśnienia na zamkniętym zaworze	10
6.4. Sprawdzenie charakterystyk przepływowych	10
7. Uwagi końcowe	12

1. Podstawa opracowania

Formalną podstawę opracowania stanowi Zlecenie Nr TT/8/96 przesłane Faxem z dnia 09.07.1996r. Zakładów Automatyki "POLNA" S.A. dla PIAP - OME.

Zlecenie dotyczy wykonania pracy pt. "Badania laboratoryjne 3 szt. zmodernizowanych regulatorów ZSN".

Uzgodniony zakres badań potwierdza odpowiedź Zakładów Automatyki "POLNA" S.A. przesłana Faxem w dniu 22.07.1996r. Jest to odpowiedź na Fax PIAP - OME z dnia 15.07.1996r.

W oparciu o uzgodnione warunki u Wykonawcy pracy otwarto zlecenie Nr 5559 pod tytułem takim jak tytuł zlecenia.

2. Przedmiot badań

Przedmiotem badań są 3 sztuki zmodernizowanych regulatorów ZSN:

- 1/ Regulator ciśnienia bezpośredniego działania typ ZSN-1, DN40, PN25, $K_{VS} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$, zakres nastaw 280 - 1120kPa, skok 8 mm, numer regulatora 001/P.
- 2/ Regulator różnicy ciśnień bezpośredniego działania typ ZSN-5, DN40, PN25, $K_{VS} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$, zakres nastaw 40 - 160kPa, skok 8 mm, numer regulatora 002/P.
- 3/ Dwufunkcyjny regulator różnicy ciśnienia i przepływu bezpośredniego działania typ ZSN-9, DN32, PN25, $K_{VS} = 12,5 \text{ m}^3/\text{h}$, zakres nastaw 40 - 160kPa, skok 8 mm, numer regulatora 003/P.

3. Cel badań

Celem badań było sprawdzenie parametrów regulatorów według PN-82/M-42050 "Automatyka Przemysłowa. Regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym. Wymagania i badania." w zakresie uzgodnionym z Zamawiającym.

4. Zakres badań

Zgodnie z punktem 7 /Program badań/ zlecenia nr TT/8/96 z dnia 09.07.1996r. poniżej podano uzgodniony zakres badań.

1/ Zakres badań wg PN-82/M-42050 "Automatyka Przemysłowa.

Regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym. Wymagania i badania." :

- sprawdzenie zakresu nastaw / p.4.4 /
- sprawdzenie współczynnika przepływu zaworu / p.4.5./
- sprawdzenie względnego przecieku zaworu / p.4.6 /
- sprawdzenie otwierania zaworu przy dopuszczalnym spadku ciśnienia na zaworze zamkniętym / p.4.7 /
- sprawdzenie zakresu proporcjonalności / p.4.11 /
- sprawdzenie strefy nieczułości / p.4.12 /

2/ Wyznaczenie charakterystyki statycznej $H = f/p/$ lub $H = f/\Delta p/$ dla nastawy minimalnej, pośredniej i maksymalnej

3/ Zakres badań wg PN-83/M-74201 "Armatura przemysłowa. Zawory regulujące. Wymagania i badania.":

- dla regulatorów ZSN-1 i ZSN-5 wyznaczenie charakterystyk przepływowych $K_v = f/H/$
- dla regulatora ZSN-9 wyznaczenie charakterystyk przepływowych $K_v = f/H/$ dla różnych ustawień dławika zaworu Δl /od pełnego otwarcia do zamknięcia/

5. Stanowiska pomiarowe

5.1. Stanowisko do wyznaczania charakterystyk statycznych

Schemat stanowiska przedstawiono na rys.1. Dozująca pompa nurnikowa P typu ND-25-25 o ciśnieniu nominalnym do 4 MPa podaje wodę do rurociągu zasilającego, na którym zamontowany jest badany regulator ZSN. Za pompą jest zainstalowany hydroakumulator H do wytłumienia pulsacji ciśnienia. Wylot regulatora połączony jest z atmosferą, do zbierania ewentualnych przecieków i przepływu wody przy otwartym zaworze regulatora służy zbiornik otwarty ZB. Przed zaworem regulatora zamontowany jest manometr p_{1w} o zakresie do 1,6 MPa, klasy 0,4, mierzący ciśnienie na wlocie do zaworu regulatora, które jednocześnie może być ciśnieniem zasilającym komorę plusową siłownika badanego regulatora ZSN. Niezależnie komora siłownika może być zasilana powietrzem przez zadajnik ciśnienia, wyposażony w manometr precyzyjny p_{1p} o zakresie do 300 kPa firmy Wallace, o klasie dokładności 0,1. Do zaślepienia zaworu badanego regulatora służy kołnierz KZ. Pomiar skoku wykonywany jest czujnikiem zegarowym Cz o zakresie 0 + 10mm, z wartością działki elementarnej 0,01mm. Uchwyt czujnika zegarowego zamontowany jest do jarzma nastawnika, końcówka pomiarowa czujnika poprzez kulkę stalową związana jest ze śrubą napinającą /trzcieniem/ nastawnika regulatora. Sterowanie zaworem regulatora może odbywać się sygnałem pneumatycznym, hydraulicznym lub przy wykorzystaniu możliwości zamykania zaworu napędem ręcznym za pomocą śruby napinającej przy minimalnej nastawie.

Na stanowisku mogą być wykonywane sprawdzenia:

- wyznaczanie charakterystyk statycznych
- sprawdzenie zakresu nastaw
- sprawdzenie względnego przecieku zaworu regulatora
- sprawdzenie otwierania zaworu przy dopuszczalnym spadku ciśnienia na zamkniętym zaworze
- sprawdzenie zakresu proporcjonalności
- sprawdzenie strefy nieczułości

5.2. Stanowisko do wyznaczania charakterystyk przepływowych

Schemat części stanowiska na której wykonuje się badania przedstawiono na rys. 2. Jest to część pomiarowa stanowiska wodnego Laboratorium Wodnego Ośrodka Mechatroniki służącego do wyznaczania charakterystyk $Q = f/\Delta p$ o ciśnieniu zasilania do 1,6MPa. Stanowisko wodne spełnia wymagania ustalone w PN-83/M-74201 "Armatura przemysłowa. Zawory regulujące. Wymagania i badania" oraz dla PN-82/M-42050 "Automatyka przemysłowa. Regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym. Wymagania i badania" i ISO/IEC publikacja 534-2-3.

Wartości K_{vs} zgodnie z wymaganiami wyżej wymienionych norm wyznaczono dla $\Delta p = 0,1\text{MPa}$. Charakterystyki przepływowe $Q = f/\Delta p$ określano mierząc strumień objętości Q dla kolejno zadawanych /w możliwościach stanowiska/ Δp zależnych od DN regulatora ZSN. Przeprowadzono je tak by zgodnie z normą IEC publikacja 534-2-3 p.7.12 określanie wartości K_{vs} było wykonane przy takiej minimalnej różnicy ciśnień, przy której liczba Reynolisa $Re > 4 \cdot 10^4$.

Dla wszystkich przypadków badania prowadzono przy Δp mieszczącym się w przedziale $0,035 \leq \Delta p \leq 0,1\text{MPa}$, w którym również $Re > 4 \cdot 10^4$.

Stanowisko wodne w części pomiarowej zawiera dwie wymienne proste rury o średnicy wewnętrznej D dobieranej do średnicy nominalnej DN badanego regulatora ZSN. Długość prostego odcinka na dopływie dla każdego regulatora ZSN jest większa od $20D$, a na odpływie większa od $7D$. Punkty do pomiaru różnicy ciśnień Δp są umieszczone w odległości $2D$ na dopływie do regulatora ZSN i odległości $6D$ na odpływie z regulatora ZSN.

Do pomiaru strumienia objętości stanowisko jest wyposażone w przepływomierze turbinowe:

PT15, zakres $0,3$ do $6\text{m}^3/\text{h}$

PT50, zakres 5 do $50\text{m}^3/\text{h}$

PT100, zakres 24 do $240\text{m}^3/\text{h}$

połączone z miernikiem przepływomierzy MP wyposażonym w przełączniki przepływomierzy, wskaźnik chwilowych strumieni objętości, mierniki objętości przepływającej wody i czasu.

Zestaw zapewnia dokładność do 2% aktualnej wartości przepływu.

Do pomiaru różnicy ciśnień stanowisko jest wyposażone w przetwornik różnicy ciśnień Δp o zakresie do 200kPa oraz manometr przetwornika różnicy ciśnień $M_{\Delta p}$ firmy Wallace o zakresie do 100kPa i klasie dokładności 0,1, co pozwala na uzyskanie dokładności pomiaru różnicy ciśnień na zaworze mniejszej od 2% aktualnej jej wartości.

Stanowisko wyposażone jest ponadto w filtr FS, termometr T, zawory odcinające i nastawcze Z oraz w manometry p_1 i p_2 o zakresie 1,6MPa klasy 0,4 do pomiaru ciśnień przed i za badanym regulatorem ZSN, przy wstępnym zadawaniu różnicy ciśnień.

6. Wyniki badań

6.1. Charakterystyki statyczne dla trzech nastaw każdego z badanych regulatorów wyznaczono na stanowisku wg rys. 1.

Ich przebieg przedstawiono na wykresach nr nr 1 do 9.

Na ich podstawie określono zakres nastaw, zakres proporcjonalności i strefę nieczułości.

6.1.1. Zakres nastaw

Na wykresach nr nr 1 do 9 dla $H = 0$ zawory regulatorów są zamknięte, dla skoku $H = 8$ mm zawory są otwarte na nominalną wartość skoku H_{100} . Dla badanych regulatorów stanem wyjściowym jest stan otwarcia zaworu /przy H_{100} / i dla tego położenia określa się wartość zadanej nastawy - jest to wartość ciśnienia lub różnicy ciśnień na siłowniku regulatora, przy którym zaczyna się przemykanie zaworu. W badanych regulatorach nastawa minimalna wynika z konstrukcyjnie określonego wstępnego napięcia sprężyny lub zespołu sprężyn na długość l .

Nastawa górna możliwa do osiągnięcia występuje dla wartości $l \geq l_{bl} + H_{100}$.

Dla regulatora ZSN-1 zadawano poszczególne nastawy w oparciu o dane sprężyny III /Nr rys. 1011450/:

- | | | |
|----------------------|---|--------------|
| - nastawa minimalna | - | $l = 216$ mm |
| - nastawa pośrednia | - | $l = 156$ mm |
| - nastawa maksymalna | - | $l = 96$ mm |

Dla regulatorów ZSN-5 i ZSN-9 zadawano poszczególne nastawy w oparciu o dane sprężyny II /Nr rys. 1011449/:

- nastawa minimalna - $l = 210$ mm
- nastawa pośrednia - $l = 150$ mm
- nastawa maksymalna - $l = 90$ mm

Dla nastaw minimalnych konstrukcyjne napięcia wstępne pokrywały się z wyżej podanymi wartościami

Dla nastaw maksymalnych pozostaje pewien zapas do zblokowania sprężyny lub zespołu sprężyn.

Zmierzone wartości nastawy minimalnej p_{\min}/kPa lub $\Delta p_{\min}/\text{kPa}$ dla badanych regulatorów pokrywają się z deklarowanymi wartościami nominalnymi w obszarze strefy nieczułości.

Zmierzone wartości nastawy maksymalnej p_{\max}/kPa lub $\Delta p_{\max}/\text{kPa}$ dla regulatora ZSN-1 przewyższają wartość deklarowaną / z możliwością obniżenia do tej wartości /, dla regulatorów ZSN-5 i ZSN-9 pokrywają się z deklarowanymi wartościami nominalnymi w obszarze strefy nieczułości.

Wynik sprawdzenia zakresów nastaw trzech badanych regulatorów jest zgodny z wymaganiami p-tów 2.1.3. i 2.1.4. PN-82/M-42050.

6.1.2. Sprawdzenie zakresu proporcjonalności i strefy nieczułości

Na wykresach nr nr 1 do 9 dla badanych regulatorów ZSN-1, ZSN-5 i ZSN-9 podano wartości zakresów proporcjonalności X_p w kPa i w % górnego zakresu nastaw oraz wartości strefy nieczułości X_n w kPa i w % wartości zakresu proporcjonalności dla nastaw minimalnej, pośredniej i maksymalnej.

Zakresy proporcjonalności i strefy nieczułości zwiększają się wraz ze zwiększeniem nastawy.

Dla nastaw minimalnych zakres proporcjonalności wynosi 7,5%,
Dla nastaw pośrednich: ZSN-1, $X_p=9,73\%$; ZSN-5, $X_p=8,75\%$;
ZSN-9, $X_p=10,38\%$. Dla nastaw maksymalnych: ZSN-1, $X_p=11,34\%$;
ZSN-5, $X_p=11,88\%$; ZSN-9, $X_p=13,87\%$.

Wartości średnie dla badanych nastaw regulatorów wynoszą:

- regulator ZSN-1 - $X_{p\text{śr}} = 9,52\%$
- regulator ZSN-5 - $X_{p\text{śr}} = 9,38\%$
- regulator ZSN-9 - $X_{p\text{śr}} = 10,58\%$

Zakres proporcjonalności nie przekracza 16%, co jest zgodne z wymaganiami punktu 2.1.5. PN-82/M-42050.

Dla nastaw minimalnych strefa nieczułości wynosi 25%, dla nastaw maksymalnych jest w przedziale 17,32% do 24,2%.

Strefy nieczułości nie przekraczają 25% zakresów proporcjonalności, co jest zgodne z wymaganiami p-tu 2.1.6. PN-82/M-42050.

6.2. Sprawdzenie względnego przecieku

Wartości przecieków zmierzono na stanowisku wg rys.1 przy spadku ciśnienia na zaworach 1,2MPa i 0,1MPa, przy zamknięciu za pomocą sterowania ręcznego i zamknięciu sygnałem ciśnieniowym na siłownik regulatora.

Wyniki pomiarów zamieszczono w tablicy 2.

Regulatory ZSN-1 i ZSN-5 są całkowicie szczelne, w regulatorze ZSN-9 występuje niewielkie kroplenie.

Względne przecieki zaworów badanych regulatorów są zgodne z wymaganiami określonymi w p-cie 2.1.11. PN-82/M-42050.

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

Próbie przeprowadzono na stanowisku wg rys.1. Zawory zamknięto sygnałem ciśnieniowym na siłownik, przed zaworami ustalono ciśnienie zasilania 1,2 MPa /równe dopuszczalnemu spadkowi ciśnienia na zamkniętym zaworze/. Po obniżeniu sygnału ciśnieniowego zawory otworzyły się. Wynik próby zgodny z wymaganiami p-tu 2.1.12. PN-82/M-42050.

6.4. Sprawdzenie charakterystyk przepływowych

Badania przeprowadzono na stanowisku pomiarowym wg rys.2. Wyniki badań przedstawiono na wykresach nr 10, 11 i 12 oraz w tablicy 1,

Pomiary prowadzono zgodnie z wytycznymi PN-83/M-74201.

"Armatura przemysłowa. Zawory regulujące. Wymagania i badania."

Temperatura wody w trakcie pomiarów zmieniała się w granicach od 20 do 24°C.

- regulator ZSN-1, wykres 10

Wykonano pomiary K_V dla skoków do skoku nominalnego $H_{100} = 8$ mm. Na wykresie naniesiono liniowy przebieg teoretyczny i naniesiono uzyskaną charakterystykę $K_V = f/H$. W tabeli na wykresie dla poszczególnych skoków podano współczynniki K_V . Współczynnik przepływu $K_{V100} = 20,11$ m³/h, co daje w odniesieniu do $K_{VS} = 20$ m³/h błąd +0,54%.

- regulator ZSN-5, wykres 11

Wykonano pomiary K_V dla skoków do skoku nominalnego $H_{100} = 8$ mm. Na wykresie naniesiono liniowy przebieg teoretyczny i naniesiono uzyskaną charakterystykę $K_V = f/H$. W tabeli na wykresie dla poszczególnych skoków podano współczynniki przepływu K_V . Współczynnik przepływu $K_{V100} = 19,85$ m³/h, co daje w odniesieniu do $K_{VS} = 20$ m³/h błąd -0,75%.

- regulator ZSN-9, wykres 12

Wykonano pomiary K_V dla skoków do skoku nominalnego $H_{100} = 8$ mm, dla różnych otwarć dławika regulatora Δl . Na wykresie naniesiono liniowy przebieg teoretyczny dla całkowitego otwarcia dławika / $\Delta l \leq 10,8$ mm /. Dla poszczególnych Δl , aż do zamknięcia, naniesiono rodzinę charakterystyk $K_V = f/H$, obrazującą wpływ zmian ustawienia dławika na ich przebieg. Współczynniki przepływu K_V dla poszczególnych Δl i skoków zaworu H zamieszczono w tablicy 1. Współczynnik przepływu dla $\Delta l = 10,8$ mm /pełne otwarcie/ wynosi $K_{V100} = 12,56$ m³/h, co daje w odniesieniu do $K_{VS} = 12,5$ m³/h błąd +0,48%.

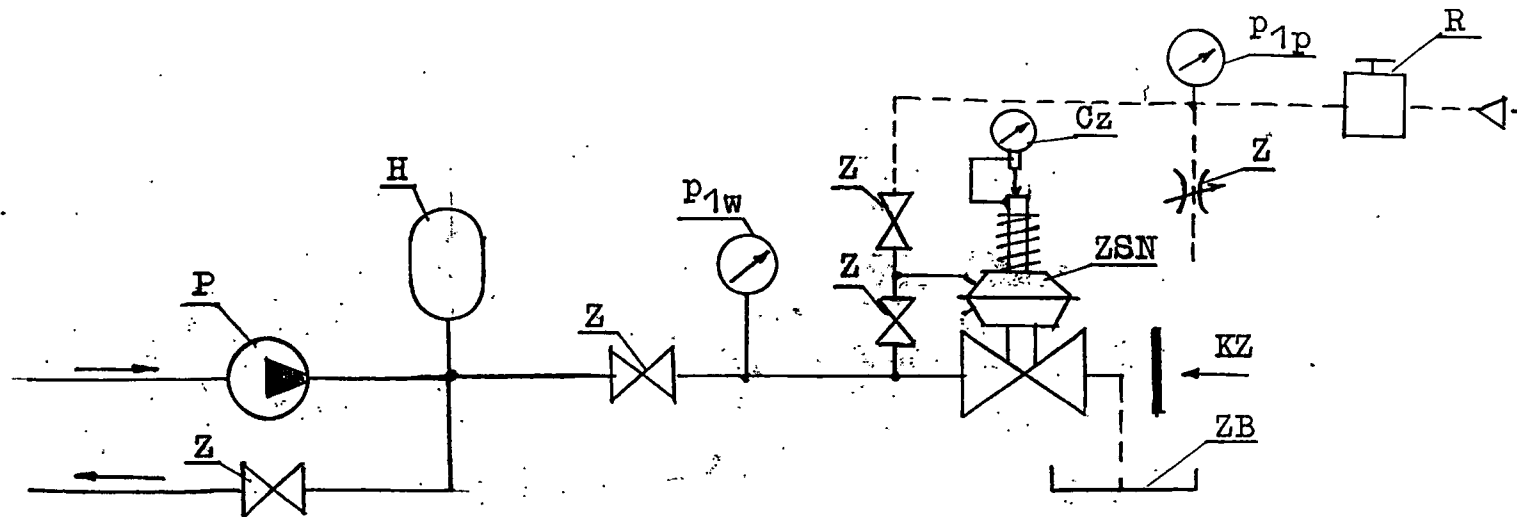
Uzyskane odchyłki współczynników przepływu trzech badanych regulatorów nie przekraczają wartości $\pm 10\% K_{VS}$ i są zgodne z punktem 2.1.10. PN-82/M-42050.

7. Uwagi końcowe

- badania prowadzono na stanowiskach pomiarowych Laboratorium Wódnego PIAP - OME przy zastosowaniu aparatury pomiarowej i osprzętu /przepływomierze, manometry, czujnik zegarowy, zestawy rurociągów wymiennych/ oraz metodyki badań identycznej jak w badaniach omówionych w sprawozdaniu PIAP - OME pt. "Wykonanie badań 3 regulatorów ZSN /ZSN-1, ZSN-5, ZSN-9/, nr rejestr. 7171, nr zlecenia 5460 z dnia 06.01.1995r.

W związku z powyższym spełnione zostały warunki umożliwiające ich porównanie.

- przeprowadzono wszystkie badania określone ich programem ustalonym z Z.A. "POLNA" S.A.
- wyniki przeprowadzonych badań nie odbiegają od wymagań PN-82/M-42050. "Automatyka przemysłowa. Regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym. Wymagania i badania."



Rys.1. Stanowisko do wyznaczania charakterystyk statycznych.

Oznaczenia:

ZSN - badany regulator

Cz - czujnik zegarowy

P - pompa nurnikowa

H - hydroakumulator

p_{1w} - manometr kontrolny /układ wodny/

p_{1p} - manometr kontrolny /układ powietrzny/

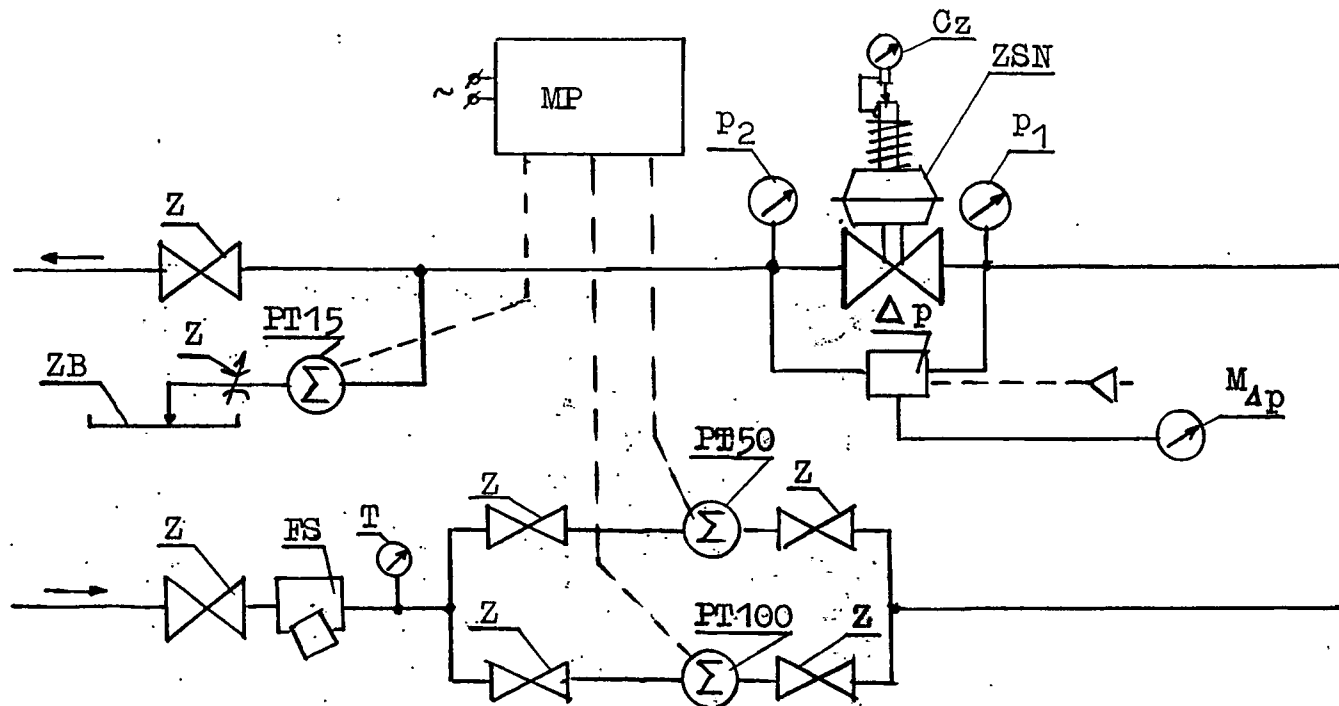
R - reduktor

ZB - zbiornik otwarty

KZ - kołnierz zaślepiający

Z - zawory

13



Rys. 2. Stanowisko do wyznaczania charakterystyk przepływowych.

Oznaczenia:

ZSN - badany regulator

Cz - czujnik zegarowy

p_1 - manometr przed zaworem

p_2 - manometr za zaworem

Δp - przetwornik różnicy ciśnień

$M_{\Delta p}$ - manometr przetwornika różnicy ciśnień

PT15, PT50, PT100 - przepływomierze turbinowe

MP - miernik przepływomierzy

FS - filtr siatkowy

ZB - zbiornik otwarty

Z - zawory

T - termometr

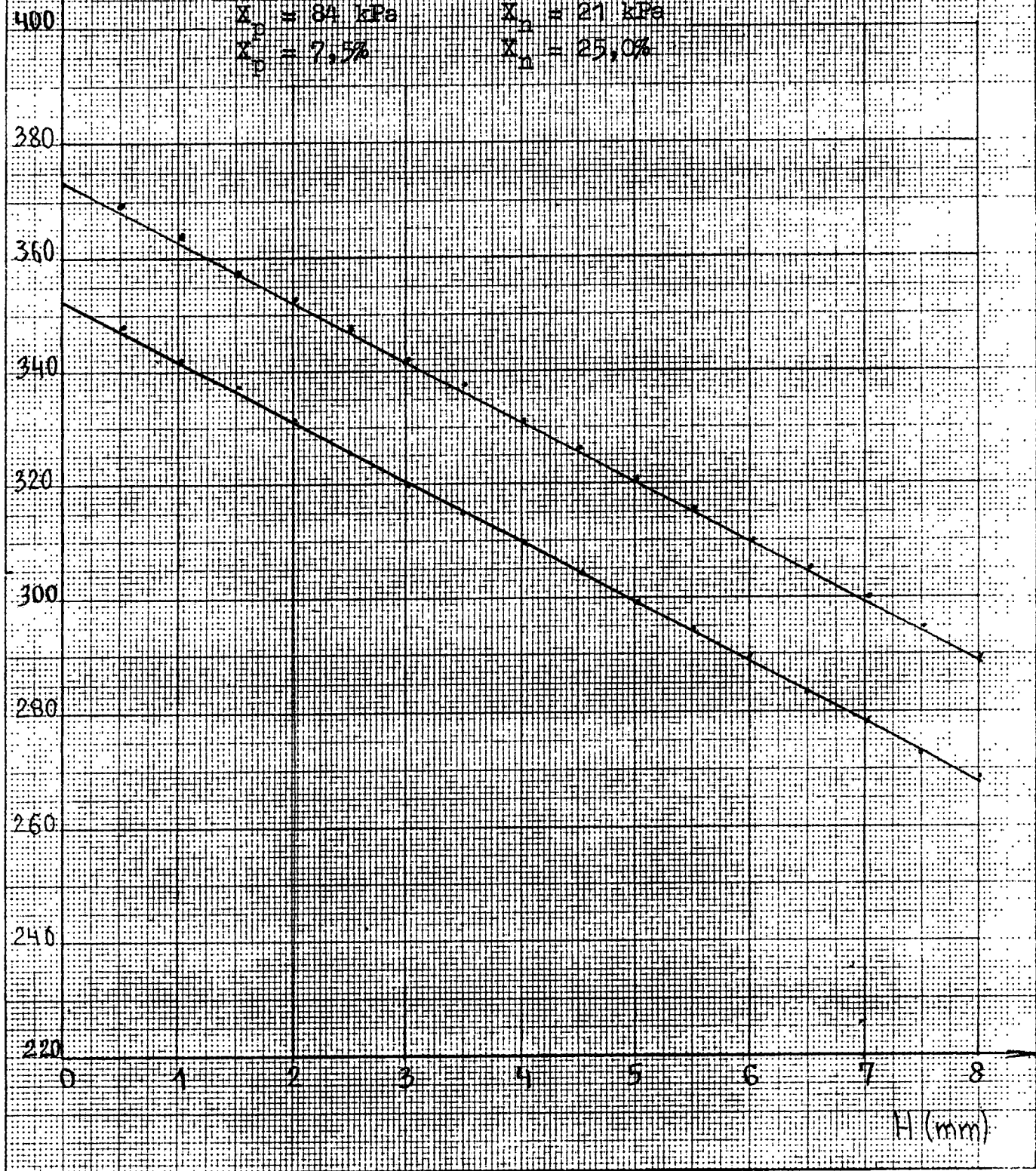
14

Wykres 1

p
(kPa)

Charakterystyka statyczna p - f/H/
dla nastawy minimalnej / L = 216mm /
Regulator typ ZSN-1 nr 001/P DN40
 $K_{vs} = 20m^3/h$ $R_{100} = 8mm$
Zakres nastaw 280 - 1120 kPa

$X_p = 84 kPa$ $X_n = 21 kPa$
 $X_p = 7,5\%$ $X_n = 25,0\%$



Wykres 2

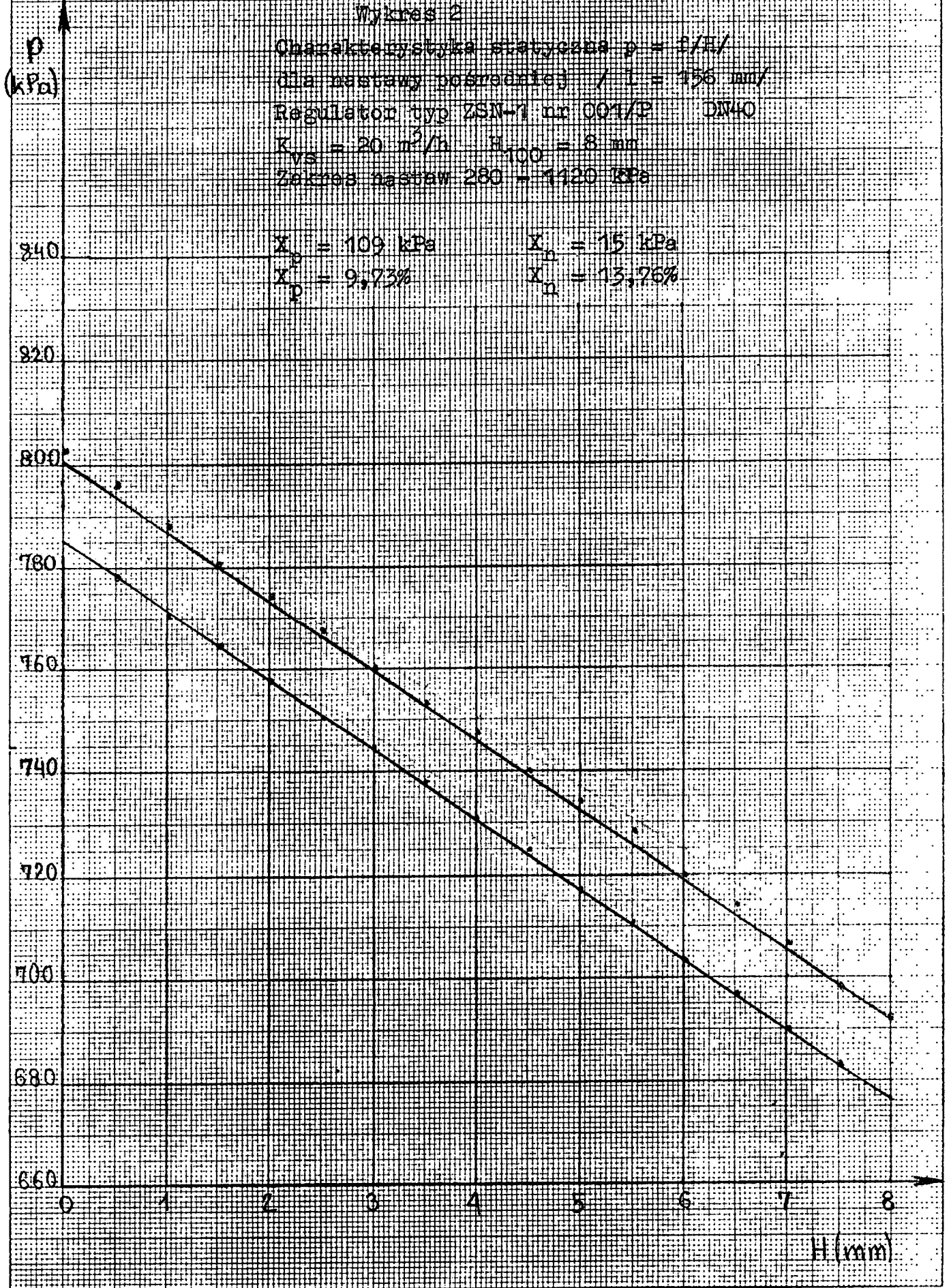
Charakterystyka statyczna $p = f(H)$
dla nastawy pośredniej / $L = 156 \text{ mm}$ /
Regulator typ ZSN-1 nr 001/P DN40
 $K_{vs} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ / $S_{100} = 8 \text{ mm}$
Zakres nastaw 280 - 1120 kPa

$X_p = 109 \text{ kPa}$

$X_n = 15 \text{ kPa}$

$X_p' = 9,73\%$

$X_n' = 13,76\%$



Wykres 3

Charakterystyka statyczna $p = f(H)$

dla nastawy maksymalnej / $I = 96 \text{ mm}$ /

Regulator typ ZSN-1 nr 004/P DN40

$K_{vs} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ $E_{100} = 8 \text{ mm}$

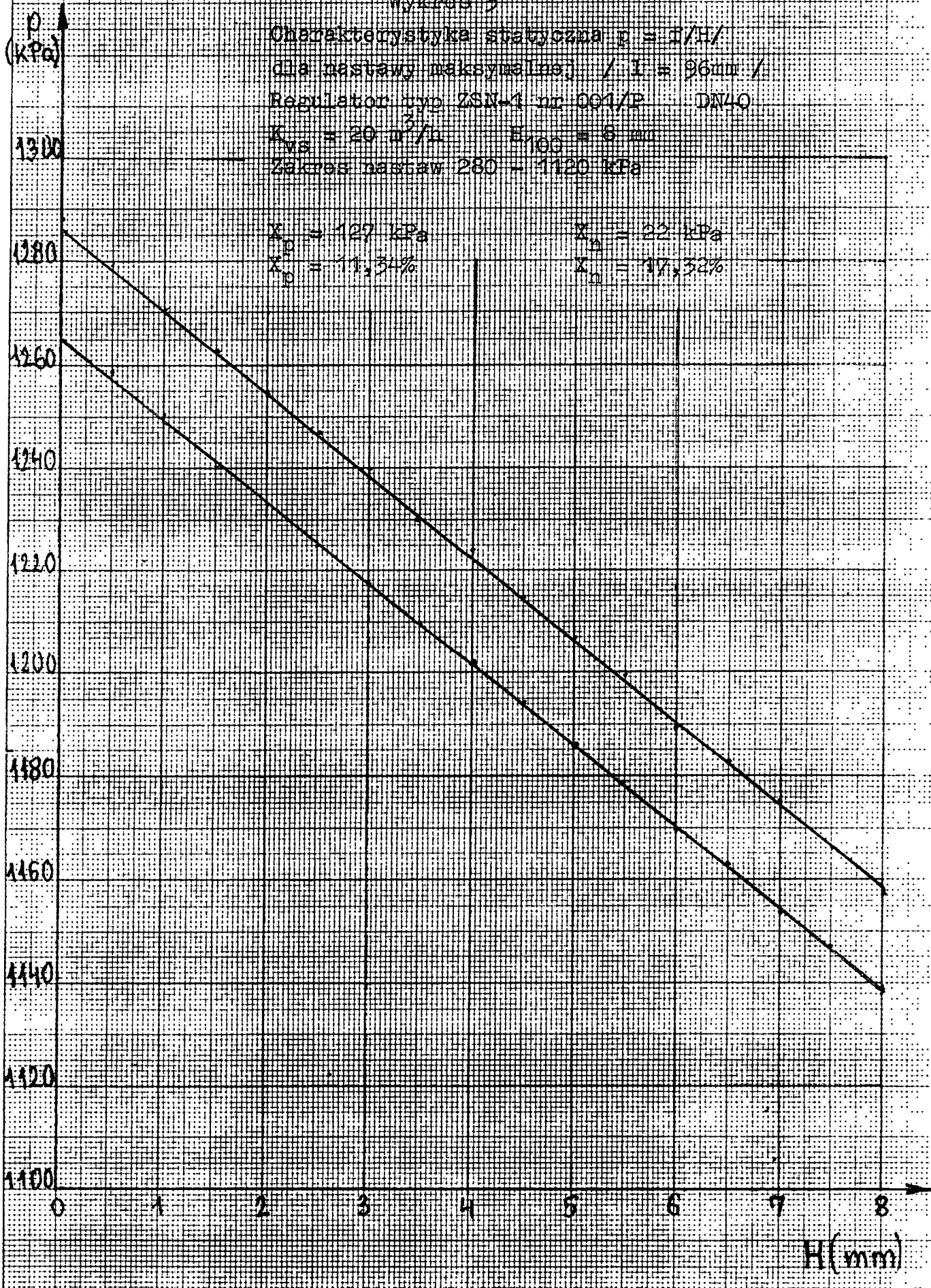
Zakres nastaw 280 - 1120 kPa

$X_p = 127 \text{ kPa}$

$X_n = 82 \text{ kPa}$

$X_p = 11,34\%$

$X_n = 17,32\%$



Wykres 4

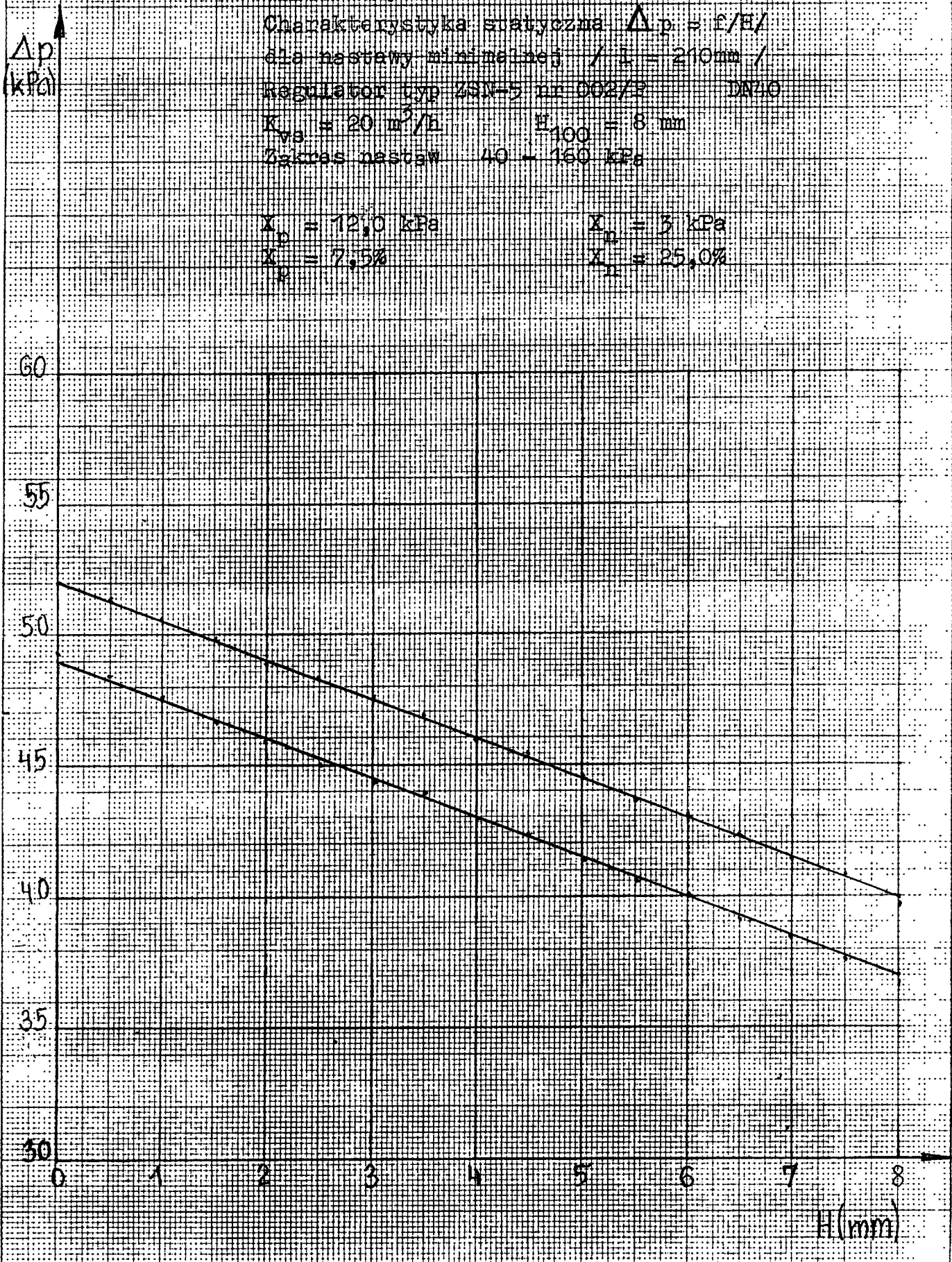
Charakterystyka statyczna $\Delta p = f/H$
dla nastawy minimalnej / $I = 210\text{mm}$ /
regulator typ 4SN-5 nr 002/P DN40
 $K_{vs} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ $E_{100} = 8 \text{ mm}$
zakres nastaw 40 - 160 kPa

$X_p = 12,0 \text{ kPa}$

$X_n = 3 \text{ kPa}$

$X_p = 7,5\%$

$X_n = 25,0\%$



Wykres 5

Charakterystyka statyczna $\Delta p = p/H$
dla nastawy pośredniej $\Gamma = 150 \text{ mm}$
Regulator typ ZSA-5 nr 002/P DN40
 $K_{vs} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ $E_{100} = 8 \text{ mm}$
Zakres nastaw 40 - 160 kPa

$X_p = 14,0 \text{ kPa}$

$X_n = 3,5 \text{ kPa}$

$X_p = 8,75\%$

$X_n = 25,0\%$

Δp
(kPa)

125

120

115

110

105

100

95

90

0

1

2

3

4

5

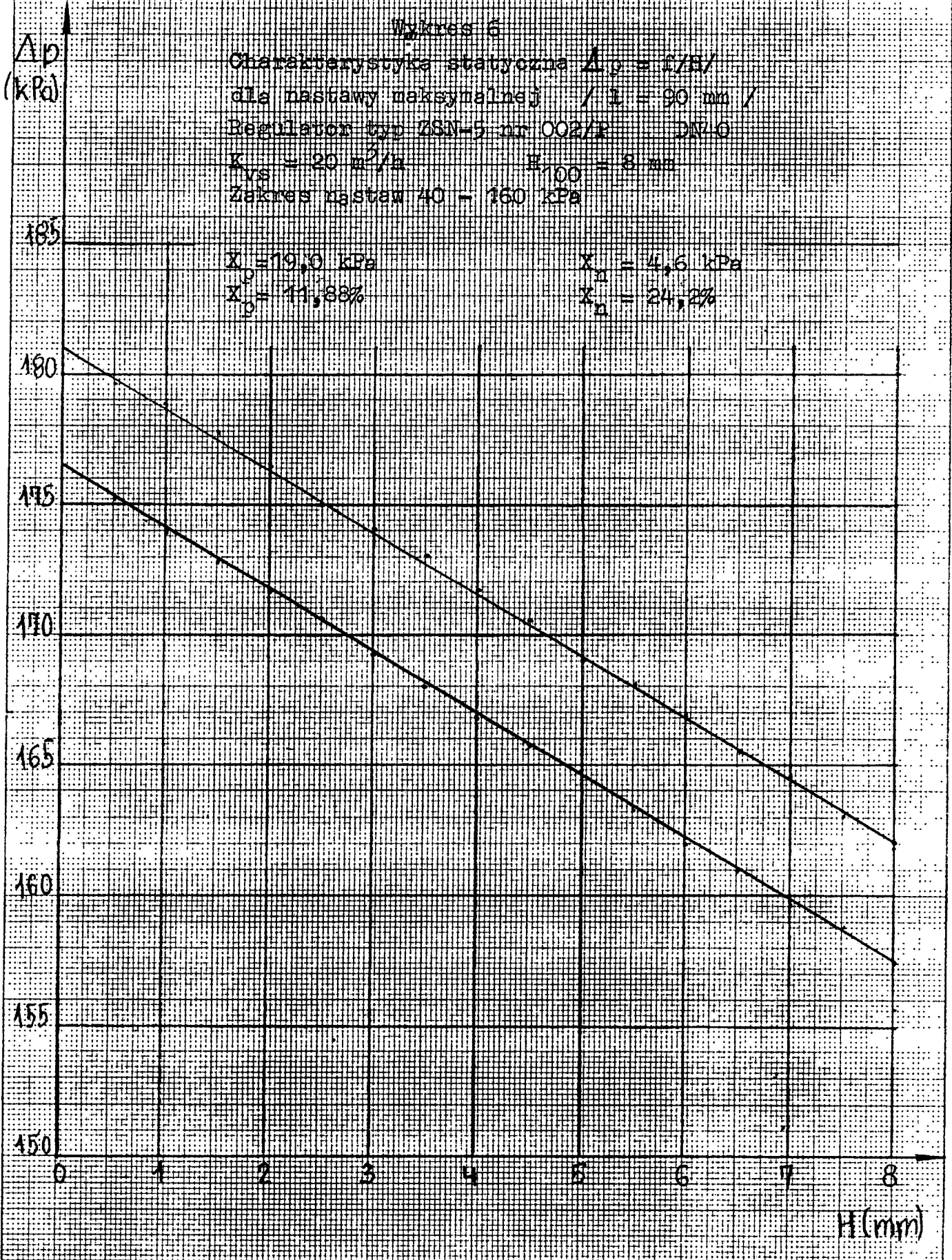
6

7

8

H (mm)

Wykres 6



Wykres 7

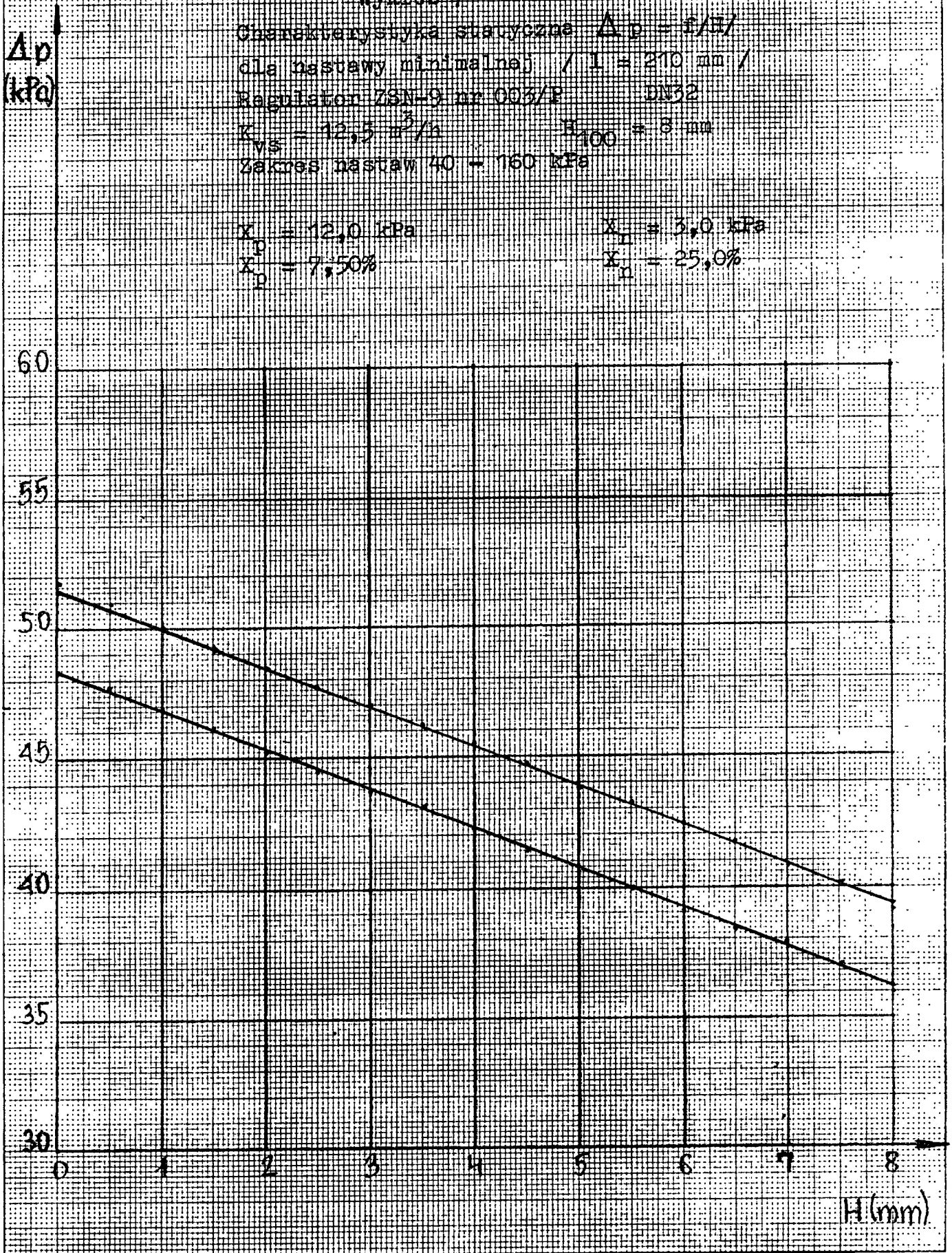
Charakterystyka statyczna $\Delta p = f(H)$
dla nastawy minimalnej / $L = 210 \text{ mm}$ /
Regulator ZSN-9 nr 006/P DN32
 $K_{vs} = 12,5 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{bar}}$ $H_{100} = 3 \text{ mm}$
Zakres nastaw 40 - 160 kPa

$X_p = 12,0 \text{ kPa}$

$X_p = 7,50\%$

$X_r = 3,0 \text{ kPa}$

$X_r = 25,0\%$



Wykres 3

Δp
(kPa)

Charakterystyka statyczna $\Delta p = f(H)$
dla nastawy pośredniej / $L = 150 \text{ mm}$ /
Regulator ZSI-9 nr 003/P DN32
 $K_{vs} = 12,5 \text{ m}^3/\text{h}$ $R_{100} = 8 \text{ mm}$
Zakres nastaw 40 - 160 kPa

125

$X_D = 16,6 \text{ kPa}$
 $X_D = 10,38\%$

$X_n = 4,0 \text{ kPa}$
 $X_n = 24,1\%$

120

115

110

105

100

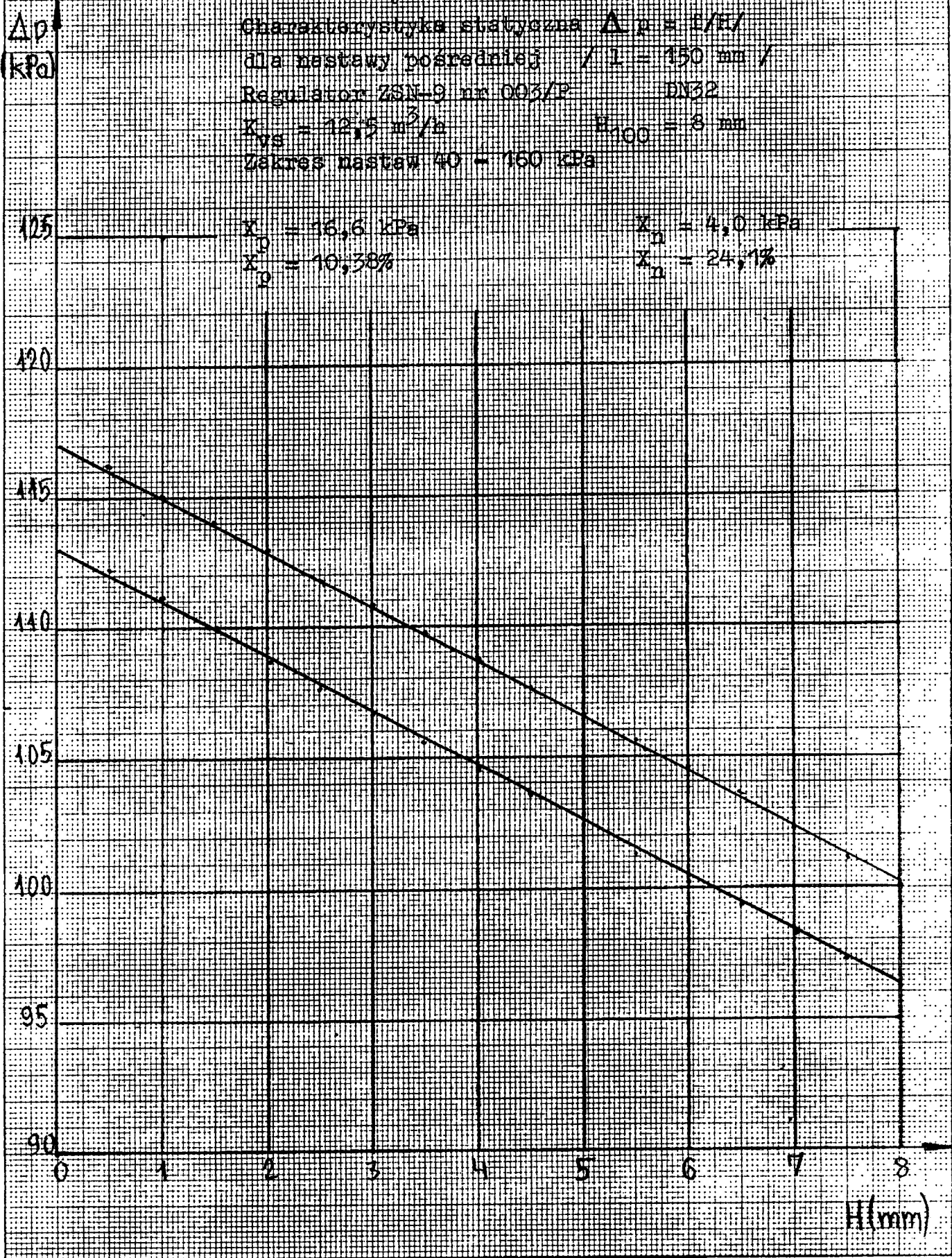
95

90

0 1 2 3 4 5 6 7 8

H(mm)

22



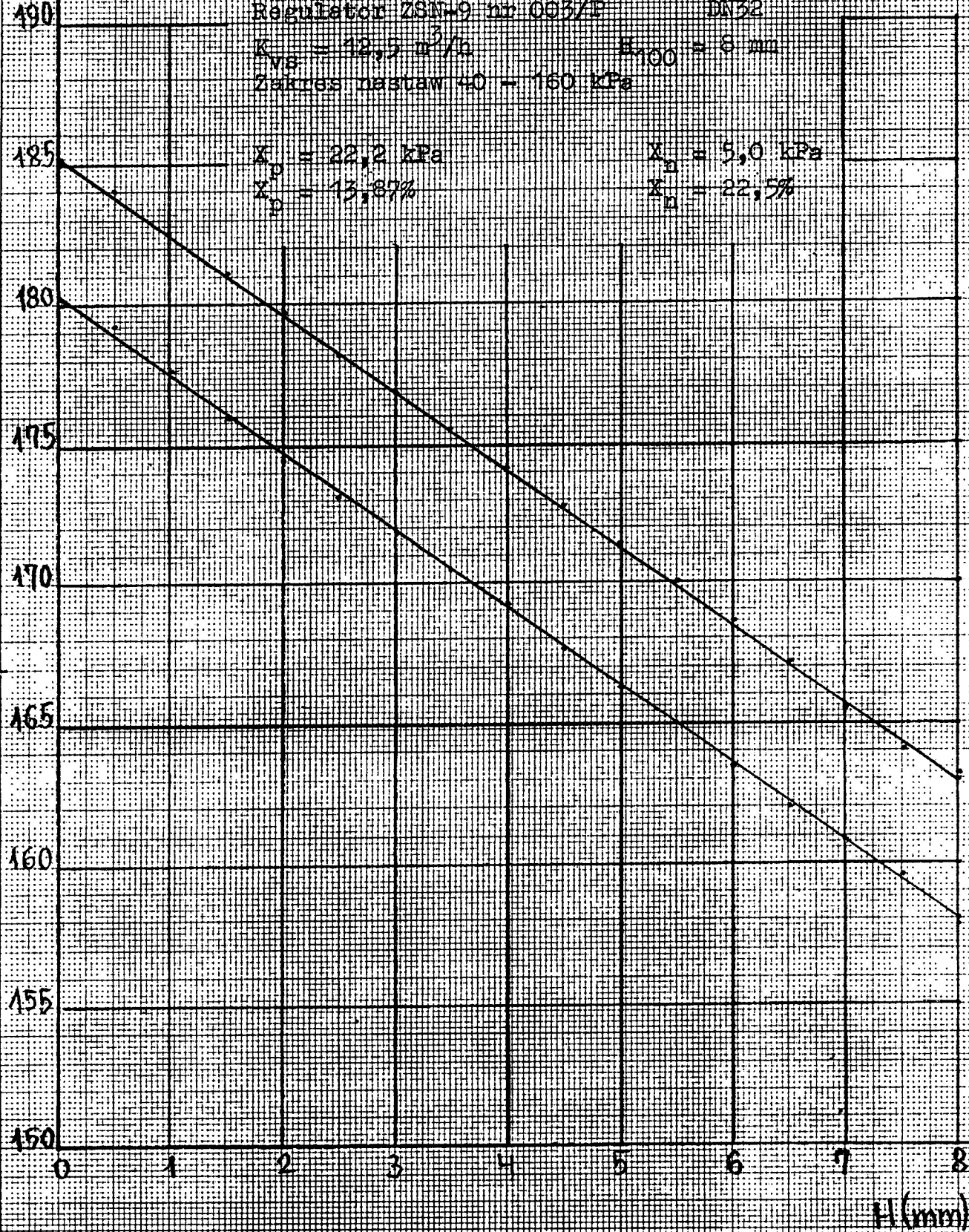
Wykres 9

Δp
(kPa)

Charakterystyka statyczna $\Delta p = f(Q)$
dla nastawy maksymalnej / $L = 90 \text{ mm}$ /
Regulator ZSN-9 nr 003/E DN32
 $K_{vs} = 12,5 \text{ m}^3/\text{a}$ $R_{100} = 8 \text{ mm}$
Zakres nastaw 40 - 160 kPa

$X_p = 22,2 \text{ kPa}$
 $X_p = 13,87\%$

$X_n = 5,0 \text{ kPa}$
 $X_n = 22,5\%$



Wykres 10

Charakterystyka przepływowa wewnętrzna $K_v = f/H$

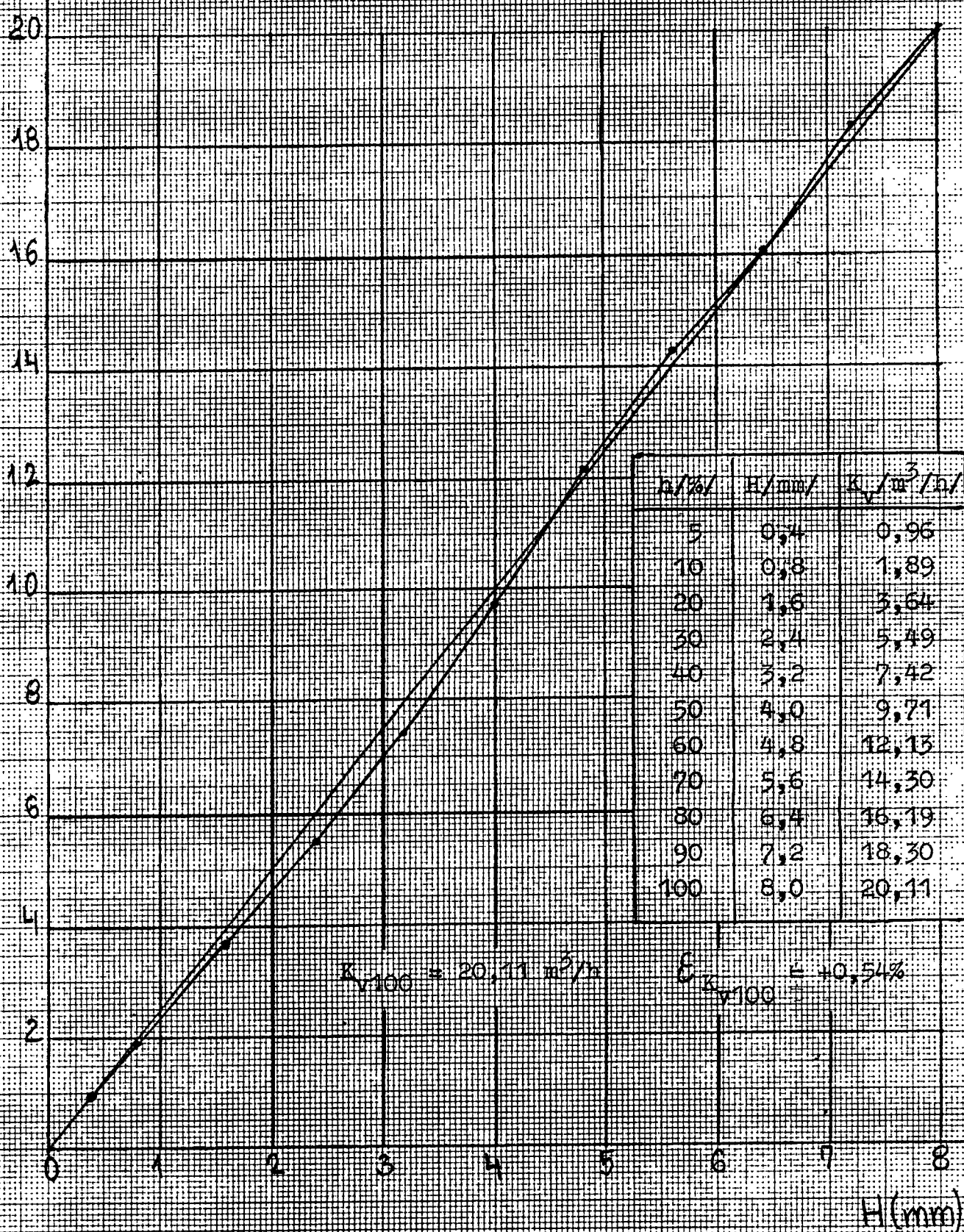
Regulator typ ZSN-1 ar 001/P

DN40

$K_{vs} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$

$R_{100} = 8 \text{ mm}$

K_v
(m^3/h)



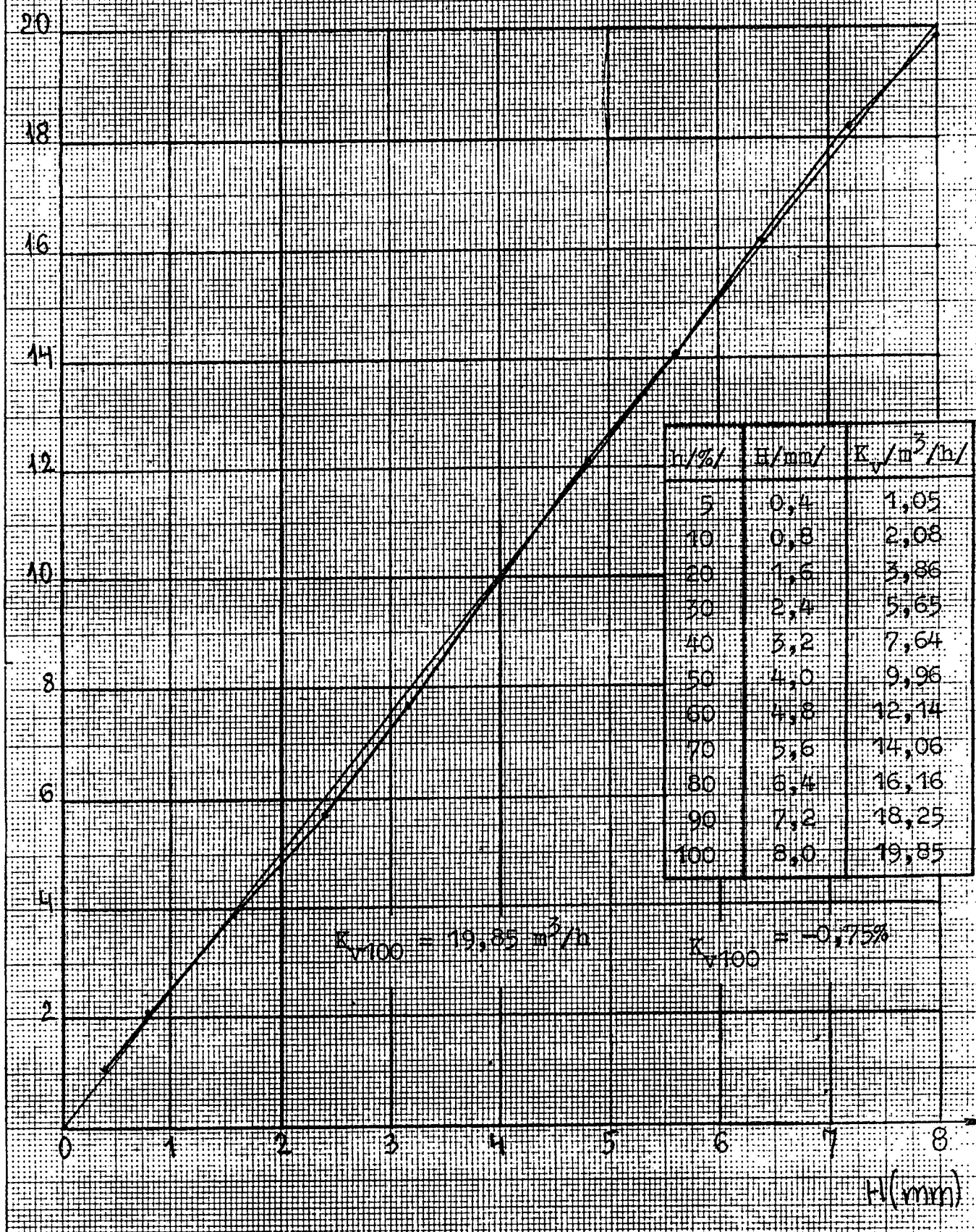
$K_{v100} = 20,11 \text{ m}^3/\text{h}$

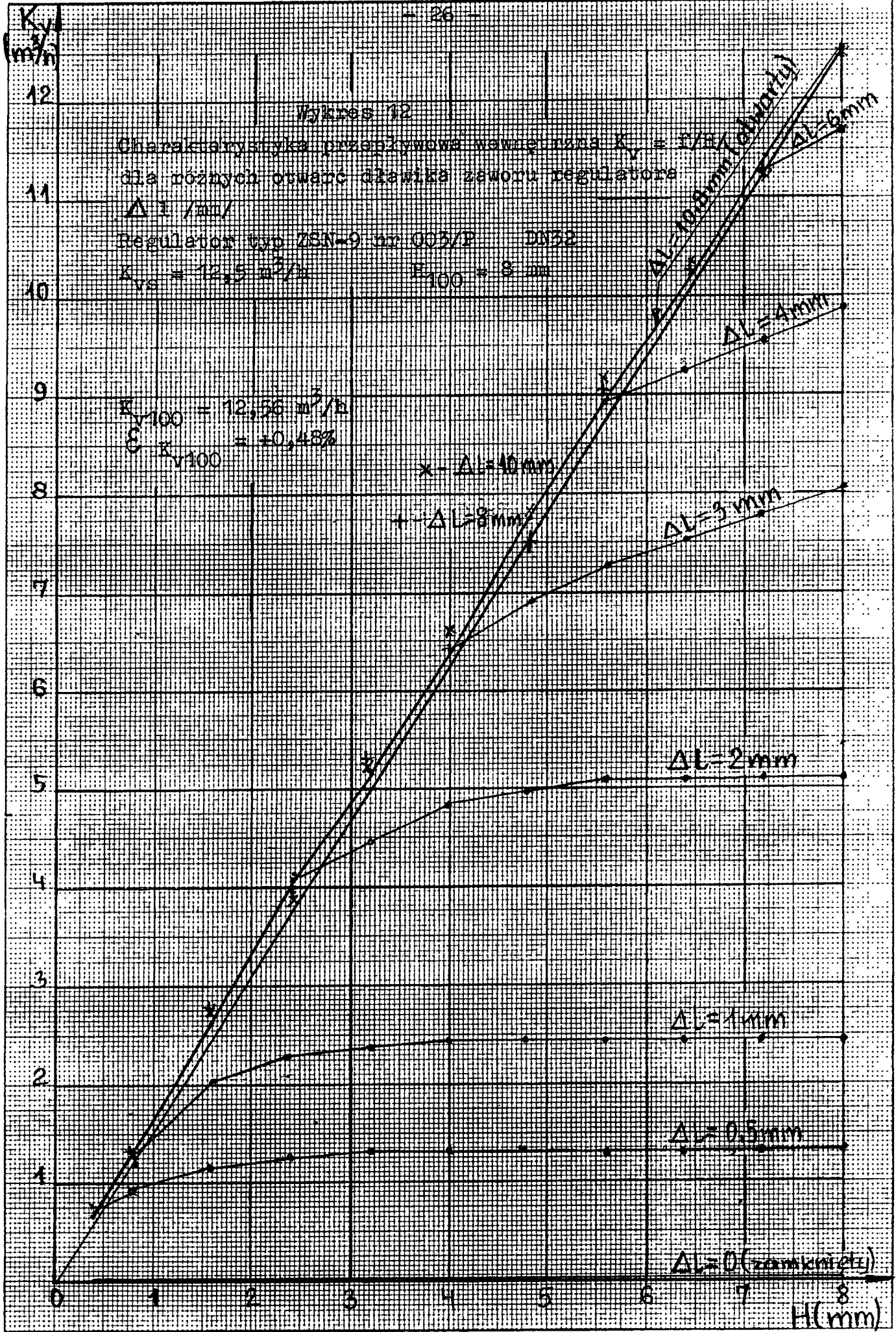
$\epsilon_{Kv100} = +0,54\%$

Wykres 11

Charakterystyka przepływowa nettoznaczna $K_v = F / \sqrt{H}$
Regulator typ 20X-5 nr 002/2 DW40
 $K_{vs} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ $H_{100} = 8 \text{ mm}$

K_v
(m^3/h)





Tablica 1. Wyniki pomiarów współczynnika przepływu K_V /m³/h/ w funkcji skoku zaworu H/mm/ dla różnych otwarć dławika zaworu regulatora Δl /mm/ /wykres 12/

Regulator typ ZSN-9 nr 003/P, DN32, $K_{VS} = 12,5$ m³/h, $H_{100} = 8$ mm

h/%/	H/mm/	K_V /m ³ /h/									
		Δl /mm/									
		10,8	10	8	6	4	3	2	1	0,5	0
5	0,4	0,69	0,76	0,76	0,79	0,85	0,80	0,86	0,71	0,75	0
10	0,8	1,39	1,32	1,33	1,39	1,42	1,45	1,46	1,26	0,92	0
20	1,6	2,68	2,78	2,77	2,87	2,79	2,66	2,64	2,02	1,15	0
30	2,4	4,11	3,77	3,99	3,95	4,00	3,72	4,10	2,29	1,27	0
40	3,2	5,17	5,23	5,36	5,43	5,13	5,20	4,47	2,38	1,33	0
50	4,0	6,40	6,61	6,41	6,54	6,43	6,48	4,85	2,42	1,33	0
60	4,8	7,75	7,85	7,50	7,50	7,62	6,87	4,97	2,45	1,33	0
70	5,6	8,93	9,24	9,03	9,02	8,94	7,25	5,08	2,45	1,33	0
80	6,4	10,22	10,33	10,25	10,25	9,25	7,50	5,08	2,45	1,33	0
90	7,2	11,43	11,21	11,30	11,28	9,53	7,78	5,08	2,45	1,33	0
100	8,0	12,56	12,55	12,53	11,66	9,86	8,09	5,08	2,45	1,33	0

24

Tablica 2. Wyniki sprawdzenia względnego przecieku $q/\%$.

Regulator badany	Zamknięcie ręczne		Zamknięcie ciśnieniem	
	$\Delta p = 0,1\text{MPa}$	$\Delta p = 1,2\text{MPa}$	$\Delta p = 0,1\text{MPa}$	$\Delta p = 1,2\text{MPa}$
ZSN-1 nr 001/P	$q = 0\%$	$q = 0\%$	$q = 0\%$	$q = 0\%$
ZSN-5 nr 002/P	$q = 0\%$	$q = 0\%$	$q = 0\%$	$q = 0\%$
ZSN-9 nr 003/P	$q = 0,0005\%$	$q = 0,0020\%$	$q = 0,0013\%$	$q = 0,0054\%$